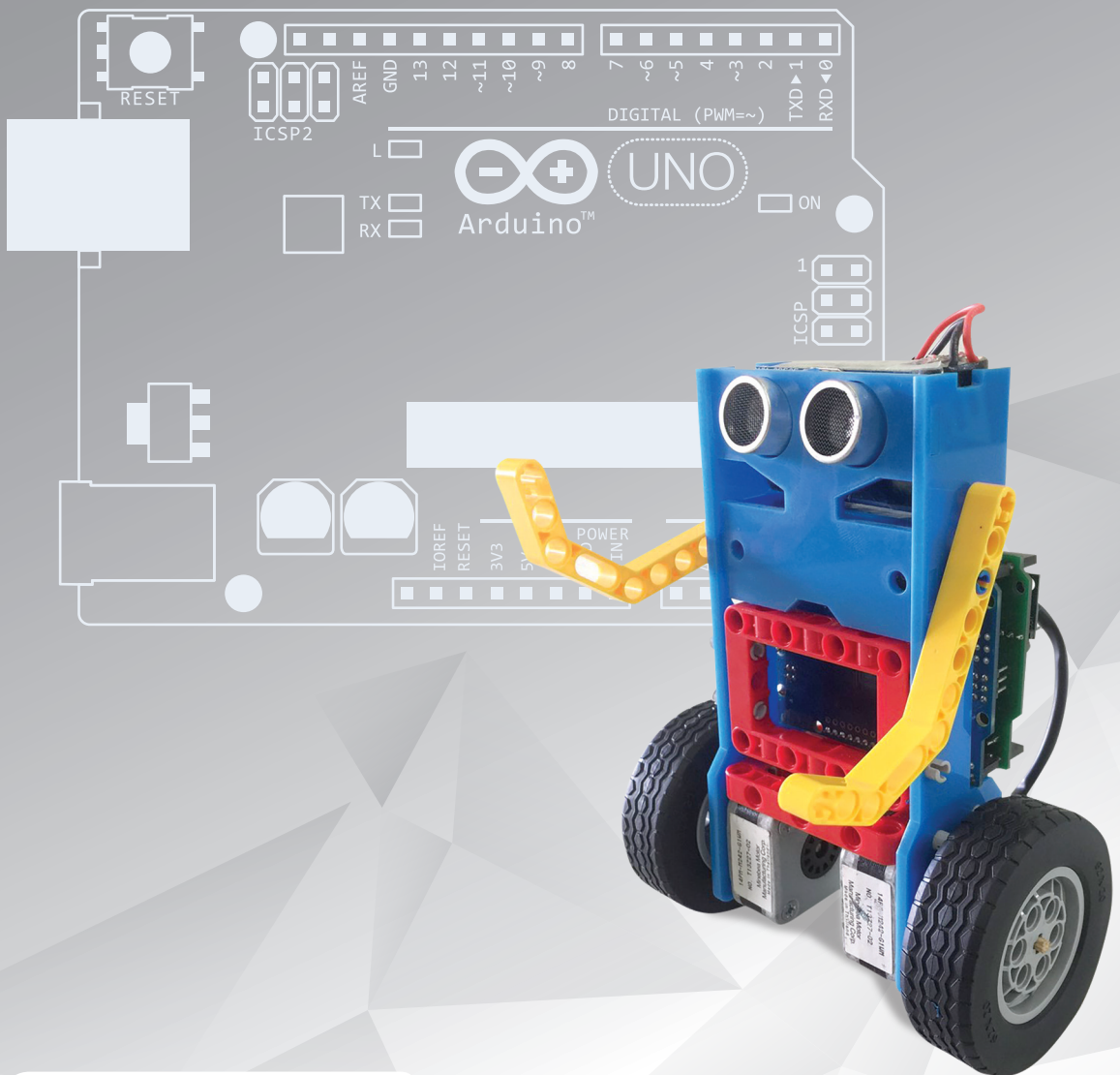


ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

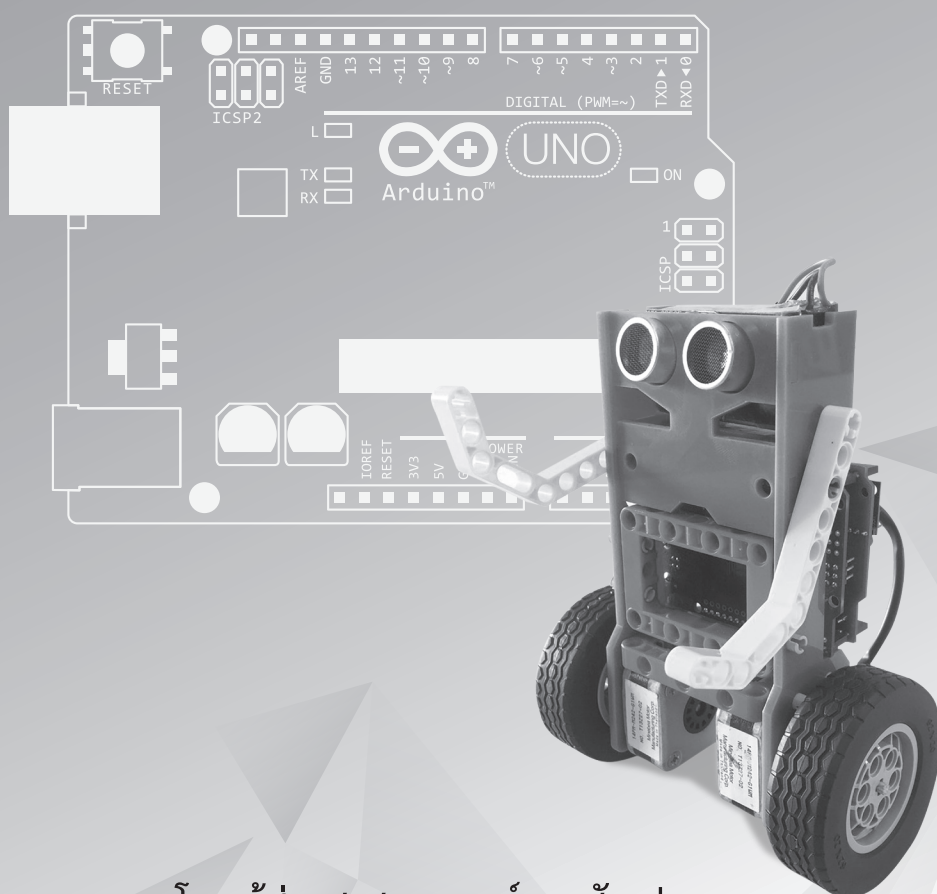
Arduino | Programming | Sensor | I/O | LCD | Motor | PID Control | Robot



สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดอนสัน ปงพาบ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino



โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดอนสัน ปงพาบ



สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

250.-

ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino



โดย... ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดอนสัน ปงผาบ

ราคา 250 บาท

พิมพ์ครั้งที่ 1 มิถุนายน 2563

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

ดอนสัน ปงผาบ.

ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino. -- กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2563.
240 หน้า.

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์. I. ชื่อเรื่อง.

629.895

ISBN 978-974-443-779-2

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558 โดย สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
ห้ามลอกเลียนไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ ไม่ว่าในรูปแบบใด ๆ
นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

จัดพิมพ์โดย สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

5-7 ซอยสุขุมวิท 29 ถนนสุขุมวิท แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

โทร. 0-2258-0320 (6 เลขหมายอัตโนมัติ), 0-2259-9160 (10 เลขหมายอัตโนมัติ)

ติดต่อสำนักพิมพ์ book4u@tpa.or.th

ติดต่อสั่งซื้อหนังสือ www.tpabook.com

จัดจำหน่ายโดย บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

เลขที่ 1858/87-90 ถนนบางนา-ตราด แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260

โทร. 0-2739-8000, 0-2739-8222 โทรสาร 0-2739-8356-9

www.se-ed.com

“ถ้าหนังสือมีข้อผิดพลาดเนื่องจากการพิมพ์ให้นำมาแลกเปลี่ยนได้ที่สมาคมฯ” โทร. 0-2258-0320 ต่อ 1560, 1570

■ ผู้จัดการฝ่ายสำนักพิมพ์ สุกัญญา จารุการ บรรณาธิการบริหาร วลัยลา สิริชานนท์ หัวหน้ากองบรรณาธิการ ภาณิการ์ สุรังสิกุล บรรณาธิการ
ต้นฉบับ พรรณพิมล กิจไพฑูรย์ กองบรรณาธิการ อาทิตย์ นิมนวล, อภิชา ภูตลาดี ผู้จัดการแผนกศิลปกรรม ศิริनुช อิศรางกูร ณ อยุธยา ออกแบบ
ปกและจัดรูปเล่ม ชารินี คุตตะสิงคี ศิลปกรรม อนิล พยุงเกียรติคุณ แผนกผลิตและการตลาดสำนักพิมพ์ รินดา คันธวร, แสงเงิน นาคพัฒน์

■ พิมพ์ที่ : หจก. ที.เอส.บี โปรดักส์

เกี่ยวกับ สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) หรือ ส.ส.ท. ก่อตั้งอย่างเป็นทางการในวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2516 จากความตั้งใจมุ่งมั่น ความร่วมมือร่วมใจ และความเสียสละ พุ่มเทกำลังกายและกำลังใจของกลุ่มบุคคลที่เคยไปศึกษาและดูงานโดยทุน ABK & AOTS ณ ประเทศญี่ปุ่น โดยมี ฯพณฯ สมหมาย สุนทรະกุล เป็นประธานคณะกรรมการก่อตั้ง และสำเร็จด้วยความช่วยเหลืออย่างดีจาก อาจารย์ งามจิ งามจิ งามจิ อดีตประธานกรรมการ สมาคมความร่วมมือทางเศรษฐกิจ ไทย-ญี่ปุ่น (JTECS) ทั้งนี้โดยได้รับความช่วยเหลือทางด้านเงินทุนจากกระทรวงการค้าระหว่างประเทศ และอุตสาหกรรม (METI) ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งไม่มีพันธะผูกพันใด ๆ เพื่อใช้จ่ายในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ

สำหรับ สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. จัดตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2516 พร้อม ๆ กับการก่อตั้งสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) โดยใช้ชื่อว่า โครงการตำรา เพื่อมุ่งส่งเสริมให้มีตำราภาษาไทยเกี่ยวกับเทคโนโลยีต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับอาชีวศึกษา ซึ่งในขณะนั้นยังมีอยู่จำกัด ให้แพร่หลายขึ้น เพื่อยกระดับมาตรฐานการศึกษาในสายวิชาชีพซึ่งเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมไทย

ในระยะ 4-5 ปี หลังจากการก่อตั้งสมาคมฯ โครงการตำราได้เปลี่ยนชื่อเป็น โครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม และได้ขยายกิจกรรมเป็นส่วนตำราสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม ในปี พ.ศ. 2539 พร้อม ๆ กับการขยายขอบข่ายหนังสือที่จัดพิมพ์ให้ครอบคลุมหนังสือด้านการบริหารจัดการธุรกิจ อุตสาหกรรม และจิตวิทยา-การพัฒนาตนเอง รวมถึงคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ทั้งที่เป็นงานเขียนและงานแปล ภายใต้ชื่อสำนักพิมพ์ ส.ส.ท. โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดและเผยแพร่ความรู้ในสาขาต่าง ๆ ให้แก่บุคลากรทั้งภาครัฐและเอกชน ตลอดจนนักเรียน นักศึกษา เยาวชน ซึ่งจะเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรม เศรษฐกิจ และสังคมไทยให้เติบโตได้อย่างยั่งยืนต่อไป

สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. ใคร่ขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างยิ่งต่อผู้เขียนและผู้แปลทุกท่านที่มีส่วนสำคัญในความสำเร็จของสำนักพิมพ์ตั้งแต่เริ่มต้นจวบจนปัจจุบัน และหวังว่าหนังสือของสำนักพิมพ์ ส.ส.ท. จะมีส่วนช่วยในการพัฒนาบุคลากร อันจะนำไปสู่การสร้างสรรค์สังคมและเศรษฐกิจของประเทศให้ก้าวหน้าและยั่งยืน และหากท่านผู้อ่านมีข้อชี้แนะประการใด ขอได้โปรดแจ้งให้ทางสำนักพิมพ์ทราบด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง



└ คำนำ ─

หนังสือ “ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino” ใช้สำหรับประกอบการเรียนการสอนในวิชาที่เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้รับความนิยมสูงสุดในปัจจุบัน เนื้อหาของหนังสือประกอบด้วย ความรู้พื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ การเขียนโปรแกรม ดิจิทัลอินพุตเอาต์พุต แอนะล็อกอินพุตเอาต์พุต สเต็ปเปอร์มอเตอร์ ดีซีมอเตอร์ เซอร์โวมอเตอร์ เซนเซอร์ จอแสดงผล ระบบควบคุมแบบ PID หุ่นยนต์เดินตามเส้น หุ่นยนต์ 4 ขา และหุ่นยนต์ 2 ล้อสมดุล

ผู้เขียนเพียรพยายามอย่างเต็มกำลังความสามารถเพื่อให้หนังสือเล่มนี้สมบูรณ์ที่สุด โดยเรียบเรียงตามลำดับเนื้อหา อธิบายสรุปเป็นขั้นตอนให้เข้าใจง่าย ใช้รูปภาพประกอบการอธิบาย และเสริมตัวอย่างเพื่อเพิ่มความเข้าใจ จึงหวังว่าจะเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนจนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้งานได้ต่อไป ทั้งนี้หากมีข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขอน้อมรับคำแนะนำติชมเพื่อการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาต่อไป

สุดท้าย ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ และสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ที่สนับสนุนการจัดพิมพ์จนหนังสือเล่มนี้สำเร็จเป็นรูปเล่ม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดอนสัน ปงผาบ

สารบัญ

บทที่ 1 พื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์	11
1.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์	12
1.2 Arduino คืออะไร	13
1.3 โปรแกรม Arduino	16
1.4 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม	21
1.5 หลอดแสดงผล LED	22
1.6 ฟังก์ชัน pinMode();	23
1.7 ฟังก์ชัน digitalWrite();	24
1.8 ฟังก์ชัน digitalRead();	28
1.9 การควบคุมรีเลย์	32
1.10 สรุป	35
แบบฝึกหัดบทที่ 1	36
บทที่ 2 แอนะล็อกอินพุตและเอาต์พุต	37
2.1 ฟังก์ชัน analogRead();	38
2.2 ฟังก์ชัน Serial	39
2.3 ฟังก์ชัน analogWrite();	42
2.4 ฟังก์ชัน map();	43
2.5 ตัวต้านทานแบบ LDR	47
2.6 การวัดความชื้นในดิน	49
2.7 ฟังก์ชัน if() และ if_else	52
2.8 ตัวแปรในภาษาซี	55
2.9 สรุป	56
แบบฝึกหัดบทที่ 2	57

บทที่ 3 สตีปเปอร์มอเตอร์	59
3.1 สตีปเปอร์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์	60
3.2 การเชื่อมต่อ Arduino กับสตีปเปอร์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์	61
3.3 การควบคุมสตีปเปอร์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์	62
3.4 สตีปเปอร์มอเตอร์แบบไบโพลาร์	67
3.5 สรุป	74
แบบฝึกหัดบทที่ 3	75
 บทที่ 4 ดีซีมอเตอร์และเอนโค้ดเดอร์มอเตอร์	77
4.1 ดีซีมอเตอร์	77
4.2 บอร์ดขับมอเตอร์ L298N	78
4.3 เอนโค้ดเดอร์มอเตอร์	85
4.4 วงจรควบคุมเอนโค้ดเดอร์มอเตอร์	86
4.5 การตรวจนับขอบขาขึ้นและขอบขาลงของสัญญาณพัลส์	87
4.6 สรุป	91
แบบฝึกหัดบทที่ 4	92
 บทที่ 5 เซนเซอร์	93
5.1 เซนเซอร์แบบสัมผัส	93
5.2 เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว	95
5.3 เซนเซอร์วัดแรงดันไฟฟ้า	97
5.4 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น	99
5.5 เซนเซอร์วัดระยะทาง	102
5.6 เซนเซอร์ตรวจจับโลหะ	106
5.7 รีโมทอินฟราเรด	108
5.8 โหลดเซลล์	111
5.9 เซนเซอร์แสง	114
5.10 สรุป	116
แบบฝึกหัดบทที่ 5	118

บทที่ 6 จอแสดงผล	119
6.1 จอแสดงผล LCD	119
6.2 ฟังก์ชันควบคุมจอแสดงผล LCD	121
6.3 จอแสดงผล LCD แบบ I2C	124
6.4 ฟังก์ชันควบคุมจอแสดงผล LCD แบบ I2C	125
6.5 จอแสดงผล OLED	130
6.6 จอแสดงผล 7 ส่วน	133
6.7 สรุป	140
แบบฝึกหัดบทที่ 6	141
 บทที่ 7 ระบบควบคุมตำแหน่งแบบ PID	143
7.1 การควบคุมตำแหน่งคาน	144
7.2 การสร้างชุดควบคุมตำแหน่งของคาน	145
7.3 ค่าผิดพลาด	147
7.4 การควบคุมตำแหน่งของคานแบบเปิด-ปิด	149
7.5 การควบคุมแบบ P	152
7.6 การควบคุมแบบ PI	155
7.7 การควบคุมแบบ PID	158
7.8 สรุป	161
แบบฝึกหัดบทที่ 7	162
 บทที่ 8 หุ่นยนต์เดินตามเส้นแบบ PID	163
8.1 เซนเซอร์ตรวจจับเส้น	163
8.2 วงจรหุ่นยนต์เดินตามเส้น	164
8.3 หุ่นยนต์เดินตามเส้นแบบ 3 เงื่อนไข	166
8.4 หุ่นยนต์เดินตามเส้นแบบ PID	177
8.5 การหาค่าผิดพลาด	178
8.6 สรุป	185
แบบฝึกหัดบทที่ 8	186

บทที่ 9 หุ่นยนต์ 4 ขา	187
9.1 เซอร์โวมอเตอร์.....	188
9.2 การบันทึกตำแหน่งการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์.....	193
9.3 การสร้างหุ่นยนต์ 4 ขา.....	195
9.4 การเดินของหุ่นยนต์ 4 ขา.....	198
9.5 การเลี้ยงซ้ายหรือเลี้ยงขวาของหุ่นยนต์ 4 ขา	206
9.6 สรุป.....	210
แบบฝึกหัดบทที่ 9	211
 บทที่ 10 หุ่นยนต์ 2 ล้อสมดุล	213
10.1 ไจโรสโคปและอุปกรณ์วัดความเร่ง	213
10.2 โมดูล GY-521 MPU6050	214
10.3 วงจรควบคุมหุ่นยนต์ 2 ล้อสมดุล.....	221
10.4 การสร้างหุ่นยนต์ 2 ล้อสมดุล.....	225
10.5 หลักการทรงตัวของหุ่นยนต์ 2 ล้อสมดุล.....	227
10.6 สรุป.....	235
แบบฝึกหัดบทที่ 10	236

บทที่

1

พื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์



ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และไมโครคอนโทรลเลอร์ได้พัฒนาอย่างรวดเร็วแบบก้าวกระโดดตามจำนวนทรานซิสเตอร์ในซีพียู (CPU : Central Processing Unit) ที่เพิ่มขึ้นประมาณเท่าตัวทุก ๆ 2 ปี ตามกฎของมัวร์ (Moore's Law) ที่กล่าวไว้เมื่อปี ค.ศ. 1965 กฎนี้ได้ถูกพิสูจน์มาแล้วมากกว่าครึ่งศตวรรษและเห็นผลอย่างชัดเจนใน 10 ปีที่ผ่านมา ทำให้เทคโนโลยีและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น กล้องดิจิทัลที่มีความคมชัดและมีฟังก์ชันปรับแต่งรูปภาพได้หลากหลาย สมาร์ทโฟน คอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็กแต่มีความสามารถมากขึ้น เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ทำงานเชื่อมต่อกันได้ รถยนต์ไร้คนขับ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ก้าวหน้าตามความสามารถของซีพียูและไมโครคอนโทรลเลอร์

1.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) คือตัวควบคุมขนาดเล็ก เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่ใช้เทคโนโลยีการผลิตระดับไมโคร ถูกออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับประมวลผลและควบคุมการทำงานของเครื่องอัตโนมัติต่าง ๆ เช่น เครื่องหยอดเหรียญ เครื่องขายของอัตโนมัติ หุ่นยนต์ แขนกล และเครื่องใช้ไฟฟ้า ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลากหลายตระกูล แต่ที่ได้รับความนิยมในอดีตที่ผ่านมามีดังนี้

1) Z-80 เป็นไมโครโพรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต ผลิตโดยบริษัทไซล็อก (Zilog) ไม่มีพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตในตัว มีบัสข้อมูล (Data Bus) ขนาด 8 บิต และบัสตำแหน่งที่อยู่ (Address Bus) ขนาด 16 บิต สามารถเชื่อมต่อกับหน่วยความจำขนาด 64 กิโลไบต์ เขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาแอสเซมบลีหรือป้อนรหัสภาษาเครื่อง Z-80 เริ่มเป็นที่นิยมราวคริสต์ทศวรรษ 1980 เป็นต้นมา และใช้ในการเรียนการสอนในอดีตที่ผ่านมา

2) MCS-51 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิตของบริษัทอินเทล (Intel) มีพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตในตัว สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ เขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาแอสเซมบลีและภาษาซี เริ่มเป็นที่นิยมราวคริสต์ทศวรรษ 1990 โดยมีบริษัทผู้ผลิตหลายราย เช่น อินเทล แอทเมล (Atmel) ฟิลิปส์ (Philips) และซีเมนส์ (Siemens)

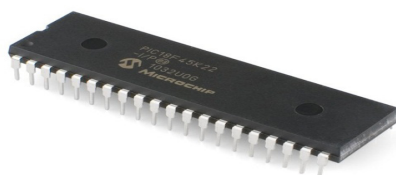
3) PIC (Peripheral Interface Controller) เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิตของบริษัทไมโครชิพ เทคโนโลยี (Microchip Technology) มีหน่วยความจำแบบแฟลช (Flash Memory) เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รวมอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น หน่วยความจำรวม หน่วยความจำแรม A/D และบัสแบบ I2C ไว้ด้วยกันโดยไม่ต้องต่อกับอุปกรณ์ภายนอกทำให้สะดวกในการใช้งาน PIC เริ่มเป็นที่นิยมราวคริสต์ทศวรรษ 2000



Z-80



MCS-51

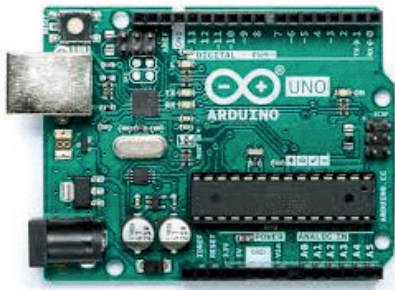


PIC

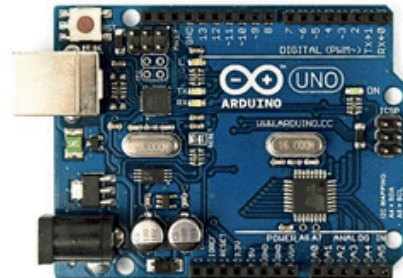
รูปที่ 1.1 ไมโครโพรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์

1.2 Arduino คืออะไร

Arduino (อาดูอินเป็นภาษาอิตาลี) คือไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต อยู่ในตระกูล AVR ผลิตโดยบริษัท Atmel ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR มีสถาปัตยกรรมแบบ RISC (Reduced Instruction Set Computer) มีความเร็วในการประมวลผล 1 คำสั่งต่อ 1 สัญญาณนาฬิกา ถูกออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานง่าย สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยพอร์ต USB มีบอร์ดอุปกรณ์เชื่อมต่อหรือ Arduino Shield มากมาย ทำให้สะดวกในการพัฒนางาน การออกแบบและพัฒนาได้เปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ (Open Source) จึงมีผู้ใช้งานจำนวนมาก Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานง่ายทั้งด้านฮาร์ดแวร์และการเขียนโปรแกรม จึงเหมาะสำหรับทุกคนที่สนใจและต้องการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ บอร์ด Arduino มีหลากหลายรุ่น เช่น Arduino UNO R3/SMD, Arduino Micro และ Arduino MEGA แสดงดังรูปที่ 1.2



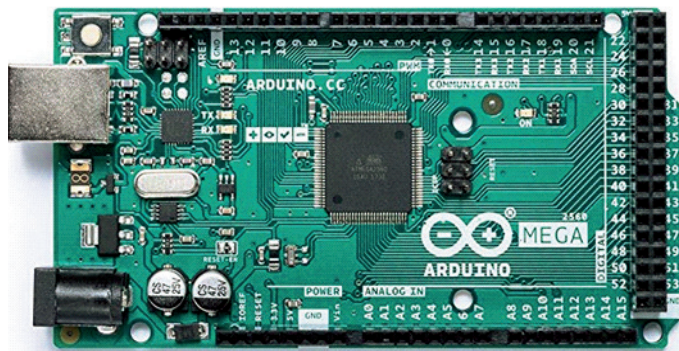
Arduino UNO R3



Arduino UNO SMD



Arduino Micro



Arduino MEGA 2560

รูปที่ 1.2 รุ่นต่าง ๆ ของบอร์ด Arduino

Arduino Uno R3 คือบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328P ขนาด 8 บิต เป็นบอร์ดที่ได้รับความนิยมอย่างมากเนื่องจากใช้งานง่าย มีขาสัญญาณแอนะล็อก 6 อินพุต ขาสัญญาณดิจิทัล 13 ขา ไสวรีและอุปกรณ์เชื่อมต่อส่วนใหญ่สามารถใช้ร่วมกับ Arduino Uno ได้



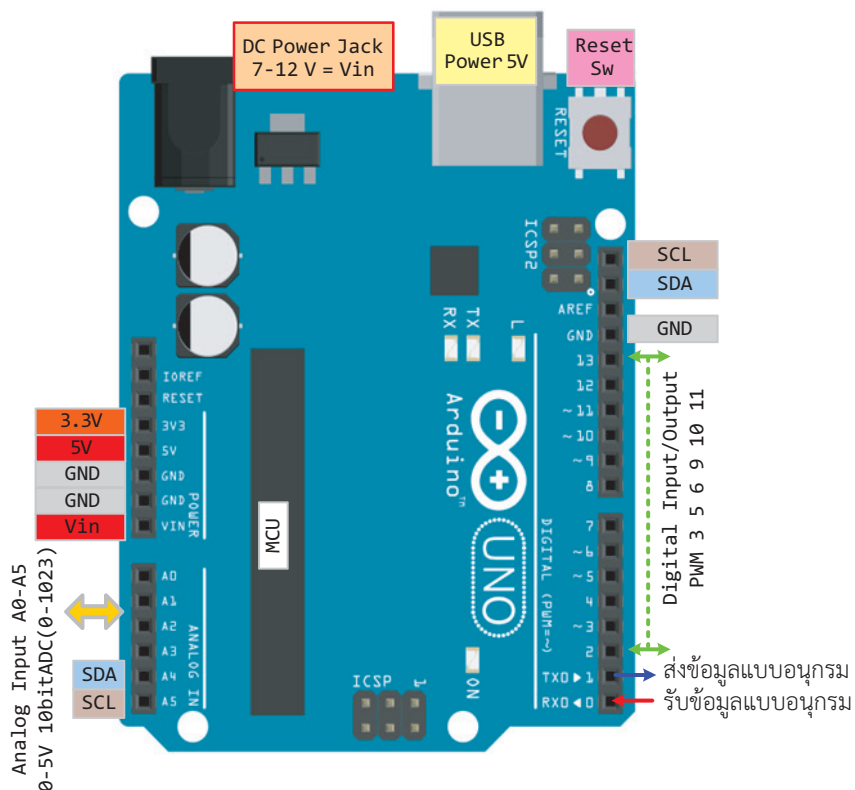
รูปที่ 1.3 บอร์ด Arduino UNO R3

คุณลักษณะของบอร์ด

ไมโครคอนโทรลเลอร์	ATmega328P
แรงดันไฟฟ้า	5 V
แรงดันไฟฟ้าอินพุต (แนะนำ)	7–12 V
แรงดันไฟฟ้าอินพุต (จำกัด)	6–20 V
ดิจิทัลอินพุตและเอาต์พุต	14 บิต (6 เอาต์พุต PWM)
แอนะล็อกอินพุต	6 บิต
แรงดันและกระแสไฟที่จ่ายได้ในแต่ละบิต	5 V 40 mA
แรงดันและกระแสไฟที่จ่ายได้ในแต่ละบิต	3.3 V 50 mA
หน่วยความจำแบบแฟลช (Flash)	32 KB (500B Boot Loader)
หน่วยความจำแรม (RAM)	2 KB
หน่วยความจำรอม (ROM)	1 KB
ความถี่	16 MHz
ขนาด	68.6 × 53.4 mm
น้ำหนัก	25 กรัม

ขาสัญญาณของบอร์ด Arduino UNO และหน้าที่

- 3V3 คือ ขาสัญญาณแรงดันไฟ 3.3 V
- 5V คือ ขาสัญญาณแรงดันไฟ 5 V
- GND คือ ขากราวด์
- Vin คือ ขาแรงดันไฟอินพุตที่ป้อนให้บอร์ด (Power Jack)
- A0–A5 คือ ขาสัญญาณแอนะล็อกอินพุต มี 6 ขา คือ A0 A1 A2 A3 A4 และ A5 มีความละเอียด 10 บิต มีค่าอยู่ในช่วง 0-1023
- SDA(A4) คือ ขาสัญญาณข้อมูล
- SCL(A5) คือ ขาสัญญาณนาฬิกา ใช้ในการติดต่อสื่อสารแบบ I2C เช่น การเชื่อมต่อกับจอแสดงผล LCD ในบอร์ดจะมีอยู่ 2 จุด
- RXD คือ ขาสัญญาณรับข้อมูลของการสื่อสารพอร์ตนุกรม
- TXD คือ ขาสัญญาณส่งข้อมูลของการสื่อสารพอร์ตนุกรม
- 2–13 คือ ขาสัญญาณดิจิทัลอินพุต/เอาต์พุต และมีเอาต์พุต PWM 6 ขา คือ 3 5 6 9 10 และ 11



รูปที่ 1.4 ขาสัญญาณของบอร์ด Arduino UNO

1.3 โปรแกรม Arduino

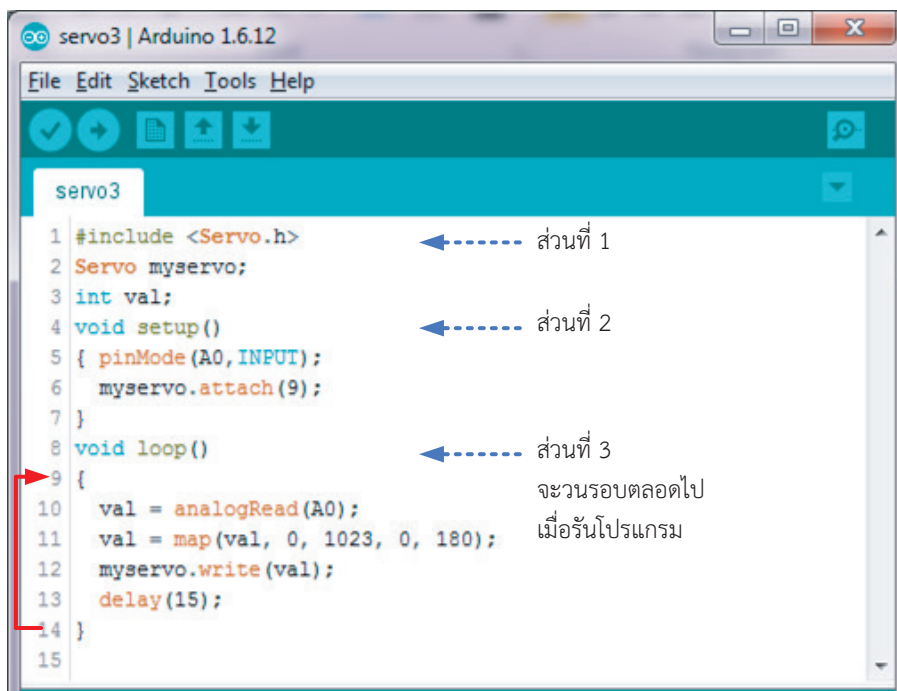
Arduino IDE (Integrated Development Environment) คือซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนหรือพัฒนาโปรแกรม แบ่งได้เป็น 3 ส่วนคือ

- 1) ไฟล์หัวโปรแกรม ซึ่งจะเขียนก็ต่อเมื่อมีการเรียกใช้ไลบรารี
- 2) void setup() เป็นส่วนของการกำหนดค่า
- 3) void loop() เป็นส่วนของตัวโปรแกรม

ส่วนที่ 1 ไฟล์หัวโปรแกรม จะประกาศก็ต่อเมื่อมีการเรียกใช้งานไลบรารีของ Arduino ตัวอย่างเช่น `#include <Servo.h>` หมายถึง เรียกใช้งานไลบรารี Servo.h เพื่อใช้งานเกี่ยวกับเซอร์โวมอเตอร์

ส่วนที่ 2 void setup() คือการกำหนดค่าเริ่มต้นของโปรแกรม เช่น การกำหนดขาสัญญาณ การกำหนดอัตราการสื่อสารแบบอนุกรม หรือการกำหนดขาอินพุต/เอาต์พุต ซึ่งจะทำงานเพียงครั้งเดียว

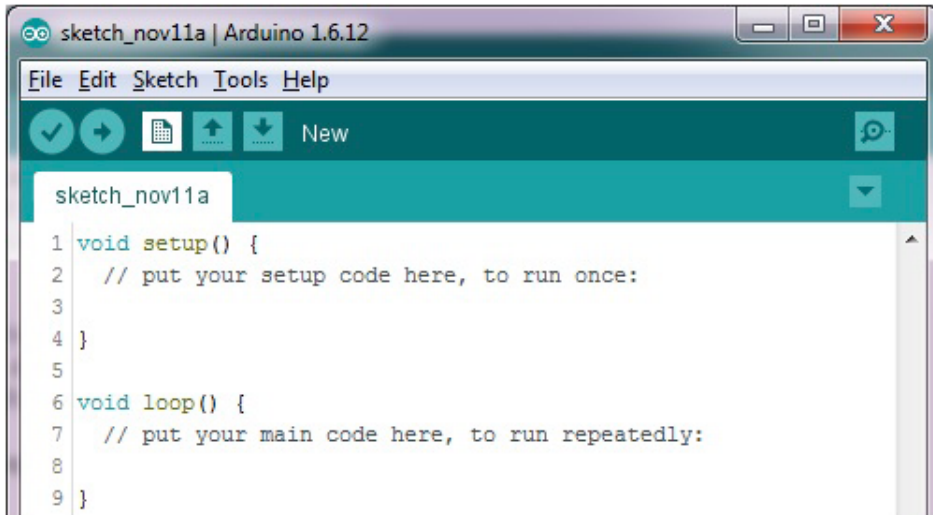
ส่วนที่ 3 void loop() คือโปรแกรมหลักที่จะทำงานตลอดเวลาหรือวนลูปรการทำงานไปตลอด ส่วนนี้อยู่ระหว่างเครื่องหมายปีกกาเปิดถึงเครื่องหมายปีกกาปิด และโปรแกรมจะหยุดทำงานก็ต่อเมื่อปิดสวิตช์ภายในฟังก์ชัน void loop() ประกอบไปด้วยตัวแปร ชุดคำสั่ง และฟังก์ชันต่าง ๆ โดยการเขียนโปรแกรมตามโครงสร้างของภาษาซี



รูปที่ 1.5 ส่วนประกอบของโปรแกรม Arduino

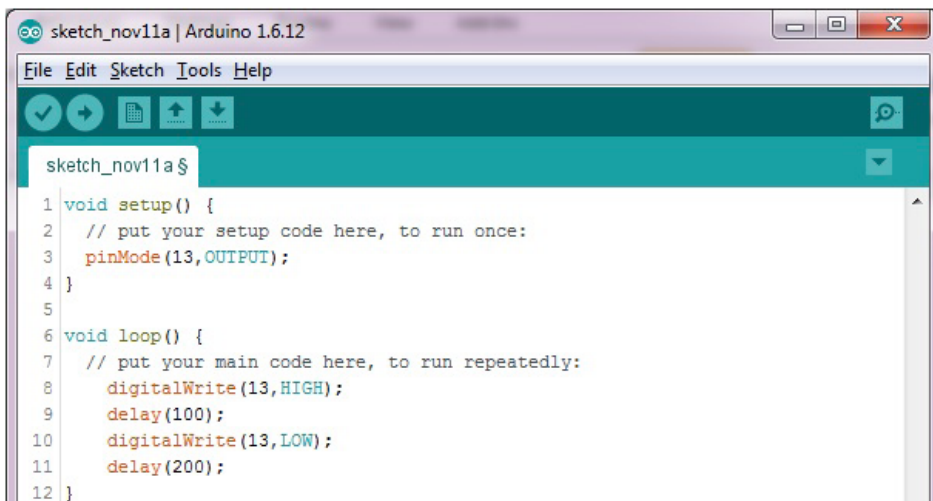
การใช้งานโปรแกรม Arduino IDE เริ่มจากการสร้างไฟล์ใหม่ เขียนโปรแกรมตามโครงสร้างของภาษาซี คอมไพล์และโหลดโปรแกรมลงบนบอร์ด Arduino ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เริ่มจากเข้าโปรแกรม Arduino IDE แล้วกด New จะได้หน้าต่างไฟล์ใหม่ดังนี้



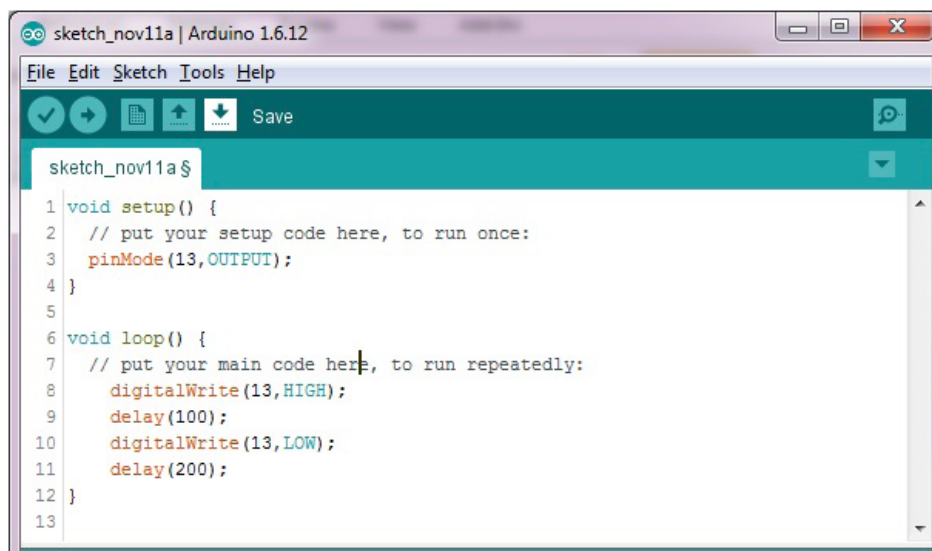
รูปที่ 1.6 หน้าต่างโปรแกรม Arduino

ขั้นตอนที่ 2 เขียนโปรแกรมไฟกะพริบตามตัวอย่าง



รูปที่ 1.7 ตัวอย่างโปรแกรมไฟกะพริบ

ขั้นตอนที่ 3 บันทึกโปรแกรมในชื่อ blink13.ino เมื่อบันทึกเสร็จแล้วโปรแกรมจะเปลี่ยนชื่อเป็น blink13 สังเกตชื่อโปรแกรมบริเวณด้านบนซ้ายดังรูปที่ 1.9

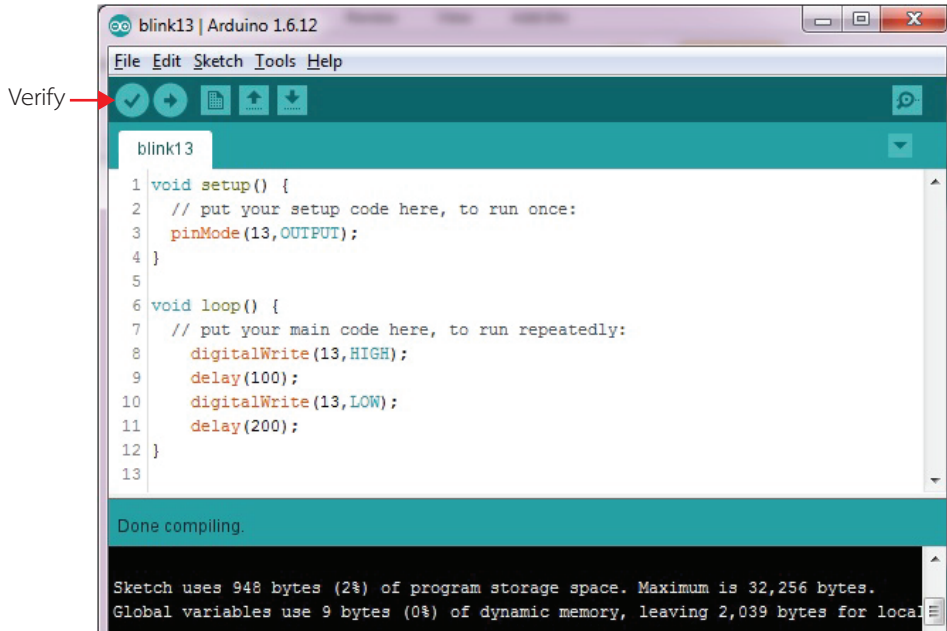


รูปที่ 1.8 บันทึกโปรแกรมในชื่อ blink13.ino

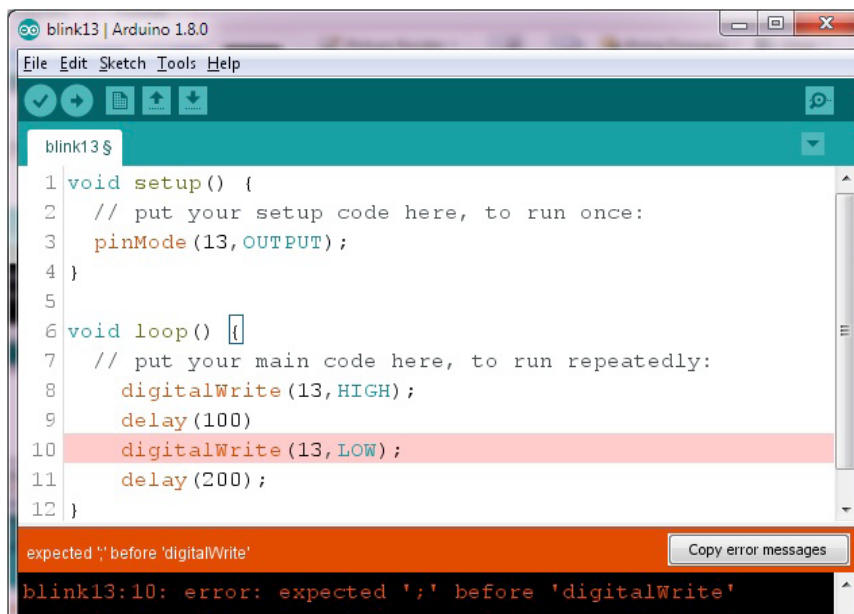


รูปที่ 1.9 หน้าต่างโปรแกรม blink13.ino

ขั้นตอนที่ 4 ทำการ Verify หรือคอมไพล์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ขั้นตอนนี้ไม่จำเป็นต้องมีบอร์ด Arduino หากเกิดข้อผิดพลาดต้องกลับไปแก้ไขที่โปรแกรม

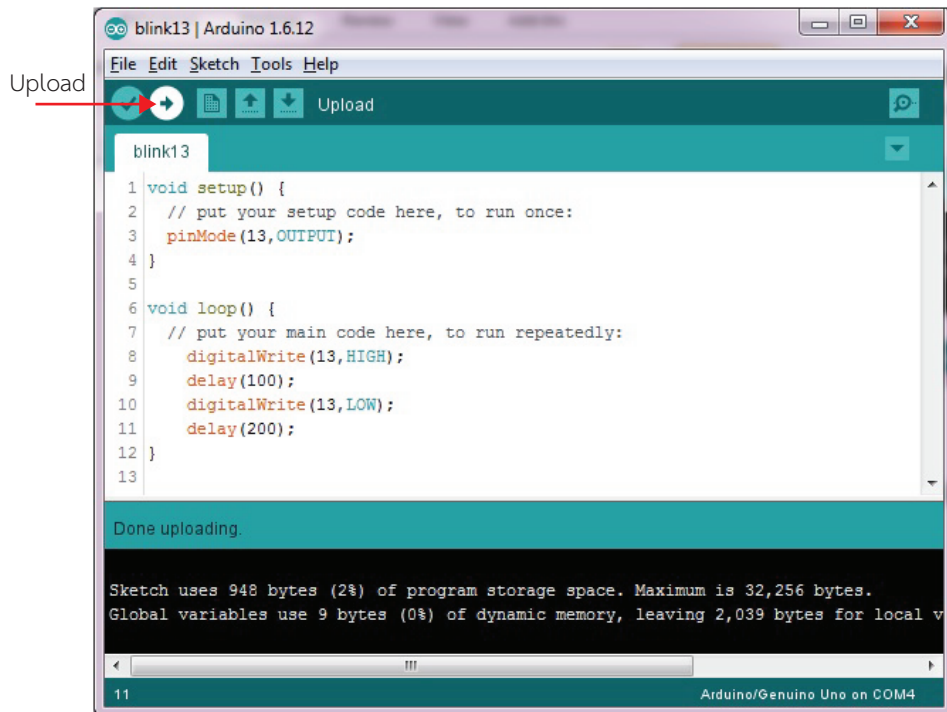


รูปที่ 1.10 ผลการคอมไพล์โปรแกรมผ่าน



รูปที่ 1.11 ผลการคอมไพล์โปรแกรมเกิดข้อผิดพลาด

ขั้นตอนที่ 5 เชื่อมต่อบอร์ด Arduino กับคอมพิวเตอร์แล้วโหลดโปรแกรมลงบอร์ด (Upload) ให้สังเกตไฟที่บอร์ดจะกะพริบแสดงว่ากำลังโหลดข้อมูลลงบอร์ด เมื่อโหลดโปรแกรมเสร็จแล้ว ขา 13 ของบอร์ดจะมีไฟกะพริบ หากเกิดข้อผิดพลาดต้องกลับไปแก้ไขที่โปรแกรมหรือแก้ไขที่พอร์ตอนุกรม



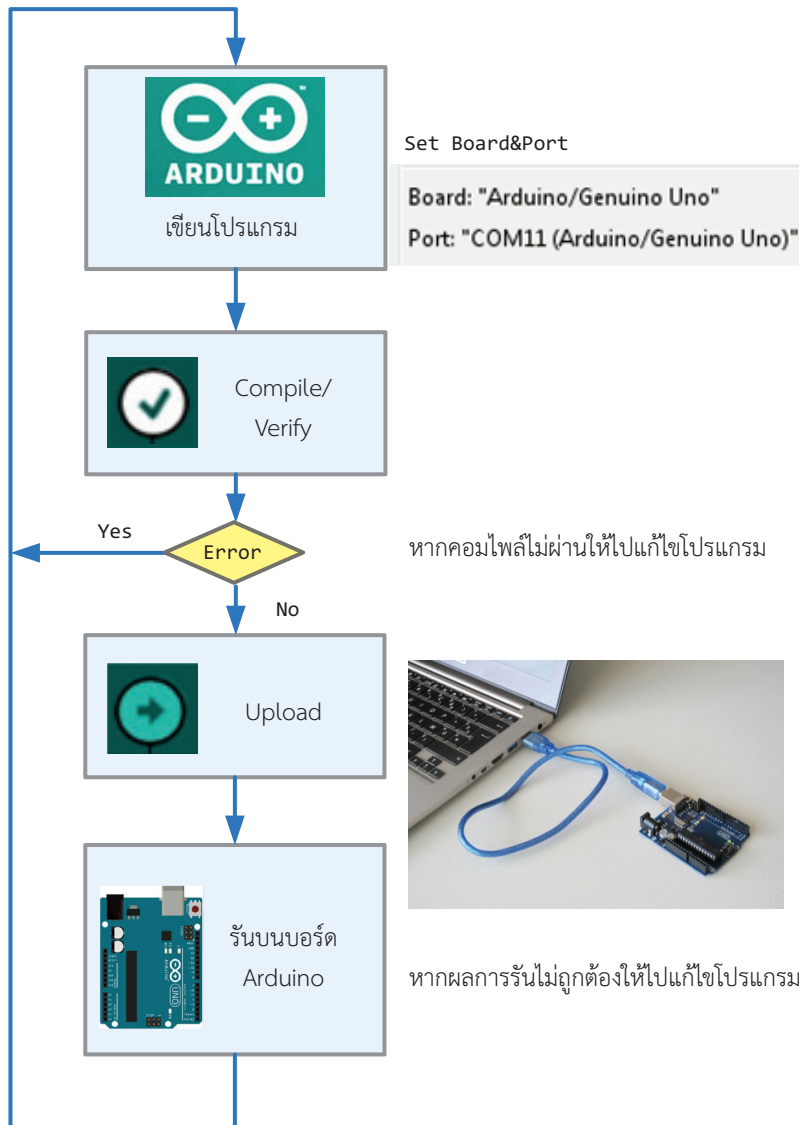
รูปที่ 1.12 โหลดโปรแกรมลงบอร์ด



รูปที่ 1.13 ไฟกะพริบที่ขา 13 ของบอร์ด Arduino

1.4 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม

ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมเริ่มจากการใช้โปรแกรม Arduino IDE เพื่อเขียนโปรแกรม เมื่อเสร็จแล้วให้กำหนดรุ่นของบอร์ด Arduino และหมายเลขพอร์ตของการเชื่อมต่อ จากนั้นทำการคอมไพล์หรือ Verify หากเกิดข้อผิดพลาดต้องกลับไปแก้ไขโปรแกรมใหม่ ถ้าไม่เกิดข้อผิดพลาดก็สามารถโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino และรันโปรแกรมได้

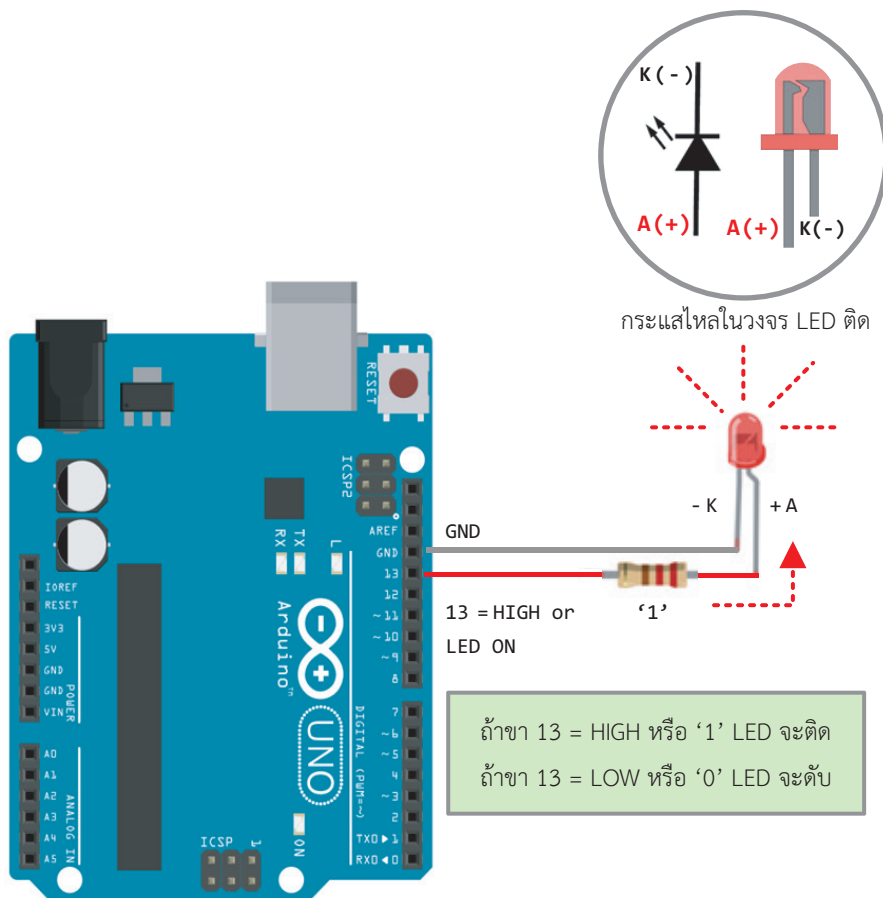


รูปที่ 1.14 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม

1.5 หลอดแสดงผล LED

หลอดแสดงผล LED (Light Emitting Diode) หรือไดโอดเปล่งแสง เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการแสดงผลไฟติดหรือดับ LED มี 2 ขา คือ ขาแอโนด (Anode) ต้องป้อนไฟบวก และขาแคโทด (K) เป็นขาราวด์หรือไฟลบ

การทำงานของวงจร เมื่อสัญญาณเอาต์พุตเป็นลอจิก 1 หรือสัญญาณไฟ 5 โวลต์ จะมีกระแสไหลในวงจรทำให้ไฟติด ส่วนตัวต้านทานจะทำหน้าที่ลดกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรให้เหมาะสม การเชื่อมต่อหลอดแสดงผล LED สามารถทำได้ทั้งที่ขาดิจิทัลเอาต์พุตขา 2-13



รูปที่ 1.15 การเชื่อมต่อ Arduino กับหลอด LED