

NONLINEAR PHENOMENA IN THE STRUCTURE OF DC MOTOR WITH PWM AND RELAY CURRENT CONTROLLER

Pavel NYKODÝM, Master Degree Programme (5)
Dept. of Power Electrical and Electronic Engineering, FEEC, BUT
E-mail: xnykod03@stud.feec.vutbr.cz

Ondřej NEPOMUCKÝ, Master Degree Programme (5)
Dept. of Electrical Power Engineering, FEEC, BUT
E-mail: xnepom00@stud.feec.vutbr.cz

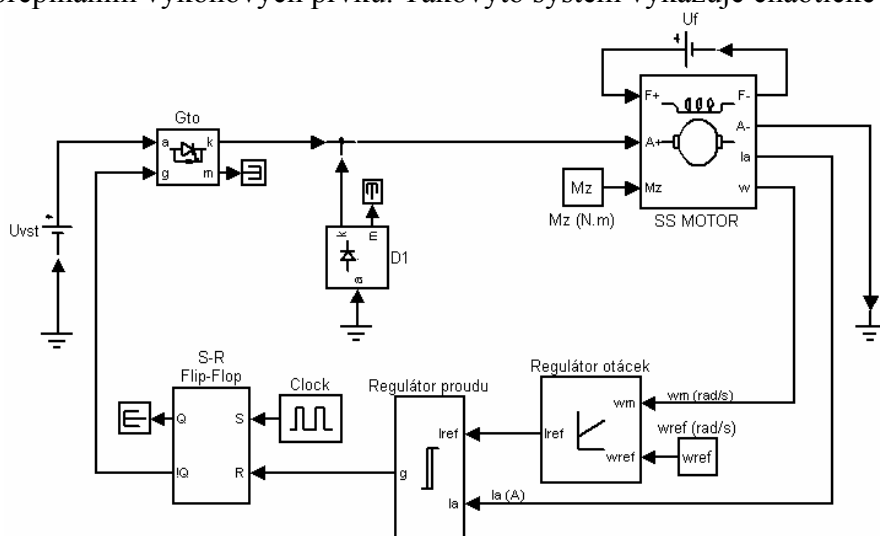
Supervised by: Dr. Josef Koláčný

ABSTRACT

This paper describes the analytical modeling of the nonlinear dynamic systems (DC drive with PWM). The results show that the cascade-control electrical drive with relay current controller and a proportional-integral speed controller generally exhibit chaotic behavior.

1 ÚVOD

Tento článek se zabývá analýzou chování DC-motoru s proudovým regulátorem při mezních stavech. Pro analýzu je použit nelineární model soustavy, který uvažuje děje způsobené přepínáním výkonových prvků. Takovýto systém vykazuje chaotické chování.



Obr. 1: Schématické znázornění ss pohonu s PWM řízením

2 MODELOVÁNÍ

Pro bifurkační analýzu byl zvolen příklad z knihovny SimPowerSystems programu MATLAB, jeho název je psbdcdrive. Pro nižší nároky na výpočetní prostředky byl model upraven tak, že se při sestavování v programu MATLAB vycházelo přímo z rovnic popisujících daný systém (1).

Modelovaná soustava se skládá z výkonové a řídicí části. Výkonová část obsahuje spínací prvek a nulovou diodu, řídicí PI regulátor otáček a regulátor proudu s hysterezí. Výstupní pulsy z regulátoru proudu jsou přiváděny na klopný obvod R-S, který je taktován hodinovými pulsy s periodou T, což nám zabrání vysokofrekvenčnímu spínání výkonového prvku a současně definuje dobu vzorkování T pro další analýzu signálů.

Matematický model:

spínač S sepnut:

$$\frac{di_a}{dt} = \frac{1}{L_a} (-R_a i_a - L_{af} i_f \omega_r + u_a)$$

$$\frac{di_f}{dt} = \frac{1}{L_f} (-R_f i_f + u_f)$$

$$\frac{d\omega_r}{dt} = \frac{1}{J} (L_{af} i_a i_f - B_m \omega_r - M_z)$$

spínač S rozepnut:

$$\frac{di_a}{dt} = \frac{1}{L_a} (-R_a i_a - L_{af} i_f \omega_r)$$

$$\frac{di_f}{dt} = \frac{1}{L_f} (-R_f i_f + u_f)$$

$$\frac{d\omega_r}{dt} = \frac{1}{J} (L_{af} i_a i_f - B_m \omega_r - M_z)$$

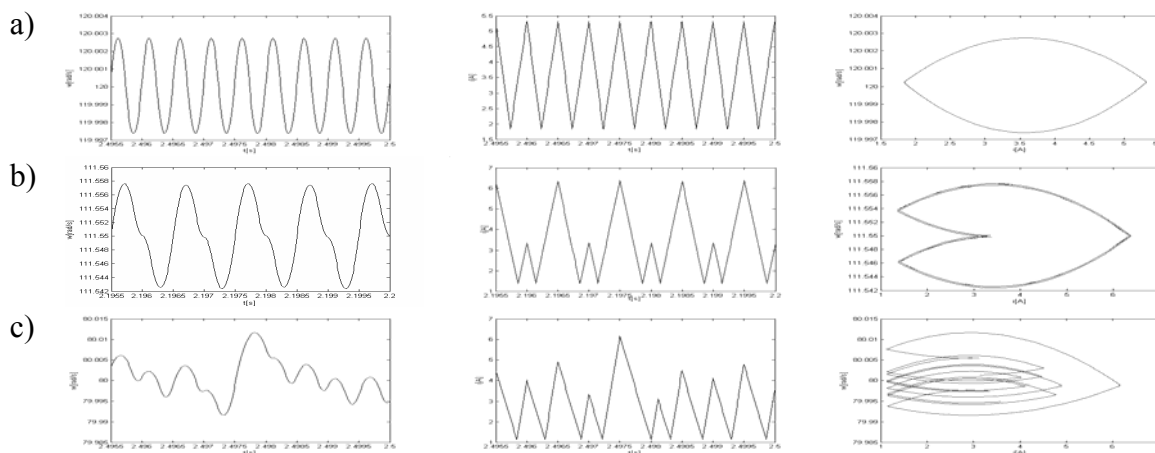
(1)

Systém je popsán soustavou diferenciálních rovnic (1) pro jejichž řešení je použita vhodná numerická metoda. Spínání spínače S je řízeno výše popsanou regulační strukturou.

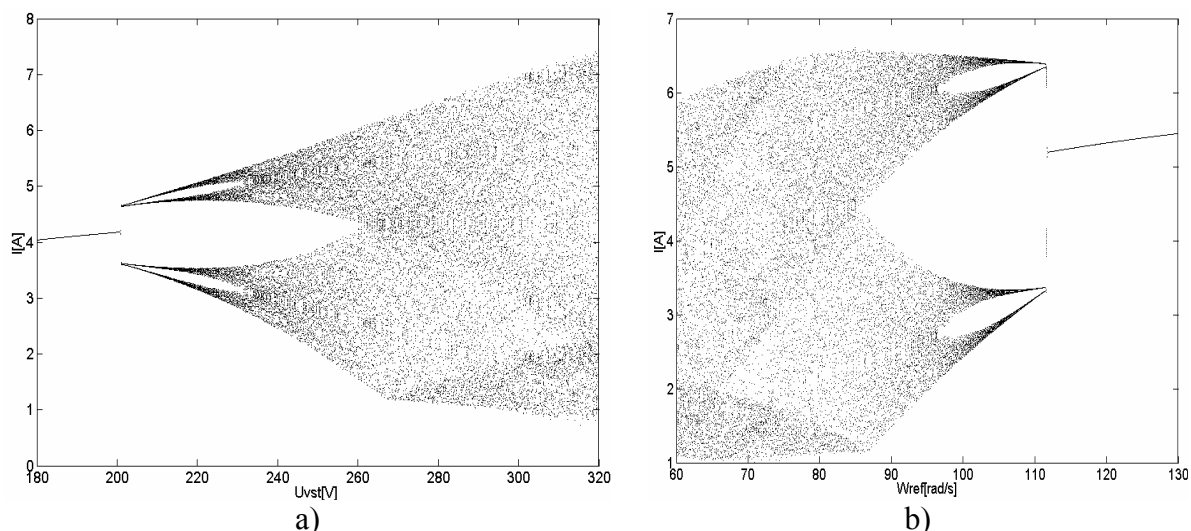
Parametry motoru a zátěže jsou $U_{vst}=280V$, $R_a=0.5\Omega$, $L_a=0.01H$, $R_f=240\Omega$, $L_f=0H$, $L_{af}=1.23H$, $J=0.05kg.m^2$, $B=0.02 N.m/rad/s$, $M_z=2Nm$, zesílení proporcionální složky PI regulátoru je $K_p=1,6$ a integrační složky $K_i=16$. Šířka pásma regulátoru s hysterezí je $0.8A$ a frekvence hodinových impulsů $f_{vz}=2kHz$.

2.1 ANALÝZA DAT

Pro ilustraci chování systému během stabilních a nestabilních systémů jsou uváděny jak časové průběhy veličin, tak i atraktor Obr.2. Informaci o chování systému při změně parametru poskytuje bifurkační diagram Obr.3.



Obr. 2: Časové průběhy proudu, otáček a atraktor a) stabilní stav, b) perioda dvě c) oblast chaotického chování



Obr. 3: Bifurkační diagramy a) proud s parametrem U_{in} při $\omega_{ref}=80\text{rad/s}$ b) proud s parametrem ω_{ref} při $U_{vst}=280\text{V}$

3 ZÁVĚR

Zvolený model vykazuje chaotické chování a se změnou parametru přechází ze stabilní oblasti přes periodu dvě do oblasti chaosu jak ukazují bifurkační diagramy na Obr. 3. Uvedený model je v současné době experimentálně ověřován.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory výzkumného záměru MSM: 262200010.

LITERATURA

- [1] Bozhko, S., Asher, G. M., Kolachny, J., Abeyasekera, T.: Analysis of chaos in PWM-based electrical drive with cascade control, 7th Int. Conf. on Soft Comp. MENDEL 2001, Brno, Czech Rep., 2001, ISBN 80-214-1894-X
- [2] Chen, J. H., Chau, K.T.: Analysis of Chaos in Current-Mode-Controlled DC Drive Systems, IEEE Trans. on Indust. Electronics, vol.47, No.1, Feb. 2000
- [3] Nykodým, P.: Deterministic chaos and DC drive with PWM, 9th Conference STUDENT EEICT 2003, Brno, vol. 1, pp 80-82, ISBN 80-214-2377-3
- [4] Nykodým, P., Koláčný, J.: Motor s PWM řízením a bifurkační analýza, Sborník EPVE 2003, VUT FEKT Brno, pp.190 – 195, ISBN 80-214-2497-4.
- [5] Honzák, A., Koláčný, J., Nykodým, P.: Bifurkační analýza DC pohonu, Sborník XXVIII. Celostátní konference elektrických pohonů, Plzeň 2003, pp. 223 - 228, ISBN 80-02-1563-0
- [6] Banerjee, S., Verghese, G. C.: Nonlinear phenomena in Power electronics, New York, IEEE PRESS, 2001, ISBN 0-7803-5383-8