

外乱オブザーバを用いたインバータのデッドタイム誤差補償

星野哲馬 (長岡技術科学大学)・伊東淳一 (長岡技術科学大学)

1. まえがき

インバータのデッドタイムに起因する出力電圧の誤差は,システムの外乱となり様々な影響を及ぼす。特にモータドライブシステムでは制御性能の劣化をもたらすため,種々の補償法が提案されている⁽¹⁾。しかし,誤差電圧をフィードフォワード補償する方式では,特に極低速の領域で電流ゼロ期間のひずみが残る。

本論文では外乱オブザーバにより,電圧誤差を補償する方法を提案する。提案法を誘導電動機の V/f 制御システムに適用し,良好な結果を得たので報告する。

2. 原理

図 1 に提案するデッドタイム補償法の構成を示す。誘導機の一次電流と一次電圧の関係は誤差電圧及び干渉項や逆起電力による外乱分を v_{dist} とすると,(1)式となる。

$$i_1 = \frac{1}{R + pL_\sigma}(v_1 - v_{dist}) \quad (1)$$

ただし R は一次抵抗, L_σ は漏れインダクタンスである。

そこで外乱オブザーバ(2)式で構成する。すなわち(1)式の電圧電流の関係より,一次電流からモータに印加されている電圧を推定する。そして,推定した出力電圧と出力電圧指令とを比較し,差分を時定数 T のローパスフィルタと,ゲイン K を乗じて電圧指令へ補正する。

$$\hat{v}_{dist} = \frac{K}{1 + sT} \left\{ \hat{L}_\sigma s + \hat{R} \right\} i_1 - V_1^* \quad (2)$$

実際には,干渉項や逆起電力も誤差電圧とともに外乱とみなされキャンセルされる。そこで,オブザーバによりキャンセルされた部分を電圧指令へフィードフォワードし,インバータの電圧発生誤差分のみを補償する。

オブザーバを用いた場合,外乱電圧 v_{dist} から一次電流までの伝達関数 $F(s)$ は(3)式にて示される。(3)式において K を 1 とすれば定常値はゼロとなり外乱がキャンセルできることがわかる。

$$F(s) = G(s) \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

$$G(s) = \frac{sT - K + 1}{K(\hat{R} - R) + R}$$

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K(\hat{R} - R) + R}{LT}} \quad \zeta = \frac{K(\hat{L} - L) + L + RT}{2\sqrt{LT} \sqrt{K(\hat{R} - R) + R}}$$

(3)

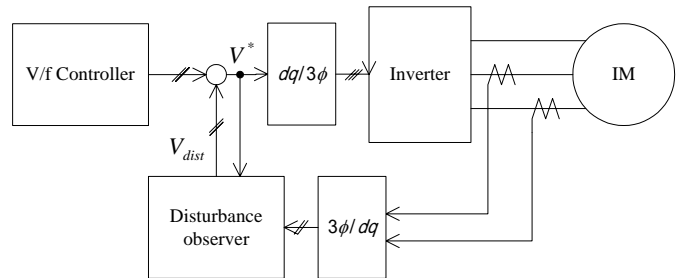
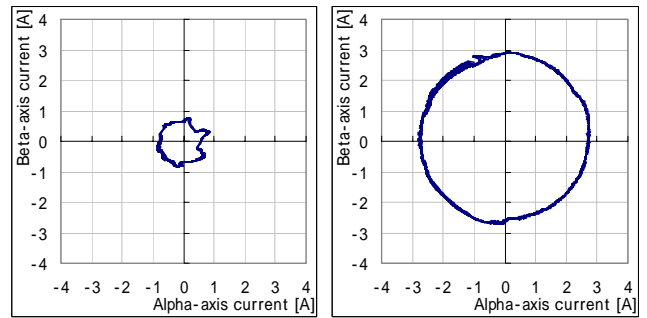


図 1 デッドタイム誤差補償システム
Fig.1 Deadtime compensating system.



(a) 補償なし (b) 補償あり

図 2 静止座標上の一次電流ベクトル軌跡(1Hz)

Fig 2. Stator current tracking on static frame.

3. 実験結果

図 2 は 750W 誘導電動機を無負荷 1Hz で駆動したときの一次電流ベクトル軌跡である。(a)は従来の電流符号に誤差電圧をフィードフォワード補償,(b)は提案法である。

(b)では,円形に近い滑らかなベクトル軌跡が得られており,ひずみが少ない。また,励磁電流もほぼ定格値(2.8A)が得られている。提案法により,出力電流のひずみ率を 16.7%から 1.8%へと 14.9 ポイント低減できる。

4. まとめ

本論文では,誘導電動機駆動システムに外乱オブザーバによるデッドタイム誤差補償を適用し,補償特性を実験により確認した。

今後の課題として,運転速度領域や負荷応答特性の検討が挙げられる。

参考文献

(1) 杉本英彦「AC サーボシステムの理論と設計の実際」総合電子出版社