

ECG Graph Monitoring with 3 Lead Placement

โดย

นายกลวัชร อินทร์แป้น รหัสนักศึกษา 65010039

นายณัฐดนัย สังข์โพธิ์ รหัสนักศึกษา 65010297

นายณัฐวุฒิ ฉายอ่วม รหัสนักศึกษา 65010329

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในรายวิชา 01076107 Circuits and
Electronics

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

1. ภาพรวมโครงการ

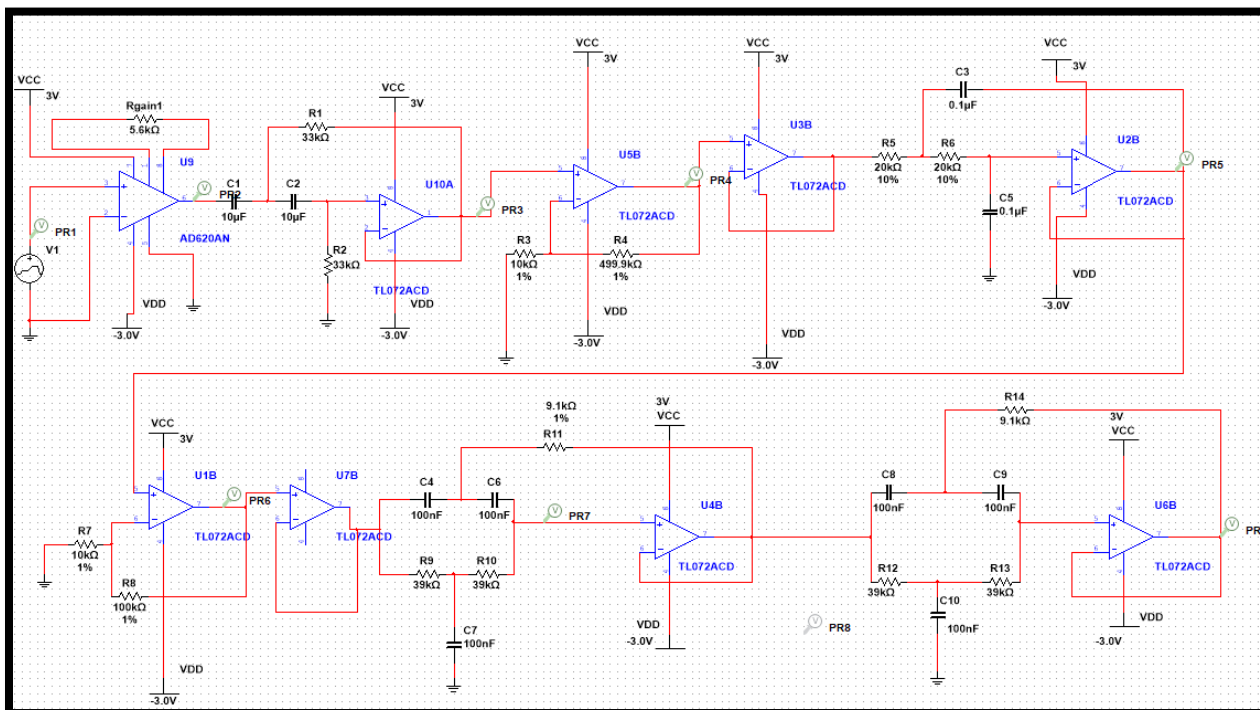
1.1 ที่มาและความสำคัญ

กลุ่มของเราเล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาโรคหัวใจ สถิติสาธารณสุขของประเทศไทยในปี 2564 พบว่า "โรคหัวใจขาดเลือด" เป็นสาเหตุการเสียชีวิตของคนไทยมากเป็นอันดับ 4 รองจากโรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดในสมอง และปอดบวม โดยโรคหัวใจขาดเลือด คร่าชีวิตคนไทยปีละประมาณ 20,000 คน หรือราว 33 คน ต่อประชากร 1 แสนคน

นอกจากนี้ในช่วง 16 ปี วิทยาลัยการแพทย์อเมริกัน ได้ทำการศึกษา (2000- 2016) สัดส่วนของคนอายุน้อยที่หัวใจวาย เพิ่มขึ้น 2% ต่อปีในช่วง 10 ปีหลัง

นี่คือแรงบันดาลใจของพวกเราในการจะสร้างนวัตกรรมเกี่ยวกับคลื่นหัวใจ ซึ่งมันน่าจะดีไม่น้อยทีเดียวหากว่าเรานั้นสามารถใช้คลื่นหัวใจของตนเองนั้นได้ตลอดเวลา นั่นเป็นเหตุผลที่เพียงพอแล้วที่เราจะสร้างนวัตกรรมที่มีชื่อว่า ECG Graph Monitoring with 3 Lead Placement

1.2 วงจรสำหรับโปรเจค

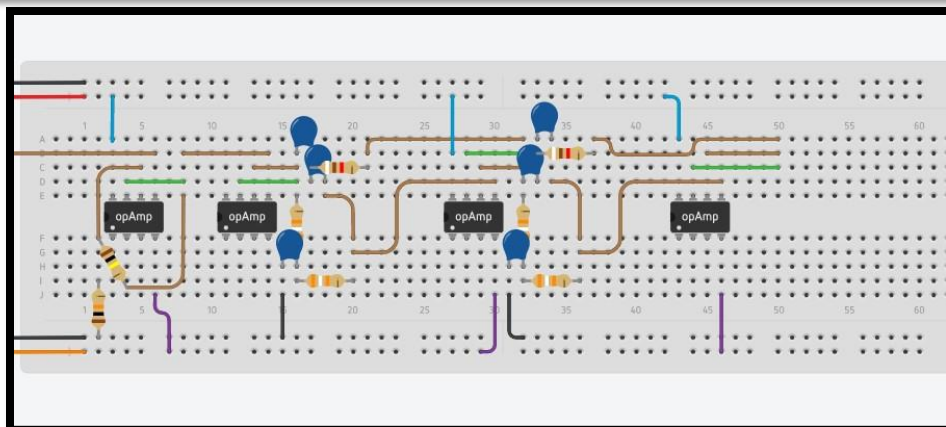
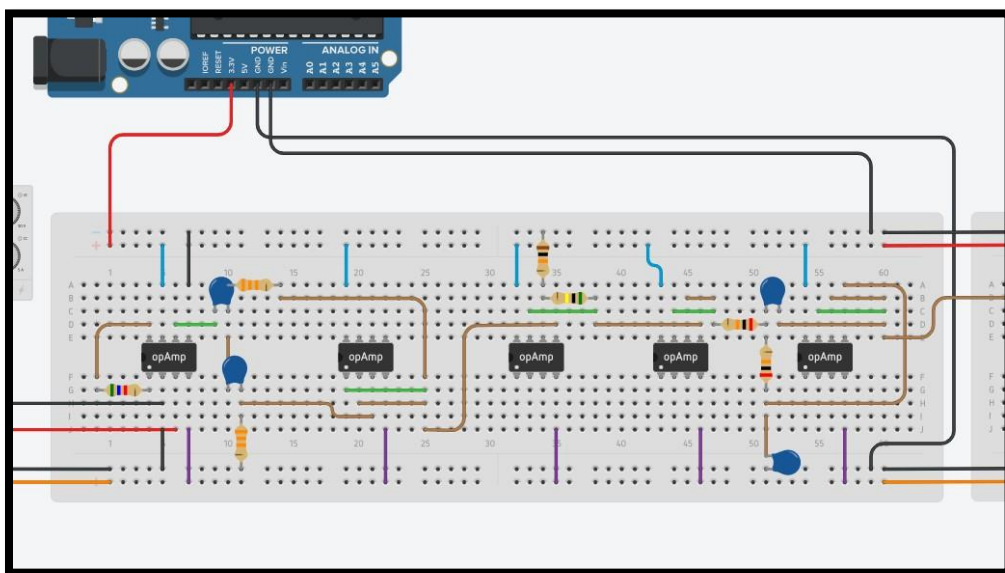
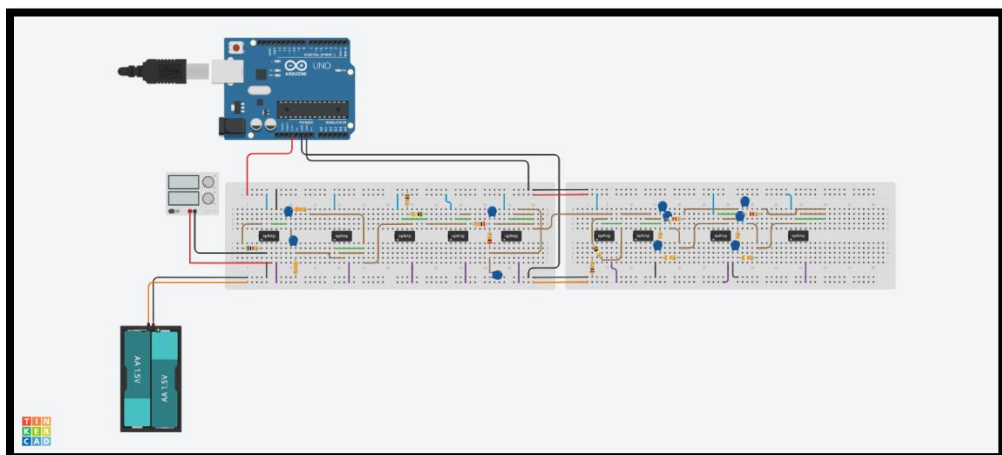


1.3.อุปกรณ์

- บอร์ด ESP 8266	1 ตัว
- เซนเซอร์ Electrode Pad	1 ตัว
- AD620	1 ตัว
- TL072ACD	8 ตัว
- 5.6 k Ω Resistor	1 ตัว
- 33 k Ω Resistor	1 ตัว
- 10 k Ω Resistor	1 ตัว
- 499.9 k Ω Resistor	1 ตัว
- 20 k Ω Resistor	2 ตัว
- 100 k Ω Resistor	1 ตัว
- 39 k Ω Resistor	4 ตัว
- 9.1 k Ω Resistor	2 ตัว
- 10 μ F Capacitor	2 ตัว
- 0.1 μ F Capacitor	2 ตัว
- 100 nF Capacitor	6 ตัว

1.4. การออกแบบวงจร

การออกแบบวงจรนั้น จะออกแบบในเว็บที่มีชื่อว่า **Tinkercard** เพื่อช่วยให้วงจรก่อนจะต่อจริงนั้น มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย และลดข้อผิดพลาดได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย โดยวงจรที่ได้ออกแบบไว้มีรูปแบบดังรูป



1.5 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

1.5.1 Input : โดยส่วนของ Input นั้น จะรับค่าจากเซนเซอร์ที่มีชื่อ Electrode Pad ซึ่งค่าที่ได้จะเป็นกราฟ

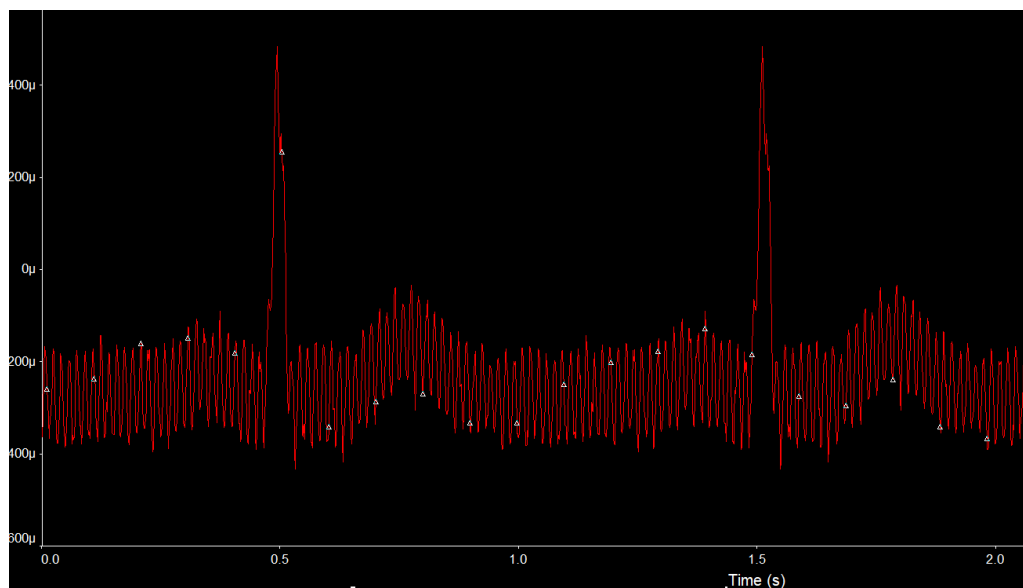
คลื่นไฟฟ้า (ECG) นั้นเอง



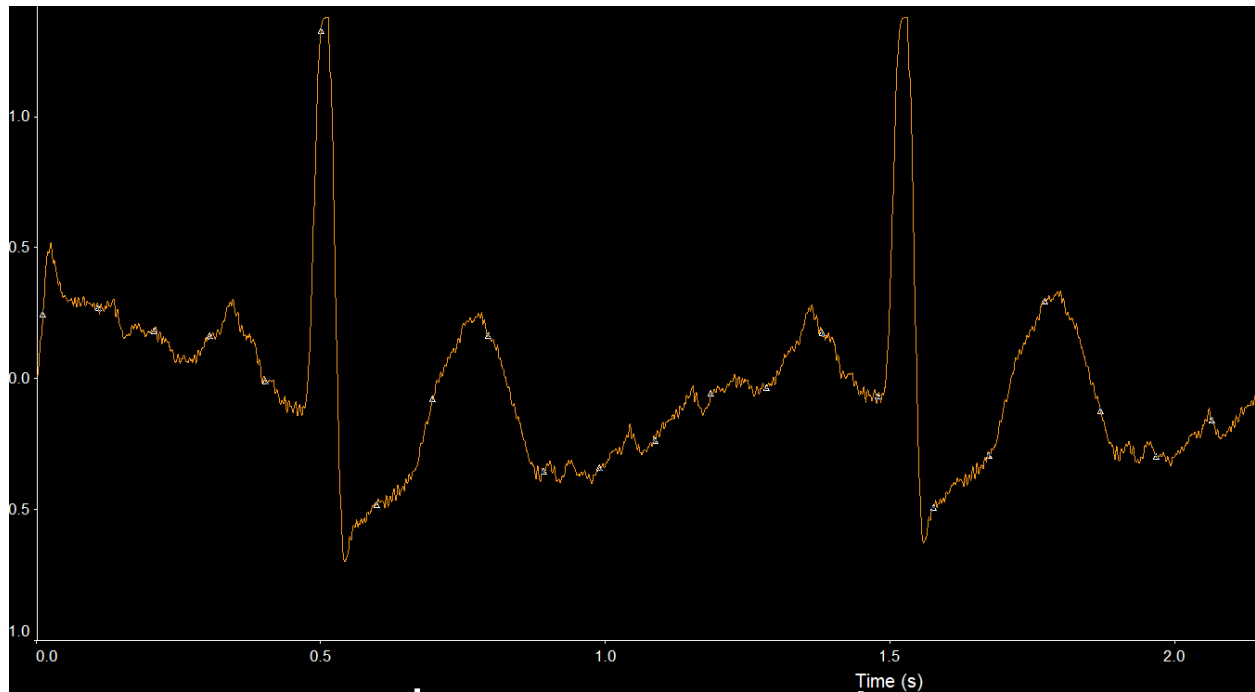
1.5.2 Process : จะนำกราฟ (ECG) ที่ได้นั้นมาผ่านวงจรที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งในวงจรนั้นจะเป็นวงจร Op-amp ซึ่ง

ทำหน้าที่ขยายรูปกราฟและกรองความถี่ ทำให้เรานั้นสามารถนำข้อมูลไปใช้งานและตรวจสอบข้อมูลต่างๆได้ง่ายขึ้นและมีความแม่นยำอีกด้วย

- กราฟที่ได้รับจาก ECG



- กราฟที่ผ่านวงจรที่เราได้ออกแบบไว้

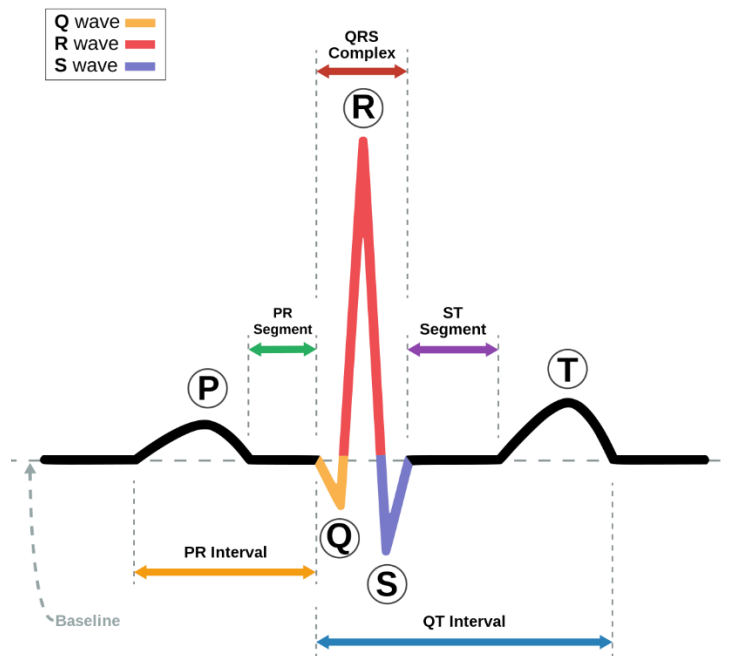


1.5.3 Output : หลังจากเราได้รูปกราฟที่ผ่านวงจรที่เราออกแบบไว้แล้วนั้น เราจะนำข้อมูลต่างๆ นำมา plot
เพื่อนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ต่อไป

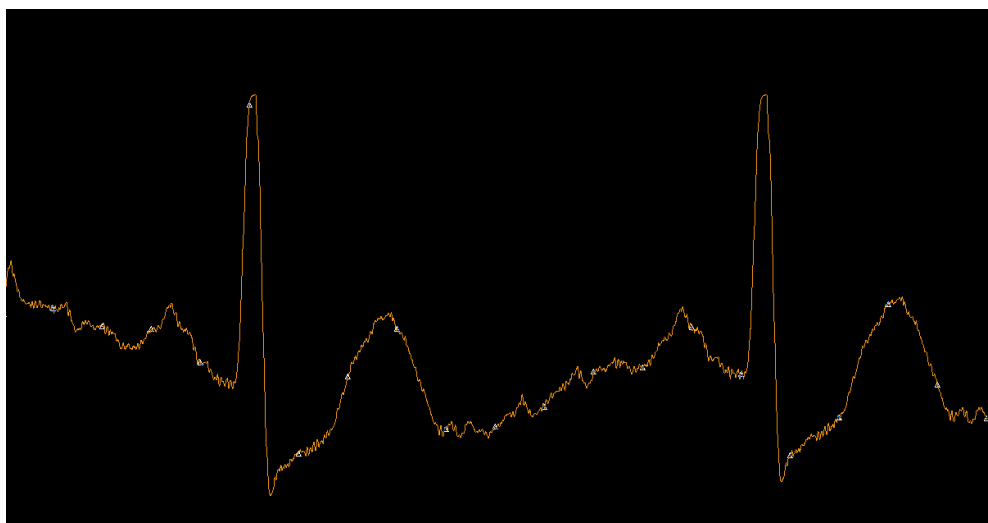
1.6 ประโยชน์และผลลัพธ์ที่จะได้

ประโยชน์ที่จะได้นั้น เราจะสามารถตรวจสอบคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG) ได้ตลอดทุกที่ทุกเวลาตามที่ต้องการ ซึ่งจะลดเวลาการเดินทางไปโรงพยาบาลรวมทั้งค่าใช้จ่ายต่างๆได้อีกด้วย แต่ถึงอย่างนั้นเราควรมีความรู้เกี่ยวกับการอ่านกราฟ ECG ด้วยเพื่อให้ผลลัพธ์นั้นตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานให้มีประสิทธิภาพสูงสุดด้วยเช่นกัน

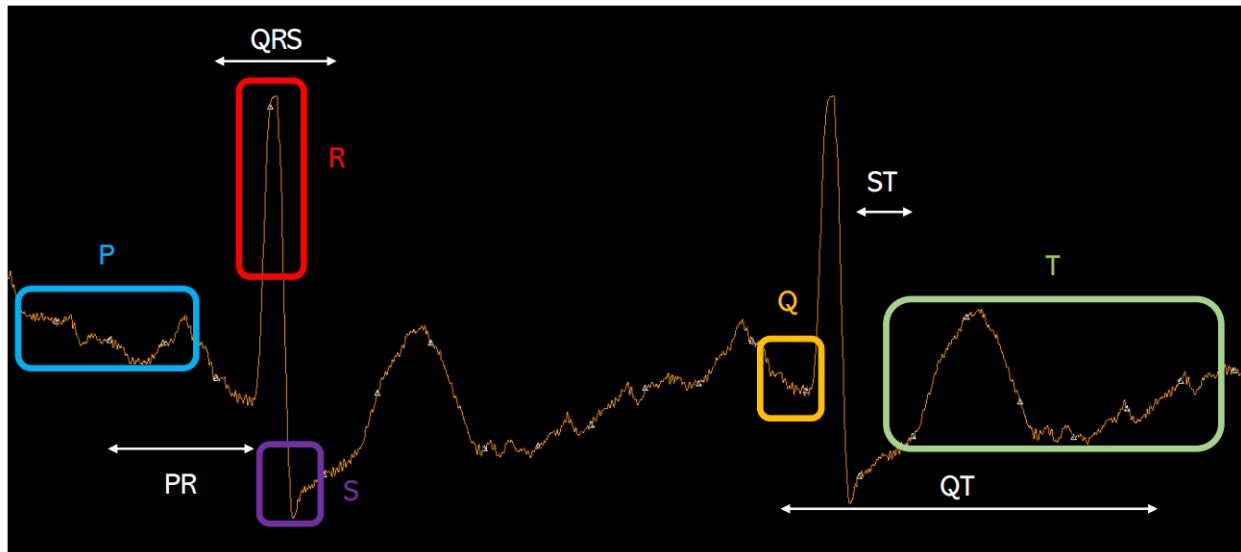
- กราฟ ECG



- ECG ของคนโดยทั่วไป (เมื่อผ่านวงจรที่เราออกแบบไว้แล้ว)



- ECG ของวงจร กับ ตำแหน่งกราฟและข้อมูลต่างๆ



- ECG กับการวินิจฉัยโรคต่างๆ เบื้องต้น

รูปภาพ	การวินิจฉัยเบื้องต้น
ช่วงเวลา QT สั้น	แคลเซียมสูงในเลือดเนื่องจากยาบางชนิด, ความผิดปกติทางพันธุกรรมบางอย่าง, ภาวะโพแทสเซียมสูง
ช่วงเวลา QT ยาว	แคลเซียมสูงในเลือด, ยาบางชนิด, ความผิดปกติทางพันธุกรรมบางอย่าง
คลื่น T แบนหรือคว่ำ	หัวใจขาดเลือด, ภาวะโพแทสเซียมสูง, หัวใจห้องล่างซ้ายโตเกิน, ผลกระทบจากยาพวก <u>ดิจอกซิน</u> (Digoxin), ยาบางชนิด
คลื่น T เฉียบพลันสุดขีด	อาจเป็นอาการแรกของกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน, เมื่อคลื่น T กลายเป็นที่โดดเด่นมากขึ้น, สมมาตร, และแหลม
คลื่น T ขึ้นสูงสุด, คลื่น QRS กว้าง, คลื่น PR ยาว, คลื่น QT สั้น	ภาวะโพแทสเซียมสูง, รักษาด้วย calcium chloride, กลูโคสและอินซูลิน หรือการล้างไต
คลื่น U โดดเด่น	ภาวะโพแทสเซียมสูง

จากข้อมูลข้างต้นทำให้เราเห็นถึงประโยชน์ของกราฟ คลื่นหัวใจไฟฟ้ามากขึ้นทำให้นั้นสามารถนำประโยชน์มาประยุกต์ใช้กับคนทั่วไปที่มีความสนใจได้อีกด้วย

2.การวิเคราะห์วงจร

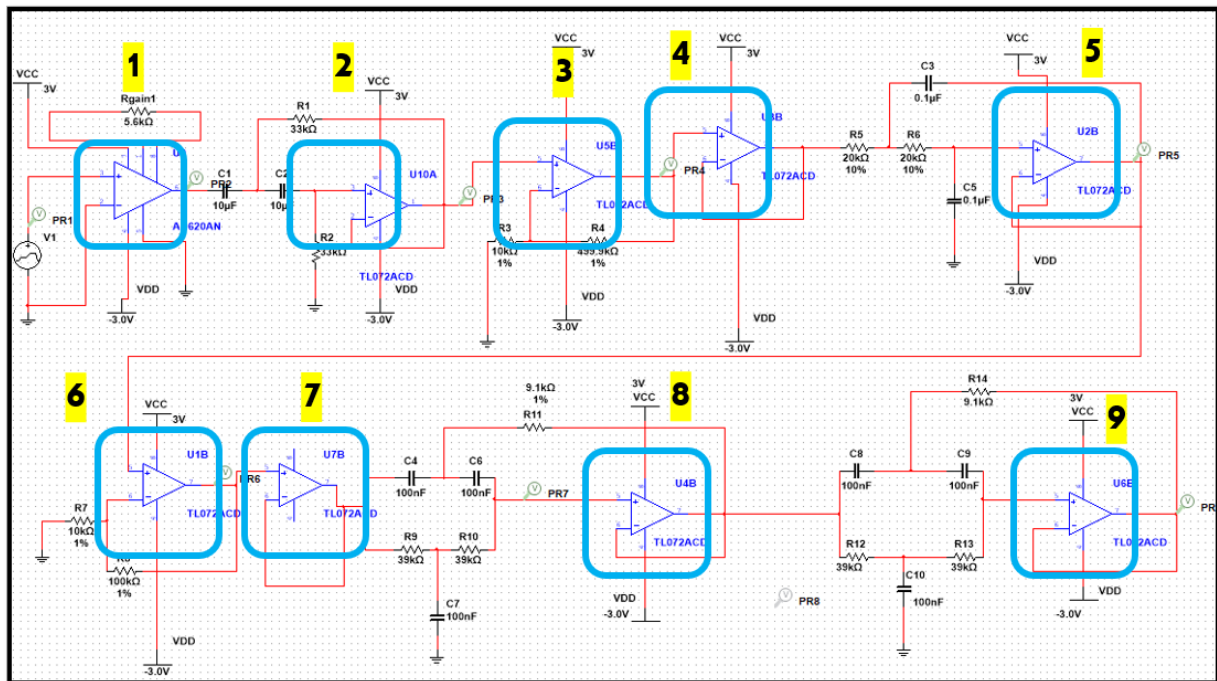
เนื่องจากวงจรของเรานั้นใช้ Op-amp จำนวน 9 ตัว เพื่อกรองความถี่รวมทั้งเพิ่มอัตราขยายกราฟให้ดูง่ายขึ้นโดยใช้ Op-amp จำนวน 2 ชนิด แบ่งเป็น

- AD620 1 ตัว (ตัวที่ 1)

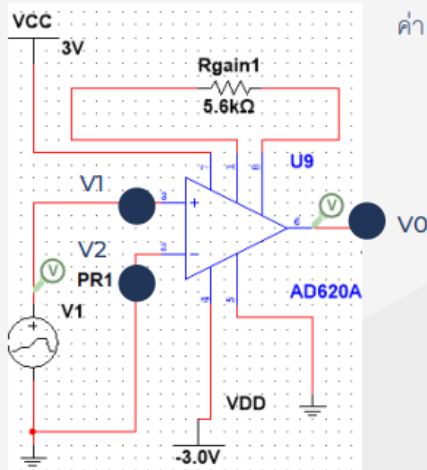
Function : Low Drift, Low Power Instrumentation Amp with Set Gains of 1 to 10000

- TL072 8 ตัว (ตัวที่ 2 ถึง 9)

Function : Dual Low-Noise JFET-Input Operational Amplifier



1. CMRR



ค่า CMRR ของ AD620A อยู่ในช่วง 100 - 120 dB

$$\text{CMRR} = 120 \text{ dB}$$

$$\text{CMRR} = 20 \log(\text{Ad}/\text{Ac})$$

$$120 = 20 \log(\text{Ad}/\text{Ac})$$

$$10^6 = (\text{Ad}/\text{Ac})$$

$$\text{Ac} = 10^{-6} \text{ Ad}$$

** แต่ $\text{Ac} \ll \text{Ad}$

V0 ประมาณได้ว่า AdV1

Common Mode

$$\text{Vic} = (\text{V1} + \text{V2})/2$$

$$\text{Vic} = \text{V1}/2$$

$$\text{Ac} = \text{Voc}/\text{Vic} = \text{Voc}/(\text{V1}/2)$$

$$\text{Ac} = 2(\text{Voc}/\text{V1})$$

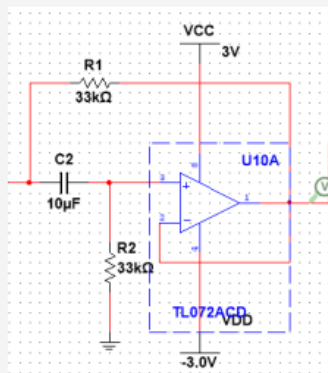
Differential Mode

$$\text{Ad} = \text{Vod}/\text{Vid} = \text{Vod}/(\text{V1} - \text{V2})$$

$$\text{Ad} = \text{Vod}/\text{V1}$$

$$\text{V0} = \text{AdV1} + ((\text{AcV1})/2)$$

2. HIGH - PASSFILTER



การคำนวณความถี่ Cutoff ในวงจร High-pass filter

$$\text{จาก } f_c = 1/(2(\pi)(R1 \cdot R2 \cdot C1 \cdot C2)^{1/2})$$

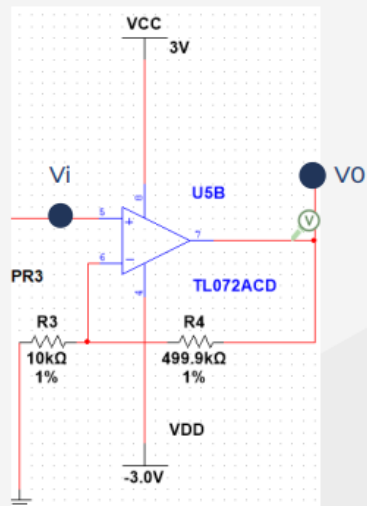
$$f_c = 1/(2(3.14)((33 \text{ k ohm})^2) \cdot (10 \mu\text{F}^2))^{1/2}$$

$$f_c = 1/(2 \cdot 3.14 \cdot 33 \text{ k ohm} \cdot 10 \mu\text{F})$$

$$f_c = 0.482 \text{ Hz}$$

** ความถี่ที่มีค่าต่ำกว่า 0.482Hz จะผ่านไม่ได้

3. NON - INVERTING



การคำนวณหา Voltage gain ในวงจร non-inverting

$$V0/Vi = 1 + R4/R3$$

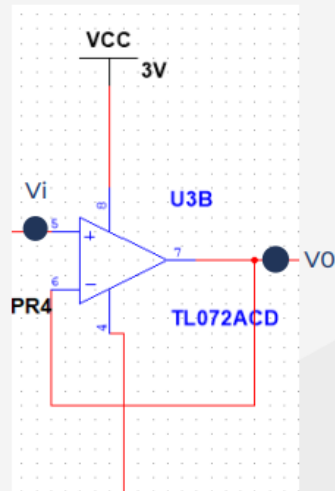
$$V0/Vi = 1 + (499.9 \text{ k ohm} / 10 \text{ k ohm})$$

$$V0/Vi = 1 + 49.99$$

$$Av = 50.99$$

** Av มีค่าประมาณ 51 เท่า

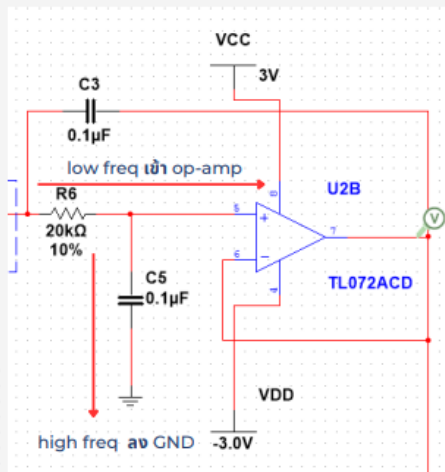
4. BUFFER



วงจร Buffer

** ใช้ส่งผ่านแรงดัน Input ไปยัง Output

5. LOW - PASS FILTER



การคำนวณความถี่ Cutoff ในวงจร Low-pass filter

วงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำ

จาก f_{cutoff}

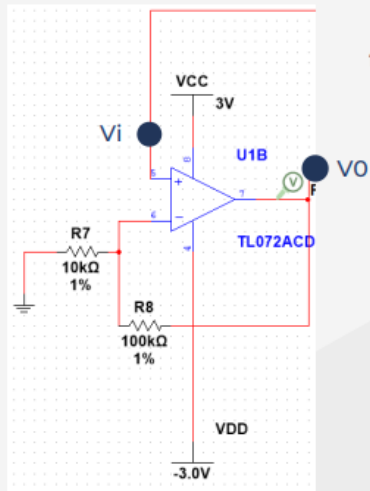
$$f_c = \frac{1}{(2\pi)(R_5 \cdot R_6 \cdot C_5 \cdot C_6)^{1/2}}$$

$$f_c = \frac{1}{(2(3.14))((20k \text{ ohm})^2 \cdot (0.1\mu F^2))^{1/2}}$$

$$f_c = 79.58 \text{ Hz}$$

** ความถี่ที่มีค่าสูงกว่า 79.58Hz จะผ่านไม่ได้

6. NON - INVERTING



การคำนวณหา Voltage gain ในวงจร non-inverting

$$V_O/V_i = 1 + R_8/R_7$$

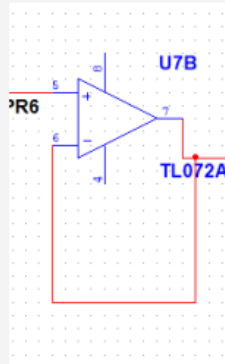
$$V_O/V_i = 1 + (100k \text{ ohm}/10k \text{ ohm})$$

$$V_O/V_i = 1 + 10$$

$$A_v = 11$$

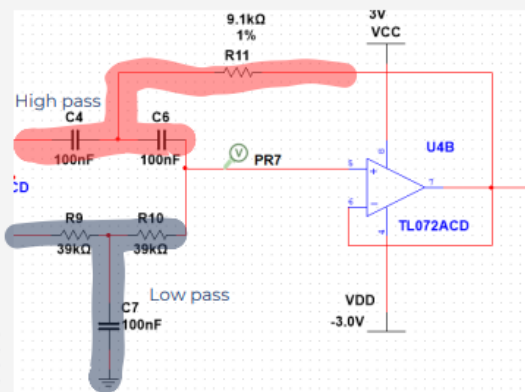
** A_v มีค่าประมาณ 11 เท่า

7 . BAND PASS FILTER



** กรองความถี่ให้อยู่ในช่วงที่กำหนด

8 - 9 . NOTCH FILTER



การคำนวณหาความถี่ Cutoff และความถี่ notch
ในวงจร notch filter

$$f_L = 1/(2\pi)(R_9+R_{10})C_7)$$

$$f_L = 20.4 \text{ Hz}$$

$$f_H = 1/(2\pi)(R_{11})C)$$

$$f_H = 349.8 \text{ Hz}$$

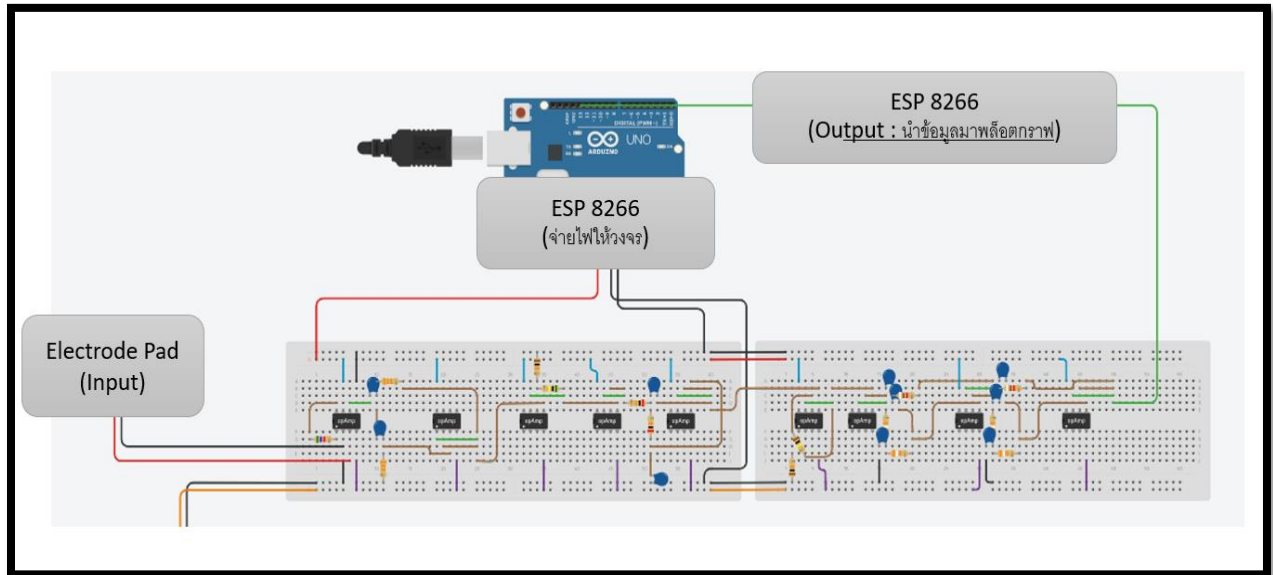
$$f_N = ((20.4)(349.8))^{1/2}$$

$$f_N = 84.5 \text{ Hz}$$

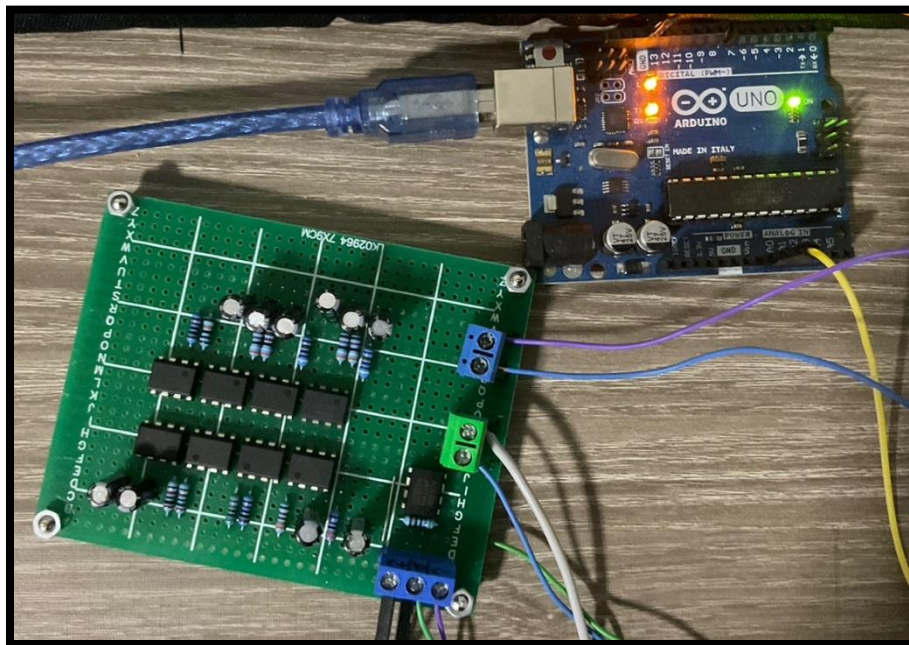
** f notch = 84.5 Hz
ความถี่ในช่วง 84.5 Hz
จะผ่านไปยัง op-amp
ไม่ได้

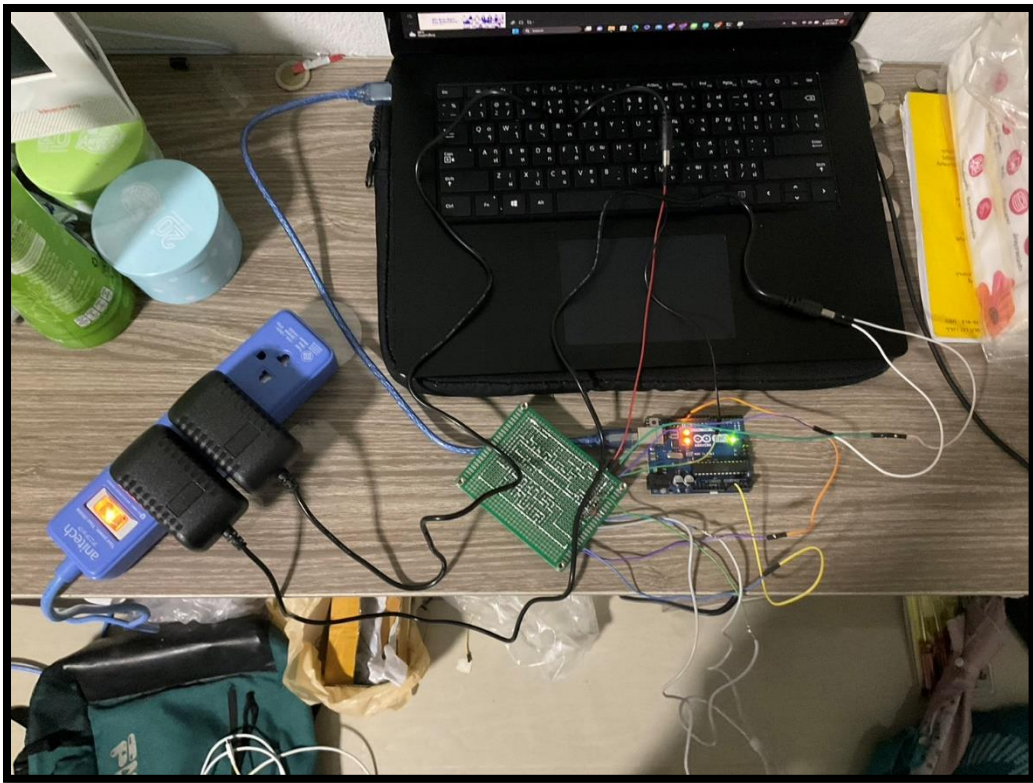
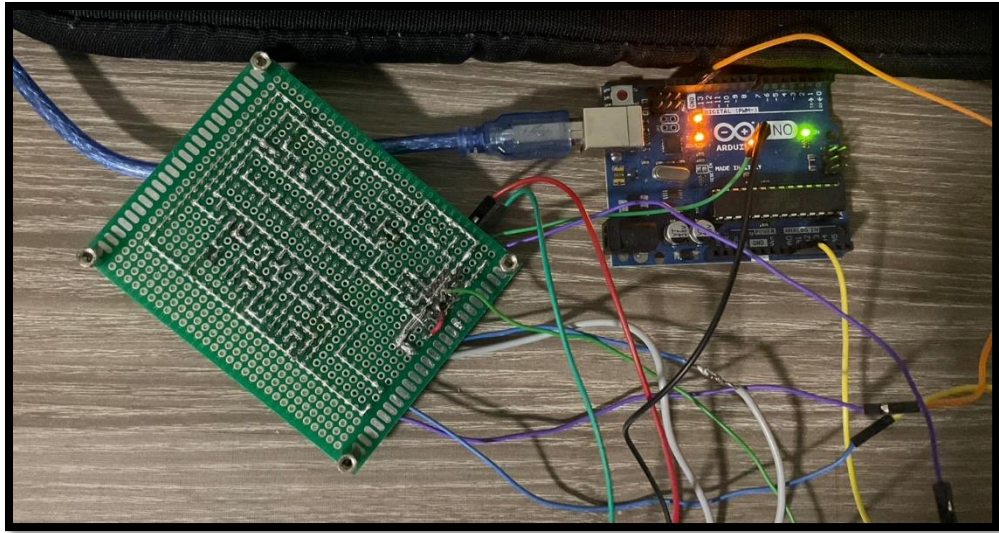
3.การเชื่อมต่อกับวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

3.1 การเชื่อมต่อกับวงจรที่ออกแบบไว้

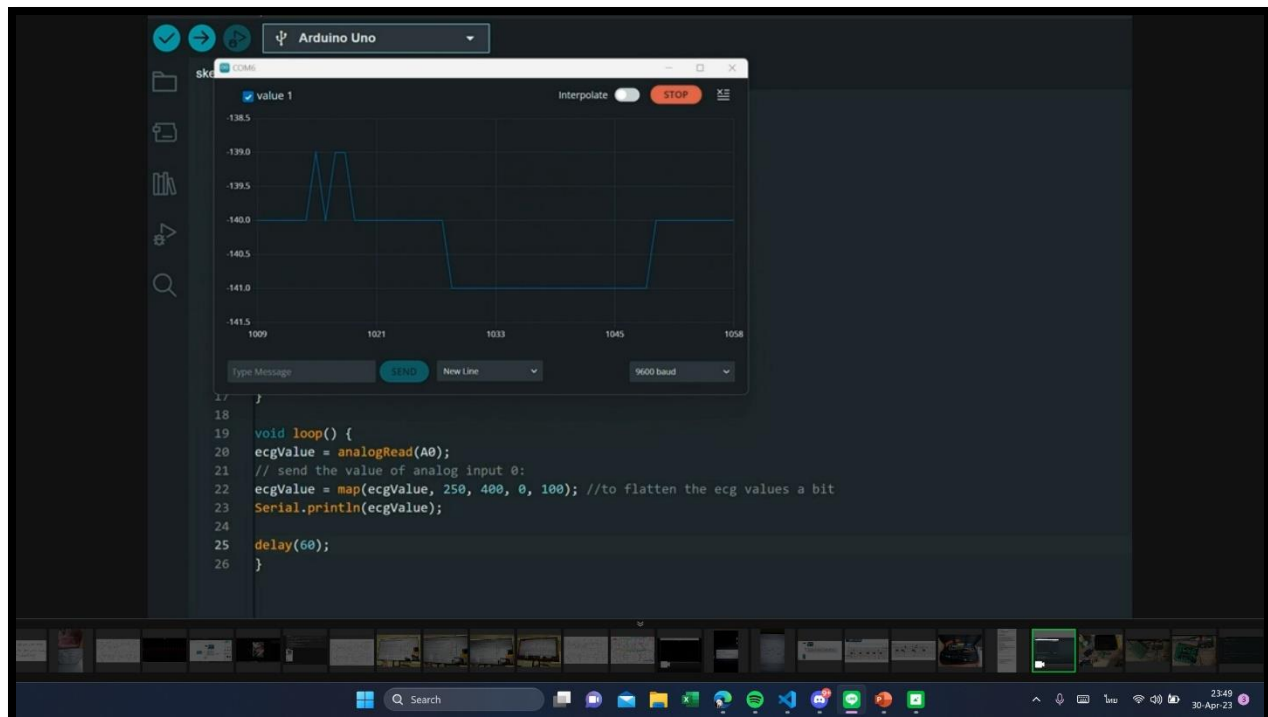
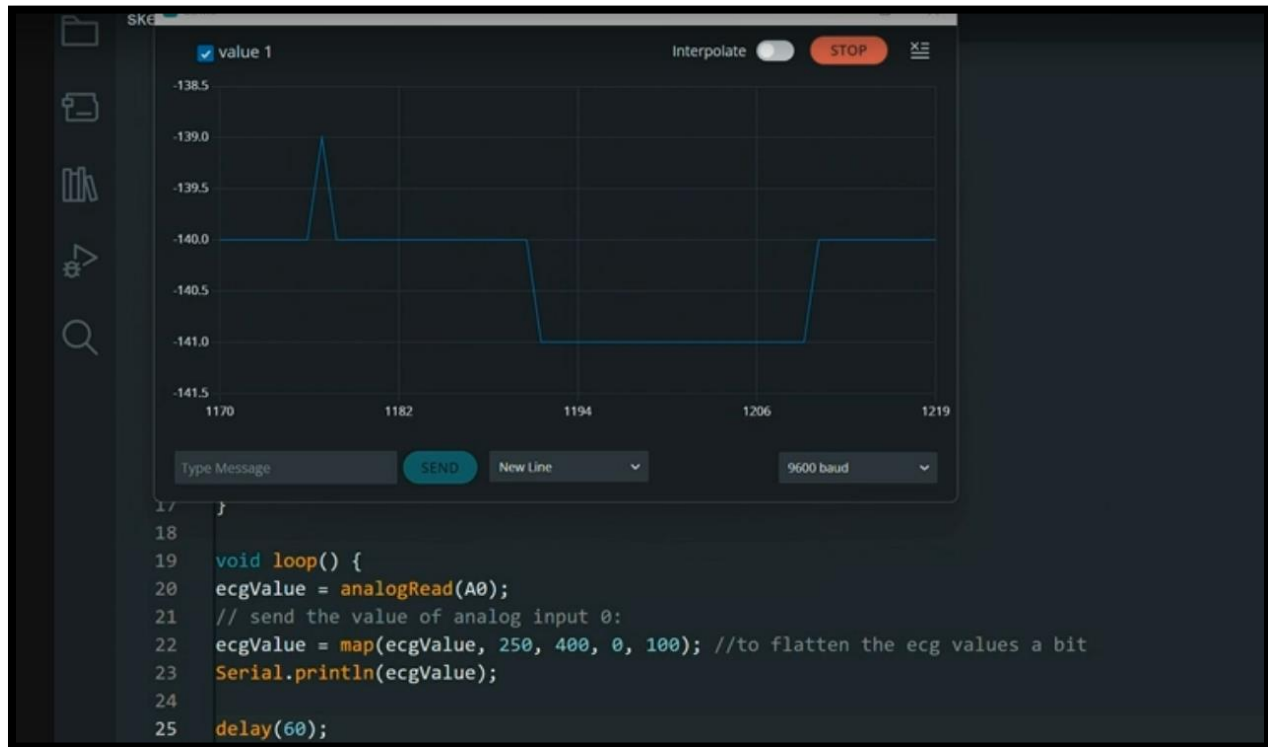


3.2 การเชื่อมต่อกับวงจรจริง





4.ผลการทดสอบ



5.โปสเตอร์

ECG Graph monitoring with 3 Lead Placement

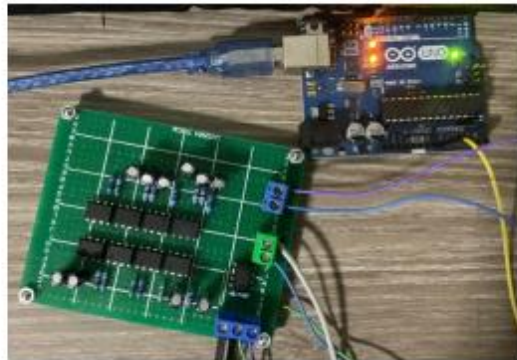
แนวคิด

กลุ่มของเราสังเกตเห็นถึงความสำคัญของปัญหาโรคหัวใจ สถิติสาธารณสุขของประเทศไทยในปี 2564 พบว่า "โรคหัวใจขาดเลือด" เป็นสาเหตุการเสียชีวิตของคนไทยมากเป็นอันดับ 4 รองจากโรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดในสมอง และปอดบวม โดยโรคหัวใจขาดเลือด คร่าชีวิตคนไทยปีละประมาณ 20,000 คน หรือราว 33 คน ต่อประชากร 1 แสนคน นอกจากนี้ในช่วง 16 ปี วิจัยอาการแพทย์อเมริกัน ได้ทำการศึกษา (2000- 2016) สัดส่วนของชนอายุย่อยที่หัวใจวาย เพิ่มขึ้น 2% ต่อปีในช่วง 10 ปีหลัง นับเป็นเหตุผลที่เราจะสร้างนวัตกรรมที่มีชื่อว่า ECG Graph Monitoring with 3 Lead Placement

ภาพรวม

โครงการที่กลุ่มของพวกเราทำการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยเราจะใช้แผ่น 3 จุด ติดไว้ตรงบริเวณไหล่ซ้าย/ขวา และสะโพกขวา โดยจะให้ส่งคลื่นไฟฟ้ามายังวงจร และแสดงผลออกมาทางหน้าจอ

ผล



วงจร



สรุป

จากผลการทดลอง พบว่า กลุ่มของพวกเรา ไม่ได้ผลตามที่คาดหวังไว้ กราฟที่ได้ออกมา มีลักษณะต่างจากกราฟจริง แต่ยังสามารถเห็นเป็นรูปร่างได้

1. 65010039 กลวัชร อินทร์แป้น
2. 65010297 ณัฐคนัย สังข์โพธิ์
3. 65010329 ณัฐวุฒิ ฉายอ่วม

6.Source Code

6.1 Arduino

sketch_apr29a.ino

```
1
2  int ecgValue = 0, count = 0;
3
4  void setup() {
5    // initialize the serial communication:
6    Serial.begin(115200);
7
8  }
9
10 void loop() {
11
12     ecgValue = analogRead(A0);
13     // send the value of analog input 0:
14     ecgValue = map(ecgValue, 250, 400, 0, 100); //to flatten the ecg values a bit
15
16     Serial.println(ecgValue);
17
18     delay(20);
19 }
```

7.ค่าใช้จ่ายในการทำโครงงาน

รายการ : 13
จำนวน : 23

ราคารวม

สินค้า [Ins]:

Q	สินค้า	ราคา	รวม
2	R 3.9M 1/4W 1%	1.50	3.00
2	R 1.0M 1/4W 1%	1.50	3.00
1	R 15k 1/4W 1%	1.50	1.50
3	MF0W4FF1002P50 : R 10k 1,	1.50	4.50
2	3296W-502LF : 5kOhm,พรีม	18.00	36.00
2	3296W-103LF : 10kOhm,พรีม	30.00	60.00
2	3296W-503LF : 50kOhm,พรีม	18.00	36.00
1	TL084CN : Quad JFET input (25.00	25.00
1	S1709 : Micro USB Cable 50C	65.00	65.00
1	S4133 : แผ่นปริ้นนอกเบปรองค	35.00	35.00
1	S849 : แผ่นปริ้น PCB นอกเบปร	35.00	35.00

ราคารวม: 316.00
ส่วนลดรวม: 0.00

ราคารวมสุทธิ: 316.00

ปุ่ม: ออก [End], ขึ้น [PgUp], ลง [PgDn], โฮม [Home], ค้นหา [F4], พิมพ์ [Ctrl+F10], เสิร์ช [F9], เติมนิด [F10], USD [F11]

รายการ : 13
จำนวน : 23

ราคารวม

สินค้า [Ins]:

Q	สินค้า	ราคา	รวม
4	22uF/16V Elite, 85°C, E-cap	2.00	8.00
1	UVR1C471MPD : 470uF/16V,	4.00	4.00
2	R 3.9M 1/4W 1%	1.50	3.00
2	R 1.0M 1/4W 1%	1.50	3.00
1	R 15k 1/4W 1%	1.50	1.50
3	MF0W4FF1002P50 : R 10k 1,	1.50	4.50
2	3296W-502LF : 5kOhm,พรีม	18.00	36.00
2	3296W-103LF : 10kOhm,พรีม	30.00	60.00
2	3296W-503LF : 50kOhm,พรีม	18.00	36.00
1	TL084CN : Quad JFET input (25.00	25.00
1	S1709 : Micro USB Cable 50C	65.00	65.00
1	S4133 : แผ่นปริ้นนอกเบปรองค	35.00	35.00

ราคารวม: 316.00
ส่วนลดรวม: 0.00

ราคารวมสุทธิ: 316.00

ปุ่ม: ออก [End], ขึ้น [PgUp], ลง [PgDn], โฮม [Home], ค้นหา [F4], พิมพ์ [Ctrl+F10], เสิร์ช [F9], เติมนิด [F10], USD [F11]

รายการ : 10
จำนวน : 23

ราคารวม

สินค้า [Ins]:

Q	สินค้า	ราคา	รวม
2	TL072: Dual Low noise JFET	30.00	60.00
1	UVR1C100MDD : 10uF/16V E	2.00	2.00
8	UVR1H0R1MDD : 0.1uF/50V	3.00	24.00
1	R 5.6k 1/4W 1%	1.50	1.50
1	R 33k 1/4W 1%	1.50	1.50
4	R 39k 1/4W 1%	1.50	6.00
2	R 9.1k 1/4W 1%	1.50	3.00
2	R 20k 1/4W 1%	1.50	3.00
1	R 500k 1/4W 1%	1.50	1.50
1	INA128P : Low Power Instru	300.00	300.00

ราคารวม: 402.50
ส่วนลดรวม: 0.00

ราคารวมสุทธิ: 402.50

ปุ่ม: ออก [End], ขึ้น [PgUp], ลง [PgDn], โฮม [Home], ค้นหา [F4], พิมพ์ [Ctrl+F10], เสิร์ช [F9], เติมนิด [F10], USD [F11]

ร้านแนะนำ

BBOA Shop

📄 หาคู่มือ

🏠 ดูร้านค้า

📦 พัสดุถูกจัดส่งสำเร็จแล้ว ① ที่ต้องได้รับ



DC อะแดปเตอร์ Adapter 3V 1A 1000mA 5.5 x 2.5MM 1ชิ้น

x2

฿43


🛒 รวมการสั่งซื้อ: ฿113

กรุณากดยืนยันหลังจากได้รับและตรวจสอบสินค้าแล้ว

ฉันได้ตรวจสอบและยอมรับสินค้า

ขอคืนเงิน/คืนสินค้า

เพิ่มเติม ▾



บริษัท อาตุโนไทย จำกัด

174 ถนนปทุมวันกั้นที่ ตำบลคลองหอย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

เลขประจำตัวผู้เสียภาษี 0905562002878 / สำนักงานใหญ่

เบอร์โทรศัพท์ 0988257936

ใบเสร็จรับเงิน / ใบกำกับภาษี

ข้อมูลผู้ซื้อ

ชื่อผู้ซื้อ ณัฐดนัย สังข์โพธิ์

ที่อยู่ผู้ซื้อ 2210/5-6 บ้านใบบุญ(ริมสวน) ซอยลาดกระบัง 50/2 หมู่1 แขวง

ลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

เลขที่ใบกำกับภาษี IV6604240004

เลขที่รายการสั่งซื้อ 53391

วันที่ 24 เมษายน 2566

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วยละ(บาท)	จำนวนเงิน(บาท)	
1.	[AT02895] ECG EMG Headphone plug สายต่อแผ่นอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิคสัญญาณ	1	90.00	90.00	V
	กล้านเนื้อ สติ๊กไทยส่งไว	1	50.00	50.00	V
2.	ค่าขนส่งสินค้า			0.00	N
	สินค้าที่ยกเว้นภาษีมูลค่าเพิ่ม			140.00	V
	สินค้าที่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม			9.16	
	ภาษีมูลค่าเพิ่ม				
	สินค้าที่เสียภาษีมูลค่าเพิ่ม			130.84	
	จำนวนเงินรวมทั้งสิ้น			140.00	

(หนึ่งร้อยสี่สิบบาทถ้วน)

รวมเป็นเงินทั้งสิ้น : 971.50 บาท