

СИНТЕЗ НАБЛЮДАТЕЛЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ СО СХОДИМОСТЬЮ ЗА КОНЕЧНОЕ ВРЕМЯ

Овчаров А.О., Чергинец Д.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель — доцент, к.т.н., Ведяков А. А. (Университет ИТМО)

Введение. Электродвигатели уже давно стали неотъемлемой частью современного мира. Они встречаются повсеместно: в детских игрушках, на станках, в инструментах, в автомобилях, в парках развлечений и даже на кораблях и подводных лодках. Распространенной целью управления электропривода является поддержка заданной скорости.

Объектом исследования в работе является асинхронный электродвигатель с векторным алгоритмом управления [1]. Управление скоростью таким регулятором требует измерения силы тока, напряжения статора и угловой скорости ротора, получаемую дифференцированием измерений датчика положения или тахометром. Иногда их использование не представляется возможным в силу конструктивных или экономических причин, и тогда для получения скорости вала применяются наблюдатели, синтез одного из которых представлен в этой работе.

Также при долгом эксплуатировании двигателя в силу его нагрева меняется сопротивление обмоток, что может повлиять на качество управления и КПД [2]. Поэтому в предложенном наблюдателе помимо вектора состояния электродвигателя, также оценивается сопротивление его ротора.

В прикладных задачах на наблюдатель обычно накладывают ограничение на качество и время сходимости [3]. Соответственно, в работе накладываются аналогичные ограничения.

Основная часть. В работе производится синтез наблюдателя магнитного потока, угловой скорости и момента нагрузки асинхронного двигателя. Для этого на первом шаге моделируется двигатель на основе динамической модели из работы [4], и учитывается сила вязкого трения. Измеряемыми сигналами считаются сила тока и напряжение обмоток статора. Все параметры, за исключением сопротивления ротора, принимаются известными. На втором шаге, исходя из этого допущения, синтезируется наблюдатель магнитного потока на основе метода «Generalized parameter estimation-based observers» (ГРЕВО) представленного в работе [5]. Наблюдатель дублирует исходную модель двигателя с неизвестными начальными условиями магнитного потока, угловой скорости и момента нагрузки, принимая в дублирующей модели эти условия известными. Как правило, они приравниваются к нулю. Далее строится динамическая модель ошибки из разницы неизвестного вектора состояния и известного вектора дублирующей модели, что позволяет получить решение в виде наблюдателя из статьи [5] с неизвестными начальными условиями и свести исходную задачу к задаче оценивания параметров. Стоит отметить компоненты модели ошибки состоят из известных величин и часть из них экспоненциально стремится к нулю.

Теперь ставится задача синтеза регрессионной модели для оценивания неизвестных начальных условий. На третьем шаге уравнения ГРЕВО подставляются в динамическую модель магнитного потокосцепления двигателя, применяется стационарный динамический фильтр с известными параметрами и группируются компоненты относительно неизвестных начальных условий. Как итог, формируется регрессионная модель, к которой на четвертом шаге применяется метод оценивания параметров из работы [6]. Также модель редуцируется с учетом экспоненциально затухающих компонент в регрессоре, что позволяет избежать его вырожденности и улучшить параметрическую сходимость.

Оценка магнитного потока и скорости формируется подстановкой в уравнения сформированного наблюдателя ГРЕВО оценок неизвестных параметров, полученных на предыдущем шаге.

Выводы. Результатом проделанной работы является наблюдатель вектора состояния асинхронного двигателя со сходимостью за конечное время. Также в ходе работы было отмечено, что определитель матрицы регрессора может со временем сходиться к нулю в зависимости от параметров используемого динамического фильтра, что говорит о необходимости исследований этого феномена. Работоспособность представленного наблюдателя продемонстрирована моделированием в пакете прикладных программ MATLAB.

Список использованных источников:

1. de Wit, P., Ortega, R., and Mareels., I. Indirect eld-oriented control of induction motors is robustly, - 1996.
2. Marino, R., Peresada, S., and Tomei, P. (1995). Exponentially convergent rotor resistance estimation for induction motors. *IEEE Trans. Industrial Electronics*, 42(5), 508–515.
3. Anton P., Bobtsov A., Ortega R., Vedyakov A., Cherginets D.A., Bazylev D., Petranevsky I.V. Sensorless Control of Permanent Magnet Synchronous Motors Based on Finite-Time Robust Flux Observer // *IFAC-PapersOnLine*, 2020, Vol. 53, No. 2, pp. 9270-9275
4. Astolfi, A. Nonlinear and adaptive control with applications / A. Astolfi, D. Karagiannis, R. Ortega. – 2008. – 1-290 p.
5. Generalized parameter estimation-based observers: Application to power systems and chemical–biological reactors / R. Ortega, A. Bobtsov, N. Nikolaev [et al.] // *Automatica*. – 2021. – Vol. 129.
6. Gerasimov, D. Adaptive Control of Multivariable Systems with Reduced Knowledge of High Frequency Gain: Application of Dynamic Regressor Extension and Mixing Estimators* / D. Gerasimov, R. Ortega, V. Nikiforov // *IFAC-PapersOnLine*. – 2018. – Vol. 51. – № 15. – P. 886-890.

Овчаров А. О. (автор)

Подпись

Ведяков А. А. (научный руководитель)

Подпись