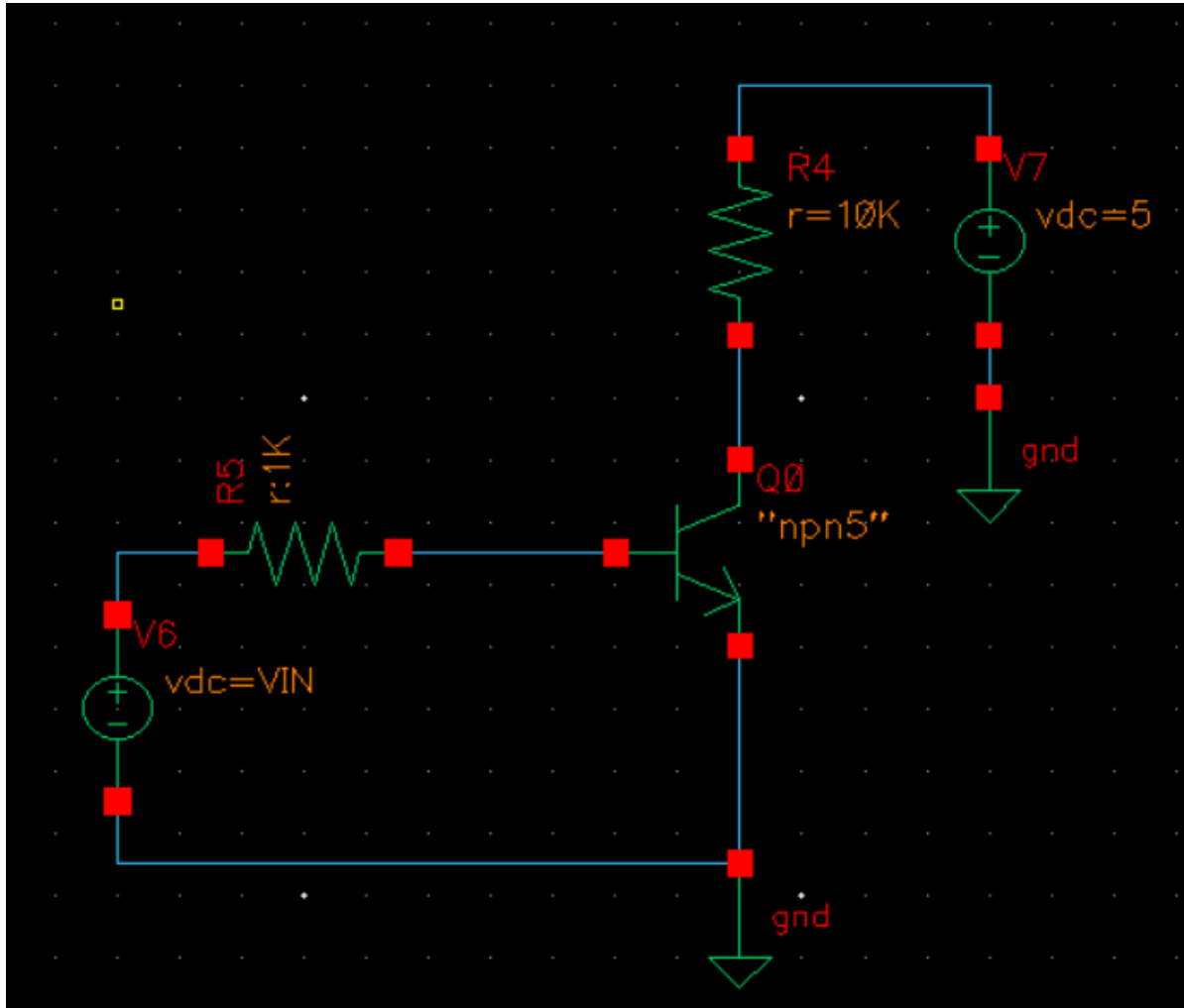


BJT仿真

无04 2019012137 张鸿琳

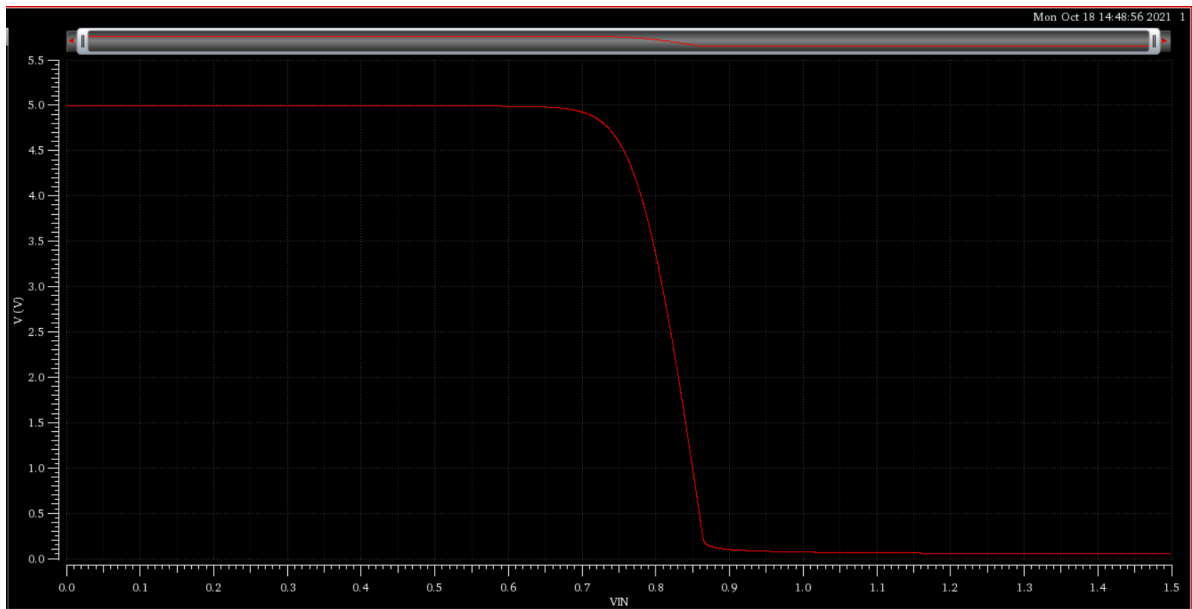
首先搭建如下仿真电路：



之后利用dc仿真模式，对 V_{IN} 进行扫描，得到输入输出转移特性曲线。

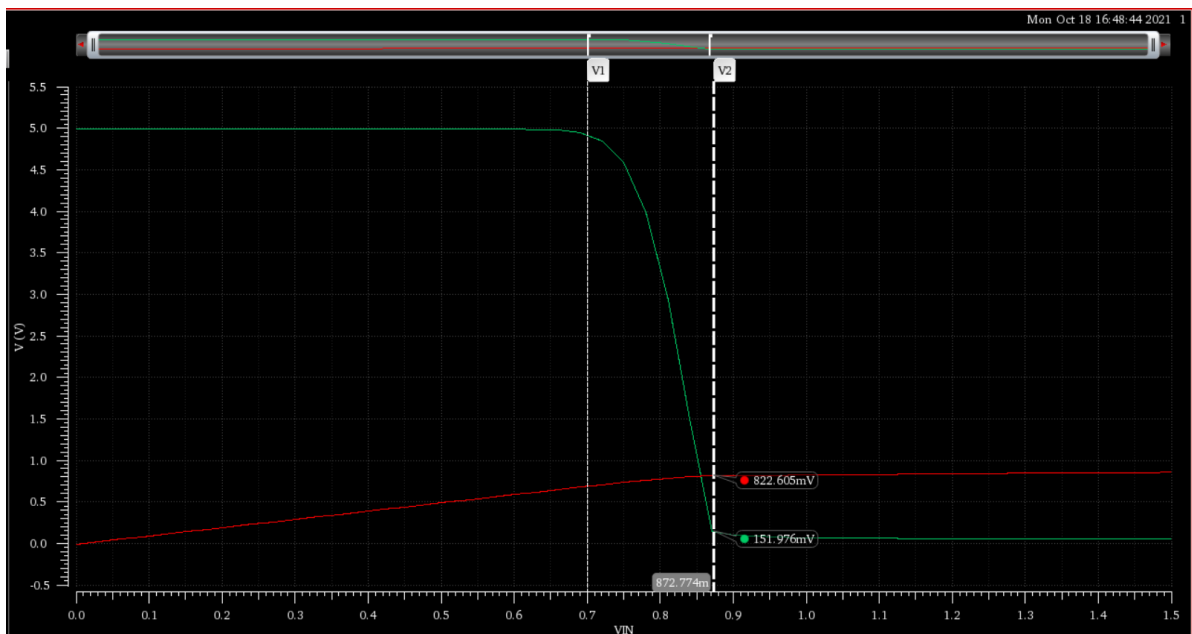
从理论角度分析，当 V_{IN} 较小时，即 $V_{IN} < V_{on} = 0.7V$ ，未能达到二极管的正向导通电压时，此时BE结反偏，BC结也反偏，相当于开路，此时 $V_{out} = V_{CC} = 5V$ ，BJT处于截止区。此后随着 V_{IN} 增大，BE结正偏导通，而BC结反偏，故而BJT进入有源区，此时 $V_{out} = V_{CC} - i_C \cdot R_C = V_{CC} - \beta i_B R_C$ ，而 i_B 随着 V_{IN} 近似指数增长，故而输出电压迅速下降，而与此同时 V_{BE} 变化较为缓慢，基本略大于 V_{on} ，当 $V_C = V_{BE} - V_{on}$ 时，其BE结正偏，BC结也正偏，即BJT进入饱和区，之后由于 V_{IN} 大部分电压加载于 R_B 上， V_{BE} 基本仍为 V_{on} ，故而此时BJT近似为恒压源，电压保持在 $V_{BE} - V_{on}$ 左右。

而通过cadence得到仿真特性曲线如下：



根据上面的分析，可知图像中左侧平台，BJT位于截止区，突然下降的部分，BJT位于有源区，而右侧较低的平台，BJT位于饱和区。

为了验证上面理论分析的结果，取 $V_{IN} = V_{on} \approx 0.7V$ 和 $V = V_{BE}$ 两根线，观察其与转移特性曲线的关系。得到下图：



其中白色虚线对应 $V_{IN} = 0.7V$ ，与输出电压（绿线）的交点为第一个临界点，而 V_{BE} 与输出电压在第二个临界点处也相差约为 $0.7V$ ，即 V_{on} ，这说明上面的分析和实际仿真结果相符得很好。

R_B 的作用是分压，从而放缓 V_{IN} 对 V_{BE} 的影响，使得第二个平台较为平缓，相当于BJT可以近似为恒压源。假如没有 R_B ，那么第二个平台将不再平缓，并且会随着 V_{IN} 近似线性变化，从而使得该功能电路的适用电压范围大大降低。仿真结果如下：

