

1. นิยามศัพท์เฉพาะ
2. นิยามเชิงปฏิบัติการ
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. วัสดุอุปกรณ์
5. จุดประสงค์ (ย่อย)
 - 5.1 ศึกษาและเข้าใจหลักการทำงานของ Brushed DC Motor และวิเคราะห์ Motor Characteristic
 - 5.2 ศึกษาและเข้าใจหลักการควบคุมมอเตอร์ด้วยการใช้ H-Bridge Drive ใน mode ต่าง ๆ ของ Brushed DC Motor
 - 5.3 ศึกษาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง Load Torque กับ Speed, Torque, Current, Power, และ %Efficiency ของ Brushed DC Motor
 - 5.4 วิเคราะห์ผลกระทบของความเร็วและความถี่ต่อตำแหน่งของ Stepper Motor
 - 5.5 วิเคราะห์ผลต่อความละเอียดและความแม่นยำในการใช้ Stepper Drive Modes ที่ต่างกัน ได้แก่ Full-Step, Half-Step และ Micro-Step
6. สมมติฐาน (ย่อย)
 - 6.1 แรงดันไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจะเพิ่มความเร็วเชิงมุม (RPM) และแรงบิด (Torque) จะมีความสัมพันธ์กับกระแส (Current) โดยตรง
 - 6.2 การควบคุมด้วย H-Bridge Drive ในโหมด Sign-Magnitude, Locked Anti-Phase และโหมดอื่น ๆ จะส่งผลต่อความเร็วและทิศทางการหมุนของมอเตอร์แตกต่างกัน.
 - 6.3 เมื่อ Load Torque เพิ่มขึ้น ความเร็วของมอเตอร์จะลดลง ในขณะที่กระแสไฟฟ้าและแรงบิดที่มอเตอร์ต้องการจะเพิ่มขึ้น และ %Efficiency จะมีค่าต่ำสุดในช่วงที่โหลดสูงเกินกำลังของมอเตอร์
 - 6.4 ความเร็วของ Stepper Motor เพิ่มขึ้นเมื่อความถี่ของสัญญาณเพิ่มขึ้น จนถึงจุดที่มอเตอร์เริ่ม Loss Step
 - 6.5 Micro-Step ให้ความละเอียดสูงสุด แต่ Full-Step ให้ความเร็วสูงสุด
7. ตัวแปร
 - 7.1 ตอนที่ 1 ศึกษาหลักการทำงานของ Brushed DC Motor และวิเคราะห์ Motor Characteristic
 - 7.1.1 ตอนที่ 1.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง DTC และ Torque, Current, Power, %Efficiency ของ Brushed DC Motor
 - ตัวแปรต้น : Duty Cycle ของ PWM
 - ตัวแปรตาม : Torque, Current, Power, %Efficiency
 - ตัวแปรควบคุม : แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟ
 - 7.1.2 ตอนที่ 1.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง frequency และ Torque, Current, Power, %Efficiency ของ Brushed DC Motor
 - ตัวแปรต้น : frequency ความถี่ (Hz)

- ตัวแปรตาม : Torque, Current, Power, %Efficiency
- ตัวแปรควบคุม : แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟ

7.1.3 ตอนที่ 1.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง DTC และ Speed ของ Brushed DC Motor

- ตัวแปรต้น : frequency
- ตัวแปรตาม : speed ความเร็วเชิงมุม (RPM)
- ตัวแปรควบคุม : แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟ

7.2 ตอนที่ 2 ศึกษาและเข้าใจหลักการควบคุมมอเตอร์ด้วยการใช้ H-Bridge Drive ใน mode ต่าง ๆ

7.2.1 ตอนที่ 2.1 Sign-Magnitude mode

- ตัวแปรต้น : frequency
- ตัวแปรตาม : speed ความเร็วเชิงมุม (RPM)
- ตัวแปรควบคุม : Sign-Magnitude mode, แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟ

7.2.2 ตอนที่ 2.2 Locked Anti-Phase mode

- ตัวแปรต้น : frequency
- ตัวแปรตาม : speed ความเร็วเชิงมุม (RPM)
- ตัวแปรควบคุม : Locked Anti-Phase mode , แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟ

7.2.3 ตอนที่ 2.3 Free (high impedance) mode

- ตัวแปรต้น : frequency
- ตัวแปรตาม : speed ความเร็วเชิงมุม (RPM)
- ตัวแปรควบคุม : Free (high impedance) mode, แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟ

7.2.4 ตอนที่ 2.4 Async Sign-Magnitude mode

- ตัวแปรต้น : frequency
- ตัวแปรตาม : speed ความเร็วเชิงมุม (RPM)
- ตัวแปรควบคุม : Async Sign-Magnitude mode, แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟ

7.3 ตอนที่ 3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง Load Torque กับ Speed, Torque, Current, Power, และ %Efficiency ของ Brushed DC Motor

- ตัวแปรต้น : Load Torque (Nm)
- ตัวแปรตาม : Torque (Nm), Current (A), Power (W), % Efficiency
- ตัวแปรควบคุม : Duty Cycle, แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟ

7.4 ตอนที่ 4 ศึกษาผลกระทบของความถี่ต่อ Stepper Motor (Loss of Step)

- ตัวแปรต้น : frequency ความถี่ (Hz)
- ตัวแปรตาม : ความเร็วเชิงมุม (RPM) และตำแหน่งมุม (°)
- ตัวแปรควบคุม : แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟ, Stepper Drive Mode

7.5 ตอนที่ 5 การเปรียบเทียบ Stepper Drive Modes

- ตัวแปรต้น : Stepper Drive Mode
- ตัวแปรตาม : ความละเอียด (มุม/Step) และความเร็วเชิงมุม (RPM)
- ตัวแปรควบคุม : ความถี่, แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟ

8. วิธีดำเนินการทดลอง (ไม่รวมการ Set ค่าใน MATLAB)

8.1 ตอนที่ 1 ศึกษาหลักการทํางาน Brushed DC Motor และวิเคราะห์ Motor Characteristic

8.1.1 ตอนที่ 1.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง DTC และ Torque, Current, Power, %Efficiency ของ Brushed DC Motor

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

8.1.2 ตอนที่ 1.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง frequency และ Torque, Current, Power, %Efficiency ของ Brushed DC Motor

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

8.1.3 ตอนที่ 1.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง DTC และ Speed ของ Brushed DC Motor

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

8.2 ตอนที่ 2 ศึกษาและเข้าใจหลักการควบคุมมอเตอร์ด้วยการใช้ H-Bridge Drive ใน mode ต่าง ๆ

8.2.1 ตอนที่ 2.1 Sign-Magnitude mode

8.2.2 ตอนที่ 2.2 Locked Anti-Phase mode

8.2.3 ตอนที่ 2.3 Free (high impedance) mode

8.2.4 ตอนที่ 2.4 Async Sign-Magnitude mode

ไม่สามารถทำการทดลองได้เนื่องจาก MD20A 20Amp 6V-30V DC Motor Driver ไม่สามารถกำหนด H-Bridge Drive ใน mode อื่นๆ ได้

8.3 ตอนที่ 3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง Load Torque กับ Speed, Torque, Current, Power, และ %Efficiency ของ Brushed DC Motor

- 1) 1)
- 2) 2)
- 3) 3)
- 4) 4)

8.4 ตอนที่ 4 ศึกษาผลกระทบของความถี่ต่อ Stepper Motor (Loss of Step)

- 1)
- 2)
- 3)
- 4) ทำการทดลองโดยเพิ่มค่า frequency ในการ drive สัญญาณมอเตอร์ เพิ่มขึ้นตามเวลาที่ผ่านไป

8.5 ตอนที่ 5 การเปรียบเทียบ Stepper Drive Modes

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5) ทำการตั้งค่า Stepper Drive Modes ในโหมด Full-Step จากนั้นทำการ กำหนดความถี่ที่ 100 Hz ทำการทดลองโดยเก็บค่า เวลา เปรียบเทียบ และความเร็วเชิงมุม (RPM)
- 6) ทำการเปลี่ยนความถี่ที่ 500, 1000 Hz และทำการทดลองที่ Stepper Drive Modes ในโหมดเดิมซ้ำ
- 7) ทำการเปลี่ยน Stepper Drive Modes เป็นโหมด Half-Step และ Micro-Step และเก็บค่าให้ครบ

9. ผลการทดลอง (ออกแบบแค่ตาราง)

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1JDMpgpGDQ7W->

<EClegxC2hT14Dex1PxOMnTFnzcDc4I/edit?gid=1254783269#gid=1254783269>

10.สรุปผล

11.อภิปรายผล

12.ข้อเสนอแนะ

13.เอกสารอ้างอิง(แนบ link)

<https://www.youtube.com/watch?v=KpkV7iA4LNM>

ตอนที่ 1 ศึกษาหลักการทำงาน Brushed DC Motor และวิเคราะห์ Motor Characteristic

ตอนที่ 1.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง DTC และ Torque, Current, Power, %Efficiency ของ Brushed DC Motor

ตอนที่ 1.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง frequency และ Torque, Current, Power, %Efficiency ของ Brushed DC Motor

ตอนที่ 1.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง DTC และ Speed ของ Brushed DC Motor

ตอนที่ 2 ศึกษาและเข้าใจหลักการควบคุมมอเตอร์ด้วยการใช้ H-Bridge Drive ใน mode ต่าง ๆ

ตอนที่ 2.1 Sign-Magnitude mode

ตอนที่ 2.2 Locked Anti-Phase mode

ตอนที่ 2.3 Free (high impedance) mode

ตอนที่ 2.4 Async Sign-Magnitude mode

ตอนที่ 3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง Load Torque กับ Speed, Torque, Current, Power, และ %Efficiency ของ Brushed DC Motor

ตอนที่ 4 ศึกษาผลกระทบของความถี่ต่อ Stepper Motor

ตอนที่ 5 การเปรียบเทียบ Stepper Drive Modes