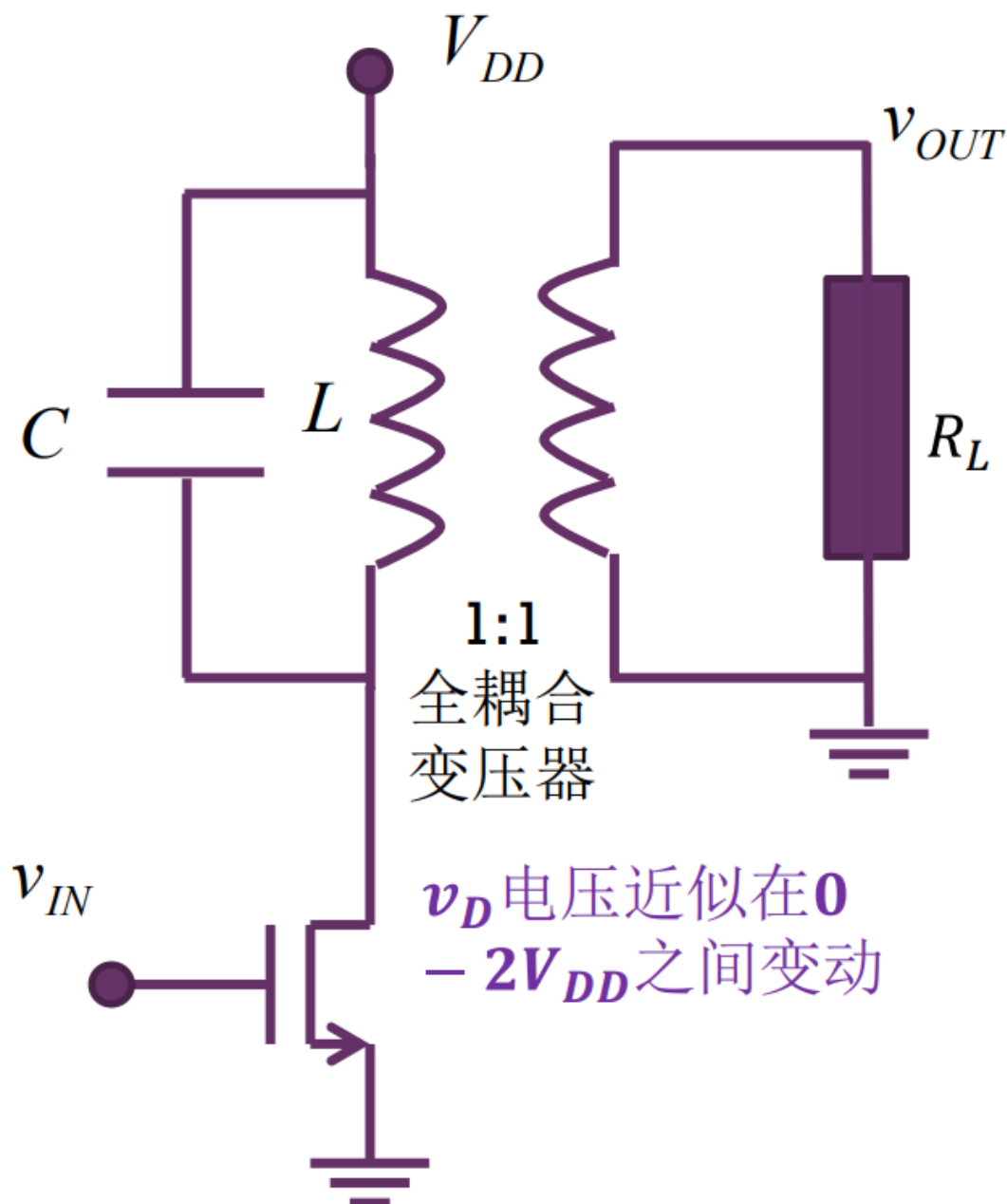


# 大信号放大器仿真

无04 2019012137 张鸿琳

对下面电路进行仿真：

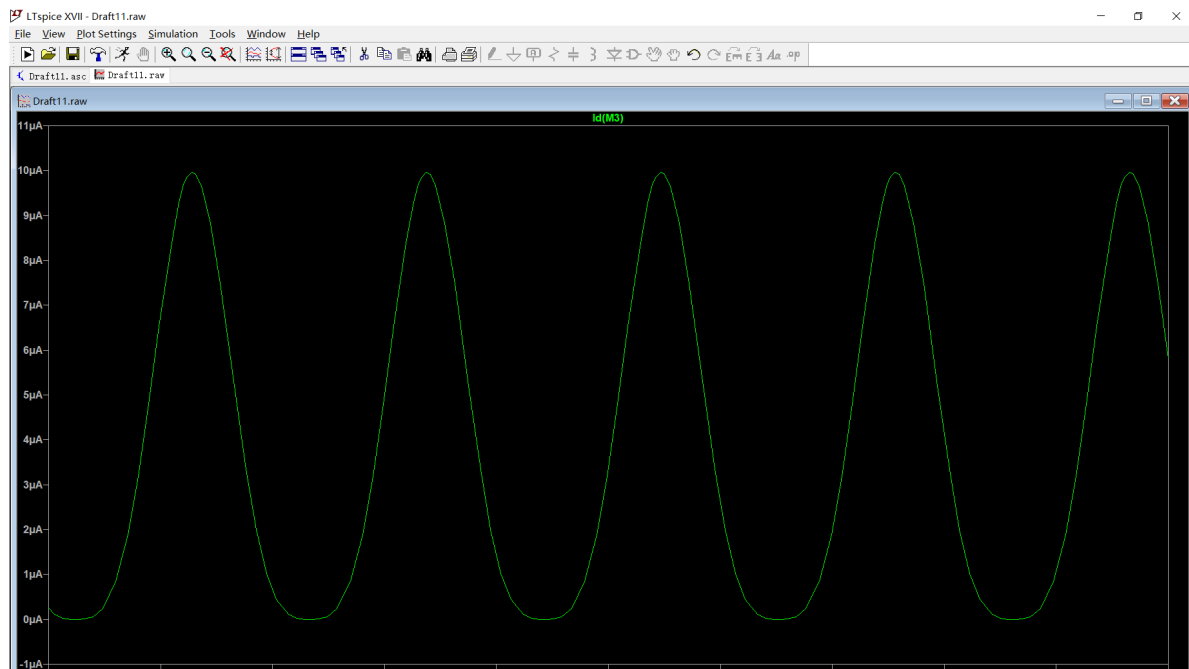


根据其等效电路，可知，当 $\omega$ 偏离谐振频率时， $v_{out}$ 近似为0，而当 $\omega$ 在LC谐振频率 $\omega_0$ 附近时，LC谐振，近似开路，故而输出电压为 $v_{out} \approx R_L I_{dc}$ ，而 $I_{dc} = 2\beta_n(v_{IN} - V_{on})^2$ （MOSFET工作在恒流区），故而 $v_{out} \approx 2\beta_n R_L (v_{IN} - V_{on})^2$ ，具有大信号放大作用。同时由于LC的滤波作用，导致 $v_{out}$ 只含有 $\omega_0$ 的分量。

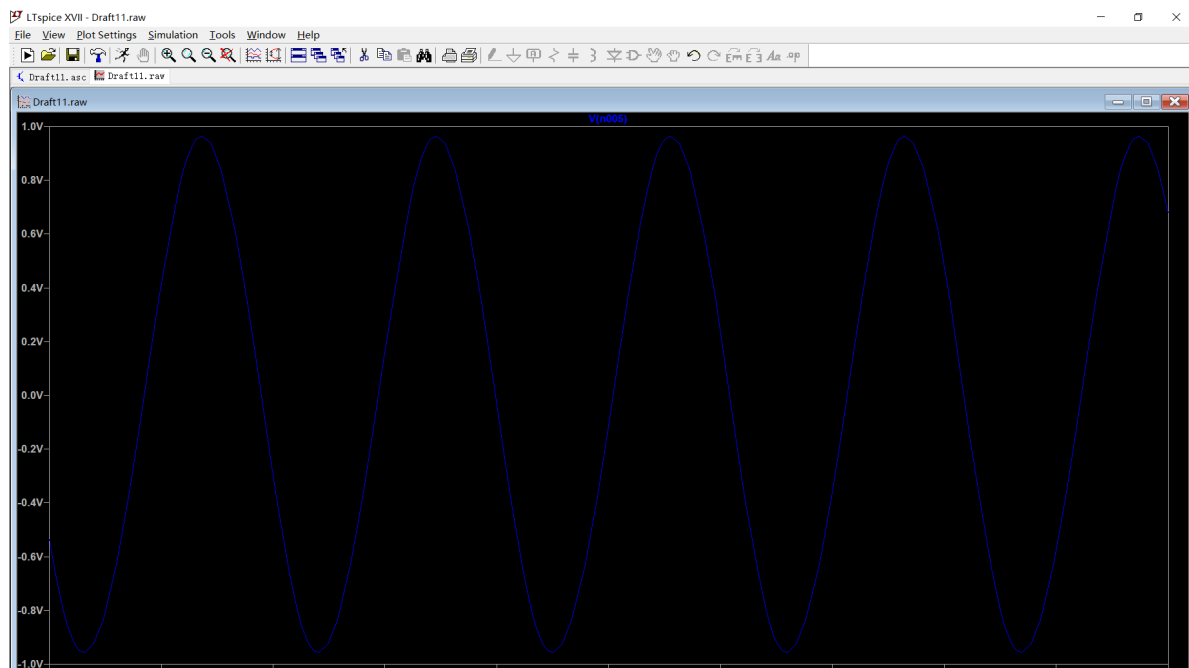
在仿真时，不妨取 $V_{DD} = 5V$ ,  $L_1 = L_2 = 1H$ ,  $C = 10nF$ ，那么谐振角频率为 $\omega_0 = 10000rad/s$ ，谐振频率 $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = 1592Hz$ ，输入电压取 $v_{IN} = V_{B0} + 5 \cos(\omega_0 t)$ 。通过推导，得到为了使MOSFET一直处于恒流区，需要保证 $v_{IN} \leq \frac{-1 + \sqrt{1 + 8\beta_n R V_{DD}}}{4\beta_n R}$ 。本次仿真所用的MOSFET为理想MOS，不存在厄利效应且 $V_{TH} = 0$ ，即 $V_{on} = 0$ 。测得MOSFET的 $\beta_n = 5 \times 10^{-6}$ ，再令 $V_{DD} = 5V$ 。

# A类放大器

当 $V_{B0} = 0.5V$ ，再取振幅为 $0.5V$ 时，调节负载电阻 $R_L = 200k\Omega$ ，得到下面输出电流图像：

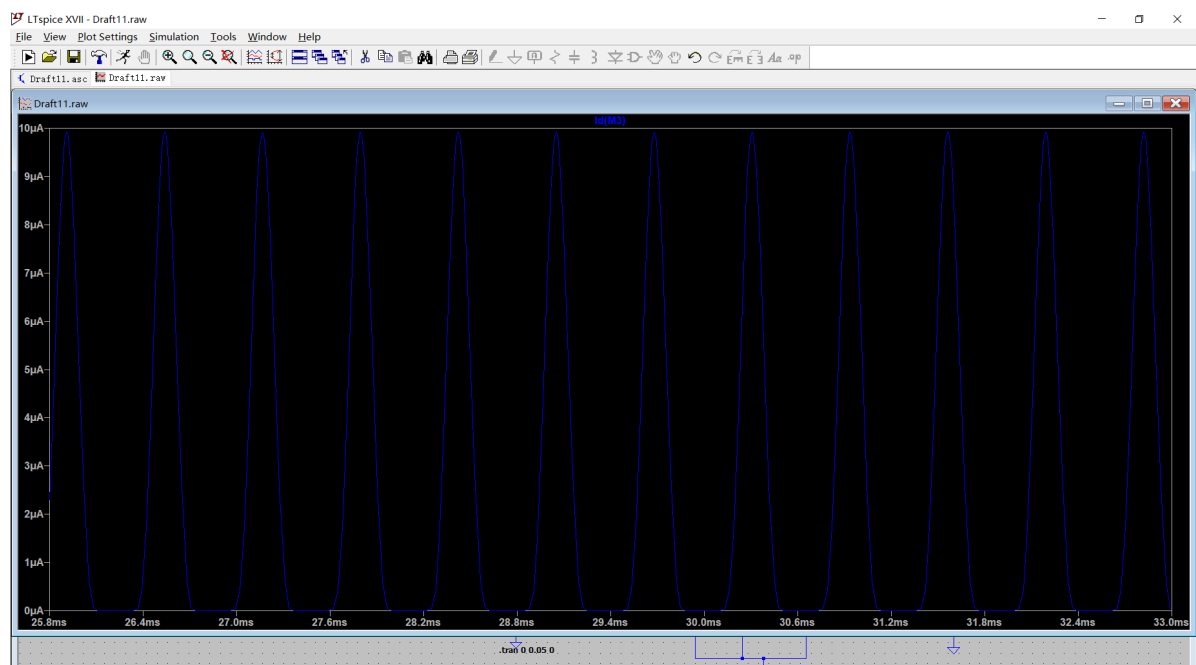


输出电压 $v_{out}$ 图像为：

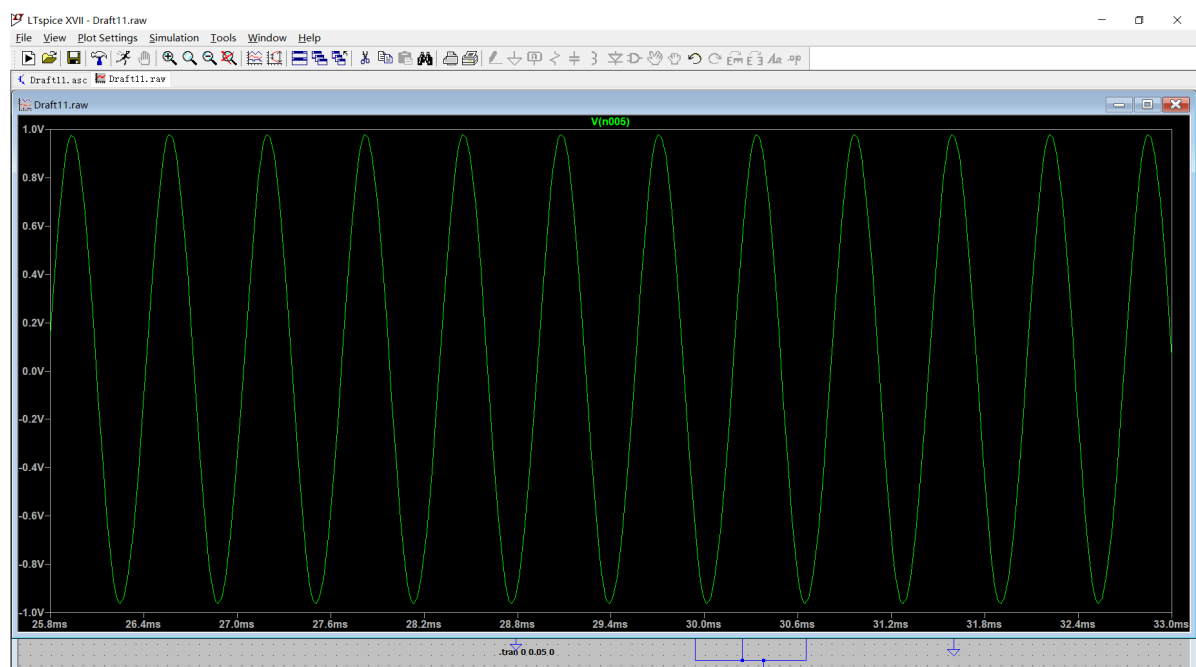


# B类放大器

当 $V_{B0} \approx V_{on} = 0V$ ，再取振幅为 $1V$ 时，调节负载电阻 $R_L = 240k\Omega$ ，得到下面输出电流图像：

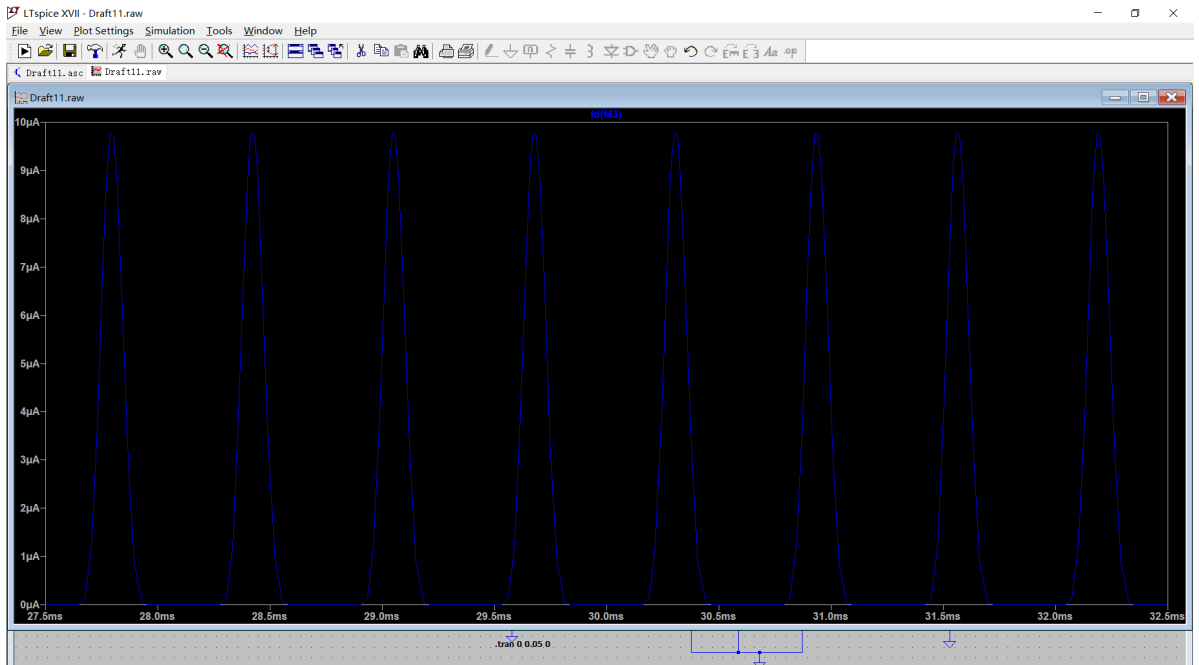


而输出电压 $v_{out}$ 图像为：

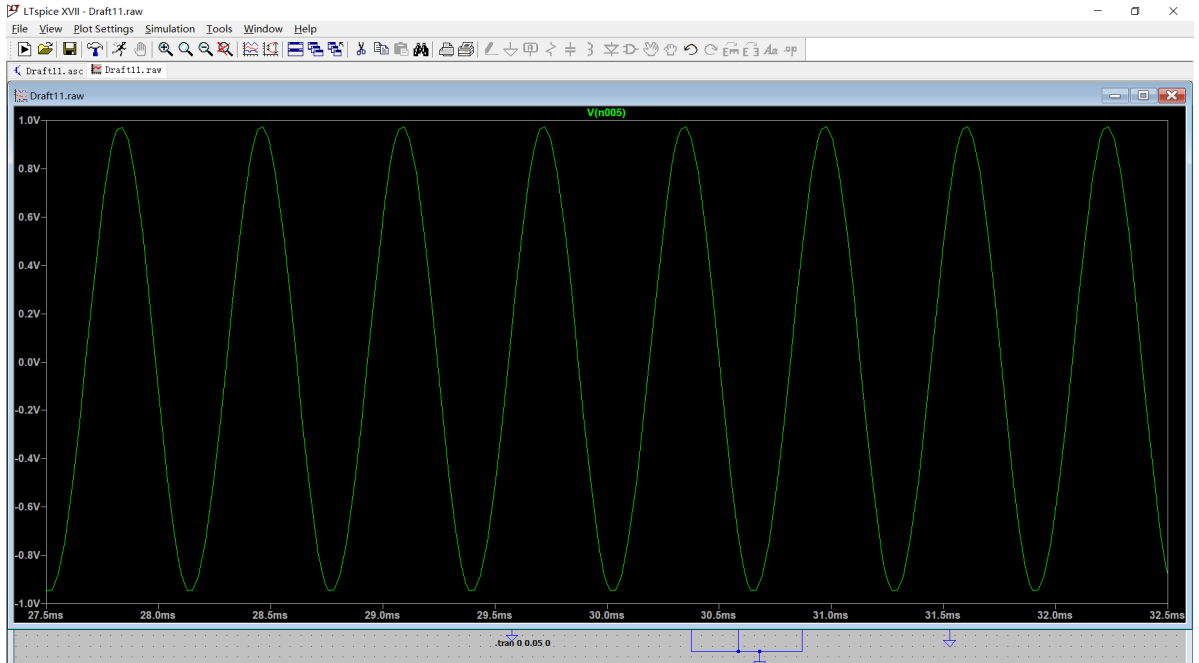


## C类放大器

当 $V_{B0} = -1\text{V}$ ，振幅取 $2\text{V}$ 时，调节电阻 $R_L = 320\text{k}\Omega$ ，得到输出电流图像如下：



输出电压 $v_{out}$ 图像为：



## 总结

根据上面图像，可以分别计算出相应的放大器效率，放大器效率分别为：

$$\begin{aligned}\eta_A &= \frac{P_L}{P_{DD}} \approx \frac{0.5 \times (0.962V)^2 / 200k\Omega}{5\mu A \times 5V} \approx 0.0925 \\ \eta_B &\approx \frac{0.5 \times (0.975V)^2 / 240k\Omega}{10\mu A \times 5V / \pi} \approx 0.1244 \\ \eta_C &\approx \frac{0.5 \times (0.969V)^2 / 200k\Omega}{(\sqrt{3} - \pi/3) \times 20\mu A / (2\pi) \times 5V} \approx 0.1346\end{aligned}\quad (1)$$

故而可见，随着导通角的减小，放大器效率不断增大。

