

revista **INCBELETRÔNICA**

**Como é
Fabricado
um Circuito
Integrado**

**Oscilador Esaki
"O Oscilador
Quântico"**

**Utilizando o
DAC do ESP32**

Sensores Inerciais

SCR - Teoria e Prática

**Cálculos com
Supercapacitores**

**Ferramentas Essenciais
para o Técnico Reparador**

**Fichas de
Service**

Expediente**Revista INCB Eletrônica**

Revista do Instituto Newton C. Braga

Ano 1 – Edição nº 2 - 2021

Editor-chefe

Newton C. Braga

Produção Gráfica – Redação:

Renato Paiotti

Atendimento ao leitor:

leitor@newtoncbraga.com.br

Atendimento ao cliente:

publicidade@newtoncbraga.com.br

Impressão:

Clube dos autores

<https://clubedeautores.com.br>**Conselho editorial:**

Newton C. Braga

Renato Paiotti

Luiz Henrique Correa Bernardes

Antonio Carlos Gasparetti

José Carlos Valbão

Marcos de Lima Carlos

Administração:

Newton C. Braga (CEO)

Marcelo Lima Braga

(Gerente Administrativo)

Jornalista Responsável:

Marcelo Lima Braga

MTB 0064610SP

Colaboradores:

Pedro Berttoleti

Luiz Henrique Correa Bernardes

Marcio José Soares

Alfonso Pérez

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

De volta para o futuro

Em primeiro lugar gostaríamos de agradecer a todos os que nos escreveram as palavras de elogio à nossa primeira edição, o que nos incentivou a determinar num prazo menor do que prevíamos inicialmente a segunda edição. Nos ajudaram muito as sugestões e críticas que nos permitiram aperfeiçoar aos poucos esta segunda edição e certamente as que virão. Também tivemos a surpresa de termos de volta velhos colaboradores das edições antigas e novos colaboradores, mostrando que essa mídia não morreu. Isso atende, com certeza nosso público mais saudosista, mas, é claro, conforme dissemos no nosso primeiro editorial, usando uma abordagem moderna, uma abordagem que permite o uso de recursos inteligentes como links para a edição virtual e QR code para a edição impressa.

A tendência atual é de mudanças radicais no mundo da comunicação, do trabalho e do aprendizado. A integração de todas as mídias possíveis como vídeos, podcasts, livros, sites inclui também as chamadas revistas que no passado foram a principal fonte de informação dos praticantes da eletrônica. Estamos de volta e nessa segunda edição pode-se perceber que dentro de uma abordagem que tem seu aspecto tradicional, incluem-se recursos modernos e temas modernos.

Mesclamos nesta edição, como na anterior, artigos novíssimos com as mais recentes tecnologias e eventualmente até abordando perspectivas inéditas como a eletrônica quântica no artigo de nosso colaborador Antonio Carlos Gasparetti, fichas de defeitos de equipamentos modernos, notícias e componentes, até artigos tradicionais didáticos ou de projetos e artigos recuperados de revistas antigas, que no entanto pelo tema abordado não tem apenas valor histórico, mas também ensinam coisas que todos que praticam eletrônica precisam saber. Além disso, levando em conta a quantidade de consultas que tivemos de como colaborar, elaboramos um artigo ensinando como fazê-lo. Lembramos que a publicação de trabalhos numa mídia reconhecida é de fundamental importância para o currículo que qualquer um que almeje uma colocação no mercado de tecnologia. É a sua oportunidade. Lembramos que a versão virtual da revista é gratuita e que para a versão impressa, paga-se apenas a impressão e frete o que (infelizmente) ainda tem preço alto no nosso país. Estamos trabalhando intensamente para que isso mude. Tenham uma boa leitura.

Newton C. Braga

ÍNDICE - Nº 2 - JAN/FEV 2021

PROJETOS

Oscilador Esaki - "O Oscilador Quântico"	30
--	----

COMO FUNCIONA

Como é Fabricado um Circuito Integrado	4
SCR - Teoria e Prática	18
Sensores Inerciais	48

MICROCONTROLADORES

Utilizando o DAC do ESP32	44
---------------------------------	----

DICAS ÚTEIS

Sete cores com três LEDs	53
Tubo de Esferográfica como separador	53

MATEMÁTICA APLICADA

Cálculos com Supercapacitores	38
-------------------------------------	----

MUNDO DAS VÁLVULAS

Receptor Portátil Valvulado para 50 MHz	54
---	----

NOVAS TECNOLOGIAS

Inteligência Artificial	35
-------------------------------	----

PRÁTICAS DE SERVICE

Ferramentas Essenciais para o Técnico Reparador	41
Fichas de Reparações	55

BANCO DE CIRCUITOS

Driver para 20 LEDs	60
Sensor de nível de águas	60

PROJETO DE CIÊNCIA

O Oxigênio do ar	28
Eletroímã	41

Palavra do Leitor	12
Notícias e Componentes	14
Como se tornar um colaborador	61

Como é Fabricado um Circuito Integrado



Newton C. Braga

Este interessante artigo fez parte de um livro que publicamos nos anos 90, mostrando a tecnologia básica da época. A tecnologia evoluiu, mas a base é a mesma servindo assim para que o leitor tenha uma ideia da complexidade do processo de fabricação de um único componente, tão importante em nossos dias.

qual por um processo especial é difundida uma região N, conforme ilustrado na figura 2.

Partimos de um pedaço de material único e por um processo de difusão conseguimos formar uma pequena região de material N, aparecendo entre elas uma junção que então caracteriza o componente.

Podemos dizer de maneira muito próxima da realidade que se trata de um processo de integração de um componente só!

Basta então ligar os terminais às duas regiões semicondutoras para termos o componente pronto para ser

Para entender melhor o modo de fabricação de um circuito integrado será interessante partirmos da fabricação dos diodos e dos transistores.

Circuitos Integrados

Conforme o leitor já deve saber, os diodos semicondutores são dispositivos formados por duas regiões de materiais semicondutores P e N, segundo o símbolo mostrado na figura 1 e havendo entre elas uma junção.

O material pode ser de silício ou o germânio e o comportamento P (positivo) ou (negativo) se deve a presença de elétrons com excesso ou falta, que se consegue pela adição de determinadas impurezas como o alumínio, o bismuto, etc.

Um tipo de diodo que mostra bem a técnica de fabricação é aquele em que temos um pedaço de material P no

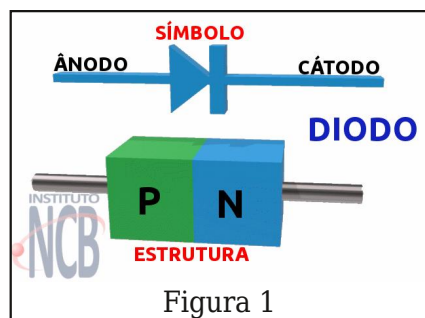


Figura 1

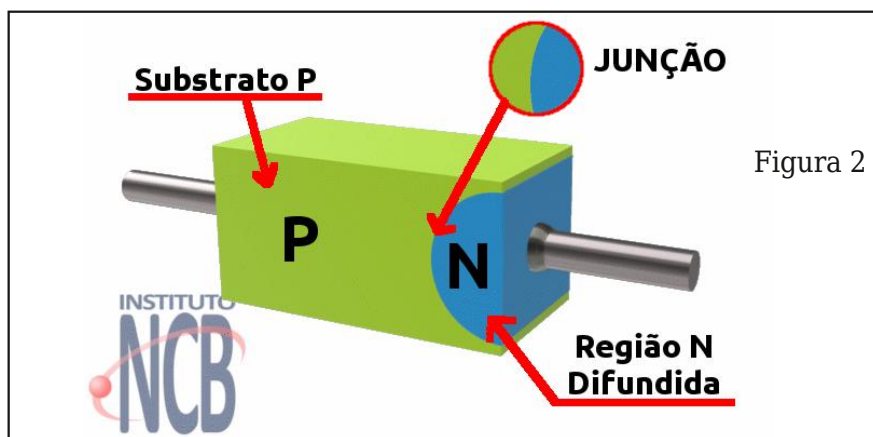
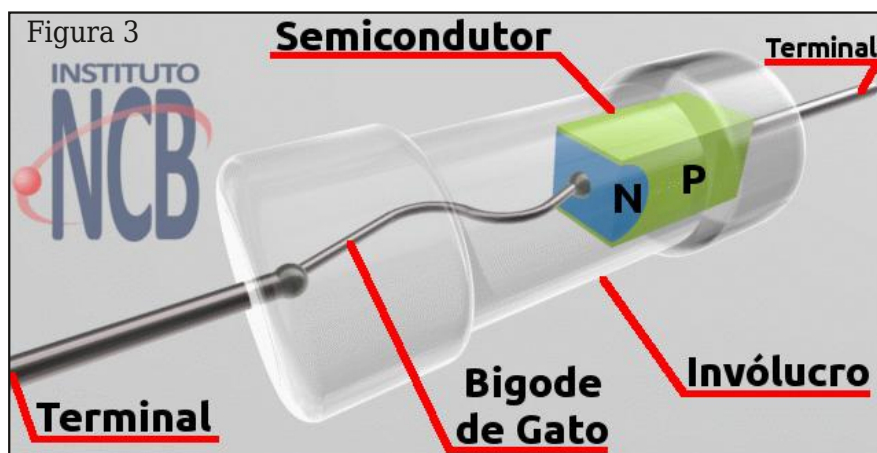


Figura 2



encapsulado e usado. Veja figura 3.

Segundo o mesmo princípio, podemos partir de um material único (silício), uma pequena pastilha que na prática tem um diâmetro da ordem de 1 mm ou menos, e fazer um componente um pouco mais complexo.

Em lugar de difundirmos uma única região, difundimos duas regiões de modo a termos duas junções.

Os materiais serão alternados quanto a polaridade, o que pode resultar numa estrutura NPN ou PNP, conforme mostra a figura 4.

O resultado disso é que temos agora um novo componente, um transistor, cujo símbolo é visto na figura 5.

Como todas as partes do componente são fabricadas num processo único, numa única pastilha, conhecida por "chip", também não estamos longe da realidade dizendo que se trata de uma integração de um único componente.

O desenho das regiões que são difundidas no chip determina as características elétricas do transistor, se ele vai trabalhar com correntes

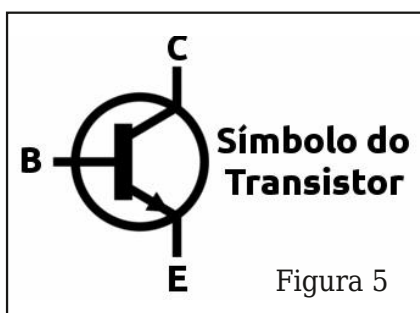


Figura 5

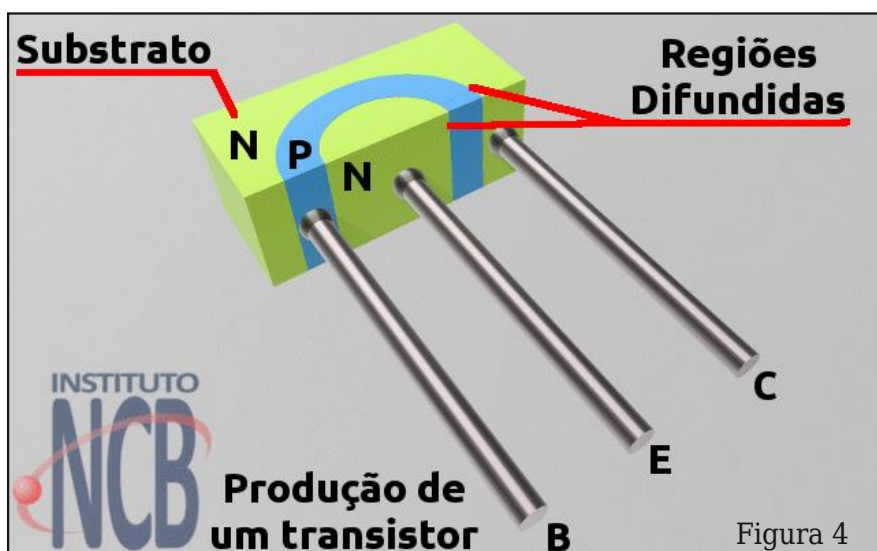


Figura 4

intensas, com sinais de altas frequências etc.

Para fabricar num processo único diversos componentes temos diversas possibilidades que nos levam a diversos tipos de circuitos integrados.

Os tipos de circuitos integrados que serão analisados depois, representam uma evolução das técnicas assim como das aplicações. Assim, para maior facilidade de compreensão abordaremos o tipo mais comum que é aquele em que todos os componentes são fabricados num único chip (no início, havia uma separação, pois transistores eram feitos num chip, resistores noutro e assim por diante e depois eles eram interligados para resultarem no componente final que então era encapsulado).

Assim, a primeira ideia foi a de se fabricar não um, mas diversos transistores num único chip, dando origem aos chamados "arrays" conforme mostra a figura 6.

A vantagem de um "array" pode ser resumida em dois fatores: ocupar menos espaço e, além disso, a possibilidade de se obter transistores com as mesmas características elétricas.

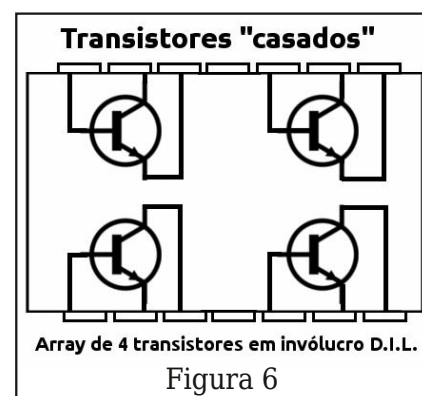


Figura 6

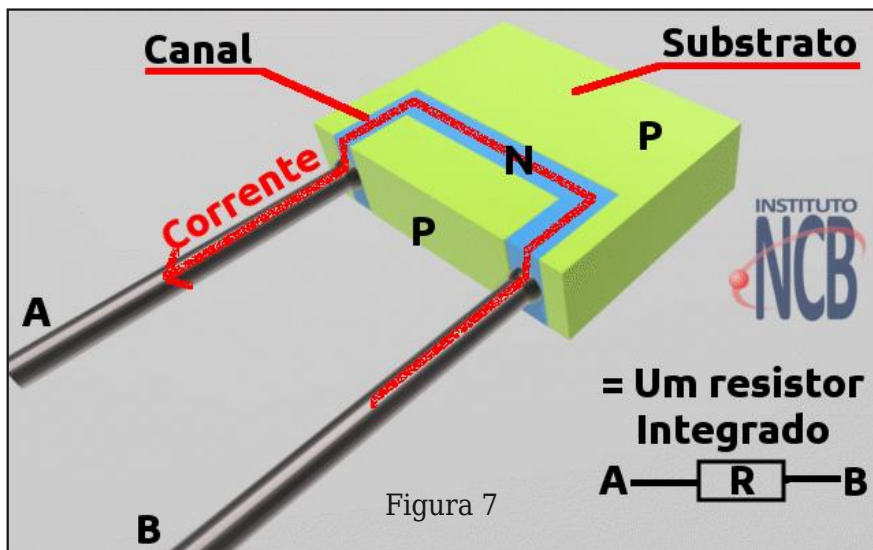


Figura 7

Pegando transistores isolados, de lotes diferentes, certamente será muito difícil encontrar dois com as mesmas características como o ganho, frequência de corte, etc.

O passo seguinte foi acrescentar ao mesmo chip outros componentes. Para o resistor não haverá muito problema. O próprio material da pastilha, o silício e um semicondutor apresentado por isso uma certa resistência. Se deixarmos no material um "canal" ou uma região de largura, espessura e comprimento apropriado, isso equivalerá a um resistor, do valor que quisermos, conforme mostra a figura 7.

Veja na figura temos um resistor "integrado" junto a um transistor.

Um capacitor pode ser conseguido com duas camadas de materiais semicondutores diferentes, separadas pela junção que polarizada no sentido inverso, as isola, fazendo as vezes de dielétrico. A capacitância obtida vai depender da superfície das regiões semicondutoras e da

distância de separação, ou seja, a espessura da junção. Veja figura 8.

Infelizmente, o tamanho muito pequeno dos chips em que integramos os compo-

nentes limita bastante a obtenção de capacitores. Assim, no máximo o que podemos obter são capacitâncias de alguns picofarads o que quer dizer que capacitores maiores quando necessários devem ser ligados externamente.

Os diodos podem ser facilmente integrados pois constituem-se em simples junções entre dois materiais semicondutores de natureza diferentes, conforme mostra a figura 9.

Bobinas de pequenas indutâncias, como as usadas em circuitos de alta frequência, podem ser obtidas a partir

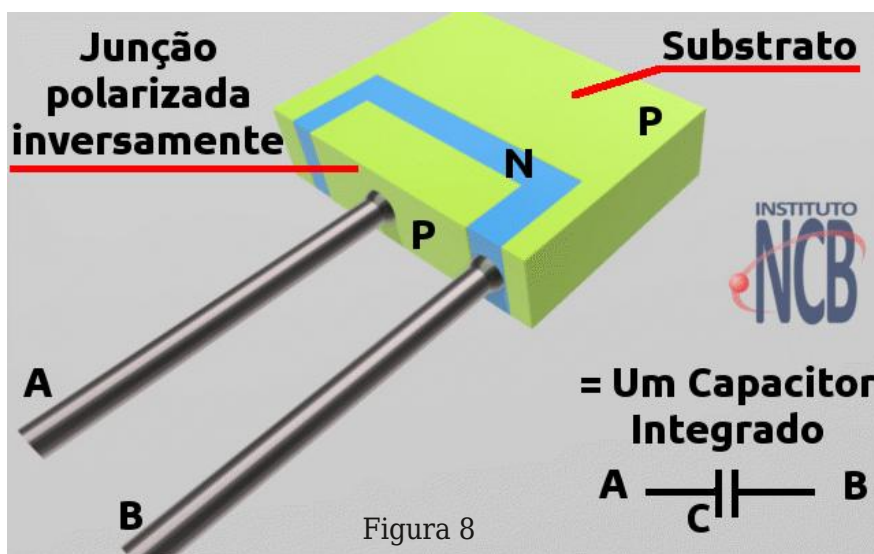


Figura 8

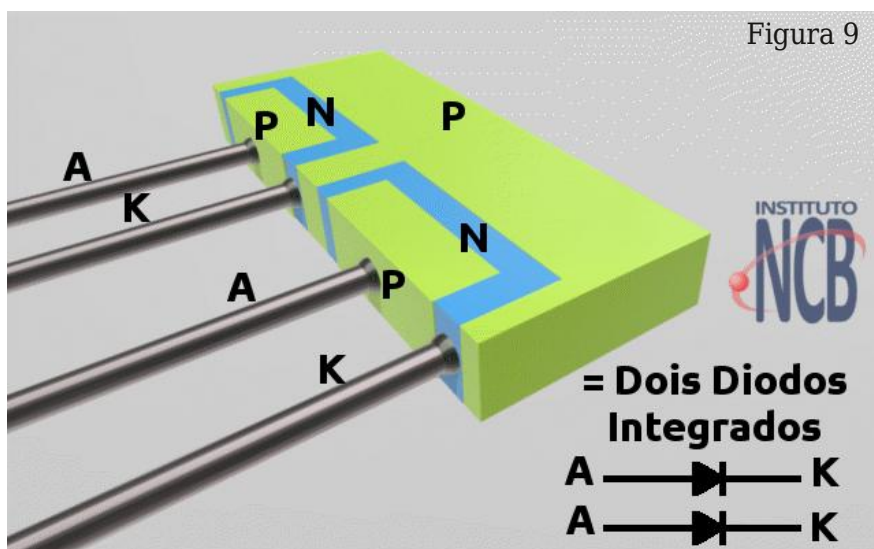


Figura 9

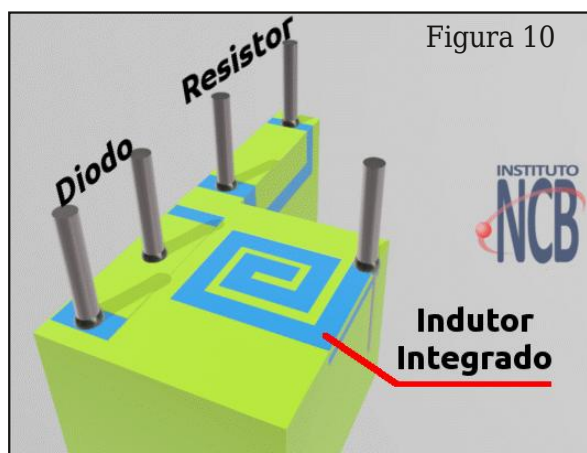


Figura 10

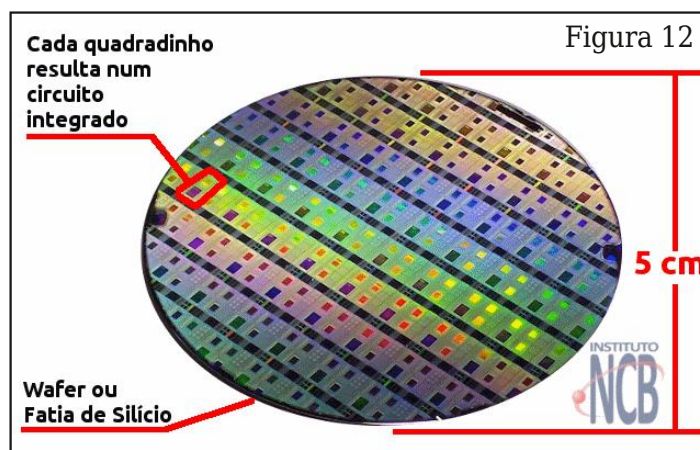


Figura 12

de trilhas de materiais semicondutores dispostas em espiras conforme mostra figura 10.

De mesma forma que no caso dos capacitores, se num circuito precisarmos de indutâncias maiores, devemos usar componentes externos.

Circuitos Integrados

A obtenção de um circuito integrado com todos estes elementos já interligados de maneira determinada, conforme um amplificador por exemplo, mostrado na figura 11, exige uma técnica bastante complexa que vai desde o simples desenho da estrutura até sua elaboração.

Vamos então analisar de um modo simples e direto como é fabricado um circuito

integrado', tomando como exemplo o processo denominado "planar".

Com a técnica descrita é possível fabricar integrados tanto com transistor comum (bipolares) como com transistores MOS.

Numa única fatia (wafer) de silício podem ser fabricados simultaneamente dezenas ou centenas de circuitos integrados de uma vez só. Vejamos então como ocorre isso. Veja figura 12.

Partimos de um tarugo de silício monocristalino de natureza muito pura que é produzido em fornos especiais. Este tarugo é cortado em fatias (wafers). O tarugo normalmente tem um diâmetro da ordem de 5 cm e uma altura da ordem de 30 cm e cortado em fatias de apenas 1 mm de espessura. Isso sig-

nifica que, de um simples tarugo podemos obter centenas de fatias, que por sua vez dão origem a milhares de circuitos integrados. Veja figura 13.

No processo de fabricação já podem ser acrescentadas as impurezas que determinam a polaridade do material. Assim, para os integrados com transistores bipolares acrescentam-se impurezas do tipo P. ao mesmo tempo em que para os CIs do tipo MOS as impurezas podem ser tanto do tipo P como N, dependendo do tipo de dispositivo a ser fabricado.

Como o corte da fatia apresenta irregularidades que devem ser eliminadas num banho corrosivo e um polimento reduzem sua espessura a aproximadamente 200 μm .

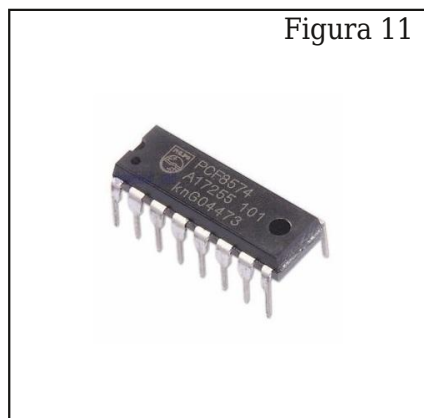
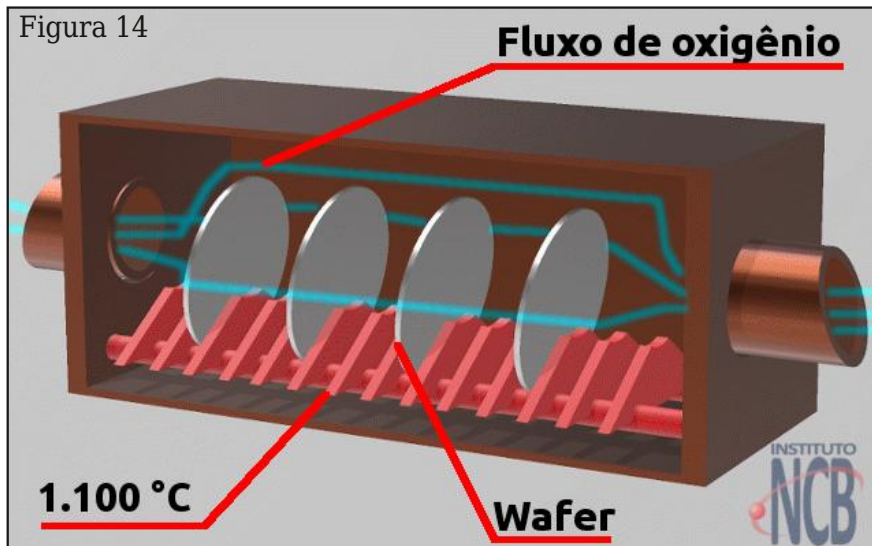


Figura 11



Figura 13



Pequenas distorções das características do material podem ocorrer na fatia causando assim problemas localizados, o que leva os CIs fabricados naqueles pontos a se/serem rejeitados, mas nos processos modernos a taxa de rejeição é bastante pequena.

De posse do waffer, o que temos de fazer é transferir o "desenho" do integrado para ele formando assim as regiões que vão ser componentes e as suas interligações.

O próximo passo a ser dado na fabricação do integrado consiste na formação de uma máscara de óxido.

A máscara de óxido

A formação de uma fina película de dióxido de silício sobre a fatia onde vão ser gravados os integrados é de grande importância para o processo. Isso porque este óxido permite a gravação seletiva dos elementos do circuito e pode ao mesmo tempo ser atacado por substâncias usadas no processo sem atingir, no entanto, o próprio material semicondu-

tor.

Para formar o óxido, as fatias são colocadas num forno aquecido a 1100 graus Centígrados e submetidas a um fluxo de oxigênio com vapor de água. As fatias são mantidas neste forno até que se forme uma película de óxido de apenas 0,5 μm (micrómetros). Veja figura 14.

Depois disso é colocada sobre a fatia uma gota de uma substância denominada "foto resistente" pois tem suas propriedades dependentes da incidência de luz ultravioleta, ou seja, é sensível como um filme fotográfico. Para que esta substância recubra a fatia de maneira uni-

forme ela é girada a grande velocidade. Desta forma, temos o aparecimento de uma camada de ordem de 1 μm de espessura na fatia, conforme mostra a figura 15 em perfil.

A substância foto resistente polimeriza sob a ação da luz e com isso passa a resistir à ação de solventes ao mesmo tempo em que o material não exposto pode ser facilmente removido pela ação de solventes.

Uso da máscara

Neste ponto já podemos fazer a gravação do padrão que vai representar o nosso circuito integrado, usando para esta finalidade uma máscara. Esta máscara consiste em regiões que deixam e que não deixam passar a luz conforme as áreas da fatia que devam ser ou não removidas (foto resistente).

A máscara já contém o desenho de todos os integrados que vão ser gravados na fatia, ou seja, de todos os "chips" que queremos fabricar, conforme ilustra a figura 16.

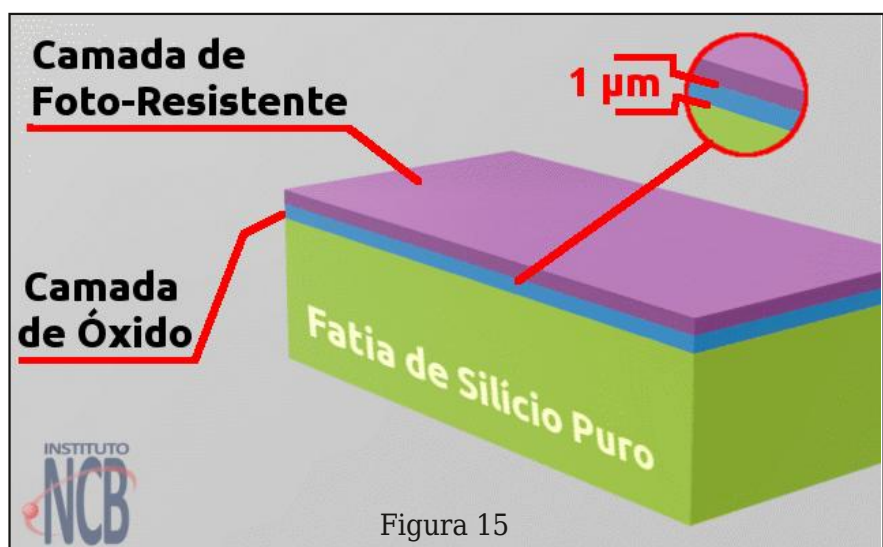


Figura 15

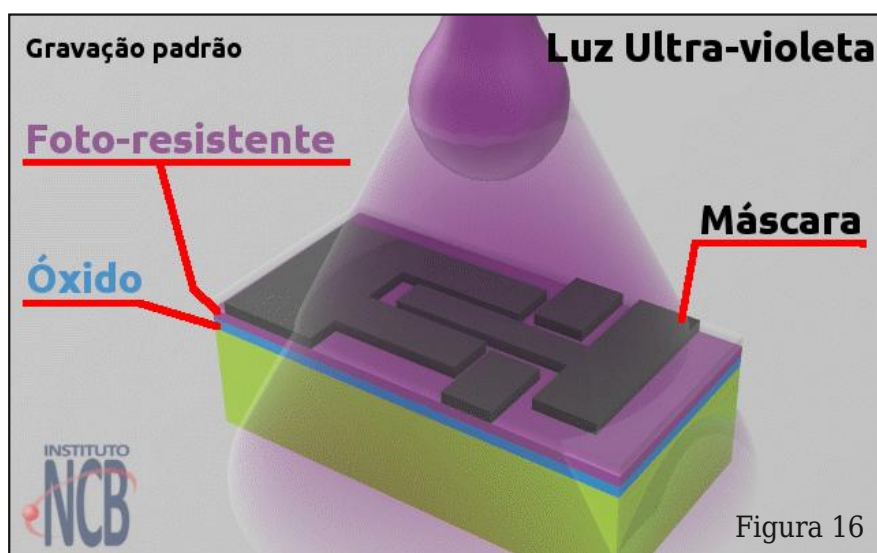


Figura 16

A fatia contendo a máscara é então submetida a um "banho de luz ultravioleta", indo depois para a revelação. Na revelação, as áreas que foram expostas a luz firmam-se e se mantêm ao mesmo

tempo em que a camada foto-resistente que não recebeu luz é removida, dando assim acesso a camada de óxido que está logo abaixo. Veja figura 17.

O próximo passo consiste

em se dar um banho de ácido fluorídrico na fatia, o qual ataca a camada de óxido expondo nas janelas abertas pelo processo de gravação o silício. Finalmente, conforme mostra a figura 18 a camada foto resistente é removida de modo a deixar apenas a camada de óxido e o silício, mas já disposto na configuração que vai determinar o tipo de circuito integrado.

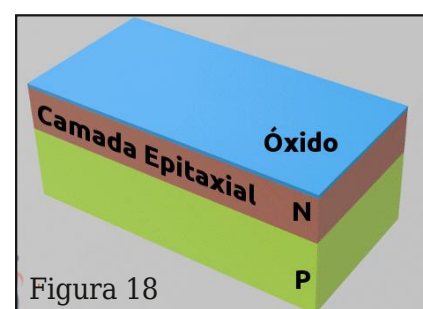


Figura 18

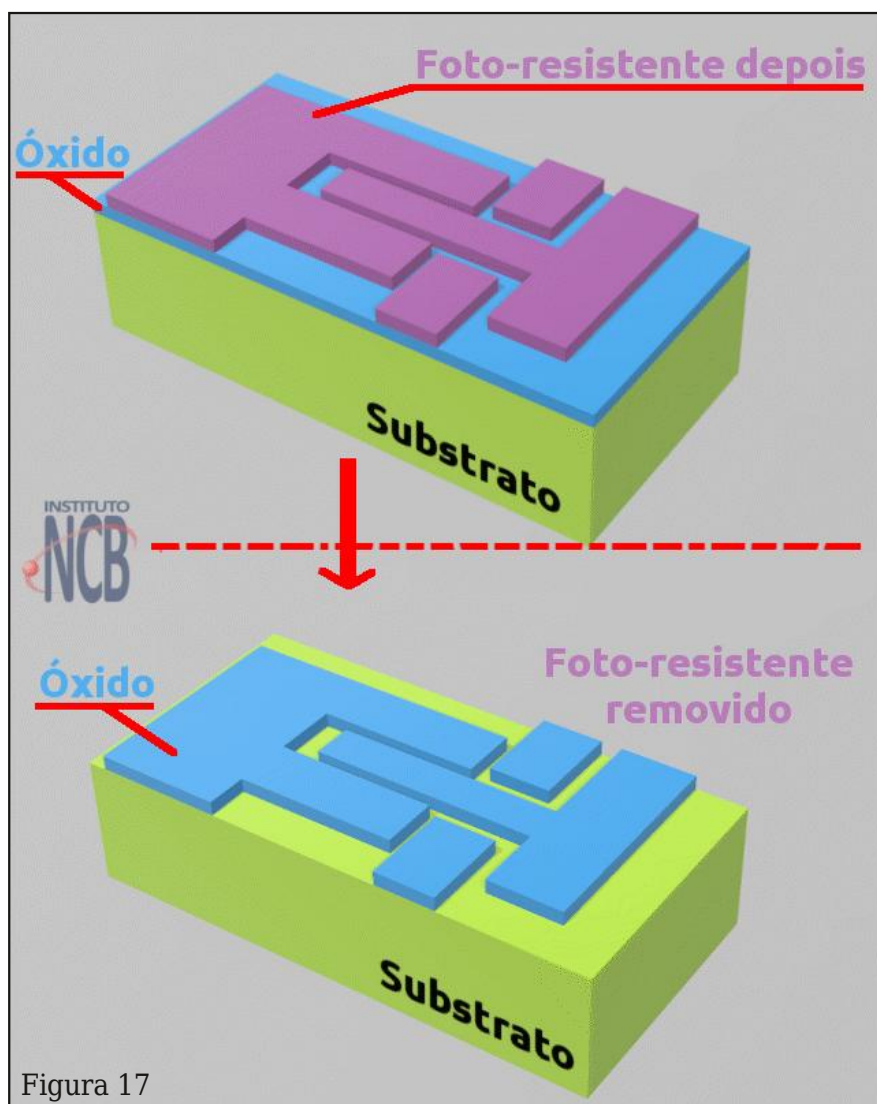


Figura 17

Camada epitaxial

O próximo passo na fabricação de CI consiste na formação de uma fina camada epitaxial abaixo da capa de óxido e acima do silício. Esta camada terá polaridade diferente do material original, que passará a ser uma espécie de suporte ou substrato para o componente

Esta camada é conseguida fazendo-se difundir substância dopantes no silício num forno de indução a uma temperatura que varia entre 1000 e 1200 graus centígrados.

Isolamento e interligações

O silício é condutor, o que significa que os diversos componentes que formam os integrados precisam ser isolados entre si e isolados

do substrato. As ligações entre os componentes da forma que se deseja são feitas pela disposição de uma fina película metálica.

Veja que o isolamento pode ser natural se um elemento N for polarizado inversamente em relação ao elemento P que consiste no substrato. Um resistor, por exemplo, fica isolado do substrato se operar polarizado inversamente em relação a ele, conforme mostra a figura 19.

Este fato é muito importante quando se usa um integrado, pois devemos tomar cuidado em nunca superar a tensão que polariza o componente inversamente. Se isso ocorrer, com uma inversão de polaridade, acima dos valores previstos, o componente pode ser destruído.

Este processo de isolamento por polarização inversa, pela sua facilidade de obtenção é o mais usado, bastando então que o substrato seja mantido na tensão mais negativa existente no circuito para que tudo funcione como o esperado. Outras técnicas de isolamento existem como a que faz uso de óxido ou então ilhas em que se difundem regiões de polaridade apropriada, conforme mostra a figura 20.

Com a difusão de novas impurezas temos então a formação das regiões que determinam cada componente. Na figura temos uma região do integrado em que se formou um transistor.

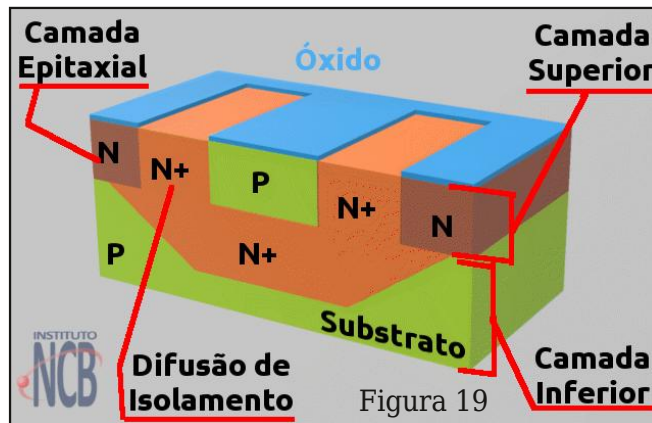


Figura 19

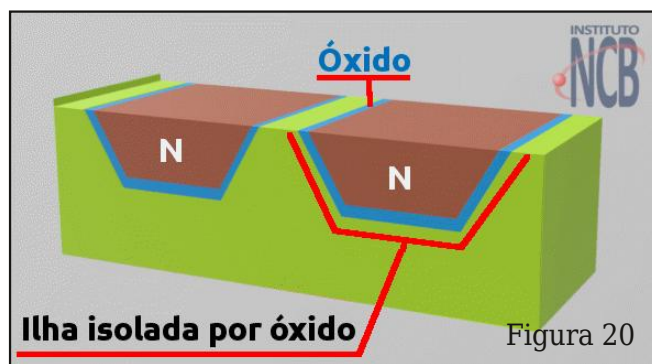


Figura 20

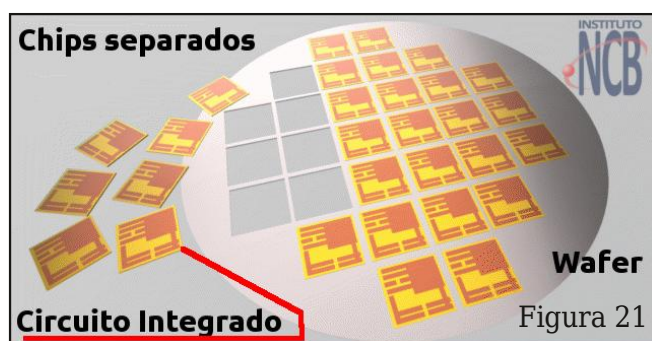


Figura 21

Corte e encapsulamento

No final do processo já temos o componente em si, com os elementos formados e interligados na minúscula pastilha de silício. O próximo passo consiste em se fazer o corte de fatia separando cada uma das pequenas pastilhas ou chips que vão formar

os circuitos integrados. As dimensões reduzidas destas pastilhas tornam esta operação bastante delicada. Veja figura 21.

Com os chips separados temos agora a operação de encapsulamento e soldagem. A

utilização de um invólucro visa não só proteger o chip das impurezas do ar ou mesmo contato com quem o manuseia, como também facilitar o trabalho de montagem num equipamento.

A pastilha é então fixada numa base ou invólucro que já contém os terminais e são soldados finíssimos fios de ouro que fazem contato com as regiões determinadas já no projeto.

Com isso o invólucro já pode ser selado e depois do teste um a um, o circuito integrado está pronto para uso.

Tipos e especificações

A possibilidade de se formar na pastilha diversos tipos de componentes e de se fazer sua interligação da forma

que bem entendermos leva a uma variedade incrível de tipos e especificações.

Assim, além do circuito interno equivalente que pode variar de uma maneira quase que ilimitada também temos as próprias aparências externas ou invólucros.

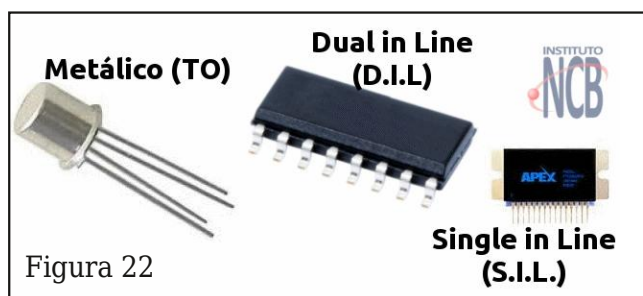


Figura 22

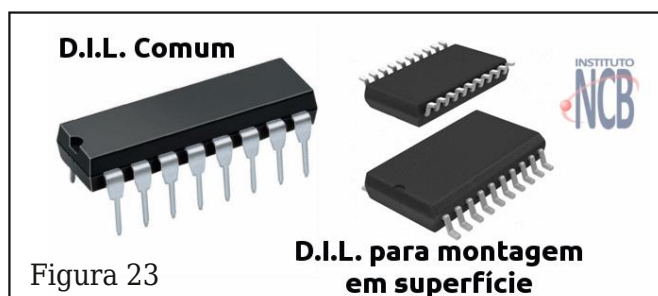


Figura 23

Existem diversos tipos de invólucro que são mostrados na figura 22.

O primeiro é um invólucro circular, mais antigo que hoje quase não é usado. O segundo é um invólucro SIL (Single in Line) ou de pinos alinhados, muito usado com circuitos integrados de potência como amplificadores, pois facilita a montagem deixando a superfície lateral do componente livre para contato com um dissipador de calor, e o terceiro é o mais usado de todos, o DIL ou Dual In Line. No DIL temos duas filas de terminais paralelos e tanto sua separação como número são padronizados.

Os padrões mais comuns são os de 8 pinos, 14 pinos, 16 pinos, 20 pinos e 40 pinos, mas existem outras configurações e até tamanhos, como por exemplo os tipos usados em montagem de superfície (SMD) que são extremamente pequenos. Veja figura 23.

Existem também encapsulamentos especiais de base de porcelana, mas estes são encontrados em equipamentos militares, em computadores, etc.

Na figura 24 temos o modo de se fazer a identificação da numeração dos pinos. Para os invólucros SIL normal-

mente existem uma marca identificando o pino 1. Para os DIL também existe a marca que identifica o pino 1 ou então nos orientamos pela meia lua.

Os tipos recebem denominações codificadas que dependem primeiramente do fabricante e da função. Não existe como no caso dos semicondutores uma codificação padronizada que já indique o que o componente é e o que faz, como no caso de transistores e diodos.

Apenas para algumas "famílias" é que temos um código mais geral que facilita a identificação. Denominamos de "famílias" grupos de integrados que tenham uma finalidade determinada.

Temos assim a "família" dos lineares que incluem amplificadores, comparadores etc, e que têm no tipo 741 o mais comum. Assim, muitos fabricantes simplesmente acrescentar ao núme-

ro 741 sua codificação, dando origem a indicativos como: SN72741, NE741, uA741 onde tudo que for a mais que "741" refere-se ao fabricante do componente.

Outra família é a dos integrados TTL que começa na série normal sempre com a numeração "74". Temos então os tipos 7401, 7442, 7474, etc. Siglas procedendo esta marcação indicam o fabricante como: SN7472, etc.

Também temos a família CMOS os integrados começam com a numeração 40, como por exemplo 4020, 4017, 4011, etc. Siglas como "CD" podem iniciar o fabricante.

De qualquer forma como cada tipo é um tipo, para sabermos exatamente o que faz cada integrado a única saída é consultar um manual ou o datasheet pela internet.

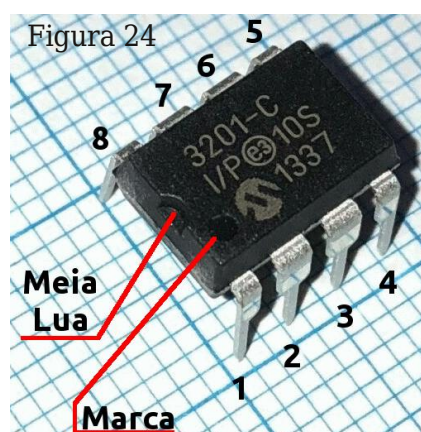


Figura 24



Clique ou fotografe o QR-Code acima para saber mais sobre o assunto.

A Palavra do Leitor

E se você deseja ter sua mensagem nesta seção, ou ainda nos fazer uma consulta, lembramos que nosso canal é: leitor@newtoncbraga.com.br.

Alex Sandro Santos Lima Ferreira

É com grande alegria que recebi essa novidade, uma revista de eletrônica aos moldes daquelas dos anos 70,80 e 90! Quando folheei (virtualmente, vou comprar a revista física no clube dos autores) me bateu uma nostalgia gostosa, obrigado Newton C Braga por essa oportunidade ímpar de reviver tudo isso, vida longa a revista, estarei presente nas próximas edições.

Heitor Vianna (Araruama – RJ)

Ainda tenho aqui exemplares da revista Nova Eletrônica, onde o sr. atuava. Ainda existe a revista?

Não existe mais. Eu atuava na Saber Eletrônica e Eletrônica Total que também não existem mais. Estou disponibilizando no meu site os artigos de minha autoria que

saíram naquelas revistas. É só acessar e existem também artigos novos que fiz depois que as revistas fecharam. Trabalhei com todas na época. Fui diretor da Saber e colaborei com a antenna e eletrônica popular onde tinha uma seção Eletrônica Para Juventude. O Gilberto foi um grande amigo. Até hoje mantenho contato com sua filha Beatriz.

Sim, isso mesmo, "Saber eletrônica" - ainda tenho exemplares. tudo extinto. em especial adquiria a "eletrônica popular" e "antenna", do colega radioamador Gilberto Affonso Penna foi o período áureo das revistas de eletrônica.

Newton C. Braga

Hugo Max M. Teixeira

Sobre Trebuchet Número 4 - Olá, professor Newton. Como sempre, uma ótima aula bem explicativa e bem direta. Montei um pequeno sistema solar fotovoltaico (Off-Grid, ou seja, com baterias e sem conexão direta com a rede da concessionária) aqui em casa para testar

essa forma de energia limpa e, por sinal, bem abundante aqui no Brasil. Realmente seria muito interessante um painel com uma eficiência mais alta. Isso faria com que a quantidade de painéis instalados e a área necessária para isso fosse reduzida drasticamente. Por exemplo, aqui em casa tem 6 painéis com potência aproximada de 150Wp (Watts de pico), sendo que cada um deles tem uma eficiência de 15 % - os painéis maiores geralmente têm uma eficiência maior. Mas provavelmente isso ainda levará um tempinho para chegar ao mercado e quando chegar, provavelmente será em um preço bem elevado (sendo que - como forma de compensação - a quantidade de painéis necessária será bem baixa em comparação com os de hoje). No final, tudo é questão de tempo. Mas deixo aqui uma mensagem: quem estiver querendo montar um "sisteminha para testes" (sem ser de grande potência), não fique com medo um painel de 20 ou 60 Watts (apesar de não ter um

custo/benefício tão agradável), um pequeno conversor DC/DC (para controlar a tensão) e uma bateria (para que o circuito não pare de funcionar quando passar uma nuvem no céu) é ótimo para alimentar pequenos circuitos eletrônicos que montamos como forma de aprendizado - ou até para um projeto mais profissional.

José Manuel

Sobre a Revista: Boa tarde a todos. Antes de mais, quero dar os parabéns por esta iniciativa ao Mestre Newton e a toda a equipa que faz parte deste Instituto. É bom voltar a lembrar as antigas edições da revista Saber Electrónica, mas é com todo agrado que vejo renascer uma revista em formato digital, com técnicas de outros tempos aplicadas à tecnologia actual, como a tecnologia Arduino, IOT e Raspberry. Confesso que me sinto muito orgulhoso de poder estar entre os melhores técnicos de electrónica a nível mundial. Num futuro próximo, pretendo colaborar nesta revista com artigos técnicos sobre Automação e electrónica Industrial que é a minha área de trabalho preferida e onde estou bastante confortável. Para toda a equipa do Instituto Newton C Braga, quero desejar a continuação de umas boas festas e um ano de 2021 cheio de sucesso nas vossas publicações. Cumprimentos - José Manuel Sousa (Portugal)

Jota Cruz

Sobre a Revista: depois de aprender o básico de electrónica, comecei a sentir falta de um material como esse. baixei uma versão em pdf e estou gostando bastante. a revista está interativa no limite que nossa tecnologia permite para um livro. É possível fazer PDFs interativos com play de áudio e vídeo mais fora do formato digital não tem muito uso prático, sem falar que não abre em qualquer dispositivo. a propósito, sou seu aluno lá na Udemy.

Juan Castro

Que felicidade ver a notícia do lançamento desta revista! Memórias boas de montar circuitos da Saber Electrónica nos anos 70 e 80. Principalmente a memória olfativa, do fluxo de solda queimando na ponta do ferro. Me veio à cabeça uma coisa: vários dos circuitos dessas revistas antigas, apesar de serem relativamente simples, são difíceis de montar hoje em dia por dificuldade de achar algum componente em particular. Aí sugiro o seguinte: Que tal pegar um desses circuitos antigos da Saber Electrónica, fazer as adaptações necessárias e publicar a versão adaptada, equivalente à original mas possível de montar com componentes encontráveis (ou menos difíceis de encontrar) hoje em dia? Dá pra chamar essa seção de Rise From Your Grave - é o mesmo nome que a

gente dá no nosso podcast - <http://retrocomputaria.com.br> - pra parte em que a gente fala de recuperações de computadores clássicos.

Um abraço e muito sucesso nessa nova (velha? Não, clássica, velho é seu Arduino) empreitada!

Resposta da redação: Mas, é justamente isso que estamos fazendo no caso de projetos antigos.

Nery Leite

Falando de válvulas: Caro Newton. Mais uma vez parabéns por sua aula. Um fator limitante para a qualidade da reprodução do som, quer seja sistema valvulado ou por semicondutores são, obviamente os alto-falantes e caixas acústicas. Gostaria também que falasse sobre ruído térmico produzido pelo aquecimento dos filamentos das válvulas. Ah! Uma última observação, a mais importante é sobre o espectro de respostas do ouvido do ouvinte.

Vander Olmo Corrêa

Sobre o lançamento da Revista: Maravilhosa a iniciativa, professor Newton. A minha já baixei semana passada e está sensacional. Não sou formado em engenharia, mas como sou formado em física creio que poderia colaborar com a revista escrevendo artigos para a mesma e postando na coluna do leitor. Gostaria de saber se há essa possibilidade. Abraços para toda a equipe da revista INCB Electrónica.

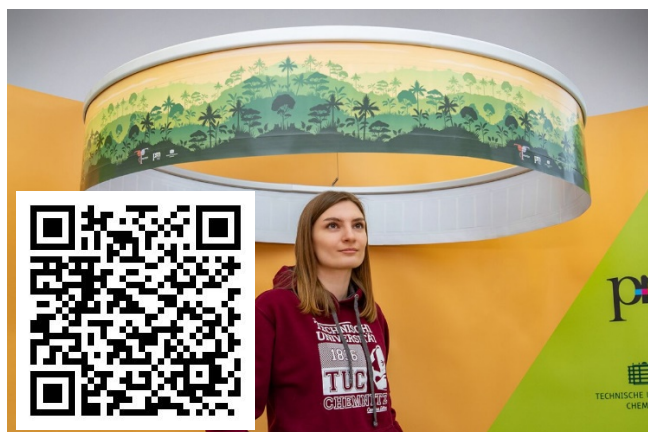
Notícias e Componentes

Notícias

Clique ou fotografe os QRCode para mais detalhes

Papel de parede também é alto-falante

Cientistas da Universidade de Chemnitz (Alemanha) desenvolveram uma tecnologia que permite montar painéis ou pequenos módulos extremamente finos capazes de reproduzir sons. A ideia é que, ao mesmo tempo que possam servir na decoração, os painéis feitos com estas tecnologias também funcionem como transdutores, no caso, alto-falantes. Esses alto-falantes “impressos” são aplicados com uma tecnologia de rolos em lugar de placas. Assim, materiais piezoelétricos são aplicados numa parede da mesma forma que tinta, através de rolos que se prendem a um substrato. Na foto, um exemplo, de um lustre decorativo que é ao mesmo tempo um alto-falante surround. Mais informações no jornal Advanced Materials que publicou a pesquisa.



Carregadores de Celular sem Fio a Longa Distância

Cada vez mais a ideia de se transmitir energia sem fio apregoada por Tesla vai encontrando soluções que a tornam viável numa infinidade de aplicações. A possibilidade de se carregar um celular a longa distância está se tornando uma realidade com a tec-

nologia apresentada pela Xiaomi. Essa empresa anunciou recentemente a tecnologia Mi Air Charge que permite que você carregue seu celular, sem fio, dentro de um quarto ou sala, por exemplo.

É claro que ainda existem algumas limitações e obstáculos que devem ser considerados como a necessidade de uma antena muito bem posicionada e um conjunto de 14 antenas separadas no celular para receber as ondas milimétricas que transportam a energia. Segundo a Xiaomi o sistema poderá estar disponível em 2022.

Centésimo aniversário da palavra Robot

Foi no mês de janeiro de 1921 que Karel Capek lançou seu livro R.U.R. (Rossum Universal Robots) onde a palavra em Tcheco Roboti. Segundo Capek a palavra Roboti foi sugerida por seu irmão e pegou.

O livro conta a história de um cientista que desenvolveu uma substância semelhante ao protoplasma e com ela fabricou criaturas que tinha por finalidade ajudar os humanos realizando trabalho forçado.

A palavra robô na verdade também vem de robota que em tcheco e algumas outras línguas eslavas, significa trabalho escravo.



Projektor da ASUS lembra uma xícara de café ou leite

A CES (Consumer Electronics Show) que ocorre em Las Vegas todos os anos no início de janeiro traz uma infinidade de novidades, muitas que nem sempre pegam, mas sem dúvida são muito interessantes. É o caso do projetor de filmes e imagens Zem Bean Latte que a empresa insiste em dizer que se parece com uma xícara de leite e que projeta imagens de 720p x 300 lumens e tem ainda um alto falante de 10W Harman Kardon-tuned integrado.



Campainha de aproximação para a pandemia

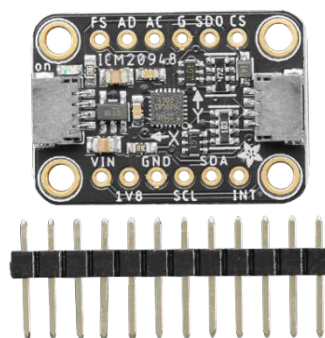
Este é um dos muitos produtos da CES (Consumer Electronics Show) de 2021 com foco na pandemia. Por que não acionar a campainha de casa por aproximação. É justamente o que faz esta campainha sem fio da Arlo. Além de usar a tecnologia sem toque, ela contém um sistema de vídeo e segunda a empresa um custo acessível.



Componentes

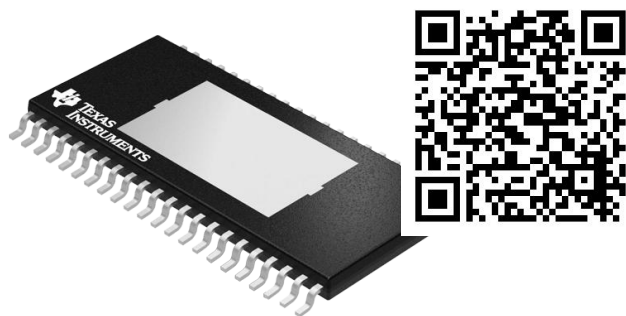
ICM-20948 9-DoF Unidade de Medida Inercial

A Unidade de medição inercial (IMU) ICM-20948 9-DoF da Adafruit foi projetada para detectar orientações usando medições inerciais. Este sensor possui um Digital Motion Processor (DMP) integrado e fornece uma interface I2C auxiliar para sensores externos. Este sensor IMU está montado em uma placa com um regulador de tensão de 1,8 V e está disponível nas dimensões de 25,7 mm x 17,7 mm x 4,6 mm. A placa ICM-20948 9-DoF IMU foi projetada para capturar 9 tipos distintos de dados relacionados a movimento e orientação. Nesta placa de 3x3mm, temos duas matrizes de sensor, incluindo um acelerômetro de 3 eixos MEMS e um giroscópio com o magnetômetro de 3 eixos AK09916.



TPA6304-Q1 - Amplificador de Áudio Classe D

O amplificador de áudio classe D da Texas Instruments TPA6304-Q1 consiste num amplificador de áudio Burr-Brown™ classe D de quatro canais com entrada analógica. Trabalhando numa frequência de comutação PWM de 2,1 MHz, este dispositivo permite uma solução de custo otimizado em um tamanho de PCB muito pequeno de 2,7 cm², entradas de terminação única de alta impedância e operação total com até 4,5 V. parada. O amplificador de áudio Texas Instruments TPA6304-Q1 Classe-D tem um design ideal para uso em unidades principais



automotivas de nível básico que operam com sinais de entrada de áudio analógico como parte de seu design de sistema. A topologia Classe-D melhora drasticamente a eficiência em relação às soluções de amplificadores lineares tradicionais. A frequência de comutação de saída pode ser definida acima ou abaixo da banda AM. Se a frequência de comutação de saída for definida acima da banda AM, ela elimina a interferência da banda AM e reduz o tamanho e o custo do filtro de saída. Se a frequência de comutação de saída for definida abaixo da banda AM, isso otimizará ainda mais a eficiência. O dispositivo está disponível em um invólucro HTSSOP de 44 pinos.

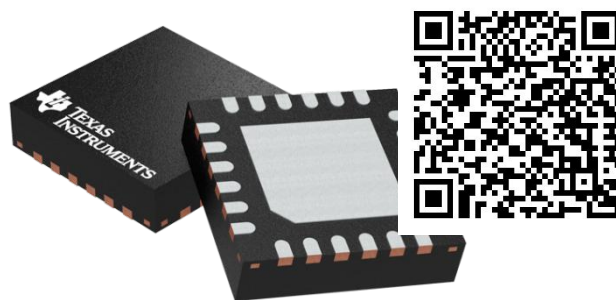
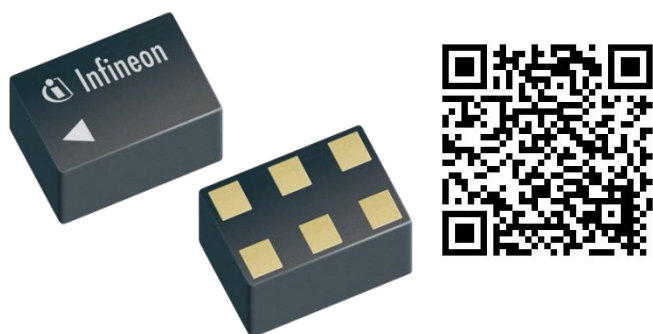
BGA123N6/BGA125N6 Amplificadores Com Corrente Ultrabaixa

A Infineon Technologies apresenta os amplificadores de corrente ultrabaixa BGA123N6 / BGA125N6, projetados para aplicações L2 / L5 com uma faixa de frequência operacional de 1164 MHz a 1300 MHz. Os amplificadores BGA123N6 / BGA125N6 oferecem bom desempenho e garantem alta sensibilidade com um consumo de energia ultrabaixo de 1,5 mW, o que os torna ideais para pequenos dispositivos GNSS

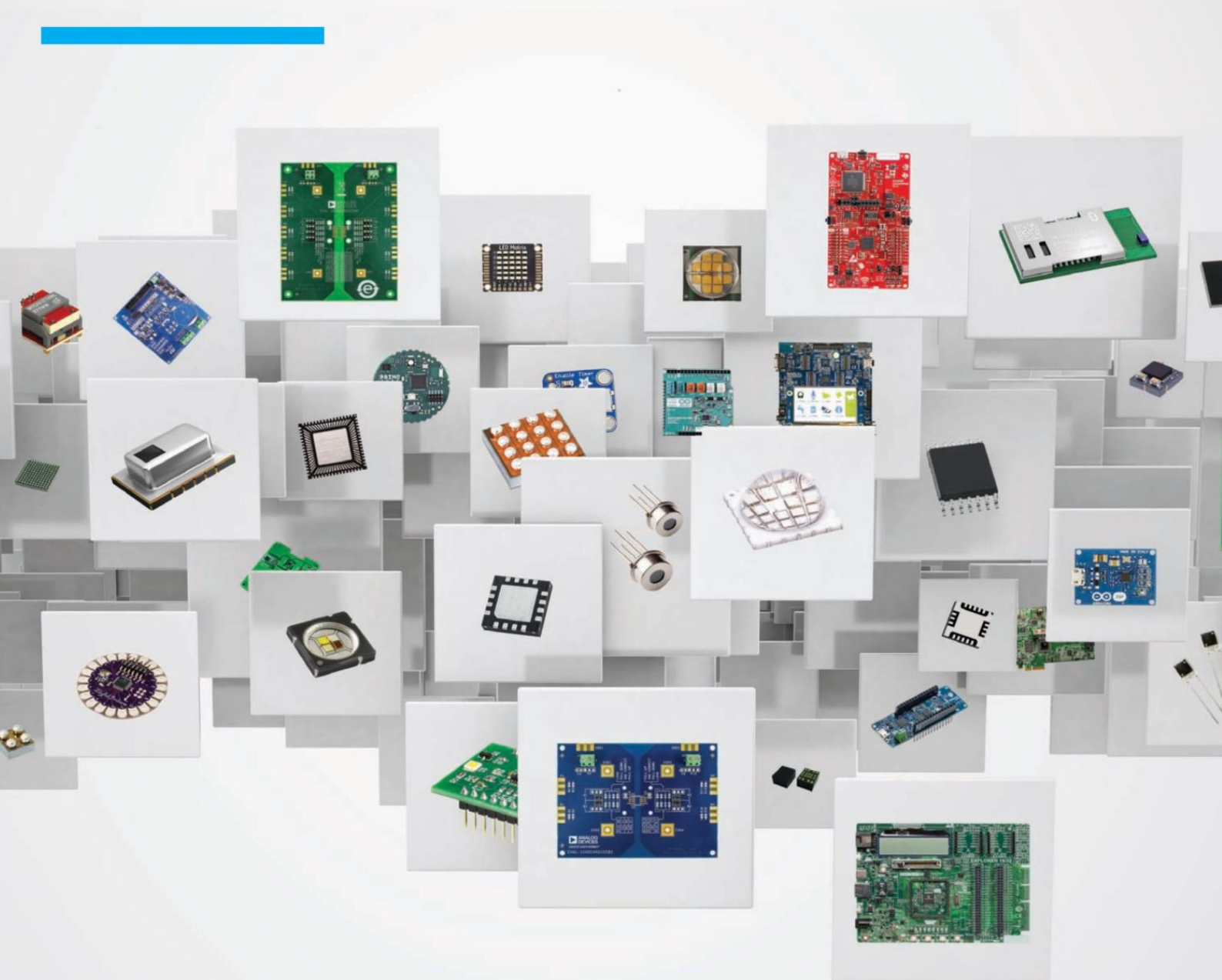
alimentados por bateria. Os amplificadores de corrente ultrabaixa da Infineon Technologies BGA123N6 / BGA125N6 são especificados com uma ampla faixa de tensão de alimentação de 1,1 V a 3,3 V, permitindo um design flexível e alta compatibilidade. Além de GPS L2 e L5, o GNSS LNA também cobre as bandas Galileo E5a, E5b, E6, Glonass G3, G2, Beidou B3, B2 e IRNSS / NAVIC.

DRV8256E/DRV8256P – Pontes H Drivers de Motor

Os drivers de motor em ponte H da Texas Instruments DRV8256E / DRV8256P são drivers simples para uma ampla variedade de aplicações industriais. Os dispositivos integram uma ponte H de canal N, regulador com bomba de carga, sensor e regulação de corrente, além de um circuito de proteção. A detecção de corrente integrada permite que o driver regule a corrente de pico do motor durante a inicialização e eventos de alta carga. Um limitador de corrente pode ser definido com uma referência de tensão externa ajustável. O sensor de corrente integrado usa uma arquitetura de espelho de corrente interna, eliminando a necessidade de um grande resistor de derivação, economizando área da placa e reduzindo o custo do sistema. Um modo de hibernação de baixa corrente é incluído para se obter um consumo de corrente quiescente ultrabaixo, desligando a maioria dos circuitos internos. Recursos de proteção interna são também incluídos para bloqueio de subtensão de alimentação (UVLO), subtensão da bomba de carga (CPUV), sobrecorrente de saída (OCP) e sobretemperatura do dispositivo (TSD). As condições de falha são indicadas em nFAULT.



Os mais novos produtos em estoque



Compre com confiança
mouser.com/new



MOUSER
ELECTRONICS.

SCR

Teoria e Prática

Newton C. Braga

Os SCRs ou diodos controlados de silício podem funcionar como elementos de disparo de circuitos eletrônicos, como relês de estado sólido, como osciladores de alta potência, como controles de potências em circuitos de corrente alternada, em circuitos de shield para microcontroladores e em uma infinidade de aplicações em que outros semicondutores tais como transistores e diodos comuns não podem ser usados.

Por que tudo isso?

Os SCRs têm uma estrutura tal que manifesta propriedades elétricas que permitem que ele seja usado em todas estas aplicações. Assim, de modo inicial podemos dizer que o que diferencia um SCR de outros componentes comuns tais como diodos retificadores, e transistores é a sua estrutura que lhe confere propriedades bem definidas das quais passamos a falar a seguir.

O QUE É UM SCR

Se tivermos dois pedaços de materiais semicondutores unidos, um do tipo P e outro do tipo N de modo que entre eles haja uma junção, a estrutura assim formada manifestará propriedades bem definidas que caracterizam o que denominamos diodo semicondutor. Esta estrutura se comporta no sentido de conduzir a corrente intensa-

mente quando polarizada no sentido direto e não conduzir praticamente a corrente lhe oferecendo uma resistência muito alta, quando polarizada no sentido inverso (figura 1). Na figura 2 (próxima página) podemos ver representado as propriedades elétricas manifestadas por esta estrutura pelo que chamamos de curva característica do diodo.

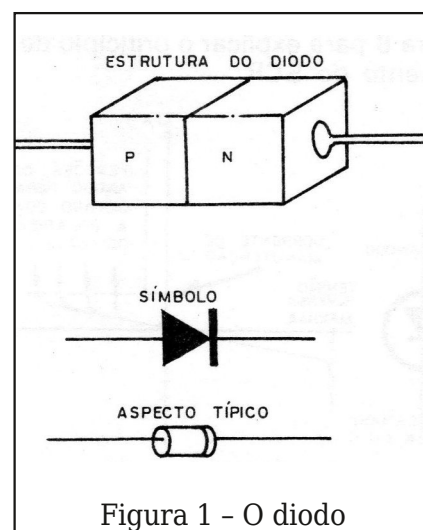


Figura 1 - O diodo

Vemos que na região de polarização direta o diodo a partir de determinada tensão manifesta resistências muito baixas conduzindo intensamente a corrente, ao mesmo tempo em que na região de polarização inversa o diodo manifesta resistências muito altas não conduzindo praticamente a corrente até o instante em que é atingida a tensão de ruptura inversa do diodo ou tensão zener.

Neste momento o diodo também conduz a corrente no sentido inverso, mas para os diodos comuns isso acarreta sua destruição.

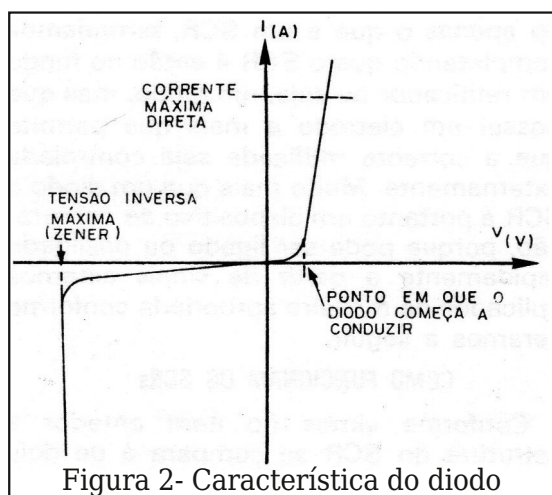


Figura 2- Característica do diodo

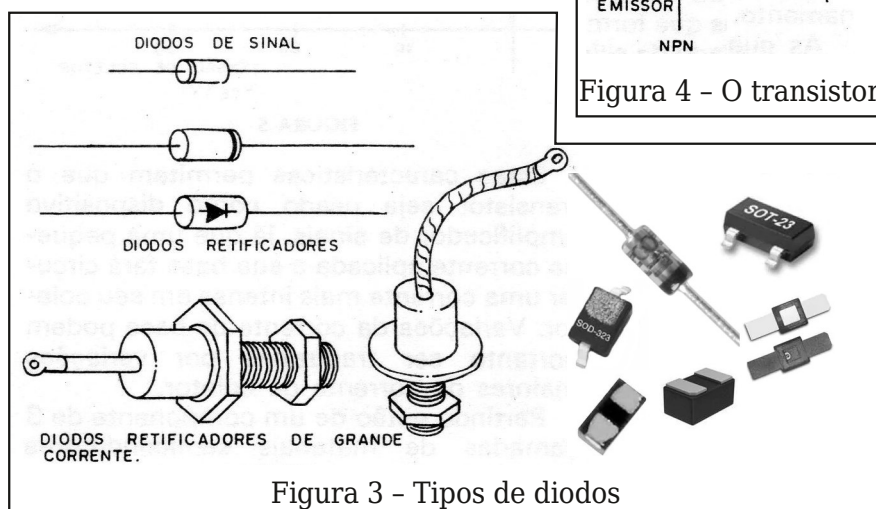


Figura 3 - Tipos de diodos

Estas características de conduzir a corrente num sentido e bloquear em outro, de ter certos valores limites tanto para a circulação da Corrente no sentido direto como no inverso é que determinam as aplicações dos diodos semicondutores na prática.

Existem, portanto, muitos tipos de diodos que tem estruturas estudadas de modo a aumentar os limites dados por estas características visando assim aplicações específicas (figura 3).

O próximo componente a ter sua estrutura analisada é o transistor. O transistor é formado por três pedaços de materiais semicondutores de tipos diferentes alternados

de modo a termos duas junções, conforme mostra a figura 4.

Esta estrutura apresenta propriedades elétricas bem definidas que podem ser dadas por uma família de curvas conforme o indicado na figura 5.

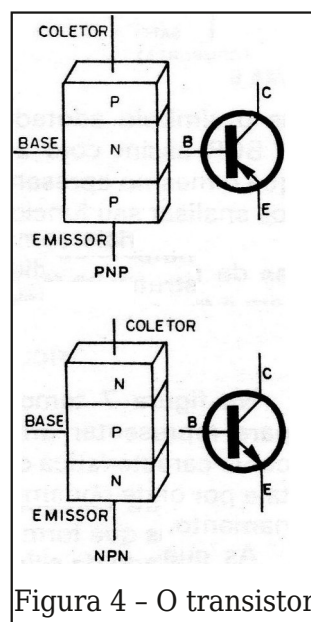


Figura 4 - O transistor

Para determinados valores da corrente de base, temos correntes definidas de coletor em função da tensão neste mesmo elemento.

Estas características permitem que o transistor seja usado como dispositivo amplificador de sinais, já que uma pequena corrente aplicada a sua base fará circular uma corrente mais intensa em seu coletor. Variações da corrente de base podem, portanto, ser traduzidas por variações maiores da corrente de coletor. Partindo então de um componente de 3 camadas de materiais semicondutores chegamos ao componente de 4 camadas que é justamente o SCR.

O SCR se enquadra, portanto, na família dos dispositivos denominados Tiristores, ou seja, dispositivos destinados a comutação de alta velocidade. Na figura 6 temos então a estrutura de um SCR (diodo controlado de silício) em que 4 pedaços de materiais semicondutores formam uma estrutura que lhe dá a denominação "diodos de 4 camadas".

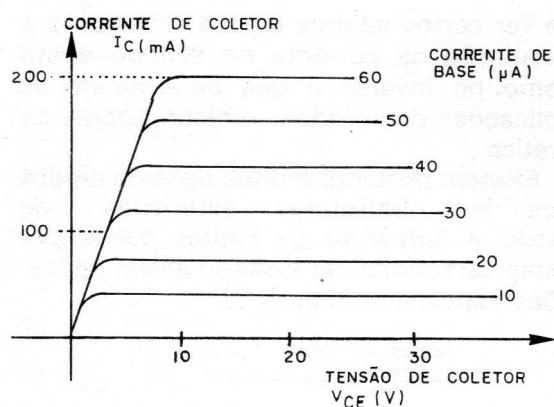


Figura 5 - Família de curvas de um transistor

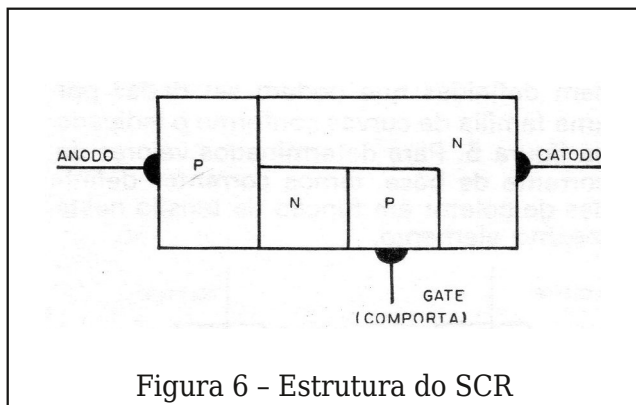
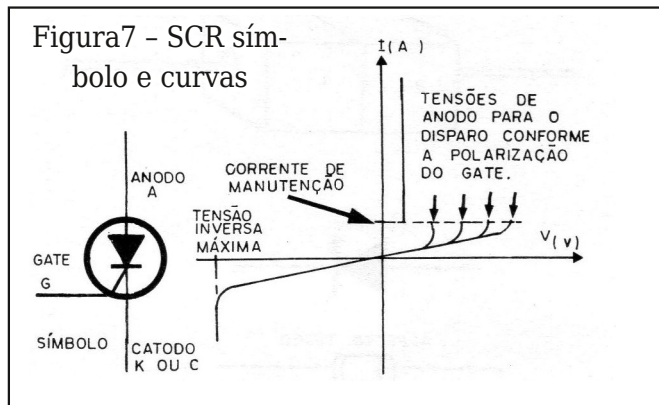


Figura 6 - Estrutura do SCR



Na figura 7 temos o símbolo adotado para representar um SCR assim como a curva característica que ele apresenta e por onde podemos analisar seu funcionamento.

As quatro camadas de materiais semicondutores que formam a estrutura do diodo controlado de silício equivalem na realidade a dois transistores, um PNP e outro NPN ligados de tal modo a formar uma chave regenerativa.

Como o princípio de funcionamento dos transistores é mais conhecido de nossos leitores podemos partir deste circuito equivalente mostrado na figura 8 para explicar o princípio de funcionamento do SCR.

Como neste primeiro item estamos vendo apenas o que é um SCR, terminamos completando que o SCR é então no fundo um retifica-

dor, ou seja, um diodo, mas que possui um eletrodo a mais que permite que a corrente retificada seja controlada externamente. Este componente faz parte da importante família dos tiristores.

COMO FUNCIONAM OS SCRs

Conforme vimos no item anterior a estrutura do SCR se compara a de dois transistores ligados de modo a formar uma chave regenerativa. Veja o leitor que, se na realidade o SCR equivale a dois transistores porque representá-lo por um símbolo que muito mais nos lembra um diodo?

O fato é que na realidade as características de condução obtidas com esta estrutura lembram muito mais os diodos do que propriamente os transistores. Em suma,

mesmo podendo ter seu funcionamento equivalente ao de dois transistores, as características lembram muito mais os diodos comuns.

Conforme o leitor pode ver o SCR possui três terminais que recebem denominações específicas:

A para o anodo

C ou K para o catodo

G para a comporta ou "gate"

Na estrutura equivalente formada por transistores, o anodo corresponde ao emissor do primeiro transistor que é um do tipo PNP, o catodo corresponde ao emissor do segundo transistor que é um do tipo NPN ao mesmo tempo em que a comporta corresponde à base do segundo transistor.

A base do primeiro transistor está ligada ao coletor do segundo, e ao mesmo tempo

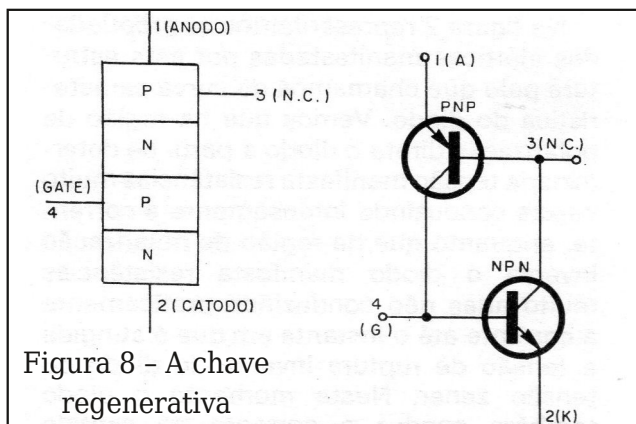


Figura 8 - A chave regenerativa

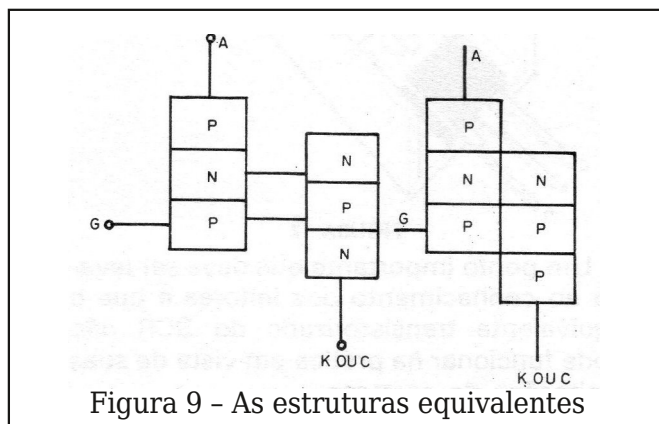
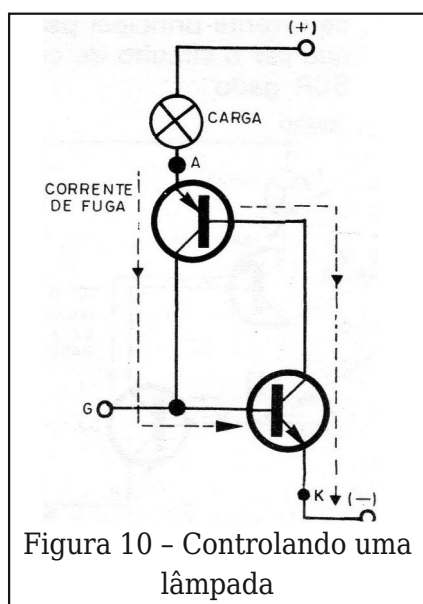


Figura 9 - As estruturas equivalentes

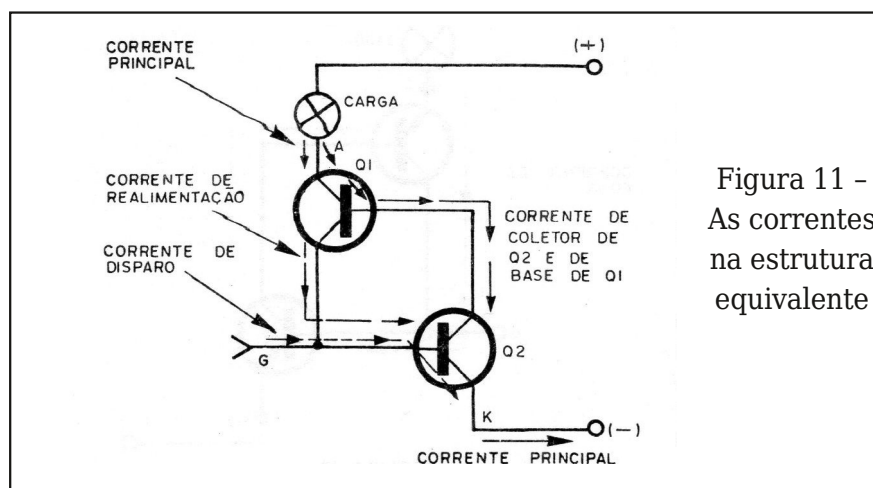


a base do segundo transistor está ligada ao coletor do primeiro. O funcionamento deste circuito pode então ser explicado da seguinte maneira: (figura 9)

- Ligando inicialmente a alimentação do circuito de modo que uma tensão positiva em relação ao catodo seja aplicada ao anodo, o SCR se comporta como um circuito aberto, não havendo condução apreciável de corrente, a não ser uma pequena fuga que normalmente ocorre nestes componentes.

Uma pequena corrente que pode ser considerada desprezível circula entre a base do primeiro transistor (Q1) e o coletor do segundo (Q2) ao mesmo tempo em que uma pequena corrente circula entre a base do segundo transistor (Q2) e o coletor do primeiro. O resultado é que a corrente entre o anodo e o catodo do SCR não pode ser considerada como existente para efeitos práticos.

O SCR estará desligado. Uma lâmpada ligada em



série com o SCR nestas condições permanecerá apagada, conforme sugere a figura 10.

- Se agora for estabelecida uma pequena tensão positiva em relação ao catodo na comporta do SCR, fazendo com que uma corrente pequena circule entre a base do segundo transistor (Q2) e seu emissor, o SCR mudará de estado.

Polarizando a junção deste transistor Q2 no sentido direto de condução (junção emissor-base) o transistor terá também sua corrente de coletor aumentada numa proporção que depende do ganho deste mesmo transistor.

Lembramos que a corrente de coletor será tantas vezes maior que a corrente de base quanto for o ganho do transistor. Ora, a corrente de coletor do segundo transistor (Q2) é justamente uma corrente que circula num sentido que polariza a junção emissor-base do primeiro transistor no sentido de, também fazê-lo conduzir. Esta corrente de base consequentemente no primeiro

transistor aumenta a corrente de coletor do primeiro transistor (figura 11).

Mas, a corrente de coletor do primeiro transistor é justamente a corrente de base do segundo, o que significa que agora volta o primeiro transistor a ser excitado num efeito de realimentação ou regeneração.

Isso significa que mesmo que a pequena corrente que tenha dado início ao processo ao ser aplicada na base do segundo transistor, tenha desaparecido, ela já terá dado início ao processo de realimentação que leva tanto um como outro transistor a terem suas correntes de coletor aumentadas numa proporção que mantém ambos conduzindo intensamente a corrente.

Assim, tanto um como outro transistor conduzindo a corrente, haverá a circulação de uma forte corrente principal pelo SCR que pode alimentar o circuito de carga. O SCR terá sido "ligado".

Veja o leitor que basta uma pequena corrente para dar início ao processo para que o SCR comute para o seu esta-

do de plena condução e assim continua mesmo depois de cessada a corrente de comporta inicial. Veja também o leitor os sentidos de circulação de todas as correntes:

A corrente de disparo deve circular no sentido da comporta para o catodo, vencendo no caso apenas a barreira de potencial existente numa única junção. Isso significa que para os SCRs comuns, a tensão que se precisa para vencer esta barreira de potencial é da ordem de 0,2 à 0,6 V e que a corrente mínima que deve circular nestas condições dependerá do ganho dos transistores "equivalentes" o que está diretamente condicionado ao tipo de SCR e à sua corrente máxima.

Tipos como o MCR106, IR106, que são considerados SCRs de grande sensibilidade precisam de apenas 10 à 50 uA para serem disparados, ao mesmo tempo em que outros SCRs de menores sensibilidades precisam de correntes da ordem de 10 à 50mA para serem disparados.

A corrente principal, que é a corrente que controla o circuito de carga circula do anodo para o catodo, o que nos leva a observar que os SCRs são dispositivos unilaterais ou seja, conduzem a corrente num único sentido.

Como a corrente que circula pelo SCR tem de vencer 3 junções semicondutores para ir do anodo para o catodo ocorre uma pequena queda

de tensão neste componente que tem um valor típico entre 1 e 2 volts. Esta queda de tensão no SCR multiplicada pela intensidade da corrente que ele controla nos dá a potência que o mesmo deverá dissipar em forma de calor.

Considerando-se, no entanto, que as correntes normalmente são grandes e que as tensões são muito maiores nas aplicações práticas, da ordem de 110 ou 220 V, a potência perdida num SCR é extremamente pequena.

Por exemplo, no controle de uma carga de 440 Watts numa rede de 110 V com um SCR comum em que a circulação de corrente será da ordem de 4 A, no SCR a potência dissipada estará entre apenas 4 e 8 Watts o que pode ser facilmente dissipado com um pequeno radiador (figura 12).

Um ponto importante que deve ser levado ao conhecimento dos leitores é que o equivalente transistorizado do SCR não pode funcionar na prática em vista de suas limitações de corrente.

Veja que a corrente principal que circula pelo SCR é formada pela soma de duas

correntes de base, e nos transistores comuns esta corrente está limitada a valores muito baixos. Isso quer dizer que se fizermos um SCR improvisado usando dois transistores, a capacidade de corrente deste SCR não será dada pela corrente máxima que cada um pode permitir circulando por seus coletores, mas sim pela sua corrente máxima de base que em geral é muito menor.

Os SCRs são estruturados justamente de modo a admitir elevadas correntes principais que podem ir desde fração de ampère até mais de 1 000 ampères para os tipos industriais, de grandes dimensões conforme mostramos na figura 13.

Mas também, existem SCRs muito pequenos para correntes menores, em invólucros SMD.

c) Voltando ao nosso SCR disparado que agora conduz intensamente a corrente mesmo depois de desaparecer o sinal de excitação temos um problema a ser analisado: como desligá-lo?

Temos aqui diversas possibilidades que serão analisadas sempre levando em conta o equivalente "transis-

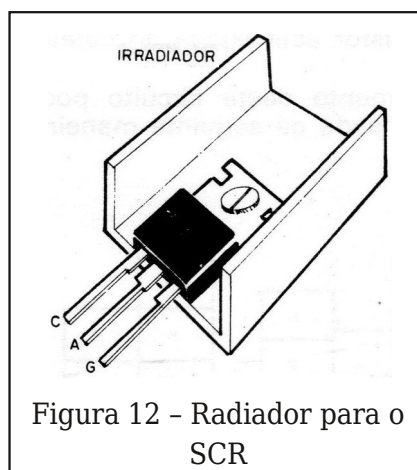


Figura 12 - Radiador para o SCR

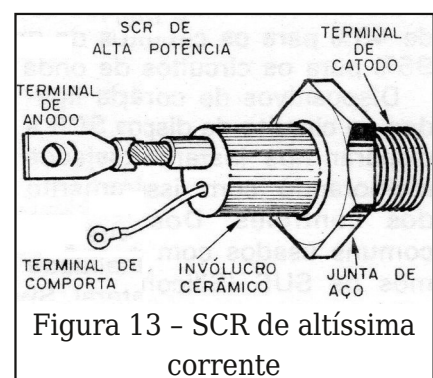


Figura 13 - SCR de altíssima corrente

torizado" deste componente. Uma vez que o SCR tenha sido disparado, ocorre uma realimentação interna no mesmo, conforme vemos, que mantém a corrente máxima entre seu anodo e seu catodo, mesmo depois de desaparecida a corrente inicial de disparo pela comporta.

Para que a realimentação ocorra numa intensidade que mantenha o SCR em plena condução é preciso, no entanto, que a corrente principal tenha um valor mínimo, denominado "corrente de manutenção". Se a corrente principal cair abaixo deste valor, a realimentação não mais será suficiente para manter o SCR em plena condução e ele desligará.

Para um SCR da série 106 esta corrente de manutenção (IH) tem seu valor típico entre 5 e 8 mA o que significa que esta é a corrente mínima que o circuito de carga deve "puxar" para que to SCR funcione apropriadamente. (figura 14).

Um dos meios que se tem para desligar um SCR então é reduzir a corrente principal até que ela caia abaixo do

valor indicado, quando ele então comuta para o estado de não condução.

Uma outra maneira de se fazer o SCR desligar consiste em reduzir a zero momentaneamente a tensão entre o anodo e o catodo de modo que a corrente principal caindo abaixo do valor de manutenção venha provocar o desligamento do semicondutor levando-o ao seu estado de não condução.

Isso pode ser feito de diversas maneiras como, por exemplo, por meio de um interruptor de pressão do tipo normalmente aberto ligado em paralelo com o SCR curto-circuitando momentaneamente, ou então por meio de um interruptor de pressão do tipo normalmente fechado ligado em série com a alimentação, desligando-o momentaneamente. (figura 15)

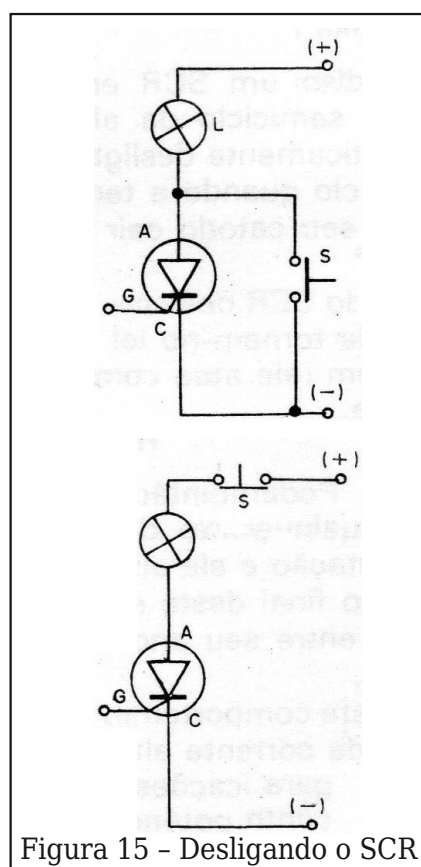


Figura 15 - Desligando o SCR

É claro que, este processo de "desligar" o SCR só é necessário nos casos da corrente principal ser contínua pura. Se esta corrente for contínua pulsante o que acontece quando o mesmo é alimentado pela rede de corrente alternada e só ocorre a condução dos semiciclos num sentido, existem os instantes entre dois semiciclos sucessivos em que automaticamente a tensão e, portanto, a corrente cai a zero, conforme mostra a figura 16.

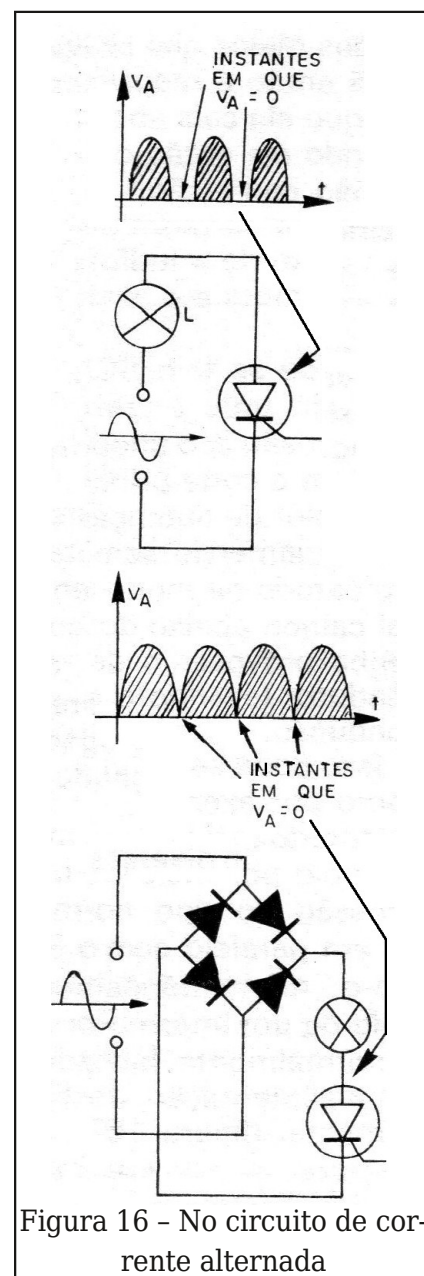


Figura 16 - No circuito de corrente alternada

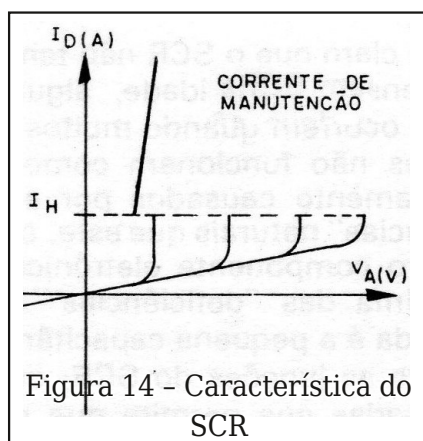


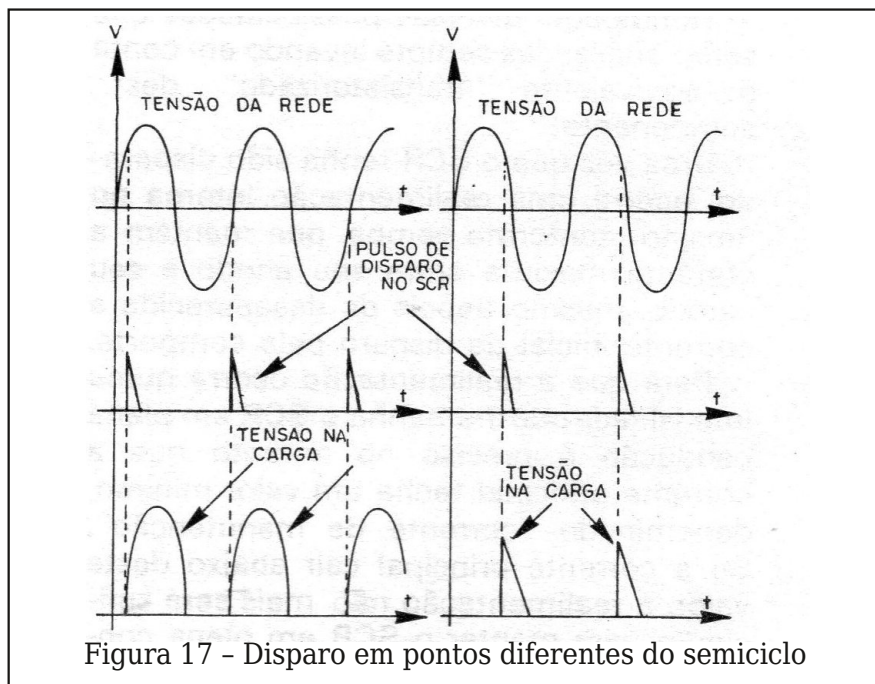
Figura 14 - Característica do SCR

Nesta figura vemos que tanto no caso da alimentação direta do SCR por corrente alternada em que um dos semiciclos é totalmente cortado, como no caso da retificação por onda completa, em que os dois semiciclos estão presentes, porém forçando a circulação da corrente no mesmo sentido, existem os instantes em que a tensão se anula e que, portanto, o SCR, se estiver conduzindo, desliga.

Podemos então disparar um SCR em qualquer ponto de um semiciclo da alimentação e ele automaticamente desligará no final deste semiciclo quando a tensão entre seu anodo e seu catodo cair a zero.

Este comportamento do SCR nos circuitos de corrente alternada o torna ideal para as aplicações em que ele atua como controle de potência. Na sua comporta é ligado então um circuito de retardo, normalmente um resistor e um capacitor de tal modo que a tensão de disparo na sua comporta só atinge o valor necessário ao disparo do SCR depois de decorrido algum tempo após o início de um semiciclo.

Isso quer dizer que podemos retardar o disparo do SCR para que ele ocorra em qualquer ponto desejado do semiciclo de alimentação. Se o disparo ocorrer no início do semiciclo, este será totalmente conduzido pelo SCR e consequentemente pelo circuito de carga que então funcionará com sua potência



máxima. Se o SCR for disparado no final do semiciclo só haverá tempo para que uma pequena parcela dele seja conduzida a consequentemente a carga receberá o mínimo de potência. (figura 17).

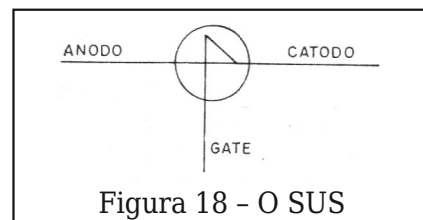
Usando um resistor variável e um capacitor de valor fixo pode-se controlar a potência aplicada no circuito de carga entre um valor mínimo que se aproxima de o até um valor máximo que se situa perto de 48% para os circuitos de meia onda e 95% para os circuitos de onda completa.

Dispositivos de comutação rápida ligados no circuito de disparo ajudam o SCR a disparar nos instantes exatos desejados melhorando com isso o funcionamento dos controles. Dos dispositivos mais comuns usados com esta finalidade citamos os SUS (Silicon Unilateral Switch) cujo aspecto e símbolo é visto na figura 18.

Este semicondutor dispara somente quando a tensão no capacitor atinge cerca de 7,8 V de modo que, com este valor de tensão mais alta aplicada à comporta do SCR, seu disparo possa ocorrer numa velocidade maior.

É claro que o SCR não tem só suas vantagens. Na realidade, alguns problemas que ocorrem quando muitos usam SCR's e estes não funcionam como se deve são justamente causados por algumas "deficiências" naturais que este, como qualquer outro componente eletrônico possui.

Uma das "deficiências" que pode ser citada é a pequena capacitância que existe entre as junções do SCR, ou seja, suas 4 camadas que permite que pulsos de alta



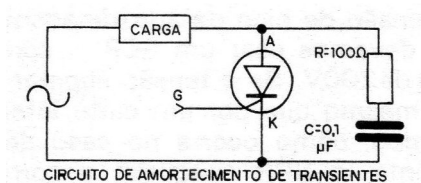


Figura 19 - O snubber

tensão ou transientes de curta duração que apareçam entre o anodo e o catodo possam chegar até o eletrodo de comporta com intensidade suficiente para provocar seu disparo.

Este problema, no entanto, pode ser normalmente eliminado pela ligação entre o anodo e o catodo do SCR, conforme mostra a figura 19 de um resistor e de um capacitor de valor apropriados.

Outro problema que deve ser levado em conta é que, o SCR não precisa ser obrigatoriamente disparado por um sinal em sua comporta. Se esta for devidamente polarizada de modo que, com uma determinada tensão entre o anodo e o catodo a corrente de comporta fique no limiar do disparo, ou seja, um pouco abaixo do necessário para que isso ocorra, quando houver um pequeno acréscimo na tensão de anodo, o SCR será levado à sua plena condução. O que ocorre no caso é que, aumentan-

do a tensão de anodo automaticamente aumenta a corrente de fuga que então se soma à corrente de disparo do componente levando-o à condução, conforme ilustra a figura 20.

Este método de disparo pode ser útil para fazer o SCR "oscilar" numa configuração muito semelhante ao conhecido oscilador de relaxação com lâmpada neon.

Na figura 21 temos um circuito que o leitor pode realizar experimentalmente usando um TIC106.

Quando o capacitor se carrega através do resistor, a tensão de anodo no SCR aumenta até o ponto em que ela atinge um valor suficiente para provocar o disparo dele. Este ponto de disparo é justamente determinado pela polarização de sua comporta. Utilizando um resistor variável na comporta podemos, portanto, ajustá-lo de modo a influir na frequência deste interessante oscilador com SCR.

Em vista do que analisamos verificamos que os SCR's têm condições bem definidas de trabalho as quais devem ser obedecidas em qualquer uma de suas aplicações práticas. Desrespei-

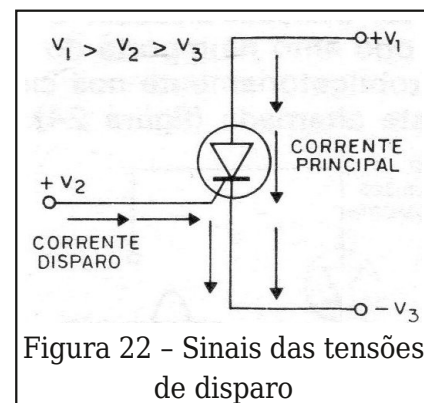
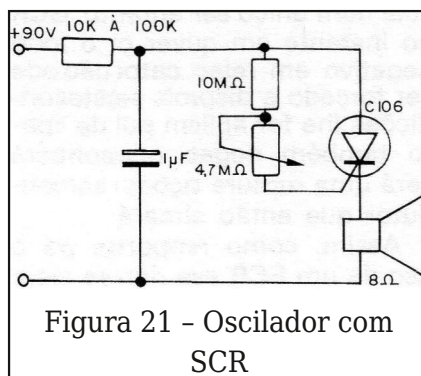
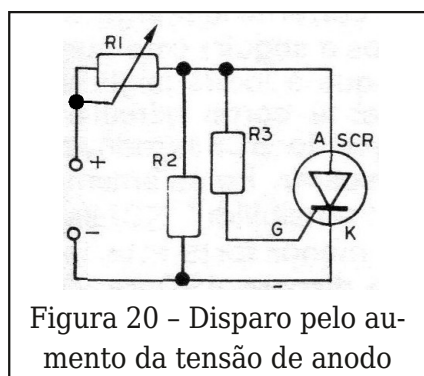
tar qualquer uma de suas condições limites implicará não só no não funcionamento do circuito como também na própria queima dos componentes envolvidos.

O primeiro ponto a ser analisado no uso de um SCR refere-se à polaridade das tensões que nele sejam aplicadas e consequentemente nos sentidos de circulação das correntes em seus eletrodos. Na figura 22 temos então os sinais das tensões que devem ser aplicadas no SCR para que se obtenha o seu disparo e a condução plena.

Aqui o leitor deve tomar o seguinte cuidado para não causar a queima do seu SCR.

Para disparar o SCR é preciso que o anodo esteja positivo em relação ao catodo, e que o sinal de disparo tenha uma tensão mínima de acordo com as especificações deste componente, positiva em relação ao catodo e que force a circulação da corrente mínima que realimentando os "transistores" equivalentes levem-nos à comutação.

Se o anodo estiver negativo em relação ao catodo, o que pode ocorrer em metade dos semiciclos da alimenta-



ção de corrente alternada, o SCR não conduzirá já que, como vimos se trata de um dispositivo unilateral, ou seja, em que a corrente circula num único sentido.

No entanto, o SCR no instante em que estiver com o anodo negativo em relação ao catodo não pode ser forçado a disparar, pois se nestas condições lhe for aplicado um pulso de disparo também negativo, o que acontecerá será uma ruptura das junções do semicondutor que então se queimará.

Assim, como regra importante para o uso de um SCR está a de nunca se aplicar um pulso negativo na comporta do mesmo quando o anodo se encontrar negativo em relação ao catodo, ou seja, quando ele estiver polarizado inversamente, conforme a figura 23.

Como meio de evitar que isso aconteça acidentalmente ou mesmo em vista do princípio de funcionamento

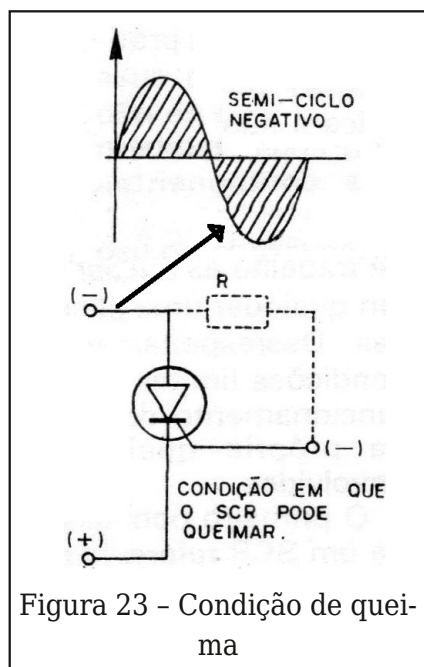


Figura 23 - Condição de queima

do circuito, costuma-se ligar na comporta do SCR um diodo comum de tal modo que só pulsos positivos de disparo possam ser levados ao mesmo, evitando-se com isso sua possível queima nas condições indicadas. O diodo aparecerá, portanto, na comporta do SCR quase que obrigatoriamente nos circuitos de corrente alternada (figura 24).

O segundo ponto a ser analisado refere-se às especificações dos SCR's que indicam suas condições mínimas e máximas de funcionamento. Vejamos como interpretar os manuais e saber o que estas especificações significam:

O primeiro valor importante é o da tensão máxima que pode aparecer entre o anodo e o catodo do SCR quando ele se encontra desligado. Este valor é dado pela sigla VDRM e pode ser analisado da seguinte maneira: trata-se da tensão máxima do circuito em que o SCR operar.

Nos circuitos de corrente alternada, deve-se sempre cuidar para que esta tensão seja superior ao valor do pico da rede.

Por exemplo, na rede de 110 V em que temos uma tensão de pico de aproximadamente 150 V devemos usar um SCR com um Von de 200 V.

Se a tensão superar este valor, mesmo que por um curto intervalo de tempo, como ocorre no caso de um transiente, o SCR conduzirá a corrente, disparando.

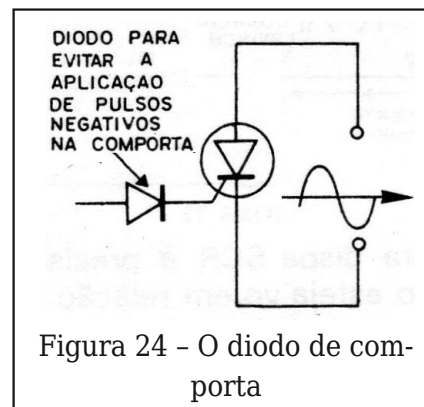


Figura 24 - O diodo de comporta

Este valor limita, portanto, a tensão de alimentação do circuito em que o SCR deve ser usado, ou em linguagem mais simples significa "quanto aguenta de tensão o SCR".

A próxima especificação importante do SCR é a sua corrente máxima no sentido direto (ID) que é justamente a máxima corrente que o SCR pode conduzir para o circuito de carga quando for ligado. Nos circuitos de corrente contínua em que temos uma corrente deste tipo seu valor é dado em termos diretos, mas nos circuitos de corrente alternada deve-se sempre considerar o valor RMS.

Na escolha de um SCR para uma aplicação prática deve-se certificar-se de que ele suporta a corrente que a carga exige. Temos a seguir a corrente que dispara o SCR que é indicada pela sigla IGT.

Esta deve ser a corrente que circula entre a comporta do SCR e seu catodo que faz o SCR disparar. Por esta corrente podemos ver a "sensibilidade" do SCR, ou seja, quanto menor for esta corrente, mais sensível ao disparo é o SCR. Para o TIC106,

C106, MCR106, por exemplo esta corrente está na faixa dos 20 aos 600 uA.

Temos a seguir a tensão de comporta dada por VGT que é a tensão que deve ser estabelecida entre a comporta e o catodo para fazer circular a corrente de disparo. Esta corrente é normalmente situada entre 0,2 e 1,2 V qualquer que seja o SCR considerado. Finalmente temos a corrente de manutenção IH que é a menor corrente que o SCR pode controlar sem desligar, conforme já foi explicado. Uma vez que todas as especificações sejam obedecidas, o SCR deve funcionar por muito tempo antes de causar qualquer tipo de problema.

Obs. Este é um dos diversos artigos que publicamos ensinando como funciona um SCR. A abordagem varia levemente ao longo dos anos em que saíram os artigos. Esta versão é de 1979.



Clique ou fotografe o QR-Code acima para saber mais sobre o assunto.

E-BOOK GRATUITO

O Superversátil 555

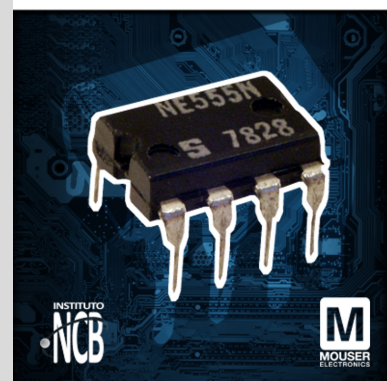
Através da Mouser Electronics (mouser.com) disponibilizamos todos os meses um livro grátis patrocinado que, para receber no formato virtual, basta que você se cadastre em nosso site clicando ou fotografando o QRCode abaixo.

Trata-se de um livro publicado em 1982, mas que aborda um assunto que ainda é atual para o caso do funcionamento de circuitos eletrônicos em geral, componentes e montagens, makers e experimentadores. Trata-se de um livro sobre o circuito integrado 555 escrito por alguém que consideramos uma das maiores autoridades no trabalho com este componente, autor de dezenas de artigos em muitas publicações técnicas e, em especial um grande amigo nosso. Trata-se de Aquilino Rodrigues Leal, ou se preferirem Aquilino R. Leal. Mesmo havendo tecnologias mais modernas para a montagem de projetos equivalentes com o 555, podemos dizer que ele é ainda a base de quase tudo, principalmente de projetos simples para quem deseja aprender eletrônica, shields e outras aplicações. Fizemos algumas pequenas melhorias, alterações e atualizações ao republicar esse trabalho, com a devida autorização do autor, esperando que seja do agrado de nossos leitores. A maioria dos conceitos apresentados em muitos dos projetos ainda é atual e eles encontram aplicações práticas. Tudo depende dos recursos, necessidade e imaginação de cada um.

A maioria dos componentes adicionais citados, e é claro o 555 em suas versões tradicionais e algumas modernas de baixo consumo, pode ser adquirida na Mouser Electronics. Enfim, mais um presente que damos aos nossos leitores que desejam enriquecer sua biblioteca técnica e aprender muito, e sem gastos.

AQUILINO R. LEAL

O Superversátil C.I. 555



MAIS DETALHES



O oxigênio do ar

Trata-se de uma experiência indicada para os estudantes de cursos médios, professores do ensino fundamental e médio e makers. Ela também pode ser realizada em feiras de ciências e demonstrações. Com esta experiência podemos provar coisas importantes e interessantes:

A primeira é que no ar atmosférico existe oxigênio, mas que ele não é constituído totalmente desse gás, mas apenas uns 20%.

A segunda é que sem oxigênio não há combustão.

Para esta finalidade precisamos de materiais absolutamente comuns: um prato fundo com água, um copo e uma vela que, em pé, caiba dentro do copo invertido, conforme mostra a figura 1.

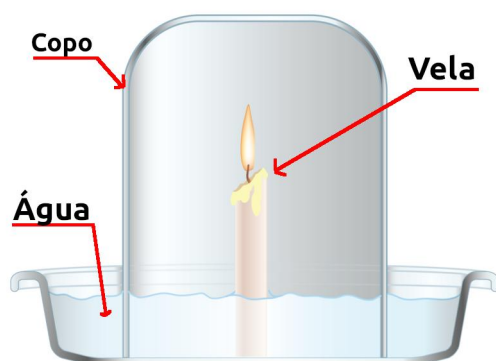
O que se faz é acender a vela e depois colocar o corpo emborcado sobre essa vela.

Você vai notar que depois de alguns segundos a vela apaga e a água subiu até um certo nível no copo.

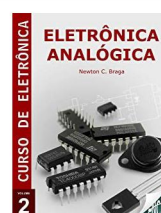
O que ocorre é que a vela queimou todo o oxigênio do ar contido no interior do copo, fazendo com que a água suba para ocupar seu lugar (na verdade ela não sobe os 20% esperados, pois o oxigênio queimado é substituído por gás carbônico, que ocupa menor volume) e apaga porque, acabando o oxigênio, não pode haver mais combustão.

A experiência é de combustão e o estudante pode até fazer um cartaz com a reação química que ocorre numa combustão. E, ainda como material de apoio para o experimento sugerimos consultar na Internet:

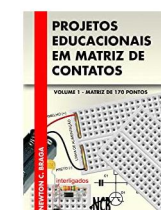
- A composição do ar
- Combustão
- Pressão atmosférica



APRENDA ELETRÔNICA COM OS LIVROS DO INCB

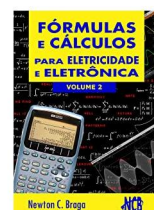


SÃO MAIS DE 160 LIVROS



acesse agora ---
newtoncbraga.com.br

Nos Formatos:
Impresso e e-book





aureside

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E PREDIAL

ACESSE O SITE

www.aureside.org.br



HÁ 20 ANOS

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

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

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



OSCILADOR ESAKI

O OSCILADOR "QUÂNTICO"

OSCILADOR ESAKI

MSc. Eng. Prof. Antonio Carlos Gasparetti

Este artigo tem finalidade didática e experimental para estudantes de eletrônica, possibilitando explorar algumas características e aplicações não convencionais de um semiconductor.

INTRODUÇÃO

Os osciladores eletrônicos são circuitos de fundamental importância na eletrônica. Fornecem base de tempo para circuitos digitais e sistemas de comunicação, geram sinais para equipamentos transmissores de rádio, radares, instrumentos de medição tendo assim uma infinidade de aplicações. Em razão de suas extensas aplicações, existem muitos tipos de "designs" de circuitos osciladores cujas características visam atender aos parâmetros do projeto onde será aplicado.

Neste artigo, vamos explorar o oscilador que usa predominantemente o efeito de tunelamento quântico (efeito túnel) porém em um circuito extremamente simples e didático.

Os fenômenos de tunelamento em semicondutores e supercondutores foram estudados e descobertos através do trabalho teórico dos físicos Brian David Josephson e pelos trabalhos experimentais dos Leo Esaki e Ivar Giaever, resultando no Prêmio Nobel de Física de 1973 [1].

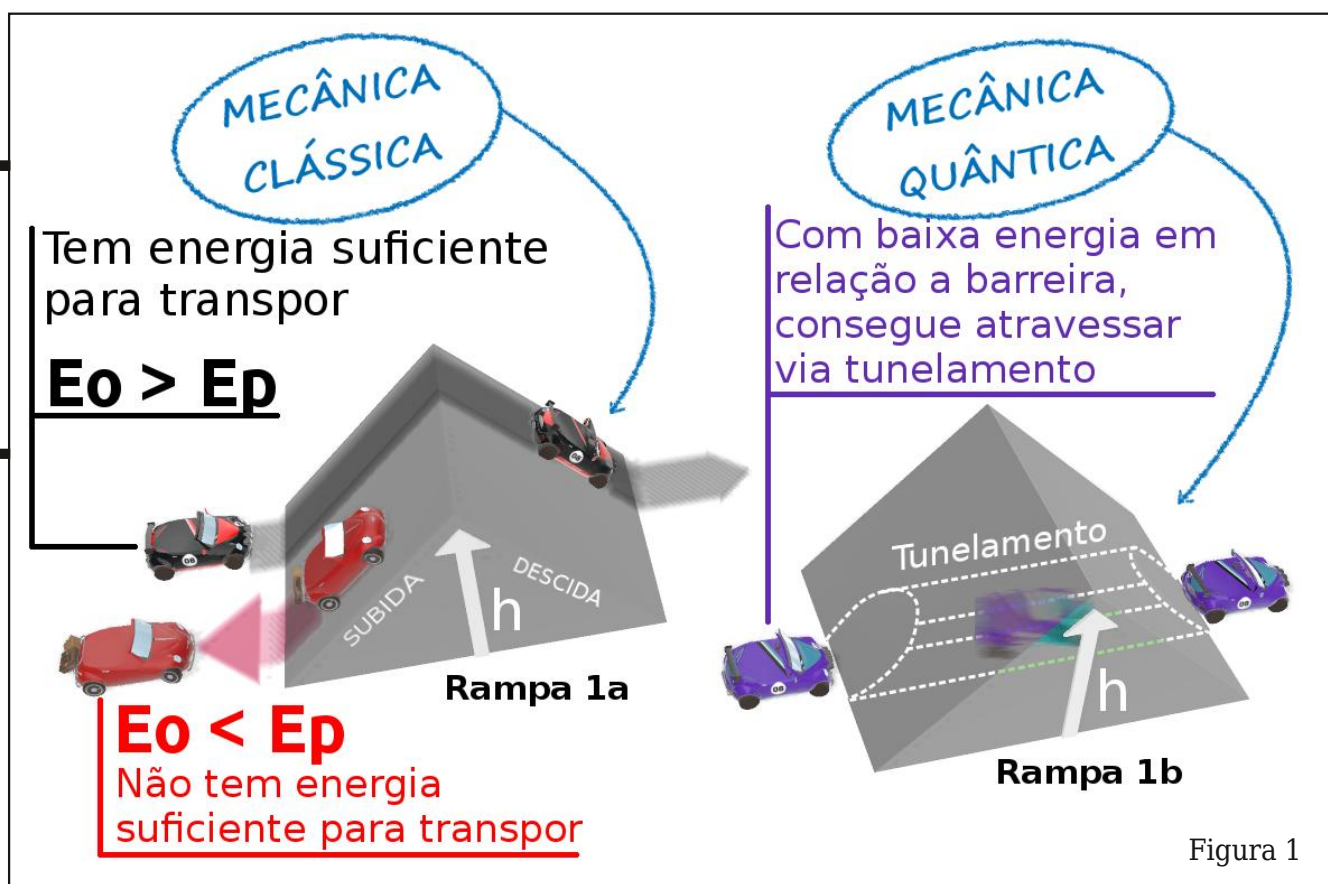
O EFEITO TÚNEL

Tunelamento quântico ou também chamado de efeito túnel é um fenômeno descrito pela mecânica quântica, no qual partículas podem transpor um estado de energia onde a física clássica considera proibido.[5]

Em uma analogia muito simples, imagine uma rampa de subida e descida (a qual representa uma barreira de potencial, por exemplo) com uma altura h e ângulos de subida e descida iguais. Um carrinho (elétron) é impulsionado por um empurrão em direção a rampa, com energia inicial E_0 , com energia cinética E_c e energia potencial E_p . Sem considerar atrito ou perdas a medida que o carrinho subir a rampa, a energia cinética E_c se transforma em energia potencial E_p até o topo (h). Porém se a energia E_0 remanescente (do empurrão) for menor que a energia potencial E_p , a física clássica diz que o carrinho não consegue ultrapassar o topo e vá para o outro lado da rampa (não atravessa a barreira de potencial), retornando. [2] Figura 1a.

Porém se considerarmos a mecânica quântica existe uma probabilidade finita de que o carrinho passe através da rampa com energia E_0 aparecendo do outro lado sem precisar escala-la, fato incompatível com a mecânica clássica, porém explicado pela mecânica quântica. Figura 1b.

Considerando semicondutores estruturados em junções (diodos ou transistores por

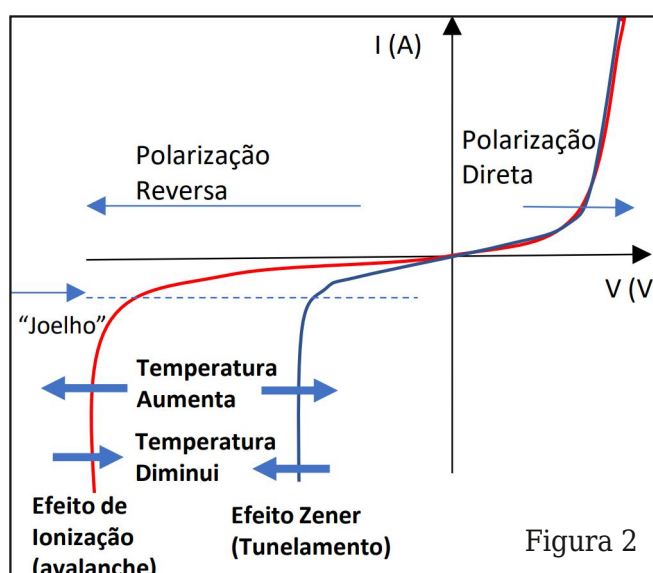


exemplo), uma partícula pode escapar de regiões cercadas por barreiras potenciais mesmo se sua energia cinética for menor que a energia potencial da barreira. [2] Temos vários exemplos e aplicações onde encontramos o efeito de tunelamento, tais como o diodo túnel e a memória Flash.

EFEITO AVALANCHE X EFEITO TUNEL

Em um dispositivo semiconductor polarizado reversamente encontramos mecanismos físicos diferentes que permitem a condução de corrente: efeito avalanche (mecanismo de ionização) e o efeito Zener (mecanismo de tunelamento). Cada um dos mecanismos contribui de maneira que, dependendo dos níveis de tensão e temperatura um deles seja predominante sobre o outro no processo de

condução reversa. Para tensões reversas baixas normalmente é o efeito Zener que predomina. O aquecimento é o teste comumente usado que permite distinguir entre a quebra da barreira de potencial por efeito de ionização e/ou efeito de tunelamento, identificando assim o mecanismo predominante no semiconductor naquelas condições. Na verdade, a variação da tensão de corte com a temperatura é positiva para o primeiro caso negativo para o segundo [3]. Figura 2.



RESISTÊNCIA NEGATIVA

Quando o efeito quântico de tunelamento se manifesta no dispositivo semiconductor, observa-se um comportamento peculiar entre a tensão e a corrente nos seus terminais.

Este comportamento compõe o mecanismo no qual o

circuito irá funcionar, em nosso caso, oscilar. É chamado de resistência negativa [4].

Para auxiliar na compreensão deste comportamento elétrico, vamos recordar a lei de ohm. Na 1ª lei de ohm a corrente que circula em um condutor é proporcional a tensão aplicada. Esta proporção é a resistência. Matematicamente $R = V/I$ onde V é a tensão em Volts, I é a corrente em Ampère e R é a resistência em Ohm. Portanto, se a tensão aumenta, a corrente aumenta linearmente como ilustra a figura 3a

No caso da resistência negativa temos um comportamento diferente: quando a tensão V aumenta a corrente I diminui e quando a tensão V diminui a corrente I aumenta.

Isto ocorre pelo deslocamento das cargas nas junções e como as cargas atravessam as barreiras de potencial. Por estarem em sentidos opostos, representa-se $-R = V / I$.

A figura 3b mostra a região onde a resistência negativa se manifesta no dispositivo (entre $b1$ e $b2$), no caso chamada de resistência diferencial negativa (r_{dn}) (Eq1) onde:

$$r_{dn} = \Delta v / \Delta i = (v_2 - v_1) / (i_2 - i_1) \text{ Eq1.}$$

Sendo $v_2 > v_1$ e $i_2 < i_1$, temos $r_{nd} < 0$. Observe que se você se deslocar P pela linha tangente (A) em direção a $b1$, v diminui e i aumenta. Deslocando-se em direção a $b2$, v aumenta mas i diminui! Da origem do gráfico até o ponto C, v e i aumentam juntas.

O ponto C indica o ponto máximo de tensão onde o processo físico se inicia. É a tensão de disparo do tunelamento (V_i).

Concluindo, explorando o comportamento do dispositivo em resistência negativa é possível construir um oscilador de relaxação, neste caso chamado de oscilador Esaki, em homenagem ao físico que colaborou com experimentos práticos neste campo.

O OSCILADOR ESAKI

O oscilador Esaki [5] é muito simples de se construir. Ele é composto basi-

camente de um transistor NPN, um resistor, um capacitor e no nosso caso um LED. O objetivo é fazer com que o LED pisque periodicamente.

O diagrama da figura 4 mostra o circuito eletrônico. Observe que o transistor NPN está com o emissor ligado no maior potencial e o coletor no menor potencial. Não está invertido! Como o emissor do transistor possui menor largura e maior dopagem do que o coletor, o fato de estar ligado desta forma permite explorar o efeito na barreira de potencial na junção base - emissor a qual apresenta condições para o efeito de tunelamento.

ANÁLISE DO FUNCIONAMENTO:

Ao se acionar a chave S1 a tensão $E1$ é aplicada ao circuito. Nestas condições e considerando o capacitor $C1$ descarregado, portanto $V_{C1}=0$, ele se carrega através do resistor $R1$ formando um circuito RC no modo de carga como mostra a figura 5. Ao atingir o valor representado na curva da figura 2b pelo ponto C o mecanismo de disparo entra em ação fazendo com que o capacitor

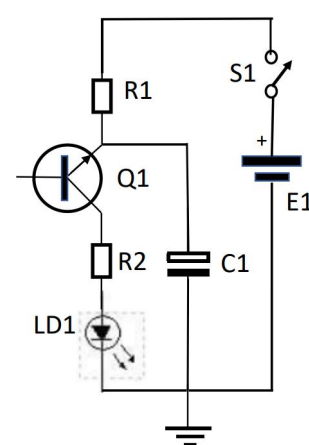


Figura 4

Figura 3

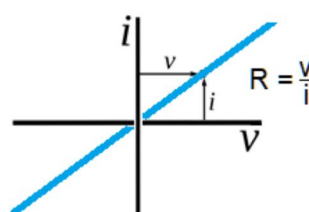


figura 3a.

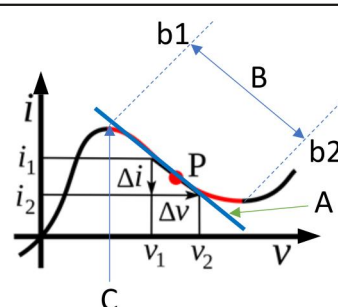


figura 3b.

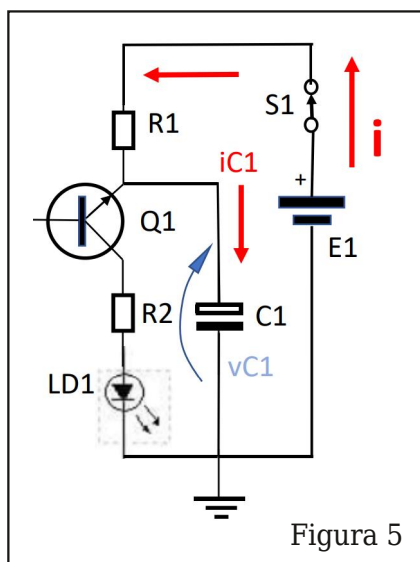


Figura 5

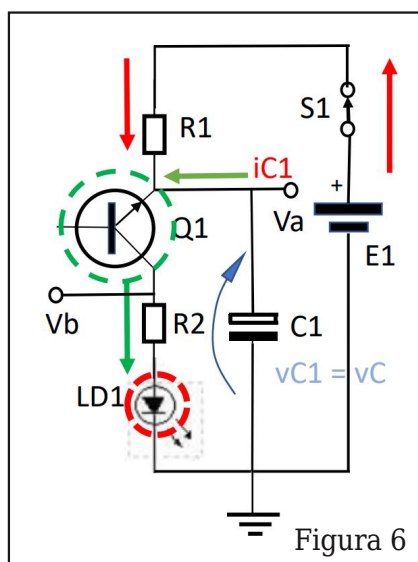


Figura 6

$$C = C1 \text{ (F)}$$

$$T = \text{Período do oscilador (s)}$$

Para um transistor BC107 ou BC548A :

$$V_d \cong 9,28 \text{ V} * (\text{obtido experimentalmente})$$

$$V_i \cong 8,40 \text{ V} * (\text{obtido experimentalmente})$$

Para o circuito proposto o período entre os pulsos será:

$$T \cong 10^3 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6} \ln((10,5-8,40)/(10,5-9,28))$$

$$T \cong 0,7s$$

descarregue através de Q1 [6] acendendo o led LD1 até sua carga ser insuficiente para manter a condução, onde então ele retorna ao início do ciclo. Figura 6.

Na figura 7 temos as formas de onda nos pontos Va e Vb.

A frequência pode ser determinada de forma aproximada pela Eq 2 através do circuito R.C formado pelo resistor R1 e o capacitor C1 e as tensões de início e disparo e considerando $t_c \gg t_d$.

O período de oscilação, considerando somente o resistor de 150 Ω (RL), ou seja, sem o LED é de aproximadamente:

$$T(s) \cong RC \ln((E-V_i) / (E-V_d))$$

E = Tensão de alimentação sem o led.

Vd = Tensão do ponto de disparo (V)

Vi = Tensão de início

R = R1 (Ω)

RL = R2 (Ω)

Com a adição do LED ao circuito, considerando a sua tensão de funcionamento de 1,8V (vermelho) [7], temos $10,2 \text{ V} + 1,8 \text{ V} = 12 \text{ V}$. Portanto o circuito deverá ser alimentado com 12 V DC. Na expressão do cálculo do período, a tensão do LED deve ser considerada.

Para o circuito proposto com o LED inserido ao circuito o período entre os “flashes” do LED deverá ser:

$$T \cong 10^3 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6} \ln((12-8,40-1,8)/(12-9,28-1,8))$$

$$T \cong 0,7s$$

Para calcular a frequência aplique:

$$f_{(\text{Hz})} = 1/T$$

MONTAGEM PRÁTICA E TESTES:

Componentes:

R1 = 1kΩ 1/8 W

R2 = 150Ω 1/8 W

C1 = 1000μF x 16V

LED = Vermelho 3mm

Q1*(1) = BC 107 ou BC 548

(leia as observações)

Alimentação = 12V DC

(leia as observações)

O circuito pode ser montado em placa de matriz universal, placa de circuito impresso,

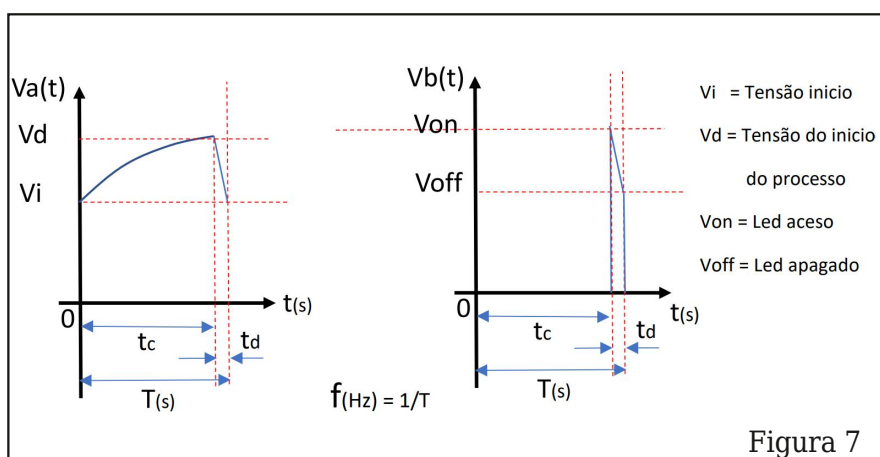
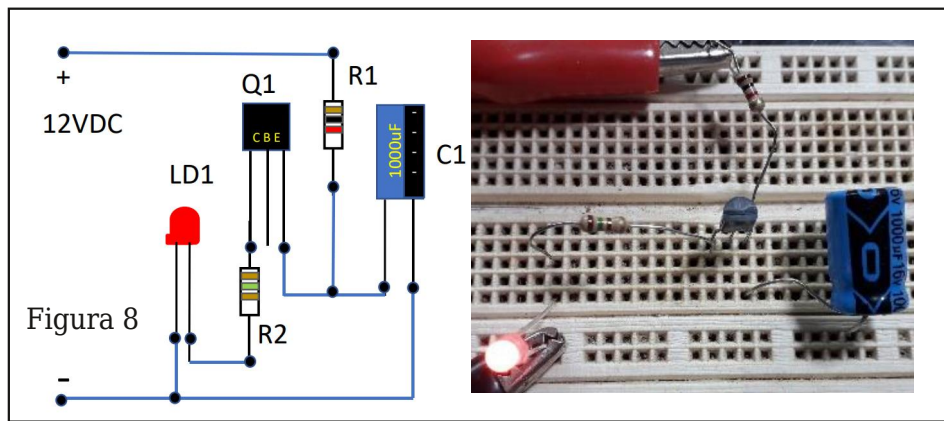
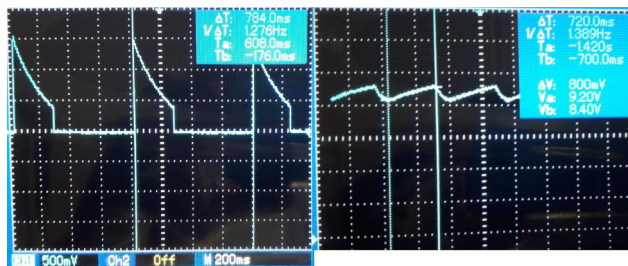


Figura 7



em protoboard ou mesmo em “wire mode”. Observe que a base do transistor não é conectada em nenhuma parte do circuito. Figura 8.

Ao alimentar o circuito, se todas as condições forem atendidas e as conexões estejam corretamente ligadas, o led deverá piscar em intervalos de aproximadamente 0,7 s.



Forma de onda no ponto Vb

Forma de onda no ponto Va

Figura 9

Montagem e Testes

Observações (importante):

1 - Os transistores variam suas características entre os diversos tipos e mesmo entre os de mesmo tipo. Sendo que esta é uma aplicação não usual do transistor, é possível que alguns transistores não operem devido a suas características estarem incompatíveis com as exigidas pelo circuito. Não desista! Neste caso o mais simples é substituir o transistor e testando-o no circuito. Os melhores resultados foram com os transistores BC 548 e BC 109 metálico. Pode ser usado o 2N2222A ou testados outros transistores NPN de sinal.

2 - A tensão de alimentação é crítica para este circuito. O ideal é manter, com o LED no circuito, 12V + - 5%. Fora dessas margens o circuito poderá não funcionar.

3 - O período de oscilação calculado é aproximado, levando em conta apenas os efeitos principais do circuito, na faixa de frequência proposta e considerando os valores nominais dos componentes. Para outros valores de frequência do oscilador, deve-se

observar que efeitos tais como tolerância dos componentes, temperatura e os efeitos periféricos do semicondutor e dos componentes, principalmente em frequências mais altas, podem demandar alterações no processo de cálculo. Portanto cabe ao experimentador explorar o circuito, tendo em mente tais condições.

4 - O circuito é proposto para aplicações didáticas e experimentais.

Bibliografia:

- [1] - Leo Esaki, USA, Ivar Giaever, USA and Brian D Josephson, UK. The Royal Swedish Academy of Sciences Press Release 1973 Nobel Prize in Physics
- [2] -Sismanoglu, Bogos N. , Nascimento ,Janaina C., Aragão ,Eduardo C.B.B. Visualizando tunelamento quântico através da geração de microplasmas Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, n. 1, 1312 (2015)
- [3] - Y. CROSNIER, F. TEMCAMANI, D. LIPPENS and G. SALMER AVALANCHE AND TUNNELING BREAKDOWN MECHANISMS IN HEMT'S POWER STRUCTURES JOURNAL DE PHYSIQUE Colloque C4, supplement au n09, Tome 49, septembre 1988
- [4] - Nikhil M. Kriplani, Stephen Bowyer, Jennifer Huckaby, and Michael B. Steer “ Modelling of an Esaki Tunnel Diode in a Circuit Simulator” Research Article - Active and Passive Electronic Components Hindawi Publishing Corporation
- [5] - P R Berger and A Ramesh, Negative Differential Resistance Devices and Circuits The Ohio State University, Columbus, OH, USA 2011 Elsevier B.V.
- [6] - Phillips Semiconductors , BC546; BC547; BC548 NPN general purpose transistors, Product specification 1997 Mar 04.
- [7] - Hewlett Packard Technical Data T-13/4 (5 mm), T-1 (3 mm), Low Current, Double Heterojunction Al-GaAs Red LED Lamps Copyright © 1999 HP.

Inteligência Artificial

Os Novos conceitos que você precisa conhecer



Este ano já se afigura como um ano em que a Inteligência Artificial deve se desenvolver de uma forma acelerada, fazendo parte de uma infinidade de aplicações. Mas, não o que vem depois é muito mais e, certamente, a Inteligência Artificial deverá não apenas fazer parte de tudo que envolver tecnologia, mas deverá ser o ponto de apoio para todas as tecnologias com que estamos acostumados. Veja neste artigo o que está por vir em termos de Inteligência Artificial e como isso pode afetar sua interação com o mundo da tecnologia.

Newton C. Braga

Nada melhor do que começar o artigo com o conceito de Inteligência Artificial.

Podemos começar este artigo, sugerindo a leitura de nosso artigo ART4252 – Inteligência e Vida Artificial em que damos os conceitos básicos do que seria a Inteligência Artificial e o caminho para se chegar à Vida Artificial. No entanto, o que vimos naquele artigo não é o suficiente para que possamos detalhar o que está ocorrendo com a tecnologia em nossos dias. Novos conceitos, novas abordagens e novos componentes estão levando a uma subdivisão da

Inteligência Artificial em sub-setores, com aplicações e implicações diferentes.

Numa conferência realizada na Universidade de Dartmouth lançou-se a ideia de que o que temos hoje como Inteligência artificial é apenas a ponta de um iceberg e que diversas divisões devem ser abordadas.

Em livro que publicamos no início do século em que tratamos pela primeira vez do tema, fizemos uma divisão simples da Inteligência Artificial separando em duas categorias: inteligência por hardware e inteligência por software.

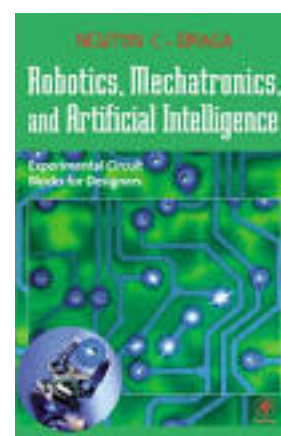


Figura 1 – Este é meu livro de 2002 em que tratamos do assunto, separando AI em duas categorias.

No entanto, Inteligência Artificial já pode ser abordada como temos como setores diferentes, que podem usar as duas abordagens básicas: por software e por hardware. Analisemos as diversas possibilidades:

Máquinas Reativas

Neste tipo de inteligência artificial, que é o mais comum atualmente, o sistema analisa o meio em que ele está e reage conforme o que ele vê. Este é o tipo de máquina inteligente que estamos elaborando atualmente. Os supercomputadores, por exemplo, como o Deep Blue que venceu o enxadrista russo Kasparov em 1997 é um exemplo. Neste tipo de máquina, ela apenas conhece as regras do jogo e analisa as condições em que ela pode elaborar os lances a cada movimentação das peças. Veja que ela não parte do conhecimento de partidas anteriores. Podemos dizer que ela trabalha com uma intuição em tempo real.

Memória Limitada

Neste tipo de inteligência artificial, além dos algoritmos das máquinas reativas temos a adição de uma memória que ajuda na tomada de decisões. Esta memória é formada por um banco de dados em que as soluções adotadas na resolução de problemas anteriores são armazenadas.

Este tipo de máquina pode ser usado no reconhecimento facial, por exemplo, onde detalhes mínimos das imagens são armazenados.

Teoria do Pensamento

Máquinas inteligentes que se baseiam na teoria do pensamento são apenas um conceito. Elas se baseiam no conhecimento de como fun-

ciona o pensamento humano e os sentimentos humanos, o que está ainda muito longe de ser uma realidade. Trata-se ainda de um campo extremamente controverso, pensamento quando tentamos quantificar através de algoritmos o que seriam nossos sentimentos e indo além, impactando com o conceito de alta, que mais cedo ou mais tarde, terá de ser abordado. Alguns robôs tentam mimetizar sentimentos e emoções e até reconhecê-las, mas até que ponto isso pode ser associado ao modo como nós humanos externamos essas emoções ou reconhecemos em outros.

Autoconsciência

Máquinas autoconscientes como os robôs de filmes de ficção que tem consciências de sua existência e com isso passam a raciocinar sobre sua posição no mundo, percebendo que os humanos são seus superiores, revoltando-se no sentido de destruí-los. Asimov previa a necessidade de se criar algoritmos para proteger o criador (homem) das criaturas (robôs e outras máquinas inteligentes). No entanto, até que ponto isso pode fugir de nosso controle? Elon Musk e outros alertam sobre a possibilidade de fugir de nosso controle quando elas se tornarem autoconscientes.

Inteligência Artificial Estreita ou Limitada

A Inteligência Artificial Estreita, abreviadamente ANI

de Artificial Narrow Intelligence, é hoje a que mais usamos pela sua facilidade de implementação com os recursos que possuímos. A ideia é operar com um conjunto limitado de informações que se aplicam a um determinado campo de aplicações através de um conjunto de algoritmos que também são limitados a essas aplicações.

É o caso do reconhecimento fácil, reconhecimento de voz, biometria em que se trabalha com um conjunto específico de dados e um conjunto específico de informações colhidas por sensores.

Inteligência Artificial Geral

A Inteligência Artificial Geral ou AGI de Artificial General Intelligence também é chamada de Inteligência Artificial Forte ou "Strong AI". Ela consiste numa evolução do tipo anterior, em que os dados e as decisões podem ser aplicados em diversos contextos.

Assim como o cérebro humano que recebe informações de diversos tipos de sensores (olhos, ouvidos, temperatura, etc) e atua sobre diversos tipos de efeitos com decisões de acordo com o contexto a partir de um banco de dados (memória), as máquinas AGI fazem o mesmo.

Elas usam um banco de dados geral que é usado conforme o contexto da informação que obtém do

mundo exterior e que exigem uma ou mais respostas. Podemos associar este tipo de inteligência aos veículos autônomos, por exemplo.

Com base nas informações de imagem, sensores de presença e proximidade, GPS, etc., os veículos autônomos têm diversos tipos de reação controlando motor, freio, direção e até interagindo com os passageiros.

Sem dúvida, isso já exige algoritmos de grande complexidade e a capacidade de armazenamento de enorme quantidade de dados, além de capacidade de processamento.

Veja que sua capacidade de trabalhar com dados em diversos contextos, já podemos dizer que esse tipo de inteligência artificial se aproxima da inteligência humana. Podemos dizer que ela já possui uma “capacidade intelectual” para realizar as mesmas tarefas que um ser humano consegue.

Super Inteligência Artificial

Chegamos a Superinteligência Artificial ou ASI de Artificial Super Intelligence. Este sem dúvida é ponto mais alto da escala atual. Nada impede, entretanto, que no futuro tenhamos novos degraus nessa ciência que nos levem a versões Hyper e até mesmo Ultra. Para nós esse é ponto mais alto.

Já existem obras importantes que tratam da ASI como a de Paul Golata de quem recebemos um exemplar auto-

grafado, pelo nosso conhecimento na empresa onde ele trabalha.

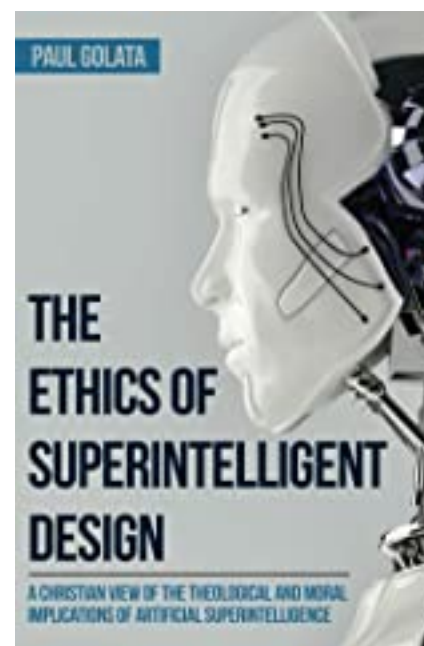
À medida que a Inteligência artificial evolui se aproximando de nós humanos, questões como emoções, alma, ética são inevitáveis e delas os conflitos.

Nesse livro Paul Golata justamente discute as implicações que terá a humanidade ao conviver com máquinas cujas capacidades se igualam ou mesmo superam a dos seres humanos. Será que teremos uma convivência pacífica, ou será uma transição da evolução em que a era das criaturas biológicas definitivamente entra em declínio para desaparecer sendo substituída pelas criaturas de silício, ou teremos a possibilidade de ainda existir, explorando habilidades que as máquinas não alcançam?

Em artigo que trato da “Vida Artificial” MA121 cito o livro a Origem da Vida de Oparin, ainda do século passado, em que o pesquisador russo antevia a possibilidade de haver apenas dois tipos de vida no universo.

A baseada no carbono, que é a nossa, e a baseada no silício (que é capaz de formar cadeias).

A vida baseada no carbono, que é a nossa, pode se desenvolver naturalmente no universo, desde que haja um ambiente apropriado que seria temperaturas em que a água pode existir no estado líquido. No entanto, segundo Oparin, a vida baseada no si-



Capa do livro de Paul Golata

lício só pode aparecer artificial, pois não existem condições que ocorram naturalmente para que isso ocorra.

Não seríamos nós humanos que estaríamos criando essas condições, com a elaboração dos chips de silício que por nossa intervenção evoluirão para se tornarem criaturas vivas.

E, quando adquirem as capacidades de se autorreproduzir e de se auto aperfeiçoar nós não seremos mais necessários e aí...



Clique ou fotografe o QR-Code acima para saber mais sobre o assunto.

Cálculos com Supercapacitores



Newton C. Braga

Com a disponibilidade de capacitores com capacitâncias muito grandes, os supercapacitores, é de grande importância para o praticante da eletrônica saber realizar cálculos com estes componentes. Neste artigo, abordamos alguns cálculos importantes com estes componentes.

Lembramos que estes cálculos têm seus fundamentos dados no nosso livro Aprenda Eletrônica – Curso Básico e em diversos artigos de nossa seção de Matemática Para Eletrônica. O leitor também pode encontrar toda essa teoria nos livros de física do ensino médio.

Importância

Nas aplicações atuais, os supercapacitores são usados basicamente como fontes de energia. Com capacitâncias da ordem de muitos Farads eles podem ser usados como fontes de energia em diversas aplicações.

No entanto, os supercapacitores de que dispomos hoje são dispositivos de baixa tensão, da ordem de poucos volts, o que leva à necessidade de fazermos sua associação no

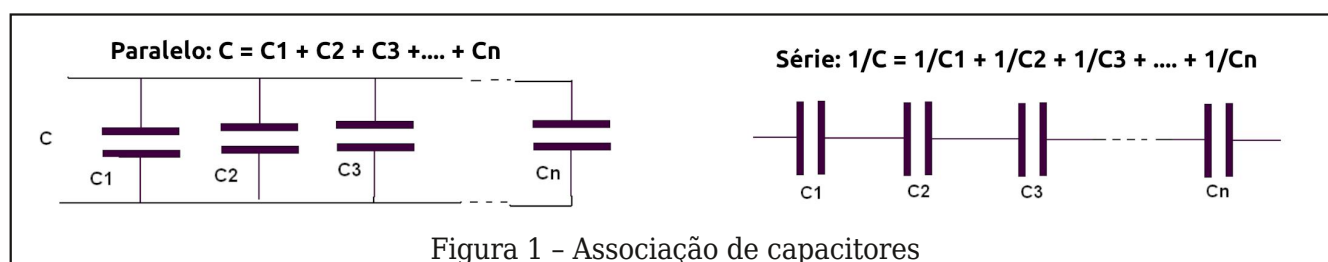
momento de uso. Da mesma forma, na carga desses componentes, essa limitação exige cuidados especiais.

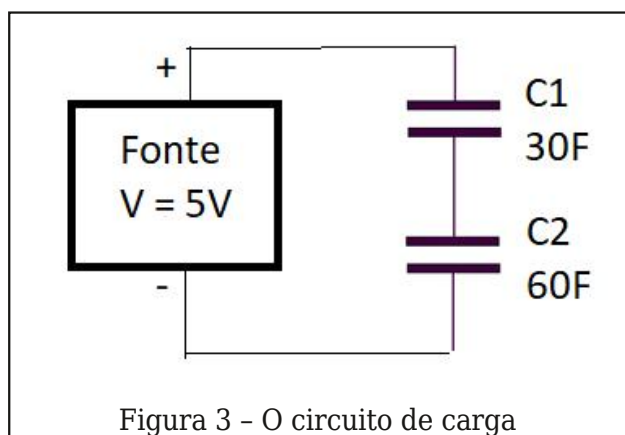
Assim, o leitor que pretende utilizar supercapacitores associados como fontes de energia deve estar preparado para saber como eles se comportam num circuito, principalmente se tiverem valores diferentes.

Assim, damos a seguir um exemplo de cálculo com supercapacitores, lembrando que na associação em paralelo, suas capacitâncias se somam, e na associação em série a capacitância equivalente é dada pela fórmula na figura 1:



Figura 2 - Os capacitores para nosso projeto





Um cálculo prático:

Vamos imaginar que o leitor consiga dois supercapacitores, sendo um de 30F e outro de 60F, ambos com tensão de 3,3 V, desejando usá-los num projeto em que eles alimentarão um circuito eletrônico.

Ocorre que pretendo carregá-los em série em uma fonte de 5V, pois certamente não poderei ligar cada um diretamente na fonte, pois os 5V são mais do que a tensão nominal que eles suportam. Temos então o seguinte circuito para a carga:

Veja que na prática não se recomenda a ligação direta da fonte nos capacitores descarregados, pois a corrente inicial representa um curto que pode danificar a fonte. Deve haver um circuito próprio que limite a corrente inicial a um valor seguro.

Uma vez carregados, vamos ligar os capacitores em paralelo, esperando que a tensão obtida se aproxime de 2,5 V (metade dos 5 V que esperamos ser a tensão da carga de cada um. Será que é isso que ocorre?

Começamos então por calcular a resistência equivalente que obtemos quando ligamos os dois capacitores em série, no processo de carga:

$$1/C = 1/30 + 1/60$$

Ou:

$$C = (C1 \times C2) / (C1 + C2)$$

Fórmula simplificada quando temos dois

capacitores. Obtemos:

$$C = (30 \times 60)/(30 + 60)$$

$$C = 1800/90$$

$$C = 20F$$

Voltando ao circuito de carga vemos então que a carga armazenada em cada capacitor será:

$$Q = C \times V$$

Q = carga em Coulombs

C = Capacitância equivalente

V = tensão no circuito

$$Q = 20 \times 5$$

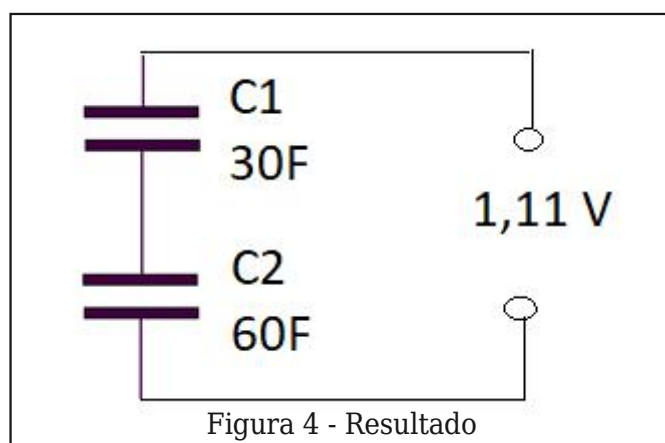
$$Q = 100 \text{ Coulombs}$$

Veja que uma propriedade importante da associação em série dos capacitores é que, independentemente dos valores dos capacitores associados, todos se carregam com a mesma carga.

É importante observar que as tensões também serão diferentes, o que no caso de capacitores de valores diferentes deve ser considerado, pois pode passar dos 2,7 V. Com o valor da carga o projetista pode calcular a tensão com que cada um se carregou.

No entanto, se os ligarmos em paralelo agora, as cargas vão se distribuir e uma determinada tensão aparecerá na associação em paralelo. Como calcular o valor?

A) Temos a carga em cada capacitor: 100 Coulombs



B) Temos a capacitância equivalente em paralelo ($30F + 60F$) = $90 F$

A tensão será então:

$$V = Q/C$$

V = tensão

Q = carga

C = capacitância

$$V = 100/90$$

$$V = 1,11 V$$

Bem diferente do que se esperava. Por quê?

Fica claro nestes cálculos que os valores diferentes dos capacitores fizeram com que a distribuição da carga e da tensão não ocorresse por igual.

Assim, quando trabalhamos com supercapacitores ou mesmo eletrolíticos e eles devam ser associados, devemos estar atentos para essa distribuição desigual de cargas e tensões que ocorre com componentes de va-

lores diferentes. Uma pequena diferença de valor não afeta muito os resultados, mas uma diferença maior como a que ocorreu no exemplo dado levou a uma tensão muito menor do que a esperada no banco de dois capacitores.

Os mesmos cuidados devem ser tomados nos cálculos quando trabalhamos com bancos de muitos capacitores.

E, para os leitores que estão se preparando para um vestibular, um concurso em que se exija conhecimentos sobre capacitores no nível indicado, esta é uma questão que pode ser incluída.

Sugestões

- Faça os mesmos cálculos para dois supercapacitores de mesmo valor.
- Haveria o perigo de um ou mais supercapacitores se queimar na carga pela tensão maior do que $2,7 V$ que apareceria entre suas armaduras? Calcule
- Proponha para seus alunos cálculos envolvendo mais de dois supercapacitores.

ABR soluções tecnológicas

Curso
Projetos
Consultorias

Loja de sensores e módulos de Arduino

www.abrtecnologia.com

 arduino brasilshop.com.br

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



Ferramentas Essenciais para o Técnico Reparador

Luis Carlos Burgos

Para os estudantes de eletrônica ou mesmo as pessoas que já trabalham na área de “service” ou manutenção de eletroeletrônicos existem ferramentas concebidas para facilitar o trabalho destes profissionais ou futuros profissionais. Neste artigo falei de algumas destas ferramentas as quais atualmente, considero essenciais para este ramo da eletrônica atualmente. É claro que existem outras, as quais serão adquiridas mais tarde de acordo com a necessidade. Aqui ficaremos com as básicas:

1. Ferro de solda, sugador e solda para eletrônica

Existem vários tipos de ferros de solda bons no mercado, como Hikari, Fame etc. para equipar a bancada, sendo 30 W e 40 W ponta fina os mais indicados para come-

çar. Você pode adquirir também estanho para soldagem (solda) e uma estação e solda (ferro com temperatura ajustável), muito útil em alguns casos.

No caso da solda uma de 1 mm de espessura e outra de 0,5 mm são as ideais para a bancada. Marcas como Best, Cobix, Cast são excelentes, fazem soldagem de boa qualidade (brilhante e resistente mecanicamente).

No caso do sugador de solda existem vários tipos no mercado, alguns bons, outros regulares e os mais baratos (de menor qualidade). Eu particularmente gosto muito do modelo da AFR modelo F201 ou similar. Também devemos colocar um protetor no bico do sugador para preservá-lo. Este item pode ser adquirido no mesmo comércio onde você adquire o sugador.

2. Alicates e chaves

Em eletrônica usamos alicate de corte e de bico ou ponta. Dê preferência para marcas conhecidas como Tramontina, Stanley, Bezel etc., pois apesar de serem mais caros, têm uma durabilidade muito maior. Procure por um alicate de corte pequeno e de bico longo. Alicate universal é mais raro de usar na eletrônica. No caso das chaves, preferência para chaves de fenda e Philips de 3/16 e ¼ de diâmetro. O comprimento varia de acordo com a necessidade. Procure também obter jogos de chaves pequenas (fenda, Philips, torx) muito úteis devido à miniaturização dos equipamentos e por consequência de seus parafusos. Se puder contar com uma parafusadeira, melhor ainda. Veja a seguir algumas destas ferramentas abordadas:



Figura 1

3. Multímetros

Esta é a ferramenta mais comum na bancada do técnico. Para o multímetro analógico recomendo um que tenha as escalas de X1 e X10K no ohmímetro e pelo menos 20 K Ω /V de sensibilidade DC. A melhor marca de multímetro analógico do mercado é a Sanwa na minha opinião, mas tem outras marcas mais baratas com boa qualidade também como Icel, Minipa, Hikari. Para o multímetro digital existe uma enormidade de tipos e funções. Dê preferência para um que tenha capacitímetro até 10.000 μ F (10 mF) pelo

menos. Se puder ter um frequencímetro e/ou true RMS em ACV melhor, mas não obrigatório. A marca mais cara para os digitais ou uma das mais caras é a Fluke mas tem outros mais em conta como Hikari, Minipa, Icel de boa qualidade também. Para quem está começando seus estudos ou a trabalhar na eletrônica existem multímetros digitais de baixo custo entre 20 e 30 reais, como os DT830.

4. Osciloscópio

Antigamente os técnicos não usavam tanto este instrumento no reparo dos ele-

trônicos mas hoje em dia com a evolução dos circuitos, digitalizando muitas funções e sinais, tornou-se uma ferramenta essencial para a bancada. Existem muitos osciloscópios digitais no mercado (os analógicos nem vou citar porque atualmente são difíceis de achar e caros quando acha). A marca aqui não importa muito embora há as mais renomadas como Minipa, Icel, Tektronix, Agilent etc. Dê preferência aos modelos com alcance de pelo menos 20 MHz. Quanto maior, melhor. Como é um instrumento caro, para quem começa e não dispõe de



Figura 2

muitos recursos, há a possibilidade de aquisição de alguns modelos mais em conta em importadoras de lojas da China, por exemplo, mas aí é da conta ou risco do profissional ou estudante de eletrônica. Eu por exemplo prefiro investir num instrumento melhor e o preço pode-se parcelar, desta forma o instrumento terá maior durabilidade e trará o retorno do investimento. Observe na figura 2.

5. Limpeza

Para limpeza seja de placas ou de componentes eletrônicos temos álcool isopropílico, escova de dentes velha ou escova anti-estática, algum lubrificante como por exemplo o WD40 e um compressor de ar e/ou aspirador de pó.

6. Outros (com a necessidade)

Solda salva chip, fluxo de solda no clean, pasta de solda, maquina para dessoldar, estação de ar quente.

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

<http://loja.burgoseletronica.net/>

<http://www.lojaburgoseletronica.com.br/>

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

Eletroímã

Este simples projeto consiste num simples eletroímã que, alimentado por uma pilha comum pode atrair pequenos objetos, tais como agulhas, pregos, alfinetes, cliques, lâminas de barbear, limalha e muitos outros.

Podemos usá-lo para demonstrar como funcionam os eletroímãs nos cursos fundamental e médio e avançar no ensino de física, explicando o experimento de Oersted.

O eletro-imã é feito enrolando-se de 50 a 300 voltas de fio esmaltado fino num preguinho ou num parafuso de metal ferroso, conforme mostra a figura.

O fio esmaltado pode ser obtido de transformadores, campainhas, solenoides, motores e outros componentes semelhantes fora de uso. Devemos apenas atentar para que o fio não esteja queimado, ou seja

enegrecido, o que significa que seu isolamento já não existe. O fio com o isolamento de esmalte em boas condições é marrom claro brilhante.

Para usar o eletroímã devemos raspar as pontas do fio de modo a remover o isolamento, no local em que vamos fazer sua conexão à pilha. Será conveniente usar pilhas médias ou grandes que podem fornecer uma corrente maior ao eletroímã. No entanto, para demonstrações rápidas, uma pilha alcalina AAA serve (pequena).

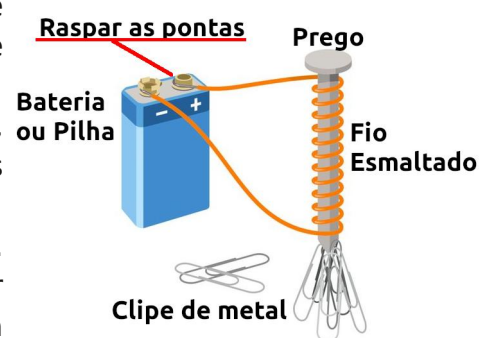
Não o deixe ligado por muito tempo, pois como seu consumo é elevado, ele fará com que a pilha se esgote rapidamente.

Material: 1 pilha pequena, média ou grande, Fio esmaltado fino (qualquer espessura), 1 prego ou parafuso, Limalha, alfinetes, preguinhos ou outros materiais que possam ser atraídos por um imã.

Obs.: essa montagem pode ser usada como tema transversal para o curso de ciências ou física em que o tema central seja eletromagnetismo.

Temas para consulta:

- O efeito magnético da corrente elétrica
- A Experiência de Oersted
- Bobinas e campos magnéticos
- Metais ferrosos e magnetismo



Utilizando o DAC do ESP32

Pedro Bertoleti

O ESP32 é, sem dúvidas, um dos preferidos quando se fala em protótipos e produtos em sistemas embarcados e/ou Internet das Coisas. Aliando ótimo custo/benefício, comunidade vasta e muito ativa e suporte a ser programado no ecossistema Arduino, o ESP32 é uma das primeiras - senão a primeira - opção que vem à mente quando é a hora de se escolher o hardware de um projeto atualmente.

O ESP32 possui recursos muito populares, como por exemplo: ADC (conversor analógico-digital), conectividade wi-fi e conectividade Bluetooth (clássico e BLE). Porém, ele possui também recursos não tão falados e que são muito importantes para projetos em geral, como o DAC (conversor digital-analógico).

Este artigo irá explorar o uso do DAC nativo do ESP32, de forma a contextualizar você, leitor, no que é um DAC e como utilizá-lo no ESP32.

O que é um DAC?

DAC é um acrônimo para Digital-to-Analog Converter (em português, conversor digital-analógico). O DAC é um elemento capaz de converter um dado digital em uma tensão (ou sinal) analógica, processo exatamente inverso ao do ADC. Isso significa dizer que, se você deseja aplicar um determinado nível de tensão em um circuito / componente a partir de um sistema eletrônico ou gerar um sinal analógico com características específicas, o DAC é o elemento ideal para te atender. O DAC é especialmente útil quando lidamos com geração de sinais de áudio ou de tensões de controle / referência para circuitos externos.

O DAC, assim como o ADC, possui também uma resolução. Ou seja, nível de tensão mínimo configurável por bit do dado digital. Exemplo: se um DAC é dado com resolução de 8 bits em um sistema onde a alimentação do DAC é 3,3V, significa dizer que há 256 (2^8) níveis entre a tensão mínima (0V) e a tensão máxima (3,3V) deste DAC. Logo, a resolução do DAC é igual a $3,3V/256 = 12,9 \text{ mV / bit}$.

De forma geral, o valor analógico é, em função do valor digital, determinado pela seguinte fórmula:

$$V_{\text{analógico}} = V_{\text{alimentação}} * V_{\text{digital}} / (2^{\text{bits}} - 1)$$

Supondo um DAC de 8 bits e tensão de alimentação do DAC igual a 3,3V:

$$V_{\text{analogico}} = V_{\text{alimentação}} * V_{\text{digital}} / (2^{\text{bits}} - 1)$$

$$V_{\text{analogico}} = V_{\text{alimentação}} * V_{\text{digital}} / (2^8 - 1)$$

$$V_{\text{analogico}} = V_{\text{alimentação}} * V_{\text{digital}} / 255$$

Na prática:

Valor Digital	Valor Analógico (após conversão do DAC)
0	$(0/255) * 3,3V = 0V$
127	$(127/255) * 3,3V = 1,64V$
255	$(255/255) * 3,3V = 3,3V$

DAC no ESP32

O ESP32 possui dois canais de DAC: DAC0 e DAC1. Isso significa que você, desenvolvedor, tem a possibilidade de gerar dois sinais analógicos com um só ESP32. Ambos os canais de DAC tem resolução de 8

bits, ou seja, resolução de 12,9mV/bit. No ESP32, os canais de DAC estão disponíveis nos seguintes GPIOs:

Canal do DAC	GPIO utilizado
DAC0	GPIO 25
DAC1	GPIO 26

Veja a figura 1, onde estão destacados ambos os canais do DAC em um kit de desenvolvimento com o ESP32.

Circuito esquemático

Todos os exemplos daqui pra frente usarão o circuito esquemático que é apresentado na figura 2.

Uso do DAC do ESP32 com a Arduino IDE

Para utilizar o DAC do ESP32 com a Arduino IDE, apenas uma função é necessária:

```
dacWrite(Canal_DAC, Valor);
```

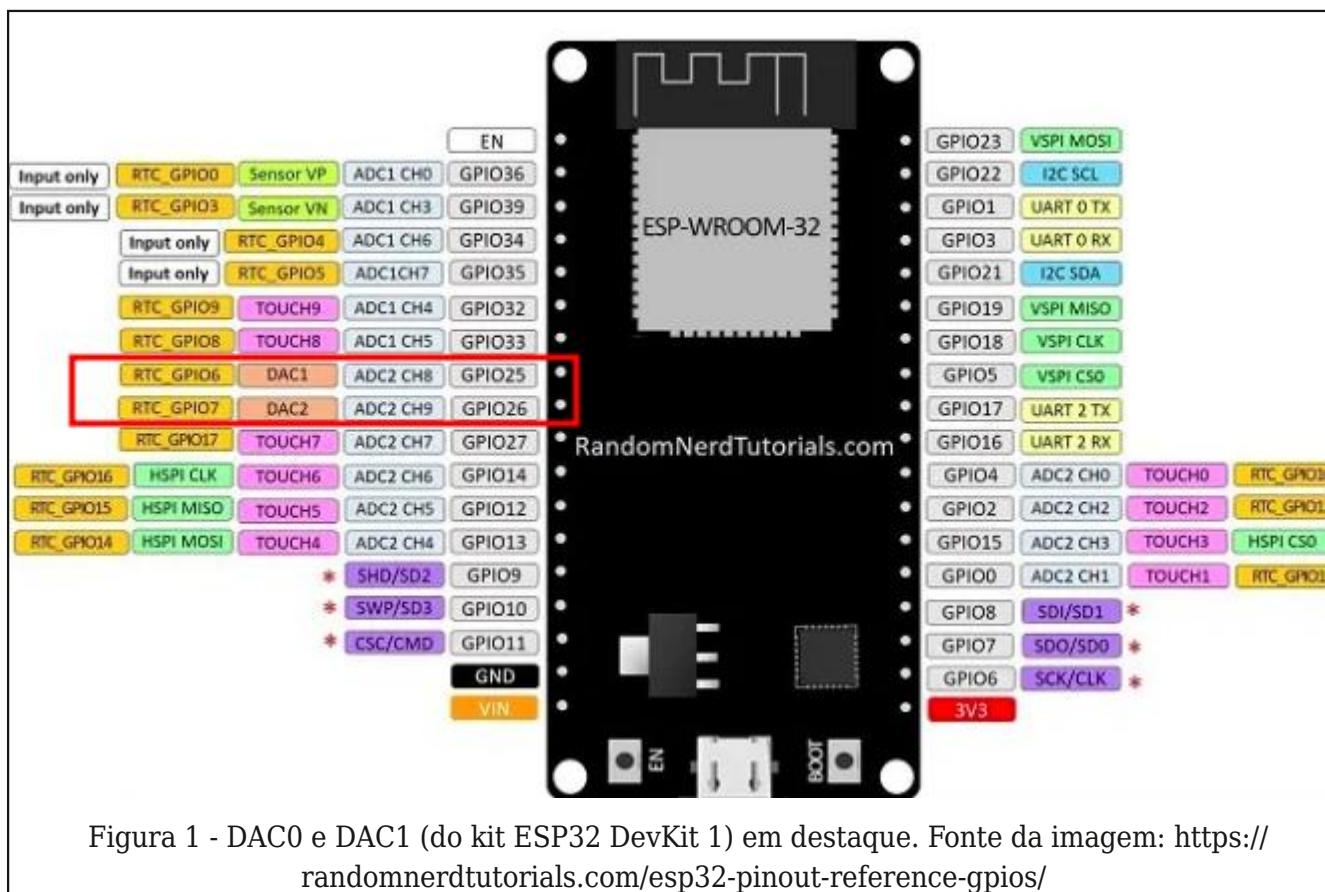
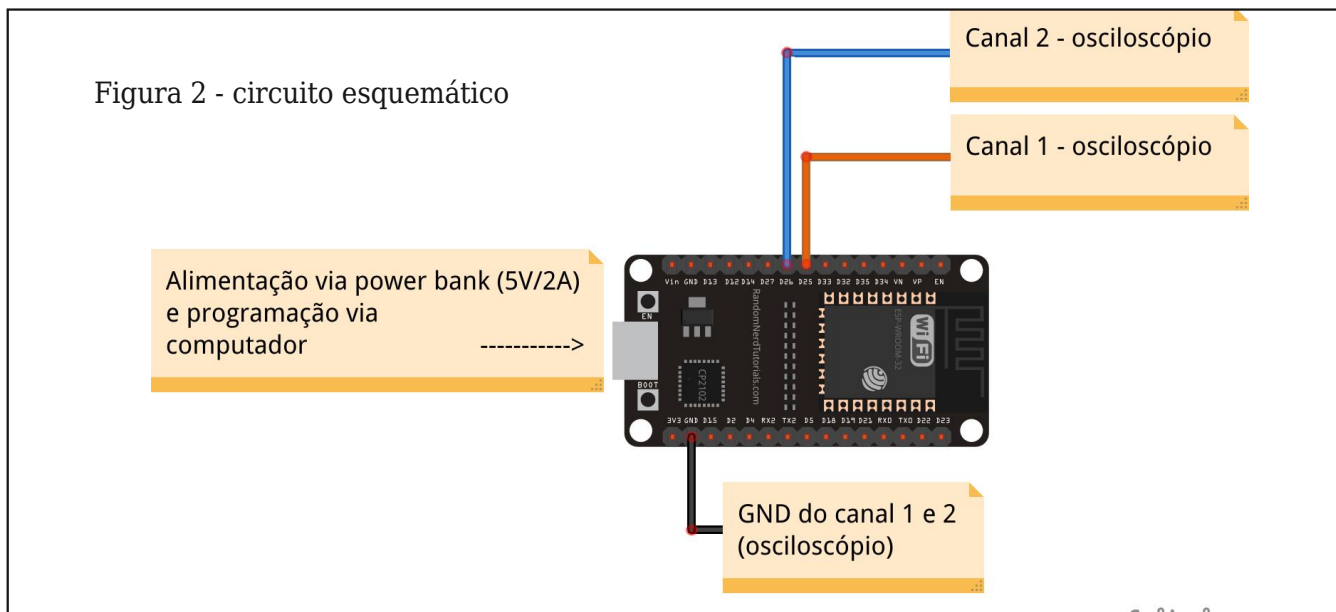


Figura 2 - circuito esquemático

**Onde:**

- **Canal_DAC:** qual canal do DAC será utilizado (lembrando que: DAC0 no GPIO 25 e DAC1 no GPIO 26)
- **Valor:** valor digital (0 até 255) para ser convertido em tensão (ou sinal) analógico. Como exemplos: valor 0 resultará em 0V e valor 255 em 3,3V.

Abaixo, como exemplo de uso, está a geração de um sinal crescente, de 0 a 3,3V, similar a um sinal do tipo dente-de-serra nos canais DAC0 (GPIO 25) e DAC1 (GPIO 26).

```
/*Definição do canal DAC0 (GPIO 25)*/
#define CANAL_DAC0 25

/* Definição do canal DAC1 (GPIO 26) */
#define CANAL_DAC1 26

void setup()
{
}

void loop()
{
  int i;
  for(i=0; i<=255; i++)
  {
    dacWrite(CANAL_DAC0, i);
    dacWrite(CANAL_DAC1, i);
  }
}
```

Ainda, ao lado temos um exemplo de geração de sinal senoidal com ambos os canais DAC0 e DAC1. Neste caso, note que os valores digitais a serem convertidos para tensões analógicas são tabelados no array chamado senoide.

Tomando como base este exemplo, você pode tabelar/criar seus próprios sinais customizados.

Este código, que é apresentado na página ao lado, foi baseado no exemplo disponível em: https://github.com/G6EJD/ESP32-DAC-Examples/blob/master/ESP32_DAC_Advanced.ino

Conclusão

O ESP32 é um SoC (System on Chip) completo para projetos em sistemas embarcados e/ou Internet das Coisas, contando com diversos recursos de forma já nativa (sem necessidade de circuitos externos), como o DAC, por exemplo.

Desta forma, é possível fazer projetos que tenham como requisito a geração de sinais analógicos customizados (de 0 a 3,3V), algo especialmente útil para a geração de sinais de áudio e sinais analógicos de referência para circuitos externos.


```
/* Definição do canal DAC0 (GPIO 25) */
```

```
#define CANAL_DAC0 25
```

```
/* Definição do canal DAC1 (GPIO 26) */
```

```
#define CANAL_DAC1 26
```

```
/* Definição - número de amostras da senoide */
```

```
#define NUMERO_AMOSTRAS_SENOIDE 112
```

```
char senoide[NUMERO_AMOSTRAS_SENOIDE] = {0x80, 0x83, 0x87, 0x8A, 0x8E,
    0x91, 0x95, 0x98, 0x9B, 0x9E, 0xA2, 0xA5, 0xA7, 0xAA, 0xAD, 0xAF,
    0xB2, 0xB4, 0xB6, 0xB8, 0xB9, 0xBB, 0xBC, 0xBD, 0xBE, 0xBF, 0xBF,
    0xBF, 0xC0, 0xBF, 0xBF, 0xBF, 0xBE, 0xBD, 0xBC, 0xBB, 0xB9, 0xB8,
    0xB6, 0xB4, 0xB2, 0xAF, 0xAD, 0xAA, 0xA7, 0xA5, 0xA2, 0x9E, 0x9B,
    0x98, 0x95, 0x91, 0x8E, 0x8A, 0x87, 0x83, 0x80, 0x7C, 0x78, 0x75,
    0x71, 0x6E, 0x6A, 0x67, 0x64, 0x61, 0x5D, 0x5A, 0x58, 0x55, 0x52,
    0x50, 0x4D, 0x4B, 0x49, 0x47, 0x46, 0x44, 0x43, 0x42, 0x41, 0x40,
    0x40, 0x40, 0x40, 0x40, 0x40, 0x40, 0x41, 0x42, 0x43, 0x44, 0x46,
    0x47, 0x49, 0x4B, 0x4D, 0x50, 0x52, 0x55, 0x58, 0x5A, 0x5D,
    0x61, 0x64, 0x67, 0x6A, 0x6E, 0x71, 0x75, 0x78, 0x7C };
```

```
void setup()
```

```
{
}
```

```
void loop()
```

```
{
    int i;
    for(i=0; i<=NUMERO_AMOSTRAS_SENOIDE; i++)
    {
        digitalWrite(CANAL_DAC0, senoide[i]);
        digitalWrite(CANAL_DAC1, senoide[i]);
    }
}
```



Clique ou fotografe o QR-Code acima para saber mais sobre o assunto.

CURSOS DE SISTEMAS EMBARCADOS

Sistemas Embarcados
Profissionais - Imersão
ao Assunto



IoT: Aprenda a fazer
seu projeto do
dispositivo à nuvem



Introdução ao LoRa



FreeRTOS com Arduino
para iniciantes



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

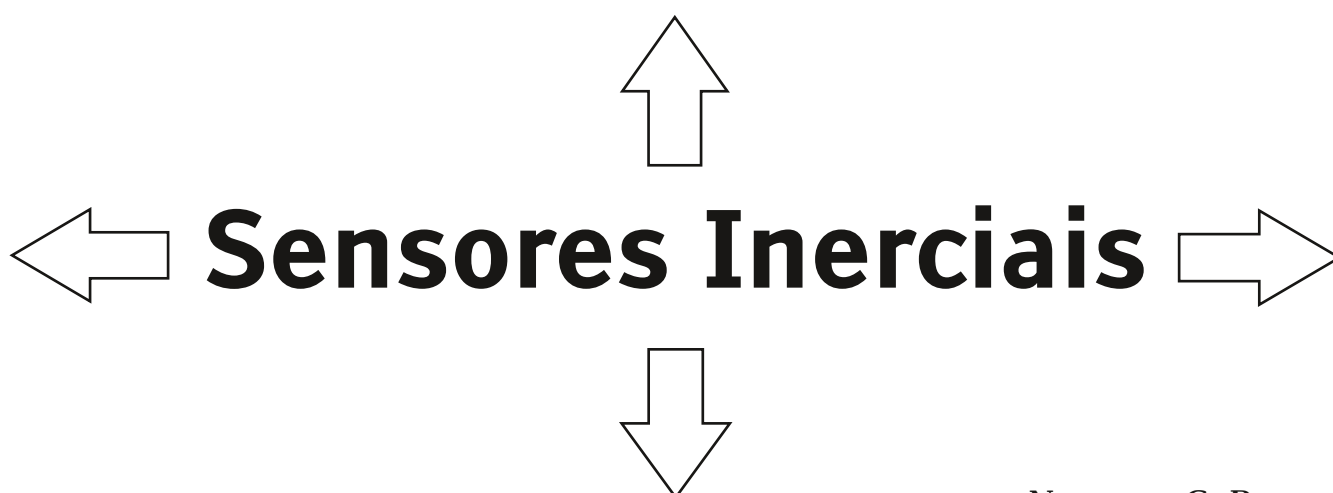
ACESSE O QR CODE
E SAIBA MAIS

 Udemy



SCAN ME

Um tipo de sensor que atualmente encontra uma infinidade de aplicações no mundo da automação e em outros campos é o sensor inercial. Disponível na forma compacta apenas há um tempo relativamente curto, ele tem recursos fantásticos que permitem a criação de uma infinidade de novos projetos, além de serem usados numa infinidade de equipamentos já existentes. Neste artigo, analisaremos o princípio de funcionamento dos sensores iniciais e até sugeriremos algumas aplicações práticas.



Sensores Inerciais

Newton C. Braga

São os sensores iniciais que determinam a posição de seu celular mudando a apresentação da tela quando você o gira. São os sensores iniciais que mantêm os veículos de duas rodas paralelos equilibrados. São os sensores inerciais que mantêm os drones equilibrados em suas trajetórias pelo espaço. São os sensores iniciais que mantêm um robô equilibrado quando para ou andando.

Estas são apenas algumas das aplicações possíveis para estes sensores que podem ser encontrados integrados em circuitos, prontos para serem usados em qualquer tipo de projeto.

Inércia

Para entendermos como os sensores iniciais funcionam devemos voltar aos bancos escolares e lembrar de nosso curso de física do ensino médio o que é a inércia.

De uma forma simples podemos dizer que a inércia é a propriedade que todos os corpos têm de reagir a qualquer mudança de

estado que ocorra. Como mudança de estado, entendemos a modificação de seu movimento.

Assim, quando tentamos tirar do repouso uma certa massa ela reage, devido a sua inércia, produzindo uma força contrária àquela que tende a movimentá-lo. Se desprezarmos o atrito, essa força de reação dependerá da massa do corpo.

Da mesma forma, qualquer corpo que esteja em movimento uniforme tende a reagir a qualquer mudança de sua condição, devido justamente a essa propriedade que denominamos inércia.

Tanto para frear como para acelerar o corpo precisamos aplicar uma força para vencer a inércia, que é justamente a força com que ele reage.

Da mesma forma, precisamos aplicar uma força para modificar sua trajetória, levando-o a fazer uma curva, por exemplo.

A força que deve ser aplicada depende justamente da massa e da velocidade desse

corpo e da modificação que desejamos para sua trajetória.

Em outras palavras, precisamos aplicar forças aos corpos se desejarmos mudar o estado de um corpo que apresente certa massa.

Mas, a inércia se manifesta também de outras formas, o que é aproveitado em alguns tipos de sensores que estudaremos.

Um disco girando em alta velocidade ou ainda uma certa massa que gira amarrada por um fio apresenta o que se denomina “momento de inércia”. Na movimentação, as forças que surgem são internas e se contrabalançam pelas forças coesão que mantêm o objeto em sua forma. Se essas forças forem vencidas por um excesso de velocidade o disco se desintegra.

No entanto, se houver uma tentativa externa de se modificar esse movimento, o disco reage com uma força tanto maior, quanto maior for sua massa e maior sua velocidade.

Por exemplo, se o disco se movimentar paralelamente ao plano em que ele gira ou ainda perpendicularmente ao plano, não surgem forças que reagem a isso. No entanto, se tentarmos modificar a posição do plano de rotação as coisas mudam. O disco reage fortemente para manter sua posição original. É por esse motivo um pião girando em alta velocidade se mantém equilibrado.

Uma consequência desse comportamento pode ser dada por uma lâmina vibrante. Ela também apresenta um momento de inércia que depende de sua massa e sua velocidade de vibração. Qualquer tentativa de se mudar o plano da vibração faz com que ela reaja fortemente com uma força proporcional.

Tanto o disco girando como a lâmina vibrante são aproveitados em tipos de sensores inerciais que estudaremos a seguir. Assim, um sensor inercial é um sensor que é utilizado para detectar mudanças de posição ou de condições de movimento, funcionando baseados nos princípios que estudamos.

Tipos de sensores

1 - Quando ao sinal obtido

1.1 - Analógicos

Podemos ter sensores inerciais que fornecem em sua saída um sinal analógico, por exemplo, uma tensão, cujo valor depende da condição de modificação de estado inercial que detectam. Estes sensores podem ser usados em aplicações mais simples que não exigem o processamento da informação, por exemplo, utilizando microcontroladores.

1.2 - Digitais

São sensores que fornecem a informação sobre a grandeza detectada e medida na forma digital, podendo interfacear diretamente com um microcontrolador. São sensores com interfaces I²C, por exemplo, cujos sinais representam a grandeza medida na forma digital.

2 - Tipos

2.1 - Giroscópio

Começamos por esta, por ser justamente a mais antiga a ser usada e que apresenta uma facilidade maior de construção em sensores de maior porte e em outras aplicações.

O giroscópio é um dispositivo que consiste num disco que gira em alta velocidade e que é montado num sistema cardânico.

Uma mudança de posição do suporte faz com que surjam forças que mantêm o disco em seu plano original de rotação. Num sensor, podemos usar recursos para detectar quando ocorre essa mudança e assim fornecer um sinal a um circuito externo.

Uma variação para o giroscópio de disco é o de lâmina vibrante em que normalmente se usam lâminas de quartzo que geram tensões quando ocorrem as mudanças no plano de vibração.

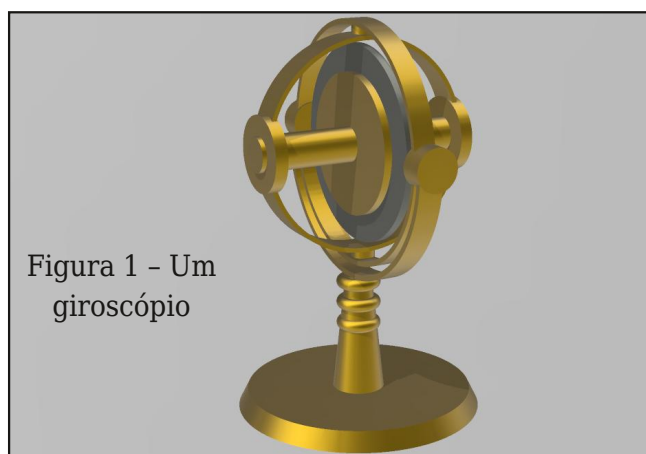


Figura 1 - Um giroscópio

2.2 - Acelerômetro

Uma outra forma de se medir acelerações é através de acelerômetros. Para essa finalidade existem diversas tecnologias:

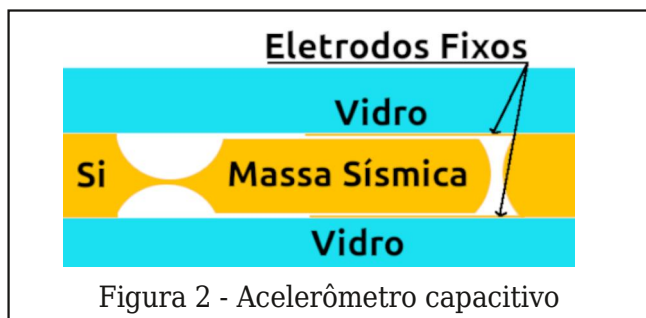
2.2.1 - Capacitivos

Neste tipo de sensor temos duas placas ou eletrodos de metal formando um capacitor. No entanto, elas têm uma separação que varia segundo a aceleração a que está submetido o sensor.

Com isso, a capacitância do sensor muda conforme a aceleração, fornecendo assim um sinal que pode ser medido.

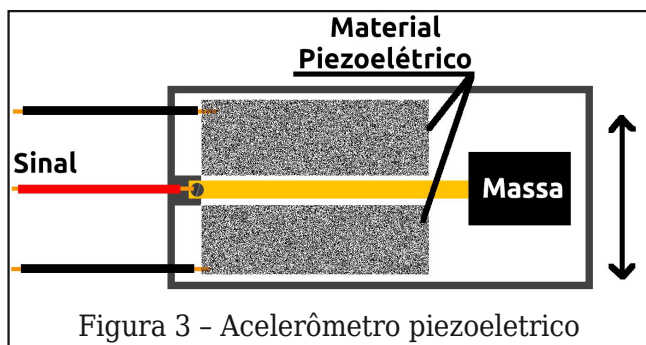
De modo a ter uma resposta apropriada a placa móvel está acoplada a uma massa inercial, ou seja, uma massa que tem certa liberdade de movimento, para poder reagir as acelerações.

Os acelerômetros capacitivos são indicados para monitorar estruturas maiores dadas suas características. Na figura 2 temos a construção básica de um sensor desse tipo.



2.2.2 - Piezoelétrico

Neste tipo de sensor temos um material piezoelétrico montado numa massa inercial. A aceleração do sensor faz com que seja gerada uma tensão proporcional. A força que aparece sobre uma massa inercial atua sobre o material piezoelétrico deformando-o e



com isso gerando uma tensão. Na figura 3 temos um diagrama simplificado da construção de um sensor inercial piezoelétrico.

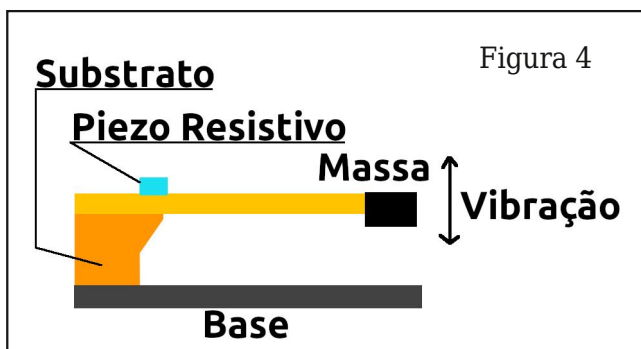
A sensibilidade dependerá de diversos fatores como o tipo de material piezoelétrico usado, geralmente cerâmica, a massa, e forma como os elementos são montados.

2.2.3 - Piezo resistivos

Este tipo de sensor se aproveita das mudanças de resistividade de materiais que são submetidos a esforços mecânicos. Da mesma forma, o que se faz é acoplar um ou mais fios desse material a uma massa sísmica que produz uma força quando submetida a uma aceleração.

Este tipo de sensor se caracteriza por poder operar numa ampla faixa de frequências, inclusive próximas a zero e também por poderem medir esforços de curta duração, como choques ou batidas.

Como são sensíveis à temperatura, precisam de circuitos de compensação. Na figura 4 temos o modo como um sensor deste tipo é construído.



2.2.4 - Efeito Hall

O efeito hall que é basicamente aproveitado em sensores de campos magnéticos, pode também ser aproveitado para medir acelerações bastando que se tenha um arranjo especial de elementos que produzam campos magnéticos. Assim, no caso especial dos sensores inerciais, o que se faz é acoplar uma massa a um ímã e posicionar esse sistema de modo que o sensor hall fique sob a ação do campo magnético do ímã, conforme mostra a figura 5.

Uma mola permite que a massa inercial se movimente, reagindo a aceleração do con-

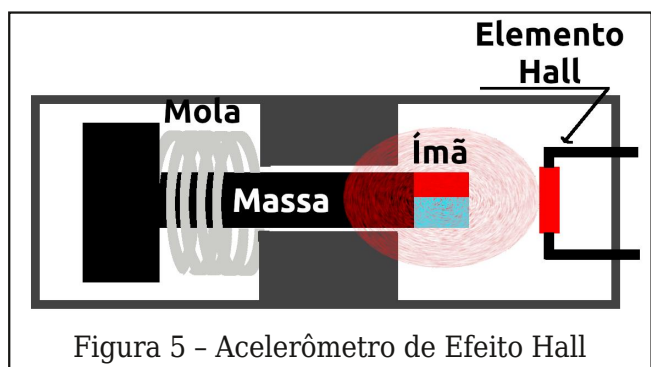


Figura 5 - Acelerômetro de Efeito Hall

junto. Com isso o campo que atua sobre o sensor hall varia, fornecendo um sinal para o circuito externo.

Veja que a velocidade de resposta deste tipo de sensor está dependente da montagem dos elementos mecânicos.

2.2.5 - Acelerômetros Magneto resistivos

Materiais magneto resistivos mudam de resistência na presença de campos magnéticos. Veja que isso é diferente do caso do efeito hall e dos sensores que mudam de resistência sob a ação de forças mecânicas.

Neste caso, o que se faz é prender um ímã a uma massa inercial e coloca nas proximidades de um material magneto resistivo. Dessa forma, a reação da massa inercial a uma aceleração faz com que ela se movimente e com ela o ímã que produz o campo. Isso faz com que esse campo mude a resistência do elemento sensor. Na figura 6

2.2.5 - Acelerômetros por transferência de calor

Trata-se de uma tecnologia bastante interessante que encontra aplicações em casos específicos. Nela, uma massa inercial é aquecida e sua posição é monitorada através de um sensor de temperatura

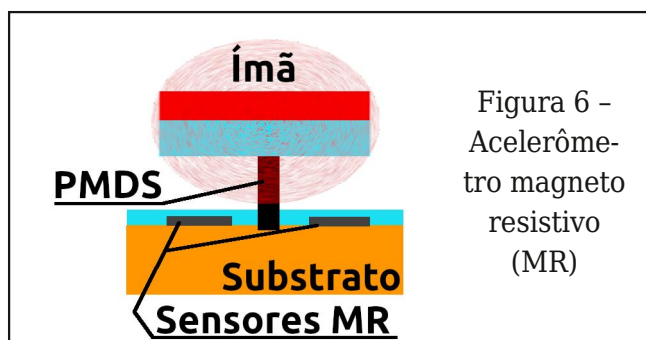


Figura 6 - Acelerômetro magneto resistivo (MR)

3 - Outras técnicas

Diversas outras tecnologias podem ser encontradas tanto em sensores na forma de dispositivos integrados como de arranjas de partes.

Assim, podemos ter o caso de sensores em que uma massa inercial penetra numa bobina, alterando a relutância do circuito com o seu movimento, o que depende a aceleração. Podemos ter sistema ópticos em que uma massa inercial altera a passagem ou reflexão de um feixe de luz, produzindo então um sinal de saída correspondente.

Outra possibilidade consiste em se acoplar através de um sistema mecânico uma massa inercial a um potenciômetro, obtendo-se assim variações da resistência.

Características

1 - Orientação

Os sensores inerciais detectam forças e deslocamentos que são grandezas vetoriais, ou seja, possuem direção, sentido e valor (magnitude).

Assim, sua ação exige que eles sejam orientados. A força que vai atuar sobre o sensor, resultante de um impacto, uma mudança de velocidade ou deslocamento, tem uma orientação e isso deve ser considerado no posicionamento do sensor.

Assim, conforme mostra a figura 7, o sensor deve ser posicionado de modo que a ação ocorra numa orientação em que se obtém máxima sensibilidade.

Se quiser ter uma resposta em qualquer direção em que a força atue a solução consiste em se fazer a montagem de três sensores em ângulo reto, conforme mostra a figura 8.

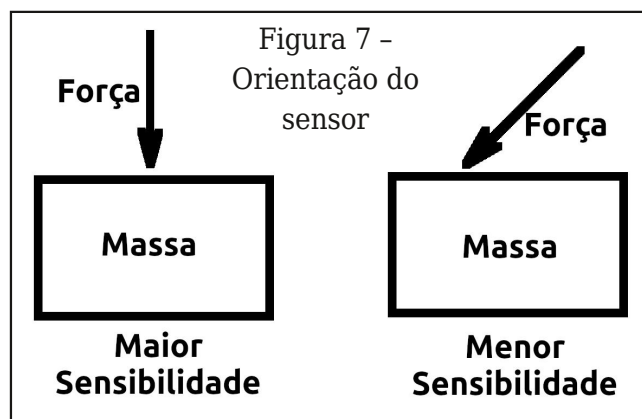


Figura 7 - Orientação do sensor

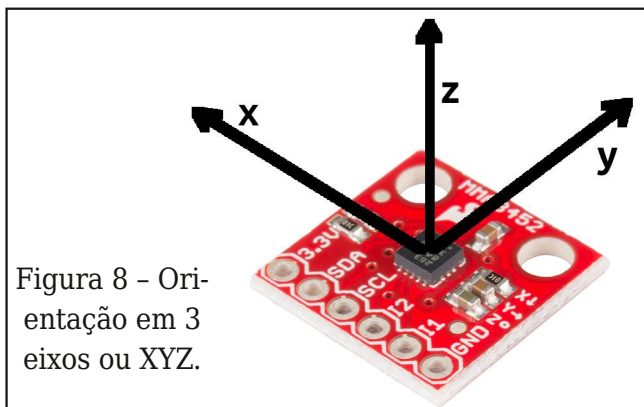


Figura 8 - Orientação em 3 eixos ou XYZ.

Neste caso, cada sensor detecta a componente da força de acordo com seu posicionamento, fornecendo ao circuito externo um sinal correspondente. O circuito externo faz a soma vetorial dos sinais, fornecendo assim, não apenas o valor da aceleração (módulo) como também a orientação (vetor).

2 - Prontidão ou resposta

Os sensores inerciais não respondem imediatamente a uma variação da força que ocorre quando eles se movimentam. Eles precisam de um certo tempo de respostas.

As diversas tecnologias que vimos oferecem tempos de respostas diferentes. É o caso de um sensor de temperatura. Ele precisa se “acomodar” a temperatura do corpo ou do ambiente em que ele vai medir, o que leva tempo. As massas inerciais ou ainda o próprio modo usado, determinarão quanto tempo o sensor demorar para reagir e assim,

sua prontidão. Num sistema em que são exigidas reações rápidas, a prontidão é fundamental. Tecnologias MEMs (Micro Electro-Mechanical) permitem a elaboração de sensores extremamente pequenos que levam a respostas muito rápidas

3 - Sensibilidade

Evidentemente, como característica importante dos sensores, temos a sensibilidade que sua capacidade de resolução na detecção de uma variação de posição ou mudança de velocidade.

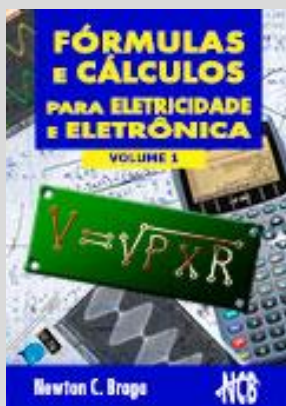
Tipos disponíveis

Hoje contamos no mercado com uma infinidade de sensores inerciais fabricados com tecnologias que os dotam de características de prontidão, sensibilidade e orientação que permitem sua utilização em praticamente qualquer projeto.

Com saídas analógicas ou apropriadas para operação com microcontroladores eles podem ser usados nos mais diversos projetos: controle de posição, IoT, mobilidade, veículos autônomos, etc.



Fórmulas e Cálculos para Eletricidade e Eletrônica



Newton C. Braga

Os leitores deste livro encontrarão um rico conteúdo para seu trabalho de projeto, determinação de características e dimensionamento de componentes e circuitos. Na prática, todos que realizam um projeto, devam fazer um trabalho para a escola ou ainda precisam determinar as características de um componente ou um circuito para uma aplicação, encontram como dificuldade principal encontrar a informação necessária. Colocando as principais fórmulas, tabelas num único lugar, o projetista, estudante ou professor podem encontrar a informação que precisa com muito mais facilidade. As tabelas, por outro lado, contém uma grande quantidade de informações importantes, tais como valores de constantes, propriedades físicas de circuitos e materiais, e mesmo valores já calculados para serem usados em procedimentos de projeto, economizando tempo e também evitando a possibilidade de um erro. Temos ainda neste livro leis e teoremas descrevendo as propriedades de certos circuitos e dispositivos, além de procedimentos que devem ser adotados quando se faz um trabalho prático.



Sete cores com três LEDs

LEDs RGB são utilizados em muitas aplicações, principalmente as que envolvem microcontroladores em vestíveis.

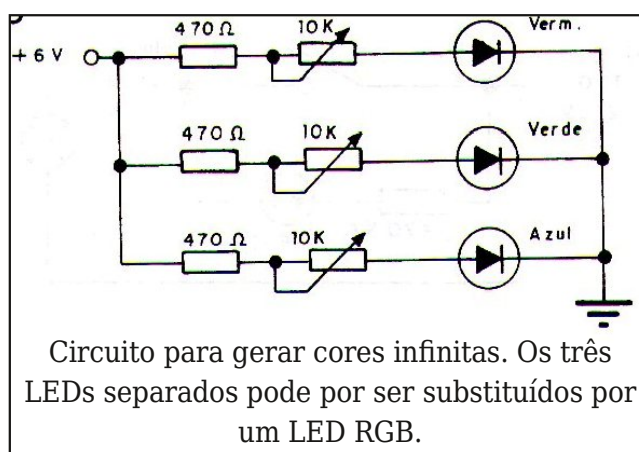
Na falta de um LED de três cores, branco ou mesmo um RGB a combinação de cores de três LEDs comuns permite obter sete cores diferentes, conforme a seguinte tabela ao lado.

Evidentemente, para maior pureza as proporções em que estas cores entram devem ser medidas. Um circuito que permite obter uma combinação infinita de cores é mostrado na figura 1.

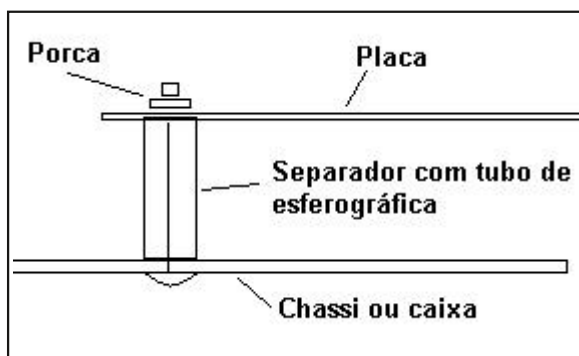
Com ele, podem ser alteradas as proporções em que as cores dos LEDs entram na combinação.

Num projeto com microcontroladores podemos usar três saídas com sinais PWM em que a largura do pulso determinará a proporção em que cada cor estará presente na combinação. Para o branco a proporção deve ser: 0,212R + 0,7152G + 0,0722B.

Verde	Azul	Vermelho	Resultante
	X	X	Purpura
	X		Azul
X	X		Turquesa
X			Verde
	X	X	Amarelo
		X	Vermelho
X	X	X	Branco



Tubo de Esferográfica como separador



Nem tudo em nossos dias pode ser comprado pronto para ser usado da maneira como desejamos. Se bem que shields, microcontroladores e mesmo as plaquinhas que fazemos podem ser fixados com facilidade em caixas ou outros locais, pode ser necessário fazer isso com uma certa separação. Tubos de canetas esferográficas comuns, podem ser cortados e usados como separadores. O parafuso pode ser de 1/8" com comprimento de acordo com a separação desejada, conforme mostra a figura.

Receptor Portátil Valvulado para 50 MHz

Yoji Konda

Encontrei alguns detalhes interessantes:

O circuito é na realidade um transceptor de rádio de 50MHz. Na posição transmissão, o microfone de carvão (carbon Mike) é colocado em série com um dos enrolamentos do transformador T1 e a outra ponta ligado junto ao filamento da válvula 3A5 que está ligada à bateria de 1.5V.

Isso induz o sinal de voz a T1 que está ligado à grade da válvula de saída, que na posição transmissão funciona como modulador.

A válvula 3A5 tem filamento de 1,5V+1,5V. Se ligado através dos pinos 1 e 7 a tensão necessária será de 3V, porém se unir os terminais 1 e 7 e ligar o terminal 4 ao terra, os filamentos funcionarão com bateria de 1,5V.

A saída de áudio é ligada a um Crystal Re-

Recebemos de nosso colaborador Yoji Konda este interessante artigo em que ele comenta um projeto que publicamos em nosso site mostrando um antigo receptor valvulado portátil para 50 MHz da década de 40.

ceptacle (Fone de Ouvido de Cristal). O potenciômetro de 50K é um controle de super-regeneração na recepção.

É muito interessante conhecer a criatividade do passado.

O microfone de carvão na transmissão me fez lembrar de um outro famoso

transmissor de aviação da Segunda Guerra: o ART-13 da Collins que tinha uma válvula tríodo 813 em sua saída de RE.

Havia dois tipos de configuração.

Uma com a válvula 813 na saída de RF, modulada por duas válvulas 811.

O radio farol de Lins usava este modelo, com transmissão em CWM (telegrafia modulada em 400kHz).

Outra não tinha como moduladora as válvulas 811 para economia de espaço e energia, usada em aviões menores. Foi nesta configuração que os engenheiros da Collins descobriram que era possível modular usando um microfone de carvão no lugar do manipulador.

Essas válvulas tinham uma forte polarização negativa em suas grades, fazendo com que a corrente de placa sem sinal fosse zero, permitindo que o manipulador telegráfico ficasse na válvula excitadora, com

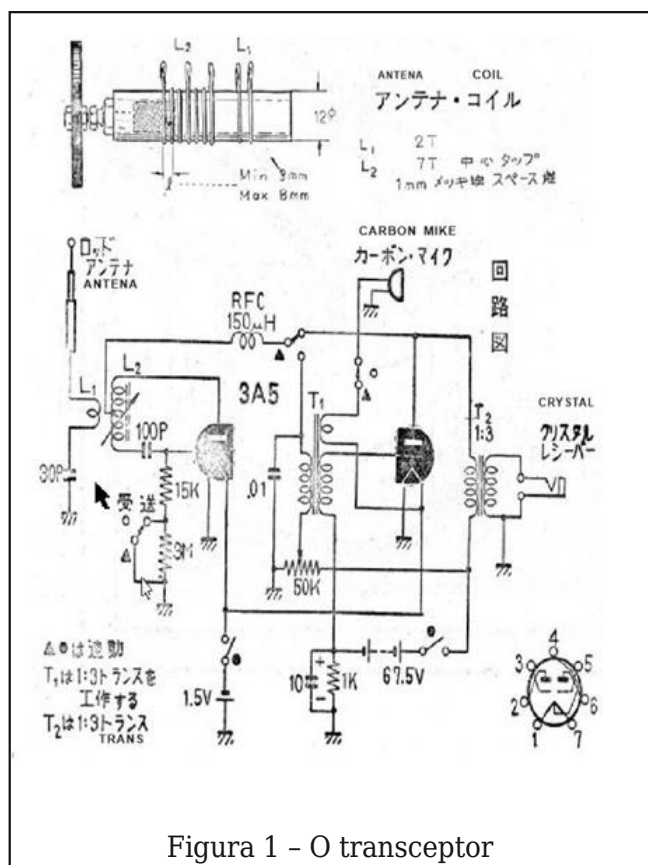


Figura 1 – O transceptor

segurança, sem alta tensão e faiscamento no manipulador.

A maioria das transmissões do ART-13 eram telegráficas, mas alguns casos necessitavam de modulação por voz. A modulação por placa era inviável, pois a potência de saída em RF era aprox. 100W, mas a potência de entrada das placas era de quase 200W.

O modulador teria que ter 100W e ficaria mais pesado que a parte de RF do ART-13, pois enquanto na parte de RF usavam bobinas leves, na parte de modulação de áudio, de baixa frequência, teria que usar componentes mais pesados, como transformadores de núcleos de aço silício e enrolamentos de cobre e isso não era compatível com baixo peso necessário aos equipamentos de aviação, as válvulas 811 não tinham Screen.

Qual foi a solução?

No laboratório da Collins, um dos engenheiros teve a ideia de colocar em paralelo com os terminais do manipulador um microfone de carvão. O microfone de carvão ficava em série com o catodo da válvula excitadora que tinham uma circulação de corrente ideal para atuar o microfone.

Tive um transceptor militar da WW2 da Collins, já meio sucateado. Poderia ser recuperado mas não tive interesse. Dei para um engenheiro amigo meu.

O interessante era que se tratava de um equipamento militar feito nos EUA para o Exército Soviético! Estava tudo escrito em russo exceto a marca Collins. Naquele tempo EUA e União Soviética eram aliados contra a Alemanha.

Quem deu o transceptor foi um conhecido meu, Reinaldo, ex-intérprete da Marinha de Guerra do Brasil, brasileiro nato, filho de alemães, já falecido. Ele atuava com intérprete de alemão a bordo de navios patrulhas nas costas brasileiras.

Nos dias que antecederam a declaração de guerra do Brasil contra o Eixo, eram comum submarinos alemães a caminho da Argentina, país então simpáticos da Alemanha, emergirem no trajeto, para dialogar com navios-patrulhas brasileiros.

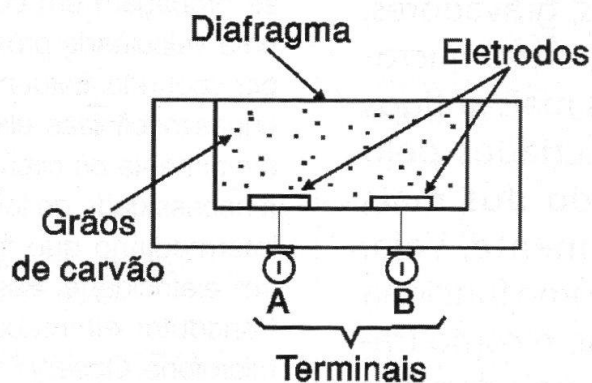


Figura 2 - Um microfone de carvão.

Depois que 2 navios mercantes brasileiros foram afundados, um comandante de um submarino alemão fez questão de entrar em contato com o navio patrulha do Brasil para negar enfaticamente que não foi a Alemanha quem torpedeou os navios brasileiros. Quem serviu de intérprete foi o Reinaldo.

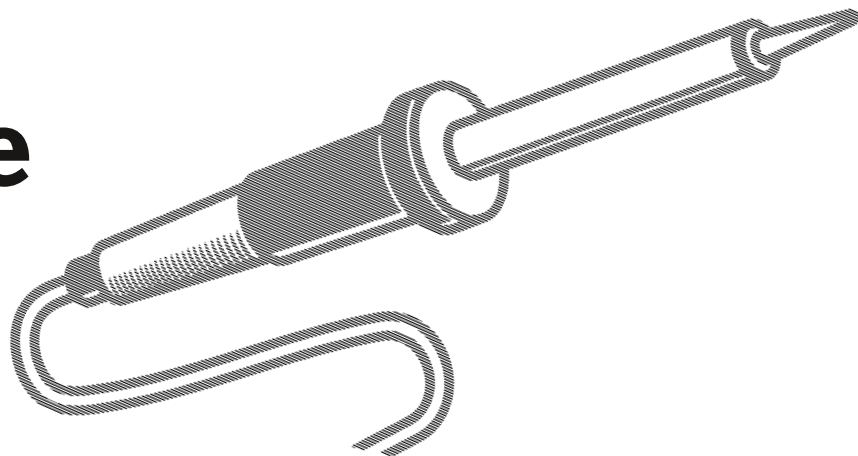
Segundo o comandante alemão, a Alemanha tinha todo o interesse que o Brasil tornasse seu aliado ou se não fosse possível, neutro na guerra. Só depois que mais navios brasileiros foram afundados, o Governo Vargas que era simpático à Alemanha, cedeu a pressão dos EUA para declarar guerra ao Eixo. Tive no passado a oportunidade de ver em funcionamento uma ART-13 funcionando como Radio Farol no Aeroporto de Lins que transmitia em 405KHz, em transmissão tipo telegrafia modulada.

Ouvia as transmissões tanto de voz como telegráfica em um receptor BC-348 (*) de uma companhia de aviação. Esse receptor não tinha alto-falante devido ao ruído dos motores do avião. Usava fones de ouvidos.

(*) Meu rádio BC348. Tenho também um BC-348 obtido de avião C-47 de transporte da segunda guerra. Meu rádio ainda funciona e fiz um vídeo mostrando justamente a sintonia do sinal de Radio Farol do Aeroporto de São Paulo - Guarulhos em 410 kHz (NDB).



Práticas de Service



Sem dúvida alguma, uma das seções de maior sucesso que tivemos no tempo das publicações impressas foi a seção de Práticas de Service da Revista Saber Eletrônica. Para esta seção, selecionávamos fichas de casos de reparação que eram enviados por leitores que trabalhavam em oficinas, ou que simplesmente reparavam ou restauravam equipamentos eletrônicos.

Naquela seção, os casos eram enviados com o autor (técnico), a marca, o modelo do aparelho e o defeito encontrado. Seguia-se então um relato ou procedimento segundo o qual o técnico havia encontrado o defeito e feito a reparação.

Completava a ficha a parte do diagrama do equipamento em que o defeito foi encontrado, assinalando-se o componente ou componentes que foram trocados.

Foram centenas de fichas que publicamos num formato que permitia ao colecionador da revista recortar a ficha e guardá-la separadamente para a consulta.

Milhares de profissionais e amadores se beneficiaram dos conhecimentos dados pelas experiências dos colaboradores através dessas fichas, encontrando com muito mais facilidade defeitos em equipamentos para reparação.

Tivemos excelentes colaboradores para esta seção como Pio José Rambo, José Luiz de Melo, Gilnei Castro Muller, Alexandre José Nário, Joran Tenório e muitos outros.

E, para nossa surpresa, ao manifestarmos o desejo de incluir esta seção na nossa re-

vista, verificamos que alguns deles ainda estão na ativa, como Alexandre José Nário que nos envia as duas primeiras fichas para esta seção.

Mas, como não poderia deixar de ocorrer, o formato virtual e as novas tecnologias fornecem novas possibilidades para os colecionadores. Assim, na versão impressa pode-se simplesmente recortar e gravar a ficha.

Mas, aí entra a tecnologia. Para os que desejarem ter o arquivo digital, abrindo uma pasta “Fichas de Service INCB”, teremos um link ou QR Code na versão impressa em que você acessa o arquivo para guardar separadamente nessa pasta ou imprimir.

E, na impressão para guardar sua ficha você até pode usar um papel mais encorpado, o que certamente dará uma aparência especial ao seu arquivo.

Estaremos também analisando a possibilidade de transformar as antigas fichas que existem hoje na nossa seção de Service e que tratam de aparelhos antigos (que podem ser úteis na restauração), disponibilizando-as também no formato para impressão.

E se você é um profissional ou gosta de reparar e restaurar equipamento, que tal se tornar um colaborador desta seção enviando seu caso. Sua experiência poderá ser de grande utilidade para todos os que nos seguem. Envie a sua ficha para o e-mail leitor@newtoncbraga.com.br.

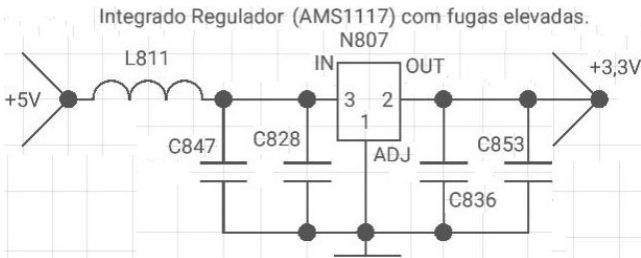
Ficha: 001	Defeito: Não Funciona (LED Power apagado)
Marca: Semp Toshiba	Aparelho/Modelo: TV LED 32I2400
Relato:	Autor: Alexandre J. Nário

Esta TV chegou à oficina totalmente inoperante (LED stand by apagado). Abri o aparelho e fiz, de início, uma análise visual nos componentes em busca de alguma alteração física como, por exemplo, capacitores inchados, semicondutores estourados, resistores carbonizados, etc., além de problemas na placa de circuito impresso (soldas frias, aquecimentos e trilhas interrompidas). Tudo aparentava normalidade.

Com a placa da fonte de alimentação desconectada do restante do televisor, medi as tensões nas saídas e estavam todas ausentes. Comecei seguir a linha DC +3,3V, tensão responsável pelo acionamento de todo o aparelho e encontrei ten-

são apenas na entrada do integrado regulador de tensão N807, na saída a tensão +3,3V estava ausente.

Retirei o integrado N807 (AMS1117) do circuito e, com o ohmímetro, fiz um teste de resistência comparada com outro componente em bom estado. Havia discrepâncias de valores entre eles. Ao fazer a sua substituição e ligar o televisor, o seu funcionamento foi restabelecido.

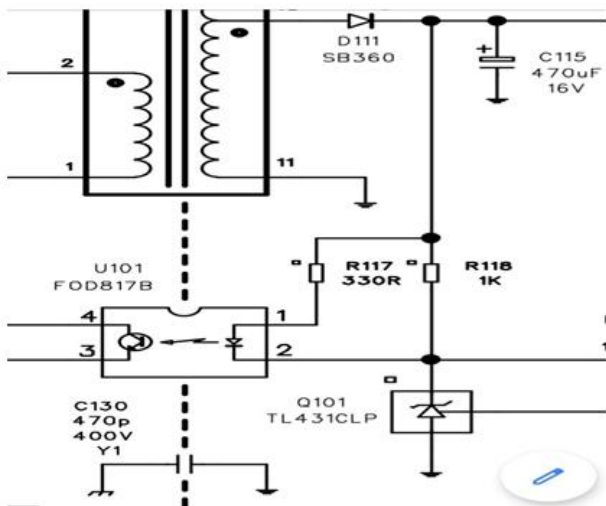


Ficha: 002	Defeito: Funcionamento Intermitente
Marca: Elsys	Aparelho/Modelo: Receptor Via Satélite 2.0 Black
Relato:	Autor: Alexandre J. Nário

Os defeitos intermitentes são os mais difíceis de serem solucionados, pois podem se manifestar, ou não, a qualquer momento de forma aleatória e as causas do problema podem ser as mais diversas. Abri o aparelho e, de início, fui em busca de mau contato ou solda fria na placa e nos componentes.

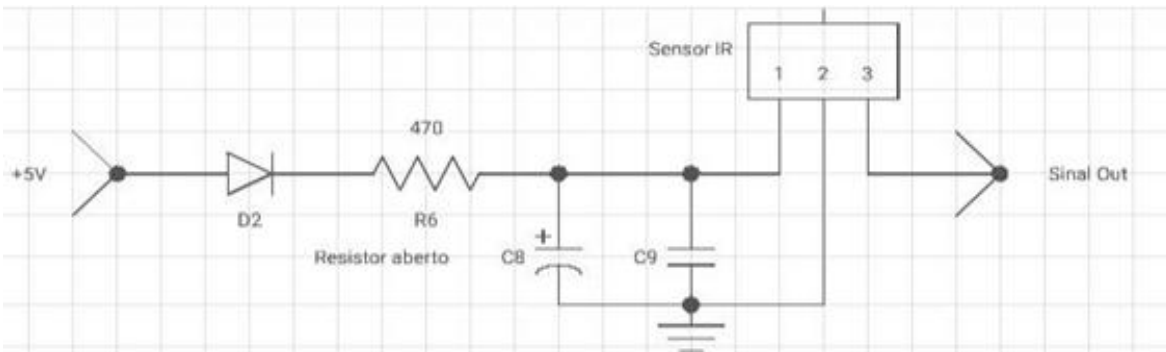
Estava tudo aparentemente normal. Liguei o aparelho e aguardei a intermitência se manifestar. Diante do defeito apresentado, com o auxílio do voltímetro, medi as tensões nos principais pontos do circuito e ao chegar ao terminal 2 do opto-acoplador U101 a tensão oscilava. Fiz a sua troca, mas o defeito persistiu. Resolvi substituir o integrado

regulador de tensão Q101 (TL431) e após horas de testes, o defeito não mais se pronunciou.



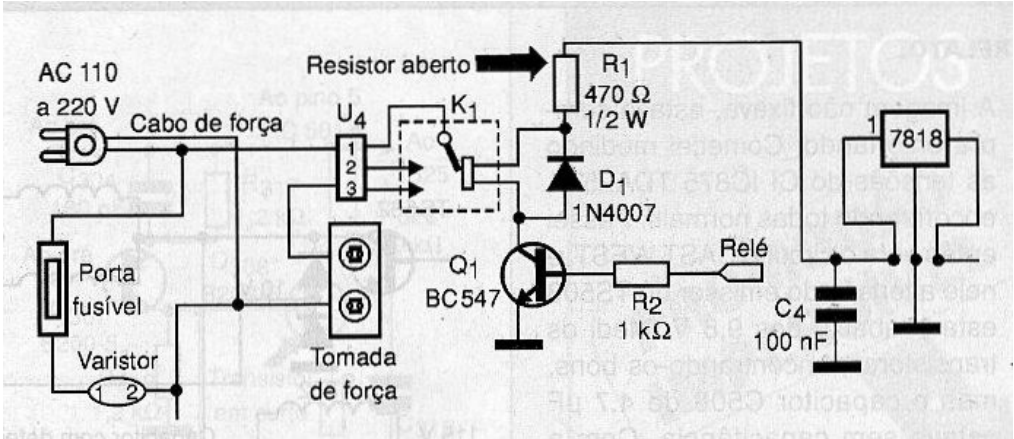
Ficha: 003	Defeito: Não funciona através do controle remoto.
Marca: Samsung	Aparelho/Modelo: Mini System MX-D730
Relato:	Autor: Alexandre J. Nário

Diante do problema relatado pelo cliente, iniciei os testes pelo controle remoto, encontrando-o em perfeitas condições de uso. Uma dica simples e eficiente para testar um controle remoto é usar a câmara de um aparelho celular. Acionando o controle remoto é possível visualizar no display se o LED infravermelho está emitindo luz. Abri o Mini System e segui a linha +B (5V) que alimenta o sensor IR01 (localizado na PCI frontal), foi quando encontrei o resistor R6 (470 Ω) totalmente aberto. Fiz a sua substituição e o aparelho voltou a funcionar normalmente.



Ficha: 004	Defeito: Receptor funcionamento normal mas televisor não liga.
Marca: Century	Aparelho/Modelo: Receptor Via Satélite 2.0 Black
Relato:	Autor: Junior de Fátima Lima

Para descobrir se o defeito estava no receptor, desliguei a tomada da TV e o liguei separadamente na rede. O funcionamento foi normal. O primeiro passo foi verificar o relé K1, que estava bom. Em seguida, o diodo D1 (1N4007) e o transistor QF2 (BC547) que também estavam sem problemas. Mas, ao testar o resistor R1 de 470 ohms, encontrei-o aberto. Feita a troca deste resistor, o aparelho voltou a funciona normalmente.



Ficha: 005 **Defeito:** Não inicia a reprodução

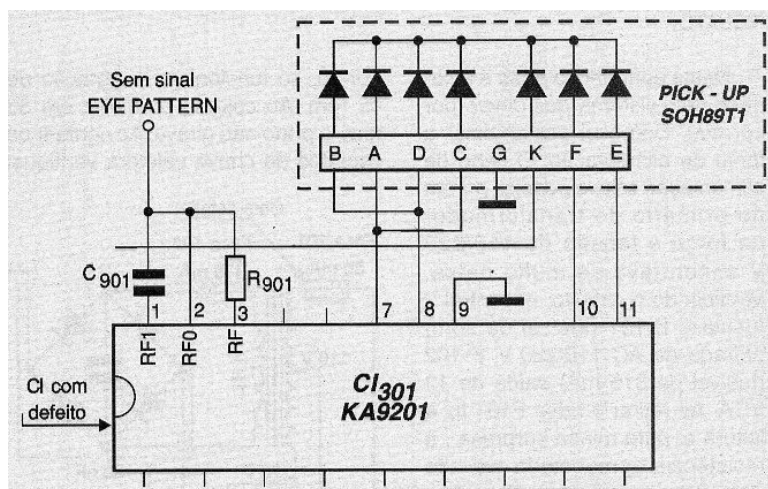
Marca: Samsung

Aparelho/Modelo: CD-player CD35R

Relato:

Autor: Alexandre J. Nário

Ao ser inserido o disco no compartimen-
to, ele girava normalmente por
alguns segundos e depois para-
va, indicando que o aparelho
não estava lendo o conteú-
do inicial. Como o display se manti-
nha com as indicações corretas,
descartei problemas com o mi-
croprocessador. Com o oscilo-
cópio no terminal 2, ou seja, na
saída do CI 301 (amplificador
dos fotodiodos), não observei o
sinal "Eye Pattern", Fiz a substi-
tuição do CI 301 (KA9201) e com
isso o aparelho voltou a funcio-
nar normalmente.



Ficha: 006 **Defeito:** Som distorcido e volume muito baixo

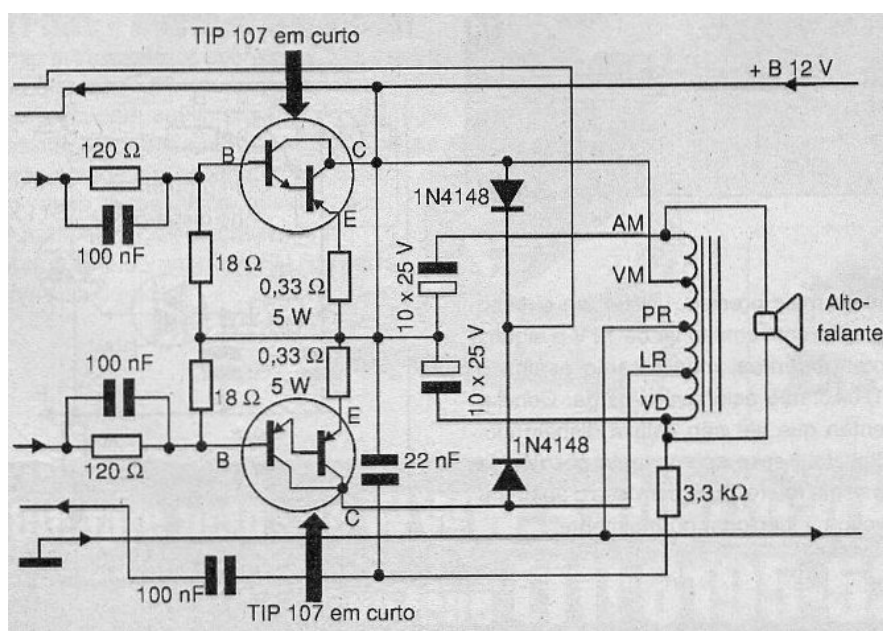
Marca: Philips

Aparelho/Modelo: Amplificador Aut. 08 RL 197

Relato:

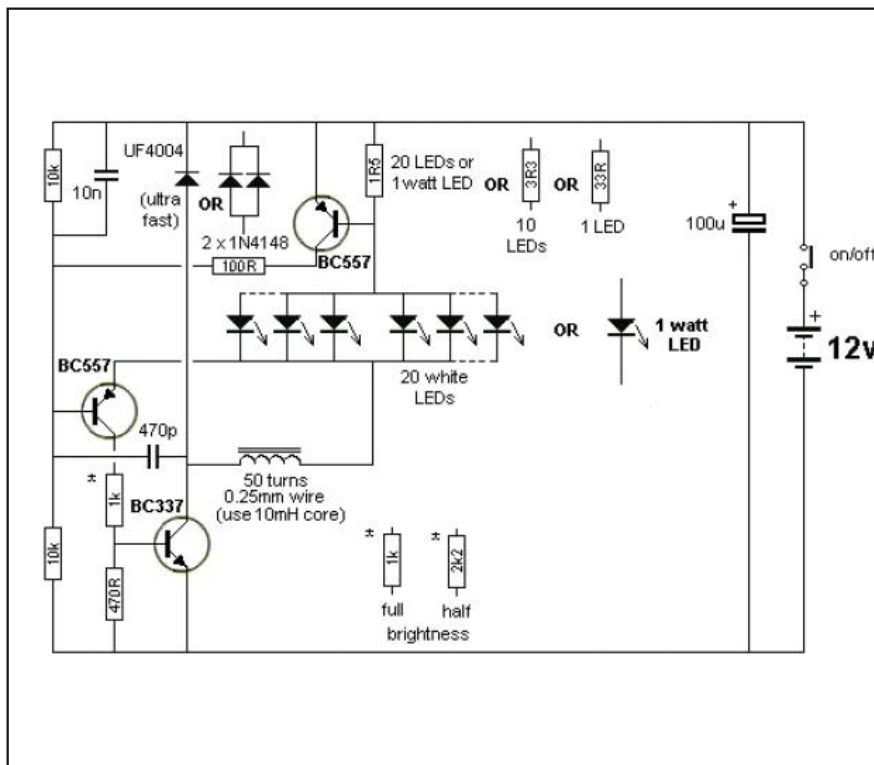
Autor: José Luiz de Mello

Ao revisar o circuito,
verifiquei que os quatro
transistores Darlington
do amplificador de po-
tência TIP107 estavam
em curto. Com a troca
desses componentes, o
aparelho voltou a funci-
onar normalmente.



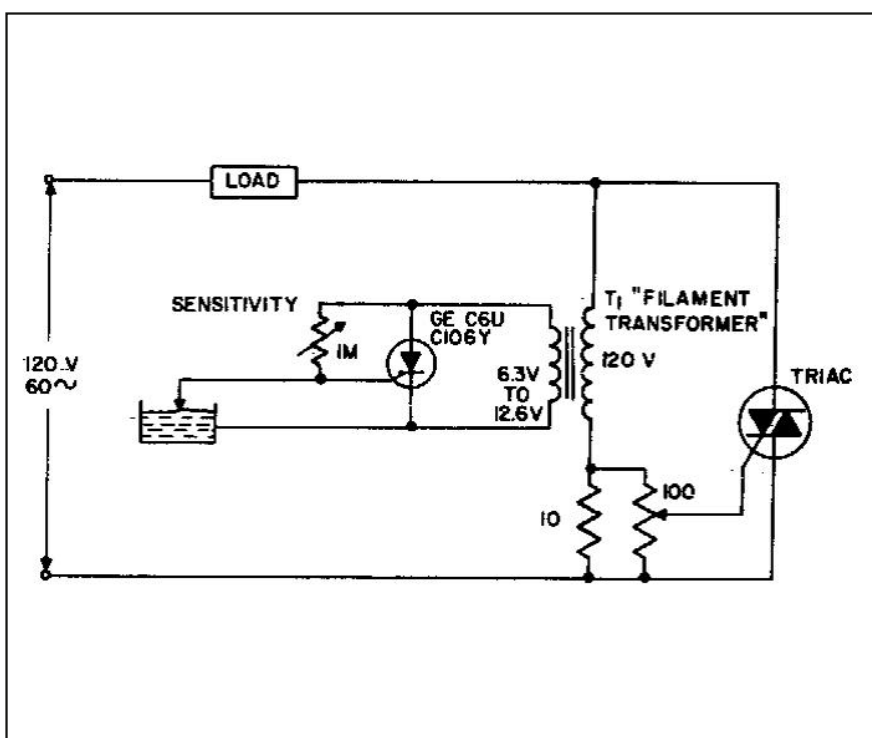
Driver para 20 LEDs

Com este circuito é possível alimentar de 1 a 20 LEDs numa matriz ou fita. A vantagem está na não necessidade de se usar um integrado especial, já que são usados apenas transistores comuns. O circuito é de uma documentação inglesa e a alimentação é de 12 V. A potência do circuito é de 1 W. Os choques são enrolados em formas de 1 x 1,5 de ferrite. O resistor de 1R5 na base do transistor pode ser alterado conforme a corrente desejada nos LEDs. O BC337 pode ser substituído pelo BD135.

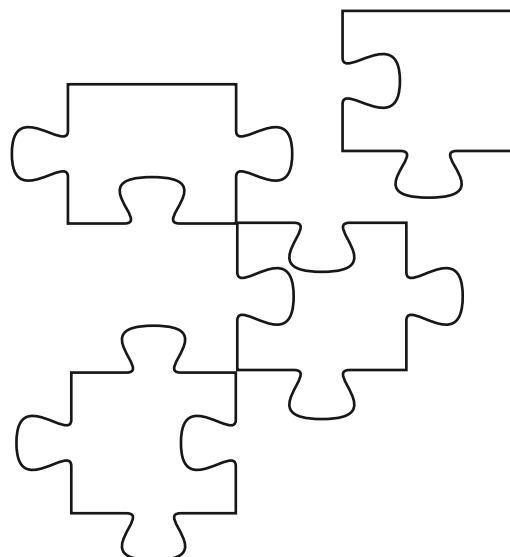


Sensor de nível de água

Este circuito foi encontrado numa antiga documentação americana, onde os componentes usados são ainda comuns. O circuito controla diretamente uma carga ligada à rede de energia. O transformador pode ser qualquer um que tenha primário conforme a rede, possibilitando o uso do circuito em 220 V, e secundário de qualquer corrente entre 50 mA e 300 mA. O SCR não precisa de dissipador, mas o triac pode precisar conforme a carga controlada.



Como se tornar um colaborador



Muitos nos escrevem desejando saber como podem se tornar colaboradores, escrevendo artigos em que relatam suas experiências, algum assunto teórico de importância ou mesmo divulgando um projeto prático. Para orientar todos os que desejam participar desta revista e também ter seu artigo em nosso site a seguir algumas orientações que podem ser de grande utilidade.

"Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina."

Cora Coralina

Começamos com uma afirmativa: **SIM TODOS PODEM COLABORAR**. Não cobramos nada e damos aos leitores a oportunidade de divulgarem seus artigos e até seus negócios, e eventualmente até publicamos seu livro. É muito mais simples do que vocês possam estar pensando. Começamos com os artigos:

Publicando Artigos

Como nossos artigos se destinam a uma divulgação de temas entre leitores de

todos os níveis, não exigimos uma estrutura acadêmica, como a de um TCC ou mesmo um trabalho para uma publicação indexada ou especializada de nível mais alto. Desejamos apenas que o artigo chegue aos leitores que precisam de seus conhe-

cimentos e de sua experiência, e isso pode ser feito de forma didática, objetiva e eficiência. Assim, damos a estrutura básica que re-

comendamos que autor siga ao escrever seu artigo e fazer com ele seja aceito mais facilmente, não nos dê trabalho excessivo e também atenda seu público.

Formatação e ilustrações

A formatação não é crítica e as ilustrações não precisam ser feitas por um desenhista profissional. Você pode escrever o artigo em Word ou outro editor de texto com o tipo de letra e tamanho que lhe for mais conveniente, normalmente

11 ou 12 para maior facilidade de leitura.

O espaço entre as linhas pode ser 1,15 ou 1,5 e a largura da página pode variar entre 14 e 18 sem problemas, pois na preparação para publicação mudamos de acordo com o que precisamos.

As ilustrações devem ser preferivelmente já inseridas no texto, logo após o ponto em que se faz sua citação. Deve-se procurar indicar no texto o número da figura e logo abaixo da figura o seu número. Uma legenda, desde que não muito longo pode ser de grande ajuda.

Se for uma foto ou um desenho obtido na internet deve-se verificar se ele possui direitos autorais. Pode-se eventualmente colocar a figura indicando sua procedência.

As figuras podem estar nos formatos JPG, BMP, GIF ou PNG com mais de 600 pixels de um dos lados. Caso as figuras sejam obtidas de terceiros, é importante informar o link de origem,

Nome e Autoria

Todo artigo tem um nome de um ou mais autores. Coloque no início do seu trabalho, preferivelmente o nome já na identificação do documento. Se o trabalho tem um título que pode ser mais longo do esperado, pode ser usado um subtítulo, por exemplo:

Título:

"Controle remoto em fio"

Subtítulo:

"Usando interface Wi-Fi para aplicações em IoT"

Após o nome do autor pode ser colocado um (*) para que no final do artigo possamos dar o seu perfil. Se forem diversos colaboradores pode-

mos usar: (1), (2), etc. e no final do artigo dar um pequeno perfil de cada um. Um link eventualmente será dado para este perfil, que ficará no site servirá para outros artigos que eventualmente o leitor nos envie.

Nossa revista possui links e um QRCode que pode eventualmente ser usado para acessar mais informações sobre o autor ou trabalhos seus e até um Email de contato.

Introdução

Logo após o título, uma pequena introdução de no máximo 10 linhas deve explicar de modo geral a finalidade do artigo. Por exemplo:

"Neste artigo descreveremos a montagem de..." , "Este artigo mostra o trabalho que realizamos em nossa escola para..." , "A finalidade deste artigo é ensinar aos leitores como..." e assim por diante.

Logo depois, pode-se ter então um detalhamento do que é artigo, eventualmente numerando seus tópicos, explicando os temas analisados, a finalidade do projeto, o que autor pretende e até mesmo contando alguns detalhes de como ele chegou a tudo.

Como funciona ou Teoria

A primeira parte de um artigo prático deve ser o "como funciona" em que o autor explica de maneira concisa o principio de funcionamento do projeto que está apresentado, etapa por etapa, se

existir um componente especial, qual é a sua finalidade, etc.

Uma boa parte dos problemas que ocorrem com um projeto poderiam ser evitados se o montador tivesse um conhecimento básico de como funciona aquilo que está montando. Isso é válido ainda mais para o caso de um projeto eletrônico.

Montagem e texto principal

Se o artigo descrever uma montagem, é nesta parte que ela deve ser feita. É importante sempre colocar valores de componentes nos diagramas e não deixas somente para a lista de materiais. Isso é importante, pois se houver alguma omissão tem como conferir. A placa de circuito impresso ou disposição numa matriz de contatos ajuda bastante, principalmente se não for uma montagem muito complexa.

Para os artigos teóricos, o texto deve seguir uma sequência lógica. Escreva como se você estivesse fazendo uma apresentação de seu projeto ou de sua ideia colocando aquilo que eventualmente você sabe que lhe perguntariam numa apresentação ao vivo. Não deixe dúvidas.

Ajustes e Uso

Se seu projeto for prático e tiver ajustes, ensine como fazer. Não deixe dúvidas e explique como usar o aparelho.

KELETRON
FONTAT

FONTES PARA

INSTRUMENTOS MUSICAIS:
 Teclados
 Mixers
 Pianos Digitais
 Pedais

TRANSFORMADORES DE FORÇA
 Para aparelhos elétricos e eletrônicos.
 Tipo fixação com abraçadeira.
 Tipo circuito impresso.
 Tipo exportação 50HZ.

AUTOTRANSFORMADOR
 USO RURAL
 254/220V para rede rural
 MRT

vendas@yojikonda.com

Lista de Material

Uma lista detalhada do material usado é importante se o projeto for prático. Se o projeto for para iniciantes, coloque os possíveis códigos de identificação dos componentes como, por exemplo, código de cores de resistores. Se um componente admitir equivalente, indique.

Referências e agradecimentos

No final, você pode desejar fazer agradecimentos a pessoas ou mesmo empresas que contribuíram de alguma forma para que seu projeto ou seu artigo fosse escrito. Pode colocar neste ponto, sem problemas.

Também podem ser feitas neste ponto as referências a eventuais artigos, livros ou outras fontes que foram consultadas para elaboração de seu artigo ou projeto.

Eventualmente poderemos usar um link para a versão digital ou QR code para acessar uma página com este conteúdo.

Revisão

Uma revisão ortográfica é sempre interessante, se bem que a maioria dos editores de textos já faz isso quando escrevemos. Procure não usar num artigo técnico termos de gíria ou regionalismos. A internet é global e as diferenças muito grandes de nosso idioma pode dificultar o entendimento de quem não é de sua região.

Os leitores de Portugal, Angola, Moçambique, por

exemplo, e mesmo os das diversas regiões de nosso país não entendem termos que você poderia usar em seu texto. Se achar necessário, explique seu significado.

Os direitos autorais

Os direitos autorais de seu artigo são seus. Apenas, ao nos enviar o artigo permitindo sua publicação, você nos autoriza sua divulgação. Você pode a qualquer momento publicá-lo em outra forma de mídia, usá-lo num livro seu ou trabalho e se quiser pode fazer atualizações nos textos que nos enviou.

O que está esperando?

Então, se você tem uma boa ideia de artigo, fez um projeto interessante e deseja divulgá-lo. Estamos prontos para ajudá-lo. Nossos mais de 250 000 leitores que nos acessam mensalmente podem lhe dar um bom retorno e a satisfação de se tornar muito conhecido. E, se seu artigo for realmente bom, faremos sua tradução para o espanhol e inglês para colocá-los nos nossos sites naqueles idiomas e lhe dar ainda muito mais acessos e projeção para seu nome.

Nossos Canais

de atendimento:

www.newtoncbraga.com.br

Atendimento ao Leitor:

leitor@newtoncbraga.com.br

Atendimento Comercial:

publicidade@newtoncbraga.com.br

CURSO ONLINE DE ELETRÔNICA



Estude onde e quando quiser...




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



**SAIBA
MAIS**





www.ipesi.com.br

VERSÃO IMPRESSA E DIGITAL

REVISTA
IPESI

SUA EMPRESA
PARA O SEU
MERCADO DE
MANEIRA DIRETA

**ELETRÔNICA
& INFORMÁTICA**

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

REVISTA

Elevador Brasil

REVISTA PROFISSIONAL - Fabricantes - Conservadoras - Consultores - Construtoras



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

www.elevador.com.br