

1. はじめに

現在、様々な分野において機械化が進められている。その中には対人ロボットなど、非常に高精度な動作を必要とされるものも多数存在する。それらを構成する要素として重要なものにモータ制御技術がある。本研究は、高精度モータードライブシステムを開発、作成することで、後進がその技術を学習することが出来る環境を作ることを目的とする。実習教育用であるため、システムを構成する電子回路は各部の計測が行いやすい形状とする。また、モータを駆動させるための基本的な制御はマイコンに行わせ、PCにて重要な制御理論を構成することで、体験的に制御理論を学習させる。

本論文では、PCからの指令値をもとに3相モータを駆動するためのドライバコントローラを製作した。製作したコントローラはPCから与えられるモータ電流指令値と周波数指令値に従いPWM波形を変化させるもので、使用したRXマイコン内のモジュールを積極的に利用することで簡素なプログラムで実現し、良好な結果を得た。

2. 概要

モータ制御の要素としてトルクと回転数がある。トルクはモータを流れる電流、回転数は電源周波数で決まる^{[1][2]}ので、制御要素として電流値と周波数の2要素が制御値となる。これらの指令値を演算するためのPCと周辺装置については昨年の研究により製作が行われた。本研究では、2つの指令値に従って3相交流を発生させるためのドライバコントローラを作成する。以下に要求する仕様を示す。

/PCからの指令値

:電流指令値 電圧値として0~3.3V

:周波数指令値 電圧値として0~3.3V

/PWMのキャリア周波数 1[kHz]以上

3. PWMの生成

本研究で採用したRXマイコンにはMTUユニットというタイマ機能があり、これを用いることでレジスタの設定のみで任意のPWM信号を出力することが出来る^{[3][4]}。更に割り込みを行うことでその設定を一定時間ごとに変更することが出来る。今回はこのMTUユニットを補相PWMモードで動作させ、一周期ごとに割り込みを行い出力のデューティ比を書き換えることでSPWM信号の出力を行った。デューティ比は各相で位相をずらして計算を行

い、120度位相の違う3相出力を行っている。その計算式の一つを以下に示す^[5]。この計算は随時入力された指令値によって算出するので、周波数と振幅を任意に変更することができる。また6相のうち残りの3相はそれぞれに対応した逆相が自動的に出力される^[6]。

$$U相: out_Lv \times \frac{MAXcnt}{2} \times \left[\sin\left(2\pi \frac{angle}{ROT_CYCLE}\right) + 1 \right] \text{ 式(1)}$$

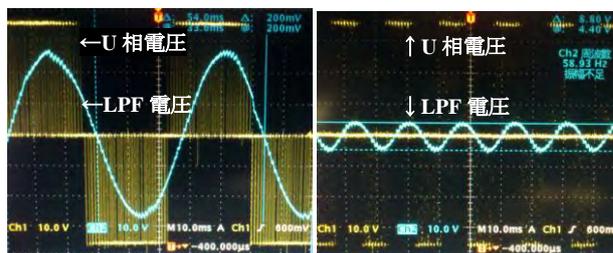
out_Lv:出力振幅の設定値(0~1)

MAXcnt:レジスタに設定したPWM周期のカウント数

ROT_CYCLE: 正弦波の分割数

angle: 正弦波の角度 (0~ROT_CYCLE)

作成したプログラムの動作を確認するため、モータU相の波形とそれをローパスフィルタに通して測定した波形を図1に示す。図1を見るとSPWM波形がマイコンから出力され、指示値に従って周波数と振幅が変化していることがわかる。



縦軸:10[V],横軸:10[ms]

図1. U相電圧とLPFの電圧

4. まとめ・今後の予定

本論文ではRXマイコンを用いたドライバコントローラを完成させ、また検証により仕様を満たすことも確認した。

今回はRXマイコンに限定してシステムを組み上げたが、最終的にはモータへ流れる電流とモータの回転角をPCで計測し制御アルゴリズムに従い指令値を演算・出力して、製作したドライバコントローラによりモータ制御を行えるようにする。

文献

- [1]石島勝,小型ACサーボ・モータの制御回路設計,第二版
- [2]山田博,実用モータ制御回路設計ガイド,第一版
- [3]RENESAS,RX621 グループユーザーズマニュアルハードウェア編,MTU2(P862~P1051), Rev.1.30
- [4]AKI-RX62 マイコンボード付属の各説明書
- [5]RENESAS,SH7216 グループ アプリケーションノート,P10,Rev.1.00
- [6] RENESAS,RX621 グループユーザーズマニュアルハードウェア編,MTU2-相補PWMモード(P955~P987), Rev.1.30