

# APOSTILA DE Montagem de Circuitos Eletroeletrônicos

## CURSO: TÉCNICO EM ELETROELETRÔNICA

Prof: Carlos Alberto Serpeloni Barros

### A importância das unidades

**Medida:** é a comparação dela com uma unidade padrão preestabelecida.

| Múltiplos |   |           | Submúltiplos |       |            |
|-----------|---|-----------|--------------|-------|------------|
| Quilo     | K | $10^3$    | Mili         | m     | $10^{-3}$  |
| Mega      | M | $10^6$    | Micro        | $\mu$ | $10^{-6}$  |
| Giga      | G | $10^9$    | Nano         | n     | $10^{-9}$  |
| Tera      | T | $10^{12}$ | Pico         | p     | $10^{-12}$ |

Dê os resultados utilizando os múltiplos e submúltiplos:

- a)  $1.000.000 \times 345\mu =$
- b)  $10^{-6} / 0,003 =$
- c)  $3M \times 400n =$
- d)  $3M + 630K =$
- e)  $225 / 1.000.000 =$
- f)  $327 + 44K =$
- g)  $200G - 6p =$

Obs: Na eletricidade utilizar sempre 3 Algarismos significativos

Executar operações utilizando potência de 10:

- a)  $0,045 \times 0,004 =$
- b)  $0,000234 / 2000 =$
- c)  $12.000.000 \times 2,2 =$
- d)  $3.500 / 190.000.000 =$
- e)  $0,00034 \times 0,0202 =$
- f)  $0,0052 / 7.360.000 =$
- g)  $123 \times 0,00001 =$
- h)  $4000.000 / 16.000.000.000 =$

### Resistores

Constituídos com materiais condutores de alta resistividade, para oferecer maior resistência à passagem da corrente elétrica. **Resistor de fio:** fio condutor de alta resistividade enrolado numa base cilíndrica; São soldados 2 terminais em seguida, é aplicada uma camada de material isolante para evitar umidade e poeira.



Resistência de 1 a 1K  $\Omega$  Tolerância de 5 a 20% Potência de  $\frac{1}{2}$  a 100W

**Filme de Carbono** : Base de porcelana onde é depositada uma fina camada de carbono; Nas extremidades são soldados dois terminais , em seguida é depositado o isolante e finalmente imprime-se os anéis coloridos para informar o valor.



Resistência de 1 a 10M  $\Omega$   
Tolerância de 5 a 10%  
Potência de 1/8 a 5 W

**Filme Metálico** : Igual o de carbono, só que mais preciso e tem tolerância de 1 a 2%

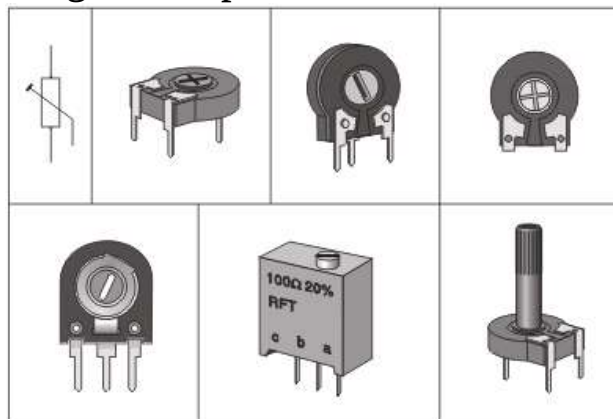


Unidade : **George Simon Ohm** foi um Físico alemão que demonstrou as leis de Ohm e em sua homenagem foi dado o valor da unidade em Ohm. ( $\Omega$ )

**Potenciômetro** : Resistor variável de três terminais



Trimpot : Base giratória plana dificultando o acesso manual.

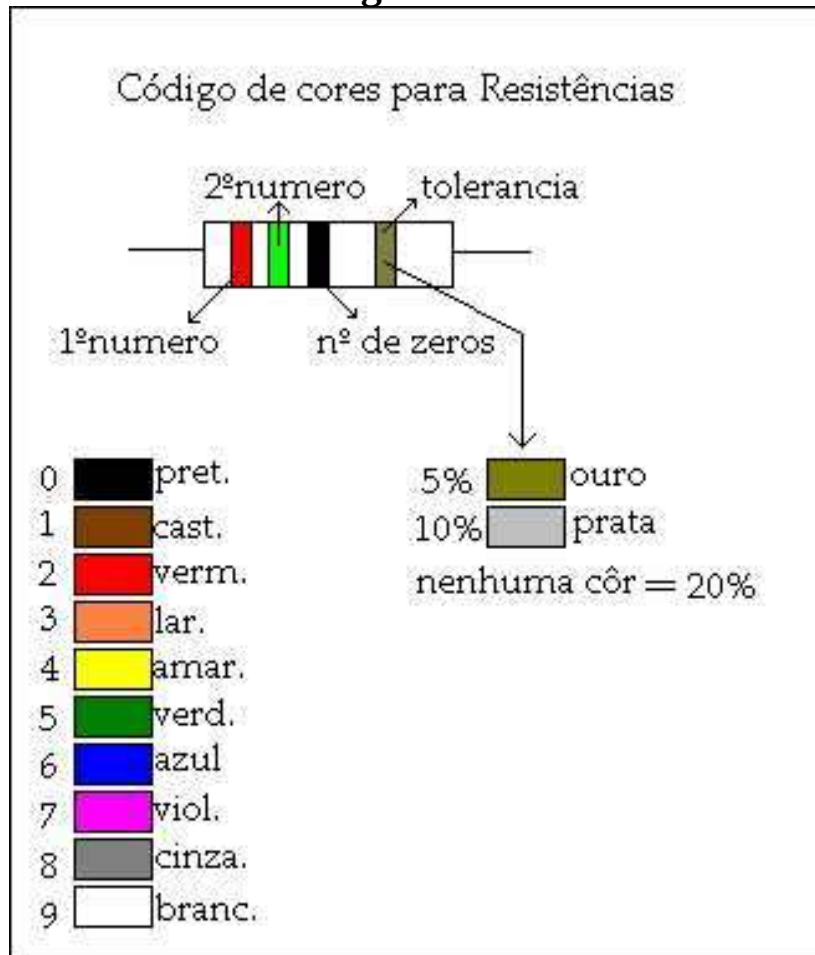


## Valores Comerciais

### Séries E6, E12, E24 (resistores de 4 faixas)

|           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Série E6  | 1.0 |     |     |     | 1.5 |     |     |     | 2.2 |     |     |     | 3.3 |     |     |     | 4.7 |     |     |     | 6.8 |     |     |     |
| Série E12 | 1.0 |     | 1.2 |     | 1.5 |     | 1.8 |     | 2.2 |     | 2.7 |     | 3.3 |     | 3.9 |     | 4.7 |     | 5.6 |     | 6.8 |     | 8.2 |     |
| Série E24 | 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 |

### Código de cores



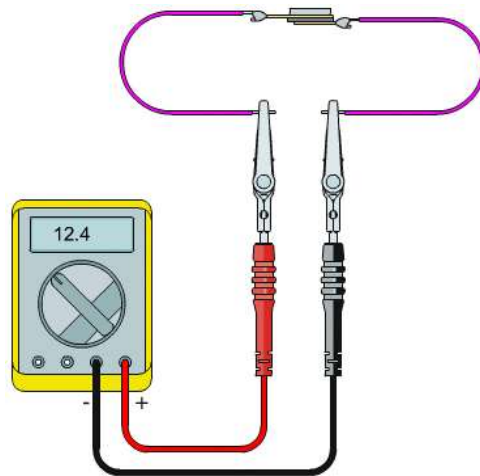
**Exercícios, escreva o valor do resistor com as faixas a seguir :**

- vermelho, vermelho, amarelo, ouro
- azul, cinza, preto, prata
- amarelo, violeta, vermelho, ouro
- marron, vermelho, marron, ouro
- vermelho, preto, laranja, ouro
- branco, marron, verde, prata

potencia de resistores : A **potência** dos **resistores** são identificadas pelo tamanho do mesmo, as mais comuns são:  $\frac{1}{8} W$  ,  $\frac{1}{4} W$  ,  $\frac{1}{2} W$  ,  $1 W$  ,  $3 W$  ,  $5 W$

## Como medir uma resistência

**Ohmímetro:** é um instrumento capaz de medir a resistência elétrica de qualquer material ou dispositivo



### Cuidados:

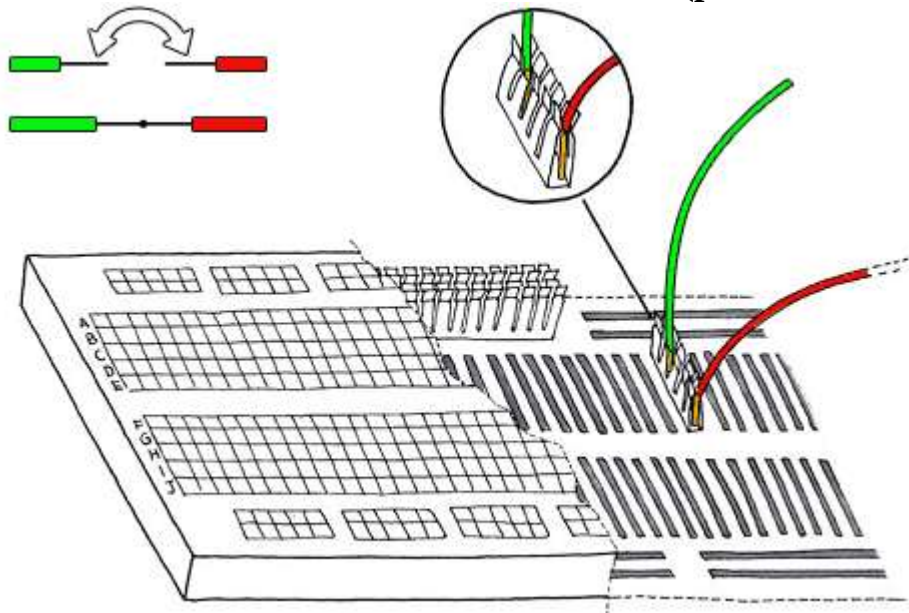
- 1)O dispositivo que se deseja medir não pode estar conectado ao circuito, pelo menos um de seus terminais livre.
- 2)Nunca medir a resistência de um dispositivo “Alimentado”
- 3)Não segurar com as duas mãos ao mesmo tempo durante a medida.

### Escalas

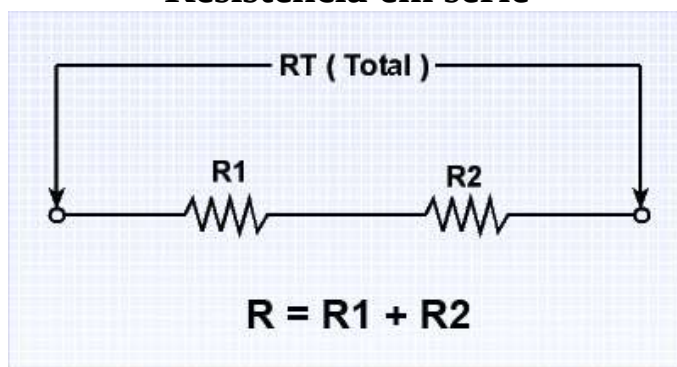
**Bornes:** Ponta preta sempre no comum, Ponta vermelha , seguir a grandeza do que se deseja medir.

**Escala:** Se sabe o valor, colocar na escala correta, se não sabe , colocar na escala mais alta, e vai diminuindo até aparecer o valor no mostrador do instrumento

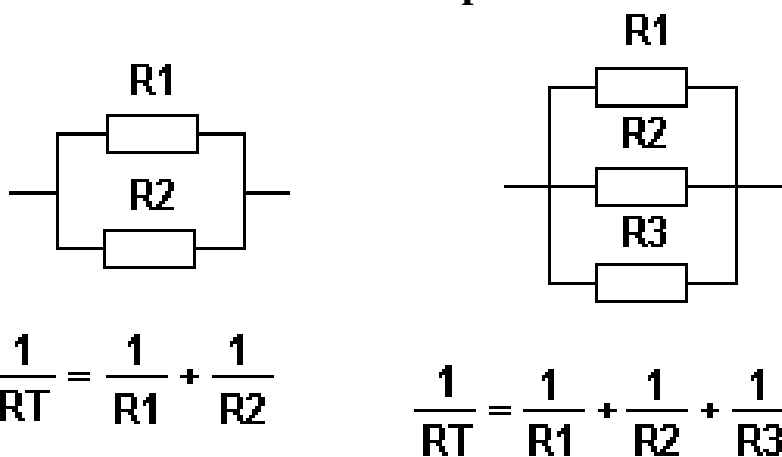
### PHOTO BOARD (placa de contatos)



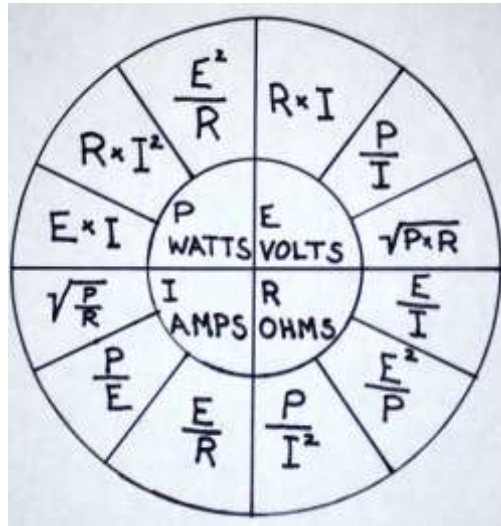
### Resistência em série



### Resistencia em paralelo



## Tabela útil

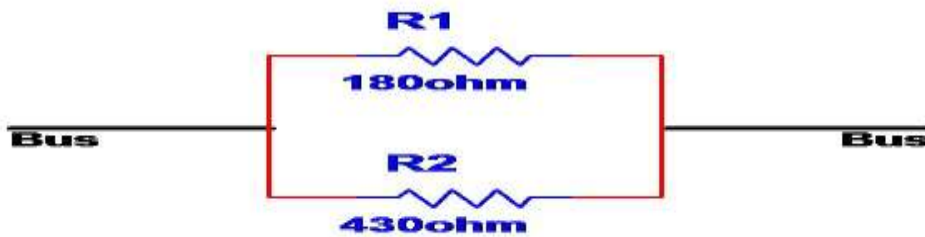


## Exercício

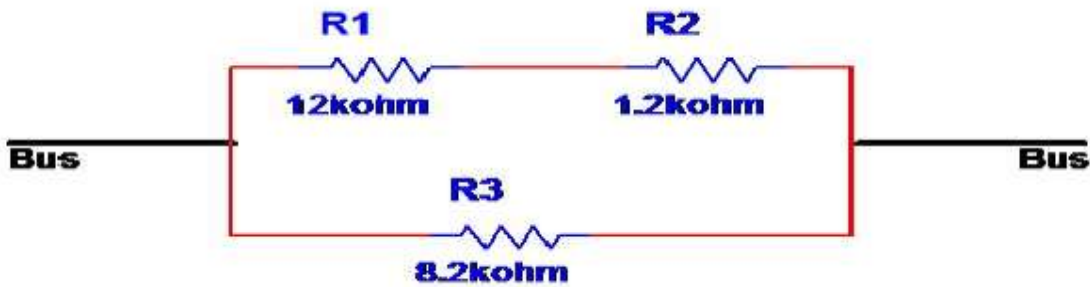
Achar a resistência equivalente, montar os circuitos, e medir para ver se é compatível com o resultado:



$$Req=1030\Omega$$

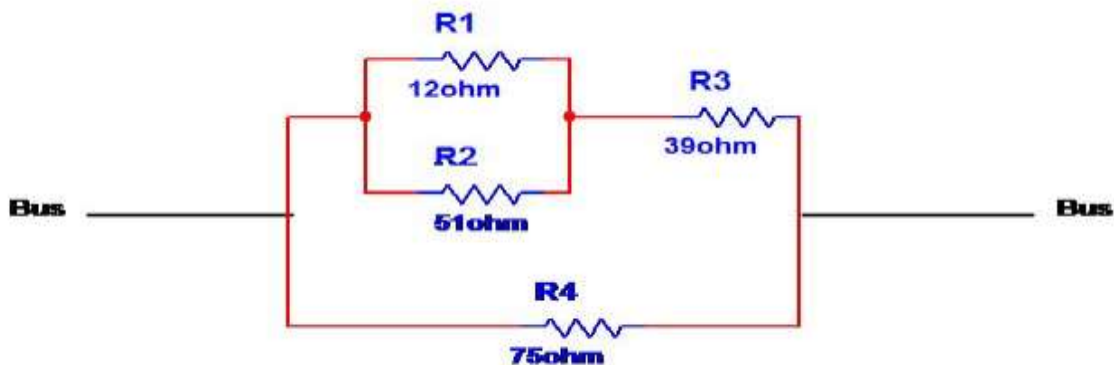


$$Req=127\Omega$$



$$Req=5,05K$$

$\Omega$



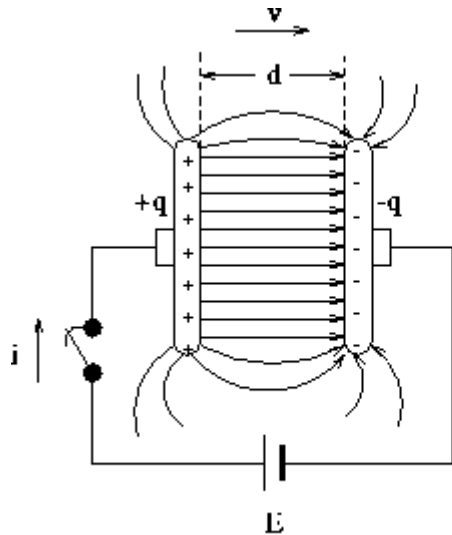
$$Req=29,5\Omega$$

## Capacitância

É a capacidade de um condutor em armazenar cargas elétricas

### Capacitores

Duas placas paralelas isoladas por um dielétrico: Ex: ar, polietileno, papel, baquelite, mica, porcelana etc...



Circuito usando ar como dielétrico



Símbolo

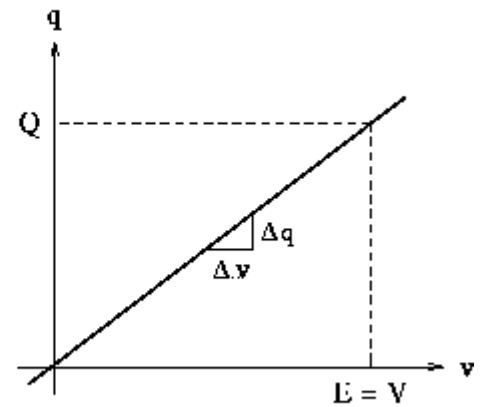


Gráfico  $qxv$





**Michael Faraday** Formulou uma teoria sobre a natureza eletromagnética da luz. A unidade de capacitância é o Farad. (F)

Cerâmico: vai de pF a nF



Poliéster metalizado: vai de nF-mF



Eletrolítico: vai de mF a  $\mu$ F



Tântalo: vai de nF a  $\mu$ F



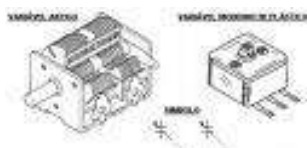
SMD: vai de pF a mF

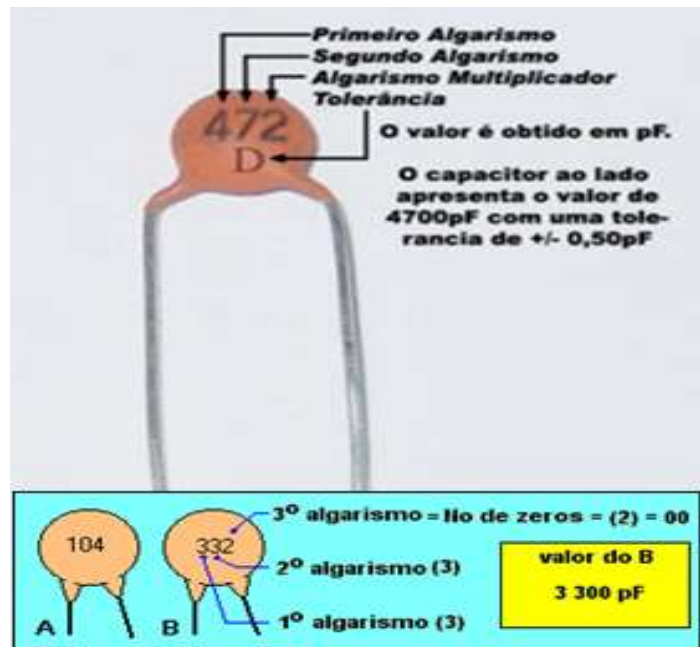


Trimer: vai de pF a nF



Placas Paralelas : vai de pF a nF





## Códigos de Leitura

| Até 10pF            | Código | Acima de 10pF             |
|---------------------|--------|---------------------------|
| $\pm 0,1\text{pF}$  | B      |                           |
| $\pm 0,25\text{pF}$ | C      |                           |
| $\pm 0,5\text{pF}$  | D      |                           |
| $\pm 1,0\text{pF}$  | F      | $\pm 1\%$                 |
|                     | G      | $\pm 2\%$                 |
|                     | H      | $\pm 3\%$                 |
|                     | J      | $\pm 5\%$                 |
|                     | K      | $\pm 10\%$                |
|                     | M      | $\pm 20\%$                |
|                     | S      | -50% - 20%                |
|                     | Z      | +80% - 20% ou +100% - 20% |
|                     | P      | +100% - 0%                |

| Tipo                      | Dielétrico                 | Armadura            | Fixa de Valor                                     | Faixa de Tensão |
|---------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------------------|-----------------|
| Papel                     | Papel Parafinado           | Folhas de Alumínio  | $1\text{ nF} - 10\text{ }\mu\text{F}$             | 150 – 1000V     |
| Mica                      | Folhas de Mica             | Folhas de Alumínio  | $1\text{ pF} - 22\text{ nF}$                      | 200 – 5000V     |
| Styroflex                 | Tiras de Poliestireno      | Folhas de Alumínio  | $4,7\text{ pF} - 22\text{ nF}$                    | 25 – 630V       |
| Folha de Poliéster        | Folhas de Poliéster        | Folhas de Alumínio  | $1\text{ nF} - 1\text{ }\mu\text{F}$              | 100 – 1000V     |
| Poliéster Metalizado      | Folhas de Poliéster        | Alumínio Depositado | $10\text{ nF} - 2,2\text{ }\mu\text{F}$           | 63 – 1000V      |
| Polycarbonato Metalizado  | Folhas de Polycarbonato    | Alumínio Depositado | $10\text{ nF} - 2,2\text{ }\mu\text{F}$           | 63 – 1000V      |
| Cerâmico Tipo I           | Disco Cerâmico             | Prata Depositada    | $0,5\text{ pF} - 330\text{ pF}$                   | 63 – 500V       |
| Cerâmico Tipo II          | Disco de Titanato de Bário | Prata Depositada    | $100\text{ pF} - 470\text{ pF}$                   | 15 – 1000V      |
| Eletrolíticos de Alumínio | Óxido de Alumínio          | Folhas de Alumínio  | $0,47\text{ pF} - 220000\text{ }\mu\text{F}$      | 4 – 500V        |
| Eletrolíticos de Tântalo  | Óxido de Tântalo           | Tântalo Metalizado  | $2,2\text{ }\mu\text{F} - 220\text{ }\mu\text{F}$ | 3 – 100V        |

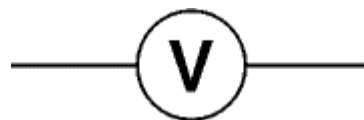
## Voltímetro



Alessandro Volta - Físico que definiu a unidade de força eletromotriz. Esta unidade recebe o nome de Volt.

**Instrumento utilizado para medir tensão elétrica**

**Contínua ( C.C ) == tem polaridade**



**Alternada (C.A) ~ não tem polaridade**

**O voltímetro deve ser ligado em paralelo com o dispositivo**



**ESCALAS:**

**Cuidados:**

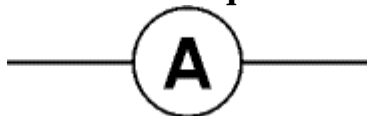
- 1- Verificar os bornes da ponta da prova
- 2- Colocar na escala correta
- 3- Ponta positiva (vermelha) , Ponta negativa (preta)

## Amperímetro



Unidade de Corrente (Amper) - O nome é uma homenagem ao físico francês [André-Marie Ampère](#)

**Instrumento que mede intensidade da corrente elétrica.**



**Escalas**

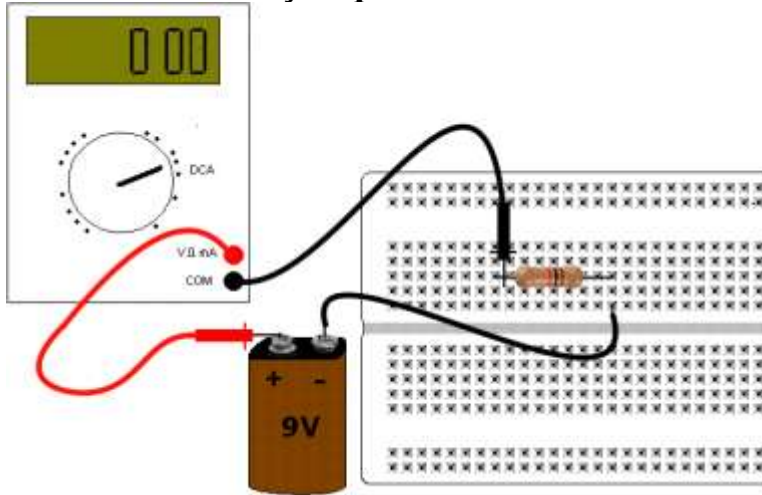
**Cuidado!**

**O circuito deve ser aberto pra medição.**

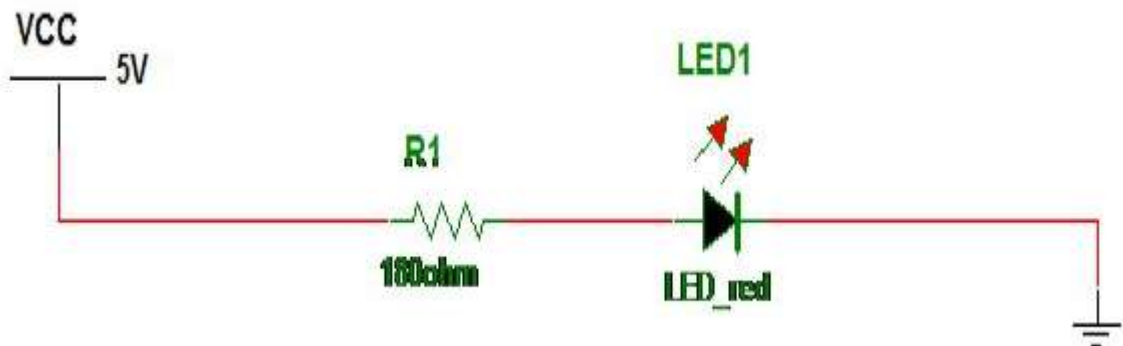
**Colocar os bornes onde você abriu o circuito.**

**Colocar na escala correta.**

**Prestar bem atenção quando for medir a corrente**



**Monte o circuito: medir a tensão e corrente nos dois componentes**



Atividade:

- 1 Nada de brincadeira no Laboratório
- 2 Nunca levar componente ou ferramenta “emprestado” do laboratório.
- 3 Não escrever o nome nas bancadas
- 4 Sempre Utilizar equipamento de proteção
- 5 Calcule os valores de tensão e corrente no circuito
- 6 Pegue os componentes no banco, vá para as bancadas , monte o circuito, medindo tensões e correntes comparando com valores calculado. CUIDADO!, se Ligar o Led DIRETO no 5V ele se Danifica, e se inverter o Led ele não ascende.

## Fusíveis

Dispositivo para proteger equipamentos eletrônicos , de possíveis componentes de correntes indispensáveis.



unidade do watt recebeu o nome de James Watt pelas suas contribuições para o desenvolvimento do motor a vapor

## Exercícios

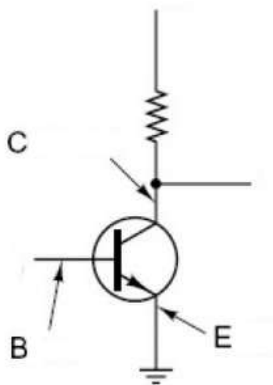
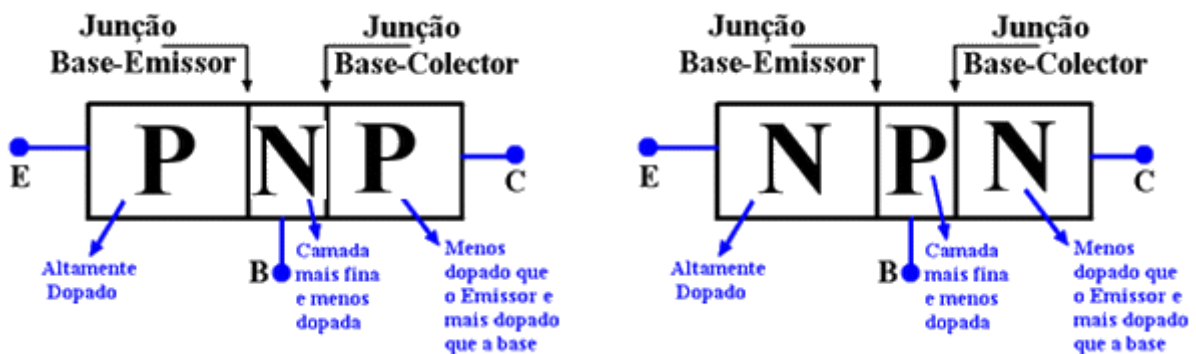
Um equipamento eletrônico consome, em condições normais, uma potência de 15w quando alimentado com 10v. Especificar o valor do fusível de proteção sabendo que o fabricante do equipamento garante que o mesmo não se danifica, caso a sobrecarga não ultrapasse 50% de sua corrente normal de consumo.

- a) 0,75 A
- b) 2,25 A
- c) 3 A
- d) 0,5A

Dê o valor dos capacitores

- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| a)271J | b)220M | c)473F |
| d)512G | e)915H | f)564K |

## Transistor



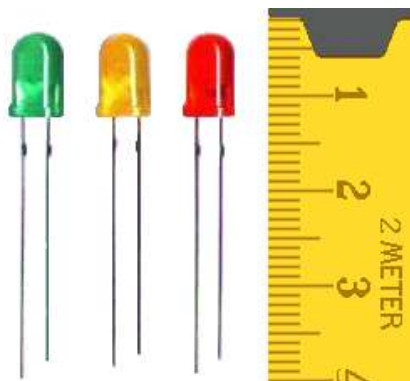
B = Base

C = Coletor

E = Emissor



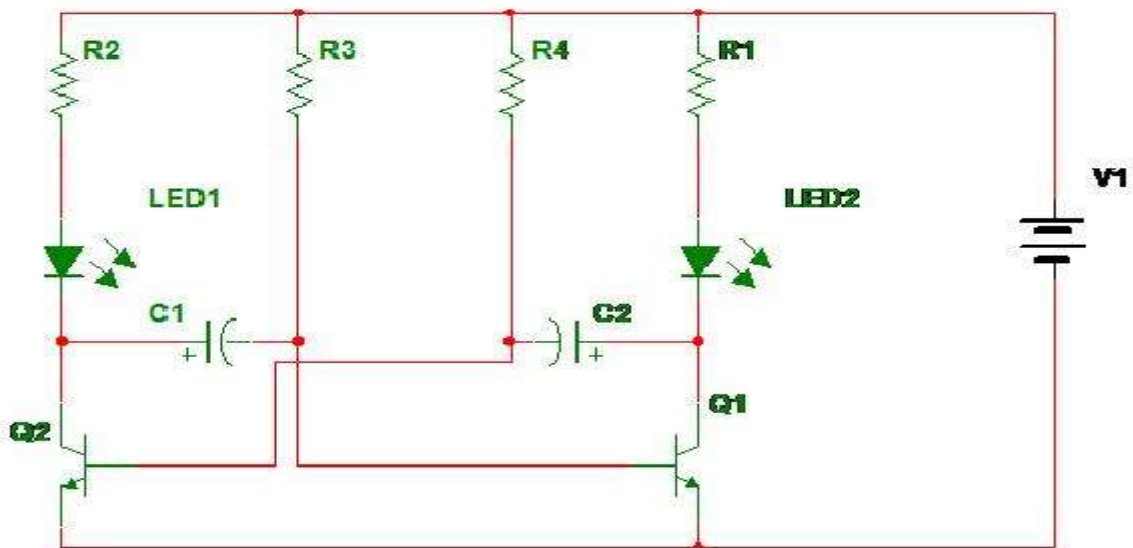
## LED – Light Emitting Diode



# Montagem da placa de circuito Impresso

## Sequencia de Operação

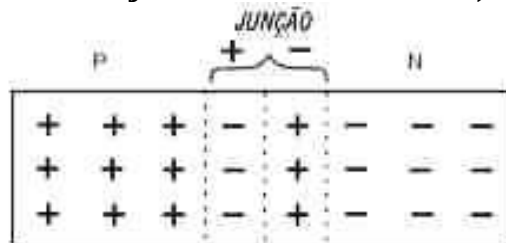
- 1- Montagem no photo board
- 2- Corte da placa(régua de metal e riscador)
- 3- Pré-traçagem(no caderno)
- 4- Furação(perfurador manual)
- 5- Limpeza (Bombril)
- 6- Traçagem(caneta retro projetor)
- 7- Corrosão(Percloroeto de ferro)
- 8- Limpeza (álcool)
- 9- Montagem(estanho e ferro de solda)
- 10- Funcionamento(apresentação ao professor)



R1 e R2 =  $100 \Omega$  1/8 W  
R3 e R4 =  $5K6\Omega$  1/8 W  
Led1 = Vermelho  
Led2 = Verde  
C1 e C2 =  $100\mu F$ , 16V  
Q1 e Q2 = BC548  
V1 = 12V c.c.

## Junção PN

**União física de um material tipo P (cujos portadores majoritários são lacunas) com um tipo N (cujos portadores majoritários são elétrons)**



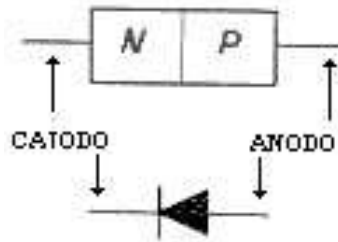
elétrons ←

corrente elétrica convencional →

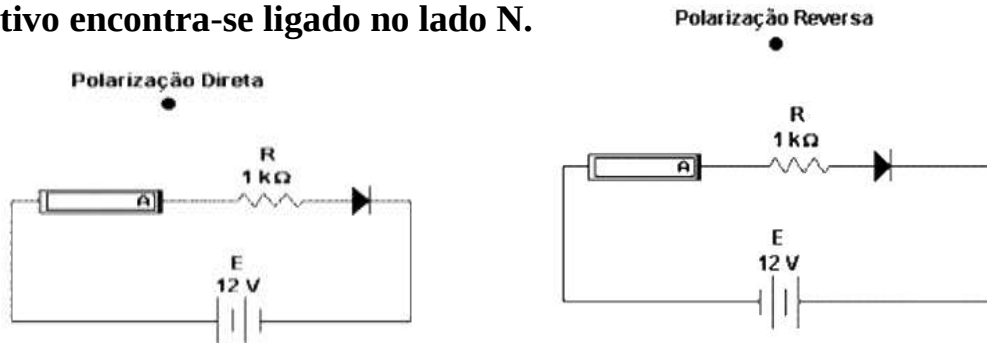
O excesso de elétrons do material N tende a migrar para o material P.

Essa diferença de potencial se chama  $V_\gamma$  (vê Gama) que é 0,7V para silício e 0,3V para Germânio.

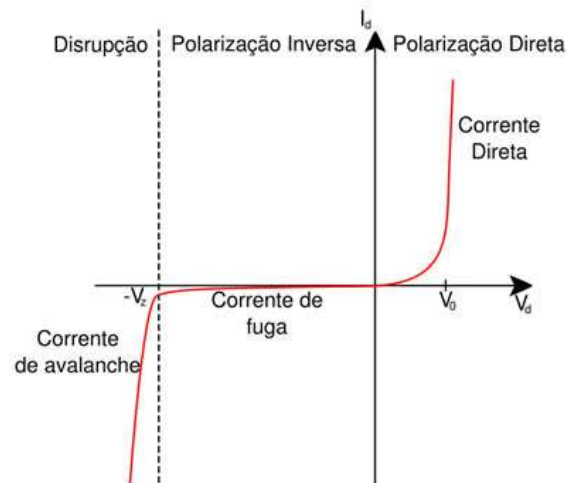
## Símbolo do diodo retificador



Polarização direta ocorre quando o potencial positivo encontra-se ligado no lado P e o negativo encontra-se ligado no lado N.

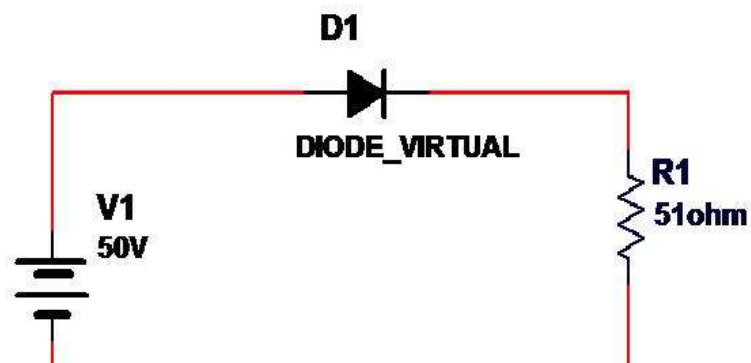


## Curva Característica

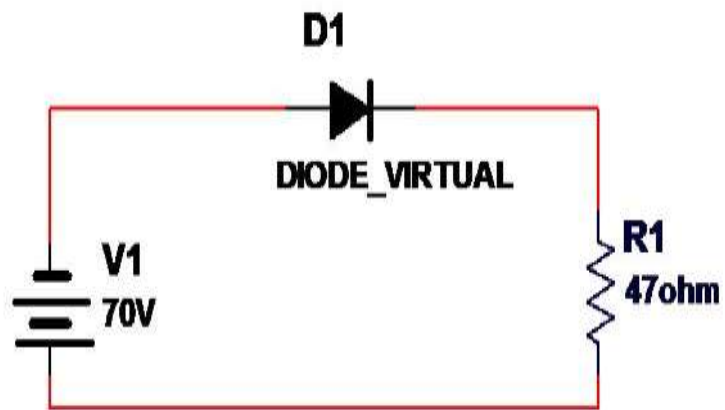


Nos próximos circuitos, apresenta um problema, Identifique-os e troque o Diodo.  
Obs: a corrente tem prioridade sobre a tensão quanto ao preço no mercado.

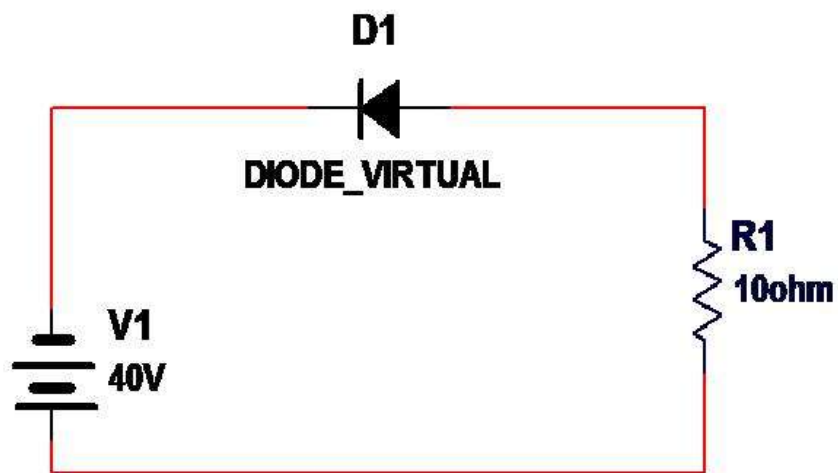
1N5391



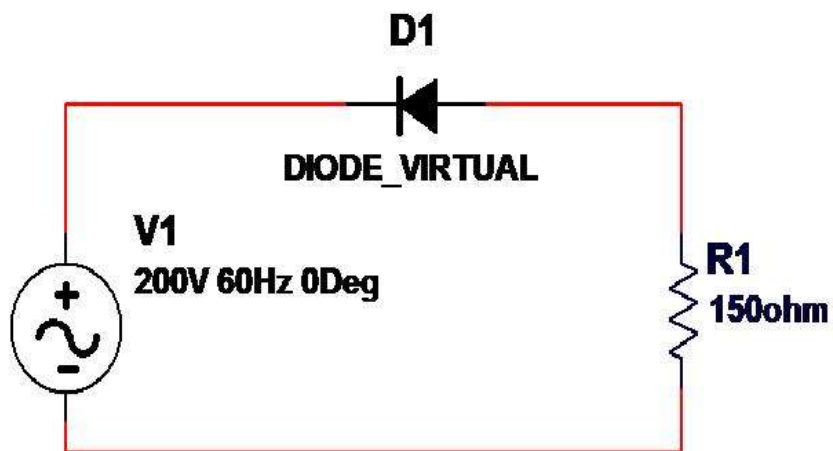
RL201



1N5400



1N4043



## Sinal Senoidal

**Representação matemática:**

$$X = x_p \cdot \text{sen } y$$

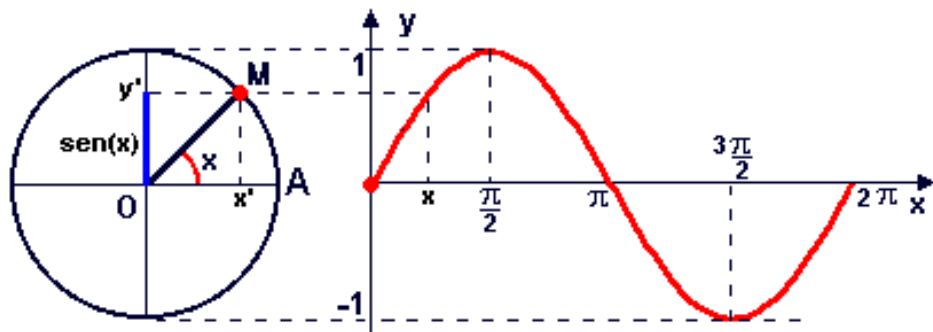
**Onde:**

**X** = valor instantâneo da variável X

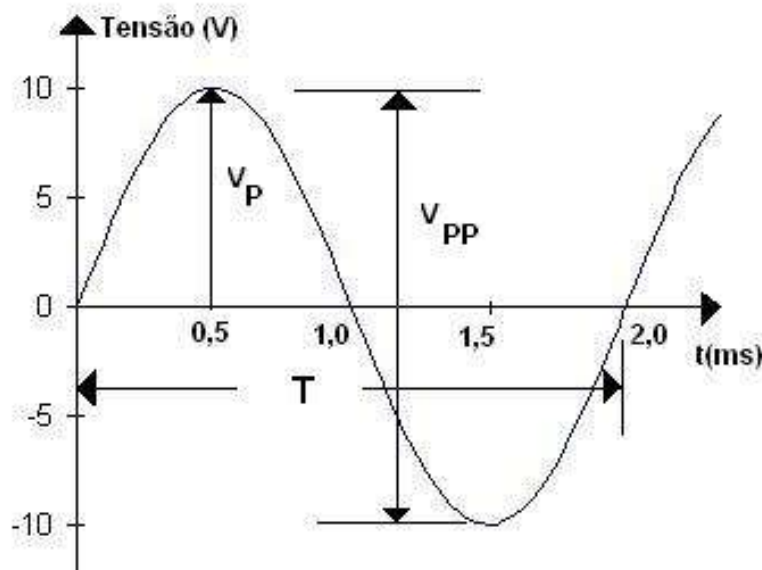
**XP** = valor de pico da variável X

**Y** = domínio da função X

### Domínio Angular



### Domínio Temporal



**Definições Importantes:**

**Xpp** = 2. XP (valor de pico a pico)

**Xm** = (valor médio)

**Xrms** = (valor eficaz)

**RMS** (root mean square ou raiz média quadrática)

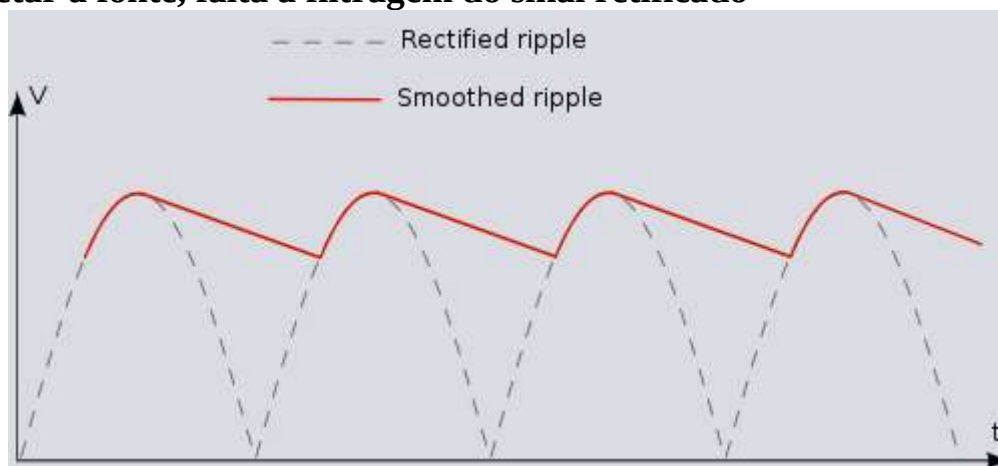
É muito importante em eletricidade para representar tensões e correntes, e corresponde à tensão ou corrente contínuas que, aplicadas em uma resistência, fariam com que ela dissipasse a mesma potência média caso fossem aplicadas uma tensão ou corrente alternadas.

## Diodos Retificadores

| Código  | V(V) | IM(A) |
|---------|------|-------|
| IN 4001 | 50   | 1     |
| IN4002  | 100  | 1     |
| IN4003  | 200  | 1     |
| IN4007  | 1000 | 1     |
| IN5061  | 600  | 2     |
| BYW95A  | 200  | 3     |
| RL25A   | 400  | 2,5   |
| RL10    | 800  | 1     |
| IN5391  | 50   | 1,5   |
| RL201   | 50   | 2,0   |
| RL251   | 50   | 2,5   |
| IN5900  | 50   | 3,0   |
| RL202   | 100  | 2,00  |
| RL203   | 200  | 2,0   |
|         |      |       |

## Filtro Capacitivo

Para completar a fonte, falta a filtragem do sinal retificado



O capacitor carrega-se até o valor de pico, quando a tensão retificada diminui o capacitor descarrega lentamente pela carga RL.

$$V_r = \frac{V_{mf}}{F \cdot RL \cdot C}$$

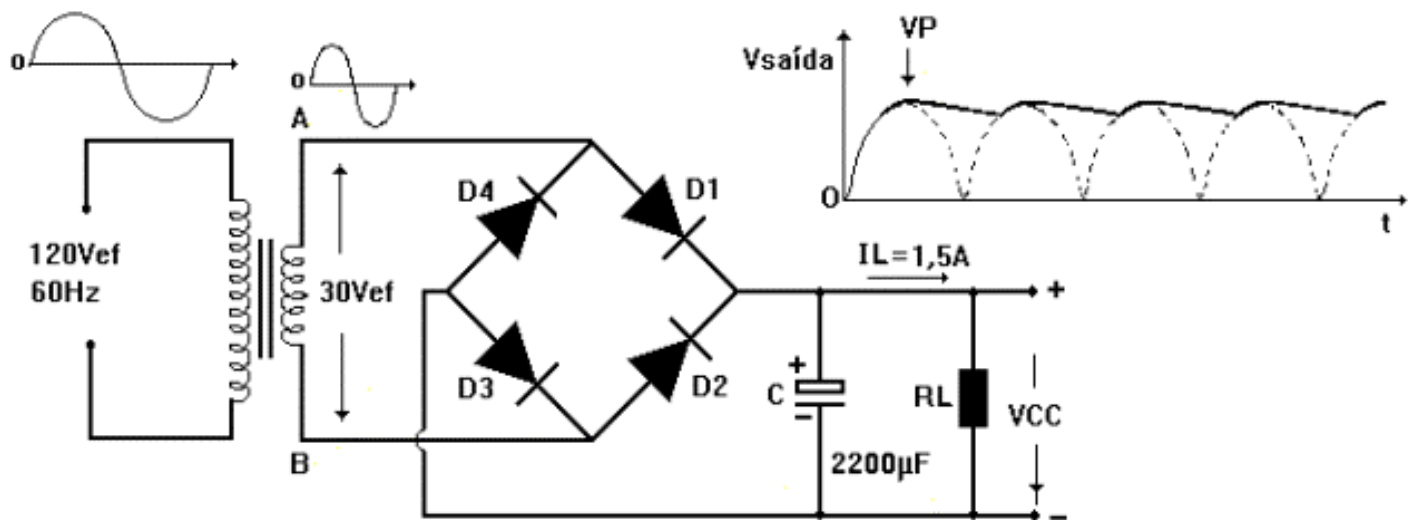
$V_r$  = Valor de pico a pico do ripple

$V_{mf}$  = Tensão média no corpo após filtragem

RL = Resistência do corpo

C = Capacitor de filtro

Projetar uma fonte com tensão de entrada de 120Vef e tensão média de saída de 30V com Ripple de 0,5 para alimentar um circuito de resistência de 500Ω. Utilizar retificador de onda completa em ponte



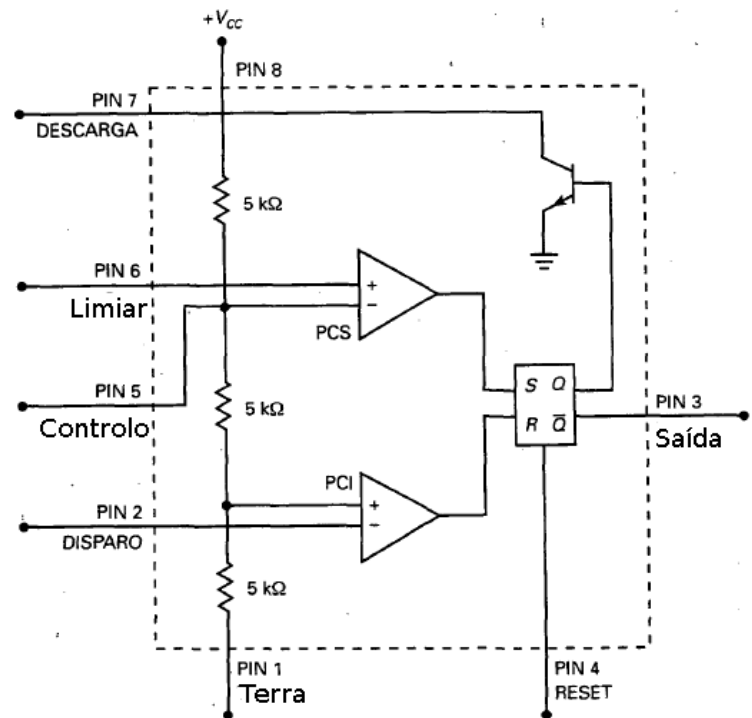
## O Circuito Integrado 555



PositiveOffset.com

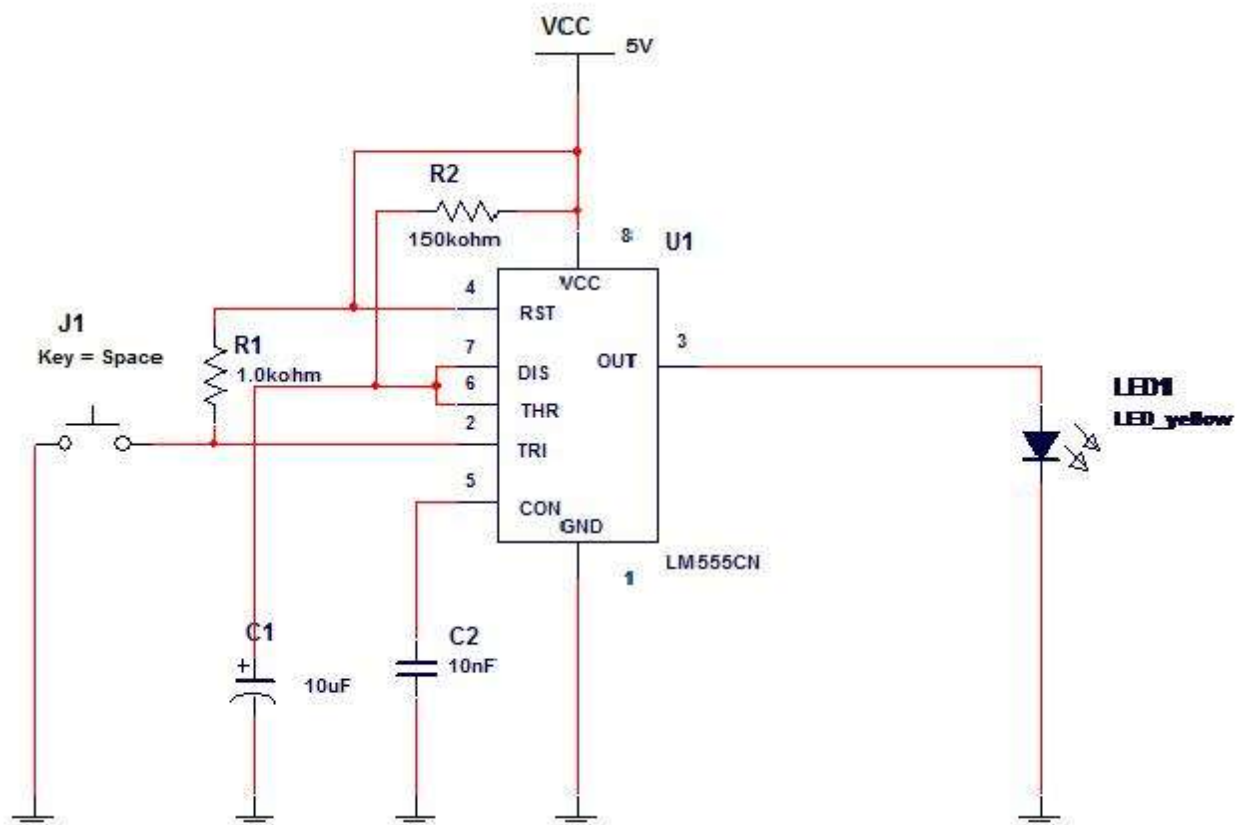
## Encapsulamento DIP 8 pinos



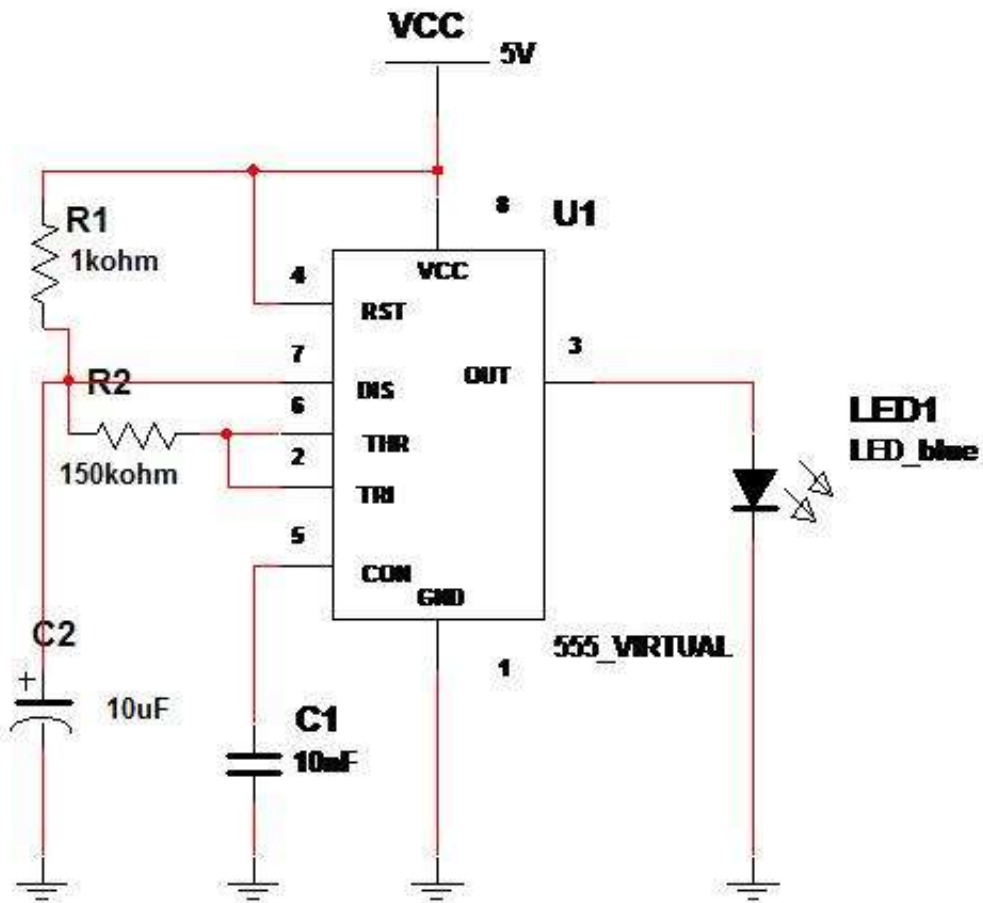


**Diagrama de Blocos Internos**

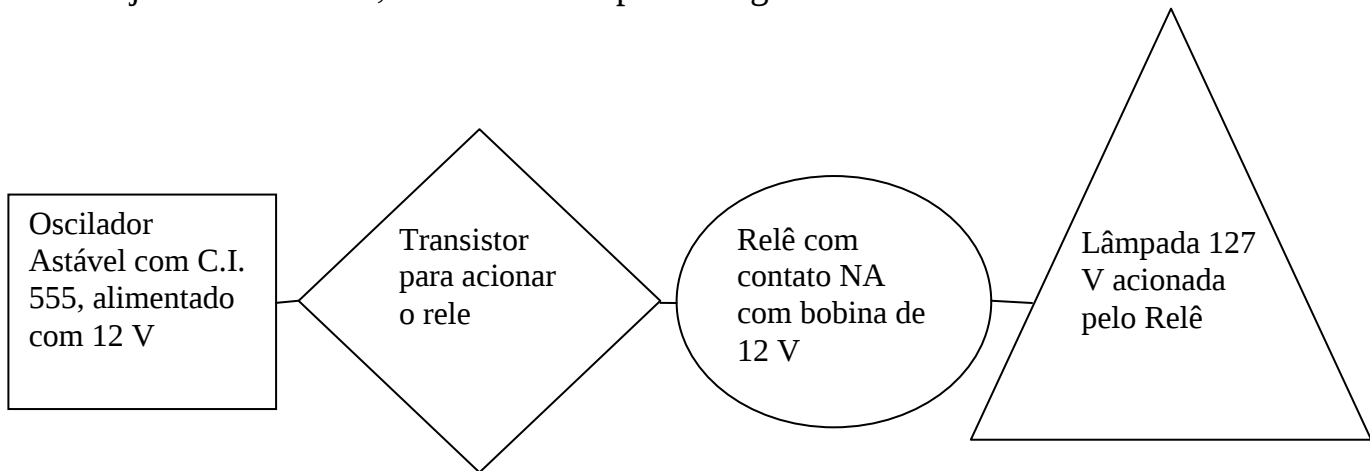
## Operação Monoastável

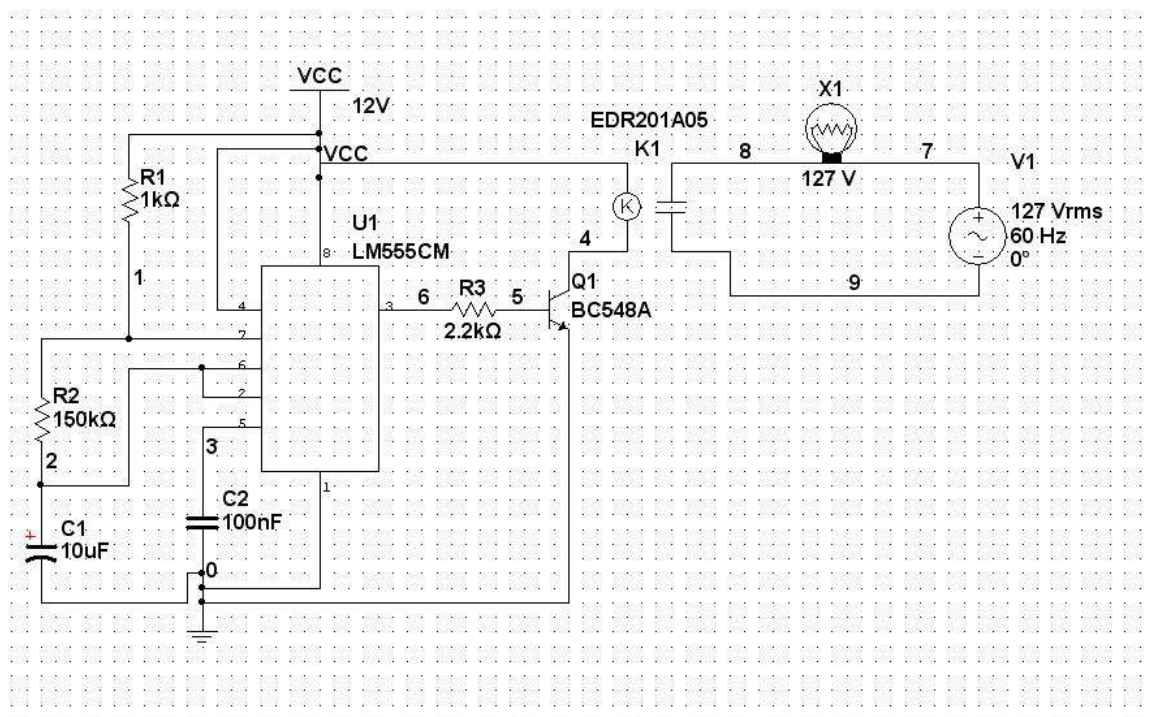


## Operação Astável



Projetar um circuito, Orientando-se pelos diagramas de blocos abaixo:





## RELATÓRIO TÉCNICO

- Folha de Rosto com os dados de identificação ( Título, Estudante, Orientador (Carlos Alberto Serpeloni Barros) , período do Desenvolvimento (início até a entrega do Relatório , Dados para contato: e-mail, tel , cel, fax, endereço assinatura
- Dedicatória e Agradecimento ( leia de um livro qualquer para ter uma idéia)
- Índice (verifique em um livro qualquer para se ter uma idéia)
- Resumo ( uma breve explicação de como funciona o Circuito)
- Objetivo ( Qual o objetivo do projeto ? tirar nota? , resolver problema particular, passar de ano, aprender eletrônica ?)
- Desenvolvimento (diário de bordo) relatar tudo o que fez ou que não fez em cada vez que pegou pra fazer uma parte do Projeto).
- Esquema Elétrico ou eletrônico, desenhar no multissim, recortar e colar no Word.
- Lista de Material com preço de cada componente
- Proteção ( existe risco de choque ?, que equipamentos utilizou para montar o circuito eletroeletrônico)
- Alimentação ( 110V , 220V, 12V, pilha, bateria, manivela, pedalada ?)
- Gráfico de funcionamento (Tensão pelo tempo)
- Teste de durabilidade (deixar ligado por um tempo e fazer que execute todas as funções e relatar tudo isso)
- Influência externa (água, gotas, poeira, calor trepidação)
- Tem impacto com meio ambiente (ruído , calor, fumaça, poluição, resíduo)
- Foto do circuito em funcionamento.
- Ferramentas, equipamentos necessário para desenvolvimento do projeto.