

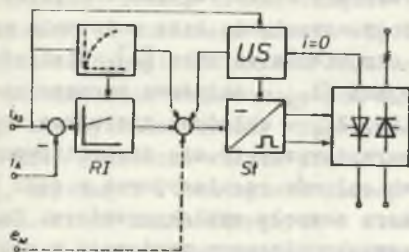
Brunon MAREK

TRENDY ROZWOJOWE NAPĘDÓW Z SILNIKAMI PRĄDU PRZEMIENNEGO
ZASILANYMI Z CYKLOKONWERTORA

Streszczenie. Przedstawiono rozwiązania techniczne i przedyskutowano własności regulacyjne układów sterowania silników prądu przemiennego zasilanych z cyklokonwertora. W przypadku silników asynchronicznych klatkowych zastosowano metodę ustawiania kąta położenia wskazu prądu stojana względem strumienia skojarzonego wirnika. W przypadku silników synchronicznych przedstawiono sterowanie silnika metodą ustawiania kąta położenia wskazu prądu twornika względem strumienia skojarzonego twornika. Strumień twornika wyznaczono przy zastosowaniu: analogowego bądź cyfrowego układu liczącego lub analizatora wskazów. Przy zastosowaniu układu liczącego, strumień twornika wyznacza się na podstawie równań stanu wykorzystując mierzone prądy; twornika oraz wzbudzenia. Wymagane jest zastosowanie czujnika położenia osi magnesyńcy. Układ może pracować w całym zakresie zmian prędkości obrotowej silnika. Przy zastosowaniu analizatora wskazów strumień twornika wyznacza się pomiarowo na podstawie napięć i prądów twornika.

Cyklokonwertor znalazł zastosowanie jako źródło zasilania maszyn prądu przemiennego (asynchronicznych, dwustronnie zasilanych i synchronicznych).

Bezpośredni przemiennik częstotliwości zapewnia uzyskanie napięcia trójfazowego o nastawianej amplitudzie i częstotliwości przy wykorzystaniu korzystnej zewnętrznej sieciowej komutacji odznaczającej się dużą niezawodnością [5], [9]. Cyklokonwertor składa się z trzech nawrotnych przekształtników tyrystorowych. Schemat jednej fazy cyklokonwertora przedstawia rys. 1. Trzy elementy układu przekształtnika wpływają na jego własności: 1 - układ blokady prądów wyrównawczych US, 2 - sterownik St, 3 - regulator prądu fazowego RI. Klasyczny układ blokady prądów wyrównawczych (stosowany przy zasilaniu maszyn prądu stałego) charakteryzuje

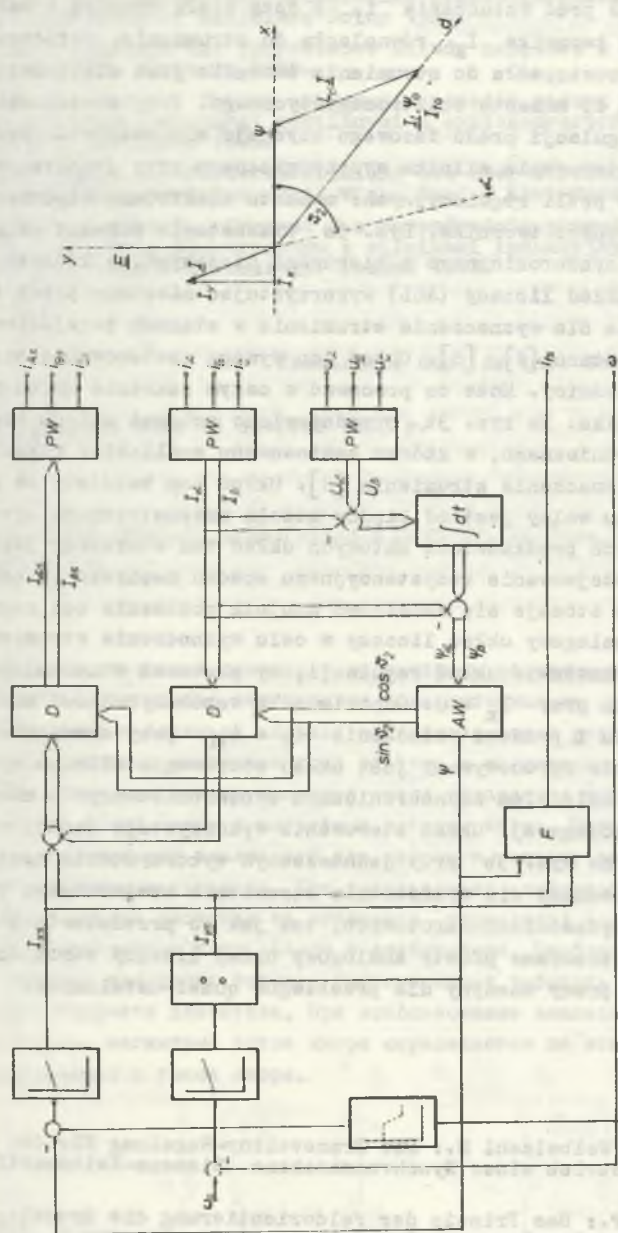


Rys. 1. Schemat blokowy układu sterowania przekształtnika

US - blokada prądów wyrównawczych, St - sterownik, RI - regulator prądu fazowego

Fig. 1. Block diagram of converter control system

US - equalizing current interlocking, St-SCR controller, RI - phase current regulator



Rys. 3b. Schemat układu sterowania silnika synchronicznego. Wersja 2

PW - przetwornik prądów, D - układ transformujący, F - przetwornik prądu wzbudzenia, AW - analizator prądów

Fig. 3b. Diagram of synchronous motor control system. Version 2

PW - phasor converter, D - coordinate transforming system, F - field current converter, AW - phasor analyzer

rującymi: przez prąd wzbudzenia i_f z dużą stałą czasową i małą inercyjną składową prądu twornika I_x równoległą do strumienia. Składowa prądu twornika I_y prostopadła do strumienia twornika jest wielkością sterującą proporcjonalną do momentu elektromagnetycznego. Przy zastosowaniu podporządkowanej regulacji prądu fazowego uzyskuje się możliwość prostej realizacji układu sterowania silnika synchronicznego przy jednoczesnym odsprężeniu głównych pętli regulacyjnych: momentu elektromagnetycznego i strumienia skojarzonego twornika. Rys. 3a przedstawia schemat układu sterowania silnika synchronicznego z biegunami utajonymi, w których zastosowano analogowy układ liczący (AUL) wykorzystując mierzone prądy twornika oraz wzbudzenia dla wyznaczenia strumienia w stanach przejściowych na podstawie równań stanu [1], [8]. Układ ten wymaga zastosowania czujnika położenia osi magnesnicy. Może on pracować w całym zakresie zmian prędkości obrotowej silnika. Na rys. 3b przedstawiono schemat układu sterowania silnika synchronicznego, w którym zastosowano analizator wskazów (AW) dla pomiarowego wyznaczenia strumienia [8]. Układ ten bazujący na pomierzonych zmiennych stanu wolny jest od błędów modelu matematycznego aproksymującego [5]. Przy małych prędkościach kątowych układ ten obciążony jest dużym błędem pomiaru (odejmowanie rezystancyjnego spadku napięcia od napięcia twornika). Dlatego stosuje się dodatkowo czujnik położenia osi magnesnicy i uproszczony analogowy układ liczący w celu wyznaczenia strumienia twornika. Można tak nastawić układ regulacji, by pracował w normalnych warunkach ustalonych przy $I_x = 0$. Odpowiada to współczynnikowi mocy $\cos\varphi = 1$ przy obciążeniu i prądowi wzbudzenia $i_f = i_{f0}$ przy znamionowym biegu jałowym. Obecnie opracowywany jest układ sterowania silnika synchronicznego będącego silnikiem asynchronicznym synchronizowanym o mocy 800 kW dla maszyny wyciągowej. Układ sterowania wykorzystuje zasadę działania przedstawioną na rys. 3b przy jednoczesnym wykorzystaniu czujnika położenia osi magnesnicy dla wyznaczenia strumienia skojarzonego twornika przy małych prędkościach obrotowych, tak jak to przedstawiono na rys. 3a. W tym celu zastosowano prosty analogowy układ liczący strumień dla odzworowania stanu pracy maszyny dla przebiegów quasi-ustalonych.

LITERATURA

- [1] Bayer K., Weibelzahl M.: Die Transvektor-Regelung für den feldorientierten Betrieb einer Synchronmaschine. Siemens-Zeitschrift, 1971, H. 10.
- [2] Blaschke F.: Das Prinzip der Feldorientierung die Grundlage für die Transvektor-Regelung von Drehfeldmaschinen, Siemens Z. 1971, H. 10.
- [3] Böhm K., Wesselak F.: Drehzahlregelbare Drehstromantriebe mit Umrichterpeisung. Siemens-Zeitschrift, 1971, H. 10.
- [4] Grzybowski W.: Własności regulacyjne silnika indukcyjnego zasilanego z tyrystorowego przemiennika częstotliwości. Praca doktorska. Politechnika Śląska, Gliwice 1980.

- [5] Marek B.: Własności regulacyjne napędu z silnikiem synchronicznym zasilanym poprzez bezpośredni przemiennik częstotliwości. XXI Sympozjum Maszyn Elektrycznych, Kazimierz Dolny 1985.
- [6] Mazurek J., Przywara G.: Tyristorowe układy napędowe z maszyną synchroniczną. WNT, Warszawa 1980.
- [7] Mikoś Z., Zygmunt H.: Zasady sterowania napędów maszyn wyciągowych z silnikami synchronicznymi zasilanymi z cyklokonwertorów. Konferencja "Napędy 85", Lubliniec 1985.
- [8] Paszek W., Marek B.: Weiterentwicklung des über Direktumrichter gespeisten Drehstromtriebese, Int. Wiss. Konf., Karl-Marx-Stadt, 1986.
- [9] Siwiński J., Paszek W., Zygmunt J.: Bezpośrednie przemienniki częstotliwości w napędzie elektrycznym z silnikami indukcyjnymi. Prace VI Krajowej Konferencji Automatyki. Poznań 1974.

Recenzent: doc. dr inż. Jerzy Hickiewicz

Wpłynęło do redakcji dnia 15 czerwca 1987 r.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРИВОДОВ С ДВИГАТЕЛЕМ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПИТАЕМЫМ ИЗ ЦИКЛОКОНВЕРТЕРОВ

Резюме

Представлено техническое решение и рассмотрены регуляционные свойства систем управления двигателями переменного тока питаемых из циклоконвертера. в случае двигателей с беличьей клеткой использован метод установления угла между пространственными векторами тока статора и магнитного потока ротора. в случае синхронных двигателей применен метод управления двигателя установившая угол между током якоря и магнитным потоком якоря. Магнитный поток якоря определен используя аналоговую или цифровую систему счета либо анализатора пространственных векторов. При использовании цифровой системы счета магнитный поток якоря рассчитан на основании управления состоянием двигателя используя измеренные токи якоря и возбуждения. Необходимо при этом применение датчика положения ротора. Система может работать во всем диапазоне вращающей скорости двигателя. При использовании анализатора пространственных векторов, магнитный поток якоря определяется по измерениям на основании напряжений и токов якоря.

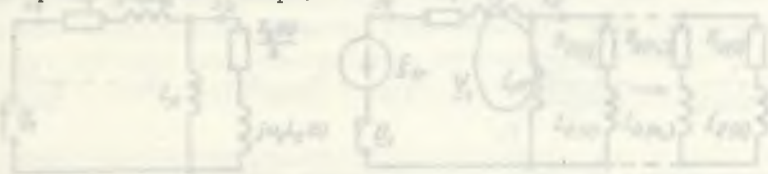


Fig. 1. Equivalent circuit of the machine

TRENDS OF DEVELOPMENT CONCERNING DRIVES WITH ALTERNATING CURRENT MOTORS SUPPLIED BY THE CYCLOCONVERTER

Summary

The article presents technical solutions and discusses the governing properties of the control system of alternating current motors supplied by the cycloconverter. In case of the asynchronous squirrel - cage motors, the method of setting up the position angle of the stator current phasor in relation to the interconnected rotor flux has been applied. In case of the synchronous motors, the method of controlling the drives by setting up the position angle of the armature current phasor in relation to the inter-connected armature flux has been presented. The armature flux has been determined with the use of the analogue or digital counting system or with the use of the phasor analyser. When using the counting system, the armature flux is determined on the basis of the engine's state equations using the measured values of armature and field current. Then the application of the field magnet position detector is required. This system can operate within all range of the motor rotational speed changes. In case of applying the phasor analyser, the armature flux is determined by measuring the armature currents and armature voltages.

[1] Marek B., Białobłoniński E.: Działanie i sterowanie napędami z silnikami indukcyjnymi zasilanymi przez przetworniki cykloprądowe. *Więsta-Światłociepota*, 1977, 2, 15.

[2] Białobłoniński E.: Napęd indukcyjny z przetwornikiem cykloprądowym. *Więsta-Światłociepota*, 1977, 2, 15.

[3] Marek B., Białobłoniński E.: Sterowanie napędami z silnikami indukcyjnymi zasilanymi przez przetworniki cykloprądowe. *Więsta-Światłociepota*, 1977, 2, 15.

[4] Białobłoniński E.: Właściwości regulacyjne silnika indukcyjnego zasilanego przez przetwornik cykloprądowy. *Więsta-Światłociepota*, 1977, 2, 15.