

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7回

音もリアルな電機子チョップ制御装置にモータの
制御アルゴリズムを実装する

千倉 ぱるす



写真1 実車同様のモータ駆動音を鳴らす車両を製作した

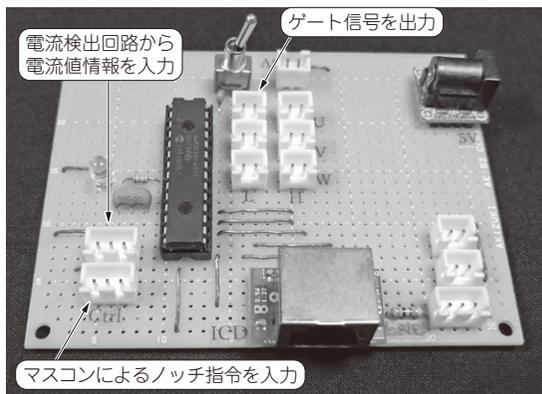


写真2 電機子チョップ制御装置のチョップ波形成制御用マイコン基板

前回(2022年9月号)に引き続き、小型電車を走らせる電機子チョップ制御装置の製作事例について解説します。今回は、マイコンにモータの電流制御アルゴリズムを実装し、人を乗せた車両を駆動してみます(写真1)。

● マスコン操作とフィードバック電流でモータを制御

筆者の製作した電機子チョップ制御装置のチョップ波形成制御基板を写真2に示します。

マスコンから送られるアナログ指令値はハンドル位置の判別に用いられ、位置に応じて電流指令値(4A/5A/7A)を切り替えます。この電流指令値と、電流検出回路から入力されるモータ電流値は、モータに加える電圧を決定するための制御演算に使われます。制御演算によって求められた出力電圧指令は、マイコンのPWM(Pulse Width Modulation)機能を用いてパルス状のゲート信号として出力されます。

追従性を良くするために実装したモータの制御則

車両を滑らかに加速させるためには、駆動用モータのトルク制御が重要です。モータが出力するトルクを

一定に維持できるように、電流フィードバック制御を適用します。具体的には、マスコンで設定する電流指令値にモータ電流が追従するように、次の2種類の制御則を組み合わせます。

● 電流誤差に比例して電圧を出力する比例制御

電流指令値と電流値の誤差に比例した電圧を出力します。誤差が小さくなるにつれて出力電圧が減少するため、完全には電流指令値に追従できず、定常偏差が残ります。

比例制御による電圧操作量 $V_p(t)$ は、比例ゲイン K_p 、電流指令値 $I_{ref}(t)$ 、電流値 $I(t)$ を用いて次のように計算されます。

$$V_p(t) = K_p (I_{ref}(t) - I(t)) \dots \dots \dots (1)$$

● 比例制御の誤差を補う積分制御

電流誤差の積分値に比例した電圧を出力します。効果が表れるまでに時間を要しますが、誤差が残っている限り出力電圧が変化し続けるため、電流値を電流指令値に完全に追従させることができます。

積分制御による電圧操作量 $V_i(t)$ は、積分ゲイン K_i 、電流指令値 $I_{ref}(t)$ 、電流値 $I(t)$ を用いて次のように計算されます。