

**รายงาน**

**โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์**

**เครื่องควบคุมปริมาณสารละลายอัตโนมัติ ( Syringe Pump )**

**นาย ไกรสร มีกุล**

**โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต**

**สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนครพนม**

**ปีการศึกษา 2561**

**ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนครพนม**

ไกรสร มีกุล 2562: **เครื่องควบคุมปริมาณสารละลายอัตโนมัติ ( Syringe Pump )**

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์) สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยนครพนม อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คมกฤษณ์ ชูเรือง

**บทคัดย่อ**

**Abstract**

**กิตติกรรมประกาศ**

โครงงาน **เครื่องควบคุมปริมาณสารละลายอัตโนมัติ ( Hight Precision Syringe Pump )** ใมฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ด้วยดีด้วยความกรุณา และความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้จัดทำโครงงานรู้สึกซาบซึ้งและประทับใจในความกรุณาและความช่วยเหลือของท่าน ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คมกฤษณ์ ชูเรือง อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ให้คำปรึกษาที่ดีมาโดยตลอด เช่น แนวทางความรู้และทฤษฎีต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณบุคคลเบื้องหลังในเกี่ยวข้องกับความสำเร็จในครั้งนี้ ซึ่งเป็นผู้ส่งเสริมสนับสนุน

ให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดมา

ขอบใจเพื่อนๆ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ปีที่ 4 ที่ให้กำลังใจในการทำโครงงานครั้งนี้ ประโยชน์และคุณค่าทำโครงงานในครั้งนี้ผู้จัดทำโครงงาน ขอกราบขอบพระคุณของบิดา มารดา ครูอาจารย์ตลอดจนผู้มีพระคุณที่มีส่วนสนับสนุนให้ผู้จัดทำโครงงานประสบความสำเร็จ

ไกรสร มีกุล

**บทที่ 1**

**บทนำ**

**1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา**

ในปัจจุบันมนุษย์นำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาพัฒนาในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านการแพทย์ที่มีเครื่องมือแพทย์ที่สามารถใช้งานกับผู้รับบริการหรือผู้ป่วย และทางด้านห้องปฏิบัติการเคมีที่ผสมสารละลายต่าง ๆ ต้องมีสภาพความพร้อมใช้ เชื่อถือได้ มีความแม่นยำและมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน ถ้ากล่าวทางการแพทย์ สภาวะที่ผู้ป่วยมีอาการหนักไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ มีความจำเป็นที่ต้องได้รับสารอาหารหรือยาทางหลอดเลือดดำเพื่อการอยู่รอดและเพื่อรอรับการรักษา จำเป็นต้องได้รับสารอาหารหรือสารละลายทางสายเลือดดำเป็นเวลานาน จำเป็นต้องมีคนนั่งเฝ้าจึงทำให้ผู้ดูแลไม่มีเวลาทำอย่างอื่น ผู้จัดทำโครงงานจึงได้นำเสนออุปกรณ์ที่สามารถทำหน้าที่ตรงนี้แทนผู้ดูแล

เครื่องควบคุมปริมาณสารละลายอัตโนมัติ คือเครื่องควบคุมปริมาณการไหลของสารละลายในอัตราการไหลที่ผู้ใช้สามารถกำหนดได้ เช่น 1 มิลิลิตร ต่อ 1 นาที เครื่องมือขึ้นนี้สามารถพบได้ในห้องแลปต่าง ๆ เช่นใน ห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรมเคมี และห้องผู้ป่วยภายในโรงพยาบาล

เนื่องจากผู้ใช้งานต้องการสารละลายหรือยาในปริมาณที่ ถูกต้อง แม่นยำ และเป็นเวลานาน

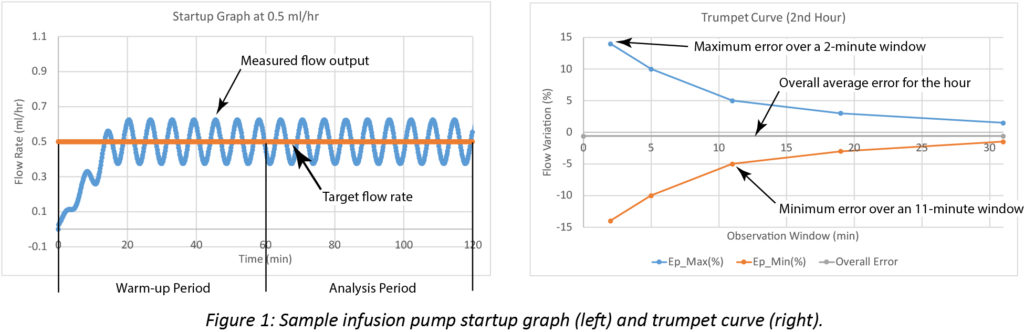
ซึ่งเครื่อง ควบคุมชนิดนี้โดยทั่วไปจะถูกเรียกว่า Infusion pump หรือ Syringe Pump จะทำหน้าที่แทนผู้ใช้งาน เพียงแค่ใส่สำสั่งที่ต้องการ แต่เครื่องดังกล่าวมีราคาแพงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้มีความต้องการซื้อเครื่องมือน้อยลง ซึ่งมีข้อจำกัดที่ราคาแพงและ ต้องรอเป็นเวลานาน

ดังนั้น ผู้พัฒนาจึงเห็นความสำคัญในการพัฒนาเครื่องมือชนิดนี้ เพื่อให้ผู้ใช้งานในพื้นที่สามารถเข้าถึงได้ใน ราคาที่ถูกลง และลดการสั่งซื้อเครื่องมือที่ราคาแพงจากต่างประเทศ

**2. วัตถุประสงค์ของโครงงาน**

1.เพื่อผลิตต้นแบบเครื่องควบคุมปริมาณสารละลายอัตโนมัติให้ได้มาตรฐาน

**3. ขอบเขตของโครงงาน**

1.สร้างเครื่องควบคุมปริมาณสารละลายอัตโนมัติให้ได้ตามมาตรฐาน IEC 60601-2-24

IEC 60601-2-24

**4. ขั้นตอนในการดำเนินงาน**

1. อ่านบนความที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน
2. ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน
3. ออกแบบ และสร้างเครื่องควบคุมปริมาณสารละลาย
4. ออกแบบการทดลอง ทดลองการทำงานการ และสรุปผลการทดลอง
5. เขียนบทความ

**5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1. ผู้ใช้งานสามารถใช้งานจริง แทนอุปกรณ์ชนิดเดียวกันที่มีราคาที่สูงกว่า
2. มีผู้สนใจโครงงานวิจัยเล่มนี้และได้นำไปพัฒนาต่อในอนาคต

**6. สถานที่ทำโครงงาน**

1. ตึกวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนครพนม

**7. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา** ( เพิ่มรายละเอียด )

1.Stepping motor

2.Stepping driver

3.Arduino

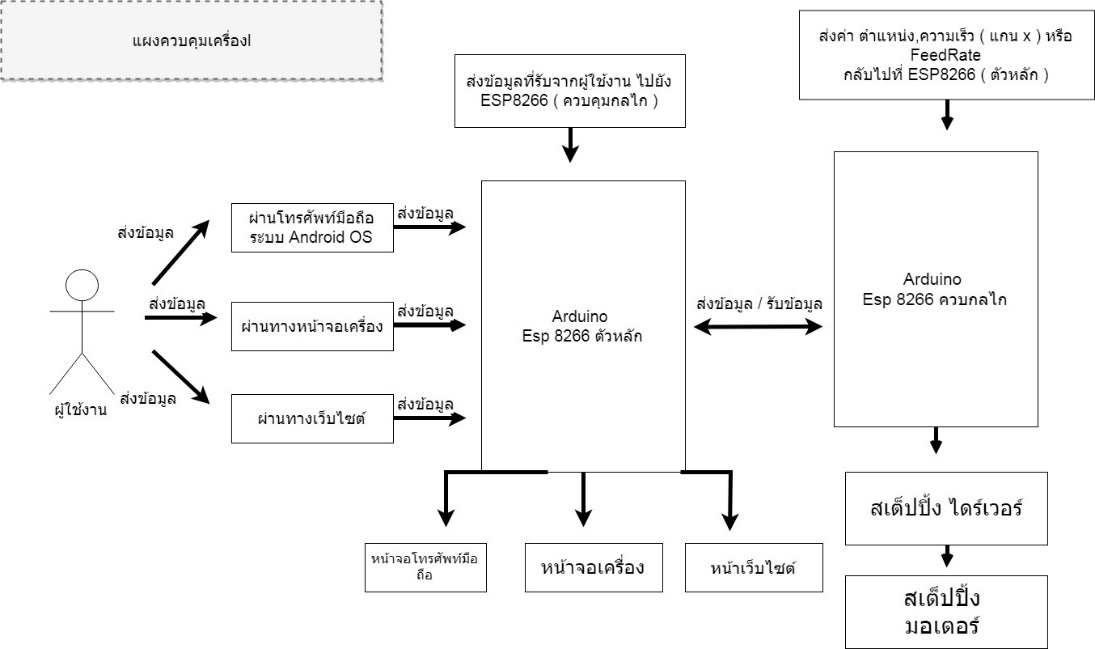
**8. ตารางแผนการดำเนินงาน**



**บทที่ 2**

**เอกสารและโครงงานที่เกี่ยวข้อง**

ในบทนี้ผู้จัดทำได้รวบรวมข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ เกี่ยวกับโครงงานวิจัยที่จำเป็นต้องศึกษาดังต่อไปนี้



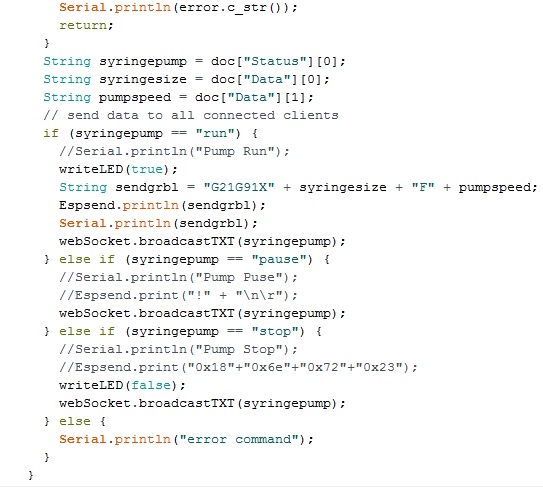
ภาพรวมของโครงงาน

**ภาษาโปรแกรม**

ภาษาโปรแกรม คือภาษาที่ใช้สื่อสารระหว่างมนุษย์กับเครื่องจักร โดยเฉพาะคอมพิวเตอร์ ภาษาโปรแกรมจะใช้สร้างโปรแกรมที่สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องจักร ในรูปแบบชุดคำสั่งเพื่อสั่งให้เครื่องจักรทำงานตามวิธีขั้นตอนที่โปรแกรมเขียน ผู้เขียนโปรแกรมส่วนใหญ่จะถูกเรียกว่า โปรแกรมเมอร์ ภาษาโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้จะประกอบไปด้วย

ภาษา C

ภาษา C คือภาษาคอมพิวเตอร์เพื่อใช้พัฒนาโปรแกรมทั่วไป เป็นภาษาโปรแกรมภาษาหนึ่งที่ได้รับความนิยมมาก เหมาะกับผู้ที่สนใจจะเริ่มเขียนโปรแกรมเป็นครั้งแรก ผู้จัดทำได้เขียนภาษา C เพื่อควบคุม Arduino[1] เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของ Stepping motor เป็นชิ้นส่วนหนึ่งในโครงงานวิจัยเพื่อนำไปประกอบเป็นตัว Syringe Pump ผู้จัดทำได้เขียนภาษา C บนแพลตฟอร์ม Arduino IDE



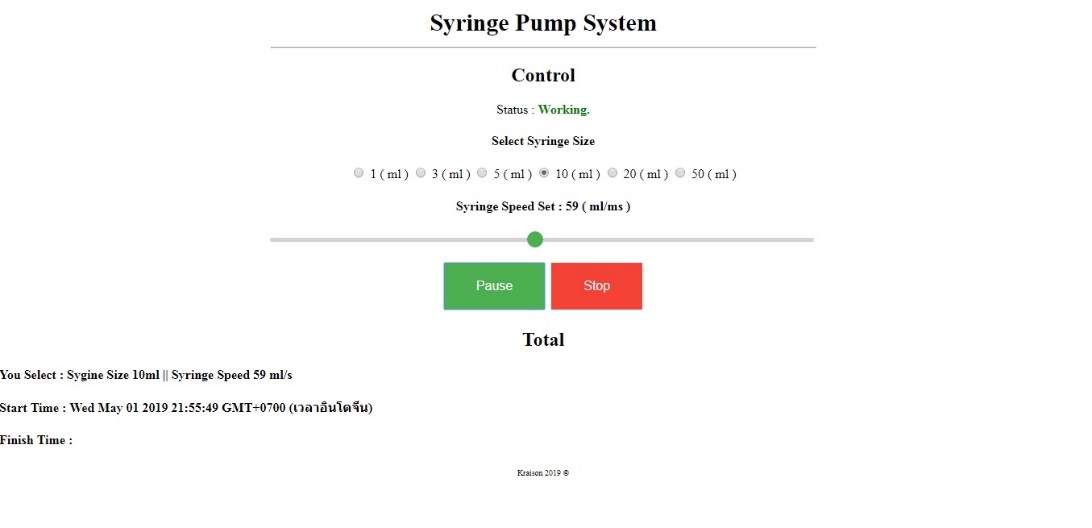
ตัวอย่างภาษา C

ภาษา HTML

ภาษา HTML ย่อมาจาก Hypertext Markup Language คือภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการแสดงผลของเอกสารบน website หรือ web page เพื่อควบคุม Syringe Pump ได้ในระยะไกล โดยผ่านอุปกรณ์ Computer PC Note book และ Mobile สำหรับการสร้างเว็ปเพจ โดยใช้ภาษา HTML ผู้จัดทำได้เขียนบนแพลตฟอร์ม Notepad++



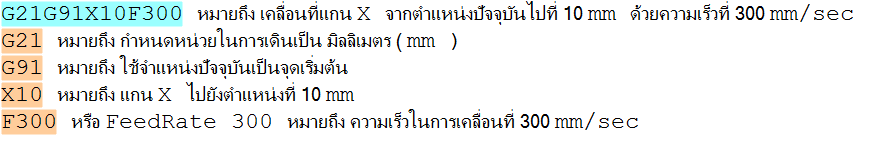
ตัวอย่างภาษา HTML



หน้าตา HTML

ภาษา G-code

ภาษา G-code หรือ Geometric Code คือภาษาสั่งงานเครื่องจักรให้เคลื่อนที่ไปตามตำแหน่งที่ผู้ใช้งานสั่ง ซึ่งเครื่องจักรใช้งานคู่กับภาษา G-code ที่เห็นได้โดยทั่วไป คือเครื่อง CNC ( CNC คือ เครื่องจักรที่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมหรือที่เรียกว่า Numeric Control[2] ) เครื่องพิมพ์ 3D ( เพิ่มรูปภาพเครื่องพิมพ์ 3D )

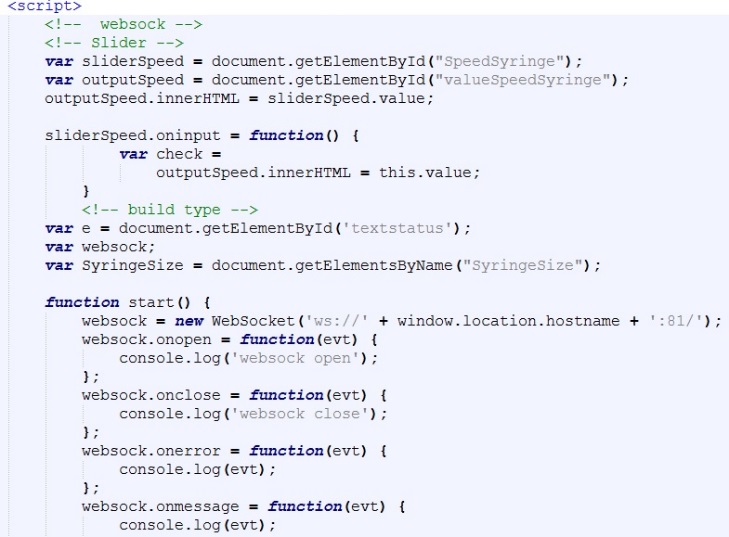


ตัวอย่างภาษา G-code

ภาษา Java

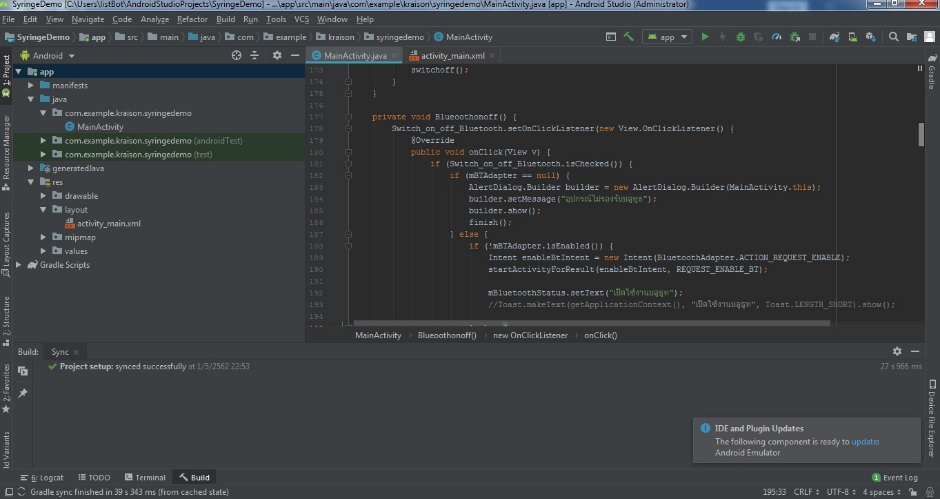
ภาษา Java หรือ Java programming language คือ ภาษาเขียนโปรแกรมเพื่อวัตถุประสงค์ทั่วไปหรือเป็นโปรแกรมที่สนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ ( คือภาษาหนึ่งในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ให้สำคัญกับวัตถุ ซึ่งนำมาประกอบกันแล้วทำงานรวมกันได้ ) ในภาษา Java ผู้จัดทำได้นำรูปแบบของภาษามาเขียนอีก 2 หัวข้อย่อย ซึ่งมีดังต่อไปนี้

1. JavaScript คือภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานร่วมกับ HTML เพื่อให้เว็บไซต์ตอบสนองกับผู้ใช้งานมากขึ้น และดูมีลูกเล่นเพิ่มขึ้น



ตัวอย่าง ภาษา JavaScript

1. Android คือระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์พกพา เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต สามารถเห็นได้ทั่วไปในโทรศัพท์มือถือยี่ห้อ Samsung Oppo Huawei จากการพัฒนาระบบ Android จนถึงปัจจุบัน ทำให้ ภาษา Java สามารถนำมา แก้ไข้ พัฒนาหรือดันแปลง ร่วมกับระบบ Android ได้ จึงมี Android application ( โปรแกรมประเภทหนึ่งที่ถูกเรียกว่าโปรแกรมประยุกต์ เช่น Microsoft word ที่สามารถใช้งานได้บนระบบ Windows ) เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใข้งาน และความทันสมัยในปัจจุบัน ผู้จัดทำได้พัฒนา Android application ตัวหนึ่ง เพื่อควบคุม Syringe Pump ได้ในระยะไกล Android application ถูกพัฒนาบนแพลตฟอร์ม Android Studio



ตัวอย่าง ภาษา Java ที่พัฒนาเป็น Android application



หน้าตา Android application

**Stepping Motor**

Stepping Motor คือ

หลักการทำงานของ Stepping Motor

ประเภทของ Stepping Motor

การประยุกต์ใช้งาน Stepping Motor

**Stepping Motor Drive**

Stepping Motor Drive คืออะไร

การประยุกต์ใช้งาน Stepping Motor Drive

**มาตรฐานสากล**

IEC 60601-2-24 คืออะไร

IEC 60601-2-24 เกี่ยวกับโครงงานอย่างไร

**บทที่ 3**

**วิธีการทำโครงงาน**

บทนี้จะเป็นส่วนของรายละเอียดของวิธีการทำโครงงาน ซึ่งแบ่งเป็นรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. วัสดุและอุปกรณ์
2. วิธีการจัดทำโครงงาน

ออกแบบการทดสอบ

อุปกรณ์การทดสอบ

* Syringe Pump 50 ml
* Beaker 100 ml
* Demo Hight precision Syringe Pump

ควบคุมปริมาณสารละลาย 10 ml ที่ Feed Rate ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

( เพิ่มกราฟ )

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 9 | -1 | 6.99 |
| 2 | 9 | -1 | 7.01 |
| 3 | 9 | -1 | 6.90 |
| 4 | 10 | 0 | 6.95 |
| 5 | 10 | 0 | 7.0 |
| เฉลี่ย | 9.4 | -0.60 | 6.97 |

Feed Rate 511 mm/sec

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 10 | 0 | 7.02 |
| 2 | 11 | 1 | 7.01 |
| 3 | 9 | -1 | 6.99 |
| 4 | 10 | 0 | 6.95 |
| 5 | 10 | 0 | 7.01 |
| เฉลี่ย | 10 | 0.0 | 7.00 |

Feed Rate 461 mm/sec

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 11 | 1 | 7.05 |
| 2 | 9 | -1 | 7.01 |
| 3 | 10 | 0 | 7.08 |
| 4 | 11 | 1 | 6.99 |
| 5 | 10 | 0 | 7.01 |
| เฉลี่ย | 10.2 | 0.2 | 7.03 |

Feed Rate 411 mm/sec

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 10 | 0 | 7.08 |
| 2 | 9 | -1 | 7.05 |
| 3 | 11 | 1 | 7.11 |
| 4 | 10 | 0 | 7.01 |
| 5 | 9 | -1 | 6.99 |
| เฉลี่ย | 9.80 | -0.20 | 7.05 |

Feed Rate 361 mm/sec

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 11 | 1 | 7.11 |
| 2 | 9 | -1 | 7.09 |
| 3 | 10 | 0 | 7.13 |
| 4 | 9 | -1 | 7.05 |
| 5 | 10 | 0 | 7.06 |
| เฉลี่ย | 9.80 | -0.20 | 7.09 |

Feed Rate 311 mm/sec

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 10 | 0 | 7.15 |
| 2 | 9 | -1 | 7.17 |
| 3 | 9 | -1 | 7.11 |
| 4 | 10 | 0 | 7.13 |
| 5 | 10 | 0 | 7.14 |
| เฉลี่ย | 9.6 | 0 | 7.14 |

Feed Rate 261 mm/sec

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 9 | - 1 | 7.12 |
| 2 | 10 | 0 | 7.17 |
| 3 | 10 | 0 | 7.14 |
| 4 | 9 | - 1 | 7.15 |
| 5 | 11 | 1 | 7.16 |
| เฉลี่ย | 9.8 | -0.20 | 7.15 |

Feed Rate 211 mm/sec

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 10 | 0 | 7.20 |
| 2 | 10 | 0 | 7.17 |
| 3 | 10 | 0 | 7.16 |
| 4 | 10 | 0 | 7.18 |
| 5 | 10 | 0 | 7.19 |
| เฉลี่ย | 10 | 0.00 | 7.18 |

Feed Rate 161 mm/sec

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 10 | 0 | 7.19 |
| 2 | 10 | 0 | 7.21 |
| 3 | 10 | 0 | 7.23 |
| 4 | 10 | 0 | 7.17 |
| 5 | 10 | 0 | 7.14 |
| เฉลี่ย | 10 | 0.00 | 7.19 |

Feed Rate 111 mm/sec

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 10 | 0 | 7.23 |
| 2 | 10 | 0 | 7.25 |
| 3 | 10 | 0 | 7.30 |
| 4 | 10 | 0 | 7.32 |
| 5 | 10 | 0 | 7.29 |
| เฉลี่ย | 10 | 0.00 | 7.28 |

Feed Rate 101 mm/sec

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 10 | 0 | 7.30 |
| 2 | 10 | 0 | 7.45 |
| 3 | 10 | 0 | 7.33 |
| 4 | 10 | 0 | 7.39 |
| 5 | 10 | 0 | 7.42 |
| เฉลี่ย | 10 | 0.00 | 7.38 |

Feed Rate 91 mm/sec

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 10 | 0 | 7.8 |
| 2 | 10 | 0 | 7.79 |
| 3 | 10 | 0 | 7.79 |
| 4 | 10 | 0 | 7.83 |
| 5 | 10 | 0 | 7.79 |
| เฉลี่ย | 10 | 0.00 | 7.80 |

Feed Rate 81 mm/sec

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 10 | 0 | 8.88 |
| 2 | 10 | 0 | 8.82 |
| 3 | 10 | 0 | 8.85 |
| 4 | 10 | 0 | 8.86 |
| 5 | 10 | 0 | 8.86 |
| เฉลี่ย | 10 | 0.00 | 8.85 |

Feed Rate 71 mm/sec

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 10 | 0 | 10.10 |
| 2 | 10 | 0 | 10.10 |
| 3 | 10 | 0 | 10.06 |
| 4 | 10 | 0 | 10.14 |
| 5 | 10 | 0 | 10.10 |
| เฉลี่ย | 10 | 0.00 | 10.10 |

Feed Rate 61 mm/sec

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 10 | 0 | 12.06 |
| 2 | 10 | 0 | 12.10 |
| 3 | 10 | 0 | 12.10 |
| 4 | 10 | 0 | 12.04 |
| 5 | 10 | 0 | 12.00 |
| เฉลี่ย | 10 | 0.00 | 12.06 |

Feed Rate 51 mm/sec

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 10 | 0 | 14.94 |
| 2 | 10 | 0 | 14.92 |
| 3 | 10 | 0 | 14.96 |
| 4 | 10 | 0 | 14.97 |
| 5 | 10 | 0 | 14.91 |
| เฉลี่ย | 10 | 0.00 | 14.94 |

Feed Rate 41 mm/sec

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 10 | 0 | 19.86 |
| 2 | 10 | 0 | 19.70 |
| 3 | 10 | 0 | 19.56 |
| 4 | 10 | 0 | 19.71 |
| 5 | 10 | 0 | 19.71 |
| เฉลี่ย | 10 | 0.00 | 19.71 |

Feed Rate 31 mm/sec

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 10 | 0 | 28.89 |
| 2 | 10 | 0 | 28.88 |
| 3 | 10 | 0 | 28.89 |
| 4 | 10 | 0 | 28.87 |
| 5 | 10 | 0 | 28.91 |
| เฉลี่ย | 10 | 0.00 | 28.89 |

Feed Rate 21 mm/sec

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 10 | 0 | 55.10 |
| 2 | 10 | 0 | 55.05 |
| 3 | 10 | 0 | 55.08 |
| 4 | 10 | 0 | 55.10 |
| 5 | 10 | 0 | 54.99 |
| เฉลี่ย | 10 | 0.00 | 55.06 |

Feed Rate 11 mm/sec

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| จำนวนครั้ง | ได้ปริมาณ ( ml ) | ผิดผลาด ( ml ) | ใช้เวลา ( second ) |
| 1 | 10 | 0 | 600.06 |
| 2 | 10 | 0 | 600.00 |
| 3 | 10 | 0 | 600.10 |
| 4 | 10 | 0 | 600.05 |
| 5 | 10 | 0 | 600.15 |
| เฉลี่ย | 10 | 0.00 | 600.07 |

Feed Rate 1 mm/sec

**บทที่ 4**

**การทดลองและสรุปผล**

**อ้างอิง**

1. Wikipedia, *Arduino.* 2019.

2. Wikipedia, *Numerical control.* 2019.