

Power Electronics-Assignment-5

1. Simulate the single-phase and three-phase bridge DC-AC circuits using two sets of the circuit parameters below, analyze and compare the fundamental component and harmonics in the output line-to-line voltages and input current by the Fourier Analysis

1) $V_d = 540V$, $R_{load} = 5\Omega$, $L_{load} = 5mH$, $f_1 = 50Hz$, $m_a = 0.8$, $m_f = 39$;

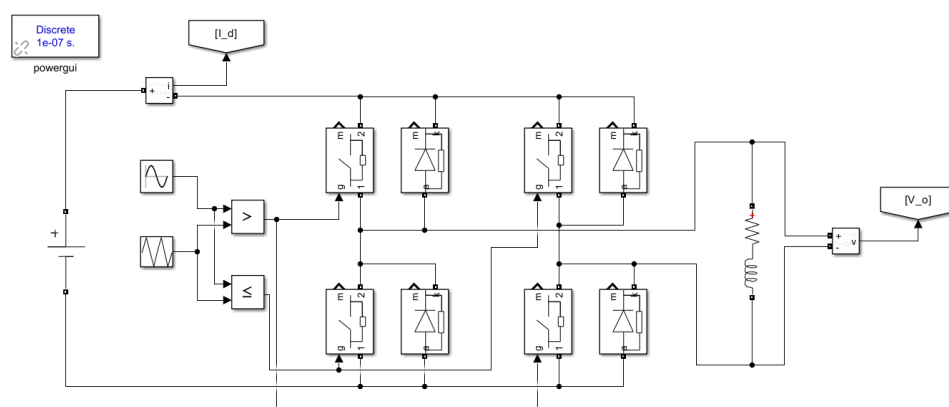
2) $V_d = 540V$, $R_{load} = 5\Omega$, $L_{load} = 5mH$, $f_1 = 50Hz$, $m_a = 1.2$, $m_f = 44$;

Simulate the frequency converter AC-DC-AC using the three phase bridge diode AC-DC with the input line voltage of 380 Vrms, design the capacitor of the DC link, calculate the power factor on the input AC side.

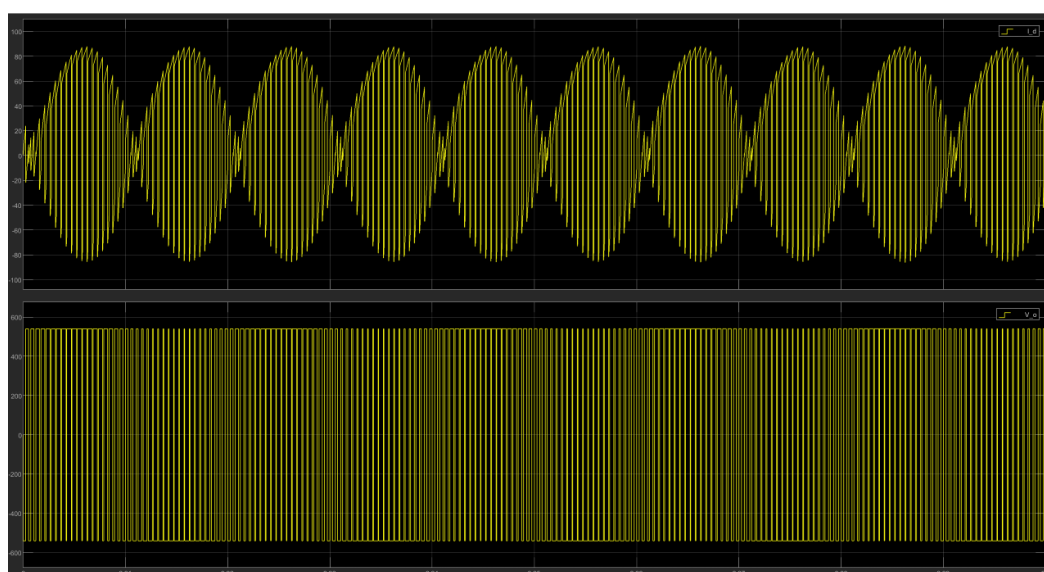
1) 单相双极性电压电路 ($m_a = 0.8$, $m_f = 39$)

设置三角波 V_{tri} 频率为 1950Hz、幅值为 1，设置正弦波 $V_{control}$ 频率为 50Hz、幅值为 0.8。

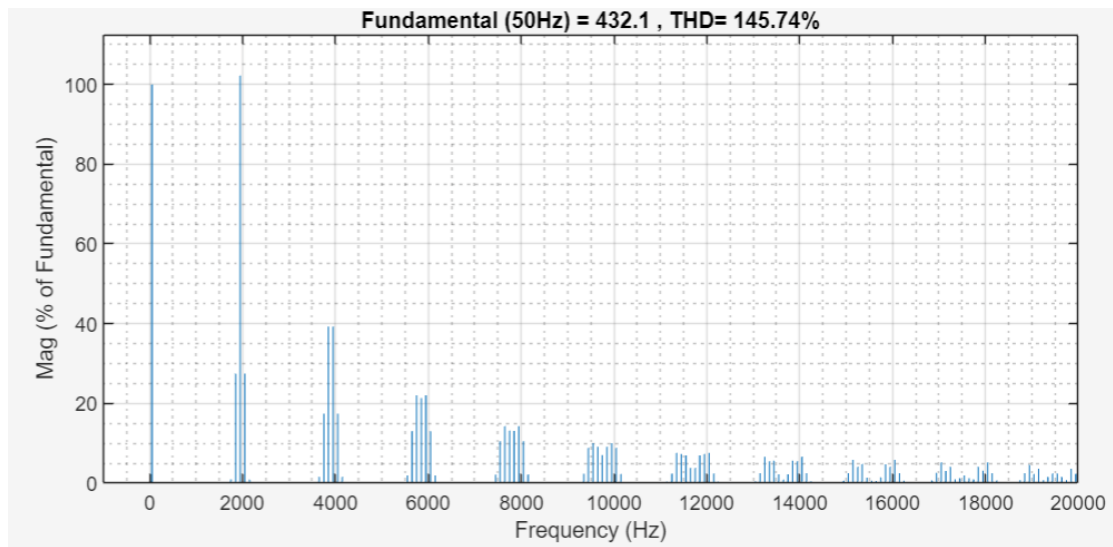
仿真电路图:



仿真波形图:

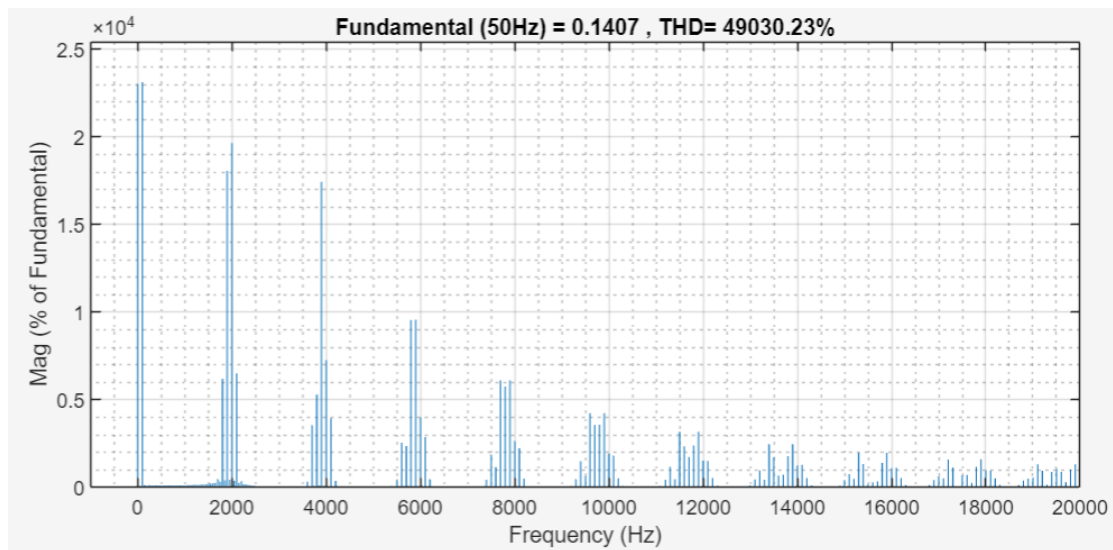


电压谐波分析图:



虽然总谐波失真高达 145.74%，但是可观察出低频段谐波含量很低。

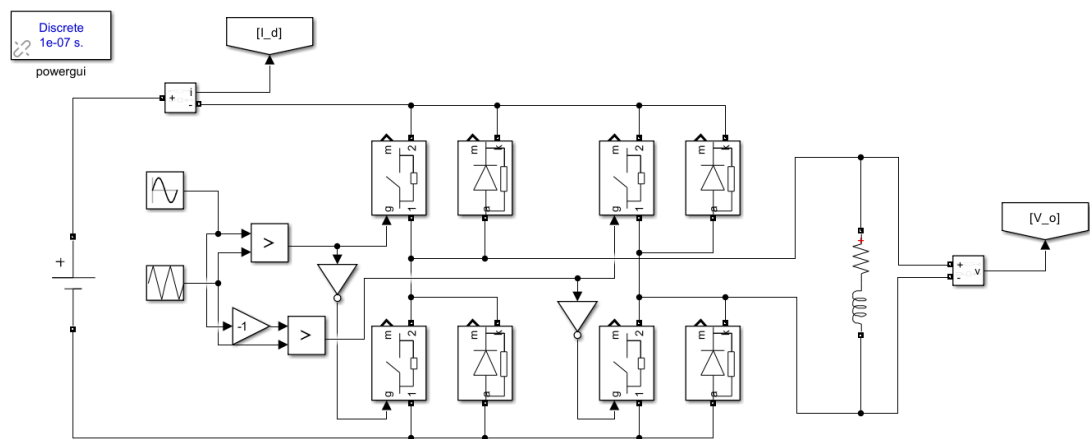
电流谐波分析图:



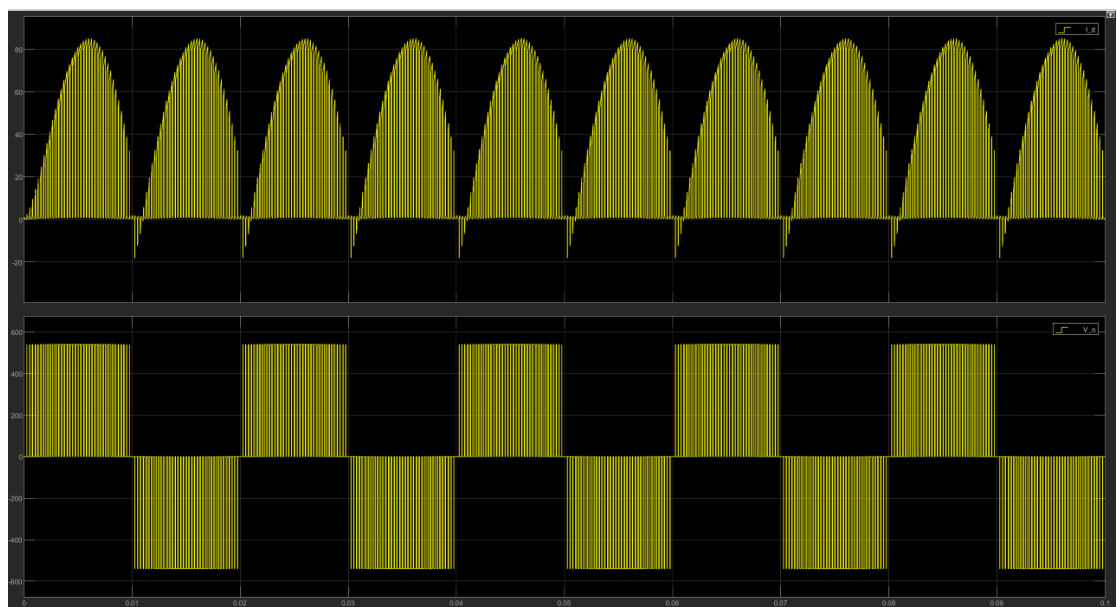
电流谐波中主要是直流量、二次谐波和开关频率附近谐波，基波含量很低。

2) 单相单极性电压电路 ($m_a = 0.8, m_f = 39$)

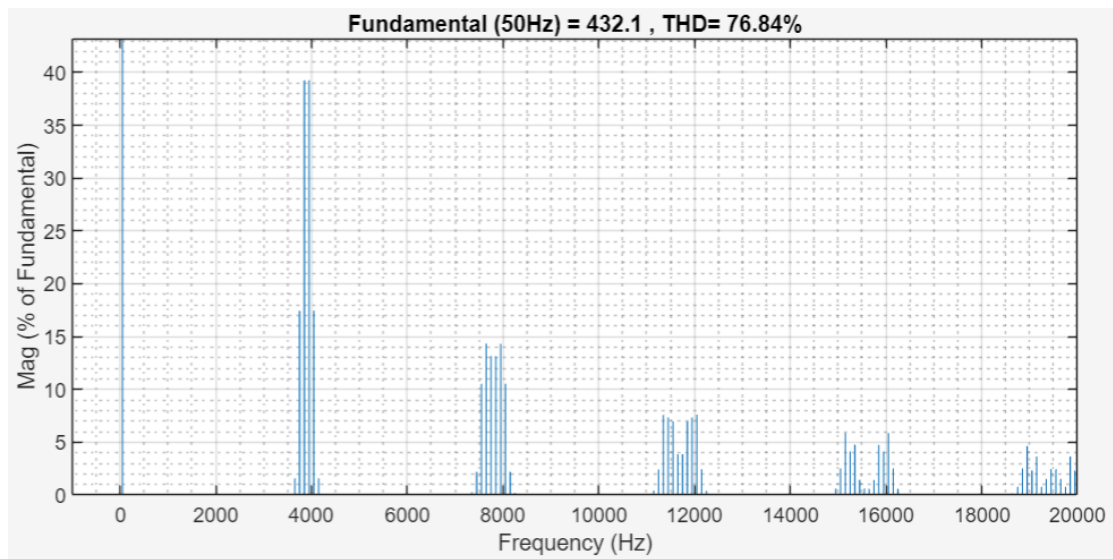
仿真电路图:



仿真波形图:

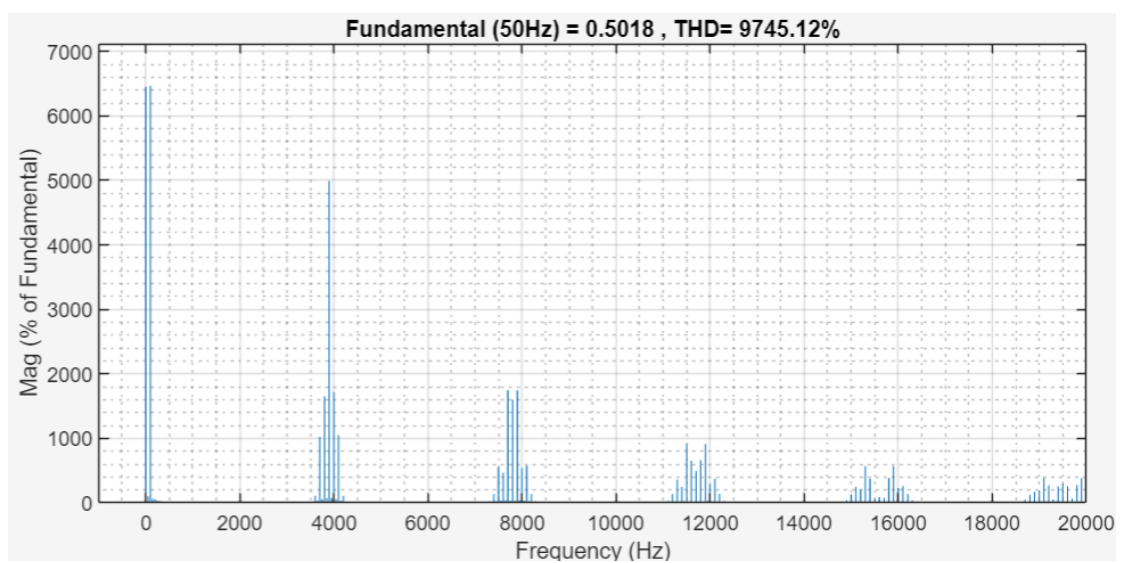


电压谐波分析图:



总谐波失真大大降低，为 76.84%，为双极性电压电路的一半。

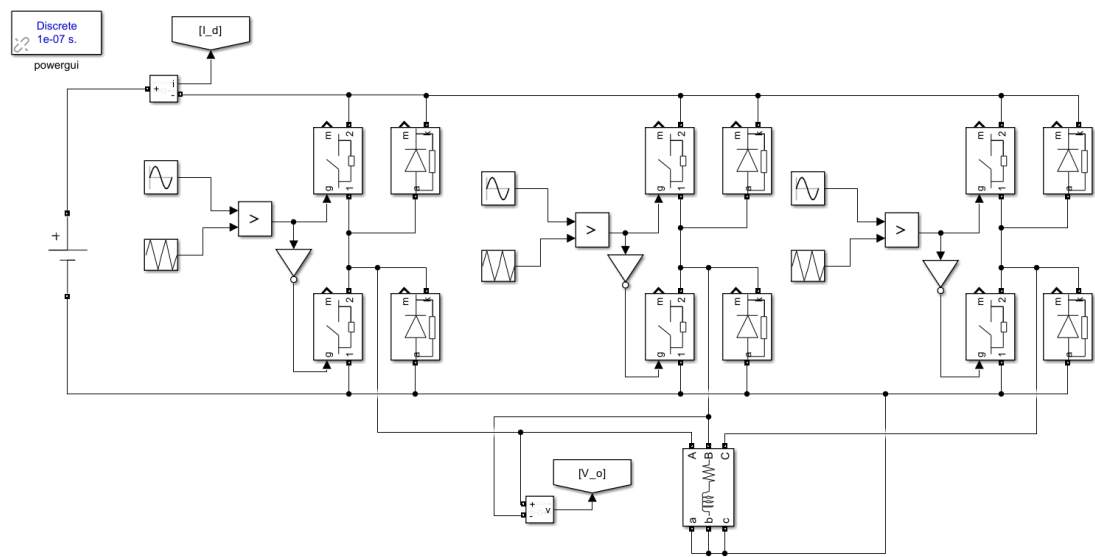
电流谐波分析图:



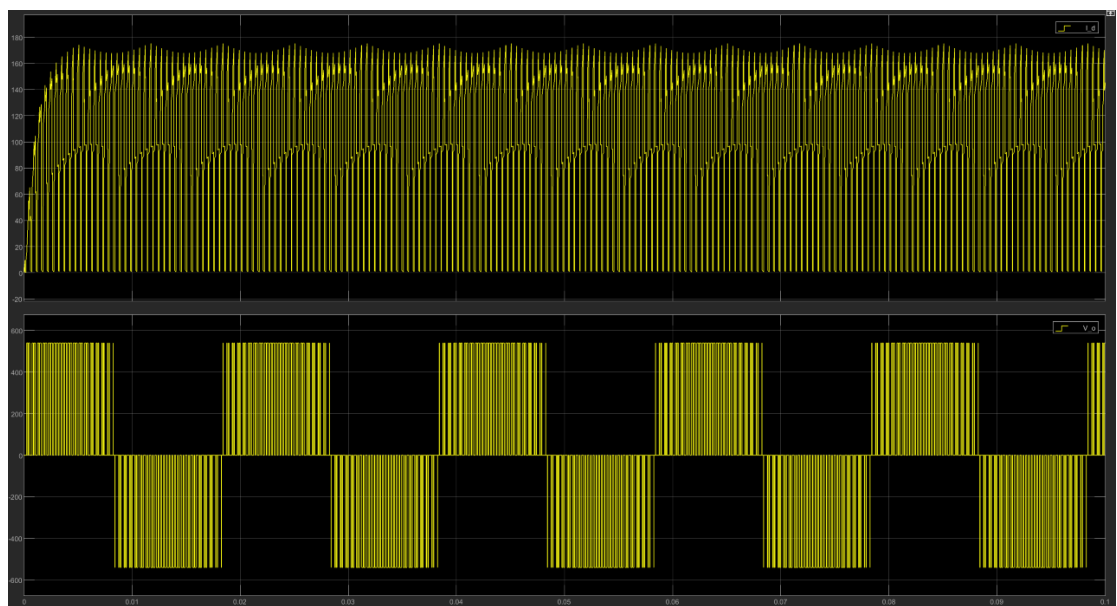
电流谐波中主要是直流量、二次谐波和开关频率附近谐波，基波含量很低。

3) 三相桥式逆变电路 ($m_a = 0.8, m_f = 39$)

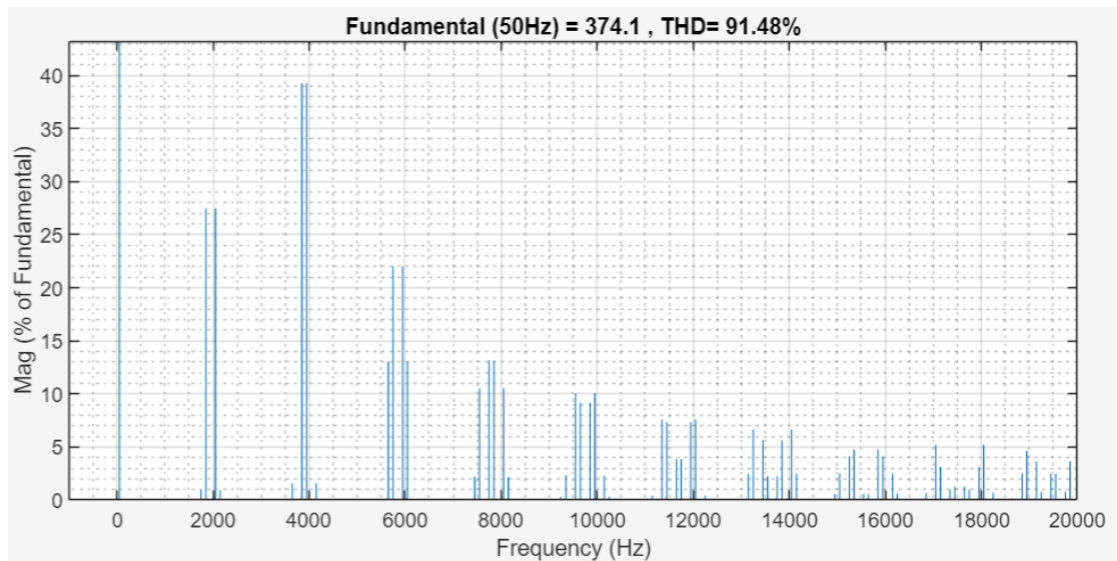
仿真电路图:



仿真波形图:

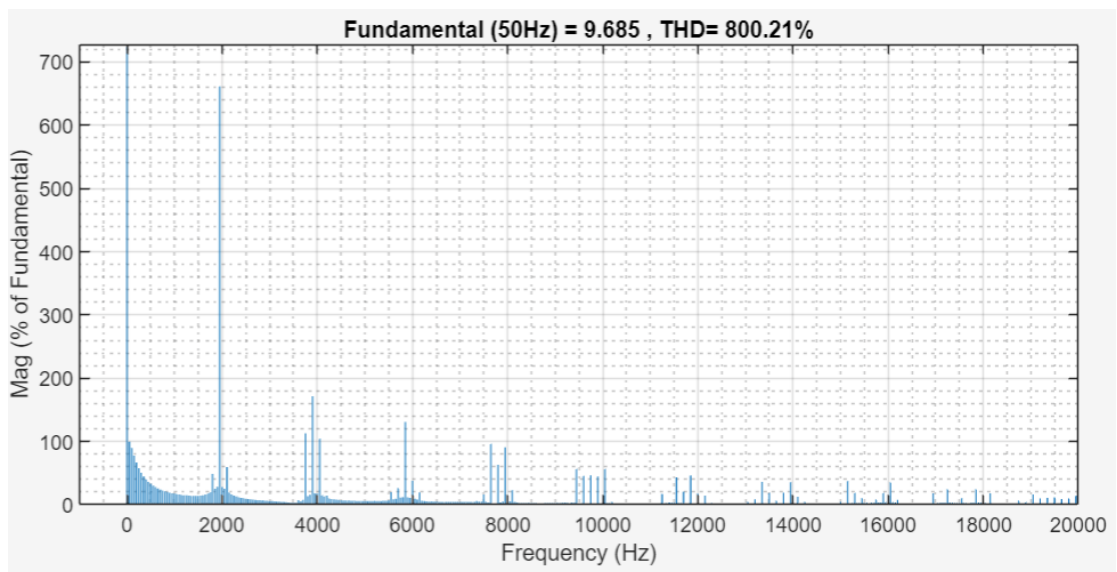


电压谐波分析图:



总谐波失真比单相双极性电路低，为 91.48%，最大的谐波峰值为基波的 40%左右，相较单相双极性电路有明显下降，与单相单极性电路持平。

电流谐波分析图:

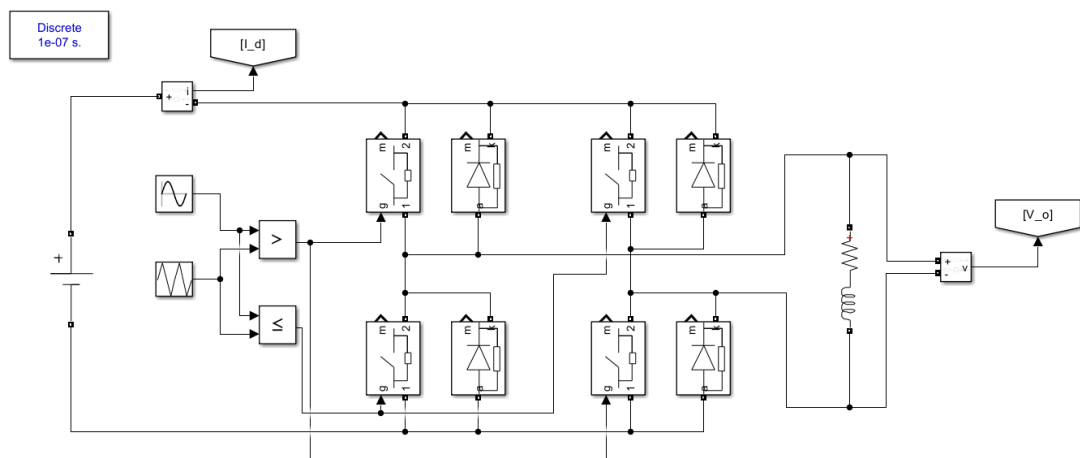


电流谐波中主要是直流量、开关频率附近谐波，基波含量很低。

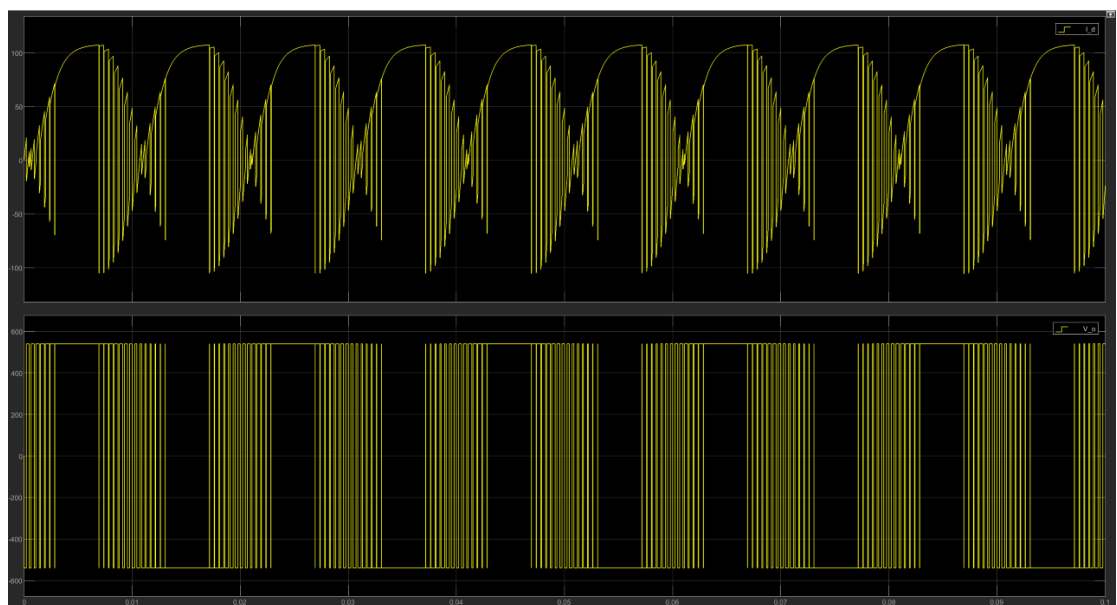
4) 单相双极性电压电路 ($m_a = 1.2, m_f = 44$)

设置三角波 V_{tri} 频率为 2200Hz、幅值为 1，设置正弦波 $V_{control}$ 频率为 50Hz、幅值为 1.2。

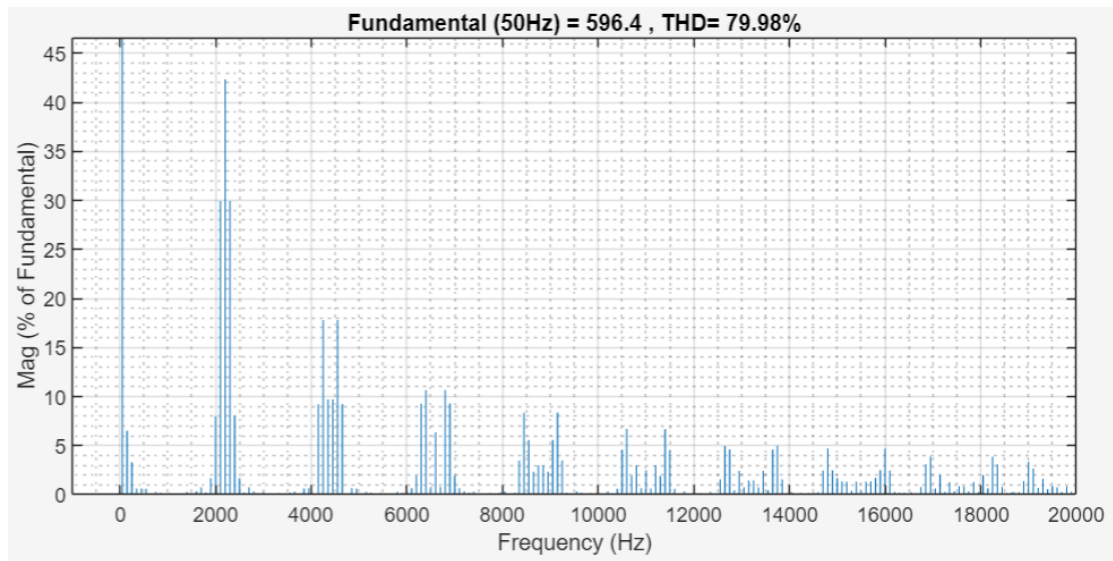
仿真电路图:



仿真波形图:

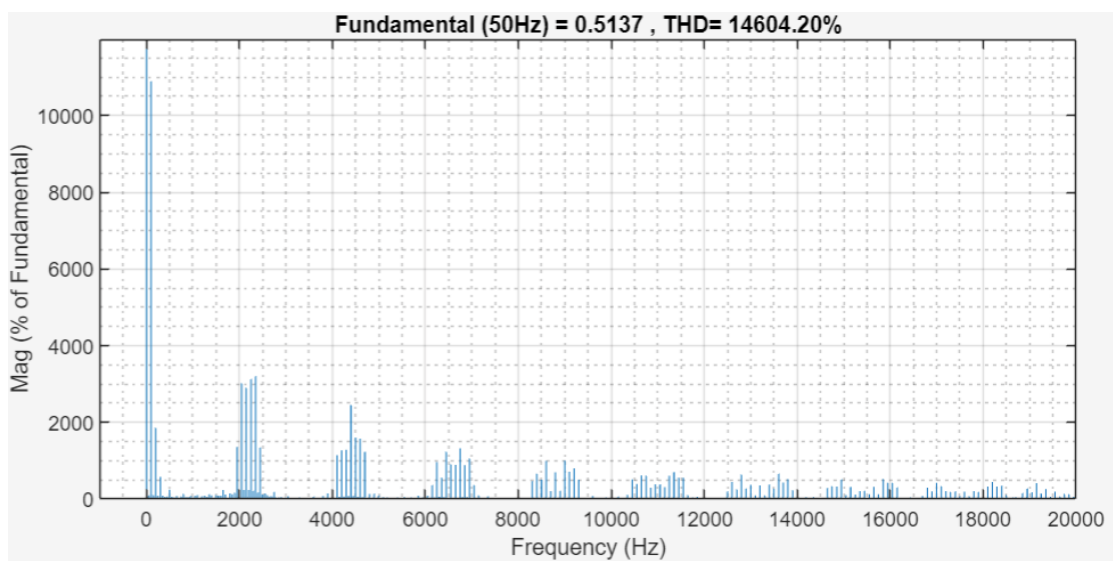


电压谐波分析图:



电路处于超调制模式，经 FFT 分析，频域发生频谱泄露，低频段谐波含量增加

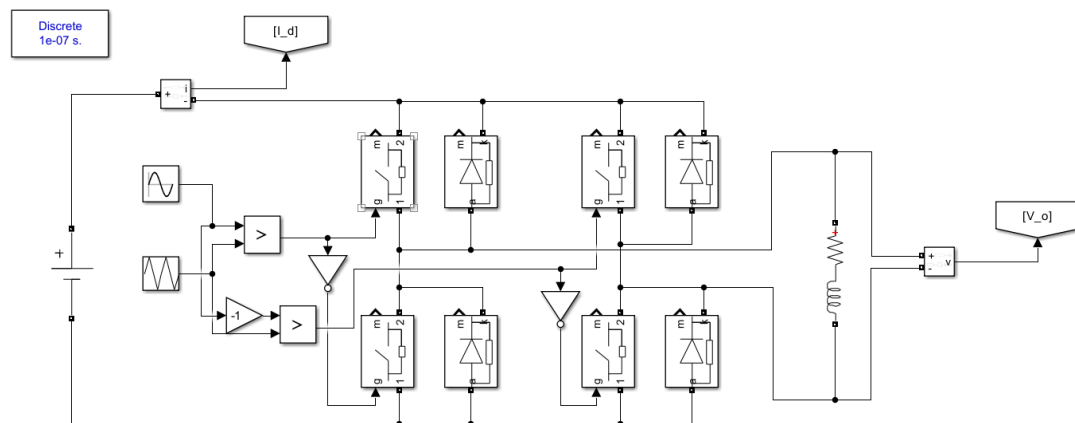
电流谐波分析图:



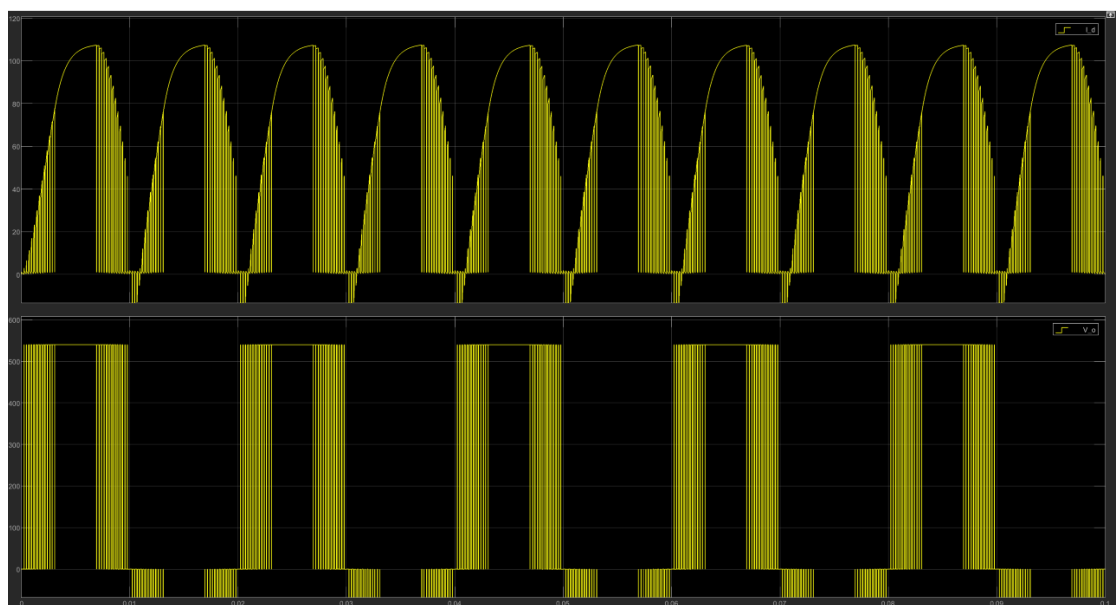
各次谐波均出现，相比于正常调制模式的电路，二次谐波含量显著下降，基波含量较低。

5) 单相单极性电压电路 ($m_a = 1.2, m_f = 44$)

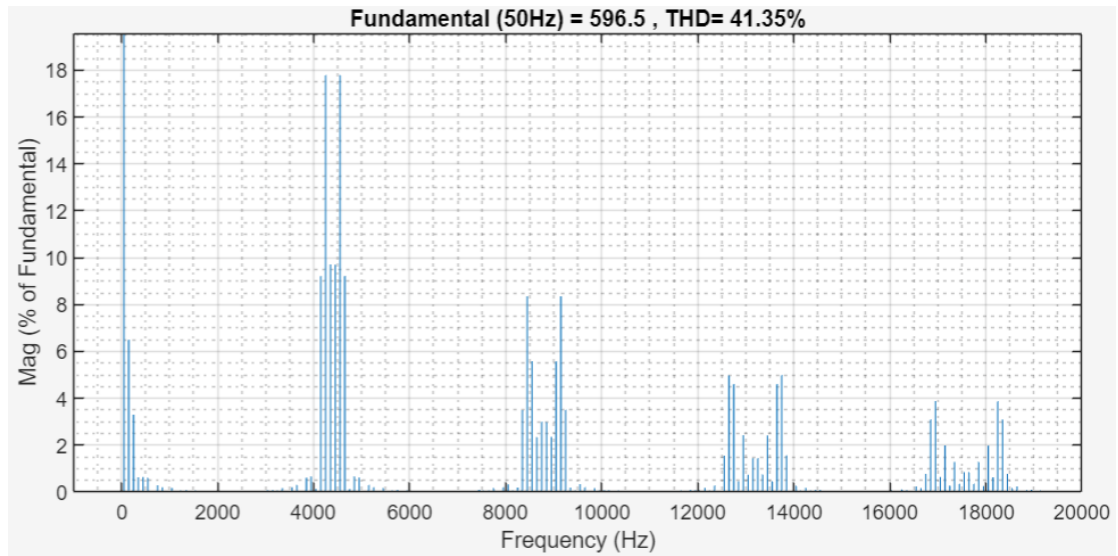
仿真电路图:



仿真波形图:

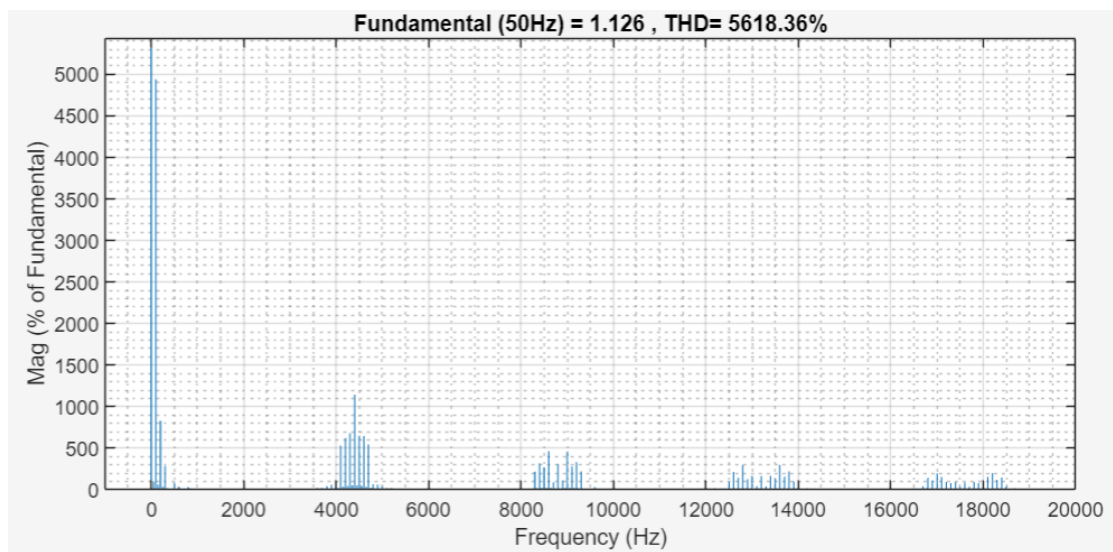


电压谐波分析图:



单极性电压电路相当于将 f_s 提高了一倍，但是低频段谐波含量仍然增加。

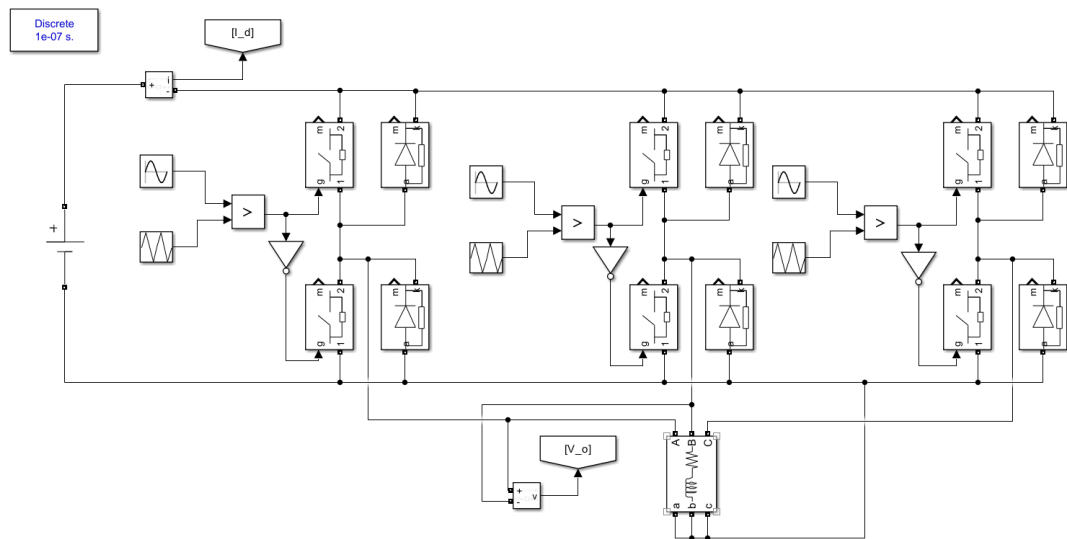
电流谐波分析图:



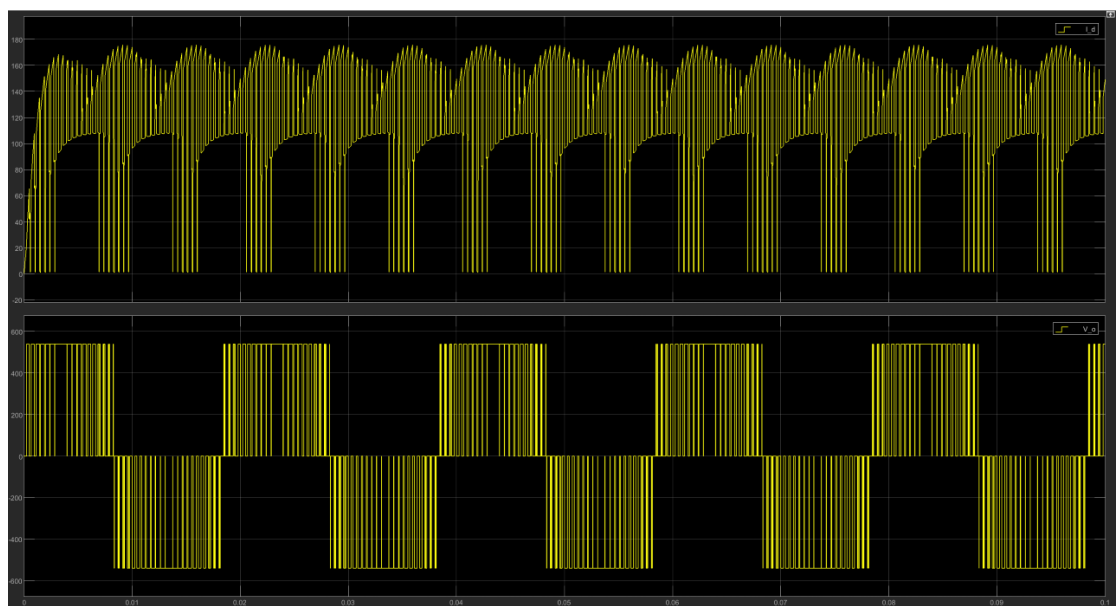
二次谐波基波含量很低。

6) 三相桥式逆变电路 ($m_a = 1.2, m_f = 44$)

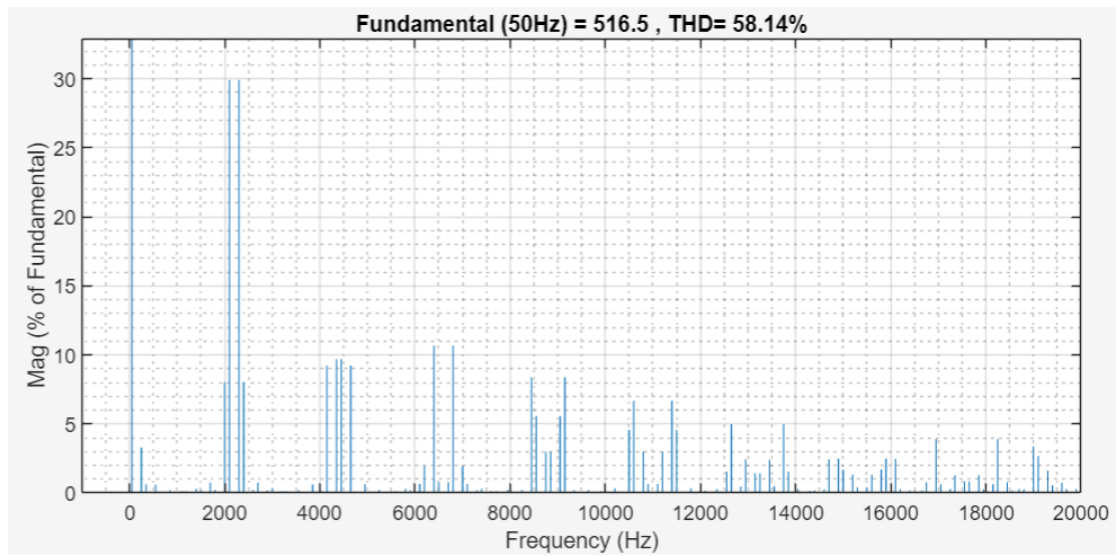
仿真电路图:



仿真波形图:

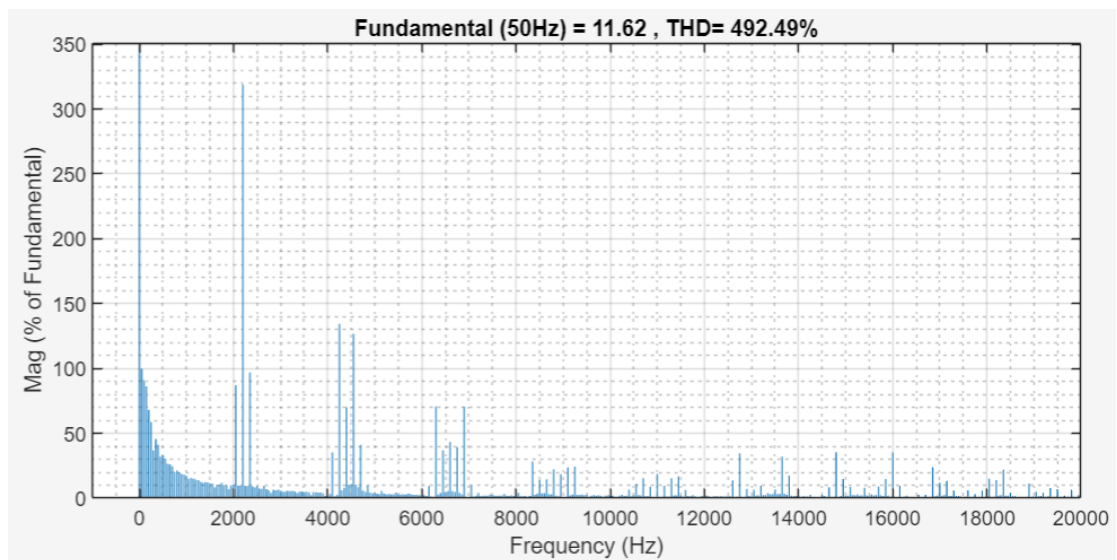


电压谐波分析图:



同上 m_f 、 $3m_f$ 等次谐波消失，图中看到三次谐波也消失，最低次谐波为 4 次谐波且幅值不大。

电流谐波分析图:



二次谐波含量又回升，基波含量较低，各次谐波均存在。

7) AC-DC-AC 变频器

$V_d = 540V, R_{load} = 5\Omega, L_{load} = 5mH, f_1 = 50Hz, m_a = 0.8, m_f = 39;$

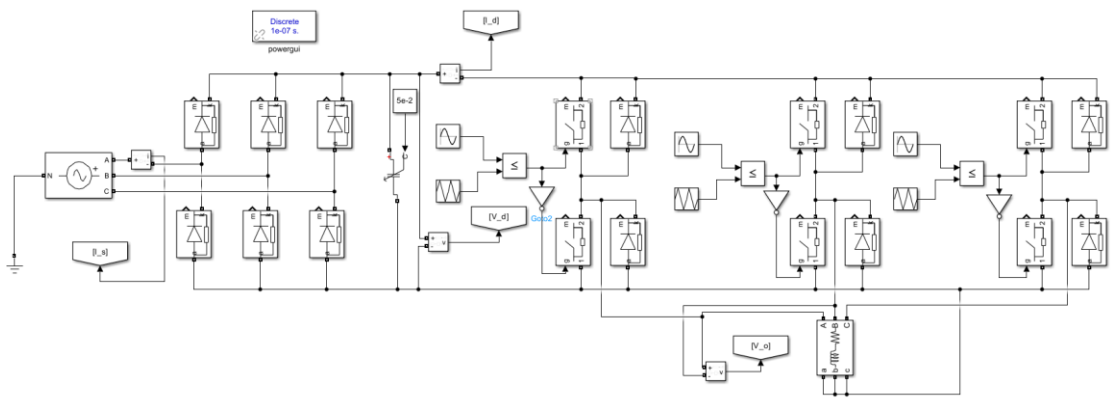
$$PF = \xi \cos \varphi$$

$$\xi = \frac{I_{S1}}{I_S} = 0.955$$

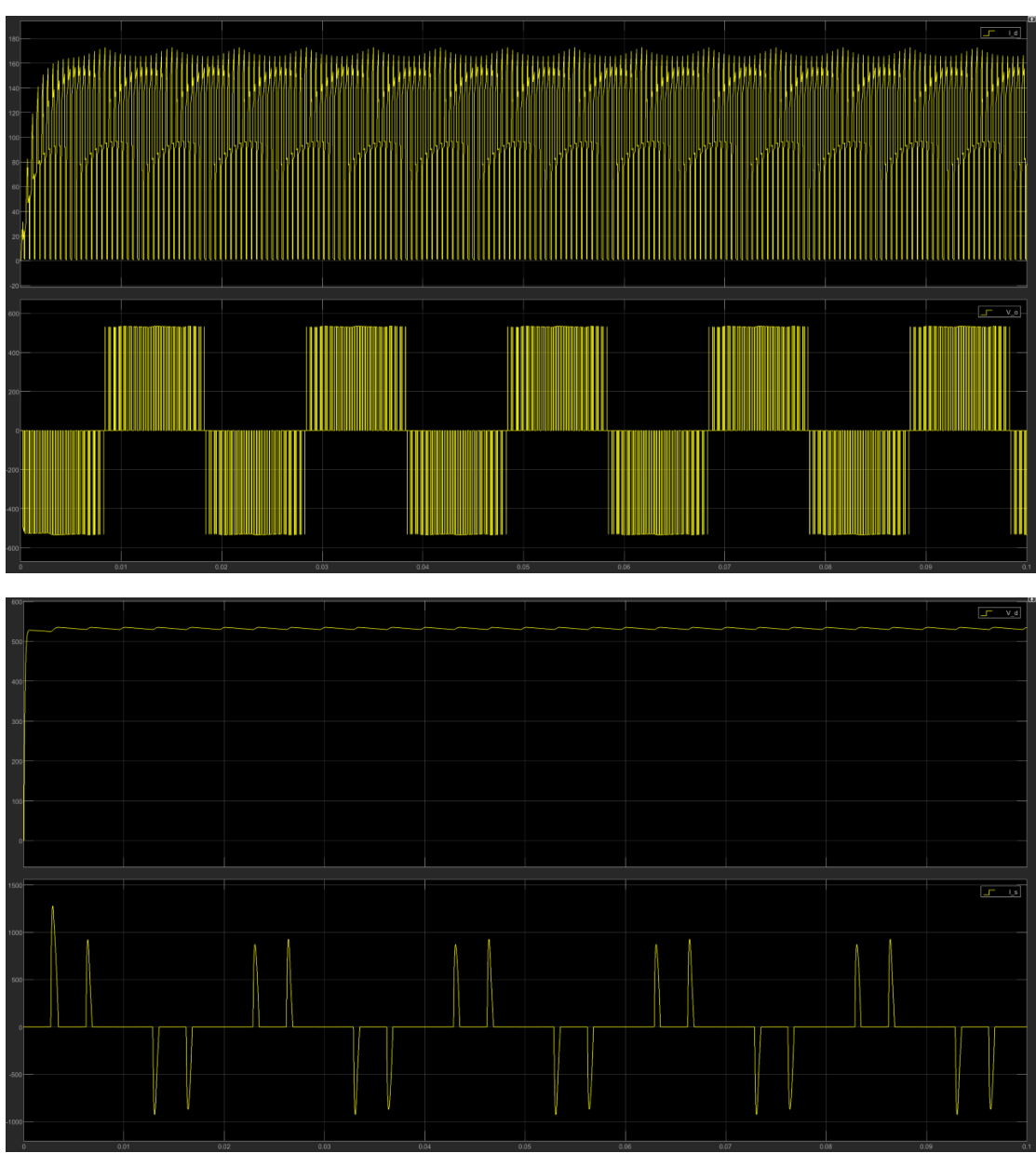
$$\varphi = 0$$

$$PF = 0.955$$

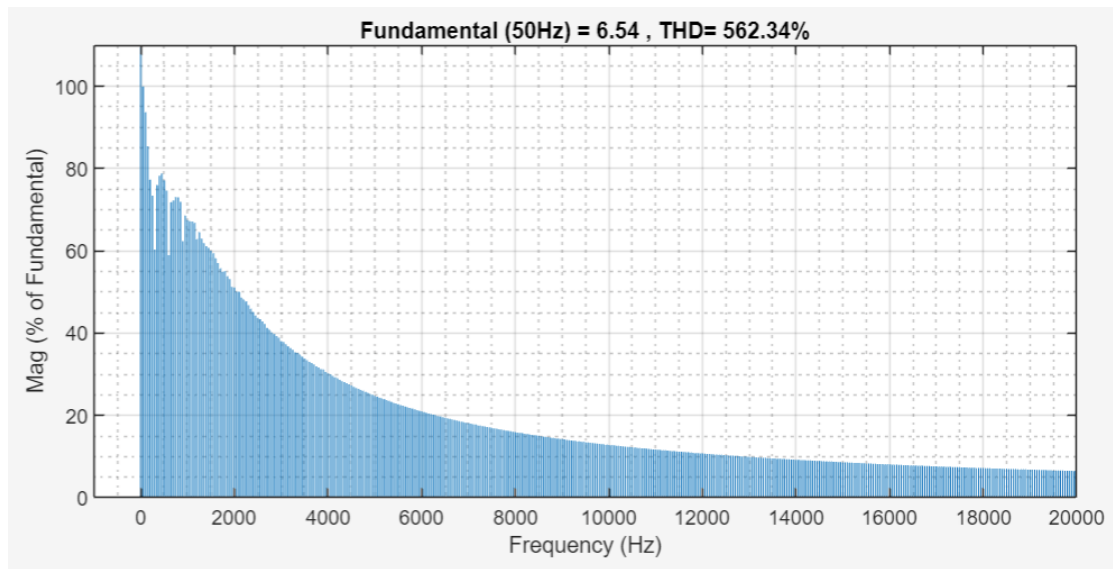
仿真电路图:



仿真波形图:



电流谐波分析图:



$$\text{THD} = \frac{\sqrt{I_S^2 - I_{S1}^2}}{I_{S1}} = \sqrt{\frac{1}{\xi^2} - 1}$$

$$\xi = \frac{1}{\sqrt{1 + \text{THD}^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 5.6234^2}} = 0.1751$$

$$\text{PF} = \xi \cos \varphi = 0.1751$$