

## エンコーダレス位置制御ドライブの開発

### 1. はじめに

サーボモータドライブで位置制御を行う場合、エンコーダやレゾルバなどの位置センサが用いられている。今回、高調波重畳技術と IPM モータ (Interior Permanent Magnet Motor 永久磁石内蔵型モータ) との組み合わせにより、サーボほどの位置制御精度は不要だが、簡単な位置制御を行いたいという用途向けに、エンコーダレス位置制御ドライブ C1000 を開発したので紹介する。  
(位置制御精度：モータの電気角換算で±10度以下)

### 2. エンコーダレスの位置制御原理

エンコーダレスで位置制御を行うためには、モータの磁極位置を正確に推定する必要がある。モータの磁極推定方法には、誘起電圧を利用する方法やインピーダンスあるいはインダクタンスの磁極位置依存性(突極性)を利用する方法がある。誘起電圧を利用する方法では、誘起電圧の振幅が小さくなる低速域での磁極位置推定が難しい。今回、開発した技術は、誘起電圧が無い停止時に、運転周波数とは異なる高周波数電圧信号を出力電圧に重畳し、この結果流れる高周波電流から磁極位置を検出し、誘起電圧の振幅から磁極位置推定可能な速度では、オブザーバで磁極位置を推定している。重畳する高周波電圧信号の周波数は、運転周波数とは無関係に設定できるので、運転に影響を与えずに、停止時でも磁極検出可能である。

以後、高周波重畳による磁極検出のアルゴリズムについて簡単に説明する。IPM モータでは、突極比が大きい為、図 1 のように磁極位置  $\theta_r$  に応じて、インピーダンス値  $Z_h$  が変化する。高周波電圧信号の周波数や振幅により、インピーダンス変化の振幅も異なる。

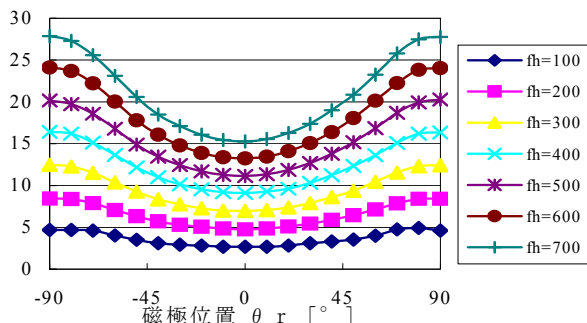


図1 IPM モータのインピーダンス特性例  
(重畳電圧振幅 30 [V], fh : 重畳周波数[Hz])

図 2 は、高周波重畳方式による磁極位置推定方法の説明図である。制御軸 ( $\gamma$  軸) に高周波電圧信号を重畳し、この結果流れる高周波電流と高周波電圧信号とからインピーダンスを演算する。 $\gamma$  軸から +45 度の位置のインピーダンス  $Z_+$  と -45 度の位置のインピーダンス  $Z_-$  を測定する。 $\gamma$  軸とモータの磁極位置 ( $d$  軸) が一致している場合、 $Z_+ = Z_-$  となる為、 $Z_+$  と  $Z_-$  が一致するように、 $\gamma$  軸を  $\Delta\theta$  だけ調整することにより、 $\gamma$  軸とモータの磁極位置を一致させ、磁極位置を推定している。この結果、モータの磁極位置の正確な推定が可能となり、エンコーダレスでの位置制御を実現した。

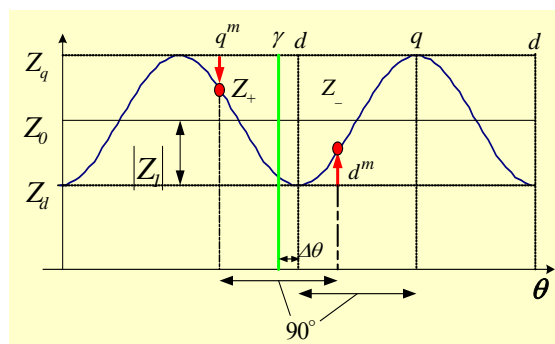


図2 高周波重畳方式による磁極位置推定

### 3. エンコーダレスの位置制御のメリット

位置制御を行う場合、一般的には、エンコーダが必要である。しかしながら、エンコーダは精密機器の一つでありながら、モータ軸に取り付けられており、振動や熱、塵埃、湿気などの悪環境に設置されているため、エンコーダが故障してしまう恐れがある。エンコーダが故障するとモータの制御ができなくなり、機械停止を余儀なくされる。今回、開発した位置制御ドライブは、モータの電気的特性より磁極位置を検出して位置制御を行う為、エンコーダが不要であり、環境の悪い場所でもエンコーダ故障の心配がなく装置としての信頼性を大幅に向上できる。

### 4. おわりに

エンコーダレスの位置制御は、エンコーダ付と比較すると、位置制御精度や応答性等の課題があるが、エンコーダレスの位置制御技術は信頼性等の点でも非常に魅力がある。今後、これらの課題を改善し、エンコーダレスの位置制御の拡大、普及を狙う。

龍 英俊 (株式会社 安川電機)  
(平成 22 年 6 月 1 日受付)