

## Guided Questions

ในการออกแบบระบบควบคุม (Controller Design) การจำลองระบบ (Simulation) และการออกแบบตัวประมาณสถานะ (State Estimator) สิ่งสำคัญที่เราจำเป็นต้องทราบคือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบที่สนใจ เพื่อใช้ในการอธิบายพฤติกรรมของระบบนั้น ๆ ในการทดลองนี้จะมุ่งเน้นไปที่ระบบของมอเตอร์แปรงถ่าน (Brushed DC Motor) ซึ่งมีสมการที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

สมการทางไฟฟ้า:

$$V_{in}(t) = V_{emf} + R_m I_m(t) + L_m \frac{dI_m(t)}{dt} \quad (1)$$

$$V_{emf} = K_e \omega_m(t) \quad (2)$$

สมการทางกล:

$$J_m \frac{d\omega_m(t)}{dt} = T_m - B_m \omega_m(t) \quad (3)$$

$$T_m = K_m I_m(t) \quad (4)$$

เมื่อ	$V_{in}(t)$	คือ แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์
	$I_m(t)$	คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านมอเตอร์
	$V_{emf}$	คือ แรงดันไฟฟ้า back emf
	$\omega_m(t)$	คือ ความเร็วเชิงมุมของมอเตอร์
	$T_m$	คือ แรงบิดของมอเตอร์
	$K_e$	คือ back emf constant
	$K_m$	คือ torque constant
	$R_m$	คือ ค่าความต้านทานไฟฟ้าของมอเตอร์
	$L_m$	คือ ค่าความเหนี่ยวนำของมอเตอร์
	$J_m$	คือ ค่าความเฉื่อย
	$B_m$	คือ ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานหนืด

## PART1: SYSTEM MODELLING

1. จากสมการที่ (1) ถึง (4) นักศึกษาคิดว่าระบบของมอเตอร์มี Input และ Output เป็นอะไรบ้าง
2. จากสมการที่ (1) ถึง (4) นักศึกษาเข้าใจว่ามีค่าคงที่ที่ยังไม่ทราบค่าจำนวนกี่ตัว และค่าคงที่เหล่านั้นคืออะไรบ้าง
3. จงพิสูจน์ว่า  $K_m = \eta K_e$  เมื่อ Efficiency ( $\eta$ )  $\in [0, 1]$  (Hint! ใช้สมการเกี่ยวกับกำลัง (Power) ในการพิสูจน์)
4. จงวาด Block Diagram ของระบบ โดยกำหนดให้  $K_m = \eta K_e$

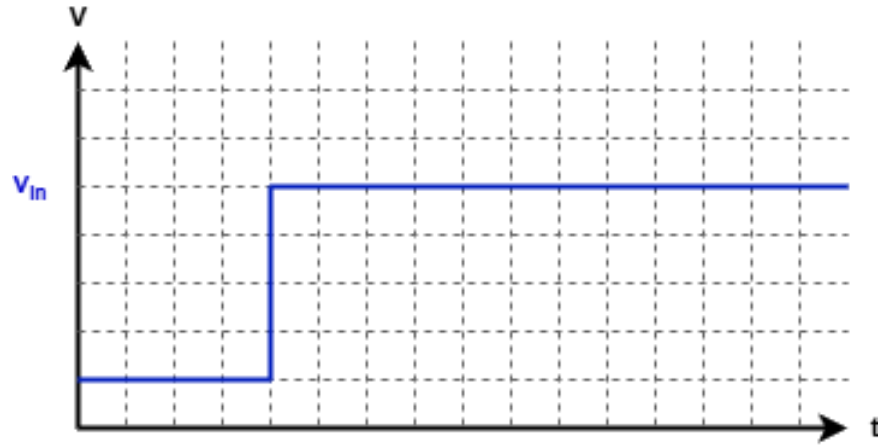
## PART2: SYSTEM IDENTIFICATION (RESISTANCE & INDUCTANCE ESTIMATION)

ในการทดลองในส่วนนี้เราจะทำการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางด้านไฟฟ้าเพื่อที่จะทำการประมาณค่าความต้านทาน  $R_m$  และค่าความเหนี่ยวนำ  $L_m$  ของมอเตอร์โดยอุปกรณ์ที่มีให้เพื่อใช้ในการทำการทดลองในครั้งนี้จะประกอบด้วย

- Oscilloscope แบบ 2 Channel ตัว
  - Multimeter 1 ตัว
  - Power Supply 1 ตัว
  - ตัวต้านทาน  $R_{sh}$  ที่มีค่าความต้านทาน 6.8Ω และ 8Ω ซึ่งสามารถทนกำลังไฟฟ้าได้ 20W
5. หากต้องการลดรูปสมการให้เหลือเฉพาะพจน์ที่เกี่ยวข้องกับ  $R_m$  และ  $L_m$  ควรดำเนินการอย่างไร? แสดงวิธีการและอธิบายโดยอ้างอิงจากสมการที่ (1) ถึง (4)
6. จงเขียนสมการที่ได้หลังการลดรูปพร้อมวาดภาพวงจรไฟฟ้าของสมการที่ได้
7. เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านมอเตอร์ เราต้องเพิ่มตัวต้านทาน  $R_{sh}$  เข้ากับวงจรไฟฟ้า นักศึกษาคิดว่าเราควรเชื่อมต่อตัวต้านทานนี้กับวงจรอย่างไร? อธิบายโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า



11. จงวาดกราฟแสดงแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทาน  $R_{sh}$  ซึ่งคาดว่าจะวัดได้ โดยสมมติว่าค่าความต้านทาน  $R_m$  มีค่าน้อยมาก



12. นักศึกษาคิดว่าเหตุใดเราจึงไม่ใช้ Multimeter ในการวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร (ตอบอย่างน้อย 2 เหตุผล)

13. จากวงจรไฟฟ้าในข้อที่ 8 จงพิสูจน์ว่าสมการ  $R_m = R_{sh}(\frac{V_{in}}{V_{sh}} - 1)$  และ  $L_m = R_{sh}(\frac{\tau V_{in}}{V_{sh}})$  เป็นจริง โดยกำหนดให้  $\tau$  คือ time constant และ  $V_{sh}$  คือ แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทาน  $R_{sh}$  (Hint! ลองแบ่งคิดเป็นสองช่วง)

