Частичное управление асинхронных двигателей с магнитным насыщением с обратной связью по состоянию не требующее измерения потока двигателя. (НС пониженного порядка для АД не требующие измерения потока двигателя)

Behal, M. Feemster, D.M. Dawson, и A. Mangal Отдел Электрической и Вычислительной техники Riggs Hall, Clemson Университет Клемсона, КВ/СМ 29634-0915, электронная почта США: ddawson ces.clemson.edu Представленный 2000 Американской конференции управления

Декабрь 22, 1999

Аннотация

В этой статье, мы представляем неособенный, ориентированній по позиции ротора, НС для полного порядка(нелинейная динамически подобная модель асинхронного двигателя) с учетом магнитного насыщения. Используя тт-эквивалентную модель насыщения, мы проектируем стратегию наблюдателя / регулятора, которая достигает полуглобального показательного слежения позиции ротора и требует только измерение тока(потока) статора, скорости ротора, и позиции ротора. Экспериментальные результаты включены, чтобы демонстрировать эффективность предложенного алгоритма.

1 Введение

Много индустриальных изготовителей решили использовать асинхронный двигатель как желательный привод для многих приводов с постоянной скоростьюиз-за его относительно недорогой стоимости асинхронного двигателя, прочной конструкции, и свойственной ему операционной надежности. Однако, если каждый рассматривает использование асинхронного двигателя для высокоэффективной позиции ротора или приводов с ОС по скорости, многие из предварительно разработанных скоростных методологий управления уставки могут быть неадекватными для требований ЭП слежения позиции / скорости. В попытке использовать асинхронный двигатель для требований ЭП слежения, для осуществления одной из желательных особенностей (то есть дешевизны , низких эксплуатационных расходов и т.д.), много исследователей нелинейного управления пытались преодолевать многочисленные трудности, связанные с комплексом асинхронного двигателя, соединенным, старшей электрической динамикой высшего порядка. Определенно, ранние алгоритмы управления асинхронного двигателя имели следующие дилеммы: 1) невозможность измерения потокосцепления; 2) наличие помех при измерении скорости; 3) компенсация параметрической неопределенности; и 4) предотвращение особенностей.Для устранения этих потенциальных недостатков

" Эта работа поддержана частично американским НАЦИОНАЛЬНЫМ НАУЧНЫМ ФОНДОМ, грантами DMI-9457967, CMS-9634796, ECS-9619785, DMI-9813213, EPS-9630167, DOE Допускают, ЧТО DE-FG07-96ER147 ' 5 », ONR грантами N00014-99-1-0589, и грантами DOC

управления, использовались типы устройств адаптивного управления, наблюдаемого интегратора с ОС и линеаризации обратной связи, , чтобы улучшить характеристику и применимость асинхронного двигателя. Мы направляем читателя к [6], [8], [10], [15], [16], и [17] и ссылкам для краткого литературного обзора различных методов, используемых для управления асинхронным двигателем. Как доказано обширной литературой, переход от питания асинхронного двигателя от источника постоянной скорости к изменяемой, высокоточного привода контроля позиции/скорости требовал применения усовершенствованных, методов нелинейного управления.

С новой интенсивностью исследования нелинейного управления, направленного на АД, вершиной которой является достижения относительно решения проблемы управления асинхронного двигателя; однако, текущая кульминация знания относительно проблемы управления асинхронного двигателя, главным образом полагается на допущение о линейной магнитной цепи. То есть, электрическая модель подсистемы предполагает линейно увеличение потока с соответственно увеличивающимися текущими величинами. Однако, из экспериментальных опытов, наблюдается отклонение в большую сторону фактического сигнала потока ротора от предсказанного линейной моделью потока, то есть поток ротора показывает характеристики насыщения. Следовательно, для улучшения характеристики асинхронного двигателя, , нужно внести возмущающее воздействие, имитирующее магнитное насыщение, в электрическую динамику подсистемы. В реакции к этому воздействию Браун и другие [1] анализировали результаты влияния насыщения, в основном пути потока на обобщенных уравнениях машин переменного тока. Кроме того, Kerkman и другие [9] представил результаты влияния на обобщенную модель асинхронного двигателя, включая пространственно зависимые или с перекрестным насыщением , в произвольных координатах. К сожалению, многие из предложенных моделей насыщения не соответствуют преобразованию Блонделя-Парка (ВР) [12], который преобразовывает трёхфазную модель асинхронного двигателя в эквивалентную двухфазную. С неспособностью исполнять ВР преобразование (условия для ВР преобразования выделены в [14]), не просто понять, как предварительно разработанные методы нелинейного управления, основанные на допущении о линейности магнитной цепи, могут быть расширены, чтобы включить влияния насыщения. В попытке внести увеличение точности моделирования при одновременном облегчении анализа/разработки легкости управления (то есть ВР-преобразуемого), Sullivan и другие [18] разработал новую электрическую модель подсистемы, основанную на нелинейном тг-эквивалентном, представлении магнитной цепи, которое включает влияния магнитного насыщения, и удовлетворяет требованиям ВР-преобразования. Модель насыщения, предложенная в [18] рассматривает АД, как созданный из бесконечного числа бесконечно малых зубьев. Согласно допущению о гладком воздушном зазоре и равномерно

синусоидально распределенным обмоткам, каждый зуб смоделирован, как нелинейная тг-эквивалентная с нелинейными функциями введенными, чтобы поглощать результаты влияния насыщения (Нужно заметить, что, если эти нелинейные функции были бы опущены, то линейная эквивалентная схема восстанавливается). Строение вводимых нелинейных функций в электрической модели подсистемы [18] позволяет применить ВР-преобразование, чтобы разработать двухфазную эквивалентную модель в осях потока статора и ротора. Используя нелинейную тг-эквивалентную модель насыщения, Sullivan и другие [19], [20] обсуждали, как можно было изменять стандартное управление асинхронного двигателя, чтобы объяснить результаты влияния насыщения. Для дальнейшей разработки управления, Feemster и другие [7] использовал нелинейную Тг-эквивалентную модель насыщения, предложенную Sullivan и другими [18], чтобы разработать глобальную асимптотическую позицию ротора, прослеживающую наблюдателем несмотря на параметрическую неопределенность, связанную со статором и сопротивлением ротора; однако, наблюдатель показал потенциальный недостаток в смысле, что статор и сигналы потока ротора приняты, чтобы быть восстановленным от статора и измерений тока ротора (Feemster и другие в [7] иллюстрировал способность осуществить предложенный контроллер на асинхронном двигателе фазного ротора, снабженном оборудованием с контактными кольцами, позволяющий измерять токи ротора),

В этой статье, мы расширяем работу[7], призванную устранять потребность в воспроизведении сигналов статора и потока ротора в алгоритме управления. Определенно, мы разрабатываем стратегию наблюдателя/ контроллера, которая достигает полуглобального показательного слежения позиции ротора несмотря на результаты влияния насыщения в электрической подсистеме и отсутствии измерений потока. Проект наблюдателя/регулятора разработан согласно допущениям, что вводимые функции,которые используются, чтобы устранять магнитные влияния, первого порядка, дифференцируемы и удовлетворяют некоторым, относительно упрощенным свойствам (Эти свойства *детализированы в Разделе III). Остальная часть статьи посвящена следующему :*

. Во 2-м разделе, мы представляем электромеханическую модель асинхронного двигателя, приводящего в действие механическая подсистему с учетом влияниями магнитного насыщения. Цели управления, с учетом различных сигналов ошибки, требовали облегчать разработку развития управления и представлены в Разделе VI. В Разделе V, предложены два наблюдателя замкнутого типа для статора, и сигналы потока ротора , чтобы приспособить управления для условий отсутствия измерений потока. Предварительный анализ по Ляпунову представлен, чтобы пояснять стабильность погрешности наблюдения для объяснения строения предложенных наблюдателей. В части VI, проведена детализация разработки желаемого сигнала крутящего момента, чтобы способствовать контролю позиции ротора. В следующих подразделах

разработана желательная форма потока статора и ротора чтобы гарантировать: 1)желательный крутящий момент механической подсистеме; 2) продвинутый контроль потока ротора ; и 3) особенностей управления избегают. Вводы регулятора напряжения статора разработаны, чтобы гарантировать контроль потока статора. В Разделе VII, используется составной анализ стабильности по Ляпунову: 1) анализирует устойчивость замкнутой системы привода, и управляющие сигналы; и 2) поясняет позицию ротора, прослеживающую результат. Экспериментальные результаты приводятся в Разделе VIII, чтобы пояснять характеристику предложенного контроллера.

2 Электромеханическая модель

Электромеханическая модель [18] для асинхронного двигателя, приводящего в действие механическую подсистему с учетом магнитного насыщения, выраженных в ориентированном по статору (a-b) основные положения принимают следующую форму:

$$Mm\ddot{q}+Wm(q,\dot{q})\theta_{rm}=a_{1s}\psi_s^T J_2\psi_r \tag{1}$$

$$\dot{\psi}_s=-R_s I_s+V_s \tag{2}$$

$$\dot{\psi}_r=-R_r I_{rs}+n_p\,q\,J_2\psi_r \tag{3}$$

$$Is=(k_s(\|\psi_s\|^2)+k_l)\psi_s-kl\psi_r \tag{4}$$

$$Ir=(k_r(\|\psi_r\|^2)+k_l)\psi_r-kl\psi_s \tag{5}$$

Где $q(t),\dot{q}(t),\ddot{q}(t)$ соответственно позиция ротора, скорость ротора и сигналы ускорения ротора, Mm обозначает эквивалентную инерцию системы (включая инерцию ротора), $Wm(q,\dot{q})\in\Re^{1\times p}$ представляет регрессионный вектор, составленный из измеримых количеств, $\theta m\in\Re^{1\times p}$ обозначает вектор постоянных параметров системы,
$\psi_s(t)=[\psi_{sa}(t)\ldots\psi_{sb}(t)]^T\Re^{2\times1}$ и $\psi_r(t)=[\psi_{ra}(t)\ldots\psi_{rb}(t)]^T\Re^{2\times1}$ векторы, представляющие сигналы потока статора и ротора, соответственно, Rg и Rr представляют сопротивления статора и ротора, соответственно, n_p обозначает число пар полюсов асинхронного двигателя, $Vs=[V_{sa}\ V_{sb}]^T\Re^{2\times1}$ обозначает вектор входа регулятора напряжения статора, $I_s(t)=[I_{sa}\ I_{sb}]^T\Re^{2\times1}$ и $I_r(t)=[I_{ra}\ I_{rb}]^T\Re^{2\times1}$ представляют векторы текущих тока статора и ротора, соответственно $k_s(\|\psi_s\|^2)$ и $k_r(\|\psi_r\|^2)$-скалярные функции насыщения,