

УДК 629.3

УСТРОЙСТВО ФОРМИРОВАНИЯ СИНУСОИДАЛЬНЫХ ФАЗНЫХ ТОКОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ ТЯГОВОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Г.К. Кальянов, доцент, к.т.н., С.И. Клименко, студент, ХНАДУ

Аннотация. Рассмотрены различные методы управления формирователями фазных токов асинхронного двигателя, приведены временные диаграммы реализации каждого из методов преобразования, определена структурная схема трёхфазного частотного преобразователя синусоидального тока.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, частотный преобразователь, способы формирования синусоидальных токов.

ПРИСТРІЙ ФОРМУВАННЯ СИНУСОЇДАЛЬНИХ ФАЗНИХ ТОКІВ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ ТЯГОВОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Г.К. Кальянов, доцент, к.т.н., С.І. Клименко, студент, ХНАДУ

Анотація. Розглянуто різноманітні методи управління формувачами фазних токів асинхронного двигуна, приведено часові діаграми реалізації кожного з методів перетворення, визначена структурна схема трьохфазного частотного перетворювача синусоїдального струму.

Ключові слова: асинхронний двигун, частотний перетворювач, способи формування синусоїдальних струмів.

THE DEVISE FOR FORMATION OF SIN PHASE CURRENTS FOR SUPPLYING OF THE TRACTION ASYNCHORONOUS ENGINE OF THE ELECTRIC CAR

G. Kaljanov, associate professor, cand. eng. sc., S. Klimenko, student, KhNAHU

Abstract. Different methods of steering by shapers of phase currents of asynchronous engines are observed in the article, it is shown different temporary charts for each of transformation methods, it is define a block diagram of three-phase frequency converter of sin currents.

Key words: an asynchronous engine, a frequency converter, types of forming of sin currents.

Введение

В настоящее время наблюдается мировая тенденция к существенному повышению требований к экологичности автотранспортной техники. Об этом свидетельствует неуклонное повышение объема выпуска мировым автопромом автомобилей с гибридной силовой установкой, а также создание промышленных образцов автомобилей на электрической тяге.

В указанном сегменте автомобильной техники в качестве тягового двигателя обычно используется вентильным двигателем. Данному двигателю присущ один серьезный недостаток – высокая стоимость, которая обусловлена применением в конструкции двигателя мощных постоянных магнитов из редкоземельных элементов, в частности: ниобия, самария, кобальта. Всё это делает актуальным поиск альтернативных вариантов реализации автомобильного тягового электропри-

вода, которые, связаны с использованием асинхронных двигателей переменного тока.

Анализ публикаций

Применение асинхронного двигателя в тяговом электроприводе автомобиля неразрывно связано с решением задачи питания этого двигателя, т.е. созданием достаточно мощного, надёжного, малогабаритного и эффективного источника переменного синусоидального напряжения или тока с регулируемой частотой [1].

В последнее время в связи с дальнейшим развитием регулируемого асинхронного электропривода, в частности применением систем векторного управления асинхронным двигателем, всё более широкое распространение получает способ питания его фазных обмоток от источника синусоидального тока [2]. При таком способе питания асинхронного двигателя скорость вращения его ротора определяется частотой питающего тока, а его амплитуда непосредственно определяет величину момента на валу двигателя.

Цель и постановка задачи

Целью данной работы является обеспечение возможности регулирования частоты вращения ротора асинхронного двигателя, решение задачи структурной схемы трёхфазного частотного преобразователя синусоидального тока.

Методы управления формирователями фазных токов

Использование данного способа питания фазных обмоток асинхронного двигателя позволяет получить практически постоянное значение электромагнитного момента для всего диапазона скоростей вращения двигателя (см. рис. 1), что исключительно важно для случая использования последнего в качестве тягового в автомобиле или в автомобиле с гибридной силовой установкой.

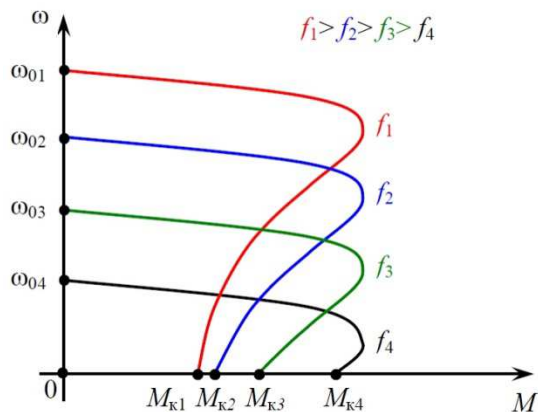


Рис. 1. Механические характеристики асинхронного двигателя при питании обмоток от источника синусоидального тока

Современные способы формирования синусоидальных токов базируются на применении так называемых широтно-импульсных частотных преобразователей, которые выполняют функцию дискретного усилителя мощности, как с постоянной, так и с переменной частотой преобразования. При этом могут быть использованы различные методы управления формирователями фазных токов асинхронного двигателя:

- метод минимаксного управления;
- метод управления по пиковому значению тока;
- метод управления при наличии токового коридора
- метод управления по среднему значению тока.

Временные диаграммы, иллюстрирующие особенности формирования фазных синусоидальных токов асинхронного двигателя, при реализации каждого из перечисленных выше методов управления работой частотного преобразователя, представлены на рис. 2 – 5. На временных диаграммах отражено изменение во временных координатах значений следующих параметров:

$i(t)$ – формируемого тока, протекающего по фазной обмотке асинхронного двигателя;

$i_{ref}(t)$ – эталонного фазного тока асинхронного двигателя;

$i_{cp}(t)$ – среднего значения формируемого фазного тока асинхронного двигателя.

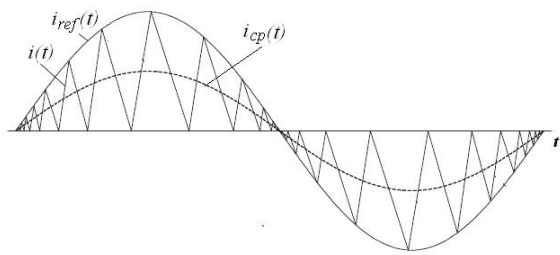


Рис. 2. Временная диаграмма работы частотного преобразователя базирующегося на использовании минимаксного управления формирователем фазного тока асинхронного двигателя

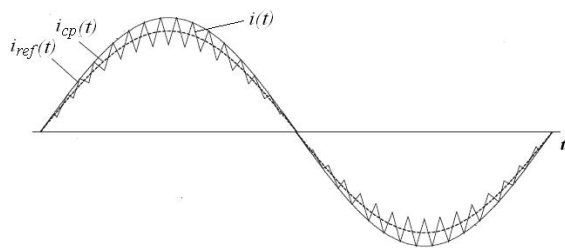


Рис. 3. Временная диаграмма работы частотного преобразователя базирующегося на использовании пикового значения тока при управлении формирователем фазного тока асинхронного двигателя

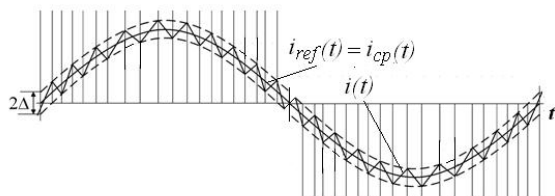


Рис. 4. Временная диаграмма работы частотного преобразователя базирующегося на использовании токового коридора при управлении формирователем фазного тока асинхронного двигателя

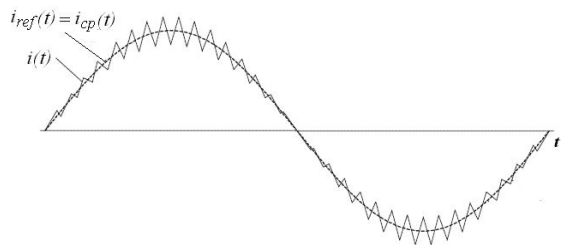


Рис. 5. Временная диаграмма работы частотного преобразователя, базирующегося на использовании среднего значения тока при управлении формирователем фазного тока асинхронного двигателя

Работа схемы трёхфазного частотного преобразователя синусоидального тока

Аппаратная реализация частотных преобразователей при применении всех перечисленных выше методов управления формирователями фазных токов асинхронными двигателями может основываться на базе универсальной структурной схемы, которая представлена на рис. 6.

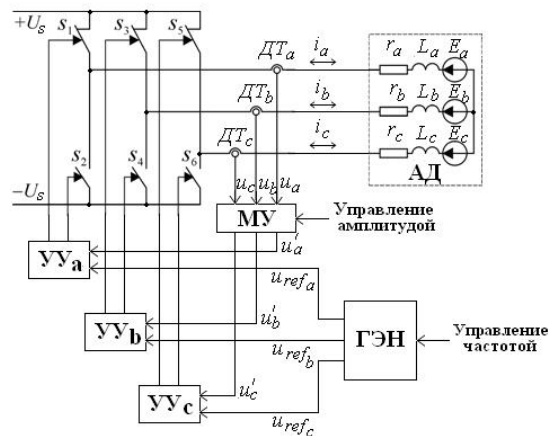


Рис. 6. Структурная схема трёхфазного частотного преобразователя синусоидального тока

Основой структуры являются три полумостовых каскада, ключевые элементы которых реализуются на базе MOSFET – или IGBT – транзисторов. При этом выход каждого полумоста подключён к первому выводу соответствующих фазных обмоток асинхронного двигателя. Вторые выводы обмоток объединены между собой.

Управление работой ключевых элементов каждого полумоста осуществляется при помощи соответствующих устройств управления. Устройство управления формирует сигналы управления состоянием полумостов на основе обработки текущих значений фазных эталонных напряжений и значений соответствующих сигналов напряжения, которые формируются генератором эталонных напряжений и масштабным усилителем. Алгоритм совместной обработки сигналов в устройстве управления определяется реализуемым методом управления частотным преобразователем при формировании фазных токов асинхронного двигателя.

Масштабный усилитель с изменяемым коэффициентом усиления $K_{УС}$ введён в структуру

частотного преобразователя с целью осуществления оперативного управления амплитудой формируемого фазного тока асинхронного двигателя. Это позволяет управлять крутящим моментом на валу асинхронного двигателя.

Соотношение (1) определяет зависимость между мгновенным значением фазного тока $i(t)$ асинхронного двигателя и значением напряжения $u'(t)$, которое формируется масштабным усилителем:

$$u'(t) = i(t) \cdot K_{ПП} \cdot K_{УС} \quad (1)$$

где $K_{ПП} - const$ – коэффициент преобразования датчика тока;
 $K_{УС} - var$ – коэффициент усиления масштабного усилителя.

Значение параметра $i_{ref}(t)$ определяется из соотношения (2):

$$i_{ref}(t) = u_{ref}(t) / K_{ПП} - const \quad (2)$$

На основании совместного анализа соотношений (1) и (2) получим:

$$u'(t) / K_{УС} = u_{ref}(t) \quad (3)$$

Амплитудное значение U_{REF} для трёх синусоидальных фазных эталонных напряжений $u_{refA}(t)$, $u_{refB}(t)$ и $u_{refC}(t)$, определяет амплитуду для каждого формируемого синусоидального фазного тока асинхронного двигателя $i_A(t)$, $i_B(t)$ и $i_C(t)$. Величина амплитуды этих токов зависит и от установленного значения коэффициента усиления $K_{УС}$ масштабного усилителя. Поэтому можно записать соотношения (4) и (5), которые определяют величины минимальной I_{MIN} и максимальной I_{MAX} амплитуды формируемого синусоидального фазного тока асинхронного двигателя:

$$I_{MIN} = \frac{K_{УСmin}}{K_{ПП}} \cdot U_{REF} \quad (4)$$

и

$$I_{MAX} = \frac{K_{УСmax}}{K_{ПП}} \cdot U_{REF} \quad (5)$$

при $U_{REF} - const$.

Выводы

С целью обеспечения возможности регулировки частоты вращения ротора асинхронного двигателя, трехфазный генератор синусоидальных эталонных напряжений, входящий в структуру частотного преобразователя и предназначенный для формирования трёх эталонных напряжений $u_{refA}(t)$, $u_{refB}(t)$ и $u_{refC}(t)$ с постоянной амплитудой U_{REF} , имеет соответствующий орган управления, позволяющий одновременно изменять частоту f этих напряжений.

Литература

1. Сабинин Ю.А., Крузов В.Л. Частотно-регулируемые асинхронные электроприводы.-Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1985. – 128 с.
2. Усольцев А.А. Частотное управление асинхронными двигателями/Учебное пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2006, – 94с.

Рецензент: В.Х. Далека, профессор, д.т.н., ХНУГХ.

Статья поступила в редакцию 10 октября 2013 г.