



Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

PELO FUTURO DO TRABALHO

DIODOS

Prof.: Giovanni Leopoldo Rozza

Introdução

O transistor foi inventado na década de 1950 para substituir as válvulas eletrônicas.

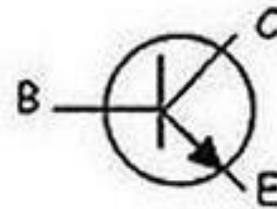
Naquela época procuravam uma alternativa que fosse mais barata, pequena e que consumisse menos energia, logo, criaram o transistor que atendia a todos estes requisitos. Mesmo passado vários anos desde a sua criação, o transistor está em constante mudança, se tornando cada vez menor e mais eficiente, seguindo a Lei de Moore.

Gordon Earle Moore, profetizou que a quantidade de [transistores](#) que poderiam ser colocados em uma mesma área dobraria a cada 18 meses mantendo-se o mesmo custo de fabricação. Atualmente a IBM fabrica transistores que chegam a 5nm, para se ter uma ideia, é possível colocar cerca de 30 bilhões de transistores em um único chip.

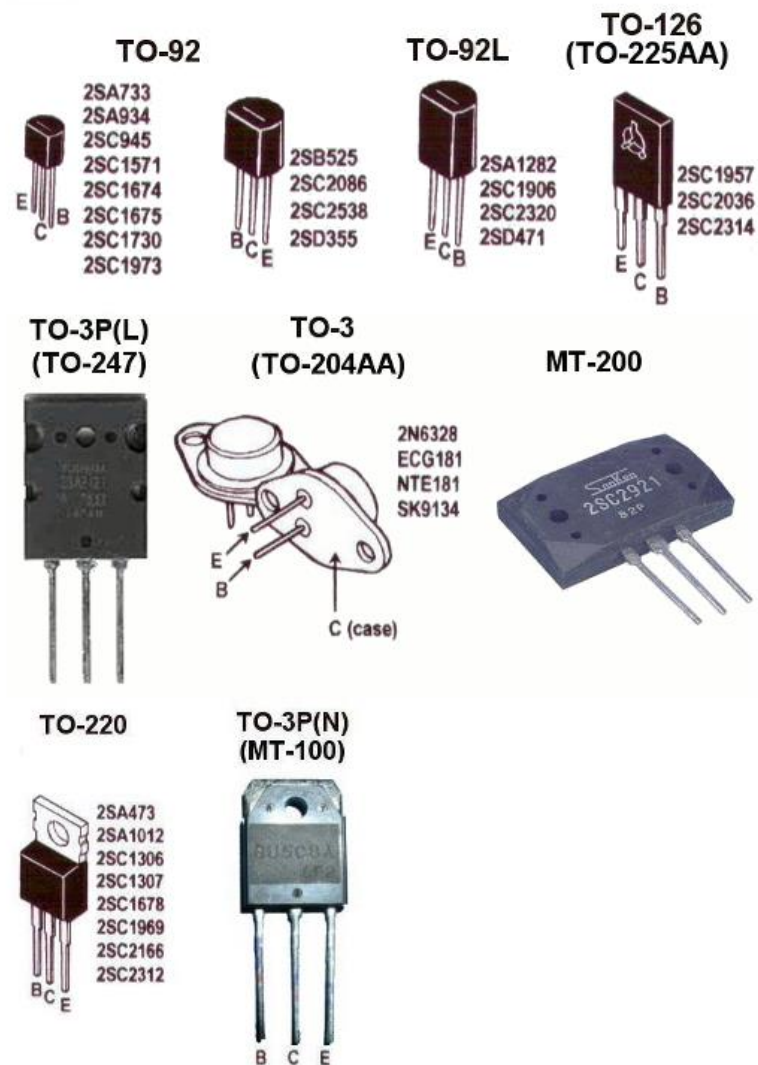
Introdução



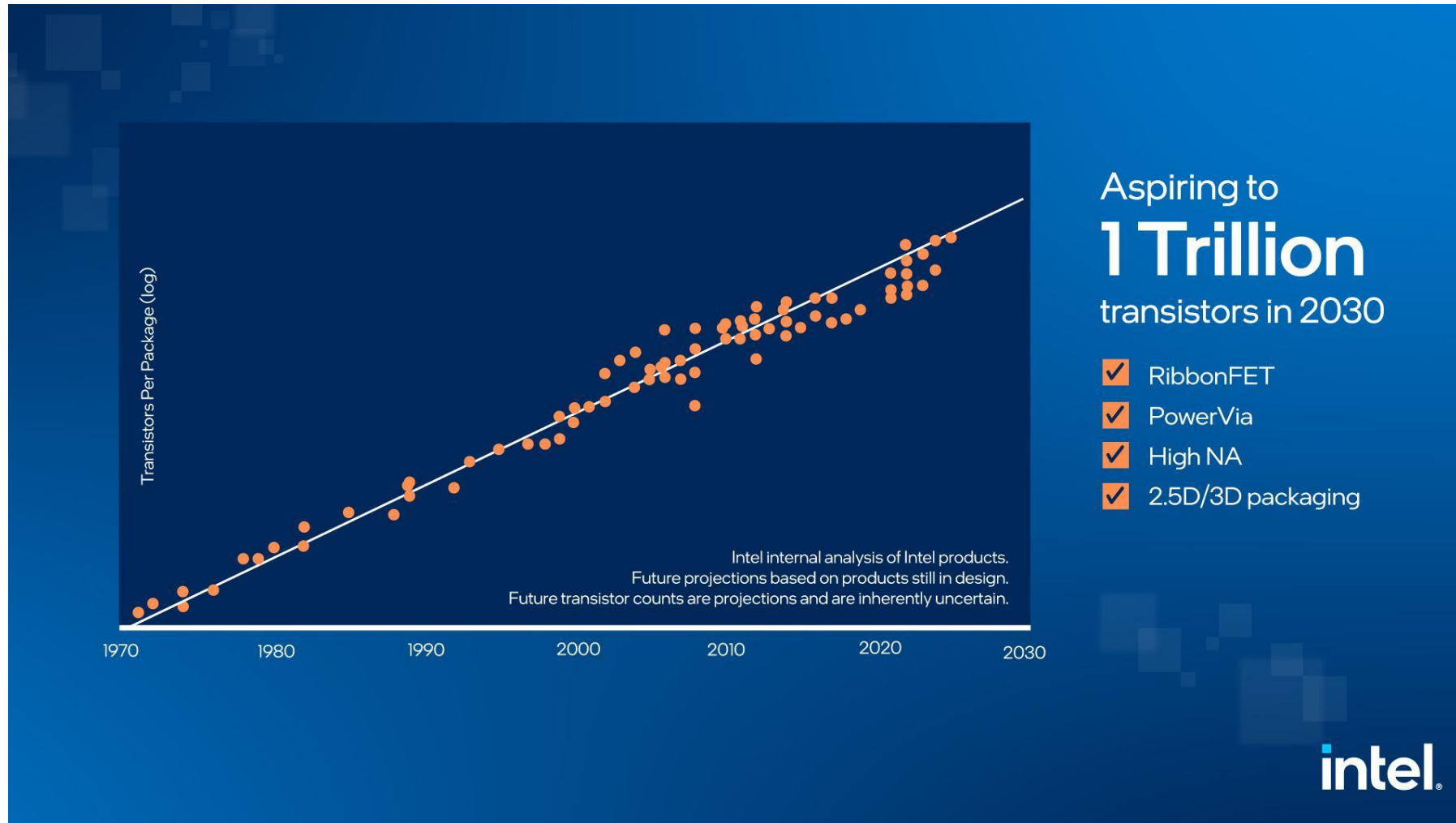
BC548 B
NPN TO-92



Introdução



Introdução



Introdução

O transistor é um componente eletrônico ativo com varias funções. Dentre elas, as mais comuns são as de amplificar o sinal (tensão) e de comutador de circuitos (chave). Hoje existem diferentes tipos, sendo o transistor bipolar (**BJT**) o mais comum.

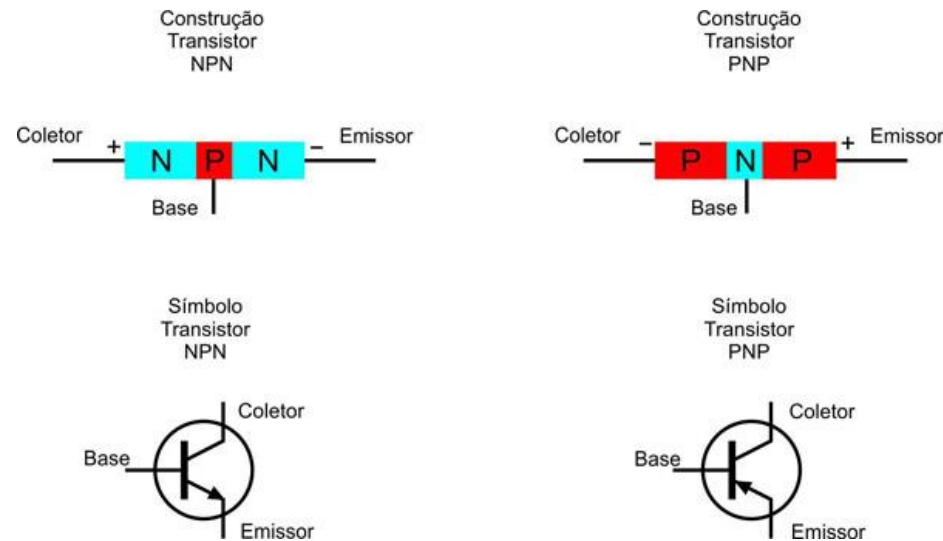
Há também os transistores de efeito de campo, ou **FET**, como é conhecido. Entre eles temos o **JFET** (Junction Field Effect Transistor), o **mosfet** (Metal Oxid Semiconductor Function Effect Transistor), o Nmosfet (tipo n) e o Pmosfet (tipo p).

Há outros transistores que são separados em um grupo especializado próprio, como exemplo, os fototransistor, que reage a quantidade de luz que brilha sobre ele para produzir fluxo de corrente e que comumente é utilizado nos chips 4N25 (fotoacoplador / optoacoplador).

Introdução

O transistor bipolar foi primeiro tipo fabricado e o mesmo é constituído por duas junções PN ligadas entre si, podendo obter-se duas configurações diferentes: o transistor NPN (NP + PN) e o transistor PNP (PN + NP).

Destas junções resultam três zonas de condução, as quais foram dados os nomes de **coletor** (C), **base** (B) e **emissor** (E). A base é a região intermédia e é o principal responsável pela ativação do transistor, o coletor é a perna positiva e o emissor a perna negativa. Na imagem abaixo temos a construção dos transistores bipolar e seu respectivo símbolo.



Introdução

O diodo é bem semelhante ao transistor, acrescentando apenas outra camada dopada do tipo N ou P. Podemos ver também seus 3 terminais e a identificação deles no símbolo, onde a base sempre vai estar no centro, coletor acima e emissor abaixo (junto com a seta que indica o sentido da corrente).

O transistor possui três áreas de funcionamento:

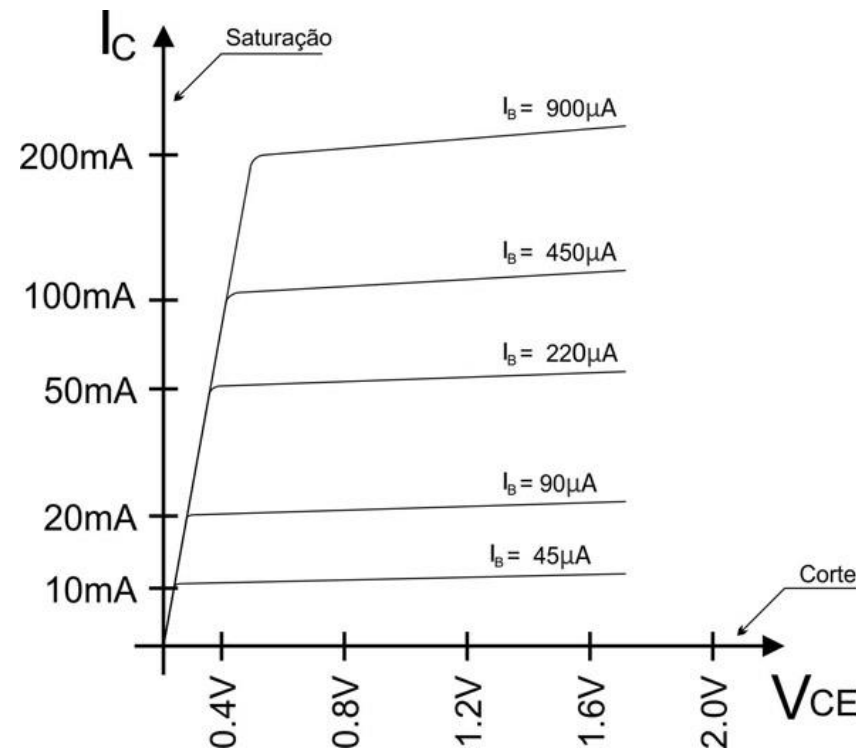
Área de corte, acontece quando a **corrente de base é zero ou muito próxima a zero**, com isso o **transistor não deixa passar corrente entre o coletor e o emissor**, atuando como se fosse uma chave aberta.

Área ativa ou linear, é quando o transistor **começa a funcionar como amplificador**, onde o valor da corrente de base será amplificada **beta vezes (β)** no coletor (I_c), também chamada de ganho ou **h_{fe}** . Quanto mais se aumenta a corrente de base, maior será a corrente de coletor.

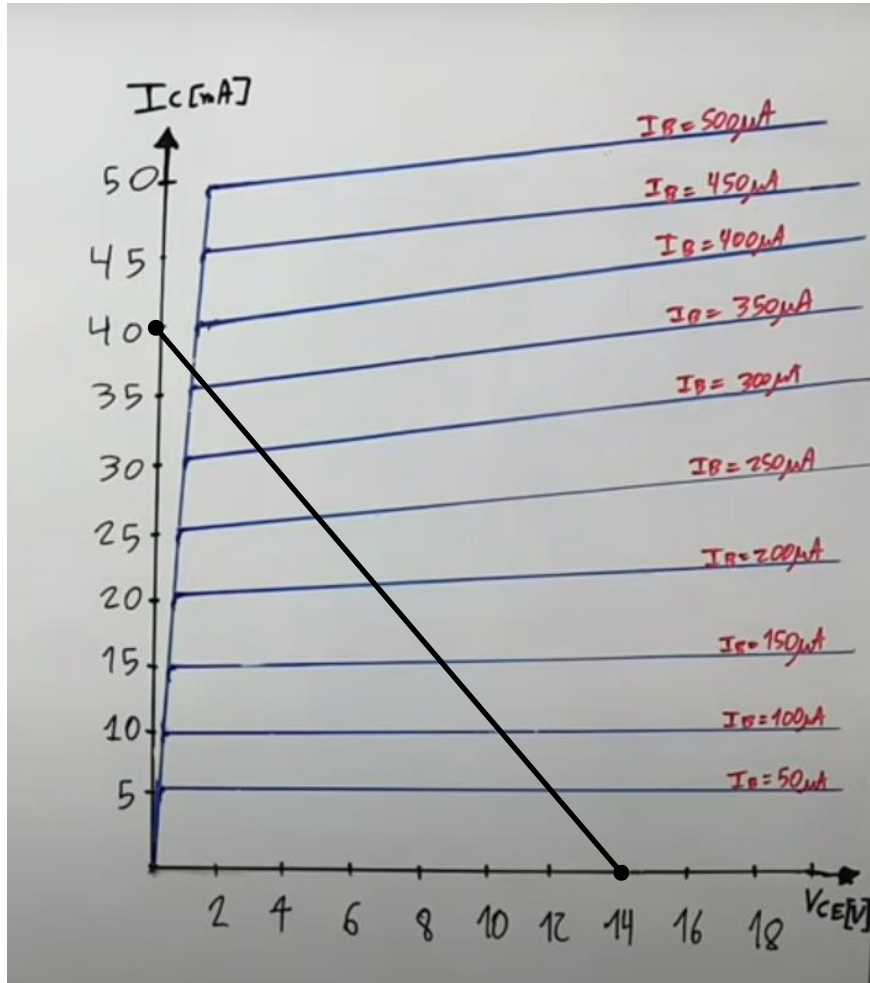
Área de saturação, acontece quando o limite de condução do transistor é atingido e mesmo se a corrente de base for aumentada, não haverá aumento de corrente no coletor, pois o valor máximo de corrente que ele pode conduzir já foi atingido e o mesmo atua como se fosse uma chave fechada.

Curva característica do transistor

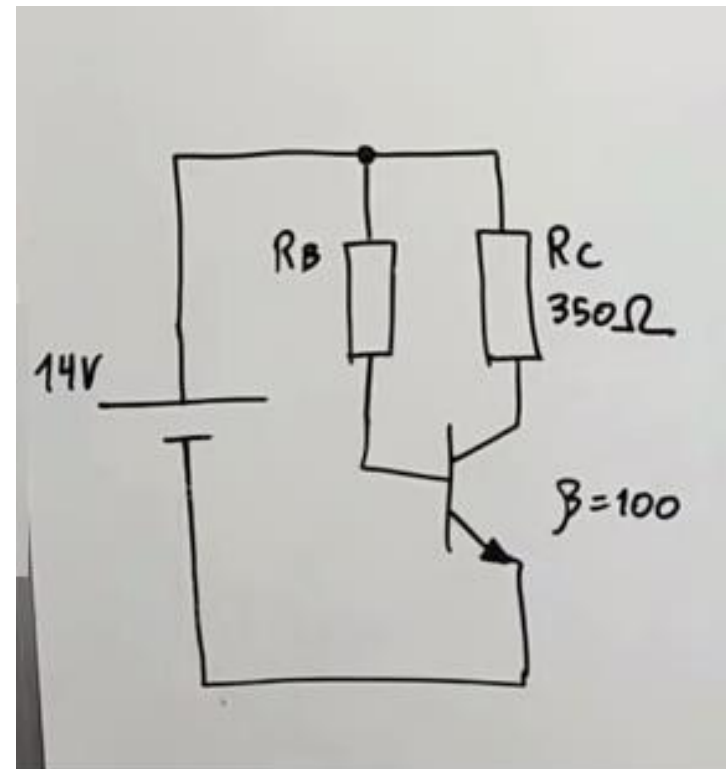
Uma outra forma de sabermos como funciona um transistor é ver sua curva característica. Na imagem abaixo temos um exemplo da uma curva de um transistor BJT:



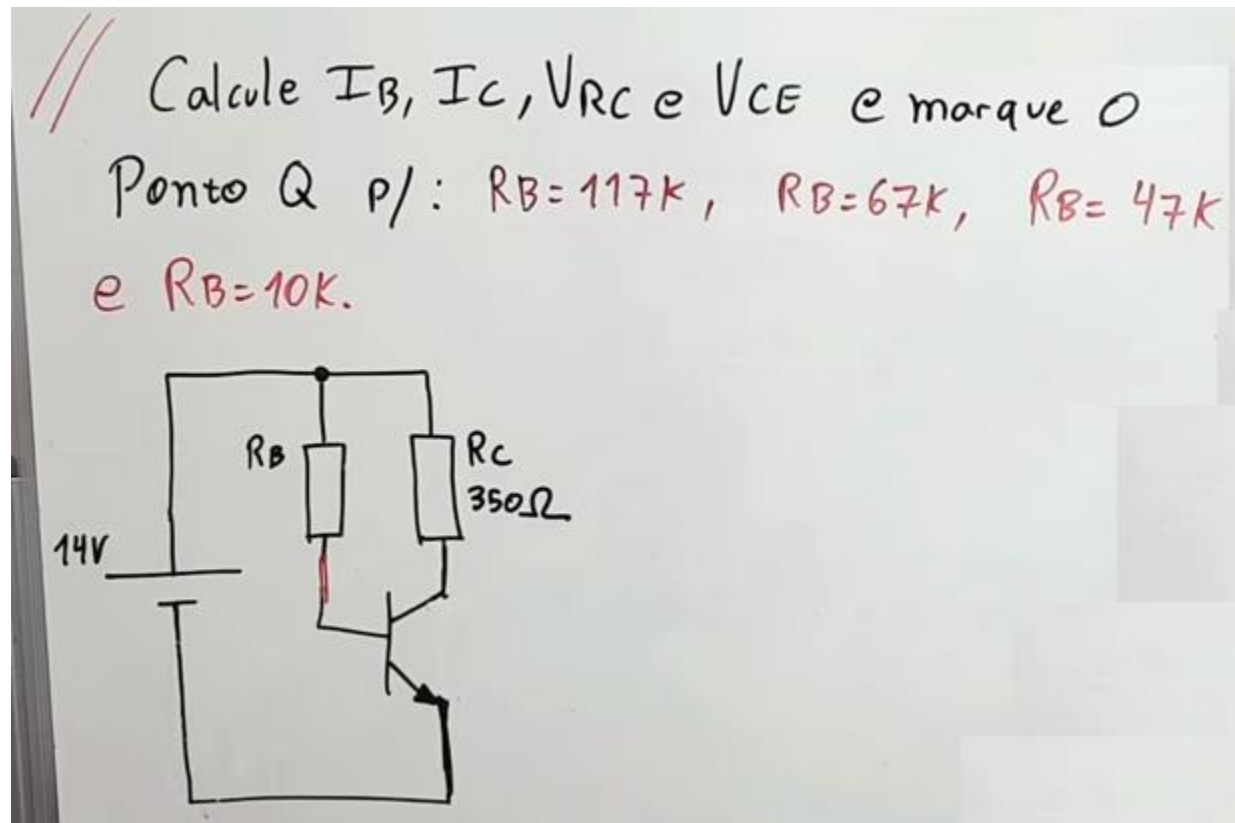
Curva de carga de um transistor



Seja a seguinte curva característica para o circuito abaixo:



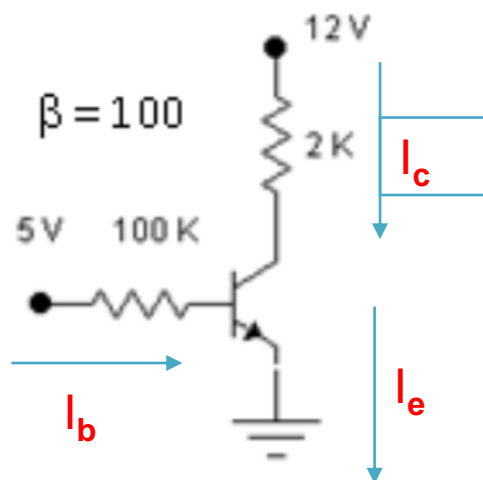
Aplicações



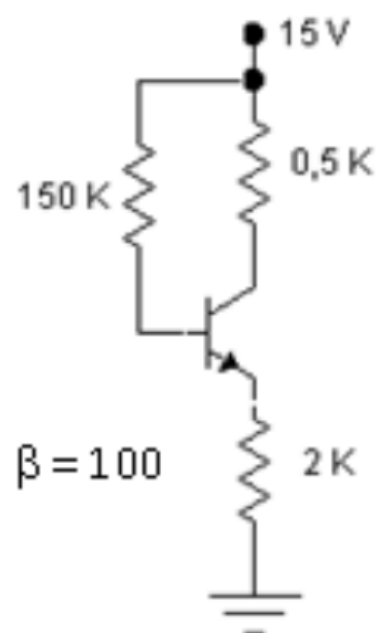
Aplicações

Nos circuitos abaixo, calcule o valor de I_C e V_{CE} (V_{EC} no item c). Considere $V_{BE}=0,7V$ (V_{EB} no item c = $0,7V$):

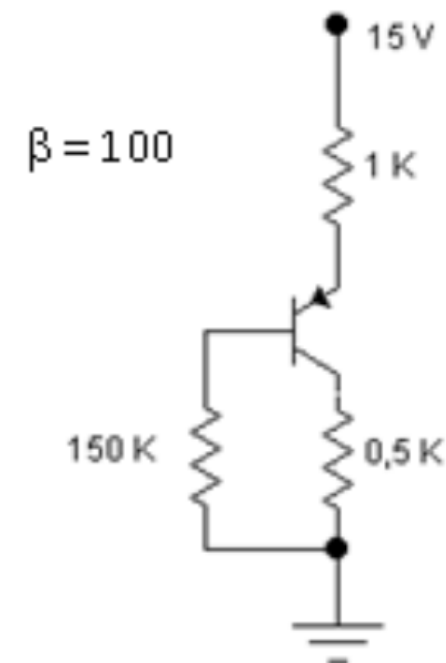
a)



b)



c)



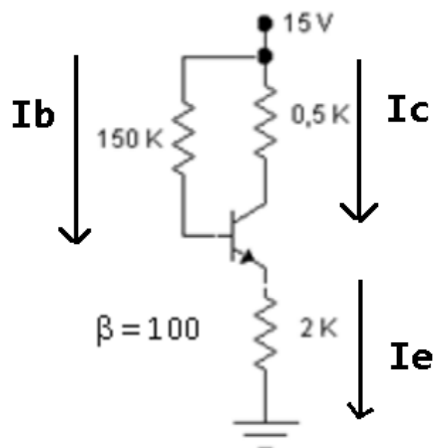
Lembre-se que:

$$I_c = \beta I_b$$

$$I_e = I_c + I_b = \beta I_b + I_b$$

Aplicações

b)



$$I_c = \beta I_b \quad (3)$$

$$I_e = I_c + I_b \quad (4)$$

$$\beta = 100 \quad (5)$$

SOLUÇÃO

Jogando em (1) as equações (3) (4) e (5)

$$15 - 150000 \cdot I_b - 0,7 - 2000 \cdot (\beta I_b + I_b) = 0$$

$$15 - 150000 \cdot I_b - 0,7 - 2000 \cdot (100 I_b + I_b) = 0$$

$$14,3 - 150000 \cdot I_b - 2000 \cdot (101 I_b) = 0$$

$$14,3 - 150000 \cdot I_b - 202000 I_b = 0$$

Equações de malha:

$$(1) \quad 15 - 150000 \cdot I_b - 0,7 - 2000 I_e = 0$$

$$(2) \quad 15 - 500 I_c - V_{ce} - 2000 I_e = 0$$

$$\text{Logo } I_b = 14,3 / 352000 = 40,625 \text{ uA (micro Amperes)}$$

Agora, sabemos I_b e automaticamente sabemos o valor de I_c e I_e :

$$I_c = 100 \cdot I_b = 4,0625 \text{ mA (mili Amperes)}$$

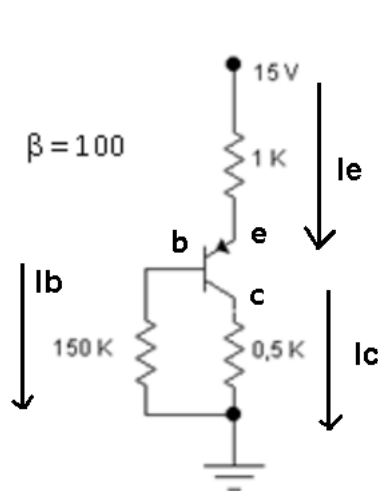
$$I_e = 101 \cdot I_b = 4,103 \text{ mA (mili Amperes)}$$

Assim, de (2):

$$15 - 500 \cdot (0,0040625) - V_{ce} - 2000 \cdot (0,004103) = 0$$

$$15 - 2,031 - V_{ce} - 8,206 = 0 \Rightarrow V_{ce} = 15 - 10,237 = 4,763 \text{ V (Volts)}$$

Aplicações



$$I_c = \beta I_b$$
$$I_e = \beta I_b + I_b$$
$$\beta = 100$$

Transisto PNP, ao contrário do transistor NPN
a corrente **entra** pelo emissor e **sai** pelo coletor

Equações de malha:

$$(1) 15 - 1000 \cdot I_e - V_{ec} - 500 \cdot I_c = 0$$

$$(2) 15 - 1000 \cdot I_e - 0,7 - 150.000 I_b = 0$$

Deixando equação (2) em função de I_b :

$$15 - 1000 \cdot (101 \cdot I_b) - 0,7 - 150000 I_b = 0$$

$$15 - 101000 I_b - 0,7 - 150000 I_b = 0$$

$$14,3 - 251000 I_b = 0 \rightarrow I_b = 14,3 / 251000 = 57 \text{ uA (micro Ampere)}$$

$$\text{Logo } I_c = 5,7 \text{ mA (mili Ampere) e } I_e = 5,76 \text{ mA}$$

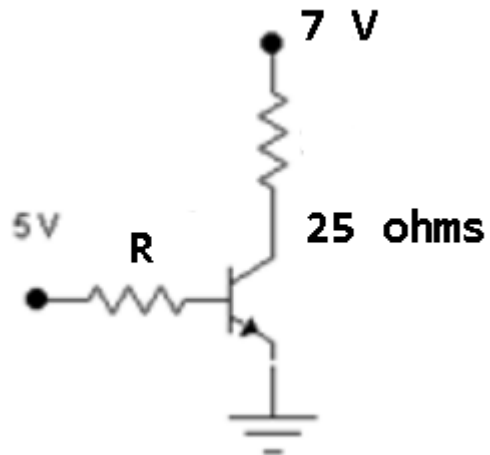
Assim de (2):

$$15 - 1000 \cdot (0,00576) - V_{ec} - 500 \cdot (0,0057) = 0 \rightarrow V_{ec} = 6,39 \text{ V (Volts)}$$

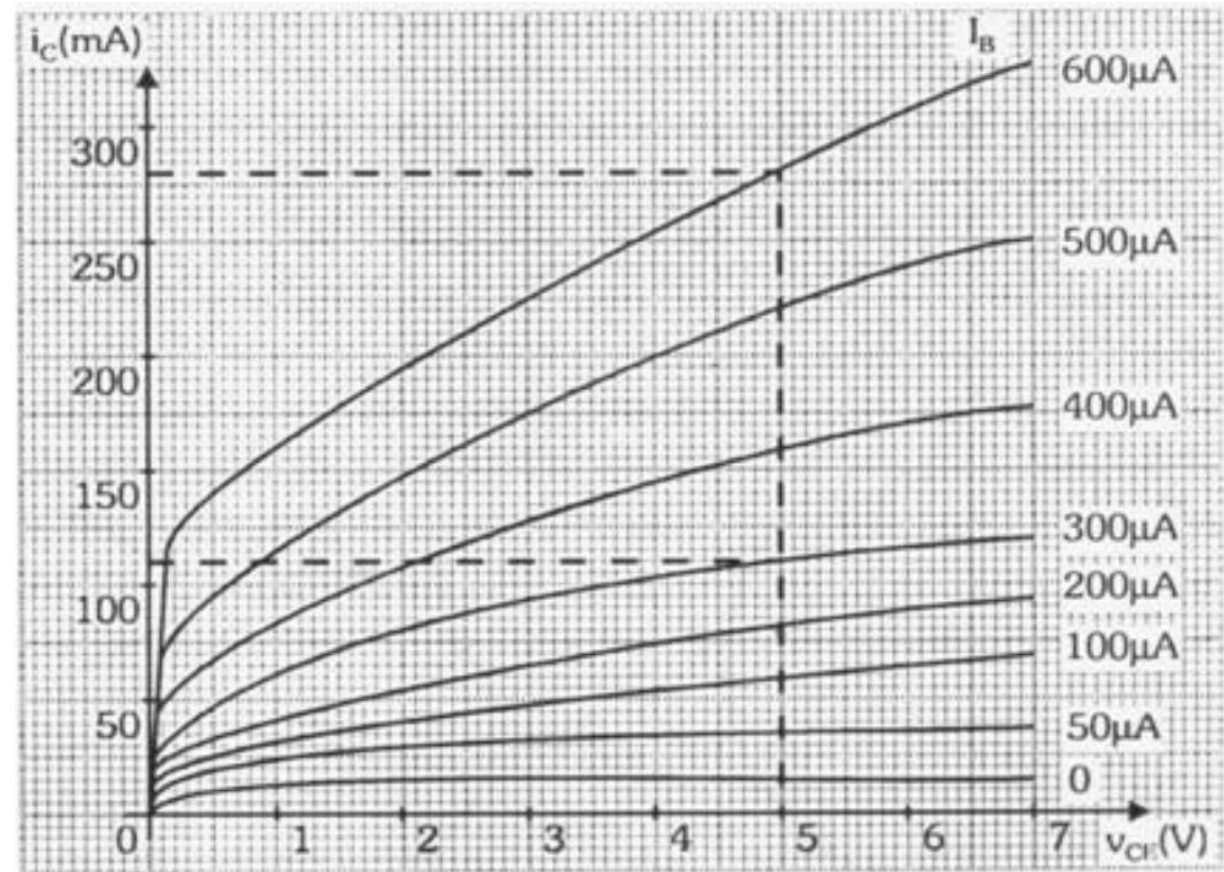
SOLUÇÃO

Aplicações

a) Determine a curva de carga para o seguinte circuito, dado a curva característica do transistor abaixo:

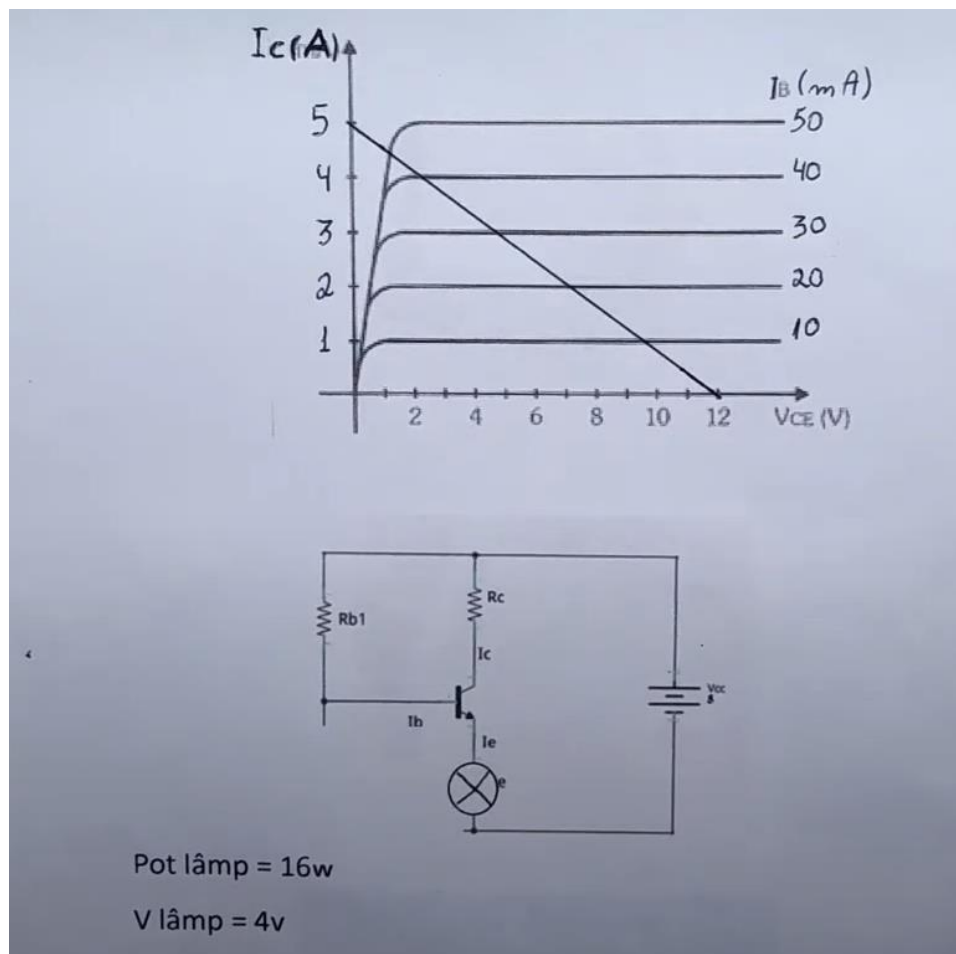


b) Determine o valor de R para que tenhamos um valor de V_{CE} de 3,0 V



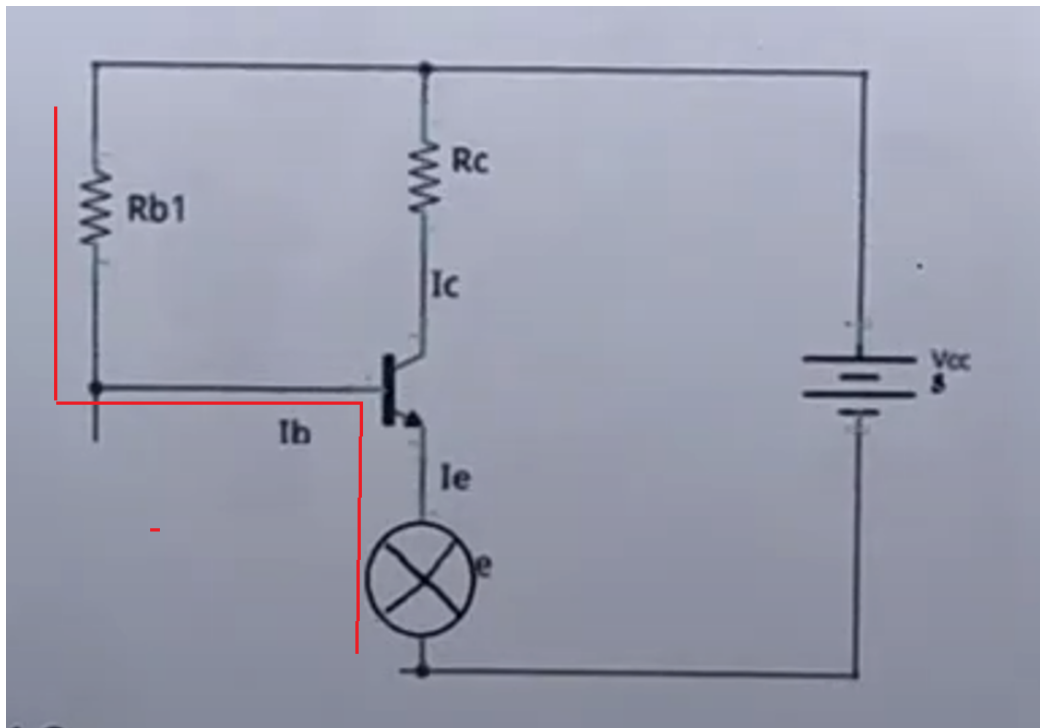
Aplicações

a) Calcule os valores de R_c e R_{b1} para alimentar a lâmpada abaixo com 4V e 16w:



Aplicações

SOLUÇÃO



Na lâmpada tensão é de 4V e potência de 16W, logo a relação entre potência, tensão e corrente é dado por

$$P = U \cdot i \rightarrow 16 = 4 \cdot i \rightarrow i = 4 \text{ A (Amperes)}$$

Como o ganho do transistor $\gg 1$ (muito maior que 1) podemos admitir que

$$I_c \sim I_e, \text{ logo } I_c = 4 \text{ A}$$

Para uma corrente de 4A a tensão em V_{ce} é de 2 V (pela reta de carga do circuito no gráfico). Assim a tensão no resistor R_c é :

$$12\text{V} - V_{rc} - 2 - 4 = 0 \rightarrow V_{rc} = 6 \text{ V}$$

Para uma tensão de 6V e uma corrente de 4A a resistência de R_c deverá ter um valor de

$$R_c = U/i = 6/4 = 1,5 \text{ Ohms}$$

para uma corrente de coletor de 4A e uma tensão V_{ce} de 2V a corrente de base (veja o gráfico) deverá ser de 40mA (mili Amperes)

Assim, fazendo a equação de malha (linha vermelha)

$$12 - R_b \cdot 0,04 - 0,7 - 4 = 0$$

$$R_b = 7,3/0,04$$

$$R_b = 182,5 \text{ ohms}$$



Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

PELO FUTURO DO TRABALHO

0800 048 1212     **sc.senai.br**

Rodovia Admar Gonzaga, 2765 - Itacorubi - 88034-001 - Florianópolis, SC