



Practical  
 Microcontroller  $\infty$  Programming  
 with **ARDUINO**

เรียนง่ายเป็นเร็ว



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ห้องสมุดเทคโนโลยี



401017134



เปลี่ยน Arduino ให้เป็นเรื่องง่าย ให้ทุกคนเรียนได้อย่างรวดเร็ว

หนังสือเรียนไมโครคอนโทรลเลอร์ และการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานด้วย Arduino เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นที่ไม่มีพื้นฐานมาก่อน

แต่ง กศพว บ้านคลองสี่

อาจารย์มหาวิทยาลัยและวิทยากรพิเศษทั้งภาครัฐและเอกชน  
 ของเพจ/ยูทูป : Aj. Nest The Series และ GlurGeek.com





## PREFACE

นับตั้งแต่ที่ Arduino เปิดตัวมา ก็ได้กลายมาเป็นหนึ่งในโอเพ่นซอร์สฮาร์ดแวร์ที่ประสบความสำเร็จอย่างมากในวงการการสร้างนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ ผมได้ซื้อ Arduino ตัวแรกมาเมื่อหลายปีก่อน เพื่อนำมาใช้สอนให้กับนักศึกษาและผู้ที่มีความสนใจอยากเรียนรู้ อยากเห็นว่า อุปกรณ์ตัวนี้มีความน่าสนใจอย่างไร ทำให้ไม่มีแต่คนพูดถึงกัน จึงได้เริ่มศึกษาค้นคว้าอย่างจริงจังจนได้มีโอกาสดูคลิปของ Massimo Banzi ผู้คิดค้น Arduino ที่ขึ้นพูดบนเวทีในงาน TED Talk ทำให้ผมรู้สึกประทับใจในเจตนารมณ์ของพวกเขาที่ว่า พวกเขา กำลังพยายามสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีขนาดกะทัดรัด ราคาไม่แพง ใช้งานง่าย สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน และอุปกรณ์เซนเซอร์แบบต่างๆ ได้

โปรแกรมที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมสำหรับสั่งงานบอร์ด Arduino ก็สามารถดาวน์โหลดได้ฟรี พร้อมทั้งรองรับการเขียนโปรแกรมภาษาซี ซึ่งเป็นภาษาพื้นฐานที่เหมาะสมกับผู้เริ่มต้นในการพัฒนาโปรแกรมทางด้านฮาร์ดแวร์ที่เรียนรู้ได้ง่าย เราสามารถหาซื้อบอร์ดนี้ได้ทั่วไป อีกทั้งยังมีแหล่งข้อมูลให้ศึกษา และสอนวิธีการใช้งานมากมายบนโลกออนไลน์ ทั้งจากเว็บ [arduino.cc](http://arduino.cc) ที่เป็นของผู้พัฒนาเอง และแหล่งชุมชนต่างๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่ดีมากสำหรับผู้เริ่มต้นที่อยากจะเรียนรู้การเขียนโปรแกรมร่วมกับฮาร์ดแวร์ เพื่อสร้างนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ได้ด้วยตัวเอง

Arduino จึงเป็นบอร์ดที่จะช่วยสร้างแรงบันดาลใจใหม่ๆ ให้กับคนธรรมดาอย่างเราๆ ทั้งเด็กและผู้ใหญ่ ให้สามารถกล้าคิดค้น กล้าใส่ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม เพื่อสร้างนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ แบบง่ายๆ ได้ด้วยตัวเอง ตั้งแต่งานศิลปะเชิงโต้ตอบไปจนถึงการสร้างหุ่นยนต์ก็สามารถทำได้จริง

ดังนั้น หนังสือเล่มนี้ได้เรียบเรียงเนื้อหาามาเพื่อสร้างแรงบันดาลใจ และประโยชน์ให้กับผู้เริ่มต้นพัฒนาโปรแกรมในการจะก้าวเข้าสู่นักประดิษฐ์นวัตกรรมรุ่นใหม่ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้เข้าใจภาพรวมของ Arduino ตั้งแต่จุดเริ่มต้นไปจนถึงตัวอย่างการสร้างนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่น่าสนใจ รู้จักบอร์ดมาตรฐานของ Arduino และอุปกรณ์เสริมประเภทต่างๆ ตลอดจนการเลือกซื้อ Arduino ให้ตรงกับงานที่ต้องการประดิษฐ์ รู้จักการใช้งานซอฟต์แวร์เพื่อการเรียนรู้ Arduino แบบจำลองทั้งการออกแบบ การต่อวงจร และการเขียนโปรแกรมเพื่อจำลองการทำงานของ Arduino แบบออนไลน์ โดยไม่จำเป็นต้องใช้บอร์ดจริง เพื่อทดสอบแนวความคิด วิธีการ และผลการทดลองก่อนลงทุนซื้ออุปกรณ์จริง

ผู้เรียนจะได้เรียนรู้การใช้งานบอร์ด Arduino จริง ตั้งแต่เริ่มใช้งานครั้งแรกไปจนถึงการแสดงผลแบบต่างๆ และส่วนที่สำคัญที่สุด คือ การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน ซึ่งผมได้พยายามนำเอาประสบการณ์ที่มีทางด้านการสอนการเขียนโปรแกรม มาถ่ายทอดเรียบเรียงเป็นข้อความและรูปภาพ เพื่อให้เรียนได้ด้วยตัวเองแบบเห็นภาพที่เข้าใจง่ายที่สุด โดยเจาะลึกการเขียนโปรแกรม ตั้งแต่การรู้จักกลุ่มของคำสั่งต่างๆ ของ Arduino ที่มีให้ใช้งาน วิธีการเขียนโปรแกรม Arduino Sketch การใช้งานตัวแปร ชุดอักขระ ชนิดข้อมูล และตัวแปร ตัวดำเนินการ การใช้คำสั่งทำซ้ำ การใช้คำสั่งเงื่อนไข การใช้งานอาร์เรย์ และการสร้าง Functions ด้วยตัวเอง โดยถ่ายทอดออกมาเป็นบทเรียน Arduino Tutorials ภาคปฏิบัติ ที่สามารถเขียนโปรแกรมไปพร้อมกันแบบ Step-by-Step พร้อมด้วยรูปภาพ Flowchart เพื่อให้ผู้เรียนเห็นภาพการทำงานของโปรแกรมได้ด้วยตัวเอง

ผมหวังว่า หนังสือเล่มนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นและแรงบันดาลใจที่ดีที่สุดให้กับผู้เรียน ที่อยากจะเริ่มต้น และต้องการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมของตนเองให้ดียิ่งขึ้น และสามารถนำความรู้และทักษะที่ได้ไปต่อยอดในการสร้างโครงงานนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมทางด้านการเรียน การประกอบธุรกิจ และการสร้างสรรค์สังคมให้ดียิ่งๆ ขึ้นได้

อาจารย์กศพว บ้านคลองสี่

อาจารย์มหาวิทยาลัยและวิทยากรพิเศษทั้งภาครัฐและเอกชน  
เจ้าของเพจ/ยูทูป : Aj. NesT the Series และ GlurGeek.com





## EDITOR'S NOTE

การเป็นบรรณาธิการหนังสือเล่มนี้ ทำให้ผมได้มีโอกาสรู้พื้นความรู้ในสาขาที่จบมา นั่นคือ สาขาอิเล็กทรอนิกส์ เอ็นจิเนียริง พอได้อ่านต้นฉบับจบก็ยิ่งทำให้ผมสนุกเป็นอย่างยิ่ง เพราะได้เห็นว่าคุณูปสรรคต่างๆ ที่ผมเคยประสบในสมัยเรียนได้ถูกขจัดออกไปเสียจนหมดสิ้น จากศาสตร์ที่เคยเป็นเรื่องเฉพาะคนที่เรียนจบมาตรงสาย กลับกลายเป็นเรื่องที่เปิดกว้างสำหรับทุกๆ คน มันเป็นเช่นนั้นได้อย่างไร?

มันคงจะเป็นไปไม่ได้ถ้าไม่มีฮีโร่เหล่านี้คือ นาย Massimo Banzi และเพื่อนๆ ผู้ออกแบบบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์นามว่า “Arduino” ที่ตัดเอาความซับซ้อนออกไปเพื่อให้เป็นบอร์ดที่เรียนรู้ง่าย ขจัดสิ่งที่เป็นอุปสรรคในการพัฒนาออกไปเสียจนหมดสิ้น ด้วยการทำให้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เป็น Open Source และสร้าง Arduino Community เพื่อเป็นแหล่งสร้างแรงบันดาลใจ แบ่งปันไอเดีย ด้วยการสร้าง Arduino Project Hub ศูนย์รวมโปรเจกต์ที่ช่วยปมเพาะไอเดียขั้นต้น สำหรับคนที่ยังคิดไม่ออกว่าจะประดิษฐ์อะไรดี และ Arduino Forum แหล่งแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างสมาชิก

ด้วยความที่เป็นกลุ่มนักร้องแบบจากประเทศอิตาลี ที่ขึ้นชื่อในเรื่องของความคิดสร้างสรรค์ จึงมีแนวทางในการพัฒนา Arduino Products ที่แตกต่างจากยุคสมัยเดิม โดยได้พัฒนา Products ที่ครอบคลุมคนทุกระดับตลอดเส้นทางการศึกษา ทั้งในระดับนักเรียน นักศึกษา นักวิจัย เมกเกอร์ (Maker) ทั้งมือสมัครเล่นและมืออาชีพ มีตั้งแต่ชุดประกอบสำเร็จรูป (Kits) มีบอร์ดหลายรุ่นที่มีพีเจอาร์และฟอร์มแฟกเตอร์ขนาดต่างๆ เพื่อรองรับโครงการที่มีสเกล และความซับซ้อนที่แตกต่างกัน และกลุ่มสินค้าขั้นสูง เช่น STEAM, Robotics & Drones, Internet Of Things (IoT), Industrial Automation เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีวงจรรายขายซัพพอร์ตมากมาย

หนังสือเล่มนี้เขียนโดย อาจารย์ทศพล บ้านคลองสี่ หรือ Aj. NesT the Series จะช่วยสร้างทักษะพื้นฐานทางอิเล็กทรอนิกส์ การต่อวงจร และการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน สามารถเริ่มต้นก้าวแรกได้อย่างรวดเร็วจากหนังสือ และ VDO Clip ใน YouTube Channel รวมถึงได้รับประสบการณ์จริงจากการทำ LAB ที่มีทั้งการต่อวงจรจริง และต่อวงจรจำลองผ่าน Simulation Software ผมเชื่อว่า ผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่ครบถ้วนบริบูรณ์ที่สุดจากหนังสือเล่มนี้

What is a Maker? : <http://bitly.ws/oH6R>

Makerspace : <https://www.thekommon.co/makerspace-for-education/>

ภัสวลา คชาเจริญ

บรรณาธิการ

# CONTENTS

## Chapter 01

### ภาพรวม Arduino สำหรับผู้เริ่มต้น

Arduino คืออะไร? .....	2
คลิปแนะนำ Arduino ใน 15 นาที .....	3
ทำไมบอร์ด Arduino จึงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด .....	4
Arduino บอร์ดเพื่อการศึกษา .....	6
Arduino จากก้าวเล็กๆ สู่ความยิ่งใหญ่ .....	10
รู้จัก Arduino ผ่านการบอกเล่าของ Massimo Banzi .....	11
คำบรรยายจากคลิป .....	11
ย้อนประวัติของ Arduino .....	23
วิวัฒนาการของบอร์ด Arduino .....	24
เริ่มต้นศึกษา Arduino อย่างไรดี .....	25
ศึกษา Arduino Projects ใน Arduino Project Hub .....	25
ศึกษา Arduino Projects ใน YouTube .....	26
ศึกษา Arduino Projects ใน HOWTOMECHATRONICS .....	27
องค์ประกอบการพัฒนา Arduino Projects ..	28
แหล่งข้อมูลศึกษาเพิ่มเติม (Arduino Tutorials) .....	30
บทสรุปท้ายบท .....	35

## Chapter 02

### รู้จักบอร์ดมาตรฐานของ Arduino และอุปกรณ์เสริม

โครงสร้างของ Microcontroller	38
เปรียบเทียบ Microprocessor & Microcontroller ..	39
ตระกูลของบอร์ดและชิป Microcontroller .....	40
รู้จักส่วนประกอบของบอร์ด Arduino .....	41
บอร์ด Arduino UNO .....	41
บอร์ด Arduino DUE .....	48
บอร์ด Arduino LEONARDO (with Headers) .....	52
บอร์ด Arduino MEGA .....	57

บอร์ด Arduino NANO.....	63
ข้อมูล Sensors/Modules, Motors และ Shields.....	67
ประเภทของ Sensors/Modules.....	67
ประเภทของ Arduino Motors และ Motor Driver Modules.....	71
ประเภทของ Arduino Shields .....	72
ตัวอย่างการใช้งานบอร์ด Arduino กับ Sensors.....	75
บทสรุปท้ายบท.....	79

## Chapter 03

### การเลือกซื้อ Arduino ให้เหมาะกับการใช้งาน

สินค้ากลุ่มไหนเหมาะกับใคร (Arduino Products).....	82
ตารางเปรียบเทียบสเปคบอร์ดรุ่นต่างๆ.....	86
Arduino บอร์ดกับบอร์ดเทียบดูกันอย่างไร.....	88
แหล่งเลือกซื้อบอร์ด Arduino และ Sensors.....	92
เลือกซื้อผ่านเว็บ arduino.cc.....	92
เลือกซื้อใน Lazada และ Shopee.....	93
เลือกซื้อผ่านร้านค้าออนไลน์.....	94
บทสรุปท้ายบท.....	95

## Chapter 04

### ซอฟต์แวร์เพื่อการเรียนรู้ Arduino

Fritzing (Circuit Drawing).....	98
จุดเด่นของโปรแกรม Fritzing.....	98
ดาวน์โหลดและติดตั้ง Fritzing.....	99
การเขียนวงจรและไดอะแกรมการเดินสายไฟด้วย Fritzing (Making Circuit & Wiring Diagrams) .....	101
การปรับขนาด-หมุน Breadboard.....	105
Zoom-in/Zoom-out.....	106
ทดลองเขียนวงจรกับโปรแกรม Fritzing ครั้งแรก.....	107

แหล่งศึกษาการใช้งานโปรแกรม Fritzing เพิ่มเติมทางออนไลน์.....	115
Tinkercad (Arduino Simulator).....	115
ส่วนประกอบของเว็บเพจ Learn Arduino.....	117
ทดลอง LED Light Up.....	118
ทดลองต่อวงจร Tone Melody.....	120
การแก้ไขส่วนประกอบ (Editing Components).....	121
การเดินสาย (Wiring Components).....	122
การเพิ่มขึ้นส่วนอุปกรณ์เพิ่มเติม (Adding Components).....	124
บทสรุปท้ายบท.....	129

## Chapter 05

### เริ่มใช้งานบอร์ด Arduino ครั้งแรก

ทางเลือกในการเขียนโปรแกรม.....	132
Arduino Sketch.....	133
การเขียนโปรแกรมบน Arduino IDE ครั้งแรก.....	135
Step 1 ดาวน์โหลดและติดตั้ง Arduino IDE.....	135
Step 2 รู้จักส่วนประกอบของโปรแกรม Arduino IDE.....	136
Step 3 ตั้งค่าการเชื่อมต่อ Arduino IDE กับบอร์ด.....	141
Step 3.1 กำหนดรุ่นของบอร์ดที่ใช้ให้กับ IDE.....	141
Step 3.2 ตั้งค่า Port ที่ใช้ติดต่อกับบอร์ด.....	141
Step 3.3 ทดลองเขียนโปรแกรมบน Arduino IDE ครั้งแรก.....	143
การเขียนโปรแกรมบน Arduino Web Editor ครั้งแรก.....	144
Step 1 การใช้งาน Arduino Web Editor.....	144
Step 2 รู้จักส่วนประกอบของ Arduino Web Editor.....	146
Step 3 ตั้งค่าเชื่อมต่อ Arduino Web Editor กับบอร์ด.....	147



Step 3.1 กำหนดรุ่นของบอร์ดและการใช้งาน Port .....	147	Step 7 : คำถามท้าย Arduino Tutorial 1.....	178
Step 3.2 ทดลองเขียนโปรแกรมบน Arduino Web Editor		<b>Arduino Tutorial 2 ทดลองเขียนโปรแกรม</b>	
ครั้งแรก.....	147	<b>ไพบรุษ .....</b>	<b>179</b>
<b>การศึกษา Arduino ในภาคปฏิบัติ .....</b>	<b>148</b>	Step 1 : อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	179
<b>สาธิตตัวอย่างการเรียนรู้ผ่าน</b>		Step 2 : คำสั่งที่ใช้ในการทดลอง .....	179
<b>Arduino Examples .....</b>	<b>149</b>	Step 3 : Flowchart Arduino Tutorial 2 .....	180
<b>สาธิตตัวอย่างการเรียนรู้จาก Arduino Library.....</b>	<b>153</b>	Step 4 : Source Code Arduino_Tutorial_2.ino.....	181
วิธีติดตั้ง Library ให้กับโปรแกรม Arduino.....	154	Step 5 : วิธีการทดลอง Arduino Tutorial 2 .....	181
<b>Serial Monitor .....</b>	<b>161</b>	Step 6 : ผลการทดลองของ Arduino Tutorial 2 .....	182
<b>บทสรุปท้ายบท .....</b>	<b>166</b>	Step 7 : คำถามท้าย Arduino Tutorial 2 .....	185
<b>Chapter 06 .....</b>		<b>6.3 การใช้งานตัวแปร</b>	
<b>การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน</b>		<b>(Arduino Variables).....</b>	<b>185</b>
<b>6.1 กลุ่มคำสั่งมีอะไรบ้าง</b>		<b>6.3.1 ตัวแปรภายนอกฟังก์ชันและตัวแปร</b>	
<b>(Arduino Programming).....</b>	<b>168</b>	<b>ภายในฟังก์ชัน.....</b>	<b>185</b>
<b>6.1.1 โครงสร้างทางไวยากรณ์ (Structures).....</b>	<b>168</b>	<b>6.3.2 การกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร.....</b>	<b>186</b>
<b>6.1.2 ตัวแปรและค่าคงที่ (Values ; Variables,</b>		<b>Arduino Tutorial 3 ทดลองการใช้งานตัวแปร</b>	
<b>Constants) .....</b>	<b>169</b>	<b>Global Variable และ Local Variable .....</b>	<b>187</b>
<b>6.1.3 ฟังก์ชัน (Functions) .....</b>	<b>170</b>	Step 1 : อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง .....	187
<b>6.2 วิธีเขียนโปรแกรมแบบ</b>		Step 2 : คำสั่งที่ใช้ในการทดลอง .....	188
<b>Arduino Sketch .....</b>	<b>172</b>	Step 3 : Flowchart Arduino Tutorial 3 .....	188
<b>6.2.1 โครงสร้างการเขียนโปรแกรม</b>		Step 4 : Source Code Arduino_Tutorial_3.ino.....	189
<b>Arduino Sketch.....</b>	<b>172</b>	Step 5 : วิธีการทดลอง Arduino Tutorial 3.....	189
<b>6.2.2 การใส่คำอธิบายในโค้ด : // และ /* ... */.....</b>	<b>173</b>	Step 6 : ผลการทดลองของ Arduino Tutorial 3.....	190
<b>6.2.3 วงเล็บปีกกา { } และวงเล็บ ().....</b>	<b>174</b>	Step 7 : คำถามท้าย Arduino Tutorial 3.....	191
<b>6.2.4 เครื่องหมายเซมิโคลอน ;.....</b>	<b>174</b>	<b>6.4 การตั้งชื่อตัวแปร</b>	
<b>Arduino Tutorial 1ทดลองเขียนข้อความบนจอ</b>		<b>(Naming the Variable).....</b>	<b>191</b>
<b>Serial Monitor .....</b>	<b>174</b>	<b>Arduino Tutorial 4 ทดลองการตั้งชื่อตัวแปรที่ดี</b>	<b>192</b>
Step 1 : อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง .....	175	Step 1 : อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	192
Step 2 : คำสั่งที่ใช้ในการทดลอง .....	175	Step 2 : คำสั่งที่ใช้ในการทดลอง .....	192
Step 3 : Flowchart Arduino Tutorial 1.....	176	Step 3 : Flowchart Arduino Tutorial 4 .....	193
Step 4 : Source Code Arduino_Tutorial_1.ino.....	176	Step 4 : Source Code Arduino_Tutorial_4.ino.....	194
Step 5 : วิธีการทดลอง Arduino Tutorial 1.....	177	Step 5 : วิธีการทดลอง Arduino Tutorial 4.....	195
Step 6 : ผลการทดลอง Arduino Tutorial 1.....	178	Step 6 : ผลการทดลอง Arduino Tutorial 4.....	196
		Step 7 : คำถามท้าย Arduino Tutorial 4 .....	198



<b>6.5 ชุดอักขระ (Arduino Strings).....</b>	<b>198</b>
<b>Arduino Tutorial 5 ทดลองการสร้างตัวแปร</b>	
<b>แบบ Strings.....</b>	<b>198</b>
Step 1: อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	198
Step 2: คำสั่งที่ใช้ในการทดลอง.....	198
Step 3: Flowchart Arduino Tutorial 5.....	199
Step 4: Source Code Arduino_Tutorial_5.ino.....	200
Step 5: วิธีการทดลอง Arduino Tutorial 5.....	201
Step 6: ผลการทดลอง Arduino Tutorial 5.....	202
Step 7: คำถามท้าย Arduino Tutorial 5.....	204
<b>6.6 ชนิดข้อมูลและตัวแปร</b>	
<b>(Data Types &amp; Variables).....</b>	<b>204</b>
<b>6.6.1 การกำหนดชนิดข้อมูล (Data Type).....</b>	<b>204</b>
Void Type (void).....	205
Boolean Type (Bool).....	205
Character Type (char).....	205
Unsigned Character/Byte Type	
(unsigned char/byte).....	208
Integer Type (int).....	208
Unsigned Integer Type (unsigned int/word).....	208
Long Type (long).....	209
Unsigned Long Type (unsigned long).....	209
Float และ Double Type (float/double).....	209
String Type.....	209
<b>6.6.2 อักขระหลีก (Escape Character).....</b>	<b>210</b>
<b>Arduino Tutorial 6 ทดลองการใช้งาน Data Types</b>	
<b>และ Escape Characters.....</b>	<b>210</b>
Step 1: อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	210
Step 2: คำสั่งที่ใช้ในการทดลอง.....	211
Step 3: Flowchart Arduino Tutorial 6.....	211
Step 4: Source Code Arduino_Tutorial_6.ino.....	212
Step 5: วิธีการทดลอง Arduino Tutorial 6.....	214
Step 6: ผลการทดลอง Arduino Tutorial 6.....	215
Step 7: คำถามท้าย Arduino Tutorial 6.....	215
<b>6.7 โอเปอเรเตอร์ (Arduino Operators).....</b>	<b>216</b>
<b>6.7.1 ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic</b>	
<b>Operators).....</b>	<b>216</b>
6.7.1.1 ลำดับความสำคัญของตัวดำเนินการ.....	217
<b>Arduino Tutorial 7 ทดลองใช้งานตัวดำเนินการทาง</b>	
<b>คณิตศาสตร์.....</b>	<b>217</b>
Step 1: อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	217
Step 2: คำสั่งที่ใช้ในการทดลอง.....	217
Step 3: Flowchart Arduino Tutorial 7.....	218
Step 4: Source Code Arduino_Tutorial_7.ino.....	219
Step 5: วิธีการทดลอง Arduino Tutorial 7.....	220
Step 6: ผลการทดลอง Arduino Tutorial 7.....	221
Step 7: คำถามท้าย Arduino Tutorial 7.....	222
<b>6.7.2 ตัวดำเนินการเปรียบเทียบ</b>	
<b>(Comparison Operators).....</b>	<b>222</b>
6.7.2.1 โอเปอเรเตอร์ที่ใช้ในการตัดสินใจ	
(Conditional or Ternary Operator).....	223
<b>Arduino Tutorial 8 ทดลองการใช้งานตัวดำเนินการ</b>	
<b>เปรียบเทียบ.....</b>	<b>223</b>
Step 1: อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	223
Step 2: คำสั่งที่ใช้ในการทดลอง.....	223
Step 3: Flowchart Arduino Tutorial 8.....	224
Step 4: Source Code Arduino_Tutorial_8.ino.....	225
Step 5: วิธีการทดลอง Arduino Tutorial 8.....	226
Step 6: ผลการทดลอง Arduino Tutorial 8.....	227
Step 7: คำถามท้าย Arduino Tutorial 8.....	227
<b>6.7.3 ตัวดำเนินการบูลีน (Boolean Operators) ..</b>	<b>228</b>
<b>Arduino Tutorial 9 ทดลองการใช้งาน</b>	
<b>ตัวดำเนินการบูลีน.....</b>	<b>228</b>
Step 1: อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	228
Step 2: คำสั่งที่ใช้ในการทดลอง.....	228
Step 3: Flowchart Arduino Tutorial 9.....	229
Step 4: Source Code Arduino_Tutorial_9.ino.....	230
Step 5: วิธีการทดลอง Arduino Tutorial 9.....	231

Step 6 : ผลการทดลอง Arduino Tutorial 9.....	231	Step 5 : วิธีการทดลอง Arduino Tutorial 12.....	250
Step 7 : คำถามท้าย Arduino Tutorial 9.....	232	Step 6 : ผลการทดลอง Arduino Tutorial 12.....	251
<b>6.7.4 ตัวดำเนินการแบบบิตไว้</b>		Step 7 : คำถามท้าย Arduino Tutorial 12.....	252
<b>(Bitwise Operators).....</b>	<b>232</b>	<b>การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งลูป (Loop).....</b>	<b>252</b>
6.7.4.1 พื้นฐานตารางค่าความจริง (Truth Table).....	232	for loop.....	252
6.7.4.2 พื้นฐานระบบเลขฐานสอง (Binary Numbers).....	233	while loop.....	253
<b>Arduino Tutorial 10 ทดลองการใช้งาน</b>		do while loop.....	257
<b>ตัวดำเนินการแบบบิต.....</b>	<b>235</b>	<b>Arduino Tutorial 13 ทดลองการใช้งานคำสั่งวนซ้ำ</b>	
Step 1 : อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	235	<b>แบบ for/while/do while.....</b>	<b>260</b>
Step 2 : คำสั่งที่ใช้ในการทดลอง.....	235	Step 1 : อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	260
Step 3 : Flowchart Arduino Tutorial 10.....	236	Step 2 : คำสั่งที่ใช้ในการทดลอง.....	260
Step 4 : Source Code Arduino_Tutorial_10.ino.....	237	Step 3 : Flowchart Arduino Tutorial 13.....	261
Step 5 : วิธีการทดลอง Arduino Tutorial 10.....	238	Step 4 : Source Code Arduino_Tutorial_13.ino.....	263
Step 6 : ผลการทดลอง Arduino Tutorial 10.....	239	Step 5 : วิธีการทดลอง Arduino Tutorial 13.....	266
Step 7 : คำถามท้าย Arduino Tutorial 10.....	239	Step 6 : ผลการทดลอง Arduino Tutorial 13.....	268
<b>6.7.5 ตัวดำเนินการผสม</b>		Step 7 : คำถามท้าย Arduino Tutorial 13.....	269
<b>(Compound Operators).....</b>	<b>240</b>	<b>Arduino Tutorial 14 การปรับแต่งโปรแกรม</b>	
<b>Arduino Tutorial 11 ทดลองการใช้งาน</b>		<b>ไฟกะพริบ.....</b>	<b>270</b>
<b>ตัวดำเนินการผสม.....</b>	<b>241</b>	Step 1 : อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	270
Step 1 : อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	241	Step 2 : คำสั่งที่ใช้ในการทดลอง.....	270
Step 2 : คำสั่งที่ใช้ในการทดลอง.....	241	Step 3 : Flowchart Arduino Tutorial 14.....	271
Step 3 : Flowchart Arduino Tutorial 11.....	242	Step 4 : Source Code Arduino_Tutorial_14.ino.....	272
Step 4 : Source Code Arduino_Tutorial_11.ino.....	243	Step 5 : วิธีการทดลอง Arduino Tutorial 14.....	273
Step 5 : วิธีการทดลอง Arduino Tutorial 11.....	244	Step 6 : ผลการทดลอง Arduino Tutorial 14.....	274
Step 6 : ผลการทดลอง Arduino Tutorial 11.....	245	Step 7 : คำถามท้าย Arduino Tutorial 14.....	275
Step 7 : คำถามท้าย Arduino Tutorial 11.....	245	<b>6.9 การใช้คำสั่งเงื่อนไข if/else.....</b>	<b>275</b>
<b>6.8 การใช้คำสั่งทำซ้ำ</b>		<b>Arduino Tutorial 15 ทดลองใช้คำสั่ง if/else</b>	
<b>(for loop/while loop/do while).....</b>	<b>246</b>	<b>เพื่อสั่งหลอดไฟ LED ที่ต้องการให้กะพริบ.....</b>	<b>277</b>
<b>Arduino Tutorial 12 ทดลองการใช้งานคำสั่ง</b>		Step 1 : อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	278
<b>แบบทั่วไปในการควบคุมไฟกะพริบ.....</b>	<b>246</b>	Step 2 : คำสั่งที่ใช้ในการทดลอง.....	278
Step 1 : อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	246	Step 3 : Flowchart Arduino Tutorial 15	
Step 2 : คำสั่งที่ใช้ในการทดลอง.....	246	แบบ if Statement.....	279
Step 3 : Flowchart Arduino Tutorial 12.....	247	Step 4 : Source Code Arduino_Tutorial_15.ino.....	280
Step 4 : Source Code Arduino_Tutorial_12.ino.....	248		

Step 5 : วิธีการทดลอง Arduino Tutorial 15	
if Statement.....	282
Step 6 : Flowchart Arduino Tutorial 15	
แบบ if/else Statement.....	283
Step 7 : Source Code Arduino Tutorial 15	
แบบ if/else Statement.....	284
Step 8 : วิธีการทดลอง Arduino Tutorial 15	
if/else Statement.....	285
Step 9 : ผลการทดลอง Arduino Tutorial 15.....	286
Step 10 : คำถามท้าย Arduino Tutorial 15.....	290
<b>6.10 การใช้คำสั่งเลือกแบบ switch case.....</b>	<b>290</b>
<b>Arduino Tutorial 16 ทดลองใช้คำสั่ง switch เพื่อสั่ง</b>	
<b>หลอดไฟ LED ที่ต้องการให้กะพริบ.....</b>	<b>291</b>
Step 1 : อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	292
Step 2 : คำสั่งที่ใช้ในการทดลอง.....	292
Step 3 : Flowchart Arduino Tutorial 16.....	293
Step 4 : Source Code Arduino_Tutorial_16.ino.....	294
Step 5 : วิธีการทดลอง Arduino Tutorial 16.....	296
Step 6 : ผลการทดลอง Arduino Tutorial 16.....	297
Step 7 : คำถามท้าย Arduino Tutorial 16.....	302
<b>6.11 การใช้งานอาร์เรย์ (Arrays).....</b>	<b>302</b>
การเรียกใช้งานตัวแปร Array.....	303
<b>Arduino Tutorial 17 ทดลองใช้งาน Array</b>	
<b>ควบคุมหลอดไฟ LED.....</b>	<b>305</b>
Step 1 : อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	305
Step 2 : คำสั่งที่ใช้ในการทดลอง.....	305
Step 3 : Flowchart Arduino Tutorial 17.....	306
Step 4 : Source Code Arduino_Tutorial_17.ino.....	307
Step 5 : วิธีการทดลอง Arduino Tutorial 17.....	308
Step 6 : ผลการทดลอง Arduino Tutorial 17.....	309
Step 7 : คำถามท้าย Arduino Tutorial 17.....	311
<b>6.12 การสร้าง Functions ด้วยตัวเอง.....</b>	<b>312</b>
<b>Arduino Tutorial 18 ทดลองสร้างและเรียกใช้งาน</b>	
<b>ฟังก์ชัน เพื่อควบคุมหลอดไฟ LED.....</b>	<b>314</b>
Step 1 : อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	314
Step 2 : คำสั่งที่ใช้ในการทดลอง.....	314
Step 3 : Flowchart Arduino Tutorial 18.....	315
Step 4 : Source Code Arduino_Tutorial_18.ino.....	316
Step 5 : วิธีการทดลอง Arduino Tutorial 18.....	317
Step 6 : ผลการทดลอง Arduino Tutorial 18.....	318
Step 7 : คำถามท้าย Arduino Tutorial 18.....	321
<b>บทสรุปท้ายบท.....</b>	<b>322</b>



สามารถยืมและติดตามหนังสือใหม่ได้ที่ ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ Walai Autolib

<https://lib.rmutp.ac.th/bibitem?bibid=b00108456>



## Practical Microcontroller & Programming with ARDUINO เรียนง่ายเป็นเร็ว / กศพว บ้านคลองสี่.

กศพว บ้านคลองสี่.

My list



Subject [Arduino \(เครื่องควบคุมแบบโปรแกรม\).](#)  
[การเขียนโปรแกรม \(คอมพิวเตอร์\).](#)  
[ไมโครคอนโทรลเลอร์.](#)

### Details

Published นนทบุรี : ไอดีซีฯ, 2565.  
Edition พิมพ์ครั้งที่ 1.  
Detail 322 หน้า : ภาพประกอบสี ; 24 ซม.  
ISBN 9786164873155

0 8 0

MARC

Export

Save

Share

สำหรับการศึกษาระดับปริญญาโทและปริญญาตรีเท่านั้น