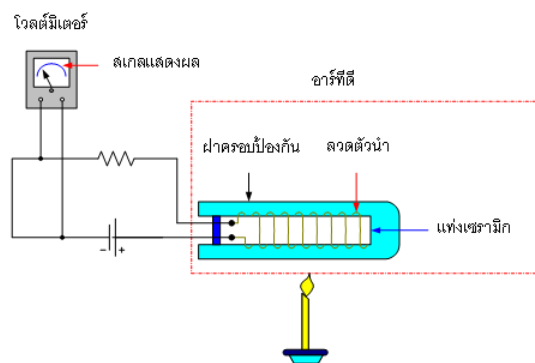
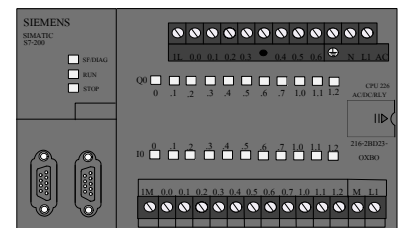
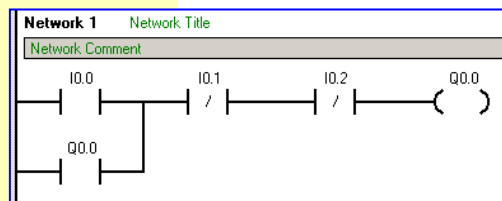
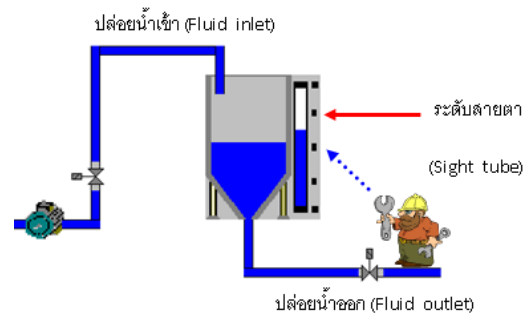


# เอกสารประกอบการสอนประจำรายวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๐๗

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๔๖



คมกริช แสงสุรินทร์

ค.อ.ม.สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

## คำนำ

เอกสารประกอบการสอน วิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัสวิชา 3104-2007 เล่มนี้ ได้จัดทำขึ้นตรงตามจุดประสงค์รายวิชา มาตรฐานรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารประกอบการสอนเล่มนี้ได้จัดทำขึ้น โดยแบ่งหน่วยการเรียนการสอน ออกเป็น 9 หน่วยการเรียน ซึ่งประกอบด้วย ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับ โครงสร้างของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ การเขียนคำสั่งควบคุมการทำงานของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ หลักการทำงานของ เซนเซอร์ที่ใช้วัดและตรวจจับความเร็ว ความดัน อุณหภูมิ อัตราการไหล ระดับ น้ำหนัก แสง ฟร็อกซิมีตี้สวิทช์ อุปกรณ์ควบคุม ตัวตั้งเวลา ตัวนับ ลิมิตสวิทช์ ฯลฯ การนำเอา โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับเซนเซอร์และอุปกรณ์ควบคุมแบบต่าง ๆ โดยเรียงลำดับจากเรื่องที่เรียนรู้ง่าย ๆ ไปหาเรื่องที่มีเนื้อหาซับซ้อนมากขึ้น โดยคำนึงถึงระยะเวลาการเรียนรู้ที่กำหนดให้ ซึ่งมีตัวอย่างประกอบทุกหัวข้อ เพื่อช่วยต่อการศึกษ ด้วยตนเองและมีแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียน เพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจ

หวังว่าเอกสารประกอบการสอนเล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน หากมีข้อเสนอแนะประการใด ผู้จัดทำยินดีน้อมรับไว้ด้วยความขอบพระคุณยิ่ง คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ อันเกิดจากเอกสารประกอบการสอนนี้ ผู้จัดทำขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บิคา มารดา ผู้มีพระคุณ และ ครู-อาจารย์ทุกท่าน

คมกริช แสงสุรินทร์  
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

## สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
หน่วยที่ 1 พื้นฐานการควบคุมในงานอุตสาหกรรม	1
แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 1	2
1. บทนำ	7
2. ประวัติและความเป็นมาในระบบควบคุม	8
3. พื้นฐานของระบบควบคุม	11
4. ประเภทของการควบคุม	12
5. สรุป	17
แบบฝึกหัดประจำหน่วยที่ 1	18
แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 1	20
บรรณานุกรม	23



# เอกสารประกอบการสอน

มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ และบูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

รหัส 3104-2007 วิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้า  
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546  
ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม

หน่วยที่ 1

เรื่อง พื้นฐานการควบคุมในงานอุตสาหกรรม

จัดทำโดย

นายคมกริช      แสงสุรินทร์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

วิทยาลัยเทคนิคเขียงราย

กระทรวงศึกษาธิการ

**แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 1**  
**เรื่อง พื้นฐานการควบคุมในงานอุตสาหกรรม**

---

**คำสั่ง** จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว (ข้อละ 1 คะแนน)

1. อุปกรณ์ในการควบคุมชิ้นแรกที่มีการค้นพบและบันทึกไว้เป็นหลักฐานคืออะไร ?
  - ก. เครื่องจักรไอน้ำ
  - ข. หม้อน้ำ
  - ค. นาฬิกาโบราณ
  - ง. นาฬิกาทราย
  - จ. เครื่องจักรดีเซล
2. นายเจมส์ วัตต์ เป็นผู้ประดิษฐ์เครื่องควบคุมความเร็วแบบใด ?
  - ก. ออปติมัล
  - ข. ฟลายบอล
  - ค. สโตเชสติก
  - ง. โรบัส
  - จ. อะแดปทีฟ
3. ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติถูกนำมาใช้ในโรงงานมากขึ้นในปี ค.ศ.ใด ?
  - ก. 1952
  - ข. 1954
  - ค. 1960
  - ง. 1970
  - จ. 1990

4. ข้อใดอธิบายความหมายของระบบควบคุมได้ถูกต้อง ?

- ก. รูปแบบของระบบใด ๆ ที่มีการจัดองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบเพื่อให้มีผลตอบสนองของระบบเป็นไปตามที่ต้องการ
- ข. รูปแบบของระบบใด ๆ ที่มีการจัดองค์ประกอบต่าง ๆ ภายนอกระบบเพื่อให้มีผลตอบสนองของระบบเป็นไปตามที่ต้องการ
- ค. รูปแบบของระบบใด ๆ ที่มีผลตอบสนองของระบบเป็นไปตามที่ต้องการ
- ง. ระบบควบคุมแบบไม่ต้องการค่าเอาต์พุต ซึ่งจะไม่ผลต่อการควบคุมขบวนการของระบบ
- จ. ระบบควบคุมแบบต้องการค่าเอาต์พุต ซึ่งจะผลต่อการควบคุมขบวนการของระบบ

5. องค์ประกอบพื้นฐานของระบบควบคุมมีกี่องค์ประกอบ ?

- ก. 2
- ข. 3
- ค. 4
- ง. 5
- จ. 6

6. ข้อใดคือองค์ประกอบพื้นฐานของระบบควบคุม ?

- ก. อินพุต
- ข. หน่วยประมวลผล
- ค. หน่วยความจำ
- ง. วาล์ว
- จ. อุปกรณ์ป้อนกลับ

7. ประเภทของการควบคุมสามารถจำแนกออกได้กี่ประเภท ?

- ก. 6
- ข. 5
- ค. 4
- ง. 3
- จ. 2

**8. ข้ออธิบายความหมายระบบควบคุมแบบเปิดได้ถูกต้อง ?**

- ก. สัญญาณด้านเอาต์พุตมีผลโดยตรงต่อการควบคุมโดยตรง
- ข. สัญญาณด้านอินพุตมีผลโดยตรงต่อการควบคุมโดยตรง
- ค. ค่าอินพุตที่ได้จะไม่มีผลต่อการควบคุมขบวนการของระบบ
- ง. ค่าเอาต์พุตที่ได้จะไม่มีผลต่อการควบคุมขบวนการของระบบ
- จ. สัญญาณด้านอินพุตและเอาต์พุตไม่มีผลโดยตรงต่อการควบคุม

**9. ข้ออธิบายความหมายระบบควบคุมแบบปิดได้ถูกต้อง ?**

- ก. ค่าเอาต์พุตที่ได้จะไม่มีผลต่อการควบคุมขบวนการของระบบ
- ข. ค่าอินพุตที่ได้จะไม่มีผลต่อการควบคุมขบวนการของระบบ
- ค. สัญญาณด้านเอาต์พุตมีผลโดยตรงต่อการควบคุมโดยตรง
- ง. สัญญาณด้านอินพุตและเอาต์พุตไม่มีผลโดยตรงต่อการควบคุม
- จ. สัญญาณด้านอินพุตมีผลโดยตรงต่อการควบคุมโดยตรง

**10. ข้อใดคือตัวอย่างการควบคุมแบบปิด ?**

- ก. การเปิด ปิดไฟภายในบ้าน
- ข. การควบคุมสายพานลำเลียง
- ค. การควบคุมระบบของน้ำในถัง
- ง. การควบคุมอุณหภูมิ
- จ. การควบคุมสัญญาณไฟจราจร

\*\*\*\*\*

# หน่วยที่ 1

## พื้นฐานการควบคุมในงานอุตสาหกรรม

---

### 1.1 หัวข้อเรื่อง

6. บทนำ
7. ประวัติและความเป็นมาในระบบควบคุม
8. พื้นฐานของระบบควบคุม
9. ประเภทของการควบคุม
10. สรุป

### 1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

#### 1.2.1 จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในพื้นฐานการควบคุมในงานอุตสาหกรรม และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนเรื่องพื้นฐานการควบคุมในงานอุตสาหกรรม

2. นำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงการมีเหตุผลและภูมิคุ้มกันที่ดีไปใช้ในการเรียนการสอน

#### 1.2.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกประวัติและความเป็นมาในระบบควบคุมได้
2. อธิบายระบบควบคุมได้
3. บอกองค์ประกอบพื้นฐานของระบบควบคุมได้
4. จำแนกประเภทของการควบคุมได้
5. อธิบายความหมายระบบควบคุมแบบเปิดได้
6. อธิบายความหมายระบบควบคุมแบบปิดได้
7. มีสำนึกและความรับผิดชอบต่อสังคม



### 1.3 คุณธรรม-จริยธรรมที่มุ่งเน้น

1. มีมนุษยสัมพันธ์
2. ความมีวินัย
3. ความรับผิดชอบ
4. ความซื่อสัตย์สุจริต
5. ความเชื่อมั่นในตนเอง
6. ปฏิบัติตามกฎระเบียบ ข้อบังคับและข้อตกลงของวิทยาลัยได้

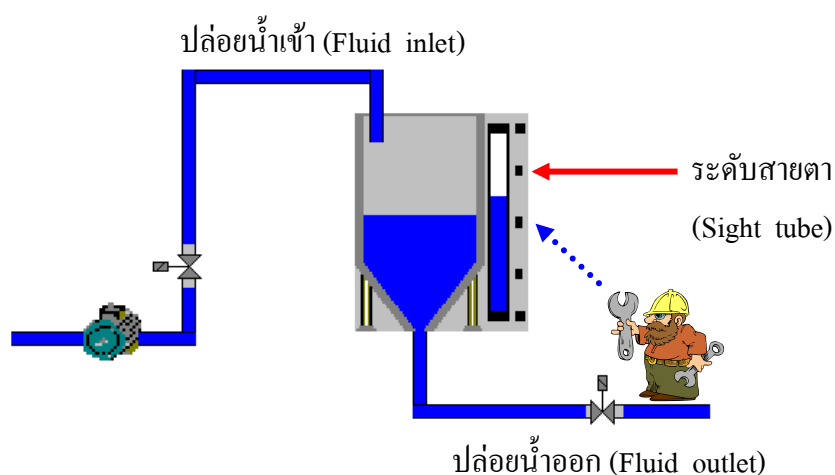
### 1.4 สารสำคัญ

ในการควบคุมอุณหภูมิ ความดัน การตรวจจับตำแหน่ง อัตราการไหล และระดับ เป็นต้น ซึ่งการควบคุมล้วนแต่มีเป้าหมายก็คือเพียงต้องการรักษาปริมาณทางฟิสิกส์ต่าง ๆ เอาไว้โดยเฉพาะการควบคุมในงานอุตสาหกรรม และในการควบคุมนั้นจะต้องไม่มีมนุษย์คอยตรวจสอบหรือดูแล เรียกว่าระบบควบคุมอัตโนมัติ (Automation control system) หรือระบบควบคุมแบบปิด (Closed-loop control system) ซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญอยู่ 3 ส่วนคือ ตัวควบคุม ระบบควบคุม และอุปกรณ์การป้อนกลับ

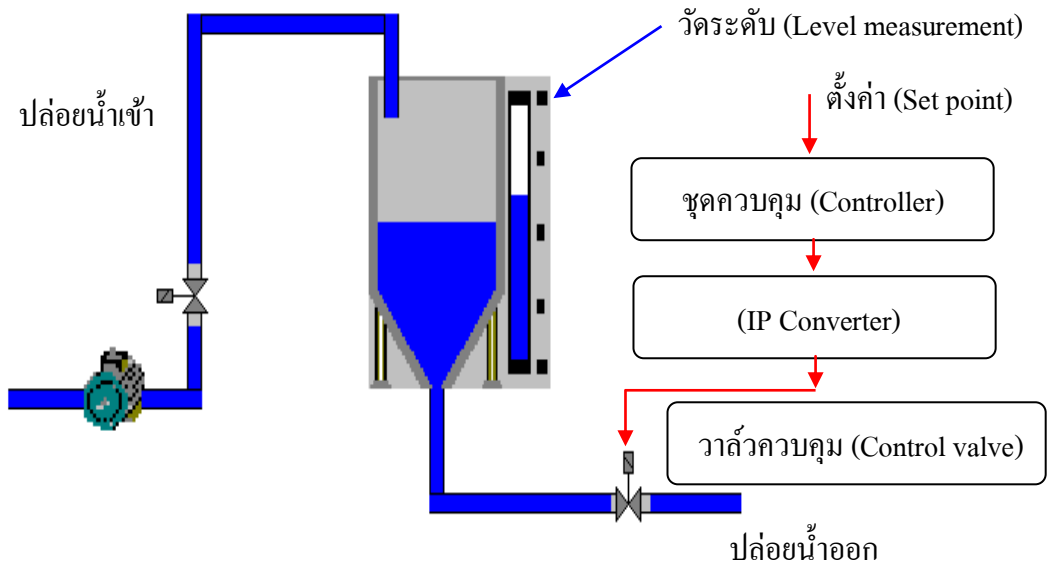
## 1.5 บทนำ

ในงานอุตสาหกรรมเป้าหมายการควบคุมคือการที่ต้องการที่จะรักษาปริมาณต่าง ๆ ทางฟิสิกส์ อันได้แก่ อุณหภูมิ อัตราการไหล ความดัน การตรวจจับตำแหน่งและระดับ เป็นต้น เพื่อให้มีค่าเท่ากับหรือค่าใกล้เคียงกับค่าที่กำหนดเอาไว้ ในกรณีสภาวะการทำงาน และสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาที่ตาม ซึ่งระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมในยุคต้น ๆ นั้นก็จะใช้มนุษย์ทำหน้าที่เป็นผู้คอยตรวจสอบ ตรวจวัดและควบคุมการทำงานของระบบ ดังแสดงในรูปที่ 1.1 แสดงการควบคุมที่อาศัยมนุษย์ ซึ่งจะเห็นว่ามนุษย์จะคอยเป็นผู้ตรวจสอบ และดูแลการเปิด ปิดวาล์วอยู่ตลอดเวลา การควบคุมในลักษณะนี้ก็จะให้ผลทำให้การควบคุมได้ไม่ดีเท่าที่ควรซึ่งเนื่องจากถูกจำกัดด้วยขีดความสามารถของมนุษย์ นั่นเอง

ดังนั้น ในปัจจุบัน โรงงานสมัยใหม่จึงได้มีการนำเอาเครื่องควบคุมอัตโนมัติมาใช้งาน ดังในรูปที่ 1.2 แสดงการควบคุมที่ใช้เครื่องควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการควบคุมระดับน้ำและการเปิด ปิดวาล์วน้ำออกอัตโนมัติ โดยไม่มีมนุษย์มาคอยควบคุมดูแล ซึ่งเครื่องควบคุมอัตโนมัตินี้จะทำหน้าที่หลักในการคำนวณหาสัญญาณควบคุม ที่เหมาะสมโดยการควบคุมจะเป็นไปตามหลักเกณฑ์การควบคุมที่ผู้ใช้ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ระบบการควบคุมอัตโนมัตินั้นอาจจะมีมากมายหลายรูปแบบตั้งแต่แบบง่าย ๆ ไปจนถึงรูปแบบที่มีความซับซ้อนมาก ๆ ในการเลือกหรือการพิจารณา ก็จะขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของการควบคุมและราคาอุปกรณ์เป็นหลัก



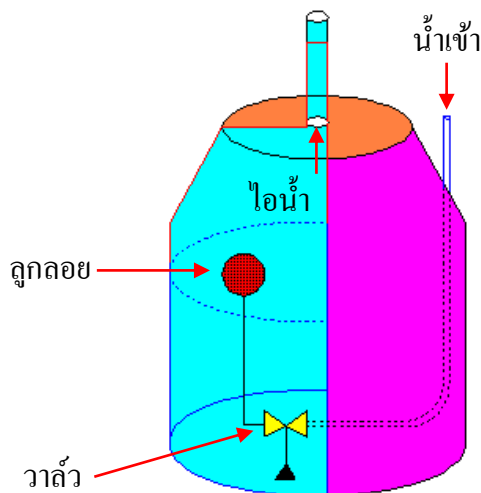
รูปที่ 1.1 แสดงการควบคุมที่อาศัยมนุษย์



รูปที่ 1.2 แสดงการควบคุมที่ใช้เครื่องควบคุมอัตโนมัติ

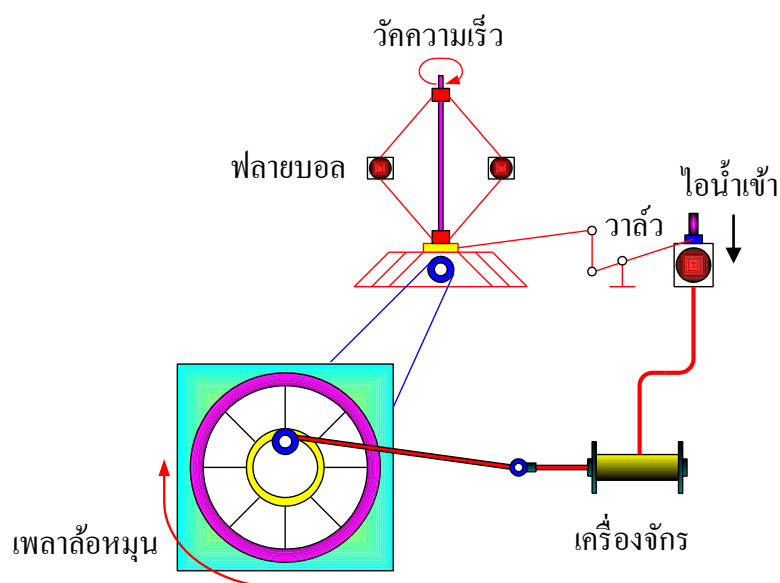
### 1.6 ประวัติและความเป็นมาในระบบควบคุม

ในระบบควบคุมอัตโนมัติ มีการนำมาใช้ครั้งแรกเมื่อประมาณสองพันปี โดยการใช้ อุปกรณ์ในการควบคุมชิ้นแรกที่มีการค้นพบและบันทึกไว้เป็นหลักฐาน คือนาฬิกาน้ำโบราณ (Ancient water clock) ของชาวเคตสซิบิออส (Ktesibios) ในเมืองเล็กซานเดรีย ประเทศอียิปต์ เมื่อทศวรรษที่สามก่อนคริสตศักราช ซึ่งอาศัยหลักการของการรักษาระดับของน้ำในถังน้ำเป็นการบอกเวลา ดังในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 นาฬิกาน้ำโบราณ

ระบบควบคุมแบบป้อนกลับในแถบยุโรป ได้ทำการประดิษฐ์เครื่องควบคุมอุณหภูมิที่ใช้กับเตาเผา (Temperature regulator of a furnace) ขึ้นเป็นครั้งแรกในช่วงปี ค.ศ. 1572 – 1633 โดยนายคอร์เนลิส เดรเบล (Cornelis Drebbel) ชาวฮอลแลนด์ หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 1647 – 1712 นายเดนนิส ปาแปง (Dennis Papin) ก็ได้ทำการพัฒนาสร้างอุปกรณ์ควบคุมความดันสำหรับหม้อไอน้ำ (Pressure regulator for steam boiler) ขึ้น จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1769 ก็ได้มีการพัฒนาโดยนำเอาระบบควบคุมอัตโนมัติแบบป้อนกลับมาใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรม จนกระทั่งเป็นที่แพร่หลายโดยนายเจมส์ วัตต์ (James Watt) ได้มีการประดิษฐ์เครื่องควบคุมความเร็วแบบฟลายบอล (Flyball governor) ดังรูปที่ 1.4 สำหรับการควบคุมความเร็วของเครื่องจักรไอน้ำนั้นจะมีโครงสร้างพื้นฐานดังแสดงในรูปที่ 1.4 โดยอาศัยความเร็วของเครื่องจักรไอน้ำที่วัดได้จากความเร็วรอบของเพลาล้อหมุน (Output shaft) และถูกนำไปใช้ในการเคลื่อนที่ของฟลายบอล ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมวาล์ว (Valve) ปิด – เปิดไอน้ำให้มีอัตราความเร็วที่เหมาะสม หลักการทำงานก็คือเมื่อปริมาณไอน้ำเริ่มเข้าสู่เครื่องจักรมากขึ้น จะทำให้ความเร็วของเครื่องจักรค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งจะจะทำให้การหมุนของลูกฟลายบอลเคลื่อนที่ห่างจากเพลาล้อหมุนมากขึ้น และส่งผลให้วาล์วควบคุมการปิดไอน้ำเข้าสู่เครื่องจักรได้น้อยลง จึงทำให้ความเร็วลดลง แต่ในทางกลับกันเมื่อความเร็วลดลง ลูกฟลายบอลก็จะเคลื่อนที่ไม่ห่างจากเพลาล้อหมุนมากนักทำให้วาล์วควบคุมเริ่มเปิดไอน้ำเข้าสู่เครื่องจักรในปริมาณที่มากขึ้น ซึ่งก็จะทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าจากความสัมพันธ์ดังกล่าว ทำให้ความเร็วของเครื่องจักรไอน้ำถูกควบคุมในอัตราที่เหมาะสมไม่สูงหรือไม่ต่ำจนเกินไป



รูปที่ 1.4 ฟลายบอลของเจมส์ วัตต์

ในปี ค.ศ. 1868 นายเจซี แมกซ์เวลล์ (J.C. Maxwell) ได้อธิบายถึงคุณสมบัติความที่ไม่เสถียรภาพของเครื่องควบคุมความเร็วแบบฟลายบอลของเจมส์ วัตต์ ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สมการอนุพันธ์ ได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของสมการหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) ที่ถูกนำมาใช้วิเคราะห์และอธิบายถึงปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในระบบควบคุม ซึ่งจากจุดนี้เองจึงเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญของทฤษฎีวิศวกรรมระบบควบคุมและการควบคุมในทางคณิตศาสตร์

ในทฤษฎีวิศวกรรมระบบควบคุมและการควบคุม จึงเป็นส่วนสำคัญที่จะใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีไปอีกหลายร้อยปีข้างหน้า ซึ่งเทคนิคเหล่านี้รวมถึงการพัฒนาระบบควบคุมแบบออปติมัล (Optimal control) ในปี ค.ศ. 1950 – 1960 และก่อให้เกิดความก้าวหน้าในพัฒนาระบบการควบคุมแบบสโตแอสติก (Stochastic) โรบัสต์ (Robust) อะแดปทีฟ (Adaptive) และออปติมัล (Optimal) ในปี ค.ศ. 1970 จนถึง ค.ศ. 1980 ตามลำดับในการนำเอาวิธีการต่าง ๆ เหล่านี้ของระบบควบคุมไปประยุกต์ใช้งานก็จะมีส่วนช่วยให้เทคโนโลยีต่าง ๆ มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว อาทิเช่น การเดินทางในอวกาศ การติดต่อสื่อสารผ่านดาวเทียม เครื่องบินความเร็วสูง หรือแม้แต่กระทั่งกระบวนการอุตสาหกรรมทางเคมีที่มีประสิทธิภาพสูง เป็นต้น

ดังนั้น จากรายละเอียดประวัติความเป็นมาของลำดับการพัฒนาของระบบควบคุมที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น สามารถสรุปได้พอสังเขปดังนี้

✍ ในปี ค.ศ. 1769 เจมส์ วัตต์ (James Watt) ได้ทำการประดิษฐ์คิดค้นเครื่องจักรพลังไอน้ำพร้อมทั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วโดยอาศัยหลักการพื้นฐานของระบบควบคุมแบบป้อนกลับ ซึ่งก็เป็นจุดเริ่มต้นของการปฏิบัติทางอุตสาหกรรมครั้งใหญ่ในเครื่องสหราชอาณาจักร

✍ ในปี ค.ศ. 1800 อีลิ วิทนี (Eli Whitney) ได้เสนอแนวความคิดของระบบควบคุมการผลิตปืนที่สามารถเปลี่ยนส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในได้โดยการพัฒนากระบวนการผลิตของอีลินั้นจะต้องคำนึงถึงผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในปริมาณมาก ๆ เป็นหลัก

✍ ในปี ค.ศ. 1868 เจซี แมกซ์เวลล์ (J.C. Maxwell) ได้นำเอาสมการหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาอธิบายระบบควบคุมความเร็วของเครื่องจักรพลังไอน้ำ

✍ ในปี ค.ศ. 1913 เฮนรี ฟอร์ด (Henry Ford) ได้ทำการประกอบเครื่องจักรกลที่เป็นผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับรถยนต์

✍ ในปี ค.ศ. 1927 เฮช ดับบลิว โบด (H.W. Bode) ได้นำเสนอหลักการวิเคราะห์วงจรรขยายสัญญาณแบบป้อนกลับ

✍ ในปี ค.ศ. 1932 เฮช ไนควิสต์ (H. Nyquist) ได้นำเสนอหลักการวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบควบคุม

✍ ในปี ค.ศ. 1952 สถาบันเทคโนโลยีแมซซาชูเซตส์ (Massachusetts Institute of Technology) พัฒนาการควบคุมเชิงเลข (Numerical Control ; NC) ขึ้น เพื่อนำมาใช้ในการควบคุมแขนกล

✍ ในปี ค.ศ. 1954 จอร์จ เดวอล (George Devol) ได้ทำการพัฒนาโปรแกรม “Article - transfer” เพื่อใช้ในการออกแบบหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

✍ ในปี ค.ศ. 1960 ได้มีการนำเอาวิธีการออกแบบของเดวอลมาออกแบบหุ่นยนต์เพื่อช่วยงานเป็นครั้งแรก

✍ ในปี ค.ศ. 1970 ได้นำเอาระบบควบคุมแบบออปติมัล และแบบจำลองของตัวแปรสแตต (State -variable model) ถูกนำมาใช้ในระบบควบคุม

✍ ในปี ค.ศ. 1980 ได้มีการศึกษาและออกแบบระบบควบคุมแบบโรบัสต์ (Robust - control) อย่างแพร่หลาย

✍ ในปี ค.ศ. 1990 ได้นำเอาระบบควบคุมแบบอัตโนมัติถูกนำมาใช้ในโรงงานมากขึ้น

✍ ในปี ค.ศ. 1994 ได้นำระบบควบคุมแบบป้อนกลับถูกนำมาใช้งานแพร่หลายขึ้น เช่น ในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ ตามความต้องการในการผลิตด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ

## 1.7 พื้นฐานของระบบควบคุม

ระบบควบคุมคือรูปแบบของระบบใด ๆ ที่มีการจัดองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบ เพื่อให้มีผลตอบสนองของระบบเป็นไปตามที่ต้องการ ส่วนใหญ่จะอาศัยพื้นฐานทฤษฎีระบบเชิงเส้นมาช่วยในการวิเคราะห์พิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผล (Cause - effect) ของแต่ละองค์ประกอบของระบบไม่ว่าระบบควบคุมนั้นจะมีความซับซ้อนมากน้อยเพียงไรก็ตาม พื้นฐานของระบบควบคุมจะมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วนดังนี้

- 1) อินพุต (Input) คือวัตถุประสงค์ของการควบคุม
- 2) กระบวนการ (Process) คือขั้นตอน หรือหลักการที่ใช้ในการควบคุม
- 3) เอาต์พุต (Output) คือค่าที่ได้รับจริง

จากองค์ประกอบต่าง ๆ ข้างล่างนี้สามารถนำมาเขียนแทนบล็อกไดอะแกรมอย่างง่าย ๆ ดังรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 พื้นฐานระบบควบคุม

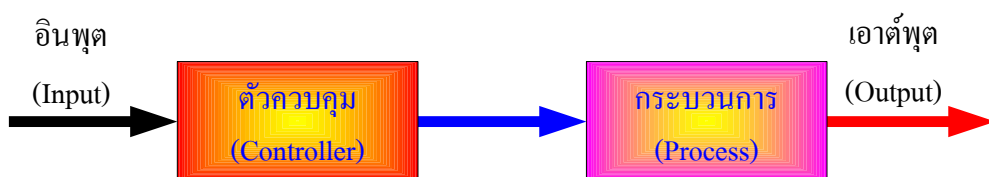
## 1.8 ประเภทของการควบคุม

ในการจำแนกประเภทของการควบคุมมีหลายหลักเกณฑ์ด้วยกัน ซึ่งสามารถแบ่งได้ตามลักษณะงาน ตามลักษณะสมบัติของค่าเป้าหมาย เป็นต้น ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะกล่าวอย่างแน่นอนและตายตัวว่าการควบคุมมีกี่ประเภท เพื่อเป็นการลดความสับสนและสอดคล้องกับองค์ประกอบการควบคุม การแบ่งประเภทของการควบคุมในที่นี้จะแบ่งตามเกณฑ์เป็น 2 ประเภทด้วยกันคือ

- 1) ระบบควบคุมแบบเปิด (Open loop control system)
- 2) ระบบควบคุมแบบปิด (Closed loop control system)

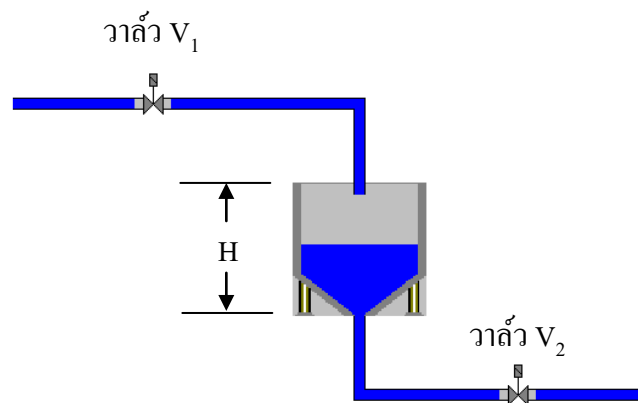
### 1) ระบบควบคุมแบบเปิด

ระบบควบคุมแบบเปิดหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าระบบควบคุมแบบไม่มีการป้อนกลับ ระบบนี้เป็นระบบที่ง่ายที่สุดและมีอุปกรณ์ภายในที่ไม่ยุ่งยาก ระบบนี้ค่าเอาต์พุตที่ได้จะไม่มีผลต่อการควบคุมกระบวนการของระบบ นั่นหมายความว่า จะไม่มีการนำเอาค่าของเอาต์พุตที่ได้กลับมาทำการเปรียบเทียบกับค่าอินพุตที่อ้างอิง ที่ป้อนให้กับระบบ ตัวอย่างเช่น การควบคุมการเปิด ปิด ไฟสัญญาณไฟจราจร การควบคุมสายพานลำเลียง และการควบคุมระบบของน้ำในถัง เป็นต้น ซึ่งสามารถแสดงลักษณะบล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมแบบเปิด ดังรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมแบบเปิด

จากรูปที่ 1.7 เป็นระบบการควบคุมน้ำระดับ  $H$  ในถังโดยวาล์วให้  $V_2$  จะเป็นวาล์วควบคุมการไหลเข้าของน้ำในถัง แต่ระบบในนี้จะไม่ละเอียดเที่ยงตรง ถ้าวาล์ว  $V_1$  มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เพราะไม่ได้มีการวัดอัตราการไหลของน้ำที่แน่นอนที่วาล์ว  $V_2$  และ  $V_1$  และจากความสัมพันธ์ต่าง ๆ จากรูปที่ 1.7 สามารถที่จะนำมาเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรม ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตกับเอาต์พุต ดังในรูปที่ 1.8 ข้างล่างนี้



รูปที่ 1.7 การควบคุมระดับน้ำในถัง



รูปที่ 1.8 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมน้ำในถัง

จากรูปที่ 1.8 แสดงถึงความสัมพันธ์ของระบบระหว่างอินพุตคือระดับน้ำที่ต้องการ นั่นเองและเอาต์พุตคือระดับน้ำในถังที่แท้จริงนั่นเอง ทิศทางของลูกศรทางพุ่งเข้าหาระบบควบคุม จะแสดงถึงอินพุต ในส่วนลูกศรที่มีทิศทางพุ่งออกจากระบบควบคุม นั่นก็จะแสดงถึงเอาต์พุต ซึ่งบล็อกไดอะแกรมจะเห็นว่าไม่มีสัญญาณใด ๆ ของระบบป้อนกลับไปยังอินพุตเลย ดังนั้นจึงเรียกระบบควบคุมลักษณะนี้ว่า ระบบควบคุมแบบเปิด

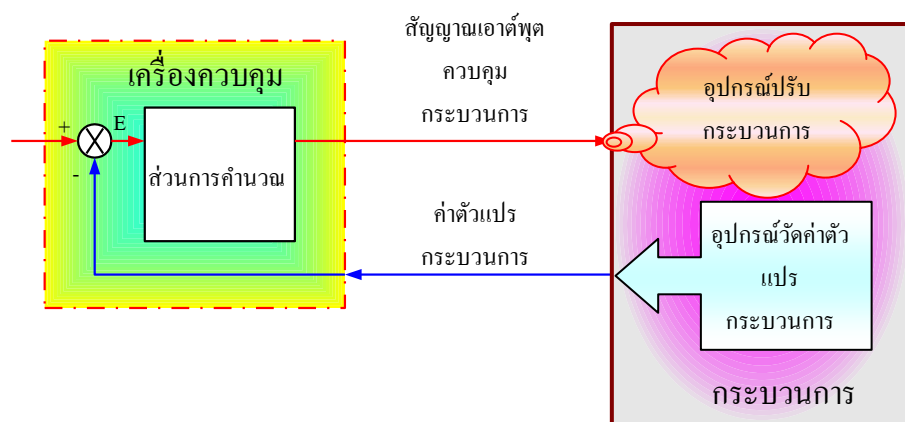


ข้อสังเกตการควบคุมของระบบแบบเปิดคือ

1. ไม่มีการนำสัญญาณทางด้านเอาต์พุตป้อนกลับมาทางด้านอินพุต
2. ระบบไม่มีความซับซ้อน
3. ระบบใช้กับงานที่ไม่ต้องการความแม่นยำ เพียงตรงและแน่นอน
4. เป็นระบบควบคุมที่ประหยัด

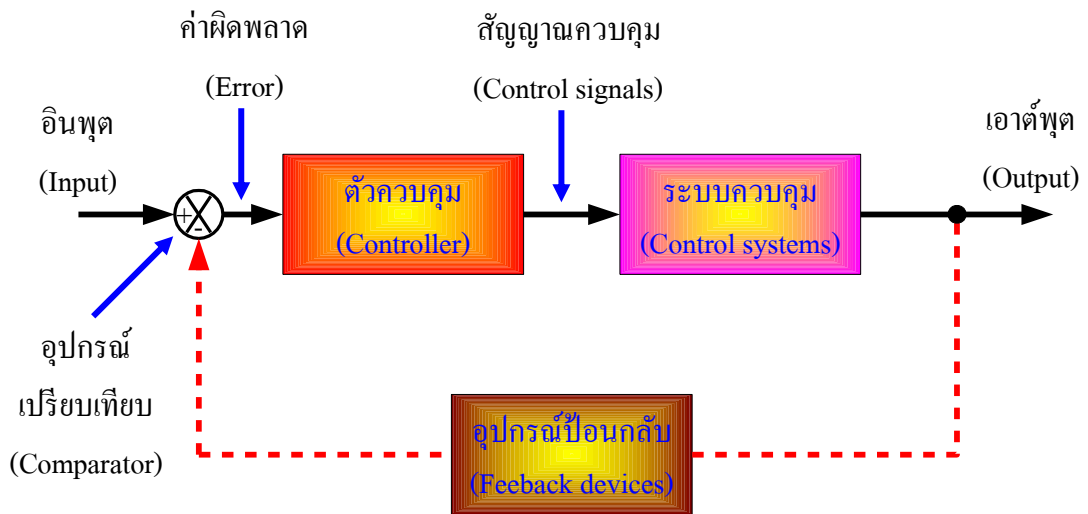
## 2) ระบบควบคุมแบบปิด

ระบบการควบคุมแบบปิด เป็นระบบการควบคุมที่สัญญาณทางด้านเอาต์พุตมีผลโดยตรงต่อการควบคุม ดังนั้นการควบคุมแบบปิดก็คือการควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback-control) นั่นเอง สัญญาณป้อนกลับนี้อาจจะเป็นสัญญาณเอาต์พุตโดยตรง ระบบการควบคุมแบบปิด นั้นจะเห็นได้ทั่ว ๆ ไปทั้งในงานอุตสาหกรรมหรือตามบ้านเรือน ตัวอย่างการควบคุมแบบปิด ได้แก่ การควบคุมอุณหภูมิ การควบคุมความดัน การควบคุมอัตราการไหล ระบบการควบคุมกระบวนการคู่เย็นที่ใช้ตามบ้านเรือน



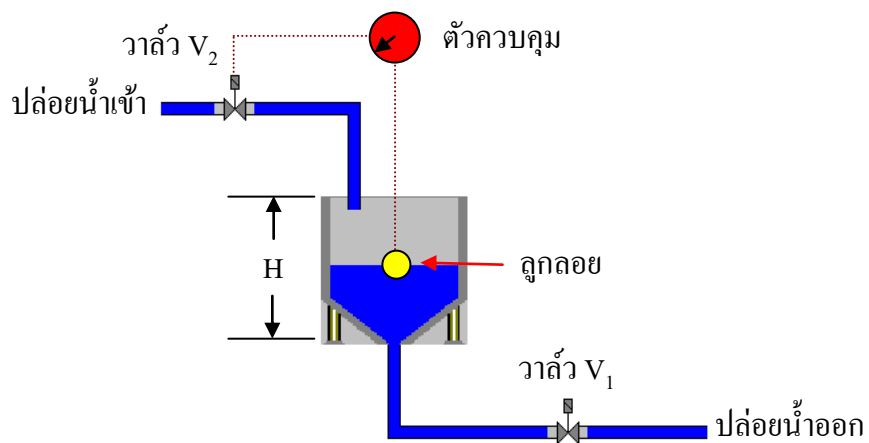
รูปที่ 1.9 แสดงระบบการควบคุมแบบปิด

เมื่อระบบควบคุมแบบเปิดนั้นไม่เกิดความแม่นยำในการควบคุม ดังนั้นจึงมีการนำสัญญาณเอาต์พุต ซึ่งจะมีผลโดยตรงกับระบบควบคุมมาใช้ งาน โดยการนำสัญญาณจากเอาต์พุตของระบบป้อนกลับมาเปรียบเทียบกับสัญญาณอินพุตที่ป้อนให้กับระบบ ซึ่งจะนำเอาผลของสัญญาณทั้งสองมาเปรียบเทียบก็จะเป็นสัญญาณค่าผิดพลาด (Error) เพื่อใช้สัญญาณป้อนเข้าตัวควบคุม เพื่อลดความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นในระบบและทำให้เอาต์พุต ของระบบเข้าสู่ค่าที่เราต้องการ (Set-point) ดังแสดงได้ในบล็อกไดอะแกรม ดังในรูปที่ 1.10



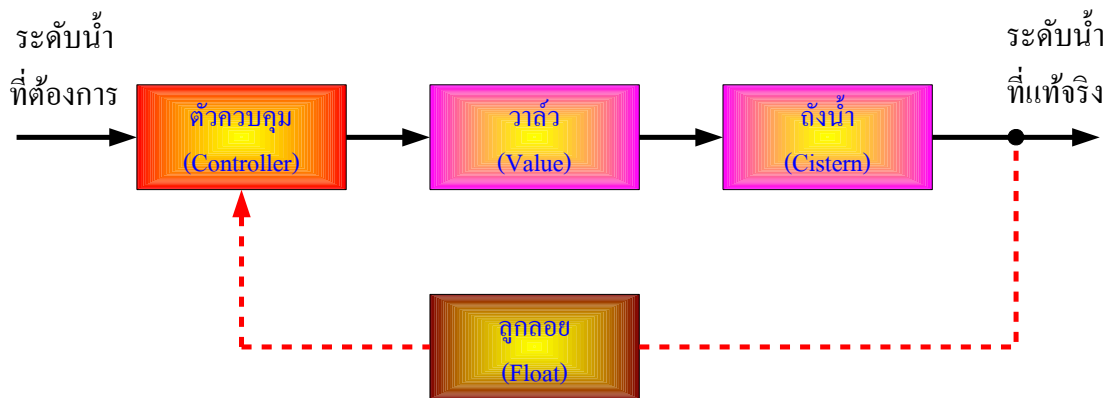
รูปที่ 1.10 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมแบบปิด

ต่อไปจะกล่าวถึงตัวอย่างลักษณะของระบบควบคุมแบบปิด ซึ่งในที่นี้จะขอยกตัวอย่างระบบควบคุมที่บังคับระดับน้ำในถัง ดังรูปที่ 1.11



รูปที่ 1.11 ระบบควบคุมน้ำ

จากรูปที่ 1.11 เป็นระบบควบคุมที่รักษาระดับน้ำ ซึ่งการควบคุมอัตโนมัติจะทำหน้าที่รักษาระดับน้ำในถัง โดยการเปรียบเทียบค่าของระดับน้ำที่แท้จริงในถัง (Actual level) กับระดับน้ำที่ต้องการ (Desired level) โดยใช้ลูกลอย (Float) เป็นตัวที่ทำหน้าที่คอยตรวจสอบระดับน้ำในถัง จากนั้นจะทำการแก้ไขค่าผิดพลาดนี้โดยการปรับวาล์ว (Pneumatic value) ซึ่งเราสามารถจะเขียนแทนระบบควบคุมระดับน้ำด้วยบล็อกไดอะแกรม ดังรูปที่ 1.12



รูปที่ 1.12 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมระดับน้ำ

## 1.9 สรุป

ระบบควบคุมคือรูปแบบของระบบใด ๆ ที่มีการจัดองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบ เพื่อให้มีผลตอบสนองของระบบเป็นไปตามที่ต้องการ ส่วนมากอาศัยพื้นฐานทฤษฎีระบบเชิงเส้น มาช่วยในการวิเคราะห์พิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผล ของแต่ละองค์ประกอบของระบบ ไม่ว่าจะระบบควบคุมนี้ จะมีความซับซ้อนเพียงไรก็ตาม

การแบ่งประเภทของการควบคุมในที่นี้จะแบ่งตามเกณฑ์เป็น 2 ประเภทด้วยกันคือ

1) ระบบควบคุมแบบเปิด หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าระบบควบคุมแบบไม่มีการป้อนกลับ ระบบนี้เป็นระบบที่ง่ายที่สุดและมีอุปกรณ์ภายในที่ไม่ยุ่งยาก ระบบนี้ค่าเอาต์พุตที่ได้จะไม่มีผลต่อการควบคุมขบวนการของระบบ

2) ระบบควบคุมแบบปิด เป็นระบบการควบคุมแบบหนึ่ง ซึ่งสัญญาณทางด้านเอาต์พุตมีผลโดยตรงต่อการควบคุม ดังนั้นการควบคุมแบบปิดก็คือการควบคุมแบบป้อนกลับ นั่นเอง

**แบบฝึกหัดประจำหน่วยที่ 1**  
**เรื่อง พื้นฐานการควบคุมในงานอุตสาหกรรม**

---

**คำสั่ง** จงอธิบายโดยสรุปให้ได้ความหมาย ใจความ หรือสาระให้ครบถ้วน

1. อุปกรณ์ในการควบคุมชิ้นแรกที่มีการค้นพบและบันทึกไว้เป็นหลักฐาน คืออะไร และได้อาศัยหลักการใด ?

.....

.....

.....

2. ใครเป็นผู้ประดิษฐ์เครื่องควบคุมความเร็วแบบฟลายบอลขึ้นมาเป็นคนแรก ?

.....

.....

.....

3. ระบบการควบคุมแบบสโตเชสติก โรบัส อะแดปทีฟ และออพติมัล ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้กับงานใดบ้าง ?

.....

.....

.....

4. ในปี ค.ศ. 1994 ได้นำระบบควบคุมแบบใดมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ ?

.....

.....

.....

5. ระบบควบคุมหมายถึงอะไร ?

.....

.....

.....

6. องค์ประกอบพื้นฐานของระบบควบคุมมีกี่องค์ประกอบ และประกอบไปด้วยอะไรบ้าง ?

.....  
.....  
.....

7. การควบคุมจำแนกประเภทได้กี่ประเภท และมีประเภทใดบ้าง ?

.....  
.....  
.....

8. ระบบควบคุมแบบเปิดหมายถึงอะไร ?

.....  
.....  
.....

9. ระบบควบคุมแบบปิดหมายถึงอะไร ?

.....  
.....  
.....

10. จงยกตัวอย่างการควบคุมแบบเปิดและแบบปิดมาอย่างละ 3 ตัวอย่าง ?

.....  
.....  
.....

\*\*\*\*\*

**แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 1**  
**เรื่อง พื้นฐานการควบคุมในงานอุตสาหกรรม**

---

**คำสั่ง** จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว (ข้อละ 1 คะแนน)

1. อุปกรณ์ในการควบคุมชิ้นแรกที่มีการค้นพบและบันทึกไว้เป็นหลักฐานคืออะไร ?
  - ก. เครื่องจักรไอน้ำ
  - ข. นาฬิกาโบราณ
  - ค. หม้อน้ำ
  - ง. เครื่องจักรดีเซล
  - จ. นาฬิกาทราย
2. นายเจมส์ วัตต์ เป็นผู้ประดิษฐ์เครื่องควบคุมความเร็วแบบใด ?
  - ก. สไตแซสติค
  - ข. ออปติมัล
  - ค. ฟลายบอล
  - ง. อะแดปทีฟ
  - จ. โรบัส
3. ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติถูกนำมาใช้ในโรงงานมากขึ้นในปี ค.ศ.ใด ?
  - ก. 1990
  - ข. 1970
  - ค. 1960
  - ง. 1954
  - จ. 1952

4. ข้อใดอธิบายความหมายของระบบควบคุมได้ถูกต้อง ?

- ก. รูปแบบของระบบใด ๆ ที่มีการจัดองค์ประกอบต่าง ๆ ภายนอกระบบเพื่อให้มีผลตอบสนองของระบบเป็นไปตามที่ต้องการ
- ข. รูปแบบของระบบใด ๆ ที่มีการจัดองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบเพื่อให้มีผลตอบสนองของระบบเป็นไปตามที่ต้องการ
- ค. ระบบควบคุมแบบไม่ต้องการค่าเอาต์พุต ซึ่งจะไม่มีผลต่อการควบคุมขบวนการของระบบ
- ง. ระบบควบคุมแบบต้องการค่าเอาต์พุต ซึ่งจะผลต่อการควบคุมขบวนการของระบบ
- จ. รูปแบบของระบบใด ๆ ที่มีผลตอบสนองของระบบเป็นไปตามที่ต้องการ

5. องค์ประกอบพื้นฐานของระบบควบคุมมีกี่องค์ประกอบ ?

- ก. 6
- ข. 5
- ค. 4
- ง. 3
- จ. 2

6. ข้อใดคือองค์ประกอบพื้นฐานของระบบควบคุม ?

- ก. หน่วยประมวลผล
- ข. หน่วยความจำ
- ค. อินพุต
- ง. อุปกรณ์ป้อนกลับ
- จ. วาล์ว

7. ประเภทของการควบคุมสามารถจำแนกออกได้กี่ประเภท ?

- ก. 2
- ข. 3
- ค. 4
- ง. 5
- จ. 6



**8. ข้ออธิบายความหมายระบบควบคุมแบบเปิดได้ถูกต้อง ?**

- ก. ค่าอินพุตที่ได้จะไม่ส่งผลต่อการควบคุมขบวนการของระบบ
- ข. สัญญาณด้านอินพุตมีผลโดยตรงต่อการควบคุมโดยตรง
- ค. สัญญาณด้านเอาต์พุตมีผลโดยตรงต่อการควบคุมโดยตรง
- ง. สัญญาณด้านอินพุตและเอาต์พุตไม่มีผลโดยตรงต่อการควบคุม
- จ. ค่าเอาต์พุตที่ได้จะไม่ส่งผลต่อการควบคุมขบวนการของระบบ

**9. ข้ออธิบายความหมายระบบควบคุมแบบปิดได้ถูกต้อง ?**

- ก. ค่าอินพุตที่ได้จะไม่ส่งผลต่อการควบคุมขบวนการของระบบ
- ข. ค่าเอาต์พุตที่ได้จะไม่ส่งผลต่อการควบคุมขบวนการของระบบ
- ค. สัญญาณด้านอินพุตและเอาต์พุตไม่มีผลโดยตรงต่อการควบคุม
- ง. สัญญาณด้านเอาต์พุตมีผลโดยตรงต่อการควบคุมโดยตรง
- จ. สัญญาณด้านอินพุตมีผลโดยตรงต่อการควบคุมโดยตรง

**10. ข้อใดคือตัวอย่างการควบคุมแบบปิด ?**

- ก. การควบคุมระบบของน้ำในถัง
- ข. การเปิด ปิดไฟภายในบ้าน
- ค. การควบคุมสายพานลำเลียง
- ง. การควบคุมสัญญาณไฟจราจร
- จ. การควบคุมอุณหภูมิ

\*\*\*\*\*

## บรรณานุกรม

- การวัดและการควบคุม ชุดที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ส.เอเชียเพรส (1989) จำกัด, 2555.
- การวัดและการควบคุม ชุดที่ 2. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ส.เอเชียเพรส (1989) จำกัด, 2555.
- การวัดและการควบคุม ชุดที่ 3. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ส.เอเชียเพรส (1989) จำกัด, 2555.
- คู่มือการใช้งาน PLC SIMATIC S7-200. กรุงเทพมหานคร : ม.ป.ท., ม.ป.ป.
- จิรพัฒน์ ลิ่มทอง. ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี :  
ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. เซนเซอร์ ทรานสดิวเซอร์และการใช้งาน. พิมพ์ครั้งที่ 1.  
กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนสามัญสมาร์ทเลิร์นนิ่ง, 2552.
- ทักษิณ โสภานิช. ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม/การควบคุมอัตโนมัติ. พิมพ์ครั้งที่ 1.  
กรุงเทพมหานคร : สุวรรณกิจ, 2553.
- บริษัท ออมรอน อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด. การใช้งาน PLC ระดับ 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร :  
ม.ป.ท., 2550.
- บริษัท ออมรอน อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด. การใช้งาน PLC ระดับ 2. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร :  
ม.ป.ท., 2555.
- บริษัท ซีเมนส์ จำกัด. และทีมงาน SCMi. คล่องแคล่ว PLC เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 1.  
กรุงเทพมหานคร : จูปีตัส, 2550.
- สมศักดิ์ กิริติภูมิเศรษฐ์. หลักการและการใช้งานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 28.  
กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2553.
- สรารุณี ศิริวงษ์, ภูวดล ภูเด่นแดน. และกรรชนม์ ปิ่นโต. คล่องแคล่ว PLC เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 1.  
กรุงเทพมหานคร : จูปีตัส, 2548.
- สุมาลี อุณหวิชัย. ระบบควบคุม. กรุงเทพมหานคร : ว.เพชรสกุล จำกัด, 2545.  
ศูนย์หนังสือเมืองไทย, 2553.
- สุเชียร เกียรติสุนทร. ระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรมพีแอลซีกับการควบคุมลำดับ.  
กรุงเทพมหานคร : วี.พรีนท์ (1991) จำกัด, 2554.
- ธีรศิลป์ ทุมวิภาต และสุภาพร จำปาทอง. เรียนรู้ PLC ขั้นต้นด้วยตนเอง. กรุงเทพมหานคร :  
เอช-เอน การพิมพ์, 2545.