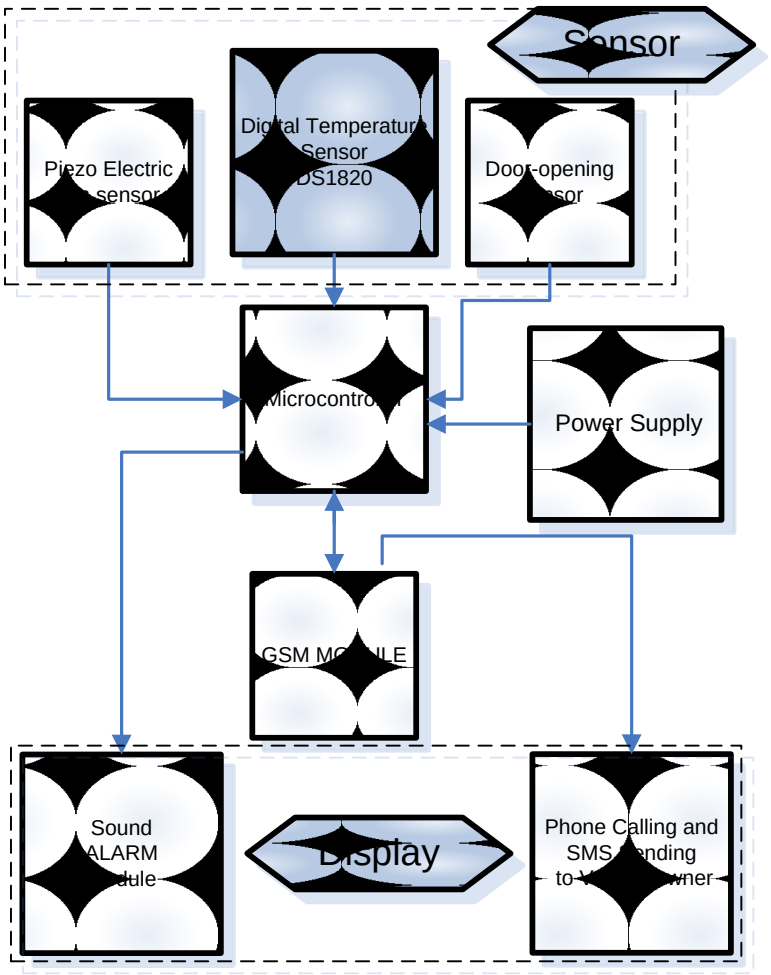
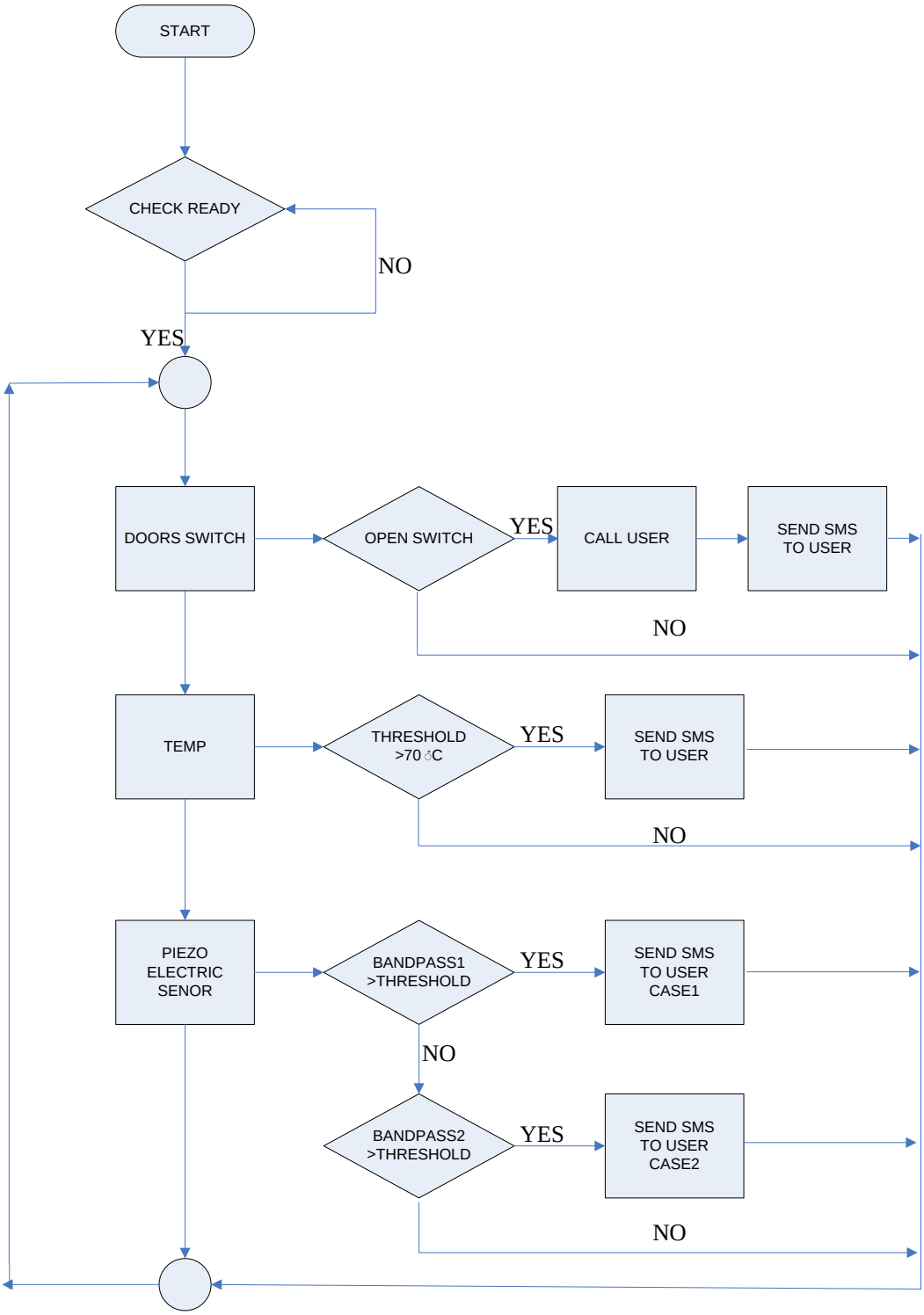
บทที่ 3

การออกแบบโครงงาน

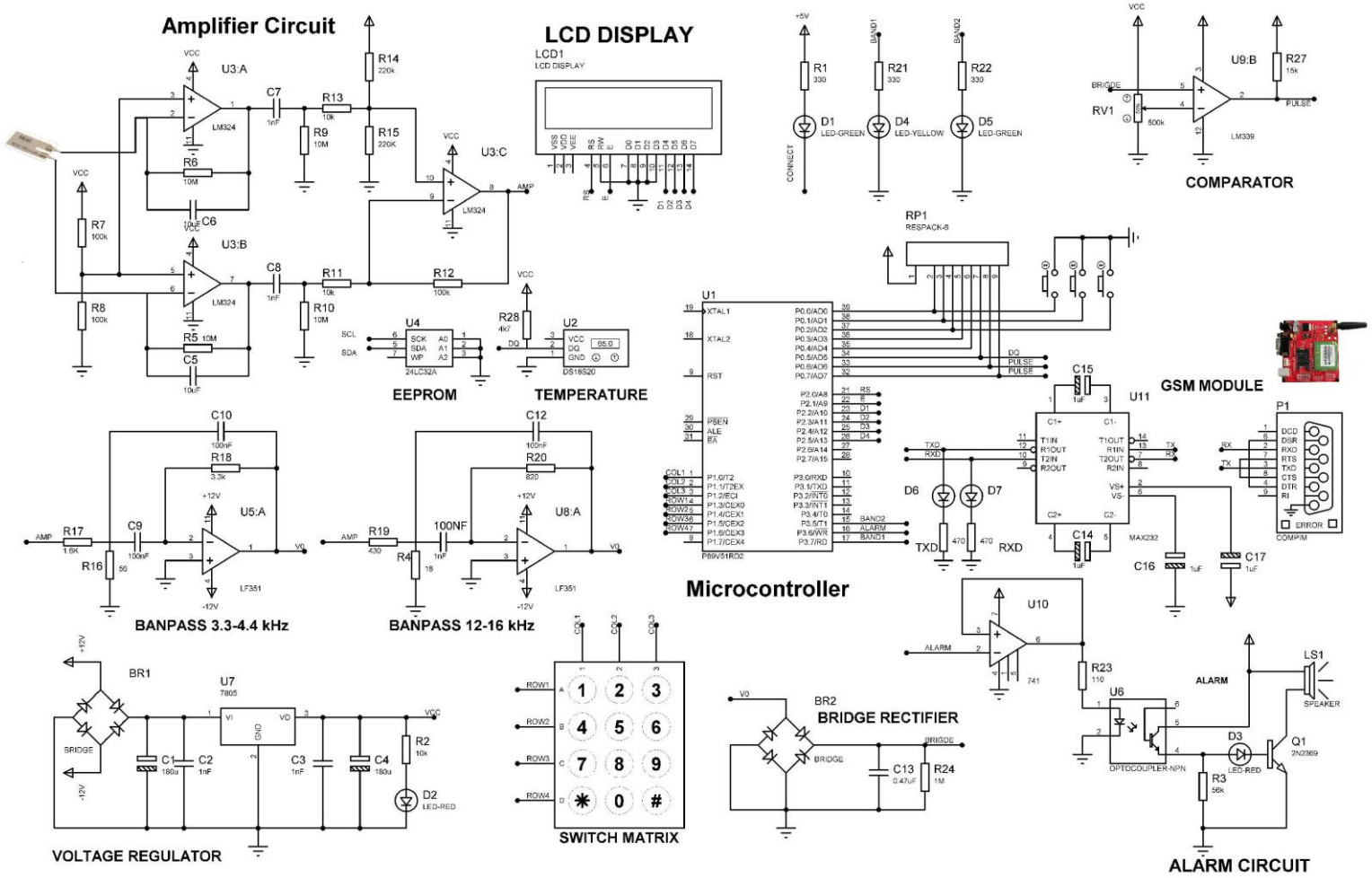
การออกแบบในส่วนของระบบการป้องกันการโจรกรรมรถยนต์ผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ประกอบด้วย ชุดสวิตซ์ ชุดควบคุมแหล่งจ่ายไฟ เปียโซอิเลคทริกเซนเซอร์ ชุดตรวจจับอุณหภูมิ ชุดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ GSM Module ชุดแสดงผล ดังภาพที่ 3.1 ในส่วนแผนผังการทำงานของระบบป้องกันการโจรกรรมรถยนต์แสดงดังภาพที่ 3.2 และภาพรวมของวงจรป้องกันการโจรกรรมรถยนต์ ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนต่างๆของระบบป้องกันการโจรกรรมรถยนต์



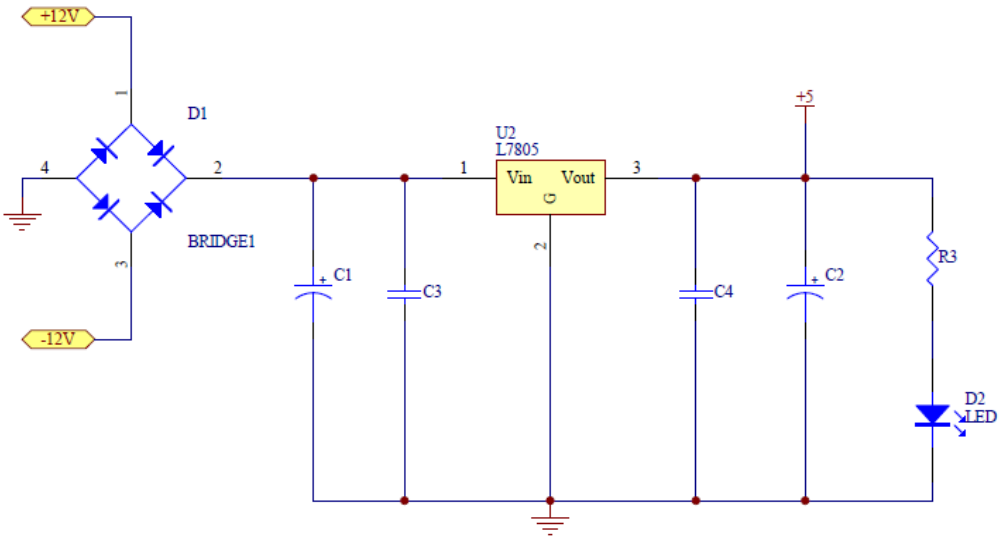
ภาพที่ 3.2 FLOW CHART การทำงานของระบบป้องกันการโจรกรรมรถยนต์



ภาพที่ 3.3 ภาพรวมของวงจรการป้องกันการโจรกรรมรถยนต์

3.1 แหล่งจ่ายพลังงาน

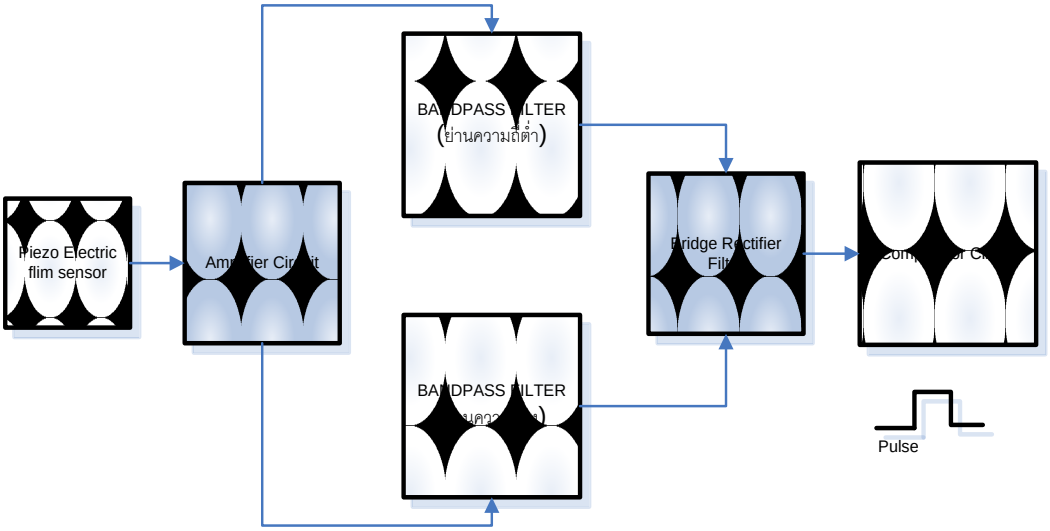
แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าใช้วงจรควบคุมระดับแรงดันในการลดระดับแรงดันจากแบตเตอรี่ซึ่งมีขนาดแรงดัน 12 โวลต์ เป็นแรงดันขนาด 5 โวลต์ ดังภาพที่ 3.4 โดยใช้ไอซีเร็กกูเลเตอร์เบอร์ LM7805 เพื่อนำแรงดันขนาด 5 โวลต์ ไปจ่ายให้กับบอร์ดโมดูล GSM SIM300CZ ชุดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ และวงจรต่างๆในระบบ



ภาพที่ 3.4 วงจรควบคุมระดับแรงดัน

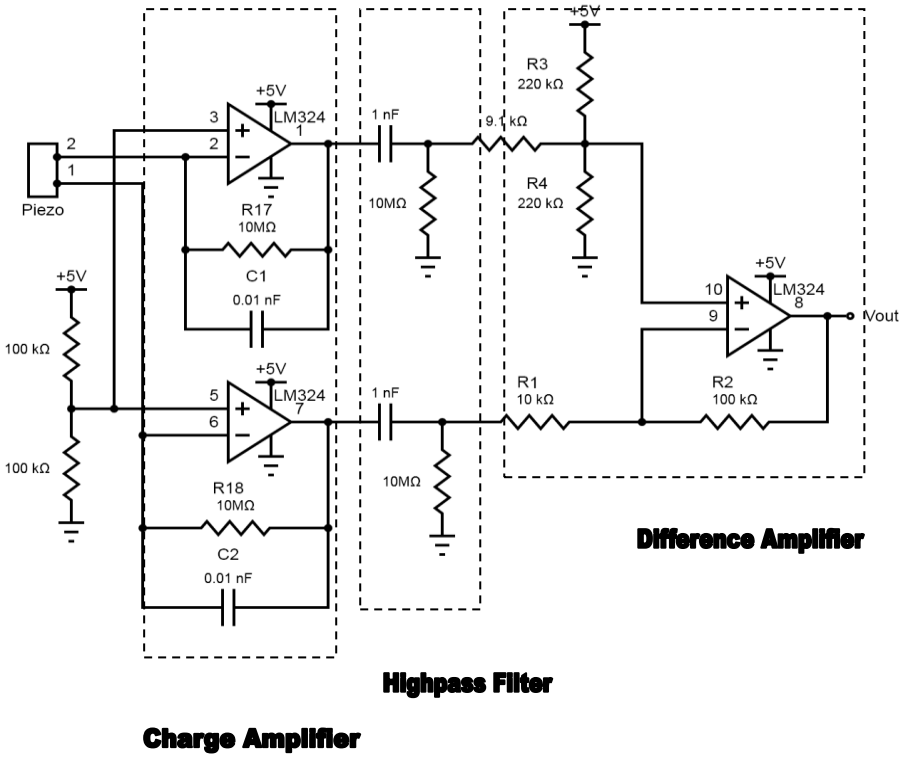
3.2 วงจรเปียโซอิเลคทริกเซนเซอร์

จากภาพที่ 3.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรประกอบร่วมกับเปียโซอิเลคทริกเซนเซอร์ เมื่อเซนเซอร์เปียโซอิเลคทริกเกิดการสั่นสะเทือนหรือได้รับสัญญาณความถี่เสียงเข้ามา จะต้องมาเข้าวงจรแอมป์ฟลิฟายเออร์ เพื่อขยายสัญญาณที่มาจากแผ่นเปียโซอิเลคทริกให้สามารถนำมาใช้งานได้ จากนั้นทำการแบนด์พาสฟิวเตอร์ที่เกิดจากการเคาะไม้และการเคาะกระดิ่ง ดังภาพที่ 3.7 และภาพที่ 3.11 ต่อจากนั้นเข้าวงจรบริดจ์เร็กติฟายเออร์และวงจรเปรียบเทียบแรงดัน ดังภาพที่ 3.15 เพื่อสร้างพัลส์สี่เหลี่ยมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์



ภาพที่ 3.5 บล็อกไดอะแกรมแสดงวงจรประกอบร่วมเปียโซอิเลคทริกเซนเซอร์

3.2.1 วงจรขยายสัญญาณเปียโซอิเลคทริกเซนเซอร์ [2]



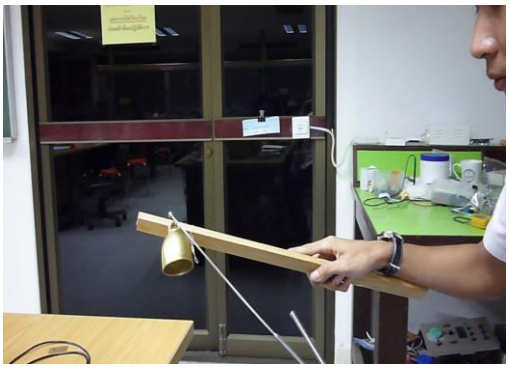
ภาพที่ 3.6 วงจรขยายสัญญาณเปียโซอิเลคทริกเซนเซอร์

เปียโซอิเลคทริกฟิล์มเซนเซอร์เมื่อเกิดการสั่น หรือโก่งตัวด้วยคุณสมบัติพิเศษของมันจะทำให้ประจุไฟฟ้าถูกสร้างขึ้น จากสัญญาณเอาต์พุตของเปียโซอิเลคทริกมาผ่านวงจรขยายประจุไฟฟ้า (Charge Amplifier) เพื่อขยายค่าประจุไฟฟ้าที่ได้เป็นแรงดันไฟฟ้าจากนั้นกรองความถี่ต่ำออกเพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนแล้วนำสัญญาณเข้าวงจรขยายสัญญาณผลต่าง (Difference Amplifier) เพื่อทำการขยายสัญญาณเอาต์พุตจากวงจรขยายประจุไฟฟ้า โดยวงจรขยายสัญญาณผลต่าง มีการป้อนกลับทางลบเพื่อควบคุมอัตราขยายของวงจร ดังภาพที่ 3.6

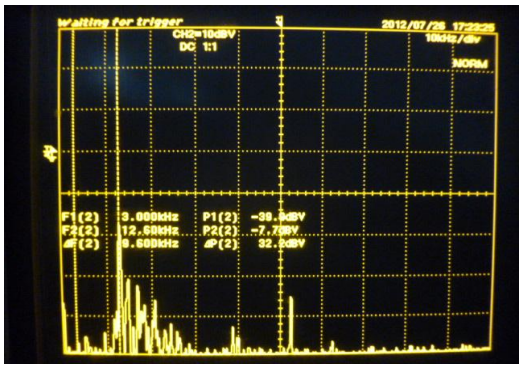
3.2.2 ออกแบบวงจรกรองผ่านแถบความถี่ (Band-pass Filter)

ใช้วงจร Band-pass Filter เนื่องจากเราสามารถกำหนดช่วงความถี่ที่ต้องการได้ โดยที่การทดลองจะเป็นการรับค่าสัญญาณ Input เข้าไปในวงจรโดยการเคาะวัตถุที่ทำให้เกิดเสียงและการสั่นสะเทือน หมุนปรับความถี่ที่วัด Output ที่ได้โดยเลือกเอาสัญญาณที่มีขนาดใหญ่ที่สุด เพื่อมาพิจารณาหาค่าแบนด์วิทโดยหาค่าความถี่ของ f_L , 3dB และ f_H , 3dB โดยการหมุนปรับนั้นต้องให้ค่าอัตราขยายลดลงมาเหลือเพียง 0.707 ของความถี่กลางด้วย

ทำการทดสอบการเคาะอุปกรณ์ที่ให้ความถี่แตกต่างกัน โดยในที่นี้เลือกทดสอบการเคาะกระดิ่งและการเคาะไม้จำนวน 100 ครั้ง ดังภาพที่ 3.7(ก) จากนั้นทำการหาค่าเฉลี่ยความถี่กลางเพื่อสร้างวงจรแบนด์พาสฟิวเตอร์ ดังภาพที่ 3.8 และหาค่าเฉลี่ย Magnitude (dBV) ดังภาพที่ 3.9



(ก)

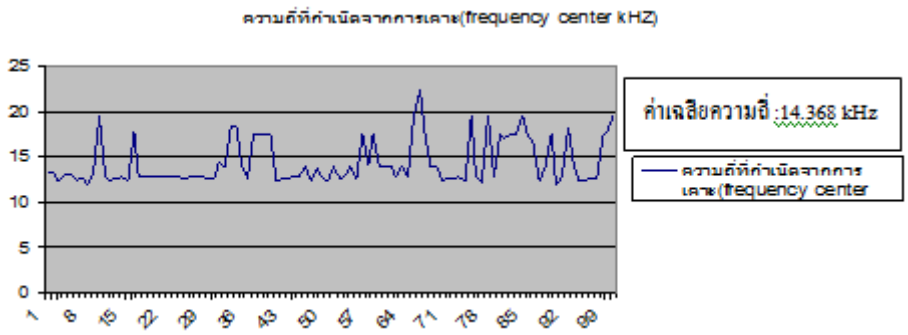


(ข)

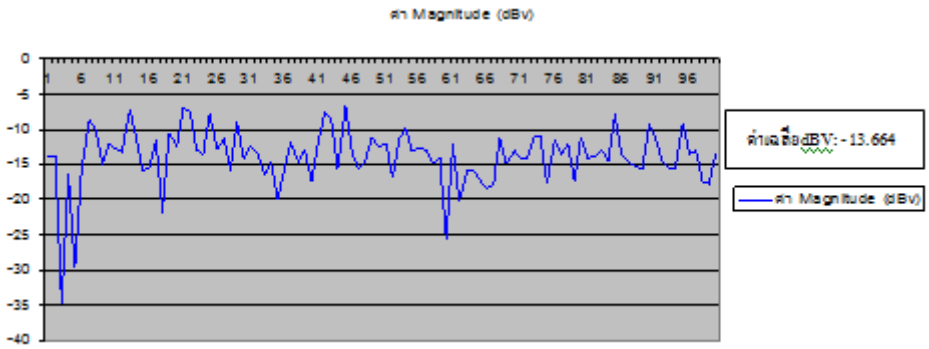
ภาพที่ 3.7 ทดสอบการเคาะกระดิ่งเพื่อสร้างวงจรกรองผ่านแถบความถี่

(ก) ทดสอบการเคาะกระดิ่ง

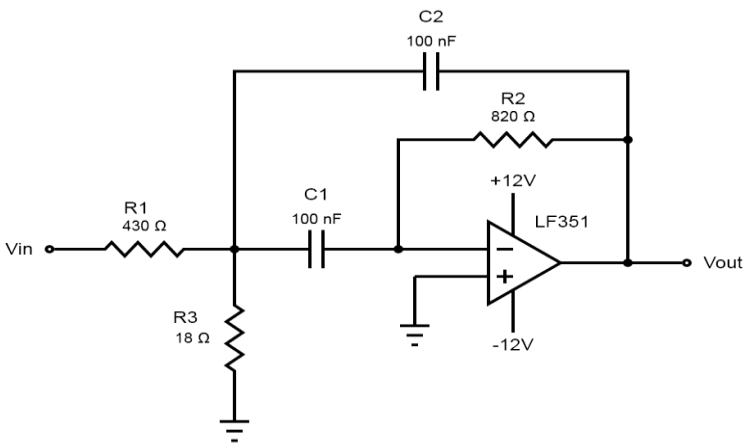
(ข) สัญญาณเอาต์พุต



ภาพที่ 3.8 กราฟแสดงความถี่กำเนิดจากการเคาะกระดิ่ง จำนวน 100 ครั้ง



ภาพที่ 3.9 กราฟแสดงค่า Magnitude (dBV) จากการเคาะกระดิ่ง จำนวน 100 ครั้ง



ภาพที่ 3.10 วงจรกรองผ่านแถบความถี่ (Band-pass Filter) ย่านความถี่ช่วง 12-16 kHz

<u>การออกแบบ</u> คำนวณออกแบบวงจรแบนด์พาสฟิวเตอร์ จากภาพที่ 3.10

กำหนด Fc = 14 kHz C = 100 nF ; $C_1 = C_2$

อัตราขยายที่ความถี่กลาง: -Am = $\frac{R_2}{2 \times R_1}$ $\frac{820\Omega}{2 \times 410\Omega}$ == -1

$Q = \frac{f_{center}}{B_w}$ หรือได้จาก Factor Quality : Q = $\pi f_m R_2 C$

ค่าสัมประสิทธิคุณภาพ: Q = $\pi f_m R_2 C$ = $\pi \times 14kHz \times 820\Omega \times 100nF = 3.6$

ค่าแบนด์วิท : B = $\frac{1}{2\pi R_2 C}$ = 3.9 kHz

วงจรแบนด์พาสฟิวเตอร์ Second-order MFB Band-pass Filter ที่ความถี่กลาง 14 kHz

$$R_2 = \frac{Q}{\pi f_m C} = \frac{3.6}{\pi \times 14kHz \times 100nF} = 819\Omega \approx 820\Omega$$

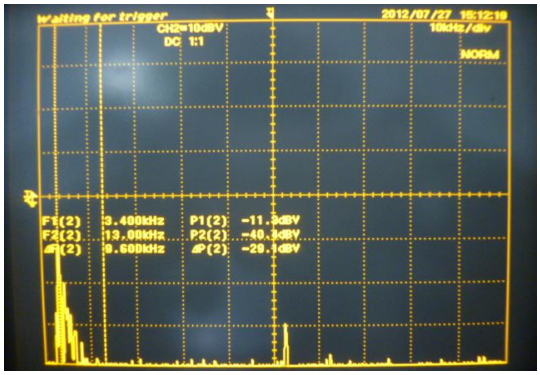
$$R_1 = \frac{R_2}{-2A_m} = \frac{819\Omega}{-2\times -1} = 410\Omega \approx 430\Omega$$

$$R_3 = \frac{-A_m R_1}{2Q^2 + A_m} = \frac{1\times 410\Omega}{2(3.6)^2 - 1} = 16.45\Omega \approx 18\Omega$$

ดังนั้นเลือกใช้ $R_1 = 430\Omega$ $R_1 = 820\Omega$ $R_3 = 18\Omega$

ทำการทดสอบการเคาะไม้เพื่อหาค่าเฉลี่ยของความถี่กลาง Frequency Center ดังภาพที่ 3.11(ก) และภาพที่ 3.11(ข) ในส่วนค่าเฉลี่ยความถี่และค่าเฉลี่ย Magnitude (dBV) ดังภาพที่ 3.12 กับภาพที่ 3.13

(ก)

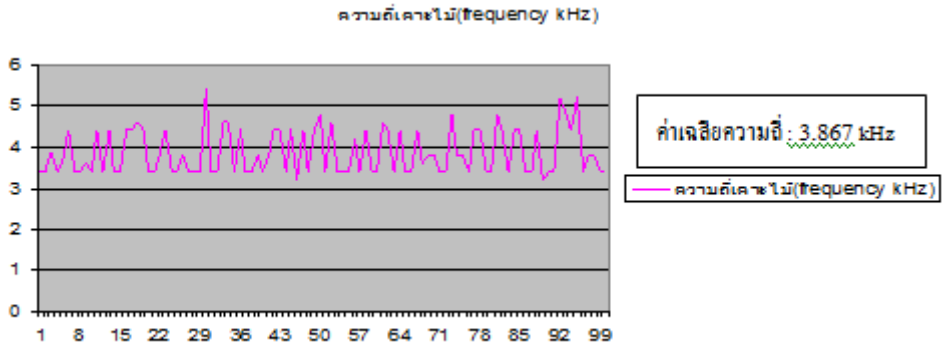


(ข)

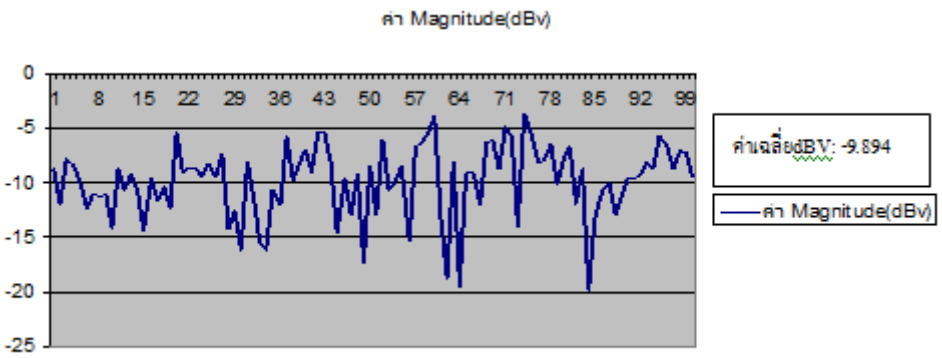
ภาพที่ 3.11 ทดสอบการเคาะไม้เพื่อสร้างวงจรกรองผ่านแถบความถี่

(ก) ทดสอบการเคาะไม้

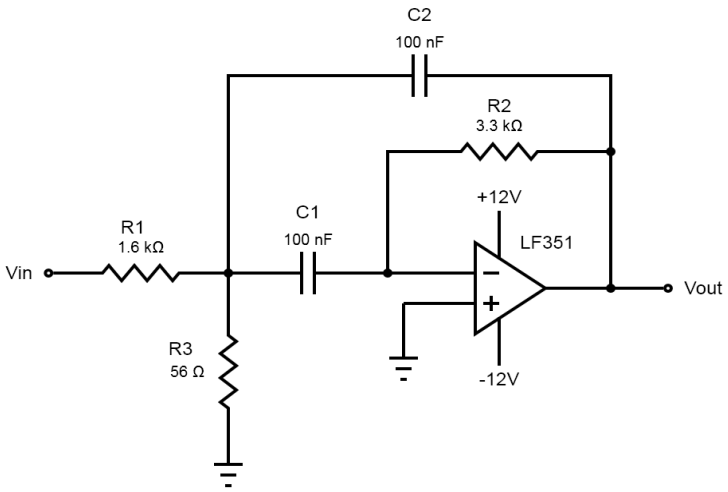
(ข) สัญญาณเอาต์พุต



ภาพที่ 3.12 กราฟแสดงความถี่กำเนิดจากการเคาะไม้ จำนวน 100 ครั้ง



ภาพที่ 3.13 กราฟแสดงค่า Magnitude (dBV) จากการเคาะไม้ จำนวน 100 ครั้ง



ภาพที่ 3.14 วงจรกรองผ่านแถบความถี่ (Band-pass Filter) ย่านความถี่ช่วง 3.4-4.4 kHz

<u>การออกแบบ</u> คำนวณออกแบบวงจรกรองผ่านแถบความถี่ (Band-pass Filter) จากภาพที่ 3.14

กำหนด Fc = 3.9 kHz (ค่าเฉลี่ยที่ได้จากเคาะไม้จำนวน 100 ครั้ง)

$C = 100$ nF ; $C_1 = C_2$

อัตราขยายที่ความถี่กลาง: -Am $= \dfrac{R_2}{2 \times R_1} = \dfrac{3.3k\Omega}{2 \times 1.6k\Omega} = -1$

$Q = \dfrac{f_{center}}{B_w}$ หรือได้จาก Factor Quality : Q $= \pi f_m R_2 C$

ค่าสัมประสิทธิคุณภาพ : Q $= \pi f_m R_2 C \quad = \pi \times 3.9kHz \times 3.3k\Omega \times 100nF \ = 4.04$

ค่าแบนด์วิท : $B_w = \dfrac{1}{2\pi R_2 C} = 964.57$ Hz

วงจรแบนด์พาสฟิวเตอร์ Second- order MFB Band-pass Filter ที่ความถี่กลาง 3.9 kHz

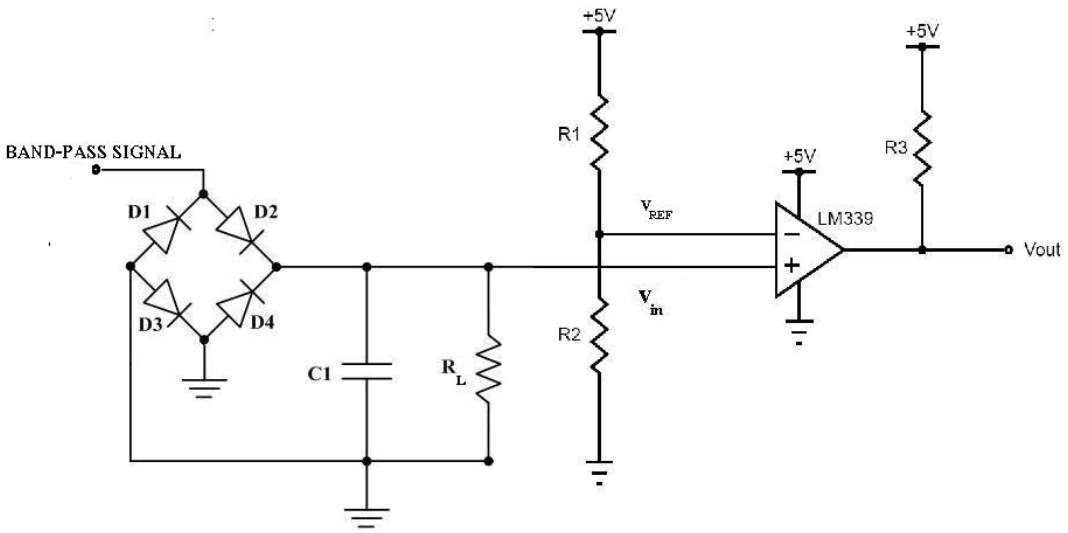
$$R_2 = \frac{Q}{\pi f_m C} = \frac{4.04}{\pi \times 3.9kHz \times 100nF} = 3.3k\Omega$$

$$R_1 = \frac{R_2}{-2A_m} = \frac{3.3k\Omega}{-2\times -1} = 1.65k\Omega \approx 1.5k\Omega$$

$$R_3 = \frac{-A_m R_1}{2Q^2 + A_m} = \frac{1\times 1.65k\Omega}{2(4.04)^2 - 1} = 52\Omega \approx 56\Omega$$

ดังนั้นเลือกใช้ $R_1 = 1.5k\Omega$ $R_3 = 56\Omega$

3.2.3 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Comparator Circuit)



ภาพที่ 3.15 วงจรบริดจ์เรียงกระแสและวงจรเปรียบเทียบแรงดัน

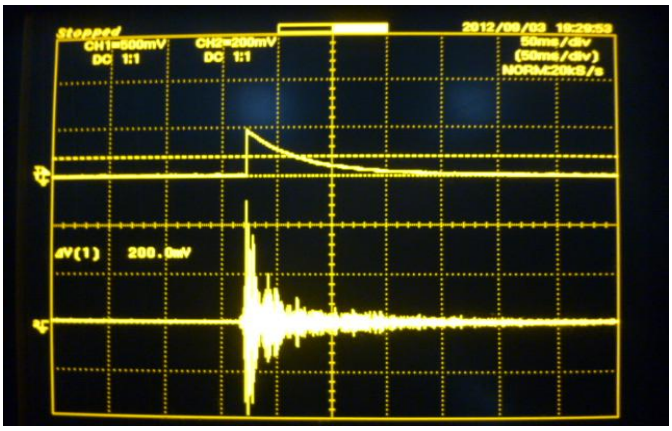
การทำงานของวงจรเปรียบเทียบแรงดันจะรับค่าสัญญาณมาจากวงจรกรองผ่านแถบความถี่มาผ่านวงจรบริดจ์เรียงกระแสแบบเต็มคลื่นและฟิวเตอร์ด้วยการต่อคาปาซิเตอร์มาต่อคร่อมเข้ากับโหลด R_L โดยคาปาซิเตอร์จะทำการชาร์จดิสชาร์สมีผลทำให้แรงดันไฟที่เกิดขึ้นมีความเรียบ จากนั้นนำสัญญาณเอาท์พุทจากวงจรบริดจ์เรียงกระแสมาเข้าวงจรเปรียบเทียบแรงดันโดยกำหนดค่า V_{REF} เพื่อเปรียบเทียบสัญญาณว่า V_{in} มากกว่า V_{REF} วงจรเปรียบเทียบแรงดันจะสร้างสัญญาณพัลส์ที่ระดับ 5V เพื่อนำไปใช้งานกับชุดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังภาพที่ 3.15

<u>การออกแบบ</u> ในย่านความถี่ 3.4 kHz – 4.4 kHz กำหนดค่า Threshold ที่ 200 mV ได้ค่าเฉลี่ย -9.849dBV ดังภาพที่ 3.16

จาก $dBV = 20\log\left(\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)$

$$V_{RMS} = 10^{\left(\frac{dB}{20}\right)} \quad ; V_{RMS} = 10^{\left(\frac{-9.849}{20}\right)} = 0.321V$$

$$V_{peak} = \sqrt{2}V_{RMS} \quad ; V_{peak} = \sqrt{2} \times 0.321 = 0.455 = 455mV$$



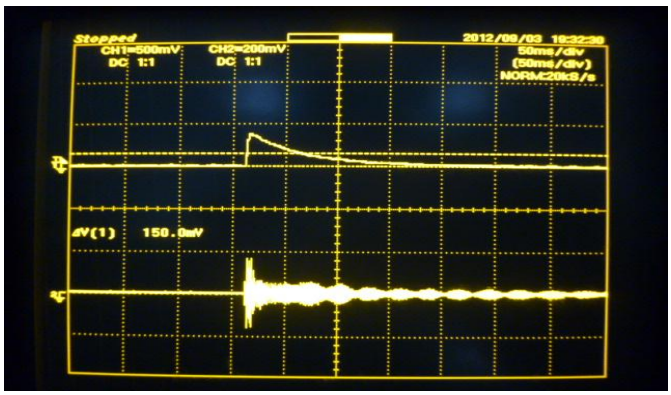
ภาพที่ 3.16 สัญญาณอินพุตวงจรเปรียบเทียบแรงดันในย่านความถี่ 3.4 kHz – 4.4 kHz

ในย่านความถี่ 12 kHz – 16 kHz กำหนดค่า Threshold ที่ 150 mV ได้ค่าเฉลี่ย -13.664dBV ดังภาพที่ 3.17

จาก $dBV = 20\log\left(\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)$

$$V_{RMS} = 10^{\left(\frac{dB}{20}\right)} \quad ; V_{RMS} = 10^{\left(\frac{-13.664}{20}\right)} = 0.207V$$

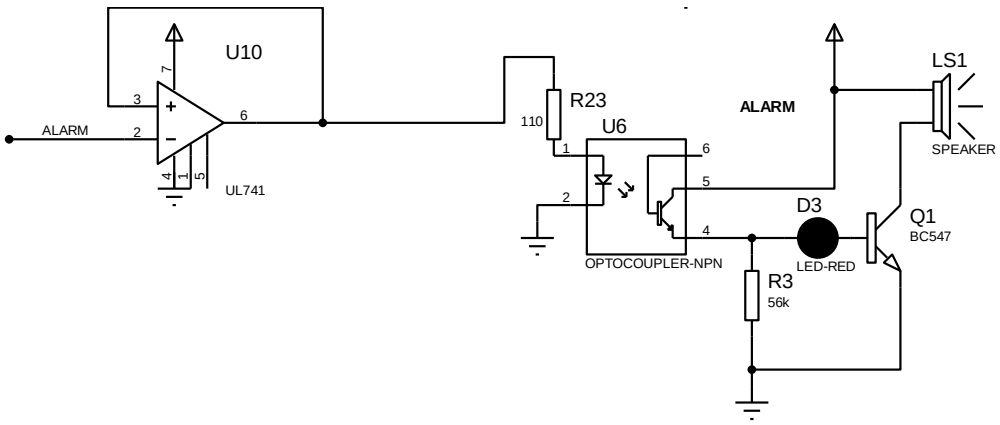
$$V_{peak} = \sqrt{2}V_{RMS} \quad ; V_{peak} = \sqrt{2} \times 0.207 = 0.292 = 292mV$$



ภาพที่ 3.17 สัญญาณอินพุตวงจรเปรียบเทียบแรงดันในย่านความถี่ 12 kHz – 16 kHz

3.3 วงจรเสียงเตือน

ใช้ออปโต้คัปเปลอร์เบอร์ PC817 ทำงานร่วมกับทรานซิสเตอร์เบอร์ BC547 เพื่อไปขับกระแสให้กับ Speaker ทำงาน



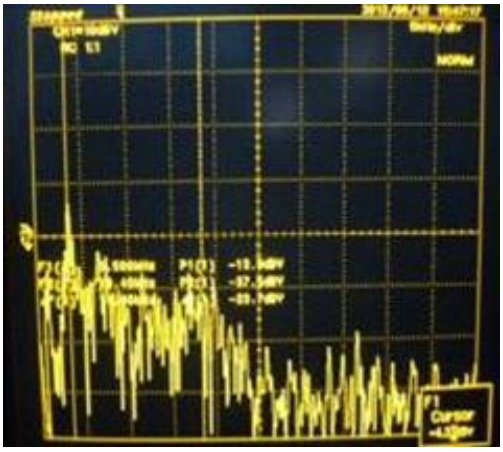
ภาพที่ 3.18 วงจรเสียงเตือน

จากภาพที่ 3.18 เป็นการทำงานของวงจรเสียงเตือน โดยนำออปโต้คัปเปลอร์และทรานซิสเตอร์มาทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ ควบคุมการทำงานของ Speaker ให้ทำงานหรือหยุดการทำงาน เมื่อมีแรงดัน 5 โวลต์ เข้ามาทำให้LEDในออปโต้คัปเปลอร์นำกระแสส่งไปยังโฟโต้ทรานซิสเตอร์ ก็จะทำให้หลอดLED ติดสว่าง และทรานซิสเตอร์ BC547 จะเป็นตัวขับกระแสให้กับ Speaker ทำงาน

3.4 การประยุกต์ใช้งานกับรถยนต์

ทำการทดสอบการเคาะกระจกและตัวถังรถยนต์จำนวน 100 ครั้ง เพื่อหาย่านความถี่ที่เหมาะสมสำหรับใช้งาน ดังภาพที่ 3.19(ก) และภาพที่ 3.19(ข) ในส่วนค่าความถี่ที่เกิดจากการเคาะกระจกรถและตัวถังรถยนต์ แสดงดังภาพที่ 3.20

(ก)

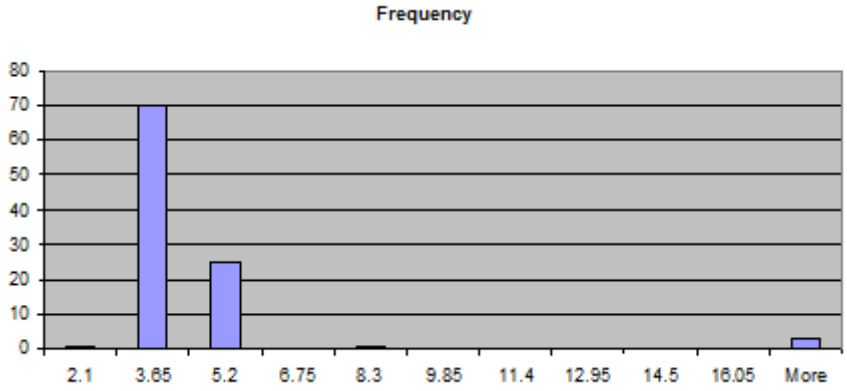


(ข)

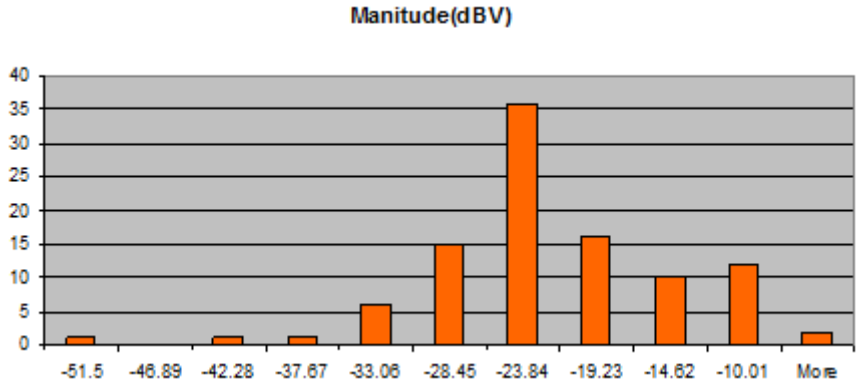
ภาพที่ 3.19 การประยุกต์ใช้งานกับรถยนต์

(ก) เคาะกระจกรถและตัวถังรถยนต์

(ข) สัญญาณเอาต์พุต



ภาพที่ 3.20 ฮิสโตรแกรมความถี่ที่กำเนิดจากการเคาะกระจกและตัวถังรถยนต์จำนวน 100 ครั้ง



ภาพที่ 3.21 ฮิสโตรแกรม Magnitude (dBV) จากการเคาะกระจกและตัวถังรถยนต์จำนวน 100 ครั้ง

จากฮิสโตรแกรมการเคาะกระจกและตัวถังรถยนต์สามารถใช้วงจรกรองผ่านแถบความถี่ในย่านความถี่ 3.4 kHz – 4.4 kHz ได้ค่า Magnitude (dBV) ที่ -23.84 dBV ดังภาพที่ 3.21

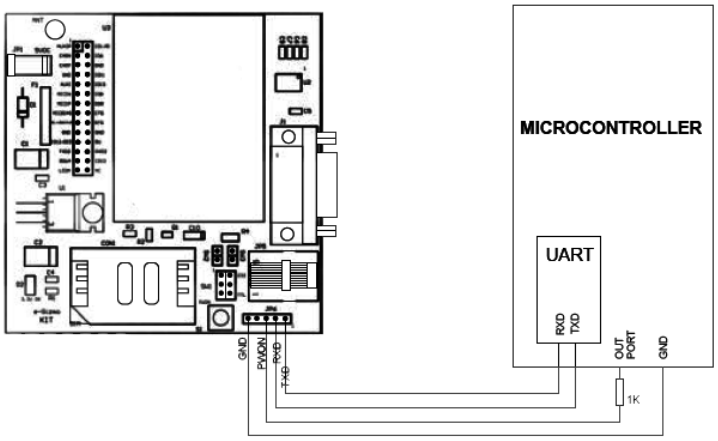
<u>การออกแบบ</u> นำวงจรจากภาพที่ 3.14 ในย่านความถี่ 3.4 kHz – 4.4 kHz มาทำการหาค่า Threshold ที่เกิดจากการเคาะกระจกรถและตัวถังรถยนต์

จาก $dBV = 20\log\left(\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)$

$$V_{RMS} = 10^{\left(\frac{dB}{20}\right)} \quad ; V_{RMS} = 10^{\left(\frac{-23.84}{20}\right)} = 0.064V$$

$$V_{peak} = \sqrt{2}V_{RMS} \quad ; V_{peak} = \sqrt{2} \times 0.064 = 0.090 = 90mV$$

3.5 โมดูลการสื่อสารผ่านโครงข่ายไร้สาย



ภาพที่ 3.22 การติดต่อสื่อสารกับโมดูลการสื่อสารผ่านโครงข่ายไร้สาย

การติดต่อสื่อสารกับโมดูลสื่อสารผ่านโครงข่ายไร้สาย ของบอร์ด GSM SIM300CZ นั้นจะเชื่อมต่อผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 การสั่งงานโมดูลการสื่อสารโครงข่ายไร้สาย GSM/GPRS จะใช้ชุดคำสั่ง AT COMMAND

ชุดคำสั่งส่งข้อความจะใช้ในรูปแบบ TEXT MODE ดังชุดคำสั่ง AT COMMAND ต่อไปนี้

```
printf("AT+CMGS="หมายเลขผู้ใช้งาน"\r");
printf("ข้อความสำหรับกรณีแจ้งเตือนต่างๆ\r");
putchar(0x1A);
```

กรณีชุดข้อความแจ้งเตือนประกอบด้วยแจ้งเตือนประกอบด้วย

- อุณหภูมิแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุการบุกรุก
- งัดแงะเปิดประตูรถเมื่อเกิดเหตุการบุกรุก
- เกิดการสั่นสะเทือนตัวถังรถยนต์และกระจก

3.6 การกำหนดพอร์ตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

ชุดควบคุมระบบการป้องกันการโจรกรรมรถยนต์ในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์มีการกำหนดพอร์ตการใช้งานดังนี้

<u>ภาคอินพุต</u>

PORT0.0 - PORT0.5 : ใช้งานกับชุดทดสอบสวิทซ์

PORT0.6 - PORT0.7 : ใช้รับสัญญาณพัลส์จากวงจรเปรียบเทียบแรงดัน

PORT1.0 - PORT1.6 : ใช้งานกับ switch matrix 4x3

PORT0.5 : รับค่าอุณหภูมิจากเซนเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ DS18S20

PORT3.2-3.3 : ใช้งานต่อกับอุปกรณ์ภายนอก โดย I^2C (EEPROM)

RS232 : ใช้งานต่อกับ โมดูล GSM SIM300CZ

<u>ภาคเอาต์พุต</u>

PORT2.0 -PORT2.5 : ใช้งานกับจอแสดง LCD DISPLAY

PORT2.6 : LED แสดงสถานะการเชื่อมต่อโมดูล GSM SIM300CZ

PORT3.7 : LED แสดงสถานะการบุกรุกกรณีที่ 1

PORT3.5 : LED แสดงสถานะการบุกรุกกรณีที่ 2

PORT3.6 : BUZZER ALRAM พร้อม LED แสดงการเตือน