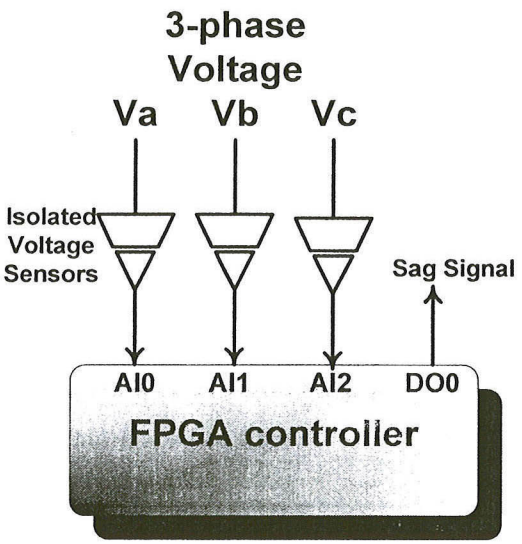
บทที่ 3
การออกแบบ

3.1 บทนำ

การออกแบบในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วยส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ โดยฮาร์ดแวร์ประกอบไปด้วยวงจรตรวจจับแรงดัน และตัวควบคุมแบบ FPGA ส่วนซอฟแวร์ จะเป็นซอฟแวร์ควบคุมที่เขียนด้วยภาษา LabVIEW

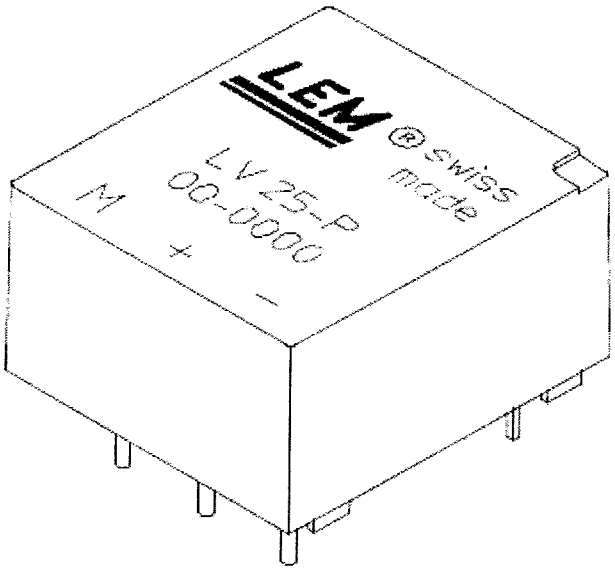
3.2 ฮาร์ดแวร์



รูปที่ 3.1 ฮาร์ดแวร์ของเครื่องตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะ

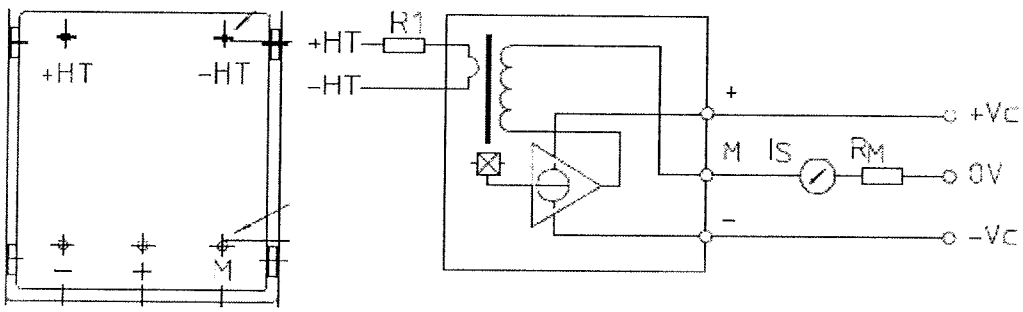
1. วงจรตรวจจับแรงดันไฟสลับด้านออกแบบแยกโดด

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ไอซีตรวจจับแรงดันแบบแยกโดด LV25P ของ LEM เพื่อนำมาใช้ในวงจรตรวจจับแรงดันไฟสลับด้านออกแบบแยกโดด รูปที่ 3.7 แสดงไอซีตรวจจับแรงดันแบบแยกโดด LV25P



รูปที่ 3.2 ไอซีตรวจจับแรงดันแบบแยกโดด LV 25P

ไอซีตรวจจับแรงดันแบบแยกโดด LV 25P นี้ต้องใช้แหล่งจ่ายแรงดันแบบบวก-ลบที่ 12- 15 V ส่วนทางด้านเข้าที่ใช้วัดแรงดันไม่ต้องจ่ายแรงดัน โดยใช้ตัวต้านทานต่ออนุกรมกับขั้ววัดแรงดัน รูปที่ 3.8 แสดงตำแหน่งขาแต่ละขาของไอซี LV25P



รูปที่ 3.3 แสดงหน้าที่ของแต่ละขาของไอซี LV25P

ไอซี LV25P มีรายละเอียดดังนี้

- ใช้แรงดันแหล่งจ่าย +/- 12 V ถึง +/-15V
- อัตราการแปลง 2500:1000
- กระแสปฐมภูมิ (ด้านที่ใช้วัดแรงดัน) ค่าปกติ 10 mA rms
- กระแสปฐมภูมิ (ด้านที่ใช้วัดแรงดัน) พิสัยการวัด 0 ถึง +- 14 mA rms

- แรงดันแยกโดดสูงสุดที่ 1600vrms
- ค่าความผิดพลาดเชิงเส้น < 0.2%
- ความแม่นยำทั้งหมด +- 0.9%
- ทำงานแบบวงรอบปิด(มีการชดเชย)
- ค่าการตอบสนอง 40uS

3.3 ซอร์ฟแวร์

ส่วนของซอร์ฟแวร์ได้มีการเขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม LabVIEW โดยใช้แบ่งงานออกเป็นสองส่วนคือส่วนของการคำนวณตามอัลกอริทึมตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะ และส่วนของการอัพเดตอินพุต, เอาต์พุต และเนื่องจากต้องมีการสร้างสถานการณ์แรงดันตกชั่วขณะแบบที่โปรแกรมได้ ดังนั้นจึงได้เขียนโปรแกรมจำลองสถานการณ์สร้างแรงดันตกชั่วขณะโดยผ่านวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะล็อก (Digital to analog converters, D/A) เพื่อความสะดวกในการทดลอง ดังนั้นจึงมีโปรแกรมอีกส่วนที่ต้องทำหน้าที่สร้างแรงดันรูปไซน์สามเฟสที่สามารถจำลองสถานการณ์การตกของแรงดันที่มุมต่างๆ อีกส่วนหนึ่งด้วย

ลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเป็นไปตามรูป 3.1 ดังนี้

1. อ่านค่าแรงดันไซน์เวฟจาก Analog to Digital Converters ทั้ง 3 ตัว
2. แปลงแรงดันสามเฟสไปเป็นแรงดันสองเฟสในแกนนิ่ง (แอลฟ่า, เบต้า)โดยใช้สมการ

$$\begin{bmatrix} V_\alpha \\ V_\beta \end{bmatrix} = \frac{2}{3}\begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & -\frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix}$$

โดย V_a, V_b, V_c คือแรงดันไฟสลับสามเฟส

V_α, V_β คือแรงดันในแกนอ้างอิงนิ่ง

3. แปลงแรงดันสองเฟสในแกนนิ่งไปเป็นแรงดันในแกนหมุนหรือแรงดันไฟตรง D-Q โดยใช้สมการ

$$\begin{bmatrix} V_d \\ V_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\omega t & -\sin\omega t \\ \cos\omega t & \sin\omega t \end{bmatrix}\begin{bmatrix} V_\alpha \\ V_\beta \end{bmatrix}$$

โดย V_d, V_q คือแรงดันในแกนอ้างอิงหมุน

ωt คือความเร็วเชิงมุมของแรงดันไฟสลับ

4. คำนวณค่าผิดพลาดและกรองแรงดัน เพื่อนำแรงดันนี้ไปเข้าวงจรเปรียบเทียบต่อไป โดยวงจรเปรียบเทียบแรงดันจะใช้ค่าเธรสโฮลที่ 0.9pu โดยมีแถบฮีสเตอเรซีสในการเปรียบเทียบอยู่ที่ 0.05pu หรือขอบเขตล่างอยู่ที่ 0.9pu และขอบเขตบนอยู่ที่ 0.95pu

$$V_p = \sqrt{V_d^2 + V_q^2}$$

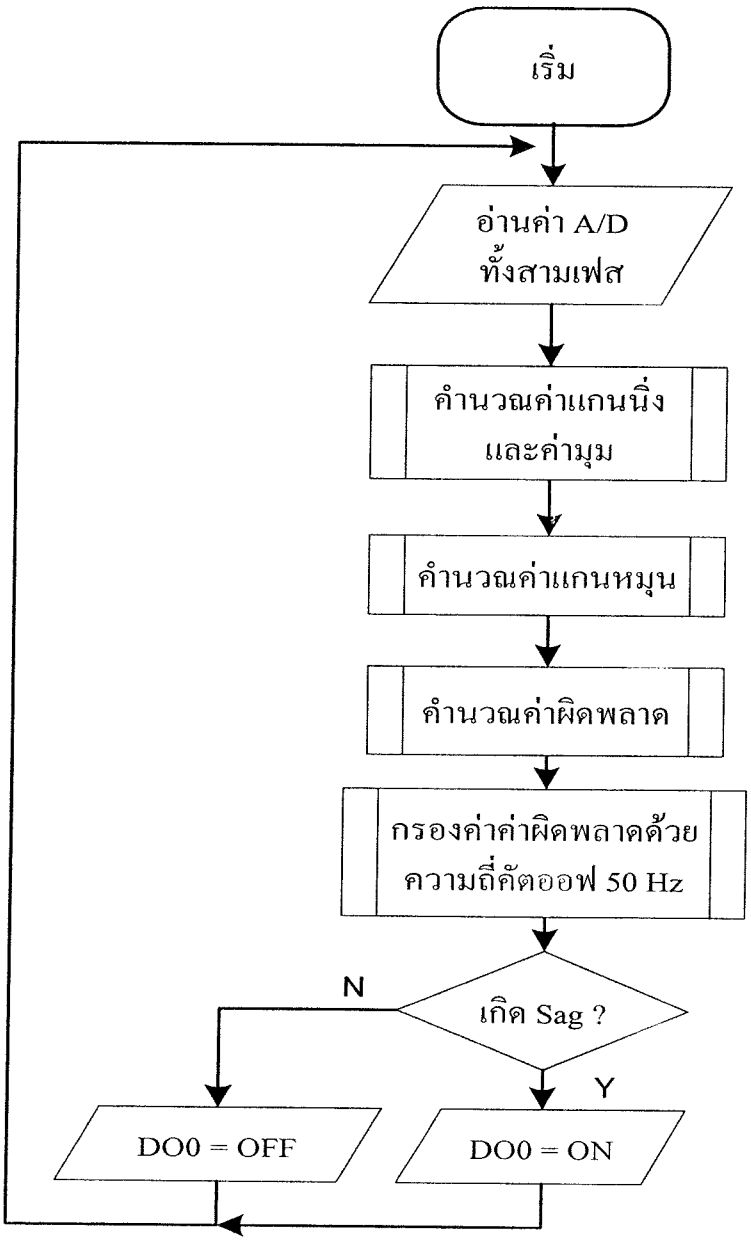
$$e_r = V_p - V_{ref}$$

โดย

V_p คือแรงดันที่แปรค่าตามค่าแรงดันแหล่งจ่ายสามเฟส

e_r คือค่าแรงดันที่เบี่ยงเบนไปจากค่าปกติ

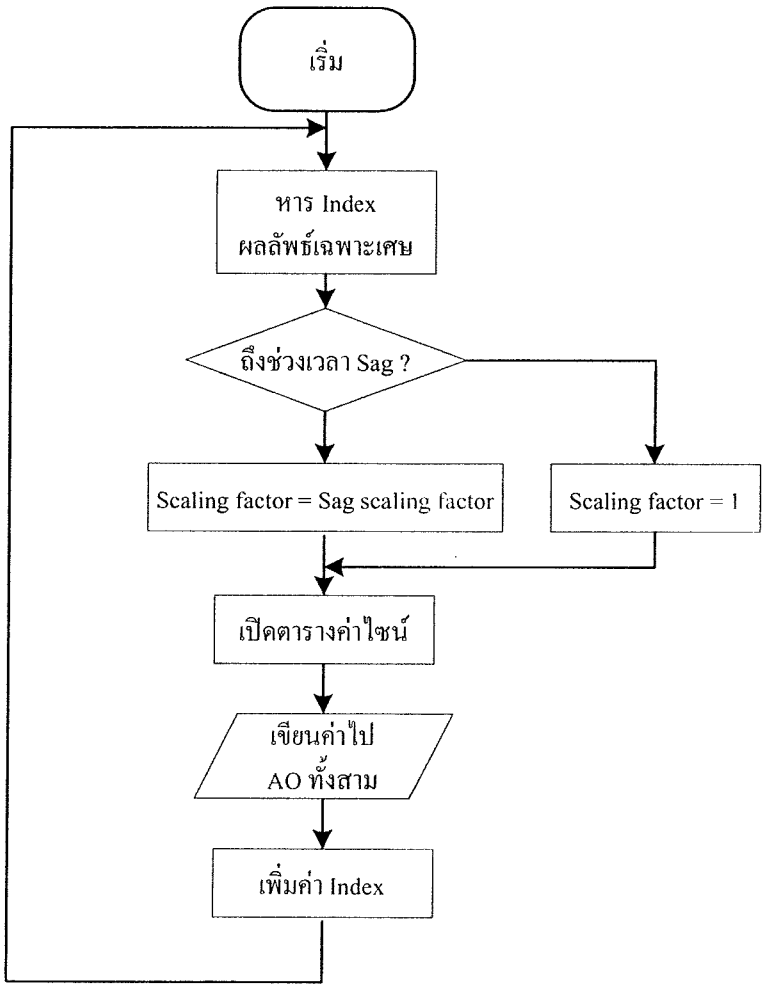
V_{ref} คือค่าอ้างอิง (0.9 pu.)



รูปที่ 3.4 โฟลว์ชาร์ตของการตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะด้วยวิธีแปลงแกน D-Q

ส่วนลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมสำหรับสร้างแรงดันตกชั่วขณะเป็นไปตามรูป 3.2 ดังนี้

1. หารตัวแปร Index ด้วยค่าความละเอียดของไซน์ (Sampling time)ที่ต้องการ โดยเอาเฉพาะเศษ เพื่อนำไปชี้ index ในการเปิดตารางค่าไซน์
2. หากค่า Index (หรือเวลา) มาถึงค่า Index (หรือเวลา)ที่ต้องการให้เกิด Sag แล้ว จะทำการลดค่าแอมพลิจูดของไซน์ลงเท่ากับค่าที่ระบุไว้ (ตั้งได้ว่าจะให้เกิด Sag 1 เฟส หรือ 3 เฟส)
3. แต่ถ้าหากยังไม่ถึงเวลาที่ต้องการให้เกิด Sag ดังนั้นแอมพลิจูดของไซน์จะมีค่าเท่ากับ 1pu
4. นำค่าเวลาหรือ Index ไปเปิดตารางค่าไซน์
5. นำค่าไซน์ที่ได้ไปเขียนลงในรีจีสเตอร์ของ Digital to Analog Converters ทั้ง 3 ตัว
6. เพิ่มค่า Index ไปอีก 1
7. ย้อนกลับไปที่ข้อ 1



รูปที่ 3.5 โฟลว์ชาร์ตของการสร้างแรงดันตกชั่วขณะ