อุปกรณ์ตรวจวัดระดับออกซิเจนในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจผ่านปลายนิ้ว

Pulse Oximeter Fingertip

เกียรติกูล พฤษการ	รหัสนักศึกษา 62010077
Kiattikul Purtsakarn	Student ID 62010077
ธัญวรัตน์ ทนหนองแวง	รหัสนักศึกษา 62010421
Thanwarat Thonnongwaeng	Student ID 62010421
ศิริลักษณ์ ทองลอย	รหัสนักศึกษา 62010872
Sirilak Thongloy	Student ID 62010872

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ตรวจวัดระดับออกซิเจนในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจผ่านปลายนิ้ว

Pulse Oximeter Fingertip

โดย

เกียรติกูล พฤษการ รหัสนักศึกษา 62010077

ธัญวรัตน์ ทนหนองแวง รหัสนักศึกษา 62010421

ศิริลักษณ์ ทองลอย รหัสนักศึกษา 62010872

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.วีระ เพ็งจันทร์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา ปีการศึกษา 2565

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง อุปกรณ์ตรวจวัดระดับออกซิเจนในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจผ่านปลายนิ้ว Pulse Oximeter Fingertip

ผู้จัดทำ นายเกียรติกูล พฤษการ รหัสนักศึกษา 62010077

นางสาวธัญวรัตน์ ทนหนองแวง รหัสนักศึกษา 62010421

นางสาวศิริลักษณ์ ทองลอย รหัสนักศึกษา 62010872

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

(ผศ.ดร.วีระ เพ็งจันทร์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงาน	อุปกรณ์ตรวจวัดระดับออกซิเจนในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจผ่านปลายนิ้ว	
นักศึกษา	นายเกียรติกูล พฤษการ	รหัสนักศึกษา 62010077
	นางสาวธัญวรัตน์ ทนหนองแวง	รหัสนักศึกษา 62010421
	นางสาวศิริลักษณ์ ทองลอย	รหัสนักศึกษา 62010872
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	
ภาควิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2565	
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน	ผศ.ดร.วีระ เพ็งจันทร์	

บทคัดย่อ

โครงงานเล่มนี้เป็นการศึกษาและออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดระดับออกซิเจนในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจผ่านปลายนิ้ว ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเกิดชิ้นงานที่จะช่วยเสริมสร้างประสบการณ์ในการลงมือปฏิบัติงานมากยิ่งขึ้น โดยทำการศึกษาอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ในชิ้นงาน ทำให้เกิดการเรียนรู้กระบวนการสร้างชิ้นงาน และเกิดการบูรณาการความรู้ที่ได้จากการเรียนในภาคทฤษฎี การออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดระดับออกซิเจนในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจผ่านปลายนิ้ว ซึ่งมีลักษณะการทำงาน คือ เมื่อนำนิ้วมือมาวางบนเซนเซอร์ ค่าที่ได้จะถูกประมวลผลด้วย เซนเซอร์ MAX30100 และแสดงผลที่หน้าจอ OLED โดยมี ESP8266 เป็นตัวควบคุม โดยที่เซนเซอร์ MAX30100 จะปล่อยแสงออกมาคือ RED LED และ Infrared LED ที่มีคลื่นความยาว 660 nm และ 880 nm ตามลำดับ จะมี Photodiode ที่สามารถวัดความเข้มของแสงที่สะท้อนกลับมา ซึ่งคือตัวรับสัญญาณที่จะรับแสงจะสะท้อนค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจที่เกิดขึ้นในหลอดเลือดตามการบีบของหัวใจ นำมากรอง แปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าและมีการขยายสัญญาณ Output แล้วจะแสดงบนหน้าจอแสดงผล (OLED) และ Blynk Application และเมื่อค่า BPM มากกว่า 120 buzzer จะส่งเสียง และมีข้อความแจ้งเตือนว่า “แจ้งเตือน: BPM value is high. Check patient.” ทาง line notify และเมื่อค่า SpO2 น้อยกว่า 95% buzzer จะส่งเสียง และมีข้อความแจ้งเตือนว่า “แจ้งเตือน: SpO2 value is low. Check patient.” ทาง line notify

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	Pulse Oximeter Fingertip	
Student	Mr. Kiattikul Purtsakarn	Student ID 62010962
	Miss Thanwarat Thonnongwaeng	Student ID 62010872
	Miss Sirilak Thongloy	Student ID 62010872
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Electronics Engineering	
Year	2022	
Project Advisor	Asst. Prof. Weera Pengchan, D.Eng	

ABSTRACT

Design of Pulse Oximeter Fingertip which is characterized by placing the finger on the sensor. This value is processed by the MAX30100 sensor and displayed on the OLED screen. The ESP8266 as a controller. The MAX30100 sensor emits RED LED and Infrared LED with a wavelength of 660 nm and 880 nm respectively, and there are photodiodes that can measure the intensity of reflected light. This is the light receptor that reflects the oxygen saturation and heart rate in the blood vessels according to the contraction of the heart, will be filtered and converted into an electrical signal and amplified the output, which is then displayed on the display screen (OLED) and the Blynk application and when the BPM value is greater than 120, the buzzer will sound and a notification message saying "BPM value is high. Check patient." will be sent via Line Notify. Similarly, when the SpO2 value is less than 95%, the buzzer will sound and a notification message saying "SpO2 value is low. Check patient." will be sent via Line Notify.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ ผศ.ดร.วีระ เพ็งจันทร์ อาจารย์ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้สนับสนุนโครงงานนี้ขึ้นมา เพื่อการเรียนรู้พื้นฐานทางอิเล็กทรอนิกส์ และการควบคุมไมโครคอนโทลเลอร์ รวมถึงได้สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างบุคคลากรในภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ ขอบคุณเพื่อน ๆ ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ชั้นปีที่ 4 ที่ช่วยกันแก้ปัญหาและให้คำแนะนำจนทำให้โครงงานชิ้นนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าหวังอย่างยิ่งว่าโครงงานอุปกรณ์ตรวจวัดระดับออกซิเจนในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจผ่านปลายนิ้วฉบับนี้จะมีประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจไม่มากก็น้อย อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์และต่อยอดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I
ABSTRACT II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญรูป VII
บทที่ 1 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 สมมติฐานของโครงงาน 1
1.4 ขอบเขตในการจัดทำโครงงาน 2
1.5 ระยะเวลาในการทำโครงงาน 2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 4
2.1 ESP8266 4
2.2 IC MAX30100 5
2.3 OLED - 1306 6
2.4 Blynk Application 7
2.5 อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) 8
2.6 ออกซิเจนในเลือด (SpO_2) 9
2.7 Buzzer 9
2.8 LINE Notify 10
บทที่ 3 11
3.1 อุปกรณ์ เครื่องมือหรือโปรแกรมที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน 11
3.2 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน 11
3.3 หลักการทำงาน 12
3.4 Diagram 12
3.5 Flowchart 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 Schematic 14
3.7 ลายวงจร 14
3.8 กล่องอุปกรณ์ 15
บทที่ 4 16
4.1 ผลการทดลองตอนที่ 1 16
4.2 ผลการทดลองตอนที่ 2 19
บทที่ 5 22
5.1 สรุปผลของโครงงาน 22
5.2 ข้อเสนอแนะ 22
บรรณานุกรม 24
ภาคผนวก 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ระยะเวลาในการทำโครงงานตั้งแต่วันที่ มกราคม 2566 จนถึง เมษายน 2566.....2
4.1 ผลการทดลองการวัดค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (bpm) ของคนที่ 1.....16
4.2 ผลการทดลองการวัดค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (bpm) ของคนที่ 2.....17
4.3 ผลการทดลองการวัดค่า SpO_2 (%) ของคนที่ 1.....19
4.4 ผลการทดลองการวัดค่า SpO_2 (%) ของคนที่ 2.....20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ESP8266....4
2.2 IC MAX30100....5
2.3 OLED-1306....6
2.4 ตัวอย่างแอพพลิเคชัน Blynk....7
2.5 สูตรคำนวณอัตราการเต้นหัวใจ....8
2.6 buzzer....9
2.7 หลักการทำงานของ Line notify 8
3.1 diagram....12
3.2 flowchart....13
3.3 schematic....14
3.4 ลายวงจรที่ได้จากการออกแบบในโปรแกรม EasyEDA....14
3.5 ภายนอกกล่องอุปกรณ์....15
3.6 ภายในกล่องอุปกรณ์....15
4.1 Line Notify แจ้งเตือนเมื่อค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (bpm) มากกว่า 120....18
4.2 Line Notify แจ้งเตือนเมื่อค่า SpO_2 (%) ต่ำกว่า 95%....21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในสถานการณ์ปัจจุบัน สุขภาพเป็นสิ่งสำคัญที่ทุกคนจะต้องดูแลและเอาใจใส่เป็นอย่างมาก โดยมีสิ่งที่จะเป็นสัญญาณของโรคต่าง ๆ เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ, ระดับความเข้มข้นของเลือด และปริมาณออกซิเจนในเลือด ซึ่งตัวชี้วัดเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งก็อาจจะเป็นสัญญาณที่บ่งบอกถึงความผิดปกติได้ โดยการวัดปริมาณอออกซิเจนในเลือดเป็นหนึ่งในตัวบ่งชี้ที่ตรวจได้ง่าย ไม่ทำให้เกิดแผล และรวดเร็ว โดยปริมาณออกซิเจนในเลือดปกติไม่ควรต่ำกว่า 95% ถ้าปริมาณยังคงต่ำต่อไปควรไปพบแพทย์เพื่อทำการตรวจวินิจฉัยต่อไป

ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงได้จัดสร้างโครงงานนี้ที่จะเป็นทางเลือกหนึ่งในการตรวจสุขภาพด้วยตัวเองแบบง่าย ๆ ด้วยการวัดค่าความอิ่มของออกซิเจนในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจผ่านปลายนิ้วถ้าค่า BPM มากกว่า 120 และ SpO2 น้อยกว่า 95% จะส่งการแจ้งเตือนผ่าน buzzer และ line notify

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อเกิดชิ้นงานที่จะช่วยเสริมสร้างประสบการณ์ในการลงมือปฏิบัติงานมากยิ่งขึ้น โดยทำการศึกษาอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ในชิ้นงานที่เกิดจากการสร้างชิ้นงาน
2. เพื่อเรียนรู้กระบวนการสร้างชิ้นงาน ได้แก่ การลอกลายวงจร การกัดทองแดงบนแผ่น PCB
3. เพื่อเกิดการบูรณาการความรู้ที่ได้จากการเรียนในภาคทฤษฎี นำมาใช้ในการปฏิบัติงานขั้นต้น
4. เพื่อเกิดการศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน

1.3 สมมติฐานของโครงงาน

ผู้จัดทำคาดหวังที่จะได้รับความรู้และเสริมสร้างประสบการณ์การลงมือปฏิบัติงานและการเพิ่มพูนทักษะขั้นพื้นฐานของนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยเข้าใจถึงวิธีการออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดระดับออกซิเจนในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจผ่านปลายนิ้ว สามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรายวิชาก่อน ๆ มาใช้ในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดระดับออกซิเจนในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจผ่านปลายนิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตในการจัดทำโครงงาน

การทำชิ้นงานอุปกรณ์ตรวจวัดระดับออกซิเจนในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจผ่านปลายนิ้ว ศึกษาและออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดระดับออกซิเจนในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจผ่านปลายนิ้ว ที่มีคุณสมบัติ ดังนี้

1.4.1 สามารถทำการตรวจวัดความอิ่มของออกซิเจนในเลือดได้

1.4.2 สามารถทำการตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจได้

1.4.3 การตรวจวัดทั้งหมดที่กล่าวไปก่อนหน้าสามารถแสดงผลออกทางจอแสดงผลได้

1.4.4 การตรวจวัดทั้งหมดที่กล่าวไปก่อนหน้าสามารถแจ้งเตือนผ่าน buzzer และ line notify เมื่อค่า BPM มากกว่า 120 และ SpO2 น้อยกว่า 95%

1.5 ระยะเวลาในการทำโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาในการทำโครงงานตั้งแต่วันที่ มกราคม 2566 จนถึง เมษายน 2566

รายละเอียด	มกราคม 2566				กุมภาพันธ์ 2566			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
1. ได้รับโครงสร้างของโครงงาน				←	→			
2. ออกแบบวงจร ศึกษาอุปกรณ์					←	→		
3. ซื้อและจัดเตรียมอุปกรณ์							←	→
4. ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์								← →

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียด	มีนาคม 2566				เมษายน 2566			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
5. เขียนโปรแกรมและทำการทดลองบนบอร์ดทดลอง	←	—	→					
6. ปรับปรุงและแก้ไขโปรแกรม				←	—	→		
7. ทำรูปเล่มรายงานและวิดีโอนำเสนอ						←	—	→

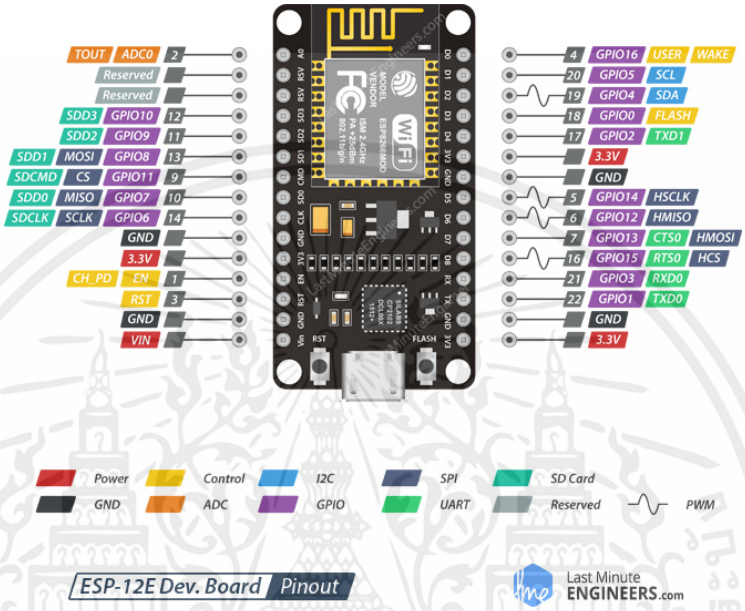
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผู้จัดทำคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผู้จัดทำจะได้รับความรู้และเสริมสร้างประสบการณ์การลงมือปฏิบัติงานอุปกรณ์ตรวจวัดระดับออกซิเจนในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจผ่านปลายนิ้ว การฝึกทักษะขั้นพื้นฐาน การประยุกต์ของนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และเพื่อให้ผู้ที่ต้องการใช้งานสามารถนำไปใช้งาน โดยสามารถประเมินระดับออกซิเจนในร่างกายได้สะดวกรวดเร็วโดยไม่ต้องเจาะเลือด อันนำมาซึ่งการวินิจฉัยและดูแลรักษาผู้ป่วยที่ดี มีประสิทธิภาพต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ESP8266



รูปที่ 2.1 ESP8266

(ที่มา https://www.analogread.com/b/90, 2564)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ภายในได้รวมเอาหน่วยประมวลผลหลัก หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกันโดยทำการบรรจุเข้าไปไว้ในตัวถังเดียวกัน โดย ESP8266 คือโมดูล WiFi จากจีน ที่มีความพิเศษตรงที่ตัวมันสามารถโปรแกรมลงไปได้ ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เลย และมีพื้นที่โปรแกรมที่มากถึง 4MB ทำให้มีพื้นที่เหลือมากในการเขียนโปรแกรมลงไป

ESP8266 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ผลิตโดยบริษัท Espressif (เซี่ยงไฮ้, ประเทศจีน) มีคุณสมบัติเด่นคือการเชื่อมต่อ WiFi ที่มาพร้อมกับ Full TCP/IP Stack ตัวชิปมีราคาถูก อีกทั้งการเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์หมายถึงสามารถเขียนโปรแกรมลงไปในตัวมันได้เลย ด้วยข้อดีต่างๆทั้งราคาถูก เขียนโปรแกรมได้ มีฟังก์ชั่น WiFi ติดมาพร้อม ทำให้ ESP8266 เป็นสิ่งที่ตอบสนองต่อการมาของยุค Internet of Things จึงทำให้ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย

ESP8266 เป็นชื่อของชิปไอซีบนบอร์ดของโมดูล ซึ่งไอซี ESP8266 ไม่มีพื้นที่โปรแกรม (flash memory) ในตัว ทำให้ต้องใช้ไอซีภายนอก (external flash memory) ในการเก็บโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล SPI ซึ่งสาเหตุนี้เองทำให้โมดูล ESP8266 มีพื้นที่โปรแกรมมากกว่าไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นๆ

ESP8266 ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.3V - 3.6V การนำไปใช้งานร่วมกับเซ็นเซอร์อื่นๆที่ใช้แรงดัน 5V ต้องใช้วงจรแบ่งแรงดันมาช่วย เพื่อไม่ให้โมดูลพังเสียหาย กระแสที่โมดูลใช้งานสูงสุดคือ 200mA ความถี่คริสตอล 40MHz ทำให้เมื่อนำไปใช้งานอุปกรณ์ที่ทำงานรวดเร็วตามความถี่ เช่น LCD ทำให้การแสดงผลข้อมูลรวดเร็วกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ยอดนิยม Arduino มาก

ขาของโมดูล ESP8266 แบ่งได้ดังนี้

• VCC เป็นขาสำหรับจ่ายไปเข้าเพื่อให้โมดูลทำงานได้ ซึ่งแรงดันที่ใช้งานได้คือ 3.3 - 3.6V

• GND

• Reset และ CH_PD (หรือ EN) เป็นขาที่ต้องต่อเข้าไฟ + เพื่อให้โมดูลสามารถทำงานได้ ทั้ง 2 ขานี้สามารถนำมาใช้รีเซ็ตโมดูลได้เหมือนกัน แตกต่างตรงที่ขา Reset สามารถลอยไว้ได้ แต่ขา CH_PD (หรือ EN) จำเป็นต้องต่อเข้าไป + เท่านั้น เมื่อขานี้ไม่ต่อเข้าไฟ + โมดูลจะไม่ทำงานทันที

• GPIO เป็นขาดิจิตอลอินพุต / เอาต์พุต ทำงานที่แรงดัน 3.3V

• GPIO15 เป็นขาที่ต้องต่อลง GND เท่านั้น เพื่อให้โมดูลทำงานได้

• GPIO0 เป็นขาทำหรับการเลือกโหมดทำงาน หากนำขานี้ลง GND จะเข้าโหมดโปรแกรม หากลอยไว้ หรือนำเข้าไฟ + จะเข้าโหมดการทำงานปกติ

• ADC เป็นขาอนาล็อกอินพุต รับแรงดันได้สูงสุดที่ 1V ขนาด 10 บิต การนำไปใช้งานกับแรงดันที่สูงกว่าต้องใช้วงจรแบ่งแรงดันเข้าช่วย

2.2 IC MAX30100

รูปที่ 2.2 IC MAX30100

(ที่มา https://www.analogread.com/p/1423, 2561)

IC MAX30100 คือ อุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดและเป็นโมดูลตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจ โดยประกอบไปด้วยไฟ LED สีแดงและอินฟราเรด ภายในมีตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจจับด้วยแสง, Photoelectric sensor (เซนเซอร์ใช้ตรวจจับการเคลื่อนไหว) และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ที่มีสัญญาณรบกวนต่ำ โดย IC MAX30100 ทำงานบนไฟเลี้ยง 1.8 V , 3.3 V หรือ 5.0 V โดยโมดูลนี้สามารถควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์หรือทางซอฟต์แวร์ได้ โดยในโหมด Stand By จะมีการสูญเสียกำลังที่ต่ำมากเนื่องจากไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

องค์ประกอบของ Pin

- VIN เป็นแหล่งพลังงานหลักสำหรับโมดูล ใช้แรงดันฟ้าตั้งแต่ 1.8 V – 5V
- SCL เป็นสัญญาณ Clock เชื่อมต่อไปยัง I2C bus
- SDA เป็นข้อมูลเชื่อมต่อไปยัง I2C bus
- INT Pin Interrupt ของ Chip MAX30100
- RD RED LED Ground Terminal ของ Chip MAX30100 โดยทั่วไปจะไม่เชื่อมต่อ
- IRD Infrared LED Ground Terminal ของ Chip MAX30100 โดยทั่วไปจะไม่เชื่อมต่อ
- GND Ground ของระบบ

2.3 OLED - 1306

รูปที่ 2.3 OLED-1306
(ที่มา https://www.electronics-lab.com/project/using-i2c-oled-display-with-arduino/, 2560)

OLED หรือ Organic Light Emitting Diodes เป็นจอภาพที่มีลักษณะคล้ายกับฟิล์มโดยคุณสมบัติสามารถเปล่งแสงออกมาเมื่อได้รับกระแสไฟฟ้า ที่เรียกว่า Electroluminescence เป็นสารโพลิเมอร์ที่สามารถเปล่งเป็นสีต่าง ๆ เมื่อนำมาเข้าขบวนการจะทำให้เกิดเป็นภาพและสีตามที่เรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการ ไม่จำเป็นต้องใช้แสง Back Light ในการฉายแสงด้านหลังจอภาพในการทำให้เกิดภาพ คุณสมบัติของ OLED เบาและบางที่สามารถประกอบเข้ากับอุปกรณ์ที่พับงอได้

- VCC เป็นขาสำหรับแรงดันไฟเลี้ยง +3.3V หรือ 5V

- GND เป็นขาสำหรับ Ground

- SCL (Serial Clock) สายสัญญาณนาฬิกา ใช้เป็นสำหรับควบคุมการรับ-ส่งข้อมูล เป็นขา I/O สำหรับสัญญาณ SCL (Serial Clock) เชื่อมต่อ I2C

- SDA (Serial Data) คือ สายสัญญาณสำหรับรับ-ส่งข้อมูล เป็นขา I/O สำหรับสัญญาณ SDA (Serial Data) เชื่อมต่อ I2C

2.4 Blynk Application

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างแอพพลิเคชัน Blynk
(ที่มา https://www.ab.in.th/b/68, 2562)

Blynk เป็นแพลตฟอร์ม ที่เป็นแอปพลิเคชัน ด้วย iOS และ Android เพื่อควบคุม Arduino, Raspberry Pi บนระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นแผงควบคุมระบบดิจิตอลที่ผู้ใช้สามารถสร้างส่วนต่อประสานกราฟิกสำหรับโครงการของผู้ใช้โดยการลากและวางเครื่องมือ (widgets) ที่มีให้เลือกอยู่หลากหลาย เป็นเรื่องที่ง่ายมากในการตั้งค่าทุกอย่างและคุณจะเริ่มใช้งานได้ในเวลาไม่ถึง 5 นาที

Blynk ไม่ได้ผูกติดอยู่กับบอร์ดหรือบอร์ดเสริมบางตัว แต่จะสนับสนุนฮาร์ดแวร์ที่นักพัฒนาเลือก ไม่ว่าจะเป็น Arduino หรือ Raspberry Pi จะเชื่อมโยงกับอินเทอร์เน็ตผ่านสัญญาณอินเทอร์เน็ตไร้สาย (Wi-Fi) หรือแบบมีสาย จะช่วยให้อุปกรณ์ของนักพัฒนาออนไลน์และพร้อมสำหรับ Internet of Things (IoT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate)

อัตราการเต้นของหัวใจที่ปกติ ขณะพักจะอยู่ที่ 60-100 ครั้งต่อนาที กรณีที่หัวใจเต้นเร็วคือสูงกว่า 100 ครั้งต่อนาทีขึ้นไป

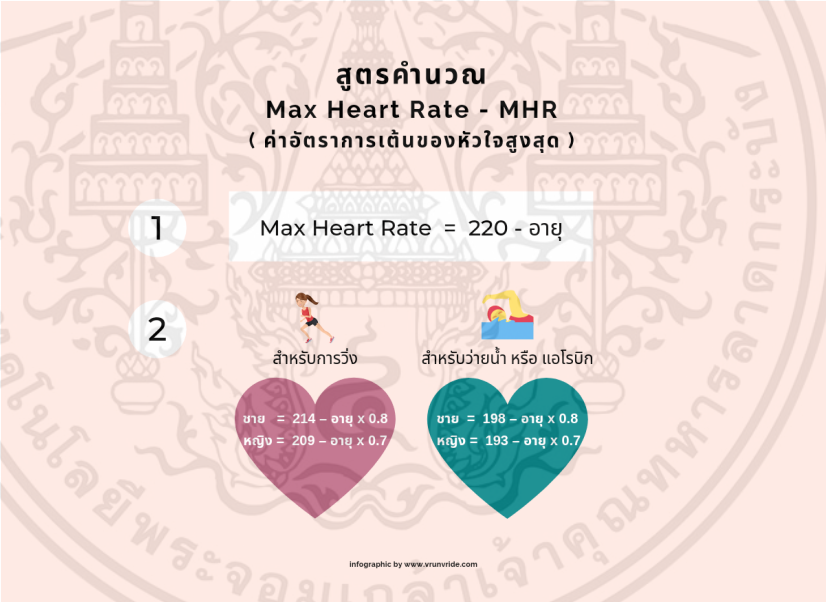
หัวใจปกติ จะเต้นอย่างสม่ำเสมอ ด้วยความเร็วที่เปลี่ยนไปตามกิจกรรมของร่างกาย โดยในขณะพักหัวใจจะเต้นประมาณ 60 -100 ครั้งต่อนาที ในขณะเดินหัวใจจะเต้นเร็วขึ้นประมาณ 100 - 120 ครั้งต่อนาที และมากกว่า 120 ครั้งต่อนาทีในขณะวิ่ง อย่างไรก็ตามนักกีฬาหรือผู้ที่ออกกำลังเป็นประจำ อาจมีชีพจรในขณะพักระหว่าง 50 - 60 ครั้งต่อนาที

หัวใจเต้น 60 - 100 ครั้งต่อนาที : ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ

หัวใจเต้นเกิน 100 ครั้งต่อนาที : มีภาวะหัวใจเต้นเร็ว

หัวใจเต้นเกิน 150 ครั้งต่อนาที : มีภาวะหัวใจเต้นเร็วมากเข้าขั้นอันตราย

วิธีหาอัตราการเต้นหัวใจ



รูปที่ 2.5 สูตรคำนวณอัตราการเต้นหัวใจ

(ที่มา https://tsmactive.com/blog/heart-rate-zone, 2565)

หาอัตราการเต้นหัวใจหนักสุด 100%

วิธีนี้เป็นวิธีหาค่าอัตราการเต้นหัวใจที่พื้นฐานที่สุด โดยคำนวนจากอายุ (*220 - อายุ = อัตราเต้นหัวใจ 100 %)

เช่น อายุ 28 (220 - 28 = 192)

192 : อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 100% ของคนอายุ 28

96 : อัตราการเต้นหัวใจ 50% ของคนอายุ 28 (นำค่าสูงสุดมาหารสอง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ออกซิเจนในเลือด (SpO_2)

SpO_2 หรือในชื่อที่เข้าใจง่ายๆคือ ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด [หรืออาจเรียกว่า Pulse Ox] ยกตัวอย่างให้เห็นภาพง่าย ๆ เช่น ถ้าเรามีค่า SpO_2 สูง อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายก็สามารถนำออกซิเจนในกระแสเลือดไปใช้ได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการ

แต่ถ้ามีค่า SpO_2 ต่ำ อวัยวะต่าง ๆ ก็จะได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอ และจะมีผลต่อระบบการทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบประสาทและสมอง

ดังนั้นค่า SpO_2 ถึงเป็นอีกค่าหนึ่งที่สำคัญมาก เพราะเป็นอีกค่าหนึ่งที่บอกประสิทธิภาพการทำงานของปอดได้อย่างดี ซึ่งโดยปกติแล้ว SpO_2 ในระหว่างวันที่วัดได้ควรจะอยู่ที่ 95-100 ถือว่าร่างกายปกติ

2.7 Buzzer

รูปที่ 2.6 Buzzer

(ที่มา http://www.tkshoprc.com/p/4075, 2562)

ลำโพงบัซเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่ให้กำเนิดเสียงทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้อยู่ในรูปสัญญาณเสียง ลำโพงบัซเซอร์มีอยู่ 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบแอคทีฟ (Active Buzzer) ลำโพงชนิดนี้มีวงจรกำเนิดความถี่อยู่ภายใน สามารถสร้างสัญญาณเสียงเตือนได้ทันทีเพียงแค่จ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้าไป

2. แบบพาสซีฟ (Passive Buzzer) ลำโพงชนิดนี้ทำงานเหมือนลำโพงขนาดเล็ก คือ ถ้าป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปไม่มีเสียงถ้าต้องการให้มีสัญญาณเสียงต้องทำการป้อนสัญญาณความถี่เข้าไป ลำโพงชนิดนี้สามารถกำเนิดเสียงที่มีความแตกต่างกันตามความถี่ที่ป้อนเข้ามา

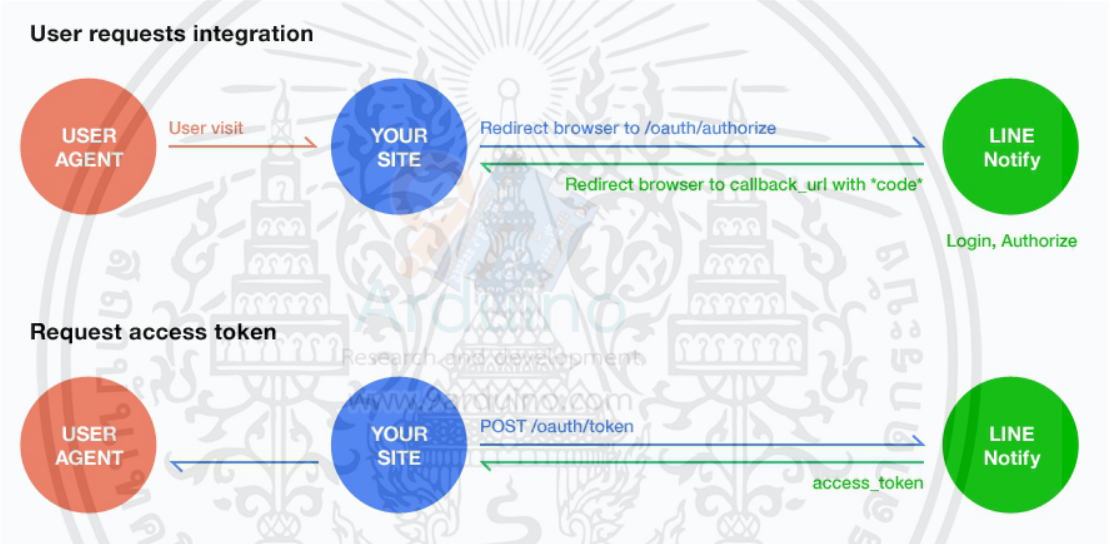
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 LINE Notify

LINE Notify คือ บริการที่สามารถได้รับข้อความแจ้งเตือนจากเว็บเซอร์วิสต่าง ๆ ที่สนใจได้ทาง LINE โดยหลังเสร็จสิ้นการเชื่อมต่อกับทางเว็บเซอร์วิสแล้ว จะได้รับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการของ “LINE Notify” ซึ่งให้บริการโดย LINE สามารถเชื่อมต่อกับบริการที่หลากหลาย และยังสามารถรับการแจ้งเตือนทางกลุ่มได้อีกด้วย ซึ่งบริการหลักสามารถเชื่อมต่อได้แก่ GitHub, IFTTT หรือ Mackerel เป็นต้น

หลักการทำงานของ Line notify

อุปกรณ์ Nodemcu Esp8266 Esp32 Arduino+W5100 จะทำการส่งข้อความ ผ่าน Methol Post ไปยัง Server ของ Line NotiFy อุปกรณ์จะต้องรองรับ SSL



รูปที่ 2.7 หลักการทำงานของ Line notify

(ที่มา https://www.ab.in.th/article/6/nodemcu-esp8266-กับการส่งการแจ้งเตือนเข้า-line-ส่งข้อความ-ภาพ-และสติกเกอร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานโครงงาน

ในการจัดทำโครงงานอุปกรณ์ตรวจวัดระดับออกซิเจนในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจผ่านปลายนิ้ว ผู้ศึกษาจะนำเสนอรายละเอียดขั้นตอนการออกแบบระบบ ซึ่งได้นำทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 มาประยุกต์ใช้งานโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 อุปกรณ์ เครื่องมือหรือโปรแกรมที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน

1. ESP8266
2. Cable
3. IC MAX30100
4. Protoboard
5. Jumper wire
6. Buzzer
7. OLED - 1306
8. Blynk Application
9. Line notify
10. กล่องอุปกรณ์
11. โปรแกรม Arduino IDE

3.2 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

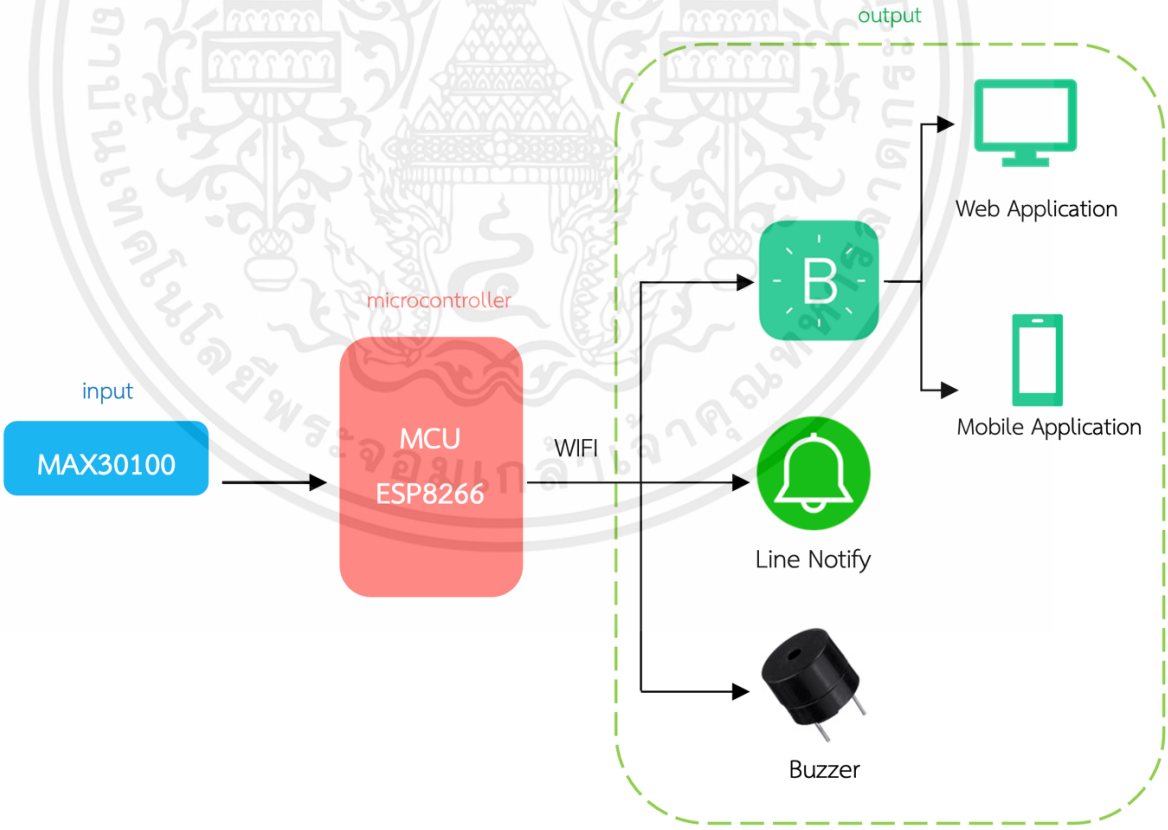
1. การคิดและเลือกหัวข้อที่จะทำโครงงาน
2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและสำรวจวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ และทำการจัดซื้ออุปกรณ์
3. ออกแบบการทดลอง ออกแบบวงจรและเขียนแผนผัง Flowchart
4. ทำการทดลอง ต่อวงรและเขียนโปรแกรม
5. ทำการแก้ไข และปรับปรุงโครงงาน
6. ออกแบบอุปกรณ์ และกล่องอุปกรณ์ จากนั้นทำการทดลอง
7. สรุปผลการทดลอง
8. จัดทำรายงาน และวิดีโอการใช้งานของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 หลักการทำงาน

อุปกรณ์ตรวจวัดระดับออกซิเจนในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจผ่านปลายนิ้วมีลักษณะการทำงาน คือ เมื่อนำนิ้วมือมาวางบนเซนเซอร์ ค่าที่ได้จะถูกประมวลผลด้วย IC MAX30100 และแสดงผลที่หน้าจอ OLED โดยมี ESP8266 เป็นตัวควบคุม โดยที่ IC MAX30100 จะปล่อยแสงออกมาคือ RED LED และ Infrared LED ที่มีคลื่นความยาว 660 nm และ 880 nm ตามลำดับ จะมี Photodiode ที่สามารถวัดความเข้มของแสงที่สะท้อนกลับมา ซึ่งคือตัวรับสัญญาณที่จะรับแสงสะท้อนค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจที่เกิดขึ้นในหลอดเลือดตามการบีบของหัวใจ นำมากรอง แปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าและมีการขยายสัญญาณ Output แล้วจะแสดงบนหน้าจอแสดงผล (OLED) และ Blynk Application และเมื่อค่า BPM มากกว่า 120 buzzer จะส่งเสียง และมีข้อความแจ้งเตือนว่า “แจ้งเตือน: BPM value is high. Check patient.” ทาง line notify และเมื่อค่า SpO2 น้อยกว่า 95% buzzer จะส่งเสียง และมีข้อความแจ้งเตือนว่า “แจ้งเตือน: SpO2 value is low. Check patient.” ทาง line notify

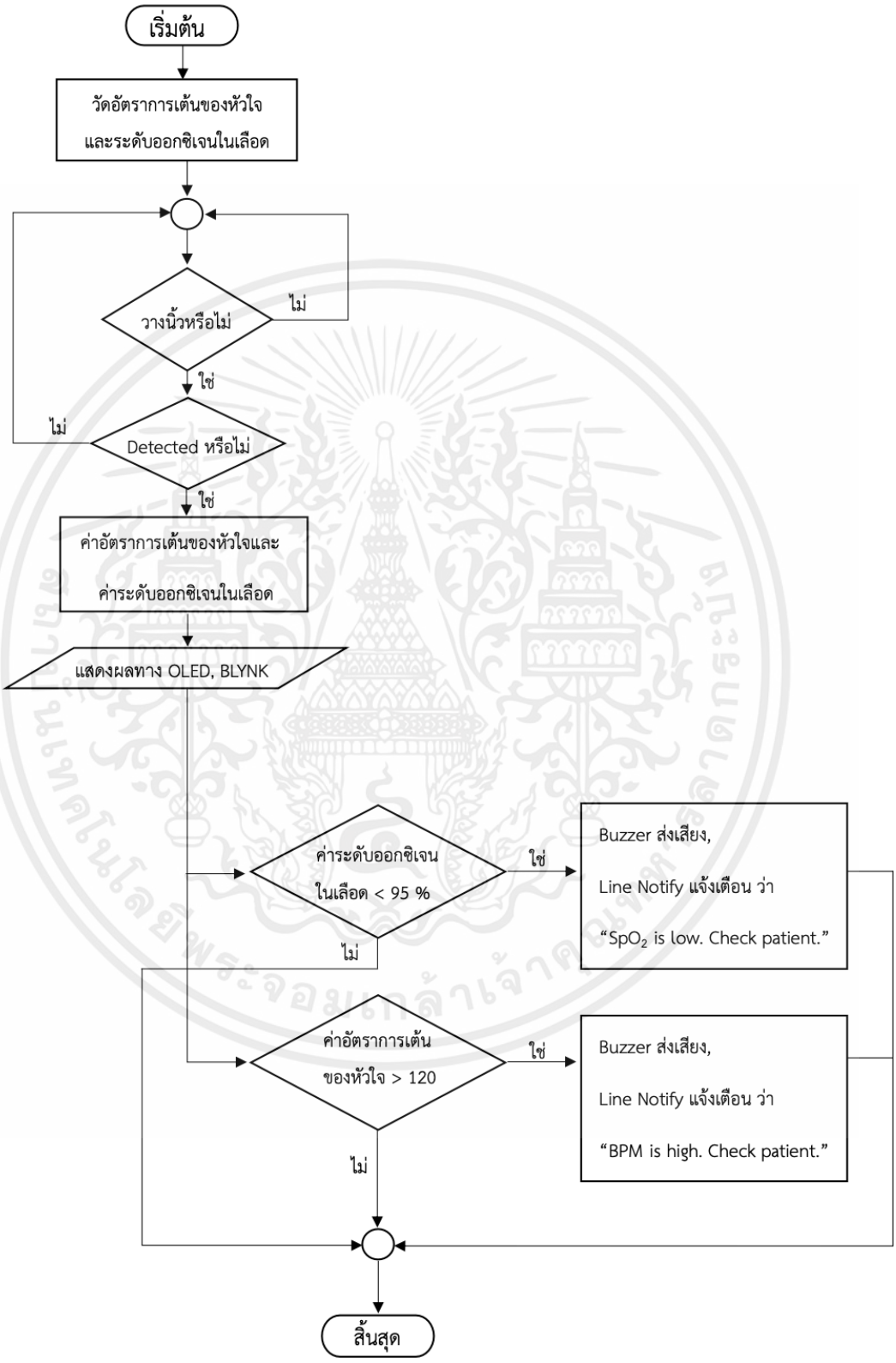
3.4 Diagram



รูปที่ 3.1 diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

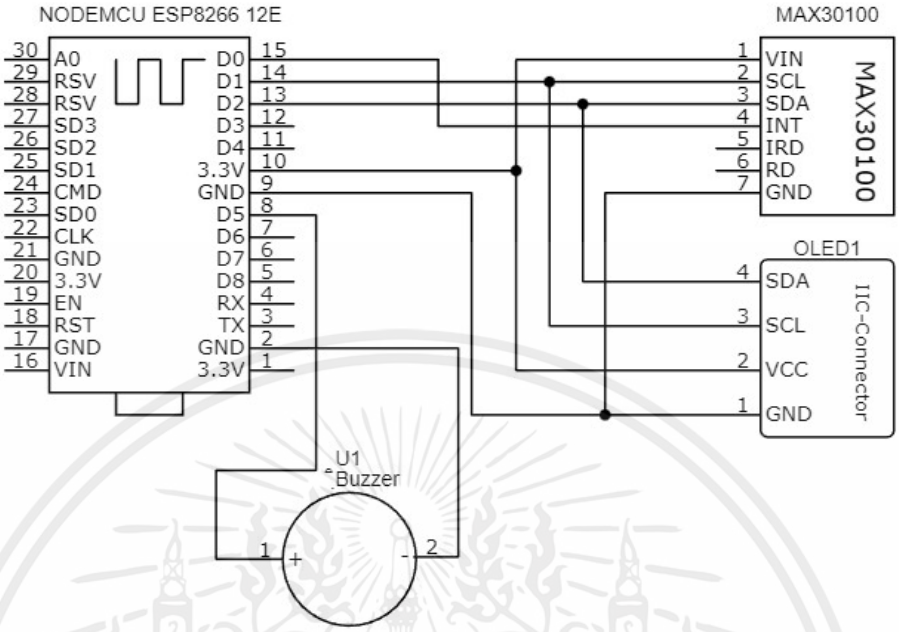
3.5 Flowchart



รูปที่ 3.2 flowchart

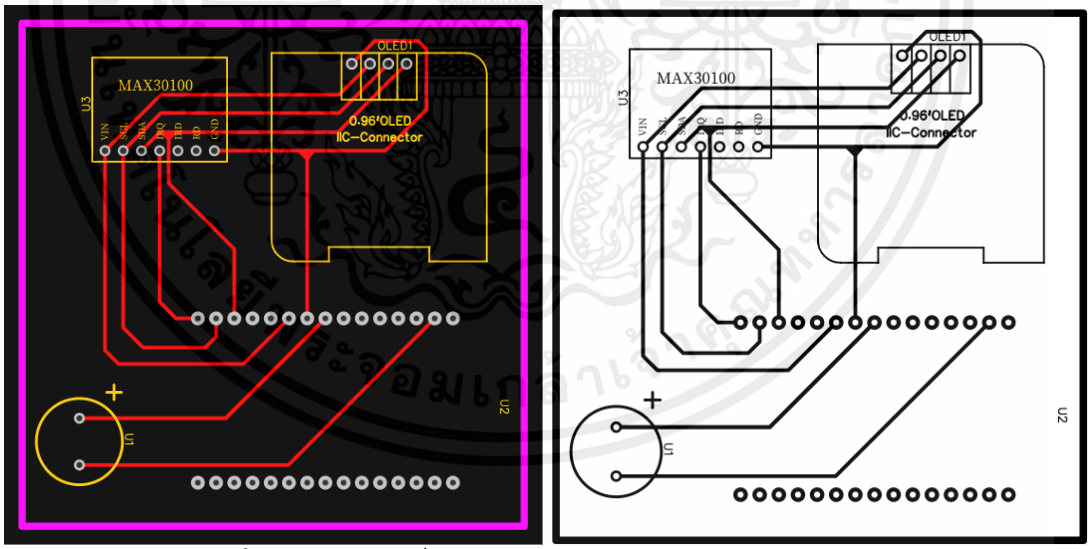
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 Schematic



รูปที่ 3.3 schematic

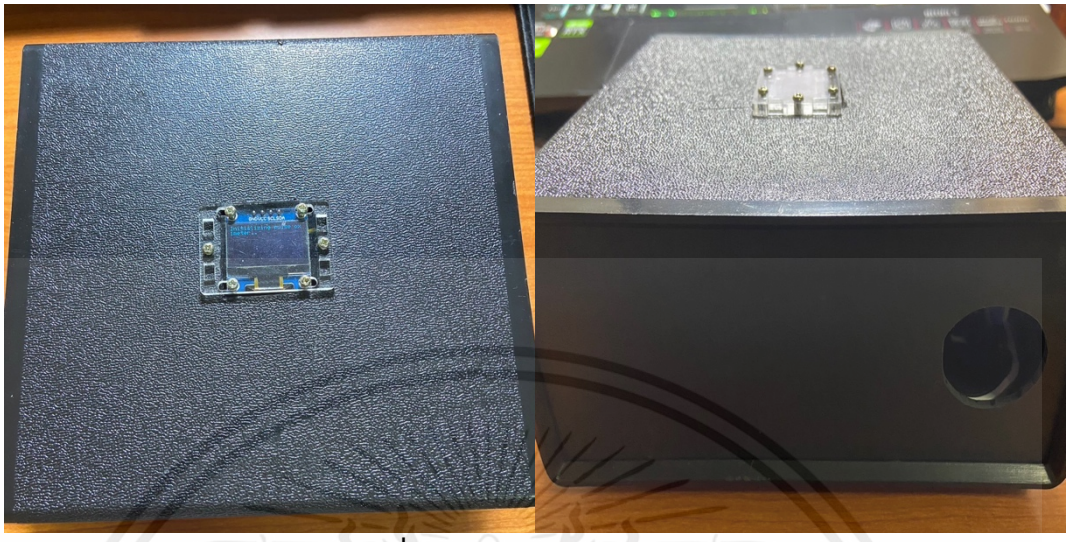
3.7 ลายวงจร



รูปที่ 3.4 ลายวงจรที่ได้จากการออกแบบในโปรแกรม EasyEDA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 กล่องอุปกรณ์



รูปที่ 3.5 ภายนอกกล่องอุปกรณ์

รูปที่ 3.6 ภายในกล่องอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองตอนที่ 1

การทดลองการวัดค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (bpm) ด้วยอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น เปรียบเทียบกับการวัดค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (bpm) ด้วยเครื่องวัดที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป ในตอนปกติ และหลังจากการออกกำลังกาย เป็นเวลา 10 นาที ซึ่งการทดลองจะทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง โดยจะทำการทดลองจากการวัดค่าจาก 2 คน

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการวัดค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (bpm) ของคนที่ 1

วัดครั้งที่	ตอนปกติ		หลังจากการออกกำลังกาย เป็นเวลา 10 นาที	
	ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (bpm) ที่วัดได้ด้วยอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น	ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (bpm) ที่วัดได้ด้วยเครื่องวัดที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป	ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (bpm) ที่วัดได้ด้วยอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น	ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (bpm) ที่วัดได้ด้วยเครื่องวัดที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป
1	83	85	91	95
2	86	88	86	94
3	87	84	89	92
4	82	81	88	93
5	77	76	89	93
6	78	80	84	93
7	80	85	85	91
8	83	84	87	90
9	87	86	88	91
10	89	84	86	92
11	84	85	85	87
12	81	86	84	88
13	83	87	85	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14	85	88	87	91
15	81	84	84	90
16	79	82	89	90
17	80	81	86	87
18	76	79	84	89
19	75	77	83	83
20	81	85	83	85

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการวัดค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (bpm) ของคนที่ 2

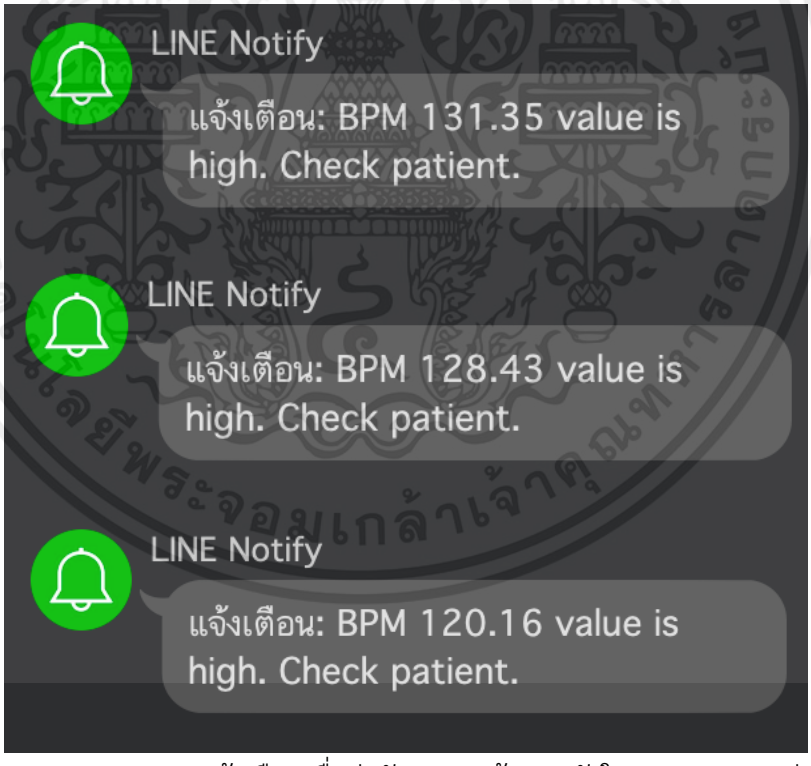
วัดครั้งที่	**ตอนปกติ**		**หลังจากการออกกำลังกาย เป็นเวลา 10 นาที**	
	ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (bpm) ที่วัดได้ด้วยอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น	**ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (bpm) ที่วัดได้ด้วยเครื่องวัดที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป**	**ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (bpm) ที่วัดได้ด้วยอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น**	**ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (bpm) ที่วัดได้ ด้วยเครื่องวัดที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป**
1	85	83	131	127
2	84	85	128	134
3	83	81	120	119
4	82	82	111	110
5	85	83	111	110
6	84	80	102	100
7	80	84	101	100
8	83	86	103	101
9	82	87	95	96
10	81	83	93	94
11	78	82	92	93
12	80	85	91	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13	79	82	90	90
14	80	81	92	93
15	81	83	89	88
16	84	84	90	91
17	81	86	91	89
18	82	85	89	90
19	84	87	85	88
20	86	83	87	85

จากการทดลองตอนที่ 1

เมื่อค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (bpm) มากกว่า 120 จะมีข้อความจาก Line Notify แจ้งเตือนว่า “BPM is high. Check patient.” และ Buzzer จะมีเสียงดังขึ้น



รูปที่ 4.1 Line Notify แจ้งเตือนเมื่อค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (bpm) มากกว่า 120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองตอนที่ 2

การทดลองการวัดค่า SpO_2 (%) ด้วยอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น เปรียบเทียบกับการวัดค่า SpO_2 (%) ด้วยเครื่องวัดที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป ในตอนปกติ และหลังจากการกลั้นหายใจ ซึ่งการทดลองจะทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง โดยจะทำการทดลองจากการวัดค่าจาก 2 คน

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการวัดค่า SpO_2 (%) ของคนที่ 1

วัดครั้งที่	**ตอนปกติ**		**หลังจากการกลั้นหายใจ**	
	SpO_2 (%) **ที่วัดได้ด้วยอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น**	SpO_2 (%) **ที่วัดได้ด้วยเครื่องวัดที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป**	SpO_2 (%) **ที่วัดได้ด้วยอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น**	SpO_2 (%) **ที่วัดได้ด้วยเครื่องวัดที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป**
1	95	98	94	96
2	97	99	96	95
3	98	99	94	92
4	99	99	94	93
5	99	99	94	93
6	99	99	96	92
7	99	99	95	92
8	99	98	95	94
9	99	97	96	94
10	99	96	97	95
11	98	97	96	95
12	98	98	96	95
13	99	96	97	95
14	98	93	99	97
15	98	95	99	97
16	98	97	99	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17	98	98	99	97
18	99	99	99	98
19	99	98	98	96
20	99	98	98	98

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการวัดค่า SpO_2 (%) ของคนที่ 2

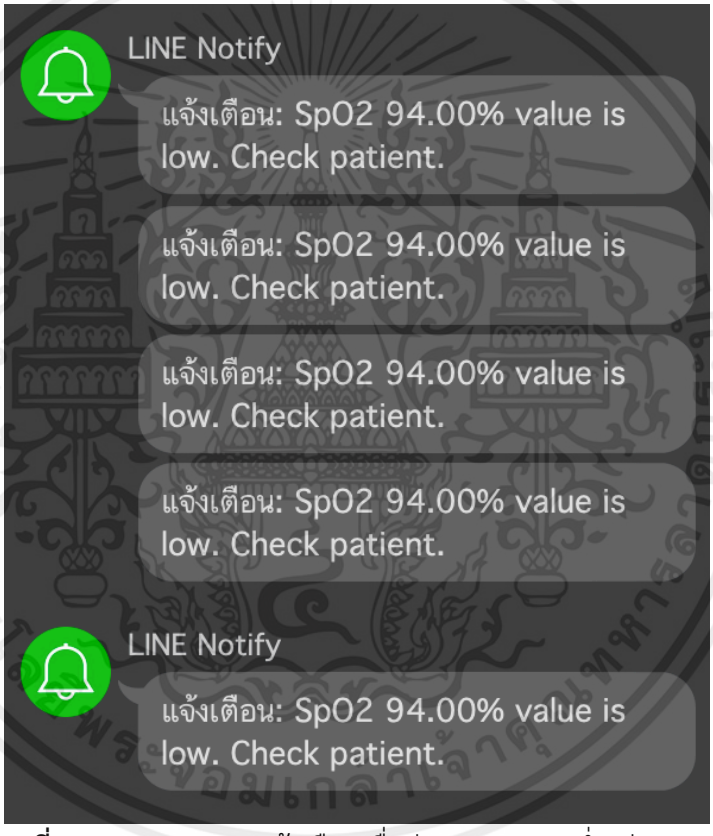
วัดครั้งที่	**ตอนปกติ**		**หลังจากการกลั้นหายใจ**	
	SpO_2 (%) **ที่วัดได้ด้วยอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น**	SpO_2 (%) **ที่วัดได้ด้วยเครื่องวัดที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป**	SpO_2 (%) **ที่วัดได้ด้วยอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น**	SpO_2 (%) **ที่วัดได้ด้วยเครื่องวัดที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป**
1	99	96	94	98
2	98	95	95	99
3	99	92	95	99
4	99	93	97	99
5	99	93	99	99
6	99	92	97	98
7	96	92	98	97
8	99	94	95	96
9	98	94	97	97
10	99	95	97	96
11	99	95	98	97
12	99	95	98	98
13	99	95	97	96
14	99	97	95	93
15	99	97	95	95
16	99	97	96	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17	99	97	95	98
18	99	98	98	99
19	99	96	99	98
20	99	98	99	98

จากการทดลองตอนที่ 2

เมื่อค่า SpO_2 (%) ต่ำกว่า 95% จะมีข้อความจาก Line Notify แจ้งเตือนว่า “SpO2 is low. Check patient.” และ Buzzer จะมีเสียงดังขึ้น



รูปที่ 4.2 Line Notify แจ้งเตือนเมื่อค่า SpO_2 (%) ต่ำกว่า 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลของโครงงาน และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลของโครงงาน

จากโครงงานที่กล่าวไปข้างต้นได้ทำการศึกษาและออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดระดับออกซิเจนในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจผ่านปลายนิ้วมือ โดยวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานและการนำมาประยุกต์ใช้งานของ Node MCU ESP8266, เซนเซอร์ max30100, OLED - 1306, แอพพลิเคชั่น BLYNK, แอพพลิเคชั่น Line notify, buzzer

จากผลการทดลองพบว่าค่าอัตราการเต้นของหัวใจและค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดที่แสดงผลออกมาผ่าน OLED - 1306, แอพพลิเคชั่น BLYNK นั้น เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับเครื่องตรวจวัดออกซิเจนที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป และสามารถแสดงการแจ้งเตือนผ่านแอพพลิเคชั่น Line notify และแจ้งเตือนเสียงผ่านบัซเซอร์ได้ โดยจะแจ้งเตือนเมื่อค่าอัตราการเต้นหัวใจที่มีค่ามากกว่า 120 จะส่งข้อความแจ้งเตือนว่า “BPM is high. Check patient.” และบัซเซอร์จะส่งเสียงดัง และเมื่อค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนที่มีค่าน้อยกว่า 95% จะส่งข้อความแจ้งเตือนว่า “SpO2 is low. Check patient.” และบัซเซอร์จะส่งเสียงดัง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เซนเซอร์ MAX30100 มีความเปราะบางและมีความคาดเคลื่อนของค่าที่วัดได้
2. กล่องอุปกรณ์ควรจะมีขนาดเล็กกว่านี้ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
3. พัฒนาระบบการแสดงผลและการควบคุมอุปกรณ์เพิ่ม เพื่อทำให้การทำงานของอุปกรณ์ทำงานได้ครบวงจรมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ร้าน AB-maker. (2563). : “Nodemcu Esp8266 กับการส่งการแจ้งเตือนเข้า LINE ส่งข้อความ ภาพ และสติกเกอร์”, สืบค้นเมื่อ 13 เมษายน 2566, จาก : https://www.ab.in.th/b/6

[2] AnalogRead.com. (2561). : “MAX30100 Pulse Heart Rate Sensor HR Modul”, สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2566, จาก : https://www.analogread.com/p/1423

[3] AnalogRead.com. (2564). : “เริ่มต้นใช้งานบอร์ด NodeMCU ESP8266 พร้อมตัวอย่างทดสอบ”, สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2566, จาก : https://www.analogread.com/b/90

[4] GARMIN. (2563). “ออกซิเจนในเลือด (SpO2) นั้นสำคัญอย่างไร”, สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2566, จาก : https://www.alive.store/tips_tricks/oxygen-in-blood/

[5] GitHub. (2564) : “blynk-library”, สืบค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2566, จาก https://github.com/blynkkk/blynk-library

[6] GitHub. (2564) : “ESP8266wifi”, สืบค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2566, จาก https://github.com/ekstrand/ESP8266wifi

[7] Nick Koumaris. (2560). “USING I2C SSD1306 OLED DISPLAY WITH ARDUINO”, สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2566, จาก : https://www.electronics-lab.com/project/using-i2c-oled-display-with-arduino/

[8] tsmactive. (2565). “อัตราการเต้นของหัวใจสำคัญกับการออกกำลังกายยังไง”, สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2566, จาก : https://tsmactive.com/blog/heart-rate-zone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ดคำสั่ง

```
#define BLYNK_PRINT Serial

#define BLYNK_AUTH_TOKEN "yldehrAXhYDBIHEm57DPYgInPG_p1zVJ"
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPLh9w-8Cp1"
#define BLYNK_DEVICE_NAME "Pulse Oximeter Fingertip"

#include <Wire.h>
#include "MAX30100_PulseOximeter.h"
#include <Blynk.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include "Wire.h"
#include "Adafruit_GFX.h"
#include "OakOLED.h"
#define REPORTING_PERIOD_MS 1000
OakOLED oled;
#include <TridentTD_LineNotify.h>
#define LINE_TOKEN "BovPSZUM5Jvs9d780niZS2AlWZALUiPSCYVuPznZKie"// line
TOKEN
unsigned long lastNotificationSent = 0;
unsigned long notificationInterval = 10000; // 60 seconds
bool isSendingNotification = false;

char ssid[] = "Numb1";         //WiFi SSID
char pass[] = "xxxxxxxx";         //WiFi Password
// Connections : SCL PIN - D1 , SDA PIN - D2 , INT PIN - D0
PulseOximeter pox;

float BPM, SpO2;
uint32_t tsLastReport = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
uint32_t sum_abnormal = 0;
const unsigned char bitmap [] PROGMEM=
{
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x01, 0x80, 0x18, 0x00, 0x0f, 0xe0, 0x7f, 0x00, 0x3f, 0xf9, 0xff,
0xc0,
0x7f, 0xf9, 0xff, 0xc0, 0x7f, 0xff, 0xff, 0xe0, 0x7f, 0xff, 0xff, 0xe0, 0xff, 0xff, 0xff, 0xf0,
0xff, 0xf7, 0xff, 0xf0, 0xff, 0xe7, 0xff, 0xf0, 0xff, 0xe7, 0xff, 0xf0, 0x7f, 0xdb, 0xff, 0xe0,
0x7f, 0x9b, 0xff, 0xe0, 0x00, 0x3b, 0xc0, 0x00, 0x3f, 0xf9, 0x9f, 0xc0, 0x3f, 0xfd, 0xbf,
0xc0,
0x1f, 0xfd, 0xbf, 0x80, 0x0f, 0xfd, 0x7f, 0x00, 0x07, 0xfe, 0x7e, 0x00, 0x03, 0xfe, 0xfc,
0x00,
0x01, 0xff, 0xf8, 0x00, 0x00, 0xff, 0xf0, 0x00, 0x00, 0x7f, 0xe0, 0x00, 0x00, 0x3f, 0xc0,
0x00,
0x00, 0x0f, 0x00, 0x00, 0x00, 0x06, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00
};

void onBeatDetected()
{
    Serial.println("Beat Detected!");
    oled.drawBitmap( 60, 20, bitmap, 28, 28, 1);
    oled.display();
}

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    pinMode(14,OUTPUT);
    oled.begin();
    oled.clearDisplay();
    oled.setTextSize(1);
    oled.setTextColor(1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
oled.setCursor(0, 0);

oled.println("Initializing pulse oximeter..");
oled.display();

pinMode(16, OUTPUT);
Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);

Serial.print("Initializing Pulse Oximeter..");
while(!WiFi.isConnected()) delay(400);
Serial.println(WiFi.localIP());

if (!pox.begin())
{
    Serial.println("FAILED");
    oled.clearDisplay();
    oled.setTextSize(1);
    oled.setTextColor(1);
    oled.setCursor(0, 0);
    oled.println("FAILED");
    oled.display();
    for(;;);
}
else
{
    oled.clearDisplay();
    oled.setTextSize(1);
    oled.setTextColor(1);
    oled.setCursor(0, 0);
    oled.println("SUCCESS");
    oled.display();
    Serial.println("SUCCESS");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        pox.setOnBeatDetectedCallback(onBeatDetected);
    }

    LINE.setToken(LINE_TOKEN);
    lastNotificationSent = millis();
}
void loop()
{
    pox.update();
    Blynk.run();

    BPM = pox.getHeartRate();
    SpO2 = pox.getSpO2();
     if (millis() - tsLastReport > REPORTING_PERIOD_MS)
    {
        Serial.print("Heart rate:");
        Serial.print(BPM);
        Serial.print(" SpO2:");
        Serial.print(SpO2);
        Serial.println(" %");

        Blynk.virtualWrite(V7, BPM);
        Blynk.virtualWrite(V8, SpO2);

        oled.clearDisplay();
        oled.setTextSize(2);
        oled.setTextColor(1);
        oled.setCursor(0,16);
        oled.println(pox.getHeartRate());

        oled.setTextSize(2);
        oled.setTextColor(1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
oled.setCursor(0, 0);
oled.println("Heart BPM");

oled.setTextSize(2);
oled.setTextColor(1);
oled.setCursor(0, 30);
oled.println("Spo2");

oled.setTextSize(2);
oled.setTextColor(1);
oled.setCursor(0,45);
oled.println(pox.getSpO2());
oled.display();

 if(SpO2==0 && BPM==0) {
  digitalWrite(14, LOW);
 }
else  if (SpO2 < 95) {
    digitalWrite(14, HIGH);
    //delay(3000);
 }
 else if (BPM > 120) {
    digitalWrite(14, HIGH);
    //delay(3000);
 }
 else {
    digitalWrite(14, LOW);
 }

 if(SpO2==0 && BPM==0) {
   //isSendingNotification = false;
 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else if (SpO2 < 95 && !isSendingNotification && (millis() - lastNotificationSent >
notificationInterval)) {
          isSendingNotification = true;
          if(WiFi.isConnected()) LINE.notify("SpO2 " + String(SpO2) + "% value is low.
Check patient.");
          Serial.println("SpO2 value is low. Check patient.");
          lastNotificationSent = millis();

          pox.begin();
          pox.setOnBeatDetectedCallback(onBeatDetected);
          //delay(1000);
          pox.update();
        }
        else if (BPM > 120 && !isSendingNotification && (millis() - lastNotificationSent >
notificationInterval)) {
          isSendingNotification = true;
          if(WiFi.isConnected()) LINE.notify("BPM " + String(BPM) + " value is high. Check
patient.");
          Serial.println("BPM value is high. Check patient.");
          lastNotificationSent = millis();

          pox.begin();
          pox.setOnBeatDetectedCallback(onBeatDetected);
          //delay(1000);
          pox.update();
        }

        isSendingNotification = false;

        tsLastReport = millis();
    }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Overview

1.1. General Purpose Input/Output Interface (GPIO)

ESP8266EX has 17 GPIO pins which can be assigned to various functions by programming the appropriate registers.

Each GPIO can be configured with internal pull-up or pull-down, or set to high impedance, and when configured as an input, the data are stored in software registers; the input can also be set to edge-trigger or level trigger CPU interrupts. In short, the IO pads are bi-directional, non-inverting and tristate, which includes input and output buffer with tristate control inputs.

These pins can be multiplexed with other functions such as I2C, I2S, UART, PWM, IR Remote Control, etc.

1.2. Secure Digital Input/Output Interface (SDIO)

ESP8266EX has one Slave SDIO, the definitions of which are described below. 4-bit 25 MHz SDIO v1.1 and 4-bit 50 MHz SDIO v2.0 are supported.

Table 1-1: Pin Definitions of SDIOs

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
SDIO_CLK	21	IO6	SDIO_CLK
SDIO_DATA0	22	IO7	SDIO_DATA0
SDIO_DATA1	23	IO8	SDIO_DATA1
SDIO_DATA_2	18	IO9	SDIO_DATA_2
SDIO_DATA_3	19	IO10	SDIO_DATA_3
SDIO_CMD	20	IO11	SDIO_CMD

1.3. Serial Peripheral Interface (SPI/HSPI)

ESP8266EX has 3 SPIs.

One general Slave/Master SPI

One Slave SDIO/SPI

One general Slave/Master HSPI

Functions of all these pins can be implemented via hardware. The pin definitions are described as below.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.1. General SPI (Master/Slave)

Table 1-2. Pin Definitions of SPIs

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
SDIO_CLK	21	IO6	SPICLK
SDIO_DATA0	22	IO7	SPIQ/MISO
SDIO_DATA1	23	IO8	SPID/MOSI
SDIO_DATA_2	18	IO9	SPIHD
SDIO_DATA_3	19	IO10	SPIWP
U0TXD	26	IO1	SPICS1
GPIO0	15	IO0	SPICS2

📖 ***Note:***

SPI mode can be implemented via software programming. The clock frequency is 80 MHz at maximum.

1.3.2. HSPI (Master/Slave)

Table 1-3. Pin Definitions of HSPI

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTMS	9	IO14	HSPICLK
MTDI	10	IO12	HSPIQ/MISO
MTCK	12	IO13	HSPID/MOSI
MTDO	13	IO15	HPSICS

1.4. I2C Interface

ESP8266EX has one I2C used to connect with micro-controller and other peripheral equipments such as sensors. The pin definition of I2C is as below.

Table 1-4. Pin Definitions of I2C

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTMS	9	IO14	I2C_SCL
GPIO2	14	IO2	I2C_SDA

Both I2C Master and I2C Slave are supported. I2C interface functionality can be realized via software programming, the clock frequency reaches 100 kHz at a maximum. It should be noted that I2C clock frequency should be higher than the slowest clock frequency of the slave device.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5. I2S Interface

ESP8266EX has one I2S data input interface and one I2S data output interface. I2S interfaces are mainly used in applications such as data collection, processing, and transmission of audio data, as well as the input and output of serial data. For example, LED lights (WS2812 series) are supported. The pin definition of I2S is as below. I2S functionality can be enabled via software programming by using multiplexed GPIOs, and linked list DMA is supported.

Table 1-5. Pin Definitions of I2S

I2S Data Input			
Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTDI	10	IO12	I2SI_DATA
MTCK	12	IO13	I2SI_BCK
MTMS	9	IO14	I2SI_WS
MTDO	13	IO15	I2SO_BCK
U0RXD	25	IO3	I2SO_DATA
GPIO2	14	IO2	I2SO_WS

1.6. Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART)

ESP8266EX has two UART interfaces UART0 and UART, the definitions are as below.

Table 1-6. Pin Definitions of UART

Pin Type	Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
UART0	U0RXD	25	IO3	U0RXD
	U0TXD	26	IO1	U0TXD
	MTDO	13	IO15	U0RTS
	MTCK	12	IO13	U0CTS
UART1	GPIO2	14	IO2	U1TXD
	SD_D1	23	IO8	U1RXD

Data transfers to/from UART interfaces can be implemented via hardware. The data transmission speed via UART interfaces reaches 115200 x 40 (4.5 Mbps).

UART0 can be used for communication. It supports fluid control. Since UART1 features only data transmit signal (Tx), it is usually used for printing log.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

> 📖 ***Note:***
>
> *By default, UART0 outputs some printed information when the device is powered on and booting up. The baud rate of the printed information is relevant to the frequency of the external crystal oscillator. If the frequency of the crystal oscillator is 40 MHz, then the baud rate for printing is 115200; if the frequency of the crystal oscillator is 26 MHz, then the baud rate for printing is 74880. If the printed information exerts any influence on the functionality of the device, it is suggested to block the printing during the power-on period by changing (U0TXD,U0RXD) to (MTDO,MTCK).*

1.7. Pulse-Width Modulation (PWM)

ESP8266EX has four PWM output interfaces. They can be extended by users themselves. The pin definitions of the PWM interfaces are defined as below.

Table 1-7. Pin Definitions of PWM

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTDI	10	IO12	PWM0
MTDO	13	IO15	PWM1
MTMS	9	IO14	PWM2
GPIO4	16	IO4	PWM3

The functionality of PWM interfaces can be implemented via software programming. For example, in the LED smart light demo, the function of PWM is realized by interruption of the timer, the minimum resolution reaches as much as 44 ns. PWM frequency range is adjustable from 1000 µs to 10000 µs, i.e., between 100Hz and 1 kHz. When the PWM frequency is 1 kHz, the duty ratio will be 1/22727, and over 14 bit resolution will be achieved at 1 kHz refresh rate.

1.8. IR Remote Control

One Infrared remote control interface is defined as below.

Table 1-8. Pin Definitions of IR Remote Control

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTMS	9	IO14	IR Tx
GPIO5	24	IO5	IR Rx

The functionality of Infrared remote control interface can be implemented via software programming. NEC coding, modulation, and demodulation are used by this interface. The frequency of modulated carrier signal is 38 kHz, while the duty ratio of the square wave is 1/3. The transmission range is around 1m which is determined by two factors: one is the maximum value of rated current, the other is internal current-limiting resistance value in the infrared receiver. The larger the resistance value, the lower the current, so is the power, and vice versa. The transmission angle is between 15° and 30° which is determined by the radiation direction of the infrared receiver.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAX30100

Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor IC for Wearable Health

General Description

The MAX30100 is an integrated pulse oximetry and heart-rate monitor sensor solution. It combines two LEDs, a photodetector, optimized optics, and low-noise analog signal processing to detect pulse oximetry and heart-rate signals.

The MAX30100 operates from 1.8V and 3.3V power supplies and can be powered down through software with negligible standby current, permitting the power supply to remain connected at all times.

Applications

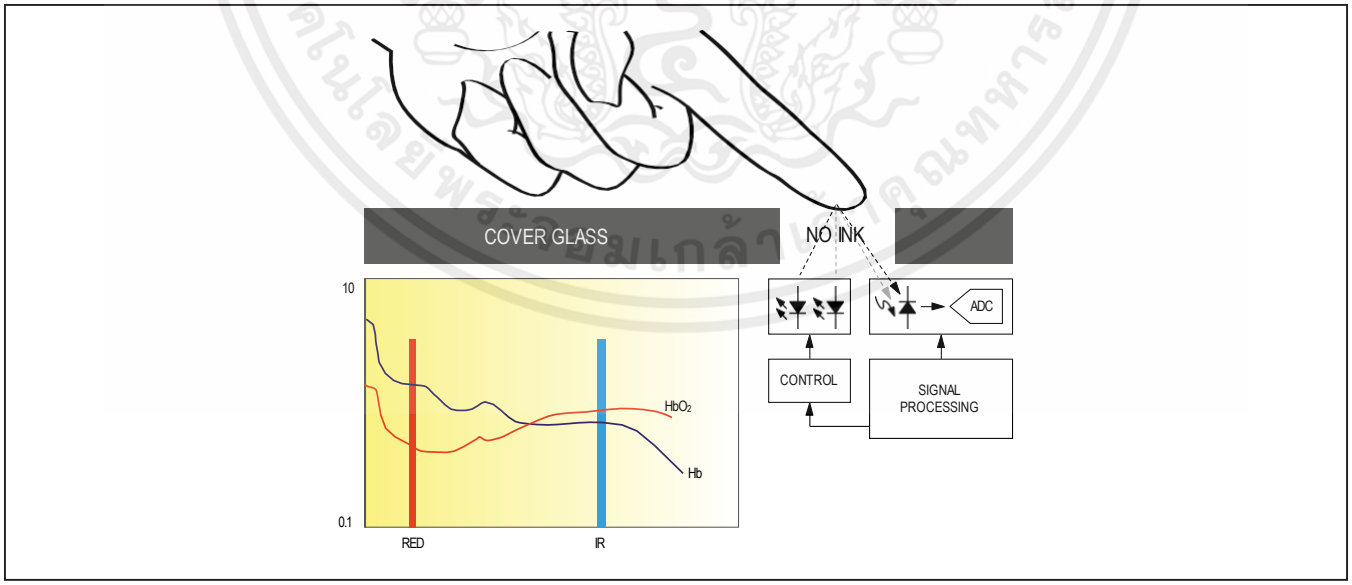
- Wearable Devices
- Fitness Assistant Devices
- Medical Monitoring Devices

Benefits and Features

- Complete Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor Solution Simplifies Design
  - Integrated LEDs, Photo Sensor, and High-Performance Analog Front-End
  - Tiny 5.6mm x 2.8mm x 1.2mm 14-Pin Optically Enhanced System-in-Package
- Ultra-Low-Power Operation Increases Battery Life for Wearable Devices
  - Programmable Sample Rate and LED Current for Power Savings
  - Ultra-Low Shutdown Current (0.7µA, typ)
- Advanced Functionality Improves Measurement Performance
  - High SNR Provides Robust Motion Artifact Resilience
  - Integrated Ambient Light Cancellation
  - High Sample Rate Capability
  - Fast Data Output Capability

***Ordering Information* appears at end of data sheet.**

System Block Diagram



19-7065; Rev 0; 9/14

maxim integrated™

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

V_{DD} to GND.....V to +2.2V
GND to PGND .....V to +0.3V
x_DRV, x_LED+ to PGND.....V to +6.0V
All Other Pins to GND .....V to +6.0V
Output Short-Circuit Current Duration.....Continuous
Continuous Input Current into Any Terminal.....±20mA

Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
OESIP (derate 5.8mW/°C above +70°C).....464mW
Operating Temperature Range..... -40°C to +85°C
Soldering Temperature (reflow).....+260°C
Storage Temperature Range..... -40°C to +105°C

Package Thermal Characteristics (Note 1)

OESIP
Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ_{JA}).....150°C/W
Junction-to-Case Thermal Resistance (θ_{JC}).....170°C/W

Note 1: Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to www.maximintegrated.com/thermal-tutorial.

Electrical Characteristics

(V_{DD} = 1.8V, V_{IR_LED+} = V_{R_LED+} = 3.3V, T_A = +25°C, min/max are from T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
POWER SUPPLY							
Power-Supply Voltage	V_{DD}	Guaranteed by RED and IR count tolerance		1.7	1.8	2.0	V
LED Supply Voltage (R_LED+ or IR_LED+ to PGND)	V_{LED+}	Guaranteed by PSRR of LED Driver		3.1	3.3	5.0	V
Supply Current	I_{DD}	SpO_2 and heart rate modes, PW = 200µs, 50sps			600	1200	µA
		Heart rate only mode, PW = 200µs, 50sps			600	1200	
Supply Current in Shutdown	I_{SHDN}	T_A = +25°C, MODE = 0x80			0.7	10	µA
SENSOR CHARACTERISTICS							
ADC Resolution					14		bits
Red ADC Count (Note 3)	RED_C	Propriety ATE setup RED_PA = 0x05, LED_PW = 0x00, SPO2_SR = 0x07, T_A = +25°C		23,000	26,000	29,000	Counts
IR ADC Count (Note 3)	IR_C	Propriety ATE setup IR_PA = 0x09, LED_PW = 0x00, SPO2_SR = 0x07, T_A = +25°C		23,000	26,000	29,000	Counts
Dark Current Count	DC_C	RED_PA = IR_PA = 0x00, LED_PW = 0x03, SPO2_SR = 0x01			0	3	Counts
DC Ambient Light Rejection (Note 4)	ALR	Number of ADC counts with finger on sensor under direct sunlight (100K lux) LED_PW = 0x03, SPO2_SR = 0x01	RED LED		0		Counts
			IR LED		0		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics (continued)

(V_{DD} = 1.8V, V_{IR_LED+} = V_{R_LED+} = 3.3V, T_A = +25°C, min/max are from T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
IR ADC Count—PSRR (V_{DD})	$PSRR_{VDD}$	Propriety ATE setup 1.7V < V_{DD} < 2.0V, LED_PW = 0x03, SPO2_SR = 0x01, IR_PA = 0x09, IR_PA = 0x05, T_A = +25°C		0.25	2	%
		Frequency = DC to 100kHz, 100mV_{P-P}		10		LSB
RED/IR ADC Count—PSRR (X_LED+)	$PSRR_{LED}$	Propriety ATE setup 3.1V < X_LED+ < 5V, LED_PW = 0x03, SPO2_SR = 0x01, IR_PA = 0x09, IR_PA = 0x05, T_A = +25°C		0.05	2	%
		Frequency = DC to 100kHz, 100mV_{P-P}		10		LSB
ADC Integration Time	INT	LED_PW = 0x00		200		µs
		LED_PW = 0x03		1600		µs
IR LED CHARACTERISTICS (Note 4)						
LED Peak Wavelength	λ_P	I_{LED} = 20mA, T_A = +25°C	870	880	900	nm
Full Width at Half Max	$\Delta\lambda$	I_{LED} = 20mA, T_A = +25°C		30		nm
Forward Voltage	V_F	I_{LED} = 20mA, T_A = +25°C		1.4		V
Radiant Power	P_O	I_{LED} = 20mA, T_A = +25°C		6.5		mW
RED LED CHARACTERISTICS (Note 4)						
LED Peak Wavelength	λ_P	I_{LED} = 20mA, T_A = +25°C	650	660	670	nm
Full Width at Half Max	$\Delta\lambda$	I_{LED} = 20mA, T_A = +25°C		20		nm
Forward Voltage	V_F	I_{LED} = 20mA, T_A = +25°C		2.1		V
Radiant Power	P_O	I_{LED} = 20mA, T_A = +25°C		9.8		mW
TEMPERATURE SENSOR						
Temperature ADC Acquisition Time	T_T	T_A = +25°C		29		ms
Temperature Sensor Accuracy	T_A	T_A = +25°C		±1		°C
Temperature Sensor Minimum Range	T_{MIN}			-40		°C
Temperature Sensor Maximum Range	T_{MAX}			85		°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics (continued)

(V_{DD} = 1.8V, V_{IR_LED+} = V_{R_LED+} = 3.3V, T_A = +25°C, min/max are from T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
DIGITAL CHARACTERISTICS (SDA, SDA, INT)						
Output Low Voltage SDA, INT	V_{OL}	I_{SINK} = 6mA			0.4	V
I²C Input Voltage Low	V_{IL_I2C}	SDA, SCL			0.4	V
I²C Input Voltage High	V_{IH_I2C}	SDA, SCL	1.4			V
Input Hysteresis	V_{HYS}	SDA, SCL		200		mV
Input Capacitance	C_{IN}	SDA, SCL		10		pF
Input Leakage Current	I_{IN}	V_{IN} = 0V, T_A = +25°C (SDA, SCL, INT)		0.01	1	µA
		V_{IN} = 5.5V, T_A = +25°C (SDA, SCL, INT)		0.01	1	µA
I²C TIMING CHARACTERISTICS (SDA, SDA, INT)						
I²C Write Address				AE		Hex
I²C Read Address				AF		Hex
Serial Clock Frequency	f_{SCL}		0		400	kHz
Bus Free Time Between STOP and START Conditions	t_{BUF}		1.3			µs
Hold Time (Repeated) START Condition	$t_{HD,START}$		0.6			µs
SCL Pulse-Width Low	t_{LOW}		1.3			µs
SCL Pulse-Width High	t_{HIGH}		0.6			µs
Setup Time for a Repeated START Condition	$t_{SU,START}$		0.6			µs
Data Hold Time	$t_{HD,DAT}$		0		900	ns
Data Setup Time	$t_{SU,DAT}$		100			ns
Setup Time for STOP Condition	$t_{SU,STOP}$		0.6			µs
Pulse Width of Suppressed Spike	t_{SP}		0		50	ns
Bus Capacitance	C_B				400	pF
SDA and SCL Receiving Rise Time	t_R		20 + 0.1C_B		300	ns
SDA and SCL Receiving Fall Time	t_{RF}		20 + 0.1C_B		300	ns
SDA Transmitting Fall Time	t_{TF}		20 + 0.1C_B		300	ns

Note 2: All devices are 100% production tested at T_A = +25°C. Specifications over temperature limits are guaranteed by Maxim Integrated's bench or proprietary automated test equipment (ATE) characterization.

Note 3: Specifications are guaranteed by Maxim Integrated's bench characterization and by 100% production test using proprietary ATE setup and conditions.

Note 4: For design guidance only. Not production tested.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 GENERAL DESCRIPTION

SSD1306 is a single-chip CMOS OLED/PLED driver with controller for organic / polymer light emitting diode dot-matrix graphic display system. It consists of 128 segments and 64commons. This IC is designed for Common Cathode type OLED panel.

The SSD1306 embeds with contrast control, display RAM and oscillator, which reduces the number of external components and power consumption. It has 256-step brightness control. Data/Commands are sent from general MCU through the hardware selectable 6800/8000 series compatible Parallel Interface, I^2C interface or Serial Peripheral Interface. It is suitable for many compact portable applications, such as mobile phone sub-display, MP3 player and calculator, etc.

2 FEATURES

- Resolution: 128 x 64 dot matrix panel
- Power supply
  - V_{DD} = 1.65V to 3.3V for IC logic
  - V_{CC} = 7V to 15V for Panel driving
- For matrix display
  - OLED driving output voltage, 15V maximum
  - Segment maximum source current: 100uA
  - Common maximum sink current: 15mA
  - 256 step contrast brightness current control
- Embedded 128 x 64 bit SRAM display buffer
- Pin selectable MCU Interfaces:
  - 8-bit 6800/8080-series parallel interface
  - 3 /4 wire Serial Peripheral Interface
  - I^2C Interface
- Screen saving continuous scrolling function in both horizontal and vertical direction
- RAM write synchronization signal
- Programmable Frame Rate and Multiplexing Ratio
- Row Re-mapping and Column Re-mapping
- On-Chip Oscillator
- Chip layout for COG & COF
- Wide range of operating temperature: -40°C to 85°C

3 ORDERING INFORMATION

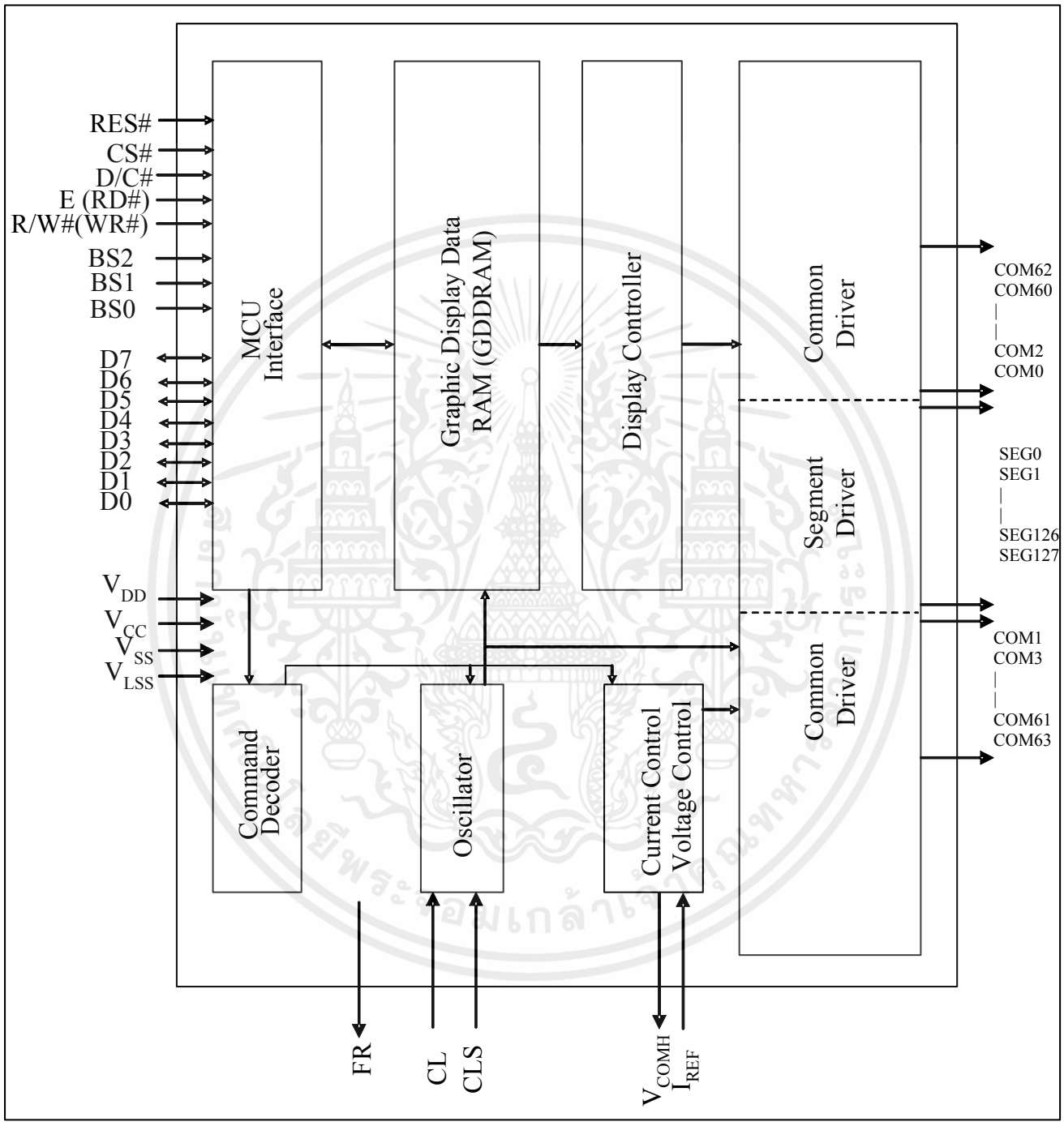
Table 3-1: Ordering Information

Ordering Part Number	SEG	COM	Package Form	Reference	Remark
SSD1306Z	128	64	COG	8	o Min SEG pad pitch : 47um o Min COM pad pitch : 40um o Die thickness: 300 +/- 25um
SSD1306TR1	104	48	TAB	11, 56	o 35mm film, 4 sprocket hole, Folding TAB o 8-bit 80 / 8-bit 68 / SPI / I^2C interface o SEG, COM lead pitch 0.1mm x 0.997 =0.0997mm o Die thickness: 457 +/- 25um

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 BLOCK DIAGRAM

Figure 4-1 SSD1306 Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้