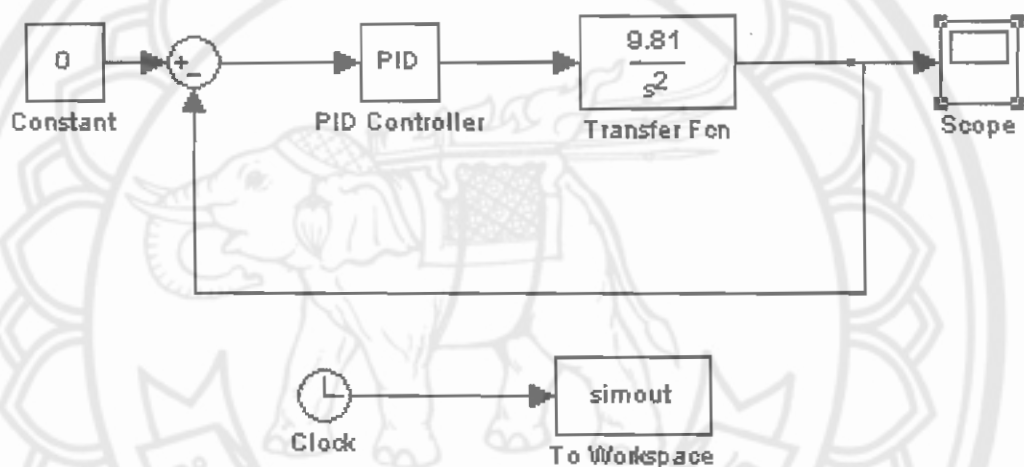


บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล

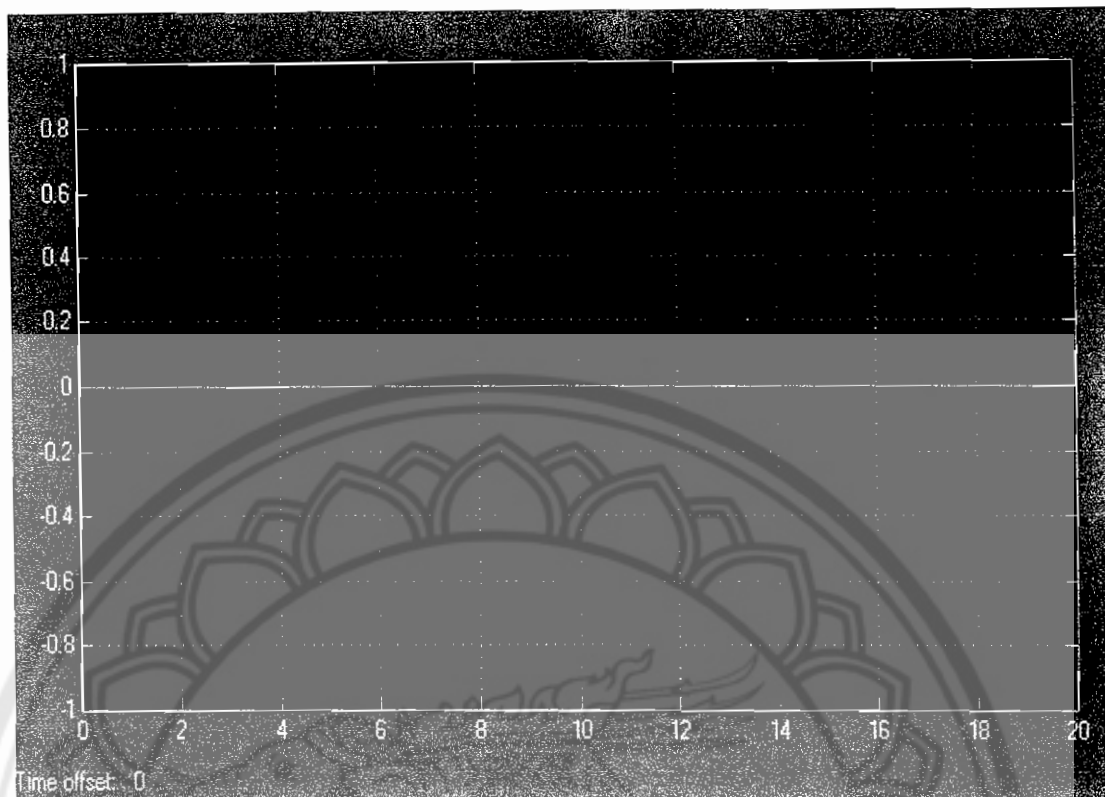
4.1 ผลการทดลองจากตัวโปรแกรม Mat lab

4.1.1 การป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 0 m/s



รูปที่ 4.1 Block diagrams แสดงการควบคุมโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 0

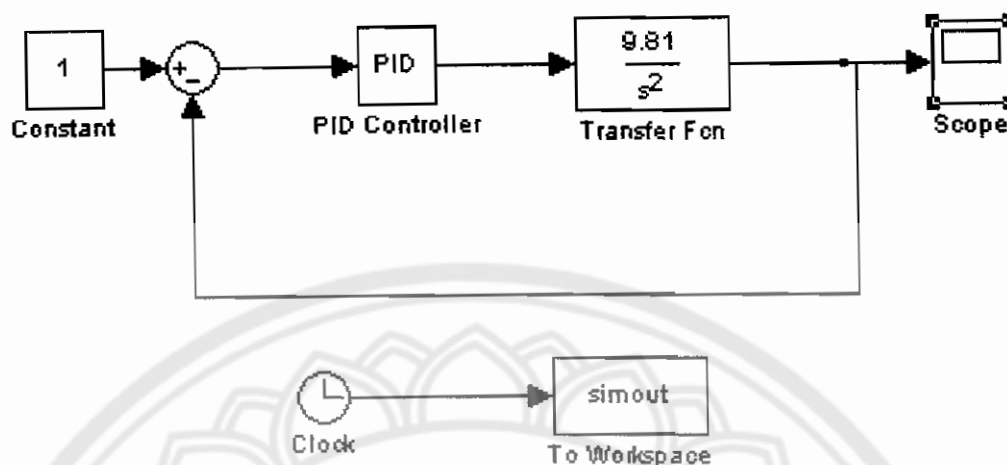
จากรูปที่ 4.1 เป็นรูป Block diagrams แสดงการควบคุมโดยมีการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 0 m/s (Constant) โดยค่า K ของแต่ละตัวมีค่า K_d, K_i, K_p เท่ากับ 5, 10, 11 ตามลำดับ ผ่านการควบคุมแบบ PID ซึ่งเป็นตัวควบคุมหรือ PID Controller และเข้าการวางแผนของระบบการเคลื่อนที่ของจรวดยานล้อเดี่ยวที่แปลงมาเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อยู่ในรูป Transfer Function $(\frac{9.81}{s^2})$ และแสดงผลออกมาในรูปกราฟการทดลองทางด้าน Scope Block diagrams ระบบการควบคุมจะทำการวิเคราะห์และส่งค่าที่ผิดพลาดย้อนกลับเข้าสู่ระบบการควบคุมในแต่ละช่วงเวลา จนกว่าจะทำการควบคุมให้ค่าที่แสดงออกมาเท่า 0 m/s ระบบการควบคุมจะหยุดการทำงาน ผลการตอบสนองแสดงออกมาตาม กราฟที่ 4.1



กราฟที่ 4.1 กราฟแสดงผลการตอบสนองโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 0 m/s

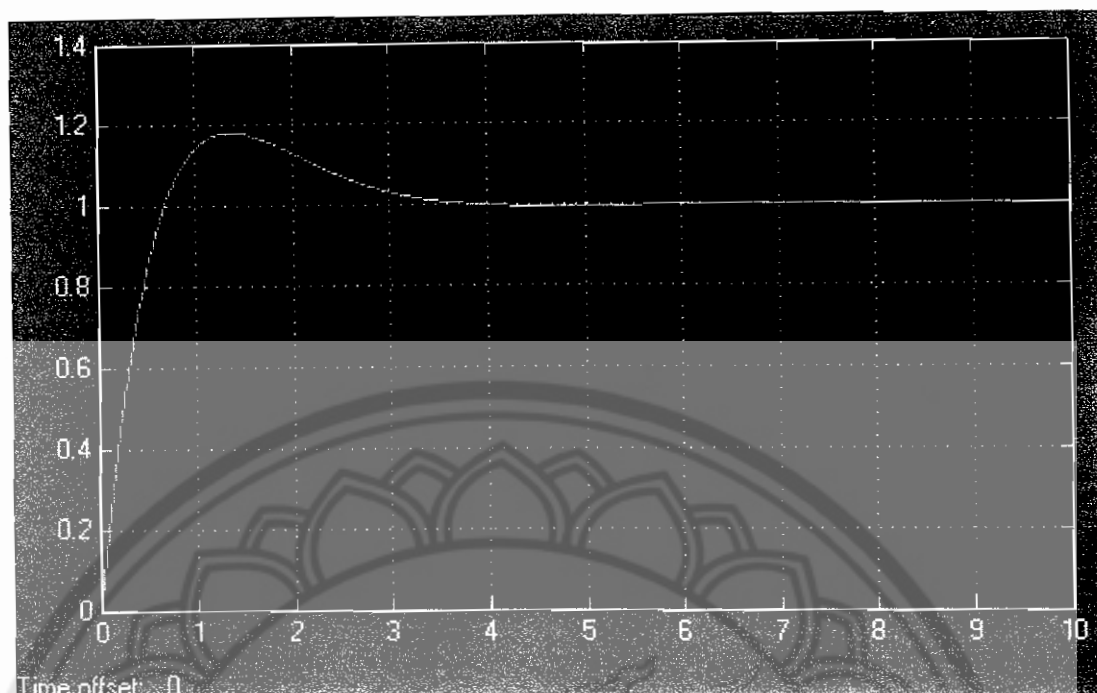
จากกราฟที่ 4.1 เป็นกราฟแสดงผลการตอบสนองโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 0 m/s กราฟจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงมีค่าเท่ากับ 0 จากกราฟที่แสดงผลออกมาโดยใช้เวลาการควบคุมเริ่มตั้งแต่ 0 – 20.0 วินาที กราฟแสดงผลการตอบสนองมีลักษณะเป็นเส้นตรงเริ่มตั้งแต่เวลาที่ 0 วินาที จนถึงเวลาที่ 20.0 วินาที ระบบการควบคุมจะหยุดการทำงาน

4.1.2 การป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 1 m/s



รูปที่ 4.2 Block diagrams แสดงการควบคุมโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 1 m/s

จากรูปที่ 4.2 เป็นรูป Block diagrams แสดงการควบคุมโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 1 m/s (Constant) โดยค่า K ของแต่ละตัวมีค่า K_D, K_I, K_P เท่ากับ 5, 10, 11 ตามลำดับ ผ่านการควบคุมแบบ PID ซึ่งเป็นตัวควบคุมหรือ PID Controller และเข้าการวางแผนของระบบการเคลื่อนที่ของจักรยานล้อเดียวที่แปลงมาเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อยู่ในรูป Transfer Function ($\frac{9.81}{s^2}$) และแสดงผลออกมาในรูปกราฟการทดลองทางด้าน Scope Block diagrams ระบบการควบคุมจะทำการวิเคราะห์และส่งค่าที่ผิดพลาดย้อนกลับเข้าสู่ระบบการควบคุมในแต่ละช่วงเวลาจนกว่าจะทำการควบคุมให้ค่าที่แสดงออกมาเท่า 1 m/s คงที่ต่อไป ระบบการควบคุมจะหยุดการทำงาน ผลการตอบสนองแสดงออกตาม กราฟที่ 4.2

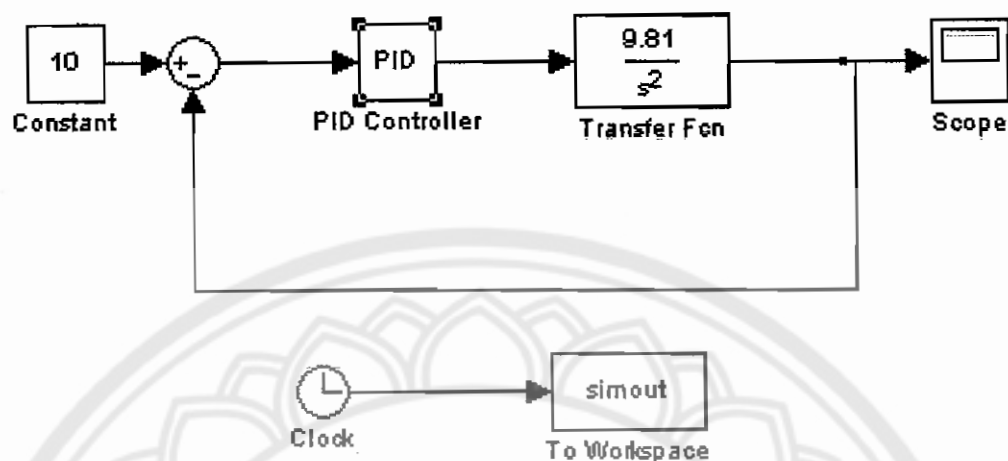


กราฟที่ 4.2 กราฟแสดงผลการตอบสนองต่อการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 1 m/s

จากกราฟที่ 4.2 เป็นกราฟแสดงผลการตอบสนองต่อเวลาโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 1 m/s กราฟจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งที่มีความชันในช่วง 1 วินาทีแรกและจะลาดเอียงไปทางขวาตั้งแต่วินาทีที่ 1-5.5 จนเป็นเส้นตรงที่ไม่มีความชันตั้งแต่วินาทีที่ 5.5-10.0 จากกราฟที่แสดงผลออกมาโดยใช้เวลาการควบคุมเริ่มตั้งแต่ 0-10 วินาทีที่มีค่า Overshoot เท่ากับ 0.2 m/s จากกราฟแสดงการผลเริ่มตั้งแต่เวลาที่ 0-1 วินาที ระบบถูกกระตุ้น เวลาที่ 1-5.5 วินาทีระบบจะเข้าสู่การควบคุมและความเร็วจะคงที่ต่อไปเวลาที่ 5.5-10 วินาที ระบบการควบคุมจะหยุดการทำงาน

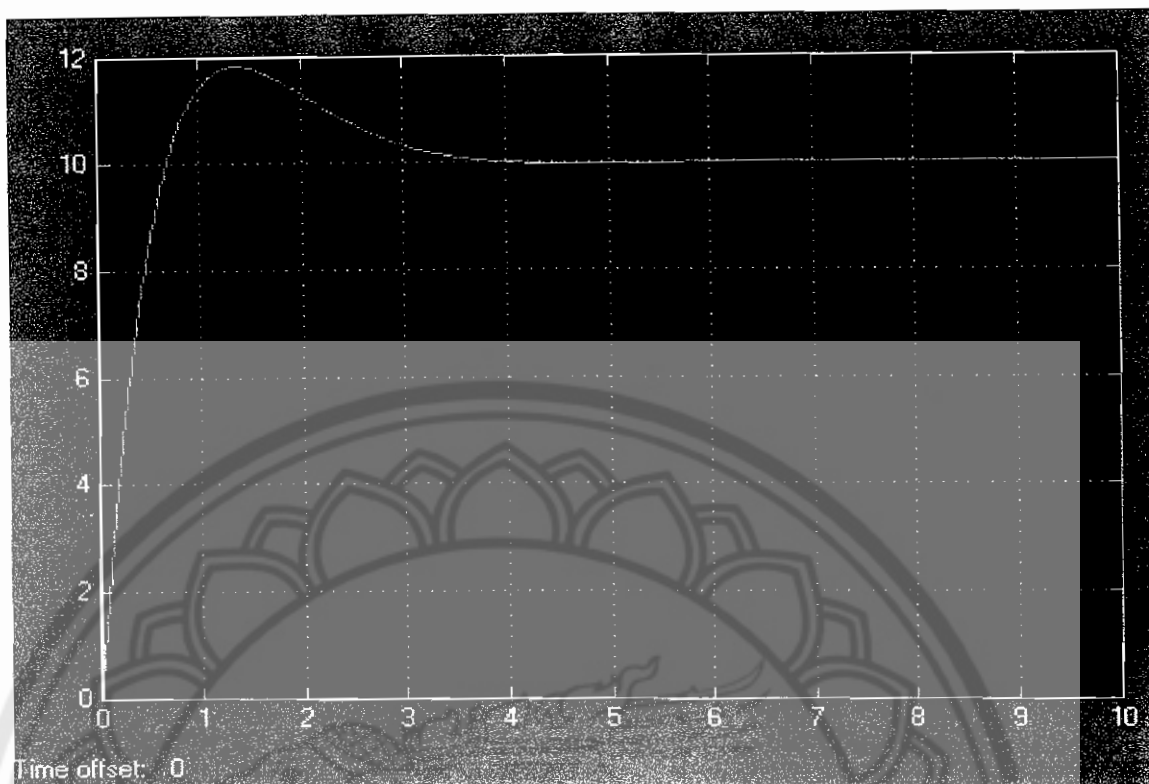
จากกราฟที่ 4.2 แสดงผลการตอบสนองต่อการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 1 m/s โดยค่า K ของแต่ละตัวมีค่า K_D, K_I, K_P เท่ากับ 5, 10, 11 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าต้องใช้เวลาดังแต่เริ่มต้นจนการควบคุมค่าความเร็วให้คงที่จะต้องใช้เวลารั้ง 5.5 วินาที

4.1.3 การป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 10 m/s



รูปที่ 4.3 Block diagrams แสดงการควบคุมโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 10 m/s

จากรูปที่ 4.3 เป็นรูป Block diagrams แสดงการควบคุมโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 10 m/s (Constant) โดยค่า K ของแต่ละตัวมีค่า K_p, K_i, K_d เท่ากับ 5, 10, 11 ตามลำดับ ผ่านการควบคุมแบบ PID ซึ่งเป็นตัวควบคุมหรือ PID Controller และเข้าการวางแผนของระบบการเคลื่อนที่ของจรวดยานล้อเดียวที่แปลงมาเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อยู่ในรูป Transfer Function $(\frac{9.81}{s^2})$ และแสดงผลออกมาในรูปกราฟการทดลองทางด้าน Scope Block diagrams ระบบการควบคุมจะทำการวิเคราะห์และส่งค่าที่ผิดพลาดย้อนกลับเข้าสู่ระบบการควบคุมในแต่ละช่วงเวลา จนกว่าจะทำการควบคุมให้ค่าที่แสดงออกมาเท่า 10 m/s คงที่ต่อไป ระบบการควบคุมจะหยุดการทำงาน ผลการตอบสนองแสดงออกมามีกราฟที่ 4.3

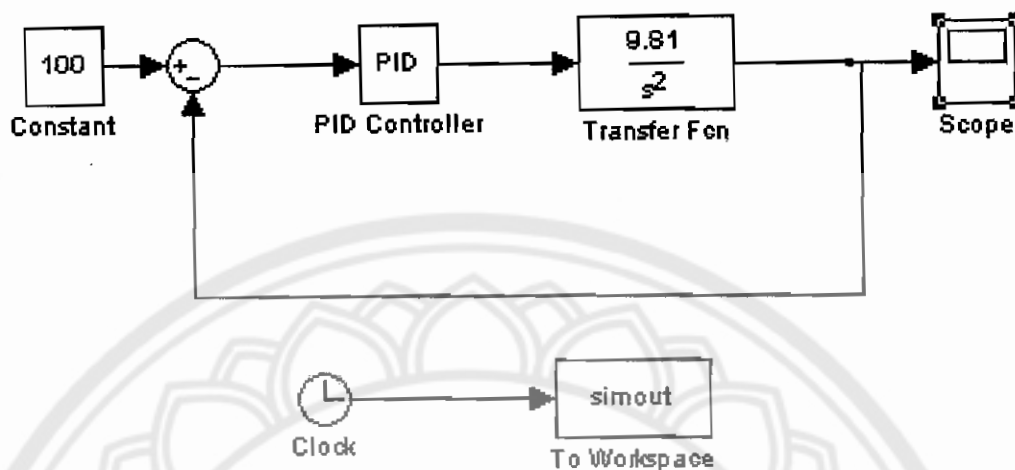


กราฟที่ 4.3 กราฟแสดงผลการตอบสนองต่อการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 10 m/s

จากกราฟที่ 4.3 เป็นกราฟแสดงผลการตอบสนองต่อเวลาโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 10 m/s กราฟจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งที่มีความชันในช่วง 0-0.7 วินาทีแรกและจะลาดเอียงไปทางขวาตั้งแต่วินาทีที่ 1-5.8 จนเป็นเส้นตรงที่ไม่มีความชันตั้งแต่วินาทีที่ 5.8-10 จากกราฟที่แสดงผลออกมาโดยใช้เวลาการควบคุมเริ่มต้นตั้งแต่ 0-10 วินาที มีค่าOvershoot เท่ากับ 2 m/s จากกราฟแสดงการผลตอบสนองเริ่มตั้งแต่เวลาที่ 0-0.7 วินาทีที่ระบบถูกกระตุ้น เวลาที่ 0.7-5.8 วินาทีระบบจะเข้าสู่การควบคุมและความเร็วจะคงที่ต่อไปเวลาที่5.8-10 วินาที ระบบการควบคุมจะหยุดการทำงาน

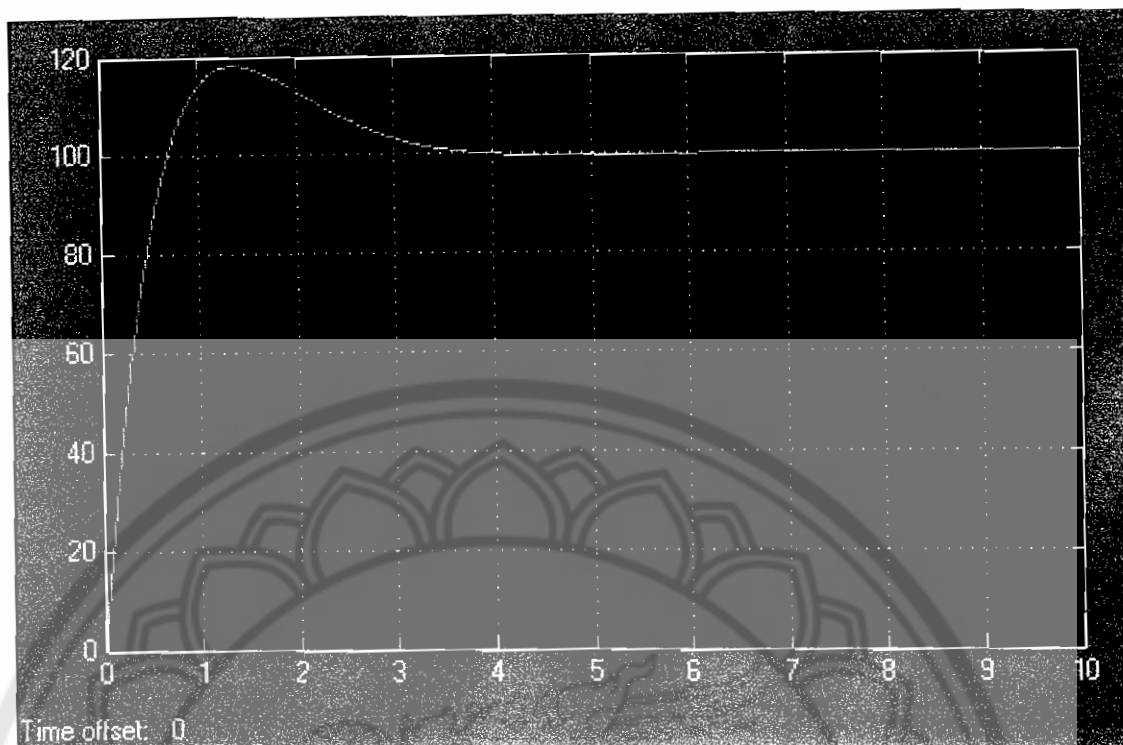
จากกราฟที่4.3 แสดงผลการตอบสนองต่อการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 10 m/s โดยค่า K ของแต่ละตัวมีค่า K_D, K_v, K_p เท่ากับ 5, 10, 11 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าต้องใช้เวลาดังแต่เริ่มต้นจนการควบคุมค่าความเร็วให้คงที่ซึ่งจะต้องใช้เวลาถึง 5.8 วินาที

4.1.4 การป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 100 m/s



รูปที่ 4.4 Block diagrams แสดงการควบคุมโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 100 m/s

จากรูปที่ 4.4 เป็นรูป Block diagrams แสดงการควบคุมโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 100 m/s (Constant) โดยค่า K ของแต่ละตัวมีค่า K_D, K_I, K_P เท่ากับ 5, 10, 11 ตามลำดับ ผ่านการควบคุมแบบ PID ซึ่งเป็นตัวควบคุมหรือ PID Controller และเข้าการวางแผนของระบบการเคลื่อนที่ของจรวดเดียวที่แปลงมาเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อยู่ในรูป Transfer Function ($\frac{9.81}{s^2}$) และแสดงผลออกมาในรูปกราฟการทดลองทางด้าน Scope Block diagrams ระบบการควบคุมจะทำการวิเคราะห์และส่งค่าที่ผิดพลาดย้อนกลับเข้าสู่ระบบการควบคุมในแต่ละช่วงเวลา จนกว่าจะทำการควบคุมให้ค่าที่แสดงออกมาเท่า 100 m/s คงที่ต่อไป ระบบการควบคุมจะหยุดการทำงาน ผลการตอบสนองแสดงออกมาตาม กราฟที่ 4.4



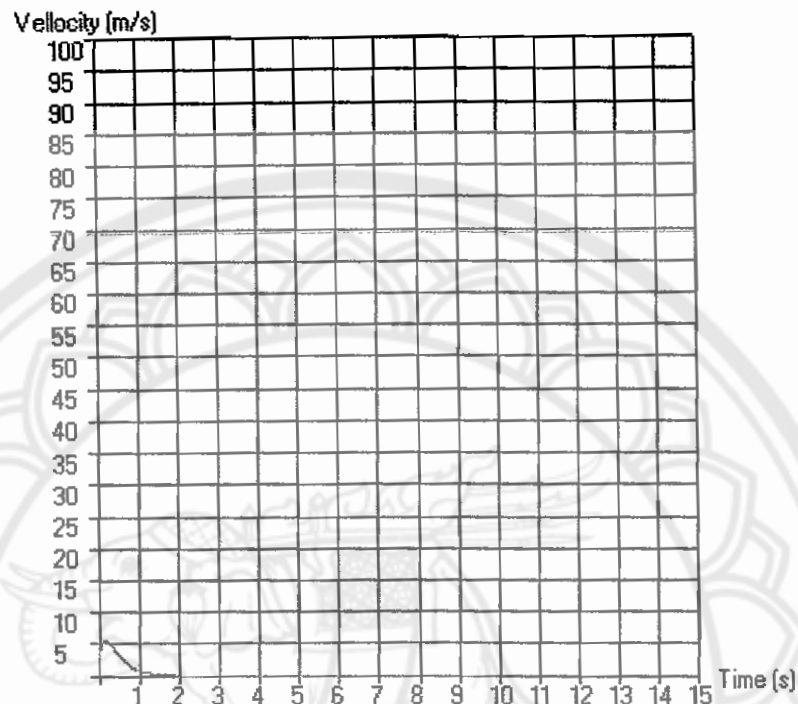
กราฟที่ 4.4 กราฟแสดงผลการตอบสนองโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 100 m/s

จากกราฟที่ 4.4 เป็นกราฟแสดงผลการตอบสนองต่อเวลาโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 100 m/s กราฟจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งที่มีความชันในช่วง 0-0.7 วินาทีแรกและจะลาดเอียงไปทางขวาตั้งแต่วินาทีที่ 1-6.1 จนเป็นเส้นตรงที่ไม่มีความชันตั้งแต่วินาทีที่ 6.1-10.0 จากกราฟที่แสดงผลออกมาโดยใช้เวลาการควบคุมเริ่มตั้งแต่ 0-10 วินาที มีค่าOvershoot เท่ากับ 20 m/s จากกราฟแสดงการผลตอบสนองเริ่มตั้งแต่เวลาที่ 0-0.7 วินาทีที่ระบบถูกกระตุ้น เวลาที่ 0.7 - 6.1 วินาทีระบบจะเข้าสู่การควบคุมและความเร็วจะคงที่ต่อไปเวลาที่ 6.1-10 วินาที ระบบการควบคุมจะหยุดการทำงาน

จากกราฟที่ 4.3 แสดงผลการตอบสนองโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 100 m/s โดยค่า K ของแต่ละตัวมีค่า K_D, K_P, K_I เท่ากับ 5, 10, 11 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าต้องใช้เวลาคงตั้งแต่เริ่มต้นจนการควบคุมค่าความเร็วให้คงที่ที่จะต้องใช้เวลาถึง 6.1 วินาที

4.2 ผลการทดลองจากตัวโปรแกรม VB.6

4.2.1 การป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 0 m/s

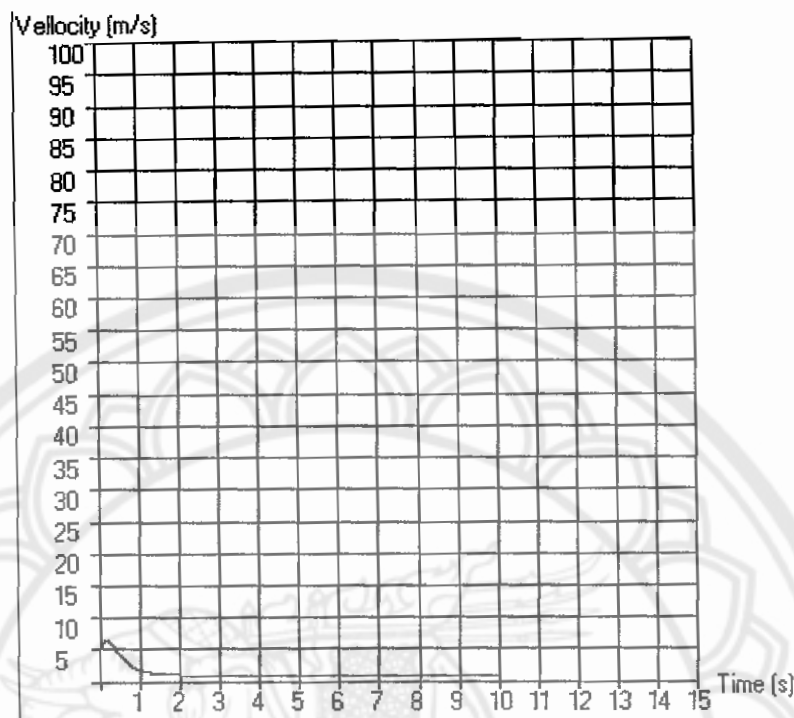


รูปที่ 4.5 กราฟแสดงผลการตอบสนองโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 0 m/s

จากรูปที่ 4.5 เป็นกราฟแสดงผลการตอบสนองของระบบการควบคุมแบบ PID Controller โดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 0 m/s โดยเริ่มการประมวลผลอยู่ในช่วงเวลา 0-10 วินาทีที่มีค่า Over shoot เท่ากับ 5 m/s กราฟในแต่ละช่วงจะมีลักษณะที่แตกต่างกันคือ ตั้งแต่ 0-0.5 วินาที กราฟจะเป็นเส้นตรงตามแนวตั้งและโค้งลงที่ 0.5 วินาที เป็นช่วงที่ถูกกระตุ้นจากการรบกวนภายนอก ระบบ ช่วงเวลา 0.5-1.5 วินาที เส้นกราฟจะโค้งทำมุมป้านกับแกน X หรือ แกนเวลา (Time (s)) เป็นช่วงที่ระบบจะเข้าสู่การควบคุมความเร็วให้คงที่ จึงทำให้ความชันของกราฟลดลงเรื่อยๆ จนความชันของกราฟที่ความเร็วสุดท้ายมีค่าเท่ากับค่าความเร็วเริ่มต้น ช่วงเวลา 1.5-10.0 วินาที เป็นช่วงที่ระบบถูกควบคุมจนกราฟมีค่าความเร็วคงที่ความชันของกราฟจะเท่ากับ 0 ระบบจะหยุดการควบคุมทันทีและรักษาความเร็วให้คงที่ตลอดระยะเวลาที่ต้องการควบคุม

จากรูปที่ 4.5 แสดงผลการตอบสนองโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 0 m/s โดยค่า K ของแต่ละตัวมีค่า K_D, K_I, K_P เท่ากับ 5, 10, 11 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าต้องใช้เวลาดังแต่เริ่มต้นจนการควบคุมค่าความเร็วให้คงที่จะต้องใช้เวลาลงถึง 1.5 วินาที

4.2.2 การป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 1 m/s

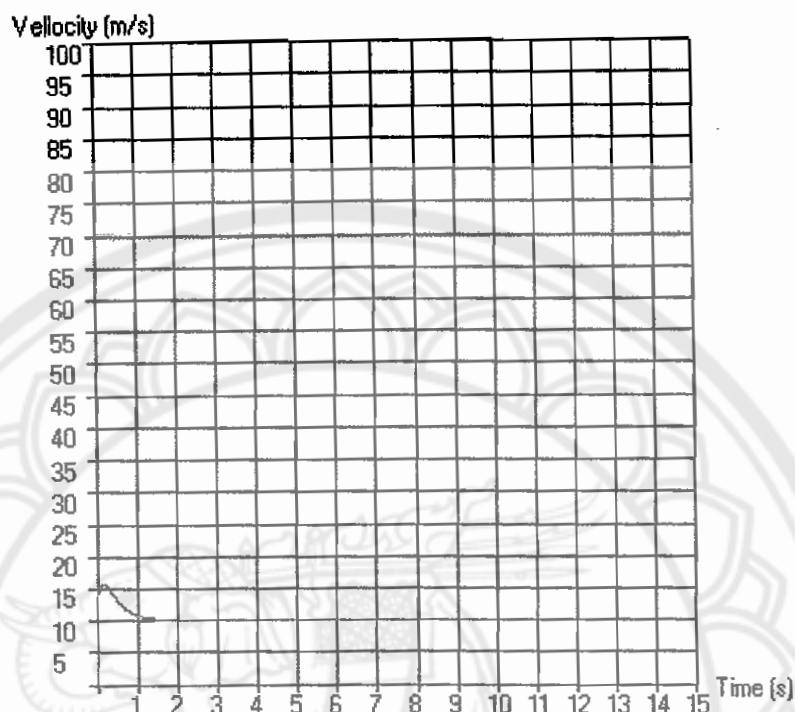


รูปที่ 4.6 กราฟแสดงผลการตอบสนองโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 1 m/s

จากรูปที่ 4.6 เป็นกราฟแสดงผลการตอบสนองของระบบการควบคุมแบบ PID Controller โดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 1 m/s โดยเริ่มการประมวลผลอยู่ในช่วงเวลา 0-10 วินาทีที่มีค่า Over shoot เท่ากับ 6 m/s กราฟในแต่ละช่วงจะมีลักษณะที่แตกต่างกันคือ ตั้งแต่ 0-0.5 วินาที กราฟจะเป็นเส้นตรงตามแนวตั้งและโค้งลงที่ 0.5 วินาที เป็นช่วงที่ถูกกระตุ้นจากการรบกวนภายนอก ระบบ ช่วงเวลา 0.5-2.0 วินาที เส้นกราฟจะ โค้งทำมุมป้านกับแกน X หรือ แกนเวลา (Time (s)) เป็นช่วงที่ระบบจะเข้าสู่การควบคุมความเร็วให้คงที่ จึงทำให้ความชันของกราฟลดลงเรื่อยๆ จนความชันของกราฟที่ความเร็วสุดท้ายมีค่าเท่ากับค่าความเร็วเริ่มต้น ช่วงเวลา 2.0-10.0 วินาที เป็นช่วงที่ระบบถูกควบคุมจนกราฟมีค่าความเร็วคงที่ความชันของกราฟจะเท่ากับ 0 ระบบจะหยุดการควบคุมทันทีและรักษาความเร็วให้คงที่ตลอดระยะเวลาที่ต้องการควบคุม

จากรูปที่ 4.6 แสดงผลการตอบสนองโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 1 m/s โดยค่า K ของแต่ละตัวมีค่า K_p, K_i, K_d เท่ากับ 5, 10, 11 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าต้องใช้เวลาดังแต่เริ่มต้นจนการควบคุมค่าความเร็วให้คงที่ที่จะต้องใช้เวลาถึง 2.0 วินาที

4.2.3 การป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 10 m/s

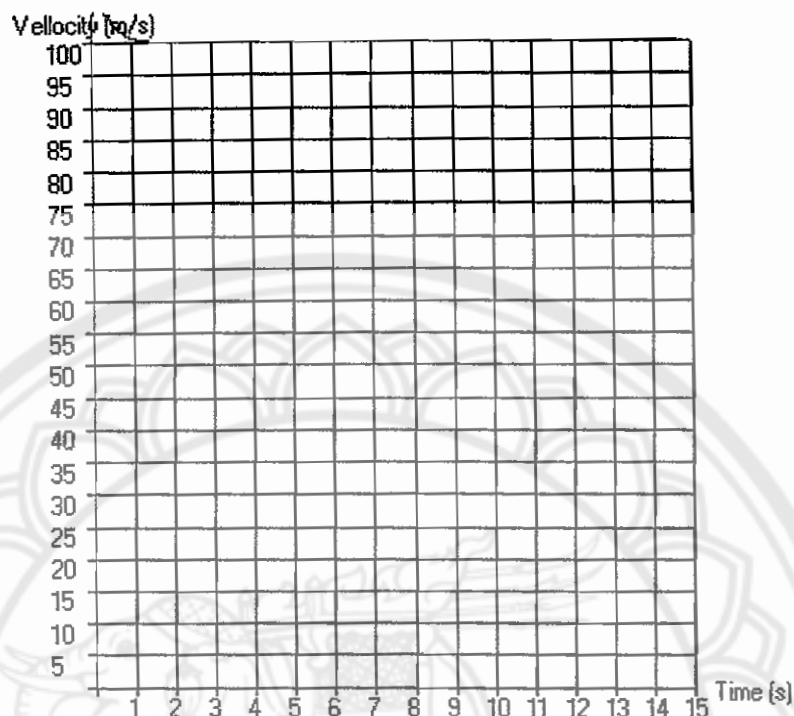


รูปที่ 4.7 กราฟ แสดงผลการตอบสนองโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 10 m/s

จากรูปที่ 4.7 เป็นกราฟแสดงผลการตอบสนองของระบบการควบคุมแบบ PID Controller โดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 1 m/s โดยเริ่มการประมวลผลอยู่ในช่วงเวลา 0-10 วินาทีที่มีค่า Over shoot เท่ากับ 6 m/s กราฟในแต่ละช่วงจะมีลักษณะที่แตกต่างกันคือ ตั้งแต่ 0-0.5 วินาที กราฟจะเป็นเส้นตรงตามแนวตั้งและ โ้่งลงที่ 0.5 วินาที เป็นช่วงที่ถูกกระตุ้นจากการรบกวนภายนอก ระบบ ช่วงเวลา 0.5-1.5 วินาที เส้นกราฟจะโ้่งทำมุมป้านกับแกน X หรือ แกนเวลา (Time (s)) เป็นช่วงที่ระบบจะเข้าสู่การควบคุมความเร็วให้คงที่ จึงทำให้ความชันของกราฟลดลงเรื่อยๆ จนความชันของกราฟที่ความเร็วสุดท้ายมีค่าเท่ากับค่าความเร็วเริ่มต้น ช่วงเวลา 1.5-10.0 วินาที เป็นช่วงที่ระบบถูกควบคุมจนกราฟมีค่าความเร็วคงที่ความชันของกราฟจะเท่ากับ 0 ระบบจะหยุดการควบคุมทันทีและรักษาความเร็วให้คงที่ตลอดระยะเวลาที่ต้องการควบคุม

จากรูปที่ 4.7 แสดงผลการตอบสนองโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 10 m/s โดยค่า K ของแต่ละตัวมีค่า K_p, K_i, K_r เท่ากับ 5, 10, 11 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าต้องใช้เวลาดั้งแต่เริ่มต้นจนการควบคุมค่าความเร็วให้คงที่จะต้องใช้เวลาราว 1.5 วินาที

4.2.4 การป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 100 m/s



รูปที่ 4.8 กราฟ แสดงผลการตอบสนองโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 100 m/s

จากรูปที่ 4.8 เป็นกราฟแสดงผลการตอบสนองของระบบการควบคุมแบบ PID Controller โดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 1 m/s โดยเริ่มการประมวลผลอยู่ในช่วงเวลา 0-10 วินาทีที่มีค่า Over shoot เท่ากับ 6 m/s กราฟในแต่ละช่วงจะมีลักษณะที่แตกต่างกันคือ ตั้งแต่ 0-0.5 วินาที กราฟจะเป็นเส้นตรงตามแนวตั้งและโค้งลงที่ 0.5 วินาที เป็นช่วงที่ถูกกระตุ้นจากการรบกวนภายนอก ระบบ ช่วงเวลา 0.5-2.0 วินาที เส้นกราฟจะโค้งทำมุมป้านกับแกน X หรือ แกนเวลา (Time (s)) เป็นช่วงที่ระบบจะเข้าสู่การควบคุมความเร็วให้คงที่ จึงทำให้ความชันของกราฟลดลงเรื่อยๆ จนความชันของกราฟที่ความเร็วสุดท้ายมีค่าเท่ากับค่าความเร็วเริ่มต้น ช่วงเวลา 2.0-10.0 วินาที เป็นช่วงที่ระบบถูกควบคุมจนกราฟมีค่าความเร็วคงที่ความชันของกราฟจะเท่ากับ 0 ระบบจะหยุดการควบคุมทันทีและรักษาความเร็วให้คงที่ตลอดระยะเวลาที่ต้องการควบคุม

จากรูปที่ 4.8 แสดงผลการตอบสนองโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 100 m/s โดยค่า K ของแต่ละตัวมีค่า K_D, K_I, K_P เท่ากับ 5, 10, 11 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าต้องใช้เวลาดังแต่เริ่มต้นจนการควบคุมค่าความเร็วให้คงที่ที่จะต้องใช้เวลาถึง 1.5 วินาที

4.3 วิเคราะห์ผลจากโปรแกรม VB.6และโปรแกรม Mat lab

การแสดงผลการตอบสนองโดยการป้อนค่าความเร็วเริ่มต้นเท่ากับ 0-100 m/s โดยค่า K ของแต่ละตัวมีค่า K_p, K_i, K_d เท่ากับ 5, 10, 11 ตามลำดับ โปรแกรม Math lab และโปรแกรม VB.6 เมื่อเทียบกับการแสดงผลการตอบสนอง เวลาที่ใช้ในการควบคุมของโปรแกรม VB.6จะใช้เวลาสั้นกว่าโปรแกรม Math lab โดยเฉลี่ยโปรแกรม VB.6น้อยกว่าโปรแกรม Math lab ประมาณ 3.0วินาที จึงทำให้ใช้เวลาในการควบคุมสั้นลง

