

- ได้ผ่านการตรวจประเมินคุณภาพหนังสือเรียนอาชีวศึกษา  
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567  
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 ประกาศลำดับที่ 311

รหัสวิชา 20127-2002

- หนังสือเล่มนี้เรียบเรียงตามผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา  
จุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา  
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567

# เมคคาทรอนิกส์เบื้องต้น

## Basic Mechatronics



ผู้แต่ง บุญธรรม ภัทราจารุกุล

137.-

๙๙ ซีนีต

# เมคคาทรอนิกส์เบื้องต้น

โดย บุญธรรม ภัทราจารกุล

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย โดย บุญธรรม ภัทราจารกุล © พ.ศ. 2568

ห้ามคัดลอก ลอกเลียน ดัดแปลง ทำซ้ำ จัดพิมพ์ หรือกระทำการอื่นใด โดยวิธีการใดๆ ในรูปแบบใดๆ  
ไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้ เพื่อเผยแพร่ในสื่อทุกประเภท หรือเพื่อวัตถุประสงค์ใดๆ  
นอกจากจะได้รับอนุญาต

## ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

บุญธรรม ภัทราจารกุล.

เมคคาทรอนิกส์เบื้องต้น. -- กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2568.

444 หน้า.

1. เมคคาทรอนิกส์.

I. ชื่อเรื่อง.

621.30711

Barcode (e-book) : 9786160854615

จัดจำหน่ายโดย



**บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)**  
SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED

เลขที่ 1858/87-90 ถนนเพชรรัตน แขวงบางนาใต้ เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260

โทรศัพท์ 0-2826-8000

หากมีคำแนะนำหรือติชม สามารถติดต่อได้ที่ [comment@se-ed.com](mailto:comment@se-ed.com)

**20127-2002      เมคคาทรอนิกส์เบื้องต้น**  
**Basic Mechatronics**

**2-0-2**

**อ้างอิงมาตรฐาน**

—

**ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา**

อธิบายระบบเมคคาทรอนิกส์ ระบบการผลิตในอุตสาหกรรมเบื้องต้น หลักการรายงานผลการปฏิบัติงาน หลักการนำเสนอ หลักการควบคุมภาพในกระบวนการผลิตเบื้องต้น หลักการระบบการวัดและควบคุม เช่น เซนเซอร์ การอินเตอร์เฟสอุปกรณ์ แอคชูเอเตอร์ หลักการของระบบส่งกำลังทางกล ระบบควบคุมแบบสัญญาณป้อนกลับ ระบบควบคุมแบบลำดับ เทคโนโลยีทางกล ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์

**จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้**

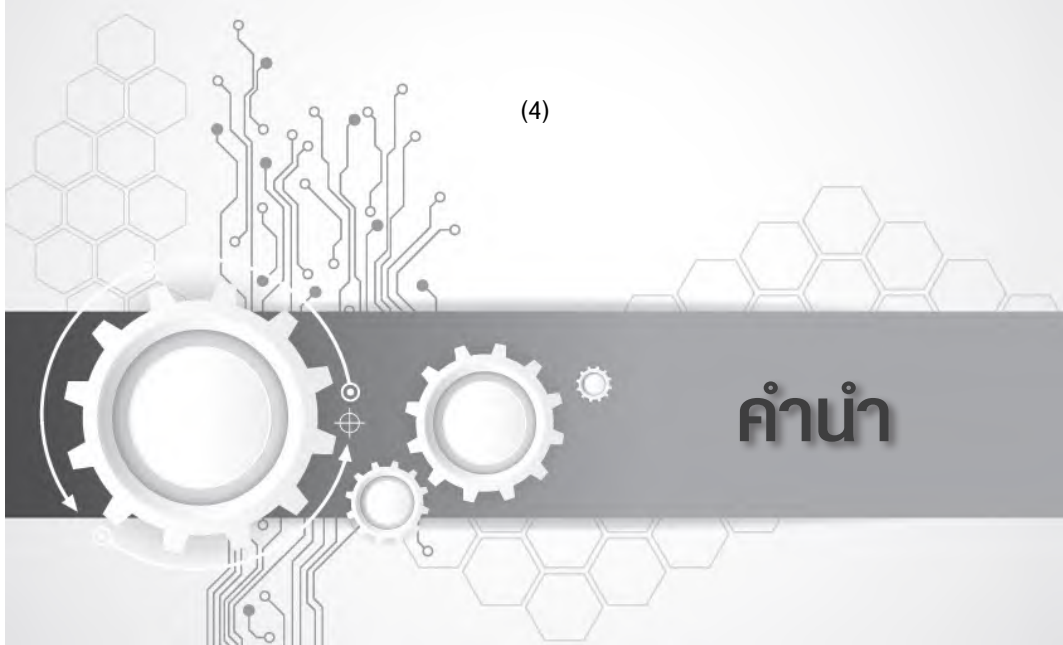
1. เข้าใจหลักการระบบเมคคาทรอนิกส์
2. เข้าใจระบบการผลิตในอุตสาหกรรมเบื้องต้น
3. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการทำงานด้วยความรับผิดชอบ
4. สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการนำเสนอและสืบค้นข้อมูล

**สมรรถนะรายวิชา**

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบเมคคาทรอนิกส์
2. สืบค้นข้อมูลสารสนเทศเพื่อศึกษาวิวัฒนาการของเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์ที่นำมาใช้ในงานอุตสาหกรรม
3. ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการนำเสนอและสืบค้นข้อมูล

**คำอธิบายรายวิชา**

ศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการและความหมายของเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์ที่นำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมการผลิต หลักการพัฒนาลิตรภัณฑ์ หลักการเชื่อมโยงระบบต่างๆ ในระบบเมคคาทรอนิกส์ หลักการรายงานผลการปฏิบัติงาน หลักการนำเสนอ หลักการควบคุมภาพในกระบวนการผลิตเบื้องต้น หลักการอ่านแบบทางกล การอ่านแบบทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำหรับงานเมคคาทรอนิกส์ หลักการระบบการวัดและควบคุม เช่น เซนเซอร์ (Sensor) การอินเตอร์เฟสอุปกรณ์ (Interface) แอคชูเอเตอร์ (Actuator) หลักการของระบบส่งกำลังทางกล ระบบควบคุม ระบบควบคุมแบบเปิด (Open-Loop Control) ระบบควบคุมแบบปิด (Close-Loop Control) ระบบควบคุมแบบลำดับหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเบื้องต้น (Robotic and Automation System) เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสำหรับงานเมคคาทรอนิกส์



เทคโนโลยีการผลิตสมัยใหม่ ได้มีการนำเอาระบบการควบคุมอัตโนมัติมาใช้ในการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมแทนคนมากขึ้น และนำเอาระบบการควบคุมอัตโนมัติมาใช้ในการกระบวนการผลิตรถยนต์ เครื่องบิน และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น กล้องดิจิทัล เครื่องซักผ้า เครื่องปรับอากาศ โทรศัพท์ ตู้เย็น ซึ่งสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับระบบการควบคุมอัตโนมัติ ได้แก่ สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์ คำว่า Mechatronics มาจากคำ Mechanics ผสมกับคำ Electronics เมคคาทรอนิกส์คือ ศาสตร์ที่เป็นสหวิทยาการที่ผสมผสานกันของศาสตร์ทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมการควบคุมอัตโนมัติ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มาบูรณาการเข้าด้วยกันเพื่อการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ทางอุตสาหกรรม การควบคุมกระบวนการผลิตให้ทำงานในลักษณะอัตโนมัติ มีความแม่นยำในการทำงาน และมีประสิทธิภาพสูง

หนังสือ *เมคคาทรอนิกส์เบื้องต้น* เล่มนี้ประกอบด้วยเนื้อหาวิวัฒนาการและความหมายของเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์ หลักการพัฒนาผลิตภัณฑ์ หลักการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตเบื้องต้น หลักการเชื่อมโยงระบบต่างๆ ในระบบเมคคาทรอนิกส์ หลักการของระบบการวัดและควบคุม การอินเทอร์เฟซอุปกรณ์ แอคทูเอเตอร์ไฟฟ้า แอคทูเอเตอร์เชิงกล หลักการระบบส่งกำลังทางกล ระบบควบคุมแบบสัญญาณป้อนกลับ ระบบควบคุมแบบลำดับ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสำหรับงานเมคคาทรอนิกส์ เป็นต้น

การจัดทำหนังสือเล่มนี้อาจจะมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง หากมีข้อผิดพลาดหรือคำแนะนำใด ๆ กรุณาติดต่อมายังผู้เขียนได้โดยตรงที่อีเมล boontham\_patraja@yahoo.com เพื่อให้ผู้เขียนจะได้นำคำแนะนำเหล่านั้นมาปรับปรุงหรือเพิ่มเติมในการเขียนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป และขออุทิศความดี ความสมบูรณ์ของหนังสือเล่มนี้ให้แก่ บิดา มารดาผู้ให้กำเนิดและเป็นครูคนแรกที่เคารพรักเทิดทูนอย่างสูงยิ่งและครูอาจารย์ผู้ประศาสน์วิชาทุก ๆ ท่าน

**บุญธรรม ภัทราจารุกุล**

# สารบัญ

|                     |                                                            |           |
|---------------------|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>บทเรียนที่ 1</b> | <b>วิวัฒนาการและความหมายของเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์ ....</b> | <b>1</b>  |
|                     | แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 1.....                        | 2         |
| 1.1                 | ความหมายของเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์.....                     | 4         |
| 1.2                 | วิวัฒนาการของระบบเมคคาทรอนิกส์.....                        | 4         |
| 1.3                 | องค์ประกอบของระบบเมคคาทรอนิกส์ .....                       | 8         |
| 1.4                 | ความสำคัญของเมคคาทรอนิกส์ในระบบอัตโนมัติ.....              | 10        |
|                     | แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 1 .....                                | 12        |
|                     | แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 1.....                        | 13        |
| <b>บทเรียนที่ 2</b> | <b>หลักการพัฒนาผลิตภัณฑ์.....</b>                          | <b>15</b> |
|                     | แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 2.....                        | 16        |
| 2.1                 | ความหมายของการพัฒนาผลิตภัณฑ์.....                          | 18        |
| 2.2                 | ขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์.....                              | 19        |
| 2.3                 | หลักการพัฒนาผลิตภัณฑ์ .....                                | 21        |
|                     | แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 2.....                                 | 31        |
|                     | แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 2.....                        | 32        |
| <b>บทเรียนที่ 3</b> | <b>หลักการรายงานผลการปฏิบัติงาน .....</b>                  | <b>34</b> |
|                     | แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 3.....                        | 35        |
| 3.1                 | ความสำคัญของรายงานผลการปฏิบัติงาน .....                    | 37        |
| 3.2                 | ประเภทของรายงานผลการปฏิบัติงาน .....                       | 38        |

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3 รูปแบบของการเขียนรายงานผลการปฏิบัติงาน.....                      | 39        |
| 3.4 วิธีการจัดทำรายงานผลการปฏิบัติงาน .....                          | 42        |
| 3.5 องค์ประกอบของการเขียนรายงานผลการปฏิบัติงาน .....                 | 42        |
| แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 3.....                                           | 45        |
| แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 3.....                                  | 46        |
| <b>บทเรียนที่ 4 หลักการนำเสนอ (Principles of Presentation) .....</b> | <b>48</b> |
| แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 4.....                                  | 49        |
| 4.1 ทศนาตุ .....                                                     | 51        |
| 4.2 ลักษณะที่อ่านง่ายและชัดเจน.....                                  | 52        |
| 4.3 รูปภาพ/วิดีโอ .....                                              | 53        |
| 4.4 ลักษณะการนำเสนอที่ดี .....                                       | 53        |
| 4.5 สมบัติของผู้นำเสนอที่ดี.....                                     | 55        |
| 4.6 โครงสร้างของการนำเสนอ .....                                      | 57        |
| แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 4.....                                           | 59        |
| แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 4.....                                  | 60        |
| <b>บทเรียนที่ 5 หลักการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตเบื้องต้น.....</b> | <b>62</b> |
| แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 5.....                                  | 63        |
| 5.1 ประโยชน์ของการควบคุมคุณภาพในการผลิต .....                        | 65        |
| 5.2 การควบคุมคุณภาพ .....                                            | 66        |
| 5.3 การควบคุมคุณภาพและการประกันคุณภาพ.....                           | 67        |
| 5.4 การประกันคุณภาพด้วยการควบคุมคุณภาพ.....                          | 68        |
| 5.5 การควบคุมคุณภาพการผลิตแบบลีน.....                                | 68        |
| 5.6 การรักษาคุณภาพในกระบวนการผลิต.....                               | 76        |
| 5.7 แนวทางการรักษาคุณภาพในกระบวนการผลิต.....                         | 76        |
| 5.8 วิธีการใช้การควบคุมคุณภาพในการผลิต .....                         | 78        |
| 5.9 วิธีการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต .....                         | 79        |
| แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 5.....                                           | 82        |
| แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 5.....                                  | 83        |

|                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>บทเรียนที่ 6 หลักการเชื่อมโยงระบบต่างๆ ในระบบเมคคาทรอนิกส์ .....</b> | <b>85</b>  |
| แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 6.....                                     | 86         |
| 6.1 ระบบทางกล.....                                                      | 88         |
| 6.2 ตัวป้อนแต่งสัญญาณ.....                                              | 96         |
| 6.3 ส่วนอินเตอร์เฟสผู้ใช้งาน.....                                       | 97         |
| 6.4 ตัวควบคุม .....                                                     | 100        |
| 6.5 อุปกรณ์เอาต์พุต .....                                               | 103        |
| 6.6 อุปกรณ์แสดงภาพกราฟิก .....                                          | 108        |
| แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 6.....                                              | 111        |
| แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 6.....                                     | 112        |
| <br><b>บทเรียนที่ 7 หลักการอ่านแบบทางกล การอ่านแบบทางไฟฟ้า</b>          |            |
| <b>และอิเล็กทรอนิกส์สำหรับงานเมคคาทรอนิกส์ .....</b>                    | <b>114</b> |
| แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 7.....                                     | 115        |
| 7.1 การอ่านแบบทางกล .....                                               | 117        |
| 7.2 การอ่านแบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์.....                               | 128        |
| แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 7 .....                                             | 144        |
| แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 7.....                                     | 145        |
| <br><b>บทเรียนที่ 8 หลักการระบบการวัดและความคุม .....</b>               | <b>147</b> |
| แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 8.....                                     | 148        |
| 8.1 ระบบการวัด.....                                                     | 150        |
| 8.2 ส่วนประกอบของระบบการวัด.....                                        | 151        |
| 8.3 ตัวอย่างของระบบการวัด .....                                         | 155        |
| 8.4 ระบบควบคุม.....                                                     | 157        |
| 8.5 ตัวอย่างของระบบควบคุม.....                                          | 159        |
| แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 8.....                                              | 164        |
| แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 8.....                                     | 165        |

|                                            |            |
|--------------------------------------------|------------|
| <b>บทเรียนที่ 9 เซนเซอร์</b>               | <b>167</b> |
| แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 9             | 168        |
| 9.1 เซนเซอร์                               | 170        |
| 9.2 ทรานสดิวเซอร์                          | 170        |
| 9.3 พรีอักษิมีตี้เซนเซอร์                  | 171        |
| 9.4 พรีอักษิมีตี้เซนเซอร์ชนิด NPN หรือ PNP | 176        |
| 9.5 โฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์                 | 177        |
| 9.6 อัลตราโซนิคเซนเซอร์                    | 180        |
| 9.7 สเตนเกจ                                | 184        |
| 9.8 โหลดเซลล์                              | 186        |
| 9.9 อินครีเมนตอลเอ็นโค้ดเดอร์              | 188        |
| 9.10 เทอร์มิสเตอร์                         | 189        |
| 9.11 อาร์ทีดี                              | 191        |
| 9.12 เทอร์โมคัปเปิล                        | 192        |
| 9.13 เซนเซอร์ความดัน                       | 195        |
| 9.14 เซนเซอร์ของไหล                        | 201        |
| แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 9                      | 209        |
| แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 9             | 210        |
| <b>บทเรียนที่ 10 การอินเตอร์เฟซอุปกรณ์</b> | <b>212</b> |
| แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 10            | 213        |
| 10.1 การอินเตอร์เฟซฮาร์ดแวร์               | 215        |
| 10.2 ข้อกำหนดของการอินเตอร์เฟซ             | 216        |
| 10.3 การส่งข้อมูล                          | 217        |
| 10.4 สายไฟฟ้าส่งกำลังงาน                   | 218        |
| 10.5 สายอินเตอร์เฟซ                        | 219        |
| 10.6 สายไฟ VGA                             | 226        |
| 10.7 สายไฟ DVI                             | 227        |
| แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 10                     | 229        |
| แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 10            | 230        |

|                                                           |                |
|-----------------------------------------------------------|----------------|
| <b>บทเรียนที่ 11 แอคทูเอเตอร์ไฟฟ้า.....</b>               | <b>232</b>     |
| แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 11 .....                     | 233            |
| 11.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง .....                           | 235            |
| 11.2 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง.....                     | 240            |
| 11.3 ดีซีมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร.....                      | 241            |
| 11.4 ดีซีมอเตอร์ไร้แปรงถ่าน .....                         | 242            |
| 11.5 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ .....                              | 244            |
| 11.6 ระบบเซอร์โว .....                                    | 254            |
| 11.7 ดีซีเซอร์โวมอเตอร์ .....                             | 256            |
| 11.8 เอซีเซอร์โวมอเตอร์.....                              | 257            |
| แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 11 .....                              | 261            |
| แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 11.....                      | 262            |
| <br><b>บทเรียนที่ 12 แอคทูเอเตอร์เชิงกล.....</b>          | <br><b>264</b> |
| แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 12 .....                     | 265            |
| 12.1 แอคทูเอเตอร์เชิงกล .....                             | 267            |
| 12.2 แอคทูเอเตอร์ไฮดรอลิกส์ .....                         | 274            |
| 12.3 แอคทูเอเตอร์นิวแมติกส์.....                          | 283            |
| แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 12.....                               | 289            |
| แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 12.....                      | 290            |
| <br><b>บทเรียนที่ 13 หลักการของระบบส่งกำลังทางกล.....</b> | <br><b>292</b> |
| แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 13 .....                     | 293            |
| 13.1 ระบบส่งกำลังโดยตรง.....                              | 295            |
| 13.2 ระบบส่งกำลังแบบขั้นความเร็ว .....                    | 295            |
| 13.3 ระบบส่งกำลังแบบแปรผันอย่างต่อเนื่อง .....            | 313            |
| แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 13.....                               | 316            |
| แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 13.....                      | 317            |

|                                                                              |            |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>บทเรียนที่ 14 ระบบควบคุมแบบสัญญาณป้อนกลับ .....</b>                       | <b>319</b> |
| แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 14 .....                                        | 320        |
| 14.1 ระบบควบคุมแบบวงเปิด .....                                               | 322        |
| 14.2 ระบบควบคุมแบบวงปิด.....                                                 | 323        |
| 14.3 ชนิดของเครื่องควบคุม .....                                              | 328        |
| แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 14.....                                                  | 338        |
| แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 14.....                                         | 339        |
| <b>บทเรียนที่ 15 ระบบควบคุมแบบลำดับ .....</b>                                | <b>341</b> |
| แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 15 .....                                        | 342        |
| 15.1 การควบคุมมอเตอร์ทำงานตามลำดับด้วยคอนเทกเตอร์.....                       | 344        |
| 15.2 การควบคุมมอเตอร์ทำงานตามลำดับด้วยรีเลย์ตั้งเวลา.....                    | 349        |
| 15.3 การควบคุมกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ทำงานตามลำดับ<br>ด้วยวาล์วลำดับแรงดัน ..... | 351        |
| 15.4 การควบคุมกระบอกสูบนิวแมติกส์ทำงานตามลำดับ.....                          | 354        |
| 15.5 การควบคุมกระบอกสูบนิวแมติกส์ทำงานตามลำดับ<br>ด้วยพีแอลซี.....           | 357        |
| แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 15.....                                                  | 360        |
| แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 15.....                                         | 361        |
| <b>บทเรียนที่ 16 หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเบื้องต้น .....</b>                 | <b>363</b> |
| แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 16 .....                                        | 364        |
| 16.1 หุ่นยนต์.....                                                           | 366        |
| 16.2 ระบบอัตโนมัติ .....                                                     | 386        |
| แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 16.....                                                  | 392        |
| แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 16.....                                         | 393        |
| <b>บทเรียนที่ 17 เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ .....</b>                              | <b>395</b> |
| แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 17 .....                                        | 396        |
| 17.1 วิวัฒนาการเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์.....                                     | 398        |

|                                                          |            |
|----------------------------------------------------------|------------|
| 17.2 ประเภทของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์.....                  | 399        |
| 17.3 องค์ประกอบฮาร์ดแวร์.....                            | 401        |
| 17.4 องค์ประกอบซอฟต์แวร์.....                            | 403        |
| 17.5 ระบบปฏิบัติการ.....                                 | 405        |
| 17.6 เครือข่ายและการสื่อสาร .....                        | 408        |
| 17.7 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์.....                     | 410        |
| 17.8 การจัดเก็บข้อมูล .....                              | 412        |
| 17.9 ปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่องจักร.....      | 414        |
| 17.10 ความปลอดภัยทางไซเบอร์และความเป็นส่วนตัว.....       | 416        |
| 17.11 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสำหรับงานเมคคาทรอนิกส์..... | 419        |
| แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 17 .....                             | 425        |
| แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 17 .....                    | 426        |
| <b>บรรณานุกรม .....</b>                                  | <b>428</b> |



## บทเรียนที่ 1

### วิวัฒนาการและความหมายของเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์ (Evolution and Definition of Mechatronics Technology)

#### สาระสำคัญบทเรียนที่ 1

เทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์จะเกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ ระบบควบคุม และระบบเครื่องกลไฟฟ้า ซึ่งผู้เชี่ยวชาญด้านเมคคาทรอนิกส์จะออกแบบและสร้างระบบที่เรียบง่ายและชาญฉลาดขึ้นเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ทางอุตสาหกรรมการผลิตให้ทำงานในลักษณะอัตโนมัติที่มีความแม่นยำในการทำงานสำหรับการเติบโตที่คาดหวังในระบบอัตโนมัติและการผลิต

#### จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้

1. รู้และเข้าใจวิวัฒนาการและความหมายของเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์
2. สามารถสืบค้นข้อมูลสารสนเทศเพื่อศึกษาวิวัฒนาการและองค์ประกอบของระบบเมคคาทรอนิกส์
3. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการทำงานด้วยความรับผิดชอบ
4. สามารถประยุกต์ใช้อุปกรณ์ชนิดต่างๆ ในองค์ประกอบของระบบเมคคาทรอนิกส์

#### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายวิวัฒนาการและความหมายของเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์ได้ถูกต้อง
2. สืบค้นข้อมูลสารสนเทศเพื่อศึกษาวิวัฒนาการและองค์ประกอบของระบบเมคคาทรอนิกส์ได้ถูกต้อง
3. มีวินัย ขยันอดทน ใฝ่รู้ในการเรียน และทำงานได้สมบูรณ์ตามกำหนด ตรงต่อเวลา
4. ประยุกต์ใช้อุปกรณ์ชนิดต่างๆ ในองค์ประกอบของระบบเมคคาทรอนิกส์ได้ถูกต้อง

#### เนื้อหาสาระ

ศึกษาวิวัฒนาการและความหมายของเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์ องค์ประกอบของระบบเมคคาทรอนิกส์และความสำคัญของเมคคาทรอนิกส์ในระบบอัตโนมัติ

## แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 1

### วิวัฒนาการและความหมายของเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X เลือกคำตอบที่ถูกต้องลงในกระดาษคำตอบ

**1. เมคคาทรอนิกส์คือศาสตร์ทางด้านใด**

- ก. วิศวกรรมเครื่องกล
- ข. วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และวิศวกรรมไฟฟ้า
- ค. วิศวกรรมการควบคุมอัตโนมัติและวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
- ง. เป็นสหวิทยาการที่ผสมผสานกันของศาสตร์ต่าง ๆ

**2. เมคคาทรอนิกส์ถูกกำหนดด้วยมาตรฐานใด**

- ก. มาตรฐานญี่ปุ่น JIS
- ข. มาตรฐานอังกฤษ EN
- ค. มาตรฐานฝรั่งเศส NF E 01-010
- ง. มาตรฐานยุโรป EU

**3. การออกแบบระบบแบบดั้งเดิมจะประกอบด้วยชิ้นส่วนอะไร**

- ก. ไฮดรอลิกส์
- ข. นิวแมติกส์
- ค. มอเตอร์ไฟฟ้า
- ง. กลไกทางกลต่าง ๆ แยกชุดมอเตอร์ สวิตช์และอื่น ๆ

**4. ระดับวิวัฒนาการของเมคคาทรอนิกส์จะแบ่งออกเป็นกี่ระดับ**

- ก. 1 ระดับ
- ข. 2 ระดับ
- ค. 3 ระดับ
- ง. 4 ระดับ

**5. เมคคาทรอนิกส์ระดับสี่มีลักษณะอย่างไร**

- ก. เครื่องจักรกล อุปกรณ์ทางไฟฟ้า ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ คอมพิวเตอร์ เซนเซอร์ แอคชูเอเตอร์
- ข. การควบคุมอัจฉริยะสามารถตรวจจับข้อผิดพลาดของระบบและแยกแยะข้อผิดพลาดของระบบได้เอง
- ค. การนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของระบบเครื่องกล
- ง. แปลงสัญญาณทางไฟฟ้าแบบแอนะล็อกจากเซนเซอร์ที่มีระดับต่ำให้มีความสมบูรณ์ดีขึ้น

6. ระบบทางกลในองค์ประกอบของระบบเมคคาทรอนิกส์จะประกอบด้วยอุปกรณ์ชนิดใด
  - ก. วงจรลอจิก ไมโครคอนโทรลเลอร์ และพีแอลซี
  - ข. กระบวนการออกแบบและกระบวนการผลิต
  - ค. เครื่องมือ CAD-CAE
  - ง. แอ็กทูเอเตอร์และเซนเซอร์
7. ตัวปรุงแต่งสัญญาณดิจิทัลในองค์ประกอบของระบบเมคคาทรอนิกส์ทำหน้าที่อะไร
  - ก. เครื่องจักรกล อุปกรณ์ทางไฟฟ้า ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ เซนเซอร์ แอ็กทูเอเตอร์
  - ข. การควบคุมอัจฉริยะสามารถตรวจจับข้อผิดพลาดของระบบและแยกแยะข้อผิดพลาดของระบบได้เอง
  - ค. การนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของระบบเครื่องกล
  - ง. แปลงสัญญาณทางไฟฟ้าแบบแอนะล็อกจากเซนเซอร์ที่มีระดับต่ำให้มีความสมบูรณ์ดีขึ้น
8. ตัวควบคุมระบบในองค์ประกอบของระบบเมคคาทรอนิกส์ได้แก่อะไร
  - ก. วงจรลอจิก ไมโครคอนโทรลเลอร์ และพีแอลซี
  - ข. กระบวนการออกแบบและกระบวนการผลิต
  - ค. เครื่องมือ CAD-CAE
  - ง. แอ็กทูเอเตอร์และเซนเซอร์
9. ระบบเมคคาทรอนิกส์จะใช้อุปกรณ์ควบคุมชนิดใดฝังตัวอยู่ในอุปกรณ์ไฟฟ้า
 

|                  |                      |
|------------------|----------------------|
| ก. แอ็กทูเอเตอร์ | ข. ไมโครคอนโทรลเลอร์ |
| ค. เซนเซอร์      | ง. พีแอลซี           |
10. ข้อเสียของการรวมวิธีการเมคคาทรอนิกส์เข้ากับระบบแบบดั้งเดิมที่มีอยู่ได้แก่อะไร
 

|                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| ก. ต้นทุนเริ่มต้นของระบบต่ำ | ข. มีค่าใช้จ่ายต่ำ    |
| ค. ไม่มีข้อเสีย             | ง. มีค่าใช้จ่ายสูงมาก |

คำว่า Mechatronics เป็นคำประสมระหว่าง Mechanics กับ Electronics เมคคาทรอนิกส์ คือศาสตร์ที่เป็นสหวิทยาการที่ผสมผสานกันของศาสตร์ทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมการควบคุมอัตโนมัติ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศมาบูรณาการเข้าด้วยกัน เพื่อการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ทางอุตสาหกรรม การควบคุมกระบวนการผลิตให้ทำงานในลักษณะอัตโนมัติมีความแม่นยำในการทำงานและมีประสิทธิภาพสูง

## 1.1 ความหมายของเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์ (Definition of Mechatronics Technology)

คำว่า เมคคาทรอนิกส์ เป็นแนวคิดที่มีต้นกำเนิดของประเทศญี่ปุ่นในปี พ.ศ. 2523 (ค.ศ. 1980) และสามารถกำหนดให้เป็นการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของระบบเครื่องกล

มาตรฐานฝรั่งเศส NF E 01-010 ได้ให้ความหมายสำหรับเมคคาทรอนิกส์ไว้ดังนี้ **ดำเนินแนวทางมุ่งเป้าไปที่การทำงานร่วมกันของเครื่องกล อิเล็กทรอนิกส์ ทฤษฎีการควบคุม และวิทยาการคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันในการออกแบบและการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อปรับปรุงและ/หรือเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของผลิตภัณฑ์**

ดังนั้นผลลัพธ์ของระบบเมคคาทรอนิกส์ส่วนใหญ่จะใช้ในผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ เช่น รถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์ในชีวิตประจำวัน และระบบที่ซับซ้อนขั้นสูง เช่น เครื่องบิน ยานอวกาศ และอุปกรณ์ทางการแพทย์

## 1.2 วิวัฒนาการของระบบเมคคาทรอนิกส์ (Evolution of Mechatronics System)

จากการที่วิศวกรจะใช้ความรู้เฉพาะทางที่เรียนรู้มาทำงานแก้ปัญหา เช่น วิศวกรเครื่องกลจะแก้ปัญหาเฉพาะทางด้านเครื่องกล วิศวกรไฟฟ้าจะแก้ปัญหาเฉพาะทางด้านไฟฟ้า ซึ่งการแก้ปัญหาทางด้านเทคโนโลยีสมัยใหม่ วิศวกรที่ชำนาญเฉพาะทางเฉพาะสาขาจะไม่สามารถแก้ปัญหาได้ วิวัฒนาการของระบบเมคคาทรอนิกส์จึงจะเป็นการใช้ความรู้ที่ผสมผสานกันระหว่างวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ เพื่อการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีการผลิตและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ



**รูปที่ 1.1** ไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ของสาขาต่างๆ ที่ทำให้เกิดระบบเมคคาทรอนิกส์

ที่มา : [en.wikipedia.org/wiki/Mechatronics](http://en.wikipedia.org/wiki/Mechatronics)

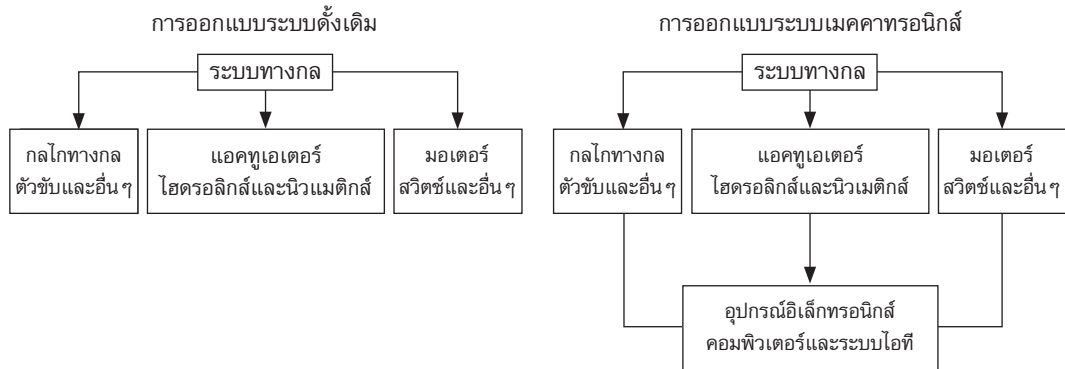
### 1.2.1 แนวคิดของระบบเมคคาทรอนิกส์ (Concepts of Mechatronics System)

โดยเริ่มเกิดปัญหาทางด้านวิศวกรรมและทางด้านเทคโนโลยีที่ยากมากขึ้น รวมทั้งความต้องการที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพสูง เช่น วิศวกรเครื่องกลได้นำเสนอการทำงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ไขปัญหาจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ซึ่งเป็นระบบจุดระเบิดแบบกลไกที่มีปัญหาทางด้านความไม่แน่นอนเที่ยงตรง ในจังหวะการจุดระเบิดและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ต่ำลง มาเป็นระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ และความก้าวหน้าทางด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ ไมโครโปรเซสเซอร์ ทำให้เกิดการควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ด้วยคอมพิวเตอร์ หรือระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบกลไกถูกแทนที่ด้วยระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ การเปลี่ยนแปลงระบบนี้ทำให้เครื่องยนต์ทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้นและมีมลพิษลดน้อยลง

### 1.2.2 การออกแบบระบบดั้งเดิมและระบบเมคคาทรอนิกส์ (Conventional and Mechatronic System Design)

การออกแบบทางวิศวกรรมเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนซึ่งเกี่ยวข้องกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างทักษะและวินัยมากมาย ในการออกแบบแบบดั้งเดิม ชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ที่ได้รับการออกแบบจะใช้ส่วนประกอบและหลักการทางกลไกต่างๆ ไฮดรอลิกส์หรือนิวแมติกส์ มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น แต่ในแนวทางการออกแบบระบบเมคคาทรอนิกส์ เครื่องกล

อิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และหลักวิศวกรรมควบคุมจะถูกรวมอยู่ใน การออกแบบระบบ ดังแสดงในรูปที่ 1.2



**รูปที่ 1.2** แผนผังของการออกแบบระบบดั้งเดิมไปเป็นระบบเมคาทรอนิกส์

### 1.2.3 การเปรียบเทียบการออกแบบระบบดั้งเดิมและระบบเมคาทรอนิกส์ (Comparison of Traditional and Mechatronics System Design)

ดังแสดงในตารางที่ 1.1

**ตารางที่ 1.1** ตารางเปรียบเทียบการออกแบบระบบดั้งเดิมและระบบเมคาทรอนิกส์

|   | การออกแบบระบบดั้งเดิม                                               | การออกแบบระบบเมคาทรอนิกส์                                             |
|---|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1 | ยึดระบบดั้งเดิมเป็นหลัก เช่น ระบบเครื่องกล ไฮดรอลิกส์ และนิวแมติกส์ | ยึดกลไกอิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยี คอมพิวเตอร์ และวิศวกรรมควบคุมเป็นหลัก |
| 2 | มีความยืดหยุ่นต่ำ                                                   | มีความยืดหยุ่นสูงขึ้น                                                 |
| 3 | มีความแม่นยำต่ำ                                                     | มีความแม่นยำสูงขึ้น                                                   |
| 4 | การออกแบบกลไกจะมีความซับซ้อน มากยิ่งขึ้น                            | การออกแบบกลไกจะมีความซับซ้อนน้อยกว่า                                  |
| 5 | ชิ้นส่วนประกอบและชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้อง จะมีการเคลื่อนที่มาก         | ชิ้นส่วนประกอบและชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องจะมี การเคลื่อนที่ต่ำ           |
| 6 | ระบบมีส่วนประกอบขนาดใหญ่                                            | ระบบมีขนาดกะทัดรัด                                                    |

### 1.2.4 ระดับวิวัฒนาการของเมคคาทรอนิกส์ (Evolution Level of Mechatronics)

ระบบเมคคาทรอนิกส์แบ่งระดับวิวัฒนาการออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

**1. เมคคาทรอนิกส์ระดับต้น** ระดับนี้จะรวมอุปกรณ์ I/O เข้าด้วยกัน เช่น เซนเซอร์ และแอคทูเอเตอร์ที่รวมสัญญาณไฟฟ้าเข้ากับการทำงานของกลไกในระดับการควบคุมพื้นฐาน ตัวอย่างเช่น วาล์วและรีเลย์ของไหลควบคุมด้วยไฟฟ้า

**2. เมคคาทรอนิกส์ระดับสอง** ระดับนี้จะรวมไมโครอิเล็กทรอนิกส์ลงในอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้า ตัวอย่างเช่น เครื่องเล่นซีดี

**3. เมคคาทรอนิกส์ระดับสาม** ระดับนี้จะรวมฟังก์ชันป้อนกลับขั้นสูงเข้าไปในกลยุทธ์การควบคุมซึ่งจะช่วยเพิ่มคุณภาพความซับซ้อนที่เรียกว่า ระบบอัจฉริยะ

- กลยุทธ์การควบคุม จะประกอบด้วยไมโครอิเล็กทรอนิกส์ ไมโครโปรเซสเซอร์ และอื่นๆ หรือวงจรรวมเฉพาะแอปพลิเคชัน (ASIC) ตัวอย่างเช่น การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้กระตุ้นหุ่นยนต์อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ ไดรฟ์ซีดี และเครื่องซักผ้าอัตโนมัติ

**4. เมคคาทรอนิกส์ระดับสี่** ระดับนี้จะรวมการควบคุมอัจฉริยะไว้ในระบบเมคคาทรอนิกส์ โดยมันจะแนะนำด้วยความฉลาดและการตรวจจับข้อผิดพลาดและความสามารถของระบบในการแยกแยะข้อผิดพลาดของระบบ

### 1.2.5 ข้อดีและข้อเสียของระบบเมคคาทรอนิกส์ (Advantages and Disadvantages of Mechatronics System)

**ข้อดี** ได้แก่

1. ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมีความคุ้มค่าและมีคุณภาพดีมาก
2. คุณลักษณะด้านประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์เมคคาทรอนิกส์ ซึ่งทำได้ยากมากหากไม่มีการผสมผสานการทำงานร่วมกัน
3. มีความยืดหยุ่นสูง
4. ผลิตภัณฑ์เมคคาทรอนิกส์ดีกว่าเมื่อมีการรวมของชิ้นส่วน
5. ขอบเขตการใช้งานเครื่องจักรที่มากขึ้น
6. เนื่องจากการรวมเซนเซอร์และระบบควบคุมในระบบที่ซับซ้อน ทำให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายลดลง

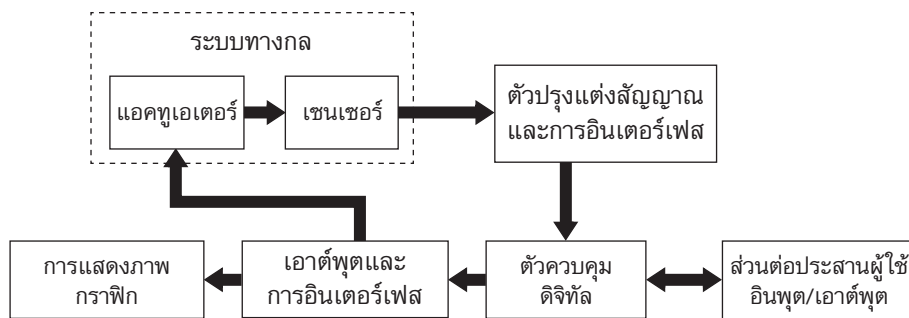
7. เนื่องจากการรวมตัวกันของระบบรับรู้สัมผัสและระบบป้อนกลับที่ชาญฉลาดและสามารถแก้ไขได้ด้วยตนเอง วิธีการเมคาทรอนิกส์จึงส่งผลให้ผลิตภาพมากขึ้น ปริมาณที่สูงขึ้นและมีความน่าเชื่อถือในการผลิต

**ข้อเสีย ได้แก่**

1. ต้นทุนเริ่มต้นของระบบสูง
2. จำเป็นต้องมีความรู้ด้านวิศวกรรมสาขาต่างๆ เพื่อการออกแบบและนำไปปฏิบัติ
3. ปัญหาเฉพาะสำหรับระบบต่างๆ จะต้องได้รับการแก้ไขแยกกันและเหมาะสม
4. การรวมวิธีการเมคาทรอนิกส์เข้ากับระบบที่มีอยู่เก่านั้นมีค่าใช้จ่ายสูงมาก

### 1.3 องค์ประกอบของระบบเมคาทรอนิกส์ (Components of Mechatronics System)

ระบบเมคาทรอนิกส์ (บางครั้งเรียกว่า อุปกรณ์อัจฉริยะ) ครอบคลุมอุปกรณ์และระบบมากมาย โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกฝังตัวอยู่ในอุปกรณ์ไฟฟ้ามากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เกิดความยืดหยุ่นและความเป็นไปได้ในการออกแบบระบบควบคุมมากขึ้น องค์ประกอบของระบบเมคาทรอนิกส์ ดังแสดงในรูปที่ 1.3



**รูปที่ 1.3** แผนผังองค์ประกอบของระบบเมคาทรอนิกส์

#### 1.3.1 แอคทูเอเตอร์ (Actuators)

แอคทูเอเตอร์ (เป็นอุปกรณ์สร้างการเคลื่อนไหวหรือทำให้เกิดการกระทำบางอย่าง ได้แก่ โซลินอยด์ ดีซีมอเตอร์ สเต็ปเปอร์มอเตอร์ เซอร์โวมอเตอร์ กระบอกสูบไฮดรอลิกส์ และนิวแมติกส์)

### 1.3.2 เซนเซอร์ (Sensors)

เซนเซอร์เป็นอุปกรณ์ตรวจจับสถานะพารามิเตอร์อินพุตและเอาต์พุตของระบบ ได้แก่ สวิตช์ โพเทนชิโอมิเตอร์ โฟโตอิเล็กทริก เอ็นโค้ดเดอร์ สเตรนเกจ เทอร์โมคัปเปิล มาตรฐานวัดความเร่ง เป็นต้น แล้วสัญญาณจะเข้าตัวปรับปรุงสภาพสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตและการเชื่อมต่อระหว่างวงจรระบบควบคุมและอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ได้แก่ วงจรแบบแยกชิ้น (Discrete Circuits) วงจรขยาย วงจรกรอง วงจร A/D วงจร D/A ทรานซิสเตอร์กำลัง เป็นต้น

### 1.3.3 ตัวปรุงแต่งสัญญาณดิจิทัล (Digital Signal Conditioner)

ตัวปรุงแต่งสัญญาณดิจิทัลเป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณทางไฟฟ้าแบบแอนะล็อกจากเซนเซอร์ที่มีระดับต่ำให้มีความสมบูรณ์ดีขึ้น เพื่อให้อินพุตและเอาต์พุตของตัวควบคุมได้รับค่าที่เหมาะสมกับอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุตที่เชื่อมต่อ

### 1.3.4 ตัวควบคุมระบบ (Controller)

ในระบบควบคุม ตัวควบคุมเป็นกลไกที่พยายามลดความแตกต่างระหว่างค่าที่แท้จริงของระบบ ได้แก่ ตัวแปรกระบวนการ และค่าที่ต้องการของระบบ ได้แก่ ค่าปรับตั้ง ตัวควบคุมเป็นส่วนพื้นฐานของวิศวกรรมการควบคุมและใช้ในระบบควบคุมที่ซับซ้อนทั้งหมด ได้แก่ วงจรลอจิก ไมโครคอนโทรลเลอร์ และพีแอลซี

### 1.3.5 อุปกรณ์เอาต์พุต (Output Devices)

อุปกรณ์เอาต์พุตใช้เพื่อเปิด/ปิดมอเตอร์ อุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์ทำความร้อน และอุปกรณ์อื่นๆ ที่ส่งผลกระทบต่อระบบในทางใดทางหนึ่ง จะมีลักษณะทางกายภาพเช่นเดียวกับอุปกรณ์อินพุต คือมีทั้งอุปกรณ์อินพุตแบบดิจิทัลหรือแบบไม่ต่อเนื่อง และอุปกรณ์อินพุตแบบแอนะล็อก

### 1.3.6 การแสดงผลกราฟิก (Graphic Display)

การแสดงผลกราฟิกเป็นอุปกรณ์แสดงให้เห็นผลลัพธ์ของการควบคุมป้อนกลับแก่ผู้ใช้ เป็นภาพเส้นตรง เส้นโค้ง หรือแท่งกราฟ ตัวเลขหรือตัวหนังสือ และสามารถใส่คำสั่งบังคับให้แสดงภาพด้านตรง หมุน หรือเอียง ให้เห็นผลลัพธ์ของการควบคุมป้อนกลับแก่ผู้ใช้ ได้แก่ หลอดไฟ LED จอดิจิทัล จอ LCD และจอ CRT

## 1.4 ความสำคัญของเมคคาทรอนิกส์ในระบบอัตโนมัติ (Importance of Mechatronics in Automation System)

ปัจจุบันมีความต้องการความหลากหลายและความยืดหยุ่นในผลิตภัณฑ์มากขึ้น เนื่องจากความต้องการและการแข่งขันในตลาด ผู้ผลิตจึงต้องสร้างตัวผลิตภัณฑ์ใหม่หรือดัดแปลงให้ดีขึ้นเพื่อให้อยู่รอด ด้วยการลดระยะเวลาในการผลิตผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำให้การผลิตและการประกอบผลิตภัณฑ์เป็นแบบอัตโนมัติ มีกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เหล่านี้ กิจกรรมเหล่านี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กระบวนการออกแบบและกระบวนการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 1.4

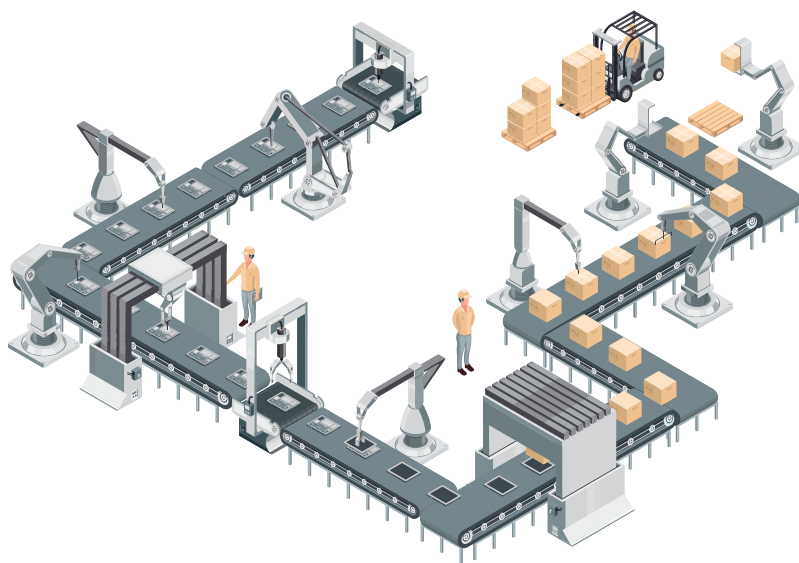
เมคคาทรอนิกส์จะใช้สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ไฟฟ้า การควบคุมและคอมพิวเตอร์ควบคู่กันไปในขั้นตอนของการออกแบบ สาขาเครื่องกลถูกนำมาใช้ในแง่ของเครื่องจักรและกลไกต่างๆ โดยที่วิศวกรรมไฟฟ้าจะใช้เป็นตัวขับเคลื่อนหลักแบบต่างๆ ได้แก่ ดีซีมอเตอร์ เอซีมอเตอร์ เซอร์โวมอเตอร์ และระบบอื่นๆ วิศวกรรมควบคุมช่วยในการพัฒนาระบบควบคุมแบบอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เพื่อปรับปรุงหรือทดแทนกลไกของระบบเครื่องกล คอมพิวเตอร์ใช้กันอย่างแพร่หลายในการเขียนซอฟต์แวร์ต่างๆ เพื่อควบคุมระบบควบคุม กิจกรรมการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ การวางแผนวัสดุและทรัพยากรการผลิต การเก็บบันทึก การสำรวจตลาด และกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการขาย

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ (CAD) เครื่องมือคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์ (CAE) สามารถพัฒนาแบบจำลองสามมิติของผลิตภัณฑ์ได้อย่างง่ายดาย แบบจำลองเหล่านี้สามารถวิเคราะห์และจำลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพโดยใช้เครื่องมือทางตัวเลข เครื่องมือทางตัวเลขเหล่านี้จะได้รับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องหรือเสริมประสิทธิภาพด้วยผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกันในชีวิตจริง การดำเนินการเหล่านี้ให้แนวคิดโดยประมาณเกี่ยวกับประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์หรือระบบแก่ทีมออกแบบในช่วงเริ่มต้นของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาการจำลอง ซึ่งการออกแบบสามารถปรับเปลี่ยนเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

ส่วนกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมทั่วไป การประเมินการออกแบบโดยทั่วไปจะดำเนินการหลังจากการผลิตผลิตภัณฑ์ครั้งแรก ซึ่งจะใช้เวลานานมาก ทำให้ระยะเวลารอคอยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นานขึ้น เป็นเดือนเป็นปี การใช้เครื่องมือ CAD-CAE จะช่วยประหยัดเวลาได้มากเมื่อเทียบกับกระบวนการออกแบบตามลำดับแบบดั้งเดิม

การออกแบบขั้นสุดท้ายที่สร้างโดย CAD-CAE จะถูกส่งไปยังส่วนการผลิตและการวางแผนกระบวนการ ระบบเมคคาทรอนิกส์พื้นฐาน เช่น การผลิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย (CAM) จะใช้การวางแผนกระบวนการอัตโนมัติ การเขียนโปรแกรมชิ้นส่วนอัตโนมัติ การวางแผนทรัพยากรการผลิต ฯลฯ จะใช้ข้อมูลการออกแบบที่ทีมออกแบบให้ไว้ จากอินเทอร์เน็ต เหล่านี้ กิจกรรมต่าง ๆ จะได้รับการวางแผนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการผลิตทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณภายในกรอบเวลาที่กำหนด

ระบบอัตโนมัติที่ใช้เมคคาทรอนิกส์ เช่น การตรวจสอบอัตโนมัติและการประกันคุณภาพ การบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ การทำบันทึก และการจัดส่งอัตโนมัติช่วยให้การดำเนินการผลิตทั้งหมดรวดเร็วขึ้น ระบบเหล่านี้รับประกันการจัดหาผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีขึ้น บรรจุภัณฑ์อย่างดีและผลิตภัณฑ์มีความน่าเชื่อถือในตลาด ระบบอัตโนมัติในเครื่องมือกลจะใช้คนงานลดลงในการทำงานด้านการตัดเฉือนและปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องศึกษาหลักการของระบบเมคคาทรอนิกส์และเรียนรู้วิธีการนำไปใช้ในระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ



**รูปที่ 1.4** หุ่นยนต์ทำงานในสายการประกอบในโรงงานอัตโนมัติ  
ระบบสายพานลำเลียงและการบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ

ที่มา : [www.shutterstock.com](http://www.shutterstock.com)

## แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 1

### วิวัฒนาการและความหมายของเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์

#### ตอนที่ 1

**คำชี้แจง :** จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ความมุ่งหมายของเมคคาทรอนิกส์คืออะไร
2. วิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์เป็นวิศวกรรมสมัยใหม่ที่ต้องการให้วิศวกรมีความรู้ความสามารถด้านใด
3. ระบบเมคคาทรอนิกส์จะประกอบด้วยอะไร
4. ระบบเมคคาทรอนิกส์จะมีกลไกแบบใดเมื่อเทียบกับระบบดั้งเดิม
5. เมคคาทรอนิกส์ระดับนี้มีลักษณะอย่างไร

#### ตอนที่ 2

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียน **จับคู่** ข้อที่มีความสัมพันธ์กันให้ถูกต้อง โดยอ่านคำถามด้านซ้ายมือ แล้วเลือกคำตอบด้านขวามือ และนำอักษรข้อคำตอบใส่ในช่องว่างหน้าข้อคำถาม

- |                                                                                                        |                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| ..... 1. ระบบทางกลในองค์ประกอบของระบบ<br>เมคคาทรอนิกส์จะประกอบด้วยอุปกรณ์ชนิดใด                        | ก. วงจรลอจิก ไมโคร<br>คอนโทรลเลอร์ และพีแอลซี                                              |
| ..... 2. ตัวปรุงแต่งสัญญาณดิจิทัลในองค์ประกอบ<br>ของระบบเมคคาทรอนิกส์ทำหน้าที่อะไร                     | ข. แอิกทูเอเตอร์และเซนเซอร์                                                                |
| ..... 3. ตัวควบคุมระบบในองค์ประกอบของระบบ<br>เมคคาทรอนิกส์ได้แก่อะไร                                   | ค. แปลงสัญญาณทางไฟฟ้า<br>แบบแอนะล็อกจากเซนเซอร์<br>ที่มีระดับต่ำให้มีความสมบูรณ์<br>ดีขึ้น |
| ..... 4. กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ของ<br>เมคคาทรอนิกส์จะมี 2 กลุ่มได้แก่อะไร                              | ง. เครื่องมือ CAD-CAE                                                                      |
| ..... 5. เครื่องมือชนิดใดสามารถพัฒนาแบบจำลอง<br>สามมิติของผลิตภัณฑ์เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพ<br>ที่ดีขึ้น | จ. กระบวนการออกแบบและ<br>กระบวนการผลิต                                                     |

## แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 1

### วิวัฒนาการและความหมายของเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X เลือกคำตอบที่ถูกต้องลงในกระดาษคำตอบ

**1. เมคคาทรอนิกส์คือศาสตร์ทางด้านใด**

- ก. วิศวกรรมเครื่องกล
- ข. เป็นสหวิทยาการที่ผสมผสานกันของศาสตร์ต่าง ๆ
- ค. วิศวกรรมการควบคุมอัตโนมัติและวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
- ง. วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และวิศวกรรมไฟฟ้า

**2. เมคคาทรอนิกส์ถูกกำหนดด้วยมาตรฐานใด**

- ก. มาตรฐานญี่ปุ่น JIS
- ข. มาตรฐานอังกฤษ EN
- ค. มาตรฐานยุโรป EU
- ง. มาตรฐานฝรั่งเศส NF E 01-010

**3. การออกแบบระบบแบบดั้งเดิมจะประกอบด้วยชิ้นส่วนอะไร**

- ก. กลไกทางกลต่างๆ แยกชุดมอเตอร์ สวิตช์และอื่นๆ
- ข. นิวแมติกส์
- ค. มอเตอร์ไฟฟ้า
- ง. ไฮดรอลิกส์

**4. ระดับวิวัฒนาการของเมคคาทรอนิกส์จะแบ่งออกเป็นกี่ระดับ**

- ก. 1 ระดับ
- ข. 2 ระดับ
- ค. 3 ระดับ
- ง. 4 ระดับ

**5. เมคคาทรอนิกส์ระดับสี่มีลักษณะอย่างไร**

- ก. เครื่องจักรกล อุปกรณ์ทางไฟฟ้า ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ คอมพิวเตอร์ เซนเซอร์ แยกชุดมอเตอร์
- ข. แปลงสัญญาณทางไฟฟ้าแบบแอนะล็อกจากเซนเซอร์ที่มีระดับต่ำให้มีความสมบูรณ์ดีขึ้น
- ค. การนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของระบบเครื่องกล
- ง. การควบคุมอัจฉริยะสามารถตรวจจับข้อผิดพลาดของระบบและแยกแยะข้อผิดพลาดของระบบได้เอง

6. ระบบทางกลในองค์ประกอบของระบบเมคคาทรอนิกส์จะประกอบด้วยอุปกรณ์ชนิดใด
  - ก. วงจรลอจิก ไมโครคอนโทรลเลอร์ และพีแอลซี
  - ข. กระบวนการออกแบบและกระบวนการผลิต
  - ค. แอ็กทูเอเตอร์และเซนเซอร์
  - ง. เครื่องมือ CAD-CAE
7. ตัวปรุงแต่งสัญญาณดิจิทัลในองค์ประกอบของระบบเมคคาทรอนิกส์ทำหน้าที่อะไร
  - ก. แปลงสัญญาณทางไฟฟ้าแบบแอนะล็อกจากเซนเซอร์ที่มีระดับต่ำให้มีความสมบูรณ์ ดีขึ้นเครื่องจักรกล อุปกรณ์ทางไฟฟ้า ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ เซนเซอร์ แอ็กทูเอเตอร์
  - ข. การควบคุมอัจฉริยะสามารถตรวจจับข้อผิดพลาดของระบบและแยกแยะข้อผิดพลาดของระบบได้เอง
  - ค. การนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของระบบเครื่องกล
  - ง. เครื่องจักรกล อุปกรณ์ทางไฟฟ้า ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ เซนเซอร์ แอ็กทูเอเตอร์
8. ตัวควบคุมระบบในองค์ประกอบของระบบเมคคาทรอนิกส์ได้แก่อะไร
  - ก. กระบวนการออกแบบและกระบวนการผลิต
  - ข. วงจรลอจิก ไมโครคอนโทรลเลอร์ และพีแอลซี
  - ค. เครื่องมือ CAD-CAE
  - ง. แอ็กทูเอเตอร์และเซนเซอร์
9. ระบบเมคคาทรอนิกส์จะใช้อุปกรณ์ควบคุมชนิดใดฝังตัวอยู่ในอุปกรณ์ไฟฟ้า
 

|                      |                  |
|----------------------|------------------|
| ก. ไมโครคอนโทรลเลอร์ | ข. แอ็กทูเอเตอร์ |
| ค. เซนเซอร์          | ง. พีแอลซี       |
10. ข้อเสียของการรวมวิธีการเมคคาทรอนิกส์เข้ากับระบบแบบดั้งเดิมที่มีอยู่เก่าได้แก่อะไร
 

|                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| ก. ต้นทุนเริ่มต้นของระบบต่ำ | ข. มีค่าใช้จ่ายต่ำ |
| ค. มีค่าใช้จ่ายสูงมาก       | ง. ไม่มีข้อเสีย    |

# เมคคาทรอนิกส์เบื้องต้น

## Basic Mechatronics

ระบบเมคคาทรอนิกส์ เป็นสหวิทยาการที่ผสมผสานกันของศาสตร์ทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมการควบคุมอัตโนมัติ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อออกแบบ พัฒนา การนำไปใช้งาน และเพิ่มประสิทธิภาพระบบที่ทำงานในสภาวะไดนามิกสูงด้วยความแม่นยำสูงและทนทาน เช่น ระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยหุ่นยนต์ ระบบเมคคาทรอนิกส์ยังครอบคลุมถึงระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และระบบอื่น ๆ อีกมากที่เกี่ยวข้องหรือการควบคุมการเคลื่อนที่ระบบต่าง ๆ

หนังสือ **เมคคาทรอนิกส์เบื้องต้น รหัสวิชา 20127-2002** เล่มนี้ประกอบด้วยเนื้อหาวิวัฒนาการและความหมายของเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์ หลักการพัฒนาผลิตภัณฑ์ หลักการระบบการวัดและควบคุม เช่น เซอร์ การอินเตอร์เฟส แอคทูเอเตอร์ไฟฟ้า แอคทูเอเตอร์เชิงกล หลักการระบบส่งกำลังทางกล ระบบควบคุมแบบเปิด (Open-Loop Control) และแบบปิด (Close-Loop Control) ระบบควบคุมแบบลำดับ หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเบื้องต้น และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สำหรับงานระบบเมคคาทรอนิกส์ เป็นต้น



ประวัติผู้เขียน :

### บุญธรรม ภัทราจารกุล

#### ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา
- สำเร็จการศึกษาระดับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาเครื่องกล จากมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล นครราชสีมา
- สำเร็จการศึกษาระดับ ปวส. สาขาช่างยนต์ จากวิทยาลัยเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน) นครราชสีมา

#### การทำงาน

- เคยรับราชการที่วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมาในตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) ทำหน้าที่เป็นหัวหน้าแผนกวิชา เมคคาทรอนิกส์

#### ด้านการศึกษาอบรม

- ผ่านการศึกษาดูงานโครงการพัฒนาลิขสิทธิ์และศักยภาพของ ผู้บริหารและครูในสถานศึกษาสู่สากล ณ ประเทศอิตาลี สมาพันธรัฐสวิส สาธารณรัฐออสเตรีย และสหพันธ์เยอรมนี เมื่อวันที่ 7-15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551
- ผ่านการศึกษาดูงานโครงการพัฒนาศักยภาพด้านเมคคาทรอนิกส์ ณ ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ จัดโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ ร่วมกับสำนักพัฒนาสมรรถนะครู และบุคลากรอาชีวศึกษา และบริษัท เฟสโต้ จำกัด เมื่อวันที่ 23 มีนาคม - 11 เมษายน พ.ศ. 2552
- ผ่านการอบรมพื้นฐานการควบคุมหุ่นยนต์ KUKA KRC-2 ณ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา เมื่อวันที่ 14-16 มีนาคม พ.ศ. 2562

|         |               |       |      |      |
|---------|---------------|-------|------|------|
| หนังสือ | 1 สี          | จำนวน | 432  | หน้า |
|         | 2 สี          | จำนวน |      | หน้า |
|         | 4 สี          | จำนวน |      | หน้า |
| กระดาษ  | ปอนด์         |       |      |      |
| ความหนา | กระดาษปก      | 230   | แกรม |      |
|         | กระดาษเนื้อใน | 70    | แกรม |      |



www.se-ed.com



sbc.fans



SE-ED Publisher

#### พร้อมจำหน่ายในรูปแบบ

- ☒ e-book (PDF) ☐ audiobooks
- ☐ e-book (EPUB) ☐ audio CD / MP3
- ☒ ปกอ่อน ☐ LARGE PRINT (ตัวอักษรขนาดใหญ่)

ISBN 978-616-08-5461-5



9 786160 854615  
137 บาท

คู่มือเรียน-สอบ/อาชีวศึกษา-  
สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์