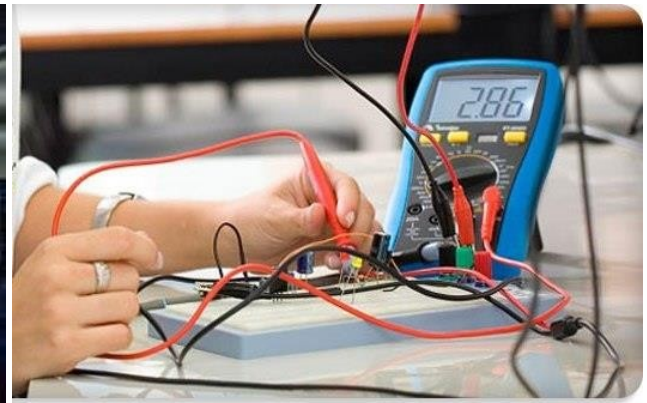




INICIAÇÃO À PRÁTICA PROFISSIONAL

CIRCUITOS ELETROELETRÔNICOS



1ª SÉRIE
NOTA DE AULA 1
ATIVIDADES PRÁTICAS

CURSO TÉCNICO EM ELETROTÉCNICO

2017

EXPERIÊNCIA

01

INTRODUÇÃO A ELETROELETRÔNICA

OBJETIVOS:

- Conhecer as normas que regem a nomenclatura de componentes;
- Normas básicas para o desenho de circuitos elétricos;
- Conhecer a simbologia dos componentes;
- Visualizar componentes fisicamente;
- Conhecer a representação por potência de dez e sua aplicação na elétrica.
- Aprender a transformar a notação científica nos múltiplos e submúltiplos das medidas elétricas;
- Conhecer a grafia correta das unidades de medida;
- Conhecer o resistor;
- Determinar o valor nominal e a tolerância de resistores através do código de cores;

CONCEITOS TEORICOS ESSENCIAIS

Legibilidade na confecção de circuitos elétricos

Imagine se todo mundo que fosse elaborar um esquema elétrico elaborasse à sua maneira cada máquina ou cada televisor seria esquematizado de uma forma e na hora da manutenção seria um inferno, para se evitar este caos alguns intelectuais da área da elétrica resolveram padronizar no modelo diagramático utilizado atualmente.

Começaram a partir daí surgirem às normas para elaboração dos desenhos eletrônicos da forma diagramática regulamentada por órgãos como ABNT, IEEE, Siemens, entre outros. O que vem a ser uma norma? – Norma é um conjunto de regras pré-estabelecidas com o intuito de regular as ações de todos aqueles que estejam trabalhando num objetivo.

As Normas mais utilizadas no Brasil, o que se refere aos Circuitos Elétricos são:

Norma	Organismo Normativo	Abrangência
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas	Brasil
IPC	Institute of Printed Circuits	Internacional
ANSI	American National Skyline Industries	Internacional

Letras de Referência

Existe um consenso mundial no que diz respeito às letras utilizadas para referências de componentes, sendo as mais comuns as relacionadas na tabela abaixo:

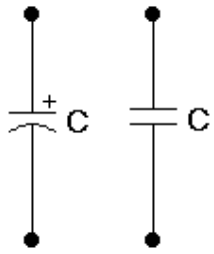
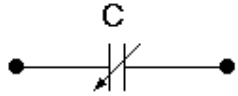
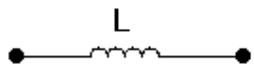
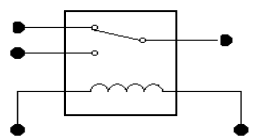
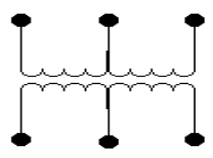
Letra de Referência	Tipo de Componente	Letra de Referência	Tipo de Componente
A ou ANT	Antenas	P	Ponto de Medição ou Teste
C	Capacitores	POT	Potenciômetro
CN	Conectores	Q	Transistor
D	Diodo	R	Resistor
DZ	Diodo Zener	RL ou K	Relé
F	Fusível	S	Chave

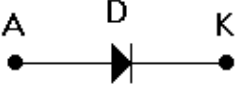

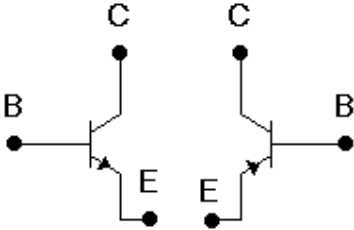
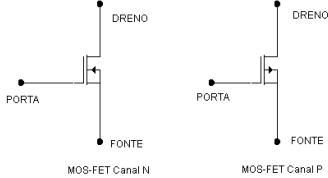
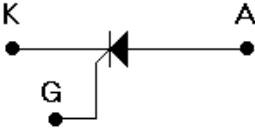
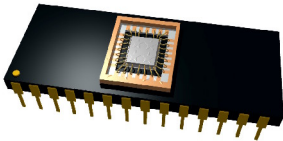
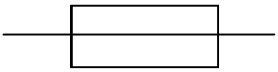
J	Jumper*	T	Transformador
L	Indutores / Bobinas	U ou CI	Circuito Integrado
LD ou LED	Diodo emissor de Luz (LED)	X ou XT	Cristal

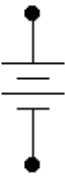


* Utiliza-se tanto para conjuntos de barras de pinos com estrapes como para pontes de fio utilizadas em placas de face simples.

Simbologia

Simbologia é o estudo dos símbolos que são utilizados no meio técnico como uma linguagem clara, objetiva e universal na análise ou no desenvolvimento de circuitos eletroeletrônicos. Temos na tabela a seguir os símbolos empregados constantemente:

Componente	Símbolo	Função
Capacitor		Componente passivo de dois terminais cujo sua finalidade é armazenar energia quando polarizado por tensão. Sua unidade de medida é o Farady (F) Existem vários tipos de capacitores onde podemos classificá-los de polarizados e não polarizados. Polarizados são os: Eletrolítico e Tântalo Não Polarizados são os Cerâmicos e Poliéster
Capacitor Variável		Tem a mesma função do capacitor a vantagem é pode ter sua capacitância variada através o parafuso central, normalmente são comercializados na ordem de pF e também são conhecidos como Trimmer
Indutor		Componente de dois terminais também denominado como bobina ter como principal função criar campo magnético. Sua unidade de medida é o Henry (H), componente bastante utilizado em filtros.
Relê Eletromecânico		O relê eletromecânico, como o próprio nome diz, é um dispositivo formado por uma parte elétrica e outra mecânica. A grande vantagem do relê é poder acionar um circuito elétrico de potência por meio de um outro circuito elétrico, muitas vezes de menor potência, estando ambos isolados eletricamente entre si, já que o acoplamento entre eles é apenas magnético.
Transformador		Quando aplicado uma tensão no primário o mesmo gerará através de um campo magnético uma tensão induzida no secundário do transformador. Temos três tipos mais comuns de transformador que são: Elevador, Rebaixador e Isolador.

<p>Diodo</p>		<p>Componente de dois terminais denominados de Anodo (A) e Catodo (K) construído de material semicondutor que quando polarizado diretamente faz com que a tensão nele seja próximo de 0,6V e funcione como uma chave aberta.</p>
<p>LED</p>		<p>Componente de dois terminais como denominados Anodo e Catodo e que quando polarizado diretamente emite luz numa tensão de aproximadamente 2V/20mA de corrente</p>
<p>Transistor</p>		<p>Componente de três terminais denominada Base (B), Emissor (E) e Coletor (C) também como o diodo é construído de material semicondutor e funciona quando é aplicado ao terminar de Base uma corrente que faz com que a corrente flua entre coletor e emissor atuando como uma chave. De acordo com sua construção existem dois tipos de transistores o NPN e o PNP.</p>
<p>Transistor MOS-FET</p>		<p>O MOS-FET é um elemento largamente empregado na construção de circuitos integrados, pois sua característica nos permite construir circuitos muito mais complexos e versáteis do que os construídos com simples transistores de junção (bipolar)</p>
<p>SCR</p>		<p>Componente de três terminais denominados Catodo (K), Anodo (A) e Gate (G) da família dos tiristores (componentes de potência) são utilizados para acionamentos de carga de alta potência.</p>
<p>Circuitos Integrados</p>		<p>São componentes semicondutores que num tamanho muito reduzido executam várias funções conforme suas especificações encontradas em livros de dados do componente, os circuitos integrados podem ser: memórias, contadores e etc.</p>
<p>Fusível</p>		<p>Os equipamentos eletrônicos possuem fusíveis de proteção contra sobrecarga de corrente. O Fusível tem um filamento a base de estanho (baixo ponto de fusão) que se derrete quando a corrente que passa por ele é maior que a nominal estampada em seu corpo. Quando isso ocorre, é preciso substituí-lo após a correção do problema.</p>

Bateria		Gerador de tensão contínua é um dos dispositivos utilizados para a alimentação dos circuitos eletrônicos, os geradores mais comuns são as pilhas, as baterias de automóveis, etc. No laboratório estaremos usando como gerador uma fonte de alimentação que vai gerar as tensões para os circuitos.
Terra		Identifica o terminal negativo ou neutro de um gerador que tanto pode ser alternado ou contínuo Num potencial de terra a tensão deve ser igual a (0) zero.
Fonte AC		Gerador de tensão alternada tem por finalidade de gerar tensões alternadas a algum circuito, a tensão alternada mais conhecida é a da rede elétrica.

Representação de Números em Potência de Dez

A representação de um número em potência de dez é a forma mais prática e rápida para simplificar grandezas físicas muito grandes ou muito pequenas. Por exemplo: Imagine que tivéssemos que medir a velocidade da luz (300.000Km/s) em m/s, a massa de um átomo em Kg. Você já deve ter percebido que escrever estes números por extenso não é nada prático sendo muito mais prático utilizar a notação científica.

Qualquer número pode ser representado pela notação científica, mas para tanto devemos saber os múltiplos e submúltiplos de dez.

Múltiplos		Submúltiplos	
10	= 10^1	1	= 10^0
100	= 10^2	0,1	$1/10 = 10^{-1}$
1000	= 10^3	0,01	$1/100 = 10^{-2}$
10000	= 10^4	0,001	$1/1000 = 10^{-3}$
100000	= 10^5	0,0001	$1/10000 = 10^{-4}$
1000000	= 10^6	0,00001	$1/100000 = 10^{-5}$

Na área de elétrica tomamos como padrão algumas notações que são bastante utilizadas e recebem um nome de acordo com sua grandeza:

Exemplos:

10K Ω ou **10 Kiloohms** ou **10.10³**

10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^3	10^6	10^9	10^{12}
Pico	Nano	Micro	Mili	Kilo	Mega	Giga	Terá

Estas notações são bastante utilizadas e é importante guardá-las na memória como ferramenta para responder as medidas realizadas durante o experimento.

Multiplicação e Divisão de Números em Potência de Dez

Quando multiplicamos dois números que têm a mesma base, ela é mantida e somamos os expoentes.

Genericamente temos:

$$10^A \times 10^B = 10^{A+B}$$

Exemplos:

A) $1000 \times 10000 = 10^3 \times 10^4 = 10^7$

B) $0,0001 \times 0,01 = 10^{-4} \times 10^{-2} = 10^{-6}$

C) $10000 \times 0,001 = 10^4 \times 10^{-3} = 10^1 = 10$

Observação

Lembrando que na potenciação qualquer número elevado a 0 é igual a 1, exemplo $10^0 = 1$.

Quando dividimos dois números que têm a mesma base, mantemos a base e subtraímos o expoente do numerador do expoente do denominador.

Genericamente temos:

$$\frac{10^A}{10^B} = 10^A \times 10^{-B} = 10^{A-B}$$

Exemplos:

A)

$$\frac{10000}{1000} = \frac{10^4}{10^3} = 10^4 \times 10^{-3} = 10^1 = 10$$

B)

$$\frac{100}{10000} = \frac{10^2}{10^4} = 10^2 \times 10^{-4} = 10^{-2} = 0,01$$

C)

$$\frac{10000}{0,01} = \frac{10^4}{10^{-2}} = 10^4 \times 10^{-(-2)} = 10^6 = 1000000$$

Na eletroeletrônica estas notações são utilizadas para representar e simplificar a escrita das grandezas elétricas como, por exemplo, kV(10^3) quilovolt, kW(10^3) quilowatt, mA(10^{-3}) miliampère.

Grafia das unidades de medida

Existe uma grande dificuldade no momento da escrita das unidades de medida, quando deve ser maiúscula ou minúscula, se existe plural como deve ser feito. Essas informações são de bastante importância, pois é muito comum o técnico em eletroeletrônica precisar elaborar relatórios e essas falhas podem ser grave dependendo da situação. Veremos a seguir alguns cuidados a serem tomados:

- As unidades devem começar com letra minúscula; exceto grau Celsius: ampère; kelvin; newton;
- Valor numérico de uma grandeza deve ser acompanhado da unidade escrita por extenso ou representada pelo seu símbolo: 30 newtons por metro quadrado ou 30 N/m²;
- Para palavras simples o plural é formado com adição de “s” no final: quilogramas; joules; farads; grays;
- Para palavras compostas sem hífen, ambas recebem “s” no final: metros cúbicos; quilômetros quadrados;
- Para termos compostos por multiplicação, o “s” é acrescentado no final: ampères-horas; newtons-metros; watts-horas;
- Para unidades compostas por divisão, o “s” aparece somente no numerador: quilômetros por hora; newtons por metro quadrado;

- Palavras que terminam com letras s, x ou z não se acrescenta “s”: siemens; lux; hertz;
- Palavras compostas por unidades e elementos complementares e ligadas por hífen ou preposição, os elementos não levam “s”: anos-luz; elétron-volts;

Veja alguns exemplos:

Singular	Plural
Decibel	Decibels
Quilograma-força	Quilogramas-força
Ohm-metro	Ohms-metros
Milímetro cúbico	Milímetros cúbicos
Volt	Volts
Metro por segundo	Metros por segundo

O que não se pode fazer em hipótese nenhuma:

– Os símbolos não admitem “s” de plural, ponto de abreviatura, sinais e letras:

metro = m; watt = W; quilometro por hora = km/h. •Duas unidades multiplicadas:
newton vezes metro = N.m.

– Unidade constituída pela divisão de unidade por unidade:

metro por segundo = m/s ou m.s⁻¹.

– Um símbolo + prefixo com expoente, expoente afeta o conjunto prefixo – unidade:

1 dm³ = (10⁻¹m)³ = 10⁻³m³ ; 1 mm³ = (10⁻³m)³ = 10⁻⁹m³ ; 1 cm³ = (10⁻²m)³ = 10⁻⁶m³

– Não são admitidos prefixos compostos formados pela justaposição de vários prefixos SI:
1 nm = um nanômetro; 1 GW = um gigawatts.

– Os símbolos de uma mesma unidade podem coexistir num símbolo composto por divisão: kWh/h = quilowatt-hora por hora ; Ωmm²/m = ohm vezes milímetro ao quadrado por metro.

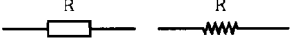
Na tabela a seguir temos as principais unidades do sistema internacional

GRANDEZA	NOME	SÍMBOLO	EXPRESSÃO
Capacitância	farad	F	C / V
Condutância	siemens	S	A / V
Energia, Trabalho	joule	J	N.m
Fluxo magnético	weber	Wb	V.s
Força	newton	N	-
Frequência	hertz	Hz	
Indução magnética	tesla	T	Wb/m ²
Indutância	henry	H	Wb/A
Potência	watt	W	J/s
Pressão	pascal	P	N/m ²
Resistência elétrica	ohm	Ω	V/A

Resistor Fixo

É um dispositivo construído com material resistivo, que tem como principal função resistir a passagem de corrente elétrica. Comercialmente, são encontrados resistores desde alguns décimos de Ohm até dezena de Megaohm, com tolerâncias que varia de 1% até 20% e potências entre alguns décimos de Watt até algumas dezenas de Watt.

Construtivamente, os resistores podem ser de fio, filme de carbono, filme metálico, entre outros.

Símbolo  Unidade de Medida Representado pela letra

Ohm

Ω

Classificamos os resistores em dois tipos: Fixos e Variáveis. Os resistores fixos são aqueles cujo valor da resistência não pode ser alterado, enquanto que as variáveis têm sua resistência modificada, dentro de uma faixa de valores através de um cursor móvel.

Os resistores fixos normalmente são especificados por três parâmetros: o valor nominal da resistência elétrica; a tolerância, ou seja, a máxima variação permitida; e a máxima potência dissipada.

Exemplo:

100 Ω \pm 5% 0,5W ou ½W

10k Ω \pm 10% 1W

1M Ω \pm 5% 0,25W ou ¼W

Dentre os tipos de resistores fixos, destacamos os de fio, de filme de carbono e de filme de carbono e de filme metálico.

Resistor de Fio: Consiste em um tubo cerâmico, que servirá de suporte para enrolarmos um determinado comprimento do fio, de liga especial para obter-se o valor de resistência desejado. Os resistores de fio são encontrados com valores de resistência de alguns ohms até alguns quilos ohms, e são aplicados onde se exige altos valores de potência, acima de 5W, sendo suas especificações impressas no próprio corpo.

Resistor de filme de Carbono: Consiste em um cilindro de porcelana recoberto por um filme (película) de carbono. O valor da resistência é obtido mediante a formação de um sulco, transformando a película em uma fita helicoidal. Esse valor pode variar conforme a espessura do filme ou a largura da fita. Como revestimento, encontramos uma resina protetora sobre a qual será impresso um código de cores, identificando seu valor nominal e tolerância. Os resistores de filme de carbono são destinados ao uso geral e suas dimensões físicas determinam a máxima potência que pode dissipar.

Resistor de filme metálico: Sua estrutura idêntica ao filme de carbono, somente que, utilizamos uma liga metálica (níquel-cromo) para formarmos a película, obtendo valores mais precisos de resistência, com tolerâncias de 1% e 2%.

Veja o quadro abaixo com as características de cada tipo de resistor

Tipo de Resistor	Faixa ôhmica	Tolerância	Potência
Filme Metálico	1 a 10M Ω	1 a 5%	¼ a 5W
Filme de Carbono	1 a 10M Ω	1 a 5%	¼ a 5W
Fio	1 a 10k Ω	5 a 20%	½ a 100W
SMD	1 a 10M Ω	1 a 5%	0,1 a 1W

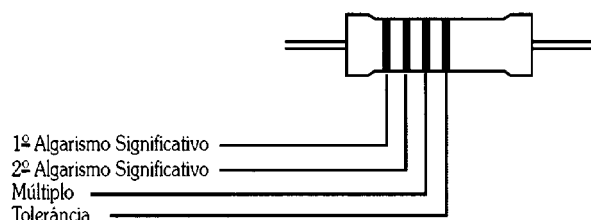
Código de Cores

Alguns tipos de resistores (Normalmente os de alta potência) têm as especificações escritas diretamente em seus encapsulamentos. Porém, a maioria tem as especificações dadas em forma de código de cores.

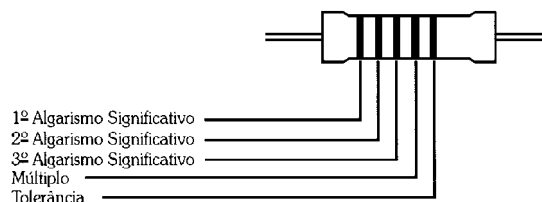
Existem dois tipos de resistores:

- 4 faixas (resistores uso comum)
- 5 faixas (resistores de precisão)

Nos resistores de quatro faixas a leitura procede-se de acordo com a figura abaixo:



Nos resistores de cinco faixas a leitura é feita de acordo com a figura abaixo:



Cinco Faixas

Cor	1º Alg. Sign.	2ºAlg. Sign.	3ºAlg. Sign.	Nº de Zeros	Tolerância	Temperatura
Preto	 	0	0	0 (Nenhum)	 	200 PPM/°C
Marrom	1	1	1	1 (Um zero)	1%	100 PPM/°C
Vermelho	2	2	2	2 (Dois zeros)	2%	50 PPM/°C
Laranja	3	3	3	3 (Três zeros)	 	15 PPM/°C
Amarelo	4	4	4	4 (Quatro zeros)	 	25 PPM/°C
Verde	5	5	5	5 (Cinco zeros)	0,5%	
Azul	6	6	6	6 (Seis zeros)	0,25%	10 PPM/°C
Violeta	7	7	7	 	0,10%	5 PPM/°C
Cinza	8	8	8	 	 	1 PPM/°C
Branco	9	9	9	 	 	
Ouro	 	 	 	Multiplica por 0,1	5%	
Prata	 	 	 	Multiplica por 0,01	10%	
Ausência	 	 	 	 	20%	

A seguir uma tabela com os múltiplos para valores comerciais de resistores fixos com tolerância de 5%:

10	12	15	20	22	24	27	30	33	39	47	51	56	68	75	82	91
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

EQUIPAMENTOS E MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS

Qtde.	Descrição	Especificação
5	Resistor	Qualquer Valor
1	Capacitor	Qualquer Valor
1	Diodo	Qualquer tipo
1	Led	Qualquer cor
1	Transistor	Qualquer modelo

1	Circuito Integrado	Qualquer tipo
1	Transformador	Qualquer tipo
1	Indutor	Qualquer valor
1	Relé	Qualquer tipo

CIRCUITOS PROCEDIMENTOS MEDIDAS E ANÁLISES

CPMA1 – Relacionar as grandezas com sua respectiva unidade.

Capacitância	1
Condutância	2
Frequência	3
Indução magnética	4
Indutância	5
Potência	6
Resistência elétrica	7

	Ω
	H
	W
	F
	S
	Hz
	T

CPMA2 – Os terminais de um transistor são chamados de:

- Dreno / Porta / Fonte
 Coletor / Base / Emissor

CPMA3 – Responda a alternativa onde o plural está correto

- Quilômetros por horas
 Quilômetros por hora

CPMA4 – Resistor sua principal função é:

- Armazenar energia
 Limitar a corrente

CPMA5 – As unidades Mega e Nano podem ser representadas na notação científica como:


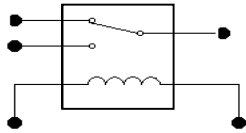
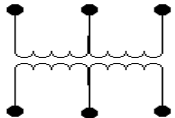
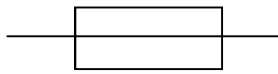

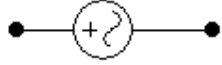
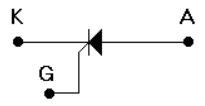
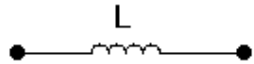
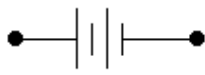
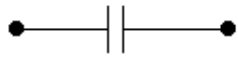


- 10^6 e 10^9
 10^6 e 10^{-9}

CPMA6 – Transformar o que se pede

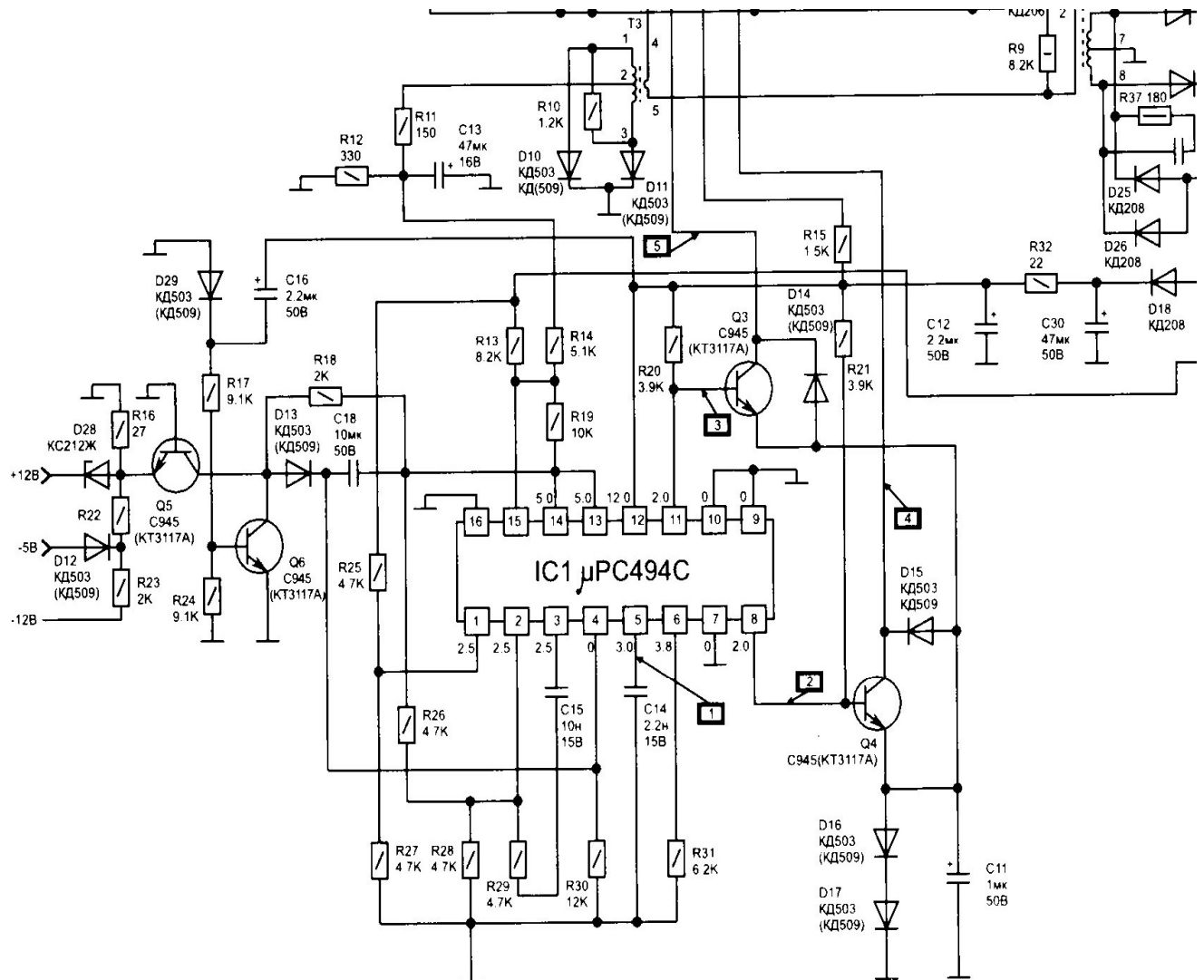
		Transformar em:	Resposta
A	0,005V	De volt para milivolt	
B	0,25mV	De milivolt para microvolt	
C	5400W	De watt para quilowatt	
D	0,0001225A	De ampère para microampère	
E	120pF	De picofarad para nanofarad	
F	4500 μ V	De microvolt para volt	
G	0,1A	De ampère para miliampère	
H	1000000V	De volt para megavolt	
I	10000 Ω	De ohm para quiloohm	

CPMA7 – Relacionar o nome do componente ao símbolo elétrico da lista abaixo:

RESISTOR	1
CAPACITOR	2
DIODO	3
TRANSISTOR	4
BATERIA	5
TRANSFORMADOR	6
FUSÍVEL	7
RELÉ	8
LED	9
INDUTOR	10
SCR	11
FONTE AC	12

CPMA8 – Dado o circuito abaixo circule os componentes listados na tabela abaixo do circuito e logo após anotar a sua especificação na mesma tabela.



	Componente	Especificação
A	Q4	
B	R26	
C	IC1	
D	R32	
E	D10	

CPMA9 – Anotar as cores e determinar o valor nominal e a tolerância de cada resistor fornecido através do código de cores anotando os valores encontrados na tabela abaixo:

		1ª Faixa	2ª Faixa	Nº Zeros	Tolerância	VALOR DO RESISTOR
R1	COR					
	VALOR					
R2	COR					
	VALOR					
R3	COR					
	VALOR					
R4	COR					
	VALOR					
R5	COR					
	VALOR					

CPMA10 – Na tabela abaixo copie o valor nominal encontrado acima e calcular o valor Máximo e Mínimo das tolerâncias para cada valor dos resistores lidos na tabela anterior usando a formula abaixo:

Valor Máximo (+) = Valor do Resistor (N) X _____

Valor Mínimo (-) = Valor do Resistor (N) X _____

R1	+	R2	+	R3	+	R4	+	R5	+
	N		N		N		N		N
	-		-		-		-		-

CPMA11 – Determinar os valores dos resistores de 4 faixas abaixo:

		1ª Faixa	2ª Faixa	Nº Zeros	Tolerância	VALOR DO RESISTOR
A	COR	Marrom	Preto	Vermelho	Ouro	
	VALOR					
B	COR	Vermelho	Vermelho	Preto	Ouro	
	VALOR					
C	COR	Laranja	Branco	Ouro	Ouro	
	VALOR					
E	COR	Amarelo	Violeta	Prata	Ouro	
	VALOR					

CPMA12 – Determinar os valores dos resistores de 5 faixas abaixo:

		1ª Faixa	2ª Faixa	3ª Faixa	Nº Zeros	Tolerância	VALOR DO RESISTOR
A	COR	Marrom	Amarelo	Verde	Laranja	Marrom	
	VALOR						
B	COR	Azul	Verde	Cinza	Preto	Vermelho	
	VALOR						
C	COR	Laranja	Azul	Laranja	Ouro	Verde	
	VALOR						
D	COR	Amarelo	Violeta	Preto	Prata	Marrom	
	VALOR						

EXPERIÊNCIA

02

MONTAGEM DE CIRCUITOS

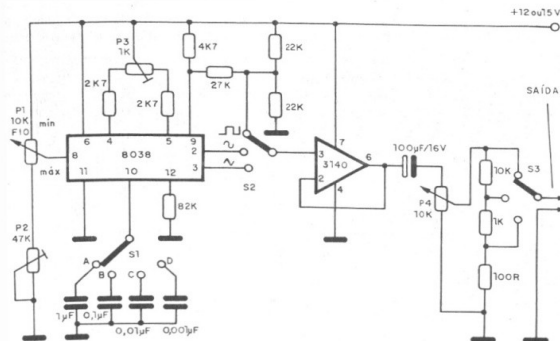
OBJETIVOS:

- Conhecer as definições de circuito elétrico;
- Manusear os componentes fisicamente;
- Aprender os processos de montagem de circuitos;
- Aprender montar circuitos utilizando a matriz de contatos
- Conhecer o funcionamento do LED e como identificar os terminais do mesmo;
- Como usar os LED em circuitos eletrônicos.

CONCEITOS TEÓRICOS ESSENCIAIS

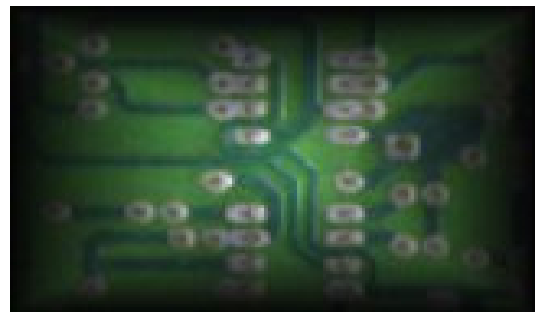
Circuito elétrico ou eletrônico

É a interligação de componentes elétricos em configurações específicas para realizar um trabalho útil.



Placa de circuito impresso

A placa de circuito impresso, também denominada PCI, tem como sua função básica proporcionar suporte mecânico e interligação elétrica para os componentes utilizados no circuito eletrônico. As exigências cada vez maiores no que se diz respeito ao desempenho mecânico e elétrico mostram que projetar uma placa de circuito impresso não é uma tarefa simples como se imagina, exigindo que sejam respeitados alguns requisitos básicos para que seja atingido o objetivo final de fabricar uma PCI com qualidade.



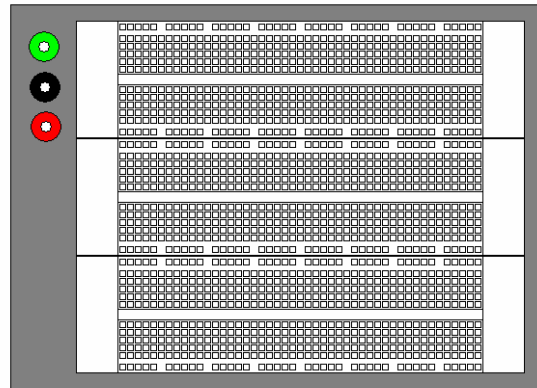
Atualmente os processos de fabricação de placas têm se inovado utilizando-se de técnicas de revelação fotográfica, papeis transfer, entre outros. Na elaboração do desenho também temos softwares capazes de produzir desenho, fotolitos para máquinas.

Mas a placa de circuito impresso apresenta uma desvantagem que é a manutenção ou a análise, pois cada vez que desconfiamos de um componente é necessário retirá-lo da placa e pode acontecer o inconveniente de soltar a trilha da placa.

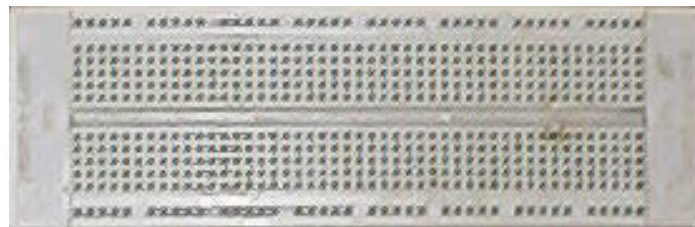
Para facilitar uma análise temos um equipamento de fácil utilização que auxiliar na elaboração de protótipos, ele é a matriz de contatos que vamos estudar a seguir.

Matriz de contatos

Imagine o trabalho que seria se todo o circuito que quiséssemos experimentar ou analisar fosse necessário fazer uma placa de circuito impresso, além do projeto se tornar muito caro iria nos causar um trabalho enorme em fazer novas placas a cada componente modificado.



A **Matriz de Contatos** é formada, basicamente por uma peça plástica moldada com espaços internos próprios para acomodação de conectores metálicos. Os conectores metálicos são acessados através dos pequenos furos que cobrem a superfície da peça plástica. Conforme a figura abaixo:



Os pequenos furos servem para fixação dos componentes eletrônicos. Quando encaixados, os terminais dos componentes ficam presos entre duas laminas que constituem os conectores metálicos.

Quando montamos um circuito, primeiro os componentes são fixados sobre a matriz, depois através de pedaços de fios rígidos de diâmetro apropriado, as demais interligações são efetuadas. Assim, sobre a matriz pode-se montar desde circuitos simples até os mais complexos sem a necessidade de soldar os componentes.

Existem muitos modelos de matriz de contatos, uns com mais, outros com menos pontos de interligação, porém, a organização dos contatos obedece na maioria dos casos os padrões a seguir nas figuras abaixo.

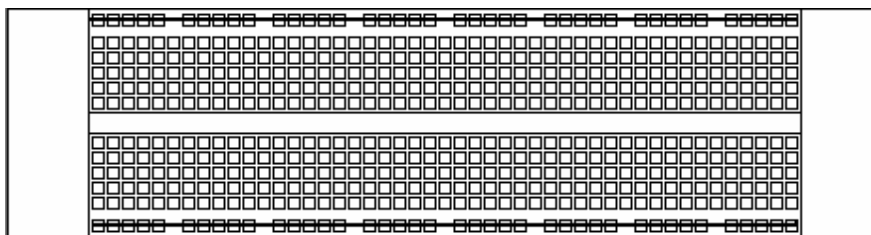


Figura 1

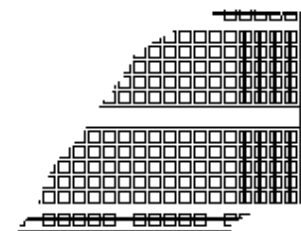


Figura 2

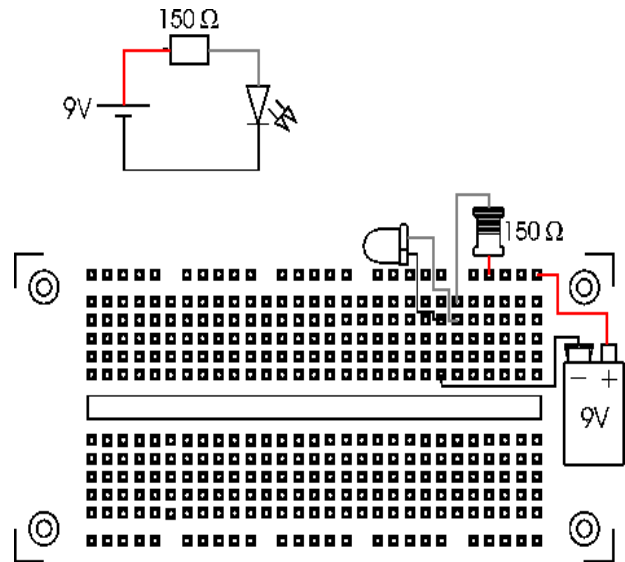
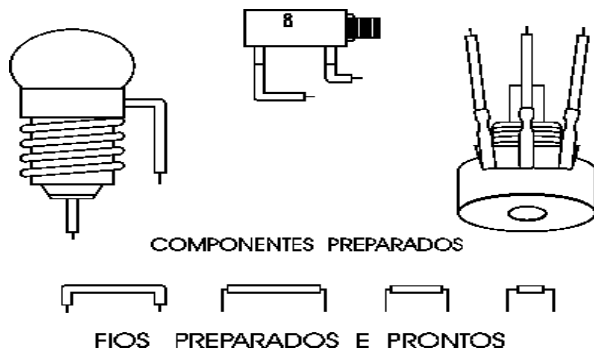
Pode-se observar na figura 1 que os furos estão organizados visualmente em grupos de 5 mas só visualmente, pois todos os pontos nesta linha estão ligados entre si através de um condutor metálico, localizado internamente à base plástica que normalmente são utilizados como barramento de distribuição de alimentação, ou seja, pode se adotar uma das linhas como GND (Terra) e outra com V_{CC} (Positivo). Já na figura 2 cada 5 furos dão acesso ao

condutor metálico, localizado internamente à base plástica, onde são conectados os componentes.

Observação:

- Na canaleta entre os furos da figura 2 é utilizada para montagem de circuitos integrados, Relés entre outros, para que seus terminais não fiquem em curto na matriz.

Veja ao lado um exemplo de interligação dos componentes na matriz de contatos e na figura abaixo como os componentes e fios devem ser preparados para serem usados na matriz de contatos.



Observação:

Nunca um componente pode entrar e sair para o mesmo barramento, pois o mesmo estará em curto e não fará diferença para o circuito, tornando se um fio.

No comércio, encontra-se modelo de diversos fabricantes, tais como Celis, Shakomiko e outros. Entre os modelos importados a marca Proto-Board e a mais conhecida.

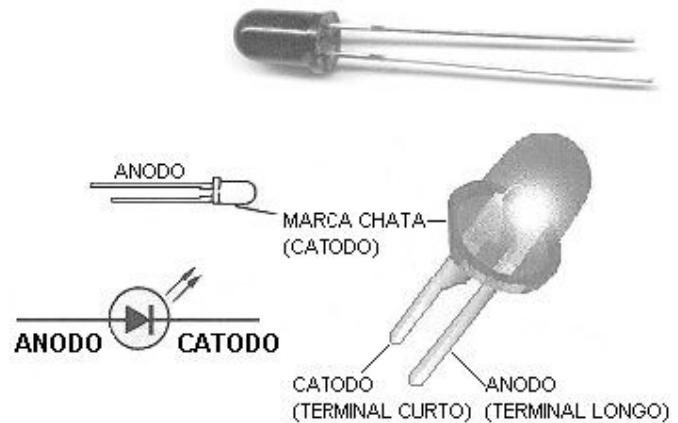
LED

O **LED** é um tipo especial de diodo, pois emite luz quando polarizado diretamente. Por isso, ele é classificado como um **dispositivo optoeletrônico**. Neste experimento o LED será analisado com o objetivo de ser utilizado na sua aplicação mais básica que é a de **indicador luminoso**.

O nome LED é a sigla de light emitting diode, que significa diodo emissor de luz. Trata-se de um dispositivo optoeletrônico, cuja principal característica é a conversão de sinal elétrico em óptico.

Na polarização direta, quando os elétrons do lado N cruzam a junção, eles se recombinam com as lacunas do lado P. A recombinação produz uma irradiação de energia. Nos diodos comuns, a energia irradiada é a térmica, produzindo calor. Nos LED's, a energia irradiada é na forma de onda eletromagnética, produzindo luz.

A irradiação da energia luminosa é possível pela utilização de elementos como o gálio (Ga), arsênio (As) e o fósforo (P) na fabricação da junção PN.



Os principais LED's de luz visível são feitos a partir de GaAs acrescidos de fósforo que, dependendo da quantidade, podem irradiar luzes vermelha, laranja, amarela, verde ou azul e são muito utilizados como sinalizadores em instrumentos eletrônicos ou na fabricação de display's (indicadores numéricos de sete segmentos onde cada segmento é um LED).

Os LED's têm as mesmas características dos diodos comuns, ou seja, só conduzem quando polarizados diretamente com tensão maior ou igual à tensão de polarização. Comercialmente, eles trabalham normalmente com correntes na faixa de 10mA à 50mA e tensões na faixa de 1,5V a 2,5V.

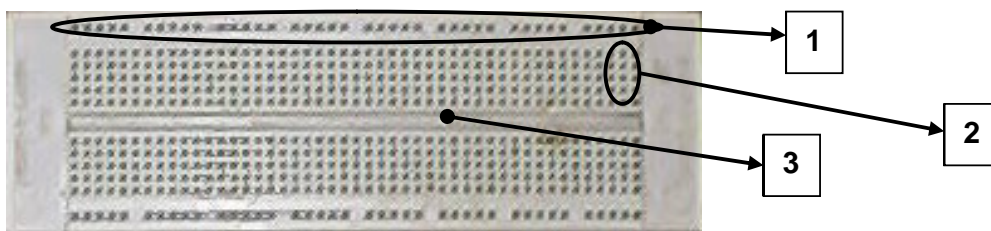
Todo LED por segurança deve sempre vir acompanhado por um resistor limitador de corrente que tem a finalidade de garantir que a corrente do LED não seja ultrapassada.

EQUIPAMENTOS E MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS

Qtde.	Descrição	Especificação
1	Fonte de alimentação	FCC 3005D
1	Matriz de Contatos	PL 553
1	Resistor	100Ω ¼W
5	Resistores	330Ω ¼W
1	Resistor	1kΩ ¼W
1	Resistor	1,2kΩ ¼W
1	Resistor	100kΩ ¼W
1	Capacitor	100nF / 25V
1	Capacitor	100µF / 25V
5	LED's	Qualquer Cor
1	Transistor	BC548
1	Circuito Integrado	555

CIRCUITOS PROCEDIMENTOS MEDIDAS E ANÁLISES

CPMA1 – De acordo com as marcações na figura abaixo responda as afirmações sobre a matriz de contatos.



Como é a ligação do grupo de furos legendados pelo numero 1 da figura acima

- Curto-circuitados em todos os pontos Curto-circuitados entre si de 5 em 5 pontos

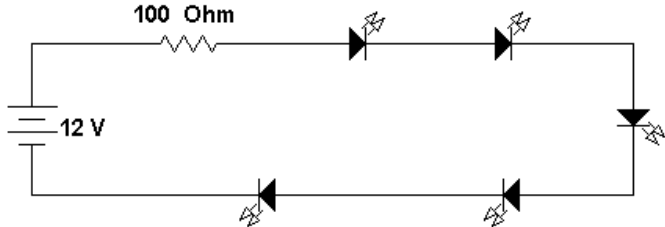
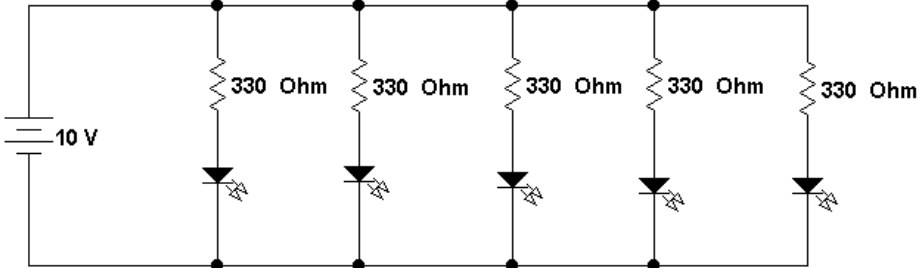
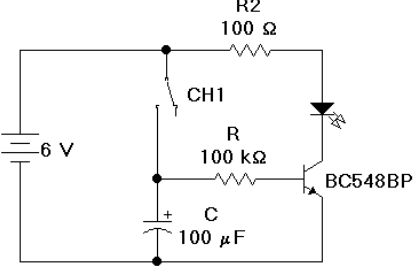
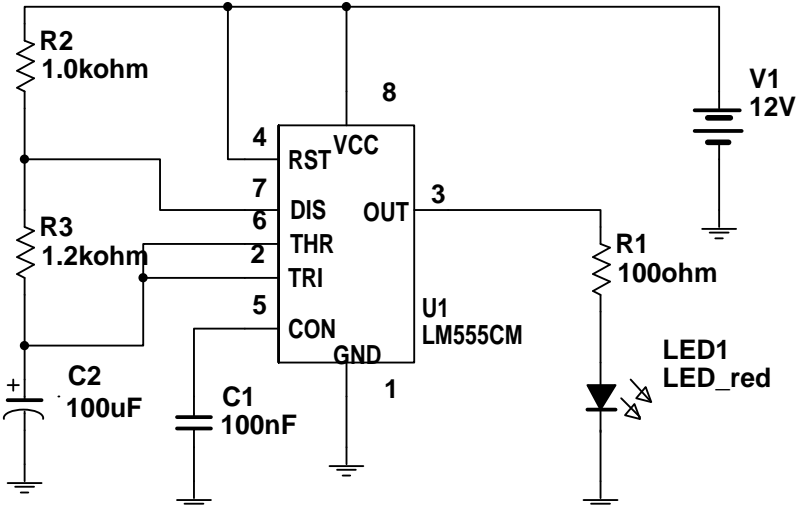
Como é a ligação do grupo de furos legendados pelo numero 2 da figura acima

- Curto-circuitados em todos os pontos Curto-circuitados entre si de 5 em 5 pontos

Qual a função do canal indicado na legenda numero 3 da figura acima

- Para encaixar circuitos integrados Para enfeitar a matriz de contatos

CPMA2 – Montar os circuitos propostos e solicitar o visto do professor ou do monitor para cada circuito montado corretamente

Circuito 1	Visto e Data
	
	
	
	

EXPERIÊNCIA

03

MEDIDAS DE GRANDEZAS ELÉTRICAS

OBJETIVOS:

- Conhecer as características dos multímetros analógicos e digitais;
- Ler escalas do multímetro analógico;
- Diferenciar as vantagens e desvantagens entre os multímetros;
- Realizar medidas básicas de tensão na rede elétrica.
- Analisar as características e limitações do multímetro nas escalas de resistência elétrica;
- Aprender a medir corretamente resistência elétrica com o multímetro
- Aprender determinar a potencia dissipada por um circuito;
- Aprender a calcular a energia consumida de aparelhos eletrônicos.

CONCEITOS TEORICOS ESSENCIAIS

MULTIMETRO

Os técnicos o denominam multiteste, tester, mitter são os nomes dados ao multímetro que é um instrumento que tem a finalidade básica de testar componente e ou circuitos eletroeletrônicos. Existem diversos locais onde se dá a aplicação deste poderoso instrumento, eles são:

- Na oficina eletrônica, utilizado na prova de condutores, resistores, circuitos de RF entre outros;
- Na oficina de Eletrodomésticos, usado na prova de motores, instalações elétricas e outros;
- No automóvel, usado na prova de fusíveis, baterias, lâmpadas, etc.
- Aplicação profissional, usada na prova de máquinas industriais, aparelhos médicos, análise de circuitos.

Os multímetros podem ser analógicos (quando utilizam um galvanômetro como instrumento de leitura) ou digitais (quando utilizam display de cristal liquido para a leitura do valor lido). Nas figuras a seguir temos um multímetro analógico e um multímetro digital. Independentemente se o instrumento é analógico ou digital, o modo como ele é usado é praticamente a mesma.



A maioria dos multímetros possui as seguintes escalas:

- Resistência;
- Tensão Contínua;
- Tensão Alternada;
- Corrente Contínua.

Alguns multímetros são capazes de medir também corrente alternada, mas este tipo de instrumento não é muito comum em eletrônica.

Já os instrumentos digitais possuem uma escala para teste de diodo e transistores. Em multímetro analógico é utilizada a escala de resistência para realizar este teste.

Nos multímetros digitais essa escala é separada e necessária porque a tensão aplicada às pontas de prova da escala de resistência é mais baixa de 0,6V. Tensão mínima para o funcionamento do diodo.

Então você deve se questionar porque os multímetros analógicos ainda são usados e fabricados, já que os digitais são muito mais práticos, pois apresentam uma leitura mais direta, simples e precisa, desconsiderando o fato de ter que ajustar o zero da escala de resistência e a sua leitura invertida das escalas de tensão e corrente. Acontece que ainda existem aplicações onde os multímetros analógicos são atualmente insubstituíveis. Por que os multímetros digitais possuem uma resistência interna fixa em $10\text{M}\Omega$ na escala de tensão. Assim, independente da escala de tensão (20V, 200V, 1000V, etc) em que o multímetro for posicionado, sua resistência será sempre a mesma. O que já não acontece com o analógico onde a resistência interna varia de acordo com a escala. Suponha que façamos uma medida de 400V com o multímetro analógico que possua uma sensibilidade de $50.000\Omega/\text{V}$ em sua escala de 1000 V, ele terá uma resistência interna de $50\text{M}\Omega$, cinco vezes maior do que a resistência de um multímetro digital na mesma escala. Em aparelhos de TV e monitores de vídeo, onde às vezes é necessário medir tensões como essa. Neste caso o multímetro digital não é recomendado. Já que ele poderá influenciar no resultado da medida.

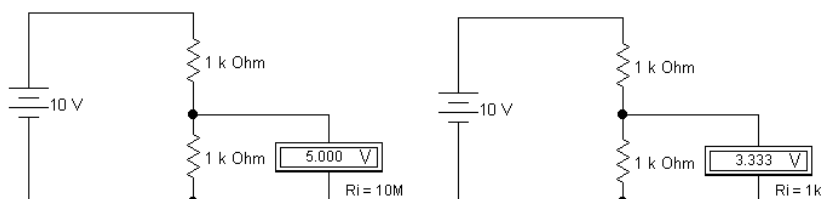
Os multímetros mais sofisticados além de realizarem as medidas básicas possuem um número maior de recursos como capacitímetros, freqüencímetros, termômetros e muito mais. Alguns possuem função HOLD de congelamento da medida (mais comum em multímetros digitais) o que acontece que este tipo de equipamento possui um custo às vezes elevado dependendo do número de funções.

Outra informação importante, as escalas de tensão alternadas dos multímetros medem somente tensões com padrão da rede elétrica, isto é do tipo senoidal e com freqüência de 50 ou 60Hz, caso tente medir outros tipos de sinais o multímetro apresentará um falso resultado. Alguns multímetros digitais possuem uma função "True RMS" que torna o multímetro capaz de medir tensões com sinais diferentes com freqüências também diferentes de 60Hz.

Como escolher um multímetro

Existem no mercado umas variedades de multímetros, mas como escolher os melhores. Há instrumentos menores com uma menor sensibilidade e menor número de escalas, até os maiores, com instrumentos ultra-sensíveis com um elevado número de escalas, alguns possuindo mais recursos além dos tradicionais. São os seguintes pontos que você deve observar na escolha de um multímetro:

- Sensibilidade – Multímetros com escalas de corrente menores que $50\mu\text{A}$ são excelentes, entretanto a especificação da sensibilidade não é dada normalmente em termos de corrente de fundo de escala mas pelas especificações de sensibilidade dadas por Ohms por volt ou Ω/V . A sensibilidade é o quanto um instrumento pode interferir na medida qualquer que seja. O instrumento será melhor quando menor for sua interferência sobre a medida. Em especial as alterações se dão de forma mais acentuada nas medidas referentes à tensão. Veja o exemplo na figura a seguir:



- Número de escalas para cada grandeza – Os multímetros devem ser capazes de medir grandezas como tensões contínuas e alternadas, corrente contínuas e resistência. Para as tensões contínuas, os multímetros devem ser capazes de

medir valores como 0,5 ou 0,6V encontrados em circuito transistorizados até 1500 à 1800V para circuitos de TV, é comum encontrarmos de 3 a 8 escalas de tensões em multímetros comuns. Existem ainda alguns multímetros que possuem a ponta de alta tensão (MAT – Muito alta Tensão) para as medidas acima de 3000V como as encontradas nos tubos de TV. Para as tensões alternadas é muito importantes o valor 110V e 220V que será encontrado em qualquer tomada doméstica. Para as correntes temos de 1 a 5 faixas com valores tipicamente não alcançado 1A, já que as correntes maiores deve ser medidas por procedimentos especiais. Finalmente que o multímetro tenha uma escala de resistência até 10k, para podermos ler uma resistência com precisão.

O multímetro é distinguido através das categorias onde são dispostas as características dos mesmos, acompanhe através da tabela abaixo.

Características	Tipos				
	A	B	C	D	E
Sensibilidade (Ω/V)	1000 a 5000	5000 a 10000	10000 a 50000	50000 a 100000	22M
Escalas de tensões contínuas	2 a 4 escalas com valores entre 1,5V a 1500V	3 a 5 escalas com valores entre 1,5V a 1500V	5 a 7 escalas com valores entre 1,5V a 3000V	5 a 7 escalas com valores entre 5V a 3000V	4 a 8 escalas com valores entre 1,5V a 5000V e ponta MAT
Escalas de tensões alternadas	2 a 4 escalas com valores entre 6V à 1000V	3 a 5 escalas com valores entre 6V à 1000V	5 a 7 escalas com valores entre 6V à 3000V	5 a 7 escalas com valores entre 6V à 3000V e MAT (15000V)	4 a 8 escalas com valores entre 6V à 5000V
Escalas de resistência	1 ou 2 escalas com fatores multiplicativos de x1 e x10	2 ou 3 escalas com fatores multiplicativos de x1, x10 e x100.	4 escalas com fatores multiplicativos de x1, x100, x1k e x10k.	4 a 5 escalas com fatores multiplicativos de x1, x10, x100, x1k e x10k.	5 escalas com fatores multiplicativos de x1 a x10k.
Fonte de alimentação	1 ou 2 pilhas	1 ou 2 pilhas	Pilhas mais bateria de 15V	Pilhas mais bateria de 15V	Rede e Pilhas
Aplicação	Multímetro recomendado aos iniciantes em geral, estudantes que estejam começando suas atividades em eletrônica.	Instrumento mais adequado para equipar oficinas modestas de reparação de rádio e TV	Multímetro considerado profissional indicado para técnico reparador de radio, TV, aparelhos de som, para o instalador de som em carro e projetistas técnicos.	Multímetro avançado com que podemos contar em nosso trabalho, recomendado por profissionais de eletrônica.	Este multímetro é especial por utilizar transistores de efeito de campo em sua construção favorecendo a diminuição da sensibilidade do mesmo.

Como usar um multímetro

O uso de um multímetro é muito simples. Não importa se ele é analógico ou digital, o processo é o mesmo. Olhando para um multímetro típico temos uma chave seletora de escalas. Esta chave tem a função de selecionar a grandeza a ser medida (corrente, tensão, resistência) e também o valor do fundo de escala – valor máximo de cada escala – assim colocando o multímetro na escala de 10VDC será possível realizar medidas de tensão até 10V.

São usados normalmente conectores fêmeas, onde são encaixada as pontas de prova do multímetro, você deverá observar que um conector tem marcado as letras COM(de comum). Nesse conector devemos encaixar a ponta de prova preta e no conector que tem marcado as letras V-Ω-A ou V-Ω deve-se encaixar a ponta vermelha.

Recomendações Básicas

- Ao medir uma grandeza de cujo valor você não tem a menor idéia, o ideal é sempre posicionar o multímetro na maior escala da grandeza no qual se deseja medir e ir abaixando a escala até que tenha uma leitura precisa e agradável;
- Deve-se selecionar a escala antes de conectar o multímetro no circuito a ser medido. Podendo danificar o aparelho (ou um pequeno fusível de vidro de proteção que o mesmo possui internamente) caso utilize ele na escala errada como, por exemplo, tentar medir corrente ou tensão na escala para resistência.

Escalas

Escala ou fundo de escala é o maior valor que o multímetro pode medir em cada escala.

Um multímetro possui várias escalas, cuja escolha é feita em função da grandeza e seu valor numérico da medida a ser realizada.

No multímetro analógico, as medidas mais precisas são obtidas com a deflexão do ponteiro na região central da sua escala graduada.

Para determinar o valor de cada divisão de uma escala deve-se determinar intervalo da escala e dividir pelo número de espaços da mesma o resultado desta equação é a precisão da escala.

Veja:

$$\text{Precisão} = \frac{(\text{Maior valor do intervalo} - \text{Menor Valor do Intervalo})}{\text{Número de espaços do intervalo}}$$

Precisão e Erro de Medida

Precisão é a **menor medida** que um instrumento pode realizar com certeza numa determinada escala. Assim, na leitura de uma tensão, corrente ou resistência caso o multímetro seja analógico, sempre haverá um algarismo significativo além da precisão do instrumento, uma vez que este último (duvidoso) pode ser estimado.

Erro de medida é o valor fornecido pelo fabricante do multímetro (através do seu manual) de forma percentual (erro relativo). Este valor está relacionado à qualidade do instrumento.

Observações:

Muitos instrumentos de medidas utilizam em seus manuais a palavra precisão no lugar de erro de medida e a palavra sensibilidade no lugar de precisão.

Erro de Paralaxe

Além do erro característico do instrumento, existe o **erro de leitura** inerente aos instrumentos analógicos (de ponteiro).

O **erro de paralaxe** é um erro de leitura que ocorre quando a mesma não é feita olhando-se frontalmente o ponteiro, devido à distância entre este e a escala do instrumento.

Para evitar o erro de paralaxe, os instrumentos analógicos possuem um espelho sob a escala, de forma que a leitura deve ser feita somente quando o ponteiro encobrir a imagem refletida.



Ohmímetro

O **ohmímetro** é o instrumento para a medida da **resistência elétrica**. Em geral, utiliza-se um **multímetro** numa das escalas de resistência.

Escala

O **ohmímetro analógico** possui uma única escala graduada logaritmicamente, começando em zero (extremidade direita) e terminando em infinito (extremidade esquerda).

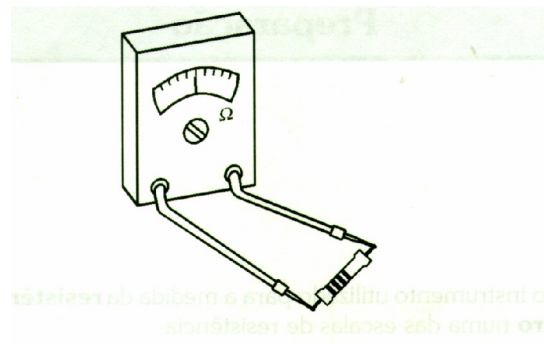
Nele, as escalas são determinadas por múltiplo de 10 que deve ser multiplicado pelo valor indicado pelo ponteiro, sendo as escalas mais comuns x1, x10, x100, xK, x10K.

No **ohmímetro digital**, por existir escala graduada, o valor da resistência é mostrado diretamente no display, necessitando escolher apenas o fundo de escala mais adequado, sendo os mais comuns: 20 Ω , 200 Ω , 2K Ω , 20K Ω , 200K Ω 2M Ω .

Como Medir a Resistência Elétrica com o Ohmímetro

Para a medida da resistência elétrica com o ohmímetro analógico ou digital, o dispositivo não pode estar conectado ao circuito (pelo menos um de seus terminais deve estar livre) e nem submetido a qualquer tensão.

A medida é realizada ligando-se as pontas de prova do ohmímetro em paralelo com os terminais do resistor.



Ohmímetro Medindo uma Resistência Elétrica

Calibração de um Ohmímetro Analógico

O ohmímetro analógico, antes de ser utilizado para uma medida, deve ser **calibrado**, isto é, deve ser feito o **ajuste de zero**, conforme o procedimento a seguir:

- 1 – Escolher a escala a ser utilizada na medida;
- 2 – Colocar as duas pontas de prova em contato e ajustar o ponteiro sobre o valor zero através do potenciômetro de calibração;
- 3 – Desfazer o contato entre as pontas de prova para realizar a medida.

No **ohmímetro digital**, não há necessidade de calibração.

ATENÇÃO:

Nunca segurar com as duas mãos ao mesmo tempo nos terminais do dispositivo durante a medida, pois a resistência do corpo humano pode introduzir erros na leitura real da medida.

Observação: A escala de resistência do multímetro analógico é bastante utilizada para testes de continuidades, componentes entre outros testes eletroeletrônicos.



Potência e Energia Elétrica

Antes de comentarmos sobre a potência e energia elétrica temos que conhecer como a energia elétrica reage a um componente. É possível observar isso através do efeito Joule.

Efeito Joule

Quando uma resistência recebe **energia elétrica** de uma fonte de alimentação, ela a transforma em **energia térmica**, provocando seu aquecimento. **Efeito Joule** é o nome dado ao fenômeno do aquecimento de um material devido à passagem da corrente elétrica.

Por isso, os fabricantes de dispositivos eletrônicos sempre informam qual é a máxima potência que eles podem dissipar, pois isto está relacionado à máxima temperatura que eles podem atingir sem se danificarem.

Potência elétrica P [W] e a **energia E [J ou W.s]** consumida ou fornecida por um dispositivo num intervalo de tempo Δt [s], isto é:

$$P = E / \Delta t$$

A unidade de medida de potência elétrica é o Watt (W) em homenagem ao escocês James Watt (1736 – 1819) que criou uma máquina a vapor muito mais rápida e econômica permitindo a mecanização das indústrias em grande escala.

A **potência fornecida** por uma fonte de alimentação a um circuito é dada pelo produto de sua tensão pela corrente consumida pelo circuito:

$$P = V \times I$$

A **potência dissipada** e a potência que um determinado componente dissipa com o fluxo de corrente sobre o mesmo. Esta potência em uma resistência elétrica pode ser calculada por três maneiras como é mostrado nas formulas abaixo:

$$P = R \times I^2 \quad P = V^2 / R$$

Relacionado a potência e energia elétrica temos os dispositivos de proteção contra a potência dissipada fora de tolerância. Os dispositivos mais comuns são os fusíveis e os disjuntores. Estes componentes são projetados e dimensionados em um circuito pela corrente máxima que eles suportam.

O **fusível** possui um filamento à base de estanho que se derrete quando a corrente que passa por ele é maior que a sua nominal. Quando isso ocorre, é preciso substituir o fusível por outro de igual valor de corrente nominal sempre após de verificar o que ocasionou a queima do mesmo.

No **disjuntor**, quando a corrente é maior que a corrente especificada no dispositivo, ele apenas desarma, bastando rearmá-lo novamente, logo após o problema com o sistema ou circuito seja resolvido.

Todos esses dispositivos funcionam na conversão de energia elétrica em energia térmica.

Aprenda a ler o medidor de energia elétrica (relógio de luz)

Uma vez por mês, na data informada na fatura de energia, você recebe a visita da concessionária de energia de sua região para que seja efetuada a leitura do seu consumo de energia.

Medidor Ciclométrico (de números):

Neste tipo de medidor, a leitura é simples e direta, conforme o número que aparece no visor do medidor (4 ou 5 números).

Na sua fatura de energia existe um mostrador com 5 quadradinhos. Anote nos quadradinhos os números que aparecem no medidor.

A leitura que você fez, subtraída da leitura atual que você encontrará na Fatura de Energia Anterior, resultará no consumo a ser faturado no mês.



Observação: Se o campo "**Fator de Multiplicação**" aparecer na sua fatura com um valor diferente de 1, o valor do consumo deverá ser multiplicado pelo "fator" para se chegar ao número de quilowatts gastos no período.

IMPORTANTE

Para que você tenha um maior controle do seu gasto mensal de energia, este procedimento deverá ser realizado periodicamente.

Medidor de Ponteiros

O tipo mais comum de medidor de energia elétrica é o de ponteiros. Ele é composto por quatro relógios. Veja como é fácil fazer sua leitura:

Comece a leitura pelo marcador da unidade localizado à sua direita na figura.

Repare que os ponteiros giram no sentido horário e anti-horário, e sempre no sentido crescente dos números, ou seja, do menor para o maior número.

Para efetuar a leitura, anote o último número ultrapassado pelo ponteiro de cada um dos quatro relógios. Sempre que o ponteiro estiver entre dois números, deverá ser considerado o menor valor.

Exemplo

Para fazer o cálculo de seu consumo parcial, você deverá subtrair da leitura atual a última leitura do mês anterior, que consta no campo leitura do medidor da sua conta de energia elétrica.

Leitura do mês anterior:

6342 kWh (leitura atual)
- 6012 kWh (leitura anterior)
0330 kWh (consumo parcial)

Observação: Se o campo "**Fator de Multiplicação**" aparecer na sua fatura com um valor diferente de 1, o valor do consumo deverá ser multiplicado pelo "fator" para se chegar ao número de quilowatts gastos no período.



Procedimentos para economizar energia elétrica

Chuveiro Elétrico: Evite tomar banhos demorados. Ao ensaboar o corpo mantenha o aparelho desligado. Você estará economizando água e energia.

Mantenha a chave na posição verão. Na posição inverno o consumo é 30% maior. Conserve limpos os buracos de passagem da água e não tente aproveitar uma resistência queimada.

Aquecedor central elétrico: Não ligue o aquecedor vazio à rede elétrica. Instale o equipamento próximo aos pontos de consumo. Isole adequadamente as canalizações. Ajuste de acordo com a temperatura ambiente. Evite esquentar a água nos dias quentes. Ligue apenas o suficiente para aquecer. Não tome banhos demorados e só ligue a torneira quando for usar a água.

Geladeira e freezer: O abre e fecha constante das portas dos aparelhos gasta muita energia. Retire tudo o que vai precisar de uma única vez. Nunca deixe as portas abertas. Mantenha o equipamento longe de fontes de calor: fogão e sol, por exemplo. Não guarde alimentos quentes, nem líquidos em vasilhas sem tampas. Regule a temperatura de acordo com a estação do ano.

Não use a parte traseira da geladeira ou freezer para secar roupas ou sapatos. Ao viajar, esvazie o aparelho e desligue da tomada.

Ferro elétrico: Evite ligar o ferro várias vezes. Acumule o máximo possível às roupas e passe de uma única vez. No ferro automático, use a graduação correta para cada tipo de tecido. Não esqueça o aparelho ligado.

Máquinas de lavar roupas, louças e secadoras: Use sempre a capacidade máxima. Usar para poucas peças gasta muita energia e água. Mantenha os filtros sempre limpos.

Televisão: Reduza os aparelhos ligados na casa. Evite dormir com a TV ligada. Muitos aparelhos já possuem dispositivo para desligar automaticamente. Não deixe a TV ligada se não estiver vendo um programa.

Ar-condicionado: Com o aparelho ligado, feche portas e janelas. Limpe os filtros regularmente. Não bloqueie as grades de ventilação e proteja a parte externa. Regule o termostato para evitar os excessos. Desligue o aparelho se for ficar muito tempo fora do ambiente. Os aparelhos devem ser comprados de acordo com o tamanho do local.

Iluminação: Use lâmpadas adequadas para cada tipo de ambiente. Se o local estiver vazio, apague a luz. Lembre-se que a luz natural é sempre melhor. Abra portas e janelas durante o dia e deixe o sol entrar. Faça sua decoração interna com cores claras. Use lâmpadas fluorescentes, elas são mais duráveis e econômicas. No mercado estão disponíveis lâmpadas que são mais caras, mas que economizam até 80% de energia e duram muito mais. Evite usar energia no horário de pico - entre 5 da tarde e 9 da noite.

Atenção: superstição não economiza energia . Colocar garrafas de água em cima das caixas de medidores não reduz o consumo. É besteira.

Use seus equipamentos elétricos de forma racional

- **Chuveiro:** 4 minutos por cada banho.
- **Torneira elétrica:** 30 minutos por dia.
- **Cafeteira:** uma hora por dia.
- **Lavadora de louça:** 40 minutos por dia.
- **Lâmpada:** 5 horas por dia (use as mais econômicas).
- **Ferro elétrico:** 1 hora.
- **TV colorida de 14 ou 20 polegadas e branco e preto:** 5 horas.
- **Torradeira:** 10 minutos.
- **Aparelho de som:** 4 horas.
- **Computador com impressora:** 3 horas.
- **Aspirador de pó:** 20 minutos.
- **Secador de cabelo:** 10 minutos.
- **Forno de microondas:** 20 minutos.

Alguns desses equipamentos podem ser substituídos temporariamente no seu dia-dia.

EQUIPAMENTOS E MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS

Qtde.	Descrição	Especificação
1	Rede Elétrica	110V
1	Fonte de alimentação	FCC 3005D
1	Multímetro	Analógico
1	Multímetro	Digital

CIRCUITOS PROCEDIMENTOS MEDIDAS E ANÁLISES

CPMA1 – Relacionar as escalas do multímetro analógico que medem tensão contínua e alternada na tabela 1 com suas devidas precisões na tabela abaixo:

Tabela 1	DCV			ACV		
	Escala	Precisão	Erro de Medida	Escala	Precisão	Erro de Medida
			Erro para todas as escalas de corrente alternada é de +/- 3%			Erro para todas as escalas de corrente alternada é de +/- 4%

CPMA2 – Relacionar as escalas do multímetro digital que medem tensão contínua e alternada na tabela 2 com suas devidas precisões na tabela abaixo:

Tabela 2	V		V~	
	Escala	Erro de medida	Escala	Erro de Medida
		Erro para todas as escalas de corrente alternada é de +/- 3%		Erro para todas as escalas de corrente alternada é de +/- 3%

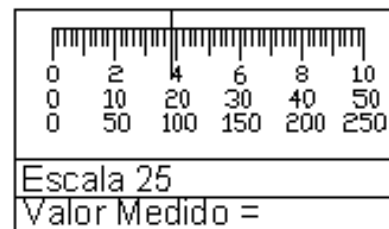
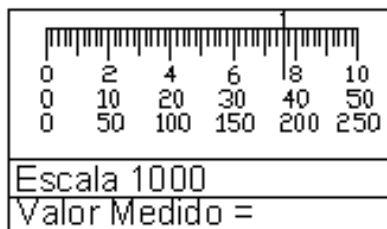
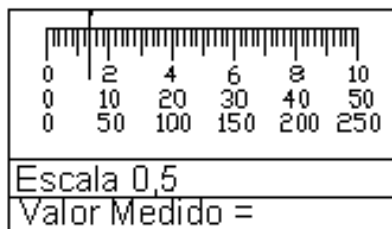
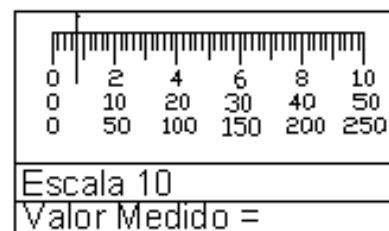
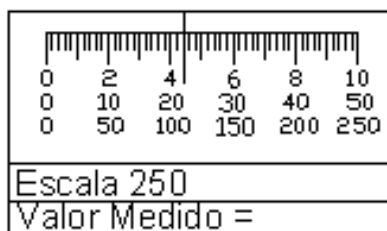
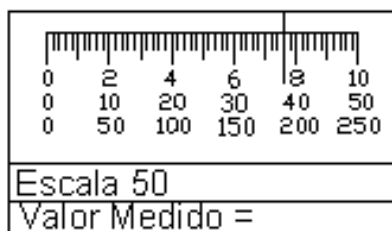
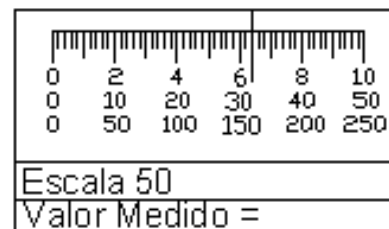
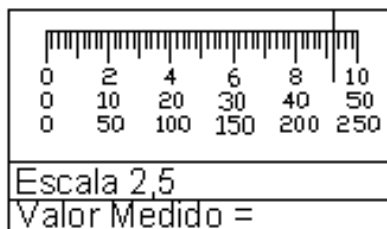
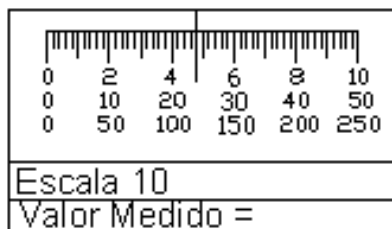
CPMA3 – Relacionar as escalas do multímetro analógico que medem corrente contínua e as escalas do multímetro digital que mede corrente contínua e alternada anotar na tabela 3

Tabela 3	Multímetro Analógico		Multímetro Digital	
	Escala	Precisão	Escalas (CC)	Escalas (CA)

CPMA4 – Relacionar na tabela abaixo as escalas do multímetro que medem resistência elétrica.

Escalas do Ohmímetro	MULTÍMETRO ANALÓGICO
	MULTÍMETRO DIGITAL

CPMA5 – Fazer a leitura dos valores dispostos nas escalas a seguir:



CPMA6 – Medir a tensão da rede elétrica utilizando o multímetro analógico e o digital na escala apropriada e anotando na tabela 4 o que se pede

TABELA 4			
Multímetro Analógico	Valor Medido	Escala	Precisão
Multímetro Digital	Valor Medido	Escala	

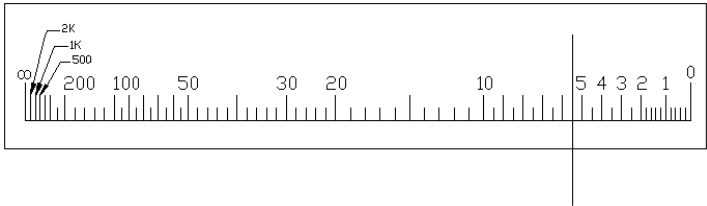
CPMA7 – O instrumento que mede tensão, corrente e resistência é o:

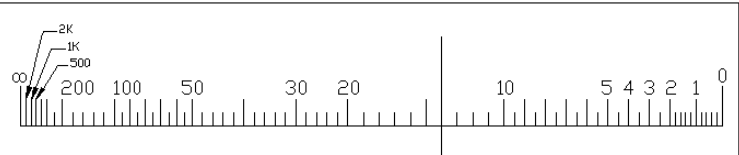
- Wattímetro Osciloscópio Multímetro Freqüencímetros

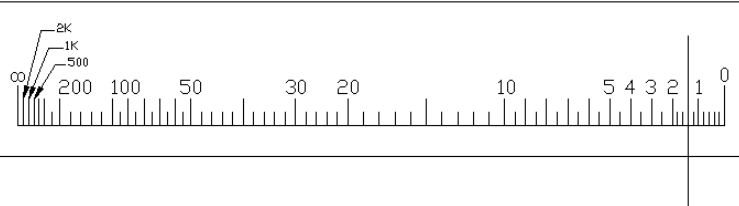
CPMA8 – Quanto maior a sensibilidade _____ é o multímetro. Assinalar a alternativa que completa a frase corretamente:

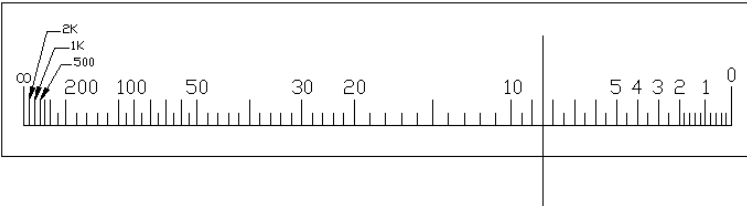
- Melhor Pior

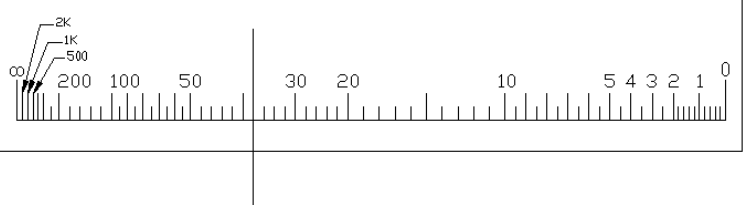
CPMA9 – Fazer a leitura dos valores dispostos nas escalas a seguir:

	ESCALAS	VALOR MEDIDO
	X10	
	XK	

	ESCALAS	VALOR MEDIDO
	X100	
	X10K	

	ESCALAS	VALOR MEDIDO
	X1	
	XK	

	ESCALAS	VALOR MEDIDO
	XK	
	X10K	

	ESCALAS	VALOR MEDIDO
	X10	
	X10K	

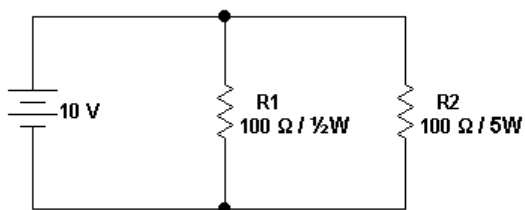
CPMA10 – Como o multímetro utilizado no experimento é o analógico a calibração antes de cada medida era _____.

necessária desnecessária

CPMA11 – Medir as cinco resistências com o multímetro analógico, não importando a ordem de escolha, e anotar a escala utilizada em cada medida.

Resistores	Multímetro Analógico		Multímetro Digital	
	Valor Medido	Escala Utilizada	Valor Medido	Escala Utilizada
R1				
R2				
R3				
R4				
R5				

CPMA12 – Ajustar a fonte de alimentação para a tensão de 10V e desligar a mesma. Montar o circuito proposto abaixo e aguardar a ordem do professor para ligar a fonte



CPMA13 – Após 60 segundos, tocar as resistências com a mão, verificou-se que... Assinale a alternativa correta:

- R₁ atingiu temperatura maior que R₂ R₂ atingiu temperatura maior que R₁

CPMA14 – Usando as fórmulas vamos calcular a potência dissipada pelos resistores e a energia que eles consumiram neste intervalo de tempo:

R₁ 100Ω ½W

R₂ 100Ω 5W

$P_{R1} = \frac{V^2}{R}$	$P_{R1} = \underline{\hspace{2cm}}$	$P_{R1} =$	$P_{R2} = \frac{V^2}{R}$	$P_{R2} = \underline{\hspace{2cm}}$	$P_{R2} =$
$E_{R1} = P_{R1} \cdot \Delta t$	$E_{R1} =$	$E_{R1} =$	$E_{R2} = P_{R2} \cdot \Delta t$	$E_{R2} =$	$E_{R2} =$

CPMA15 – Em relação à potência dissipada e à energia consumida, observamos que os dois resistores... Complete a frase com a alternativa correta:

- tiveram o mesmo comportamento não tiveram o mesmo comportamento

CPMA16 – Calcular a corrente máxima suportada por cada resistor de acordo com sua potencia.

R ₁ 100Ω ½W			R ₂ 100Ω 5W		
$I_{R1} = \sqrt{\frac{P}{R}}$			$I_{R2} = \sqrt{\frac{P}{R}}$		

CPMA17 – Responda X na alternativa correta:

- Potência dissipada é a potência máxima suportada por um componente.
 Energia é a grandeza física que indica a quantidade de potência dissipada por um aparelho ou equipamento por um determinado valor de tempo.

EXPERIÊNCIA

04

TENSÃO ELÉTRICA

OBJETIVOS:

- Observar experimentalmente o fenômeno da tensão elétrica;
- Conhecer os conceitos da pilha elétrica
- Aprender a medir corretamente tensões contínua e alternada com o multímetro;
- Analisar e aprender a ajustar a fonte de alimentação variável para tensões previamente estabelecidas;
- Conhecer as características de uma associação série de resistores.
- Comprovar a segunda lei de kirchhoff lei das tensões.

CONCEITOS TEORICOS ESSENCIAIS

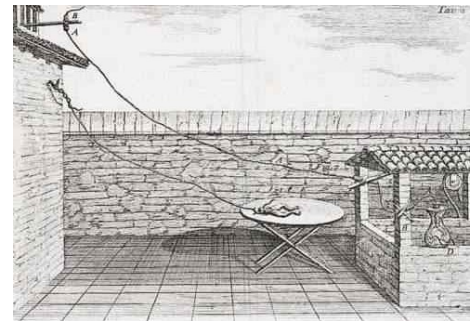
Histórico

Em 1786 Luigi Galvani – “Disecando” uma rã, amarrou ao nervo da mesma um fio de cobre que quando por acidente este fio esbarrou numa placa de ferro, então Luigi notou que a rã (morta) entrou em violenta convulsão.

Alessandro Volta em 1800 explica o fenômeno anterior e idealizou as primeiras pilhas cujo nome provem do fato de serem formadas por discos de cobre e zinco separados por discos de feltro embebidos em ácido sulfúrico **empilhados** alternadamente.

Em 1836 John Frederick Daniell, construiu a famosa pilha de Daniell que era constituída por dois eletrodos um de cobre e um de zinco imersos em soluções com seus respectivos íons (Cu^{++} e Zn^{++}), uma ponte salina conectada as duas semicélulas e um fio metálico. O funcionamento da pilha de Daniell é semelhante à de Volta, pois possuem os mesmos eletrodos: cobre e zinco, as diferenças são os eletrodos estão em compartimentos separados, e a utilização da ponte salina, que é responsável pelo fechamento do circuito elétrico. Nessa pilha ocorre a semi-reação de oxidação no eletrodo de zinco, havendo um fluxo de elétrons através do fio metálico até o eletrodo de cobre, local onde ocorre a semi-reação de redução. Para manter a neutralidade elétrica, íons migram através da ponte salina, que é uma solução eletrolítica que não participa diretamente das reações nos eletrodos.

Em 1866 o engenheiro francês George Leclanché (1839-1882). Desenvolveu a pilha de Leclanché é a precursora das modernas pilhas secas de uso tão diversificado. Dão voltagem de 1,5V, e são extensivamente usadas em lanternas, rádios portáteis, gravadores, brinquedos, flashes, etc. Ela é formada por um cilindro de zinco metálico, que funciona como ânodo, separadas das demais espécies químicas presentes na pilha por um papel poroso. O cátodo é o eletrodo central que consiste em grafite envolvido por uma camada de dióxido de manganês, carvão em pó e uma pasta úmida contendo cloreto de amônio e cloreto de zinco. Esta pilha tem caráter ácido, devido à presença de cloreto de amônio. A expressão pilha seca é apenas uma designação comercial que foi criada há muitos anos para diferenciar este tipo de pilha (revolucionário na época) das pilhas até então conhecidas, que utilizavam recipientes com soluções aquosas, como a pilha de Daniell.



As pilhas alcalinas são semelhantes à de Leclanché. As principais diferenças são: sua mistura eletrolítica que contém hidróxido de potássio ou de sódio (bases), ao invés de cloreto de amônio (sal ácido), e o ânodo é feito de zinco altamente poroso, que permite uma oxidação mais rápida em relação ao zinco utilizado na pilha seca comum.

As pilhas alcalinas dão voltagem de 1,5 V, e não são recarregáveis. Comparando-as com as pilhas secas comuns, as alcalinas são mais caras, mantêm a voltagem constante por mais tempo e duram cinco vezes mais. Isso ocorre porque o hidróxido de sódio ou potássio é melhor condutor eletrolítico, resultando uma resistência interna da pilha muito menor do que na pilha de Leclanché comum.

Mitos e Verdades

- Depois que a pilha comum para de funcionar (descarrega) ela pode ser recarregada e voltar a funcionar novamente?

Não. Porque a pilha de Leclanché não é recarregável (semi-reação de redução irreversível). A pilha cessa seu funcionamento quando todo o dióxido de manganês é consumido.

- Por que será que ocorrem alguns vazamentos nas pilhas comuns, causando muitas vezes estragos nos equipamentos?

Porque essa pilha não funciona totalmente a seco, ocorrem paralelamente, lentas reações oxi-redução, causando ruptura do cilindro de zinco e vazamento da pasta ácida corrosiva, por isso é importante não deixar pilhas sem uso dentro dos equipamentos durante longos períodos.

- Será que a pilha comum dura mais se intercalar períodos de uso e de repouso?

Sim. Pois ao utilizar continuamente a pilha, os gases formados: hidrogênio e gás amônia impedem o fluxo de cargas elétricas fazendo com que a corrente caia. Retirando a pilha do aparelho, após um certo tempo ela irá funcionar, pois as bolhas gasosas formadas serão desfeitas.

- Se colocarmos uma pilha gasta na geladeira ela é recarregada?

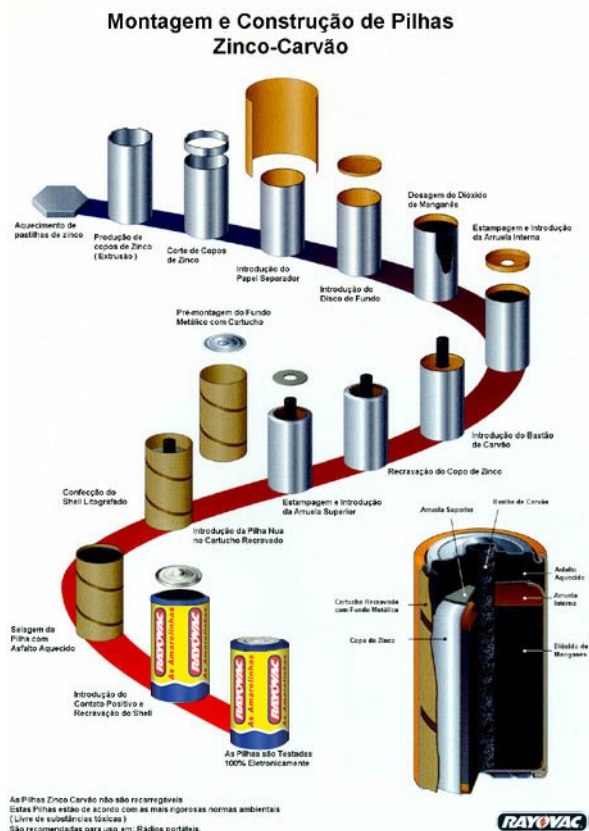
Não, ela volta a funcionar durante algum tempo, porque a baixa temperatura faz com que o gás amônia seja removido, o que não significa que ela foi recarregada.

- E na água quente a pilha é recarregada?

Recarregada não, mas o aumento de temperatura irá favorecer a perda de elétrons, fazendo com que ela funcione por mais algum tempo.

- Por que será que as pilhas alcalinas duram mais que as comuns?

Nas pilhas alcalinas, o meio básico faz com que o eletrodo de zinco sofra um desgaste mais lento, comparado com as pilhas comuns que possuem um caráter ácido.



Potencial Elétrico

Quando uma carga q se desloca através de um campo elétrico sem importar a trajetória de um ponto a qualquer outro ponto denominamos de Diferença de Potencial (ddp) que nada

mais é que a força ou a tensão elétrica responsável pela movimentação das cargas elétricas num circuito.

$$\text{Unidade de DDP} = \frac{\text{Unidade de Trabalho}}{\text{Unidade de carga}}$$

No sistema internacional temos:

$$\text{Unidade de DDP} = 1 \frac{\text{Joule}}{\text{Coulomb}} = 1 \frac{\text{J}}{\text{C}} = 1 \text{ volt} = 1\text{V}$$

O nome **volt** (símbolo **V**) dado à unidade de DDP é uma homenagem ao físico Alessandro Volta.

Fonte de Alimentação

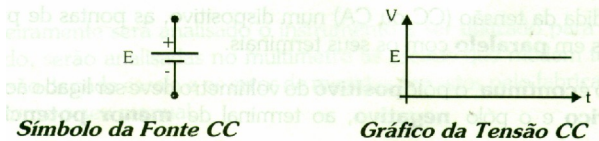


Fonte de alimentação é o nome genérico dos dispositivos ou equipamentos que fornecem tensão a um circuito elétrico. A fonte de alimentação pode ser um gerador de tensão, uma pilha ou uma bateria.

Se fonte de alimentação fornece **tensão contínua**, isto é, com o valor constante, ela possui um terminal positivo e outro negativo (ou terra).

De forma simplificada, uma tensão contínua pode ser chamada apenas de tensão CC ou DC (relativos à Corrente Contínua ou Direct Current).

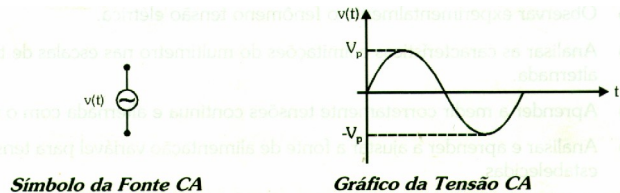
O símbolo genérico de uma fonte CC e a reapresentação gráfica de sua tensão são mostrados ao lado:



Se fonte de alimentação fornece tensão alternada, isto é, com valor variável, seus terminais são, ora positivo, ora negativo, alternadamente. A tensão alternada mais importante é a senoidal.

De forma simplificada, uma tensão alternada senoidal pode ser chamada apenas de tensão CA ou AC (relativos à Corrente Alternada ou Alternate Current).

O símbolo genérico de uma fonte CA senoidal e a representação gráfica de sua tensão são mostrados ao lado.



No caso das tensões alternadas, além dos geradores de laboratório e industriais, existe a própria rede elétrica que alimenta as resistências e as indústrias. Essas tensões são geradas pelas usinas hidrelétricas, termoelétricas e nucleares.

Voltímetro

O voltímetro é o instrumento utilizado para medida de tensão elétrica. Em geral, utiliza-se um multímetro numa das escalas de tensão. Os símbolos genéricos do voltímetro estão apresentados ao lado



O voltímetro CC possui um pólo positivo (vermelho) e um negativo (Preto), nos quais são colocadas as pontas de prova, utilizadas para conectá-lo nos pontos onde se deseja medir a tensão. No voltímetro CA, não há polaridade.

Como Medir a Tensão com o Voltímetro

Para a medida da tensão (CC ou CA) num dispositivo, as pontas de prova do voltímetro devem ser ligadas em paralelo com seus terminais.

Se a tensão é contínua, o pólo positivo do voltímetro deve ser ligado ao terminal de maior potencial elétrico, e o pólo negativo, ao terminal de menor potencial elétrico, caso contrário, o ponteiro terá sua imagem defletida no sentido inverso (voltímetro analógico) ou display mostrará uma tensão negativa (voltímetro digital).

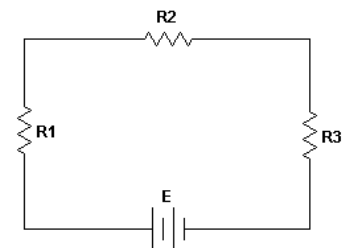
Associação de resistores

Como o próprio nome diz a associação de resistores consiste na **soma de resistência** no qual se deseja um certo valor ôhmico a um valor de corrente, o resultado de uma associação de resistores é sempre um **resistor equivalente** que nada mais que um resistor que se substituído no circuito é capaz de produzir a mesma corrente que todos os resistores da associação.

Existem três tipos de associação de resistores: Série, Paralela e Mista.

Associação série de resistores

Na associação série os resistores estão ligados uma linha após a outra onde se um dos componentes se danificar a corrente elétrica é interrompida, ou seja, um depende do outro para funcionar. Veja o circuito ao lado mostra a associação série de resistores. As características de uma associação série é que a corrente elétrica percorrida pelo circuito possui apenas uma intensidade, ou seja, quantos forem os resistores a



intensidade de corrente será a mesma em qualquer ponto do circuito.

Outra característica da associação série de resistores é que cada resistor terá uma diferença de potencial, ou seja, uma tensão diferente e que a soma destas tensões é igual à tensão fornecida pelo gerador.

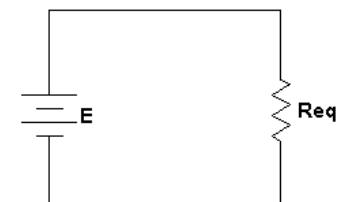
E por último é uma característica que está relacionada com a potência total do circuito, que a mesma é conseguida através da soma de todas as potências dissipadas por cada resistor da associação e que deve ser a mesma potência do circuito equivalente veja a equação abaixo onde fica claro esta afirmação:

$$P_E = P_T = P_1 + P_2 + \dots + P_N = P_{EQ}$$

Observe a figura acima

Resistor Equivalente

Na associação de resistores podemos substituir os resistores da associação por um único resistor que é denominado de resistor equivalente, pois o mesmo ligado ao circuito com a mesma tensão deverá produzir uma intensidade de corrente em todos os resistores da associação, este circuito é denominado circuito equivalente. Veja na figura ao lado o circuito equivalente:



A equação para a definição do resistor equivalente é a soma dos valores ôhmicos de todos os resistores da associação em outras palavras à equação pode ser descrita da seguinte forma:

$$R_{EQ} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots R_N$$

Leis de Kirchhoff

As leis de Kirchhoff permitem analisar circuitos elétricos de qualquer grau de complexidade, determinando valores e sentidos de correntes e de tensões para qualquer dispositivo do circuito. Podemos dizer que as leis de Kirchhoff são os alicerces da eletrônica.

- Rede elétrica é a associação de componentes elétricos, ativos ou passivos, interligados de qualquer maneira, desde que formando malhas. É o mesmo que circuito elétrico;
- Malha é todo o percurso fechado, que compõe uma rede elétrica. Pode ser interna ou externa. É constituída de pelo menos dois ramos.
- Ramo é qualquer trecho de um circuito elétrico compreendido entre dois nós consecutivos;
- Nó é o ponto de interligação de um circuito elétrico que possui três ou mais fios de ligação.

2ª Lei de Kirchhoff

“A soma das tensões de uma malha qualquer, num determinado sentido é sempre igual à soma das tensões elétricas dessa mesma malha no sentido oposto”, esta também conhecida por **lei das malhas**.

Regras de análise de circuito por Kirchhoff

Ao determinarmos valores de corrente e de tensão de um circuito elétrico qualquer através das leis de Kirchhoff, estamos utilizando os verdadeiros conceitos elétricos e base dos diversos teoremas que surgiram posteriormente, sendo esta a grande vantagem conceitual do seu uso.

A grande desvantagem é o numero excessivo de incógnitas que surge no momento de resolver matematicamente os “parâmetros de um circuito de tamanho elevado”. O excessivo número de incógnitas provoca também um elevado número de equações necessárias para sua solução de circuitos de proporções elevadas em termos de números de malhas.

Para amenizar este problema foi elaborada esta seqüência de etapas para analisar um circuito, que é mostrada a seguir:

- Determinar inicialmente, quantas correntes diferentes existem no circuito analisado;
- Adotar um sentido de corrente qualquer para cada uma das correntes do circuito;
- Por meio das corrente adotadas no item anterior, determinamos, conseqüentemente, o sentido de cada tensão elétrica do circuito (só para componentes passivos, isto é, receptores = resistores, etc.);
- Aplicar a 2ª lei de Kirchhoff m vezes, sendo m o número de malhas internas do circuito. Pode se aplicar a 2ª lei de Kirchhoff nas malhas externas, não é recomendado pela complexidade matemática;
- Determina-se o valor de cada uma das tensões do circuito.

EQUIPAMENTOS E MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS

Qtde.	Descrição	Especificação
1	Fonte de Alimentação	FCC 3005 D
2	Multímetro	Analógico e Digital
1	Resistor	270Ω 5W
1	Resistor	470Ω 5W
1	Resistor	1kΩ 5W
1	Resistor	4,7kΩ 5W
1	Resistor	10kΩ 5W

CIRCUITOS PROCEDIMENTOS MEDIDAS E ANÁLISES

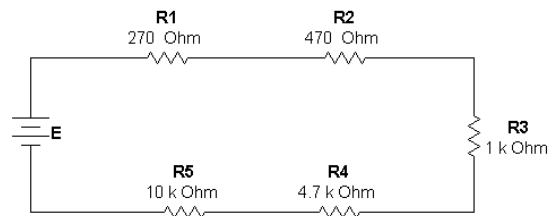
CPMA1 – Para se medir a tensão elétrica é necessário conectar o voltímetro em _____ com o dispositivo a ser medido. Assinalar a alternativa correta

- Paralelo Série

CPMA2 – Na medida de tensão contínua, o terminal positivo do voltímetro deve ser ligado.

- Ao terminal de menor potencial Ao terminal de maior potencial

CPMA3 – Montar o circuito 1 proposto



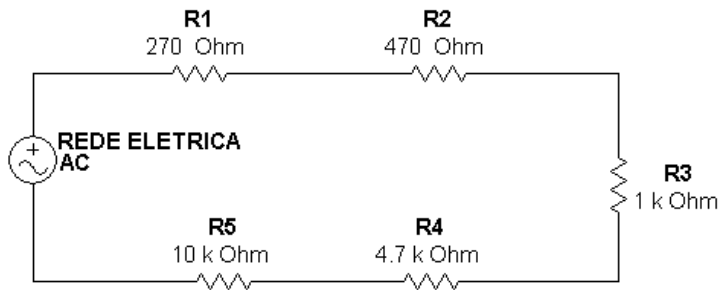
CPMA4 – Medir a tensão com a fonte ajustada de acordo com a tabela a abaixo com o multímetro analógico.

	E = 7V	E = 11V	E = 13V	E = 15V	E = 18V	E = 21V	E = 23V	E = 27V	E = 30V
V _{R1}									
V _{R2}									
V _{R3}									
V _{R4}									
V _{R5}									

CPMA5 – Repetir o item anterior para os valores de tensão propostos e realizando as medidas com o multímetro digital.

	E = 10V	E = 12V	E = 14V	E = 16V	E = 19V	E = 22V	E = 24V	E = 26V	E = 28V
V _{R1}									
V _{R2}									
V _{R3}									
V _{R4}									
V _{R5}									

CPMA6 – Montar o circuito 2 proposto e medir a tensão usando o multímetro analógico e o digital



	Multímetro Analógico	Multímetro Digital
V _{R1}		
V _{R2}		
V _{R3}		
V _{R4}		
V _{R5}		

CPMA7 – Após as medidas podemos concluir que de acordo com o circuito montado é possível obter diferentes valores de tensão. Assinale a alternativa que indica se a afirmativa acima é verdadeira ou falsa

- Verdadeira Falsa

EXPERIÊNCIA

05

CORRENTE ELÉTRICA

OBJETIVOS:

- Observar experimentalmente o fenômeno da corrente elétrica;
- Analisar as características e limitações do multímetro nas escalas de corrente contínua e alternada;
- Aprender medir corrente contínua e alternada com o multímetro;
- Comprovar os conceitos da primeira lei de ohm;
- Conhecer a primeira lei de kirchhoff, lei dos nós.

CONCEITOS TEORICOS ESSENCIAIS

Corrente Elétrica

Aplicando uma diferença de potencial num condutor metálico, os seus elétrons movimentam-se de forma ordenada no sentido contrário ao do campo elétrico, ou seja, **do potencial menor para o maior**. Essa movimentação recebe o nome de corrente elétrica, que pode ser simbolizada pela letra i ou I , sendo que a unidade de medida é o **Ampère (A)**, em homenagem ao cientista André-Marie Ampère.

Intensidade de corrente elétrica

A intensidade instantânea i da corrente elétrica é medida da variação da quantidade de carga Q , em Coulomb [C], por meio da seção transversal de um condutor durante um intervalo de tempo em segundos $|s|$. Se a variação ocorrer de forma linear pode ser calculada pela equação abaixo:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Sentido Convencional da Corrente Elétrica

A **corrente elétrica convencional** tem o sentido **oposto** ao do deslocamento dos elétrons livres, ou seja, o mesmo sentido do campo elétrico, indo **do potencial de maior para o menor**.

A **corrente contínua** (CC ou DC) caracteriza-se pelo fato de fluir sempre num único sentido, em função da tensão aplicada ao condutor ter sempre a mesma polaridade. Se esta tensão for constante, a corrente gerada também será constante.

A **corrente alternada** (CA ou AC) caracteriza-se pelo fato de fluir ora **num sentido**, ora no **sentido inverso**, em função tensão aplicada no condutor **inverter a polaridade** periodicamente. A corrente mais importante é a senoidal.

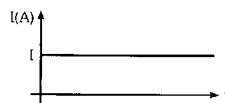


Gráfico da Corrente CC

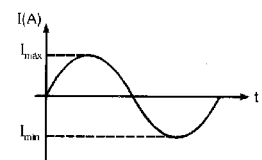


Gráfico da Corrente CA

Amperímetro

O **amperímetro** é o instrumento utilizado para a medida da corrente elétrica. Em geral, utiliza-se um multímetro numa das escalas de corrente. Os símbolos genéricos do amperímetro estão apresentados ao lado



Amperímetro CC



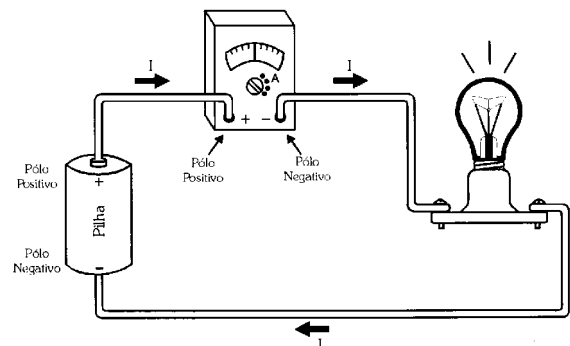
Amperímetro CA

O **amperímetro CC** possui um pólo positivo (Vermelho) e um negativo (Preto), nos quais são colocadas as pontas de prova, utilizadas para conectá-lo nos pontos onde se deseja medir a corrente. No **amperímetro CA**, não há polaridade.

Como Medir a Corrente com o Amperímetro

Para a medida de corrente (CC ou CA) que passa através de um dispositivo ou de um condutor, as pontas de prova do amperímetro devem ser ligadas em série, isto é, o circuito deve ser aberto no local da medida para que o amperímetro possa ser inserido ao circuito e fazer com que a corrente circule por ele.

Se a corrente é contínua, o pólo positivo do amperímetro deve ser ligado no ponto de entrada da corrente convencional, caso contrário, o ponteiro defletirá no sentido inverso (amperímetro analógico) ou display mostrará uma corrente negativa (amperímetro digital).



Se a corrente é alternada, não há problema de polaridade.

Riscos da corrente elétrica

O choque elétrico é a reação do organismo à passagem da corrente elétrica. Eletricidade, por sua vez é o fluxo de elétrons de um átomo, através de um condutor, que vem a ser qualquer material que deixe a corrente elétrica passar facilmente (cobre, alumínio, água, etc.). Por outro lado, isolante é o material que não permite que a eletricidade passe através dele: vidro, plástico, borracha, etc.

A energia elétrica, apesar de útil, é muito perigosa e pode provocar graves acidentes, tais como: queimaduras (até de terceiro grau), coagulação do sangue, lesão nos nervos, contração muscular e uma reação nervosa de estremecimento (a sensação de choque) que pode ser perigosa, se ela provocar a queda do indivíduo (de uma escada, árvore, muro, etc.) ou o seu contato com equipamentos perigosos. A imagem acima, é de uma cerca elétrica.

Os efeitos estimados da corrente elétrica contínua de 60 Hertz, no organismo humano, podem ser resumidos na tabela que se segue:

Efeitos estimados da eletricidade	
CORRENTE	CONSEQUENCIA
1 mA	Apenas perceptível
10 mA	“Agarra a mão”
16 mA	Máxima tolerável
20 mA	Parada Respiratória
100 mA	Ataque Cardíaco
2A	Parada Cardíaca
3A	Valor Mortal

Choque elétrico. O choque elétrico é causado por uma corrente elétrica que passa através do corpo humano ou de um animal qualquer. O pior choque é aquele que se origina quando uma corrente elétrica entra pela mão da pessoa e sai pela outra. Nesse caso, atravessando o tórax, ela tem grande chance de afetar o coração e a respiração. Se fizerem parte do circuito elétrico o dedo polegar e o dedo indicador de uma mão, ou uma mão e um pé, o risco é menor. O valor mínimo de corrente que uma pessoa pode

perceber é 1 mA. Com uma corrente de 10 mA, a pessoa perde o controle dos músculos, sendo difícil abrir as mãos para se livrar do contato. O valor mortal está compreendido entre 10 mA e 3 A.

Queimaduras: A pele humana é um bom isolante e apresenta, quando seca, uma resistência à passagem da corrente elétrica de 100.000 Ohms. Quando molhada, porém, essa resistência cai para apenas 1.000 Ohms. A energia elétrica de alta voltagem, rapidamente rompe a pele, reduzindo a resistência do corpo para apenas 500 Ohms. Veja estes exemplos numéricos: os 2 primeiros casos, referem-se à baixa voltagem (corrente de 120 volts) e o terceiro, à alta voltagem:

a) Corpo seco: $120 \text{ volts}/100000 \text{ ohms} = 0,0012 \text{ A} = \underline{1,2 \text{ mA}}$ (o indivíduo leva apenas um leve choque)

b) Corpo molhado: $120 \text{ volts}/1000 \text{ ohms} = 0,12 \text{ A} = \underline{120 \text{ mA}}$ (suficiente para provocar um ataque cardíaco)

c) Pele rompida: $1000 \text{ volts}/500 \text{ ohms} = \underline{2 \text{ A}}$ (parada cardíaca e sérios danos aos órgãos internos).

Além da intensidade da corrente elétrica, o caminho percorrido pela eletricidade ao longo do corpo (do ponto onde entra até o ponto onde ela sai) e a duração do choque, são os responsáveis pela extensão e gravidade das lesões.

Quedas de altura: Os acidentes com eletricidade ocorrem de várias maneiras. Os riscos resultam de danos causados aos isolantes dos fios elétricos devido a roedores, envelhecimento, fiação imprópria, diâmetro ou material do fio inadequado, corrosão dos contatos, rompimento da linha por queda de galhos, falta de aterramento do equipamento elétrico, etc. As benfeitorias agrícolas estão sujeitas à poeira, umidade e ambientes corrosivos, tornando-as especialmente problemáticas ao uso da eletricidade.

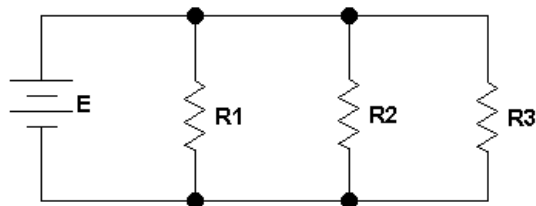


Recomendações:

- Plugue e use os dispositivos elétricos de segurança disponíveis como, por exemplo, a tomada de 3 pinos;
- Considere todo fio elétrico como "positivo", ou seja, passível de provocar um choque mortal;
- Cheque o estado de todos os fios e dispositivos elétricos; conserte-os ou substitua-os, se necessário. Aprenda como dimensionar fio elétrico;
- Certifique-se de que a corrente está desligada, antes de operar uma ferramenta elétrica;
- Se um circuito elétrico em carga tiver de ser reparado, chame um eletricista qualificado para fazê-lo;
- Use ferramentas "isoladas", que fornecem uma barreira adicional entre você e a corrente elétrica;
- Use os fios recomendados para o tipo de serviço elétrico a que ele vai servir;
- Não sobrecarregue uma única tomada com vários aparelhos elétricos, usando, por exemplo, o "Benjamin";
- Cuidado ao substituir a resistência queimada do seu chuveiro, pois o ambiente molhado aumenta o choque.

Associação paralela de resistores

Na associação em paralela de resistores os resistores são ligados na forma de colunas, ou seja, paralelamente um ao outro conforme o circuito modelo ao lado:



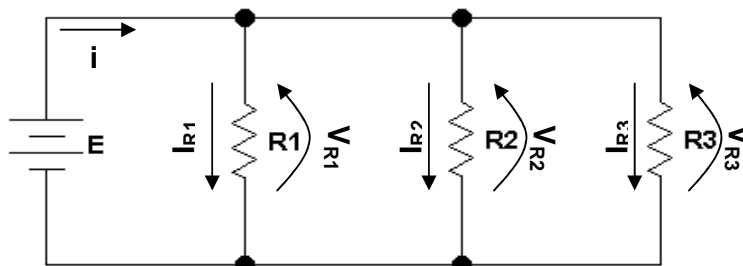
As características da associação em paralelo são praticamente inversas a associação em série onde a tensão é a mesma qual seja o

número de resistores da associação e a corrente possui intensidades diferentes para cada resistor da associação.

A potência total como na associação em série deve ser somada pela potência dissipada por cada resistor para chegar no seu valor e que o circuito equivalente possui a mesma potência total que a soma de todos os resistores.

$$P_E = P_T = P_1 + P_2 + \dots + P_N = P_{EQ}$$

Conforme a figura ao lado:



Resistor Equivalente

O resistor equivalente da associação em paralelo é conseguido pela soma do inverso do inverso de todas as resistências da associação onde que a particularidade é que no circuito em paralelo o resistor equivalente será sempre menor que todos os resistores da associação.

Vejamos a equação da resistência equivalente em paralelo e o modelo do circuito equivalente na figura ao lado:



Equação

$$\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Associação Mista de Resistores

Na associação mista, existem vários resistores associados tanto em série quanto em paralelo.

Neste caso, o comportamento das correntes e tensões nos diversos ramos do circuito depende da forma como estão associados os resistores.

O cálculo da resistência equivalente deve ser feito por etapas, conforme a disposição dos resistores no circuito.

Primeira Lei de Ohm

A corrente elétrica I que passa por um material resistivo é **diretamente proporcional** à tensão V nele aplicada, e esta constante de proporcionalidade chama-se **resistência elétrica R** , cuja a unidade de medida é **Ohm (Ω)**.

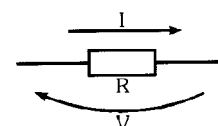
$$V = R \cdot I \quad \text{ou} \quad I = \frac{V}{R} \quad \text{ou} \quad R = \frac{V}{I}$$

Resistência Elétrica

Resistência elétrica é a medida da oposição que os átomos de um material oferecem à passagem de corrente elétrica. Ela depende da natureza do material, de suas dimensões e da temperatura.

Tensão e Corrente na Resistência Elétrica

Na resistência elétrica, o sentido da corrente que a atravessa é contrário à polaridade da tensão nela aplicada, pois a corrente caminha do potencial maior para o menor isto é:



Leis de Kirchhoff

Continuando o estudo sobre as leis de Kirchhoff, agora iremos conhecer a análise das correntes e algumas recomendações.

1ª Lei de Kirchhoff

“A soma algébrica das correntes que entram num determinado nó é igual à soma das correntes elétricas que saem deste mesmo nó”, esta lei também é conhecida como a **leis dos nós**.

- Aplicar a 1ª lei de Kirchhoff n vezes, sendo n o número de nós do circuito menos um;
- Resolver o sistema de equações, determinando o valor de todas as correntes;
- Todas as correntes que resultarem em resultado negativo devem ter seus sentidos alterados e conseqüentemente, altera também o sentido das tensões atingidas por essas mesmas correntes.
- Após todos os cálculos, verifica-se se em cada nó a 1ª lei de Kirchhoff está sendo obedecida e se para qualquer malha (interna ou externa) a 2ª lei de Kirchhoff está sendo cumprida. Se não estiver, refaça a análise das equações e os cálculos, porque há algum erro; se estiver tudo correto, a análise chegou ao fim.

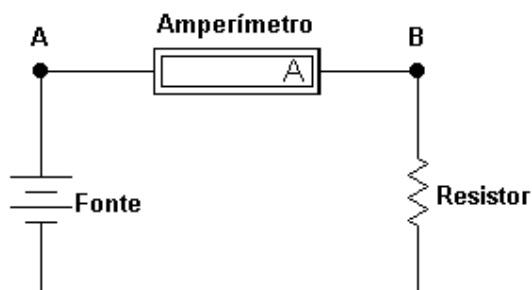
EQUIPAMENTOS E MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS

Qtde.	Descrição	Especificação
1	Fonte de Alimentação	FCC 3005 D
1	Multímetro	Analógico
1	Resistor	100Ω
1	Resistor	220Ω
1	Resistor	270Ω
1	Resistor	470Ω
1	Resistor	1KΩ

CIRCUITOS PROCEDIMENTOS MEDIDAS E ANÁLISES

CPMA1 – Para se medir a corrente elétrica num ponto do circuito é necessário _____ o circuito e conectar o amperímetro em _____.

CPMA2 – Montar o circuito ao lado com o amperímetro conectado no trecho AB.



CPMA3 – Medir a corrente do circuito para cada resistor de acordo com os valores de tensão indicados na tabela abaixo:

Resistor	100Ω		220Ω	
FONTE	VALOR MEDIDO	ESCALA	VALOR MEDIDO	ESCALA
5V				
10V				
15V				
20V				

CPMA4 – De acordo com a primeira Lei de Ohm podemos afirmar através das medidas realizadas no item anterior que: Assinale as duas afirmações corretas:

- Tensão é diretamente proporcional a corrente e a resistência
- Tensão é reversamente proporcional a corrente e a resistência
- Corrente é diretamente a resistência
- Corrente é reversamente a resistência

CPMA5 – O sentido de corrente adotada para as análises em eletrônica é:

- A correta onde a corrente sai pelo terminal de menor potencial e retorna ao terminal de maior potencial.
- O convencional onde a corrente sai pelo terminal de maior potencial e retorna ao de menor potencial.

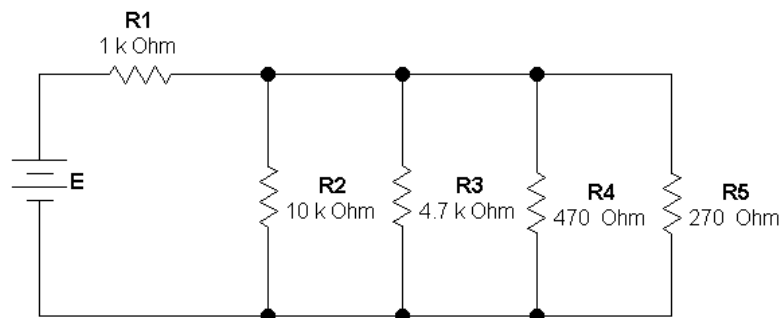
CPMA6 – Qual a quantidade de carga por segundo fornecida pela fonte à carga (100Ω) do circuito 1 quando a fonte estiver com 10V.

- $100 \times 10^{-3} \text{A.s}$
- $100 \times 10^{-6} \text{A.s}$

CPMA7 – Uma bateria 12V tem autonomia de energia de 5A/h, determine o tempo que um sistema de iluminação de emergência com inversor para lâmpada fluorescente que cujo circuito necessita de 0,5A. Assinalar a resposta com o tempo correto.

- 5hs
- 10hs

CPMA8 – Montar o circuito 2 abaixo:



CPMA9 – Medir as diferentes intensidades de corrente do circuito indicadas na tabela abaixo utilizando o multímetro analógico, de acordo com a tensão estipulada em cada coluna da tabela.

	E = 10V	E = 12V	E = 14V	E = 16V	E = 19V	E = 22V	E = 24V	E = 26V	E = 28V
I_T									
I_{R1}									
I_{R2}									
I_{R3}									
I_{R4}									
I_{R5}									

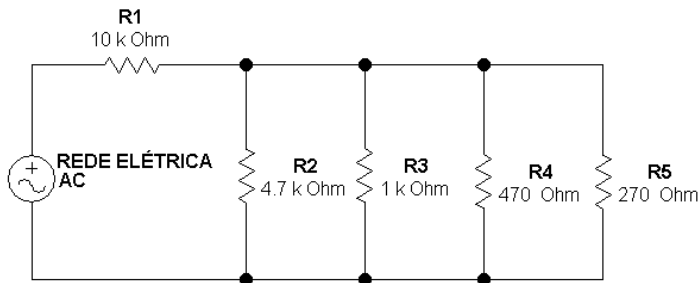
CPMA10 – Repetir o item anterior usando a tabela e com os valores de tensão estipulados em cada coluna medir as diferentes intensidades de corrente utilizando o multímetro digital.

	E = 7V	E = 11V	E = 13V	E = 15V	E = 18V	E = 21V	E = 23V	E = 27V	E = 30V
I_T									
I_{R1}									
I_{R2}									
I_{R3}									
I_{R4}									
I_{R5}									

CPMA11 – Num mesmo circuito _____ existir correntes de diferentes intensidades. Complete a frase com a alternativa correta:

- podem
 Não podem

CPMA12 – Medir as diferentes intensidades de corrente do circuito indicadas na tabela abaixo utilizando o multímetro digital, para a tensão da rede elétrica.



	Rede Elétrica
I_T	
I_{R1}	
I_{R2}	
I_{R3}	
I_{R4}	
I_{R5}	

EXPERIÊNCIA

06

RESISTORES ESPECIAIS

OBJETIVOS:

- Conhecer as características dos resistores variáveis;
- Conhecer as características do LDR, sensor de luminosidade;
- Conhecer as características do NTC, PTC e do Termopar, sensores de temperatura

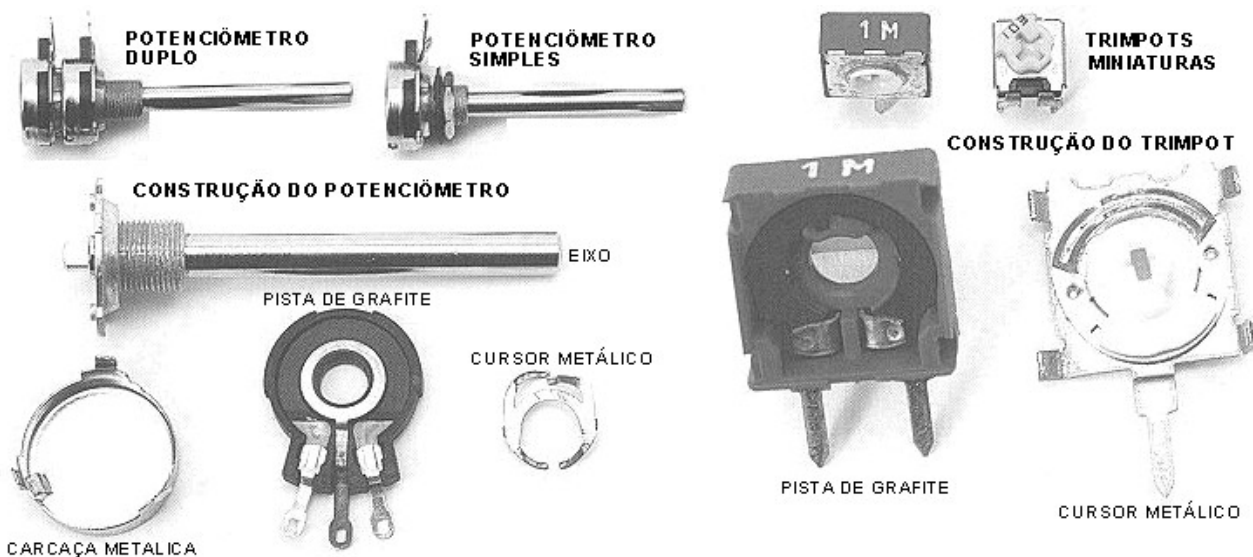
CONCEITOS TEORICOS ESSENCIAIS

Resistores variáveis

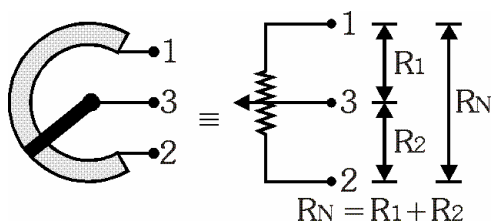
Vários dispositivos e aparelhos são construídos para trabalharem com resistores variáveis num circuito eletroeletrônico.

O resistor variável é aquele que possui uma haste ou eixo para o ajuste manual da resistência entre seus terminais.

Comercialmente, podem ser encontrados diversos tipos de resistores variáveis, tais como potenciômetro de fio e carbono (com controle rotativo ou deslizante), trimpot, potenciômetro multivoltas (de precisão), reostato (para altas correntes e a década resistiva (instrumento de laboratório)). Conforme a figura abaixo:

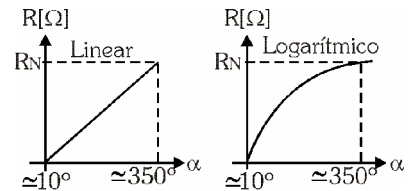


O símbolo usual para esses resistores variáveis é mostrado na figura ao lado.



Os resistores variáveis possuem três terminais. A resistência entre as duas extremidades é o valor nominal R_N (Resistência Máxima), sendo que a resistência ajustada é obtida entre um das extremidades e o terminal central é acoplado mecanicamente a haste de ajuste.

Um resistor variável pode ter sua resistência variada de duas maneiras linear ou logarítmica conforme a variação em função da ação da haste de ajuste. Os gráficos da figura ao lado mostram a diferença de comportamento da resistência entre os dois tipos de potenciômetros.

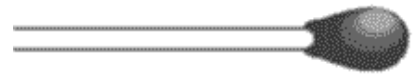


Sensores de Temperatura

Termistores

São resistores termicamente sensíveis a mudança relativamente pequena a temperatura. São semicondutores eletrônicos cuja resistência elétrica varia com a temperatura. Eles são utilizados medição e controle da grandeza física. Os elementos resistivos são óxidos de metais como manganês, níquel, cobalto, cobre, ferro, titânio.

A figura ao lado dá a ilustração de um tipo comum.



Existem duas variedades básicas de termistores: os de coeficiente positivo de temperatura (PTC) e os de coeficiente negativo de temperatura (NTC). Nos primeiros a resistência aumenta com a temperatura e o contrário nos segundos.

Os PTC's são resistores que apresentam um coeficiente térmico positivo, isto é, sua resistência aumenta com a temperatura.

Os NTC's são resistores ao contrario do PTC, ou seja, apresenta um coeficiente térmico negativo onde a resistência diminui quando a temperatura aumenta este é o tipo mais usual na medição e controle de temperatura. Mas não são recomendados em processos industriais, devido a falta de padronização entre os fabricantes.

A relação entre resistência e temperatura é dada pela equação de Steinhart & Hart:

$$T = 1/(a + b \ln R + c \ln R^3).$$

A tabela abaixo dá as principais características de um tipo comum de NTC.

Parâmetro	Valores
Resistência a 25°C	2252 ohms
Faixa de medição	-80 a +120°C típico (250°C max)
Tolerância	±0,1 ou ±0,2°C
Estabilidade em 12 meses	< 0,02°C a 25°C e < 0,25°C a 100°C
Constante de tempo	< 1,0 s em óleo e < 60 no ar calmo
Auto-aquecimento	0,13 °C/mW em óleo e 1,0 °C/mW no ar
Coeficientes	a = 1,4733 10 ⁻³ b = 2,372 10 ⁻³ c = 1,074 10 ⁻⁷
Dimensões	2,5 x 4 mm

Onde os coeficientes a, b e c são características de cada modelo e informados pelos fabricantes.

Termopar

O termopar é um sensor de temperatura que funciona medindo a diferença de potencial causada pela variação de temperatura. Isso só é possível graças sua construção ser obedecida por um efeito físico conhecido como **efeito Seebeck**. Seebeck descobriu que quando unimos dois materiais diferentes, flui ao circuito uma corrente elétrica através da variação de temperatura no ponto em que os materiais foram unidos.

Com o avanço na tecnologia, atualmente temos oito tipos de termopares: S, E, J, K, N, T, B, e R. Os dois termopares mais conhecidos são os T J e K explicados a seguir:

Termopar Tipo T

COBRE X CONSTANTAN

Composição: Cobre₍₊₎ / Cobre₍₋₎ – Níquel₍₋₎;

Faixa de utilização: – 200 a 350°C;

Podem ser utilizados em atmosferas oxidantes, redutoras, inertes e no vácuo. Adequados para as medições abaixo de zero grau. Apresenta boa precisão na sua faixa de utilização.

Termopar Tipo J

FERRO X CONSTANTAN

Composição: Ferro₍₊₎ / Cobre₍₋₎ – Níquel₍₋₎;

Faixa de utilização: – 40 a 750°C;

Podem ser usados em atmosfera oxidantes, redutoras, inertes e no vácuo. Não devem ser usados em atmosferas sulfurosas e não se recomenda o uso em temperaturas abaixo de zero grau. Apresentam baixo custo.

Termopar Tipo K

CHROMEL X ALUMEL

Composição: Níquel – Cromo₍₊₎ / Níquel – Alumínio₍₋₎;

Faixa de utilização: – 200 a 900°C;

Recomendáveis em atmosferas oxidantes ou inertes. Ocasionalmente podem ser usados abaixo de zero grau. Não devem ser utilizados em atmosferas redutoras ou sulfurosas. Seu uso no vácuo é por curto período de tempo.

Sensores de Luminosidade

LDR

O LDR possui a interessante característica de ser um componente eletrônico cuja resistência elétrica diminui quando sobre ele incide energia luminosa. Isto possibilita a utilização deste componente para desenvolver um sensor que é ativado (ou desativado) quando sobre ele incidir energia luminosa.

A resistência do LDR varia de forma inversamente proporcional à quantidade de luz incidente sobre ele, isto é, enquanto o feixe de luz estiver incidindo, o LDR oferece uma resistência muito baixa.

Quando este feixe é cortado, sua resistência aumenta.

Constituição do LDR e suas Aplicações

É composto de um material semiconductor, o sulfeto de cádmio, CdS, ou o sulfeto de chumbo. O processo de construção de um LDR consiste na conexão do material fotossensível com os terminais, sendo que uma fina camada é simplesmente exposta à incidência luminosa externa.

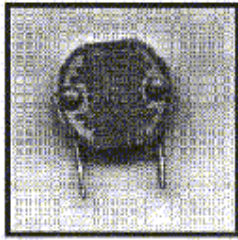
Com o LDR pode-se fazer o controle automático de porta, alarme contra ladrão, controle de iluminação em um recinto, contagem industrial, todos estes fotocontrolados para a operação de um relé.

Características do LDR

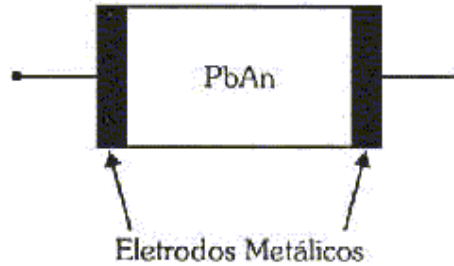
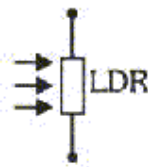
Também chamado de célula fotocondutiva, ou ainda de fotoresistência, o LDR é um dispositivo semiconductor de dois terminais, cuja resistência varia linearmente com a intensidade de luz incidente, obedecendo à equação $R = C.L.a$, onde L é a luminosidade em Lux, C e a são constantes dependentes do processo de fabricação e material utilizado.

Como foi dito anteriormente o LDR tem sua resistência diminuída ao ser iluminado. A energia luminosa desloca elétrons da camada de valência para a de condução (mais longe do núcleo), aumentando o número destes, diminuindo a resistência.

Conforme aumenta a intensidade de luz incidente no LDR, um número maior de elétrons na estrutura tem também seu nível de energia aumentado, devido à aquisição da energia entregue pelos fótons. O resultado é o aumento de elétrons livres e elétrons fracamente presos ao núcleo.



LDR - Simbologia



LDR - Constituição

EQUIPAMENTOS E MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS

Qtde.	Descrição	Especificação
1	Multímetro	Digital com medidor de temperatura
1	Ferro de Solda	Qualquer tipo
1	Termopar	Qualquer tipo
1	Potenciômetro Rotativo Linear	470Ω
1	Potenciômetro Rotativo Logarítmico	470Ω
2	Potenciômetro Rotativo Linear	Qualquer valor
1	Termistor	NTC 10kΩ ou PTC 10kΩ
1	Sensor de Luminosidade	LDR
1	Resistor	330Ω / ½W
2	Resistor	680Ω / ½W
1	Resistor	1kΩ / 5W
1	Resistor	2,2k0Ω / ½W
2	LED	Qualquer cor

CIRCUITOS PROCEDIMENTOS MEDIDAS E ANÁLISES

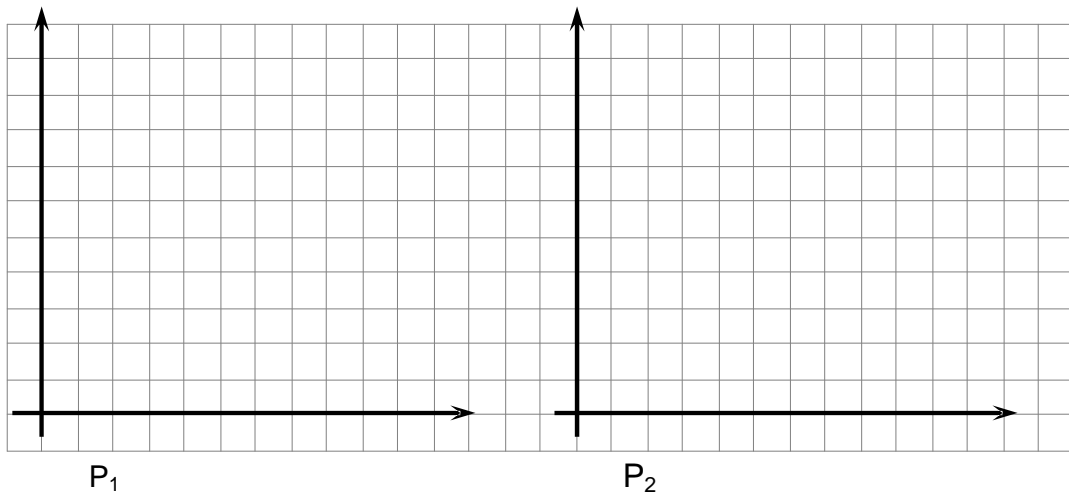
CPMA1 – Chamando o potenciômetro linear de P₁ e o potenciômetro logarítmico de P₂ medir a resistência dos terminais extremos do mesmo e anotar na tabela abaixo:

P1		P2	
-----------	--	-----------	--

CPMA2 – Ajustar os dois potenciômetros simultaneamente na mesma posição e medir a resistência entre um terminal externo e o central conforme a tabela abaixo:

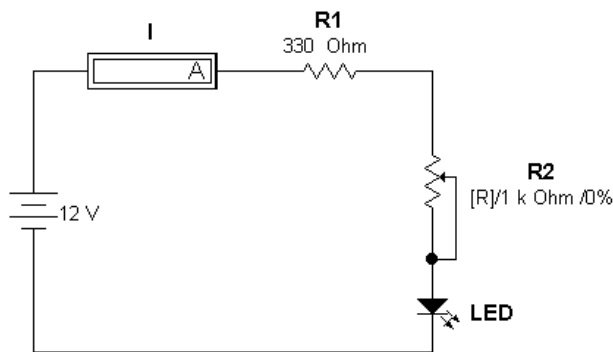
Posição do Cursor	P ₁ (Ω)	P ₂ (Ω)
Inicial		
¼ da volta		
½ da volta		
¾ da volta		
Final		

CPMA3 com os valores obtidos construa graficamente o comportamento dos potenciômetros usando o plano cartesiano $F(\text{volta})=\Omega$



CPMA4 Analisando os gráficos podemos comprovar que o potenciômetro logarítmico apresenta _____ na variação da resistência. Completar a frase com alternativa correta:
 Curva Linha

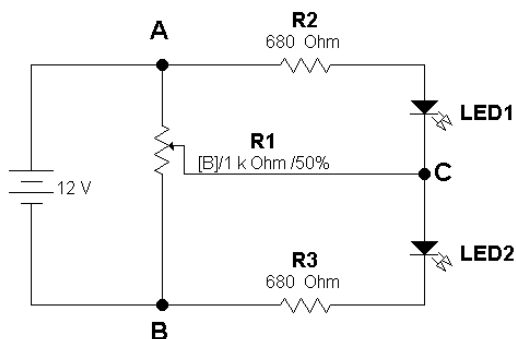
CPMA5 – Montar o circuito proposto usando o potenciômetro como controle em série, ou seja, com seus dois terminais curto-circuitados.



CPMA6 – Medir a corrente do circuito de acordo com a posição do potenciômetro medido com o ohmímetro.

Potenciômetro	Pontos
	Corrente
0	
25%	
50%	
75%	

CPMA7 – Montar o circuito proposto abaixo usando os terminais do potenciômetro ligados independente.



CPMA8 – Medir a tensão entre os pontos indicados na tabela para cada posição do potenciômetro medido com o ohmímetro entre os pontos A e C.

Potenciômetro nos pontos A e C	Pontos	
	V_{AeC}	V_{CeB}
0		
25%		
50%		
75%		
100%		

CPMA9 – Podemos concluir que quando usamos o potenciômetro com dois dos terminais curto-circuitados temos um resistor que controla sua _____ de zero até o valor do mesmo.

Resistência Admitância

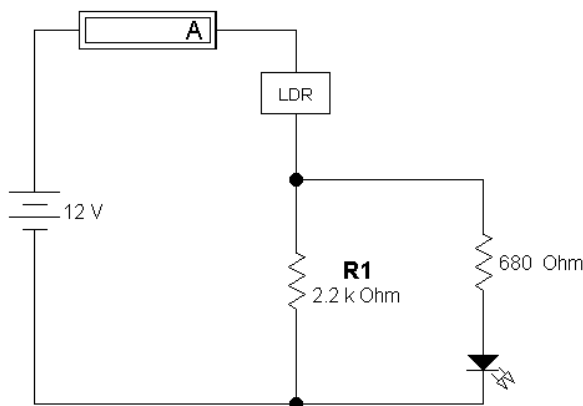
CPMA10 – Podemos concluir que quando usamos o potenciômetro com os terminais ligados independentemente temos dois resistores com _____ da resistência do componente.

a metade o dobro

CPMA11 – Conectar o LDR no multímetro na escala de resistência e medir os valores solicitados na tabela abaixo:

R_(No Claro)		R_(No Escuro)	
-------------------------------	--	--------------------------------	--

CPMA12 – Montar o circuito proposto abaixo para demonstrar a utilização do LDR.



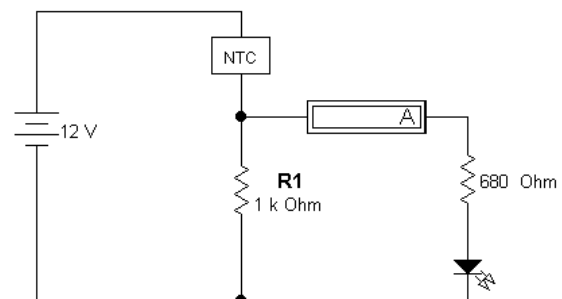
CPMA13 – Medir a corrente do circuito de acordo conforme pedidos na tabela abaixo:

Corrente	
LDR _{CLARO}	LDR _{ESCURO}

CPMA14 – Montar o circuito proposto ao lado com o NTC

CPMA15 Usando o termopar do multímetro encoste o sensor no NTC e medir a temperatura inicial.

T_(Inicial)	
------------------------------	--



CPMA16 Aproximar o ferro de solda ao NTC com o termopar ainda encostado ao componente e medir a temperatura nos valores de correntes de acordo com a tabela ao lado.

Variação de temperatura por corrente					
I(mA)	1mA	2mA	3mA	4mA	5mA
T(°C)					

CPMA17 Espere o sensor esfriar e repita o procedimento anterior verificando a variação de tensão. Anotando os valores na tabela ao lado.

Variação de temperatura por tensão					
V(V)	V _{Inicial}	2V	3V	4V	5V
T(°C)					

EXPERIÊNCIA 07	CAPACITOR INDUTOR E RELÉ
OBJETIVOS:	<ul style="list-style-type: none"> - Observar experimentalmente o Relé eletromecânico; - Aprender a identificar os contatos do Relé. - Verificar experimentalmente o processo de carga e descarga de um capacitor.

CONCEITOS TEORICOS ESSENCIAIS

Indutor ou Bobina

O indutor ou bobina é um dispositivo formado por um fio esmaltado enrolado em torno de um núcleo.

O símbolo do indutor depende do material utilizado no núcleo, conforme as figuras a seguir.

Funcionamento

Ao passar uma corrente elétrica pelas espiras, cada uma delas cria ao seu redor um campo magnético, cujo sentido é dado pela regra da mão direita. No interior do indutor, as linhas de campo se somam, criando uma concentração de fluxo magnético.

Os núcleos de ferro e ferrite têm como objetivo reduzir a dispersão do campo, pois esses materiais apresentam baixa resistência à passagem do fluxo magnético.

Pelo sentido das linhas de campo, o indutor fica polarizado magneticamente, isto é, cria um pólo norte por onde sai o fluxo magnético e um pólo sul por onde entra o fluxo, comportando-se como um ímã artificial, denominado eletroímã.

Relé Eletromecânico

O relé eletromecânico, como o próprio nome diz, é um dispositivo formado por uma parte elétrica e outra mecânica.

Funcionamento

A parte mecânica é formada por uma chave, cujo terminal móvel encontra desconectado do terminal fixo.

A parte elétrica é formada por um eletroímã, isto é, uma bobina com núcleo de ferro que, uma vez alimentada por uma tensão ou corrente, fica polarizada magneticamente, atraindo o terminal móvel, fechando o contato.

Quando a alimentação da bobina deixa de existir, esta se desmagnetiza, fazendo com que o terminal móvel retorne à sua posição de repouso.

No teste de identificação dos pinos do Relé para determinamos a bobina com o multímetro serão os únicos terminais que possuem resistência elétrica, pois os terminais de contatos por serem chaves apresentaram um curto ou aberto conforme a sua construção.

A grande vantagem do Relé é poder acionar um circuito elétrico de potência por meio de um outro circuito elétrico, muitas vezes de menor potência, estando ambos isolados eletricamente entre si, já que o acoplamento entre eles é apenas magnético.

Veremos a seguir algumas características importantes dos Relés comerciais:

Tipos de Contatos

- **Normalmente aberto (NA) ou Normal open (NO):** o seu estado de repouso é aberto, fechando quando a bobina é alimentada.
- **Normalmente Fechado (NF) ou Normal close (NC):** o seu estado de repouso é fechado, abrindo quando a bobina é alimentada.
- **Reversível:** o seu estado de repouso é fechado com um dos dois pólos da chave, comutando quando a bobina é alimentada.

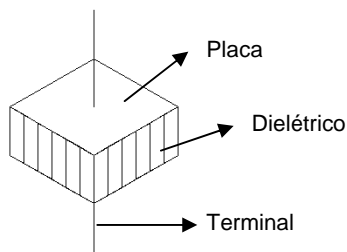
Tempos de Fechamento e de Abertura dos Contatos

- **Normal:** os tempos de fechamento e de abertura são quase instantâneos, impostos apenas pelas limitações elétricas e mecânicas do Relé.
- **Retardo na Energização:** o tempo de fechamento é controlado por um ajuste externo.
- **Retardo na Desenergização:** o tempo de abertura é controlado por um ajuste externo.

Condição de acionamento

- **Normal** o acionamento ocorre quando é satisfeita a sua condição de operação (tensão, corrente ou potência).
- **Subtensão** O acionamento ocorre quando ele detecta uma variação de tensão abaixo de um valor de referência preestabelecido.
- **Sobretensão** O acionamento ocorre quando ele detecta uma variação de tensão acima de um valor de referência preestabelecido.

CAPACITOR



Capacitor é um componente, que tem como finalidade, armazenar energia elétrica. É formado por duas placas condutoras, também denominadas de armaduras, separadas por um material isolante ou dielétrico, ligados a estas placas condutoras, estão os terminais para conexão nos circuitos com outros componentes, conforme a figura ao lado.

Capacitância (C) é a característica que o capacitor apresenta de armazenar mais ou menos cargas elétricas por unidade de

tensão.

Portanto, podemos escrever a relação:

$$C = \frac{Q}{V}$$

C =	Capacitância
Q =	Carga Elétrica
V =	Tensão

Quando aplicamos uma tensão igual a 1 volt(V) e o capacitor armazena 1 Coulomb(C), teremos então uma capacitância igual a 1 Farad (F). A unidade Farad é uma homenagem ao cientista Michael Faraday (1791 – 1867).

Devido às dificuldades construtivas, os capacitores encontram-se situados em faixa de valores submúltiplos do Farad como o micro Farad (μF), nano Farad (nF) e o pico Farad (pF).

$1\mu\text{F} = 10^{-6}\text{F}$; $1\text{nF} = 10^{-9}\text{F}$; $1\text{pF} = 10^{-12}\text{F}$

Além do valor da capacitância, é preciso especificar o valor limite da tensão a ser aplicada entre seus terminais. Esse valor é denominado **tensão de isolamento** e varia conforme o tipo de capacitor.

Na prática, encontramos vários tipos de capacitores, com aplicações específicas, dependendo de aspectos construtivos, tais como, material utilizado como dielétrico tipo de armaduras e encapsulamentos. Dentro dos diversos tipos, destacamos: Capacitores Plásticos (poliéster), Capacitores Eletrolíticos de Alumínio, Capacitores Cerâmicos, Capacitores de Tântalo.

Neste experimento vamos tratar exclusivamente dos capacitores eletrolíticos.

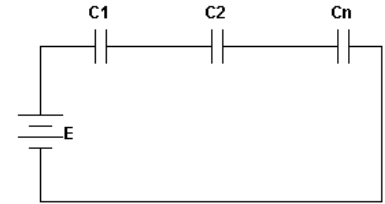
Capacitores Eletrolíticos consistem em uma folha de alumínio anodizada como armadura positiva, onde por um processo eletrolítico, forma-se uma camada de óxido de alumínio que serve como dielétrico, e um fluido condutor, o eletrolítico que impregnado em um papel

poroso, é colocado em contato com outra folha de alumínio de maneira a formar a armadura negativa. O conjunto é bobinado, sendo a folha de alumínio anodizada, ligado ao terminal positivo e a outra ligada a uma caneca tubular, encapsulamento do conjunto, e ao terminal negativo.

Associação de Capacitores

Associação em Série

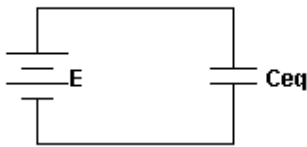
Na associação série, os capacitores estão ligados de forma que a carga Q armazenada em cada um deles seja a mesma, e a tensão E total aplicada aos capacitores se subdivide entre eles de forma inversamente proporcional aos seus valores. Pela lei de Kirchhoff para as tensões, a soma das tensões nos capacitores é igual à tensão total E aplicada: $e = V_1 + V_2 + \dots + V_n$.



$$V_i \frac{Q}{C_i}, \text{ tem-se: } E = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_N} \Rightarrow \frac{E}{Q} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_N}$$

O termo E/Q corresponde ao inverso da capacitância equivalente vista pela fonte de alimentação. Assim:

$$\frac{1}{C_{EQ}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_N}$$



Isso significa que, se todos os capacitores dessa associação forem substituídos por uma única capacitância de valor C_{EQ} , a fonte de alimentação E fornecerá a mesma carga Q ao circuito.

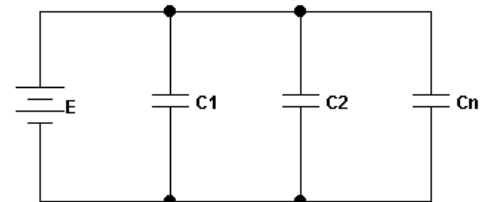
No caso de vários (n) capacitores iguais a C em série, tem-se:

$$C_{EQ} = \frac{C}{n}$$

Para dois capacitores em série, tem-se – $C_{EQ} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$ se:

Associação Paralela

Na associação paralela, os capacitores estão ligados de forma que a tensão total E aplicada ao circuito seja a mesma em todos capacitores, e a carga total do circuito se subdivide entre eles proporcionalmente aos seus valores.



De acordo com a lei de Kirchhoff para distribuição de cargas, a soma das mesmas nos capacitores é igual à carga total Q fornecida pela fonte $Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$.

Substituindo as cargas dos capacitores dos capacitores por $Q_i = E \times C_i$, tem-se:

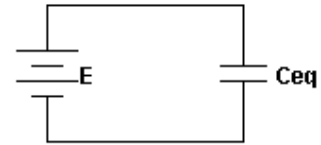
$$Q = C_1 \times E + C_2 \times E + \dots + C_n \times E \Rightarrow Q = E(C_1 + C_2 + \dots + C_n)$$

Dividindo a carga Q pela tensão E , chega-se a: $\frac{Q}{E} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$

O resultado Q/E corresponde a **capacitância equivalente** C_{EQ} da associação paralela, isto é, a capacitância que a fonte de alimentação entende como sendo a sua carga. Assim:

$$C_{EQ} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

Isso significa que, se todos os capacitores dessa associação forem substituídos por uma única capacitância de valor C_{EQ} , a fonte de alimentação E fornecerá a mesma carga Q ao circuito.



No caso de vários (n) capacitores iguais a C em paralelo, tem-se:

$$C_{EQ} = n \times C$$

Obs.: Podemos representar textualmente dois capacitores em paralelo por $C_1//C_2$

Associação Mista

A associação mista é formada por capacitores ligados em série e em paralelo, não existindo uma equação geral para desenvolvimento do cálculo da capacitância equivalente, assim o cálculo deve ser feito em etapas, conforme as ligações entre os capacitores.

Circuito RC de Temporização

Um circuito temporizador é aquele que executa uma ação após um intervalo de tempo preestabelecido.

Agora vamos analisar o comportamento de um circuito formado por um resistor e um capacitor ligados em série, no qual veremos a relação entre os níveis de tensão e um intervalo de tempo definido pelos mesmos.

Constante de Tempo

Ligando um resistor em série com um capacitor é possível retardar o tempo de carga, fazendo com que a tensão nos terminais do capacitor aumente gradativamente de acordo com o valor da resistência ligada ao capacitor.

O produto entre resistência e capacitância denomina-se constante de tempo e é representado pela letra grega τ (tau).

$$\tau = R \times C$$

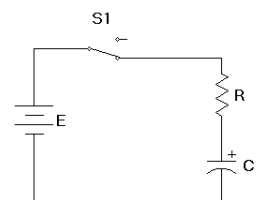
Num circuito RC, quanto maior a constante de tempo, maior é o tempo necessário para que o capacitor se carregue.

Agora iremos analisar o comportamento do capacitor no circuito de acordo com a constante de tempo. Para isso deveremos ter que recorrer as leis básicas da eletricidade Kirchhoff e Ohm.

Comportamento da Carga do Capacitor

Consideremos a figura ao lado de um circuito temporizador, com um capacitor totalmente descarregado.

Agora vamos conhecer como o capacitor se comporta em corrente



continua. Ao aplicarmos uma tensão contínua nos terminais de um capacitor através de um resistor, esse se carrega com uma tensão, cujo valor depende do intervalo de tempo em que desenvolverá o processo, a figura ao lado representa um circuito de carga de um capacitor. Estando o capacitor inicialmente descarregado ($V_C = 0$), em $t = 0$ fechamos a chave S1 do circuito. A corrente neste instante é a máxima do circuito, ou seja, $I_{m\acute{a}x} = E / R$. A partir daí, o capacitor inicia um processo de carga com aumento gradativo da tensão entre seus terminais (V_C) e, conseqüentemente, teremos uma diminuição da corrente, obedecendo a uma função exponencial, até atingir o valor zero, quando este estiver totalmente carregado. A equação exponencial para estimar e levantar a curva característica do capacitor, ou seja, a tensão em seus terminais em função do tempo é:

$$V_C = E(1 - e^{-t/\tau})$$

Comportamento da Descarga do Capacitor

Na descarga do capacitor temos o processo inverso a carga onde no instante $t=0$ $V_C = E$. Onde após um intervalo de tempo, ou seja, quando a corrente for totalmente consumida por algum componente ou enviada para terra. A equação exponencial para estimar e levantar a curva característica do capacitor, ou seja, a tensão em seus terminais em função do tempo é:

$$V_C = E \times e^{-t/\tau}$$

Leitura de capacitores

Os capacitores de poliéster ou cerâmicos não possuem descritos em seu corpo, por serem muito pequeno os valores de sua capacitância descrita como a de um capacitor eletrolítico, estes capacitores possuem códigos que determinam os valores de suas respectivas capacitâncias.

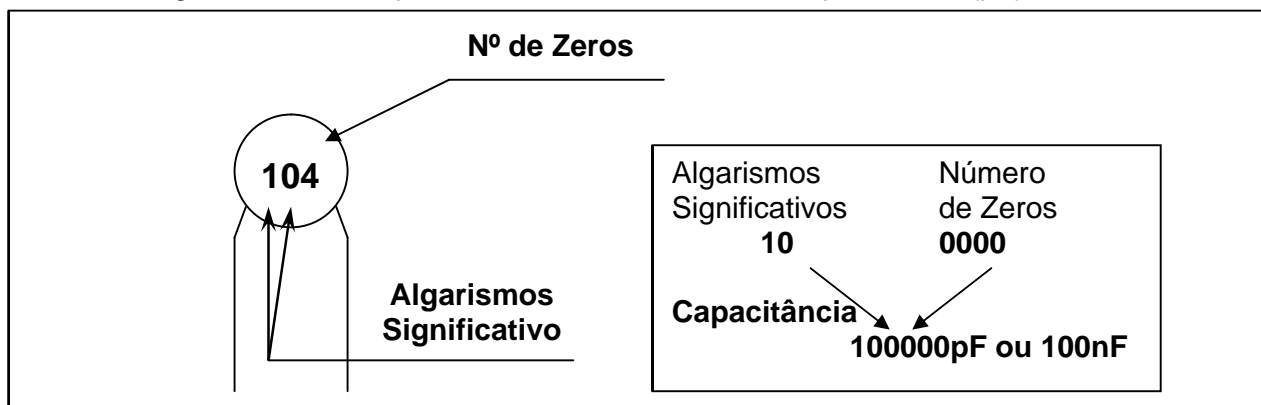
Ex.

104, 330K, 223 etc.

O grande problema encontrado nestes capacitores é que poucos eletrônicos conhecem com fazer a leitura do mesmo por não compreender os valores descritos nestes componentes e então não conseguindo efetuar a leitura da capacitância que é muito simples, vejamos a seguir:

Capacitor Cerâmico

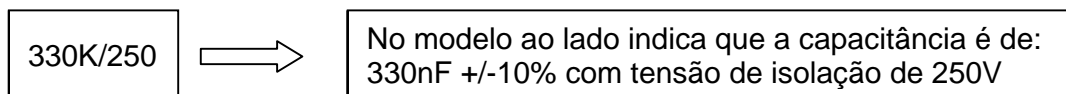
A ordem de grandeza dos capacitores cerâmicos é dada em picofarads (pF).



Capacitor Poliéster

Capacitores de poliéster podem ter como ordem de grandeza de nF à μ F onde normalmente os valores já estão descritos em nF, quando a capacitância é em μ F é descrito no corpo do componente

Exemplo:



O K encontrado no valor do componente indica a tolerância da capacitância. Esta possui seus valores tabelados da seguinte forma:

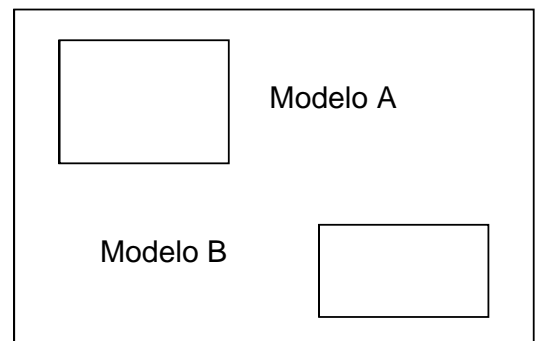
Código Literal para Tolerância de Capacitores						
C	D	F	G	J	K	M
+/-0,25pF	+/-0,5pF	+/-1%/+/-1pF	+/- 2%	+/- 5%	+/- 10%	+/- 20%

EQUIPAMENTOS E MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS

Qtde.	Descrição	Especificação
1	Fonte de Alimentação	FCC 3005 D
1	Multímetro	Analógico/Digital
1	Cronômetro	Aluno
1	Resistor	330Ω
1	Resistor	22KΩ
1	Capacitor	220μF / 25V
1	Relé Eletromecânico	Reversível 12V
1	LED	Qualquer Cor

CIRCUITOS PROCEDIMENTOS, MEDIDAS E ANÁLISES.

CPMA1 – Identificar a bobina do relé sendo o único dos contatos que apresenta uma resistência ôhmica. E desenha-los ao lado de acordo com o modelo do relé usado em sua bancada:

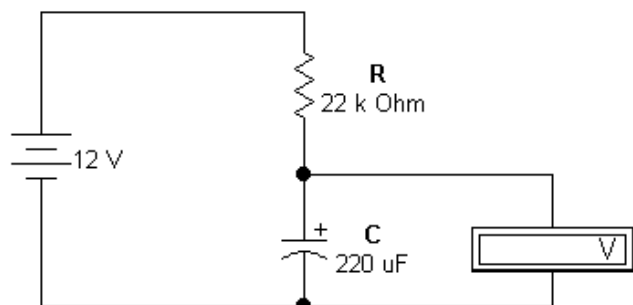


CPMA2 – Identificar os contatos NA (Normal Aberto) e o NF (Normal Fechado) medindo os contatos do relé e encontrando o terminal que fecha curto com o comum do componente este será o NF logo o que restou será NA. Desenha-los no quadro ao lado de acordo com o modelo do seu relé

CPMA3 - Quando a bobina do Relé é energizada o contato fechado do relé se _____ e o contato aberto do relé se _____. Completar a frase com a alternativa correta:

- Abrem / Fecham
 Fecham / Abrem

CPMA4 – Montar o circuito ao lado e mantenha a fonte de alimentação desligada



CPMA5 – Ligar a fonte e acionar o cronômetro simultaneamente. Determinar e anotar o instante em que cada tensão for atingida na tabela abaixo:

V _C (V)	0	3	6	9	12
t (s)					

CPMA6 – Zerar o cronômetro e mantenha o circuito conectado a fonte de alimentação

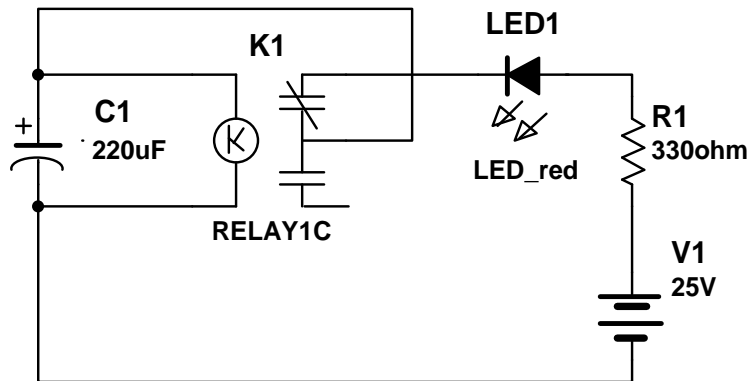
CPMA7 – Acionar o cronômetro e desligar a fonte simultaneamente. Determinar o instante que cada tensão foi atingida na tabela abaixo:

V _C (V)	12	9	6	3	0
t (s)					

CPMA8 – Responda as afirmações abaixo com (V) para Verdadeiro e (F) Falso.

- a) Capacitor componente que armazena energia
- b) Capacitor Eletrolítico pode ser usado diretamente na rede elétrica
- c) O resistor em série com o capacitor retarda a carga do capacitor
- d) Quanto maior a resistência de descarga menor o tempo de descarga do capacitor

CPMA9 – Montar o circuito abaixo e observe seu funcionamento



CPMA10 - Descreva o funcionamento do circuito enfatizando o capacitor e o relé

EXPERIÊNCIA

08

OSCIOSCÓPIO

OBJETIVOS:

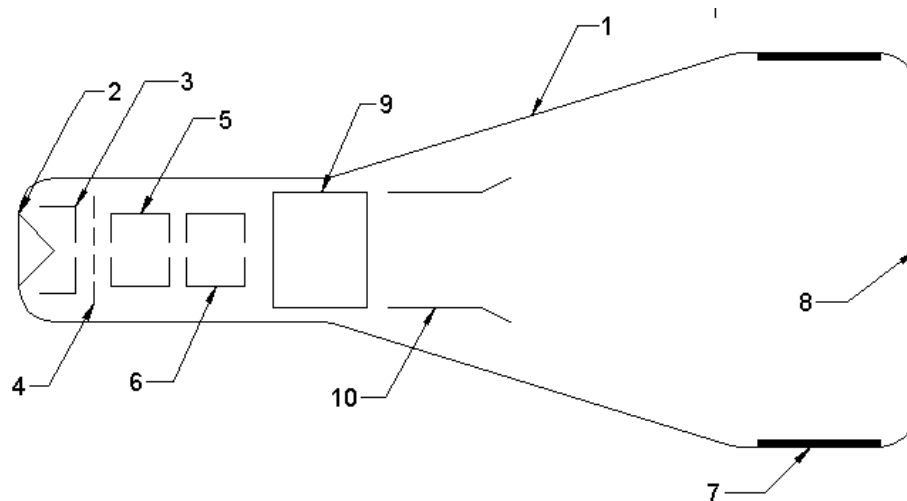
- Verificar o funcionamento do osciloscópio;
- Aprender manusear o osciloscópio corretamente.

CONCEITOS TEORICOS ESSENCIAIS

Osciloscópio

O osciloscópio é um instrumento cuja finalidade básica é visualizar fenômenos elétricos, possibilitando medir as tensões contínuas, alternadas, períodos, freqüências e defasagem com elevado grau de precisão. Os fenômenos elétricos são visualizados através de um **tubo de Raios Catódicos** (TRC) que constitui o principal elemento do osciloscópio. Este tubo, também denominado válvula de imagem, faz surgir um feixe de elétrons no seu interior, através de um conjunto de elementos, denominado **canhão eletrônico** que incidindo em um anteparo ou tela, origina um ponto luminoso que deflexionado produz uma figura.

Basicamente, podemos representar um Tubo de Raios Catódicos como o da figura abaixo, onde vamos descrever a finalidade de cada componente interno.



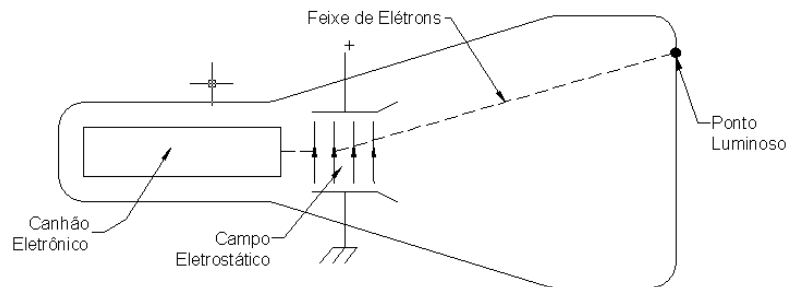
Representação esquemática de um Tubo de Raios Catódicos

- 1 – Tubo de vidro a vácuo
- 2 – Filamento: Quando percorrido por corrente elétrica, aquece o catodo.
- 3 – Catodo: sendo aquecido pelo filamento cria ao redor de si uma nuvem de elétrons, que atraídos formam o feixe eletrônico.
- 4 – Grade: através de potencial negativo em relação ao catodo, controla a passagem do feixe de elétrons.
- 5 – 1º anodo ou anodo acelerador: através de potencial positivo atrai e acelera o feixe.
- 6 – 2º anodo ou anodo focalizador: através de potencial menor que o 3º anodo, cria um campo elétrico que concentra o feixe de elétrons focalizando-o na tela.

- 7 – 3º anodo ou revestimento condutor: mediante a alta tensão positiva, atrai em definitivo o feixe, fazendo-o chocar com a tela.
- 8 – Tela: anteparo revestido por material químico que ao ser atingido pelo feixe, cria um ponto luminoso. Esse revestimento é comumente denominado de “fósforo”.
- 9 – Placas defletoras horizontais colocadas na vertical deflexionam o feixe horizontalmente.
- 10 – Placas defletoras verticais colocadas na horizontal, deflexionam o feixe verticalmente.

As placas defletoras constituem o sistema de deflexão do osciloscópio, que através de campo elétrico, movimentam por atração o feixe, formando a figura na tela. Esse tipo de deflexão é denominado de **Deflexão Eletrostática**, pois, utiliza campo elétrico. Um outro tipo é aquela que utiliza campo eletromagnético, sendo por isso denominada de **Deflexão Eletromagnética**, utilizada em cinescópios (tubos de TV), através das bobinas defletoras externas ao tubo.

Para mostrarmos a atuação de uma das placas defletoras, vamos utilizar o tubo da figura ao lado onde aplicamos um potencial positivo às placas defletoras verticais, fazendo por atração, o ponto luminoso se posicionar na parte superior da tela.



Se esse potencial for negativo, teremos a atração do feixe para a parte inferior da tela. Aplicando-se um potencial variável teremos na tela, o ponto oscilando continuamente e dependendo da freqüência, devido à alta persistência existente no tubo, formando um traço vertical.

De forma análoga, utilizando as placas defletoras horizontais, teremos um traço horizontal.

Para descrevermos a estrutura interna do osciloscópio, bem como a atuação de seus controles, vamos utilizar o diagrama de blocos, visto na figura ao lado.

Através de uma ponta de prova direta ou atenuada, aplicamos o sinal a ser observado e medido à entrada vertical. Esse sinal passa pelo amplificador vertical através do circuito da chave AC/DC, que o coloca em um nível conveniente para as placas defletoras verticais. Paralelamente a isso, às placas defletoras horizontais é aplicado um sinal “dente de serra”, originado pelo estágio de varredura, que faz a devida deflexão horizontal, fornecendo uma base de tempo. Para tanto, é necessário que a varredura esteja comutada com o amplificador horizontal através da chave INT/EXT na posição INT. Conjuntamente ao estágio de varredura, encontramos o circuito de apagamento que tem como finalidade apagar o feixe no retorno, para o início do

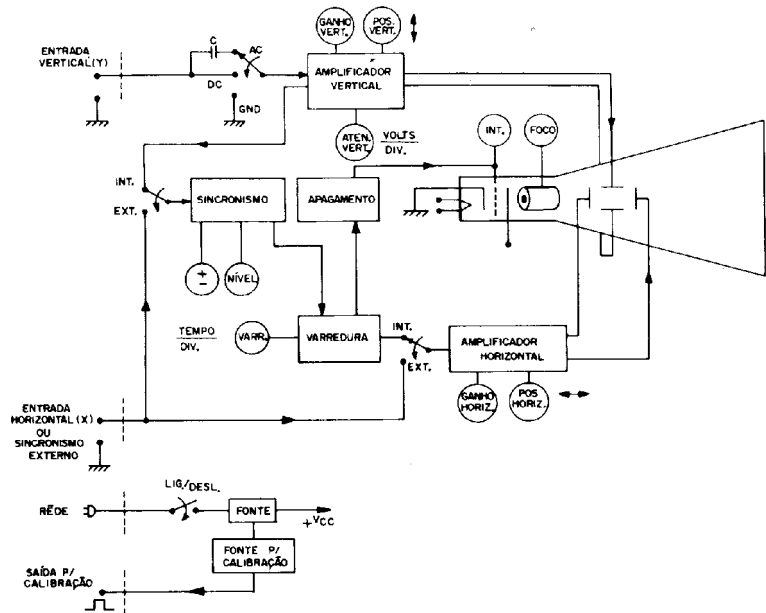
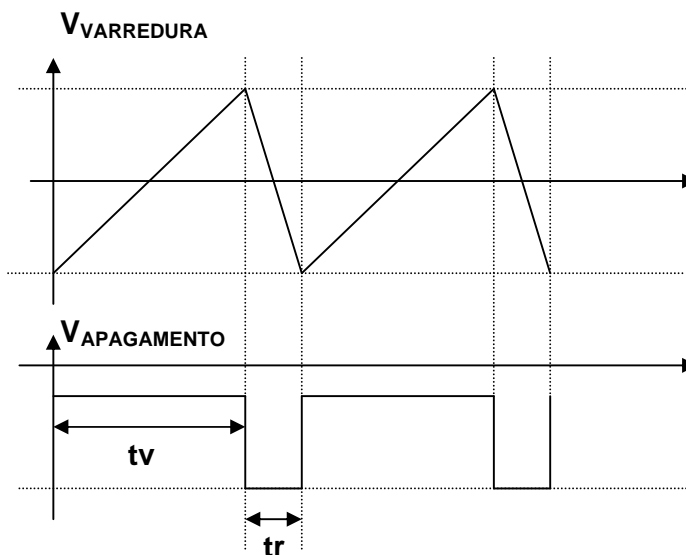


Figura 24.3 - Diagrama de blocos do osciloscópio.

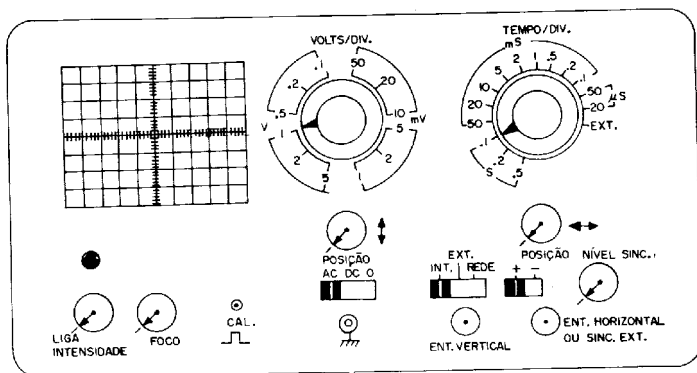
de varredura, que faz a devida deflexão horizontal, fornecendo uma base de tempo. Para tanto, é necessário que a varredura esteja comutada com o amplificador horizontal através da chave INT/EXT na posição INT. Conjuntamente ao estágio de varredura, encontramos o circuito de apagamento que tem como finalidade apagar o feixe no retorno, para o início do

novo ciclo de deflexão. Os sinais de varredura e apagamento são mostrados na figura ao lado.

Durante o tempo de varredura (t_v), estamos aplicando, uma variação de potencial às placas defletoras horizontais, fazendo o feixe varrer a tela da esquerda para a direita. Logo após, em um período (t_r), menor que t_v , o feixe retorna a posição inicial apagado por atuação do estágio de apagamento, aplicando um pulso negativo à grade do tubo. Uma outra possibilidade é a de utilizarmos a entrada horizontal, bastando para isso comutar a chave INT/EXT para a posição EXT. (externa). Nessa situação, é possível aplicar externamente o sinal às placas defletoras horizontais sem atuação da varredura e do apagamento.



O estágio de sincronismo faz com que o sinal de varredura, seja aplicado às placas defletoras horizontais, em sincronismo com o sinal aplicado à entrada vertical, para se obter uma melhor fixação da figura na tela. Para tanto, o estágio tendo a chave comutada para posição INT. (interno), gatilha a varredura através de uma amostra do sinal de entrada, proveniente do amplificador vertical. Nesse estágio, encontramos os controles de nível e de polaridade de sincronismo (\pm) que respectivamente, controlam a amplificação desta amostra e a polaridade de início a ser visualizada na tela. Podemos também, operar com uma amostra externa, bastando para isso colocar a chave na posição EXT e injeta-la à entrada de sincronismo externo.



Na figura ao lado temos um painel frontal de um modelo padrão de osciloscópio, onde vamos descrever a finalidade de seus principais controles e conectores de entrada e saída:

Liga/Intensidade – Liga o osciloscópio e possibilita o ajuste da intensidade do feixe.

Foco – Possibilita o ajuste do foco do feixe eletrônico.

Cal – Saída de um sinal interno de frequência e amplitudes definidas, utilizando para a referência de calibração.

Chave AC/DC/0 – Na posição AC, o sinal é acoplado capacitivamente para o amplificador vertical. O acoplamento AC deverá ser usado na maioria dos casos e servirá para observar variações de sinais AC ou DC, na posição DC o sinal é acoplado diretamente na entrada do amplificador vertical. Isto significa que além do sinal, o nível DC (tensão contínua) também passará. Ele deve ser usado quando o acoplamento AC estiver distorcendo sinais de baixa frequência pelo efeito da diferenciação capacitiva.

Volts/div – Atenuador vertical que gradua cada divisão na tela, na direção vertical, em valores específicos de tensão. O circuito interno é formado por vários resistores de precisão, com o objetivo de levar o sinal com uma intensidade correta ao amplificador vertical. Na ponta de prova do osciloscópio temos um circuito atenuador ($\times 10$) que atenua a tensão em dez vezes,

o que significa fazer a divisão valer 10 vezes mais do que o resultado apresentado na leitura do sinal.

Tempo/div – Varredura ou base de tempo que gradua cada divisão na tela, na direção horizontal, em valores específicos de tempo, além disso, possibilita desligar o estágio, dando acesso à entrada horizontal.

Chave INT/EXT/REDE: - Na posição INT, permite a utilização do sincronismo interno, na posição EXT, dá acesso à entrada de sincronismo externo e na posição REDE, sincroniza a varredura com a rede elétrica.

Posição Vertical – Posiciona o feixe verticalmente na tela.

Posição Horizontal – Posiciona o feixe horizontalmente no centro da tela.

Chave +/- – Permite selecionar a polaridade de sincronismo da figura na tela.

Nível Sinc. – Permite o ajuste do nível de sincronismo.

Ent. Vertical – Conector para ligação de ponta de prova para o acesso ao estágio vertical.

Ent. Horizontal ou Sinc. Ext. – Conector para ligação de ponta de prova, utilizando para o acesso ao estágio horizontal, ou de sincronismo, conforme posicionamento dos controles de varredura (EXT.) ou sincronismo (EXT.).

GND – Conector de terra do instrumento.

Veja a seguir a foto frontal dos osciloscópios do laboratório:



EQUIPAMENTOS E MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS

Qtde.	Descrição	Especificação
1	Osciloscópio	Kikusui / Kenwood 40 MHz

CIRCUITOS PROCEDIMENTOS MEDIDAS E ANÁLISES

CPMA1 – Com o osciloscópio podemos medir _____. Completar a frase com a alternativa correta:

Tensão e Período Tensão e Corrente

CPMA2 – Período é o intervalo da forma de onda que _____. Completar a frase com a alternativa correta:

Se repete Não se repete

CPMA3 – Desenhar no quadro abaixo o sinal obtido com o osciloscópio na rede elétrica proporcional ao visualizado no instrumento e completar a tabela ao lado com o valor da chave volts/div e chave de varredura (Tempo).

Chave Volts/div
Chave Varredura
Ponta de Prova

$$Frequência = \frac{1}{Período}$$

CPMA4 – Medir a tensão, o período e calcular a frequência do sinal da rede elétrica visualizado no item anterior.

Rede Elétrica

	Nº de Divisões	Volts / div	Nº Divisões X Volts/div	Ponta de Prova	Valor Medido
Tensão					
	Nº de Divisões	Time / div	Nº Divisões X Time / div	Período	Frequência
Período					

CPMA5 – Frequência é o numero de vezes que um sinal se repete em um _____ e sua unidade de medida é o _____. Complete a frase com a alternativa correta:

- Minuto/Hertz Segundo/Hertz

CPMA6 – Com o multímetro medir a tensão da rede elétrica e anotar no quadro ao lado:

Rede Elétrica

CPMA7 – Calcular a tensão eficaz da tensão medida com o osciloscópio da rede elétrica

$$V_{ef} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$$

$$V_{ef} = \frac{V_{pp}}{2 \cdot \sqrt{2}}$$

CPMA8 – Comparando os valores eficazes medidos e calculados podemos perceber que a expressão para calculo da mesma é _____. Completar a frase com a alternativa correta:

- Verdadeira Falsa

EXPERIÊNCIA

09

TRANSFORMADOR

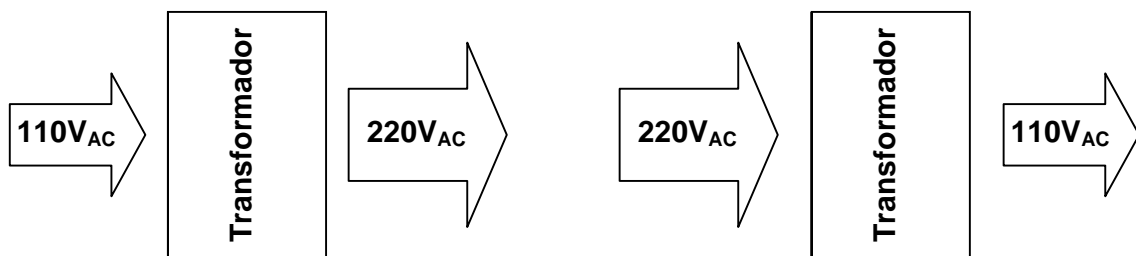
OBJETIVOS:

- Verificar experimentalmente, o funcionamento de um transformador;
- Conhecer as vantagens e desvantagens dos transformadores.

CONCEITOS TEORICOS ESSENCIAIS

Transformador

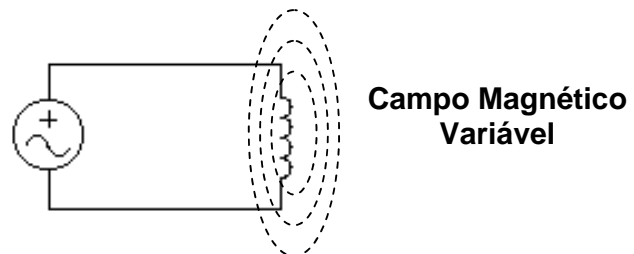
O transformador é um dispositivo que permite elevar ou rebaixar os valores de tensão ou corrente em um circuito de corrente alternada



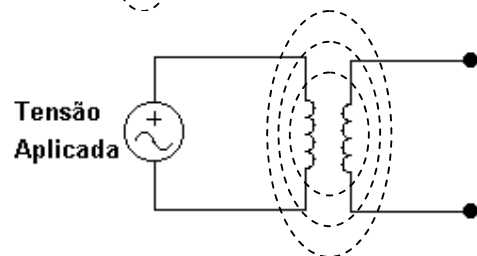
A grande maioria dos equipamentos eletrônicos emprega transformadores, seja como elevador ou rebaixador de tensões.

Princípio de Funcionamento

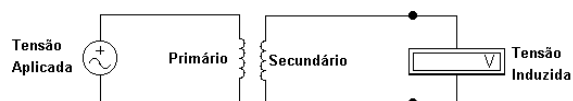
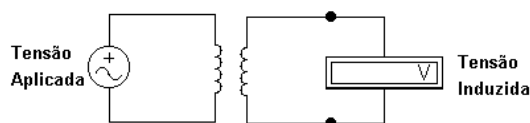
Quando uma bobina é conectada a uma fonte de corrente alternada surge um campo magnético variável ao seu redor como da figura ao lado



Aproximando-se outra bobina à primeira o campo magnético gerado na primeira bobina corta as espiras da segunda bobina conforme modelo ao lado



Como conseqüência da variação do campo magnético sobre suas espiras surge na segunda bobina uma tensão induzida conforme a figura abaixo:



A bobina na qual se aplica a tensão corrente alternada é denominada de primário do transformador e a bobina onde surge a tensão induzida é denominada de secundário do transformador veja na figura acima à direita:

É importante observar que as bobinas primária e secundária são eletricamente isoladas entre si. A transferência de uma para a outra se dá exclusivamente através das linhas de forças magnéticas.

A tensão induzida no secundário de um transformador é proporcional ao número de linhas magnéticas que corta a bobina secundária.

Por esta razão, o primário e o secundário de um transformador são montados sobre um núcleo de material ferromagnético.

O núcleo diminui a dispersão do campo magnético, fazendo com que o secundário seja cortado pelo número de linhas magnéticas possível, obtendo uma melhor transferência de energia entre primário e secundário.

Com a inclusão do núcleo o aproveitamento do fluxo magnético gerado no primário é maior. Entretanto, surge um inconveniente: o ferro maciço sofre grande aquecimento com a passagem do fluxo magnético. Para diminuir este aquecimento utiliza-se ferro silicoso laminado para a construção do núcleo.

Com a laminação do ferro se reduzem as “correntes parasitas” responsáveis pelo aquecimento do núcleo.

A laminação não elimina o aquecimento, mas reduz sensivelmente em relação ao ferro maciço.

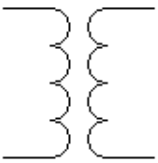
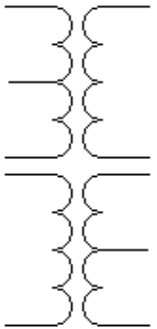
Tipos de transformadores de acordo com as bobinas

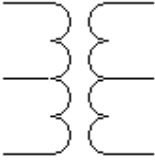
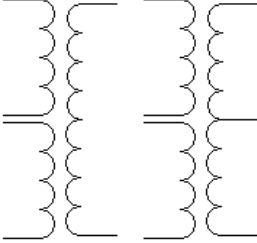
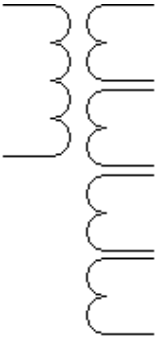
Os transformadores como já visto anteriormente é formado por duas bobinas de fio esmaltado. De acordo como esta bobina é enrolada no núcleo do transformador estabelece qual o tipo de transformadores de acordo com suas bobinas, pois são as bobinas que vão determinar quais tensões possuirá este transformador.

Vejamos a tabela a seguir com os tipos mais comuns de transformadores com suas configurações de bobinas.

Observação

Como exemplo, vamos utilizar a tensão da rede elétrica para melhor exemplificar os tipos.

Símbolo	Descrição
	<p>Transformador – primário e secundário simples Este tipo de transformador só trabalha com uma única tensão Exemplo: 110V por 12, 220V por 6V.</p>
	<p>Transformador – primário com derivação e secundário simples ou vice e versa Este tipo de transformador na sua construção, na metade do número de espiras de uma das bobinas é retirado uma derivação onde divide a bobina em duas fazendo com que o transformador possa ter duas tensões diferentes neste caso o primário ou vice e versa. Exemplo: 110V/220V por 12.</p>

	<p>Transformador – primário e secundário com derivação central Este tipo de transformador na sua construção, na metade do numero de espiras das duas bobinas é retirado uma derivação onde divide as bobinas em duas fazendo com que o transformador possa ter duas tensões diferentes tanto no primário como no secundário. Exemplo: 110V/220V por 12+12, 110/220V por 15+15.</p>
	<p>Transformador – primário duplo e secundário simples ou com derivação Este tipo de transformador tem no primário duas bobinas enroladas isoladamente para receber a tensão do primário, quando queremos permitir uma maior tensão no primário pode-se associar as duas bobinas transformando-as em uma única bobina para receber uma tensão maior. Exemplo: 110V / 110V por 12+12</p>
	<p>Transformador – primário simples e secundário múltiplo Este tipo de transformador possui no secundário varias bobinas enroladas com vários números de espiras diferentes, cuja finalidade é fornecer diferentes tipos de tensão no mesmo. Muito utilizado no flyback dos televisores para fornecer as diversas tensões necessárias para alimentação da mesma. Exemplo 110V por 6V – 12V – 15V</p>

Relação de Transformação

A aplicação de uma tensão CA ao primário de um transformador resulta no aparecimento de uma tensão induzida no seu secundário. Aumentando-se a tensão aplicada ao primário, a tensão induzida no secundário aumenta na mesma proporção. A relação entre as tensões no primário e secundário depende fundamentalmente da relação entre o número de espiras no primário e secundário.

Exemplo:

Num transformador com primário de 100 espiras e secundário de 200 espiras a tensão do secundário será sempre o dobro da tensão no primário.

A relação de transformação tem a seguinte expressão:

$$A = \frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

Através da relação de transformação podemos conhecer os três tipos de transformadores existentes

Transformador Elevador

Denomina-se transformador elevador todo transformador com uma relação de transformação maior que 1 ($N_s > N_p$), isto ocorre devido o número de espiras do secundário ser maior que a do primário, obviamente a tensão no secundário será maior que a do primário.

Este transformador é muito utilizado nas usinas de energia, poste de iluminação pública, etc.

Transformador Rebaixador

Denomina-se transformador elevador todo transformador com uma relação de transformação menor que 1 ($N_S < N_P$), isto ocorre devido ao fato que o número de espiras do secundário é menor que a do primário, que obviamente a tensão no secundário será menor que a do primário.

Os transformadores rebaixadores são os mais utilizados na eletrônica, para rebaixar a tensão das redes elétricas domiciliares.

Transformador Isolador

Denomina-se transformador elevador todo transformador com uma relação de transformação igual à 1 ($N_S = N_P$), isto ocorre devido ao fato que o número de espiras do secundário ser igual a do primário, que obviamente a tensão no secundário será igual a do primário.

Este tipo de transformador é utilizado para isolar eletricamente um aparelho da rede elétrica. Os transformadores isoladores são muito utilizados em laboratórios de eletrônica para que a tensão presente nas bancadas seja eletricamente isolada da rede.

Veja a seguir a representação esquemática desses três tipos de transformadores.

		
Transformador Elevador	Transformador Rebaixador	Transformador Isolador

Especificando um transformador

A especificação técnica de um transformador em que o secundário tenha derivação central deve ser feita da seguinte forma:

Transformador		
110/220V	12+12	1A
Características do Primário	Indica a tensão do secundário de 24V com derivação central (12V entre a derivação e cada extremo).	Corrente do Secundário

Fusível

Dispositivo de proteção que cuja função é romper-se caso a corrente absorvida pela rede se eleve, devido a alguma anormalidade.

O fusível é dimensionado para um valor de corrente um pouco superior a corrente necessária para o primário do transformador esse valor é de 15% do valor de corrente real calculada, isso é feito para que o fusível não seja rompido por qualquer variação de corrente provocada pelas variações da rede elétrica.

Chave HH

É uma chave que tem como característica visual de uma letra H e é bastante utilizada em aparelhos eletrônicos como seletor de voltagem.

Ligação de transformadores em 110 e 220V

Os aparelhos eletrônicos modernos são fabricados de tal forma que podem ser usados tanto em redes de 110V quanto de 220V. Isso é possível através da seleção feita por meio de uma chave situada na parte posterior do aparelho.

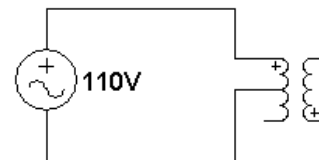
Na maioria dos casos, essa chave é ligada ao primário do transformador onde esta chave é preparada para receber 110 ou 220V da rede elétrica e fornece o mesmo valor de tensão ao secundário.

Existem dois tipos de transformadores para conectar a chave seletora de tensão, eles são:

- Transformadores 110/220V com primário de três fios;
- Transformadores 110/220V com primário de quatro fios.

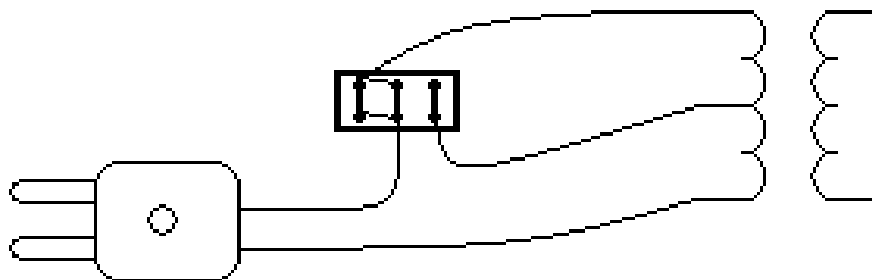
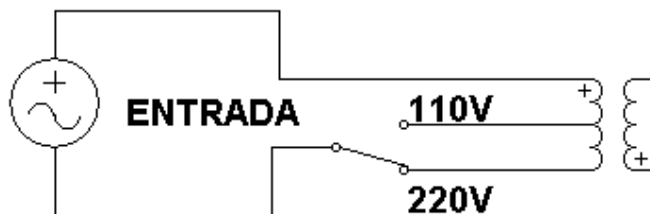
Ligação da chave seletora para transformador com primário de três fios

O primário do transformador a três fios é constituído por uma bobina de 220V com derivação central. Através desta derivação que é possível realizar o chaveamento onde se pode utilizar somente uma metade da bobina do primário e com isso poder alimenta-la na metade de sua capacidade, ou seja, na tensão de 110V. Conforme a figura ao lado.

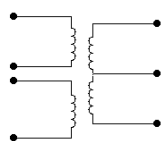


Veja na figura a seguir a representação esquemática desta ligação.

A chave usada para seleção 110/220V é normalmente deslizante, de duas posições e dois pólos. É também conhecida como HH. Quando esse tipo de chave é usado, a ligação do transformador fica de acordo com a figura a seguir.



Normalmente as duas seções da chave são utilizadas em paralelo.



Ligação da chave seletora para transformador com primário de quatro fios

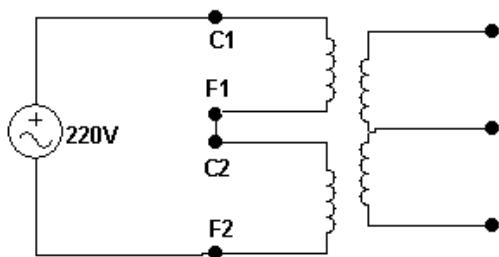
Este tipo de transformador tem duas bobinas para 110V, isoladas eletricamente entre si.

Ligação em 220V

Em um transformador para entrada 110/220V com o primário a quatro fios, a ligação para o 220V é feita colocando as bobinas do primário em série, observando a identificação dos fios, ou seja, C_1 para a rede, C_2 e F_1 em ponte e F_2 para a rede.

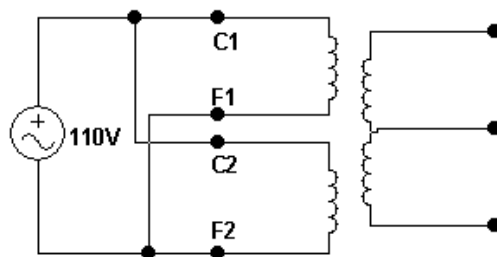
Ligação em 110V

Em um transformador para entrada 110/220V com primário a quatro fios, a ligação para 110V é feita colocando as duas bobinas primárias em paralelo respeitando a identificação dos fios, ou seja, C_1 em ponte com C_2 na rede, F_1 em ponte com F_2 na rede.

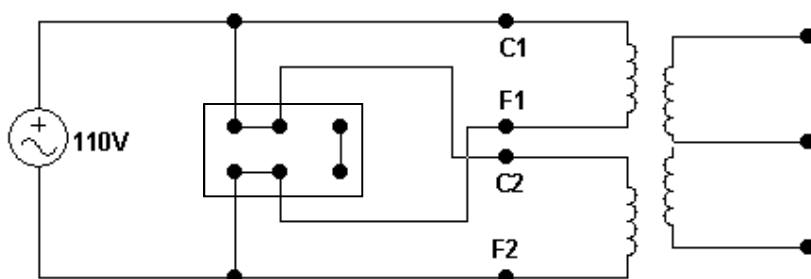


Ligação em 220V

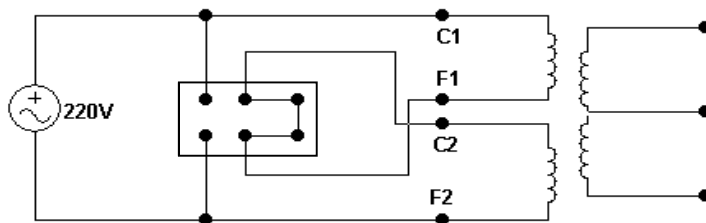
Quando a chave HH é instalada e ligada na posição 110V, os terminais C₁, C₂, F₁ e F₂ são conectados em paralelo às redes.



Ligação em 110V



Quando a chave HH é posicionada em 220V, os terminais C₁ e C₂, ficam conectados à rede pela chave.

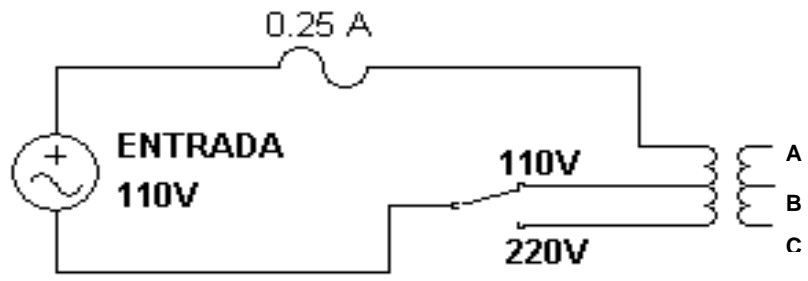


EQUIPAMENTOS E MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS

Qtde.	Descrição	Especificação
1	Osciloscópio	Kikusui / Kenwood 40 MHz
1	Multímetro	Analógico
1	Transformador	110/220V 12 + 12V 1A ou 6+6V 1A
1	Fusível	0,25A
1	Chave HH	Seletora de voltagem

CIRCUITOS PROCEDIMENTOS MEDIDAS E ANÁLISES

CPMA1 – Observar o kit do transformador montado em sua bancada.



CPMA2 – Calcular a relação de transformação do transformador usando o método abaixo:

Então podemos dizer que para 1V alternado aplicado no primário teremos _____V no secundário do transformador.

$$A = \frac{V_s}{V_p} \quad A = \frac{I_p}{I_s} \quad A = \frac{V_s \times I_s}{V_p \times I_p}$$

CPMA3 – Calcular agora o fusível de proteção do primário usando a relação entre tensão e corrente do transformador utilizado no experimento e anotar na tabela abaixo:

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{I_p}{I_s} \quad I_p = \frac{V_s \times I_s}{V_p} \quad I_p = \frac{V_s \times I_s}{V_p}$$

CPMA4 – Posicionar a chave em 220V e medir com o multímetro a tensão nos pontos AC

Trecho	Tensão medida
AC	

CPMA5 – Posicionar a chave em 110V

CPMA6 – Com o multímetro medir as tensões nos pontos AB, BC e AC no secundário do transformador.

Trecho	Tensão medida
AB	
BC	
AC	

CPMA7 – Com o osciloscópio medir a tensão e o período nos pontos AB e AC e anotar na tabela abaixo e desenhar a forma de onda obtida no quadro ao lado

Trecho	Tensão medida	Período
AB		
BC		
AC		

CPMA8 – Pelas medidas realizadas no transformador utilizado nesta experiência podemos concluir que o mesmo é um transformador _____. Completar a frase com a alternativa correta:

Rebaixador Elevador

EXPERIÊNCIA <h1 style="font-size: 2em; margin: 0;">10</h1>	<h2 style="margin: 0;">CIRCUITOS RC SÉRIE</h2> <h2 style="margin: 0;">CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA</h2>
OBJETIVOS:	<ul style="list-style-type: none"> - Aprender a ler os valores dos capacitores de poliéster e cerâmico; - Verificar o comportamento do indutor em corrente alternada; - Verificar o comportamento do capacitor em corrente alternada; - Verificar experimentalmente o circuito RC série, RL série. - Aprender medir defasagem com o osciloscópio. - Corrigir o fator de potência de um circuito elétrico.

CONCEITOS TEORICOS ESSENCIAIS

Defasagem entre sinais alternados

A diferença de fase entre dois sinais de mesma frequência é chamada de defasagem. Para que a defasagem possa ser utilizada matematicamente de um modo mais fácil, é importante estabelecer um dos sinais como referência.

Defasagem entre Tensão e Corrente

A defasagem entre tensão e corrente é simbolizada por φ , tendo a corrente como referência. Consideremos uma tensão $v(t) = V_p \cdot \cos(\omega t + \theta_v)$ e uma corrente $i(t) = I_p \cdot \cos(\omega t + \theta_i)$, sendo $i(t)$ a referência Neste caso a defasagem é dada por $\varphi = \theta_v - \theta_i$.

Se $v(t)$ estiver adiantado em relação a $i(t)$, a defasagem φ será positiva

No diagrama fasorial, a seta entre os fasores V e I tem a mesma orientação que a frequência angular ω , indicando que a defasagem está positiva, isto é a tensão está adiantada em relação à corrente.

Se $v(t)$ estiver atrasado em relação a $i(t)$, a defasagem φ será negativa

No diagrama fasorial, a seta entre os fasores V e I tem a mesma orientação oposta à da frequência angular ω , indicando que a defasagem está negativa, isto é a tensão está atrasada em relação à corrente.

Medida de Defasagem

No osciloscópio além das medidas de tensão e tempo já estudadas anteriormente, é possível também medir as defasagens entre as formas de onda gerada por circuitos defasadores. Com isso podemos determinar o ângulo em graus da defasagem entre os dois sinais.

É possível analisar também pelas formas de onda qual se o sinal está atrasado ou adiantado em relação a uma referência.

Mede-se, então, o período da forma de onda T e depois a variação de tempo entre as duas formas de onda, por fim determina-se a defasagem que pode ser calculada em graus ou em radianos pelas equações abaixo:

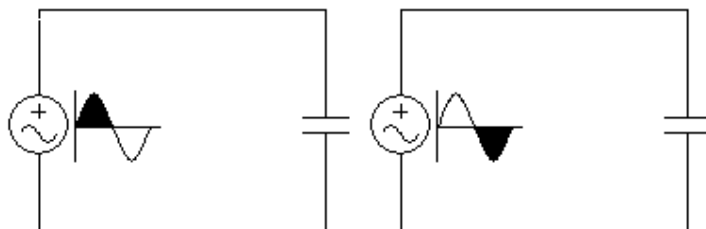
$$\Delta\theta = \frac{\Delta n}{T} \cdot 360 \quad \text{ou} \quad \Delta\theta = \frac{\Delta n}{T} \cdot 2\pi$$

Comportamento do capacitor em CA

Como observado no experimento anterior podemos analisar o comportamento de carga e descarga do capacitor em corrente contínua. No entanto em corrente alternada o comportamento do capacitor muda radicalmente devido a troca de polaridade da fonte de alimentação.

Os capacitores despolarizados podem funcionar em corrente alternada porque cada uma de suas armaduras pode receber tanto potencial positivo como negativo.

Quando o capacitor é conectado a rede alternada, a troca sucessiva de polaridade de tensão é aplicada às armaduras do capacitor.



A cada semiciclo, a armadura que recebe potencial positivo entrega a fonte, enquanto a armadura que está ligada ao potencial negativo recebe elétrons com esta alternância de polaridade, uma mesma armadura recebe ora o ciclo positivo ora o ciclo negativo da fonte. Isso faz com que circule uma corrente alternada no circuito embora as cargas não passem de uma armadura para outra no capacitor através do dielétrico.

Reatância Capacitiva

Os processos alternados de carga e descarga continuamente de um capacitor ligado a corrente alternada cria uma resistência à passagem da corrente no circuito. Essa resistência é denominada de reatância capacitiva pela notação de X_C e é expressa em ohms (Ω) através da expressão:

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot C}$$

Onde:

X_C = Reatância Capacitiva;

2π = Constante (6,28)

F = Freqüência da corrente alternada em Hz;

C = Capacitância do capacitor em (F) Farad.

Os fatores que influenciam a reatância capacitiva de um capacitor são sua capacitância e a freqüência da fonte.

A tensão aplicada no circuito somente influencia na intensidade de corrente do circuito.

Quando um capacitor é conectado a uma fonte CA, estabelece-se um circuito elétrico onde estão em jogo três valores:

- Tensão aplicada;
- Reatância capacitiva;
- Corrente circulante.

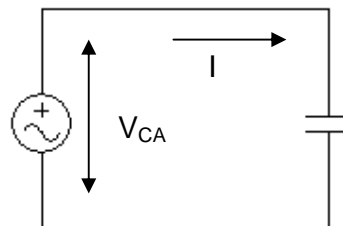
Esses três valores estão relacionados entre si nos circuitos de CA da mesma forma que nos circuitos de CC, ou seja, através da lei de Ohm.

$$V_C = I \times X_C$$

Onde: V_C é a tensão no capacitor em V;

I é a corrente (eficaz) no circuito em A;

X_C é a reatância capacitiva em Ω ;



Reatância Indutiva

O processo crescente e decrescente armazenamento de campo magnético continuamente de um indutor ligado a corrente alternada cria uma resistência à passagem da corrente no circuito. Essa resistência é denominada de reatância indutiva pela notação de X_L e é expressa em ohms (Ω) através da expressão:

$$X_L = 2\pi \cdot F \cdot L$$

Onde:

X_L = Reatância Indutiva;

2π = Constante (6,28)

F = Freqüência da corrente alternada em Hz;

L = Indutância do indutor em (H) Henry.

Os fatores que influenciam a reatância indutiva de um indutor são sua indutância e a freqüência da fonte.

A tensão aplicada no circuito somente influencia na intensidade de corrente do circuito.

Quando um indutor é conectado a uma fonte CA, estabelece-se um circuito elétrico onde estão em jogo três valores:

- Tensão aplicada;
- Reatância Indutiva;
- Corrente circulante.

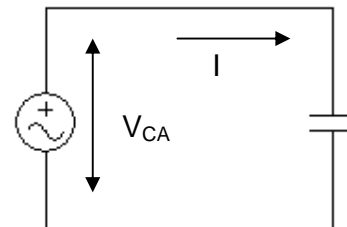
Esses três valores estão relacionados entre si nos circuitos de CA da mesma forma que nos circuitos de CC, ou seja, através da lei de Ohm.

$$V_C = I \times X_L$$

Onde: V_L é a tensão no capacitor em V;

I é a corrente (eficaz) no circuito em A;

X_L é a reatância capacitiva em Ω ;



Circuitos RC e RL

Quando se conecta um circuito composto apenas por resistores a uma fonte de CC ou CA, a oposição total que este circuito apresenta é a passagem de corrente denominada de resistência total.

Entretanto, em circuitos CA que apresentem resistências e reatâncias associadas, a expressão resistência total não é aplicável. A oposição total que os circuitos apresentam à passagem da corrente elétrica é denominada de impedância.

Impedância

Impedância(Z), em ohm (Ω), é um número complexo que caracteriza um dispositivo ou circuito e reflete tanto a oposição total que ela impõe à passagem da corrente alternada quanto a defasagem total entre a tensão e a corrente alternada.

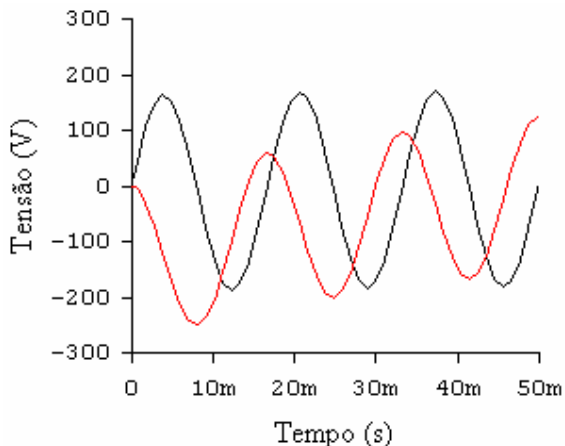
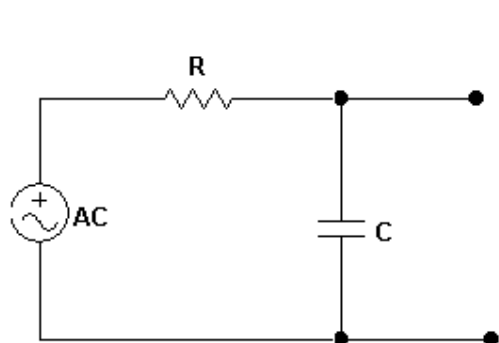
A impedância (Z) é composta por uma componente real denominada de resistência (R) e por uma componente imaginária denominada reatância(X).

A impedância de um circuito não pode ser calculada da mesma forma que uma resistência total de um circuito composto apenas por resistores. Os componentes reativos que defasam

correntes ou tensões, fazem-se necessário de uso de formas particulares para o cálculo da impedância de cada tipo de circuito CA.

Circuito RC série em corrente alternada

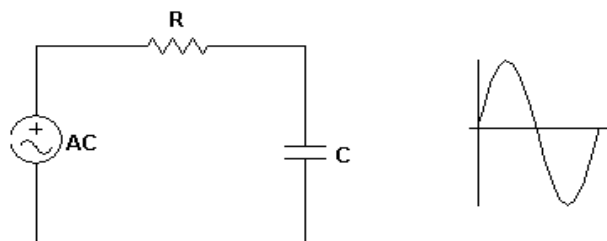
Os circuitos RC série em CA são utilizados como redes de defasamento quando se necessita obter um defasamento entre a tensão de entrada e a tensão de saída.



Estas defasagens são muito importantes e utilizadas nos equipamentos industriais como, por exemplo, os controles de velocidade para motores.

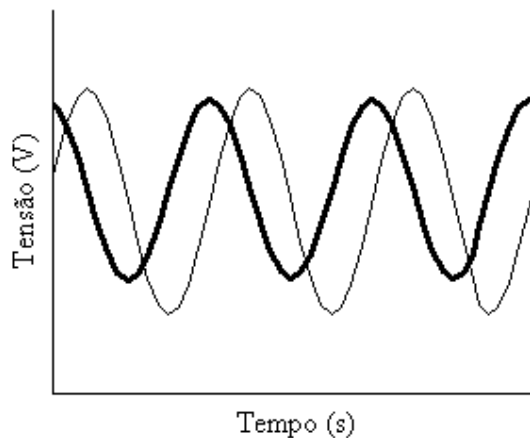
Para melhor compreendermos o funcionamento do circuito RC série em CA, é necessário traçar os gráficos senoidais das tensões sobre seus componentes.

Quando um circuito série formado por um resistor e um capacitor e ligado a uma fonte CA senoidal, ocorre a circulação da corrente. A corrente circulante tem a forma senoidal e pode ser representada através de um gráfico.



A circulação de corrente provoca o aparecimento de uma queda de tensão sobre o resistor. Como a corrente tem a forma senoidal, a queda de tensão sobre o resistor também é senoidal em fase com a corrente.

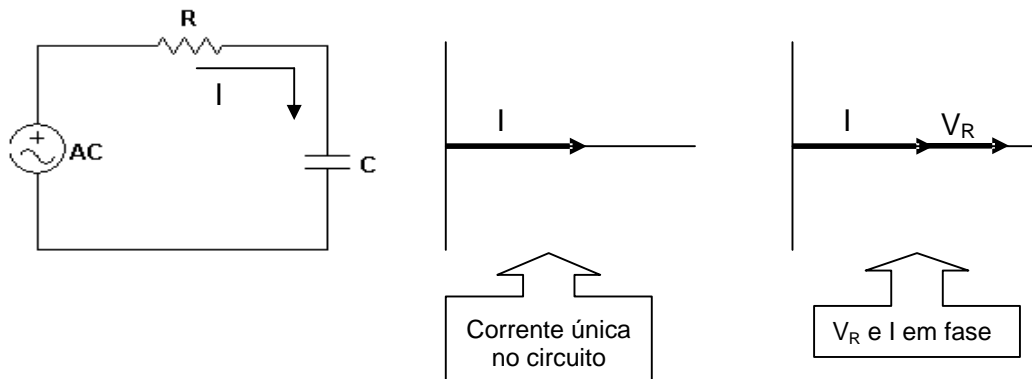
A tensão no capacitor também tem a forma senoidal. Existe, porém um fator importante a considerar. A tensão sobre o capacitor está sempre atrasada em relação a sua corrente. Por isso, a senóide que representa a tensão no capacitor aparecerá deslocada ao se fazer a sobreposição dos gráficos. O gráfico completo representa o comportamento das tensões e correntes no circuito RC série.



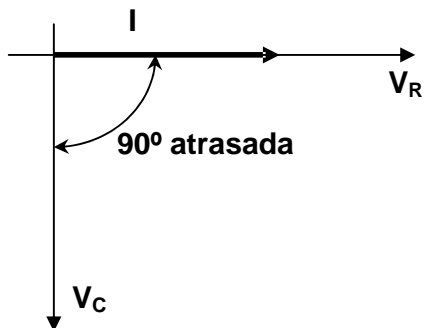
Os gráficos senoidais não são apropriados para o desenvolvimento do cálculo dos parâmetros dos circuitos CA. Por isso, o estudo dos circuitos CA é geralmente feito através dos gráficos vetoriais.

Para montar o gráfico vetorial do circuito RC série, toma-se como ponto de partida o vetor de corrente porque seu valor é único no circuito, Normalmente o vetor I é colocado sobre o eixo X no sistema referencial.

Partindo do princípio que a tensão sobre um resistor está sempre em fase com a corrente, pode-se representar o vetor V_R sobre o vetor I .



Como a tensão no capacitor está atrasada 90° com relação à sua corrente. O seu o vetor forma um ângulo de 90° com o vetor da corrente. A partir desse gráfico, é possível determinar os parâmetros do circuito.



Impedância no circuito RC série em CA

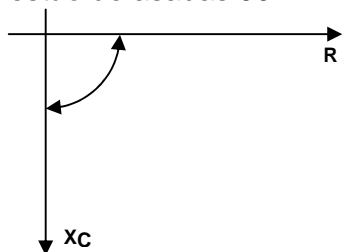
Como já visto anteriormente, a impedância de um circuito é a oposição que este circuito oferece à passagem de CA. Ela pode ser determinada a partir da análise do gráfico vetorial das tensões.

Matematicamente, se todos os vetores do sistema forem divididos por um único valor, o sistema não se altera. Dividindo-se os vetores pelo valor de I (corrente), obtem-se:

$$X_C = \frac{V_C}{I} \quad V_R = \frac{R}{I}$$

Então podemos redesenhar o gráfico vetorial conforme mostra a figura a seguir

O gráfico mostra que a resistência ôhmica do resistor e a reatância capacitiva do capacitor estão defasadas 90° .



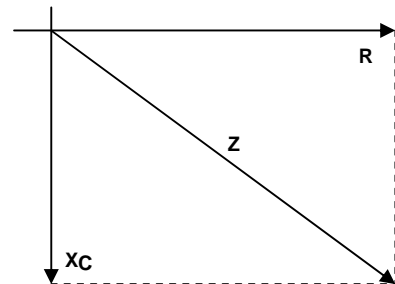
A impedância do circuito RC é a soma dos efeitos de X_C e R , ou seja, a soma entre os vetores X_C e R .

Graficamente, essa soma é resultante do sistema de vetores.

Matematicamente, o valor da resultante pode ser calculado pelo teorema de Pitágoras, uma vez que os vetores R , X_C e Z formam um triângulo retângulo.

Isolando o valor de Z , obtem-se a equação para o cálculo da impedância do circuito RC série, ou seja, $Z^2 = R^2 + X_C^2$.

Onde Z é a impedância em ohms;



R é a resistência do resistor em ohms;

X_C é a reatância capacitiva em ohms.

O ângulo de defasagem é a defasagem produzida pelo elemento reativo instalado ao circuito este ângulo é conhecido com φ .

$$\varphi^- = \arctg \frac{X_C}{R} \text{ portanto temos: } R = Z \cdot \cos \varphi^- \quad \text{ou} \quad X_C = Z \cdot \sin \varphi^-$$

O mesmo procedimento vetorial é usado para tensão no circuito RC série CA somando-se as tensões vetorialmente, ou seja, $V_T = V_R + V_C$.

Onde:

V_T é a tensão aplicada ao circuito em V;

V_R é a queda de tensão no resistor em V;

V_C é a queda de tensão no capacitor em V;

A corrente em um circuito RC série conectado a uma rede de CA depende da tensão aplicada e da impedância que o circuito apresenta. Os valores V, I e Z se relacionam segundo a lei de Ohm:

$$V_T = I \times Z$$

Onde:

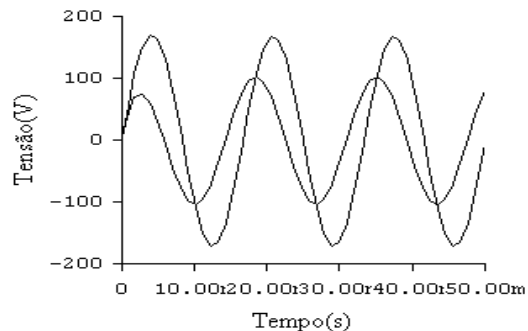
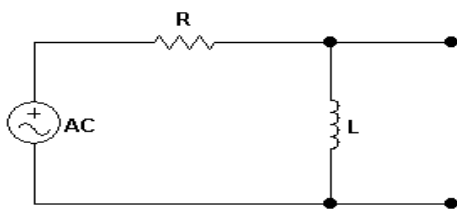
V_T é a tensão eficaz aplicada em V;

I é a corrente eficaz em A;

Z é a impedância em ohms.

Circuito RL série em corrente alternada

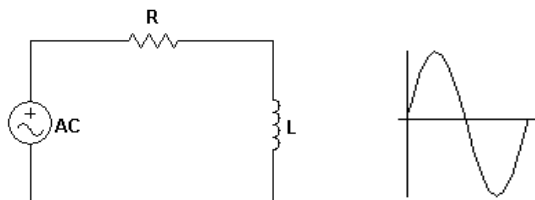
Os circuitos RL série em CA são utilizados como redes de defasamento quando se necessita obter uma defasagem entre a tensão de entrada e a tensão de saída.



Estas defasagens são muito importantes e utilizadas nos equipamentos industriais como, por exemplo, os controles de velocidade para motores.

Para melhor compreendermos o funcionamento do circuito RL série em CA, é necessário traçar os gráficos senoidais das tensões sobre seus componentes.

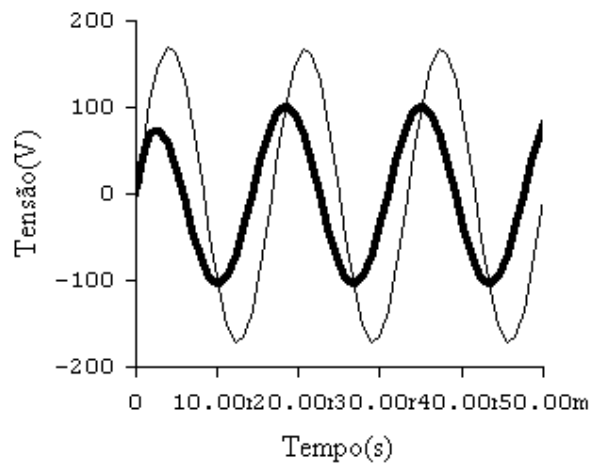
Quando um circuito série formado por um resistor e um indutor ligado a uma fonte CA senoidal, ocorre a circulação da corrente. A corrente circulante tem a forma senoidal e pode ser representada através de um gráfico.



A circulação de corrente provoca o aparecimento de uma queda de tensão sobre o resistor.

Como a corrente tem a forma senoidal, a queda de tensão sobre o resistor também é senoidal em fase com a corrente.

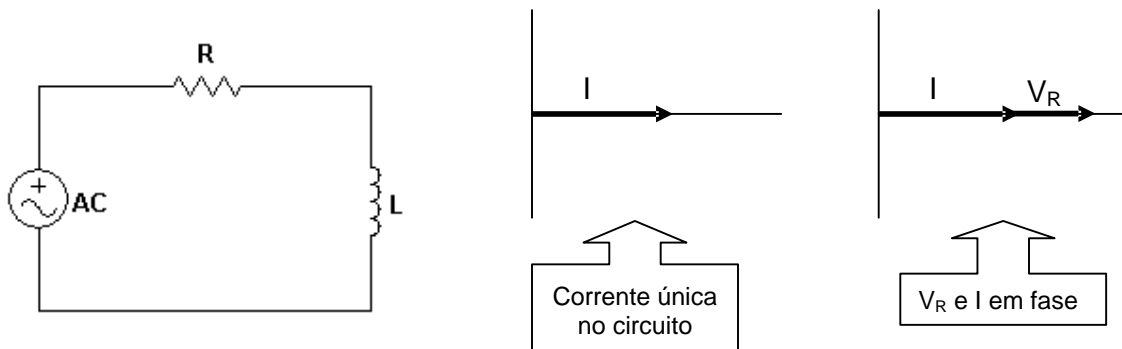
A tensão no indutor também tem a forma senoidal. Existe, porém um fator importante a considerar. A tensão sobre o indutor está sempre adiantada em relação a sua corrente. Por isso, a senóide que representa a tensão no indutor aparecerá deslocada ao se fazer a sobreposição dos gráficos. O gráfico completo representa o comportamento das tensões e correntes no circuito RL série.



Os gráficos senoidais não são apropriados para o desenvolvimento do cálculo dos parâmetros dos circuitos CA. Por isso, o estudo dos circuitos CA é geralmente feito através dos gráficos vetoriais.

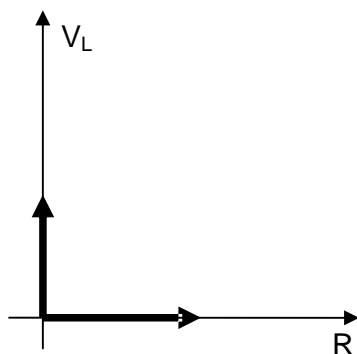
Para montar o gráfico vetorial do circuito RL série, toma-se como ponto de partida o vetor de corrente porque seu valor é único no circuito, Normalmente o vetor I é colocado sobre o eixo X no sistema referencial.

Partindo do princípio que a tensão sobre um resistor está sempre em fase com a corrente, pode-se representar o vetor V_R sobre o vetor I .



Como a tensão no indutor está adiantada 90° com relação à sua corrente. O seu o vetor forma um ângulo de 90° com o vetor da corrente. A partir desse gráfico, é possível determinar os parâmetros do circuito.

Impedância no circuito RL série em CA

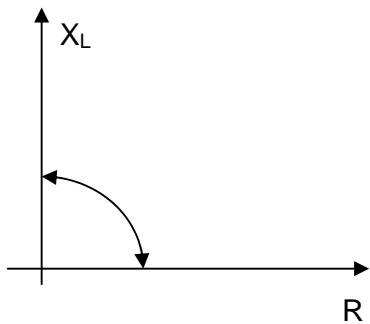


Como já visto anteriormente, a impedância de um circuito é a oposição que este circuito oferece à passagem de CA. Ela pode ser determinada a partir da análise do gráfico vetorial das tensões.

Matematicamente, se todos os vetores do sistema forem divididos por um único valor, o sistema não se altera. Dividindo-se os vetores pelo valor de I (corrente), tem-se:

$$V_L = \frac{X_L}{I} \quad V_R = \frac{R}{I}$$

Então podemos redesenhar o gráfico vetorial conforme mostra a figura a seguir



O gráfico mostra que a resistência ôhmica do resistor e a reatância indutiva do indutor estão defasadas 90°. A impedância do circuito RL é a soma dos efeitos de X_L e R , ou seja, a soma entre os vetores X_L e R . Graficamente, essa soma é resultante do sistema de vetores. Matematicamente, o valor da resultante pode ser calculado pelo teorema de Pitágoras, uma vez que os vetores R , X_L e Z formam um triângulo retângulo. Isolando o valor de Z , temos a equação para o cálculo da impedância do circuito RL

série, ou seja, $Z^2 = R^2 + X_L^2$.

Onde Z é a impedância em ohms;

R é a resistência do resistor em ohms;

X_L é a reatância indutiva em ohms.

O mesmo procedimento vetorial é usado para tensão no circuito RL série CA somando-se as tensões vetorialmente, ou seja, $V_T = V_R + V_L$.

Onde:

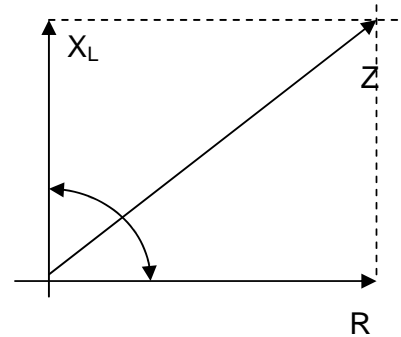
V_T é a tensão aplicada ao circuito em V;

V_R é a queda de tensão no resistor em V;

V_L é a queda de tensão no indutor em V;

O ângulo de defasagem é a defasagem produzida pelo elemento reativo instalado ao circuito este ângulo é conhecido com ϕ .

$$\phi^+ = \arctg \frac{X_L}{R} \text{ Portanto temos: } R = Z \cdot \cos \phi^+ \quad \text{ou} \quad X_L = Z \cdot \sin \phi^+$$



A corrente em um circuito RL série conectado a uma rede de CA depende da tensão aplicada e da impedância que o circuito apresenta. Os valores V , I e Z se relacionam segundo a lei de Ohm:

$$V_T = I \times Z$$

Onde:

V_T é a tensão eficaz aplicada em V;

I é a corrente eficaz em A;

Z é a impedância em ohms.

Análise das Potências

Quando trabalhamos com circuitos em corrente alternada a potência dissipada pelo componente é determinada de três formas diferentes, pois não teremos mais a situação linear fornecida a circuitos puramente resistivos.

Como estamos estudando circuitos que provocam defasagem ou atraso na tensão ou na corrente temos que analisar a potência por um outro prisma, ou seja pela fórmula original.

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi$$

Quando usamos circuitos resistivos não temos nenhuma perda por defasagem, portanto o $\cos \phi$ fica sendo o cosseno de 0, e pela trigonometria temos que o cosseno de 0 é 1, é devido a esse fato que em circuitos lineares a potência seja determinada pela equação abaixo:

$$P = V \cdot I$$

Em circuitos reativos dividimos o estudo das potências em três tipos: potência ativa ou potência real, potência reativa e potência aparente.

Como estudamos agora circuitos com comportamento vetorial temos que calcular as potências através de um triângulo de potências no qual temos potências ativa e reativas como uma decomposição vetorial da resultante potência aparente. Então agora vamos estudar cada potência individualmente

Potência Ativa (P)

A potência Ativa P, em watt (W), é aquela correspondente ao produto da corrente com a parcela da tensão que está em fase com a mesma. A potência ativa é a potência que pagamos à concessionária de energia pois é a potência real consumida pelo circuito reativo.

Quando a fase φ for próxima de zero maior será a potência ativa, menor será a energia desprendida sem finalidade de produzir trabalho.

Portanto para determinar a potência Ativa usamos a seguinte equação:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Potência Reativa (P_R)

A potencia reativa (VA_R) é a energia consumida por elementos indutivos ou capacitivos durante seu funcionamento. Ou seja, enquanto a corrente está sendo atrasada pelo indutor ou a mesma está sendo adiantada por um capacitor, nesse intervalo de tempo ocorre a potência reativa, que nada mais é que o produto negativo da corrente com a parcela da tensão que está em quadratura com ela portanto: podemos equacionada de seguinte forma:

$$P_R = U \cdot I \cdot \sin \varphi$$

Então podemos concluir que a potência reativa é totalmente perdida e não realiza trabalho útil por devolver essa energia ao gerador.

Potência Aparente (P_{AP})

A potência aparente (VA), e a potência total fornecida pelo gerador à impedância, isto é:

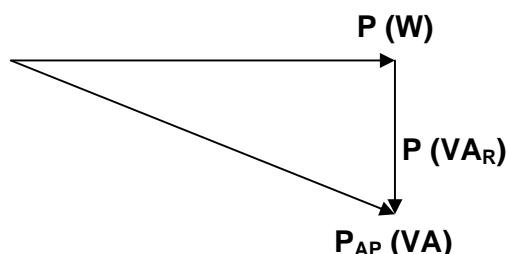
$$P_{AP} = U \cdot I$$

A potência aparente é o maior valor devido à soma dos vetores decompostos que são a potência ativa e a reativa. Ou seja, nem sempre a potência fornecida pelo gerador e totalmente consumida pelo circuito.

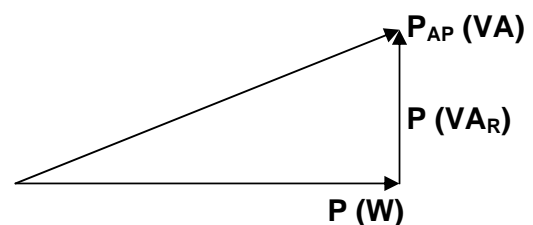
Triângulo das Potências

Podemos representar as potências em uma impedância por um triângulo de potências.

Na impedância indutiva temos:



Na impedância capacitiva temos:



Deste triângulo, tiramos as seguintes relações entre as potências:

$$P_{AP} = \sqrt{P^2 + P_R^2} \quad \text{e} \quad \varphi = -\arctg \frac{P_R}{P} \quad \text{e ainda}$$

$$P = P_{AP} \cdot \cos \varphi \quad \text{e} \quad P = P_{AP} \cdot \sin \varphi$$

Fator de Potência

A relação entre a potência ativa (consumida) e a potência aparente (fornecida pelo gerador) é denominada fator de potência FP, que é dado por:

$$FP = \frac{P}{P_{AP}} \quad \text{ou} \quad FP = \cos \varphi$$

O fator de potência é um valor positivo entre 0 e 1 que reflete o quanto da potência aparente fornecida pelo gerador é efetivamente consumida pelo circuito ou impedância.

A legislação sobre o Fator de Potência

Em conformidade com o estabelecido pelo Decreto nº. 62.724 de 17 de maio de 1968. E com a nova redação dada pelo Decreto nº 75.887 de junho de 1975, as concessionárias de energia elétrica adotaram, desde então, o fator de potência de 0,85 como referências para limitar o fornecimento de energia reativa.

O Decreto nº 479, de 20 de março de 1992, reiterou a obrigatoriedade de se manter o fator de potência o mais próximo possível da unidade (1,00), tanto pelas concessionárias quanto pelos consumidores, recomendando, ainda, ao Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) o estabelecimento de um novo limite de referência para o fator de potência indutivo e capacitivo.

A nova legislação pertinente, estabelecida pelo DNAEE, introduz uma nova forma de abordagem do ajuste pelo baixo fator de potência, com os seguintes aspectos relevantes:

Aumento do limite mínimo do fator de potência de 0,85 para 0,92;

Faturamento de energia reativa capacitiva excedente;

Redução do período de avaliação do fator de potência de mensal para horário, a partir de 1996.

Com isso muda-se o objetivo do faturamento: em vez de ser cobrado um ajuste por baixo fator de potência, como faziam até então, as concessionárias passam a faturar a quantidade de energia ativa que poderia ser transportado no espaço ocupado por esse consumo de reativo. Este é o motivo porque as tarifas aplicadas serem as de demanda e consumo de ativos, inclusive ponta e fora de ponta para os consumidores enquadrados na tarifação horosazonal.

Características um baixo Fator de Potência

Temos a seguir as características que proporcionam um baixo fator de potência a instalação elétrica:

Perdas na Instalação – Ocorrem em forma de calor e são proporcionais ao quadrado da corrente total. Como essa corrente cresce com o excesso de energia reativa, estabelece-se uma relação entre o incremento das perdas e o baixo fator de potência, provocando o aumento do aquecimento de condutores e equipamentos.

Quedas de Tensão – O aumento da corrente devido ao excesso de energia reativa leva a queda de tensão acentuada, podendo ocasionar a interrupção do fornecimento de energia elétrica e a sobrecarga em certos elementos da rede. Esse risco é acentuado durante os

períodos em que a rede é fortemente solicitada. As quedas de tensão podem provocar ainda, a diminuição da intensidade luminosa das lâmpadas e aumento da corrente nos motores.

Sobrecarga da capacidade instalada – A energia reativa, ao sobrecarregar uma instalação elétrica, inviabiliza sua plena utilização, condicionando a instalação de novas cargas e investimentos que seriam evitados se o fator de potência apresentasse valores bem mais altos. O "espaço" ocupado pela energia reativa poderia ser então utilizado para o atendimento de novas cargas.

Os investimentos em aplicação das instalações estão relacionados principalmente aos transformadores e condutores necessários. O transformador a ser instalado deve atender à potência total dos equipamentos utilizados, mas devido à presença de potência reativa, a sua capacidade deve ser calculada com base na potência aparente das instalações. A tabela abaixo mostra a potência total que deve ter o transformador, para atender uma carga útil de 1000 KW para fatores de potência crescentes.

VARIAÇÃO DA POTÊNCIA DO TRAFÓ EM FUNÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA		
Potência útil Absorvida KW	Fator de Potência	Potência do Trafo
	0,50	2000
100	0,80	1250
	1,00	1000

Também o custo dos sistemas de comando, proteção e controle dos equipamentos crescem com o aumento da energia reativa. Da mesma forma, para transportar a mesma potência ativa sem o aumento de perdas, a seção dos condutores deve aumentar à medida que o fator de potência diminui. A tabela abaixo ilustra a variação da seção de um condutor em função do fator de potência. (Nota-se que a seção necessária, supondo-se um fator de potência 0,70 é o dobro da seção para o fator de potência 1,00).

VARIAÇÃO DA SEÇÃO DO CABO EM FUNÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA	
Seção Relativa	Fator de Potência
1,00	1,00
1,23	0,90
1,56	0,80
2,04	0,70
2,78	0,60
4,00	0,50
6,25	0,40
11,10	0,30

A correção do fator de potência por si só já libera capacidade para instalação de novos equipamentos, sem a necessidade de investimentos em transformador ou substituição de condutores para esse fim específico.

Principais Conseqüências

- Acréscimo na conta de energia elétrica por estar operando com baixo fator de potência;
- Limitação da capacidade dos transformadores de alimentação;
- Quedas e flutuações de tensão nos circuitos de distribuição;
- Sobrecarga nos equipamentos de manobra limitando sua vida útil;
- Aumento das perdas elétricas na linha de distribuição pelo efeito Joule;

- Necessidade de aumento do diâmetro dos condutores;
- Necessidade de aumento da capacidade dos equipamentos de manobra e proteção.

Causas do fator de potência baixo

- Motores de indução trabalhando a vazio;
- Motores superdimensionados para sua necessidade de trabalho;
- Transformadores trabalhando a vazio ou com pouca carga;
- Reatores de baixo fator de potência no sistema de iluminação;
- Fornos de indução ou a arco;
- Máquinas de tratamento térmico;
- Máquinas de solda;
- Nível de tensão acima do valor nominal provocando um aumento de consumo de energia reativa.

Correção do Fator de Potência

Cargas Resistivas e Reativas

Em nível industrial, as cargas reativas indutivas ($\varphi > 0^\circ$) são em grande maioria, embora tenhamos também as resistivas ($\varphi = 0^\circ$) e as cargas reativas capacitivas ($\varphi < 0^\circ$).

As cargas resistivas não provocam defasagem entre tensão e corrente, recebendo do gerador apenas a potência ativa, que é dissipada totalmente. Essas cargas têm como fator de potência ou $\cos 0^\circ = 1$. Como exemplos de cargas com esse comportamento têm-se as lâmpadas, os aquecedores entre outros. Os equipamentos resistivos são especificados pela tensão de alimentação V_{RMS} e pela potência ativa (W).

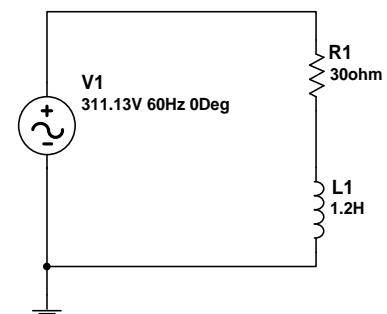
As cargas indutivas atrasam a corrente em relação à tensão, recebendo do gerador as potências ativa e reativa. Enquanto a potência ativa é totalmente dissipada a reativa é devolvida ao gerador. Essas cargas têm como característica o fator de potência sendo menor que 1, ou seja, $\cos \varphi^+$. Como exemplos de cargas indutivas têm-se as lâmpadas fluorescentes, os transformadores, os motores CA entre outros. Os equipamentos considerados indutivos são especificados pela tensão de alimentação V_{RMS} , pela potência ativa (W) ou aparente (VA) e pelo fator de potência.

As cargas capacitivas são aquelas que adiantam a corrente em relação à tensão, recebendo do gerador potências ativas e reativas. Essas cargas produzem um fator de potência negativo e menor que 1, ou seja, $\cos \varphi^-$. Esses tipos de cargas não são muito comuns. Uma das exceções é o motor síncrono que, por suas características, pode ter comportamento indutivo, resistivo ou capacitivo em função da corrente de campo (CC).

Para efeito de análise, consideraremos o caso mais geral que é o de uma instalação elétrica composta por cargas indutivas.

Exemplo: Um sistema de lâmpada fluorescente possui um reator com impedância de $1,2H$ e 30Ω de resistência em sua bobina qual será o Fator de Potência deste reator sabendo que a tensão de alimentação do sistema é de $220\angle 0^\circ V$ e frequência de $60Hz$. Conforme o esquema ao lado:

Começamos determinando o X_L , Z , Defasagem e Fator de potência.



Reatância Indutiva

$$X_L = 2\pi \cdot F \cdot L$$

$$X_L = 2\pi \cdot 60 \cdot 1.2 \\ X_L = 452,4 \angle 90^\circ \Omega$$

Impedância

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$Z = \sqrt{30^2 + 452,4^2} \\ Z = 453,4 \angle 86,2^\circ \Omega$$

Fator de Potência

$$FP = \cos = \frac{R}{Z} \quad FP = \cos = \frac{30}{453,4}$$

$$FP = 0,06$$

Defasagem

$$\arccos = \varphi = \frac{R}{Z} \quad \arccos = \varphi = \frac{30}{453,4} \quad \varphi = 86,2^\circ$$

Cálculo das Tensões e Correntes

$$I = \frac{V}{Z} \quad I = \frac{220 \angle 0}{453,4 \angle 86,2^\circ} \quad I = 0,485 \angle -86,2^\circ$$

$$V_R = R \cdot I \quad V_R = 30 \angle 0 \cdot 0,485 \angle -86,2^\circ \quad V_R = 14,56 \angle -86,2^\circ V$$

$$V_{X_L} = X_L \cdot I \quad V_{X_L} = 452,4 \angle 90^\circ \cdot 0,485 \angle -86,2^\circ \quad V_{X_L} = 219,52 \angle 3,8^\circ V$$

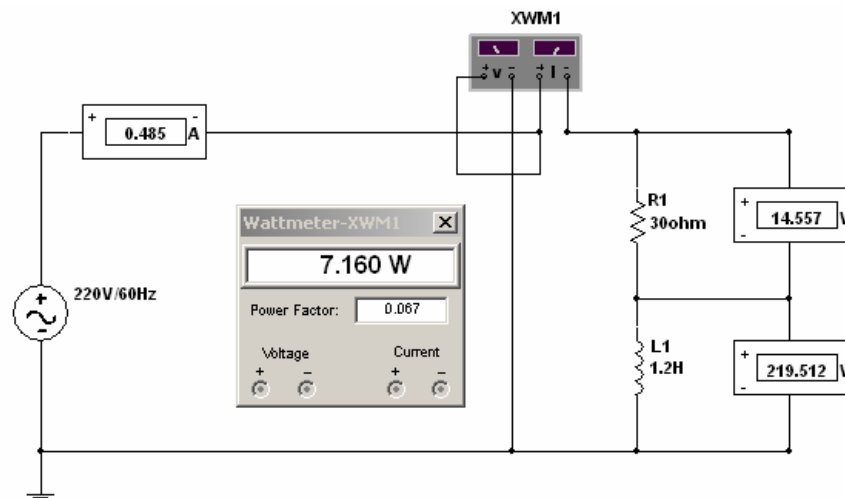
Cálculo das Potências

$$P_{AT} = U \cdot I \cdot \cos \varphi \quad P_{AT} = 220 \cdot 0,485 \cdot \cos 86,2^\circ \quad P_{AT} = 7,06 W$$

$$P_R = U \cdot I \cdot \sin \varphi \quad P_{AT} = 220 \cdot 0,485 \cdot \sin 86,2^\circ \quad P_{AT} = 106,51 VA_R$$

$$P_{AP} = U \cdot I \quad P_{AP} = 220 \cdot 0,485 \quad P_{AP} = 106,75 VA$$

Podemos comprovar os valores calculados através da simulação abaixo:



Agora podemos realizar a correção do Fator de Potência, que consiste em calcularmos um capacitor para compensar o atraso da corrente provocado pelo indutor do reator da lâmpada fluorescente. A correção do fator de potência deve ter seu valor -0,92 a 0,92.

Começamos a correção calculando a corrente para o fator de potência de 0,92 ou $\cos 23^\circ$. Usando a potência ativa do circuito proposto, pois é a potência real.

$$P_{AT} = U \cdot I_{COR} \cdot \cos \varphi \quad I_{COR} = \frac{7,06}{220 \cdot \cos 23^\circ} \quad I_{COR} = 34,9mA$$

Com a nova corrente corrigida determinamos a potência corrigida e a potência capacitiva

$$P_{CORRIGIDA} = U \cdot I_{COR} \cdot \sin \varphi \quad P_{RCAP} = P_{IND} - P_{COR}$$

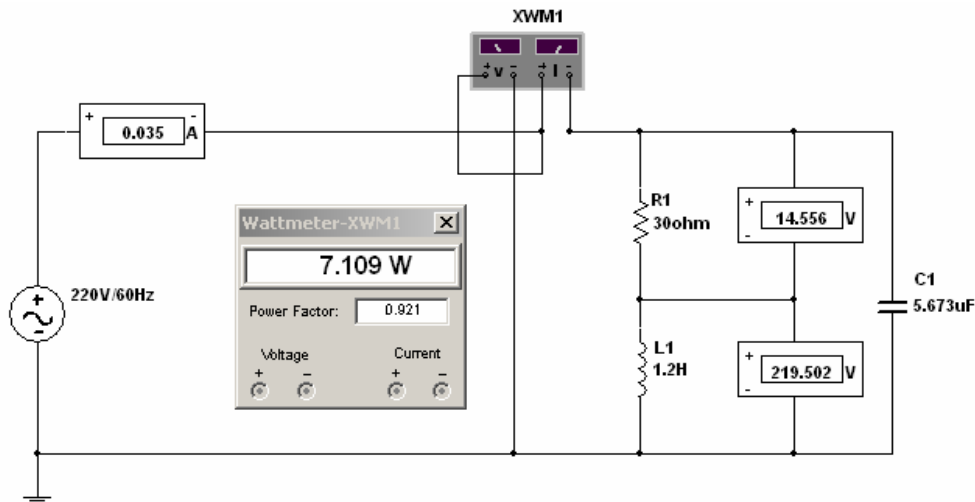
$$P_{CORRIGIDA} = 220 \cdot 0,0349 \cdot \sin 23 \quad P_{RCAP} = 106,5 - 3$$

$$P_{CORRIGIDA} = 3VA_R \quad P_{RCAP} = 103,5VA_R$$

Agora podemos terminar a correção calculando a reatância capacitiva e o capacitor que corrigirá o fator de potência em 0,92. Logo a seguir o circuito com os valores e o capacitor de correção.

$$P_{RCAP} = \frac{U^2}{XC} \quad XC = \frac{220^2}{103,5} \quad XC = 467,6 \angle -90^\circ \Omega$$

$$XC = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot C} \quad C = \frac{1}{2\pi \cdot 60 \cdot 467,6} \quad C = 5,673 \mu F$$



Como vemos através da simulação que os valores de tensão e potência ativa são aproximadamente os mesmos, no entanto a corrente do circuito são apenas 7% do valor obtido sem a correção. Portanto acabamos de comprovar que esse cálculo é bastante importante, e que para indústria e comércio, que normalmente possuem uma carga indutiva muito grande, deveriam possuir um sistema para determinar o Fator de Potência.

Observação:

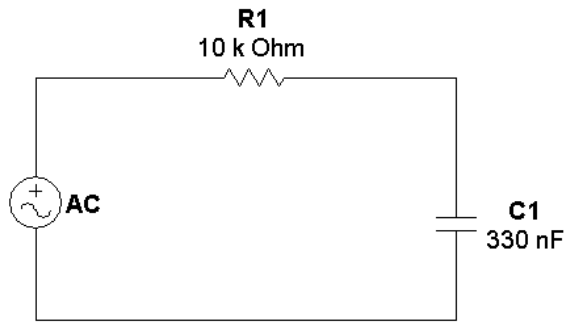
Se possuímos um osciloscópio, wattímetro ou multímetro é possível também determinar o fator de potência e chegar num circuito mais econômico e viável para as instalações elétricas em geral.

EQUIPAMENTOS E MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS

Qtde.	Descrição	Especificação
1	Fonte de Alimentação	FCC 3005 D
1	Multímetro	Analógico/Digital
1	Resistor	10KΩ
1	Capacitor	330nF / 250V
1	Reator	Lâmpada Fluorescente
1	Lâmpada	220V/40W

CIRCUITOS PROCEDIMENTOS MEDIDAS ANÁLISES

CPMA1 – Montar o circuito RC série



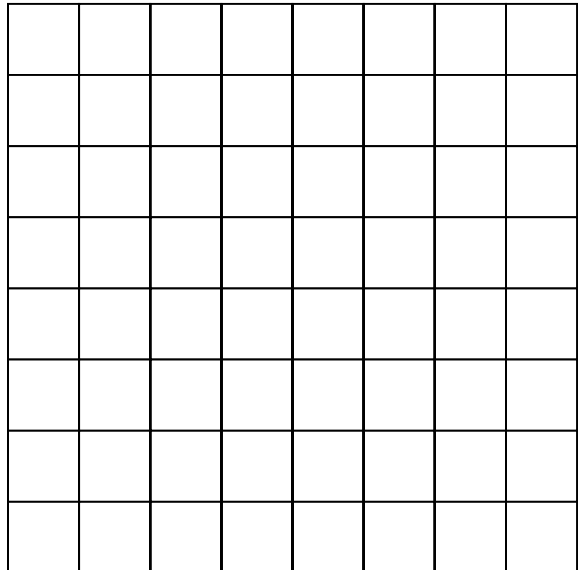
CPMA2 – Medir com o multímetro o que se pede na tabela abaixo:

V_{AC}		V_R	
I_T		V_C	

CPMA3 – Ligar no osciloscópio canal 1 a rede elétrica e o canal 2 ligado ao capacitor.

CPMA4 – Ajustar o osciloscópio para que os dois sinais sejam vistos de forma clara no instrumento. Medir e desenhar o sinal de tensão da rede e o sinal de tensão do capacitor e a defasagem entre eles.

V_{AC}	
V_C	
φ	



CPMA5 – Com os valores obtidos de tensão e corrente no item 2 calcular a impedância, o fator de potência e a defasagem do circuito utilizando as fórmulas abaixo e anotar os valores no quadro.

$$Z = \frac{V_{AC}}{I_T} \qquad FP = \frac{V_{AC}}{V_R} \qquad \arccos = \varphi = \frac{V_{AC}}{V_R}$$

Z		FP		φ	
---	--	----	--	-----------	--

CPMA6 – Calcular o valor da impedância do circuito utilizando processo matemático abaixo::

Calculando a Reatância Capacitiva

$$X_C = \frac{1}{2\pi \times F \times C} \quad \longrightarrow \quad X_C = \text{_____} \quad \longrightarrow \quad X_C = \text{_____}$$

Calculando a Impedância do Circuito

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} \quad \longrightarrow \quad Z_s = \sqrt{\text{_____}} \quad \longrightarrow \quad Z_s = \text{_____}$$

Calculando o Fator de Potência e a Defasagem

$$FP = \frac{R}{Z} \quad \longrightarrow \quad FP = \text{_____} \quad \longrightarrow \quad FP = \text{_____} \quad \arccos FP = \text{_____}$$

CPMA7 – Comparando a impedância calculada com os valores práticos de cada circuito podemos observar que os resultados obtidos foram _____. Completar a frase com a alternativa correta:

- Aproximadamente idênticos
 Bastante desiguais

CPMA8 – Realizar a soma vetorial dos valores de tensão medidas no item 2, utilizando o modelo abaixo:

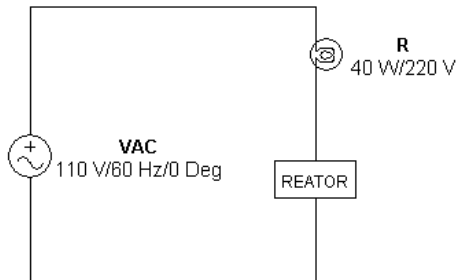
$$V_T = \sqrt{V_R^2 + V_C^2} \quad \longrightarrow \quad V_T = \sqrt{\text{_____}} \quad \longrightarrow \quad V_T = \text{_____}$$

CPMA9 – Comparando os valores calculados da tensão do circuito com o valor de tensão medida na rede elétrica pelo circuito RC podemos observar que os valores são _____. Completar a frase com a alternativa correta:

- Aproximadamente idênticos Bastante desiguais

Parte demonstrativa

CPMA10 Professor monta o circuito proposto abaixo com o amperímetro e o wattímetro conectado ao circuito



CPMA11 Medir a tensão de cada elemento do circuito com o multímetro, medir a defasagem com o osciloscópio e anotar a corrente e a potência ativa do circuito na tabela a seguir.

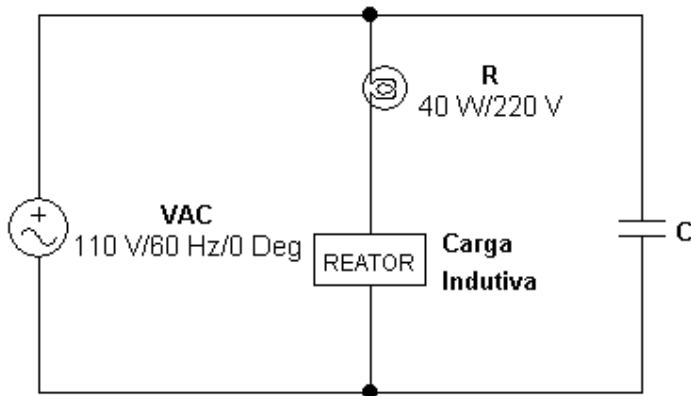
Tensão Lâmpada	Tensão Reator	Corrente Total	Defasagem	Potência Ativa

CPMA12 Calcular a defasagem do circuito usando a potência ativa e a tensão da rede para determinar o fator de potência do circuito. Calcular também o fator de potência do valor medido pelo osciloscópio e responda a alternativa a seguir:

CPMA13 Determinar o capacitor para corrigir o fator de potência para 0,95 calculando todos os itens solicitados a seguir. Ao final anote todos os valores na tabela abaixo:

$I_{CORRIGIDA}$	P_{RCORR}	P_{RCAP}	Reatância Capacitiva	Capacitor

CPMA14 Montar o circuito proposto com o capacitor de correção



CPMA15 Medir os valores solicitados abaixo e anotá-los na tabela a seguir:

Tensão Lâmpada	Tensão Reator	Corrente Total	Defasagem	Potência Ativa

CPMA16 Comparando os valores obtidos antes e depois da correção podemos afirmar que a mesma se faz necessário sempre que tivermos cargas indutivas instaladas. Assinale a alternativa correta

SIM NÃO

CPMA17 Num circuito puramente resistivo o fator de potência é. Assinale a alternativa correta.

0 1