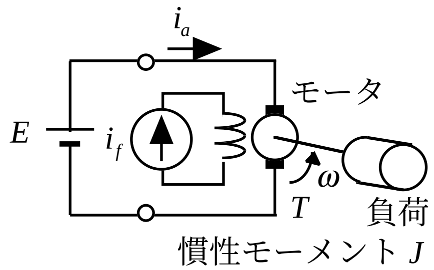
電力工学基礎　演習問題

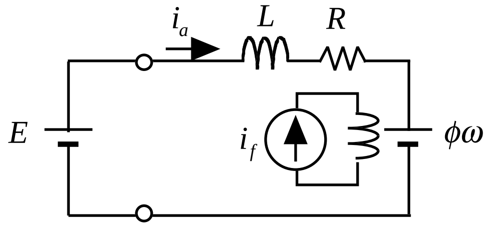
No.6　2000.7.5 宮武

学生番号＿＿＿＿＿＿＿＿　氏名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿（記入を忘れないように！）

今回は、直流モータを用いた簡単な機械駆動システムの動特性を扱う。右図のように、直流モータが慣性モーメント J の機械負荷（空気抵抗や摩擦は無視）に接続されているとする。この時の電圧と角速度の関係を求める。



機械駆動システム



電気部分の等価回路

(1) 用いる方程式

上の等価回路において、(1)～(3) 式の関係が成り立つ。なお、ここでは動特性を扱うので、ラプラス変換してある。（例えばインダクタンスは sL として扱う）

$$T = \phi I_a \tag{1}$$

$$E = (R + sL) I_a + \phi\omega \tag{2}$$

$$\phi = k I_f \tag{3}$$

なお、今回は界磁電流 i_f を一定とするので、 (3) 式は以後用いない。

次に、機械系の運動方程式から、トルク T, ω, J の関係として (4) 式が得られる。

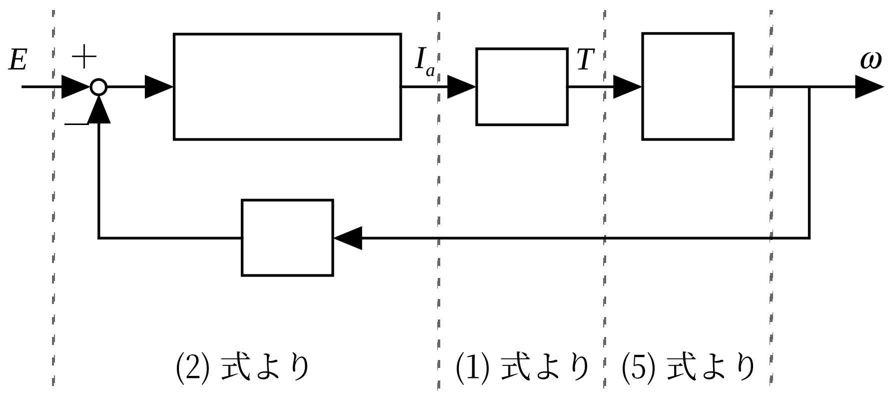
$$T = J \frac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}t} \tag{4}$$

これをラプラス変換すると (5) 式となる。

$$T = \boxed{}\ \omega \tag{5}$$

(2) ブロック線図[注1]

(1), (2), (5) 式をブロック線図で表現すると上図のようになる（ブロック内を埋めよ）。



ヒント　：(2) 式を $I_a = (E - \phi\omega)/(R + sL)$ のように書き直すと分かりやすい。

（裏に続く）

[注1] 「制御基礎」の簡単な知識が必要：もし習っていない人は飛ばしてもよい

(3) 伝達関数の導出

前頁のブロック線図で、E からωまでの伝達関数は、(6) 式のようになる[注2]。

$$\frac{\omega}{E} = \boxed{\qquad\qquad\qquad\qquad} \tag{6}$$

通常、インダクタンス L を伴う電気系の応答は、慣性モーメントを伴う機械系の応答より十分早く、$L=0$ としても実質上あまり問題ない。$L=0$ の時の伝達関数は (7) 式のようになり、単純な１次遅れ系で表現できる。

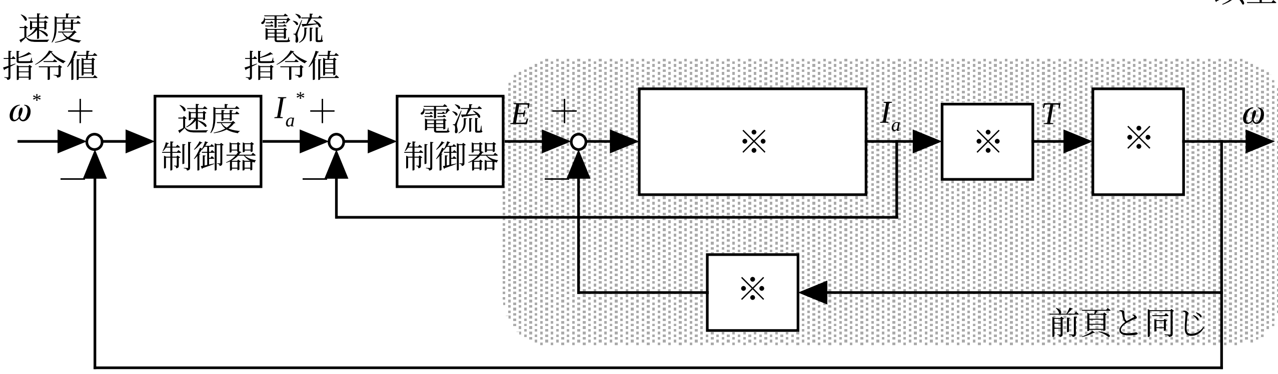
$$\frac{\omega}{E} = \boxed{\qquad\qquad\qquad\qquad} \tag{7}$$

この時、電圧 E に単位ステップ関数を入れた場合のωの時間波形は右図のようになる。

※ 参考

以上で求めたのは、モータ自身の生の動特性であり、例えば実際に速度制御をする場合は下のような制御系が用いられる。これにより、モータの速度を指令値通りに追従させることができる。

以上



計算用スペース

[注2]「制御基礎」を習っていない人は、(1), (2), (5) 式を直接解いて E とωの関係を求めればよい