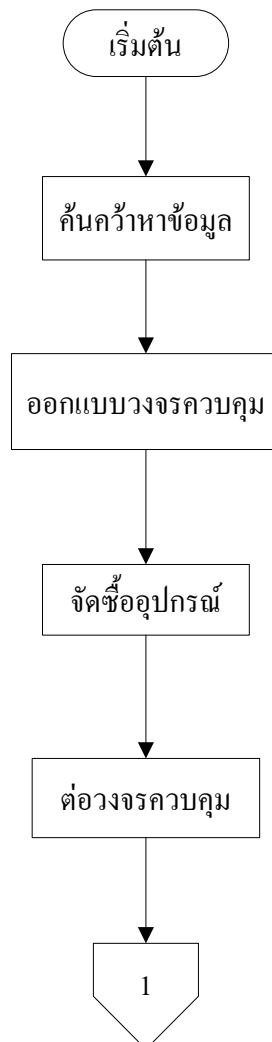


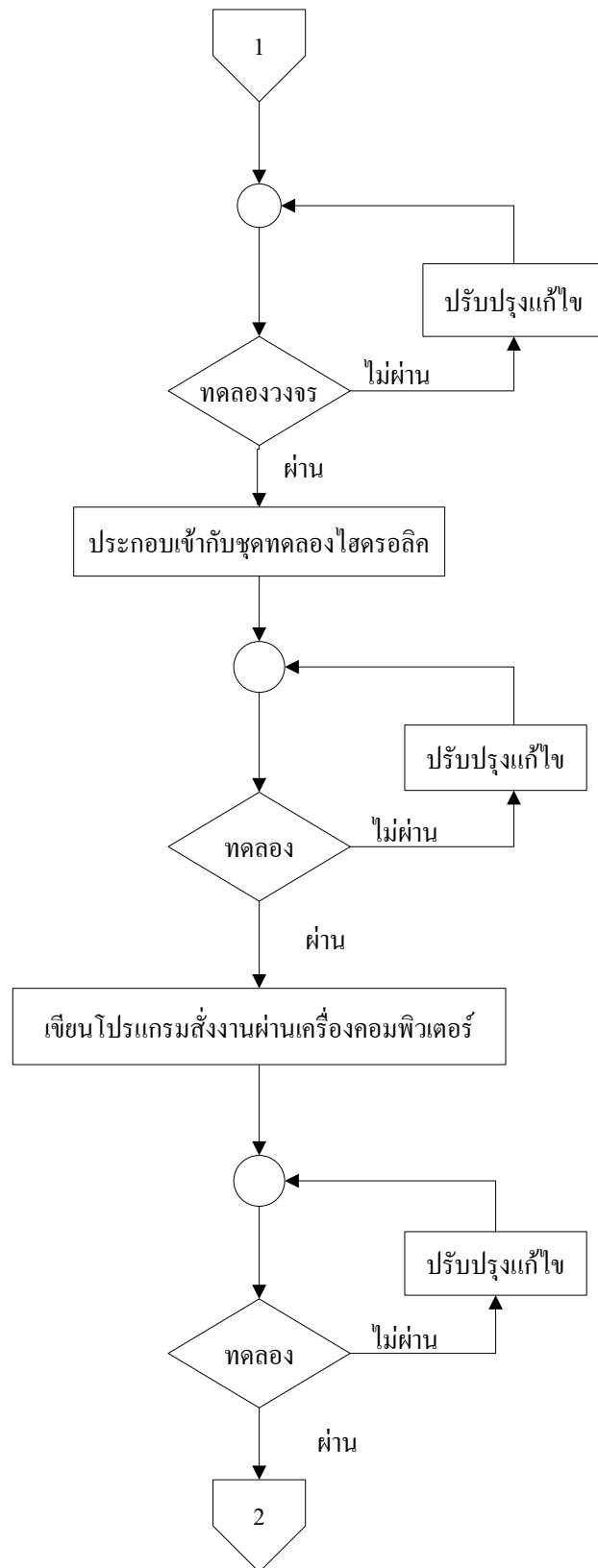
บทที่ 3

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

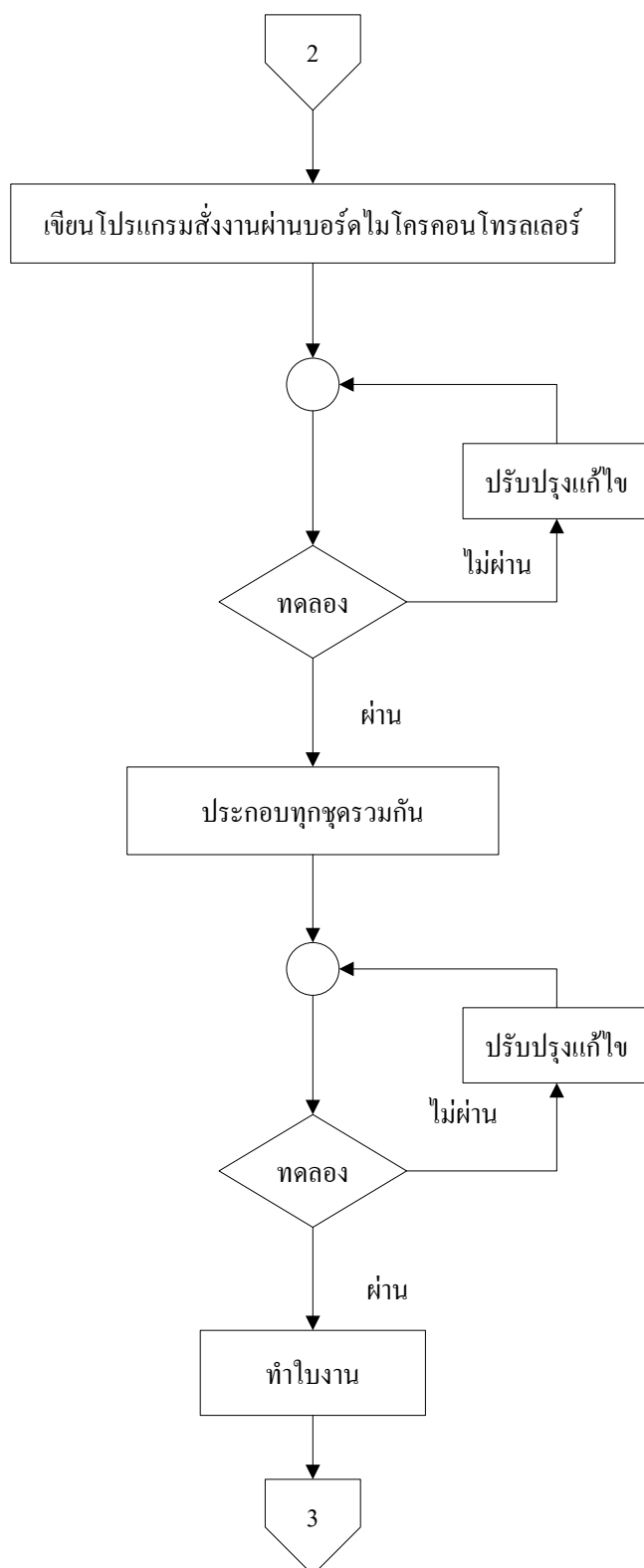
จากทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ทางผู้จัดทำโครงการงานชุดฝึกปฏิบัติการทดลองการควบคุมตำแหน่งและการเคลื่อนที่เชิง-เส้นในระบบไฮดรอลิกโดยใช้พีไอดี (PID) และฟัซซี่ (Fuzzy) ได้มีการวางแผนและผังในการปฏิบัติงานดังนี้



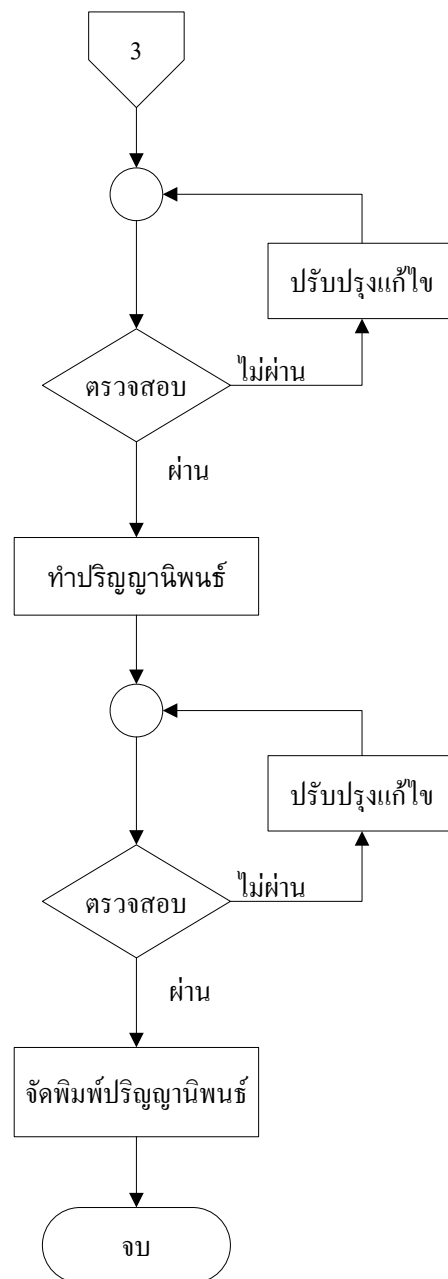
ภาพที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการดำเนินงาน



ภาพที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมการดำเนินงาน (ต่อ)



ภาพที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมการดำเนินงาน (ต่อ)



ภาพที่ 3.4 บล็อกไดอะแกรมการดำเนินงาน (ต่อ)

ขั้นตอนในการดำเนินงาน สามารถแบ่งขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดังนี้

- 3.1 ศึกษาข้อมูล
- 3.2 ออกแบบโปรแกรมและวงจรควบคุม
- 3.3 ส่วนประกอบของโครงสร้าง
- 3.4 ต่อวงจรควบคุมและทดลอง
- 3.5 เขียนโปรแกรมสั่งงานด้วยแลบวิว
 - 3.5.1 ควบคุมด้วยพีไอดี (PID Controller)
 - 3.5.2 ควบคุมด้วยฟัซซี่ (Fuzzy Logic Controller)
 - 3.5.3 ควบคุมด้วยไฮบริด (Hybrid of PID & Fuzzy)
- 3.6 ประกอบทุกส่วนเข้าด้วยกันและทดลอง
- 3.7 จัดทำใบงาน

3.1 ศึกษาข้อมูล

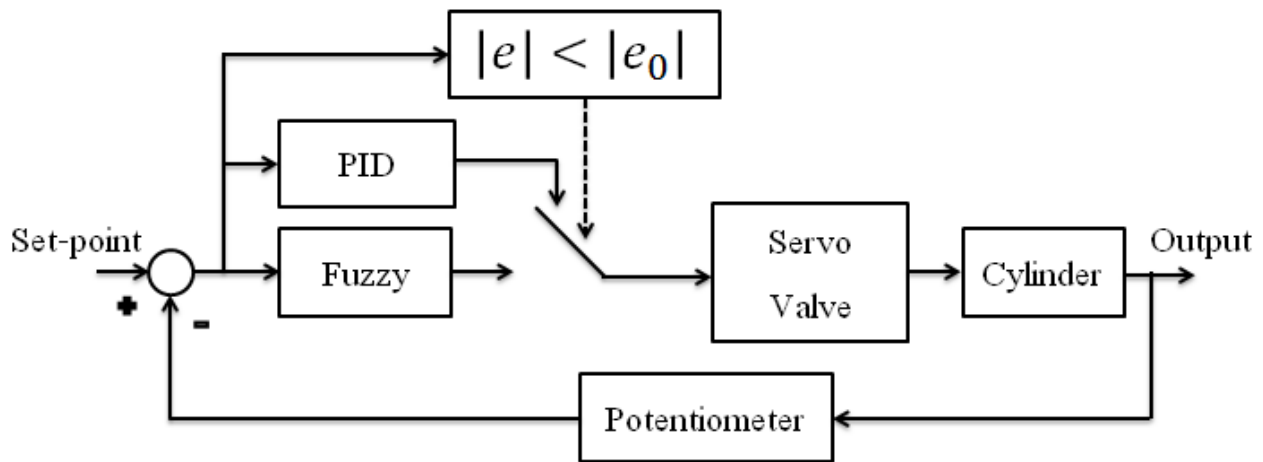
ผู้จัดทำโครงการได้ทำการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ เรียงตามลำดับ ดังนี้

- ระบบพอร์พอร์ชันนัลไฮดรอลิก
- ทฤษฎีการควบคุมด้วยพีไอดี (PID Controller)
- ทฤษฎีการควบคุมด้วยฟัซซี่ (Fuzzy Controller)
- การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษา C
- การเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยพีไอดีในแลบวิว
- การเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยฟัซซี่ในแลบวิว
- การออกแบบฟัซซี่ (Fuzzy Set)

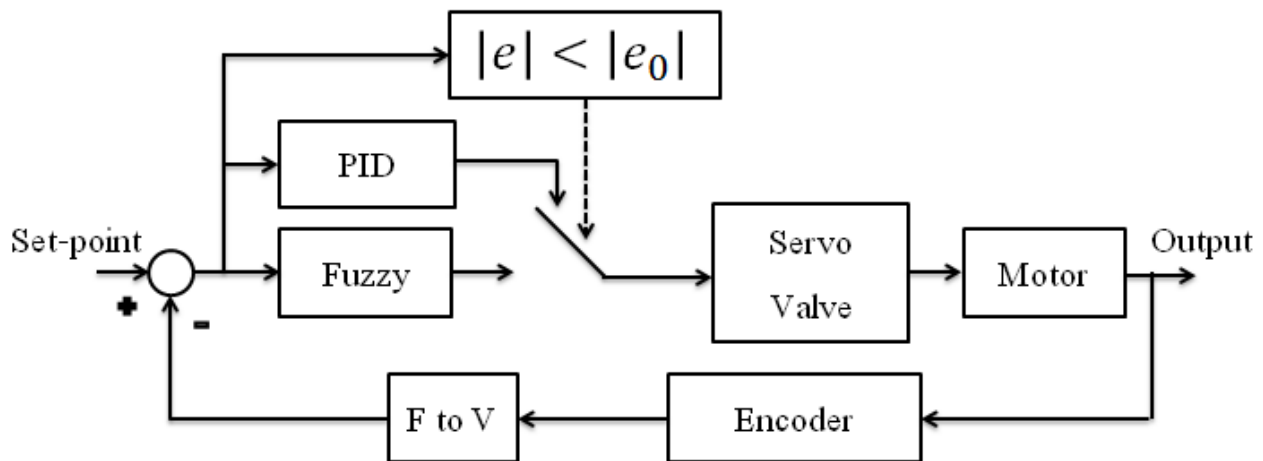
3.2 ออกแบบโปรแกรมและวงจรควบคุม

ในส่วนของการซอฟต์แวร์ ทำการเขียนโปรแกรมแลบวิวเพื่อนำไปควบคุมระยะทางกระบอกสูบและควบคุมความเร็วมอเตอร์ โดยการสร้างสัญญาณ PWM (Pulse Width Modulator) เพื่อนำไปใช้ในการปิด/เปิดวาล์วในความเร็วที่แตกต่างกัน โดยปรับตั้งการควบคุมในโซลินอยด์วาล์วควบคุมทิศทางให้มีสถานะ “ปิดวาล์ว” และ “เปิดวาล์ว” ทำให้วาล์วเคลื่อนที่ตามต้องการของผู้ใช้

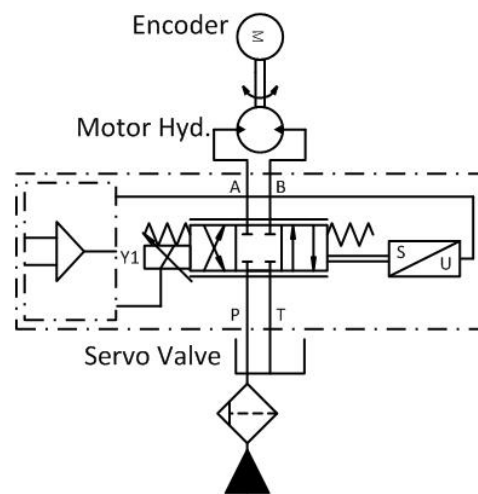
สำหรับบล็อกไดอะแกรมของการทำงานโดยรวมของชุดควบคุมระยะทางกระบอกสูบไฮดรอลิกมีการทำงานดังแสดงในภาพที่ 3.5 และบล็อกไดอะแกรมการทำงานของชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฮดรอลิกมีการทำงานดังแสดงในภาพที่ 3.6



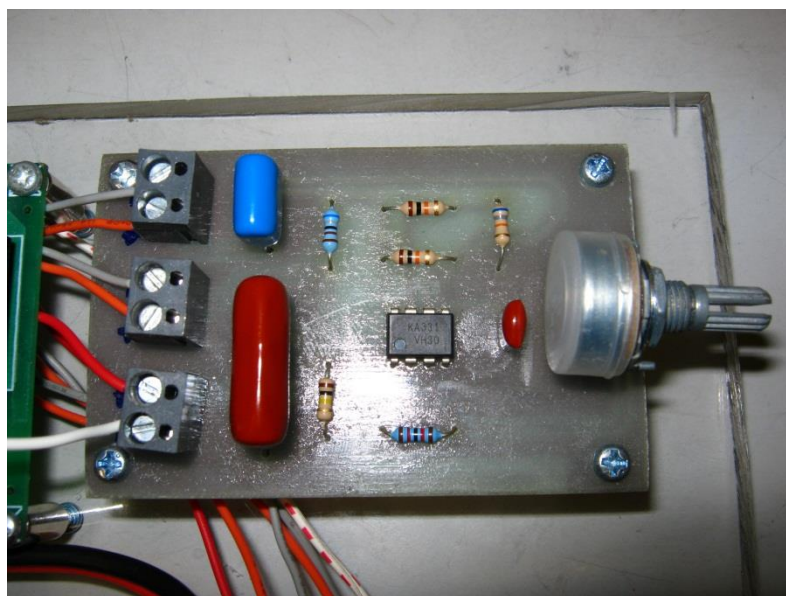
ภาพที่ 3.5 บล็อกไดอะแกรมของชุดควบคุมตำแหน่งกระบอกไฮดรอลิกแบบลูปปิด



ภาพที่ 3.6 บล็อกไดอะแกรมของชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฮดรอลิกแบบลูปปิด



ภาพที่ 3.7 วงจรควบคุมทิศทางในระบบไฮดรอลิก



ภาพที่ 3.8 วงจรแปลงความถี่เป็นแรงดัน

3.3 ส่วนประกอบของโครงสร้าง

เมื่อได้เขียนโปรแกรมแล้วจะต้องมีส่วนที่สำคัญอีกคือ อุปกรณ์ชุดทดลอง เพื่อใช้ทดลองโปรแกรมที่เขียน เพื่อให้รู้ว่าใช้ควบคุมได้กับอุปกรณ์ชุดทดลองที่ได้ติดตั้งแล้ว ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ได้ประกอบและติดตั้งในชุดควบคุมนี้ จะมีส่วนประกอบดังนี้

เอ็นโค้ดเดอร์ (Encoder) จะสร้างสัญญาณพัลส์ขึ้นมาเมื่อมอเตอร์หมุนซึ่งเป็นค่าป้อนกลับและส่งไปเข้าวงจรแปลงความถี่เป็นแรงดันและส่งค่าแรงดันที่ได้ไปเข้าบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และส่งไปเข้าชุดควบคุม PID ในแลบวิวเพื่อคำนวณหาความเร็วและความผิดพลาด



ภาพที่ 3.9 เอ็นโค้ดเดอร์ (Encoder)

วาล์วที่ใช้ในการควบคุมสูบในโครงการครั้งนี้ คือ โซโววาล์วควบคุมทิศทางแบบ 4 ทาง 3 ตำแหน่ง ตำแหน่งกลางปิดเคลื่อนลิ้นไปด้วยไฟฟ้า เคลื่อนลิ้นกลับด้วยสปริง(4/3 Way Servo Valve)



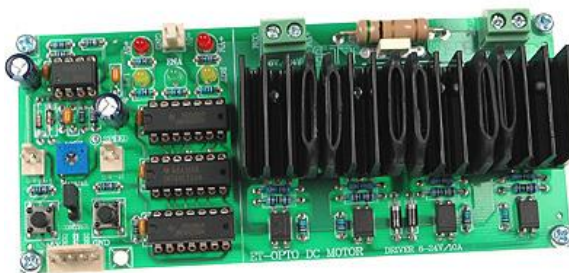
ภาพที่ 3.10 วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 4 ทาง 3 ตำแหน่ง ตำแหน่งกลางปิด

ชุดจ่ายไฟเลี้ยง (Power Supply) สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวาล์วควบคุมทิศทาง ที่ใช้ไฟเลี้ยงโซลินอยล์



ภาพที่ 3.11 ชุดจ่ายไฟเลี้ยง (Power Supply)

วงจรขับและควบคุมทิศทาง (Drive and Direction) เป็นวงจรที่สำคัญซึ่งทำหน้าที่ส่งสัญญาณที่ได้รับมาจากคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้เป็นชุดจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวาล์ว โซลินอยล์ Y1 และ Y2 เพื่อเปิด-ปิด และสลับการทำงานของวาล์ว



ภาพที่ 3.12 ชุดขับและควบคุมทิศทาง (Drive and Direction)

กระบอกสูบสองทิศทางที่ใช้ในการทดลอง จะทำงานในลักษณะการเคลื่อนที่เชิงเส้นตรง



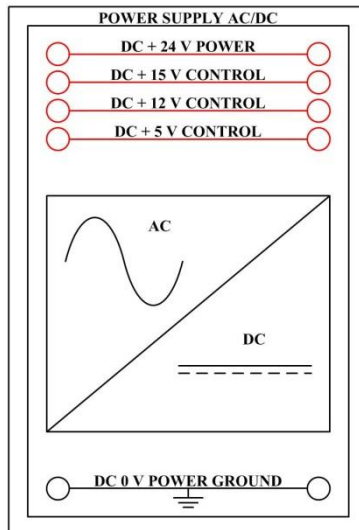
ภาพที่ 3.13 กระบอกสูบสองทิศทาง

มอเตอร์ไฮดรอลิก คืออุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานของไหลให้เป็นพลังงานกลในแนวหมุน

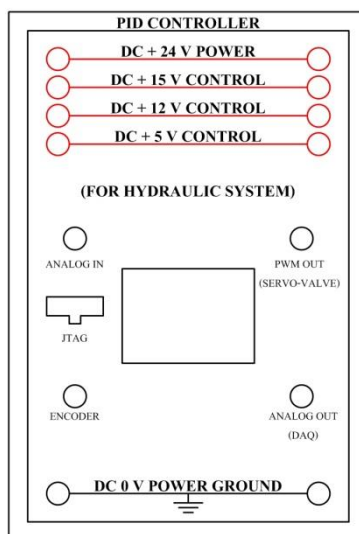


ภาพที่ 3.14 มอเตอร์ไฮดรอลิก

ทำการออกแบบหน้ากล่องประกอบไปด้วยกล่องทั้งหมด 2 กล่องดังภาพต่อไปนี้



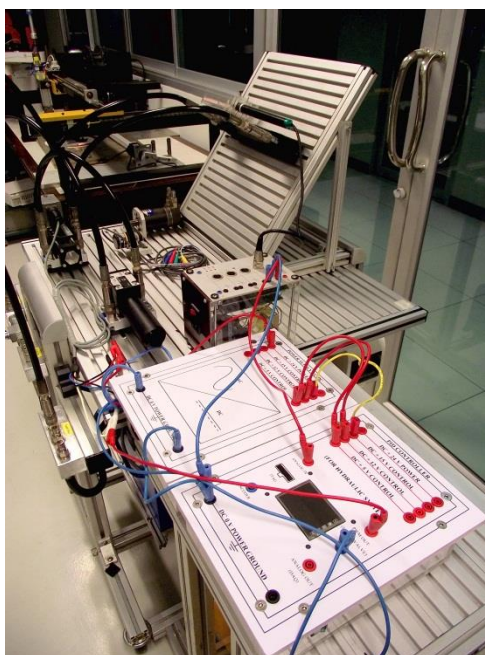
ภาพที่ 3.15 หน้ากล่องจ่ายแรงดันไฟฟ้า



ภาพที่ 3.16 หน้ากล่องชุดคอนโทรลเลอร์

3.4 ต่อวงจรควบคุมและทดลอง

เมื่อได้อุปกรณ์ครบและติดตั้งครบหมดแล้วจึงได้ทำการประกอบแต่ละส่วนเข้าด้วยกันแล้วจะได้ลักษณะของ ชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฮดรอลิกโดยใช้พีไอดี ดังภาพที่ 3.14

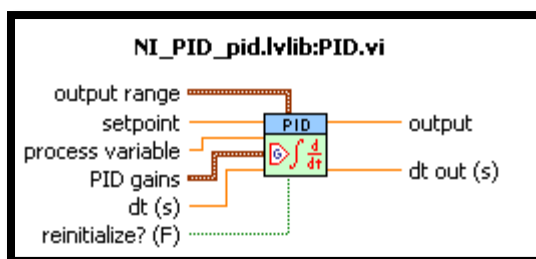


ภาพที่ 3.17 ชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฮดรอลิกโดยใช้พีไอดี

3.5 เขียนโปรแกรมสั่งงานด้วยแลบวิว

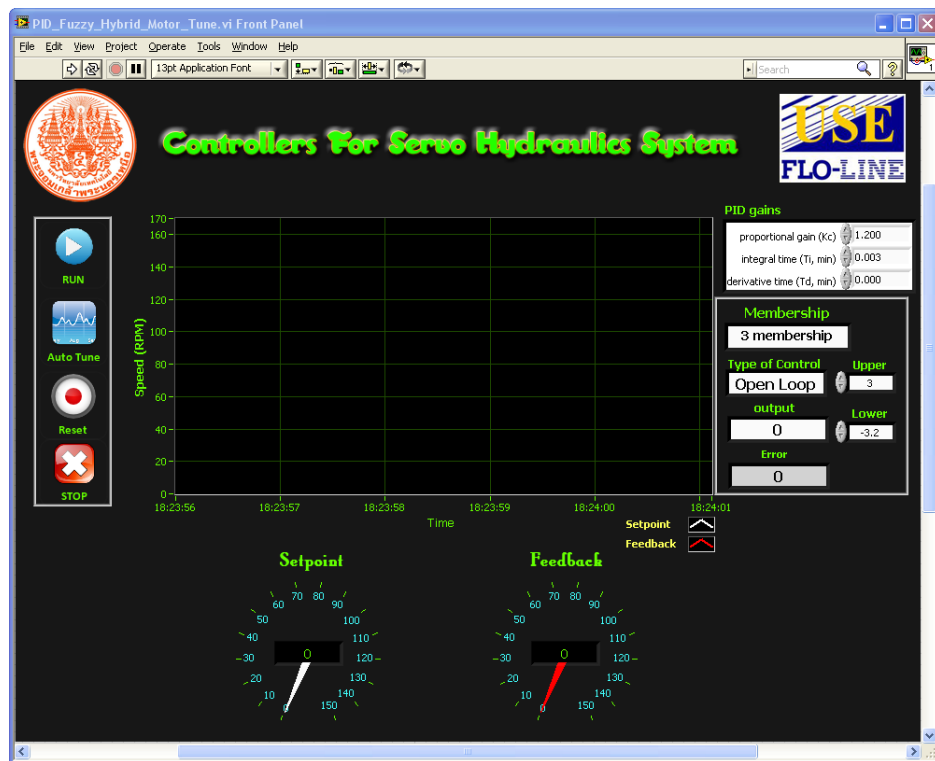
3.5.1 ควบคุมด้วยพีไอดี (PID Controller)

การควบคุมด้วยพีไอดีในแลบวิว จะมีฟังก์ชันในการเขียน คือ PID.VI โดยต้องลงเครื่องมือเสริมของแลบวิว คือ PID Toolset



ภาพที่ 3.18 ฟังก์ชันพีไอดีและการต่อใช้งานในแลบวิว

เมื่อทดลองมาหลายครั้งและได้ทำการแก้ไขหลาย ๆ อย่าง จนกระทั่งโปรแกรมมีความสมบูรณ์ในการที่นำมาทดลองใช้ในการควบคุมชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฮดรอลิกและชุดควบคุมระยะทางกระบอกลูกสูบไฮดรอลิก



ภาพที่ 3.19 Front Panel โปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฮดรอลิก

ตารางที่ 3.1 ตารางกฎของฟัซซีแบบ 3 สมาชิก

$e \backslash \square e$	N	Z	P
N	NB	NB	NB
Z	NB	N	P
P	Z	P	P

จากตารางที่ 3.1 ตารางกฎของฟัซซีแบบ 3 สมาชิก จะสังเกตได้ว่ามีทั้งหมด 9 กฎ ซึ่งการเรียกใช้กฎต่าง ๆ นั้นก็ขึ้นอยู่กับ ค่าผิดพลาด (e) และค่าแตกต่างระหว่างค่าผิดพลาดก่อนหน้าและค่าผิดพลาดปัจจุบัน (de) ในฟังก์ชันฟัซซีในโปรแกรมแลบวิวจะต้องเรียกใช้เมื่อถึงเวลาตามกฎที่ตั้งไว้ ซึ่งในการทดลองแต่ละครั้งไม่จำเป็นต้องใช้ทุกกฎ เพราะขึ้นอยู่กับระบบหาคะบบมีการตอบสนอง

ที่ดีและเข้าสู่ Steady-State เร็วและไม่มีค่าพุ่งเกิน กฎที่ใช้ก็น้อย แต่หากมีค่าพุ่งเกินมาก ก็ใช้ได้ ตามกฎที่ตั้งไว้ กำหนดค่าผิดพลาด ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การกำหนดค่า e ใน Fuzzy-Set-Editor แบบ 3 สมาชิก

Membership function	Shape	Points
N	Trapezoid	-10 ; -10 ; -1 ; 0
Z	Triangle	-0.5 ; 0 ; 0.5
P	Trapezoid	0 ; 1 ; 10 ; 10

กำหนดค่าแตกต่างระหว่างค่าผิดพลาดก่อนหน้าและค่าผิดพลาดปัจจุบัน ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การกำหนดค่า de ใน Fuzzy-Set-Editor แบบ 3 สมาชิก

Membership function	Shape	Points
N	Trapezoid	-10 ; -10 ; -1 ; 0
Z	Triangle	-0.5 ; 0 ; 0.5
P	Trapezoid	0. ; 1 ; 10 ; 10

กำหนดค่าเอาต์พุตของโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมให้มีค่าอยู่ในระหว่างที่ค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดที่ตามต้องการ

ตารางที่ 3.4 การกำหนดค่าเอาต์พุตใน Fuzzy-Set-Editor แบบ 3 สมาชิก

Membership function	Shape	Points
N	Trapezoid	0 ; 0 ; 0.962567
Z	Triangle	0.508021;4.30481;8.93048
P	Trapezoid	8.02139 ; 10 ; 10

ตารางที่ 3.5 ตารางกฎของฟัซซีแบบ 5 สมาชิก

$e \backslash \square e$	NB	N	Z	P	PB
NB	NB	NB	NB	NB	NB
N	NB	NB	NB	NB	Z
Z	NB	NB	N	P	PB
P	NB	Z	P	P	PB
PB	NB	P	P	PB	PB

จากตารางที่ 3.5 ตารางกฎของฟัซซีแบบ 5 สมาชิก จะสังเกตได้ว่ามีทั้งหมด 25 กฎ ซึ่งการเรียกใช้กฎต่าง ๆ นั้นก็ขึ้นอยู่กับ ค่าผิดพลาด (e) และค่าแตกต่างระหว่างค่าผิดพลาดก่อนหน้าและค่าผิดพลาดปัจจุบัน (de) ในฟังก์ชันฟัซซีในโปรแกรมแลบวิวจะต้องเรียกใช้เมื่อถึงเวลาตามกฎที่ตั้งไว้ ซึ่งในการทดลองแต่ละครั้งไม่จำเป็นต้องใช้ทุกกฎ เพราะขึ้นอยู่กับระบบหาคะบบมีการตอบสนองที่ดีและเข้าสู่ Steady-State เร็วและไม่มีค่าพุ่งเกิน กฎที่ใช้ก็น้อย แต่หากมีค่าพุ่งเกินมาก ก็ใช้ได้ตามกฎที่ตั้งไว้ กำหนดค่าผิดพลาด ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 การกำหนดค่า e ใน Fuzzy-Set-Editor แบบ 5 สมาชิก

Membership function	Shape	Points
NB	Trapezoid	-10 ; -10 ; -2 ; -1
N	Triangle	-2 ; -1 ; 0
Z	Triangle	-0.3 ; 0 ; 0.3
P	Triangle	0 ; 1 ; 2
PB	Trapezoid	1 ; 2 ; 10 ; 10

กำหนดค่าแตกต่างระหว่างค่าผิดพลาดก่อนหน้าและค่าผิดพลาดปัจจุบัน ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 การกำหนดค่า de ใน Fuzzy-Set-Editor แบบ 5 สมาชิก

Membership function	Shape	Points
NB	Trapezoid	-10 ; -10 ; -2 ; -1
N	Triangle	-2 ; -1 ; 0
Z	Triangle	-0.3 ; 0 ; 0.3
P	Triangle	0.2 ; 1 ; 2
PB	Trapezoid	1 ; 2 ; 10 ; 10

กำหนดค่าเอาต์พุตของโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมให้มีค่าอยู่ในระหว่างที่ค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดที่ตามต้องการ

ตารางที่ 3.8 การกำหนดค่าเอาต์พุตใน Fuzzy-Set-Editor แบบ 5 สมาชิก

Membership function	Shape	Points
NB	Trapezoid	0 ; 0 ; 0.855615
N	Triangle	0.481283;2.00535;3.79679
Z	Triangle	3.15508;5.053448;7.99465
P	Triangle	6.5508 ; 8.12834 ; 10
PB	Trapezoid	9.03743 ; 10 ; 10



ภาพที่ 3.20 Front Panel โปรแกรมควบคุมตำแหน่งกระบอกลูกสูบไฮดรอลิก

ตารางที่ 3.9 ตารางกฎของฟัซซีแบบ 3 สมาชิก

$e \backslash e$	N	Z	P
N	N	N	Z
Z	N	Z	P
P	Z	P	P

จากตารางที่ 3.9 ตารางกฎของฟัซซีแบบ 3 สมาชิก จะสังเกตได้ว่ามีทั้งหมด 9 กฎ ซึ่งการเรียกใช้กฎต่าง ๆ นั้นก็ขึ้นอยู่กับ ค่าผิดพลาด (e) และค่าแตกต่างระหว่างค่าผิดพลาดก่อนหน้าและค่าผิดพลาดปัจจุบัน (de) ในฟังก์ชันฟัซซีในโปรแกรมแลบวิวจะต้องเรียกใช้เมื่อถึงเวลาตามกฎที่ตั้งไว้ ซึ่งในการทดลองแต่ละครั้งไม่จำเป็นต้องใช้ทุกกฎ เพราะขึ้นอยู่กับระบบหาคะบบมีการตอบสนองที่ดีและเข้าสู่ Steady-State เร็วและไม่มีค่าพุ่งเกิน กฎที่ใช้ก็น้อย แต่หากมีค่าพุ่งเกินมาก ก็ใช้ได้ตามกฎที่ตั้งไว้ กำหนดค่าผิดพลาด ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 การกำหนดค่า e ใน Fuzzy-Set-Editor แบบ 3 สมาชิก

Membership function	Shape	Points
N	Trapezoid	-10 ; -10 ; -2 ; 0
Z	Triangle	-2 ; 0 ; 2
P	Trapezoid	0 ; 2 ; 10 ; 10

กำหนดค่าแตกต่างระหว่างค่าผิดพลาดก่อนหน้าและค่าผิดพลาดปัจจุบัน ดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 การกำหนดค่า de ใน Fuzzy-Set-Editor แบบ 3 สมาชิก

Membership function	Shape	Points
N	Trapezoid	-10 ; -10 ; -2 ; 0
Z	Triangle	-2 ; 0 ; 2
P	Trapezoid	0 ; 2 ; 10 ; 10

กำหนดค่าเอาต์พุตของโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมให้มีค่าอยู่ในระหว่างที่ค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดที่ตามต้องการ

ตารางที่ 3.12 การกำหนดค่าเอาต์พุตใน Fuzzy-Set-Editor แบบ 3 สมาชิก

Membership function	Shape	Points
N	Trapezoid	-10 ; -10 ; 0
Z	Triangle	-1 ; 0 ; 1
P	Trapezoid	0 ; 10 ; 10

ตารางที่ 3.13 ตารางกฎของฟัซซี่แบบ 5 สมาชิก

e \ e	NB	N	Z	P	PB
NB	NB	NB	N	N	Z
N	NB	N	N	Z	P
Z	N	N	Z	P	PB
P	N	Z	P	P	PB
PB	Z	P	P	PB	PB

จากตารางที่ 3.13 ตารางกฎของฟัซซีแบบ 5 สมาชิก จะสังเกตได้ว่ามีทั้งหมด 25 กฎ ซึ่งการเรียกใช้กฎต่าง ๆ นั้นก็ขึ้นอยู่กับ ค่าผิดพลาด (e) และค่าแตกต่างระหว่างค่าผิดพลาดก่อนหน้าและค่าผิดพลาดปัจจุบัน (de) ในฟังก์ชันฟัซซีในโปรแกรมแลบวิวจะต้องเรียกใช้เมื่อถึงเวลาตามกฎที่ตั้งไว้ ซึ่งในการทดลองแต่ละครั้งไม่จำเป็นต้องใช้ทุกกฎ เพราะขึ้นอยู่กับระบบหาคะบบมีการตอบสนองที่ดีและเข้าสู่ Steady-State เร็วและไม่มีค่าพุ่งเกิน กฎที่ใช้ก็น้อย แต่หากมีค่าพุ่งเกินมาก ก็ใช้ได้ตามกฎที่ตั้งไว้ กำหนดค่าผิดพลาด ดังตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 การกำหนดค่า e ใน Fuzzy-Set-Editor แบบ 5 สมาชิก

Membership function	Shape	Points
NB	Trapezoid	-10 ; -10 ; -1 ; -0.5
N	Triangle	-1 ; -0.5 ; 0
Z	Triangle	-0.5 ; 0 ; 0.5
P	Triangle	0 ; 0.5 ; 1
PB	Trapezoid	0.5 ; 1 ; 10 ; 10

กำหนดค่าแตกต่างระหว่างค่าผิดพลาดก่อนหน้าและค่าผิดพลาดปัจจุบัน ดังตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 การกำหนดค่า de ใน Fuzzy-Set-Editor แบบ 5 สมาชิก

Membership function	Shape	Points
NB	Trapezoid	-10 ; -10 ; -1 ; -0.5
N	Triangle	-1 ; -0.5 ; 0
Z	Triangle	-0.5 ; 0 ; 0.5
P	Triangle	0 ; 0.5 ; 1
PB	Trapezoid	0.5 ; 1 ; 10 ; 10

กำหนดค่าเอาต์พุตของโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมให้มีค่าอยู่ในระหว่างที่ค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดที่ตามต้องการ

ตารางที่ 3.16 การกำหนดค่าเอาต์พุตใน Fuzzy-Set-Editor แบบ 5 สมาชิก

Membership function	Shape	Points
NB	Trapezoid	-10 ; -10 ; -4
N	Triangle	-8 ; -4 ; 0
Z	Triangle	-4 ; 0 ; 4
P	Triangle	0 ; 4 ; 8
PB	Trapezoid	4 ; 10 ; 10