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

www.paulobrites.com.br

O que todas as pessoas precisam saber sobre ELETRICIDADE

Paulo Brites

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

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)!

Brincadeirinhas 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 d 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

L E I A

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) !*

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

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.

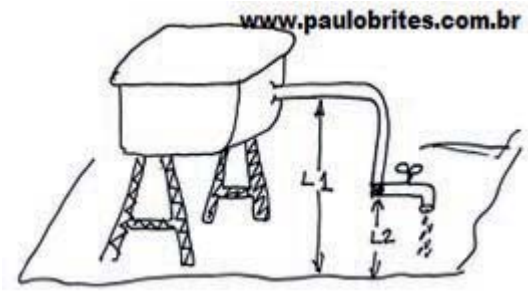


Fig. 1 - Um modelo hidráulico
para entender o que é tensão e corrente

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

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

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

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 e 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 e 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".

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

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 relembrar 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

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

CAPÍTULO 5

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

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.

COMO SABER QUEM É A FASE E O NEUTRO

Uma maneira que os eletricistas "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

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

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*!*

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

CAPÍTULO 6

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

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!).

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

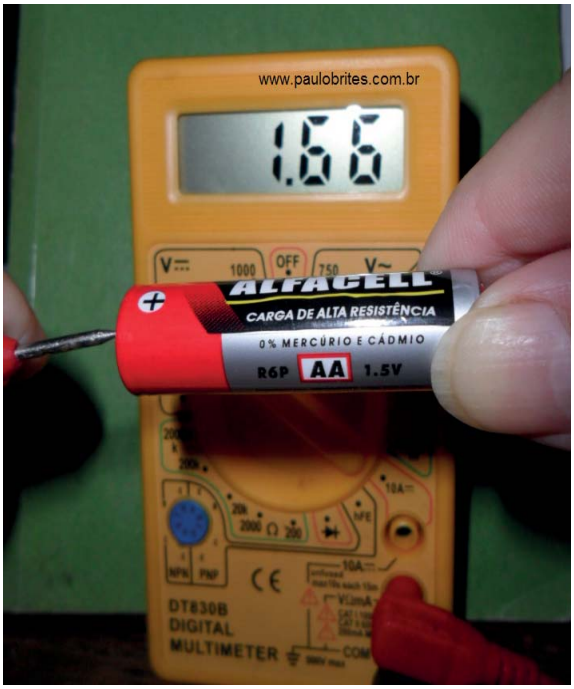


Fig. 6 - Medindo a tensão de uma pilha.

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 ponteiras do multímetro devemos prestar atenção a este fato, caso contrário aparecerá o sinal negativo

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

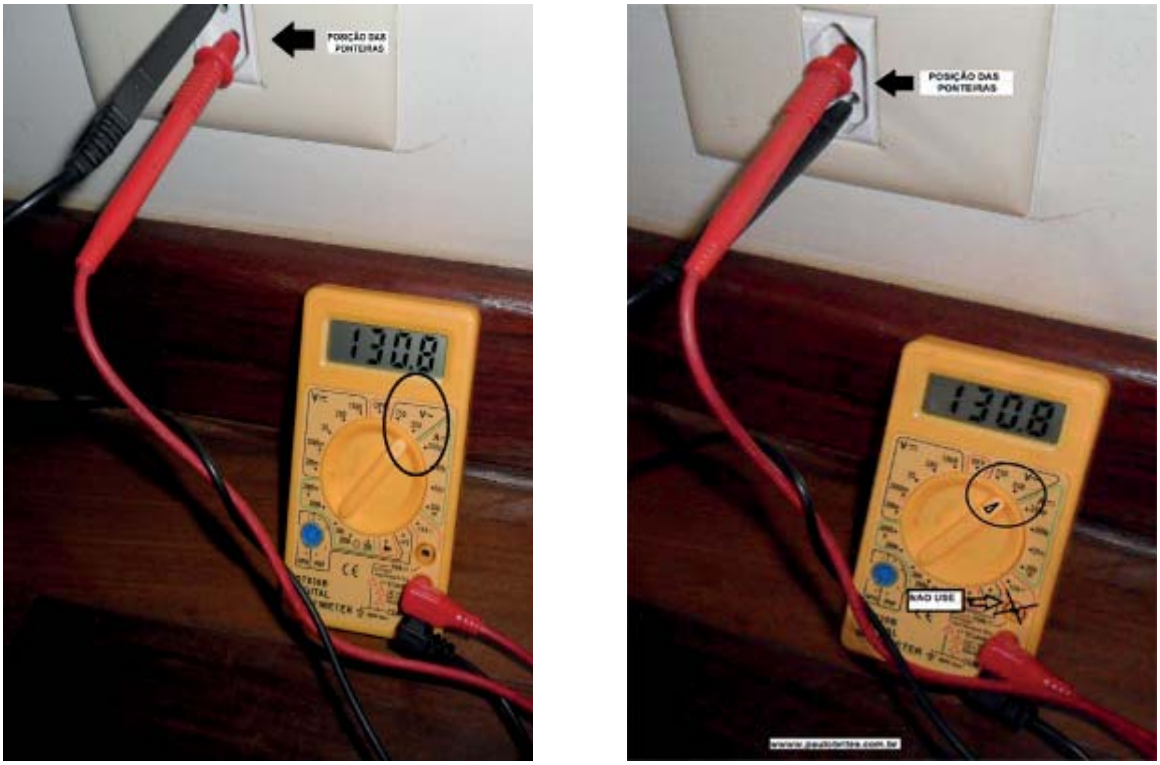


Fig. 9 - Medida da tensão em uma tomada.

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.

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

CAPÍTULO 7

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

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!

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.

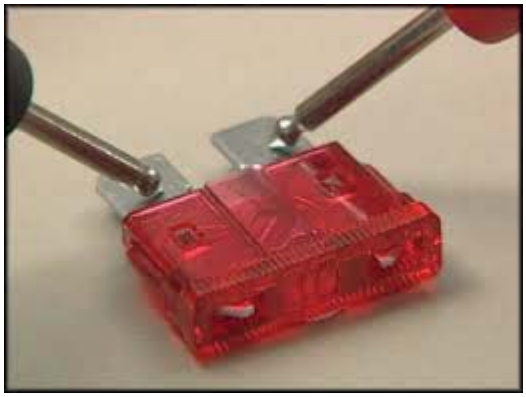


Fig. 6 - Testando um fusível de automóvel

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

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 buzininha (se tiver uma).

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

CAPÍTULO 8

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

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

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.

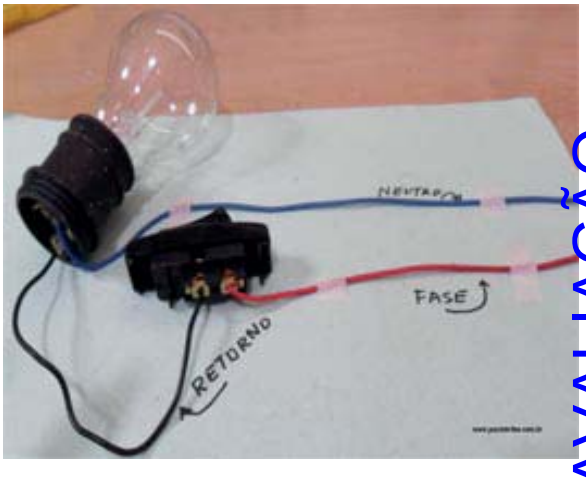


Fig. 1 - Circuito mostrando a montagem de um interruptor

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.

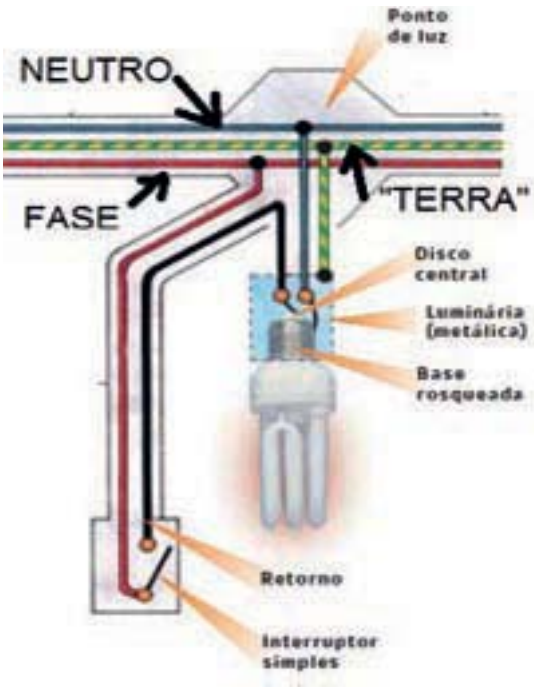


Fig. 2 - Instalação de um interruptor com fiação embutida

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

CAPÍTULO 9

Vamos falar um pouco sobre pilhas, baterias e recarregadores

.

Um item cada vez mais presente em nossas vidas.

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

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 do 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

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

Um dos itens mais importantes numa instalação elétrica é o disjuntor.
Neste capítulo tratareis um pouco deles, bem como de outros dispositivos de proteção.

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 eletricista.

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 cuasas 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 eletricista.

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 prazeirosa.

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

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

APÊNDICE I

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

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

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 imãs 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 imã (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 imã também será útil, mas não servem aqueles de "geladeira", pois são muito fracos.

Aproximando o imã da bússola você verá que agulha muda de direção porque a proximidade do campo magnético do imã 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.

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

APÊNDICE II

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

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 linguiças de churrasco que veem uma amarrada na outra.

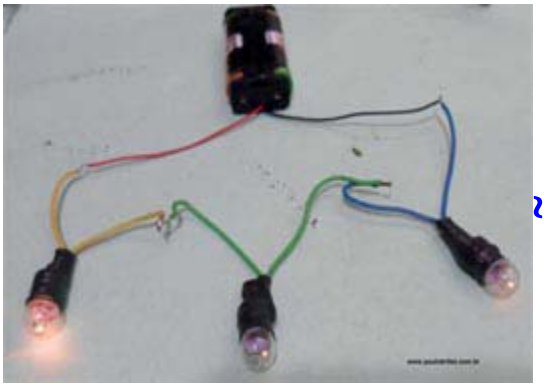


Fig. 1 - Circuito série

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 acontecerá 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

LIVRO AMOSTRA GRÁTIS PARA AVALIAÇÃO

E aí, gostou?

Quer comprar AGORA?

Clica aqui embaixo

QUERO COMPRAR!

Tem alguma dúvida?

contato@paulobrites.com.br

NÃO QUEIME SEU MULTIMETRO DIGITAL

Cópia de avaliação

E-book

Paulo Brites

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.

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 multímeto 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

Cópia de 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 ele devotou para elaborar o material, portanto peço-lhe que, mais por uma questão de consciência do que legal, não o faça.

Cópia de avaliação

L E I A

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!

Cópia de avaliação

Sumário

Capítulo Zero
O que é preciso saber para não queimar o multímetro 12

Capítulo 1
A primeira medida a gente nunca esquece 17

Capítulo 2
Usando a escala de “resistência”.....27

Capítulo 3
E as correntes, como medí-las?.....33

Capítulo 4
É bom saber antes de comprar um DMM (Digital Multi Meter).....39

Capítulo 5
O que é um multímetro TRUE RMS 53

Capítulo 6
Os multímetros "X-TUDO".....61

Capítulo 7
O multímetro do eletricista.....66

Capítulo 8
Teoria na prática 70

Cópia de avaliação

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!***

Cópia de avaliação

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'agua com uma torneira que apresento na fig.1.

Fig.1

No meio do caminho entre a caixa d'agua 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?

Cópia de avaliação

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.

Cópia de avaliação

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 possivel.

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.

Fig.2

Feitas estas observações iniciais importantíssimas e já sabendo onde espetar as ponteiras 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*.

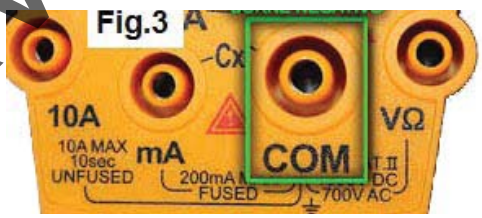


Fig.3

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

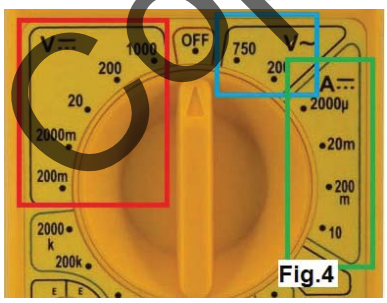


Fig.4

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.

Cópia de avaliação

Fig.6

Observe que o sinal negativo desapareceu "num passe de mágica" como era esperado que ocorresse porque agora as ponteiras 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 ou1.520V.

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 “continua” 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!

Cópia de avaliação

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 ponteiras 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".

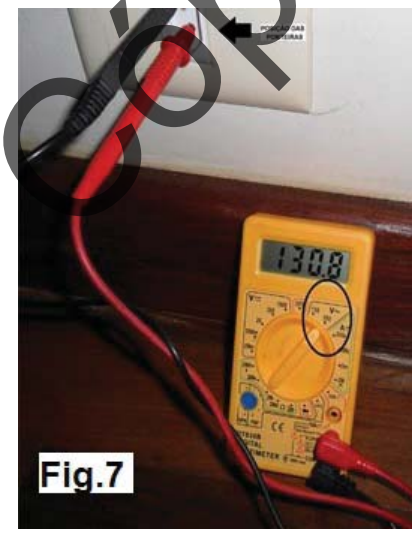


Fig.7

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 útilidade das escalas de tensão AC, pode-se medir saída de transformadores também.

Cópia de avaliação

CAPÍTULO 2

USANDO A ESCALA DE "RESISTÊNCIA" PORQUE, ÀS VEZES, RESISTIR É PRECISO!

Cópia de avaliação

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.

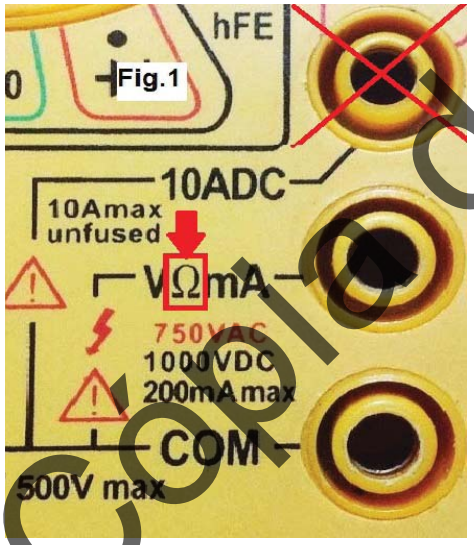
Viva Georg Simon OHM!

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.

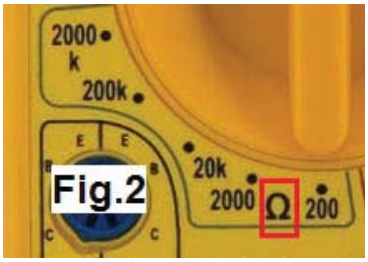
Que tal voltar à fig. 1 da página 19, que eu repito aqui embaixo, para relembrar que no borne do meio apareceu esta “ferradura” e, portanto você que é um gênio já concluiu sabiamente que a ponteira vermelha vai continuar ali quando quisermos medir as "resistências" do senhor Ohm. A ponta preta é “imexível”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



Agora que você já sabe onde vai colocar as ponteiras 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.

Cópia de avaliação

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 ponteiras.

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 possivel encontrar um valor ligeiramente maior, mas que **não deve** chegar a um.

Fig.3

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) Ponteiras 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*.

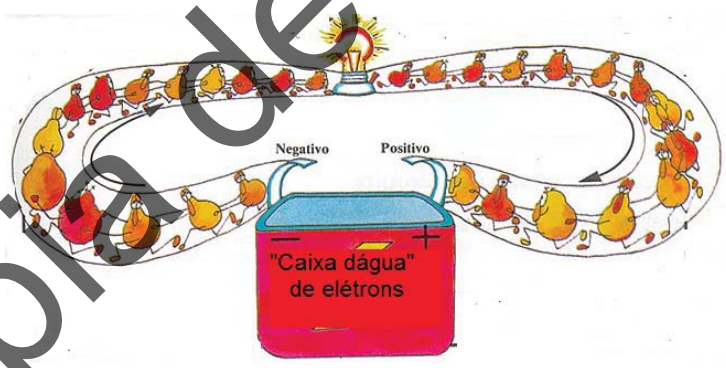
Por que é importante fazer esta verificação?

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

Cópia de avaliação

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.

Cópia de avaliação

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 continua** e este é o caso do nosso modelo-cobaia.

Fig.3

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 capitulo 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 ponteiras, 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 "distraídos".

Cópia de avaliação

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.

Cópia de avaliação

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 prentendemos comprar um instrumento "melhor", é preciso começar entendendo o significado de três parâmetros essencias 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.

Copia de avaliação

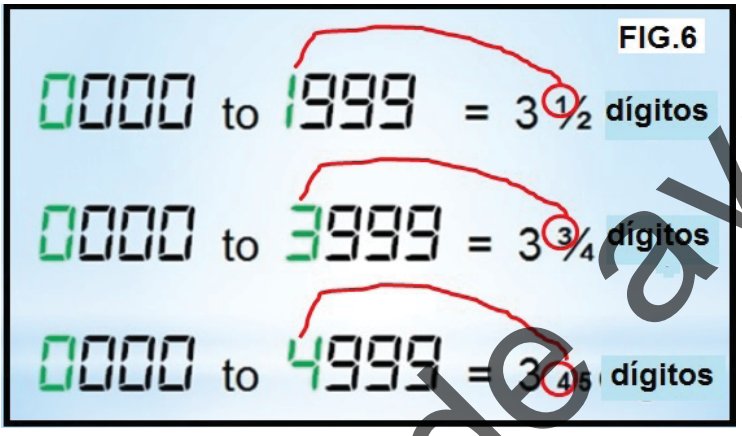
Precisamos entender o que cada uma significa porque é aí que começa a confusão.

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.

Cópia de avaliação

Ahan! Como é que é? Explica de novo!

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

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

E se fosse +/- 0.05% +3d o que mudaria?

Vamos pensar um pouquinho?

Neste caso teríamos 3 contagens (LSD) = 3 x 0.0001 = 300μV e portanto 900 μV + 300 μV = 1200 μV = 1.2mV o que nos leva a concluir que podemos ter 1.7988V ou 1.8012V (1.800 +/- 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.

Fig.9

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

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?

Cópia de avaliação

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.

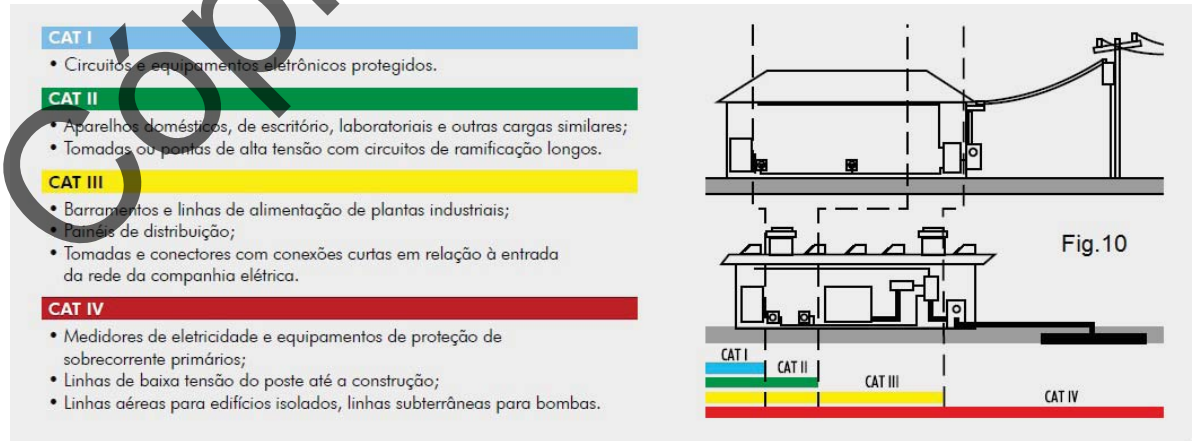


Fig.10

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

Cópia de avaliação

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.

Cópia de avaliação

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.

Comecemos 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.

Cópia de avaliação

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 metologia 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.

Cópia de avaliação

CAPÍTULO 6

OS MULTÍMETROS "X-TUDO"

Cópia de avaliação

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".

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 díficil 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.

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

Assim como sugeri no meu livro **Osciloscópio sem Trauma**s 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.

Cópia de avaliação

CAPÍTULO 7

O MULTÍMETRO DO ELETRICISTA

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

Cópia de avaliação

O que há de diferente?

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

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.2

O principal motivo desta diferença é que para os eletricistas 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 certo 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 envasiva" 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".

Cópia de avaliação

CAPÍTULO 8

TEORIA NA PRÁTICA

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

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

Cópia de avaliação

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

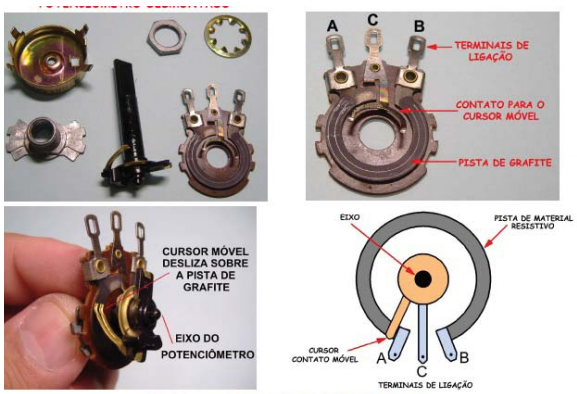


Fig. 4 cedida pelo Prof. Max Durend

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 potênciômetro.

Se esiver 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.

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.

Cópia de avaliação

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".

Fig.6

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.

Fig.7

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!).

Ás 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

Cópia de avaliação

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 compar AGORA?

Clica aqui embaixo

QUERO COMPRAR!

Eletrônica

para

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

Paulo Brites

Paulo Brites

Eletrônica
para
Estudantes, Hobistas & Inventores

1ª Edição

Rio de Janeiro

Edição do Autor

2016

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 saia 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 ensivam, 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!

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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
Descobrindo 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
Caracteríticas 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.
Trats-se do DIODO semicondutor e os circuitos retificadores..

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

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 temperartura, por exemplo.
Estudaremos também resistores variáveis chamados de ponteciômetros.

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 logarítico? 83
Já ouviu falar em *trimpots*? 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 aplicaçoes.

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 saida ajustável 93
A primeira montagem a gente nunca esquece 95

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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 resitor 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 multiplos e sub multíplos 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 Darligton com o multímetro Digital 145

Capítulo 12

Este será um capítulo dedicado aos dispositivos semicondutores ópiticos 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 altofalantes.

Blá-blá-blá preliminar sobre indutores 157

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 microampeímetro.....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
Epecificações de SCRs 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

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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 transformar felicidade em tristeza em poucos minutos.

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

CAPÍTULO 2

Você vai começar a aprender a usar o multímetro.

Vai ser emocionante!

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” continua 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.

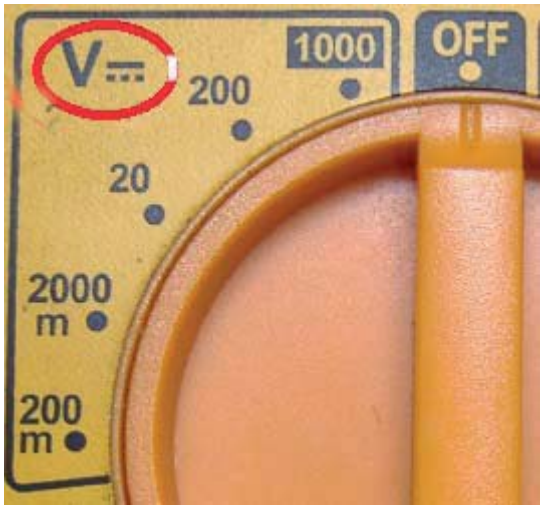


Fig.3 - Posições da chave seletora para “Corrente” Contínua

Se você é um bom observador deve ter notado que neste “bloco” existem cinco possibildades 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”.

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

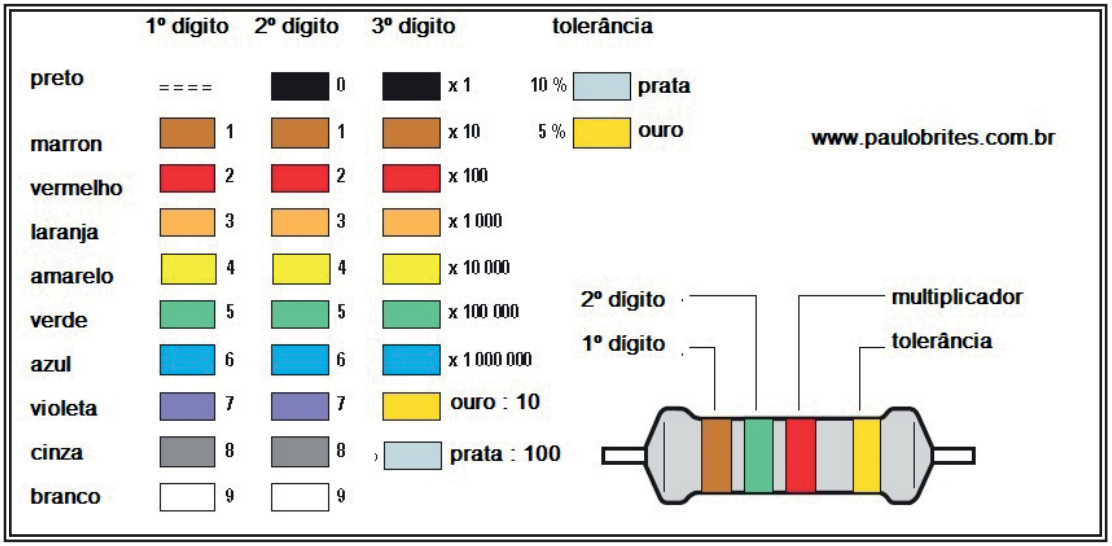
CAPÍTULO 3

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

Descobrindo 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.



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.

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

CAPÍTULO 4

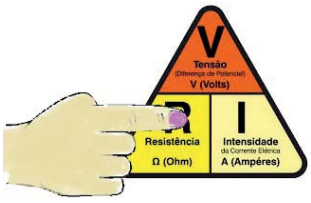
Neste capítulo começaremos a estudar a função do resistor nos circuitos.

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

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.



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.

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

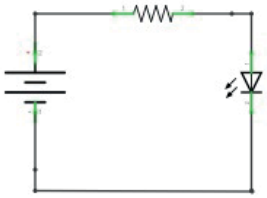


Fig. 4 - Medindo a tensão da bateria

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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.

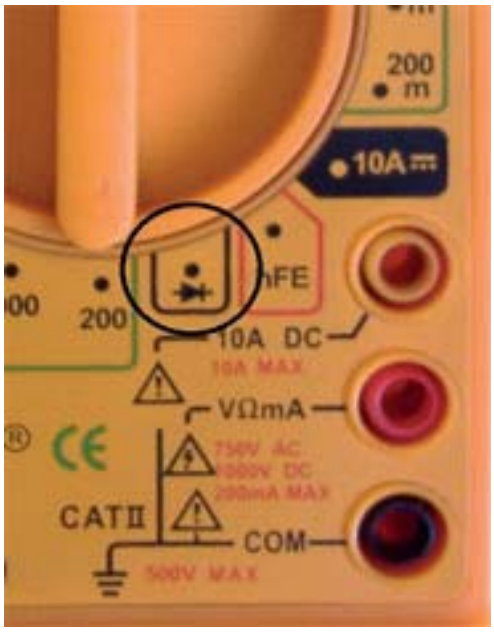


Fig. 6 - Posição da chave para teste de diodos no multímetro digital

O próximo passo será pegar o diodo 1N4007 e aplicar a ele as ponteiras 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

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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.

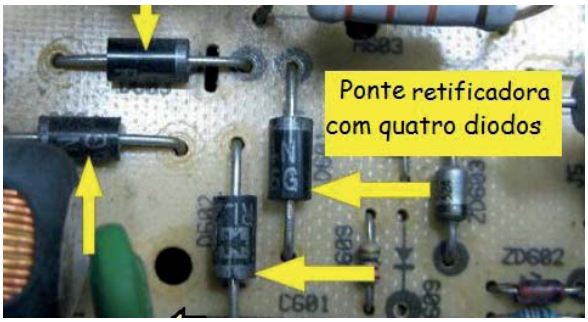


Fig. 16 - Ponte retificadora com diodos

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.

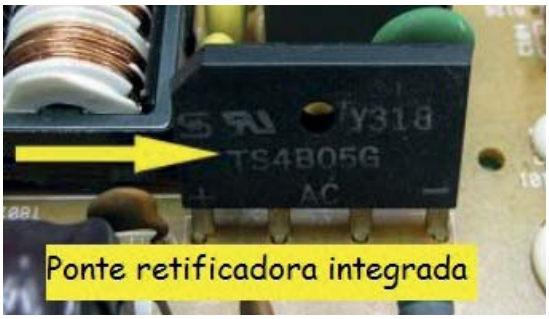


Fig. 17- Ponte retificadora integrada

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.

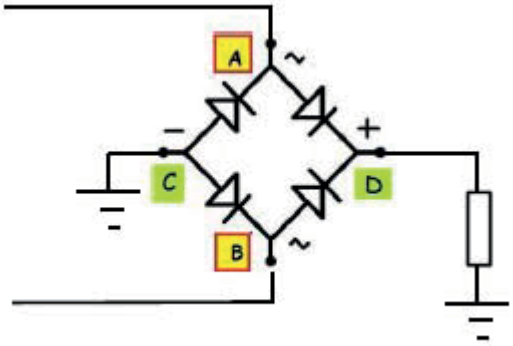


Fig. 18- Circuito retificasdor em Ponte

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.

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 denomidados 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.

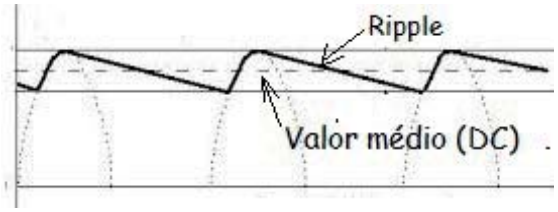


Fig. 23 - Forma de onda com capacitor de flltro no retificador meia onda

Repare que ainda existe uma ondulação que é denominada *riplle* (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 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.

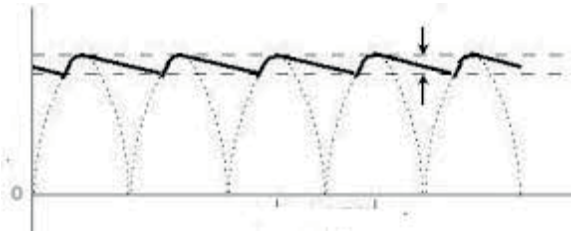


Fig. 24 - Forma de onda com capacitor de flltro no retificador de onda completa

O que se usa na prática?

Parece óbivio 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.

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.

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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 extreminades 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.

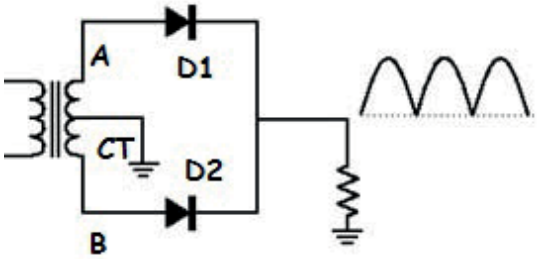


Fig. 25 - Circuito retificador de onda completa em meia ponte

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 continua 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 apena usar este circuito.

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

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

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

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

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 caracter 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 2083μF. Na prática usaremos 2200μF/25V.

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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**.*

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 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 opões de sorvete conforme mostrado nas fig. 1 e 2?

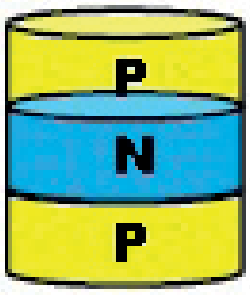


Fig. 1 - “sorvete” ou transistor PNP

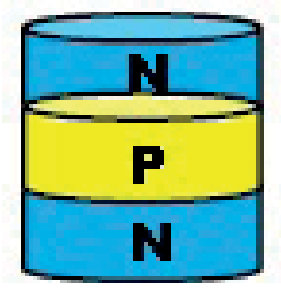


Fig. 2 - “sorvete” ou transistor NPN

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 semicondutor 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.

Fig. 3 - Símbolo do transistor PNP

Fig. 4 - Símbolo do transistor NPN

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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 frustrado porque não funcionou.

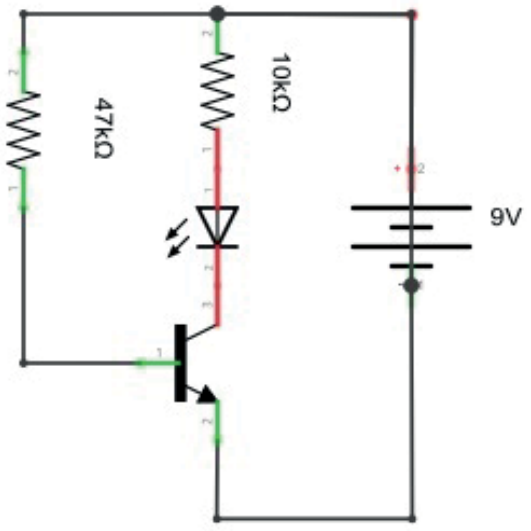


Fig. 12 - Polarização da base

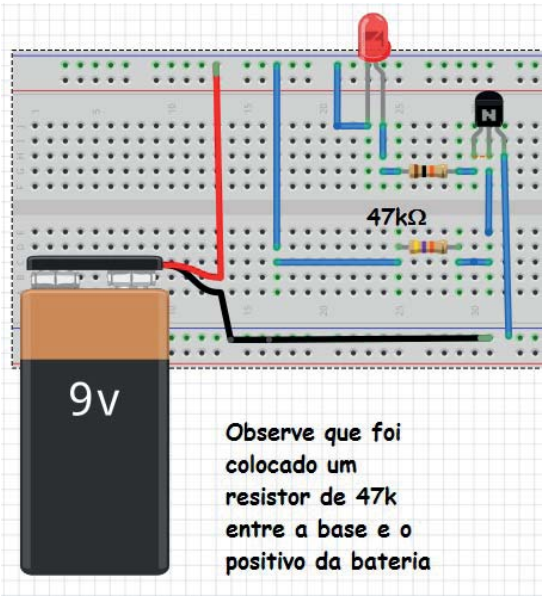


Fig. 13 - Circuito com polarização da base

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

Aprendendo a polarizar um transistor.

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

A junção base-emissor deve ser polarizada diretamente.

A junção base-coletor deve ser polarizada inversamente.

Vamos substituitr nossos "modelos sorvete" dos transistores das fig. 1 e 2 por um outro, menos gostoso, porém mais técnico ulitizando diodos.

Acompanhe na fig.14.

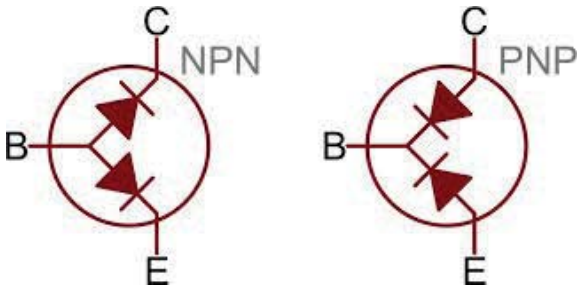


Fig. 14 - Modelo de transistores com diodos

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 NÂO 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 possibilidade.

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

Veja fig. 15 para um NPN.

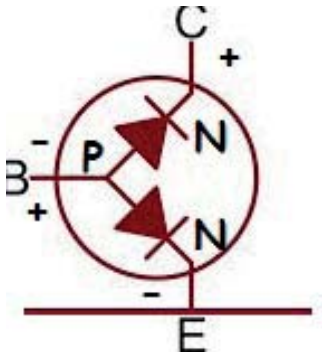


Fig. 15 - Polarização emissor comum para um NPN

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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.

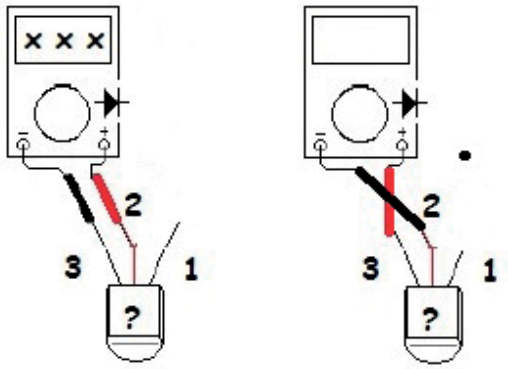
A melhor maneira de entender e aprender é fazendo.

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 "descohnecido"

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 ponteiras.

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

Achou complicado?

Monte uma tabela como a mostrada a seguir e preencha com os resultados obtidos nas leituras e verá como fica fácil descobrir os terminais e o 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 (-)		NÃO	NPN	EMISSOR	BASE	COLETOR
	Preta (-)	Vermelha (+)		.686				
Ponteiras	Vermelha (+)		Preta (-)	NÃO				
	Preta (-)		Vermelha (+)	NÃO				
Ponteiras		Vermelha (+)	Preta (-)	.682				
		Preta (-)	Vermelha (+)	NÃO				

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

A contrução 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.

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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 temperartura, 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.

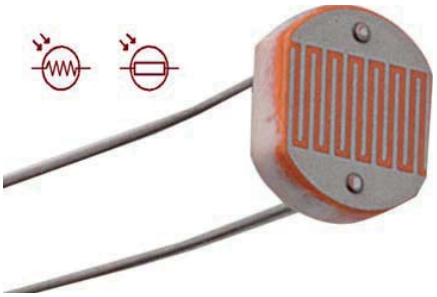


Fig. 1 - Aspecto de um LDR

Podem ser encontrados em diversos tamanhos e faixas de resistência.

Compre um (ou vários) LDR em uma loja de 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.

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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 especias" que é o objetivo deste capítulo.

Fig. 7 - Alguns tipos de potencíômetros

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

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.

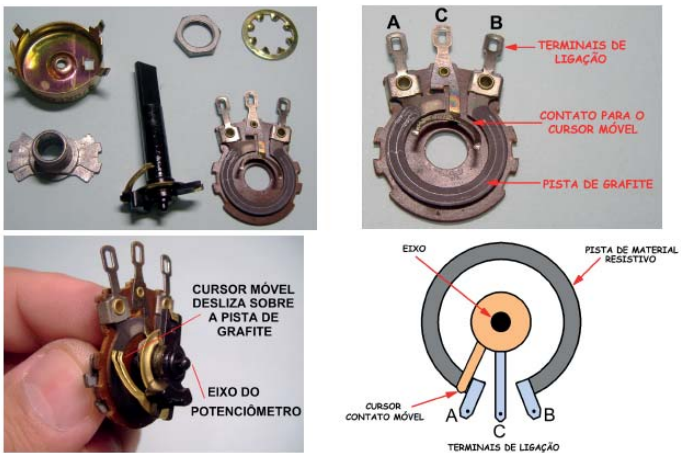


Fig. 8 - Construção de um potenciômetro

CAPÍTULO 8

Um componente muito utilizado nos circuitos eletrônicos é o regulador de tensão.
Neste capítulo você aprenderá um pouco sobre eles e suas aplicaçoes.

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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.

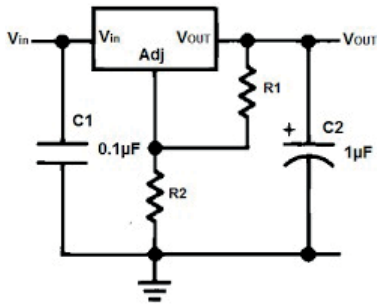
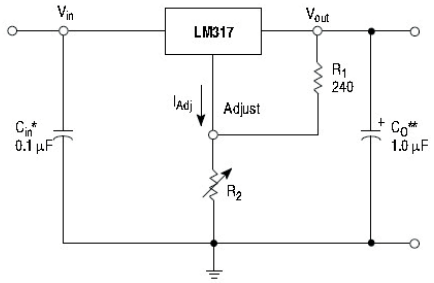


Fig. 9 - Como usar o LM317



* C_{in} is required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.
** C_O 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 caracteríticas principais:

1) Entrada - 127V ou 220V

2) Corrente máxima de saida - 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.

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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.

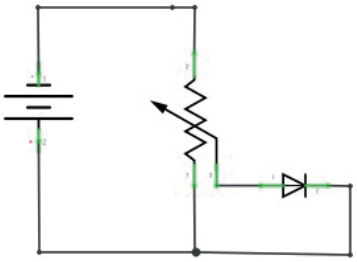


Fig. 1 - Polarizando um diodo reversamente

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).

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

A seguir temos o cálculo do resistor *shunt* (Rs) 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 possivel encontar 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.

Caso 1

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

$$PDmáx = \left(\frac{9-5{,}1}{118{,}18} - 20.10^{-3}\right) x\ 5{,}1 = 0{,}066W = 66mW$$

Caso 2

$$RS = \frac{7-5{,}1}{20.10^{-3} + 0{,}1.20.10^{-3}} = 86{,}36\Omega$$

$$PDmáx = \left(\frac{9-5{,}1}{177{,}27} - 20.10^{-3}\right) x\ 5{,}1 = 0{,}010W = 10mW$$

Caso 3

$$RS = \frac{7-5{,}1}{30.10^{-3} + 0{,}1.30.10^{-3}} = 57{,}57\Omega$$

$$PDmáx = \left(\frac{9-5{,}1}{57{,}57} - 20.10^{-3}\right).5{,}1 = 0{,}24W = 240mW$$

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 obejtivo 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.

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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 μμF.

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 sumáriamente 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.

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.

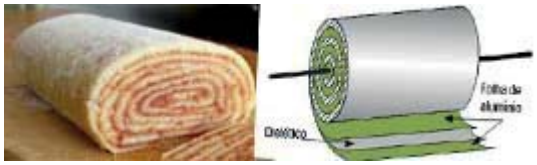


Fig. 4 - Bolo de rolo e o eletrolítico

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 traioçoeiros.

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

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

Voltando a questão da explosão dos eletroliticos 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 85ºC, porém podemos encontrar tipos para 105ºC e até 125ºC.

Fig. 5 - Especificações dos eletrolíticos

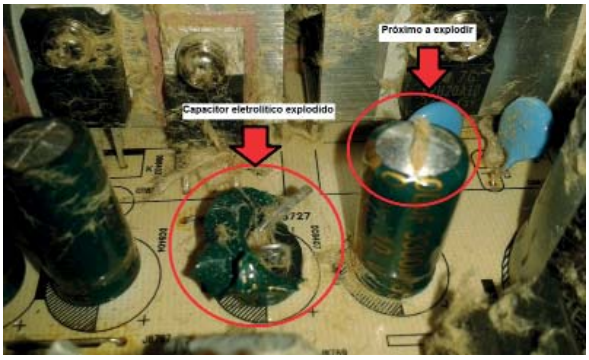


Fig. 6 - Eletrolítico explodido

Não posso finalizar este paragráfo 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 temos tensão alternada senoidal.

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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.

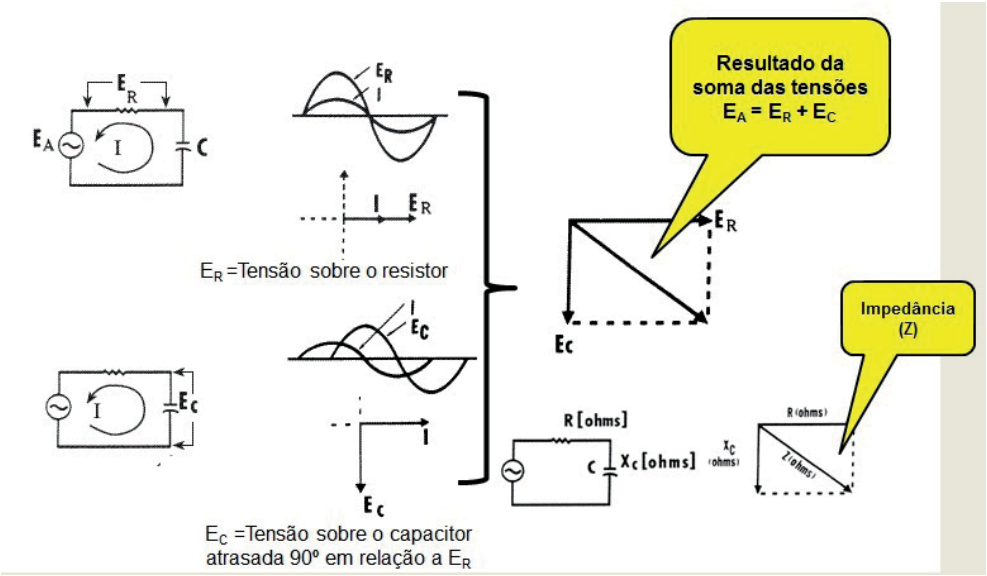


Fig. 14 - Impedância em um circuito RC

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 90º 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.

Você notou que a "flechina" (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.

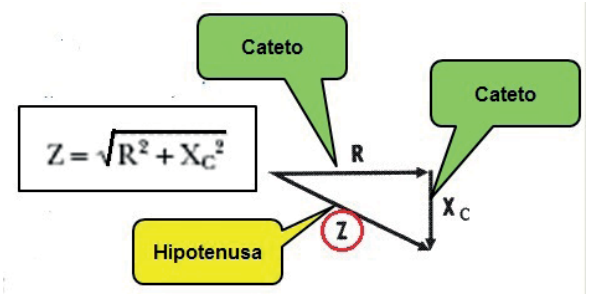


Fig. 15 - Cálculo da impedância (Z) no circuito RC

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.

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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.

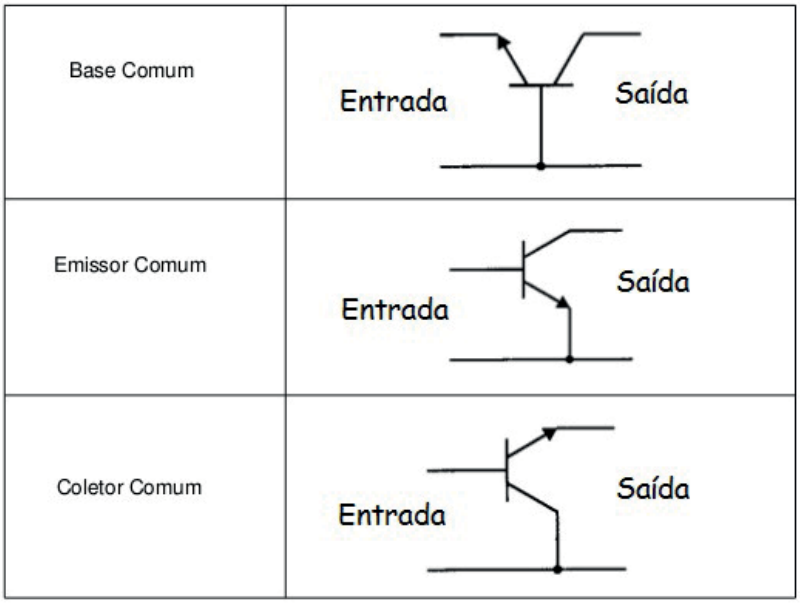


Fig. 1 - Configurações para transistor NPN

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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

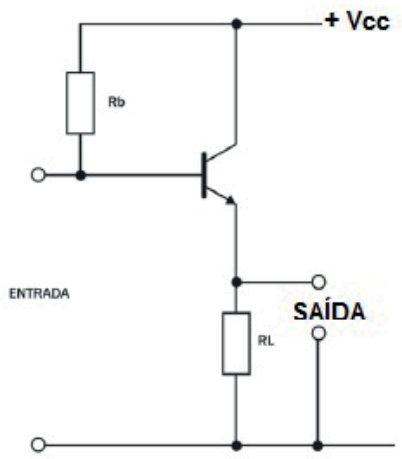


Fig. 8 - Circuito coletor comum

polarizaçção 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 parágrado 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.

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

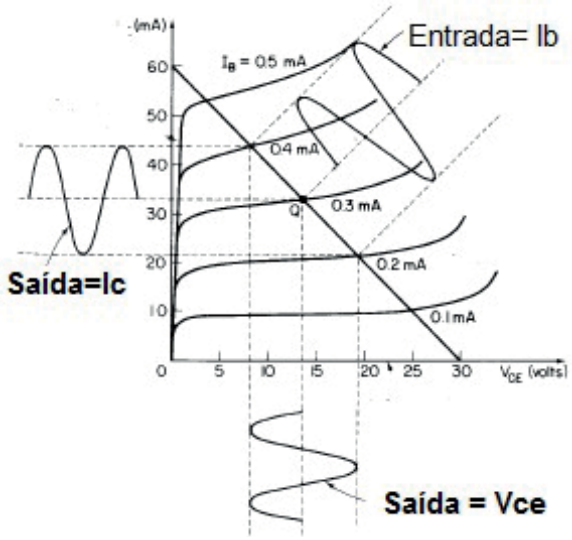


Fig. 15 - Sinal excursionando na região linear do transistor.

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 (Ib) excursionou dentro dos limites da região lienar do transistor, ou seja, a nossa área "branca" da fig.14 e os sinais de saída (Ic e Vce) preservaram a forma senoidal do sinal de entrada (porporcionalidade).

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 sarturação**, na Linear, nem sempre!

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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

+ = 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.

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

Algumas palavras sobre a luz

Nos capítulos anteriores você já teve contato com dois componentes que se enquadradam 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 concentar 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.

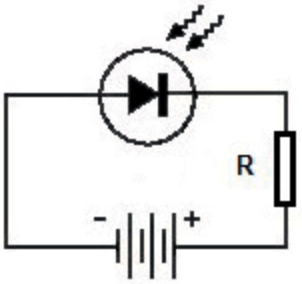


Fig. 5 - Polarização de um foto diodo

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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 capacitâcia 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 (μh).

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.

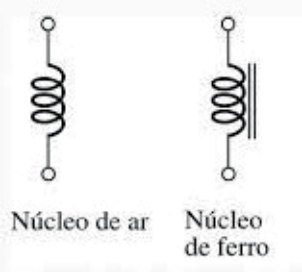


Fig. 1 - Simbologia de indutores

Fig. 2 - Alguns tipos de indutores

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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 imã "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 "répllica moderna" da experiência de Fararay.

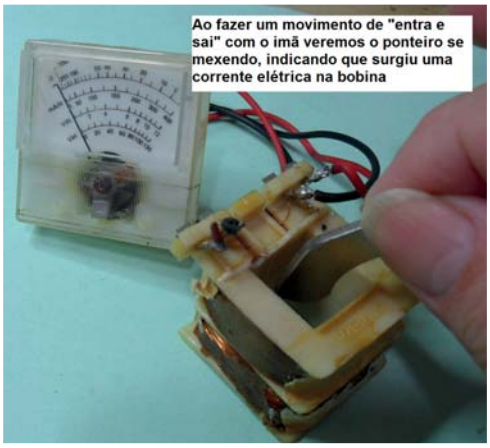


Fig. 9 - Experiência de Faraday

Para que a "magia" aconteça você deverá ficar movimentando o imã 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.

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 analise 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 intuíto 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 entende-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 intecionalmente para que você perecebesse 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.

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

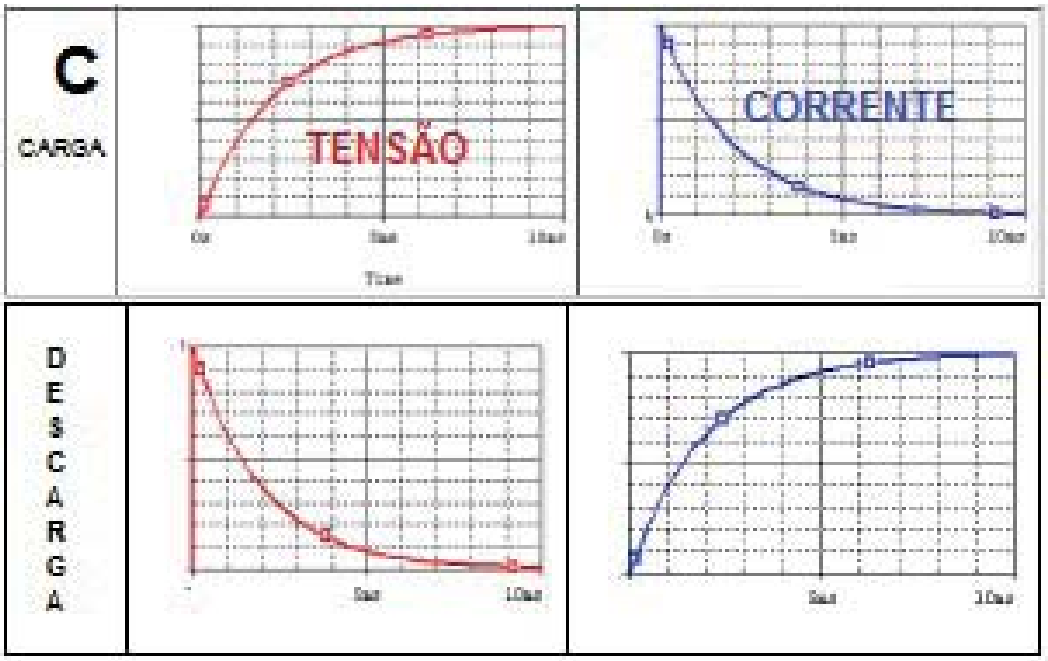


Fig. 15- Carga e descarga no capacitor

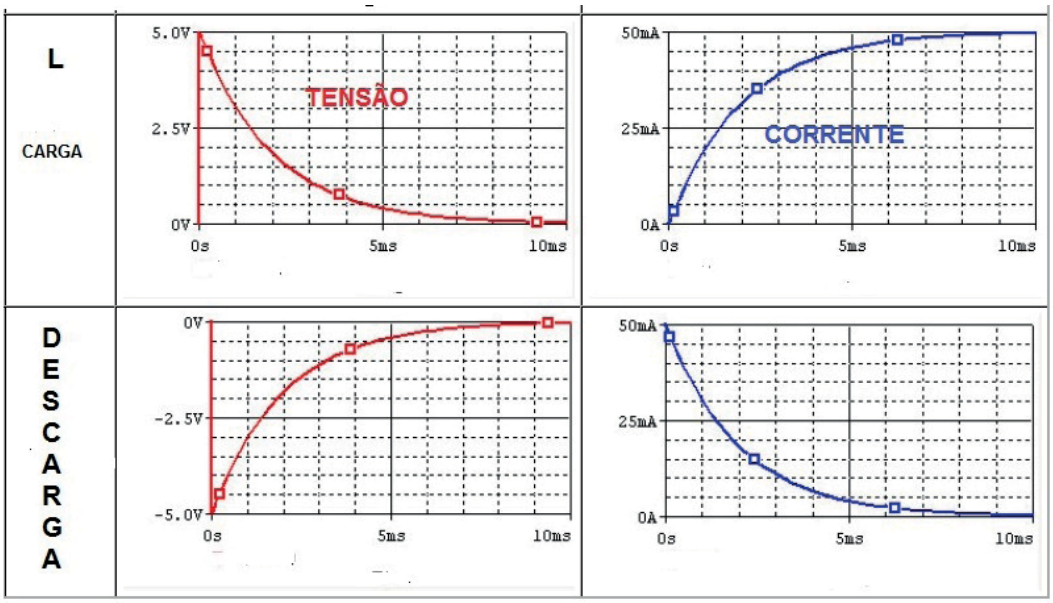


Fig. 16 - Carga e descarga no indutor

CAPÍTULO 14

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

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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 obsevar 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 fucionamento iremos ver a seguir.

Fig. 1 - Multímetro analógico

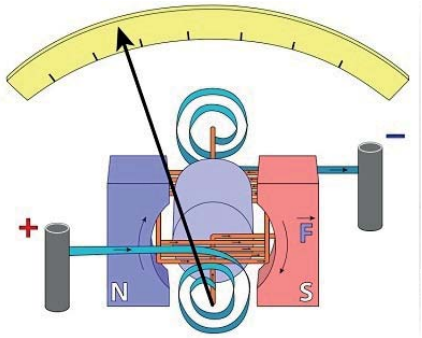


Fig. 2 - Aspecto do galvonômetro

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 movimenta.

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*.

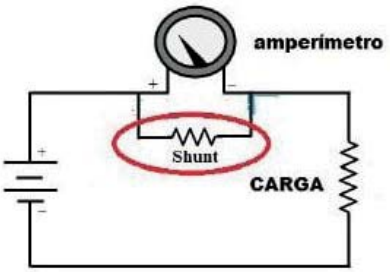


Fig.5 - *Shunt* para medir corrente

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

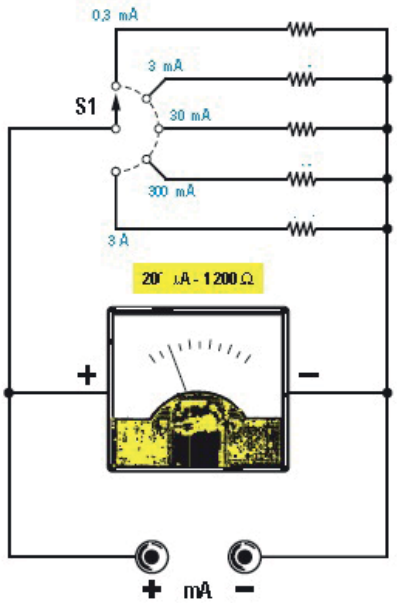


Fig.6 - Amperímetro analógico

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 continua e para tensões alternadas o que fazer?

No capítulo 5 você aprendeu que podemos "transformar" tensões alternadas em continuas pulsantes com auxilio 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.

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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).

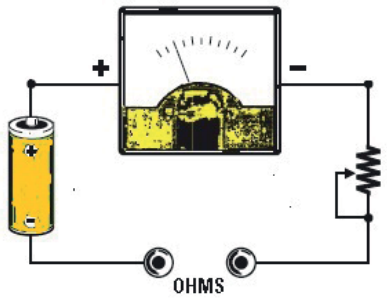


Fig.8 - Ohmímetro analógico

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.

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 tinhamos o valor máximo permitido para cada posição.

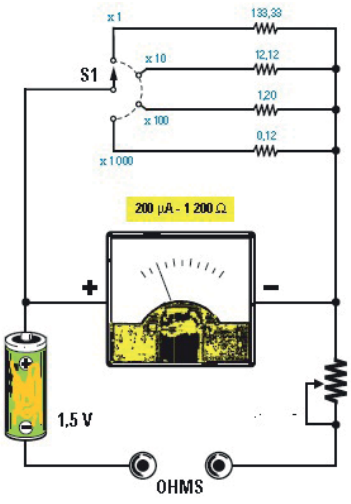


Fig. 9 - Ohmímetro analógico com várias escalas

O painel do multímetro analógico

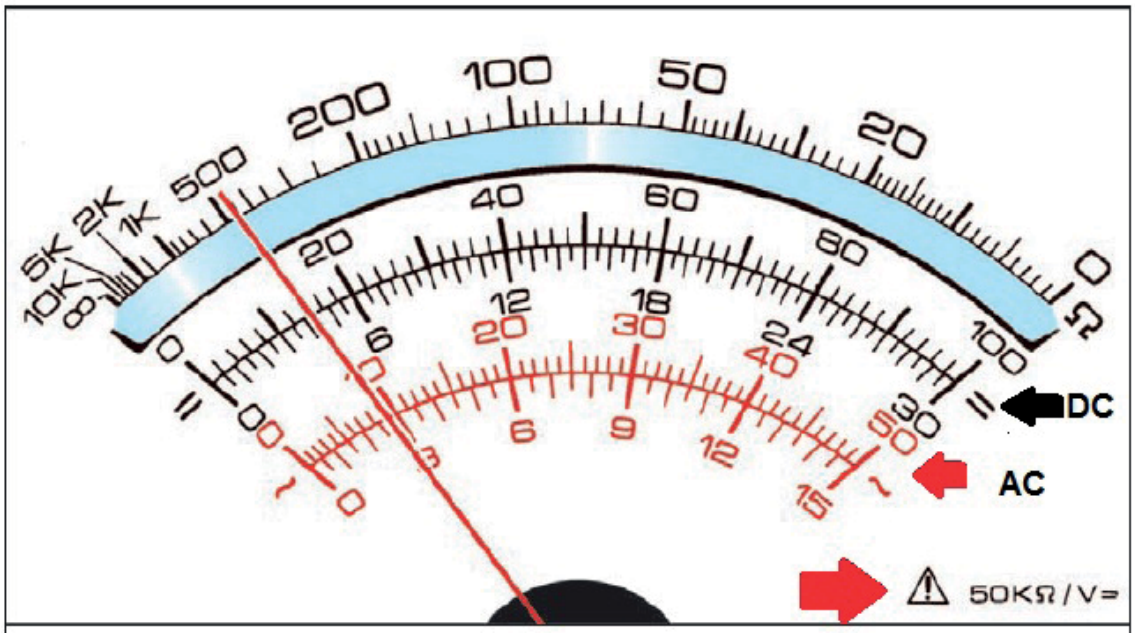


Fig.10 - Painel de um multímetro analógico

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.

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

A maioria dos instrumentos que encontramos por aí é de 20kΩ/V o que corresponde a 50μA.

Suponhamos que vamos medir uma tensão em um circuito utilizando a escala de 10V utilizando dois tipos de multímetro, sendo um com sensibilidade de 20kΩ/V e outro de 50kΩ/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 10x20kΩ = 200kΩ nas ponteiras e no segundo caso 10x50kΩ = 500kΩ 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 2000kΩ = 2MΩ e 5000kΩ = 5MΩ respecitivamente.

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

Nos digitais isto não acontece, a resistência entre as ponteiras é constante e, geralmente, igual a 10MΩ qualquer que seja a escala escolhida.

Se você não perecebeu como estes "ohms por volt" são importantes numa medida e podem nos fornecer uma leitura menor que o valor verdeiro convido-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.

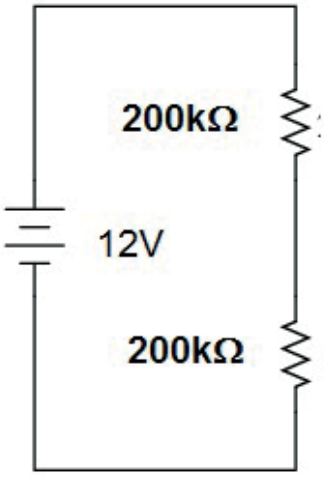


Fig.15 - Circuito série

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.

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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 pontênciometro e algumas pecinhas miúdas, um componente com três "perninhas" que **parece, mas não é**, um transistor.

Fig.1 - Por dentro de um *dimmer*

Você acabou de ser apresentado ao TRIAC, sigla para **TRI**ode for **A**ltenating **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**ontroled **R**ectifier), o TRIAC e o DIAC (**DI**ode 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 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 adpatda da palavra inglesa *gate.*

Comecemos pelo SCR cujo símbolo você vê na fig.2..

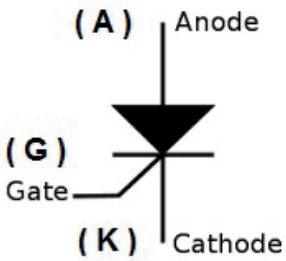


Fig. 2 -Simbologia do SCR

Não irei me prender a estudar o funcionamento interno do componente, pois não considero importante no momento.

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 necessaária 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 potênciometro.

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 SCRs em anti-paralelo como sugere a fig.7.

E assim nasceu o TRIAC que veremos a seguir.

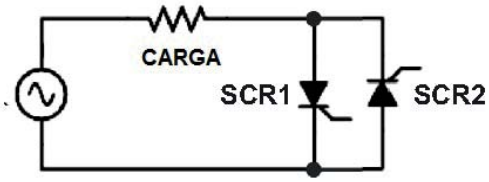


Fig.7 - Dois SCR's em anti-paralelo

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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 ralativamente 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 acrecentados ao cojunto.

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 componete em desuso e por isso, não será tratado aqui. Vale aprensentar seu simbolo 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 caracteristica dos diodos Schottky é a velocidade de comutação e por isso, costumam ser cohecidos também como diodos rápidos (*fast diodes*) e ultra rápidos (*ultra fast*).

O diodo retificador comum só opera em frequências baixas, geramente, 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 medí-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 qu o dido 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 forums: "alguém sabe o que eu coloco no lugar de ...."!

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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 construidos com o auxilio 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 decada 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 semicondutor 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 decada de 80 começaram a ganhar espaço nos circuitos eletrônicos, e depois de tanto tempo ainda deixam muitos técnicos confusos sobre o seu funcionamento e caracteristicas. Ora de desfazer os "mistérios" sobre os FETs.

Começemos pela principal diferença entre os BJT e os FETs que são constituidos de uma únca pastinha 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.

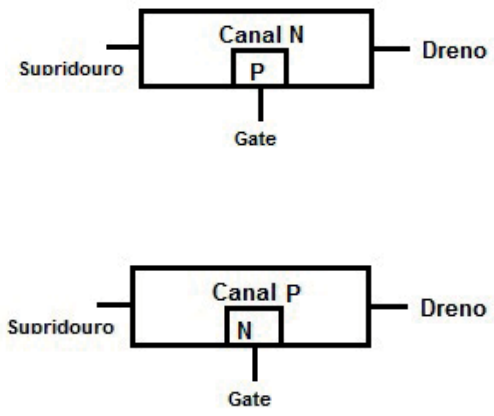


Fig.1 - FET Canal N e Canal P

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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 semicondutor que da nome ao FET (canal N ou canal P)são denominados de **dreno** e **supridouro.** O termo supridouro é uma "tradução" para a palavra *source* em inglês**.** Em alguns livros ela costuma ser traduzida por "fonte", mas eu prefiro supridouro, para que não haha nenhuma confunsão com "fonte de alimentação".

O supridouro irá fornecer as cargas que serão colhidas pelo dreno.

Aqui podemos fazer uma analogia com os BJT dizendo que o supridouro 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 constituida de um semicondutor "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 supridouro, enquanto o terminal do *gate* é indicado por uma seta sujo sentido, para dentro ou para fora, servirá para indicar se trata-se de um canal N ou canal P.

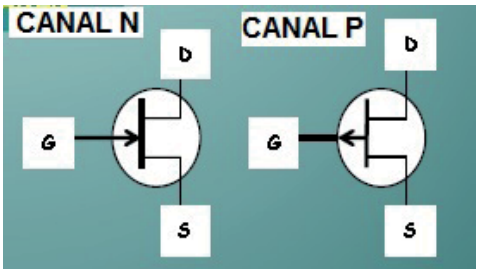


Fig. 2- Simbologia dos FETs

Na fig.3 temos uma maneira de "pensar" os FETS através de um "circuito equivalente" onde a bara do canal é representada por uma resistência com as extremidades marcadas como supridouro 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.

É como se o canal não existisse físicamente e só passe a existir quando for aplicada uma tensão entre *gate* e supridouro.

Neste caso o MOSFET é dito operar no modo enriquecido ou intensificado que é uma tradução aproximada para a palavra ***enhancement***.

E na práitca, 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 x V_{DS} para cada um deles.

Olhe atentamente cada uma.

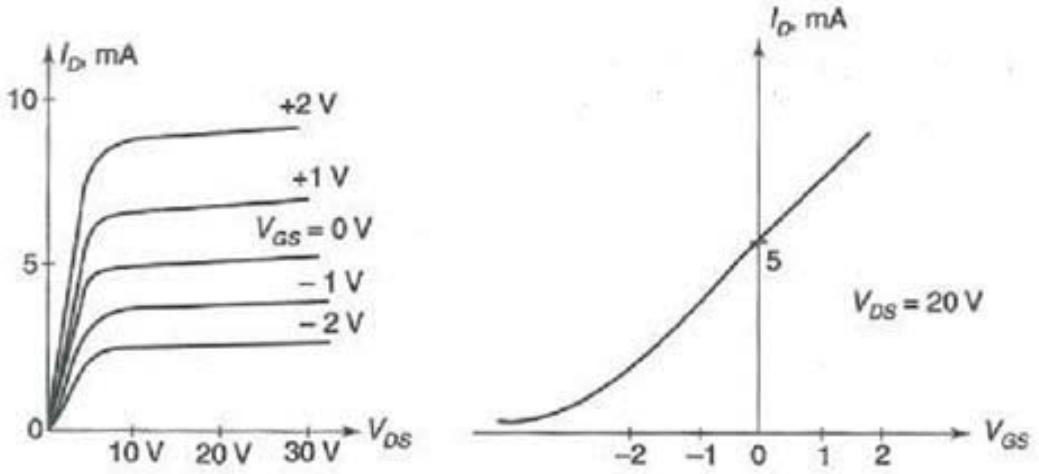


Fig. 8 - Curvas do MOSFET Modo Depleção

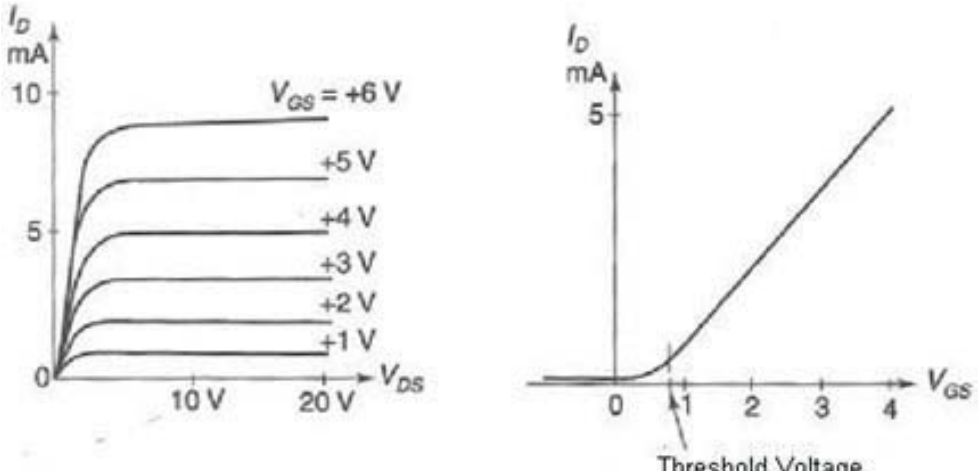


Fig. 9 - Curvas do MOSFET Modo Enriquecido

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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 memso 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 supridouro 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 supridouro (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 supridouro.

Isto é o que em eletrônica se chama de uma chave ideal como um interruptor que para passar corrente precisamos acioná-lo.

Esta caracteristica dos MOFETs 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-MOFETS comportam-se como chave normalmente fechada e para abrí-la precisamos a aplicar uma polarizazação entre *gate* e supridouro (indenpendente 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 Darlingtons 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.

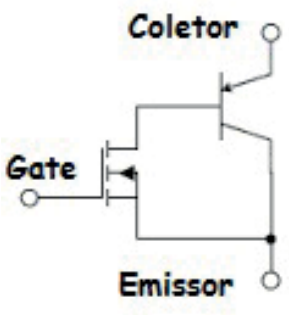


Fig. 13 - "Cosntrução" de um IGBT

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.

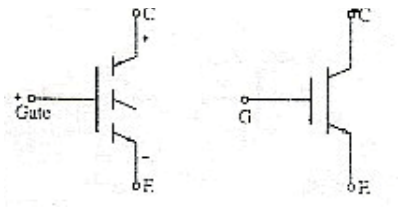


Fig. 14 - Simbologia de um IGBT

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

Cópia de DIVULGAÇÃO - ALGUMAS PÁGINAS

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 Sychronous Motor).

Enfim, são os semicondutores entrando definifitivamente na eletrônica de potência!

Ufa! Acabou!

Enfim, chegamos ao final da "novela". Espero que os capítulos tenham sido emocionantes.

Não deu para bisbilhotar mais profundademente "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 indispesável 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

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".

livro de amostra

Sumário

Algumas palavras iinciais 3
Não prartique 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 *switches* de porta 18
Muita atenção ao substituir os *switches* 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

livro de amostra

L E I A

A reparação de qualquer equipamento eletroeletrônico só deve ser executada por pessoa habilitada e com conhecimentos mínimos de eletricidade.

livro de amostra

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 magentron 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 reistência **meça a continuidade entre cada terminal do filamento e a carcaça da magnetron** (Fig.5)**.**

Deverá 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.

livro de amostra

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 ponteiras na medida de resistência é invertida (preto = positivo e vermelho = negativo)

livro de amostra

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 parte 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

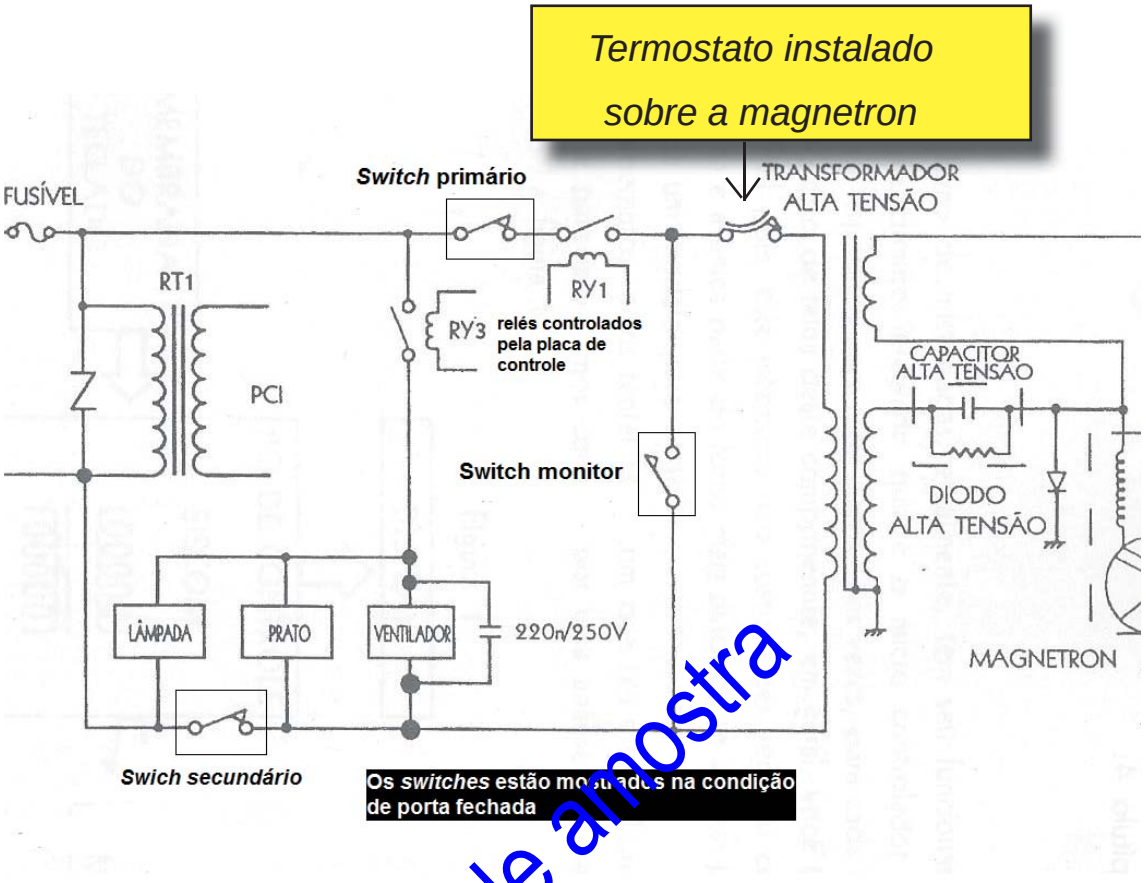
MEDINDO RESISTÊNCIA DO ENROLAMENTO DE ALTA TENSÃO

FIG. 10

FIG. 11

MEDINDO RESISTÊNCIA DO ENROLAMENTO DO FILAMENTO

livro de amostra



livro de amostra

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 verifcar.

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

livro de amostra

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 citado 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

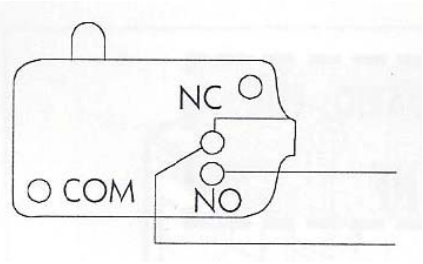


Fig.17

FIg.18 - Normalmente Fechado = NF
Normal Closed = NC

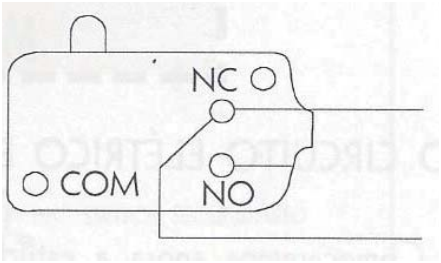


Fig.18

Podemos encontrar também um *swtich* com três terminais que tanto pode ser utizado como NA ou NF.

FIg.19 - Normalmente Aberto ou Fechado

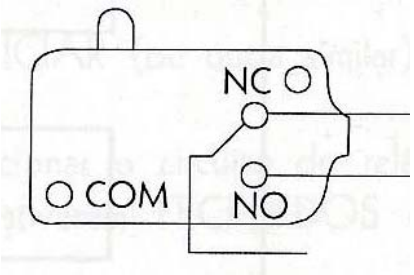


Fig.19

ATENÇÃO

OBSERVE O VALOR DA CORRENTE NO CORPO DOS *SWITCHES*.

livro de amostra

GUIA GERAL DE DEFEITOS E SOLUÇÕES

ESTE GUIA SÓ DEVE SER USADO DEPOIS QUE VOCÊ TIVER LIDO E ENTENDIDO TODO O LIVRO. NÃO TENTE 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 possivel 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 espontâneamente ou por algum "problema" na instalação (em certos casos conhecido como miau!).

Não invente "historinhas".Cobre apenas pela sua avaliação.

livro de amostra

E aí, gostou?

Quer comprar AGORA?

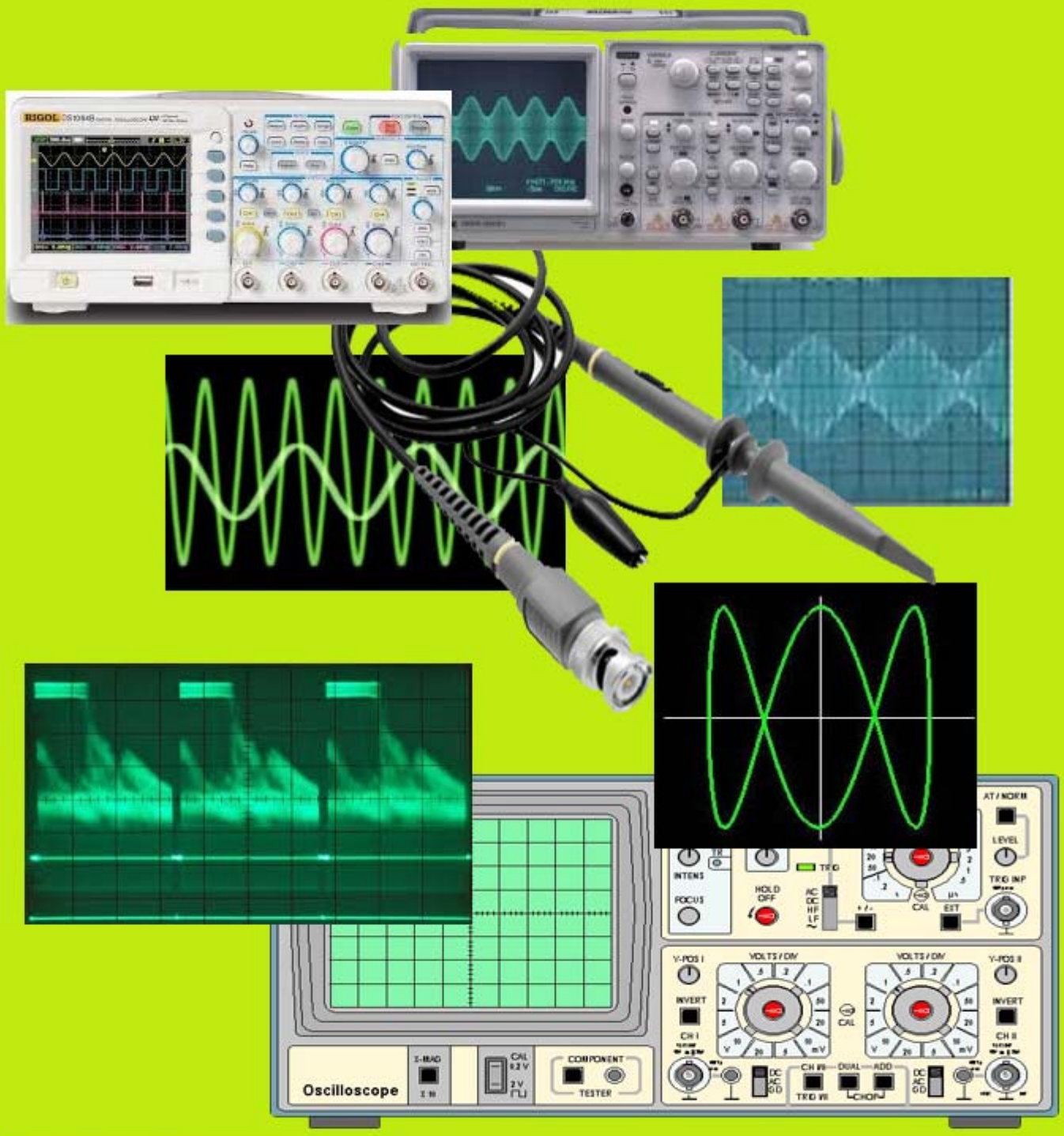
Clica aqui embaixo

QUERO COMPRAR!

Tem alguma dúvida?

contato@paulobrites.com.br

Osciloscópio sem Traumas



E-book

Paulo Brites

Paulo Brites

Osciloscópio sem Traumas

1ª Edição

Rio de Janeiro

Edição do Autor

2017

Cópia de Avaliação

Algumas palavras inicias

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

Cópia de Avaliação

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 apetit*"!

Cópia de 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 ele devotou para elaborar o material, portanto peço-lhe que, mais por uma questão de consciência do que legal, não o faça.

O Autor

Cópia de Avaliação

Sumário

Capítulo 0 - Comprando um osciloscópio 13

Capítulo 1 - Para quê serve um osciloscópio? 25

Capítulo 2 - Não exploda seu osciloscópio 39

Capítulo 3 - As ponteiras do osciloscópio 43

Capítulo 4 - Primeiros contatos com os botõezinhos..51

Capítulo 5 - Teoria na prática 65

Capítulo 6 - Fast Fourier Transform na prática 85

Capítulo 7 - O modo YT ou as Figuras de Lissajous ...99

Cópia de Avaliação

Capítulo Zero

Comprando um osciloscópio

Cópia de Avaliação

Resolvi denominar este capítulo de ZERO porque é por ele que tudo deve começar:
- a compra do osciloscópio.
Se vocâ prentende comprar um, a leitura é obrigatória.
Se já comprou também!

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 multimetro 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 (esfignomanômetro, esse é o nome técnico) cujo ponteirinho fique balançando entre o dez e o vinte, por exemplo?

É isso que acontece com oscilocópios digitais que eu chamo “baixa renda”. Ter uma “coisa” destas, às vezes, é melhor não ter nada.

Cópia de Avaliação

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 paire nenhuma dúvida, é bom que se esclareça que a palavra "contínuo" que usei acima não tem nada a ver com "corrente/tensão continua", por sinal uma péssima tradução para *direct current.* A palavra continuo(a) significa "sem interrupção".

Acompanhe a fig.5 para entender o que acontece com uma Conversão Analógico/Digital.

Cópia de Avaliação

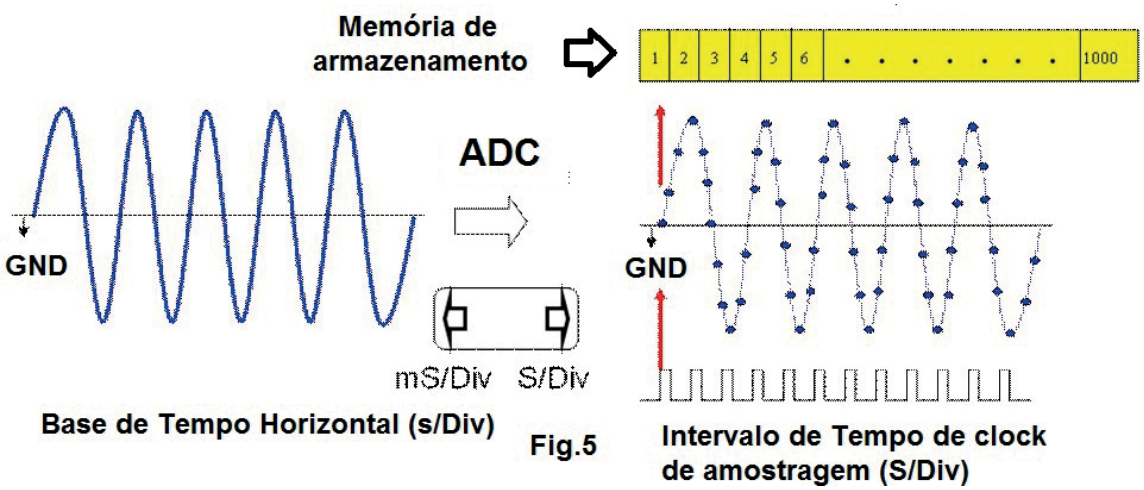


Fig.5

Capítulo 1

Para que serve um osciloscópio?

Cópia de Avaliação

Este é um capítulo preliminar que provavelmente você não encontrará em nenhum livro sobre osciloscópios e tratrará 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).

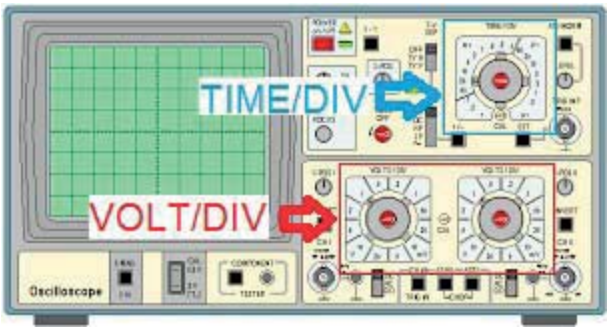
Você certamente sabe que a tensão ou voltagem das tomadas das casas é alternada senoidal.

Cópia de Avaliação

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 Osciloscope), teremos uma área denominada **VERTICAL** e outra denominado **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.

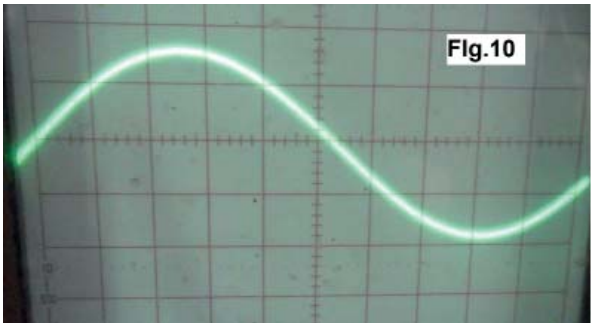
Cópia de Avaliação

que cada quadrícula vale 2 milessegundos e como temos 10 quadrículas teremos na tela uma onda completa cujo periodo vale 20ms que corresponde a 50Hz (por que?).

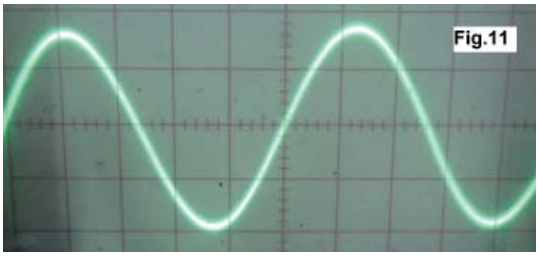
Suponhamos que a senóide da fig.11 foi obtida com a chave time/div em .5ms. Qual a frequência desta onda?

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÷0,5ms = 1÷ 0,00005 = 200Hz.



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.

Cópia de Avaliação

Capítulo 2

Não exploda seu osciloscópio?

Cópia de Avaliação

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!

Antes de usar o osciloscópio confira a tomada

Este será um capítulo bem curtinho, mas muito importante.

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.

Fig.2

Não isole o osciloscópio e sim o equipamento!

Certifique-se que fase e neutro estejam ligados corretamente na tomada.

Cópia de Avaliação

Capítulo 3

As ponteiras do osciloscópio

Cópia de Avaliação

Ainda antes de partir para o uso do osciloscópio precisamos conhecer um pouco sobre as ponteiras para que você não se confunda com os resultados obtidos.

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

$$V_{Medido} = V_{Fonte} \cdot \left[\frac{R_{In}}{R_{In} + R_{Fonte}} \right]$$

e obteremos 0,9V que é um valor bem mais próximo do valor "verdadeiro". (experimente fazer a conta para Rin = 2Mohms 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 paragráfo.

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 paragráfo anterior.

Cópia de Avaliação

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

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.

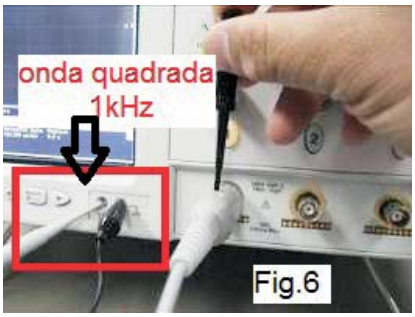


Fig.6

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.

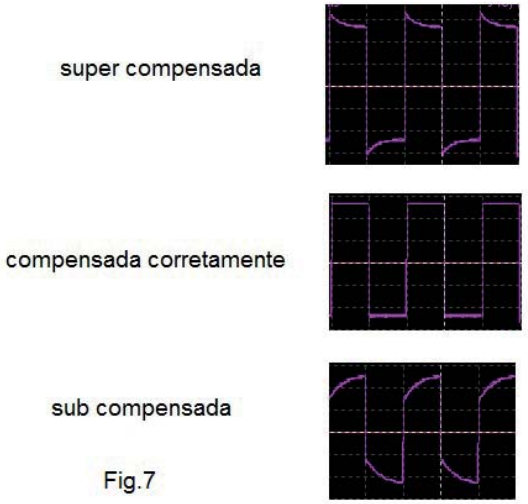


Fig.7

Cópia de Avaliação

Capítulo 4

Primeiros contatos com os botõezinhos

Cópia de Avaliação

Este é um capítulo de aquecimento para você começar a conhecer as funções do "painel do avião" e poder levantar voo e ... não cair!

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.

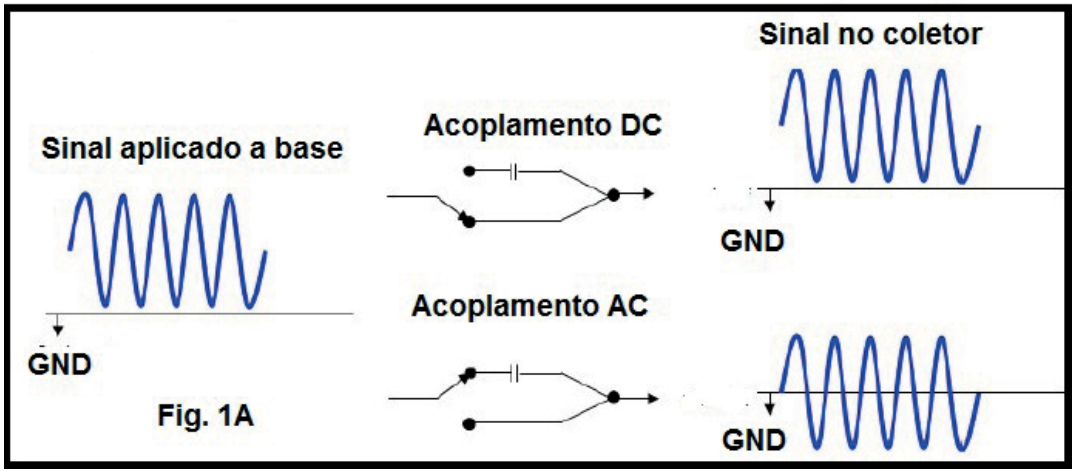


Fig. 1A

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.

Cópia de Avaliação

Trigando o sinal

Depois de entender que o oscilocópio 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 críamos 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 oscilocópio para escrever este livro encontrei a seguinte tradução para *trigger:* ALVEJAR. Só esqueceram de dizer a marca do sabão em pó !

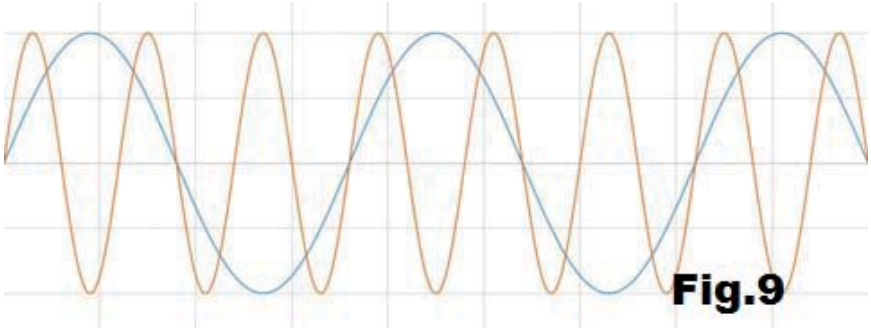
Alvejar significa "tornar alvo, branco", entretanto já se pode ver gente usando no sentido de atirar ao alvo (e não ao Álvaro!) ou tomar como alvo, provavelmente é uma tradução a "*la Google*" de quem não sabe inglês nem português. Eu discordo e prefiro ficar com o neologismo "trigar".

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.

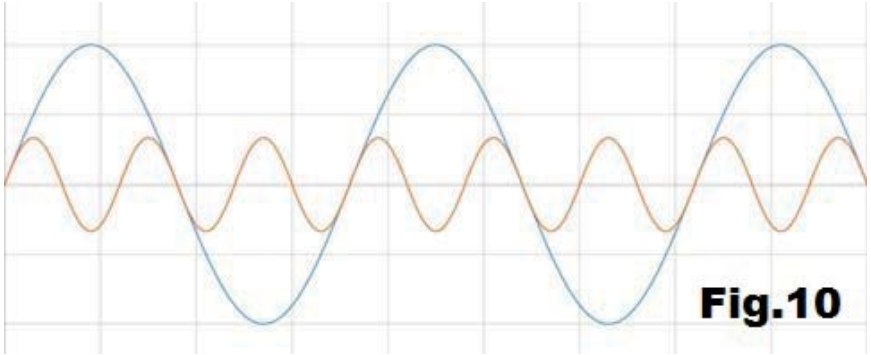
Tecnicamente falando, era preciso "sincronizar" a frequência do oscilador vertical e horizontal.

Cópia de Avaliação



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.



Cópia de Avaliação

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.

Cópia de Avaliação

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 oscilocópio 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 funcões 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?

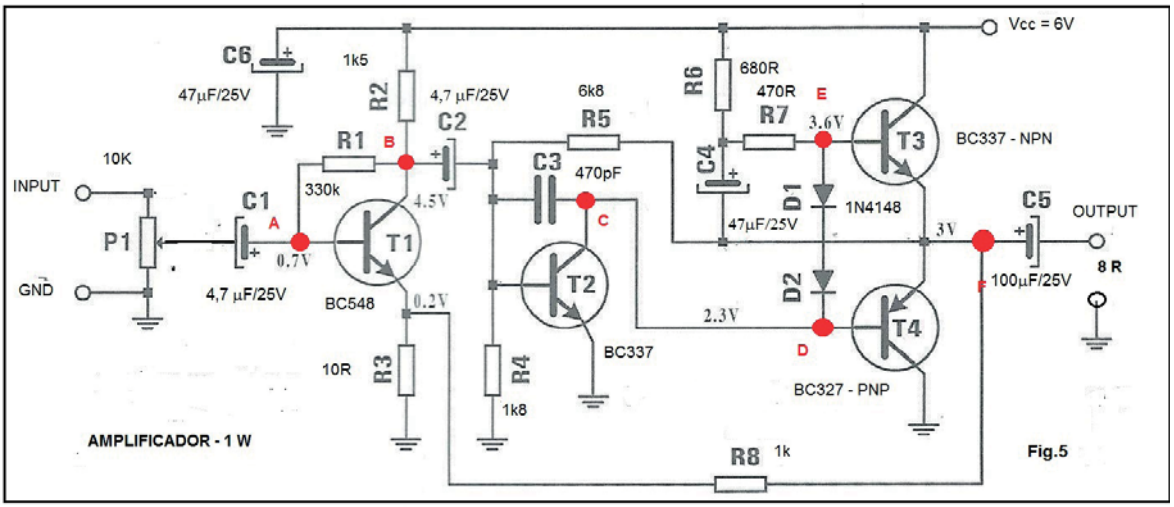
Sim, se você tomar os cuidados abordados no capítulo 2, mas eu não recomendo ficar fazendo experiências com tensões altas principalmente se sua rede for de 220V. Vai que o cachorro late, a dona patroa chama, o seu filho(a) grita paieeeeeeeeee ou sei lá o quê e você se distrai. Eu não gosto de levar choque e você?

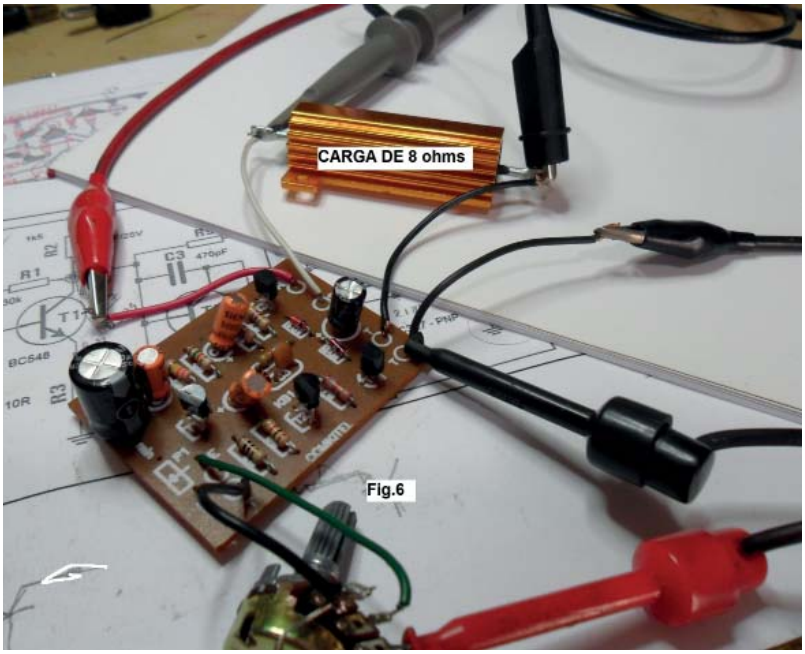
Eu vou usar o oscilador senoidal que falei e você irá ver na telinha algo parecido com a fig.1 sobre a qual temos muito a conversar.

Cópia de Avaliação

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.





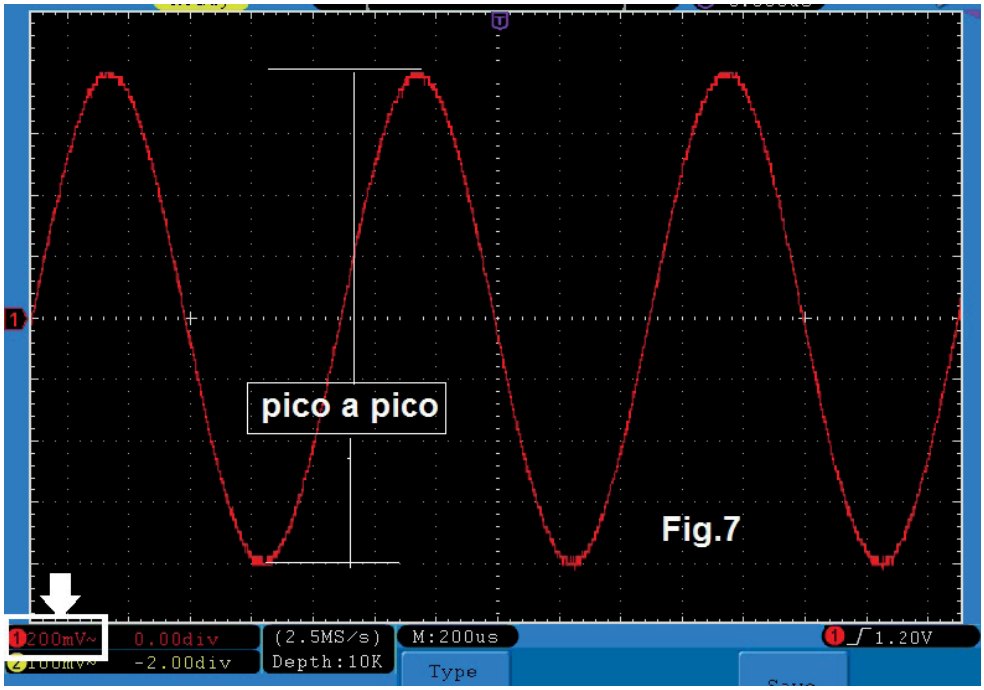
Na fig. 6 ao lado vemos a aplicação da ponteira do osciloscópio sobre a carga.

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.

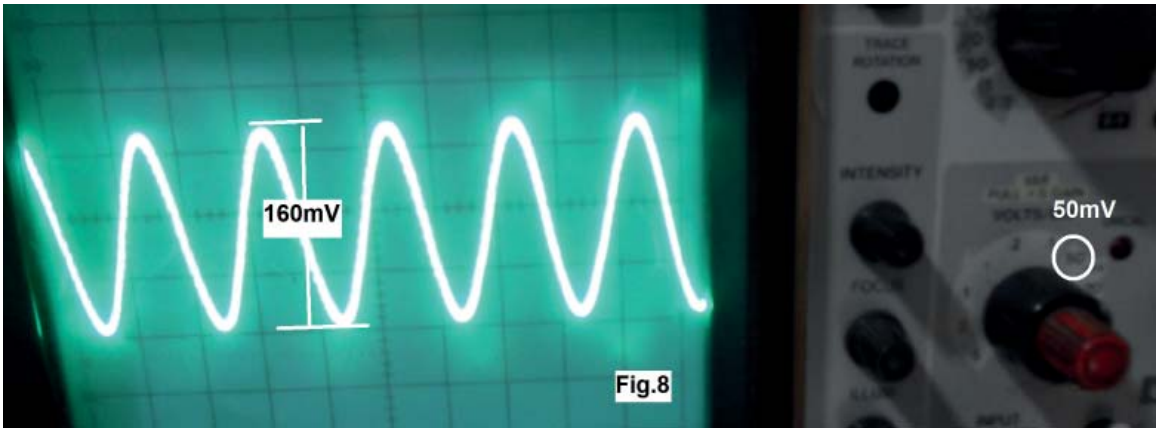
Na fig.8 você poderá a forma de onda obtida num osciloscópio analógico e comparar a amplitude com a da fig.7.

Cópia de Avaliação



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 x 200mV = 1600mV 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 amplifcador nas mesmas condilçoes 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?

Cópia de Avaliação

No final eu os convidava a procupar 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.

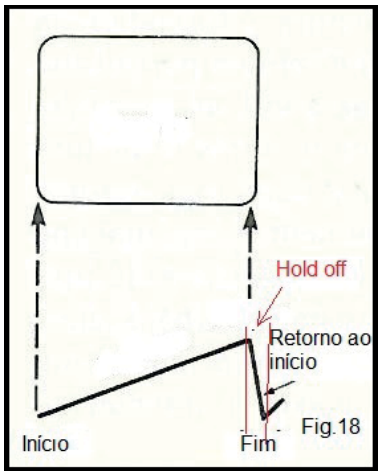


Fig.18

Pois bem, este tempo da descida da rampa é predeterminado no tv, mas no osciloscópio

Cópia de Avaliação

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.

Cópia de Avaliação

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.

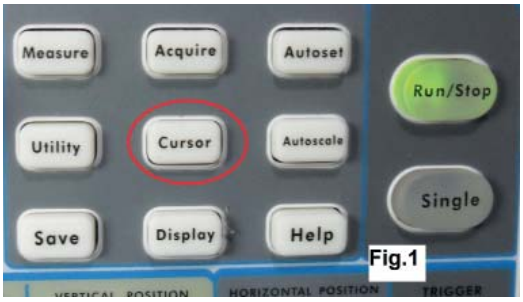


Fig.1

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: Δy = 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).

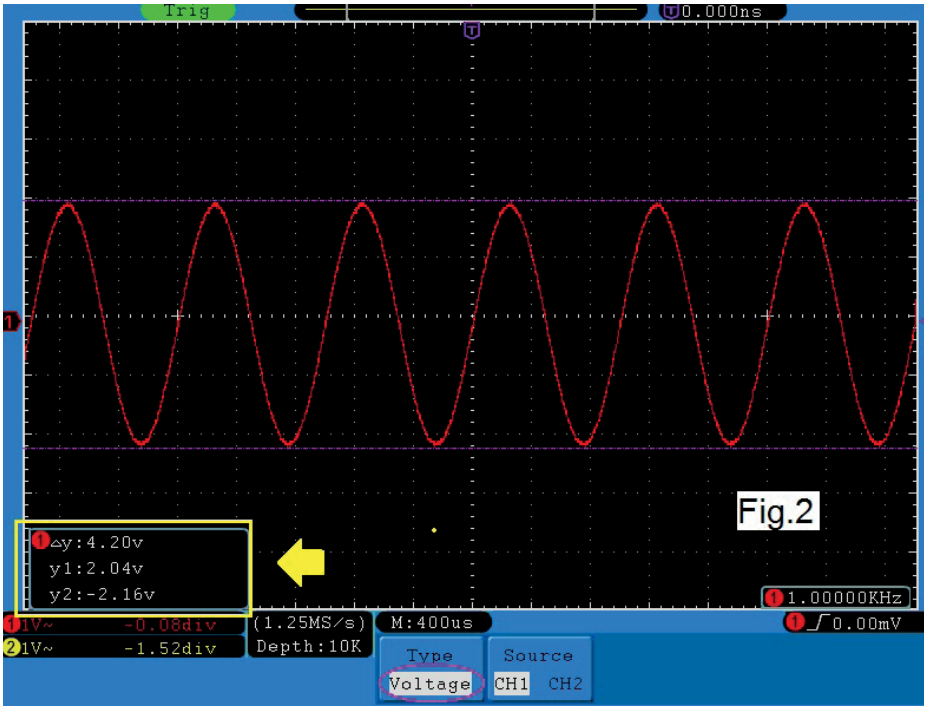


Fig.2

Cópia de Avaliação

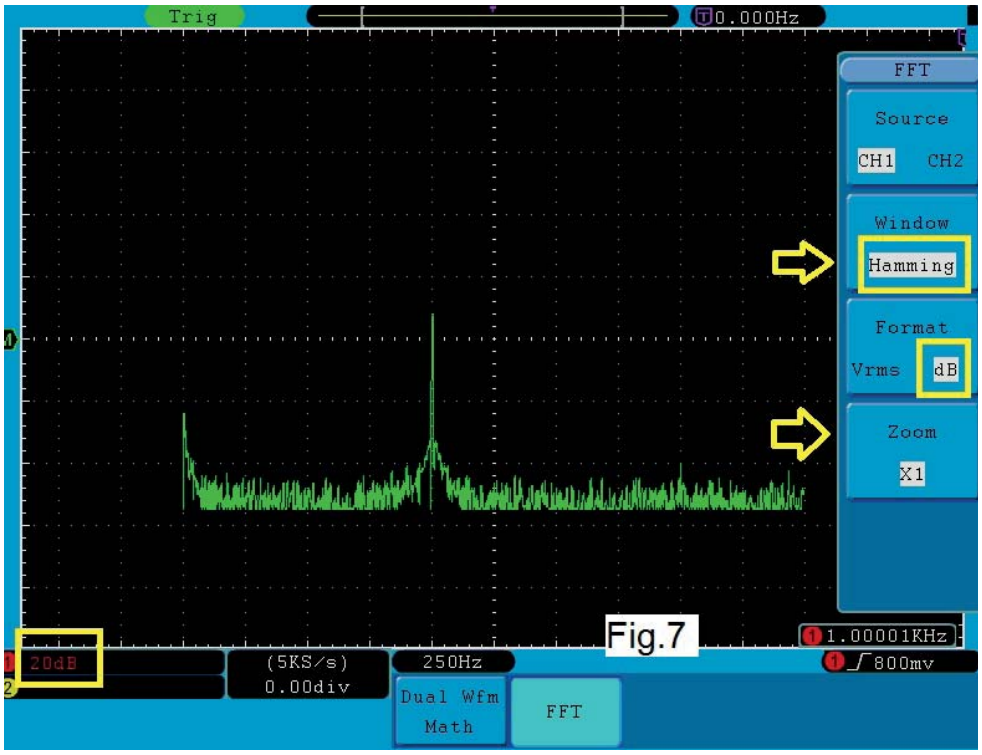
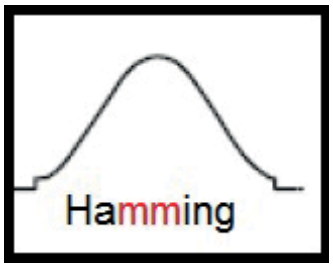


Fig.7

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.

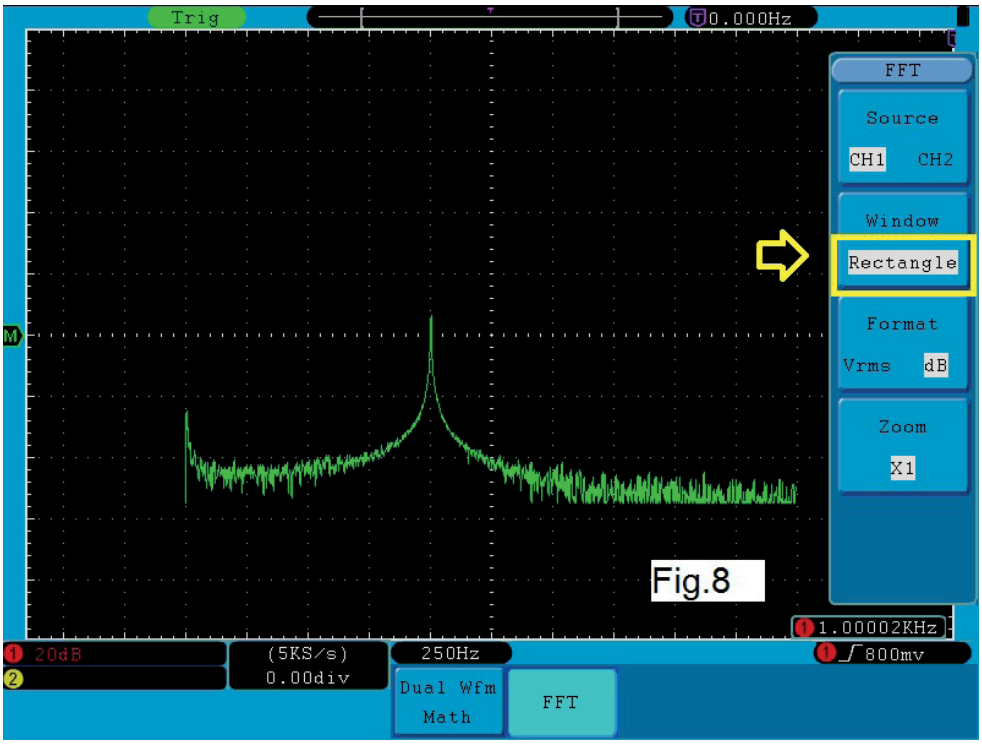
É recomendado nos seguintes casos:

1) Ondas senoidais, periódicas e com uma banda de ruido randômico estreita.

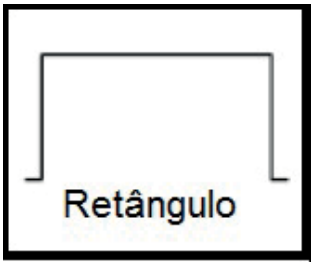
2) Transientes ou *bursts* onde os níveis de sinal antes e depois do evento sejam significativamente diferentes.

A seguir na fig.8 vamos examinar a mesma onda com a janela Retangular.

Cópia de Avaliação



O próprio formato da janela já nos mostra que ele será melhor para frequências e pior para maginitudes.



Melhor para espectro de frequências de sinais não repetivos 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 pouco variação no espectro.

Cópia de Avaliação

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.

Cópia de Avaliação

Por exemplo, a composição de duas senóides de mesma amplitude e **frequências diferentes,** se esiverem 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).

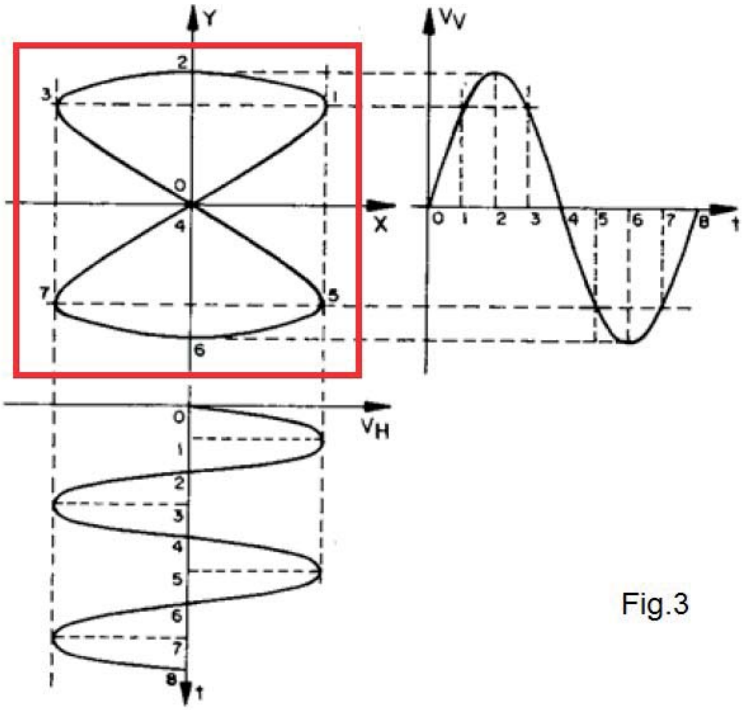


Fig.3

Uma infinidade de Figuras de Lissajous poderão ser obtidas e visualisadas 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 Lissajoous na reparação, em particular, em áudio analógico é encontrar o ângulo de defasagem entre dois sinais.

Cópia de Avaliação

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.

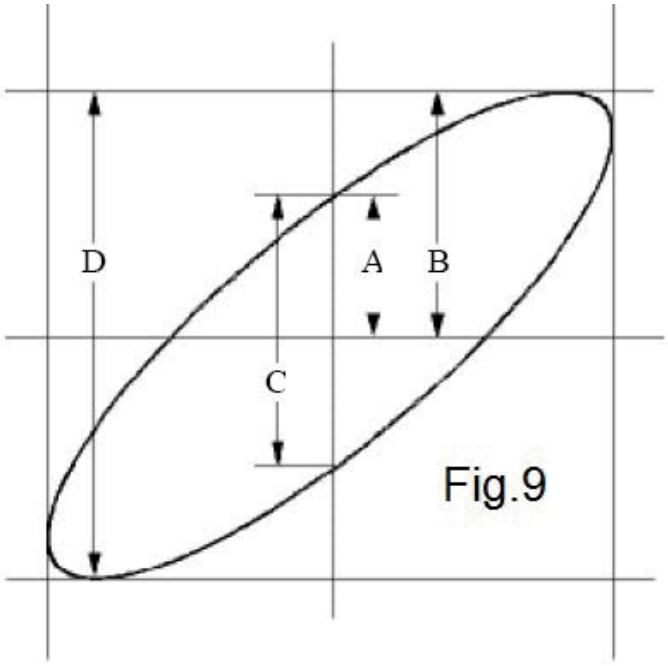


Fig.9

Na fig.10 podemos ver os valores de A e B para a nossa Figura de Lissajous e será atraves deles que calcularemos a diferença de fase (ϕ) entre as duas ondas pela fórmula: ϕ = arcsen (A/B).

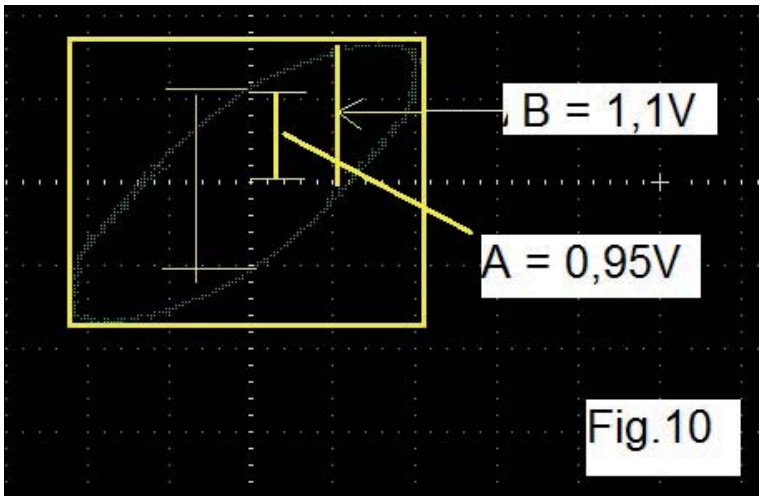


Fig.10

ϕ = arcsen (0,95/1,1)

ϕ = 60º

Cópia de Avaliação

Achou complicado?

Realmentem devo concordar que não tão simples assim, mas também não é nehum bicho de sete cabeças, basta prarticars 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.

Cópia de Avaliação

E ai ?

Gostou ?

Quer comprar?

Clique