



THE ISSUE CONTAINS:

Proceedings of the 7th
International Scientific
and Practical Conference

**THEORY AND PRACTICE OF
SCIENCE: KEY ASPECTS**

Rome, Italy
19-20.12.2022

SCIENTIFIC COLLECTION
INTERCONF+

No 28 [137]
December, 2022



Scientific Collection «InterConf+ »

No 28(137)

December, 2022

THE ISSUE CONTAINS:

Proceedings of the 7th International
Scientific and Practical Conference

THEORY AND PRACTICE
OF SCIENCE: KEY ASPECTS

ROME, ITALY

December 19–20, 2022



ROME
2022

UDC 001.1

S 40 *Scientific Collection «InterConf+»*, 28(137): with the Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference «Theory and Practice of Science: Key Aspects» (December 19–20, 2022; Rome, Italy) by the SPC «InterConf». Dana, 2022. 505 p.
ISSN 2709-4685
DOI 10.51582/interconf.19-20.12.2022

EDITOR

Anna Svoboda
Doctoral student
University of Economics;
Czech Republic
annasvobodaprague@yahoo.com

COORDINATOR

Mariia Granko
Coordination Director in Ukraine
Scientific Publishing Center
«InterConf»; Ukraine
info@interconf.top

EDITORIAL BOARD

Temur Narbaev (PhD)
Tashkent Pediatric Medical Institute,
Republic of Uzbekistan;
temur1972@inbox.ru

Nataliia Mykhalitska (PhD
in Public Administration)
Lviv State University of
Internal Affairs; Ukraine

Dan Goltsman (Doctoral student)
Riga Stradiņš University;
Republic of Latvia;

Katherine Richard (DSc in Law),
Hasselt University; Kingdom of Belgium
katherine.richard@protonmail.com;

Richard Brouillet (LL.B.),
University of Ottawa; Canada;

Stanyslav Novak (DSc in Engineering)
University of Warsaw; Poland
novaks657@gmail.com;

Kanako Tanaka (PhD in Engineering),
Japan Science and Technology
Agency; Japan;

Mark Alexandr Wagner (DSc. in Psychology)
University of Vienna; Austria
mw6002832@gmail.com;

Alexander Schieler (PhD in Sociology),
Transilvania University of Brasov;
Romania

Svitlana Lykholat (PhD in Economics),
Lviv Polytechnic National University;
Ukraine

Dmytro Marchenko (PhD in Engineering)
Mykolayiv National Agrarian University
(MNAU); Ukraine;

Rakhmonov Aziz Bositovich (PhD in Pedagogy)
Uzbek State University of World
Languages; Republic of Uzbekistan;

Mariana Vereskliia (PhD in Pedagogy)
Lviv State University of Internal
Affairs; Ukraine

Dr. Albena Yaneva (DSc. in Sociology
and Antropology),
Manchester School of Architecture; UK;

Vera Gorak (PhD in Economics)
Karlovarská Krajská Nemocnice;
Czech Republic
veragorak.assist@gmail.com;

Polina Vuitsik (PhD in Economics)
Jagiellonian University; Poland
p.vuitsik.prof@gmail.com;

Elise Bant (LL.D.),
The University of Sydney; Australia;

George McGrown (PhD in Finance)
University of Florida; USA
mcgrown.geor@gmail.com;

Vagif Sultanly (DSc in Philology)
Baku State University;
Republic of Azerbaijan

Kamilə Əliağa qızı Əliyeva (DSc
in Biology)
Baku State University;
Republic of Azerbaijan

Please, cite as shown below:

1. Surname, N. & Surname, N. (2022). Title of an article. *Scientific Collection «InterConf+»*, 28(137), 21–27. <https://doi.org/10.1080/interconf...>

This issue of Scientific Collection «InterConf» contains the materials of the International Scientific and Practical Conference. The conference provides an interdisciplinary forum for researchers, practitioners and scholars to present and discuss the most recent innovations and developments in modern science. The aim of conference is to enable academics, researchers, practitioners and college students to publish their research findings, ideas, developments, and innovations.

TABLE OF CONTENTS

BUSINESS ECONOMICS

	Гросул В.А. Шинкаренко І.А.	ДОМІНАНТИ ТА БАР'ЄРИ АДАПТИВНОГО РОЗВИТКУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ РОЗДРІВНОЇ ТОРГІВЛІ В УМОВАХ ЦИФРОВИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ ЕКОНОМІКИ	8
	Покровець Н.І. Депутат В.Я.	АНАЛІЗ БІЗНЕС ПРОЦЕСІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА	15

INTERNATIONAL ECONOMICS AND INTERNATIONAL RELATIONS

	Сагалович А.А. Звоник А.А.	ХУДОЖНІ АУКЦІОНИ ЯК ВАГОМА ЧАСТИНА СУЧАСНОГО МИСТЕЦЬКОГО РИНКУ	20
---	-------------------------------	---	----

PEDAGOGY AND EDUCATION

	Bashirova G.I.	PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CADETS	28
	Khmelnikova L.I.	STEM – EDUCATION IN THE CHEMICAL	38
	Maslak A.S.	TRAINING OF FUTURE PHARMACISTS	
	Nykyporets S.	INFORMATION AND COMMUNICATION	45
	Medvedieva S.	TECHNOLOGIES IN TEACHING	
	Hadaichuk N.	PROFESSIONALLY-ORIENTED SPEAKING TO	
	Herasymenko N.	TECHNICAL STUDENTS IN NON-LINGUISTIC HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS	
	Pappas G.	ART AND CREATIVITY AT SCHOOL «INNOVATION AND CREATIVITY IN EDUCATION»	54
	Zhang Y.	PECULIARITIES OF INTRODUCING A TOLERANT APPROACH IN THE PROCESS OF FORMING MULTICULTURAL COMPETENCES OF OLDER TEENAGERS IN THE EDUCATIONAL AND EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF A CHILDREN'S MUSIC SCHOOL	76
	Баяновська М.Р. Машкаринець- Бутко А.І.	СОЦІАЛЬНО-ПЕДАГОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВИХОВАННЯ ДІТЕЙ-СИРІТ В УМОВАХ СУСПІЛЬНИХ ВИКЛИКІВ	81
	Гут Н.В.	МОНІТОРИНГ ЯЗЫКОВОЙ ПОДГОТОВКИ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ- МИГРАНТОВ В ВЕЛИКОБРИТАНИИ	87
	Нікітіна О.О.	РОЗВИТОК КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ ЗАСОБАМИ STREAM-ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ НУШ	95
	Попель Н.А.	НАВЧАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ПРОФЕСІЙНО СПРЯМОВАНОГО МОНОЛОГУ- МІРКУВАННЯ ІНОЗЕМНОЮ МОВОЮ	104
	Черчата Л.М.	НАВЧАННЯ РОЗПІЗНАВАННЮ ДИСТРАКТОРІВ У ТЕСТОВИХ ЗАВДАННЯХ З АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ	113

PHILOSOPHY AND COGNITION

	Кошетар У.П. Литвинська С.В. Приходько О.Ю.	КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ АПАРАТ ФАХОВОЇ НАУКОВОЇ КОМУНІКАЦІЇ	124
---	---	---	-----

SOCIOLOGY AND SOCIETY

	Плющ В.А.	КОНЦЕПТУАЛЬНІЗАЦІЯ АДАПТАЦІЙНИХ СТРАТЕГІЙ СУЧАСНИХ МІГРАНТІВ З УКРАЇНИ В ІЗРАЇЛІ	135
---	-----------	--	-----

PSYCHOLOGY AND PSYCHIATRY

	Spytska L.	INTERRELATION OF SOCIAL AND INDIVIDUAL ASPECTS IN PERSONALITY	147
---	------------	--	-----

LITERARY STUDIES

	Алієва З.К.	ПОСТАТЬ ІМАДЕДДІНА НАСІМІ В АЗЕРБАЙДЖАНСЬКІЙ ЛІТЕРАТУРІ	154
	Рубан А.А.	ЖАНРОВО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СБОРНИКА И. СЕВЕРЯНИНА «СОЛОВЕЙ»	160

LAW AND INTERNATIONAL LAW

	Баймуратов М.О. Кофман Б.Я.	ФЕНОМЕНОЛОГІЯ ПРАВОРОЗУМІННЯ ЯК ОСНОВНИЙ ФАКТОР КОМУНІКАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ЛЮДИНИ З ПРАВОМ	167
	Єфремова Н.В.	ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРАВОЗАХИСНОГО РУХУ З ПИТАНЬ ЗАХИСТУ ПРАВ ЛЮДИНИ В УРСР НА МІЖНАРОДНІЙ КОНФЕРЕНЦІЇ В ТЕГЕРАНІ 1968 РОКУ	186

GEOGRAPHY AND LOCAL HISTORY

	Войтків П.С. Іванов Є.А. Телегуз О.Г.	ОЦІНЮВАННЯ СТУПЕНЯ ПОРУШЕННЯ РІВНОВАГИ В АГРОЛАНДШАФТАХ ЧЕРВОНОГРАДСЬКОГО РАЙОНУ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	205
---	---	---	-----

ARTS, CULTURAL STUDIES AND ETHNOGRAPHY

	Зеленюк О.	БАУГАУЗ ТА УКРАЇНСЬКИЙ КОНСТРУКТИВІЗМ: КОМПАРАТИВНИЙ АНАЛІЗ ТА ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК	216
---	------------	---	-----

HISTORY AND ARCHEOLOGY, ARCHIVAL STUDIES

	Белько О.О.	ПОЧАТКИ ФОРМУВАННЯ КОЛЕКЦІЙ ПРИРОДНИЧО-ІСТОРИЧНОГО МУЗЕЮ ПОЛТАВСЬКОГО ГУБЕРНСЬКОГО ЗЕМСТВА. ГОНЧАРНИЙ АСПЕКТ. (КІН. ХІХ СТ.)	222
---	-------------	---	-----

	Олешко Н.П. Тюніна А.О.	ВОЛОНТЕРСЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ ЯК ПРОЯВ СПРОТИВУ УКРАЇНСЬКОГО НАРОДУ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ 2022 РОКУ	231
---	----------------------------	---	-----

BIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY

	Malykhin D.G.	TO THE BIOFIELD THEORY	237
---	---------------	------------------------	-----

MEDICINE AND PHARMACY

	Gahramanov H.M. Zulfiyev G.G. Ismayilov G.M. Alizade L.V.	THE FIRST CATARACT EXTRACTION OPERATIONS	247
	Расулова Г.Т. Саидова М.И. Кавракова З.Б.	РОЛЬ ТРОМБОФИЛИИ И ПОЛИМОРФИЗМА ФЕРМЕНТОВ ФОЛАТНОГО ЦИКЛА В ДИАГНОСТИКЕ ПОТЕРЬ БЕРЕМЕННОСТИ	254
	Сичов О.С. Гавриленко Т.І. Сташишена О.В. Романова О.М. Гетьман Т.В. Марченко О.Я. Міхалева Т.В. Деяк С.І.	ПОКАЗНИКИ ІМУННОГО СТАТУСУ У ХВОРИХ З ФІВРИЛЯЦІЄЮ ПЕРЕДСЕРДЬ, ЩО ПЕРЕНЕСЛИ ІНФЕКЦІЮ COVID-19	262
	Эфендиева С.Ф. Махмудова Г.И. Сулейманова С.Ф.	РАЦИОНАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ КАК СРЕДСТВО, УСКОРЯЮЩЕЕ ВЫЗДОРОВЛЕНИЕ ОТ COVID-19	266

ZOOLOGY AND VETERINARY MEDICINE

	Bilalov R.M. Aghazade S.S.	VETERINARY SANITARY EXPERTISE OF SLAUGHTER PRODUCTS OF ANIMALS (CATTLE) DURING FASCIOLIOSIS IN LANKARAN-ASTARA ZONE	273
---	-------------------------------	--	-----

NATURE MANAGEMENT, RESOURCE SAVING AND ECOLOGY

	Брук В.В. Лисенко М.В.	ВРАХУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ПРИ ОЦІНЦІ РЕГІОНАЛЬНИХ ІНДЕКСІВ ЛЮДСЬКОГО РОЗВИТКУ	279
---	---------------------------	--	-----

ENERGETICS

	Білюк І.С. Савченко О.В. Гаврилов С.О. Майборода О.В. Чубчик М.С. Чубчик С.С.	ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ З ФАЗНОГО БЕЗКОЛЕКТОРНОГО ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ	292
---	--	--	-----

PHYSICS AND MATHS

	Наливайко Л.Г.	ВПЛИВ ДИДАКТИЧНИХ МАТЕМАТИЧНИХ ІГОР НА ФОРМУВАННЯ ЛОГІКО-МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ	302
---	----------------	--	-----

CHEMISTRY AND MATERIALS SCIENCE

	Gornostai O.V.	PROBLEMS OF STABILIZING Ag AND Cu NANOPARTICLES WHEN PRODUCED BY PHYSICAL DEPOSITION METHODS IN VACUUM	312
	Tsitsishvili V. Amirkhanashvili K.	APPLICATION, STRUCTURE, SALTS AND COMPLEXES OF LIDOCAINE: A REVIEW. PART I. APPLICATION & STRUCTURE	319
	Каплуненко В. Косінов М.	ВІД КОНЦЕПЦІЇ «ЕЛЕКТРОН ЯК КАТАЛІЗАТОР» ДО ЄДИНОГО МЕХАНІЗМУ КАТАЛІТИЧНИХ РЕАКЦІЙ	339

GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

	Наливайко О.І. Ромашко О.В. Клименко В.В.	ФІЗИКО - ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ ВИДОВУВАННЯ ГАЗУ З МЕТАНГІДРАТНИХ ПОКЛАДІВ	358
---	---	--	-----

RADIO ENGINEERING, ELECTRONICS AND ELECTRICAL ENGINEERING

	Громико І.О.	ХИБНА ПЕЛЕНГАЦІЯ ЯК ПОРУШЕННЯ ТЕХНОКОМУНІКАБЕЛЬНОСТІ НОСІЇВ ІНФОРМАЦІЇ	370
---	--------------	--	-----

INFORMATION AND WEB TECHNOLOGIES

	Ozekbay Y.	DESIGNING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR DEEP SOFTWARE TESTING USING THE METHOD OF MODEL CHECKING	387
	Rozhnova T.H. Tomachynska V.S. Korsun D.M.	LIFE CYCLE MODELS, PRINCIPLES AND METHODOLOGIES OF SOFTWARE DEVELOPMENT	394
	Данилов В.Я. Загній Є.В.	ПРОГНОЗ ТРАЄКТОРІЙ УЧАСНИКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ	402
	Дроздова А.А.	СИСТЕМНИЙ ПІДХІД У НАВЧАННІ МАТЕМАТИЦІ	409
	Ибрагимова С.Н.	СЛОВОВОЕ СЕГМЕНТИРОВАНИЕ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ НА ПРИМЕРЕ УЗБЕКСКОГО ЯЗЫКА	421

ARCHITECTURE, CONSTRUCTION AND DESIGN

	Bachynska L.	WAYS OF CHOOSING METHODS FOR THE RESTORATION OF UKRAINIAN CITIES AFTER THE RUSSIAN INVASION	427
---	--------------	---	-----

	Volvach A.	FINITE ELEMENT ANALYSIS OF FLOOR SLABS BY MEANS OF VISUAL PROGRAMMING IN SAPFIR-3D	442
	Ботвіновська С.І. Золотова А.В. Ус В.Ф. Лось С.О.	ХУДОЖНІЙ ОБРАЗ МІСТА ЗАСОБАМИ ГРАФІЧНОГО ДИЗАЙНУ ТА ОБРАЗОТВОРЧОГО МИСТЕЦТВА	450

PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS

	Базилевич Н. Мовчан В. Гордієнко Олександр	МЕТОДИКА ПІДВИЩЕННЯ РУХОВОЇ АКТИВНОСТІ СТУДЕНТІВ ЗВО ЗАСОБАМИ КРОСФІТУ	460
	Чепелюк А.В. Орищак Т.І. Проць М.Р.	ФІЗИЧНА КУЛЬТУРА І СПОРТ У ЖИТТІ СУСПІЛЬСТВА	479

MILITARY AFFAIRS AND NATIONAL SECURITY

	Семенюк В.І. Коломійцев О.В. Жуйков Д.Б. Авдеев В.Ф. Третяк В.Ф. Полтавський Е.М. Кривчун В.І. Захарченко В.В. Корнев О.В. Семенченко С.В. Третяк А.О.	АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПРОГРАМНО-ТРЕНАЖЕРНИХ КОМПЛЕКСІВ І СИМУЛЯТОРІВ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ НАВЧАННЯ НАВИЧКАМ СТРІЛЬБИ	486
---	--	--	-----

ENERGETICS



DOI 10.51582/interconf.19-20.12.2022.032

Проектування системи керування 3 фазного безколекторного двигуна постійного струму

**Білюк Іван Сергійович¹, Савченко Олег Валерійович²,
Гаврилов Сергій Олексійович³, Майборода Олександр Валерійович⁴,
Чубчик Михайло Сергійович⁵, Чубчик Станіслав Сергійович⁶**

¹ кандидат технічних наук, доцент;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова; Україна

² завідувач лабораторіями кафедри автоматики;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова; Україна

³ кандидат технічних наук, доцент;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова; Україна

⁴ кандидат економічних наук, доцент;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова; Україна

⁵ студент кафедри автоматики;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова; Україна

⁶ студент кафедри автоматики;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова; Україна

Анотація.

Метою роботи є проектування схеми системи керування безколекторного двигуна постійного струму на базі мікросхеми UCC3626 та IRS2330.

Ключові слова:

безколекторний двигун постійного струму
система керування
мікросхема UCC3626
мікросхема IRS2330
датчик Холла

ENERGETICS

Серед електродвигунів з постійними магнітами широке поширення набули системи на основі електричних машин з трапецеїдальною формою ЕРС. Такі електродвигуни в зарубіжній літературі називають безколекторними двигунами постійного струму (БДПС, від англ. Brushless DC motor або BLDC motor) [1].

Безколекторний двигун постійного струму має подібні електричні характеристики до колекторного двигуна, але він має підвищену надійність через заміну механічної комутації електронною. У БДПС для усунення щіток обмотки якоря розміщують на стороні статора, а магніти – на стороні ротора (рис. 1) [7].

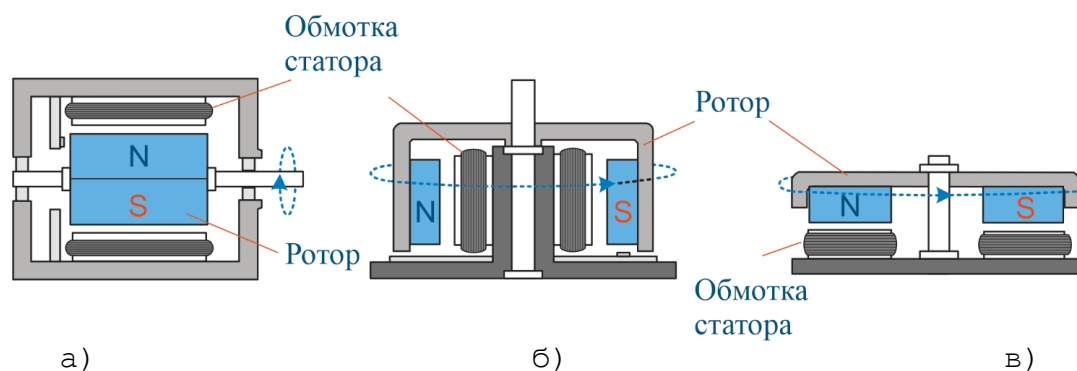


Рисунок 1

Конструкції БДПС:

**а – з внутрішнім ротором; б – із зовнішнім ротором (радіальний потік);
в – із зовнішнім ротором (осьовий потік)**

Безколекторний двигун постійного струму складається із ротора з постійними магнітами та статора з обмотками. Розрізняють два типи двигунів: «Inrunner», у яких магніти ротора знаходяться всередині статора з обмотками, і «Outrunner», у яких магніти розташовані зовні і обертаються навколо нерухомого статора з обмотками.

Схему «Inrunner» зазвичай використовують для високошвидкісних двигунів з невеликою кількістю полюсів. «Outrunner» при необхідності отримати високомоментний двигун з порівняно невеликими оборотами. Конструктивно «Inrunners» простіше з того, що нерухомий статор може служити корпусом. У нього можуть бути вмонтовані кріпильні пристосування. В разі «Outrunners» обертається вся зовнішня частина [2].

ENERGETICS

БДПС мають багато переваг, таких як висока ефективність, велика питома потужність, високе співвідношення крутного моменту та моменту інерції, висока швидкість, простий алгоритм керування та низька вартість. Таким чином, в наш час вони широко використовуються як економічно ефективне рішення у приводах малої та середньої потужності.

Функціональну схему системи керування безколекторного двигуна постійного струму наведено на рис. 2. Збудження відповідних обмоток БДПС відбувається послідовно для безперервного обертання ротора двигуна [3].

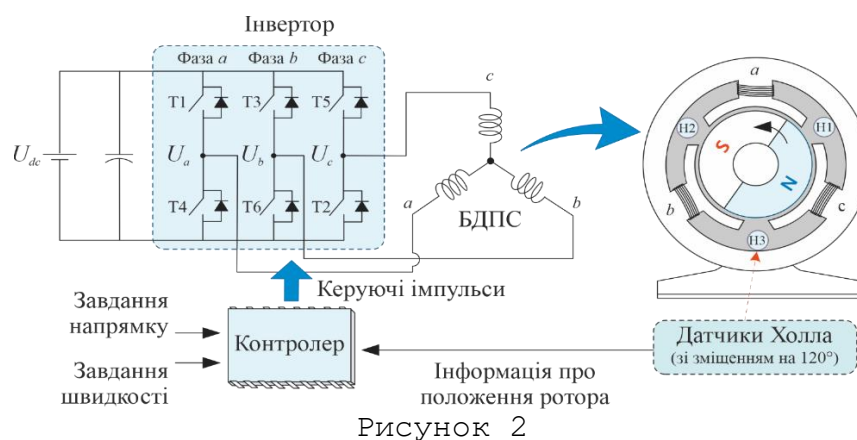


Рисунок 2

Функціональна схема системи керування БДПС

Виходячи з функціональної схеми, для проектування схеми системи керування використаємо контролер безколекторного двигуна UCC3626[4].

Контролер двигуна UCC3626 поєднує в собі безліч функцій, необхідних для розробки високопродуктивного трифазного контролера безколекторного двигуна постійного струму в одному корпусі. Вхідні положення ротора декодуються для отримання шести вихідних сигналів, які керують зовнішнім силовим каскадом. Прецизійний трикутний генератор і компаратор із засувкою забезпечують ШІМ-керування двигуном як у режимі напруги, так і в режимі струму. Генератор легко синхронізується із зовнішнім джерелом синхронізації через вхід SYNCH. Крім того, вхід вибору QUAD налаштовує мікросхему для модуляції або тільки перемикачів нижнього плеча, або перемикачів верхнього та нижнього плеча, що дозволяє мінімізувати втрати при перемиканні менш вимогливих додатках.

ENERGETICS

Пристрій включає диференціальний підсилювач струму і схему абсолютного значення, які забезпечують точну реконструкцію струму двигуна, що корисно для поімпульсного захисту від перевантаження по струму, а також для замикання контуру керування струмом. Також передбачено точний тахометр для реалізації регулювання швидкості із зворотним зв'язком. Сигнал *TACH_OUT* є частотним виходом зі змінною шпаруватістю, який можна використовувати безпосередньо для цифрового керування або відфільтрувати для отримання аналогового сигналу зворотного зв'язку. Інші функції включають команди *COAST*, *BRAKE* та *DIR_IN*, а також виведення напряду *DIR_OUT*. Функціональна схема контролера двигуна *UCC3626* наведена на рис. 3.

Цифрові виходи *ANI*, *BHI* та *CHI* використовуються для керування верхнього та нижнього плеча, а *ALOW*, *BLOW* та *CLOW* для керування нижнього плеча. Вхід *COAST* складається із гістерезисного компаратора, який відключає виходи. *CT* разом із виводом *R_TACH* використовується для встановлення частоти генератора. Між цією точкою і землею зазвичай підключається конденсатор, що задає частоту. Між *C_TACH* і землею встановлюється для встановлення ширини імпульсу *TACH_OUT*.

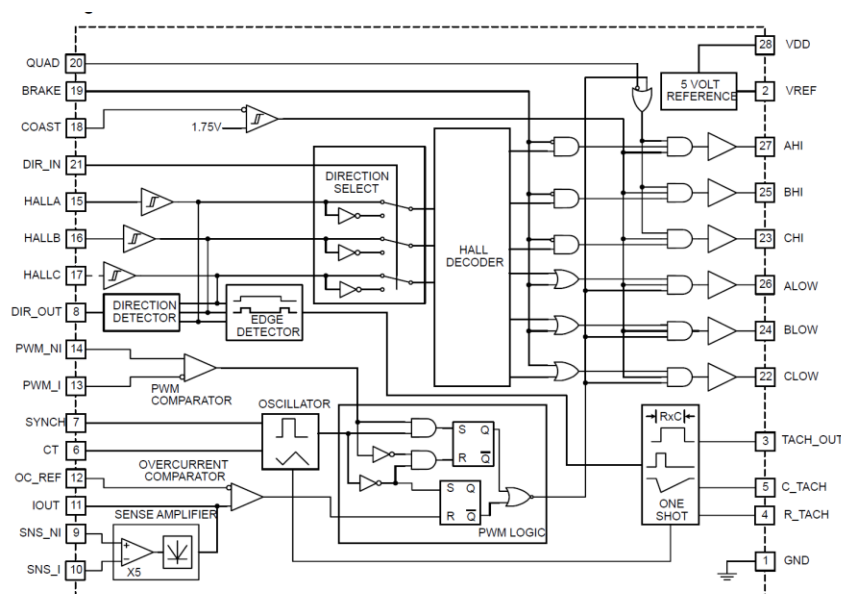


Рисунок 3
Функціональна схема мікросхеми *UCC3626*

ENERGETICS

Цифрові виходи *ANI*, *BNI* та *CHI* використовуються для керування верхнього та нижнього плеча, а *ALOW*, *BLOW* та *CLOW* для керування нижнього плеча. Вхід *COAST* складається із гістерезисного компаратора, який відключає виходи. *CT* разом із виводом *R_TACH* використовується для встановлення частоти генератора. Між цією точкою і землею зазвичай підключається конденсатор, що задає частоту. Між *C_TACH* і землею встановлюється для встановлення ширини імпульсу *TACH_OUT*. Конденсатор заряджається струмом, встановленим резистором на виводі *R_TACH*. *DIR_IN* – це цифровий вхід, який визначає порядок декодування входів *HALLA*, *HALLB* і *HALLC*. *DIR_OUT* являє собою фактичний напрямок ротора, декодований з входних сигналів *HALLA*, *HALLB* і *HALLC*. Ці три входи призначені прийому інформації про положенні ротора, розташованого з відривом 120° друг від друга. *OC_REF* – це аналоговий вхід, який встановлює напругу спрацьовування компаратора максимального струму. Вхід *SYNCH* використовується для синхронізації ШИМ-генератора із зовнішнім цифровим таймером. Резистор, підключений між *R_TACH* і землею, програмує струм як генератора, так і тахометра.

Генератор мікросхеми *UCC3626* розроблений для роботи на частотах до 250 кГц і забезпечує трикутну форму сигналу на *KT* з амплітудою від піку до піку 5 В для покращеної завадостійкості. Струм, який використовується для програмування *TT*, виводиться з резистора *R_TACH* відповідно до наступного рівняння:

$$I_{OCR} = \frac{25}{R_{TACH}} \text{ А.} \quad (1);$$

Частота генератора встановлюється *R_TACH* і *CT* відповідно до наступного співвідношення:

$$f_{osc} = \frac{2.5}{R_{TACH} \cdot CT} \text{ Гц.} \quad (2);$$

Значення резистора, який задає час, мають бути від 25 кОм до 500 кОм, тоді як значення конденсатора мають бути від 100 пФ до 1 мкФ. Як і у випадку з будь-яким височастотним генератором, компоненти синхронізації повинні бути розташовані якомога ближче до контактів пристрою під час

ENERGETICS

компонування друкованої плати. Також важливо підключати конденсатор синхронізації безпосередньо на контакт заземлення на *UCC3626*, а не послідовно з'єднувати його з іншою трасою або заземленою площиною.

Загальна специфікація системи полягає в тому, щоб усі осцилятори були синхронізовані з головним таймером. *UCC3626* забезпечує вхід *SYNCH* для цієї мети. Вхід *SYNCH* призначений для взаємодії з цифровим синхронізуючим імпульсом, який генерує задаючий генератор. Позитивний фронт на цьому вході змушує генератор *UCC3626* розряджатися. Щоб ведений генератор працював належним чином, він повинен бути запрограмований на частоту трохи нижчу, ніж у головного. Крім того, резистор, рівний *R_TACH*, повинен бути розміщений паралельно *CT*. Вивід *SYNCH* має бути заземлений, коли він не використовується.

Тахометр *UCC3626* складається з стабілізованої напруги 5 В, який запускається наростаючим або спадаючим фронтом на будь-якому з трьох входів Холла, *HALLA*, *HALLB* і *HALLC*. Результуюча форма сигналу *TACH_OUT* є прямокутним сигналом зі змінним робочим циклом, частота якого пропорційна швидкості двигуна, як визначено:

$$TACH_{OUT} = \frac{V \cdot P}{20} \text{ Гц.} \quad (3);$$

де *P* – кількість пар полюсів двигуна, а *V* – швидкість двигуна в об/хв.

Час увімкнення моностабільного регулятора програмується через резистор синхронізації *R_TACH* і конденсатор *C_TACH* відповідно до наступного рівняння:

$$t_{ON} = R_{TACH} \cdot C_{TACH} \text{ с.} \quad (4);$$

Час увімкнення зазвичай встановлюється на значення, менше ніж мінімальний період *TACH_OUT*, як задано:

$$t_{PERIOD(min)} = \frac{20}{V_{max} \cdot P} \text{ с.} \quad (5).$$

де *P* – кількість пар полюсів двигуна, а *V* – швидкість двигуна в об/хв.

ENERGETICS

Сигнал *TACH_OUT* можна використовувати для замикання цифрового контуру швидкості за допомогою мікроконтролера, або безпосередньо фільтрувати низькі частоти в аналоговій реалізації.

UCC3626 містить диференціальний підсилювач вимірювання струму з фіксованим коефіцієнтом підсилення п'ять разом із схемою абсолютного значення. Сигнал датчика струму має бути відфільтрований низькими частотами, щоб усунути стрибки. Щоб максимізувати продуктивність, вхідний опір підсилювача має бути збалансованим. Якщо напругу вимірювання потрібно підрізати з міркувань точності, слід використовувати вхідний дільник малого значення або диференціальний дільник для підтримки узгодження імпедансу.

В якості швидкісного високовольтного драйвера потужних *MOSFET* і *IGBT* транзисторів буде використано мікросхему *IRS2330*[5], яка має три незалежних вихідних канали високого і низького рівня. Логічні входи сумісні з виходами *CMOS* або *LSTTL*, аж до логіки 3,3 В. Операційний підсилювач із заземленням забезпечує аналоговий зворотний зв'язок струму моста через зовнішній резистор визначення струму. Функція відключення струму, яка завершує всі шість виходів, також походить від цього резистора. Сигнал *FAULT* відкритого дренажу вказує на те, що відбулося відключення через перевищення струму або низьку напругу. Вихідні драйвери мають буферний каскад високого імпульсного струму, розроблений для мінімальної перехресної провідності драйвера. Затримки розповсюдження узгоджені для спрощення використання на високих частотах. Плаваючий канал можна використовувати для керування N-канальним силовим *MOSFET* або *IGBT* у конфігурації високого боку, яка працює до 600 вольт. Функціональна схема мікросхеми *IRS2330* показано на рис. 4.

HIN1,2,3 – логічний вхід для виходів драйвера затвора високої сторони (*HO1,2,3*), поза фазою.

LIN1,2,3 – логічний вхід для виходу драйвера нижнього затвора (*LO1,2,3*), поза фазою

FAULT вказує на те, що відбулося блокування перевищення струму або зниженої напруги (низька сторона), негативна логіка

V_{CC} – фіксоване живлення.

ITRIP – вхід для відключення через перевантаження.

ENERGETICS

CAO – вихід підсилювача струму.

CA– – негативний вхід підсилювача струму.

VSS – логічне заземлення.

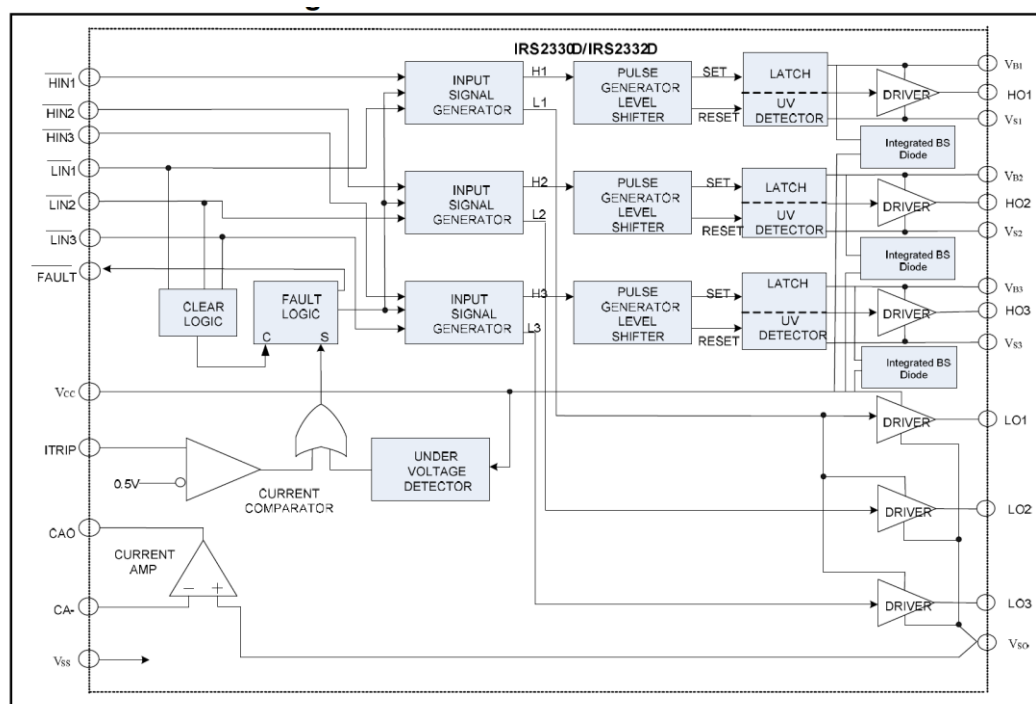


Рисунок 4

Функціональна схема мікросхеми IRS2330

$V_{B1,2,3}$ – плаваюче живлення високої сторони.

$HO1,2,3$ – вихід приводу затвора високої сторони.

$V_{S1,2,3}$ – висока сторона плаваючої подачі.

$LO1,2,3$ – вихід приводу нижньої сторони затвора.

V_{SO} – повернення низьких частот і позитивний вхід підсилювача струму.

V_{BIAS} (V_{CC} , $V_{BS1,2,3}$) = 15 В, $V_{SO1,2,3}$ = V_{SS} і $T_A = 25^\circ\text{C}$, якщо не вказано інше. Параметри V_{IN} , V_{TH} і I_{IN} відносяться до V_{SS} і застосовуються до всіх шести логічних входів: $HIN1,2,3$ і $LIN1,2,3$. Параметри V_O та I_O відносяться до $V_{SO1,2,3}$ і застосовуються до відповідних вихідних проводів: $HO1,2,3$ або $LO1,2,3$.

IRS233(2,0)(D) HVIC має вбудовану схему захисту від простою. Мертвий час для цих IC є фіксованим; інші мікросхеми

ENERGETICS

всередині системи *IR HVIC* має програмований час простою для більшої гнучкості проектування. Функція простою вставляє період часу (мінімальний час простою), протягом якого перемикачі високого та низького рівня живлення утримуються у вимкненому стані; це робиться для того, щоб переконатися, що вимикач живлення повністю вимкнувся до увімкнення другого вимикача живлення.

IRS233(0,2)(D) забезпечує інтегрований вихід звіту про несправності. Є дві ситуації, які призведуть до того, що *HVIC* повідомить про несправність через висновок *FAULT*. Перший – умова зниженої напруги *VCC*, а другий – якщо контакт *ITRIP* розпізнає несправність. Коли виникає умова несправності, штифт *FAULT* внутрішньо підтягується до *VSS*, і умова несправності фіксується. Вихідний сигнал про помилку залишається в низькому стані, доки несправність не буде усунуто всіма *LINx*, встановленими у високий стан. Після усунення несправності напруга на виводі *FAULT* повернеться до *VCC*.

На рис. 5 зображено простий двоквадрантний контролер швидкості з використанням *UCC3626*. Силовий каскад призначений для роботи з випрямленим автономним джерелом живлення з використанням *IRS2330* для забезпечення інтерфейсу між сигналами керування низькою напругою та силовими *MOSFET*.

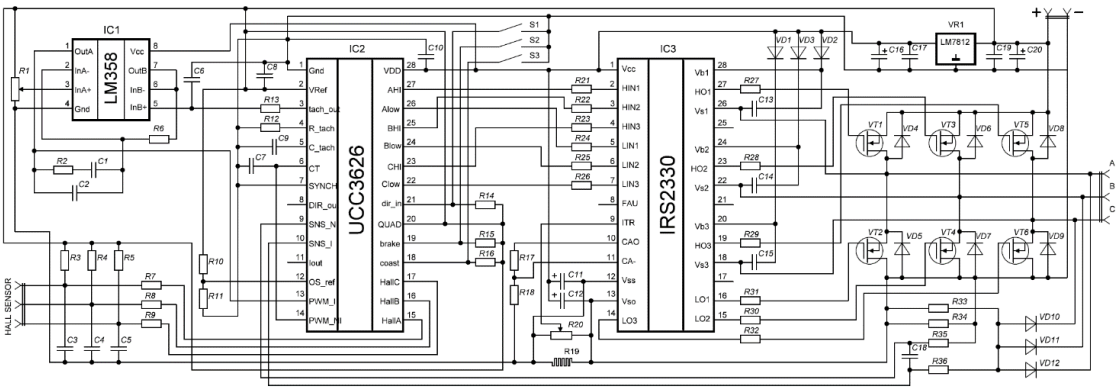


Рисунок 5
Схема системи керування

Команда швидкості контролера встановлюється резистором *R35*, тоді як сигнал зворотного зв'язку за швидкістю

ENERGETICS

отримується фільтрацією низьких частот і буферизацією сигналу *TACH_OUT* за допомогою *R13* і *C6*. Компенсація малого сигналу контуру регулювання швидкості забезпечується підсилювачем *LM358*, вихід якого використовується для керування шпаруватістю ШІМ. Інтегруючий конденсатор *C1* розміщує полюс на 0 Гц і нуль у поєднанні з *R2*. Цей нуль може бути використаний для скасування низькочастотного полюса двигуна та для перетину контуру з підсиленням -20 дБ. Знакова частина використовується для керування вхідним сигналом *DIR*, тоді як величина керує підсилювачем поточної помилки. Зворотний зв'язок по струму забезпечується внутрішнім підсилювачем визначення струму через контакт *IOUT*.

Висновок:

У роботі представлені характеристики, принцип роботи та метод проектування схеми системи керування спеціалізованою мікросхемою управління безколекторним двигуном постійного струму *UCC3626*. *UCC3626* може реалізовувати двоквадрантне або чотириквадрантне керування, а також функції поциклового захисту за струмом та керування швидкістю зі зворотним зв'язком Крім того, система керування безколекторним двигуном постійного струму на основі *UCC3626* має просту схему, економічну ціну, високу надійність та хорошу стабільність, тому схема може широко використовуватися в системах автоматики.

References:

- [1] Xia, Chang-liang Permanent Magnet Brushless DC Motor Drives and Controls / Chang-liang Xia. – John Wiley & Sons Singapore Pte. Ltd., 2012. – 295 p.
- [2] Бесколлекторные двигатели с постоянным магнитом // Сайт Control Engineering Russia. Инновации. – Режим доступа: <https://controlengrussia.com/innovatsii/beskollektornye-dvigateli-s-postojannym-magnitom/>
- [3] Sang-Hoon Kim Electric Motor Control. DC, AC and BLDC Motors // Kim Sang-Hoon. – Elsevier Ltd., 2017. – 426 p.
- [4] Datasheet. UCC2626, UCC3626, Brushless DC motor controller // Texas Instruments Incorporated. – Dallas, Texas., 2020. – 23 p.
- [5] Datasheet. IRS233(0,2)(D)(S & J)PbF, 3-Phase-bridge driver // International Rectifier. – El Segundo, California., 2011. – 39 p.

SCIENTIFIC EDITION

SCIENTIFIC COLLECTION «INTERCONF»

№ 28(137) | December, 2022

The issue contains:

Proceedings of the 7th International
Scientific and Practical Conference

THEORY AND PRACTICE
OF SCIENCE: KEY ASPECTS

ROME, ITALY
19–20.12.2022

All materials are reviewed.

The editorial office did not always agree with the position of authors.

Journal's frequency: monthly

Signed for online publication: December 20, 2022.

Printed: January 19, 2023. Circulation: 200 copies.

Format 60×84/16. Batang & Courier New typefaces.

Offset paper. Digital printing.

Contacts of the editorial office:

Scientific Publishing Center «InterConf»

E-mail: info@interconf.top

URL: <https://www.interconf.center>