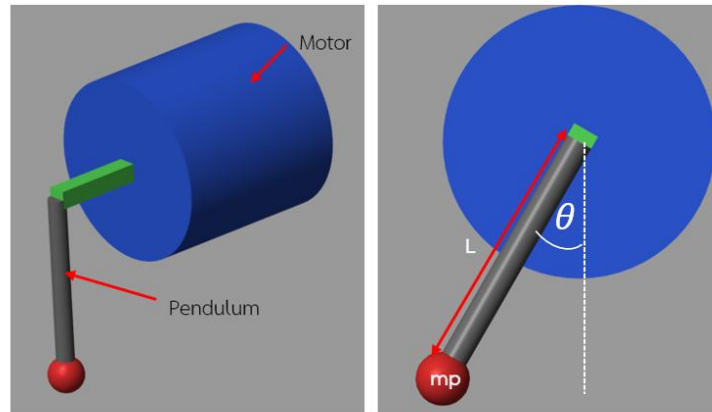


Guided Questions

จากการทดลองในครั้งที่แล้วนักศึกษาจะสามารถหา parameters ที่อยู่ภายในมอเตอร์ได้แล้ว ในครั้งนี้เราจะนำ parameters ที่ได้มาทำการสร้างแบบจำลองของมอเตอร์เพื่อนำมาใช้เป็นระบบส่งกำลังให้กับ Vertical Pendulum ซึ่งจะจำลองให้มีความใกล้เคียงกับ Revolute Joint ในวิชา studio ดังภาพ โดยในการจะเป็นการทดลองออกแบบ ระบบ Controller ให้กับ Vertical Pendulum



ภาพที่ *a. Vertical Pendulum with motor*

ระบบ Vertical Pendulum ประกอบไปด้วย point mass ที่มีมวล mp อยู่ที่ปลาย massless link ยาว L จุดหมุนต่ออยู่กับมอเตอร์โดยตรง โดยมีมุม θ ที่วัดได้เริ่มวัดจากตำแหน่งซึ่งลงเป็น 0 rad และ Pendulum มี input เป็น torque (τ) จากมอเตอร์

- ให้นักศึกษาทำการวาด **Free Body Diagram** และเขียน **Equation of Motion**

1.1 Free Body Diagram ของระบบ Vertical Pendulum

1.2 Equation of Motion ของระบบ Vertical Pendulum โดยยังไม่ต้องใส่ dynamics ของมอเตอร์

1.3 Equation of Motion ของระบบ Vertical Pendulum โดยใส่ dynamics ของมอเตอร์เพิ่มในสมการจาก 1.2

(Hint: $\tau = K_m \cdot i$, ผลจาก inertia (J) และ damp (B) จากมอเตอร์, $(_\ + _) \ddot{\theta} + _\ + _ \dot{\theta} = _\ \cdot _\)$)

2. นักศึกษาคิดว่าจาก Equation of Motion ในข้อที่ 1 ของระบบเป็น linear system หรือไม่ เพราะเหตุใด? หากระบบไม่เป็น linear นักศึกษาจะสามารถแก้ไขสมการอย่างไรเพื่อให้ระบบเป็น linear system (Hint: เราสามารถกำหนดอะไรบางอย่างให้เป็น Disturbance(τ_d) ได้)

3. จงเขียนสมการของ linear system ของระบบที่ได้จากข้อ 1.2 ใน **Laplace Domain**

(Hint: $\theta(s) = _ \cdot V(s) + _ \cdot \tau_d(s)$)

4. จงเขียน **block diagram** ของระบบ Position Control ที่ประกอบไปด้วย Plant (Vertical Pendulum), P-Controller, Disturbance Feedforward Controller, Saturation

7. จงเขียน **block diagram** ของระบบ **Cascade-Loop Control** ที่ประกอบไปด้วย Plant (Vertical Pendulum), Position-Controller, Speed-Controller, Disturbance Feedforward Controller, Reference Feedforward Controller, Saturation โดยระบบที่เป็น Cascade-loop ในข้อนี้จะมี Setpoint อยู่ 2 ส่วนได้แก่

$\theta_{ref} (rad)$ คือ Setpoint ของตำแหน่งเชิงมุม

$\omega_{ref} (rad/s)$ คือ Setpoint ของความเร็วเชิงมุม

8. จากสมการในข้อที่ 3 จงหา **Reference Feedforward Transfer function** ของระบบเมื่อกำหนดให้ ω_{ref} เป็น Input และ V_{in} เป็น Output ของ Transfer function