

鉄道マニアがVVVFインバータ方式
制御システム搭載車両の製作に挑戦!

電鉄用モータ制御の旅

第8回

VVVFインバータ装置のハードウェア

千倉 ぱるす

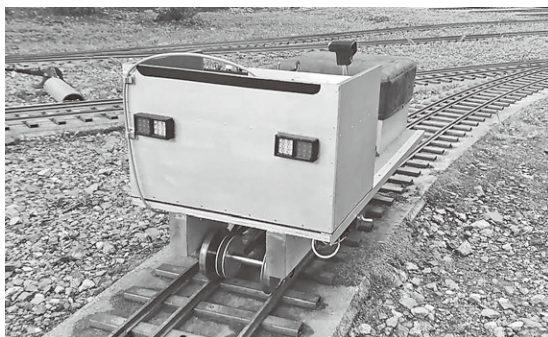


写真1 筆者が製作したVVVFインバータ搭載車両

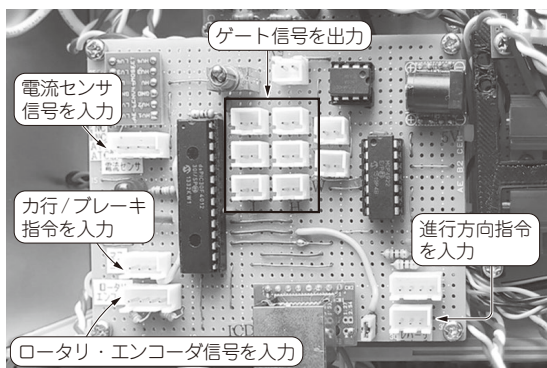


写真2 PICマイコンを使ったVVVF制御基板

近年製造される鉄道車両の主回路システムには、交流モータに供給する3相交流の電圧や周波数を調整して車両の推進力を制御するVVVF (Variable Voltage Variable Frequency, 可変電圧可変周波数) インバータ方式が用いられています。今回は、本物の電車と同じような3相誘導モータ用のVVVFインバータ装置の製作事例を紹介します。

最終的には、モータから実車のような音を鳴らしつつ、小型車両(写真1)のトルク制御を行います。

● モータに与える電圧と周波数を適切に制御する

走行用のモータとして、定格出力が100Wの3相かご型誘導モータTO-K 4P 0.1KW (日立産機システム)を使用します。ベルト式の減速機構を介して車輪を駆動すれば、大人3~4人程度を乗せた車両を走らせることができます。

電車の駆動用途では、低速運転から高速運転までの広い速度領域で適切なトルクを出力する必要があります。そこでVVVFインバータを使用し、モータに供給する電圧と周波数を回転速度に応じて変化させます。

VVVFインバータ装置のシステム構成

モータ制御システムの機器構成を図1に、製作したVVVFインバータを構成する7つの要素を次に示します。

- 倍電圧整流回路
- 3相インバータ回路
- ゲート・ドライバ
- 制御基板

- マスコン
- ロータリ・エンコーダ
- 電流センサ

これらを連携させて、モータを駆動するための3相交流を生成します。また、減速時には発電ブレーキを使えるように、ブレーキ・チョッパとブレーキ・チョッパ制御回路も装備しています。

● バッテリからモータ駆動電圧200Vを作る

車両駆動用の電源として12Vの鉛蓄電池を使用します。制御対象の3相誘導モータの定格電圧は200Vです。そのため、市販品の車載用インバータと倍電圧整流回路を組み合わせて、高圧の直流電源を確保します。机上で実験する際にも倍電圧整流回路の入力をコンセントから取ることができて便利です。

● 3相交流でモータを駆動するフルブリッジ回路

直流電源をスイッチングする部分のハードウェアは、2つの要素により構成されます。

● 3相インバータ回路

6個のIGBTを用いた2レベル・インバータとして、VVVF制御基板で生成したゲート・パルスを用いてスイッチングを行うことで、モータに3相交流を供給します。

● ブレーキ・チョッパ

減速時には発電ブレーキを使えるようにブレーキ・チョッパ回路を設けています。直流入力部の電圧を監視