

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЛАБОРАТОРНО ЕЛЕКТРОЗАДВИЖВАНЕ В СРЕДА MATLAB

Гинко Георгиев
Камен Сейменлийски
Силвия Лецковска
Бургаски свободен университет

MODELING LABORATORY DRIVE IN MATLAB

Ginko Georgiev
Kamen Seymenliyski
Silviya Letskovska
Burgas Free University

Abstract: *This paper presents the result of simulating the performance of elements of an electric drive system - an asynchronous motor and a frequency inverter using MatLab. The obtained data shows the matching of the proposed model with the actual values of the parameters of the electric drive process.*

Keywords: *asynchronous motor, frequency inverter, MatLab simulating.*

Въведение

Пакетът програми MatLab е предназначен за аналитично и числено решаване на различни математически задачи, а също за моделиране на електротехнически и електромеханични системи.

MatLab има голямо приложение в инженерната практика за разлика от други подобни програми (Mathematica, Maple, Mathcad). MatLab (Matrix Laboratory) е интерактивна система за изпълнение на научни и инженерни пресмятания. В състава на системата влизат ядрото на компютърната алгебра Maple и пакет с разширение Simulink, а също десетки други пакети, което позволява моделирането на сложни електротехнически устройства.

Библиотеката на SimPowerSystems е една от многото допълнителни библиотеки на Simulink, ориентирани към моделиране на електромеханични и енергетични системи и устройства. SimPowerSystems съдържа набор от блокове за имитационно моделиране на електротехнически устройства.

В състава на библиотеката има модели на пасивни и активни електротехнически елементи, източници на енергия, електродвигатели, трансформатори, електропреносни линии и други обзавеждане. Има и раздел с блокове за моделиране на устройства за силова електроника, включително системи за управлението им. С използването на специалните възможности на Simulink и SimPowerSystem може не само да се имитира работата на устройствата, но и да се извършват различни анализи на тези устройства. В частност, може да се определят режимите на работата на системи с променлив ток,

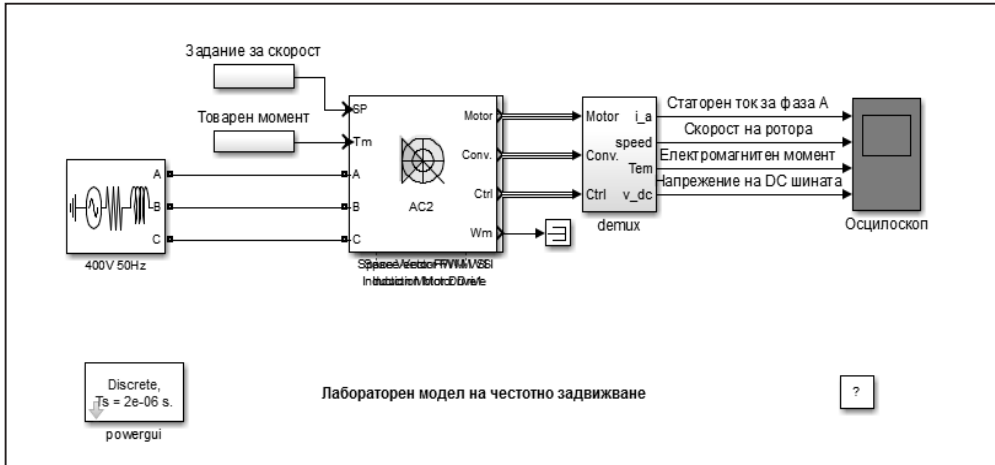
да се определя импеданса на участък от веригата, да се получат честотни характеристики, да се анализира устойчивост, да се направи хармоничен анализ на токове и напрежения. Несъмнено достоинството на SimPowerSystems се състои в това, че сложните електротехнически системи може да се моделират при съчетаването на методите на имитационно и структурно моделиране.

Например, силовата част на полупроводниците на преобразувател на електрическа енергия може да се изпълни с използване на имитационни блокове от SimPowerSystems, а системата за управление – с помощта на блокове от Simulink, отразяващи само алгоритъма на работа, а не електрическата схема. Такъв подход позволява значително опростяване на целия модел. Освен това, при използване на блокове от SimPowerSystems може да се ползват и такива от библиотеката на Simulink, а също и функции на самия MatLab, което прави практически неограничени възможностите за моделиране на електротехническите системи [2, 8].

I. MATLAB МОДЕЛ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЛАБОРАТОРНО ЧЕСТОТНО УПРАВЛЯЕМО ЕЛЕКТРОЗАДВИЖВАНЕ

1.1. Създаване на модел

Програмният продукт MatLab Simulink е създаден за моделиране и изследване на различни процеси и явления. С използване на един от моделите от библиотеката бе симулирано действително лабораторно електрозадвижване на асинхронен двигател (Фиг. 1) [1, 3-7].



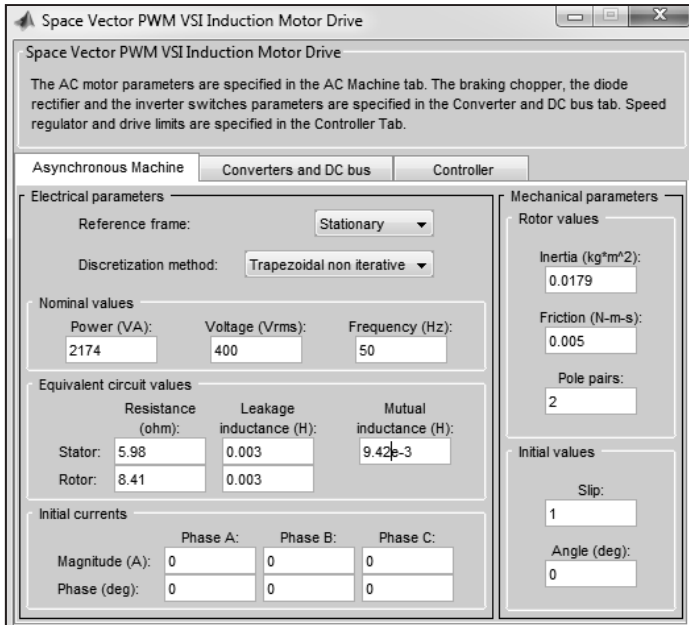
Фиг. 1. Лабораторен модул на честотно задвижване с помощта на MatLab

За извършване на симулацията бяха въведени:

- Параметри на захранващата електрическа мрежа. Те са стандартни за Р. България. Това са: номинално линейно напрежение 400 V, номинална честота 50 Hz и вътрешен импеданс, съответстващ на импеданса на захранващ силов трансформатор ТМ 630 с номинална мощност 630 kVA.

- Параметри на асинхронния двигател. Параметрите на асинхронния двигател са неговите номинални данни: мощност, напрежение, обороти, к.п.д., cosφ, ток, кратност на пусковия момент, кратност на пусковия ток, инерционен момент. В MatLab за

изследвания двигателят се въвеждат следните характеристики – номинална мощност P_n - 1,5kW; номинално напрежение U_n - 400 V, номинални обороти n - 1420 об/мин (Фиг. 2). Честотният инвертор е ATV32HU15N4 на фирмата Schneiderelectric (Фиг .3).



Фиг. 2. Въвеждане на данните на реален асинхронен двигател, използван в лабораторното електрозадвижване

Characteristics :	Max Transient Current	6.2 A			
	Nominal Current	4.1 A			
	Supply Voltage	400 V			
	Nominal Power	1.5 KW			
Structure:	Card	Reference	Serial Number	Version	Vendor Name
	Device	ATV32HU15N4	XX X6 02 625 004	V2.5IEXX	Schneider Electric
	Control Board		XX X5 48 093 380	V2.5IE22	
	Power Board		XX X1 12 055 012	V1.4IE06	
	Option Board	None			
	Motor	NONE			
	None				
Configuration(s) :	Software release	2.0.3.1			
	Safety State	STD	CRC1: AAE		
Device Information :	Device Name				

Фиг. 3. Технически данни на честотен инвертор ATV32HU15N4 [9]

- Настройки на честотния инвертор. Необходимите настройки на честотния инвертор са: време за развъртане 3 s, време за спиране 3 s, носеща честота 4500 Hz.

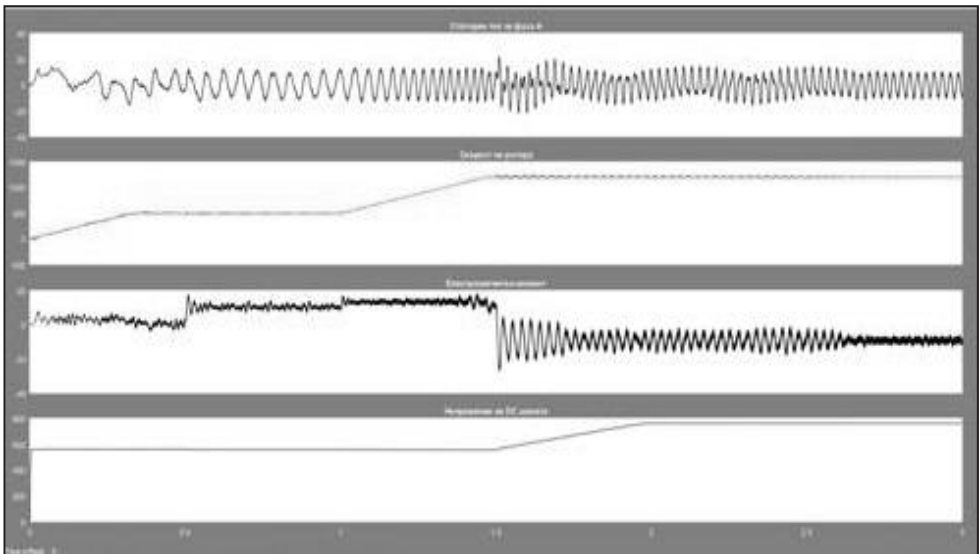
Честотният регулатор е програмиран да бъде управляван от логическите си входове за работа с фиксирани честоти.

- Задание на честотата на въртене на двигателя в различните моменти от време: В момента на включване на двигателя той трябва да се развърти до скорост 16,7 Hz (500 об/мин), след време 2,4 s, заданието се увеличава на 40 Hz (1200 об/мин). В началният момент двигателят се развърта на празен ход, след време 1,5 s се натоварва с 10 N.m, а след още 1 s на вала на двигателя се прилага отрицателен съпротивителен момент. В използвания момент на осцилоскопа (Фиг. 1) могат да се наблюдават кривите на изменение на статорния ток на фаза А, скоростта на ротора, електромагнитния момент, напрежението на DC шината на честотния инвертор.

- Задание на товарният момент на вала на двигателя в различните моменти от време.

1.2. Експериментални резултати

Симулацията се провежда със стъпка на дискретизация 2 μ m (Фиг. 1). Получените данни са показани на Фиг. 4.



Фиг. 4. Изменение на статорния ток, скоростта на ротора, електромагнитния момент и напрежението на DC шината

- Във време $t = 0$ s заданието за скорост е 500 об/мин. Те се достигат бързо, за около 0,33 s, като честота на въртене на двигателя следва стриктно заданието за ускорение, а именно 1500 об./с.

- В момента $t = 0.5$ s пълен товарен момент се прилага на вала на двигателя, като това води до флукутации в електромагнитния момент, той се увеличава, а впоследствие стабилизира на зададеното ниво.

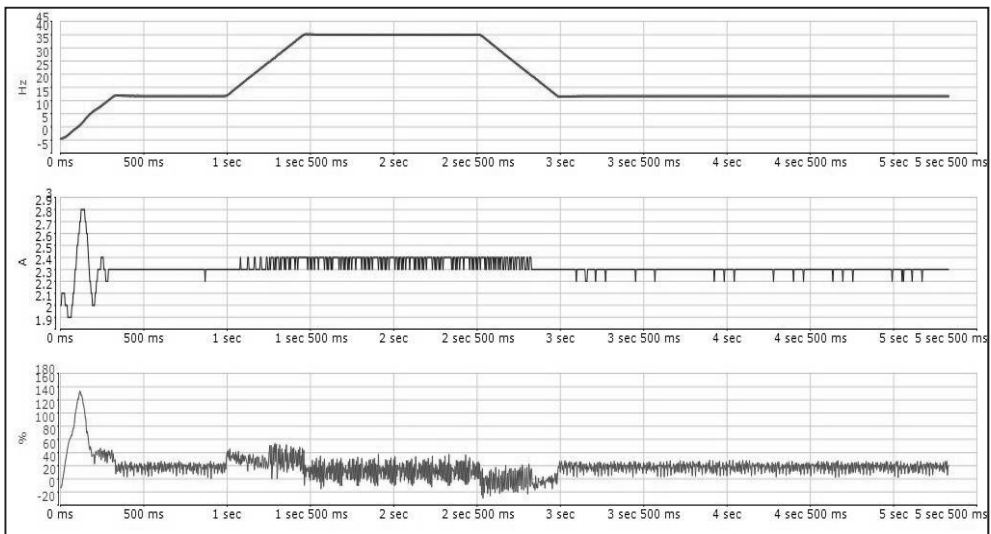
- В момента $t = 1$ s инверторът се превключва на втората зададена скорост 1200 об/мин, като се наблюдава ново увеличаване на електромагнитния момент с цел да се запази заданието за ускорение.

- В момента $t = 1.5$ s механичният момент на вала на двигателя се променя от $+10$ N.m на -10 N.m, което принуждава електромагнитния момент да се стабилизира около тази стойност.

Необходимо е да се отбележи и нарастването на напрежението на DC шината, като то е ограничено от разрядното съпротивление.

За сравнение на сходимостта на модела с реалните резултати от тестване на задвижването бяха извършени тестове за пуск и изменение на оборотите на двигателя.

Получените резултати (Фиг. 5) показват, че моделирането е коректно, тъй като лабораторният физически модел не позволява натоварване на задвижването с отрицателен въртящ момент на вала на двигателя.



Фиг. 5. Резултати от тествания на физическия модел на аздвижването

Изводи

Проведеното симулационно изследване на лабораторно електрозадвижване на асинхронен двигател показва необходимостта и ползите от използване на съвременни програмни продукти – в частност на MatLab, за провеждане на научни изследвания и за практическото обучение на студентите. Не винаги има възможности за осигуряване на условия за провеждане на конкретни физични експерименти, затова симулирането на процеси и явления с програмните продукти е една добра възможност за изучаването им.

Литература

1. Дьяконов В. П., MATLAB. Полный самоучитель. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 768 с.: ил. ISBN 978_5_94074_652_2.
2. Йордан Тончев, Matlab 7, 1-ва, Преобразувания, изчисления, визуализация.
3. Иван Гарванов, Магдалена Гарванова, Въведение в Matlab и Simulink, София, 2014.
4. Миглена Христова Анка Кръстева, Методични указания за изследване на три-фазен асинхронен двигател в програмната среда Matlab/Simulink, Научни трудове на русенския университет - 2012, том 51, серия 10.
5. A. Dumitrescu, D. Fodor, T. Jokinen, M. Rosu, S. Bucurencio, „Modeling and simulation of electric drive systems using Matlab/Simulink environments,“ International Conference on Electric Machines and Drives (IEMD), 1999, pp. 451-453.
6. S. Wade, M. W. Dunnigan, B. W. Williams, „Modeling and simulation of induction machine vector control with rotor resistance identification,“ IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 12, no. 3, May 1997, pp. 495 - 506.
7. H. Le-Huy, „Modeling and simulation of electrical drives using Matlab/Simulink and Power System Blockset,“ The 27th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON'01), Denver/Colorado, pp. 1603-1611.
8. Суптель А., Малинин Г., Ларин Е. (2010), Виртуальные модели асинхронного двигателя, Силовая Электроника, № 4. 7. Шрейнер Р.Т. (2000). Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. Екатеринбург: УПО РАН. 654 с. ISBN 5- 7691-1111-9.
9. https://www.schneider-electric.bg/documents/downloads/Altivar_31_Catalogue.pdf.