

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ УПРАВЛЕНИЯ МАШИНОЙ ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ

Рассмотрена возможность управления скоростью вращения асинхронного двигателя с фазным ротором по схеме машины двойного питания при подключении цепей статора и ротора к общему преобразователю с единой системой управления.

Розглянуто можливість керування швидкістю обертання асинхронного двигуна з фазним ротором за схемою машини подвійного живлення при підключенні кіл статора та ротора до одного перетворювача з єдиною системою керування.

The article considers the possibility of controlling the speed of an induction motor with slip-ring rotor machine according to the scheme of double fed induction motor the stator and rotor to a common transmitter with a single control system.

Введение. В промышленном производстве Украины эксплуатируется большое количество электроприводов механизмов и агрегатов на базе асинхронных двигателей с фазным ротором. Наиболее распространенным способом регулирования скорости таких электроприводов является ступенчатое введение сопротивлений в цепь ротора.

Возрастающие требования к точности и диапазону регулирования скорости обуславливают актуальность построения новых эффективных систем управления такими электроприводами, в частности систем векторного управления при включении двигателя по схеме машины двойного питания.

Постановка задач исследования. Объектом исследования в данной работе являются электромеханические процессы в асинхронном двигателе с фазным ротором, включенным по схеме машины двойного питания, с одним преобразователем частоты, который подключен к цепям статора и ротора.

Материалы и результаты исследования

Функциональная схема исследуемой системы показана на рис.1. В рассматриваемой схеме используется одна система управления и один преобразователь, к которому подключены цепи статора и ротора.

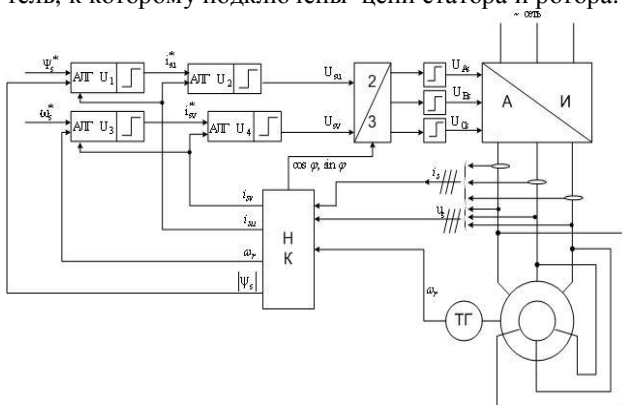


Рис.1. Функциональная схема системы

Построение такой системы возможно для машин, у которых номинальные напряжения статора и ротора близки.

Синтез системы управления начнем с того, что исходную систему координат А, В, С преобразуем в двухфазную систему u, v с ориентацией по вектору потокосцепления статора, при этом считаем, что влияние внутренних перекрестных обратных связей на динамику каналов управления активной и реактивной энергии будет скомпенсировано релейными регуляторами, работающими в скользящем режиме [1].

Тогда асинхронный двигатель как объект управления, описывается системой уравнений

$$\begin{cases} p\psi_{su} = u_{su} - R_s i_{su} \\ pi_{su} = -\frac{R_s + R_r \frac{L_s}{L_r}}{K_L} i_{su} + \frac{R_r}{L_r K_L} \psi_{su} + \frac{1}{K_L} u_{su} \end{cases}, \quad (1)$$

$$\begin{cases} p\omega_r = \frac{3}{2J} N_p \psi_{su} i_{sv} \\ pi_{sv} = -\frac{\psi_{su}}{K_L} \omega_r - \frac{R_s + R_r \frac{L_s}{L_r}}{K_L} i_{sv} + \frac{1}{K_L} u_{sv} \end{cases}, \quad (2)$$

где u_{su}, u_{sv} – напряжение и ток статора по осям u, v; ψ_{su} – потокосцепление статора; ω_r – скорость вращения ротора; R_s, R_r – активные сопротивления обмоток статора и ротора; L_s, L_r – индуктивности обмоток статора и ротора; L_m – взаимная индуктивность между обмотками статора и ротора; N_p – число пар полюсов двигателя; J – суммарный момент инерции электропривода; $K_r = \frac{L_m}{L_r}$, $K_L = L_s - L_m K_r$.

Решив задачу аналитического конструирования регуляторов с использованием модифицированного принципа симметрии [1], определим алгоритмы оптимального управления потокосцепления статора ψ_{su} , реактивного тока статора i_{su} , скорости вращения ротора ω_r и активного тока статора i_{sv} .

Выполнив преобразования координат, получаем алгоритмы в пространстве основных регулируемых координат

$$u_{\psi_s} = u_{sum} \operatorname{sign} \left(\left(1 + \frac{\beta_{10}}{p} \right) (\psi_s^* - \psi_s) - \beta_{12} i_{su} \right), \quad (3)$$

$$u_{i_{su}} = u_{sum} \operatorname{sign} \left(\left(1 + \frac{\beta_{20}}{p} + \frac{\beta_{200}}{p} \right) (i_{su}^* - i_{su}) \right), \quad (4)$$

$$u_{\omega_r} = u_{svm} \operatorname{sign} \left(\left(1 + \frac{\beta_{30}}{p} \right) (\omega_r^* - \omega_r) - \beta_{34} i_{sv} \right), \quad (5)$$

$$u_{i_{sv}} = u_{svm} \operatorname{sign} \left(\left(1 + \frac{\beta_{40}}{p} + \frac{\beta_{400}}{p} \right) (i_{sv}^* - i_{sv}) \right), \quad (6)$$

где u_{sum}, u_{svm} – максимальные напряжения питания по

соответствующим осям, $\beta_{10} = \frac{R_s R_r}{R_s L_r + R_r L_s}$,

$$\beta_{12} = -\frac{R_s K_L}{R_s + R_r} \frac{L_s}{L_r}, \quad \beta_{20} = \beta_{40} = \frac{R_s + R_r}{K_L} \frac{L_s}{L_r},$$

$$\beta_{200} = \frac{R_s R_r}{L_r K_L}, \quad \beta_{30} = \frac{3 N_p \psi_{su}^2}{2J \left(R_s + R_r \frac{L_s}{L_r} \right)},$$

$$\beta_{34} = \frac{3}{2J} N_p \psi_{su} \frac{K_L}{R_s + R_r} \frac{L_s}{L_r}, \quad \beta_{400} = \frac{3 N_p \psi_{su}^2}{2J K_L}.$$

Переходные процессы в системе, структурная схема которой показана рис.1, с алгоритмами управления (3)–(6) приведены на рис.2 и 3. На интервале времени t_0 – t_1 происходит намагничивание машины и стабилизация модуля потокосцепления статора при нулевом задании на скорость вращения, на интервале t_1 – t_2 к валу двигателя приложен активный статический момент, в момент времени t_3 подано задание на скорость ω_r^* , на интервале t_4 – t_5 осуществлен наброс и сброс нагрузки на валу двигателя, в момент времени t_6 подано задание на реверс двигателя с приложением реактивного статического момента, в момент t_7 задано нулевое задание на скорость вращения двигателя.

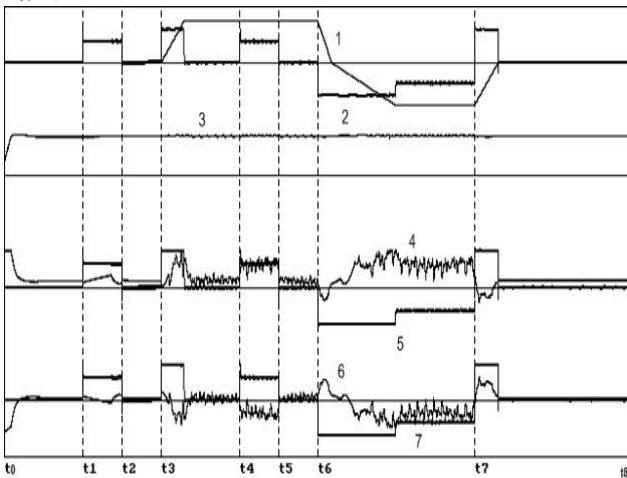


Рис.2. Графики переходных процессов
1– ω_r , 2– M_d , 3– $|\psi_s|$, 4– i_{su} , 5– i_{sv} , 6– i_{ru} , 7– i_{rv}

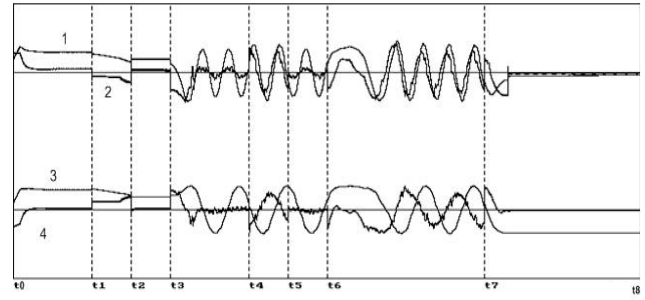


Рис.3. Графики переходных процессов
1– ψ_{As} , 2– i_{As} , 3– ψ_{Ar} , 4– i_{Ar}

Выводы. Полученные результаты моделирования подтверждают возможность управления скоростью вращения асинхронного двигателя с фазным ротором по схеме машины двойного питания при включении обмоток статора и ротора к общему автономному инвертору. Чередование фаз статора и ротора должно быть взаимно обратным.

Список использованной литературы

Садовой А.В. Системы оптимального управления прецизионными электроприводами / А.В. Садовой, Б.В. Сухинин, Ю.В. Сохина. – К.: ИСИМО, 1996. – 298 с.

Получено 12.07.2011



Садовой
Александр Валентинович,
д.т.н., проректор по науч.
работе ДГТУ,
г. Днепропетровск,
ул. Днепропетровская 2,
тел. (0569) 55-12-87
e-mail: sadovoy@dstu.dp.ua



Шрамко Юрий Юрьевич,
ст. преп. каф. эл.техники и
эл.технологий ДГТУ, тел.
(0569) 55 20 05
e-mail: tehndir@ua.fm,
tehndir@mail.ru.