

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

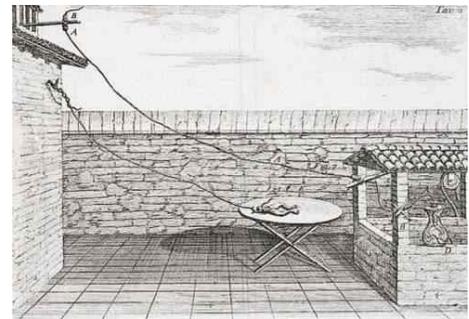
### Histórico

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, construiria 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 ( $\text{Cu}^{++}$  e  $\text{Zn}^{++}$ ), 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?

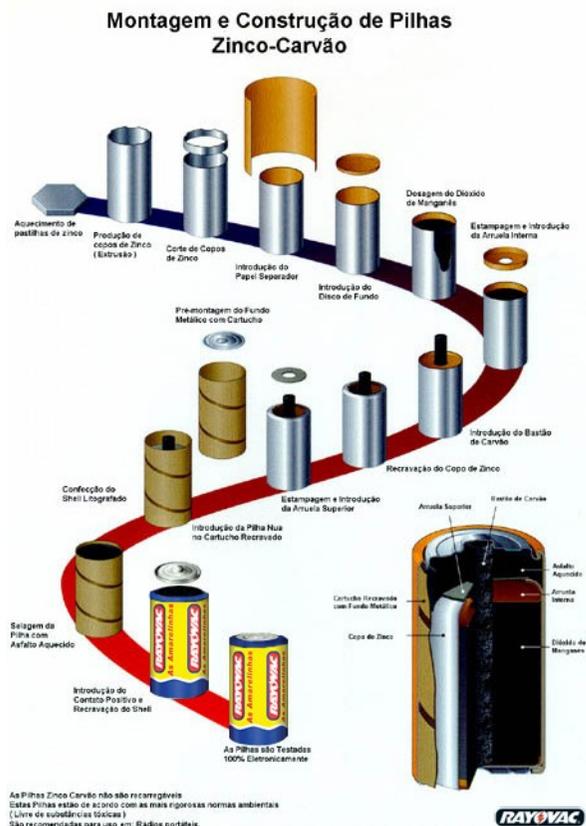
Não, ela volta a funcionar durante algum tempo, porque a baixa temperatura faz com que o gás amônia seja removido, o que não significa que ela foi recarregada.

- 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

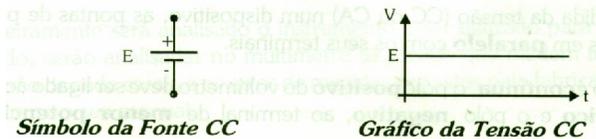


Fonte de alimentação é o nome genérico dos dispositivos ou equipamentos que fornecem tensão a um circuito elétrico. A fonte de alimentação pode ser um gerador de tensão, uma pilha ou uma bateria.

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).

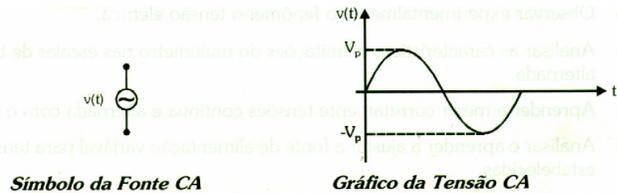
O símbolo genérico de uma fonte CC e a reapresentação gráfica de sua tensão são mostrados ao lado:



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).

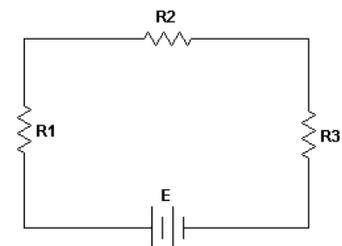
### Associação de resistores

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

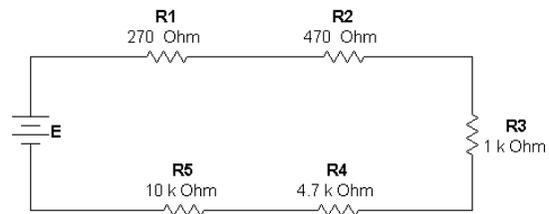
CPMA1 – Para se medir a tensão elétrica é necessário conectar o voltímetro em \_\_\_\_\_ com o dispositivo a ser medido. Assinalar a alternativa correta

- 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



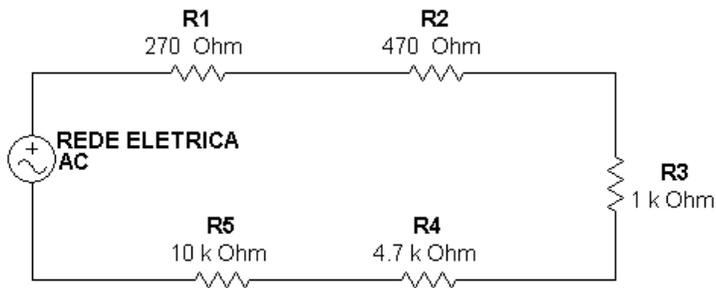
CPMA4 – Medir a tensão com a fonte ajustada de acordo com a tabela a abaixo com o multímetro analógico.

	E = 7V	E = 11V	E = 13V	E = 15V	E = 18V	E = 21V	E = 23V	E = 27V	E = 30V
V <sub>R1</sub>									
V <sub>R2</sub>									
V <sub>R3</sub>									
V <sub>R4</sub>									
V <sub>R5</sub>									

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 <sub>R1</sub>									
V <sub>R2</sub>									
V <sub>R3</sub>									
V <sub>R4</sub>									
V <sub>R5</sub>									

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