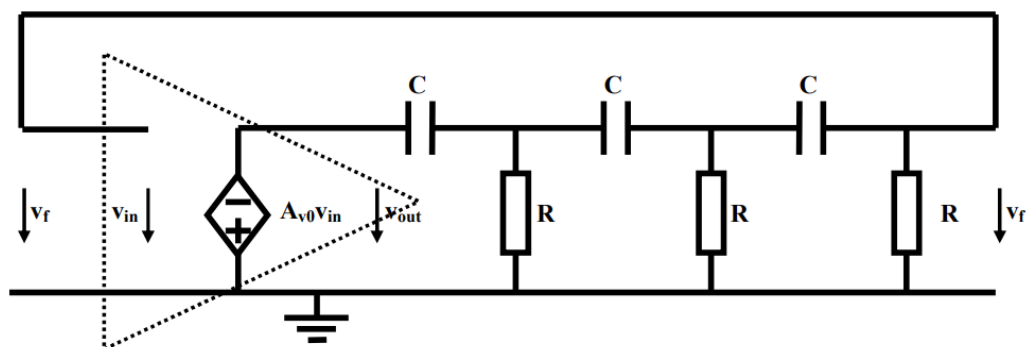


振荡器仿真

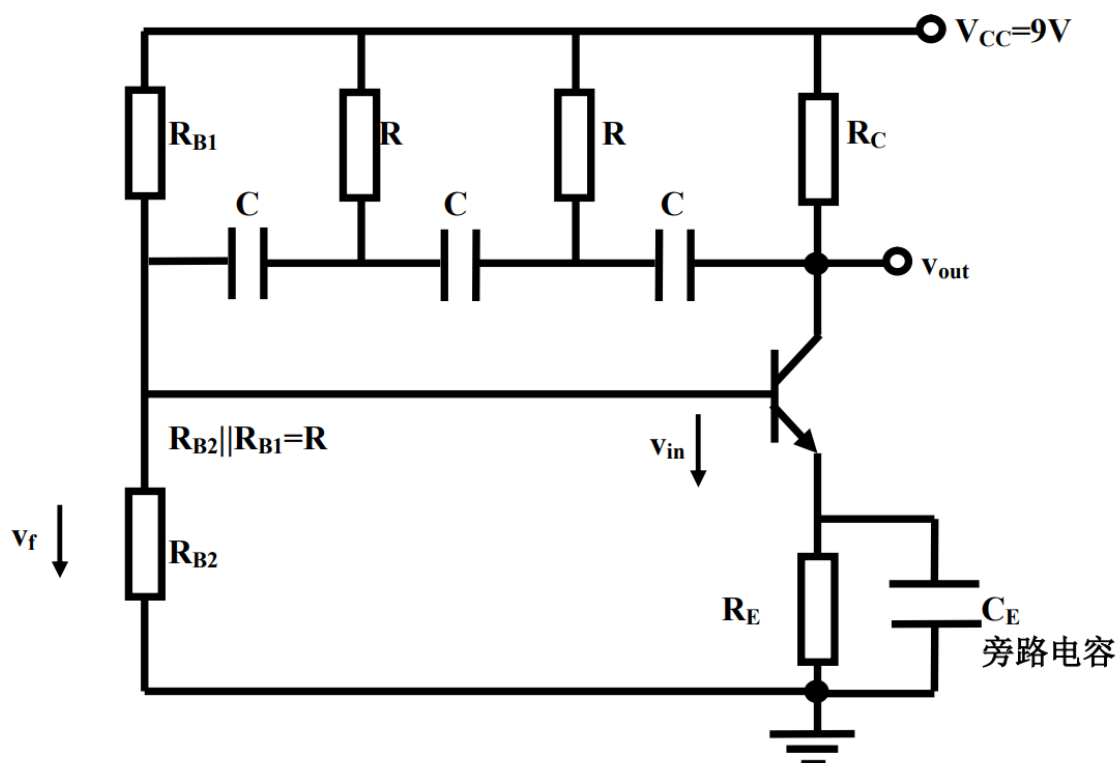
无04 2019012137 张鸿琳

首先对下面电路进行分析：



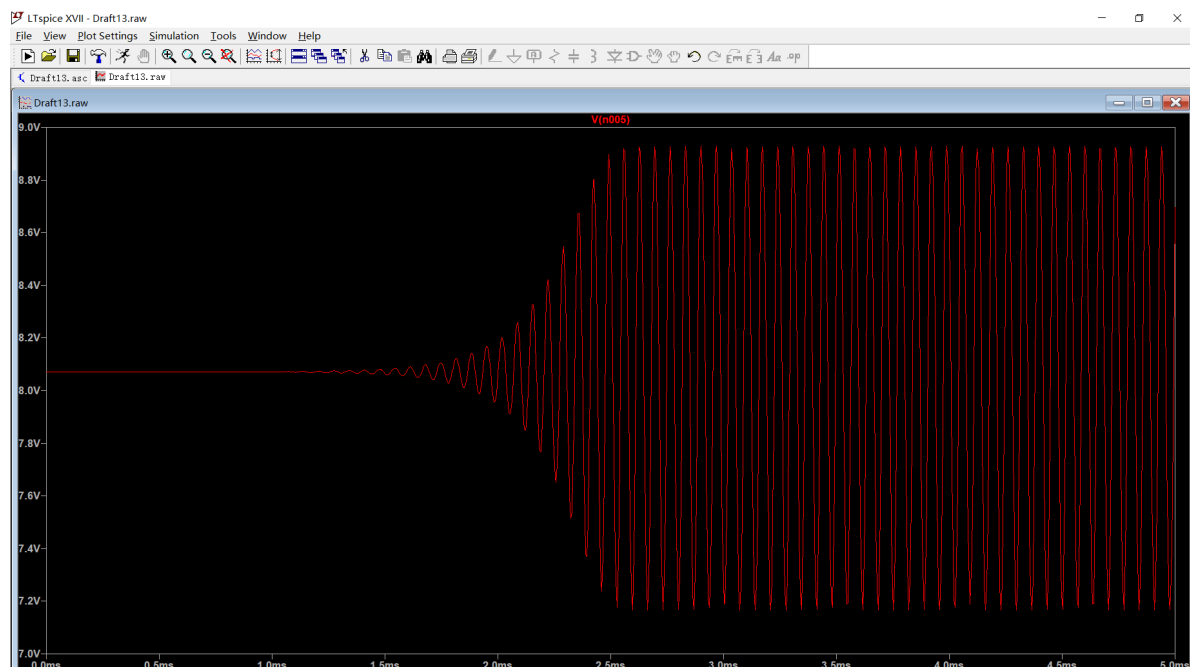
其放大倍数为 $A_v = -A_{v0}$ ，而反馈系数为 $F = \frac{V_f}{V_{out}} = \frac{1}{1 - \frac{5}{\omega^2 R^2 C^2} + j(\frac{1}{\omega^3 R^3 C^3} - \frac{6}{\omega R C})}$ ，故而可以得到振荡频率为 $f_{osc} = \frac{1}{2\pi\sqrt{6}RC}$ ，而起振条件为 $A_v F = \frac{A_{v0}}{29} > 1$ ，故而需要 $A_{v0} > 29$ 。

对实际电路进行分析：



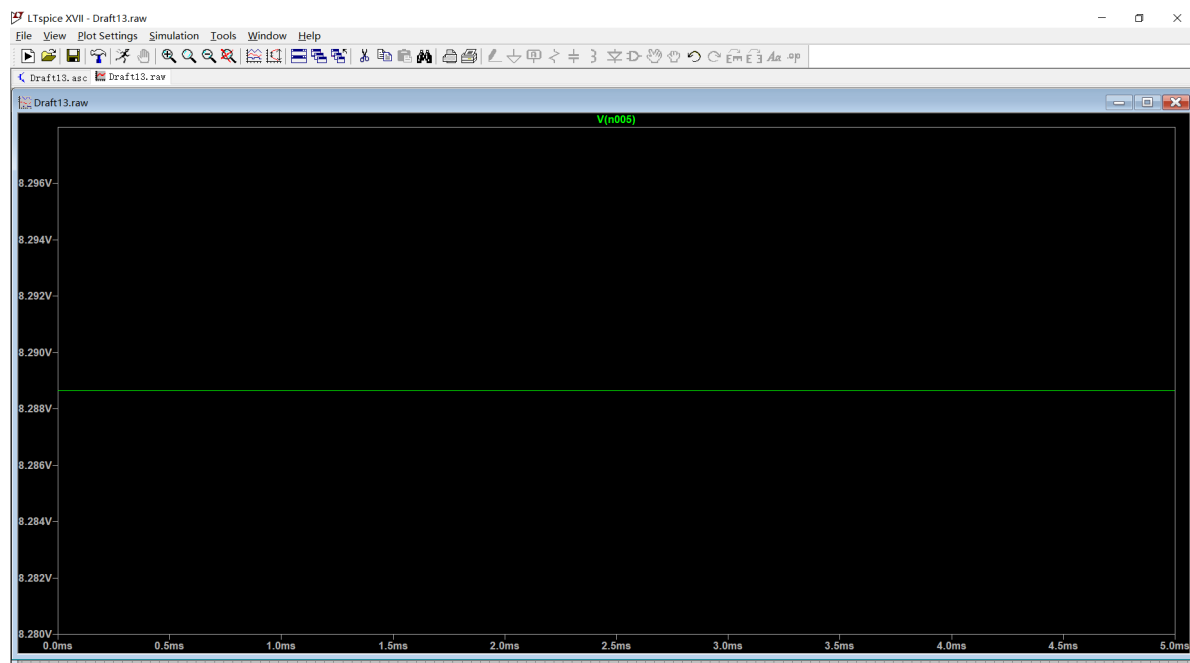
对BJT进行交流小信号等效电路替换，可以得到其作为CE组态，在 β 很大和 V_E 很大时，近似为理想压控流源，而放大倍数 $g_m = \frac{I_{C0}}{v_T}$ 。但是某同学设计电路时，却把BJT当做了理想压控压源，这会导致设计出的数值有问题。

重新分析等效交流小信号电路，可以发现上面电路相当于在理想电路中引入了 R_C ，可以得到振荡频率变为 $\frac{1}{2\pi\sqrt{6+4R_C/RRC}}$ ，而起振条件变为 $g_m > \frac{4R_C}{R^2} + \frac{23}{R} + \frac{29}{R_C}$ ，假设确定 $R = 1k\Omega$ ，那么为了使振荡频率为 $6kHz$ ，需要 R_C 与 C 满足一定条件。取 $R_{B1} = 3k\Omega$ ， $R_{B2} = 1.5k\Omega$ ，那么 $V_{B0} = 3V$ ，导通电压约为 $0.6V$ ，故而 $V_{E0} = 2.4V$ ，不妨取 $R_E = 240\Omega$ ，这样直流偏置为 $10mA$ ，再取 $R_C = 100\Omega$ ，如此起振条件为 $g_m > 0.3134$ ，而 $g_m = \frac{10mA}{0.026V} = 0.3846$ ，条件满足。再取 $C = 10.485nF$ ，保证振荡频率为 $6kHz$ 。代入数据，得到 v_{out} 图像如下：

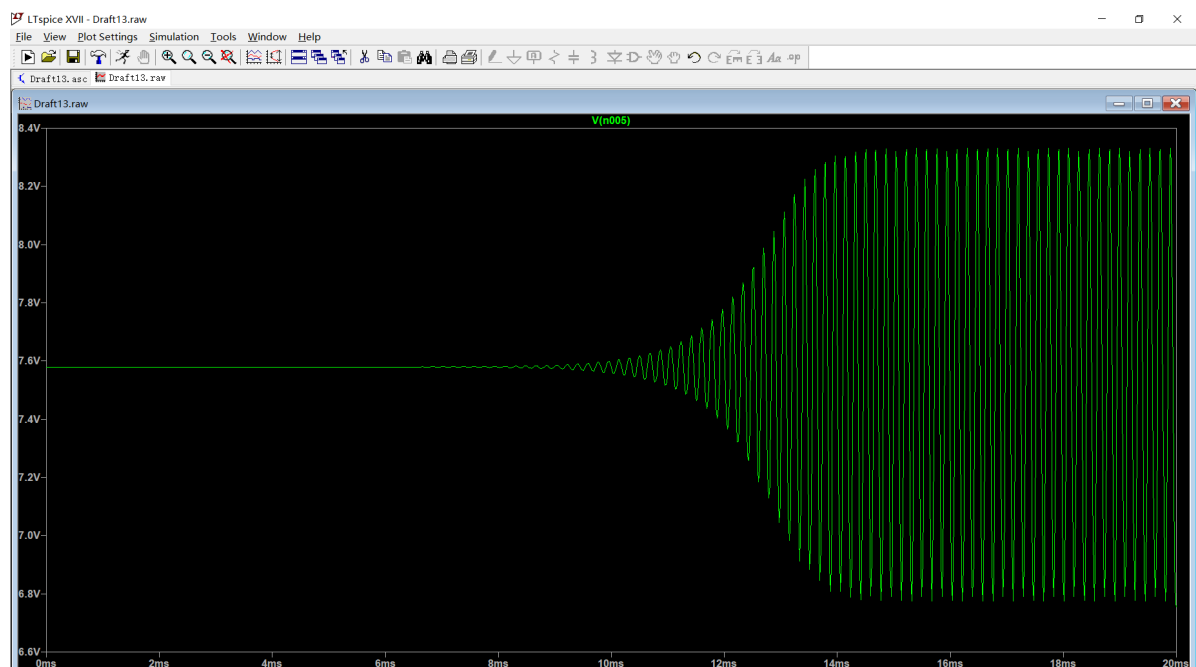


可见确实产生了稳定的正弦振荡。

再对某同学的结论进行测试，代入数据，得到输出电压波形如下：



可见无法振荡，首先验证其起振条件是否满足，有 $\frac{4R_C}{R^2} + \frac{23}{R} + \frac{29}{R_C} = 0.0222$ ，而实际 $g_m = \frac{I_{C0}}{v_T} = 0.0175$ ，所以不满足起振条件，无法振荡。如果保持其他条件不变，调节 R_C 使之可以振荡，那么不妨令 $R_C = 4k\Omega$ ，这样 g_m 不变，而 $\frac{4R_C}{R^2} + \frac{23}{R} + \frac{29}{R_C} = 0.0156889 < 0.0175$ ，起振条件得以满足，代入数据，得到输出图像如下：



可见确实发生了振荡，且振荡频率为 $f_{osc} = 4.437kHz$ 。