



Евреинова Милана Викторовна
Магистрант
ГГТУ им. П.О. Сухого

ميلانا فيكتوروفنا إيفرينوفا
طالبة بجامعة سخوي
الحكومية التقنية

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В МАТРИЧНОМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ ЧАСТОТЫ

نمذجة العمليات في محول التردد المصفوفي

Аннотация: В работе рассмотрена математическая модель преобразователя частоты матричного типа, выполненная в программном пакете Matlab Simulink. Предложенная модель основана на скалярном способе управления, отличается простотой и позволяет качественно оценить процессы в матричном преобразователе частоты.

Ключевые слова: матричный преобразователь частоты, математическая модель, управление импульсами, скалярный способ управления.

الخلاصة : تتناول هذه الورقة البحثية نموذجًا رياضيًا لمحول التردد من نوع المصفوفة، والذي تم تنفيذه في حزمة برامج ماتيلاб سيمولنيك. يعتمد النموذج المقترح على طريقة التحكم القياسي، وهو بسيط ويسمح بالتقييم النوعي للعمليات في محول التردد المصفوفي.

الكلمات المفتاحية : محول تردد المصفوفة، النموذج الرياضي، التحكم النبضي، طريقة التحكم القياسي



Савельев Вадим Алексеевич
к.т.н., доцент кафедры
«Автоматизированный электропривод»
ГГТУ им. П.О. Сухого

د. فديم ألكسيفيتش سافيليف
أستاذ مشارك في قسم المحرك الكهربائي
الأوتوماتيكية بجامعة سخوي الحكومية
التقنية

المقدمة

Матричные преобразователи частоты (МПЧ) представляют собой одно из перспективных направлений развития преобразовательной техники. Они отличаются высоким значением коэффициента мощности, возможностью рекуперации энергии без использования дополнительных устройств, отсутствием дорогостоящих электролитических конденсаторов в силовой части и значительным снижением входных гармонических искажений.

Математическое моделирование играет ключевую роль в исследовании и оптимизации работы МПЧ, а также в разработке новых подходов к их управлению. Многочисленные публикации последних лет свидетельствуют об актуальности исследований МПЧ методами математического моделирования [1, 2].

النتائج والمناقشة

Целью работы является создание адекватной математической модели, которая учитывает все ключевые аспекты работы МПЧ, включая способ управления, динамические, нелинейные и температурные эффекты. Полученную в ходе исследования модель планируется использовать для поиска методов, позволяющих оптимизировать способ управления МПЧ для достижения максимальной производительности и минимизации энергозатрат.

На данном этапе выполнения исследований мной реализована простая модель МПЧ, основанная на скалярном способе управления. Модель выполнена в среде Matlab Simulink (рис. 1).

Модель включает: силовую часть матричного преобразователя (*matrix_conv*), состоящую из 9-и двунаправленных ключей; блок формирования трёхфазных силовых напряжений (*power*), содержащий 3 программируемых источника синусоидального сигнала, образующих трёхфазную систему напряжений; блок формирования синхронизирующих импульсов (*synchro*); блок широтно-импульсной модуляции (*PWM1*), предназначенный для задания желаемой частоты выходного напряжения; блок логики распределения управляющих импульсов (*logic*), позволяющий распределять импульсы на ключи блока *matrix_conv* в соответствии с логикой работы блоков *synchro* и *PWM1*; трёхфазную симметричную нагрузку (*load*).

تُعد محاولات التردد المصفوفية (MFC) إحدى المجالات الواعدة لتطوير تكنولوجيا المحولات. تتميز بمعامل القدرة العالي والقدرة على استعادة الطاقة دون استخدام أجهزة إضافية وغياب المكثفات الكهروليتيّة باهظة الثمن في قسم الطاقة وانخفاض كبير في التشوه التوافقي المدخل.

تلعب النمذجة الرياضية دورًا رئيسيًا في دراسة وتحسين تشغيل محولات التردد المصفوفية، وكذلك في تطوير أساليب جديدة للتحكم فيها. تشير العديد من المنشورات في السنوات الأخيرة إلى أهمية البحث في محولات التردد المصفوفية باستخدام أساليب النمذجة الرياضية [2-1].

يهدف هذا العمل إلى إنشاء نموذج رياضي مناسب يأخذ في الاعتبار جميع الجوانب الرئيسية لتشغيل محولات التردد المصفوفية، بما في ذلك طريقة التحكم والتأثيرات الديناميكية وغير الخطية ودرجة الحرارة. ومن المخطط استخدام النموذج الذي تم الحصول عليه أثناء الدراسة للبحث عن طرق تسمح بتحسين طريقة التحكم في محولات التردد المصفوفية لتحقيق أقصى قدر من الإنتاجية وتقليل تكاليف الطاقة.

في هذه المرحلة من البحث، قمت بتنفيذ نموذج بسيط لمحولات التردد المصفوفية استنادًا إلى طريقة التحكم القياسي. تم تنفيذ النموذج في بيئة برنامج ماتيلاб سيمولنيك (الشكل 1).

يتضمن النموذج: قسم الطاقة لمحول المصفوفة (*matrix_conv*)، والذي يتكون من 9 مفاتيح ثنائية الاتجاه؛ وحدة توليد جهد كهربائي ثلاثي الطور (طاقة)، تحتوي على 3 مصادر إشارة جيبية قابلة للبرمجة تشكل نظام جهد ثلاثي الطور؛ وحدة توليد النبضات المترامنة (المزامنة)؛ كتلة تعديل عرض النبضة (*PWM1*)، مصممة لتعيين التردد المطلوب لجهد الخرج؛ كتلة منطق توزيع نبضات التحكم (المنطق)، والتي تسمح بتوزيع النبضات على مفاتيح كتلة *matrix_conv* وفقًا لمنطق التشغيل للكتل المترامنة و*PWM1*؛ حمل متماثل ثلاثي الطور.

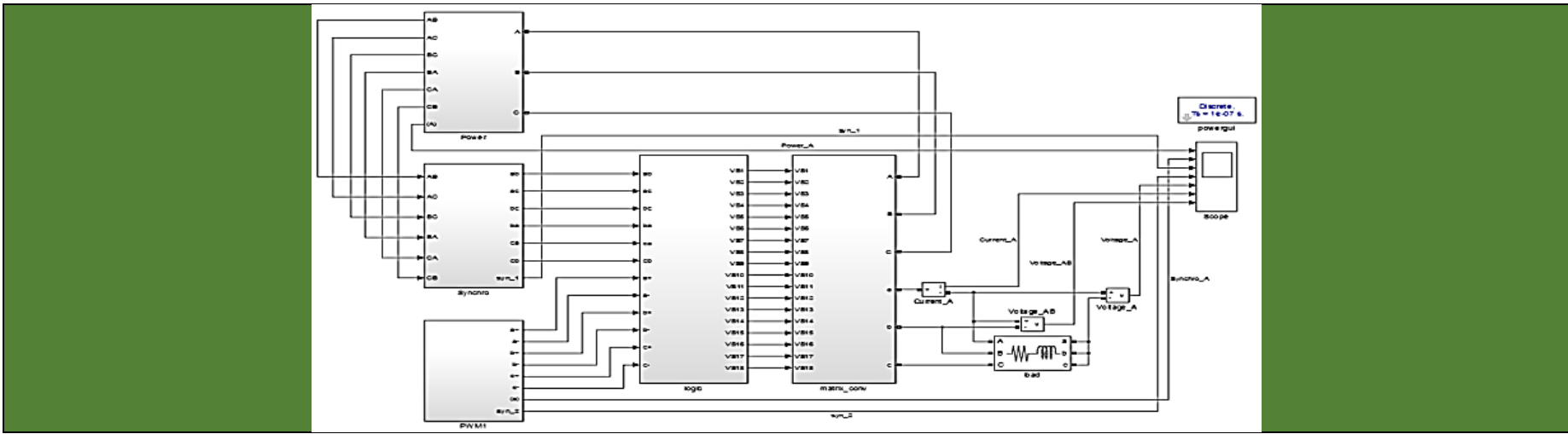


Рис 1- Модель МПЧ в среде Matlab Simulink
الشكل 1 - نموذج لمحول تردد مصفوفة في بيئة برنامج ماتيلاб سيمولنيك

الخاتمة

В результате проделанной работы создана эффективная и точная модель, которая может быть использована для анализа и симуляции работы МПЧ. Разработанная модель позволяет просто и наглядно отображать изменения частоты и других параметров сигнала в различных условиях. Таким образом, данная работа поможет исследовать и оптимизировать процессы работы преобразователя частоты, что является важным этапом в разработке электротехнических устройств. Также на основе этой модели можно построить более сложные модели, например на базе пространственно-векторного способа управления.

نتيجة للعمل المنجز، تم إنشاء نموذج فعال ودقيق، يمكن استخدامه لتحليل ومحاكاة تشغيل محولات التردد المصفوفية. يسمح النموذج المتطور بعرض بسيط وواضح للتغيرات في التردد ومعلومات الإشارة الأخرى في ظل ظروف مختلفة. وبذلك فإن هذا العمل سوف يساعد على دراسة وتحسين عمليات تشغيل المحول الترددي والتي تعتبر مرحلة مهمة في تطوير الأجهزة الكهربائية. وبالإضافة إلى ذلك، بناءً على هذا النموذج، من الممكن بناء نماذج أكثر تعقيدًا، على سبيل المثال، بناءً على طريقة التحكم المكاني المتجهي.

المراجع والمصادر
1. Kislyakov, M.A. Control of the matrix direct frequency converter of secondary power sources of autonomous objects / M.A. Kislyakov, K.K. Krutikov, V.V. Rozhkov // Electricity, 2021, No. 7, pp. 41-50.
2. Darienkov, A.B. Simulation model of an electric drive based on a matrix frequency converter / A.B. Darienkov, I.V. Vorotyntsev, I.A. Varygin // Proceedings of the Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev. – 2014. – № 5(107). – pp. 59-64.

