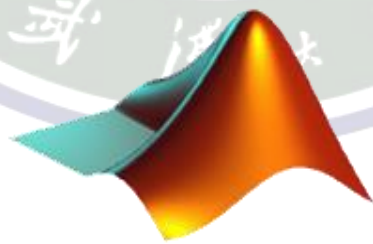


武汉大学

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 a MATLAB Solver Configuration dialog box. It is divided into two main sections: 'Simulation time' and 'Solver options'.

**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

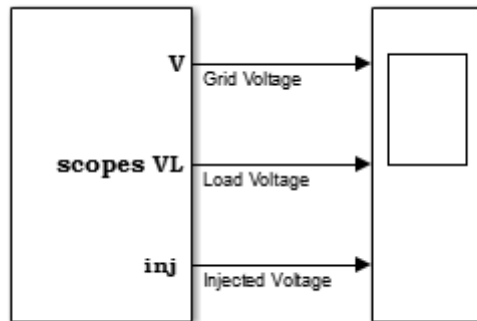
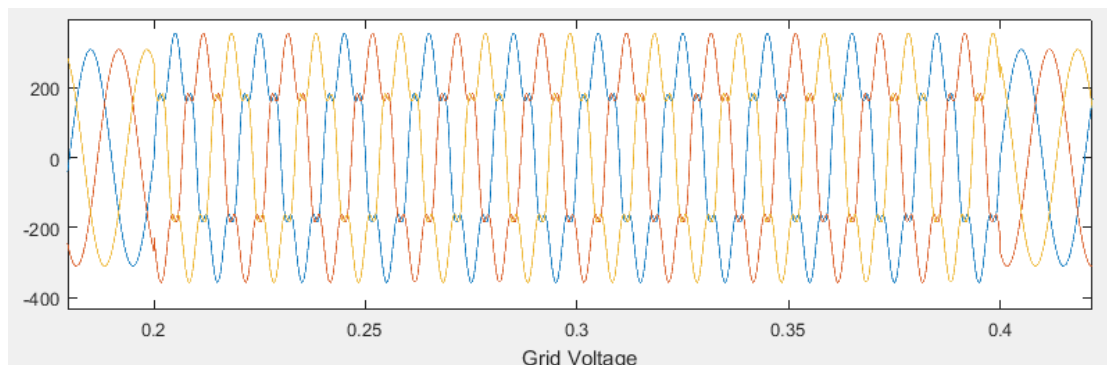
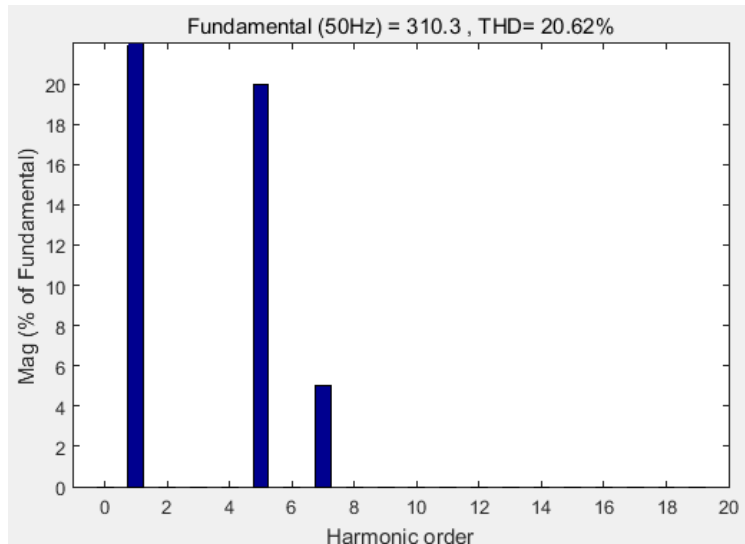


图 3

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：

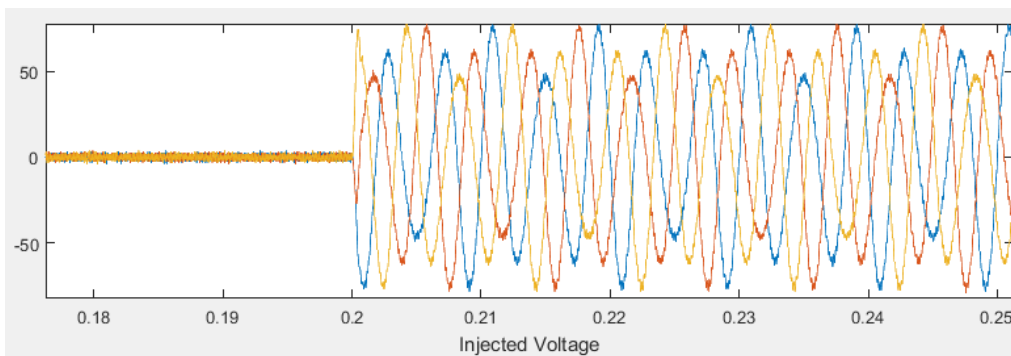


对 0.2s 以后电源电压波形的一个周期进行傅里叶分析可得：

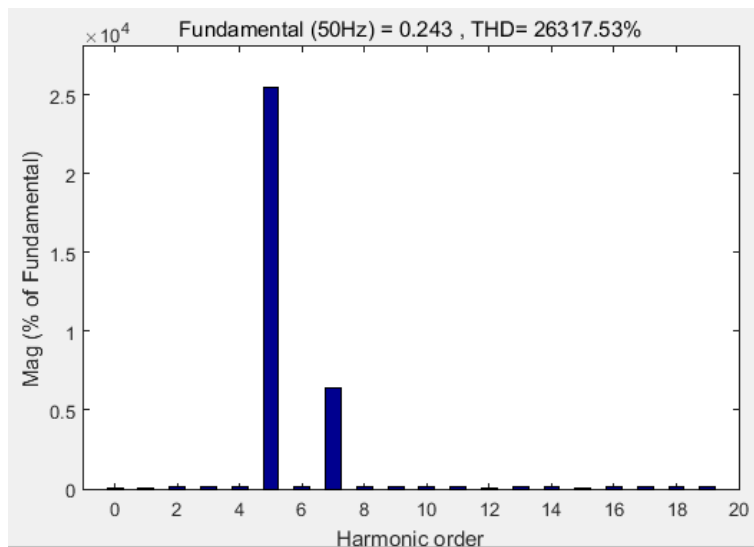


可见 0.2s 到 0.4s 内电源中除了含有基波成分外，还含有 5 次谐波和 7 次谐波，总谐波畸变率为 20.62%。

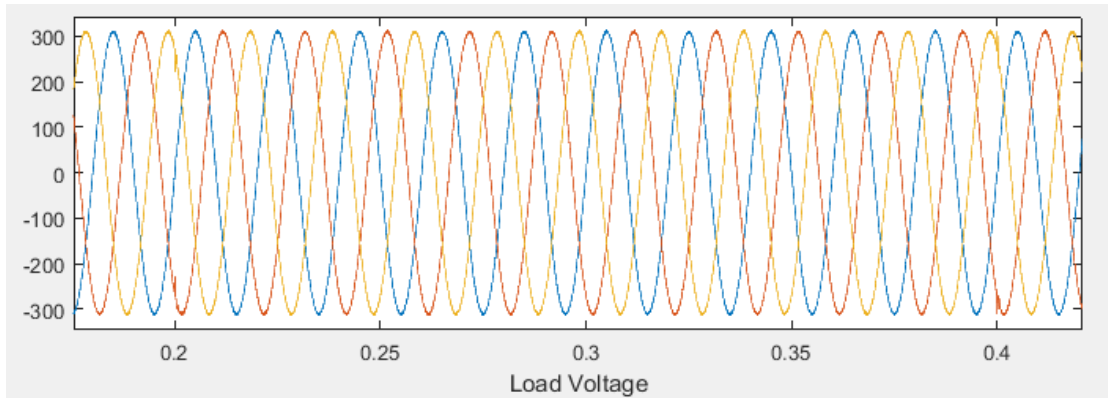
在 0.2s 附近时段内注入电压的波形为



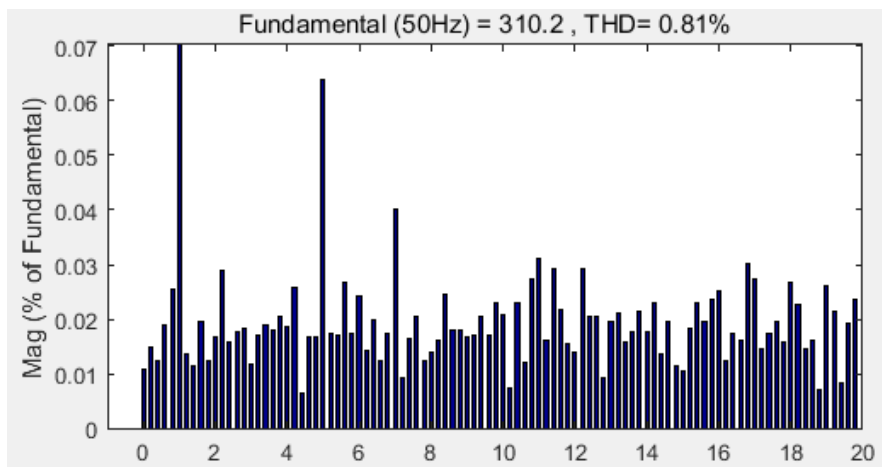
对 0.2s 以后注入电压波形的一个周期进行傅里叶分析可得：



此过程期间负载的电压波形为：

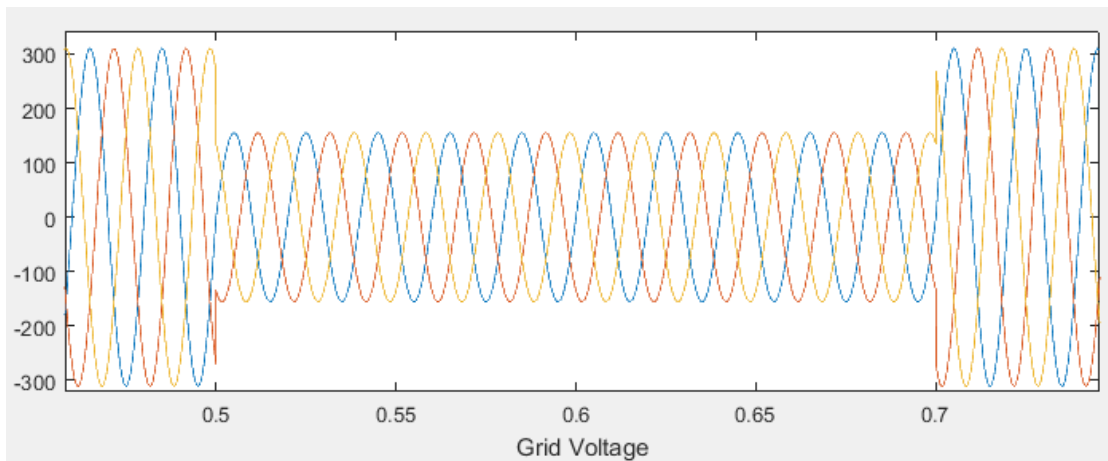


对 0.2s 以后负载电压波形的五个周期（0.2s-0.3s）进行傅里叶分析可得：

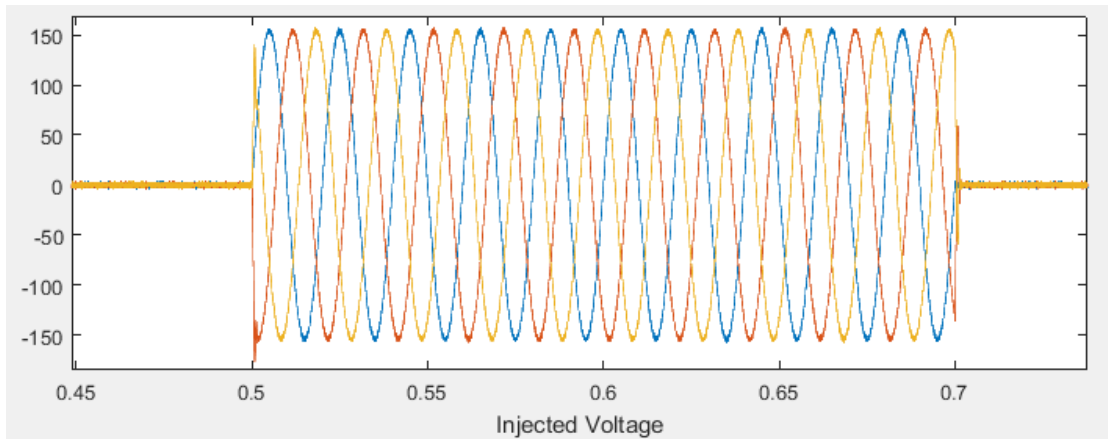


可知负载电压的总谐波畸变率为 0.81%。

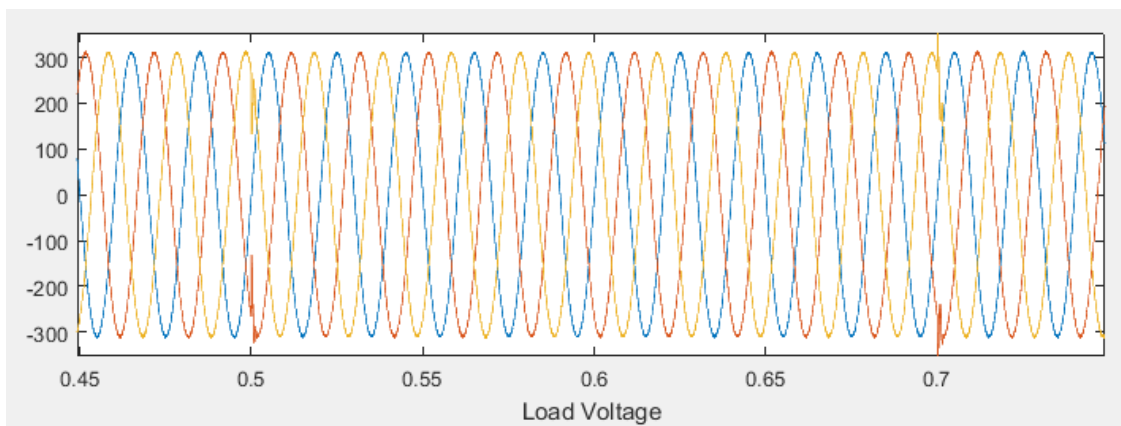
**0.5s 时，电源电压幅值减半，一直持续到 0.7s 结束，电源电压波形为**



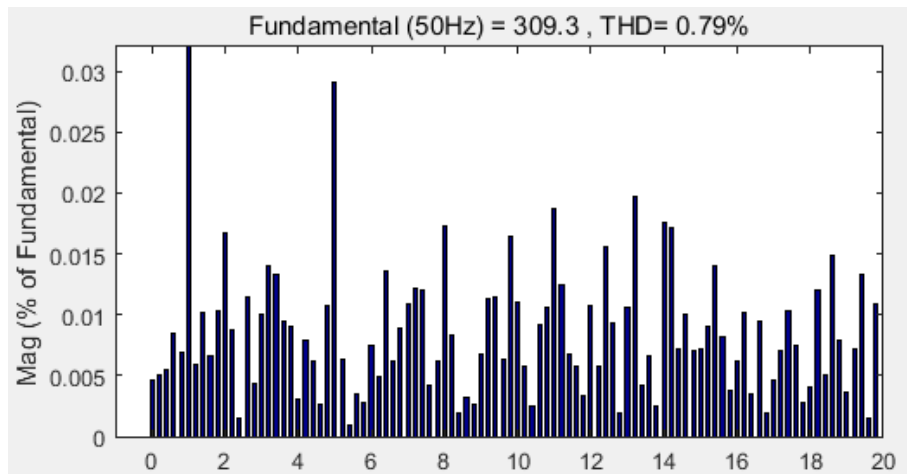
此过程中注入电压波形为



负载电压波形为

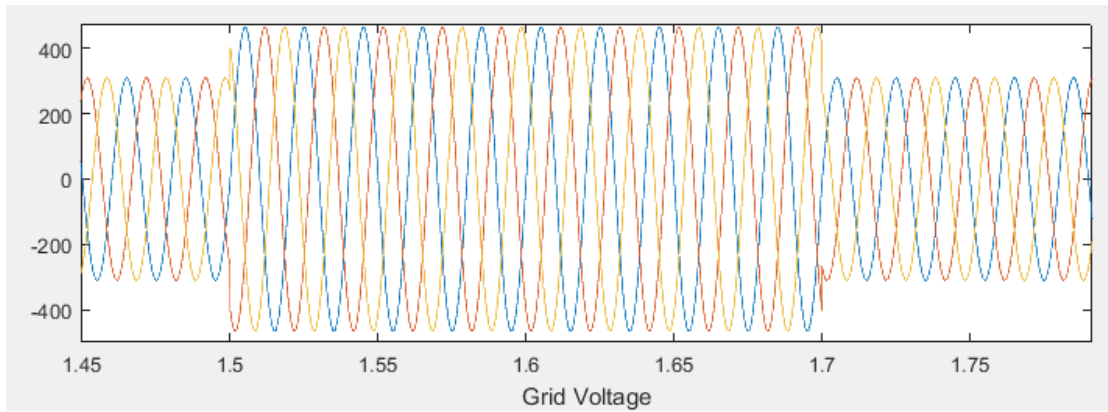


对 0.5s 以后负载电压波形的五个周期（0.5s-0.6s）进行傅里叶分析可得：

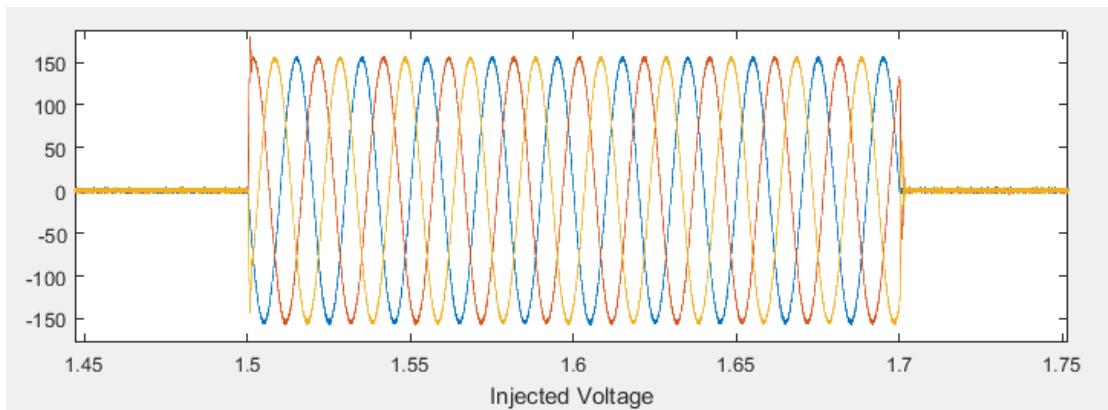


可知负载电压的总谐波畸变率为 0.79%。

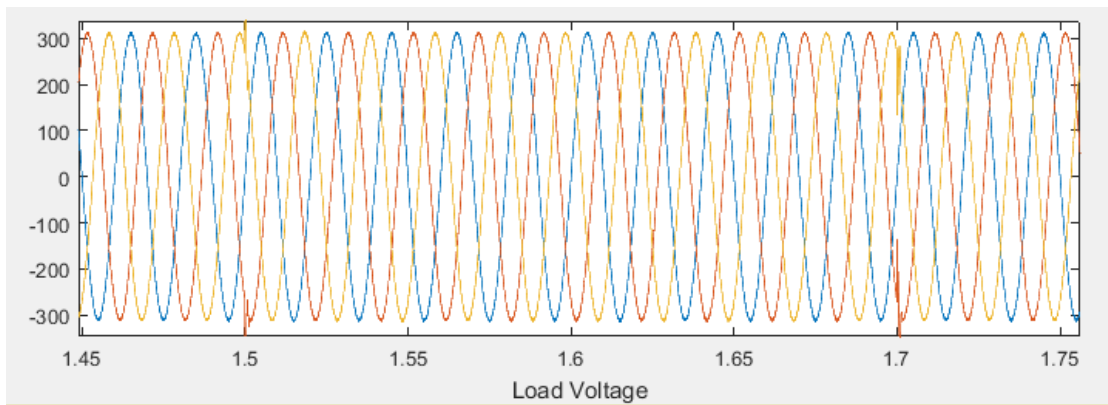
1.5s 时，电源电压幅值变为原来的 1.5 倍，一直持续到 1.7s 结束，电源电压波形为



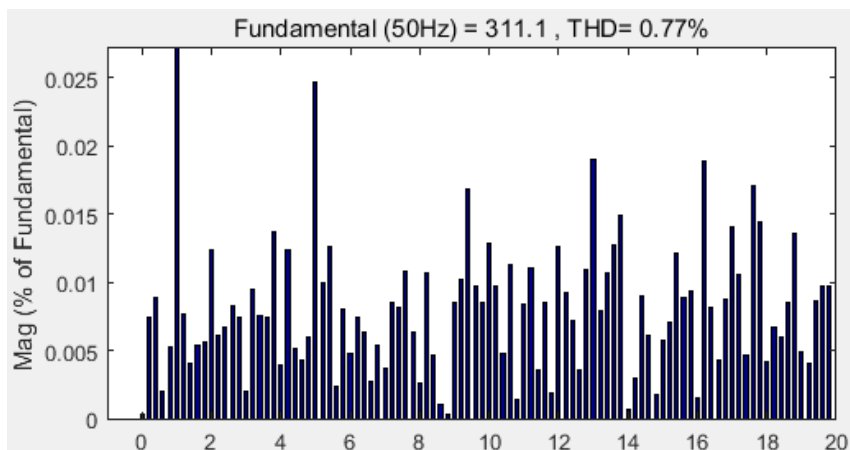
此过程中注入电压波形为



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。

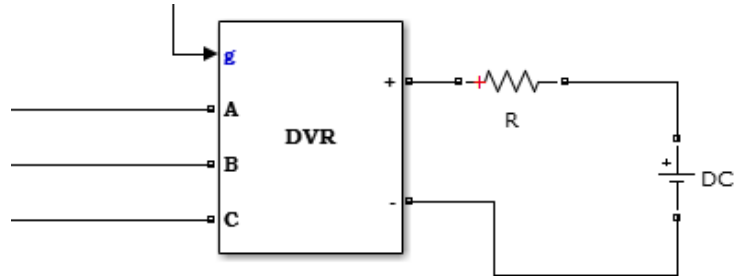
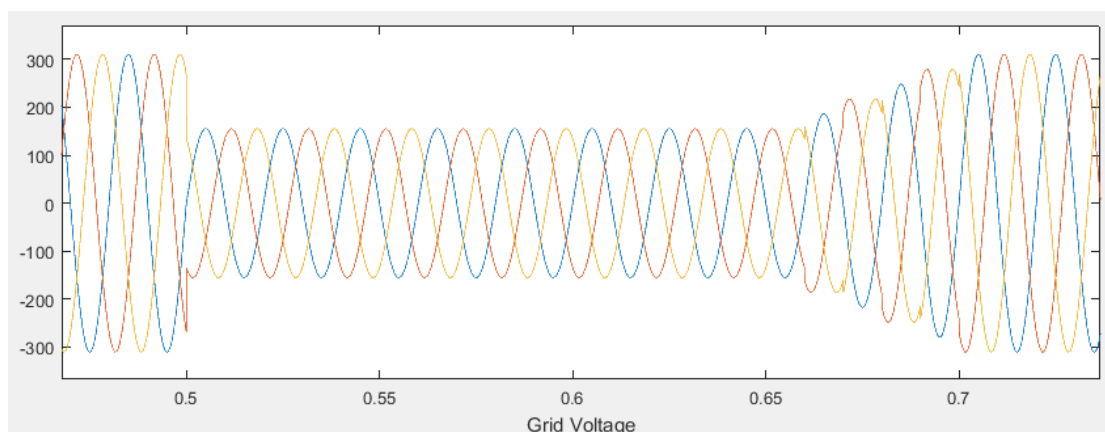


图 4

改变电压凹陷过程中电源电压的上升时间如下图所示:

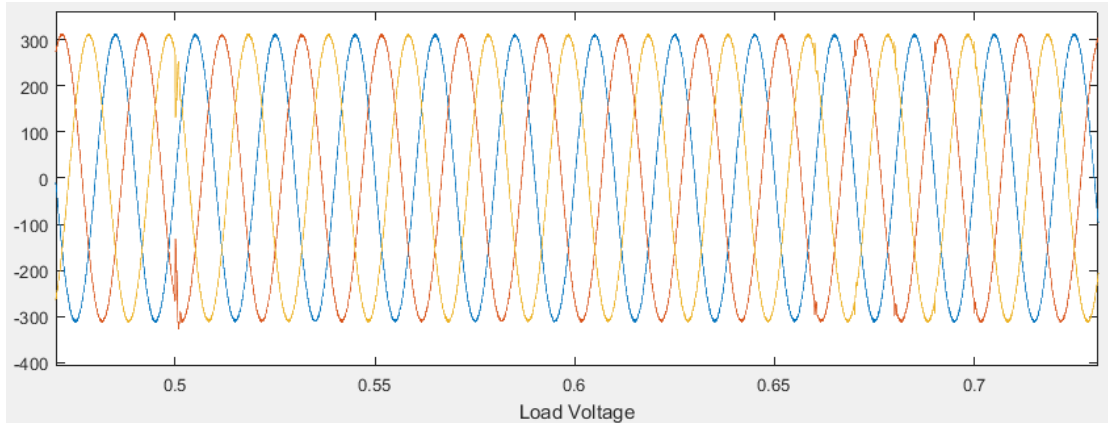
Parameters	Load Flow
Positive-sequence: [ Amplitude(Vrms Ph-Ph) Phase(deg.) Freq. (Hz) ]	[380 0 50]
Time variation of:	Amplitude
Type of variation:	Table of time-amplitude pairs
<input type="checkbox"/> Variation on phase A only	
Amplitude values (pu):	[1 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1 1.5 1]
Time values:	[0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



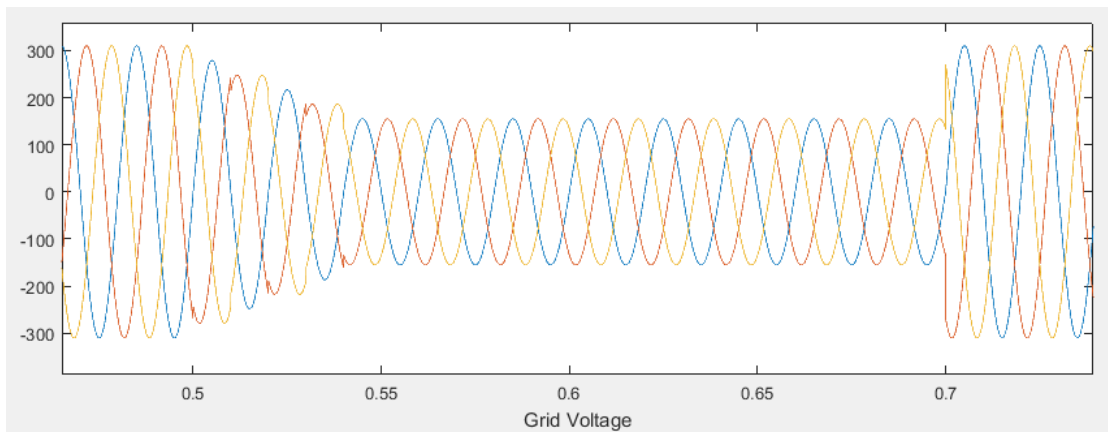


经 FFT 分析得 0.5s 到 0.7s 之间的负载电压总谐波畸变率为 0.78%;

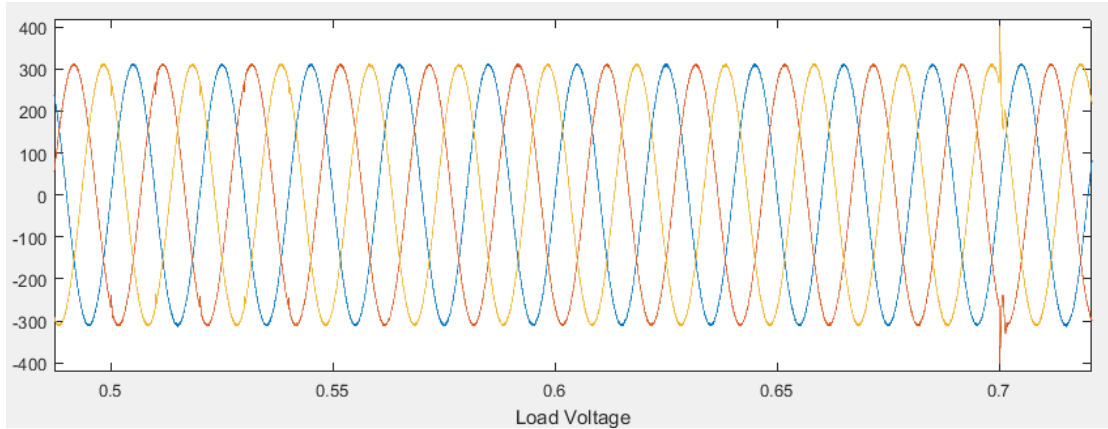
改变电压凹陷过程中电源电压的下跌时间如下图所示:

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

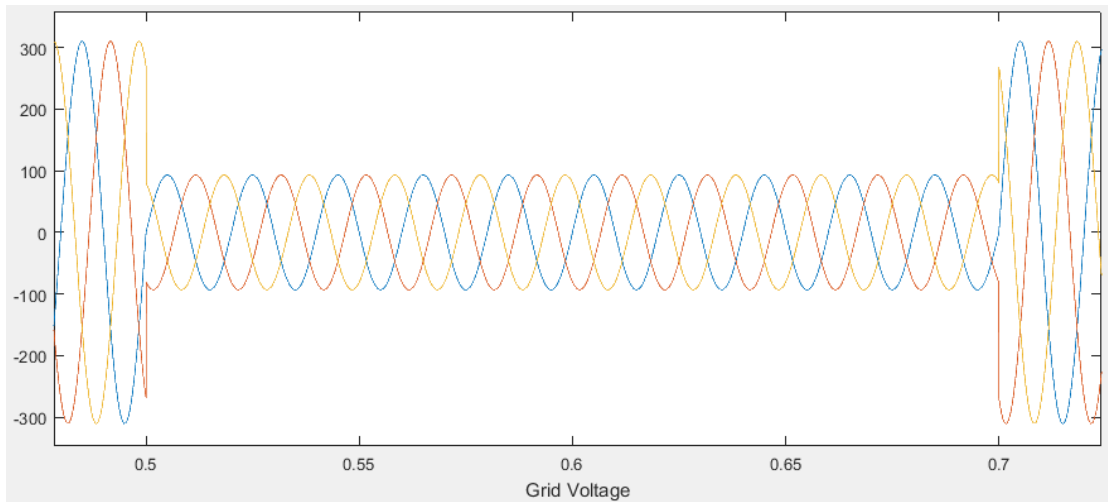
Type of variation: Table of time-amplitude pairs

Variation on phase A only

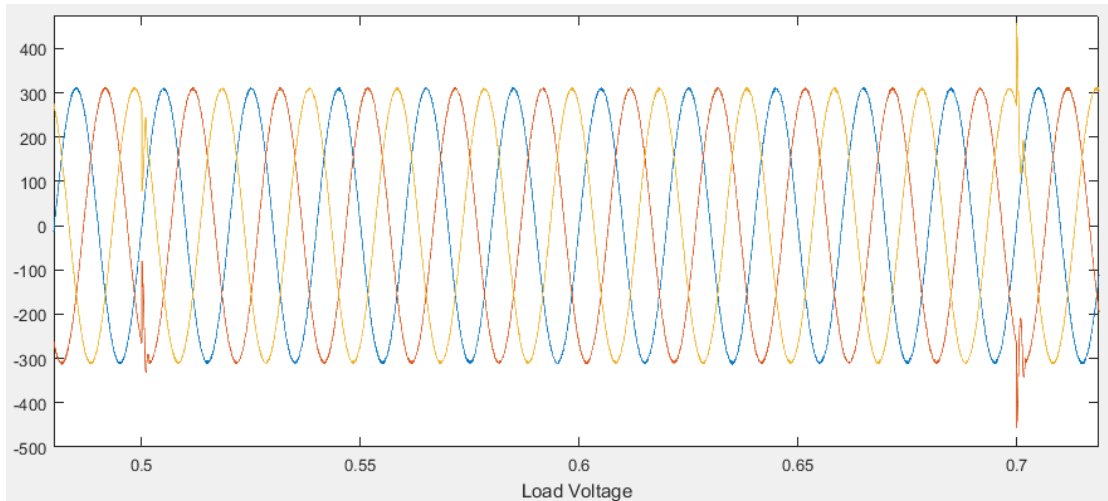
Amplitude values (pu): [1 0.3 1 1.5 1]

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 ]

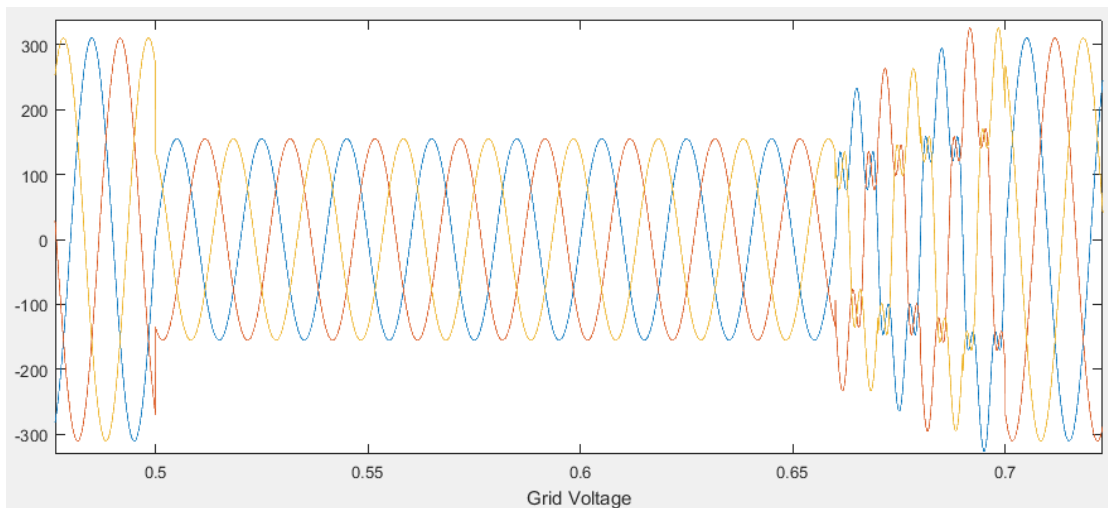
Fundamental and/or Harmonic generation:

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 ]

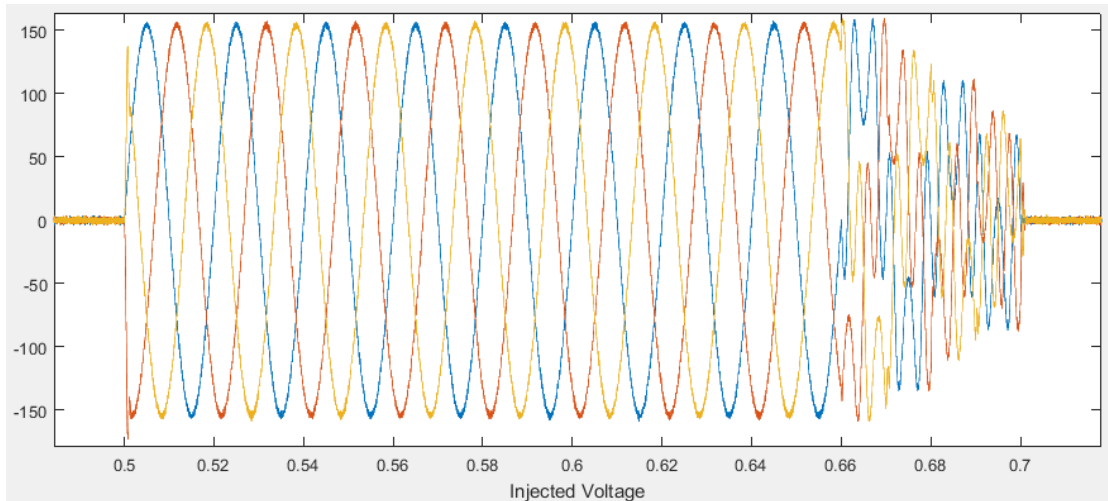
Timing (s) : [ Start End ] [ 0.66 0.7 ]

则电源电压波形为



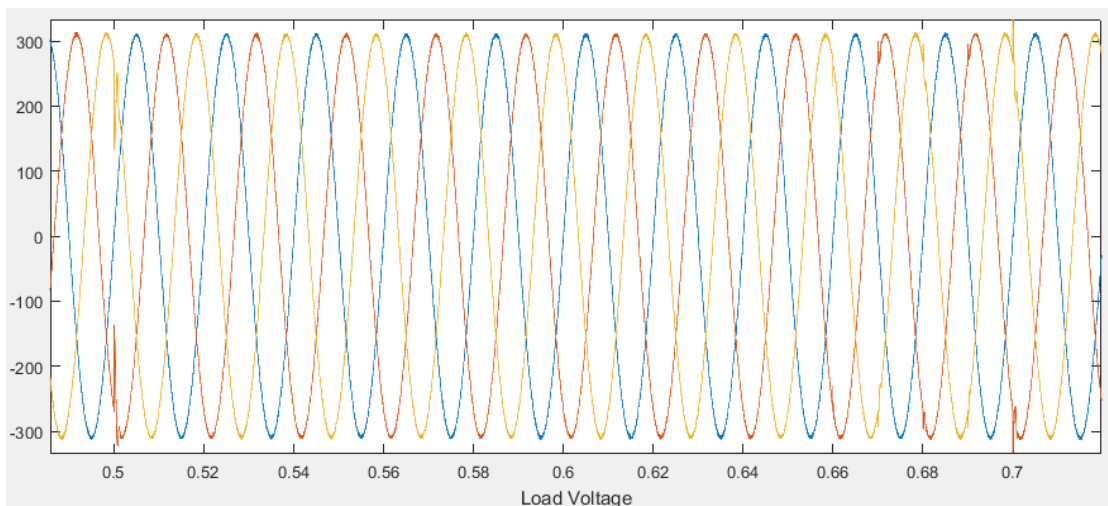
经 FFT 分析得 0.5s 到 0.7s 之间的电源电压总谐波畸变率为 20.18%;

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

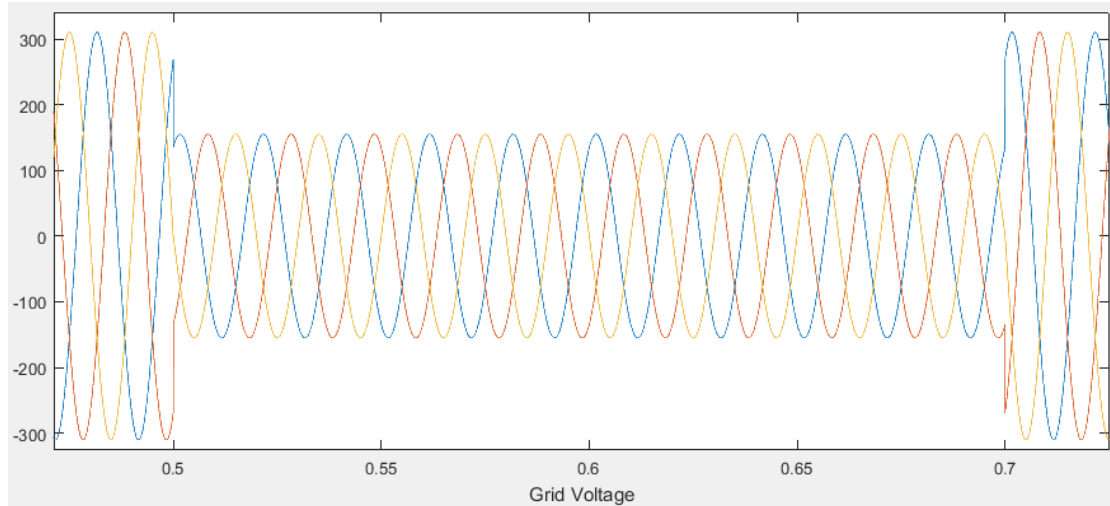


经 FFT 分析得 0.5s 到 0.7s 之间的负载电压总谐波畸变率为 0.80%;

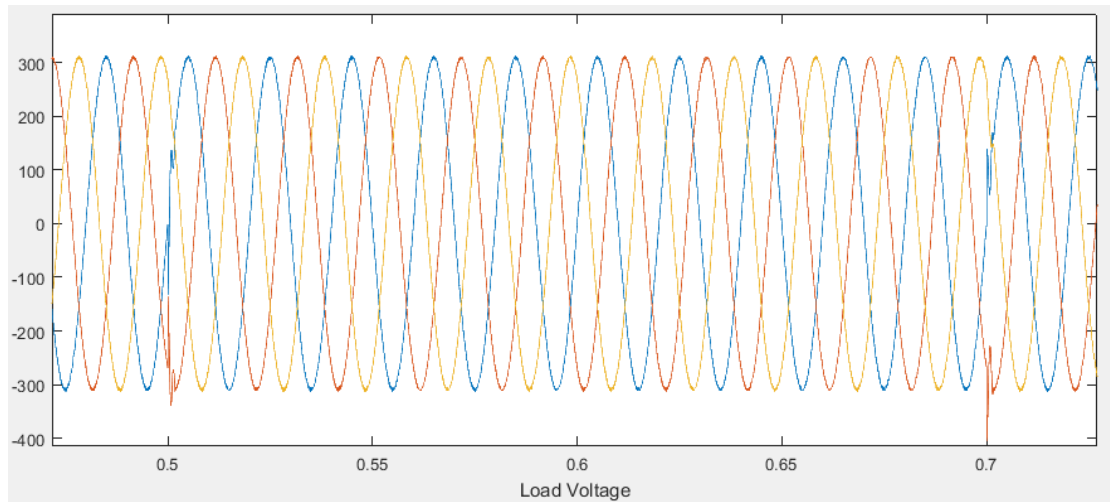
改变电源电压相位，如下图所示：

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



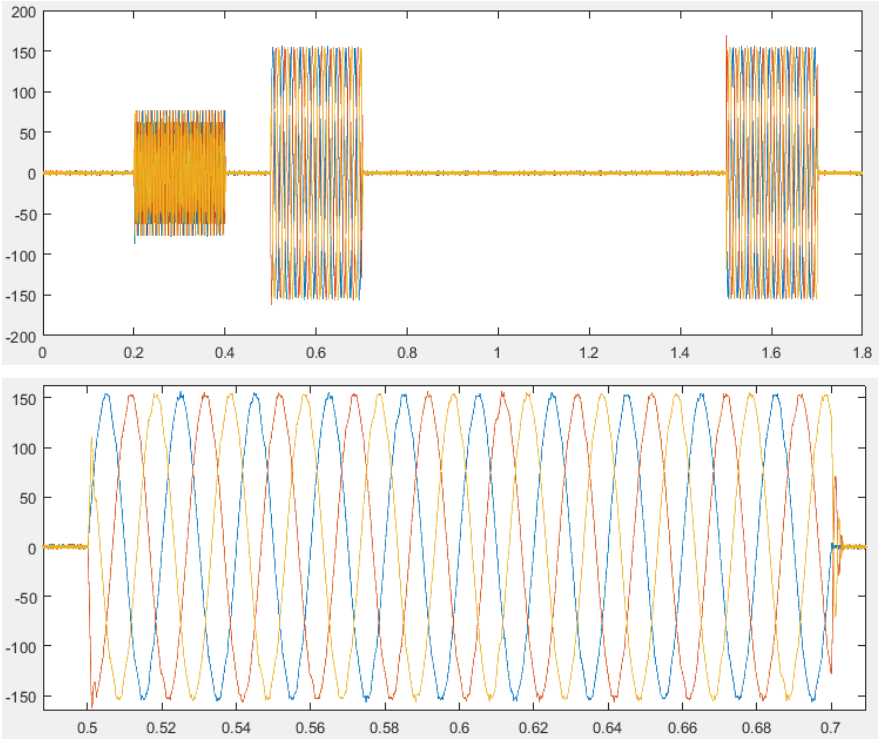
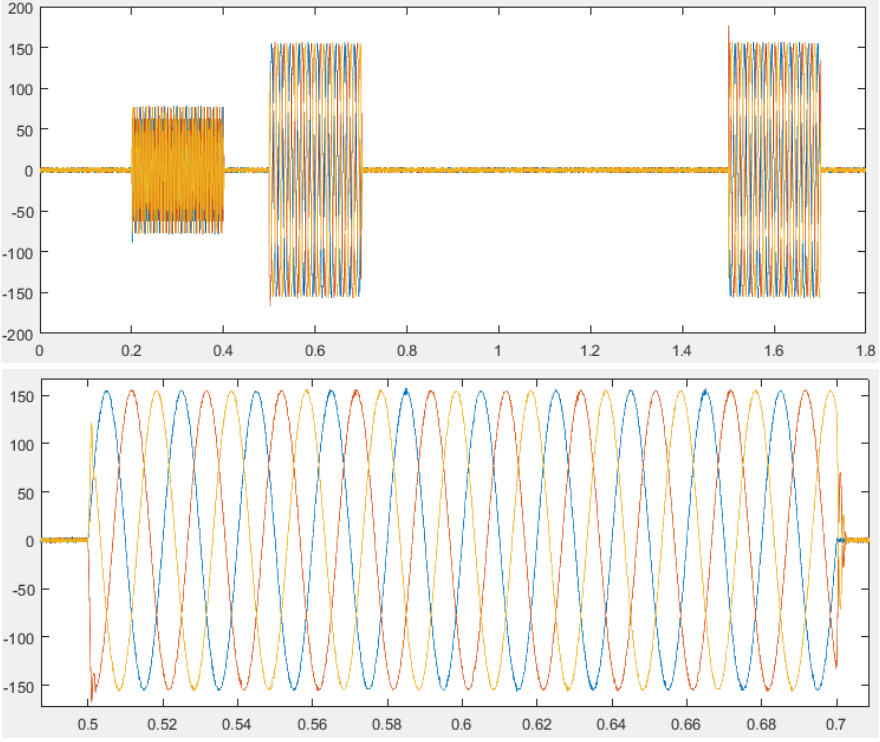
负载电压波形为

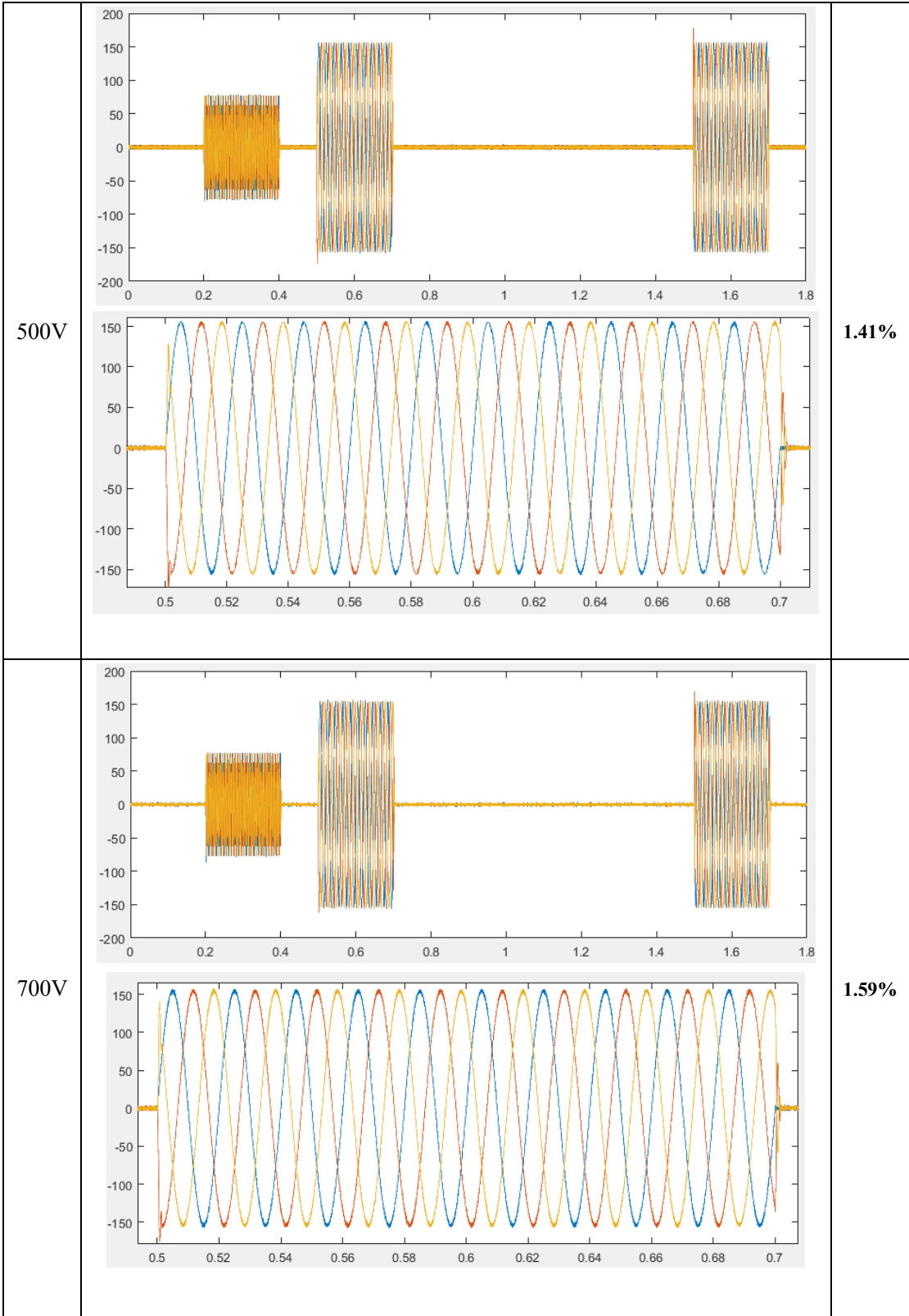


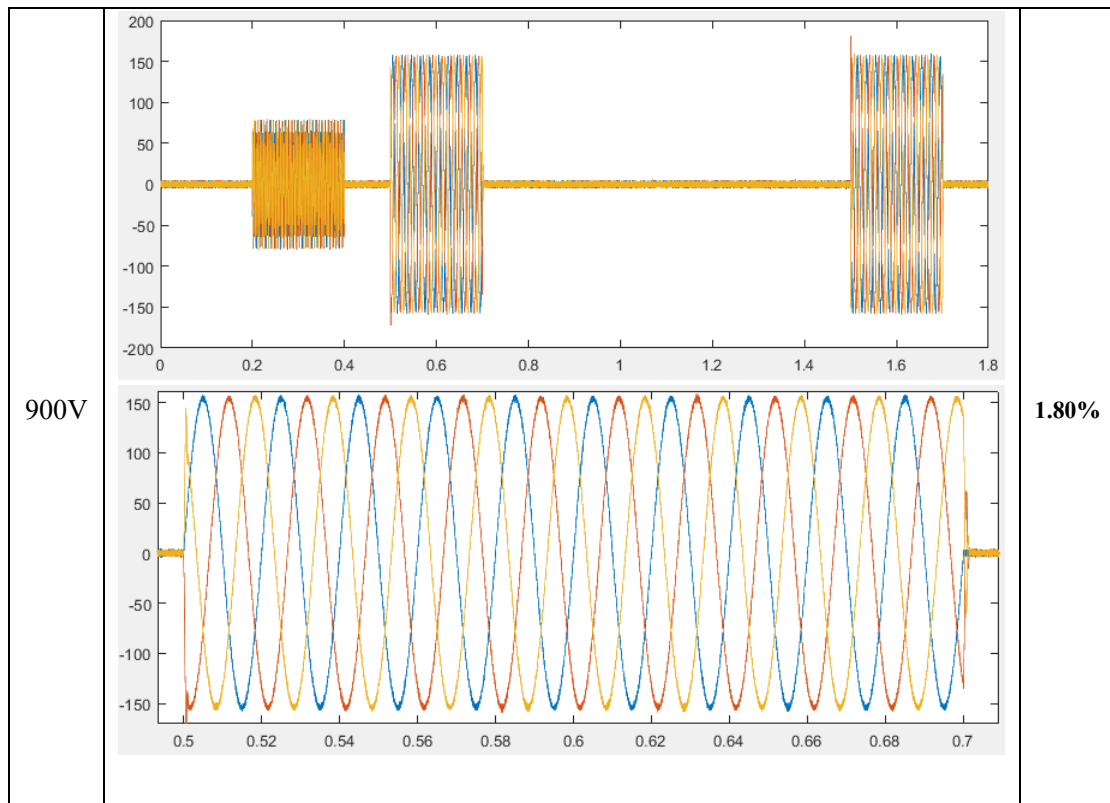
经 FFT 分析得 0.5s 到 0.7s 之间的负载电压总谐波畸变率为 2.47%

- 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		1.91%
400V		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。

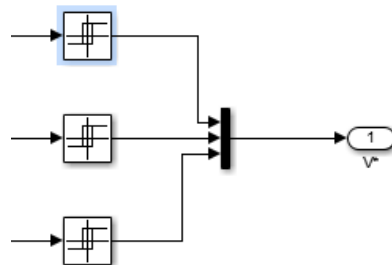


图 5

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>