

МОДЕЛЬ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЭНЕРГИИ С ЛИНЕЙНО-ЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

Введение. Асинхронные двигатели (АД), работающие от преобразователей энергии, характеризуются рядом особенностей. Основными из них являются: переменная частота вращения; переменные электромагнитные нагрузки; зависимость электромагнитных параметров от частоты вращения ротора и величины подводимого к обмотке статора напряжения; несинусоидальность питающего напряжения; разнообразие моментов нагрузки и зависимость их от времени и частоты вращения; переменное и неравномерное перераспределение потерь в активных частях; в ряде случаев необходимость учета параметров управляющего устройства и параметров линии; возможность питания от источника соизмеримой мощности др. Для учета этих особенностей необходима разработка математических моделей, которые бы учитывали: возросшие потери энергии в стали статора, ротора; потери в питающих линиях; повышенный шум и вибрацию [1].

Разработка моделей, позволяющих учитывать гармонический состав приложенного напряжения и нелинейный характер электромагнитных параметров, является актуальной.

Постановка задачи.

Задачей работы является разработка виртуальной модели для исследования статических, квазистатических и переходных режимов работы АД при питании от преобразователей энергии.

Результаты работы.

Для моделирования квазистатических и динамических режимов работы АД при питании от преобразователя энергии в среде MATLAB создана виртуальная модель рис. 1. Модель включает в себя блоки управления ШИМ, неуправляемый выпрямитель, фильтр постоянного тока, силовые IGBT модули. Полученные данные в результате моделирования отображаются в блоках Scope.

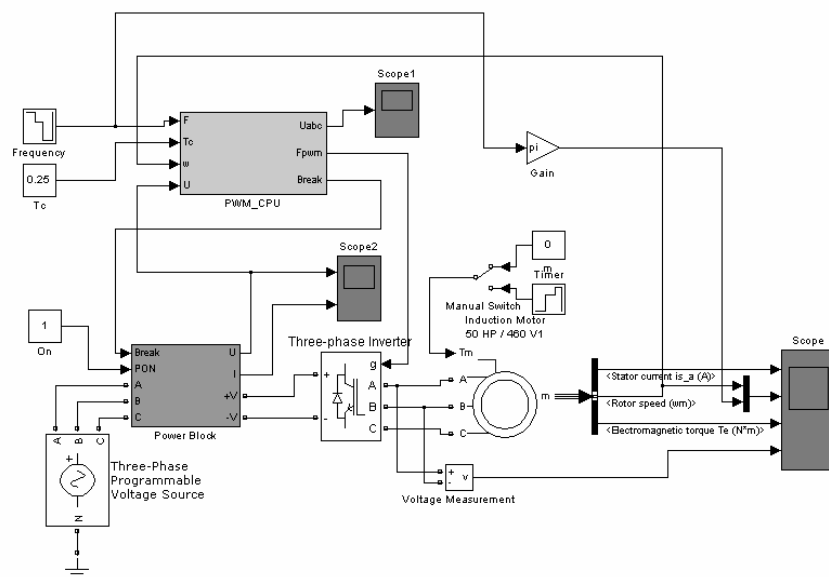


Рис.1 Модель преобразователя частоты с микропроцессорным управлением

Микроконтроллер преобразователя энергии на модели представлен блоком PWM_CPU. Он включает в себя три PWM генератора фаз a, b и c, систему контроля обратной связи, входные линии управления преобразователем энергии (управление скоростью вращения асинхронного двигателя, времени выхода на заданную скорость и контроль напряжения питания силового IGBT модуля). В микроконтроллере реализована возможность управления чопером силового блока, представленного на рис.1 блоком Power Block.

Для формирования фаз a, b, c в микроконтроллере реализован интеллектуальный генератор, основанный на линейно-частотно-модулируемом (ЛЧМ) генераторе, в котором частота несущего сигнала изменяется по линейному закону.

Для работы ЛЧМ генератора рассмотрим закон изменения фазы при изменении начальной и конечной частоты подаваемой на ЛЧМ [2].

Изменение частоты внутри импульсов ЛЧМ, как было отмечено выше, происходит по линейному закону:

$$f(t) = f_0 + b \cdot t, \quad (1)$$

где $t \in \left[-\frac{T_c}{2}; \frac{T_c}{2}\right]$;

$$f_0 = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{2} \text{ – центральное значение несущей частоты;}$$

$$b = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{T_c} \text{ – крутизна изменения частоты ЛЧМ сигнала;}$$

F_{\max}, F_{\min} – максимальная (конечная) и минимальная (начальная) частота ЛЧМ сигнала.

Фаза с ЛЧМ определяется как:

$$\varphi(t) = 2\pi \int_0^t f(t) dt = 2\pi \left(f_0 t + \frac{b}{2} t^2 \right) \quad (2)$$

Из уравнений (1) и (2) ЛЧМ сигнал может быть записан в виде:

$$S(t) = S_0 \sin(\varphi_0 + \varphi(t)) = S_0 \sin\left(\varphi_0 + 2\pi \left(f_0 t + \frac{b}{2} t^2 \right)\right) \quad (3)$$

После выбора режима генератора сигналы со сдвигающих триггеров поступают в генератор реализующий заданную функцию из системы уравнений (4).

С выхода генератора сигналы поступают в блок формирования фаз a,b,c. В данном блоке учитывается значение частоты для формирования напряжений пропорциональных частоте сигнала с помощью усилителя. Сформированные сигналы фаз поступают на блоки преобразования их PWM-импульсы с заданной частотой и заполнением. В данном блоке формируется наложение сигналов фаз на пилообразный сигнал с заданной частотой обозначаемой как F_{pwm} .

Сформированные PWM блоками сигналы подаются на IGBT модуль преобразователя энергии и далее сформированные модулем напряжения поступают на вход асинхронного двигателя.

На рис. 2 показаны результаты моделирования переходных процессов пуска АД типа 4AA63A4У3 с нагрузкой и переходом на пониженные скорости. Моделирование переходных процессов позволило настроить регуляторы системы управления на линейное изменение скорости, ограничить пусковой ток в пределах номинального.

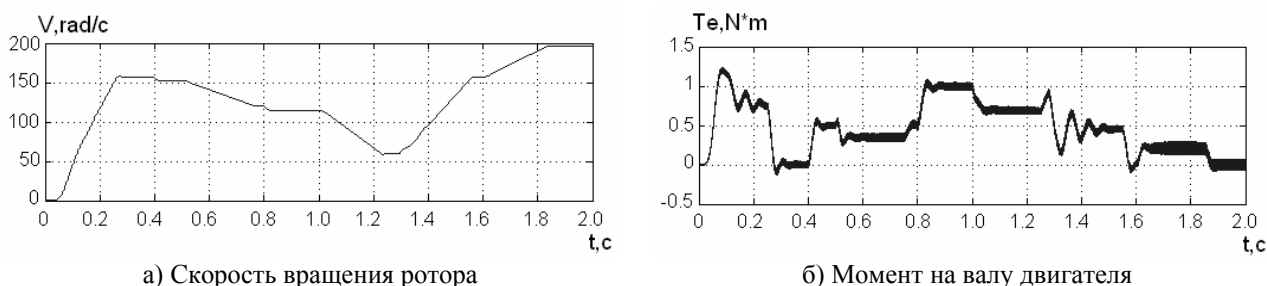


Рис. 2 Квазистатические характеристики асинхронного двигателя

Выводы.

1. Применение линейно-частотной модуляции в преобразователе энергии позволило с минимальными динамическими нагрузками управлять скоростным режимом работы электродвигателя, причём составленная программа предусматривает подсчёт непрерывного набега фазы, что, в свою очередь, исключает ударные возмущения режима работы двигателя.

2. В среде SYMULINK разработаны блок управления ШИМ, система контроля обратной связи, входные линии управления преобразователем энергии (управление скоростью вращения асинхронного двигателя, времени выхода на заданную скорость и контроль напряжения питания силового IGBT модуля). В микроконтроллере реализована возможность управления чопером силового блока.

3. Отработанные на моделях система управления ШИМ-АД и работа ключей позволили изготовить опытно промышленный преобразователь ШИМ-АД.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козаченко В. Основные тенденции развития встроенных систем управления двигателями и требования к микроконтроллерам // Chip News. – 1999. – № 1. – С. 2–9.

2. Кулик М.В., Манукян А.С. Исследование инвертора напряжения на базе микроконтроллера mc3phas // Сборник научных трудов Днепропетровского государственного технического университета (технические науки): Выпуск 1(11)/2009. – с. 158-163