



PSI 3581 - Circuitos de Micro-ondas

Polarização de Transistores

Profa. Fatima Salete Correra

Sumário

- Ponto quiescente de operação
- Polarização de Transistor Bipolar
- Polarização de Transistor de Efeito de Campo
- Reta de carga DC e reta de carga RF

Polarização de Transistores

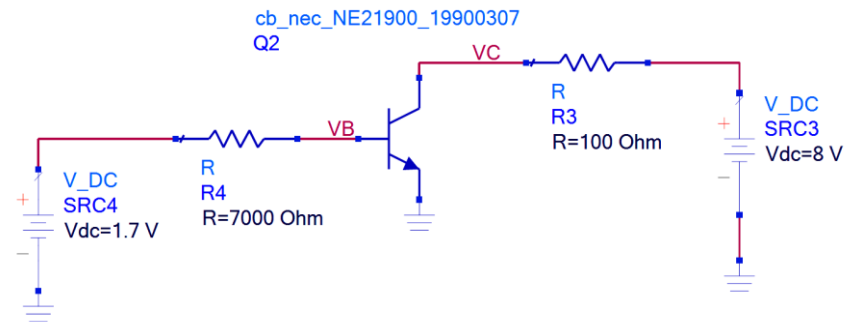
Ponto quiescente de operação

- Correntes e tensões DC de operação do transistor
 - Impostas pelo circuito de polarização e fontes DC
 - Transistor Bipolar: I_C , V_{CE} e I_B
 - Transistor de efeito de campo: I_D , V_{DS} e V_{GS}
- Devem respeitar limites máximos fornecidos pelo fabricante
 - Correntes, tensões e potência dissipada
- Afetam as características elétricas do transistor
 - Ganho / Figura de ruído / Linearidade

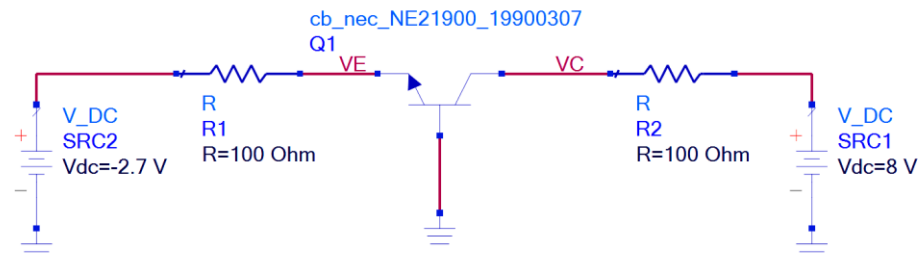
Polarização de Transistor Bipolar

- Circuito de polarização
 - Usado para impor um ponto quiescente I_C , V_{CE}
- Projeto
 - Emprega curvas $I_C \times V_{CE}$ em função de I_B (ou V_{BE})
 - Ou ganho de corrente DC $H_{fe} = I_E/I_B$

Exemplo de circuito de polarização de transistor em **emissor comum**



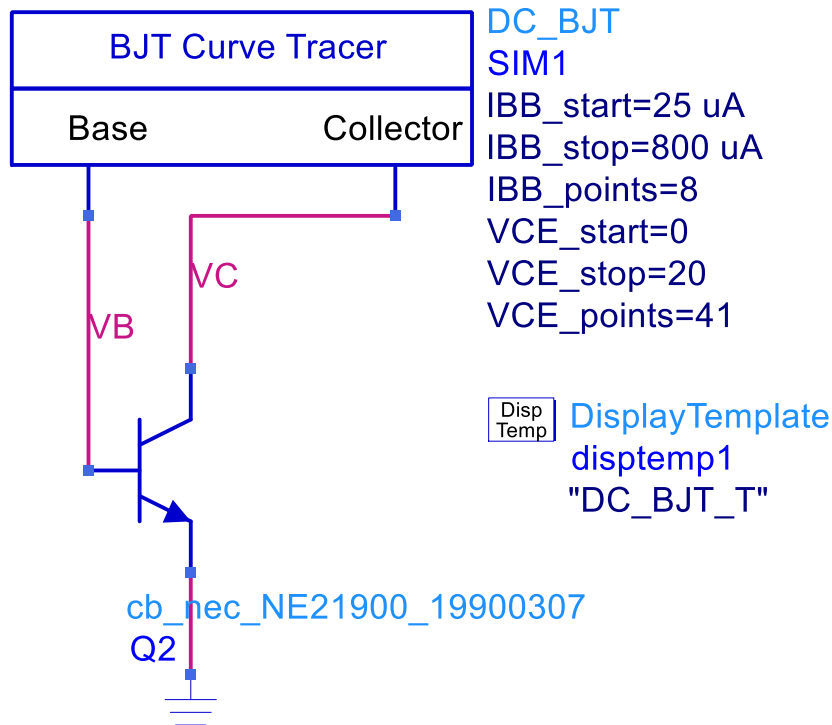
Exemplo de circuito de polarização de transistor em **base comum**



Polarização de Transistor Bipolar

- Curvas DC do transistor Bipolar no ADS
 - Transistor com modelo não-linear
 - BJT Curve Tracer

Insert → Template → ads_templates:DC_BJT_T



Dados do Transistor

Fabricante NEC
Transistor bipolar NPN

$P_{dis(max)} = 700 \text{ mW}$

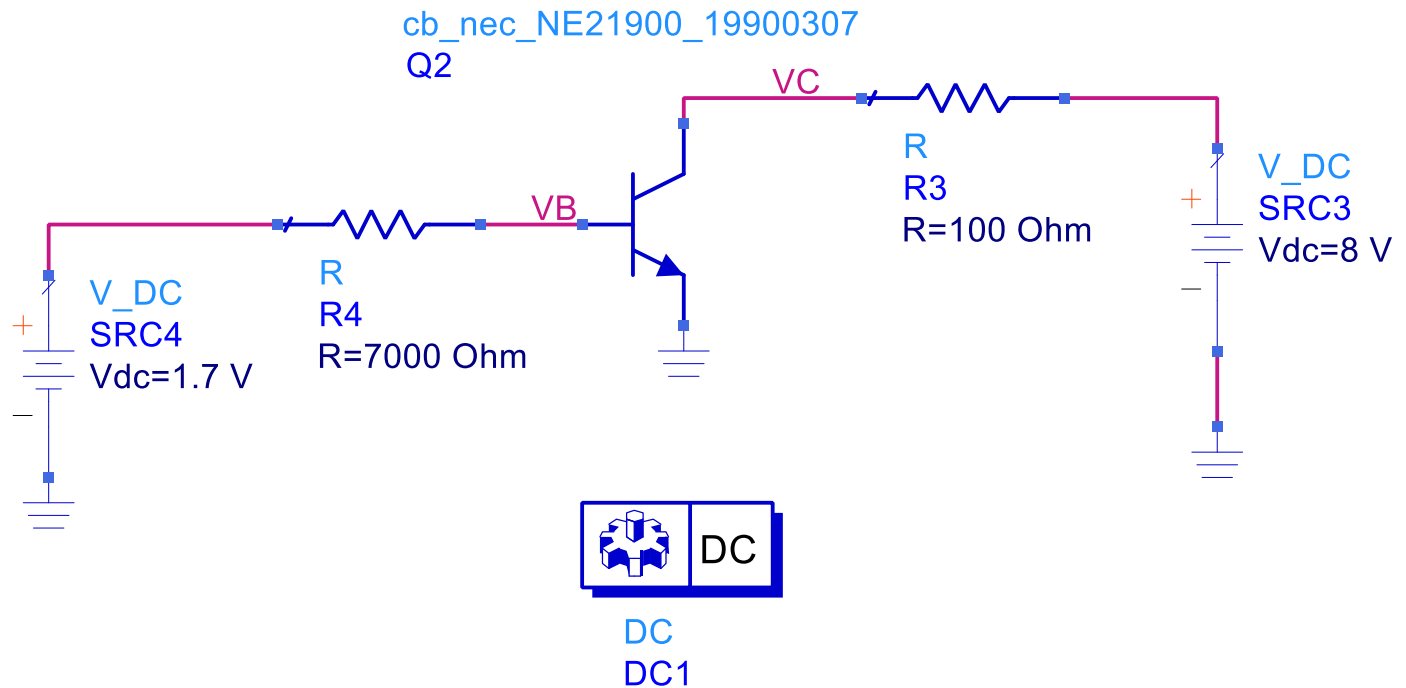
$I_c(max) = 80 \text{ mA}$
 $V_{ce(max)} = 10 \text{ V}$

$I_c(tipico) = 20 \text{ mA}$
 $V_{ce}(tipico) = 8 \text{ V}$

$f_t \text{ (GHz)} = 8 \text{ GHz}$
 $H_{fe} = 100$

Polarização de Transistor Bipolar

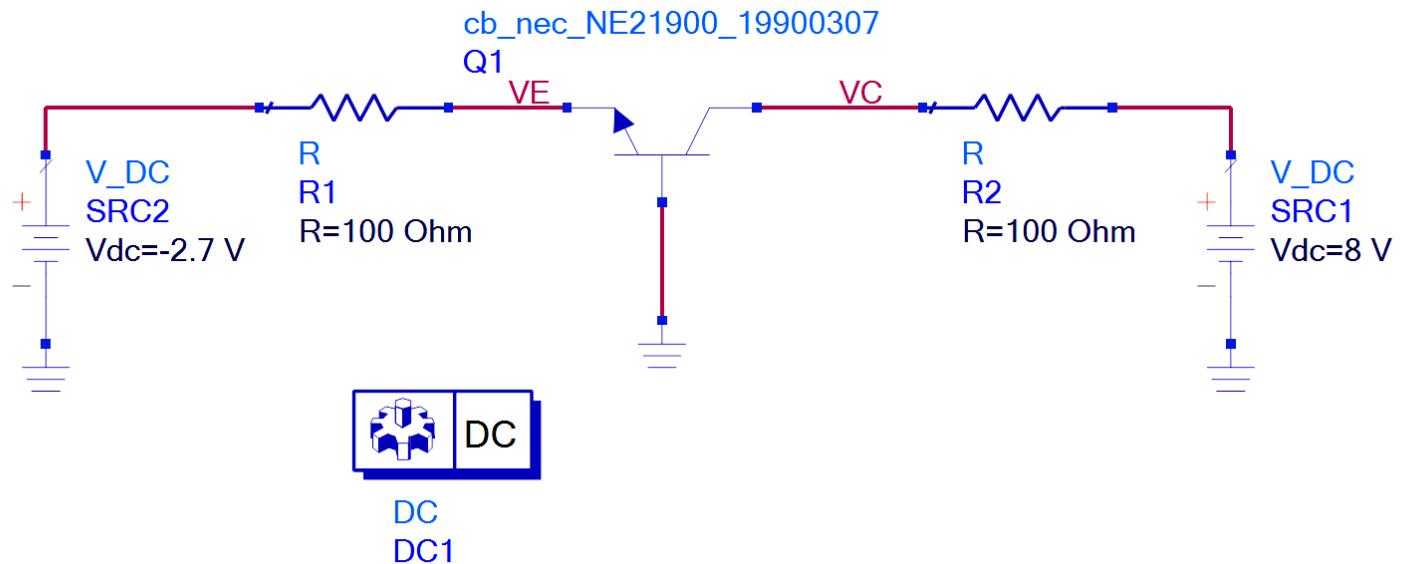
- Simulação DC do transistor Bipolar no ADS
 - Transistor com modelo não-linear
 - Transistor em emissor comum
 - Exemplo de uso: amplificadores, p.ex.



Calcule I_C e V_{CE} dado: $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$ e $H_{fe} = I_E/I_B = 100$

Polarização de Transistor Bipolar

- Simulação DC do transistor Bipolar no ADS
 - Transistor com modelo não-linear
 - Transistor em base comum
 - Exemplo de uso: osciladores, p.ex.

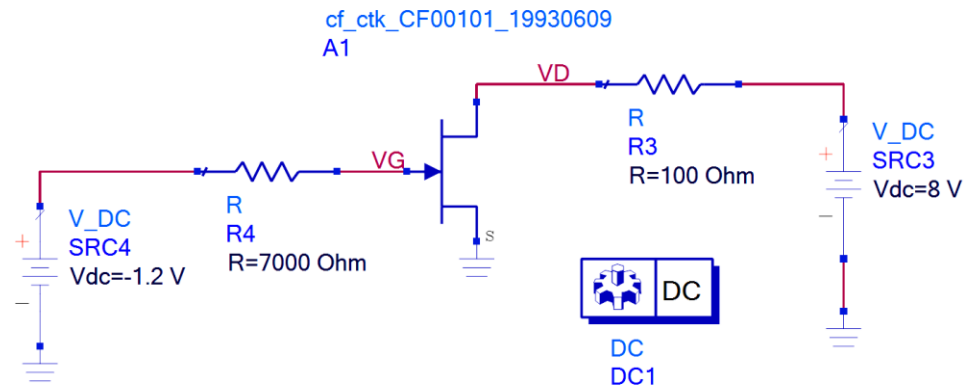


Calcule I_C e V_{CE} dado: $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$ e $H_{fe} = I_E/I_B = 100$

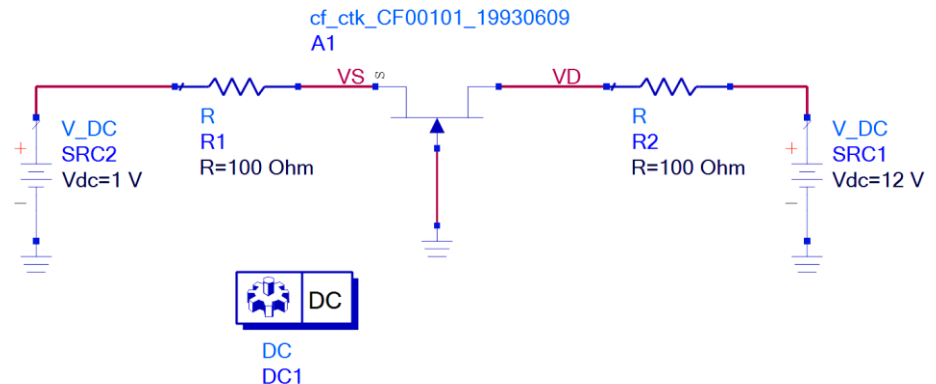
Polarização de Transistor de Efeito de Campo

- Circuito de polarização
 - Usado para impor um ponto quiescente I_D , V_{DS}
- Projeto
 - Emprega curvas I_D

Exemplo de circuito de polarização de transistor em **fonte comum**



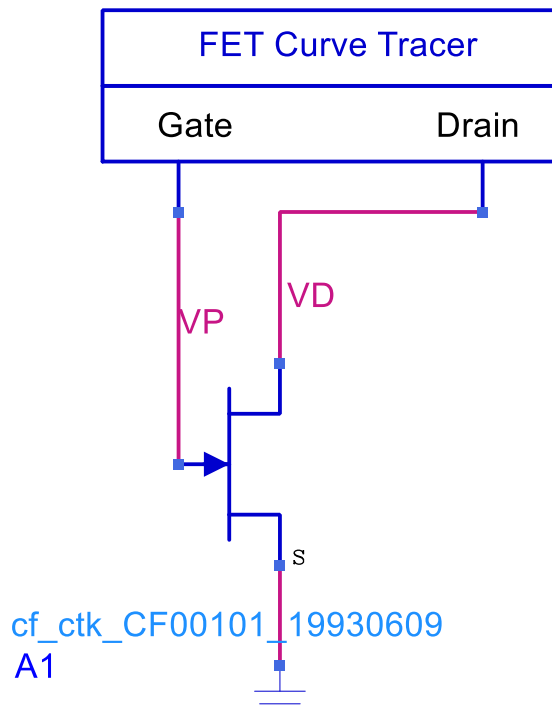
Exemplo de circuito de polarização de transistor em **porta comum**



Polarização de Transistor Bipolar

- Curvas DC do transistor FET no ADS
 - Transistor com modelo não-linear
 - FET Curve Tracer

Insert → Template → ads_templates:DC_FET_T



DC_FET

SIM1

VGS_start=-2

VGS_stop=0

VGS_points=5

VDS_start=0

VDS_stop=5.0

VDS_points=41

Disp
Temp

DisplayTemplate

disptemp2

"DC_FET_T"

GaAs MESFET
Fabricante: Celeritek

Dados do Transistor

$V_t = -1.8 \text{ V}$

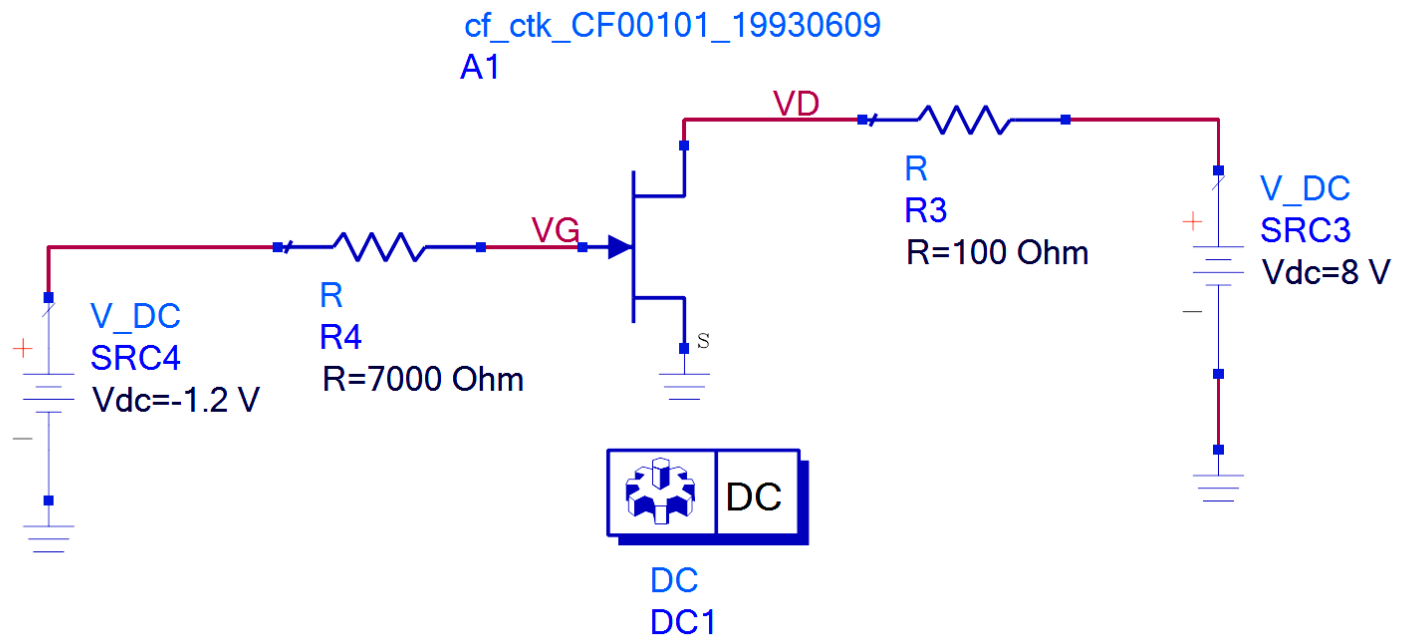
$I_{dss} = 93,63 \text{ mA}$
(Para $V_{gs} = 0 \text{ V}$)

$V_{ds}(\text{tipico}) = 5,5 \text{ V}$

$P_{dissmax} = 700 \text{ W}$

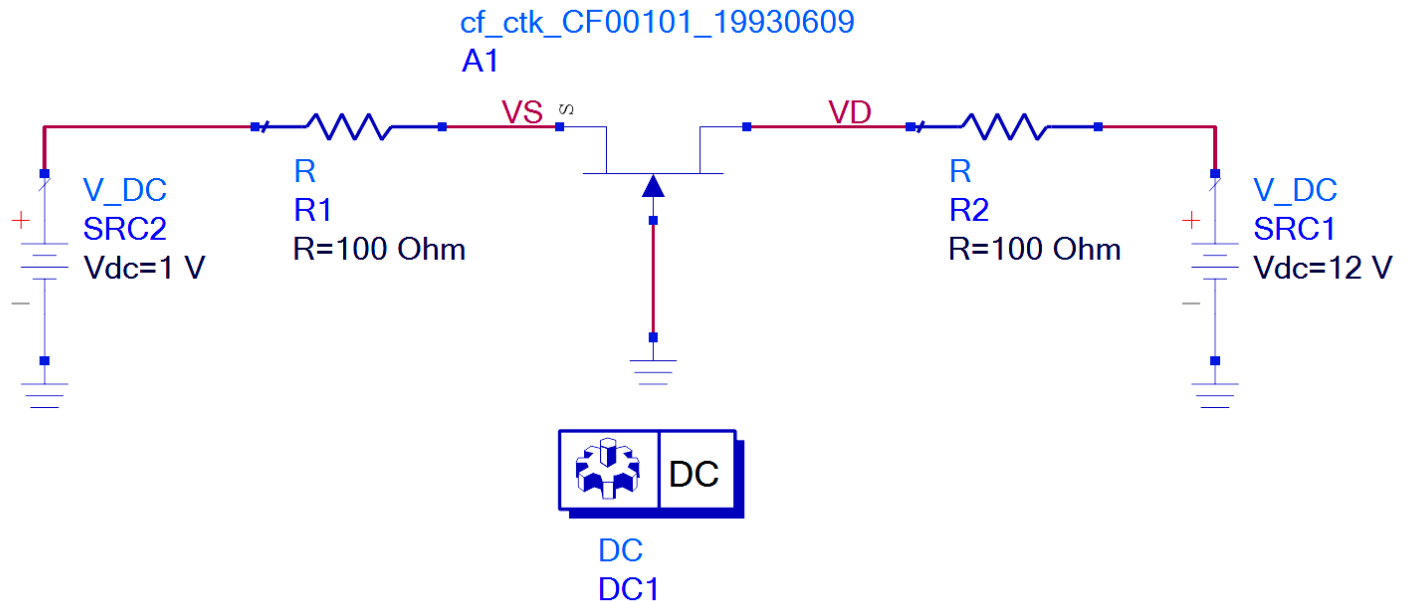
Polarização de Transistor Bipolar

- Simulação DC do transistor FET no ADS
 - Transistor com modelo não-linear
 - Transistor em fonte comum
 - Exemplo de uso: amplificadores, p.ex.



Polarização de Transistor Bipolar

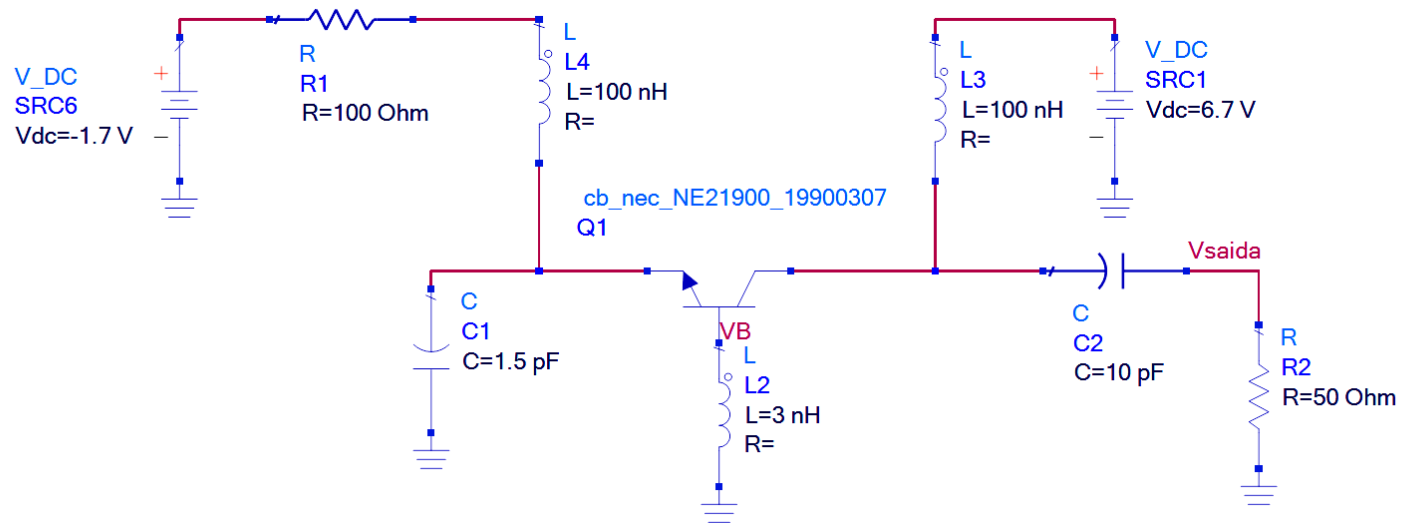
- Simulação DC do transistor FET no ADS
 - Transistor com modelo não-linear
 - Transistor em porta comum
 - Exemplo de uso: osciladores, p.ex.



Reta de carga DC e reta de carga RF

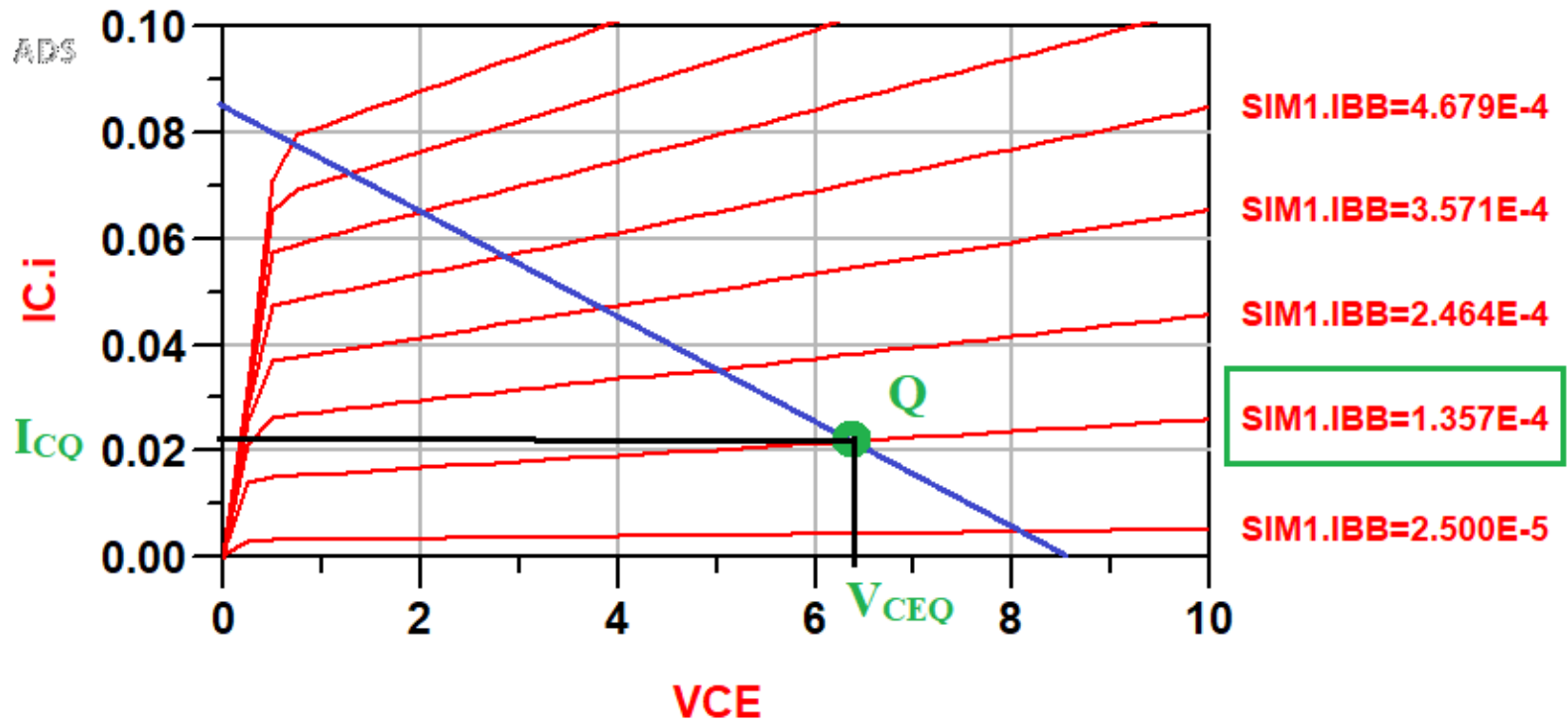
- Retas de carga
 - Retas traçadas sobre a curva $I \times V$ do transistor
- Reta de carga DC
 - Usada para calcular o ponto quiescente de polarização do transistor
 - Considera fontes de tensão DC de polarização
 - Usa resistências que carregam o circuito em DC
- Reta de carga de RF
 - Usada para estimar a operação do transistor em RF
 - Considera que o circuito de polarização está isolado pelos filtros na frequência de RF e pode ser desprezado
 - Assume que a impedância de carga é puramente resistiva
 - Usa as resistências que carregam o circuito em RF
 - Sobre o ponto quiescente de polarização

- Reta de carga DC e reta de carga RF
- Exemplo de reta de carga DC



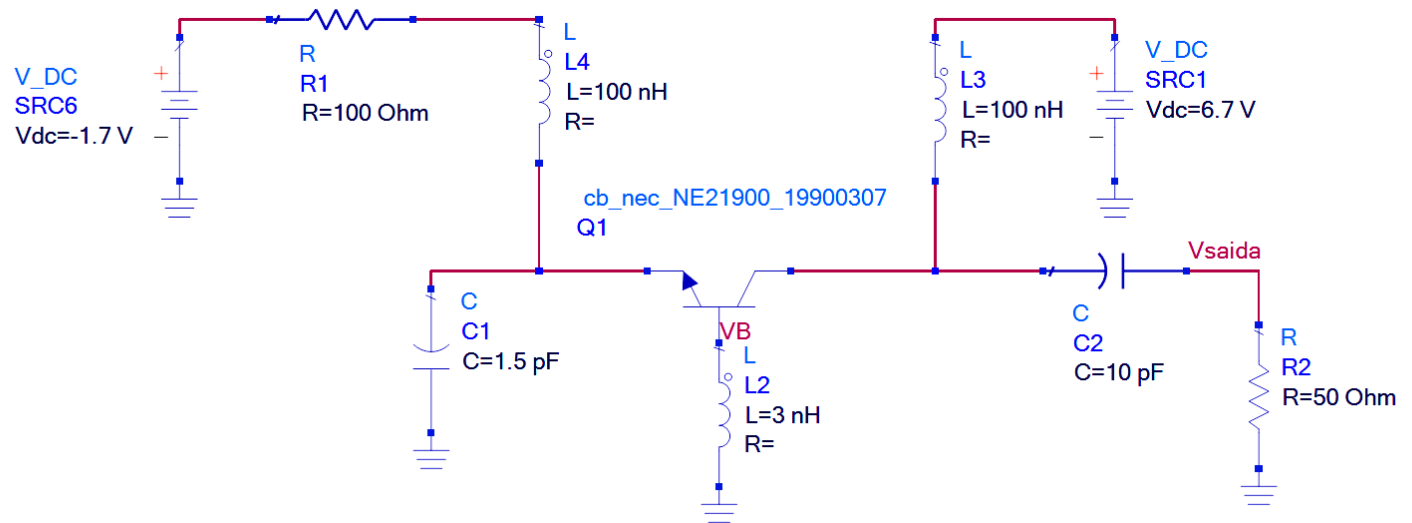
- Reta de carga: $V_{CE} = V_T - R_T \cdot I_C$
 - Tensão $V_{DC} = 6,7 - (-1,7) = 8,4 V$
 - Resistência $R_{DC} = R_E + R_C = 100 \Omega$
- $$V_{CE} = 8,4 - 100 \cdot I_C$$

- Reta de carga DC e reta de carga RF
- Exemplo de reta de carga DC



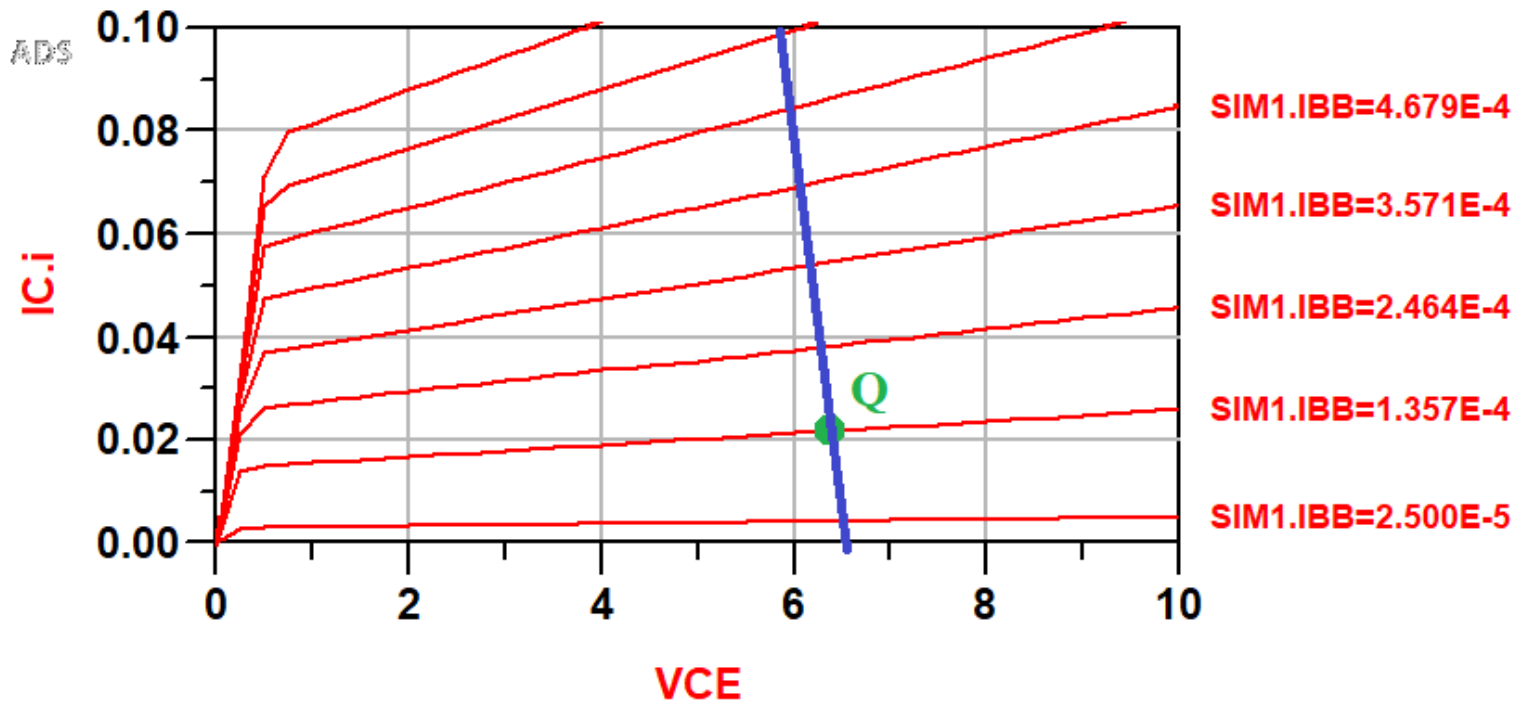
Equação da reta de carga DC: $V_{CE} = 8,4 - 100 \cdot I_C$

- Reta de carga DC e reta de carga RF
- Exemplo de reta de carga RF



- Resistência de carga: $R_{RF} = 50 \Omega$
- Reta de carga RF
 - Reta com inclinação $1/R_{RF}$
 - Traçada sobre a curva DC
 - Passando pelo ponto quiescente de polarização

- Reta de carga DC e reta de carga RF
- Exemplo de reta de carga RF



- Reta de carga RF
 - Reta com inclinação $1/50 \Omega$
 - Passando pelo ponto quiescente Q