

L6 Modelarea sistemelor in MATLAB-Simulink

Modelarea matematica si simularea unui motor electric de current continuu cu magnet permanent

Scopul lucrarii: este de a modela matematic comportamentul unui motor electric (de curent continuu – c.c. cu magnet permanent - m.p.) atunci cand acesta se alimenteaza la o anumita tensiune. Se pot scrie doua ecuatii de echilibru tinand cont de caracteristicile sistemului (constructia acestuia), una din partea electrica si una din partea mecanica.

Descrierea lucrarii:

Caracteristica electrica a motorului de c.c.

Circuitul electric echivalent al unui motor de c.c. este reprezentat in Fig.1

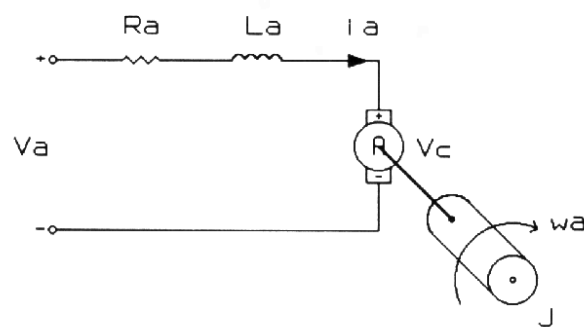


Fig.1 Schema electrica echivalenta pentru un motor de c.c.

In aceasta se regaseste V_a - sursa de tensiune care alimenteaza circuitul (respectiv rotorul - armatura motorului). Echivalentul electric pentru armatura motorului poate fi descris folosind o inductanta (bobina) L_a in serie cu o rezistenta R_a la care se adauga o sursa de tensiune V_c - tensiune electromotoare indusa in circuit, care se opune lui V_a . Tensiunea V_c este produsa de bobina care se rotește in campul magnetic produs de magnetii permanenti. Aceasta tensiune (V_c) este supranumita si back emf (electromagnetic force).

Se poate scrie o ecuatie diferentiala dedusa din Legile lui Kirchoff pentru un circuit inchis, aceasta spune ca suma tensiunilor pe un ochi de circuit trebuie sa fie egala cu 0, sau

$$V_a - V_{Ra} - V_{La} - V_c = 0 \quad (6F.1)$$

Conform Legii lui Ohm, pentru un rezistor se poate scrie relatia:

$$V_{Ra} = i_a R_a \quad (6F.2)$$

unde i_a este curentul prin circuit (armatura/rotorul motorului)

Tensiunea generata de bobina este proportionala cu variatia in timp a curentului care trece prin ea:

$$V_{La} = L_a \frac{d}{dt} i_a \quad (6F.3)$$

unde L_a este inductanta bobinei (din armatura/rotorul motorului)

Tensiunea electromotoare indusa poate fi scrisa sub forma

$$V_c = k_v \omega_a \quad (6F.4)$$

unde k_v este o constanta ce poate fi determinata in functie de magnetii permanenti (densitatea de flux magnetic a acestora), reluctanta miezului bobinei (armaturii/rotorului), numarul de spire al infasurarii bobinei (armaturii/rotorului)

iar ω_a este viteza unghiulara a bobinei, aceasta fiind montata pe rotor

Inlocuind aceste relatii in 6F.1 se obtine:

$$V_a - i_a R_a - L_a \frac{d}{dt} i_a - k_v \omega_a = 0 \quad (6F.5)$$

Caracteristici mecanice ale motorului de c.c.

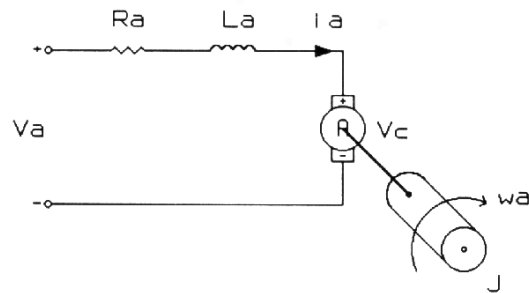


Fig.1 Schema electrica echivalenta pentru un motor de c.c.

Echilibrul de cupluri (momente de rotatie) ce actioneaza asupra motorului este urmatorul

$$T_e - T_{\omega'} - T_{\omega} - T_L = 0 \quad (6F.6)$$

unde T_e este cuplul electromotor

$T_{\omega'}$ este momentul de inertie al rotorului (datorat accelerarii acestuia)

T_{ω} este momentul rezistent de frecare interna al motorului (cand acesta se roteste)

T_L este momentul de inertie al sarcinilor externe (legate de motor, ex:roti dintate, manivele)

T_e - Cuplul electromotor poate fi scris

$$T_e = k_t i_a \quad (6F.7)$$

unde k_t este o constanta de constructie fizica a motorului la fel ca k_v si este dependenta de magnetii permanenti (densitatea de flux magnetic a acestora), reluctanta miezului bobinei (armaturii/rotorului), numarul de spire al infasurarii bobinei (armaturii/rotorului)

$T_{\omega'}$ - poate fi scris sub forma:

$$T_{\omega'} = J \frac{d}{dt} \omega_a \quad (6F.8)$$

unde J este momentul de inertie al rotorului

T_{ω} - poate fi scris

$$T_{\omega} = B \omega_a \quad (6F.9)$$

unde B este coeficientul de frecare asociat sistemului rotor-stator.

Inlocuind aceste relatii in 6F.6 se obtine

$$k_t i_a - J \frac{d}{dt} \omega_a - B \omega_a - T_L = 0 \quad (6F.10)$$

Reprezentarea sistemului folosind Diagrame Bloc cu Functii de transfer

Blocurile cu Functiile de transfer se produc folosind relatiile

$$V_a - i_a R_a - L_a \frac{d}{dt} i_a - k_v \omega_a = 0 \quad (6F.5)$$

$$k_t i_a - J \frac{d}{dt} \omega_a - B \omega_a - T_L = 0 \quad (6F.10)$$

apoi se aplica Transformata Laplace (trecerea din domeniu timp in domeniu s – frecventa) rezultand

$$sI_a(s) - i_a(0) = -\frac{R_a}{L_a} I_a(s) - \frac{k_v}{L_a} \Omega_a(s) + \frac{1}{L_a} V_a(s) \quad (6F.17)$$

$$s\Omega_a(s) - \omega_a(0) = \frac{k_t}{J} I_a(s) - \frac{B}{J} \Omega_a(s) - \frac{1}{J} T_L(s) \quad (6F.18)$$

se considera starea initiala ca fiind 0 si pentru curent si pentru viteza unghiulara, ca urmare rezulta urmatoarele relatii:

$$I_a(s) = \frac{-k_v \Omega_a(s) + V_a(s)}{L_a s + R_a} \quad (6F.19)$$

$$\Omega_a(s) = \frac{-k_t I_a(s) - T_L(s)}{J s + B} \quad (6F.20)$$

Relatiile de mai sus (6F.19 si 6F.20) se aranjeaza intr-o configuratie corespunzatoare, in Diagrame bloc, asa ca in Fig.2

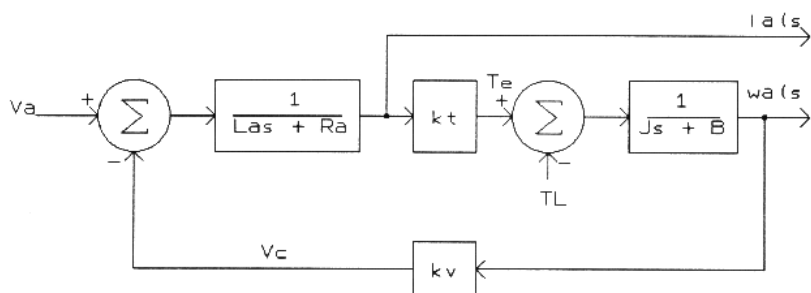


Fig.2 Diagrama bloc cu functii de transfer

Modelul de mai sus poate fi simplificat considerand ca momentul de inertie al sarcinilor externe (montate pe rotor) este constant, ca urmare rata de modificare a lui T_L este zero (T_L fiind constant) si aceasta nu este necesar sa apara in diagrama, rezultand Fig.3

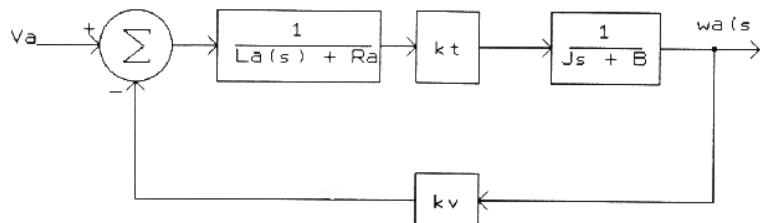


Fig.3 Diagrama simplificata

Mersul lucrării:

Se va construi un model simulink folosind diagrame de blocuri cu funcții de transfer.

Se va construi un model în simulink care să fie axat pe ecuații diferențiale

<http://ctms.engin.umich.edu/CTMS/index.php?example=MotorSpeed§ion=SimulinkModeling>

Se va construi modelul în Simscape de la aceeași pagină

Parametrii fizici ai modelului motorului de c.c. sunt:

(J)	momentul de inerție al rotorului	0.01 kg.m ²
(b)	constanta de frecare viscoasă	0.1 N.m.s
(Ke sau Kv)	constanta electromotoare	0.01 V/rad/sec
(Kt)	constanta de cuplu a motorului	0.01 N.m/Amp
(R)	rezistența electrică	1 Ohm
(L)	inductanță	0.5 H

Bibliografie

http://www.profjrwhite.com/system_dynamics/sdyn/s6/s6fmathm/s6fmathm.html

<http://www.mathworks.com/videos/modeling-a-dc-motor-68852.html>