

瞬時無効電力に着目した IPM モータのインダクタンス同定法とパラメータ感度

熊切 有希* , 野口 季彦 (静岡大学)

Inductance Identification and Parameter Sensitivity of IPM Motor Focusing on Instantaneous Reactive Power

Yuki Kumakiri*, Toshihiko Noguchi (Shizuoka University)

1. まえがき

IPM モータの最大トルク制御では、磁気飽和等に起因したインダクタンスの減少により最適な動作点から逸脱することがある。本稿ではこの問題に対して、瞬時無効電力を用いてパラメータを同定する手法を検討した。シミュレーションにより同定システムのパラメータ感度の検討も行い、良好な結果が得られたので報告する。

2. 瞬時無効電力に着目したパラメータ同定法

Fig. 1 に IPM モータの磁気飽和特性を示す。同図より L_q の変化が L_d に比べて大きいことから、 L_q の減少を同定する手法を検討する。IPM モータの瞬時無効電力を Q とすると、定常状態では(1)のように表される。

$$Q = \omega_m(L_d i_d^2 + L_q i_q^2 + \psi_f i_d) \tag{1}$$

(1)より瞬時無効電力 Q は固定子巻線抵抗 R_a を含んでおらず、温度変化による R_a の変動に対して不感である。一方で瞬時無効電力は 2 相静止座標上の電圧、電流の外積から(2)で求めることもできる。

$$Q = v_\beta i_\alpha - v_\alpha i_\beta \tag{2}$$

(1)をサンプリング時間 T_s で離散化すると(3)が得られる。ただし、 \hat{Q}_k と \hat{L}_{qk} は k 番目の推定値を示し、 \hat{Q}_k を数学モデルとする。

$$\hat{Q}_k = \omega_m(L_{dk} i_{dk}^2 + \hat{L}_{qk} i_{qk}^2 + \psi_f i_{dk}) \tag{3}$$

また、 L_d と ψ_f が変化しないと仮定すると、(4)で L_q の同定ができる。

$$\hat{L}_{qk} = \hat{L}_{qk-1} - \frac{Q_k - \hat{Q}_k}{\omega_m i_{qk}^2} \tag{4}$$

(4)の第 2 項が、(2)を離散化した規範モデル Q_k と \hat{Q}_k の誤差から得られる修正項である。この修正項が前回値 L_{qk-1} を更新することで L_{qk} を修正し、再度 \hat{Q}_k の計算、修正を行う。 Q_k と \hat{Q}_k が等しくなったとき修正項が 0 となり L_{qk} は真値に収束する。

3. シミュレーションによる検証

Table 1 に示すパラメータをもつ IPM モータで、 L_q がノミナル値から 20%減少した場合のシミュレーションを行った。Fig. 2 に Q_k 、 \hat{Q}_k と L_q の同定特性を示す。これにより、パラメータ変動前後の瞬時無効電力の差を利用して L_q の同定が可能であることを確認できる。また、パラメータ感度の検証として、 L_q だけでなく L_d と R_a の値をノミナル値から $\pm 20\%$ 変化させ、コントローラとパラメータミスマッチがある場合の同定精度を確認した。Fig. 3 に示したように他のパラメータにミスマッチがあっても L_q の同定精度にほとんど影響しないことがわかる。

4. まとめ

本稿では IPM モータにおいて磁気飽和によりインダクタンスが減少した場合でも、 L_q の同定が可能であることを示した。また、他のパラメータに対する感度も低いことを確認した。

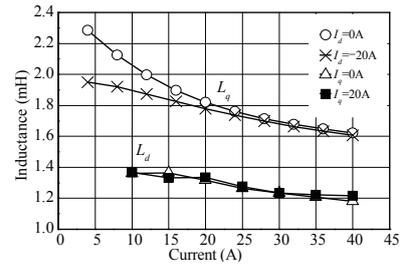


Fig. 1. Magnetic saturation characteristics.

Table 1. Simulation parameters.

Number of poles	8
DC-bus voltage (V)	120
PWM frequency (kHz)	10
Armature resistance (Ω)	0.0182
Number of magnetic flux linkage (Wb)	0.177
d -axis inductance (mH)	1.4
q -axis inductance (mH)	2.4
Sampling period (ms)	3.0

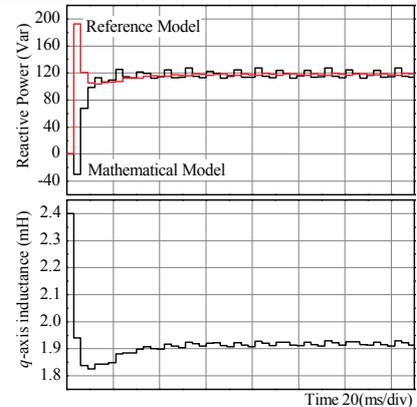
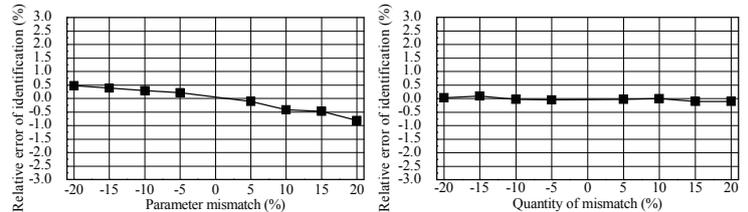


Fig. 2. Simulation result.



(a) Parameter sensitivity to L_d .

(b) Parameter sensitivity to R_a .

Fig. 3. Parameter sensitivities.

文献

- (1) 熊切・野口：「PM モータのロバストな最大トルク制御法に関する検討」産業応用部門大会 (2013)