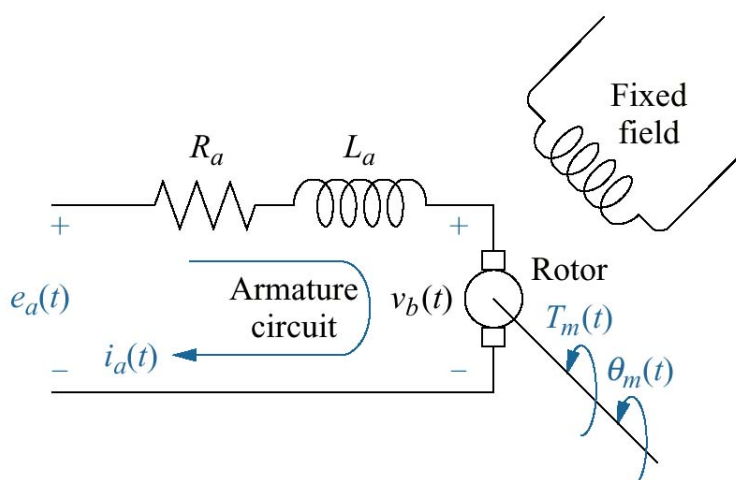


การทดลองเรื่องการวิเคราะห์ระบบควบคุมพื้นฐาน

จุดประสงค์ เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจการใช้งานคำสั่งพื้นฐานของ SciLab และสามารถวิเคราะห์ออกแบบระบบควบคุมแบบ Proportional โดยใช้ Root Locus ได้

บทนำ

โมเดลควบคุมตำแหน่งของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถสร้างได้ดังนี้



รูปที่ 1

ตัวแปรและค่าเฉพาะของมอเตอร์

| | |
|--|--------------------------------------|
| $e_a(t)$ - Applied voltage | L_a - Armature inductance |
| $i_a(t)$ - Armature current | R_a - Armature resistance |
| $v_b(t)$ - Back emf | J_m - Rotor inertia |
| $T_m(t)$ - Motor torque | D_m - Viscous-friction coefficient |
| $\theta_m(t)$ - Rotor displacement | k_m - Torque constant |
| $\omega_m(t)$ - Rotor angular velocity | k_b - Back-emf constant |

จากรูป schematic ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง สมการทางไฟฟ้าและทางกลสามารถแสดงได้ดังนี้

$$e_a(t) = L_a \frac{di_a(t)}{dt} + R_a i_a(t) + v_b(t) \quad (1)$$

$$T_m(t) = J_m \frac{d^2 \theta_m(t)}{dt^2} + D_m \frac{d\theta_m(t)}{dt} \quad (2)$$

ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนไฟฟ้าและทางกล สามารถแสดงได้โดยสมการ

$$v_b(t) = k_b \frac{d\theta_m(t)}{dt} \quad (3)$$

$$T_m(t) = k_m i_a(t) \quad (4)$$

โมเดลที่ใช้ในการควบคุมตำแหน่งของมอเตอร์คือ

$$\frac{\theta_m(s)}{E_a(s)} = \frac{k_m}{(L_a s + R_a)(J_m s^2 + D_m s) + k_m k_b s} \quad (5)$$

เมื่อกำหนดให้

$$k_m = 1 * 10^{-3} \text{ lb-ft-sec}^2$$

$$k_b = 5.5 * 10^{-2} \text{ volts-sec/rad}$$

$$L_a = 10 \text{ uH}$$

$$R_a = 0.2 \text{ ohm}$$

$$J_m = 1 * 10^{-3} \text{ lb-ft-sec}^2$$

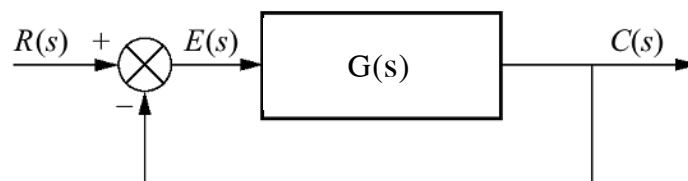
$$D_m = 1 * 10^{-2} \text{ lb-ft/rad/sec}$$

ในการทดลองนี้เราจะศึกษาระบบควบคุมผ่านทาง simulation โดยใช้โปรแกรม Scilab โดยกำหนดให้ระบบที่ใช้ในการศึกษาเป็นระบบควบคุมตำแหน่งของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแสดงได้โดยโมเดลทางคณิตศาสตร์ดังสมการที่ (1)

วิธีการทดลอง

1 ศึกษาการใช้งานพื้นฐานของ SciLab ต่อไปนี้ poly, syslin, plot, plot2d, evans, routh_t, csim, sgrid, xgrid, horner, etc

2 แสดง Transfer function ของมอเตอร์ Transfer function ของมอเตอร์สามารถประมาณให้เป็น transfer function อันดับสองได้เพราะอะไร เขียน transfer function อันดับ 2 ของมอเตอร์ และตรวจสอบความเสถียรของระบบ, steady state error ของระบบปิด(รูปที่ 2) ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและสรุปผล



รูปที่ 2

3 จากระบบปิดที่ได้ในข้อ 2 ให้หา damping ratio และ natural frequency จากนั้นพล็อต time response ของระบบปิด และหาค่าเวลาต่างๆ ใน time domain

4 พล็อต root locus ของระบบปิด

5 จาก root locus ในข้อ 4 หาค่า pole และค่า K ที่ทำให้ระบบมี overshoot เท่ากับ 10% และ 20% ตรวจสอบความเสถียรของระบบกับค่า K ที่คำนวณได้

6 พล็อต time response ของระบบปิดโดยใช้ค่า K ในข้อ 5 หาค่า overshoot ค่าเวลาต่างๆ และ steady state errors

7 เราสามารถหาค่า K ที่ทำให้ระบบมี overshoot เท่ากับ 20% และมี steady-state error ไม่มากกว่า 0.001 ได้หรือไม่ เพราะอะไร

การใช้งาน SciLab พื้นฐาน

1 การกำหนดตัวแปร s

```
-> s = poly(0,"s")
```

2 กำหนดสมการ

```
-> Ds = s^2+4*s+3
```

```
-> Ns = 1
```

```
-> Gss = N(s)/D(s)
```

3 แปลงสมการให้เป็นระบบ linear

```
-> Gs = syslin('c', Gss)
```

4 plot การตอบสนองในเวลา

```
-> t= 0:0.1: 10
```

```
-> plot(csim('step',t,Gs))
```

5 สร้างตารางของ Routh

```
-> routh_t(Gs)
```

6 plot root locus

```
-> evans(Gs,10)
```

```
-> sgrid(0.3,1,1)
```

```
-> xgrid(1)
```