

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ В MATLAB

В работе представлен способ моделирования систем с распределенными параметрами, который основан на аппроксимации при разложении на произведения. Для моделирования использован способ замены непосредственных вычислений резонансных частот интерполяцией значений, рассчитанных в некоторых промежуточных точках методом сплайном. Разработаны модели в MATLAB в Simulink с применением элементов библиотеки Power System Blockset. Получены графики тока при частотах меньше и равной первой резонансной частоты.

Моделирование систем с распределенными параметрами (СРП) в общем виде во временной области затруднительно, так как передаточная функция СРП содержат гиперболические функции, а существующие математические программы используют численный расчет. Эта проблема решается при аппроксимации передаточной функции любым известным способом. Но при работе установок постоянно меняются собственные резонансные частоты. Вследствие этого, необходимо постоянно рассчитывать не только резонансные частоты, но выполнять другие вспомогательные вычисления в зависимости от метода аппроксимации, например, вычеты. Расчет на каждом шаге моделирования приведет к резкому увеличению мощности ПК при увеличении времени моделирования [1].

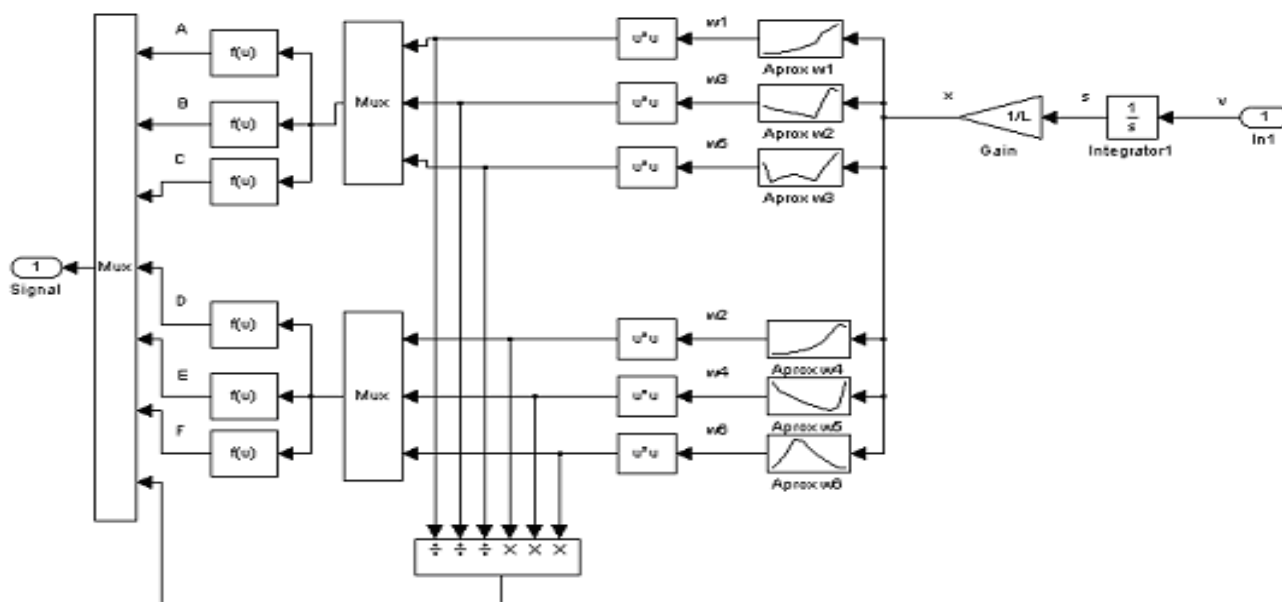


Рис. 1. Модель вычислителя резонансных частот

Для решения этой проблемы разработан способ аппроксимации СРП при разложении на произведения $(p^2 + \omega^2)$ подробно описанный в [2]. При такой аппроксимации не требуются дополнительные вспомогательные вычисления, что

значительно упрощает и ускоряет процесс моделирования СРП. Для еще большего упрощения и ускорения процесс моделирования СРП использован способ замены непосредственных вычислений резонансных частот интерполяцией значений, рассчитанных в некоторых промежуточных точках. Метод интерполяции – сплайном. Данный метод является достаточно простым и точным для инженерных расчетов.

Для выполнения этих вычислений разработаны модели вычислителя резонансных частот. Теоретическое обоснование вычислителя представлено в [3]. Модель вычислителя представлена на рисунке 1.

Разработанная математическая модель электромеханической системы с распределенными параметрами представлена на рисунке 2. Математическая модель построена в MATLAB/Simulink с применением элементов библиотеки Power System Blockset.

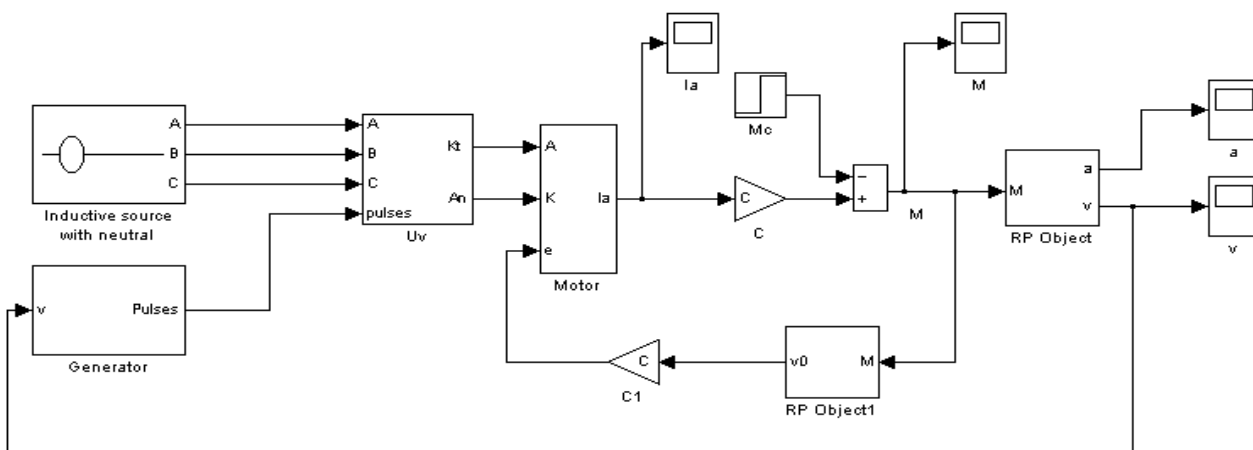


Рис. 2. Модель системы с распределенными параметрами

Полученная модель может применяться для расчета и исследования как частотных, так и энергетических характеристик.

На рисунке 3 представлена модель тиристорного преобразователя, реализованная при помощи моделей тиристоров для получения данных о мгновенных значениях напряжения и тока для каждого тиристора и всего преобразователя.

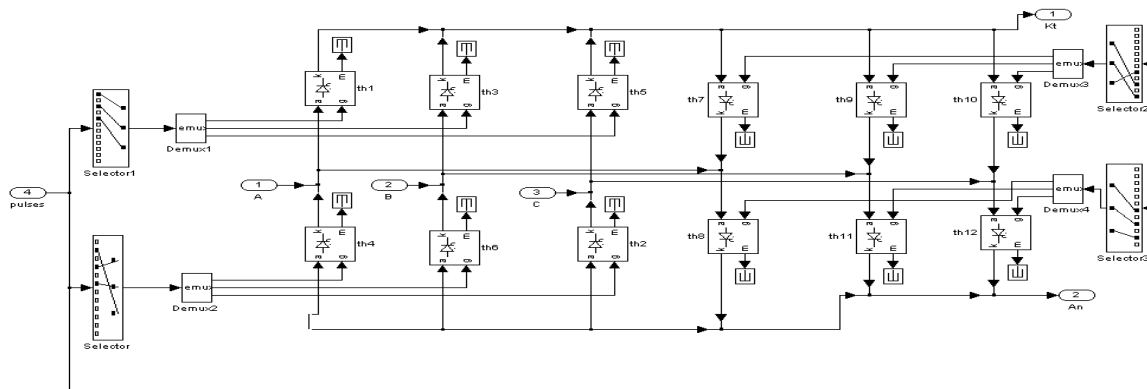


Рис. 3. Модель тиристорного преобразователя

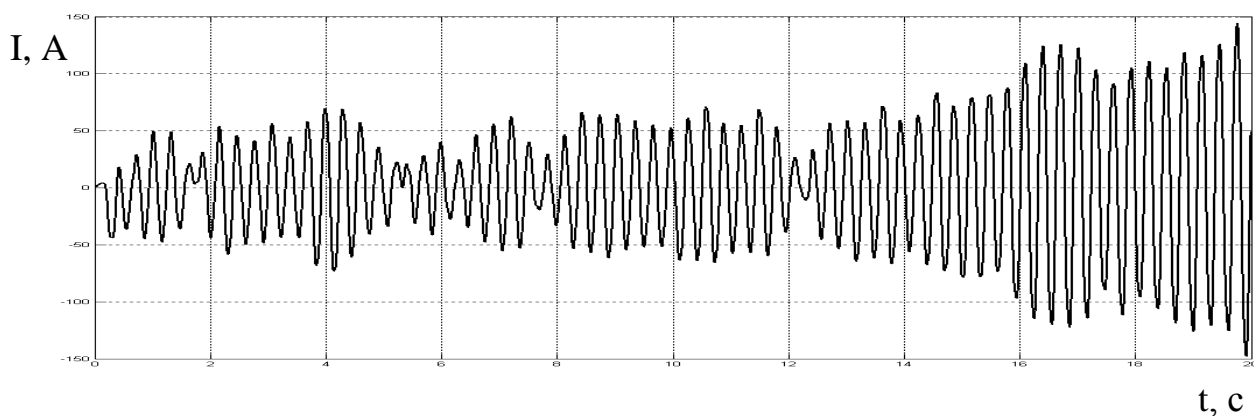


Рис. 5. График тока при частоте равной резонансной частоте

Выводы

1. Разработана математическая модель электромеханической системы с распределенными параметрами в среде MATLAB для проверки теоретических расчетов.

2. Выполнено математическое моделирование электромеханической системы с распределенными параметрами в среде MATLAB, которое подтверждает теоретические расчеты.

3. Амплитуда графика тока при резонансной частоте увеличивается примерно в 8 раз за 20 секунд, как и должно быть, при резонансной частоте.

Литература

1. Корнеев А.П., Ленеvский Г.С. Применение пакета MATLAB для исследования частотных характеристик в объектах с распределенными параметрами // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого.– 2005.– №3.– С. 55-59.
2. Корнеев А.П. Новый способ аппроксимации механической части нестационарной электромеханической системы с распределенными параметрами // Наука настоящего и будущего: Сборник материалов конференции V научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург. 17-18 марта 2017 г. // СПбГЭТУ «ЛЭТИ» – Санкт-Петербург, 2017 – С. 168–170.
3. Толочко О. І. Анализ та синтез електромеханічних систем зі спостерігачами стану. – Донецк: Норд-Пресс, 2004.– 298 с
4. Karneyev A.P., Lenevsky G.S. Development of a stand for research of systems with the distributed parameters / Journal of the Technical University of Gabrovo, Vol. 41' 2011 (32-35).

*Н.И. Казаченко, студ.; рук. Е.Н. Прокопенко, ст. преп.
(Белорусско-Российский университет, г. Могилев)*

ПЕРЕСТРОЙКА ФОКУСНОГО РАССТОЯНИЯ КОЛЬЦЕВЫХ ПЬЕЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ФРЕНЕЛЕВСКИХ РЕШЕТОК

В настоящее время при проведении ультразвукового неразрушающего контроля все большее внимание уделяется вопросам повышения чувствительности и разрешающей способности. Для этих целей используются многоэлементные пьезопреобразователи (ПЭП) – фазированные решетки, состоящие из отдельных пьезоэлектрических элементов, на которые подаются возбуждающие электрические сигналы с различными фазами. Суммарное акустическое поле такого преобразователя формируется в результате интерференции когерентных акустических волн.