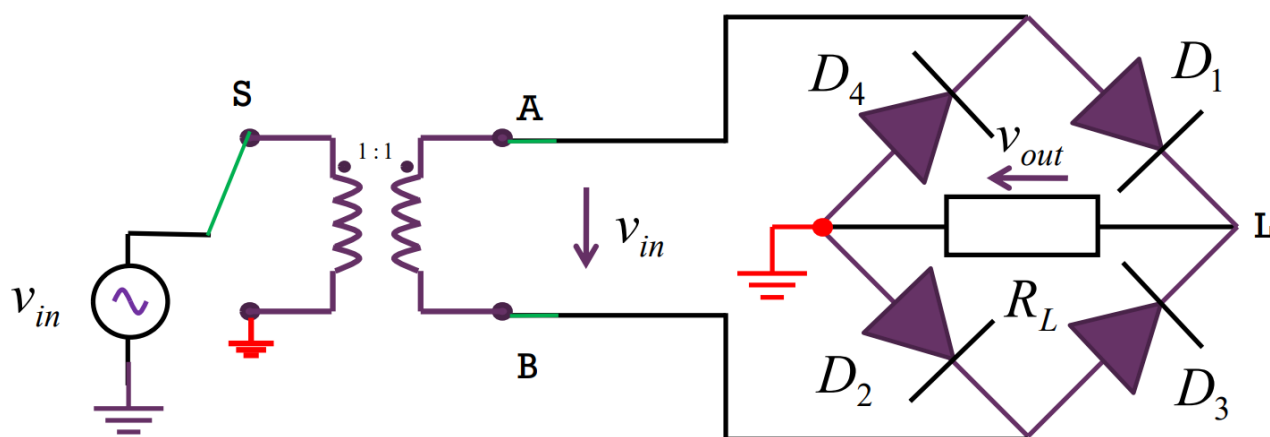


桥式整流电路CAD仿真报告

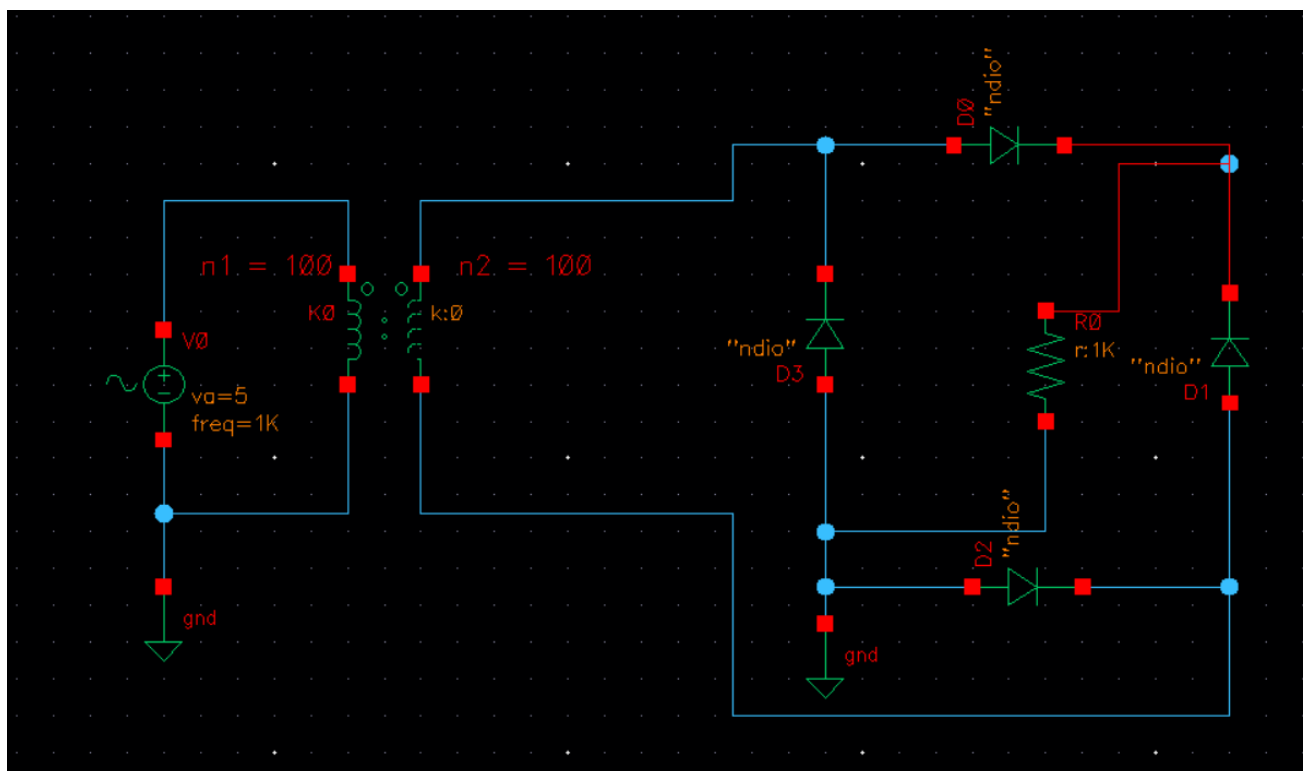
无04 2019012137 张鸿琳

正常整流时的全波波形

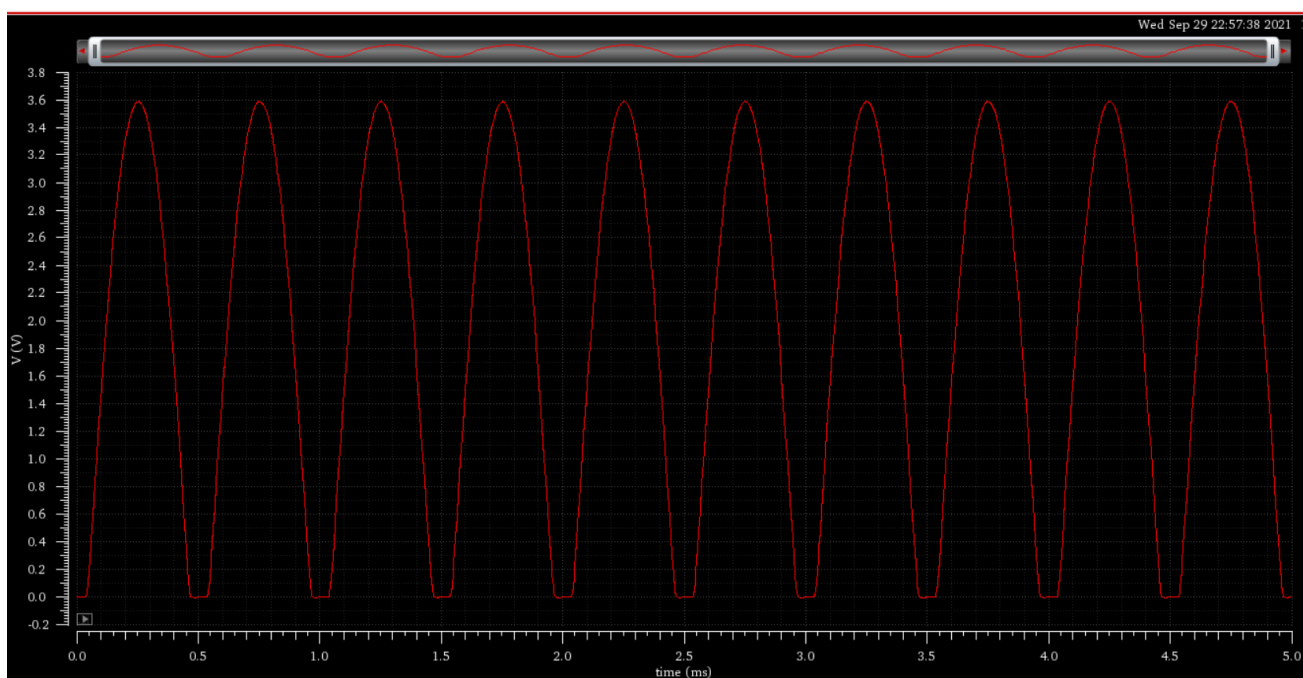
仿真实验参考如下电路图：



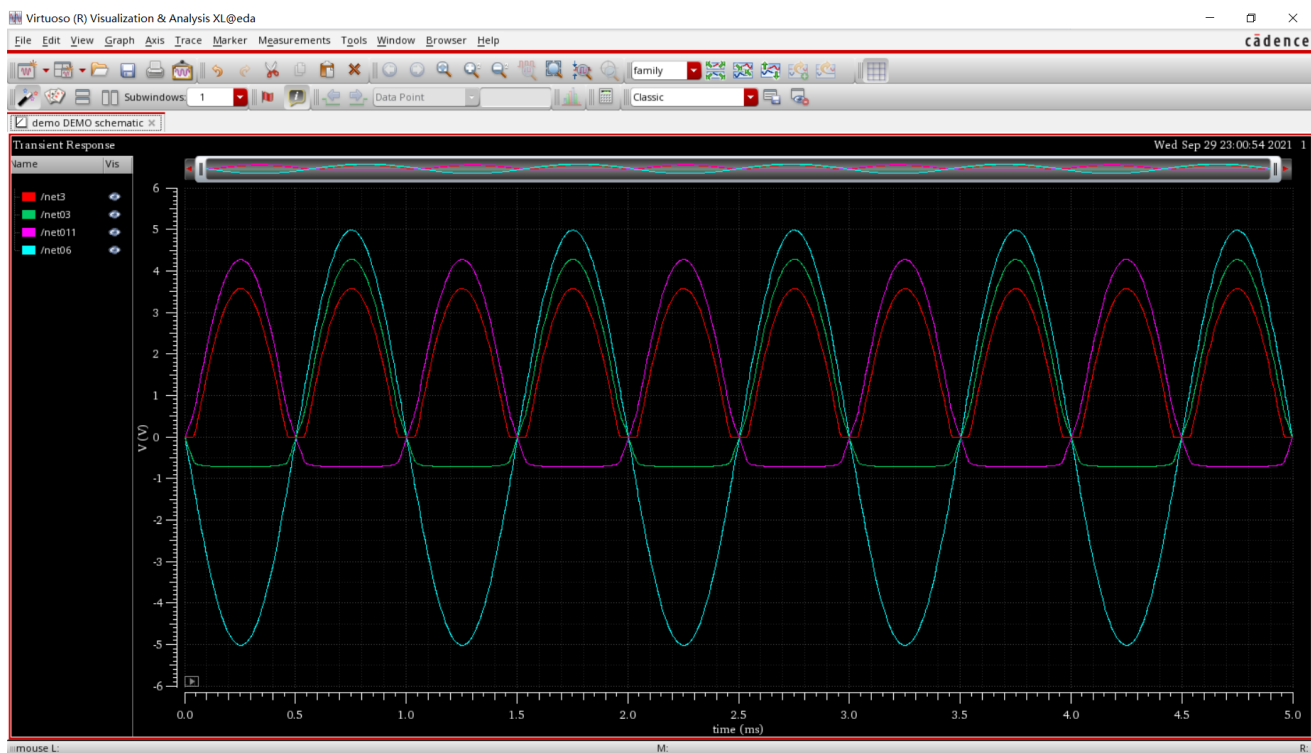
仿真电路搭建如下：



当激励源为峰值电压 $V_p = 5V$ 、频率 $f = 1kHz$ 的交流电源时，该仿真电路能够正常整流，得到的输出电压的全波波形如下：



S点、A点、B点、L点对地电压波形比较及分析

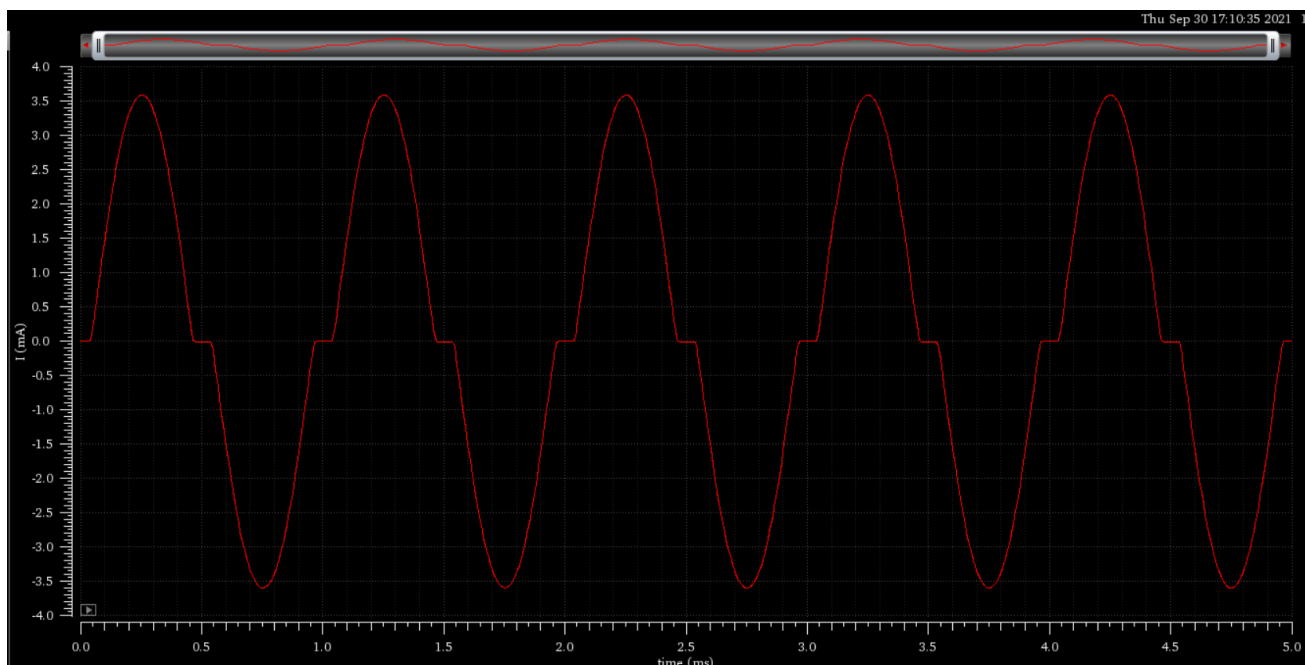


左侧图表，自上而下分别为节点L、A、B、S。下面分析各个节点波形的原因：

- S点：该点波形为激励源的输出波形，为峰值电压 $5V$ ，频率为 $1kHz$ 的交流电
- L点：该点波形为经过桥式整流电桥整流的全波输出波形，可以发现其频率也为 $1kHz$ 但是峰值电压变为 $5 - 0.7 \times 2 = 3.6V$ ，这是因为当A节点电压高于B节点电压时，右侧电路电流流经 D_1 和 D_2 ，而 D_3 和 D_4 反向截止，这样电阻两端的输出电压相当于在 v_{in} 的基础上又减去了两个二极管上的 $0.7V$ 的电压降，即当 $v_{in} > 0$ 时， $v_{out} = v_{in} - 1.4$ ；而当B节点电压高于A节点电压时，也是类似的，右侧电路电流流经 D_3 和 D_4 ，而 D_1 和 D_2 反向截止，还需要减去两个二极管上的电压降，同时输出电压相对于输入电压反相，得到 $v_{out} = -v_{in} + 1.4$ 。这样也就形成了上图的波形（在两个周期波形之间存在一小段平台，是因为输入电压还没有达到二极管的正向导通电压，所有二极管都相当于断路）
- A点：参照L点波形的分析，当 $v_{in} > 0$ 时， D_1 导通，A点电压相当于输出电压加上二极管上的电压降，这样有 $v_A = v_{out} + 0.7 = v_{in} - 0.7$ ；当 $v_{in} < 0$ 时， D_4 导通，A点电压相当于在接地的基础上减去二极管的电压降，这样有 $v_A = -0.7V$ （在 $v_{in} < 0$ 时，有一小段正弦波波形之后才进入 $-0.7V$ 平台，这是因为此时输入电压还没有达到二极管的正向导通电压，所有二极管都相当于断路）
- B点：波形分析和A点相似

对电源 v_{in} 提供的电流波形分析

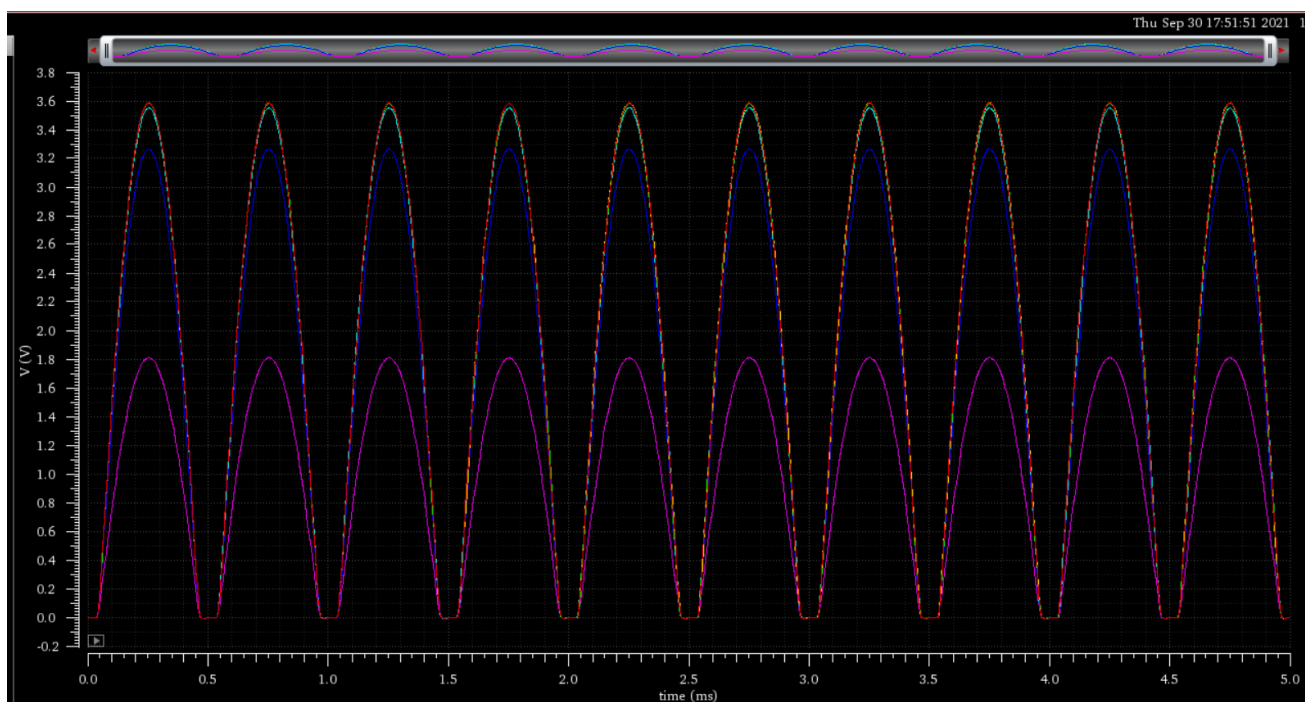
激励源 v_{in} 提供的电流波形如下：



而负载电阻阻值 $R_L = 1k\Omega$ ，故而根据前面的分析可知，其电流的峰值为 $I_p = \frac{5-0.7 \times 2}{1000} = 5mA$ ，同时可以看到图像中存在小平台，这是因为输出电压较小时，无法达到二极管的正向导通电压，此时所有二极管相当于断路，故而没有电流输出。

激励源有内阻的波形变化

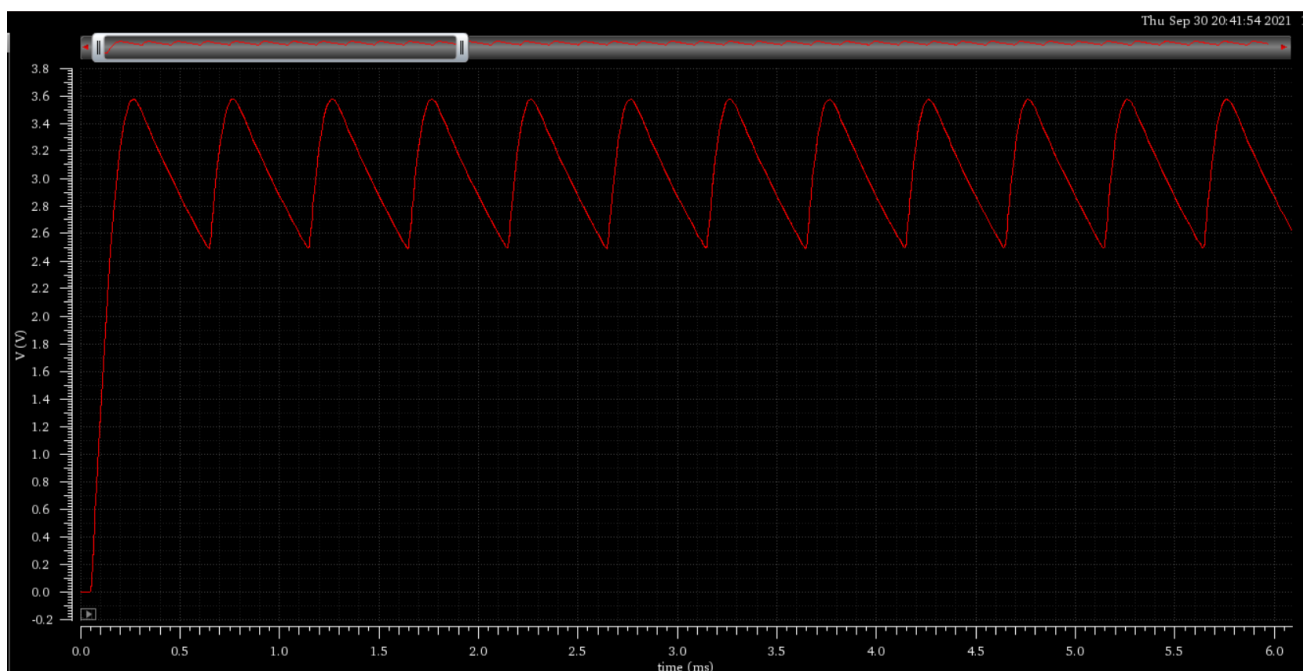
假设激励源存在内阻，那么随着内阻变化（由 0.01Ω 到 1000Ω 指数变化）其波形变化如下（负载电阻 $R_L = 1k\Omega$ ）：



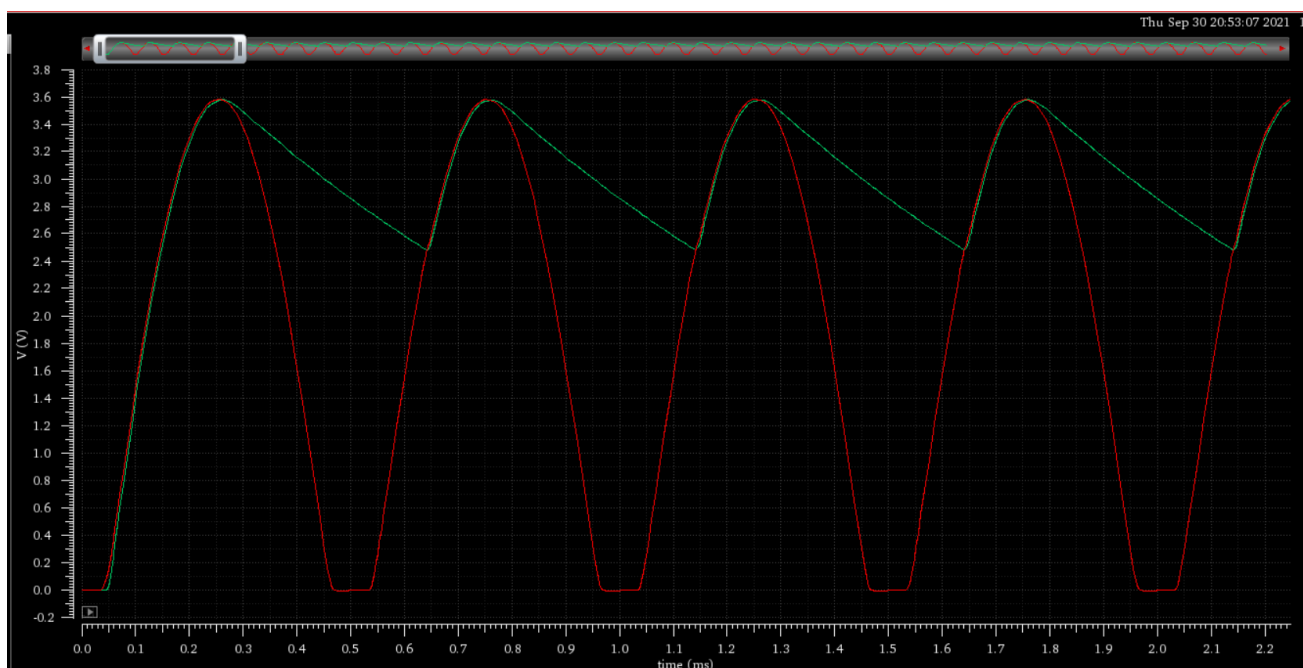
可以看出，随着激励源内阻增大，输出电压逐渐按比例减小，同时可以看出，当内阻阻值与负载电阻相差两个数量级以上时，基本可以将激励源视为零电阻。

R_L 并联一个大电容对波形的影响

在上述电路中给负载电阻 $R_L = 1k\Omega$ 并联一个 $C = 1\mu F$ 的大电容，那么其输出波形变为下图：

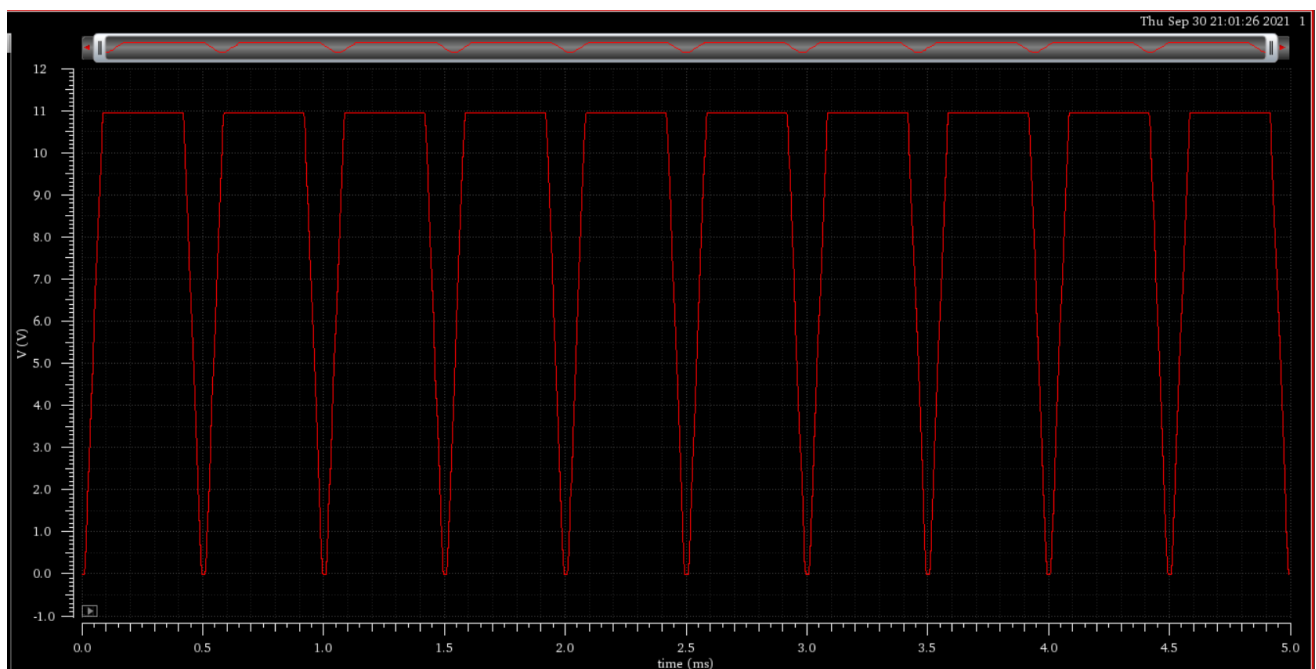


可以发现输出电压经过一段时间的攀升后达到稳态，在3.1V附近振动，这是因为电容具有充放电的作用，在输出电压攀升的时间内，电容一直在充电，当输入电压达到峰值后，电容开始放电，而二极管阻断了其向外部放电的通路，所以电容和负载电阻形成放电回路，输出电压随之下降，直到输入电压再次高于电容电压，从而再次给电容充电，由此循环往复，形成上面的输出波形，将该输出波形与未接入电容时的输出波形对比更为明显，如下图：



当 v_{in} 幅度超过二极管的反向击穿电压

当将输入电压的幅度改为25V时（超过二极管的反向击穿电压11V左右），得到输出波形如下：



可以看到当输出电压达到11V左右时，其不再增长，而是稳定在11V左右，也就是达到了二极管的反向击穿电压，这样就失去了电路原有的整流效果。