

Conheça

TODOS os e-books

de *Paulo Brites*

O QUE TODAS AS PESSOAS PRECISAM
SABER SOBRE ELETRICIDADE

ELETRÔNICA PARA ESTUDANTES,
HOSBISTAS & INVENTORES

GANHE DINHEIRO CONSERTANDO
FORNOS DE MICROONDAS

NÃO QUEIME SEU
MULTÍMETRO DIGITAL

OSCILOSCÓPIO SEM TRAUMAS

Fontes Chaveadas para Iniciantes

**O que todas as pessoas
precisam saber sobre
ELETRICIDADE**



LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

Paulo Brites

O que todas as pessoas precisam saber sobre Eletricidade

Porque escrevi este livro

Dois motivos diferentes me serviram de inspiração para escrever este livro.

Durante os últimos oito anos eu trabalhei como Técnico em Eletrônica na Fundação CECIERJ e acabei sendo responsável por tudo (literalmente) que fosse ligado numa tomada ou usasse pilhas ou baterias.

Muitas vezes as coisas que chegavam as minhas mãos para “consertar” apresentavam um problema conhecido pelos técnicos com “BIOS” (Bicho Ignorante Operando o Sistema)!

Brincadeiras à parte, nestes oito anos pude observar como as pessoas estão despreparadas para “viver no mundo atual”, em que todos nós somos extremamente dependentes da eletricidade, da eletrônica e das TICs (Tecnologia da Informação e Comunicação).

Apesar da minha formação em nível superior ser em docência da Matemática, em 2010, após passar no concurso para professor (de matemática), fui lecionar Física para alunos jovens e adultos no Ensino Público do Estado do Rio de Janeiro. Quando eu falava isto as pessoas se benziam e faziam o sinal da cruz: - professor de Física? argh!

Nesta atividade pude perceber como os currículos estão anacrônicos e porque a educação no Brasil, em particular a pública, está tão ruim.

No capítulo referente a Eletricidade eu procurei passar informações que fossem realmente úteis para vida de todo mundo e em particular para aqueles alunos, preocupando-me menos com as “fórmulas” do que com os conceitos e suas aplicações no dia a dia.

E assim me pareceu que talvez fosse hora de escrever algo sobre Eletricidade de modo que realmente possa preparar as pessoas para a vida, diferente dos livros de Física que causam arrepios em muita gente.

Não quero dizer com isto que os livros de Física não sejam importantes, afinal foi através deles que aprendi boa parte do que sei hoje, mas defendo a ideia de que primeiro a gente precisa almoçar e jantar para depois se preocupar em saber como funciona o aparelho digestório (para os mais antigos, digestivo)!

Finalmente o livro ficou pronto.

Espero que lhe seja útil, seja lá qual for o seu ramo de atividade, porque sem Eletricidade não se vive mais! Se gostar convença seus amigos a lerem.

Aguardo seus comentários em paulobrites@paulobrites.com.br

o Autor

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

Não pratique pirataria

Se você adquiriu uma cópia não autorizada deste livro, você está praticando pirataria de acordo com a Lei de Direitos Autorais nº 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Distribuir cópias em papel ou em meios digitais deste livro sem autorização por escrito do autor, além de ser contra a lei (o que pode lhe ensejar um processo judicial), prejudicará todo o trabalho que o autor devotou para elaborar o material, portanto peço-lhe que, mais por uma questão de consciência do que legal, não o faça.

o Autor

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

LEIA

AVISO IMPORTANTE

*Lidar com Eletricidade pode ser perigoso.
Dirigir um carro, mais ainda.*

*A vantagem em Eletricidade é que você mesmo
pode se prevenir de acidentes se for cuidadoso, no
trânsito nem sempre.*

*Este livro não tem a pretensão de formar
profissionais da Eletricidade, mas quem sabe
desperta o “gigante adormecido” em muita gente.*

*A intenção do livro é dar uma luz (literalmente) a
qualquer “ser humano” para viver na nossa
Selva Elétrica.*

*Se você é do tipo nerd-curioso e pretende fazer
alguns reparos domésticos a recomendação
número 1 é, **SEJA CUIDADOSO.***

DESLIGUE SEMPRE O DISJUNTOR ANTES DE
COMEÇAR A TRABALHAR, PORQUE
“O COISA RUIM” ANDA SEMPRE A ESPREITA
DOS DISTRAÍDOS E, PRINCIPALMENTE, DOS
“MACHÕES” QUE NÃO TÊM MEDO DE CHOQUE
(só de baratas) !

CAPÍTULO 1

*Onde você entenderá,
de forma simples,
o que significam os
termos tensão, corrente,
potência, volt, ampère,
watt e coisas do gênero
usados no dia a dia e
todos nós.*

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

O QUE É OBRIGATÓRIO SABER

No mundo altamente tecnológico em que vivemos, cercado de equipamentos eletroeletrônicos por todos os lados, é indispensável conhecer conceitos básicos de Eletricidade.

Não pretendo com este livro que você se torne um profissional do ramo, mas que saiba, por exemplo, entender as características elétricas de um equipamento e resolver pequenos problemas domésticos e não ter que ficar a mercê, por vezes, de pseudos profissionais que se dizem “eletricistas”, mas não sabem o que estão fazendo, ou melhor (não seria pior?) fazem as coisas pelo “método de chutágoras” e seja o que Deus quiser (e se ele não quiser o azar é seu).

Vou começar com dois conceitos fundamentais, que você ouve e até usa muitas vezes, são eles:

tensão ou “voltagem” e corrente.

Que tal uma perguntinha para aquecer seus neurônios?

Na “tomada da parede” tem dois buraquinhos (às vezes, três), certo?

E o que tem nestes “buraquinhos”?

Tensão ou corrente?

Aí depende, enquanto não tiver nada ligado na tomada só tem tensão que também costuma ser chamada de voltagem; quando você ligar alguma coisa na tomada aí sim além da tensão passa a existir corrente, mais precisamente **corrente elétrica**.

O que estou afirmando é que **tensão e corrente são “coisas” diferentes** (os físicos chamam de grandezas) embora muita gente, até “eletricistas”, ache que é a mesma coisa.

A maneira mais simples para se entender o significado destas duas grandezas é através de uma analogia hidráulica.

A eletricidade é “feita” por elétrons que são partículas dos átomos invisíveis aos nossos olhos, então vamos “substituir” os elétrons por água para ficar mais fácil de entender.

Na fig. 1 temos uma caixa d’água, um cano e uma torneira.

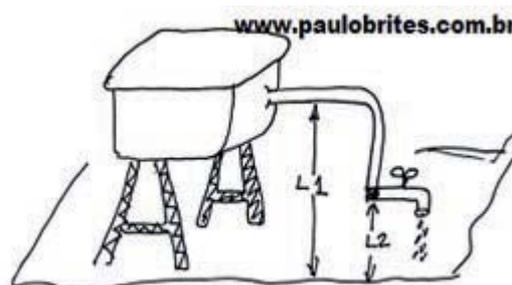


Fig. 1 - Um modelo hidráulico para entender o que é tensão e corrente

CAPÍTULO 2

Agora você entenderá o que significam termos como positivo e negativo, “corrente” contínua, “corrente” alternada e aprenderá o que é preciso saber para comprar certos equipamentos eletrônicos.

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

DOIS “TIPOS” DE TENSÃO DIFERENTES

No capítulo anterior tratei de assuntos essenciais sobre Eletricidade e de algumas nomenclaturas que todos os “seres humanos” que vivem numa civilização como a nossa precisam conhecer.

Procurei ficar no meio do caminho entre o teórico e o prático sem abusar do primeiro nem esquecer do segundo.

Espero que tenha gostado. Se chegou até aqui, então parece que SIM.

Permita-me avançar um pouco mais e tratar de coisas importantes sobre Eletricidade que você talvez até tenha estudado na escola, e a menos que tenha feito um curso técnico ou engenharia eletroeletrônica, nunca soube para que estudou aquilo. Assim como também não sabe para que estudou PA, PG, logaritmos, matrizes, empuxo, quantidade de movimento, vetores e por aí vai.

Como sempre gosto de fazer vou começar com uma pergunta.

Você acha que a tensão da “tomada da parede” é igual a de uma pilha ou da bateria do carro?

É possível que você até tenha respondido “claro que **NÃO** são iguais” e se respondeu dessa forma eu quero saber o porquê?

Você talvez saiba que a tensão da bateria do carro é de 12 volts e a da tomada é 127 ou 220V, logo você “sabiamente” concluiu que são diferentes.

Parabéns! Você ouviu o galo cantar, só não sabe aonde!

Mas não é desta “diferença” de valores que eu estou falando e sim do “tipo” de tensão que cada uma fornece (a bateria e a tomada).

“Tipo” de tensão? Como assim não é tudo tensão (ou corrente) no final das contas?

Não. A questão está na **forma como cada uma é gerada**, mas este é um assunto um pouco “indigesto” e, a rigor, exigiria uma boa dose de teoria para ser explicado e da qual eu prometo fugir. Então, não tem jeito vou ter que dar alguns chutes em prol da simplificação. Tomara que eu consiga.

O primeiro ponto é que a tensão da “tomada da parede” que você recebe da concessionária de energia elétrica é gerada de forma

CAPÍTULO 3

Aqui você entenderá o que significa fase, neutro, fio terra e como não tomar choque ao mexer numa instalação elétrica.

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

QUAL A DIFERENÇA ENTRE TERRA E NEUTRO?

Este é um assunto bastante importante e sobre o qual existe muita desinformação.

Grosso modo pode-se dizer que o que se entende por “terra” em eletricidade é o planeta Terra mesmo, ou seja, solo cujo termo em inglês é *ground*.



Fig. 5 - Aterramento elétrico

A forma mais simples de aterramento elétrico é a que vemos na fig. 5 e consiste de uma barra de cobre enterrada no solo na entrada da edificação a qual é ligado um fio que seguirá para o quadro de entrada onde está o “relógio” e dali para dentro da residência.

Ele é de responsabilidade do consumidor e não da concessionária, e passou a ser **obrigatório** pela Lei Federal 11.337 e que entrou em vigor em dezembro de 2007.

Não me aprofundarei mais sobre as técnicas e regras para se fazer o aterramento, pois não é objetivo deste livro.

O que interessa tratar aqui é **qual a função do aterramento ou “fio terra” e entender porque ele é diferente do neutro.**

Já falei um pouco sobre o neutro, agora podemos dar duas definições para esclarecer a diferença entre neutro e terra.

NEUTRO: Fio fornecido pela concessionária de energia elétrica junto com a(s) fase(s) para o retorno da corrente elétrica no circuito.

TERRA : Haste metálica ligada à Terra na entrada de alimentação. **No fio terra não deve haver corrente circulando.**

Da definição de Terra uma pergunta deve logo ser feita: - se pelo Terra não circula corrente para que ele serve então?

Em poucas palavras a função do aterramento é garantir a proteção das pessoas e equipamentos por isso, tecnicamente o Terra é designado pela sigla **PE** que significa **Proteção Elétrica**.

Mas como o tal aterramento funciona como proteção para as pessoas?

Para responder a esta pergunta precisamos entender o que é o choque elétrico. Então, vamos lá.

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

CAPÍTULO 4

Vamos entender a “conta de luz” e acabar com o mito (ou besteira) de que 220V gasta menos “luz”.

220 VOLT “GASTA MENOS LUZ”: A BESTEIRA

Em primeiro lugar rogo-lhe encarecidamente que daqui para frente você não diga mais “coisas” como estas - gasta mais ou menos luz - porque o que se “gasta”, ou melhor, consome, é energia elétrica.

Depois da bronca, vamos ao mito de que a conta fica menor se usarmos 220 em vez de 127V (tem Zé Faísca por aí que acredita nisto).

Para **provar** o que eu estou dizendo convido-o a lembrar o capítulo 1 quando eu falei das etiquetas dos aparelhos.

Um parâmetro importante que aparece (ou deveria aparecer) sempre, além da tensão de trabalho (127 ou 220V), é a potência em watts.

Naquele momento eu mostrei também que é importante saber a potência pois através dela podemos descobrir a corrente que vai passar no fio e, por consequência, a “grossura” correta para o mesmo.

Relembrados estes fatos, voltemos à conta de “energia elétrica”.

Vimos que a concessionária cobra pelo consumo de energia que é o resultado da multiplicação da soma de potências dos nossos

aparelhos pelo tempo que ficam ligados, daí o kWh (quilowatt hora) que é a energia elétrica consumida.

Perguntinha: - onde apareceu o valor da tensão neste cálculo?

Resposta: - não apareceu, logo o consumo não depende da tensão e sim da potência.

Um chuveiro de 5500W de potência vai continuar consumindo 5500W esteja ele ligado em 127 ou 220V.

Então qual a vantagem em usar 220V em vez de 127V?

Para responder a esta pergunta voltemos a continha do capítulo 1, lembre-se que para calcular a corrente nos fios basta dividir a potência pela tensão aplicada.

Vamos usar o chuveiro de 5500W para fazer as contas.

1) Para 127V temos corrente igual a $5500/127$ igual a 43,3A

2) Para 220V temos corrente igual a $5500/220$ igual 25A.

Uau! Quase a metade da corrente!

E daí? Daí, dá uma olhada na

CAPÍTULO 5

Este é um capítulo para pessoas mais curiosas e com alguma habilidade e que queiram aprender a resolver coisas simples e úteis em casa sobre eletricidade.

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

COMO SABER QUEM É A FASE E O NEUTRO

Uma maneira que os eletricitistas “machões” utilizam para distinguir qual é o fio da fase e do neutro é ver qual deles dá choque.

Bem, este é o método dos “machões” e do Zé Faísca, porque os profissionais utilizam algum tipo de instrumento de teste para tirar a dúvida.

Em princípio não precisa ser nada muito sofisticado e o que eu recomendo a você, para começar, é uma chave de teste similar a que vemos na fig. 1.



Fig. 1 - Chave de teste para identificar fase e neutro

Dentro do cabo transparente destas chaves existe uma pequena lâmpada que acende quando encostamos a ponta metálica da mesma no terminal ou fio que queremos analisar e, ao mesmo tempo, tocamos na parte metálica no topo do cabo da chave.

Se a lâmpada acender como na fig. 2 então esta é a fase se permanecer apagada trata-se do neutro ou, então não há **tensão** chegando neste ponto.

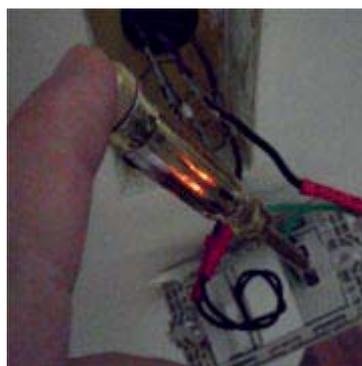


Fig. 2 - Identificando a fase com a chave de teste.



Fig. 3 - Identificando o neutro com a chave de teste

Atualmente existem chaves de teste similares a esta em que basta aproximar a parte metálica da mesma ao terminal ou fio e ela acenderá se a fase estiver chegando a ele sem que seja necessário tocar no contato do cabo.

Veja a fig. 4

127 OU 220V ?

Esta é uma questão que pode ser relevante principalmente quando estamos num local onde não conhecemos todas as tomadas ou não sabemos se a rede elétrica fornece 127 ou 220V.

É muito comum as pessoas viajarem e levarem um secador de cabelo, um aparelho de som ou outro equipamento elétrico e ao ligá-los na tomada, sem se preocupar em saber antes qual o valor da tensão. ficarem frustradas porque “queimou” assim que foi ligado.

Vamos então a algumas dicas úteis.

A primeira delas é verificar se o aparelho tem uma chavezinha marcada 127/220 ou 110/220.

Se tiver coloque-a na posição 220 e ligue-o sem medo.

Isso mesmo. Se a rede for de 220V ele irá funcionar sem queimar obviamente porque você teve o cuidado de prepará-lo para receber a tensão correta.

E se a rede for de 127V (ou 110)?

Bem, ai ele não irá funcionar ou funcionará mal, mas o importante é que não queimará.

Por exemplo, se for um secador de cabelo, ele ficará com baixa rotação e esquentará pouco, mas não vai queimar e neste caso você pode retornar a posição da chavezinha para 127V sem “medo”

Em outras palavras, se ligamos algo que está preparado para receber 220V em uma rede de 127V apenas não funciona ou funciona mal, mas, geralmente, não queima.

Obviamente que se fizermos ao contrário, ou seja, ligar algo preparado para 127 em 220 o resultado é ... BUM !

Aqui eu exagerei um pouquinho, nem sempre teremos uma “explosão” e é possível que o aparelho nem chegue a queimar.

Se você se esqueceu da recomendação de colocar a chavezinha em 220V antes de ligar, então como prega a Lei de Murphy, você certamente ligou errado.

Neste caso duas coisas podem ter acontecido:

1) Ligou e “puff”, apagou; neste caso, menos mal, talvez só tenha queimado o fusível do aparelho e aí, trocou tá novo!

CAPÍTULO 6

Se você chegou até o final do capítulo 5, então acho que vale a pena estender um pouco mais nossa conversa sobre Eletricidade e falar sobre as medidas de tensão e como a partir delas podemos resolver alguns problemas domésticos (de Eletricidade, é claro!).

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

O que todas as pessoas precisam saber sobre Eletricidade

E agora você está apto a medir todas as pilhas e baterias que você tem em casa.

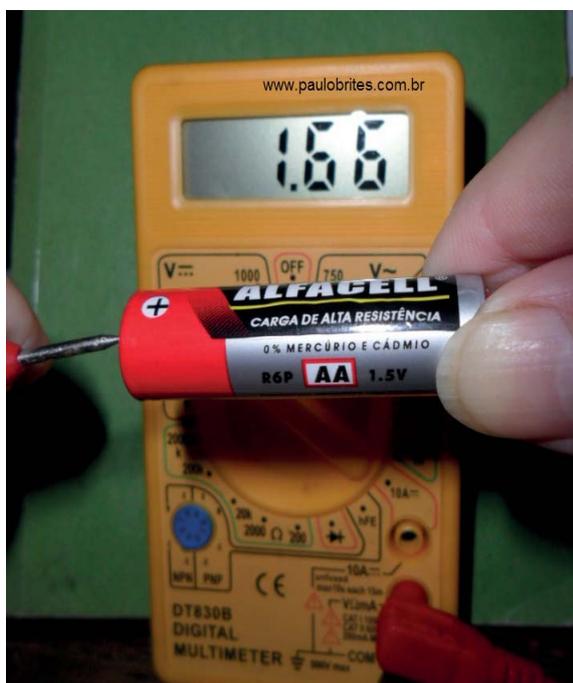


Fig. 6 - Medindo a tensão de uma pilha.

Se você está preocupado em levar choque ao fazer está operação encostando os seus dedos nos terminais da pilha fique tranquilo.

Para produzir uma corrente capaz de sentirmos os seus efeitos (choque elétrico) precisamos de uma tensão maior de 40 ou 50 volts, o que não é o caso aqui.

Dando continuidade a este parágrafo onde você aprendeu a praticar uma “nova modalidade de esporte”, testar pilhas, vamos tratar dos adaptadores ou fontes usados em telefones sem fio e notebooks, por exemplo.

Minha cobaia desta vez será a fonte do meu *notebook*.

A maioria das fontes de *notebook* fornece 20V DC, então sabendo disto já devemos colocar a chave seletora do multímetro em 200V.

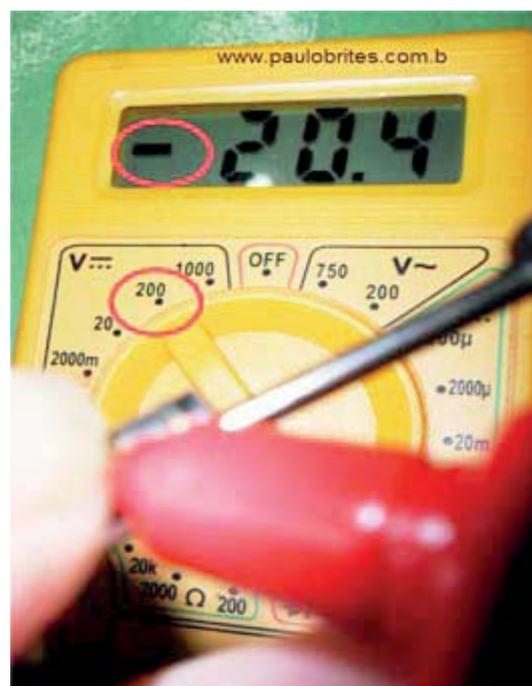


Fig. 7 - Medindo a tensão no *plug* de um *notebook*

Você notou que apareceu um sinal negativo na frente do valor 20,4V?

Você saberia explicar porque isto aconteceu?

Que tal, então revisitar a pág. 28 lá no capítulo 2.

Se a tensão na saída do *plug* da fonte do *notebook* é DC e, portanto tem polaridade, logo ao colocar as ponteiros do multímetro devemos prestar atenção a este fato, caso contrário aparecerá o sinal negativo

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

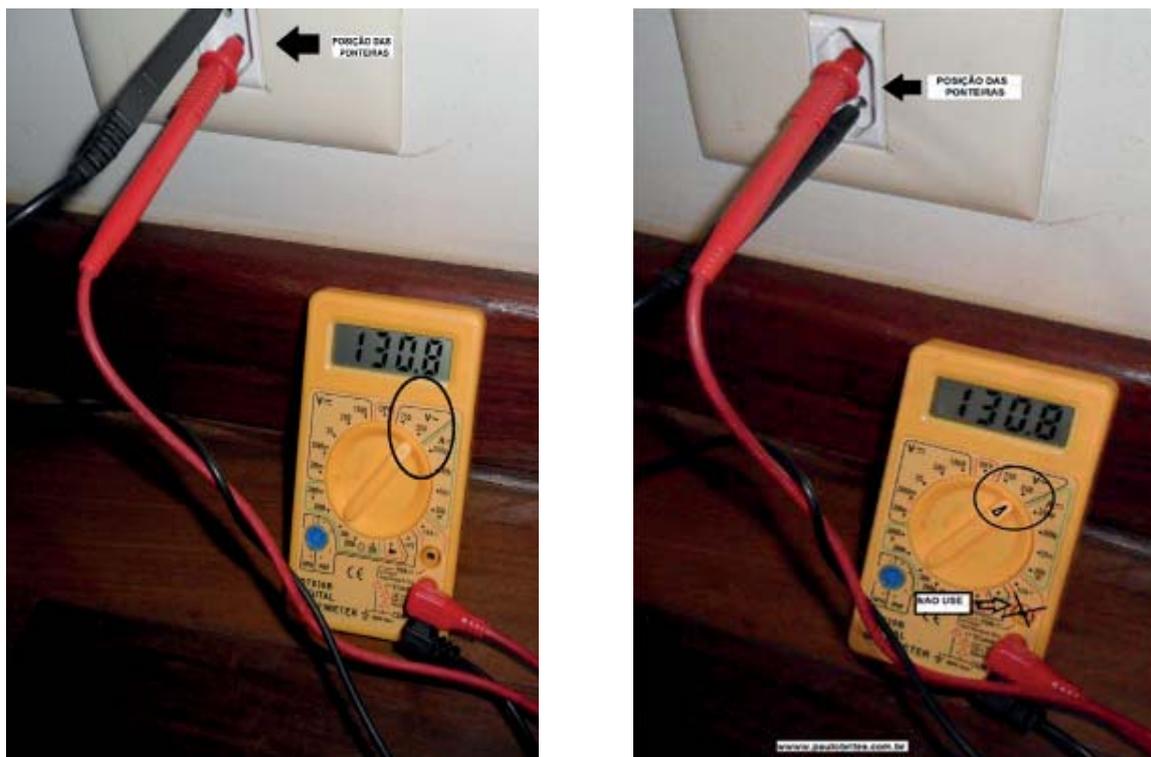


Fig. 9 - Medida da tensão em uma tomada.

Se você achou estranho que a leitura do instrumento tenha sido de 130,8V em vez de 127V posso afirmar-lhe que isto é possível acontecer e está dentro da tolerância permitida pelas normas técnicas.

Só mais uma coisinha antes de encerrar este capítulo, se você tem dúvida quanto ao valor da tensão a ser encontrado comece SEMPRE pela escala mais alta, neste caso a de 750V.

CAPÍTULO 7

Neste capítulo vamos tratar de diversos assuntos de muita utilidade para resolver pequenos problemas envolvendo Eletricidade e aparelhos elétricos.

Se eu fosse você não deixaria de ler pode lhe render uma boa economia de dinheiro!

O que todas as pessoas precisam saber sobre Eletricidade

Observe como as ponteira são colocadas firmemente em cada terminal do fusível.

Se ele estiver bom o display mostrará uma leitura igual a da fig. 5, se o fusível estiver queimado (aberto) a leitura será igual a a da fig. 4.

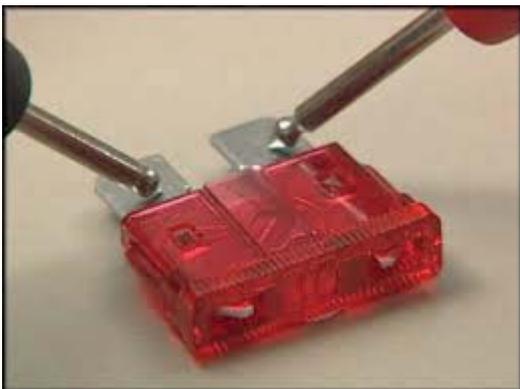


Fig. 6 - Testando um fusível de automóvel

Vejamos a seguir o teste de um fusível de vidro muito comum em diversos aparelhos eletrônicos



Fig. 7 - Testando um fusível de vidro bom

VERIFICANDO SE UM CABO DE FORÇA ESTÁ DEFEITUOSO



Fig. 8 - Cabo de Força

Este é outro tipo de problema muito comum que leva as pessoas a jogarem no lixo equipamentos que pararam de funcionar simplesmente por que cabo de força apresentou defeito.

O método para verificar se um cabo de força está defeituoso ou não é bem similar ao utilizado para verificar fusíveis, o que significa que utilizaremos a mesma função do multímetro, ou seja, a de diodos.

Temos que verificar se há continuidade entre cada pino e cada “buraquinho” correspondente na outra ponta do cabo.

Reparou que eu disse “verificar se há continuidade”.

Até aqui eu não tinha usado esta expressão que significa que não há interrupção entre uma ponta e a outra e, portanto o multímetro irá mostrar “000” (001 -002) no painel e tocar a buziniha (se tiver uma).

CAPÍTULO 8

Este capítulo é um pouco mais técnico e nele você aprenderá, entre outras coisas, como instalar corretamente um interruptor.

ELETRICIDADE EM CASA

Toda casa ou escritório tem lâmpada e toda lâmpada precisa de um interruptor para ligá-la e desligá-la, sendo assim nada mais útil que você saber como funciona um interruptor e como fazer a instalação de um (corretamente) caso precise.

Embora instalar um interruptor seja uma coisa simples, ele exige um detalhe com relação a segurança que muito “Zé Faísca” desconhece.

Um interruptor como o próprio nome já diz serve para “interromper”, mas interromper o quê?

Interromper o caminho da corrente elétrica que sai de um terminal da rede passa pela lâmpada (ou qualquer aparelho elétrico) e retorna ao outro terminal.

Na fig. 1 você acompanha o que foi explicado acima usando-se um interruptor de abajur que propositadamente está aberto para você entender como funciona o circuito.

Para a lâmpada pendurada no teto, por exemplo, o interruptor na parede faz a mesma coisa que o interruptor de abajur, mas você não vê porque está tudo embutido na parede como mostra a fig. 2.

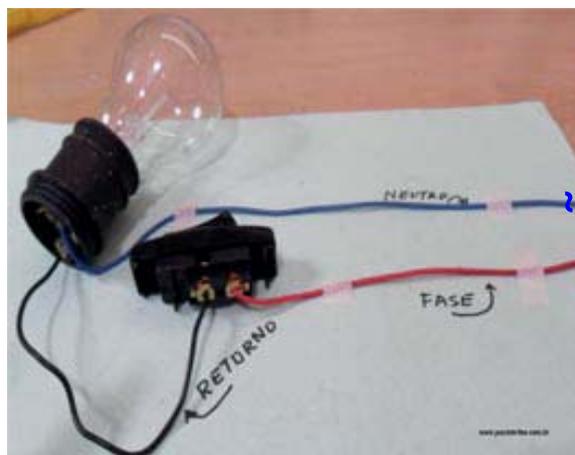


Fig. 1 - Circuito mostrando a montagem de um interruptor

Entretanto, quando fazemos uma instalação embutida como a mostrada na fig, 2 e não temos como ver o caminho dos fios “escondidos” dentro da tubulação na parede, devemos tomar alguns cuidados.

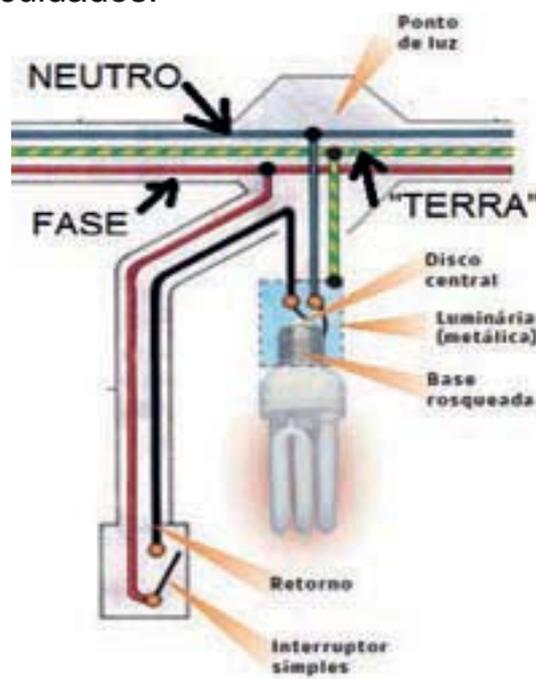


Fig. 2 - Instalação de um interruptor com fiação embutida

CAPÍTULO 9

*Vamos falar um pouco
sobre pilhas, baterias e
recarregadores*

*Um item cada vez mais
presente em nossas vidas.*

O que todas as pessoas precisam saber sobre Eletricidade

A primeira razão é porque **os recarregadores são diferentes**, dependendo do tipo da pilha ou bateria e usar um recarregador inadequado pode danificar a bateria.



Fig. 9 - Recarregador Ni-Cd e Ni-MH

O recarregador da fig. 9 pode ser utilizado para recarregar baterias tipo NiMH (como a da fig. 10) e Ni-Cd, mas **não serve** para baterias Li-ion e Li-Po.

Entendeu agora porque é importante saber que tipo de bateria você está usando para usar o recarregador correto?



Fig. 10 - Bateria recarregável Ni-MH

Nunca é demais lembrar que só podemos colocar no carregador baterias **rechargeable** (recarregáveis), obviamente.

Uma das principais diferenças entre as baterias Ni-Cd e que elas, assim como as NiMH, possuem **efeito memória** enquanto as Li-ion, não.

A propósito, você sabe o que é **efeito memória**?

Quando uma bateria Ni-Cd ou NiMH é carregada tem ter sido totalmente descarregada ela começa a sua carga a partir de quantidade de carga que ela ainda possui.

Vamos fazer uma comparação com uma caixa d'água. Toda vez que você enche uma caixa d'água além de água entram também resíduos que vão se acumulando do fundo da caixa e assim cada vez conseguimos colocar menos quantidade de água propriamente dita dentro da caixa.

O que fazemos então? Lavamos a caixa para retirar os resíduos (leia-se lama) acumulados no fundo.

Não podemos lavar a bateria e o jeito é descarregá-la totalmente para então recarregá-la.

Mas, fique atento, pois este procedimento só é válido para as baterias Ni-Cd e NiMH.

No caso das Li-ion e LiPo elas não possuem efeito memória e não devemos deixar que a carga chegue

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

CAPÍTULO 10

Um dos itens mais importantes numa instalação elétrica é o disjuntor.

Neste capítulo tratareis um pouco deles, bem como de outros dispositivos de proteção.

O que todas as pessoas precisam saber sobre Eletricidade

protegida com o DR a energia será desligada imediatamente e não haverá choque nem choradeira.



Fig. 4 - Criança na iminência de levar um choque se não tiver DR na rede

Não vou tratar aqui da instalação do DR porque é uma tarefa para um bom electricista.

Vale ressaltar, entretanto que a instalação do DR exige um sistema de aterramento ou PE para que ele funcione.

Meu objetivo foi chamar atenção para este importante dispositivo de segurança que deveria fazer parte de todas as construções a partir de 1990 como prega a lei.

Se faz parte ou não eu não sei, mas sabendo que ele existe cabe a você tomar suas providências.

Vou concluir este capítulo falando de mais um dispositivo de segurança que é o **DPS** - Dispositivo de Proteção contra Surtos.

Mas o que é um surto?

Em poucas palavras podemos dizer que um surto é um pico de

tensão muito alto que ocorre na rede elétrica num curtíssimo intervalo de tempo (milissegundos) e não chega a acionar o desligamento do disjuntor.

Duas são as principais causas de surto de tensão:

1) Queda de raios na proximidade da instalação elétrica;

2) Desligamento e religamento muito rápido da energia provocado pela concessionária de energia.

A finalidade do DPS é desviar para terra este surto de tensão.

Para instalação do DPS deve-se consultar um electricista.

E assim, chegamos ao final do livro.

A seguir teremos dois apêndices sobre questões um pouquinho mais teóricas que você poderá ler, se gostou do assunto e quiser se aprofundar um pouco mais sobre o “mundo” da Eletricidade.

Espero que a leitura lhe tenha sido útil e prazerosa.

Não é porque temos um assunto técnico que a escrita tem que ser carrancuda como acontece na maioria dos livros.

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

APÊNDICE I

Tratarei aqui, embora superficialmente, sobre a “descoberta” da Eletricidade e farei isto numa perspectiva histórica mostrando como tudo teve origem.

O que todas as pessoas precisam saber sobre Eletricidade

não é economicamente viável para ser utilizada em larga escala.

Mas será que seria possível se produzir Eletricidade por outros meios que os das reações químicas que deram origem a invenção e construção das pilhas?

Em 1819 o dinamarquês Hans Christian **Ørsted** (a grafia é estranha mesmo, por que o nome é dinamarquês) deu o primeiro passo para que mais tarde se pudesse obter Eletricidade com o auxílio do magnetismo ou ímãs como se diz popularmente.

Ørsted realizou uma experiência que você também pode fazer e demonstrou que uma corrente elétrica produz um campo magnético ou, em outras palavras, uma corrente elétrica passando por um fio faz com que ao seu redor tenhamos um efeito similar ao de um ímã (campo magnético).

Vamos realizar a experiência de **Ørsted** ?

Vamos precisar de uma bateria de 9V (nova), um pedaço de mais ou menos 10 cm de um fio qualquer e uma bússola que pode ser comprada em camelô.

Se você tiver algum ímã também será útil, mas não servem aqueles de “geladeira”, pois são muito fracos.

Aproximando o ímã da bússola você verá que a agulha muda de direção porque a proximidade do campo magnético do ímã supera a força do campo magnético da Terra que é responsável pelo direcionamento “natural” da agulha.



Fig. 7 - Material para experiência de **Ørsted**

Agora vamos a experiência propriamente dita.

Conecte as duas pontas do fio à bateria e aproxime o fio da bússola e você verá que a agulha mudará rapidamente de posição.

Faça isto rapidamente (em 10 ou 15 segundos) porque a bateria vai esquentar e irá descarregar.

Não se preocupe que não dá choque.

Você acabou de entrar no túnel do tempo e voltar a 1819.

Cuidado para não voltar de lá falando dinamarquês!

Veja o experimento na Fig. 8.

APÊNDICE II

Quem pretende estudar um pouco mais sobre Eletricidade precisa conhecer uma de suas leis mais importantes: - a Lei de Ohm. Ela é o Teorema de Pitágoras da Eletricidade, está sempre presente. Outro assunto que não pode deixar de ser entendido são os circuitos série e paralelo. Este apêndice tratará disto tudo.

CIRCUITO SÉRIE E PARALELO

Estes são assuntos importantíssimos para quem quer estudar e trabalhar com Eletricidade e que estão relacionados com as Leis de Ohm.

Um circuito elétrico nada mais é que a interligação entre um consumidor de energia, uma lâmpada, por exemplo, e uma fonte de tensão (a tomada da parede, uma pilha).

Bem, este é o circuito mais simples que podemos ter, mas podemos complicar um pouquinho colocando varias lâmpadas, tomadas para ligar aparelhos elétricos e etc, etc. como acontece na vida real.

Vamos fazer isto de duas maneiras possíveis usando lâmpadas de lanterna e pilhas para exemplificar.

Poderíamos fazer com lâmpadas “comuns” ou outros equipamentos, mas ficaria mais difícil para montar e fotografar e o resultado eu garanto que será o mesmo.

Observe atentamente o circuito da fig. 1.

Observe que as lâmpadas, que no caso são três, estão ligadas uma a seguir da outra como se fossem aquelas linguças de churrasco que veem uma amarrada na outra.



Fig. 1 - Circuito série

Note que uma das extremidades da primeira lâmpada vai ligada num polo da bateria, fechando-se o circuito com a última lâmpada sendo ligada ao outro polo da bateria.

É fácil perceber que a corrente só tem uma opção que é passar por todas as lâmpadas.

O que você acha que aconteceria se uma lâmpada queimar?

Se você respondeu que nenhuma delas acenderá, parabéns! É isso mesmo uma lâmpada queimando o circuito fica interrompido e os elétrons não têm por onde passar e fechar o circuito saindo de um polo e chegando no outro.

Esta é a primeira propriedade do circuito série: **a corrente é a mesma em todos os componentes do circuito.**

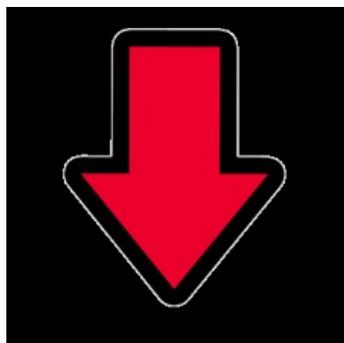
A outra propriedade do circuito série diz respeito a tensão que

E aí, gostou?



Quer comprar AGORA?

Clica aqui embaixo



QUERO COMPRAR!

Tem alguma dúvida?

contato@paulobrites.com.br

NÃO QUEIME

SEU MULTIMETRO

DIGITAL



E-book

Paulo Brites

Não queime seu multímetro digital

Editoração Eletrônica, fotos e capa

Paulo Brites

ISBN

978-85-9054974-1

Cópia de avaliação

Cópia de avaliação

Embora eu tenha dúvidas que coincidências existam, este livro ficou pronto na véspera de meu filho mais novo, Henrique, completar 21 anos e por isso, dedico a ele como presente de aniversário.

Não queime seu multímetro digital

A quem se destina este livro

Eu diria que ele se destina a todas as pessoas curiosas e que gostam de “mexer” com eletricidade e eletrônica, quer seja como estudantes, hobistas ou profissionalmente.

Estamos na Era dos “makers”, isto é, dos “fazedores”.

Pessoas que gostam de fazer, modificar, consertar, inventar!

Uma área que mais tem se desenvolvido nos últimos tempos é a mecatrônica e junto com ela a robótica, e aí vem a necessidade de construir circuitos eletrônicos e fazer medidas para verificar se está tudo certo ou, em caso contrário, descobrir porque não funciona.

E aí o estudante ou “curioso” compra um multímetro digital e fica a olhar para ele sem saber por onde começar. Corre para o youtube, encontra um vídeo aqui outro ali e vai aos trancos e barrancos tentando descobrir o que fazer.

Não tem método, vai mexendo como criança com o brinquedo novo na mão. E de repente, lá vem a frustração o brinquedinho para de funcionar e aquela velha pergunta vem à tona: onde foi que eu errei?

Volta a Internet. Reza pra “São Google” a procura da solução. Futuca os foruns, faz perguntas, mas não acha a resposta. Desistir?

Foi principalmente para esta pessoas, curiosas, fazedoras e que gostam de resolver também seus problemas domésticos de eletricidade e eletrônica que eu escrevi este pequeno livro mostrando como aprender a usar o multímetro digital sem queimá-lo na primeira medida.

Se você se enquadra nelas, está no lugar certo e se quiser ir mais a fundo também.

Ao ler estas páginas você vai aprender a usar o multímetro digital “com método”, começando pelo começo.

Paulo Brites



Não pratique pirataria

Se você adquiriu uma cópia não autorizada deste livro você está praticando pirataria de acordo com a Lei de Direitos Autorais nº 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Distribuir cópias em papel ou em meios digitais deste livro sem autorização por escrito do autor, além de ser contra a lei (o que pode lhe ensejar um processo judicial), prejudicará todo o trabalho que ele devotou para elaborar o material, portanto peça-lhe que, mais por uma questão de consciência do que legal, não o faça.

LEIA

AVISO IMPORTANTE

Lidar com Eletricidade pode ser perigoso.

Dirigir um carro, mais ainda.

A vantagem em Eletricidade é que você mesmo pode se prevenir de acidentes se for cuidadoso, no trânsito nem sempre.

Se você é do tipo "fazedor" e pretende fazer alguns reparos domésticos a recomendação número 1 é,

SEJA CUIDADOSO

*e a número 2 é **SEJA CUIDADOSO.***

Ah! Eu já ía me esquecendo, a número 3 também!

Siga esta regra na Eletricidade e na vida e não tenha medo de ser feliz!

Sumário

Capítulo Zero

O que é preciso saber para não queimar o multímetro12

Capítulo 1

A primeira medida a gente nunca esquece17

Capítulo 2

Usando a escala de “resistência”.....27

Capítulo 3

E as correntes, como medi-las?.....33

Capítulo 4

É bom saber antes de comprar um DMM (Digital Multi Meter).....39

Capítulo 5

O que é um multímetro TRUE RMS53

Capítulo 6

Os multímetros "X-TUDO".....61

Capítulo 7

O multímetro do electricista.....66

Capítulo 8

Teoria na prática70

CAPÍTULO ZERO

**O QUE É PRECISO SABER PARA
NÃO QUEIMAR O MULTÍMETRO!**



Três conceitos básicos de Eletricidade são fundamentais saber para usar um multímetro com segurança e sem queimá-lo :

tensão, corrente e resistência.

Se você sabe BEM do que se trata, talvez possa pular este capítulo, senão... ele é **OBRIGATÓRIO!**

Não queime seu multímetro digital

O que vamos medir com um multímetro

Basicamente um multímetro, seja digital ou analógico, é utilizado para medir três grandezas fundamentais da eletricidade: tensão também chamada de voltagem, corrente ou amperagem e resistência elétrica.

Destas três, eu diria que, a tensão pode ser considerada a mais importante de todas porque **se não existe tensão, não existe corrente** e, portanto não faz sentido falar em resistência que é uma grandeza que relaciona a tensão com a corrente.

Sendo assim, nada mais óbvio que começar perguntando se você sabe explicar a diferença entre tensão e corrente.

Não quero me aprofundar muito neste assunto aqui e se não sabe sugiro que leia meu livro **“O que todas as pessoas precisam saber sobre Eletricidade”**

Entretanto, não posso deixar de mencionar, mesmo que superficialmente, a “diferença” entre tensão e corrente usando a clássica comparação da caixa d’água com uma torneira que apresento na fig.1.



No meio do caminho entre a caixa d’água e a torneira, não tem uma pedra como disse Drummond em seu poema, mas sim um hidrômetro que a companhia de água e esgoto usa para cobrar o quanto de água você consumiu durante o mês.

Vamos “fingir” que a água passando no cano e no hidrômetro é a corrente elétrica.

Você concorda que o hidrômetro só vai marcar alguma coisa se a torneira for aberta?

CAPÍTULO 1

A PRIMEIRA MEDIDA A GENTE NUNCA ESQUECE!



Este será, talvez, o momento mais emocionante da sua vida de “fazedor”, depois de aprender a andar de bicicleta sem rodinhas.

Hora de fazer as primeiras medidas de tensão.

Não queime seu multímetro digital

IMPORTANTE

Sugiro fortemente que você coloque uma proteção neste terminal, como um pedaço de fita cobrindo-o, para evitar utilizá-lo por distração.



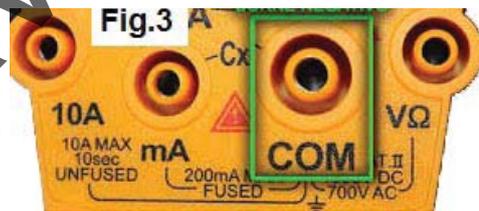
Repare que ao lado dele está escrito **unfused** o que significa “**sem fusível**” e, portanto se você utilizá-lo de forma incorreta terá uma grande chance de ter que se despedir “para sempre” do seu primeiro multímetro.

A configuração da fig.1 não é a única possível.

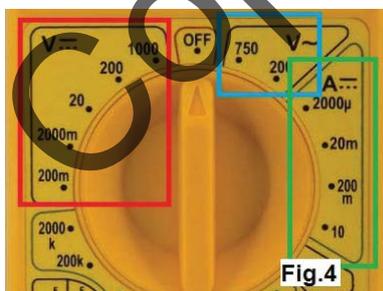
Podemos encontrar situações como as mostradas nas figs. 2 e 3 onde temos quatro bornes e não apenas três, mas o importante é que sempre teremos um borne marcado COM onde colocaremos a ponteira preta.



Feitas estas observações iniciais importantíssimas e já sabendo onde espetar as ponteiros estamos a “um passo do paraíso”, ou seja, das medidas de tensão das pilhas e baterias que você já deve ter separado para este momento tão emocionante da sua vida de “fazedor” que merecerá até uma foto no *facebook*.



Multímetro na mão e lá vamos nós colocar a chave seletora na posição correta. Eu disse, C O R R E T A!



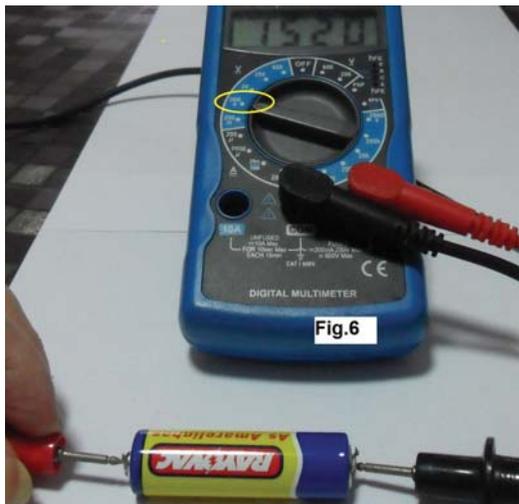
Que tal voltar a fig.3 do capítulo zero?

Para facilitar a sua vida coloquei um destaque desta figura aqui e chamei de fig.4.

Vamos medir tensão, mas olhando a fig.4 vemos duas possibilidades. A do retângulo vermelho e do retângulo azul. Qual escolher, eis a questão?

Como você vai medir pilhas que fornecem tensão contínua terá que escolher uma das posições dentro do retângulo vermelho à esquerda.

Não queime seu multímetro digital



Observe que o sinal negativo desapareceu "num passe de mágica" como era esperado que ocorresse porque agora as ponteiros estão posicionadas de forma "correta", isto é, vermelha no positivo da pilha e preta no negativo.

Entretanto, a leitura no *display* foi 1520 e não 1.51 como na fig.5.

Ops! 1520 volts ? É isso mesmo?

Claro que não, né!

Repare que a chave seletora está em 2000m que, como já vimos, corresponde a 2000mV, portanto o valor da tensão da pilha é 1520mV ou 1.520V.

Qual a vantagem de usar uma escala ou a outra, é isso que você quer saber?

A escala de milivolts nos dá uma leitura com mais exatidão, com três casas decimais depois da vírgula (ou ponto) em vez de apenas duas como acontece na escala de 20V.

A vantagem vai depender de se necessitar obter um valor mais exato ou apenas aproximado.

Deixo por sua conta fazer esta experiência usando a posição 200V e tire suas próprias conclusões.

Sugiro ainda que procure outras "coisas" que possa medir tensão ou voltagem como alguns dizem, mas atente-se que seja "contínua" ou DC.

Por exemplo, fontes de telefone sem fio, *notebooks* ou outras *trapizongas* que você encontrar pela vida, mas não se esqueça, se não tiver ideia do valor a ser medido comece sempre por uma escala maior porque "o que abunda não prejudica", não é mesmo!

Não queime seu multímetro digital

Agora vamos medir tensões das tomadas.

Muita calma nesta hora e bota calma nisso!

As tensões das tomadas apresentam valores bem maiores que os que você mediu até aqui e, embora quem “dê” choque seja a corrente quanto maior a tensão, em geral, maior será a corrente e, portanto o choque e porque não dizer maior será o “risco de vida”, ou pior, o “risco de morte”.

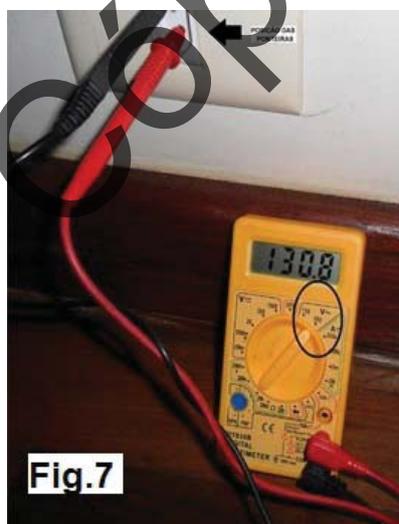
Mas isto é assunto para o meu livro “O que todas as pessoas precisam saber sobre Eletricidade” que se você ainda não leu, não sabe o que está perdendo.

Passado o primeiro parágrafo que poderia ser chamado “colocando terror” e o segundo “os nossos comerciais”, vamos ao que interessa.

Dê uma olhadinha no destaque em azul da fig.4 na página 20 e veja que agora, ao lado da indicação V, temos um símbolo que lembra um til (~) e corresponde a tensão de “corrente” alternada onde temos apenas dois valores: 200 e 750 (neste caso).

Pois bem, as tensões das tomadas deverão ser medidas usando uma destas duas posições e usando a “regra de outro” comece com 750, por segurança.

As ponteiros continuam no mesmo lugar só que agora não precisamos nos preocupar com “as cores”, isto é, a polaridade porque tensão alternada não tem positivo e negativo “fixo” já que é “alternada”.



Tudo certo e conferido, hora da foto pro *facebook* que você confere na fig.7.

Como eu sabia que a rede elétrica onde ia ser feita a medida não era de 220V pude escolher a posição 200V, sem receio de queimar o multímetro e obtive 130,8V que é bem próximo do valor “oficial” 127V.

Medir tensões de tomadas não é a única utilidade das escalas de tensão AC, pode-se medir saída de transformadores também.

CAPÍTULO 2

**USANDO A
ESCALA DE “RESISTÊNCIA”
PORQUE, ÀS VEZES, RESISTIR É
PRECISO!**



Este capítulo será dedicado a escala ôhmica ou de medida de resistências.

Será um capítulo pequeno, mas nem por isso pode ser considerado de pouca importância.

Não queime seu multímetro digital

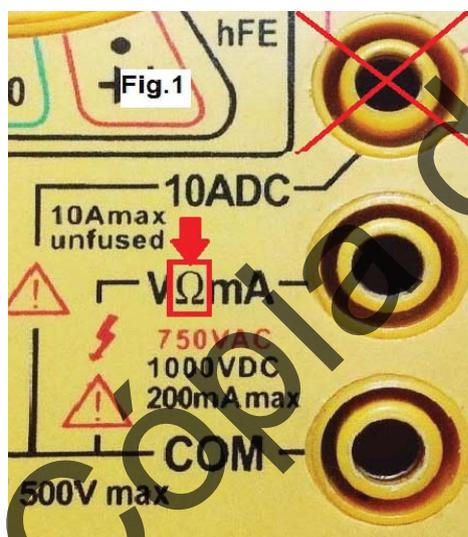
Viva Georg Simon **OHM!**

Nossas próximas medidas estarão relacionadas às “descobertas” que este alemão fez lá por volta de 1826.

Você já sabe o que a corrente disse para a tensão: - “eu não existo sem você” e para haver corrente tem que ter uma “coisa” ligada à fonte de tensão e esta “coisa” fará com que a corrente seja maior ou menor dependendo da “**resistência**” que ela impõe à passagem da corrente.

Todo este lero-lero acima serviu para dizer que pode ser útil medir a resistência da “coisa” a qual é expressa em *ohms* cuja unidade foi escolhida para homenagear o alemão (nada mais justo) ou também pela letra grega “ômega” (Ω) que parece (só parece) uma ferradura.

Que tal voltar à fig. 1 da página 19, que eu repito aqui embaixo, para lembrar que no borne do meio apareceu esta “ferradura” e, portanto você que é um gênio já concluiu sabiamente que a ponteira vermelha vai continuar ali quando quisermos medir as “resistências” do senhor Ohm. A ponta preta é “imexível” (como disse um “ministro”), fica sempre em COM.

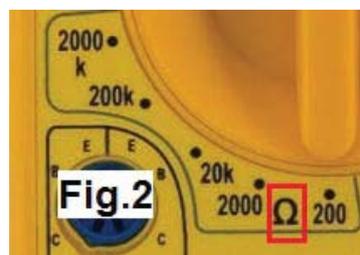


Agora que você já sabe onde vai colocar as ponteiros para medir resistências é hora de escolher a posição da chave seletora e isto pode ser visto na fig.2.

Nela você verá que existem cinco possibilidades que são as seguintes:

2000k - 200k - 20k - 2000 e 200

A posição 2000k é a mesma coisa que 2 megaohm que é o máximo valor de resistência que este multímetro mede e eu diria que é razoável e suficiente para um principiante ou hobista, mas você irá precisar de “coisa melhor” no futuro se quiser se tornar um profissional.



Abordarei isto em outro capítulo, por enquanto aprenda a “mexer” com este futucando a vontade.

Não queime seu multímetro digital

O que é OBRIGATÓRIO saber antes de medir resistências



Nunca, jamais, em tempo algum, se pode medir resistências com o equipamento ligado, a menos que você queira correr o risco de queimar o seu multímetro ou até explodí-lo na sua cara.

Sendo assim, preste muita atenção (eu disse MUITA) quando for medir tensões para que a chave seletora **não esteja** em nenhuma posição de resistência mostrada na fig.2.

Outra questão que eu coloco como obrigatória é a verificação do estado das ponteiros.

Antes de efetuar qualquer medida seja tensão, resistência ou corrente devemos adotar o seguinte procedimento:

1) Colocamos a chave seletora na menor posição de medida de resistência (neste caso 200ohms).

2) Unimos fortemente as duas pontas (unidos venceremos!) e observamos a leitura no *display* que deverá ser zero. Na prática é possível encontrar um valor ligeiramente maior, mas que **não deve** chegar a um.



No exemplo da fig.3 obteve-se 00.1 que é bem próximo de zero, portanto aceitável.

Valores um pouco maiores indicam dois tipos de problemas:

1) Ponteiros defeituosas. Troque-as por outras "confiáveis" e comprove.

2) Mau contato na chave seletora produzidos por desgates, muito comuns em equipamentos de baixa qualidade, os "famosos" *Shing Lin*.

Por que é importante fazer esta verificação?

Se encontramos um valor não nulo significa que estaremos introduzindo um erro na leitura qualquer que seja ela.

CAPÍTULO 3

E AS CORRENTES, COMO MEDI-LAS?



Medir correntes é sempre mais trabalhoso que medir tensões, mas, às vezes, temos que encarar as dificuldades e não adianta reclamar.

Então, vamos aprender como medir correntes e parar de resmungar.

Não queime seu multímetro digital

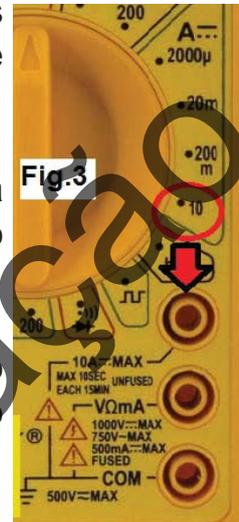
Analisando as escalas de corrente do multímetro digital

Se medir a corrente for inevitável, então "relaxa" e mede, mas com cuidado.

Uma observação importante é que a maioria dos multímetros digitais **só mede corrente contínua** e este é o caso do nosso modelo-cobaia.

Portanto, que fique bem claro que você **NÃO** poderá medir com ele a corrente de consumo de um aparelho elétrico da sua casa.

Vamos voltar a dar uma olhada na área do retângulo verde da fig,3 lá do capítulo zero que eu estou colocando aqui ao lado com maior destaque para analisarmos.



Note que temos quatro posições que olhando de cima para baixo são: 2000µ, 20m, 200m e 10.

Estranhos estes valores, não é?

Vejamos. O primeiro deles "2000µ" corresponde a 2mA. O segundo é 20mA e o terceiro 200mA. Nada de estranho, então, você concorda?

O tal "2000µ" é apenas uma maneira "enrolada" de escrever 2mA (dois miliamperes) para complicar a vida das pessoas.

Então, você já sabe que seu multímetro digital pode medir corrente contínuas que vão desde a escala de 2mA até a de 200mA e sinto lhe dizer que isto, às vezes, é muito pouco

Ah! E as ponteiros, onde ficam?

Até aqui, nada muda. A preta fica em COM e a vermelha continua no borne marcado com VΩmA que você usou até agora para medir tensões e resistências.

Observe que ao lado dele há um ponto de exclamação dentro de um triângulo e a expressão "500mA fused", que quer dizer "protegido com fusível até 500mA" para alegria dos "distráidos".

CAPÍTULO 4

***É BOM SABER ANTES DE
COMPRAR UM DMM
(Digital Multi Meter)***



Se você pretende ter um multímetro digital apenas para os "primeiros socorros" domésticos, não precisa ler este capítulo, mas se sua intenção é se profissionalizar a leitura será útil.

Não queime seu multímetro digital

Tantas marcas e modelos, o que comprar? Oh, dúvida cruel!

Reforçando o que eu disse na chamada do capítulo, tudo dependerá dos seus objetivos, o que não invalida a tese inicial de que você deve começar com um modelo simples e baratinho.

Você acabou de tirar a carta de motorista, não vai querer sair por aí dirigindo uma Ferrari, não é mesmo?

Agora que você já sabe pilotar o "teco-teco" e supondo que você tomou gosto pela eletrônica e quer sair para "voos mais altos", aí sim precisará de um "Boeing", quero dizer, um instrumento "melhor".

Mas, o que é "um instrumento melhor"?

Exatidão, precisão e resolução: três informações importantes

Sempre defendi a ideia que é preciso saber o significado das informações para que possamos tomar decisões com mais confiança.

Não podemos nos basear no que o vendedor diz porque, em geral, ele pouco ou nada sabe sobre o que está vendendo.

No caso dos multímetros digitais, se pretendemos comprar um instrumento "melhor", é preciso começar entendendo o significado de três parâmetros essenciais que são: **exatidão** ou **acurácia**, **precisão** e **resolução**.

A palavra **acurácia** que vem do inglês *accuracy* pode soar estranha para muita gente e o pior é que, às vezes, é confundida com precisão, até mesmo em alguns manuais de multímetros digitais como vemos no exemplo da fig.1.

Tensão DC	
ERRADO O CORRETO É EXATIDÃO	
	Precisão
500.00mV, 5.0000V,	0.02% + 2d
50.000V	0.03% + 2d
500.00V	0.04% + 2d
1000.0V	0.15% + 2d

Fig.1

Felizmente esta "confusão" não é cometida por todos os "fabricantes" nacionais que "traduzem" *accuracy* por precisão e não como exatidão como poderemos ter a oportunidade de constatar olhando a fig.2 a seguir.

Não queime seu multímetro digital

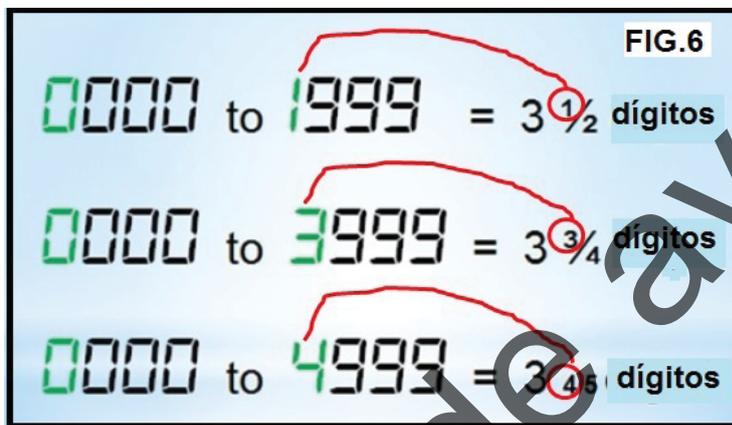
Precisamos entender o que cada uma significa porque é aí que começa a confusão.

Vou pegar, para começar, o exemplo da fig.4 onde temos "3^{1/2}".

O dígito "cheio" (3, neste caso) quer dizer que teremos três dígitos depois do ponto decimal (de 0 a 9 cada um), entretanto o 1/2 dígito significa que teremos apenas 2 valores (0 ou 1) na parte inteira.

Tá confuso?

Apelando para os chineses que dizem que uma figura vale mais que mil palavras olhe a fig.6 onde temos três exemplos de multímetros.



Percebeu que o numerador da fração corresponde ao primeiro número da leitura?

Ele costuma ser chamado de MSD = More Significant Digit (Dígito Mais Significativo).

Tem também o LSD = Least Significant Digit (Dígito Menos Significativo). Dê uma olhada na fig.7 antes de continuarmos.



Notou também que nos três casos o dígito "cheio" é igual a três?

E não pense que é coincidência que nos três casos temos sempre três dígitos depois do ponto decimal que podem variar de 0 a 9 cada um.

Você desconfia qual é a relação entre uma coisa e a outra?

Vai pensando. Em breve volto ao assunto.

Entretanto, nem todos os fabricantes seguem esta "regrinha".

Alguns preferem expressar o número de contagens (aliás, parece mais "honesto") em vez do número de dígitos e aí temos mais confusão.

Não queime seu multímetro digital

Ahan! Como é que é? Explica de novo!

Muito bem. Veja só, $0,05\%$ de $1.800V = 0.0009V = 900\mu V$ e uma contagem (LSD = dígito menos significativo) é igual a

$0.0001V = 100\mu V$ ou $900\mu V + 100\mu V = 1000\mu V = 1mV = 0.001V$ logo o valor medido pode estar entre $1.7999V$ e $1.8010V$.

E se fosse $\pm 0.05\% +3d$ o que mudaria?

Vamos pensar um pouquinho?

Neste caso teríamos 3 contagens (LSD) = $3 \times 0.0001 = 300\mu V$ e portanto $900\mu V + 300\mu V = 1200\mu V = 1.2mV$ o que nos leva a concluir que podemos ter $1.7988V$ ou $1.8012V$ ($1.800 \pm 0,0012$).

Isto pode parecer um pouco de preciosismo e até tendo a concordar que na maioria das situações do dia a dia não se precisa levar em conta, entretanto julguei pertinente tratar do assunto que pode ser útil para "técnicos mais avançados" ou para quem vai prestar concursos.

Segurança - um tópico importante

Antes de terminar este capítulo preciso apresentar-lhe a um item das especificações dos multímetros digitais que, geralmente, é negligenciado pelos compradores, mas que é muito importante porque refere-se à segurança do usuário.

Observe o destaque com a seta vermelha na fig. 9 onde aparece uma legenda com a seguinte inscrição: CAT I - 600V.



Fig.9

Dependendo do instrumento poderá aparecer também como:

CAT II, CAT III ou CAT IV e a tensão ao lado poderá ser 600V ou 1000V.

Você sabe o que estas informações significam?

Não queime seu multímetro digital

É bem provável que não, mas não fique triste pois apenas os bons profissionais sabem e como você, eu suponho é um principiante, não tem obrigação de saber ou melhor não tinha porque a partir de agora ficará sabendo.

Posso começar dizendo que para hobistas e fazedores esta informação não chega a ser relevante, mas não custa falar um pouco dela.

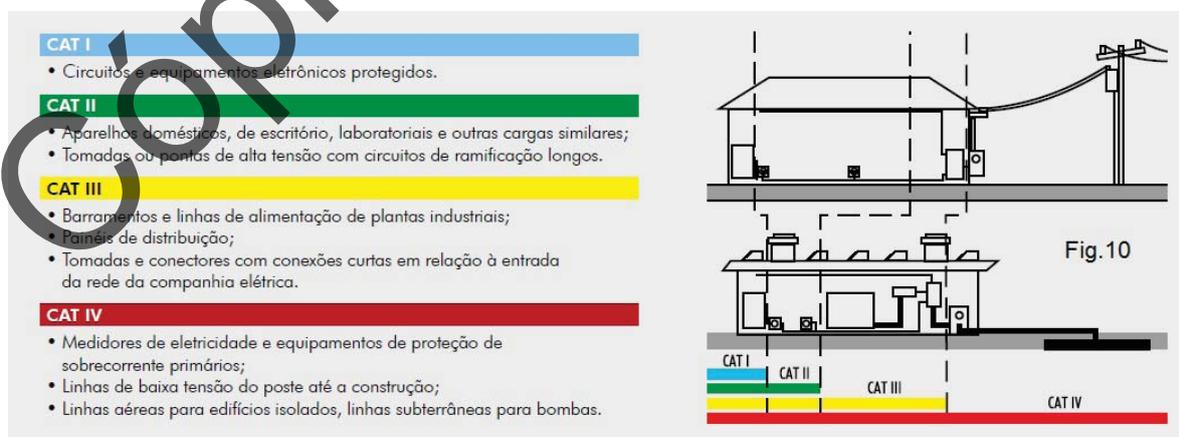
Trata-se de um padrão estabelecido pela norma IEC-1010 de 1988 que estabelece as características de construção física dos multímetros conforme sua aplicação associadas à exposição do equipamento a "sobre tensões" (transientes) estabelecendo a distância segura que pode ser usado em relação a fonte de energia.

A tabela ao lado nos mostra os valores de tensão de cada categoria.

CATEGORIA	Tensão DC ou AC RMS p / GND	Pico Transiente 20 repetições
CAT I	600 V	2500 V
CAT I	1000 V	4000 V
CAT II	600 V	4000 V
CAT II	1000 V	6000 V
CAT III	600 V	6000 V
CAT III	1000 V	8000 V
CAT IV	600 V	8000 V

Para um hobista ou até mesmo um técnico em eletrônica um instrumento CAT I - 600V que é o mais comum atende perfeitamente o mesmo não se pode dizer em se tratando do uso por eletricistas, entretanto não irei aprofundar mais sobre assunto, a intenção aqui foi apenas alertá-lo para algo pouco divulgado.

Na fig.10, obtida de um catálogo da Minipa você tem uma visão geral das categorias e suas aplicações.



Ah! Já ía esquecendo, veja a seguir as respostas da pág.47.

CAPÍTULO 5

O QUE É UM MULTÍMETRO TRUE RMS



Muita gente ainda tem dúvidas sobre o que é um valor TRUE RMS, aliás nem sabe direito o que significa RMS.

Este é um capítulo que pretende esclarecer isto definitivamente.

Não queime seu multímetro digital

Para início da conversa, o que é valor RMS?

Para entender o que é um voltímetro True RMS parece óbvio que é preciso que você entenda primeiro o que é um valor RMS.

O termo “true” significa verdadeiro. Então, será existe um RMS de mentirinha e outro “verdadeiro”, é isso?

Vamos ver.

A sigla RMS significa *Root Mean Square* que “em bom português” quer dizer Raiz Média Quadrática também denominado de Valor Eficaz.

Hum! Isto está cheirando a matemática!

Então, vamos a ela, sem medo de ser feliz.

Antes de tudo que tal destrincharmos cada uma destas palavrinhas separadamente para tentar entender o que significam juntas.

Começemos com “raiz” e “quadrática”.

Por exemplo, dois elevado ao quadrado é igual quatro ($2^2 = 4$).

Encontrar ou “extrair” a raiz quadrada de 4 é descobrir qual o número que elevado ao quadrado dá 4 que neste exemplo nós sabemos que é 2.

Então qual é a raiz quadrada de 25? Ora, é o número que elevado ao quadrado dá 25 e “o prêmio vai para.... o número 5”.

Depois desta brevíssima revisão sobre raiz quadrada, para acordar seus neurônios dorminhocos, falemos das médias (que neste caso não são de café com leite).

Em matemática podemos calcular diversos tipos de média e a mais comum de todas é a média aritmética que embora não seja de interesse em nosso “estudo” sobre RMS irei abordá-la não só como curiosidade, mas também para ajudá-lo a compreender o que vem pela frente.

Média aritmética: uma revisão rápida

Suponhamos que numa determinada escola para o aluno passar de ano tenha que obter **média aritmética** sete em quatro avaliações.

Assim, ele terá que somar 28 pontos nas quatro avaliações porque 28 dividido por 4 é igual a 7, logo se ele tirou 4 na primeira prova, 6 na segunda, 9 na terceira até aqui só somou 19 pontos, então ele vai ter que se virar para tirar 9 na quarta avaliação.

Esta é a média aritmética. E a média quadrática, como se faz?

Ela é um pouquinho mais sofisticada e menos usada no dia-a-dia, mas muito importante quando falamos de tensões e correntes alternadas que é o nosso caso neste capítulo.

Por definição

Média quadrática é a raiz quadrada da média aritmética dos quadrados dos valores.

Parece confuso, mas não é. Vamos, então a um exemplo numérico.

Usando as notas do aluno vadio do exemplo teremos primeiro que fazer a média aritmética dos quadrados das quatro notas, ou seja,

$$(4^2+6^2+9^2+9^2) \div 4 = 214 \div 4 = 53,5.$$

Se quiséssemos achar a Raiz Média Quadrática teríamos que extrair a raiz quadrada de 53,5 que dá aproximadamente 7,314 (a conta foi feita com calculadora).

Neste caso, o aluno passaria (se eles descobrirem vão pedir para mudar a metodologia de cálculo).

Mas qual seria o interesse de se extrair a raiz da média quadrática?

No caso das notas nenhum, mas tratando-se de medidas de tensões e correntes alternadas este cálculo é muito importante, como veremos.

Deixemos este assunto das médias temporariamente de lado e passemos a algumas considerações sobre a corrente/tensão alternada.

CAPÍTULO 6

OS MULTÍMETROS "X-TUDO"



Neste capítulo vou falar um pouco sobre os multímetros digitais que medem várias outras grandezas físicas além de tensão, corrente e resistência:

- os multímetros "X-Tudo".

Não queime seu multímetro digital

Por exemplo, a função **HOLD** é uma das quais eu destaco como muito útil e raramente é usada pelos técnicos.

Antes de explicar como usar esta função eu pergunto: - o que significa **HOLD**?

Não precisa pedir para o Google traduzir, eu explico. De um modo geral *hold* pode ser traduzido como "prender ou segurar".

Será que você já está desconfiando o que vai acontecer com a leitura no *display* quando o *hold* for acionado?

Isso mesmo, a leitura vai ficar "presa" ou, poderíamos dizer, "pausada e assim você não precisa ficar olhando para o multímetro enquanto tenta colocar a ponteira naquele lugar difícil e correr o risco de provocar um curto acidental encostando-a onde não deveria.

Melhor ainda se for *auto-hold* que permite que a leitura seja "congelada" quando ficar estável.

Prático não é? Você já havia pensado nisto?

Outra aplicação interessante da função *hold* é a anotação de valores variáveis em uma tabela. Podemos "dar um *hold*" e parar para fazer a anotação calmamente.

Outras características que valem a pena ser observadas na compra de um instrumento "melhor" são:

- *auto range*, efetua mudança de escalas automaticamente, mas pode tornar a leitura mais lenta dependendo do multímetro.

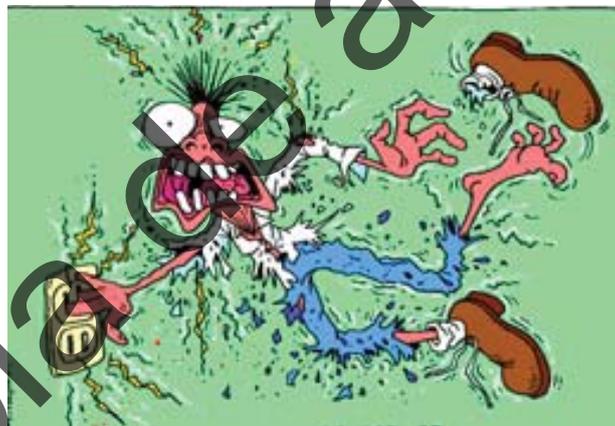
- auto desligamento, importante para economizar bateria.

- *bargraph* é uma opção interessante quando queremos observar variações na tensão ou corrente.

Assim como sugeri no meu livro **Osciloscópio sem Traumas** aqui também vale a pena pesquisar os manuais e vídeos na Internet antes de decidir, lembrando sempre que nem tudo poderá ser contemplado ao mesmo tempo.

CAPÍTULO 7

O MULTÍMETRO DO ELETRICISTA



O verdadeiro eletrícista precisa de um multímetro digital, mas neste caso com algumas características diferentes dos utilizados pelos eletrônicos e hobistas. Veremos quais neste capítulo.

Não queime seu multímetro digital

O que há de diferente?

Os multímetros usados por eletricitistas e técnicos de refrigeração apresentam o aspecto mostrado na fig.1.

Eles costumam ser chamados, em português, de alicate amperímetro e em inglês são conhecidos como *clamp ammeter*.

O que há de especial neles?

Você deve ter notado que há um gatilho que quando pressionado abrirá aquele "anel" vermelho que servirá para abraçar o fio como mostra a fig.2.



Fig.1



Fig.2

O principal motivo desta diferença é que para os eletricitistas e técnicos de refrigeração pode ser muito importante saber o valor da corrente no circuito.

Como você aprendeu no capítulo 3 para medir a corrente no circuito precisamos interrompê-lo para introduzir o amperímetro "no meio do caminho" ou, tecnicamente falando, em série com o circuito.

Entretanto, em se tratando de um circuito elétrico esta prática de interromper o circuito não apenas é "desconfortável", pois o local ficaria às escuras por algum tempo, mas também é perigosa em certos casos.

Para resolver a encrenca sem "precisar cortar a veia para fazer o cateterismo e matar o paciente" pode-se fazer uma espécie de "ressonância magnética" no circuito e medir a corrente que nele circula de forma "não invasiva" usando as propriedades do eletromagnetismo.

O eletromagnetismo nos diz que quando uma corrente elétrica passa por um fio, então estabelece-se em torno dele um campo magnético de valor proporcional à intensidade desta corrente e, portanto se captarmos este campo podemos descobrir a corrente de forma indireta e com tudo "às claras".

CAPÍTULO 8

TEORIA NA PRÁTICA



Chegamos ao final do livro e espero que seu multímetro ainda esteja "vivo" (e você também!).

Vamos então a algumas experiências práticas interessantes que você pode fazer com a teoria que aprendeu.

Não queime seu multímetro digital

Experiência nº 2 - Verificando potenciômetros

Uma falha muito comum nos potenciômetros é apresentar variações bruscas da resistência entre A e C ou B e C (fig.4) ao girarmos o eixo do mesmo.

Há casos em que esta variação pode ser provocada por sujeira na parte metálica do cursor o que pode ser resolvido com algum *spray* de limpa contatos.

NÃO USE "WD40" OU SIMILARES

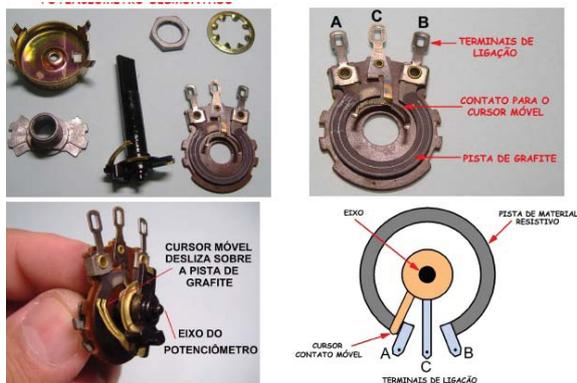


Fig. 4 cedida pelo Prof. Max Durend

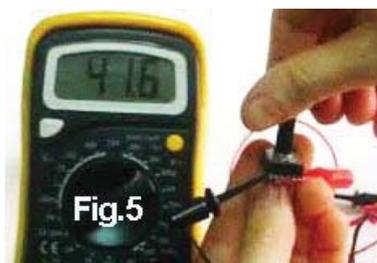
Para verificar o potenciômetro, sem desmontá-lo, podemos usar a escala ôhmica do multímetro digital.

Inicialmente você deve medir a resistência entre os terminais A e B e conferir se corresponde ao valor da resistência do potenciômetro.

Se estiver acima de 10% nem precisa continuar porque não tem conserto.

Supondo que ele passou neste teste é hora de conferir como ele se comporta quando variamos o cursor como mostra a fig.5.

Colocamos uma das ponteira do multímetro num dos terminais do potenciômetro (A ou B como na fig.4) e a outra ponteira no terminal C.



A seguir variamos lentamente o eixo e observamos a resistência no *display* que deverá ir de zero ohm (ou próximo) até o valor máximo do potenciômetro que você já havia medido anteriormente.

Durante esta variação do eixo, a leitura no *display* deverá subir (ou descer) sem intermitência o que indicaria um dos problemas citados nos parágrafos anteriores.

Lembre-se que existem dois tipos de potenciômetros: lineares e logarítmicos cujas curvas de variação da resistência são diferentes.

Não queime seu multímetro digital

Assunto tratado como mais detalhes no capítulo 7 do meu livro **Eletrônica para Estudantes, Hobistas e Inventores**.

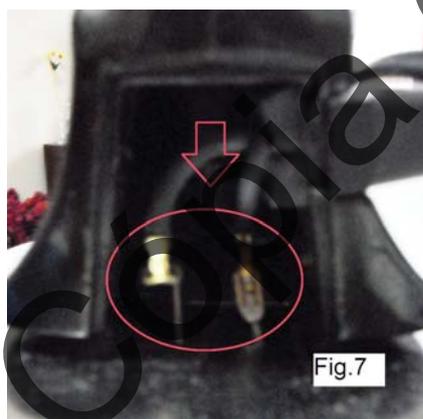
Experiência nº 3 - Verificando cabos de força e similares

Uma falha bastante comum e que leva muitas pessoas a jogar no lixo torradeiras, *grills*, ferros de passar roupa entre outros eletrodomésticos é o "fio partido".

Por exemplo, enrolar o fio do ferro de passar em volta dele como se vê na fig.6 acaba partindo o fio internamente no local indicado em vermelho.

Nem sempre a identificação do fio partido pode ser feita visualmente ou com o tato o que leva as pessoas a julgarem que o ferro "queimou" e mandar consertar "não vale a pena".

Se você chegou até aqui na leitura deste livro é porque é um "fazedor" e certamente talvez possa consertar o ferro e ajudar o planeta.



Tirando a tampinha da parte de trás você verá as duas pontas de fio chegando aos terminais. Basta colocar o multímetro na escala de continuidade e medir entre cada terminal e o pino da tomada (com o ferro desligado da tomada, é claro!).

Às vezes é necessário fazer alguns movimentos junto a dobra do fio para constatar que ele está realmente partido.

Se em pelo menos uma das medidas você não escutar o apitinho significa que o fio está mesmo partido e aí é só comprar outro e trocar, salvando o planeta de mais um lixo no fundo de algum rio.

Suponhamos que não é seu dia de sorte e você concluiu que o fio não está partido, mas o fato é que a "dona patroa" está reclamando que o

Não queime seu multímetro digital

É assim também na vida.

Para quem só tem dez reais no bolso um real é muita coisa, mas quem tem um milhão na conta bancaria, nem percebe a diferença.

Chego ao final do livro com o desejo que lhe tenha sido útil e a esperança que você não tenha queimado o seu multímetro, mesmo sendo um *Shing Lin*.

Sinta-se a vontade para fazer críticas e mandar sugestões pelo meu e-mail

contato@paulobrites.com.br

Cópia de avaliação

E aí, gostou?



Quer comprar AGORA?

Clica aqui embaixo



QUERO COMPRAR!

ELETRÔNICA

para

Estudantes

Hobistas

&
Inventores

Paulo Brites

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Paulo Brites

Eletrônica
para
Estudantes, Hobistas & Inventores

1ª Edição

Rio de Janeiro

Edição do Autor

2016

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Algumas palavras iniciais

Quando eu comecei a estudar Eletrônica ainda vivíamos na Era da Válvula e os transistores começavam a chegar por aqui muito timidamente e, pelo que lembro, só existia o CK722 que servia para tudo.

As minhas primeiras aulas sobre transistores no curso técnico foram um horror. Os “professores” eram dois estudantes de engenharia (não vem ao caso de que escola) totalmente despreparados para dar aula em um curso técnico e queriam calcular a velocidade do elétron dentro do cristal semicondutor e outras bizarrices do gênero.

Eu me perguntava, por que quando estudei as válvulas anteriormente com um engenheiro não precisei aprender a calcular com que velocidade o elétron saía do cátodo e chegava à placa. Aprendi sim, e muito bem, com o meu inesquecível Prof. França, como se polarizava uma válvula, como se utilizavam as suas curvas e como se fazia o circuito funcionar.

Era isto que eu queria saber sobre os transistores e que aqueles “professores”, estudantes de engenharia não ensinavam, porque também não sabiam.

Não desisti. Mesmo sem Internet e sem Google, era 1967, descobri um pequeno livrinho da RCA americana que consegui que chegasse às minhas mãos aqui no Brasil (não perguntem como consegui esta façanha, nem lembro mais) e que explicava com muita clareza como o transistor funcionava.

Por volta de 1970, quando comecei a dar aula de Eletrônica, aquele livrinho era a minha fonte de inspiração para preparar as aulas.

Para encurtar este prefácio, antes que ele se transforme numa auto biografia, quero dizer que ano após ano venho percebendo que se precisa simplificar cada vez mais a maneira de ensinar, para quem está começando a estudar alguma coisa, seja Eletrônica ou o que for.

Estamos no século XXI e os métodos de ensino e muitos livros ainda estão no século XIX!

No meu ponto de vista, primeiro o aprendiz precisa entender para que serve aquilo que estão tentando lhe ensinar. Mais tarde, se for do seu interesse, ele irá se aprofundar no assunto.

Costumo resumir este meu “método didático” dizendo: - ninguém precisa saber como funciona o aparelho digestório para almoçar e jantar.

Este será o caminho seguido neste livro: - primeiro a gente come, depois a gente digere a comida.

Espero que funcione e que você não tenha uma "indigestão" de conhecimentos!

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Sumário

Capítulo 1

Onde trataremos do que você precisa ter em mãos para começar a estudar e aprender Eletrônica.

O que é obrigatório para começar a estudar	13
Continuando as compras	14

Capítulo 2

Você vai começar a aprender a usar o multímetro. Vai ser emocionante.

Tensão ou "voltagem", por onde tudo começa	17
Mais uma escala do multímetro	21

Capítulo 3

Neste capítulo estudaremos um componente sempre presente nos circuitos eletrônicos: o resistor.

Sem resistor não dá pra ser feliz!	25
Resistor, resistência e código de cores	26
Finalmente, o código de cores	27
Descobrimo o valor da resistência do resistor do resistor através do código de cores	28
Algumas complicações com o código de cores	29
Por que tantos tamanhos de resistores ?	31

Capítulo 4

Neste capítulo começaremos a estudar a função do resistor nos circuitos.

Para isso precisaremos estudar a relação dos resistores com a tensão e a corrente elétrica ou a famosa Lei de Ohm.

Começando a usar resistores	33
Calculando o valor de um resistor ou conhecendo a Lei de Ohm.....	34
Montando o circuito e fazendo algumas medições	35
Uma conclusão importante	36
Medindo corrente	37
Características do circuito série	39
Usando a Lei de Ohm para descobrir a corrente	39

Capítulo 5

Começaremos a estudar o primeiro componente eletrônico propriamente dito e suas aplicações. Trata-se do DIODO semiconductor e os circuitos retificadores..

Um blá-blá-blá preliminar, mas importante	41
Testando diodos com o multímetro digital	43
Algumas considerações sobre o teste de diodos	44
Descobrimo se o diodo está OK ou não	44
Uma aplicação para os diodos: os circuitos retificadores	45

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Da tensão alternada para a contínua	45
Funcionamento de uma ponte retificadora	49
Entra em cena o capacitor	51
O que se usa na prática	52
Retificação de onda completa em ponte	53
Começando a construir uma fonte de alimentação	54
Como escolher um diodo	57

Capítulo 6

Embora ainda tenhamos muito que falar sobre diodos e fontes de alimentação, vamos dar uma breve pausa no tema para introduzir outro componente importantíssimo: o transistor bipolar.

O que é um transistor	60
Da teoria para a prática	62
Como funciona um transistor	63
Vamos praticar, acendendo o LED com o dedo	65
Substituindo o dedo por um resistor	67
Aprendendo a polarizar um transistor	68
Alguns parâmetros dos transistores BJT	69
Identificando base, emissor e coletor e testando um transistor com um multímetro digital.....	71
Como descobrir o hfe de um transistor	75
Trabalhando com o transistor PNP	76

Capítulo 7

Neste capítulo voltaremos a falar de resistores, mas não aqueles que estudamos no capítulo 3. Trataremos de resistores cuja resistência varia em função de fatores externos como luz e temperatura, por exemplo.

Estudaremos também resistores variáveis chamados de potenciômetros.

Resistores especiais, sensores ou transdutores	78
LDR - Light Dependence Resistor	78
Sensores térmicos: NTC e PTC	79
Outros sensores	81
Potenciômetros e reostatos	81
Qual a diferença entre potenciômetro e resostato?.....	82
Potenciômetro linear ou logarítmico?	83
Já ouviu falar em <i>trimpots</i> ?	85

Capítulo 8

Um componente muito utilizado nos circuitos eletrônicos é o regulador de tensão.

Neste capítulo você aprenderá um pouco sobre eles e suas aplicações.

Reguladores de tensão integrados	87
Por que precisamos de reguladores de tensão?	87
Reguladores de tensão de três terminais	89
É fazendo que se aprende	90
Entendendo um pouco os parâmetros dos reguladores de tensão	91
Regulador de tensão com saída ajustável	93
A primeira montagem a gente nunca esquece	95

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Capítulo 9

Neste capítulo você estudará os diodos Zener bem como algumas de suas aplicações.

O que é um diodo Zener	98
O diodo Zener na prática	100
Parâmetros de um diodo Zener	101
Colocando a teoria na prática	102
Fórmulas para o cálculo do resistor shunt	104

Capítulo 10

Neste capítulo estudaremos mais um componente passivo, depois dos resistores, muito importante e sempre presente nos circuitos eletrônicos: - os capacitores. Aproveitaremos para começar a estudar o conceito de impedância.

Capacitância e capacitor	107
Tipos de capacitores	108
Entendendo os valores dos capacitores	109
O que são múltiplos e sub múltiplos	110
Os capacitores eletrolíticos	114
O comportamento do capacitor em "corrente" contínua	117
O comportamento do capacitor em "corrente" alternada	121
O que é reatância capacitiva?	124
O importante conceito de impedância	126

Capítulo 11

Neste capítulo voltarei aos transistores, para estudarmos as técnicas de polarização para aplicação do transistor como amplificador e outras coisinhas mais.

Polarizando o transistor bipolar	129
Entendendo o que é ganho.....	136
Vantagens de desvantagens de cada configuração	136
Aumentando o ganho de um amplificador	140
Parâmetros dos transistores e regiões de operação	141
O transistor Darlington	144
Testando o Darlington com o multímetro Digital	145

Capítulo 12

Este será um capítulo dedicado aos dispositivos semicondutores ópticos cada vez mais utilizados em diversos projetos.

Algumas palavras sobre luz	148
Dissecando o espectro eletromagnético.....	151
Foto diodos e foto transistores.....	152
O acoplador óptico.....	154

Capítulo 13

Este capítulo tratará dos indutores, popularmente conhecidos como bobinas, e suas aplicações mais usuais como relés e altifalantes.

Blá-blá-blá preliminar sobre indutores	157
--	-----

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Breves noções sobre eletromagnetismo	158
O indutor em "corrente" contínua	165
O indutor em "corrente" alternada	169
Reatância indutiva.....	170
Relé uma aplicação do eletromagnetismo.....	171
A impedância no circuito RL.....	174
A impedância do alto falante.....	174

Capítulo 14

Hora de ser apresentado a um "ser" quase em extinção: o multímetro analógico.

Multímetro Analógico: por onde tudo começou.....	176
Como o multímetro analógico mede tensão.....	177
Medindo correntes maiores que a de fundo de escala do microamperímetro.....	179
Como medir tensões alternadas com um microamperímetro analógico.....	179
Como medir resistência como o amperímetro analógico.....	181
O painel do multímetro analógico.....	182
Testando diodos e transistores com o multímetro analógico.....	185
Ohms por volt: uma especificação importante.....	188
Testando capacitores com multímetro analógico.....	190

Capítulo 15

Neste diodo você conhecerá mais alguns diodos além do que foi estudado no capítulo 5. São eles: SCR, TRIAC, DIAC e SCHOTTKY

SCRs, TRIACs e DIACs.....	193
Especificações de SCR e TRIACs.....	196
O que é um DIAC.....	198
Como testar um DIAC.....	200
Diodo Schokley e diodo Schoktty.....	200

Capítulo 16

Vamos estudar um "novo" transistor: os FETs e MOSFETs, cada vez mais presentes nos circuitos eletrônicos e também falar um pouco dos IGBTs

Field Effect Transistor, mas pode me chamar de FET.....	203
FETs: simbologia, nomenclaturas e etc.....	204
Polarizando os FETs.....	205
O que é um MOSFET ou IGFET?.....	207
MOSFET: modo depleção ou enriquecido.....	208
Alguns parâmetros importantes dos MOSFETs.....	211
O que é um IGBT?.....	214

Referências bibliográficas	216
---	------------

CAPÍTULO 1

*Onde trataremos do
que você precisa ter
em mãos para começar
a estudar e aprender
Eletrônica.*

**Se você já for um
“iniciado” na Eletrônica
poderá dispensar a leitura
deste capítulo.**

O que é obrigatório para começar a estudar

"A educação deveria começar pelos sentidos, pois as experiências sensoriais obtidas por meio dos objetos seriam internalizadas e, mais tarde, interpretadas pela razão."

Este é um dos pensamentos do holandês [Comenius](#) considerado o pai da didática moderna que viveu entre 1592 e 1670 (isso mesmo) e que irá nortear todo o trabalho deste livro.

Em outras palavras, **para aprendermos alguma coisa de verdade precisamos praticar** e no caso da Eletrônica precisamos de algumas ferramentas e peças para realizar experimentos e tirar conclusões que nos façam entender os conceitos e teorias para o resto da vida para nunca mais nos esquecermos delas.

Não dá para aprender Eletrônica de verdade sem que tenhamos em mãos um **multímetro digital**, portanto não comece a ler o capítulo 2 sem providenciar antes um deles para sua bancada (mesmo que ela seja a mesa da cozinha).

Isso custa muito caro?

Bem, os preços podem variar de uns vinte reais até mil ou mais.

Nas lojas de eletrônica você encontrará multímetros digitais de qualidade razoável por menos de cinquenta reais e que atenderão plenamente seus estudos iniciais.

Comece com um modelo básico similar ao da fig.1, mesmo que você esteja com dinheiro sobrando!

Multímetros muito sofisticados acabarão lhe confundindo neste estágio inicial dos estudos.



Fig. 1 - Multímetro Digital

Segure sua ansiedade

Se este é o seu primeiro multímetro, a vontade de sair mexendo em tudo é irresistível (também já fui criança!), mas segure a sua ansiedade até ser orientado e não transforme felicidade em tristeza em poucos minutos.

CAPÍTULO 2

*Você vai começar
a aprender a usar o
multímetro.*

Vai ser emocionante!

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Antes porém você precisa lembrar que existem dois “tipos” de tensão, uma chamada de “corrente contínua” e a outra de “corrente alternada”.

Se você não sabe disso, então veja meu livro de Eletricidade onde este assunto está bem explicado no capítulo 2.

As pilhas e baterias fornecem tensão do “tipo corrente contínua” e a principal característica é que ela tem uma polaridade bem definida com um polo positivo e outro negativo.

Por convenção o **polo positivo** costuma ser identificado pela **cor vermelha** e o **polo negativo** pela **cor preta**.

A “corrente” contínua é abreviada pela sigla CC ou DC (em inglês Direct Current) e representada pelo símbolo mostrado na fig.2.



Fig.2 - Símbolo de “Corrente” Contínua

Agora temos que escolher a escala correta através da chave rotativa.

Sugiro que você acompanhe a fig.3 com seu multímetro na mão.

Pode haver uma pequena variação de um marca para outra, principalmente nos modelos mais caros, mas o importante é que você procure a posição onde está o símbolo de “corrente” contínua que foi mostrado na fig.2 e está em destaque na fig.3.

No nosso exemplo, está na parte superior à esquerda.

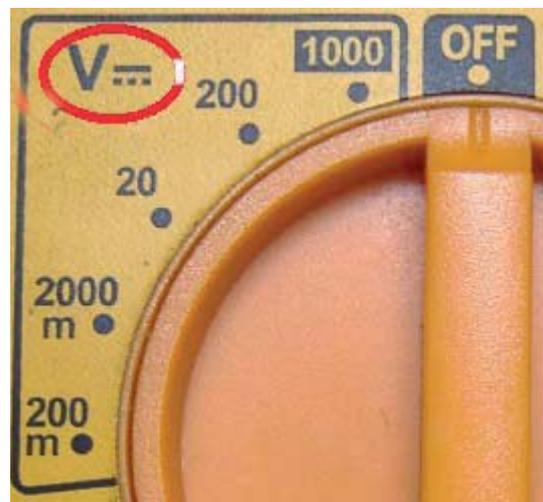


Fig.3 - Posições da chave seletora para “Corrente” Contínua

Se você é um bom observador deve ter notado que neste “bloco” existem cinco possibilidades de escolha que estão identificadas por: 1000, 200, 20, 2000m e 200m.

Estes números se referem ao valor máximo de tensão contínua que a escala pode medir.

Por exemplo, se você vai medir uma tensão de 500V terá que usar a posição marcada com “1000”.

CAPÍTULO 3

*Neste capítulo
estudaremos um
componente sempre
presente nos circuitos
eletrônicos: o resistor.*

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Descobrimo o valor da resistência do resistor através do código de cores

Dentre os resistores que foram sugeridos para você comprar tem alguns com as seguintes cores: **marron-preto-vermelho** e mais uma faixa que pode ser ouro ou prata, que é a tolerância.

Pegue um destes resistores como as cores indicadas acima e acompanhe na tabela abaixo para ver como será feita a leitura do seu valor em ohms.



	1º dígito	2º dígito	3º dígito	tolerância
preto	====	0	x 1	10 % prata
marron	1	1	x 10	5 % ouro
vermelho	2	2	x 100	
laranja	3	3	x 1 000	
amarelo	4	4	x 10 000	
verde	5	5	x 100 000	
azul	6	6	x 1 000 000	
violeta	7	7	ouro : 10	
cinza	8	8	prata : 100	
branco	9	9		

www.paulobrites.com.br

Neste caso temos: marron = 1, preto = 0 e vermelho = 2, porém como é a terceira faixa ela significa “vezes 100” ou “dois zeros” e o valor nominal do resistor é 1000 ohms que também pode ser expresso como 1kohm (lembre-se que “k” corresponde a mil).

É provável que ainda exista uma quarta faixa na cor ouro que corresponde a 5% de tolerância, então na hora que formos medir a resistência destes resistores poderemos encontrar um valor entre 950 e 1050 ohms e está tudo certo.

No kit de resistores que foi sugerido para você comprar deve ter também um resistor com as cores marron - preto - laranja.

Qual é o valor deste resistor?

Se você respondeu 10.000 ohms ou 10 kohms, e eu tenho certeza que respondeu, parabéns!

Supondo que a última faixa é ouro, entre que valores este resistores pode variar?

Seria interessante que você conseguisse outros resistores e praticasse a leitura dos seus valores.

CAPÍTULO 4

*Neste capítulo
começaremos a estudar
a função do resistor nos
circuitos.*

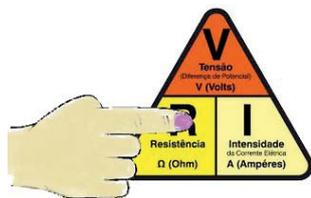
*Para isso precisaremos
estudar a relação dos
resistores com a tensão
e a corrente elétrica ou
a famosa Lei de Ohm.*

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Voltemos ao nosso circuito da fig. 2 para responder porque precisamos usar o resistor em série com o LED e qual o seu valor. Para tal usaremos a Lei de Ohm.

A primeira coisa que você precisa saber é que os LEDs não suportam uma tensão maior que 3V em seus terminais e portanto, se ele for ligado diretamente à bateria de 9V, era uma vez um LED tão bonitinho, donde você certamente já concluiu porque precisamos usar o resistor.

Estabeleceremos que a tensão no LED será apenas 2V o que nos dá 7V sobre o resistor.



Montando o circuito e fazendo medições

Finalmente chegou a hora de montar o circuito da fig.2 e praticar tudo que foi explicado até aqui.

Na fig.4 você tem a montagem do circuito e a medida da tensão aplicada a ele que se lê no multímetro digital como 9,36V,

Embora nós tenhamos considerado 9V nos nossos

Outro ponto que precisamos saber para aplicar a Lei de Ohm e encontrar o valor do resistor, é saber qual a corrente que o LED consome.

O valor exato só pode ser obtido através do fabricante, mas na prática podemos trabalhar com 20mA que é um valor bem usual para a maioria dos LEDs de 5mm.

De posse destas duas informações já podemos fazer as contas.

Basta dividir 7V por 20mA o que nos dará 350Ω. Entretanto, este não é um valor comercial. O que faremos, então?

Optaremos por 470Ω que é um valor bem comum garantindo assim que a corrente no LED ficará um pouco menor que 20mA e não corremos o risco de queimá-lo.

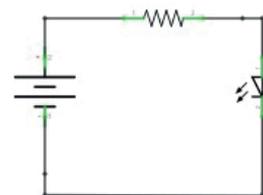


Fig. 4 - Medindo a tensão da bateria

CAPÍTULO 5

Começaremos a estudar o primeiro componente eletrônico propriamente dito e suas aplicações.

Trata-se do DIODO semicondutor e os circuitos retificadores.

Testando diodos com o multímetro digital

Vamos explorar mais uma aplicação para o seu multímetro digital que é o teste de diodos.

Pegue o seu multímetro e coloque a chave seletora na posição onde existe o símbolo de um diodo como mostrado na fig.6.

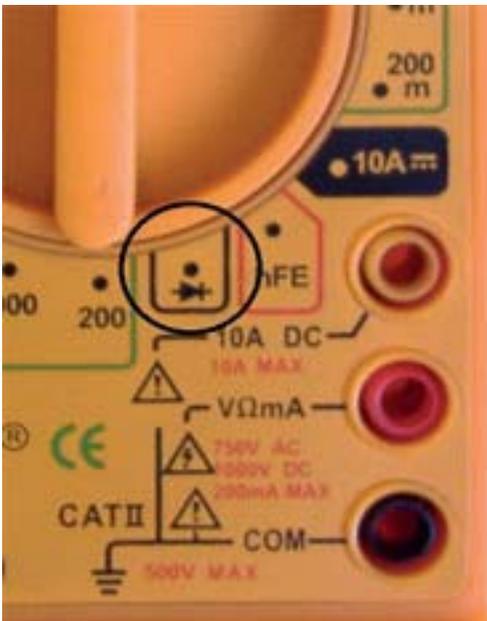


Fig. 6 - Posição da chave para teste de diodos no multímetro digital

O próximo passo será pegar o diodo 1N4007 e aplicar a ele as ponteiros vermelha e pretas das duas maneiras indicadas nas figs. 7a e7b.

Na fig.7a o diodo está polarizado diretamente. A ponteira preta (negativa) está ligada no lado da faixa que corresponde ao cátodo.

Veja a leitura no *display* em cada caso.



Fig. 7a- Diodo polarizado diretamente

Na fig, 7b o diodo está polarizado inversamente. A ponteira vermelha (positiva) está ligada no lado da faixa que corresponde ao cátodo.

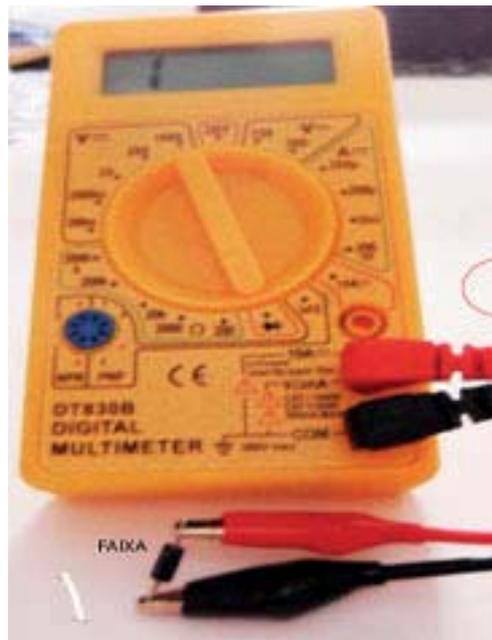


Fig. 7b- Diodo polarizado inversamente

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Antes de analisarmos como este circuito irá fazer a “mágica” de transformar uma senóide numa onda completa pulsante como a da fig. 14 vamos ver como ele aparece na prática mostrando um recorte de uma placa de um equipamento.

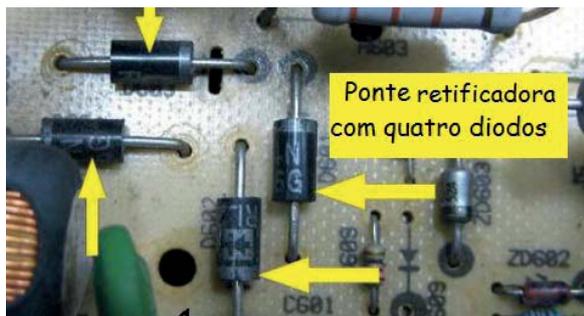


Fig. 16 - Ponte retificadora com diodos

Há uma outra maneira dele aparecer nos circuitos que é de forma integrada como se vê na fig. 17 onde os quatro diodos estão “escondidos” na pastilha com quatro terminais.



Fig. 17- Ponte retificadora integrada

Funcionamento da ponte retificadora

Na fig. 18 temos a configuração básica de um circuito retificador em ponte onde vemos que a alimentação AC está ligada aos pontos A e B e a carga, representada por um resistor, está entre os pontos C e D. Note que já foi usado o símbolo de “terra” ou ground para você ir se familiarizando com a forma como são desenhados os esquemas dos equipamentos.

Para entender como este circuito consegue transformar a onda senoidal de entrada em uma onda pulsante positiva aproveitando os dois semi-ciclos da senóide, vamos analisá-lo em duas etapas.

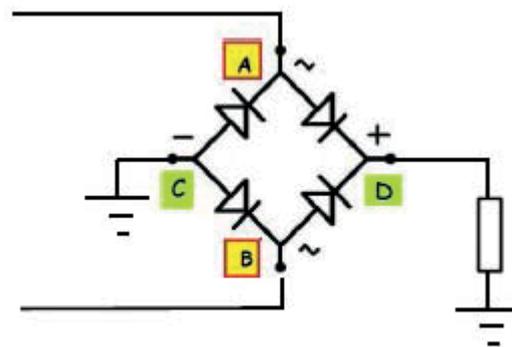


Fig. 18- Circuito retificador em Ponte

Na fig. 19 veremos o comportamento dos diodos durante o semi-ciclo positivo e na fig. 20 durante o semi-ciclo negativo..

Note que os quatro diodos denominados D1, D2, D3 e D4 conduzirão dois a dois de cada vez.

carga até o ponto B do próximo semiciclo.

Graças à colocação do capacitor de filtro a tensão na carga passará a ter a forma de onda mostrada na fig.23 que já dá para perceber que está se aproximando de uma tensão contínua.

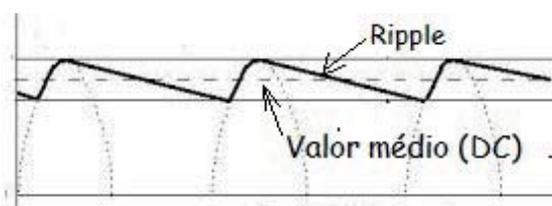


Fig. 23 - Forma de onda com capacitor de filtro no retificador meia onda

Repare que ainda existe uma ondulação que é denominada *ripple* (leia-se ripôu) a qual podemos fazer que seja bem reduzida dependendo do valor do capacitor de filtro escolhido, ou melhor, calculado.

Por enquanto não trataremos do valor do capacitor, vamos nos

O que se usa na prática?

Parece óbvio que a retificação de onda completa fornece uma tensão contínua de melhor qualidade do que a meia onda, o que poderia nos levar a pensar que esta não deve ser usada na prática.

Entretanto, os dois tipos são utilizados dependendo dos objetivos do projeto.

prender apenas a parte conceitual.

Imagine agora que a mesma solução de colocar um capacitor em paralelo com a carga fosse adotada num circuito retificador de onda completa cuja tensão na carga tem o aspecto da fig. 24

É fácil imaginar que o *ripple* irá diminuir e o capacitor vai “ter menos trabalho” para alimentar a carga num intervalo de tempo menor.

Acompanhe na fig. 24 abaixo.

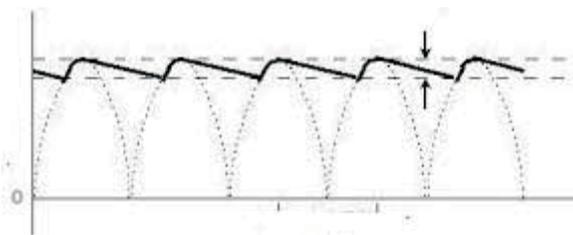


Fig. 24 - Forma de onda com capacitor de filtro no retificador de onda completa

Atualmente os equipamentos utilizam mais a retificação de onda completa em ponte, embora em alguns poucos casos possa se optar pelo circuito chamado meia ponte que também fornece uma retificação de onda completa utilizando apenas dois diodos em vez de quatro, mas exigindo o uso de um transformador como veremos a seguir.

Retificação de onda completa em meia ponte

O circuito da fig.25 também fornecerá uma retificação de onda completa da mesma forma que o circuito em ponte apresentado na fig, 18, utilizando apenas dois diodos que são ligados ao secundário de um transformador cujo enrolamento tem uma derivação central.

Para entender como este circuito funciona precisamos antes entender como o transformador funciona neste caso.

O enrolamento do secundário tem uma derivação central, denominado CT que significa *center tap* (tomada central) que irá atuar como ponto de referência em relação as extremidades A e B do enrolamento.

Considerando o CT como nossa referência, quando o ponto A estiver no semiciclo positivo em relação a CT, o diodo D1 estará conduzindo fazendo com que este semiciclo positivo apareça na carga.

Por outro lado o ponto B estará “vendo” um semiciclo negativo em relação ao CT e, portanto D2 estará cortado neste momento.

No semiciclo negativo da tensão no secundário do transformador a situação se inverterá fazendo

com que o ponto B fique positivo em relação ao CT e D2 passará a conduzir fazendo com que a carga “veja” novamente um semiciclo positivo.

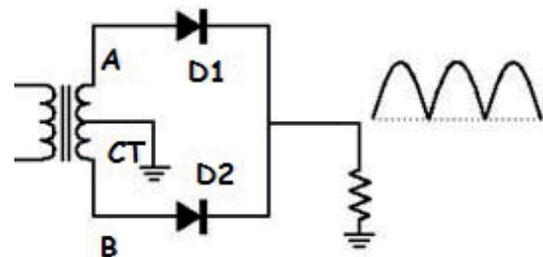


Fig. 25 - Circuito retificador de onda completa em meia ponte

Consegue-se assim, obter uma onda pulsante que aproveita os dois semiciclos da senóide, mas aparecem positivos na carga, similar ao que aconteceu com o circuito em ponte.

Daí pra frente a aplicação do capacitor de filtro em paralelo com a carga não muda nada e nos dará uma tensão contínua similar a da fig.24.

Para economizar dois diodos tivemos que pagar um preço maior que foi colocar um transformador.

Em princípio parece que o tiro saiu pela culatra, mas veremos adiante que, às vezes, vale apenas usar este circuito.

$$C (\mu\text{F}) = \frac{500 \times I (\text{mA})}{\text{VDC} \times \%F. R}$$

Cálculo do capacitor de filtro para um retificador de **meia onda**

Cálculo do capacitor de filtro para um retificador de **onda completa**

$$C (\mu\text{F}) = \frac{250 \times I (\text{mA})}{\text{VDC} \times \%F. R}$$

Antes de passarmos a um exemplo numérico, vale a pena fazer dois breves comentários.

No primeiro, chamamos a atenção de que, como bom observador que você deve ser, notou que a diferença entre as duas fórmulas está apenas no fator 500 e 250 que aparece no numerador.

Sendo assim a capacitância em meia onda terá um valor duas vezes maior do que em onda completa considerando-se, é claro, mantido os demais parâmetros, fato que já deveria ser esperado.

A segunda observação é mais de carácter defensivo antes que alguém venha se manifestar quanto a simplicidade da fórmula e a falta de justificativas (leia-se demonstração matemática) para se chegar a ela.

O escopo deste livro é a

objetividade e o alvo são estudantes, hobbistas e “inventores”.

O que se pretende com o cálculo é chegar a um valor aproximado da capacitância para que a partir dele se escolha o mais adequado em conformidade com o que o mercado oferece.

Dito isto, vamos a um exemplo.

Imagine que se pretende montar uma fonte em meia onda para fornecer 12VDC a uma carga que consome no máximo 500mA e o fator de ripple aceitável seja de 10%.

Qual o valor do capacitor a ser usado?

Como a fonte é de meia onda vamos usar a fórmula com o fator 500 e obteremos 2083 μ F. Na prática usaremos 2200 μ F/25V.

CAPÍTULO 6

*Embora ainda tenhamos muito que falar sobre diodos e fontes de alimentação, vamos dar uma breve pausa no tema para introduzir outro componente importantíssimo: o **transistor bipolar**.*

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Não irei adentrar nas “entranhas” dos transistores, porque não há nenhum interesse para um principiante saber isso. Não quero incorrer no mesmo erro dos meus primeiros professores.

Seguirei um caminho pouco convencional.

Suponhamos que você vai a uma sorveteria onde só há dois sabores de sorvete e você pode montar

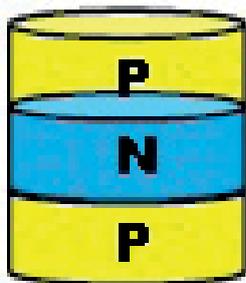


Fig. 1 - “sorvete” ou transistor PNP

Agora que você já aprendeu como se “fabrica” um transistor bipolar vamos dar nomes a cada uma das nossas “camadas”.

A “camada” do meio cujo tipo de semiconductor só aparece uma vez será chamada de **base** e as outras duas, não importa muito se está em cima ou embaixo serão chamadas de **emissor** e **condutor**.

Na prática precisamos usar uma simbologia para representar os transistores (antes que o sorvete derreta) assim como fizemos com os diodos.

um sorvetão de três camadas com estes dois sabores de modo que duas camadas do mesmo sabor não podem ficar juntas uma da outra.

Chamemos um sabor de P e outro de N.

Você concorda que temos duas opções de sorvete conforme mostrado nas fig. 1 e 2?

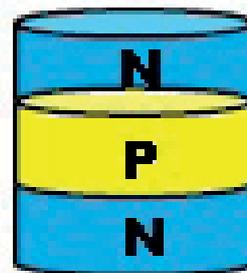


Fig. 2 - “sorvete” ou transistor NPN



Fig. 3 - Símbolo do transistor PNP

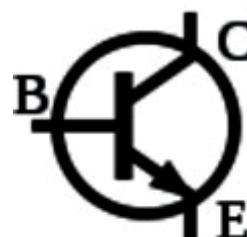


Fig. 4 - Símbolo do transistor NPN

Substituindo o dedo por um resistor

Nem sempre estaremos disponíveis ou podemos emprestar nosso dedo para operar o circuito da fig.10, então é melhor arranjar outro jeito.

Que tal fornecer a corrente para a base ou como se diz tecnicamente **polarizar a base** com a fonte que alimenta o circuito que, neste caso é uma bateria de 9V?

Uma sugestão para conseguir isto (não a única) é a mostrada na fig.12 onde foi colocado um resistor de 47kΩ ligando a base ao positivo da bateria.

É claro que eu vou sugerir que você monte o circuito e veja se funciona (se não funcionar a culpa não é minha!). A fig. 13 vai dar uma ajudinha.

E aí já descobriu o que teria que fazer para usar um transistor PNP no lugar do NPN?

Se você é um sujeito curioso e eu espero que seja porque a curiosidade é o primeiro passo para se aprender alguma coisa, talvez tenha montado o circuito usando, por exemplo, um BC557 que é o “irmão” PNP do BC547.

Se fez, deve ter ficado um pouco

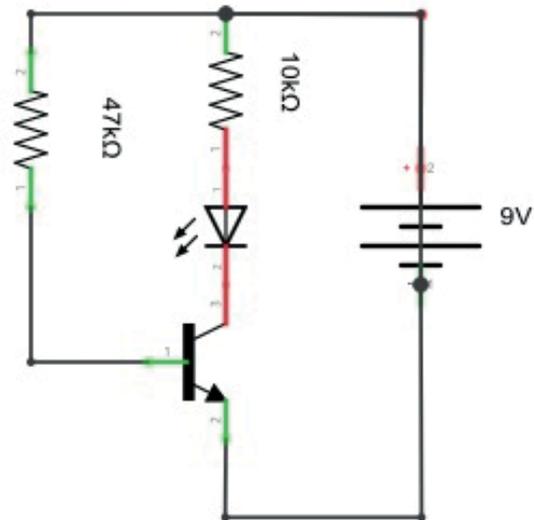
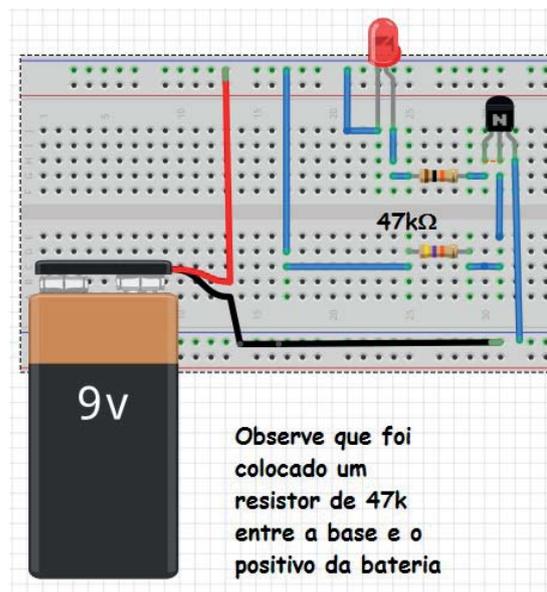


Fig. 12 - Polarização da base



Observe que foi colocado um resistor de 47k entre a base e o positivo da bateria

Fig. 13 - Circuito com polarização da base

frustrado porque não funcionou.

Que bom que não funcionou, assim você terá que estudar mais um pouquinho.

Aprendendo a polarizar um transistor.

Para aprender como se polariza um transistor precisamos conhecer duas regras básicas.

A junção base-emissor deve ser polarizada diretamente.

A junção base-coletor deve ser polarizada inversamente.

Vamos substituir nossos “modelos sorvete” dos transistores das fig. 1 e 2 por um outro, menos gostoso, porém mais técnico utilizando diodos.

Acompanhe na fig.14.

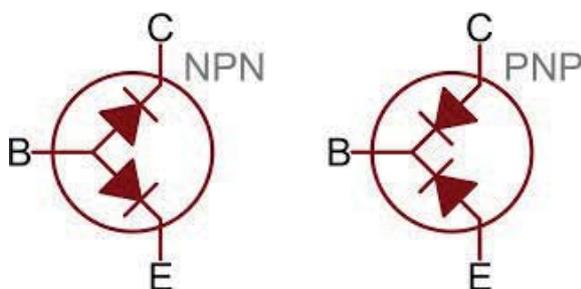


Fig. 14 - Modelo de transistores com diodos

Nunca é demais lembrar que na fig.14 temos MODELOS cuja finalidade é meramente didática para ilustrar como é um transistor “por dentro” o que NÃO significa que se ligarmos dois diodos deste jeito teremos “fabricado” um transistor.

Para polarizar um transistor temos que aplicar as regras “verde e amarelo” ao lado.

Vamos fazer isto começando com um transistor NPN e usando nosso modelo didático com diodos.

Precisamos escolher um dos terminais (perninhas) do transistor como referência para ligar nossa fonte ou bateria.

Temos três terminais, logo teremos três possibilidades.

Começarei usando o emissor como referência que é o mais usado na prática, geralmente conhecido como **emissor comum**.

Veja fig. 15 para um NPN.

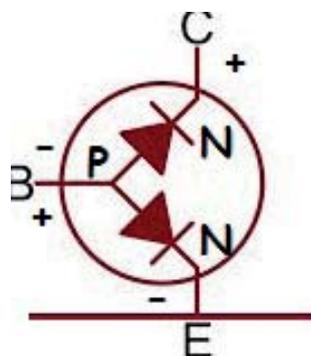


Fig. 15 - Polarização emissor comum para um NPN

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Vejamos então como faremos para usar o multímetro digital na função diodo afim de avaliar um transistor.

Se não soubermos de antemão quais são os terminais teremos que descobrir por tentativa e erro.

Como são três terminais e duas medidas de cada vez teremos um total de seis medidas a serem realizadas.

A melhor maneira de entender e aprender é fazendo.

Pegue o transistor BC547 e “faça de conta” que você não sabe que ele é NPN e não conhece a configuração dos terminais que chamaremos de 1,2 e 3 como mostra a fig.19.



Fig. 19 - Transistor “desconhecido”

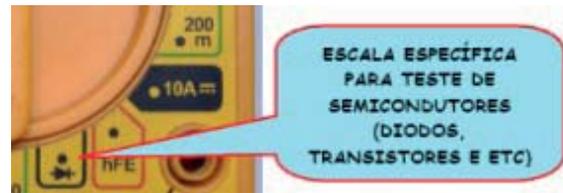
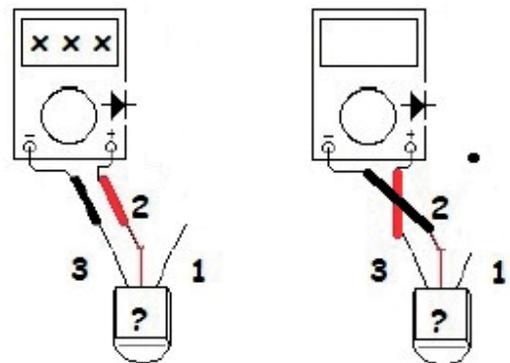


Fig. 18 - Função usada para testar diodos e transistores

Você terá que fazer duas medidas para cada par de terminais como mostra o exemplo das fig.20 e 21 para os terminais 2 e 3.



Figs. 20 e 21 - Medindo a junção 2-3

Observe que a diferença entre a fig. 20 e a 21 foi a inversão de polaridade das ponteiros.

Na fig.20 obtivemos uma determinada leitura d

o *display* aqui representada como “xxx”, logo a junção 2-3 está polarizada diretamente e na fig.21 não obtivemos nenhuma leitura, o que indica a junção está polarizada

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Achou complicado? com os resultados obtidos nas leituras e verá como fica fácil
 Monte uma tabela como a descobrir os terminais e o mostrada a seguir e preencha tipo do transistor “misterioso”.

	Terminal 1	Terminal 2	Terminal 3	Leitura	Tipo	1	2	3
Ponteiras	Vermelha (+)	Preta (-)						
	Preta (-)	Vermelha (+)						
Ponteiras	Vermelha (+)		Preta (-)					
	Preta (-)		Vermelha (+)					
Ponteiras		Vermelha (+)	Preta (-)					
		Preta (-)	Vermelha (+)					

Um exemplo real vai ajudar a você a entender como preencher a tabela.

	Terminal 1	Terminal 2	Terminal 3	Leitura	Tipo	1	2	3
Ponteiras	Vermelha (+)	Preta (-)		NAO	NPN	EMISSOR	BASE	COLETOR
	Preta (-)	Vermelha (+)		.686				
Ponteiras	Vermelha (+)		Preta (-)	NAO				
	Preta (-)		Vermelha (+)	NAO				
Ponteiras		Vermelha (+)	Preta (-)	.682				
		Preta (-)	Vermelha (+)	NAO				

Como chegamos a conclusão sobre os terminais e o tipo do transistor através dos valores da tabela?

A construção do transistor é tal que a base funciona como uma espécie de terminal comum ao emissor e coletor.

Se olharmos a tabela do exemplo perceberemos que a leitura entre os terminais 1 e 3 não apresentou nenhuma medida nas duas polarizações, logo esses terminais devem ser das duas camadas externas do “sorvete” que montamos, assim sendo o terminal 2 deve ser a camada do meio

e, portanto é a base do nosso transistor.

Mas ainda há uma questão a ser resolvida: qual terminal é emissor e qual é coletor?

Se você olhar atentamente a tabela-exemplo notará que a leitura dos terminais 1-2 é ligeiramente maior que a dos terminais 2-3.

Na maioria das vezes isto acontece e é justamente aí que está o pulo do gato para ajudar a decidir quem é emissor e coletor.

Veja a regrinha a seguir que vale 99% das vezes.

CAPÍTULO 7

Neste capítulo voltaremos a falar de resistores, mas não aqueles que estudamos no capítulo 3. Trataremos de resistores cuja resistência varia em função de fatores externos como luz e temperatura, por exemplo. Estudaremos também resistores variáveis chamados de ponteciômetros.

Resistores “especiais”, sensores ou transdutores

Os resistores estudados no capítulo 3 têm um valor de resistência fixo e o valor desta resistência não será influenciado por agentes externos como luz ou temperatura, por exemplo.

Neste capítulo tratarei de dois tipos “especiais” de resistores que também são classificados como sensores ou transdutores.

O termo sensor não requer maiores explicações. Um sensor é algo que “sente” alguma coisa como, por exemplo, uma variação de

intensidade luminosa ou de temperatura.

Já a palavra **transdutor** (não vá confundir com tradutor) pode soar estranha a um novato.

Numa definição bem básica podemos dizer que um **transdutor** é um dispositivo capaz de transformar uma grandeza física em outra.

Um alto falante é um transdutor que transforma em som a energia mecânica das vibrações de um cone.

LDR - Light Dependence Resistor

Na fig. 1 nós vemos o aspecto físico e a simbologia de um LDR cuja sigla pode ser traduzida como Resistor Dependente da Luz e obviamente você já concluiu que ele se enquadra na categoria dos “especiais” ou sensores.

Podem ser encontrados em diversos tamanhos e faixas de resistência.

Compre um (ou vários) LDR em uma loja de

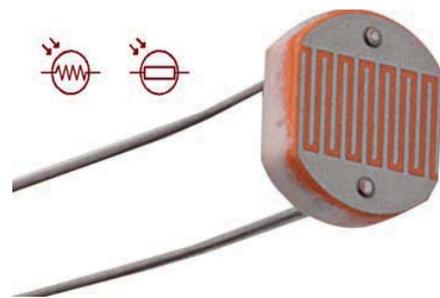


Fig. 1 - Aspecto de um LDR

material eletrônico e meça a resistência com o multímetro digital fazendo variar a luz incidente sobre ele e observe a variação da mesma que vai desde um valor mínimo com muita luz até um valor máximo na ausência de luz.

Outros sensores

Vale mencionar três outros sensores menos conhecidos que podem ser úteis, principalmente para hobistas que se dedicam à robótica. São eles:

Sensor de Força ou Pressão

Sensor de Umidade

Magneto resistor

Potenciômetros e reostatos

Na fig. 7 temos alguns tipos de potenciômetros que embora não se enquadrem na categoria de sensores podem se enquadrar no que chamei de “resistores especiais” que é o objetivo deste capítulo.

Potenciômetros ou reostatos são em essência resistores cuja resistência pode ser escolhida ou variada pelo usuário através do movimento mecânico de um eixo.



Fig. 7 - Alguns tipos de potenciômetros

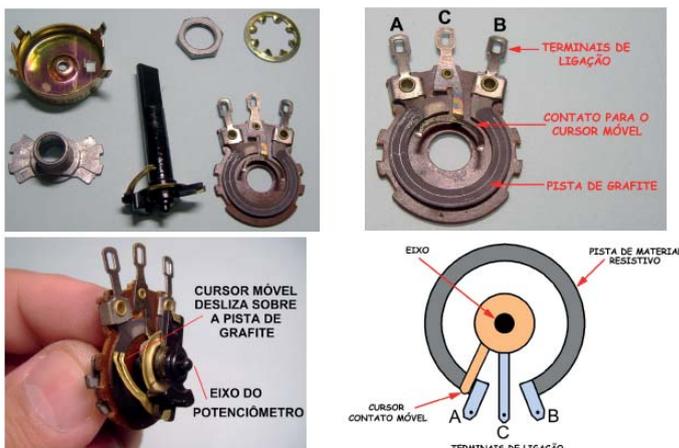


Fig. 8 - Construção de um potenciômetro

Observe na fig. 8 que o dispositivo possui uma resistência fixa entre os extremos A e B e que através da rotação do cursor pode-se escolher um valor de resistência entre o terminal central C e os terminais extremos A ou B. Acompanhe a fig. 9.

CAPÍTULO 8

Um componente muito utilizado nos circuitos eletrônicos é o regulador de tensão.

Neste capítulo você aprenderá um pouco sobre eles e suas aplicações.

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Se você está querendo saber como eu descobri que temos que colocar os resistores R1 e R2 mostrados na fig.9 eu já lhe respondo:- no *application note* do fabricante do LM317 que pode ser encontrado na Internet.

O *application note* é um documento fornecido pelo fabricante de um componente eletrônico onde ele dá todas as informações necessárias para se utilizá-lo corretamente.

Pois bem, analisando o *application note* você descobrirá também como “encontrar” os valores de R1 e R2.

Vou lhe dar uma ajudinha e colocar na fig.10 um pedaço do *application note* obtido no site da OnSemiconductors que é atual nome da National.

Está tudo em inglês?

Vá se acostumando porque é assim mesmo. Pior seria se estivesse em chinês!

Na prática pode-se simplificar a conta usando-se a fórmula da fig.11.

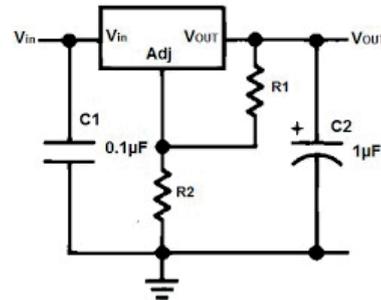
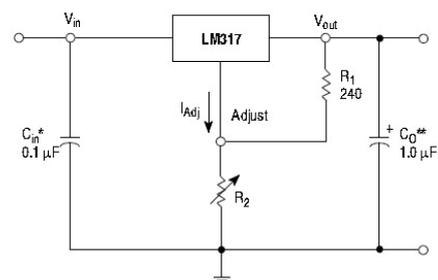


Fig. 9 - Como usar o LM317



* C_{in} is required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.
** C_0 is not needed for stability, however, it does improve transient response.

$$V_{out} = 1.25 V \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{Adj} R_2$$

Since I_{Adj} is controlled to less than 100 μA , the error associated with this term is negligible in most applications.

Figure 1. Standard Application

Fig. 10 - Como calcular R1 e R2

$$V_{out} = 1.25 V \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

Fig. 11 - Cálculo simplificado de R1 e R2

Agora vem a melhor parte, saiba que na Internet você encontrará calculadoras *on line* para achar estes valores sem precisar fazer contas.

Encerrarei este capítulo com chave de ouro propondo-lhe uma montagem muito útil.

A primeira montagem a gente nunca esquece!

Você chegou a um ponto da leitura deste livro em que já pode usar os conhecimentos adquiridos até aqui para realizar a sua primeira montagem que, embora simples, será de grande utilidade no seu aprendizado de Eletrônica.

Vou propor que você monte uma fonte de alimentação para sua bancada de iniciante.

A fonte proposta aqui terá as seguintes características principais:

- 1) Entrada - 127V ou 220V
- 2) Corrente máxima de saída - 1A
- 3) Uma tensão de saída fixa igual a 5V
- 4) Uma tensão de saída variável de 1,25V a 15V.

Na fig.12 você encontrará o esquema da fonte e na fig.13 temos um outro esquema, chamado diagrama em blocos, que costuma ser muito útil para se analisar o funcionamento de um circuito.

No diagrama em blocos não desenhamos os símbolos do componentes que compõe o circuito e sim, como o próprio nome sugere, temos apenas blocos mostrando de forma genérica o que cada parte do circuito faz.

É importante você começar a se familiarizar com este tipo de raciocínio e, sempre que possível, tentar construir um diagrama em blocos do projeto que você quer construir ou “inventar”.

Finalmente da fig.14 temos a repetição do circuito da fig.12 mostrando áreas pontilhadas para ajudá-lo a entender como se contrói um diagrama em blocos.

O primeiro passo para a montagem da fonte é, sem dúvida, a aquisição dos componentes cuja lista está na página seguinte.

Exitem basicamente duas maneiras para fazer a montagem: utilizar uma placa de circuito impresso especialmente desenhada para a fonte ou utilizar uma placa padronizada.

CAPÍTULO 9

*Neste capítulo você
estudará os diodos Zener,
bem como algumas de
suas aplicações.*

O que é um diodo Zener

No capítulo 5 quando você foi apresentado ao diodo retificador lhe foi dito que o diodo deve ser polarizado diretamente (**forward**, em inglês) para poder conduzir, o que significa que o terminal correspondente ao anodo deve ser ligado ao positivo da bateria ou da fonte de alimentação.

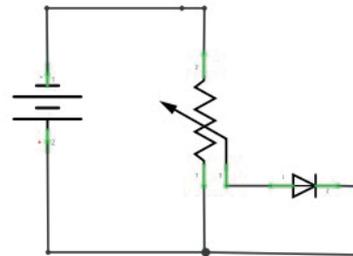


Fig. 1 - Polarizando um diodo reversamente

E o que aconteceria se polarizássemos um diodo reversamente e fossemos aumentando a tensão sobre ele como mostra a fig.1?

Lá por 1934, mais ou menos, um físico estadunidense chamado Clarence **ZENER** descobriu que materiais isolantes sofriam um colapso (*breakdown*) no isolamento quando submetidos a uma determinada tensão que foi denominada tensão de ruptura (**breakdown**, em inglês).

Esta descoberta, foi aplicada, mais tarde, aos diodos numa experiência similar a da fig.1 e partir daí foram fabricados diodos para trabalhar **especificamente** com **tensão reversa** e que

foram denominados diodos Zener em homenagem ao “descobridor” do fenômeno físico de *breakdown*.

Bem, isto é só uma curiosidade, mas acho que vale a pena contar para enriquecer sua cultura geral. O que interessa mesmo é o que vem a seguir.

No capítulo 5 eu, propositalmente, deixei de apresentar um gráfico mostrando a variação da corrente no diodo em função da tensão aplicada a ele.

Você vai ver este gráfico agora na fig.2 onde temos o comportamento da corrente no diodo em duas situações: polarização direta (a direita) e reversa (a esquerda).

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

A seguir temos o cálculo do resistor *shunt* (R_s) bem como da potência do Zener para cada um dos três casos.

Nos três casos podemos concluir que um Zener de 500mW atende ao circuito.

Quanto ao resistor podemos experimentar 120Ω , 100Ω e 68Ω que são os valores comerciais mais próximos para cada caso.

Os cálculos servem apenas como uma referência preliminar. Devemos montar o circuito a analisar os resultados praticamente.

É possível encontrar outras maneiras de se realizar estes cálculos, mas no fim das contas todas se baseiam na “eterna” Lei de Ohm.

Seria interessante você praticar este circuito.

Case 1

$$R_S = \frac{9 - 5,1}{(30 + 3)10^{-3}} = 118,18\Omega$$

$$P_{Dm\acute{a}x} = \left(\frac{9-5,1}{118,18} - 20 \cdot 10^{-3} \right) \times 5,1 = 0,066W = 66mW$$

Case 2

$$R_S = \frac{7 - 5,1}{20 \cdot 10^{-3} + 0,1 \cdot 20 \cdot 10^{-3}} = 86,36\Omega$$

$$P_{Dm\acute{a}x} = \left(\frac{7-5,1}{86,36} - 20 \cdot 10^{-3} \right) \times 5,1 = 0,010W = 10mW$$

Case 3

$$R_S = \frac{7 - 5,1}{30 \cdot 10^{-3} + 0,1 \cdot 30 \cdot 10^{-3}} = 57,57\Omega$$

$$P_{Dm\acute{a}x} = \left(\frac{7-5,1}{57,57} - 20 \cdot 10^{-3} \right) \cdot 5,1 = 0,24W = 240mW$$

Cálculo do resistor *shunt* para cada caso

Por enquanto vou ficando por aqui com este assunto sobre os diodos Zener.

Como preliminar isto já é suficiente por enquanto.

Não é a intenção esgotar um assunto num único capítulo e deixar de estudar outras coisas. O objetivo do livro é que você comece conhecendo o básico.

CAPÍTULO 10

*Neste capítulo estudaremos mais um componente passivo, depois dos resistores, muito importante e sempre presente nos circuitos eletrônicos:
- os capacitores.
Aproveitaremos para começar a estudar o conceito de impedância.*

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

4) **pico** = 0,000 000 000 001 (um trilhionésimo). O pico é simbolizado pela letra **p** minúscula. Na Eletrônica “antiga” ainda no tempo das válvulas não era muito comum usar-se picofarads, e sim $\mu\mu\text{F}$.

Uma forma que costuma ser usada para escrever os valores dos capacitores, principalmente nos esquemas é “substituir” a vírgula (ou ponto) pela letra que representa o símbolo do submúltiplo.

Nada melhor que um exemplo para esclarecer.

Um capacitor de 1,2nF pode ser escrito também como “1n2” onde o F de farad foi sumariamente omitido, pois fica subentendido que só pode ser F já que estamos tratando de capacitor.

E tem mais, na prática fala-se “um nano dois” e estamos conversados!

Outra coisa que costuma confundir a cabeça dos técnicos, até mesmo veteranos, é que este mesmo capacitor “1n2” pode ser

representado também por 1200pF.

Esta “metamorfose” nos números é um pouquinho mais difícil de entender, mas não é nenhum bicho de sete cabeças.

Você reparou que um nano é mil vezes maior que um pico?

Tá confuso?

Então olha só

1 nano = 0,000 000 001
(9 zeros antes do 1)

1 pico = 0,000 000 000 001
(12 zeros antes do 1)

A diferença entre o nano e o pico é que o pico tem três zeros a mais antes do 1 que o nano.

Logo para transformar nano em pico colocamos estes três zeros depois do 1 e teremos, 1 nano = 1.000 pico que também pode ser escrito como “1kpF” substituindo-se o 1000 pela letra **k** (minúscula).

Em outras palavras, temos que multiplicar o valor em nano por 1000 para que ele “vire” pico.

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

A segunda armadura é obtida por um papel embebido por um líquido condutor de corrente elétrica chamado eletrólito o qual entra em contato com uma segunda folha de alumínio onde é preso o terminal negativo do capacitor.

A seguir todo este conjunto é enrolado tipo um “bolo de rolo” e colocado numa caneca de alumínio que servirá também como terminal negativo.

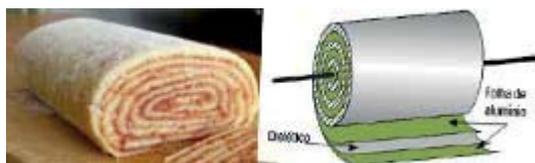


Fig. 4 - Bolo de rolo e o eletrólítico

Depois desta inusitada explicação sobre a construção do capacitor eletrolítico, que todo mundo chama “na intimidade” apenas de eletrolítico e que deve ter deixado você com a boca cheia d’água, vale a pena comentar porque fiz isto.

Duas são as razões. A primeira é para você “ficar ligado” (sem trocadilho) e NUNCA (NUNCA MESMO) ligar um eletrolítico com a polaridade invertida a menos que você seja um aspirante a

terrorista e esteja interessado em fabricar bombas caseiras, porque ele vai explodir!

A segunda razão, não menos importante, é que pelo processo de construção dos eletrolíticos envolvendo uma reação química eles tendem a “envelhecer” e se tornarem impróprios para o consumo, ou melhor, para o uso.

Em outras palavras, cuidado ao tentar usar eletrolíticos muito velhos e, portanto não recomendo a compra daqueles “saldões” que, às vezes, aparecem nas lojas de componentes eletrônicos. O barato pode sair caro.

Dentre os capacitores, os eletrolíticos são os mais “sensíveis” e um dos componentes passivos que apresentam o maior índice de falhas.

Eu costumo dizer “sempre desconfie de jacarés e eletrolíticos”, eles são traiçoeiros.

Esta é uma recomendação especial para quem pretende se dedicar à manutenção de equipamentos eletrônicos.

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Voltando a questão da explosão dos eletrolíticos vale ressaltar que eles não explodem apenas por conta da inversão da polaridade, tensão aplicada ao capacitor acima de sua tensão de trabalho (*work voltage*), falhas no circuito ou até mesmo no próprio capacitor, temperatura elevada no equipamento e ainda, tensão alternada podem provocar a explosão.

Já que falei em temperatura é bom que você saiba que este também é um parâmetro importante na especificação dos eletrolíticos, além, é claro, da capacitância e da tensão de trabalho.

Os eletrolíticos mais comuns são fabricados para suportar até 85°C, porém podemos encontrar tipos para 105°C e até 125°C.



Fig. 5 - Especificações dos eletrolíticos



Fig. 6 - Eletrolítico explodido

Não posso finalizar este parágrafo sem falar de um parâmetro dos eletrolíticos que há alguns anos atrás não era muito divulgado. Trata-se da ESR.

A sigla ESR significa Equivalent Serie Resistance ou, em português, Resistência Série Equivalente.

Como assim, estamos falando de capacitores ou resistências?

Pois é, todo capacitor tem uma resistência interna “embutida” por construção e que deve ter o menor valor possível, mas no caso dos eletrolíticos costuma aumentar com a “idade” e provocar alguns transtornos.

Não irei me aprofundar neste assunto aqui. No meu *site* tem artigos sobre isto.

O que é reatância capacitiva?

Este é um conceito muito importante quando tratamos de capacitores em corrente alternada.

Volte ao circuito da fig.12 e me responda o seguinte: a tensão que aparecerá sobre o resistor terá o mesmo valor que a tensão aplicada, ao circuito, será maior ou menor?

Maior, parece impossível porque o capacitor é um componente passivo e portanto, não é capaz de amplificar um sinal.

Então, igual ou menor parece uma resposta razoável, você não acha?

Sendo assim, cabe uma segunda pergunta: - o que influenciará no valor da tensão que aparecerá sobre o resistor?

Se você pensou em dizer que é o valor da capacitância do capacitor eu diria que está "quente", mas há um detalhe a mais para apreciarmos.

A frequência da senóide também irá influenciar o

que dá para desconfiar, se usarmos um pouco de imaginação.

Quanto maior for a frequência da senóide mais rapidamente o capacitor se carrega e se descarrega o que faz aumentar a corrente no circuito e, por conseguinte a tensão sobre o resistor aumenta.

Então o capacitor atuou da mesma forma que um resistor em série atuaria oferecendo maior ou menor "resistência" dependendo de sua capacitância e da frequência da onda.

Chama-se de **reatância capacitiva** esta "resistência" que o capacitor oferece ao circuito **quando está submetido a uma tensão alternada senoidal**.

Reparou que eu grifei a última frase do parágrafo acima?

Isto porque só faz sentido em falar de reatância capacitiva quando temos tensão alternada senoidal.

O importante conceito de impedância

Se você tem envolvimento com eletrônica ou até mesmo se é um curioso ou novato no ramo, este é um termo que você já deve ter ouvido.

Mas você o que significa impedância?

Já que este capítulo está tratando dos capacitores vamos dar uma olhada no circuito da fig.14 onde temos um resistor em série com um capacitor ao qual é aplicada uma tensão alternada.

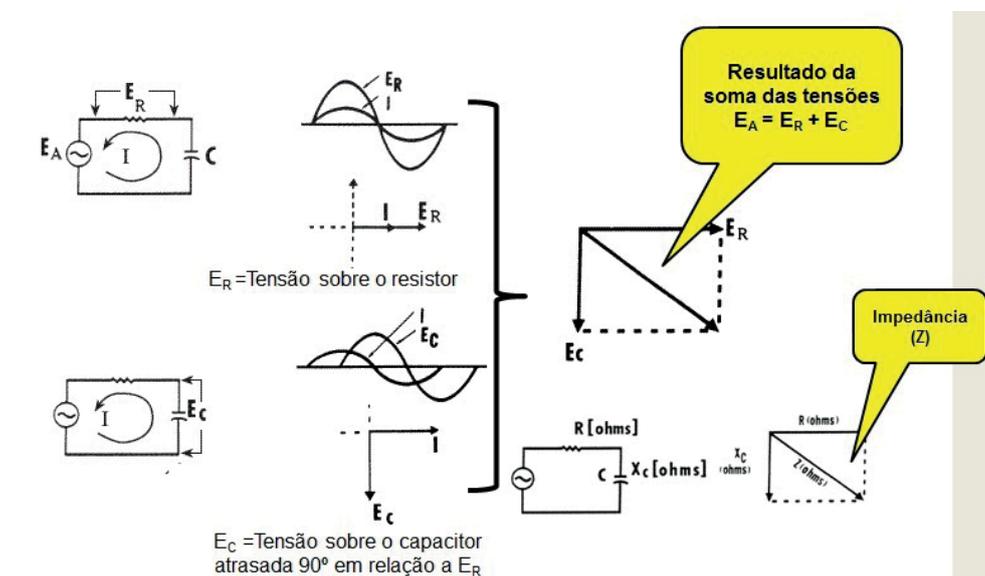


Fig. 14 - Impedância em um circuito RC

Embora o tema seja pertinente aos livros de eletrotécnica onde o leitor poderá encontrar mais detalhe, julgo importante mencioná-lo aqui.

Na fig.14, do lado esquerdo, temos a representação da tensão sobre o resistor e sobre o capacitor.

Observe que tensão e corrente no resistor estão em

fase, entretanto no capacitor estão defasadas de 90° como já vimos anteriormente.

Caso esteja estranhando os desenhos onde tensão e corrente estão representadas por "flechinhas" num sistema de eixos perpendiculares informo-lhe que esta é uma maneira de representar chamada de **fasores** e que ajuda a simplificar o entendimento.

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Você notou que a "flechinha" (fasor) que representa a tensão sobre o capacitor está apontando para baixo?

Isto foi feito porque no capacitor a tensão está atrasada da corrente e que é tomada como referência.

Como o circuito é série temos que a tensão aplicada deve ser igual a tensão no resistor (E_R) somada com a tensão no capacitor (E_C).

Por outro lado a "resistência" total do circuito será igual a resistência do resistor (R) **somada** com a "resistência" do capacitor que é denominada reatância capacitiva (X_C).

Por causa desta defasagem, esta não é uma soma com a qual estamos acostumados desde criancinha onde $2 + 2 = 4$.

Trata-se de uma "soma vetorial" que é representada pela hipotenusa do triângulo da fig.15.

Sentiu um cheiro de "Teorema de Pitágoras" no ar?

Pois bem, é esta hipotenusa que representa a soma vetorial de R e X_C que será chamada de **impedância** e representada pela letra **Z** tendo também o **ohm** (Ω) como unidade de medida.

Na fig. 15 você vê como se calcula a impedância em um circuito RC série e pode concluir que a impedância varia com a frequência da onda senoidal aplicada ao circuito.

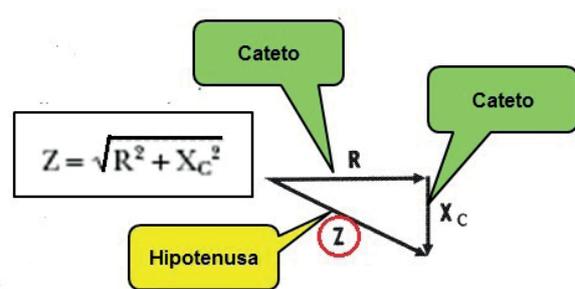


Fig. 15 - Cálculo da impedância (Z) no circuito RC

Por ora não aprofundarei mais sobre este assunto e o que vimos até aqui julgo suficiente para continuar nossa caminhada na compreensão do funcionamento dos circuitos eletrônicos.

Passemos a um novo tópico no capítulo 11. De volta aos transistores.

CAPÍTULO 11

Neste capítulo voltarei aos transistores, para estudarmos as técnicas de polarização para aplicação do transistor como amplificador e outras coisinhas mais.

Polarizando o transistor bipolar

No capítulo 6 quando lhe apresentei ao transistor fiz uma rápida abordagem sobre a polarização do BJT, para que você pudesse ter o primeiro contato com ele.

Entretanto, é preciso estudar algumas coisinhas a mais para entender os circuitos onde os transistores aparecem e é muito importante saber um pouco sobre a forma de polarizá-los.

Você já sabe que o transistor tem três terminais, denominados base, emissor e coletor o que nos leva a poder utilizá-los em três configurações conhecidas como base comum, emissor comum e coletor comum como vemos na fig.1.

Vou começar analisando as diversas formas de polarizar a configuração emissor comum por ser a mais utilizada na prática.

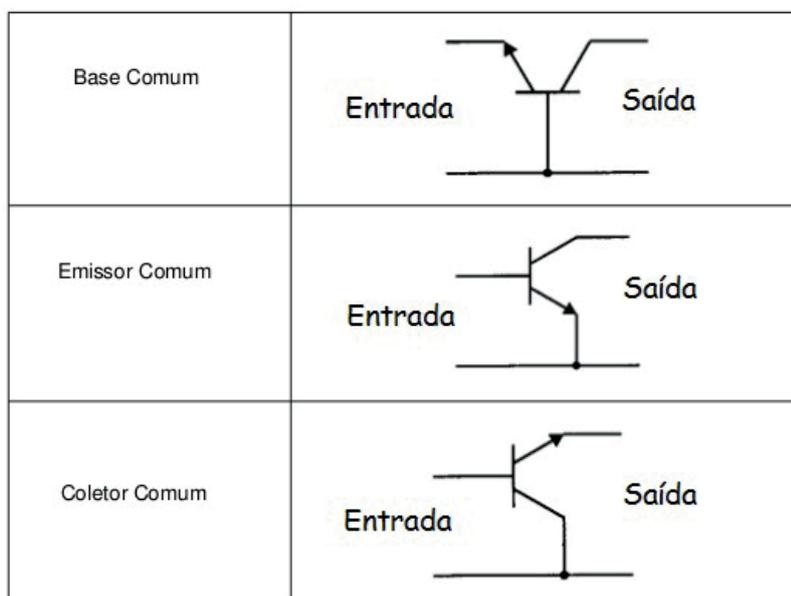


Fig. 1 - Configurações para transistor NPN

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

na tensão sobre o resistor R_E que gostaríamos que não dependesse do sinal e, portanto o capacitor irá se encarregar de não deixar que a tensão no emissor varie.

A polarização da base neste caso é fixa porque é feita pelo divisor resistivo R_1 e R_2 que aplicará uma tensão na base que não dependerá dos parâmetros do transistor.

Aqui é preciso estar atento para o fato de que a tensão V_{BE} é obtida pela diferença entre a tensão na base que chamaremos V_B e a tensão no emissor que chamaremos V_{Eb} e como a polarização base-emissor deve ser direta devemos ter V_B maior que V_E . Esta é uma observação importante quando estamos analisando uma falha no circuito.

Por enquanto ficamos por aqui com esta polarização que é a mais utilizada na prática. Não tratarei dos cálculos neste momento deixando para um apêndice ao final do livro.

A seguir estudaremos um pouco o circuito coletor comum, também chamado **seguidor de emissor**, que vai mostrado na fig.8.

Neste caso está sendo utilizada polarização fixa com apenas um resistor entre $+V_{CC}$ e a base, mas poderia ser utilizada também a

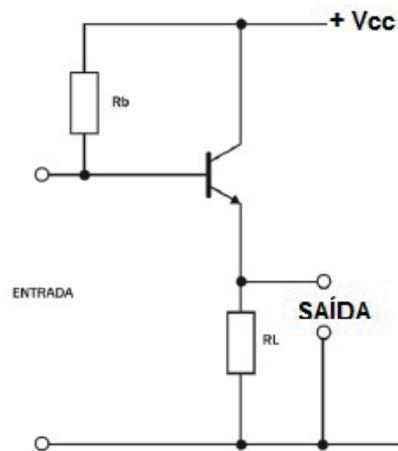


Fig. 8 - Circuito coletor comum

polarização com divisor resistivo.

Dois fatos devem ser observados no circuito acima.

O primeiro é que **o coletor está ligado diretamente a fonte de alimentação** e o segundo é que **a saída é feita no emissor** onde está ligado o resistor de carga (R_L) que vai ligado a terra.

Quando se diz **coletor comum** significa dizer que o coletor é o terminal comum à entrada e à saída do **sinal**.

No parágrafo acima coloquei a palavra "sinal", em destaque.

Isto porque o importante mesmo no circuito é o **sinal**. A polarização é uma necessidade, pois sem ela o transistor não funcionará, e o terminal (base, emissor ou coletor) é escolhido como comum em relação a entrada e a saída do sinal.

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

convencionou chamar de Eletrônica Linear (ou analógica) e, portanto o que vai nos interessar mais no momento é a região "branca" da fig.14, ou seja, a região linear.

Mas, por que está região é chamada "linear" ou, em outras palavras, o que é um sistema linear?

Os matemáticos dizem que um sistema é linear quando ele cumpre duas condições: superposição e proporcionalidade.

Traduzindo isto para a linguagem dos "não iniciados" o que estas condições querem dizer, no caso específico da eletrônica, é que se somarmos dois ou mais sinais obteremos um sinal de respostas que manterá as características dos

sinais de entrada (superposição) e se amplificarmos um sinal a saída será proporcional a entrada (proporcionalidade).

Trocando em miúdos, a Eletrônica Linear não produz distorção entre a as formas de onda de entrada e de saída.

Isto vai ficar mais fácil de entender acompanhando as fig. 15, 16 e 17.

Na fig.15 o sinal de entrada (I_b) excursionou dentro dos limites da região linear do transistor, ou seja, a nossa área "branca" da fig.14 e os sinais de saída (I_c e V_{ce}) preservaram a forma senoidal do sinal de entrada (proporcionalidade).

Nas fig. 16 e 17, que você verá na página a seguir, o sinal avançou para a região de corte (vermelha) ou a região de saturação (azul) e a saída ficou distorcida nos dois casos.

Curiosamente você verá circuitos que não respeitam as condições matemáticas de linearidade e mesmo assim serão "enquadrados" como Eletrônica Linear.

O que eu posso dizer é que na Eletrônica Digital **só trabalhamos no corte e saturação**, na Linear, nem sempre!

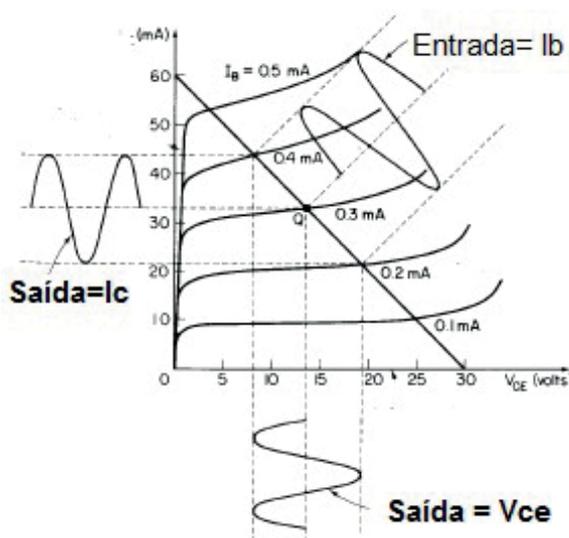


Fig. 15 - Sinal excursionando na região linear do transistor.

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

CÓDIGO E POLARIDADE DO TRANSISTOR	LEITURA NO MOSTRADOR DO MULTÍMETRO DIGITAL					
	base/emissor		base/coletor		emissor/coletor	
	1 ^o) base = +	1 ^o) base = -	3 ^o) base = +	4 ^o) base = -	5 ^o) emissor = +	6 ^o) emissor = -
BD678 (p-n-p)	1.782	.660	.0L	.633	.0L	.507
TIP125 (p-n-p)	1.369	.658	.0L	.602	.0L	.510
BD332 (p-n-p)	1.976	.637	.0L	.599	.0L	.453
BD677 (n-p-n)	.637	.941	.591	.0L	.527	.0L
TIP120 (n-p-n)	.650	.0L	.567	.0L	.478	.0L
TIP122 (n-p-n)	.708	1.985	.587	.0L	.493	.0L

+ = PONTA DE PROVA VERMELHA DO MULTÍMETRO; - = PONTA DE PROVA PRETA DO MULTÍMETRO

Fig. 20 - Praticando um pouco mais com Darlington

CAPÍTULO 12

Este será um capítulo dedicado aos dispositivos semicondutores ópticos cada vez mais utilizados em diversos projetos.

Algumas palavras sobre a luz

Nos capítulos anteriores você já teve contato com dois componentes que se enquadram na categoria dos optoeletrônicos. São eles: os LEDs e os LDRs.

Neste capítulo você será apresentado a mais alguns deles tais como foto diodos, foto transistores e acopladores ópticos.

Uma novidade aqui é que alguns dos componentes ópticos que estudaremos podem trabalhar com uma luz que nossos olhos não veem. Han! Como assim, não veem?

Já ouviu falar em infra vermelho ou, em inglês, *infra red* (IR).

Já parou para pensar o que significa infra vermelho?

Analisando ao pé da letra, infra vermelho quer dizer abaixo do vermelho.

E daí?

Bem, considerando que este capítulo começa com o título "algumas palavras sobre luz", saiba que a luz é uma forma de energia eletromagnética sendo assim, a luz pode ser considerada uma onda.

Há uma outra teoria sobre a luz que a considera como partículas que são denominadas fótons (daí o termo foto elétrico).

Durante muitos anos houve um conflito entre as duas teorias, mas hoje ambas "convivem" em paz, ao que os cientistas chamam de **natureza dual da luz**. Pode ser onda ou pode ser partícula e assim, ficam todos felizes.

Mas, isto é uma conversa muito comprida que eu deixo para você procurar em algum livro de Física.

No momento vou me concentrar em tratar a luz como onda eletromagnética.

Grosso modo, eletromagnetismo é uma "mistura" de eletricidade com magnetismo e sobre isto teremos uma "conversinha" mais aprofundada no próximo capítulo.

Por ora precisamos falar sobre duas grandezas associadas a uma onda que, neste caso, não tem muito a ver com surfistas.

Vamos falar de **frequência** e **comprimento de onda** e as fig.1 e 2 nos ajudarão nesta missão.

Opções de LEDs		
comprimento de onda (λ)	COR	Potência mínima do LED
365 nm	UV	85 mW
385 nm	UV	95 mW
405 nm	UV	290 mW
420 nm	Violet	95 mW
455 nm	Royal Blue	310 mW
470 nm	Blue	250 mW
490 nm	Blue	50 mW
505 nm	Cyan	170 mW
530 nm	Green	100 mW
565 nm	Green Yellow	106 mW
590 nm	Amber	65 mW
617 nm	Orange	210 mW
625 nm	Red	240 mW
660 nm	Deep Red	210 mW

Fig. 4 - Tabela de LEDs - www.thorlabs.com

Na maioria das situações quando queremos utilizar um LED apenas como indicador de ligado/desligado, por exemplo, não precisamos lidar com estas informações.

Resolvi incluí-las aqui porque podem ser úteis em projetos "mais avançados". Como diz o ditado: "saber não ocupa lugar"!

Foto diodos e foto transistores

O foto diodo, como próprio, nome indica, é um diodo que "dependerá" da luz para funcionar, ou melhor, para conduzir.

Mas, é preciso estar atento que ele deverá ser ligado no circuito de modo a receber polarização inversa como mostra a fig.5.

Ao receber luz é que ele irá conduzir.

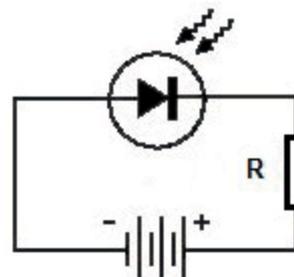


Fig. 5 - Polarização de um foto diodo

CAPÍTULO 13

Este capítulo tratará dos indutores, popularmente conhecidos como bobinas, suas aplicações mais usuais como relés e altofalantes.

Blá-blá-blá preliminar sobre indutores

Este capítulo completará a "trilogia" dos componentes passivos utilizados em Eletrônica - resistores, capacitores e indutores, este último popularmente mais conhecido como bobina.

O comportamento do capacitor exigiu um pouco de abstração para entender como ele armazena cargas elétricas e que foi amenizado com a "viagem de trem".

Para o indutor podemos melhorar esta abstração através de algumas experiências simples que lhe ajudarão a entender os "mistérios" do comportamento destes fios enrolados.

Antes porém, vamos a algumas informações básicas.

Se o resistor oferece resistência, medida em ohms, o capacitor nos dá capacitância medida em farads, parece razoável pensar que o indutor irá oferecer indutância, mas medida em que unidade?

No caso dos indutores a unidade utilizada é o "henry" simbolizado por H (maíusculo). Uma homenagem ao cientista norte americano Joseph Henry (1797-1878).

Aqui também, de modo

similar ao que acontece com os capacitores, trabalha-se mais com os submúltiplos milihenry (mh) e microhenry (μ h).

O símbolo gráfico dos indutores está na fig. 1 onde você pode notar duas possibilidades. Com núcleo de ar ou de ferro que pode ser laminado, em bastão de ferrite ou na forma de um anel chamado de toróide.

Alguns aspectos de indutores comerciais são mostrados na fig.2.

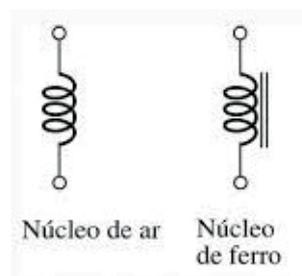


Fig. 1 - Simbologia de indutores



Fig. 2 - Alguns tipos de indutores

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

contrário, isto é, utilizar um campo magnético para criar uma corrente elétrica.

Em 1831, Michael Faraday pensou no assunto e demonstrou sua ideia para a Royal Society de Londres.

Seria bem interessante se você pudesse repetir a experiência de Faraday, mas se não tiver os materiais necessários que serão citados a seguir, busque vídeos no *you tube* e você encontrará vários que valem a pena assistir.

Para realizar a experiência com um bom êxito precisaremos de uma bobina com bastante espiras (400 ou mais).

Espiras? O que é isso?

Se não sabe vai se acostumando com esta palavrinha "estranha".

Ela significa as voltas do fio como em um carretel de linha, por exemplo.

Para fazer a experiência de Faraday eu utilizei um transformador sem o núcleo.

Você irá precisar também de um ímã "bem forte", conhecido como neodímio que pode ser conseguido

desmontando um velho HD fora de uso e finalmente, um micro amperímetro "de ponteiro" e bem sensível.

Este é o componente mais difícil, que pode ser encontrado em sucatas de *tape decks* antigos.

Um bom "inventor" deve ser também um bom sucateiro (ou "acumulador", como se diz atualmente).

Acompanhe na fig.9 como ficou minha "réplica moderna" da experiência de Faraday.



Fig. 9 - Experiência de Faraday

Para que a "magia" aconteça você deverá ficar movimentando o ímã para dentro e para fora da bobina com uma razoável rapidez e verá o ponteiro do microamperímetro se movimentar numa espécie de vai e vem.

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Uma outra maneira de interpretar a experiência de Faraday é dizer que, um **campo magnético variável**, em relação a um condutor, **INDUZ** nele uma FEM que, por sua vez produz uma corrente e esta corrente segundo Oersted produz um campo magnético e aí fica "tudo junto e misturado", campo magnético que produz corrente elétrica e corrente elétrica que produz campo magnético.

Mas aqui temos um fato curioso a ser analisado. A própria corrente elétrica induzida na bobina pelo campo magnético variável em relação a ela, produzirá um campo magnético na bobina que por sua vez produzirá uma tensão nos terminais dela como nos mostrou Oersted.

Temos uma situação em que "toda ação provoca uma reação" que foi enunciado por Newton estudando forças que atuam num corpo e ficou conhecido como Terceira Lei de Newton.

Isso mostra que os fenômenos físicos acabam interagindo de alguma forma e conclusões obtidas na análise de um problema podem ser úteis em outro, mesmo que não se perceba, a princípio, que há uma conexão entre eles.

Fiz este comentário com o intuito de chamar sua atenção que estudar e entender as coisas não deve ser apenas decorar definições e fórmulas.

Reconheço que estes fenômenos envolvendo eletricidade e magnetismo são bastante abstratos exigindo uma boa dose de imaginação e o estudante, geralmente, tem dificuldade em entendê-los, mas não desanime.

Você deve ter reparado que mais de uma vez, nos últimos parágrafos, eu escrevi a palavras "induz e induzir" com letra maiúscula e o fiz intencionalmente para que você percebesse de onde vem a palavra INDUTÂNCIA que está associada às bobinas ou indutores.

Formalmente define-se **indutância** dizendo que **é a propriedade de um circuito ou, mais especificamente, um condutor ou uma bobina, gerar uma força eletromotriz auto induzida.**

Assim, embora não possa ser vista ou sentida por nós a indutância estará sempre presente em um circuito desde que haja uma corrente variável, felizmente, na maioria dos casos ela pode ser desprezada.

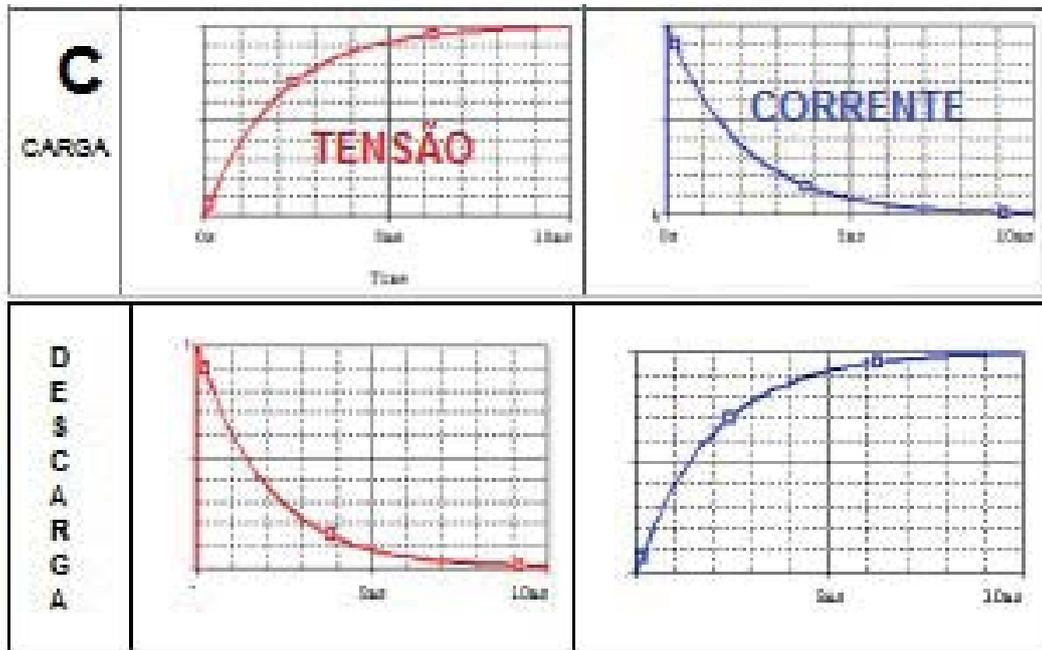


Fig. 15- Carga e descarga no capacitor

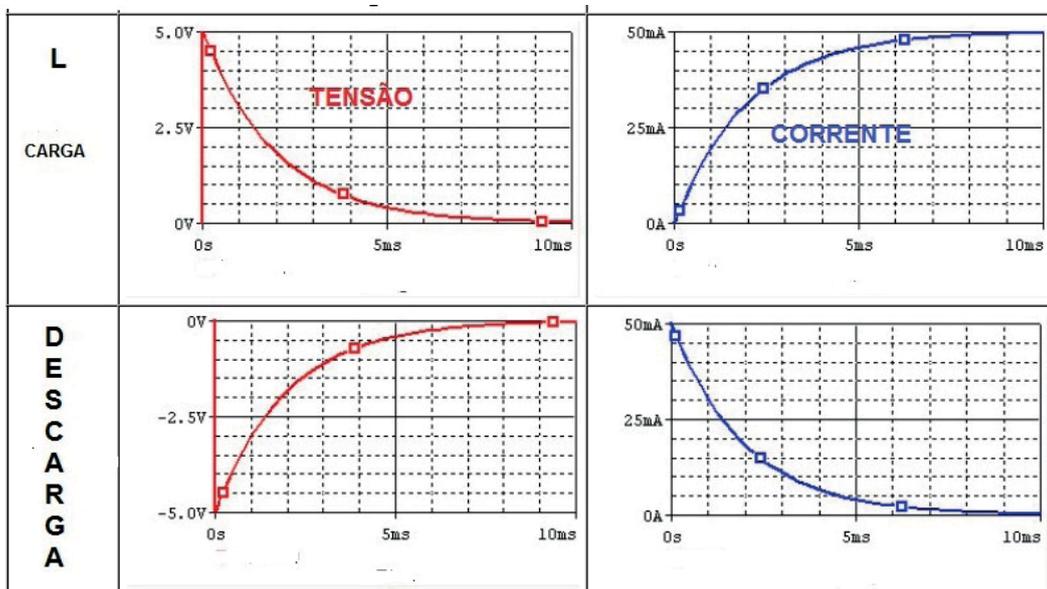


Fig. 16 - Carga e descarga no indutor

CAPÍTULO 14

*Hora de ser apresentado
a um "ser" quase em
extinção: o multímetro
analógico.*

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Multímetro Analógico: - por onde tudo começou

Deixei para o final para falar deste tipo de multímetro por duas razões principais.

A primeira é que sem dúvida o multímetro digital se tornou mais prático e mais preciso para se fazer medições e substituiu o analógico.

A segunda razão é que o funcionamento dos analógicos se baseia nos conceitos de eletromagnetismo que foram estudados no capítulo anterior, o que nos permitirá entender um pouco melhor como funcionam estes multímetros dos "velhos tempos".

Eles ainda são vendidos e em certas situações trazem algumas vantagens em relação aos modernos digitais, principalmente quando queremos observar uma variação de tensão ou corrente.

Na fig.1 você poderá ver como é a "cara" destes multímetros.

O "coração" deles é um microamperímetro tecnicamente conhecido como galvanômetro.

Na fig.2 temos a representação gráfica de um galvanômetro de "bobina móvel" cujo funcionamento iremos ver a seguir.



Fig. 1 - Multímetro analógico

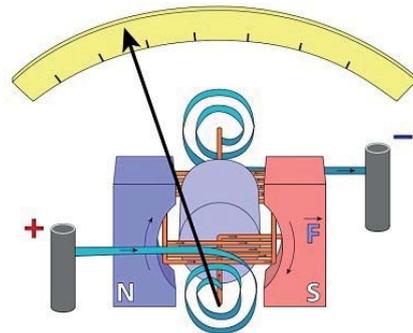


Fig. 2 - Aspecto do galvanômetro

Nesta figura vemos um campo magnético fixo no interior do qual coloca-se uma bobina móvel a qual está fixado um ponteiro.

Ao circular uma corrente na bobina, surgirá nela um campo magnético que é proporcional a esta corrente e os dois campos se repelirão fazendo a bobina se movimentar e junto com ela o ponteiro se movimentará.

Medindo correntes maiores que a de fundo de escala do microamperímetro

E aí encontrou a solução para o problema proposto na página anterior?

Que tal dar uma olhada na fig.5?

Nela temos o resistor *shunt* colocado em paralelo com o microamperímetro o que fará com que parte da corrente medida, até o limite do fundo de escala, passe por ele, e o "excedente" passe pelo resistor *shunt*.

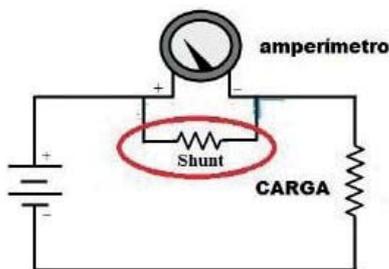


Fig.5 - Shunt para medir corrente

Para que nosso instrumento possa medir vários valores de corrente podemos utilizar a sugestão da fig.6.

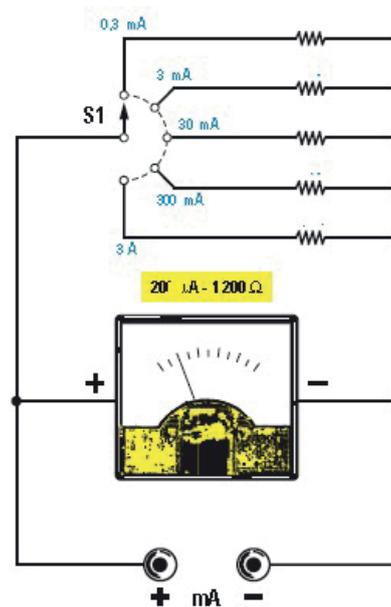


Fig.6 - Amperímetro analógico

Como medir tensões alternadas com um microamperímetro analógico

Já mencionei anteriormente que o galvanômetro comumente usado para construção dos multímetros analógicos é o de bobina móvel e que ele só funciona com corrente contínua.

Você já aprendeu como utilizar um amperímetro para medir tensão, desde que ela seja contínua e para tensões alternadas o que fazer?

No capítulo 5 você aprendeu que podemos "transformar" tensões alternadas em contínuas pulsantes com auxílio de diodos, construindo circuitos retificadores. Então mãos a obra, vamos construir um voltímetro analógico para AC.

A preferência é pela retificação de onda completa com dois diodos como no exemplo da fig.7.

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Como medir resistência com o amperímetro analógico

Até aqui você aprendeu que um micro amperímetro pode ser usado não apenas para medir corrente DC, mas também para medir tensão DC e AC graças a alguns artificios. Está faltando apenas fazê-lo medir resistência.

Nos capítulos 3 e 4 estudamos os resistores e o conceito de resistência que é a dificuldade que "alguma coisa" condutora oferece a passagem da corrente elétrica.

Ops! Eu ouvi "corrente elétrica"?

Ora, é exatamente isso que o amperímetro mede, mas se para haver corrente tem que haver tensão que tal usarmos a ideia da fig,8?

Unindo os terminais marcados "ohms" entre si teremos uma corrente no circuito produzida pela pilha e que pode ser ajustada pelo potenciômetro (reostato).

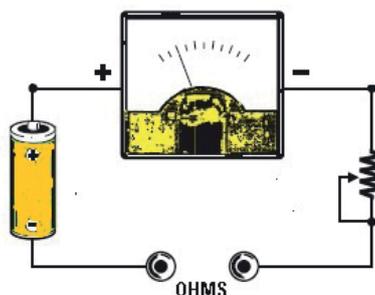


Fig.8 - Ohmímetro analógico

O potenciômetro deve ser ajustado de modo que com os terminais "ohms" interligados a corrente no micro amperímetro atinja o fundo de escala.

Se introduzirmos um resistor entre os terminais ohms, o ponteiro se deslocará proporcionalmente a corrente (que será menor) a qual dependerá do valor da tensão da pilha e da resistência do resistor, conforme garante a Lei de Ohm.

Para simplificar as coisas e não precisarmos ficar fazendo contas escrevemos no painel os valores de resistência correspondentes a corrente medida.

Qual o maior valor de resistência que poderemos medir com este arranjo?

Isso vai depender da corrente de fundo de escala do micro amperímetro e da tensão da pilha e de acordo com a Lei de Ohm concluímos que quanto maior a tensão pilha e menor a corrente de fundo de escala maiores valores de resistência poderemos medir.

Essa uma dica importante para se escolher um multímetro analógico.

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Para medir vários valores de resistência com melhor precisão utiliza-se o mesmo recurso dos vários resistores com uma chave seletora como mostra o exemplo da fig.9 e já adotado para medir correntes e tensões.

Observe que ao lado da chave S1 da fig.9 temos indicações como: x1, x10, x100 e x1000 (ou x 1K) o que é diferente das indicações nas escalas de corrente e tensão onde tínhamos o valor máximo permitido para cada posição.

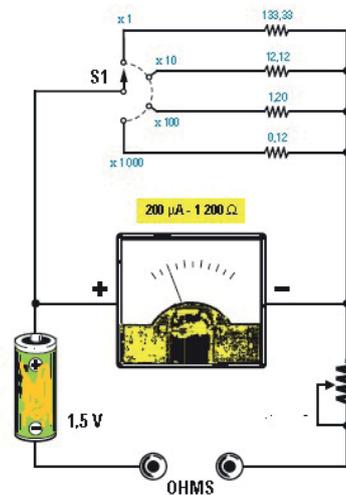


Fig. 9 - Ohmímetro analógico com várias escalas

O painel do multímetro analógico

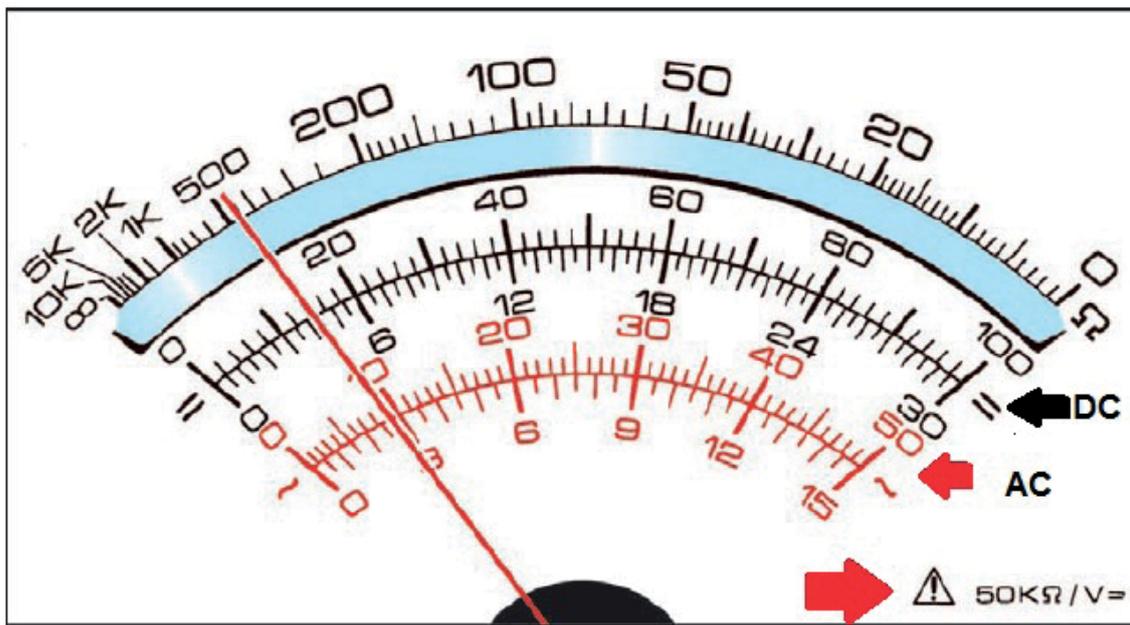


Fig.10 - Painel de um multímetro analógico

Quase todos os analógicos têm um painel parecido com este.

A primeira vista o iniciante costuma se sentir um pouco

confuso com tantas escalas, mas pouco a pouco irá se familiarizando e para ajudar vou detalhar a seguir cada uma delas junto com a chave seletora que aparece na fig.11.

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

A maioria dos instrumentos que encontramos por aí é de $20\text{k}\Omega/\text{V}$ o que corresponde a $50\mu\text{A}$.

Suponhamos que vamos medir uma tensão em um circuito utilizando a escala de 10V utilizando dois tipos de multímetro, sendo um com sensibilidade de $20\text{k}\Omega/\text{V}$ e outro de $50\text{k}\Omega/\text{V}$.

Como isto irá influenciar no resultado da nossa medida?

Antes de explicar o que irá acontecer com a medida observe que no primeiro caso o multímetro apresentará uma resistência de $10 \times 20\text{k}\Omega = 200\text{k}\Omega$ nas ponteiros e no segundo caso $10 \times 50\text{k}\Omega = 500\text{k}\Omega$ isto utilizando-se a escala de 10V .

E se utilizássemos a escala de 100V o que aconteceria com estes valores de resistência?

Ficariam iguais a $2000\text{k}\Omega = 2\text{M}\Omega$ e $5000\text{k}\Omega = 5\text{M}\Omega$ respectivamente.

Você já deve ter percebido que a resistência entre as ponteiros varia com a escala utilizada para o mesmo multímetro.

Nos digitais isto não acontece, a resistência entre as ponteiros é constante e, geralmente, igual a $10\text{M}\Omega$ qualquer que seja a escala escolhida.

Se você não percebeu como estes "ohms por volt" são importantes numa medida e podem nos fornecer uma leitura menor que o valor verdadeiro convidando-o a estudar o exemplo a seguir.

Você já sabe que para medir tensão o voltímetro é colocado em paralelo com os pontos do circuito onde se pretende medir e isto, obviamente, vale para analógicos e digitais.

Consideremos o circuito da fig.15 onde, para simplificar, vou utilizar dois resistores em série e de mesmo valor.

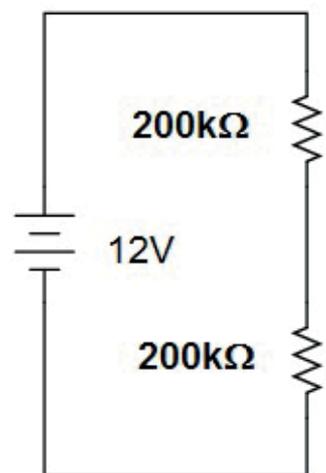


Fig.15 - Circuito série

Neste caso a queda de tensão sobre cada resistor será igual a 6V e deveríamos medir este valor colocando um voltímetro em paralelo com qualquer um dos dois, mas vamos ver o que acontecerá se utilizarmos um voltímetro com

CAPÍTULO 15

Neste capítulo você conhecerá mais alguns diodos além do que foi estudado no capítulo 5. São eles: SCR, TRIAC, DIAC e Schottky.

SCRs, TRIACs e DIACs

Você certamente já utilizou um controlador de velocidade de ventilador de teto, popularmente conhecido como *dimmer*, e se teve curiosidade de desmontá-lo para "ver o que tem dentro" (fig.1), encontrou, além do pontenciometro e algumas pecinhas miúdas, um componente com três "perninhas" que **parece, mas não é**, um transistor.

Você acabou de ser apresentado ao TRIAC, sigla para **TRI**ode for **Al**tenating **C**urrent que é um dos diodos "especiais" de uma família de semicondutores conhecida como **tiristores**.

Os tiristores mais comuns são o SCR (**S**ilicon **C**ontrolado **R**ectifier), o TRIAC e o DIAC (**D**iode for **A**lternating **C**urrent).

Neste capítulo estudaremos um pouco sobre estes componentes e a primeira coisa que deve chamar a sua atenção é que embora tanto o SCR como TRIAC sejam considerados diodos, eles têm três terminais e não apenas dois como os diodos retificadores estudados no capítulo 5.

Naquele capítulo você aprendeu que um diodo só conduz quando



Fig.1 - Por dentro de um *dimmer*

polarizado diretamente o que significa que o anodo deve estar num nível de tensão positiva mais alto do que o cátodo.

Esta condição continuará valendo para os SCRs e TRIACs, entretanto uma condição a mais será imposta. A condução dependerá também da polarização do terceiro terminal que é chamado de porta numa tradução adaptada da palavra inglesa *gate*.

Começemos pelo SCR cujo símbolo você vê na fig.2..

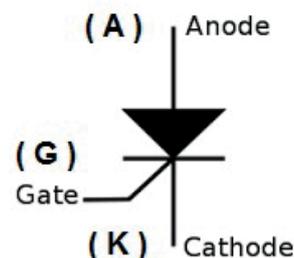


Fig. 2 -Simbologia do SCR

Não irei me prender a estudar o funcionamento interno do componente, pois não considero importante no momento.

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Acompanhe pela fig.6 abaixo como ficará a tensão na carga.

A medida que a tensão AC (linha vermelha) vai aumentando o anodo vai ficando mais positivo que o cátodo, condição necessária para que o SCR conduza.

Mas só isto não é suficiente, é preciso que o *gate* também fique cerca de 0,6V mais positivo em relação ao cátodo para que o SCR dispare e comece a conduzir.

A tensão na carga será a que vemos na linha preta da fig.6.

Repare que há uma "demora" para o SCR começar a conduzir, de cerca de 1,2V por causa da queda de 0,6 V no diodo que polariza o gate.

Esta "demora" pode ser aumentada, ou melhor, controlada pelo potenciômetro.

Obtemos assim uma retificação de meia onda cujo valor da tensão na carga pode ser controlado com um pequeno potenciômetro.

Desta forma o SCR faz jus ao seu nome: Retificador de Silício Controlado!



Fig.6 - Formas de onda no circuito com SCR

Entretanto, o SCR deixa a desejar pelo fato de fornecer apenas 50% de tensão à carga uma vez que os picos negativos da onda são eliminados.

Uma maneira de resolver isto seria usar dois SCR's em anti-paralelo como sugere a fig.7.

E assim nasceu o TRIAC que veremos a seguir.

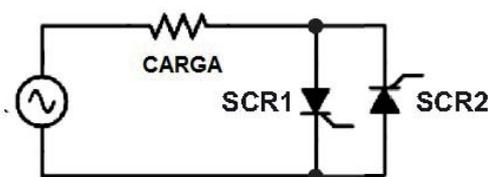


Fig.7 - Dois SCR's em anti-paralelo

conduzir no semiciclo negativo restante.

O ponto de disparo é controlado pelo pontenciômetro permitindo que a corrente na carga seja controlada desde quase zero até o valor máximo dos dois semiciclos da onda AC de entrada.

Basicamente todos os controles de ventilador de teto e furadeiras,

por exemplo, usam um sistema como este. Simples, eficiente e relativamente barato.

O único inconveniente é que o gatilhamento do TRIAC costuma gerar ondas de RF que podem interferir em equipamentos próximos, necessitando que alguns circuitos de filtro, feito com indutores e capacitores, sejam acrescentados ao conjunto.

Como testar um DIAC?

Esta é uma dúvida comum dos técnicos.

Se utilizarmos o método de teste de diodos com o multímetro digital ou da resistência com o multímetro analógico não chegaremos a nenhuma conclusão a menos que o DIAC esteja em curto.

Se ele não estiver em curto irá se apresentar como "aberto" qualquer que seja a polaridade

aplicada sobre ele, uma vez que é necessária uma tensão da ordem de 30V para ele disparar.

Precisaríamos construir um circuito especial para teste que faça o DIAC disparar.

Não irei tratar disso aqui porque as situações de uso de DIAC são tão poucas e o preço deles é tão baixo que, na dúvida, vale mais a pena trocá-lo.

Diodo Schokley a Diodo Schottky

O que vai me interessar neste parágrafo é lhe apresentar um diodo que embora não faça parte da categoria dos tiristores é muito usado hoje em dia. Trata-se do diodo **Schottky** sobre o qual já falarei.

Antes, porém uma observação, ele não deve ser confundido com

o diodo **Schokley** que aparece no título acima.

Este sim, um tiristor que é uma espécie de DIAC numa só direção, entretanto trata-se de um componente em desuso e por isso, não será tratado aqui. Vale apresentar seu símbolo na fig. 14 apenas como curiosidade.



Fig.15 - Símbolo do diodo **Schokley**
(em desuso)

A princípio o diodo Schottky funciona como um diodo retificador comum e até pode ser confundido com um deles, pois o aspecto físico é o mesmo, entretanto a simbologia utilizada nos esquemas é a mostrada na fig.15.

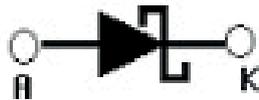


Fig.15 - Símbolo do diodo **Schottky**

A principal característica dos diodos Schottky é a velocidade de comutação e por isso, costumam ser conhecidos também como diodos rápidos (*fast diodes*) e ultra rápidos (*ultra fast*).

O diodo retificador comum só opera em frequências baixas, geralmente, da ordem de até 400Hz.

Com a proliferação das fontes chaveadas passou-se a ter a necessidade de diodos que comutassem em frequências bem mais altas, pois estas fontes podem operar em até 250KHz.

O técnico deve estar atento para não substituí-lo por um diodo comum que acabará "queimando" em pouco tempo por conta do aquecimento produzido nele, uma vez que não consegue comutar em frequências altas.

Uma confusão comum para muitos técnicos é observar que ao medi-lo com a escala de diodo do multímetro digital o valor encontrado será bem menor que o usual para os diodos retificadores e isto, às vezes, leva a interpretação errônea de que o diodo está defeituoso.

O mesmo acontece se for utilizada a escala ôhmica do multímetro analógico cuja resistência obtida também será menor.

O valor da barreira de potencial para os diodos Schottky é da ordem de 0,4V e não os 0,7V encontrados nos retificadores comuns.

Uma boa prática é sempre respeitar o código que aparece no esquema e caso não seja possível encontrar o componente no mercado recorrer ao *data sheet* e analisar cuidadosamente as especificações.

Nada de ficar fazendo perguntas nos fóruns: "alguém sabe o que eu coloco no lugar de"!

CAPÍTULO 16

Vamos estudar um "novo" transistor: os FETs e MOSFETs. cada vez mais presentes nos circuitos eletrônicos e também falar dos IGBTs.

Field Effect Transistor, mas pode me chamar de FET

No capítulo 6 você foi apresentado aos transistores bipolares (BJT), popularmente mais conhecidos simplesmente por "transistor".

Naquele momento apresentei uma breve explicação sobre a construção dos BJT, mas que é suficiente para você trabalhar com eles.

O nome "bipolar" está ligado de algum modo ao fato deles serem construídos com o auxílio de dois tipos de semicondutores, um P e outro N, daí a possibilidade de termos transistores PNP e NPN.

Pois bem, antes da "invenção" dos bipolares, lá pelos idos da década de 50 do século passado, o físico estadonudense William Bradford **Shockley**, considerado um dos "pais" do transistor, já havia publicado alguns documentos onde ele teorizava sobre um componente semiconductor que denominou **transistor unipolar**.

Entetanto, comercialmente os BJT "sairam na frente" e ficaram mais conhecidos.

O transistor unipolar do Dr. Schokley ganhou o nome comercial de transistor de efeito

de campo e é conhecido pela sigla FET e lá pelo final da década de 80 começaram a ganhar espaço nos circuitos eletrônicos, e depois de tanto tempo ainda deixam muitos técnicos confusos sobre o seu funcionamento e características. Ora de desfazer os "mistérios" sobre os FETs.

Começemos pela principal diferença entre os BJT e os FETs que são constituídos de uma única pastilha tipo P ou tipo N e por isso, denominados **Canal P** ou **Canal N**.

Neste caso não funciona a imagem do sorvete apresentada lá no capítulo 6 eu diria que está mais para uma "barra de chocolate" (preto ou branco) como vemos na fig.1.

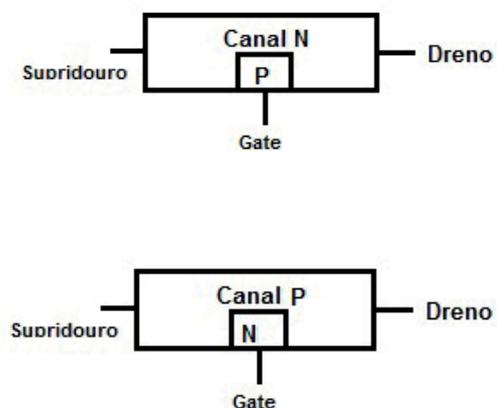


Fig.1 - FET Canal N e Canal P

FETs: Símbologia, nomenclaturas e etc

Da fig.1 conclui-se que os FETs também possuem três terminais como os BJT, mas os nomes destes terminais são diferentes.

Os terminais das extremidades da barra de semiconductor que da nome ao FET (canal N ou canal P) são denominados de **dreno** e **supridor**. O termo supridor é uma "tradução" para a palavra *source* em inglês. Em alguns livros ela costuma ser traduzida por "fonte", mas eu prefiro supridor, para que não haja nenhuma confusão com "fonte de alimentação".

O supridor irá fornecer as cargas que serão colhidas pelo dreno.

Aqui podemos fazer uma analogia com os BJT dizendo que o supridor faz o papel do emissor, enquanto o dreno funciona como o coletor.

Há ainda um terceiro terminal ao qual chamaremos *gate* que corresponde a base dos BJT.

Repare que a base é constituída de um semiconductor "oposto" ao canal. Assim, no canal N a base será de material P e no canal P será de material N.

Vamos ver na fig. 2 como ficará a simbologia usada para os FETs.

Observe que diferentemente dos BJT, nos FETs não há distinção no desenho para o terminal do dreno e do supridor, enquanto o terminal do *gate* é indicado por uma seta cujo sentido, para dentro ou para fora, servirá para indicar se trata-se de um canal N ou canal P.

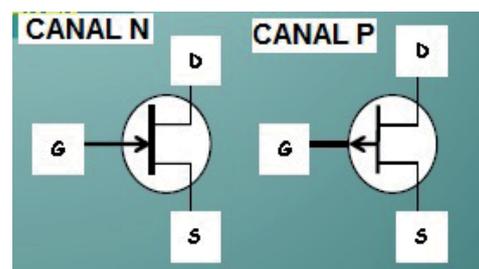


Fig. 2- Simbologia dos FETs

Na fig.3 temos uma maneira de "pensar" os FETs através de um "circuito equivalente" onde a barra do canal é representada por uma resistência com as extremidades marcadas como supridor e dreno e o *gate* indicado por um diodo.

É importante ressaltar que estas figuras têm apenas intenção didática e não pense você que é assim que se "fabrica" um FET!

Por outro lado, este circuito equivalente ajudará a lembrar o sentido da seta para cada tipo de FET.

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

É como se o canal não existisse fisicamente e só passe a existir quando for aplicada uma tensão entre *gate* e supridor.

Neste caso o MOSFET é dito operar no modo enriquecido ou intensificado que é uma tradução aproximada para a palavra *enhancement*.

E na prática, que diferença isto faz?

Para entender a diferença entre o modo de operação depleção e enriquecido convido-o a examinar as fig.8 e 9 que nos mostra as curvas $I_D \times V_{DS}$ para cada um deles.

Olhe atentamente cada uma.

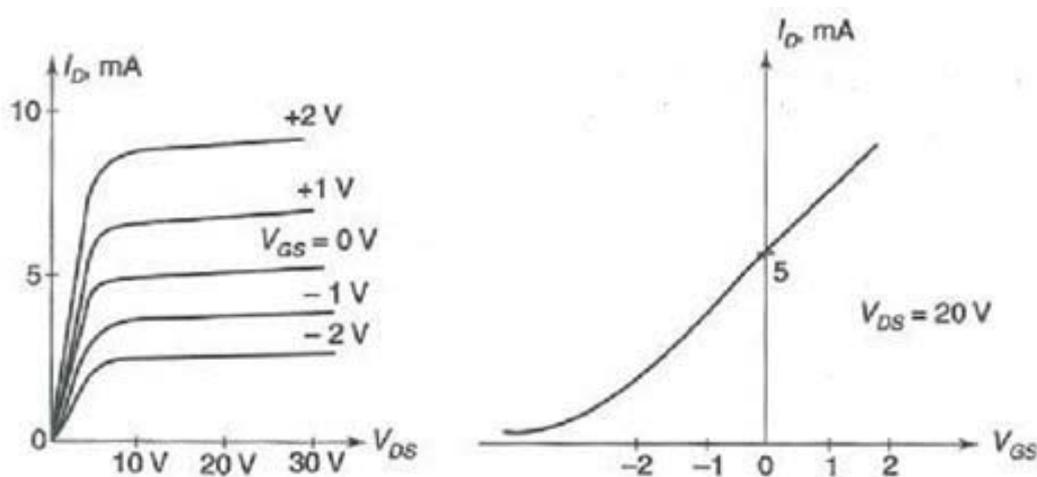


Fig. 8 - Curvas do MOSFET Modo Depleção

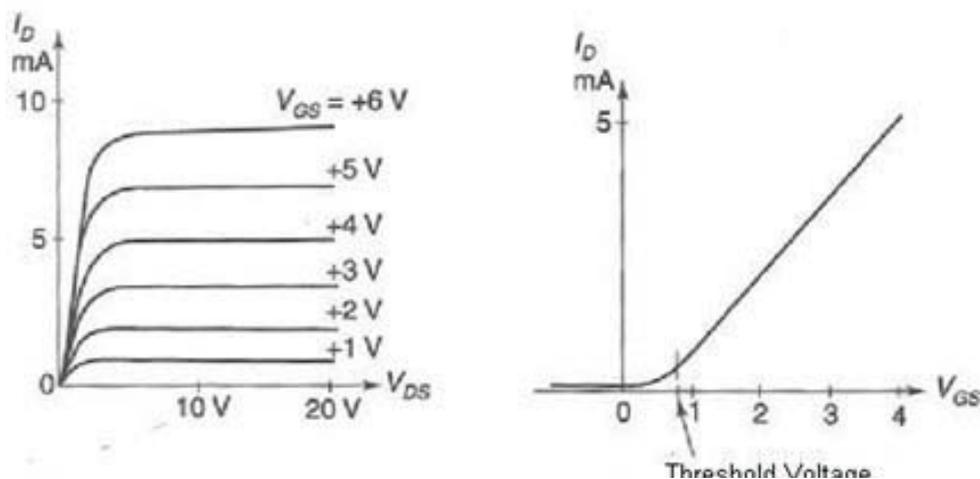


Fig. 9 - Curvas do MOSFET Modo Enriquecido

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

Primeiramente peço que você se foque mais atentamente nas curvas da direita que são chamadas de "curvas de transferência".

Na fig.8, que corresponde ao modo depleção, note que mesmo para $V_{GS} = 0V$ já existe uma corrente de dreno que no caso é de 5mA.

Para cortarmos o MOSFET ($I_D=0$) precisamos aplicar uma tensão de cerca de - 6V (neste exemplo) entre *gate* e supridor e mesmo assim ele não fica totalmente cortado, pois ainda haverá uma pequena corrente de dreno.

Agora, olhe a fig.9 e verá que para o MOSFET começar a conduzir precisamos aplicar uma tensão próxima de 1V entre *gate* e supridor (tensão de *threshold*).

E daí?

E daí, que no modo enriquecido é como se o MOSFET já "nascesse" cortado e para conduzir precisamos aplicar uma tensão **maior que zero volt** entre *gate* e supridor.

Isto é o que em eletrônica se chama de uma chave ideal como um interruptor que para passar corrente precisamos acioná-lo.

Esta característica dos MOSFETs

modo enriquecido os tornam os preferidos para projetos de fontes chaveadas, por exemplo, onde precisamos de um transistor que que funcione como uma chave eletrônica.

Este livro não tratará de fontes chaveadas, mas fique atento para a informação que foi dada aqui sobre os MOSFETs, pois será muito útil quando for estudá-las.

Para resumir podemos dizer o seguinte:

Os d-MOSFETs comportam-se como chave normalmente fechada e para abri-la precisamos aplicar uma polarização entre *gate* e supridor (independente do tipo do canal, N ou P).

Os e-MOSFETs comportam-se de maneira oposta.

Finalmente, vale resaltar que os d-MOSFETs podem operar também no modo enriquecido o que pode ser confirmado analisando a fig.8, mas você não pode substituir um tipo pelo outro numa reparação.

O que eu estou querendo dizer é que tudo dependerá de como foi feito o projeto originalmente para que o d-MOSFET funcione como e-MOSFET.

O que é um IGBT?

Para tornar a coisa mais fácil de entender vamos começar com o significado da sigla IGBT: Transistor Bipolar de Porta Isolada o que nos levar a pensar que eles são uma "mistura" dos dois tipos de transistores, ou seja, um "híbrido" de MOSFET na entrada com transistor bipolar na saída numa configuração que nos faz lembrar o transistor Darlington estudado no capítulo 11.

Veja bem, eu disse "nos faz lembrar", não disse que os IGBTs são Darlingtontons que é outra coisa.

Em outras palavras, a entrada de um IGBT é feita por uma porta isolada como nos MOSFETs , enquanto na saída temos um emissor e um coletor como nos transistores bipolares como vemos na fig.13.

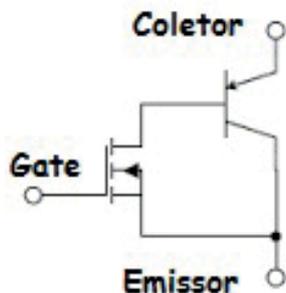


Fig. 13 - "Cosntrução" de um IGBT

Uma observação interessante quanto aos IGBTs é que são fabricados exclusivamente como canal N.

Quanto a simbologia adotada para representar os IGBTs nos circuitos podemos vê-los representados de uma das duas maneiras mostradas na fig.14.

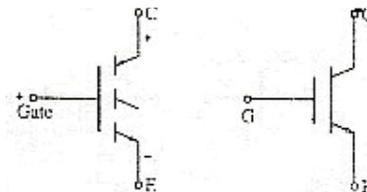


Fig. 14 - Simbologia de um IGBT

Mas, por que inventaram os IGBTs?

O IGBT alia o que há de melhor em cada tipo de transistor para fazer um dispositivo capaz trabalhar em circuitos que precisam de alta velocidade de comutação, manusear correntes altas e se comportarem como uma chave ideal (fechada resistência zero, aberta resistência infinita).

Com um IGBT a transição do estado de condução para o estado

Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores

de corte e vice-versa pode ser feita em 2 microssegundos o que nos dá uma frequência de 500 kHz.

Podem ser construídos em módulos que operam centenas de ampères e tensões até 6 kV.

A Panasonic (só ela), por exemplo, utiliza-os nas fontes de seus fornos de micro-ondas e diversos fabricantes nas placas Y e Z dos televisores de plasma.

Outra aplicação para estes dispositivos são amplificadores de áudio classe D também chamados de amplificadores digitais.

Na moderna indústria automobilística eles são usados para excitar os motores PMSM (Permanent Magnetic Synchronous Motor).

Enfim, são os semicondutores entrando definitivamente na eletrônica de potência!

Ufa! Acabou!

Enfim, chegamos ao final da "novela". Espero que os capítulos tenham sido emocionantes.

Não deu para bisbilhotar mais profundamente "alguns personagens", mas espero ter despertado em você a curiosidade e a partir de agora se sinta estimulado a continuar estudando para querer saber mais. Na Era Google isto ficou mais fácil.

O livro teve a intenção de plantar uma semente, mas para que a árvore dê bons frutos dependerá de como você irá cuidar dela.

Às vezes, me perguntam quanto tempo se leva para aprender Eletrônica?

No meu caso, foram quatro anos mais 67, pois ainda continuo aprendendo todo dia, o importante é que as sementes que recebi no curso técnico foram de primeira qualidade e eu soube plantá-las e cuidar dos seus frutos e foi isso que tentei fazer ao lhe oferecer este modesto livro.

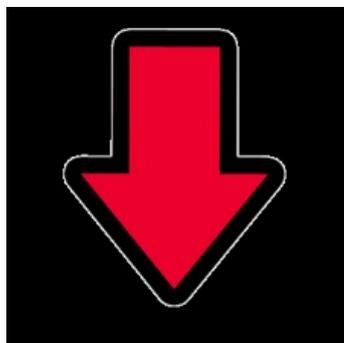
Entendendo que o coloquei nesta páginas, fruto de minha experiência como técnico, é o mínimo indispensável para se começar daqui pra frente é com você!

E aí, gostou?



Quer comprar AGORA?

Clica aqui embaixo



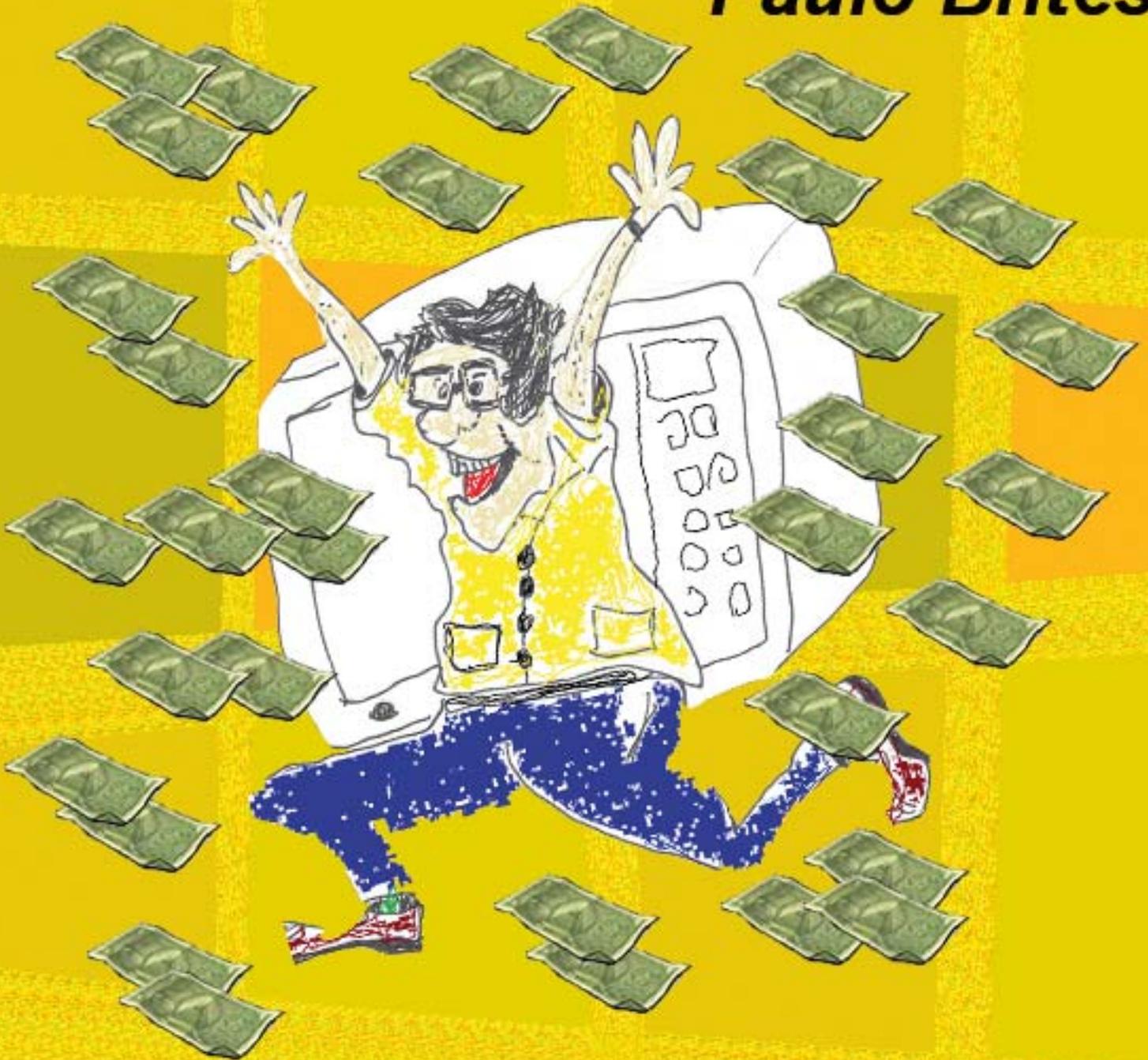
QUERO COMPRAR!

Tem alguma dúvida?

contato@paulobrites.com.br

GANHE DINHEIRO CONSERTANDO FORNOS DE MICRO-ONDAS

Paulo Brites



www.paulobrites.com.br

www.facebook.com/profpaulobrites

Ganhe Dinheiro Consertando Fornos de Micro-ondas

Algumas palavras iniciais

*Este trabalho tem a intenção de ajudar o técnico reparador, seja experiente ou iniciante, no seu dia-a-dia na reparação de fornos de micro-ondas com rapidez, **segurança** e eficiência.*

Os eletroeletrônicos atingiram alto grau de sofisticação por baixo preço o que exige do reparador trabalhar também com preços mais modestos para, mesmo cobrando valores “mais em conta”, obter uma remuneração digna pelo seu trabalho.

Em outras palavras, a “mágica” chama-se eficiência que se obtém com informação e treinamento.

Consertar trocando peças até ver se funciona não é consertar e pode se transformar, em alguns casos, em esperar por um milagre e milagres dependem de fé.

O consumidor de hoje está mais exigente, quer respostas rápidas para o seu problema e talvez não tenha paciência para esperar que as preces do seu técnico sejam atendidas.

Procurei colocar aqui o máximo de informação que adquiri no dia-a-dia da bancada e contei com a experiência e colaboração do amigo Fernando José que me sugeriu valiosos “ajustes”.

Não posso deixar de citar outros colaboradores como o João Alexandre, Prof. Cesar Bastos, Prof. Jonas Marques e Prof. Francisco Amaral. A todos muito obrigado.

É possível que alguma coisa tenha sido esquecida ou tenha ficado mal explicada, por isso conto com a sua participação e comentários.

Como foi dito o objetivo do livro é dar ao técnico meios para ele se tornar rápido e eficiente no reparo. Espero alcançar este objetivo.

Críticas e sugestões serão sempre bem acolhidas, pois lembrando Sócrates “só sei que nada sei”.

Sumário

Algumas palavras iniciais	3
Não pratique pirataria	4
Leia	6
Observação	7
Magnetron, o coração do forno de micro-ondas	8
O que é a magnetron	9
Verificações da Magnetron com ohmímetro.....	10
O circuito da magnetron	11
Verificando as peças do circuito de alta tensão	12
Verificando o diodo de alta tensão com multímetro analógico	13
Verificando o transformador de alta tensão	14
Os dispositivos de proteção do forno de micro-ondas	16
Verificando os <i>switches</i> de porta	18
Muita atenção ao substituir os <i>switches</i> de porta	19
Mais uma proteção: o termostato	20
Um dispositivo importante: o motor do prato	21
Portas e gabinetes enferrujados	22
Defeitos eletrônicos	23
Medindo a potência do forno	24
Guia geral de defeitos e soluções	25
Sobre a lâmpada série	28

LEIA



A reparação de qualquer equipamento eletroeletrônico só deve ser executada por pessoa habilitada e com conhecimentos mínimos de eletricidade.

Este livro NÃO se destina a pessoas sem experiência e/ou conhecimentos sobre eletricidade.



O forno de micro-ondas possui uma área onde temos alta tensão (4000 volts) que pode MATAR, portanto TODA e QUALQUER substituição de peças só PODE e só DEVE ser feita com o forno DESLIGADO DA TOMADA.

Medidas de tensões devem ser evitadas e, se forem necessárias deverão ser feitas por pessoa habilitada e seguindo as recomendações que serão apresentadas ao longo do livro.

VERIFICAÇÕES NA MAGNETRON COM OHMÍMETRO

VERIFICANDO O FILAMENTO

Com o forno **DESLIGADO DA TOMADA** retire os dois terminais que ligam o transformador ao filamento da magnetron.

Com um ohmímetro (digital ou analógico) **meça a continuidade do filamento** (Fig.4).

O valor obtido deve ser próximo de **zero ohm**, caso contrário indica que o filamento está aberto e por isso, não há aquecimento.

Troque a magnetron por outra igual.



NUNCA MEÇA TENSÃO NOS TERMINAIS DO FILAMENTO

VERIFICANDO CURTO

Com o forno **DESLIGADO DA TOMADA** retire os dois terminais que ligam o transformador ao filamento da magnetron.

Com um multímetro (digital ou analógico) na maior escala de resistência **meça a continuidade entre cada terminal do filamento e a carcaça da magnetron** (Fig.5).

Deve indicar circuito aberto, ou seja, resistência infinita, caso contrário indica que há um curto entre o filamento e a carcaça da magnetron.

Neste caso o fusível deve estar queimado (aberto).

Troque a magnetron por outra igual.



Ganhe Dinheiro Consertando Fornos de Micro-ondas

MEDINDO O CAPACITOR DE ALTA TENSÃO COM O CAPACÍMETRO (Fig.7)

Este capacitor é a óleo e por isso, não tem polaridade.



FIG. 7

VERIFICANDO O DIODO DE ALTA TENSÃO

COM UM MULTÍMETRO ANALÓGICO QUE USA BATERIA DE 22,5V



FIG. 8

Medindo o diodo no sentido de condução (Fig.8).

Lembre-se que nos multímetros analógicos, em geral, a polaridade das pontas na medida de resistência é invertida (preto = positivo e vermelho = negativo)

Medindo o diodo no sentido de não condução (Fig.9).

Como foi dito na página anterior o mais importante é verificar se o diodo está em curto e isto pode ser feito com qualquer multímetro digital na escala de medir diodos.



FIG. 9

VERIFICANDO O TRANSFORMADOR DE ALTA TENSÃO

O primeiro teste em um transformador pode ser feito com os olhos e com o nariz. Isso mesmo!

Um grande número de transformadores quando queima apresenta uma coloração típica de uma coisa queimada e um cheiro característico.

Agora suponhamos que o “método” da inspeção visual e do olfato não lhe convenceram e você quer usar algo mais “científico”.

Vamos então a um passo-a-passo para testar o transformador de alta tensão.

AS OPERAÇÕES A SEGUIR DEVEM SER REALIZADAS COM MUITO CUIDADO E ATENÇÃO.

Com o forno **DESLIGADO DA TOMADA** retire os terminais que ligam o transformador às demais partes do forno (primário e secundário).

Não esqueça de indentificar com etiquetas tudo que foi desligado para evitar ligar errado depois.

Se possível, fotografe.

Meça as resistências do primário e secundário

Primário: 0,5 a 1,5 ohm (aprox.)

Valor mais baixo pode indicar curto.

Filamento: zero ohm (aprox.)

Alta tensão: 80 a 100 ohms



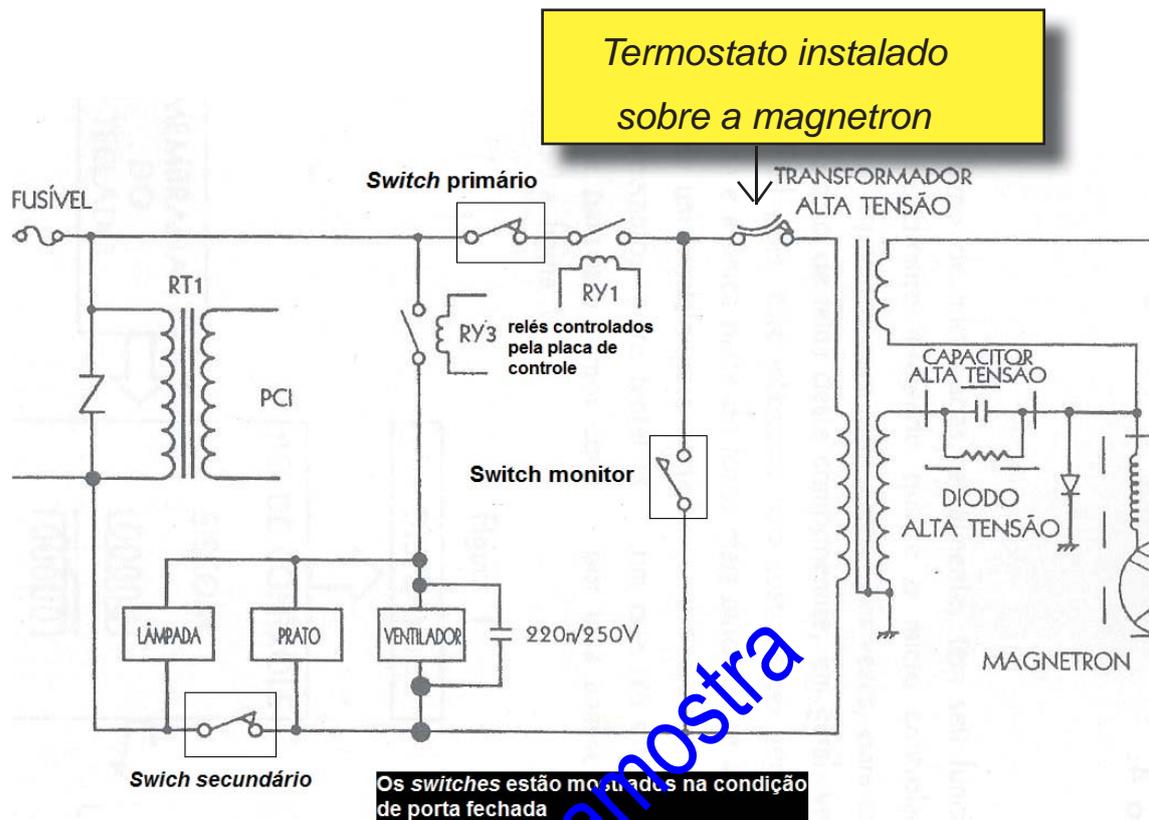


Figura 15 - Diagrama mostrando os três switches de proteção

Estes três switches são mostrados numa estrutura de plástico por trás do painel similar a mostrada na figura 16.

Examine um de cada vez.

Não retire todos os fios, pois certamente você irá se complicar na hora de recolocá-los e vai se meter numa grande encrenca.



Figura 16

VERIFICANDO OS SWITCHES DE PORTA

Uma das falhas mais comuns nos fornos de micro-ondas está relacionada aos *switches* de porta.

Se o *display* acender e for possível alterar os dados através do painel, como tempo de funcionamento, por exemplo, então está descartada uma falha na placa de comando.

Entretanto, se ao acionamos a tecla “liga” o forno não dá partida devemos desconfiar da própria “tecla” da membrana ou dos *switches* de porta.

A verificação pode ser feita com o *switch* no lugar bastando desconectar um dos fios que chegam a ele.

Teste um de cada vez para não se atrapalhar. (Ver Figs. 13 e 14 pág. 13).

O teste pode ser realizado com um multímetro na escala ôhmica mais baixa (digital ou analógico).

Existem dois tipos de *switches*:

NA = normalmente aberto

e NF = normalmente fechado.

Na condição fechado a resistência medida deve ser sempre EXATAMENTE igual a zero ohm.

As medidas devem ser realizadas com a porta aberta e fechada.

A resistência medida deve alterar dependendo da situação da porta (aberta ou fechada), ou seja, se com a porta aberta medimos zero ohm, então com a porta fechada devemos medir resistência infinita e vice-versa.

Se isto não acontecer é provável que a mola interna do *switch* esteja quebrada.

Retire-o do lugar para verificar.

Esta operação exige bastante cuidado para não quebrar as travas que prendem o *switch* (fig.14).

Outra falha comum nestes *switches* que provoca funcionamento intermitente é a oxidação nos terminais.

Caso encontre um *switch* defeituoso o melhor é trocar também os outros dois para evitar retorno do forno ainda em garantia de serviço o que é desgastante para o cliente e não é uma boa propaganda para você.



**NÃO ESQUEÇA DE
DESLIGAR O FORNO
DA TOMADA**

Ganhe Dinheiro Consertando Fornos de Micro-ondas

MUITA ATENÇÃO AO SUBSTITUIR OS SWITCHES DE PORTA

Ao substituir um *switch* de porta é importante dar muita atenção na configuração do mesmo.

Como foi citado nas citadas páginas anteriores, existem dois tipos de *switches*: Normalmente ABERTO (NA) ou *Normal Open* (NO) e Normalmente FECHADO ou *Normal Closed* (NC).

Observe atentamente os desenhos das figuras 17 e 18 e veja a diferença entre os dois.

A dica é a posição dos terminais (lembra do jogo dos sete erros? é por aí).

Fig.17- Normalmente Aberto = NA
Normal Open = NO

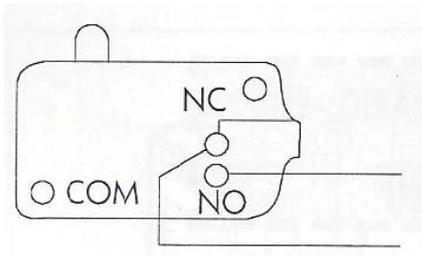
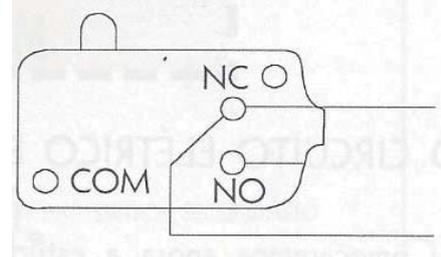
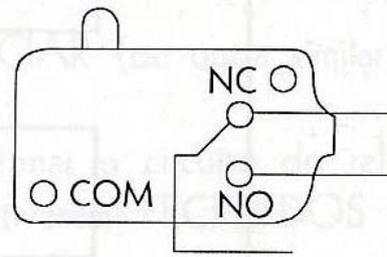


Fig.18 - Normalmente Fechado = NF
Normal Closed = NC



Podemos encontrar também um *switch* com três terminais que tanto pode ser utilizado como NA ou NF.

Fig.19 - Normalmente Aberto ou Fechado



ATENÇÃO



**OBSERVE O VALOR DA CORRENTE
NO CORPO DOS SWITCHES.**

GUIA GERAL DE DEFEITOS E SOLUÇÕES



ESTE GUIA SÓ DEVE SER USADO DEPOIS QUE VOCÊ TIVER LIDO E ENTENDIDO TODO O LIVRO. NÃO TENDE CONSERTAR UM FORNO DE MICRO-ONDAS SEM SABER EXATAMENTE O QUE ESTÁ FAZENDO.

1. FORNO TOTALMENTE “MORTO”, NEM O DISPLAY ACENDE.

1) Retire a tampa e verifique o fusível. Se estiver aberto (queimado), e com certeza estará, troque-o, mas **NÃO LIGUE** o forno diretamente à rede.

2) Ligue o forno através de uma lâmpada série de 40 ou 60W mas, **NÃO ACIONE O START.**

3) Se o *display* acender isto indica que não há curto na PCI, mas se a lâmpada acender com brilho total indica que a PCI está em curto. É possível que o transformador da PCI esteja em curto.

4) Em alguns fornos existe um varistor na entrada de AC da PCI. Ele deve medir como circuito aberto na escala ôhmica. Se indicar curto retire-o e teste o forno sem ele, ligando diretamente à rede (**sem lâmpada série**). **Não esqueça de colocar um varistor novo antes de entregar o forno ao cliente.**

5) Se o teste acima não indicou curto na PCI, então verifique os componentes de alta tensão como indicado no livro.

6) Ainda falta uma coisa - Verifique o interior do forno e a porta para ver se não há pontos de ferrugem que podem estar causando centelhamentos.

Se não encontrou nada errado, **retire o forno da lâmpade série**, coloque um copo com água dentro do forno, programe para 10 ou 15 segundos e arrisque pressionar o *start*.

É possível que o fusível tenha aberto espontaneamente ou por algum “problema” na instalação (em certos casos conhecido como miau!).

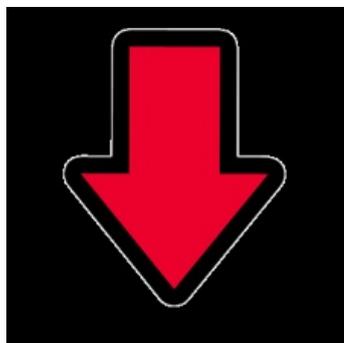
Não invente “historinhas”. Cobre apenas pela sua avaliação.

E aí, gostou?



Quer comprar AGORA?

Clica aqui embaixo

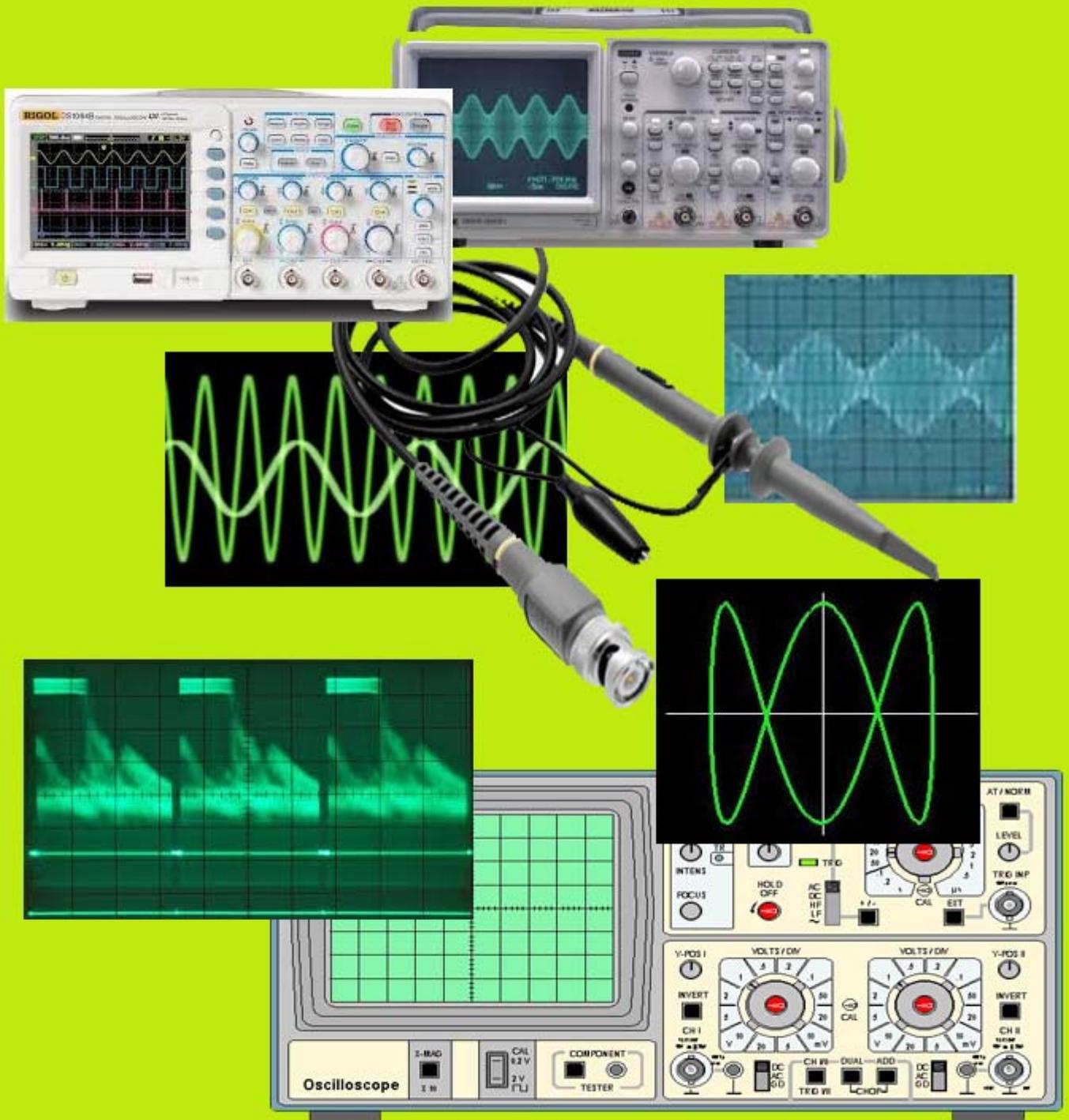


QUERO COMPRAR!

Tem alguma dúvida?

contato@paulobrites.com.br

Osciloscópio sem Traumas



E-book

Paulo Brites

Osciloscópio sem Traumas

Paulo Brites

Osciloscópio sem Traumas

1ª Edição

Rio de Janeiro

Edição do Autor

2017

Cópia de Avaliação

Osciloscópio sem Traumas

Algumas palavras iniciais

Há muito tempo que me pedem um livro sobre osciloscópios.

O osciloscópio, dentre os instrumentos utilizados em eletrônica, parece ser o que mais desespero causa aos técnicos, por isso o título deste livro é Osciloscópio sem Traumas.

Nunca sofri deste pânico, talvez porque tenha tido a sorte de “conviver” com eles (os osciloscópios) ainda quando estudante do curso técnico lá pelo idos de 1966.

Para não pagar o curso eu trabalhava, aos sábados, no laboratório da escola cuidando dos equipamentos e foi ali que me vi, pela primeira vez, frente a frente, com esta “joia rara”.

Não lembro exatamente quantos eram, mas certamente não deveriam passar de dois ou três. Custavam muiiiiiiiito caro.

Talvez fosse algum Heathkit valvulado de tela redonda que não passava dos 5 MHz, ou melhor, “megaciclos”, como se dizia naqueles tempos.

Era o meu sonho de consumo ter um na minha bancada doméstica.

Só pude acordar do sonho em 1988 quando um amigo me trouxe dos “esteites” um Hitachi dois canais de 35MHz por 500 dolares que lhe paguei parceladamente.

Ele ainda faz parte da minha bancada, embora sofrendo de Parkinson, com algumas tremedeiras ao mostrar os sinais na tela que já é não é mais redonda e sim quadrada.

Em 76 quando entrei para Embratel tive oportunidade de “mexer” em tops de linha da Tektronix. Utilizei um deles para fazer o meu primeiro artigo para a Revista Antenna em 1978.

Nunca fiz curso para aprender manuseá-los.

No curso técnico, meu “chefe” do laboratório, prof. Messias, me

Osciloscópio sem Traumas

ajudou a dar os primeiros passos, como fazemos para ensinar uma criança a andar de bicicleta sem rodinhas. Daí em diante, fui caindo e levantando sozinho e não precisei mais das rodinhas.

Por volta de 2003 ministrei alguns cursos presenciais sobre uso de osciloscópio. Ao preparar as aulas do curso percebi que era importante, não apenas falar dos “botõezinhos”, mas sim do que se esperava ver na tela e como interpretar os “sinais”.

No meu contato com os técnicos reparadores desde que iniciei meus treinamentos sobre reparação de equipamentos eletrônicos percebo que o que falta, às vezes, para entender um osciloscópio é um sólido conhecimento do que é ou como é composto efetivamente um sinal elétrico, por isso o capítulo 1 deste livro será dedicado a isto.

Antes de encerrar estas não tão breves palavras iniciais valem algumas considerações.

Os leitores que me seguem, há muito tempo já se acostumaram com a minha maneira de escrever e pelos comentários que recebo parece que apreciam.

Entretanto, se você está chegando agora pode levar um susto ao ler um livro técnico escrito desta maneira.

Para mim livros são como pratos de comida. A comida alimenta o estômago, o livro alimenta o espírito.

A comida pode ser do tipo “fast food” ou “a la carte”, mas antes de alimentar o estômago deve agradar aos olhos.

Aprendi isto com minha mãe que, sem modéstia a parte, cozinhava muito bem e mesmo no almoço do dia a dia enfeitava os pratos antes de irem para mesa. Aí até jiló, pra quem não gosta, fica gostoso.

Um livro, para mim, não tem que falar apenas do tema a que se propõe, mas deve fazer o pensamento voar.

Voe comigo nas próximas páginas. Boa viagem e “bon appetit”!



Não pratique pirataria

Se você adquiriu uma cópia não autorizada deste livro você está praticando pirataria de acordo com a Lei de Direitos Autorais nº 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Distribuir cópias em papel ou em meios digitais deste livro sem autorização por escrito do autor, além de ser contra a lei (o que pode lhe ensejar um processo judicial), prejudicará todo o trabalho que ele devotou para elaborar o material, portanto peço-lhe que, mais por uma questão de consciência do que legal, não o faça.

O Autor

Osciloscópio sem Traumas

Sumário

<i>Capítulo 0 - Comprando um osciloscópio</i>	<i>13</i>
<i>Capítulo 1 - Para quê serve um osciloscópio?</i>	<i>25</i>
<i>Capítulo 2 - Não exploda seu osciloscópio</i>	<i>39</i>
<i>Capítulo 3 - As ponteiros do osciloscópio</i>	<i>43</i>
<i>Capítulo 4 - Primeiros contatos com os botõezinhos..</i>	<i>51</i>
<i>Capítulo 5 - Teoria na prática</i>	<i>65</i>
<i>Capítulo 6 - Fast Fourier Transform na prática</i>	<i>85</i>
<i>Capítulo 7 - O modo YT ou as Figuras de Lissajous ...</i>	<i>99</i>

Capítulo Zero

Comprando um osciloscópio

Resolvi denominar este capítulo de ZERO porque é por ele que tudo deve começar:

- a compra do osciloscópio.

Se você pretende comprar um, a leitura é obrigatória.

Se já comprou também!

Osciloscópio sem Traumas

A compra de um instrumento de teste deve ser feita sempre com muito critério para evitar que nos arrependamos depois e aí não adiantará mais “chorar pelo leite derramado”.

Se, comprar um multímetro já exige cuidados o quê se dirá então sobre um osciloscópio considerando-se o seu preço.

A principal ou talvez a única preocupação dos técnicos, na hora da compra de um osciloscópio, é com a *Bandwidth* (e o preço é claro!).

No tempo dos osciloscópios analógicos e dos sinais do mesmo tipo até pode-se dizer, com reservas, que bastava saber “quantos mega” é já era suficiente para se comprar o brinquedinho, mas na Era Digital outras questões muito importantes devem ser consideradas como descreverei a seguir.

Analógico versus digital, o que comprar?

Se você vai comprar um osciloscópio agora certamente terá que ser um digital, também conhecido pela sigla DSO (*Digital Storage Oscilloscope*), a menos que você encontre algum analógico *top* de linha por um valor extremamente convidativo.

Entretanto, mesmo eu sendo um “*analogic man*”, como me disse certa vez um instrutor da HP, hoje eu me rendo ao DSO, contanto que ele fique no meio do caminho entre um Fusquinha e uma Ferrari e, se você continuar a ler, entenderá porque.

Encontramos por aí muitos digitais baratinhos, mas não se iluda, pois o dito popular “o barato sai caro” tem sempre razão.

Então, esta é a primeira dica: - compre um digital, mas escolha bem para não se estressar depois.

Você já pensou num médico usando um medidor de pressão arterial (esfigmomanômetro, esse é o nome técnico) cujo ponteiro fique balançando entre o dez e o vinte, por exemplo?

É isso que acontece com osciloscópios digitais que eu chamo “baixa renda”. Ter uma “coisa” destas, às vezes, é melhor não ter nada.

Mas, nem só de BW vive um osciloscópio!

Nos osciloscópios digitais existem mais duas especificações muito importantes e que são pouco conhecidas e entendidas: *sample rate* e *memory depth* sobre as quais discorrerei a partir de agora.

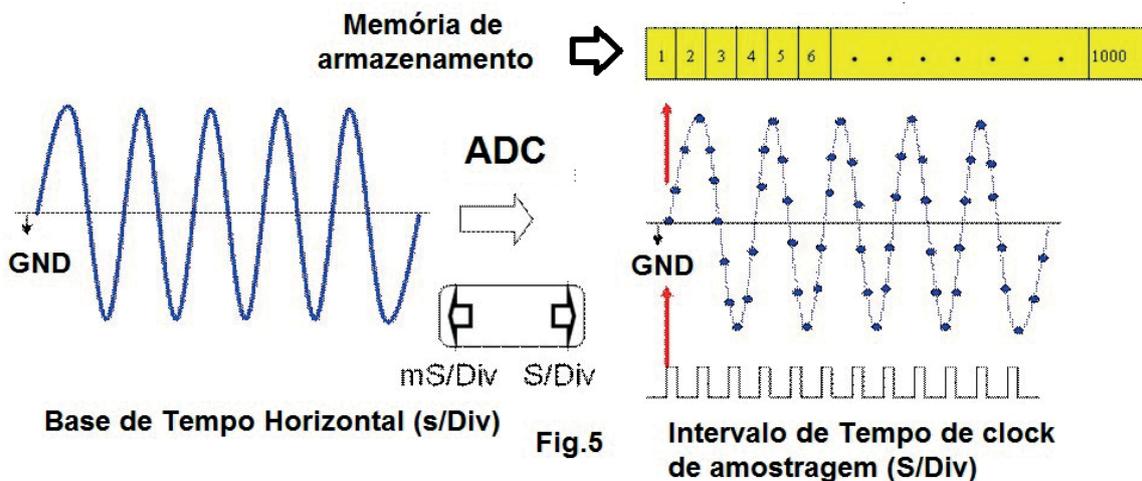
Antes porém, vale dar uma breve explicação de como um DSO funciona.

Nada neste mundo é digital, tudo é analógico, portanto o primeiro passo em qualquer sistema digital consiste em fazer uma conversão de analógico para digital, geralmente, designada pela sigla ADC (Analog-Digital Conversion).

O processo ADC consiste em “transformar” um sinal contínuo como todo sinal analógico em um “monte” de pontos que o represente.

Para que não pare nenhuma dúvida, é bom que se esclareça que a palavra “contínuo” que usei acima não tem nada a ver com “corrente/tensão contínua”, por sinal uma péssima tradução para *direct current*. A palavra contínuo(a) significa “sem interrupção”.

Acompanhe a fig.5 para entender o que acontece com uma Conversão Analógico/Digital.



Capítulo 1

Para que serve um osciloscópio?

Este é um capítulo preliminar que provavelmente você não encontrará em nenhum livro sobre osciloscópios e tratará de sinais elétricos ou formas de ondas.

Parece que os autores pensam que as pessoas já nascem sabendo tudo ou que a escola lhes ensinou a “ligar os pontos” como diz Steve Jobs.

Para que serve um osciloscópio?

Como uma onda

Lulu Santos & Nelson Motta

*A vida vem em ondas,
como um mar
Num indo e vindo
infinito ...*

Está estranhando que eu comece o primeiro capítulo de um livro sobre osciloscópio com um pedacinho de uma letra de música?

Então vá se acostumando porque ainda irei “aprontar” outras estranhices deste tipo até o final do livro.

Ah! Ia até esquecendo, a pergunta é para que serve um osciloscópio, não é mesmo?

Pois bem, um osciloscópio é um instrumento eletrônico que permite ver, ou melhor, avaliar ondas (elétricas, não as do Lulu).

Um pouco de matemática e física não faz mal a ninguém

Calma não precisa suar frio, eu só quero que você entenda exatamente afinal o que é uma onda?

Os físicos e os poetas, cada um do seu jeito, dizem que uma onda representa “coisas” da Natureza que são repetitivas ou cíclicas, como as ondas do mar do Lulu Santos.

E os osciloscópios nos permitem “ver” as formas das ondas sob o ponto de vista dos físicos (não dos poetas).

Você certamente sabe que a tensão ou voltagem das tomadas das casas é alternada senoidal.

Osciloscópio sem Traumas

Sai x e y entra t de tempo e V de volts

Se você já teve a oportunidade de olhar o painel de um osciloscópio analógico viu dois botões, um chamado **volt/div** e outro denominado **time/div** parecidos com a fig.6.

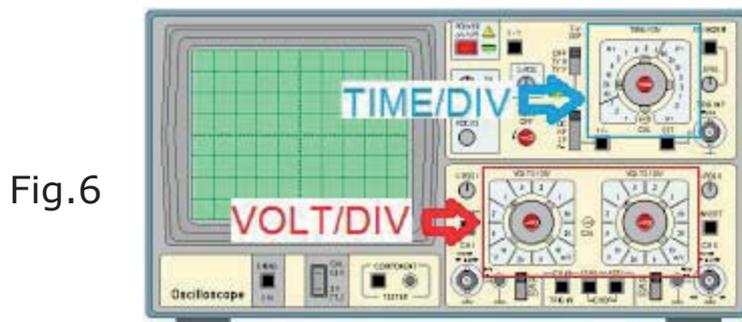


Fig.6

Se o osciloscópio for digital, também conhecidos como DSO (Digital Storage Oscilloscope), teremos uma área denominada **VERTICAL** e outra denominada **Horizontal** como vemos na fig.7.



Fig.7

Isto será melhor detalhado oportunamente, no momento quero apenas que você perceba as semelhanças entre nomenclaturas diferentes usadas nos osciloscópios, mas que no fundo dizem a mesma coisa e as relacione com as utilizadas pela matemática.

Uma coisa que pode ter deixado você intrigado é que nos exemplos do ponto P girando eu só falei em ângulo e em eletricidade e eletrônica, muitas vezes, preferimos frequências e tempos em vez de ângulos.

Vamos ver como podemos arrumar isso.

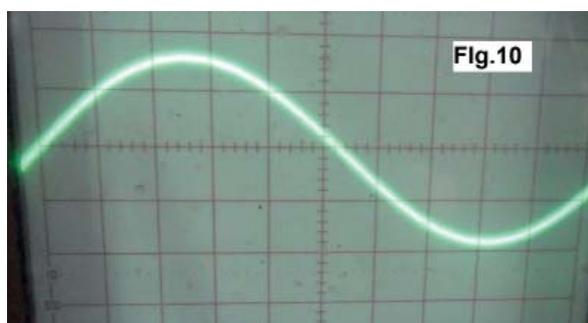
Osciloscópio sem Traumas

que cada quadrícula vale 2 milissegundos e como temos 10 quadrículas teremos na tela uma onda completa cujo período vale 20ms que corresponde a 50Hz (por que?).

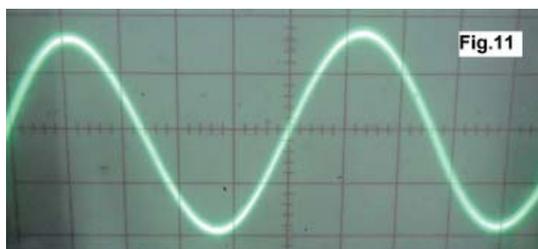
Suponhamos que a senóide da fig.11 foi obtida com a chave time/div em .5ms. Qual a frequência desta onda?

Obs. Geralmente o zero antes da vírgula é omitido, por exemplo, .5ms = 0,5ms.

Primeiro precisamos descobrir qual o seu período. Como a onda está ocupando 10 quadrículas que neste caso vale .5ms temos um período de 5ms e, portanto a frequência desta senóide será $1 \div 0,5\text{ms} = 1 \div 0,0005 = 200\text{Hz}$.



Qual deveria ser a posição da chave time/div para que aparecessem na tela dois ciclos completos da mesma onda de 200Hz como mostrada na fig.11?



Para ter dois ciclos completos precisamos que a tela toda corresponda a 10ms, uma vez que um ciclo completo ocupa 5ms e, portanto devemos passar a chave time/div para .25ms. Como a posição mais próxima é .2ms tivemos que escolher esta e, por isso, como você deve ter notado, ficou faltando um pedacinho do segundo ciclo.

Na página a seguir vou lhe dar uma tabela que relaciona os valores do tamanho da quadrícula (time/div) com a frequência máxima de uma onda que aparece numa tela de 10 ou 12 quadrículas (div = divisão = quadrícula).

A boa notícia é que **alguns** osciloscópios digitais **podem** mostrar a frequência da onda escrita na tela junto com outros parâmetros dependendo da configuração que se faça.

Capítulo 2

Não exploda seu osciloscópio?

Antes de aprofundar no manuseio de cada botãozinho é importante que você seja alertado para alguns cuidados no uso do osciloscópio e não transforme um sonho em pesadelo numa fração de segundos!

Osciloscópio sem Traumas

Antes de usar o osciloscópio confira a tomada

Este será um capítulo bem curtinho, mas muito importante.

Terra ou ground



Fig.1

Todos os osciloscópios (aqui no Brasil) usam o padrão americano de cabo de força com três pinos onde o terceiro pino corresponde ao *ground* ou aterramento como se vê na fig.1.

A primeira coisa que você deve fazer é verificar com um ohmímetro se há continuidade entre este terceiro pino e a parte metálica dos conectores BNC onde são ligadas as ponteiras do osciloscópio.

É quase certo que você constate que estes pontos estão interligados e é aí que mora o perigo, porque a garrinha jacaré que você irá ligar ao "terra" do equipamento a ser testado também está ligada a este ponto.

A questão do pino de aterramento ainda é polêmica porque muita gente confunde terra com neutro e, às vezes, na hora de fazer a instalação o Zé Faísca interliga os dois o que JAMAIS deve ser feito.

Qual a solução?

A melhor de todas, sem dúvida, seria ligar o **equipamento sob teste através de um transformador de isolamento** que não deve ser confundido com auto transformador.



Não isole o osciloscópio e sim o equipamento!

Certifique-se que fase e neutro estejam ligados corretamente na tomada.

Capítulo 3

As ponteiros do osciloscópio

Ainda antes de partir para o uso do osciloscópio precisamos conhecer um pouco sobre as ponteiros para que você não se confunda com os resultados obtidos.

Osciloscópio sem Traumas

Isto ocorreu porque a impedância de entrada do voltímetro produziu um divisor de tensão com a impedância da fonte.

Suponhamos que em vez de 2Mohms a impedância de entrada do voltímetro fosse 9Mohms. Qual seria o valor lido por ele?

Para encontrar este valor basta usar a fórmula abaixo

$$V_{\text{Medido}} = V_{\text{Fonte}} \left[\frac{R_{\text{In}}}{R_{\text{In}} + R_{\text{Fonte}}} \right]$$

e obteremos 0,9V que é um valor bem mais próximo do valor "verdadeiro". (experimente fazer a conta para $R_{\text{in}} = 2\text{Mohms}$ e encontrará 0,66V).

Você pode estar querendo me perguntar o que tudo isto tem a ver com a ponteira do osciloscópio e eu já lhe adianto que é muito importante como será visto no próximo parágrafo.

O que devemos saber sobre as ponteiras

Vale informar inicialmente que as ponteiras podem ser passivas ou ativas, mas neste breve capítulo tratarei apenas das passivas que são as mais comuns.

Na fig.3 temos uma ponteira bastante popular e que costuma acompanhar o osciloscópio (por enquanto, ainda não é um acessório que tem que ser comprado separadamente).



Fig.3

Observe no destaque a tecla amarela que permite que se escolha a posição x1 que é direta e a posição x10 que irá atenuar dez vezes o sinal que chega a entrada do osciloscópio.

E é sobre esta tecla que quero conversar com você pela importância dela e aí você entenderá o porquê do parágrafo anterior.

Osciloscópio sem Traumas

Para que a divisão de um para dez não fique comprometida a medida que a frequência do sinal vai aumentando coloca-se um capacitor de compensação (*trimmer*) que vai entrar em paralelo com a capacitância do cabo e da entrada do osciloscópio como vimos na fig.4.

O capacitor de compensação é ajustável e pode ser colocado ou na entrada da ponteira ou junto ao conector BNC que é ligado à entrada do osciloscópio que costuma ser o caso das ponteiras com BW maior que 350MHz. Veja a fig.5



Ajustando o capacitor de compensação

Antes de começarmos a verificar os sinais de um circuito com o osciloscópio é **obrigatório** verificar se a ponteira está respondendo de forma plana a todas as frequências e para isso todo osciloscópio possui um gerador interno de onda quadrada de 1kHz e 0,5Vpp com um terminal de acesso disponível no painel como vemos na fig.6.

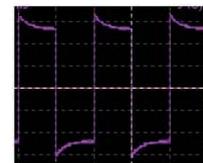


O ajuste deve ser feito com uma chave não metálica, geralmente fornecida junto com a **ponteira** a qual **deverá estar na posição x10**.

Quando a ponteira está ajustada corretamente devemos obter na tela uma onda quadrada "perfeita".

Caso isto não esteja acontecendo deve-se ajustar o *trimmer* até conseguir. Na fig.7 temos as duas situações indesejáveis com a ponteira supercompensada ou subcompensada.

super compensada



compensada corretamente



sub compensada

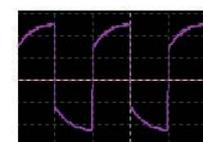


Fig.7

Capítulo 4

Primeiros contatos com os botõezinhos

*Este é um capítulo de aquecimento
para você começar a conhecer as
funções do “painel do avião” e poder
levantar voo e ... não cair!*

Osciloscópio sem Traumas

Imagine, por exemplo, o coletor de um transistor amplificador.

Se tivermos um sinal aplicado à entrada do amplificador teremos dois sinais no coletor: um “sinal” DC, referente à polarização do transistor e outro AC que é o sinal de entrada amplificado.

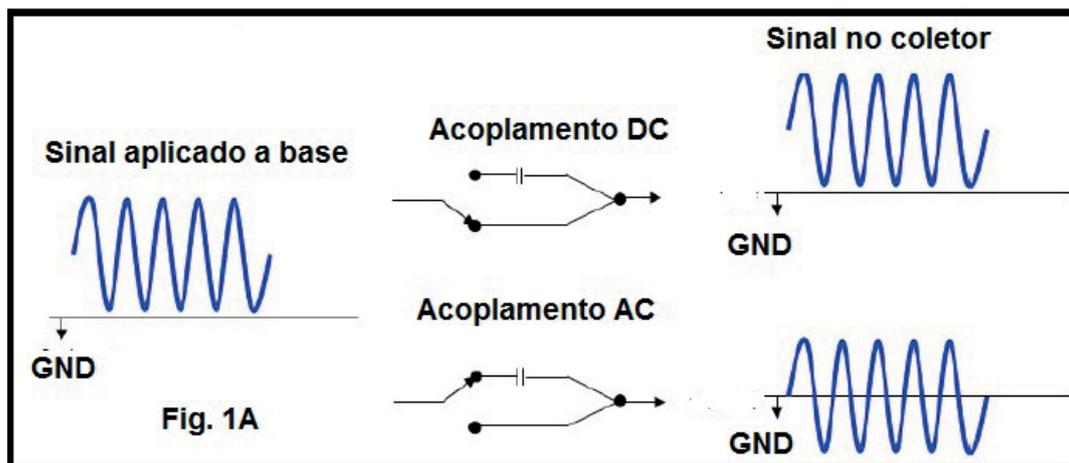
Quando ligamos o coletor deste transistor à base de outro, geralmente, colocamos um capacitor entre um ponto e outro que é chamado **capacitor de acoplamento** cuja finalidade é não deixar que a tensão DC do coletor do primeiro transistor chegue à base do segundo.

Ao inspecionarmos o sinal no coletor com um osciloscópio temos duas maneiras de fazê-lo.

Se colocarmos a chave de acoplamento do osciloscópio em AC, o sinal irá variar em relação ao nível zero ou nível de *ground* uma vez que a tensão de polarização foi “barrada” por um capacitor interno na entrada vertical do osciloscópio.

Por outro lado, se colocarmos a chave em DC iremos ver o sinal referenciado a tensão de polarização do coletor.

Para que esta ideia fique definitivamente entendida veja a fig.1A.



No osciloscópio digital a escolha do tipo de acoplamento não é feita por uma chave mecânica como mostrada na fig. 1 para um analógico e sim através de um menu como veremos mais tarde.

Trigando o sinal

Depois de entender que o osciloscópio trabalha com tempo e não com frequência, o *trigger* é o segundo ponto onde vejo a maior dificuldade que os técnicos encontram ao manusear o equipamento.

A tradução mais adequada para a palavra *trigger* é gatilho que nos lembra **alvo** que virou “álvaro” na música-deboche dos Demônios da Garoa):

De tanto levar
“frexada” do teu olhar
Meu peito até
Parece sabe o que?
“talbua” **de tiro ao “álvaro”**
Não tem mais onde furar

Aportuguesando criamos o verbo *trigar* que pode ser entendido como “atingir ou obter o alvo”, às vezes, também, *gatilhar*.

Aqui preciso fazer um relato, no mínimo, divertido.

Pesquisando manuais de osciloscópio para escrever este livro encontrei a seguinte tradução para *trigger*: ALVEJAR. Só esqueceram de dizer a marca do sabão em pó !

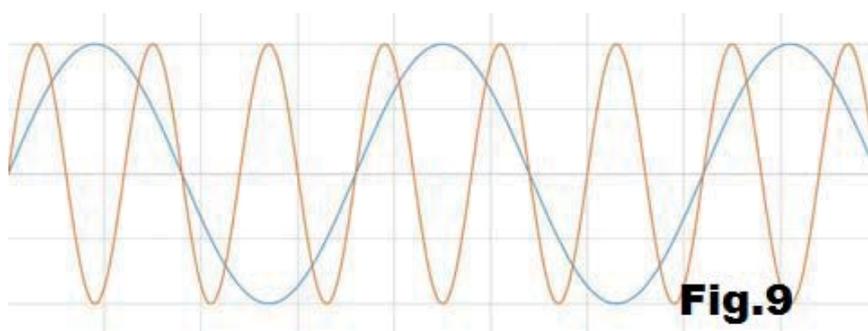
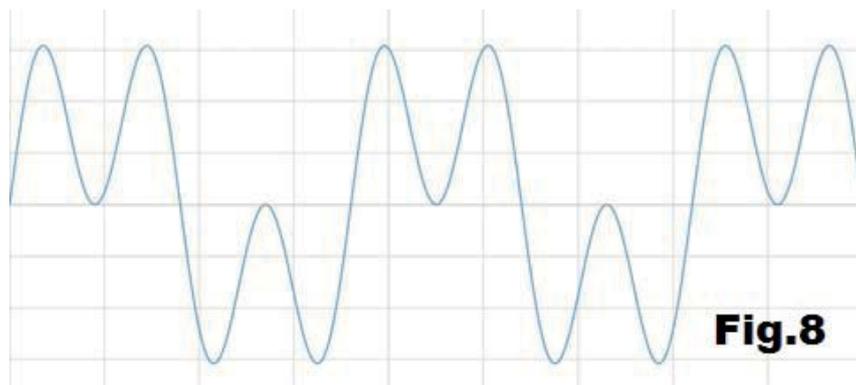
Alvejar significa “tornar alvo, branco”, entretanto já se pode ver gente usando no sentido de atirar ao alvo (e não ao Álvaro!) ou tomar como alvo, provavelmente é uma tradução a “*la Google*” de quem não sabe inglês nem português. Eu discordo e prefiro ficar com o neologismo “trigar”.

Voltando ao *trigger* farei uma comparação que será melhor entendida pela turma que é “jovem há mais tempo”, como eu, e pegou as tvs valvuladas.

Todos nós daquela época pré histórica, ainda lembramos que era preciso ajustar um botãozinho (ou dois) na tv para fazer a tela parar de rolar.

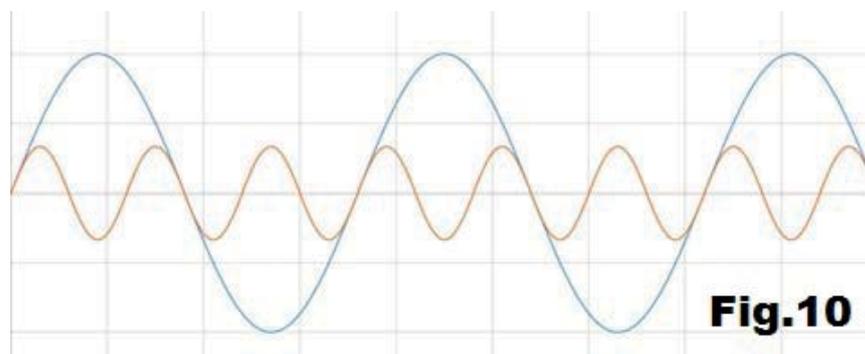
Tecnicamente falando, era preciso “sincronizar” a frequência do oscilador vertical e horizontal.

Osciloscópio sem Traumas



Que tal darmos uma olhada em mais um exemplo para você se convencer definitivamente, como eu me convenci, que a Natureza ama a senóide.

Juntando-se as duas senóides da fig. 10 iremos obter a onda “distorcida” da fig. 11.



Capítulo 5

Teoria na prática

Está na hora de começar a se familiarizar com os resultados obtidos na tela do osciloscópio e não apenas olhar a figurinha como se fosse um gibi.

Osciloscópio sem Traumas

Colocando a mão na massa

Chegada a hora de exorcizar os fantasmas, se livrar do trauma do osciloscópio e nada melhor para isso que encará-lo de “homem para homem” (sem nenhum machismo!)

O capítulo será dividido em cinco experiências para que você vá se familiarizando com o seu osciloscópio gradualmente.

Todas elas tomarão como base, na maioria das vezes, um osciloscópio digital, muito embora poderão ser realizadas com um analógico sendo que nunca é demais lembrar que muitas informações mencionadas para o digital não poderão ser encontradas no analógico.

Experiência nº 1 - Analisando uma onda senoidal

Para realizar esta experiência você vai precisar, obviamente, de uma onda senoidal que pode ser obtida a partir de um gerador de funções.

Se você não tem um gerador de funções poderá utilizar um circuito de um oscilador que gere pelo menos uma senóide de frequência fixa.

Para que você não tenha nenhuma desculpa (além da preguiça) para realizar esta experiência se você não tem o gerador de funções nem o oscilador vou lhe dar uma terceira alternativa, use um transformador qualquer ligado à rede elétrica.

A pergunta que não quer calar: - não poderia usar a própria rede elétrica?

Sim, se você tomar os cuidados abordados no capítulo 2, mas eu não recomendo ficar fazendo experiências com tensões altas principalmente se sua rede for de 220V. Vai que o cachorro late, a dona patroa chama, o seu filho(a) grita paieeeeeeeeeee ou sei lá o quê e você se distrai. Eu não gosto de levar choque e você?

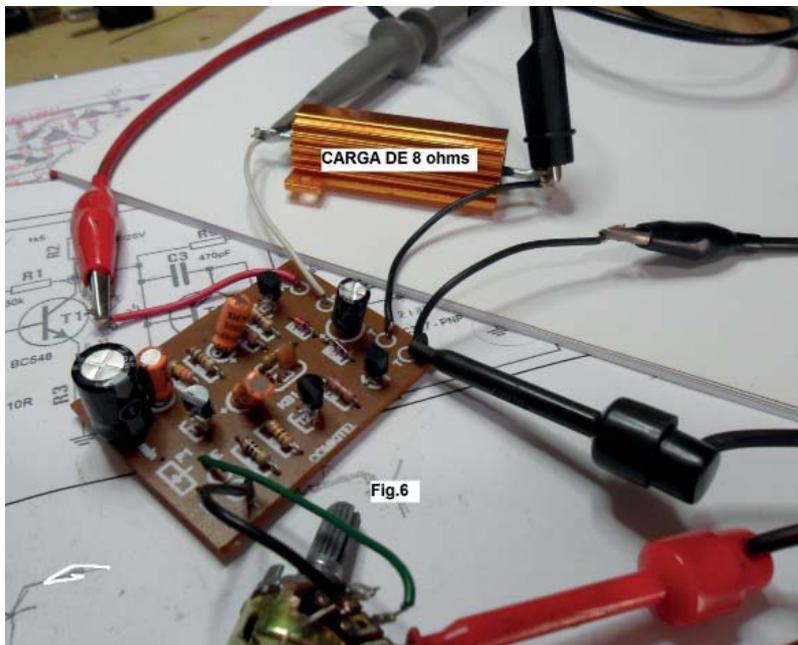
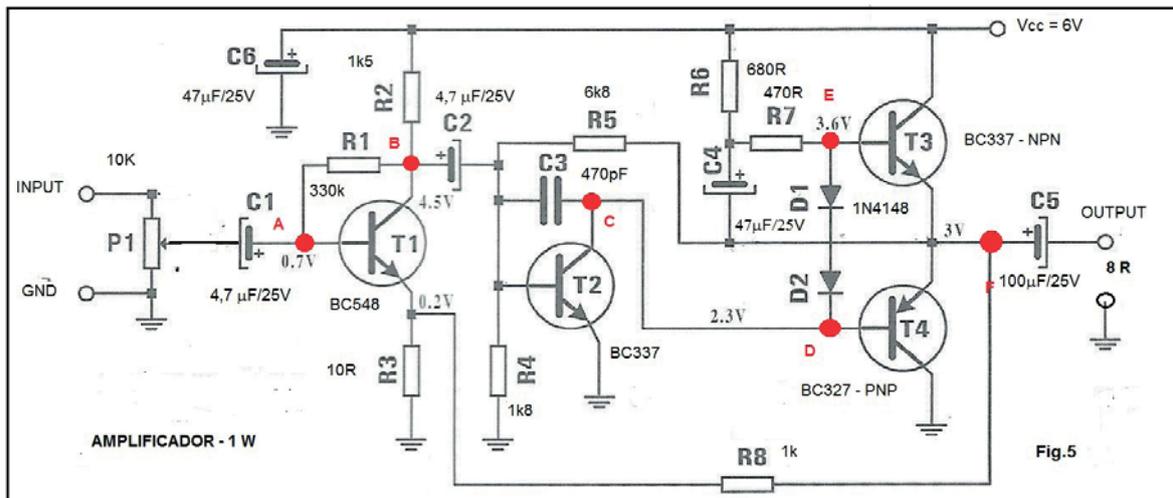
Eu vou usar o oscilador senoidal que falei e você irá ver na telinha algo parecido com a fig.1 sobre a qual temos muito a conversar.

Osciloscópio sem Traumas

Experiência nº 2 - Analisando um amplificador

- usando os 2 canais

A primeira parte da experiência será injetar uma onda senoidal de 1 kHz na entrada e ajustá-la com auxílio de P1 de modo a garantir que este sinal chegará na saída, sem distorção, sobre um resistor de 8 ohms utilizado como carga.



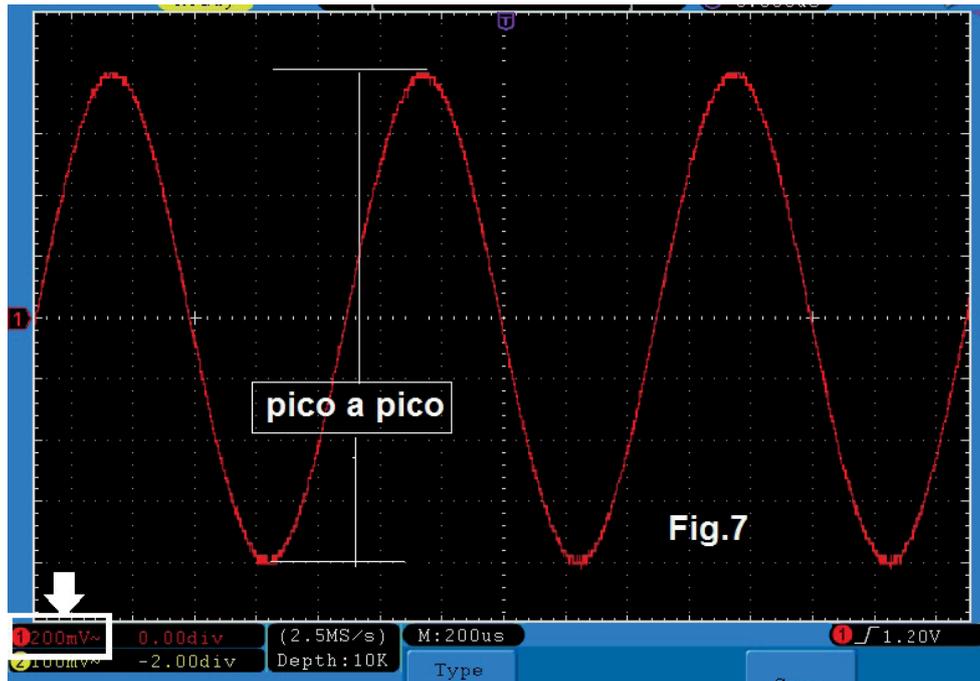
Na fig. 6 ao lado vemos a aplicação da ponteira do osciloscópio sobre a carga.

A seguir teremos duas imagens da tela do osciloscópio.

A fig.7 mostra a forma de onda sobre a carga com o valor máximo, mas sem distorção.

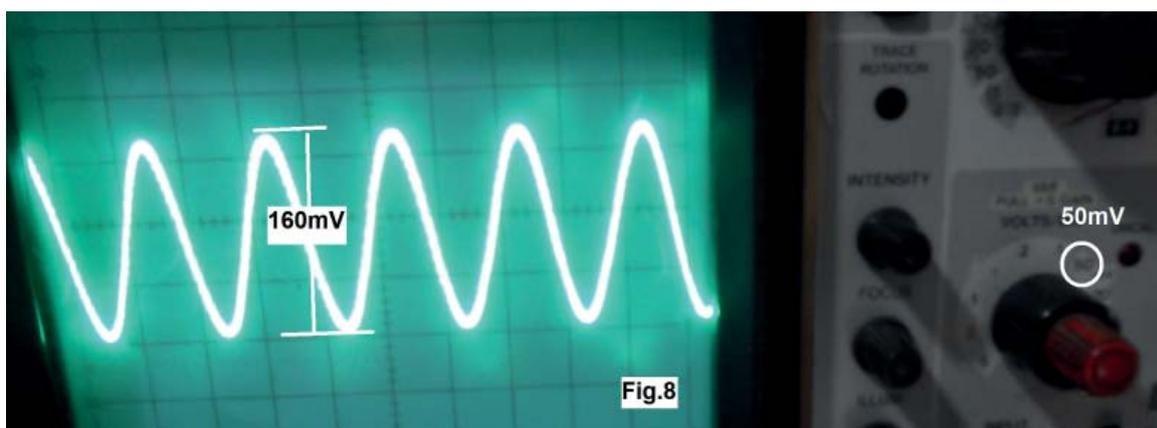
Na fig.8 você poderá a forma de onda obtida num osciloscópio analógico e comparar a amplitude com a da fig.7.

Osciloscópio sem Traumas



Olhe o destaque na fig. 7 com a seta branca no canto inferior esquerdo e veja que está indicando 200mV, ou seja, que cada quadrícula na vertical vale 200mV e como o sinal ocupa aproximadamente 8 quadrículas o seu valor pico a pico é $8 \times 200\text{mV} = 1600\text{mV}$ ou 1,6 volts pico a pico.

Antes de prosseguir quero que você examine a fig.8 onde temos a forma de onda obtida no mesmo amplificador nas mesmas condições da fig.7, porém em um osciloscópio analógico que neste caso está com a chave VOLT/DIV ajustada para 50mV.



Você notou que o sinal não ocupou 8 quadriculas como osciloscópio digital e sim apenas pouco mais de três, nos dando um valor pico a pico igual a 160mV e não 1600mV como ocorreu no digital?

Por que será que aconteceu isso, é a grande pergunta?

Osciloscópio sem Traumas

No final eu os convidava a procurar no dicionário (que eu levava para sala de aula) aquelas palavras que ninguém sabia o queria dizer.

Ninguém vai entender o que o professor está tentando ensinar se não souber o que significam as palavras que ele está falando.

Seguindo este “meu princípio didático” quero primeiramente que você entenda o que significa *hold off* que é um termo composto do verbo *to hold* (segurar) e da preposição *off* (desligar) que juntos pode ser entendido como “atrasar alguma coisa por um certo tempo” e no nosso caso é isto que o *trigger* vai fazer quando a função *hold off* for acionada.

A língua inglesa tem dessas coisas, uma preposição ou advérbio, no caso, *off*, colocada junto do verbo (*to hold*) lhe dá um “novo” significado. Sugiro que você pesquise o significado de *hold on*, muito usado em letras de músicas. Não dá pra aprender eletrônica sem saber inglês. Pense nisso.

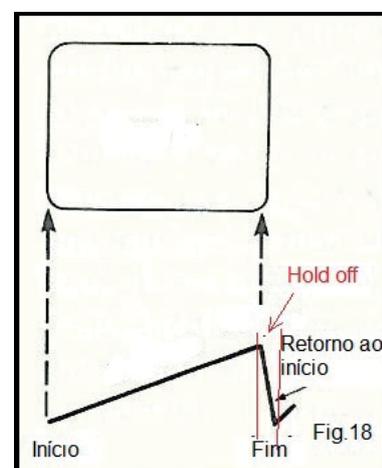
Depois desta pequena digressão no tema e “mini” aula de inglês vamos nos aprofundar mais sobre o *hold off* nos osciloscópios. Como eu disse no início do livro a ideia não é “adestrá-lo” para usar o osciloscópio, mas sim que você entenda o que está fazendo e porquê.

Quando temos um sinal periódico e bem comportado o *trigger* deve capturar o sinal que estamos analisando em um determinado ponto deste sinal e que pode ser ajustado por nós como vimos na experiência anterior.

Relembrar como ocorre a formação de uma imagem de tv na tela no “mundo analógico” com auxílio da fig.18 ajudará a entender o *hold off*.

A imagem começa a ser varrida a esquerda pela rampa de subida de onda dente serra e ao chegar ao final dela a onda dente serra cai a zero, entretanto ela “gasta” um certo tempo para fazer isso. Na imagem de tv este tempo corresponde ao retraço quando um pulso apaga momentaneamente a tela para que não se veja o feixe retornado.

Pois bem, este tempo da descida da rampa é predeterminado no tv, mas no osciloscópio



Capítulo 6

Fast Fourier Transform na prática

Neste capítulo vou tratar com mais profundidade de um assunto que abordei lá atrás de maneira superficial que é o FFT.

Uma opção pouco conhecida e explorada pelos técnicos, mas que é um dos grandes trunfos do osciloscópio digital e que pode ser de muita utilidade.

Osciloscópio sem Traumas

Measure,

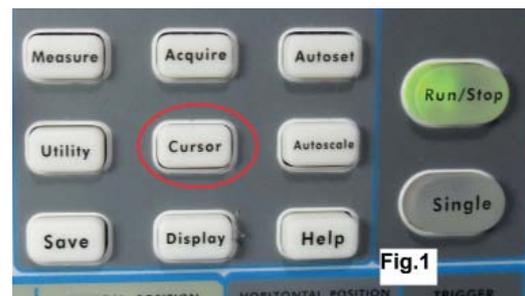
Window

XY (sobre esta tratarei no capítulo 7)

Uma vez estabelecidas estas pré condições, já estamos quase aptos a usar o FFT, antes porém quero lhe apresentar a mais um botãzinho chamado Cursor e você vê na fig.1.

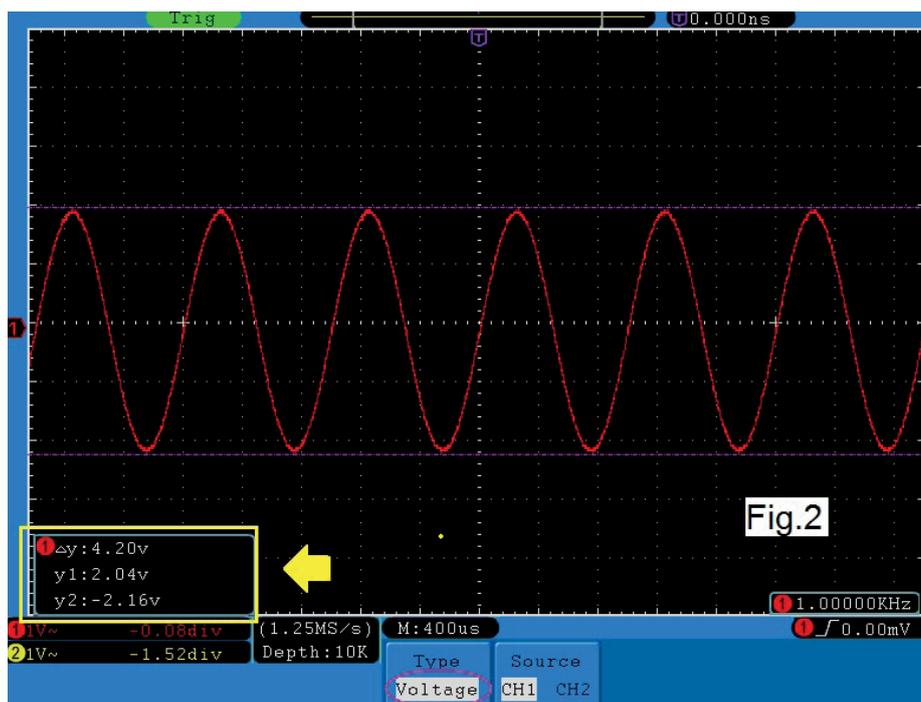
Pressionando este botão habilitamos a apresentação de alguns valores da onda sob análise.

Podemos habilitá-lo para mostrar tensão, tempo ou frequência (MathFFT).

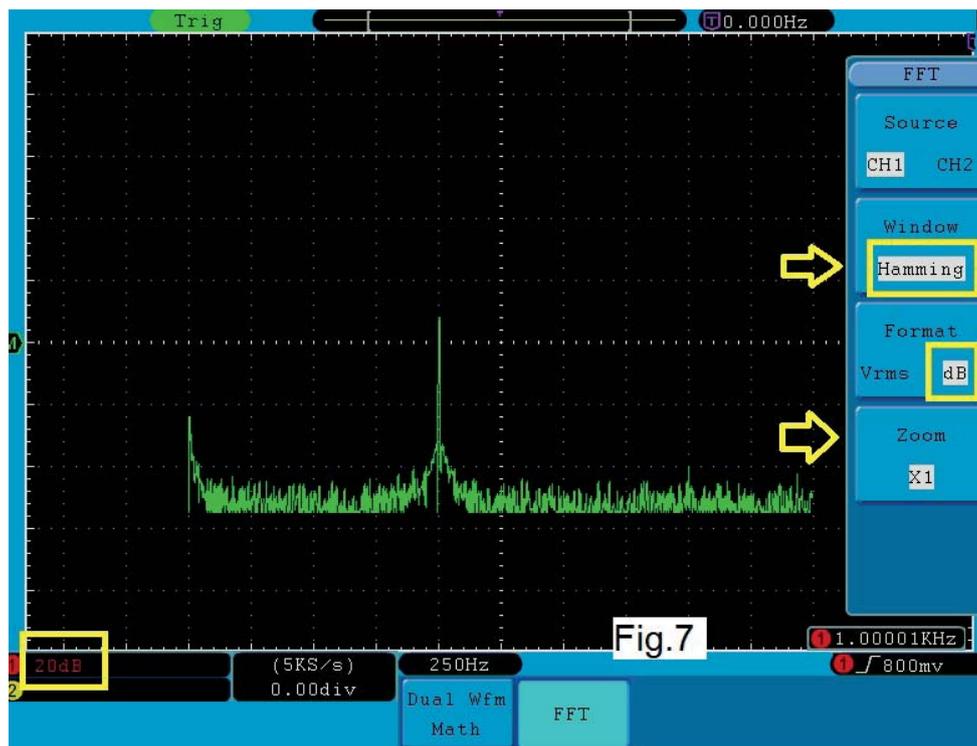


Na fig. 2 temos uma tela onde o Cursor foi habilitado para mostrar com detalhes os valores de tensão da onda. Observe que no canto inferior direito temos: $\Delta y = 4,20V$, $y1 = 2,04V$ e $y2 = -2,16V$.

Os valores $y1$ e $y2$ são respectivamente o pico superior e inferior da onda. Só como curiosidade se você fizer a conta $2,04 - (-2,16)$ encontrará $4,20V$ que é o pico a pico (Δy).

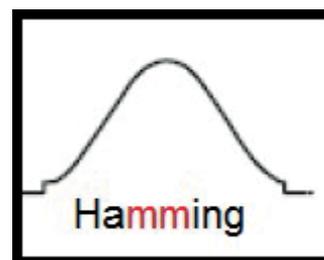


Osciloscópio sem Traumas



Na fig.7 temos uma onda senoidal pura de 1kHz examinada através da “janela” Hamming.

Este filtro dá melhor resolução para a magnitude da onda se comparado com o Retangular que veremos na fig.8.



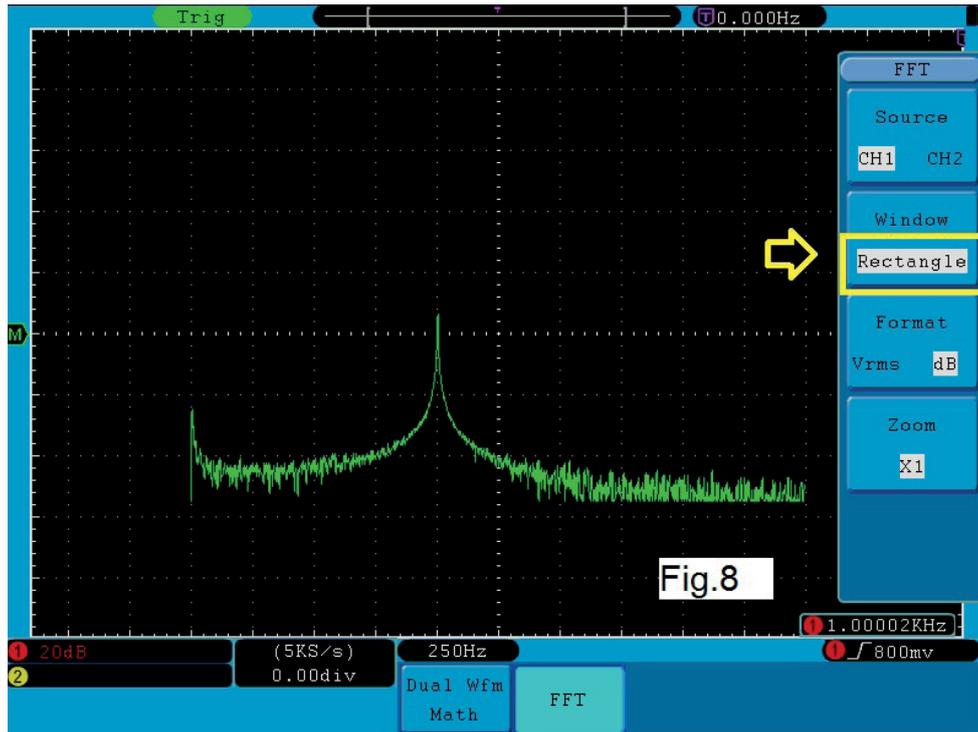
Tem uma resolução ligeiramente melhor para a frequência que o Hanning que será mostrado na fig.10.

É recomendado nos seguintes casos:

- 1) Ondas senoidais, periódicas e com uma banda de ruído randômico estreita.
- 2) Transientes ou *bursts* onde os níveis de sinal antes e depois do evento sejam significativamente diferentes.

A seguir na fig.8 vamos examinar a mesma onda com a janela Retangular.

Osciloscópio sem Traumas



O próprio formato da janela já nos mostra que ele será melhor para frequências e pior para magnitudes.

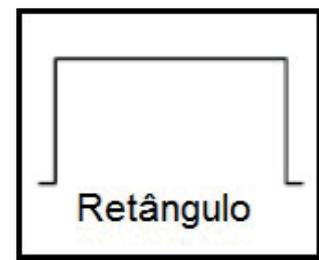
Melhor para espectro de frequências de sinais não repetitivos e próximas de componentes DC.

É recomendado nos seguintes casos:

1) O nível do sinal antes e depois do evento é aproximadamente o mesmo.

2) Ondas senoidas de magnitudes iguais com frequências muito próximas.

Ruído randômico de banda larga (*broadband*) com pouca variação no espectro.



Capítulo 7

O modo YT ou as figuras de Lissajous

Este é um capítulo para técnicos avançados e que se dediquem mais a análise de circuitos analógicos de áudio e experiências de laboratórios de física, em particular.

Osciloscópio sem Traumas

Por exemplo, a composição de duas senóides de mesma amplitude e **frequências diferentes**, se estiverem em fase, estando uma no eixo horizontal e outra no vertical produzirão a Figura de Lissajous mostrada no destaque da fig.3.

No exemplo da fig,3 a onda do eixo vertical (Y) tem o dobro da frequência da onda do eixo horizontal (X).

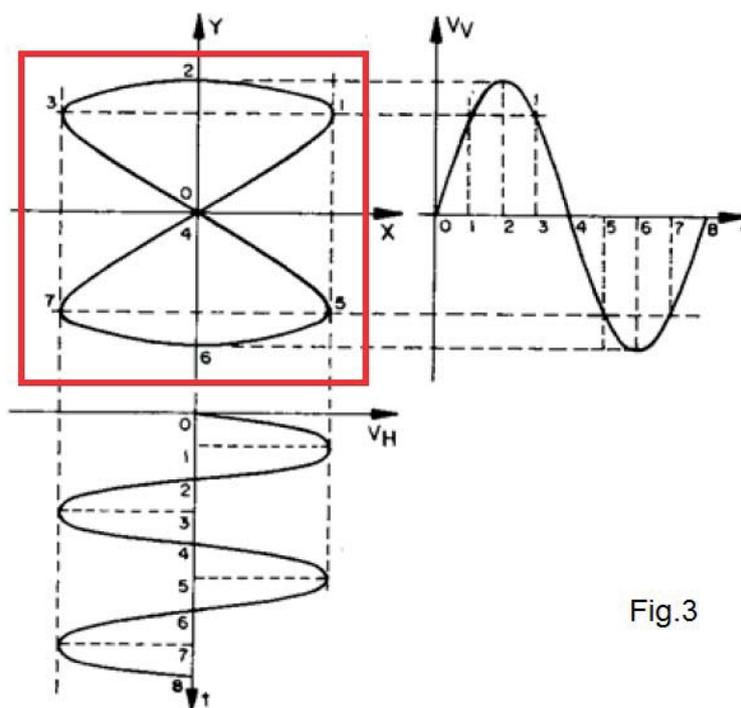


Fig.3

Uma infinidade de Figuras de Lissajous poderão ser obtidas e visualizadas na tela de um osciloscópio, seja ele analógico ou digital.

Nos analógicos o procedimento é um pouco mais trabalhoso, pois teremos que usar a entrada Z sobre a qual me referi no capítulo zero.

Nos digitais a tarefa se tornou mais amena, bastando usar a função XY “escondida” no menu *Display* como veremos mais adiante.

Mas, a pergunta que você deve estar querendo fazer é: - onde isto pode ser útil numa reparação, por exemplo?

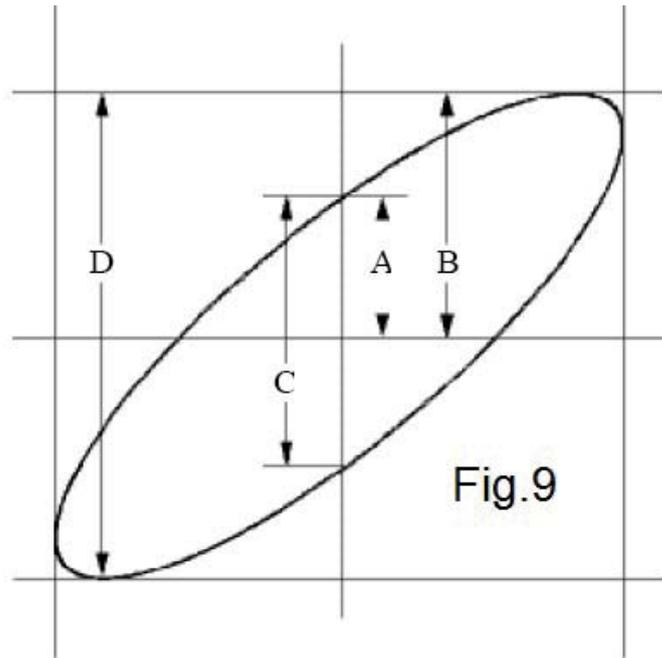
A aplicação mais imediata de Lissajous na reparação, em particular, em áudio analógico é encontrar o ângulo de defasagem entre dois sinais.

Osciloscópio sem Traumas

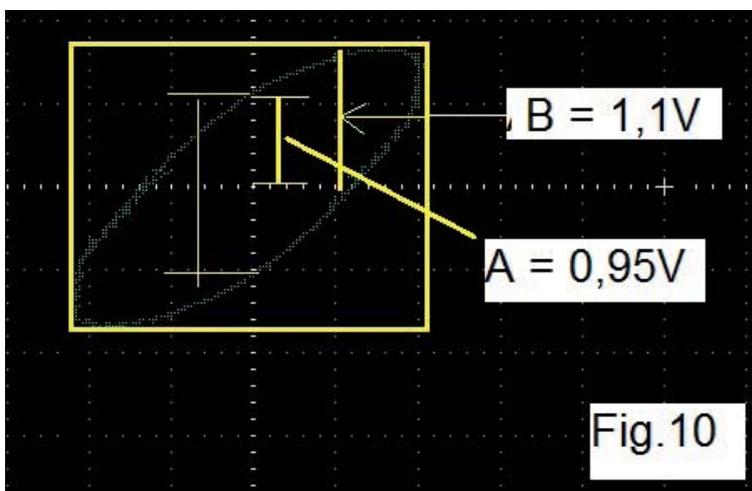
Voltemos à fig.7 para ver como se descobre a diferença de fase entre as ondas da fig.6.

Observe que a fig.7 nos dá uma elipse que o resultado da composição das duas senóides.

Vou introduzir a fig.9 que nos dá um modelo para calcular a diferença de fase.



Na fig.10 podemos ver os valores de A e B para a nossa Figura de Lissajous e será através deles que calcularemos a diferença de fase (ϕ) entre as duas ondas pela fórmula: $\phi = \arcsen(A/B)$.



$$\phi = \arcsen(0,95/1,1)$$

$$\phi = 60^\circ$$

Osciloscópio sem Traumas

Achou complicado?

Realmentem devo concordar que não tão simples assim, mas também não é nenhum bicho de sete cabeças, basta praticars um pouquinho.

Não irei me aprofundar mais neste assunto, até porque daria para escrever um livro apenas sobre Figuras de Lissajous.

O objetivo foi apresentá-lo a uma coisa não muito conhecida e utilizada pelos técnicos é bom saber que existe porque, às vezes, cai em concursos.

E assim, cheguei ao final do livro com a consciência que uma outra coisinha pode ter ficado esquecida, mas pelo menos o essencial foi dito.

Daqui pra frente vai ficar mais fácil ir “convivendo” com o osciloscópio sem ter medo dele.

Espero que sue traumas tenham sido superados.

Aguardo seus comentários e até sempre.

E aí ?

Gostou ?

Quer comprar?

Clique



Fontes Chaveadas

PARA INICIANTE



Volume 1

CONCEITOS BÁSICOS
MEDIÇÕES
DICAS DE REPAROS

E-book

Paulo Brites

Algumas palavras iniciais

As fontes chaveadas ou SMPS, sigla de Switch Mode Power Supply estão nos equipamentos eletrônico há, pelo menos, 30 anos e ainda aterrorizam, até mesmo técnico, reparadores da velha guarda.

Este e-book, que era para ser apenas uma compilação de uma série de artigos no meu site, acabou ganhando vida própria com algumas ideias a mais.

Embora o seu título diga “para iniciantes, quase apostaria que muito técnico “experiente” irá aprender muitas coisas nele.

No volume 2, cuja a previsão de sair eu não tenho a mínima ideia de quando será, pretendo fazer uma abordagem mais específicas em cima de algumas fontes de equipamentos do mercado o que não significa dizer que será um livro de “troca peças”.

Os leitores que me seguem há alguns anos sabem que meu mantra é “se você como as coisas funciona você tem uma grande chance de consertar com apresentar uma falha”, contanto que não use peças falsificadas.

Por isso, a importância do embasamento teórico, para que você acredite que fez tudo certo e se não funcionou o problema é do chinês que fabricou aquela peça de mentirinha!

Seus comentários sempre serão bem-vindos.

Sumário

CAPÍTULO 1	9
<i>Recordar é viver ou Um pouco de Nostalgia</i>	9
<i>Por que inventaram as fontes chaveadas?</i>	10
<i>As ondas na saída do retificador</i>	11
<i>Testando a ponte retificadora</i>	12
USANDO UM MULTÍMETRO DIGITALNA ESCALA DE DIODOS	14
CAPÍTULO 2	17
<i>A “porta de entrada” de TODAS as SMPS</i>	17
<i>Dicas de manutenção: comece pelo mais fácil</i>	22
<i>Dicas de manutenção: hoje não é seu dia de sorte</i>	24
<i>Eureka: - tem diodo “ruim” na ponte retificadora</i>	26
CAPÍTULO 3	28
<i>Para entender como funciona uma fonte chaveada</i>	28
<i>Ligando um transformador a uma tensão contínua</i>	31
<i>O princípio de funcionamento de uma SMPS</i>	32
<i>O diagrama em blocos de uma SMPS</i>	34

CAPÍTULO 4.....	39
<i>Diodos retificadores e capacitores de filtro em uma SMPS.....</i>	<i>39</i>
<i>Diodos Fast, Ultra Fast e Schottky.....</i>	<i>40</i>
<i>Capacitores eletrolíticos: CUIDADO COM ELES.....</i>	<i>46</i>
<i>Qual o valor “correto” para a ESR?</i>	<i>48</i>
CAPÍTULO 5.....	50
<i>MOSFETS, uma dor de cabeça para o reparador.....</i>	<i>50</i>
<i>FETS e MOSFETS: - decifrem-nos ou te devoramos!</i>	<i>51</i>
<i>Tempos de chaveamento nos MOSFETS:.....</i>	<i>56</i>
<i>- Parâmetros importantes</i>	<i>56</i>
CAPÍTULO 6.....	60
<i>Algumas dicas para iniciar a reparação</i>	<i>60</i>
APÊNDICE 1	65
<i>Para que serve um varistor</i>	<i>65</i>
APÊNDICE 2.....	78
<i>Capacitores na linha de AC.....</i>	<i>78</i>
APÊNDICE 3.....	89
<i>Lâmpada Série no século XXI.....</i>	<i>89</i>

As ondas na saída do retificador

Como estamos no capítulo “Recordar é viver” penso que vale a pena dar uma olhadinha nas formas de onda na saída de um retificador.

Vou partir do suposto que a rede elétrica é uma onda senoidal de 60Hz.

Se a retificação for de meia onda teremos algo como mostrado da figura 1



Figura -1

e, portanto, a frequência da onda pulsante na carga será igual a da onda de entrada, no nosso caso, 60Hz.

Entretanto, se tivermos uma retificação de onda completa, seja em meia ponte (com transformador com derivação central no secundário) ou ponte de quatro diodos, a onda que aparecerá sobre a carga (sem o capacitor de filtro) será a da figura 2 ao lado.



Figura 2

Neste caso a frequência da onda pulsante será 120Hz, ou seja, o dobro da frequência da rede elétrica.

Não vou entrar em mais detalhes sobre isso, pois objetivo aqui foi apenas fazer uma “recordação” de pontos que, eu suponho, você sabe. Se não sabe vai ter que aprender e aí eu recomendo as minhas aulas no **Clube Aprenda Eletrônica com Paulo Brites**.

Testando a ponte retificadora

Ainda no capítulo das “recordações” pode ser útil incluir uma seção falando do teste da ponte retificadora, isto porque, como veremos oportunamente, TODA fonte chaveada “começa” com uma ponte retificadora.

Ela pode ser feita de forma discreta, ou seja, com quatro diodos como mostra a figura 3 ou com uma ponte integrada mostrada na figura 4.

Figura 3 - Retificação em ponte com quatro diodos

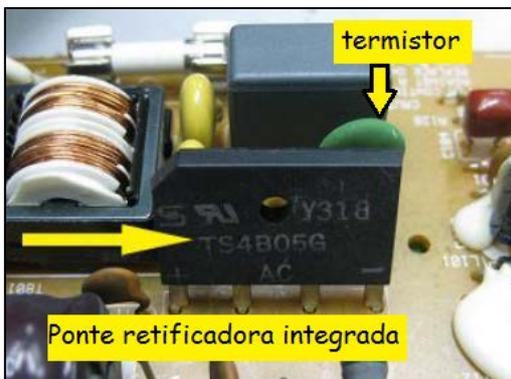
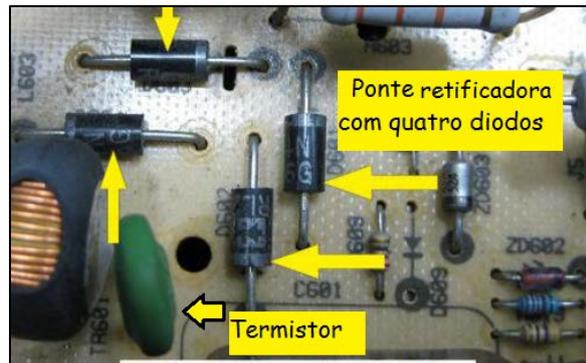


Figura 4 - Retificação com ponte integrada

Seja lá como for a ponte montada na placa do circuito, o esquema da mesma é o que vemos na figura 5 que você DEVE saber de “cabeça”. Ele será extremamente útil na hora que você precisar testar uma ponte integrada para saber se está defeituosa ou não.

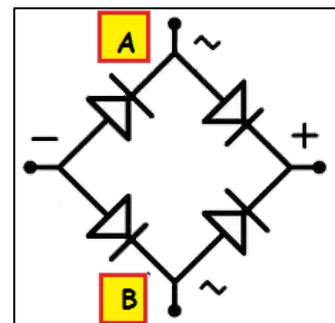


Figura 5 - Circuito de uma ponte retificadora

USANDO UM MULTÍMETRO DIGITAL NA ESCALA DE DIODOS

1. Coloque e mantenha a **ponteira vermelha** do multímetro no terminal marcado “-” na ponte e, em seguida coloque a ponteira preta do multímetro alternadamente nos terminais marcados com “~” (pontos A e B da figura 5). Assim se testa a **condução dos diodos à esquerda** na figura 5.
2. Coloque e mantenha a ponteira preta do multímetro no terminal marcado “-” na ponte e, seguida coloque a **ponteira vermelha** do multímetro alternadamente nos terminais marcados com “~” (pontos A e B da figura 5). Assim se testa a **não condução dos diodos à esquerda** na figura 5.
3. Coloque e mantenha a ponteira preta do multímetro no terminal marcado “+” na ponte e, seguida coloque a **ponteira vermelha** do multímetro alternadamente nos terminais marcados com “~” (pontos A e B da figura 5). Assim se testa a **condução dos diodos à direita** na figura 5.
4. Coloque e mantenha a ponteira preta do multímetro no terminal marcado “+” na ponte e, seguida coloque a **ponteira vermelha** do multímetro alternadamente nos terminais marcados com “~” (pontos A e B da figura 5). Assim se testa a **não condução dos diodos à esquerda** na figura 5.

Caso prefira utilizar um multímetro analógico utilizando as escalas de medir resistência fique atento, pois, na maioria deles, devemos inverter as ponteiros vermelha e preta para teste de diodos e transistores.

CAPÍTULO 2

A “porta de entrada” de TODAS as SMPS

Como eu disse no capítulo 1, TODA fonte chaveada começa com uma ponte retificadora e por isso, é primordial saber testá-la.

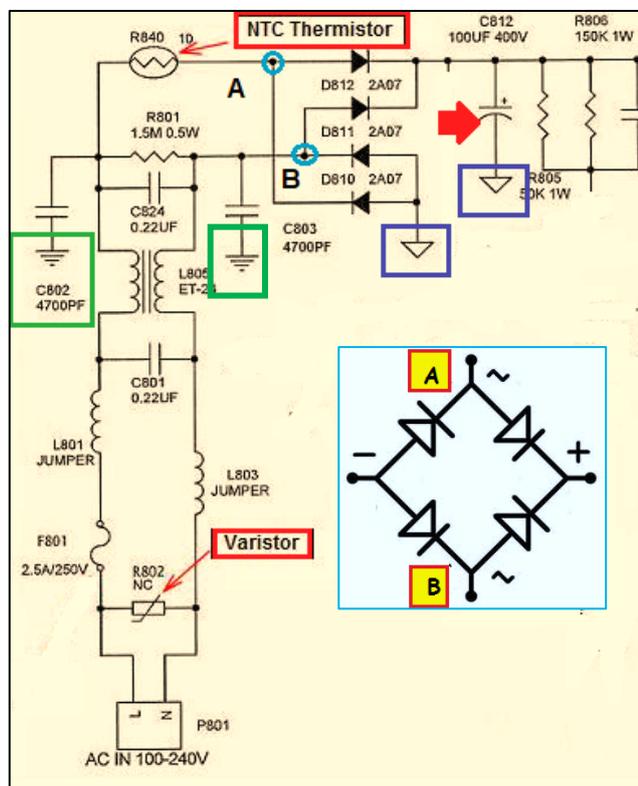


Figura 1 - Circuito de entrada de uma Fonte Chaveada

Começarei analisando a figura 1 que é a “entrada” de uma fonte chaveada.

Irei analisar ponto por ponto esta parte da fonte e mostrar que dependendo da “qualidade” do equipamento, alguns componentes podem ter sido omitidos.

Repare que repeti o desenho da ponte da figura 5 do capítulo 1 para ajudá-lo na análise.

Vamos ao passo a passo começando pelo começo: - a rede elétrica.

Logo na entrada temos, em paralelo com a tomada, o R802 identificado como **varistor**.

Nem sempre ele estará presente uma vez que ele “não faz falta” para a fonte funcionar. Ele um “mero” dispositivo de segurança ou proteção que só entra em ação quando ocorrem surtos de tensão elevados e muito rápidos na rede elétrica. É como um cinto de segurança, enquanto o carro não bater no muro ele não faz falta.

Eu escrevi um *post* no meu *site* falando sobre estes “seres” e vou reproduzi-lo no Apêndice 1 no final do livro. Sugiro fortemente que, depois você vá lá e leia (caso ainda não tenha lido no *site*).

A seguir vem o fusível. Acho que não preciso falar dele, não é?

De cada lado da rede temos L801 e L803 que, obviamente, são bobinas, mas ao lado está escrito *jumper*.

Estas duas bobinas, junto com C801, formam o primeiro estágio de um filtro de linha. Se o equipamento for “mais baratinho” o fabricante substitui as bobinas por *jumpers*, para economizar alguns *cents*, e dane-se o mundo!

Seguindo a linha de entrada encontraremos mais duas bobinas (L805), outro capacitor em paralelo (C824) um resistor de 1M5/0,5W (R801) e dois capacitores para “terra” (C802 e C803). Ufa! Acabou. Isso tudo é o filtro de linha.

que vai passar pelos pobres coitados dos diodos da ponte que, diga-se de passagem, devem ter uma especificação adequada para a chamada *in rush current*.

Em condições “normais” a resistência do NTC anda em torno de 10 Ohms, mas quando a *in rush current* passa, ele aquece (momentaneamente) e sua resistência diminui (coeficiente negativo de temperatura).

Aliás, eu acho que você deveria comprovar isso. É muito fácil e útil.

Coloque o multímetro na escala ôhmica (digital ou analógico, tanto faz) para medir um NTC e em seguida aqueça-o. Note que a resistência vai começar a diminuir e assim que você parar de “torturá-lo” a resistência vai voltando ao valor inicial.



Figura 2- Exemplo do circuito de uma fonte

acendeu mais forte que o Sol de meio dia? Se todas a resposta a todas a estas perguntas é: sim, então ...

Hora de arregaçar as mangas. Este fusível certamente morreu de *morte matada* e cabe a você, como um bom detetive, (porque é isto que um técnico reparador na verdade é) descobrir quem é o “assassino” que pode ter agido sozinho ou ser uma quadrilha.

Acho que vale a pena enumerar mais duas regras de Sherlock Holmes (adaptadas) antes que você comece a destruir o aparelho e depois chore lágrimas de sangue por não as ter seguido.

- ✓ **Nunca tente adivinhar. É um erro capital tentar fazer uma investigação sem ter dados concretos. Sem dados concretos começamos a torcer os fatos para se adaptarem as suposições.**
- ✓ **Depois de eliminar o impossível, aquilo que sobra, é a verdade.**

Refleta bem sobre estas duas regras que você, certamente, se tornará um bom técnico reparador.

Eureka: - tem diodo “ruim” na ponte retificadora

Se você encontrou algum (ou todos) diodos em curto ou aberto na ponte retificadora não saia correndo para trocá-la. Pode ter havido uma “chacina” e será necessário examinar todos os componentes cuidadosamente incluindo o transistor chaveador (falarei dele em outro capítulo) que, geralmente, está preso a um dissipador de calor.

Quando eu digo todos os componentes, são TODOS mesmo incluindo, portanto, os resistores próximos a cena do crime.

E neste ponto preciso chamar a sua atenção para algo muito importante.

|

CAPÍTULO 3

Para entender como funciona uma fonte chaveada

Vou começar este capítulo como uma pergunta.

Adoro este método de “ensino” atribuído a Sócrates, em que o aprendiz é estimulado a pensar.

A pergunta é: - Qual é mesmo o principal objetivo da fonte chaveada?

Eu falei sobre isso lá no capítulo 1: - reduzir o tamanho e o peso.

E qual o maior vilão neste caso? O transformador de força grandão e

pesadão.

Se
(de



Figura 1 - Exemplos de Chpper

Se você já andou “mexendo” em equipamentos “modernos” uns 20 anos para cá, mais ou menos) deve ter notado que

os transformadores passaram por uma “dieta” radical como vemos na figura 1.

Espero que tenha notado também que eles não são enrolados sobre núcleos de ferro laminado e sim em núcleos de ferrite, mas isto é só um detalhe. O que interessa mesmo é o que vem a seguir.

Notou também que eles **não são ligados diretamente à rede elétrica** como os trafos das fontes lineares?

|

O termo HOT quer dizer, neste caso, que o aterramento deste lado está referenciado à rede elétrica, portanto poderá dar choque se a tomada não for ligada corretamente, isto é, neutro no neutro e fase na fase.

Aqui cabe um pouco de nostalgia.

Antigamente (muito antigamente) quando os primeiros rádios valvulados chegaram aqui na terrinha, vindos dos “esteístes”, era comum, às vezes, levar-se choque quando se tocava na parte metálica do chassi.

A regra era: - inverte a tomada. Na verdade, o que se estava fazendo era inverter fase com neutro, colocando o neutro (que não dá choque) no chassi.

Voltando ao presente, a mesma coisa acontece com as fontes chaveadas, embora já haja uma preocupação, hoje em dia, para se “polarizar” as tomadas.

Quando ao termo COLD que aqui não deve ser traduzido como frio, quer dizer que este lado da fonte está isolado da rede elétrica, sendo assim seu “terra” é independente e por isso, costuma ser desenhado com uma simbologia diferente (geralmente a “vassourinha”).

Esta questão do isolamento entre os “terras” de cada lado da fonte foi uma outra questão que fez com que as fontes chaveadas demorassem um pouco a deslanchar comercialmente também os televisores com entrada de áudio e vídeo.

CAPÍTULO 4

Diodos retificadores e capacitores de filtro em uma SMPS

Quero tratar neste capítulo dos diodos retificadores e capacitores de filtro do secundário das fontes chaveadas, uma vez que no primário tudo continua igualzinho a uma fonte linear convencional, simplesmente porque a frequência é 120Hz.

Estranhou que eu escrevi 120Hz? Espero que não, caso contrário está na hora de reler o capítulo 1.

Com o chaveamento produzido no *chopper* com frequências cada vez maiores surge uma exigência com relação aos parâmetros dos diodos que irão retificar as ondas nos secundários do *chopper*.

Sim, porque nos secundários teremos tensões alternadas e senoidais, porque toda saída de transformador é senoidal e um *chopper* não deixa de ser um transformador apenas porque mudou de nome.

Entretanto, é aqui que a coisa complica, não estaremos mais retificando 60Hz e, portanto, os diodos não podem ser “lerdos” e responderem apenas até 400Hz como os retificadores “comuns”.

Diodos Fast, Ultra Fast e Schottky

As fontes chaveadas, que também podem ser chamadas de conversor DC-DC, começaram a exigir diodos retificadores capazes de cortar e conduzir mais rapidamente por conta da frequência em que elas trabalham e assim sugeriram os diodos Fast (rápido) e Ultra Fast (ultrarrápido) e Schottky.

Os dois primeiros ficam na categoria de junção PN junto com os retificadores convencionais, enquanto o Schottky utiliza processos de fabricação diferentes e cada um deles tem uma aplicação específica.

Para os retificadores convencionais *standard* existe uma família de diodos muito utilizada que é a **1N40xx** que não deve ser confundida com **UF40xx**.

A família **1N40xx** contempla diodos retificadores de aplicação geral, enquanto a família **UF40xx**, embora tenha as mesmas características no que se refere a tensão e corrente apresenta um detalhe importante que é o t_{rr} que nem é mencionado no *data sheet* para a família 1N40xx.

Hein! O que é esse “ t_{rr} ”, é isso que você queria perguntar?

Em inglês quer dizer *time reverse recovery* que trocando em miúdos significa **tempo de recuperação reversa**.

|

E daí?

Sem querer aprofundar muito nesta questão, pode-se entender o t_{rr} como o tempo que o diodo leva para voltar a conduzir depois que for submetido a uma polarização inversa.

E, por óbvias razões, este tempo começa a se tornar importante quando estamos retificando ondas de frequência muito alta como é o caso das que aparecem nos secundários do *chopper*.

Voltando aos diodos das famílias 1N40xx e UF40xx vamos dar uma olhada em parte dos *data sheets* de cada uma delas.

Aliás quero aproveitar para lhe lembrar que sem saber ler *data sheets* não dá mais para ser feliz!

Na figura 1 temos uma parte do *data sheet* da família 1N40xx e logo a seguir, na figura 2 está o *data sheet* da família UF40xx.

1N4001, 1N4002, 1N4003, 1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Unit
†Peak Repetitive Reverse Voltage Working Peak Reverse Voltage DC Blocking Voltage	V_{RRM} V_{RWM} V_R	50	100	200	400	600	800	1000	V
†Non-Repertitive Peak Reverse Voltage (halfwave, single phase, 60 Hz)	V_{RSM}	60	120	240	480	720	1000	1200	V
†RMS Reverse Voltage	$V_{R(RMS)}$	35	70	140	280	420	560	700	V
†Average Rectified Forward Current (single phase, resistive load, 60 Hz, $T_A = 75^\circ\text{C}$)	I_O	1.0							A
†Non-Repertitive Peak Surge Current (surge applied at rated load conditions)	I_{FSM}	30 (for 1 cycle)							A
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J T_{stg}	-65 to +175							$^\circ\text{C}$

Figura1 - Data sheet dos diodos 1N40xx

MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)									
PARAMETER	SYMBOL	UF4001	UF4002	UF4003	UF4004	UF4005	UF4006	UF4007	UNIT
Maximum repetitive peak reverse voltage	V_{RRM}	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum RMS voltage	V_{RMS}	35	70	140	280	420	560	700	V
Maximum DC blocking voltage	V_{DC}	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum average forward rectified current 0.375" (9.5 mm) lead length at $T_A = 55\text{ }^\circ\text{C}$	$I_{F(AV)}$	1.0							A
Peak forward surge current 8.3 ms single half sine-wave superimposed on rated load	I_{FSM}	30							A
Operating junction and storage temperature range	T_J, T_{STG}	- 55 to + 150							$^\circ\text{C}$

Figura 2 - Data sheet dos diodos UF40xx

Se você comparar as duas tabelas verá que não há nenhuma diferença entre os parâmetros e, apressadamente, poderá concluir que são “equivalentes” e um pode substituir o outro.

Neste momento preciso invocar mais uma regra de Holmes:

Nada é tão importante quanto os detalhes. Nunca confie em generalizações, concentre-se nas miudezas.

O que está regrinha, aparentemente ingênua, está a nos dizer é que devemos esmiuçar um pouco mais. Que tal olhar a figura 3?

PRIMARY CHARACTERISTICS UF 40xx	
$I_{F(AV)}$	1.0 A
V_{RRM}	50 V, 100 V, 200 V, 400 V, 600 V, 800 V, 1000 V
I_{FSM}	30 A
t_{rr}	50 ns, 75 ns
V_F	1.0 V, 1.7 V
$T_J \text{ max.}$	150 °C
Package	DO-204AL (DO-41)
Diode variations	Single die

Figura 3 - Uma informação importante

Notou que na tabela da figura 3 apareceu o tal do t_{rr} ?

Também com o destaque que eu dei só não nota quem é cego.

Espero que eu não precise usar argumentos mais fortes para lhe convencer que não devemos utilizar algum 1N40xx onde havia um UF40xx ou, no popular, eles não são equivalentes como dizem por aí.

Dentro desta lista de “novos diodos” há ainda um que costuma aparecer na retificação das ondas dos secundários dos *choppers* que é o **diodo Schottky** que não deve ser confundido com **Schokley** que é um tiristor.

Lembre-se de Sherlock Holmes: - “Nada é tão importante como os detalhes”.

Embora ele esteja “misturado” com a turma dos *fast* e *ultra fast* a construção do **diodo Schottky** não se baseia na junção PN dos “outros”.

Não me estenderei aqui nestas questões de fabricação de diodos, mas não posso deixar de mencioná-las para chamar sua atenção que não dá mais para **trocar diodos de qualquer maneira** ou pensando apenas em tensão e corrente.

Capacitores eletrolíticos: CUIDADO COM ELES

Há um ditado popular que diz: - dize-me com quem andas e eu te direi quem és.

Eu poderia adaptá-lo para a reparação de equipamentos eletrônicos modernos da seguinte forma: - dize-me que capacitores eletrolíticos estás usando e eu te direi que técnico és!

Se você ainda compra eletrolíticos apenas pela capacitância, tensão de trabalho e, principalmente, **preço**, está na hora de mudar de ideia.

Embora custar mais caro não seja sinônimo de qualidade, muito barato, com certeza, é falta dela.

Os eletrolíticos utilizados no primário da fonte, ou seja, no filtro após a retificação da ponte, não são muito críticos com relação a outros parâmetros além da capacitância e tensão de trabalho.

Isto se o que estiver escrito no corpo dele for verdade.

Vai comprar eletrolíticos deste tipo, leve o capacímetro com você.

Certamente você já deve ter ouvido falar que medir capacitância não ajuda muito.

Sim e não, aí depende.

Se você pegou um capacitor novo e a capacitância está muito abaixo do valor nominal eu diria que “há algo de podre no reino da Dinamarca” e é melhor desconfiar do que pagar para ver.

|

Qual o valor “correto” para a ESR?

Esta é uma pergunta que sempre aparece entre os técnicos reparadores quando estão discutindo sobre capacitores eletrolíticos.

Eu diria que existem dois valores a considerar: um para o capacitor novo e outro para o capacitor “idoso” e com alguns anos de serviços prestados ao circuito.

E qual o valor que se deve considerar ao medira a ESR para saber se está “ruim”?

Primeiramente precisaríamos saber qual o valor da ESR especificada pelo fabricante o que você poderá obter no *data sheet* do referido capacitor. Isso mesmo capacitores também têm *data sheets* (quando o fabricante é honesto).

Existem pelo menos três tipos de eletrolíticos no que se refere a ESR: os “normais”, os de **low ESR** (baixo ESR) e os de **ultra low ESR** (ultrabaixo ESR).

Eu sugiro que você olhe no corpo do capacitor se há alguma especificação quanto a este tipo e saiba que se o fabricante do equipamento usou um tipo *ultra low*, que é bem mais caro, não foi por questões altruístas e sim, porque o circuito é crítico. Eu, se você, respeitaria isso.

Além da questão da qualidade a ESR depende também da capacitância e da tensão de trabalho.

Creio que eu fui uma das primeiras pessoas aqui no Brasil e levantar esta polêmica sobre o ESR e por volta do ano 2000 comprei o kit 7204 para

|

É comum, pelos fóruns por aí, ver “técnico” perguntando pelo equivalente ou substituto do transistor “XPTO” que ele não acha para comprar na quitanda da esquina.

Esse pessoal ainda está vivendo no século passado onde existiam as tais tabelinhas de equivalentes encontradas nas lojas e bem surradas de tanto que eram manuseadas pelos vendedores.

Aloooooo! Isso não existe mais, estamos no século XXI!

FETS e MOSFETS: - decifrem-nos ou te devoramos!

Embora os FETs não sejam semicondutores muito usados em fontes chaveadas e sim os MOSFETs, começarei por eles para facilitar o entendimento antes, porém mostrando um quadro geral sobre eles

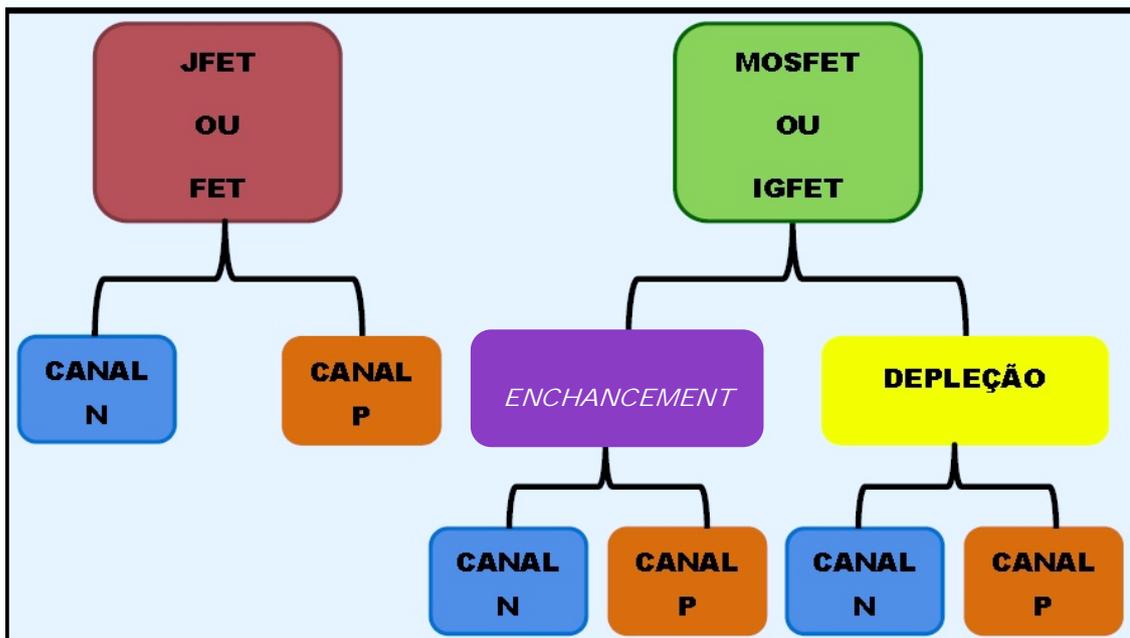


Figura 1 - Quadro geral sobre Fets e Mosfets

A primeira coisa que eu quero é que você observe é que os MOSFETs, diferentemente dos FETs, não se dividem apenas em Canal N e Canal P.

Além de “pensar” no tipo de canal, precisamos nos preocupar com o modo de operação que pode ser **enhancement** ou **depleção**.

Esta “sútil” diferença pode ser percebida olhando a simbologia de cada um que vamos conferir nas figuras 2 e 3. Eu trato disto no capítulo 16 do meu e-book Eletrônica para Estudantes, Hobistas & inventores, mas vou dar uma *palinha* aqui para você não ter que interromper a leitura agora.

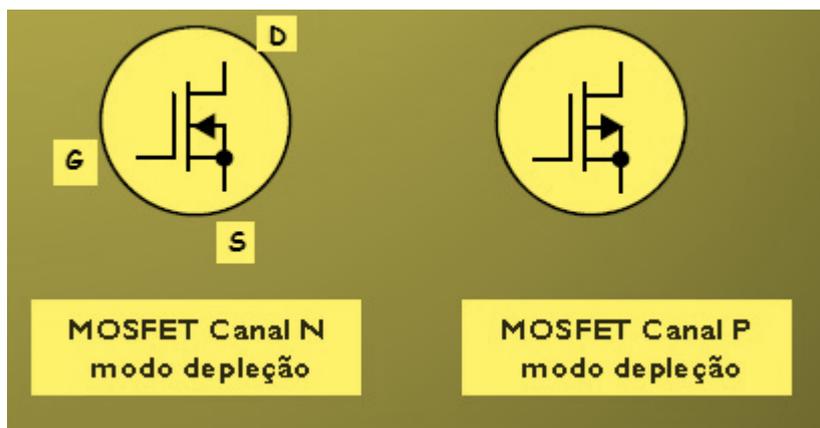


Figura 2 - Simbologia MOSFET - D

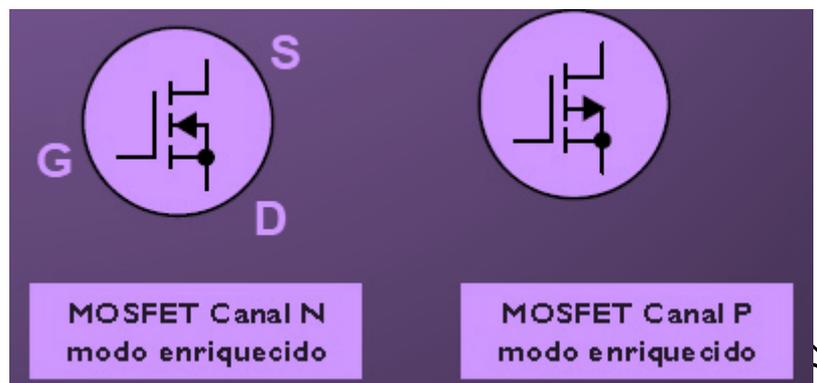


Figura 3- Simbologia MOSFET - E

Ainda tem dúvida?

Pense um pouquinho. Se a chave que vai ligar e desligar o *chopper* (o MOSFET) já estiver previamente fechada como ocorre num D-MOSFET não haverá variação de campo magnético no *chopper* e como consequência a fonte vai ficar “parada”.

Convido você a pegar alguns esquemas de fontes chaveadas e dar uma olhada no MOSFET que está sendo usado, mas cuidado com a “pegadinha” da figura 4.

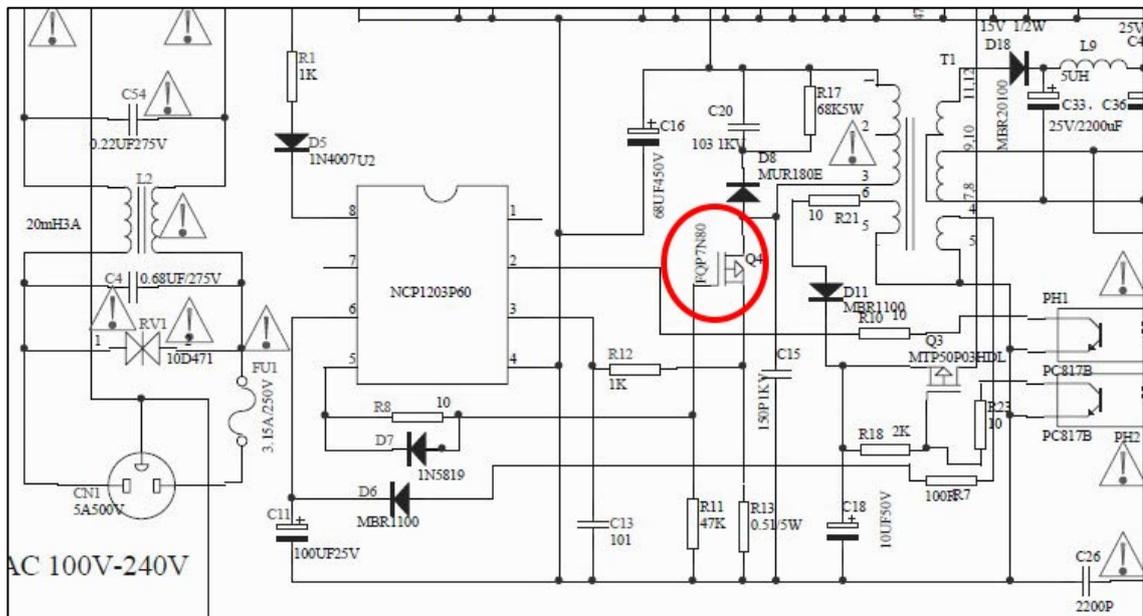


Figura 4- Símbolo do MOSFET errado

Repare que neste esquema o MOSFET foi desenhado como modo depleção, (linha contínua no *gate*), mas deveria ser modo *enhancement* (linha pontilhada). Para completar a lambança, colocaram um Canal P (seta para fora) onde é Canal N (seta para dentro). Por isso, eu sou fã do jogo dos setes erros!

Não acredita que o desenho está ERRADO?

|

Tempos de chaveamento nos MOSFETS:

- Parâmetros importantes

As informações que serão discutidas agora não são importantes apenas para MOSFETS, mas para qualquer transistor que opere em chaveamento de sinais.

É um assunto espinhoso e exige atenção para entender a nomenclatura e

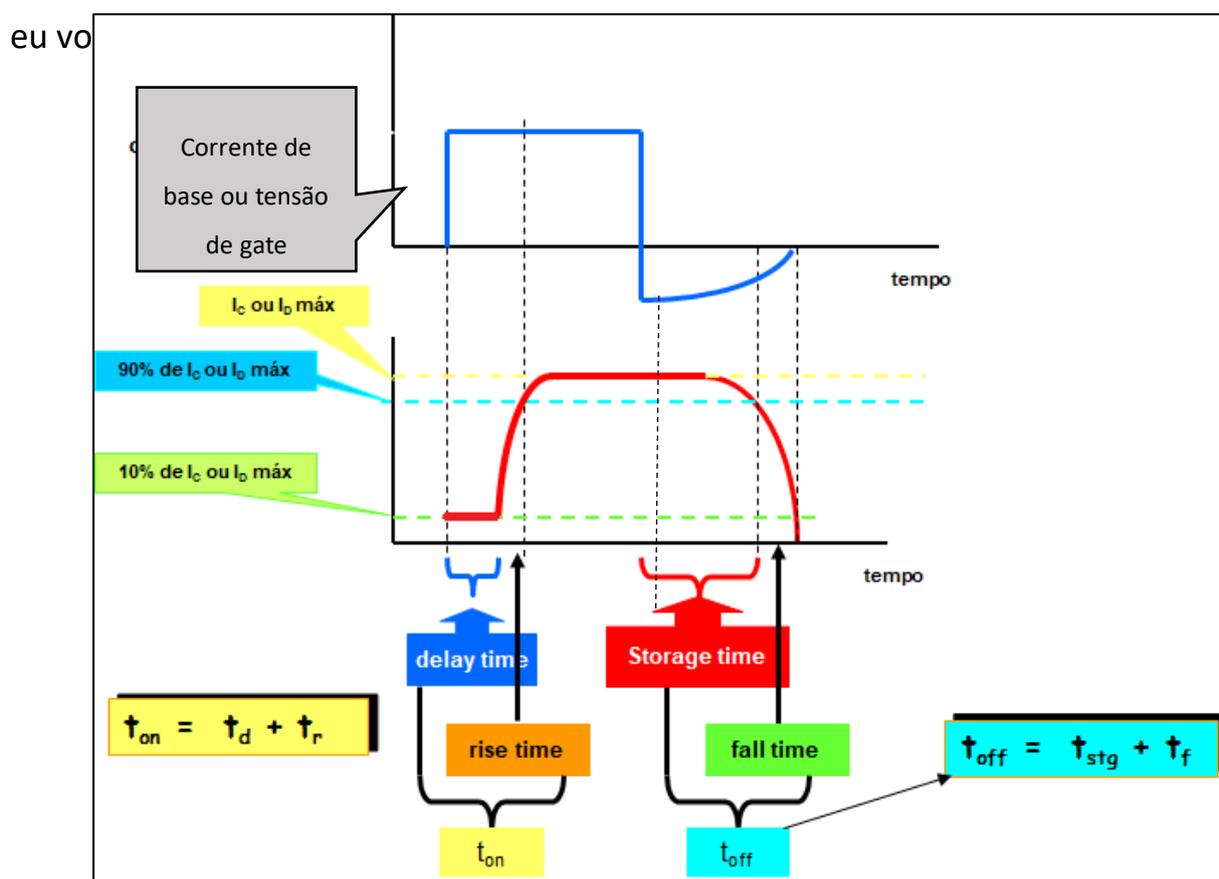


Figura 6 - Tempos de chaveamento de um transistor

Este gráfico pode ser utilizado tanto para transistores bipolares quanto MOSFETS, para a nomenclatura que você encontrará nos *data sheets* de transistores de chaveamento é a mesma.

Observe um pedaço do *data sheet* do E-MOSFET **FPQ7N80** e identifique na

Switching Characteristics		CARACTERÍSTICAS DE CHAVEAMENTO				
$t_{d(on)}$	Turn-On Delay Time	$V_{DD} = 400\text{ V}$, $I_D = 6.6\text{ A}$, $R_G = 25\ \Omega$	--	35	80	ns
t_r	Turn-On Rise Time		--	80	170	ns
$t_{d(off)}$	Turn-Off Delay Time		--	95	200	ns
t_f	Turn-Off Fall Time		(Note 4, 5)	--	55	120
Q_g	Total Gate Charge	$V_{DS} = 640\text{ V}$, $I_D = 6.6\text{ A}$, $V_{GS} = 10\text{ V}$	--	40	52	nC
Q_{gs}	Gate-Source Charge		--	8.5	--	nC
Q_{gd}	Gate-Drain Charge		(Note 4, 5)	--	20	--

Figura 7 - Características de chaveamento de um transistor

tabela da figura 7 os tempos de chaveamento que acabamos de discutir.

É assim que se procura um transistor para substituir, não é perguntando para mim!

|

CAPÍTULO 6

Algumas dicas para iniciar a reparação

Se você está pensando que eu vou lhe dar uma listinha de marcas, modelos e peças a trocar, pensou errado.

O que eu pretendo neste capítulo de encerramento do volume 1 é discutir algumas questões básicas de reparação, em particular, de fontes chaveadas ou conversores DC-DC de um modo geral.

A primeira delas não poderia deixar de ser, é avisar aos iniciantes (ou não) que “sem lâmpada série não dá para ser feliz”.

E se você não sabe ou tem dúvidas sobre o uso das LS dê uma olhada no apêndice 3.

No capítulo 3 eu alertei para os “dois lados” da fonte: o HOT e COLD e aqui quero enfatizar que você tem que tomar muito cuidado ao colocar a ponteira negativa dos multímetros ou a garra jacaré do osciloscópio e não “misturar” as coisas.

Em outras palavras, você não pode medir tensões ou analisar formas de onda do secundário usando o “terra” do lado HOT e vice-versa.

Na melhor das hipóteses a leitura vai dar errada.

E na pior das hipóteses? Talvez você tenha que comprar um novo instrumento, isso se a fonte sobreviver incólume!

As medidas do lado HOT devem ser feitas usando como referência o negativo do capacitor de filtro ligado a ponte retificadora.

Quanto a garra jacaré do osciloscópio certifique-se que não há diferença de potencial entre ela e *ground* do lado HOT.

O bom mesmo é trabalhar usando um transformador de isolamento ao qual ligaremos o equipamento que está na “mesa de operação”.

Se vai fazer medidas de resistência certifique-se que o “moribundo” está DESLIGADO da tomada e que o capacitor de filtro grandão está descarregado.

E por falar em descarregar o capacitor de filtro não use o método dos “antigos” mostrado na figura 1 que consiste em “fechar um curto” entre os terminais dele com uma chave de fenda.



Figura 1 - Como não se deve descarregar um capacitor

APÊNDICE 1

Para que serve um varistor



Figura 1

Certamente você já encontrou em algum equipamento uma “pecinha” localizada próxima à entrada da rede com o aspecto de um capacitor de poliéster como vemos na fig.1.

É possível também que nesta região existam, além do fusível, algumas bobinas, capacitores e talvez um NTC, entretanto a “pecinha” da figura 1 (às vezes pode ser amarela) não é um capacitor e sim um varistor que costuma atender também pelo “apelido” de MOV ou SIOV.

Aliás, já que mencionei o NTC é importante que você não o confunda com o varistor já que fisicamente são parecidos (geralmente pretos ou verdes).

Mas, para que serve um varistor, é o que o menos experientes devem estar querendo saber.

O varistor ou MOV é na verdade um VDR, isto é, um resistor dependente da voltagem, e eu diria que ele poderia ser chamado de “anjo da guarda” dos equipamentos eletrônicos e já explicarei por que.

Quando eu digo “anjo da guarda” estou querendo dizer “dispositivo de proteção”. Mas, isto não é a função do fusível?

corretamente a tomada brasileira que manda ligar o vivo no vivo e o neutro no neutro!).

Se surgir um transiente de alta tensão na rede, mesmo que num intervalo de tempo extremamente pequeno, a resistência do varistor deverá cair instantaneamente para um valor próximo de zero fazendo com que o fusível abra (“queime”) pela alta energia nele e deste momento em diante a fonte não recebe mais tensão da rede graças ao “anjo da guarda *the flash*” chamado varistor.

Reparando a fonte da impressora Lexmark E-260N

Para ilustrar a importância do varistor em um equipamento vou contar um “caso” verídico que aconteceu comigo recentemente e me inspirou para escrever este *post*.

Recentemente fui “convocado” para reparar uma impressora Lexmark E-260N que estava “mortinha da silva”, ou seja, não acendia nem um *ledzinho* para mostrar que ainda havia um sopro de vida naquela impressora enferma.

O dono não sabia o que tinha acontecido. Chegou segunda feira para trabalhar e encontrou a “defunta” lá. Certamente o crime ou a morte súbita tinha ocorrido no final de semana, portanto sem testemunhas.

Minha primeira providência, obviamente, foi trocar o cabo de força por um comprovadamente bom porque não costumo começar a procurar chifres em cabeça de burro e parafraseando uma antiga

Expressando meus pensamentos e partindo para o confronto

X#*&&!, tenho mesmo que desmontar esta %90w9i%%3 impressora e se não há remédio, então remediado está.

Mãos à obra. Depois de retirar várias partes do gabinete e *trocentos* parafusos a fonte apareceu e o fusível também do ladinho da tomada de força como se vê na figura 4.



Multímetro na mão, na escala de continuidade, ávido para não ouvir o apitinho e faturar o meu. Estava lá, #4%(@*, o maldito apitinho denunciando, para minha tristeza, que o “o fuzil tava bão”.

Antes de sentar e começar a chorar feito criança que perdeu seu brinquedinho novo, resolvi “esticar” meu olhar pela placa e encontrei

Ansioso para descobrir se era crime ou suicídio, soldei um pedacinho de fio *jampeando* o fusível e liguei a encrenca, através da lâmpada série, é claro, que eu não sou bobo.

Bingo! A lâmpada só não acendeu mais forte porque sua potência era 60W.

Conclusão: - não foi suicídio, foi crime mesmo. Será que o “*descon*” (assassino) deixou evidências? (já perceberam que eu sou aficionado de *Criminal Minds*).

Todo técnico reparador deve ter uma veia de investigador o que inclui olfato e olhar apurado.

Veja só na fig. 6 o que encontrei após seguir a trilha que saia do fusível “queimado”.

A região carbonizada escondida entre os dois capacitores azuis do filtro de linha colados um ao outro, não deixava dúvida que o crime tinha sido realizado por um surto na rede elétrica no final de semana e, portanto, sem testemunhas. Mas, não existe crime perfeito.

Se olharmos a figura 6 onde está a seta vermelha veremos uma peça preta. Na verdade, era um encapsulamento em espaguete termo retrátil onde os varistores costumam ser “escondidos” pelos fabricantes.

Sua função é suprimir ou pelo menos reduzir os ruídos indesejáveis que “viajam” pela rede elétrica e são prejudiciais não apenas ao equipamento, mas a própria rede.

Estes ruídos se dividem em dois tipos: EMI – Interferência Eletromagnética e RFI – Interferência por Rádio Frequência.

O primeiro, na faixa de 150kHz a 30MHz “caminha” pelas trilhas e fios do circuito, enquanto o segundo se “espalha pelo ar”, pois fica entre 30MHz e 1GHz.

A turma da velha guarda de reparadores, se estiver lendo este *post*, deve lembrar das blindagens, quase sempre obrigatórias, nas primitivas fontes chaveadas dos saudosos vídeos cassetes que garantiram o sustento de muitos técnicos por vários anos.

Antes de analisar os componentes do filtro de linha da figura1 e, em particular, os capacitores, que são o objeto deste artigo, quero que você preste atenção nos diversos triângulos com um ponto de exclamação que aparecem no circuito.

Você sabe o que eles significam?

Este símbolo é usado para indicar que se trata de componente crítico e que portanto, as especificações devem ser seguidas ao pé da letra quando for necessária a substituição no reparo do equipamento.

Agora foque seu olhar nos capacitores no circuito da fig.1 e note que uns estão identificados com “CX” e outros com “CY”. Você sabe qual a diferença entre o “tipo X” e o “tipo Y”?

eis que surgem os capacitores denominados classe X e classe Y.

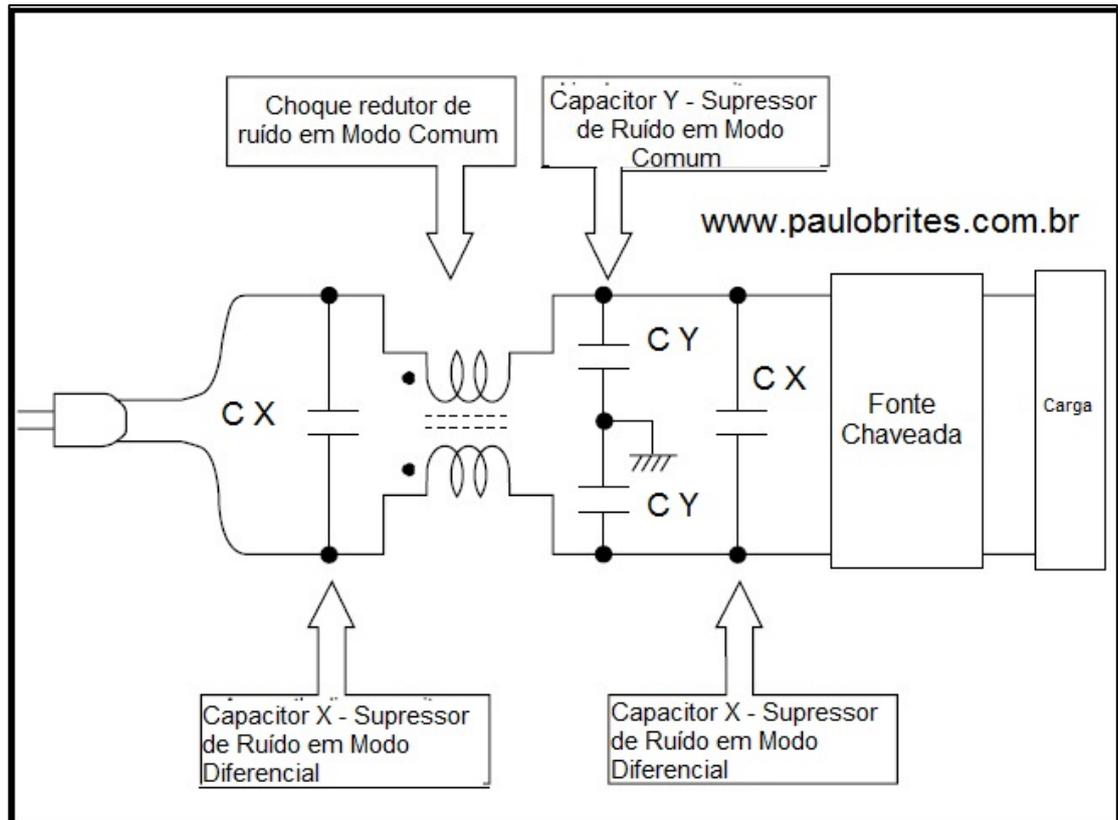


Figura 5 - Circuito utilizado como filtro de linha

A diferença entre a maneira como estes capacitores são ligados é que os capacitores para redução do ruído diferencial (CX) são ligados entre as duas linhas de alimentação (fase-neutro, ou fase-fase), enquanto os que pretendem eliminar o ruído em modo comum (CY) são ligados entre cada linha de alimentação e o *ground* (*terra de verdade*).

As especificações de CX e CY

Antes de prosseguir quero analisar com você a tabela da fig.6 que é um recorte da lista de peças denominada “*safety parts*” de um tv LCD

Object/part No.	Manufacturer / Trademark	Type / Model	Value / Rating	부품 Marking (상표)	standard	mark(s) of conformity)
X-cap. (CX101, CX102)	Pikor	PCK2 337	275V (CX101- Max 0.22uF, CX102- Max 0.47uF)	PCK2 337	IEC 60384-14 UL1414	
	SUN-IL	436D		436D	E199061/ E311052 IEC 60384-14-2'nd edition	
	Europtronic	NPX		NPX	IEC 60384-14 UL 1414	
	OKAYA	LE		LE	IEC 60384-14 UL 1414	
Y Cap., Optional (CY101, CY102, CY103, CY104)	Samwha	SD	Min 250V / Max 470pF	SD471K	IEC 60384-14	
	Apex Intec	KK		KK471K		
	DONG IL	DA		DA471k		
	YIKANDON	CT81		CT81 471K		
	HONGMING	DCF		DCF471k		
	MURATA	KX		KX471K		
	TDK	CD		CD471K		

Na primeira coluna observe que temos duas classes de capacitores, X-cap e Y-cap.

Na segunda coluna temos a relação de fabricantes sugeridos para estes capacitores e na terceira o código do capacitor de acordo com o fabricante escolhido. Na quarta coluna temos os valores de capacitância.

A penúltima coluna nos diz o padrão de segurança adotado e finalmente a última trás vários logos que provavelmente você já viu nas etiquetas dos aparelhos e sobre os quais falarei mais adiante.

Ainda sobre estes capacitores vale observar que eles são fabricados em algumas subcategorias ou subclasses como mostrado a seguir.

Os capacitores classe X se subdividem em X1, X2 e X3 com as seguintes especificações com relação a tensão de pico suportada:

X1 tensão de pico maior que 2500V e menor que 4000V

X2 – tensão de pico igual ou abaixo de 2500V (os mais comuns)

X3 – tensão de pico igual ou abaixo de 1200V

Para os capacitores da classe Y temos quatro subclasses: Y1, Y2, Y3 e Y4 com as seguintes especificações:

Y1 – usados com tensões até 500VAC

Y2 – usados com tensões até 300VAC

Y3 – usados com tensões até 250VAC

Y4 – usados com tensões até 150VAC

Os padrões de segurança

Os padrões de segurança de componentes eletroeletrônicos são especificados mundialmente por algumas agências não governamentais que estabelecem as normas de testes que devem ser adotadas pela indústria em conformidade com as legislações de cada país.

Na tabela abaixo temos a relação das cinco principais agências e seus respectivos padrões de segurança. Agora você já sabe o que significam aqueles logos “estranhos” que aparecem nas etiquetas dos aparelhos bem como em alguns componentes.

PAÍS	PADRÃO DE SEGURANÇA	LOGO DE APROVAÇÃO
U.S.A.	UL 60384-14	
Canada	CSA E384-14	
U.S.A. and Canada	Combination Mark (UL 60384-14 + CSA E384-14)	
China	CQC	
Europe	EN 60384-14 and IEC 60384-14	

Por que é preciso saber isto?

É pouco provável que você se depare com alguns destes capacitores defeituosos e precise substituí-los, mas é importante saber que capacitores “não são todos a mesma coisa” e foi por isso que resolvi incluir este assunto na série Cada Macaco no Seu Galho.

E se precisar trocar, onde comprar?

Fora do Brasil eu poderia lhe indicar algumas empresas como Mouser ou Farnell entre outras, mas por aqui acho difícil.

Vai ser mais fácil recorrer a alguma sucata, mas agora você já com o que se preocupar na hora da escolha e não vai trocar X por Y ou vice-versa.

Gostou do artigo? Deixe seus comentários e divulgue para os seus colegas de profissão, não guarde para si o que você aprendeu. Compartilhe!

APÊNDICE 3

Lâmpada Série no século XXI

Não é de hoje que eu escrevo sobre este assunto e estou convencido que, de vez em quando, é preciso reativá-lo na cabeça dos técnicos; por isso, mesmo correndo o risco de ser chamado de velho razinza que repete sempre a mesma ladainha, volto a tratar dele no meu *blog*.

Quero aproveitar também para dar uma dica e resolver o problema surgido com a descontinuidade de fabricação das lâmpadas incandescentes que constituem o “coração” da nossa imprescindível lâmpada série na bancada.

Como era antigamente?

A turma da velha guarda foi treinada a usar lâmpada série, e os técnicos de *old times* sempre tinham em suas bancadas um soquete com uma lâmpada de 100 ou 150 W para ligar amplificadores e televisores “queimadores” de fusíveis que chegavam para conserto.

De repente, não sei por que, parece que à medida que os aparelhos foram ficando mais modernos, a “gloriosa” lâmpada série (como diria certo apresentador de TV) parece que também foi ficando *démodé* e alguns técnicos começaram a alegar: - não uso porque não funciona nos televisores com fonte chaveada!

E de onde saiu este mito?

Certamente da falta de conhecimento teórico, isto é, fazer as coisas pela prática (leia-se *chutômetro*), mas sem saber porque está fazendo.

Talvez aqui caiba uma pergunta: - você sabe como funciona uma lâmpada série?

Em princípio, poderíamos dizer que a lâmpada série é uma espécie de fusível que não queima.

Como assim, fusível que não queima! Que história é essa?

Todo mundo sabe que o fusível (não confundir com fuzil) é aquele “carinha” que fica logo na entrada do circuito de modo que toda a corrente do aparelho tem que passar por ele, ou seja, ele fica **em série** com o circuito, quer seja no aparelho ou na casa da gente (aí costuma ser chamado de *disjuntor*).

Ele é dimensionado para suportar uma determinada corrente e se esta corrente for maior que o previsto pelo projetista ele se romperá por aquecimento (ainda bem).

Vale a pena lembrar aos novatos (só aos novatos mesmo?) que **nunca, jamais, em tempo algum** se deve trocar um fusível “teimoso” que “insiste” em queimar sempre, por outro “mais forte” (a menos que você esteja fazendo treinamento para incendiário!).

Considerando que o fusível que “queimou” estava com o seu valor em ampères igual ao especificado pelo fabricante significa que os “ampères” (corrente) que passaram por ele estavam acima do normal, ou seja, há uma sobrecarga ou curto circuito no aparelho.

Qual a diferença entre curto circuito e sobre corrente (*over current*)?

Bem, um curto circuito é circuito curto (sem trocadilhos), ou seja, um circuito de resistência **zero** (aquilo que você tem no bolso no final do mês) o que faz a corrente tender a um valor muitíssimo alto (as contas a pagar).

Uma **sobre corrente** (*over current*) ocorre quando a resistência do circuito fica abaixo do normal, mas não é zero e portanto, a corrente ficará **mais alta** que o especificado, mas, não necessariamente, se tornará muitíssimo alta de repente.

É comum ouvirmos nos noticiários – o incêndio pode ter sido provocado por um curto circuito que começou no aparelho de ar condicionado e blá, blá, blá. E aí cabe uma perguntinha: e o disjuntor não desarmou imediatamente por quê?

Para ficar mais fácil de entender, **o curto circuito** é um infarto fulminante, enquanto a **sobre corrente** é provocada por uma **sobre carga** é aquela doença “invisível” que mata devagar.

E como a lâmpada série pode ajudar no reparo de aparelhos eletrônicos?

Se ao ligarmos o aparelho através da lâmpada série e ela acender com seu brilho “normal” significa que **há um curto** e obviamente você deverá procurá-lo antes de ligar o aparelho diretamente à rede (a menos que você seja acionista da fábrica de fusíveis).

Nos aparelhos modernos esta tensão mínima costuma ser 90 ou 100V, logo com 60 V, como no exemplo acima, a fonte não vai partir.

Entendeu agora porque a lâmpada série não funcionou?

E como resolver isso?

Muito simples.

A regra de ouro da lâmpada série

Basta **usarmos uma lâmpada série com potência cerca três vezes a** potência do aparelho para conseguirmos que cerca de 80% da tensão rede alimente o aparelho o que deve ser suficiente para a fonte partir (80% de 127 V nos dá 101 V).

Assim, no nosso exemplo a potência da lâmpada deveria ser de 300 W o que fará com que apareça mais tensão sobre a carga (televisor) e menos tensão na lâmpada que praticamente não deverá acender se o aparelho estiver funcionando corretamente.

Uma dúvida que quase todo mundo tem

No parágrafo acima foi dito que se o televisor consumir 100 W e for ligado em série com uma lâmpada de 300 W teremos “mais tensão no televisor e menos lâmpada”. Você entendeu bem isso?

Quanto **maior a potência da lâmpada menor será a sua resistência** e como a lâmpada está em série com o aparelho em teste a corrente que circulará na lâmpada será a mesma que circulará no aparelho.

E se não conseguir comprar lâmpadas incandescentes?

As lâmpadas incandescentes estão descontinuadas, ou seja, não são mais fabricadas, portanto corra para comprar onde ainda tem estoque antigo e faça as suas reservas.



Outra opção é utilizar **lâmpadas halógenas** com soquete E27 que funcionam de modo similar às incandescentes, pois ambas têm filamento resistivo e isso é que importa no caso da lâmpada série.

Um cuidado especial é quanto à potência destas lâmpadas. Encontrei três potências da marca OSRAM com indicações 42 W ~ 60 W, 70 W ~ 100 W e 100W ~ 150W.

Considere as os valores mais baixos de potência (42, 70 W e 100W) e não os valores mais altos.

O que fabricante está querendo dizer é que uma lâmpada halógena de 42 W, por exemplo, equivale em termos de iluminação a uma incandescente de 60 W, a de 70W equivale a uma de 100W, entretanto o que importa, no nosso caso, é o valor “verdadeiro” e não o equivalente em termos de iluminação.