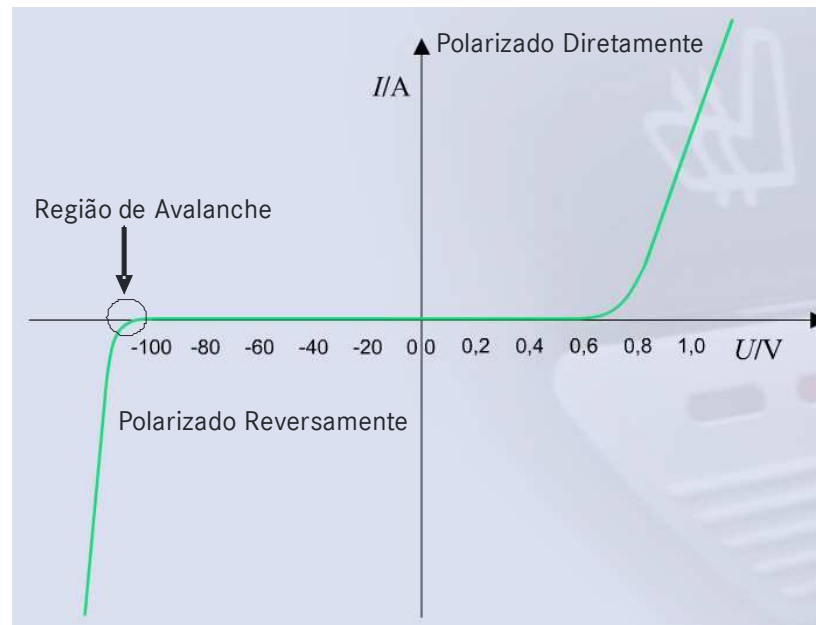
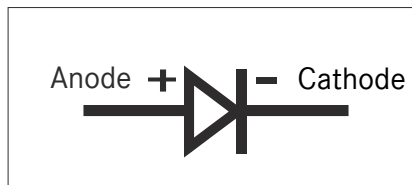


## Diodos Retificadores

Diodo retificador é um componente eletrônico que permite a passagem da corrente elétrica somente em um sentido desde que polarizado diretamente, ou seja, desde que o positivo seja aplicado no terminal Anodo e o negativo aplicado no terminal Catodo. Ao observar a curva característica do diodo retificador, vemos que o mesmo somente conduzirá a corrente elétrica quando a tensão do anodo for pelo menos 0,7V maior que o catodo. Isso ocorre devido as características do semicondutor utilizado na construção do diodo. De modo análogo, se o diodo for polarizado reversamente, ou seja, o positivo no terminal Catodo e o negativo no terminal Anodo, não haverá a passagem da corrente elétrica até que a tensão reversa alcance aproximadamente (- 100V ), quando isso ocorre o diodo estará na região de avalanche o que resultará na destruição do diodo.

Simbologia



## Teste do Diodo

O diodo retificador é o componente responsável pela conversão da tensão alternada gerada pelo alternador, em tensão contínua para ser utilizada pelo veículo. Os diodos estão localizados no alternador, e podem ser testados para verificar se estão em condições de uso. Ao testar um diodo, se deve posicionar a chave do multímetro na posição referente ao símbolo do diodo, ao polarizá-lo diretamente se deve ler uma tensão de aproximadamente 0,5V (figura 1), ao polarizá-lo reversamente se deve ler o símbolo de infinito (figura 2)

Figura 1



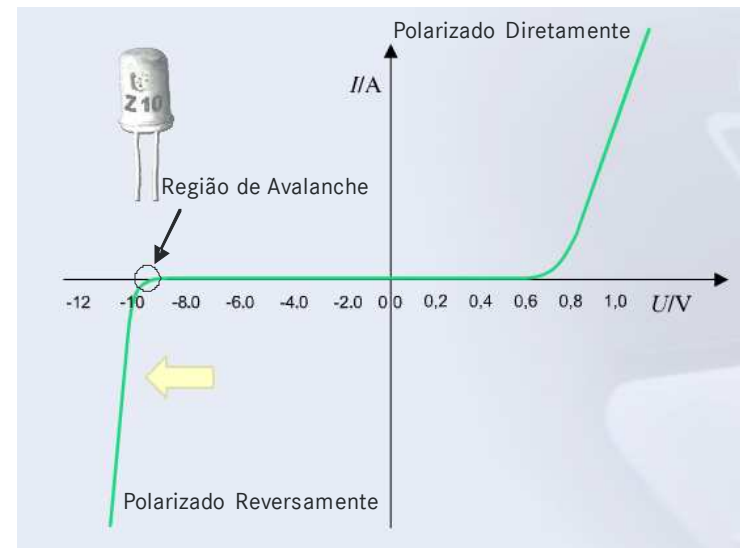
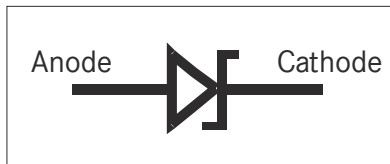
Figura 2



## Diodos Zener

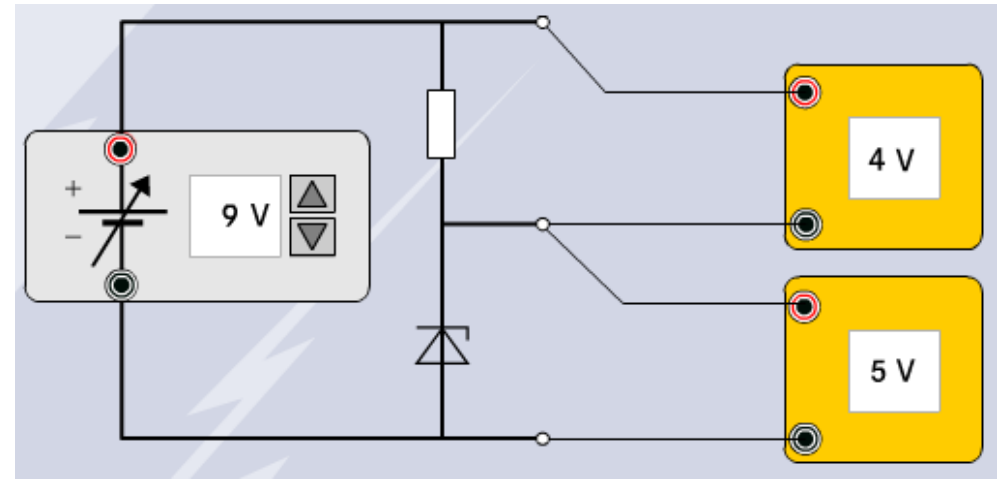
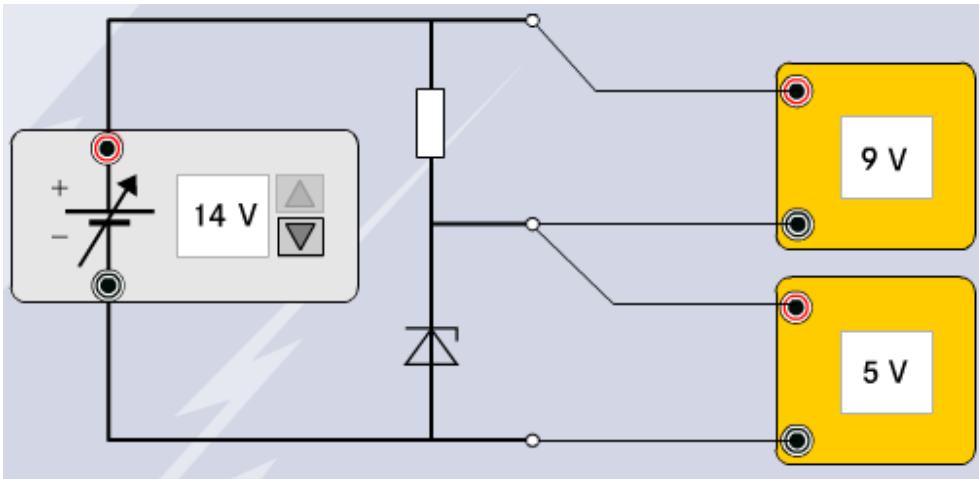
Diodo Zener é um tipo de diodo especialmente projetado para trabalhar na região de avalanche, ou seja, polarizado reversamente. O diodo Zener pode funcionar polarizado diretamente ou reversamente. Quando está polarizado diretamente, funciona como um diodo retificador. Cada diodo zener possui o que chamamos de tensão de zener, que é a tensão a partir da qual o diodo começa a conduzir quando polarizado reversamente. Na curva característica abaixo a tensão de zener é de 10V.

Simbologia



## Diodo Zener como Regulador de Tensão

A vantagem do diodo zener é que a partir do momento que a tensão de zener é alcançada, a mesma é mantida constante. Isso confere ao diodo zener a função de regulador de tensão. Nas figuras abaixo podemos ver que a tensão de zener de 5V é mantida independente da variação de tensão da fonte.

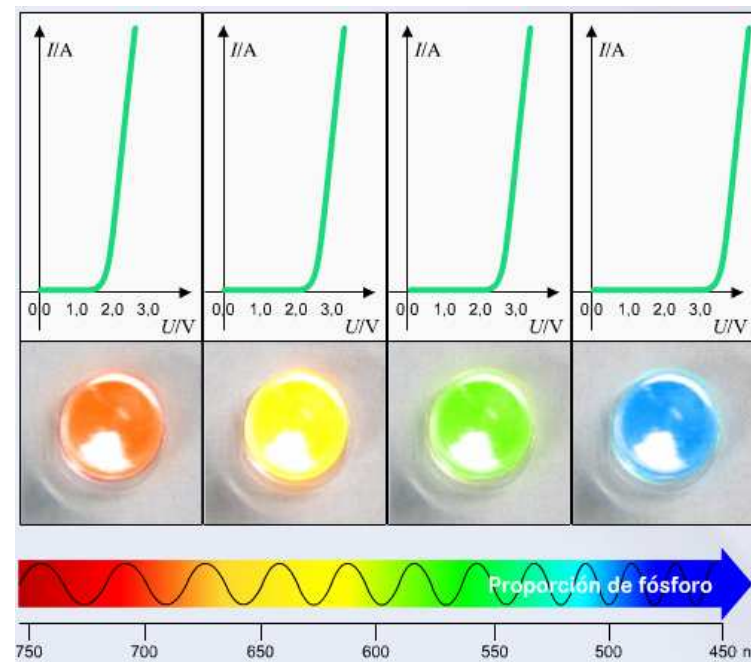
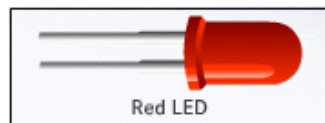
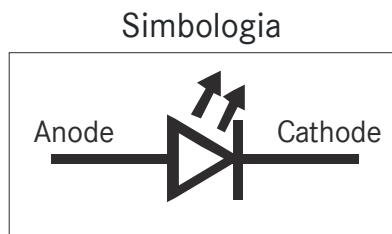


## Diodos Emissores de Luz (LED)

**LED** é a sigla em Inglês para **L**ight **E**mitting **D**iode, ou **D**iodo **E**missor de **L**uz.

O LED é um diodo que quando conduzindo corrente elétrica, emite luz. A luz é monocromática e é produzida pelas interações energéticas do elétron. O processo de emissão de luz pela aplicação de uma fonte elétrica de energia é chamado *eletroluminescência*.

Por ser um diodo o LED irá trabalhar somente se polarizado diretamente. O que determina a tensão a partir da qual o LED conduz, é o tipo de material empregado no processo de fabricação, esse material também é utilizado para determinar a cor da luz emitida pelo LED, veja na figura abaixo que para cada cor, existe uma tensão de condução diferente.

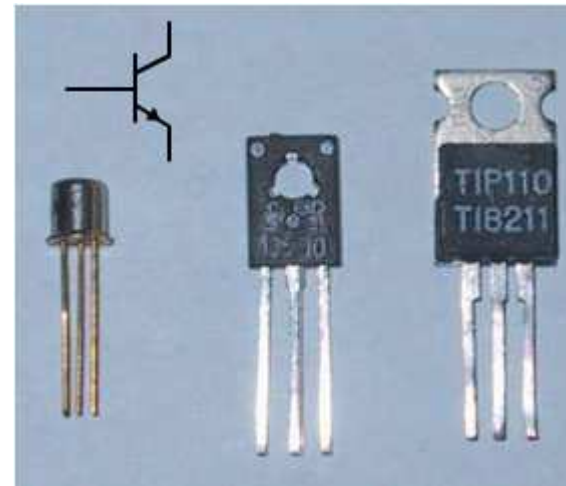
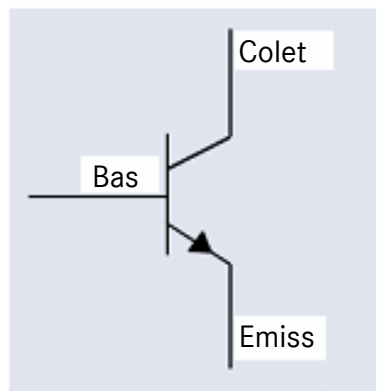


# Transistor

O transistor é um componente eletrônico que tem como principal função chavear ou amplificar sinais elétricos. Graças a esta função, a *corrente elétrica* que passa entre *coletor* e *emissor* do transistor varia dentro de determinados parâmetros pré-estabelecidos pelo projetista do circuito eletrônico; esta variação é feita através da variação de *tensão* no terminal chamado *base*, que conseqüentemente ocasiona o processo de amplificação ou chaveamento de um sinal. Entende-se por "amplificar" o procedimento de tornar um sinal elétrico mais fraco, em mais forte. Um sinal elétrico de baixa intensidade, como os sinais gerados por um microfone, é injetado em um circuito eletrônico (transistorizado por exemplo), cuja função principal é transformar este sinal fraco gerado pelo microfone, em sinais elétricos com as mesmas características mas com potência suficiente para excitar os altofalantes, a este processo todo se dá o nome de *ganho de sinal*.

Quando trabalhando como chave, o transistor tem como principal finalidade, permitir o controle de atuadores com potência elevada a partir de um pequeno sinal de tensão e corrente.

Simbologia



## Transistor como uma Chave

Como citado na página anterior, o transistor pode ser utilizado como uma chave. Na figura 1 vemos que não existe corrente elétrica na base do transistor, logo a chave está aberta e o ventilador não funciona. Na figura 2 vemos que existe corrente elétrica na base do transistor, logo a chave está fechada e o ventilador funciona. Na figura 2 vemos também que a partir de uma pequena corrente elétrica é possível controlar um atuador de maior potência ( ventilador ).

Figura 1

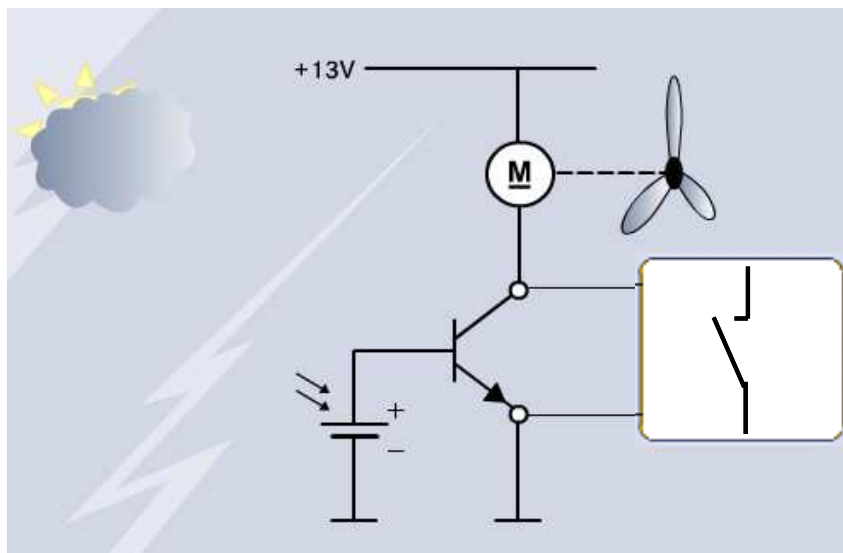
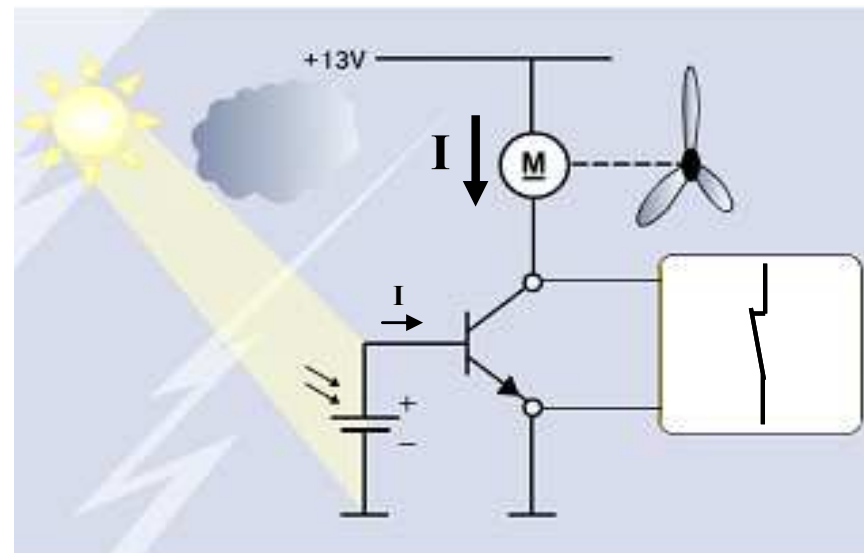


Figura 2



## Exercício 1

Qual é o componente eletrônico utilizado para oferecer resistência a passagem da corrente elétrica ?

- Capacitor
- Diodo
- Resistor
- Transistor
- Diodo Zener

Quais das alternativas abaixo são corretas no que diz respeito ao capacitor ?

- O capacitor sempre tem polaridade para ser instalado
- Só existe um tipo de capacitor
- A característica do capacitor é definida pelo seu dielétrico
- Dependendo do tipo de capacitor existirá ou não polaridade para ser instalado
- Capacitores trabalham como chave eletrônica



## Exercício 2

Quais alternativas são verdadeiras sobre o diodo?

- Diodo retificador só conduz a corrente elétrica quando polarizado diretamente.
- Diodo retificador só conduz a corrente elétrica quando polarizado reversamente.
- O diodo retificador é o componente responsável pela conversão da tensão alternada gerada pelo alternador em tensão contínua.
- O diodo sempre permite a passagem da corrente elétrica nos dois sentidos
- O diodo Zener tem a função de regulador de tensão

Quais das alternativas abaixo são corretas no que diz respeito ao transistor?

- O transistor tem como principal função chavear ou amplificar sinais elétricos.
- O transistor quando conduzindo corrente elétrica, emite luz visível
- Os terminais do transistor são Base, Coletor e Emissor
- Os terminais do transistor são Anodo e Catodo
- Quando trabalhando como chave, o transistor tem como principal finalidade, permitir o controle de atuadores com potência elevada a partir de um pequeno sinal de tensão e corrente

## Condutores Elétricos

Na indústria automobilística são utilizados cabos de acordo com normas internacionais, tudo isso, para garantir a boa condutividade dos sinais e principalmente a segurança.

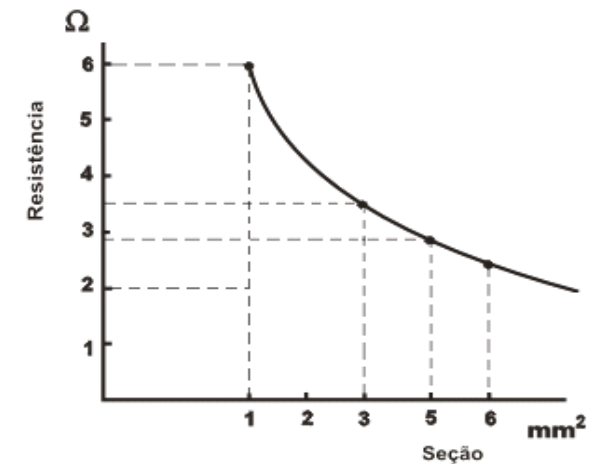
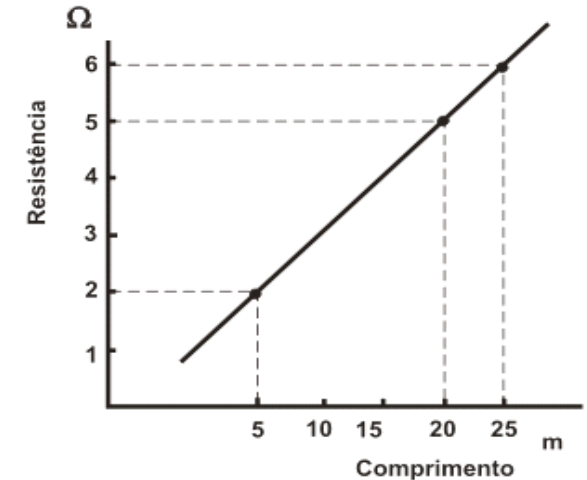
### Tipos de isolamento para cabos elétricos.

Os cabos elétricos podem ter isolamento do tipo PVC, EPR, HEPR ou XLPE, sendo que os cabos isolados em PVC podem operar com temperatura máxima do condutor de 70°C em regime, enquanto que para as outras isolações podem operar a 90°C.

### Diferença entre cabo flexível e rígido.

As características elétricas (capacidade de condução de corrente, resistência da isolação, etc.) dos cabos flexíveis são as mesmas dos rígidos. A grande diferença é que os cabos flexíveis são melhores para a instalação devido ao fácil manuseio.

A RESISTÊNCIA de um condutor aumenta à medida que aumenta o seu comprimento, e diminui à medida que aumenta seu diâmetro conservando-se a temperatura



## Dimensionamento de Cabos Elétricos - Tabelas

**Tabela 1.1 Cabo elétrico de cobre para veículos**

Unipolar (um condutor) sem estanho, isolado com PVC com espessura de parede normal tipo FLY					
Seção nominal mm <sup>2</sup>	Número aprox. de fios individuais	Resistencia máxima por metro a +20°C mΩ/m	Diâmetro máximo do cabo mm	Espessura nominal da isolação	Diâmetro externo máximo do cabo mm
0,5	16	37,1	1,1	0,6	2,3
0,75	24	24,7	1,3	0,6	2,5
1	32	18,5	1,5	0,6	2,7
1,5	30	12,7	1,8	0,6	3
2,5	50	7,6	2,2	0,7	3,6
4	56	4,71	2,8	0,8	4,4
6	84	3,14	3,4	0,8	5,03
10	80	1,82	4,5	1	6,5
16	126	1,16	6,3	1	8,3
25	196	0,743	7,8	1,3	10,4
35	276	0,527	9	1,3	11,6
50	396	0,368	10,5	1,5	13,5
70	360	0,259	12,5	1,5	15,5
95	475	0,196	14,8	1,6	18
120	608	0,153	16,5	1,6	19,7

**Tabela 1.2 Cabo elétrico de cobre para veículos**

Unipolar (um condutor) sem estanho, isolado com PVC com espessura de parede reduzida tipo FLRY					
Seção nominal mm <sup>2</sup>	Número aprox. de fios individuais	Resistencia máxima por metro a +20°C mΩ/m	Diâmetro máximo do cabo mm	Espessura nominal da isolação mm	Diâmetro externo máximo do cabo mm
0,35	12	52	0,9	0,25	1,4
0,5	16	37,1	1	0,3	1,6
0,75	24	24,7	1,2	0,3	1,9
1	32	18,5	1,35	0,3	2,1
1,5	30	12,7	1,7	0,3	2,4
2,5	50	7,6	2,2	0,35	3
4	56	4,7	2,75	0,4	3,7
6	84	3,1	3,3	0,4	4,3

Dados extraídos do Manual Bosch Veicular 25ª Edição

Seção do cabo mm <sup>2</sup>	Valor nominal do fusível A	Corrente contínua máxima A
0,35	5	4
0,5	7,5	6
0,75	10	8
1	15	12
1,5	20	16
2,5	30	24
4	40	32
6	50	40
10	70	56
16	100	80
25	125	100
35	150	120
50	200	160
70	250	200

Tipo do cabo	Queda de tensão no cabo positivo U <sub>v1</sub>		Queda de tensão no circuito completo U <sub>vg</sub>		Observações
	12V	24V	12V	24V	
<b>Tensão nominal U<sub>N</sub></b>	12V	24V	12V	24V	
<b>Cabos para iluminação</b>					
Do borne 30 do interruptor de luz	0,1V	0,1V	0,6V	0,6V	Corrente com tensão nominal e potência nominal
Até as luzes <15W					
Até o conector do reboque, do conector do reboque até as luzes.					
Do borne 30 do interruptor de luz	0,5V	0,5V	0,9V	0,9V	
Até as luzes > 15W					
Até o conector do reboque					
Do borne 30 do interruptor de luz	0,3V	0,3V	0,6V	0,6V	
Até o farol					
<b>Cabo de carga</b>					
Do borne B+ do alternador	0,4V	0,4V	—	—	Corrente com tensão nominal e potência nominal
Até a bateria					
<b>Cabo de controle do motor de partida</b>	0,5V	1V	—	—	Corrente de curto-circuito do motor de partida a + 20°C (notas 1 e 2)
da chave de ignição/partida até o borne 50 do motor de partida					
Relé de engrenamento com bobina de engrenamento e de retenção.					
<b>Outros cabos de controle</b>	0,5V	1V	1,5V	2V	Corrente com tensão nominal
Do interruptor até relé, buzina, etc.					

1 Em casos particulares com cabo do motor de partida muito comprido, o valor U <sub>v1</sub> eventualmente pode ser ultrapassado com temperatura de partida reduzida
2 Nos casos em que o cabo de retorno do motor de partida for isolado, a queda de tensão no cabo não deve ser superior a queda de tensão na linha de alimentação - Valores máximos permitidos são 4% da tensão nominal, isto é, uma total de 8%
3 Os valores U <sub>v1</sub> se aplicam para temperaturas do relé em engrenamento de 50 até 80°C.
4 Eventualmente, levar em conta o cabo antes da chave de ignição/partida

Dados extraídos do Manual Bosch Veicular 25ª Edição

## Dimensionamento de Cabos Elétricos

Para o correto dimensionamento dos cabos elétricos, são necessários alguns pontos a observar:

1. Qual é a tensão elétrica do veículo
2. Qual é a potência consumida pelo equipamento
3. Qual é a distância entre o equipamento a ser ligado e a fonte de energia.

Para o cálculo, utilizamos a fórmula abaixo:

$$A = \frac{I \cdot \rho \cdot L}{UvI}$$

A= Bitola do Cabo (seção transversal)

I= Corrente calculada

$\rho$  = Resistividade do cobre 0,0178 $\Omega$  mm<sup>2</sup>/m

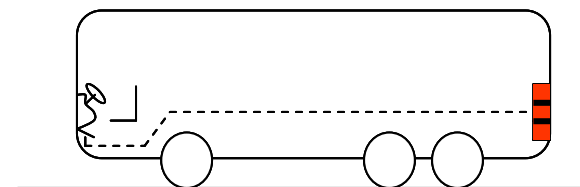
L = Comprimento desejado

UvI = Queda de tensão (conforme tabela 3)

**Exemplo:**

Vamos calcular o comprimento de um cabo para ligação da iluminação de freio de um ônibus, o qual, sofreu uma avaria durante uma colisão.

1. Qual é a tensão elétrica do veículo => **24V**
2. Qual é a potência consumida pelo equipamento => **4 lâmpadas 21W**
3. Qual é a distância entre o equipamento a ser ligado e a fonte de energia. => **15m**



Para o cálculo, utilizamos a fórmula da página anterior.

A = Bitola do Cabo (seção transversal) ————— ◊ Desconhecido

I = Corrente calculada ————— ◊ Lei de Ohm =>  $I = (4.21)/24 => I = 3,5A$

$\rho$  = Resistividade do cobre  $0,0178\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$  ————— ◊  $0,0185\Omega$

L = Comprimento desejado ————— ◊ 5m

V<sub>vl</sub> = Queda de tensão (conforme tabela 3) ————— ◊ 0,5V

$$A = \frac{3,5 \cdot 0,0178 \cdot 15}{0,5}$$

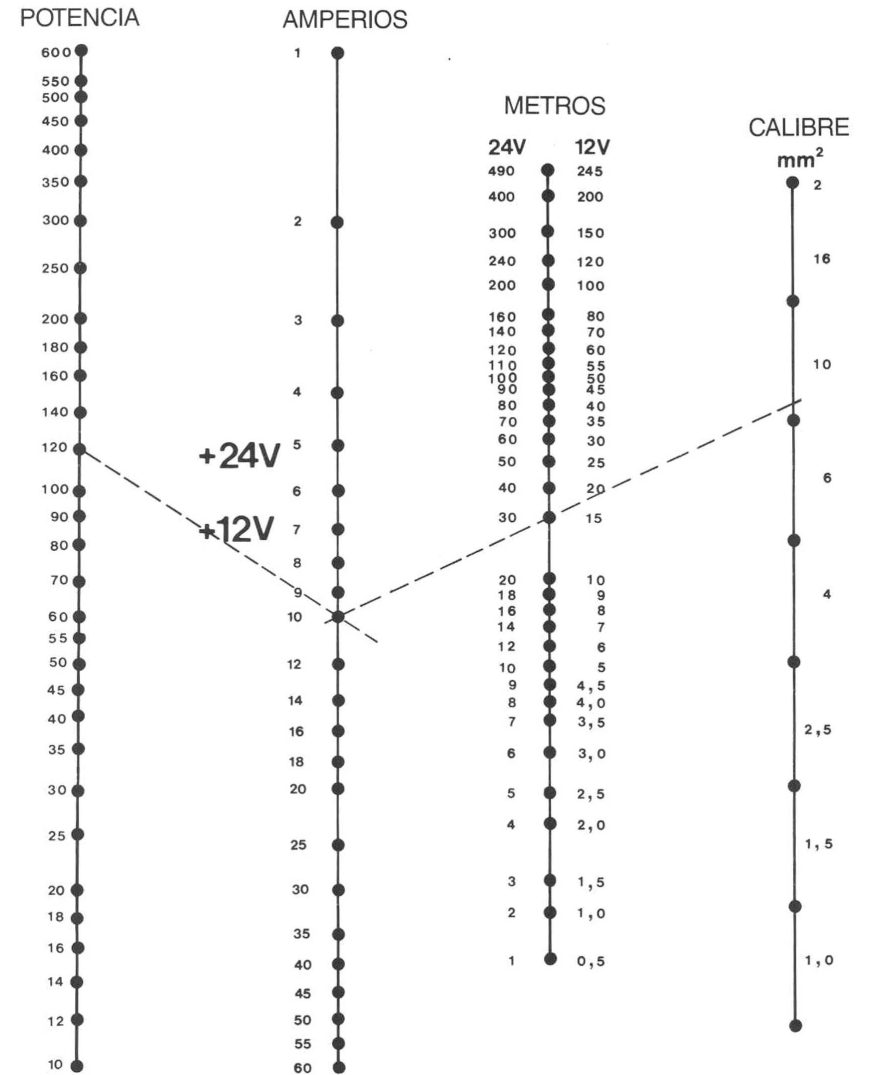
$$A = 1,86\text{mm}^2$$

O resultado acima é o valor exato para a bitola do cabo nas condições impostas no problema em questão. No entanto, comercialmente não temos este valor de bitola. O menor valor comercial da bitola do cabo que consegue atender as especificações acima é de  $2,5\text{mm}^2$ .

# Determinação do Condutor

Para determinar o condutor correto em função da corrente utilizamos uma relação abaixo:

Ex: Para uma carga de 120W, com uma tensão de 12V sendo o comprimento do fio de 15m, qual a bitola?



# Eletromagnetismo

Quando a corrente elétrica atravessa um condutor, um campo magnético constituído por linhas de força é formado ao redor do condutor (figura 1). Se o condutor é enrolado em espiras formando uma bobina, as linhas de força se ligam entre si, fazendo assim uma amplificação do campo magnético (figura 2). Numa bobina, a forma das linhas de campo se assemelha a forma do campo de uma barra magnética onde encontra-se polo norte e polo sul distintos (figura 3).

A força de um campo magnético é determinada pelo número de espiras da bobina e da corrente que atravessa o condutor.

O eletromagnetismo é aplicado em motores elétricos, alto-falantes, buzinas, solenóides, reles, sensores, transformadores, antenas etc.

Figura 1

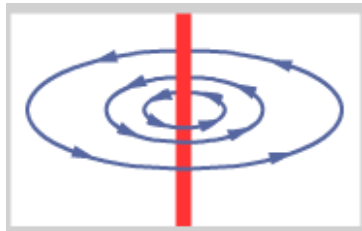


Figura 2

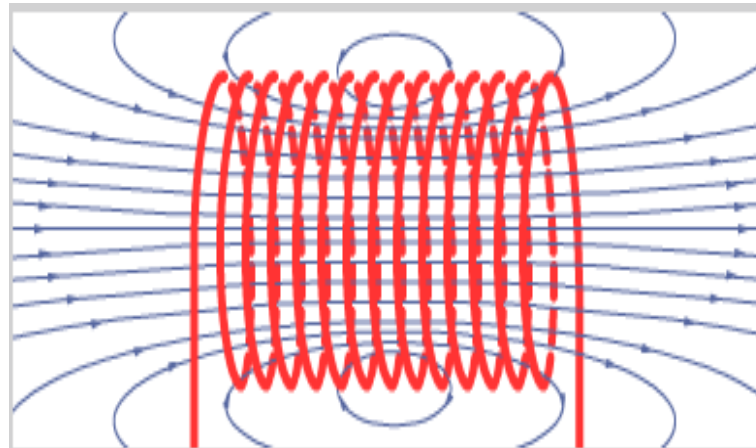
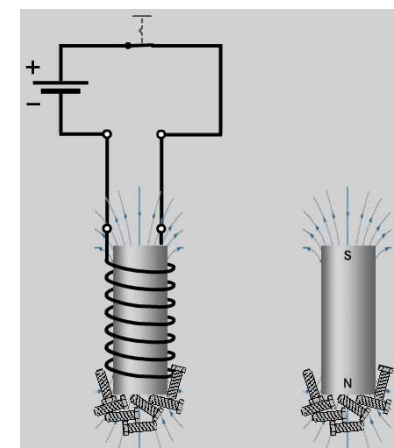


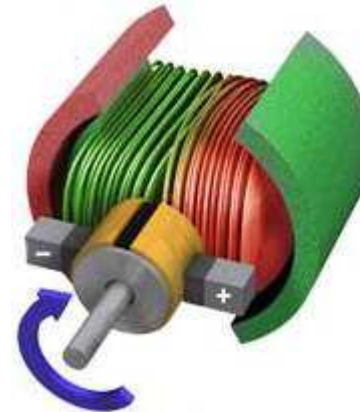
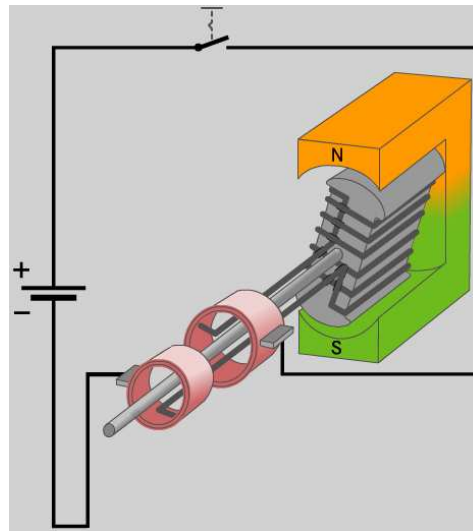
Figura 3





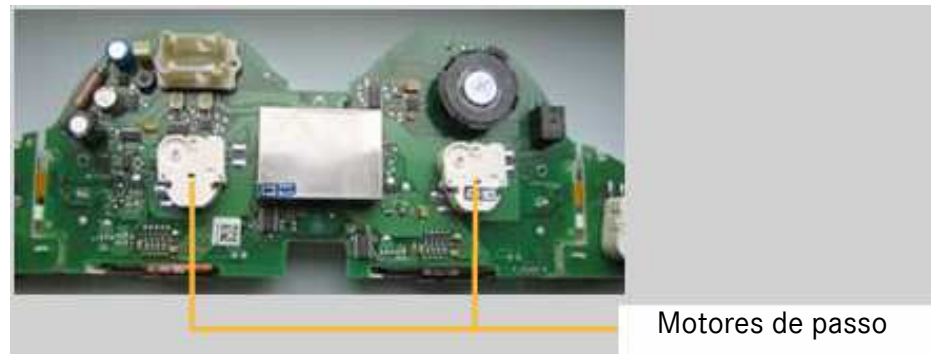
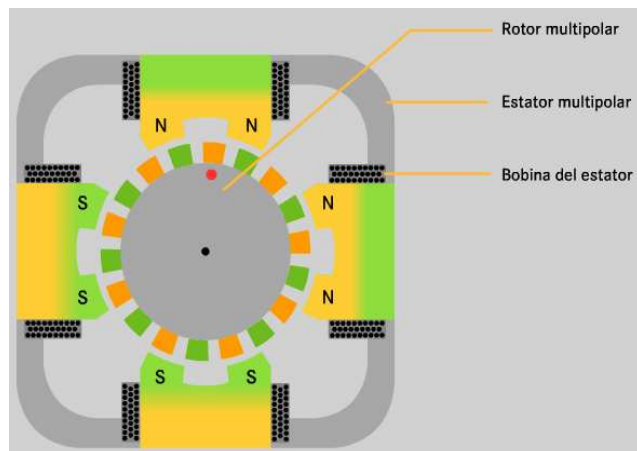
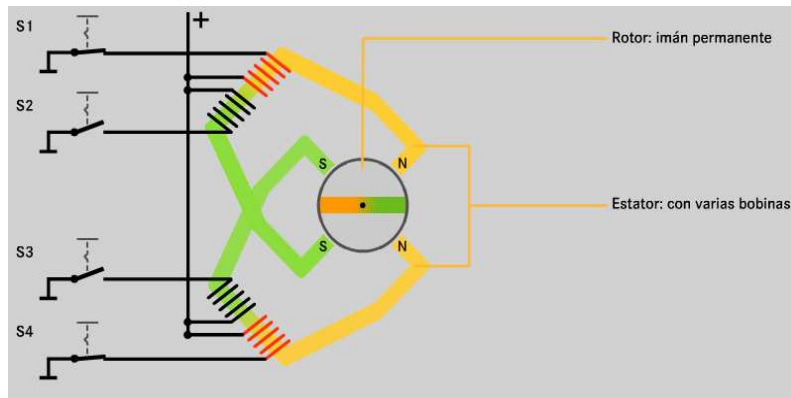
## Motores Elétricos e Geradores

Motor elétrico é uma máquina destinada a transformar energia elétrica em energia mecânica. Na figura abaixo vemos que quando o interruptor é fechado a bobina recebe corrente elétrica, que por sua vez gera um campo magnético. O campo magnético gerado pela bobina interage com o campo magnético do ímã, as forças de atração e repulsão geradas entre o campo magnético da bobina e do ímã, geram movimento no eixo em que a bobina está enrolada. Gerador é uma máquina destinada a transformar energia mecânica em energia elétrica. O gerador é exatamente igual ao motor, porém trabalha de maneira contrária, ou seja, ao invés de aplicar tensão elétrica para que o eixo gire, gira-se o eixo para gerar tensão. A tensão é gerada porque segundo a Lei de Faraday a corrente elétrica é gerada em um condutor que em movimento atravessa um campo magnético.



## Motores de Passo

Um motor de passo é um tipo de motor elétrico que é usado quando algo tem que ser posicionado muito precisamente ou rotacionado em um ângulo exato. Em um motor de passo, o rotor é composto por um ímã permanente muito forte que é controlado por uma série de campos eletromagnéticos que são ativados e desativados eletronicamente.



## Relés e Solenóides

Um **relé** em é uma espécie de interruptor que ao invés de ser acionado manualmente, é controlado por um eletro-ímã. Os **relés** mais simples são constituídos de um eletro-ímã conectado a uma chave NA ou chave NF, normalmente aberta ou normalmente fechada, respectivamente. Uma **chave NA** (*normalmente* aberta), se fecha quando o eletro-ímã é alimentado. Uma **chave NF** é o oposto da chave NA. O **solenóide** possui o mesmo princípio de funcionamento do relé, a diferença é que o solenóide não chavea contatos elétricos. O solenóide movimenta hastes, abre ou fecha passagens de acordo com a necessidade que o sistema em que ele trabalha requer. Um exemplo de solenóide é o bico injetor de combustível, que quando alimentado, abrirá a passagem do combustível para o motor.

