

IDENTIFICATION OF SYNCHRONOUS MOTOR'S PARAMETERS

Ivo Veselý

Master Degree Programme (1), FEEC BUT
E-mail: xvesel43@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Petr Blaha
E-mail: blahap@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This article describes two methods for identification of synchronous motor's parameters. It is focused on two methods which work on different principles. Both methods are based on the knowledge of motor scheme. However, the first method uses Ohm's law and the knowledge of motor model and the second one uses improved frequency analysis. The article compares the accuracy of both methods in ideal conditions as well as in the presence of noise.

1. ÚVOD

V dnešní době se často setkáváme s problematikou identifikace neznámých parametrů u různých zařízení, pokud nejsou přímo uvedeny od výrobce nebo k danému zařízení nemáme další potřebné informace. Tento článek se věnuje problematice metod identifikace parametrů nutných pro řízení synchronních motorů s permanentními magnety (PMSM) a porovnání těchto metod.

2. ROZBOR

2.1. METODA VYCHÁZEJÍCÍ Z MĚŘENÍ PŘECHODOVÉ CHARAKTERISTIKY

První metoda je založena na použití Ohmova zákona při identifikaci činného odporu R_s a znalosti modelu motoru [2] pro měření podélné indukčnosti L_d .

Při identifikaci R_s na vstupy motoru připojíme tři stejnosměrné napětí (např. [0,2 0,2 - 0,2]). Tím vznikne obvod se třemi odpory, z něhož jsou dva zapojeny paralelně a třetí k nim sériově. Ze znalosti stejnosměrného napětí U , připojeného ke svorkám motoru a z proudu I procházejícím obvodem můžeme vypočítat parametr R_s podle rovnice

$$R_s = \frac{2 \cdot U}{3 \cdot I_a} \quad (2.1)$$

Jak už bylo řečeno při identifikaci podélné indukčnosti L_d využíváme znalosti schématu motoru[2]. Pokud nastavíme napětí tak, že napětí U_q je nulové a napětí U_d má pouze stejno-

směrnou složku, vzájemné vazby se vyruší a vznikne nám jednoduchý setrvačný člunek prvního řádu. Z něho můžeme určit přenos $F(p)$ a po úpravě dostaneme časovou konstantu τ_d , z které můžeme vypočítat L_d .

$$F(p) = \frac{1}{1 + \frac{R_s}{L_d p}} = \frac{1}{L_d p + R_s} = \frac{1}{\frac{R_s}{L_d} p + 1} \Rightarrow \tau_d = \frac{L_d}{R_s} \Rightarrow L_d = \tau_d R_s \quad (2.2)$$

2.2. VYLEPŠENÁ FREKVENČNÍ ANALÝZA

Na vstup našeho motoru přivedeme harmonický signál $u(t) = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right)$. Dostaneme na výstupu signál, který vynásobíme signály $\sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right)$ a $\cos\left(\frac{2\pi}{T} t\right)$, čímž získáme dva signály, z kterých po integraci přes jednu periodu T dostaneme dvě výstupní hodnoty $y_s(t)$ a $y_c(t)$ pro které platí

$$y_s(T) = \frac{BT}{2} \cos(\varphi) = \frac{AT}{2} \Re[G(j\omega)] \quad (2.3)$$

$$y_c(T) = \frac{BT}{2} \sin(\varphi) = \frac{AT}{2} \Im[G(j\omega)] \quad (2.4)$$

I zde je zapotřebí znát model motoru[2] a získat přenos zpětnovazebního člunku obdobným způsobem jak v předešlé metodě. Pokud si z takto získaného přenosu vyjádříme reálnou a imaginární složku, dosazením do rovnic (2.3) a (2.4), dostaneme výsledný činný odpor R_s a indukčnost L_d .

$$y_c = \frac{AT}{2} \frac{-\omega \frac{L_d}{R_s^2}}{1 + \omega^2 \left(\frac{L_d}{R_s}\right)^2} \Rightarrow R_s = \frac{ATy_s}{2(y_c^2 + y_s^2)} L_d \quad (2.5)$$

$$y_s = \frac{AT}{2} \frac{\frac{1}{R_s}}{1 + \omega^2 \left(\frac{L_d}{R_s}\right)^2} \Rightarrow L_d = \sqrt{\frac{ATR_s - 2y_s R_s^2}{2y_s \omega^2}} \quad (2.6)$$

Jak je patrné, obě metody pracují na zcela jiném principu identifikace. Po zajištění stejných podmínek jsme provedli identifikaci na PMSM s parametry $R_s = 0,14\Omega$ a $L_d = 0,00129H$.

První metoda nám tyto parametry identifikovala $R_s = 0,14\Omega$, $L_d = 0,00133H$ a dosáhla chyby $\delta_{R_s} = 0\%$ a $\delta_{L_d} = 3\%$.

Druhá metoda tyto parametry identifikovala $R_s = 0,14\Omega$, $L_d = 0,00129H$ a dosáhla chyby $\delta_{R_s} = 0\%$ a $\delta_{L_d} = 0\%$.

Dále jsme na výstup motoru přivedli šum, zvyšovali jeho intenzitu a sledovali chyby použitých metod identifikace parametrů.

2.3. SROVNÁNÍ ZÍSKANÝCH VÝSLEDKŮ

Síla šumu	Metoda č. 1				Metoda č. 2			
	R_s [Ω]	δ_{R_s} [%]	L_d [mH]	δ_{L_d} [%]	R_s [Ω]	δ_{R_s} [%]	L_d [mH]	δ_{L_d} [%]
1e-9	0,1403	0,2	1,333	0,2	0,14	0	1,29	0
1e-8	0,141	0,7	1,322	0,6	0,1401	0,1	1,289	0,1
1e-7	0,1433	2,4	1,343	1	0,1405	0,4	1,286	0,3
1e-6	0,1509	7,8	1,13	15	0,1414	1	1,278	0,9
1e-5	0,1813	30	0,635	52	0,1443	3,1	1,253	2,9
1e-4	0,5018	258	6,27e-5	95	0,151	8,1	1,178	8,7

Tabulka 1: Chyby metod při různých úrovních šumu.

3. ZÁVĚR

Jak je patrné ze získaných chyb, je metoda vylepšené frekvenční analýzy mnohem přesnější. I při uvažování šumu se chová velmi odolně a má dobré výsledky i při vysokých hodnotách šumu. Naproti tomu první testovaná metoda vykazovala oproti druhé značné chyby a při vysokých šumech přestávala pracovat úplně.

LITERATURA

- [1] Soderstrom, T., Stoica, P.: System identification, Prentice Hall International, UK, 1989, ISBN 0-13-881236-5
- [2] Hrabcová, V., Rafajdus, P., Franko, M., Hudák, P.: Modelovanie a meranie elektrických strojov, Žilinská univerzita, Žilina, SK, 2004, ISBN 80-8070-229-2