

第1章

メカトロ制御回路設計の第一歩

モータと制御回路の基本特性

熊坂 伊久男

Ikkuo Kumasaka

みなさんの生活のなかでもっとも手軽に使えるエネルギーとして電気があります。この電気エネルギーは、交流と直流という二つの形態で供給され、交流には商用電源のAC100 Vと工業用電源のAC200 Vがあります。また、直流で供給される電気エネルギーには乾電池やバッテリーなどが挙げられます。そして、この電気エネルギーをトルク(回転力)や速度といった機械エネルギーに変換する電気部品がモータです。

そしてこの機械エネルギーが、速度なのか、位置なのか、あるいはトルクなのかで使用するモータ制御回路とモータの種類は大きく異なってきます。

それではまず、目的別の制御回路の違いについて見てみましょう。

速度制御回路/位置制御回路/トルク制御回路の特徴

モータとモータ制御回路は、装置の中に内蔵されて次のいずれかの制御(図1-1)を行っています。

- (1) 速度や回転数を変化させる**速度制御**
- (2) 回転力を調整する**トルク制御**
- (3) 目的位置まで移動する**位置制御**

図1-2に各制御回路の基本構成を示します。図からわかるように、どの制御回路も基本的には同じ構成です。ただし、市販のモータ制御回路の多くは、図1-3に示すように、どの制御にも対応できるように、用途に合わせてフィードバック・ループ(帰還経路)を切り替えられるように設計されています。

以下にそれぞれの制御回路の特徴を説明します。

● 速度制御

速度制御の目的は次の二つです。

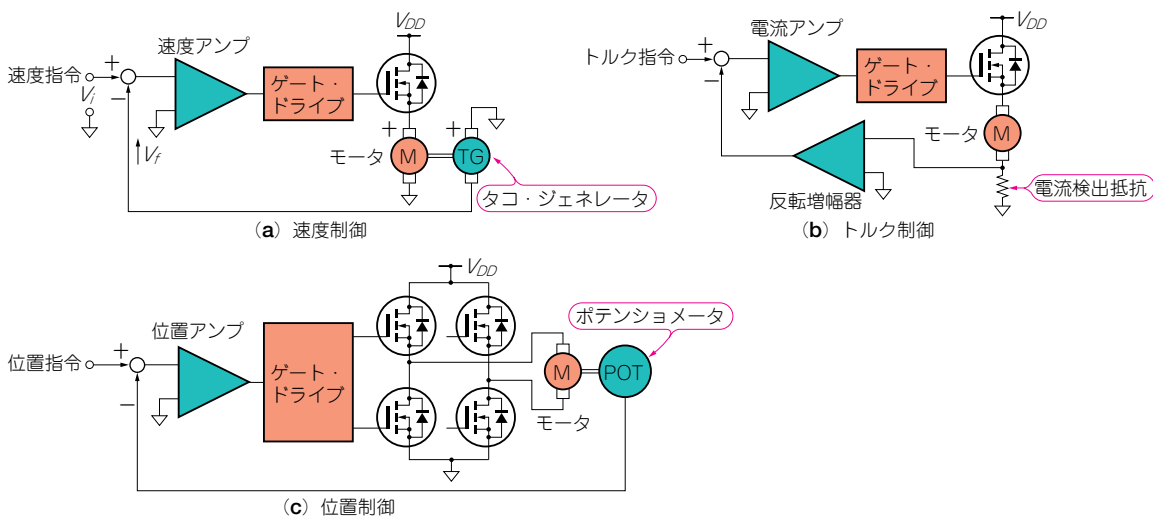
- モータの回転速度を可変する
- 負荷変動などの影響を受けても回転数を一定に保つ

また、速度制御は次の三つの方法に分けられます。

- (1) **オープン・ループによる電圧制御**
- (2) **クローズド・ループ制御**…速度センサを負荷に取りつけたフィードバック制御 [図1-4(a)]
- (3) **セミクローズド・ループ制御**…モータ軸に速度センサを直接取りつけてフィードバック制御する



〈図1-1〉速度制御とトルク制御と位置制御



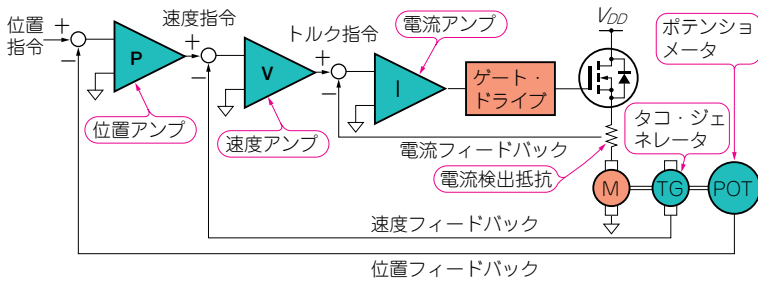
〈図1-2〉各種モータ制御回路システムのブロック図

方法 [図1-4(b)]

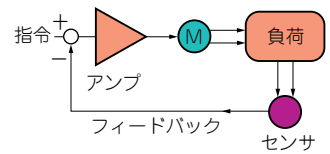
以下、オープン・ループ制御とフィードバック制御の特徴について説明します。

▶ オープン・ループ制御回路の特徴

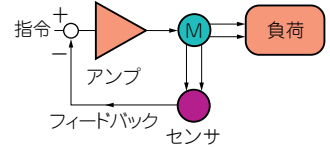
図1-5(a)は、オープン・ループ電圧制御での、DCモータ負荷特性です。図に示すようにモータ供給電圧 E を下げていくと ($E_1 \rightarrow E_3$)、回転数特性線は原点に向かって平行移動します。つまり E に比例



〈図1-3〉速度制御，トルク制御，位置制御が兼用された制御システム

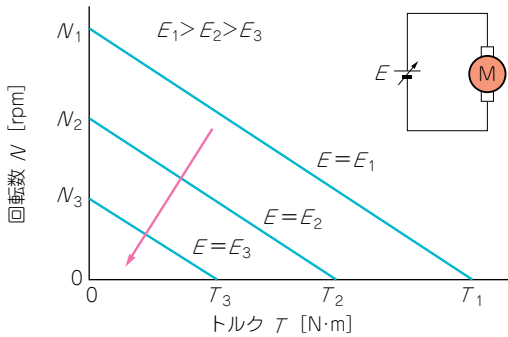


(a) クローズド・ループ制御回路

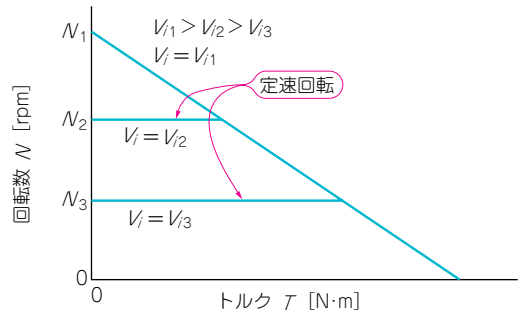


(b) セミクローズド・ループ制御回路

〈図1-4〉クローズド・ループ制御回路とセミクローズド・ループ制御回路の違い



(a) 電圧制御（オープン・ループ制御）



(b) フィードバック制御

V_i : 速度指令電圧 [図1-2(a)参照]

〈図1-5〉オープン・ループ制御回路とフィードバック制御回路の $T-N$ 特性

〈写真1-1〉

DCサーボ・モータの回転速度検出用センサ：タコ・ジェネレータ (T0, DC3 V/krpm) [澤村電気工業株]



永久磁石型DCモータを発電機として利用した速度センサ。速度フィードバック電圧を発生する。OPアンプで容易に演算できるように、モータ最高回転数で約10V_{DC}の直流電圧を発生するよう巻き線設計されている。

して無負荷回転数 N と起動トルク T が低下します。とくに低速で駆動した場合 ($E = E_3$) は、起動トルクが小さくなりすぎて ($T = T_3$)、制御回路はモータの定格トルクを出力できないことがあります。つまり、オープン・ループの電圧制御は、回路構成はいたってシンプルですが、広範囲な速度を制御するには不適切です。