

Построенный станок с ЧПУ можно использовать для многих задач, возникающих в научных или студенческих лабораториях. К примеру, доработка пластиковых конструкций для формирования отверстий, окон для индикации и крепления и т. д. Также существуют методы изготовления экспериментальных образцов печатных плат на станках ЧПУ за очень короткое, в течение нескольких часов, время. Себестоимость подобного станка не превышает 20 тыс. руб., что делает станок ЧПУ доступным даже для небольших лабораторий. Следует отметить, что стоимость самых дешевых станков ЧПУ начинается от 60 тыс. руб. Для разработки элементов, изготовленных на 3D принтере, использовалось свободно распространяемое программное обеспечение [2, 3].

Выводы:

В работе предложен один из вариантов использования 3D-принтера для создания ЧПУ с большой точностью и изготовление нестандартных деталей.

Идея применить стандартные недорогие строительные перфорированные ленты позволила решить проблему изготовления основной конструкции, не прибегая к дорогой лазерной обработке.

В итоге представлена методика построения станка с ЧПУ более доступного по цене, с достаточно простой конструкцией.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Newsletter. 3D printed CNC mill [электронный ресурс] // <http://www.instructables.com/id/3D-printed-CNC-mill/> (дата обращения: 20.06.16).
2. OpenSCAD. The Programmers Solid 3D CAD Modeller [электронный ресурс] // <http://www.openscad.org/downloads.html> (дата обращения: 20.06.16).
3. Hot-World GmbH & Co. KG. Repetier-Host software for 3D printers [электронный ресурс] // <https://www.repetier.com/download-now/> (дата обращения: 20.06.16).

Научный руководитель: А. А. Шилин, д.т.н., профессор кафедры ЭПЭО ЭНИН ТПУ.

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ «ТИРИСТОРНЫЙ РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ – АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ»

¹К.О. Боровик, ²И.Г. Однокопылов, ²С.В. Ланграф
^{1,2}Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭПЭО, ¹группа 5ГМ5А

При проектировании электропривода запорной арматуры важно знать, как будет вести себя система в различных динамических режимах, так как из-за нарушения режима работы могут возникнуть серьезные экономические или экологические последствия.

В настоящее время в качестве электропривода запорной арматуры используются асинхронные двигатели совместно с преобразователями частоты или тиристорными регуляторами напряжения.

Электропривод на базе тиристорных регуляторов напряжения используется благодаря своим преимуществам, по сравнению с преобразователями частоты:

- обладает меньшим уровнем электромагнитных помех по сравнению с системами на базе преобразователей;
- меньшая стоимость [1];

Так как для питания асинхронного двигателя используется тиристорный регулятор напряжения, то в связи с этим токи, подводимые к статору, являются несинусоидальными. Так же данный электропривод может работать в несимметричных режимах, например, динамическом торможении. В связи с этим приводить трехфазную машину к эквивалентной двухфазной недопустимо, так как поля в зазорах двухфазной и трехфазной машины будут различными.

Цель данной работы создание имитационной модели системы «Тиристорный регулятор напряжения – асинхронный двигатель», позволяющей проводить исследования в различных несимметричных режимах работы.

Для описания асинхронного двигателя используется система дифференциальных уравнений в трехфазной неподвижной системе координат a , b , c , жесткой связанной со статором [2]. Для решения системы дифференциальных уравнений использовался S-function builder в программе MATLAB Simulink [3]. Преимущество данного способа моделирования заключается в том, что S-функция создается в виде исполняемого dll-файла, что обеспечивает повышенное быстродействие расчета модели.

В качестве объекта управления асинхронным двигателем используется тиристорный регулятор напряжения. Плавно изменяя амплитуду напряжения, подводимого к статору без изменения частоты, можно осуществить плавный пуск двигателя. Коммутация тириستоров осуществляется при помощи системы импульсно-фазового управления, реализованного с помощью микроконтроллера. В данной работе модель тиристорного регулятора также представлена в виде S-функции [4].

Расчет модели асинхронного двигателя проводился в программной среде Matlab Simulink. Адекватность данной модели была проверена путем сравнения с моделью AsynchronousMachineSIUnits. Для этого была собрана схема, представленная на рис. 1.

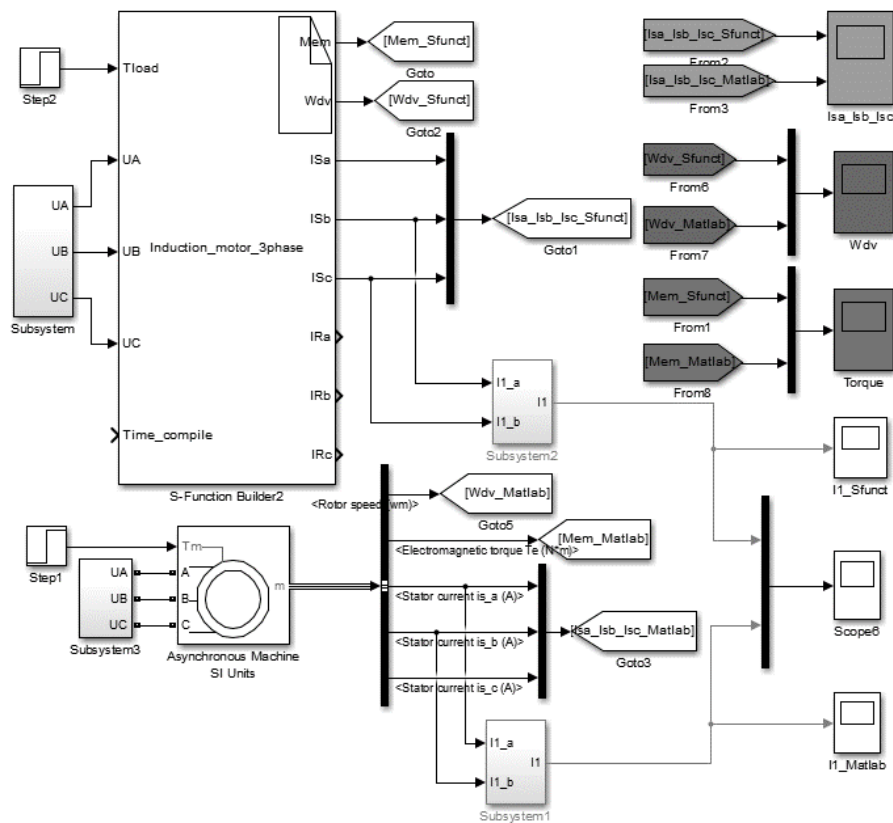


Рис. 1. Схема для сравнения имитационных моделей асинхронного двигателя

Уравнения для трехфазной неподвижной системы координат решены численным методом Эйлера 1-ого порядка. В полученной программе были получены графики переходных процессов для прямого пуска двигателя с последующим набросом номинальной нагрузки. Графики скорости и момента показаны на рис. 2а, б.

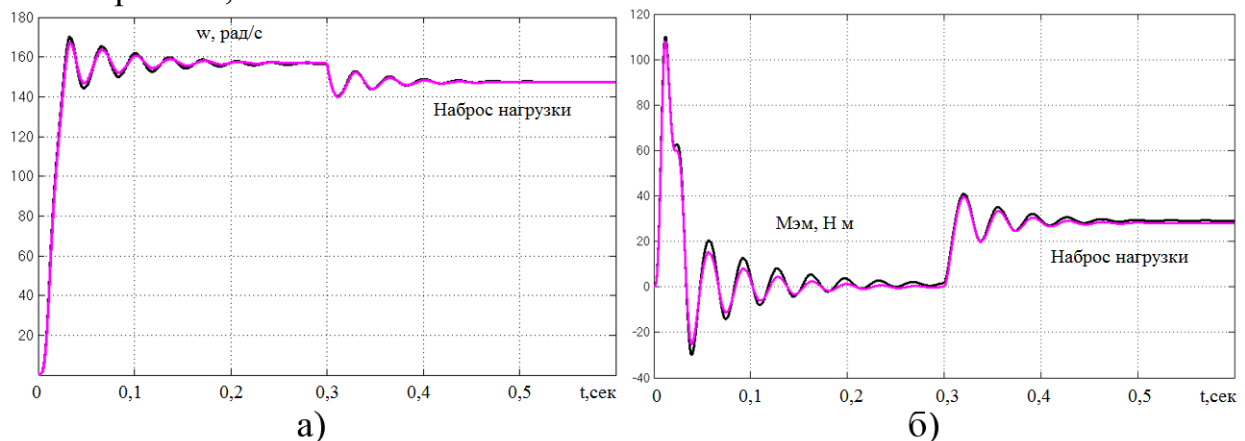


Рис. 2. Результаты компьютерного моделирования частоты вращения (а) и электромагнитного момента (б) двигателя

По полученным графикам можно сделать вывод, что разработанная модель асинхронного двигателя в трехфазной неподвижной системе координат является адекватной, и ее можно использовать для дальнейших исследований работы электропривода.

Разработанная имитационная модель системы «Тиристорный регулятор напряжения – асинхронный двигатель» представлена на рис. 3. Результаты имитационного моделирования системы «Тиристорный регулятор напряжения – асинхронный двигатель» представлены на рис. 4.

тационного моделирования плавного пуска двигателя представлены на рис. 4 и 5.

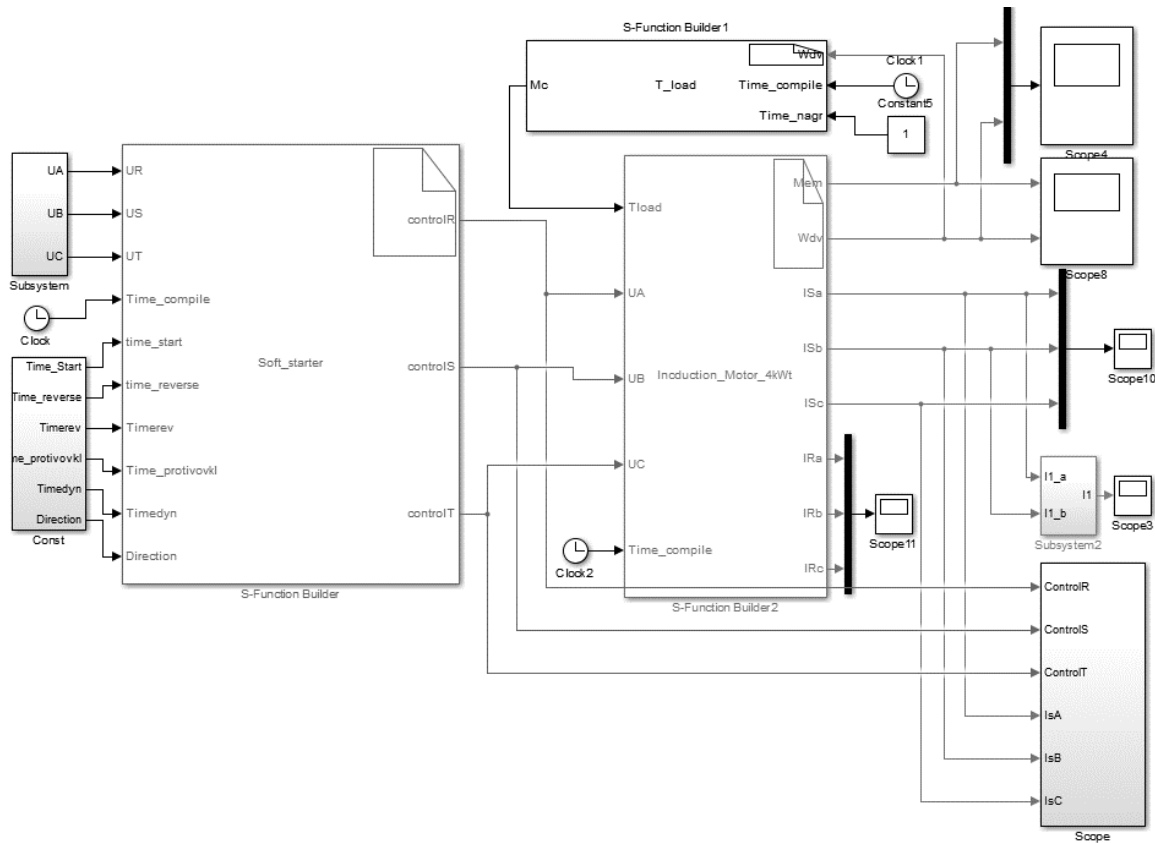


Рис. 3. Имитационная модель системы «Тристорный регулятор напряжения – асинхронный двигатель»

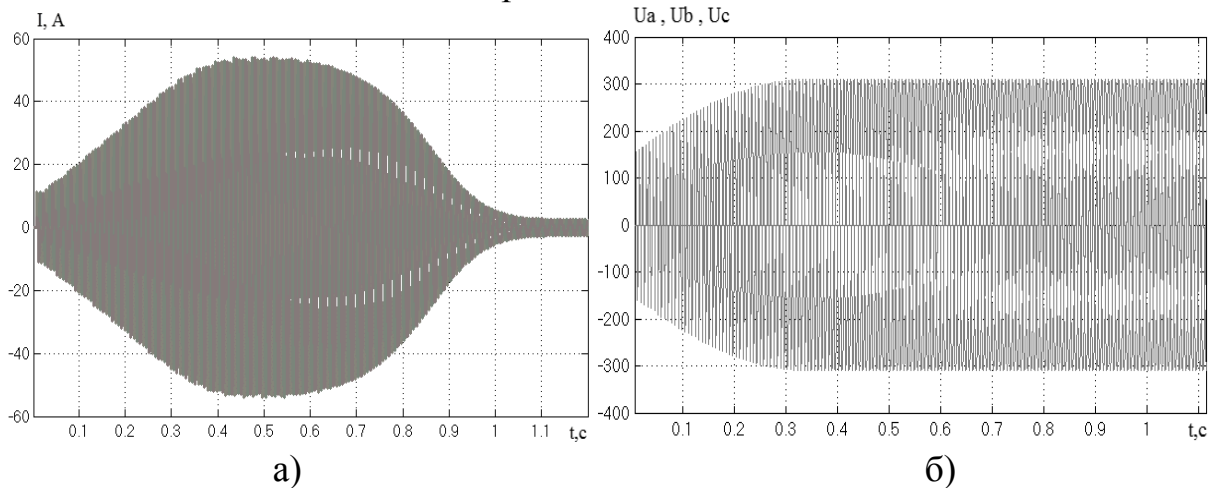


Рис. 4. Графики переходных процессов тока (а) и напряжения (б) при плавном пуске асинхронного двигателя

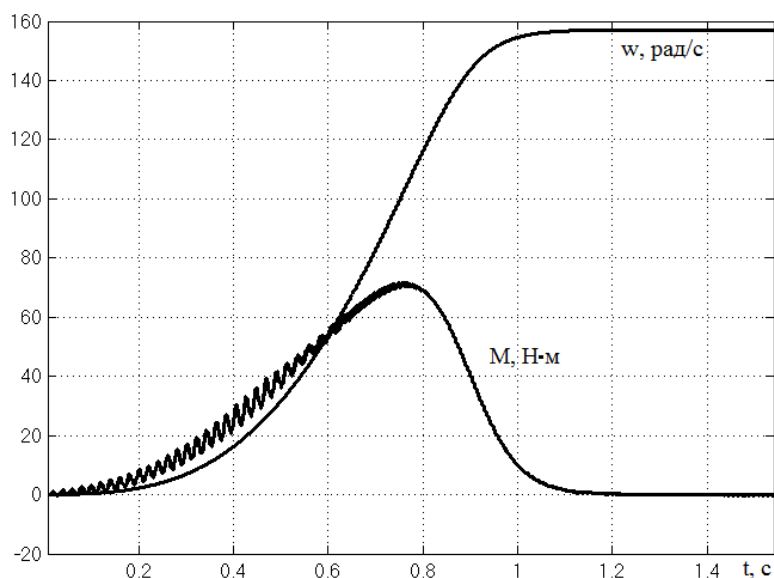


Рис. 5. Графики переходных процессов момента и скорости при плавном пуске двигателя

Выводы по работе:

1. Разработана имитационная модель асинхронного двигателя в трехфазной неподвижной системе координат, позволяет исследовать несимметричные режимы работы, а также работу двигателя при несинусоидальном напряжении питания.
2. Разработана имитационная модель тиристорного регулятора напряжения и системы импульсно-фазового управления, которая позволяет проводить научные исследования при независимом управлении тиристорами.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Прайс-лист приводов ABB URL: <http://privod.szemo.ru> (дата обращения: 10.08.2016).
2. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин. Учеб. для вузов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 2001. — 327 с: ил.
3. Шелпаков М.А., Однокопылов И.Г. Исследование частотно-регулируемого электропривода лифта в Matlab Simulink // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. — 2013. — № 1. — С. 304-307.
4. Однокопылов И.Г., Дементьев Ю.Н. Обеспечение живучести асинхронных электроприводов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. — 2014. — Т. 14. — № 2. — С. 55-61.

Научный руководитель: И.Г. Однокопылов, к.т.н., доцент каф. ЭПЭО ЭНИН ТПУ.