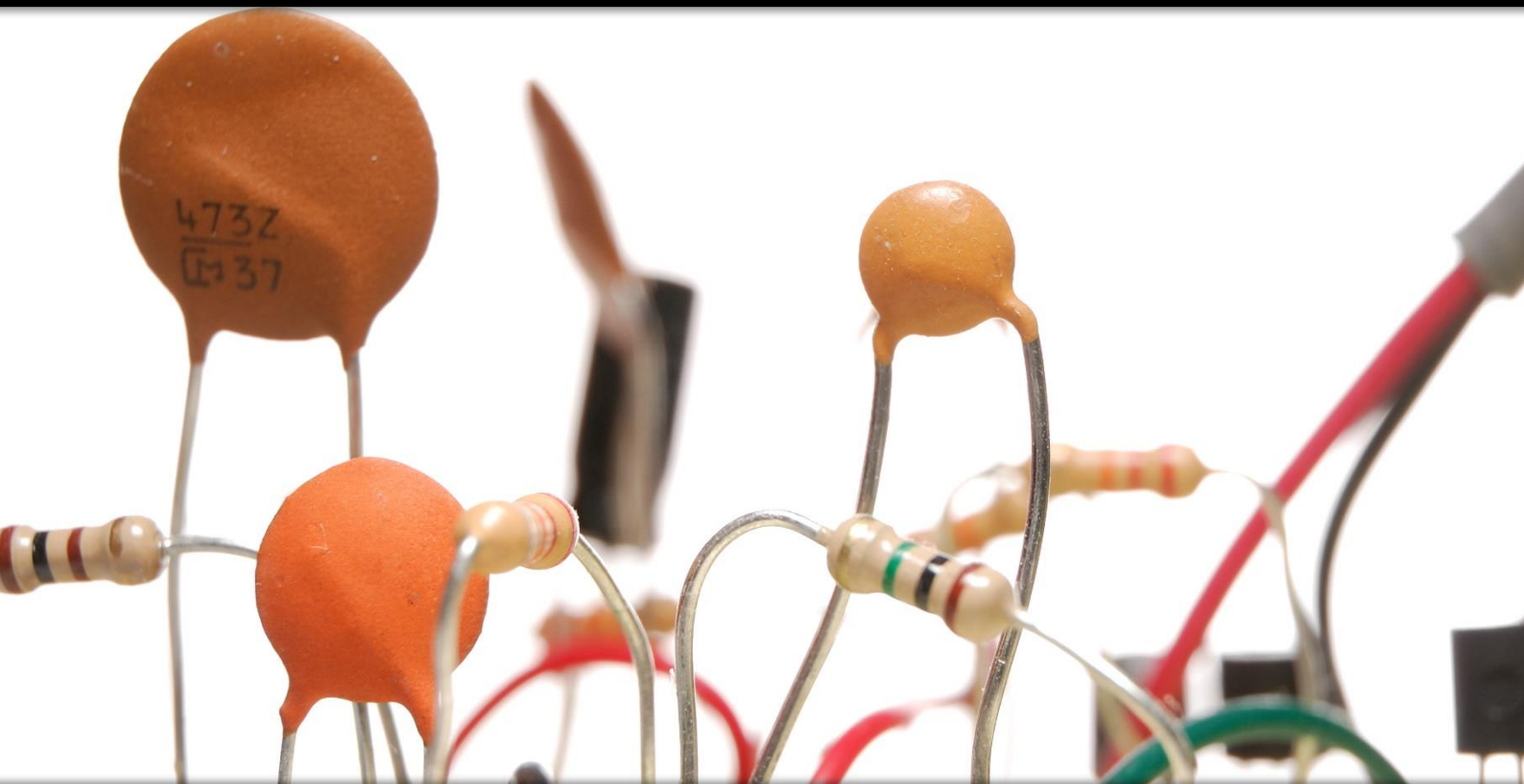







CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

APRENDER ELETRÔNICA É MAIS FÁCIL DO QUE PARECE!



SEU CURSO ONLINE COMPLETO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

- DICAS INÉDITAS 
- BÔNUS EXCLUSIVOS 
- FORUM DE DEBATE 

CURSO COM CERTIFICADO!





CURSO DE

ELETRÔNICA FÁCIL

Eletrônica Fácil

www.eletronicafacil.net

www.cursodeeletronicafacil.com





CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

SEJA MUITO BEM-VINDO!

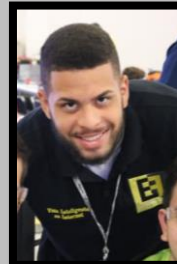
ESSE É O #TIME DO
ELETRÔNICA FÁCIL



Rodolpho



Diego



Josué



Rodrigo

SEU CURSO ONLINE COMPLETO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

Utilize o grupo no *WhatsApp*
para tirar suas dúvidas
diretamente com a gente!

Bons estudos.

Um forte abraço do
Time do Eletrônica Fácil!

Apresentação

O mundo da Eletroeletrônica é repleto de coisas magníficas, não é mesmo? O avanço tecnológico contínuo nos processos manufatureiros com a chegada da Indústria 4.0, os novos modelos de automação residencial, as maneiras diversificadas de fazer agricultura e até mesmo a mobilidade e conforto urbano, são alguns dos fatos que comprovam isso.

Mas a pergunta é: O quanto você está preparado para ser esse novo modelo de profissional? Já parou para pensar no quanto as formas de produzir vão mudar e, conseqüentemente o modelo de colaborador do futuro será totalmente outro? No entanto, uma coisa é certa, a Eletrônica estará presente em tudo que se pode imaginar.

Com o **Curso de Eletrônica Fácil** você consegue se destacar aprendendo de uma forma dinâmica, e aqui levamos a sério o aprendizado na prática! Se você é um entusiasta, técnico, engenheiro ou autodidata em busca por aprendizado “Mão na Massa”, certamente, aqui é o seu lugar!

Esse e-Book foi desenvolvido visando estabelecer um apoio didático, consulta de **informações teóricas** e as listas de **exercícios** pertinentes à cada módulo de estudo. É um material exclusivo para o curso e desenvolvido pela equipe Eletrônica Fácil.

Bons estudos,
Time do Eletrônica Fácil.

Agradecimentos

Em desenvolvimento, aguarde as próximas versões. Quaisquer observações, por favor, comunique a equipe **Eletrônica Fácil**.

Sumário

APRESENTAÇÃO	4
AGRADECIMENTOS.....	5
OS RESISTORES.....	10
.....	10
COMPOSIÇÃO DE UM RESISTOR ELETRÔNICO COMUM	11
QUAIS SÃO OS TIPOS DE RESISTORES?	11
SIMBOLOGIA	12
O CONCEITO DE RESISTÊNCIA ELÉTRICA	12
CÓDIGO DE CORES	13
PADRONIZAÇÃO “E SÉRIES”	14
CLASSE E6	14
CLASSE E12	15
CLASSE E24	15
CLASSE E24 - E96	16
ONDE SÃO UTILIZADOS OS RESISTORES?	18
PRATICANDO	19
SOLDAGEM DE COMPONENTES ELETRÔNICOS.....	21
A COMPOSIÇÃO DA SOLDA	22
O FERRO DE SOLDAR.....	22
UMA SOLDA DE SUCESSO	23
PRATICANDO	25
MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS EM ELETRÔNICA	28
REPRESENTANDO A UNIDADE DE VÁRIAS FORMAS	29
PRATICANDO	30
COMO USAR O PROTOBOARD?	34
ONDE USAR O PROTOBOARD?	35
COMO FUNCIONA UM PROTOBOARD?	35
ENTENDENDO OS CIRCUITOS NO PROTOBOARD.....	36
PRATICANDO	38
ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES	41
ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE:.....	42
ASSOCIAÇÃO EM PARALELO:.....	42
ASSOCIAÇÃO MISTA:	43
PRATICANDO	45

O QUE É TENSÃO, CORRENTE E POTÊNCIA?	50
CORRENTE ELÉTRICA	51
TENSÃO ELÉTRICA	51
FAZENDO UMA ANALOGIA	52
POTÊNCIA ELÉTRICA	53
PRATICANDO	54
C.A. & C.C.	58
CORRENTE CONTÍNUA	59
CORRENTE CONTÍNUA EM PILHAS E BATERIAS	59
FORMA DE ONDA CORRENTE CONTÍNUA	59
CORRENTE ALTERNADA	60
CONHECENDO UM GERADOR DE CORRENTE ALTERNADA	60
O CONCEITO DE FREQUÊNCIA ELÉTRICA	61
PRATICANDO	62
LEI DE OHM	64
ENTENDENDO A 1ª LEI DE OHM	65
PRATICANDO	67
O FAMOSO EFEITO JOULE	71
DEFININDO O EFEITO JOULE	72
A MATEMÁTICA BÁSICA DO EFEITO JOULE	72
PRATICANDO	73
2ª LEI DE KIRCHHOFF	76
LEI DAS MALHAS OU LEI DAS TENSÕES	77
O QUE É UMA MALHA?	77
DEFININDO A 2ª LEI DE KIRCHHOFF	77
1ª LEI DE KIRCHHOFF	79
LEI DAS CORRENTES OU LEI DOS NÓS	80
O QUE É UM NÓ?	80
DEFININDO A 1ª LEI DE KIRCHHOFF	80
PRATICANDO	81
TRANSFORMADORES	87
CONSTRUÇÃO DE UM TRANSFORMADOR MONOFÁSICO	88
TIPOS DE TRANSFORMADOR	89
RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO	90
PRATICANDO	91

DIODOS SEMICONDUTORES.....	94
MATERIAIS SEMICONDUTORES.....	95
DOPAGEM, FORMANDO CRISTAIS P E N.....	95
CRISTAL TIPO N	95
CRISTAL TIPO P	96
FORMAÇÃO DO DIODO: JUNÇÃO PN	96
IDENTIFICAÇÃO E SIMBOLOGIA DO DIODO	97
POLARIZAÇÃO DIRETA.....	97
POLARIZAÇÃO REVERSA.....	98
TESTANDO O DIODO	98
PRATICANDO.....	99
CIRCUITOS RETIFICADORES.....	102
RETIFICADOR MEIA ONDA	103
RETIFICADOR ONDA COMPLETA TRAFÓ CENTER TAPÉ	104
RETIFICADOR ONDA COMPLETA EM PONTE.....	105
PRATICANDO.....	106
REGULADORES DE TENSÃO FIXA	112
REGULADORES FAMÍLIA 78XX	113
ENCONTRANDO OS VALORES	114
POTÊNCIA DISSIPADA	114
QUEDA DE TENSÃO DE ENTRADA.....	114
POTÊNCIA DISSIPADA	115
SOBRE OS CAPACITORES ANTIRRÚIDOS	115
PRATICANDO.....	116
OS FAMOSOS CAPACITORES	119
SIMBOLOGIA X CLASSIFICAÇÃO X UNIDADE DE MEDIDA.....	120
CAPACITÂNCIA.....	120
CONSTRUÇÃO FÍSICA X FUNCIONAMENTO	121
CAPACITORES DE DISCO CERÂMICO.....	121
LEITURA DOS CAPACITORES CERÂMICOS DE DISCO	121
CARGA E DESCARGA DE UM CAPACITOR	122
ASSOCIAÇÃO DE CAPACITORES	123
ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE	123
ASSOCIAÇÃO EM PARALELO.....	124
ASSOCIAÇÃO MISTA.....	124
PRATICANDO.....	125
FILTRO CAPACITIVO E ESTABILIZADOR DE TENSÃO	130
TENSÃO DE ONDULAÇÃO	131
O CAPACITOR DE FILTRO	132
CALCULANDO O CAPACITOR DE FILTRO	133
PRATICANDO.....	134

REGULADOR DE TENSÃO AJUSTÁVEL.....	136
LM317 - FALANDO DE PINAGEM.....	137
LM317 – CIRCUITO X FUNCIONAMENTO X TENSÃO DE SAÍDA	137
PRATICANDO	138



Os resistores

UM ASSUNTO FUNDAMENTAL EM ELETRÔNICA

I



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

Os resistores são, nada mais nada menos, do que resistências elétricas. Esses componentes elétricos têm como função principal **se opor ao fluxo ordenado dos elétrons em um condutor**, ou seja, ele limita a passagem de eletricidade oferecendo uma **resistência** ao fluxo. Essa oposição resulta em um dos efeitos mais importantes da eletricidade: a transformação de **energia elétrica em energia térmica**, que como veremos a diante, denomina-se **Efeito Joule**.



Figura 1 - <pixabay.com>

Composição de um resistor eletrônico comum

A fabricação dos resistores foi pensada mediante algumas condições que são submetidos, como por exemplo trabalhar em **altas temperaturas** e resistir esse calor sem alterar sua estrutura físico-química. Um dos resistores mais comuns, e que por sinal é o modelo que mais vamos trabalhar no curso, tem o seguinte modelo de construção:

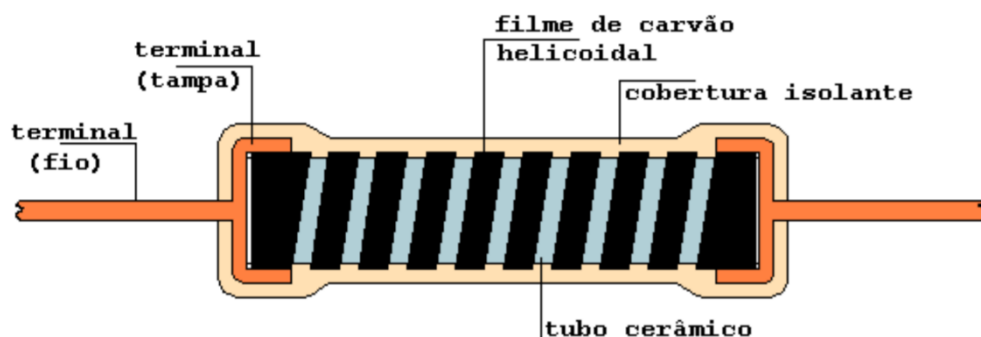


Figura 2 - <pixabay.com>

Quais são os tipos de resistores?

Eles são classificados em três grandes grupos:

→ Resistores fixos

Esses, como o próprio nome já diz, possuem um **valor de resistência fixo** e são encontrados em grande quantidade nos mais variados modelos de circuitos eletrônicos e eletroeletrônicos. Possuem baixo custo e são identificados através de um **código de cores** (para modelos *PTH*).

→ Resistores Ajustáveis

Com esse modelo de resistor pode-se ter uma certa flexibilidade nos projetos, pois a sua **resistência é ajustável**, não possuindo valor fixo. É muito aplicado em circuitos onde se faz necessário a **interação humana** (*ajustando manualmente*) para funcionar conforme necessário, e isso é feito usando ferramentas ou até mesmo diretamente com as mãos.

→ Resistores Variáveis

A resistência desse tipo de resistor varia de acordo com as **condições externas que são submetidos**. Temperatura, umidade, tensão elétrica, luminosidade etc. São a base para o funcionamento de muitos sensores que fazem parte de mundo da eletroeletrônica.

Simbologia

Os resistores possuem, usualmente, 2 tipos de simbologia que podem ser encontrados facilmente em diagramas eletrônicos de circuitos. Uma regida pela norma **ABNT** (*Associação brasileira de normas técnicas*) e a norma americana **ASA** (*American Standard Association*) ou DIN/ISO. Veja alguns exemplos simples:

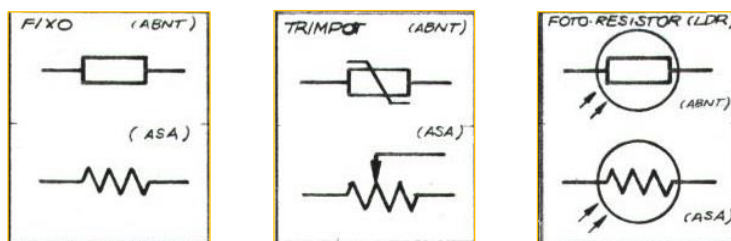


Figura 3 - Resistores Simbologias <interhelp.com.br>

O conceito de resistência elétrica

Pode-se definir resistência elétrica como a **capacidade que um determinado condutor oferece à passagem dos elétrons**, ou seja, quanto maior for a resistência do material condutor, maior vai ser a dificuldade dos elétrons em fluir (**resistividade elétrica é a resistência específica de material**). Esse fenômeno, chamado de resistência elétrica, tem como unidade de medida o **Ohm** [Ω], tem esse nome em homenagem ao grande físico alemão George Simon Ohm. A resistência elétrica é a razão $R: \frac{U}{I}$ (tensão elétrica/corrente elétrica), mas isso é assunto para outro módulo.

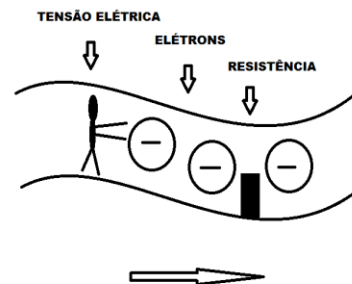


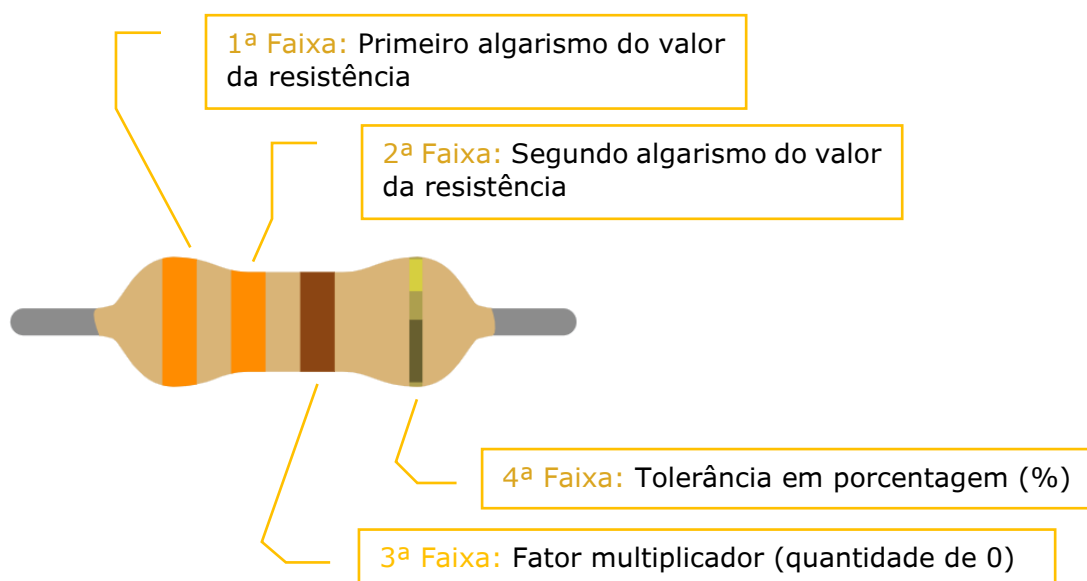
Figura 4 - <tecdantas.blogspot.com>

Código de cores

Para representar os diferentes valores de resistência oferecidos comercialmente, os **resistores eletrônicos PTH** (*terminal inserido no furo*), seguem um código de cores para identificação. Esse código de cores contempla todos os valores disponíveis para os resistores eletrônicos de 4 e de 5 faixas, que são os mais utilizados. Confira o procedimento de identificação através do código de cores:

Cor	1ª Faixa	2ª Faixa	3ª Faixa	Fator Multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	1xΩ	-
Marrom	1	1	1	10xΩ	+/- 1%
Vermelho	2	2	2	100xΩ	+/- 2%
Laranja	3	3	3	1kxΩ	-
Amarelo	4	4	4	10kxΩ	-
Verde	5	5	5	100kxΩ	+/- 0.5%
Azul	6	6	6	1MxΩ	+/- 0.25%
Violeta	7	7	7	10MxΩ	+/- 0.1%
Cinza	8	8	8	-	+/- 0.05%
Branco	9	9	9	-	-
Dourado				x0.1Ω	+/- 5%
Prata				X0.01Ω	+/- 10%

Tabela 1 - Tabela código de cores <cursoeetronicafacil>



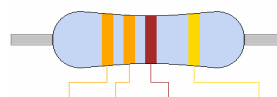
Tomando o resistor acima como exemplo podemos dizer que sua resistência é definida da seguinte maneira:

Laranja:3

Laranja:3

$$3 + 3 = 33$$

Os dois algarismos formam um valor



Em seguida aplica-se pelo fator de multiplicação:

Marrom: 10x

Logo, obtém-se o valor da resistência por: **33 · 10 = 330 Ω**

Padronização “E séries”

Por motivos de padronização, os resistores não são encontrados em valores aleatórios, eles são classificados segundo um sistema estabelecido pela norma **IEC 60063:1963**. Cada série está relacionada com a **tolerância** de variação na resistência que é dada em %. Um número de “Décadas” é definido para cada série, isto é, as **iniciais do resistor** em específico. Observe a tabela a seguir:

SUMMARY OF EIA PREFERRED OR STANDARD RESISTOR VALUE SERIES		
E SERIES	TOLERANCE (SIG FIGS)	NUMBER OF VALUES IN EACH DECADE
E6	20%	6
E12	10%	12
E24	5%	24
E48	2%	48
E96	1%	96
E192	0.5%, 0.25% and higher tolerances	192

Tabela 2 - < www.electronics-notes.com >

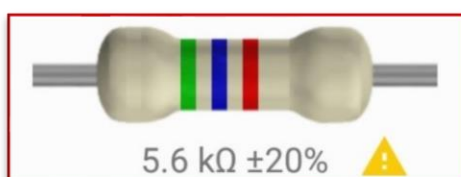
Classe E6

Conforme a tabela anterior pode-se notar que a **série E6** possui apenas **6 décadas disponíveis** para formar os valores dos resistores. Por exemplo [10, 15, 22, 33, 47, 68], e a tolerância padrão para esta série é de **+/-20%** em relação ao valor nominal da resistência. Nesta classe, os resistores possuem 3 faixas, sendo as duas primeiras os algarismos e a terceira o fator multiplicativo, portanto, não possui a faixa (4ª Faixa) da tolerância.

Exemplo de resistores que atendem a **classe E6**:



O resistor abaixo de 5.600Ω , **não atende** a classe E6, pois a sua década inicial, prefixo 56, não está padronizado neste tipo de resistor.



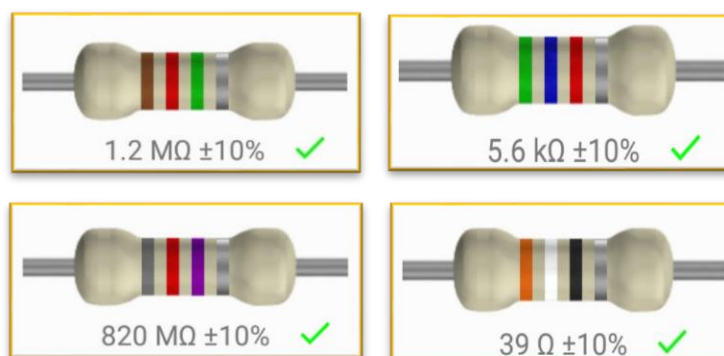
Classe E12

A classe E12 tem como característica as tolerâncias dos resistores sempre em um valor de $\pm 10\%$. Essa classe de resistores é representada pela faixa de cor **prata** após a faixa do fator multiplicativo, logo os resistores a partir desta classe passam a ter **4 faixas**. A classe E12 possui **12 décadas disponíveis** para formar o valor do resistor.

1.0	1.2	1.5
1.8	2.2	2.7
3.3	3.9	4.7
5.6	6.8	8.2

Tabela 3 - < www.electronics-notes.com >

Veja alguns exemplos de resistores da **classe E12**:



Esses valores podem ser conferidos na **tabela 1 (código de cores)**.

Classe E24

Com a série E24 onde as tolerâncias dos resistores passam a ter um valor $\pm 5\%$, essa classe de resistores é representada pela faixa de cor **dourado**. Os resistores desta classe também possuem 4 faixas.

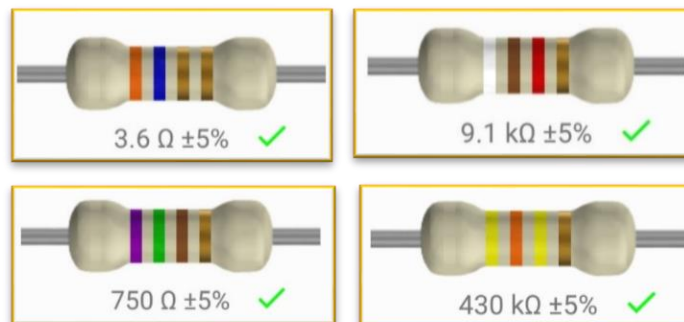
A classe E24 possui **24 décadas disponíveis** para formar o valor do resistor, a imagem abaixo mostra as opções disponíveis para este tipo de classe de resistor. Esta classe possui 12 décadas a mais que a classe E12, tem-se então décadas como: 75, 43, 36, 91 as quais não estavam disponíveis nos sistemas anteriores.

Confira a tabela que representa essa classe:

E24 STANDARD RESISTOR SERIES		
1.0	1.1	1.2
1.3	1.5	1.6
1.8	2.0	2.2
2.4	2.7	3.0
3.3	3.6	3.9
4.3	4.7	5.1
5.6	6.2	6.8
7.5	8.2	9.1

Tabela 4 - <www.electronics-notes.com>

Veja alguns exemplos de resistores da **classe E24**:



Classe E24 - E96

Os resistores da **classe E24** são os mais utilizados no mundo da eletroeletrônica, isso devido ao seu baixo custo, inúmeras possibilidades de décadas e também por atender as necessidades da maioria dos circuitos eletrônicos existentes. Mas quando tem-se a necessidade de uma precisão refinada e de alta fidelidade em relação ao valor ohmico do resistor, aparecem as **classes E48**, onde os resistores terão 2% de tolerância, e **E96**, onde os resistores terão 1% de tolerância.

Esses resistores são muito usados em circuitos eletrônicos que devem ler sensores de **alta precisão**. Predominante na área de instrumentação e medição de grandezas elétricas, acoplamento de sinais de transdutores, essas classes atendem os critérios de projeto

A cor da faixa da tolerância na classe E48 é **vermelha** e na classe E96, a faixa tem cor marrom, ambas estando após a faixa do fator multiplicativo. Os resistores destas classe possuem 5 faixas, as três primeiras sendo os três dígitos

inicias do valor ohmico, a quarta faixa será o fator multiplicativo, e a quinta faixa, marrom (1%) ou vermelha(2%), será a da tolerância.

A classe **E48** possui **48 opções** de inicias disponíveis para formar o valor do resistor, e a **E96**, por consequência, **96 opções**.

E48 series (tolerance 2%)					
100	105	110	115	121	127
133	140	147	154	162	169
178	187	196	205	215	226
237	249	261	274	287	301
316	332	348	365	383	402
422	442	464	487	511	536
562	590	619	649	681	715
750	787	825	866	909	953

Tabela 5 - <resistorguide.com>

E96 series (tolerance 1%)					
100	102	105	107	110	113
115	118	121	124	127	130
133	137	140	143	147	150
154	158	162	165	169	174
178	182	187	191	196	200
205	210	215	221	226	232
237	243	249	255	261	267
274	280	287	294	301	309
316	324	332	340	348	357
365	374	383	392	402	412
422	432	442	453	464	475
487	499	511	523	536	549
562	576	590	604	619	634
649	665	681	698	715	732
750	768	787	806	825	845
866	887	909	931	953	976

Tabela 6 - <resistorguide.com>

Esses valores podem ser conferidos na *tabela 6 (código de cores)* específica para **resistores de 5 faixas**.

Cor	1ª Faixa	2ª Faixa	3ª Faixa	4ª Faixa	Fator Multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	0	1xΩ	-
Marrom	1	1	1	1	10xΩ	+/- 1%
Vermelho	2	2	2	2	100xΩ	+/- 2%
Laranja	3	3	3	3	1kxΩ	-
Amarelo	4	4	4	4	10kxΩ	-
Verde	5	5	5	5	100kxΩ	+/- 0.5%
Azul	6	6	6	6	1MxΩ	+/- 0.25%
Violeta	7	7	7	7	10MxΩ	+/- 0.1%
Cinza	8	8	8	8	-	+/- 0.05%
Branco	9	9	9	9	-	-
Dourado					x0.1Ω	+/- 5%
Prata					X0.01Ω	+/- 10%

Tabela 7 - <cursodeletronicafacil>

Onde são utilizados os resistores?

Difícilmente **circuítos eletroeletrônicos** são projetos sem que tenham resistores, ou seja, os resistores serão **componenes rotineiros** para os fãs e profissionais da área. Veja algumas aplicações simples e encontradas no dia-a-dia:



Figura 5 - <magazineeliza.com>



Figura 6 - <mercadolivre.com>



Figura 7 - <mercadolivre.com>



Figura 8 - <mercadolivre.com>

Praticando

Os resistores



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

1. Aplicando seus conhecimentos os sobre resistores, responda as questões:
 - a) Defina com suas palavras o que é um resistor e, qual sua finalidade em um circuito eletroeletrônico.
R:
 - b) No contexto de código de cores, a última faixa representa o que? Cite 2 exemplos.
R:
 - c) Qual é a diferença entre resistência e resistividade? (Vídeo do módulo)
R:
 - d) Como visto neste módulo, os resistores podem ser confeccionados com diferentes tipos de materiais, no entanto há vantagens e desvantagens entre eles. Cite 2 tipos de materiais possíveis e suas vantagens.
R:

2. Preencha a tabela a seguir:

Resistor	Valor da resistência [Ω]	Cor da 1ª Faixa	Cor da 2ª Faixa	Cor da 3ª Faixa	Cor da 4ª Faixa	Classe do Resistor	Existe? S Ou N?
1	12.000 Ω +-5% OU 12k Ω +-5%	Marrom	Vermelho	Laranja	Ouro	E24	
2		Laranja	Laranja	Marrom	Prata	E12	
3		Verde	Azul	Amarelo	Ouro		
4		Amarelo	Violeta	Preto	Prata		
5		Cinza	Marrom	Ouro	Ouro		
6		Vermelho	Violeta	Verde	Ouro		
7		Violeta	Verde	Azul	Ouro		
8		Laranja	Marrom	Violeta	Ouro		
9		Azul	Verde	Amarelo	Prata		
10		Violeta	Vermelho	Vermelho	Prata		
11		Marrom	Laranja	Laranja	Ouro		
12		Marrom	Verde	Amarelo	Prata		
13		Azul	Vermelho	Cinza	Ouro		
14		Vermelho	Preto	Branco	Prata		
15		Branco	Marrom	Branco	Ouro		
16		Amarelo	Laranja	Branco	Ouro		
17		Marrom	Vermelho	Marrom	Prata		
18		Laranja	Laranja	Marrom	Prata		
19		Verde	Azul	Preto	Prata		
20		Amarelo	Violeta	Amarelo	Ouro		





Soldagem de componentes eletrônicos

COMO REALIZAR UMA SOLDA COM SUCESSO?

II



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

Ao realizar qualquer atividade relacionada com eletroeletrônica envolvendo hardwares, a **solda eletrônica** estará sempre presente. Soldar faz parte do dia-a-dia dos curiosos, *makers* e profissionais desta área. Com as dicas deste módulo, juntamente sua dedicação e **prática**, facilmente você desenvolverá as habilidades necessárias para realizar um projeto ou até mesmo a manutenção em placas eletrônicas. Fique ligado, pois esse módulo é essencial para a montagem dos projetos ao decorrer do curso.

A composição da solda

A solda é, basicamente, composta por uma liga metálica de **estanho** e **chumbo Sn/Pb**. Em certas situações, são adicionados materiais específicos às ligas que têm particularidades em atender desafios característicos de funcionalidade, como trabalho em altas temperaturas ou alta resistência mecânica, por exemplo.

O chumbo contido na solda comum é *prejudicial* aos seres vivos e principalmente aos seres humanos, quando expostos de forma agressiva por um longo período de suas vidas, podendo causar danos irreversíveis à saúde. A maioria dos países já não aceitam mais produtos eletroeletrônicos que contenham chumbo na composição da solda, como Estados Unidos e boa parte da Europa. Foi padronizado então a solda **“lead free”** (*solda livre de chumbo*), para a produção de equipamentos e dispositivos eletroeletrônicos em quase todo o mundo.

Os formatos da solda e modos de aplicação variam de acordo com cada necessidade. A mais conhecida é a solda em formato de fio, mas existem também a solda eletrônica em esferas e o banho de solda e etc.. A que vamos utilizar neste curso é a solda tradicional, usando o fio de estanho e o velho **ferro de soldar**.



Figura 9 - <pt.dhgate.com>



Figura 10 - <tapcamp.com.br>

O ferro de soldar

O ferro de soldar é a ferramenta responsável por fundir a liga da solda. Isso é feito através da aplicação do fio entre a ponta do ferro de soldar, o terminal do componente e a ilha. Para efeito de **preservação**, é importante manter sempre a ponta do ferro estanhada, para evitar oxidação. Vale lembrar que, se a ponta for danificada, ela pode ser substituída. Veja alguns modelos de pontas:



Figura 3 <www.fg.com.br>



Figura 3 <eletronicacastro.com.br>

Uma solda de sucesso

- 1º. Antes de tudo é **imprescindível** realizar uma boa **limpeza** no local que for realizar a solda, pois quanto mais limpa estiver a placa (*as ilhas de solda*) maior será a **aderência da solda**. Utiliza-se comumente: **álcool isopropílico**, **escova antiestática** e **lenço antiestático**.

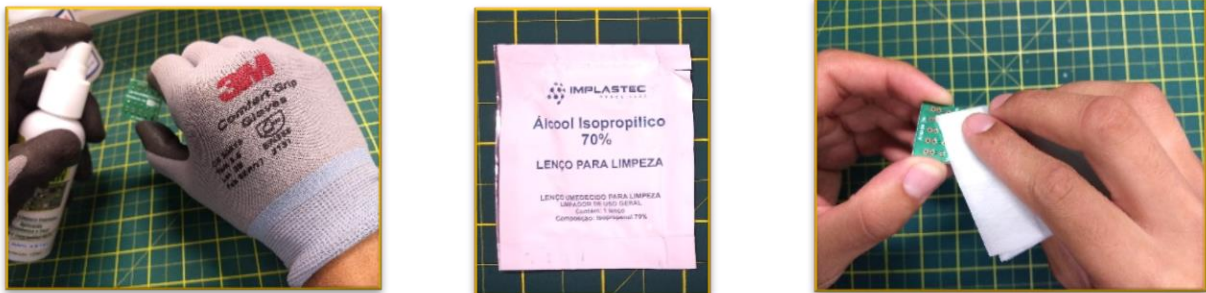


Figura 10 - <cursodeeletronicafacil>

- 2º. Agora é hora de adicionar o **fluxo de solda**. Este produto elimina a **camada de óxido** (*camada corrosiva*) que se forma nas ilhas de cobre, conserva a placa e facilita muito a soldagem. É indicado, principalmente, em situações onde a solda será realizada com estanho em **fio sem fluxo interno**. Utilize algo (*na imagem foi utilizado cotonete*) para aplicar o fluxo nos pontos específicos da solda e, não se esqueça de tomar muito **CUIDADO**, pois o fluxo é **inflamável**, mantenha-o distante do ferro de soldar e objetos que possam causar aquecimento ou faíscas.



Figura 11 - <cursodeeletronicafacil>

3º. Depois de ter feito a limpeza da placa e já adicionado o fluxo de solda, é o momento de **realizar a solda**. Confira algumas dicas importantes:

- I. É crucial deixar o ferro de solda atingir a **temperatura de fusão**. É importante saber que, a temperatura de aplicação de cada solda varia de acordo com a liga, atente-se a isso.
- II. Aplique **solda na ponta do ferro de soldar**, isso facilitará no processo. No entanto, evite deixar **excesso de solda na ponta**, visto que pode formar uma **gota** e esta cair sobre o circuito causando curto-circuito e, conseqüentemente retrabalho;
- III. Siga o passo a passo para efetuar uma solda com **SUCESSO!**



Figura 12 - Adaptado de: <blog.adafruit.com/2016/12/26/new-reference-card-soldering-101/>

IV. Sua solda não saiu como esperava? Não se preocupe! Veja quais os tipos de **soldas defeituosas** e como corrigir:



Figura 13 - Adaptado de: <blog.adafruit.com/2016/12/26/new-reference-card-soldering-101/>

Praticando

Soldagem de componentes eletrônicos



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

1. Segundo as boas prática de soldagem que você aprendeu neste módulo, assinale as alternativas **corretas**:
 - a) O álcool isopropílico serve para manter a temperatura do ferro estável no momento em que é aplicado o fio de solda.
 - b) O fluxo de solda serve para eliminar a oxidação nas ilhas de cobre e permitir uma melhor aderência à soldagem evitando soldas frias e má penetração.
 - c) É importante realizar uma boa limpeza na placa antes de iniciar a soldagem dos componentes e, a utilização de ferramentas antiestáticas é também uma boa prática.
 - d) Sempre que utilizar um ferro de soldar, é importante estanhar a ponta do mesmo antes de iniciar a soldagem, pois vai facilitar no momento de aplicação, além de conservar a ponta da ferramenta.
 - e) É aconselhável utilizar uma esponja metálica para reter as impurezas da ponta do ferro de solda ao invés de uma bucha umidecida, pois evita o choque térmico e aumenta a vida útil da ponta do ferro de soldar.
 - f) A utilização de óculos de proteção é dispensável, já que no processo de soldagem e manuseio de componentes nada pode ser projetado nos olhos, é só virar o rosto no momento da soldagem.
2. Com suas palavras, explique o processo de soldagem em um sucinto passo-a-passo:
R:
3. Explique com suas palavras o que é uma "solda fria" e como resolver esse problema.
R:

4. Para que serve a "pasta de solda"?

R:

5. É importante limpar o ponto de solda depois que utilizar a pasta de soldar?

Por quê?

R:



Múltiplos e submúltiplos em eletrônica

SIMPLIFICANDO AS REPRESENTAÇÕES DAS GRANDEZAS

II



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

Já imaginou representar, por exemplo, vários capacitores (*assunto para os próximos módulos*) de **1nF** em um circuito, mas sem o submúltiplo “nano” (n)? Ficaria: **0,000 000 001F**. Os múltiplos e submúltiplos servem para representar de uma forma simplificada os algarismos pequenos ou grandes. Analise a tabela a seguir para melhor entendimento:

MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS EM ELETROELETRÔNICA			
	Nome do prefixo	Símbolo Prefixo	Fator de multiplicação
<i>Múltiplos</i>	tera	T	$10^{12} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000$
	giga	G	$10^9 = 1\ 000\ 000\ 000$
	mega	M	$10^6 = 1\ 000\ 000$
	quilo	k	$10^3 = 1\ 000$
UNIDADE			
<i>Submúltiplos</i>	mili	m	$10^{-3} = 0,001$
	micro	μ	$10^{-6} = 0,000\ 001$
	nano	n	$10^{-9} = 0,000\ 000\ 001$
	pico	p	$10^{-12} = 0,000\ 000\ 000\ 001$

Como podemos observar na tabela, é muito simples formar um múltiplo ou um submúltiplo. **Multiplica-se** a unidade pelo **fator correspondente** e, para representar matematicamente o valor desejado, basta apenas **adicionar** o **símbolo do sufixo** junto à unidade de medida em questão. Veja o exemplo:

Representando a unidade de várias formas

Para entendermos de uma vez como funciona as representações dos múltiplos e submúltiplos, vamos analisar detalhadamente a questão a seguir:

1kW (*potência elétrica*)

quilo [k] (1000) • 1 watt [W] → (1) • (1000) = 1000W ou 1kW

Quilowatt: k+W = kW

Se fosse 1mW, seria então:

mili [m] (0,001) • 1 watt [W] → (1) • (0,001) = 0,001W ou 1mW

Miloeatt: m+W = mW

Dessa forma, basta apenas realizar esta mesma operação para obter os valores desejados sempre que houver necessidade de aplicar os múltiplos e submúltiplos.



Praticando

Múltiplos e submúltiplos em eletrônica



**CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL**

1. Converta as seguintes grandezas elétricas para seus múltiplos e submúltiplos. Ah, consulte a *tabela 1* e reveja o vídeo quantas vezes forem necessárias para fixar as maneiras de conversões.

a) 707 A: 707.000 mA

b) 200 mA: _____ A

c) 220 V: _____ mV

d) 1,5 kV: _____ V

e) 101×10^{-3} F: _____ F

f) 900×10^6 W: _____ W

g) 12 V: _____ mV

h) 1,2 kA: _____ mA

i) 0,5 J: _____ mJ

j) 500 000 mW: _____ W

k) 0,40 V: _____ mV

l) 1 pF: _____ nF

m) 20 G Ω : _____ k Ω

n) 13 T Ω : _____ Ω

o) 120 000 S: _____ KS

Resolução exemplo a):

$(707 \times 0,001 \text{ ou } 707 \times 10^{-3} = 707,000)$

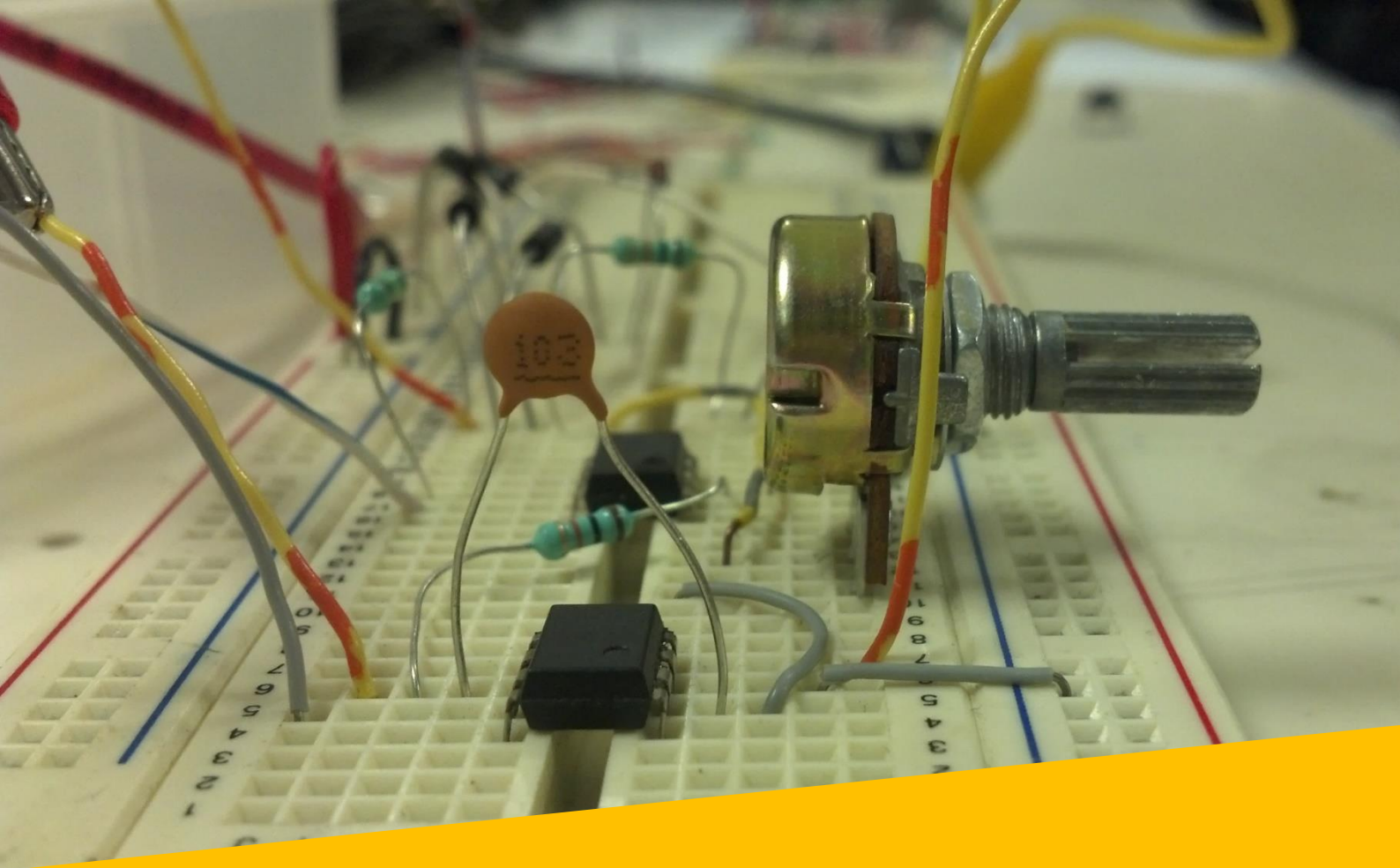
2. Resolva os desafios compostos nas tabelas das páginas seguintes, troque informações e ideias através do grupo do WhatsApp, pois esses exercícios são: **#DESAFIOSDOSALUNOS**

- a) Adeque os valores abaixo. Da unidade padrão de medida em seus devidos múltiplos para que os números possam obter, a partir disso, uma fácil interpretação quantitativa:

Exercício	Número	Aplicando Notação Científica	Múltiplo	Número Final
1	1.000 A	$1 \cdot 10^3 \text{ A}$	k	1kA
2	10.000 Hz	$10 \cdot 10^3 \text{ Hz}$	k	10kHz
3	100.000 V			
4	1.000.000 Ω			
5	1.000.000.000 W			
6	1.000.000.000.000 Ω			
7	76.200 Hz			
8	19.400 V			
9	9.320 A			
10	15.800 Ω			
11	130.000 W			
12	987.000 V			
13	764.500 A			
14	8.000.000 Ω			
15	54.000.000 Hz			
16	971.700.000 W			
17	1.210 A			
18	87.050 Hz			
19	167.800 V			
20	1.988.000 Ω			
21	8.129.000.000 W			
22	1.020.000.000.000 Ω			
23	88.800 Hz			
24	91.300 V			
25	4.370 A			
26	75.800 Ω			
27	191.000 W			
28	987.000 V			
29	124.500 A			
30	4.510.000 Ω			
31	22.600.000 Hz			
32	681.800.000 W			
33	25.500 Ω			
34	457.000 W			
35	321.000 V			
36	363.300 A			

b) **Desafio nível #HARD**. Adeque os valores abaixo. Da unidade padrão de medida em seus devidos múltiplos para que os números possam obter, a partir disso, uma fácil interpretação quantitativa:

Exercício	Número	Aplicando Notação Científica	Submúltiplo	Número Final
1	0,108 A	$108 \cdot 10^{-3} \text{ A}$	m	108 mA
2	0,098 V			
3	0,0014 Hz			
4	0,000568 W			
5	0,000704 V			
6	0,0000048 W			
7	0,000000091 F			
8	0,000000447 A			
9	0,000000000170 W			
10	0,000000789 F			
11	0,732 H			
12	0,031 Hz			
13	0,0014 W			
14	0,0000000859 H			
15	0,856000000000 W			
16	0,222 A			
17	0,444 V			
18	0,0067 Hz			
19	0,000971 W			
20	0,000368 V			
21	0,0000028 W			
22	0,000000101 F			
23	0,000000110 A			
24	0,00000000379 W			
25	0,000000468 F			
26	0,722 H			
27	0,111 Hz			
28	0,0025 W			
29	0,0000000684 H			
30	0,431000000000 W			
31	0,108000000 A			
32	0,0928 V			
33	0,0052 Hz			
34	0,0001687 W			
35	0,0007224 V			
36	0,0000089 W			
37	0,0000000122 F			



Como usar o protoboard?

DESVENDANDO ESSA FERRAMENTA SUPER IMPORTANTE

IV



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

O **protoboard** é fundamental no contexto da eletrônica, pois, provavelmente, todo circuito antes de ser montado oficialmente é **testado em um protoboard**, inclusive dos aparelhos eletrônicos e eletrodomésticos, que são comuns no dia-a-dia.

O protoboard pode ter outros nomes, como: *matriz de contato, placa de ensaio, breadboard* etc.

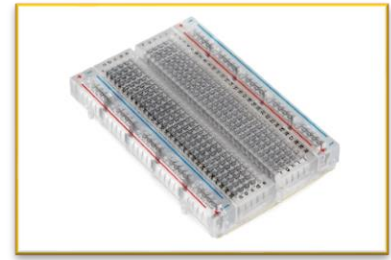


Figura 14 - <mercadolivre.com>

Onde usar o protoboard?

Essa placa de ensaio tão famosa no mundo da eletroeletrônica é, resumidamente, uma placa de teste. É aplicada em situações de **aprendizagem, desenvolvimento** e **testes de projetos**. Por ser reutilizável, não se faz necessária a elaboração de uma placa de circuito impresso, deixando assim o circuito flexível para modificações, testes e incrementações.

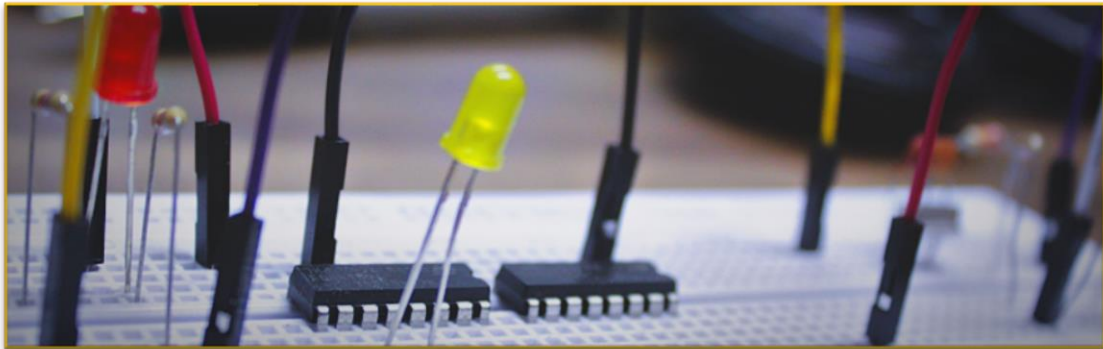
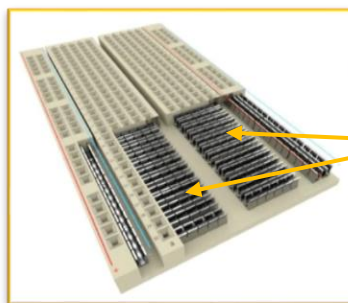


Figura 15 - <www.robocore.net>

Como funciona um protoboard?

Uma protoboard é, internamente, constituída de múltiplos **barramentos metálicos em paralelo** que permitem a *continuidade elétrica* das conexões quando montados os circuitos. Veja a imagem representativa:



É formado por grampos metálicos interligados de forma estratégica, onde são fixados os cabos e componentes que formam os circuitos

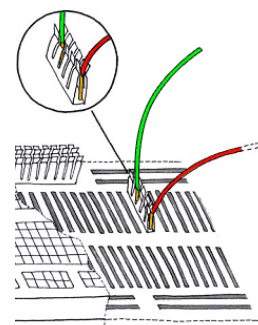


Figura 16 - <portal.vidadesilicio.com.br>

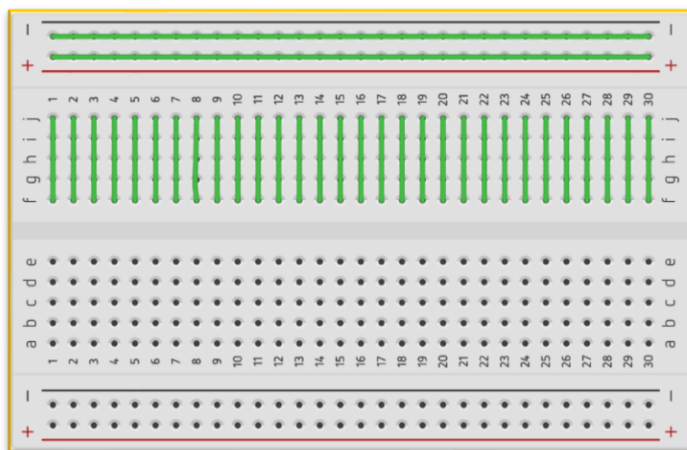


Figura 17 - <cursodeeletronicafacil>

As conexões que têm **continuidade elétrica** são indicadas pelos traços em **verde**.

Entendendo os circuitos no protoboard

É extremamente importante, depois desse módulo, que a capacidade de analisar um esquemático e realizar a montagem em um protoboard seja desenvolvida. Por tanto, vamos analisar juntos o **esquemático** abaixo (ligando um LED) e a **montagem** realizada em uma protoboard. Lembrando que, há várias formas de realizar uma montagem, mas é importante manter o máximo de **organização** possível e principalmente uma **quantidade mínima de cabos**, pois isso diminui a chance de possíveis maus contatos.

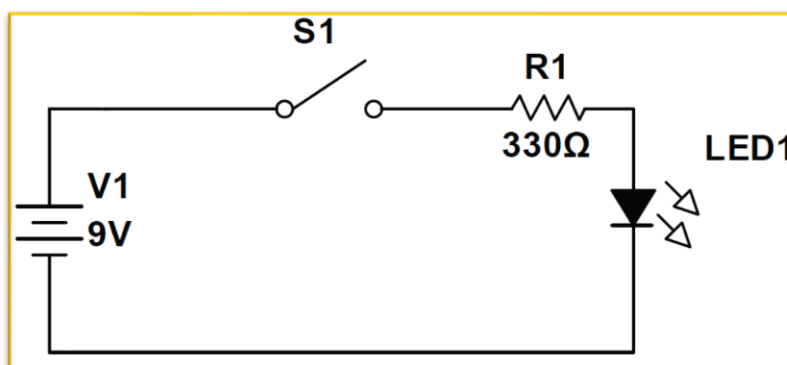


Figura 18 - <cursodeeletronicafacil>

Entendo o conceito de **continuidade elétrica**, que é a capacidade conduzir a eletricidade e sabendo como são dispostas as **conexões internas de um protoboard**, podemos verificar então que uma das formas do circuito acima ser montado em uma matriz de contato é a seguinte:

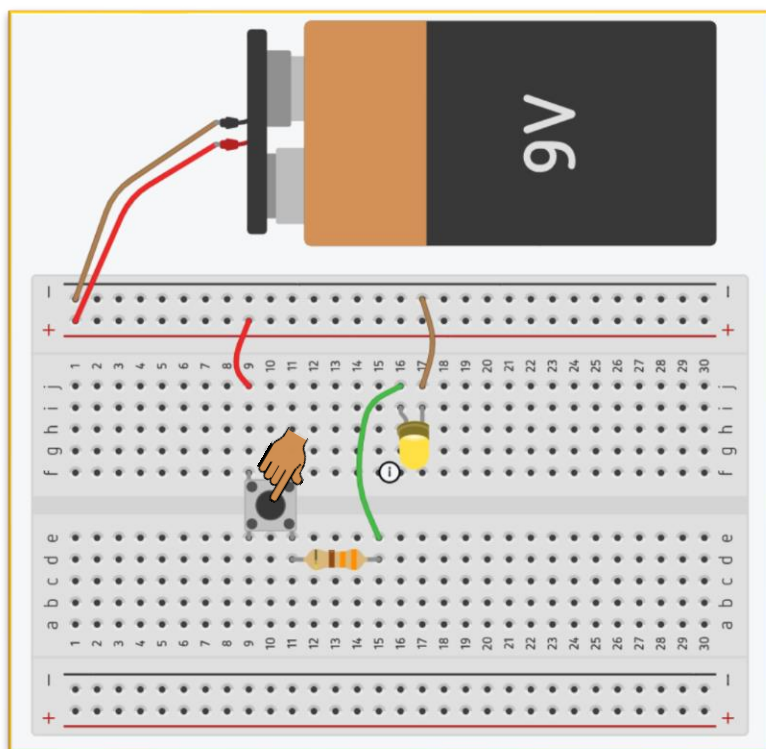


Figura 19 - <cursodeeletronicafacil>

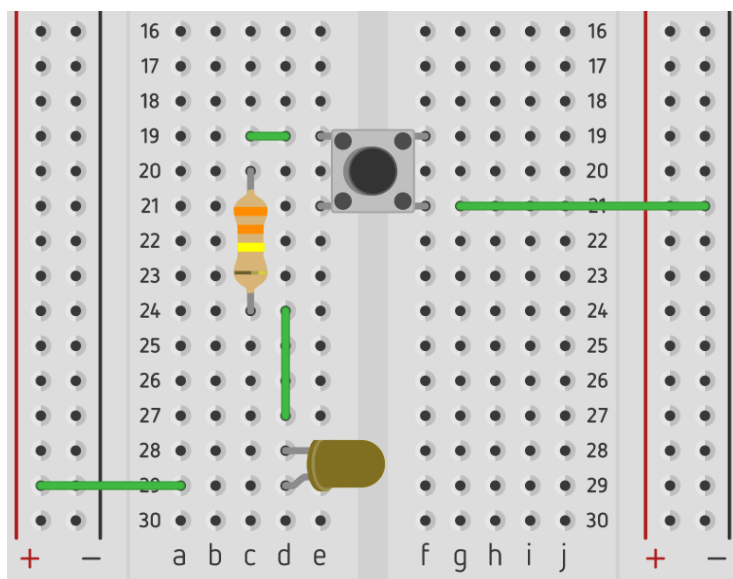
Praticando

Múltiplos e submúltiplos em eletrônica



**CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL**

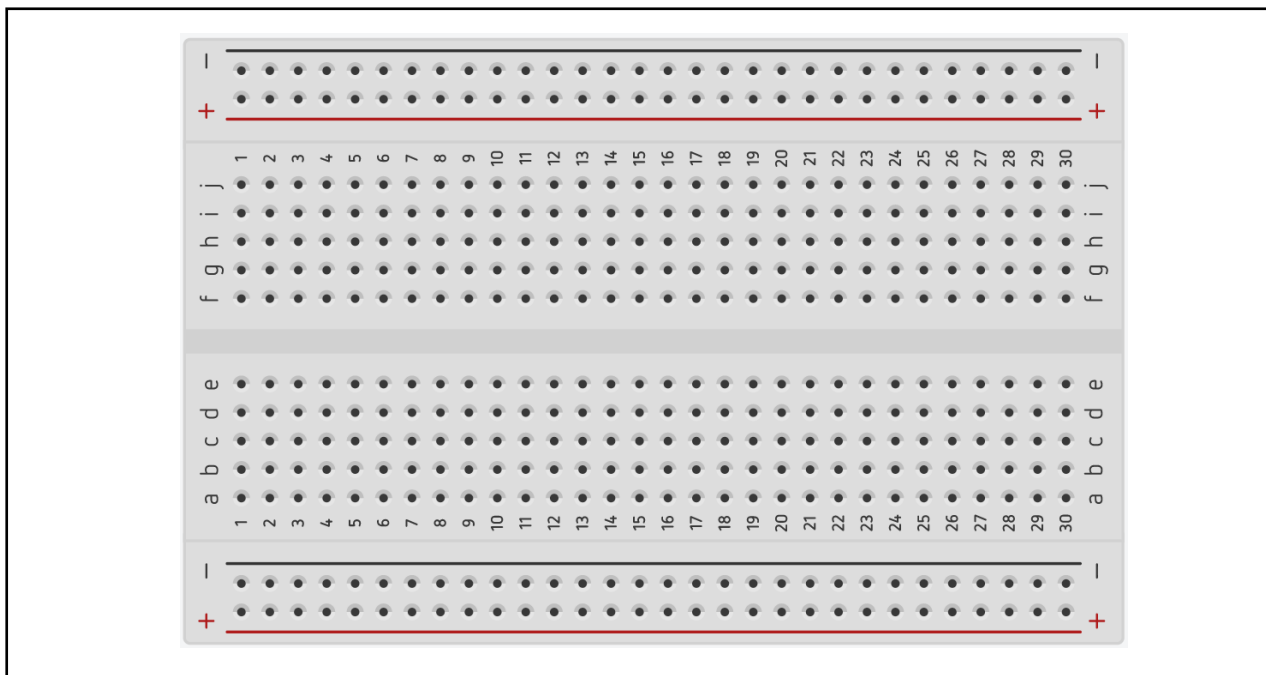
1. Observe o circuito a seguir:



a) Sabendo que os barramentos **negativo** e **positivo** estão conectados corretamente em uma **bateria de 9V**, o LED acenderia ao pressionarmos o botão? Justifique sua resposta com suas palavras.

R:

b) Desenhe o **circuito teste para** o acionamento de um LED, sem botão:

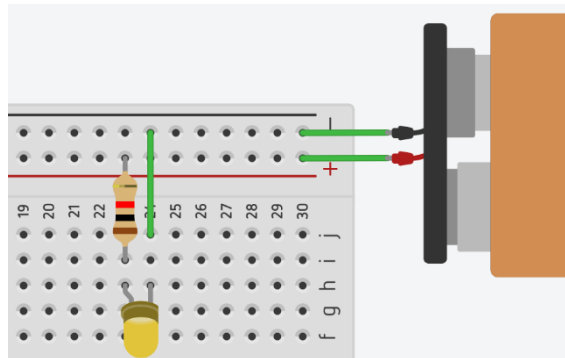


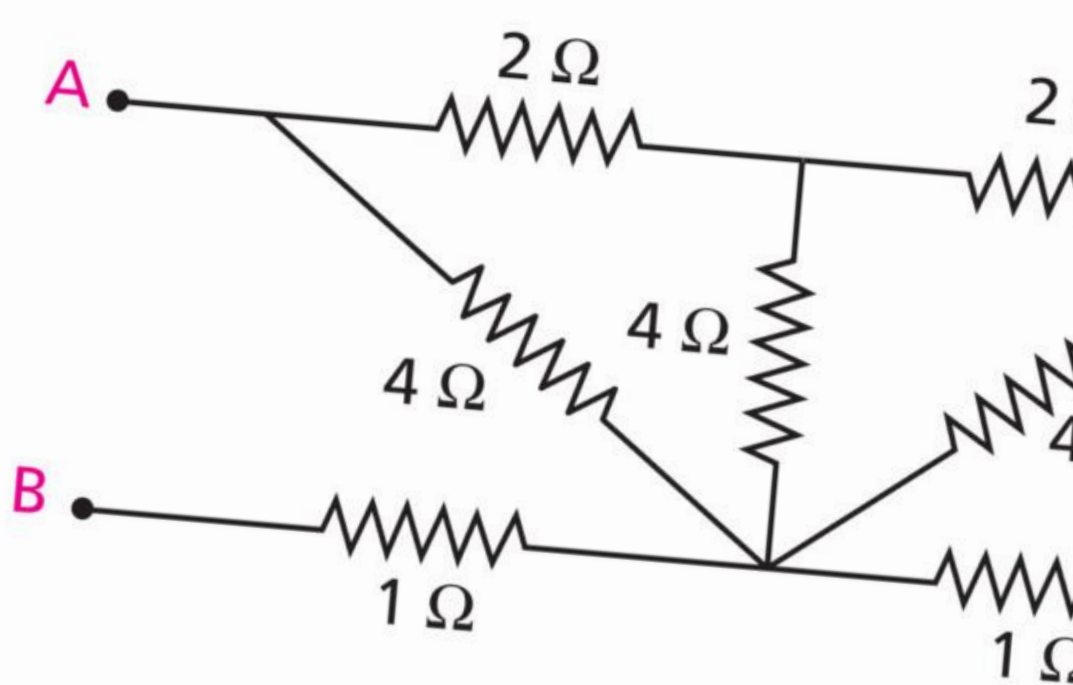
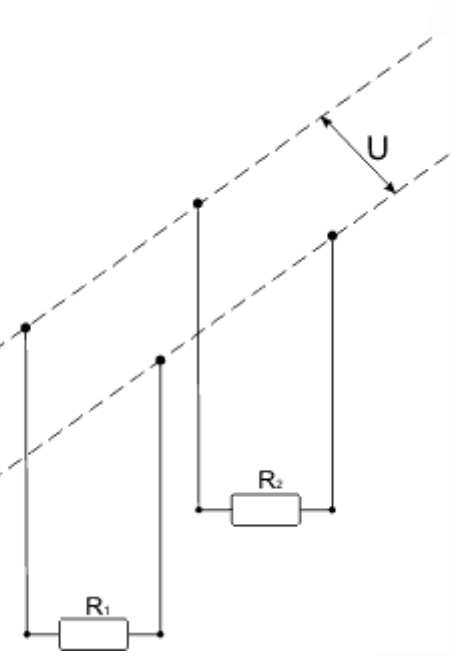
Gabarito

1.

a) Não, pois o circuito está montado de maneira que o circuito não tenha continuidade elétrica.

b)





Associação de resistores

OS CONCEITOS DE ASSOCIAÇÃO ELEMENTARES

V



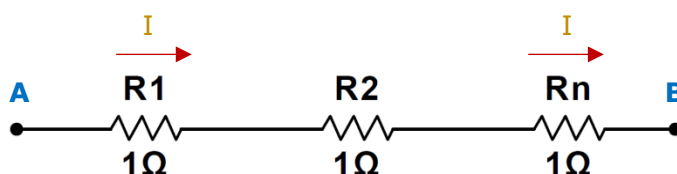
CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

A **associação de resistores** sempre estará presente nas atividades relacionadas à eletrônica e eletroeletrônica de modo geral. Associamos resistores quando queremos alcançar um **valor de resistência específico**, pois como vimos no Módulo I, não se encontra comercialmente qualquer valor de resistência.

Toda associação de resistores é representada pela resistência equivalente **Req**, e esta, por sua vez, é dada a partir dos tipos de associação. Veja quais são os tipos e aprenda a aplicá-los.

Associação em série:

Desta maneira, os resistores são ligados seguidamente, logo são percorridos pela **mesma corrente elétrica**.



A resistência elétrica equivalente [Req] para este circuito é dada por:

$$Req: R1 + R2 + Rn \dots$$

Analisando o circuito, nota-se que, a resistência equivalente desse tipo de circuito será sempre maior que um único resistor, ou seja, tem-se:

$$Req: \text{Soma das resistências}$$

A tensão elétrica (ddp) total aplicada entre os pontos **A** e **B** é obtida através da soma do total de resistências associadas no circuito. Podemos afirmar que: A **corrente elétrica é a mesma** e **tem-se queda de tensão**. Mas esse é assunto para um outro módulo.

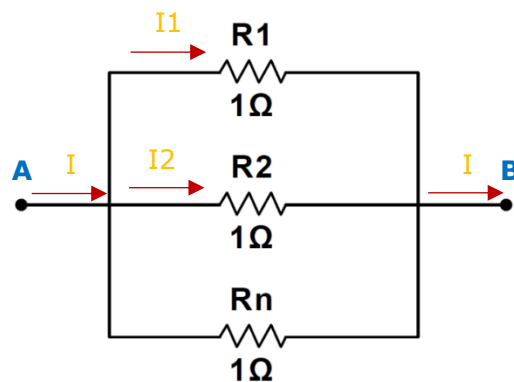
$$Vtotal: UR1 + UR2 + URn$$

Associação em paralelo:

Com este tipo de associação, tem-se os resistores ligados um ao lado do outro e, portanto, são submetidos a **mesma tensão elétrica**.

A corrente elétrica total que percorre esse circuito é obtida através da **soma das correntes** que passam por cada resistor. Logo temos:

$$Itotal: I1 + I2 + In$$



A **resistência elétrica**, deste modo, é dada por:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{Rn}$$

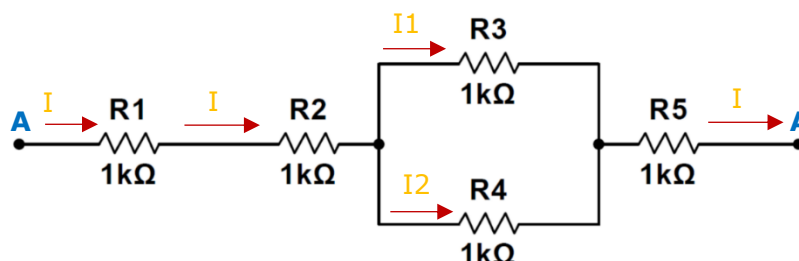
Pode-se utilizar também, para encontrar os valores de **2 em 2** resistores:

$$R_{eq} = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2}$$

Deste modo pode-se notar que: A resistência equivalente desse circuito é sempre **menor que a resistência de menor valor** que compõe o circuito. Podemos então afirmar que: A **corrente elétrica se divide** e a **tensão elétrica é a mesma**.

Associação mista:

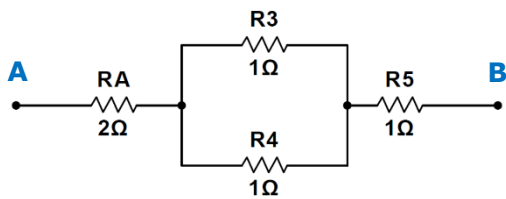
Os resistores são associados em **serie e paralelo**, formando conjuntos de resistências. Para resolver esse modelo de associação de forma assertiva, requer muita atenção e prática. Observe a representação:



Para encontrar os valores desse tipo de resolução, se faz necessário utilizar os modos **série e paralelo** de forma separada, aplicando também suas características em relação a corrente elétrica e a tensão elétrica. Isso pode ser feito **redesenhando** o circuito. Vale lembrar que há várias formas de encontrar a resistência equivalente, a mais comum e de fácil entendimento, na visão do time do eletrônica fácil é a seguinte, observe o passo-a-passo:

1ºPasso:

$$R_A: R_1 + R_2$$

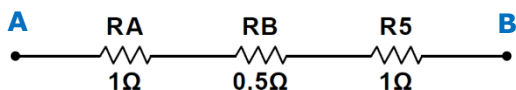


Matematicamente tem-se:

$$R_A: 1\Omega + 1\Omega = 2\Omega$$

2ºPasso

$$R_B: \left[\frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} \right] \text{ ou } \frac{R_B}{1}: \left[\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right]$$



Matematicamente tem-se:

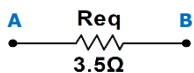
$$R_B: \left[\frac{1\Omega \cdot 1\Omega}{1\Omega + 1\Omega} \right] = 0.5\Omega \text{ ou } \frac{R_B}{1}: \left[\frac{1}{1\Omega} + \frac{1}{1\Omega} \right] = 0.5\Omega$$

3ºPasso:

Portanto, tem-se resistência total através das somas dos conjuntos:

$$R_{eq}: R_A + R_B + R_5$$

$$\text{Matematicamente tem-se: } R_{eq}: 2\Omega + 0.5\Omega + 1\Omega = 3.5\Omega$$



E dessa forma, pode-se resolver qualquer associação serie-paralelo, mas fique atento, pois nem sempre os circuitos possuem *formatos geométricos* favoráveis, então lembre-se: **redesenhar é o caminho mais fácil** e assertivo.

Curiosidades

Os primeiros resistores usados em eletrônica eram conhecidos como resistores de fio e consistiam em um enrolamento feito de materiais como o constantânio e ligas de cobre o qual era alojado sobre uma base de cerâmica.



Praticando

Associação de resistores



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

1. Com sua experiência adquirida em associação de resistores, responda:

a) O que é resistor equivalente?

R:

b) Quais são as características de uma associação em série de resistores?

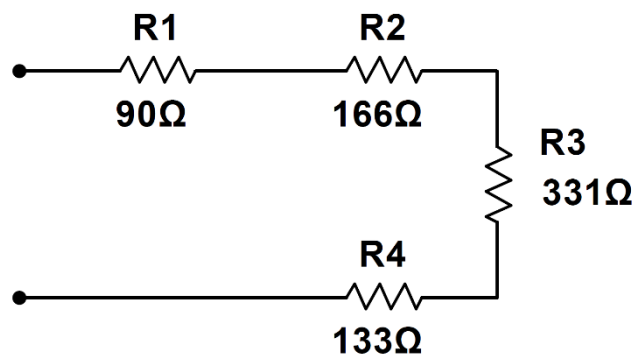
R:

2. Assinale (**V**) para verdadeiro e (**F**) para falso para as seguintes afirmações:

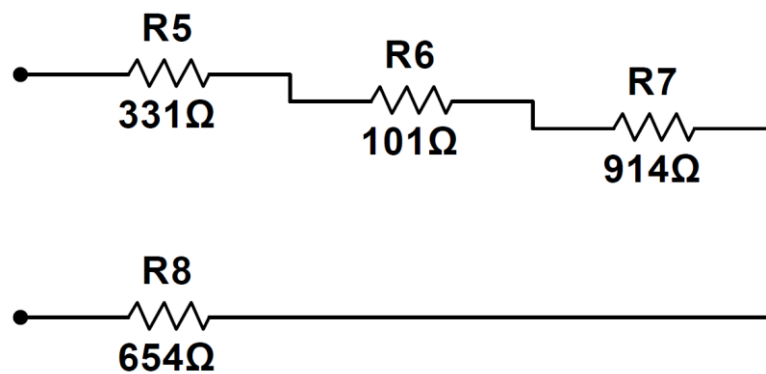
- I. () A soma de todos os resistores será maior que o resistor de maior valor em uma associação em série.
- II. () Em uma associação em série, a soma de todas as tensões nos resistores é igual a tensão da fonte.
- III. () A resistência equivalente em uma associação em paralelo sempre será maior do que o resistor de menor valor.
- IV. () Em uma associação paralela de resistores, a tensão em todos os resistores é igual.
- V. () Na associação em série, todos os resistores têm a mesma corrente.
- VI. () Uma associação mista é composta quando associam-se resistores em série e paralelo em um mesmo circuito elétrico.
- VII. () Os resistores que contêm a faixa dourada, possuem +/- 5% de precisão em relação ao seu valor nominal.
- VIII. () Um determinado resistor que possui as faixas seguidas consecutivamente por: Amarela, Preta, Marrom e Dourado é um resistor de $10\text{k}\Omega$ e possui tolerância de +/- 5%.

3. Calcule as resistências equivalentes dos seguintes circuitos:

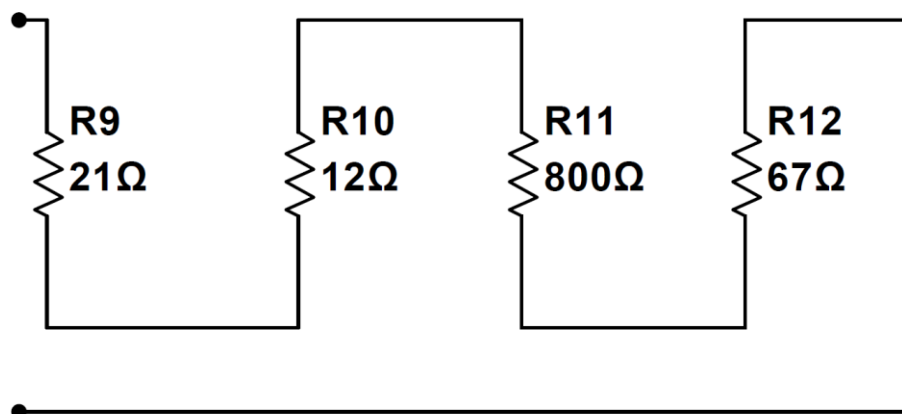
I.



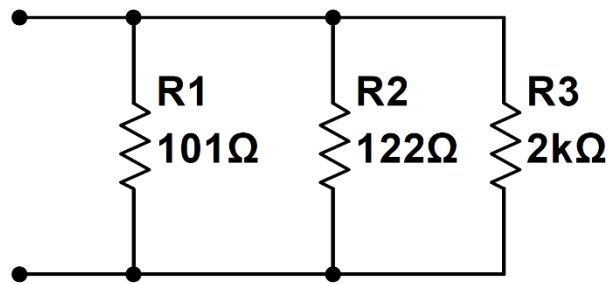
II.



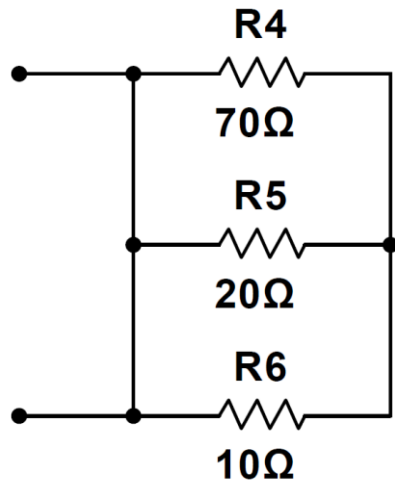
III.



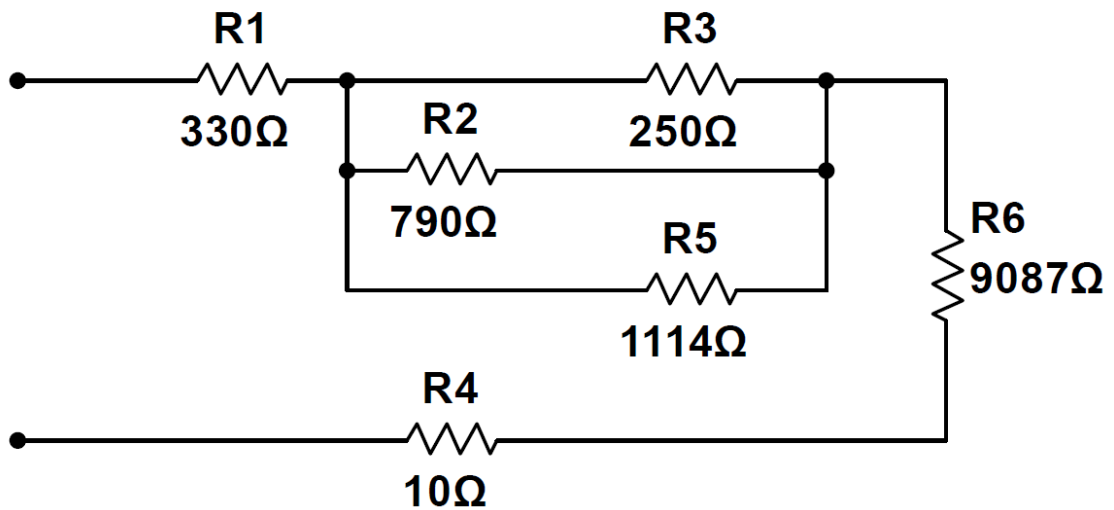
IV.



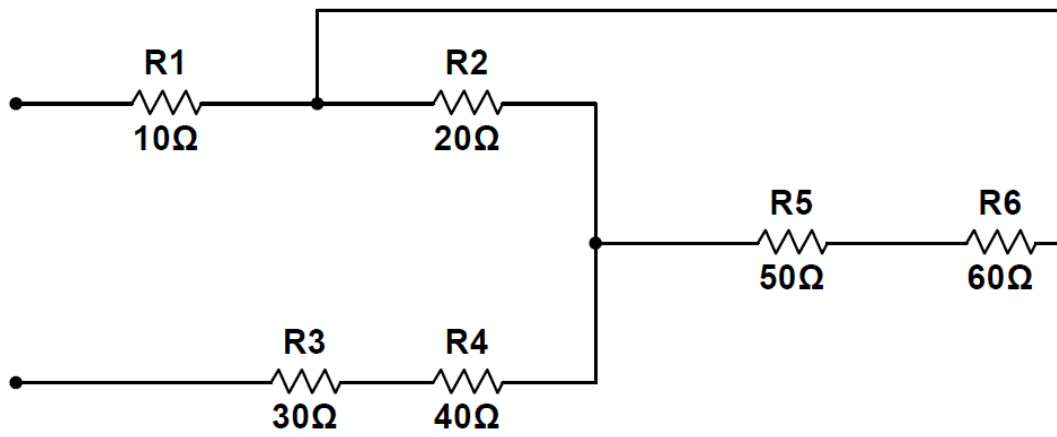
V.



VI.



VII.



O que é tensão, corrente e potência?
CONCEITO DAS GRANDEZAS FUNDAMENTAIS

VII



Quando o assunto é **eletricidade** existem algumas grandezas elétricas notáveis, nesse módulo vamos tratar sobre: **Tensão Elétrica**, **Corrente Elétrica** e **Potência Elétrica**.

Corrente elétrica

A corrente elétrica se caracteriza por um **movimento ordenado dos elétrons** em um determinado condutor. Sua unidade de medida é o **Ampère [A]**.

O movimento ordenado dos elétrons é medido através da **quantidade de elétrons que passam por um ponto específico** do condutor (*seção ou bitola*) em um determinado momento, isto é, quanto mais elétrons passarem por este ponto, maior a intensidade da corrente elétrica. Essa, por sua vez, é representada por **[i]**. Veremos mais sobre as relações dessas grandezas no Módulo 1ª Lei de Ohm.

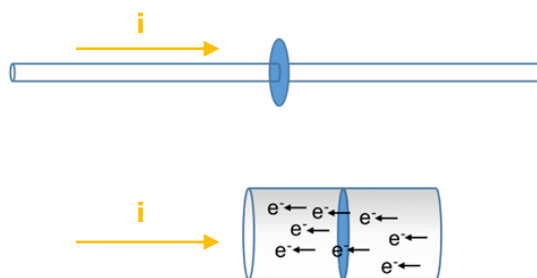


Figura 20 - <pt.khanacademy.org>

Através dessa relação, temos então que:

1A (ampère) é a quantidade de cargas equivalentes a **1C (coulomb)[C]** que fluem em um condutor a cada segundo **[s]**.

$$i: \frac{Q}{\Delta t}$$

Onde:

i: Intensidade de corrente elétrica **[A]**

Q: carga elétrica **[C]**

Δt : Tempo **[s]**

Curiosidades

O campo do **eletromagnetismo** foi estudado pelo físico francês **André-Marie Ampère** (1775-1836). Publicou uma tese dos fenômenos dinâmicos e, segundo ele, todos os fenômenos elétricos do magnetismo derivam de um princípio único, a *corrente elétrica*.

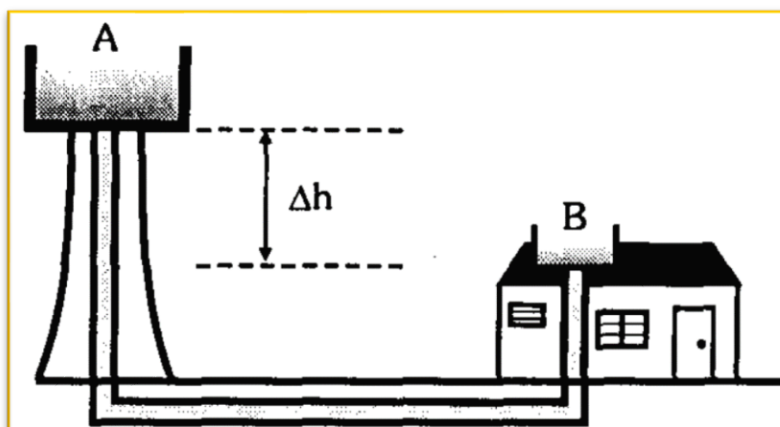


Tensão elétrica

A **tensão elétrica**, tecnicamente falando, é a **diferença de potencial elétrico entre dois pontos**, conhecida por: **ddp**. No entanto, há uma dúvida cruel entre os iniciantes no mundo da eletroeletrônica: O que é uma diferença de potencial em eletricidade? Vamos entender juntos através da seguinte analogia:

Fazendo uma analogia

No sistema hidráulico apresentado, a água se desloca da caixa d'água **A** para a **B**, devido a diferença de altura Δh , cada ponto no espaço percorrido tem um potencial gravitacional proporcional à altura. Logo, podemos deduzir que o fluxo de água nesse sistema **só existe** devido o potencial gravitacional diferente entre as duas caixas. Se fossem postas em uma mesma altura, não haveria deslocamento da água.



O **deslocamento** da água seria o **movimento dos elétrons**, o **desnível** entre as caixas d'águas a **tensão elétrica**.

Figura 21 - <O. Markus / editoraerica>

Quando falamos em corrente elétrica é notável que, para que haja uma movimentação dos elétrons em um condutor, uma **força externa** precisa impulsioná-los. A tensão elétrica é responsável por esse efeito, sua unidade de medida é o **Volt [V]**. É fornecida por um gerador, por exemplo: pilhas, baterias ou até mesmo a concessionária de energia local.

As **cargas elétricas** (e^-) acumuladas buscam se equilibrar e, de certa forma, estão sendo resistidas [Ω] ou "barradas" (causando uma tensão [V]).

Quando as partes forem unidas (não havendo resistência suficiente para contê-las totalmente) em um corpo com um potencial elétrico menor, vão buscar por equilíbrio e, portanto, tem-se o deslocamento dos elétrons (corrente elétrica [i]).

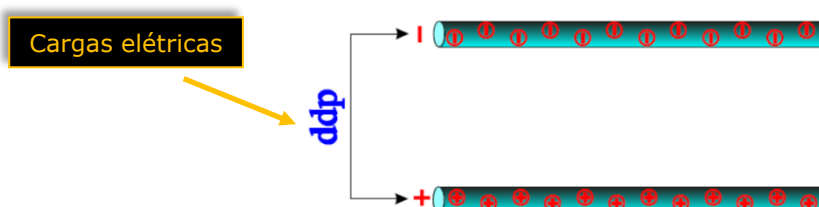


Figura 22 - <acervo senai-rn >

Quando conectamos um aparelho eletrodoméstico na tomada, ela apresenta uma tensão, normalmente, de 220V ou 127V e o aparelho um potencial elétrico baixo, 0V. Quando interligados, a busca pelo *equilíbrio* das cargas acontece, e então temos o **fluxo de elétrons**.



Figura 23 - <portaldaengenharia.com>

Potência elétrica

A potência elétrica mensura a quantidade de “trabalho” que uma determinada carga consegue entregar, sendo ele luminoso, térmico, indutivo etc. Pode-se dizer que, a potência elétrica é a força e quantidade em que as cargas elétricas são “empurradas” em determinado condutor em um dado momento.

Essa grandeza é dada pelo *produto* da tensão elétrica pela corrente elétrica. E sua unidade de medida é o **Watt [W]** ou o Joule por segundo.

$$P: V \cdot i$$

Onde:

P: Potência elétrica [**W**]

V: Tensão elétrica [**V**]

I: Corrente elétrica [**A**]

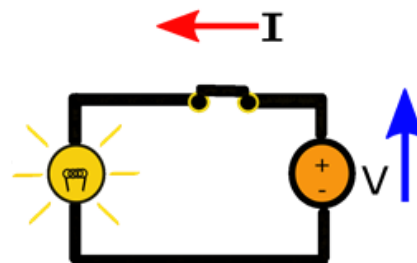
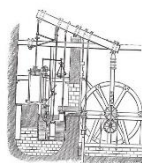
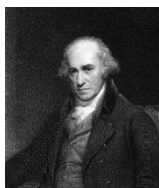


Figura 24 - <blogdefisica.blogspot.com>

Curiosidades

Denominou-se esta unidade como *Watt* em homenagem a **James Watt**, foi adotada pelo segundo congresso da associação britânica para o avanço da ciência em **1882**. James contribuiu grandemente na invenção do motor a vapor.



Praticando

O que é tensão, corrente e potência?



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

1. Uma torneira elétrica é submetida a uma tensão de 220V, e circula uma corrente de 10A. Quanto de energia elétrica em kWh (quilo watt hora) é consumido se essa torneira ficar em funcionamento por 15min?
 - a) 0,55;
 - b) 3,33;
 - c) 33;
 - d) 1,21;
 - e) 5,5.

2. Um aparelho secador de cabelos vem com as seguintes descrições na embalagem:
 - a) 100 watts
 - b) 100 volts

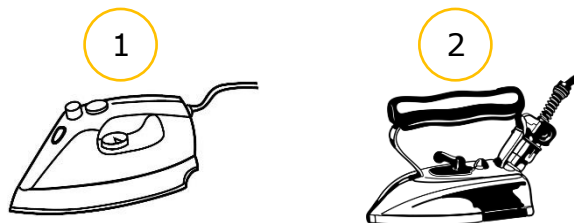
3. Com essas informações podemos afirmar que, sua resistência elétrica não poderia ser diferente de:
 - a) 1Ω ;
 - b) 100Ω ;
 - c) 10Ω ;
 - d) 1000Ω .

4. João compra duas lâmpadas para instalar em seu apartamento novo, uma de 25W-125V e outra de 200W-125V. Ele liga essas lâmpadas, em série com uma tomada de 125V, logo, observa que:
 - a) A lâmpada de 25W tem brilho normal e a de 200W não chega a acender;
 - b) As duas lâmpadas acendem com brilho normal;
 - c) A lâmpada de 25W queima;
 - d) A lâmpada de 200W queima;
 - e) A lâmpada de 25W não chega a acender e a de 200W tem brilho quase normal.

5. Um chuveiro de 6000W e 200V teve sua resistência queimada. Para concertar e usar até fazer a compra da nova, Rodrigo cortou $1/3$ de sua resistência,

aproveitando o restante. Qual é o novo valor de potência do chuveiro de Rodrigo?

- a) 3000W;
 - b) 9000W;
 - c) 8000W;
 - d) 2000W;
 - e) A potência não se altera.
6. Dois ferros de passar roupa consomem a mesma potência elétrica. O primeiro foi projetado para ser utilizado em uma tensão de 110V, já o segundo em uma tensão de 220V.



Sabendo das condições de projeto dos ferros, podemos afirmar que:

- a) O consumo de energia será maior para o segundo ferro e, as correntes elétricas que percorrerão cada ferro serão iguais;
- b) O consumo de energia será maior para o primeiro ferro, e a corrente que percorrerá o primeiro será maior do que a corrente que percorrerá o segundo ferro;
- c) O consumo de energia será o mesmo para os dois ferros, e a corrente que percorrerá o primeiro será maior do que a corrente que percorrerá o segundo ferro.

7. Explique a tensão elétrica. Qual sua unidade de medida?

R:

8. #desafio Um aquecedor de ar tem uma resistência de 8Ω e solicita uma corrente de 10A. Qual é a sua potência?

R:

9. #desafio O motor elétrico de para brisa de um carro funciona com 12Vcc gerados e fornecidos pela bateria. Sabe-se que a resistência do motor é de 3Ω . Sabendo desses dados, de forma assertiva, qual seria o valor da potência dissipada?

R:



C.A. & C.C.

APLICAÇÕES, DEFINIÇÕES E MUITO MAIS

VIII



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

Todo circuito elétrico precisa de uma **fonte geradora de energia** para que os elétrons executem algum tipo de trabalho, sendo ele luminoso, térmico, mecânico etc. É importante ter em mente o seguinte conceito: diferentes tipos de **fontes geradoras** produzem correntes distintas e, conseqüentemente, formatos de onda diferentes. Há dois tipos de corrente elétrica: corrente contínua e corrente alternada, falaremos sobre esse assunto nesse módulo.

Corrente contínua

Esse tipo de corrente elétrica é caracterizado por ter um **fluxo direcionado estável** dos elétrons em relação ao tempo. As fontes geradoras mais comuns desse tipo de corrente atualmente são: pilhas, baterias, **reações químicas** celulares em geral e os famosos circuitos retificadores, mas isso é assunto para outro módulo.

Corrente contínua em pilhas e baterias

As baterias e pilhas convertem energia química em energia elétrica através de um processo chamado **reação eletroquímica**. Normalmente, isso acontece quando dois metais são submersos em um determinado tipo de produto químico e, os átomos do metal reagem com os átomos do produto químico e produzem partículas carregadas. Em uma das placas de metal acumulam-se cargas negativas, e na outra, cargas positivas. A diferença de cargas entre as placas cria uma ddp e, essa tensão (ddp) é suficiente para “empurrar” os elétrons pelo circuito criando então um deslocamento de elétrons, desse modo tem-se uma corrente elétrica.

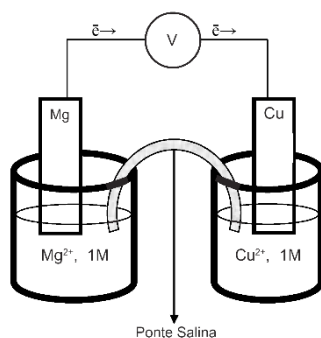


Figura 24 - <ebah.com.br>

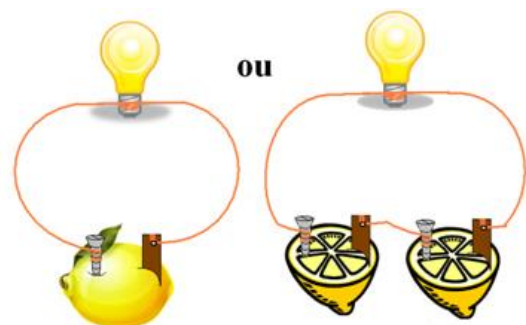
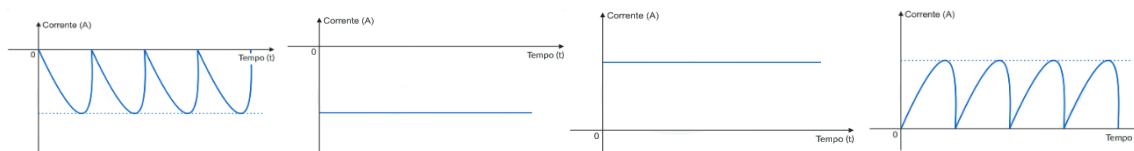


Figura 25 - <alunosonline.uol.com.br >

Forma de onda corrente contínua

A corrente contínua, ao contrário do que muitos pensam, não é obrigatoriamente apenas um sinal retilíneo em relação ao tempo, e sim todo tipo de sinal de onda que **não varia de positivo para negativo em relação ao tempo**, esses sinais são definidos como: corrente contínua, abreviados por C.C. e D.C. Veja algumas situações representativas:



Corrente alternada

A corrente alternada é definida pela **variação da polaridade em relação ao tempo**. Em nossas casas, quando conectamos algum aparelho eletroeletrônico na tomada, temos disponível um sinal alternado de corrente. Esse tipo de corrente é fornecido por **geradores de corrente alternada**, é um sistema mais seguro para transferência de energia a longas distâncias além de proporcionar mais potência e menos perda em relação a corrente contínua.

Conhecendo um gerador de corrente alternada

As usinas de transformação de energia têm como objetivo **processar recursos naturais**, como por exemplo: carvão, água, petróleo, urânio e gás natural para produzir energia elétrica. Por essa característica, diz-se que, a energia elétrica é uma **energia secundária**, é proveniente de uma fonte primária de energia.

A transformação de energia, basicamente, consiste em um **ímã que gira em torno de enrolamentos** feitos de um material condutor. Uma turbina acoplada nos enrolamentos, que é movida mecanicamente por **energias primárias**, ganha um movimento rotativo, rotacionando também as bobinas (**enrolamentos**) e com isso tem-se um **desequilíbrio na eletrosfera** dos átomos do elemento. Esse desequilíbrio faz com os elétrons "saltem" da **eletrosfera** de um átomo para a do outro, então temos um fluxo de elétrons. Podemos dizer então que: a corrente elétrica é **induzida** no fio.

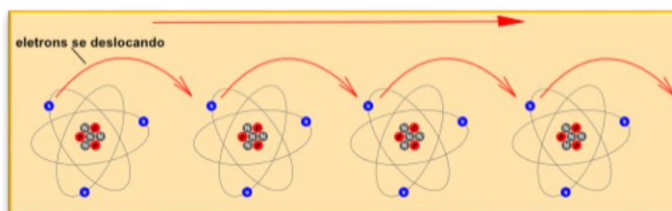
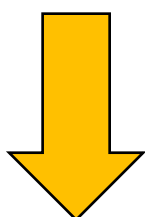


Figura 26 - <eletronpi.com.br>

O que faz a corrente **induzida** ser alternada em relação ao tempo é que: quando o ímã se posiciona em uma direção, os elétrons fluem positivamente, mas quando se posiciona outra direção os elétrons fluem negativamente. Veja a representação a seguir:



Curiosidades

Induzir corrente, significa **incitar os elétrons sem que haja atrito** com os enrolamentos de material condutor. Isso através do **campo magnético**.

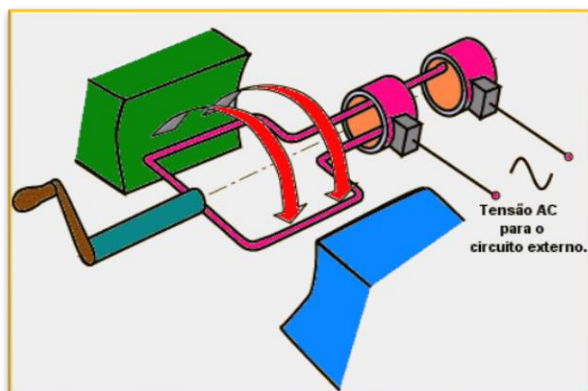


Figura 27 - <tecnogera.com.br>

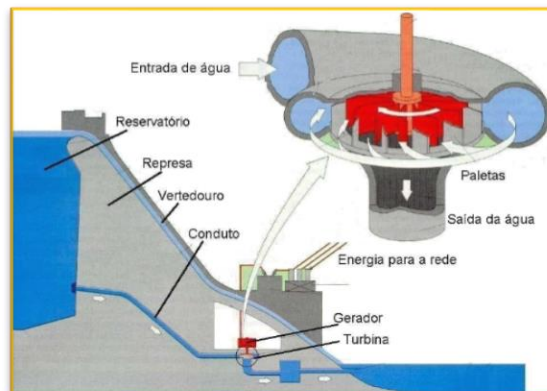
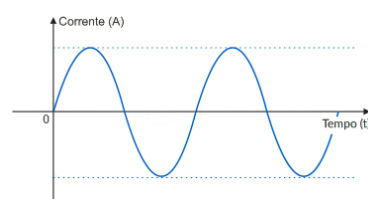
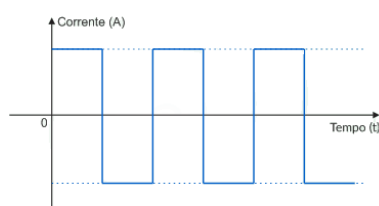


Figura 28 - <infosverdes.wordpress.com>

O formato de onda da corrente alternada pode ser demonstrado da seguinte maneira:



O conceito de frequência elétrica

A corrente alternada, como já sabemos, está constantemente alterando sua polaridade devido a forma que é gerada, logo, não se pode demonstrar sua intensidade com um algarismo apenas, como normalmente se faz com C.C.

A bobina das 60 voltas completa a cada segundo, com isso, o fluxo dos elétrons muda de direção 120 vezes por segundo. Quando o fluxo dos elétrons faz uma volta completa (o que acontece 60 vezes por segundo), denominamos esse fenômeno de *ciclo*. A quantidade de ciclos por segundo é chamada de frequência elétrica, medida em Hertz [Hz]. É importante saber que a frequência é padronizada pelo país, por exemplo, os Estados Unidos, Canadá e o Brasil utilizam como padrão uma frequência de 60Hz, já a grande maioria dos países da Europa utilizam 50Hz, geralmente os países utilizam 60Hz e 50Hz.

Temos que frequência é:

$$F: \frac{1}{T}$$

Onde:

F: Frequência elétrica [Hz]

1: Um ciclo completo

T: Tempo [s]

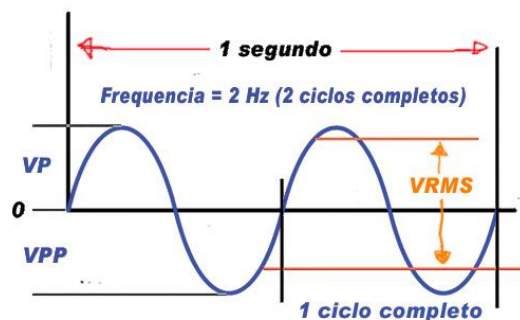


Figura 29 - <ibytes.com.br >

Grandezas de um sinal alternado

Praticando

C.A. & C.C.



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

1. O que é corrente elétrica?

R:

2. Pode existir corrente elétrica entre dois corpos igualmente eletrizados? Explique.

R:

3. Qual a unidade de medida da intensidade de corrente elétrica. Represente simbologia.

R:

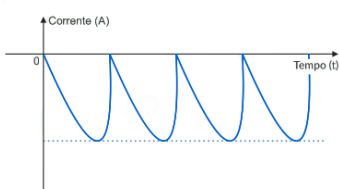
4. Quais partículas se movimentam nos materiais e são responsáveis pela corrente elétrica?

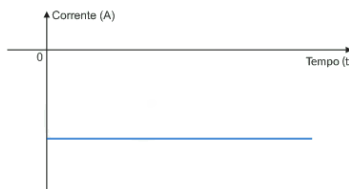
R:

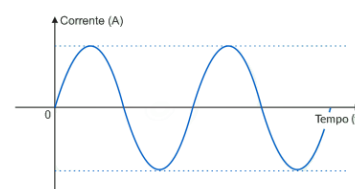
5. Qua a condição para que uma corrente elétrica seja denominada C.C. e C.A.?

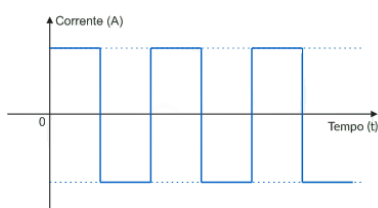
R:

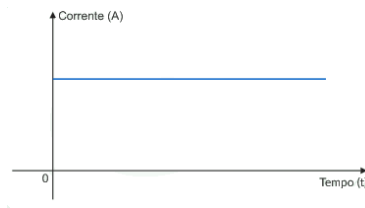
6. #desafio Identifique as formas de onda a seguir e defina se é C.C. ou C.A.:

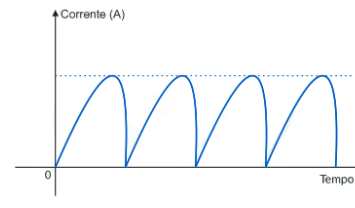


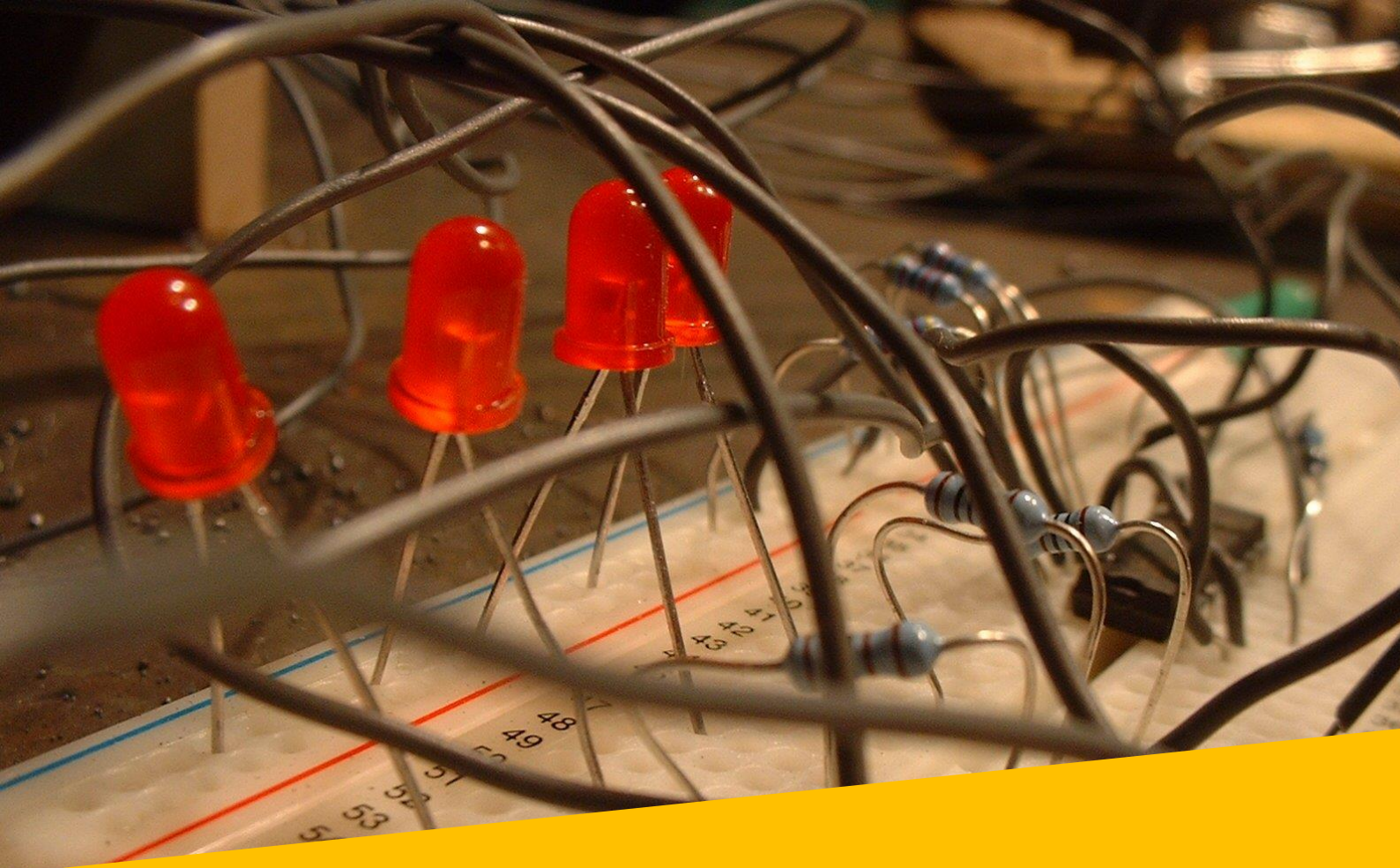












Lei de Ohm

A MAIS IMPORTANTE LEI DA ELETRICIDADE

IX



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

A eletricidade foi descoberta há um bom tempo e até hoje coisas novas podem ser feitas com esse fenômeno da física. Muitos físicos, engenheiros e cientista têm dedicado suas carreiras para descobertas que atendas as situações problema do mundo contemporâneo. Vamos falar nesse módulo sobre a famosa 1ª lei de Ohm, uma das mais importantes leis da eletricidade.

George Simon Ohm, cujo nome da lei em homenagem ao próprio, definiu uma relação entre corrente, tensão e resistência elétrica em um circuito elétrico. Foi a partida daí que se formou a Lei de Ohm.

Entendendo a 1ª Lei de Ohm

A Lei ohm estabelece uma relação das seguintes grandezas elétricas:

Tensão elétrica [V], [U] ou [E]

Resistência elétrica [R]

Corrente elétrica [I]

George, no início do século 19 comprovou essa relação, em uma das suas experiências que se baseava em conectar os terminais de um resistor em uma fonte de tensão variável. Era de extrema importância manter a *temperatura* do resistor estável, pois se ouvesse aquecimento haveria dilatação e, com isso, não teria um padrão de repetitividade que é de extrema importância em qualquer experimento.

Ohm variava então a tensão da fonte (V) e media a intensidade da corrente elétrica (I) que circulava no circuito. Depois de muitos testes, observou de forma empírica que, a **razão** entre a tensão elétrica e a intensidade da corrente elétrica era a mesma, ou seja, Ohm constatou uma constância.

$$\frac{U^1}{I^1} = \frac{U^2}{I^2} = \frac{U^3}{I^3} \dots$$

Afirmou-se então a tese de que, mantendo **constante a temperatura de um resistor**, a diferença de potencial aplicada nos seus extremos é **diretamente proporcional à intensidade da corrente elétrica**. Essa relação é representada pela seguinte equação:

representada pela seguinte equação:

$$U: R \cdot I$$

Onde:

U: Tensão elétrica [V]

R: Resistência elétrica [Ω]

I: Corrente elétrica [A]

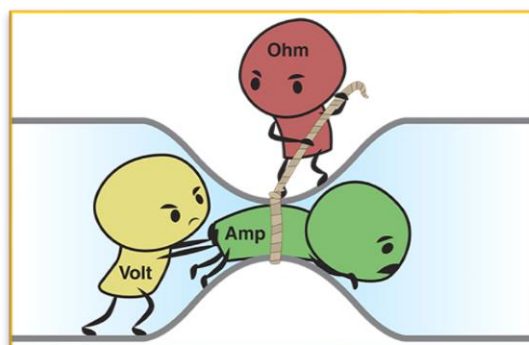


Figura 30 - <engfam.com.br>

A **corrente elétrica**, em um circuito é, diretamente proporcional a **tensão** e inversamente proporcional a **resistência**. Isto é, para uma mesma resistência, quanto maior a tensão aplicada, maior a corrente.

Dessa forma, podemos ter as seguintes equações derivadas da fórmula original, já que é uma relação matemática:

Para encontrar **corrente elétrica**:

$$I = \frac{U}{R}$$

Para encontrar **resistência elétrica**:

$$R = \frac{U}{I}$$

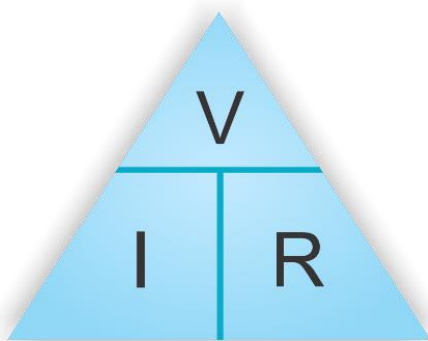


Figura 31 - <gt-mre.ufsc.br>

Curiosidades

Memorial para Ohm
(por Wilhelm von
Rümann)
na Universidade
Técnica de Munique.

*Campus
Theresienstrasse.*



Praticando

Lei de Ohm



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

1. #desafio Qual a equações da 1ª Lei de Ohm?

R:

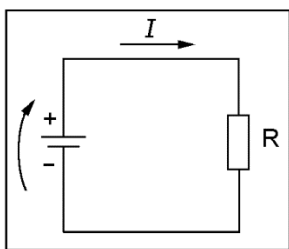
2. #desafio Enuncie a 1ª lei de Ohm usando suas palavras.

R:

3. #desafio Segundo a 1ª Lei de Ohm, descreva equações para calcular a resistência, tensão e corrente de um determinado circuito elétrico.

R:

4. #desafio Calcule os valores a seguir:



a)

U: 7V

R: 330Ω

I: ?

b)

U: 15V

R: ?

I: 20mA

c)

U: ?

R: 450 Ω

I: 0,37A

d)

U: 12V

R: ?

I: 1250μA

e)

U: ?

R: 0,68MΩ

I: 750μ

f)

U: 440V

R: 63K2Ω

I: ?mA

g)

U: 220mV

R: ?KΩ

I: 100,23A

h)

U: 300MV

R: 1550Ω

I: ?

i)

U: 9900x10⁻⁶

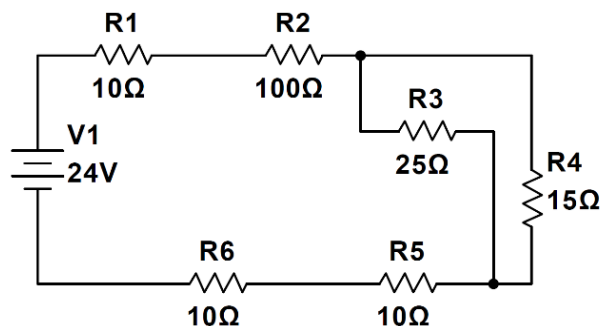
R: 0,90KΩ

I: ?μA

5. Uma lâmpada de determinada lanterna tem os seguintes valores nominais: 6V-20mA. Segundo a constância comprovada através da 1ª Lei de Ohm, o filamento dessa mesma lâmpada possui resistência:

- a) 150Ω , com a lâmpada energizada ou não.
- b) 300Ω com a lâmpada acesa e tem um valor bem maior quando apagada.
- c) 600Ω com a lâmpada acesa e tem um valor bem maior quando apagada.
- d) 300Ω com a lâmpada acesa e tem um valor bem menor quando apagada.
6. Um determinado circuito elétrico contém um resistor de $1K\Omega$, posto em série com uma fonte que fornece uma tensão elétrica de $200VCA$. Qual é o valor da corrente elétrica que circula nesse circuito?
- a) $0,5 A$
- b) $0,2 A$
- c) $4 A$
- d) $0,02 A$
- e) $1 A$
7. Uma resistência de 100Ω é percorrido por uma corrente elétrica de $20mA$. A tensão em volts entre os terminais da resistência corresponde a:
- a) $2V$
- b) $7V$
- c) $8V (x)$
- d) 10^{-3}
- e) 100^6
8. Determine a corrente elétrica total do circuito a baixo.

It:



9. Você está projetando um circuito eletrônico que possui uma fonte de 9VCC e, para sinalizar seu acionamento utilizará de um LED (diodo emissor de luz). Para manter um padrão de funcionamento, no datasheet o fabricante informa os seguintes dados referentes ao LED:

- 15mA
- 1,3V

Ou seja, é necessária uma corrente de 15mA e uma tensão elétrica de 1,3V para um bom funcionamento. Qual o valor do resistor que precisará ligar antes do LED para um funcionamento adequado?

R:

10. Você montou um circuito elétrico no protoboard, composto por 4 resistores de resistência diferentes, no entanto, o valor de resistência total do circuito é de 35Ω. A fonte de alimentação foi ligada para realizar os testes e, com o multímetro, você mediu uma corrente de 2A na saída da fonte. Qual a tensão elétrica da fonte?

R:

11. Uma resistência de $3,3M\Omega$ está ligado diretamente em uma fonte de 500V, qual é da corrente elétrica aproximado?

R:



O famoso efeito joule

COMPREENDENDO O EFEITO JOULE DE UMA VEZ!

X



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

Quando uma corrente elétrica percorre um determinado condutor, alguns **efeitos** são apresentados. Neste módulo, falaremos especificamente sobre o **efeito térmico**, mais conhecido por **Efeito Joule**.

Definindo o Efeito Joule

O Efeito Joule é o quecimento do condutor. Isso se dá em função da colisão (impacto) dos elétrons ao passarem de uma átomo para o outro. Ao receberem essa energia mecânica (impacto), os átomos vibram mais intensamente e, a temperatura do condutor é diretamente proporcional a quantidade de vibração em questão.

Esse efeito é o princípio de funcionamento dos aparelhos elétricos destinados a aquecer, como: ferro de passar, aquecedor de ar, ducha elétrica e até mesmo famosa lâmpada incandescente.

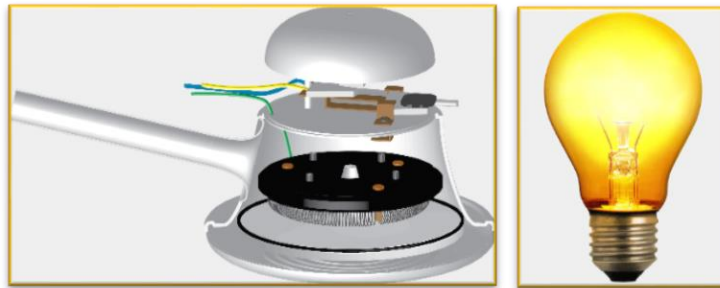


Figura 32 - <fisicailustrada.blogspot.com>

A matemática básica do Efeito Joule

Matematicamente, podemos calcular o efeito joule através da seguinte equação:

$$Q: I^2 \cdot R \cdot t$$

Onde:

Q: Calor gerado por uma corrente constante em relação ao tempo [**J**]

I: Intensidade da corrente elétrica [**A**]

R: Resistência elétrica do condutor [**Ω**]

t: Intervalo de tempo que a corrente elétrica percorre o condutor [**s**]

É importante lembrar que, essa relação é verdadeira apenas se a **intensidade** da corrente for **constante**.

Praticando

O famoso efeito joule



1. Um determinado cabo elétrico tem uma corrente de 2A percorrendo em si. Quanto equivale sua resistência em ohms (Ω)? Sabendo que durante 2s (segundos) tem uma energia dissipada de 64J?
R:

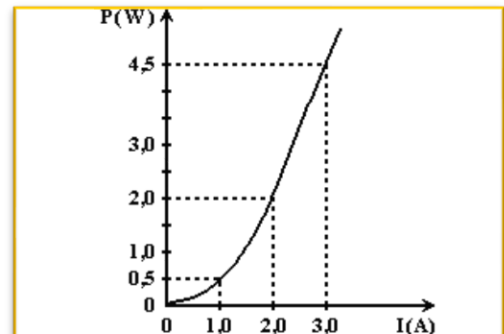
2. Em relação ao **Efeito Joule**, assinale com um (x) a alternativa que mais faz sentido.
 - a) A energia elétrica dissipada em forma de calor é diretamente proporcional à potência elétrica dissipada;
 - b) Quanto maior o tempo que a corrente circula, maior será a quantidade de energia dissipada em forma de calor;
 - c) Se um material dissipa mais energia em forma de calor do que outro, sua resistência elétrica tende a ser maior;
 - d) O calor dissipado pelo efeito Joule é diretamente proporcional ao quadrado da corrente elétrica;
 - e) A quantidade de calor dissipado é inversamente proporcional à resistência elétrica do material condutor.

3. Uma ducha elétrica tem uma potência dissipada de 5000W. Ele é utilizado apenas 30 min por dia. Qual será seu consumo em KWh em 30 dias?
R:

4. Assinale as alternativas a seguir que tem coerência em relação ao efeito joule.
 - 1ª () Quanto menor a espessura de um cabo, menor sua resistência elétrica.
 - 2ª () A resistividade de um condutor é inversamente proporcional a sua espessura.
 - 3ª () Quanto menor for a espessura de um condutor, maior será a dissipação de energia em forma de calor

5. O gráfico representa a quantidade potência elétrica consumida por uma resistência em função da corrente que a transpassa. Qual será a potência, em Watts (W), consumida pela resistência quando essa corrente assumir um valor de 8A?

R:



6. Um determinado resistor, de resistência igual a 20Ω , submetido a uma tensão elétrica de 200V e percorrido por uma corrente elétrica de intensidade 10^a , dissipa uma potência de 2000W. Se o mesmo resistor for submetido a uma tensão elétrica de 100V, a intensidade da corrente que o percorrerá em amperes será_____, e a potência que dissipará, em watts será_____.
7. #desafio Uma torneira elétrica, possui uma resistência elétrica que aquece a água, essa tal resistência pode assumir três valores diferentes: ALTA, MÉDIA e BAIXA. A chave seletora da torneira pode ser posta em três posições distintas: AMBIENTE, MORNA e QUENTE.

Segundo a lógica da Lei de Joule, qual alternativa corresponde corretamente:

- a) água QUENTE, resistência BAIXA;
- b) água AMBIENTE, resistência BAIXA;
- c) água QUENTE, resistência MÉDIA;
- d) água MORNA, resistência ALTA;

2ª Lei de Kirchhoff

DESCOMPLICANDO AS LEIS DE KIRCHHOFF

XI

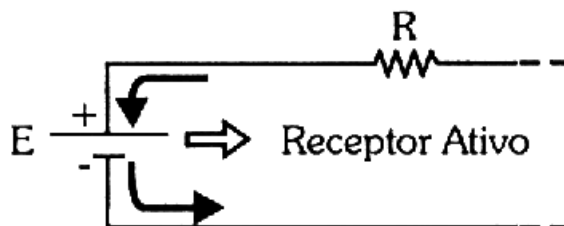


Os circuitos elétricos são compostos por diversos componentes e “caminhos” em que a corrente elétrica pode percorrer. Ao longo desses “caminhos” tem-se: geradores, receptores, resistores, indutores entre outros tipos de componentes elétricos.

Para determinar a intensidade e o sentido da corrente elétrica e suas grandezas físicas que caracterizam os elementos dos circuitos, utilizamos das Leis de Kirchhoff. Estudaremos em especial a 2ª Lei de Kirchhoff neste módulo.

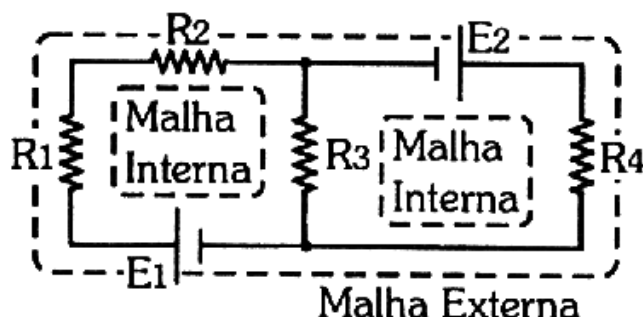
Lei das Malhas ou Lei das Tensões

Antes de qualquer coisa, é importante ter em mente o seguinte conceito: Em um circuito elétrico composto por mais de uma fonte de alimentação é possível que a corrente entre pelo **positivo** e saia através do **negativo**. Desta maneira, ao invés da fonte agir como gerador, funcionaria como receptor ativo compondo o circuito.



O que é uma malha?

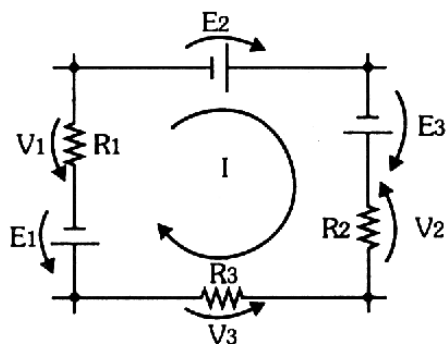
Definimos malha como: todo circuito elétrico ou parte de um circuito elétrico que forma um **caminho fechado** para o fluxo da corrente elétrica.



Definindo a 2ª Lei de Kirchhoff

A 2ª Lei de Kirchhoff, **Lei das Tensões** ou **Lei das Malhas**, é definida pela forma na qual a **tensão elétrica se distribui** pelos circuitos elétricos.

Essa lei afirma que, quando a corrente elétrica percorre uma malha por um determinado sentido, partindo e chegando no mesmo ponto, a soma das tensões é igual a 0. Pode ser definida de duas formas equivalentes, analise o circuito e entenda:



- "A **soma** algébrica das tensões em uma malha é **zero**".

$$+E2 + E3 - V2 - V3 - E1 - V1 = 0$$

- "A **soma das tensões** que, no sentido da corrente adotada, elevam o potencial do circuito é igual à soma das tensões que causam a queda de potencial".

$$E2 + E3 = V2 + V3 + E1 + V1$$

Curiosidades

Gustav Robert Kirchhoff, era alemão e, foi o primeiro cientista a demonstrar que a **corrente elétrica** flui na **velocidade da luz** através de um condutor. As Leis de Kirchhoff, para circuitos elétricos, foram desenvolvidas entre 1824-1887 e, foram denominadas de: **Lei dos nós** e **Lei das malhas**.

Obs. Os exercícios do módulo XI e XII estão ao final do módulo XII

1ª Lei de Kirchhoff

DESCOMPLICANDO AS LEIS DE KIRCHHOFF

XII

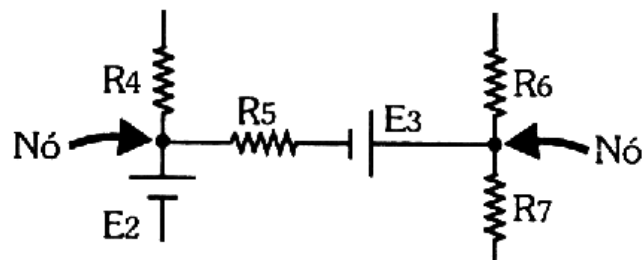


Lei das correntes ou Lei dos Nós

As Leis de Kirchhoff são aplicadas em circuitos elétricos complexos, onde há associações de componentes em série e em paralelo. Nesse módulo, vamos tratar sobre a 1ª lei de Kirchhoff, conhecida também por **Lei das Correntes** ou **Lei dos Nós**.

O que é um nó?

Denomina-se "nó" qualquer junção de 3 ou mais ramos presentes em um determinado circuito elétrico.



Definindo a 1ª lei de Kirchhoff

A Lei dos Nós ou Lei das Correntes, diz que: a **soma das correntes que entram** por um nó é a **mesma** que a **soma das correntes que saem** deste mesmo nó. Desse modo não há acumulação de carga no nó.

Podemos enunciar essa Lei de 2 formas equivalentes:

- "A **soma** algébrica das **correntes** em um nó é **igual a zero**".

$$+I_1 - I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

- "A **soma das correntes que chegam a um nó** é **igual à soma das correntes que saem desse nó**".

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

Praticando

1ª e 2ª Leis de Kirchhoff



**CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL**

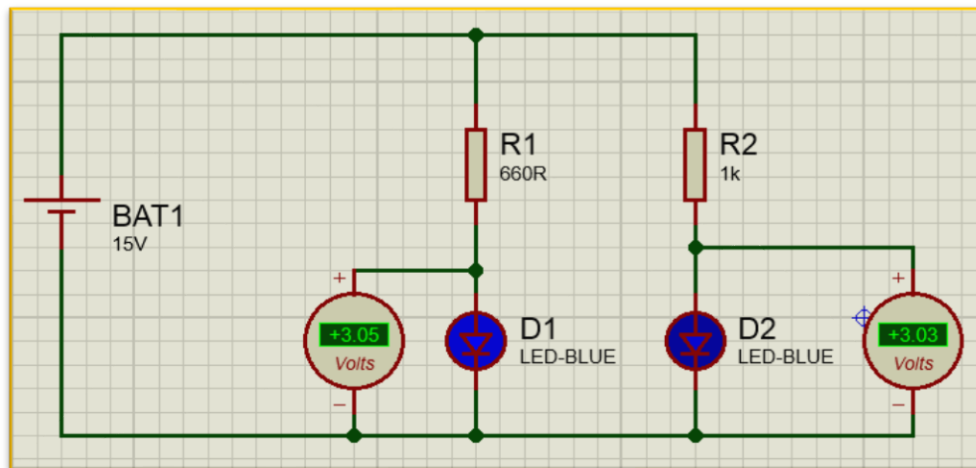
1. Explique com suas palavras a 1ª Lei de Kirchhoff.

R:

2. Qual a relação característica entre tensão e corrente na 1ª Lei de Kirchhoff?

R:

3. Analise o circuito abaixo:



- a) Calcule as quedas de tensão V_{R1} e V_{R2} .

R:

- b) Encontre o valor, em ampères, das correntes I_{R1} , I_{R2} e I_{total} .

R:

4. Um determinado circuito eletrônico possui uma fonte de alimentação com tensão de **12V**, ligado em paralelo com esta fonte tem um resistor (**R1**) cuja queda de tensão (V_{R1}) é de 9V e um LED ligado em serie passando uma corrente de **20mA**.

Ainda ligado em paralelo com relação a fonte temos mais um resistor (**R2**) de **10kΩ**. Calcule:

- a) A corrente I_2 , e I_{total} ;

R:

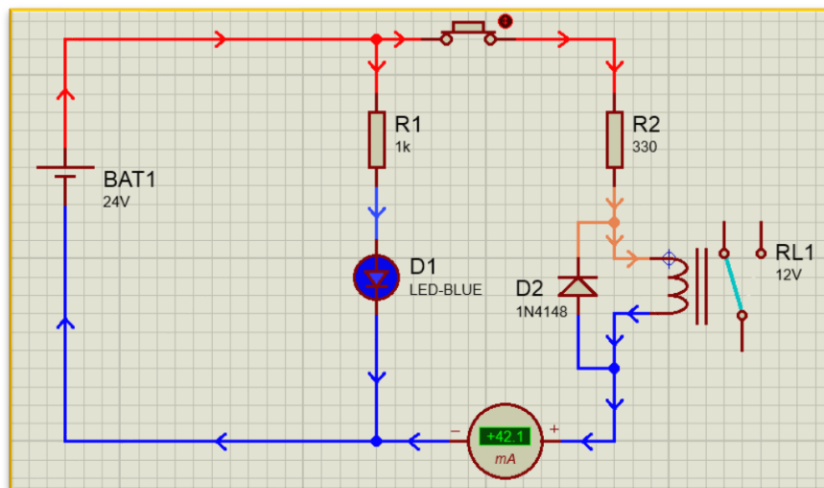
b) A queda de tensão do resistor R2;

R:

c) O valor ôhmico (Ω) do resistor R1.

R:

5. Analise o circuito abaixo e resolva as questões a seguir:



a) Qual o valor, em ampères, da corrente total do circuito (I_{total})?

R:

b) Quais os valores das quedas de tensão em V_{R1} e V_{R2} ?

R:

c) (DESAFIO): Encontre o valor, em volts, da queda de tensão no LED;

Folha de dados (*datasheet*) do LED usado no circuito:

http://www1.futureelectronics.com/doc/EVERLIGHT%C2%A0/334-15__T1C1-4WYA.pdf

R:

d) Qual a potência dissipada em cada um dos resistores (R1 e R2)?

R:

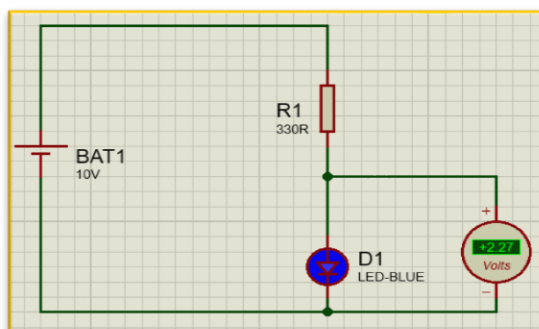
6. Com suas palavras, explique a 2ª Lei de Kirchhoff.

R:

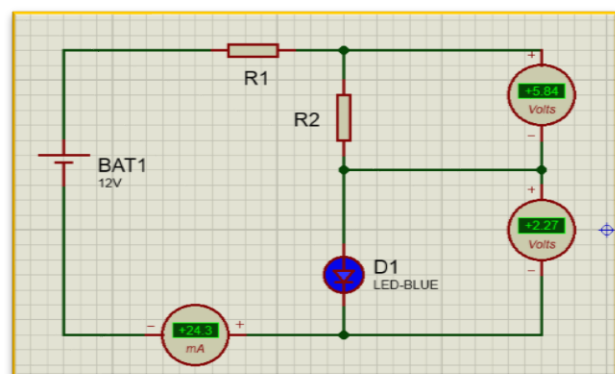
7. Qual a característica da 2ª Lei de Kirchhoff em um circuito série, segundo sua compreensão deste módulo?

R:

8. Observe os circuitos abaixo e responda as questões a seguir:



Circuito A



Circuito B

a) Utilizando o **circuito A**, calcule a queda de tensão (U_{R1}), e a corrente total do circuito (I_{total});

R:

b) Referente ao **circuito B**, calcule a queda de tensão no resistor R1 e, em ohms, sua resistência.

R:

9. Considerando que você tenha em mãos uma **bateria de 9Vcc**, que fornece ao circuito uma **corrente de 20mA**. Dimensione um resistor para o acionamento correto de um **LED Azul**. Após efetuar os cálculos, desenhe o diagrama do circuito.

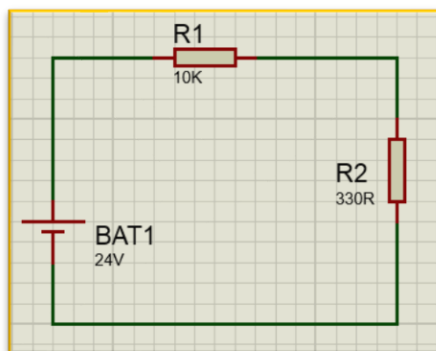
Dados:

$$V_r = \left(\frac{R}{R_{eq}} \right) \cdot V_{cc}$$

Nota: O **LED Azul** necessita de uma tensão elétrica de 3V para funcionar corretamente.

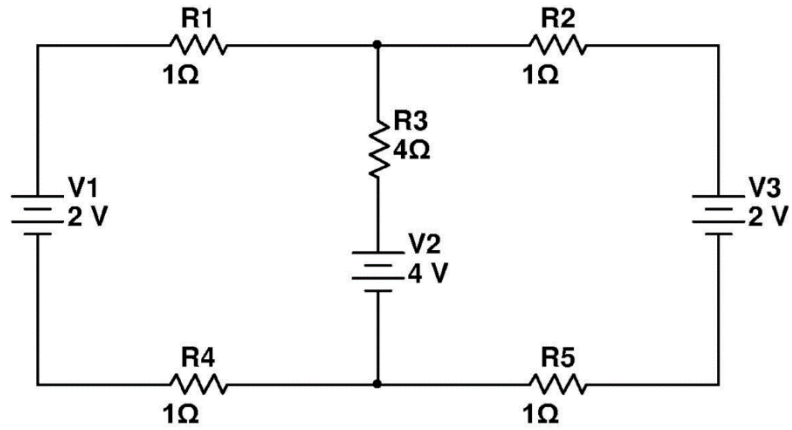
Diagrama:

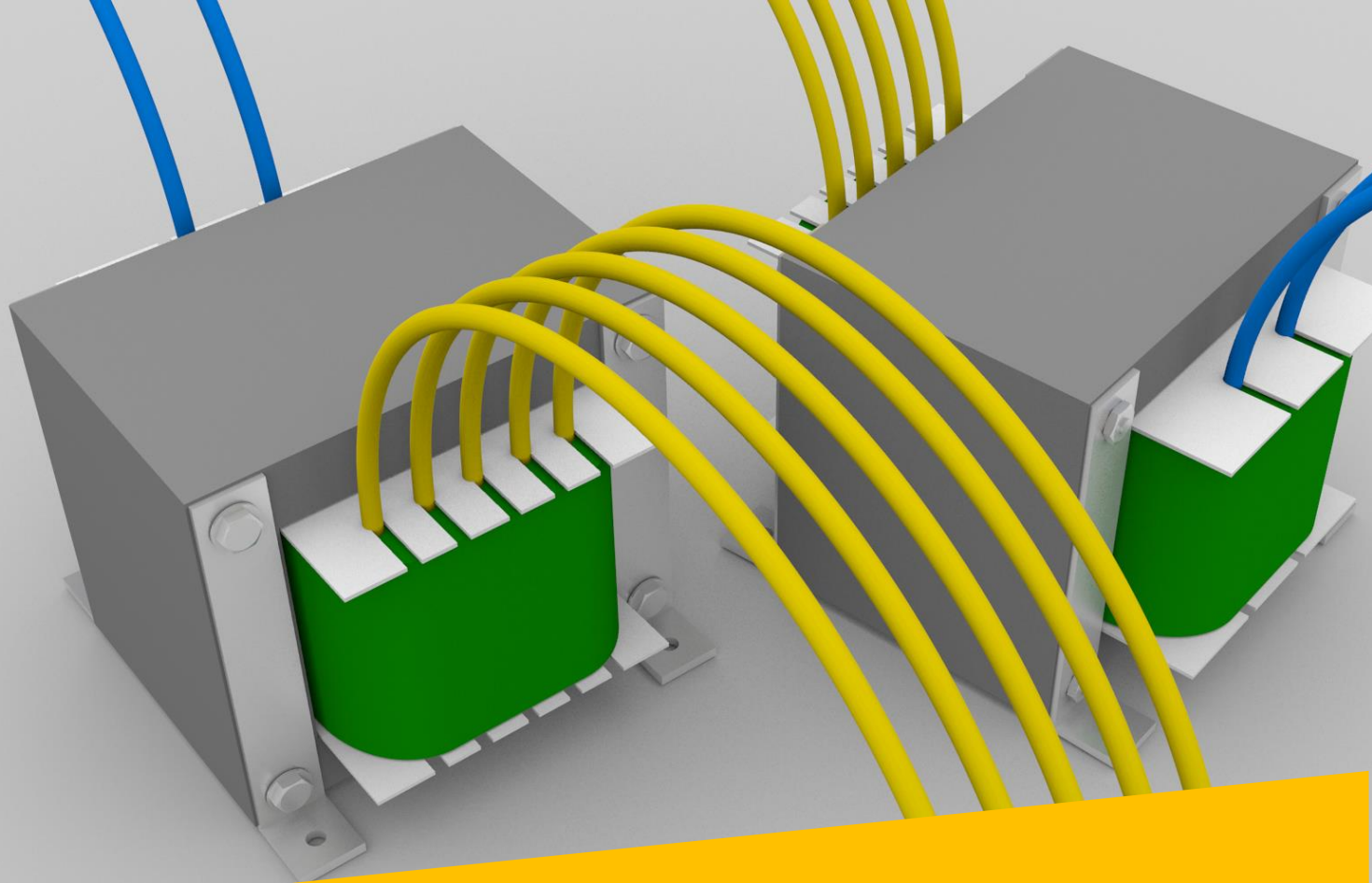
10.



- a) Calcule a que da tensão UR1;
R:
- b) Calcule a queda de tensão UR2;
R:

11. #desafio Calcule as **TODAS as Correntes** do circuito a seguir:





Transformadores

TEORIA E APLICAÇÃO DOS TRANSFORMADORES

XIII



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

As usinas de transformação de energia elétrica, normalmente, são localizadas distantes dos consumidores finais, pois utilizam a energia hidráulica das barragens ou até mesmo devido ao ruído, no caso dos parques eólicos. Diante dessas condições surge a necessidade de transportar essa energia através de condutores percorrendo longas distâncias.



Figura 33 - <vamosporai.com>



Figura 34 - <arsp.es.gov.br>

Um projeto de transformação e transporte de energia, bem como qualquer outro, visa o menor custo e maior rendimento, e é por esse motivo, que as linhas de transmissão devem ser mantidas dentro de certos limites, o que torna necessário a **limitação das correntes** que circulam nas mesmas. Dessa forma, as linhas são projetadas para trabalhar em **tensões elevadas**, chegando a ultrapassar centenas de milhares de volts. Isso só é possível devido a corrente alternada poder ser transformada facilmente de baixa para alta tensão e vice-versa. O transformador é uma peça de composição simples que soluciona com alta fidelidade esse problema. Em eletrônica, usamos os transformadores também, e é disso que vamos falar nesse módulo.

Construção de um transformador monofásico

O funcionamento de um transformador baseia-se nos fenômenos de alta **indução** entre dois circuitos eletricamente isolados e magneticamente ligados. Essa **ligação magnética**, para funcionar corretamente, requer que os enrolamentos estejam enrolados em um núcleo magnético. O núcleo possui a forma indicada na Figura 36, e sendo destinado a canalizar um fluxo magnético através de lâminas sobrepostas isoladas uma da outra.

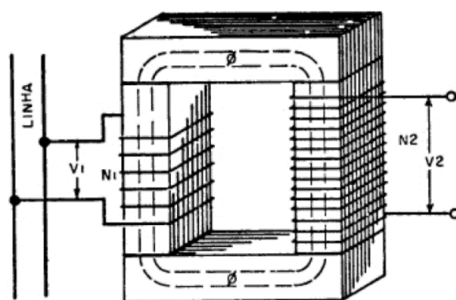


Figura 35 - <Alfonso Martignone Transformadores>

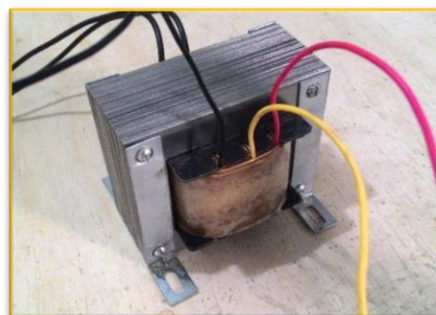


Figura 36 - <pt.quora.com>

A tensão alternada que se deseja transformar (V_1) é aplicada no primário do equipamento, e essa gera nos extremos do secundário a tensão transformada (V_2). A relação entre essas tensões é chamada de **relação de transformação**, o que é distinto da **relação entre espiras** N_1 e N_2 entre os dois enrolamentos, mas são proporcionais.

Tipos de transformador

No mundo da eletroeletrônica, existem diferentes tipos de transformadores. Os **transformadores monofásicos**: operam em duas fases, em 127V ou 220V; Entre um dos mais aplicados na indústria, estão os **transformadores trifásicos**, mas normalmente chamados de *transformadores de potência*: são aplicados em circuitos elétricos que possuem 3 fases, como por exemplo 220V, 380V e 440V. Esse tipo tem como característica a transformação da corrente e tensão, onde se eleva o valor de tensão e diminui o valor da corrente, assim evita-se perdas devido ao *sobreaquecimento* nos enrolamentos, conhecemos isso como *Efeito Joule*; Temos também os **autotransformadores**: esses possuem enrolamento único, no entanto permite uma flexibilidade nos valores de tensão de entrada e tensão de saída. O termo "auto" se refere ao enrolamento único; E por fim, os **transformadores de baixa potência**, que são utilizados para baixar valores de impedância em um circuito elétrico.

Os transformadores podem ainda ser classificados pela sua classe de aplicação e **funcionamento** no circuito. Como o transformador trabalha com uma relação de espiras e indução, podemos utilizá-lo de algumas formas em um circuito elétrico. Sendo elas: baixar uma tensão maior para uma menor (**transformadores abaixadores**), aumentar uma tensão inferior para uma superior, ou seja, elevar a tensão (**transformadores elevadores**) e servem para isolar interferências eliminando ruídos nas fases (**transformadores isoladores**).

Elevador → $V_p < V_s$

Abaixador → $V_p > V_s$

Isolador → $V_p = V_s$



Figura 37 - <trafosteel.ind.br>

Relação de transformação

Para efeito de cálculo de correntes, tensões e números de espiras, nas situações que o número de espiras é proporcional a tensão, ou seja, usa-se:

$$\frac{VP}{VS} \rightarrow \frac{IS}{IP} \rightarrow \frac{RP}{RS} \rightarrow \frac{IS}{IP}$$

Onde: NP = Número de espiras no enrolamento primário;

NS = Número de espiras no enrolamento secundário;

VP = Tensão no primário;

VS = Tensão no secundário;

RP = Tensão no primário;

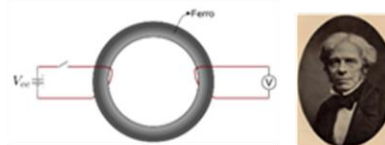
RS = Tensão no secundário;

IS = Corrente no primário;

IR = Corrente no secundário.

Curiosidades

O transformador é entendido como uma **máquina elétrica estacionária** (não rotativa) baseada na "Lei da indução de Faraday".



Podemos tomar como exemplo, um transformador com um número de voltas (espiras) sendo 200 no seu enrolamento primário e 100 voltas no secundário. Logo temos: Np : 200 e Ns : 100.

Aplicando a relação de transformação temos:

$$\frac{Np}{Ns} \rightarrow \frac{200}{100} = 2$$

O valor encontrado implica na seguinte lógica: *os valores do primário, multiplicados por dois, serão os valores do secundário*, sendo eles tensão, resistência ou o número de espiras (exceto a corrente, pois é uma relação invertida $\frac{IS}{IP}$).

Na situação abordada, se fossem aplicados 220VAC no primário, teríamos então 440VAC no secundário. ($220 \cdot 2 = 440$)

Logo, podemos dizer que esse é um transformador elevador com uma relação de transformação 2.

Praticando

Transformadores



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

1. Segundo seus conhecimentos deste módulo, quais são os 3 tipos (categoria) de transformadores utilizados?

R:

2. Com suas palavras, explique para qual finalidade são destinadas as chapas que são postas localizadas entre as bobinas dos transformadores?

R:

3. Explique por qual motivo os transformadores foram criados, a princípio, para trabalharem apenas em corrente alternada?

R:

4. Analise a seguinte situação: Um transformador possui em seu enrolamento primário uma tensão de 220V, um número de espiras que equivale o *dobro* de espiras no secundário, e por fim, uma corrente de 2A. Qual o valor da corrente, em amperes, no secundário desse transformador?

R:

5. Considerando que um determinado transformador possui um valor de 25 espiras em seu enrolamento primário e 100 no secundário, responda:

6.

- a) Se aplicarmos uma tensão de 10V no primário, qual será o valor de tensão no secundário?

R:

- b) Se uma tensão de 24V for medida no secundário, qual o valor aplicado no primário?

R:

- c) Segundo os cálculos realizados nas questões "a" e "b", podemos concluir que o transformador utilizado na questão "a" é do tipo _____, e na questão b é um transformador do tipo_____.

7. A tensão aplicada no primário de um transformador é de 127V e tensão aferida no secundário é um valor de 24V. Sabendo que o número de espiras no primário é de 30, calcule o valor de espiras do secundário.

R:



Diodos semicondutores

CONHECENDO OS DIODOS SEMICONDUCTORES

XIV



**CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL**

A eletrônica tem evoluído constantemente nos últimos anos, não é mesmo? A cada dia que passa, novos componentes são lançados no mercado com o objetivo de simplificar nossos projetos e com isso desenvolvem-se equipamentos mais sofisticados.

Um dos fatos que contribuiu grandemente para essa evolução foi a descoberta e aplicação dos **materiais semicondutores**. Nesse módulo, falaremos sobre o primeiro componente fabricado com esse material, o diodo semicondutor, que é até hoje aplicado nos processos de transformação de **corrente alternada em corrente contínua**.

Materiais semicondutores

Os materiais semicondutores são aqueles que manifestam características intermediárias entre os isolantes e os condutores. Em condições normais, se comportam como isolantes e não permitem o deslocamento de elétrons, porém quando recebem energia externa, passam a ser condutores.

Os principais elementos usados para a fabricação de componentes eletrônicos semicondutores são o **Germânio (Ge)** e o **Silício (S)**. Esses elementos possuem uma distribuição eletrônica **tetravalente** na **camada de valência** (camada de elétrons mais distante do núcleo), formando então ligações covalentes (onde os elétrons são compartilhados entre os átomos ao lado). Essas ligações covalentes dificultam a locomoção dos elétrons, fazendo então dos materiais que a possuem materiais impossibilitados de conduzirem corrente elétrica.



Dopagem, formando cristais P e N

Para tornar um material semicondutor em material condutor, podemos fornecer para ele cargas elétricas necessárias, assim havendo um excesso de cargas negativas (elétrons). Muitas dessas cargas podem não se encontrar emparelhadas para formar uma ligação e, como consequência, esses elétrons estarão livres ao redor dos átomos, podendo se movimentarem sem muita dificuldade. Desse modo, tem-se a condução de corrente elétrica, chamamos esse fenômeno de condução extrínseca.

Cristal tipo N

O cristal N é o cristal com **excesso de cargas negativas (-)**. Esse excesso é proveniente de um processo, onde são introduzidas impurezas, elementos com mais elétrons na camada de valência que os do material semicondutor base. Processo esse denominado de dopagem.

Por exemplo, o silício (4 elétrons na camada de valência) é dopado negativamente com a introdução de fósforo, arsênio ou antimônio em pequena quantidade em sua estrutura. com pequenas quantidades de fósforo, arsênio ou antimônio (que possuem 5 elétrons na camada de valência, um elétron a mais que o silício). Os elétrons adicionais são chamados de elétrons livres, e por esse motivo formam a corrente elétrica.

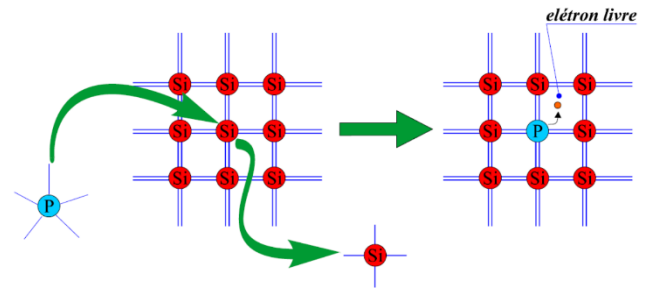


Figura 39 - <acervo senai-sp>

Cristal tipo P

Para os cristais tipo P, podemos introduzir um **excesso de cargas positivas** na estrutura do material. Dessa forma, tem-se uma falta de elétrons, chamamos esse fenômeno de lacuna (*espaço vazio*). A presença dessas lacunas também facilita a condução de corrente elétrica, pois o excesso de cargas positivas promove a "captura" de elétrons, permitindo, dessa forma, locomoção.

Introduzindo impurezas com menos elétrons de valência que o material semiconductor base, é dessa forma que se tem o excesso de cargas positivas. O silício, por exemplo, é dopado positivamente com impurezas de boro, gálio ou índio (3 elétrons de valência, um elétron a menos).

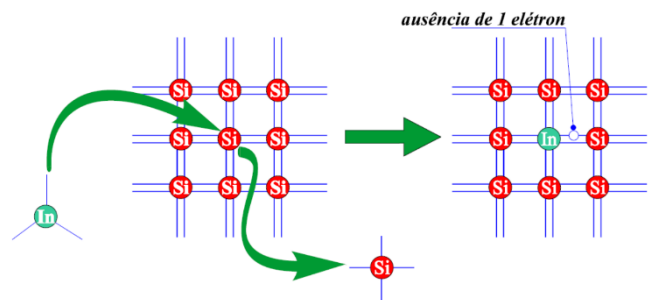


Figura 40 - <acervo senai-sp>

Formação do diodo: Junção PN

O diodo é formado por uma **junção dos cristais P e N**, denominada de junção PN. Posteriormente à formação da junção PN, uma parte dos elétrons livres passam do cristal tipo N para o tipo P. Da mesma forma, as lacunas do cristal P passam para a cristal N

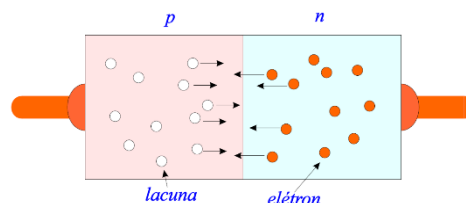


Figura 41 - <acervo senai-sp>

As cargas produzidas próximas da junção são fixas à rede cristalina. Denominamos essa região de cargas próximas à junção de **região de depleção** ou **barreira de potencial**.

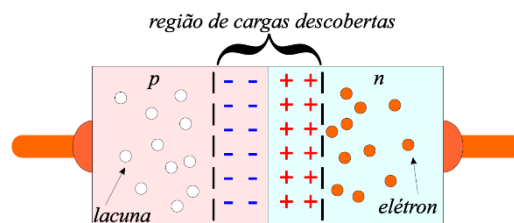


Figura 42 - <acervo senai-sp>

Com o surgimento da barreira de potencial, a passagem de elétrons para o lado P é bloqueado, já que eles são repelidos pela região carregada negativamente na parte do cristal P. O mesmo acontece com as lacunas, já que o transporte para o lado N é repelido pelas cargas positivas contidas no lado N.

Com as características apresentadas, após a formação da barreira, surge uma tensão (*d.d.p.*). **0,7V** para os diodos de **silício** e de **0,3V** para os de **germânio**.

Identificação e simbologia do diodo

O diodo é um componente que possui polaridade, diferente dos resistores e indutores, por exemplo. Logo, a forma em que a tensão é aplicada no diodo implica diretamente em seu funcionamento, por isso é importante saber identificar um diodo.

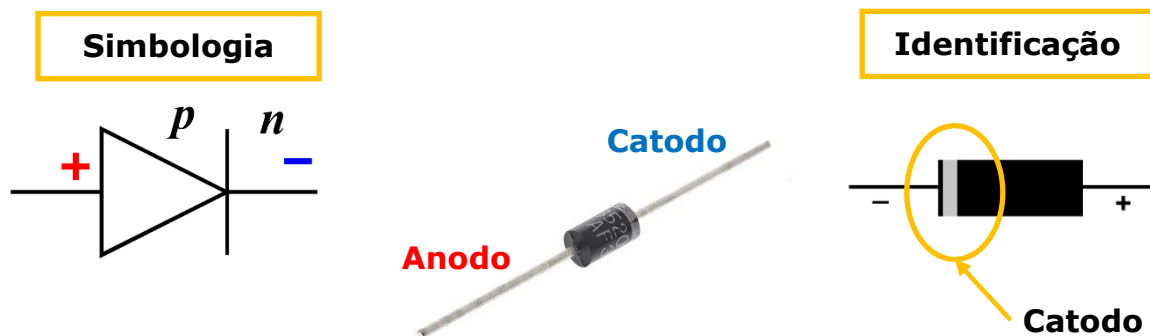


Figura 43 - <cursodeeletronicafacil>

Polarização direta

Essa é a forma de polarização é a que o diodo **conduz eletricidade**. Basicamente, se o valor de tensão aplicado nos terminais do diodo é superior ao valor da barreira de potencial ($V > V_B$), as lacunas do lado P e os elétrons do lado N possuem energia suficiente para superar a barreira de potencial, com isso há um grande aumento de corrente elétrica fluindo através do diodo. Quando o diodo está polarizado diretamente e conduzindo, diz-se que o diodo está em condução.

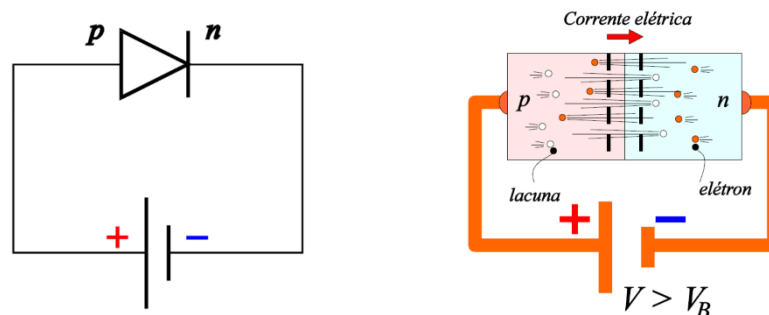


Figura 44 - <acervo senai-sp>

Polarização reversa

Esse modo de polarização, a polarização reversa (ou inversa), é quando o cristal N fica sujeito a um potencial elétrico positivo relativo ao cristal P. Logo, os polos da fonte externa atraem os elétrons do lado N e lacunas do lado P, esse fenômeno os afasta da junção. Veja na ilustração:

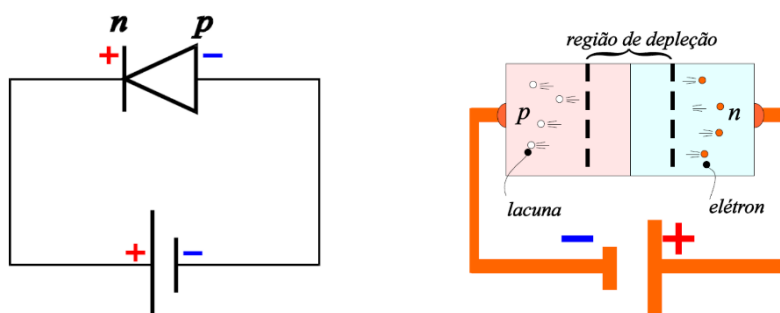
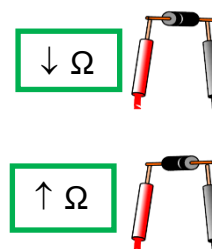


Figura 45 - <acervo senai-sp>

Testando o diodo

→ **Diodo em boas condições:** O diodo deve apresentar resistência baixa para um dos sentidos e ao inverter as pontas de prova do ohmímetro (ou multímetro) deve então apresentar alta resistência. As **duas leituras devem apresentar resistências diferentes**.



→ **Diodo em curto:** Se as **duas leituras indicarem baixa resistência** o diodo está em curto conduzindo nas duas direções.

→ **Diodo aberto:** Se as **duas leituras indicarem alta resistência**, o diodo está aberto, interrompido eletricamente.

Praticando

Diodos semicondutores



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

1. O diodo semicondutor é um componente eletrônico que tem como principal aplicação a retificação. Portanto, os principais critérios que devem ser utilizados na escolha de um diodo são:
 - a) Corrente direta e tensão reversa;
 - b) Corrente reversa e tensão direta;
 - c) A corrente e a tensão não são importantes, pois o diodo é um semicondutor, portanto não se aplica;
 - d) Tensão direta e corrente direta.

2. Em relação a barreira de potencial, quando o diodo é polarizado diretamente, aplicando-se uma tensão V_x , é correto dizer que:
 - a) Diodos de silício conduzem após 0,3V;
 - b) Diodos de germânio conduzem após 0,003V;
 - c) Diodos de germânio conduzem 0,7V;
 - d) Diodos de germânio conduzem após 0,3V.

3. Referente aos materiais semicondutores, explique o que é o processo de dopagem. Nos cristais P e N, respectivamente.
R:

4. Como é o nome da ligação eletrônica que os átomos de silício e germânio fazem entre si para existir a estabilidade eletrônica entre eles?
R:

5. Quando juntamos os dois cristais, P e N, o que é formado na junção dos dois cristais?
R:

6. Qual é o nome dos terminais positivo e negativo de um diodo, respectivamente.
R:

7. Referente a junção PN, explique o que é uma barreira de potencial.
R:

8. Por que o Germânio e o silício são usados, na maioria das vezes, na fabricação dos materiais semicondutores? Explique.
R:

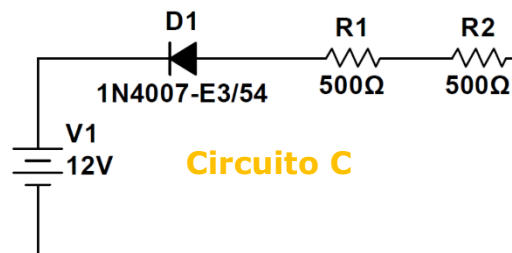
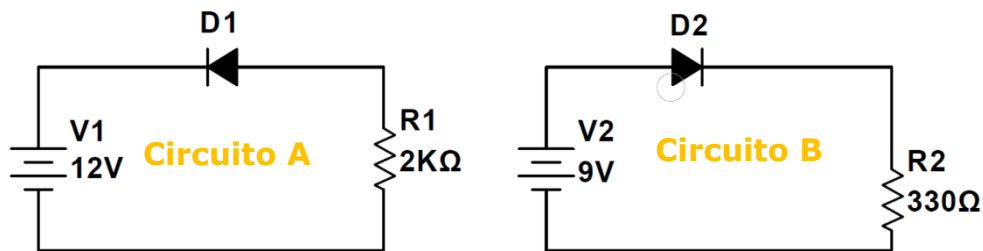
9. Assinale a alternativa correta:

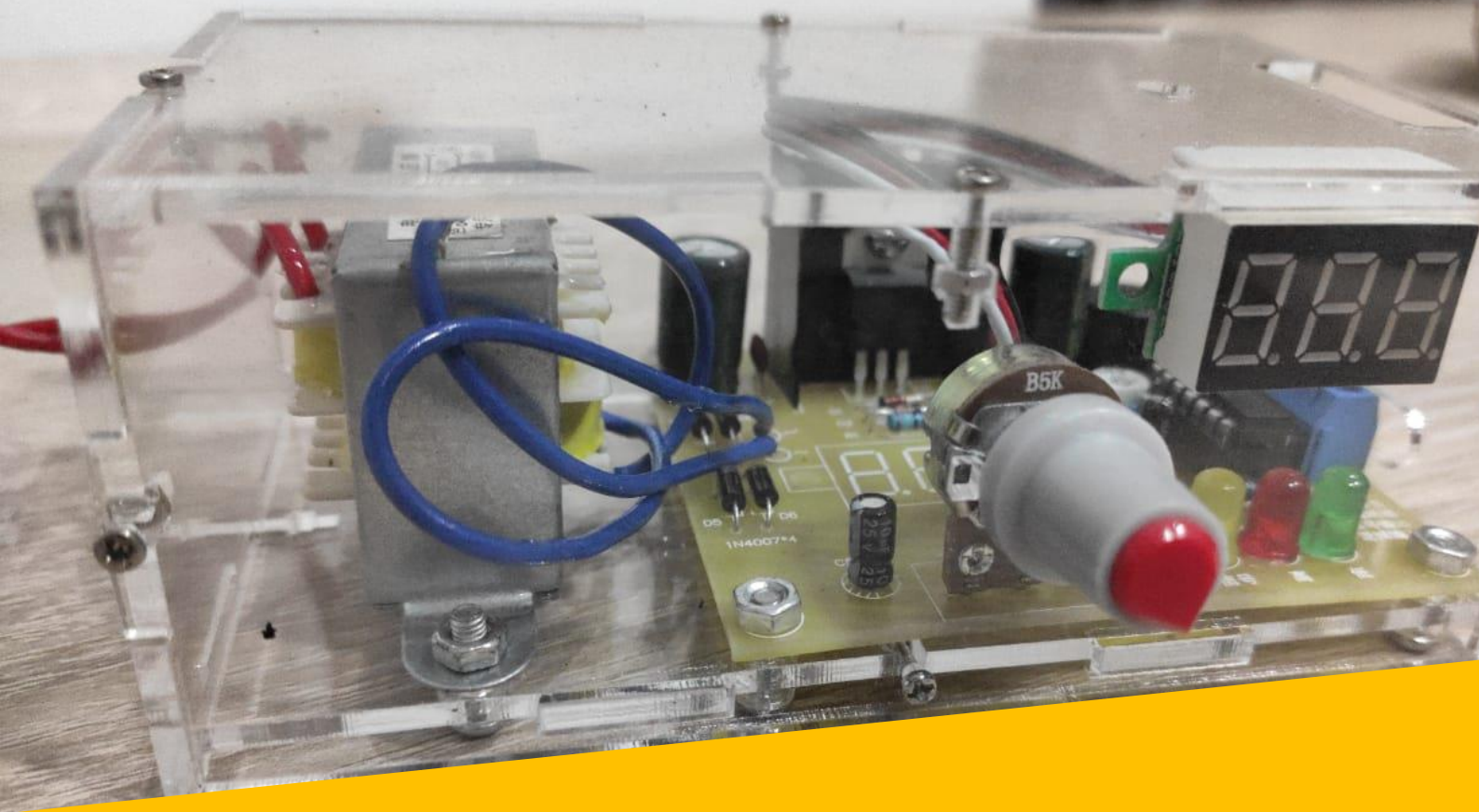
O diodo semicondutor só conduz eletricidade se:

- a) Diretamente polarizada independente da barreira de potencial;
- b) Diretamente polarizada e após romper a barreira de potencial;
- c) Reversamente polarizada e após romper a barreira de potencial;
- d) Reversamente polarizada independente da barreira de potencial.

10. #desafio Encontre as correntes I_t dos circuitos a seguir:

Obs.: Diodo circuito A: Germânio; Diodo circuito B e C: Silício.





Circuitos retificadores

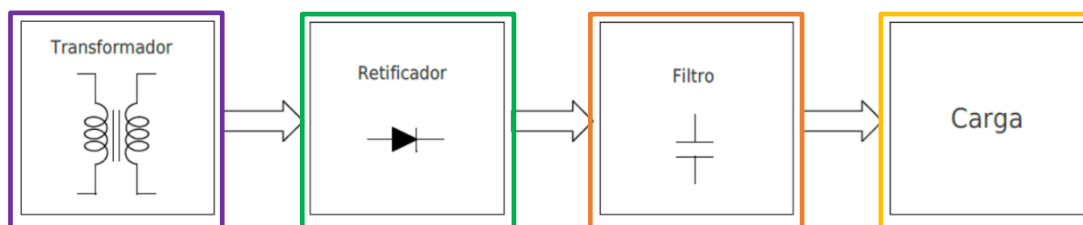
OS TÃO UTILIZADOS: RETIFICADORES!

XV



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

Os circuitos retificadores são extremamente importantes para o funcionamento de muitos equipamentos eletroeletrônicos e os circuitos eletrônicos de modo geral. Pois, quase tudo que está a nossa volta, funciona em corrente contínua. Os circuitos retificadores são responsáveis por fazer a conversão da corrente alternada da rede em corrente contínua, tornando possível a energização dos equipamentos e circuitos eletrônicos que funcionam em C.C.



O **transformador** tem a função de elevar ou reduzir a tensão que será aplicada no retificador.

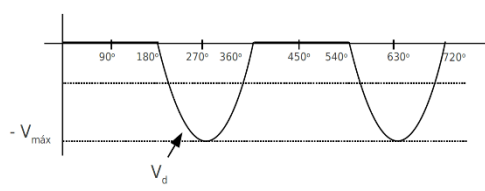
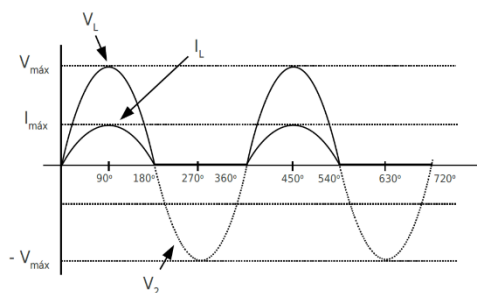
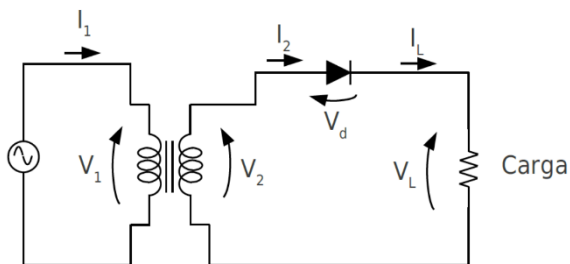
O **retificador**, que por sua vez, converte C.A. em C.C, a tensão não varia de positivo para negativo, mas continua pulsante.

É posto um **filtro**, que tem a função de plainar a tensão.

A **carga**, esta representa o circuito a ser alimentado. É através da carga que todo o circuito retificador é dimensionado.

Retificador meia onda

O retificador de meia onda, conduz apenas um semiciclo da onda até carga. Esse modelo utiliza apenas um diodo retificador que conduz um semiciclo da corrente quando polarizado diretamente.



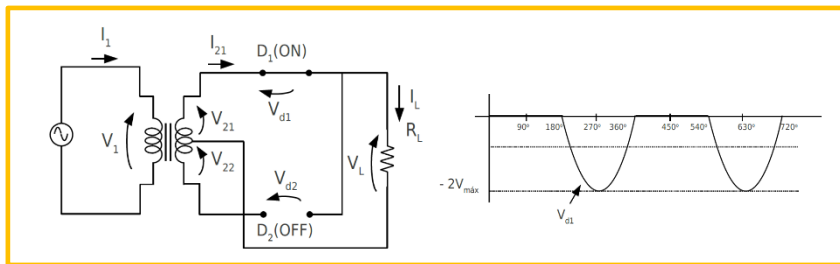
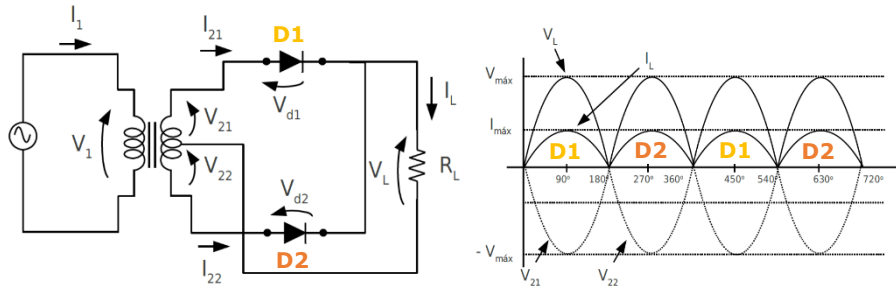
Corrente secundária	$I_2 = \frac{V_{m\acute{a}x}}{R_L}$
Tensão média na carga	$V_{m\acute{e}d} = \frac{V_{m\acute{a}x}}{\pi}$
Corrente média na carga	$I_{CC} = \frac{I_{m\acute{a}x}}{\pi} = \frac{V_{m\acute{a}x}}{R_L \cdot \pi}$
Tensão inversa média no diodo	$V_{d,m\acute{e}d} = -\frac{V_{m\acute{a}x}}{\pi}$
Tensão de pico inversa no diodo	$V_{m\acute{a}x}$
Corrente média no diodo	I_{CC}

Fórmulas para tensões e correntes circuito retificador meia onda.

Retificador onda completa trafo center tape

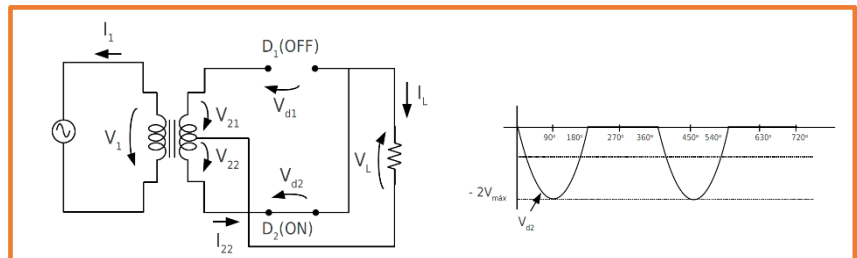
Esse circuito possui dois diodos retificadores. Um deles é responsável por conduzir um semiciclo da corrente e o outro conduz o outro semiciclo da corrente. Isso só é possível devido ao transformador possuir uma derivação central, chamada center tape. Essa derivação funciona como um transformador possuindo um enrolamento primário e dois secundários, com cada secundário fornecendo corrente para um semiciclo da onda.

Acompanhe a sequência de atuação dos diodos, ON: diodo conduzindo OFF: diodo em bloqueio.



Atuação D1

Atuação D2

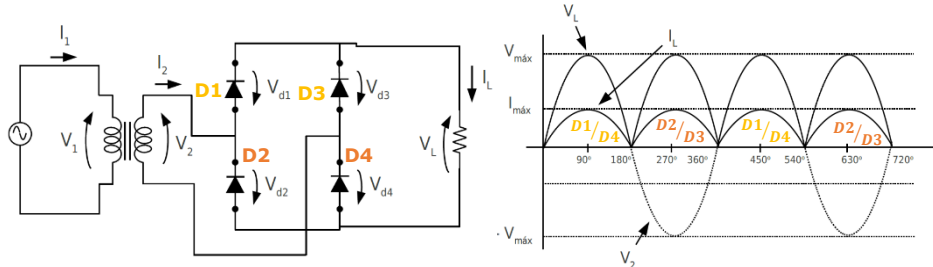


Corrente secundária (cada secundário)	$I_2 = \frac{V_{m\acute{a}x}}{R_L}$
Tensão média na carga	$V_{m\acute{e}d} = \frac{2V_{m\acute{a}x}}{\pi}$
Corrente média na carga	$I_{cc} = \frac{2I_{m\acute{a}x}}{\pi} = \frac{2V_{m\acute{a}x}}{R_L \cdot \pi}$
Tensão inversa média no diodo	$V_{d\acute{m}es} = -\frac{2V_{m\acute{a}x}}{\pi}$
Tensão de pico inversa no diodo	$2V_{m\acute{a}x}$
Corrente média no diodo	$\frac{I_{cc}}{2}$

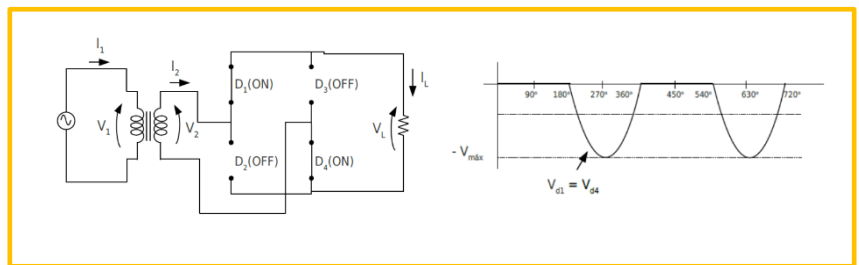
Fórmulas para *tensões e correntes* circuito retificador **onda completa center**

Retificador onda completa em ponte

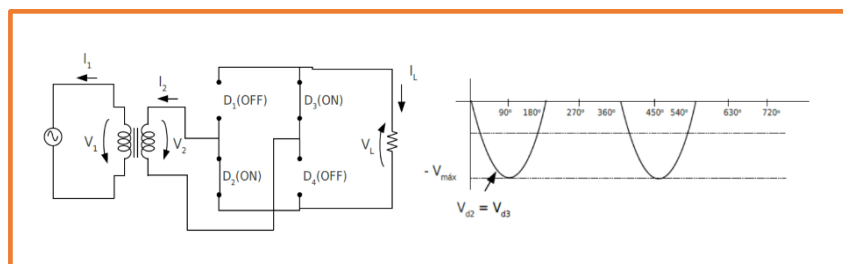
Esse modelo de retificador utiliza 4 diodos. Emprega um transformador de secundário simples. É importante observar que neste circuito, os diodos possuem a metade do valor de tensão reversa $2V_{\text{máx}}$.



Atuação D1/D4



Atuação D2/D3



Corrente secundária	$I_2 = \frac{V_{\text{máx}}}{R_L}$
Tensão média na carga	$V_{\text{méd}} = \frac{2V_{\text{máx}}}{\pi}$
Corrente média na carga	$I_{\text{CC}} = \frac{2I_{\text{máx}}}{\pi} = \frac{2V_{\text{máx}}}{R_L \cdot \pi}$
Tensão eficaz na carga	$V_{\text{rms}} = \frac{V_{\text{máx}}}{\sqrt{2}}$
Corrente eficaz na carga	$I_{\text{rms}} = \frac{I_{\text{máx}}}{\sqrt{2}}$
Tensão inversa média no diodo	$V_{\text{d,méd}} = -\frac{V_{\text{máx}}}{\pi}$
Tensão de pico inversa no diodo	$V_{\text{máx}}$
Corrente média no diodo	$\frac{I_{\text{CC}}}{2}$

Fórmulas para *tensões e correntes* circuito retificador **onda completa em ponte**.

Praticando

Circuitos retificadores

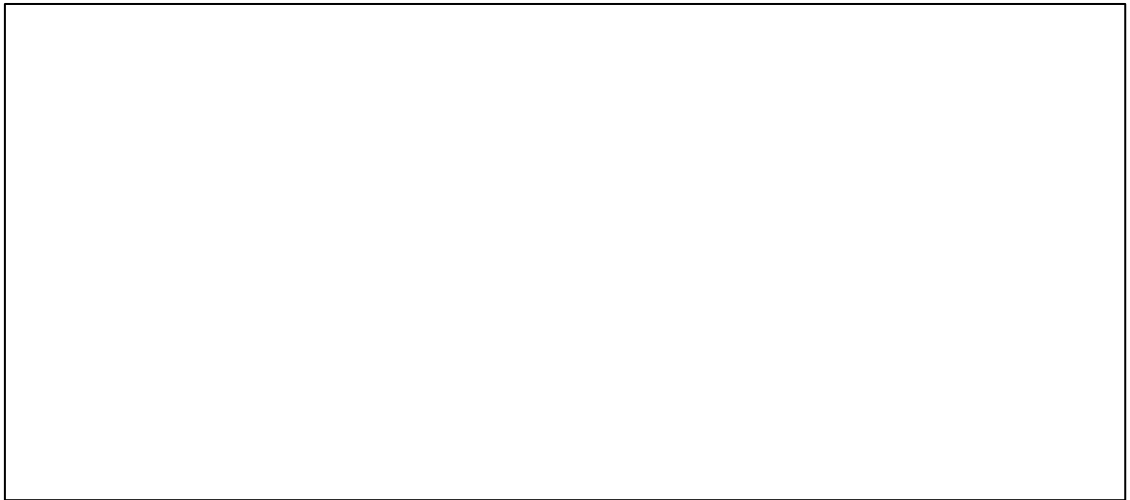


CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

1. #desafio Um determinado circuito elaborado pelos alunos do Curso de Eletrônica fácil tem a seguinte descrição:

Um transformador abaixador, sem center tape é alimentado por uma rede 127VCA no seu enrolamento primário. No enrolamento secundário, é ligado um circuito retificador de onda completa em ponte, que por sua vez alimenta uma carga de resistência ôhmica de 10Ω .

- a) Represente o diagrama da situação.



- b) O transformador possui uma relação de espiras igual a 10. Calcule a tensão de saída no secundário.

R:

- c) Calcule a tensão máxima e a tensão máxima na carga.

R:

- d) Calcule a tensão máxima reversa do diodo.

R:

- e) Encontre os valores da tensão média e corrente média na carga.

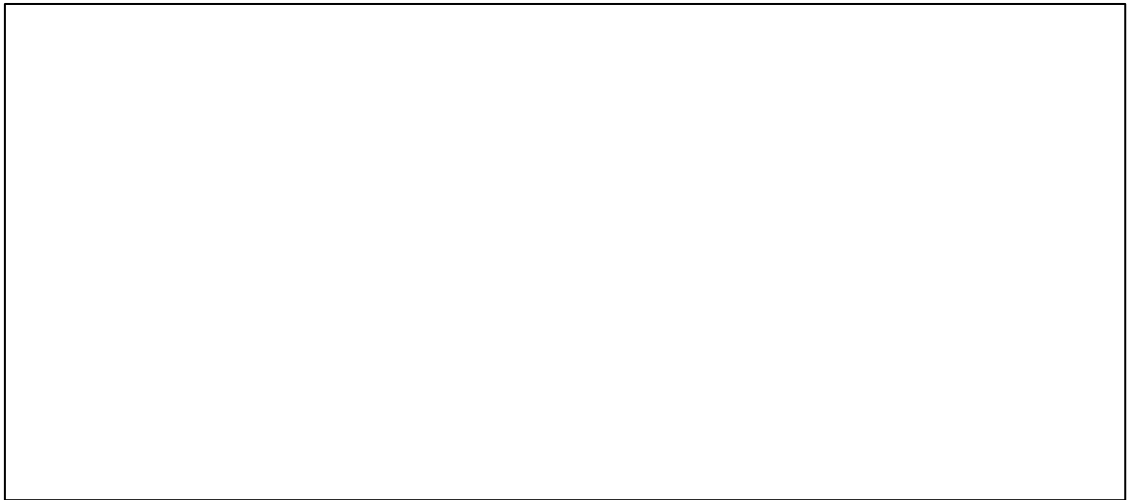
R:

- f) Encontre o valor da corrente média no diodo.

2. #desafio Um determinado circuito elaborado pelo Rodrigo do #timedoeletronicafacil tem a seguinte descrição:

Um transformador abaixador, com center tape é alimentado por uma rede 220VCA no seu enrolamento primário. No enrolamento secundário, é ligado um circuito retificador de onda completa, que por sua vez alimenta uma carga de resistência ôhmica de 10Ω .

- a) Represente o diagrama da situação.



- b) O transformador possui uma relação de espiras igual a 10. Calcule a tensão de saída no secundário.

R:

- c) Calcule a tensão máxima e a tensão máxima na carga.

R:

- d) Calcule a tensão máxima reversa do diodo.

R:

- e) Encontre os valores da tensão média e corrente média na carga.

R:

- f) Encontre o valor da corrente média no diodo.

3. Com suas palavras, explique qual é a função de um transformador em um circuito retificador CA CC.

R:

4. Referente a sequência que acontece o processo de retificação que vimos nesse módulo, assinale a alternativa correta.

- a) Transformação, filtro e carga;
- b) Transformação, carga e regulador.
- c) Carga, filtro retificação e transformação;
- d) Transformação, retificação, filtro e carga;
- e) Carga, filtro, transformação e retificação.

5. #desafio (com resposta) com base nas descrições de um determinado circuito retificador, encontre os valores pedidos.

- **Descrição:** Um transformador abaixador, sem center tape, é alimentado em seu enrolamento primário com uma tensão C.A. de 127V, seu secundário é ligado em um circuito retificador onda completa comum, e este, por sua vez, alimenta uma carga com uma impedância de 10Ω .

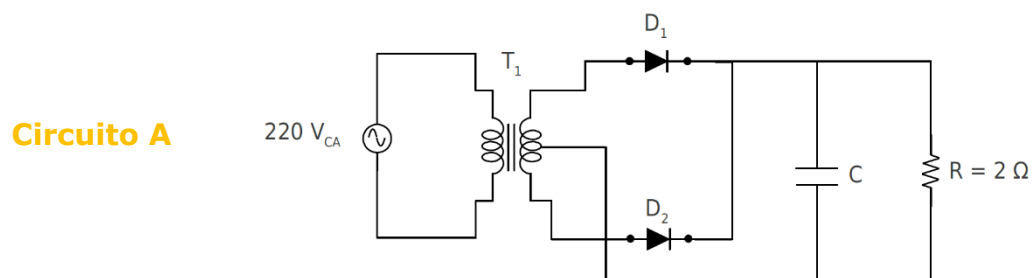
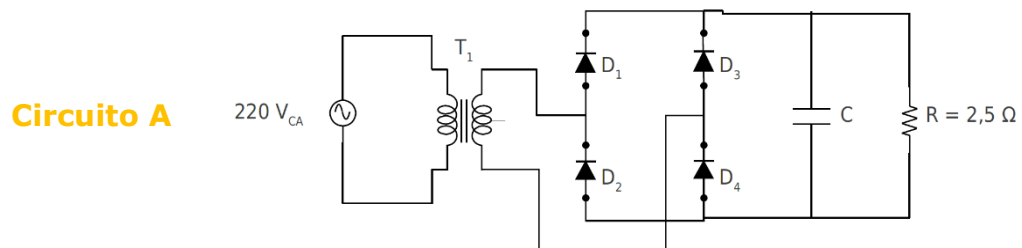
Desenhe o diagrama que represente a situação:



Sabendo que a relação de espiras do transformador é igual a 10, calcule a tensão de saída no secundário dele:

- a) Calcule a corrente máxima e a tensão máxima da carga:
- b) Calcule a tensão máxima reversa do diodo:
- c) Calcule a tensão e a corrente média na carga:
- d) Calcule a corrente média no diodo:

6. Nos seguintes circuitos A e B representados a seguir, foram utilizados filtros capacitivos que mantêm a tensão de saída com uma *ondulação desprezível* à situação problema que se aplica. Os dois circuitos possuem um transformador de 220V / 6+6V. Veja:



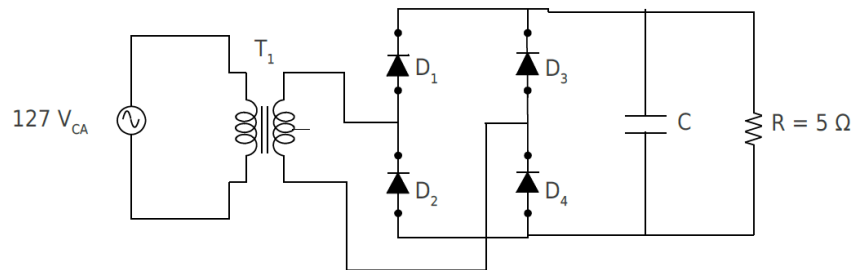
Determine:

- a) Tensão para a carga no circuito 1:
- b) Corrente da carga no circuito 1:
- c) Tensão para a carga no circuito 2:

d) Corrente da carga no circuito2:

7. #desafio um aluno que já concluiu o curso de Eletrônica Fácil montou um circuito desafio com as seguintes características:

- Transformador T_1 127V / 12+12V;
- Conversor C.A. - C.C. com saída constante;



Determine as características que os diodos da ponte devem ter e especifique eles de acordo com os **diodos disponíveis comercialmente** e a **potência mínima do transformador**. (pesquise tabelas de diodos e datasheets).



Reguladores de tensão fixa

A FAMOSA "FAMÍLIA 78XX"

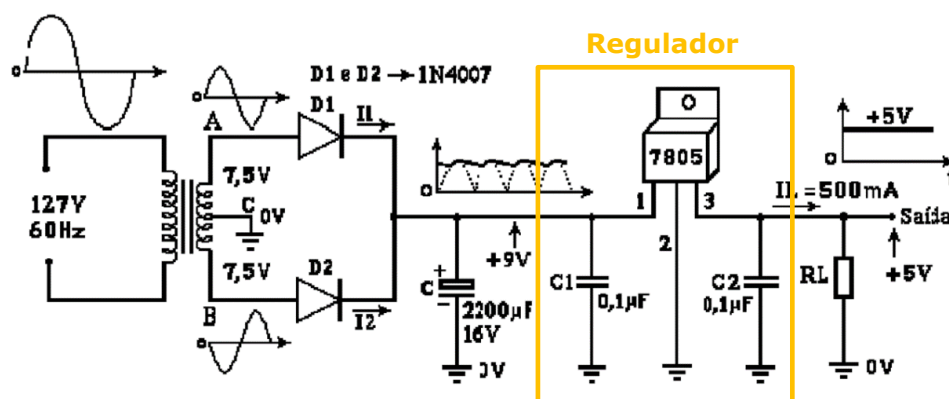
XVI



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

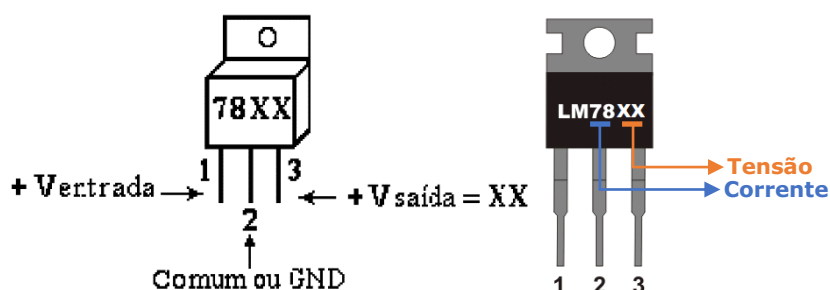
Os reguladores de tensão têm como finalidade evitar que **variações de tensão** elétrica afetem a saída da fonte (*circuito retificador*). Tomando como exemplo uma fonte de 5VDC, que terá sempre em sua saída (*carga*) esse **mesmo valor de tensão**, mesmo que a tensão da rede elétrica oscile.

Podem ser implementados em um circuito ou são empregados na forma de **circuitos integrados**. Nesse módulo vamos falar da família dos Reguladores 78XX.



Reguladores família 78XX

É importante destacar que, os reguladores de **tensão fixa** podem fornecer **uma só tensão de saída**. Existem, comercialmente, diversos modelos para as mais variadas tensões de saída. Uma das séries mais conhecidas e, portanto a que se aborda no curso, é a série **LM78XX**.



Os primeiros 2 algarismos simbolizam a corrente que o regulador trabalha e os dois últimos corresponde a tensão elétrica que ele fornece. Também possuem uma **tensão mínima** e **máxima** de entrada para que trabalhe corretamente, essa pode ser consultada no *datasheet*.

Reguladores de tensão 78XX – 79XX				
Código		Tensão máxima a aplicar na entrada (E)	Tensão de saída (S) regulada	Corrente máxima na saída
Positivo	Negativo			
7805	7905	35V	5V	1A
7806	7906	35V	6V	1A
7810	7910	35V	10V	1A
7812	7912	35V	12V	1A
7815	7915	35V	15V	1A
7818	7918	35V	18V	1A
7824	7924	40V	24V	1A

Tabela 8 – <unesp.com.br Profº Marcelo Wendling>

Encontrando os valores

A série 78XX possui, internamente, **proteção** contra curtos circuitos em suas saídas, dispensando componentes para essa função. Se o invólucro do componente estiver danificado, você pode calcular alguns valores importantes para projeto através das seguintes fórmulas:

Potência dissipada

A previsão da potência dissipada no regulador, além de ser disponibilizada no datasheet ela pode ser calculada através da fórmula da potência elétrica, veja:

$$Pd = (Uin - Uout) \cdot Ic$$

Onde:

P_d : Potência elétrica dissipada em watts;

U_{in} : tensão de entrada no regulador;

U_{out} : Tensão de saída no regulador;

I_c : Corrente elétrica na carga alimentada.

Queda de tensão de entrada

Para calcular a queda de tensão na **entrada** de um regulador de tensão, para funcionar dentro da **tensão máxima de entrada**, se a corrente da carga for constante, temos:

$$V = \frac{(Vi - Vx)}{I}$$

Onde:

V_i : Tensão de entrada no circuito;

V_x : Tensão de entrada máxima dos CI's;

I : Intensidade da corrente da carga.

Potência dissipada

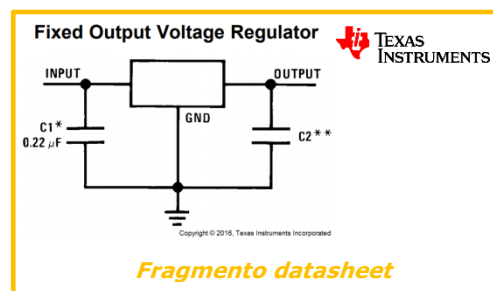
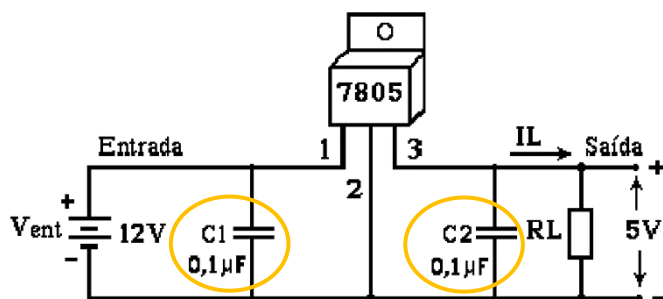
Observe que não se tem a necessidade de calcular a corrente exigida pelo regulador, pois ela é bem baixa.

Com os mesmos dados, calcula-se a **potência dissipada** no resistor através da fórmula:

$$P = (V_i - V_x) \cdot (I)$$

Sobre os capacitores antirruídos

Para eliminar os ruídos na entrada e saída dos reguladores são colocados 2 capacitores, um na entrada e outro na saída. Os valores dos capacitores são encontrados no datasheet de cada componente.



Praticando

Regulador de tensão fixa



1. Com suas palavras, descreva: O que são os reguladores de tensão fixa? Para que servem?

R:

2. Em quais tipos de invólucro (*packages*) encontramos os reguladores de tensão fixa 78XX? Consulte *datasheet* e responda.

R:

3. Consulte um *datasheet* e escreva: quais são os principais parâmetros dos reguladores de tensão fixa 78XX para efeito de projeto.

<http://download.siliconexpert.com/pdfs/2014/9/8/20/42/0/363/txn /manual/2098ua7885.pdf>

R:

4. Cite, pelo menos, dois tipos de proteções que a classe de reguladores 78XX possui, *consulte datasheet*:

R:

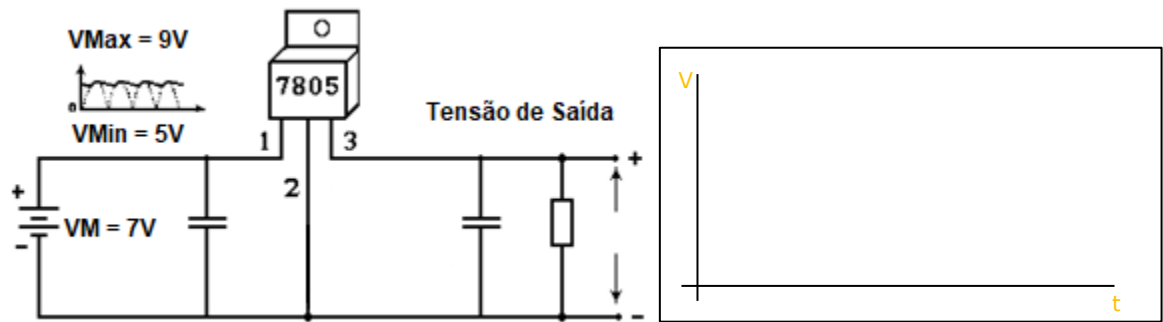
5. Em um determinado projeto eletroeletrônico, precisa de uma fonte com tensão de saída no retificador de 5VDC e uma corrente de 3A. Consultando o *datasheet*, encontre o modelo e código do regulador mais adequado a esta situação problema.

R:

6. Considerando as quedas de tensão nos reguladores para que estes sejam funcionais, qual as tensões mínimas de entrada para os modelos:

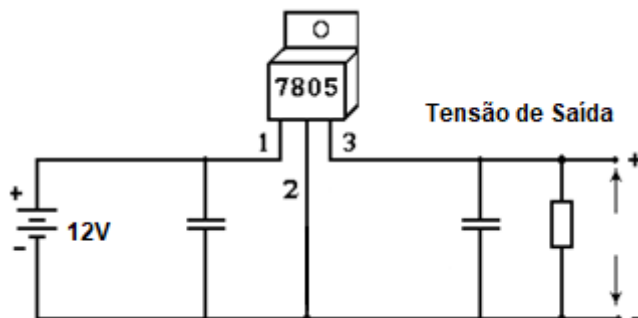
- 7824:
- 7812:
- 7805:

7. Considerando o **signal de entrada**, com suas palavras, o que irá acontecer com o regulador de tensão fixa? Comprove graficamente.



R:

8. Qual a função **dos dois capacitores**, sendo um na **entrada** e o outro na **saída**, que sempre estarão juntos com os reguladores de tensão fixa da família **78XX**?



R:

9. Como encontrar o valor dos capacitores de eliminação de ruídos? Demonstre para dois fabricantes diferentes para os seguintes reguladores:

→ 7812:

→ 7815:

→ 7805:



Os famosos capacitores

CONHECENDO OS CAPACITORES E MUITO MAIS

XVII



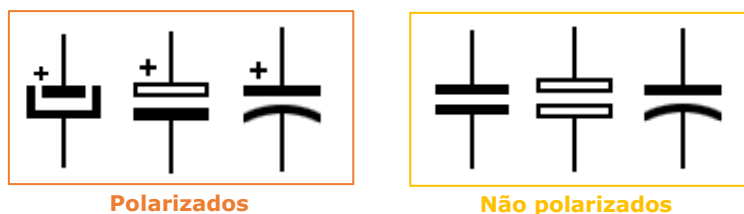
CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

Os capacitores são componentes altamente aplicados em circuitos eletrônicos de modo geral. Servem para **armazenar cargas elétricas** em seu interior, **desacoplar ruídos** nas entradas e saídas de um determinado circuito (como vimos no módulo regulador de tensão fixa 78XX) e muito mais. Neste módulo, vamos aprender como funciona um capacitor, como identificar um capacitor e entender seu funcionamento.

Simbologia x classificação x unidade de medida

As simbologias dos capacitores já dizem muito sobre o modelo do componente que está sendo empregado. São classificados em dois grandes grupos, os **polarizados** e os **não polarizados**.

Os não polarizados são, em sua grande maioria, capacitores cerâmicos ou de poliéster. Já os polarizados, são os capacitores eletrolíticos, esses armazenam quantidades de cargas elétricas e, por essas características, são aplicados em filtros e sistemas de amplificação.



A unidade de medida dos capacitores é dada em **Faraday [F]**. Geralmente os capacitores são aplicados em submúltiplos (*Ex: micro, nano e pico Faraday*).

Capacitância

A capacitância, em resumo, é a **capacidade de armazenamento de carga de um capacitor**. Uma proporcionalidade entre a carga do capacitor e a tensão, veja:

$$Q = Q \cdot V \text{ ou } C = \frac{Q}{V}$$

Onde:

C : Capacitância [F]

Q : Carga elétrica

V : Tensão elétrica nos terminais

Construção física x Funcionamento

Um capacitor eletrolítico, basicamente, é formado por **duas placas** de um determinado material condutor, chamamos essas placas de: armaduras. As armaduras são **isoladas** eletricamente entre si, separadas por um material **dielétrico**.

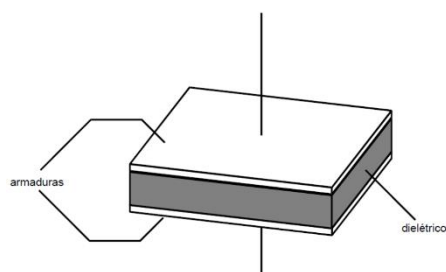


Figura 45 - <acervo senai-sp>

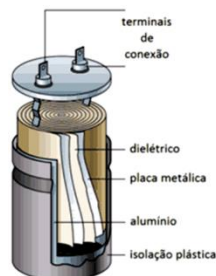


Figura 46 - <acervo senai-



Figura 47 -

O material que compõe as armaduras é eletricamente neutro e, em cada uma das armaduras, o número de **prótons** e **elétrons** é igual, não havendo diferença de potencial entre elas em seu estado natural. Quando conectamos o capacitor a uma fonte C.C. surge então uma diferença de potencial elétrico entre as armaduras devido a atração e repulsão de cargas temos os elétrons organizados em uma das armaduras e os prótons em outra.

Capacitores de disco cerâmico

Os capacitores de disco cerâmico são aplicados em sistemas desacopladores de ruído (ex: *C1 e C2 dos Reguladores de tensão fixa 78XX*). Esse modelo de capacitor possui uma capacitância baixa, e por esse motivo são aplicados em filtro.



Figura 48 - <blog.novaeletronica.com.br>

Leitura dos capacitores cerâmicos de disco

A leitura dos capacitores cerâmicos de disco é de extrema importância quando o assunto é manutenção e substituição de capacitores nas placas, pois provavelmente sem o projeto eletrônico em mãos, você vai precisar interpretar a representação dos capacitores para substituí-los. Observe:

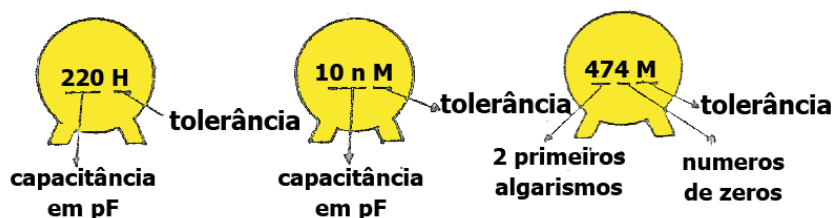


Figura 49 - <blog.novaeletronica.com.br>

1 ° DÍGITO	2 ° DÍGITO	3ª MULTIPLICADOR	TOLERÂNCIA
0	0	0 1 ×	C ± 0,25 pF
1	1	1 x 10	D ± 0,5 pF
2	2	2 × 100	E ± 1 pF
3	3	3 × 1000	G ± 2%
4	4	4 × 10000	J ± 5%
5	5	5 × 100000	K ± 10%
6	6	6 × 1000000	L ± 15%
7	7	7 × 10000000	M ± 20%
8	8	8 × 100000000	N ± 30%
9	9	9 × 1000000000	Z 80% A 20%

Carga e descarga de um capacitor

O capacitor ao ser conectado a uma fonte, surge uma **tensão entre as armaduras**, essa tensão tem o mesmo valor prático que o da fonte para efeito de projeto. Quando isso acontece, dizemos que o **capacitor está carregado**, pois mesmo quando desconectado, possui a mesma tensão da fonte. Dessa forma acontece o armazenamento das cargas elétricas em um capacitor.

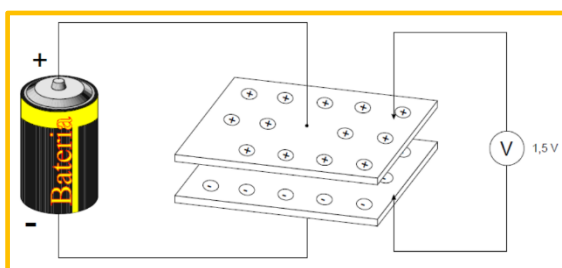


Figura 30 - <acervo senai-sp>

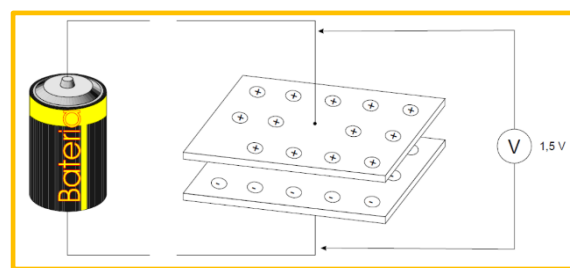


Figura 31 - <acervo senai-sp>

Quando os terminais de um **capacitor carregado** são conectados em uma **carga** tem-se então uma corrente elétrica, já que o capacitor atua como fonte de tensão (figura x). Quando todos os elétrons em excesso contido em uma das armaduras se movimentam para a outra que possui falta de elétrons, se estabelece novamente o equilíbrio potencial entre elas, portanto o capacitor se encontra descarregado (figura y).

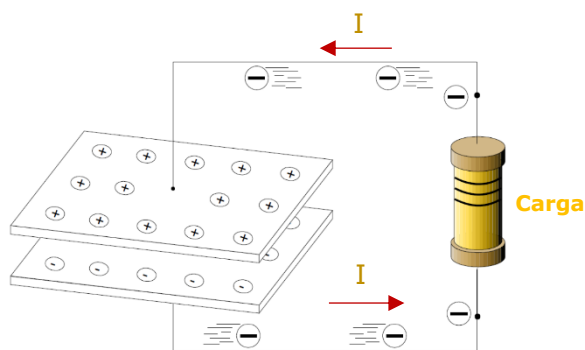


Figura 52 - <acervo senai-sp>

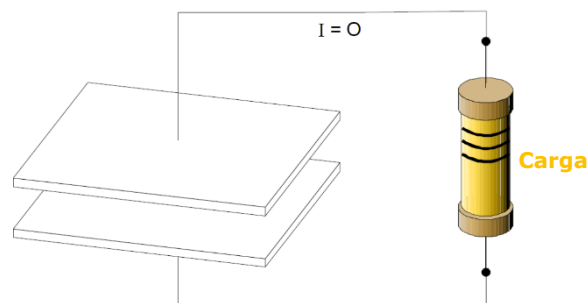


Figura 53 - <acervo senai-sp>

Associação de capacitores

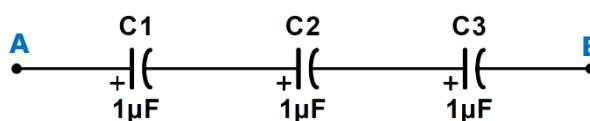
Bem como os reitores, os capacitores também possuem uma padronização de valores comerciais e, por esse motivo, não se encontra capacitores disponíveis em todos os valores. Mas não se preocupe, pois os capacitores são facilmente associados, porém seguem uma regra inversa a dos resistores.

Associação em série

Na associação em série conectamos os capacitores no mesmo ramo, onde as cargas elétricas armazenadas nas armaduras de cada um dos capacitores sejam iguais. Nesse modelo de associação, a armadura carregada positivamente é ligada à armadura carregada com carga negativa do capacitor seguinte.

A **capacitância**, deste modo, é dada por:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_n}$$



Pode-se utilizar também, para encontrar os valores de **2 em 2** capacitores:

$$C_{eq} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

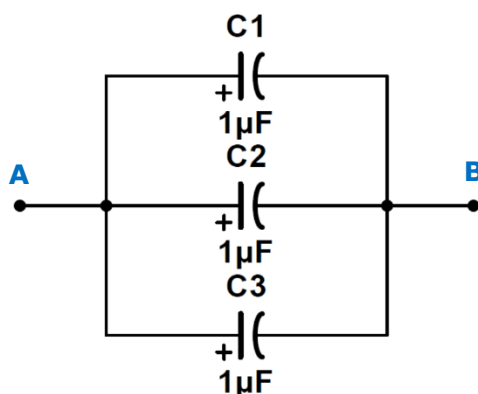
Deste modo pode-se notar que: capacitância equivalente desse circuito é sempre **menor que a capacitância de menor valor** que compõe o circuito.

Associação em paralelo

Quando associados em paralelo, a tensão é igual para todos os capacitores. Na associação de capacitores em paralelo, o potencial elétrico é igual para todos os capacitores. As cargas acumuladas nas placas de todos os capacitores são iguais. Então, se as cargas são iguais, mas as capacitâncias são diferentes, então os potenciais também serão diferentes.

A **capacitância**, deste modo, é dada por:

$$C_{eq}: C1 + C2 + Cn$$



Associação mista

A associação mista de capacitores consiste em aplicar as características da associação em série junto às da associação em paralelo. Lembrando que para determinarmos a **capacitância equivalente** de capacitores ligados nesse tipo de associação, devemos **resolver primeiramente a associação em série**, e **depois a associação em paralelo**, que é o inverso da associação de resistores.

Nesse módulo você já tem capacidade de resolver esse tipo de associação sem o passo-a-passo. Assista a aula se restarem dúvidas.

<<https://cursodeeletronicafacil.com/membros/curso/modulos/modulo-17/>>

Praticando

Os famosos capacitores



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

1. Na sua opinião, o que é um capacitor? Qual sua função em um circuito elétrico?

R:

2. Normalmente, entre as placas dos capacitores, são aplicados materiais chamados de dielétricos. Com suas palavras, como esse tipo de material implica no funcionamento de um capacitor?

R:

3. O que é capacitância? Quais as grandezas relacionadas entre si que resultam em algum valor capacitivo?

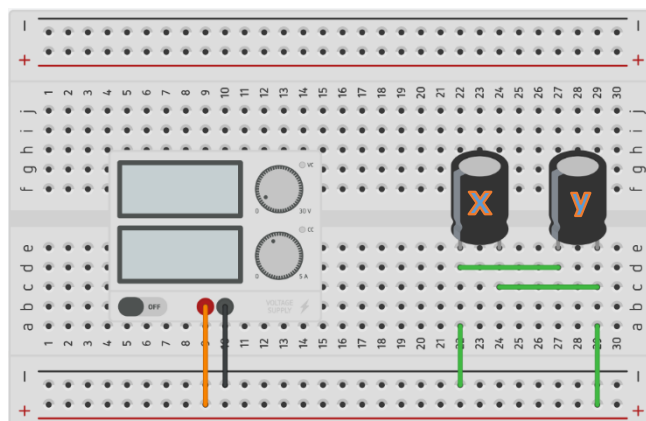
R:

4. Utilizando os conhecimentos adquiridos sobre capacitores, utilize para as afirmações a seguir, (V) corretas e (F) incorretas:

- I. (V) Quando as placas das armaduras estão eletricamente neutras, dizemos que o capacitor está descarregado.
- II. (F) A carga elétrica armazenada em um capacitor não é diretamente proporcional à tensão elétrica na qual foi exposto.
- III. (V) Em um circuito elétrico onde, só haverá corrente elétrica no local que tem um capacitor quando o mesmo estiver carregando ou descarregando.
- IV. (V) A capacitância é expressa em Farad, e geralmente aparece expressa com seus submúltiplos (nano, micro...).

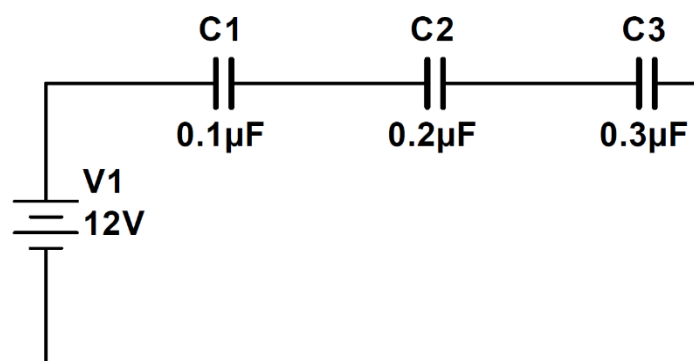
5. A capacitância (C) de um capacitor, é calculada através da razão entre a carga (Q) armazenada em uma de suas armaduras e a tensão (V) que é aplicada, assim sendo: $C = \frac{Q}{V}$.

Um capacitor X com capacitância EF , está a princípio submetido a uma tensão V . Outro capacitor, Y , com capacitância diferente de FE , tem seus terminais soldados em paralelo com X , mantendo a tensão elétrica na associação.



Com relação à associação dos capacitores X e Y, podemos afirmar que:

- (a) Depois de associados, o capacitor de menor capacitância terá maior carga.
- (b) A energia inicial após a associação é menor a inicial de A.
- (c) A capacitância da associação é igual à soma das capacitâncias de X e Y.
- (d) Depois de associados, os capacitores terão cargas iguais.
6. **#desfio** Agora que você já conhece tudo sobre os capacitores e associação deles, encontre os valores pedidos do circuito a segui:



(DICA: $U = \frac{Q}{C}$ onde: U =tensão; Q = carga e C =capacitância).

(a) Capacitância equivalente do circuito:

(b) Carga elétrica de cada capacitor:

(c) A tensão de cada capacitor:

7. Um circuito eletrônico onde contém 2 (dois) capacitores em série, foi montado em uma *protoboard* para realizar os testes práticos antes de ser projetada sua PCB (*placa de circuito impresso*). No entanto, você foi solicitado para realizar os cálculos teóricos.

C1: 4nF

C2: 12 μ F

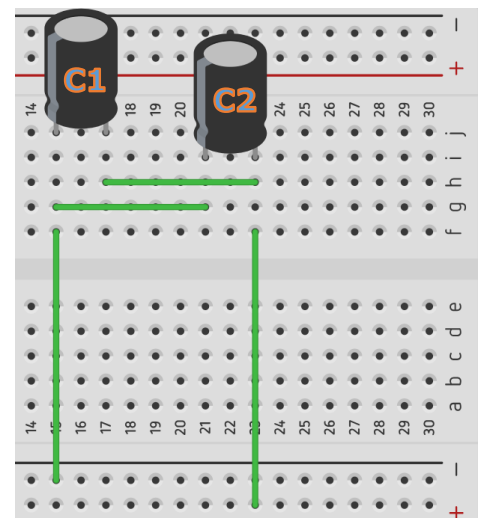
Fonte: 40Vcc

Calcule:

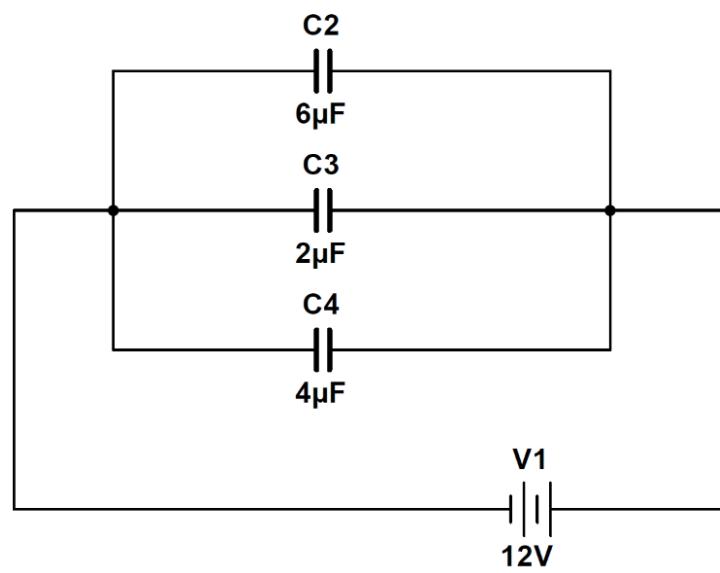
(a) Capacitância equivalente:

(b) Carga elétrica de cada capacitor:

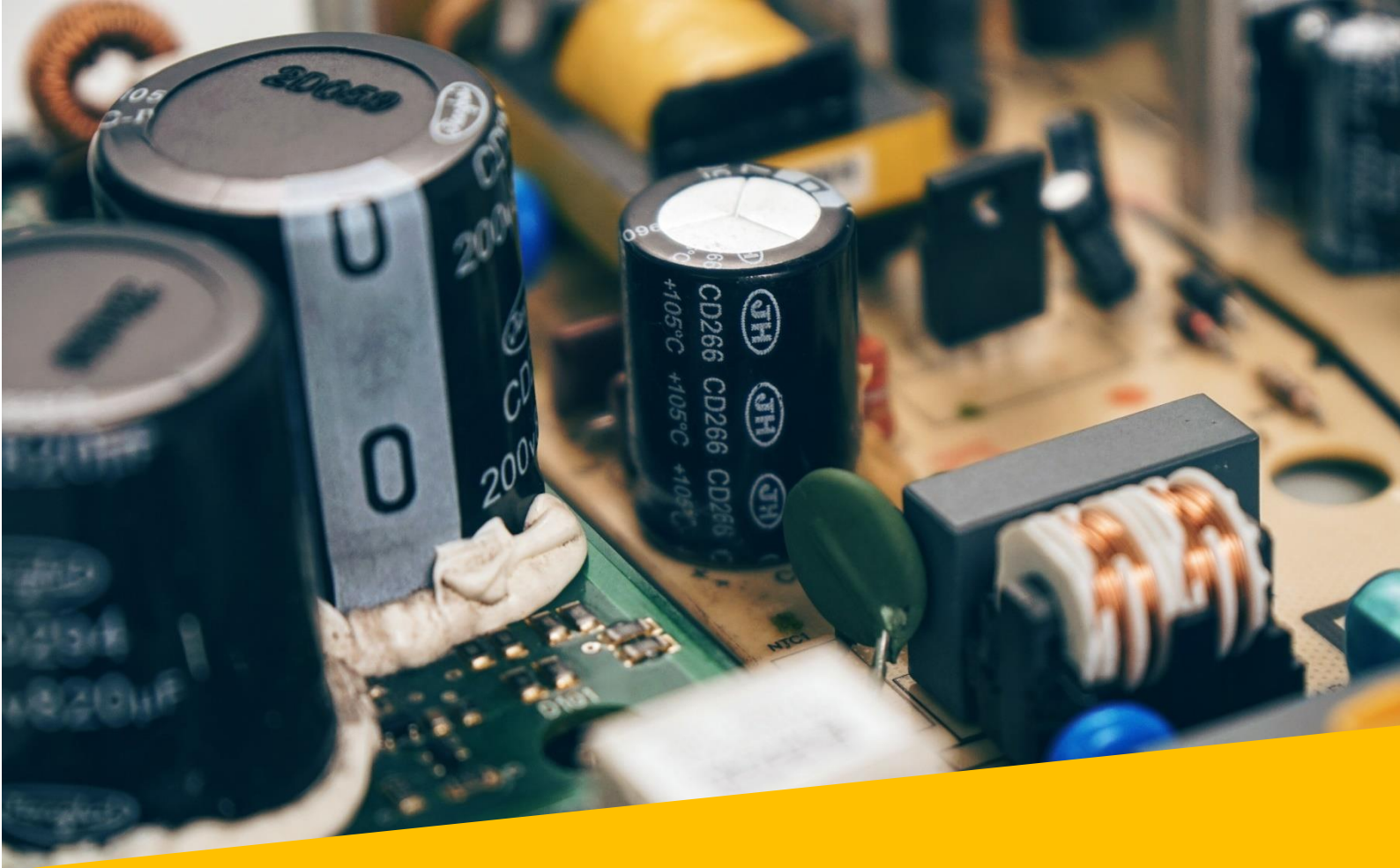
(c) A tensão elétrica em C1 e C2:



8. Encontre a capacitância equivalente do circuito e carga armazenada em cada capacitor.



R:



Filtro capacitivo e estabilizador de tensão

CÁLCULOS, OBSERVAÇÕES E MUITO MAIS

XVIII



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

Caracteriza-se como **corrente contínua** aquela que **não varia sua polaridade em relação ao tempo**, como já vimos no módulo XIII. No entanto, esse formato de onda não é usual em **circuitos lógicos**, onde predominam os famosos 0 e 1 (0: desligado e 1: ligado).

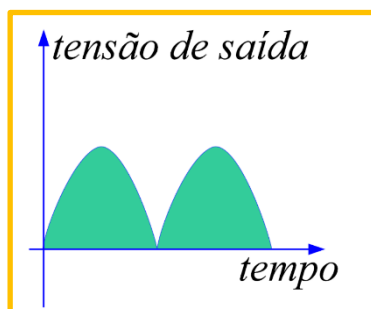
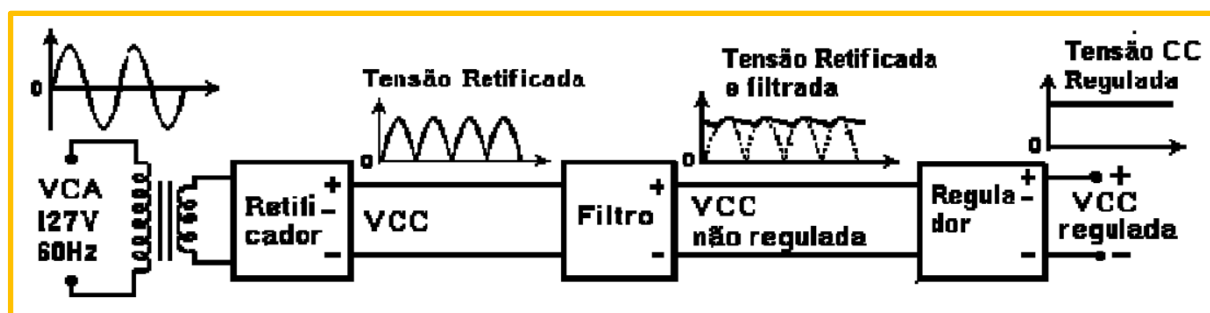


Figura 54 - <acervo senai-sp>

← **Formato de onda após retificador onda completa (sem filtro)**

Esse “defeito” característico em um circuito retificador comum é resolvido pelo filtro capacitivo seguido de um regulador de tensão 78XX. Veja a seguir um diagrama de blocos de uma fonte de alimentação com saída regulada os respectivos formatos de onda:



Tensão de ondulação

Como já citado, os intensivos processos de carga e descarga do capacitor de filtro geram um novo formato de onda. Os intervalos de tempo t_1 e t_2 representados na Figura 55 definem o tempo de carga e descarga desse capacitor.

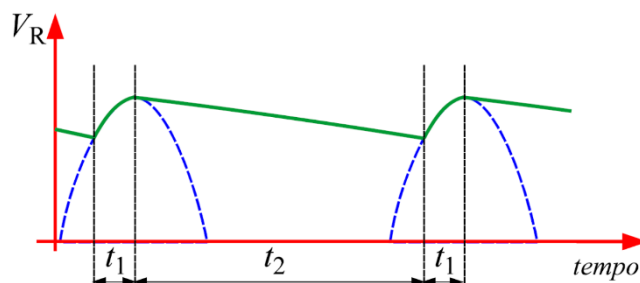
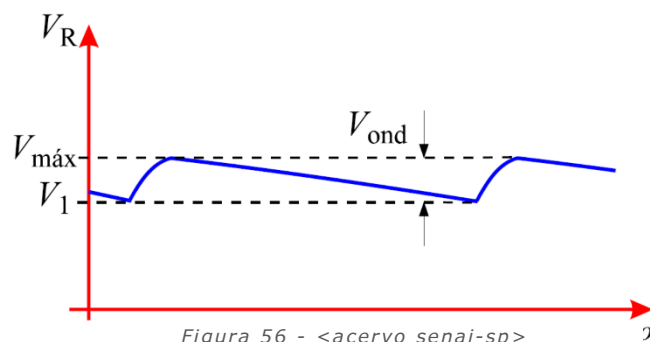


Figura 55 - <acervo senai-sp>

Como podemos observar, a tensão de saída não tem um valor constante, não assume um valor constante, possui uma variação entre V_1 e $V_{máx}$. Essa variação é a tensão de ripple ou tensão de ondulação.

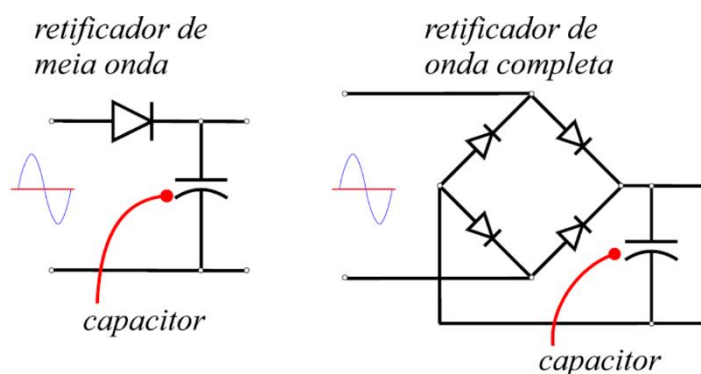


Matematicamente temos:

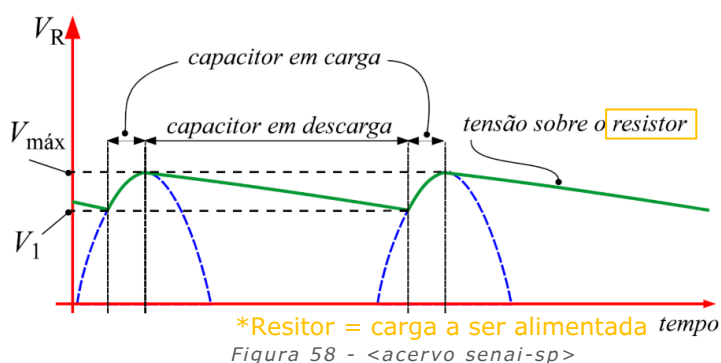
$$V_{ond} = V_{máx} - V_1 \quad \text{ou} \quad V_{ond} = \frac{I}{C \cdot f}$$

O capacitor de filtro

Como já visto no Módulo XXII “Os famosos capacitores”, sabe-se que o capacitor é um elemento armazenador de cargas elétricas e, é através da carga e descarga de um capacitor **conectado diretamente na saída do circuito retificador** é que se tem uma tensão filtrada.



Com a carga e descarga do capacitor acontecendo, um novo formato de onda é obtido, denominado de: tensão de ondulação ou tensão de ripple.



Calculando o capacitor de filtro

O capacitor de filtro é **calculado em função do regulador de tensão** escolhido. O elemento filtrante é responsável por assegurar uma tensão de ondulação dentro das especificações do regulador de tensão em questão. Podemos tomar como exemplo um regulador de tensão 7805, que precisa de no mínimo 2V a mais para manter a retidão gráfica do sinal contínuo. Assim sendo, entende-se que a ondulação e a capacitância são inversamente proporcionais, logo a ondulação precisa ser mínima, o valor do capacitor precisa aumentar e vice-versa.

Dessa forma, para calcular o **capacitor de filtro**, temos:

$$Cf = \frac{I}{V_{ond} \cdot f}$$

Onde:

Cf: Capacitor de filtro [F]

V_x: Tensão de ondulação ou Ripple [V]

I: Intensidade da corrente da carga [A]

f: Frequência de entrada no filtro [Hz]

(Meia onda: 60Hz; Onda completa: 120Hz)

Curiosidades

Em paralelo com o regulador de tensão, normalmente, é posto um diodo, denominado de: **Diodo de proteção Bypass**. Esse diodo protege o circuito contra **alimentação inversa** (alimentar a saída ao invés da entrada).

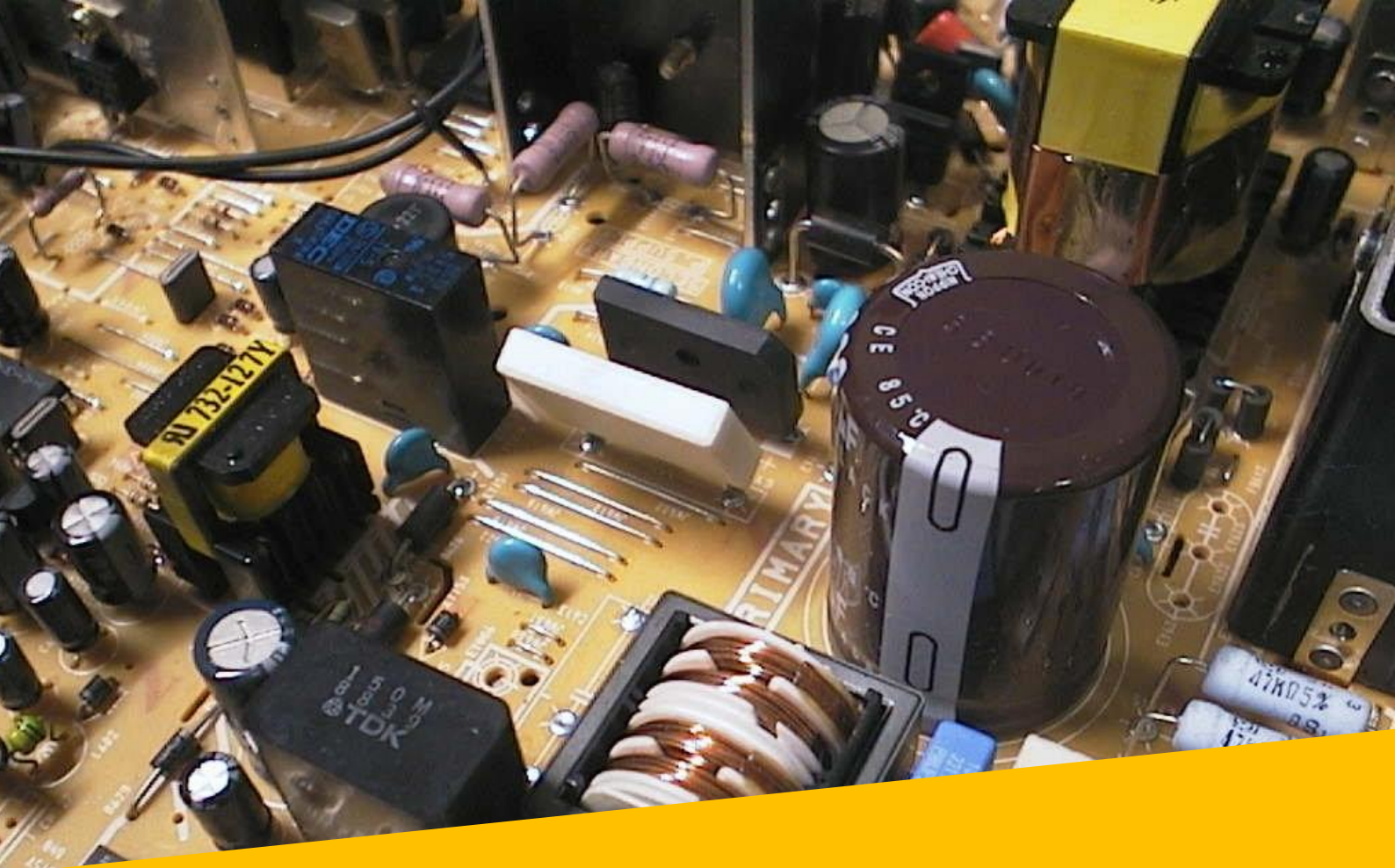
Praticando

Filtro capacitivo e estabilizador de tensão



CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

Em desenvolvimento, aguarde as próximas versões. Quaisquer observações, por favor, comunique a equipe **Eletrônica Fácil**.



Regulador de tensão ajustável

O FAMOSO LM317 E MUITO MAIS

XIV



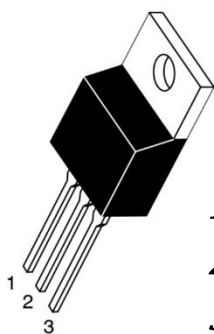
CURSO DE
ELETRÔNICA FÁCIL

Como já vimos anteriormente, mais especificamente no Módulo XVI, os reguladores de tensão são elementos de extrema importância para a estabilidade do sinal das fontes de alimentação. Os reguladores de tensão também podem oferecer **valores de tensão de saída ajustáveis**, e é disso que vamos falar neste módulo.

Para efeito de aplicação prática (projeto da fonte de alimentação ajustável do curso) e didática simples, trataremos em especial do **LM317**, um dos circuitos mais simples e elementares quando o assunto é regulador de tensão ajustável. Lembrando que esse modelo **também possui tensão mínima de entrada** e quase todas as características do regulador fixo, fique atento ao *datasheet*.

LM317 - Falando de pinagem

É importante **não confundir a sequência** de pinagem com as dos reguladores de tensão fixa, pois uma montagem feita de forma errada pode danificar o componente, por isso, fique atento à seguinte configuração dos pinos:



- 1: Ajuste;(Ajuste);
- 2: Vout; (Tensão de saída);
- 3: Vin; (Tensão de entrada).

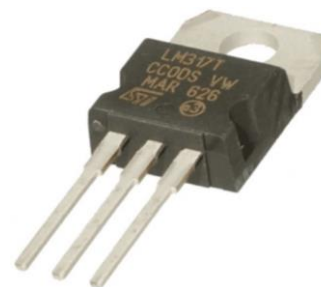
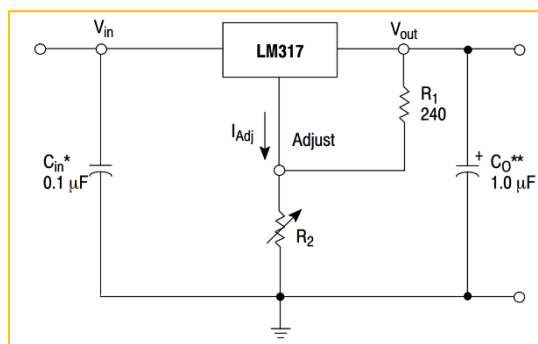


Figura 59 -
<baudaeletronica.com.br>

LM317 – Circuito x funcionamento x tensão de saída

O LM317 é um regulador de tensão ajustável positivo de três pinos, é capaz de fornecer mais de 1,5A e uma tensão de saída que varia de 1,2V a 37V. Requer apenas 2 resistores para perfeito funcionamento, um potenciômetro (R2) e um resistor fixo (R1), ou em casos onde requer tensão fixa, usa-se os dois resistores de valor fixo. Sem contar é claro com os capacitores C1 e C2 (de valores recomendados pelo fabricante), cujo assunto já foi tratado também no Módulo XVI.



Circuito comum de ligação do LM317

*A configuração do circuito pode sofrer alterações em alguns *datasheet*, como por exemplo os valores dos capacitores de filtro, por esse motivo, consultem sempre o *datasheet* do fabricante e siga as recomendações.

→ A tensão de saída do LM317 é determinada pela **relação entre os dois resistores** de realimentação R1 e R2.

→ A tensão através do resistor de realimentação R1 é uma **tensão de referência constante** de 1,25V, V_{ref} é produzida entre o terminal de “saída” e o terminal de “ajuste”.

→ A corrente do “terminal de ajuste” é uma **corrente constante de 100µA**.

→ Como a tensão de referência através do resistor R1 é constante, uma corrente constante I fluirá através do outro resistor R2, isso resulta na tensão de saída V_{out} do regulador ajustável.

Dessa forma, **calcula-se a tensão de saída** através da seguinte expressão:

$$V_{out} = 1,25 \cdot \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) + I_{Adj} \cdot R2$$

Onde:

V_{out} : tensão de saída ajustada [V];

1,25: Tensão de referência [V];

1: Constante da fórmula;

R2 e R1: Resistência relacionadas [Ω];

I_{Adj} : Corrente de ajuste [A];

Dica:

Lembrando que a resistência R2, teoricamente é um **potenciômetro**, um resistor ajustável. No entanto seu valor deve ser **medido na prática** após o ajuste para efeitos de cálculo com maior precisão e assertividade.

Praticando

Regulador de tensão ajustável



Em desenvolvimento, aguarde as próximas versões. Quaisquer observações, por favor, comunique a equipe **Eletrônica Fácil**.

ATENÇÃO: Documento em *desenvolvimento*, exclusivo para visualização e feedback dos membros do curso de Eletrônica Fácil.

Para mais detalhes acesse:

www.cursodeeletronicafacil.com