

## LABORATÓRIOS 1

### COMPONENTES, DISPOSITIVOS E EQUIPAMENTOS BÁSICOS

#### 1-. OBJETIVO

Apresentação dos componentes, dispositivos e equipamentos básicos que serão utilizados nos laboratório de Eletrônica Básica I sob uma postura preventiva de segurança com base na consciência dos riscos que uso de tais equipamentos apresenta.

#### 2- COMPONENTES ELETRÔNICOS E EQUIPAMENTOS BÁSICOS BÁSICOS

##### 2.1- Resistores

**Definição.** Resistor é um componente físico (eletrônico) que:

- Possui como propriedade principal a sua resistência elétrica, cuja principal finalidade é controlar a passagem de corrente elétrica.
- Se destina a limitar a corrente em certas partes de um circuito elétrico.

**Unidade de medida.** Tem como unidade de medida o OHM ( $\Omega$ ). O nome desta unidade é uma homenagem a [Georg Simon Ohm \(1787-1854\)](#), que descobriu relações matemáticas extremamente simples envolvendo as dimensões dos condutores e as grandezas elétricas, definindo o conceito de resistência elétrica e formulando o que passou a ser chamada [Lei de Ohm](#).

**Símbolo.** A representação de um resistor está associada à sua principal característica de dificultar a passagem de corrente elétrica. Ocorreram variações nesta representação na década de 70 por isso apresentamos as duas representações, que podem ser encontradas em circuitos elétricos.

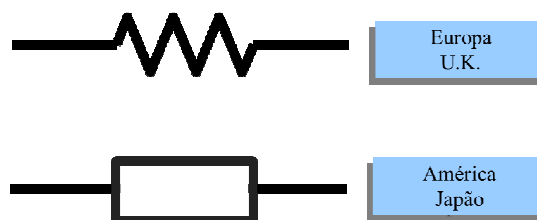

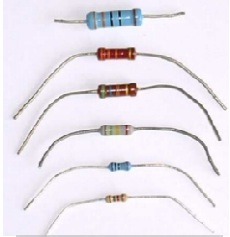





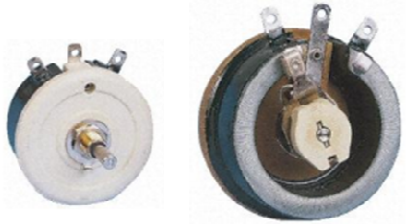



Figura 1. Símbolo dos resistores.

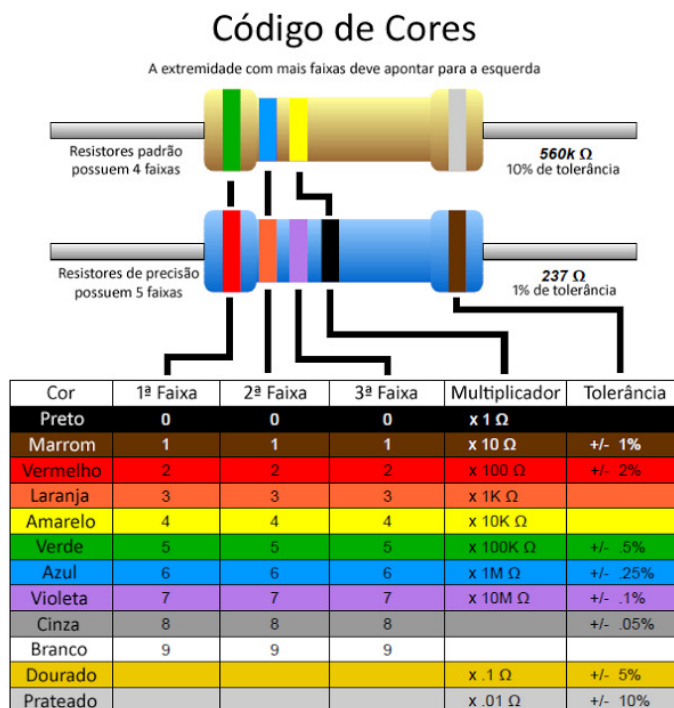
#### Especificação dos Resistores

<b>Valores de resistência</b>	Valores comuns: na faixa dos $\Omega$ , k $\Omega$ e M $\Omega$ .
<b>Tolerância</b>	Determinam a precisão no valor de sua resistência. É dada pelo percentual (%) do valor da resistência especificada. Valores comuns: <ul style="list-style-type: none"><li>• Resistores comuns: 5%, 10% e 20%</li><li>• Resistores de precisão: 1% e 2%</li></ul>
<b>Máxima potência suportada</b>	Valores comuns: <ul style="list-style-type: none"><li>• Resistores de carvão: 2,5W; 2W; 1W; 1/2W; 1/4W e 1/8W</li></ul> Resistores de fio: 5W; 7W; 10W; 25W; 50W

#### Tipos de Resistores

Quanto ao Material	De <b>carvão</b> . São os mais comuns. Usados para potencias mais baixas	 
	De <b>Fio</b> . Usados para potencias mais altas	 
Quanto ao Funcionamento	<b>Fixos</b> . Têm valor fixo de resistência.	 
	<b>Variáveis (potenciômetros)</b> . São resistores com três terminais, cuja resistência depende da ação externa.	
	<b>Ajustáveis</b> . Sua resistência pode ser ajustada, mas fixada num valor determinado. Podem ser: <ul style="list-style-type: none"> <li>• de fio (reostato)</li> <li>• de carvão (trimpot)</li> </ul>	 

**Código de Cores.** Os valores de resistência não podem ser quaisquer, sendo padronizados, e na maioria das vezes não são escritos, mas sim codificados na forma de anéis coloridos colocados ao redor do corpo do resistor. No caso mais comum são 4 faixas coloridas, as três primeiras se referem ao valor nominal e a quarta à tolerância.



**Figura 2.** Código de cores dos resistores (<http://www.arduinoecia.com.br/2013/08/codigo-de-cores-de-resistores.html>).

#### Valores Padronizados:

Existem três séries de valores padronizados para os resistores de carvão de uso geral de acordo com a faixa de tolerância: E24 ® 5%, E12 ® 10% e E06 ® 20%. Resistores de Precisão dispõe-se das séries E48, E96 e E192.

E24	10	11	12	13	15	16	18	20	22	24	27	30	33	36	39	43	47	51	56	62	68	75	82	92
E12	10		12		15		18		22		27		33		39		47		56		68		82	
E06	10				15				22				33				47				68			

**Figura 3.** Valores padronizados de resistores de carvão

## 2.2- Capacitores

**Definição.** Capacitores ou condensadores SÃO ELEMENTOS ELÉTRICOS CAPAZES DE ARMAZENAR CARGA ELÉTRICA e, conseqüentemente, energia potencial elétrica.

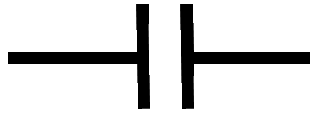
Dois condutores isolados entre si e do ambiente, formam um capacitor.

Um capacitor esta constituído por dois condutores separados por um isolante:

- os condutores são chamados **ARMADURAS** (ou placas) do capacitor e
- o **ISOLANTE** é o dielétrico do capacitor. O dielétrico pode ser um isolante qualquer como o vidro, a parafina, o papel e muitas vezes é o próprio ar.



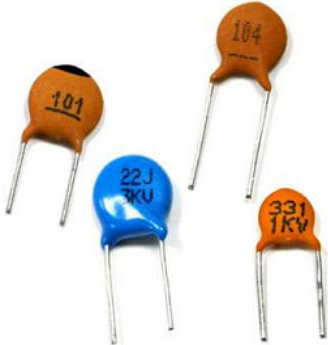
**Unidade de medida.** A unidade de capacitância é chamada de FARAD (F), em homenagem ao cientista Michael Faraday. Já que o farad é uma unidade muito grande, valores de capacitores são geralmente expressos em microfarads (µF), nanofarads (nF), ou picofarads (pF).



**Símbolo.** A representação de um capacitor está associada à sua principal característica de carga elétrica. Assim o símbolo é constituído por duas barras iguais e planas que representam as armaduras do capacitor plano.



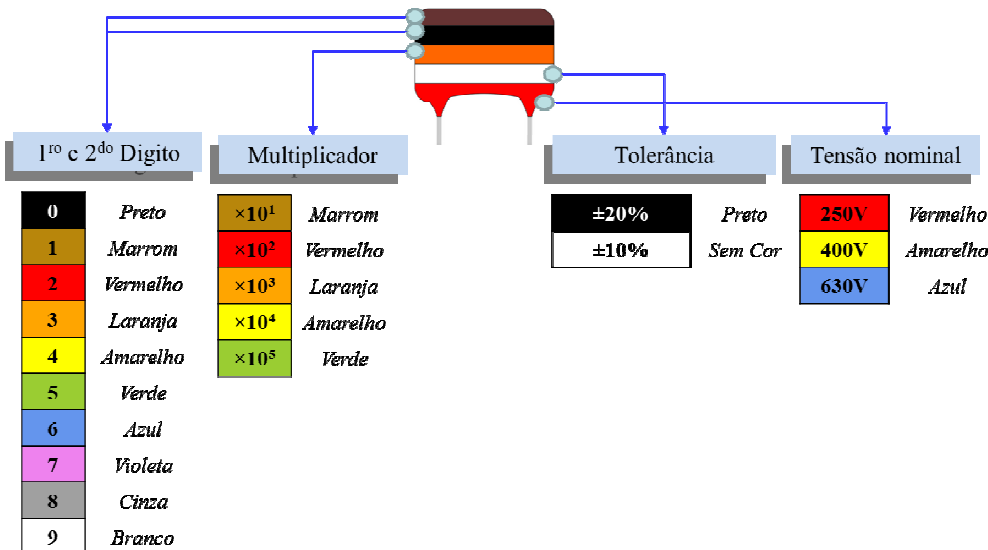
**Figura 3.** Símbolo dos capacitores.

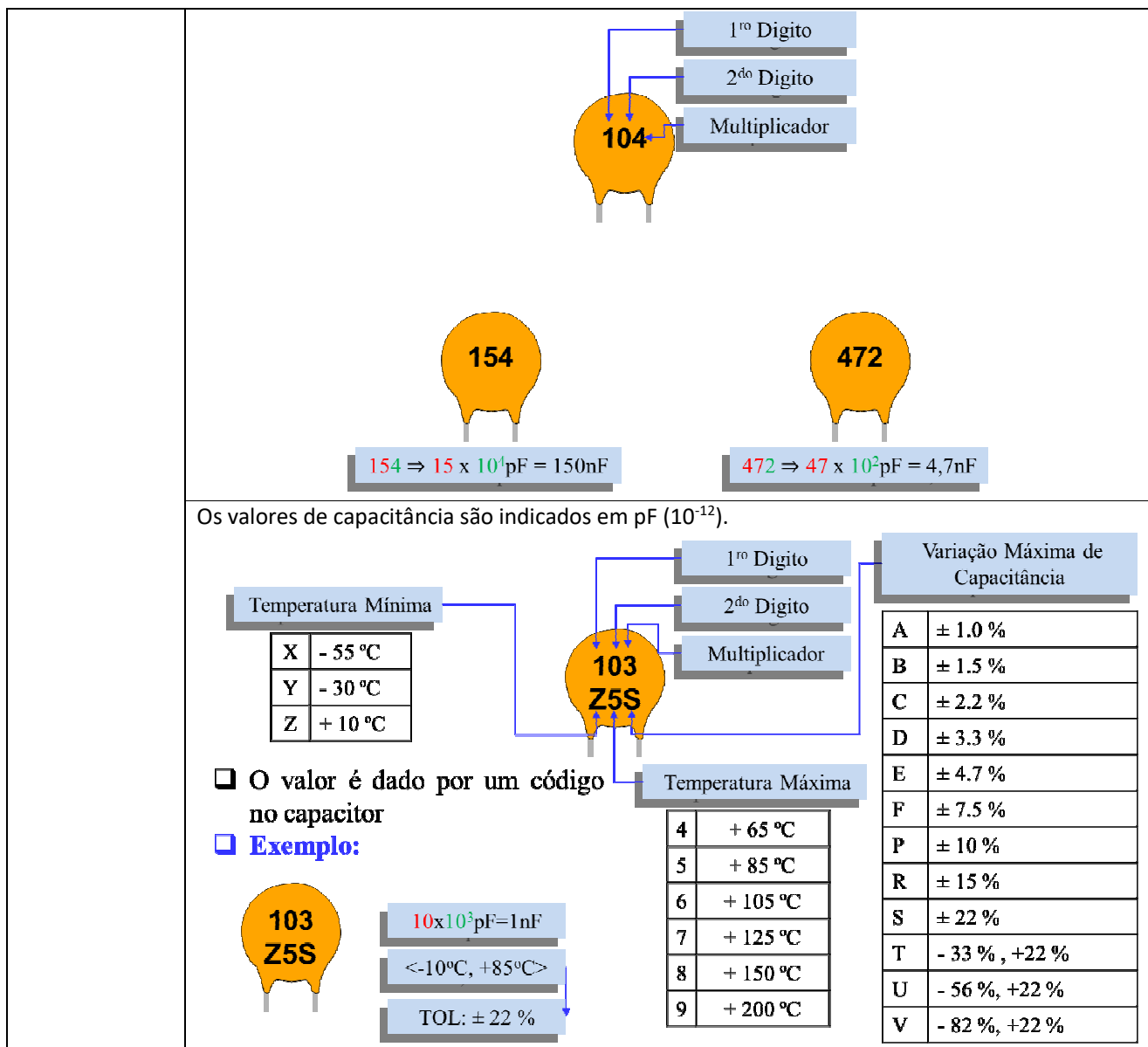
### Tipos de Capacitores

Capacitores Fixos	Eletrolíticos	<p>São facilmente identificáveis por sua aparência, normalmente é feito em uma caneca de alumínio.</p> <p>Sua capacitância e tensão máxima nominais costumam ser gravados diretamente no corpo do componente e é comum que apresentem uma tolerância de 20%.</p> <p>É UM CAPACITOR POLARIZADO (possui polaridade para conexão), que pode ser identificada por indicações também no corpo do componente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>O terminal negativo também costuma ser mais curto quando se trata de um componente novo.</li> <li>A polaridade dos terminais não deve ser invertida. Caso isso ocorra, pode-se gerar a destruição do capacitor</li> </ul>	 <p>C = 470µF Tensão Máxima de 35V Tolerância 20%</p>
	de Tântalo	<p>É um capacitor de pequenas dimensões e capacitância relativamente alta (na ordem de alguns µF até algumas centenas de µF), com uso bastante difundido em eletrônica.</p> <p>É UM CAPACITOR POLARIZADO (possui polaridade para conexão), característica geralmente indicada na cápsula do capacitor.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>O terminal negativo também costuma ser mais curto quando se trata de um componente novo.</li> <li>Esta polaridade deve ser observada para a conexão, sob pena de se danificar o componente.</li> </ul>	 <p>Capacitor de Tântalo em forma de gota</p>
	Cerâmicos	<p>São capacitores de baixa capacitância (na ordem de pF até algumas centenas de nF), sendo normalmente aplicados em circuitos que operam em alta frequência, onde o baixo fator de perdas e a alta estabilidade do valor da capacitância são importantes. Muito utilizado em circuitos osciladores, apresentam baixa capacidade de corrente.</p>	 <p>Capacitores Cerâmico tipo Disco</p>

	<b>de Filme Plástico</b>	<p>APRESENTAM COMO DIELÉTRICO UMA LÂMINA DE MATERIAL PLÁSTICO (poliéster, polipropileno, poliestireno, policarbonato).</p> <p>Sua capacitância é da ordem de nF.</p> <p>Possui baixíssimas perdas no dielétrico, alta resistência de isolamento, estabilidade da capacitância, baixa porosidade e consequente resistência à umidade.</p>	 <p>Capacitores de Filme Plástico de Poliéster</p>
<b>Capacitores Variáveis e Ajustáveis</b>	<b>Trimmers e Padders</b>	<p>São capacitores variáveis ou ajustáveis com pequenas dimensões normalmente utilizados em rádios portáteis e em diversos dispositivos eletrônicos. Têm capacitâncias máximas em torno de 500 pF.</p>	 <p>Trimmers</p>

### Código de Cores.

	Os valores de capacitância são indicados em pF (10 <sup>-12</sup> ).																																								
Capacitores de Filme Plástico de Poliéster	<div></div> <div><div><b>1<sup>ro</sup> e 2<sup>do</sup> Dígito</b><table><tr><td>0</td><td>Preto</td></tr><tr><td>1</td><td>Marrom</td></tr><tr><td>2</td><td>Vermelho</td></tr><tr><td>3</td><td>Laranja</td></tr><tr><td>4</td><td>Amarelo</td></tr><tr><td>5</td><td>Verde</td></tr><tr><td>6</td><td>Azul</td></tr><tr><td>7</td><td>Violeta</td></tr><tr><td>8</td><td>Cinza</td></tr><tr><td>9</td><td>Branco</td></tr></table></div><div><b>Multiplicador</b><table><tr><td>×10<sup>1</sup></td><td>Marrom</td></tr><tr><td>×10<sup>2</sup></td><td>Vermelho</td></tr><tr><td>×10<sup>3</sup></td><td>Laranja</td></tr><tr><td>×10<sup>4</sup></td><td>Amarelo</td></tr><tr><td>×10<sup>5</sup></td><td>Verde</td></tr></table></div><div><b>Tolerância</b><table><tr><td>±20%</td><td>Preto</td></tr><tr><td>±10%</td><td>Sem Cor</td></tr></table></div><div><b>Tensão nominal</b><table><tr><td>250V</td><td>Vermelho</td></tr><tr><td>400V</td><td>Amarelo</td></tr><tr><td>630V</td><td>Azul</td></tr></table></div></div>	0	Preto	1	Marrom	2	Vermelho	3	Laranja	4	Amarelo	5	Verde	6	Azul	7	Violeta	8	Cinza	9	Branco	×10 <sup>1</sup>	Marrom	×10 <sup>2</sup>	Vermelho	×10 <sup>3</sup>	Laranja	×10 <sup>4</sup>	Amarelo	×10 <sup>5</sup>	Verde	±20%	Preto	±10%	Sem Cor	250V	Vermelho	400V	Amarelo	630V	Azul
0	Preto																																								
1	Marrom																																								
2	Vermelho																																								
3	Laranja																																								
4	Amarelo																																								
5	Verde																																								
6	Azul																																								
7	Violeta																																								
8	Cinza																																								
9	Branco																																								
×10 <sup>1</sup>	Marrom																																								
×10 <sup>2</sup>	Vermelho																																								
×10 <sup>3</sup>	Laranja																																								
×10 <sup>4</sup>	Amarelo																																								
×10 <sup>5</sup>	Verde																																								
±20%	Preto																																								
±10%	Sem Cor																																								
250V	Vermelho																																								
400V	Amarelo																																								
630V	Azul																																								
Capacitores Cerâmicos	Os valores de capacitância são indicados em pF (10 <sup>-12</sup> ).																																								



## 2.3- EQUIPAMENTOS BÁSICOS

Os equipamentos básicos utilizados nos laboratórios de eletrônica são: Multímetros, Fontes de Tensão, Geradores de Funções e Osciloscópios.

### 2.3.1- Multímetros

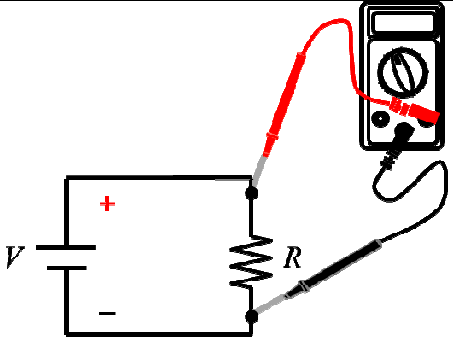
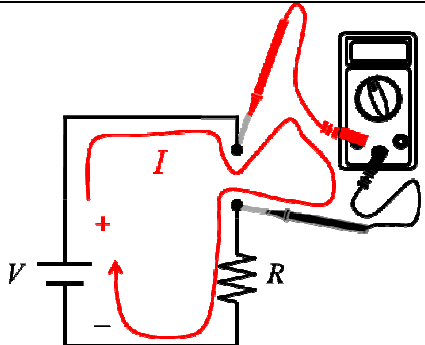
**Definição.** Instrumentos que permitem medir Tensões CC e CA, Correntes CC e em alguns equipamentos CA e Resistências Elétricas.

#### Tipos

<b>Multímetro Analógico</b>	São normalmente compostos por um instrumento de Bobina Móvel e redes de resistores multiplicadores para formar as etapas voltimétricas e redes de resistores shunt para formar as etapas amperimétricas, bem como por circuitos que levam em consideração a relação tensão aplicada por corrente circulante para formar as etapas do Ohmímetro. Assim sendo são também chamados de VOM (Volt-Ohm-Miliamperímetros). Outros recursos podem ser adicionados de modo a permitir medições de outras grandezas elétricas e mesmo parâmetros de dispositivos como ganho de transistores e etc . Dada a natureza do funcionamento do instrumento de bobina móvel, as escalas de
-----------------------------	---

	<p>tensão e corrente alternadas são calibradas em valores RMS para forma de onda senoidal. Dessa forma, se houver necessidade de medições dessas grandezas, mas com formas de ondas outras que não a senoidal, deve-se buscar fatores de conversão para corrigir a indicação obtida. Normalmente esses fatores são fornecidos no manual do equipamento, mas podem ser calculados com base no comportamento físico do instrumento e nos circuitos eletrônicos a ele associados.</p> <p>Os multímetros analógicos têm suas sensibilidades expressas em <math>/V</math>, que correspondem ao inverso da corrente de fundo de escala do instrumento. Um valor mínimo aceitável para aplicação em eletrônica geral é de <math>20K/V</math> em CC o que corresponde a uma corrente de fundo de escala de 50A.</p>
<b>Multímetro Digital</b>	<p>Os multímetros digitais, normalmente, apresentam as mesmas funções dos analógicos, isto é Tensão, Corrente e Resistência, mas também podem medir outras grandezas elétricas dependendo do grau de sofisticação do aparelho. São compostos por um sistema de conversão A/D usualmente pela técnica de Conversão de Dupla Rampa. Essa técnica leva a conversores lentos, mas muito precisos e de baixo custo. Sua sensibilidade é expressa basicamente em quantidade de dígitos: 3 1/2 dígitos, 4 1/2 dígitos, 3 3/4 dígitos etc, o que tem correspondência com a quantidade de dígitos em BCD do conversor A/D .</p> <p>Tal qual os multímetros analógicos, suas apresentações de medidas em CA são referentes ao valor RMS da forma de onda senoidal, devendo-se utilizar fatores de correção quando da medição de formas de onda que não as senoidais, fatores esses normalmente fornecidos pelo próprio manual do equipamento. Ressalte-se que existem equipamentos chamados Valor RMS Verdadeiro (<i>True RMS</i>), que já dispõe de recursos eletrônicos internos que fornecem o valor RMS independentemente da forma de onda</p>

## Medidas

<b>Medida de tensão e resistência</b>	<p>É feita colocando os terminais do instrumento em paralelo com os terminais do circuito, portanto o instrumento deve apresentar idealmente resistência ou impedância infinita para que o erro seja desprezível.</p>	
<b>Medida de corrente</b>	<p>É feita com a inserção em série entre os terminais do circuito dos terminais do amperímetro, portanto o instrumento deve apresentar resistência ou impedância nula para que o erro seja desprezível. Isto faz com que a medida de corrente apresente o risco de aplicar acidentalmente um curto circuito no circuito, para minimizar este risco os multímetros são construídos com terminais de medida de corrente separados dos terminais de medida de tensão.</p>	

Alguns multímetros incluem outras funções como teste de díodos, continuidade, frequência, medidas de capacitâncias, de ganho de transistores bipolares ( $h_{FE}$ ), de indutâncias.

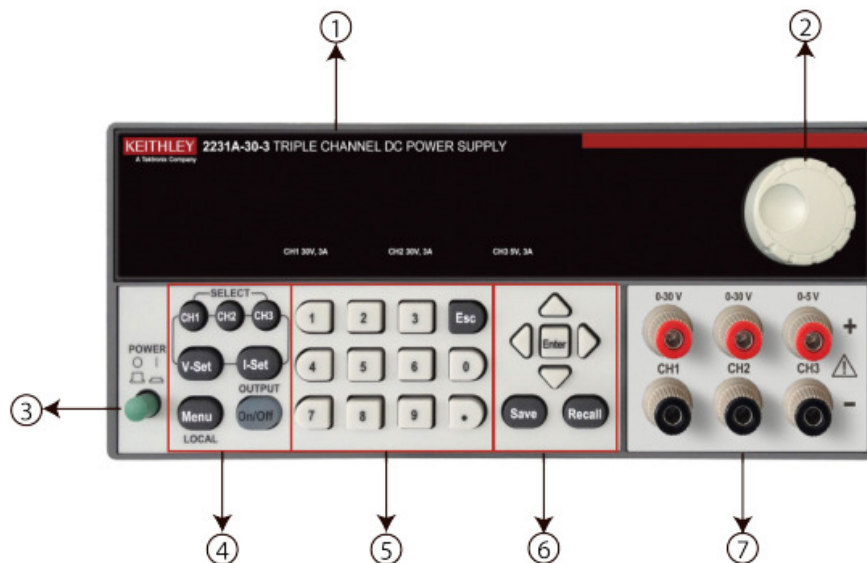
As medidas de sinais alternados apresentam o Valor Eficaz (RMS – *Root Mean Square*) do sinal calibrado para sinal senoidal.

### 2.3.2- Fontes de tensão contínua

As fontes de alimentação empregadas no laboratório de Eletrônica Básica I são fontes triplas lineares reguladas e estabilizadas que fornecem tensão contínua e constante ajustável numa ampla faixa e com o recurso de ajuste de limite de corrente a ser fornecida. Estas fontes são empregadas para alimentar os circuitos a serem ensaiados nos laboratórios ou projetos a serem desenvolvidos.

Como uma postura preventiva e de segurança, visando minimizar as consequências de um eventual erro de montagem ou defeito em algum componente do circuito, **sempre se deve usar o recurso de limitar a corrente da fonte a um valor de segurança para o bom funcionamento do circuito.**

A figura 4 apresenta o painel frontal da **Fonte de Alimentação Tripla Keithley 2231A-30-3** empregada no laboratório. Esta fonte tem dois canais que podem fornecer até 30V e 3A por canal; o terceiro canal pode fornecer até 5V e 3A. Cada canal é uma saída isolada, independente e ajustável.



ITEM	Descrição
1	Visualizador fluorescente de vácuo (VFD - <i>Vacuum Fluorescent Display</i> )
2	Dial de ajuste fino
3	Botão de ligar
4	Botões de Funções: Seletores de canais, <b>V-set</b> (configuração de tensão), <b>I-set</b> (configuração de corrente), Menu, Botão <b>ON/OFF</b>
5	Teclado Numérico e botão <b>ESC</b>
6	Botões de seta, cima, baixo, direita e esquerda. Botão <b>Enter</b> e botões as funções <b>Save/Recall</b> .
7	Terminais de saída.

**Figura 4.** Fonte de Alimentação Tripla Keithley 2231A-30-3.

### 2.3.3- Geradores de função

São fontes de alimentação que fornecem formas de onda periódicas selecionáveis. Geralmente as formas de onda disponíveis são: SENOIDAL, TRIANGULAR, RETANGULAR, e mais raramente pulso, dente de serra. Geralmente os parâmetros dessas ondas são ajustáveis: AMPLITUDE, PERÍODO, FREQUÊNCIA, CICLO DE TRABALHO (Tempos alto e Baixo das ondas retangulares) ou SIMETRIA, NÍVEL MÉDIO ou componente contínua (OFF-SET). Os níveis de energia geralmente são baixos. Sua impedância de saída também é baixa.

A figura 5 apresenta o painel frontal do **gerador de Função Arbitrária AFG3021C de Tektronix** empregado no laboratório. Este gerador tem um canal de saída; pode gerar 12 formas de onda padrão (senoidais (1uHz a 25 MHz),



quadrada (1u Hz a 12,5 MHz), pulso (1m Hz a 12,5 MHz), rampa, sinc, gaussiana, lorentz, exponencial de subida e descida, haversine, ruído e nível contínuo (1 mHz a 250 kHz)); e capacidade de gerar formas de onda arbitrária.

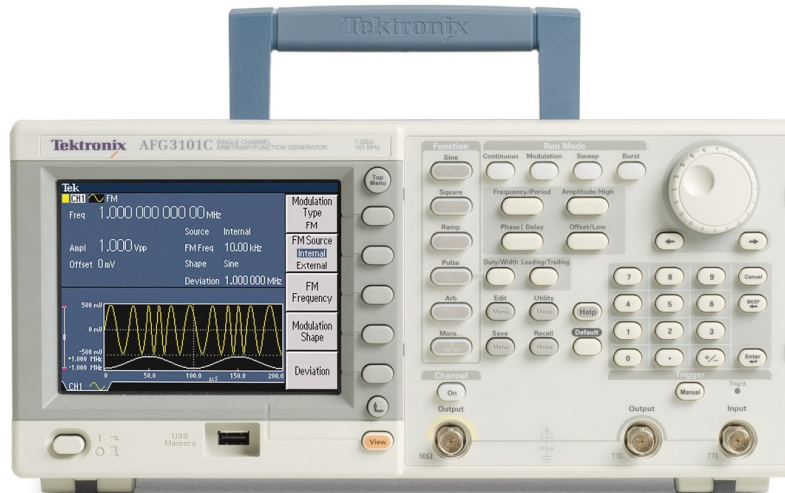


Figura 5. Gerador de Função Arbitrária AFG3021C de Tektronix.

### 2.3.4- Osciloscópio

O osciloscópio é um instrumento (de medição) que permite visualizar graficamente sinais elétricos. Na maioria das aplicações, o osciloscópio mostra como é que um sinal elétrico varia no tempo. Neste caso, o eixo vertical (YY) representa a amplitude do sinal (tensão) e o eixo horizontal (XX) representa o tempo. A intensidade (ou brilho) da tela é por vezes chamada de eixo dos ZZ (Figura 6).

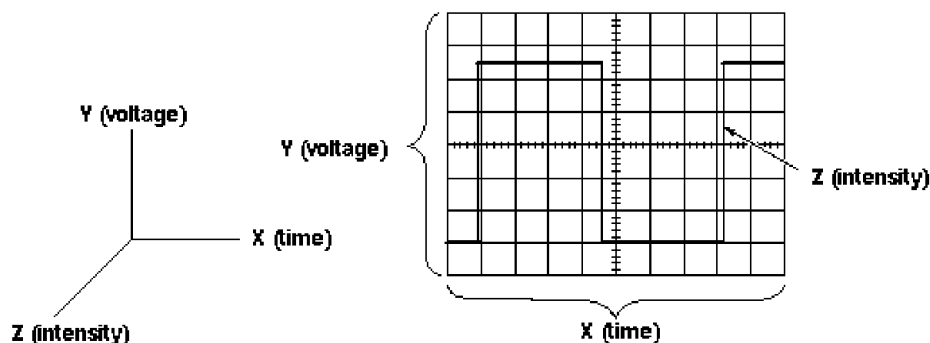


Figura 6. Eixos X-Y-Z num osciloscópio ([Tektronics, 1997a])

Um gráfico deste tipo poderá mostrar diversas coisas acerca de um sinal, nomeadamente:

- Permite determinar valores de tensão e temporais de um sinal.
- Permite determinar a frequência de um sinal periódico.
- Permite determinar a **componente contínua (CC)** e **alternada (CA)** de um sinal.
- Permite detectar a interferência de ruído num sinal e, por vezes, eliminá-lo.
- Permite comparar dois sinais num dado circuito, nomeadamente a entrada e a saída, permitindo tirar as mais variadas conclusões, tais como se um dado componente está avariado.

Outras potencialidades surgem na utilização do modo **xy**, bem como nos osciloscópios digitais, que incorporam muitas funcionalidades adicionais.

O osciloscópio tem um aspecto que se assemelha a um televisor, excetuando a grelha inscrita na tela e a grande quantidade de comandos. O painel frontal do osciloscópio tem os comandos divididos em grupos, organizados segundo a sua funcionalidade. Existe um grupo de comandos para o controlo do eixo vertical (amplitude do sinal),

outro para o controlo do eixo horizontal (tempo) e outro ainda para controlar os parâmetros da tela (intensidade, foco, etc.).

Os osciloscópios também podem ser analógicos ou digitais. Os osciloscópios analógicos funcionam aplicando (quase) diretamente a tensão medida a duas placas (placas horizontais) que criam um campo eléctrico, provocando o desvio (vertical, dado que as placas são horizontais) de um feixe de elétrons que se desloca para a tela. Isto permite observar o valor da amplitude do sinal no eixo vertical.

Os osciloscópios digitais retiram amostras do sinal original, amostras estas que são convertidas para um formato digital (binário) através da utilização de um conversor analógico/digital. Esta informação digital é armazenada numa memória e seguidamente reconstruída e representada na tela (tal como num computador).

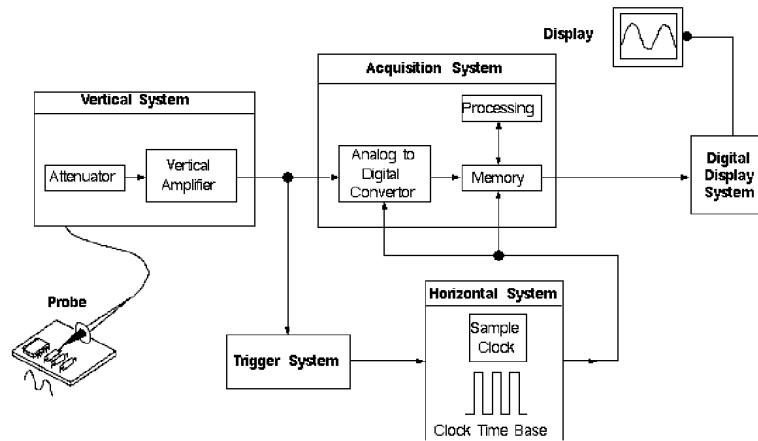
É um fato que o osciloscópio analógico está ficando obsoleto. Atualmente existem no mercado osciloscópios digitais com muito mais funcionalidades que os analógicos. Por exemplo, na Figura 7 é mostrado o painel frontal do **osciloscópio digital TBS1052B de Tektronix** empregado no laboratório. Este osciloscópio tem dois canais analógicos de entrada; uma largura de banda de 50MHz; 34 medições automáticas; funções de auto ajuste e de variação automática; função zoom e Janela dupla FFT que permite monitorar simultaneamente o sinal de entrada no domínio do tempo e da frequência.



**Figura 7.** Osciloscópio digital TBS1052B de Tektronix.

### Princípio de Funcionamento do Osciloscópio Digital

Alguns dos blocos que compõem um osciloscópio digital são os mesmos que nos osciloscópios analógicos. Contudo, os osciloscópios digitais contêm sistemas adicionais para processamento de dados (Figura 8). Com estes sistemas adicionais, os osciloscópios digitais adquirem os dados referentes a um sinal antes de o desenharem na tela.



**Figura 8.** Diagrama de blocos de um osciloscópio digital ([Tektronics, 1997a])

Quando se liga um osciloscópio digital a um dado circuito, o sistema vertical permite ajustar a amplitude da forma de onda. Seguidamente, um conversor analógico/digital (*Analog to Digital Converter*, na Figura 8) amostra o sinal (com uma determinada frequência de amostragem) e converte o valor de tensão de cada amostra para um formato digital. O sistema horizontal possui um relógio (*sample clock*) que determina a frequência com que o conversor analógico/digital adquire e converte uma amostra do sinal - a frequência de amostragem.

As amostras são armazenadas em memória como pontos constituintes da forma de onda do sinal. Uma amostra é constituída por vários dígitos binários e poderá ter um comprimento de, por exemplo, oito bits (correspondendo a  $2^8 = 256$  níveis diferentes de tensão). O conjunto de amostras que representa uma forma de onda denomina-se de registo. O sistema de sincronismo determina o início e fim deste registo, definindo um número de amostras denominado de comprimento do registo. Depois deste registo ser armazenado em memória, é enviado para a tela.

Um ponto da forma de onda pode ser constituído por mais do que uma amostra. O conjunto de pontos da forma de onda fica armazenado em registo. O número de pontos da forma de onda utilizado para fazer um registo de forma de onda é chamado o comprimento do registo. O sistema de sincronismo determina o início e fim deste registo. Os pontos da forma de onda são enviados para a tela após serem armazenados em registo.

Dependendo das capacidades do osciloscópio, poderá haver processamento adicional das amostras, levando a um melhoramento da imagem obtida na tela. O pré-disparo (*pretrigger*) poderá também estar disponível, permitindo a visualização de eventos antes do ponto de disparo.

### Técnicas de medição

Pretende aqui dar-se uma noção de algumas técnicas de medição, utilizando o osciloscópio. Os dois tipos mais básicos de medição são a medição de tensão e a medição de tempo.

Discutem-se aqui métodos para fazer medições através da visualização da tela do osciloscópio. No entanto, existem já muitos osciloscópios digitais que efetuam certas medições automaticamente. De qualquer forma, mesmo no caso de osciloscópios com estas características, é fundamental que o usuário seja capaz de analisar visualmente os sinais, de modo a entender e verificar as suas medições automáticas.

### A Tela.

Olhando para a tela de um osciloscópio, tal como o da Figura 9, podemos constatar que nele existe marcada uma grelha. Cada linha horizontal e vertical constitui uma divisão grande (*Major Division*, na Figura 9). Na generalidade dos casos, existem 8 divisões horizontais e 10 divisões verticais.

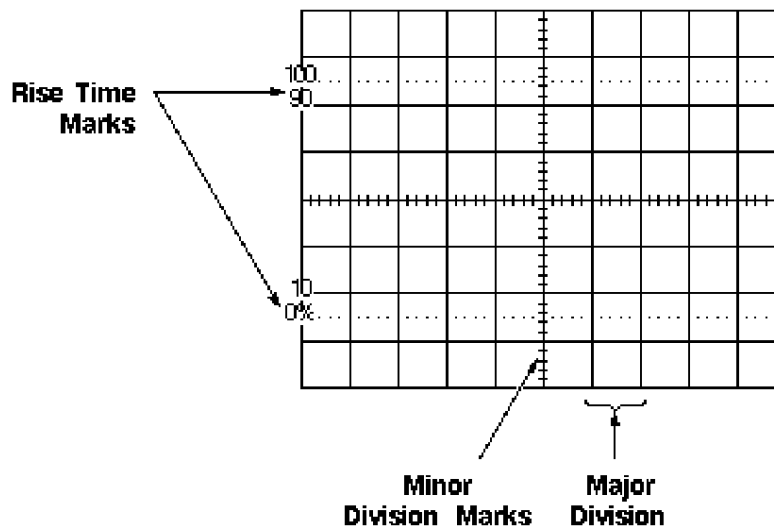


Figura 9. Tela típica de um osciloscópio ([Tektronics, 1997a])

As indicações nos comandos do osciloscópio - Volts/Div e Sec/Div - referem-se sempre às divisões grandes. No entanto, nas divisões vertical e horizontal que dividem a tela ao meio, existem outras divisões marcadas, as chamadas divisões pequenas ou subdivisões (*Minor Division Marks*, na Figura 9). Estas permitem fazer medições mais exatas, através da deslocação horizontal e vertical das formas de onda (ajustando os comandos POSITION dos sistemas horizontal e vertical).

Os osciloscópios digitais mostram na tela vários tipos de informações, nomeadamente a amplificação vertical escolhida (Volt/Div) e a velocidade de varredura (Sec/Div).

**Medição de Tensão.** O osciloscópio é, primariamente, um aparelho para a medição de tensão. Uma vez medida a tensão, pode-se efetuar a medição indireta de outras grandezas. Por exemplo, através da Lei de Ohm pode se obter o valor da corrente através da tensão e da resistência. De igual modo, pode se obter a potência consumida por um dado dispositivo a partir da tensão e da corrente ( $P = V.I$ ).

Para sinais alternados, é comum identificarem-se três tipos de tensão:

- **Tensão de pico** (*Peak Voltage*), normalmente simbolizada por **V<sub>p</sub>**.
- **Tensão pico-a-pico** (*Peak-to-Peak Voltage*), denominada de **V<sub>pp</sub>**.
- **Tensão eficaz ou tensão quadrática média** (*RMS Voltage or Effective Voltage*), designada por **V** (Para o caso de um sinal alternado sinusoidal, a tensão eficaz é  $\sqrt{2}$  vezes menor do que a tensão de pico).

A Figura 10 exemplifica os três tipos de tensão para o caso particular de uma onda alternada sinusoidal:

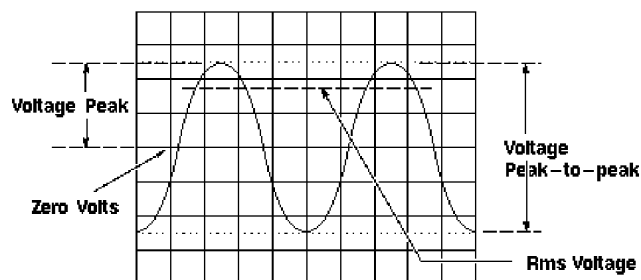


Figura 10: Os três tipos de tensão de um sinal alternado sinusoidal ([Tektronics, 1997a])

A medição de tensão é feita contando o número de divisões na escala vertical do osciloscópio.

- Primeiro, deve ajustar-se o comando de amplificação vertical do sinal de modo que a forma de onda cubra a maior área da tela possível. Quanto maior área coberta, maior a exatidão da medição.

- Seguidamente, a medição deve efetuar-se utilizando como referência a divisão central, que está dividida em divisões pequenas, permitindo uma medição mais exata (ver Figura 11). Tomando como exemplo a forma de onda visualizada na Figura 11, suponhamos que a amplificação vertical é de 0.5 Volt/Div. Se não houver atenuação da ponta de prova, o valor da tensão pico-a-pico da onda quadrada é:

$$V_{pp} = 5.4 \text{ Div} \times 0.5 \text{ Volt/Div} = 2.7 \text{ V}$$

Se a ponta de prova atenuasse 10X, ficava:

$$V_{pp} = 5.4 \text{ Div} \times 0.5 \text{ Volt/Div} \times 10 = 27 \text{ V}$$

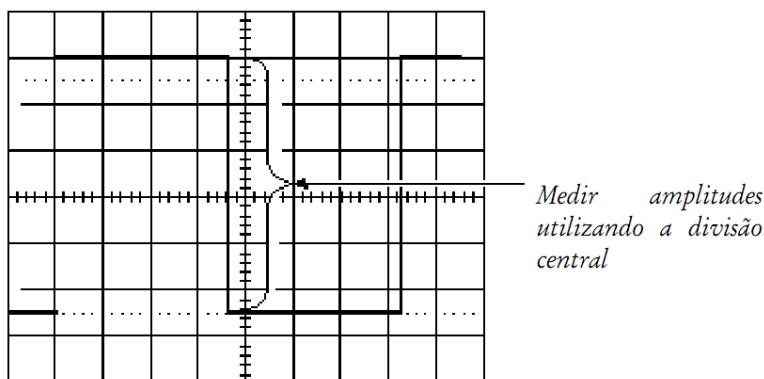


Figura 11: Medição de tensão no eixo vertical ([Tektronics, 1997a])

É extremamente importante não esquecer de considerar a atenuação da ponta de prova na medição de tensão.

Finalmente, os osciloscópios digitais dispõem de cursores na tela que permitem automatizar a medição de tensão e de tempo, sem ter de contar o número de divisões. Estes cursores são duas linhas horizontais para a medição de tensão e duas linhas verticais para a medição de tempo, que podemos deslocar na tela.

**Medição de Período e Frequência.** As medições temporais são efetuadas utilizando a escala horizontal do osciloscópio. A medição do período de um sinal, da largura de um impulso ou dos instantes de vários impulsos são exemplos de medição de tempo. A frequência de um sinal é o inverso do seu período, portanto, medindo o período, pode calcular-se (indiretamente) a frequência.

Tal como o caso da medição de tensão, a medição de tempo é mais exata se ajustarmos a velocidade de varredura de maneira a que a parte do sinal a medir cubra a maior área possível da tela. Adicionalmente, a utilização do eixo horizontal (contendo divisões pequenas) permite aumentar a exatidão das medições de tempo (ver Figura 12).

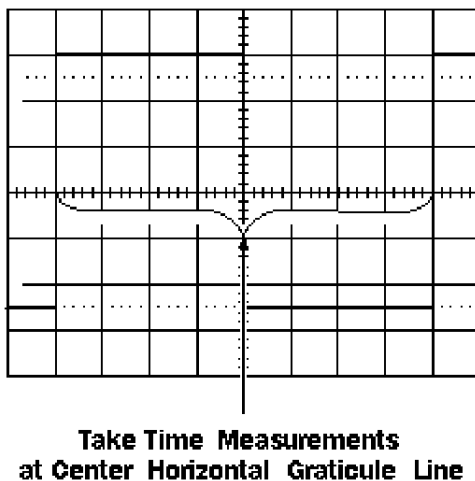


Figura 12: Medição de tempo no eixo horizontal ([Tektronics, 1997a]).

Para medirmos um determinado intervalo de tempo, devemos contar o número de divisões dessa parte do sinal na escala horizontal do osciloscópio. Tomando como exemplo a forma de onda visualizada na Figura 12, suponhamos que a velocidade de varredura é de 1 ms/Div. O valor do período (T) da onda quadrada é:

$$T = 8 \text{ Div} \times 1 \text{ ms/Div} = 8 \text{ ms}$$

Claro que a frequência do sinal é:

$$f = 1 / T = 1 / 8 \text{ ms} = 125 \text{ Hz}$$

## 2.4- SEGURANÇA EM ELETRICIDADE E ELETRÔNICA

Quando se executa atividades diretamente com dispositivos e circuitos eletroeletrônicos a que se tomar os cuidados a seguir:

- Vestir-se adequadamente usando calçados que possuam certa isolamento elétrica e não inicie os trabalhos enquanto estiver sob alta transpiração, pois, além deste fato estar ligado à atividade anterior extenuante, portanto incompatível com trabalhos perigosos como os deste tipo, a pele quando úmida facilita a passagem da corrente elétrica pelo corpo, potencializando os efeitos danosos de um possível choque elétrico.
- Evite tocar diretamente em dispositivos e circuitos energizados, pois além da possibilidade de choque elétrico, os componentes poderão estar com temperatura alta em função da produção de calor pela conversão de energia elétrica em energia térmica.
- Tenha uma postura centrada e calma ao montar circuitos eletroeletrônicos, uma vez que erros quando cometidos levam a situações totalmente fora do controle do executante, com tempos de resposta infinitamente pequenos se comparados ao tempo de resposta do ser humano. Erros podem levar à produção de quantidades incontroláveis de energia na forma de calor, tensões e ou correntes excessivas que podem, sim, levar a danos tanto a equipamentos quanto a pessoas. Portanto evite brincadeiras e conversas paralelas durante o período em que estiver trabalhando com este tipo de circuito.
- Tenha em mente que o choque elétrico se faz sentir pela passagem de corrente elétrica pelo corpo humano e a sua intensidade e o seu percurso são determinantes no efeito que essa pode causar, desde um pequeno incômodo, passando por fibrilação ventricular até a morte.
- Acidentes envolvendo trabalhos em equipamentos e circuitos eletroeletrônicos não são tão raros como deveriam ou como parecem ser. Portanto, só os energize quando estiver certeza absoluta do que está fazendo. Se tiver qualquer dúvida chame o professor.

## 3- PARTE EXPERIMENTAL

### 3.1- Primeira Parte

#### Resistores

3.1.1- Escolha três resistores aleatoriamente e, usando o código de cores para resistores mostrado na Figura 2 determine o valor de cada um deles.

3.1.2- Meça-os com um multímetro escolhendo a escala e faixa de medição adequadas. Compare o valor medido com o que você leu para cada um dos três resistores escolhidos.

#### Fonte de Tensão

3.1.3- Ajuste a fonte de alimentação para uma tensão de 10 V.

#### Passos

- a) Selecione o canal 1, pressionando o botão de seleção de canal **CH1**.
- b) Pressione o botão **V-set**.

- c) Use os botões numéricos e pressione o botão **Enter** para estabelecer o valor de tensão em 10V (lembre que o valor máximo de tensão por canal é 30V). Você também pode usar os botões de seta cima, baixo, direita e esquerda.

3.1.4- Ajuste a corrente de curto circuito para 100 mA.

#### Passos

- Selecione o canal 1, pressionando o botão de seleção de canal **CH1**.
- Pressione o botão **I-set**.
- Use os botões numéricos e pressione o botão **Enter** para estabelecer o valor de corrente em 0,1A (lembre que o valor máximo de corrente por canal é 3A). Você também pode usar os botões de seta cima, baixo, direita e esquerda.

3.1.5- Ligue um resistor menor do que 100  $\Omega$  e potência acima de 1 W e observe a tensão da fonte. Anote sua observação.



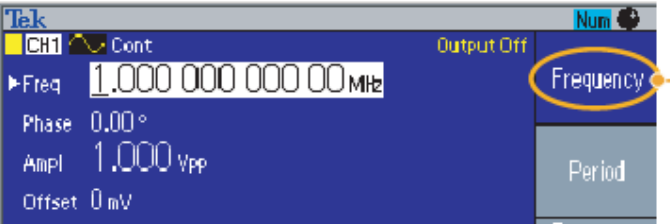
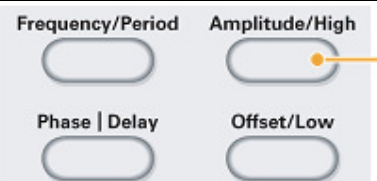
### 3.2- Segunda Parte

#### Geração uma forma de onda sinusoidal continua e visualização no osciloscópio

3.2.1- Ligue o gerador de funções e ajuste-o para: Senoidal, 1 KHz e 5 Vpp.

#### Passos

- Ligue o osciloscópio (quando é ligado o gerador de funções, o sinal de saída predeterminado é uma forma de onda sinusoidal de 1 MHz com uma amplitude de 1 V.)

b) No painel frontal, pressione o botão <b>Sine</b> e depois o botão <b>Continuous</b> para selecionar a forma de onda sinusoidal.	
c) Para trocar a frequência, pressione o botão <b>Frequency/Period</b> do painel frontal.	
d) Agora, na Tela do gerador, <b>Frequency</b> estará ativo. Pode trocar o valor da frequência a 1KHz usar o teclado.	
e) Para trocar a amplitude, pressione o botão <b>Amplitude/High</b> do painel frontal.	

f) Agora, na *Tela* do gerador, **Amplitude** estará ativo. Pode trocar o valor da amplitude a 5Vpp usar o teclado.



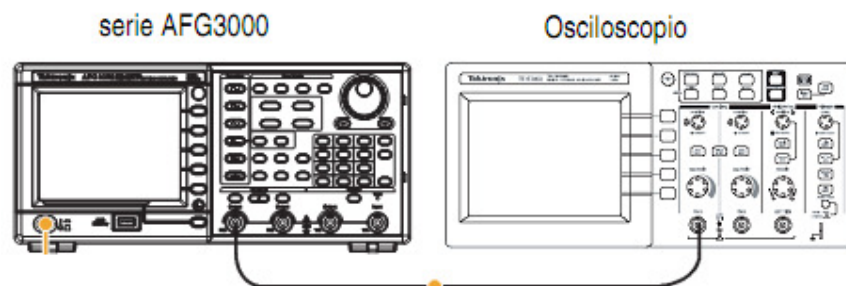
g) Fazendo um procedimento similar, **pode-se trocar os valores de fase (Phase) e o deslocamento (Offset).**

3.2.2- Ligue o osciloscópio e aguarde até que o osciloscópio termine de inicializar-se.

3.2.3- Pressione o botão **AUTOSET**: A tela irá mostrar o registro do canal 1 (**CH1**), com o nível zero centralizado.

3.2.4- Usando um cabo BNC conecte a saída sinusoidal do gerador de funções ao canal 1 (**CH1**) do osciloscópio.

3.2.5- No gerador pressione o botão **on** para ativar a saída, nesse momento a sinal sinusoidal será visualizada na tela do osciloscópio.



3.2.6- No osciloscópio mude o tipo de acoplamento de **DC** para **AC** e pressione o botão **AUTOSET**.

3.2.7- No gerador altere o nível de offset da sinusoidal gerada e observe a tela do osciloscópio. Anote suas observações

3.2.8- Teste a função **RUN/STOP**.

3.2.9- Teste a função **TRIGGER** através do seu **MENU**.

3.2.10- Altere as escalas **HORIZONTAL** e **VERTICAL** e analise os resultados anote sua observações.