



การทดสอบโปรแกรมและผลการทดสอบ

การทดสอบโปรแกรมแปลรหัสเอ็นซี แบบ 5 แกน ผู้วิจัยทำการทดสอบแปลเอ็นซีโค้ดที่สร้างจากโปรแกรม CAD/CAM (Unigraphics NX4) สำหรับการเคลื่อนที่ที่ละแกนของทั้ง 3 แกน การเคลื่อนที่พร้อมกัน 3 แกนและการเคลื่อนที่ทั้ง 5 แกนพร้อมกัน ดังต่อไปนี้

โปรแกรมที่ 1 เคลื่อนที่ตามแนวแกน X - N1 G91 G01 X15.0 Y0.0 Z0.0 a0.0 b0.0 F30.

โปรแกรมที่ 2 เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y - N1 G91 G01 X0.0 Y10.0 Z0.0 a0.0 b0.0 F30.

โปรแกรมที่ 3 เคลื่อนที่ตามแนวแกน Z - N1 G91 G01 X0.0 Y0.0 Z6.0 a0.0 b0.0 F30.

โปรแกรมที่ 4 เคลื่อนที่ตามแนวแกน XYZ - N1 G91 G01 X10.0 Y10.0 Z10.0 a0.0 b0.0 F30.

โปรแกรมที่ 5 เคลื่อนที่ทั้ง 5 แกนพร้อมกัน - N1 G91 G01 X50.0 Y16.0 Z20.0 a5.0 b10.0 F60.

ได้ผลจากการทดสอบ ดังต่อไปนี้

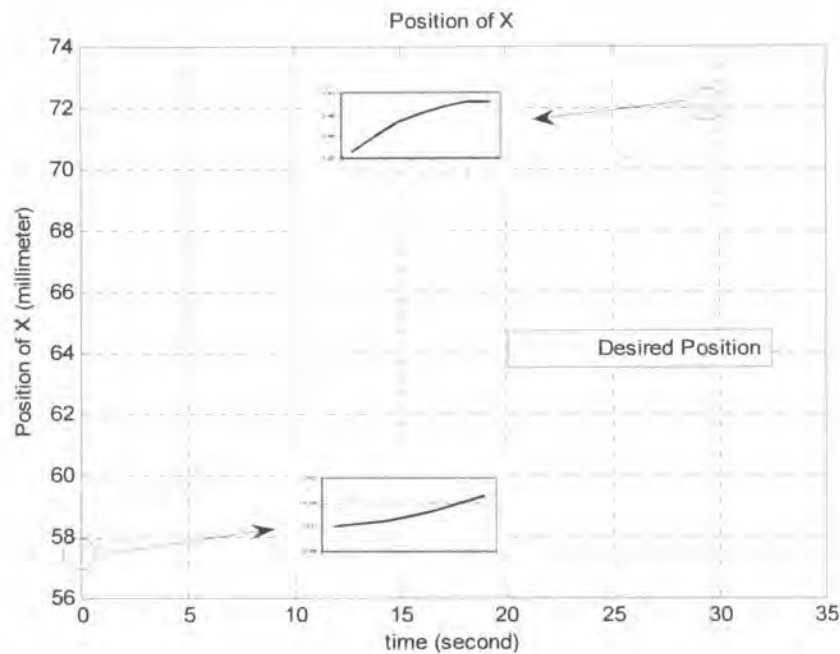
ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบแปลเอ็นซีโค้ด

การเคลื่อนที่	จำนวนข้อมูลที่แปลได้ (Linear Interpolation)	จำนวนข้อมูลในช่วงการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง	เวลาที่ใช้ในการแปล (นาที)
แนวแกน X	15,013	13	1.34
แนวแกน Y	10,013	13	1.13
แนวแกน Z	6,013	13	0.44
แนวแกน XYZ	17,334	13	1.45
5 แกนพร้อมกัน	28,114	25	2.40

พบว่าจะมีข้อสังเกตที่เหมือนกัน ดังนั้นผู้วิจัยใคร่ขอใช้ตัวอย่าง การเคลื่อนที่ในแนวแกน X ในการอธิบายการทดสอบที่ได้

เวลาที่ใช้ในการแปลรหัสเอ็นซี ที่ระยะการเคลื่อนที่ 15 มิลลิเมตร ตามแนวแกน X แกนเดียวใช้เวลา 1.34 นาที และเวลาที่ใช้ในการแปลจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีแกนในการเคลื่อนที่พร้อมกันเพิ่มขึ้น กล่าวได้ว่า ถ้าระยะการเคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้น หรือแกนในการเคลื่อนที่พร้อมกันเพิ่มขึ้น (จำนวนข้อมูลในการแปลเพิ่มมากขึ้น) เวลาที่ใช้ในการแปลจะเพิ่มมากขึ้น

และจำนวนข้อมูลที่ได้จากการแปลเอ็นซี โค้ด (Linear Interpolation) ที่ระยะการเคลื่อนที่ 15 มิลลิเมตร ตามแนวแกน X แกนเดียวนั้น มี 15,013 ข้อมูล แบ่งเป็นการเคลื่อนที่แบบความเร็วคงที่ 13 ข้อมูล ที่เหลือเป็นการเคลื่อนที่แบบความเร็วคงที่ (S-Curve)



รูปที่ 5.1 ตำแหน่งของการเคลื่อนที่ในแนวแกน X ที่เวลาต่าง ๆ ที่ F 30 mm/min

5.1 การทดลองการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

ในการทดลองการเคลื่อนที่นั้น ผู้วิจัยได้นำผลชุดข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมแปลรหัสเอ็นซี มาใช้กับตัวควบคุม (Controller) ที่ถูกพัฒนาโดยนายกรรมมันต์ ชูประเสริฐ[13] โดยเป็นการควบคุมแบบ Inverse Dynamics Control ซึ่งเป็นผลให้ระบบนี้มีเสถียรภาพตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่

4

โดยมีตำแหน่งตั้งต้นการเคลื่อนที่ที่ถูกกำหนดไว้สำหรับตัวควบคุมนี้ ดังนี้

X57.51 Y0.48 Z114.43 a10.0 b0.0

ในการทดลองนี้เป็นการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงแบบ S-Curve โดยในช่วงความเร่ง และความหน่วงคงที่ให้มีค่าเท่ากับ 20 มิลลิเมตรต่อวินาที² ความถี่ในการสุ่มตัวอย่าง 500 Hz (คาบการสุ่ม 2 มิลลิวินาที) และทำการบันทึกผลของตำแหน่งที่เคลื่อนที่ที่เวลาต่าง ๆ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับตำแหน่งอ้างอิง โดยทำการแปลโค้ดจากเท็กซ์ไฟล์ (.txt) ซึ่งมีโค้ดดังนี้

โปรแกรมที่ 1 เคลื่อนที่ตามแนวแกน X - N1 G91 G01 X15.0 Y0.0 Z0.0 a0.0 b0.0 F30.

โปรแกรมที่ 2 เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y - N1 G91 G01 X0.0 Y10.0 Z0.0 a0.0 b0.0 F30.

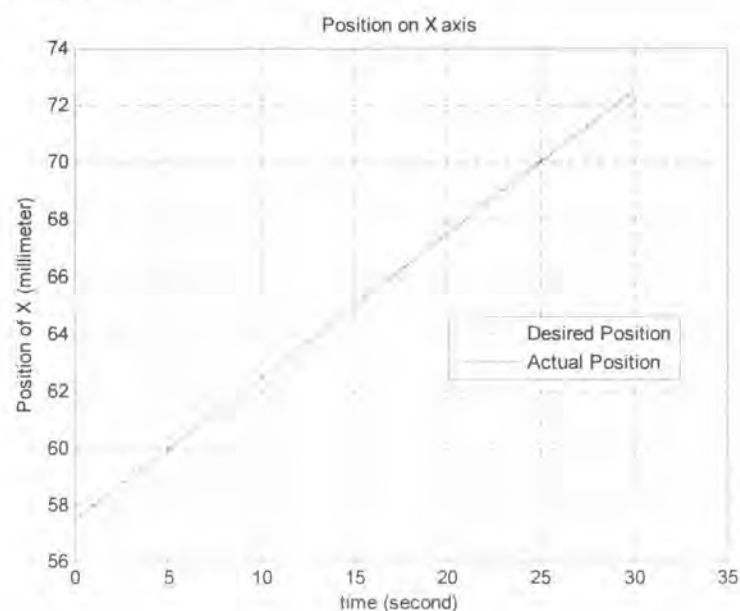
โปรแกรมที่ 3 เคลื่อนที่ตามแนวแกน Z - N1 G91 G01 X0.0 Y0.0 Z6.0 a0.0 b0.0 F30.

โปรแกรมที่ 4 เคลื่อนที่ตามแนวแกน XYZ - N1 G91 G01 X10.0 Y10.0 Z10.0 a0.0 b0.0 F30.

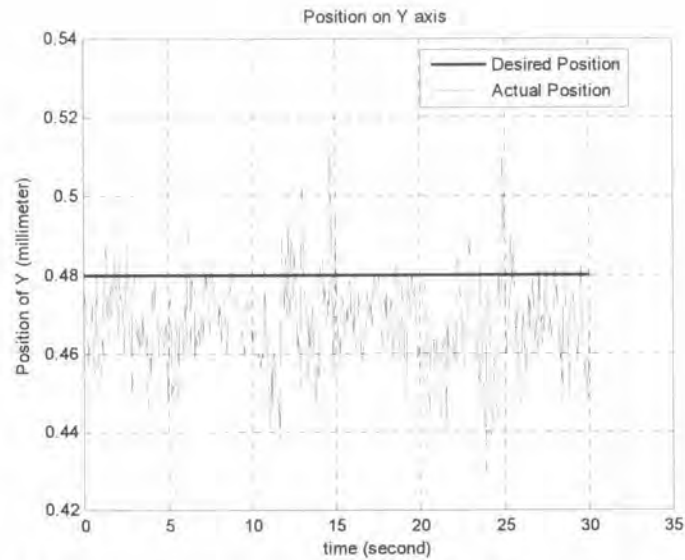
โปรแกรมที่ 5 เคลื่อนที่ทั้ง 5 แกนพร้อมกัน - N1 G91 G01 X50.0 Y16.0 Z20.0 a5.0 b10.0 F60.

5.1.1 การเคลื่อนที่ตามแนวแกน X แกนเดียว(โปรแกรมที่ 1)

ในการทดลองนี้ได้ทำการเคลื่อนที่ตามแนวแกน X เป็นระยะทาง 15 มิลลิเมตร ด้วยค่าอัตราป้อน 30 มิลลิเมตรต่อวินาที จากนั้นทำการบันทึกตำแหน่งการเคลื่อนที่ที่เวลาต่างๆ จากรูปที่ 5.2 แสดงตำแหน่งตามทางเดินตามแนวแกน X ที่เวลาต่าง ๆ โดยแสดงเส้นกราฟของตำแหน่งจริง กับตำแหน่งอ้างอิงตามแนวทางเดิน พบว่าเส้นกราฟของตำแหน่งจริง กับตำแหน่งอ้างอิงจะมีค่าใกล้เคียงกันตลอดแนวทางเดิน

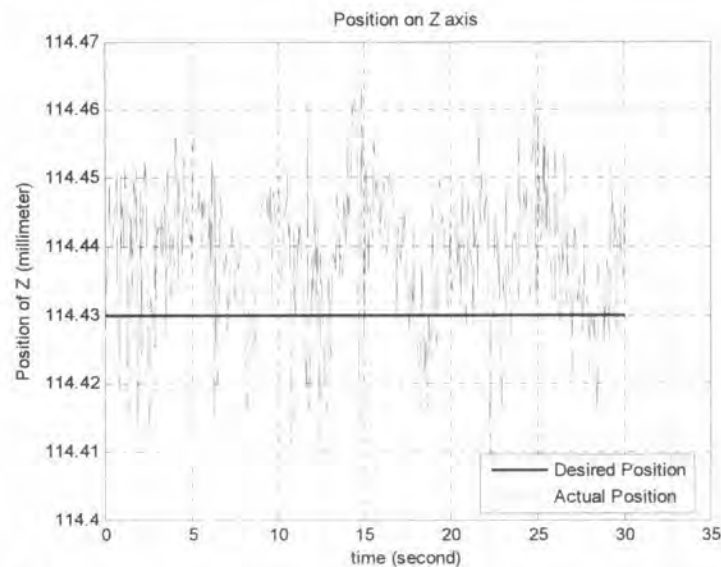


รูปที่ 5.2 ตำแหน่งของการเคลื่อนที่ตามแนวแกน X ที่เวลาต่าง ๆ ที่ F 30 mm/min



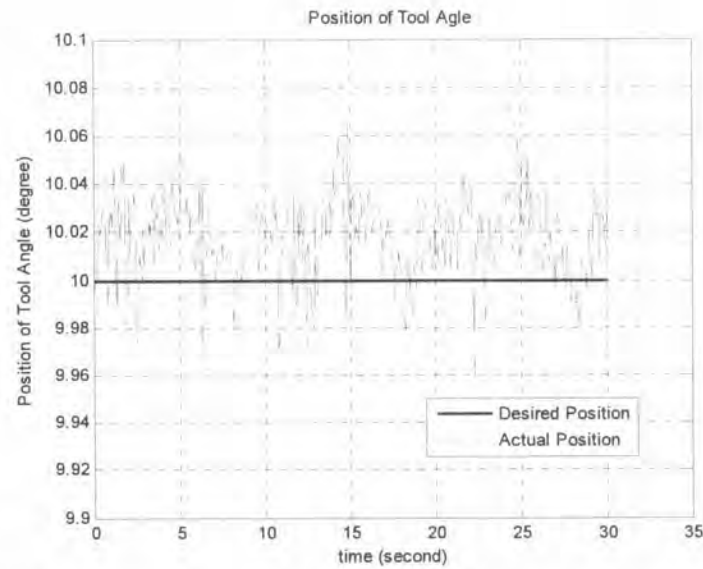
รูปที่ 5.3 ตำแหน่งตามแนวแกน Y เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน X แกนเดียว

รูปที่ 5.3 แสดงค่าตามแนวแกน Y ทั้งนี้ค่าทางแกนวายจะต้องคงที่ที่ 0.48 มิลลิเมตร เนื่องจากควบคุมให้มีการเคลื่อนที่ตามแนวแกน X อย่างเดียว แต่ค่าที่วัดได้จะแกว่งค่อนข้างสม่ำเสมออยู่ในช่วง 0.46 ถึง 0.48 มิลลิเมตร และมีค่า 0.43 และ 0.51 มิลลิเมตร เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



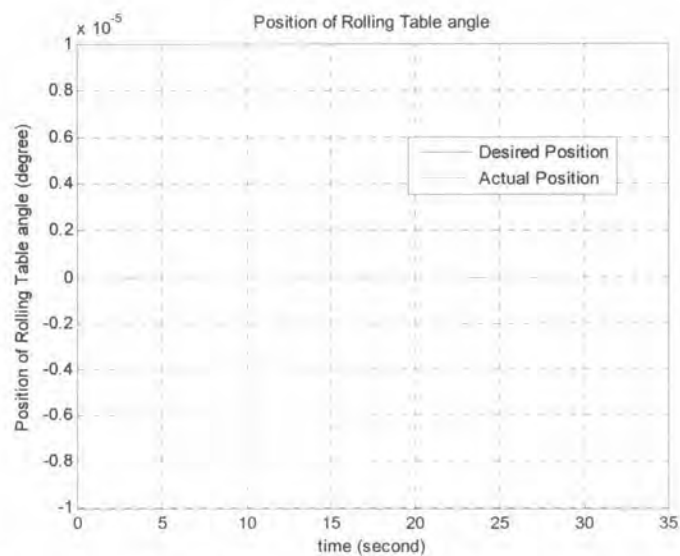
รูปที่ 5.4 ตำแหน่งตามแนวแกน Z เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน X แกนเดียว

รูปที่ 5.4 แสดงค่าตามแนวแกน Z ทั้งนี้ค่าทางแกน Z จะต้องคงที่ที่ 114.43 มิลลิเมตร เนื่องจากควบคุมให้มีการเคลื่อนที่ตามแนวแกน X อย่างเดียว แต่ค่าที่วัดได้จะแกว่งค่อนข้างสม่ำเสมออยู่ในช่วง 114.42 ถึง 114.45 มิลลิเมตร และมีค่า 114.41 และ 114.46 มิลลิเมตรเป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



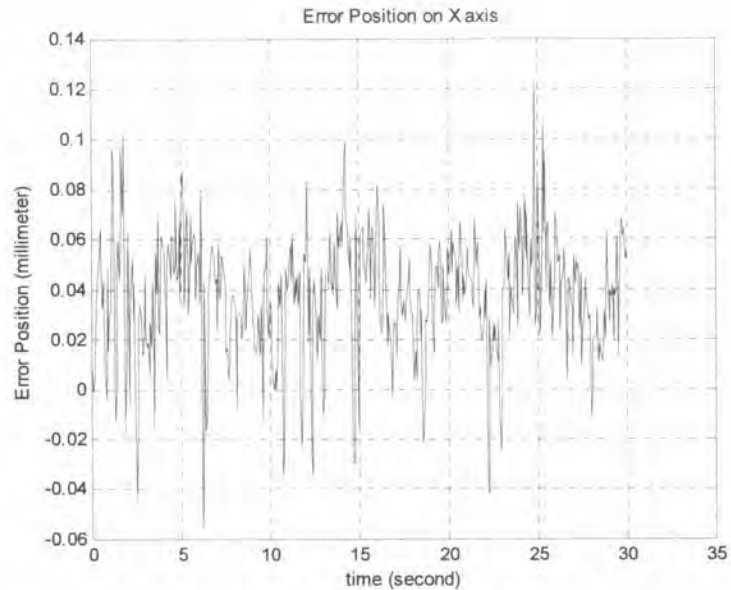
รูปที่ 5.5 มุมของปลายแขนกลเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน X แกนเดียว

รูปที่ 5.5 แสดงค่ามุมของปลายแขนกล ทั้งนี้ค่ามุมของปลายแขนกลจะต้องคงที่ที่ 10 องศา เนื่องจากควบคุมให้มีการเคลื่อนที่ตามแนวแกน X อย่างเดียว แต่ค่าที่วัดได้จะแกว่งค่อนข้างสม่ำเสมออยู่ในช่วง 10 ถึง 10.04 องศา และมีค่า 9.96 และ 10.06 องศา เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ

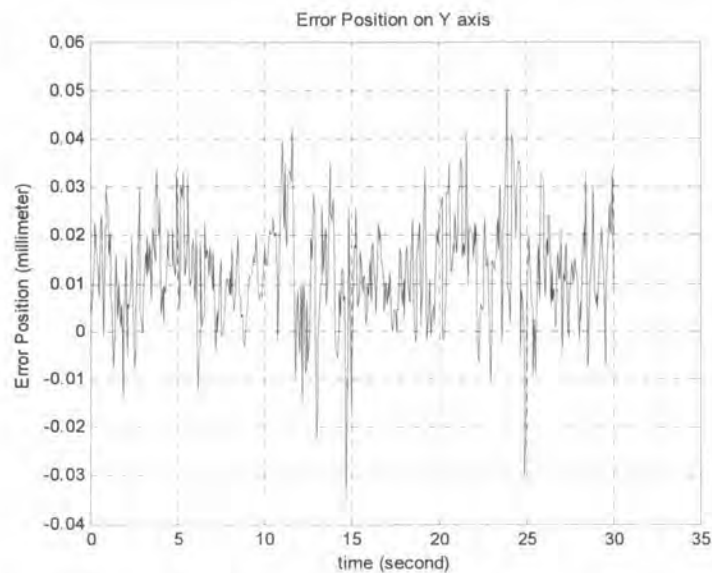


รูปที่ 5.6 มุมของโต๊ะจับชิ้นงานเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน X แกนเดียว

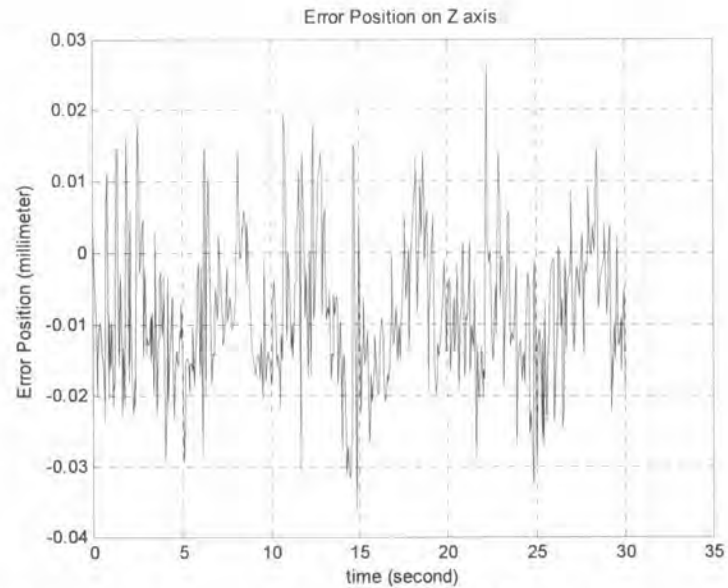
รูปที่ 5.6 แสดงค่ามุมของโต๊ะจับชิ้นงาน ทั้งนี้ค่ามุมของโต๊ะจับชิ้นงานจะต้องคงที่ที่ 0 องศา เนื่องจากควบคุมให้มีการเคลื่อนที่ตามแนวแกน X อย่างเดียว โดยค่าที่วัดได้ คือ 0 องศา



รูปที่ 5.7 ค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน X เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน X แกนเดียว
รูปที่ 5.7 แสดงค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน X โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 0.06 มิลลิเมตรและมีค่า -0.06 และ 0.12 มิลลิเมตร เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ

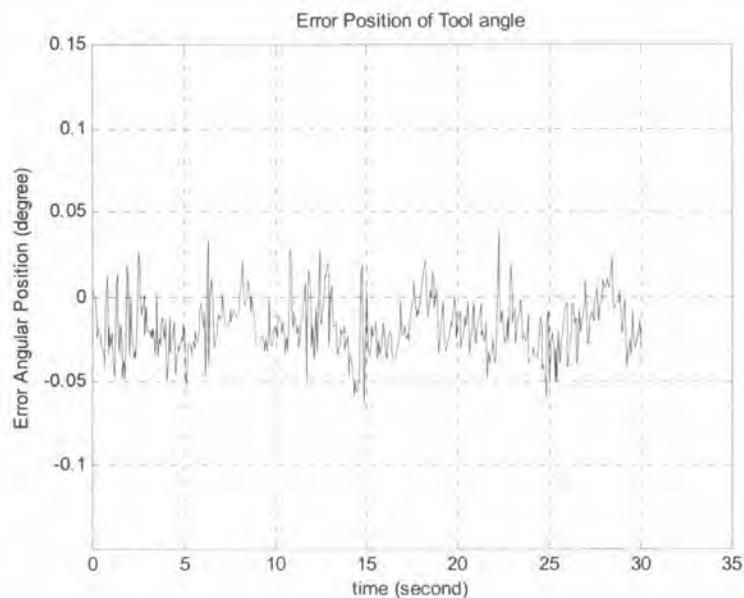


รูปที่ 5.8 ค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Y เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน X แกนเดียว
รูปที่ 5.8 แสดงค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Y โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 0.03 มิลลิเมตรและมีค่า -0.04 และ 0.05 มิลลิเมตร เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ



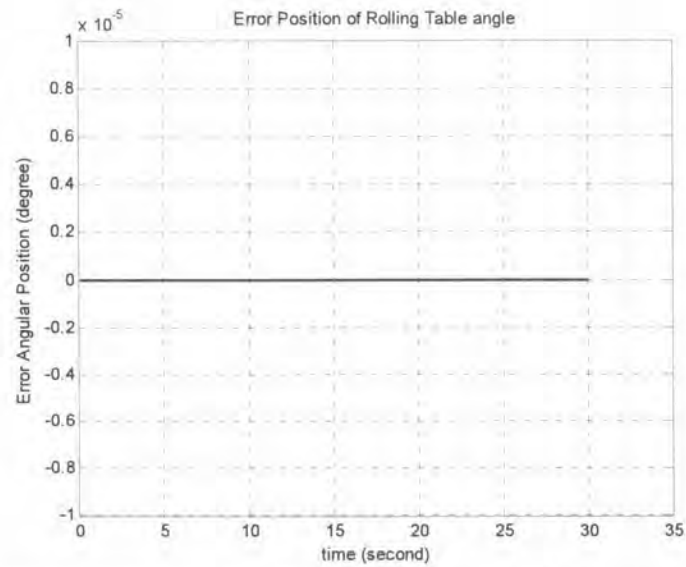
รูปที่ 5.9 ค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Z เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน X แกนเดียว

รูปที่ 5.9 แสดงค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Z โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง -0.02 ถึง 0.01 มิลลิเมตรและมีค่า -0.04 และ 0.03 มิลลิเมตร เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ



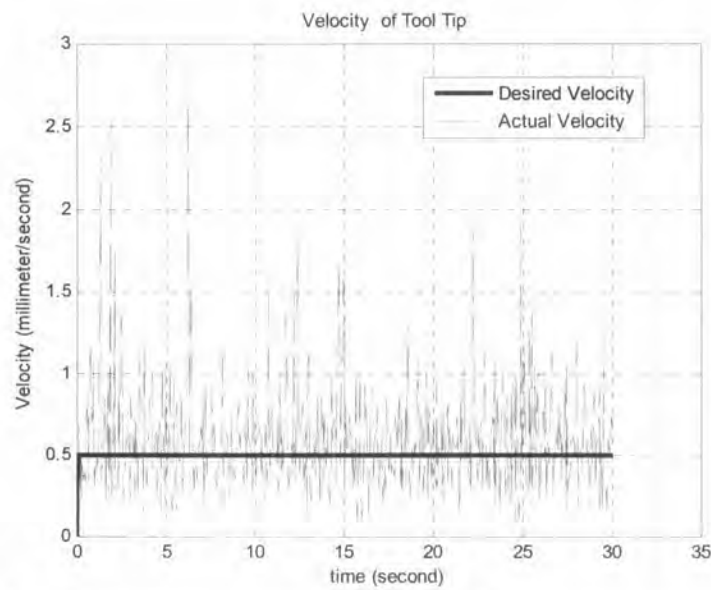
รูปที่ 5.10 ค่าผิดพลาดเชิงมุมของปลายแขนกลเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน X แกนเดียว

รูปที่ 5.10 แสดงค่าผิดพลาดเชิงมุมของปลายแขนกล โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง -0.05 ถึง 0 องศา และมีค่า -0.06 และ 0.04 องศา เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ



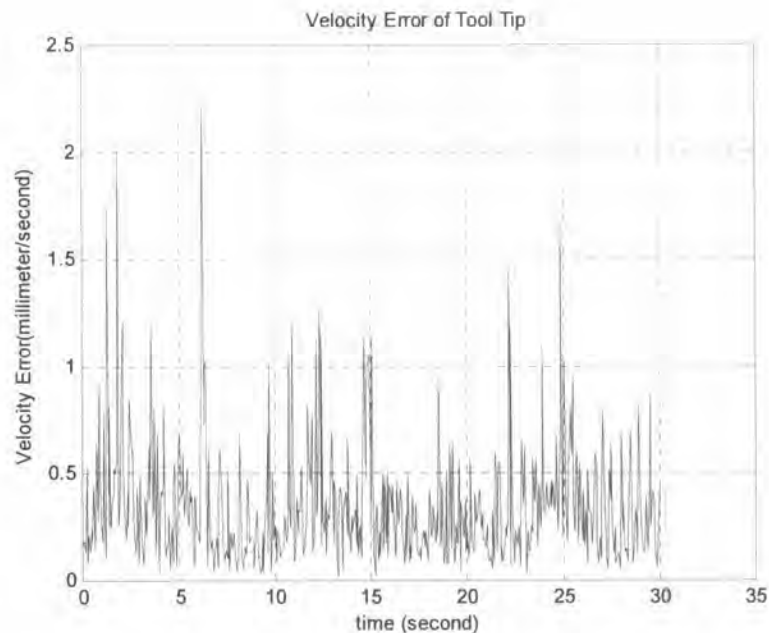
รูปที่ 5.11 ค่าผิดพลาดเชิงมุมของ โต๊ะจับชิ้นงานเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน X แกนเดียว

รูปที่ 5.11 แสดงค่าผิดพลาดเชิงมุมของของ โต๊ะจับชิ้นงาน โดยมีค่า 0 องศา(ไม่เคลื่อนที่)



รูปที่ 5.12 ความเร็วปลายแขนกลเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน X แกนเดียว

รูปที่ 5.12 แสดงค่าความเร็วปลายแขนกลที่ต้องการคงที่ที่ 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที แต่ค่าที่ได้จะแกว่งค่อนข้างสม่ำเสมอในช่วง 0.25 ถึง 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และมีค่า 0.1 และ 3 มิลลิเมตรต่อวินาที เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ

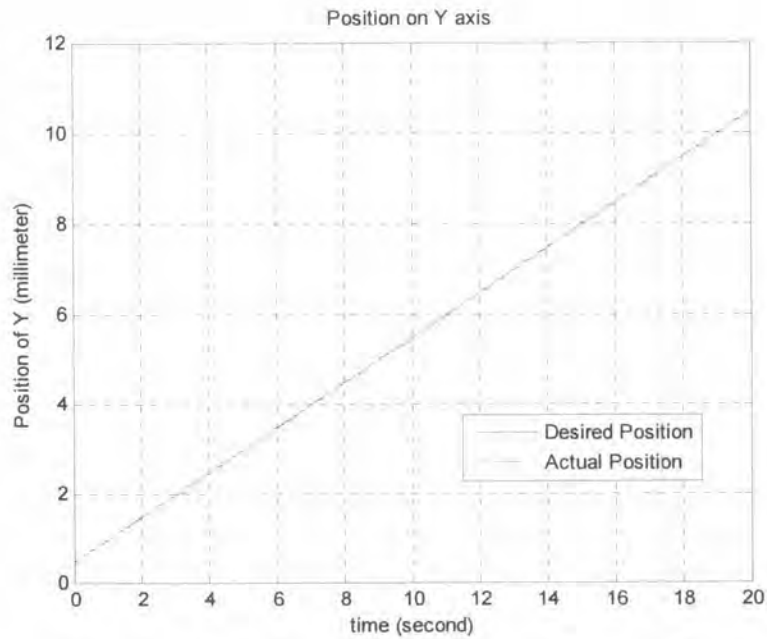


รูปที่ 5.13 ค่าผิดพลาดทางความเร็วปลายแขนกลเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน X แกนเดียว

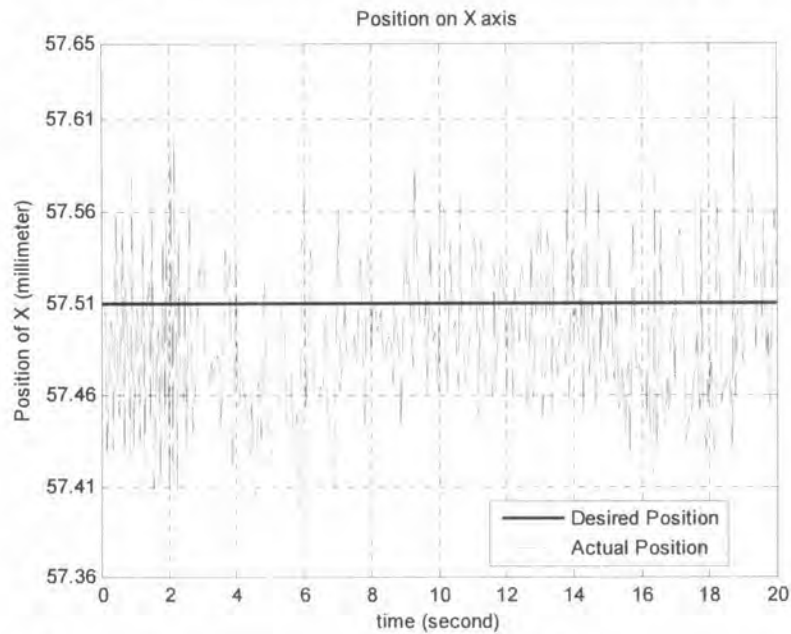
รูปที่ 5.13 แสดงค่าผิดพลาดทางความเร็วปลายแขนกล โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที และมีค่า 0.01 และ 2.3 มิลลิเมตรต่อวินาที เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ

5.1.2 การเคลื่อนที่ตามแนวแกน Y แกนเดียว(โปรแกรมที่ 2)

ในการทดลองนี้ได้ทำการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Y เป็นระยะทาง 10 มิลลิเมตร ด้วยค่าอัตราป้อน 30 มิลลิเมตรต่อวินาที จากนั้นทำการบันทึกตำแหน่งการเคลื่อนที่ ที่เวลาต่างๆ จากรูปที่ 5.14 แสดงตำแหน่งตามทางเดินตามแนวแกน Y ที่เวลาต่าง ๆ โดยแสดงเส้นกราฟของตำแหน่งจริง กับตำแหน่งอ้างอิงตามแนวทางเดิน พบว่าเส้นกราฟของตำแหน่งจริง กับตำแหน่งอ้างอิงจะมีค่าใกล้เคียงกันตลอดแนวทางเดิน

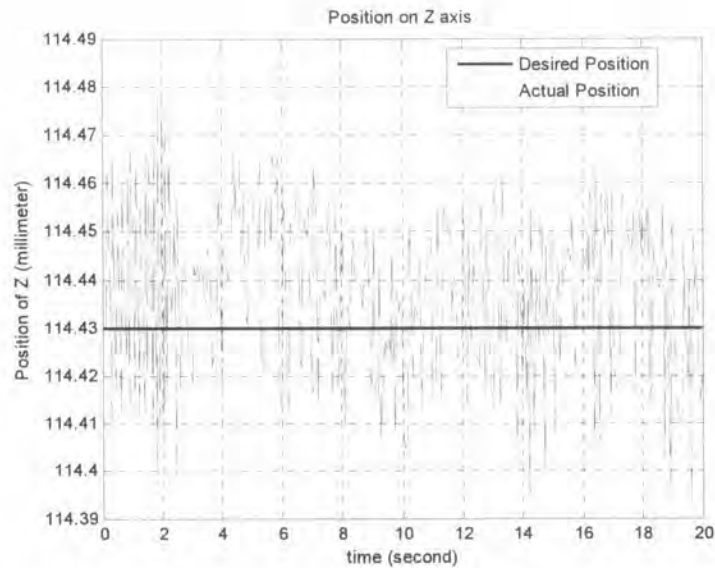


รูปที่ 5.14 ตำแหน่งของการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Y ที่เวลาต่าง ๆ ที่ F 30 mm/min



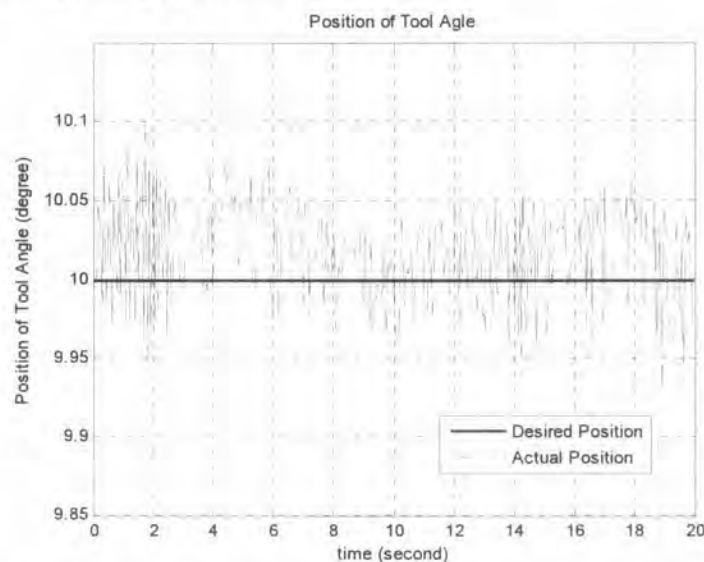
รูปที่ 5.15 ตำแหน่งตามแนวแกน X เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y แขนเดียว

รูปที่ 5.15 แสดงค่าตามแนวแกน X ทั้งนี้ค่าทางแกน X จะต้องคงที่ที่ 57.51 มิลลิเมตร เนื่องจากควบคุมให้มีการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Y อย่างเดียวแต่ค่าที่วัดได้จะแกว่งค่อนข้างสม่ำเสมออยู่ในช่วง 57.46 ถึง 57.56 มิลลิเมตร และมีค่า 57.40 และ 57.62 มิลลิเมตรเป็นค่าต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ



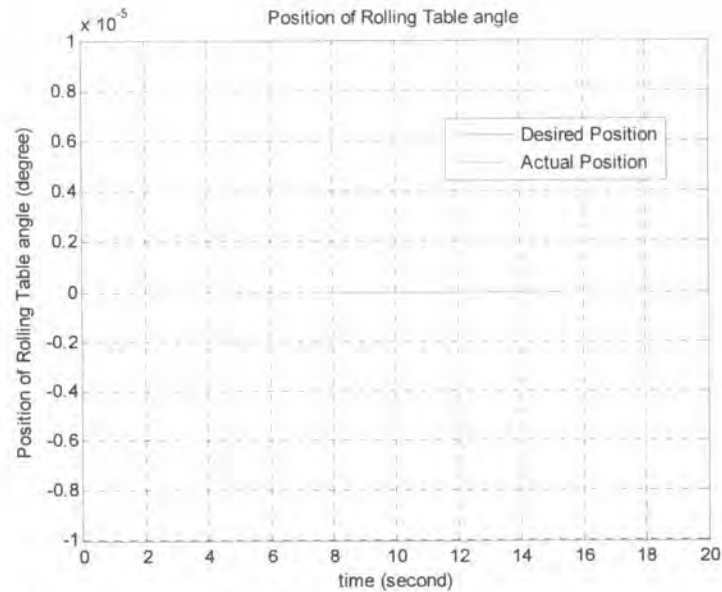
รูปที่ 5.16 ตำแหน่งตามแนวแกน Z เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y แกนเดียว

รูปที่ 5.16 แสดงค่าตามแนวแกน Z ทั้งนี้ค่าทางแกน Z จะต้องคงที่ที่ 114.43 มิลลิเมตร เนื่องจากควบคุมให้มีการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Y อย่างเดียว แต่ค่าที่วัดได้จะแกว่งค่อนข้างสม่ำเสมออยู่ในช่วง 114.42 ถึง 114.45 มิลลิเมตร และมีค่า 114.392 และ 114.478 มิลลิเมตร เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



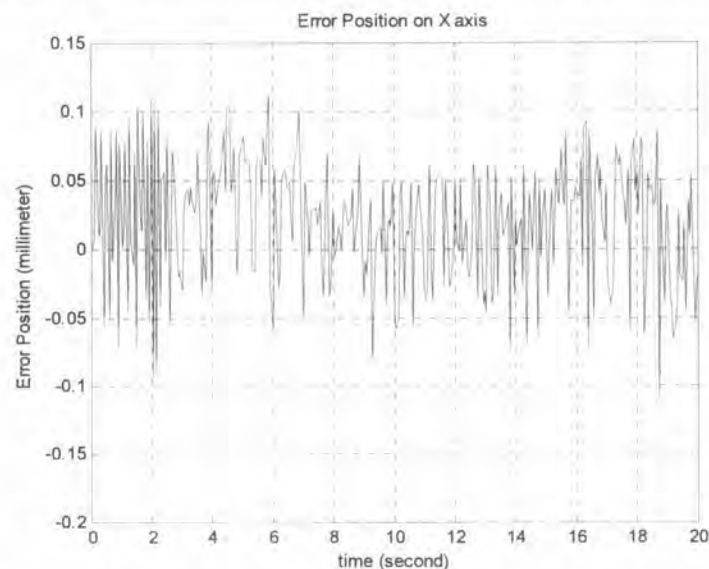
รูปที่ 5.17 มุมของปลายแขนกลเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y แกนเดียว

รูปที่ 5.17 แสดงค่ามุมของปลายแขนกล ทั้งนี้ค่ามุมของปลายแขนกลจะต้องคงที่ที่ 10 องศา เนื่องจากควบคุมให้มีการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Y อย่างเดียว แต่ค่าที่วัดได้จะแกว่งค่อนข้างสม่ำเสมออยู่ในช่วง 9.97 ถึง 10.05 องศา และมีค่า 9.93 และ 10.1 องศา เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



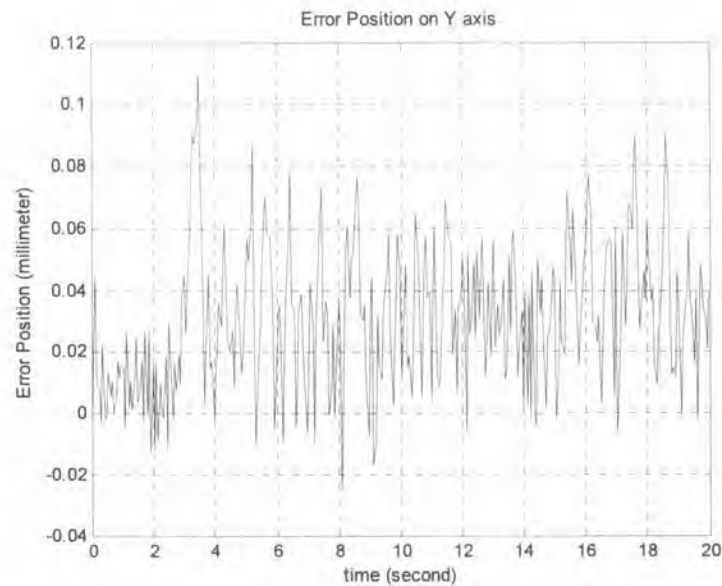
รูปที่ 5.18 มุมของโต๊ะจับชิ้นงานเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y แกนเดียว

รูปที่ 5.18 แสดงค่ามุมของโต๊ะจับชิ้นงาน ทั้งนี้ค่ามุมของโต๊ะจับชิ้นงานจะต้องคงที่ที่ 0 องศา เนื่องจากควบคุมให้มีการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Y อย่างเดียว โดยค่าที่วัดได้ คือ 0 องศา



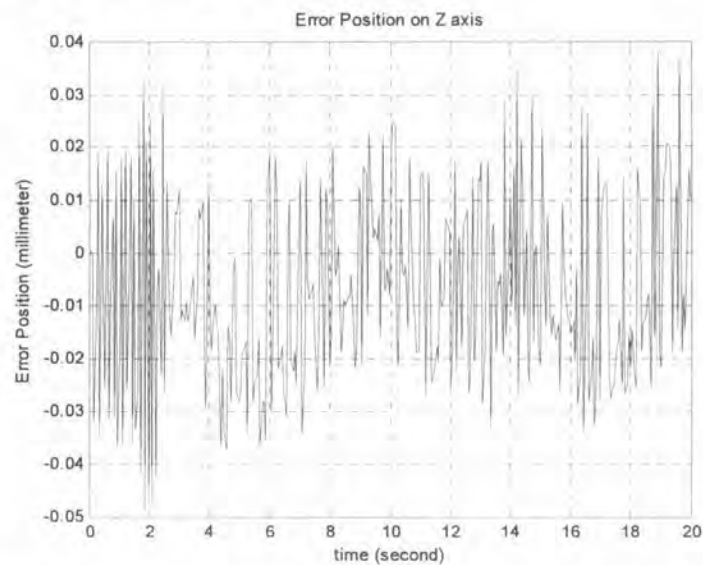
รูปที่ 5.19 ค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน X เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y แกนเดียว

รูปที่ 5.19 แสดงค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน X เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y แกนเดียวโดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง -0.05 ถึง 0.05 มิลลิเมตร และมีค่า -0.1 และ 0.11 มิลลิเมตร เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



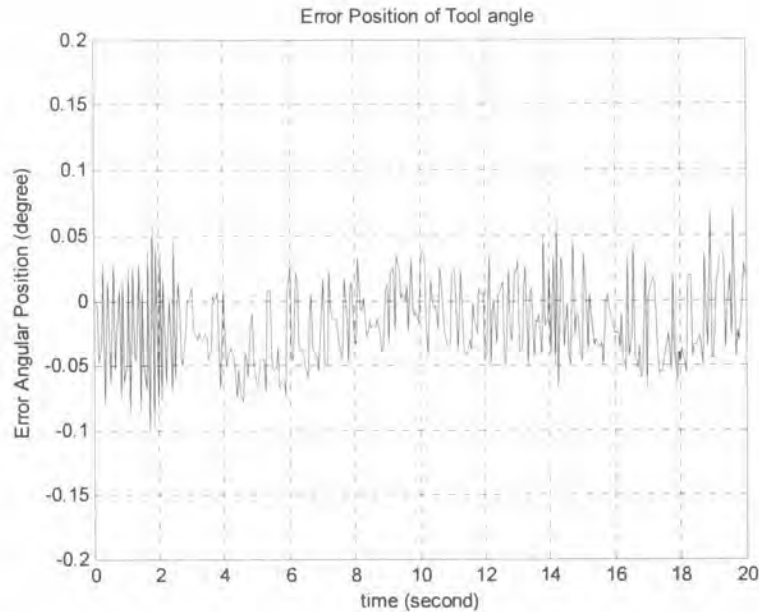
รูปที่ 5.20 ค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Y เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y แกนเดียว

รูปที่ 5.20 แสดงค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Y เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y แกนเดียว โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 0.06 มิลลิเมตร และมีค่า -0.022 และ 0.115 มิลลิเมตร เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



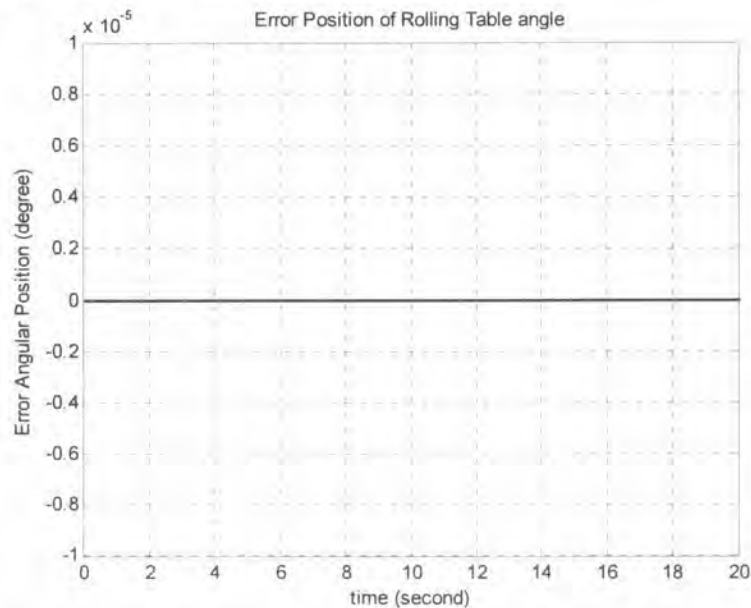
รูปที่ 5.21 ค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Z เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y แกนเดียว

รูปที่ 5.21 แสดงค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Z เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y แกนเดียว โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง -0.03 ถึง 0.02 มิลลิเมตร และมีค่า -0.049 และ 0.038 มิลลิเมตร เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



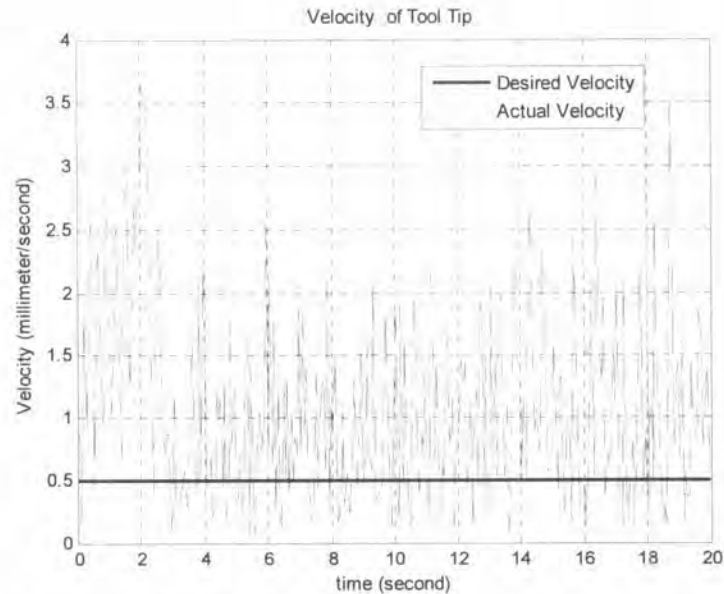
รูปที่ 5.22 ค่าผิดพลาดเชิงมุมของปลายแขนกลเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y แกนเดียว

รูปที่ 5.22 แสดงค่าผิดพลาดเชิงมุมของปลายแขนกลเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y แกนเดียว โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง -0.05 ถึง 0.05 องศา และมีค่า -0.1 และ 0.054 องศา เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



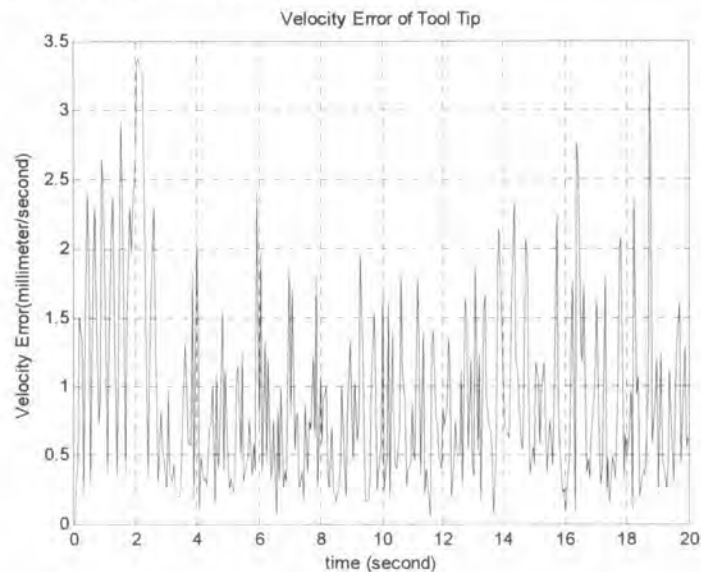
รูปที่ 5.23 ค่าผิดพลาดเชิงมุมของโต๊ะจับชิ้นงานเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y แกนเดียว

รูปที่ 5.23 แสดงค่าผิดพลาดเชิงมุมของโต๊ะจับชิ้นงานเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y แกนเดียว โดยมีค่า 0 องศา (ไม่เคลื่อนที่)



รูปที่ 5.24 ความเร็วปลายแกนกลเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y แกนเดียว

รูปที่ 5.24 แสดงค่าความเร็วปลายแกนกลที่จะต้องคงที่ที่ 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที แต่ค่าที่ได้จะแกว่งค่อนข้างสม่ำเสมออยู่ในช่วง 0.3 ถึง 2 มิลลิเมตรต่อวินาที และมีค่า 0.1 ถึง 3.6 มิลลิเมตรต่อวินาที เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ

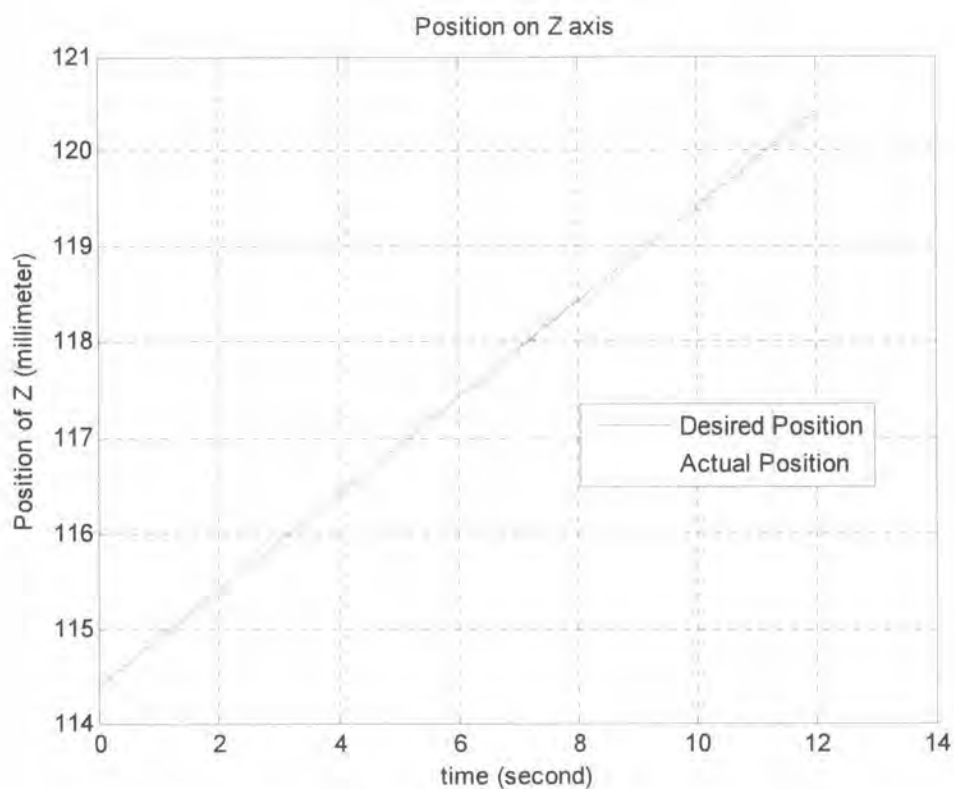


รูปที่ 5.25 ค่าผิดพลาดทางความเร็วปลายแกนกลเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y แกนเดียว

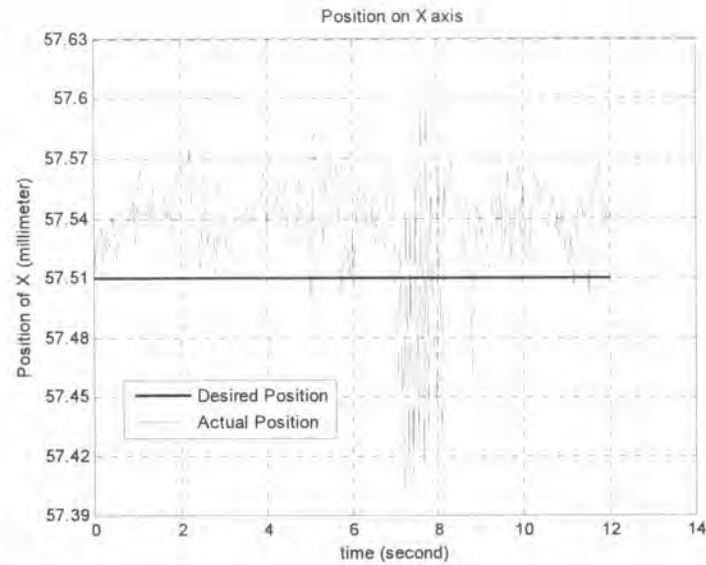
รูปที่ 5.25 แสดงค่าผิดพลาดทางความเร็วปลายแกนกล โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 0.3 ถึง 1.5 มิลลิเมตรต่อวินาที และมีค่า 0.04 และ 3.4 มิลลิเมตรต่อวินาที เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ

5.1.3 การเคลื่อนที่ตามแนวแกนแซดแกนเดียว(โปรแกรมที่ 3)

ในการทดลองนี้ได้ทำการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Z เป็นระยะทาง 6 มิลลิเมตร ด้วยค่าอัตราป้อน 30 มิลลิเมตรต่อนาที จากนั้นทำการบันทึกตำแหน่งการเคลื่อนที่ ที่เวลาต่างๆ จากรูปที่ 5.26 แสดงตำแหน่งตามทางเดินตามแนวแกนแซดที่เวลาต่าง ๆ โดยแสดงเส้นกราฟของตำแหน่งจริง กับตำแหน่งอ้างอิงตามแนวทางเดิน พบว่าเส้นกราฟของตำแหน่งจริง กับตำแหน่งอ้างอิงจะมีค่าใกล้เคียงกันตลอดแนวทางเดิน

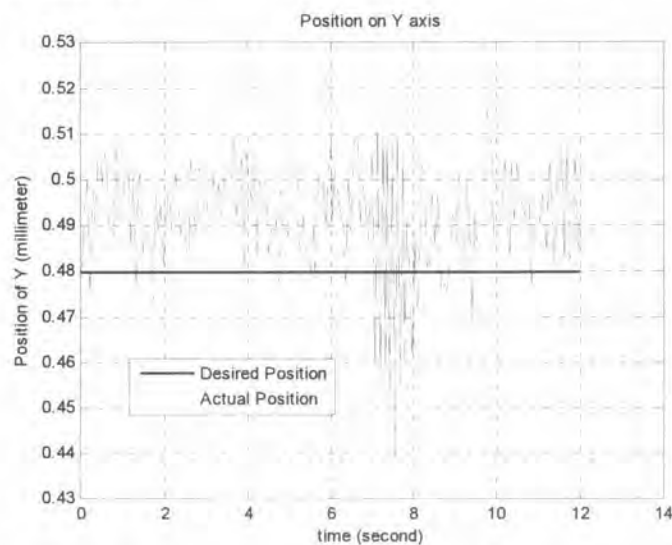


รูปที่ 5.26 ตำแหน่งของการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Z ที่เวลาต่าง ๆ ด้วย F 30 mm/min



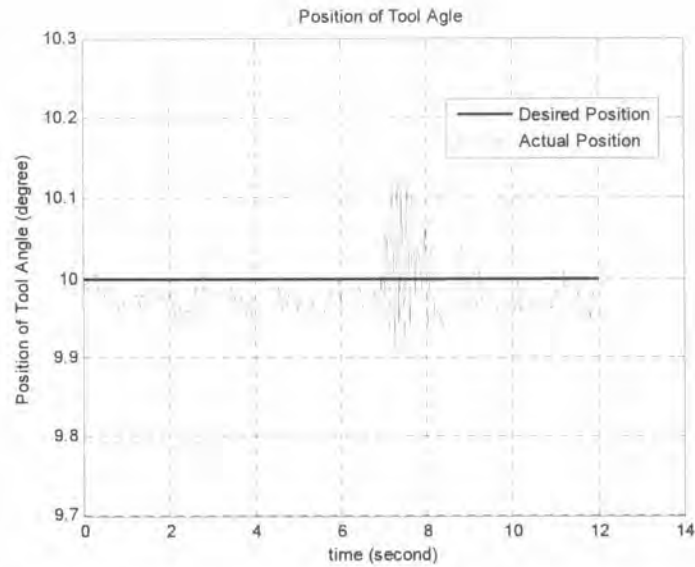
รูปที่ 5.27 ตำแหน่งตามแนวแกน X เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Z แกนเดียว

รูปที่ 5.27 แสดงค่าตามแนวแกน X ทั้งนี้ค่าทางแกน X จะตั้งคงที่ที่ 57.51 มิลลิเมตร เนื่องจากควบคุมให้มีการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Z อย่างเดียว แต่ค่าที่วัดได้จะแกว่งค่อนข้างสม่ำเสมออยู่ในช่วง 57.51 ถึง 57.57 มิลลิเมตร และมีค่า 57.40 และ 57.60 มิลลิเมตร เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



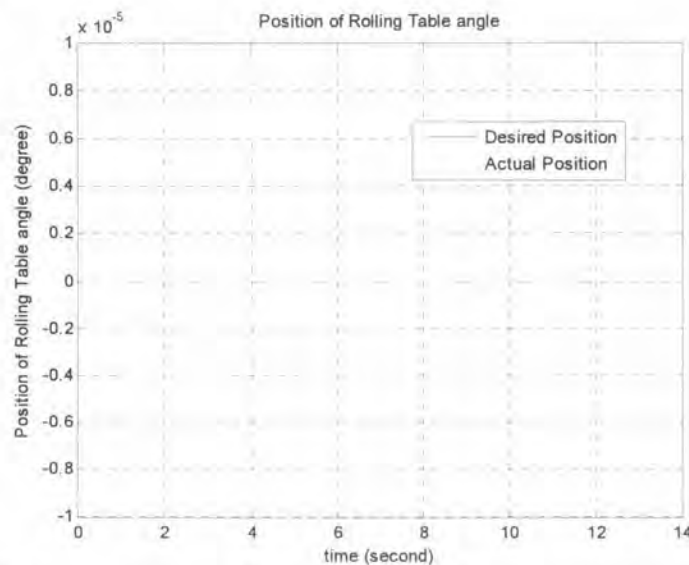
รูปที่ 5.28 ตำแหน่งตามแนวแกน Y เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Z แกนเดียว

รูปที่ 5.28 แสดงค่าตามแนวแกน Y ทั้งนี้ค่าทางแกน Y จะตั้งคงที่ที่ 0.48 มิลลิเมตร เนื่องจากควบคุมให้มีการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Z อย่างเดียว แต่ค่าที่วัดได้จะแกว่งค่อนข้างสม่ำเสมออยู่ในช่วง 0.48 ถึง 0.5 มิลลิเมตร และมีค่า 0.44 และ 0.516 มิลลิเมตร เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



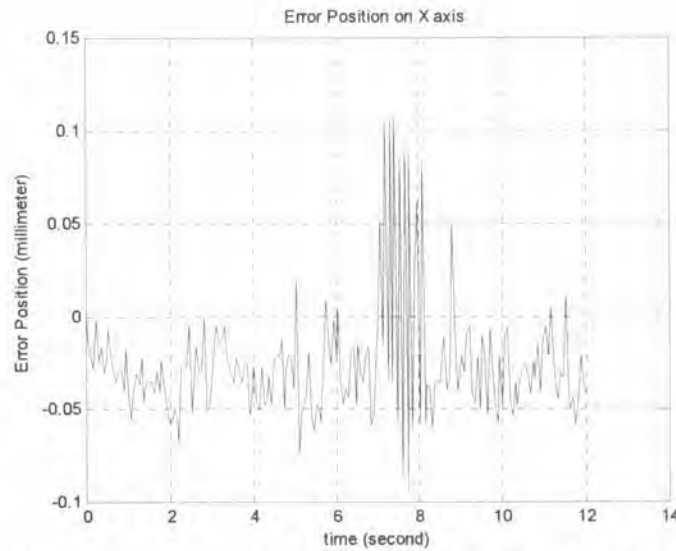
รูปที่ 5.29 มุมของปลายแขนกลเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Z แกนเดียว

รูปที่ 5.29 แสดงค่ามุมของปลายแขนกล ทั้งนี้ค่ามุมของปลายแขนกลจะต้องคงที่ที่ 10 องศา เนื่องจากควบคุมให้มีการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Z อย่างเดียว แต่ค่าที่วัดได้จะแกว่งค่อนข้างสม่ำเสมออยู่ในช่วง 9.95 ถึง 10 องศา และมีค่า 9.91 และ 10.13 องศา เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



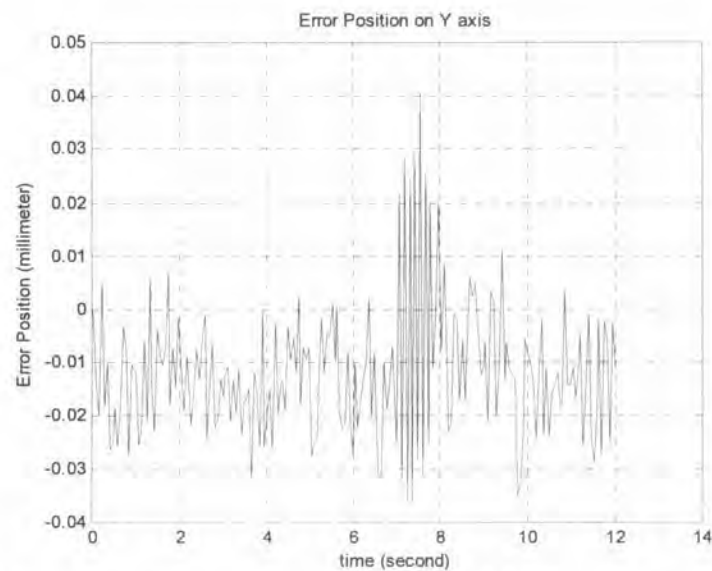
รูปที่ 5.30 มุมของโต๊ะจับชิ้นงานเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Z แกนเดียว

รูปที่ 5.30 แสดงค่ามุมของโต๊ะจับชิ้นงาน ทั้งนี้ค่ามุมของโต๊ะจับชิ้นงานจะต้องคงที่ที่ 0 องศา เนื่องจากควบคุมให้มีการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Z อย่างเดียว โดยค่าที่วัดได้คือ 0 องศา คือ ไม่มีการเคลื่อนที่



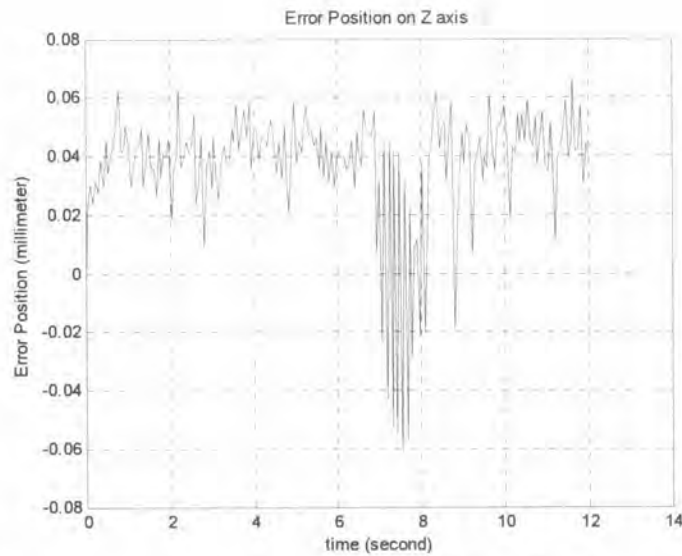
รูปที่ 5.31 ค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน X เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Z แกนเดียว

รูปที่ 5.31 แสดงค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน X เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Z แกนเดียว โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง -0.05 ถึง 0 มิลลิเมตร และมีค่า -0.09 และ 0.11 มิลลิเมตร เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ



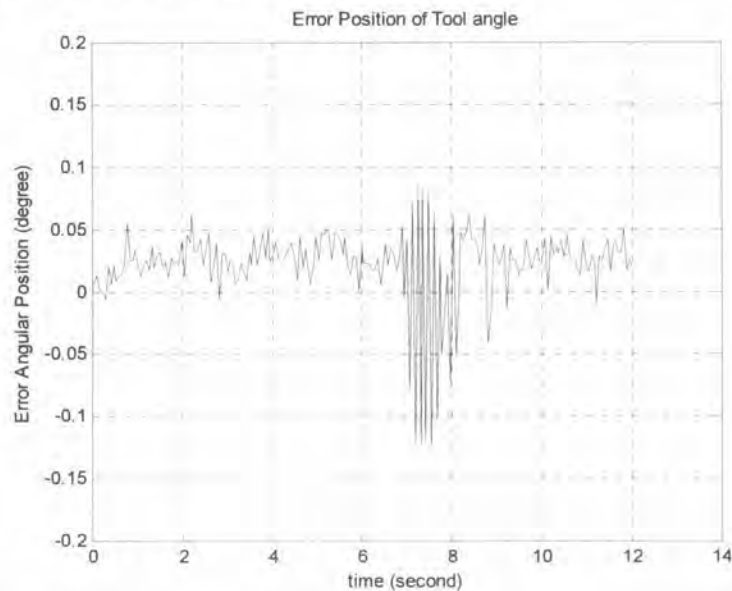
รูปที่ 5.32 ค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Y เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Z แกนเดียว

รูปที่ 5.32 แสดงค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Y เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Z แกนเดียว โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง -0.02 ถึง 0 มิลลิเมตร และมีค่า -0.035 และ 0.04 มิลลิเมตร เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ



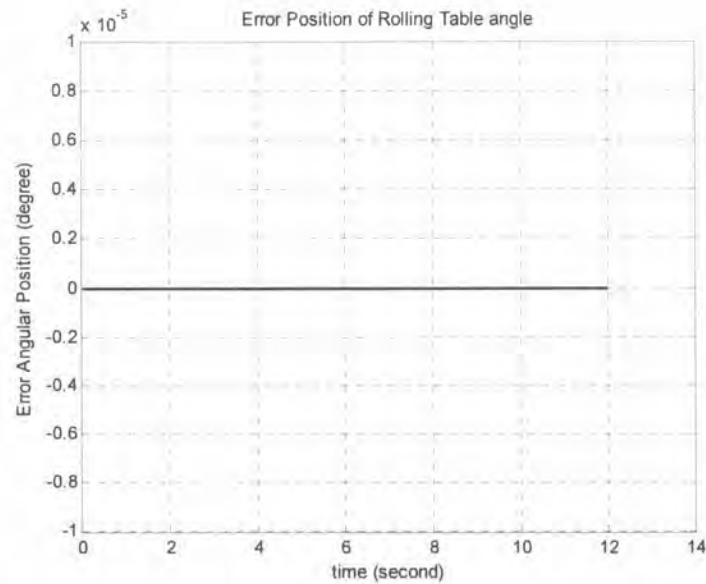
รูปที่ 5.33 ค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Z เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Z แกนเดียว

รูปที่ 5.33 แสดงค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Z เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Z แกนเดียว โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 0.02 ถึง 0.06 มิลลิเมตร และมีค่า -0.06 และ 0.065 มิลลิเมตร เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



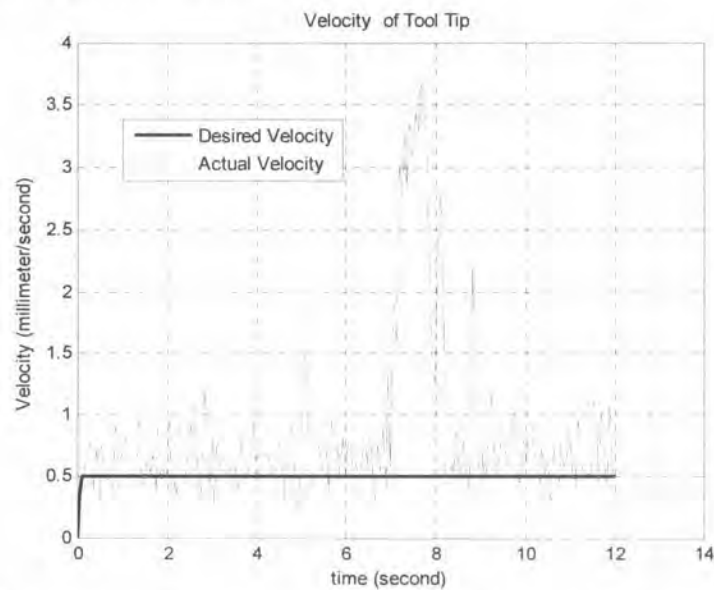
รูปที่ 5.34 ค่าผิดพลาดเชิงมุมของปลายแขนกลเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Z แกนเดียว

รูปที่ 5.34 แสดงค่าผิดพลาดเชิงมุมของปลายแขนกลเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Z แกนเดียว โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 0.05 องศา และมีค่า -0.13 และ 0.08 องศา เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



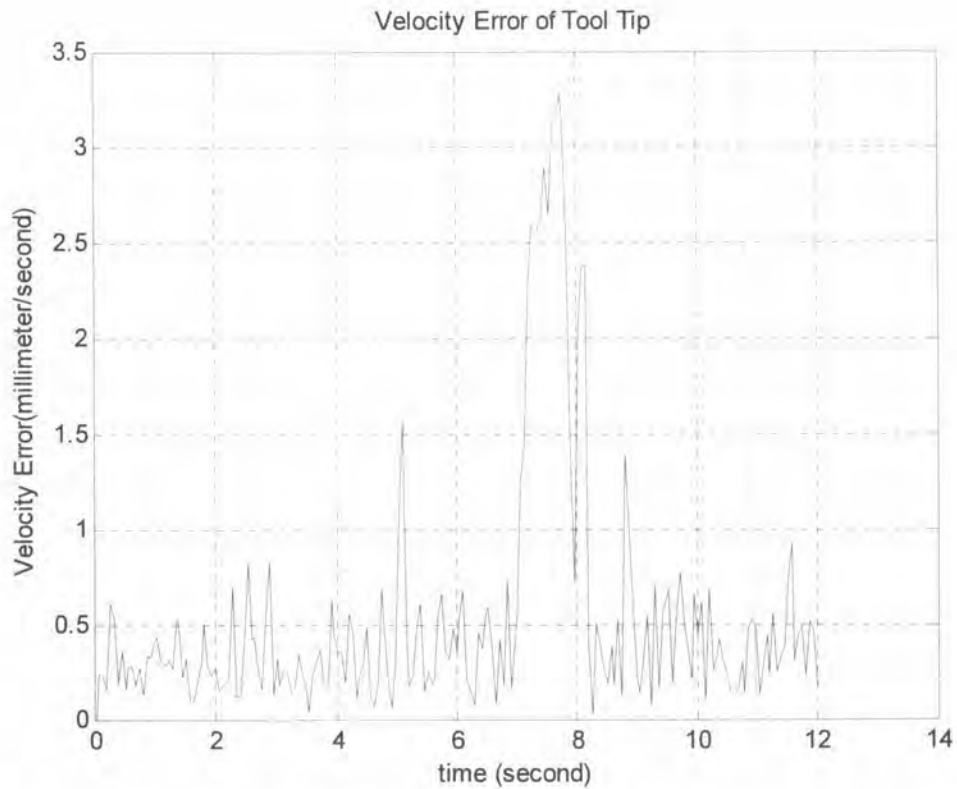
รูปที่ 5.35 ค่าผิดพลาดเชิงมุมของโต๊ะจับชิ้นงานเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Z แกนเดียว

รูปที่ 5.35 แสดงค่าผิดพลาดเชิงมุมของโต๊ะจับชิ้นงานเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Z แกนเดียว โดยมีค่า 0 องศา(ไม่เคลื่อนที่)



รูปที่ 5.36 ความเร็วปลายแขนกลเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Z แกนเดียว

รูปที่ 5.36 แสดงค่าความเร็วปลายแขนกลที่ต้องการที่ตั้งที่ 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที แต่ค่าที่ได้จะแกว่งค่อนข้างสม่ำเสมออยู่ในช่วง 0.5 ถึง 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และมีค่า 0.2 ถึง 3.7 มิลลิเมตรต่อวินาที เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ

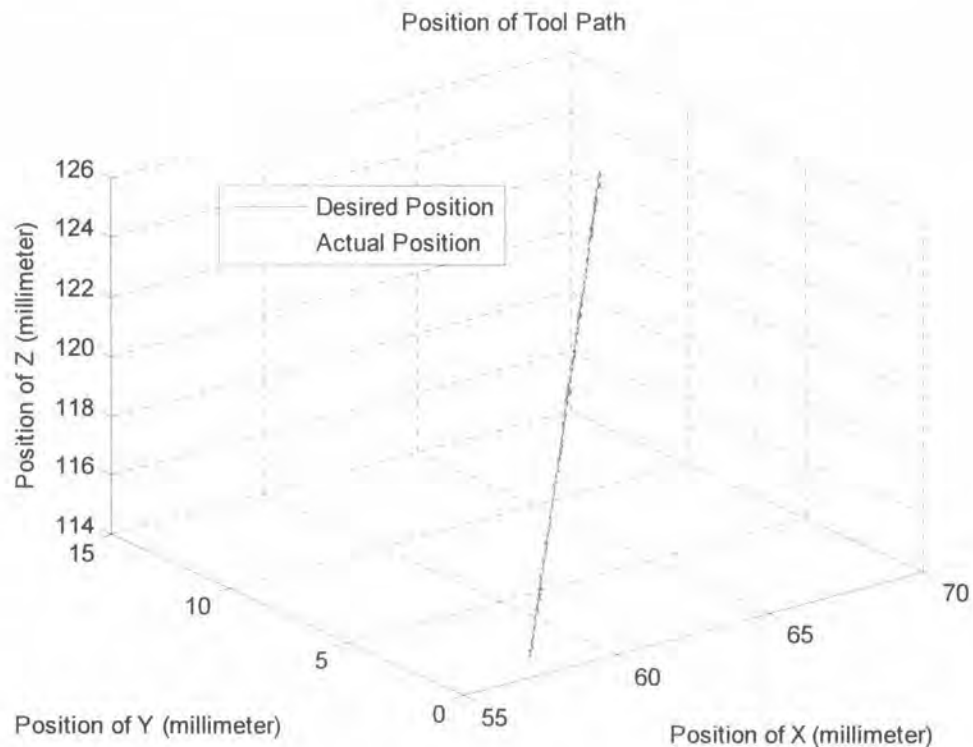


รูปที่ 5.37 ค่าผิดพลาดทางความเร็วปลายแกนกลเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Z แกนเดียว

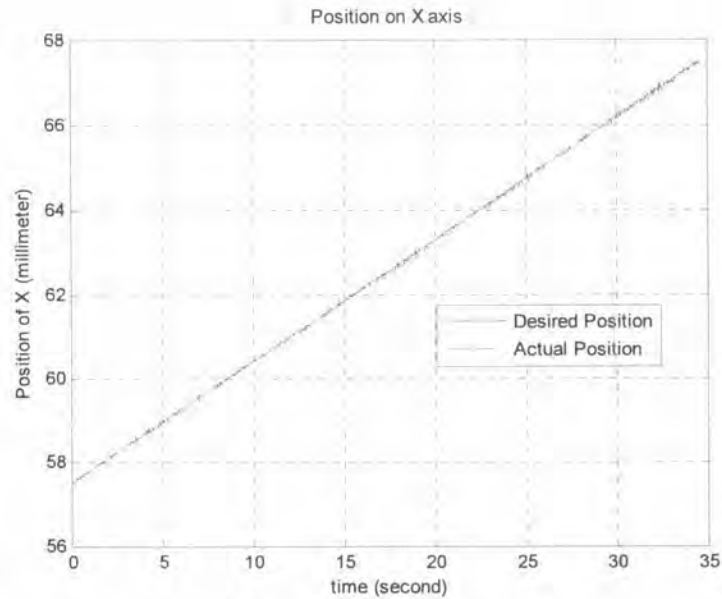
รูปที่ 5.37 แสดงค่าผิดพลาดทางความเร็วปลายแกนกล โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที และมีค่า 0.02 และ 3.3 มิลลิเมตรต่อวินาที เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ

5.1.4 การเคลื่อนที่ตามแนวแกน XYZ (โปรแกรมที่ 4)

ในการทดลองนี้ได้ทำการเคลื่อนที่ในแนวแกน XYZ พร้อมกันทั้งสามแกน โดยเคลื่อนที่เป็นระยะทาง 10, 10 และ 10 มิลลิเมตร ตามลำดับ ด้วยค่าอัตราป้อน 30 มิลลิเมตรต่อนาที จากนั้นทำการบันทึกตำแหน่งการเคลื่อนที่ ที่เวลาต่างๆ จากรูปที่ 5.38 แสดงตำแหน่งตามทางเดินในแนวแกน XYZ ที่เวลาต่าง ๆ โดยแสดงเส้นกราฟของตำแหน่งจริง กับตำแหน่งอ้างอิงตามแนวทางเดิน พบว่าเส้นกราฟของตำแหน่งจริง กับตำแหน่งอ้างอิงจะมีค่าใกล้เคียงกันตลอดแนวทางเดิน

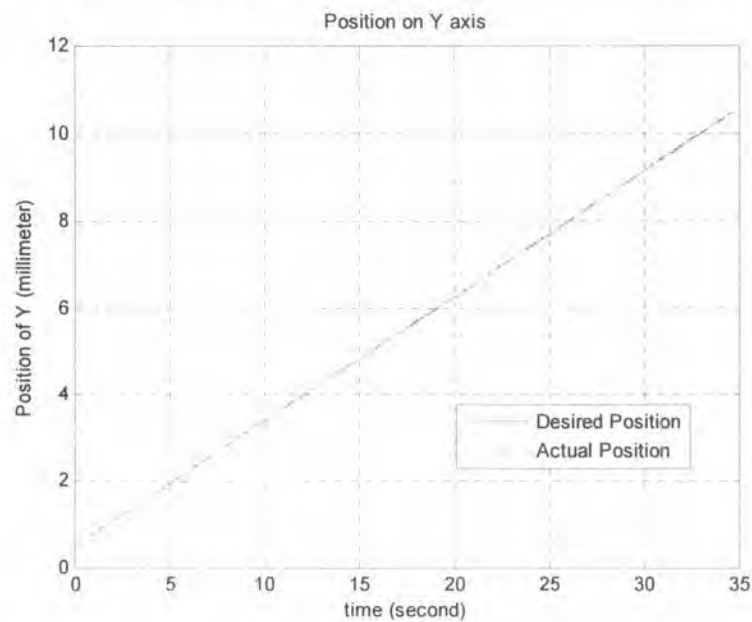


รูปที่ 5.38 ตำแหน่งของการเคลื่อนที่ในแนวแกน X, Y และ Z ที่เวลาต่าง ๆ F 30 mm/min



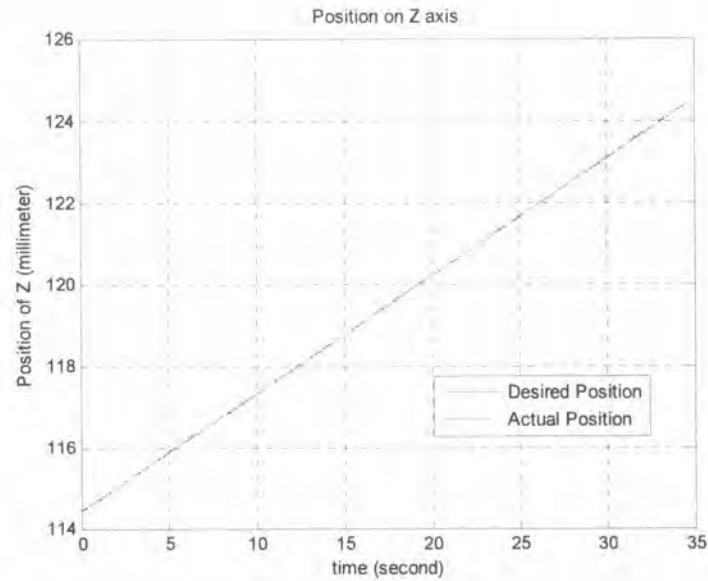
รูปที่ 5.39 ตำแหน่งตามแนวแกน X

รูปที่ 5.39 แสดงค่าตามแนวแกน X โดยเริ่มต้นที่ 57.51 มิลลิเมตร ไปสิ้นสุดที่ 67.51 มิลลิเมตร โดยตำแหน่งที่วัดได้จริงจะตามตำแหน่งอ้างอิงตลอดเส้นทางเดิน



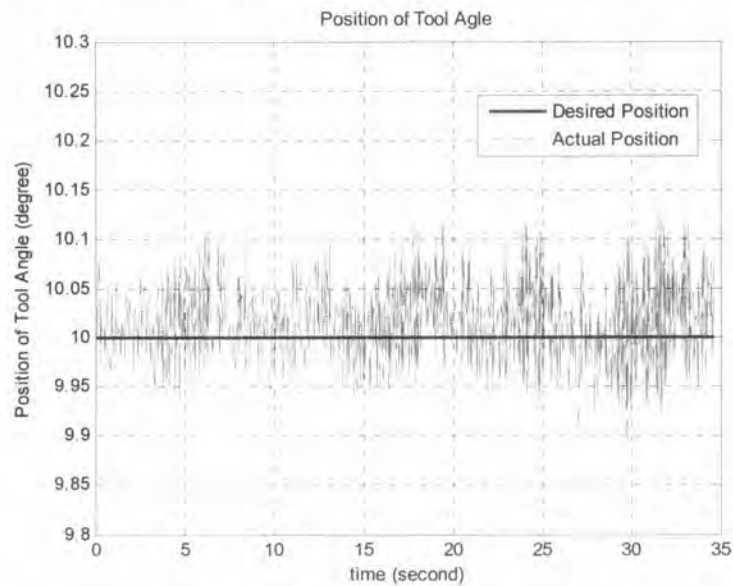
รูปที่ 5.40 ตำแหน่งตามแนวแกน Y

รูปที่ 5.40 แสดงค่าตามแนวแกน Y โดยเริ่มต้นที่ 0.48 มิลลิเมตร ไปสิ้นสุดที่ 10.48 มิลลิเมตร โดยตำแหน่งที่วัดได้จริงจะตามตำแหน่งอ้างอิงตลอดเส้นทางเดิน



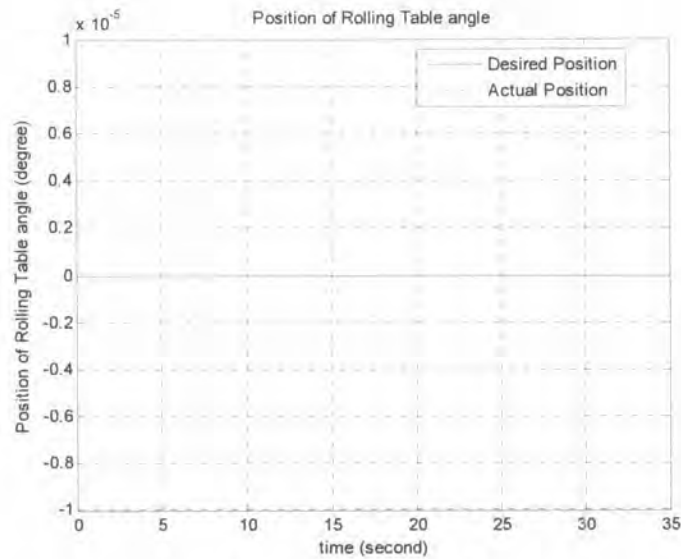
รูปที่ 5.41 ตำแหน่งตามแนวแกน Z

รูปที่ 5.41 แสดงค่าตามแนวแกน Z โดยเริ่มต้นที่ 114.43 มิลลิเมตร ไปสิ้นสุดที่ 124.43 มิลลิเมตร โดยตำแหน่งที่วัดได้จริงจะตามตำแหน่งอ้างอิงตลอดเส้นทางเดิน



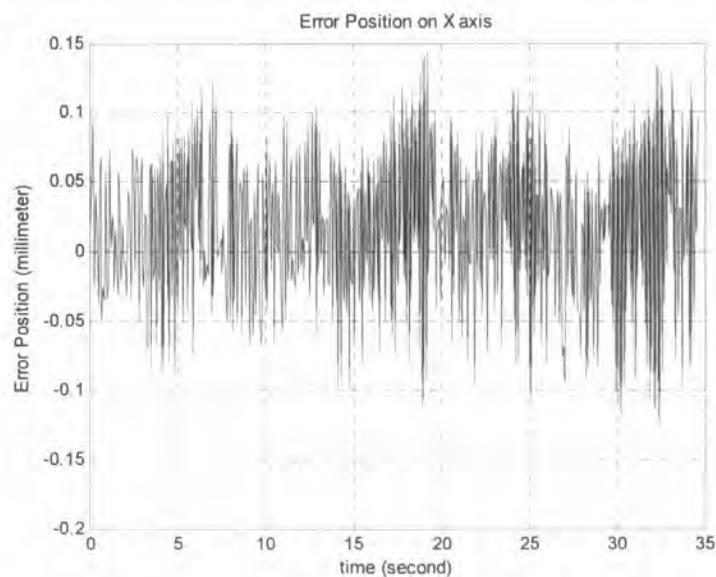
รูปที่ 5.42 มุมของปลายแขนกล

รูปที่ 5.42 แสดงค่ามุมของปลายแขนกลโดยจะต้องคงที่ที่ 10 องศา แต่ค่าที่วัดได้จะแกว่งค่อนข้างสม่ำเสมออยู่ในช่วง 9.95 ถึง 10.1 องศา และมีค่า 9.9 และ 10.13 องศา เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



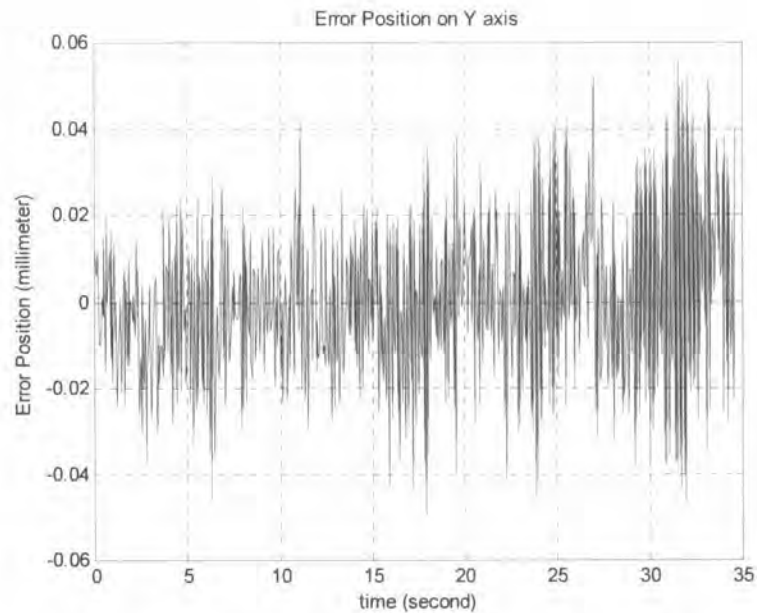
รูปที่ 5.43 มุมของโต๊ะจับชิ้นงาน

รูปที่ 5.43 แสดงค่ามุมของโต๊ะจับชิ้นงาน ทั้งนี้ค่ามุมของโต๊ะจับชิ้นงานจะต้องคงที่ที่ 0 องศา เนื่องจากควบคุมให้มีการเคลื่อนที่ตามแนวแกน XYZ เท่านั้น โดยค่าที่วัดได้ คือ 0 องศา ไม่มีการเคลื่อนที่



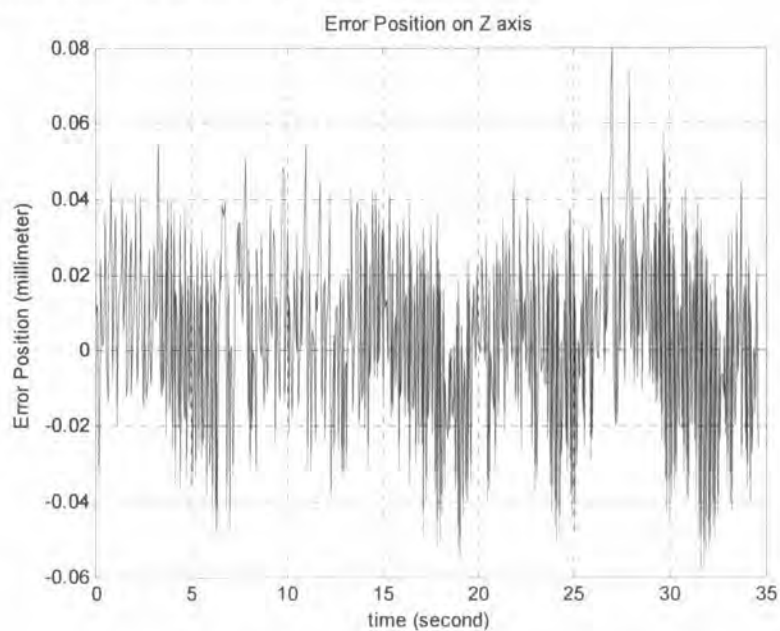
รูปที่ 5.44 ค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน X

รูปที่ 5.44 แสดงค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน X เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน XYZ เท่านั้น โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง -0.05 ถึง 0.1 มิลลิเมตรและมีค่า -0.13 และ 0.14 มิลลิเมตร เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



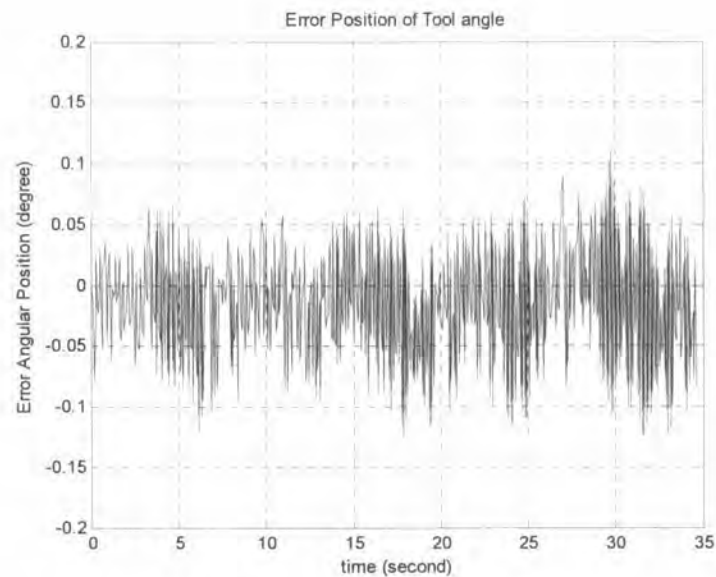
รูปที่ 5.45 ค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Y

รูปที่ 5.45 แสดงค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Y เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน XYZ เท่านั้น โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง -0.02 ถึง 0.02 มิลลิเมตร และมีค่า -0.05 และ 0.055 มิลลิเมตร เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



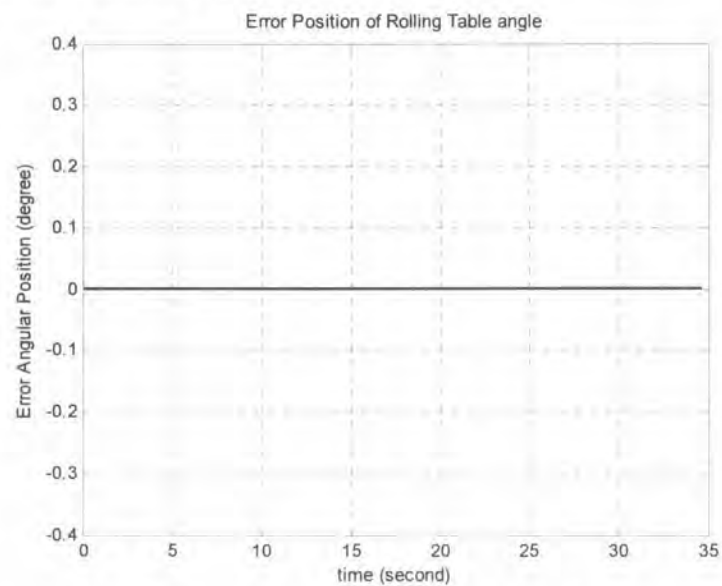
รูปที่ 5.46 ค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Z

รูปที่ 5.46 แสดงค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Z เมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน XYZ เท่านั้น โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง -0.02 ถึง 0.04 มิลลิเมตร และมีค่า -0.058 และ 0.08 มิลลิเมตร เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



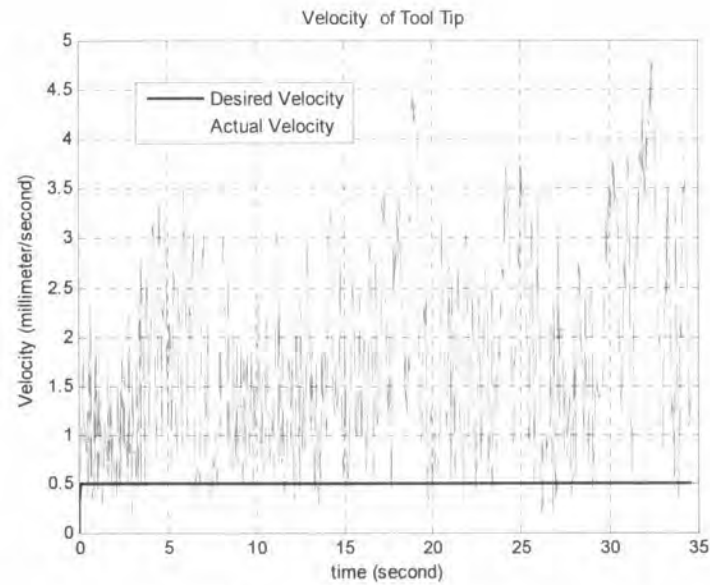
รูปที่ 5.47 ค่าผิดพลาดเชิงมุมของปลายแขนกล

รูปที่ 5.47 แสดงค่าผิดพลาดเชิงมุมของปลายแขนกลเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน XYZ เท่านั้น โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง -0.05 ถึง 0.05 องศา และมีค่า -0.13 และ 0.1 องศา เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ



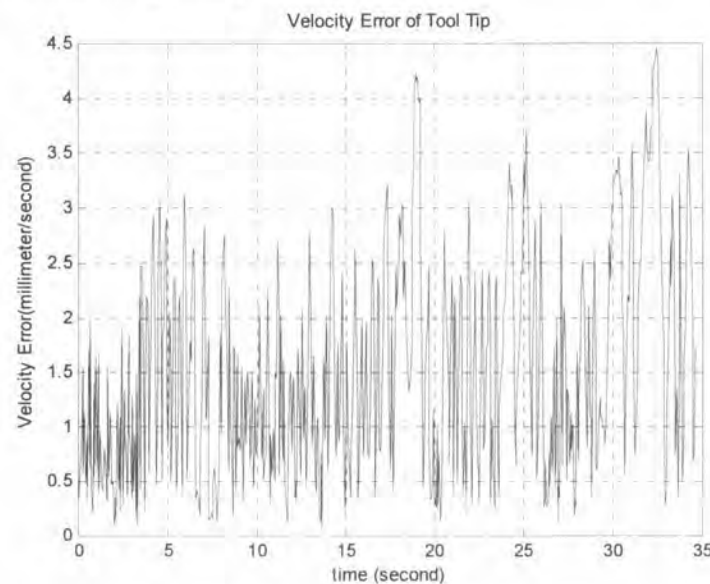
รูปที่ 5.48 ค่าผิดพลาดเชิงมุมของโต๊ะจับชิ้นงาน

รูปที่ 5.48 แสดงค่าผิดพลาดเชิงมุมของโต๊ะจับชิ้นงานเมื่อให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน XYZ เท่านั้น โดยมีค่า 0 องศา (ไม่เคลื่อนที่)



รูปที่ 5.49 ความเร็วปลายแขนกล

รูปที่ 5.49 แสดงค่าความเร็วปลายแขนกลที่ต้องการคงที่ที่ 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 2.5 มิลลิเมตรต่อวินาที และมีค่า 0.1 และ 4.8 มิลลิเมตรต่อวินาที เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ

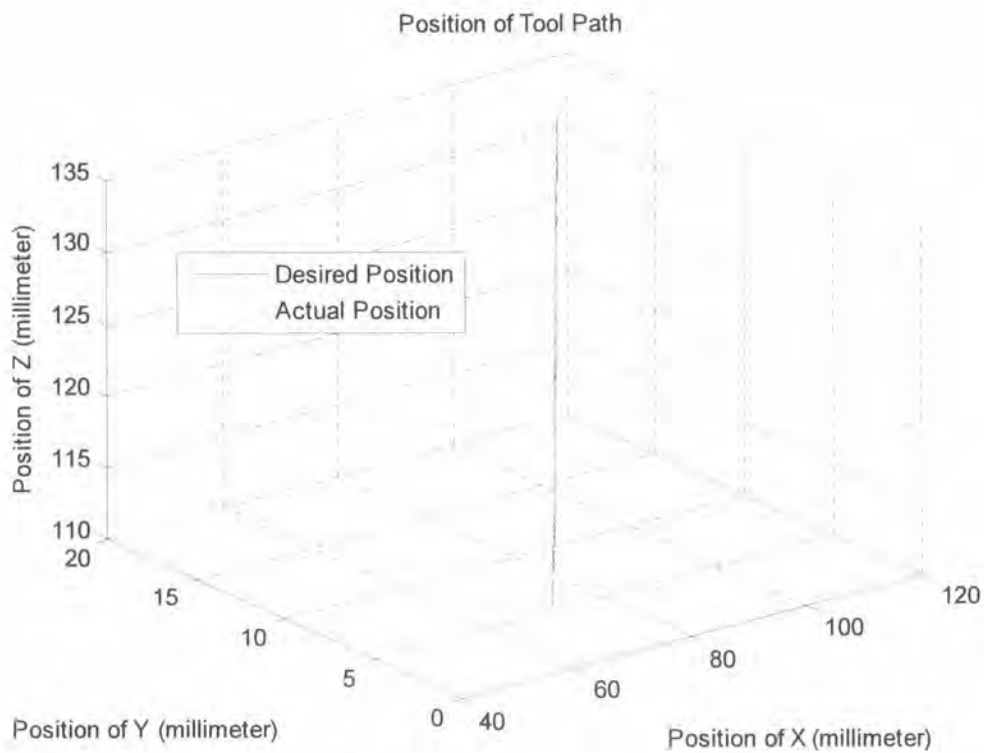


รูปที่ 5.50 ค่าผิดพลาดทางความเร็วปลายแขนกล

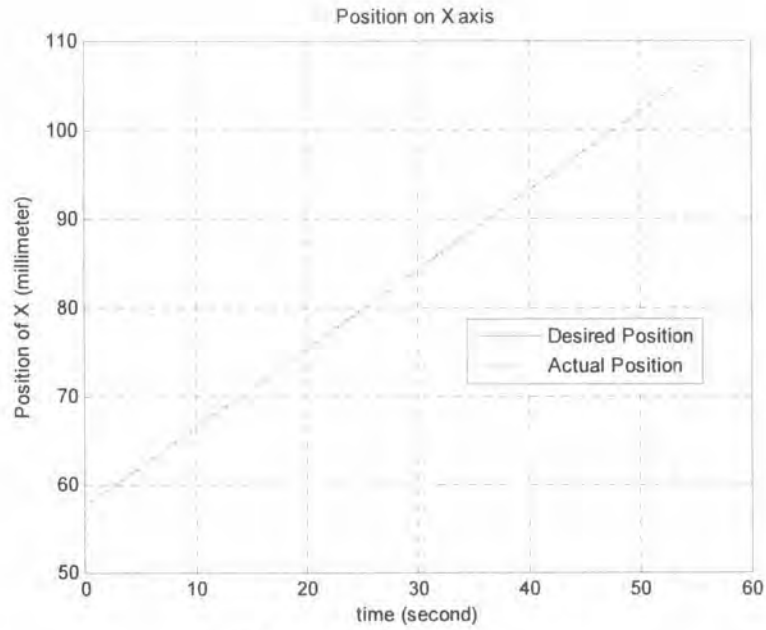
รูปที่ 5.50 แสดงค่าผิดพลาดทางความเร็วปลายแขนกล โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 2.5 มิลลิเมตรต่อวินาที และมีค่า 0.01 และ 4.49 มิลลิเมตรต่อวินาที เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ

5.1.5 การเคลื่อนที่ทั้ง 5 แกนพร้อมกัน(โปรแกรมที่ 5)

ในการทดลองนี้ได้ทำการเคลื่อนที่ทั้ง 5 แกนพร้อมกัน โดยเคลื่อนที่เป็นระยะทาง 50, 16 และ 20 มิลลิเมตร สำหรับแนวแกน XYZ ตามลำดับ 5 องศาสำหรับมุมปลายแขนกล และ 10 องศาสำหรับมุมของโต๊ะจับชิ้นงาน ด้วยค่าอัตราป้อน 60 มิลลิเมตรต่อนาที จากนั้นทำการบันทึกตำแหน่งการเคลื่อนที่ ที่เวลาต่างๆ จากรูปที่ 5.51 แสดงตำแหน่งตามการเคลื่อนที่ของแขนกลที่เวลาต่าง ๆ โดยแสดงเส้นกราฟของตำแหน่งจริง กับตำแหน่งอ้างอิงตามแนวทางเดิน พบว่าเส้นกราฟของตำแหน่งจริง กับตำแหน่งอ้างอิงจะมีค่าใกล้เคียงกันตลอดแนวทางเดิน

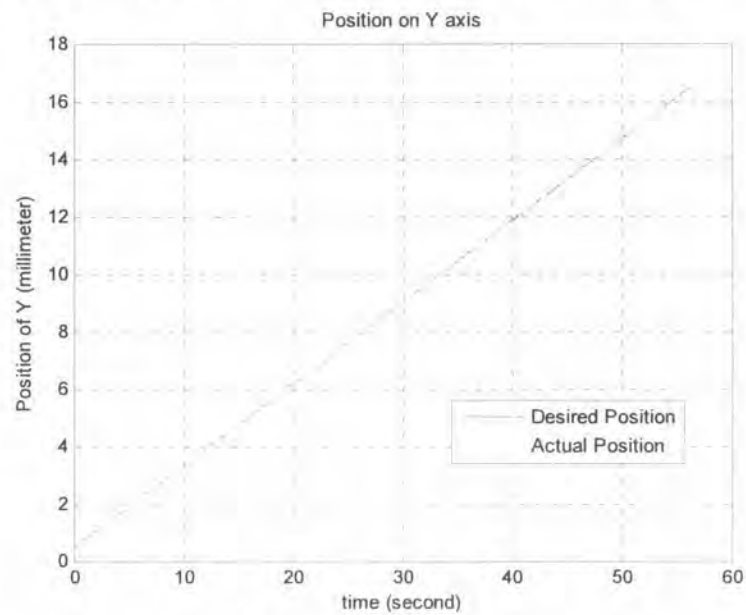


รูปที่ 5.51 ตำแหน่งของการเคลื่อนที่ในแนวแกน X, Y และ Z ที่เวลาต่าง ๆ F 60 mm/min



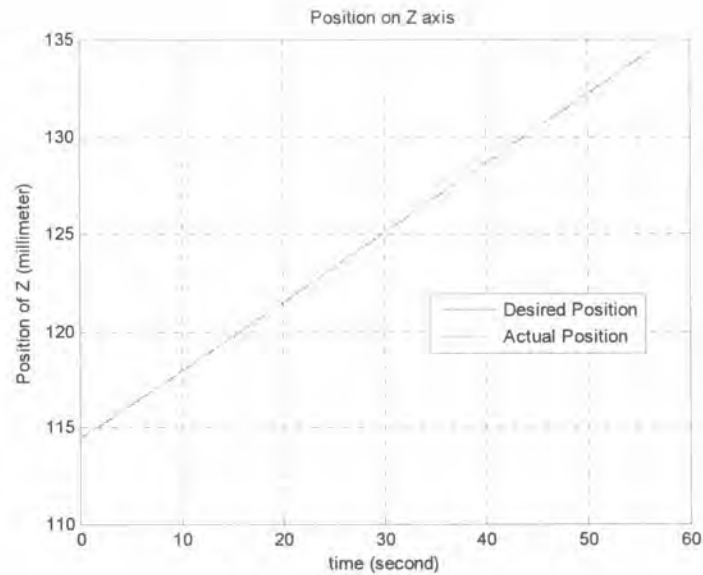
รูปที่ 5.52 ตำแหน่งตามแนวแกน X

รูปที่ 5.52 แสดงค่าตามแนวแกน X โดยเริ่มต้นที่ 57.51 มิลลิเมตรไปสิ้นสุดที่ 107.51 มิลลิเมตร โดยตำแหน่งที่วัดได้จริงจะตามตำแหน่งอ้างอิงตลอดเส้นทางเดิน



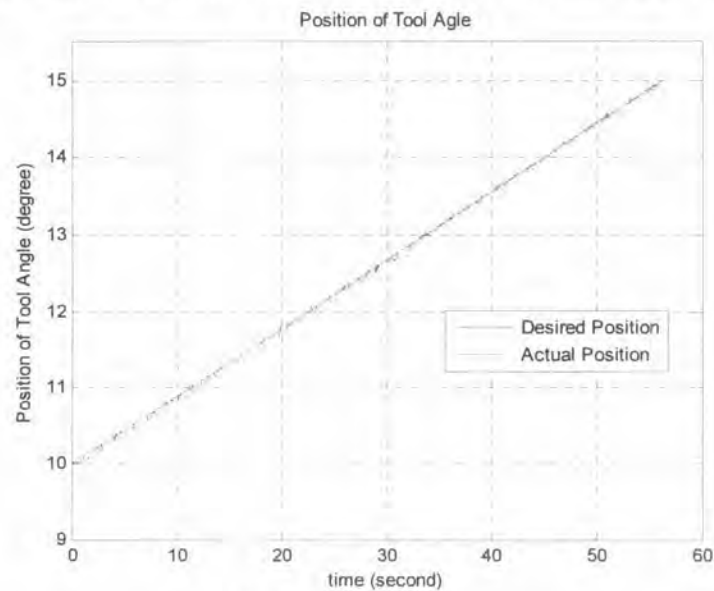
รูปที่ 5.53 ตำแหน่งตามแนวแกน Y

รูปที่ 5.53 แสดงค่าตามแนวแกน Y โดยเริ่มต้นที่ 0.48 มิลลิเมตรไปสิ้นสุดที่ 16.48 มิลลิเมตร โดยตำแหน่งที่วัดได้จริงจะตามตำแหน่งอ้างอิงตลอดเส้นทางเดิน



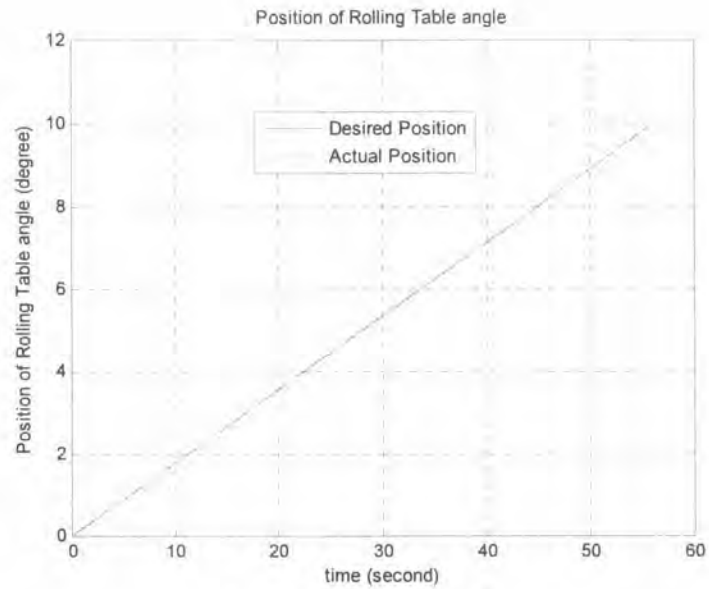
รูปที่ 5.54 ตำแหน่งตามแนวแกน Z

รูปที่ 5.54 แสดงค่าตามแนวแกน Z โดยเริ่มต้นที่ 114.3 มิลลิเมตร ไปสิ้นสุดที่ 134.3 มิลลิเมตร โดยตำแหน่งที่วัดได้จริงจะตามตำแหน่งอ้างอิงตลอดเส้นทางเดิน



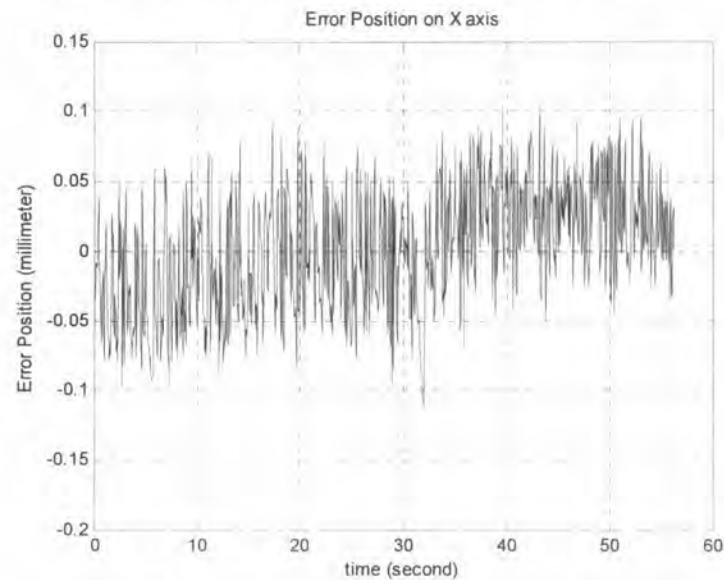
รูปที่ 5.55 มุมของปลายแขนกล

รูปที่ 5.55 แสดงค่ามุมของปลายแขนกล โดยเริ่มต้นที่ 10 องศา ไปสิ้นสุดที่ 15 องศา โดยตำแหน่งที่วัดได้จริงจะตามตำแหน่งอ้างอิงตลอดเส้นทางเดิน



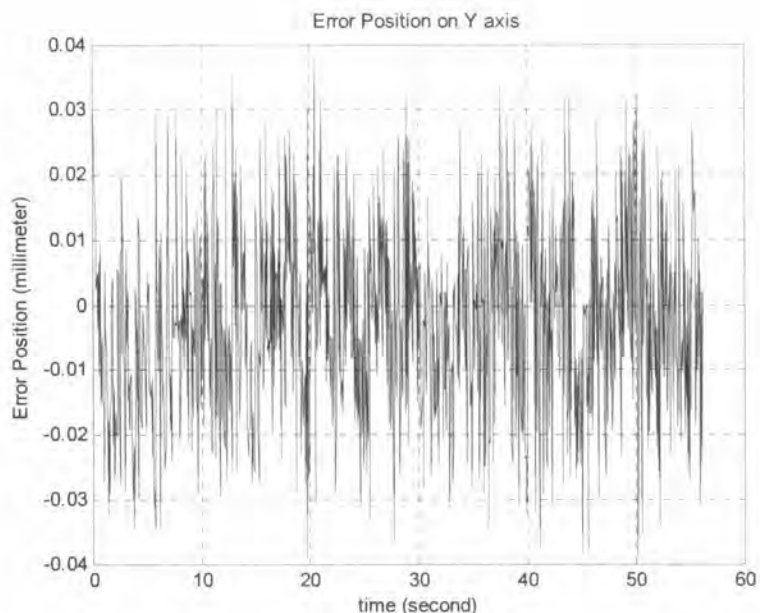
รูปที่ 5.56 มุมของโต๊ะจับชิ้นงาน

รูปที่ 5.56 แสดงค่ามุมของโต๊ะจับชิ้นงาน โดยเริ่มต้นที่ 0 องศาไปสิ้นสุดที่ 10 องศา โดยตำแหน่งที่วัดได้จริงจะตามตำแหน่งอ้างอิงตลอดเส้นทางเดิน



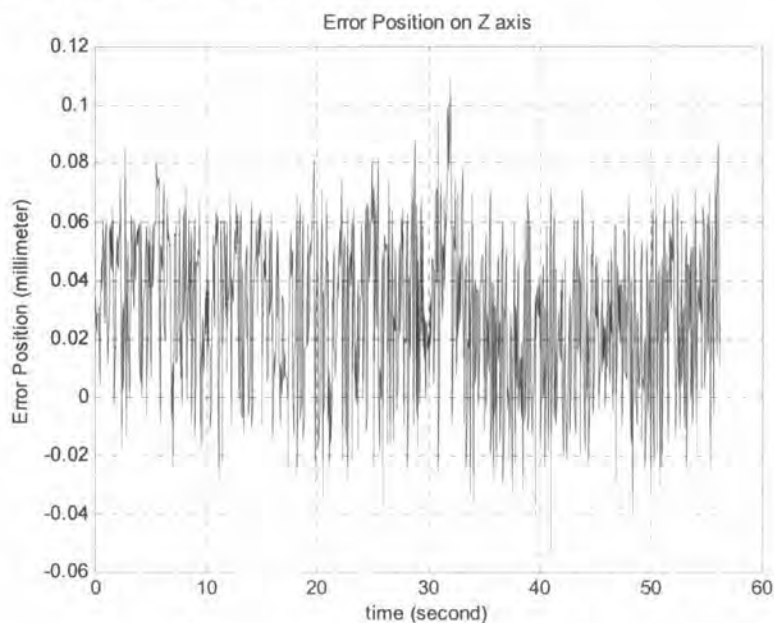
รูปที่ 5.57 ค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน X

รูปที่ 5.57 แสดงค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน X เมื่อให้เคลื่อนที่ 5 แกนพร้อมกัน โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง -0.05 ถึง 0.05 มิลลิเมตร และมีค่า -0.11 และ 0.1 มิลลิเมตร เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



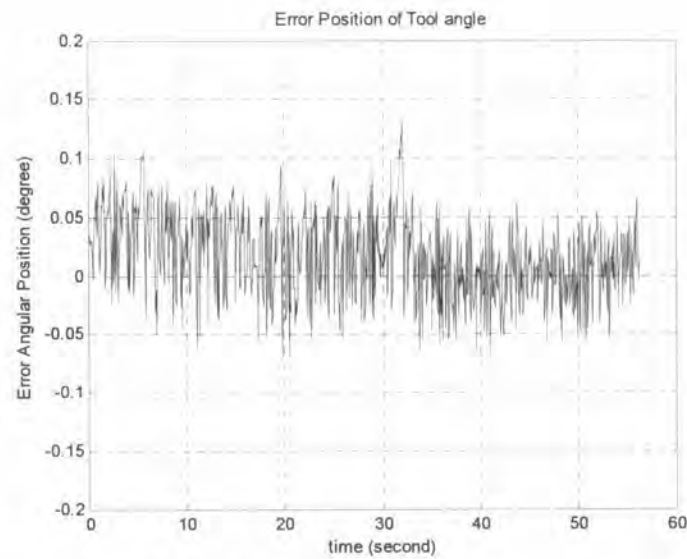
รูปที่ 5.58 ค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Y

รูปที่ 5.58 แสดงค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Y เมื่อให้เคลื่อนที่ 5 แกนพร้อมกัน โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง -0.02 ถึง 0.02 มิลลิเมตร และมีค่า -0.04 และ 0.038 มิลลิเมตร เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



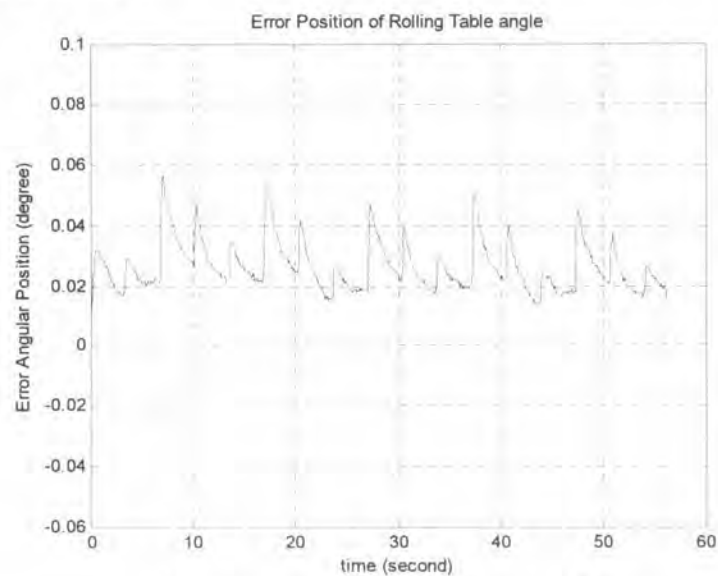
รูปที่ 5.59 ค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Z

รูปที่ 5.59 แสดงค่าผิดพลาดทางตำแหน่งตามแนวแกน Z เมื่อให้เคลื่อนที่ 5 แกนพร้อมกัน โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 0.06 มิลลิเมตรและมีค่า -0.054 และ 0.114 มิลลิเมตร เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



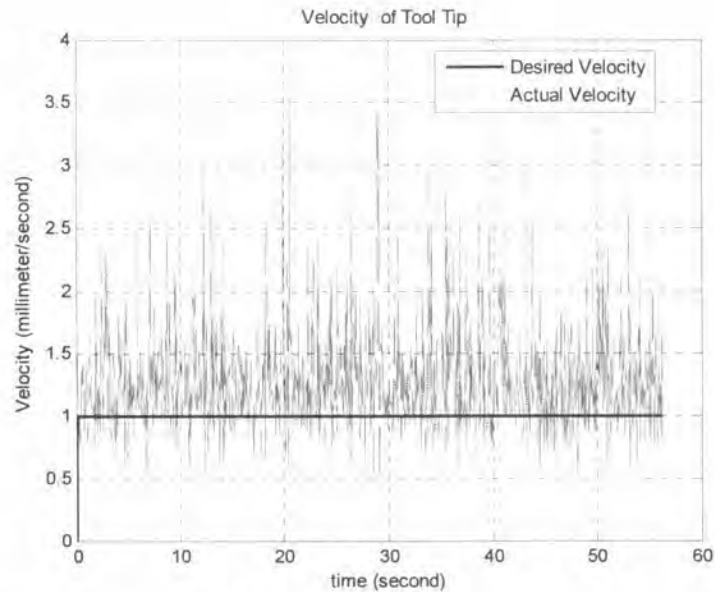
รูปที่ 5.60 ค่าผิดพลาดเชิงมุมของปลายแขนกล

รูปที่ 5.60 แสดงค่าผิดพลาดเชิงมุมของปลายแขนกล เมื่อให้เคลื่อนที่ 5 แกนพร้อมกัน โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง -0.05 ถึง 0.05 องศา และมีค่า -0.07 และ 0.14 องศา เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



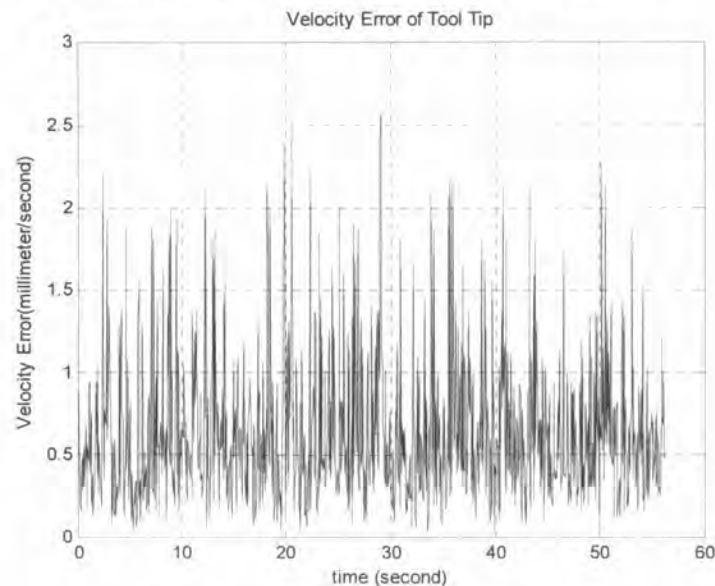
รูปที่ 5.61 ค่าผิดพลาดเชิงมุมของโต๊ะจับชิ้นงาน

รูปที่ 5.61 แสดงค่าผิดพลาดเชิงมุมของโต๊ะจับชิ้นงาน เมื่อให้เคลื่อนที่ 5 แกนพร้อมกัน โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 0.02 ถึง 0.04 องศา และมีค่า 0.018 และ 0.58 องศา เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



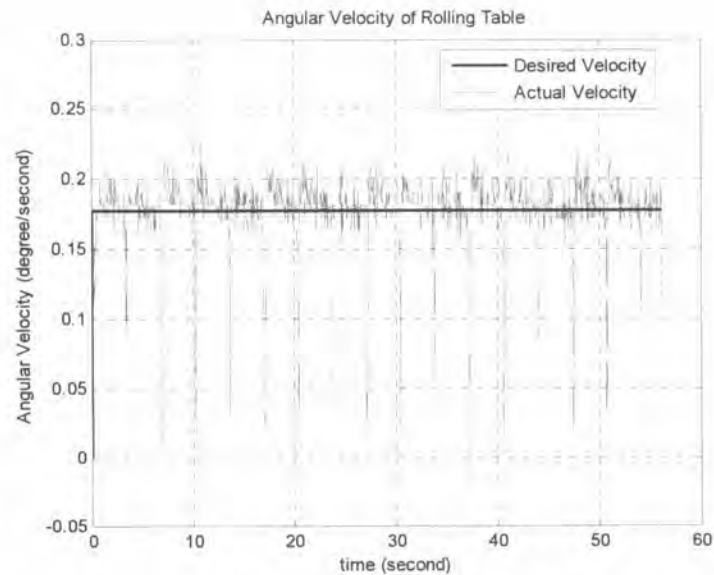
รูปที่ 5.62 ความเร็วปลายแขนกล

รูปที่ 5.62 แสดงค่าความเร็วปลายแขนกล เมื่อให้เคลื่อนที่ 5 แกนพร้อมกัน ที่จะต้องคงที่ที่ 1 มิลลิเมตรต่อวินาที แต่ค่าที่ได้จะแกว่งค่อนข้างสม่ำเสมอในช่วง 1 ถึง 1.5 มิลลิเมตรต่อวินาที และมีค่า 0.4 และ 3.5 มิลลิเมตรต่อวินาที เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



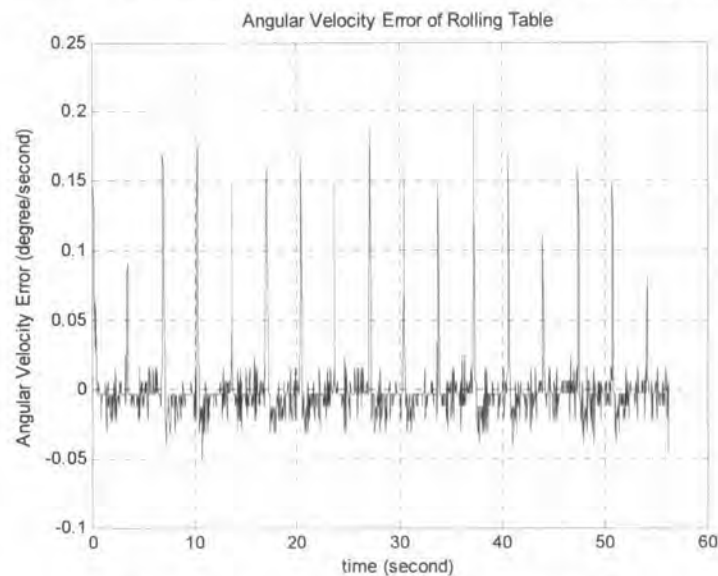
รูปที่ 5.63 ค่าผิดพลาดทางความเร็วปลายแขนกล

รูปที่ 5.63 แสดงค่าผิดพลาดทางความเร็วปลายแขนกล เมื่อให้เคลื่อนที่ 5 แกนพร้อมกัน โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และมีค่า 0.01 และ 2.56 มิลลิเมตรต่อวินาที เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ



รูปที่ 5.64 ความเร็วเชิงมุม โตะจับชิ้นงาน

รูปที่ 5.64 แสดงค่าความเร็วเชิงมุม โตะจับชิ้นงาน เมื่อให้เคลื่อนที่ 5 แกนพร้อมกัน ที่จะต้องคงที่ที่ 0.17 มิลลิเมตรต่อวินาที แต่ค่าที่วัดได้จะแกว่งค่อนข้างสม่ำเสมออยู่ในช่วง 0.16 ถึง 0.2 องศาต่อวินาที และมีค่า -0.02 ถึง 0.22 องศาต่อวินาที เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ



รูปที่ 5.65 ค่าผิดพลาดความเร็วเชิงมุม โตะจับชิ้นงาน

รูปที่ 5.65 แสดงค่าผิดพลาดทางความเร็วเชิงมุม โตะจับชิ้นงาน เมื่อให้เคลื่อนที่ 5 แกนพร้อมกัน โดยค่าผิดพลาดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง -0.03 ถึง 0.02 องศาต่อวินาที และมีค่า -0.05 และ 0.2 องศาต่อวินาที เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ

ตารางที่ 5.2 สรุปผลการทดลอง

		ค่าผิดพลาดทางตำแหน่ง (mm.)			ค่าผิดพลาดเชิงมุม (Degree)		ค่าผิดพลาดความเร็ว	
		แกน X	แกน Y	แกน Z	ปลาย แขนกล	โต๊ะจับ ชิ้นงาน	ปลาย แขนกล (mm/s)	โต๊ะจับ ชิ้นงาน (degree/s)
โปรแกรม ที่ 1	ค่าต่ำสุด	-0.06	-0.04	-0.04	-0.06	-	0.01	-
	ค่าสูงสุด	0.12	0.05	0.03	0.04	-	2.3	-
โปรแกรม ที่ 2	ค่าต่ำสุด	-0.1	-0.022	-0.049	-0.1	-	0.04	-
	ค่าสูงสุด	0.11	0.115	0.038	0.054	-	3.4	-
โปรแกรม ที่ 3	ค่าต่ำสุด	-0.09	-0.035	-0.06	-0.13	-	0.02	-
	ค่าสูงสุด	0.11	0.04	0.065	0.08	-	3.3	-
โปรแกรม ที่ 4	ค่าต่ำสุด	-0.13	-0.05	-0.058	-0.13	-	0.01	-
	ค่าสูงสุด	0.14	0.055	0.08	0.1	-	4.49	-
โปรแกรม ที่ 5	ค่าต่ำสุด	-0.11	-0.04	-0.054	-0.07	0.018	0.01	-0.05
	ค่าสูงสุด	0.1	0.038	0.114	0.14	0.58	2.56	0.2