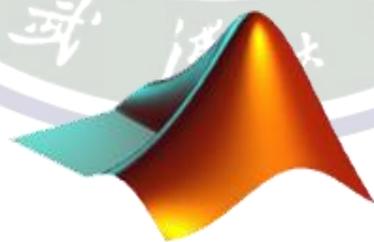


武汉大学

Wuhan University



动态电压恢复器/ 备用电源自动投入 数字仿真实验报告



学院： 电气工程学院

姓名： 吕知彼

班级： 2013 级 3 班

学号： 2013301610345

动态电压恢复器（DVR）的数字仿真实验

姓名：吕知彼 学号：2013301610345 班级：2013 级 3 班

动态电压恢复器（Dynamic Voltage Restorer, DVR）是一种基于电力电子技术的串联补偿装置，通常安装在电源与敏感负荷之间，其作用在于：保证电网供电质量，补偿供电电网产生的电压跌落、闪变等，其可在电源和敏感负载之间接入幅值和相位受控的电压，以抑制电源电压扰动对敏感负荷的影响。具体参见教材《电力电子学》、《有源电力滤波器》、《自动装置原理》等。

1. 实验预习

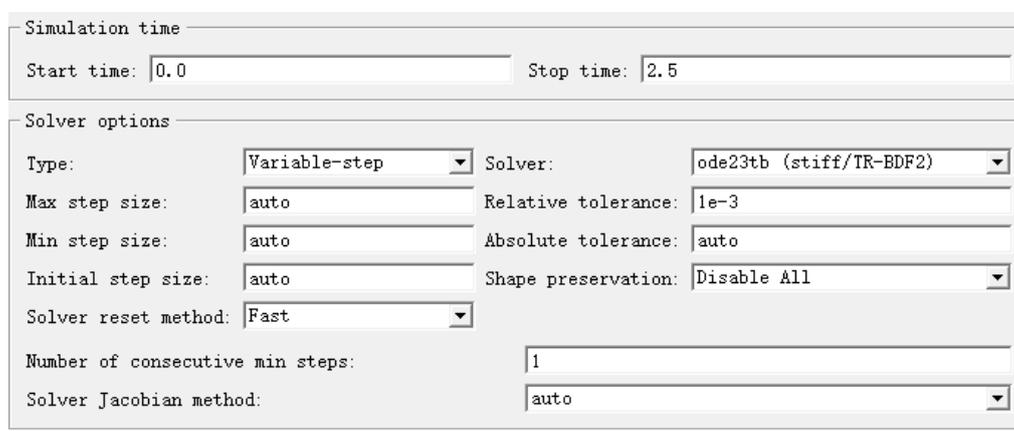
清楚动态电压恢复器(DVR)的结构和原理；明确动态电压恢复器的具体控制方式。

2. 实验目的

了解数字仿真软件中 DVR 的构成及实现；针对系统电源的电压扰动进行动态补偿仿真；解析 DVR 控制参数的变化对其补偿性能的影响。

3. 实验步骤

- (1) 将仿真示例 copy 到电脑。进入 MATLAB 界面，导入并打开模型 DVR.slx;
 - a. 梳理 DVR.slx 模型中的主要元件设备组成,该模型主要包括电源模型(Grid)、DVR 模型（涵盖有电力电子元件、控制环节及直流电源）、非线性敏感负荷（Non Linear Load）;
 - b. 熟悉电源模型（Grid）的电气设计参数，主要包括电压、频率，不同时间段的幅度变化特点，其分别对应于电压扰动中的凹陷和突增；
 - c. 熟悉 DVR 模型中饱和变压器、电力电子元件的型式和设计参数，DVR control 环节中电压跟踪信号的形成方式，滞环比较器的具体运行特点。
 - d. 熟悉非线性敏感负荷的组成结构及实现形式，掌握其电气参数的设计特点；
 - e. 设置模型配置参数，运行时间为 2.5s。



The image shows the 'Solver options' dialog box in MATLAB. It is divided into two main sections: 'Simulation time' and 'Solver options'. In the 'Simulation time' section, 'Start time' is set to 0.0 and 'Stop time' is set to 2.5. In the 'Solver options' section, 'Type' is set to 'Variable-step', 'Solver' is set to 'ode23tb (stiff/TR-BDF2)', 'Max step size' is 'auto', 'Relative tolerance' is '1e-3', 'Min step size' is 'auto', 'Absolute tolerance' is 'auto', 'Initial step size' is 'auto', 'Shape preservation' is 'Disable All', 'Solver reset method' is 'Fast', 'Number of consecutive min steps' is '1', and 'Solver Jacobian method' is 'auto'.

Simulation time	
Start time:	0.0
Stop time:	2.5

Solver options	
Type:	Variable-step
Solver:	ode23tb (stiff/TR-BDF2)
Max step size:	auto
Relative tolerance:	1e-3
Min step size:	auto
Absolute tolerance:	auto
Initial step size:	auto
Shape preservation:	Disable All
Solver reset method:	Fast
Number of consecutive min steps:	1
Solver Jacobian method:	auto

图 1

(2) 点击运行 DVR.slx 算例。

4. 实验记录

DVR.slx 的运行结果，包括：

- a. 当电源 (Grid) 电压的参数变化如下图 2 所示时，记录动态电压恢复器的补偿效果，包括：电源三相电压、动态电压恢复器的注入电压、敏感负荷上的三相电压，该数据可从图 3 中读取，并据此计算分析各电压的 Total Harmonic Distortion, THD。

Parameters	Load Flow
Positive-sequence:	[Amplitude (Vrms Ph-Ph) Phase (deg.) Freq. (Hz)
	[380 0 50]
Time variation of:	Amplitude
Type of variation:	Table of time-amplitude pairs
<input type="checkbox"/> Variation on phase A only	
Amplitude values (pu):	[1 0.5 1 1.5 1]
Time values:	[0 0.5 0.7 1.5 1.7]

图 2

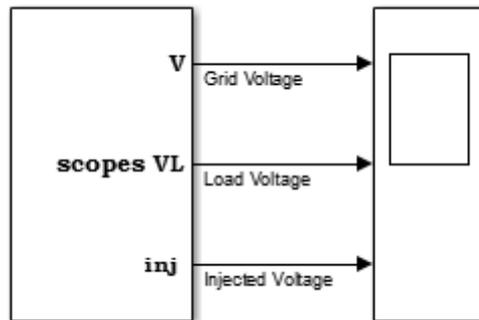
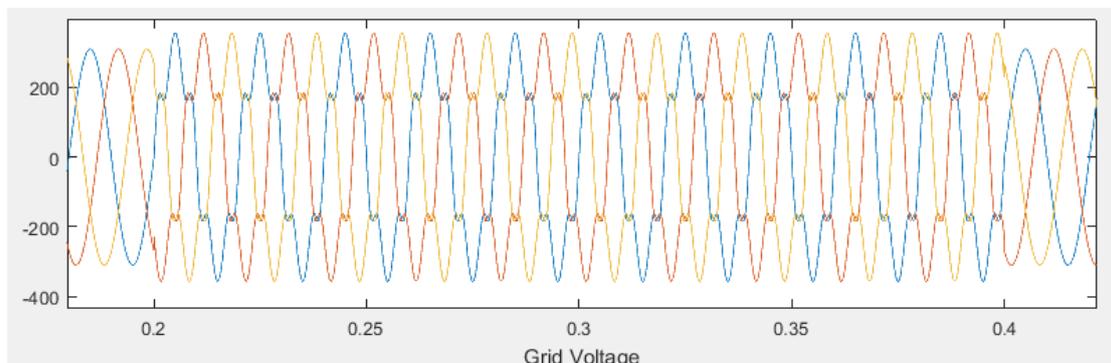
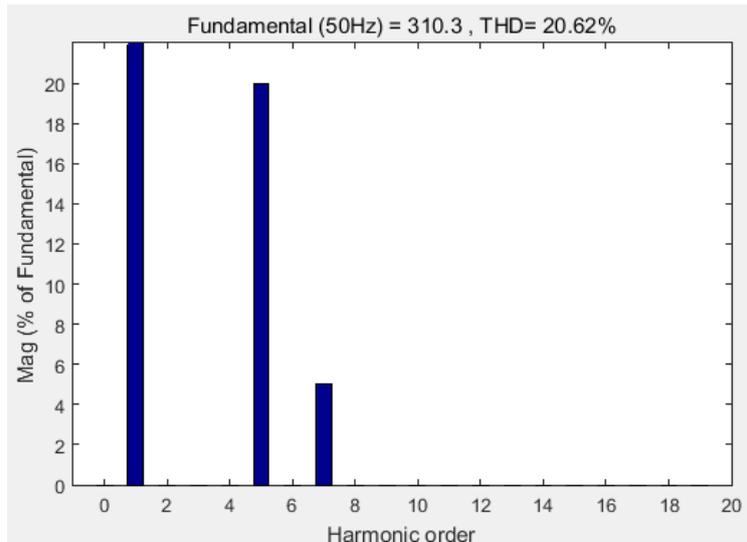


图 3

0.2s 时，电源中出现 5 次谐波和 7 次谐波，0.4s 时结束，时域波形为：

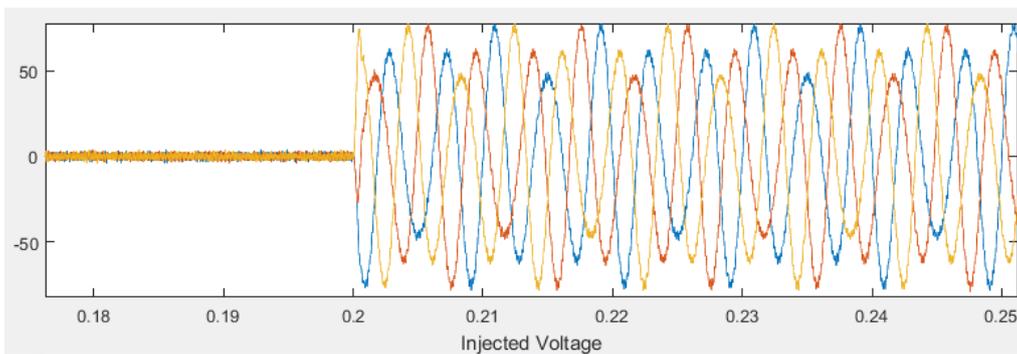


对 0.2s 以后电源电压波形的一个周期进行傅里叶分析可得：

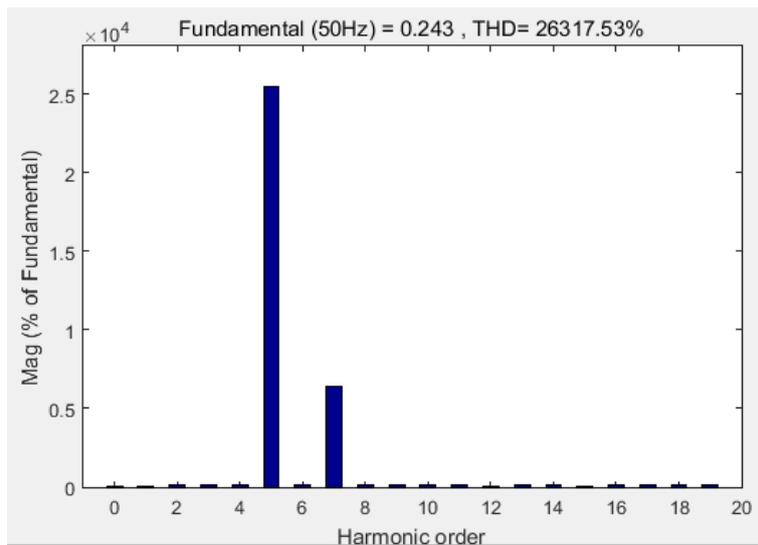


可见 0.2s 到 0.4s 内电源中除了含有基波成分外，还含有 5 次谐波和 7 次谐波，总谐波畸变率为 20.62%。

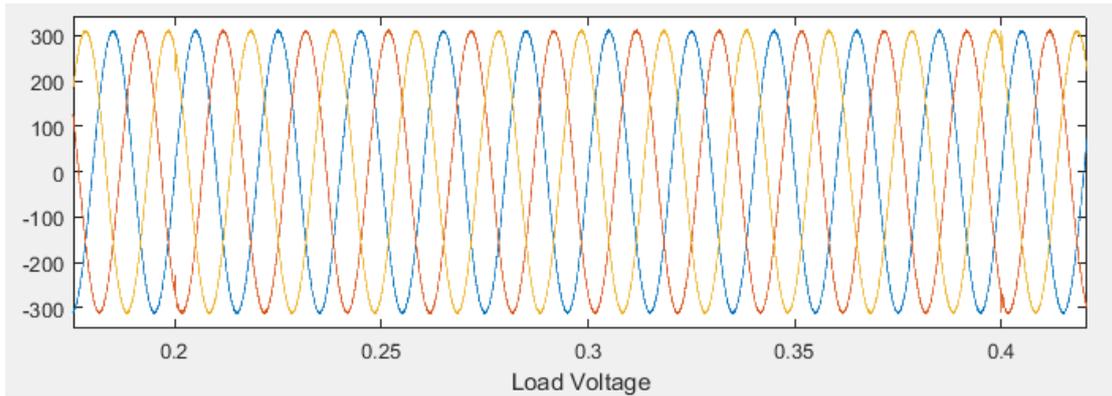
在 0.2s 附近时段内注入电压的波形为



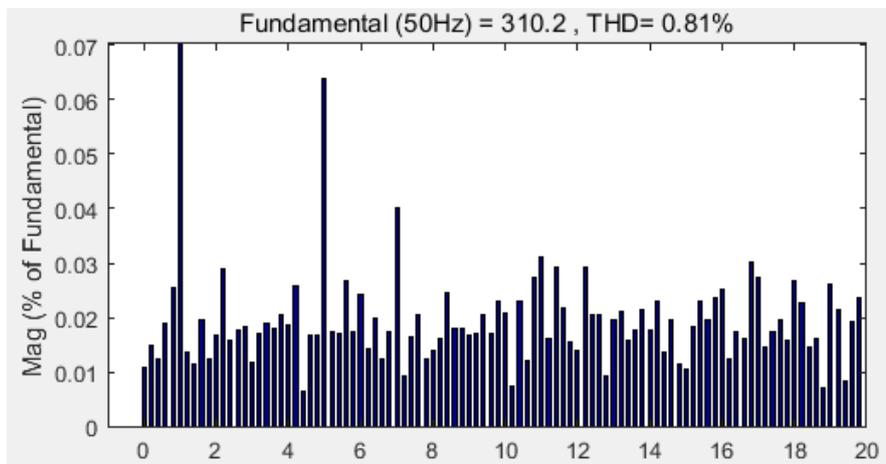
对 0.2s 以后注入电压波形的一个周期进行傅里叶分析可得：



此过程期间负载的电压波形为：

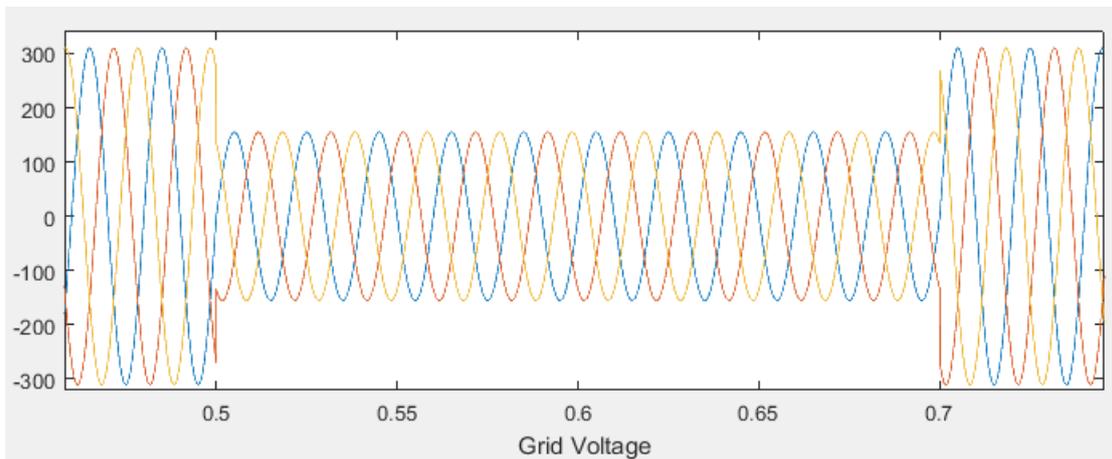


对 0.2s 以后负载电压波形的五个周期（0.2s-0.3s）进行傅里叶分析可得：

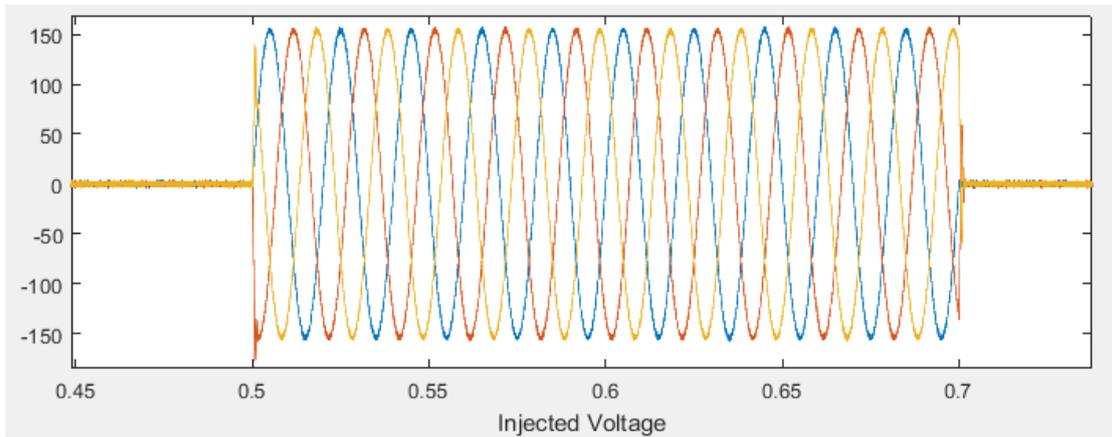


可知负载电压的总谐波畸变率为 0.81%。

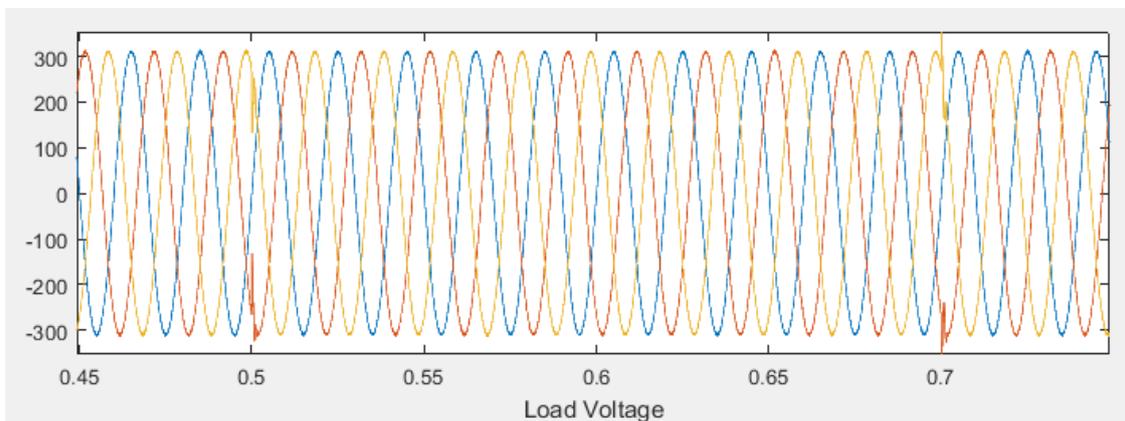
0.5s 时，电源电压幅值减半，一直持续到 0.7s 结束，电源电压波形为



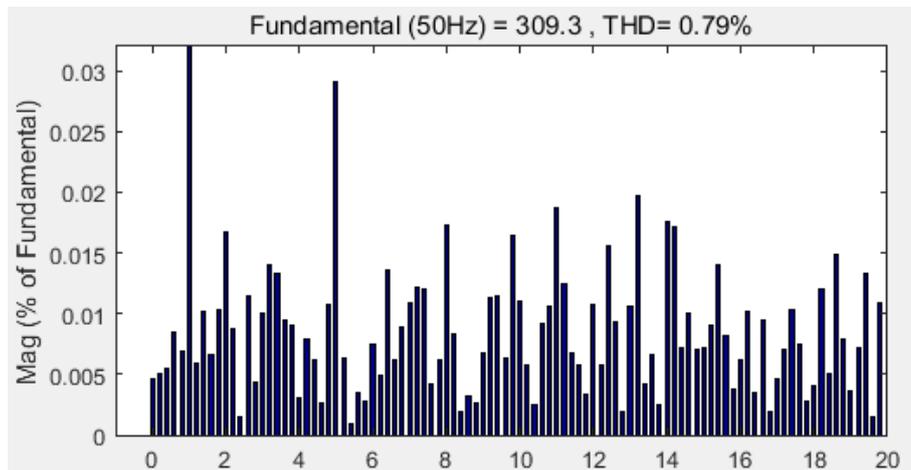
此过程中注入电压波形为



负载电压波形为

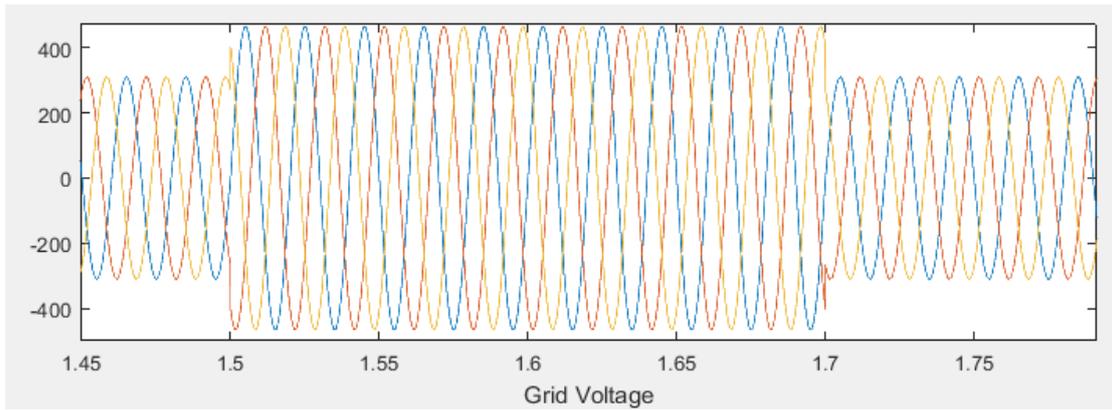


对 0.5s 以后负载电压波形的五个周期（0.5s-0.6s）进行傅里叶分析可得：

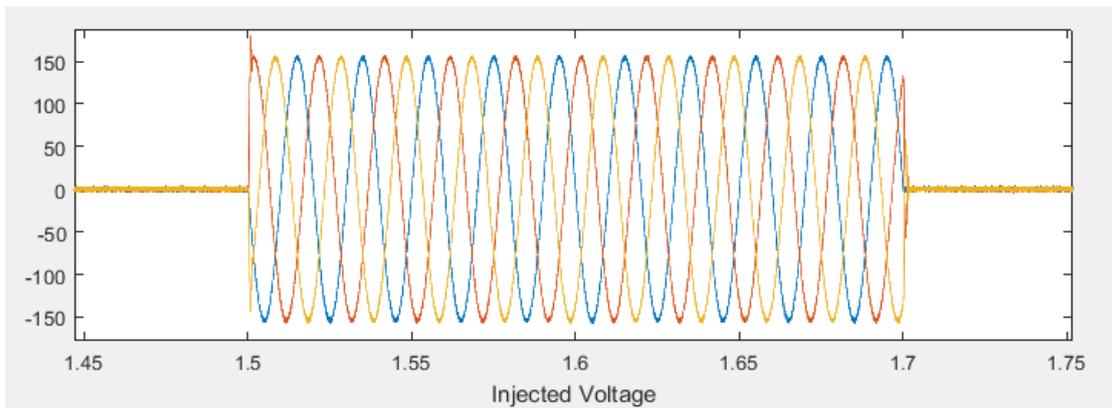


可知负载电压的总谐波畸变率为 0.79%。

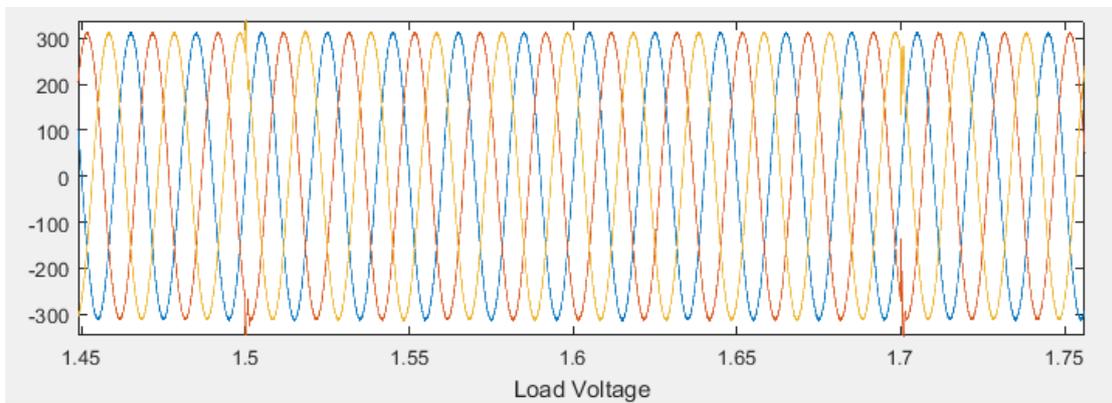
1.5s 时，电源电压幅值变为原来的 1.5 倍，一直持续到 1.7s 结束，电源电压波形为



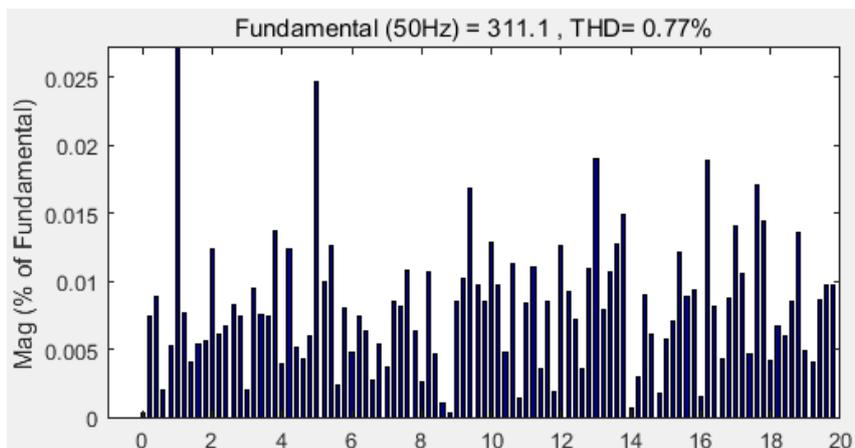
此过程中注入电压波形为



负载电压波形为



对 1.5s 以后负载电压波形的五个周期（1.5s-1.6s）进行傅里叶分析可得：



可知负载电压的总谐波畸变率为 0.77%。

- b. 改变电源 (Grid) 电压的参数, 重点考虑对上升时间、下跌时间、凹陷幅度、上升抖动、电压相位进行调整, 再次记录记录动态电压恢复器的补偿效果, 包括: 电源三相电压、动态电压恢复器的注入电压、敏感负荷上的三相电压, 计算分析各电压的 THD。

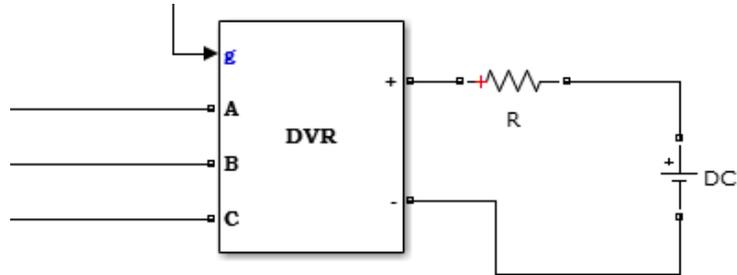
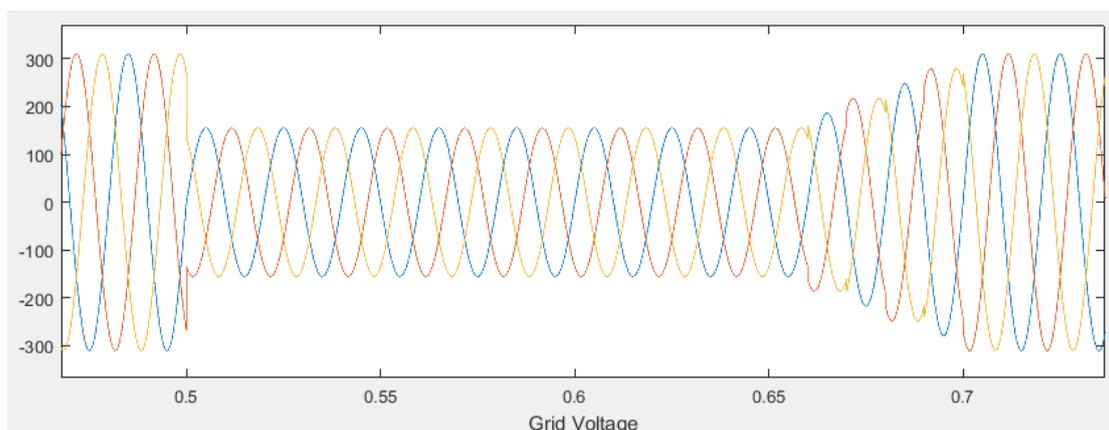


图 4

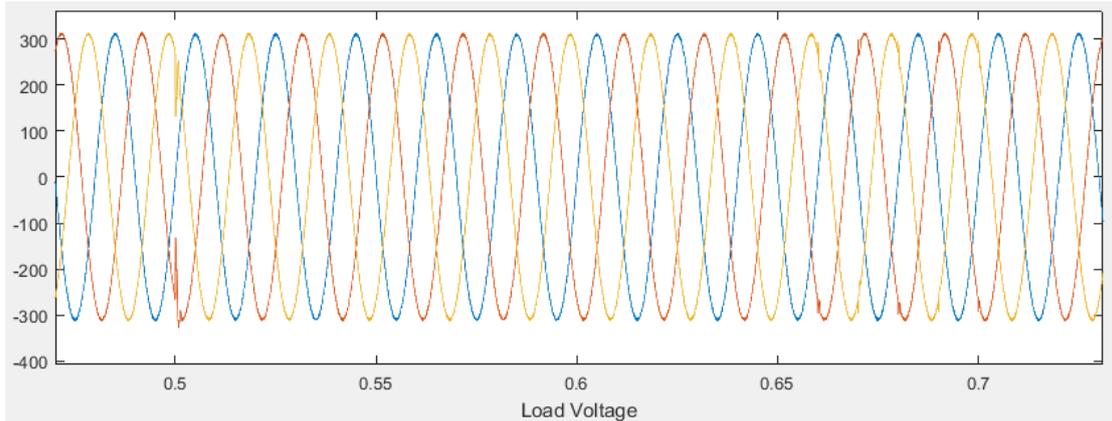
改变电压凹陷过程中电源电压的上升时间如下图所示:

Parameters	Load Flow
Positive-sequence: [Amplitude(Vrms Ph-Ph) Phase(deg.) Freq. (Hz)]	[380 0 50]
Time variation of:	Amplitude
Type of variation:	Table of time-amplitude pairs
<input type="checkbox"/> Variation on phase A only	
Amplitude values (pu):	[1 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1 1.5 1]
Time values:	[0 0.5 0.66 0.67 0.68 0.69 0.7 1.5 1.7]

则电源电压波形为



负载电压波形为

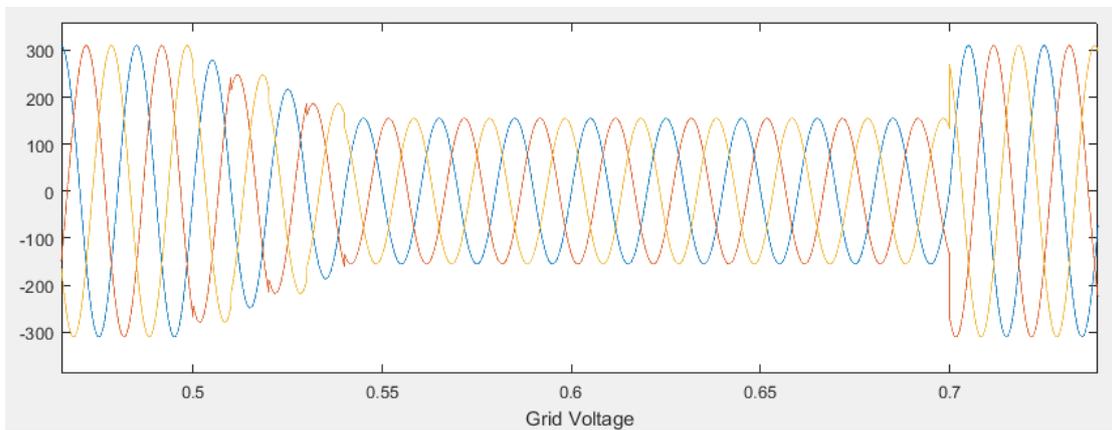


经 FFT 分析得 0.5s 到 0.7s 之间的负载电压总谐波畸变率为 0.78%;

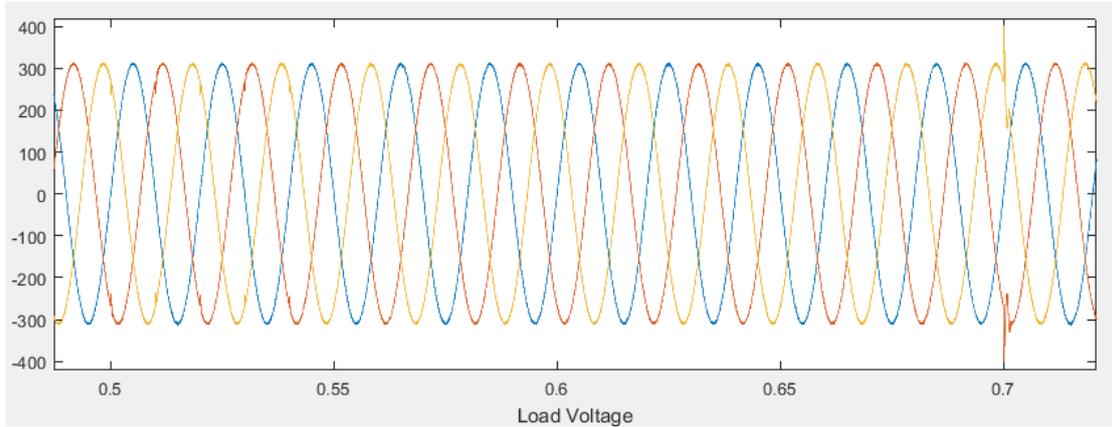
改变电压凹陷过程中电源电压的下跌时间如下图所示:

Parameters		Load Flow	
Positive-sequence:	[Amplitude(Vrms Ph-Ph) Phase(deg.) Freq. (Hz)]	[380	0 50]
Time variation of:	Amplitude	▼	
Type of variation:	Table of time-amplitude pairs	▼	
<input type="checkbox"/> Variation on phase A only			
Amplitude values (pu):	[1 0.9 0.8 0.7 0.6 0.5 1 1.5 1]		
Time values:	[0 0.5 0.51 0.52 0.53 0.54 0.7 1.5 1.7]		

则电源电压波形为



负载电压波形为



经 FFT 分析得 0.5s 到 0.7s 之间的负载电压总谐波畸变率为 0.79%;

改变电压凹陷幅度，如下图所示：

Parameters **Load Flow**

Positive-sequence: [Amplitude(Vrms Ph-Ph) Phase(deg.) Freq. (Hz)] [380 0 50]

Time variation of: Amplitude

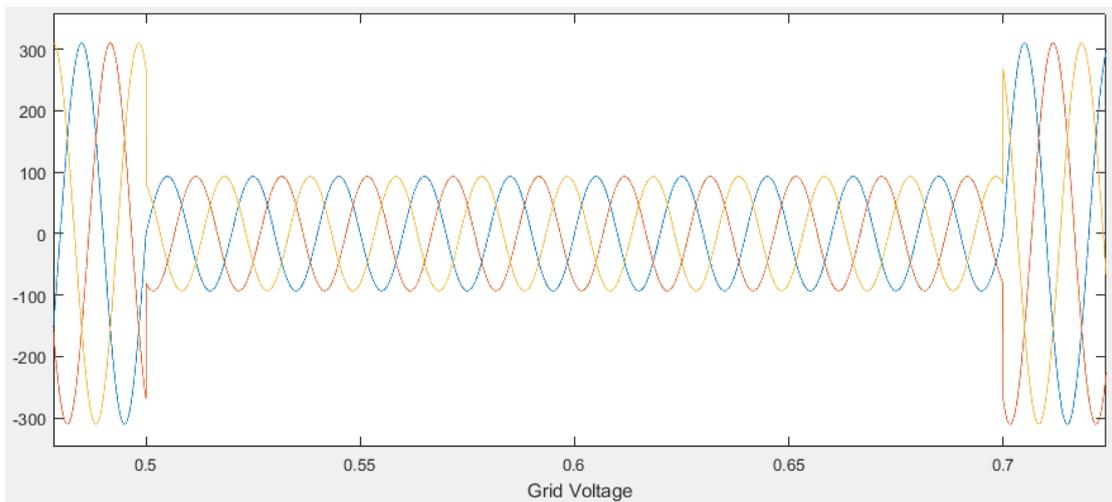
Type of variation: Table of time-amplitude pairs

Variation on phase A only

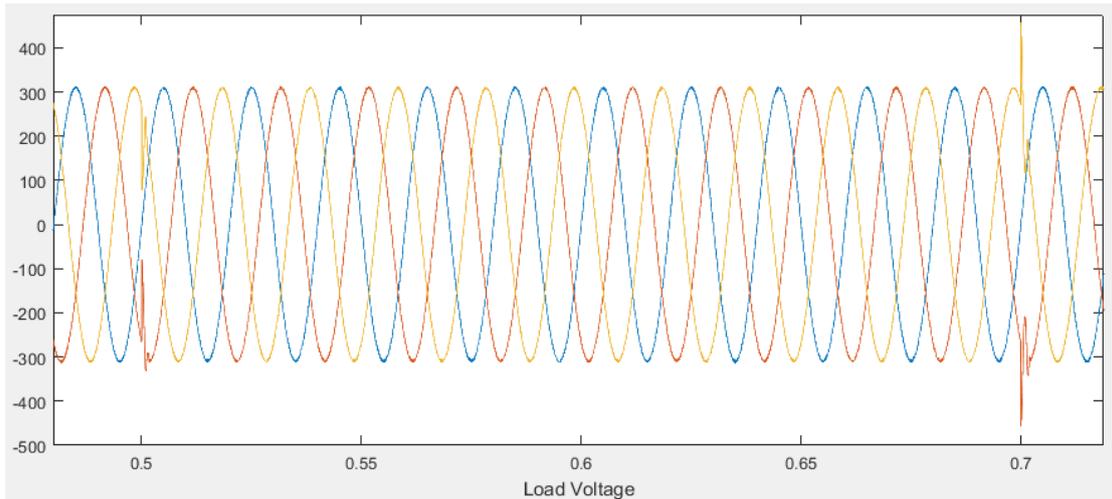
Amplitude values (pu): [1 0.3 1 1.5 1]

Time values: [0 0.5 0.7 1.5 1.7]

则电源电压波形为



负载电压波形为



经 FFT 分析得 0.5s 到 0.7s 之间的负载电压总谐波畸变率为 0.81%;

改变上升过程中的电压抖动, 如下图所示:

Variation on phase A only

Amplitude values (pu): [1 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1 1.5 1]

Time values: [0 0.5 0.66 0.67 0.68 0.69 0.7 1.5 1.7]

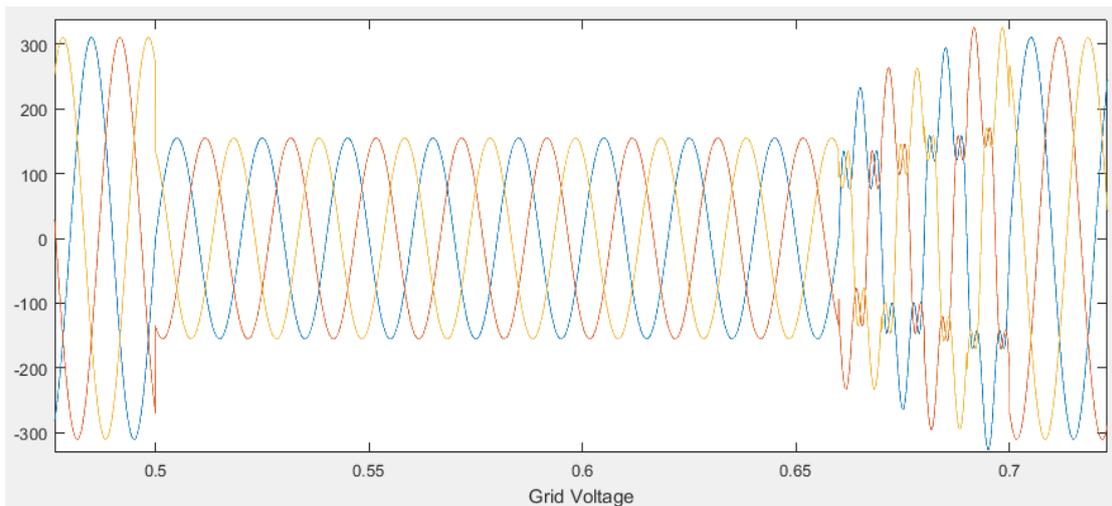
Fundamental and/or Harmonic generation:

A: [Order (n) Amplitude (pu) Phase (degrees) Seq(0, 1 or 2)] [5 0.2 0 2]

B: [Order (n) Amplitude (pu) Phase (degrees) Seq(0, 1 or 2)] [7 0.05 0 1]

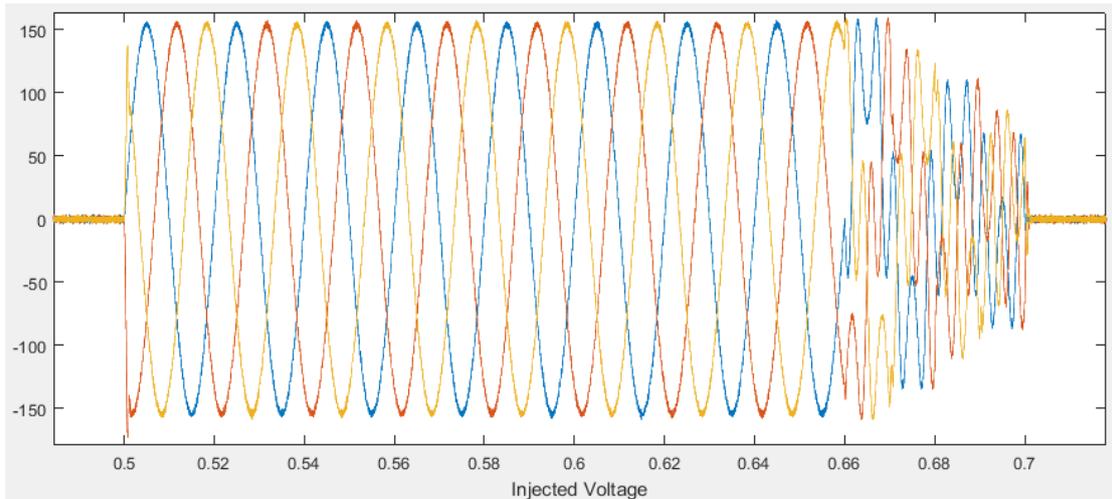
Timing (s) : [Start End] [0.66 0.7]

则电源电压波形为



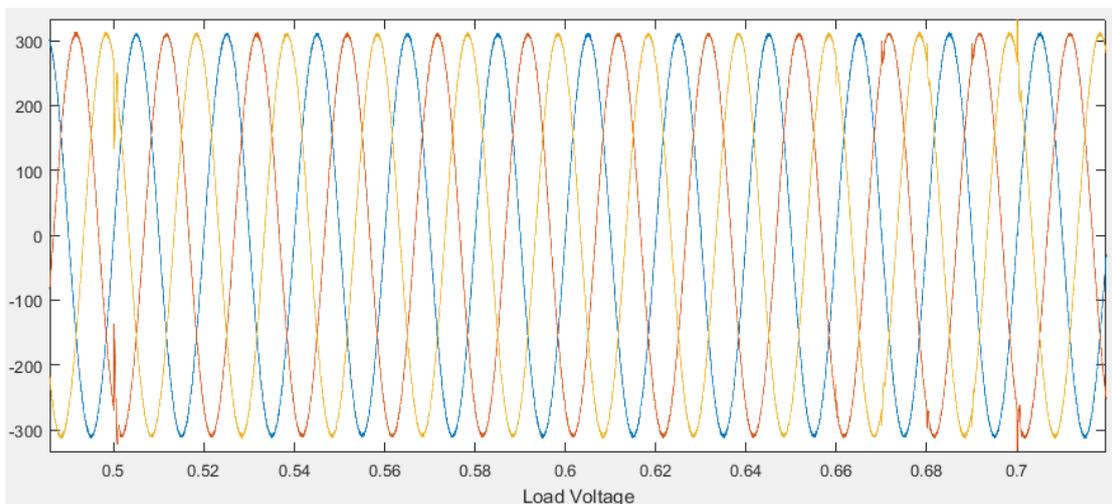
经 FFT 分析得 0.5s 到 0.7s 之间的电源电压总谐波畸变率为 20.18%;

注入电压波形为



经 FFT 分析得 0.5s 到 0.7s 之间的注入电压总谐波畸变率为 24.84%;

负载电压波形为

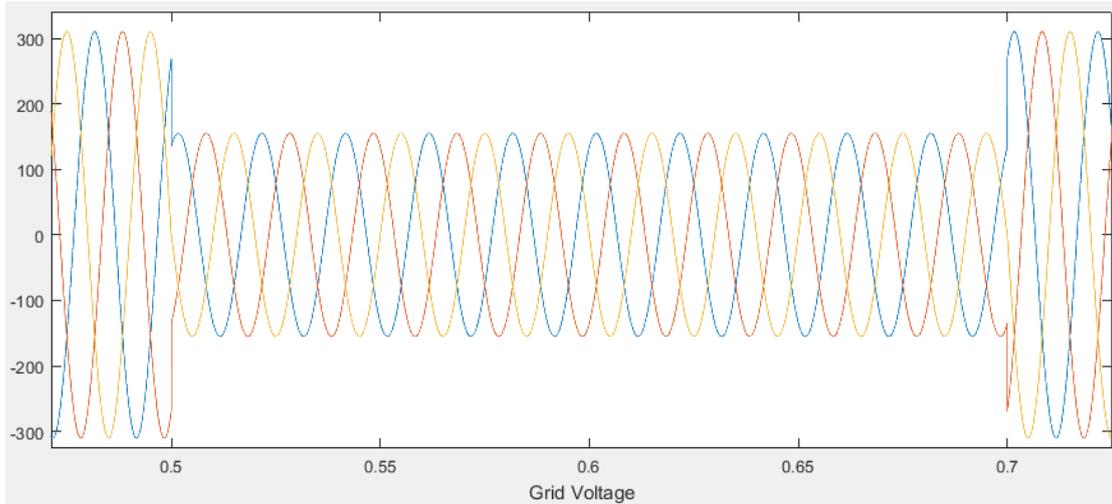


经 FFT 分析得 0.5s 到 0.7s 之间的负载电压总谐波畸变率为 0.80%;

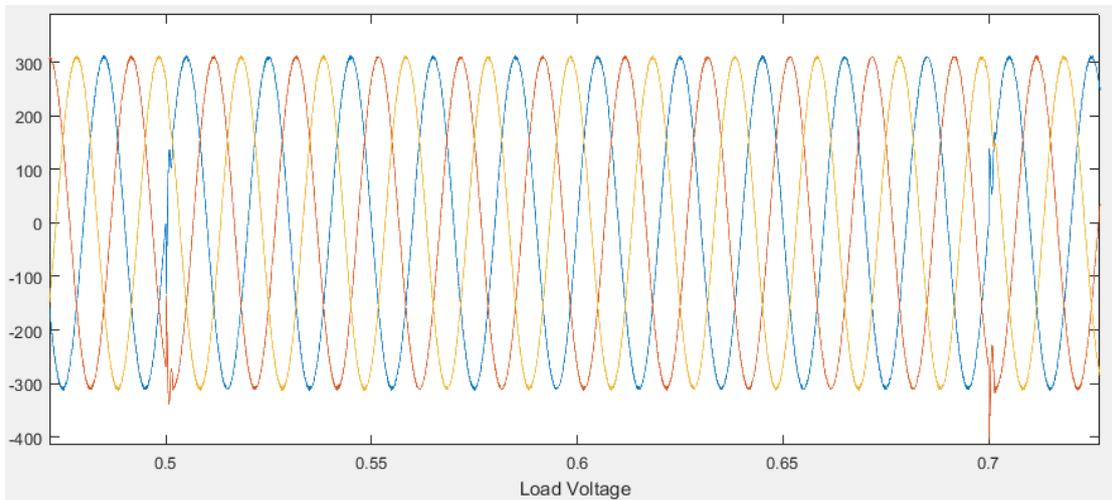
改变电源电压相位，如下图所示：

Parameters	Load Flow
Positive-sequence:	[Amplitude(Vrms Ph-Ph) Phase(deg.) Freq. (Hz)] [380 60 50]
Time variation of:	Amplitude
Type of variation:	Table of time-amplitude pairs

则电源电压波形为



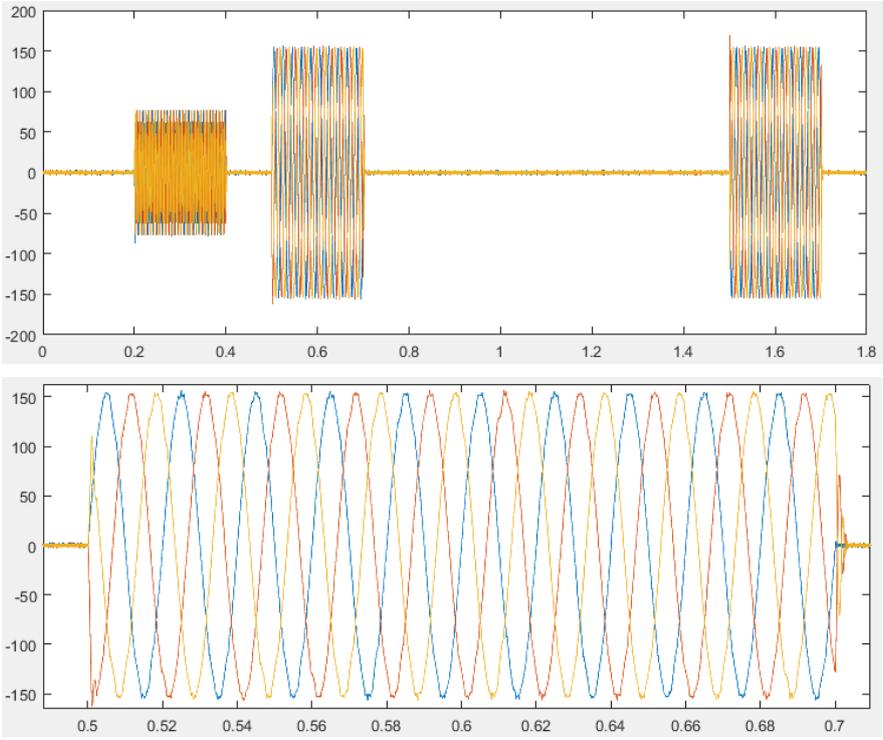
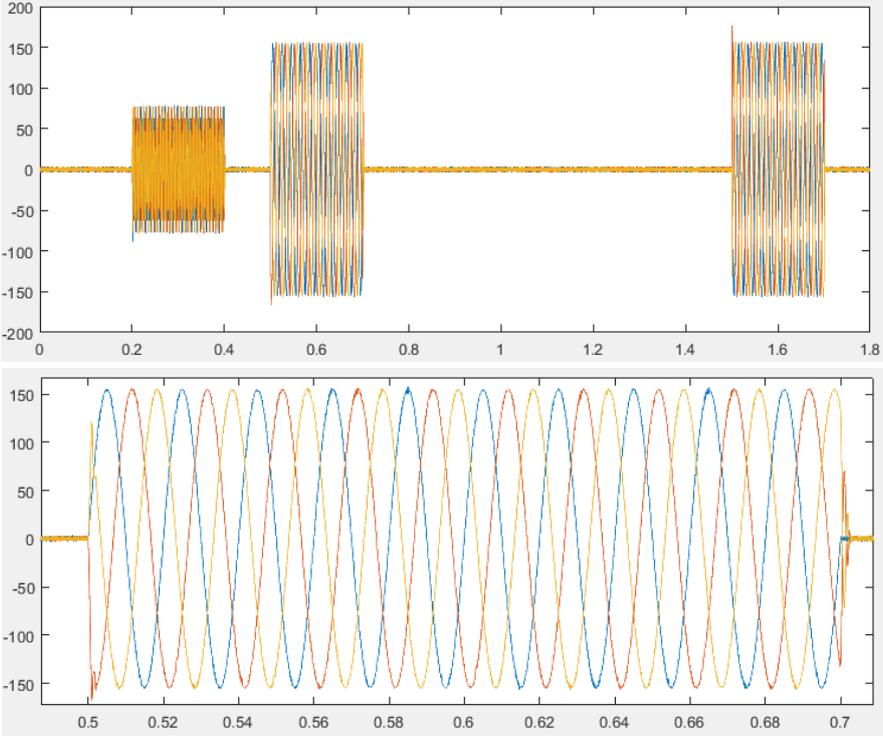
负载电压波形为

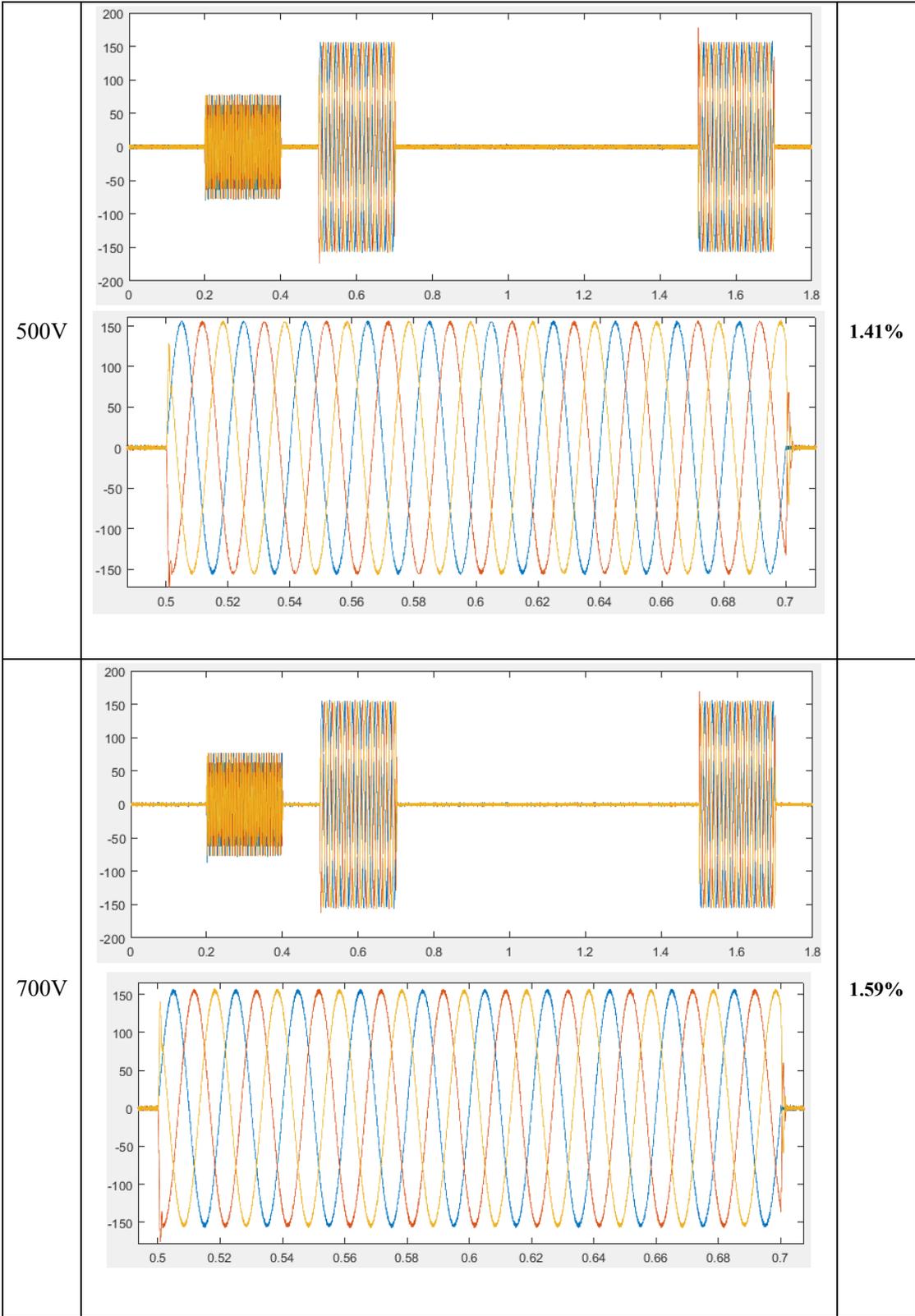


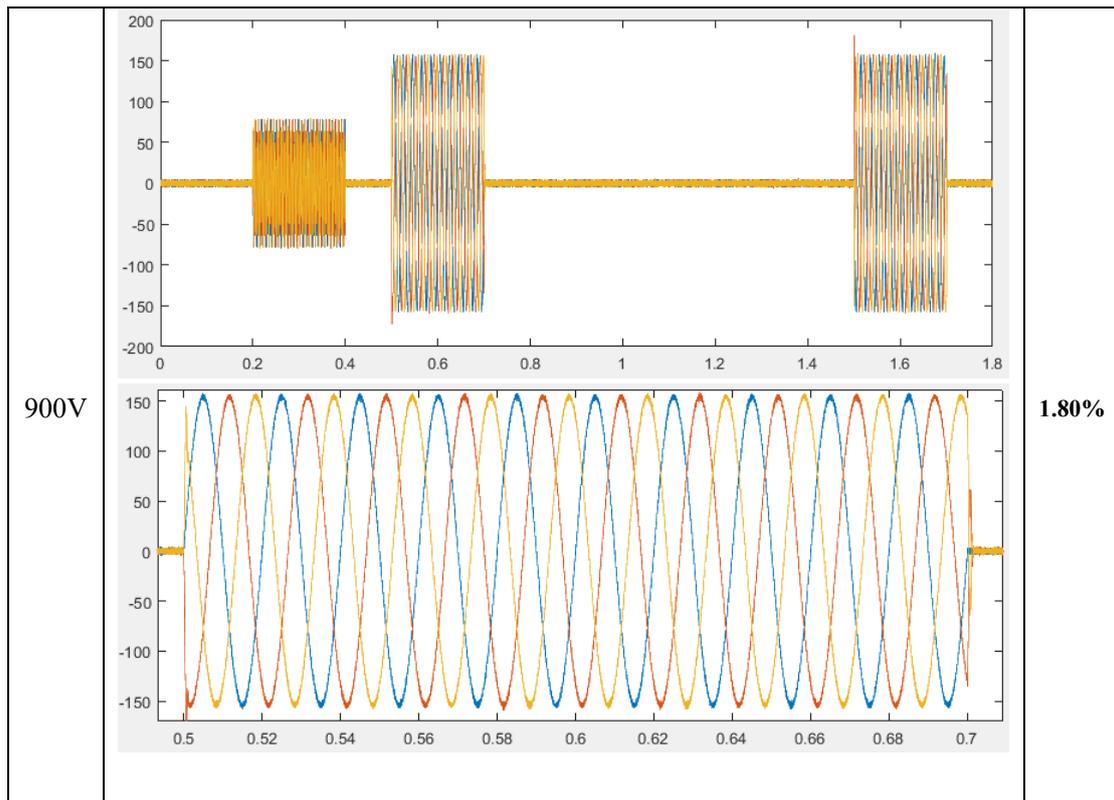
经 FFT 分析得 0.5s 到 0.7s 之间的负载电压总谐波畸变率为 2.47%

- c. 改变动态电压恢复器中 DC 电压的幅度(如图 4, 调整范围: 300V~1000V), 至少选择五组电压数据(例如: 300V、400V、500V、700V、900V), 记录不同直流电压的情况下, DVR 交流侧注入电压的运行特性, 计算分析注入电压的 THD。

从 0.5s 开始, 截取电压凹陷期间的注入电压波形(0.5s-0.7s)进行 FFT 分析, 得到注入电压的 THD。

直流 侧电 压值	注入电压波形	注入 电压 THD
300V	 <p>The top plot shows the injected voltage waveform over a time interval from 0 to 1.8 seconds. The y-axis ranges from -200 to 200. The waveform consists of three pulses: a first pulse from 0.2 to 0.4s with an amplitude of approximately 75V, a second pulse from 0.5 to 0.7s with an amplitude of approximately 150V, and a third pulse from 1.5 to 1.7s with an amplitude of approximately 150V. The bottom plot is a zoomed-in view of the pulse details from 0.5 to 0.7 seconds, showing three overlapping sinusoidal waveforms in blue, orange, and red, with a peak amplitude of approximately 150V.</p>	1.91%
400V	 <p>The top plot shows the injected voltage waveform over a time interval from 0 to 1.8 seconds. The y-axis ranges from -200 to 200. The waveform consists of three pulses: a first pulse from 0.2 to 0.4s with an amplitude of approximately 75V, a second pulse from 0.5 to 0.7s with an amplitude of approximately 150V, and a third pulse from 1.5 to 1.7s with an amplitude of approximately 150V. The bottom plot is a zoomed-in view of the pulse details from 0.5 to 0.7 seconds, showing three overlapping sinusoidal waveforms in blue, orange, and red, with a peak amplitude of approximately 150V.</p>	1.18%





- d. 改变 DC control 中滞环比较器的运行参数（滞环比较器见如图 5 所示，参数更改主要针对前两项），至少选择三组参数（例如：1、-1；1.5、-1.5；0.8、-0.8），记录不同控制参数的情况下，DVR 交流侧注入电压的运行特性，计算分析注入电压的 THD。

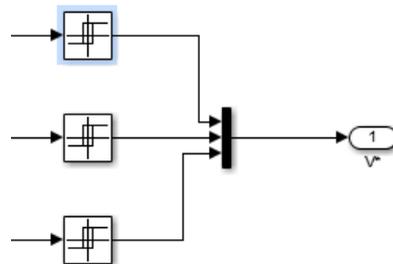


图 5

Relay	
Output the specified 'on' or 'off' value by comparing the input to the specified thresholds. The on/off state of the relay is not affected by input between the upper and lower limits.	
Main	Signal Attributes
Switch on point:	1
Switch off point:	-1
Output when on:	1
Output when off:	0
Input processing:	Inherited
<input checked="" type="checkbox"/> Enable zero-crossing detection	
Sample time (-1 for inherited):	

图 6

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/657033146003006143>