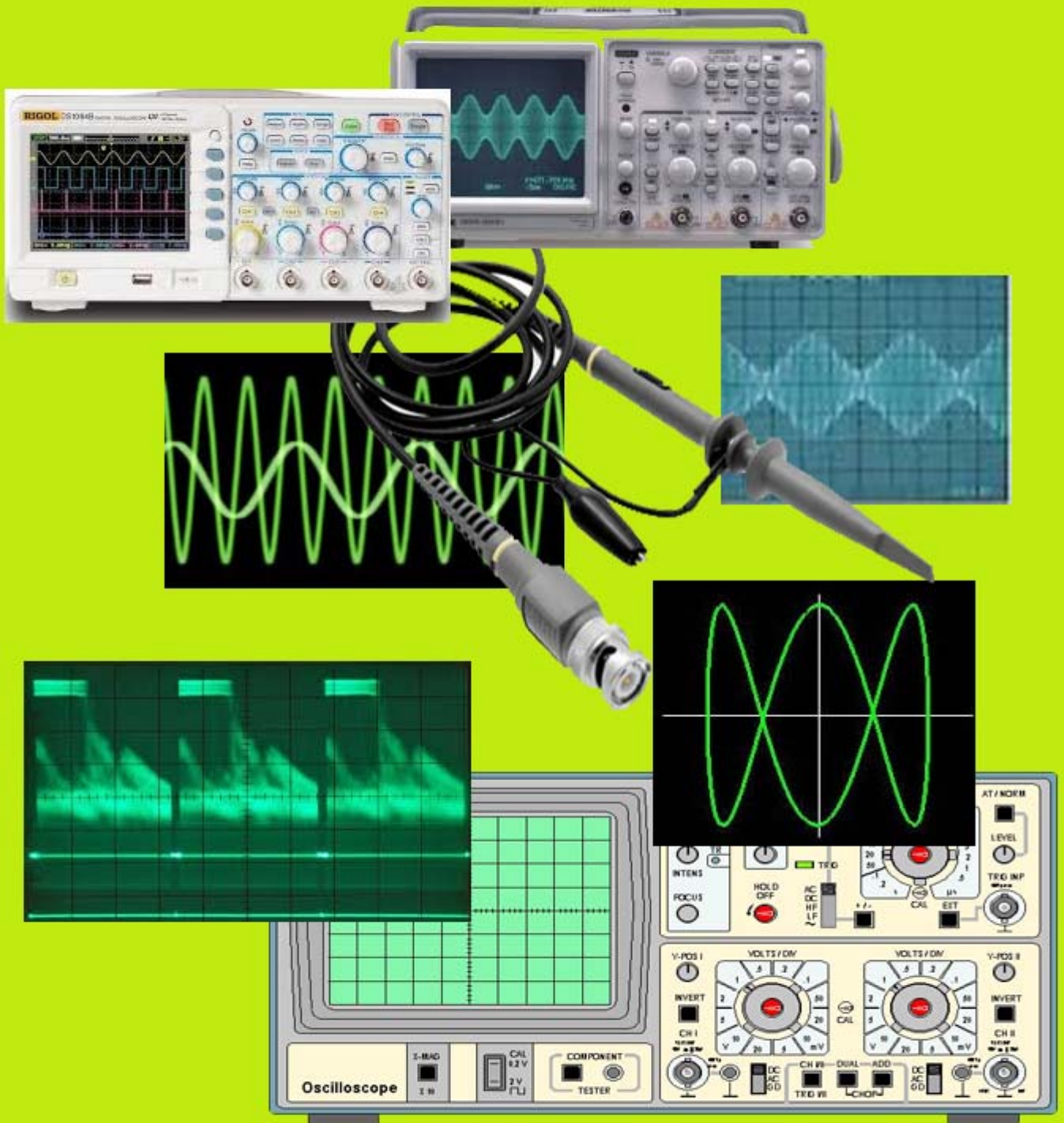


# Osciloscópio sem Traumas



**E-book**

*Paulo Brites*

# *Osciloscópio sem Traumas*

Paulo Brites

Osciloscópio sem Traumas

1ª Edição

Rio de Janeiro

Edição do Autor

2017

Cópia de Avaliação

## ***Osciloscópio sem Traumas***

### ***Algumas palavras iniciais***

Há muito tempo que me pedem um livro sobre osciloscópios.

O osciloscópio, dentre os instrumentos utilizados em eletrônica, parece ser o que mais desespero causa aos técnicos, por isso o título deste livro é Osciloscópio sem Traumas.

Nunca sofri deste pânico, talvez porque tenha tido a sorte de “conviver” com eles (os osciloscópios) ainda quando estudante do curso técnico lá pelo idos de 1966.

Para não pagar o curso eu trabalhava, aos sábados, no laboratório da escola cuidando dos equipamentos e foi ali que me vi, pela primeira vez, frente a frente, com esta “joia rara”.

Não lembro exatamente quantos eram, mas certamente não deveriam passar de dois ou três. Custavam muiiiiiiiito caro.

Talvez fosse algum Heathkit valvulado de tela redonda que não passava dos 5 MHz, ou melhor, “megaciclos”, como se dizia naqueles tempos.

Era o meu sonho de consumo ter um na minha bancada doméstica.

Só pude acordar do sonho em 1988 quando um amigo me trouxe dos “esteites” um Hitachi dois canais de 35MHz por 500 dolares que lhe paguei parceladamente.

Ele ainda faz parte da minha bancada, embora sofrendo de Parkinson, com algumas tremedeiras ao mostrar os sinais na tela que já é não é mais redonda e sim quadrada.

Em 76 quando entrei para Embratel tive oportunidade de “mexer” em tops de linha da Tektronix. Utilizei um deles para fazer o meu primeiro artigo para a Revista Antenna em 1978.

Nunca fiz curso para aprender manuseá-los.

No curso técnico, meu “chefe” do laboratório, prof. Messias, me

## Osciloscópio sem Traumas

ajudou a dar os primeiros passos, como fazemos para ensinar uma criança a andar de bicicleta sem rodinhas. Daí em diante, fui caindo e levantando sozinho e não precisei mais das rodinhas.

Por volta de 2003 ministrei alguns cursos presenciais sobre uso de osciloscópio. Ao preparar as aulas do curso percebi que era importante, não apenas falar dos “botõezinhos”, mas sim do que se esperava ver na tela e como interpretar os “sinais”.

No meu contato com os técnicos reparadores desde que iniciei meus treinamentos sobre reparação de equipamentos eletrônicos percebo que o que falta, às vezes, para entender um osciloscópio é um sólido conhecimento do que é ou como é composto efetivamente um sinal elétrico, por isso o capítulo 1 deste livro será dedicado a isto.

Antes de encerrar estas não tão breves palavras iniciais valem algumas considerações.

Os leitores que me seguem, há muito tempo já se acostumaram com a minha maneira de escrever e pelos comentários que recebo parece que apreciam.

Entretanto, se você está chegando agora pode levar um susto ao ler um livro técnico escrito desta maneira.

Para mim livros são como pratos de comida. A comida alimenta o estômago, o livro alimenta o espírito.

A comida pode ser do tipo “fast food” ou “a la carte”, mas antes de alimentar o estômago deve agradar aos olhos.

Aprendi isto com minha mãe que, sem modéstia a parte, cozinhava muito bem e mesmo no almoço do dia a dia enfeitava os pratos antes de irem para mesa. Aí até jiló, pra quem não gosta, fica gostoso.

Um livro, para mim, não tem que falar apenas do tema a que se propõe, mas deve fazer o pensamento voar.

Voe comigo nas próximas páginas. Boa viagem e “bon appetit”!



### **Não pratique pirataria**

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

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

O Autor

# Osciloscópio sem Traumas

## Sumário

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Capítulo 0 - Comprando um osciloscópio .....</i>          | <i>13</i> |
| <i>Capítulo 1 - Para quê serve um osciloscópio? .....</i>    | <i>25</i> |
| <i>Capítulo 2 - Não exploda seu osciloscópio .....</i>       | <i>39</i> |
| <i>Capítulo 3 - As ponteiros do osciloscópio .....</i>       | <i>43</i> |
| <i>Capítulo 4 - Primeiros contatos com os botõezinhos..</i>  | <i>51</i> |
| <i>Capítulo 5 - Teoria na prática .....</i>                  | <i>65</i> |
| <i>Capítulo 6 - Fast Fourier Transform na prática .....</i>  | <i>85</i> |
| <i>Capítulo 7 - O modo YT ou as Figuras de Lissajous ...</i> | <i>99</i> |

# *Capítulo Zero*

## *Comprando um osciloscópio*

*Resolvi denominar este capítulo de ZERO porque é por ele que tudo deve começar:*

*- a compra do osciloscópio.*

*Se você pretende comprar um, a leitura é obrigatória.*

*Se já comprou também!*

## Osciloscópio sem Traumas

A compra de um instrumento de teste deve ser feita sempre com muito critério para evitar que nos arrependamos depois e aí não adiantará mais “chorar pelo leite derramado”.

Se, comprar um multímetro já exige cuidados o quê se dirá então sobre um osciloscópio considerando-se o seu preço.

A principal ou talvez a única preocupação dos técnicos, na hora da compra de um osciloscópio, é com a *Bandwidth* (e o preço é claro!).

No tempo dos osciloscópios analógicos e dos sinais do mesmo tipo até pode-se dizer, com reservas, que bastava saber “quantos mega” é já era suficiente para se comprar o brinquedinho, mas na Era Digital outras questões muito importantes devem ser consideradas como descreverei a seguir.

### ***Analógico versus digital, o que comprar?***

Se você vai comprar um osciloscópio agora certamente terá que ser um digital, também conhecido pela sigla DSO (*Digital Storage Oscilloscope*), a menos que você encontre algum analógico *top* de linha por um valor extremamente convidativo.

Entretanto, mesmo eu sendo um “*analogic man*”, como me disse certa vez um instrutor da HP, hoje eu me rendo ao DSO, contanto que ele fique no meio do caminho entre um Fusquinha e uma Ferrari e, se você continuar a ler, entenderá porque.

Encontramos por aí muitos digitais baratinhos, mas não se iluda, pois o dito popular “o barato sai caro” tem sempre razão.

Então, esta é a primeira dica: - compre um digital, mas escolha bem para não se estressar depois.

Você já pensou num médico usando um medidor de pressão arterial (esfigmomanômetro, esse é o nome técnico) cujo ponteiro fique balançando entre o dez e o vinte, por exemplo?

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



### ***Mas, nem só de BW vive um osciloscópio!***

Nos osciloscópios digitais existem mais duas especificações muito importantes e que são pouco conhecidas e entendidas: *sample rate* e *memory depth* sobre as quais discorrerei a partir de agora.

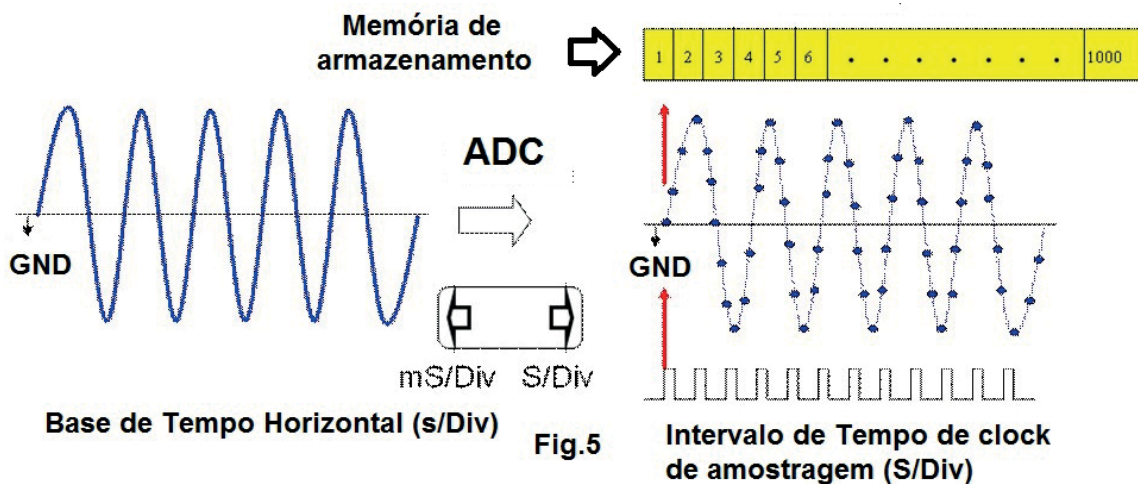
Antes porém, vale dar uma breve explicação de como um DSO funciona.

Nada neste mundo é digital, tudo é analógico, portanto o primeiro passo em qualquer sistema digital consiste em fazer uma conversão de analógico para digital, geralmente, designada pela sigla ADC (Analog-Digital Conversion).

O processo ADC consiste em “transformar” um sinal contínuo como todo sinal analógico em um “monte” de pontos que o represente.

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

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



# **Capítulo 1**

## ***Para que serve um osciloscópio?***

*Este é um capítulo preliminar que provavelmente você não encontrará em nenhum livro sobre osciloscópios e tratará de sinais elétricos ou formas de ondas.*

*Parece que os autores pensam que as pessoas já nascem sabendo tudo ou que a escola lhes ensinou a “ligar os pontos” como diz Steve Jobs.*

## Para que serve um osciloscópio?

*Como uma onda*

*Lulu Santos & Nelson Motta*

*A vida vem em ondas,  
como um mar  
Num indo e vindo  
infinito ...*

Está estranhando que eu comece o primeiro capítulo de um livro sobre osciloscópio com um pedacinho de uma letra de música?

Então vá se acostumando porque ainda irei “aprontar” outras estranhices deste tipo até o final do livro.

Ah! Ia até esquecendo, a pergunta é para que serve um osciloscópio, não é mesmo?

Pois bem, um osciloscópio é um instrumento eletrônico que permite ver, ou melhor, avaliar ondas (elétricas, não as do Lulu).

### **Um pouco de matemática e física não faz mal a ninguém**

Calma não precisa suar frio, eu só quero que você entenda exatamente afinal o que é uma onda?

Os físicos e os poetas, cada um do seu jeito, dizem que uma onda representa “coisas” da Natureza que são repetitivas ou cíclicas, como as ondas do mar do Lulu Santos.

E os osciloscópios nos permitem “ver” as formas das ondas sob o ponto de vista dos físicos (não dos poetas).

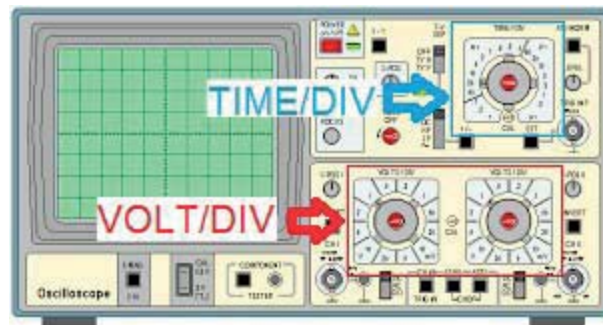
Você certamente sabe que a tensão ou voltagem das tomadas das casas é alternada senoidal.

## Osciloscópio sem Traumas

Sai x e y entra t de tempo e V de volts

Se você já teve a oportunidade de olhar o painel de um osciloscópio analógico viu dois botões, um chamado **volt/div** e outro denominado **time/div** parecidos com a fig.6.

Fig.6



Se o osciloscópio for digital, também conhecidos como DSO (Digital Storage Oscilloscope), teremos uma área denominada **VERTICAL** e outra 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.

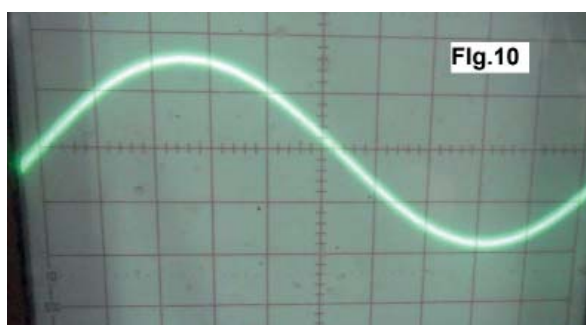
## Osciloscópio sem Traumas

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

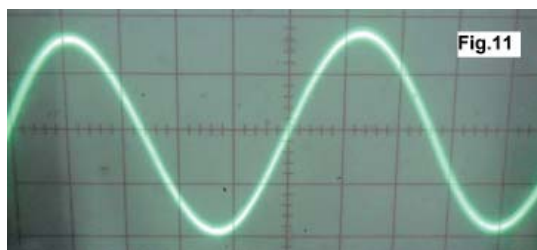
Suponhamos que a senóide da fig.11 foi obtida com a chave time/div em .5ms. Qual a frequência desta onda?

**Obs.** Geralmente o zero antes da vírgula é omitido, por exemplo, .5ms = 0,5ms.

Primeiro precisamos descobrir qual o seu período. Como a onda está ocupando 10 quadrículas que neste caso vale .5ms temos um período de 5ms e, portanto a frequência desta senóide será  $1 \div 0,5\text{ms} = 1 \div 0,0005 = 200\text{Hz}$ .



Qual deveria ser a posição da chave time/div para que aparecessem na tela dois ciclos completos da mesma onda de 200Hz como mostrada na fig.11?



Para ter dois ciclos completos precisamos que a tela toda corresponda a 10ms, uma vez que um ciclo completo ocupa 5ms e, portanto devemos passar a chave time/div para .25ms. Como a posição mais próxima é .2ms tivemos que escolher esta e, por isso, como você deve ter notado, ficou faltando um pedacinho do segundo ciclo.

Na página a seguir vou lhe dar uma tabela que relaciona os valores do tamanho da quadrícula (time/div) com a frequência máxima de uma onda que aparece numa tela de 10 ou 12 quadrículas (div = divisão = quadrícula).

A boa notícia é que **alguns** osciloscópios digitais **podem** mostrar a frequência da onda escrita na tela junto com outros parâmetros dependendo da configuração que se faça.

# *Capítulo 2*

## *Não exploda seu osciloscópio?*

*Antes de aprofundar no manuseio de cada botãozinho é importante que você seja alertado para alguns cuidados no uso do osciloscópio e não transforme um sonho em pesadelo numa fração de segundos!*

## Osciloscópio sem Traumas

### Antes de usar o osciloscópio confira a tomada

Este será um capítulo bem curtinho, mas muito importante.

Terra ou ground



Fig.1

Todos os osciloscópios (aqui no Brasil) usam o padrão americano de cabo de força com três pinos onde o terceiro pino corresponde ao *ground* ou aterramento como se vê na fig.1.

A primeira coisa que você deve fazer é verificar com um ohmímetro se há continuidade entre este terceiro pino e a parte metálica dos conectores BNC onde são ligadas as ponteiras do osciloscópio.

É quase certo que você constate que estes pontos estão interligados e é aí que mora o perigo, porque a garrinha jacaré que você irá ligar ao "terra" do equipamento a ser testado também está ligada a este ponto.

A questão do pino de aterramento ainda é polêmica porque muita gente confunde terra com neutro e, às vezes, na hora de fazer a instalação o Zé Faísca interliga os dois o que JAMAIS deve ser feito.

### Qual a solução?

A melhor de todas, sem dúvida, seria ligar o **equipamento sob teste através de um transformador de isolamento** que não deve ser confundido com auto transformador.



### Não isole o osciloscópio e sim o equipamento!

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

# *Capítulo 3*

## *As ponteiros do osciloscópio*

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



## Osciloscópio sem Traumas

Isto ocorreu porque a impedância de entrada do voltímetro produziu um divisor de tensão com a impedância da fonte.

Suponhamos que em vez de 2Mohms a impedância de entrada do voltímetro fosse 9Mohms. Qual seria o valor lido por ele?

Para encontrar este valor basta usar a fórmula abaixo

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

e obteremos 0,9V que é um valor bem mais próximo do valor "verdadeiro". (experimente fazer a conta para  $R_{\text{in}} = 2\text{Mohms}$  e encontrará 0,66V).

Você pode estar querendo me perguntar o que tudo isto tem a ver com a ponteira do osciloscópio e eu já lhe adianto que é muito importante como será visto no próximo parágrafo.

### O que devemos saber sobre as ponteiras

Vale informar inicialmente que as ponteiras podem ser passivas ou ativas, mas neste breve capítulo tratarei apenas das passivas que são as mais comuns.

Na fig.3 temos uma ponteira bastante popular e que costuma acompanhar o osciloscópio (por enquanto, ainda não é um acessório que tem que ser comprado separadamente).



Fig.3

Observe no destaque a tecla amarela que permite que se escolha a posição x1 que é direta e a posição x10 que irá atenuar dez vezes o sinal que chega a entrada do osciloscópio.

E é sobre esta tecla que quero conversar com você pela importância dela e aí você entenderá o porquê do parágrafo anterior.

## Osciloscópio sem Traumas

Para que a divisão de um para dez não fique comprometida a medida que a frequência do sinal vai aumentando coloca-se um capacitor de compensação (*trimmer*) que vai entrar em paralelo com a capacitância do cabo e da entrada do osciloscópio como vimos na fig.4.

O capacitor de compensação é ajustável e pode ser colocado ou na entrada da ponteira ou junto ao conector BNC que é ligado à entrada do osciloscópio que costuma ser o caso das ponteiras com BW maior que 350MHz. Veja a fig.5



### Ajustando o capacitor de compensação

Antes de começarmos a verificar os sinais de um circuito com o osciloscópio é **obrigatório** verificar se a ponteira está respondendo de forma plana a todas as frequências e para isso todo osciloscópio possui um gerador interno de onda quadrada de 1kHz e 0,5Vpp com um terminal de acesso disponível no painel como vemos na fig.6.

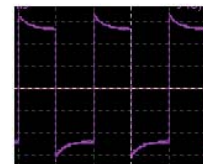


O ajuste deve ser feito com uma chave não metálica, geralmente fornecida junto com a **ponteira** a qual **deverá estar na posição x10**.

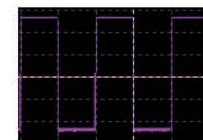
Quando a ponteira está ajustada corretamente devemos obter na tela uma onda quadrada "perfeita".

Caso isto não esteja acontecendo deve-se ajustar o *trimmer* até conseguir. Na fig.7 temos as duas situações indesejáveis com a ponteira supercompensada ou subcompensada.

super compensada



compensada corretamente



sub compensada

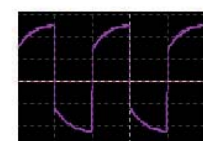


Fig.7

# *Capítulo 4*

## *Primeiros contatos com os botõezinhos*

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

## Osciloscópio sem Traumas

Imagine, por exemplo, o coletor de um transistor amplificador.

Se tivermos um sinal aplicado à entrada do amplificador teremos dois sinais no coletor: um “sinal” DC, referente à polarização do transistor e outro AC que é o sinal de entrada amplificado.

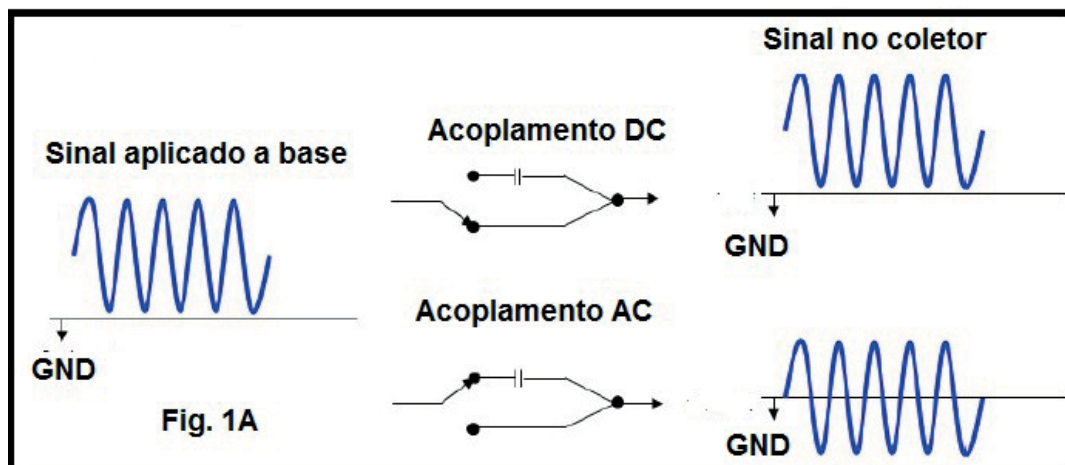
Quando ligamos o coletor deste transistor à base de outro, geralmente, colocamos um capacitor entre um ponto e outro que é chamado **capacitor de acoplamento** cuja finalidade é não deixar que a tensão DC do coletor do primeiro transistor chegue à base do segundo.

Ao inspecionarmos o sinal no coletor com um osciloscópio temos duas maneiras de fazê-lo.

Se colocarmos a chave de acoplamento do osciloscópio em AC, o sinal irá variar em relação ao nível zero ou nível de *ground* uma vez que a tensão de polarização foi “barrada” por um capacitor interno na entrada vertical do osciloscópio.

Por outro lado, se colocarmos a chave em DC iremos ver o sinal referenciado a tensão de polarização do coletor.

Para que esta ideia fique definitivamente entendida veja a fig.1A.



No osciloscópio digital a escolha do tipo de acoplamento não é feita por uma chave mecânica como mostrada na fig. 1 para um analógico e sim através de um menu como veremos mais tarde.

### Trigando o sinal

Depois de entender que o osciloscópio trabalha com tempo e não com frequência, o *trigger* é o segundo ponto onde vejo a maior dificuldade que os técnicos encontram ao manusear o equipamento.

A tradução mais adequada para a palavra *trigger* é gatilho que nos lembra **alvo** que virou “álvaro” na música-deboche dos Demônios da Garoa):

De tanto levar  
“frexada” do teu olhar  
Meu peito até  
Parece sabe o que?  
“talbua” **de tiro ao “álvaro”**  
Não tem mais onde furar

Aportuguesando criamos o verbo *trigar* que pode ser entendido como “atingir ou obter o alvo”, às vezes, também, *gatilhar*.

Aqui preciso fazer um relato, no mínimo, divertido.

Pesquisando manuais de osciloscópio para escrever este livro encontrei a seguinte tradução para *trigger*: ALVEJAR. Só esqueceram de dizer a marca do sabão em pó !

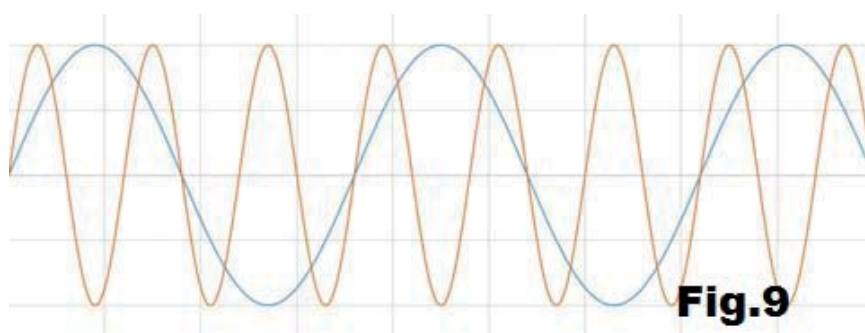
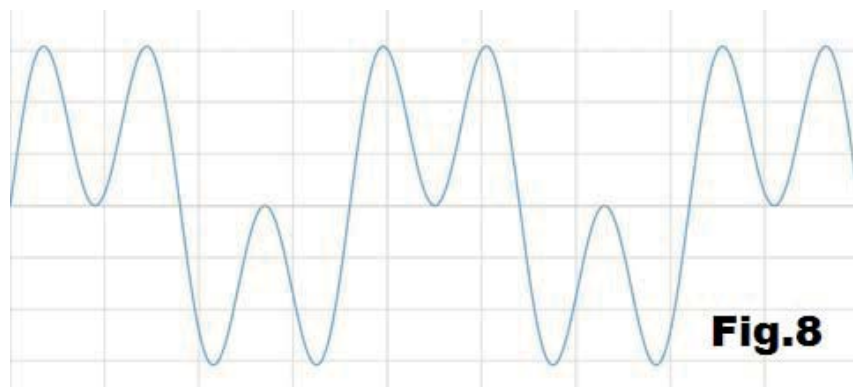
Alvejar significa “tornar alvo, branco”, entretanto já se pode ver gente usando no sentido de atirar ao alvo (e não ao Álvaro!) ou tomar como alvo, provavelmente é uma tradução a “*la Google*” de quem não sabe inglês nem português. Eu discordo e prefiro ficar com o neologismo “trigar”.

Voltando ao *trigger* farei uma comparação que será melhor entendida pela turma que é “jovem há mais tempo”, como eu, e pegou as tvs valvuladas.

Todos nós daquela época pré histórica, ainda lembramos que era preciso ajustar um botãozinho (ou dois) na tv para fazer a tela parar de rolar.

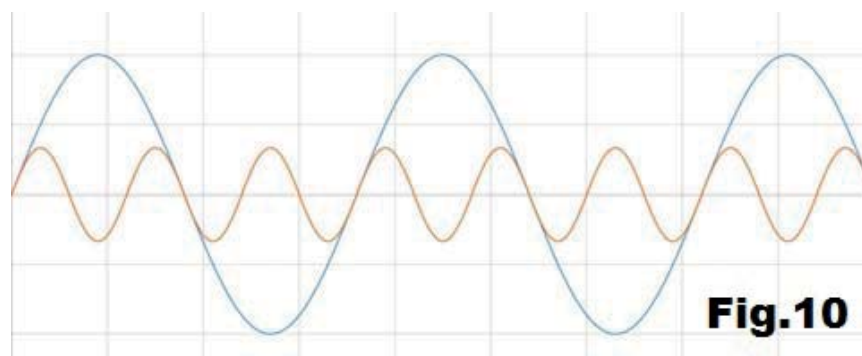
Tecnicamente falando, era preciso “sincronizar” a frequência do oscilador vertical e horizontal.

## Osciloscópio sem Traumas



Que tal darmos uma olhada em mais um exemplo para você se convencer definitivamente, como eu me convenci, que a Natureza ama a senóide.

Juntando-se as duas senóides da fig. 10 iremos obter a onda “distorcida” da fig. 11.



# *Capítulo 5*

## *Teoria na prática*

*Está na hora de começar a se familiarizar com os resultados obtidos na tela do osciloscópio e não apenas olhar a figurinha como se fosse um gibi.*

## ***Osciloscópio sem Traumas***

### ***Colocando a mão na massa***

Chegada a hora de exorcizar os fantasmas, se livrar do trauma do osciloscópio e nada melhor para isso que encará-lo de “homem para homem” (sem nenhum machismo!)

O capítulo será dividido em cinco experiências para que você vá se familiarizando com o seu osciloscópio gradualmente.

Todas elas tomarão como base, na maioria das vezes, um osciloscópio digital, muito embora poderão ser realizadas com um analógico sendo que nunca é demais lembrar que muitas informações mencionadas para o digital não poderão ser encontradas no analógico.

### ***Experiência nº 1 - Analisando uma onda senoidal***

Para realizar esta experiência você vai precisar, obviamente, de uma onda senoidal que pode ser obtida a partir de um gerador de funções.

Se você não tem um gerador de funções poderá utilizar um circuito de um oscilador que gere pelo menos uma senóide de frequência fixa.

Para que você não tenha nenhuma desculpa (além da preguiça) para realizar esta experiência se você não tem o gerador de funções nem o oscilador vou lhe dar uma terceira alternativa, use um transformador qualquer ligado à rede elétrica.

A pergunta que não quer calar: - não poderia usar a própria rede elétrica?

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

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

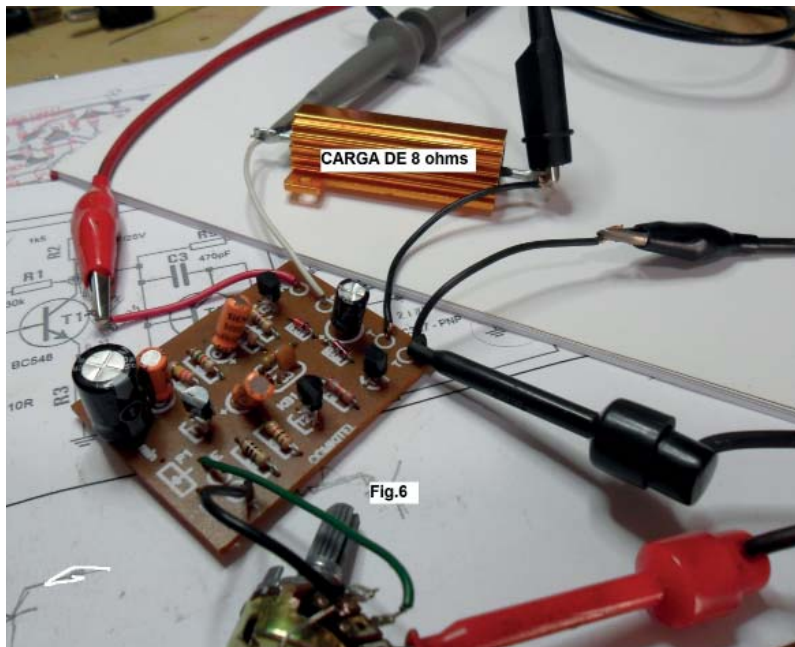
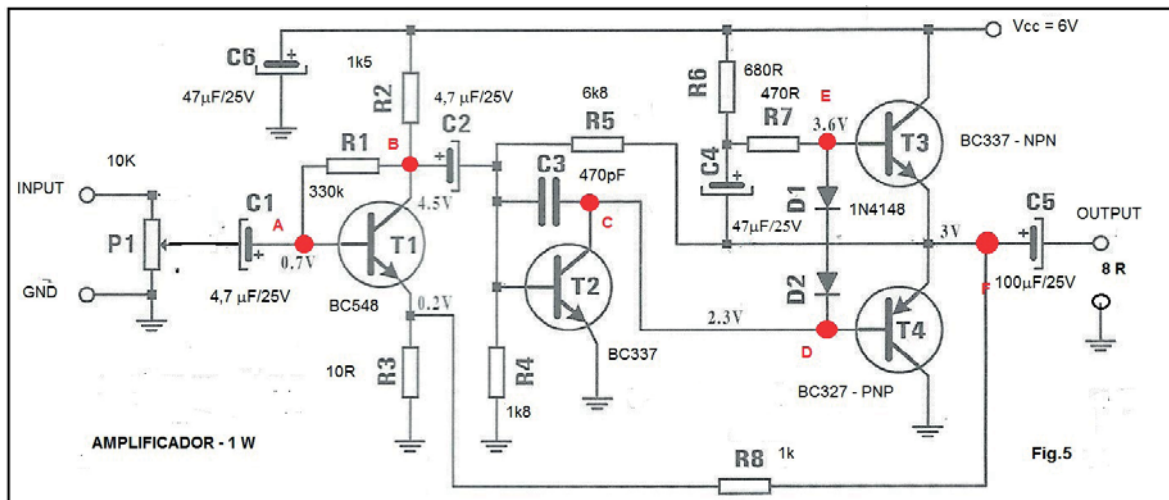


## Osciloscópio sem Traumas

### Experiência nº 2 - Analisando um amplificador

- usando os 2 canais

A primeira parte da experiência será injetar uma onda senoidal de 1 kHz na entrada e ajustá-la com auxílio de P1 de modo a garantir que este sinal chegará na saída, sem distorção, sobre um resistor de 8 ohms utilizado como carga.



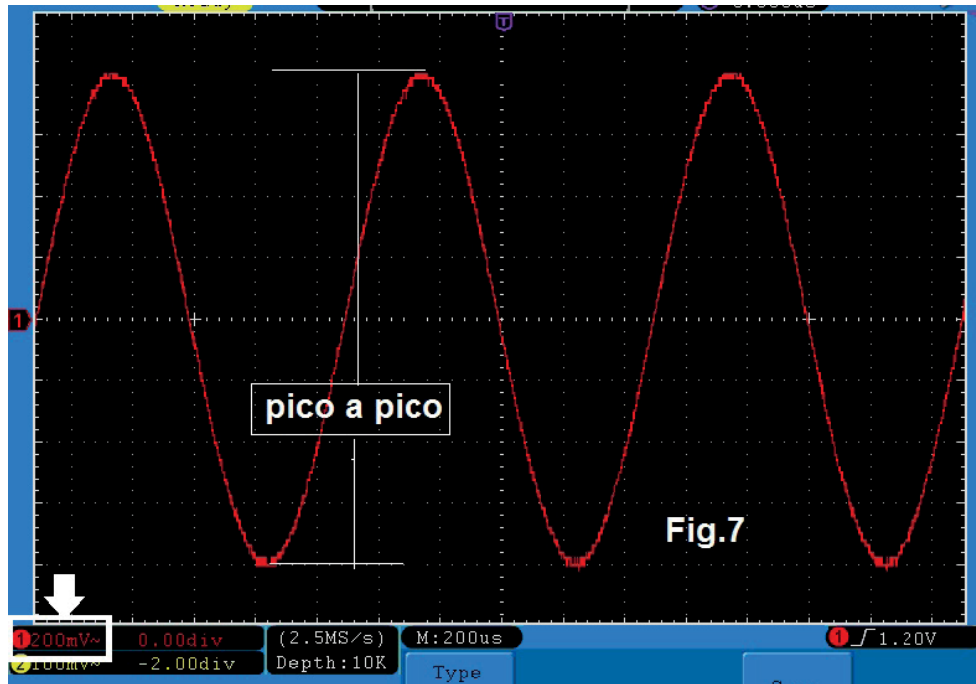
Na fig. 6 ao lado vemos a aplicação da ponteira do osciloscópio sobre a carga.

A seguir teremos duas imagens da tela do osciloscópio.

A fig.7 mostra a forma de onda sobre a carga com o valor máximo, mas sem distorção.

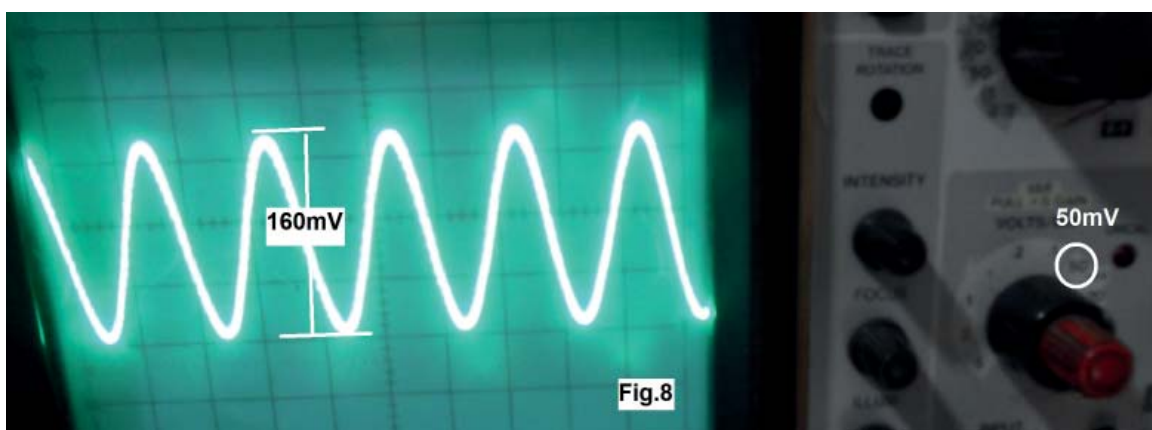
Na fig.8 você poderá a forma de onda obtida num osciloscópio analógico e comparar a amplitude com a da fig.7.

## Osciloscópio sem Traumas



Olhe o destaque na fig. 7 com a seta branca no canto inferior esquerdo e veja que está indicando 200mV, ou seja, que cada quadrícula na vertical vale 200mV e como o sinal ocupa aproximadamente 8 quadrículas o seu valor pico a pico é  $8 \times 200\text{mV} = 1600\text{mV}$  ou 1,6 volts pico a pico.

Antes de prosseguir quero que você examine a fig.8 onde temos a forma de onda obtida no mesmo amplificador nas mesmas condições da fig.7, porém em um osciloscópio analógico que neste caso está com a chave VOLT/DIV ajustada para 50mV.



Você notou que o sinal não ocupou 8 quadriculas como osciloscópio digital e sim apenas pouco mais de três, nos dando um valor pico a pico igual a 160mV e não 1600mV como ocorreu no digital?

Por que será que aconteceu isso, é a grande pergunta?

## Osciloscópio sem Traumas

No final eu os convidava a procurar no dicionário (que eu levava para sala de aula) aquelas palavras que ninguém sabia o queria dizer.

Ninguém vai entender o que o professor está tentando ensinar se não souber o que significam as palavras que ele está falando.

Seguindo este “meu princípio didático” quero primeiramente que você entenda o que significa *hold off* que é um termo composto do verbo *to hold* (segurar) e da preposição *off* (desligar) que juntos pode ser entendido como “atrasar alguma coisa por um certo tempo” e no nosso caso é isto que o *trigger* vai fazer quando a função *hold off* for acionada.

A língua inglesa tem dessas coisas, uma preposição ou advérbio, no caso, *off*, colocada junto do verbo (*to hold*) lhe dá um “novo” significado. Sugiro que você pesquise o significado de *hold on*, muito usado em letras de músicas. Não dá pra aprender eletrônica sem saber inglês. Pense nisso.

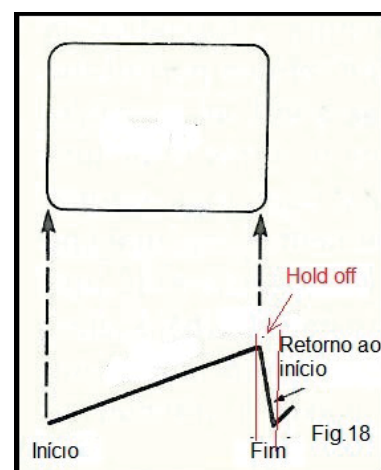
Depois desta pequena digressão no tema e “mini” aula de inglês vamos nos aprofundar mais sobre o *hold off* nos osciloscópios. Como eu disse no início do livro a ideia não é “adestrá-lo” para usar o osciloscópio, mas sim que você entenda o que está fazendo e porquê.

Quando temos um sinal periódico e bem comportado o *trigger* deve capturar o sinal que estamos analisando em um determinado ponto deste sinal e que pode ser ajustado por nós como vimos na experiência anterior.

Relembrar como ocorre a formação de uma imagem de tv na tela no “mundo analógico” com auxílio da fig.18 ajudará a entender o *hold off*.

A imagem começa a ser varrida a esquerda pela rampa de subida de onda dente serra e ao chegar ao final dela a onda dente serra cai a zero, entretanto ela “gasta” um certo tempo para fazer isso. Na imagem de tv este tempo corresponde ao retraço quando um pulso apaga momentaneamente a tela para que não se veja o feixe retornado.

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



# *Capítulo 6*

## *Fast Fourier Transform na prática*

*Neste capítulo vou tratar com mais profundidade de um assunto que abordei lá atrás de maneira superficial que é o FFT.*

*Uma opção pouco conhecida e explorada pelos técnicos, mas que é um dos grandes trunfos do osciloscópio digital e que pode ser de muita utilidade.*

## Osciloscópio sem Traumas

Measure,

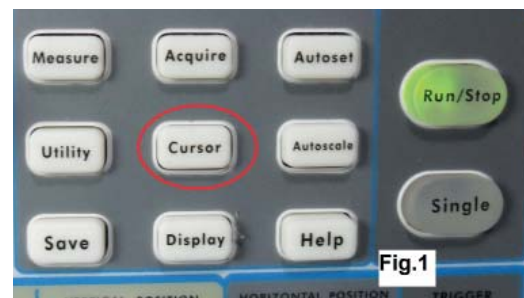
Window

XY (sobre esta tratarei no capítulo 7)

Uma vez estabelecidas estas pré condições, já estamos quase aptos a usar o FFT, antes porém quero lhe apresentar a mais um botãzinho chamado Cursor e você vê na fig.1.

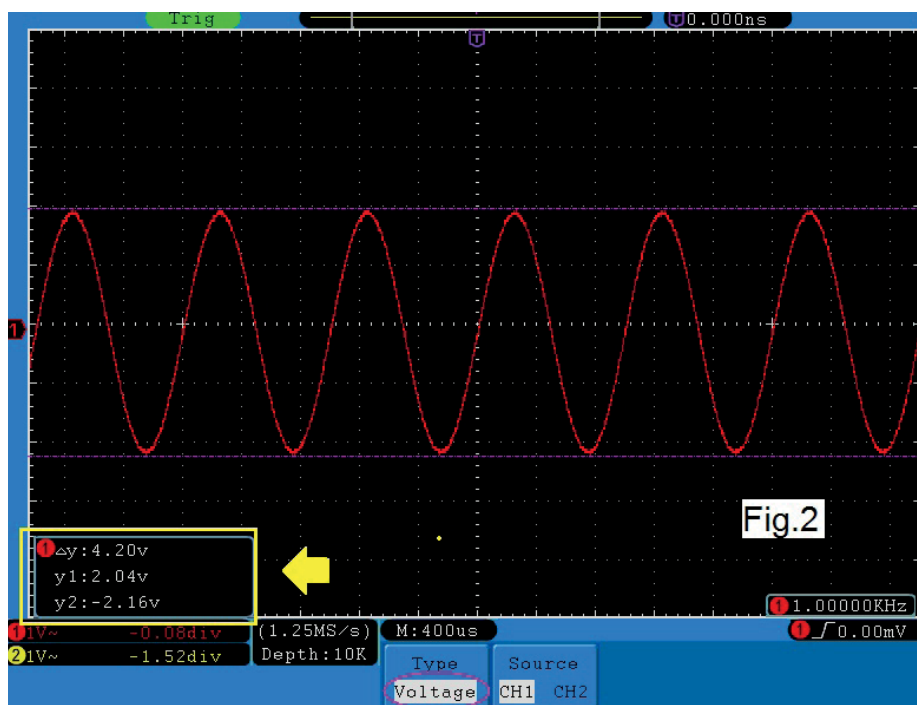
Pressionando este botão habilitamos a apresentação de alguns valores da onda sob análise.

Podemos habilitá-lo para mostrar tensão, tempo ou frequência (MathFFT).

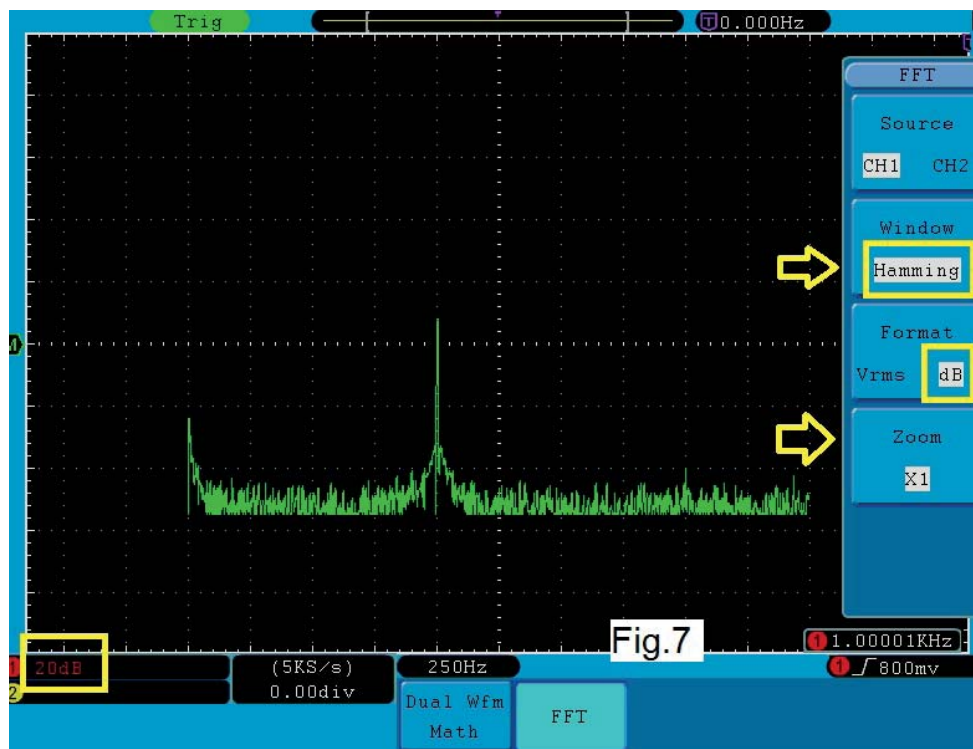


Na fig. 2 temos uma tela onde o Cursor foi habilitado para mostrar com detalhes os valores de tensão da onda. Observe que no canto inferior direito temos:  $\Delta y = 4,20V$ ,  $y1 = 2,04V$  e  $y2 = -2,16V$ .

Os valores  $y1$  e  $y2$  são respectivamente o pico superior e inferior da onda. Só como curiosidade se você fizer a conta  $2,04 - (-2,16)$  encontrará  $4,20V$  que é o pico a pico ( $\Delta y$ ).

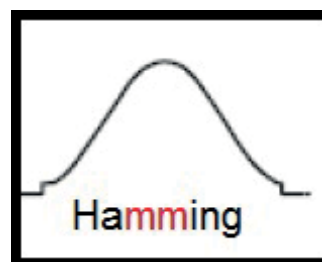


## Osciloscópio sem Traumas



Na fig.7 temos uma onda senoidal pura de 1kHz examinada através da “janela” Hamming.

Este filtro dá melhor resolução para a magnitude da onda se comparado com o Retangular que veremos na fig.8.



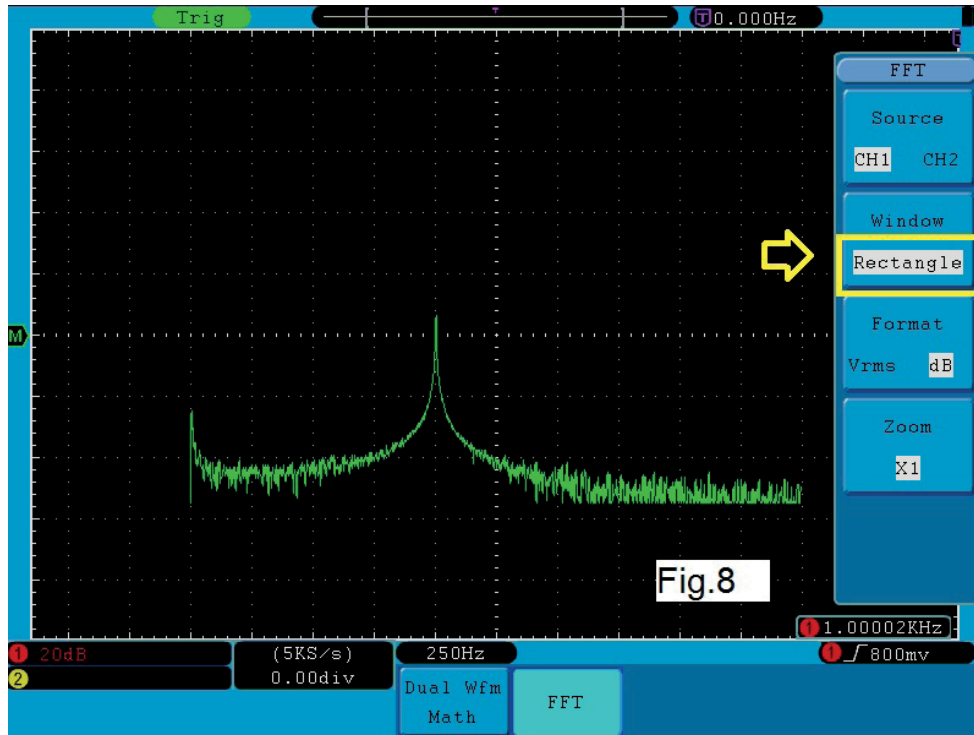
Tem uma resolução ligeiramente melhor para a frequência que o Hanning que será mostrado na fig.10.

É recomendado nos seguintes casos:

- 1) Ondas senoidais, periódicas e com uma banda de ruído randômico estreita.
- 2) Transientes ou *bursts* onde os níveis de sinal antes e depois do evento sejam significativamente diferentes.

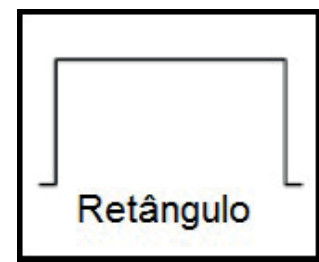
A seguir na fig.8 vamos examinar a mesma onda com a janela Retangular.

## Osciloscópio sem Traumas



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

Melhor para espectro de frequências de sinais não repetitivos e próximas de componentes DC.



É recomendado nos seguintes casos:

1) O nível do sinal antes e depois do evento é aproximadamente o mesmo.

2) Ondas senoidas de magnitudes iguais com frequências muito próximas.

Ruído randômico de banda larga (*broadband*) com pouca variação no espectro.

# Capítulo 7

## *O modo YT ou as figuras de Lissajous*

*Este é um capítulo para técnicos avançados e que se dediquem mais a análise de circuitos analógicos de áudio e experiências de laboratórios de física, em particular.*



## Osciloscópio sem Traumas

Por exemplo, a composição de duas senóides de mesma amplitude e **frequências diferentes**, se estiverem em fase, estando uma no eixo horizontal e outra no vertical produzirão a Figura de Lissajous mostrada no destaque da fig.3.

No exemplo da fig,3 a onda do eixo vertical (Y) tem o dobro da frequência da onda do eixo horizontal (X).

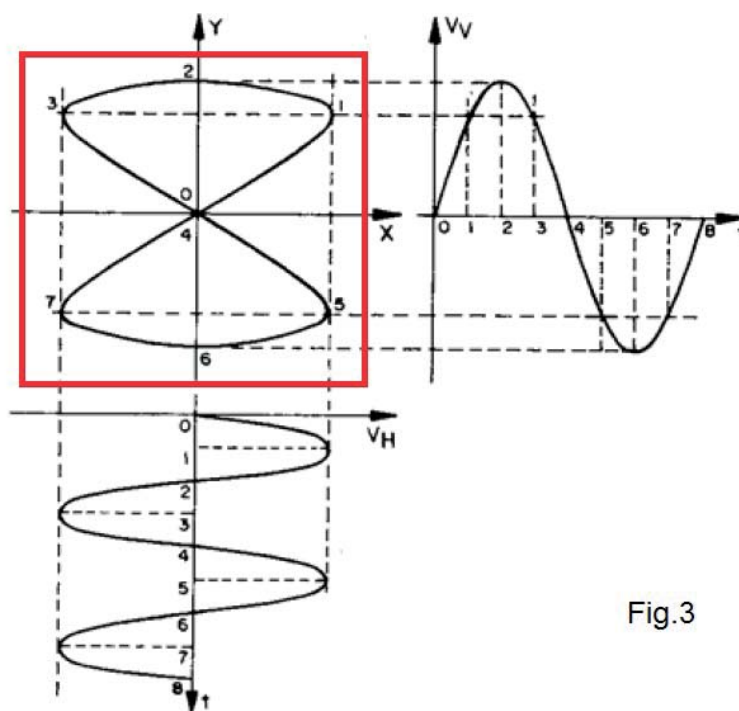


Fig.3

Uma infinidade de Figuras de Lissajous poderão ser obtidas e visualizadas na tela de um osciloscópio, seja ele analógico ou digital.

Nos analógicos o procedimento é um pouco mais trabalhoso, pois teremos que usar a entrada Z sobre a qual me referi no capítulo zero.

Nos digitais a tarefa se tornou mais amena, bastando usar a função XY “escondida” no menu *Display* como veremos mais adiante.

Mas, a pergunta que você deve estar querendo fazer é: - onde isto pode ser útil numa reparação, por exemplo?

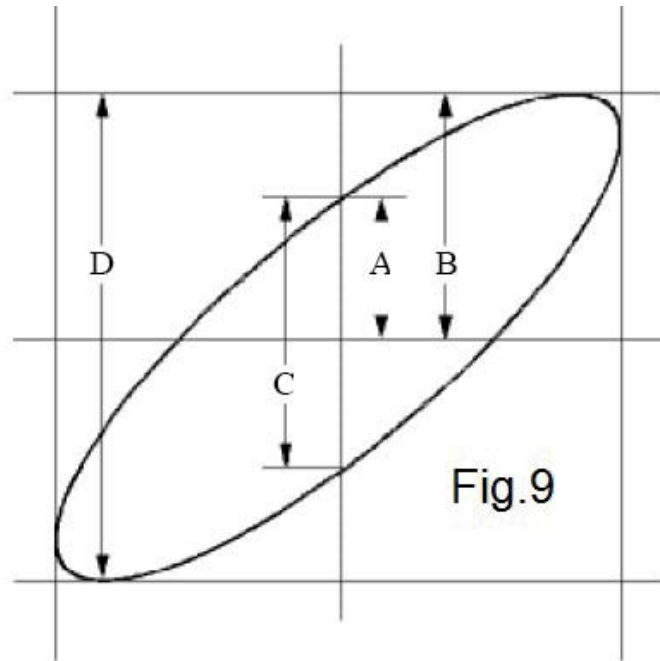
A aplicação mais imediata de Lissajous na reparação, em particular, em áudio analógico é encontrar o ângulo de defasagem entre dois sinais.

## Osciloscópio sem Traumas

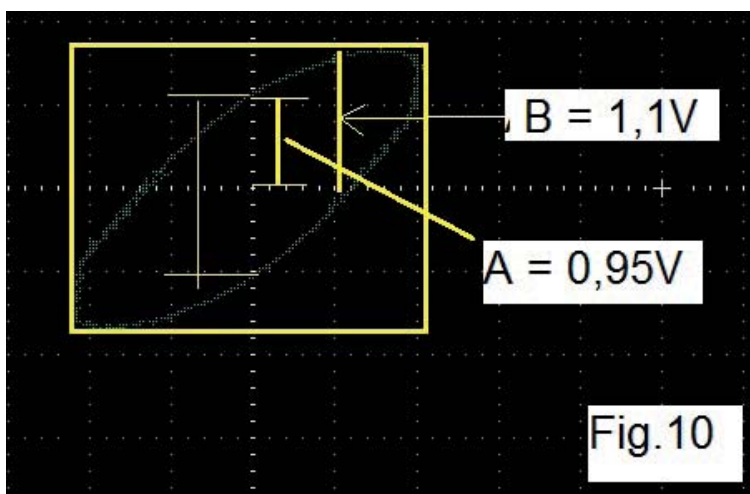
Voltemos à fig.7 para ver como se descobre a diferença de fase entre as ondas da fig.6.

Observe que a fig.7 nos dá uma elipse que o resultado da composição das duas senóides.

Vou introduzir a fig.9 que nos dá um modelo para calcular a diferença de fase.



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



$$\phi = \arcsen(0,95/1,1)$$

$$\phi = 60^\circ$$

## *Osciloscópio sem Traumas*

Achou complicado?

Realmentem devo concordar que não tão simples assim, mas também não é nenhum bicho de sete cabeças, basta praticars um pouquinho.

Não irei me aprofundar mais neste assunto, até porque daria para escrever um livro apenas sobre Figuras de Lissajous.

O objetivo foi apresentá-lo a uma coisa não muito conhecida e utilizada pelos técnicos é bom saber que existe porque, às vezes, cai em concursos.

E assim, cheguei ao final do livro com a consciência que uma outra coisinha pode ter ficado esquecida, mas pelo menos o essencial foi dito.

Daqui pra frente vai ficar mais fácil ir “convivendo” com o osciloscópio sem ter medo dele.

Espero que sue traumas tenham sido superados.

Aguardo seus comentários e até sempre.

*E aí ?*

*Gostou ?*

*Quer comprar?*

*Clique*

