

Согласно схеме (7), умножим (10) на (-2) и полученный результат вычтем из (8):

$$\frac{\partial C_3}{\partial \xi} - 2 \frac{\partial C_2}{\partial \xi} = -\frac{1}{D_3} \left(\frac{i}{F} + D_1 \frac{\partial C_1}{\partial \xi} \right) - \frac{4}{D_2} \left(\frac{i}{F} + D_1 \frac{\partial C_1}{\partial \xi} \right),$$

или

$$\frac{\partial C_1}{\partial \xi} = -\left(\frac{1}{D_3} + \frac{4}{D_2} \right) \left(\frac{i}{F} + D_1 \frac{\partial C_1}{\partial \xi} \right),$$

откуда

$$\frac{\partial C_1}{\partial \xi} = -\frac{D_2 + 4D_3}{4D_1D_3 + D_1D_2 + D_3D_2} \cdot \frac{i}{F}.$$

Введем обозначение

$$N \equiv \frac{D_2 + 4D_3}{F(4D_1D_3 + D_1D_2 + D_3D_2)}.$$

Тогда

$$\frac{\partial C_1}{\partial \xi} = -N \cdot i \quad (11)$$

Здесь $\frac{\partial C_1}{\partial \xi}$ вычисляется на поверхности электрода. Для расчета концентрационного поля ионов Ag^+ , кроме граничного условия (11), необходимо знать также скачок потенциала (Гальвани-потенциал) на границе Ag/Ag^+ , определяемый уравнением Нернста [1].

$$\varepsilon = \varepsilon_{Ag/Ag^+}^0 + \frac{RT}{F} \ln \frac{a_{Ag^+}}{a_{Ag}}$$

Так как $a_{Ag}=1$ и $a_{Ag^+} = a_{Ag^+}(C_1)$, то зависимость (12) можно линейно аппроксимировать функцией от C_1 , то есть

$$\varepsilon = E_0 + E_1 C_1 \quad (13)$$

где $E_0 = E_{Ag/Ag^+}^0 = 0,799B$, $E_1 = 0,25 \cdot 10^{-1} B/(кмоль/м^3)$.

Полученные краевые условия дают возможность решить начально-краевую задачу для концентрации электролита при электрохимическом серебрении.

Перечень ссылок

1. Феттер К. Электрохимическая кинетика. М., Химия. 1967.

УДК 62-51: 62-83

ВИРТУАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Голубцова Е. Ю., магистрантка; Чекавский Г. С., доцент, к.т.н.

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Использование метода математического моделирования при исследовании систем электропривода имеет ряд преимуществ, поскольку позволяет уточнить параметры системы регулирования на этапе, предваряющем настройку системы на реальном оборудовании. Кроме того, в модельном эксперименте имеется возможность исследования широкой гаммы режимов работы системы, в том числе и аварийных, что невозможно или нецелесообразно выполнять на

лабораторной установке. Поэтому разработка виртуальных стендов с обеспечением сохранности функциональных свойств конкретного лабораторного оборудования, входящего в реальный стенд, является актуальным и оправданным, особенно при использовании в учебном процессе для подготовительной работе студентов и при дистанционном образовании.

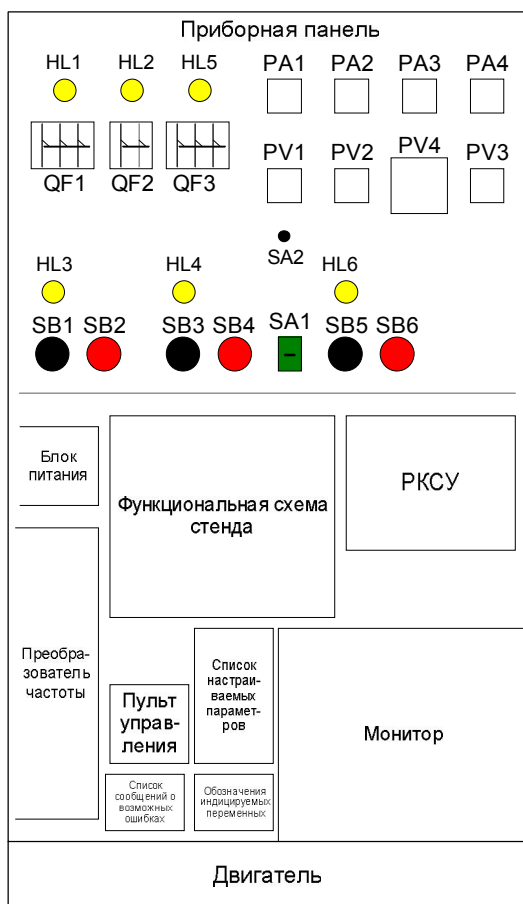
Одним из наиболее подходящих программных пакетов для создания виртуальных стендов с использованием математического моделирования является пакет LabVIEW [1], имеющий удобный пользовательский интерфейс, мощные средства графического программирования и численных методов решения.

В настоящем докладе представляются результаты решения задачи разработки виртуального стенда по исследованию системы электропривода переменного тока, имеющего реальный прототип – соответствующий учебный стенд в лаборатории систем управления электроприводами кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» [2].

Схема передней панели реального стенда приведена на рис.1. В состав стенда входят приборная панель, асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором и импульсным датчиком скорости на валу, электропривод на базе инвертора напряжения с широтно-импульсной модуляцией, коммутационная аппаратура. Собственно электропривод (производства фирмы «ЭПА», г. Киев) включает следующие функциональные блоки:

1. Силовая часть – включает в себя входной фильтр, выпрямитель, звено постоянного тока с клампером, инвертор, а также датчики выходных токов инвертора и напряжения звена постоянного тока.

2. Управляющий контроллер, в задачи которого входит получение задания на отработку скорости/момента, расчет алгоритма векторного управления асинхронным двигателем, расчет векторной ШИМ, выдача импульсов управления ключами инвертора, а также управление ключом клампера, опрос сигналов обратных связей по току и скорости, реализация всех защитных функций, а также общее управление всей системой.



3. Схемы согласования сигналов между управляющей и силовой частью, обеспечивающие также гальваническую развязку цепей, что придает большую помехозащищенность системе управления, а также предотвращает выход со строя системы управления при аварийных ситуациях в силовой части.

4. Датчик сети, основное назначение которого – слежение за питающей сетью с целью заблаговременного выявления потенциально опасных режимов работы питающей сети, приводящих к аварии силовой части электропривода (превышение напряжения сети допустимого уровня, перекос фаз, кратковременное пропадание напряжения и др).

5. Интерфейс пользователя, к которому относятся: сигналы дискретного и аналогового ввода-вывода, пульт управления (обеспечивает ввод параметров в систему, вывод информации о состоянии системы, значениях переменных, а также сигнализацию об ошибках, сбоях и аварийных ситуациях в системе), а также канал визуализации переходных процессов (с передачей данных от микроконтроллера по интерфейсу RS232 на порт компьютера и использованием специальной программы визуализации переходных процессов).

6. Импульсный источник питания

асинхронного электропривода, к которому предъявляются высокие требования в части устойчивости работы.

Данный реальный стенд на данном этапе имеет ограниченные возможности (в части нагружения исследуемого двигателя, исследования аварийных режимов, возможностей программы, обеспечивающей визуализацию переходных процессов, и др.). Поэтому виртуальный стенд разрабатывался с целью сохранения идентичности процессов в штатных режимах, с расширением возможностей виртуального стенда в областях исследования аварийных режимов, вариантов виртуального нагружения двигателя, расширения возможности визуализации процессов и др.

Внешний вид передней панели виртуального стенда, разработанного в среде пакета LabVIEW, представлен на рис.2 (на виртуальных осциллографах и приборах стенда отражены значения и графики, полученные в результате выполнения моделирования произвольного штатного режима работы). Для обеспечения функциональности стенда использована библиотека Control Design & Simulation пакета LabVIEW.

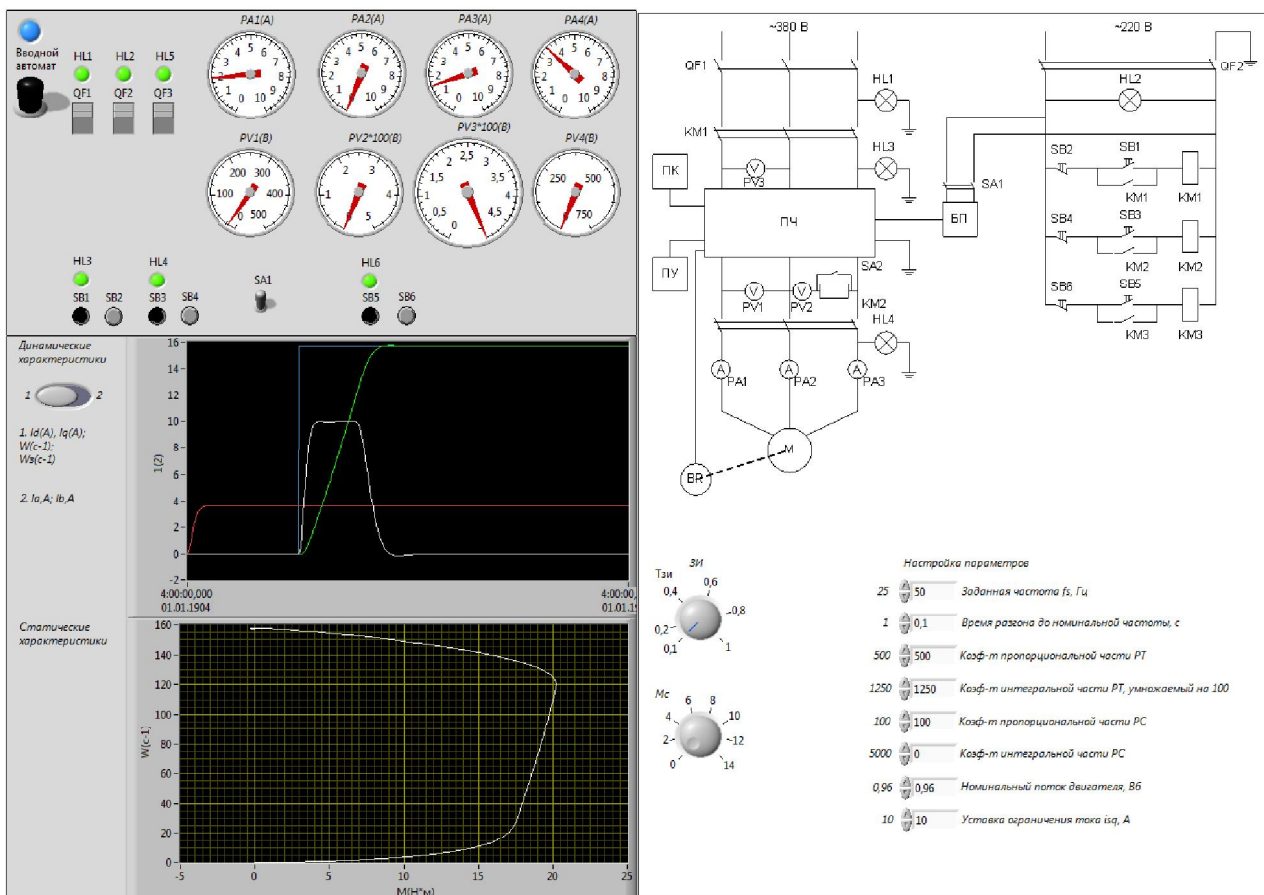


Рисунок 2 – Передняя панель виртуального стенда

Виртуальный стенд имеет свойства, которые и планировалось обеспечить на этапе постановки цели его разработки, сохраняет функциональность основных элементов реального стенда. Отметим, что в настоящее время стенд находится в стадии непрерывного совершенствования, но в сравнении с реальным стендом предоставляет гораздо более широкие возможности исследования штатных и аварийных режимов работы системы электропривода. К типовым задачам относятся последовательная настройка контуров системы регулирования, визуализация любых координат электропривода с векторным управлением, оценку статических и динамических процессов в штатных и аварийных режимах и др. Это позволяет использовать его для отработки методики работы с реальным оборудованием, а также для исследовательских целей.

Перечень ссылок

1. Евдокимов Ю.К. LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора: практическое руководство для работы в программной среде LabVIEW / Евдокимов Ю.К., Линдваль В.Р., Щербаков Г.И. – М.: ДМК «Пресс», 2007. – 400 с.

2. Исследование характеристик асинхронного двигателя при векторном управлении с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора / [инструкция к лабораторной работе по курсу «Системы векторного управления»]; сост. Чекавский Г.С.; [для студентов специальности «Электромеханические системы автоматизации и электропривод»]. – Донецк: ДонНТУ, 2008. – 20 с.

УДК 681.3.06

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СООТНОШЕНИЯ СИГНАЛ/ШУМ НА ВЫБОР МЕТОДА МОДУЛЯЦИИ В СЕТЯХ WiMAX

Ерошкина Д.А., студент

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Достоверность передачи информации определяется несколькими факторами, среди которых можно выделить отношение сигнал/шум, а также искажения сигнала, вызванные межсимвольной интерференцией. В цифровой связи вероятность ошибки зависит от нормированного отношения сигнал/шум, уменьшение которого может быть вызвано снижением мощности сигнала, повышением мощности шума или мощности сигналов, интерферирующих с полезным сигналом.

Цифровые методы передачи данных позволяют достичь любой заданной достоверности передачи информации, однако это происходит за счет снижения скорости либо расширения полосы частот. Высокая пропускная способность систем WiMAX достигается за счет возможности поддержки на больших дальностях высокой символьной скорости вследствие высокой энергетики системы. Символьная скорость характеризует скорость передачи информации на физическом уровне сети и представляет собой скорость передачи последовательности символов, реализуемую модуляцией сигнала. Каждый тип модуляции обеспечивает определенную символьную скорость.

При формировании OFDM-сигнала цифровой поток данных делится на несколько подпотоков, и каждая поднесущая связывается со своим подпоток данных. Амплитуда и фаза поднесущей вычисляются на основе выбранной схемы модуляции. Согласно стандарту, отдельные поднесущие могут модулироваться с использованием бинарной фазовой манипуляции (BPSK), квадратурной фазовой манипуляции (QPSK) или квадратурной амплитудной манипуляции (QAM) порядка 16 или 64.

Для исследования зависимости вида модуляции от соотношения сигнал/шум в беспроводных сетях WiMAX была использована модель системы передачи данных стандарта IEEE 802.16-2004. Моделирование проводилось с помощью пакета приложений Matlab. Исходными данными для моделирования является соотношение сигнал/шум (Signal/Noise Ratio, dB), которое задается в параметрах блока AWGN Channel, а на выходе получаем значение побитовой ошибки (Bit Error Rate) и Rate ID, который соответствует типу модуляции, определенному в параметрах модели. Данные, полученные в результате моделирования, сведем в таблицу 1.

Полученные в результате моделирования данные свидетельствуют о том, что при изменении соотношения сигнал/шум изменяется не только вероятность побитовой ошибки, но и вид модуляции. Выбор текущей рабочей модуляции система WiMAX проводит путем перебора всех возможных типов модуляций, начиная с самой низшей BPSK или QPSK с измерением показателя эффективности сигнала и его сравнением с требуемым уровнем соотношения сигнал/шум для текущей проверяемой модуляции.