

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ С БЕСКОНТАКТНЫМИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ

М.В. Кочегаров, А.К. Муконин, Г.А. Сухочев, С.А. Чепелев

Приводится обобщенная структура мехатронного модуля с бесконтактным электродвигателем. Показано, что конструктивные особенности модулей позволяют использовать для их реализации нетрадиционные варианты преобразователей электрической энергии

Ключевые слова: мехатронный модуль, частотный электропривод, преобразователь частоты

Современные мехатронные модули (ММ) с электрическим приводом должны выполняться на основе бесконтактных электродвигателей: синхронных, асинхронных, индукторных. Во многих механизмах, например, промышленных роботах, ММ должны осуществлять управление

положением исполнительный системы. Обобщенную структуру мехатронного модуля, обеспечивающего управление положением, целесообразно выполнять в виде системы подчиненного регулирования с последовательной коррекцией – рис. 1.

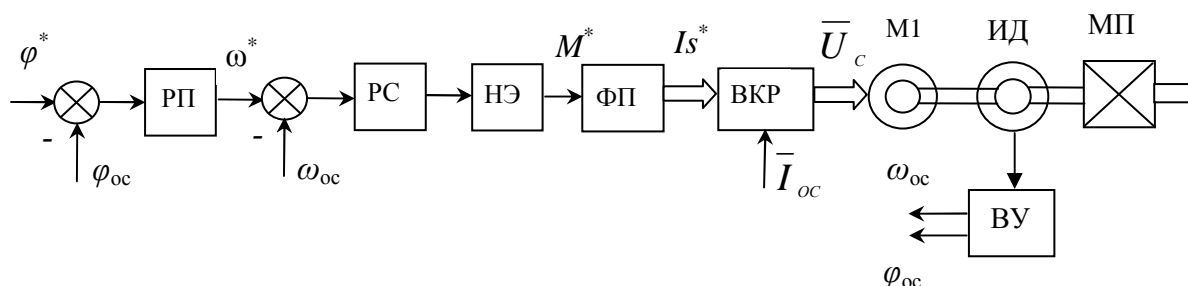


Рис. 1. Обобщенная структура мехатронного модуля

На рис. 1 приняты следующие обозначения: РП и РС – регуляторы положения и скорости; НЭ – нелинейный элемент; ФП – функциональный преобразователь; ВКР – внутренний контур регулирования; М1 – электродвигатель; ИД – измерительный датчик; МП – механическая передача; ВУ – вычислительное устройство; φ^* , ω^* , M^* и \bar{I}_s^* – сигналы задания, соответственно, положения, скорости, электромагнитного момента и координат вектора тока статора двигателя; \bar{U}_c – вектор мгновенных напряжений двигателя; φ_{oc} и ω_{oc} – сигналы обратных связей по положению и скорости; \bar{I}_{oc} – вектор обратных связей по мгновенным токам двигателя.

Во многих случаях для получения сигналов φ_{oc} и ω_{oc} целесообразно использовать один измерительный датчик, установленный на валу электродвигателя.

В некоторых механизмах для увеличения точности позиционирования обратную связь по положению необходимо получать с помощью датчика, связанного с выходным валом механической передачи.

Использование обратной связи по моменту имеет определенные технические трудности. В связи с этим, электромагнитным моментом обычно управляют за счет регулирования координат вектора тока статора двигателя \bar{I}_s [1], [2]. Управление вектором \bar{I}_s может быть осуществлено за счет обратных связей по координатам этого вектора (рис.2,а) или за счет обратных связей по мгновенным токам двигателя – рис. 2,б.

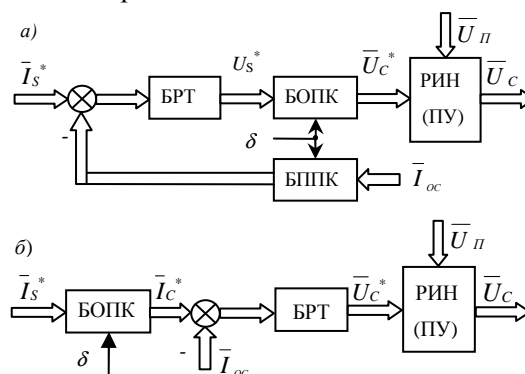


Рис. 2. Варианты реализации внутреннего контура регулирования

Кочегаров Максим Викторович – аспирант ВГТУ, тел. 8-903-653-68-28, e-mail: maximilliano@list.ru
Муконин Александр Константинович – ВГТУ, канд. техн. наук, доцент, тел. (473) 243-76-87
Сухочев Геннадий Алексеевич – ВГТУ, д-р техн. наук, профессор, тел. (473) 253-09-73
Чепелев Станислав Аркадьевич – ВГЛТА, д-р техн. наук, профессор, тел. (473) 253-73-08

В схеме использованы следующие обозначения: БРТ – блок регулирования тока; БППК и БОПК – блоки прямого и обратного преобразований координат; РИН – регулируемый источник напряжений; \bar{U}_s^* – сигналы задания вектора напряжения статора \bar{U}_s ; \bar{U}_c^* – сигналы задания мгновенных напряжений статора; \bar{U}_n – вектор напряжений питания; δ – информация об ориентации системы координат; \bar{I}_c^* – сигналы задания мгновенных токов двигателя.

Уравнения, связывающие входные и выходные сигналы преобразователей координат, приводятся во многих источниках, например, в [1], [2], [3]. Сигнал δ обычно содержит информацию о положении или скорости двигателя. К примеру, для модулей с синхронными двигателями (СД) величина $\delta = p\gamma$, где p и γ – число пар полюсов и угловое положение ротора. При этом для схемы на рис.2,б возможно следующее уравнение:

$$i_n^* = I^* \sin(p\gamma - (n-1)\frac{2\pi}{3}), \quad (1)$$

где $n=1,2,3$; i_n^* – выходной сигнал БОПК; I^* – сигнал задания модуля вектора тока статора.

Для получения сигнала δ целесообразно использовать уже упомянутый датчик ИД.

Регулируемый источник напряжений РИН может быть также назван преобразовательным устройством (ПУ), что отражено соответствующим обозначением на рис. 2.

При питании от сети переменного напряжения преобразовательное устройство называют преобразователем частоты.

Современные преобразовательные устройства для питания трехфазного двигателя обычно выполняют на основе транзисторных автономных инверторов напряжения (АИН), реализованных по трехфазной мостовой схеме. Обмотку двигателя соединяют в звезду или треугольник, а измерители тока для получения сигналов \bar{I}_{oc} включают в линейные провода, соединяющие АИН и двигатель. Такая схема позволяет использовать всего три провода, идущие от преобразовательного устройства к двигателю. В мехатронных модулях целесообразно конструктивное объединение электронной и электромеханических частей. В таком случае минимизация проводов, идущих к двигателю, не является определяющей и возможны другие схемы выполнения электронной части мехатронных модулей.

Обычно номинальные фазные напряжения асинхронных двигателей (АД) равны 220В. При питании преобразователя частоты однофазным напряжением 220В его схема содержит однофазный мостовой диодный выпрямитель, конденсаторный фильтр и трехфазный мостовой АИН. В этом случае входное напряжение АИН составляет примерно 300В. Даже при векторной ШИМ [2] максимальное линейное выходное напряжение АИН не превышает 212В. Исходя из этого, обмотку АД соединяют в треугольник. При формировании синусоидальных линейных токов двигателя из-за наличия высших пространственных гармоник магнитодвижущих сил фазные токи несинусоидальны. Избавиться от этого недостатка можно в схеме, приведенной на рис.3.

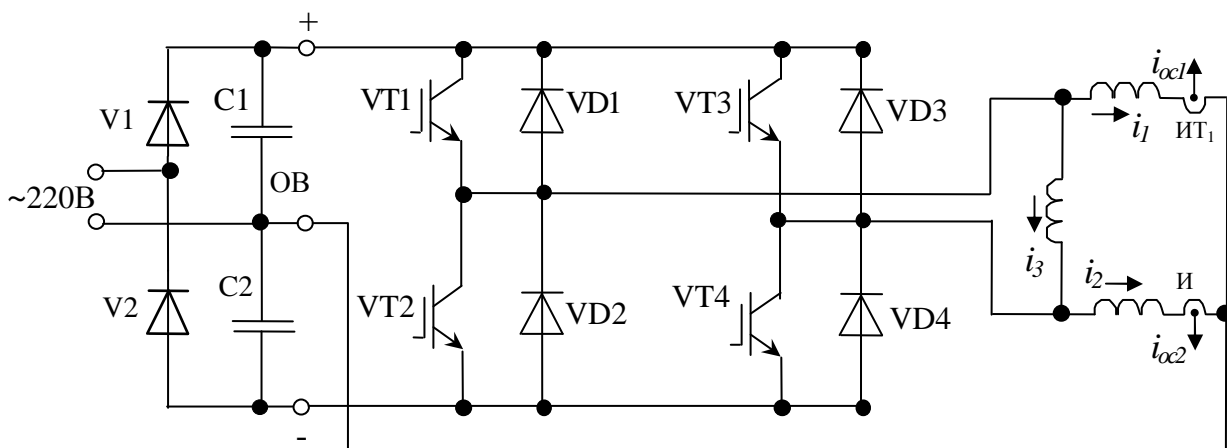


Рис. 3. Схема преобразователя частоты с двухфазным нулевым АИН

Схема содержит два однополупериодных выпрямителя с диодами $V1$, $V2$ и конденсаторами $C1$, $C2$. Транзисторные ключи $VT1$ - $VT4$ с диодами $VD1$ - $VD4$ образуют АИН,

который может быть назван двухфазным нулевым. Измерители тока ИТ1, ИТ2 включены последовательно с фазами двигателя. Выходное

напряжение каждого выпрямителя относительно общего вывода ОВ порядка 300В.

За счет коммутации транзисторов VT1, VT2 с помощью обратной связи i_{oc1} можно сформировать синусоидальный ток i_1 , а с помощью ключей VT3, VT4 и сигнала i_{oc2} – синусоидальный ток i_2 , сдвинутый на 120° относительно i_1 . Третий фазный ток также

будет синусоидальным.

Рассмотренная схема позволяет на треть сократить количество транзисторных ключей АИН по сравнению с традиционным вариантом ПЧ.

При однофазном питании ПЧ возможно применение трехфазного нулевого АИН – рис. 4.

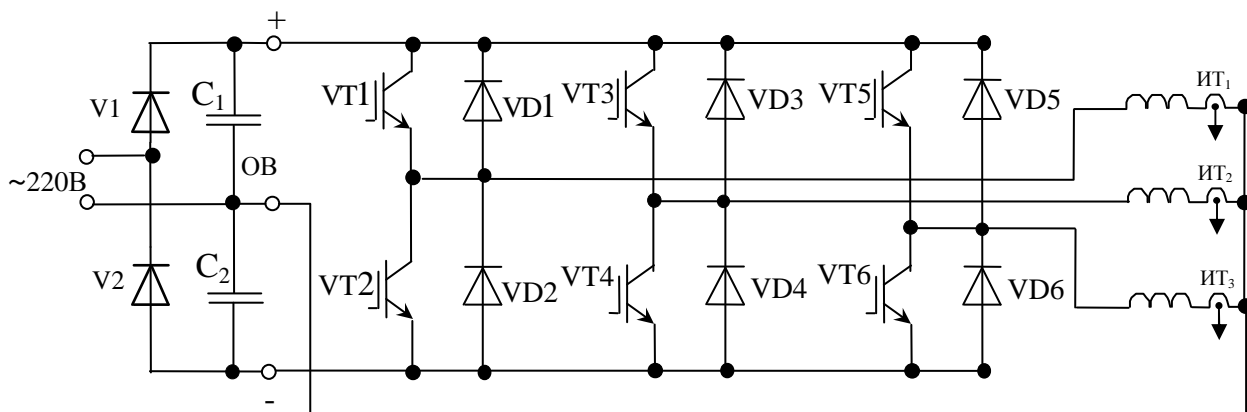


Рис. 4. Схема преобразователя частоты с трехфазным нулевым АИН

Трехфазный нулевой АИН выполнен на основе транзисторных ключей VT1-VT6. Измерители тока ИТ1-ИТ3 могут быть включены либо на выходе АИН, либо в соответствии со схемой на рис. 4. Последний вариант позволяет использовать измерители тока без гальванической развязки входа и выхода.

Схема с трехфазным нулевым АИН обеспечивает формирование трехфазной системы синусоидальных токов.

Литература

1. Слежановский О.В. Системы подчиненного регулирования электроприводов переменного тока с вентильными преобразователями / О.В. Слежановский, Л.Х. Дацковский, И.С. Кузнецов и др. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 256 с.
2. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием / Г.Г. Соколовский // М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 272 с.
3. Муконин А.К., Шиянов А.И. Частотные приводы с токовым управлением / А.К. Муконин, А.И. Шиянов – Воронеж: ВГТУ, 2006. – 142 с.

Воронежский государственный технический университет
Воронежская государственная лесотехническая академия

THE CHARACTERISTICS OF CONSTRUCTION OF THE MECHATRONIC MODULES WITH NONE-CONTACT ELECTRIC MOTORS

M.V. Kochegarov, A.K. Mukonin, G.A. Suhochev, S.A. Chepelev

The generalized structure of the mechatronic module with non-contact electric motor is presented. There is shown that design philosophy of modules allows to use for their realization non-traditional variants of energy converters

Key words: mechatronic module, frequency electric drive, frequency converter