

模型用モーターをセンサレスで低速かつ定速で駆動する方法

酒居敬一

概要

模型用ギアボックスを使って自動追尾する架台を製作して2年近く使ってきた。しかし、長時間使用後の模型用モーターをセンサレスで回転数検知すると不安定になるという懸念が顕在化してきた。そこで、本稿では長時間使用した状態のモーターにおける不安定な回転数検知の挙動を紹介し、安定して回転数を検知する方法を紹介する。

1 はじめに

模型用ギアボックスを自作架台の自動追尾に使う方法を考えて実装し使用してきた [1, 2]。当初から長時間使用すると回転数の検出が不安定になることを懸念してきたが、実際に2年近く使用して顕在化してきた。本稿では模型用モーターの定速駆動および不安定な回転数検出の原因と対処について述べる。

2 模型用モーターの定速駆動

模型用モーターは電源に接続すれば回転するが、回転中に端子を解放すると回転子巻線による自己誘導および磁界中を巻線が回転することによる誘導の両方が観察される。後者の誘導により発生する電圧を Back-EMF (Back Electromotive Force) 電圧と呼んでおり、回転数に比例するため、精密ではない回転数制御に使うことができる。さらに3相(3スロット)2極構成の模型用モーターでは1回転あたり Back-EMF の山/谷が6個現れるため、適時サンプリングして山/谷の回数を数えれば回転数制御ができる。

一方で、望遠鏡架台の極軸回転数まで減速することを考えた時、減速機構を簡単にするにはモーターの回転数は遅いほうが望ましい。モーター回転数が低い場合、サンプリング間隔を広くできるので、動力源だけではなくセンサとして切り替え使用することができる(センサレス化)。

そのような背景で当初より安価な駆動装置になると考えてセンサレス回転数検知による安価な駆動回路および制御法を考案

し実装することを目的としている。実際のサンプリング時の動作(図1)については時間順に、PWM駆動途中で出力解放、自己誘導電圧(負電圧)がなくなるまで待つ、Back-EMF電圧(正電圧)をサンプリング、PWM駆動再開、としている。

3 不安定な Back-EMF 検出への対処

金属同士がこすれあうことで電圧にノイズが乗ると想定し、A/D変換器の入力にはローパスフィルタ(LPF)を入れていた。ただし、実際にはブラシが接触していない期間が(A/D変換周期 $18\mu s$ と比較しても)長く発生し、正常な Back-EMF 電圧測定ができないことが問題であることを突き止めた。

対処法としては、ブラシ非接触状態が検出でき、さらにブラシ接触時の Back-EMF 電圧が A/D 変換中に保持できていればよいので、LPF に接触不安定時のホールドキャパシタとして機能させるように、MCU 内蔵抵抗により端子電圧を持ち上げた後 Back-EMF 電圧が期待値を下回るまで待つこととした。対処後(図2)では、時間順に、PWM 駆動途中で出力解放、不安定な期間が過ぎるまで待ち、Back-EMF 電圧をサンプリング、PWM 駆動を再開、としている。

4 まとめ

MCU のソフトウェアを変更し、使い込んだ模型用モーターでも安定して回転数を制御できるようになった。これからも使い続けて、モーターの寿命が近づいた時には、それを検知する方法を考えたい。

参考文献

- [1] 酒居 敬一: “モーターを低速で定速で動かしてみる”, カーネル/VM探検隊@名古屋 1 回目, (2015-8-15).
- [2] 酒居 敬一: “蝶番式赤道台の紹介”, 第6回「星なかまの集い~天文楽サミット~」, (2016-2-27).

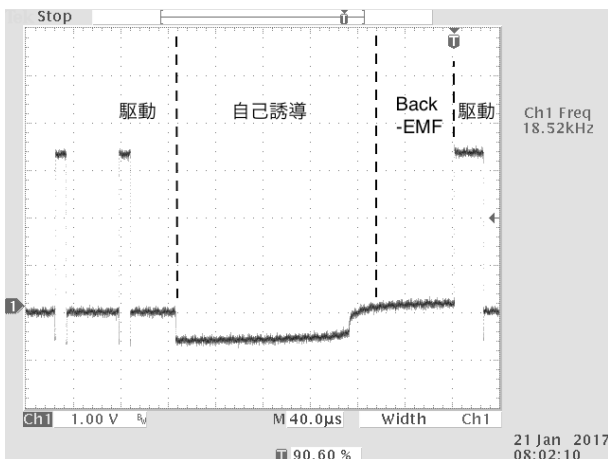


図 1: 通常のサンプリング時波形

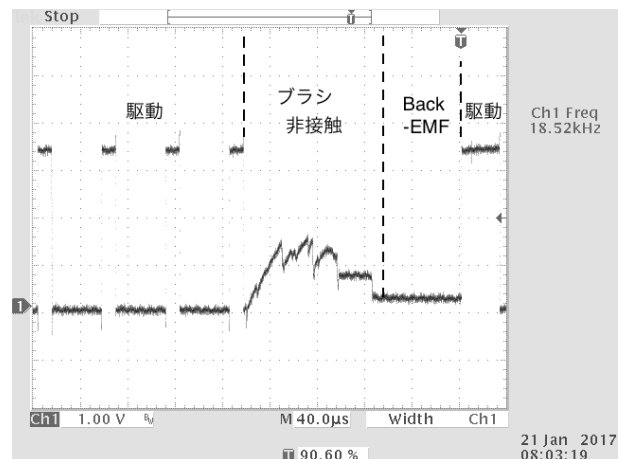


図 2: サンプリング不安定時