



Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка

СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ, НАВІГАЦІЇ ТА ЗВ'ЯЗКУ

2 (38) '2016

Заснований
у 2007 році

Наукове періодичне видання,
в якому відображені результати
наукових досліджень з розробки та
удосконалення систем управління,
навігації та зв'язку у різних
проблемних галузях.

Засновник:
Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка

Адреса редакційної колегії:
Україна, 36011, м. Полтава,
Першотравневий проспект, 24

Телефон: +38 (066) 706-18-30
(консультації, прийом статей).

E-mail:
kozelnikova@mail.ru

Інформаційний сайт:
<http://www.pntu.edu.ua>

Реферативна інформація
зберігається: у загальнодержавній
реферативній базі даних
„Україніка наукова” та публікується
у відповідних тематичних серіях
УРЖ „Джерело”.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова:

КОЗЕЛКОВ Сергій Вікторович (д-р техн. наук, проф.)

Заступники голови:

ГАЛАЙ Василь Миколайович (канд. техн. наук, доц.)

ШУЛЬГА Олександр Васильович (д-р техн. наук, доц.)

Члени:

ІЛЮШКО Віктор Михайлович (д-р техн. наук, проф.)

ІЛЬІН Олег Юрійович (д-р техн. наук, проф.)

КАЛІННИКОВ Володимир Геннадійович (д-р фіз.-мат. наук, проф.)

КОРОБКО Богдан Олегович (канд. техн. наук, доц.)

КОШОВИЙ Микола Дмитрович (д-р техн. наук, проф.)

КРАСНОБАЄВ Віктор Анатолійович (д-р техн. наук, проф.)

КУЧУК Георгій Анатолійович (д-р техн. наук, проф.)

ЛАДАНЮК Анатолій Петрович (д-р техн. наук, проф.)

МАШКОВ Віктор Альбертович (д-р техн. наук, проф.)

МАШКОВ Олег Альбертович (д-р техн. наук, проф.)

МОРГУН Олександр Андрійович (д-р техн. наук, проф.)

МУРАВЛЬОВ Володимир В'ячеславович (канд. техн. наук, доц.)

ПЕШЕХОНОВ Володимир Григорович (академік РАН, д-р техн. наук, проф.)

СІЛЬВЕСТРОВ Антон Миколайович (д-р техн. наук, проф.)

СТАСЄВ Юрій Володимирович (д-р техн. наук, проф.)

СУХАНОВ Костянтин Георгійович (канд. техн. наук, с.н.с.)

ХРАЩЕВСЬКИЙ Рімвідас Вілімович (д-р техн. наук, проф.)

ХОРОШКО Володимир Олексійович (д-р техн. наук, проф.)

ЦАРЬОВ Віктор Михайлович (канд. техн. наук, с.н.с.)

ЧОРНИЙ Олексій Петрович (д-р техн. наук, проф.)

Відповідальний секретар:

КОЗЕЛКОВА Катерина Сергіївна (д-р техн. наук, проф.)

За достовірність викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несе автор

Журнал індексується наукометричною базою Google Scholar

Затверджений до друку науково-технічною радою Полтавського національного технічного університету
імені Юрія Кондратюка (протокол № 12 від 20 липня 2016 року)

Занесений до “Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати
дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук”, затвердженого наказом
Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 25.01.2013 р., № 54

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 19512-93/2ПР від 16.11.2012 р.

З М І С Т

НАВІГАЦІЯ

Калашиник М.А. Механізми забезпечення сталого функціонування засобів навігації літальних апаратів в умовах деструктивного впливу	3
Шульга О.В. Побудова моделі псевдосупутникової радіосистеми для окремої ділянки автомобільного шляху на основі випромінювачів високої інтенсивності	9

КОНТРОЛЬ КОСМІЧНОГО І ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

Данилов Ю.А., Обидин Д.Н., Тимочко А.А., Бердник П.Г. Разработка модели потока воздушных объектов в районе аэропорта для системы управления воздушным движением	14
Машков О.А., Фролов В.Ф. Международная система антиастероидной защиты Земли	21
Fryz S.P. More about the problem of operational process control in satellite telecommunication systems	24

ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ В СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ

Даниленко А.Ф., Скороделов В.В., Дьяков А.Г., Нечаусов С.Н. Система управления ЯМР-спектрометром	32
Єрмілова Н.В., Кислиця С.Г., Рибка С.М. Оцінка збурювальних впливів в контурах струму мікропроцесорної системи векторного керування електроприводом на базі АД з короткозамкненим ротором	35
Захарченко Р.В. Моделирование процесса теплообмена через элементарный шар зерна	38
Іванченко О.В., Маренко Г.М., Іванченко А.О. Надійність системи «автомобіль-дорога» при забезпеченні проведення спеціальної операції	41
Кононов Б.Т., Любарський Б.Г., Куравська Н.М. Моделирование работы безредукторного электропривода системы обертання антени РЛС	44
Прібілєв Ю.Б., Подорожняк А.О., Сакович Л.М. Постановка завдання параметричної оптимізації складних технічних систем та можливі підходи до її вирішення	48
Шуляк М.Л. Определение вектора полного ускорения агрегата на основе экспериментальных ускорений его составных звеньев	53

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ

Дубницький В.Ю., Ходырев А.И. Использование функций неаналитических средних величин для оценки согласованности вычислительных процессов	57
Стоян Ю.Е., Романова Т.Е., Панкратов А.В. Математическая модель задачи оптимальной компоновки многогранников в выпуклой многогранной области	64

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Берковський В.В., Солодовнікова Н.І. Аналіз інформаційно-розрахункових систем, які застосовуються в Україні з метою підвищення прибутковості малого бізнесу	68
Бульба С.С. Ресурсо-орієнтована математична модель базової мережі гетерогенної розподіленої системи	73
Гавриленко С.Ю., Швердін І.В., Шипова Т.М. Вдосконалена методологія проектування систем антивірусного захисту	76
Гриб Р.М. Проблеми обробки астрономічних візуальних даних	79
Жураковський Б.Ю., Довженко Н.М. Сфери застосування двовимірних штрихових кодів	83
Ільїна І.В., Біжко О.В. Аналіз особливостей візуалізації тривимірних об'єктів	88
Коваленко А.В. Метод управління ризиками розробки програмного забезпечення	93
Козлов В.Є., Козлов Ю.В., Оленченко В.Т. Програмний виріб для розвитку периферичного зору	101
Косенко Н.В., Артюх Р.В. Автоматизация методов оценки, отбора и формирования команды проекта на основе множества характеристик	104
Семенов С.Г., Резанов Б.М., Босько В.В. Процедури двохфакторної аутентифікації для забезпечення захисту електронного цифрового підпису	107
Худова Ю.Ф., Катасонова О.М. Обробка результатів метрологічних вимірювань по вибірках обмеженого об'єму ...	112
Шевяков Ю.І. Використання інформаційних технологій при імітаційному моделюванні завдань планування метрологічного обслуговування	115
Юзова І.Ю., Прибильнов Д.В. Навчання нейронної мережі розпізнавання повітряних об'єктів за розмахом крил, площею крила, кутом стріловидності, коефіцієнтом компоновки	121

ЗАПОБІГАННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Глива В.А., Халіль В.В. Використання міжнародної системи індексації небезпечних станів щодо визначення рейтингу інформації у системі керування охороною праці	124
Левченко Л.О., Ходаловський О.В., Колумбет В.П. Застосування моделювання поширення електромагнітних полів для зниження їх впливу на людей і довкілля	129
Триш Р.М., Кіпоренко Г.С., Кім Н.І., Денисенко А.М. Оцінювання ризиків функціонування системи управління якістю (ДСТУ ISO 9001:2015) вищих навчальних закладів	133

ЗВ'ЯЗОК

Жук О.Г. Методика адаптивного управління параметрами систем військового радіозв'язку	137
Зінченко А.О. Ефективність функціонування мережі мобільних станцій зв'язку та радіолокаційної розвідки за показником величини математичного сподівання відведеного збитку	142
Петрук С.М., Животовський Р.М. Математична модель спотворення сигналів в багатоантенних системах безпілотних авіаційних комплексів спеціального призначення	146
Чирва Д.П. Обоснование точности воспроизведения волнового сопротивления неоднородной линии	151
АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК	154

УДК 62-83.621

Н.В. Єрмілова, С.Г. Кислиця, С.М. Рибка

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава

ОЦІНКА ЗБУРЮВАЛЬНИХ ВПЛИВІВ В КОНТУРАХ СТРУМУ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ ВЕКТОРНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ НА БАЗІ АД З КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ

Проведено оцінку збурювальних впливів в контурах струму розробленої системи векторного керування для різних типів регуляторів струму. Оцінка проводилася за такими показниками, як якість та швидкодія перехідного процесу за керуючим впливу, реакція системи на збурювальні впливи, робастність системи регулювання. Визначений тип регулятора з найкращими показниками.

Ключові слова: збурювальний вплив, мікропроцесорна система, асинхронний двигун.

Вступ

Постановка проблеми. Динаміка ємності внутрішнього ринку металопродукції обумовлена змінами основних макропоказників розвитку економіки країни, розвитком машинобудування і металообробки, а також обсягами капіталовкладень. Виробництво метизів є однією з небагатьох експортно-орієнтованих галузей, однак Україна також активно імпортує металовироби, які не виробляються на підприємствах країни. Аналіз стану електрообладнання метизної промисловості показує, що головні електроприводи волочильних станів (ВС) і намотувальних пристроїв (НП) сталевих дроту мають знос до 80%, а використовувані системи електроприводів на базі асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором (АДКЗ) й електромагнітними муфтами ковзання характеризуються вкрай низькою ефективністю і надійністю. Тому підвищення продуктивності праці й зниження енерговитрат в метизній промисловості є актуальною науково-технічною задачею, вирішення якої пов'язане з реконструкцією чи повною заміною систем електроприводів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В створення і розвиток теорії й практики частотно-регульованого асинхронного електроприводу з векторним регулюванням координат значний внесок зробили видатні вчені різних країн [1 – 5]. Аналіз робіт показує на великі перспективи векторного регулювання координат та необхідність продовження досліджень у цьому напрямку.

Мета статті – розробка, дослідження та впровадження електроприводів намотувальних пристроїв сталевих дроту по системі перетворювач частоти ПЧ–АДКЗ з мікропроцесорним векторним регулюванням, що забезпечують збільшення продуктивності обладнання, зниження споживання електроенергії, зменшення капітальних витрат і відходів виробництва; дослідження різних типів регуляторів струму та визначення регулятора з найкращими показниками.

Матеріал і результати дослідження

Для проведення оцінки збурювальних впливів в контурах струму розробленої системи векторного керування була побудована спрощена структурна схема АДКЗ в системі координат x - y , яка наведена на рис. 1.

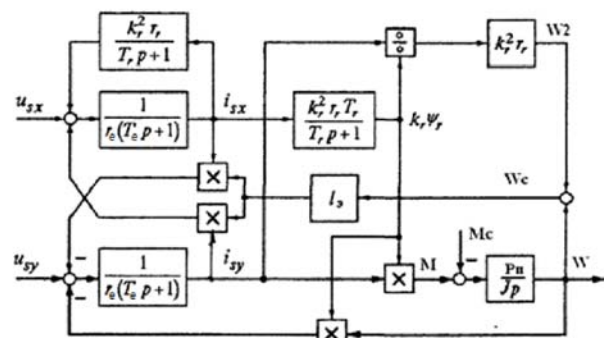


Рис. 1. Структурна схема АДКЗ в системі координат x - y , яка орієнтована за вектором потокозчеплення ротора

На базі цієї схеми в програмі MATLAB була розроблена математична модель цифрової багатоконтурної системи векторного регулювання CAPvest, що включає в себе: регулятори струму по вісях d та q , регулятор потокозчеплення ротора, регулятор швидкості з регульованим статизмом, цифровий задатчик інтенсивності швидкості, блок взаємного обмеження струмів завдання та блок завдання потоку. За допомогою моделі була проведена оцінка збурювальних впливів в контурах струму.

Робота системи регулювання визначається такими показниками, як якість та швидкодія перехідного процесу по керуючому впливу, реакція системи на гасіння збурювальних впливів, робастність системи регулювання. За цими показниками були проаналізовані наступні регулятори струму:

1) пропорційно-інтегральний регулятор з налаштуванням на технічний оптимум (ПІ);

2) робастний регулятор з додатковим контуром адаптації;

3) двоконтурний (астатичний) регулятор;

4) ланцюговий регулятор;

5) подвійний регулятор струму.

Типовий ПІ-регулятор з налаштуванням на технічний оптимум має передавальну функцію

$$W_1(s) = \frac{U_{yn}(s)}{U_{ET}(s) - U_{OT}(s)} = \frac{R_E(1 + T_E S)}{2T_\mu K_{OT} K_{PI} S}, \quad (1)$$

де ψ_r – мінімальна постійна часу; c ; i_{sy} – коефіцієнти зворотного зв'язку по струму та підсилення ПЧ; I_N – еквівалентний активний опір та постійна часу обмотки роторного ланцюга. За допомогою цієї функції компенсується інерційність якірної або статорної обмотки, та формується по керуючому впливу оптимальний перехідний процес. Робастний регулятор струму відрізняється від ПІ-регулятора додатковим ланцюгом з передавальною функцією

$$W_{22}(s) = \frac{dU_{22}(s)}{U_{OT}(s) - U_1(s)} = \frac{K_d S}{I_r T_d S}; \quad (2)$$

Сигнал формується тільки тоді, коли відбувається відхилення роботи основного ПІ-регулятора при впливі збурюючих перешкод або при параметричних змінах в контурі регулювання. Робастний регулятор тільки коригує роботу основного регулятора, а глибина коригування задається коефіцієнтом T_r та постійною часу T_d , причому при великих коефіцієнтах корекції може статися перекомпенсація ослаблення впливів, що збурюють.

Двоконтурний регулятор струму має два контури регулювання струму. Внутрішній (перший) контур має стандартний ПІ-регулятор:

$$W_{31}(s) = \frac{U_{yn}(s)}{U_{3PI}(s) - U_{OT}(s)} = W_1(s). \quad (3)$$

Зовнішній (другий) регулятор має інтегральну передавальну функцію, яка робить контур струму астатичним до впливу, що збурює:

$$W_{32}(s) = \frac{U_{3PI}(s)}{U_{3T2}(s) - U_{OT}(s)} = \frac{1}{4T_\mu S} = W_{52}(s); \quad (4)$$

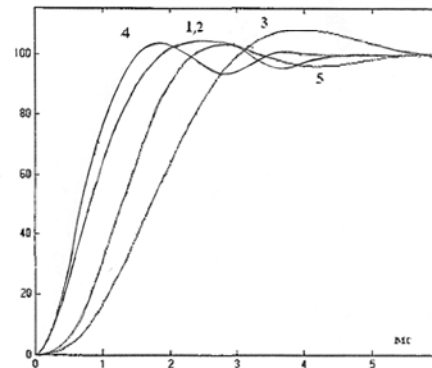
Ланцюговий регулятор повторює внутрішній контур двоконтурного регулятора, а зовнішній регулятор, за рахунок передавальної функції, забезпечує більшу швидкодію всього контуру:

$$W_4(s) = \frac{U_{3PI}(s)}{U_{3T2}(s) - U_{OT}(s)} = \frac{1 + 2T_\mu S}{2T_\mu S} = W_{52}(s); \quad (5)$$

Подвійний регулятор струму має два контури регулювання струму. Внутрішній (перший) контур має пропорційний регулятор, коефіцієнт підсилення якого формує аперіодичний перехідний процес та розраховується за формулою:

$$W_{51}(s) = \frac{U_{yn}(s)}{U_{3T1}(s) - U_{OT}(s)} = K_p = \frac{(T_3 - 2T_\mu) R_E}{2T_\mu K_o K}. \quad (6)$$

Зовнішній (другий) регулятор має таку ж інтегральну передавальну функцію (4), як двоконтурний регулятор ψ_r . На рис. 2 представлені перехідні процеси струму для заданих схем регуляторів при стрибку сигналу, що задає (керуючий вплив).



Рис/ 2/ Перехідні процеси в контурах струму

У табл. 1 наведені результати дослідження основних показників перехідних процесів (час максимуму t та величина перерегулювання σ) для системи ПЧ-АДКЗ при $\psi_r = 0,4$ мс, u_{sx} , $u_{sy} = 20$ мс та значеннях температурного коефіцієнта $a = 1,0$; $0,7$; $1,5$ (температура обмотки $\theta = 40$; -40 ; 150°C).

Таблиця 1

Показники перехідних процесів

Показник	Тип регулятора					
	1	2	3	4	5	a
t, мс	2,55	2,55	3,95	1,77	2,73	1,0
σ , %	4,3	4,3	8,25	5,3	3,3	
t, мс	2,549	2,5	3,947	1,76	2,723	0,7
σ , %	5,52	4,67	8,85	5,9	3,8	
t, мс	2,494	2,58	4,0	1,785	2,76	1,5
σ , %	2,39	3,8	7,28	4,38	2,6	
Δt , мс	-0,055	0,08	-0,053	-0,025	0,037	$\Delta 0,8$
$\Delta \sigma$, %	-3,13	-0,87	-1,57	-1,52	-1,2	

Перехідні процеси та ЛАЧХ розраховувалися за допомогою програмного пакету MATLAB Simulink. Робастність регуляторів оцінювалася зміною часу максимуму ψ_r та зміною перерегулювання $U_r = 0$ при температурних коефіцієнтах $a_1 = 1,5$; $a_2 = 0,7$. Проведений аналіз показав, що кращі показники робастності має робастний регулятор 2.

При збільшенні активного опору на 80% величина перерегулювання зменшилася для цього регулятора лише на 0,87% зі збільшенням часу максимуму на 0,08 мс, в той час, як у ПІ-регулятора 1 цей показник дорівнює 3,13%. Непогані показники у ланцюгового 4 – 1,52% та подвійного регуляторів 5 – 1,2%. Очевидно, що двоконтурний регулятор 3 в подальшому необхідно прибрати, адже у нього час максимуму майже в 2 рази більше ніж у інших регуляторів та перерегулювання становить 8,25%.

Вплив збурювальних дій регуляторів оцінювався по логарифмічних амплітудно-частотних характеристиках цих же змінних (рис. 3).

Похибка струму від дії ЕРС для ПІ-регулятора 1 має максимальне стає значення з часом перехідного процесу x .

Встановлене значення похибки для подвійного регулятора 5 в 24 рази менше, ніж у ПІ-регулятора, а час перехідного процесу ψ_r ($\psi_{rx} = \psi_r$). Решта регуляторів мають нульову сталу похибку, а час перехідного процесу можна порівняти з часом ПІ-регулятора 1, причому у двоконтурного регулятора 3 величина похибки перевищує похибку подвійного регулятора 5 більш ніж в два рази.

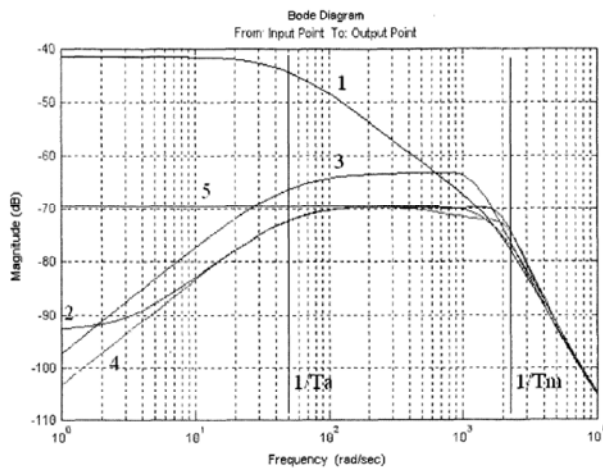


Рис. 3. ЛАЧХ контурів струму по збуренню від ЕРС в системі ПЧ-АДКЗ

Отримані перехідні процеси повністю пояснюються наведеними ЛАЧХ, за якими величина помилки від дії ЕРС визначається висотою ЛАЧХ. Характеристики всіх регуляторів на частотах, більших ψ_{rr} , мають нахил, -40 дБ/дек, що говорить про добре гасіння високочастотних перешкод. Для регуляторів 2, 3 та 4 на низьких частотах нахил дорівнює $+20$ дБ/дек до -63 дБ, що говорить про невеликі помилки на низьких частотах або відсутність помилок по закінченню перехідного процесу. На низьких та середніх частотах ПІ-регулятор 1 має найвищу характеристику -42 дБ, а на низьких частотах нахил характеристики дорівнює 0 дБ/дек, що говорить про

статистичну помилку по струму та максимальний час перехідного процесу.

Подвійний регулятор струму 5 має на низьких частотах характеристику $-69,5$ дБ з нахилом 0 дБ (відмінність на $27,5$ дБ), але ця ділянка на середніх частотах найнижча для всіх регуляторів, що говорить про мінімальний час перехідного процесу та статистичну похибку, яка в 24 рази менша, ніж у ПІ-регулятора.

Висновки

Таким чином, проведені дослідження показують, що подвійний регулятор струму є найпростішим та відносно нескладним в налаштуванні, має гарні робастні характеристики, він трохи гірше гасить збурюючі впливи у порівнянні з іншими типами регуляторів, але при цьому має мінімальний час перехідних процесів, тому може бути рекомендований для застосування в мікропроцесорних системах регулювання ПЧ-АД.

Список літератури

1. Васильовський Ю.Н., Коваленко М.А. Исследование устройства контроля короткозамкнутой обмотки ротора асинхронного двигателя // *Електротехніка і електро-механіка*, 2011. – № 6. – С. 18–22.
2. Дартау В.А., Рудаков В.В., Столяров И.М. Асинхронные электроприводы с векторным управлением / В.А.Дартау, В.В.Рудаков, И.М.Столяров. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 342с.
3. Попович М.Г., Лозинський О.Ю., Клепиков В.Б. *Електромеханічні системи керування та електроприводи: Навч. посібник*. – К.: Либідь, 2005. – 680 с.
4. Рудаков В.В., Столяров И.М., Дартау В.А. Асинхронные электроприводы с векторным управлением. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 136 с.
5. Чорний О.П., Луговой А.В., Родькін Д.Й., Сисюк Г.Ю., Садовой О.В. *Моделирование электромеханических систем*. – Кременчук, 2001. – 410 с.

Надійшла до редколегії 31.05.2016

Рецензент: д-р техн. наук, доц. О.В. Шульга, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава.

ОЦЕНКА ВОЗМУЩАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В КОНТУРАХ ТОКА МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ НА БАЗЕ АД С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

Н.В. Єрмилова, С.Г. Кислиця, С.М. Рыбка

Проведена оцeнка возмущающих воздействий в контурах тока разработанной системы векторного управления для разных типов регуляторов тока. Оцeнка проводилась по таким показателям, как качество и быстродействие переходного процесса по управляющему воздействию, реакция системы на возмущающее воздействие, робастность системы регулирования. Определен тип регулятора з наилучшими показателями.

Ключевые слова: возмущающее воздействие, микропроцессорная система, асинхронный двигатель.

DISTURBANCES ESTIMATION IN THE CURRENT CIRCUIT OF MICROPROCESSOR VECTOR CONTROL FOR ELECTRIC DRIVE BASED ON SQUIRREL CAGE AD

N.V. Yermilov, S.G. Kyslytsia, S.M. Ribka

Carried out disturbances evaluation in the current circuits of developed vector control system for the different types of current regulators. The evaluation was conducted on indicators such as the quality and speed of transition process on the control action, system response on the disturbance, regulation system robustness. Determined the best performance type of regulator.

Keywords: disturbance, microprocessor system, asynchronous motor.

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

Артюх Р.В.	104	Калашник М.А.	3	Резанов Б.М.	107
Бердник П.Г.	14	Катасонова О.М.	112	Рибка С.М.	35
Берковський В.В.	68	Кислиця С.Г.	35	Романова Т.Є.	64
Біжко О.В.	88	Кім Н.І.	133	Сакович Л.М.	48
Босько В.В.	107	Кіпоренко Г.С.	133	Семенов С.Г.	107
Бульба С.С.	73	Коваленко О.В.	93	Скороделов В.В.	32
Гавриленко С.Ю.	76	Козлов В.С.	101	Солодовнікова Н.І.	68
Глива В.А.	124	Козлов Ю.В.	101	Стоян Ю.Є.	64
Гриб Р.М.	79	Колумбет В.П.	129	Тімочко О.О.	14
Даниленко О.Ф.	32	Кононов Б.Т.	44	Тріш Р.М.	133
Данилов Ю.А.	14	Косенко Н.В.	104	Фріз С.П.	24
Денисенко А.М.	133	Куравська Н.М.	44	Фролов В.Ф.	21
Довженко Н.М.	83	Левченко Л.О.	129	Халіль В.В.	124
Дубницький В.Ю.	57	Любарський Б.Г.	44	Ходаковський О.В.	129
Дьяков О.Г.	32	Маренко Г.М.	41	Ходирев О.І.	57
Єрмілова Н.В.	35	Машков О.А.	21	Худова Ю.Ф.	112
Животовський Р.М.	146	Нечаусов С.М.	32	Чирва Д.П.	151
Жук О.Г.	137	Обідін Д.М.	14	Шевердін І.В.	76
Жураковський Б.Ю.	83	Оленченко В.Т.	101	Шевяков Ю.І.	115
Захарченко Р.В.	38	Панкратов О.В.	64	Шипова Т.М.	76
Зінченко А.О.	142	Петрук С.М.	146	Шульга О.В.	9
Іванченко А.О.	41	Подорожняк А.О.	48	Шуляк М.Л.	53
Іванченко О.В.	41	Прибильнов Д.В.	121	Юзова І.Ю.	121
Ільїна І.В.	88	Прібилев Ю.Б.	48		

Наукове видання

СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ, НАВІГАЦІЇ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Збірник наукових праць

Випуск 2 (38)

Відповідальна за випуск *К. С. Козелкова*Технічний редактор *Т. В. Уварова*Коректор *О. В. Морозова*Комп'ютерна верстка *Н. Г. Кучук*Оформлення обкладинки *І. В. Ільїна*

Свідectво про державну реєстрацію КВ № 19512-93/2ПР від 16.11.2012 р.

Формат 60×84/8. Ум.-друк. арк. 17,0. Тираж 150 прим. Зам. 720-16

Адреса редакції: Україна, 36011, м. Полтава, Першотравневий проспект, 24, тел. (066) 706-18-30
Полтавський національний технічний університет імені Юрія КондратюкаВіддруковано з готових оригінал-макетів у друкарні ФОП Петров В.В.
Єдиний державний реєстр юридичних осіб та фізичних осіб-підприємців.
Запис № 24800000000106167 від 08.01.2009.61144, м. Харків, вул. Гв. Широнінців, 79в, к. 137, тел. (057) 778-60-34
e-mail: bookfabrik@mail.ua