



Мельников Дмитрий Юрьевич
Дмитрий Юрьевич Мельников
Студент УО «ГГТУ им. П. О. Сухого»
طالب بجامعة سخوي الحكومية
التقنية



Погоуляев Михаил Никифорович
ميخائيل نيكيفوروفيتش بوجولايف
ك.т.н., доцент
каф. «Автоматизированный электропривод» ГГТУ им. П.О. Сухого
استاذ مشارك بقسم القيادة الكهربائية الآلية
بجامعة سخوي الحكومية التقنية

Аннотация: Представлены в программной среде NI Multisim имитационные модели аналоговых регуляторов различного типа, используемых в системах управления электроприводами. Приведены результаты исследований регуляторов на имитационных моделях.

Ключевые слова: регулятор, имитационная модель, система управления, преобразователь, электропривод
الخلاصة: يتم عرض نماذج محاكاة للمنظمات التماثلية بأنواعها المختلفة المستخدمة في أنظمة التحكم في المحركات الكهربائية في بيئة برمجيات NI Multisim. وتُعرض نتائج بحوث المنظمين على نماذج المحاكاة.
الكلمات المفتاحية: منظم، نموذج محاكاة، نظام تحكم، محول، محرك كهربائي

Введение

Регулируемый электропривод является сегодня основным видом автоматизированного электропривода. Системы автоматического управления (САУ), применяемые в электроприводах и промышленных установках, должны обеспечить значение самых разных величин с заданной точностью. Основным элементом позволяющим выполнить указанную функцию, является регулятор. Регулируя параметры преобразованной электрической энергии (частоту, напряжение, форму и длительность импульсов и др.) удается получить требуемые для регулируемого привода механические и динамические характеристики. В связи с этим правильный выбор регулятора и его параметров является актуальной задачей. Проведение исследований работы различных электромеханических устройств, не создавая физической модели, наиболее удобно проводить на имитационных моделях [1, 2]. Для этих целей разработано достаточно много различных программ. Одной из наиболее простых и легко осваиваемых программ, содержащих блоки элементов для моделирования электрических, электронных и цифровых устройств, является программа Multisim компании National Instruments [3].

Целью работы является разработка имитационных моделей аналоговых регуляторов в программной среде NI Multisim. С их помощью провести исследование наиболее широко применяемых регуляторов: интегрирующего (И-регулятор), пропорционально-интегрирующего (ПИ-регулятор) и пропорционально-интегрально-дифференцирующего (ПИД - регулятор).

Результаты и обсуждение

Для управления параметрами (напряжение, частота и др.) полупроводниковых преобразователей, входящих в состав регулируемого электропривода, служат внутренние контуры автоматического регулирования - это регуляторы тока, ЭДС, тока возбуждения и др. Регулятор осуществляет преобразование управляющего сигнала в соответствии с математической операцией, требуемой по условиям работы системы автоматического управления или регулирования.

Процедура создания имитационной модели сводится к следующим действиям:

- формируется электрическая схема анализируемого устройства с помощью встроенного редактора, для этого необходимые компоненты из окна выбранного раздела копируются в рабочую область и соединяются друг с другом с помощью проводников, устанавливаются расчетные значения параметров компонентов;
- к схеме подключаются необходимые приборы и инструменты: генератор, осциллограф, логический анализатор, пробник и др.;
- работа схемы активируется нажатием на виртуальный «выключатель питания»;
- результаты анализа, например, осциллограмма периодического процесса или частотная характеристика устройства могут быть сохранены для документирования.

На рисунке 1 и 2, для примера, представлены модель ПИ- регулятора и его переходная характеристика. Особенностью данной модели является наличие в ней контрольно-измерительных приборов, по внешнему виду, органам управления и характеристикам максимально приближенных к их физическим аналогам.

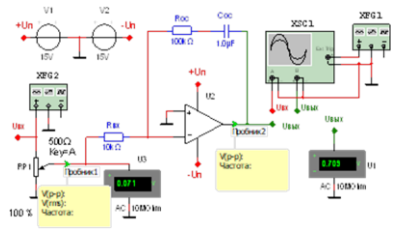


Рис. 1. Модель ПИ-регулятора в программе NI Multisim

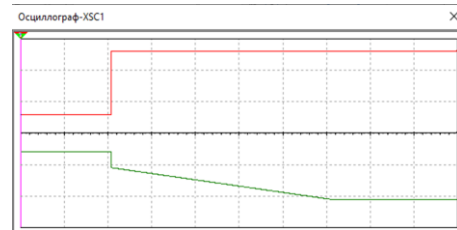


Рис. 2. Осциллограмма переходной характеристики ПИ-регулятора

Среда Multisim позволяет проводить сложные эксперименты, а также позволяет с небольшими затратами труда осуществлять замену компонентов схем, изменять значения их параметров, прогнозировать и отображать результаты моделирования. Модель также позволяет изучать процессы, протекающие в течение короткого промежутка времени, в частности переходные процессы. Исследование таких процессов традиционными способами представляет значительные трудности. Аналогично были разработаны модели и остальных регуляторов.

Выводы

Созданы имитационные модели регуляторов, позволяющие детально производить анализ статических и динамических процессов, протекающих в их схемах. Верификация моделей была проведена на стендах в лаборатории кафедры «Автоматизированный электропривод» УО «ГГТУ им. П.О. Сухого». Различия результатов моделирования и экспериментальных исследований не превышает 4 - 5%, что подтверждает адекватность представленных моделей.

المقدمة

المحرك الكهربائي القابل للتحكم هو النوع الرئيسي للمحرك الكهربائي الآلي اليوم. يجب أن تضمن أنظمة التحكم الآلي (ACS)، المستخدمة في المحركات الكهربائية والمنشآت الصناعية، قيمة الكميات المختلفة بدقة معينة. العنصر الرئيسي الذي يسمح بأداء هذه الوظيفة هو المنظم. من خلال تنظيم معلمات الطاقة الكهربائية المحولة (التردد، والجهد، وشكل النبض ومدته، وما إلى ذلك)، يمكن الحصول على الخصائص الميكانيكية والديناميكية المطلوبة للمحرك المنظم. وفي هذا الصدد، يعد الاختيار الصحيح للمنظم ومعلماته مهمة ملحة. من الأنسب إجراء دراسات لتشغيل الأجهزة الكهروميكانيكية المختلفة دون إنشاء نموذج فيزيائي باستخدام نماذج المحاكاة [1، 2]. ولهذا الأغراض، تم تطوير الكثير من البرامج المختلفة. أحد أكثر البرامج بساطة وسهولة إتقانًا ويحتوي على مجموعات من العناصر لنمذجة الأجهزة الكهربائية والإلكترونية والرقمية هو برنامج Multisim من شركة National Instruments [3].

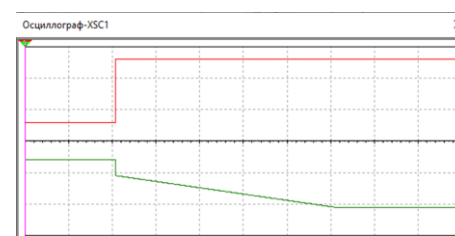
الغرض من العمل هو تطوير نماذج محاكاة للمنظمات التماثلية في بيئة برمجيات NI Multisim. بمساعدتها، لدراسة المنظمين الأكثر استخدامًا على نطاق واسع: المنظم التكاملي (I-regulator)، والمنظم التناسبي التكاملي (PI-regulator) والمنظم التناسبي التكاملي التفاضلي (PID-regulator).

النتائج والمناقشة

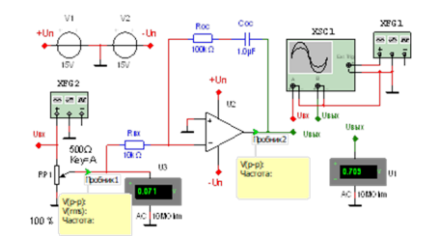
للتحكم في المعلمات (الجهد والتردد وما إلى ذلك) لمحولات أشباه الموصلات المضمنة في المحرك الكهربائي المنظم، يتم استخدام دوائر داخلية للتنظيم التلقائي - وهي عبارة عن منظمات للتيار أو التيار الكهرومغناطيسي أو تيار الإثارة وما إلى ذلك. يقوم المنظم بتحويل إشارة التحكم وفقًا للعملية الرياضية التي تتطلبها ظروف تشغيل نظام التحكم أو التنظيم التلقائي. يقوم المنظم بتحويل إشارة التحكم وفقًا للعملية الرياضية التي تتطلبها ظروف تشغيل نظام التحكم الآلي أو التنظيم الآلي.

يتم اختزال إجراء إنشاء نموذج المحاكاة إلى الإجراءات التالية:

- يتم تشكيل الدائرة الكهربائية للجهاز الذي تم تحليله باستخدام المحرر المدمج، ولهذا الغرض يتم نسخ المكونات الضرورية من نافذة القسم المحدد إلى منطقة العمل وتوصيلها ببعضها البعض بمساعدة الموصلات، ويتم تعيين القيم المحسوبة لمعلمات المكونات;
 - يتم توصيل الأجهزة والأدوات اللازمة بالدائرة: المولد، راسم الذبذبات، المحلل المنطقي، المسبار، إلخ;
 - يتم تنشيط تشغيل الدائرة بالضغط على «مفتاح الطاقة» الافتراضي;
 - نتائج التحليل، مثل مخطط الذبذبات لعملية دورية أو استجابة تردد الجهاز يمكن حفظها للتوثيق.
- يعرض الشكلان 1 و 2، كمثال، نموذجًا لوحدة تحكم PI واستجابتها العابرة. تكمن خصوصية هذا النموذج في وجود أجهزة تحكم وقياس قريبة قدر الإمكان من نظائرها المادية من حيث المظهر والضوابط والخصائص.



الشكل 1. نموذج وحدة التحكم PI في برنامج NI Multisim



الشكل 2. مخطط تذبذبي للاستجابة العابرة لوحدة التحكم في PI

تسمح بيئة Multisim بإجراء تجارب معقدة، وتسمح أيضًا باستبدال مكونات الدارة وتغيير قيم معلماتها، والتنبؤ بنتائج المحاكاة وعرضها بأقل جهد ممكن. كما يتيح لك النموذج أيضًا دراسة العمليات التي تحدث خلال فترة زمنية قصيرة، ولا سيما العابرين. تمثل دراسة مثل هذه العمليات بالطرق التقليدية صعوبات كبيرة. تم تطوير نماذج للمنظمين الآخرين بنفس الطريقة.

الخاتمة

تم إنشاء نماذج محاكاة للمنظمات، والتي تسمح بتحليل العمليات الثابتة والديناميكية التي تحدث في دوائرها بالتفصيل. تم إجراء التحقق من النماذج على منصات في مختبر قسم المحركات الكهربائية الآلية في جامعة سخوي الحكومية. لم يتجاوز الفرق بين نتائج النمذجة والدراسات التجريبية 4 - 5%، مما يؤكد كفاية النماذج المقدمة.

المراجع والمصادر References

1. Simulation model of an asynchronous machine with wound rotor in matlab simulink/ M. Pohn-layev [et al.] // SUSE-2021 : E3S Web of Conferences, Kazan, 18–20 Feb. 2021 / Kazan Federal University. – Kazan, 2021. – Vol. 288. – P. 0110.
2. Погоуляев М. Н. Имитационная модель асинхронной машины с фазным ротором и Matlab Simulink/ М. Н. Погоуляев, И. В. Дорощенко //Вестник Гомельского государственного технического-го университета имени П. О. Сухого. – 2021. – №2. – С. 99 – 106.
3. Введение в Multisim. Трехчасовой курс. Electronics Workbench Corporation. <http://www.electronicworkbench.com>.