

VF66BインバータをベースとしたDCモータ駆動チョッパ

DC Motor Chopper Based on VF66B

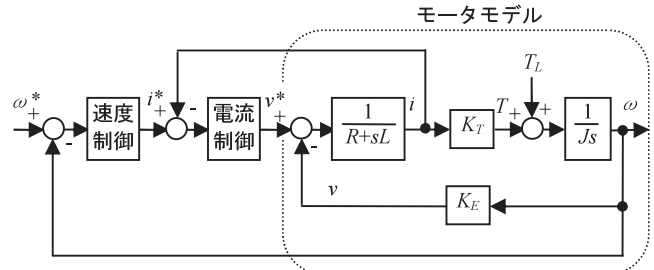
1. まえがき

当社は1960～1990年代にかけて、金属・紙・ゴム・繊維加工設備および印刷機械にDCモータを納入しており、現在も稼働しているがDCモータの制御に用いられるサイリスタレオナードは現在、部品の製造中止により提供は困難になっている。今回、現在販売中の当社標準インバータVF66BをベースとしてDCモータ駆動を可能にした4象限チョッパを開発したのでここに紹介する。

2. DCモータの構造と制御

図1に当社DCモータの構造の一例を示す。図1(a)はDCモータの分解図、図1(b)はDCモータの接続図である。当社DCモータは他励式であり、他励巻線に電流を流すことで固定磁場を発生させ、ブラシ・整流子によって直流電源から回転磁場を発生させることによってDCモータが回転する。

図2にDCモータの制御ブロック図を示す。速度制御はモータの回転速度と回転速度指令の偏差から電流指令値を生成する。さらに電流制御は出力電流と電流指令値の偏差から電機子電圧指令値を生成してDCモータを制御する。

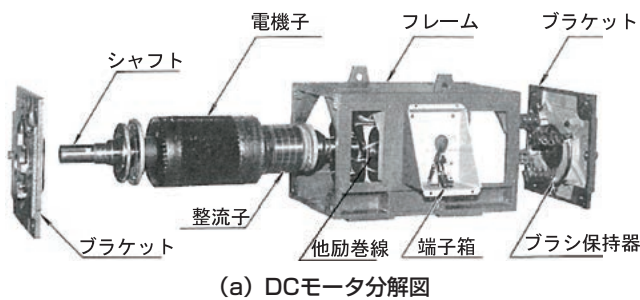


ω^* : 回転速度指令[rad/sec], ω : 回転速度[rad/sec]
 i^* : 電機子電流指令[A], i : 電機子電流[A]
 v^* : 電機子電圧指令[V], v : 電機子電圧[V]
 R : 電機子抵抗[Ω], L : 電機子インダクタンス[H]
 K_T : トルク係数[Nm/A], K_E : 逆起電力係数[V/(rad/sec)]
 T : 出力トルク[Nm], T_L : 外乱トルク[Nm]
 s : ラプラス演算子, J : 回転子の慣性モーメント[kgm²]

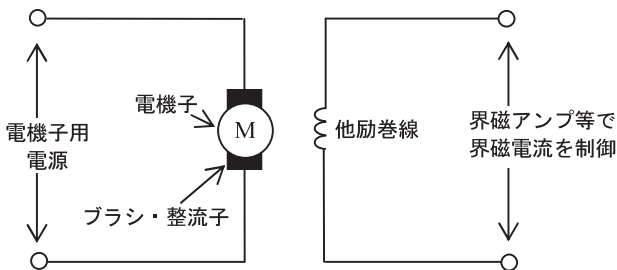
■ 図2 制御ブロック図
 Fig.2 Control Block Diagram

3. VF66BをベースとしたチョッパによるDCモータ駆動

図3に制御装置の外観を、図4に主回路および外部接続構成を示す。VF66Bの三相出力のうち、二相を使用して4象限チョッパを構成してDCモータを駆動する。回生機能が必要な場合には、図4に示すように正弦波回生コンバータを接続する必要がある。図5に4象限チョッパ制御のPWM波形の一例を示す。図4に示したSW1からSW4を図5に示すようにスイッチングさせて、VF66BユニットのP-N間に矩形波電圧を出力する。



(a) DCモータ分解図

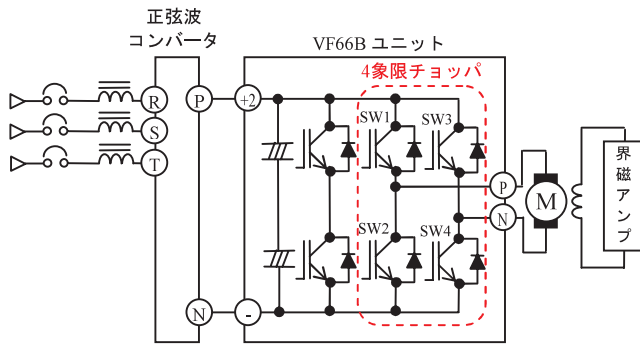


(b) DCモータ接続図

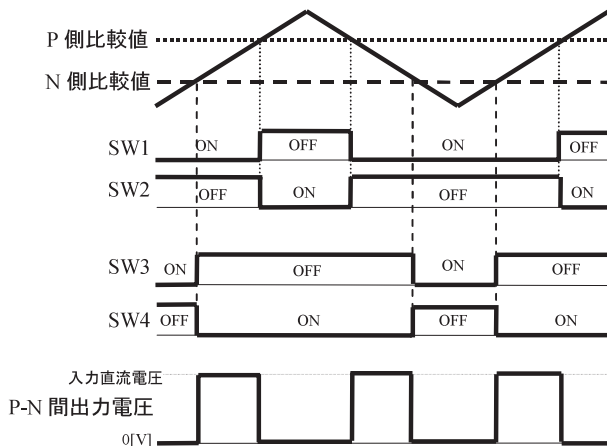
■ 図1 DCモータの構造
 Fig.1 DC Motor Structure



■ 図3 制御装置外観
 Fig.3 Appearance



■ 図4 主回路および外部接続図
Fig.4 Connection Diagram and Main Circuit



■ 図5 4象限チョッパの出力波形
Fig.5 Output Waveform of Four-quadrant Chopper

4. 製品の特長

VF66BをベースとしたDCモータ駆動チョッパの主な仕様を表1に示す。

VF66Bのハードウェアを使用し、モータ制御部分のソフトウェアのみ変更するためVF66Bの各種インターフェイス、リレー回路(A接点, B接点, 反転, コイル等)・データフロー回路(加減乗除算, 比較器等)・制御ブロック(PIアンプ, フィルタ等の演算ブロック)を組み合わせ任意の制御演算を可能にした内蔵PLC機能, インバータ内部のデータをリアルタイムにグラフ表示するVFモニタ機能およびインバータ保護動作時のインバータ状態を確認するトレースバックモニタ機能等を備える保守メンテナンス用パソコンツール(VF66 PC Tool)に対応している。内蔵PLC編集画面およびVFモニタを図6と図7に示す。

また、上述したようにハードウェアはVF66Bと同一のため、DCモータよりも高効率なEDモータ(埋込永久磁石形同期電動機), 世界各国で入手しやすくメンテナンスも容易な誘導電動機にもソフトウェアの変更のみで対応可能である。

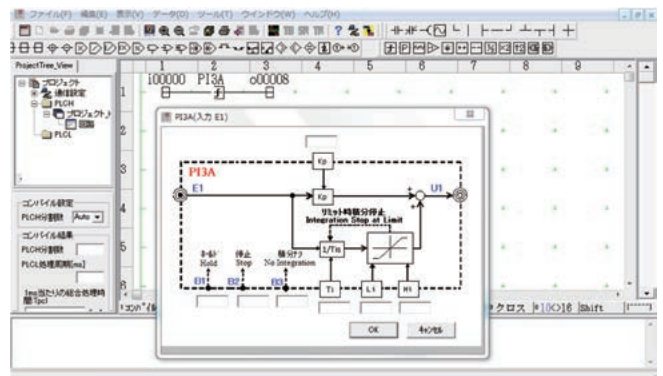
図8に速度制御精度の結果を示す。最高回転速度設定値1800min⁻¹から約1/1000に相当する2min⁻¹において、回転速度

指令に対する偏差は定格負荷状態で0.01%/最高回転速度を達成している。

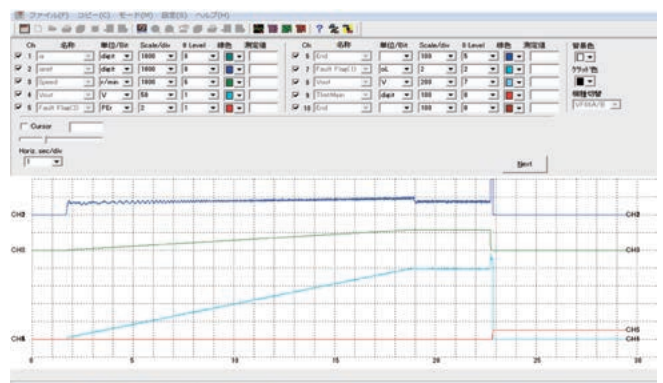
図9に外乱トルク応答の結果を示す。定格回転速度の半分の575min⁻¹で無負荷運転している状態から外乱トルクとしてDCモータの50%負荷相当をステップ的に与えているのに対して安定した速度応答を示している。

■ 表1 製品仕様
Table1 Specifications

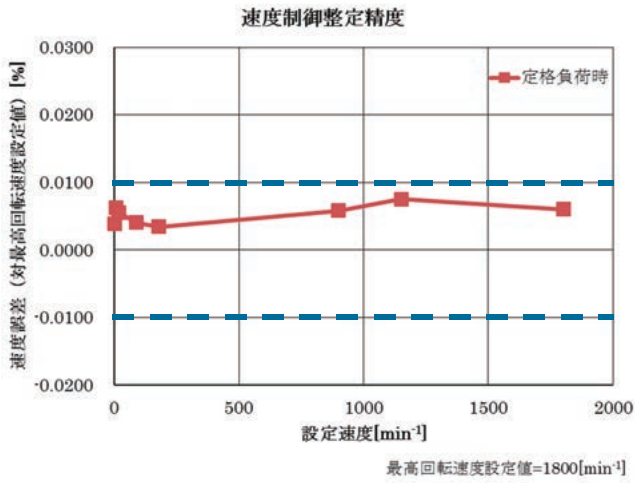
項目	仕様
適用モータ容量範囲	200Vクラス: 11 ~ 220kW 400Vクラス: 11 ~ 315kW
電源定格	200Vクラス: 200 ~ 220V±10%, 50/60Hz 400Vクラス: 380 ~ 440V±10%, 50/60Hz
速度検出器	コンプリメンタルPG, タコジェネレータ
制御モード	速度制御, 電流制御, 電圧制御
速度制御精度	±0.01% (デジタル入力時) ±0.2% (アナログ入力時)
通信オプション	OPCN-1



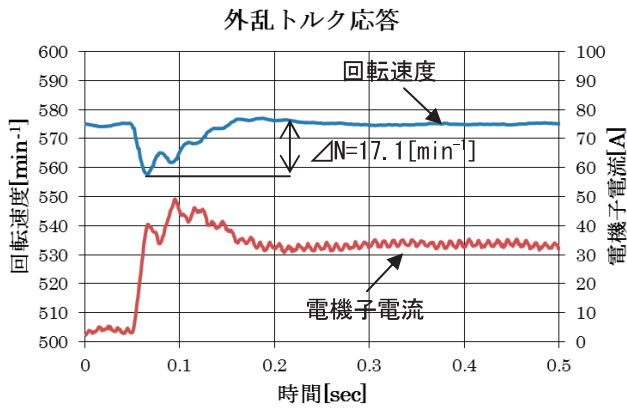
■ 図6 内蔵PLC編集画面
Fig.6 Control Block Editor Display



■ 図7 VFモニタ画面
Fig.7 VF Monitor Display



■ 図8 速度制御整定精度
Fig.8 Speed Control Precision



■ 図9 外乱トルク応答
Fig.9 Response of Disturbance Torque

5. むすび

当社VF66BインバータをベースとしてDCモータの駆動を可能にし、より低コストでDCモータの制御アンプの更新を可能にした。また、既存のDCモータ設備を有効活用し、将来ACモータへの対応を可能とした。

今後より一層顧客ニーズに合った製品の開発を行っていく所存である。