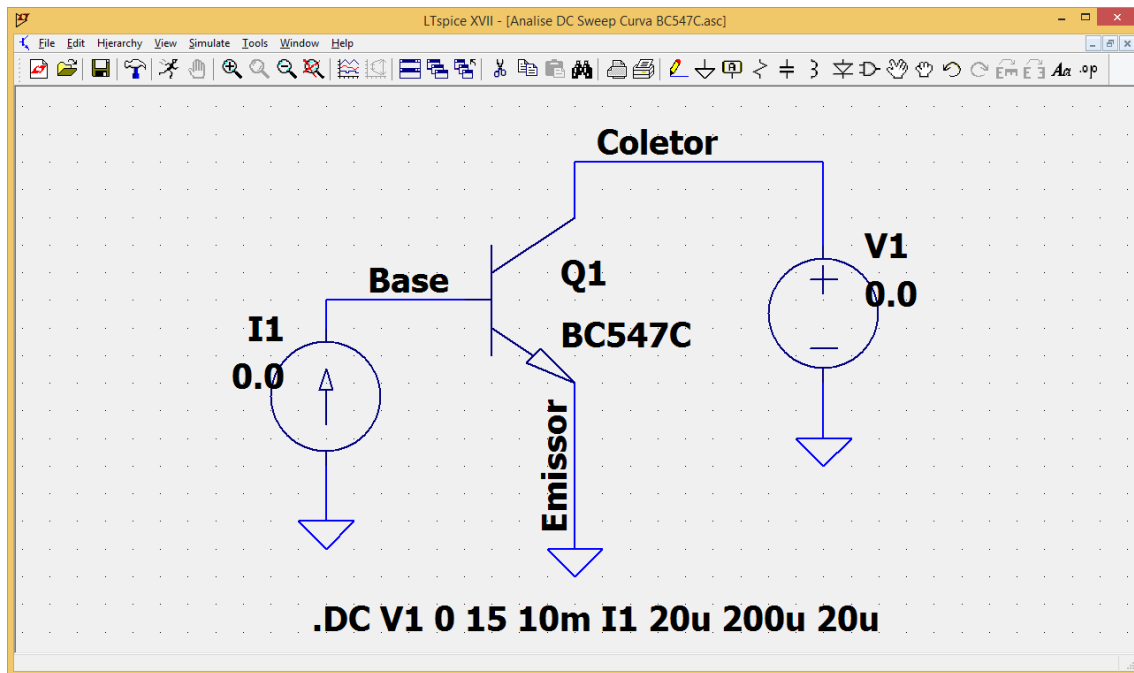


Analise DC Sweep no LTspice

Beleza pessoal! Vamos continuar nossa série aprendendo um pouco mais sobre o LTspice. Nesse post vamos explorar a análise DC Sweep, que é utilizada quando você deseja analisar o circuito variando as fontes de tensão ou corrente, ou um outro parâmetro do circuito.

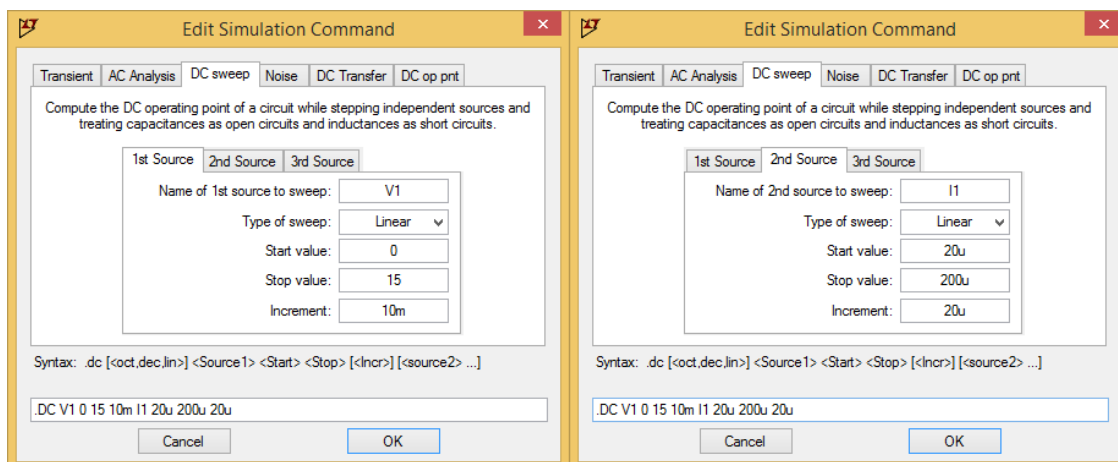
O Esquemático

Monte o circuito a seguir. Se necessário consulte artigos anteriores para entender o básico de como montar circuitos no LTspice. Nesse circuito e com a análise DC Sweep vamos obter a curva característica do Transistor BC547C.



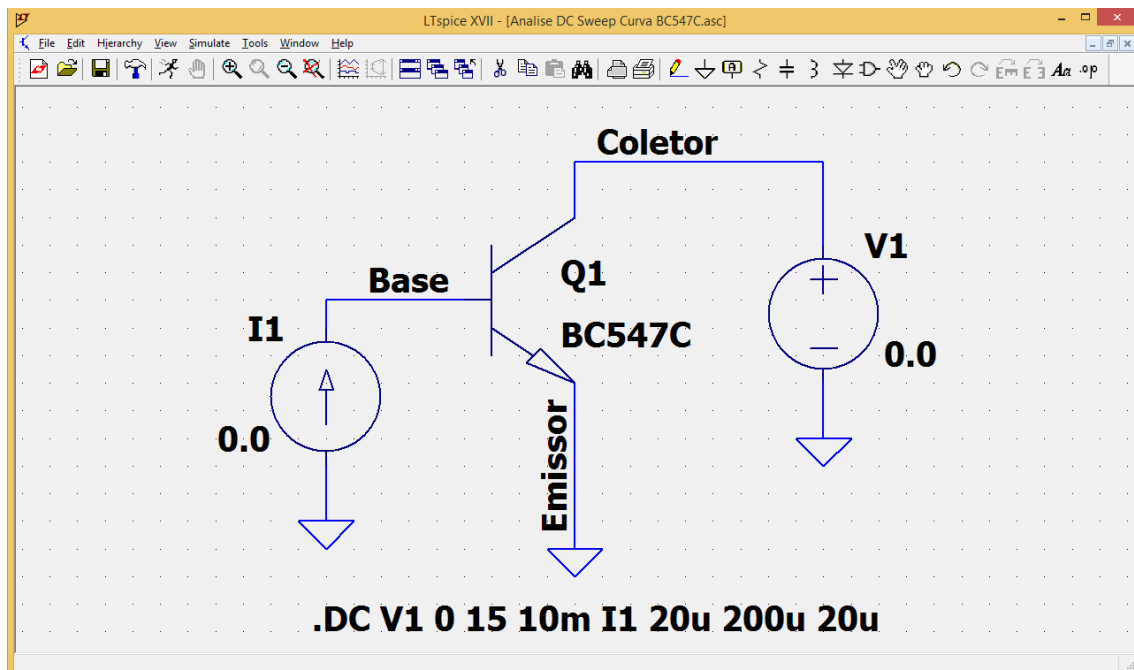
Apliquei alguns rótulos nos nós do circuito (Coletor, Emissor e Base). Você tem duas formas de configurar a análise DC Sweep. Diretamente aplicando a Diretiva Spice (comando), conforme mostrado no esquemático, ou através do menu [Simulate] na opção [Edit Simulation Cmd].

Selecione a aba [DC Sweep] e preencha os campos conforme exemplo. Nesse caso estamos variando duas fontes, uma de tensão e outra de corrente. Vamos trabalhar com as duas abas [1st Source] e [2nd Source], conforme mostrado a seguir.



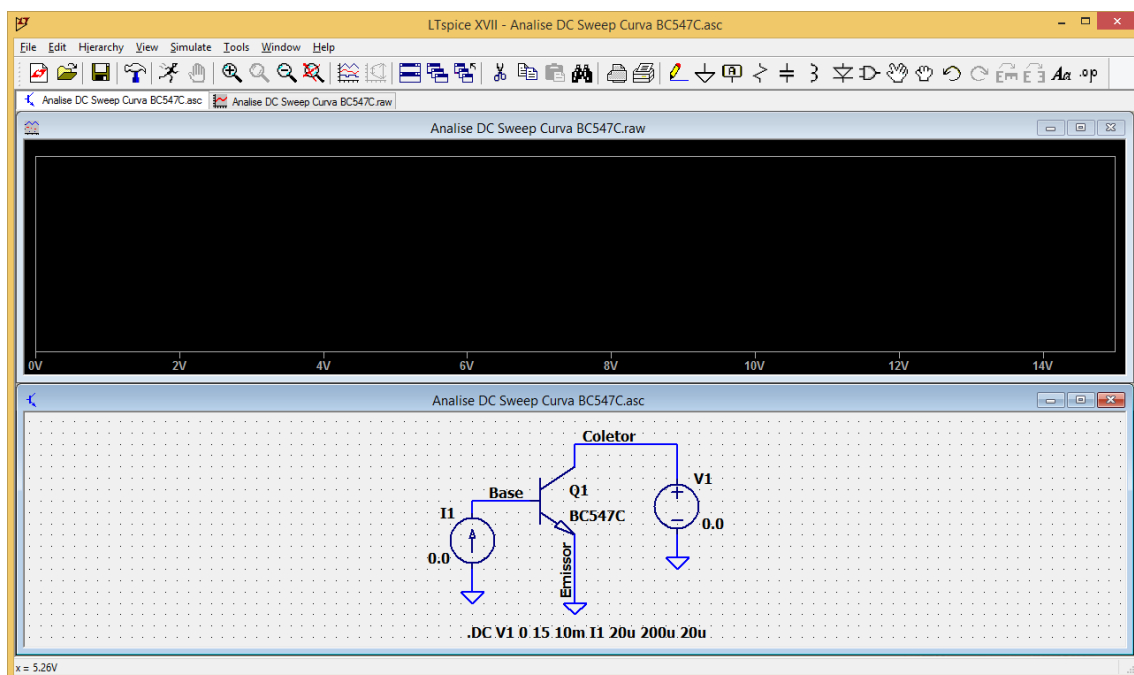
Outra opção de selecionar essa análise DC seria na barra de ferramentas, clicando no botão [SPICE Directive] e digitar '.op'. Depois clique no botão [OK], arraste e cole a Diretiva Spice no esquemático.

ATENÇÃO! É importante deixar os valores das fontes com zero, conforme mostrado a seguir. O LTspice variará esses valores, então, deixe-as zeradas.

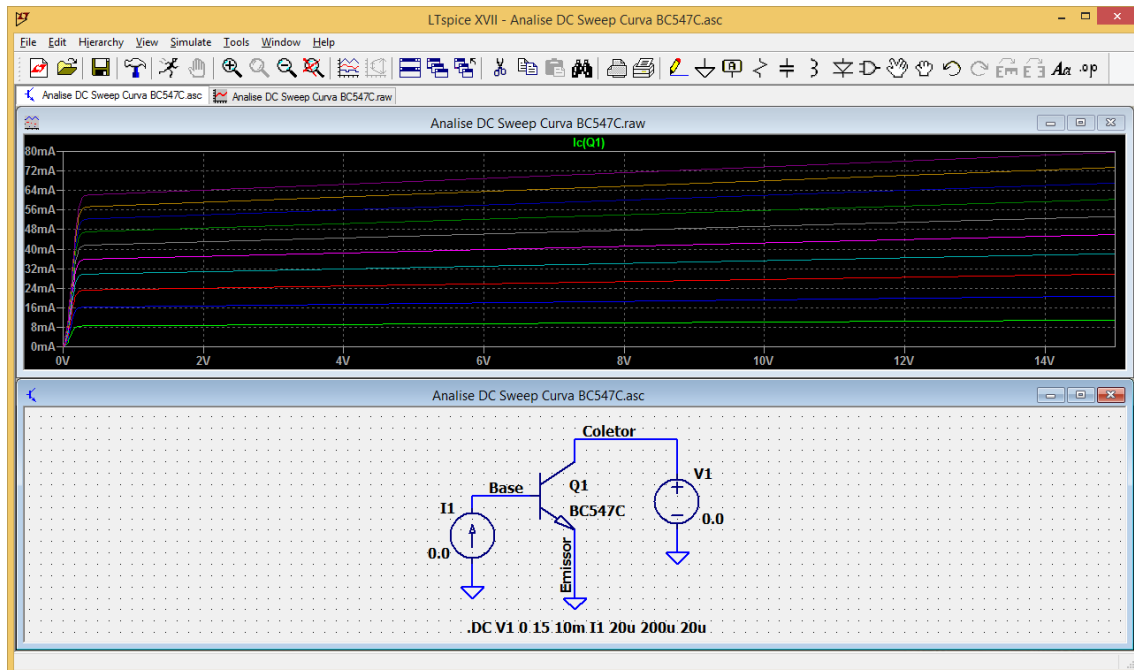


Simule o Circuito

Observe a janela para visualizar forma de onda foi mostrada, porém, ainda não definimos o que medir.

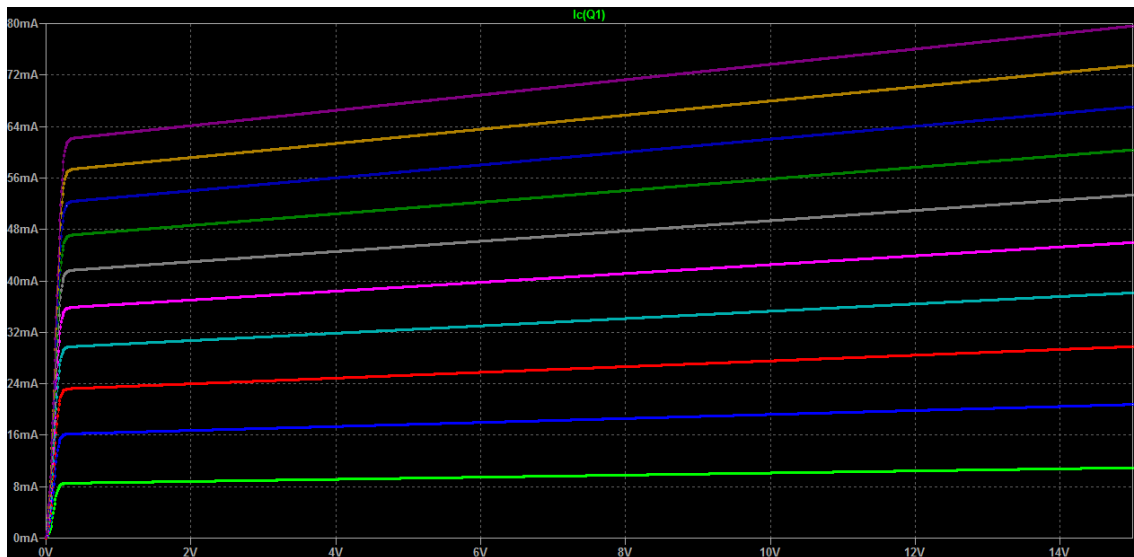


Vamos medir a corrente no terminal coletor de Q_1 , aproximando o ponteiro do mouse no coletor de Q_1 até que o ponteiro se torne um alicate amperímetro, então, clique nesse ponto e veja a medição conforme mostrado a seguir.



Veja que maravilha!

E não é que uma das principais curvas características de um Transistor foi mostrada. A curva I_C por V_{CE} pela corrente de Base.

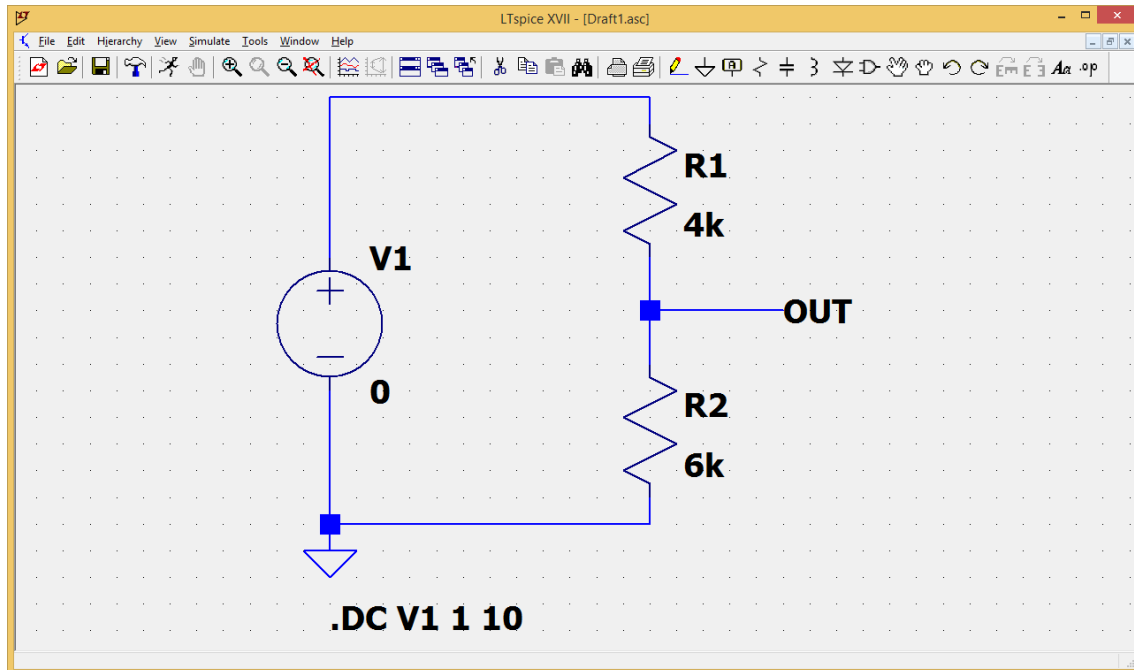


Em um artigo no futuro vamos entender melhor essa curva, mas, o objetivo desse post é mostrar os recursos da análise DC Sweep. O LTspice, através da análise DC Sweep, na sua primeira interação aplica uma corrente de 20uA na Base e depois varia a tensão V_{CE} de 0 à 15 Volts. Na segunda interação aplica uma corrente de 40uA na Base e depois varia a tensão V_{CE} de 0 à 15 Volts, e assim por diante até aplicar uma corrente de 200uA na Base e depois varia a tensão V_{CE} de 0 à 15 Volts.

Na curva mais inferior temos 20uA na Base e 8mA no Coletor. Um Beta de $8\text{mA}/20\text{uA} = 400$.

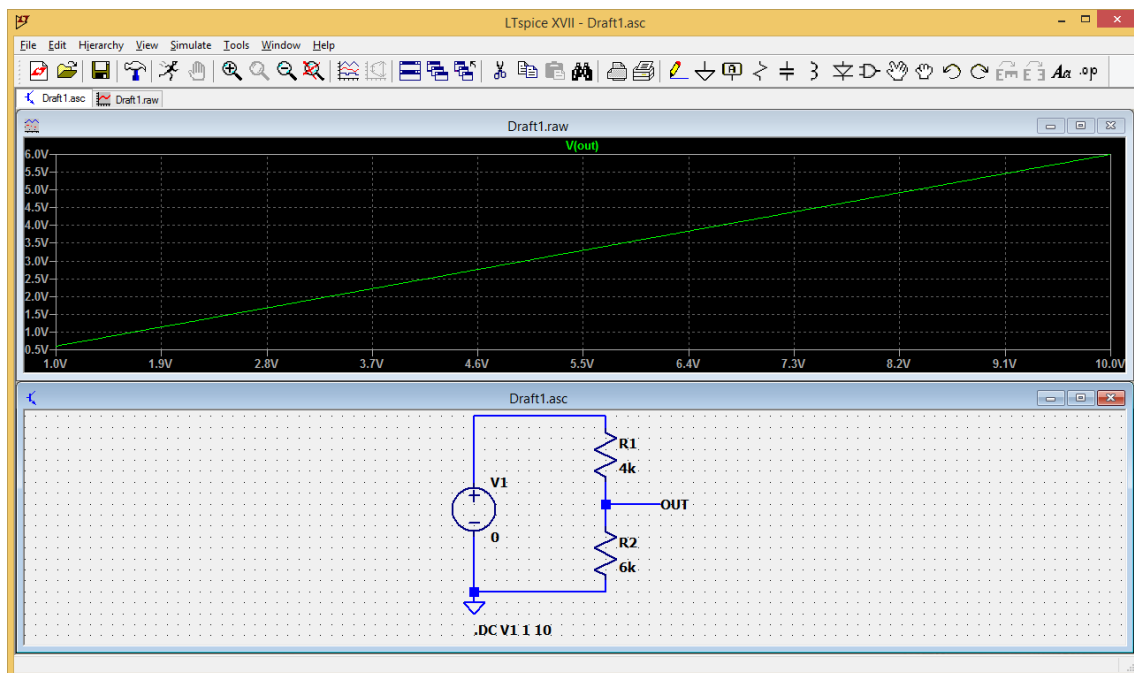
Outro Recurso Diretiva Spice Variando a Fonte de Tensão

Monte o circuito a seguir e configure a análise Dc Sweep (Diretiva Spice), conforme mostrado a seguir. É um divisor de tensão resistivo, muito básico, mas, a intenção é ver recursos importantes da análise DC Sweep.

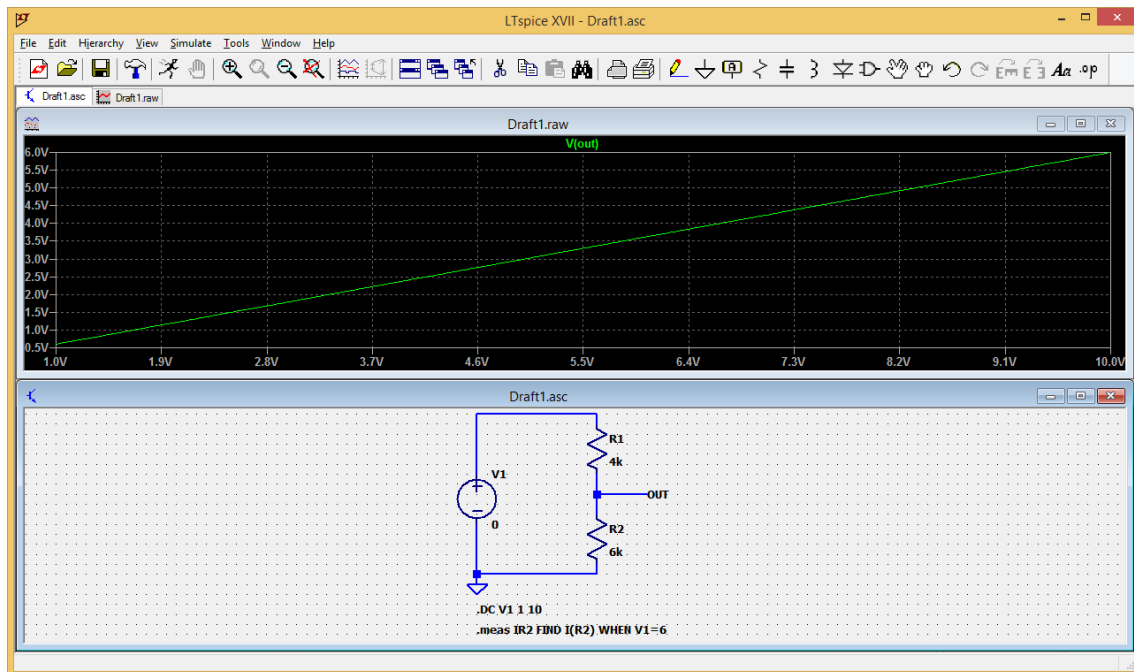


Simule o circuito

A tensão de saída (terminal OUT) é a queda de tensão sobre R₂, e como a fonte de tensão varia de 1 Volts a 10 Volts, a queda de tensão devido a relação das resistências também variada linearmente, conforme mostrado a seguir.



Vamos inserir a Diretiva Spice (comando), conforme mostrado no esquemático '.meas IR2 FIND I(R2) WHEN V1=6' e simule o circuito novamente.



Até aqui nada mudou, mas, no menu [View], selecione a opção [SPICE Error Log] ou acesse através as teclas de atalho [CTRL]+[L]. A seguinte janela é mostrada e observe a informação em destaque 'ir2: i(r2)=0.0006 at 6'.

O que esta acontecendo? Solicitamos ao LTspice medir a corrente em R_2 , quando a tensão na fonte V_1 estiver com 6 Volts, então, o resultado é mostrado na janela 'SPICE Error Log', que é uma corrente de 0,6 miliamper.

The screenshot shows the 'SPICE Error Log' window. The title bar indicates the file path: 'C:\Users\Ismael Lopes\Desktop\LTspice\Blog EC\Draft1.log'. The log content is as follows:

```
Circuit: * C:\Users\Ismael Lopes\Desktop\LTspice\Blog EC\Draft1.asc

ir2: i(r2)=0.0006 at 6

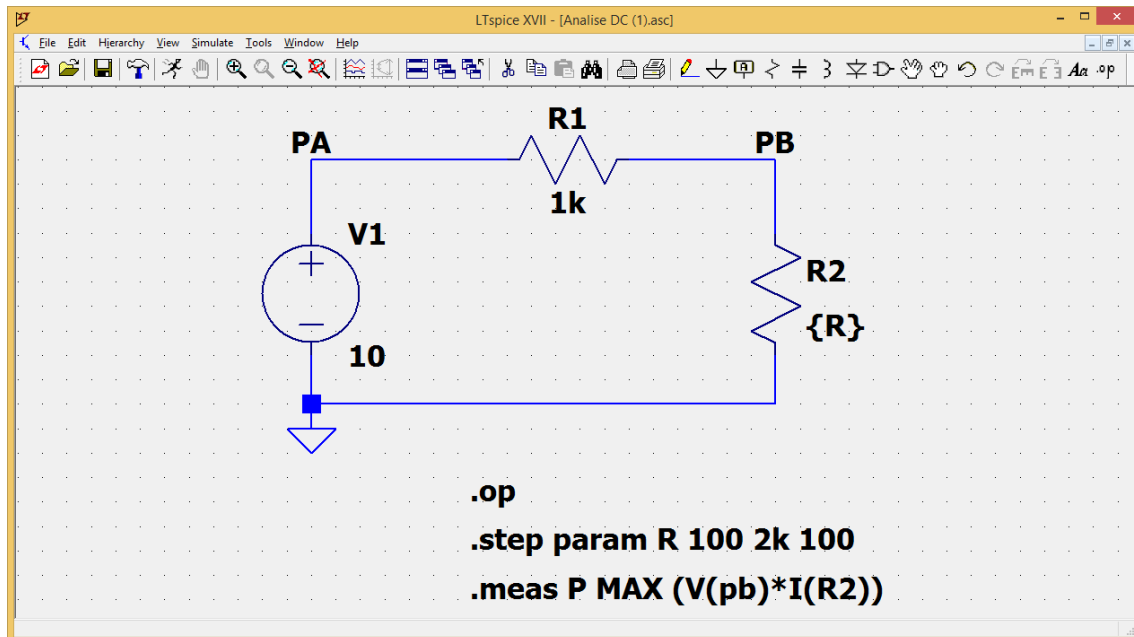
Date: Sat Feb 17 08:17:27 2018
Total elapsed time: 0.046 seconds.

tnom = 27
temp = 27
method = trap
totiter = 2003
traniter = 0
tranpoints = 0
accept = 0
rejected = 0
matrix size = 3
fillins = 0
solver = Normal
Matrix Compiler1: off [0.0]/0.0/0.0
Matrix Compiler2: 175 bytes object code size 0.1/0.1/[0.0]
```

Outro Recurso Variando Parâmetro

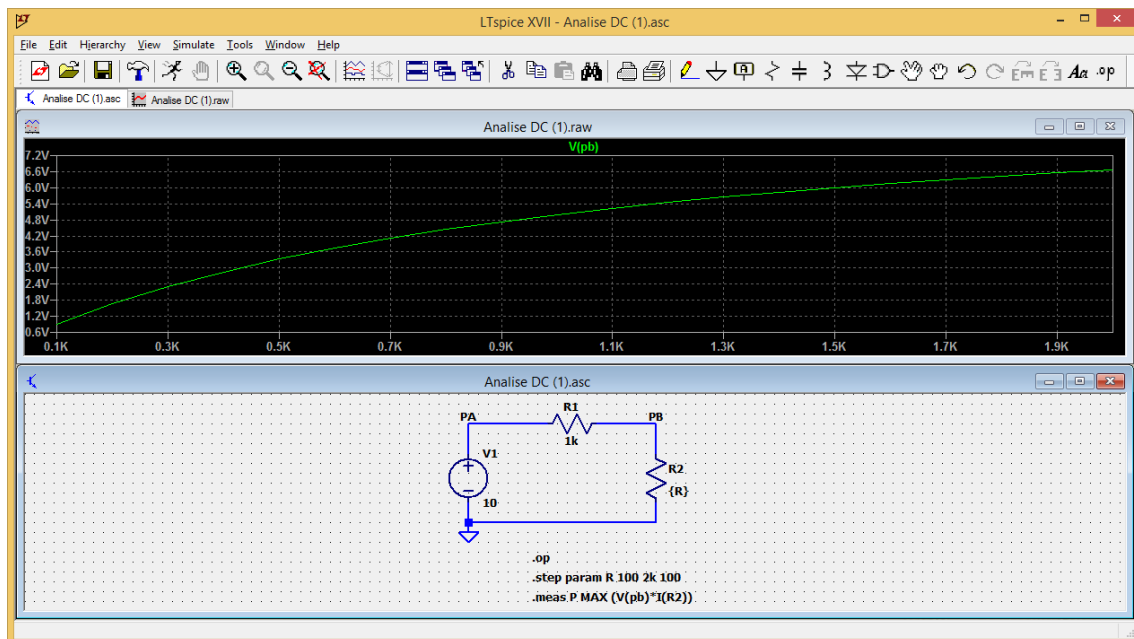
Monte o circuito a seguir e configure a análise Dc Sweep (Diretiva Spice), conforme mostrado a seguir. Observe que o valor da resistência R_2 . Agora é um parâmetro $\{R\}$. Também insira mais dois comandos, Diretivas Spice, que são:

- 1) `.step param R 100 2k 100` – Comando para R variar de 100Ω à $2k\Omega$ com incremento de 100Ω .
- 2) `.meas P MAX (V(vp)*I(R2))` – Comando para medir a máxima potência sobre R_2 através da fórmula dada.

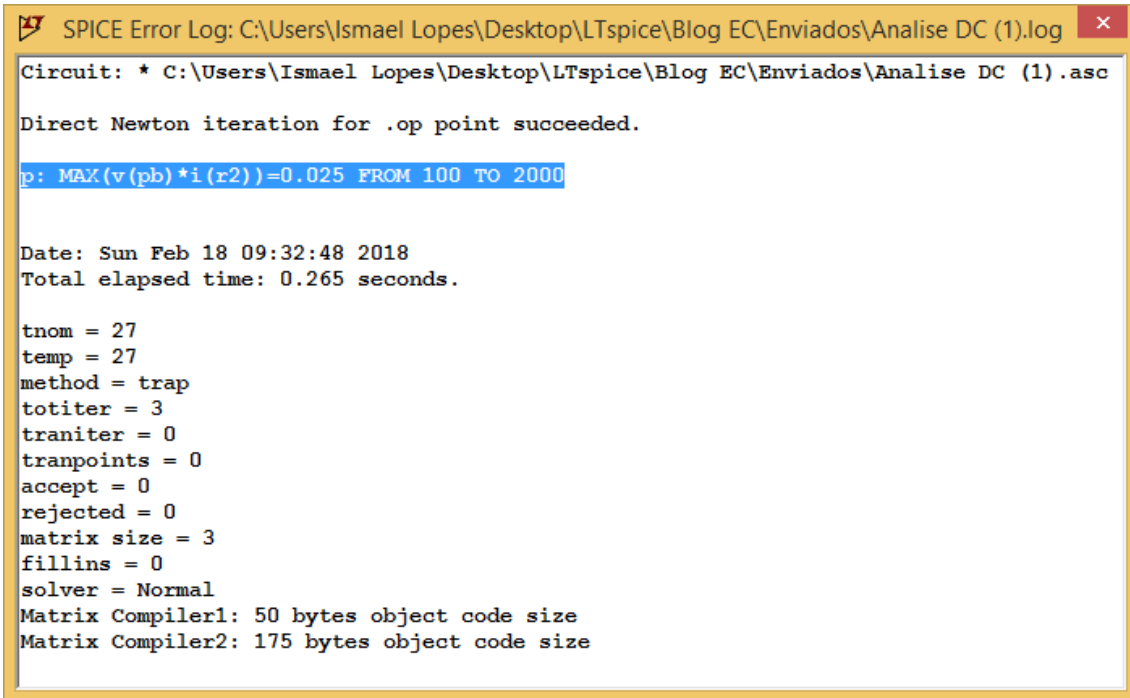


Simule o Circuito

Meça a queda de tensão sobre R_2 , conforme mostrado a seguir



No menu [View], selecione a opção [SPICE Error Log] ou acesse através as teclas de atalho [CTRL]+[L]. A seguinte janela é mostrada e observe a informação em destaque 'p: MAX(v(pb)*i(r2))=0.025 FROM 100 TO 2000', portanto, a máxima potência que R₂ dissipa é 0,025 [W] ou 25 [mW].

A screenshot of a SPICE Error Log window. The title bar reads "SPICE Error Log: C:\Users\Ismael Lopes\Desktop\LTspice\Blog EC\Enviados\Analise DC (1).log". The main text area contains the following information:
Circuit: * C:\Users\Ismael Lopes\Desktop\LTspice\Blog EC\Enviados\Analise DC (1).asc
Direct Newton iteration for .op point succeeded.
p: MAX(v(pb)*i(r2))=0.025 FROM 100 TO 2000
Date: Sun Feb 18 09:32:48 2018
Total elapsed time: 0.265 seconds.
tnom = 27
temp = 27
method = trap
totiter = 3
traniter = 0
tranpoints = 0
accept = 0
rejected = 0
matrix size = 3
fillins = 0
solver = Normal
Matrix Compiler1: 50 bytes object code size
Matrix Compiler2: 175 bytes object code size
The line "p: MAX(v(pb)*i(r2))=0.025 FROM 100 TO 2000" is highlighted in blue.

Bem, espero que você entendeu um pouco mais sobre analise DC Sweep

Gostou? Se sim, compartilhe e de seu feedback! Caso tenha dúvidas comente aqui embaixo.

Ismael Lopes