อินิกมาขนาดเล็ก

Mini Enigma

ภาณุกานต์ กลีบจินดา
PHANUKARN KLEEBCHINDA
สุชิตา จรัสวิบูลย์กุล
SUKITA JARUSWIBOONKUL

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

อินิกมาขนาดเล็ก

Mini Enigma

ภาณุกานต์ กลีบจินดา
PHANUKARN KLEEBCHINDA
สุชิตา จรัสวิบูลย์กุล
SUKITA JARUSWIBOONKUL

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mini Enigma

PHANUKARN KLEEBCHINDA
SUKITA JARUSWIBOONKUL

THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING
DEPARTMENT OF COMPUTER ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	อินิกมาขนาดเล็ก
Thesis Title	Mini Enigma
ชื่อนักศึกษา	ภาณุกานต์ กลีบจินดา
	สุชิตา จรัสวิบูลย์กุล
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา	2559

(.....กฤ.....)
ผศ.ดร.กฤดากร กล่อมการ
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ อีนิกมาขนาดเล็ก
Thesis Title Mini Enigma
ชื่อนักศึกษา นางสาวภาณุกานต์ กลีบจินดา รหัสนักศึกษา 56010923
นางสาวสุชิตา จรัสวิบูลย์กุล รหัสนักศึกษา 56011330
ระดับปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา 2559
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผศ.ดร.กฤดากร กล่อมการ

บทคัดย่อ

เนื่องจากเทคโนโลยีในปัจจุบันมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว สื่อการเรียนในทุกวันนี้ได้มีการนำเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ ซึ่งสื่อการเรียนที่เข้าใจง่ายจะอยู่ในรูปแบบของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มากกว่าหนังสือ จึงได้พัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นสื่อการเรียนในเรื่องของการเข้ารหัสลับ และการถอดรหัสลับ ด้วยกลไกที่เรียกว่า “Enigma” ให้ผู้ที่สนใจได้เรียนรู้ เข้าใจ และเพลิดเพลินไปกับอุปกรณ์ชิ้นนี้ ว่ากลไกของมันมีความสำคัญ ซับซ้อน และปลอดภัยอย่างไร โดยภายใน “อินิกมาขนาดเล็ก” เป็นการเขียนโปรแกรมภาษา C บน Arduino ซึ่งเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก ที่มีข้อดีคือสามารถเขียนโปรแกรมผ่าน Arduino IDE และอัพโหลดโปรแกรมผ่านช่อง USB ได้โดยตรง อีกทั้งยังมีราคาถูก เหมาะกับการทำสื่อการเรียน โดยนำเสนอกลไกการทำงานผ่านไดโอดเปล่งแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Mini Enigma		
Student	Miss Phanukarn Kleebchinda	Student ID.	56010923
	Miss Sukita Jaruswiboonkul	Student ID.	56011330
Degree	Bachelor of Engineering		
Program	Information Engineering		
Academic Year	2016		
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Kitdakorn Klomkarn		

ABSTRACT

The current technology is developing rapidly. Learning today have adopted various technologies to learning materials which are easy to understand will be in the form of an electronic device more than books. The development of electronic devices as learning tools in the field of cryptography and decrypting with a mechanism called "Enigma" for those interested to learn, understand and enjoy this piece of equipment. It is vital that the mechanisms of complex and safety; however, the "Mini Enigma" C is a programming language to carry on Arduino, which is an based microcontroller development board similar to the Arduino line, only cheaper, smaller, and a bit less powerful. With a whole host of shields to extend its functionality and the ability to use the familiar Arduino IDE the Digispark is a great way to jump into electronics, or perfect for when an Arduino is too big or too much.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานที่นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ สาขาวิชาสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทำการศึกษาค้นคว้า และทดลองสร้างผลงานขึ้นนี้ ได้รับการสนับสนุน ให้คำปรึกษา ให้การอนุเคราะห์ด้านวัสดุ อุปกรณ์ และสถานที่ปฏิบัติงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผศ.ดร.กฤดากร กล่อมการ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางความคิด ชี้แนะการแก้ไขปัญหาต่างๆ จนโครงงานนี้ประสบผลสำเร็จ ลุล่วง

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....VI
สารบัญรูป.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ที่มาและแนวความคิดของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....1
1.3 ประโยชน์ที่ได้จากการทำโครงงาน.....1
1.4 ภาพรวมของโครงงาน.....1
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2
1.6 อุปกรณ์ที่ใช้.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....4
2.1 ทฤษฎีการเข้ารหัสและการถอดรหัสของข้อมูล.....4
2.1.1 รหัสลับแบบสับเปลี่ยน (Substitution Cipher).....4
2.1.2 รหัสซีซาร์ (Caesar Cipher).....5
2.1.3 รหัสเวอร์จิเนีย (Vigenere Cipher).....5
2.2 เครื่องอินิกมา.....6
2.2.1 กลไกการทำงานของอินิกมา.....6
2.2.2 ส่วนประกอบของเครื่องอินิกมา.....7
2.2.3 อัลกอริทึมของอินิกมา.....8
2.3 Arduino.....9
2.3.1 จุดเด่นที่ทำให้ Arduino เป็นที่นิยม.....9
2.2.2 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino.....9
2.2.3 การสร้างมอดูล.....9
2.2.4 ส่วนประกอบของ Arduino Board.....10
2.2.5 การเรียกใช้มอดูล.....11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 3 การออกแบบ....13
3.1 ภาพรวมของระบบ....13
3.1.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ....14
3.1.2 Use case diagram....14
3.1.3 Sequence diagram....15
3.2 ออกแบบฮาร์ดแวร์....16
3.2.1 ส่วนประกอบของฮาร์ดแวร์....16
3.2.2 หลักการทำงานของฮาร์ดแวร์....17

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน....18
4.1 ส่วนประกอบของอุปกรณ์....18
4.2 กลไกการทำงานของอุปกรณ์....19
4.3 การเข้ารหัสและถอดรหัส....21

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะ....22
5.1 การดำเนินงานจัดทำโครงงาน....22
5.1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน....22
5.1.2 วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา....22
5.2 สรุปผลการดำเนินงาน....22
5.3 ข้อเสนอแนะ....22
5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป....22
5.3.2 ปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการพัฒนา....22

บรรณานุกรม....23

ภาคผนวก ก Poster....25
ภาคผนวก ข การติดตั้งโปรแกรม Arduino....28
ภาคผนวก ค ตัวอย่างการใช้งานอินิกมาขนาดเล็ก....32
ภาคผนวก ง ตัวอย่างโค้ดอินิกมาขนาดเล็ก....34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงการเข้ารหัสข้อมูล....4

รูปที่ 2.2 แสดงการเข้ารหัสลับแบบสับเปลี่ยน....4

รูปที่ 2.3 แสดงการเข้ารหัสซีซาร์....5

รูปที่ 2.4 แสดงการทำงานของอีนิกมาเมื่อกดคีย์บอร์ด 1 ตัวอักษร....6

รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของ Arduino Board....10

รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบ....13

รูปที่ 3.2 แผนผังของระบบ....14

รูปที่ 3.3 Use case diagram....14

รูปที่ 3.4 Sequence diagram....15

รูปที่ 3.5 ส่วนประกอบของฮาร์ดแวร์....16

รูปที่ 3.6 กลไกของ Enigma ประกอบด้วยโรเตอร์ 3 ตัว และ Reflector 1 ตัว....17

รูปที่ 4.1 แสดงภาพรวมของอุปกรณ์....18

รูปที่ 4.2 คีย์บอร์ด....18

รูปที่ 4.3 แสดงไดโอดเปล่งแสงในชุดอุปกรณ์....19

รูปที่ 4.4 แสดงผลส่วนรับเข้าเมื่อกดคีย์บอร์ดที่ปุ่ม A....19

รูปที่ 4.5 แสดงตำแหน่งเริ่มต้นของไดโอดเปล่งแสงแต่ละโรเตอร์ 20

รูปที่ 4.6 แสดงตำแหน่งไดโอดเปล่งแสงเมื่อกดปุ่มที่คีย์บอร์ด 1 ครั้ง 20

รูปที่ 4.7 แสดงตำแหน่งเมื่อโรเตอร์ 1 วนครบ 1 รอบ 20

รูปที่ 4.8 แสดงตำแหน่งเมื่อโรเตอร์ 2 วนครบ 1 รอบ....20

รูปที่ 4.9 แสดงผลเมื่อกดปุ่ม A....20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.10 แสดงผลเมื่อกดปุ่ม AB.....21

รูปที่ 4.11 แสดงผลเมื่อกดปุ่ม ABC.....21

รูปที่ 4.12 แสดงผลเมื่อกดปุ่ม B 21

รูปที่ 4.13 แสดงผลเมื่อกดปุ่ม F.....21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและแนวความคิดของโครงงาน

การศึกษาถือเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ชาติและบ้านเมืองพัฒนา การศึกษาที่ดีจะส่งผลประชากรในประเทศมีคุณภาพที่ดี มีชีวิตที่ดี เพราะฉะนั้นเรื่องนี้จึงเป็นเรื่องที่สำคัญที่ทุกคนไม่ควรจะ ปล่อยปะละเลย แต่การที่เราจะเริ่มต้นอะไรได้นั้น เราจะต้องเริ่มต้นจากพื้นฐาน

จากการจัดการทดสอบการศึกษาขึ้นพื้นฐาน ผลการทดสอบขั้นพื้นฐานในปัจจุบันนั้นแสดงให้เห็นว่าเด็กไทยมีระดับความรู้ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน หนึ่งในปัญหาที่ส่งผลให้เป็นเช่นนั้นคือความสนใจและความต้องการของผู้เรียน

ผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะพัฒนาอุปกรณ์ของเล่นเพื่อการศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และสนุกไปกับมัน เพราะหากเราสนุกไปกับมัน เราก็จะไม่เบื่อหน่ายที่จะเรียนรู้

1.2 วัตถุประสงค์

- เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ที่เป็นสื่อเพื่อการศึกษา ให้แตกต่างจากการอ่านหนังสือ
- เพื่อดึงดูดให้ผู้ศึกษามีความสนใจ และต้องการเรียนรู้
- เพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจให้กับผู้ศึกษา
- ทำให้การเรียนรู้ไม่น่าเบื่ออีกต่อไป
- สามารถเข้าถึงกับทุกวัย ไม่ยากแก่การเรียนรู้จนเกินไป

1.3 ประโยชน์ที่ได้จากการทำโครงงาน

- ฝึกให้ทำงานอย่างมีระบบ มีการวางแผนเป็นขั้นเป็นตอน
- สร้างความรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง
- ฝึกคิด และเรียนรู้กลไก เนื้อหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้
- เป็นประโยชน์ต่อผู้อื่น ที่จะนำอุปกรณ์ไปศึกษาเรียนรู้
- เป็นสื่อการเรียนที่สร้างความรู้ ความคิด ความเข้าใจได้มากกว่าการอ่านหนังสือ

1.4 ภาพรวมของโครงงาน

เริ่มจากศึกษากลไกการทำงานของการเข้ารหัส และถอดรหัสของ Enigma และสร้างแบบจำลองขึ้น 6 ตัวอักษร จะได้ Enigma Paper ที่มีโรเตอร์ 3 ตัว และ Reflector 1 ตัว ออกมา นำหลักการนี้ไปเขียนลงโปรแกรม Arduino โดยตรวจสอบความถูกต้องจาก Enigma Paper และนำโค้ดที่ได้ลงไปยังบอร์ด Arduino แล้วเชื่อมต่อไดโอดเปล่งแสง 3 ตัว ที่แต่ละตัวประกอบไปด้วยไดโอดเปล่งแสง 6 ดวง ซึ่งอุปกรณ์นี้จะเปรียบเสมือนเป็นโรเตอร์แต่ละชั้น เพื่อให้เป็นสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับ Encryption ที่มองเห็นรูปธรรมมากกว่าการอ่านหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาโปรแกรม Arduino และหลักการทำงานของ Enigma
2. ศึกษาโครงสร้างฮาร์ดแวร์ที่จะใช้สร้างอุปกรณ์
3. ออกแบบ Case
4. จัดทำอุปกรณ์
5. จัดทำเอกสารการสอบวิชาโครงงาน(เทอมที่ 1)
6. ศึกษาและสรุปงานที่ต้องทำเพิ่มเติมในเทอมที่ 2
7. เขียนคำสั่งควบคุมการทำงานของอุปกรณ์
8. ทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์
9. จัดทำต้นฉบับปริญญานิพนธ์

แผนผัง หรือตารางเวลาการดำเนินงาน

ตารางที่ 1. ขั้นตอนการดำเนินงาน

ระยะเวลา / ขั้นตอนการดำเนินงาน	พ.ศ.2559					พ.ศ.2560	
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1. ศึกษาโปรแกรมภาษา Arduino							
2. ศึกษาโครงสร้างฮาร์ดแวร์ที่จะใช้สร้างอุปกรณ์							
3. ออกแบบ Case							
4. จัดทำอุปกรณ์							
5. จัดทำเอกสารการสอบวิชาโครงงาน (เทอมที่ 1)							
6. ศึกษาและสรุปงานที่ต้องทำเพิ่มเติมในเทอมที่ 2							
7. เขียนคำสั่งควบคุมการทำงานของอุปกรณ์							
8. ทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์							
9. จัดทำต้นฉบับปริญญานิพนธ์							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 อุปกรณ์ที่ใช้

ฮาร์ดแวร์

1. ส่วนแสดงผล ในส่วนของการแสดงผลจะแสดงผ่านอุปกรณ์ไดโอดเปล่งแสงที่มี 6 ดวง จำนวน 3 ชิ้น แทนการทำงานของโรเตอร์ 3 ชั้น
2. ส่วนการประมวลผลการทำงานเข้ารหัส ถอดรหัส ภายในบอร์ด Arduino มีการเขียนลงโปรแกรม Arduino เข้าไป ด้วยหลักการของ Enigma

ซอฟต์แวร์

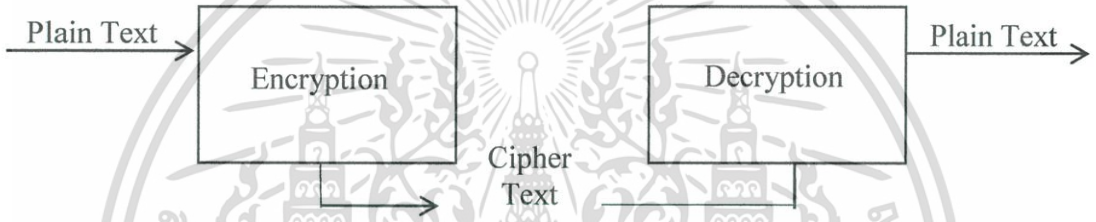
1. การใช้โปรแกรม Arduino
2. กลไกการทำงานของ Enigma

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีการเข้ารหัสและการถอดรหัสของข้อมูล

การเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) หมายถึง วิธีการที่ทำเปลี่ยนแปลงข้อมูลต้นฉบับเพื่อไม่ให้สามารถแปลความได้จากบุคคลที่เราไม่ต้องการให้เขาเข้าใจข้อมูล ส่วนการถอดรหัสข้อมูล นั้นจะมีวิธีการที่ตรงกันข้ามกับการเข้ารหัสข้อมูล กล่าวคือการถอดรหัส (Decryption) หมายถึง วิธีการที่ทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ได้จากการเข้ารหัสข้อมูล เป็นข้อมูลก่อนที่จะถูกทำการเข้ารหัส การที่จะทำให้ข้อมูลเป็นความลับ จุดหลักคือ ต้องไม่ให้ข้อมูลความลับนี้ถูกอ่านโดยบุคคลอื่น แต่ให้ถูกอ่านได้โดยบุคคลที่เราต้องการให้อ่านได้เท่านั้น โดยการนำเอาข้อความเดิมที่สามารถอ่านได้ (Plain text) มาทำการเข้ารหัสก่อน เพื่อเปลี่ยนแปลงข้อความเดิมให้ไปเป็นข้อความที่เข้ารหัส (Ciphertext) ก่อนที่จะส่งต่อไปให้บุคคลที่เราต้องการที่จะติดต่อด้วย เพื่อป้องกันไม่ให้บุคคลอื่นสามารถที่จะอ่านข้อความที่ส่งมาโดยที่ข้อความที่เราเข้ารหัสแล้ว



รูปที่ 2.1 แสดงการเข้ารหัสข้อมูล

2.1.1 รหัสลับแบบสับเปลี่ยน (Substitution Cipher)

หลักการทำงานของรหัสลับแบบสับเปลี่ยน (Substitution Cipher) คือการสับเปลี่ยนแต่ละตัวอักษรใน plaintext ด้วยตัวอักษรอื่น แต่ก่อนอื่นต้องเลือกก่อนว่าจะแทนแต่ละตัวอักษรด้วยอะไร ยกตัวอย่างเช่น A แทนด้วย W และ B แทนด้วย K ฯลฯ ดังตารางต่อไปนี้

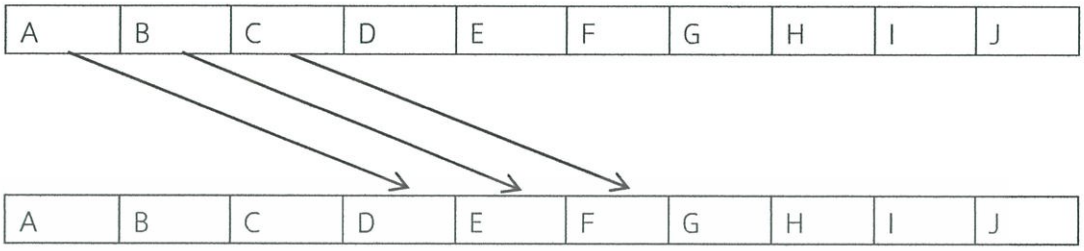
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
W	K	D	M	V	G	N	Q	S	H	P	Y	R
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
X	L	E	U	F	J	A	O	B	T	C	I	Z

รูปที่ 2.2 แสดงการเข้ารหัสลับแบบสับเปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 รหัสซีซาร์ (Caesar cipher)

หลักการทำงานของรหัสซีซาร์ (Caesar cipher) คือ จะใช้หลักการแทนที่ตัวอักษร ซึ่งในแต่ละตัวอักษรที่อยู่ในข้อความจะถูกแทนที่ด้วยตัวอักษรที่อยู่ลำดับถัดไปตามจำนวนตัวอักษรที่แน่นอน อย่างเช่น แปลงตัวอักษรไป 3 ตัวอักษร "A" ก็จะถูกแทนที่ด้วยอักษร "D"



รูปที่ 2.3 แสดงการเข้ารหัสซีซาร์

2.1.3 รหัสเวอร์จิเนีย (Vigenere cipher)

หลักการของรหัสเวอร์จิเนีย คือ จะใช้กุญแจที่เป็นคำมาเรียงต่อๆ กัน แล้วเข้ารหัสโดยสร้างรหัสซีซาร์ จากตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในกุญแจ

2.1.3.1 ตัวอย่าง

Plaintext : ATTACK AT DAWN และ Keyword : LEMON

นำ Plaintext มาเรียงคู่กับ Keyword ให้ได้ความยาวเท่ากัน ดังนี้

Plaintext	:	ATTACK	AT	DOWN
Key	:	LEMONL	EM	ONLE
Ciphertext	:	LXFOPV	EF	RNHR

ตัวอักษรตัวที่ 1 - A จะถูกเข้ารหัสด้วย Caesar Cipher Key L

ตัวอักษรตัวที่ 2 - T จะถูกเข้ารหัสด้วย Caesar Cipher Key E

ตัวอักษรตัวที่ 3 - T จะถูกเข้ารหัสด้วย Caesar Cipher Key M

ตัวอักษรตัวที่ 4 - A จะถูกเข้ารหัสด้วย Caesar Cipher Key O

ตัวอักษรตัวที่ 5 - C จะถูกเข้ารหัสด้วย Caesar Cipher Key N

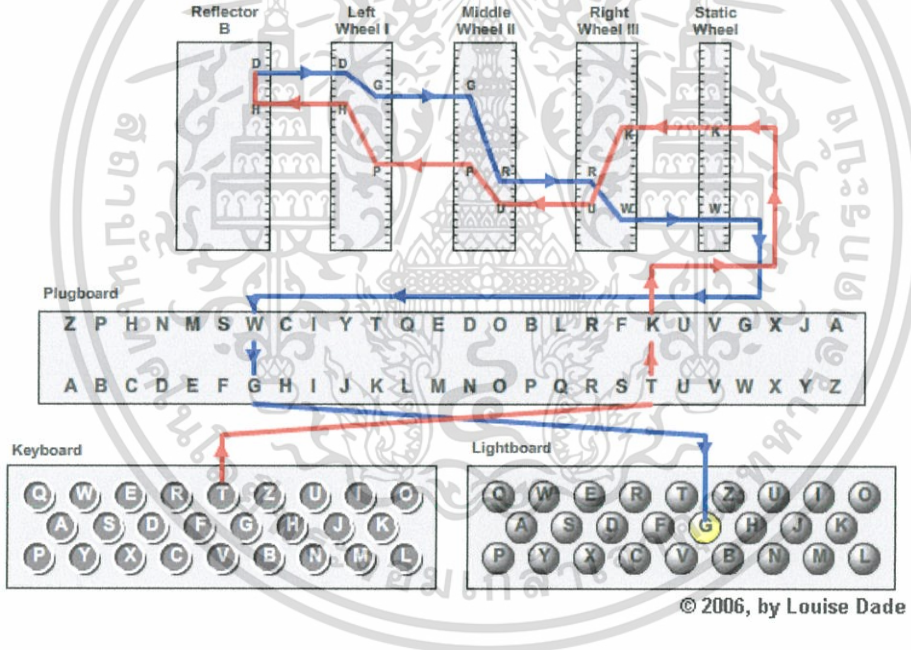
จะเรียงไปจนกว่าจะครบประโยค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เครื่องอินิกมา (Enigma Machine)

เป็นเครื่องรหัสโรเตอร์ (rotor cipher machine) ไฟฟ้ากลแบบร่วมใด ๆ ซึ่งใช้ในการเข้ารหัสและถอดรหัสสารลับ วิศวกรชาวเยอรมัน อาร์ทูร์ แชร์บีอุส (Arthur Scherbius) ประดิษฐ์เครื่องอินิกมา (Enigma Machine)เมื่อสิ้นสงครามโลกครั้งที่หนึ่ง ใช้ในเชิงพาณิชย์ตั้งแต่ต้นคริสต์ทศวรรษ 1920 และกองทัพและราชการหลายประเทศรับมาใช้ แต่ที่โดดเด่นที่สุด คือ นาซีเยอรมนี (Nazi Germany) ก่อนและระหว่างสงครามโลกครั้งที่สอง มีการผลิตแบบเครื่องอินิกมาจำนวนมาก แต่แบบของกองทัพเยอรมันเป็นแบบที่รู้จักมากที่สุด เครื่องอินิกมาของเยอรมันนั้นมีจุดเด่นตรงที่การเข้ารหัสและถอดรหัสที่มีการสลับซับซ้อนทำให้ยากต่อการแกะรหัสมากทำให้กองทัพเยอรมันมั่นใจว่า จะไม่มีใครสามารถถอดรหัสลับได้อีกเลย แต่ประเทศอังกฤษและฝ่ายสัมพันธมิตรได้พยายามหาทางถอดรหัสเครื่องอินิกมาให้ได้ จนกระทั่งแอลัน ทัวริง (Alan Turing) นักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษสามารถถอดรหัสเครื่องอินิกมาได้สำเร็จ ทำให้ประเทศอังกฤษและฝ่ายสัมพันธมิตรสามารถเอาชนะเยอรมันได้ในสงครามโลกครั้งที่สอง

2.2.1 กลไกการทำงานของอินิกมา



รูปที่ 2.4 แสดงการทำงานของอินิกมาเมื่อกดคีย์บอร์ด 1 ตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ส่วนประกอบของเครื่องอินิกมา

2.2.1.1 Keyboard

เมื่อพิมพ์ตัวอักษร T บนคีย์บอร์ด จะส่งกระแสไฟฟ้าไปที่เครื่องอินิกมาและจะจบด้วยการทำให้ไฟติดที่ส่วนแสดงผล(Lampboard)

2.2.1.2 Plugboard

การหยุดครั้งแรกที่ Plugboard สัญญาณจะเชื่อมต่อกับตัวอักษร T บน Plugboard ตัวอักษรบางตัวจะเชื่อมกับตัวอักษรอื่นที่ตั้งค่าไว้ ส่งผลให้สัญญาณเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ถ้าตัวอักษร T ไม่ได้เชื่อมไว้กับตัวอักษรอื่น สัญญาณจะส่งโดยตรงไปที่ตัวอักษร T ทำให้แสดงผลลัพธ์ออกมาเป็นตัวอักษร T แต่ถ้าตัวอักษร T เชื่อมต่อไว้กับ ตัวอักษร K สัญญาณจะเปลี่ยนแปลงไปยังเส้นทางใหม่ ซึ่งแสดงผลลัพธ์ออกมาเป็นตัวอักษร K

2.2.1.3 Rotors

โรเตอร์จะประกอบไปด้วย 3 ตำแหน่ง คือ ขวา, กลาง และ ซ้าย แต่ละโรเตอร์จะเชื่อมต่อกันโดยเมื่อพิมพ์ตัวอักษร 1 ตัวอักษร โรเตอร์ที่อยู่ขวาสุดจะหมุนไป 1 ครั้ง และเมื่อหมุนจนครบ 26 ครั้ง โรเตอร์ที่อยู่ตรงกลางจะเริ่มหมุน จนเมื่อครบ 26 ครั้ง โรเตอร์ที่อยู่ซ้ายสุดก็จะเริ่มหมุนในลักษณะเดียวกัน

2.2.1.4 Reflector

Reflector จะทำการเปลี่ยนเส้นทางกระแสไฟฟ้าให้ส่งกระแสไฟฟ้าให้ย้อนกลับไปในส่วนแสดงผล (Lampboard) และก่อนแสดงผลจะผ่านโรเตอร์ทั้งสามตัวเหมือนเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 อัลกอริทึมของอินิกมา

Do for i from 1 to 3

Set s (i) = initial shift of rotor i

Do for x from 0 to 25

Set e (i, x) = $x^{\sigma i}$

Set d (I, e (i, x)) = x

Loop

Loop

Do for x from 0 to 25

Set r (x) = x^{ρ}

Loop

Do for k from 1 to message length

Set x = m^k

Do for i from 1 to 3

Set x = e (i, x+s (i)mod26)

Loop

Set x = r (x)

Do for i from 3 down to 1

Set x = d (i, x) - s (i)mod26)

Loop

Print ASCII (x)

Set j = 0

Do while j < 3

Set s (j) = s (j) + 1mod26

Loop until s (j) ≠ 0

Loop

2.2.2.1 คำอธิบายอัลกอริทึมของอินิกมา

จากอัลกอริทึมของอินิกมาจะสมมติว่าการสับเปลี่ยน σ_1, σ_2 ,σ_3 และ ρ จะถูกกำหนดไว้ ส่วน m^k หมายถึง ตัวเลขที่เทียบเท่าตัวอักษรในข้อความธรรมดา และข้อความลับ e (i,x) คือ x ทั้งหมดภายใต้ความเปลี่ยนแปลงของการสับเปลี่ยน σ_i และ d (i, y) = x ถ้า e (i,x) = y และด้วยเหตุนี้ d (i,y) = $y_1/\ \sigma_i$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Arduino

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ มาเสียบกับบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อไป

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโค้ดสำหรับ Arduino คือ Arduino IDE มีสองเวอร์ชัน 1.0.5 และ 1.5.x มีให้เลือกใช้สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows, Linux, Mac OS X

2.4.1 จุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยม

มีความง่ายต่อการพัฒนา ซึ่งรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน และไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น นอกจากนี้ยังเป็น Open Hardware ที่ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน มีราคาไม่แพง และที่สำคัญเป็น Cross Platform ซึ่งสามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้

2.4.2 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino

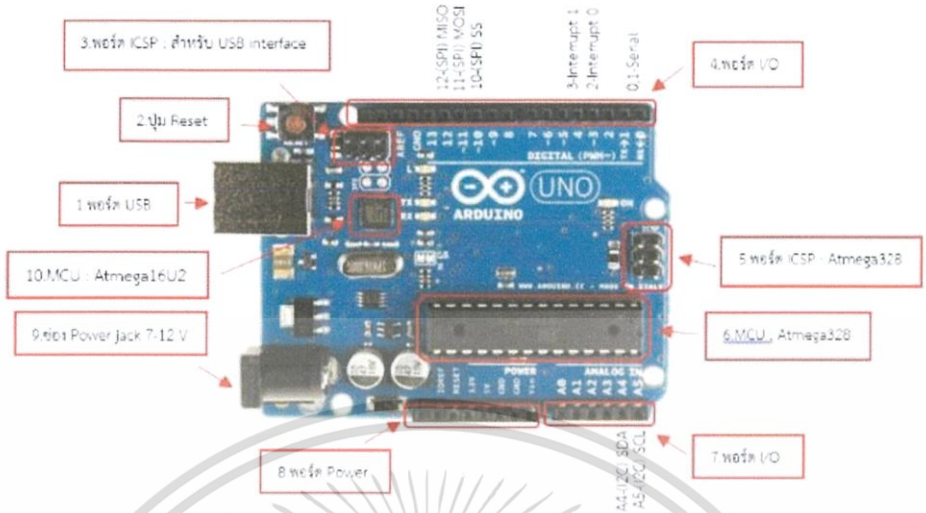
การเขียนโค้ด Arduino Sketch ใช้ภาษา C/C++ ดังนั้นจึงสามารถเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุได้ (Object-oriented Programming / OOP) สามารถสร้างและใช้งานคลาส (Class) หรือ ออปเจค (Object) เกี่ยวข้องกับการใช้งานฮาร์ดแวร์ต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) มีชุดคำสั่งสำหรับใช้งานสำหรับ Arduino มีการสร้างฟังก์ชัน (Functions) หรือคำสั่งไว้ให้เรียกใช้งานหลายคำสั่ง และจัดทำให้อยู่ในรูปไลบลารี่ เพื่อสะดวกต่อการนำไปใช้งาน

2.4.3 การสร้างมอดูล

เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ผ่านทางโปรแกรม ArduinoIDE หลังจากที่เขียนโค้ดโปรแกรมเรียบร้อย ผู้ใช้งานสามารถเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ใช้และหมายเลข Com port พร้อมที่จะกดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ Compile โค้ดโปรแกรม จากนั้นกดปุ่ม Upload โค้ด โปรแกรมไปยังบอร์ด Arduino ผ่านทางสาย USB เมื่ออัพโหลดเรียบร้อยแล้ว จะแสดงข้อความแถบข้างล่าง “Done uploading” และบอร์ดจะเริ่มทำงานตามที่เขียนโปรแกรมไว้ได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 ส่วนประกอบของ Arduino Board (Model: Arduino UNO R3)



รูปที่ 2.6 แสดงส่วนประกอบของบอร์ด Arduino

1. USB Port ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่ออัพโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด

2. Reset Button เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่

3. ICSP Port ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2

4. I/OPort Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx,Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM ตามภาพประกอบ

5. ICSP Port Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader

6. MCU Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino

7. I/OPort Analog I/O เป็นช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5

8. Power Port ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, Vin ตามภาพประกอบ

9. Power Jack รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V

10. MCU ของ Atmega16U2 ทำหน้าที่เป็น USB to Serial ติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 การเรียกใช้มอดูล

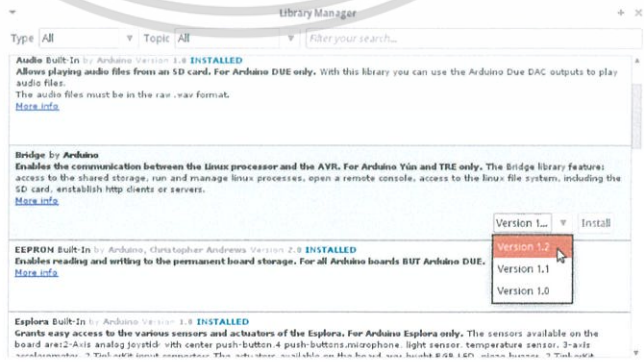
2.4.5.1 Library คืออะไร

ชุดของรหัสที่ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ และการแสดงผล ตัวอย่างเช่นไลบรารี LiquidCrystal ซึ่งช่วยให้ติดต่อกับจอแสดงผล LCD ได้อย่างง่าย นอกจากนี้ ยังมีไลบรารี่อีกหลายร้อยชุดที่มีอยู่บนอินเทอร์เน็ต สำหรับการดาวน์โหลด ซึ่งไลบรารีที่มีอยู่ภายในอยู่แล้ว และมีเพิ่มเติม บางส่วนมีการระบุไว้ในข้อมูลอ้างอิง หากต้องการใช้ไลบรารีเพิ่มเติมจะต้องทำการติดตั้ง

2.4.5.2 วิธีการติดตั้ง Library

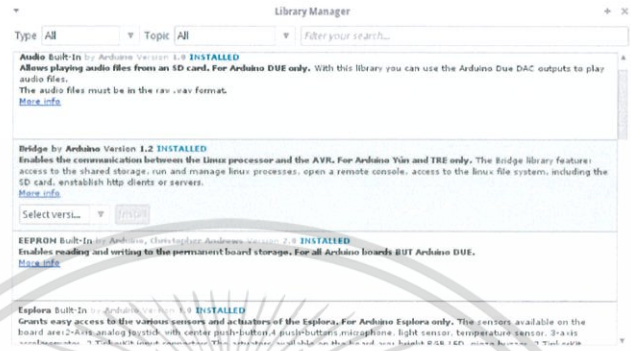
ในการติดตั้งไลบรารีใหม่ลงใน Arduino IDE คุณสามารถใช้ Library Manager (ใช้ได้จาก IDE version 1.6.2) โดยการเปิด IDE และคลิกไปที่เมนู "Sketch" และ Include Library > Manage Libraries

หลังจากนั้น library manager จะเปิดขึ้น และจะพบรายการของไลบรารี่ที่ติดตั้งไว้แล้ว หรือพร้อมสำหรับการติดตั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

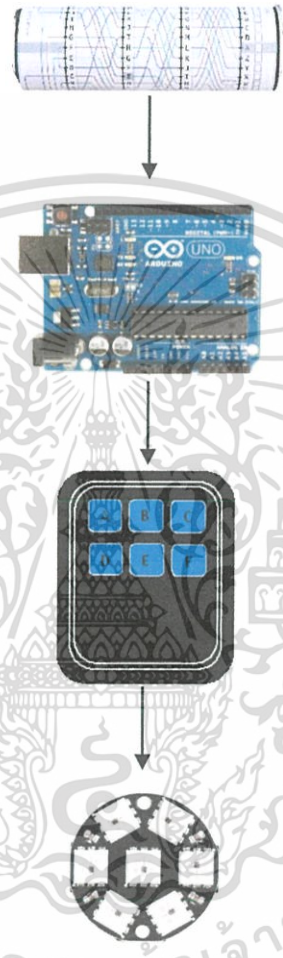
สุดท้ายให้คลิกที่ install และรอ IDE ติดตั้งไลบรารีใหม่ การดาวน์โหลดอาจใช้เวลาขึ้นอยู่กับความเร็วในการเชื่อมต่อ เมื่อเสร็จสิ้นแล้ว แท็กติดตั้งจะปรากฏถัดจากไลบรารี่ สามารถปิด library manager ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ

3.1 ภาพรวมระบบ



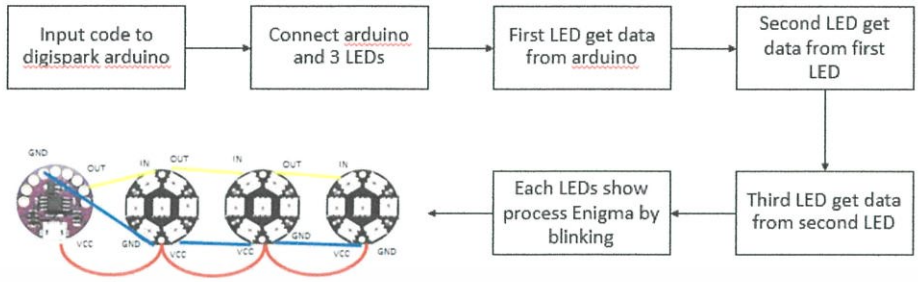
รูปที่ 3.1 ภาพรวมระบบ

เริ่มจากศึกษากลไกการทำงานของการเข้ารหัส และถอดรหัสของอินิกมา และสร้างแบบจำลองขึ้น 6 ตัวอักษร จะได้ Enigma Paper ที่มีโรเตอร์ 3 ตัว และ Reflector 1 ตัวออกมา นำหลักการนี้ไปเขียนลงโปรแกรม Arduino โดยตรวจสอบความถูกต้องจาก Enigma Paper และนำโค้ดที่ได้ไปอัพโหลดใน Arduino ซึ่งอุปกรณ์ตัวนี้จะนำไปเชื่อมต่อกับไดโอดเปล่งแสงจำนวน 3 ชิ้น โดยแต่ละชิ้นจะประกอบไปด้วยไดโอดเปล่งแสง 6 ดวง ซึ่งไดโอดเปล่งแสงนี้แทนการทำงานของโรเตอร์ของอินิกมา โดยมี Keypad เพื่อนำเข้าตัวอักษร

จะได้อุปกรณ์ที่แสดงภาพการทำงานของโรเตอร์ภายในเครื่องอินิกมา เพื่อให้เป็นสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับ Encryption ที่มองเห็นเป็นรูปธรรมมากกว่าการอ่านหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

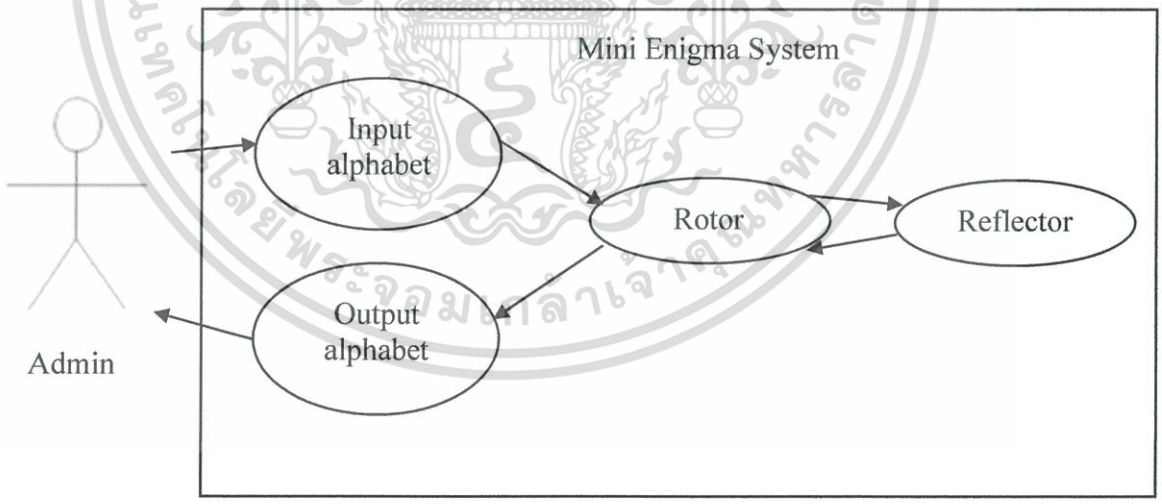


รูปที่ 3.2 แผนผังของระบบ

การนำเข้าข้อมูลที่ต้องการ

แทนตัวอักษร 6 ตัว ได้แก่ A,B,C,D,E,F ให้เป็นหลอดไดโอดเปล่งแสง 6 ดวง ที่มีจำนวน 3 ชิ้น ทำให้เกิดเป็นโรเตอร์ขึ้นมา โปรแกรมที่เขียนลงใน Arduino เป็นคำสั่งที่ทำให้ไดโอดเปล่งแสงกระพริบโดยใช้หลักการของ Enigma Cryptography ทำการเข้ารหัส และถอดรหัสภายใน 6 ตัวอักษร

3.1.2 Use case diagram



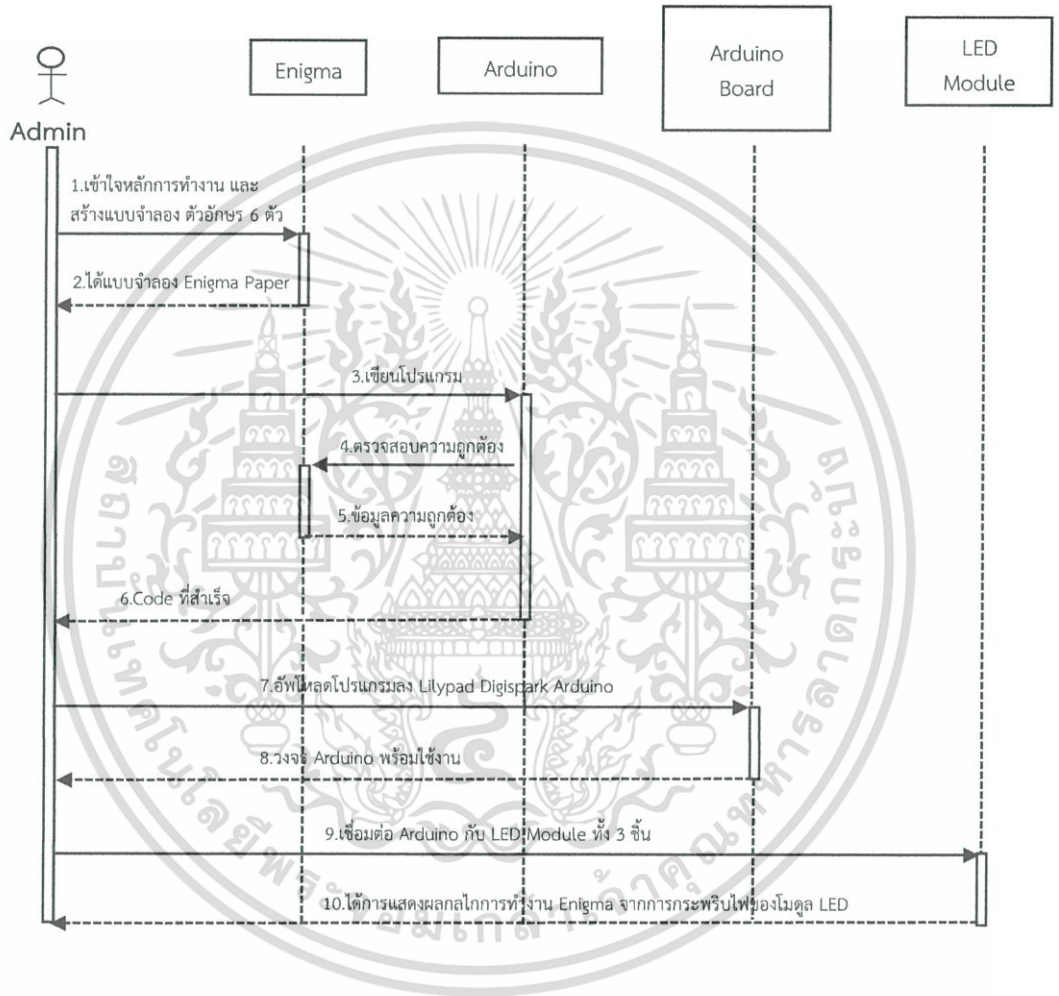
รูปที่ 3.3 Use case diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำอธิบาย Use case diagram

1. นำเข้าตัวอักษรด้วย Keypad ที่ประกอบไปด้วย 6 ตัวอักษร
2. แสดงผลจากตัวอักษรนำเข้า และกระบวนการของโรเตอร์ ด้วยไดโอดเปล่งแสง
3. Reflector ย้อนการเข้ารหัสกลับไปเพื่อแสดงผลออกมา
4. รับตัวอักษรที่ผ่านการสลับเปลี่ยนด้วยไดโอดเปล่งแสง

3.1.3 Sequence diagram



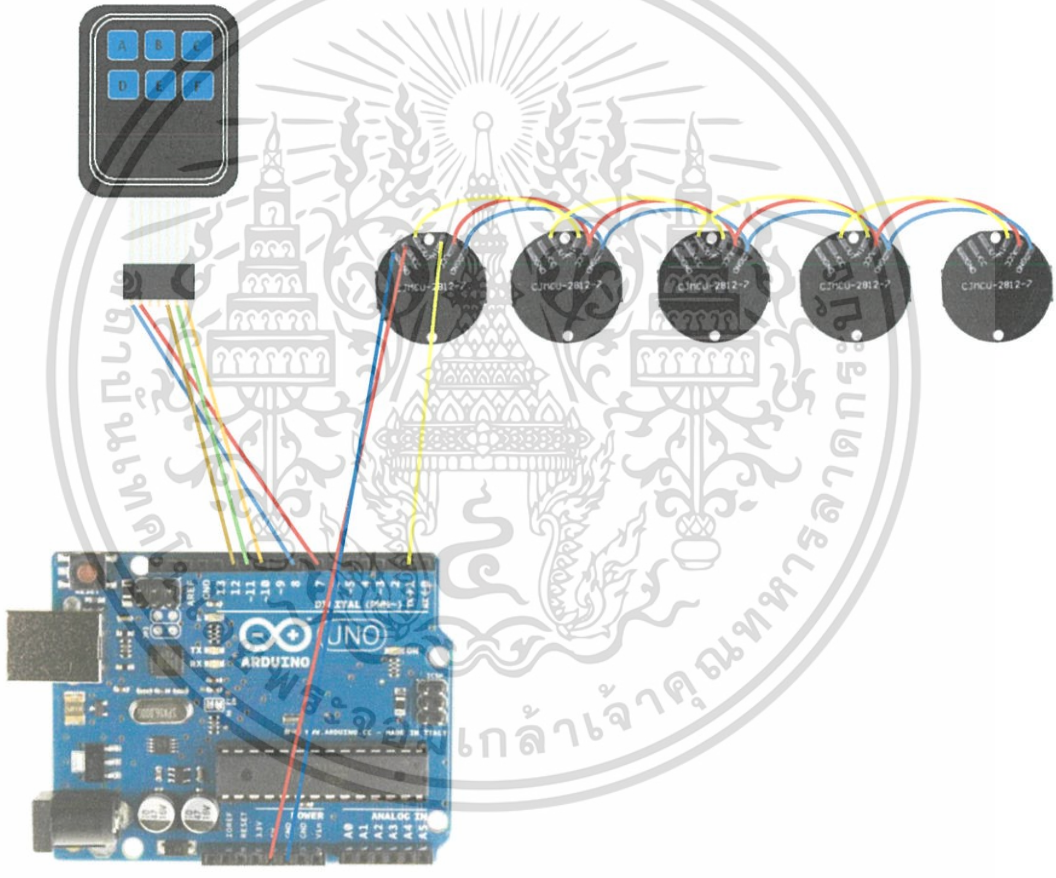
รูปที่ 3.4 Sequence diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ออกแบบฮาร์ดแวร์ (Hardware design)

3.2.1 ส่วนประกอบของฮาร์ดแวร์

ส่วนนำเข้าข้อมูล เป็น Keypad ที่เชื่อมกับบอร์ด Arduino ประกอบไปด้วย 6 ตัวอักษร (A – F)
ส่วนการประมวลผล เมื่อรับค่าเข้าไปใน Arduino จะสั่งให้ไดโอดเปล่งแสงตัวที่ 1 ติดไฟตามตำแหน่งตัวอักษรที่ได้รับค่าเข้ามา ไดโอดเปล่งแสงตัวที่ 2 และ 3 จะทำงานด้วยกลไกการทำงานการเข้ารหัสและถอดรหัสของอินิกมา
ส่วนแสดงผล ในส่วนของการแสดงผลจะแสดงผ่านไดโอดเปล่งแสงจากการกระพริบไฟ แต่ละชั้นแทนชั้นของโรเตอร์ในอินิกมา จำนวนชั้นละ 6 ตัวอักษร

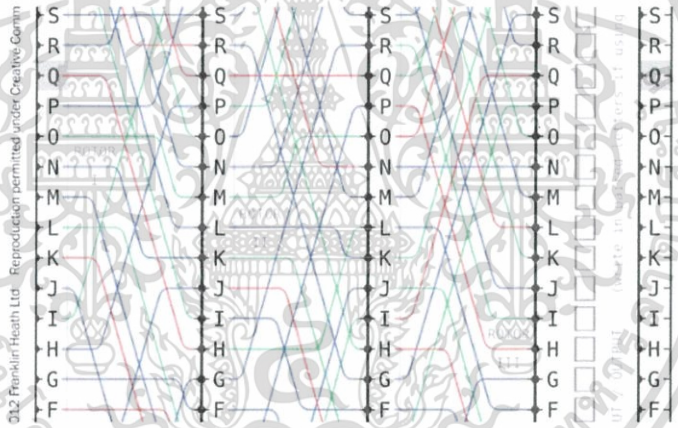


รูปที่ 3.5 ส่วนประกอบฮาร์ดแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 หลักการทำงานของฮาร์ดแวร์

หลักการทำงานของฮาร์ดแวร์คือ จะเข้ากลไกการเข้ารหัส และถอดรหัส ที่ได้เขียนโปรแกรม Arduino โดยหลักการของอินิกมาลงไปใน Arduino ซึ่งได้ต่อเข้ากับ Keypad เพื่อนำเข้าตัวอักษร และไดโอดเปล่งแสงจำนวน 3 ชิ้น โดย Arduino เชื่อมกับไดโอดเปล่งแสงตัวแรก จากนั้นไดโอดเปล่งแสงตัวแรกจะเชื่อมต่อกับตัวที่ 2 และตัวที่ 2 จะเชื่อมต่อกับตัวที่ 3 เป็นการประมวลผลและแสดงผลออกมาเป็นขั้นๆ เช่น กดอักษร A กระพริบไฟ ดวงที่ 1 ของไดโอดเปล่งแสงตัวแรก เครื่องจะแปลงตัวอักษรของเราเป็นตัวอื่น โดยแสดงให้เห็นจากการกระพริบไฟของโมดูลตัวที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ดังนั้น เมื่อพิมพ์เป็นข้อความยาวๆ จะได้ข้อความอีกข้อความหนึ่ง ซึ่งจะอ่านไม่รู้เรื่อง ในการถอดรหัส จำเป็นต้องมี key หรือกุญแจที่ใช้ถอดรหัส เรียกสิ่งนั้นว่า โรเตอร์ นิยมมี 3 ตัว แต่ปัจจุบันมีการปรับปรุงพัฒนาให้ซับซ้อนมากขึ้น จึงเพิ่มเป็น 5 ตัว โดยโรเตอร์แต่ละตัวจะมีการหมุนที่แตกต่างกัน โดยตัวแรกหมุนครบ 1 รอบเท่ากับ 26 ครั้ง (A-Z) ตัวที่ 2 ก็จะหมุนตามด้วยตัวที่ 3 โดยเราสามารถเลือก โรเตอร์ ที่ใช้งานได้ 3 ตัวจาก 5 ตัว นอกจากนี้ ยังสามารถเลือก Reflector เพื่อทำการสลับตัวอักษรได้อีกด้วย เช่น เลือก Reflector (J-P) เมื่อผลลัพธ์มีตัวอักษร J ก็จะแปลงเป็น P ถ้ามีตัวอักษร P ก็จะเปลี่ยนเป็น J เป็นต้น

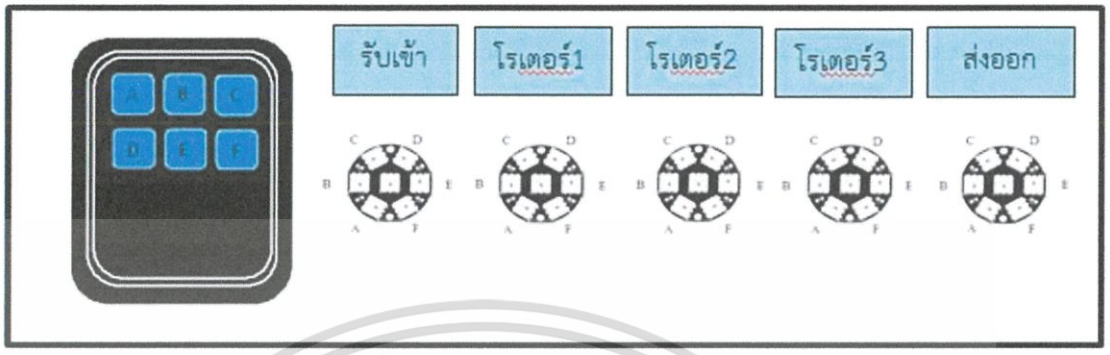


รูปที่ 3.6 กลไกของอินิกมา ประกอบด้วย โรเตอร์ 3 ตัว และ Reflector 1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 ส่วนประกอบของอุปกรณ์



รูปที่ 4.1 แสดงภาพรวมของอุปกรณ์

4.1.1 **คีย์บอร์ด**

เป็นปุ่มกดไว้สำหรับใส่ตัวอักษรที่ต้องการเข้ารหัส**รับเข้า** ซึ่งประกอบไปด้วยตัวอีกษร A,B,C,D,E,F

รูปที่ 4.2 คีย์บอร์ด

4.1.2 **รับเข้า**

ไดโอดเปล่งแสงจะแสดงผลข้อมูลที่รับเข้ามาจากคีย์บอร์ด

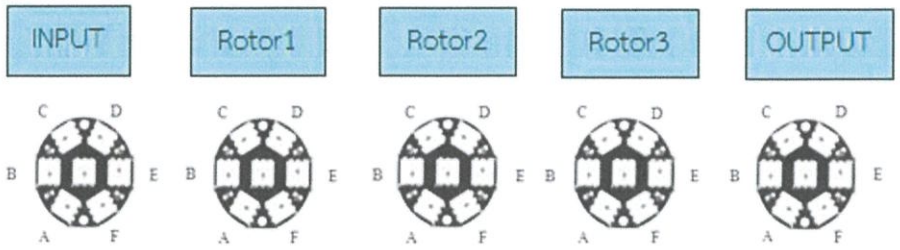
4.1.3 **ส่วนประมวลผล**

ไดโอดเปล่งแสง 3 อันจะแทนด้วย โรเตอร์1, โรเตอร์2, โรเตอร์3 จะประมวลผลข้อมูลที่รับเข้ามาจากส่วนรับเข้า

4.1.4 **ส่งออก**

ไดโอดเปล่งแสงจะแสดงผลข้อมูลที่ส่งออกมาจากหน่วยประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงไดโอดเปล่งแสงในชุดอุปกรณ์

4.2 กลไกการทำงานของอุปกรณ์

4.2.1 คีย์บอร์ด

เมื่อกดปุ่ม A ที่คีย์บอร์ดจะส่งผลให้ไฟที่ไดโอดเปล่งแสงที่ตัวอักษร A ติด
เมื่อกดปุ่ม B ที่คีย์บอร์ดจะส่งผลให้ไฟที่ไดโอดเปล่งแสงที่ตัวอักษร B ติด
เมื่อกดปุ่ม C ที่คีย์บอร์ดจะส่งผลให้ไฟที่ไดโอดเปล่งแสงที่ตัวอักษร C ติด
เมื่อกดปุ่ม D ที่คีย์บอร์ดจะส่งผลให้ไฟที่ไดโอดเปล่งแสงที่ตัวอักษร D ติด
เมื่อกดปุ่ม E ที่คีย์บอร์ดจะส่งผลให้ไฟที่ไดโอดเปล่งแสงที่ตัวอักษร E ติด
เมื่อกดปุ่ม F ที่คีย์บอร์ดจะส่งผลให้ไฟที่ไดโอดเปล่งแสงที่ตัวอักษร F ติด

4.2.2 ส่วนรับเข้า

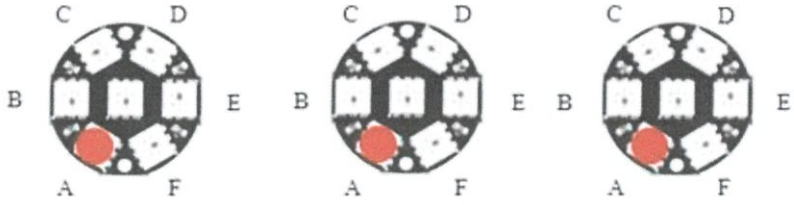
ไดโอดเปล่งแสงจะแสดงผลข้อมูลที่รับเข้ามาจากคีย์บอร์ดโดยไดโอดเปล่งแสงจะติดที่ละดวงตามปุ่มที่กด

รูปที่ 4.4 แสดงผลส่วนรับเข้าเมื่อกดคีย์บอร์ดที่ปุ่ม A

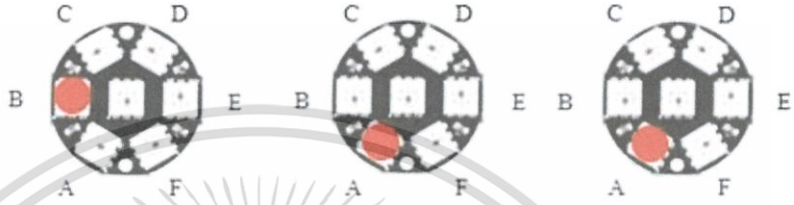
4.2.3 ส่วนประมวลผล

ข้อมูลที่รับเข้าจากส่วนรับเข้าจะประมวลผลโดยผ่านโรเตอร์ 1, โรเตอร์ 2 และ โรเตอร์ 3 ตามลำดับ เมื่อกดคีย์บอร์ด 1 ครั้ง จะส่งผลให้ไดโอดเปล่งแสงที่ โรเตอร์ 1 ขยับไปทางซ้าย 1 ตำแหน่ง และ เมื่อวนครบ 1 รอบ ซึ่งคือ 6 ครั้ง จะส่งผลให้ไดโอดเปล่งแสงที่โรเตอร์ 2 ขยับไป 1 ตำแหน่ง และเมื่อโรเตอร์วนครบ 1 รอบ ก็จะส่งผลให้ไดโอดเปล่งแสงที่โรเตอร์ 3 ขยับไป 1 ตำแหน่งเช่นกัน

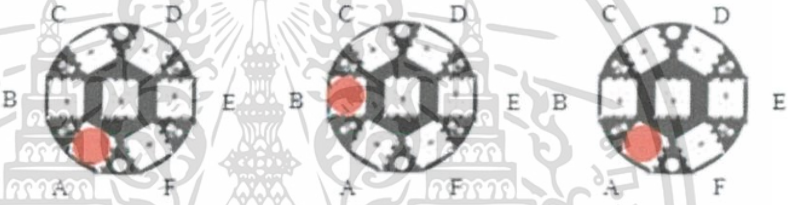
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงตำแหน่งเริ่มต้นของไดโอดเปล่งแสงแต่ละโรเตอร์



รูปที่ 4.6 แสดงตำแหน่ง ไดโอดเปล่งแสงเมื่อกดปุ่มที่คีย์บอร์ด 1 ครั้ง



รูปที่ 4.7 แสดงตำแหน่งเมื่อโรเตอร์1 วนครบ 1 รอบ

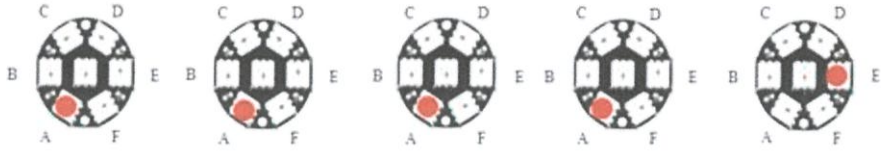
รูปที่ 4.8 แสดงตำแหน่งเมื่อโรเตอร์2 วนครบ 1 รอบ

4.2.4 **ส่วนส่งออก**

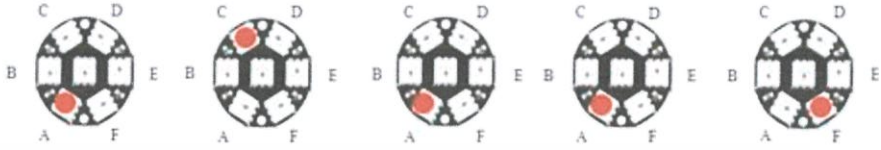
ไดโอดเปล่งแสงจะแสดงผลข้อมูลที่ประมวลผลมาจากโรเตอร์1, โรเตอร2 และ โรเตอร์3

รูปที่ 4.9 แสดงผลเมื่อกดปุ่ม A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แสดงผลเมื่อกดปุ่ม AB



รูปที่ 4.11 แสดงผลเมื่อกดปุ่ม ABC

4.3 การเข้ารหัสและการถอดรหัส

การแสดงผลของส่วนนำออกจะขึ้นอยู่กับส่วนนำเข้าและตำแหน่งของโรเตอร์แต่ละอัน ณ ตำแหน่งเดียวกัน ถ้าเข้ารหัสตัวอักษรตัวหนึ่งแล้วได้ผลลัพธ์ออกมา ผลลัพธ์นั้นจะสามารถนำไปถอดรหัสได้ที่โรเตอร์ตำแหน่งเดียวกัน จะได้ออกมาเป็นตัวอักษรเดิมก่อนทำการเข้ารหัส

รูปที่ 4.12 แสดงผลเมื่อกดปุ่ม B

รูปที่ 4.13 แสดงผลเมื่อกดปุ่ม F

จากรูปที่ 4.12 เมื่อเรากดปุ่ม F ที่คีย์บอร์ดจะส่งผลให้ไดโอดเปล่งแสงที่ส่วนนำเข้าติดที่ตัวอักษร A โรเตอร์1 อยู่ที่ตำแหน่ง A โรเตอร์2 อยู่ที่ตำแหน่ง A และ โรเตอร์3 อยู่ที่ตำแหน่ง A ส่วนแสดงผลได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นตัวอักษร F ขณะเดียวกันถ้าเรากดปุ่ม F ที่คีย์บอร์ดจะส่งผลให้ไดโอดเปล่งแสงที่ส่วนนำเข้าติดที่ตัวอักษร F โรเตอร์1 อยู่ที่ตำแหน่ง A โรเตอร์2 อยู่ที่ตำแหน่ง A และ โรเตอร์3 อยู่ที่ตำแหน่ง A ส่วนแสดงผลได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นตัวอักษร B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะ

การจัดทำโครงงานอินิกมาขนาดเล็ก (Mini Enigma) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาด้วยอุปกรณ์ที่มีชื่อว่า Arduino Uno R3 สามารถสรุปผลการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 การดำเนินงานจัดทำโครงงาน

5.1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

5.1.1.1 เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ที่เป็นสื่อเพื่อการศึกษา ให้แตกต่างจากการอ่านหนังสือ

5.1.1.2 เพื่อดึงดูดให้ผู้ศึกษามีความสนใจ และต้องการเรียนรู้

5.1.1.3 เพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจให้กับผู้ศึกษา

5.1.1.4 ทำให้การเรียนรู้ไม่น่าเบื่ออีกต่อไป

5.1.1.5 สามารถเข้าถึงกับทุกวัย ไม่ยากแก่การเรียนรู้จนเกินไป

5.1.2 วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือหรือโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา

5.1.2.1 ไดโอดเปล่งแสง

5.1.2.2 Arduino Uno R3

5.1.2.3 Arduino IDE

5.2 สรุปผลการดำเนินงานโครงงาน

อินิกมาขนาดเล็กพัฒนาขึ้นเพื่อให้เป็นของเล่นเพื่อการศึกษา โดยแตกต่างจากการเรียนรู้แบบเดิมใช้ไดโอดเปล่งแสงแสดงผลเพื่อให้เข้าใจง่าย, เห็นภาพชัดเจน และ เป็นที่น่าสนใจ ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา ทำให้มีความสะดวกเหมาะกับยุคปัจจุบัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

5.3.1.1 อุปกรณ์ไม่ได้มีการแสดงผลข้อมูลทั้งหมดที่รับเข้าและส่งออกอาจทำให้ผู้ศึกษาไม่เห็นภาพเท่าที่ควร

5.3.2 ปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการพัฒนา

5.3.2.1 กลไกการทำงานของเครื่องอินิกมาซับซ้อน ทำให้ผู้พัฒนาต้องคิดวิธีการที่ทำให้ผู้ใช้ใช้งานอุปกรณ์อย่างง่าย จึงทำให้การพัฒนาเกิดความล่าช้าไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Darel W. Hardy,Fred Richman,Carol L. Walker. Applied Algebra: Codes, Ciphers and Discrete Algorithms, Second Edition,2009

[2] Midge Cozzens, Steven J. Miller , Wesley Pegden. The Mathematics of Encryption: An Elementary Introduction , [Online],
Available:
https://web.williams.edu/Mathematics/sjmiller/public_html/tas2012CrytpoBenford/unithandouts/unit2_chap_Enigma_SchrockMiller.pdf

[3] *การเรียนรู้และฝึกทักษะด้านระบบสมองกลฝังตัวด้วย Arduino*. 11 เมษายน , 2560 , จาก
http://cpre.kmutnb.ac.th/esl/2014/10/emsys-training-with-arduino/

[4] *อีนิกม่า (Enigma) เครื่องสร้างปริศนารหัสลับระดับโลก!*. 11 เมษายน , 2560 , จาก
http://www.scimath.org/socialnetwork/groups/viewbulletin/2849-1-enigma?groupid=502

[5] *ความรู้เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น*. 11 เมษายน , 2560 , จาก
http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_1.pdf

[6] *แนะนำบอร์ด Arduino*. 11 เมษายน , 2560 , จาก
http://paiboondev.blogspot.com/p/arduino.html

[7] ประวัติ Alan Turing. 11 เมษายน , 2560 , จาก
http://scoop.mthai.com/google_news/4408.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

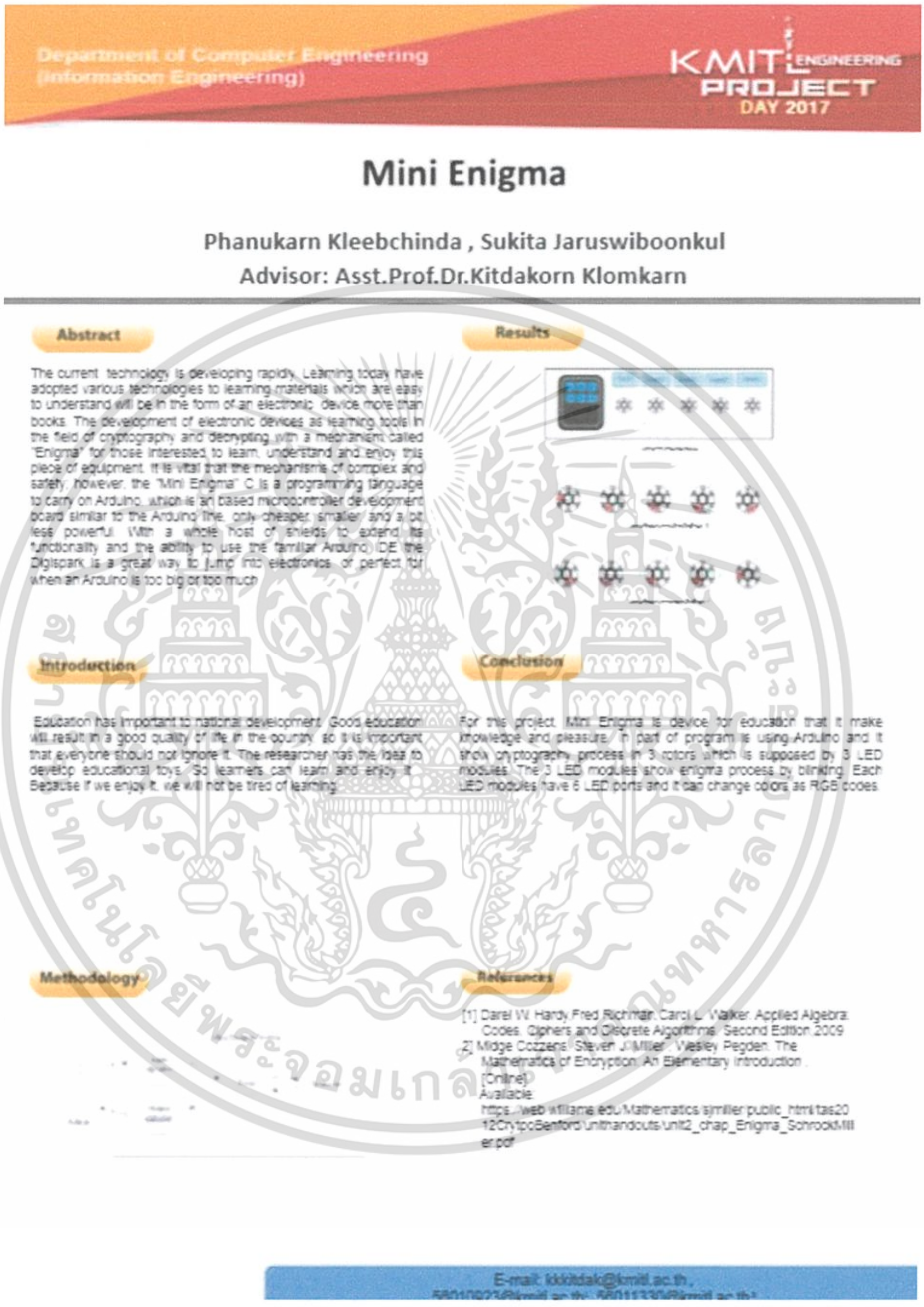
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
Poster

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

Poster



Department of Computer Engineering (Information Engineering)

KMITL ENGINEERING PROJECT DAY 2017

Mini Enigma

Phanukarn Kleebchinda , Sukita Jaruswiboonkul
Advisor: Asst.Prof.Dr.Kitdakorn Klomkarn

Abstract

The current technology is developing rapidly. Learning today have adopted various technologies to learning materials which are easy to understand will be in the form of an electronic device more than books. The development of electronic devices as learning tools in the field of cryptography and decrypting with a mechanism called "Enigma" for those interested to learn, understand and enjoy this piece of equipment. It is vital that the mechanisms of complex and safety, however, the "Mini Enigma" C is a programming language to carry on Arduino, which is an based microcontroller development board similar to the Arduino line, only cheaper, smaller and a bit less powerful. With a whole host of shields to extend its functionality and the ability to use the familiar Arduino IDE the Digispark is a great way to jump into electronics or perfect for when an Arduino is too big or too much

Introduction

Education has important to national development. Good education will result in a good quality of life in the country, so it is important that everyone should not ignore it. The researcher has the idea to develop educational toys. So learners can learn and enjoy it. Because if we enjoy it, we will not be tired of learning.

Methodology

Results

Conclusion

For this project, Mini Enigma is device for education that it make knowledge and pleasure. In part of program is using Arduino and it show cryptography process in 3 rotors which is supposed by 3 LED modules. The 3 LED modules show enigma process by blinking. Each LED modules have 8 LED ports and it can change colors as RGB codes.

References

[1] Darel W. Hardy, Fred Richman, Carol L. Walker. Applied Algebra: Codes, Ciphers and Discrete Algorithms. Second Edition 2009
[2] Midge Cozzens, Steven J. Miller. Wesley Pegden. The Mathematics of Encryption: An Elementary Introduction. [Online]. Available: https://web.williams.edu/Mathematics/sjmiller/public_html/tas2012CryptoBenford/unithandouts/unit2_chap_Enigma_Schrock-Miller.pdf

E-mail: kkkitdak@kmitl.ac.th ,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

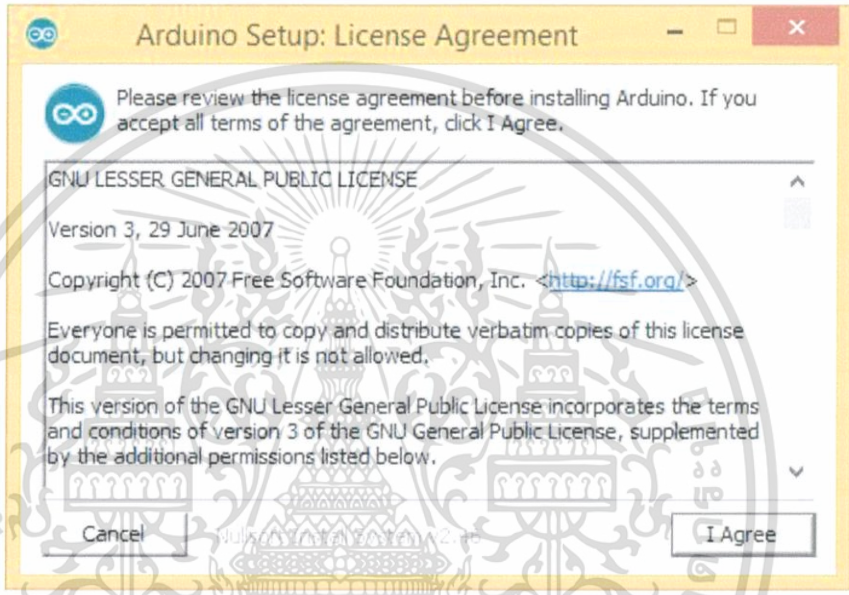
ภาคผนวก ข
การดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE

การติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE

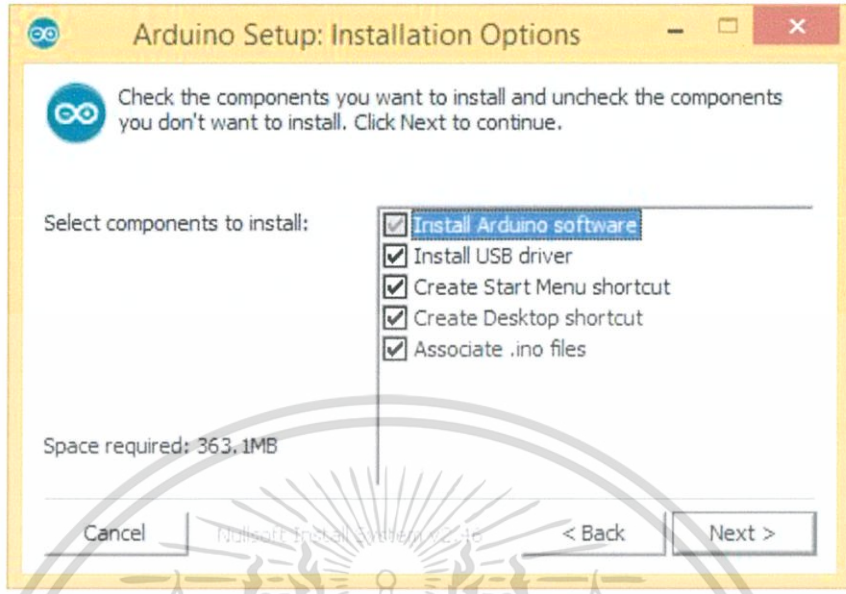
1. ดาวน์โหลดโปรแกรมจาก http://www.arduino.org/downloads
2. อ่านรายละเอียดพร้อมกดปุ่ม I Agree
3. อ่านรายละเอียดแล้วกดปุ่ม IAgree



ข.1 หน้าต่าง License Agreement ของ Arduino IDE

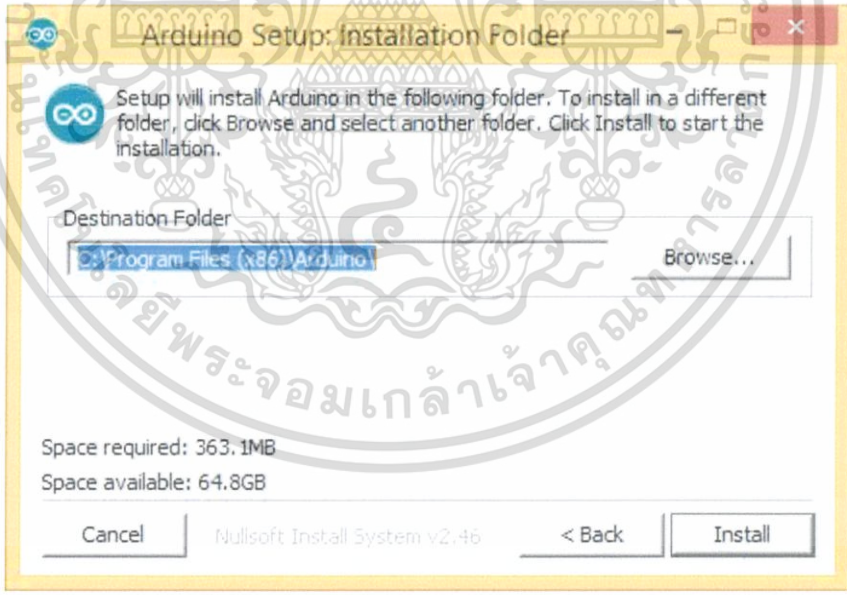
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เลือกตัวเลือกการติดตั้งแล้วกดปุ่ม Next >



ข.2 หน้าต่าง Installation Options ของ Arduino IDE

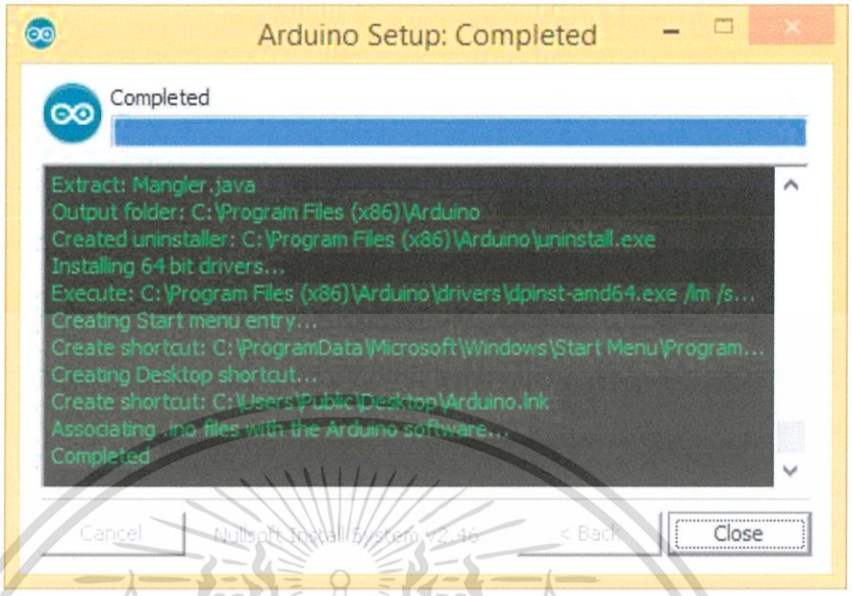
5. เลือกโฟลเดอร์ที่ต้องการติดตั้งโปรแกรม



ข.3 หน้าต่าง Installation Folder ของ Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การติดตั้งเสร็จสมบูรณ์



ข.4 หน้าต่าง Completed ของ Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างการใช้งานอินิกมาขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก
ตัวอย่างการใช้งานอินิกมาขนาดเล็ก

ตัวอย่างการใช้งานอินิกมาขนาดเล็ก

ค.1 แสดงการใช้งานเมื่อกดปุ่ม B

ค.2 แสดงการใช้งานเมื่อกดปุ่ม E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างโค้ดอินิกมาขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก
ตัวอย่างโค้ดอินิกมาขนาดเล็ก

ตัวอย่างโค้ดอินิกมาขนาดเล็ก

```
#include <Keypad.h>  // Include the Keypad library
#include <plcLib.h>  // Include the plcLib library
#include <Adafruit_NeoPixel.h>

Adafruit_NeoPixel strip = Adafruit_NeoPixel(64, PIN1, NEO_GRB + NEO_KHZ800);
int input[] = {1,2,3,4,5,6};
int sine1[] = {8,9,10,11,12,13};
int sine2[] = {15,16,17,18,19,20};
int sine3[] = {22,23,24,25,26,27};
int output[] = {29,30,31,32,33,34};

int count=0;
int count1=0;
int count2=0;

char keyPress = 0;   // Holds the currently pressed key value (if any)
const byte ROWS = 4; // Keypad has four rows
const byte COLS = 3; // Keypad has three columns

unsigned long TIMER0 = 0;  // Define variable used for switch debounce

// Define the Keymap
char keys[ROWS][COLS] = {
  {'1','2','3'},
  {'4','5','6'},
  {'7','8','9'},
  {'*','0','#'}
};

// Connect keypad ROW0, ROW1, ROW2 and ROW3 to these Arduino pins.
byte rowPins[ROWS] = { 8, 7, 4, 2 };
// Connect keypad COL0, COL1 and COL2 to these Arduino pins.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
byte colPins[COLS] = { 12, 11, 10 };

// Create the Keypad
Keypad kpd = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );

void setup() {
  setupPLC();               // Define input / output pins
   strip.begin();
  strip.setBrightness(20); //adjust brightness here
  strip.show(); // Initialize all pixels to 'off'

}

void loop()
{
   keyPress = kpd.getKey();
  if (keyPress == '1')
  {
    strip.setPixelColor(input[0], strip.Color(255,0,0));
    strip.setPixelColor(input[1], strip.Color(0,0,0));
    strip.setPixelColor(input[2], strip.Color(0,0,0));
    strip.setPixelColor(input[3], strip.Color(0,0,0));
    strip.setPixelColor(input[4], strip.Color(0,0,0));
    strip.setPixelColor(input[5], strip.Color(0,0,0));
    strip.setPixelColor(sine1[count%6], strip.Color(255,0,0));
    strip.setPixelColor(sine1[(count-1)%6], strip.Color(0,0,0));
    strip.setPixelColor(sine2[(0+count/6)%6], strip.Color(255,0,0));
    strip.setPixelColor(sine2[(-1+count/6)%6], strip.Color(0,0,0));
     strip.setPixelColor(sine3[(count/36)%6], strip.Color(255,0,0));
    strip.setPixelColor(sine3[(-1+count/36)%6], strip.Color(0,0,0));
    strip.setPixelColor(output[(3+count+count+count)%6], strip.Color(255,0,0));
    strip.setPixelColor(output[(1+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
    strip.setPixelColor(output[(2+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
    strip.setPixelColor(output[(6+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
    strip.setPixelColor(output[(4+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
    strip.setPixelColor(output[(5+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
    strip.show();
    count++;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  }
  if (keyPress == '2')
{
  strip.setPixelColor(input[0], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(input[1], strip.Color(255,0,0));
  strip.setPixelColor(input[2], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(input[3], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(input[4], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(input[5], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(sine1[count%6], strip.Color(255,0,0));
  strip.setPixelColor(sine1[(count-1)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(sine2[(0+count/6)%6], strip.Color(255,0,0));
  strip.setPixelColor(sine2[(-1+count/6)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(sine3[(0+count/36)%6], strip.Color(255,0,0));
  strip.setPixelColor(sine3[(-1+count/36)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(output[(2+count+count+count)%6], strip.Color(255,0,0));
  strip.setPixelColor(output[(1+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(output[(3+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(output[(6+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(output[(4+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(output[(5+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));

  strip.show();
  count++;
  }
   if (keyPress == '3')
{
    strip.setPixelColor(input[0], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(input[1], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(input[2], strip.Color(255,0,0));
  strip.setPixelColor(input[3], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(input[4], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(input[5], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(sine1[count%6], strip.Color(255,0,0));
  strip.setPixelColor(sine1[(count-1)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(sine2[(0+count/6)%6], strip.Color(255,0,0));
  strip.setPixelColor(sine2[(-1+count/6)%6], strip.Color(0,0,0));
   strip.setPixelColor(sine3[(0+count/36)%6], strip.Color(255,0,0));
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  strip.setPixelColor(sine3[(-1+count/36)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(output[(4+count+count+count)%6], strip.Color(255,0,0));
  strip.setPixelColor(output[(1+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(output[(3+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(output[(6+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(output[(2+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(output[(5+count)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.show();
  count++;
  }
   if (keyPress == '4')
{
  strip.setPixelColor(input[0], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(input[1], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(input[2], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(input[3], strip.Color(255,0,0));
  strip.setPixelColor(input[4], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(input[5], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(sine1[count%6], strip.Color(255,0,0));
  strip.setPixelColor(sine1[(count-1)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(sine2[(0+count/6)%6], strip.Color(255,0,0));
  strip.setPixelColor(sine2[(-1+count/6)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(sine3[(0+count/36)%6], strip.Color(255,0,0));
  strip.setPixelColor(sine3[(-1+count/36)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(output[(6+count+count+count)%6], strip.Color(255,0,0));
  strip.setPixelColor(output[(1+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(output[(2+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(output[(3+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(output[(5+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(output[(4+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
  strip.show();
  count++;
  }
   if (keyPress == '5')
{
     strip.setPixelColor(input[0], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(input[1], strip.Color(0,0,0));
  strip.setPixelColor(input[2], strip.Color(0,0,0));
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
strip.setPixelColor(input[3], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(input[4], strip.Color(255,0,0));
strip.setPixelColor(input[5], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(sine1[count%6], strip.Color(255,0,0));
strip.setPixelColor(sine1[(count-1)%6], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(sine2[(0+count/6)%6], strip.Color(255,0,0));
strip.setPixelColor(sine2[(-1+count/6)%6], strip.Color(0,0,0));
 strip.setPixelColor(sine3[(0+count/36)%6], strip.Color(255,0,0));
strip.setPixelColor(sine3[(-1+count/36)%6], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(output[(5+count+count+count)%6], strip.Color(255,0,0));
strip.setPixelColor(output[(0+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(output[(3+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(output[(2+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(output[(4+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(output[(1+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));

strip.show();
count++;
}
 if (keyPress == '6')
{   strip.setPixelColor(input[0], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(input[1], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(input[2], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(input[3], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(input[4], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(input[5], strip.Color(255,0,0));
strip.setPixelColor(sine1[count%6], strip.Color(255,0,0));
strip.setPixelColor(sine1[(count-1)%6], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(sine2[(0+count/6)%6], strip.Color(255,0,0));
strip.setPixelColor(sine2[(-1+count/6)%6], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(sine3[(0+count/36)%6], strip.Color(255,0,0));
strip.setPixelColor(sine3[(-1+count/36)%6], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(output[(2+count+count+count)%6], strip.Color(255,0,0));
strip.setPixelColor(output[(3+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(output[(1+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(output[(4+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(output[(6+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
strip.setPixelColor(output[(5+count+count+count)%6], strip.Color(0,0,0));
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    strip.show();
    count++;
    }
}
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้