

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНВЕРТОРА НАПРЯЖЕНИЯ С ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

Должиков М.С.

ГОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет», г. Саратов

E-mail: [yugol@sstu.ru](mailto:yugol@sstu.ru)

**Аннотация.** Проводится моделирование автономного инвертора с ШИМ. Проводится анализ выходного напряжения с дополнением схемы автономного инвертора LC-фильтром.

**Ключевые слова:** автономный инвертор напряжения, ШИМ, широтно-импульсная модуляция, LC-фильтр, коэффициент нелинейного искажения, моделирование.

## Постановка задачи

В настоящее время с мощным развитием области силовой электроники возникла проблема качественного управления преобразовательными комплексами. В основе большого количества электрических схем заложен механизм преобразования напряжения, в связи с этим, появился и ряд сложностей в управлении выходным напряжением. Двигатели постоянного тока заменяются асинхронными машинами с ШИМ инверторами.

С ШИМ связаны современные методики получения более гибких и быстродейственных систем управления.

Автономный инвертор напряжения в системе регулирования является нелинейным звеном с дискретно изменяющимися параметрами. Эта нелинейность в том, что запаздывание выходного напряжения в переходном процессе относительно входного сигнала зависит от момента изменения входного сигнала относительно пилообразного несущего напряжения и от величины изменения входного сигнала. В связи с этим при исследовании динамики инвертора возможно произвести построение функциональной модели.

## Метод решения

На рис.1 представлена модель автономного инвертора напряжения.

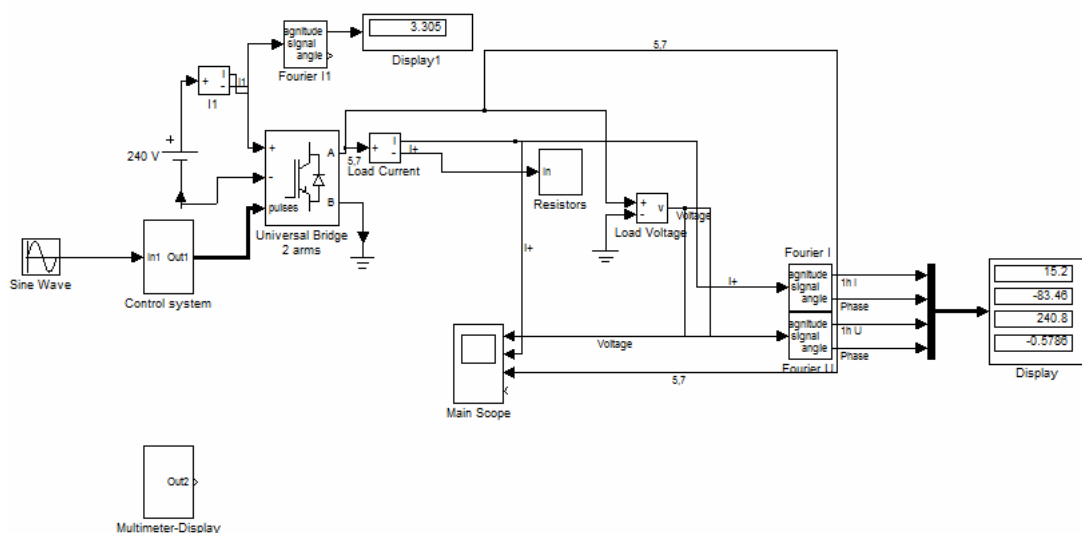


Рис. 1. Автономный инвертор напряжения.

Схема реализована в среде Matlab6 с использованием библиотеки Simulink/Power System. В основе схемы лежит универсальный мост с IGBT ключом.

Для оценки качества выходного напряжения используется значение коэффициента нелинейного искажения.

$$K_p = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^n U_i^2}}{U_1}$$
 , где  $U_i$  - действующее значение напряжения соответствующей гармоники сигнала

Проведя исследование модели с использованием в спектре нечетные гармоник до 40 можно заметить, что существенное искажение возникает при включении в спектр 5й и 7й гармоник.

На рис.2. показано изменение коэффициента искажения.

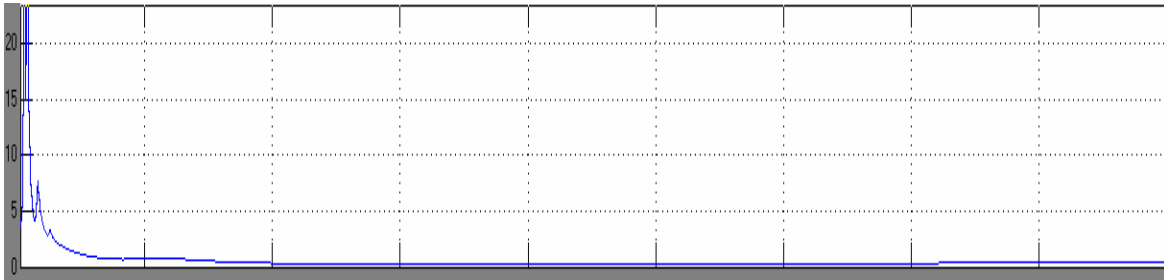


Рис.2. Значения коэффициента нелинейного искажения.

Аномальность начальных значений функции коэффициента характеризуется моментом стабилизации системы, что существенно не влияет на общую оценку.

Моделирование показывает, что коэффициент нелинейных искажений меняется в пределах 0.33-0.37. Очевидно, что на нелинейность сигнала влияет наличие в спектре 5й и 7й гармоник. Для исключения следующих гармоник в систему необходимо включить фильтр в выходном звене. Соответственно целесообразно применить LC фильтр для снижения несинусоидальности кривой выходного напряжения.

Полезная модель использования LC-фильтра со спектром выходного напряжения показана на рис. 3.

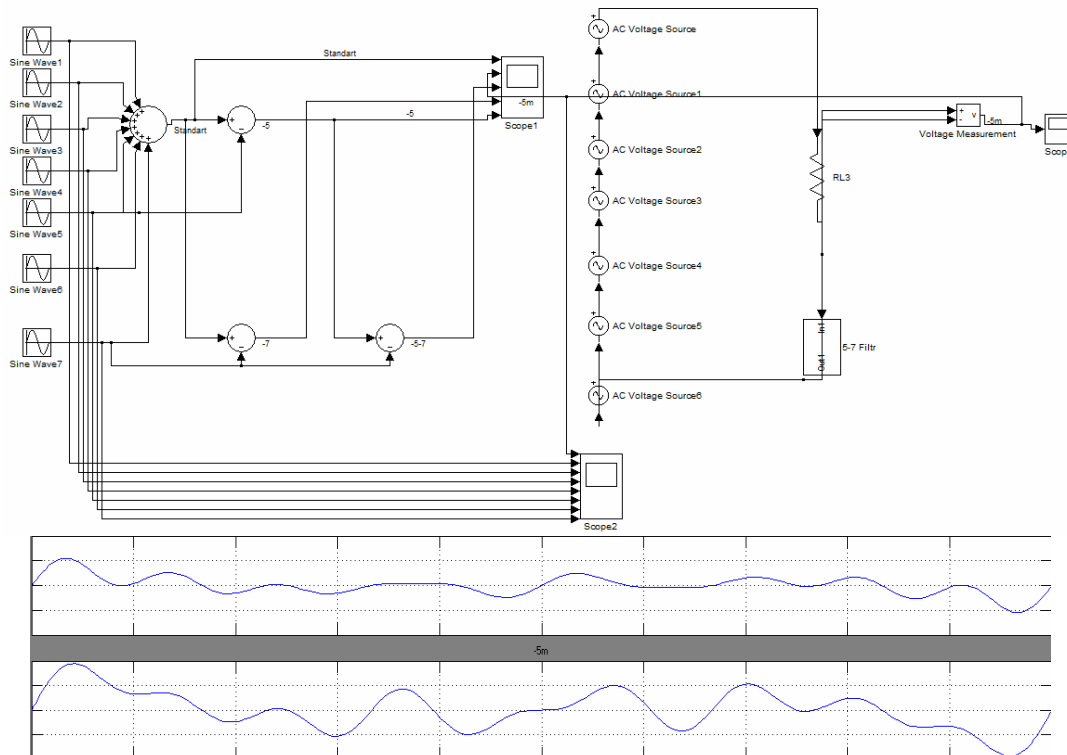


Рис. 3. Модель исследования LC-фильтра(1-я кривая полный спектр, 2-я кривая – спектр с исключенными 5й и 7й гармониками с помощью LC-фильтра).

На рис. 4. представлена модель с применением LC фильтра.

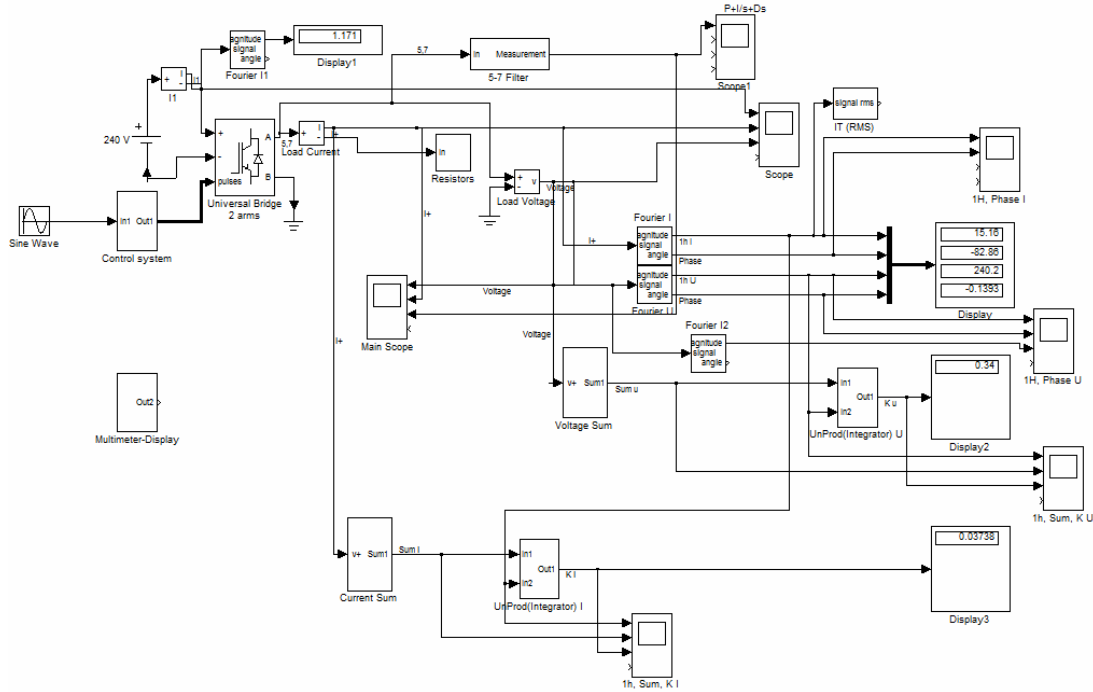


Рис.4. Модель автономного инвертора с ШИМ и LC-фильтром в выходном звене.

Повторное моделирование системы показывает целесообразность использования LC-фильтра. Заметное уменьшение значения коэффициента несинусоидального искажения очевидно и объясняет изменение кривой выходного напряжения. Исключение 5й и 7й гармоник из спектра повлияло на сглаженность кривой напряжения, что видно на рис.5.

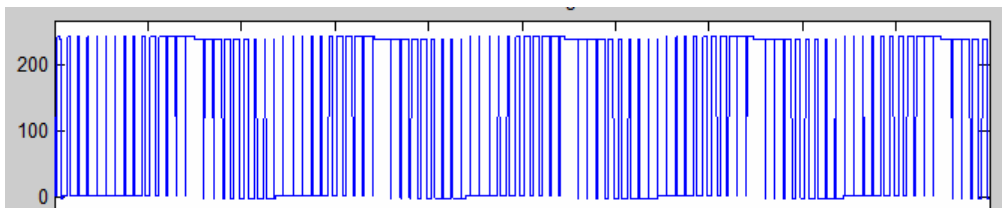


Рис.5. Спектр выходного напряжения АИН.

### Анализ результатов

1. В среде MATLAB/SIMULINK разработана модель автономного инвертора напряжения с ШИМ.
2. Показано, что использование LC-фильтра в выходном звене АИН положительно влияет на качество выходного напряжения.
3. В среде MATLAB/SIMULINK разработана модель автономного инвертора напряжения с ШИМ с использованием LC-фильтра в выходном звене.
4. Проведены численные эксперименты на разработанной модели для определения качества выходного напряжения с использованием значений коэффициента нелинейных искажений.

### Литература:

1. Зиновьев Г. С. Основы силовой электроники: Учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1999. Ч.1. – 199 с
2. Ханзел Г. Е. Справочник по расчету фильтров. США, Пер. с англ., под ред. А. Е. Знаменского. М., «Сов., радио», 1974.
3. Герман-Галкин С.Г. Лабораторные работы на ПК. Силовая электроника. Изд-во КОРОНА Принт [СПб.], 2007. 256с.