
**РАЗРАБОТВАНЕ НА ДИСКРЕТЕН МОДЕЛ НА АСИНХРОНЕН
ДВИГАТЕЛ В СИНХРОНИЗИРАНА С ПОЛЕТО
КООРДИНАТНА СИСТЕМА**

Даря Сиракова
ТУ - София, ИПФ – Сливен
Камен Сейменлийски
Силвия Лецковска
Бургаски свободен университет

**DEVELOPMENT OF MODEL THE DISCRETE ASYNCHRONOUS
MOTORS WITH THE SYNCHRONIZED FIELD WITH DATUM**

Darya Sirakova
Technical University – Sofia, Engineering and Pedagogy Faculty – Sliven
Kamen Seymenliyski
Silvija Letskovska
Burgas Free University

***Resume:** The paper offered the results of the theory in invention of discrete model of the state of synchronized field with a coordinate system. It has been an equation in vector and matrix type appeared to be output on developing discrete model. The record is presented for entrance and transitional matrix on the basis of schematic structure of a discrete model of the state of asynchrony three-phase motor in synchronized fields with a coordinate system. The schematic structures are presented of the regulation and rotor flux in synchronized field with a coordinate system.*

***Key words:** discrete model, orientation field, transitional matrix, entrance matrix, zero matrixes, linkage.*

Въведение

Създаването на дискретен модел на състоянието в синхронизирана с полето координатна система се базира на предпоставката, че входните компоненти u_{sd} , u_{sq} и ω_s по време на работния период са постоянни. Тази предпоставка е налице при модерните трифазни управления с импулсни инвертори, въз основа на тяхната висока работна честота.

I. ДИСКРЕТЕН МОДЕЛ НА СЪСТОЯНИЕТО НА АСИНХРОННА МАШИНА В СИНХРОНИЗИРАНА С ПОЛЕТО КООРДИНАТНА СИСТЕМА

Известно е, че за създаване на дискретен модел на състоянието на асинхронен двигател в синхронизиран с полето координатна система е необходимо да се разполага с уравненията, описващи връзката между отделните вектори, заедно с техните производни [1 ÷4, 6].

$$\begin{aligned}
 (1) \quad & \frac{d\bar{x}^f}{dt} = \bar{A}^f \bar{x}^f + \bar{B}^f \bar{u}_s^f + \bar{N} \bar{x}^f \omega_s \\
 (2) \quad & (k+1) = \bar{\Phi}^f \cdot \bar{x}^f(k) + \bar{H}^f \bar{u}_s^f(k) \\
 (3) \quad & \bar{\Phi}^f(T, \omega, \omega_s) = \exp[(\bar{A}^f + N\omega_s(k))T] \\
 (4) \quad & \bar{H}^f(T, \omega, \omega_s) = \int_0^T \exp[(\bar{A}^f + N\omega_s(k))\tau] d\tau \bar{B}^f
 \end{aligned}$$

В този случай векторът на състоянието е означен като \bar{x}^f , а входния вектор – с \bar{u}_s^f . След последователно интегриране от уравнението на състоянието (1) получават зависимостите (2÷4). Противно на непрекъснатия модел, дискретният модел е линеен.

Елементите на преходната матрица $\bar{\Phi}^f(k)$ и на входната $\bar{H}^f(k)$ са изчислени онлайн. Подобно на дискретния модел на състоянието в установена координатна система и тук са получени формули чрез приближение от първи ред на развитата в ред експоненциална функция, съгласно уравнения (3) и (4). Техният запис се представя с матрици (5) и (6).

$$(5) \quad \bar{\Phi}^f = \begin{bmatrix} 1 - \frac{T}{\sigma} \left(\frac{1}{T_s} + \frac{1-\sigma}{T_r} \right) & \omega_s T & \frac{1-\sigma}{\sigma} \frac{T}{T_r} & \frac{1-\sigma}{\sigma} \omega T \\ -\omega_s T & 1 - \frac{T}{\sigma} \left(\frac{1}{T_s} + \frac{1-\sigma}{T_r} \right) & -\frac{1-\sigma}{\sigma} \omega T & \frac{1-\sigma}{\sigma} \frac{T}{T_r} \\ \frac{T}{T_r} & 0 & 1 - \frac{T}{T_r} & (\omega_s - \omega) T \\ 0 & \frac{T}{T_r} & -(\omega_s - \omega) T & 1 - \frac{T}{T_r} \end{bmatrix}$$

$$(6) \quad \bar{H}^f = \begin{bmatrix} \frac{T}{\sigma L_s} & 0 \\ 0 & \frac{T}{\sigma L_s} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

В подматрична форма записът на уравнения (5) и (6) се представя с уравнения (7) и (8):

$$(7) \quad \bar{\Phi}^f = \begin{bmatrix} \bar{\Phi}_{11}^f & \bar{\Phi}_{12}^f \\ \bar{\Phi}_{21}^f & \bar{\Phi}_{22}^f \end{bmatrix}$$

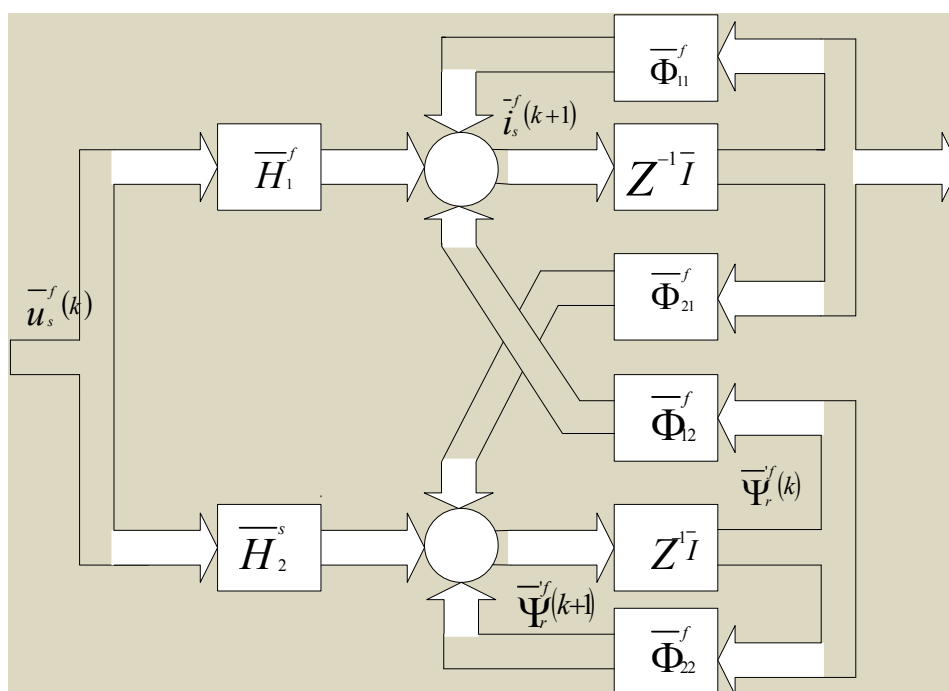
$$(8) \quad \bar{H}^f = \begin{bmatrix} \bar{H}_1^f \\ \bar{H}_2^f \end{bmatrix}$$

На база на изложеното е представена схема (Фиг. 1) на структурата на дискретен модел на състоянието на трифазен асинхронен двигател в синхронизирана с полюто координатна система [5].

Фигурата ясно изразява функционалните връзки между структурно определящите матрици.

От фигура 1 се също се вижда, че входната величина на структурата на модела представлява полевоориентирания вектор на статорното напрежение на двигателя. Той има необходимите определители и въздействия едновременно върху двата блока, представени в подматрична форма с помощта на зависимост (8).

Исходните сигнали постъпват в сравняващи блокове. В същите блокове постъпват и сигнали от подматричния запис на полевоориентирания поток на асинхронен двигател, представен с помощта на зависимост (7).

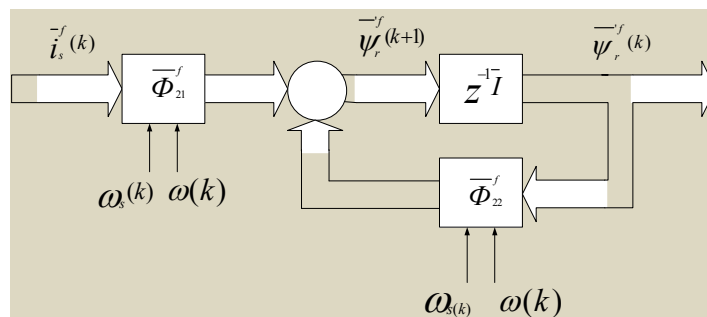


Фиг. 1. Структура на дискретен модел на състоянието на асинхронна машина в синхронизирана с полево координатна система

В първия сравняващ блок постъпват сигнали от първи ред на подматричния запис от уравнение (7). Във втори сравняващ блок постъпват аналогично сигнали от втория ред на подматричния запис, представен също с уравнение (7). Обработването на тези сигнали ще формира съответно сигнали на отклонение, както на вектора на статорния ток, така също и на полевоориентирания вектор на роторното потокосцепление. Редът на тези два сигнала е еднакъв $(k+1)$.

Видно е, че фигура 1 показва получения дискретен модел във форма на подматрично представяне. Това разделно представяне е базирано на записа на векторно матричните изрази за полевоориентирания статорен ток и полевоориентираното роторно потокосцепление. Например, за първия вектор от ред $(k+1)$ записът на модела може да се представи с помощта на уравнение (9):

$$(9) \quad \bar{i}_s^f(k+1) = \bar{\Phi}_{11}^f \bar{i}_s^f(k) + \bar{\Phi}_{12}^f \bar{\Psi}_r^f(k) + \bar{H}_1^f \bar{u}_s^f(k)$$



Фиг. 3. Модел на роторния поток за оценка на потока в синхронизирана с полето координатна система

Сигналите за ъгловата скорост постъпват и на втория член от втори ред на уравнение (7). След съответно преобразуване постъпват в сравняващия блок като резултатът от това сравнение постъпва на входа на инверсната векторна матрица на тока, чийто изходен сигнал е пропорционален на полевоориентиращия вектор на роторното потокосцепление.

Заклучение

В заключение може да се отбележи, че сигналът, пропорционален на ъгловата скорост на статорното поле, позволява определена връзка между токовите компоненти i_{sd} , i_{sq} . В случай на по-ефективно отстраняване на това свързване е препоръчително да се синтезира конкретна развързваща мрежа. Настоящата разработка дава възможности за известно облекчаване на синтеза на система за управление на трифазен асинхронен двигател чрез ориентация на магнитното му поле.

Предлаганите схеми на структури на модела са добра основа за приложения при различни модификации на такова управление с асинхронни двигатели.

Литература:

1. F. Blaschke, Das Verfahren der Feldorientierung zur Regelung der Asynchronmaschine. Siemens Forschung- und Entwicklungsbereiche. Bd. L, Nr. 1/1972.
2. W. Leonard, Control of Electrical Drives Springer – Verlag: Berlin Heidelberg New York Tokio 1985. Leonard, Werner.
3. Control of Electrical Drives. - Third edition./ Werner Leonhard. - Berlin; Heidelberg; New York; Barcelona; Hong Kong; London; Milan; Paris; Singapore; Tokyo: Springer 2001, (Power Systems), ISBN 3-540-41820-2.
4. R. Schonfeld, Digitale Regelungelektrischer Antriebe Berlin: VerlagTechnik 1987; Heidelberg HuthigVerlag 1990.
5. Meyer M. „Leistungselektronik“, Springer – Verlag Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona, 1990.
6. Lappe R, Conrad H, Kronberg M.: Leistungselektronik“ Verlag – Technik, Berlin 1992.
7. P. Georgiev, S. Neykov, P. Rahnev, S. Letskovska, K. Seymenliyski, M. Uscheva, Current State Regulator of Asynchronous Motor Commanded by Field Orientation, XXXIX ICEST, 16–19 june, 2004, Bitola, Makedonia