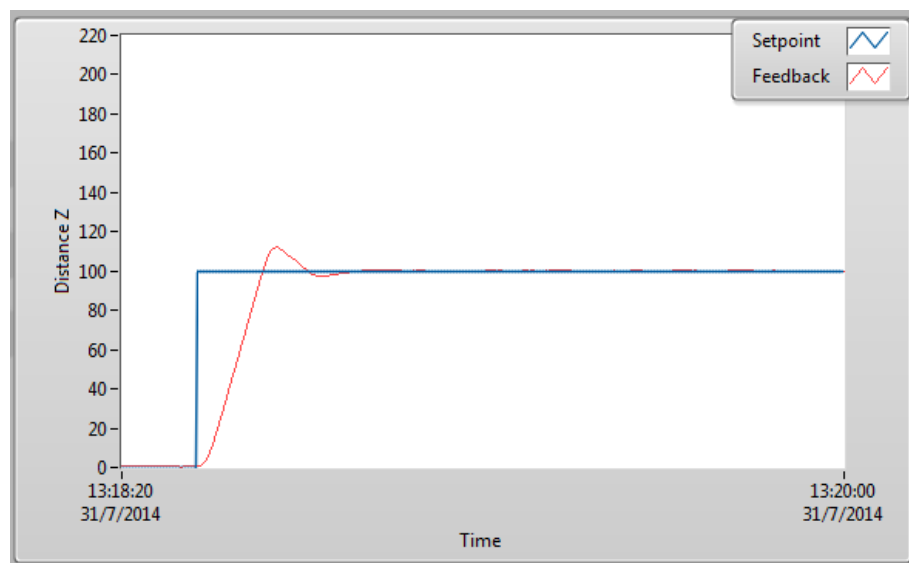


บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการทดลองควบคุมในแนวแกน Z

4.1.1 ผลการทดลองควบคุมตำแหน่งในแนวแกน Z ที่ระยะ 100 มิลลิเมตร



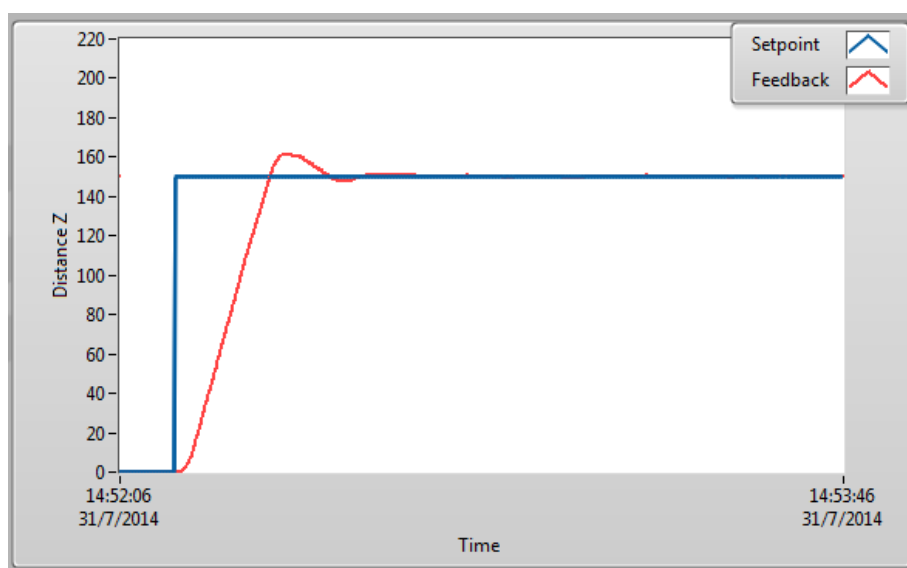
ภาพที่ 4-1 การควบคุมตำแหน่งในแนวแกน Z ที่ระยะ 100 มิลลิเมตร

ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมตำแหน่งในแนวแกน Z โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ที่ $P = 0.4$, $I = 0$, $D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะลั้งจากจุดเริ่มต้น ลั้งแกน Z ไปที่ระยะ 100 มิลลิเมตร โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-1 ลั้งเกิดได้ว่าการเคลื่อนที่เลยจากตำแหน่งที่ลั้ง และเคลื่อนที่กลับเข้าตำแหน่งที่ต้องการ

ตารางที่ 4-1 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมตำแหน่งในแนวแกน Z ที่ระยะ 100 มิลลิเมตร

การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	100 มม.	101 มม.	1 เปอร์เซ็น
2	100 มม.	100 มม.	0 เปอร์เซ็น
3	100 มม.	101 มม.	1 เปอร์เซ็น
4	100 มม.	104 มม.	4 เปอร์เซ็น
5	100 มม.	98 มม.	2 เปอร์เซ็น
6	100 มม.	102 มม.	2 เปอร์เซ็น
7	100 มม.	102 มม.	2 เปอร์เซ็น
8	100 มม.	103 มม.	3 เปอร์เซ็น
9	100 มม.	101 มม.	1 เปอร์เซ็น
10	100 มม.	101 มม.	1 เปอร์เซ็น
เฉลี่ย	100 มม.	101.3 มม.	1.7 เปอร์เซ็น

4.1.2 ผลการทดลองควบคุมตำแหน่งในแนวแกน Z ที่ระยะ 150 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4-2 การควบคุมตำแหน่งในแนวแกน Z ที่ระยะ 150 มิลลิเมตร

ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมตำแหน่งในแนวแกน Z โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ที่ $P = 0.4$, $I = 0$, $D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะลั้งจากจุดเริ่มต้น ลั้งแกน Z ไปที่ระยะ 150 มิลลิเมตร โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟ

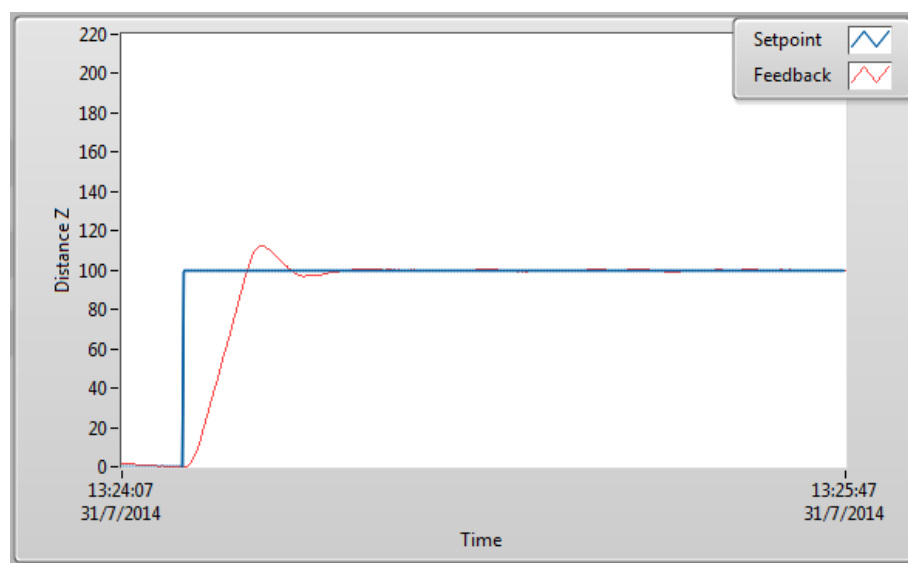
แสดงผลดังภาพที่ 4-2 สังเกตดูได้ว่าการเคลื่อนที่เลยจากตำแหน่งที่ตั้ง และเคลื่อนที่กลับเข้าตำแหน่งที่ต้องการ

ตารางที่ 4-2 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมตำแหน่งในแนวแกน Z ที่ระยะ 150 มิลลิเมตร

การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	150 มม.	154 มม.	2.6 เปอร์เซ็น
2	150 มม.	152 มม.	1.3 เปอร์เซ็น
3	150 มม.	152 มม.	1.3 เปอร์เซ็น
4	150 มม.	153 มม.	2 เปอร์เซ็น
5	150 มม.	152 มม.	1.3 เปอร์เซ็น
6	150 มม.	152 มม.	1.3 เปอร์เซ็น
7	150 มม.	152 มม.	1.3 เปอร์เซ็น
8	150 มม.	153 มม.	2 เปอร์เซ็น
9	150 มม.	151 มม.	0.6 เปอร์เซ็น
10	150 มม.	152 มม.	1.3 เปอร์เซ็น
เฉลี่ย	150 มม.	152.3 มม.	1.5 เปอร์เซ็น

4.2 ผลการทดลองควบคุมในแนวแกน Z แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

4.2.1 ผลการทดลองควบคุมในแนวแกน Z ที่ระยะ 100 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม



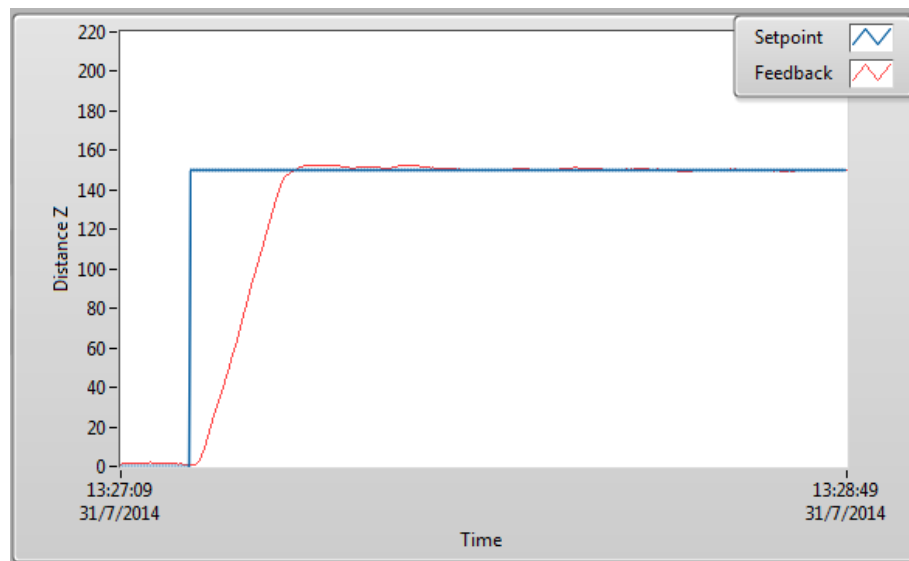
ภาพที่ 4-3 การควบคุมตำแหน่งในแนวแกน Z ที่ระยะ 100 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมตำแหน่งในแนวแกน Z แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ที่ $P = 0.4$, $I = 0$, $D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากจุดเริ่มต้น สั่งแกน Z ไปที่ระยะ 100 มิลลิเมตร โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-3 สังเกตได้ว่าการเคลื่อนที่เลยจากตำแหน่งที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าตำแหน่งที่ต้องการ

ตารางที่ 4-3 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมตำแหน่งในแนวแกน Z ที่ระยะ 100 มิลลิเมตร
แบบมี โหลด 60 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	100 มม.	104 มม.	4 เปอร์เซ็นต์
2	100 มม.	101 มม.	1 เปอร์เซ็นต์
3	100 มม.	102 มม.	2 เปอร์เซ็นต์
4	100 มม.	101 มม.	1 เปอร์เซ็นต์
5	100 มม.	102 มม.	2 เปอร์เซ็นต์
6	100 มม.	103 มม.	3 เปอร์เซ็นต์
7	100 มม.	101 มม.	1 เปอร์เซ็นต์
8	100 มม.	101 มม.	1 เปอร์เซ็นต์
9	100 มม.	102 มม.	2 เปอร์เซ็นต์
10	100 มม.	101 มม.	1 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	100 มม.	101.8 มม.	1.8 เปอร์เซ็นต์

4.2.2 ผลการทดลองควบคุมในแนวแกน Z ที่ระยะ 150 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม



ภาพที่ 4-4 การควบคุมตำแหน่งในแนวแกน Z ที่ระยะ 150 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมตำแหน่งในแนวแกน Z แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ที่ $P = 0.4$, $I = 0$, $D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากจุดเริ่มต้น ลังแกน Z ไปที่ระยะ 150 มิลลิเมตร โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-4 สังเกตได้ว่าการเคลื่อนเลยจากตำแหน่งที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าตำแหน่งที่ต้องการได้เร็วกว่าแบบไม่มีโหลด

ตารางที่ 4-4 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมตำแหน่งในแนวแกน Z ที่ระยะ 150 มิลลิเมตร
แบบมี โหลด 60 กิโลกรัม

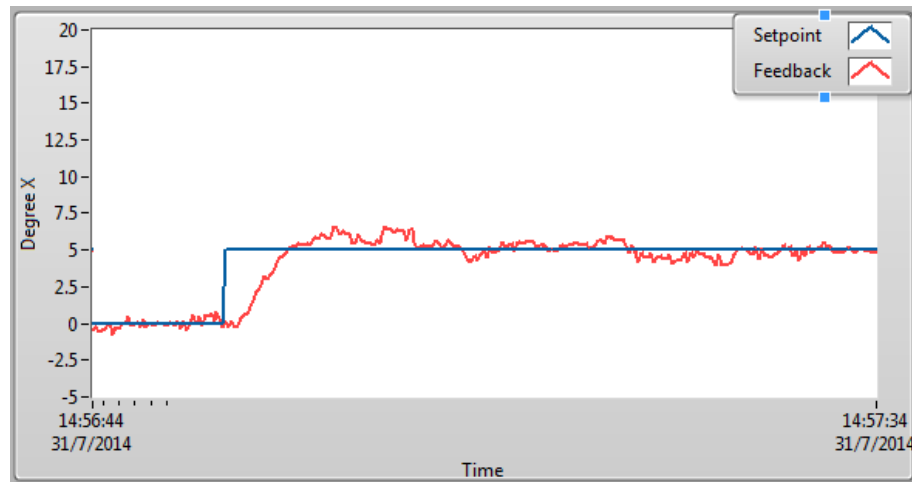
การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	150 มม.	150 มม.	0 เปอร์เซ็น
2	150 มม.	149 มม.	0.6 เปอร์เซ็น
3	150 มม.	151 มม.	0.6 เปอร์เซ็น
4	150 มม.	151 มม.	0.6 เปอร์เซ็น
5	150 มม.	153 มม.	2 เปอร์เซ็น
6	150 มม.	153 มม.	2 เปอร์เซ็น
7	150 มม.	151 มม.	0.6 เปอร์เซ็น
8	150 มม.	152 มม.	1.3 เปอร์เซ็น
9	150 มม.	153 มม.	2 เปอร์เซ็น
10	150 มม.	151 มม.	0.6 เปอร์เซ็น
เฉลี่ย	150 มม.	154 มม.	1 เปอร์เซ็น

ตารางที่ 4-5 การค่าเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดระหว่างการทดลองแบบไม่มี
โหลดและมีโหลด 60 กิโลกรัมในแนวแกน Z

การทดลอง	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด แบบไม่มีโหลด	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม
แนวแกน Z ความสูงระยะ 100 มม.	1.7 เปอร์เซ็น	1.8 เปอร์เซ็น
แนวแกน Z ความสูงระยะ 150 มม.	1.5 เปอร์เซ็น	1 เปอร์เซ็น

4.3 ผลการทดลองควบคุมองศาอบแกน X

4.3.1 ผลการทดลองควบคุมองศาอบแกน X ที่ 5 องศา



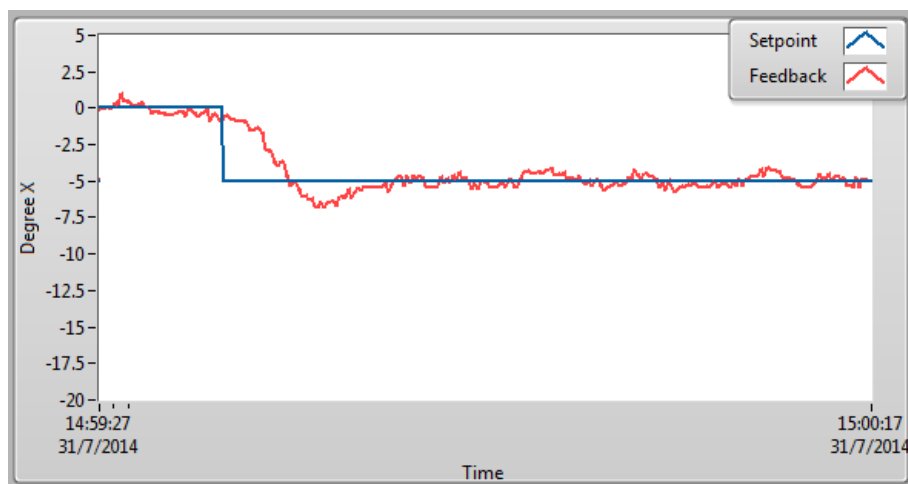
ภาพที่ 4-5 การควบคุมองศาอบแกน X ที่ 5 องศา

ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมองศาอบแกน X โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการหมุนองศาอบแกน X ที่ $P = 0.4, I = 0, D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองศาเริ่มต้น สั่งองศาอบแกน X ไปที่ 5 องศา โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-5 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลยจากองศาที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองศาที่ต้องการ

ตารางที่ 4-6 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองศาอบแกน X ที่ 5 องศา

การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	5 องศา	4.9 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
2	5 องศา	4.9 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
3	5 องศา	5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
4	5 องศา	4.8 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
5	5 องศา	5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
6	5 องศา	4.9 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
7	5 องศา	4.8 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
8	5 องศา	4.9 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
9	5 องศา	5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
10	5 องศา	5.2 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	5 องศา	4.97 องศา	2.6 เปอร์เซ็นต์

4.3.2 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน X ที่ -5 องศา



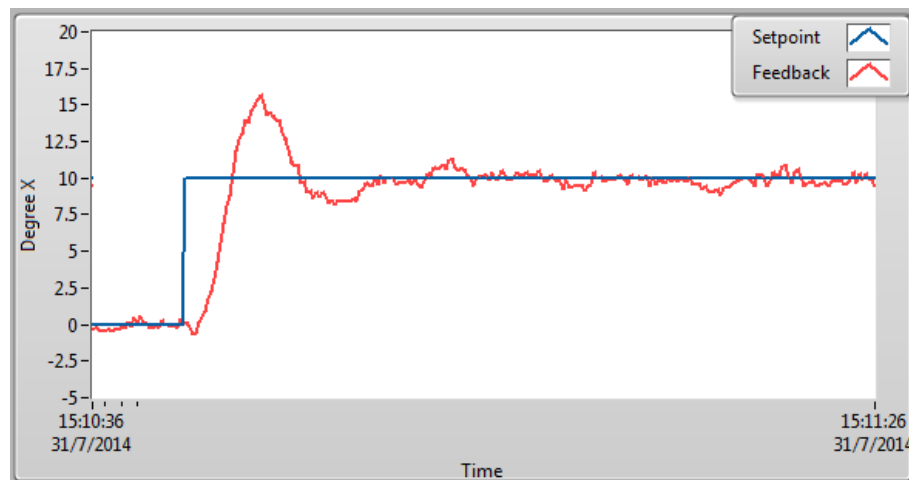
ภาพที่ 4-6 การควบคุมองศารอบแกน X ที่ -5 องศา

ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมองศารอบแกน X โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการหมุนองศารอบแกน X ที่ $P = 0.4, I = 0, D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองศาเริ่มต้น สั่งองศารอบแกน X ไปที่ -5 องศา โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-6 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลยจากองศาที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองศาที่ต้องการ

ตารางที่ 4-7 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองศารอบแกน X ที่ -5 องศา

การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	-5 องศา	-5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
2	-5 องศา	-5.2 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
3	-5 องศา	-5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
4	-5 องศา	-5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
5	-5 องศา	-5.2 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
6	-5 องศา	-5.2 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
7	-5 องศา	-5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
8	-5 องศา	-5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
9	-5 องศา	-4.9 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
10	-5 องศา	-5.2 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	-5 องศา	-5.12 องศา	2.8 เปอร์เซ็นต์

4.3.3 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน X ที่ 10 องศา



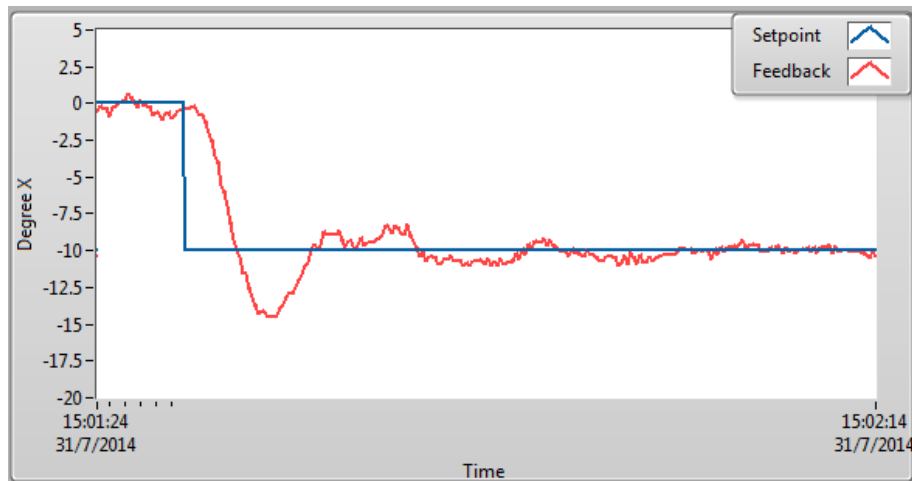
ภาพที่ 4-7 การควบคุมองศารอบแกน X ที่ 10 องศา

ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมองศารอบแกน X โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการหมุนองศารอบแกน X ที่ $P = 0.4, I = 0, D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองศาเริ่มต้น สั่งองศารอบแกน X ไปที่ 10 องศา โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-7 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลยจากองศาที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองศาที่ต้องการ

ตารางที่ 4-8 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองศารอบแกน X ที่ 10 องศา

การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	10 องศา	10.1 องศา	1 เปอร์เซ็น
2	10 องศา	10.4 องศา	4 เปอร์เซ็น
3	10 องศา	10.2 องศา	2 เปอร์เซ็น
4	10 องศา	10.1 องศา	1 เปอร์เซ็น
5	10 องศา	10.2 องศา	2 เปอร์เซ็น
6	10 องศา	10.1 องศา	1 เปอร์เซ็น
7	10 องศา	10.2 องศา	2 เปอร์เซ็น
8	10 องศา	10.1 องศา	1 เปอร์เซ็น
9	10 องศา	10.1 องศา	1 เปอร์เซ็น
10	10 องศา	10.1 องศา	1 เปอร์เซ็น
เฉลี่ย	10 องศา	10.16 องศา	1.6 เปอร์เซ็น

4.3.4 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน X ที่ -10 องศา



ภาพที่ 4-8 การควบคุมองศารอบแกน X ที่ -10 องศา

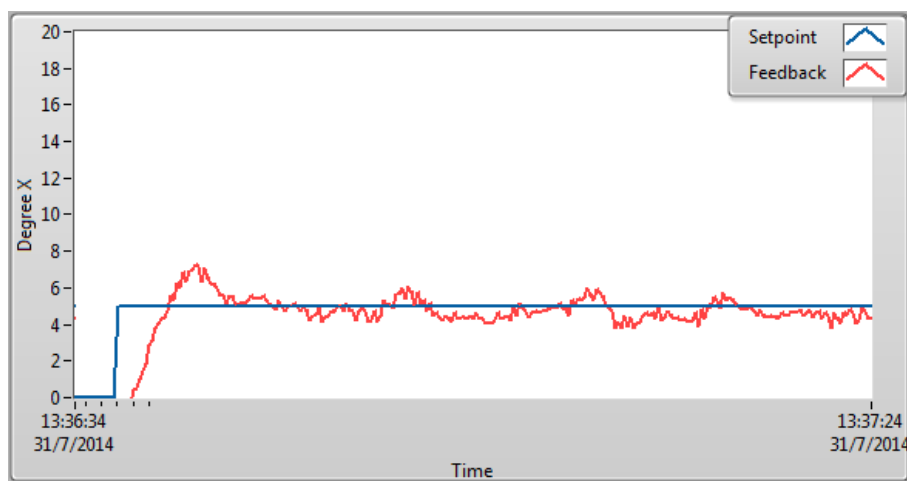
ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมองศารอบแกน X โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการหมุนองศารอบแกน X ที่ $P = 0.4$, $I = 0$, $D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะลั้งจากองศาเริ่มต้น ลั้งองศารอบแกน X ไปที่ -10 องศา โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-8 ลั้งเกิดได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลยจากองศาที่ลั้ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองศาที่ต้องการ

ตารางที่ 4-9 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองศารอบแกน X ที่ -10 องศา

การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	-10 องศา	-10.5 องศา	5 เปอร์เซ็นต์
2	-10 องศา	-10.3 องศา	3 เปอร์เซ็นต์
3	-10 องศา	-10.2 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
4	-10 องศา	-10.3 องศา	3 เปอร์เซ็นต์
5	-10 องศา	-10.3 องศา	3 เปอร์เซ็นต์
6	-10 องศา	-10.2 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
7	-10 องศา	-10.2 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
8	-10 องศา	-10.2 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
9	-10 องศา	-10.1 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
10	-10 องศา	-10.2 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	-10 องศา	-10.25 องศา	2.5 เปอร์เซ็นต์

4.4 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน X แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

4.4.1 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน X ที่ 5 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม



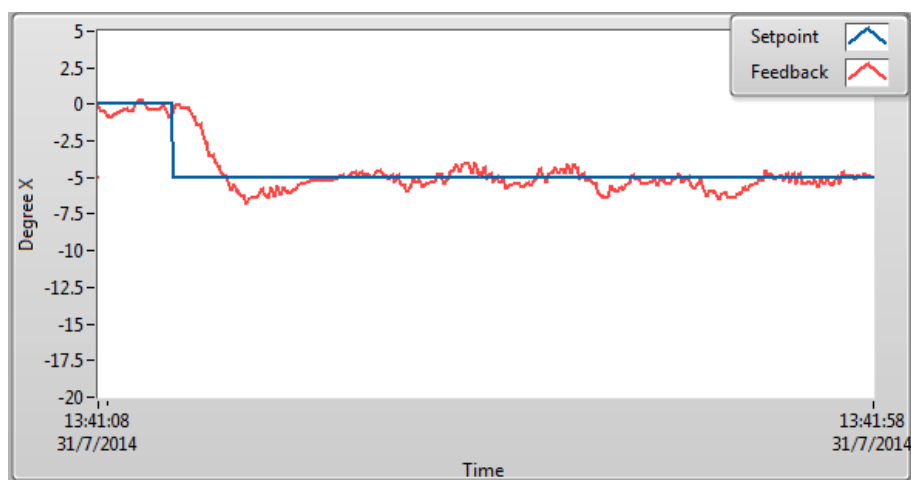
ภาพที่ 4-9 การควบคุมองศารอบแกน X ที่ 5 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมองศารอบแกน X แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการหมุนองศารอบแกน X ที่ $P = 0.4$, $I = 0$, $D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองศาเริ่มต้น สั่งองศารอบแกน X ไปที่ 5 องศา โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-9 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลยจากองศาที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองศาที่ต้องการ

ตารางที่ 4-10 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองศารอบแกน X ที่ 5 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	5 องศา	4.9 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
2	5 องศา	5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
3	5 องศา	5.0 องศา	0 เปอร์เซ็นต์
4	5 องศา	5.2 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
5	5 องศา	4.9 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
6	5 องศา	5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
7	5 องศา	5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
8	5 องศา	5.2 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
9	5 องศา	5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
10	5 องศา	5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	5 องศา	5.07 องศา	2.2 เปอร์เซ็นต์

4.4.2 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน X ที่ -5 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม



ภาพที่ 4-10 การควบคุมองศารอบแกน X ที่ -5 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

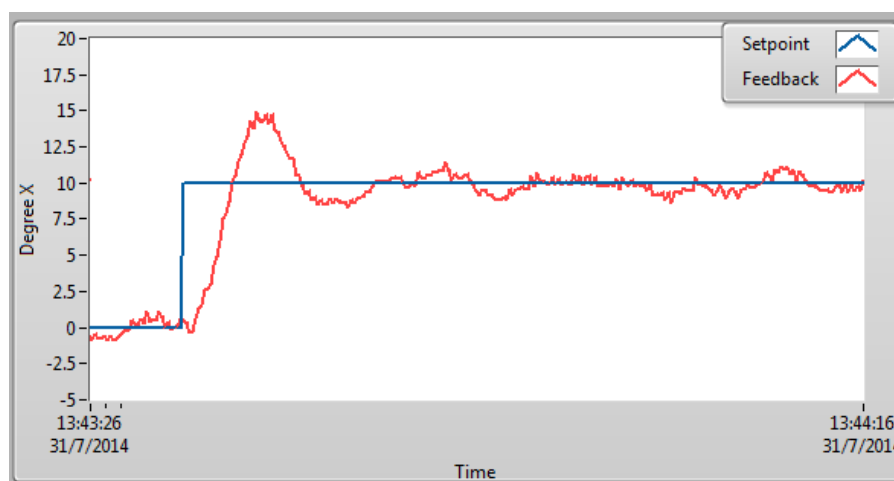
ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมองศารอบแกน X แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการหมุนองศารอบแกน X ที่ $P = 0.4$, $I = 0$, $D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองศาเริ่มต้น สั่งองศารอบแกน X ไปที่ -5 องศา โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-10 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจาก

ค่าของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลยจากองค์ที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองค์ที่ต้องการ

ตารางที่ 4-11 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองค์รอบแกน X ที่ -5 องศาแบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	-5 องศา	-4.8 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
2	-5 องศา	-5.2 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
3	-5 องศา	-5.0 องศา	0 เปอร์เซ็นต์
4	-5 องศา	-5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
5	-5 องศา	-5.3 องศา	3 เปอร์เซ็นต์
6	-5 องศา	-5.1 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
7	-5 องศา	-5.2 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
8	-5 องศา	-5.2 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
9	-5 องศา	-5.4 องศา	8 เปอร์เซ็นต์
10	-5 องศา	-5.2 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	-5 องศา	-5.15 องศา	3.4 เปอร์เซ็นต์

4.4.3 ผลการทดลองควบคุมองค์รอบแกน X ที่ 10 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม



ภาพที่ 4-11 การควบคุมองค์รอบแกน X ที่ 10 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

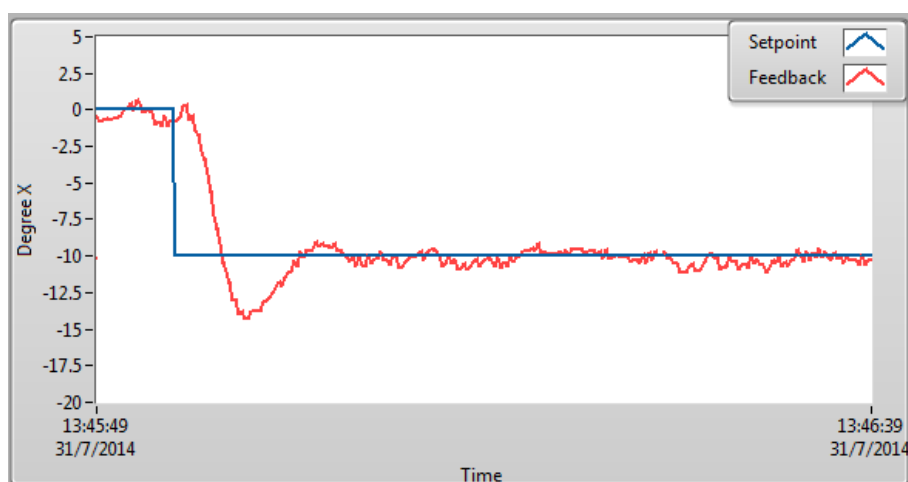
ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมองค์รอบแกน X แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการหมุนองค์รอบแกน X ที่ $P = 0.4$, $I = 0$, $D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองค์เริ่มต้น สั่งองค์รอบแกน X ไปที่ 10 องศา โดย

ใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-11 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลยจากองศาที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองศาที่ต้องการ

ตารางที่ 4-12 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองศารอบแกน X ที่ 10 องศาแบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	10 องศา	9.9 องศา	1 เปอร์เซ็น
2	10 องศา	9.8 องศา	2 เปอร์เซ็น
3	10 องศา	9.7 องศา	3 เปอร์เซ็น
4	10 องศา	10.1 องศา	1 เปอร์เซ็น
5	10 องศา	10.2 องศา	2 เปอร์เซ็น
6	10 องศา	9.9 องศา	1 เปอร์เซ็น
7	10 องศา	10.1 องศา	1 เปอร์เซ็น
8	10 องศา	10.1 องศา	1 เปอร์เซ็น
9	10 องศา	10.2 องศา	2 เปอร์เซ็น
10	10 องศา	10.1 องศา	1 เปอร์เซ็น
เฉลี่ย	10 องศา	10.0 องศา	1.5 เปอร์เซ็น

4.4.4 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน X ที่ -10 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม



ภาพที่ 4-12 การควบคุมองศารอบแกน X ที่ -10 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมองค์ประกอบ X แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการหมุนองค์ประกอบ X ที่ $P = 0.4$, $I = 0$, $D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองค์ประกอบเริ่มต้น สั่งองค์ประกอบ X ไปที่ -10 องศา โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-12 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลยจากองค์ประกอบที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองค์ประกอบที่ต้องการ

ตารางที่ 4-13 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองค์ประกอบ X ที่ -10 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

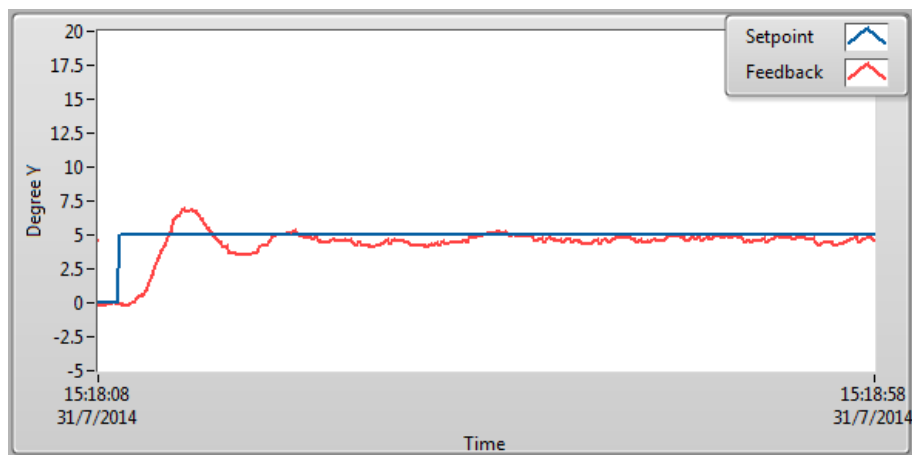
การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	-10 องศา	-10.1 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
2	-10 องศา	-10.2 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
3	-10 องศา	-10.3 องศา	3 เปอร์เซ็นต์
4	-10 องศา	-10.3 องศา	3 เปอร์เซ็นต์
5	-10 องศา	-10.1 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
6	-10 องศา	-10.2 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
7	-10 องศา	-9.8 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
8	-10 องศา	-10.3 องศา	3 เปอร์เซ็นต์
9	-10 องศา	-10.1 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
10	-10 องศา	-10.1 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	-10 องศา	-10.15 องศา	1.9 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4-14 .การค่าเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดระหว่างการทดลองแบบไม่มีโหลดและมีโหลด 60 กิโลกรัมของการควบคุมองค์ประกอบ X

การทดลอง	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดแบบไม่มีโหลด	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดแบบมีโหลด 60 กิโลกรัม
องค์ประกอบ X ที่ 5 องศา	2.6 เปอร์เซ็นต์	2.2 เปอร์เซ็นต์
องค์ประกอบ X ที่ -5 องศา	1.8 เปอร์เซ็นต์	3.4 เปอร์เซ็นต์
องค์ประกอบ X ที่ 10 องศา	1.6 เปอร์เซ็นต์	1.5 เปอร์เซ็นต์
องค์ประกอบ X ที่ -10 องศา	2.5 เปอร์เซ็นต์	1.9 เปอร์เซ็นต์

4.5 ผลการทดลองควบคุมองศาอบแกน Y

4.5.1 ผลการทดลองควบคุมองศาอบแกน Y ที่ 5 องศา



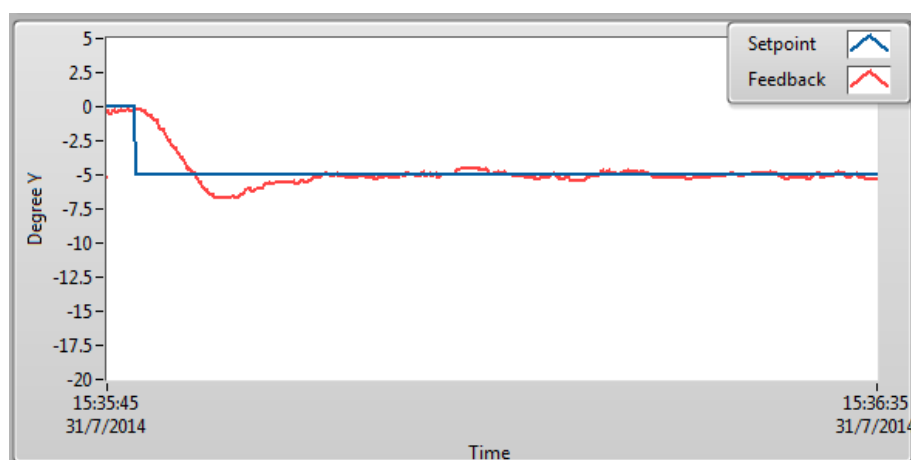
ภาพที่ 4-13 การควบคุมองศาอบแกน Y ที่ 5 องศา

ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมองศาอบแกน Y โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการหมนองศาอบแกน Y ที่ $P = 0.4, I = 0, D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองศาเริ่มต้น สั่งองศาอบแกน Y ไปที่ 5 องศา โดยใช้ความดันน้ำร้อนที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-13 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลื่อยจากองศาที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองศาที่ต้องการ รวมถึงยังลดต่ำลงจากมุมที่ต้องการสูงสุดถึง 8 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4-15 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองศาอบแกน Y ที่ 5 องศา

การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	5 องศา	4.6 องศา	8 เปอร์เซ็นต์
2	5 องศา	4.7 องศา	6 เปอร์เซ็นต์
3	5 องศา	4.7 องศา	6 เปอร์เซ็นต์
4	5 องศา	4.7 องศา	6 เปอร์เซ็นต์
5	5 องศา	4.9 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
6	5 องศา	4.7 องศา	6 เปอร์เซ็นต์
7	5 องศา	4.7 องศา	6 เปอร์เซ็นต์
8	5 องศา	4.9 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
9	5 องศา	4.8 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
10	5 องศา	4.7 องศา	6 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	5 องศา	4.74 องศา	5.2 เปอร์เซ็นต์

4.5.2 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน Y ที่ -5 องศา



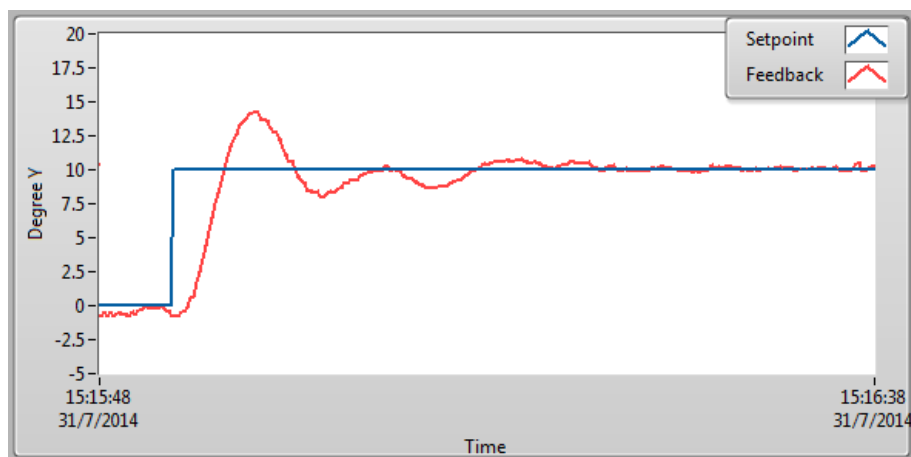
ภาพที่ 4-14 การควบคุมองศารอบแกน Y ที่ -5 องศา

ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมองศารอบแกน Y โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการหมุนองศารอบแกน Y ที่ $P = 0.4, I = 0, D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองศาเริ่มต้น สั่งองศารอบแกน Y ไปที่ -5 องศา โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-14 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลเยจากองศาที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองศาที่ต้องการ รวมถึงยังเพิ่มขึ้นจากมุมที่ต้องการสูงสุดถึง 6 เพอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4-16 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองศารอบแกน Y ที่ -5 องศา

การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	-5 องศา	-5.1 องศา	2 เพอร์เซ็นต์
2	-5 องศา	-5.2 องศา	4 เพอร์เซ็นต์
3	-5 องศา	-5.1 องศา	2 เพอร์เซ็นต์
4	-5 องศา	-4.8 องศา	4 เพอร์เซ็นต์
5	-5 องศา	-5.1 องศา	2 เพอร์เซ็นต์
6	-5 องศา	-5.3 องศา	6 เพอร์เซ็นต์
7	-5 องศา	-5.2 องศา	4 เพอร์เซ็นต์
8	-5 องศา	-4.8 องศา	4 เพอร์เซ็นต์
9	-5 องศา	-5.1 องศา	2 เพอร์เซ็นต์
10	-5 องศา	-4.9 องศา	2 เพอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	-5 องศา	-5.06 องศา	3.2 เพอร์เซ็นต์

4.5.3 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน Y ที่ 10 องศา



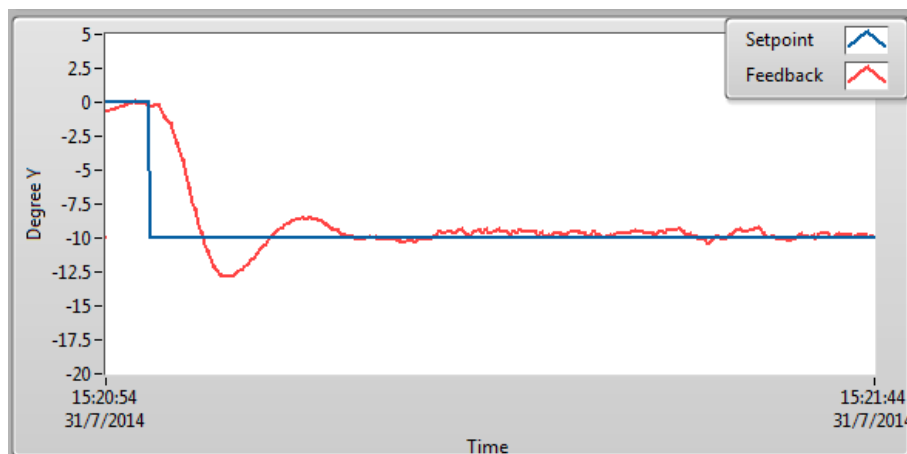
ภาพที่ 4-15 การควบคุมองศารอบแกน Y ที่ 10 องศา

ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมองศารอบแกน Y โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการหมุนองศารอบแกน Y ที่ $P = 0.4, I = 0, D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองศาเริ่มต้น สั่งองศารอบแกน Y ไปที่ 10 องศา โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-15 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลยจากองศาที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองศาที่ต้องการ

ตารางที่ 4-17 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองศารอบแกน Y ที่ 10 องศา

การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	10 องศา	10.2 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
2	10 องศา	10.1 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
3	10 องศา	10.1 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
4	10 องศา	10.2 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
5	10 องศา	10.2 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
6	10 องศา	10.2 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
7	10 องศา	10.1 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
8	10 องศา	10.2 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
9	10 องศา	9.7 องศา	3 เปอร์เซ็นต์
10	10 องศา	9.9 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	10 องศา	10.09 องศา	1.7 เปอร์เซ็นต์

4.5.4 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน Y ที่ -10 องศา



ภาพที่ 4-16 การควบคุมองศารอบแกน Y ที่ -10 องศา

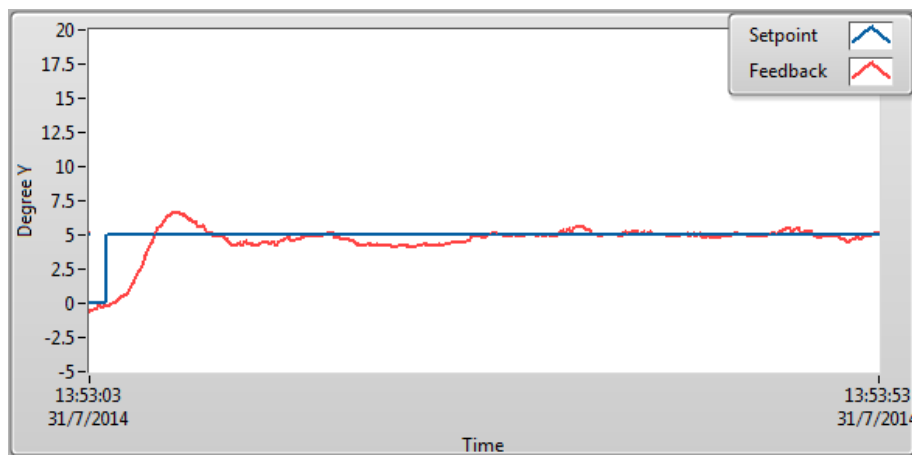
ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมองศารอบแกน Y โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการหมุนองศารอบแกน Y ที่ $P = 0.4, I = 0, D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองศาเริ่มต้น สั่งองศารอบแกน Y ไปที่ -10 องศา โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-16 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลยจากองศาที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองศาที่ต้องการ

ตารางที่ 4-18 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองศารอบแกน Y ที่ -10 องศา

การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	-10 องศา	-10.1 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
2	-10 องศา	-9.7 องศา	3 เปอร์เซ็นต์
3	-10 องศา	-9.9 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
4	-10 องศา	-10.1 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
5	-10 องศา	-10.2 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
6	-10 องศา	-9.7 องศา	3 เปอร์เซ็นต์
7	-10 องศา	-9.9 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
8	-10 องศา	-9.9 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
9	-10 องศา	-10.1 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
10	-10 องศา	-9.9 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	-10 องศา	9.95 องศา	1.5 เปอร์เซ็นต์

4.6 ผลการทดลองควบคุมองศาอบแกน Y แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

4.6.1 ผลการทดลองควบคุมองศาอบแกน Y ที่ 5 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม



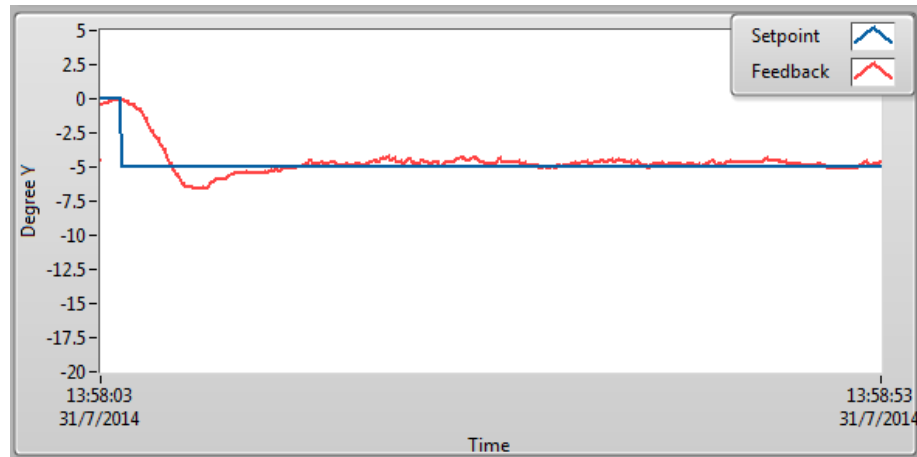
ภาพที่ 4-17 การควบคุมองศาอบแกน Y ที่ 5 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมองศาอบแกน Y แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการหมุนองศาอบแกน Y ที่ $P = 0.4$, $I = 0$, $D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองศาเริ่มต้น สั่งองศาอบแกน Y ไปที่ 5 องศา โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-17 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลยจากองศาที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองศาที่ต้องการ

ตารางที่ 4-19 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองศาอบแกน Y ที่ 5 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	5 องศา	4.9 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
2	5 องศา	5.0 องศา	0 เปอร์เซ็นต์
3	5 องศา	5.2 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
4	5 องศา	5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
5	5 องศา	5.0 องศา	0 เปอร์เซ็นต์
6	5 องศา	4.9 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
7	5 องศา	5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
8	5 องศา	5.0 องศา	0 เปอร์เซ็นต์
9	5 องศา	4.9 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
10	5 องศา	5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	5 องศา	5.02 องศา	1.6 เปอร์เซ็นต์

4.6.2 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน Y ที่ -5 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม



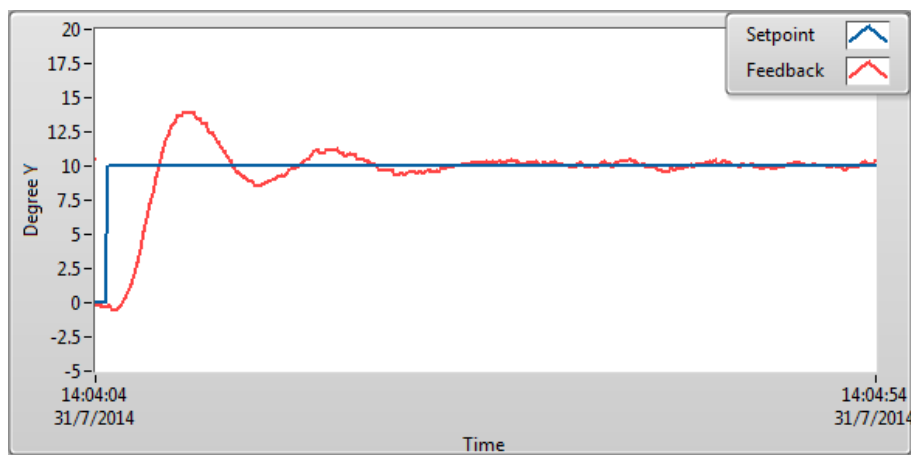
ภาพที่ 4-18 การควบคุมองศารอบแกน Y ที่ -5 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมองศารอบแกน Y แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการหมุนองศารอบแกน Y ที่ $P = 0.4$, $I = 0$, $D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองศาเริ่มต้น สั่งองศารอบแกน Y ไปที่ -5 องศา โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-18 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบ เกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลยจากองศาที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองศาที่ต้องการ

ตารางที่ 4-20 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองศารอบแกน Y ที่ -5 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	-5 องศา	-5.2 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
2	-5 องศา	-5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
3	-5 องศา	-5.0 องศา	0 เปอร์เซ็นต์
4	-5 องศา	-5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
5	-5 องศา	-5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
6	-5 องศา	-5.2 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
7	-5 องศา	-5.2 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
8	-5 องศา	-5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
9	-5 องศา	-5.1 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
10	-5 องศา	-5.2 องศา	4 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	-5 องศา	-5.13 องศา	2.6 เปอร์เซ็นต์

4.6.3 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน Y ที่ 10 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม



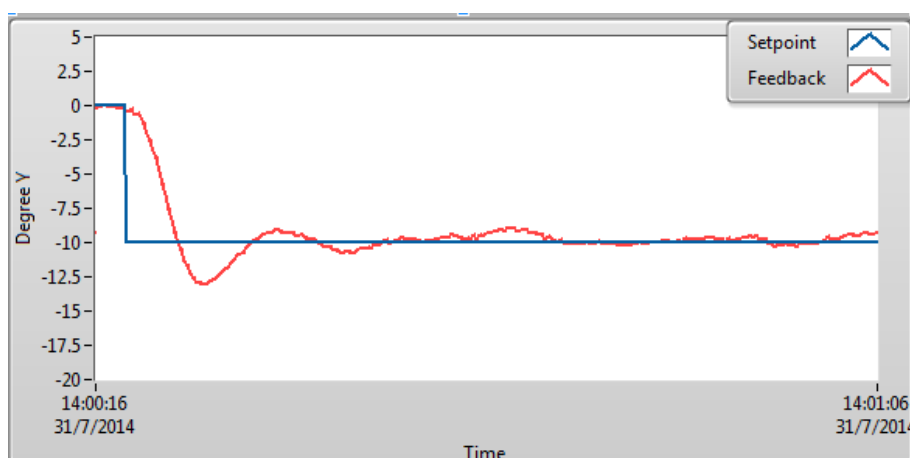
ภาพที่ 4-19 การควบคุมองศารอบแกน Y ที่ 10 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมองศารอบแกน Y แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการหมุนองศารอบแกน Y ที่ $P = 0.4$, $I = 0$, $D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองศาเริ่มต้น สั่งองศารอบแกน Y ไปที่ 10 องศา โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-19 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลยจากองศาที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองศาที่ต้องการ

ตารางที่ 4-21 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองศารอบแกน Y ที่ 10 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	10 องศา	10.3 องศา	3 เปอร์เซ็น
2	10 องศา	10.2 องศา	2 เปอร์เซ็น
3	10 องศา	10.1 องศา	1 เปอร์เซ็น
4	10 องศา	10.1 องศา	1 เปอร์เซ็น
5	10 องศา	9.8 องศา	2 เปอร์เซ็น
6	10 องศา	10.1 องศา	1 เปอร์เซ็น
7	10 องศา	10.1 องศา	1 เปอร์เซ็น
8	10 องศา	9.9 องศา	1 เปอร์เซ็น
9	10 องศา	10.1 องศา	1 เปอร์เซ็น
10	10 องศา	10.2 องศา	2 เปอร์เซ็น
เฉลี่ย	10 องศา	10.09 องศา	1.5 เปอร์เซ็น

4.6.4 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน Y ที่ -10 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม



ภาพที่ 4-20 การควบคุมองศารอบแกน Y ที่ -10 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมองศารอบแกน Y แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของการหมุนองศารอบแกน Y ที่ $P = 0.4$, $I = 0$, $D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองศาเริ่มต้น สั่งองศารอบแกน Y ไปที่ -10 องศา โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-20 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลยจากองศาที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองศาที่ต้องการ

ตารางที่ 4-22 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองศารอบแกน Y ที่ -10 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

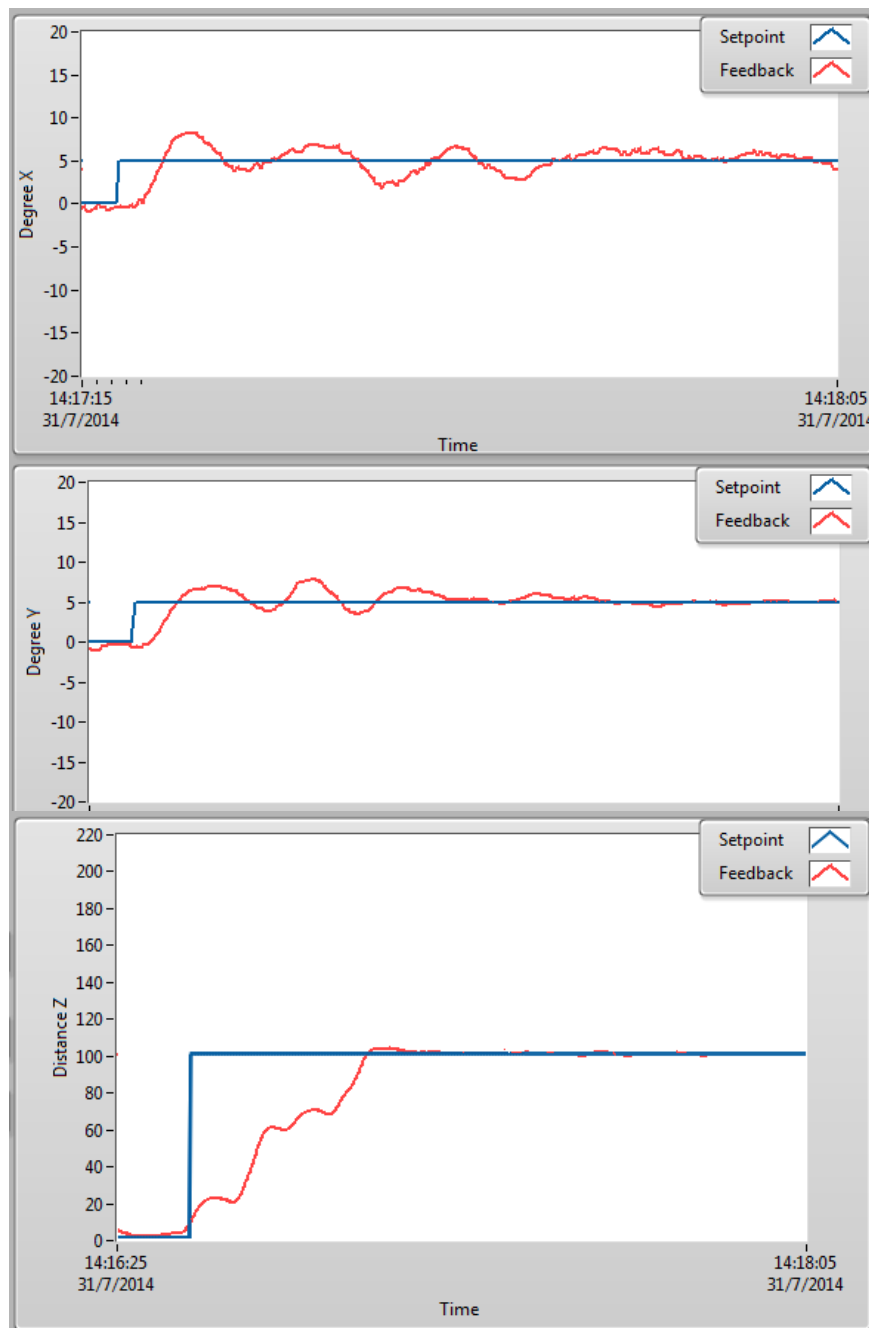
การทดลองครั้งที่	Set Point	ผลที่ได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	-10 องศา	-9.9 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
2	-10 องศา	-9.8 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
3	-10 องศา	-9.9 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
4	-10 องศา	-10.1 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
5	-10 องศา	-9.9 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
6	-10 องศา	-10.1 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
7	-10 องศา	-9.8 องศา	2 เปอร์เซ็นต์
8	-10 องศา	-9.9 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
9	-10 องศา	-9.9 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
10	-10 องศา	-10.1 องศา	1 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	-10 องศา	9.94 องศา	1.2 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4-23 การค่าเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดระหว่างการทดลองแบบไม่มี
โหลดและมีโหลด 60 กิโลกรัมของการควบคุมองค์ประกอบ Y

การทดลอง	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดแบบ ไม่มีโหลด	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดแบบ มีโหลด 60 กิโลกรัม
องค์ประกอบ Y ที่ 5 องศา	5.2 เปอร์เซ็นต์	1.6 เปอร์เซ็นต์
องค์ประกอบ Y ที่ -5 องศา	3.2 เปอร์เซ็นต์	2.6 เปอร์เซ็นต์
องค์ประกอบ Y ที่ 10 องศา	1.7 เปอร์เซ็นต์	1.5 เปอร์เซ็นต์
องค์ประกอบ Y ที่ -10 องศา	1.5 เปอร์เซ็นต์	1.2 เปอร์เซ็นต์

4.7 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน X, Y และแนวแกน Z แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

4.7.1 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน X, Y ที่ 5, 5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม



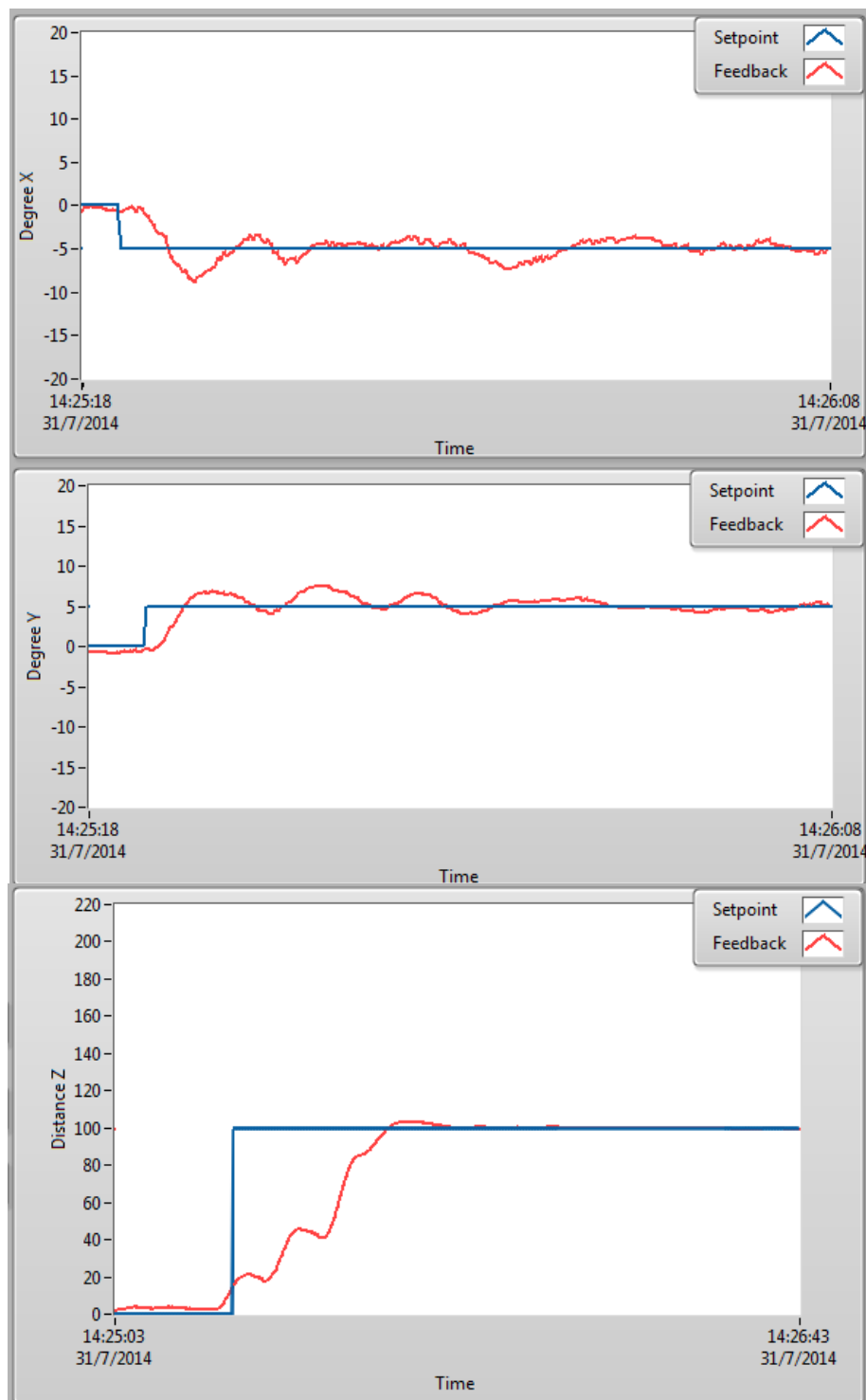
ภาพที่ 4-21 การควบคุมองศารอบแกน X, Y ที่ 5, 5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

ในการทดลองควบคุมองค์ประกอบแกน X, Y ที่ 5, 5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของระบบทั้งหมด ที่ $P = 0.4, I = 0, D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองศาเริ่มต้น สั่งองค์ประกอบแกน X ไปที่ 5 องศา และสั่งองค์ประกอบแกน Y ไปที่ 5 องศา โดยสั่งการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ไปที่ 100 มิลลิเมตร โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-21 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลยจากองศาที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองศาที่ต้องการ ส่วนของแนวแกน Z นั้นจะทำงานเมื่อค่าขององค์ประกอบแกน X และ Y เข้าใกล้ค่าองศาที่ตั้งไว้ซึ่งมีค่าบวกลบอยู่ที่ 0.5 องศา โดยสังเกตกราฟว่าจะมีการเคลื่อนที่และหยุดเคลื่อนที่เป็นจังหวะ จนสามารถเคลื่อนที่ตามตำแหน่งที่ตั้งไว้ได้

ตารางที่ 4-24 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองค์ประกอบแกน X, Y ที่ 5, 5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	Set Point แกน X	Set Point แกน Y	Set Point แกน Z	ผลที่ได้ (องศา)	ผลที่ได้ (องศา)	ผลที่ได้ (มม.)	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	5	5	10	5.1	4.9	101	1.66 เปอร์เซ็นต์
2	5	5	10	5.2	5.1	99	2.33 เปอร์เซ็นต์
3	5	5	10	5.1	4.9	98	2 เปอร์เซ็นต์
4	5	5	10	5.1	5.1	99	1.66 เปอร์เซ็นต์
5	5	5	10	5.1	5.1	98	2 เปอร์เซ็นต์
6	5	5	10	5.2	4.9	99	2.33 เปอร์เซ็นต์
7	5	5	10	5.1	5.1	101	1.66 เปอร์เซ็นต์
8	5	5	10	5.1	5.1	99	1.66 เปอร์เซ็นต์
9	5	5	10	5.1	4.9	101	1.66 เปอร์เซ็นต์
10	5	5	10	5.2	4.9	98	2.66 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	5	5	10	5.13	5.0	99.3	1.96 เปอร์เซ็นต์

4.7.2 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน X, Y ที่ -5, 5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม



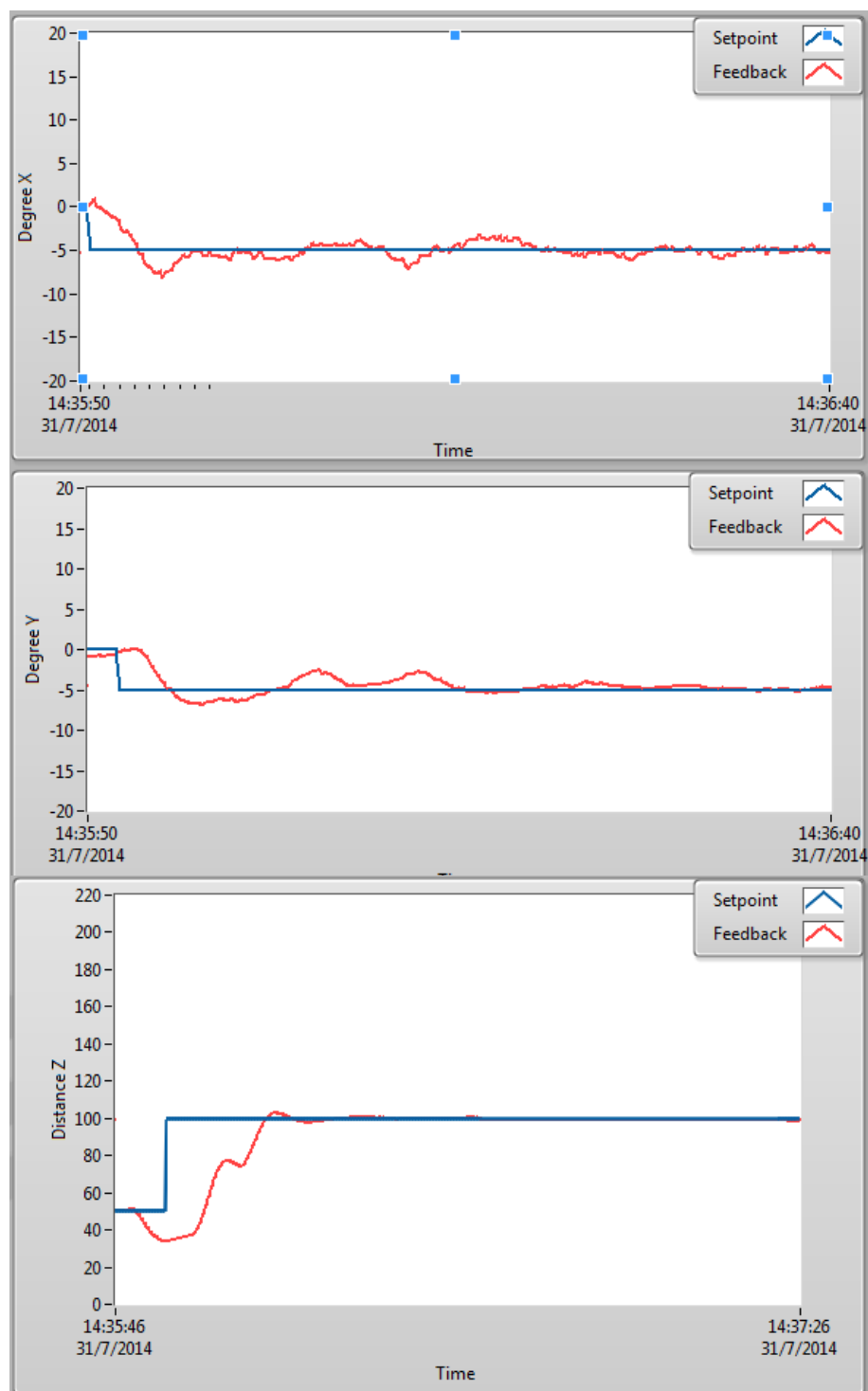
ภาพที่ 4-22 การควบคุมองศารอบแกน X, Y ที่ -5, 5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

ในการทดลองควบคุมองค์ประกอบ X, Y ที่ -5, 5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของระบบทั้งหมด ที่ $P = 0.4, I = 0, D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองค์ประกอบเริ่มต้น สั่งองค์ประกอบ X ไปที่ -5 องศา และสั่งองค์ประกอบ Y ไปที่ 5 องศา โดยสั่งการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ไปที่ 100 มิลลิเมตร โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-22 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนที่จากองค์ประกอบที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองค์ประกอบที่ต้องการ ส่วนของแนวแกน Z นั้นจะทำงานเมื่อค่าขององค์ประกอบ X และ Y เข้าใกล้ค่าองค์ประกอบที่ตั้งไว้ซึ่งมีค่าบวกลบอยู่ที่ 0.5 องศา โดยสังเกตกราฟว่าจะมีการเคลื่อนที่และหยุดเคลื่อนที่เป็นจังหวะ จนสามารถเคลื่อนที่ตามตำแหน่งที่ตั้งไว้ได้

ตารางที่ 4-25 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองค์ประกอบ X, Y ที่ -5, 5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	Set Point แกน X	Set Point แกน Y	Set Point แกน Z	ผลที่ได้ (องศา)	ผลที่ได้ (องศา)	ผลที่ได้ (มม.)	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	-5	5	10	-5.3	4.9	101	3 เปอร์เซ็นต์
2	-5	5	10	-5.1	4.8	101	2.33 เปอร์เซ็นต์
3	-5	5	10	-5.1	4.9	99	1.66 เปอร์เซ็นต์
4	-5	5	10	-5.2	4.8	99	3 เปอร์เซ็นต์
5	-5	5	10	-5.1	4.9	101	1.66 เปอร์เซ็นต์
6	-5	5	10	-5.1	4.9	99	1.66 เปอร์เซ็นต์
7	-5	5	10	-5.2	4.8	99	3 เปอร์เซ็นต์
8	-5	5	10	-5.1	4.8	101	2.33 เปอร์เซ็นต์
9	-5	5	10	-5.2	4.9	101	2.33 เปอร์เซ็นต์
10	-5	5	10	-5.3	4.9	101	3 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	5	5	10	-5.17	4.86	100.2	2.4 เปอร์เซ็นต์

4.7.3 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน X, Y ที่ -5, -5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม



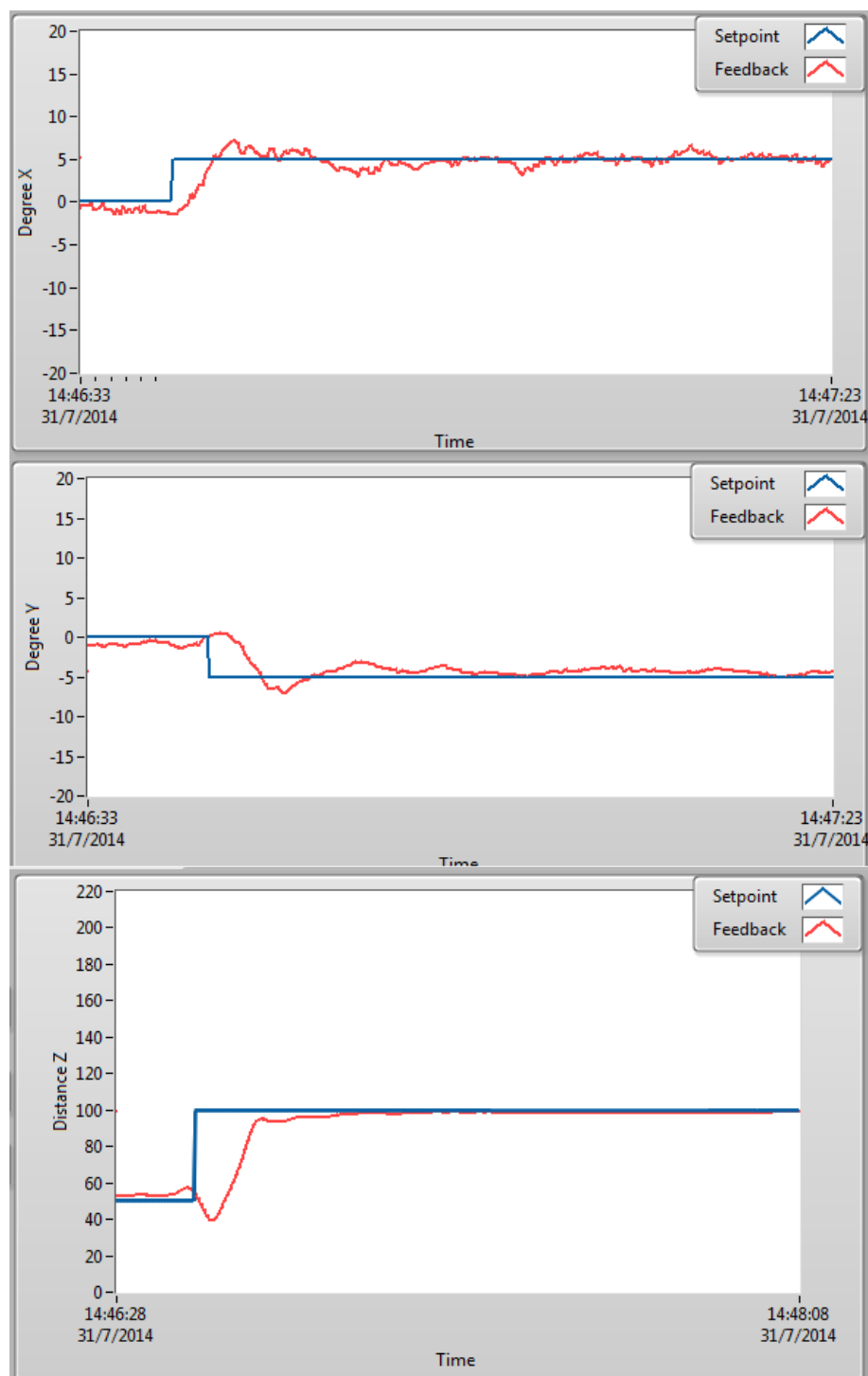
ภาพที่ 4-23 การควบคุมองศารอบแกน X, Y ที่ -5, -5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

ในการทดลองควบคุมองค์ประกอบแกน X, Y ที่ -5, -5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของระบบทั้งหมด ที่ $P = 0.4, I = 0, D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองศาเริ่มต้น สั่งองค์ประกอบ X ไปที่ -5 องศา และสั่งองค์ประกอบ Y ไปที่ -5 องศา โดยสั่งจากระยะ 50 มิลลิเมตร เพื่อให้กระบอกสูบมีระยะที่เพื่อไว้สำหรับการเคลื่อนที่เข้าออก และสั่งการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ไปที่ 100 มิลลิเมตร โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-23 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนที่จากองศาที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองศาที่ต้องการ ส่วนของแนวแกน Z นั้นจะทำงานเมื่อค่าขององค์ประกอบ X และ Y เข้าใกล้ค่าองศาที่ตั้งไว้ซึ่งมีค่าบวกลบอยู่ที่ 0.5 องศา โดยสังเกตกราฟว่าระยะการเคลื่อนที่จะเริ่มจากระยะ 50 มิลลิเมตร โดยมีการเคลื่อนที่และหยุดเคลื่อนที่เป็นจังหวะ จนสามารถเคลื่อนที่ตามตำแหน่งที่ตั้งไว้ได้

ตารางที่ 4-26 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองค์ประกอบแกน X, Y ที่ -5, -5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	Set Point แกน X	Set Point แกน Y	Set Point แกน Z	ผลที่ได้ (องศา)	ผลที่ได้ (องศา)	ผลที่ได้ (มม.)	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	-5	-5	10	-5.2	-5.3	99	3.33 เปอร์เซ็นต์
2	-5	-5	10	-4.9	-5.2	99	2.33 เปอร์เซ็นต์
3	-5	-5	10	-5.1	-5.1	99	1.66 เปอร์เซ็นต์
4	-5	-5	10	-5.2	-5.2	101	3 เปอร์เซ็นต์
5	-5	-5	10	-5.2	-5.1	101	2.33 เปอร์เซ็นต์
6	-5	-5	10	-5.2	-5.2	101	3 เปอร์เซ็นต์
7	-5	-5	10	-5.2	-5.2	99	2.33 เปอร์เซ็นต์
8	-5	-5	10	-5.1	-5.2	99	2.33 เปอร์เซ็นต์
9	-5	-5	10	-5.1	-5.1	99	1.66 เปอร์เซ็นต์
10	-5	-5	10	-5.2	-5.2	101	3 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	-5	-5	10	-5.12	-5.17	99.8	2.62 เปอร์เซ็นต์

4.7.4 ผลการทดลองควบคุมองศาองศา X, Y ที่ 5, -5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม



ภาพที่ 4-24 การควบคุมองศาองศา X, Y ที่ 5, -5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

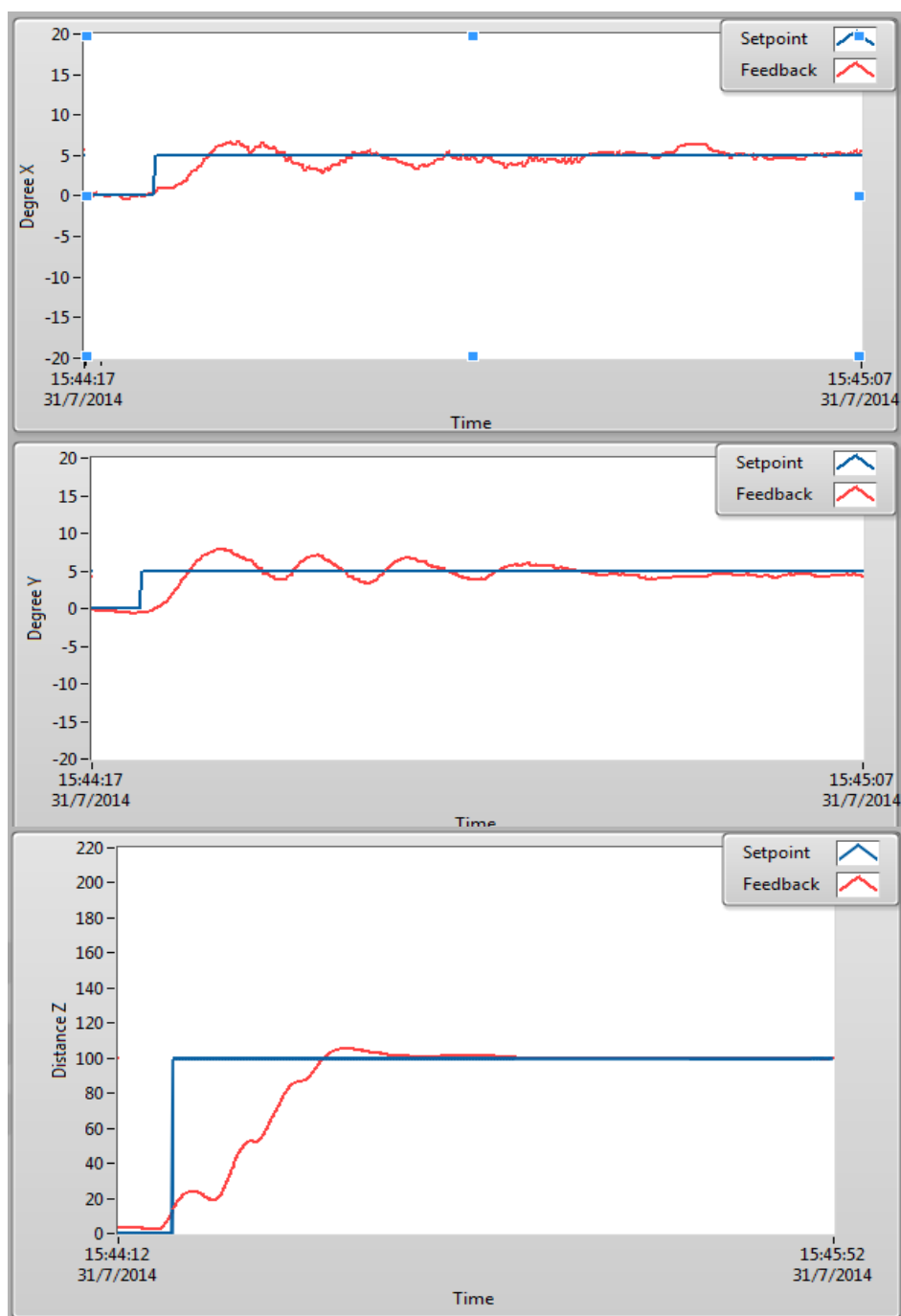
ในการทดลองควบคุมองค์ประกอบแกน X, Y ที่ 5, -5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของระบบทั้งหมด ที่ $P = 0.4, I = 0, D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองค์ประกอบเริ่มต้น สั่งองค์ประกอบ X ไปที่ 5 องศา และสั่งองค์ประกอบ Y ไปที่ -5 องศา โดยสั่งจากระยะ 50 มิลลิเมตรเพื่อให้กระบอกสูบมีระยะที่เพื่อไว้สำหรับการเคลื่อนที่เข้าออก และสั่งการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ไปที่ 100 มิลลิเมตร โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-24 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนที่จากองค์ประกอบที่สั่ง และเคลื่อนที่ที่กลับเข้าองค์ประกอบที่ต้องการ ส่วนของแนวแกน Z นั้นจะทำงานเมื่อค่าขององค์ประกอบ X และ Y เข้าใกล้ค่าองค์ประกอบที่ตั้งไว้ซึ่งมีค่าบวกลบอยู่ที่ 0.5 องศา โดยสังเกตกราฟว่าระยะการเคลื่อนที่จะเริ่มจากระยะ 50 มิลลิเมตร โดยมีการเคลื่อนที่และหยุดเคลื่อนที่เป็นจังหวะ จนสามารถเคลื่อนที่ตามตำแหน่งที่ตั้งไว้ได้

ตารางที่ 4-27 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองค์ประกอบแกน X, Y ที่ 5, -5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	Set Point แกน X	Set Point แกน Y	Set Point แกน Z	ผลที่ได้ (องศา)	ผลที่ได้ (องศา)	ผลที่ได้ (มม.)	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
1	5	-5	10	4.9	-5.1	99	1.66 เปอร์เซ็นต์
2	5	-5	10	4.9	-5.2	98	2.66 เปอร์เซ็นต์
3	5	-5	10	4.8	-5.1	101	2.33 เปอร์เซ็นต์
4	5	-5	10	4.8	-5.1	98	2.66 เปอร์เซ็นต์
5	5	-5	10	4.8	-5.2	101	3 เปอร์เซ็นต์
6	5	-5	10	4.9	-5.1	99	1.66 เปอร์เซ็นต์
7	5	-5	10	4.9	-5.2	98	2.66 เปอร์เซ็นต์
8	5	-5	10	4.9	-5.1	99	1.66 เปอร์เซ็นต์
9	5	-5	10	4.8	-5.2	101	3 เปอร์เซ็นต์
10	5	-5	10	5.2	-5.1	101	2.33 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	-5	-5	10	4.89	-5.14	99.5	2.36 เปอร์เซ็นต์

4.8 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน X, Y และแนวแกน Z

4.8.1 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน X, Y ที่ 5, 5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร



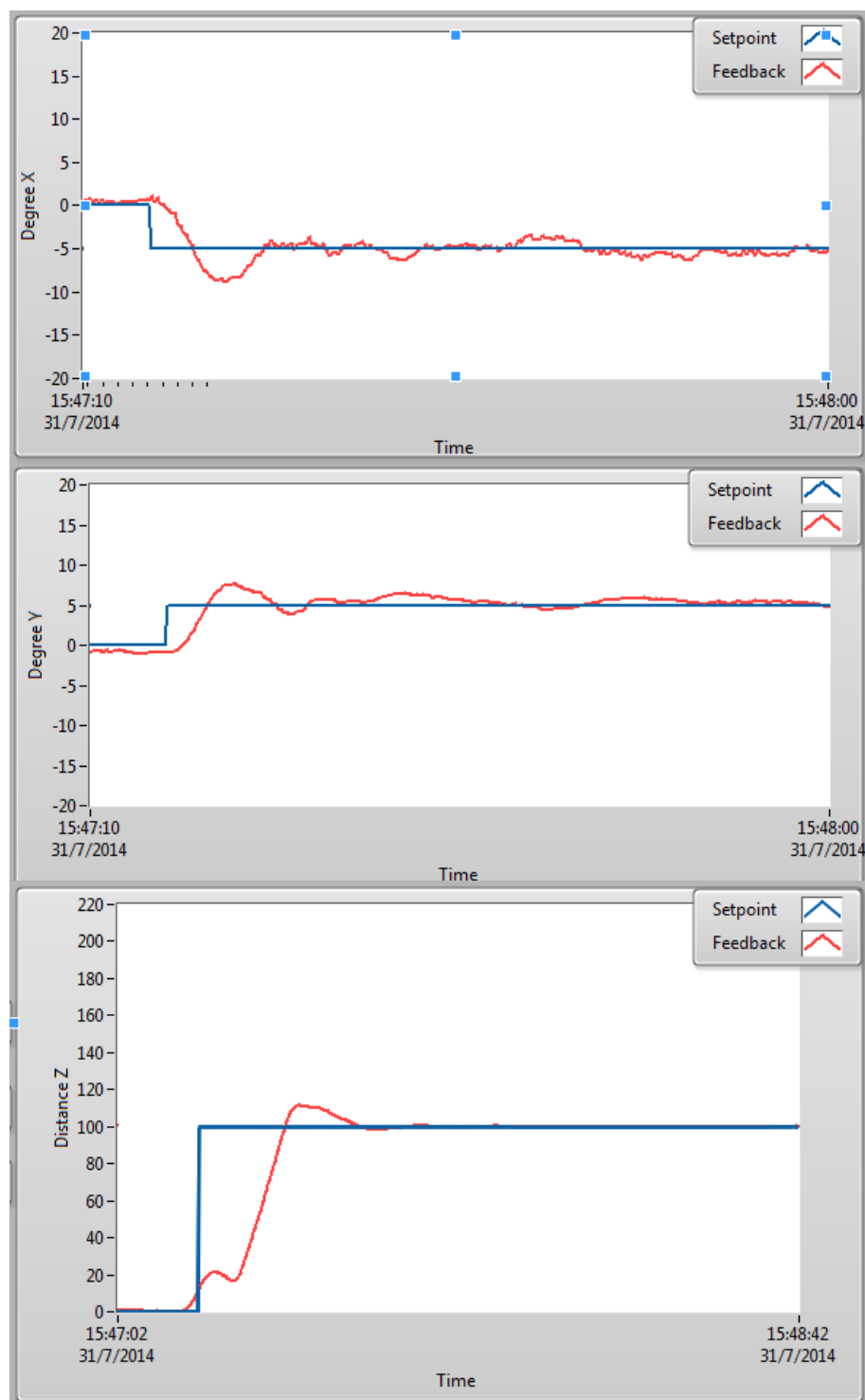
ภาพที่ 4-25 การควบคุมองศารอบแกน X, Y ที่ 5, 5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร

ในการทดลองควบคุมองค์ประกอบ X, Y ที่ 5, 5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของระบบทั้งหมด ที่ $P = 0.4$, $I = 0$, $D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองค์เริ่มต้น สั่งองค์ประกอบ X ไปที่ 5 องศา และสั่งองค์ประกอบ Y ไปที่ 5 องศา โดยสั่งการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ไปที่ 100 มิลลิเมตร โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-25 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลยจากองค์ที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองค์ที่ต้องการ ส่วนของแนวแกน Z นั้นจะทำงานเมื่อค่าขององค์ประกอบ X และ Y เข้าใกล้ค่าองค์ที่ตั้งไว้ซึ่งมีค่าบวกลบอยู่ที่ 0.5 องศา โดยสังเกตกราฟว่าจะมีการเคลื่อนที่และหยุดเคลื่อนที่เป็นจังหวะจนสามารถเคลื่อนที่ตามตำแหน่งที่ตั้งไว้ได้

ตารางที่ 4-28 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองค์ประกอบ X, Y ที่ 5, 5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร

การทดลอง ครั้ง	Set Point แกน X	Set Point แกน Y	Set Point แกน Z	ผลที่ได้ (องศา)	ผลที่ได้ (องศา)	ผลที่ได้ (มม.)	เปอร์เซ็นต์ความ ผิดพลาด
1	5	5	10	5.1	5.1	101	1.66 เปอร์เซ็นต์
2	5	5	10	4.9	5.3	101	3 เปอร์เซ็นต์
3	5	5	10	5.1	5.1	101	1.66 เปอร์เซ็นต์
4	5	5	10	4.9	5.1	99	1.66 เปอร์เซ็นต์
5	5	5	10	4.9	5.3	99	3 เปอร์เซ็นต์
6	5	5	10	5.2	4.8	101	3 เปอร์เซ็นต์
7	5	5	10	5.1	4.8	101	2.33 เปอร์เซ็นต์
8	5	5	10	4.9	5.1	99	1.66 เปอร์เซ็นต์
9	5	5	10	5.1	5.1	101	1.66 เปอร์เซ็นต์
10	5	5	10	5.2	4.8	101	3 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	5	5	10	5.05	5.05	100.4	2.26 เปอร์เซ็นต์

4.8.2 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน X, Y ที่ -5, 5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร



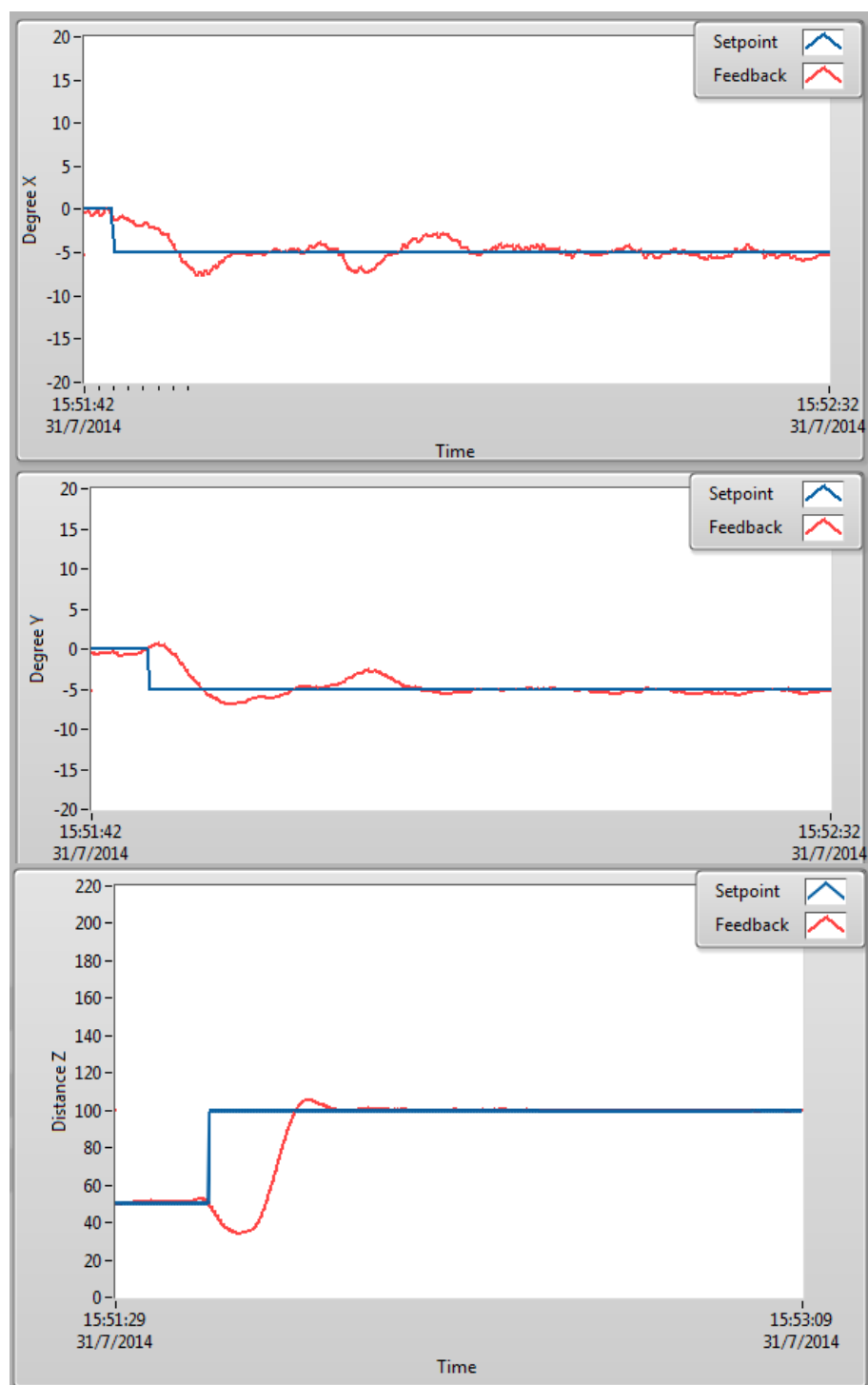
ภาพที่ 4-26 การควบคุมองศารอบแกน X, Y ที่ -5, 5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร

ในการทดลองควบคุมองค์ประกอบแกน X, Y ที่ -5, 5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของระบบทั้งหมด ที่ $P = 0.4$, $I = 0$, $D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองค์ประกอบเริ่มต้น สั่งองค์ประกอบ X ไปที่ -5 องศา และสั่งองค์ประกอบ Y ไปที่ 5 องศา โดยสั่งการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ไปที่ 100 มิลลิเมตร โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-26 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนที่ออกจากองค์ประกอบที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองค์ประกอบที่ต้องการ ส่วนของแนวแกน Z นั้นจะทำงานเมื่อค่าขององค์ประกอบ X และ Y เข้าใกล้ค่าองค์ประกอบที่ตั้งไว้ซึ่งมีค่าบวกลบอยู่ที่ 0.5 องศา โดยสังเกตกราฟว่าจะมีการเคลื่อนที่และหยุดเคลื่อนที่เป็นจังหวะจนสามารถเคลื่อนที่ตามตำแหน่งที่ตั้งไว้ได้

ตารางที่ 4-29 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองค์ประกอบ X, Y ที่ -5, 5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร

การทดลอง ครั้ง	Set Point แกน X	Set Point แกน Y	Set Point แกน Z	ผลที่ได้ (องศา)	ผลที่ได้ (องศา)	ผลที่ได้ (มม.)	เปอร์เซ็นต์ความ ผิดพลาด
1	-5	5	10	-5.3	4.8	101	3 เปอร์เซ็นต์
2	-5	5	10	-5.2	4.7	99	3.66 เปอร์เซ็นต์
3	-5	5	10	-5.1	4.8	101	2.33 เปอร์เซ็นต์
4	-5	5	10	-5.1	4.7	101	3 เปอร์เซ็นต์
5	-5	5	10	-5.2	4.8	99	3 เปอร์เซ็นต์
6	-5	5	10	-5.1	4.8	99	2.33 เปอร์เซ็นต์
7	-5	5	10	-5.2	4.9	101	2.33 เปอร์เซ็นต์
8	-5	5	10	-5.2	4.8	99	3 เปอร์เซ็นต์
9	-5	5	10	-5.2	4.8	101	3 เปอร์เซ็นต์
10	-5	5	10	-5.1	4.9	101	1.66 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	-5	5	10	-5.17	4.81	90.5	2.7 เปอร์เซ็นต์

4.8.3 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน X, Y ที่ -5, -5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร



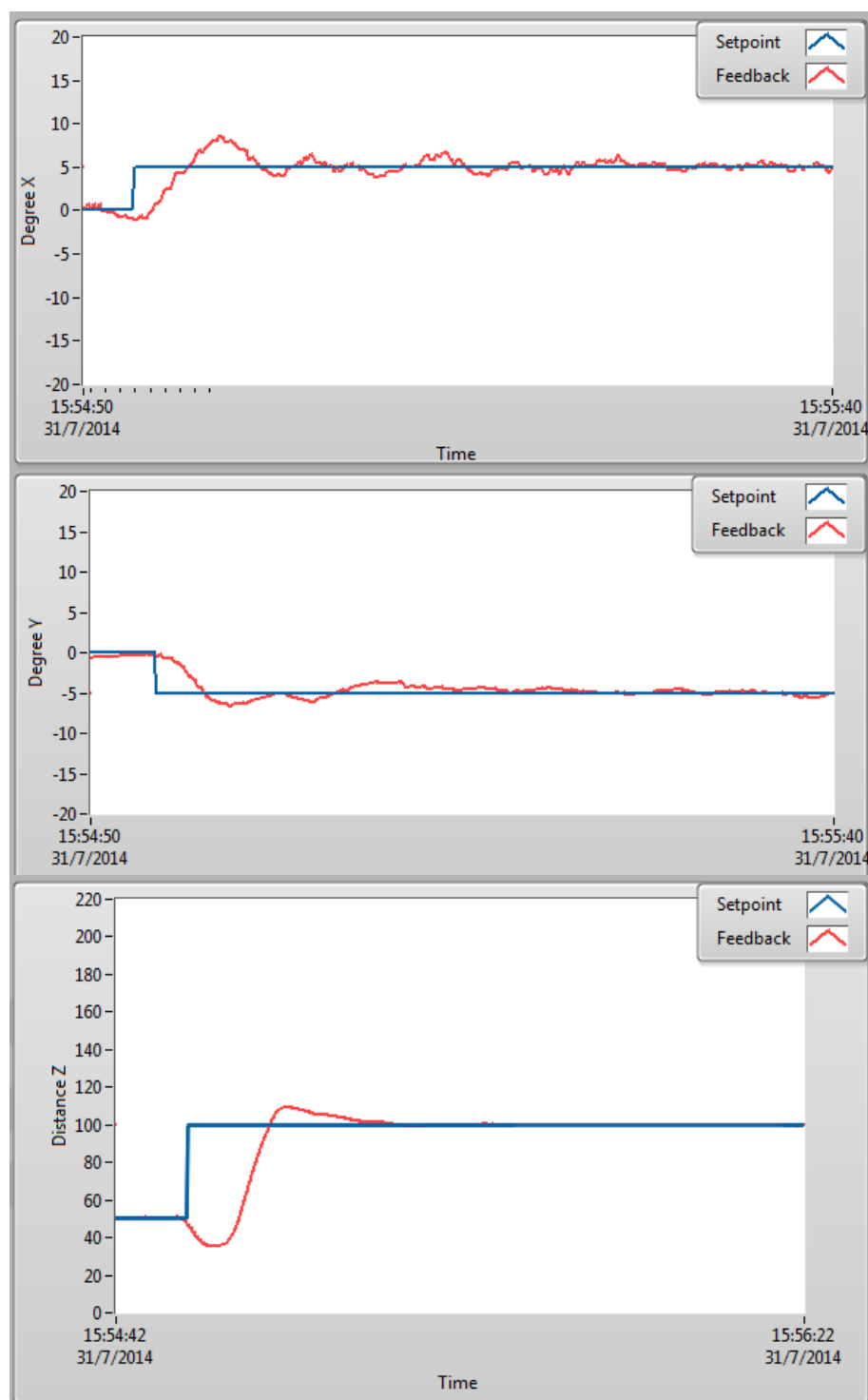
ภาพที่ 4-27 การควบคุมองศารอบแกน X, Y ที่ -5, -5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร

ในการทดลองควบคุมองค์ประกอบ X, Y ที่ -5, -5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของระบบทั้งหมดที่ $P = 0.4$, $I = 0$, $D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองค์ประกอบเริ่มต้น สั่งองค์ประกอบ X ไปที่ -5 องศา และสั่งองค์ประกอบ Y ไปที่ -5 องศา โดยสั่งจากระยะ 50 มิลลิเมตร เพื่อให้กระบอกสูบมีระยะที่เผื่อไว้สำหรับการเคลื่อนที่เข้าออก และสั่งการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ไปที่ 100 มิลลิเมตร โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-27 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลเยจากองค์ประกอบที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองค์ประกอบที่ต้องการ ส่วนของแนวแกน Z นั้นจะทำงานเมื่อค่าขององค์ประกอบ X และ Y เข้าใกล้ค่าองค์ประกอบที่ตั้งไว้ซึ่งมีค่าบวกลบอยู่ที่ 0.5 องศา โดยสังเกตกราฟว่าระยะการเคลื่อนที่จะเริ่มจากระยะ 50 มิลลิเมตร จนสามารถเคลื่อนที่ตามตำแหน่งที่ตั้งไว้ได้

ตารางที่ 4-30 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองค์ประกอบ X, Y ที่ -5, -5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร

การทดลอง ครั้ง	Set Point แกน X	Set Point แกน Y	Set Point แกน Z	ผลที่ได้ (องศา)	ผลที่ได้ (องศา)	ผลที่ได้ (มม.)	เปอร์เซ็นต์ความ ผิดพลาด
1	-5	-5	10	-5.3	-5.5	9.9	5.66 เปอร์เซ็นต์
2	-5	-5	10	-4.9	-5.3	10.1	3 เปอร์เซ็นต์
3	-5	-5	10	-5.3	-4.8	9.9	3.66 เปอร์เซ็นต์
4	-5	-5	10	-5.3	-4.9	9.9	3 เปอร์เซ็นต์
5	-5	-5	10	-5.2	-4.8	10.1	3 เปอร์เซ็นต์
6	-5	-5	10	-5.3	-4.9	9.9	3 เปอร์เซ็นต์
7	-5	-5	10	-5.2	-4.9	9.8	2.66 เปอร์เซ็นต์
8	-5	-5	10	-5.3	-4.8	10.1	3.66 เปอร์เซ็นต์
9	-5	-5	10	-5.3	-4.9	10.1	3 เปอร์เซ็นต์
10	-5	-5	10	-5.2	-4.9	9.9	2.33 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	-5	-5	10	-5.23	-4.97	9.97	3.29 เปอร์เซ็นต์

4.8.4 ผลการทดลองควบคุมองศารอบแกน X, Y ที่ 5, -5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4-28 การควบคุมองศารอบแกน X, Y ที่ 5, -5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร

ในการทดลองควบคุมองค์ประกอบแกน X , Y ที่ -5 , -5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ค่าเกน (Gain) ของระบบทั้งหมด ที่ $P = 0.4$, $I = 0$, $D = 0$ จะทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยจะสั่งจากองศาเริ่มต้น สั่งองค์ประกอบแกน X ไปที่ 5 องศา และสั่งองค์ประกอบแกน Y ไปที่ -5 องศา โดยสั่งจากระยะ 50 มิลลิเมตรเพื่อให้กระบอกสูบมีระยะที่เผื่อไว้สำหรับการเคลื่อนที่เข้าออก และสั่งการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ไปที่ 100 มิลลิเมตร โดยใช้ความดันน้ำมันที่ 30 บาร์ กราฟแสดงผลดังภาพที่ 4-28 สังเกตได้ว่ากราฟที่ไม่ราบเรียบเกิดจากค่าของเซ็นเซอร์วัดมุมที่มีค่าผิดพลาด และมีการเคลื่อนเลยจากองศาที่สั่ง และเคลื่อนที่กลับเข้าองศาที่ต้องการ ส่วนของแนวแกน Z นั้นจะทำงานเมื่อค่าขององค์ประกอบแกน X และ Y เข้าใกล้ค่าองศาที่ตั้งไว้ซึ่งมีค่าบวกลบอยู่ที่ 0.5 องศา โดยสังเกตกราฟว่าระยะการเคลื่อนที่จะเริ่มจากระยะ 50 มิลลิเมตร จนสามารถเคลื่อนที่ตามตำแหน่งที่ตั้งไว้ได้

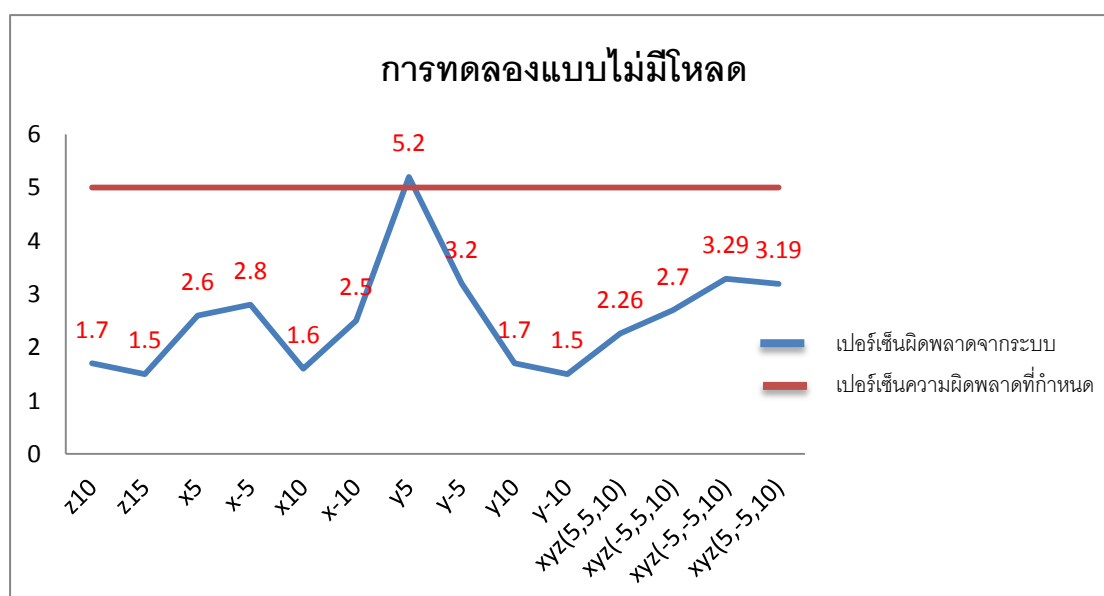
ตารางที่ 4-31 ผลที่ได้จากการทดลองควบคุมองค์ประกอบแกน X, Y ที่ 5, -5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร

การทดลอง ครั้ง	Set Point แกน X	Set Point แกน Y	Set Point แกน Z	ผลที่ได้ (องศา)	ผลที่ได้ (องศา)	ผลที่ได้ (มม.)	เปอร์เซ็นต์ความ ผิดพลาด
1	5	-5	10	5.1	-5.2	99	2.33 เปอร์เซ็นต์
2	5	-5	10	5.1	-4.9	101	1.66 เปอร์เซ็นต์
3	5	-5	10	5.1	-4.7	98	3.33 เปอร์เซ็นต์
4	5	-5	10	5.1	-4.8	99	2.33 เปอร์เซ็นต์
5	5	-5	10	5.1	-4.7	101	3 เปอร์เซ็นต์
6	5	-5	10	5.2	-4.8	99	3 เปอร์เซ็นต์
7	5	-5	10	5.1	-4.9	101	1.66 เปอร์เซ็นต์
8	5	-5	10	5.1	-4.7	101	9 เปอร์เซ็นต์
9	5	-5	10	5.1	-4.9	98	2 เปอร์เซ็นต์
10	5	-5	10	5.2	-4.7	99	3.66 เปอร์เซ็นต์
เฉลี่ย	5	-5	10	5.12	4.83	99.3	3.19 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4-32 การค่าเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดระหว่างการทดลองแบบไม่มีโหลดและมีโหลด 60 กิโลกรัมของการควบคุมองค์ประกอบแกน X,Y และการควบคุมแนวแกน Z ที่ระยะความสูง 100 มม.

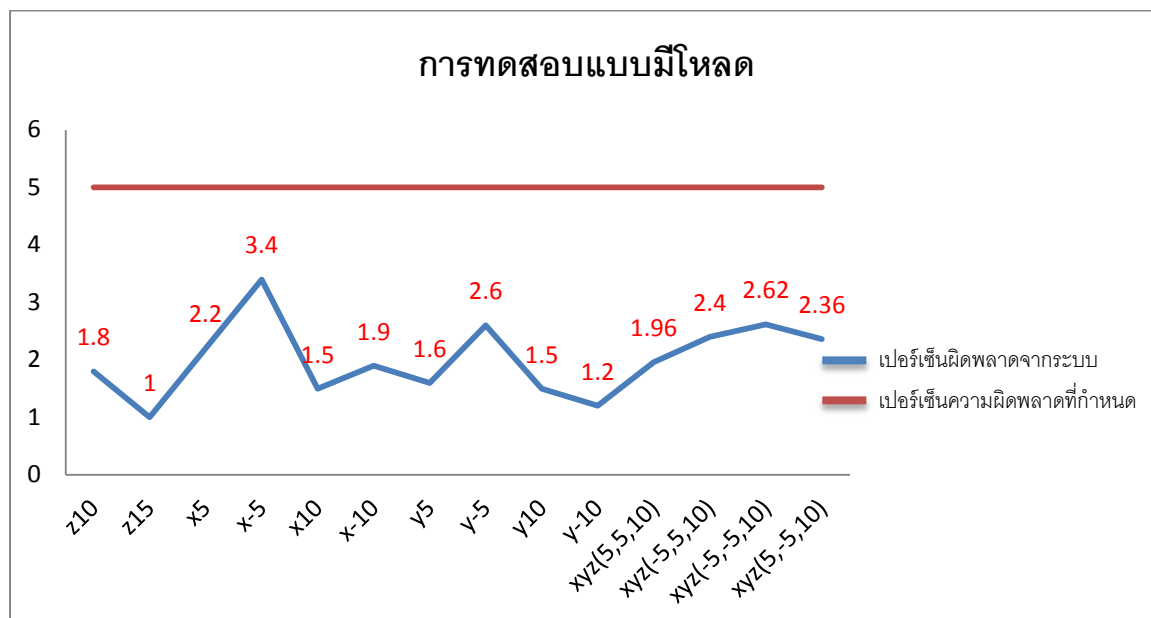
การทดลอง	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดแบบไม่มีโหลด	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดแบบมีโหลด 60 กิโลกรัม
องค์ประกอบแกน X,Y ที่ 5, 5 องค์ประกอบแนวแกน Z ที่ระยะความสูง 100 มม.	2.26 เปอร์เซ็นต์	1.96 เปอร์เซ็นต์
องค์ประกอบแกน X,Y ที่ -5, 5 องค์ประกอบแนวแกน Z ที่ระยะความสูง 100 มม.	2.7 เปอร์เซ็นต์	2.4 เปอร์เซ็นต์
องค์ประกอบแกน X,Y ที่ -5, -5 องค์ประกอบแนวแกน Z ที่ระยะความสูง 100 มม.	3.29 เปอร์เซ็นต์	2.62 เปอร์เซ็นต์
องค์ประกอบแกน X,Y ที่ 5, -5 องค์ประกอบแนวแกน Z ที่ระยะความสูง 100 มม.	3.19 เปอร์เซ็นต์	2.36 เปอร์เซ็นต์

ผลที่ได้จากการทดลอง ในการทดลองควบคุมตำแหน่งในแต่ละองค์ประกอบสามารถควบคุมให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้ แต่ยังคงมีความคลาดเคลื่อนอยู่ ซึ่งในการทดสอบแบ่งออกเป็นแบบไม่มีโหลด และแบบมีโหลด โดยที่มีค่าความผิดพลาดที่ใกล้เคียง โดยดูได้จากตารางดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4-29 ผลการทดลองแบบไม่มีโหลด

จากภาพที่ 4-29 จะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากระบบจะอยู่ในเปอร์เซ็นต์ที่กำหนดไว้เป็นส่วนใหญ่ มีเพียงการทดลองควบคุมองค์ประกอบ Y ที่ 5 องค์เท่านั้นที่เกินจากเปอร์เซ็นต์ที่กำหนดไว้



ภาพที่ 4-30 ผลการทดลองแบบมีโหลด

จากภาพที่ 4-30 จะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากระบบที่ได้จากการทดลองแบบมีโหลดนั้นอยู่ในค่าเปอร์เซ็นต์ที่กำหนดไว้