

Резюмета на научноизследователските трудове

на

гл. ас. д-р инж. Живко Стефков Жеков

за участие в конкурс за заемане на академична длъжност „Доцент“, в професионално направление 5.2. „Електротехника, електроника, автоматика“, по учебна дисциплина „Управление на електромеханични системи“ при Технически Университет – Варна, Факултет по изчислителна техника и автоматизация, катедра „Автоматизация на производството“, обявен в Държавен вестник, брой 53 / 20.06.2023г.

По показател	Общо публикации	Самостоятелни публикации	Публикации в съавторство		
			1-ви съавтор	2-ри съавтор	3-ти съавтор
В.4	10	3	3	2	2
Г.7	2	2	-	-	-
Г.8	13	3	1	6	3

Резюмета по показател В.4 - Хабилитационен труд – научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация

[В 4.1] Marinov E., **Zhekov Zh.**, Neural Sensorless Control of Induction Motor, Advances in Intelligent Systems and Computing, vol.679, 2018, pp 411-418 (Proceedings of the Intelligent information technologies for industry – ИТИ'2017, 14-16 September 2017, Varna, Bulgaria)

В доклада са представени проблемите за реализиране на директно адаптивно невронно безсензорно управление в комбинация с векторен принцип за управление на асинхронен двигател. Предложена е система за управление, съдържаща невронни регулатори на каналите за скорост и потокосцепление и невронен оценител на скоростта. За първия канал на системата невронния регулатори изпълняват функция както на регулатор на скоростта, така и на регулатор на активната компонента на статорния ток, съответно за втория канал невронния регулатор изпълняват функция на регулатор на потокосцеплението и на възбудителната компонента на статорния ток в сравнение с класическото векторно управление. Невронният оценител на скоростта е синтезиран като невронен модел на обекта. За регулатори и оценител се използват онлайн обучаеми невронни мрежи с обратно разпространение на грешката. Системата се характеризира с опростена структура в сравнение с класическото векторно управление по отношение на управлението на скоростта и потокосцеплението. Поради наличие на невронен оценител на скоростта системата не се нуждае от датчик на скорост. Симулационните изследвания потвърждават работоспособността на системата при промени на: заданието по скорост,

товарния момент и инерционния момент. Поведението на системата съответства на желаното качество, зададено от еталонния модел.

[B 4.2] Atanasov N., **Zhekov Zh.**, Grigorov I., Alexandrova M., Application of Principal Component Analysis for Fault Detection of DC Motor Parameters, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol.680, 2018, pp 312-322 (Proceedings of the Intelligent information technologies for industry – ИТИ'2017, 14-16 September 2017, Varna, Bulgaria)

Основната цел на анализа на главните компоненти (РСА - principal component analysis) е да се намали размерността на набор от данни, съдържащ голям брой взаимосвързани променливи, като в същото време се запазят възможно най-много от вариациите, представени в първоначалния набор от данни. Това намаление се постига чрез трансформация в нов набор от некорелирани променливи, наречени главни компоненти. Те са подредени така, че първите няколко от тях да запазят най-много вариации на всички оригинални представени променливи. Предложено е приложение на анализа на главните компоненти за откриване на повреди в реално време на постоянноходни двигатели (ПТД) при неестествена промяна на техните променливи и параметри. Получените симулационни резултати потвърждават възможността за приложение на метода РСА за откриване на повреда в реално време на ПТД. Неизправностите свързани с промяна на входните и изходните променливи се откриват по-лесно в сравнение с неизправности свързани с промяна на параметрите на модела на двигателя. От друга страна неизправностите свързани с промяна на коефициентите на предаване се откриват по-лесно от тези свързани с времеконстантите на модела. Недостатък на приложения метод е липсата на възможности за изолиране на неизправности.

[B 4.3] Grigorov I., Atanasov N., **Zhekov Zh.**, Alexandrova M., Application of Recursive Method for Parameter Estimation in Adaptive Control of DC Motor, Advances in Intelligent Systems and Computing, vol.680, 2018, pp 420-427 (Proceedings of the Intelligent information technologies for industry – ИТИ'2017, 14-16 September 2017, Varna, Bulgaria)

В доклада се предлага приложение на рекурсивни методи за оценка на параметрите при адаптивно управление на постояннотоков двигател. Резултатите от симулационните изследвания потвърждават възможността за приложение на описаните рекурсивни методи за оценка на параметрите при адаптивно управление на постояннотоков двигател, а именно рекурсивните варианти на метода на най-малките квадрати (МНК) и на инструменталната променлива (ИП). Резултатите в диапазона на ниските скорости има най-голямо отклонение от зададената стойност. Както е известно, методът на рекурсивната инструментална променлива изисква втори шумов сигнал за изхода на процеса за по-добри оценки, но това се отразява на качеството на управление. Описаните методи за оценка на параметрите могат да бъдат приложени в други адаптивни системи за управление в реално време за постигане на по-добро качество на процесите им. При избор на различни теглови коефициенти може да се получи различно разнообразие от робастни оценки, които могат да бъдат устойчиви на шум.

[B 4.4] **Zhekov Zh.**, Sensorless Indirect Neural Control of Induction Motor, XXVII International Scientific Conference Electronics – ET2018, 13-15 September 2018, Sozopol, Bulgaria, pp 285-288

В доклада е предложено индиректно адаптивно невронно безсензорно управление в комбинация с векторен принцип за управление на асинхронен двигател. Система за управление съдържа невронни регулатори на каналите за скорост и потокосцепление. Разработените невронни регулатори използват механизъм за генериране на управляващ сигнал, при който първо се изчисляват теглата на невронния регулатор на база теглата на онлайн обучен невронен модел на обекта и грешката между еталонния модел и съответната регулируема променлива, след което невронният регулатор генерира управляващ сигнал. Проведените симулационни изследвания потвърждават работоспособността на регулаторите и системата при промяна на заданието по скорост, товарния момент и инерционния момент в широки граници. Поведението на системата практически съответства на желаното качество, зададено от еталонния модел.

[B 4.5] Zhekov Zh., E.Marinov, Neural Control of Two-link Planar Robot, XVI-th International Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems ELMA 2019, 6-8 June 2019, Varna, Bulgaria, pp 229-232

В доклада се предлага невронно управление на планарен робот с две звена. Системата за управление съдържа една невронна мрежа с право разпространение на сигналите, използвана както като невронен модел, така и като невронен регулатор. Разработеният невронен регулатор използва механизъм за генериране на управляващ сигнал, при който първо се изчисляват теглата на невронния регулатор на база теглата на онлайн обучен невронен модел на обекта и грешката между заданието и съответната регулируема променлива, след което невронния регулатор генерира управляващ сигнал. Извършените симулационни изследвания са проведени при различни натоварвания на робота, а резултатите потвърждават работоспособността на системата и нейните адаптивни свойства.

[B 4.6] Zhekov Zh., Inverse Kinematics Neural Approximation and Neural Control of Two-link Planar Robot, 2020 International Conference Automatics and Informatics (ICAI), Varna, Bulgaria, 2020, pp. 1-5

Предложена е невронна апроксимация на обратната кинематика и невронно управление на динамиката на двуставен планарен робот. Разработената система за невронно управление се основава на системата предложена в [B 4.5], надградена с невронен апроксиматор, който „решава“ обратната кинематична задача и позволява на системата за управление да работи при неизвестна кинематика на робота в допълнение към неизвестната динамика на робота. Системата за управление съдържа две невронни мрежи. Първата от тях се обучава офлайн и се използва като апроксиматор на кинематиката на робота. Втората невронна мрежа е онлайн обучаем и се използва едновременно като невронен модел на обекта и като невронен регулатор. Извършените симулационни изследвания, които потвърждават работоспособността на системата като цяло при промяна на натоварването и промяна на дължината на ставите на робота. Като недостатък може да се отбележи наличието на известни колебания при отработване на желаната траектория.

[B 4.7] Zhekov Zh., N.Atanasov, I.Grigorov, Modeling and Neural Control of 2-DOF Underwater Planar Manipulator, 2020 International Conference Automatics and Informatics (ICAI), Varna, Bulgaria, 2020, pp. 1-6

В доклада се предлага невронното управление, предназначено за наземен манипулатор [B 4.5] да се приложи за управление на подводен планарен манипулатор с 2 степени на подвижност. В разработения модел на подводния манипулатор се вземат предвид хидростатичните и хидродинамичните сили. Изследват се адаптивните свойства на системата за невронно управление при различни параметри на натоварването. Извършените изследвания потвърждават работоспособността на системата при промяна на натоварването и валидират адаптивните свойства на системата за управление на подводния манипулатор. Практически едни и същи преходни процеси на ставните ъгли и една и съща траектория на манипулатора се получават при различни натоварвания, поради това че системата за управление генерира различни задания по момент към електрозадвижванията на ставите в различните експерименти.

[B 4.8] Grigorov I., Atanasov N., Zhekov Zh., Comparison in application of recursive estimation and control of the real DC motor parameters in adaptive pole placement control system and adaptive system with self-tuning regulator with minimum variance, 2020 International Conference Automatics and Informatics (ICAI), Varna, Bulgaria, 2020, pp. 1-4

В доклада е направено сравнение на рекурсивно оценяване на параметрите и управление на променливите на постоянен ток двигател (ПТД) в адаптивна система за управление с разположението на полюсите и адаптивна система със самонастройващ се регулатор с минимална дисперсия. Изследвания потвърждават възможността за приложение на описаните методи за рекурсивна оценка на параметрите на ПТД в адаптивна система за управление с разположението на полюсите и адаптивна система със самонастройващ се регулатор с минимална дисперсия. От резултатите се вижда, че самонастройващият се регулатор с минимална дисперсия, използващ рекурсивния метод на най-малки квадрати с използване на остатъците вместо грешката на оценяване, съдържа най-голяма дисперсия от зададената стойност. Това се дължи на допълнителна стъпка в алгоритъма за оценка и апаратните, и програмните ограничения при комуникацията между платката Arduino и Matlab. При използването на обикновен рекурсивен метод на най-малки квадрати бързодействието на системата за управление е по-голямо в сравнение със система с разположение на полюсите поради пропускане на стъпката за решението на Диофантовото уравнение.

[B 4.9] Zhekov Zh., Atanasov N., Modelling and Control of 2-DOF Underwater Manipulator in Presence of Disturbances, 2021 International Conference Automatics and Informatics (ICAI), Varna, Bulgaria, 2021, pp.333-336

В [B 4.7] е предложена невронна система за управление на подводен манипулатор с фиксирана основа, като са изследвани адаптивните свойства на системата при промяна на параметрите на натоварване (размери и маса). Разширено е изследването на тази система за управление, като се разглежда влиянието на подводните течения и неточното позициониране на подводния апарат върху работата на манипулатора и възможността предложената система за невронно управление на манипулатора да се справи с тези смущения. Предлага се неточното позициониране и ориентация на подводния апарат, на който е монтиран манипулатора, и водните течения, влияещи върху работата на манипулатора да се компенсират от системата за управление на манипулатора. Предполага се, че смущенията предизвикани от подводни течения и/или неточното позициониране на подводния апарат и влияещи на системата за управление на манипулатора имат периодичен характер – синусоидален. Ясно е, че за да може управляващата система на манипулатора да компенсира смущенията, техните параметри (амплитуда и честота) трябва да имат стойности в допустим диапазон. Този въпрос е разгледан по-подробно в [B 4.10], където е представено разширено изследване на тази система.

[B 4.10] Zhekov Zh., Extended Research of Neural Control System for 2-DOF Underwater Manipulator, 2021 International Conference Automatics and Informatics (ICAI), Varna, Bulgaria, 2021, pp.337-340

В [B 4.9] е моделиран подводен планарен манипулатор с 2 степени на подвижност при наличие на смущения и е предложена невронна система за неговото управление. Целта на този доклад е да разшири изследването на тази невронна система за управление чрез разглеждане на влиянието на синусоидални смущения при различни стойности на техните параметри – амплитуда A , честота f и фазово изместване φ . Определени са допустимите стойности на параметрите на отклоненията на подводния апарат, така че максималните грешки на подводния манипулатор при следване на определена траектория да са под определена стойност $10^{-2}m$.

Резюмета по показател Г.7 - Научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация

[Г 7.1] **Zhekov Zh.**, Application of a modulus and symmetrical optimum tuning methods for a cascade control system of a 2-joint planar robot, 2022 International Conference Automatics and Informatics (ICAI), Varna, Bulgaria, 2022, , ICAI 2022 – Proceedings pp. 45-49

В доклада се предлага използване на принципа на подчинено регулиране на планарен двуставен робот. Разглежда се възможността за настройка на регулаторите на контура на тока (момента), контура на скоростта и контура на положението посредством модулен и симетричен оптимум след линеаризация на нелинейната динамика на робота чрез линеаризираща обратната връзка. Могат да бъдат отбелязани следните недостатъци: оптималната настройка по модулен оптимум на регулатора по положение води до неустойчивост на системата и коефициентът му на пропорционалност трябва да бъде намален. Малкото бързодействие на позиционния контур може да бъде елиминирано чрез използване на комбиниран принцип за управление в контура по положение – управление по отклонение и управление по задание. Управлението по задание внася бързодействие в системата без да се влошава устойчивостта. След направените корекции, изследването показва добро отработване на желаната траектория, независимо от добавения 1% бял шум. Извършените симулационни изследвания потвърждават работоспособността на системата с така извършената настройка при различни работни условия.

[Г 7.2] Zhekov Zh., Comparative study of two on-line trained neural approximators of a robot inverse kinematics, 2022 International Conference Automatics and Informatics (ICAI), Varna, Bulgaria, 2022, ICAI 2022 – Proceedings pp. 24-28

За разлика от [В 4.6], където се разглежда офлайн обучаем невронен апроксиматор в този доклад са предложени два онлайн обучаеми невронни апроксиматора на обратната кинематика на робота. Първият (НА1) се състои от инверсен невронен модел на правата кинематика на робота, а вторият (НА2) се състои от прав невронен модел на правата кинематика на робота и процедура за оптимизация. Принципът на работа на апроксиматорите изисква входните и изходните променливи на кинематиката на робота да бъдат известни (измерени). За сравнение на тяхната работа е използван двузвънен планарен робот и неговата кинематика. Проведени са две групи симулационни изследвания. Първата група изследва на невронните апроксиматори, работещи отделно от системата за управление на робота, като в този случай те получават данни от системата, а тя получава задания по положение (ъгли) от точното решение на обратната кинематика. При втората група изследвания се наблюдава работата на системата за управление, работеща с единия или другия невронен апроксиматор, от които получава задания по положение. При самостоятелна работа НА1 работи по-добре от НА2, но системата за управление на двузвънния робот работи по-добре с НА2.

Резюмета по показател Г.8 - Научни публикации в нереферирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни томове

[Г 8.1] Маринов Е., Жеков Ж., Адаптивно безсензорно управление на асинхронно електрозадвижване, International Conference AUTOMATICS AND INFORMATICS'09, САИ, България, 2009, I-93÷I-96

Предложено е асинхронно електрозадвижване характеризиращо се с адаптивен регулатор на скорост и невронен оценител на скорост. Синтезирани са два адаптивни регулатора на скорост с използване на теорията за хиперустойчивост и с използване на втория метод на Ляпунов. Тъй като системата се изгражда като безсензорна е необходимо действителната скорост и потокосцепление да бъдат заменени с оценки на скоростта и потокосцеплението. Оценката на скоростта се получава посредством невронен оценител на скорост, а оценката на потокосцеплението чрез конвенционален оценител. Невронният оценител се характеризира с офлайн процедура за обучение. Поради сложността на математичния модел на АД, големия брой входни вектори и значителния брой променливи във всеки вектор е използвана трислойна невронна мрежа с обратно разпространение на грешката с два нелинейни и един линеен слой. Броят на невроните в трите слоя е съответно $S_1=8$, $S_2=16$ и $S_3=1$. Извършени са симулационни изследвания, показващи че системата за управление с така синтезираните адаптивни регулатори на скорост и невронен оценител на скорост поддържа неизменно качеството на преходните процеси на скоростта при изменение на заданието, натоварването и сумарния инерционен момент в диапазоните: $\omega_{ref}=[-\omega_n\div\omega_n]$; $M_c=[0\div 1]M_n$; $J=[1\div 3]J_b$. Използваните методи за синтез на регулатора гарантират устойчивостта на канала на скоростта и устойчивостта на системата като цяло.

[Г 8.2] Маринов Е., **Жеков Ж.**, Адаптивно невронно безсензорно управление на асинхронно електрозадвижване, Годишник на ТУ-Варна'10, ТУ-Варна, България, 2010, том I стр. 169÷174

В доклада е разгледана една възможност за реализация на асинхронно електрозадвижване с адаптивно безсензорно невронно управление, основаващо се на двуканална структура на системата за управление (канал на скоростта и канал на роторното потокосцепление) и използване на еталонен и невронен модел на обекта, и итеративен оценител на скоростта, роторното потокосцепление и активните съпротивления на двигателя. Невронният модел използван за реализация на директното адаптивно управление се характеризира с опростена структура. Показана е работоспособността на системата на база симулационни изследвания при изменение на заданието по скорост и натоварването в допустим за двигателя диапазон и при различни инерционни моменти на задвижвания механизъм.

[Г 8.3] Христосков Х., Скопчанов М., **Жеков Ж.**, Драганова Е., Симулинк базирана система за хоризонтална стабилизация на летателен апарат, International Conference AUTOMATICS AND INFORMATICS'10, САИ, България, 2010, I-125÷I-127.

Разработен е двувитлов лабораторен макет на летателен апарат и система за управление, което дава възможност за изследване на процесите, отнасящи се до хоризонталното положение на апарата, но без да се разглеждат процесите, свързани с отместване по посока снижаване или издигане, възникнали вследствие на завъртането около надлъжната ос. Използвани са два постояннотокови двигателя, които реализират завъртането на рамото върху което са монтирани. Сензорът, който дава информация за ъгъла на завъртане на рамото, е инкрементален енкодер. Интерфейса между компютъра и силовата част е базирана на микроконтролер от фамилията PIC18F25x. Програмата за управление се реализирана на персоналния компютър посредством Simulink и има за задача да подаде необходимото задание към микроконтролерния интерфейс, като в отговор получава информация за отчетеното завъртане. Извършените експериментални изследвания потвърждават работоспособността на системата при подаване на постоянни и променливи задания по положение. Скоростта, с която системата може да отработи възникнала промяна в заданието, зависи предимно от скоростта на предаване на данни между компютъра и интерфейзната платка. Предложената система за Simulink-базирано управление позволява лесно тестване на различни закони за управление.

[Г 8.4] Годоров Ц., Жеков Ж., Атанасов Н., Маринов Е., Управление на двуставен хоризонтален робот чрез линеаризираща обратна връзка, Годишник на ТУ-Варна'12, ТУ-Варна, България, 2012, том I стр. 105÷109.

Целта на доклад е да представи едно приложение на идеята за линеаризираща обратна връзка при управлението на двуставен хоризонтален робот. Двете стави се задвижват от постояннотокови двигатели посредством редуктори. Информация за скоростта и положението на ставите се получава от енкодери, куплирани към двигателите. Извършени са симулационни изследвания на описания двуставен робот и синтезираното управление при следните стойности на масата на товара: $m_1=10\text{kg}$ и $m_2=15\text{kg}$. При увеличаване на товара, изпълнението на заданията е свързано с повишаване на напреженията към двата двигателя и респективно развиваните от тях моменти, като се наблюдава известно кратковременно претоварване на двигателите по момент (ток) по време на преходния процес. Върху токовото натоварване на двигателите влияе и изборът на коефициента λ , определящ бързодействието на системата при отработване на грешката. В установен режим напреженията и токовете на двата двигателя са нулеви, тъй като двете стави се преместват в хоризонталната равнина и не е необходим момент за поддържане на масата на товара и самата конструкция на робота в достигнатото положение. За разглеждания робот приведените инерционни моменти на двигателите, както и инерционният момент, обусловен от масата на двигателя задвижващ втората става, са съизмерими с инерционните моменти на ставите и товара, което обуславя необходимостта от тяхното отчитане.

[Г 8.5] Маринов Е., Атанасов Н., **Жеков Ж.**, Тодоров Ц., Управление на двуставен вертикален робот чрез линеаризираща обратна връзка, International Conference AUTOMATICS AND INFORMATICS'12, САИ, България, 2012, стр. 66÷69.

Същността на линеаризиращата обратна връзка е алгебрична трансформация на нелинейната динамика в напълно или частично линейна, с цел използване на линейни методи за управление. Целта на настоящия доклад е да представи едно приложение на идеята за линеаризираща обратна връзка при управлението на двуставен вертикален робот. Двете стави се задвижват от постояннотокови двигатели посредством редуктори. Информация за скоростта и положението на ставите се получава от енкодери, куплирани към двигателите. За разлика от [Г 8.4] в математическия модел на динамиката на робота и при синтеза на управлението са отчетени гравитационните сили. Извършени са симулационни изследвания на описания двуставен робот и синтезираното управление при следните стойности на масата на товара: $m_1=6\text{kg}$ и $m_2=9\text{kg}$. Наблюдава се добро отработване на заданията по ъглово положение и ъглова скорост от двете стави на робота. Абсолютните стойности на максималните грешки по положение съответно са: $\varepsilon_{1\max}=0.007\text{rad}$ и $\varepsilon_{2\max}=0.009\text{rad}$, а по скорост – $\varepsilon'_{1\max}=0.166\text{rad/s}$ и $\varepsilon'_{2\max}=0.176\text{rad/s}$. При увеличаване на товара, изпълнението на заданията е свързано с повишаване на напреженията към двата двигателя и респективно развиваните от тях моменти, като се наблюдава известно кратковременно претоварване на двигателите по момент (ток) по време на преходния процес. В установен режим напреженията и токовете на двата двигателя не са нулеви, тъй като двете стави се преместват във вертикалната равнина и е необходим момент за поддържане на масата на товара и самата конструкция на робота в достигнатото положение. Развиваните моменти от двигателите са съизмерими с тези от [Г 8.4] тъй като тук са отчетени гравитационните сили, влияещи на робота, но за да няма значително претоварване е намалена масата на товара.

[Г 8.6] Маринов Е., **Жеков Ж.**, Тодоров Ц., Безсензорно директно управление на момента на асинхронен двигател, Годишник на ТУ-Варна'13, ТУ-Варна, България, 2013, том I стр. 191÷195 (Сборник доклади от Юбилейна международна конференция 50г катедра „ЕТЕТ“ – 4-5 октомври 2013г., България).

Предложено е асинхронно електрозадвижване с безсензорно директно управление момента, като оценките на скоростта на двигателя ($\hat{\omega}_r$), електромагнитния момент (\hat{M}_e) и вектора на статорното потокосцепление ($\hat{\Psi}_s$) се получават посредством итеративен оценител на базата на сигналите по фазните статорни токове и входното напрежение на инвертора Ud. На база проведените симулационни изследвания могат да се направят следните изводи. При директно пускане (без предварително възбуждане) се наблюдава преходен процес, характеризиращ се с по-големи токове и пулсации на момента спрямо зададената стойност. При предварително възбуждане процесите на намагнитване и развъртане протичат разделно, вследствие на което значително намалява амплитудата и продължителността на пусковия ток. Посредством въведеното ограничение в регулатора на скорост се ограничават статорните токове до стойност приблизително $2I_{sn}$ с изключение на началния пусков интервал, в който двигателя се възбужда до зададената стойност. С намаляване зоните на хистерезис h_M и b_M на регулаторите на момент и потокосцепление се намалява големината на пулсациите съответно на M_e и Ψ_s , при което ходографът на вектора на статорното потокосцепление (след неговото установяване) е близък до идеална окръжност.

[Г 8.7] Маринов Е., Жеков Ж., Тодоров Ц., Асинхронно електрозадвижване с безсензорно директно управление на момента с оценяване на активните съпротивления на двигателя, International Conference AUTOMATICS AND INFORMATICS'13, САИ, България, 2013, стр. I-75÷I-78.

В доклада се предлага една възможност за изграждане на асинхронно електрозадвижване с безсензорно директно управление момента. За разлика от [Г 8.6] тук чрез оценяване и на активните съпротивления на намотките на статора и ротора (\hat{R}_s и \hat{R}_r) се отчита тяхната промяна при работа на двигателя. От изследванията се установява, че системата е работоспособна в диапазон $D_\omega=100:1$, като при ниски скорости ($\omega_{ref}=1\text{rad/s}$) статична грешка по натоварване достига до 5% ($0,05\text{rad/s}$) при номинално натоварване. Посредством въведеното ограничение в регулатора на скорост се ограничават статорните токове до стойност приблизително $2 \cdot I_{sn}$ с изключение на началния пусков интервал, в който двигателя се възбужда до зададената стойност. Оценките на активните съпротивления практически достигат до действителните им стойности за $t < 2\text{ms}$, като точността е задоволителна ако оценяването се извършва при нулева скорост на двигателя. Недостатък на оценителя е сложността на алгоритъма на работа, по който се реализира, като това би поставило високи изисквания към изчислителното устройство при практическа реализация.

[Г 8.8] **Жеков Ж.**, Управление на постояннотоков двигател, базирано на цифров сигнален контролер TMS320F28335, списание Компютърни науки и технологии, бр.2, ТУ-Варна ФИТА, България, 2013, стр.24÷29 (Сборник доклади от Юбилейна научна конференция 45г катедра „Компютърни науки и технологии“ – 27-28 септември 2013г., България)

Разработено е управление на постояннотоков двигател (ПТД) в затворен контур посредством развойната платка eZdspF28335, чието ядро е цифровия сигнален контролер TMS320F28335 на фирмата Texas Instruments, която е предназначена за изграждане и изследване на ЕЗ. Изградената система за управление се състои от следните основни блокове: блок за управление (eZdspF28335), силов преобразувател (LMD18200 на National Semiconductor), блокове за галванично развързване и мащабиране на сигнали, захранващи блокове, ПТД с тахогенератор (ТГ) тип ПИВТ 6-25/3А. Програмата за управление се изгражда като Simulink модел. Използвани са блокове от библиотеките на Target Support Package TC2. Използва се софтуера Real-Time Workshop (RTW) от Matlab заедно със софтуера Code Composer Studio (CCS). Това позволява бързо изграждане на програмата и автоматично генериране на програмен код. От извършените експериментални изследвания се установява че системата е работоспособна, като се наблюдава добро отработване на заданието по скорост, изменящо се в широк диапазон $n_{ref} [-n_n \div n_n]$ и при различни времена за развъртане и спиране.

[Г 8.9] **Маринов Е., Жеков Ж., Петков Н.**, Управление траекторията на движение на двуставен планарен робот, Годишник на ТУ-Варна'14, ТУ-Варна, България, 2014, том I стр.103-107.

Целта на настоящата статия е, чрез въвеждане на линеаризираща обратна връзка, да се синтезират управляващите въздействия на задвижванията на двуставен планарен робот, така че да се отработи с определена точност за даден закон на движение на работната точка $R(x_R(t), y_R(t))$ на робота. Всяка от ставите на робота се задвижва от постояннотоков двигател. Синтезирано е управление, базирано на метода на линеаризиращата обратна връзка, отработващо зададена траектория на движение на робота. Представени са симулационни изследвания, потвърждаващи работоспособността на системата при различни закони на движение на работния орган на робота. Резултатите са получени при базова стойност на товара $m_l=6\text{kg}$. Кривите на зададените и действителните стойности на ъглите и техните производни практически съвпадат. Грешките по положение и скорост са максимални в началния участък на процесите, което се дължи на неточността при определяне на началните условия за скоростта и ускорението. Реализирането на посочените закони на управление се извършва при токове и напрежения под номиналните стойности на двигателите.

[Г 8.10] Marinov E., Todorov Ts., **Zhekov Zh.**, Petkov N., Adaptive vector control of permanent magnet synchronous motor, Международна конференция по електрически машини, задвижвания и енергийни системи “ЕЛМА” 1-3 октомври 2015, ТУ-Варна, Варна, 2015, стр.91 – 94.

Докладът разглежда възможността за разработване на адаптивно векторно управление на синхронна машина с постоянни магнити. Проектираната адаптивна система с еталонен модел (АСЕМ) е базирана на теорията за хиперустойчивост. Проведените симулационни изследвания потвърждават възможността за поддържане на неизменно качеството на преходните процеси на скоростта при промяна на зададената скорост, натоварване и инерционен момент. Когато инерционния момент се увеличи, активната компонента на статорния ток i_{1q} в преходния процес също се увеличава. Постигането на желаното поведение е възможно, когато токът е по-малък от ограничението. Текущото натоварване на двигателя се влияе от желаната динамика, зададена на еталонния модел и избора на коефициенти за настройка γ_1 и γ_2 , които определят времето за реакция на системата.

[Г 8.11] **Zh.Zhekov**, E.Marinov, Indirect Adaptive Neural Control of Induction Motor, International Conference AUTOMATICS AND INFORMATICS'18, САИ, България, 2018, стр. 45-48.

Предложено е асинхронно електрозадвижване, базирано на двуканална структура на системата с невронно управление, използващо моделно базиран подход. Използват се две невронни мрежи. Първата от тях се използва като невронен модел и невронен регулатор за канала на скоростта. Втората се използва за невронен модел и невронен регулатор за канала на потокосцеплението. Следният механизъм се използва за изработване на управляващо въздействие от всяка невронна мрежа: 1. Обучение на невронната мрежа като невронен модел на съответната част от обекта, чрез алгоритъм за обратно разпространение на грешката и получаване на теглата и отместванията на невронния модел; 2. Изчисляване на теглата и отместванията на невронния регулатор чрез правилото на градиентното спускане. Това изчисление е функция на грешка между сигнала на еталонния модел и изхода на обекта, и теглата и отместванията на невронния модел; 3. Зареждане на тегла и отместванията на невронния регулатор в същата невронна мрежа и генериране на управляващ сигнал $u(k)$. Симулационното изследване потвърждава работоспособността на системата при вариации на еталонната скорост, въртящия момент на товара и инерционния момент. Поведението на системата практически съответства на желаното качество, зададено от еталонния модел.

[Г 8.12] Жеков Ж., Разработване на двуставен робот за учебни цели, списание Компютърни науки и технологии, ТУ-Варна ФИТА, България, 2022, бр. 2 стр. 65-71.

В доклада се разглежда разработването на двуставен робот-манипулатор и неговата система за управление. Разработеният стенд се състои от: работно поле; две стави завъртани от постояннотокови сервозадвижвания Dynamixel MX-64T и AX-12A на фирма Robotis. Заданията по положение за двете сервозадвижвания се генерират посредством програмата за управление реализирана в Matlab. Връзката между персоналния компютър и сервозадвижванията се осъществява посредством преобразувател USB2Dynamixel. Извършени са експериментални изследвания на робота и разработената система за управление. Наблюдава се сравнително добро съвпадение между заданието и изпълнението, като отклоненията се дължат основно на: недостатъчно прецизна изработка на механичната част на двуставния робот; налични луфтове в редукторите на сервозадвижванията; недостатъчно точно закрепване на работния орган – писец; недостатъчно точно ориентиране на кординатната система на манипулатора спрямо кординатната система на работното поле.

[Г 8.13] Жеков Ж., Симулационно изследване на система за координирано управление на двудвигателно електрозадвижване, списание Компютърни науки и технологии, ТУ-Варна ФИТА, България, 2022, бр. 2 стр. 6-13.

Моделирана е система за координирано управление на двудвигателно електрозадвижване, която трябва да се синхронизира работата на две оси – главна и подчинена. Системата е двуканална, като първия канал (главен) е едноконтурен със затворен контур по скорост, а втория канал (подчинен) е двуконтурен със затворени контури по скорост и положение. Целта е първият канал да поддържа постоянна скорост на съответния двигател и изпълнителен механизъм. След надвишаване на определено ъглово положение към втория канал се подава задание по положение, което е функция на положението на първия изпълнителен механизъм. При правилно отработване на заданието от втори канал вторият изпълнителен механизъм настига първия и определен ъглов път се движат заедно (синхронно), след което към втори канал се подава нулево задание по положение и вторият изпълнителен механизъм се връща в изходно положение. След което цикълът се повтаря. Двата канала, главен и подчинен, са настроени по модулен оптимум, като е установена необходимостта от реализиране на комбинирано управление и донастройка на втория канал за постигане на задоволителни показатели на качеството.

11.09.2023г.

гр. Варна

Пс

Заличена информация
по Регламент (ЕС)
2016/679