

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะกล่าวถึงเนื้อหาที่เป็นทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับปริญญานิพนธ์ โดยส่วนประกอบหลักของโครงงานปริญญานิพนธ์ประกอบด้วย

- ทฤษฎีพื้นฐานของสายอากาศ
- เครื่องกำเนิดสัญญาณวิทยุ
- ไมโครคอนโทรลเลอร์
- วัสดุไดอิเล็กตริก

2.1 ประวัติความเป็นมาของสายอากาศ

สายอากาศเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในระบบวิทยุ ซึ่งหน้าที่ของสายอากาศไม่จำเพาะไว้สำหรับเพียงรับคลื่นเท่านั้นสายอากาศยังเป็นอุปกรณ์ในการใช้ส่งคลื่นอีกด้วย

วิทยุที่มีสายอากาศเครื่องแรกสร้างโดย เฮนริช เฮอร์ต ผู้เป็นศาสตราจารย์อยู่ที่สถาบันในเมืองคาร์ลชู ประเทศเยอรมันนี เฮอร์ต ผู้ได้รับชื่อว่าเป็นวิศวกรไมโครเวฟคนแรกของโลก ได้นำเสนอผลงานที่ยิ่งใหญ่ของเขาคือทำการทดลองการสะท้อนของสายอากาศใน ปีค.ศ. 1886 ณ ที่ประชุมเกี่ยวกับระบบคลื่นวิทยุแม้ว่า เฮอร์ต จะเป็นผู้ริเริ่มและเป็นเหมือนเจ้าแห่งวิทยุ สิ่งประดิษฐ์ของเขายังถูกเก็บไว้ในห้องทดลองจนกระทั่ง 20 ปีให้หลัง ที่ประเทศอิตาลีได้ทำการปรับปรุงจรมีสายอากาศที่ใหญ่ขึ้นและมีระบบ สายดินมันเพื่อให้ความยาวคลื่นยาวมากกว่าเดิม และสามารถส่งสัญญาณไปได้ในระยะทางที่ไกลมากๆได้ กลางเดือนธันวาคมปีค.ศ. 1901 เขาได้ทำให้โลกต้องตกใจด้วยการรับสัญญาณที่ เซนต์จอห์น เกาะนิวฟันด์แลนด์ซึ่งสามารถถูกส่งมาจากสถานีส่งสัญญาณที่เขาสร้างที่ พอร์ลู ในเมือง คอร์นวอลล์ ประเทศอังกฤษ 1ปีหลังจากนั้นเขาได้เริ่มมีการบริการส่งข้ามมหาสมุทรแอตแลนติกซึ่งไม่บ่อยนักที่จะมีสิ่งประดิษฐ์ที่ถูกจับตามองโดยทั่วไปอย่างเช่นสิ่งประดิษฐ์ของมาโคนีเริ่มในศตวรรษที่ 20 หลังจากนั้นความนิยมของสิ่งประดิษฐ์ดังกล่าวเป็นไปอย่างน่าทึ่งโดยกลุ่มนักบุญและจากคนที่ได้นำไปใช้บนเรือไททานิกมา มาร์โคนีถูกจับตามองด้วยความน่าเกรงขามไปทั่วก่อนที่วิทยุจะแตกสาขาออกไปจนกระทั่งปัจจุบันในการเรดาร์ระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 ทำให้คลื่นที่มีขนาดความยาวคลื่นเป็นเซนติเมตร ได้กลายเป็นที่นิยมแต่ระยะคลื่นของวิทยุขึ้นอยู่กับความกว้างของแถบความถี่ที่จะใช้ การใช้คลื่นวิทยุติดต่อกันเป็นพันๆไมล์โดยใช้สายอากาศเป็นตัวกลางในการสื่อสารสามารถติดต่อกันรอบโลกโดยดาวเทียมเป็นวงโคจรเหนือโลก ใช้ดาวเทียมบอกตำแหน่ง GPS ช่องสัญญาณมายังตัวรับ ซึ่งจะบอกละติจูด ลองติจูดด้วยความแม่นยำสูงทุกตำแหน่งบนโลกสายอากาศนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่สุดอย่างหนึ่งสำหรับงานสื่อสาร

2.2 ทฤษฎีพื้นฐานสายอากาศ

สายอากาศ(Antenna) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง queเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือในทางกลับกันปกติสายอากาศจะถูกใช้กับเครื่องส่งและเครื่องรับวิทยุ ในการส่งวิทยุจากก้อนคลื่น กระแสไฟฟ้าที่มีความถี่วิทยุไปยังขั้วไฟฟ้าทั้งสองของสายอากาศ จากนั้นสายอากาศจะแผ่รังสีพลังงานจาก กระแสในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการรับสายอากาศ จะดักจับพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อที่จะ สร้างแรงดันไฟฟ้าขนาดเล็กที่ขั้วไฟฟ้าของมัน แรงดันไฟฟ้านี้จะถูกส่งรับเพื่อทำการขยายสัญญาณต่อไป

2.3 เครื่องกำเนิดสัญญาณวิทยุ(RF Signal Generator รุ่น hp agilent n9310a)

เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่สูง สามารถกำเนิดสัญญาณได้ในช่วงความถี่ 9 kHz ถึง 3 GHz และจ่ายกำลังตั้งแต่ -127 dBm ถึง 13 dBm



รูป 2.1 เครื่องกำเนิดสัญญาณวิทยุ(RF Signal Generator รุ่น hp agilent n9310a)

ตาราง 2.1 แสดงคุณสมบัติเครื่องกำเนิดสัญญาณ

Frequency	
Range	9 kHz to 3.0 GHz
Resolution	0.1 Hz
Switching speed	< 10 ms within 0.1 ppm of final frequency
Amplitude	> 0.35 Vrms level into 50 Ω
Connector	BNC female
External Reference Input	
Range	2 MHz, 5 MHz, 10 MHz
Amplitude	0.5 ~ 2 Vrms
Connector and impedance	50 Ω ; BNC female
Output	
Power	-127 to +13 dBm +20 dBm settable
Resolution	0.1 dB
Switching speed	< 10 ms < 0.3 dB deviation
VSWR	< 1.6 1.5 MHz F_c < 2.5 GHz < 1.8 2.5 GHz $\leq F_c$ 3 GHz
Output connector and impedance	N-type; 50 Ω nominal
Reversal Power Protection	
DC voltage	30 V
RF power	+36 dBm 1 minute; the warning for reversed power

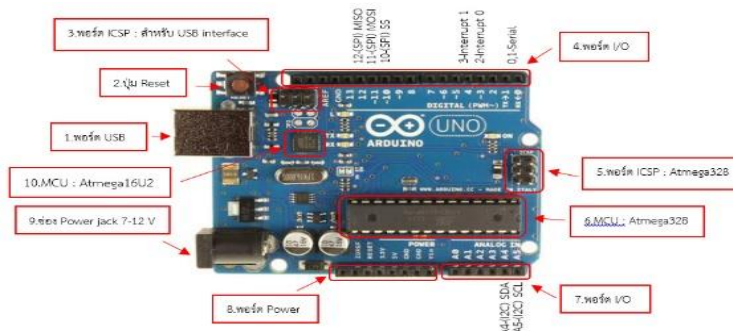
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน

2.4.1 โครงสร้างทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างโดยทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)
2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกระดาษทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยงก็ตาม
3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะด้วยการกดสวิตช์เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต เพื่อแสดงผลเช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น
4. ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus) , บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)
5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย



รูป 2.2 Arduino R3

ตาราง 2.2 แสดงคุณสมบัติ Arduino R3

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB
Flash Memory for Bootloader	0.5 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

2.5 วัสดุไดอิเล็กตริก

2.5.1 คุณสมบัติไดอิเล็กตริก

วัสดุต่างๆโดยทั่วไปนั้นมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ต่างกัน เช่น ค่าความต้านทานค่าความนำไฟฟ้า หรือคุณสมบัติทางแม่เหล็กโดยทั่วไปมักพิจารณาคุณสมบัติของวัสดุด้วยพารามิเตอร์ที่สำคัญ 2 พารามิเตอร์ คือค่าสภาพยอมไฟฟ้าและความซึมซาบแม่เหล็ก

คุณสมบัติไดอิเล็กตริกของวัสดุเป็นค่าที่แปรผันตาม ความถี่ อุณหภูมิ โครงสร้าง และชนิดของวัสดุเมื่อคลื่นไมโครเวฟถูกส่งผ่านเข้าไปในวัสดุจะมีพลังงานหนึ่งที่สะท้อนกลับส่วนหนึ่งจะสามารถทะลุผ่านผิวของวัสดุและบางส่วนถูกวัสดุดูดกลืนไว้อัตราส่วนของพลังงานทั้ง 3 ส่วนนี้จะถูกนำมาใช้ในการคิดค่าไดอิเล็กตริกของวัสดุ

2.5.2 คุณสมบัติไดอิเล็กตริกของน้ำตาล

อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตมักไม่แสดงการโพลาไรซ์เนื่องจากไดโพลาร์อย่างชัดเจนที่ความถี่ไมโครเวฟ ดังนั้นสำหรับสารละลายคาร์โบไฮเดรต ผลกระทบจากน้ำจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ คุณสมบัติไดอิเล็กตริกเป็นอย่างมาก ปฏิกริยาจากบอนด์ของไฮโดรเจน(Hydrogen bond)และกลุ่มไฮดรอกซิลของน้ำ(Hydroxyl group water)จะมีบทบาทสำคัญต่อคุณสมบัติไดอิเล็กตริกของอาหารที่มีน้ำตาลอยู่ปริมาณมาก

น้ำตาลจะปรับไดอิเล็กตริกของน้ำ ปฏิกริยาไฮดรอกซิลของน้ำทำให้น้ำมีความมั่นคงด้วยบอนด์ของไฮโดรเจน ซึ่งจะส่งผลกระทบกับคุณสมบัติไดอิเล็กตริกของสารละลายน้ำตาลและปฏิกริยาไมโครเวฟจะขึ้นอยู่กับความยาวของบอนด์ไฮโดรเจน กลุ่มไฮดรอกซิลของกลูโคสสามารถเข้าถึงบอนด์ไฮโดรเจนได้ดีกว่าไฮดรอกซิลของแป้ง