

Б. Р. Хусаинов, В. В. Сагадеев

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЕКТОРНОЙ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕХФАЗНЫМ ИНВЕРТОРОМ

Ключевые слова: трехфазный инвертор, векторная широтно-импульсная модуляция, преобразование Кларка.

Разработан алгоритм управления трехфазным инвертором на основе векторной широтно-импульсной модуляции. Программная реализация алгоритма выполнена в интегрированной среде Matlab/Simulink.

Keywords: three-phase inverter, space vector pulse-width modulation, Clarke transformation.

Space vector pulse-width modulation algorithm for three-phase inverter control was designed. Software implementation of the algorithm was performed in Matlab/Simulink integrated environment.

Трехфазные инверторы широко используются в различных областях современной промышленности. Наиболее популярным применением трехфазных преобразователей являются питание асинхронных машин и интеграция возобновляемых источников энергии [1]. Последние достижения в области микроэлектроники, в частности улучшение характеристик микроконтроллеров и транзисторов, сделали возможным применение векторного контроля для управления трехфазными инверторами. Это позволяет увеличить выходное напряжение инвертора на 13.5%, а так же повышает надежность работы системы. Целью данной работы является разработка алгоритма управления трехфазным инвертором методом векторной широтно-импульсной модуляции (ШИМ).

ШИМ-инвертор, вне зависимости от конкретного типа модуляции, основан на использовании трехфазного моста, питаемого источником постоянного напряжения. Алгоритм ШИМ генерирует шесть сигналов управления транзисторами трехфазного моста с учетом опорного сигнала. В отличие от остальных методов ШИМ алгоритм векторной ШИМ рассматривает инвертор как единый блок, который имеет 8 дискретных состояний, 6 из которых - ненулевые. Переключаясь между этими состояниями, инвертор генерирует ток необходимой амплитуды. Работа алгоритма векторной ШИМ включает в себя следующие этапы [2]:

1. Выполнение преобразования Кларка.
2. Определение параметров пространственного вектора.
3. Расчет номера сектора (1-6).
4. Расчет времени активации каждого вектора.
5. Расчет времени включения транзисторов.
6. Генерация сигнала ШИМ.

Преобразование Кларка позволяет представить три вектора тока $\vec{i}_a, \vec{i}_b$ и $\vec{i}_c$, имеющих постоянное смещение 120° , в виде одного пространственного вектора, включающего реальную и мнимую компоненты (i_d и i_q):

$$\begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -0.5 & -0.5 \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix} \quad (1)$$

После выполнения преобразования Кларка дальнейшие операции сводятся к работе с пространственным вектором [3]. Угол вектора определяет

номер сектора, к которому этот вектор принадлежит в данный момент времени. Каждый сектор составляет 60° , соответственно на системе координат может быть выделено 6 секторов, разграниченных дискретными пространственными векторами. Следующим этапом является определение положения вектора внутри сектора с целью расчета времени активации двух смежных дискретных векторов. Время активации зависит не только от направления вектора, но и от его амплитуды. Таким образом, выходное напряжение инвертора может быть настроено путем внедрения нулевого состояния. На завершающем этапе происходит расчет времени включения транзисторов трехфазного моста и генерация сигнала ШИМ. Сигнал ШИМ генерируется путем сравнения модулируемого сигнала с сигналом несущей частоты. Частота сигнала несущей частоты определяет качество тока, производимого инвертором: высокая частота обеспечивает гладкий синусоидальный ток на выходе.

Описанный алгоритм был программно реализован и протестирован в среде Matlab/Simulink (рис. 1). Контроллер векторной ШИМ принимает

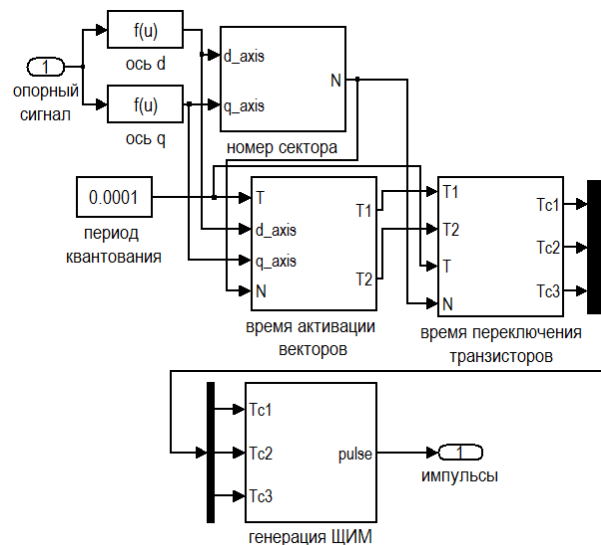


Рис. 1 - Разработанный алгоритм в среде Matlab/Simulink

опорный сигнал в качестве входного параметра, выполняет необходимые преобразования и генерирует

сигнал ШИМ, который управляет транзисторами трехфазного моста.

Таким образом, разработанный алгоритм позволяет повысить эффективность и надежность работы трехфазных инверторов различного назначения, включая инверторы питания электромашин и инверторы интеграции возобновляемых источников энергии.

Литература

1. *Гарипов М.Г.* Ветроэнергетика // Вестник Казан. Технол. Ун-та. – 2013. Т. 16 №2 – С. 64-66.
2. *Rathnakumar D., Lakshmanaperumal J., Srinivasan T.* A new software implementation of space vector PWM // SoutheastCon. 2005.- 131-136 pages.
3. *Ганиев Р.Н.* Электропривод экструдера на основе системы векторного управления асинхронным двигателем // Вестник Казан. Технол. Ун-та. – 2013. №12 – С. 263-266.

© **Б. Р. Хусаннов** – студ. Ньюкаслского ун-та, bulat_khusainov@mail.ru; **В. В. Сагадеев** - канд. техн. наук, доц. каф. инженерной компьютерной графики и автоматизированного проектирования КНИТУ.

