

高効率制御を併用した

位相制御によるトルク制御法

佐藤 大介・野下 裕市・伊東 淳一(長岡技術科学大学)

1. はじめに

EV モータ(永久磁石同期モータ)駆動用インバータは、低速域ではPWM 駆動、高速域では1パルス駆動となる。従来、PWM 駆動においてはベクトル制御、1パルス駆動においては電圧位相制御によりトルクを決定していた⁽¹⁾。しかし、回転速度に応じて制御法の切り替えが必要となり、制御回路の複雑化、切り替え時のトルク変動という問題がある。そこで、本論文ではPWM 駆動と1パルス駆動に対応するトルク制御法を提案し、第一段階としてPWM 駆動において、シミュレーションによる動作検証を行ったので、報告する。

2. 提案制御法の構成

図1に提案制御法のブロック図を示す。本制御では、PWM 駆動および1パルス駆動に対応するため、電圧振幅によらず、トルク制御を実現する電圧位相制御を用いる。この制御法は、電圧指令ベクトルの位相を操作し、q 軸電流を変化させることでトルクを所望の値に制御する。

また、PWM 駆動時は $i_d=0$ 制御により、銅損を最小にすることが望ましいが、V/f一定制御ではd軸電流を制御しないため、 $i_d=0$ とすることはできない。そこで、PMSMの無効電力に着目し、間接的に $i_d=0$ 制御を実現する高効率制御を導入する⁽²⁾。(1)式に無効電力を求める式を示す。(1)式より、 v_δ を調節することで、 $i_d=0$ となる。

$$\omega_{re} L(i_y^2 + i_\delta^2) = v_\delta i_y \dots\dots\dots (1)$$

3. シミュレーション結果

提案制御法の動作を検証するため、PWM 駆動時において、シミュレーションを行った。

表1に使用したモータのパラメータを示す。制御法の動作確認であり、簡単のためd軸インダクタンスとq軸インダクタンスが等しい表面磁石同期モータ(SPM)を使用した。

図2に出力トルクのステップ応答を示す。指令値に対して、追従していることを確認した。したがって、提案法により、トルク制御が可能であることがわかる。

図3に出力トルクと回転速度による、d軸電流の変化を示す。定常時において、d軸電流は0に収束せず、偏差があることを確認した。定常偏差はトルクが大きい場合、または回転速度が小さい場合において、増加する。

今後は、d軸電流の定常偏差の改善、シミュレーション

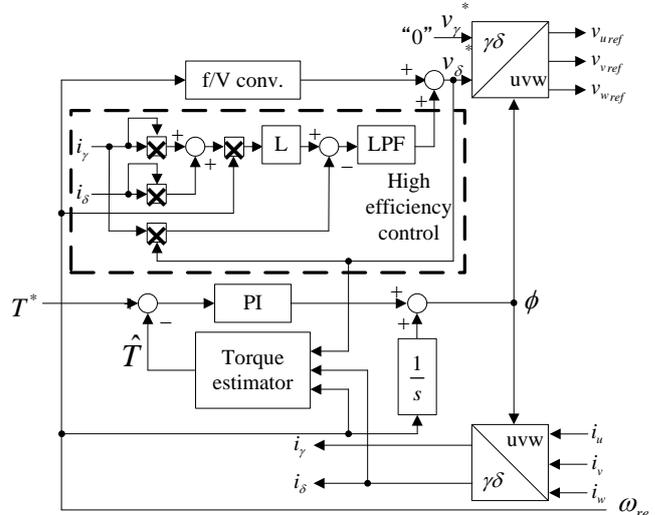


Fig.1. Block diagram of the proposed control method.

Table 1. Parameter of a PM motor.

Pairs of poles p_f	2	Armature resistance R_a	0.425Ω
Rated speed N_{rm}	2000r/min	Armature inductance L	3.78mH
Rated torque T_R	3.82Nm	Flux linkage Φ_{fa}	0.233Vs/rad
Rated current I_R	8.20A	Inertia moment J	0.00255kgm ²

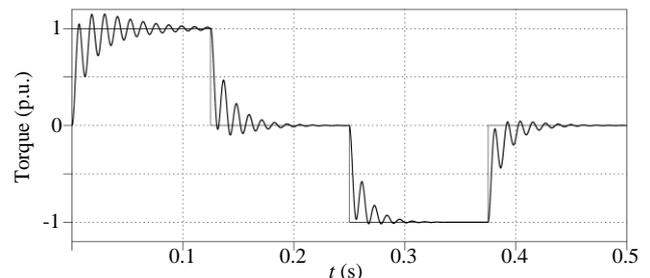


Fig.2. Step response of the output torque.

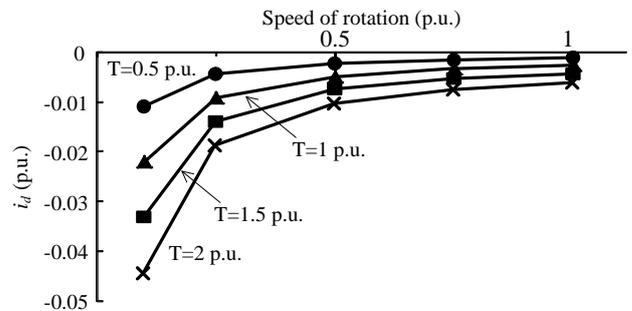


Fig.3. Relationship between the d-axis current and the speed of rotation.

シミュレーションによる、1パルス駆動時における動作確認、実機による動作検証を行う予定である。

文献

- (1) H.Nakai et al, IEEE Trans. Ind. Electron., Vol.52, No.3, P800, 2005
- (2) 伊東他, 電学論 D, 122 巻 3 号, P253, 2002