

サーボモータや可変周波数ドライブ (VFD) から発生する EMI の軽減

Vladimir Kraz

OnFILTER

Email: vkraz@onfilter.com

サーボモータと可変周波数ドライブは産業界に広く普及している。これらのモータなしでは産業オートメーションを想像することさえできない。本稿では、特に高い周波数のドライブ信号で動作するモータに特有の EMI 関連問題を取り扱う。

1. 背景

サーボと可変周波数ドライブ (VFD: Variable Frequency Drive) は普通、サーボモータ自身とモータを駆動しケーブルでモータに接続されているコントローラ (「増幅器」「サーボパック」「インバータ」とも呼ばれる) という2つのパーツから成り立っている。サーボモータは、高い精度で特定の位置を維持できるフィードバック回路を備えている。つまりサーボモータは停止しているときでも動作しているということでもある。可変周波数ドライブ (VFD) は違う方法で動作する。サーボモータの回転スピードはドライブ信号の周波数によってコントロールされる。この2つの異なるタイプのドライブ間で共通しているのは、両方ともパルス幅変調 (PWM) された信号によってドライブされるということである。図1は、標準的な VFD の配置を示すブロック図である。AC 電源は可変周波数コントローラに入り、モータをドライブするパルス信号に変換される。サーボモータ (図2) は、位置コントロールのフィードバックを追加する。標準的な製造/ロボット・ツールは、ドライブ1つだけの場合もあれば20ものドライブを備えていることもある。

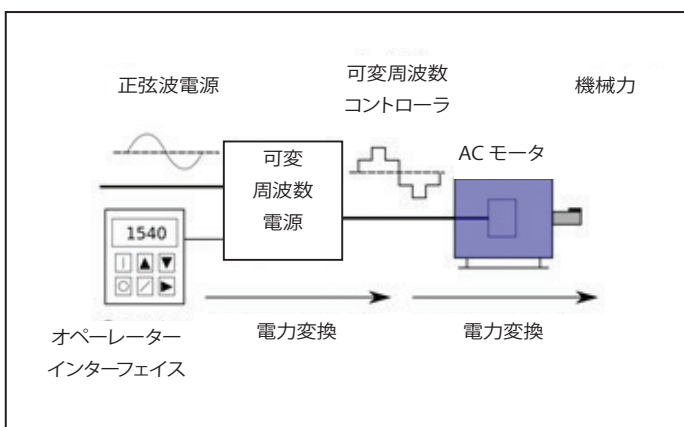


図1. 標準的な VFD の配置を示すブロック図 (出典: Psemdel/Wikipedia)

VFD とサーボモータに関連した問題はたくさんある。本稿では、その中から一部だけに絞る。読者は VFD やベアリング、過電圧、EMI などをサーチエンジンで検索すれば、問題となっている範囲を全体的に把握し、そのソリューションを試みることができる。

2. パルスドライブ信号の特性

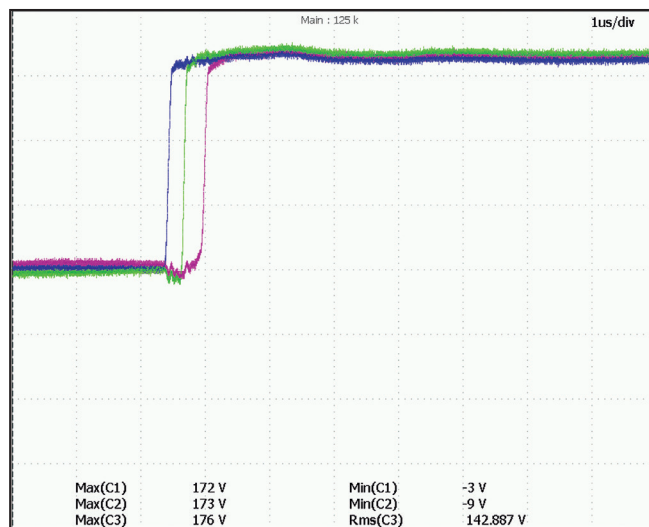


図2. サーボドライブ信号のパルスエッジ。三相を示している。

(機器のコストを下げるために) ドライブパルス (キャリア信号 carrier signal と呼ぶ) を発生させるインバータは、高速スイッチを使用して可能な限り短い数ナノ秒の立ち上がり時間と立ち下がり時間を持つドライブパルスを発生させ、それらのエッジのスペクトラムを数メガヘルツに拡大する。モータへの電流を単にオン/オフするのは、出力電圧に段階的な上昇や下降を発生させるよりはるかに簡単で低価格であり、熱的に効率的である。ドライブパルスのそのような短いエッジは、いろいろな問題の主な原因である。コントローラとモータ間の接続が、入出力インピーダンス整合や適切な RF グレードのケーブルなどで適切に RF 接続されていれば、問題の多くは存在しないと思われる。しかし、モータの主要な目的は信号の適切な伝達ではなくて、むしろ機械的な仕事を実行することなので、信号の高周波の性質は殆ど考慮されていない。鋭いパルスドライブ信号によって、および/または関連して起こる問題のいくつかを下記に列挙する (項目の掲載順は重要度とは無関係)。

- モータのベアリング損傷
- 過電圧および関連した損傷
- 電源線とグラウンドの伝導 EMI レベルが高い
- 電氣的オーバーストレス (EOS: electrical overstress) 問題を引き起こしているグラウンドの EMI 電流レベルが高い