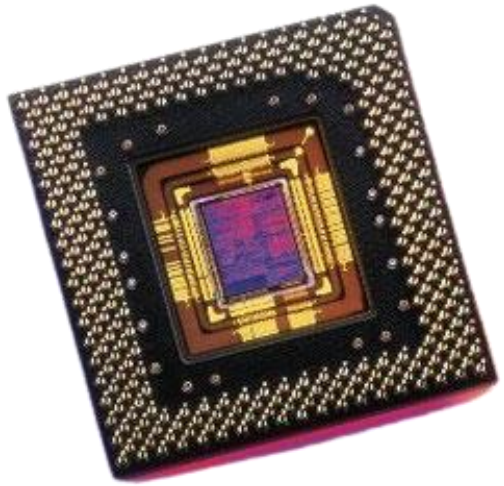
หน่วยที่ 1
เริ่มต้นใช้งานไมโครคอรโทรลเลอร์ Arduino

ไมโครโปรเซสเซอร์แตกต่างกับไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครโปรเซสเซอร์คือส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดในระบบคอมพิวเตอร์ เปรียบเสมือนหัวใจสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์ประกอบด้วย ALU (Arithmetic Logic Unit) หน่วยควบคุมตัวถอดรหัสคำสั่งและอาร์เรย์ของรีจิสเตอร์แต่ไม่มี RAM ROM พอร์ตอินพุตและเอาต์พุต ไทม์เมอร์หรืออุปกรณ์ต่อพ่วงอื่น ๆ บนชิป จำเป็นต้องเพิ่มจากภายนอกเพื่อให้สามารถใช้งานได้ในทางกลับกันไมโครคอนโทรลเลอร์เปรียบเสมือนมินิคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ขนาดเล็กที่มีไมโครโปรเซสเซอร์ หน่วยความจำ พอร์ตอินพุตและเอาต์พุต บนชิปตัวเดียว

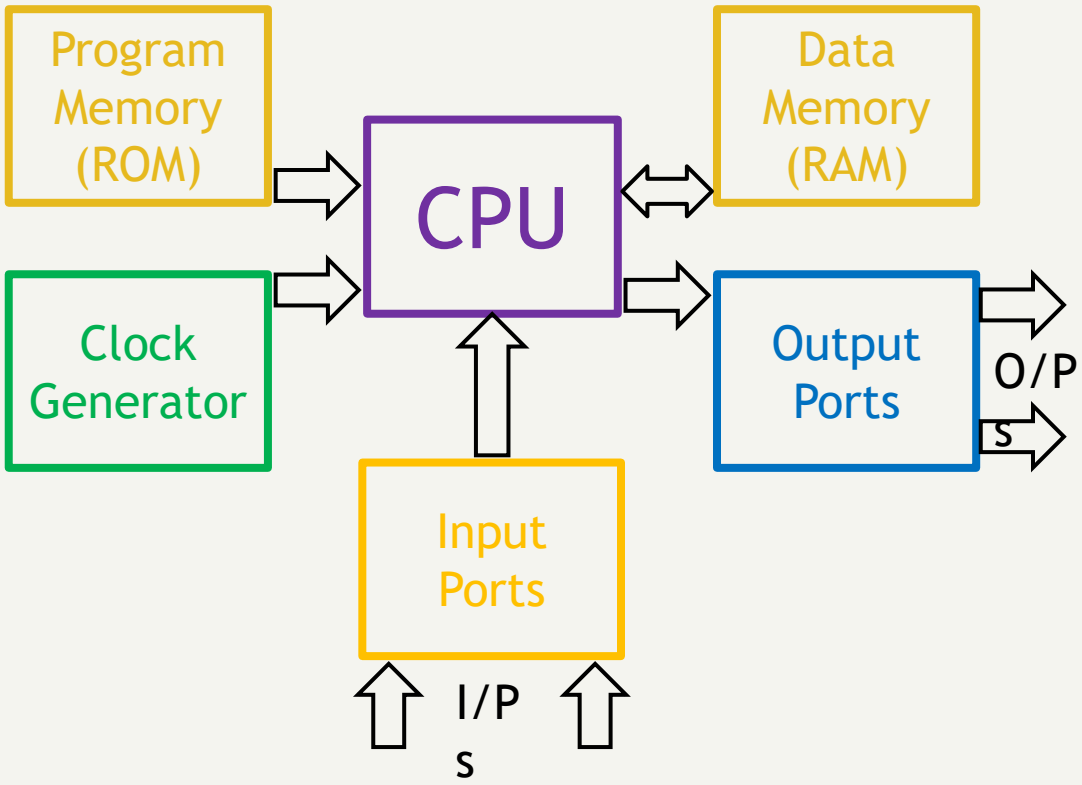


ไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (อังกฤษ: Microcontroller มักย่อว่า µC, uC หรือ MCU) คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ถ้าแปลความหมายแบบตรงตัวก็คือ ระบบคอนโทรลขนาดเล็ก เรียกอีกอย่างหนึ่งคือเป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย โดยผ่านการออกแบบวงจรให้เหมาะกับงานต่างๆ และยังสามารถโปรแกรมคำสั่งเพื่อควบคุมขา Input / Output เพื่อสั่งงานให้ไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ได้อีกด้วย ซึ่งเป็นระบบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายทั้งทางด้าน Digital และ Analog ยกตัวอย่างเช่น ระบบสัญญาณตอบรับอัตโนมัติ ระบบบัตรคิว ระบบตอกบัตรพนักงาน และอื่นๆ ยิ่งระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ในยุคปัจจุบันนั้นสามารถทำการเชื่อต่อกับระบบ Network ของคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้อีกด้วย

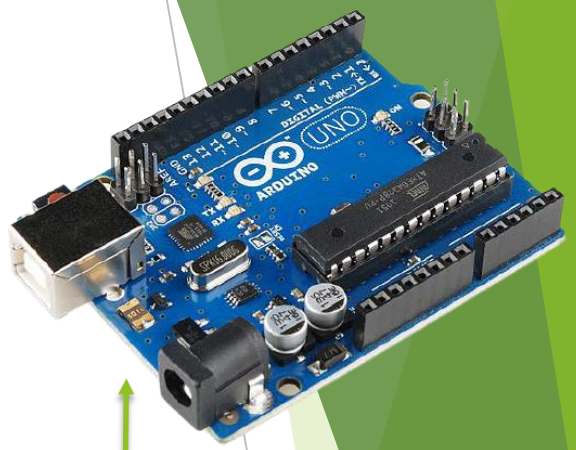
โครงสร้างทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์



สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)
2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) และหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory)
3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกหรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port)
4. ช่องทางเดินสัญญาณหรือบัส (Bus) คือ เส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต
5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

ตระกูลไมโครคอนโทรลเลอร์



Z - 80

MCS - 51

PIC

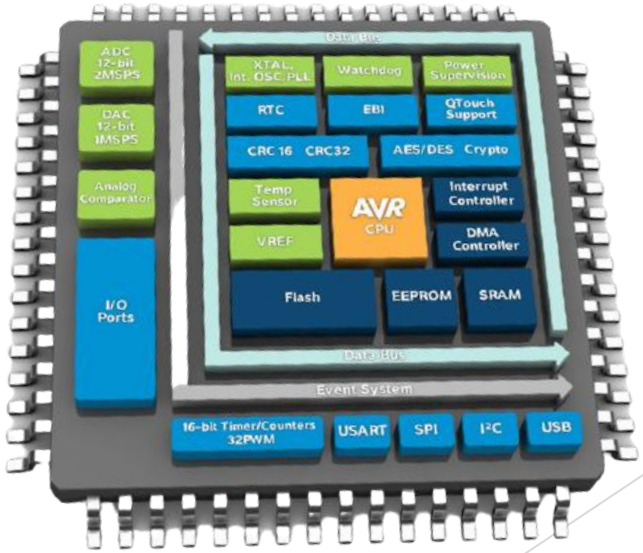
AVR

ARDUINO

RASPBERRY PI

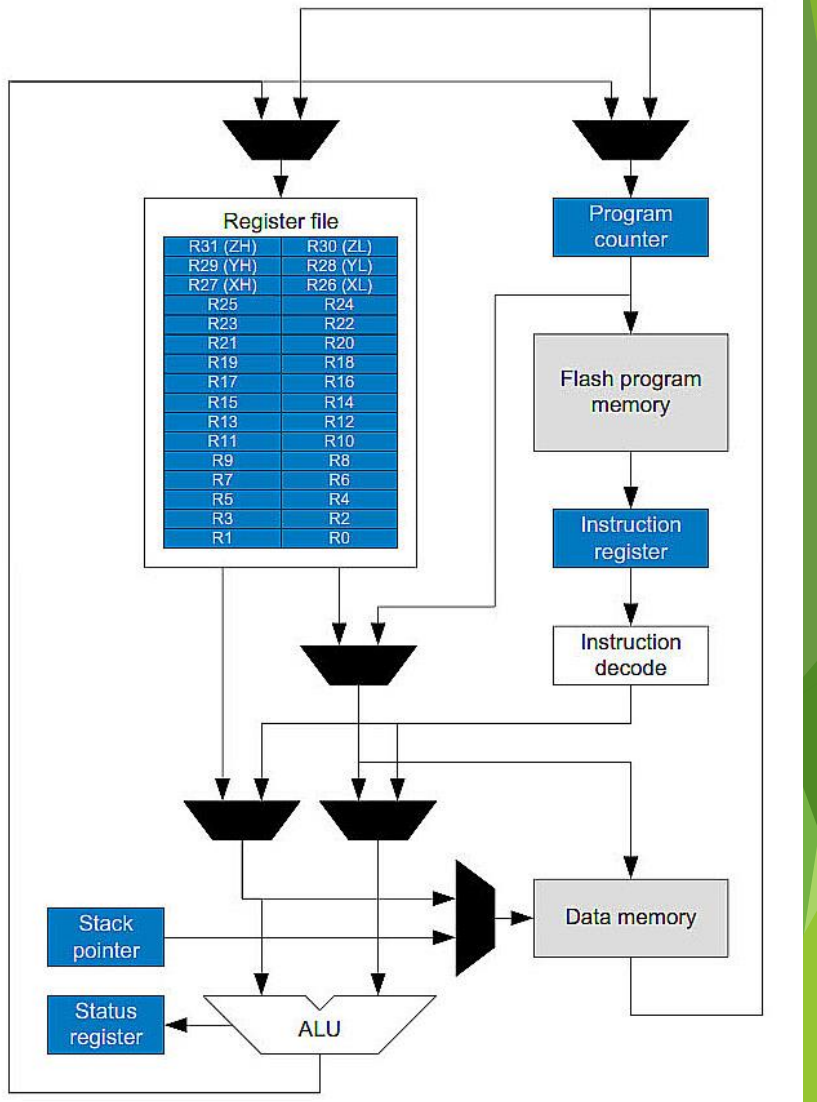
ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล AVR เป็นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์อีกตระกูลหนึ่งของบริษัท Atmel มีสถาปัตยกรรมภายในเป็นแบบ RISC (Reduced Instruction Set Computer) ที่ใช้สัญญาณนาฬิกาจำนวน 1 ลูกในการประมวลผลคำสั่ง 1 คำสั่ง เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในแบบแฟลช และหน่วยความจำข้อมูลภายในแบบอีอีพีรอม ออกแบบให้ใช้พลังงานต่ำโดยบางรุ่นใช้ไฟเลี้ยงอยู่ในช่วง 1.8 - 5.5 โวลต์



สถาปัตยกรรมไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR

สถาปัตยกรรมหลักใน AVR โดยทั่วไปหน้าที่หลักของซีพียูจะนำคำสั่งและข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำมาแปลความหมายและนำมาเรียงกันไปทีละคำสั่งตามคำสั่งพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ภายในซีพียูมีหน่วยคำนวณและตรรกะ หรือที่เรียกว่า Arithmetic & Logical Unit (ALU) เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่คำนวณทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การบวก ลบ คูณ หาร และเปรียบเทียบทางตรรกะเพื่อการตัดสินใจ โดยการทำงานของ ALU คือ รับข้อมูลจากหน่วยความจำมาไว้ในที่เก็บชั่วคราวของตัวมันเองหรือเรียกว่า รีจิสเตอร์ (register) เพื่อทำการคำนวณแล้วส่งผลลัพธ์กลับไปยังหน่วยความจำ



รีจิสเตอร์

รีจิสเตอร์ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลเป็นบิทจำนวนมากเพื่อให้ระบบต่างๆ สามารถเขียนเข้าไปใหม่หรืออ่านบิททั้งหมดนั้นได้พร้อมกัน รีจิสเตอร์เป็นหน่วยความจำขนาดเล็ก ที่ทำงานได้เร็วมาก ในระบบคอมพิวเตอร์ หน่วยความจำเหล่านี้ ใช้เก็บข้อมูลที่จำเป็นในการคำนวณ หรือสถานะการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง และมักถูกอ้างถึงบ่อย ในระหว่างการคำนวณของหน่วยประมวลผล เพื่อให้โปรแกรมที่ทำงานอยู่สามารถเข้าถึงข้อมูลที่จำเป็นเหล่านี้ ได้อย่างรวดเร็ว

รีจิสเตอร์สถานะ

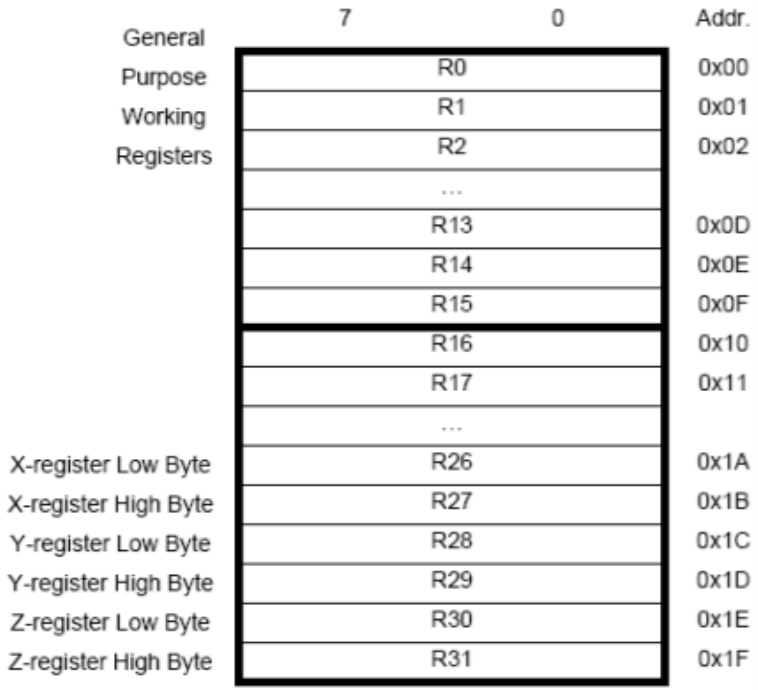
รีจิสเตอร์สถานะ (Status Register : SREG) เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้สำหรับเก็บสถานะผลของการทำงานที่เกิดจากการทำงานประมวลผลของชุดคำสั่งครั้งล่าสุด ซึ่งข้อมูลนี้จะนำไปใช้ประโยชน์ในคำสั่งที่เป็นเงื่อนไขเพื่อใช้ในการตัดสินใจ โดยรีจิสเตอร์สถานะนี้มีการเปลี่ยนแปลงสถานะอยู่เสมอเมื่อมีการดำเนินการเกี่ยวกับการประมวลผลทางคณิตศาสตร์และตรรกะ (ALU) และรีจิสเตอร์สถานะจะไม่มีการจัดเก็บแบบอัตโนมัติเมื่อมีการเรียกใช้โปรแกรมย่อยแบบขัดจังหวะ (interrupt routine) และเมื่อกลับจากการขัดจังหวะต้องได้รับการจัดการโดยซอฟต์แวร์

Status Register SREG--แฟลกสถานะรีจิสเตอร์

bit	7	6	5	4	3	2	1	0
SREG	I	T	H	S	V	N	Z	C
access	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW
reset	0	0	0	0	0	0	0	0

รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป

รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป (General Purpose Register File) เป็นรีจิสเตอร์ที่ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อใช้กับชุดคำสั่งแบบ RISC (Reduced instruction set computer) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ซึ่งในการทำงานของคำสั่งนั้นมีการนำเข้าและส่งออกข้อมูลจากรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปจากคำสั่งมาเก็บในรีจิสเตอร์



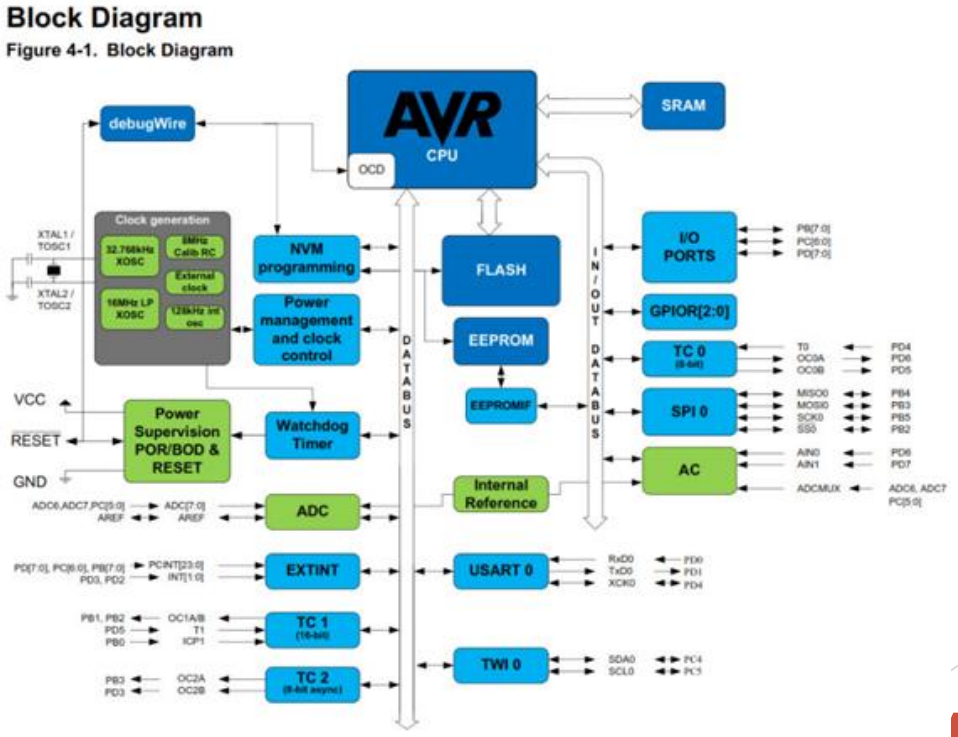
สแตก พอยเตอร์

สแตก พอยเตอร์ (Stack Pointer) ถูกใช้งานเพื่อการเก็บข้อมูลไว้ชั่วคราวของตัวแปรและตำแหน่งแอดเดรส ขณะทำการขัดจังหวะหรือกระโดดไปยังโปรแกรมย่อย และตัวชี้ตำแหน่งสแตกมีหน้าที่เก็บค่าตำแหน่งสูงสุดของสแตกเอาไว้ในไอซี AVR โดยตัวชี้สแตกมีรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต จำนวน 2 ตัว ได้แก่ SPH และ SPL

คำสั่ง	สแตก พอยเตอร์	ลักษณะคำสั่ง
PUSH	Decremented by 1	ข้อมูลถูกเก็บไว้ในแสตก
CALL ICALL RCALL	Decremented by 2	ข้อมูลถูกเก็บไว้ในแสตก และคืนค่าเมื่อออกจากโปรแกรมย่อยหรือการขัดจังหวะ
POP	Decremented by 1	นำข้อมูลมาจากสแตก
RET RETI	Decremented by 2	นำข้อมูลมาจากสแตก เมื่อออกจากโปรแกรมย่อยหรือการขัดจังหวะ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ Atmega328

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ Atmega328 เป็นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท Atmel มีโครงสร้างภายในเป็นแบบ RISC (Reduced instruction set computer) มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในเป็นแบบแฟลช สามารถเขียน-ลบโปรแกรมใหม่ได้หลายครั้ง โปรแกรมข้อมูลเป็นแบบ In-System programmable



คุณสมบัติไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ Atmega328

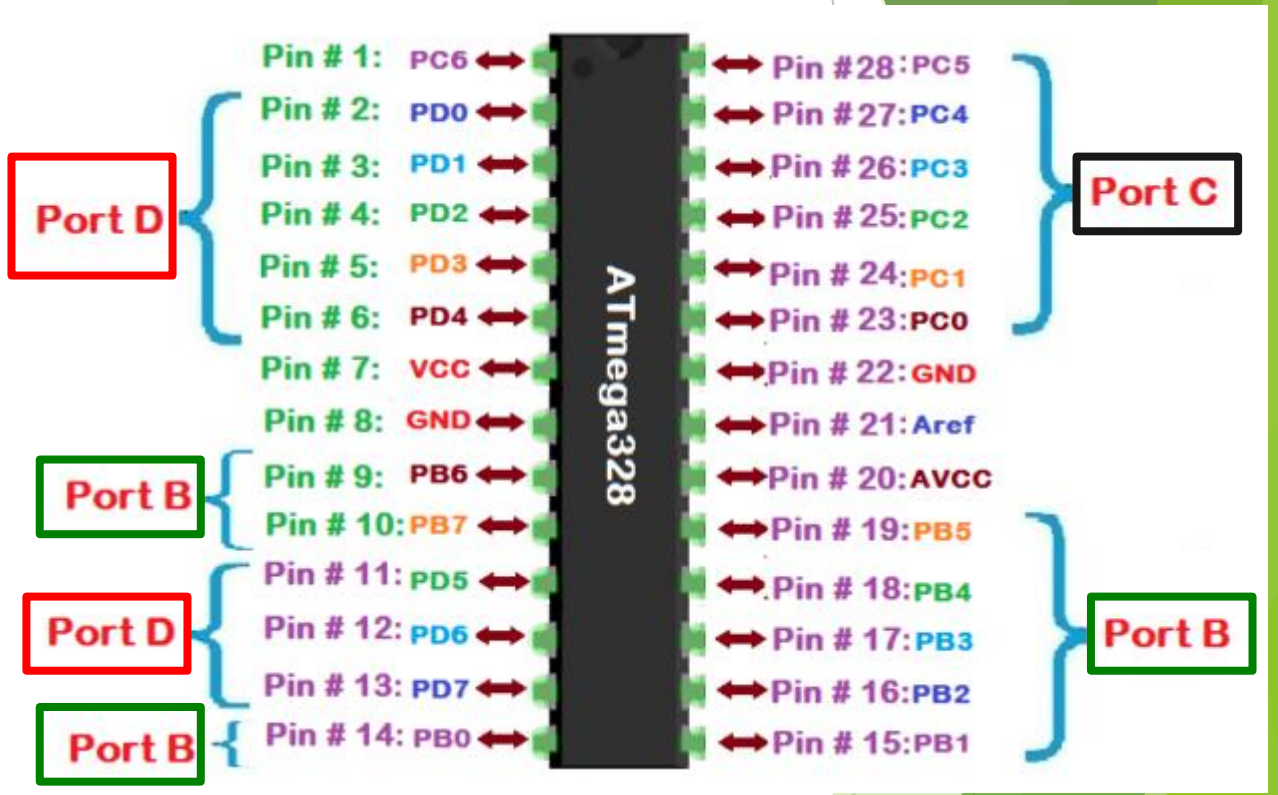
1. เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิตแบบ RISC (Reduced instruction set computer) ใช้กำลังงานต่ำ
2. หน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลซ 32 กิโลไบต์ สามารถเขียนและลบโปรแกรมในวงจรได้ 10,000 รอบ เก็บรักษาข้อมูลได้นาน 20 ปี
3. หน่วยความจำข้อมูลชั่วคราวแบบ SRAM 2 กิโลไบต์ และหน่วยความจำข้อมูลถาวรแบบ EEPROM 1 กิโลไบต์
4. บรรจุ USB บูตโหลดเดอร์มาจากผู้ผลิต จึงสามารถโปรแกรมหน่วยความจำผ่านพอร์ต USB ได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องโปรแกรมภายนอก
5. มีพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตแบบโปรแกรมได้ ทั้งหมด 23 ขา
6. ความถี่สัญญาณนาฬิกาจากภายนอกสูงสุด 20 MHz
7. มีโมดูลแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล ความละเอียด 10 บิต จำนวน 6 ช่อง

คุณสมบัติไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ Atmega328

8. มีโมดูลไทเมอร์/เคาว์เตอร์ ขนาด 16 บิต จำนวน 1 ช่อง, ขนาด 8 บิต จำนวน 2 ช่อง
9. มีโมดูลกำเนิดสัญญาณ PWM จำนวน 6 ช่อง
10. มีวงจรตรวจจับไฟเลี้ยงต่ำกว่าที่กำหนดหรือบราวเอาต์แบบโปรแกรมได้
11. มีโมดูลสื่อสารข้อมูลผ่านบัส SPI และ I2C
12. มีโมดูลอินเตอร์รัพพ์ภายนอก 2 ช่องและภายใน 26 ช่อง
13. มีโมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรม USART (Universal Synchronous/Asynchronous Receiver Transmitter)
14. ใช้ไฟเลี้ยงมีค่าแรงดันตั้งแต่ 4.5 5.5 V ถ้าเลือกใช้สัญญาณนาฬิกาที่ความถี่ 0 - 20 MHz
15. ค่าอุณหภูมิใช้งานตั้งแต่ -40 ถึง +85 °C

การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ Atmega328

1. ขา VCC เป็นขาไฟเลี้ยง 1.8 โวลต์ ถึง 5.5 โวลต์
2. ขา GND เป็นขากราวนด์
3. Port B (PB7:0) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2 มีทั้งหมด 8 พอร์ต ตั้งแต่พอร์ต PB0 ถึงพอร์ต PB7 แต่ละพอร์ตสามารถเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต เป็นพอร์ตที่มีตัวต้านทานพูลอัปอยู่ภายใน และสามารถต่อวงจรเอาต์พุตขับได้ทั้งกระแสซิงค์และกระแสซอร์ซ
4. Port C (PC[6:01) มีทั้งหมด 7 พอร์ต ตั้งแต่พอร์ต PC0 ถึงพอร์ต PC6 แต่ละพอร์ตสามารถเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต เป็นพอร์ตที่มีตัวต้านทานพูลอัปอยู่ภายใน และสามารถต่อวงจรเอาต์พุตขับได้ทั้งกระแสซิงค์และกระแสซอร์ซ
5. Port D (PD[7:0]) มีทั้งหมด 8 พอร์ต ตั้งแต่พอร์ต PD0 ถึงพอร์ต PD7 แต่ละพอร์ตสามารถเป็นได้ทั้งพอร์ต อินพุตและเอาต์พุต เป็นพอร์ตที่มีตัวต้านทานพูลอัปอยู่ภายใน และสามารถต่อวงจรเอาต์พุตขับได้ทั้งกระแสซิงค์และกระแสซอร์ซ
6. AVCC เป็นขาแรงดันไฟเลี้ยงสำหรับวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล
7. AREF เป็นขาอ้างอิงแอนะล็อกของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล

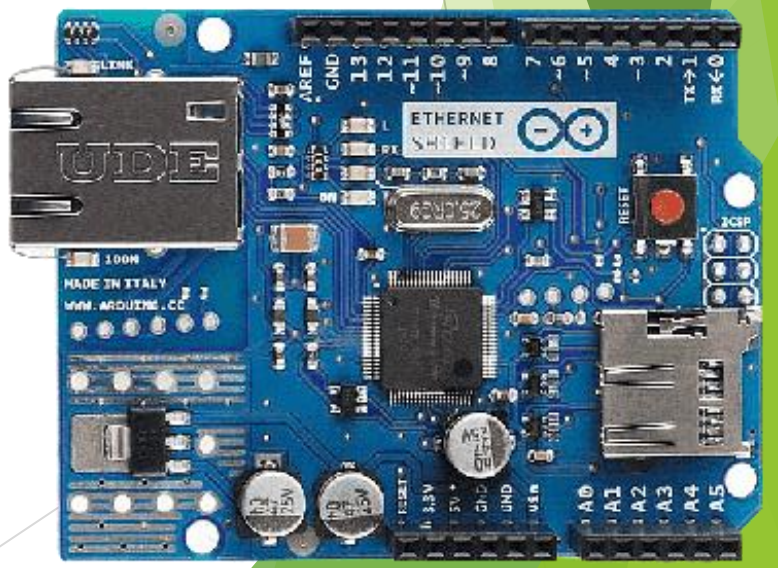


บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

Arduino (อาดุอิโน่ หรือ อาดุยโน่) มาจากภาษาอิตาเลี่ยน เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ของบริษัท ATMEL เป็นหน่วยประมวลผลกลาง ที่ถูกพัฒนาเป็นแบบโอเพ่นซอร์ซ (Open Source) ซึ่งผู้ผลิตเปิดเผยข้อมูลทั้งฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) ถูกออกแบบขึ้นมา เพื่อให้ใช้งานได้ง่าย เหมาะสำหรับที่ผู้เริ่มต้นศึกษาการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น ซึ่งผู้ใช้งานสามารถดัดแปลง พัฒนาต่อยอดฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) Arduino นำมาใช้งานเช่นเดียวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอื่นๆ เพื่อใช้สำหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดย การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานตามต้องการ ในปัจจุบันมีมากกว่า 20 รุ่น แต่ละรุ่นจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน โดยรุ่นที่เป็นพื้นฐาน ได้แก่ Arduino Uno R3

จุดเด่นของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

1. มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อน เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นใช้งาน และง่ายต่อการพัฒนาโปรแกรม
2. การใช้งานเป็นแบบโอเพ่นซอร์ซ (Open Source) สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน
3. สามารถพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการต่าง ๆ ได้เช่น Windows, Mac OS X หรือ Linux
4. บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีราคาไม่แพง

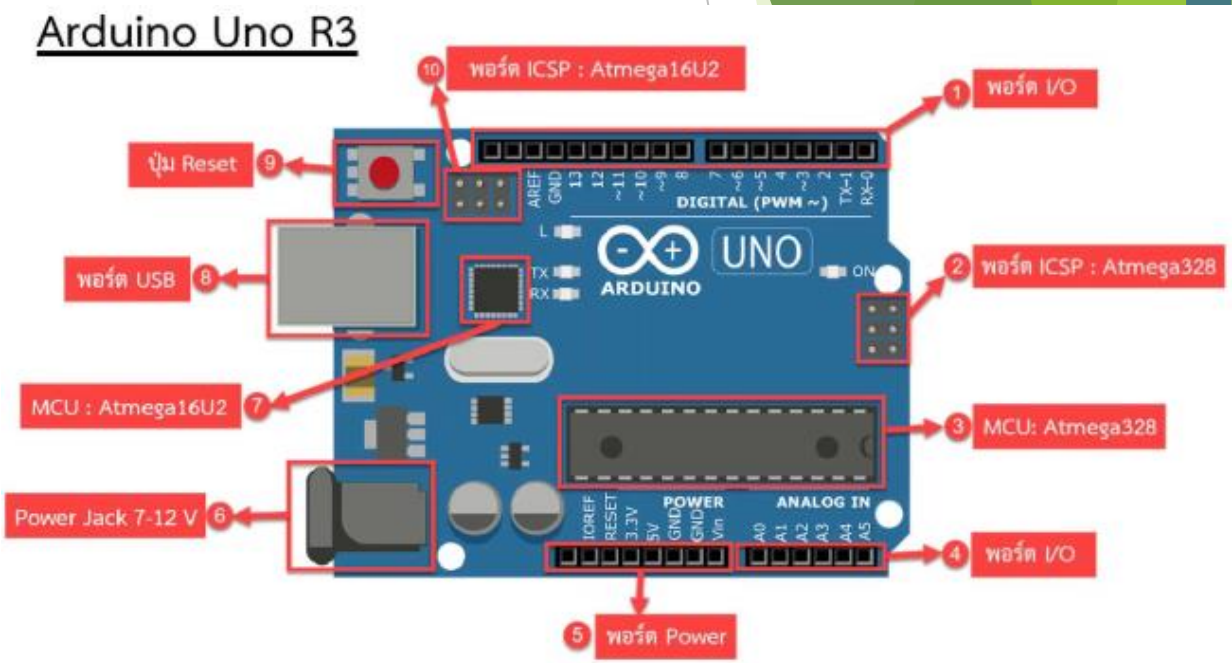


คุณสมบัติบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3

คุณสมบัติบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3	
ชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์	ATmega328
ใช้แรงดันไฟฟ้า	5 V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7 – 12 V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	6 – 20 V
พอร์ต Digital I/O	14 พอร์ต (มี 6 พอร์ต PWM output)
พอร์ต Analog Input	6 พอร์ต
การเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์	USB PORT
กระแสไฟที่จ่ายได้ในแต่ละพอร์ต	40 mA
กระแสไฟที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3 V	50 mA
พื้นที่หน่วยความจำโปรแกรม	32 KB
พื้นที่หน่วยความจำชั่วคราวแบบ (SRAM)	2 KB
พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM)	1 KB
ความถี่สัญญาณนาฬิกา	16 MHz

ส่วนประกอบของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3

1. พอร์ต I/O : Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้บาง Pin จะทำหน้าที่อื่น ๆ เพิ่มเติมด้วย
2. พอร์ต ICSP : ATmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader
3. MCU : ATmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino
4. พอร์ต I/O : นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็นช่องรับสัญญาณแอนะล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5
5. พอร์ต Power : ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, Vin
6. Power Jack : รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7 - 12 V
7. MCU : ATmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย ATmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน ATmega16U2
8. พอร์ต USB : ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่ออัพโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด
9. ปุ่ม Reset : เป็นปุ่มที่ใช้สำหรับกดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่
10. พอร์ต ICSP : ATmega16U2 : เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม VisualComport บน ATmega16U2



แบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 1

1. จากรูป จงเขียนอธิบายหน้าที่การทำงานของส่วนประกอบบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3

2. จงบอกข้อดีของบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino