

КІРАВАНЫ ПЕРАЎТВАРАЛЬНІК АДНАФАЗНАЙ СЕТКІ Ў ТРОХФАЗНУЮ ДЛЯ АСІНХРОННЫХ РУХАВІКОЎ

А. Я. Запольскі

*Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны тэхнічны
ўніверсітэт імя П. В. Сухого», Рэспубліка Беларусь*

Навуковы кіраўнік Ю. В. Крышнёў

Сучасны этап развіцця прамысловых прывадаў характарызуецца значным пашырэннем вобласці ўжывання рэгуляваных электрапрывадаў пераменнага току.

Гэта датычыць большасці тых галін прамысловасці, у якіх раней выкарыстоўваліся электрапрывады пастаяннага току з рухавікамі незалежнага ўзбуджэння, якія маюць найлепшыя рэгулявальныя ўласцівасці, а таксама галін, дзе тэхналагічныя параметры сродкамі электрапрывада не рэгуляваліся.

Асінхронны рухавік з каротказамкнутым ротарам – самы распаўсюджаны тып электрычнай машыны. Гэта тлумачыцца прастатой яго канструкцыі і высокай надзейнасцю, звязанай з адсутнасцю шчотак і кантактных колцаў. Доўгі час асінхронны рухавік выкарыстоўваўся, у асноўным, у нерэгуляваных электрапрывадах, хаця тэарэтычныя спосабы рэгулявання яго хуткасці былі вядомыя. Адначасова вяліся работы па практычным стварэнні рэгуляванага прывада пераменнага току. Пры ўсіх вядомых спосабах рэгулявання хуткасці асінхроннага рухавіка (рэгуляванне змяненнем напружання на статарнай абмотцы, пераключэннем ліку пар палосоў, увядзеннем супраціву ці дабавачнай электрарухаючай сілы (ЭРС) у ротарны ланцуг рухавіка з фазным ротарам) толькі электрапрывад з рэгуляваннем шляхам змены частаты напружання на статары мог скласці канкурэнцыю прываду пастаяннага току з рухавіком незалежнага ўзбуджэння ў тых прыладах, у якіх патрабуецца вялікі дыяпазон рэгулявання хуткасці і прад'яўляюцца высокія патрабаванні да дакладнасці яе падтрымання і дынамічных характарыстык прывада [1].

Неад'емнай часткай любога электрычнага прывада з'яўляецца пераўтваральнік частаты.

Частотны пераўтваральнік – гэта высокатэхналагічная прылада, якая складаецца з элементаў на аснове паўправаднікоў і выкарыстоўваецца для змены частаты электрычнага току.

Частотныя пераўтваральнікі электроннага тыпу часта ўжываюць для плаўнага рэгулявання хуткасці асінхронных і сінхронных электрычных рухавікоў шляхам стварэння на выхадзе пераўтваральніка электрычнага напружання неабходнай частаты.

Частотны пераўтваральнік электроннага тыпу ўключае ў сябе два асноўныя элементы: выпрамнік і інвертар. Выпрямнік ўяўляе сабой мост пастаяннага току, які пераўтварае напружанне пераменнага току прамысловай частаты ў напружанне пастаяннага току. Інвертар – гэта прылада, неабходная для пераўтварэння напружання пастаяннага току прамысловай частаты ў напружанне пераменнага току патрабаванай частаты і амплітуды.

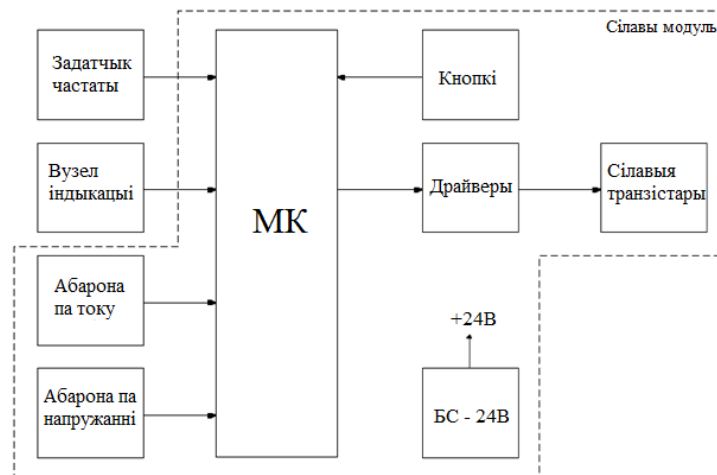
Для забеспячэння неабходнага па велічыні выхаднага току для сілкавання асінхроннага або сінхроннага электрычных рухавікоў выкарыстоўваюцца электронныя сілавыя ключы, а менавіта – біпалярныя транзістары з ізаляванай засаўкай (IGBT) і замыкаймыя тырыстары (GTO).

У найпростых выпадках рэгуляванне частаты і напружання адбываецца ў адпаведнасці з зададзенай характарыстыкай « U/f » (скалярнае кіраванне), у найбольш дасканалых пераўтваральніках рэалізавана так званае вектарнае кіраванне.

Частотны асінхронны пераўтваральнік пераўтвораць сеткавае аднафазнае або трохфазнае напружанне пераменнага току з частатой 50 або 60 Гц у аднафазнае або трохфазнае напружанне пераменнага току з частатой ад 1 да 800 Гц, тым самым дазваляючы ажыццяўляць плаўны пуск асінхроннага рухавіка з магчымасцю рэгулявання частаты і напрамку кручэння вала рухавіка [2].

Пераўтваральнік павінен адпавядаць наступным характарыстыкам: 1) уваходнае напружанне – аднафазнае, 220 В, 50 Гц; 2) выходнае напружанне – трохфазнае, 220 В, 75 Гц; 3) мінімальная частата выхаднога напружання – 1 Гц; 4) максімальная частата выхаднога напружання – 75 Гц; 5) крок рэгулявання частаты выхаднога напружання – 0,5 Гц; 6) скалярны спосаб кіравання рухавіком; 7) лінейная залежнасць U/f з узняццем напружання на нізкай частаце; 8) поўнае выкарыстанне сілкавальнага напружання пры намінальнай частаце; 9) устаноўка частаты выхаднога напружання з захаваннем, а таксама хуткі разгон на яе пры наступных уключэннях пераўтваральніка; 10) магчымасць работы з асінхроннымі рухавікамі магутнасцю да 4 кВт; 11) наяўнасць рэверсу, які дазваляе змяняць напрамак кручэння вала рухавіка; 12) наяўнасць абарон па напружанні і току; 13) наяўнасць індывідуальнасці: а) значэнне зададзенай частаты; б) папярэджанне аб перанапружанні і звыштоку; в) налада частаты запуску рухавіка; 14) наяўнасць энерганезалежнай памяці для захоўвання параметраў запуску рухавіка; 15) наяўнасць сістэмы кіравання, якая складаецца з клавіш і пераменнага рэзістара задання частаты.

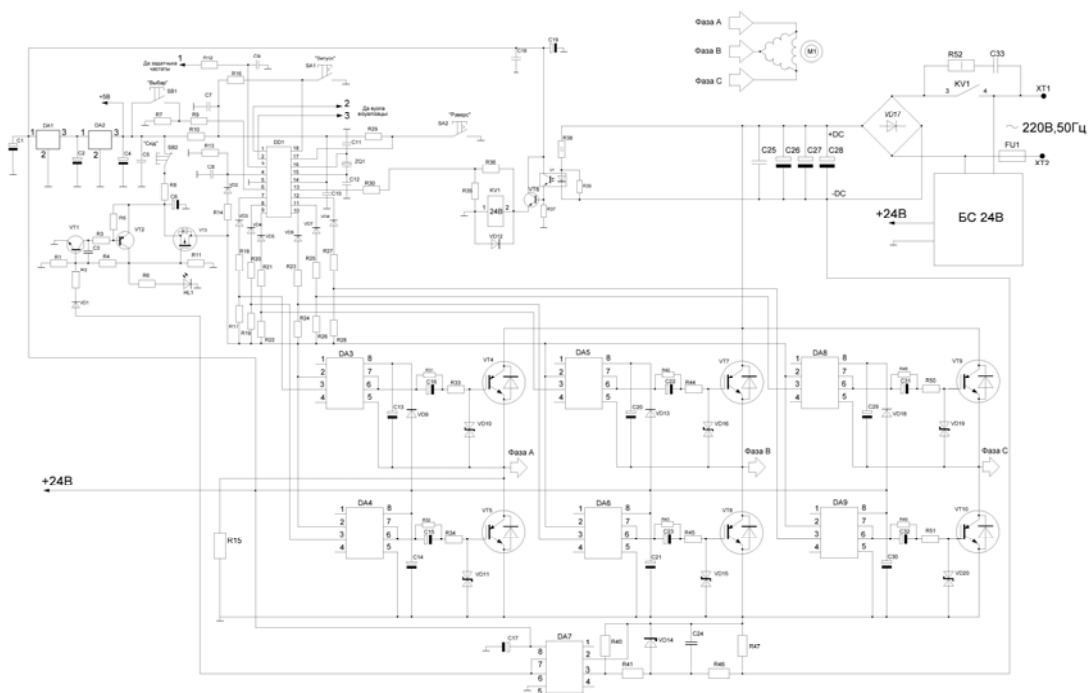
Схему пераўтваральніка структурна можна падзяліць на тры элементы: сілавы модуль з блокам сілкавання, задатчык частаты і вузел індывідуальнасці. Сілавы модуль уключае абароны па току і напружанні. Структурная схема пераўтваральніка паказана на мал. 1.



Мал. 1. Структурная схема пераўтваральніка аднафазнай сеткі ў трохфазную для маламагутных асінхронных рухавікоў

У якасці асноўнага вузла кіравання выкарыстаны 16-разрадны мікракантролер PIC16F648A [3]. Мікракантролер падае сігнал на інвертар, які ўключае ў сябе оптадрайверы HCPL3120 і кіраваныя ім сілавыя ключы са зваротнымі дыёдамі. На ўваходзе пераўтваральніка знаходзіцца выпрамнік са згладжваючым фільтрам, асноўная функцыя якога – атрымаць з пераменнага напружання сілкавальнай сеткі пастаяннае. Хуткадзейная абарона па току рэалізавана таксама на оптадрайверы HCPL3120 і звязцы біпалярных транзістараў з палярным ключом. Спрацоўванне

абароны адбываецца пры перавышэнні току на драйверах на працягу 10 мкс і адключаецца апаратна, пры націсканні на кнопку «Скід». Абарона па напружанні спрацоўвае пры перанапружанні на DC-звяне сілавога модуля, якое можа адбыцца пры тармажэнні (рэкуперацыі) рухавіка і пераходу яго ў гэты момант у генератарны рэжым. Дадзеная абарона пабудавана на звязцы аптрона з транзістарам, якая кіруе ланцугом шунтавання. Асноўная задача абароны – кантраляваць напружанне на кандэнсатары DC-звяна. Сілкаванне сілавога модуля адбываецца ад асобнага імпульснага блока сілкавання +24 В. Напружанне сілкавання кіравальнага мікракантролера фарміруецца праз каскад паніжальных стабілізатараў LM7812, LM7805. Сілавы модуль мае лагічныя сувязі з вузлом індывідуальнай індывідуальнай частаты. Прынцыповая схема сілавога модуля дадзена на мал. 2.



Мал. 2. Схема электрычная прынцыповая сілавога модуля

Вузел індывідуальнай індывідуальнай пабудаваны на 12-разрадным мікракантролеры PIC16F676 і 3-разрадным сямісегментным індывідуальнай Kingbright BC56-11 [4], [5]. Для падлучэння індывідуальнай да партоў мікракантролера выкарыстаны токаабмежавальныя рэзістары. На індывідуальнай выводзяцца памылкі работы пераўтваральніка, абвесткі аб спрацоўванні абарон і гатоўнасці да работы, значэнне выхаднай частаты. Схема электрычная прынцыповая вузла індывідуальнай паказана на мал. 3.

Асноўным вузлом задатчыка частаты з'яўляецца 12-разрадны мікракантролер PIC16F676, да якога падлучаны пераменны рэзістар. Пры ручным змененні супраціву адбываецца змена частаты выхаднага напружання на рухавік. Сілкаванне мікракантролераў вузла індывідуальнай і задатчыка частаты адбываецца ад сілавога модуля, з якім таксама ёсць лагічныя сувязі. Схема электрычная прынцыповая задатчыка частаты дадзена на мал. 4.

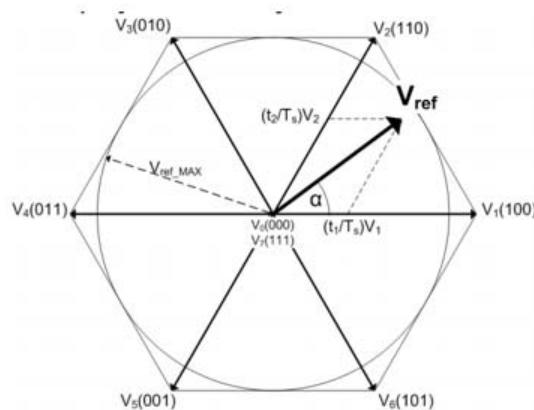
Базовы вектар	A+	B+	C+	A-	B-	C-	VA B	VB C	VC A	
V0 = {000}	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	УКЛ	УКЛ	УКЛ	0	0	0	Нулявы вектар
V1 = {100}	УКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	УКЛ	УКЛ	+VDC	0	-VDC	Актыўны вектар
V2 = {110}	УКЛ	УКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	УКЛ	0	+VDC	-VDC	Актыўны вектар
V3 = {010}	ВЫКЛ	УКЛ	ВЫКЛ	УКЛ	ВЫКЛ	УКЛ	-VDC	+VDC	0	Актыўны вектар
V4 = {011}	ВЫКЛ	УКЛ	УКЛ	УКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	-VDC	0	+VDC	Актыўны вектар
V5 = {001}	ВЫКЛ	ВЫКЛ	УКЛ	УКЛ	УКЛ	ВЫКЛ	0	-VDC	+VDC	Актыўны вектар
V6 = {101}	УКЛ	ВЫКЛ	УКЛ	ВЫКЛ	УКЛ	ВЫКЛ	+VDC	-VDC	0	Актыўны вектар
V7 = {111}	УКЛ	УКЛ	УКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	0	0	0	Нулявы вектар

Мал. 5. Камбінацыі ўключэння сілавых ключоў пры фарміраванні базавых вектараў

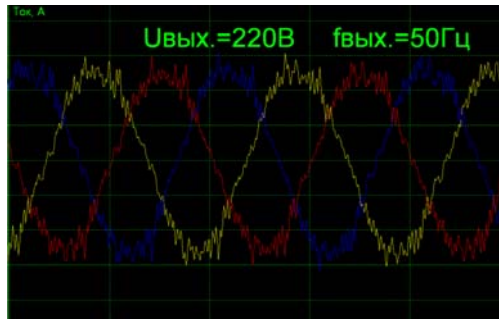
Актыўны вектар – вектар, пры якім абмоткі рухавіка падключаюцца транзістамі да напружання і DC-звяна.

Нулявы вектар – гэта вектар, пры якім абмоткі рухавіка закарочаны інвертарам і напружанне, роўнае нулю (але ток абмотак рухавіка пры гэтым працякае праз транзістары і зваротныя дыёды). Заўсёды актыўнымі з’яўляюцца тры ключы (акрамя мёртвага часу).

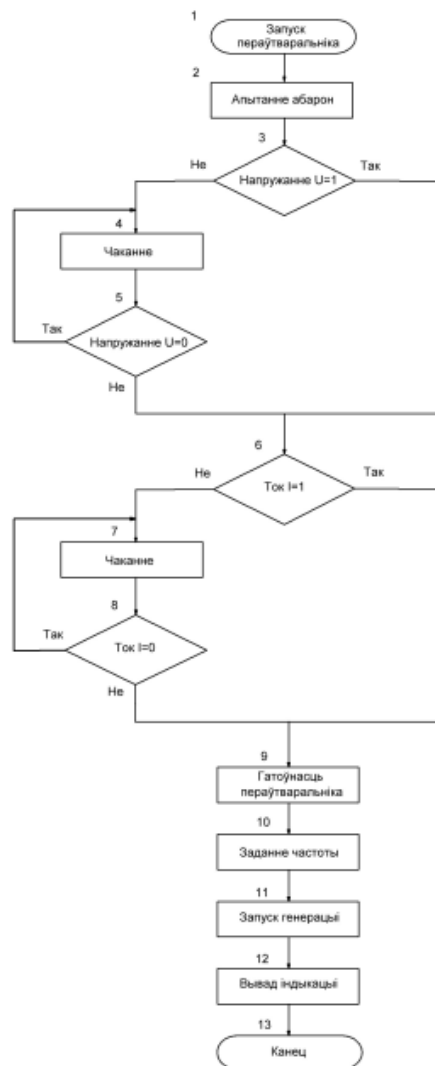
Напрамак задаецца пераключэннем у пэўнай паслядоўнасці фаз па адліковых інтэрвалах са зрухам у 120° (гл. мал. 6). На выхадзе пераўтваральніка атрымліваюцца сінусоідныя лінейныя вектары напружанняў. Асцылаграма выхаднога напружання паказана на мал. 7. Алгарытм работы праграмы пераўтваральніка прадстаўлен на мал. 8.



Мал. 6. Напрамкі базавых вектараў



Мал. 7. Асцылаграма выхаднога напружання



Мал. 8. Блок-схема алгарытму работы праграмы пераўтваральніка

Пераўтваральнік аднафазнай сеткі ў трохфазную для асінхронных рухавікоў зручны ў выкарыстанні і прасты ў эксплуатацыі. Выкарыстанне розных варыянтаў праграм робяць яго ўніверсальным. Пры выкарыстанні пераўтваральніка вырашаюцца наступныя праблемы: павялічаны пусковы момант, плаўны старт без вялікіх значэнняў пусковага току, адсутнасць лішняга нагрэву рухавіка.

Л і т а р а т у р а

1. Соколовский, Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием / Г. Г. Соколовский. – М. : Академия, 2006. – 259 с.
2. Частотный преобразователь (электропривод). – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Частотный_преобразователь_\(электропривод\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Частотный_преобразователь_(электропривод)). – Дата доступа: 01.03.2020.
3. Техническая документация на дисплей Kingbright BA/BC56-11. – Режим доступа: <https://doc.platan.ru/pdf/ec189-190.pdf>. – Дата доступа: 01.03.2020.
4. Техническая документация на микроконтроллер PIC16F648A. – Режим доступа: <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC16F648A>. – Дата доступа: 01.03.2020.
5. Техническая документация на микроконтроллер PIC16F676. – Режим доступа: <http://www.microchip.ru/d-sheets/40039.htm:PIC16F676:1x1>. – Дата доступа: 01.03.2020.

**СИСТЕМА МАШИННОГО ЗРЕНИЯ
НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ**

Д. С. Богонцев, Д. А. Дашкевич

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. В. Крышнев

Мы знаем, что основную часть информации о внешнем мире человек получает с помощью зрения и далее обрабатывает полученную информацию при помощи аппарата анализа и интерпретации визуальной информации. Поэтому еще в прошлом веке возник вопрос о возможности машинной реализации данного процесса. Компьютерное зрение – необходимый компонент современных технологий. Этот элемент является одним из наиболее перспективных методов автоматизации действий с применением компьютерных технологий и робототехники. Системы компьютерного зрения подразумевают преобразование данных, поступающих с устройств захвата изображения, с выполнением дальнейших операций на основе этих данных [1].

Компьютерное зрение – это общий набор методов, позволяющих компьютерам видеть, а область интереса машинного зрения как инженерного направления – цифровые устройства ввода-вывода и компьютерные сети, предназначенные для контроля производственного оборудования, таких, например, как роботы-манипуляторы или аппараты для извлечения бракованной продукции. Одно из наиболее распространенных приложений машинного зрения – инспекции промышленных товаров, таких, как полупроводниковые чипы, автомобили, продукты питания и лекарственные препараты. Люди, работавшие на сборочных линиях, осматривали части продукции, делая выводы о качестве исполнения. Системы машинного зрения для этих целей используют цифровые и интеллектуальные камеры, а также программное обеспечение, обрабатывающее изображение для выполнения аналогичных проверок.

Учитывая тенденции в автоматизации, системы машинного зрения на сегодня приобретают все большую популярность, что позволяет увеличить производительность производственных линий, улучшить качество выпускаемой продукции, выпускать более сложную продукцию, а также снизить себестоимость производства.

Использование нейронных сетей в системах машинного зрения позволяют уменьшить цену таких устройств и улучшить некоторые эксплуатационные характеристики. Нейронная сеть – это математическая модель, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей [2].