

Cls Sensores Fotomultiplicadores



Número 22  
MAI/JUN 2024

# revista INCBELETRÔNICA



SENSORES MAIS  
UTILIZADOS EM  
PROJETOS MAKERS  
DE IOT



SOUND SPECTRA - EQUALIZADOR E  
ANALISADOR DE ÁUDIO - PARTE 1

Analisando o Rádio SPICA ST600

# Inovação, variedade de componentes e serviço em perfeita harmonia

Milhões de componentes  
Opções ilimitadas de projetos

---



Disponível para o envio hoje  
[br.mouser.com/te-selection](http://br.mouser.com/te-selection)

## EXPEDIENTE

Revista INCB Eletronica

Revista do Instituto Newton C. Braga

Ano 3 – Edição nº 22 - 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

Hamilton Almeida

Luis Carlos Burgos

Newton C. Braga

Pedro Bertoletti

Renato Paiotti

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.

Nº 22  
MAI/JUN  
2024



# ÍNDICE

## MONTAGEM

- 06 Gerador de Ozônio
- 12 Sound Spectra - Equalizador e Analisador de Áudio - Parte 1

## RAIO-X

- 26 Analisando o Rádio SPICA ST600

## INTERNET DAS COISAS

- 38 Sensores mais utilizados em projetos makers de IoT

## TECNOLOGIAS

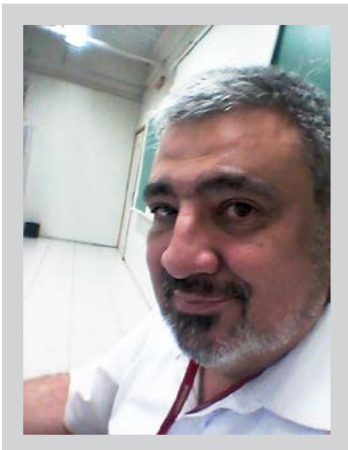
- 48 CIs Sensores Fotomultiplicadores
- 56 Orientações de Projeto de PCB e soldagem para sensores MEMS SENSOR com encapsulamento LGA

## SERVICE

- 62 Fonte Chaveada de Topologia LLC

## DIVERSOS

- 70 A segunda ruptura
- 72 Práticas de Service
- 74 Noticias e Componentes



**Antonio Carlos Gasparetti**

## **EDITORIAL - REVISTA INCB ELETRÔNICA 21, NA VASTA CORRENTE DA TECNOLOGIA**

Prezados leitores,

É com grande entusiasmo que apresentamos a edição número 22 da revista INCB Eletrônica, repleta de artigos inovadores e relevantes para todos os entusiastas e profissionais do campo da eletrônica. Esta edição destaca temas variados, desde montagens experimentais a avanços tecnológicos em sensores e componentes.

**MONTAGEM** - Abrimos esta edição com um interessante projeto de GERADOR DE OZÔNIO, onde exploramos uma montagem experimental que promete ser uma adição valiosa para seu laboratório ou oficina.

Em seguida, damos início a uma série que muitos de vocês aguardavam ansiosamente: **SOUND SPECTRA - EQUALIZADOR E ANALISADOR DE ÁUDIO - PARTE 1**. Nesta primeira parte, focamos na construção de um Equalizador de 5 faixas de banda de áudio estéreo, com um Espectro de 20Hz a 20kHz dividido em décadas. Além disso, desenvolvemos os conceitos de “gyrators” e filtros passa banda de 2ª ordem, essenciais para a compreensão e construção de equalizadores de alta precisão.

**RAIO-X** - Nesta seção, apresentamos uma análise detalhada do RÁDIO SPICA ST600, explorando os componentes e o circuito deste icônico dispositivo. É uma oportunidade única para conhecer a fundo um clássico da eletrônica.

**INTERNET DAS COISAS** - Para os entusiastas de IoT, trazemos um artigo sobre os Sensores mais utilizados em projetos makers de IoT. Este artigo é um guia essencial para quem está começando ou já trabalha com Internet das Coisas, destacando os sensores que não podem faltar em seus projetos.

**TECNOLOGIAS** - Nesta edição, exploramos os CIs Sensores Fotomultiplicadores, dispositivos essenciais em diversas aplicações de detecção de luz. Além disso, oferecemos Orientações de Projeto de PCB e soldagem para sensores MEMS SENSOR com encapsulamento LGA, um artigo crucial para garantir a precisão e a eficácia de seus projetos envolvendo MEMS.

**SERVICE** - Para os profissionais de manutenção e reparo, trazemos um artigo sobre a Fonte Chaveada de Topologia LLC, explicando seu funcionamento e orientações para consertos e ajustes. Também discutimos Práticas de SERVICE para a manutenção de circuitos eletrônicos, incluindo equipamentos de áudio e vídeo, proporcionando dicas valiosas para manter seus dispositivos em perfeito estado de funcionamento.

**DIVERSOS** - Na seção de diversos, abordamos a intrigante Segunda Ruptura (ou “second breakdown”) em transistores, um fenômeno que deve ser considerado nos projetos e dimensionamento de circuitos.

**NOTÍCIAS E COMPONENTES** - Finalizamos esta edição com uma seleção de notícias e lançamentos de componentes que estão moldando o futuro da eletrônica:

- Células de Ultracapacitores AEC-Q200 da Maxwell
- Allegro MicroSystems sensor de dente de engrenagem ATS19581
- Lumileds LUXEON CoB Core Range PW
- STMicroelectronics X-NUCLEO-OUT12A1 Expansion Board
- Bateria com ânodo de silício nano-composto
- OLEDs super-esticáveis anunciados no final de 2023, prometendo revolucionar as aplicações em dispositivos vestíveis.

Esperamos que esta edição da revista INCB Eletrônica seja uma fonte rica de conhecimento e inspiração para todos vocês. Boa leitura e até a próxima! Boa Leitura!



Chegamos à vigésima segunda edição da nossa revista INCB Eletrônica e, como sempre, um conteúdo imperdível para todos os amantes da tecnologia, principalmente a eletrônica. Desta vez até passamos da conta, com artigos de nossos colaboradores, nossos em uma quantidade que surpreendeu, tanto que até tivemos de deixar alguns para as próximas edições. São 80 páginas de um rico conteúdo para consulta, para você aprender e também para usar em seu trabalho e até montar. Nossa revista, apesar de ter uma pegada tradicional, inclui conteúdos de todas as épocas. Desde os saudosistas das montagens com válvulas e componentes tradicionais discretos, até os modernos, os makers e até mesmo aqueles que pensam no futuro, quem sabe já imaginando

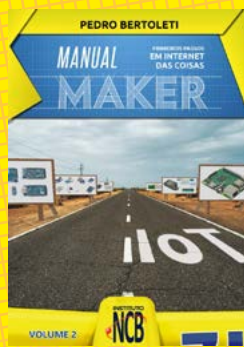
montagens com componentes quânticos. Navegue no nosso índice e surpreenda-se com mais essa edição da Revista INCB Eletrônica.

# APRENDA ELETRÔNICA



No formato  
Impresso e e-Book

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





# GERADOR DE OZÔNIO

≡ Léo Corradini

Neste artigo mostro como construir um gerador experimental de ozônio, e uma forma de detectar o ozônio produzido através de um reagente.

Componentes do gerador de Ozônio:

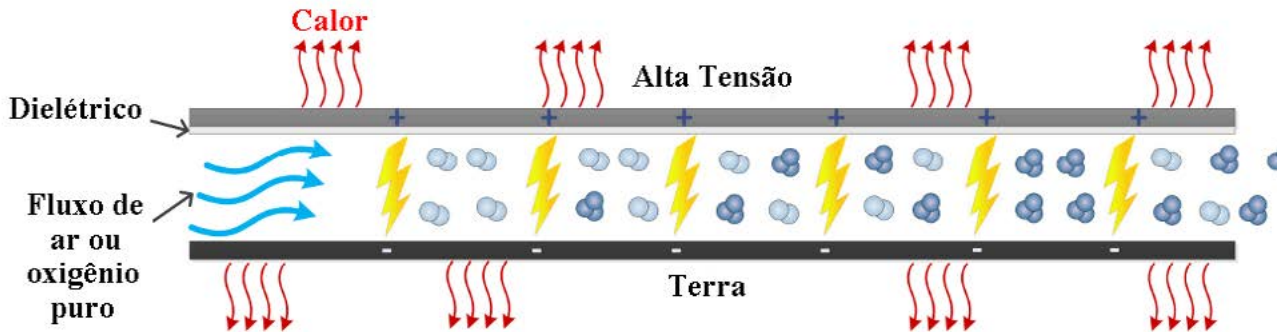
- Bombinha de ar
- Fonte de alta tensão
- Célula de Ozônio
- Secador de ar
- Reagente detector

Obs: O ar é bombeado e passa pelo secador com grânulos de Cloreto de Cálcio que retira a umidade, em seguida vai para a célula de Ozônio e finalmente é borbulhado na solução com o reagente indicador.

## PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Neste protótipo, o Ozônio é produzido passando o ar através de uma descarga de alta tensão, conforme é possível ver na figura 1.

## Produção de Ozônio por descarga Corona



**O ozônio é formado por meio de uma descarga elétrica usando um dielétrico para criar uma descarga corona.**

**O oxigênio que passou por esta descarga corona é convertido em ozônio.**

Figura 1

A descarga de alta tensão produz o efeito corona que quebra as moléculas de oxigênio, produzindo o oxigênio monoatômico que é muito reativo e vai reagir com outras moléculas de oxigênio gerando moléculas triatômicas, ou seja, o Ozônio.

Efeito corona é o fenômeno que ocorre quando temos eletrodos próximos polarizados com tensões relativamente altas, tipicamente acima de 700V. O forte campo elétrico ioniza as moléculas nas proximidades e acelera os íons e elétrons livres, então eles vão se chocar com as moléculas de oxigênio e quebrá-las. Se a descarga for forte a ponto de ocorrerem faíscas então o nitrogênio também será quebrado e poderá reagir com o oxigênio formando óxidos nitrosos indesejáveis. Assim, é importante evitar as faíscas usando um bom dielétrico entre os eletrodos, em geral o vidro.

### O PROJETO

Para fazer a célula de Ozônio usei um tubo de vidro (figura 2) com dois eletrodos em forma de grade para aumentar o efeito corona em função da maior área de contato dos eletrodos com o ar.

Perceba que deixei um espaço entre os eletrodos e a borda do tubo de vidro para evitar o centelhamento.

O conjunto foi alojado num frasco de plástico com tampa.

Usei uma fonte que gera cerca de 2,5kV pulsado a partir da rede elétrica de 127Vca.

Perceba que não usei resistores nessa topologia experimental, apesar da forma não convencional de disparar o SCR, o circuito funcionou bem.

Certamente, o transformador é a parte mais crítica da fonte. Como núcleo usei um pequeno bastão de ferrite de 7,5 mm de diâmetro por 37 mm de comprimento. Dividi o enrolamento do secundário em 5 partes para melhor a rigidez dielétrica do conjunto.



Figura 2



Usei papel Kraft 300 g/m<sup>2</sup> para fazer o carretel e reforcei toda a superfície dele com cola de cianoacrilato.

Finalizei o transformado com espaguete termo retrátil transparente, ficou muito bonito.

Usei um SCR vintage modelo TIC116B montado no Brasil! Outros modelos poderão ser usados.

No projeto final, substitui a bombinha de ar por um modelo menor e com motor e acondicionei o conjunto numa pequena caixa de plástico. O esquema elétrico que podemos ver na figura 3.

A alta tensão foi ligada nos dois eletrodos e os furos de passagem colados, também temos a mangueirinha de entrada e saída. A sequência da mangueira é: bombinha - secador - célula de Ozônio - saída.

A caixa é tão bonita que não fiz furações para a alimentação de tensão e a saída do gás!

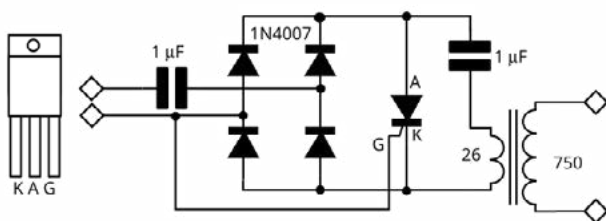
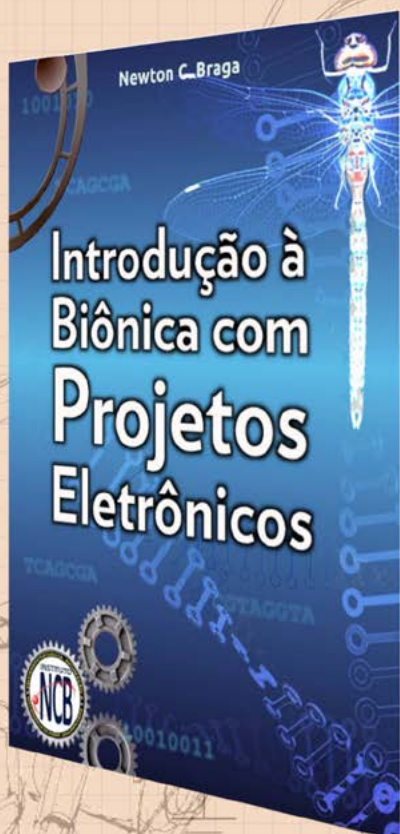


Figura 3



## Introdução à Biônica com Projetos Eletrônicos

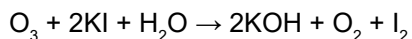
Esta obra é uma introdução ao estudo da biônica (biologia + Engenharia Mecânica e Eletrônica) utilizando projetos eletrônicos práticos. Com a finalidade de ajudar um pouco os que desejam entrar de uma forma mais intensa neste maravilhoso campo das aplicações tecnológicas linkadas aos seres vivos este 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



## REAGENTE DETECTOR DE OZÔNIO

Fórmula:



Usar 5 gotas da solução de 3 gramas de Iodeto de Potássio em 30 mL de água destilada e 10 gotas de solução de Amido Solúvel 0,5%.

Reação:

Podemos ver na figura 4, como o reagente funciona, o ozônio reage e converte o íon iodeto para iodo livre que vai tingir o amido solúvel de azul (a).

O papel filtro está impregnado com a solução da fórmula detectora, que mudou a cor para azul na região que recebeu o sopro de ar com Ozônio (b).

Papel filtro com algumas gotas do reagente sensível (c).

Papel que recebeu o sopro de ar com o Ozônio (d).

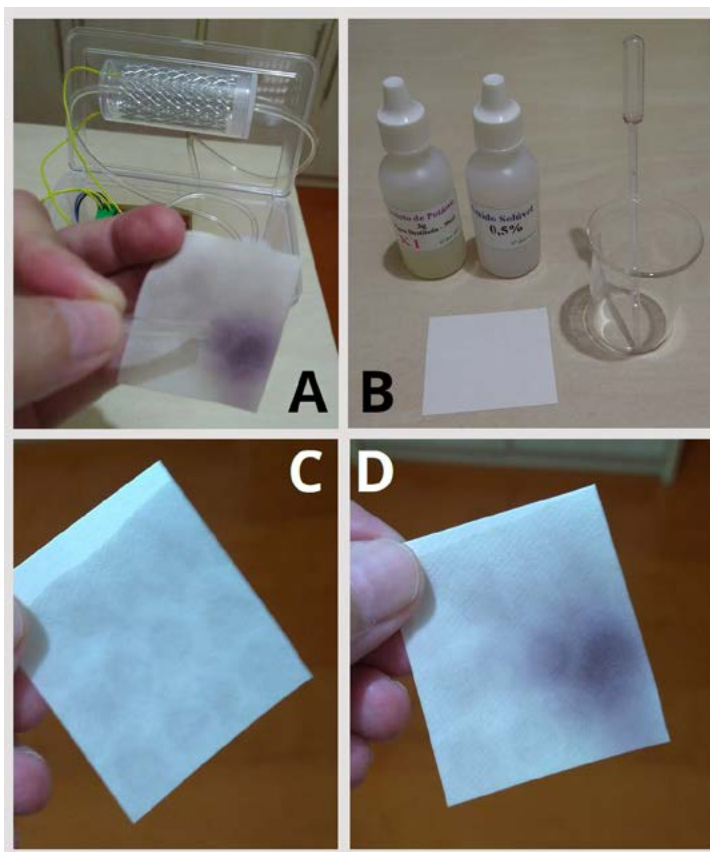


Figura 4

## CONCLUSÃO

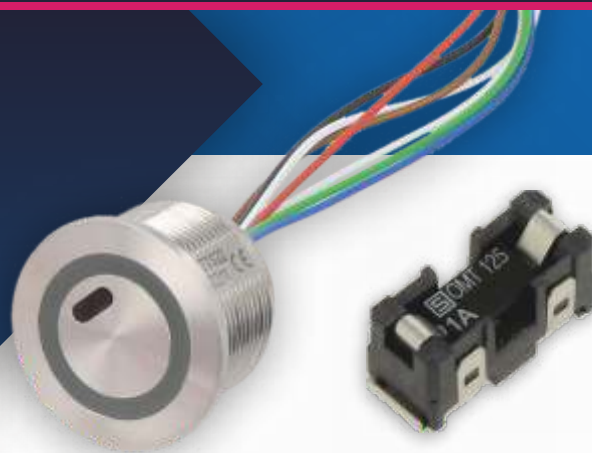
O gerador foi um sucesso, é um projeto que queria fazer já a muito tempo.

É importante fazer os experimentos com o Ozônio em local bem ventilado, de preferência na capela com boa tiragem porque é um gás muito tóxico!



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

**SCHURTER NO CATÁLOGO DA TME**



**SCHURTER**  
ELECTRONIC COMPONENTS



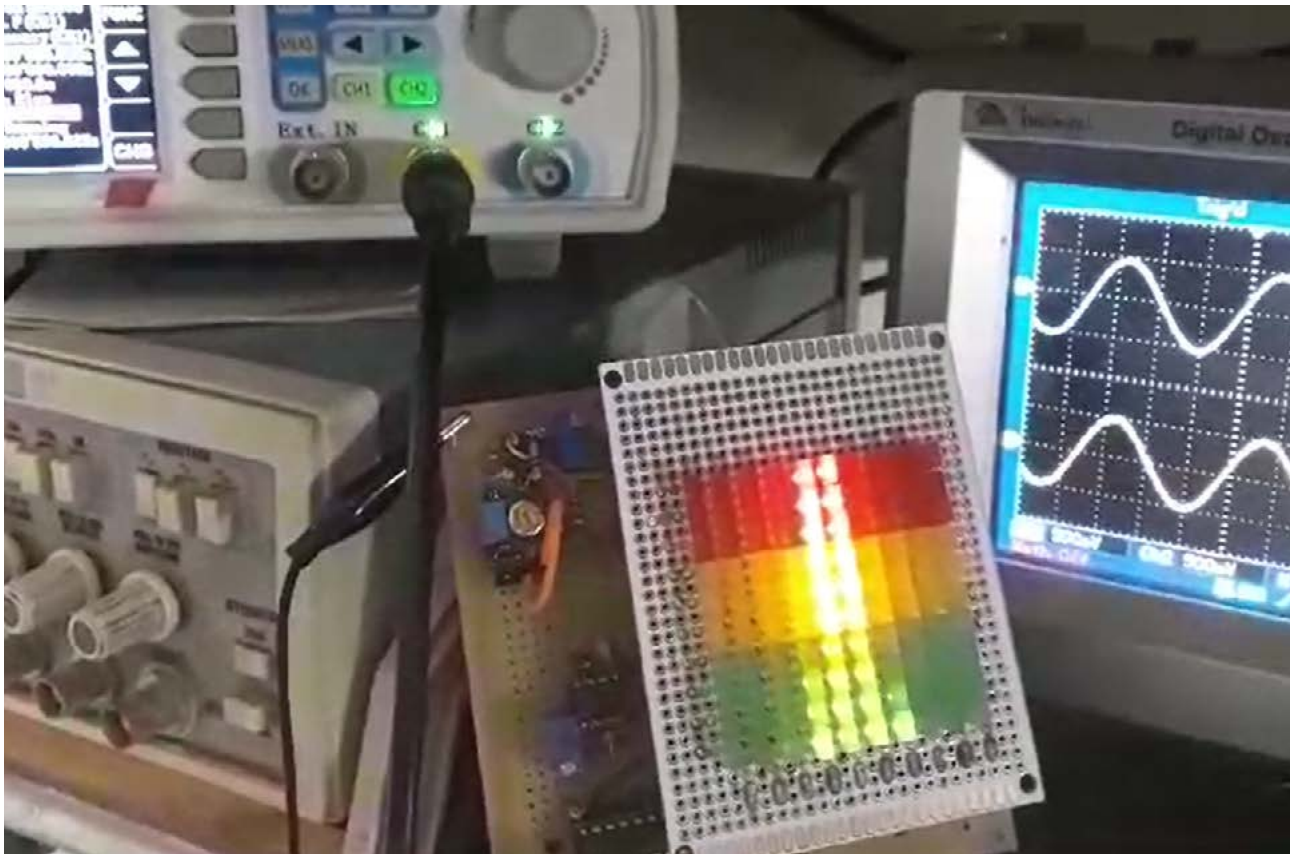
**Transfer Multisort Elektronik Sp. z o.o.**  
Łódź, Poland, [export@tme.com](mailto:export@tme.com)

**tme.com**

Encontre-nos em:      

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

■ ■ ■ ■ [tme.eu](http://tme.eu) ■ ■



# SOUND SPECTRA - EQUALIZADOR E ANALISADOR DE ÁUDIO - PARTE 1

≡ MSc. Eng. Antonio Carlos Gasparetti

## INTRODUÇÃO

O processamento de áudio é uma área fundamental na engenharia de som, com aplicações que vão desde a produção musical até a comunicação de dados. Equalizadores de áudio e analisadores de espectro são ferramentas cruciais nesse campo, proporcionando controle e análise precisos das características do som. Este artigo aborda os conceitos técnicos, fórmulas correspondentes e dimensionamentos desses dispositivos, com foco na implementação de um equalizador usando o

circuito integrado BA 3812 L [1] e na conjugação com um analisador de espectro.

## EQUALIZADORES DE ÁUDIO: O QUE SÃO?

O termo equalizador (EQ) tem suas origens na engenharia telefônica inicial, quando as perdas de alta frequência em longas distâncias precisavam ser corrigidas para que o espectro do som no receptor correspondesse ao espectro de som que foi inicialmente transmitido. Desde então, o termo tem sido usado para qualquer procedimento que envolva alterar ou ajustar a resposta de magnitude de frequência [2]. Os equalizadores de áudio são dispositivos que permitem ajustar o balanço entre diferentes componentes de frequência de um sinal de áudio. A principal função de um equalizador é melhorar a qualidade do som, corrigindo ou acentuando determinadas faixas de frequência conforme necessário.

## INDUTORES DE ESTADO SÓLIDO: “GYRATORS”

### Indutor Ativo

Indutores ativos, ou “gyrators”, são circuitos eletrônicos que simulam o comportamento de um indutor usando componentes ativos como transistores e capacitores [3]. Eles são amplamente utilizados em circuitos integrados devido à sua capacidade de substituir indutores físicos, geralmente de difícil implementação nestes circuitos.

### Básico de um Gyrator: Análise de B. Christensen

O conceito de gyrator foi introduzido por Bernard D. H. Tellegen em 1948 [6], mas foi B. Christensen que, em 1964, patenteou o uso de “gyrators” para substituir indutores em circuitos eletrônicos [4], especialmente em filtros de áudio. A patente de Christensen detalha como os “gyrators” podem ser usados para emular indutores de forma eficiente e compacta.

Um gyrator pode ser analisado como um circuito que inverte a impedância de um capacitor, transformando-o em uma impedância indutiva. A análise de B. Christensen demonstra que a impedância equivalente de um gyrator é dada por:

$$Z_{in} = \frac{R_1 R_2}{sC}$$

onde R1 e R2 são resistências, C é a capacitância, e s é a variável complexa de Laplace.

Esta configuração permite que o gyrator imite um indutor com valor de indutância:

$$L = \frac{R_1 R_2}{C}$$

Em termos simples, um “gyrator” é um conversor de impedância ativo. Utilizando um capacitor como componente reativo, o “gyrator” converte (ou transforma) a impedância de capacitiva para indutiva. Os “gyrators” também são às vezes chamados de ‘indutores simulados’.

### IMPLEMENTAÇÃO PRÁTICA DE “GYRATORS” COM TRANSISTORES

Em um equalizador de áudio, os “gyrators” são usados para criar filtros ativos. A vantagem de usar “gyrators” é a possibilidade de ajustar a indutância simplesmente alterando os valores dos resistores e capacitores, o que é muito mais prático do que ajustar um indutor físico. Um exemplo é o circuito passa banda [8] mostrado na figura 1.

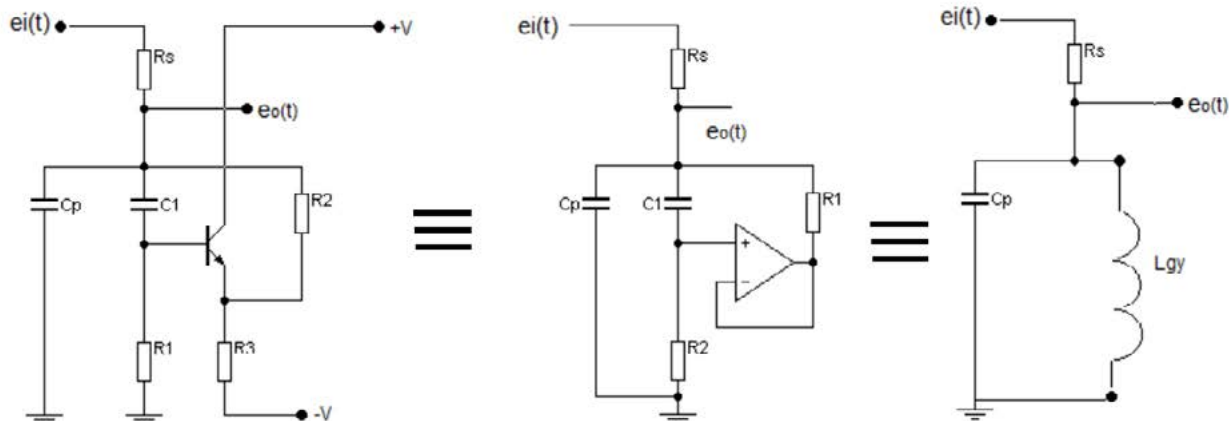


Figura 1 - Circuito passa banda com “gyrator” e sua implementação com transistor

Essa configuração utiliza a propriedade do circuito ativo para eletricamente simular uma indutância. A resposta em frequência pode ser ajustada alterando R1, R2 e C1.

### FILTROS PASSA-BANDA COM CIRCUITOS “GYRATORS” A TRANSISTOR

Os filtros passa-banda são essenciais em equalizadores de áudio para isolar e manipular faixas específicas de frequência. Utilizando “gyrators” com transistores, podemos criar filtros passa-banda eficientes e ajustáveis.

A resposta em frequência do filtro passa banda implementado com um gyrator é:

$$H(s) = \frac{-s^2 R_s C_p C_1 R_1 R_2}{(1 + sR_s C_p)[1 + sC_1(R_1 + R_2)]}$$

### FILTRO DE UM EQUALIZADOR DE ÁUDIO

Os equalizadores de áudio utilizam filtros para ajustar a amplitude de diferentes faixas de frequência. Filtros típicos [7] incluem passa-baixa, passa-alta, passa-banda e notch. A resposta em frequência de um filtro pode ser ajustada para controlar a quantidade de ganho ou atenuação em cada banda de frequência.

## FÓRMULA BÁSICA DE FILTROS

Para um filtro passa-baixa RC, a resposta em frequência é dada por:

$$H(s) = \frac{1}{1 + sRC}$$

Para um filtro passa-alta RC:

$$H(s) = \frac{sRC}{1 + sRC}$$

## ANALISADOR DE ESPECTRO DE ÁUDIO

O que é um Analisador de Espectro de Áudio?

Um analisador de espectro de áudio é um dispositivo que exibe a intensidade das várias componentes de frequência de um sinal de áudio. Ele permite a visualização da distribuição de energia ao longo do espectro de frequências, facilitando a análise e o ajuste de sinais de áudio.

## CIRCUITOS IMPLEMENTADOS COM MATRIZ DE LEDS

Analisadores de espectro de áudio frequentemente usam matrizes de LEDs para mostrar graficamente a intensidade das frequências. Cada coluna de LEDs representa uma banda de frequência, com a altura da coluna indicando a amplitude relativa dessa banda.

## IMPLEMENTAÇÃO PRÁTICA DE ANALISADORES DE ESPECTRO

### Componentes:

- Microfone ou entrada de áudio
- Circuito de amplificação de áudio
- Filtros passa-banda (um para cada faixa de frequência)
- Circuito detector de pico
- Matriz de LEDs

### Funcionamento:

- O sinal de áudio é captado pelo microfone ou pela entrada de áudio e amplificado.
- O sinal amplificado é dividido em várias faixas de frequência por meio de filtros passa-banda.
- Cada faixa de frequência passa por um detector de pico que mede a amplitude máxima da faixa.
- A amplitude é então exibida na matriz de LEDs, com cada coluna representando a amplitude de uma faixa específica de frequência.

**ANALISADOR CONJUGADO A UM EQUALIZADOR: VANTAGENS E UTILIZAÇÃO**

Combinar um analisador de espectro com um equalizador oferece vantagens significativas, permitindo ajustes em tempo real baseados na visualização das frequências. Isso é especialmente útil em ambientes de mixagem e masterização de áudio, onde a precisão é crucial.

**VISÃO GERAL DO PROJETO**

O projeto do Sound Spectra conjuga um par de equalizadores para sinais de dois canais com um analisador de espectro de áudio. A finalidade dessa estrutura é controlar os sinais de áudio nas diversas bandas controladas pelo equalizador e visualizar os resultados nas faixas analisadas, permitindo identificar instrumentos, vocais, graves, médios e agudos e as misturas desses sinais, possibilitando uma experiência de controle e personalização do áudio.

O sistema do “Sound Spectra” é descrito na figura 2.

**Sound Spectra**

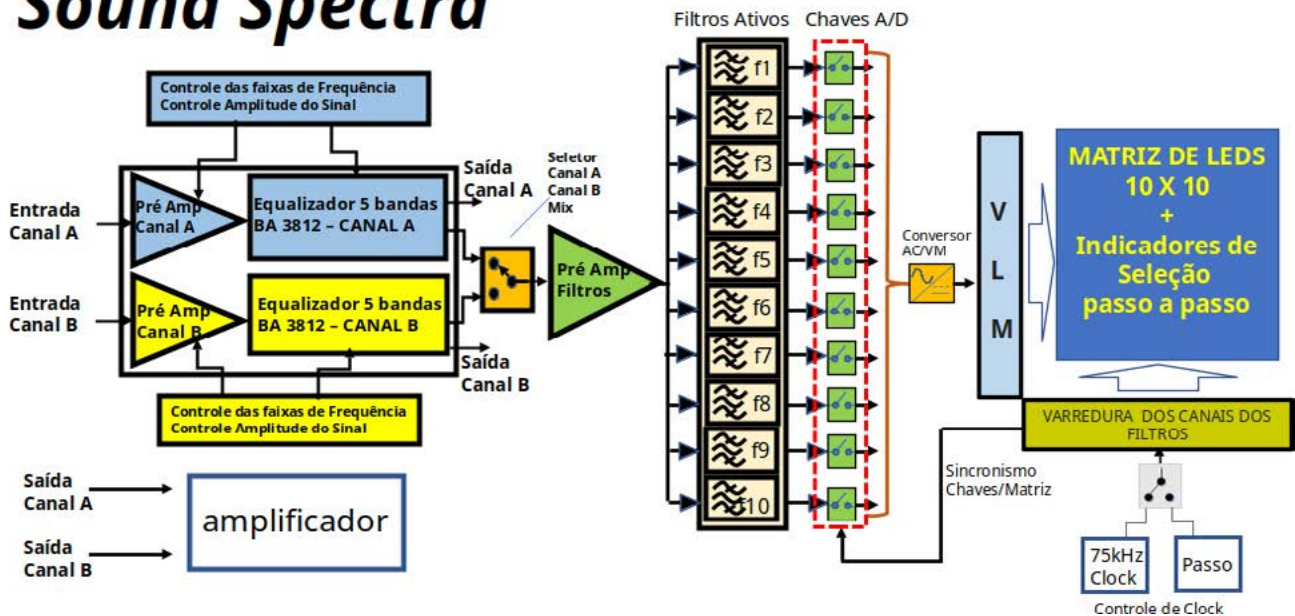


Figura 2. Diagrama sistêmico do Sound Spectra

**BLOCO EQUALIZADOR**

O bloco equalizador é o mostrado na figura 3.

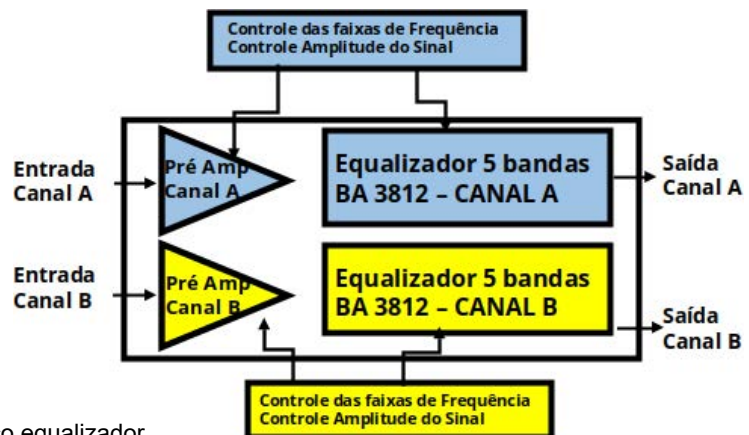


Figura 3. bloco equalizador



## **IMPLEMENTAÇÃO DE EQUALIZADOR USANDO BA 3812L**

O BA 3812L [1] é um circuito integrado especializado em equalização de áudio. Ele oferece múltiplas bandas de equalização, cada uma ajustável independentemente. A implementação de um equalizador com o BA 3812L envolve conectar capacitores e resistores externos para definir as frequências centrais e os ganhos de cada banda. No bloco equalizador, temos um pré-amplificador de ganho 100 (40dB) com controle de volume alimentando a entrada independente de cada canal, que irá fornecer o sinal para cada equalizador. Cada equalizador é construído sob o CI BA3812L, o qual possui 5 canais com frequências sugeridas pelo fabricante em 100Hz, 300Hz, 1KHz, 3kHz e 10 kHz. O controle de cada filtro para cada frequência é feito através de potenciômetros deslizantes. As saídas dos equalizadores serão aplicadas em um amplificador de áudio de preferência de boa qualidade. A base técnica do funcionamento dos filtros do BA3812L são os indutores ativos de estado sólido, também conhecido como “gyrators”, como descritos anteriormente.

### **INDUTOR DE ESTADO SÓLIDO**

Utilizar indutores de estado sólido (“gyrators”) no projeto de equalizadores permite uma construção mais compacta e eficiente. Com o BA 3812L, os “gyrators” podem substituir indutores físicos, melhorando a performance e a flexibilidade do circuito.

### **FREQUÊNCIAS ABRANGIDAS E EFEITOS EM SINAIS DE ÁUDIO**

Os equalizadores podem cobrir uma ampla gama de frequências, tipicamente de 20 Hz a 20 kHz. As frequências abrangidas são divididas em bandas, cada uma ajustável para otimizar a resposta do sistema de áudio. Os efeitos em sinais de áudio incluem a melhoria da clareza, o balanço de tonalidades e a redução de ruídos indesejados.

Operação de um Equalizador Conjugado a um Analisador de Áudio de 10 Canais com Espectro 20Hz a 20 kHz Dividido em Décadas

Um sistema conjugado que utiliza um equalizador e um analisador de espectro de 10 canais oferece uma visão detalhada e controle sobre o áudio. O espectro é dividido em décadas (20 Hz - 200 Hz, 200 Hz - 2 kHz etc.), permitindo ajustes precisos em cada faixa. Isso resulta em uma experiência auditiva otimizada e personalizada.

O sistema do analisador de espectro de áudio consiste no sistema exibido na figura 4.

É composto por um pré-amplificador buffer necessário para ajustar a amplitude dos sinais de entrada em um mesmo nível, na banda de 20Hz a 20 kHz, melhorando a sensibilidade do estágio de filtros.

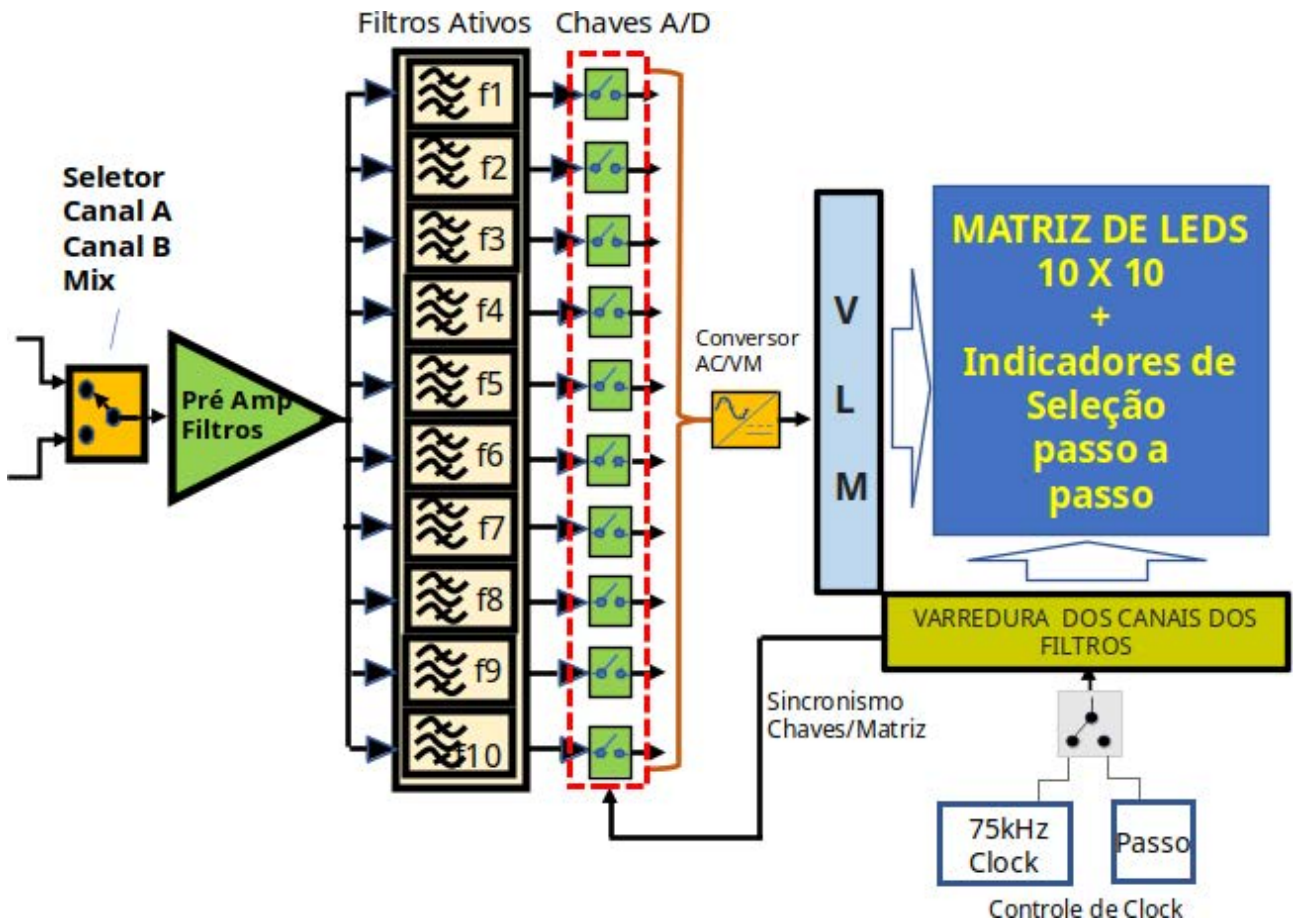


Figura 4 Sistema do analisador de espectro de áudio

### FILTROS SALLEN-KEY PASSA-BANDA

Filtros Sallen-Key [7], utilizados no analisador de espectro de áudio, são filtros ativos que utilizam amplificadores operacionais junto com resistores e capacitores para realizar funções de filtragem. Eles são populares devido à sua simplicidade e estabilidade. O filtro passa-banda Sallen-Key permite a passagem de uma faixa específica de frequências, atenuando as frequências fora dessa faixa. Na figura 5 temos o seu circuito básico:

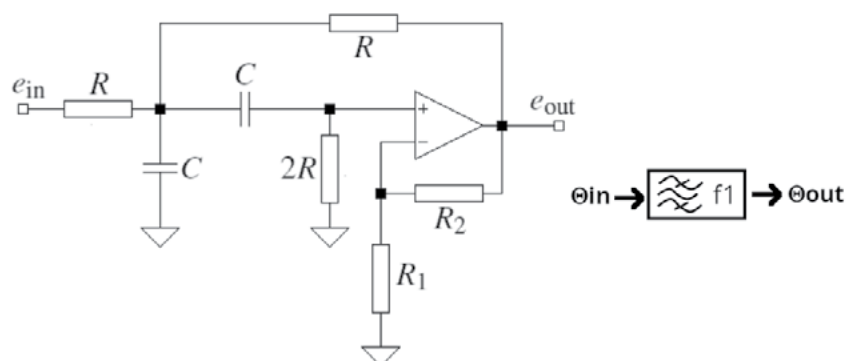


Figura 5. Filtro Sallen Key passa Banda

## DIMENSIONAMENTO DO FILTRO

A tabela a seguir apresenta o dimensionamento de componentes e as fórmulas algébricas para um filtro Sallen-Key passa-banda.

### Parâmetros e Componentes:

- R ( $\Omega$ )                Resistor base
- 2R ( $\Omega$ )              Resistor duplo (2 vezes R)
- C(F)                    Capacitor base
- R1( $\Omega$ )                Resistor associado à frequência de corte
- R2( $\Omega$ )                Outro resistor associado à frequência de corte
- fo                        Frequência central (Hz)
- fmin                    Frequência mínima (Hz)
- fmax                    Frequência máxima (Hz)
- Q                        Fator de qualidade
- G                        Ganho do filtro

Para o dimensionamento dos componentes de um filtro Sallen-Key passa-banda, utilizam-se as expressões a seguir:

R	2R	C	R1	R2	$f_0$
R	2R	C	R	2R	$\frac{1}{2\pi\sqrt{R \cdot 2R \cdot C^2}}$

$f_{\min}$	$f_{\max}$	Q	G
$f_0 - \frac{f_0}{Q}$	$f_0 + \frac{f_0}{Q}$	$\frac{f_0}{f_{\max} - f_{\min}}$	$20\log_{10}(G_{\text{linear}})$

### FÓRMULAS UTILIZADAS

1 - Frequência Central (fo):

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

2 - Fator de Qualidade (Q):

$$Q = \frac{f_0}{f_{\max} - f_{\min}}$$

3 - Ganho (G):

$$G_{\text{dB}} = 20\log_{10}(G_{\text{linear}})$$

Esta tabela fornece as expressões algébricas fundamentais para dimensionar os resistores R, 2R, R1 e R2, o capacitor C, além de calcular a frequência central  $f_0$ , as frequências mínima,  $f_{min}$  e máxima  $f_{máx}$  o fator de qualidade Q, o ganho G em decibéis para um filtro Sallen-Key passa-banda.

**ETAPA PROCESSADORA DE SINAIS**

Na figura 6 temos a seção onde o sinal é processado para exposição na matriz de leds

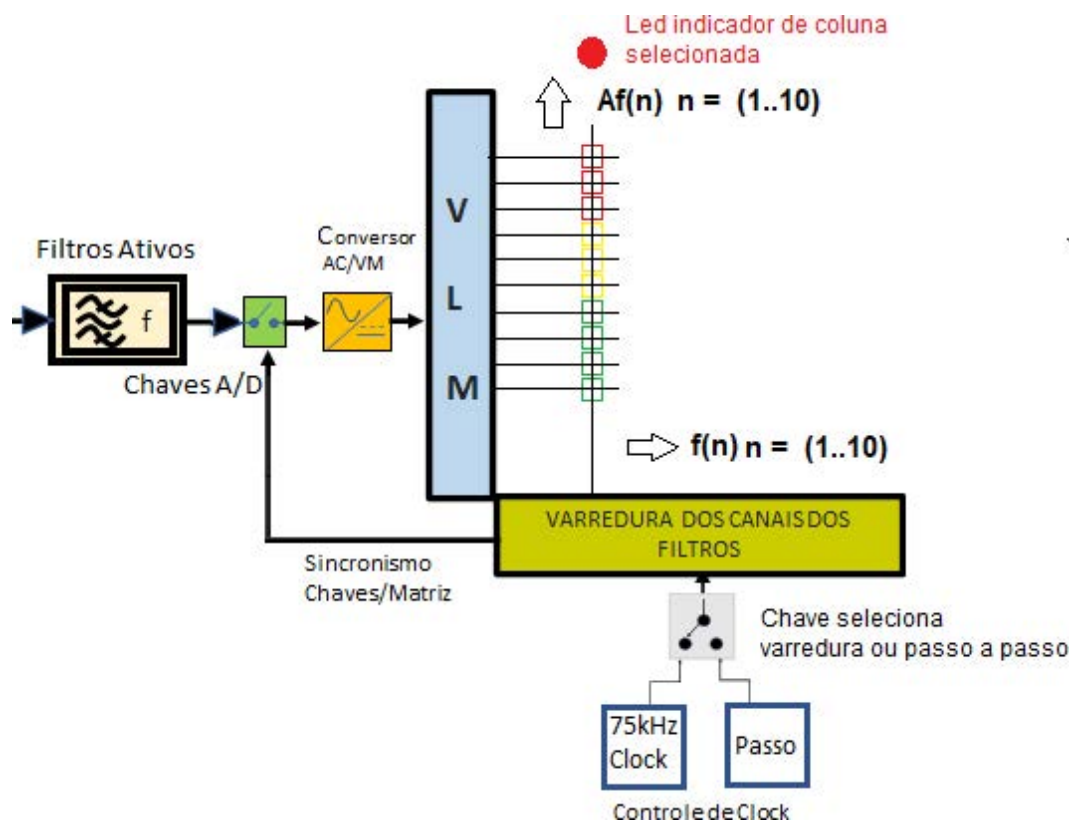


Figura 6 – Etapa processadora de sinais.

**Chaves Analógicas e circuito AC/DC**

As chaves analógicas, providas pelos circuitos CMOS CD 4066, transportam o sinal de entrada ao circuito conversor de sinal AC/VM de forma sincronizada com a varredura das colunas de Led's as quais representam o nível de sinal de um filtro passa banda selecionado. O circuito AC/VM separa o ciclo positivo do sinal e o filtra de forma a prover o valor médio, proporcional à amplitude do sinal original.

**VLM**

Após o sinal ser convertido em valor médio (VM) este é aplicado ao bloco VLM (Voltage Level Meter) tratado pelo circuito LM3914 o qual aciona as linhas da matriz de leds, indicando o nível do sinal do respectivo filtro, indicando qual o valor da amplitude do sinal para a respectiva frequência medida.

**Circuito de varredura**

O circuito de varredura gera um sinal digital o qual seleciona a coluna que representa um determinado filtro, o qual é selecionado sequen-

cialmente através do acionamento da respectiva chave analógica, bem como polarizando os leds correspondentes àquela coluna e o indicador de coluna (Led's LC).

### Relógio (clock)

A varredura é controlada por um gerador de clock baseado no 555 configurado como astável, o qual provê um sinal quadrado que deve ser ajustado para 75kHz, mantendo a estabilidade do período. Cada canal é selecionado por 13,3  $\mu$ s, com um intervalo de 133,3  $\mu$ s. Este valor de frequência é suficiente a leitura do valor médio do sinal, bem como livrar a fonte de ruído de chaveamento na faixa de áudio e introdução de ruído pelo chaveamento dos leds. O circuito também permite selecionar passo a passo, caso o usuário queira selecionar um filtro específico e monitorar o sinal. A cada passo, um canal de filtro é selecionado e é indicado pelo led LC(n).

### Placa módulo display (matriz de leds)

A figura 7 mostra o circuito da matriz de led's. Trata-se de uma disposição de 100 leds, 10 x 10 adicionada de 10 leds (LC1 -LC10) para indicação das colunas ativas no caso de medições com colunas isoladas.

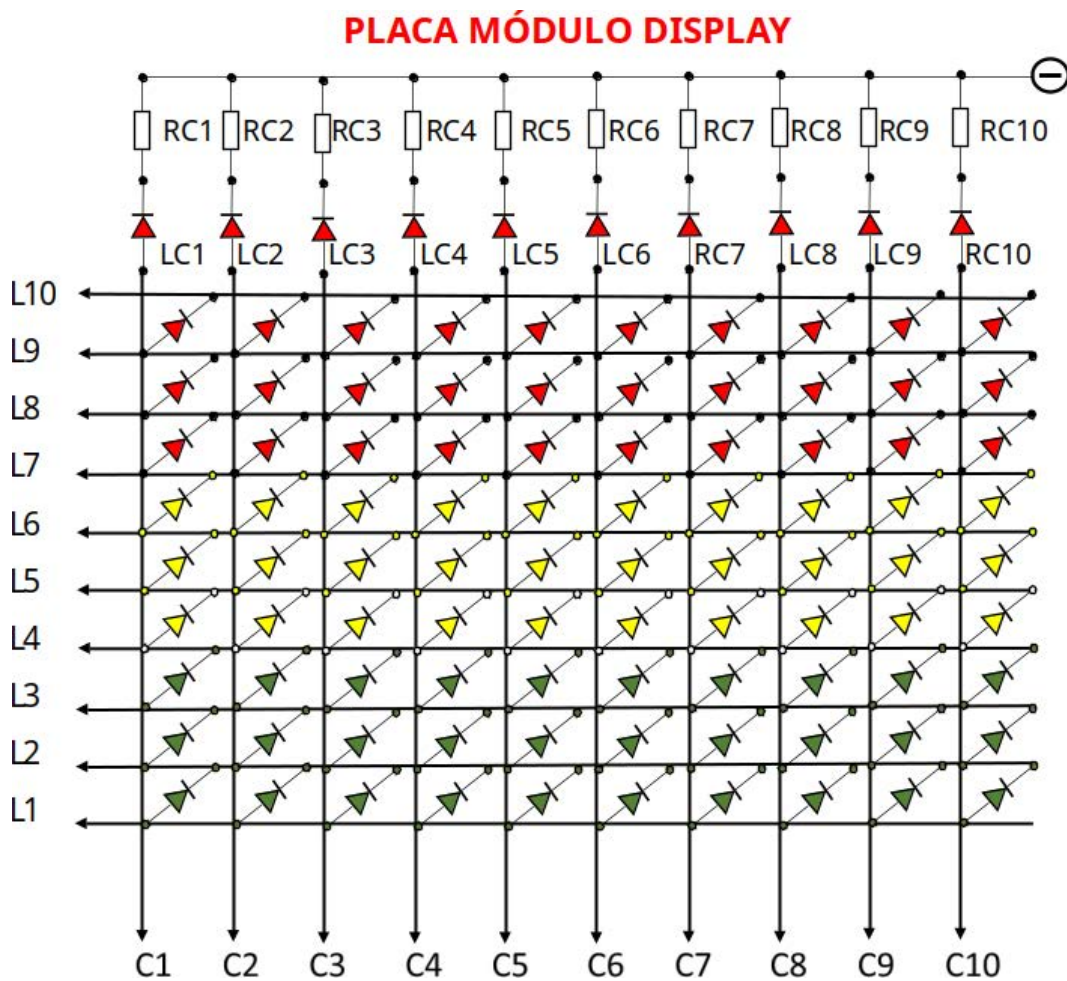


Figura 7: Placa módulo display (matriz de leds)

As linhas de L1 a L10 são alimentadas pelo VLM – LM 3914 portanto os catodos dos leds são conectados a este circuito o qual provê a corrente necessária para o acendimento dos led's. As colunas C1-C10 são

controladas pelo circuito de varredura através de buffers que alimentam o anodo dos led's e alimenta os led's de indicação de varredura LC-1-LC10.

**MONTAGEM ETAPA 1: MODULO EQUALIZADOR**

Na figura 8 temos o diagrama da placa módulo dos equalizadores, no caso, somente canal A:

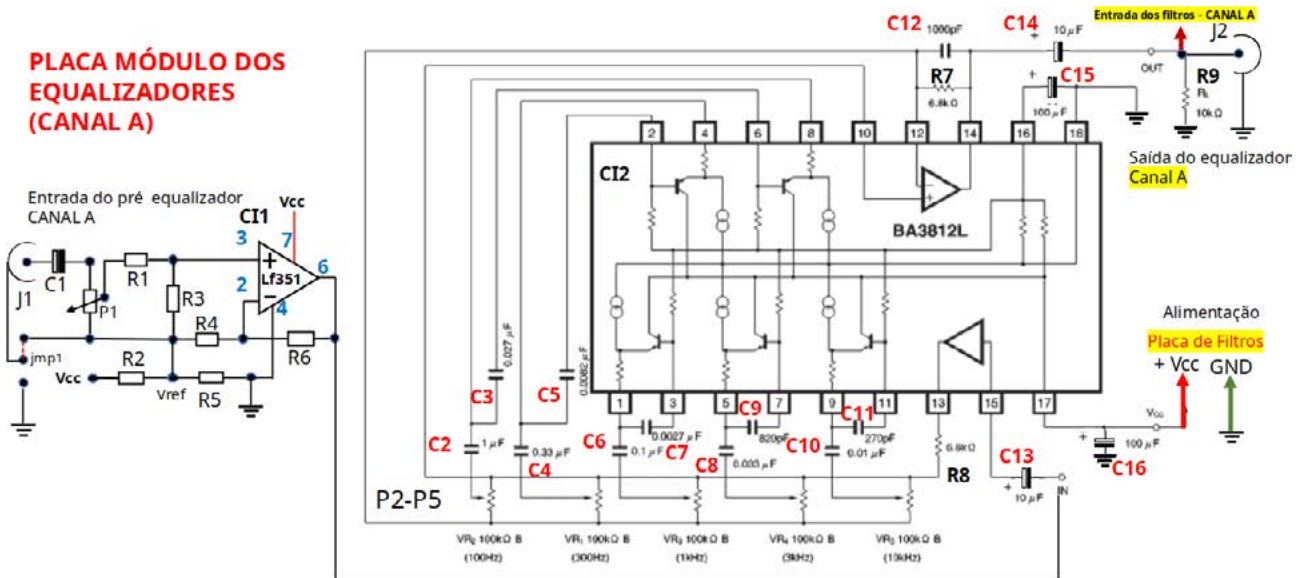
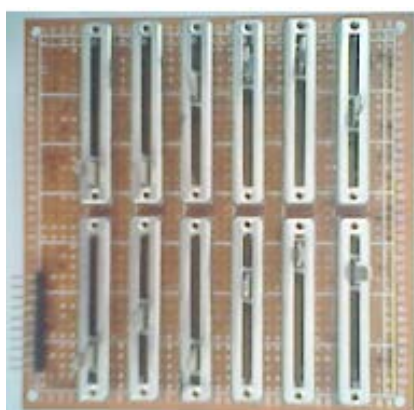
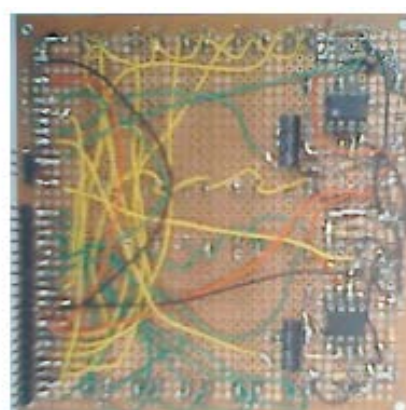


Figura 8. Diagrama esquemático do equalizador.

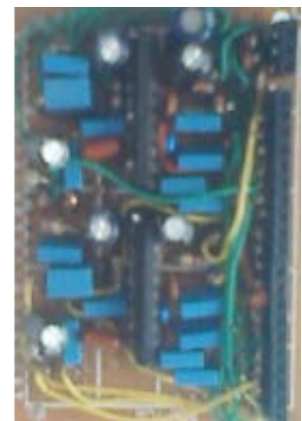
O equalizador foi montado em placa universal como protótipo, porém em posse do diagrama esquemático o leitor pode transferi-lo para qualquer software de desenho de placas de circuito para envio e produção ou mesmo desenvolvê-la em face simples. Como utilizamos placas padrão universal para construção, o projeto foi modularizado em uma placa contendo os potenciômetros e os pré-amplificadores e outra placa com o circuito do equalizador, como mostra a foto da figura 9.



Placa potenciômetros e pré-amplificador lado A



Placa potenciômetros e pré-amplificador lado B



Placa dos equalizadores

Figura 9 – Placas do módulo equalizador

A técnica utilizada foi a de agregar duas placas em forma vertical, utilizando assim o espaço de forma tridimensional, conforme descrito na foto da figura 10.

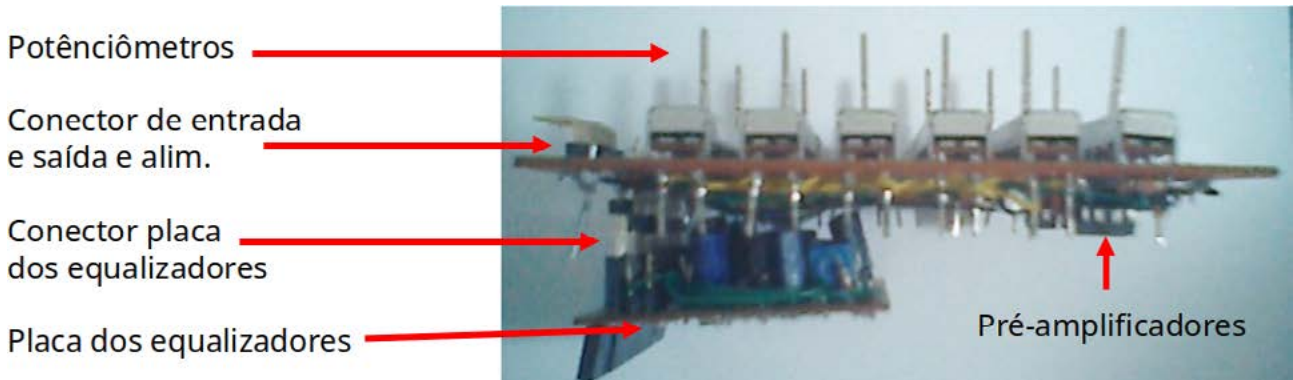


Figura 10 – Montagem das placas do módulo equalizador

### DETALHES DO CIRCUITO INTEGRADO BA3812L

O circuito integrado BA3812L tem sua pinagem no padrão ZIP 18 como mostra a figura 11. O padrão ZIP (Zigzag Inline Package) é um tipo de encapsulamento de circuitos integrados caracterizado pela disposição alternada de seus pinos em ambos os lados, formando um padrão zigzag. Este formato permite uma maior densidade de pinos em um espaço reduzido.

O padrão ZIP é especificado pela norma JEDEC (Joint Electron Device Engineering Council) JESD30. Ele é usado principalmente para reduzir o tamanho dos dispositivos eletrônicos e aumentar a densidade de interconexões, sendo ideal para aplicações onde o espaço é limitado, como em dispositivos móveis e sistemas embarcados.

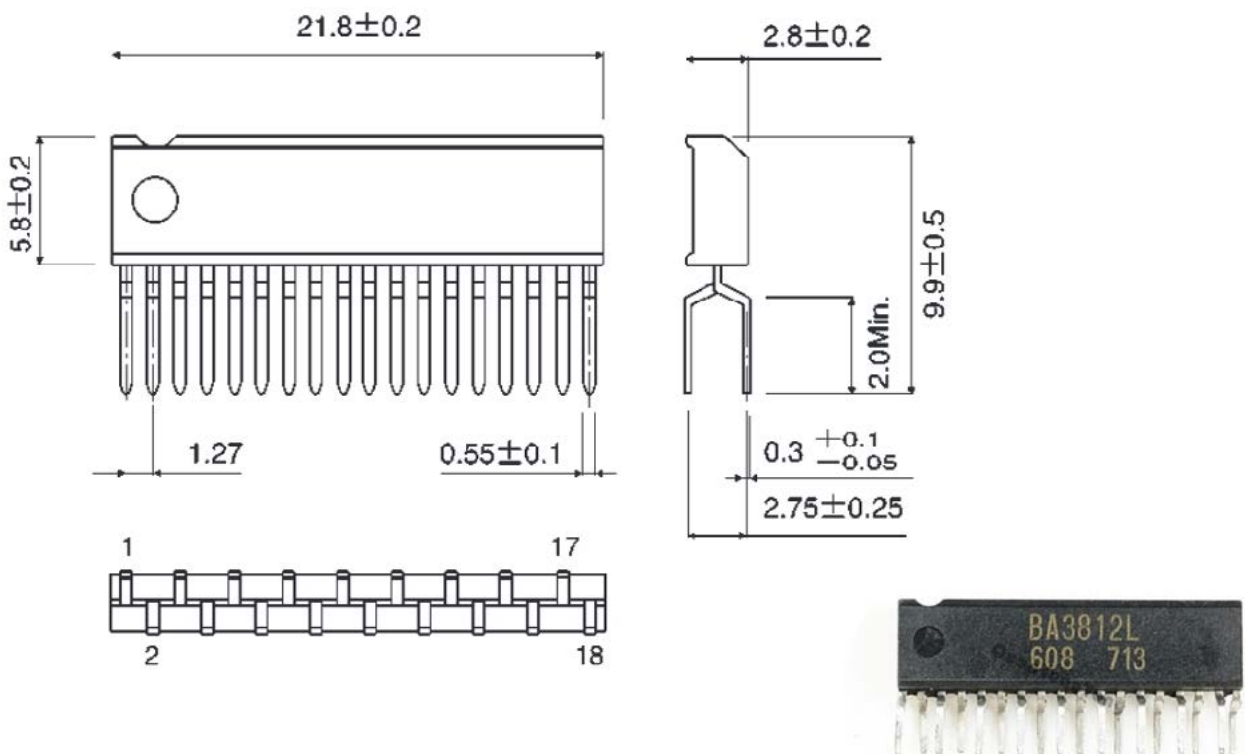


Figura 11 – Padrão zip 18 usado pelo CI BA3812L

Portanto o leitor, caso queira, poderá montá-lo em um soquete que respeite o padrão ZIP.

Lista dos materiais do **módulo equalizador para um canal**. Para dois canais, A e B, duplicar a lista.

<b>LISTA DE MATERIAIS MODULO PLACA DOS EQUALIZADORES -CANAL A (LISTA X 2 PARA CANAIS A E B)</b>				
<b>RESISTORES</b>	<b>valor <math>\Omega</math></b>	<b>potencia</b>	<b>tipo</b>	<b>quantidade</b>
P1	100k	LOGARITMICO	deslizante	2
P2-P6	100k	LINEAR	deslizante	5
R1	10k	1/8 W		1
R2	10k	1/8 W		1
R3	100k	1/8 W		1
R4	1k	1/8 W		1
R5	10k	1/8 W		1
R6	100k	1/8 W		1
R7	6,8 k	1/8 W		1
R8	6,8 k	1/8 W		1
R8	10 k	1/8 W		1
<b>CAPACITORES</b>				
	<b>valor (F)</b>	<b>tipo</b>	<b>tensão</b>	<b>quantidade</b>
C1	10 $\mu$	eletrolítico	25V	1
C2	1 $\mu$	poliester	250V	1
C3	0,027 $\mu$	poliester	250V	1
C4	0,33 $\mu$	poliester	250V	1
C5	0,0082 $\mu$	poliester	250V	1
C6	0,1 $\mu$	cerâmico	50V	1
C7	0,0027 $\mu$	poliester	250V	1
C8	0,033 $\mu$	poliester	250V	1
C9	820p	cerâmico	50V	1
C10	0,01 $\mu$	cerâmico	50V	1
C11	270p	cerâmico	50V	1
C12	1000p	poliester	250V	1
C13	10 $\mu$	eletrolítico	25V	1
C14	10 $\mu$	eletrolítico	25V	1
C15	100 $\mu$	eletrolítico	25V	1
C16	100 $\mu$	eletrolítico	25V	1
<b>SEMICONDUCTORES</b>				
	<b>tipo</b>	<b>referencia</b>	<b>tensão</b>	<b>quantidade</b>
CI1	CIRCUITO INTEGRADO	AMPOP LINEAR	LF351	1
CI2	CIRCUITO INTEGRADO	LINEAR	BA3812L	1
<b>CHAVES/BOTÕES</b>				
	<b>tipo</b>	<b>referencia</b>		<b>quantidade</b>
COMUTADOR	1 X 2	JUMPER		1
J1	JACK	FEMEA	P2	1
J2	JACK	FEMEA	P2	1



No próximo número da revista INCB Eletrônica, analisaremos e detalharemos a montagem do Analisador de Espectro de áudio e integraremos o sistema compondo o Sound Spectra.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

[1] ROHM BA3812L Audio ICs datasheet © 1997 - 2024 ROHM CO., LTD

[2] Välimäki V .1 Reiss J.D. All About Audio Equalization: Solutions and Frontiers Appl. Sci. 2016, 6, 129; doi:10.3390/app6050129

[3] Razavi B. A CIRCUIT FOR ALL SEASONS The Active Inductor IEEE SOLID-STATE CIRCUITS magazine spring 2020 pg 7

[4] Christensen B. MONOLITHIC SEMICONDUCTOR CIRCUIT WITH ENERGY STORAGE JUNCTION AND FEEDBACK TO ACTIVE TRANSISTOR United States Patent Office Filed nov. 2, 1960 Patented Dec. 8, 1964 3,160,835.

[5] Katageri V.M., Mutsaddi M.M. ANTONIOU GYRATOR WITH OVA AND OTA IN LC LADDER ACTIVE FILTER November 2014, Volume 1, Issue 4 (E-ISSN 2348-1269, P- ISSN 2349-5138) International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR)

[6] Tellegen, B.D.H. (1948) The Gyrator, a New Electric Network Element. Philips Research Reports, 3, 81-101. © 2014

[7] Kugelstadt. T. Active Filter Design Techniques – chapter 16 Literature Number SLOA088 Excerpted from Op Amps for Everyone Literature Number: SLOD006A pg 16-1 a 16-63 Copyright © 2001, Texas Instruments Incorporated

[8] Elliott R. Active Filters Using “gyrators” - Characteristics, and Examples - Elliott Sound Products Copyright © May 2014 © Rod Elliott, 12 May 2014. / Updated, March 2019 <https://sound-au.com/articles/active-filters.htm>



# ANALISANDO O RÁDIO SPICA ST600

≡ **Newton C. Braga**

Um dos rádios de maior sucesso no mundo e no nosso país foi o Spica. Com vários modelos, era o objeto dos desejos de muitos nos anos 50. Tenho um na minha coleção e até hoje velo os comentários sobre sua qualidade (sensibilidade e seletividade) não alcançada até mesmo por muitos receptores modernos. Neste artigo vou analisar o funcionamento de um de minha coleção, o ST-600.

Um dos maiores sucessos do passado em equipamentos eletrônicos e que vendeu milhões de unidades no mundo inteiro foi o Rádio Spica transistorizado que saiu durante anos a partir dos anos 50 com diversas versões.

Quem não teve um, como eu que tenho não apenas o comprado recentemente para restauração como outros, mostrados na foto.



Figura 1 – Foto do receptor Spica ST-600.

Era um rádio com características excepcionais de qualidade incluindo a seletividade, sensibilidade e a montagem compacta e elegante que vinha com um estojo de couro.



Figura 2 – Anúncio de 1958

Não era barato. 29,50 dólares em 1959 equivaliam a 310,96 dólares ou 1 500,00 reais na conversão aproximada de quando escrevi este artigo! Era para poucos, o preço de um celular simples de hoje.

Mas, como era seu circuito?

Vamos partir de suas características técnicas e descrever seu funcionamento.



A foto, com a identificação dos principais componentes é dada na figura 4.

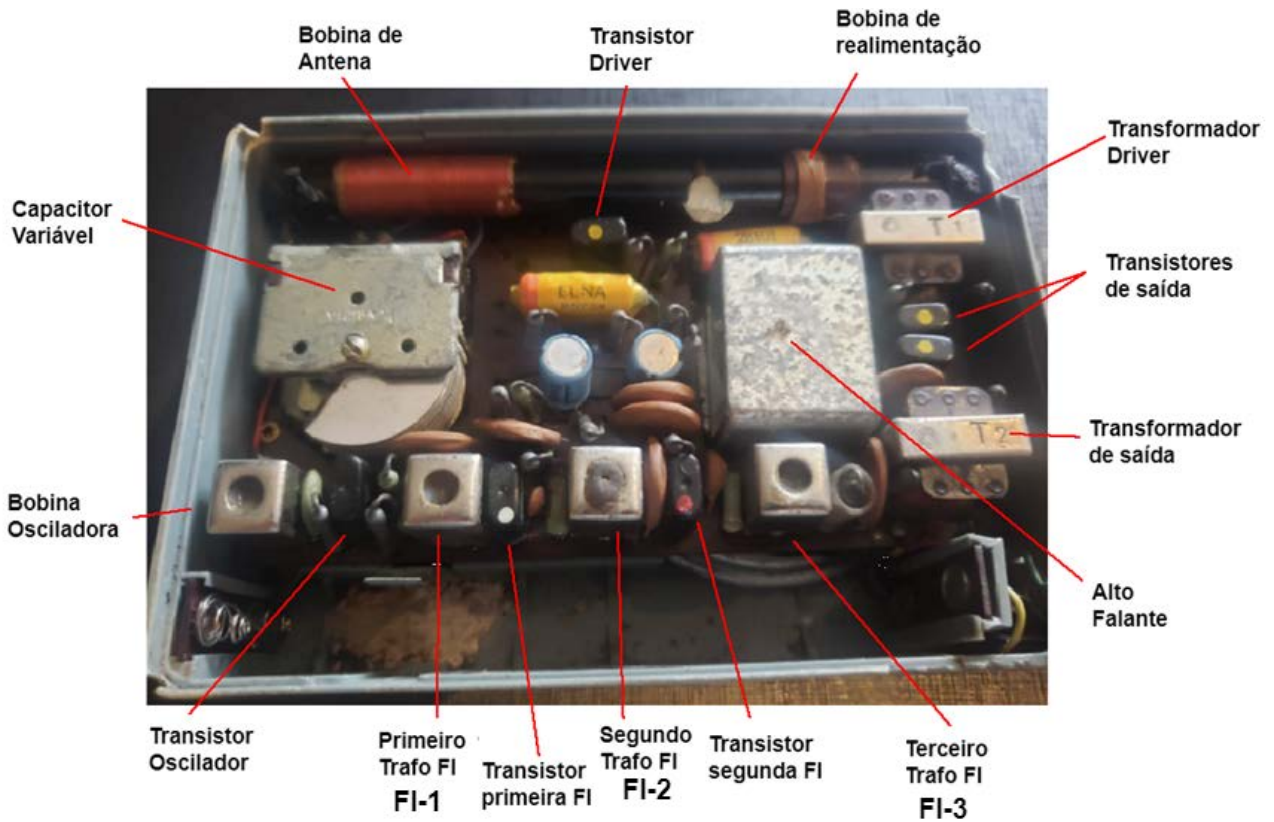


Figura 4 – Identificação dos principais componentes

### a) Conversor-misturador

A primeira etapa que analisamos é a do conversor-misturador. Esta etapa tem por função transformar o sinal sintonizado num sinal de frequência fixa de 455 kHz, que é a frequência intermediária do receptor. Esta etapa é mostrada na figura 5.

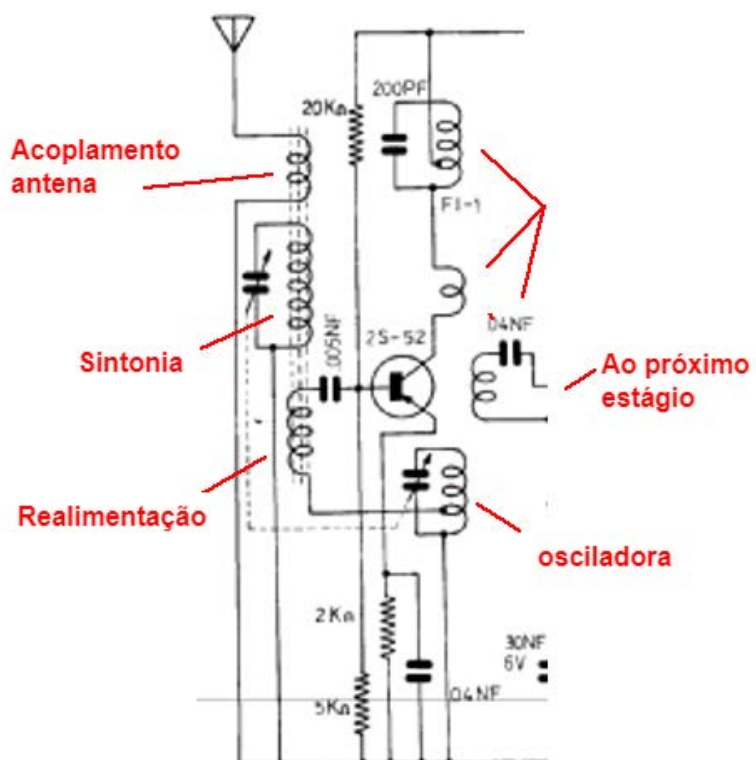


Figura 5 – Conversor misturador

A etapa tem por base um único transistor que, ao mesmo tempo em que oscila numa frequência 455 kHz acima da frequência que é sintonizada pelo circuito ressonante, também mistura os dois sinais. Obtém-se assim na saída que é FI-1 o sinal de frequência intermediária.

A frequência captada é determinada pela bobina de antena sintonia e a frequência de oscilação pela bobina osciladora, mostradas no diagrama e na foto.

Veja que, para diferenciar as bobinas eram usadas cores diferentes nos núcleos de ajuste, conforme mostra a figura 6.



Figura 6 – Cores das bobinas de um rádio AM (código Toko)

- Vermelha – osciladora
- Amarela – primeira FI
- Branca – Segunda FI
- Preta – terceira FI

Veja então que o circuito de sintonia é ligado a base do transistor através de um capacitor. O circuito oscilador tem sua bobina ligada também a base e com a realimentação feita no bastão de ferrite sobre a bobina de sintonia. O circuito de carga que é a bobina de FI é ligado ao coletor.

Como a frequência de sintonia deve variar simultaneamente com a frequência do oscilador de modo que sua diferença se mantenha constante, o capacitor usado é duplo.

Nesse caso, como podemos ver pela foto do rádio aberto, ainda era usado um capacitor com dielétrico de ar. Hoje temos os tipos miniatura com dielétrico de plástico.

A polarização da base do circuito é dada pelos resistores de 20k e de 5 k. O resistor de 2k funciona como polarizador de emissor.

### **b) Primeira etapa de FI e segunda etapa de FI**

Estas etapas têm por base um transistor 2S45. A finalidade das duas é amplificar o sinal de 455 kHz resultante da etapa anterior que já analisamos o funcionamento.

O sinal vem da etapa conversora-misturadora através do primeiro transformador de FI. Este transformador com núcleo de ferrite ajustável tem um primário de impedância mais alta de acordo com a etapa anterior e um secundário de baixa impedância que casa com a entrada da base do transistor.

A polarização vem do resistor de 200 k ohms. Temos ainda um capacitor à terra cuja finalidade é desviar para terra eventuais sinais de frequências mais altas que ainda passem pelo transformador.

Desta primeira etapa o sinal passa para a segunda etapa que tem a mesma configuração.

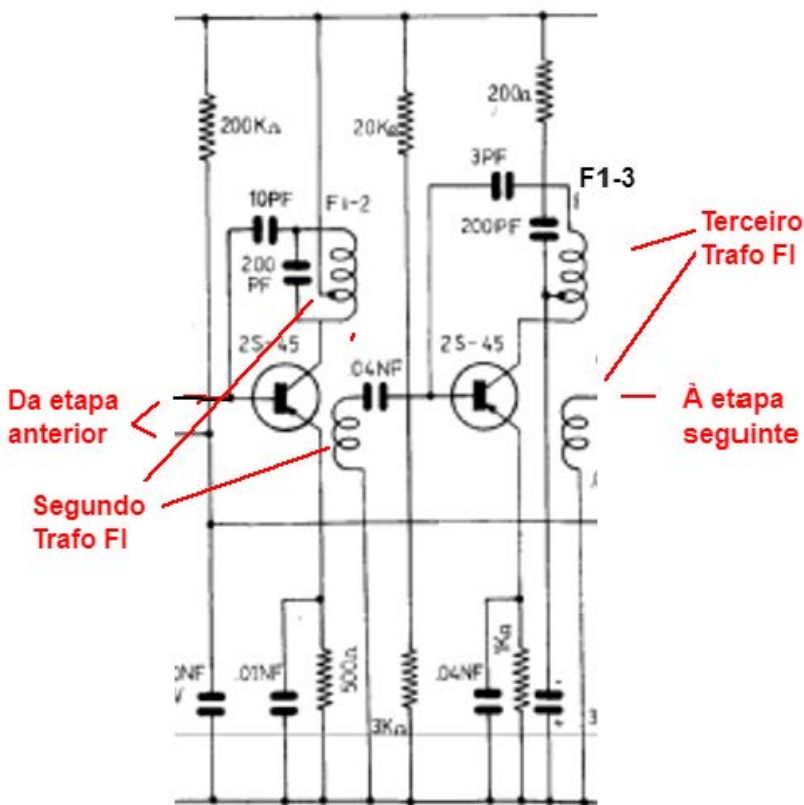


Figura 7 temos o diagrama destas etapas

A saída da segunda etapa é feita através do segundo transformador de FI que, no entanto, não tem as mesmas características do primeiro porque ele não alimenta uma etapa semelhante.

Este transformador aplica seu sinal de 455 kHz à etapa detetora que é a próxima que analisamos.

**c) Detetor**

Até esse ponto do circuito temos sinais de RF. São sinais de 455 kHz modulados pelo sinal de áudio da estação que está sendo recebida.

Na figura 8 temos o diagrama desta etapa que representa um ponto importante de transição de sinais do receptor.

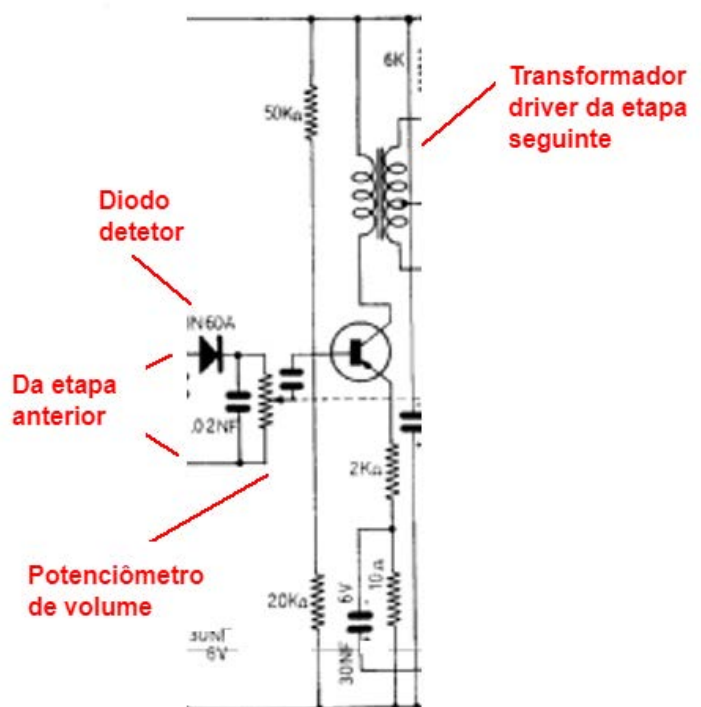


Figura 8 – A etapa detetora de AM

Aplicando este sinal a partir do transformador de FI da etapa anterior a um diodo, temos sua detecção.

A detecção é feita pela retificação do sinal de modo que se obtém um sinal de alta frequência cuja envolvente é o sinal de áudio como mostra a figura 9.

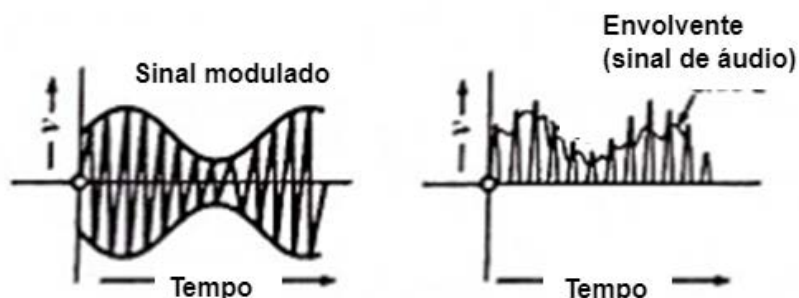


Figura 9 – O sinal detectado

Esse sinal passa então por um processo de filtragem através do capacitor de 20 nF no catodo do diodo de modo que a componente de alta frequência seja removida, permanecendo apenas a envolvente que é o sinal de áudio, conforme mostra a figura 10.

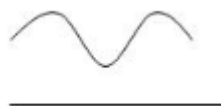


Figura 10 – O sinal de áudio puro recuperado depois da filtragem

Este sinal é então aplicado ao potenciômetro de controle de volume. Do cursor do potenciômetro de volume o sinal passa para a etapa seguinte.

Mas, antes de passar para a etapa seguinte temos de falar de uma função importante que está ligada entre esta etapa e a primeira FI.

Vocês podem observar que o lado do terra do potenciômetro de volume não está ligado à alimentação do circuito, mas sim à base do transistor da primeira etapa amplificadora de FI, conforme mostra a figura 11.

Trata-se o AGC ou controle automático de ganho. Este circuito faz uma realimentação negativa da polarização da primeira etapa de modo que ela influi no ganho.

Assim, com sinais fortes o ganho é menor e não temos uma saturação do circuito que poderia causar distorção. Por outro lado, com um sinal fraco, o ganho aumenta e temos uma melhor recepção.

Este recurso também evita as oscilações de volume que ocorrem devido ao “fading” ou desvanecimento, um fenômeno comum na faixa de ondas médias e curtas quando sintonizamos estações distantes.

É aquele vai e vem da estação que em certos momentos chega forte e depois vai diminuindo de volume até chegar a desaparecer e depois volta. Este vai e volta pode ser rápido ou lento. Ele ocorre quando sintonizamos estações distantes e o sinal captado vem refletido na ionosfera.



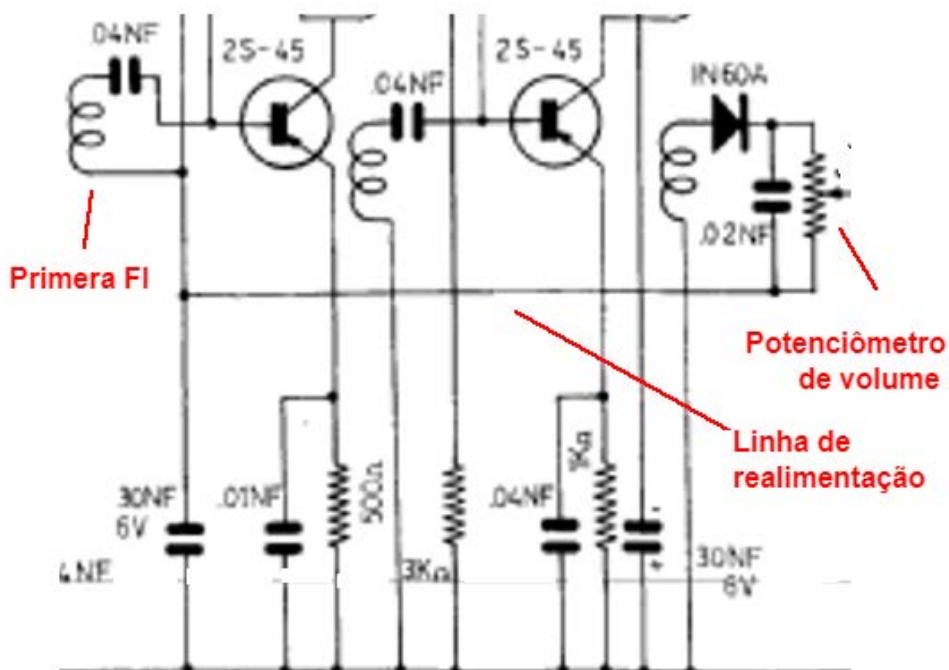


Figura 11 – Ligação da realimentação (AGC)

Com o AGC estas oscilações diminuem um pouco e a recepção se torna mais agradável.

#### d) Excitador, preamplificador ou driver de áudio

A próxima etapa do circuito é o preamplificador ou driver de áudio, cuja diagrama é mostrado na figura 12.

O sinal obtido do cursor do potenciômetro de volume é fraco demais para excitar um alto-falante, mas já pode excitar um fone.

Assim, conforme vemos pelo diagrama, nesta etapa já temos uma saída de fone que pode ser usada com fones de cristal ou de alta impedância que são bem sensíveis. Essa saída é ligada ao emissor do transistor.

O transistor usado é o 2S-44. Seu coletor é ligado a um pequeno transformador que faz o acoplamento à etapa seguinte. A polarização de base deste transistor é obtida através de dois resistores, um de 50k e outro de 20k.

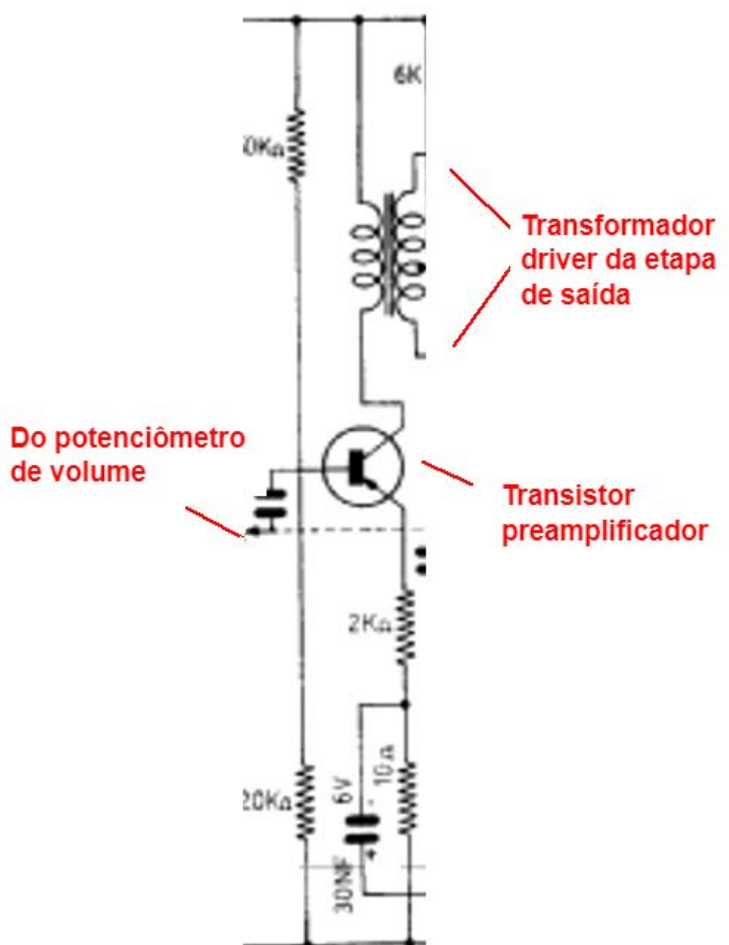


Figura 12 – O preamplificador de áudio (AGC)

**e) Etapa de saída push-pull**

Chegamos à etapa final do receptor, a etapa de potência com saída push-pull classe B que era a mais comum nessa época. A desvantagem estava no uso de transformadores que eram componentes incômodos, pois além de caros exigiam um trabalho maior para a elaboração.

Alguns receptores já estavam usados nesta época a etapa de saída complementar com transistores NPN e PNP e que eliminava a necessidade dos transformadores. Na figura 13 temos então o diagrama desta etapa.

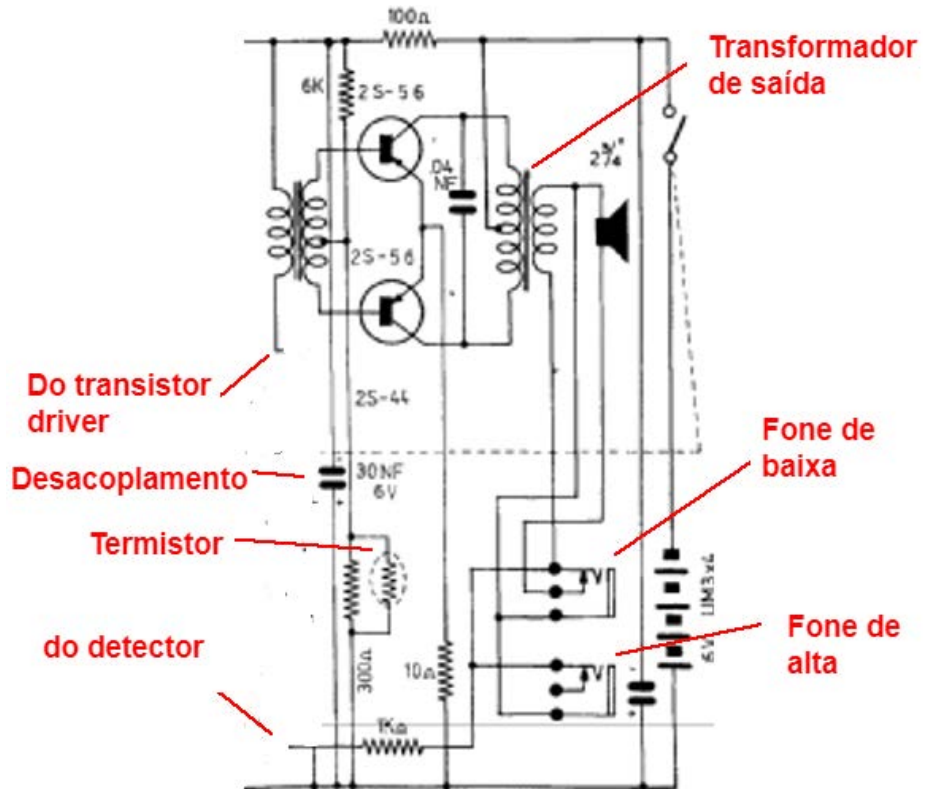
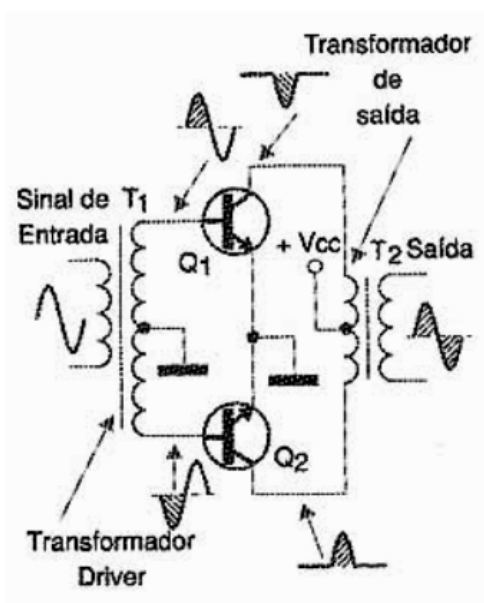


Figura 13 – A etapa de saída



A etapa de saída push-pull classe B usa dois transistores 2S-56. O sinal de áudio é separado pelo transformador em dois semiciclos de modo que cada transistor recebe os sinais invertidos, conforme mostra a figura 14.

Com isso, o transistor não precisa ser polarizado em classe A, quando um transistor amplifica o sinal inteiro e por isso precisa estar constantemente em condução.

Um rádio a pilhas isso significaria maior consumo, com a pilha gastando mesmo na ausência de sinal. Na classe B o transistor fica polarizado no corte, só conduzindo quando chega o semiciclo do sinal que deve ser amplificado.

Para que funcione bem, este tipo de circuito tem uma polarização crítica de modo que eventuais fugas ou desequilíbrios dos transistores não leve a um consumo em repouso excessivo. Utiliza-se então para manter a polarização correta mesmo em diferentes condições de funcionamento, incluindo-se o aquecimento um regulador térmico.

Esse regulador é um termistor ou resistor com coeficiente negativo de temperatura. Quando a temperatura aumenta e os transistores de saída tendem a aumentar a corrente de repouso, ele aumenta sua resistência, reduzindo a corrente de base e com isso a corrente de repouso.

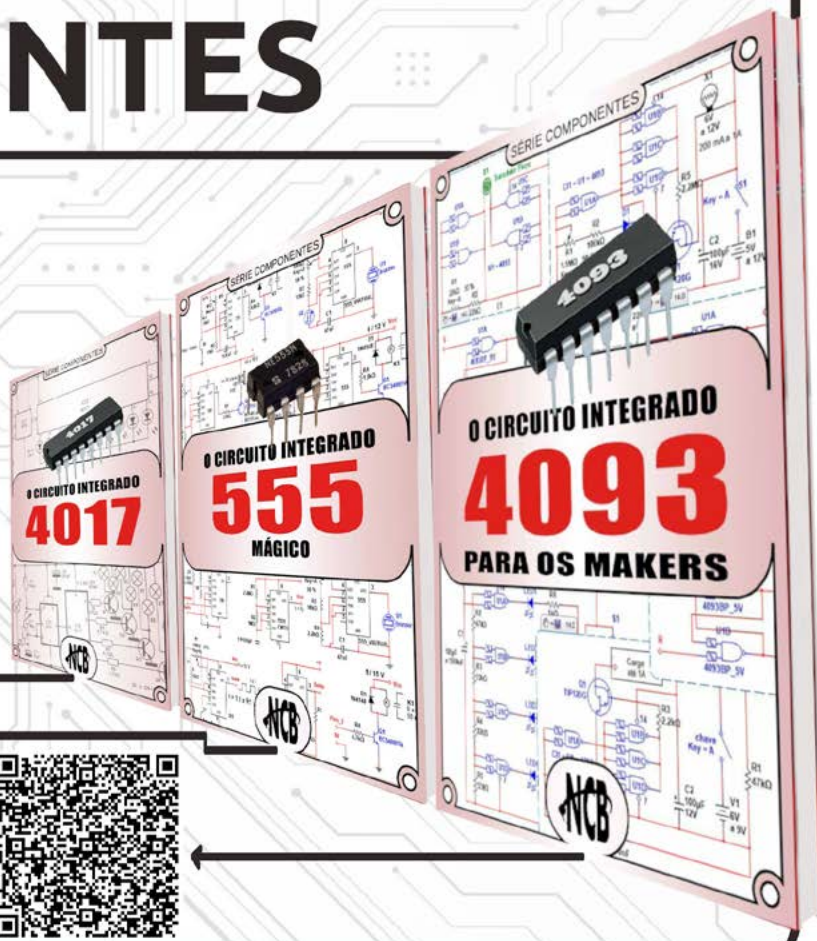
Uma vez que cada transistor amplifique seu semiciclo ele o aplica ao enrolamento primário correspondente do transformador de saída. Esse transformador se comporta então com dois transformadores num núcleo comum, reunindo o sinal amplificado de formar um sinal completo que o aplica ao secundário.

No secundário temos tanto a ligação do pequeno alto-falante de baixa impedância que proporcionava boa qualidade de som, como um jaque para fones de baixa impedância ou mesmo um alto-falante externo.

## 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**



Observe que tanto este, como o jaque para fones de alta impedância são jaques do tipo “circuito fechado” de 3 terminais, conforme mostra a figura 15.

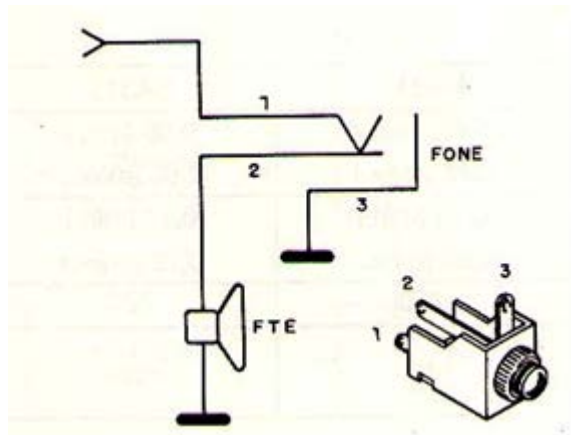


Figura 15 – Os jaques tipo circuito fechado

Estes jaques possuem 3 terminais, conforme podemos ver pela foto. Na posição normal, o terminal comum é conectado ao alto-falante e ele funciona normalmente. Quando inserimos o plugue do fone, o terminal comum desliga do alto-falante que então é desativado e o sinal passa para o fone.

Veja que este tipo de jaque também pode ser usado como um interruptor que é acionado quando se insere um plugue. Já usei este tipo de jaque em circuitos de código.

### CONCLUSÃO

Apesar de ter um circuito simples com componentes comuns, vemos que a tecnologia empregada era muito interessante e até hoje seu desempenho é invejável.

Muitas das soluções aplicadas naquela época até hoje são aplicadas em receptores sofisticados como, por exemplo, de telecomunicações.

Um outro ponto de destaque é a frequência de 455 kHz das etapas de FI. Muitos me perguntam o porquê de ser usada esta frequência na maioria dos rádios. O problema está no que se denomina “frequência imagem”, assunto que será explorado em um próximo artigo.

### LINKS:

<https://www.newtoncbraga.com.br/component/finder/search.html?q=i-p246&Itemid=101>

<https://www.newtoncbraga.com.br/como-funciona/10014-como-funciona-o-radio-art1196.html>

<https://www.newtoncbraga.com.br/mundo-das-valvulas/651-como-funciona-um-radio-valvulado-v010.html>

<https://www.newtoncbraga.com.br/memoria-historica/18559-arqueologia-18-analisando-um-receptor-valvulado-art4597.html>

# A chave para acesso irrestrito

Explore milhões de componentes para seu próximo projeto



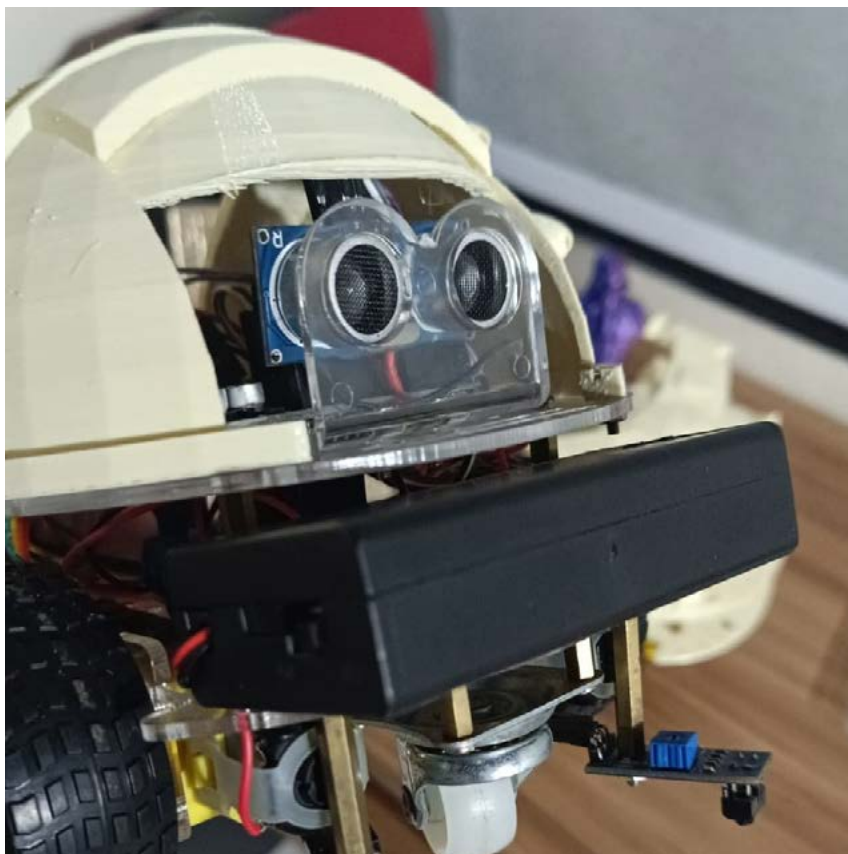
Coca-Cola® Vault

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**



# SENSORES MAIS UTILIZADOS EM PROJETOS MAKERS DE IOT

≡ **Pedro Bertoleti**

Todo projeto eletrônico - sobretudo em Internet das Coisas - começa com protótipos e provas de conceito. Estes têm como utilidade a verificação prática da ideia proposta para um futuro produto, sendo muito importante para se definir a viabilidade (técnica e comercial) do almejado produto eletrônico. No mundo maker em IoT isso não é diferente. Em grande parte do tempo, os makers estão envolvidos com a concepção de protótipos para testar e validar se suas ideias podem ser aplicadas na prática em algo comercial.

Todo protótipo (ou, futuramente, produto eletrônico) envolve três grandes tarefas: ler dados do ambiente a sua volta; processar tais dados segundo um algoritmo pré-estabelecido; devolver uma resposta com uma ou mais informações, com algo válido para o usuário (na forma de uma mensagem, som ou sinal luminoso, por exemplo) ou para outros sistemas eletrônicos e/ou computacionais (como sistemas em nuvem, por exemplo). Logo, a parte de sensores no mundo maker é de fundamental importância para o desenvolvimento dos mais variados tipos de projetos.

Neste artigo, serão mostrados os sensores mais utilizados em projetos makers no geral e em projetos makers em IoT, de modo que você possa ter conhecimento de qual sensor aplicar nos seus protótipos.

## SENSORES - O QUE SÃO?

Inicialmente, vamos definir o que é um sensor. Em poucas palavras, um sensor é um elemento capaz de:

1. Detectar e reagir a um estímulo do ambiente (exemplos: luz, temperatura, umidade do ar etc.)
2. Fazer uma leitura / quantificar este estímulo detectado
3. Fornecer como saída para um sistema eletrônico e/ou computacional um sinal elétrico que, se lido / decodificado corretamente, permite obter a leitura do sensor sobre o estímulo referido.

Portanto, é uma analogia válida dizer que os sensores são os “olhos e ouvidos” de um sistema eletrônico e/ou computacional, permitindo que ele perceba o ambiente a sua volta. A seguir, serão apresentados alguns dos sensores mais comuns / utilizados no mundo maker.

## SENSOR DE DISTÂNCIA ULTRASSÔNICO HC-SR04

O sensor de distância ultrassônico HC-SR04 é capaz de medir distâncias através de reflexões de ondas sonoras em frequência de ultrassom, através de um transmissor e um receptor ultrassônicos. As distâncias medidas podem estar na faixa de dois centímetros até quatro metros. A figura 1 mostra este sensor na sua forma mais encontrada no mercado.



Figura 1 - Sensor de distância ultrassônico HC-SR04 (fonte da imagem: <https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-distancia-ultrassonico-hc-sr04/>)

Seu princípio de funcionamento é descrito a seguir: o transmissor emite um sinal sonoro ultrassônico (disparado pelo pino Trig do sensor) e este sinal viaja pelo ambiente até atingir um objeto e ser refletido novamente para o sensor. Ao atingir o sensor após a reflexão, este sinal é captado pelo receptor ultrassônico (o que pode ser lido pelo pino Echo do sensor). Observe a figura 2.

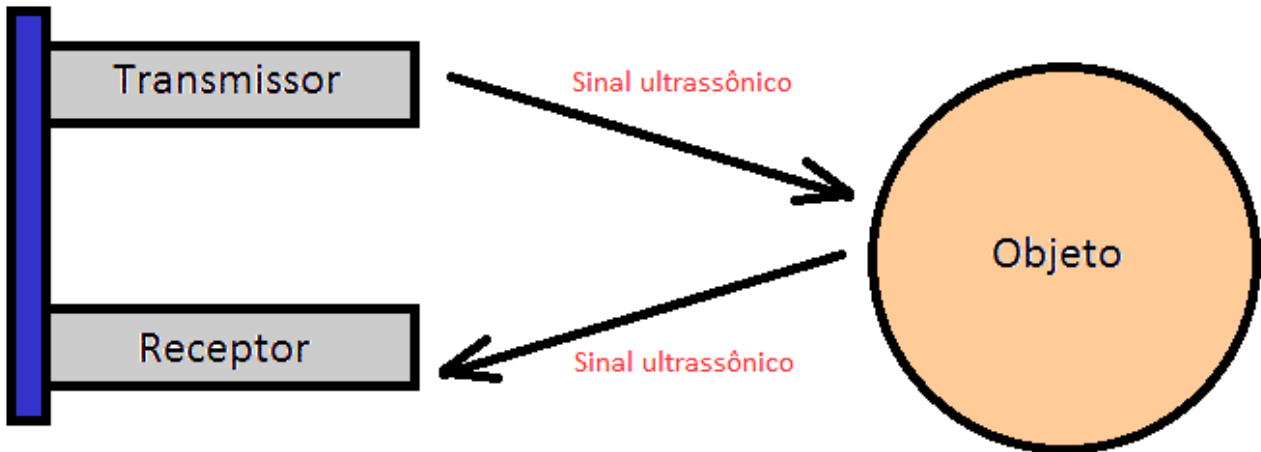


Figura 2 - envio, reflexão e recepção de sinal ultrassônico pelo sensor

Com o conhecimento da diferença de tempo entre o envio e a recepção do sinal ultrassônico ( $\Delta\text{Tempo}$ ) e sabendo que velocidade de propagação do som no ar ( $V_{\text{som}}$ ) é de aproximadamente 340m/s, a distância entre sensor e objeto detectado ( $D_{\text{obj}}$ ) pode ser calculada pela fórmula da figura 3.

$$D_{\text{obj}} = \frac{V_{\text{som}} \cdot \Delta\text{Tempo}}{2}$$

Figura 3 - cálculo da distância entre sensor ultrassônico e objeto

Como o sinal sonoro ultrassônico pode ser refletido tanto por objetos sólidos quanto por líquidos, é possível medir a distância entre o sensor e um objeto nas mais variadas situações, desde a distância entre dois robôs ou veículos até na medição de nível de água em uma caixa d'água, por exemplo. Dessa forma, trata-se de um sensor muito versátil e usado no mundo maker.

### **SENSOR DE TEMPERATURA AMBIENTE E UMIDADE RELATIVA DO AR DHT22**

O sensor DHT22 é capaz de mensurar temperatura ambiente e umidade relativa do ar. Este sensor, também conhecido comercialmente como AM2302, pode ser visto na figura 4.



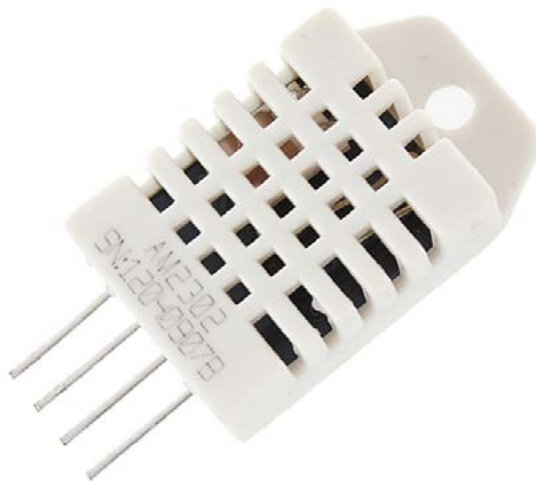


Figura 4 - sensor DHT22 (fonte da imagem: <https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-umidade-e-temperatura-am2302-dht22/>)

Em linhas gerais, as principais características deste sensor são:

- Tensão de operação: de 3,3 a 5,5V (DC)
- Faixa de operação de temperatura: -40 até +80°C
- Faixa de operação de umidade relativa do ar: 0 até 100%
- Exatidão de  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  na medição de temperatura
- Exatidão de  $\pm 2\%$  na medição de umidade relativa
- Protocolo de comunicação: 1-wire (o que permite uso à 3 fios, sendo um para comunicação e dois para alimentação)

O sensor é muito versátil, sendo utilizado para monitoramento de temperatura ambiente e umidade relativa do ar nos mais variados locais, de ambiente rural a ambientes com computadores e CPD (Centro de Processamento de Dados).

### **SENSORES PARA DETECÇÃO DE GASES TÓXICOS, GASES INFLAMÁVEIS E FUMAÇA (MQ-2 E MQ-135)**

Muitas vezes, projetos em IoT exigem monitoramento de ambientes visando detecção de gases que possam causar muito dano, causando aumento de risco de incêndios e intoxicação de seres humanos e animais. Para a detecção de gases tóxicos, gases inflamáveis e fumaça, dois sensores são muito usados e aplicados no mundo maker: MQ-2 e MQ-135. Veja na figura 5 os módulos com os sensores MQ-2 (5.a) e MQ-135 (5.b). Ambos os módulos de sensores (MQ-2 e MQ-135) possuem saídas analógicas e digitais (por meio de um comparador digital, incluso no módulo).

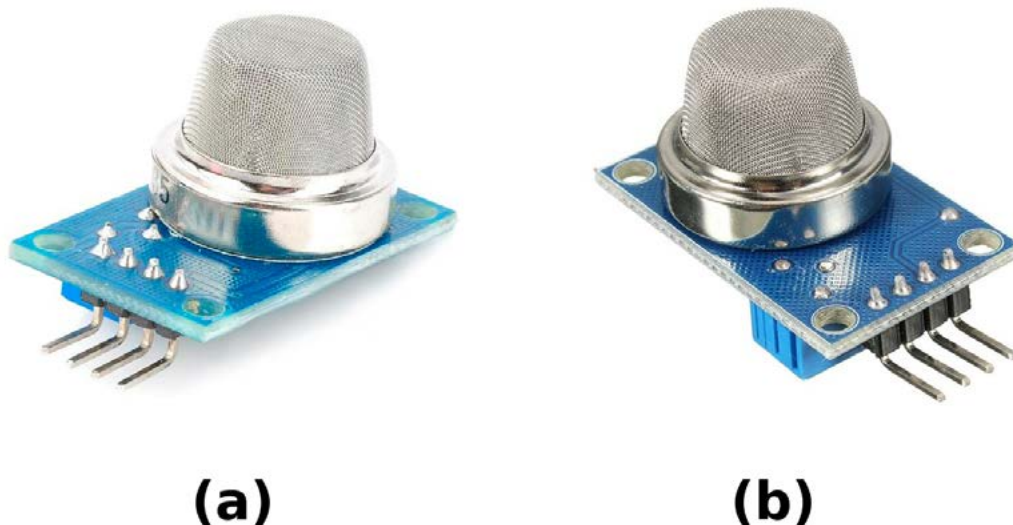


Figura 5 - módulos com os sensores MQ-2 (a) e MQ-135 (b)

O sensor MQ-2 tem a finalidade de de detectar gases inflamáveis (gás liquefeito de petróleo, metano, propano, butano, hidrogênio, álcool, gás natural entre outros gases inflamáveis) e fumaça, em uma faixa de concentração (em partes por milhão) de 300 ppm até 10.000 ppm.

Já o sensor MQ-135 tem como finalidade a detecção de gases tóxicos a seres humanos e outros animais (amônia, dióxido de carbono, benzeno, óxido nítrico, fumaça e álcool), em uma faixa de concentração (em partes por milhão) de 10 ppm até 1000 ppm para benzeno e 10 ppm até 300 ppm para demais gases.

### **SENSOR DE FLUXO DE ÁGUA**

O sensor de fluxo de água tem como função indicar, por meio de pulsos elétricos, vazão de água que passa dentro do sensor. Desse modo, um sistema eletrônico e/ou computacional é capaz de contabilizar, além da própria vazão de água, o volume acumulado de água que passou pelo sensor, permitindo assim a medição de volume de água consumido por um sistema hidráulico qualquer (uma residência, por exemplo).

Este sensor pode ser encontrado no mercado maker em diversos diâmetros de tubulação ( $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{1}{4}$ ", etc.) e se apresenta conforme mostra a figura 6. Em termos de conexões elétricas, este possui somente três fios: alimentação (5V e GND) e saída pulsada.



Figura 6 - sensor de fluxo de água (fonte da imagem: [https://www.robocore.net/loja/sensores/sensor-de-fluxo-de-agua?qclid=CjwKCAjw2a32BRBXEiwAUcugiJ5jpSSfiJdUeEQPkoyzWsbIGKZ-CrTPID511ukho4iaukXQcSISmRoCjtAQAvD\\_BwE](https://www.robocore.net/loja/sensores/sensor-de-fluxo-de-agua?qclid=CjwKCAjw2a32BRBXEiwAUcugiJ5jpSSfiJdUeEQPkoyzWsbIGKZ-CrTPID511ukho4iaukXQcSISmRoCjtAQAvD_BwE))

Os pulsos elétricos gerados (indicando a passagem de água pelo sensor) têm frequência proporcional à vazão medida pelo sensor. Ou seja, quanto maior a vazão de água, maior a frequência dos pulsos elétricos gerados. Para utilizar este sensor de forma apropriada é necessário fazer o processo de calibração antes de seu funcionamento pleno. Este processo visa determinar, para o sistema hidráulico no qual o sensor de fluxo de água está sendo usado, quantos pulsos elétricos correspondem a um litro de água que flui por ele. Este processo de calibração consiste, portanto, no seguinte procedimento:

1. Primeiramente, deve-se deixar o sistema hidráulico na seguinte condição: sem fluxo de água, com sensor de fluxo de água instalado, somente uma saída de água possível e com um dispositivo eletrônico capaz de contar pulsos ligado diretamente na saída de pulsos do sensor.
2. Utilizando um recipiente com graduação de volume (e capacidade igual ou superior a um litro) na saída de água do sistema hidráulico em questão, libere o fluxo de água. Com ajuda do dispositivo eletrônico de contagem de pulsos, deve-se contabilizar quantos pulsos elétricos foram gerados até o recipiente ficar com volume cheio igual a um litro de água. Faça o fechamento do fluxo de água do sistema hidráulico após se atingir este volume no recipiente graduado.
3. O número de pulsos obtidos corresponde a taxa de pulsos / litro do seu sistema hidráulico (o que, por sua vez, é o valor de calibração do sistema). Esta é a relação de pulsos / litro que você deve usar no seu sistema eletrônico e/ou computacional para contabilizar vazão e volume de água consumidos.

É importante também ressaltar que há um limite máximo de vazão permitida por este sensor. De forma geral, os sensores deste tipo mais comumente encontrados no mercado (como o mostrado na figura 6) possuem um limite máximo de vazão de 30 litros por minuto.

### SENSORES DE LUZ: LDR E BH1750

Muitas vezes, é preciso que o sistema eletrônico e/ou computacional que está sendo desenvolvido “entenda” como estão as condições de luz do local ou, em alguns casos, seja capaz de apenas diferenciar entre um ambiente claro ou escuro. Para este tipo de tarefa, são utilizados sensores de luz. Neste tópico, abordaremos dois deles: o LDR e o BH1750.

O LDR (acrônimo para Light Dependent Resistor) é um sensor que, em resumo, se comporta como um resistor controlado por luz:

- Quando há luz incidindo sobre o sensor, ele funciona como um resistor de baixa impedância (na ordem de algumas centenas de Ohm, podendo chegar na ordem de poucos kOhm).
- Quando a luz não incide, este funciona como um resistor de alta impedância (na ordem de centenas de kOhm, podendo chegar na ordem de alguns MOhm).

Desta forma, se utilizado em conjunto com outros circuitos ou sistemas eletrônicos, permite que se possa distinguir entre ambiente claro e escuro. Entretanto, não é possível medir iluminância (em Lux) - ao menos não de forma confiável em termos metrológicos - usando o LDR. Há diversos tipos de LDR disponíveis no mercado, sendo mais comuns em projetos eletrônicos os LDR de 5mm, como o mostrado na figura 7.



Figura 7 - LDR der 5mm (fonte da imagem: <https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-luminosidade-ldr-5mm/>)

Quando é necessário se medir a iluminância do local, ou seja, saber exatamente quantos Lux estão presentes no ambiente, pode ser utilizado, por exemplo, o sensor BH1750. Este sensor consiste em um circuito integrado de pequenas dimensões físicas (e com comunicação via protocolo I<sup>2</sup>C) capaz de medir iluminância em uma faixa que vai de 1 Lux até 65.535 Lux. Além disso, o BH1750 pode operar em uma faixa de temperatura de -40°C até +85°C, podendo, portanto, ser utilizado para medir iluminância nos mais variados tipos de ambientes. A figura 8 mostra um módulo contendo o sensor BH1750.

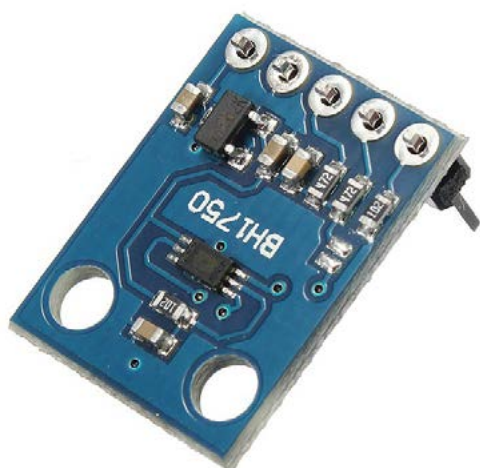


Figura 8 - módulo com sensor BH1750 (fonte da imagem: <https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-luz-bh1750fvi-lux/>)

### SENSOR DE PRESSÃO BAROMÉTRICA BMP180

A pressão barométrica é uma medição muito importante, sobretudo para a meteorologia. Com esta medição é possível inferir a que altitude em relação ao nível do mar que se está e, além disso, monitorar questões climáticas. Por exemplo, uma queda significativa de pressão barométrica pode indicar a chegada de uma tempestade. Para medir a pressão barométrica, um sensor muito utilizado é o BMP180. Um módulo contendo este sensor pode ser visto na figura 9.



Figura 9 - módulo com sensor BMP180 (fonte da imagem: <https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-pressao-e-temperatura-bmp180/>)

O sensor BMP180 permite medir pressões barométricas em uma faixa de 300 hPa a 1100 hPa, correspondendo a pressões barométricas na faixa de altitude de 9000 metros acima do nível do mar até 500 metros abaixo do nível do mar. Além disso, o sensor ainda é capaz de medir temperatura ambiente, configurando-se assim muito útil em projetos relativos à meteorologia. Ainda, o sensor suporta trabalhar na faixa de temperatura de -40°C até +85°C, o que permite sua aplicação de forma muito versátil.

## SENSORES DE ORIENTAÇÃO ESPACIAL: ACELERÔMETRO E GIROSCÓPIO (MPU-6050)

Em alguns casos, é necessário que o sistema computacional e/ou eletrônico conheça sua orientação espacial. Um exemplo de um sistema deste tipo disso são os quadricópteros, equipamentos que necessitam saber precisamente sua orientação espacial a fim de decolar em segurança, controlar seus motores para se manter estável no ar e se locomover de forma segura e precisa para seu destino. Para esta finalidade, são utilizados sensores de orientação espacial.

Esses tipos de sensores compõe a chamada IMU (Inertial Measurement Unit, sendo em tradução livre “Unidade de Medição Inercial”), um chip / unidade eletrônica capaz de medir com grande precisão e exatidão grandezas inerciais relacionadas à orientação espacial (nos eixos x, y e z), tais como: componentes de aceleração linear medidas com acelerômetros, componentes de variação angular com giroscópio e componentes de intensidade de campo magnético com magnetômetro. Tais medições, sejam combinadas ou usadas de forma isolada, permitem inferir a orientação de um corpo no espaço.

Tipicamente, um IMU disponibiliza estas três medições (aceleração linear, intensidade de campo magnético e variação angular) ou apenas duas delas (aceleração linear e variação angular). Um dos IMUs mais comuns no mercado maker é o MPU-6050, o qual disponibiliza aceleração linear e variação angular (ou seja, possui acelerômetro e giroscópio) nos eixos x, y e z. O MPU-6050 possui comunicação via I<sup>2</sup>C. Um módulo contendo o IMU MPU-6050 pode ser visto na figura 10.

Este módulo é capaz de medir:

Acelerações lineares em g, sendo 1 g igual ao valor da constante gravitacional, (aproximadamente 9,81 m/s<sup>2</sup>). Tais medições estão disponíveis nos três eixos, nas faixas de +2g, +4g, +8g e +16g.

Variações angulares (em graus por segundo) nos três eixos, nas faixas de: +250°/s, +500°/s, +1000°/s e +2000°/s.

Ainda, o MPU-6050 pode medir temperatura ambiente e é capaz de operar em uma faixa de temperatura de -40°C até +85°C.

## CONCLUSÃO

Todo sistema eletrônico / computacional precisa “enxergar e ouvir” o ambiente a sua volta, processar dados do mesmo e devolver uma informação com valor agregado para um ser humano ou outro sistema eletrônico / computacional (como um sistema em nuvem, por exemplo). Sendo assim, os “olhos e ouvidos” de um sistema deste tipo são os sensores.

Neste artigo, você pode aprender o que são sensores e quais são os mais utilizados em projetos makers e protótipos em Internet das Coisas. Com este conhecimento, você saberá melhor como desenvolver seus projetos, sendo capaz de selecionar os sensores mais corretos para cada tipo de aplicação / projeto.



Figura 10 - módulo com o IMU de part-number MPU-6050 (fonte da imagem: <https://www.filipeflop.com/produto/acelerometro-e-giroscopio-3-eixos-6-dof-mpu-6050/>)

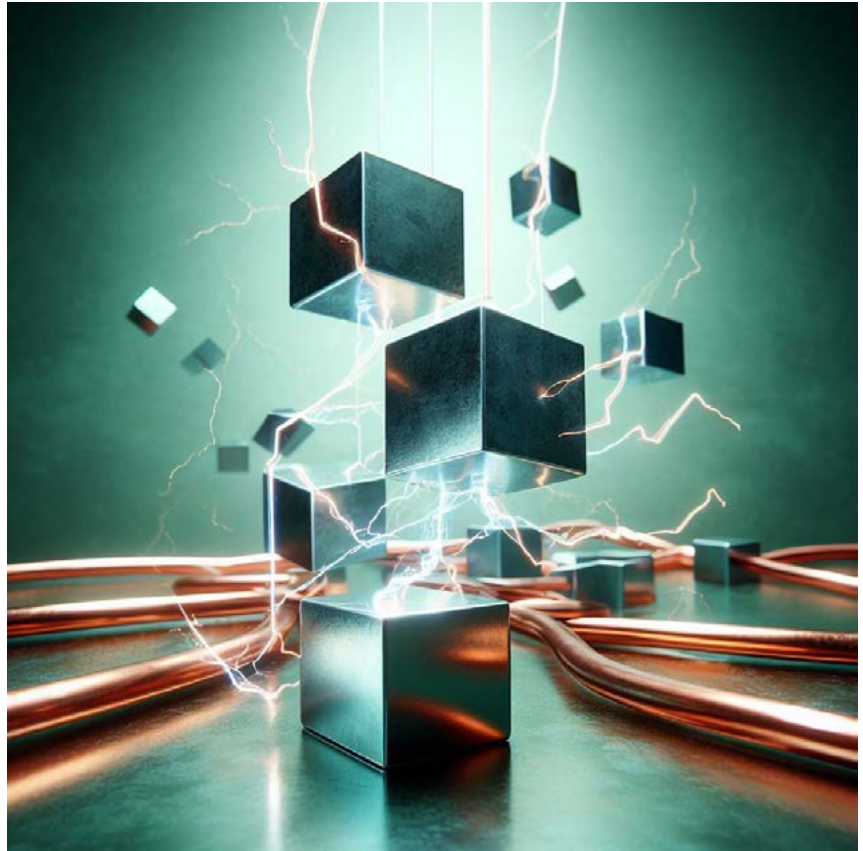
# Para o seu Projeto



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)



# CIS SENSORES FOTOMULTIPLICADORES

≡ **Newton C. Braga**

A optoeletrônica está ocupando um lugar de destaque como novo ramo da tecnologia eletrônica. Dispositivos que empregam a luz e do espectro próximo do visível são cada vez mais usados em todos os campos de aplicações. Neste artigo analisamos um componente importante que tem uma função que no passado era realizada por válvulas. Trataremos de um sensor fotomultiplicador de estado sólido.

Um tipo de dispositivo que encontra aplicações principalmente em pesquisa é o fotossensor capaz de detectar intensidades luminosas extremamente baixas, chegando ao nível de um único fóton.

Com aplicações em pesquisas, na medicina, na física e em muitos outros campos, um sensor desse tipo pode ser útil em aplicações como detectar a luz emitida espontaneamente ou por excitação em diversas condições.



No passado tínhamos as válvulas fotomultiplicadoras para exercer a função de detecção de intensidades luminosas muito fracas, mas agora temos as versões modernas de estado sólido. Para que possamos analisar as versões modernas, inclusive dando um dispositivo prático que pode ser encontrado na Mouser Electronics (link no final do artigo), vamos começar analisando o funcionamento de uma válvula fotomultiplicadora.

### A Válvula fotomultiplicadora

Um dispositivo antigo, que ainda apresenta um comportamento elétrico que o torna ideal para aplicações em que intensidades de luz extremamente pequenas devam ser detectadas é a válvula fotomultiplicadora ou tubo fotomultiplicador, como também é chamado. Na figura 1 temos o aspecto de um desses sensores fotoelétricos.

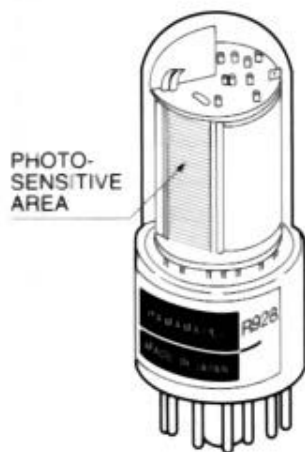


Figura 1 – Uma válvula fotomultiplicadora

Para entender o princípio de funcionamento desse sensor fotoelétrico, podemos partir da estrutura mostrada na figura 2.

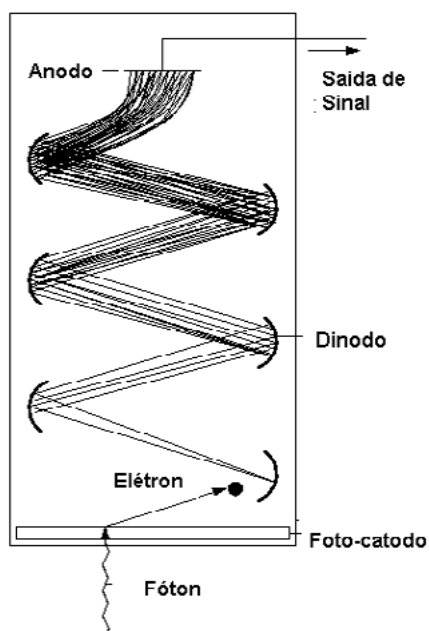


Figura 2 – A estrutura simplificada de uma válvula fotomultiplicadora

Quando um fóton de luz atinge o foto-catodo ele libera um elétron que é dirigido a um dinodo através da ação de um eletrodo de focalização. Ao incidir no dinodo, o elétron libera outros elétrons que são emitidos em direção a um segundo dinodo.

Da mesma forma, ao incidir num segundo dinodo, novos elétrons são liberados e emitidos num processo multiplicador. Assim no último dinodo já temos uma grande quantidade de elétrons, por um processo de multiplicação, os quais são então captados por um anodo, produzindo assim uma corrente de saída no dispositivo.

Pelo efeito multiplicador, a corrente que obtemos na saída é muito maior do que seria possível obter com um único elétron.

A sensibilidade de uma válvula desse tipo e, portanto, a corrente de saída obtida para cada fóton depende do número de dinodos usados. As válvulas fotomultiplicadoras são usadas nos processos em que quantidades extremamente pequenas de luz devam ser detectadas, por exemplo, um único fóton numa câmara de cintilação.

Essa câmara, usada em pesquisas nucleares contém uma substância que ao receber uma partícula atômica libera um fóton, produzindo assim uma cintilação. Com o uso de uma válvula fotomultiplicadora, esse fóton único pode ser detectado com facilidade.

Nas pesquisas mais simples, a radiação de uma substância pode ser avaliada observando-se essas cintilações num microscópio e fazendo sua contagem. Num processo mais elaborado pode-se fazer uso de uma válvula fotomultiplicadora para detectar essas cintilações sendo produzidos pulsos que podem ser contados automaticamente por um circuito.

### **A VERSÃO DE ESTADO SÓLIDO – UM SENSOR INTEGRADO**

O mesmo princípio empregado nas válvulas fotomultiplicadoras pode ser aplicado a dispositivo semicondutores, obtendo-se com isso sensores compactos e eficiente tanto para aplicações na faixa óptica como também na faixa dos raios gama.

A ideia básica consiste em se integrar fotodiodos de silício do tipo avalanche (SPAD) numa única pastilha de silício numa disposição apropriada. Esses diodos são capazes de detectar um único fóton.

Esses diodos são extremamente pequenos, com dimensões que variam de 10 a 100 um (micrômetros). Com essas dimensões podem ser integrados até 10 000 deles por milímetro quadrado.

Mas, como funciona um diodo tipo avalanche? Na verdade, qualquer diodo pode operar no modo avalanche. Quando o polarizamos no sentido inverso aumentando gradualmente a tensão, chega o momento em que ocorre uma ruptura.

Essa ruptura inversa faz com que os portadores de carga sejam liberados, no caso os elétrons e eles passam a se movimentar com grande intensidade. Um leva o outro e ocorre uma ruptura ou um efeito avalanche que nos diodos comuns causa a queima do componente.

Nos diodos zener este efeito é aproveitado para manter a tensão entre os terminais do componente sem causar sua queima. No caso dos diodos avalanche SPAD, este efeito é otimizado para termos uma

avalanche de elétrons com um efeito muito rápido e a produção de um pulso sem que isso causa a queima do componente.

Nesse processo de avalanche, os elétrons livres se multiplicam e com isso basta um fóton, por exemplo, para desencadear um processo multiplicativo com uma corrente intensa de saída. Na figura 3 temos o que ocorre.

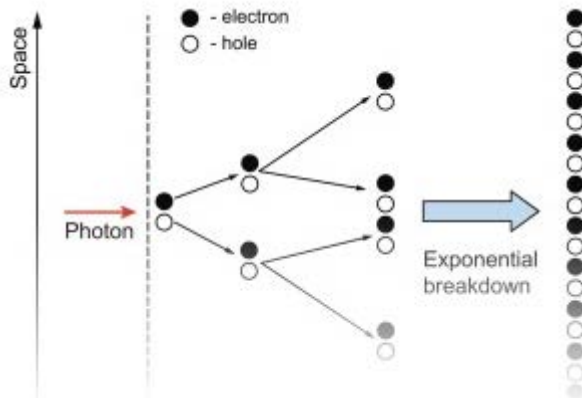


Figura 3 – O processo de avalanche

Nos sensores fotomultiplicadores cada um desses diodos opera como um fotossensor.

Cada um desses diodos opera no modo Geiger, ou seja, polarizado inversamente com uma tensão próxima a ruptura, sendo um acoplado ao outro numa disposição em série através de um resistor.

Com isso, o conjunto pode detectar de 1 até 1 000 fótons gerando um sinal suficiente intenso para excitar outros circuitos.

Como se trata de um dispositivo de estado sólido ele pode trabalhar com uma tensão muito baixa, da ordem de 20 a 100 V, em comparação à exigida pelas válvulas fotomultiplicadoras que precisam de mais de 200 V tipicamente

Os tipos comuns operam na faixa da luz vermelha e no infravermelho-próximo. Uma desvantagem é a corrente relativamente elevada no escuro que exige que eles operem em baixas temperaturas.

### **A tecnologia da Broadcom**

A Broadcom é uma empresa especializada na fabricação de fotomultiplicadores de silício, vendendo seus produtos através da Mouser Electronics, conforme link dado no final do artigo.

Seus produtos abrangem uma ampla gama de aplicações, incluindo as aplicações médicas. Física, consumo etc.

Dentre as aplicações médicas podemos citar o sequenciamento genético, citometria, ensaios imunológicos etc.). Outras aplicações incluem o sensoriamento 3D (LIDAR) e em experimentos de física de alta energia.

### **VÁLVULA (PMT) X SEMICONDUTOR (SIPM)**

Até recentemente, o tubo fotomultiplicador (PMT), um componente a vácuo disponível desde a década de 1940, tem sido o único disponível para aplicações de baixo nível de luz/contagem de fótons.

No entanto, a sua vulnerabilidade à luz ambiente, invólucro frágil e volumoso, a necessidade de uma carcaça que aumenta a sensibilidade e a exigência de uma carga de alta tensão, torna este sensor difícil de usar em muitas aplicações.

Quando tempo rápido, alta granularidade e sensibilidade, robustez e compacidade (para dispositivos portáteis) são considerados, o fotomultiplicador de silício oferece vantagens.

Desde a sua introdução, há algumas décadas, o SiPM substituiu os PMTs devido a vantagens como maior sensibilidade, bom desempenho de temporização, possibilidade de construir matrizes com alta granularidade, compacidade e robustez, insensibilidade a campos magnéticos e baixa tensão e potência reduzida são preferidos. A tabela abaixo faz um comparativo de suas características:

Na figura 4 temos um exemplo de curva de sensibilidade espectral de um sensor desse tipo.

Characteristic	Photomultiplier Tube (PMT)	Silicon Photomultiplier (SiPM)
Sensitivity	Single photon	Single Photon
Gain	To $10^7$	To $10^6$
Operation voltage	800V to 20,00V	30V to 50V
Large area	Yes	Yes, scalable
High-density arrays	No	Yes
High granularity/ resolution	No	Yes
Dark noise	Low	Medium
Uniformity	Good	Excellent
Response time	Fast	Very Fast
Photon-counting resolution	Good	Excellent
Temperature sensitivity	Low	Medium
Immunity to ambient light	No	Yes
Immunity to magnetic fields	No	Yes
Compactness and light weight	No	Yes

Tabela comparativa em documentação da Broadcom

Na figura 5 – temos um arranjo típico dos fotodiodos de avalanche (SPAD) num chip para formação do sinal.

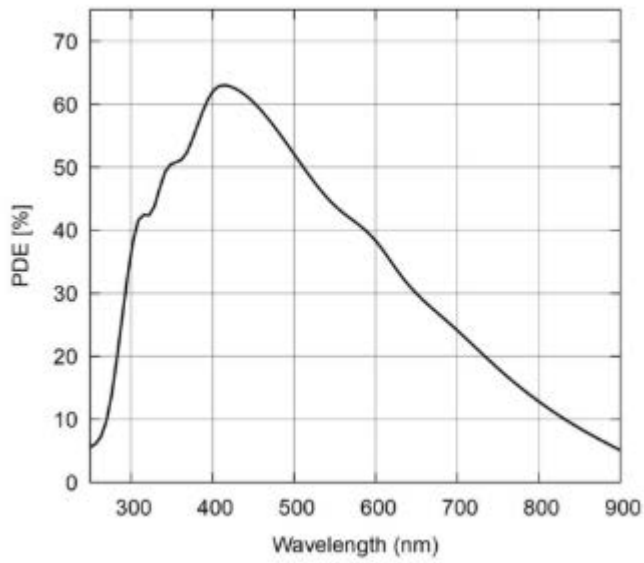


Figura 4 – Sensibilidade espectral típica

Uma outra característica importante deste tipo de dispositivo é a sua resposta da pulsos para diferente número de fótons mostrada na figura 6.

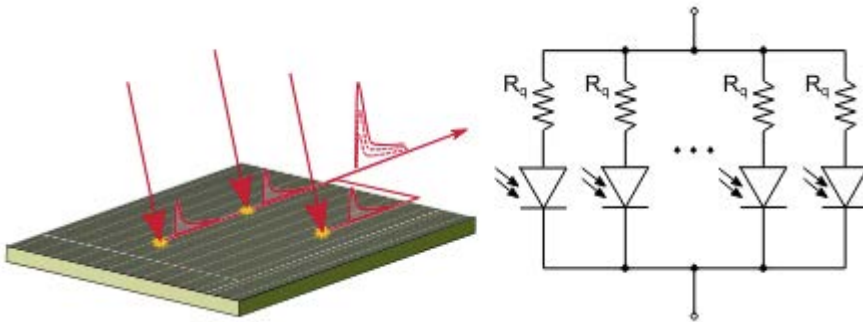


Figura 5 – Arranjo dos elementos sensores

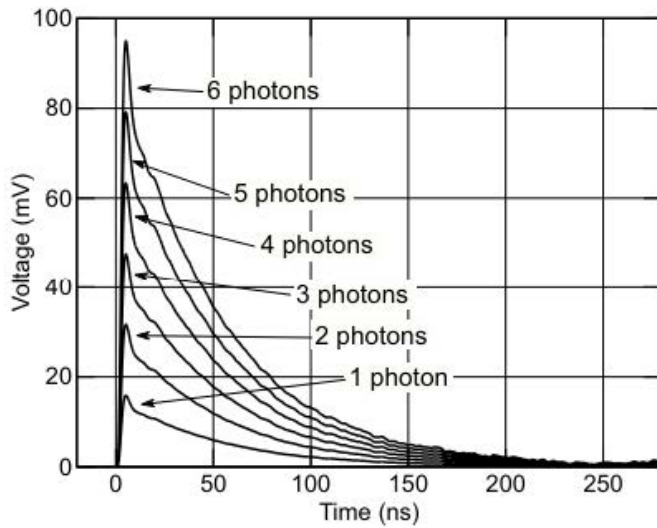


Figura 6 – Resposta a pulsos

**O AFBR-S4P11P012R – FOTOMULTIPLICADOR DE DOIS CANAIS DE BROADCOM**

É claro que não poderia faltar neste artigo um componente prático para que os nossos leitores pensem no seu projeto. Disponível na Mouser Electronics pelo link que damos no final do artigo, ele pode fazer parte de seu próximo projeto inovador.

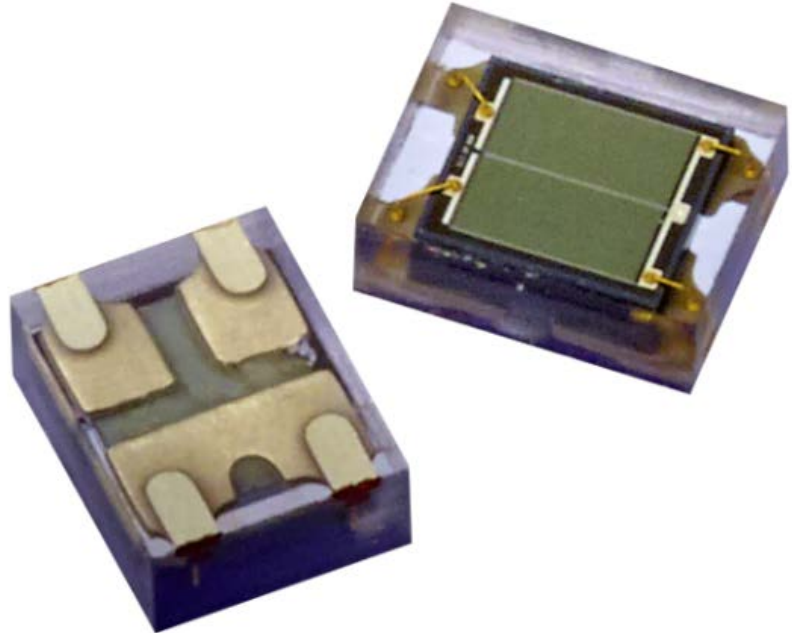


Figura 7 – O AFR11P012R da Broadcom

O fotomultiplicador de canal duplo Broadcom AFBR-S4P11P012R é um fotomultiplicador de silício (SiPM) otimizado para detecção ultrasensível de luz na região do infravermelho próximo do espectro eletromagnético. Este chip de silício é encapsulado em um pacote robusto de estrutura de chumbo moldado por meio de um composto de resina que é altamente transparente aos comprimentos de onda vermelho e infravermelho.

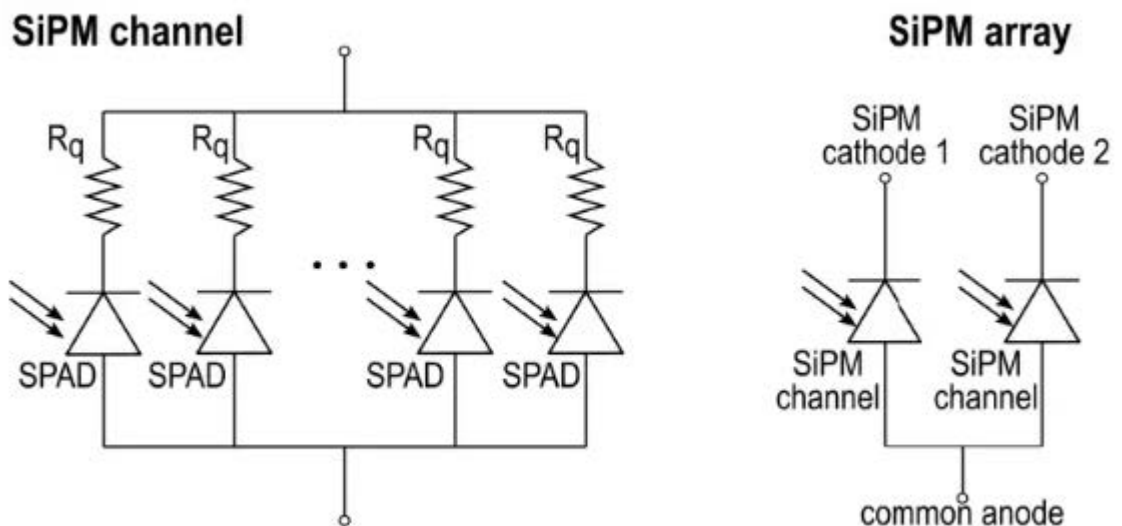


Figura 8 – Diagrama de blocos

O fotomultiplicador AFBR-S4P11P012R combina uma eficiência de fotodetecção muito alta com uma ampla faixa dinâmica devido ao pequeno passo da célula e ao rápido tempo de recarga. Esta região ativa fotomultiplicadora é dividida em dois elementos independentes iguais, que podem ser lidos independentemente ou conectados para obter uma área fotossensível geral. As aplicações típicas incluem alcance 3D (LiDAR), tempo de voo direto (dToF), robótica, drones e biofotônica. Na figura 8 temos o diagrama de blocos.

#### Especificações:

- Faixa espectral de 500 nm a 980 nm
- 1,57 - índice de refração de resina típico
- Eficiência de detecção:
  - » 28% de PDE em  $\lambda = 905$  nm
  - » 26% de PDE em  $\lambda = 650$  nm
  - » 37% PDE em  $\lambda$ PK
- 61nA corrente escura
- Constante de tempo de recarga de 15ns
- Tensão de ruptura máxima de 37,5V
- Capacitância terminal nominal de 38pF

#### Mais informações em:

AFBR-S4P11P012R Dual-Channel Photomultiplier - Broadcom | Mouser

<https://docs.broadcom.com/doc/Introduction-to-Silicon-Photomultipliers>

## 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



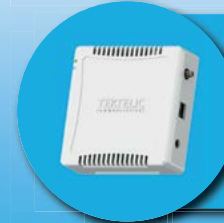
**Kona Macro IOT**

16 RX / 2 TX  
3G/4G Ethernet



**Kona Enterprise**

8 RX / 1 TX  
3G/4G Ethernet



**Kona Micro IOT**

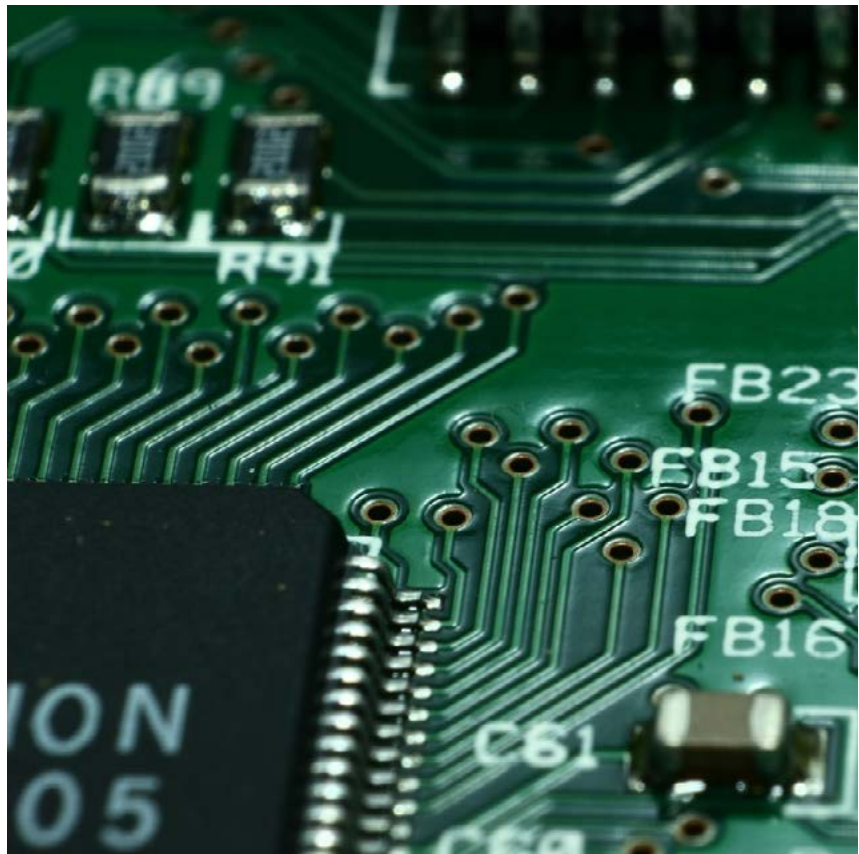
8 RX / 1 TX  
3G/4G Ethernet



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



# ORIENTAÇÕES DE PROJETO DE PCB E SOLDAGEM PARA SENSORES MEMS SENSOR COM ENCAPSULAMENTO LGA

≡ Msc. Eng. Antonio Carlos Gasparetti

≡ Eng. Fabio Costa – Area Development  
Manager – Region Sales Würth Elektronik  
GmbH

Este artigo é uma síntese do documento ANM001 - MEMS SENSOR PCB DESIGN AND SOLDERING GUIDELINES o qual fornece as informações necessárias e diretrizes gerais para soldagem e projeto de PCB



para os produtos de sensores MEMS da Würth Elektronik eiSos com um encapsulamento LGA de montagem em superfície.

### **Abreviações usadas neste artigo:**

**GND** Negative supply voltage

**I2C** Inter integrated circuit

**LGA** Land Grid Array

**MEMS** Micro-electro-mechanical system

**PCB** Printed circuit board

**LSB** Least significant bit

**VDD** Positive supply voltage

**PCB** Printed Circuit Board

### **O ENCAPSULAMENTO LGA**

LGA (Land Grid Array) é um tipo de encapsulamento para montagem superficial de circuitos integrados. Consiste em uma grade de contatos na parte inferior do pacote que fazem contato com a placa de circuito impresso (PCB) por meio de soldagem. Aqui estão alguns pontos-chave sobre o LGA:

1. Design: O pacote LGA possui uma superfície plana com uma matriz de terras (pontos de contato) que se conectam à PCB.
2. Vantagens: Pacotes LGA oferecem bom desempenho elétrico, conexões de alta densidade e gerenciamento térmico confiável. Eles são adequados para aplicações de alta velocidade e alta potência.
3. Aplicações: Comumente usados em microprocessadores, FPGAs e outros circuitos integrados de alto desempenho.
4. Montagem: O processo de montagem envolve colocar o pacote LGA na PCB com pasta de solda aplicada às terras. A montagem é então aquecida em um forno de refusão para criar uma conexão sólida.

Os encapsulamentos LGA são amplamente utilizados em eletrônicos modernos devido ao seu desempenho robusto e “design” compacto.

Diretrizes para projeto de placas de circuito impresso PCB para o encapsulamento LGA devem seguir recomendações e regras necessárias para que o funcionamento do MEMS seja garantido dentro dos parâmetros técnicos especificados, melhorando a qualidade e prevenindo falhas ou fontes de potenciais defeitos na montagem. O projeto da PCB deve seguir minimamente as recomendações a seguir.

- Observar no projeto e “layout” da PCB a área livre sob ou no interior da PCB no caso de PCB multiníveis (“multilayers”) utilizada e reservada para o sensor MEMS como mostra a figura 1.

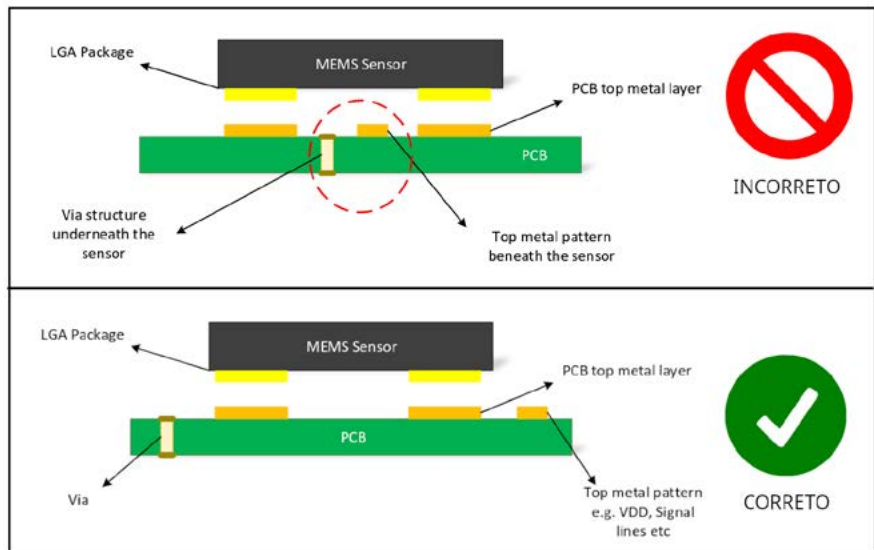


Figura 1. Exemplo de projeto correto e incorreto de PCB considerando a utilização de MEMS LGA.

- A abertura da máscara de solda externa à área do PCB é altamente recomendada, de acordo com a figura 2.

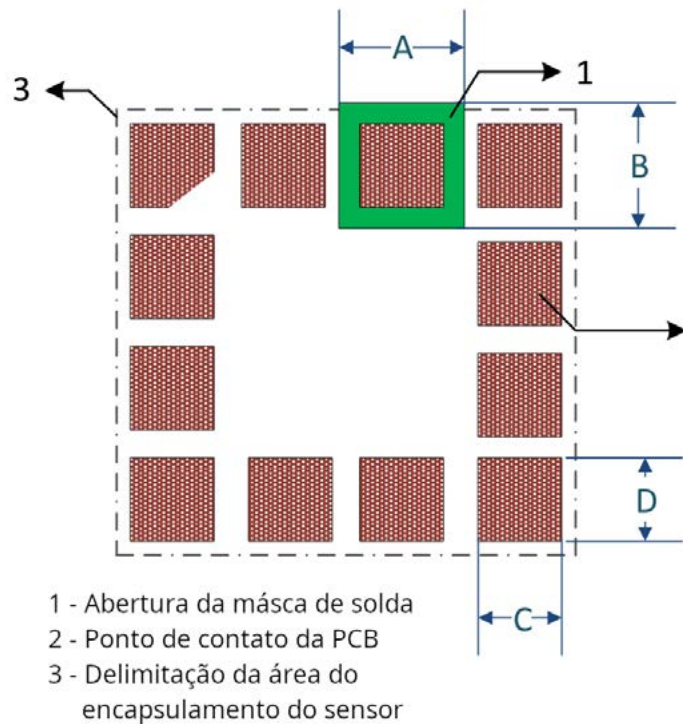


Figura 2 – Detalhes e recomendações da geometria e dimensões dos pontos de contato da PCB e máscara de solda para encapsulamento LGA

- Definir uma área de exclusão para o sensor. Qualquer estrutura abaixo do sensor deve ser evitada. As trilhas conectadas às “pads” devem ser o mais simétricas possível. Simetria e equilíbrio nas conexões das “pads” ajudarão o sensor a se auto-alinhar, o

que leva a um melhor controle da redução da pasta de solda após o refluxo, conforme mostra a figura 3.

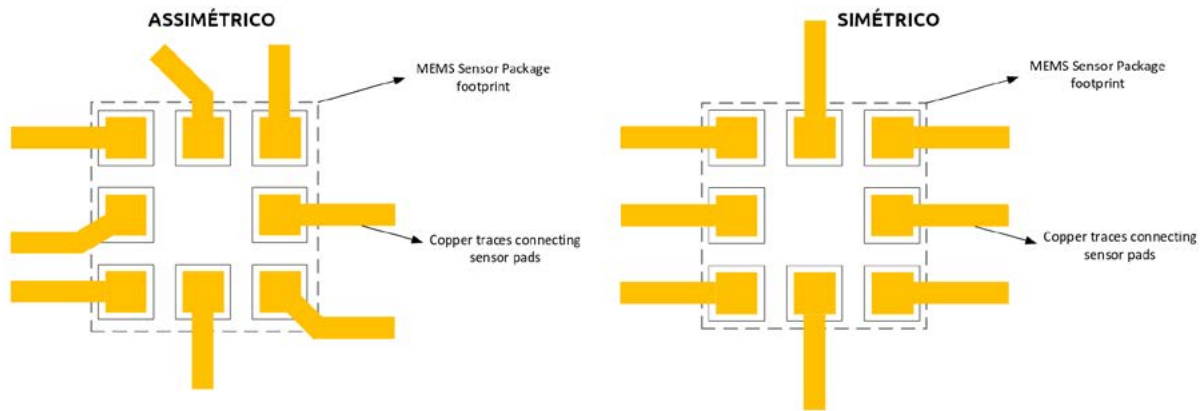
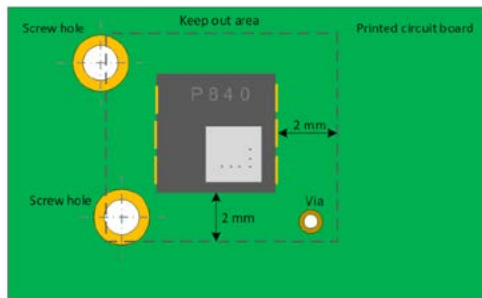
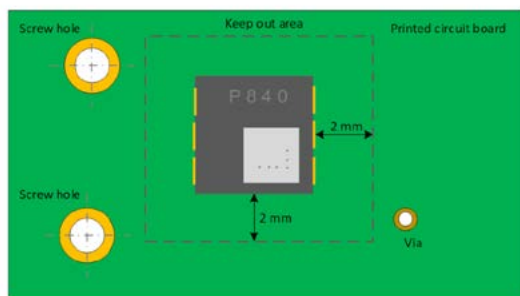


Figura 3. Trilhas conectadas às “pads”

- Os furos de montagem para parafusos a uma distância maior que 2 mm do sensor para obter um desempenho ótimo do sensor, como ilustra a figura 4.



Componentes (furos)  
**dentro** da área do  
sensor que deve estar livre



Componentes (furos)  
**fora** da área do  
sensor que deve estar livre

Figura 4. Área do sensor que deve se manter livre

- Separar terra digital e terra analógico na PCB, se houver espaço ou camada suficiente disponível. Os pulsos grandes e agudos das transições de corrente digital podem afetar os sinais analógicos precisos se os dois sinais não estiverem separados.

## RECOMENDAÇÕES PARA SOLDAGEM

As seguintes recomendações de soldagem devem ser levadas em consideração para um design comum de PCB e práticas industriais.

## **Antes da soldagem**

- Evite o roteamento de trilhas e vias abaixo do sensor. Os sinais ativos roteados sob o sensor podem interferir no sensor MEMS, afetando seu desempenho.
- Não é necessário ter trilhas largas na linha VDD/GND, pois o consumo de energia dos sensores MEMS é muito baixo.
- Para obter o melhor desempenho do sensor, projete um plano de aterramento sob o sensor para reduzir o ruído do sinal da PCB.
- A colocação do sensor MEMS na PCB deve evitar locais próximos a fontes de calor, como microprocessadores, baterias, controladores gráficos etc.
- Botões, parafusos e pontos de fixação da PCB podem produzir estresse mecânico na PCB; portanto, a colocação do sensor próximo a esses componentes deve ser evitada.
- A flexão da PCB induzirá estresse mecânico no sensor, influenciando assim o desempenho do sensor.

## **Após a soldagem**

- Em geral, vibrações ressonantes de alta amplitude da PCB devem ser evitadas, pois podem danificar a estrutura dos MEMS.
- A espessura da pasta de solda deve ser uniformizada para reduzir o estresse inconsistente no sensor.
- A pasta de solda deve ser o mais espessa possível para reduzir o estresse de desacoplamento e evitar que a máscara de solda da PCB toque no encapsulamento do dispositivo.

## **Recomendações para design de estêncil e pasta de solda**

Para um processo de montagem adequado do sensor MEMS, a espessura e o padrão da pasta de solda são muito importantes.

- Estabelecer uma espessura de estêncil de 90 - 150  $\mu\text{m}$  (3,5 - 6 mils) para serigrafia.
- Estênceis de aço inoxidável são recomendados para a aplicação da pasta de solda.
- As aberturas das pads de sinal do estêncil devem estar entre 70% e 90% da área das pads da PCB.
- Para melhor liberação da pasta de solda, as paredes das aberturas sejam trapezoidais e os cantos arredondados.
- O estêncil e a montagem do circuito impresso devem estar alinhados dentro de 25  $\mu\text{m}$  (1 mil) antes de aplicar a pasta de solda.

## **Recomendações para o processo de fabricação**

- Para reduzir o estresse residual nos componentes, a inclinação da temperatura de resfriamento recomendada não deve exceder  $-3^{\circ}\text{C/s}$ .
- Pacotes LGA mostram traços metálicos nas laterais do pacote, portanto, não é permitido refluxo de material de solda nas laterais do pacote.

- O volume final da pasta de solda aplicada a uma única pad da PCB deve ser menor que 20% do volume da pasta de solda de todas as pads de um dispositivo.
- Não é possível definir um perfil de soldagem específico apenas para os sensores. O perfil de soldagem depende do número, tamanho e colocação dos componentes na placa de aplicação.
- Deverá ser usado um perfil de refluxo de tempo e temperatura baseado no design da PCB e no conhecimento de fabricação.
- Pasta de solda sem limpeza é recomendada para a montagem do sensor MEMS para evitar etapas adicionais de limpeza.
- Sensores com superfície de abertura na parte superior devem ser manuseados com cuidado.
- Não pegar o componente com ferramentas a vácuo que façam contato direto com a abertura do sensor.

## BIBLIOGRAFIA

Würth Elektronik GmbH ANM001 - MEMS Sensor PCB Design and Soldering Guidelines Sensors with LGA Package version 1.1 ©January 2021 [www.we-online.com/sensors](http://www.we-online.com/sensors)

# As Trapaalhadas do Eltron

Ter acesso a serviços de emergência é muito importante e para isso existem muitos aplicativos. É claro que alguns exageram na segurança e podem não ser tão simples obter acesso.

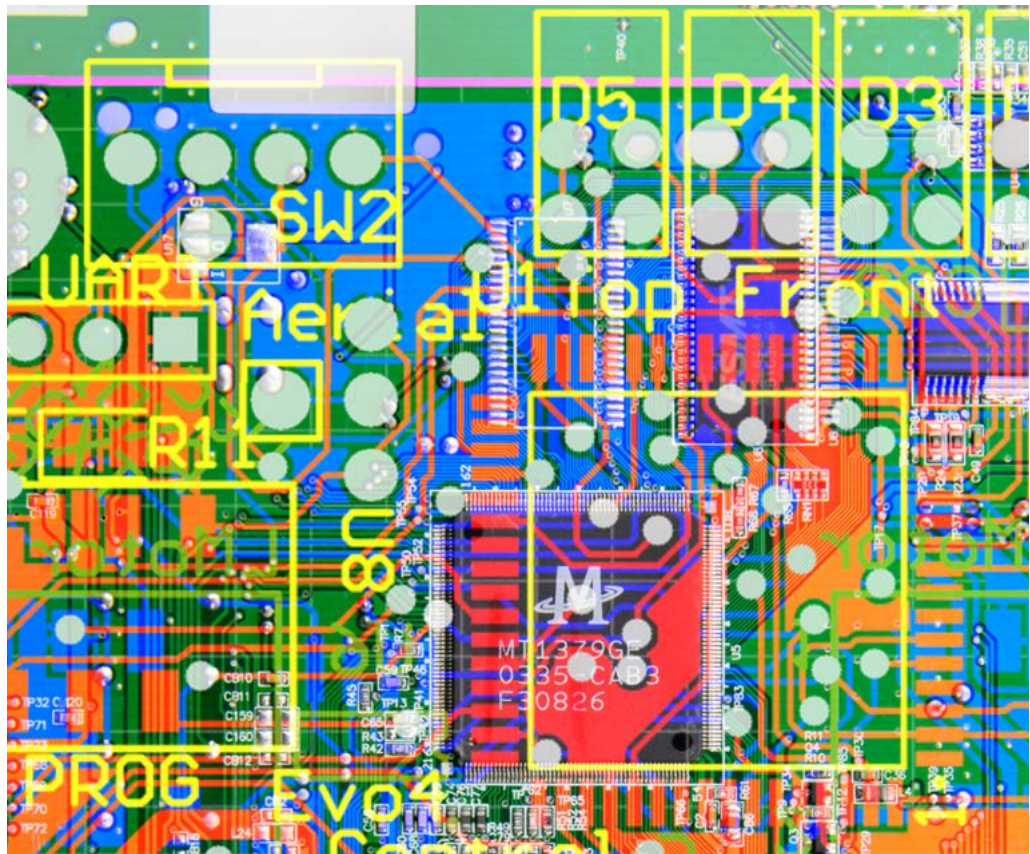
O Eltron descobriu isso numa situação bem desagradável quando saiu para uma de suas caminhadas.

Desbloqueie seu celular e digite sua senha de 8 dígitos para ter acesso ao serviço de socorro de emergência...

As TRAPALHADAS  
do Eltron



Murilo

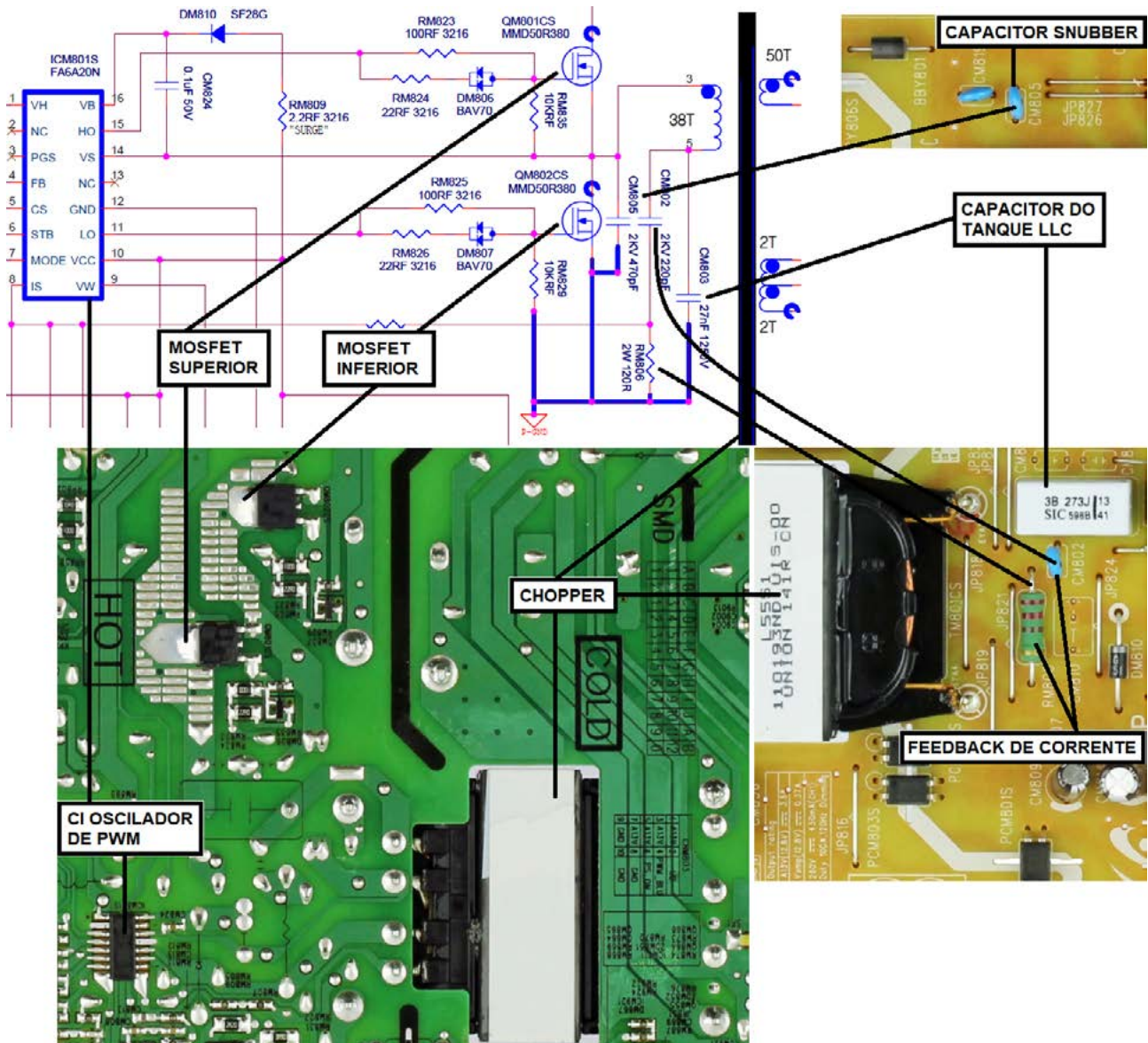


# FONTE CHAVEADA DE TOPOLOGIA LLC

≡ Luis Carlos Burgos

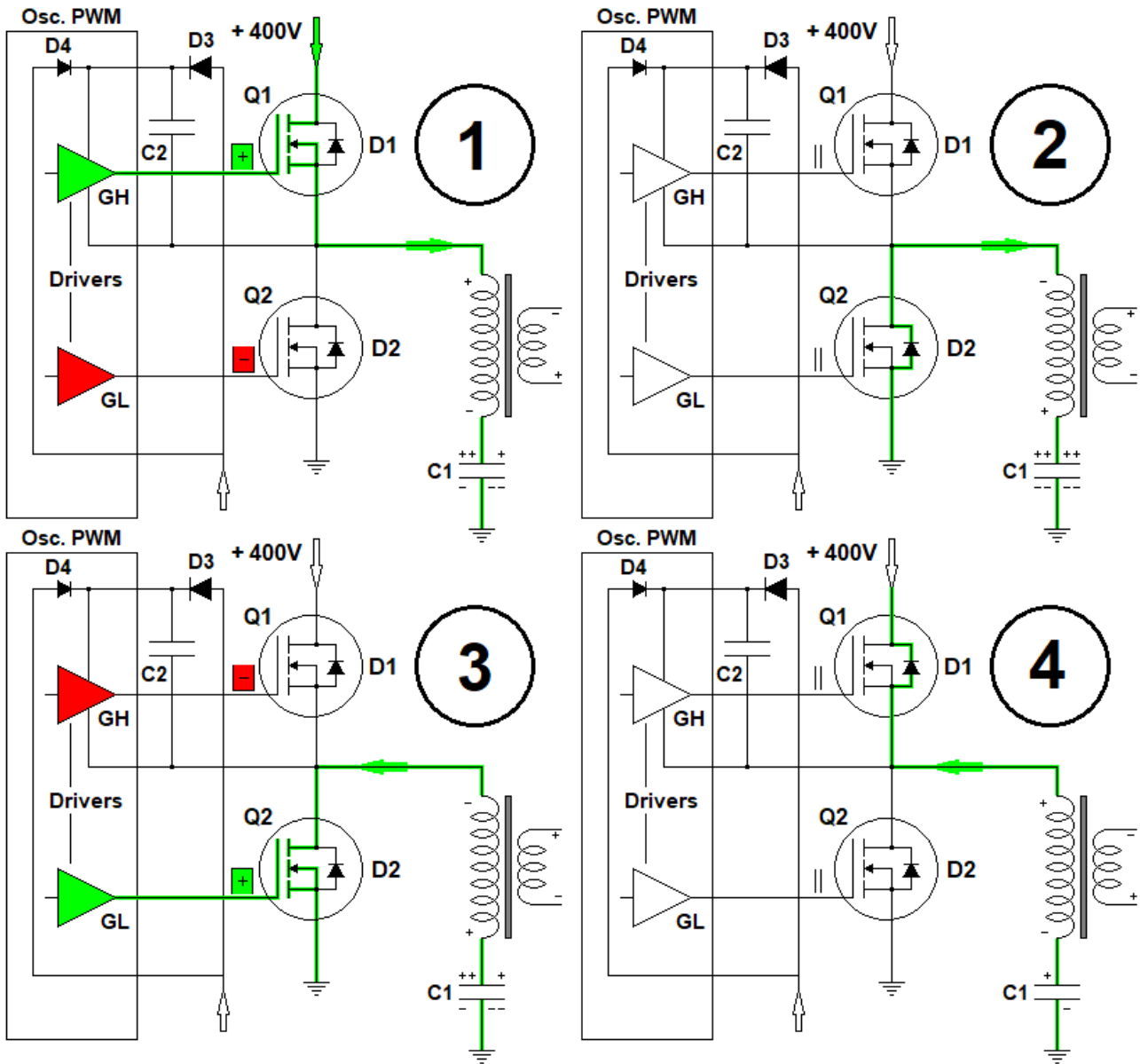
Este tipo de fonte usa um conversor DC-DC com dois transistores MOSFETs ao invés de um único.

O dreno de um deles (transistor de cima) vai ligado na linha de +B de 390 V do PFC ativo e o source do outro (transistor de baixo) ao terra do circuito. O source do transistor de cima é ligado ao dreno do transistor de baixo, este ponto conectado ao primário do transformador chopper e em série com ele há um capacitor de poliéster de algumas dezenas de nF com tensão de trabalho acima de 600 V. Esta configuração chama-se meia ponte ou half bridge ou ainda LLC, dois indutores e um capacitor em série formando um circuito tanque. A indutância normal e a pequena indutância de fuga do chopper em série com o grande capacitor de poliéster em série com o transformador já citado. Observe a seguir um conversor DC-DC com esta topologia, conforme podemos ver na figura 1.



QM801 é o MOSFET superior com o dreno ligado na tensão de 390 V proveniente do PFC ativo e QM802 é o MOSFET inferior com o source ligado ao terra. No meio deles está ligado o primário do transformador chopper e um dos pinos do CI oscilador de PWM ligado ao driver do MOSFET superior. Em série com o primário do transformador há um capacitor de 27 nF x 1250 V CM803 formando o circuito tanque LLC. Os gates dos MOSFETs recebem um sinal PWM do CI oscilador, porém com o mesmo ciclo ativo e invertidos. Assim os transistores conduzem alternadamente gerando o PWM entre eles. Desta forma teremos a circulação de corrente alternada pelo circuito tanque LLC e a indução das tensões nos secundários do chopper. A circulação da corrente pelo primário do chopper produz uma tensão entre CM802 e RM806, usada como sensor de corrente pelo CI oscilador. O capacitor CM805 em paralelo com o MOSFET inferior amortece o pico de tensão acima de 400 V gerada pelo chopper quando este transistor corta. Os MOSFETs deste conversor LLC são do tipo SMD.

COMO FUNCIONA O CONVERSOR “HALF BRIDGE” LLC COM O CAPACITOR ATERRADO



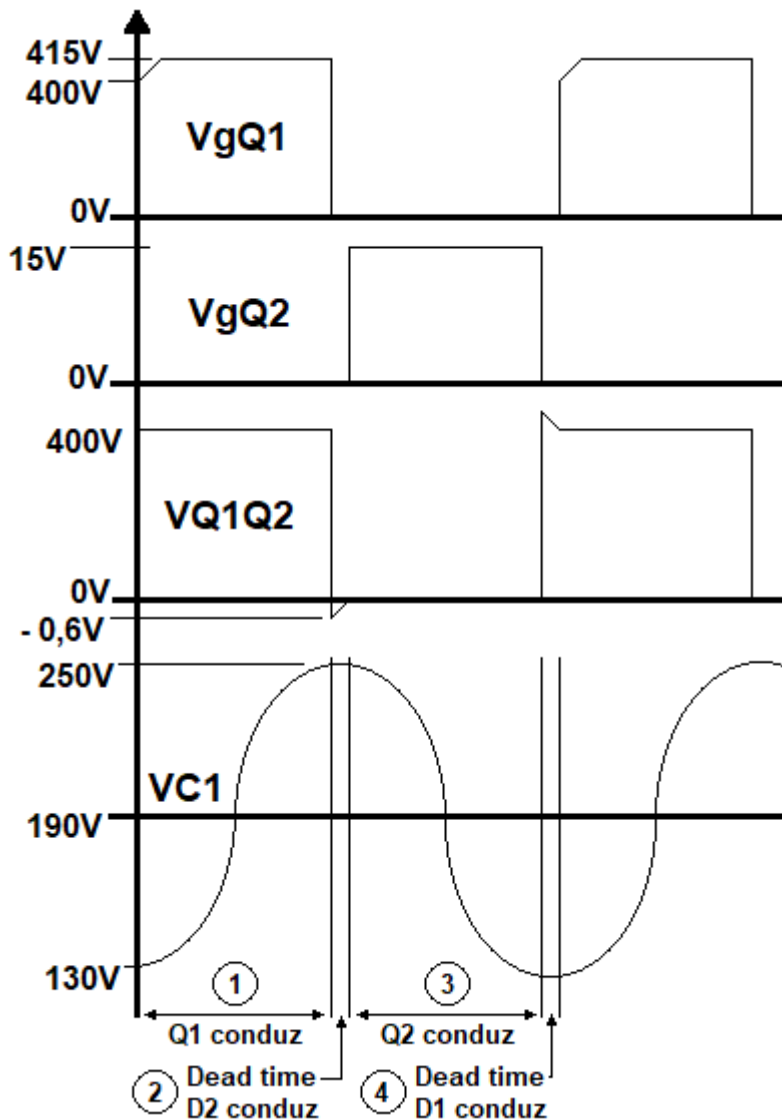
Conforme podemos ver na figura 2, dividimos o funcionamento do circuito em quatro etapas indicados pelos números de 1 a 4 e as linhas pintadas em verde mostram a circulação de corrente pelos MOSFETs, diodos internos e circuito tanque LLC. Explicarei cada etapa:

1. O pino GH do CI vai a nível alto e ativa Q1, enquanto do pino GL está a nível baixo e mantém Q2 desligado. A corrente começa a subir no primário do chopper carregando C1, fazendo a tensão nele subir também. A tensão no secundário do chopper fica negativa no terminal de cima e positiva no terminal de baixo. O chopper acumula energia magnética;
2. O pino GH do CI vai a nível baixo e desliga Q1. Como Q2 se mantém desligado, temos aí um “dead time”, pequeno intervalo de tempo com os transistores desligados para evitar que em algum momento os MOSFETs tenham possibilidade de conduzir ao mesmo tempo. Neste “dead time” a corrente no chopper diminui



e gera uma tensão negativa no dreno de Q2, fazendo o diodo interno dele D2 conduzir e terminar de carregar C1 que agora está com a tensão mais alta nos terminais. O secundário do chopper muda de polaridade;

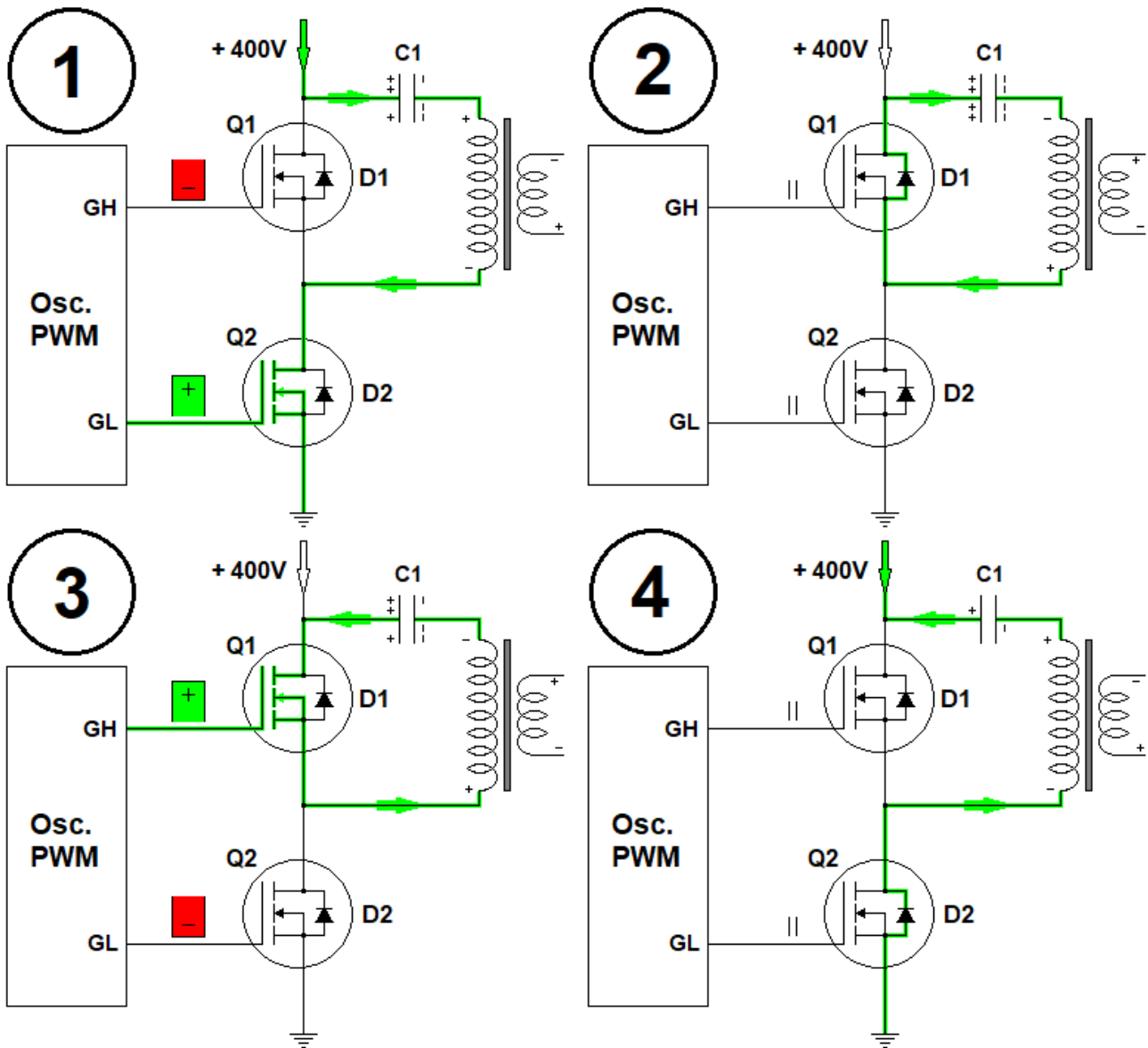
3. O pino GL do CI vai a nível alto e liga Q2. Q1 fica desligado. C1 descarrega via primário do chopper, subindo a corrente no chopper em sentido contrário e a tensão no secundário. A tensão em C1 vai caindo e, a partir de um certo ponto, também a corrente no chopper.
4. O pino GL vai a nível baixo, desliga Q2 e temos outro "dead time". O campo magnético do chopper encolhe, a tensão induzida muda de polaridade fazendo D1 conduzir e terminar a descarga de C1 que agora fica com a tensão mínima. O ciclo se repetirá teremos uma tensão senoidal no capacitor C1. Veja na figura 3 algumas formas de ondas envolvidas neste circuito.



Obviamente estas formas de onda são as ideais, mas as formas verdadeiras são próximas destas. A tensão no capacitor C1 varia dentro de uma referência de tensão contínua cerca da metade da tensão de alimentação do circuito de potência. Então varia de 130 a 250 V com a

referência de 190 V. Este circuito não muda o ciclo ativo dos MOSFETs. O controle da tensão de saída é pela variação de frequência. O valor da tensão de pico a pico (Vpp) em C1 varia de acordo com a carga ligada na saída da fonte. Quanto maior a frequência, menor a tensão de saída da fonte, pois variações muito rápidas na condução e corte dos MOSFETs não dão muito tempo para armazenar energia no primário do transformador quando ocorrer a mudança de estado dos transistores. Ao ligar este conversor, ele inicia com uma frequência muito alta (tensão baixa na saída) e depois vai diminuindo gradativamente para o regime normal de funcionamento. É um procedimento chamado “soft start” ou partida suave. As frequências de trabalho destes conversores LLC variam entre 50 KHz e 400 KHz.

**COMO FUNCIONA O CONVERSOR “HALF BRIDGE” LLC COM O CAPACITOR NA LINHA DE +B 390 V**

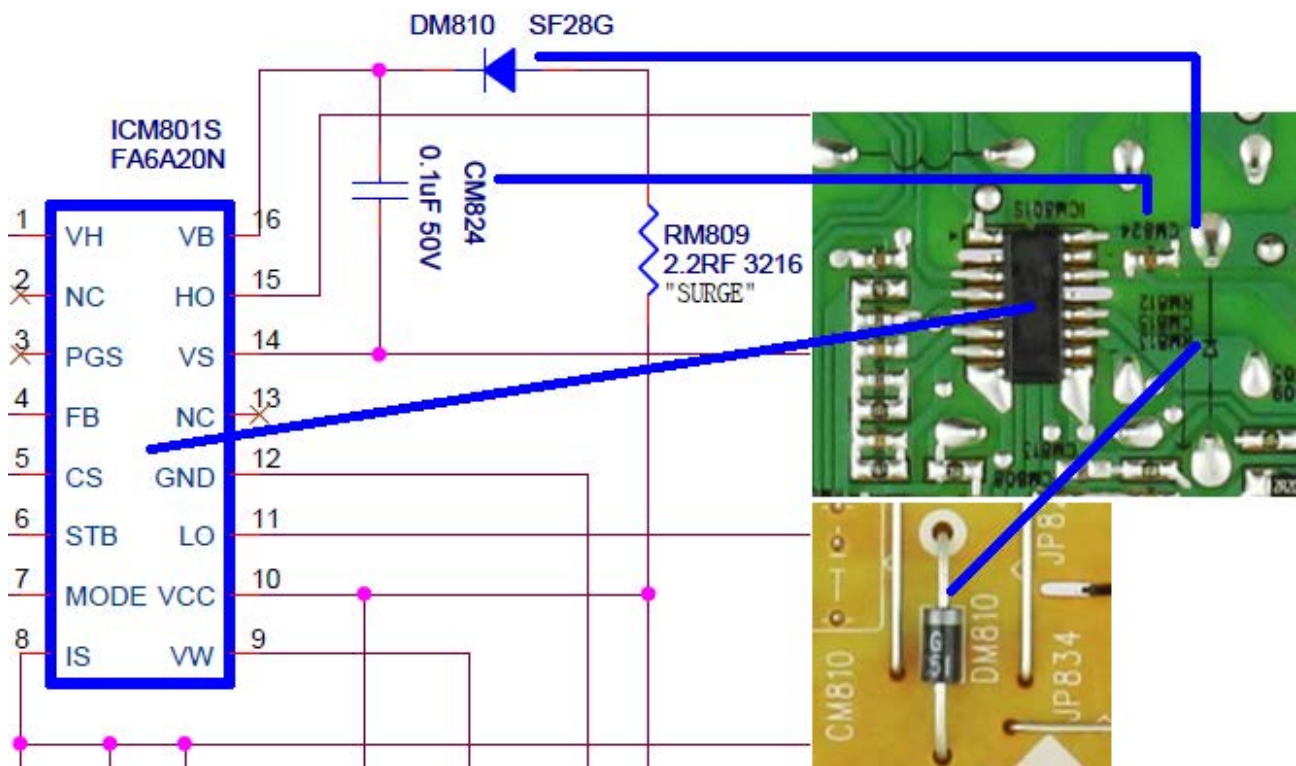


1. O gate de Q1 vai a nível baixo mantendo este transistor desligado enquanto Q2 liga. C1 inicia a carga lentamente via chopper e Q2, gerando uma tensão no secundário do transformador.

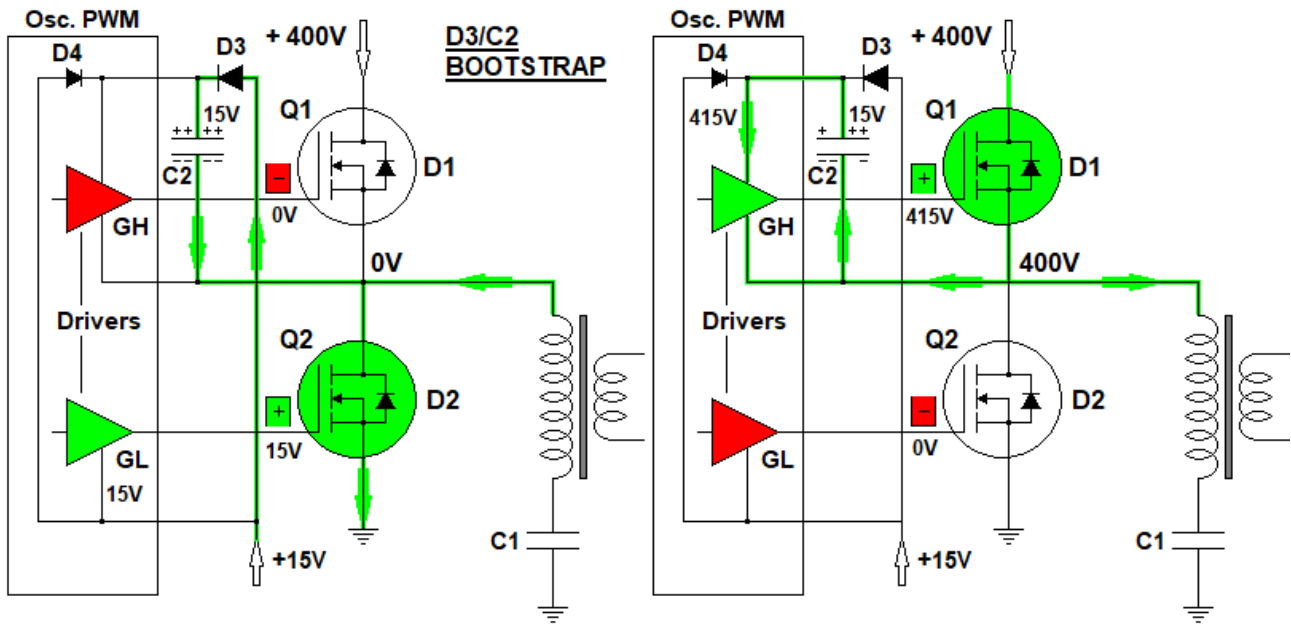
- Quando Q2 desliga, temos um “dead time”, a corrente no primário do chopper diminui assim como o campo magnético, inverte a tensão nos seus dois enrolamentos fazendo D1 conduzir e completar a carga do capacitor até cerca de 250 V.
- Quando Q1 liga, inicia a descarga de C1 e a corrente do primário do chopper começa a subir, assim como a corrente e a tensão no secundário.
- Quando Q1 corta, temos outro “dead time”, a corrente e o campo magnético no chopper diminuem, inverte a tensão no primário e secundário dele, D2 conduz e a tensão no lado direito de C1 fica maior que 400 V produzindo um caminho para a descarga do capacitor via D2 e o primário do transformador. A partir daí Q2 conduz novamente e o ciclo se repete. A carga mínima do capacitor fica entre aproximadamente 120 e 130 V enquanto a máxima fica entre 250 e 260 V. Observe na mesma figura como este circuito é bem parecido com o primeiro que tem o capacitor ligado ao terra.

### O CIRCUITO “BOOTSTRAP” OU FONTE DE REFORÇO

É um circuito simples formado por um diodo e um capacitor usado para alimentar o driver do MOSFET superior do circuito LLC. Veja o circuito “bootstrap” na figura 5.



D810 e CM824 formam o circuito “bootstrap” desta fonte. Na figura 6 temos o funcionamento.



Quando Q2 conduz, D3 conduz e carrega C2 com 15 V (+B do CI). Quando Q1 conduz, aparece a tensão de 400 V em seu source. Esta tensão soma-se à carga do capacitor C2, resultando em 415 V aplicados no circuito driver e por consequência do gate de Q1 mantendo em condução durante o seu ciclo ativo. Observem como a tensão do gate (415 V) estará sempre 15 V acima da tensão do source (400 V). O driver interno funciona com 0 e 15 V ou 400 e 415 V, sempre uma diferença de 15 V.

Estes conversores LLC são encontrados sempre em fontes de alta potência como por exemplo em televisores LCD, LED ou OLED com telas de 40 polegadas ou maiores, além de outros equipamentos.

A seguir QR codes com aulas interessantes sobre este assunto:



Live sobre o funcionamento dos conversores LLC



Teste de Sinais numa Fonte LLC

A Burgoseletronica Ltda vende cursos e livros técnicos nos endereços a seguir:

<http://burgoseletronica.com.br>

Canal no YouTube:

[www.youtube.com/c/Burgoseletronica05](http://www.youtube.com/c/Burgoseletronica05)



# aureside

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E PREDIAL

**ACESSE O SITE**

[www.aureside.org.br](http://www.aureside.org.br)



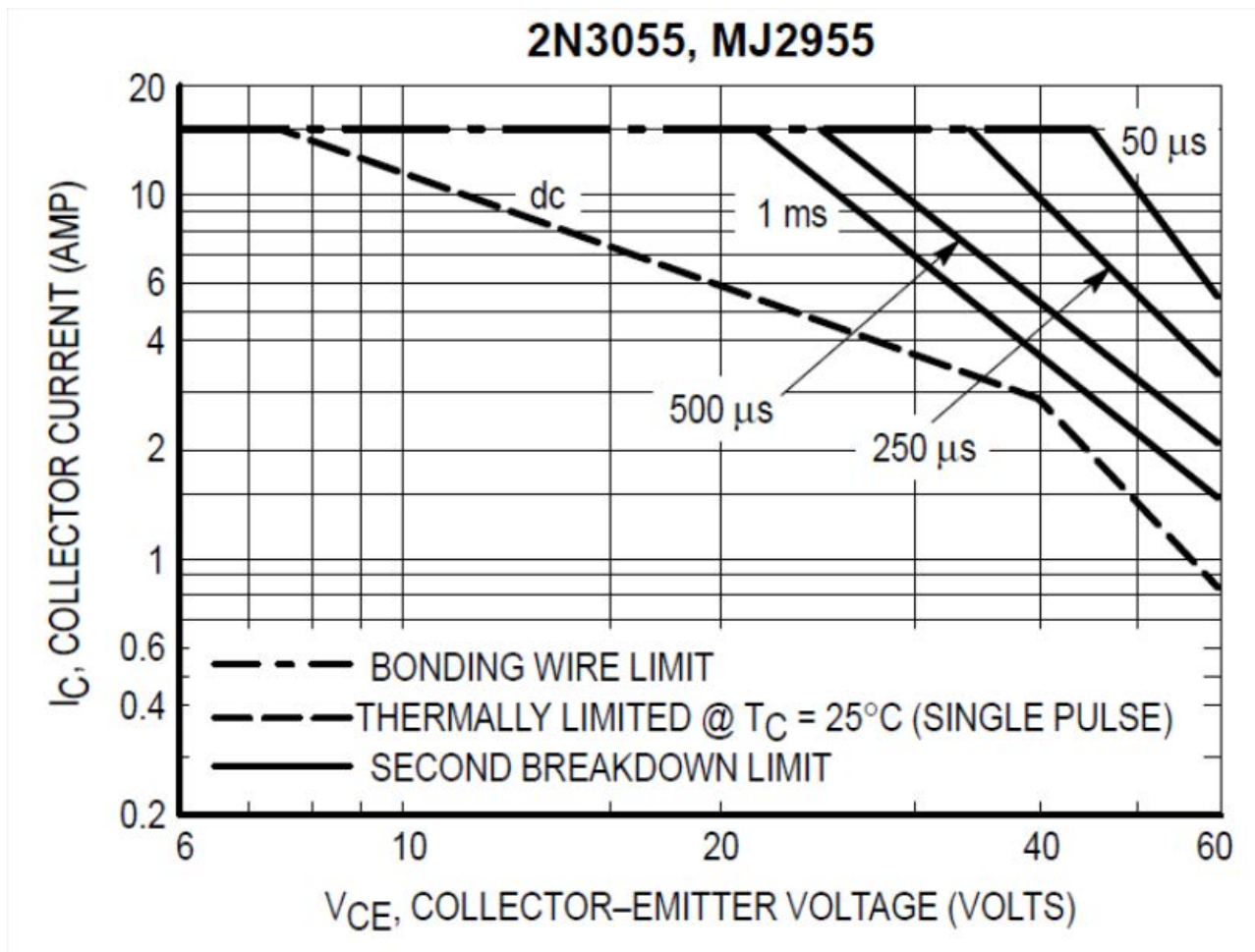
## HÁ 20 ANOS

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

### *Conheça os benefícios exclusivos dos associados da AURESIDE*

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





Segunda ruptura ou "second breakdown"

# A SEGUNDA RUPTURA

≡ **Newton C. Braga**

Nos circuitos que utilizam transistores de potência operando perto dos seus limites, devem ser tomados diversos cuidados para que eles não sejam ultrapassados e com isso ocorra sua queima. Um limite pouco conhecido, e nem sempre observado é o da chamada segunda ruptura. Neste artigo trataremos do assunto, explicando o que é a segunda ruptura e como evitar.

Quando polarizamos uma junção semicondutora no sentido inverso, por exemplo, um diodo, chega o instante em que ela não mais consegue isolar a tensão aplicada e com isso ocorre uma ruptura. A junção perde suas propriedades isolantes e se torna condutor, fluindo uma corrente intensa que normalmente causa a queima do componente.

Outros componentes, como os diodos zener, aproveitam esta tensão de ruptura para manter a tensão de seus terminais, operando com intensidades que não causam sua queima. No entanto, para os transistores de potência, existe um fenômeno que ocorre e que é mostrado em algumas curvas SOA, denominado TU ou Segunda Ruptura ou em inglês “second breakdown”.

Esse fenômeno ocorre na polarização direta, e se não for observado pode causar a queima do componente. Na figura da entrada do artigo, temos uma curva SOA em que esta segunda ruptura é mostrada.

Trata-se de um fenômeno que ocorre numa junção de um transistor de potência (e de outros componentes também) quando a tensão, corrente e a dissipação de potência são altas, mas ainda abaixo dos limites admitidos para um funcionamento seguro.

O que ocorre é que em um transistor ideal, quando em condução espera-se que a corrente de coletor se distribua uniformemente na área correspondente da pastilha de silício, e com isso a potência gerada também se distribua de modo uniforme. No entanto, na prática não é isso que ocorre. Podem existir pequenas áreas em que a corrente é maior formando assim pontos quentes ou “hot spots” se adotarmos o termo em inglês.

Quando o componente é comutado, tanto quando ligam como desligam, estes pontos quentes que se formam podem causar a sua queima,

O fenômeno deve-se ao fato de que os portadores minoritários de carga do material semicondutor possuem um coeficiente negativo de resistência em relação à temperatura, ou seja, sua resistência diminui quando a temperatura aumenta. Para se evitar a segunda ruptura existem cuidados importantes a serem observados no uso dos transistores, e outros componentes que podem manifestar o problema.

Os principais cuidados são:

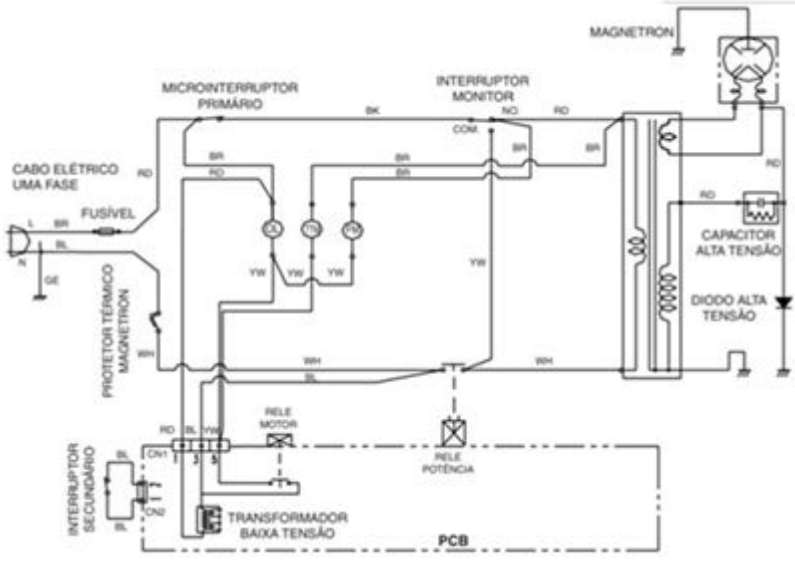
- a. Manter a dissipação dentro dos limites determinados pelas características do componente
- b. Usar um snubber para evitar a dissipação excessiva nos momentos em que o componente é comutado
- c. Cuidar para que o componente opere dentro da área de operação segura.
- d. Observar na qualidade do transistor se ele é fabricado com uma tecnologia que permita uma distribuição uniforme da corrente para se evitar o problema
- e. Trabalhar no projeto com uma polarização de base que ajude a reduzir rapidamente a corrente no componente no desligamento.

## CONCLUSÃO

Dois transistores, mesmo que sejam do mesmo tipo, não são iguais. Por esse motivo é importante consultar seus limites de operação dados pelo fabricante para garantir que, dentro das tolerâncias admitidas, eles permaneçam sempre em condições seguras de funcionamento.

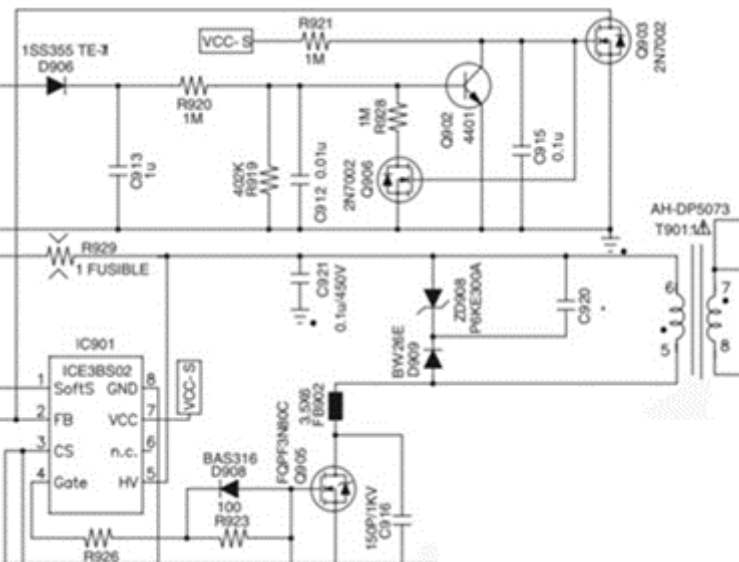
<b>Ficha:</b> 085	<b>Defeito:</b> O forno para de funcionar após alguns minutos
<b>Marca:</b> Electrolux	<b>Aparelho/Modelo:</b> Forno de Microondas MEF41
<b>Autor:</b> Alexandre J. Nário	

Comecei o exame desligando o transformador e descarregando o capacitor de alta tensão para evitar riscos de choques elétricos. Fiz uma inspeção visual e tudo aparentava normalidade. Com o ohmímetro, verifiquei a continuidade dos microinterruptores da porta. A chave primária apresentou uma resistência de alguns ohms com a porta do microondas fechada. Para o correto funcionamento do aparelho os interruptores devem apresentar obrigatoriamente resistência zero quando seus contatos internos estão unidos e resistência infinita quando abertos. Fiz a troca do microinterruptor primário e o seu devido alinhamento na porta. Após o procedimento, o aparelho voltou a operar normalmente.



<b>Ficha:</b> 087	<b>Defeito:</b> Totalmente Inoperante
<b>Marca:</b> Philips	<b>Aparelho/Modelo:</b> TV LED 32PFL3403
<b>Autor:</b> Alexandre J. Nário	

Como o televisor estava inoperante e com o LED stand by apagado, comecei minhas análises verificando as tensões no primário da fonte chaveada. As tensões de entrada, retificação e filtragem estavam dentro dos valores indicados no esquema elétrico. Com o auxílio de um multímetro analógico, medi as tensões nos terminais do circuito integrado IC901, componente que tem a função de controlar a largura dos pulsos PWM de acordo com a variação de consumo do aparelho, mantendo a tensão de saída estabilizada. Encontrei no terminal 2 (feedback) do IC901, uma tensão pulsante e abaixo dos +5V previstos. Testando os componentes interligados ao terminal 2 do IC901, encontrei o transistor MOSFET SMD Q903 com fugas entre os terminais dreno e source, impossibilitando o integrado IC901 de atuar de forma correta. Feita a substituição do transistor Q903 (2N7002), o aparelho voltou a funcionar novamente.





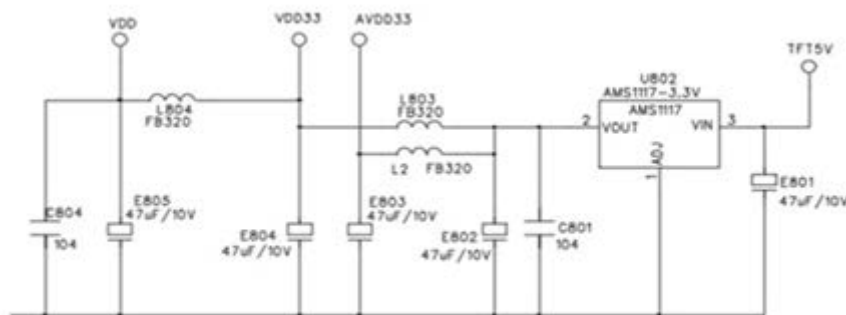
**Ficha:** 086    **Defeito:** Sem Imagem (tela escura)

**Marca:** Philco

**Aparelho/Modelo:** DVD Automotivo PCA-640

**Autor:** Alexandre J. Nário

Primeiramente liguei o aparelho e constatei que tudo funcionava normalmente, com exceção da tela que estava escura (sem imagem). Comecei a verificar as tensões que alimentam a PCI do monitor. Iniciei com os conectores e reguladores de tensão. Testando com o voltímetro o integrado U802, a tensão estava presente apenas na sua entrada. Faltava a tensão de saída +3,3V no terminal 2. Retirei o componente do circuito, fiz um teste de resistência comparada com outro em bom estado e as diferenças de valores confirmaram problemas no U802. O circuito integrado SMD U802 (AMS1117) é um regulador de tensão DC+3,3V, que fornece a tensão para diversos componentes da placa do monitor. O substitui e o aparelho passou a operar normalmente.



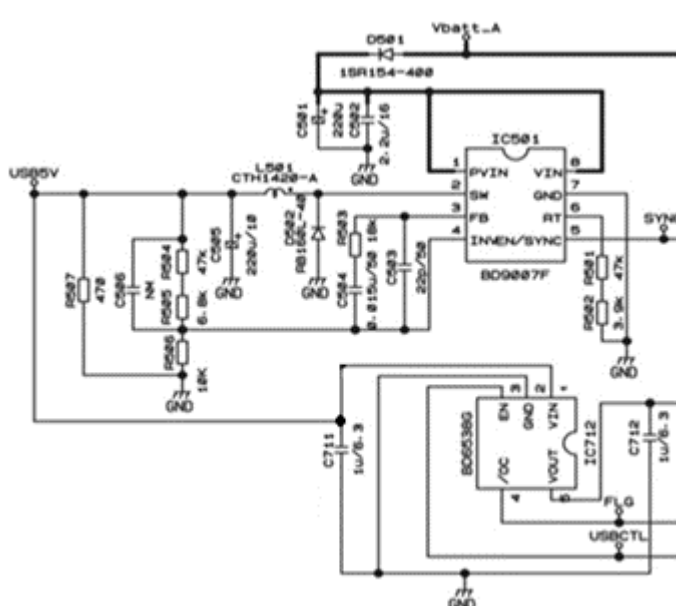
**Ficha:** 088    **Defeito:** Não funciona a porta USB

**Marca:** Pioneer

**Aparelho/Modelo:** Som Automotivo DEH-2250UB

**Autor:** Alexandre J. Nário

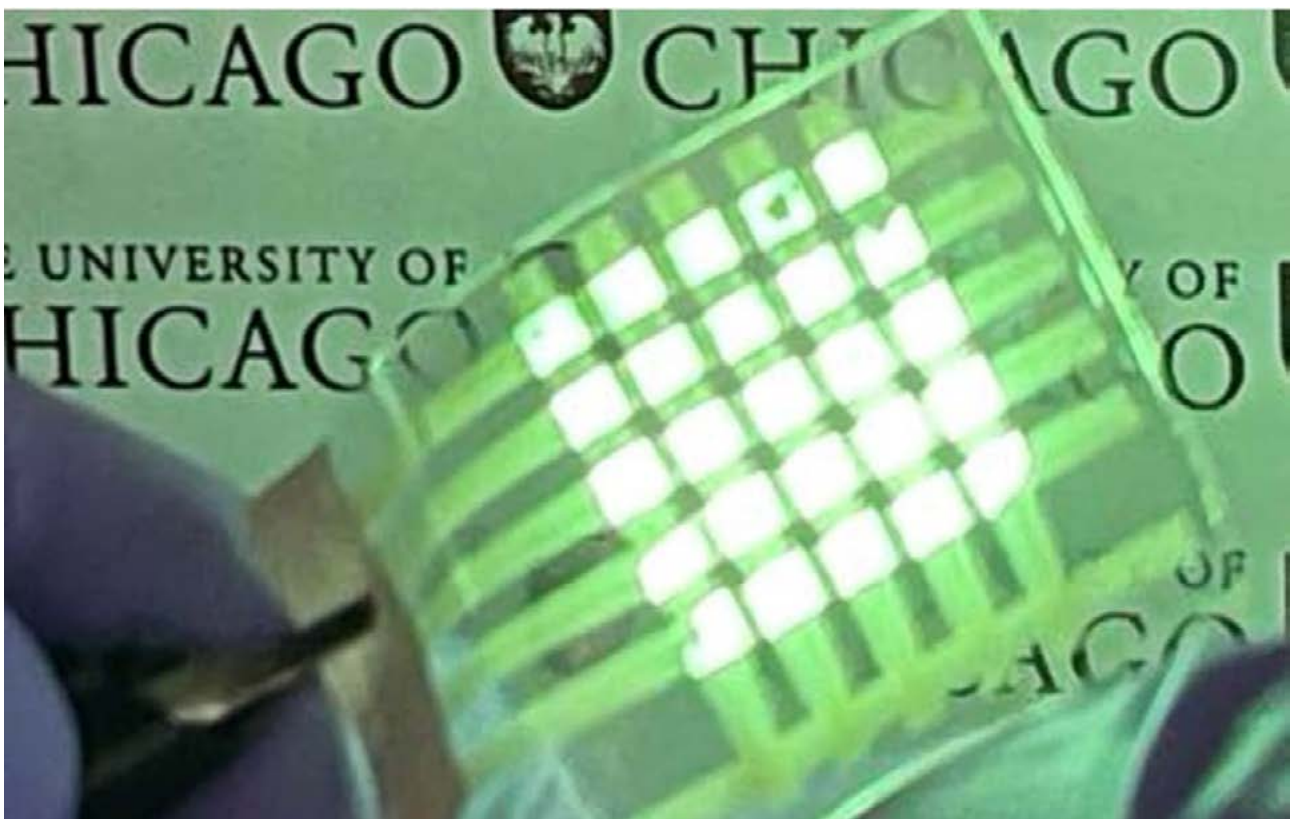
Iniciei o reparo trocando o conector da porta USB que apresentava sinais de desgastes. Mesmo assim o problema persistiu. Verifiquei com o multímetro que a tensão +5V no conector estava ausente. O



integrado IC712 esquentava muito e só tinha tensão na sua entrada (terminal 1). O circuito integrado IC712 (BD6538G) tem a função de realizar o chaveamento da tensão +5V quando algum dispositivo é conectado à porta USB. Não encontrei o componente para fazer a substituição. Analisando o diagrama, notei que a tensão de entrada é a mesma da saída (+5V). Bastou retirar o integrado do circuito e fazer um jumper entre o terminal 1 e 5 na placa para a porta USB voltar a funcionar sem problemas.



# NOTÍCIAS E COMPONENTES



## OLEDs ESTICÁVEIS EM VESTÍVEIS

OLEDs super-esticáveis foram anunciados no final do ano passado (2023) como uma grande promessa para aplicações em vestíveis. A notícia vem da Universidade de Chicago nos Estados Unidos, onde pesquisadores conseguiram desenvolver LEDs orgânicos que podem ser esticados até duas vezes seu comprimento original e ainda continuar a funcionar normalmente. O que se fez foi montar os OLED em folhas de moléculas orgânicas de modo a torná-los flexíveis e esticáveis. Segundo os pesquisadores a meta é fazer com que eles possam ser esticados em alterar o brilho e com isso criar aplicações principalmente na eletrônica dos vestíveis.

### Notícia original:

High-efficiency stretchable light-emitting polymers from thermally activated delayed fluorescence | Nature Materials



Imagem: Sila

### BATERIA DE SILÍCIO PODE CARREGAR EM 10 MINUTOS

A notícia que nos chamou a atenção apareceu na mídia no segundo semestre do ano passado (2023). Foi o desenvolvimento de uma bateria com anodo de silício nano-composto que pode levar a aplicações em veículos elétricos que permitiriam a sua carga em apenas 10 minutos. A bateria Titan Silicon criada por uma empresa do Vale do Silício chamada Sila promete uma revolução no carro elétrico que tem por principal ponto negativo em nossos dias o tempo de carga. Além disso, a bateria promete uma capacidade adicional de carga de 20% o que pode

# Muitos distribuidores fazem todo tipo de promessas



## Simplemente temos um site invejado por todo o setor



**MOUSER**  
ELECTRONICS

**COMPRE COM CONFIANÇA**

representar até 160 km a mais em alguns modelos de carro. Atualmente as baterias podem ser carregadas de 10% a 80% de sua carga em apenas 20 minutos, mas eles prometem que esse tempo poderá ser baixado para 10 minutos.

Link para notícia original em:

Sila Introduces Titan Silicon™, Nano-Composite Silicon Engineered for... (silanano.com)

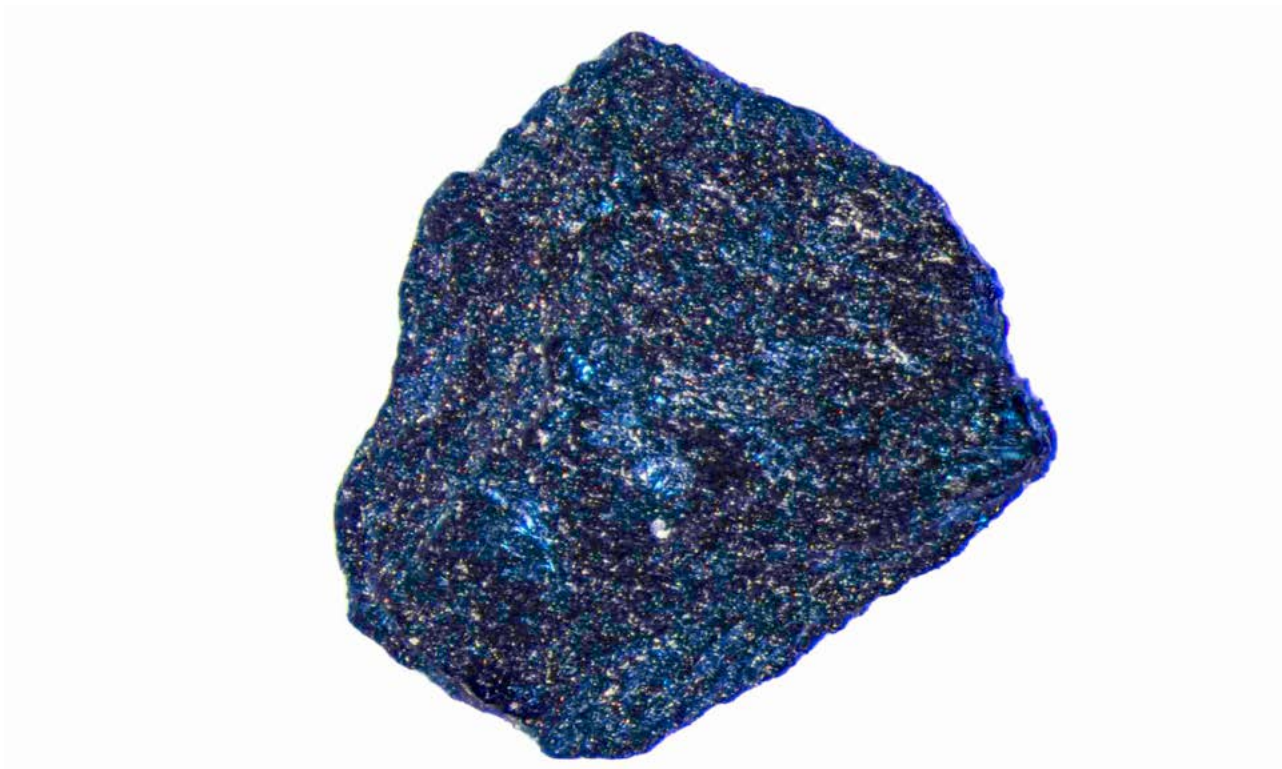


Imagem: Universidade de Rochester – supercondutor de 1 mm de diâmetro

### **SUPERCONDUTOR À TEMPERATURA AMBIENTE**

Um sonho dos pesquisadores é conseguir materiais que sejam supercondutores na temperatura ambiente. Partindo dos que foram descobertos anteriormente cuja supercondutividade ocorre perto do zero absoluto, cada vez mais foram sendo descobertos materiais que são supercondutores a temperaturas mais altas, mas longe da temperatura ambiente. Seria uma maravilha para a tecnologia se conseguíssemos materiais supercondutores na temperatura ambiente, pois seria viável de maneira simples a flutuação magnética de veículos, transmissão de energia sem perdas, computação quântica e outras maravilhas que esperamos no futuro. Mas, ao que parece o futuro está próximo com a descoberta de cientistas da Universidade de Rochester de um material supercondutor a temperatura ambiente e pressões menores. O material denominado redmatter pode ser tornar o primeiro a quebrar a barreira da supercondutividade à temperatura ambiente. O material se tornou supercondutor a uma temperatura de 20,9° C. Veja mais na notícia original em inglês no link abaixo e os comentários também em nossa playlist Trebuchet da Tecnologia.

Viable superconducting material created in Rochester lab: News Center

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>





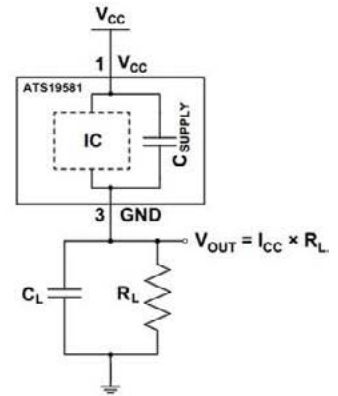
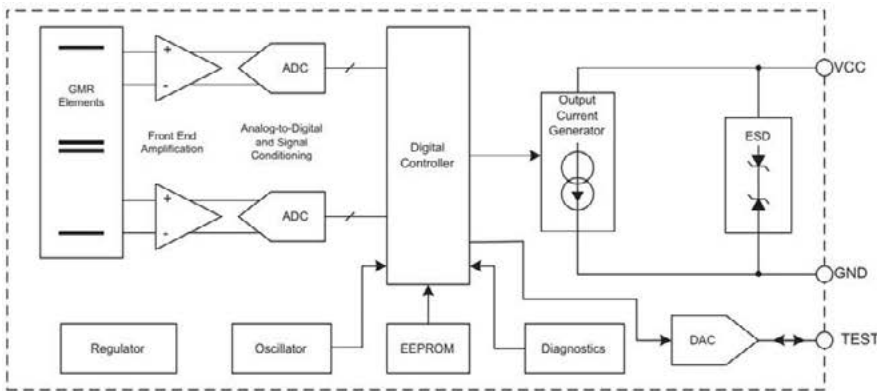
**PLACA DE EXPANSÃO STMICROELECTRONICS X-NUCLEO-OUT12A1**

A STMicroelectronics X-NUCLEO-OUT12A1 Expansion Board é uma placa de expansão de saída digital industrial baseada no ISO808A para STM32 Nucleo. A placa oferece um ambiente poderoso e flexível para avaliar o relé de estado sólido de potência inteligente de alta potência octal ISO808A. O ISO808A possui isolamento galvânico embutido e uma interface de controle SPI de 20MHz em um módulo de saída digital conectado a cargas industriais de 0,7A.



**MATRIZES DE LED LUMILEDS LUXEON COB CORE RANGE PW (GEN 5)**

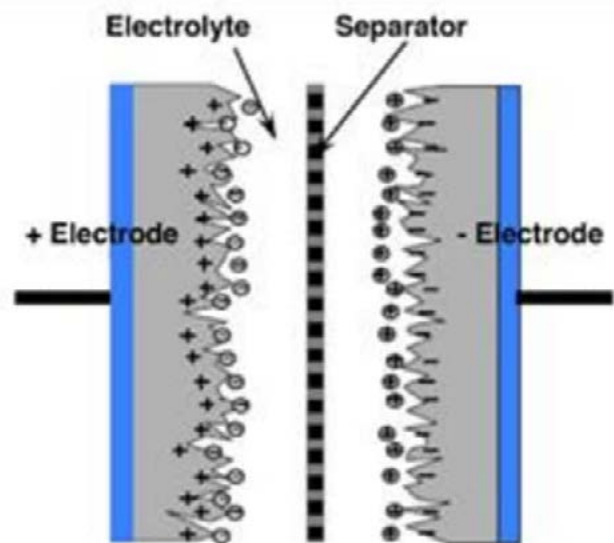
Os Lumileds LUXEON CoB Core Range PW (Gen 5) LED Arrays são projetados para fornecer cores vibrantes, oferecem uma longa vida útil robusta e se encaixam facilmente em designs de luminárias. As matrizes CoB Core Range PW visam aplicações que precisam da mais alta qualidade de luz combinada com desempenho líder de mercado. Vários tamanhos de superfície emissora de luz (LES) e saídas de fluxo atendem a várias aplicações e requisitos. As aplicações incluem holofotes, luzes de trilhos, downlights e luzes baixas.



### SENSOR DE DENTE DE ENGENHAGEM GMR DA ALLEGRO MICROSYSTEMS ATs19581

A Allegro MicroSystems apresenta o ATs19581 Giant Magnetoresistance (GMR) Gear Tooth Sensor ou sensor de dente de engrenagem que oferece um amplo conjunto de recursos para alta flexibilidade, confiabilidade e níveis de desempenho em aplicações de transmissão. Este sensor IC é projetado especificamente para aplicações de transmissão automotiva, incluindo Veículos Elétricos (EVs), onde informações de velocidade/velocidade e direção são necessárias usando alvos ferromagnéticos de dente de engrenagem. O sensor de dente de engrenagem ATs19581 é construído na arquitetura digital SolidSpeed da Allegro e tecnologia GMR de última geração para oferecer detecção de dente de engrenagem robusta e confiável.

$$\text{Ultracapacitor Energy} = \frac{1}{2} CV^2$$



### CÉLULAS ULTRACAPACITORES MAXWELL TECHNOLOGIES AEC-Q200

As células de ultracapacitores AEC-Q200 da Maxwell Technologies são uma solução de armazenamento de energia que suporta tendências em aplicações automotivas, pequenos sistemas UPS, eletrônicos de consumo e industriais e equipamentos médicos. As células ultracapacitores 2.7V 325F (BCAP0324 P270 S19), 2.7V 50F (BCAP0050 P270 S01/X01) e 3.0V 10F (BCAP0010 P300 X11) têm baixo ESR e densidade de alta potência entre a família de células médias e pequenas, que é projetado para otimização de desempenho e sistema em um fator de forma pequeno e de longa duração. A família de células ultracapacitores AEC-Q200 da Maxwell Technologies é a tecnologia de escolha para aplicações de alta energia e alta potência devido à sua vida útil mais longa, baixos requisitos de manutenção e desempenho superior em clima frio em comparação com as baterias.

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)