

บทที่ 4

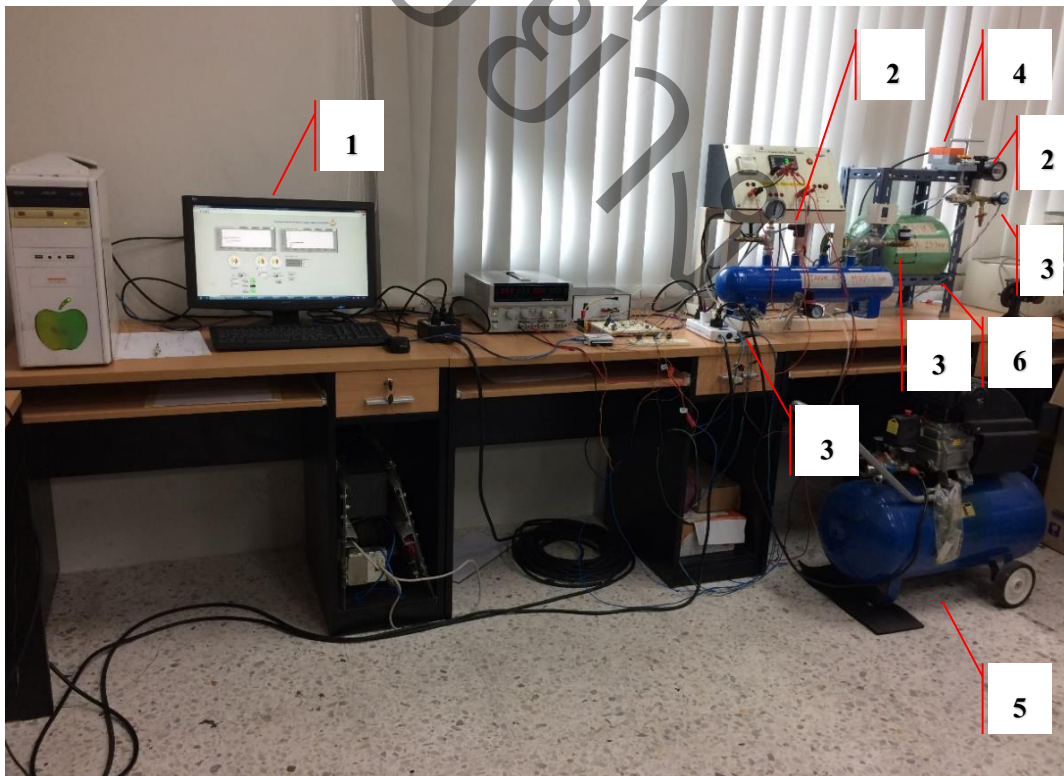
ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองระบบควบคุมความดันในถังลมแบบอนุกรม 2 ถังด้วยโปรแกรม LabVIEW ผู้วิจัยขอเสนอผลการทดลองดังนี้

4.1 ระบบควบคุมความดันในถังลมแบบอนุกรม 2 ถัง

ระบบควบคุมความดันในถังลมแบบอนุกรม 2 ถัง ที่ได้ออกแบบ ถูกลำมาสร้างและติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ดังแสดงได้ดังภาพที่ 4.1 โดยประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญคือ

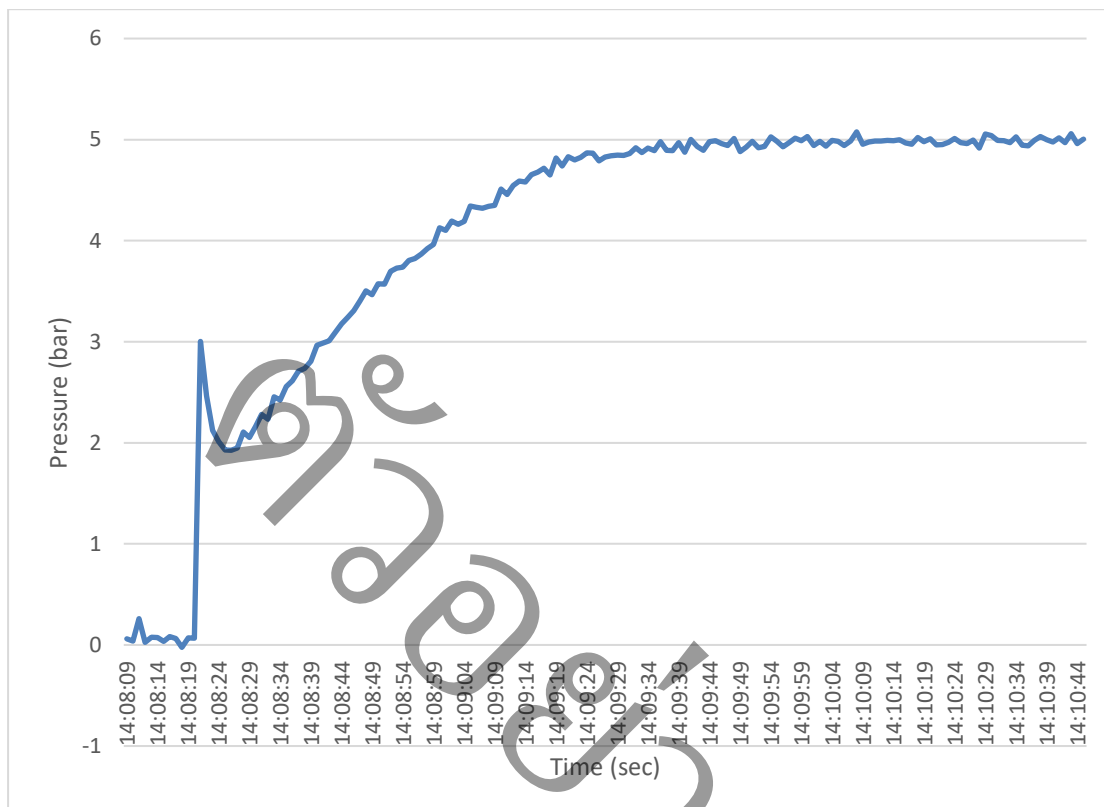
1. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับสั่งการและบันทึกข้อมูลการทำงานของระบบ
2. เซนเซอร์ตรวจวัดความดัน ส่งสัญญาณอนาล็อกแบบ 4-20 มิลลิแอมป์
3. ชุดโซลินอยด์วาล์ว ทำงานที่ 24 โวลท์
4. ชุดวาล์วแบบอัตราส่วนเชิงเส้น (Linear valve) ทำงานที่ 2-10 โวลท์
5. ถังลมแหล่งจ่าย ขนาด 8 บาร์
6. ถังเก็บความดันที่พิจารณาในการควบคุมความดัน



ภาพที่ 4.1 การติดตั้งระบบทดสอบการควบคุมความดันในถังลม

4.2 การทดสอบหาค่าทรานเฟอร์ฟังก์ชันของระบบ

สำหรับการทดลองจะตั้งค่าความดันอินพุตด้วยอุปกรณ์ปรับความดัน (Pressure regulator) แล้วทำการป้อนความดันอินพุตแบบขั้นจากศูนย์จนถึงความดันที่ตั้งไว้ เพื่อดูการตอบสนองความดันในถึงทางด้านเอาต์พุต โดยจะใช้เครื่องบันทึกสัญญาณเก็บไว้ ดังแสดงในภาพที่ 4.2

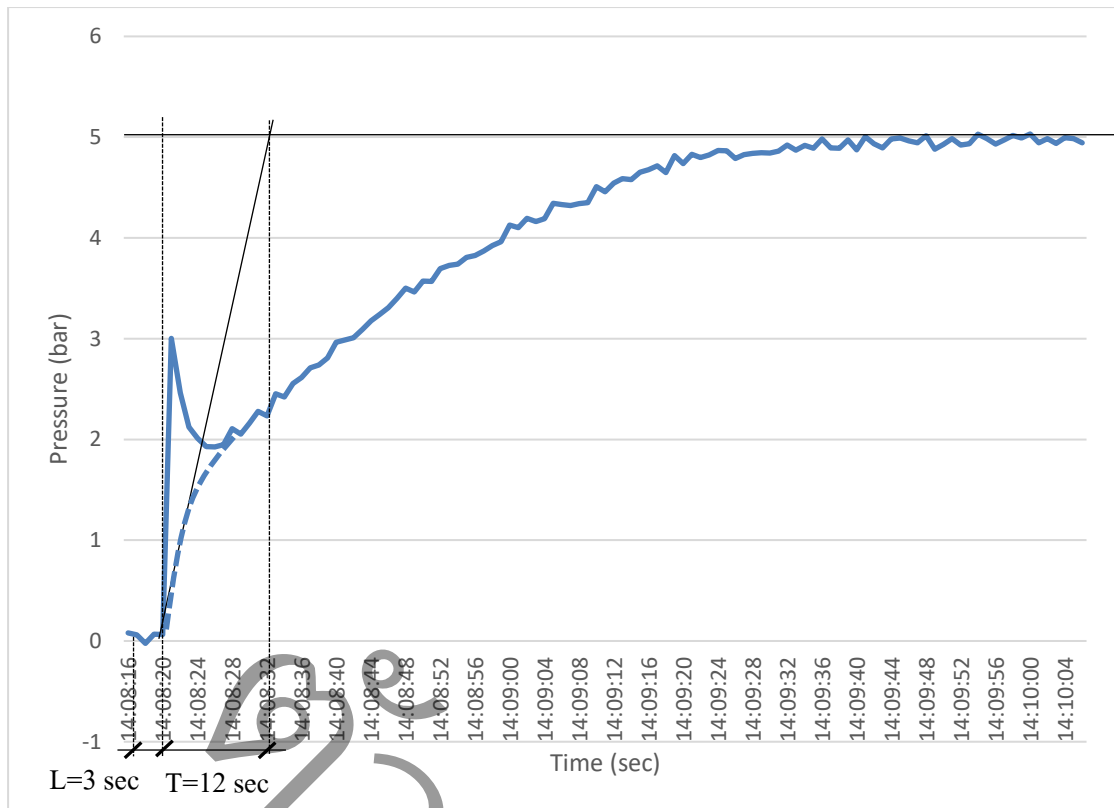


ภาพที่ 4.2 การตอบสนองของระบบความดันเมื่อป้อนอินพุตแบบขั้น

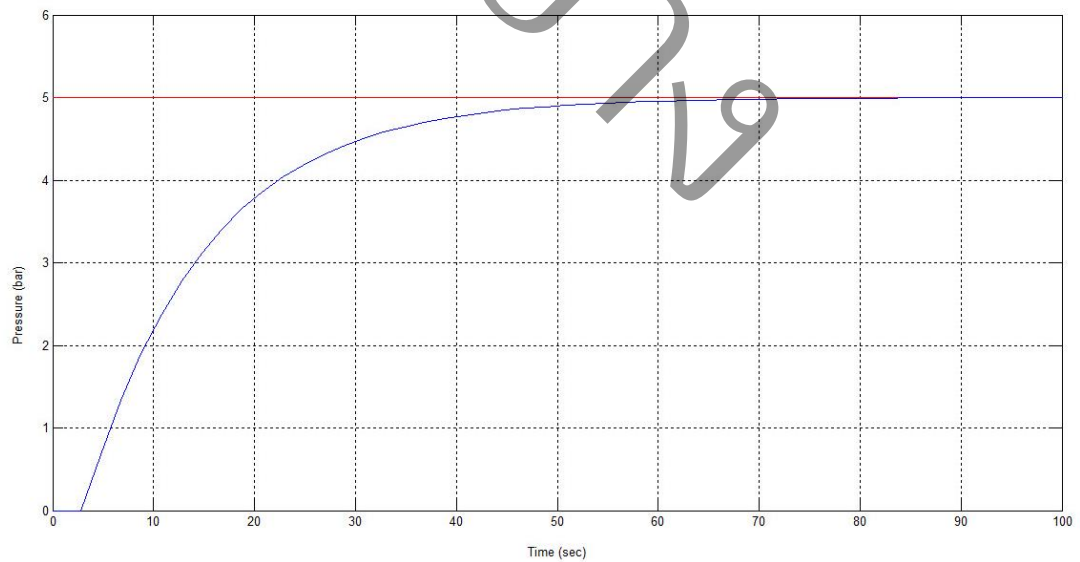
4.3 การหาค่าทรานเฟอร์ฟังก์ชันของระบบและระบบจำลองแบบเปิด

ตามข้อมูลจากการทดสอบระบบจำลองแบบเปิด จะได้ทรานเฟอร์ฟังก์ชันของระบบควบคุมความดันในถึงลมดังนี้

$$G_p(s) = \frac{1 \times e^{-3s}}{12s + 1} \quad (4.1)$$



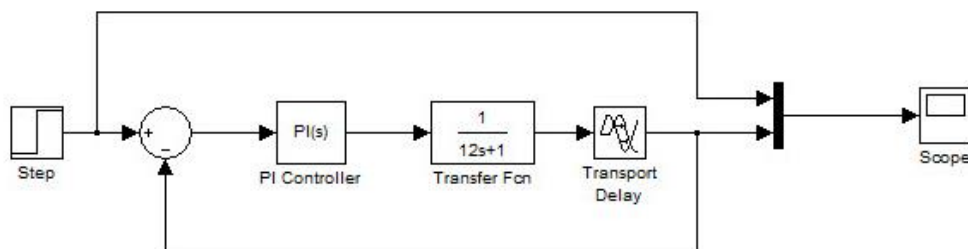
ภาพที่ 4.3 การหาทรานเฟอร์ฟังก์ชันของระบบควบคุมความดันในถัง



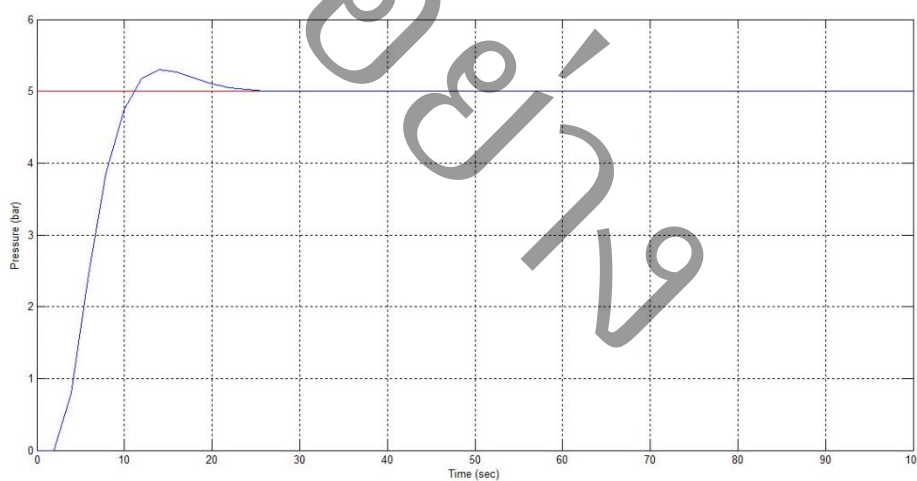
ภาพที่ 4.4 ผลการจำลองระบบแบบเปิดด้วยโปรแกรม MATLAB

4.4 การออกแบบตัวควบคุมด้วยวิธีซีเกลอร์-นิโคลส์ (Ziegler-Nichols)

จากการออกแบบค่าพารามิเตอร์ K_p และ T_i ของตัวควบคุมความดันในถังลมแบบ PI controller ด้วยวิธีการของซีเกลอร์-นิโคลส์ (Ziegler-Nichols) โดยวิธีปฏิบัติการระบบการ จะได้ค่าพารามิเตอร์ $K_p = 3.60$ และ $T_i = 1.667$ เมื่อนำค่าที่ได้มาจำลองการควบคุมในโปรแกรม MATLAB จะแสดงดังภาพที่ 4.5 และ 4.6



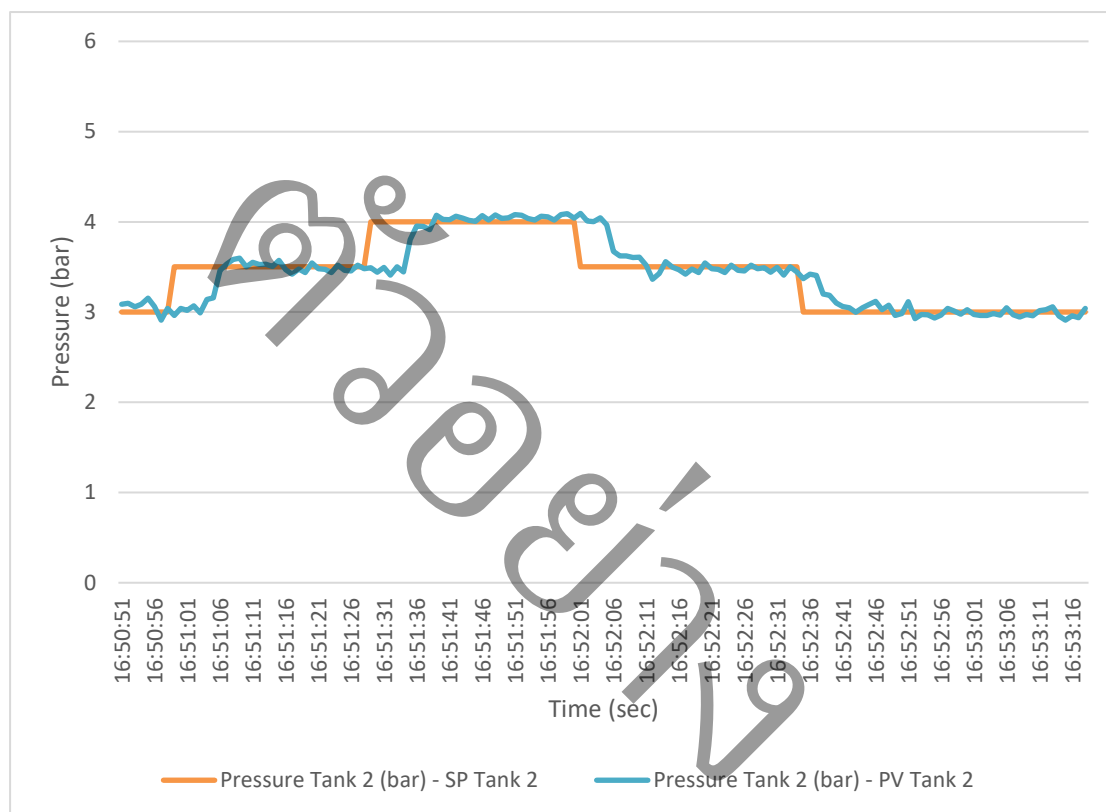
ภาพที่ 4.5 Block Diagram ของ Plant Model การควบคุมความดันในถังลม



ภาพที่ 4.6 ผลการตอบสนองของระบบแบบปิดเมื่อป้อนค่าพารามิเตอร์ $K_p = 3.60$ และ $T_i = 1.667$

4.5 สมรรถนะของระบบควบคุมความดันในถังลม

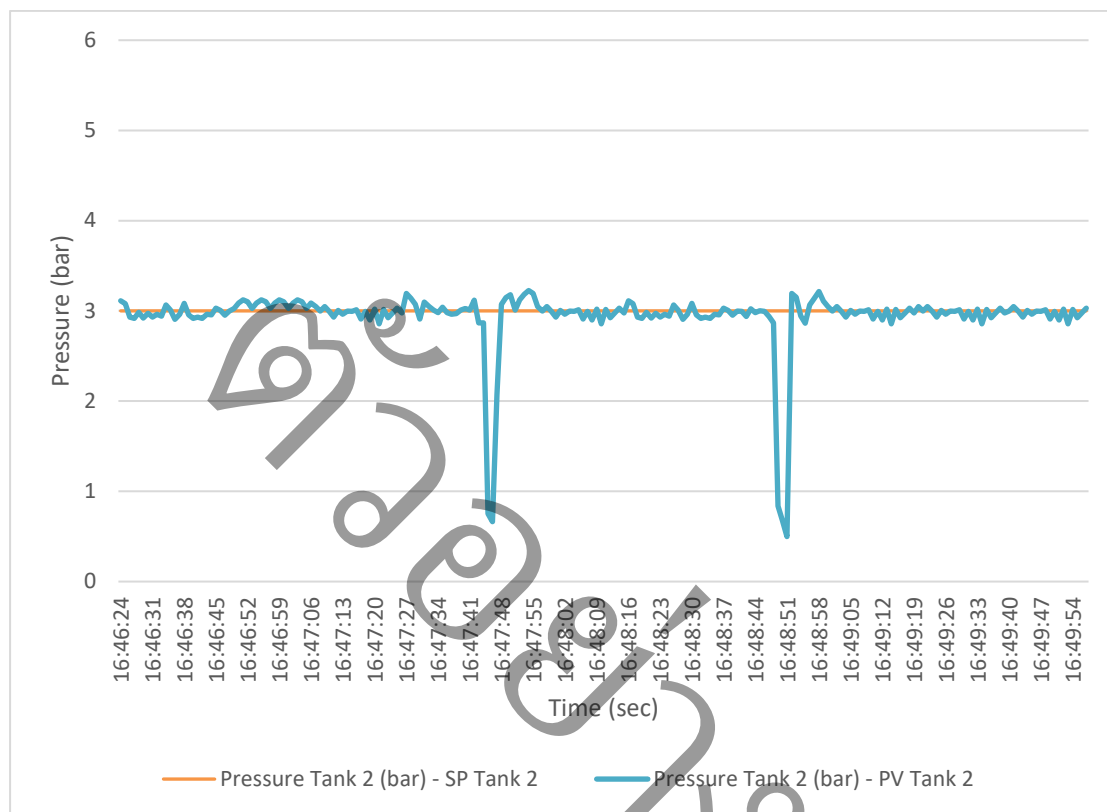
การทดสอบปรับความดันแบบขั้นบันได ที่ความดันขาขึ้น 3 ถึง 3.5 และ 3.5 ถึง 4.0 บาร์ ดังแสดงในภาพที่ 4.7 จะพบว่าความดันในระบบสามารถวิ่งเข้าสู่เป้าหมายได้อย่างแม่นยำ โดยมีค่าผิดพลาดที่สภาวะคงที่ไม่เกิน 5% และมีเวลารอบขาขึ้นไม่เกิน 12 วินาทีในช่วงเริ่มต้นความดันในถังจะมีการแกว่งไกวอย่างรุนแรงเนื่องจากความดันในถังแรกมีค่าความดันสูงจะถ่ายเทเข้าสู่ถังลมที่พิจารณา (ถังที่ 2) อย่างรวดเร็วหรืออาจกล่าวได้ว่าเกิดผลต่างความดัน 2 ถึงอย่างมาก ดังนั้นจึงเกิดการกระแทกของลมเกิดขึ้น



ภาพที่ 4.7 ผลตอบสนองระบบควบคุมความดันในถังลมแบบขั้นบันได

4.6 ผลการทดสอบในกรณีเปลี่ยนแปลงโหลดแบบทันทีทันใด

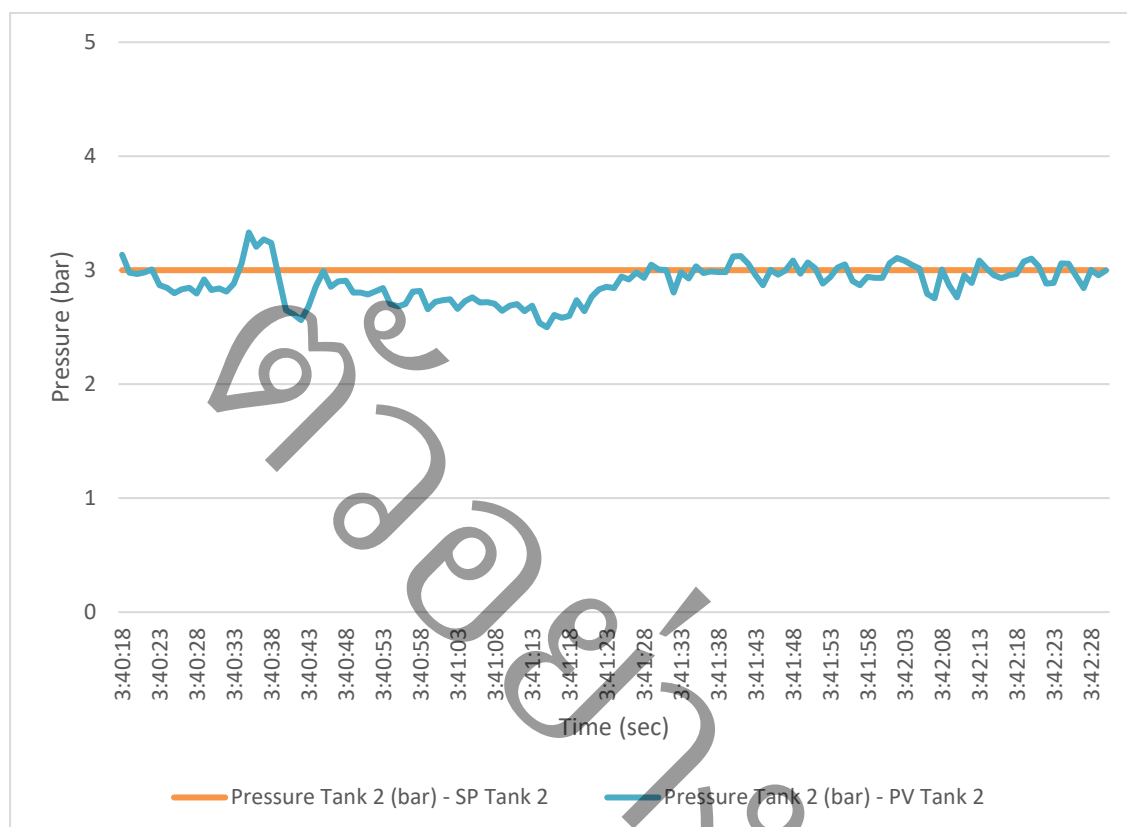
ในการทดสอบการรบกวนระบบโดยการลดความดันในระบบแบบทันทีทันใดในสภาวะคงที่ ดังแสดงในภาพที่ 4.8 การทดสอบการรบกวนระบบกระทำโดยในสภาวะความดันในถังคงที่จ่าย อากาศออกแบบทันทีทันใด พบว่าระบบควบคุมสามารถดึงกลับเข้าสู่เป้าหมายได้อย่างรวดเร็วโดย ใช้เวลาขึ้น (Rise time) ไม่เกิน 12 วินาที



ภาพที่ 4.8 ผลตอบสนองต่อการรบกวนระบบในถังลมที่พิจารณาแบบทันทีทันใด

4.7 ผลจากการรบกวนในถังลมแบบต่อเนื่อง

ในสถานะที่ความดันคงที่จะทำการเปิดวาล์วทางออกจากสถานะปิด (ก้านวาล์วมุม 0° เทียบกับแนวระดับ) ไปเป็นมุม 45° เทียบกับแนวระดับพบว่า สมรรถนะของระบบควบคุมแบบ PI controller ที่ใช้วิธีการ Ziegler Nicholl สามารถควบคุมความดันให้คงที่ได้ตลอด ดังแสดงในภาพที่ 4.9 โดยมีการแกว่งของสัญญาณ PV signal รอบความดันเป้าหมายเล็กน้อยมากประมาณ ± 0.2 bar



ภาพที่ 4.9 ผลตอบสนองต่อการรบกวนระบบในถังลมที่พิจารณาแบบต่อเนื่อง