

เอกสารการทดลอง 1

System Identification

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ นักศึกษามีความเข้าใจในการหา Characteristic ของระบบ สำหรับหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบ (Plant) เพื่อเป็นพื้นฐานในการคำนวณและวิเคราะห์ระบบต่อไป

อุปกรณ์

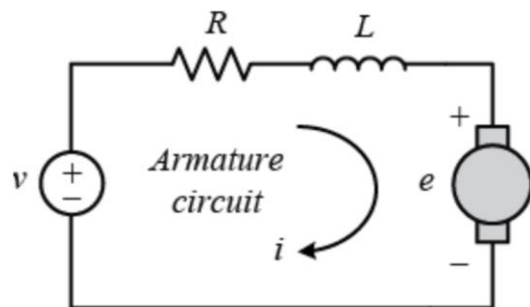
1. RMX Board
2. Brushed DC motor.
3. Potentiometer
4. STM32 NUCLEO – F411RE
5. Oscilloscope
6. DC power supply

ขั้นตอนการทดลอง

Characteristic ของ Brushed DC motor.

Electrical Characteristics

การที่จะหา Characteristic ของ Brushed DC motor ได้นั้น นักศึกษาจำเป็นต้องทราบถึงสมการพื้นฐานของ Brushed DC motor ก่อน โดยวงจรเทียบเคียงของ Brushed DC motor แสดงดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 วงจรเทียบเคียงของ Brushed DC motor.

โดย v คือแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมขดลวด(coil) ภายใน Brushed DC motor และ L คือค่าความเหนี่ยวนำไฟฟ้าของขดลวด (Inductance) ซึ่งต่ออนุกรมกับตัวต้านทาน R ค่าหนึ่ง ซึ่งวงจรไฟฟ้างกล่าวสามารถเขียนอยู่ในรูปสมการเชิงอนุพันธ์อันดับที่ 1 ได้ (first order differential equation) ดังแสดงใน สมการที่ (1.1)

$$v(t) = L \frac{di}{dt} + Ri + e_b \quad (1.1)$$

เมื่อ	L	คือ ค่าความเหนี่ยวนำขดลวด
	R	คือ ค่าความต้านทานไฟฟ้าภายในมอเตอร์
	e_b	คือ ค่า Back emf โดยที่ $e_b = K_e \frac{d\theta}{dt}$
	$v(t)$	คือแรงดันไฟฟ้าที่ armature

จากสมการที่ (1.1) เราสามารถหา Transfer Function ได้โดยการใช้ Laplace Transform โดยผลที่ได้คือ Transfer Function ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้า (1.2)

$$\frac{i(s)}{v(s)} = \frac{K}{\tau s + 1} \quad (1.2)$$

เมื่อ	K	คือ stator gain โดยที่ $K = 1/R$
	τ	คือ stator time constant (s) โดยที่ $\tau = L/R$

ในการทดลองนี้จะมีการจ่ายสัญญาณในรูปแบบ Unit-Step Response. โดย Laplace Transform ของ Unit-Step คือ $1/s$ แทนค่า $V(s)$ ในสมการที่ (1.2) ด้วย $1/s$

$$i(s) = \frac{1}{\tau s + 1} \frac{1}{s} \quad (1.3)$$

ทำการ partial fraction $i(s)$

$$i(s) = \frac{1}{s} - \frac{1}{\tau s + 1} = \frac{1}{s} - \frac{1}{s + \left(\frac{1}{\tau}\right)} \quad (1.4)$$

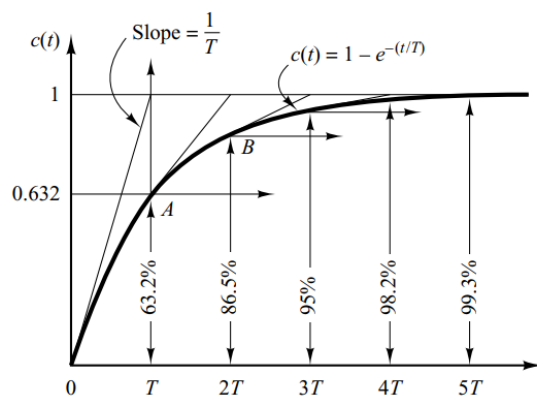
ทำ Inverse Place Transform

$$i(t) = 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (1.5)$$

จากสมการที่ (1.5) ลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งของการตอบสนองคือกราฟเอ็กซ์โพเนนเชียล $i(t)$ ที่ $t = \tau$ ค่าของ $i(t)$ คือ 0.632 หรือการตอบสนอง $i(t)$ ถึง 63.2% ของการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด

$$i(t) = 1 - e^{-1} = 0.632 \quad (1.6)$$

จากสมการ (1.6) สามารถแสดงผลการตอบสนองได้ดังกราฟในภาพที่ 1.2 ที่ T อยู่ที่ 62.3%



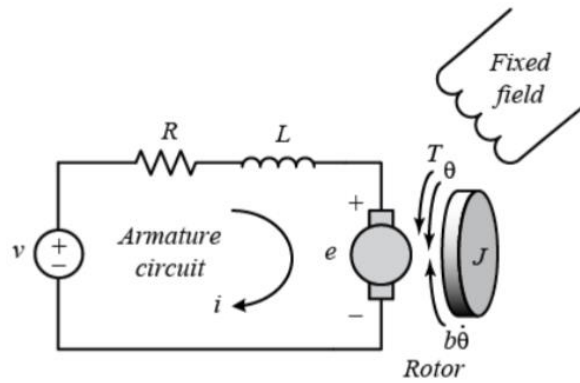
ภาพที่ 1.2 exponential response curve of the Unit-Step Response of First-Order Systems

เราสามารถอนุมานความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงบิดสำหรับมอเตอร์กระแสตรง โดยแรงบิดของแม่เหล็กไฟฟ้า และ จะแปรผันตามฟลักซ์ ϕ และกระแส I ดังแสดงในสมการที่ (1.7)

$$T = k * \phi * I \quad (1.7)$$

Mechanical Characteristics

อีกส่วนหนึ่งที่สำคัญคือส่วนทางกลของมอเตอร์ จากภาพที่ 1.3 แสดงแบบจำลองทางไฟฟ้าของมอเตอร์ที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่แบบหมุน ซึ่งแรงดันไฟฟ้าจะทำให้เกิดการหมุนของมอเตอร์ทางกล



ภาพที่ 1.3 แบบจำลองทางกลของมอเตอร์กระแสตรง

แรงบิดของมอเตอร์เกิดขึ้นในขณะที่มีแรงดันไฟฟ้าจ่ายให้กับ rotor และ stator ของมอเตอร์ ซึ่งแรงบิดดังกล่าวจะกระทำกับโครงสร้างทางกลของมอเตอร์ โดย J คือความเฉื่อยของ rotor และ B คือ viscous friction coefficient ซึ่งสมการที่ (1.8) แสดงถึงความสัมพันธ์ของแรงบิด (T) และ ความเร็วเชิงมุม (ω)

$$T = K_t * i(t) = J * \frac{d\omega}{dt} + B * \omega(t) \quad (1.8)$$

$$T = K_t * i(t) = J * \frac{d^2\theta(t)}{dt^2} + B * \frac{d\theta(t)}{dt} \quad (1.9)$$

ใช้ Laplace Transform กับ สมการที่ (1.9)

$$T = K_t * I(s) = J * \theta(s) * s^2 + B * \theta(s) * s \quad (1.10)$$

(1.11)

โดย $G_{\text{motor}}(s)$ อยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่าง position $\theta(s)$ และ กระแสไฟฟ้า $I(s)$

$$G_{motor} = \frac{\theta(t)}{v(t)} = \frac{K_t}{(Ls + R)(Js + B) + K_t K_e} * \frac{1}{s}$$

หรือ

$$G_{motor}(s) = \frac{\theta(s)}{V(s)} = \frac{K_t}{JLs^3 + (JR + LB)s^2 + (RB + K_t K_e)s}$$

$$G_{motor}(s) = \frac{\theta(s)}{V(s)} = \frac{\frac{K_t}{JL}}{s^3 + \left(\frac{R}{L} + \frac{B}{J}\right)s^2 + \left(\frac{RB + K_t K_e}{JL}\right)s}$$

เมื่อ

K_t คือ torque constant

T คือ แรงบิด (N/m)

J คือ ความเฉื่อย (kg·m²)

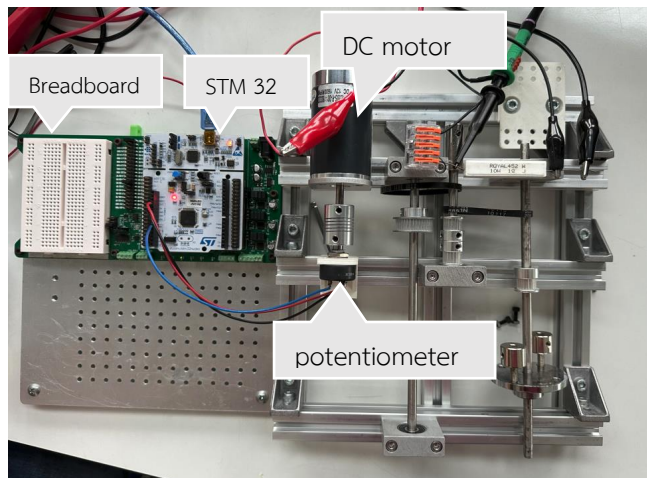
B คือ viscous friction coefficient

$\omega(t)$ คือ ความเร็วเชิงมุม โดยที่ $\omega(t) = \frac{d\theta(t)}{dt}$ (rad/s)

Experiment

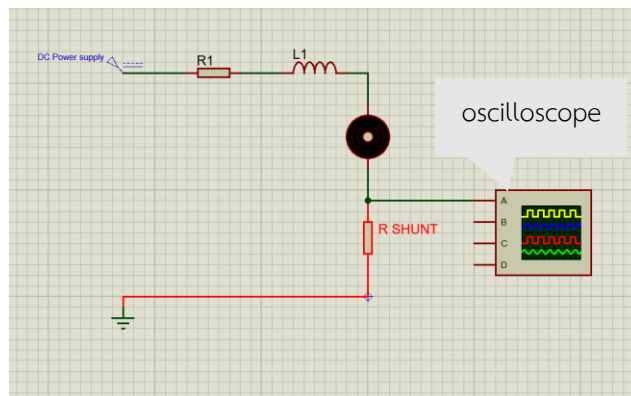
จากหัวข้อที่ 1 นักศึกษาทราบถึงสมการพื้นฐานของระบบ Brushed DC motor แล้ว เพื่อหาค่า R และ L ของระบบ และค่าต่างๆที่สามารถวัดค่าได้จากระบบ เพื่อนำไปใช้ในการควบคุมระบบได้อย่างแม่นยำ และตอบสนองต่อ requirements ที่ user ได้ตั้งไว้ โดยขั้นตอนในการอ่านค่าจากระบบ ให้นักศึกษาต้องจรงดแสดงบนภาพที่ 2.1 โดย R1 และ L1 คือค่าเทียบเคียงวงจรภายในมอเตอร์ และ Rshunt 1 ohm เพื่อใช้แบ่งแรงดันไฟฟ้า เพื่ออ่านค่าแรงดันไฟฟ้าผ่าน Oscilloscope นักศึกษาจะได้รับบอร์ด RMX และชุด mechanics ดังภาพที่ 2.1 ซึ่งประกอบด้วย

1. STM 32 NUCLEO – F411RE
2. Breadboard
3. DC motor



ภาพที่ 2.1 RMX board และชุด mechanics

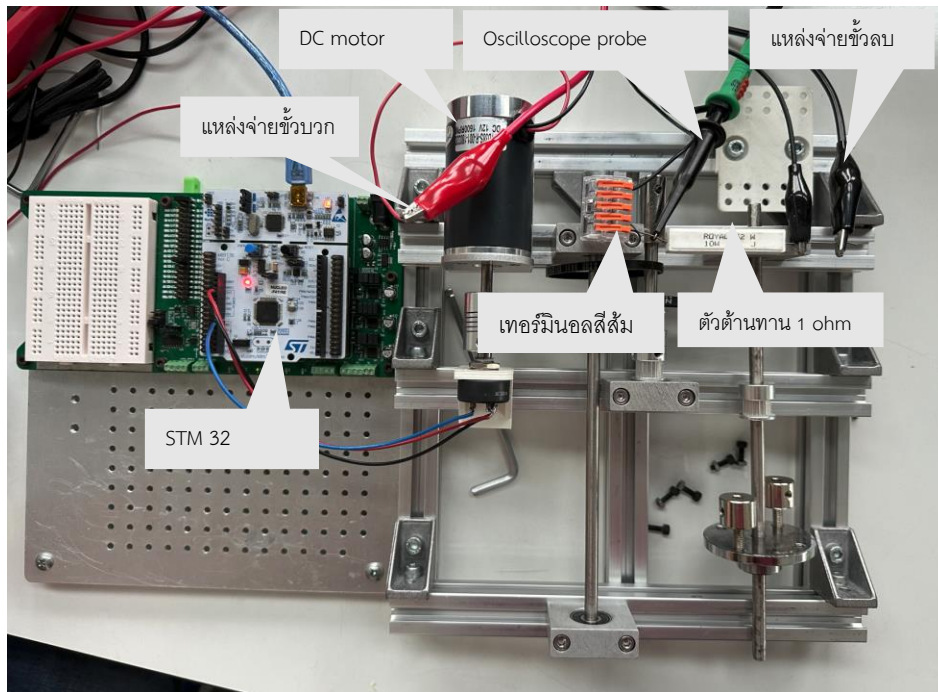
เมื่อนักศึกษาได้รับบอร์ด RMX แล้ว ให้นักศึกษาต้องจรงดแสดงบนภาพที่ 2.2 โดย R1 และ L1 คือค่าเทียบเคียงวงจรภายในมอเตอร์ และ Rshunt 1 ohm 10 watt ใช้แบ่งแรงดันไฟฟ้า เพื่ออ่านค่าแรงดันไฟฟ้าผ่าน Oscilloscope



ภาพที่ 2.2 วงจรไฟฟ้า สำหรับทดลองอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าจากมอเตอร์

โดยภาพที่ 2.3 เป็นภาพอ้างอิงการต่อวงจรไฟฟ้าจากภาพวงจรไฟฟ้าภาพที่ 2.2 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงขั้วบวก(สายสีสีแดง) ต่อเข้ากับสายสีแดงของมอเตอร์กระแสตรง
2. ต่อสายสีดำของมอเตอร์กระแสตรงเข้ากับเทอร์มินอลสีส้ม (เทอร์มินอลทุกช่องเชื่อมถึงกันหมด)
3. ต่อตัวต้านทาน 1 ohm 10W เข้ากับเทอร์มินอลส้ม
4. ต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงขั้วลบ(สายสีสีดำ) ต่อเข้ากับขาอีกข้างของตัวต้านทาน 1 ohm 10W
5. ต่อสาย probe (ปรับสายให้อยู่ที่ x1)ของ oscilloscope เพื่อวัดแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม ตัวต้านทาน 1 ohm 10W



ภาพที่ 2.3 การต่อวงจรไฟฟ้าสำหรับการทดลองหาค่า R และ L ในระบบ

เมื่อต่อวงจรสำหรับการทดลองเสร็จสิ้นแล้ว ต่อมาจะเป็นการทดลองเพื่อทำการหาค่า R และ L ของมอเตอร์ โดยผ่านการจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ย่านแรงดันไฟฟ้า 5 – 15 Volt โดยจะเพิ่มขึ้นทีละ 1 volt ต่อการเก็บข้อมูล โดยจะทำการเก็บข้อมูลทั้งหมด 10 ครั้ง(ข้อมูล 10 ชุด) สิ่งนี้นักศึกษาจะต้องทำการจดบันทึกเพื่อใช้ในการคำนวณประกอบด้วย

1. V_{in} คือ แรงดันไฟฟ้ารวมหรือแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย (Volt)
2. V_{shunt} คือ แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่สถานะ steady-state (Volt)
3. $V_{transient}$ คือ แรงดันไฟฟ้าที่ 63.2% ของแรงดันไฟฟ้า V_{shunt} (Volt)
4. τ คือ เวลาจาก initial จนถึง 63.2% ของแรงดันไฟฟ้า V_{shunt} (second)

จากค่าที่เก็บได้นักศึกษาสามารถหา ความต้านทานภายในของมอเตอร์และค่าความเหนี่ยวนำของมอเตอร์ รวมถึงกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวงจรไฟฟ้าได้ ดังสมการต่อไปนี้

ค่าที่ต้องการคำนวณหา

1. กระแสไฟฟ้า ณ สภาวะคงตัว $I_{steady-state}$

$$I_{steady-state} = \frac{V_{shunt}}{R_{shunt}} \quad (2.1)$$

2. ค่าความต้านทานรวมของวงจร R_T

$$R_T = \frac{V_{in}}{I_{steady-state}} \quad (2.2)$$

3. ค่าความเหนี่ยวนำของมอเตอร์ L_{motor}

$$L_{motor} = \tau * R_T \quad (2.3)$$

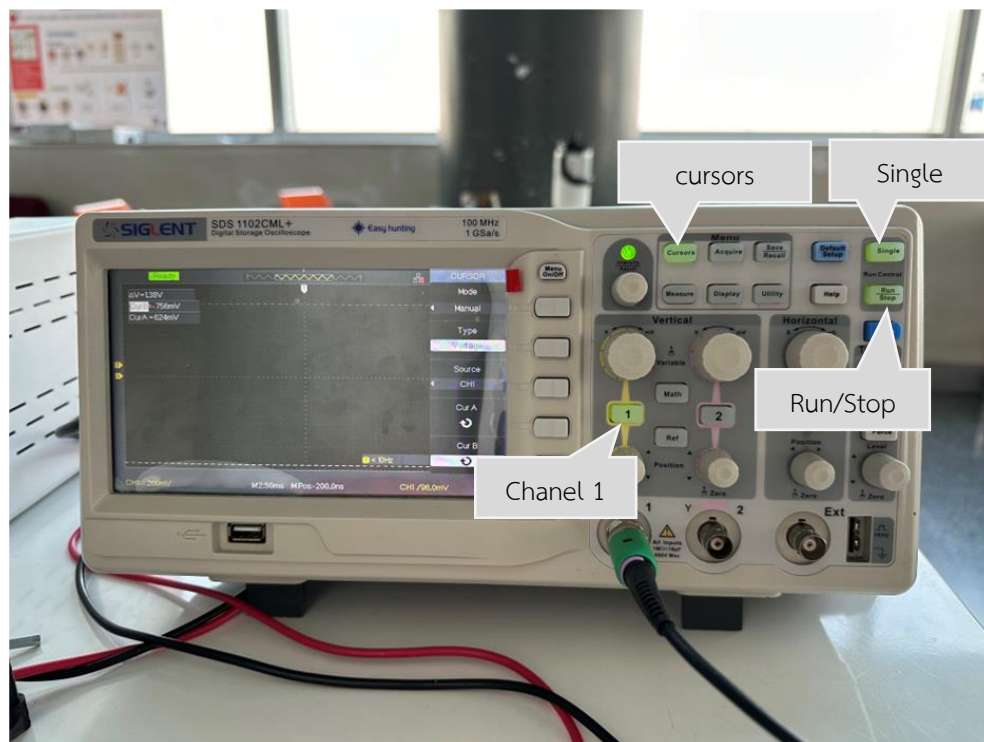
4. ค่าความต้านทานภายในมอเตอร์ R_{motor}

$$R_{motor} = R_t - R_{shunt} \quad (2.4)$$

3. Experiment procedure (Electrical system identification of DC motor)

เมื่อนักศึกษาทราบถึงค่าตัวแปรต่างๆที่ต้องการเก็บแล้วต่อไปเป็นลำดับขั้นตอนการทดลองเพื่อทำการเก็บค่าต่างๆ โดยมีรายละเอียดวิธีการดังต่อไปนี้

1. นักศึกษาทำการปรับค่าแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้อยู่ 5 volt. 2 amp.
2. เปิด oscilloscope ให้นักศึกษา กดปุ่มเปิด cursors , Single , Run/Stop และเลือก Chanel 1 เมื่อนักศึกษาเปิดทุกปุ่มแล้วจะขึ้นสีเขียวที่ปุ่มนั้นๆ ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 การเปิดฟังก์ชันการใช้งาน oscilloscope

3. ทำการปรับ Volt div ให้อยู่ที่ 200mV (สามารถดูได้ที่กรอบสีแดง ในภาพที่ 3.2) และทำการหมุน Trigger level ให้อยู่ที่ 200mV (สามารถดูได้ที่กรอบสี ในภาพที่ 3.2)



ภาพที่ 3.2 การตั้งค่า Volt Div. และ Trigger level ใน oscilloscope

3. กดที่ปุ่มด้านข้างหน้าจอที่ตรงกับ manual แล้วหมุนปุ่ม Intensity/Adjust เลือกไปที่ Track แล้วกดปุ่ม Intensity/Adjust หนึ่งครั้ง ดังภาพที่ 3.3 จะมีหน้าต่างแสดงขึ้นที่ด้านซ้ายบนของจอภาพที่ 3.4



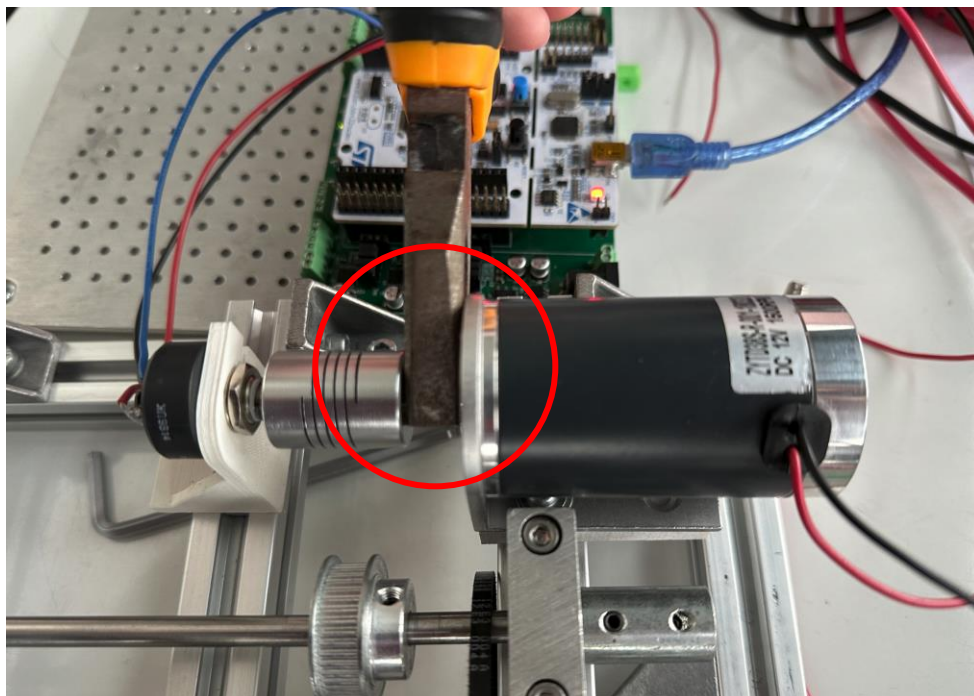
ภาพที่ 3.3 การเลือกฟังก์ชัน Track ใน oscilloscope

ในโหมด Track นี้ นักศึกษาจะสามารถอ่านค่าสัญญาณได้โดยกราฟจะหยุดโดยอัตโนมัติเมื่อแรงดันไฟฟ้าถึงจุดที่ตั้ง Trigger level ไว้ เมื่อเกิดการ Trig ปุ่ม Run/Stop จะเปลี่ยนเป็นสีแดง ดังภาพที่ 3.4



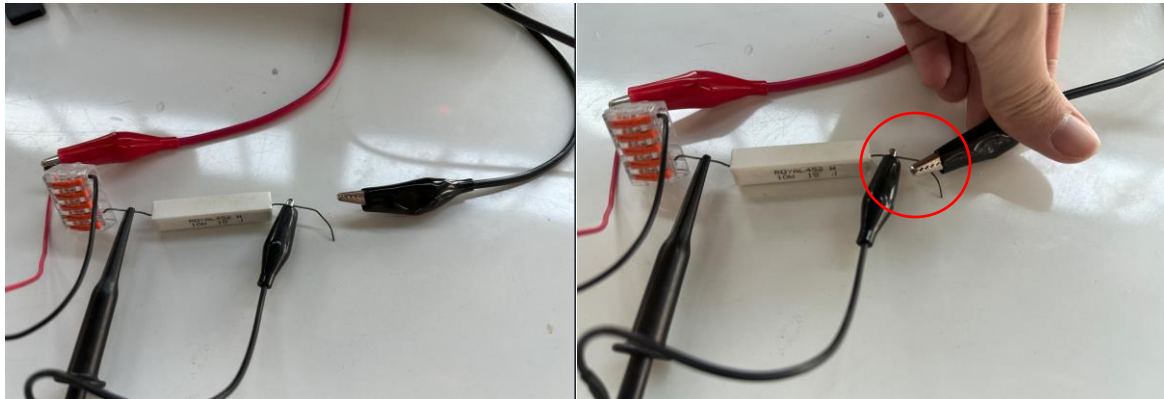
ภาพที่ 3.4 โหมด Track ใน oscilloscope

3.5



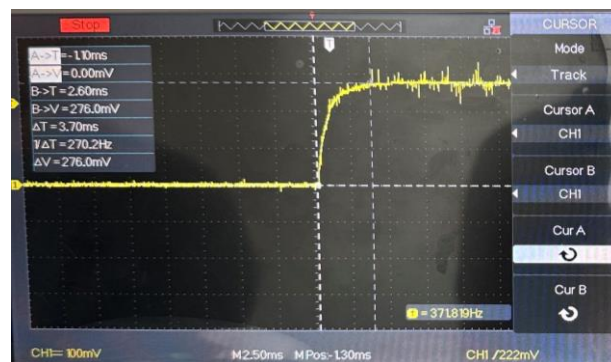
ภาพที่ 3.5 การล๊ิกเฟลตามอเตอร์

- เมื่อนักศึกษาอยู่ใน Track แล้วให้นักศึกษาเปิด power supply และชั่วลบบมาแตะที่ขาของตัวต้านทาน 1 ohm อย่างนุ่มนวล ดังภาพที่ 3.6

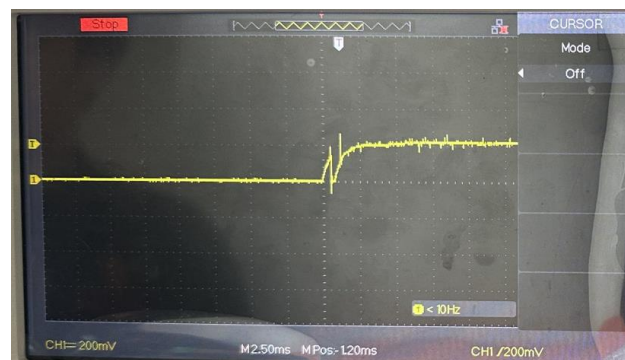


ภาพที่ 3.6 การแตะชั่วลบบมาขาตัวต้านทาน 1 ohm เพื่ออ่านค่า Transient response

- เมื่อนักศึกษานำชั่วลบบของ power supply ที่ขาของตัวต้านทาน 1 ohm แล้ว รูปสัญญาณที่ได้ควรมีลักษณะดังภาพที่ 3.7 ถ้าหากได้รูปสัญญาณดังภาพที่ 3.8 ให้นักศึกษากดปุ่ม Run/Stop สีแดง ปุ่ม Run/Stop จะกลับเป็นสีเขียวแล้วเริ่มขั้นตอนที่ 5 อีกครั้ง

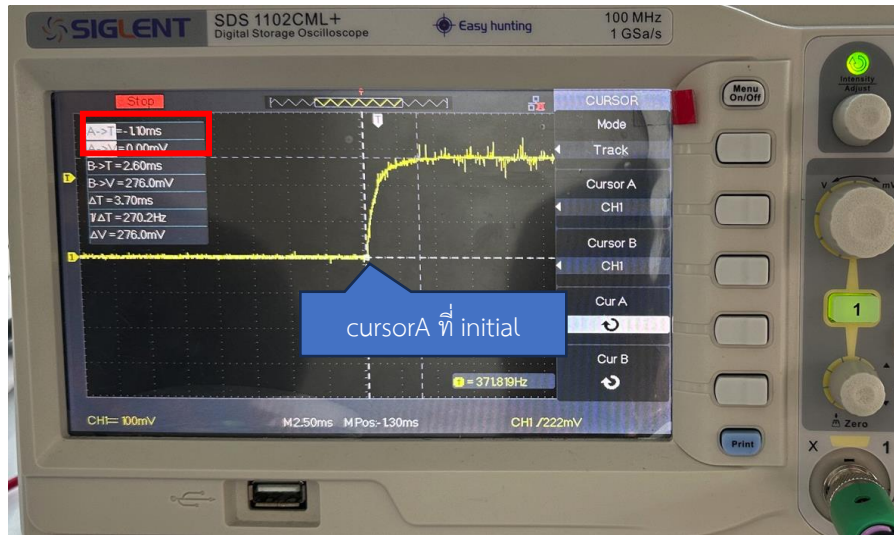


ภาพที่ 3.7 สัญญาณ Transient ที่เหมาะสมในการเก็บค่า

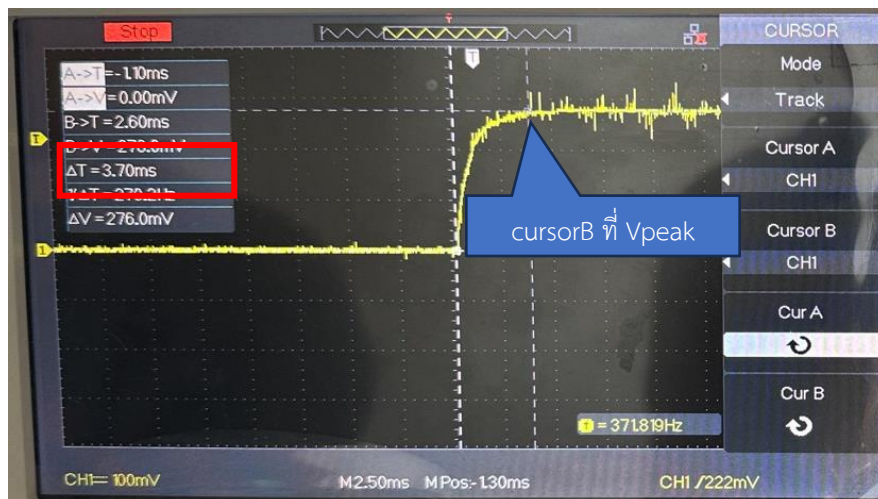


ภาพที่ 3.8 สัญญาณ Transient ที่ไม่เหมาะสมในการเก็บค่า

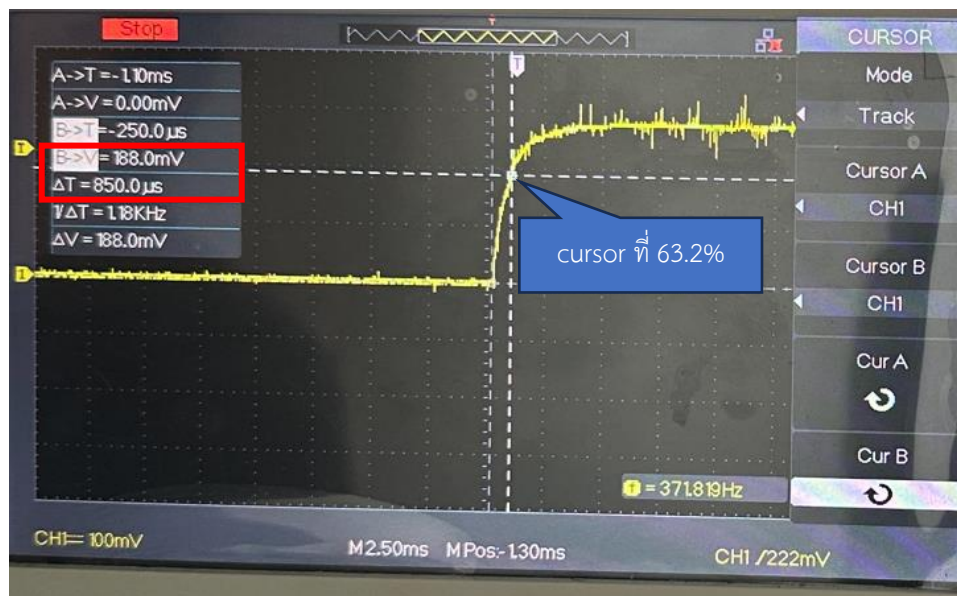
7. เมื่อได้รูปสัญญาณแล้วให้นักศึกษาเลื่อน cursor A ไปยังจุด initial หรือ จุดที่แรงดันไฟฟ้าเป็น 0 ก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้างภาพที่ 3.9 จากนั้นเลื่อน cursor B ไปยังจุดสูงสุดของสัญญาณ เพื่ออ่านค่าแรงดันไฟฟ้า V_{shunt} ดังภาพที่ 3.10 จากนั้นเลื่อน cursor B ไปยังจุดที่แรงดัน 63.2% ของแรงดันไฟฟ้า V_{shunt} ณ จุดนี้จะได้แรงดันไฟฟ้าที่จุด 62.3% และจะสามารถอ่านค่า τ ได้จาก delta T ดังภาพที่ 3.11
- การเลื่อน cursor A และ cursor B ทำได้โดยการกดปุ่มด้านข้างหน้าจอที่ตรงกับ CurA และ CurB ตามลำดับ จากนั้นสามารถเลื่อน cursor ได้ด้วยการหมุนปุ่ม Intensity/Adjust



ภาพที่3.9 การปรับ cursorA ไปที่จุด initial



ภาพที่3.10 การปรับ cursorB ไปที่จุด Vpeak



ภาพที่ 3.11 การปรับ cursor ไปที่จุด 63.2%

จากภาพที่ 3.9 – 3.11 สามารถอ่านค่าและคำนวณค่าได้ดังตารางด้านล่าง

V_{in}	V_{shunt}	V at 63.2%	$I_{steady\ state}$	τ	R_t	L
6	0.276	0.185	0.276	850us	21.739	0.0193

ให้นักศึกษาเก็บค่าและเขียนลงตารางด้านล่างนี้

V_{in}	V_{shunt}	V at 63.2%	$I_{steady\ state}$	τ	R_{motor}	L
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

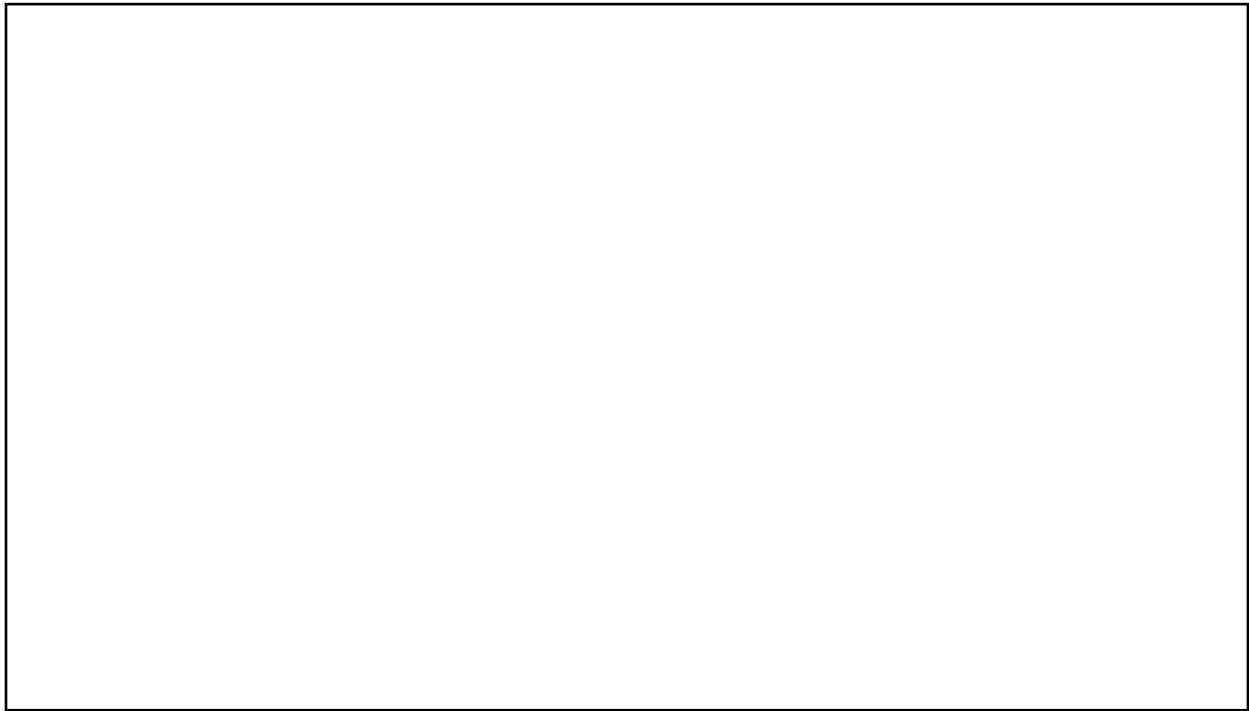
เมื่อได้ค่า R_{motor} และ L มาแล้วให้ทำการเฉลี่ยค่าความต้านทาน และค่าความเหนี่ยวนำ

Average Motor Resistance: ohm

Average Motor Inductance:.....henry

เมื่อนักศึกษาได้ค่า Average Motor Resistance และ Average Motor Inductance นักศึกษาสามารถแทนค่าในสมการที่ (1.2) เพื่อหา Transfer function ของระบบทางไฟฟ้าของมอเตอร์ได้

จงแทนค่าสมการและเขียน Transfer function ของระบบทางไฟฟ้าของมอเตอร์



*หมายเหตุ จากการทดลองหาค่า R L ของระบบ ได้มีการล็อกให้เพลาของมอเตอร์หยุดนิ่ง จึงไม่เกิดความเร็วเชิงมุม $\omega(t)$ ขึ้นในระบบ ส่งผลให้พจน์ e_b ในสมการที่(1.1) ถูกยกเลิกจากความสัมพันธ์ $e_b = K_e \frac{d\theta}{dt} = K_e \omega(t)$ เมื่อ $\omega(t) = 0$

4.Experiment procedure (Mechanical system identification of DC motor)

การทดลองเพื่อหา Back EMF constant (K_e) ของ motor

รายการอุปกรณ์

1. Motor	1	ตัว
2. Nucleo F411re	1	ตัว
3. Potentiometer	1	ตัว
4. Coupling	1	อัน
5. Resistor 10w 1 ohm	1	ตัว
6. Connector	1	ตัว
7. Notebook สำหรับรัน Simulink	1	เครื่อง
8. Oscilloscope	1	เครื่อง

หลังจากที่นักศึกษาได้ ค่า R และ L ของระบบ นักศึกษายังต้องหาตัวแปรที่ยังเหลือในส่วนของ Mechanical นั่นคือตัวแปร J และ B โดยนักศึกษสามารถหาค่าตัวแปรดังกล่าวได้จากขั้นตอนต่อไปนี้

อ้างอิงจากสมการที่ (1.1) นักศึกษาทราบถึงค่าตัวแปร R และ L แล้ว นักศึกษาสามารถจัดรูปสมการ(1.1)ใหม่ ได้ดังสมการ (4.1) เพื่อใช้ในการหาค่า K_e (Back EMF constant) สำหรับประกอบการหาค่า J และ B จากสมการที่(1.11) ต่อไป

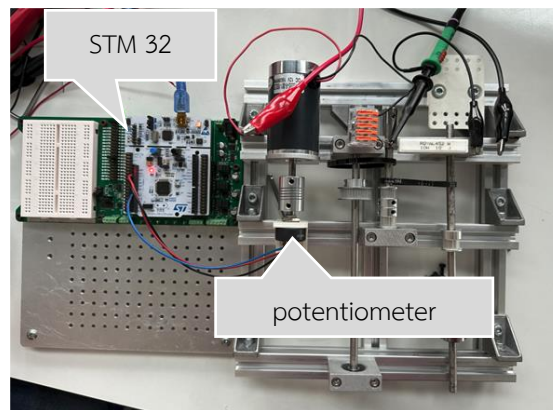
$$v(t) = L \frac{di}{dt} + Ri + e_b \quad (1.1)$$

$$v(t) = L \frac{di}{dt} + Ri + K_e * \omega(t) \quad (4.1)$$

หากพิจารณา ณ steady state ที่ motor หมุนด้วยความเร็วคงที่กระแสก็จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงทำให้พจน์การเปลี่ยนแปลงของกระแสนั้นกลายเป็น 0 ดังนั้นนักศึกษสามารถหา K_e ได้จากสมการที่ (4.2)

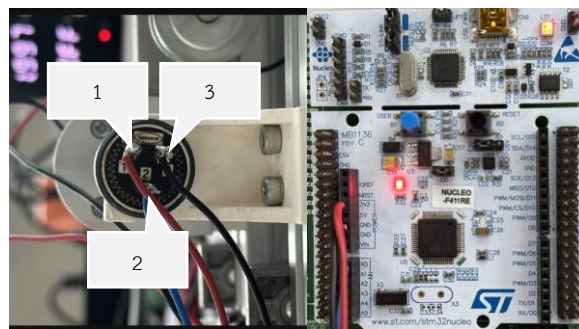
$$K_e = \frac{Ri - v(t)}{\omega(t)} \quad (4.2)$$

จากสมการ (4.2) นักศึกษสามารถหาค่า ω ได้จากการวัดความเร็วของมอเตอร์ ในการทดลองนี้จะใช้ Potentiometer เป็นเครื่องมือในการวัด ดังภาพที่ 4.1



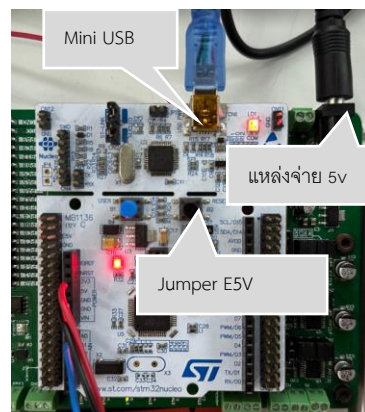
ภาพที่ 4.1 ภาพรวมการต่อมอเตอร์เข้า potentiometer เพื่อใช้วัดความเร็ว

โดยนักศึกษาจะต้องต่อแหล่งจ่าย 3.3v จากบอร์ด STM32 กับขาที่ 1 ของ Potentiometer และต่อ 0v จากบอร์ด STM32 กับขาที่ 3 ของ Potentiometer จากนั้นต่อ pin A0 เข้ากับ ขาที่ 2 ของ Potentiometer ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 การต่อสายไฟเพื่ออ่านค่า Potentiometer

เมื่อต่อ Potentiometer แล้ว ให้นักศึกษาตรวจสอบว่า jumper ของบอร์ด STM32 อยู่ที่ E5V จากนั้นต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ขาว 5 V เข้าบอร์ดRMX Explorer (บอร์ดสีเขียว) และจึงต่อสาย USB จาก คอมพิวเตอร์เข้ากับพอร์ต Mini USB ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 การต่อพอร์ต USB และ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง

จากนั้นให้นักศึกษาต่อ DC power supply เข้าที่มอเตอร์ โดยจะทำการเก็บข้อมูลต่างๆดังแสดงในตารางด้านล่าง โดยจะทำการเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ในย่านตั้งแต่ 5-12 V_{DC} ซึ่งก่อนการเก็บข้อมูลให้นักศึกษารอมอเตอร์เข้าสู่สถานะ Steady-state

Vin(V)	$\omega (\frac{Rad}{sec})$	V shunt (mV)	I (A)	Ke
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

การทดลองเพื่อหาค่า J และ B ของ motor

อุปกรณ์

1.	Motor	1	ตัว
2.	Nucleo F411re	1	ตัว
3.	Potentiometer	1	ตัว
4.	Coupling	1	อัน
5.	Notebook สำหรับรัน Simulink	1	เครื่อง

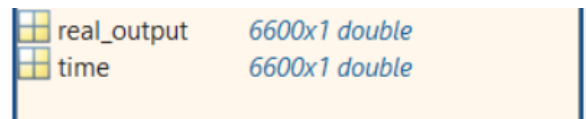
ขั้นตอนการใช้งาน MATLAB

จากการที่นักศึกษาทราบถึงค่า R และ L แล้วในส่วนการทดลองนี้ จะใช้โปรแกรม MATLAB เป็นเครื่องมือในการหาค่า J และ B ของระบบ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

Prerequisites

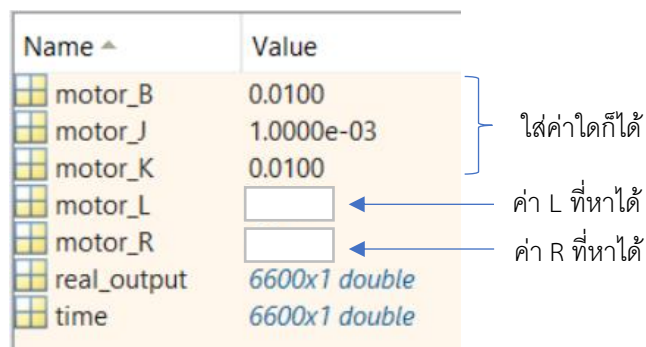
- ให้นักศึกษาสร้างตัวแปร Array ชื่อ “real_output” และ “time” ขนาด Nx1 double โดยที่ N คือจำนวน timestep ดังภาพที่ 4.4

เมื่อ **real_output** คือความเร็วที่อ่านได้จากระบบจริง
time คือเวลา



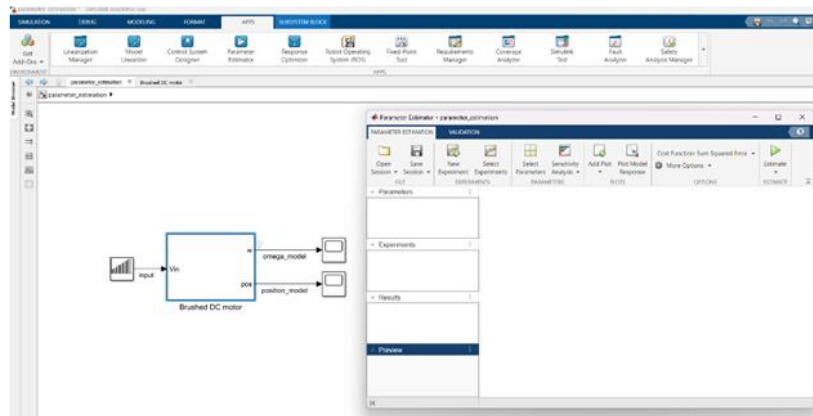
ภาพที่ 4.4 การสร้างตัวแปร “real output” และ “time”

- ใส่ค่า R และ L จากการทดลองส่วนตัวแปรที่เหลือนั้นสามารถใส่ค่าได้ก็ได้ใน motor_params.m จากนั้นกดรันไฟล์ ใน workspace ควรมี variables ดังภาพที่ 4.5



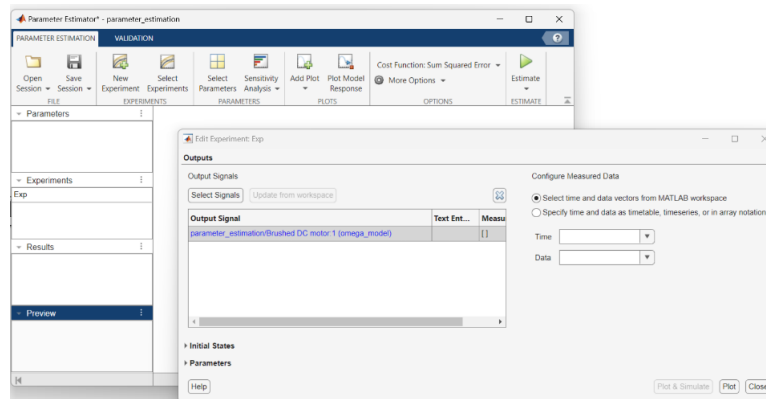
ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างการใส่ค่าตัวแปร

- เปิดไฟล์ parameter_estimation.slx -> Apps -> Parameter Estimation ดังภาพที่ 4.6



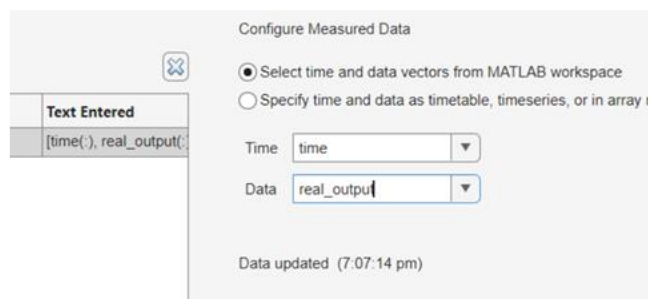
ภาพที่ 4.5 การเข้าไปยัง Parameter Estimation ใน MATLAB

- กด New Experiment ดังภาพที่ 4.6



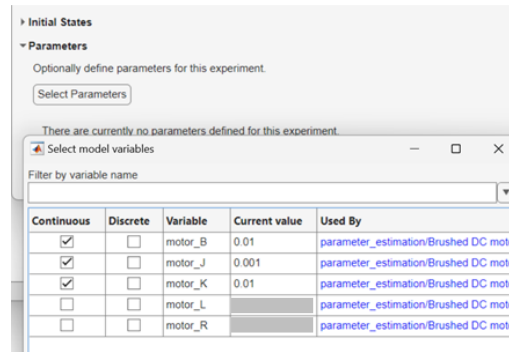
ภาพที่ 4.6 การเปิด New Experiment

- ใส่ Time และ Data ตามภาพที่ 4.7



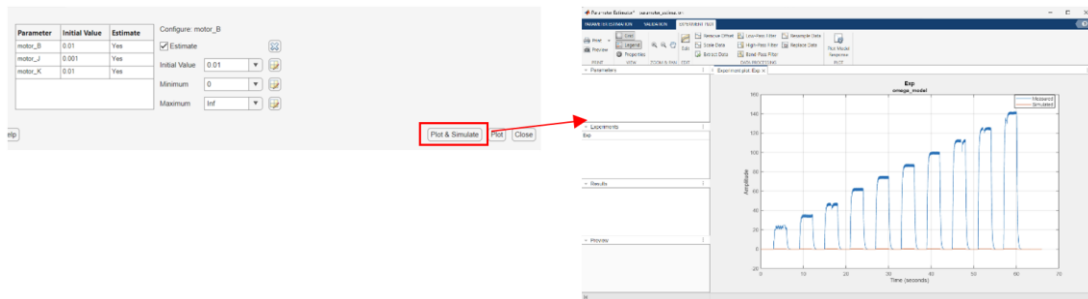
ภาพที่ 4.7 ใส่ตัวแปร “time” และ “real_output” ลงในช่อง Time และ Data

6. เลือก parameters ที่ต้องการ optimize แล้วกด OK ดังภาพที่ 4.8



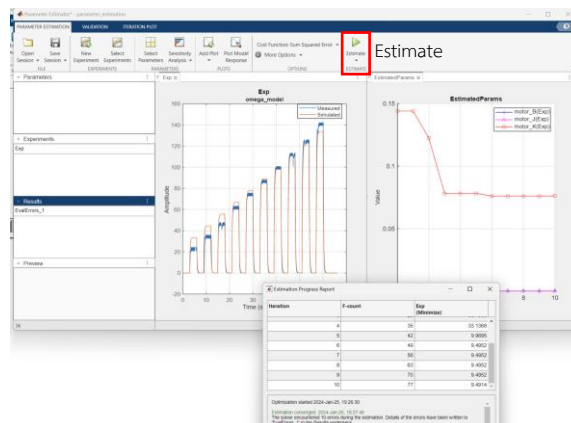
ภาพที่ 4.8 การเลือกค่าที่ต้องการ optimize

7. ตั้ง minimum ของทุกตัวให้เป็น 0 และ Initial Value ต้องไม่เท่ากับ 0 จากนั้นกด **Plot & Simulate** ดังภาพที่ 4.9



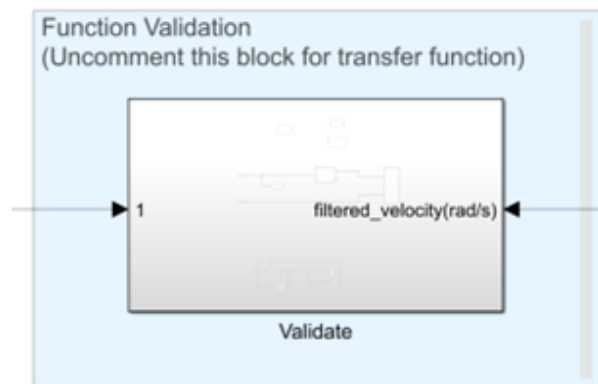
ภาพที่ 4.9 แสดงถึงค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับเวลา

8. กราฟสีฟ้าจะเป็นค่าที่เราวัดได้จริงจาก motor (real_output) และสีส้มเป็นค่าที่ได้จากสมการ ODE ของ motor ที่มี parameter ที่เราใส่ไว้ในไฟล์ **motor_params** จากนั้นกด Estimate (หลังจากโปรแกรมเริ่มทำงานจะใช้เวลาชั้กพัก แต่ครั้งอาจใช้เวลาไม่เท่ากัน) ค่าของตัวแปรที่ถูก optimize แล้วจะถูกเปลี่ยนใน workspace ชัดโนมิตี ดังภาพที่ 4.10



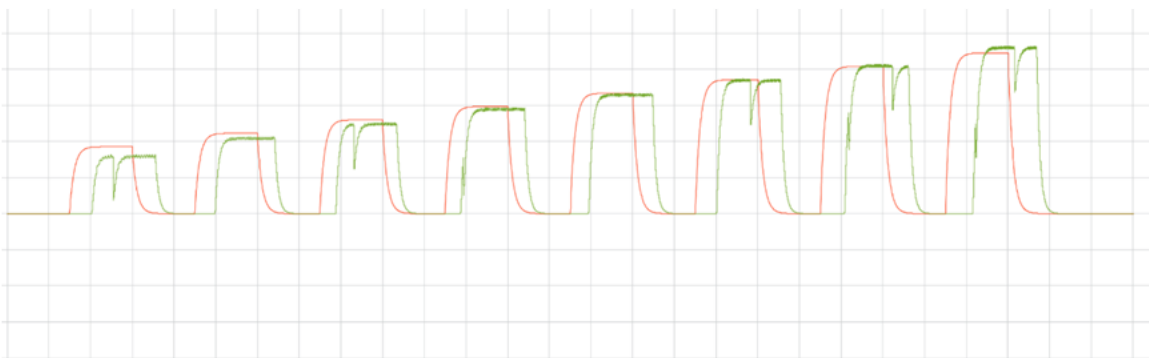
ภาพที่ 4.10 แสดงการ Estimate

9. สามารถ validate ค่าที่ได้ด้วย uncomment บล็อก Validate ใน LAB1_interface ดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 uncomment บล็อก

10. ค่าที่ได้จาก model(สีส้ม) ควรจะใกล้เคียงกับค่าจริง(สีเขียว)จาก motor ดังภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบกราฟที่ได้จาก model(สีส้ม) และกราฟที่ได้จากระบบจริง (สีเขียว)

จงหาค่า J และ B จาก Parameter Estimation

รายละเอียดการส่งงาน

ให้นักศึกษาส่งรายงาน(Lab report)ตั้งชื่อไฟล์ตามแบบฟอร์มด้านล่างเพียงไฟล์เดียว โดยให้ตัวแทนกลุ่มส่งเพียงไฟล์เดียวเท่านั้น (หากชื่อไฟล์ผิดหรือมีการส่งซ้ำกันจะหักจุดละ 1 คะแนน!!)

ชื่อไฟล์: FRA233_LAB_xx_xx_xx_xx_v#.pdf

โดยรายงานการทดลองประกอบด้วย

1. ชื่อการทดลอง
2. -วัตถุประสงค์
3. -สมมติฐาน
4. -ขั้นตอนการทดลอง
5. -วิเคราะห์ผลการทดลอง
6. -อภิปรายและสรุปผล