



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ชุดทดลองลำโพงไร้สายโดยใช้บลูทูธ

Wireless speaker by using Bluetooth training set

นายธนากร ลีสามานนท์

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2559



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์  
ชุดทดลองลำโพงไร้สายโดยใช้บลูทูธ  
Wireless speaker by using Bluetooth training set



นายชนากร ดีตามหานนท์

สท.พ.

ร 231 ส  
2059

b. 1287113 8  
l. ....

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 148500  
วันเดือนปี 30 ต.ค. 2560

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการสหกิจศึกษา	ชุดทดลองลำโพงไร้สายโดยใช้บลูทูธ	
นักศึกษา	นายธนากร ลีลามหานนท์	รหัสประจำตัว 56010568
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์	ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์
อาจารย์นิเทศ	อาจารย์เฉลิมพันธ์ หวังวิวัฒนา	
ผู้นิเทศงาน	นายภัทรพงษ์ ธนกิจอำไพ	
สถานประกอบการ	บริษัทไมโครชิพ เทคโนโลยี (ไทยแลนด์) จำกัด	

### บทคัดย่อ

รายงานเล่มนี้ได้อธิบายเกี่ยวกับการออกแบบวงจรของลำโพงไร้สายโดยใช้บลูทูธในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ซึ่งวงจรที่ออกแบบนี้สามารถรับข้อมูลแบบเสียงที่เป็นสเตอริโอได้ โดยการใช้โมดูล BM90 เป็นตัวส่งสัญญาณบลูทูธออกมาเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆและโมดูล BM90 ยังเป็นตัวรับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์อื่นๆเช่นกัน จากการออกแบบวงจรมีสามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นวงจรที่ใช้ในการทดสอบโมดูล BM90 และสามารถวัดค่าต่างๆได้ตามแต่ผู้ออกแบบว่าได้ตามมาตรฐานหรือไม่ จากที่ทำการผลิตออกมาจากโรงงาน

ความสำคัญ : ลำโพงไร้สาย บลูทูธ โมดูล BM90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title                      Wireless speaker by using Bluetooth training set

Student inter name                    Mr.Thanakorn Leelamahanon   Student ID 56010568

Faculty                                    Engineering                                Department Electronic

Advisor name                            Mr.Chaloempun Wangwiwattana

Mentor name                             Mr.Pattarapong Tanakijumpai

Company                                 Microchip technology (thailand) co. ltd

### ABSTRACT

This project is about wireless speaker design that applied Bluetooth to connect with other devices. The speaker can receive data in the stereo node by using a module BM90 to transfer Bluetooth signals and connect with other devices. This speaker can be develop for module BM90's specification test from the factory to recheck that this module is up to standard specification.

Keywords : Wireless Speaker Bluetooth Module BM90

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจาก นายภัทรพงษ์ ธนกิจอำไพ ซึ่งเป็นพนักงานที่ปรึกษาโครงการในครั้งนี้ ตั้งแต่เริ่มการทำโครงการพร้อมให้คำแนะนำและคำปรึกษา การออกแบบโครงการนี้จนทำให้โครงการนี้เสร็จสมบูรณ์ ซึ่งคำแนะนำต่างๆช่วยให้ข้าพเจ้ามีความรู้ ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น และยังได้รับความรู้เกี่ยวกับการทำงานร่วมกับผู้อื่นและการดำเนินชีวิตต่างๆในการทำงาน และขอบคุณที่ทุกคนในฝ่าย wireless solution group ใน บริษัทไมโครชิพ เทคโนโลยี (ไทยแลนด์) จำกัด และเพื่อนๆ ที่คอยช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆ จนกระทั่งโครงการนี้สำเร็จ ลุล่วงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

ชื่อเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูป.....	V
สารบัญตาราง.....	VI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์และความมุ่งหมายของการศึกษา.....	1
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา.....	1
1.4 ขอบเขตโครงการ.....	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	2
2.1 การสื่อสารไร้สาย.....	2
2.2 คลื่นวิทยุ.....	2
2.3 บลูทูธ.....	4
2.4 ระบบเสียง.....	5
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ.....	6
3.1 โครงสร้างของอุปกรณ์ที่ออกแบบ.....	6
3.2 BM90.....	6
3.3 การทำงานของบอร์ด.....	7
3.4 การทำงานของปุ่มต่างๆ.....	11
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	12
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	13
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

ชื่อเรื่อง	หน้า
รูปที่ 2.1 การส่งคลื่นวิทยุระบบเอฟเอ็ม (FM) .....	3
รูปที่ 2.1 การส่งคลื่นวิทยุระบบเอเอ็ม (AM).....	3
รูปที่ 3.1 โครงสร้างของลำโพงบลูทูธ.....	6
รูปที่ 3.2 โมดูล BM90.....	7
รูปที่ 3.3 Micro USB type B.....	7
รูปที่ 3.4 ภาพแสดงการทำงานของ LED สีแดง ขณะจ่ายไปเข้าบอร์ด.....	8
รูปที่ 3.5 ภาพแสดงถึงปุ่ม MFB .....	8
รูปที่ 3.6 ภาพแสดงการทำงานของบอร์ดหลังกดปุ่ม MFB .....	9
รูปที่ 3.7 ภาพแสดงการเชื่อมต่อกับบอร์ดผ่านทางบลูทูธ .....	9
รูปที่ 3.8 ภาพแสดงการทำงานของบอร์ด ขณะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แล้ว.....	10
รูปที่ 3.9 ภาพแสดงการทำงานของบอร์ด ขณะทำการเล่นเสียง .....	10
รูปที่ ผ.1 ลายวงจรที่ออกแบบ	



## สารบัญตาราง

ชื่อเรื่อง

หน้า

ตารางที่ 4.1 ตารางผลการทดลอง..... 12



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันการสื่อสารมีความสำคัญมากในการทำงานด้านต่างๆ จึงมีการใช้อุปกรณ์ต่างๆ มากมายมาช่วยอำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสาร แต่อุปกรณ์บางอย่างนั้นมีการใช้สายเชื่อมต่อซึ่งอาจจะทำให้ไม่สะดวกในการใช้งานอุปกรณ์นั้นๆ ในปัจจุบันจึงมีการคิดค้นการเชื่อมต่อแบบไร้สายที่เพิ่มความสะดวกในการใช้งาน ผู้จัดทำจึงทำโครงการนี้โดยออกแบบวงจรลำโพงไร้สายขึ้น ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อทางบลูทูธที่ใช้พลังงานในการทำงานต่ำและมีระยะที่ไกลประมาณ 15 เมตร โดยใช้โมดูล BM90 ของ บริษัท ไมโครชิพ เทคโนโลยี (ไทยแลนด์) จำกัด

### 1.2 วัตถุประสงค์และความมุ่งหมายของการศึกษา

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษากิจการงานของโมดูล BM90 และเพื่อนำโมดูลนี้ไปประยุกต์ใช้งานเป็นลำโพงไร้สายโดยมีการเชื่อมต่อทางบลูทูธ

### 1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

วงจรที่ทำการออกแบบไว้สามารถรับข้อมูลแบบเสียงที่เป็นสเตอริโอได้โดยที่ไม่มีสายเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่ส่งข้อมูลแบบเสียงที่เป็นสเตอริโอมา ซึ่งการส่งข้อมูลนั้นเป็นการส่งโดยใช้สัญญาณวิทยุหรือการใช้บลูทูธแทนการใช้สายในการเชื่อมต่อ และในส่วนของวงจรที่ออกแบบไว้ยังมีสวิตซ์ในการควบคุม เช่น การเล่นเสียงและการหยุดเสียง , การเลื่อนเสียงไปยังเสียงต่อไป , การเลื่อนเสียงกลับไปยังเสียงก่อนหน้า โดยเป็นการส่งข้อมูลทางสัญญาณวิทยุหรือบลูทูธเช่นเดียวกัน

### 1.4 ขอบเขตโครงการ

ออกแบบวงจรของลำโพงไร้สายซึ่งเป็นการเชื่อมต่อแบบบลูทูธ โดยการใช้โมดูล BM90 เป็นอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณบลูทูธ มีระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่วันที่ 8 สิงหาคม 2559 จนถึงวันที่ 25 พฤศจิกายน 2559

### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถออกแบบวงจรที่สามารถเล่นเสียงที่เป็นสเตอริโอ โดยที่ไม่มีสายเชื่อมต่อกับอุปกรณ์กับลำโพง โดยใช้โมดูล BM90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของบทที่ 2 นี้จะอธิบายเกี่ยวกับการสื่อสารไร้สายคืออะไร คลื่นวิทยุคืออะไร บลูทูธคืออะไร และ ระบบเสียงคืออะไรโดยจะกล่าวในส่วนข้างล่างนี้

### 2.1 การสื่อสารไร้สาย

การสื่อสารไร้สาย (Wireless communication) หมายถึงการถ่ายโอนข้อมูลสารสนเทศระหว่างจุดสองจุดหรือมากกว่า โดยไม่ได้เชื่อมต่อกันด้วยตัวนำไฟฟ้า

เทคโนโลยีไร้สายที่พบมากที่สุดใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่นคลื่นวิทยุ ซึ่งอาจใช้ในระยะทางสั้นๆไม่กี่เมตรสำหรับโทรศัพท์ หรือไกลเป็นล้านกิโลเมตรลึกเข้าไปในอวกาศสำหรับวิทยุ การสื่อสารไร้สายรวมถึงหลากหลายชนิดของการใช้งานอยู่กับที่, เคลื่อนที่และแบบพกพา ได้แก่ วิทยุสองทาง, โทรศัพท์มือถือ, ผู้ช่วยดิจิทัลส่วนตัว (personal digital assistants หรือ PDAs) และเครือข่ายไร้สาย ตัวอย่างอื่น ๆ ของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีวิทยุไร้สายรวมถึง GPS, รีโมตประตูโรงรถ เม้าส์คอมพิวเตอร์ไร้สาย, แป้นพิมพ์และชุดหูฟังไร้สาย, หูฟังไร้สาย, เครื่องรับวิทยุไร้สาย, โทรศัพท์ผ่านดาวเทียมไร้สาย, เครื่องรับโทรศัพท์ทั่วไปและโทรศัพท์บ้านไร้สาย

วิธีการอื่นของการสื่อสารไร้สายที่ไม่ได้ใช้คลื่นวิทยุได้แก่ การใช้แสง, เสียง, สนามแม่เหล็กหรือสนามไฟฟ้า

การสื่อสารไร้สายทำให้เกิดบริการเช่นการสื่อสารระยะไกลซึ่งเป็นไปไม่ได้เลยหรือทำไม่ได้ในทางปฏิบัติที่จะดำเนินการแบบใช้สาย คำว่าการสื่อสารไร้สายถูกใช้กันทั่วไปในอุตสาหกรรมโทรคมนาคมที่จะอ้างถึงระบบการสื่อสารโทรคมนาคม (เช่นเครื่องส่งและเครื่องรับสัญญาณวิทยุ, การควบคุมระยะไกล ฯลฯ) ที่ใช้รูปแบบหนึ่งของพลังงาน (เช่นคลื่นวิทยุ, พลังงานอะคูสติก ฯลฯ) ในการถ่ายโอนข้อมูลโดยไม่ต้องใช้สาย ข้อมูลจะถูกถ่ายโอนในลักษณะนี้ทั้งในระยะทางสั้นและระยะทางไกล

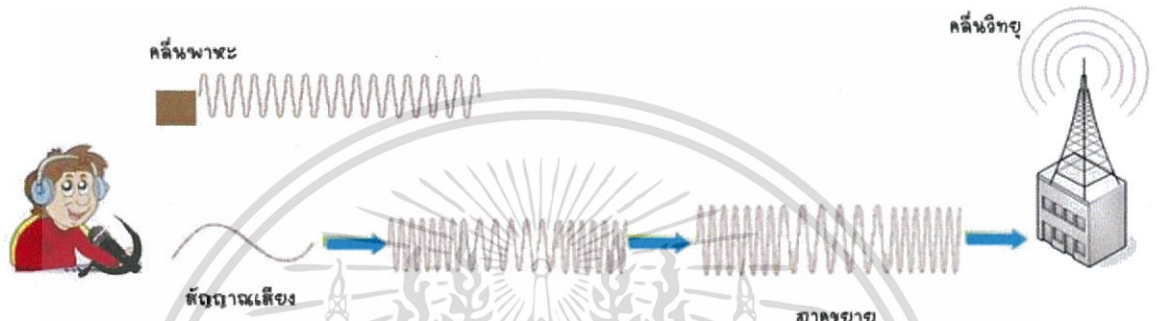
### 2.2 คลื่นวิทยุ

เป็นคลื่นที่มีความถี่สูงมากอยู่ในย่านความถี่ประมาณ 10 KHz (10,000Hz) ถึง 300 GHz (300,000,000,000 Hz) ความถี่ในย่านนี้หูมนุษย์ไม่สามารถรับฟังได้ คลื่นวิทยุสามารถเดินทางไปได้ไกลมาก ด้วยความเร็วเท่ากับคลื่นแสงเดินทาง มีความเร็วโดยประมาณ  $3 \times 10^8$  เมตรต่อวินาที (m/s) เพราะว่คลื่นวิทยุเดินทางเคลื่อนที่ไปในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) สามารถเดินทางผ่านไปได้ในทุกหนทุกแห่งโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลางพาคลื่นวิทยุไป ในสุญญากาศคลื่นวิทยุก็สามารถเดินทางไปได้ ความถี่ของคลื่นวิทยุมีความสัมพันธ์กับความเร็วในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

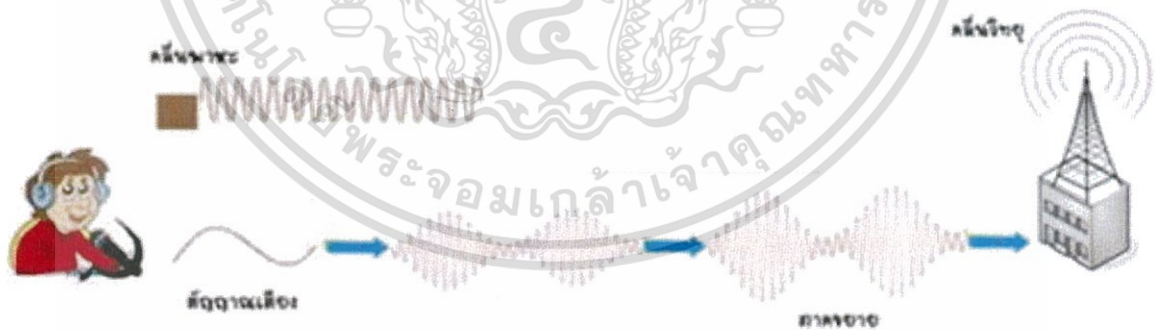
เคลื่อนที่ของคลื่นวิทยุ และความยาวคลื่น คลื่นวิทยุมีความถี่ช่วง 104 - 109 Hz( เฮิรตซ์ ) ใช้ในการสื่อสาร คลื่นวิทยุมีการส่งสัญญาณ 2 ระบบคือ

1. ระบบเอเอ็ม (A.M. = amplitude modulation) ระบบเอเอ็ม มีช่วงความถี่ 530 - 1600 kHz( กิโลเฮิรตซ์ ) สื่อสารโดยใช้คลื่นเสียงผสมเข้ากับคลื่นวิทยุเรียกว่า "คลื่นพาหะ" โดยแอมพลิจูดของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณคลื่นเสียง ในการส่งคลื่นระบบ A.M. สามารถส่งคลื่นได้ทั้งคลื่นดินเป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงขนานกับผิวโลกและคลื่นฟ้าโดยคลื่นจะไปสะท้อนที่ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ แล้วสะท้อนกลับลงมา จึงไม่ต้องใช้สายอากาศตั้งสูงรับดังแสดงในรูป 2.1



รูปที่ 2.1 การส่งคลื่นวิทยุระบบเอเอ็ม (FM)

2. ระบบเอฟเอ็ม (F.M. = frequency modulation) ระบบเอฟเอ็ม มีช่วงความถี่ 88 - 108 MHz (เมกะเฮิรตซ์) สื่อสารโดยใช้คลื่นเสียงผสมเข้ากับคลื่นพาหะ โดยความถี่ของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณคลื่นเสียงในการส่งคลื่นระบบ F.M. ส่งคลื่นได้เฉพาะคลื่นดินอย่างเดียว ถ้าต้องการส่งให้คลุมพื้นที่ต้องมีสถานีถ่ายทอดและเครื่องรับต้องตั้งเสาอากาศดังแสดงในรูป 2.2



รูปที่ 2.2 การส่งคลื่นวิทยุระบบเอเอ็ม (AM)

James Clerk Maxwell เจมส์ เคลิร์ก แมกซ์เวลล์ เป็นผู้ค้นพบระหว่างการตรวจสอบทางคณิตศาสตร์ เมื่อ ปี ค.ศ. 1865 จากการสังเกตคุณสมบัติของแสงบางประการที่คล้ายคลึงกับคลื่น และคล้ายคลึงกับผลการแผ่รังสีเกิดกระแสไฟฟ้าและแม่เหล็ก เขาจึงนำเสนอสมการที่อธิบายคลื่นแสงและคลื่นวิทยุในรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เดินทางในอวกาศ ปี ค.ศ. 1887 เฮนริค เฮิรตซ์ ได้สาธิตสมการของแมกซ์เวลล์ว่าเป็นความจริงโดยจำลองการสร้างคลื่นวิทยุขึ้นในห้องทดลองของเขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นก็ยังมีสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ เกิดขึ้นมากมาย และทำให้เราสามารถนำคลื่นวิทยุมาใช้ในการส่งข้อมูลผ่านห้วงอวกาศได้

Nikola Tesla นิโคลาส เทสลา บิดาแห่งวงการวิศวกรรมไฟฟ้า เป็นผู้ประดิษฐ์และค้นพบสิ่งอำนวยความสะดวกมากมาย อาทิ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ เครื่องวัดความเร็วติตรอนต์ การกระจายเสียงผ่านวิทยุ และวิธีการเปลี่ยนสนามแม่เหล็กเป็นสนามไฟฟ้า Guglielmo Marconi กุสเยลโม มาร์โกนี เป็นผู้ให้กำเนิดวิทยุโทรเลข Nikola Tesla นิโคลาส เทสลา และ Guglielmo Marconi กุสเยลโม มาร์โกนี ได้รับการยกย่องว่าเป็นผู้ประดิษฐ์ระบบที่นำคลื่นวิทยุมาใช้ในการสื่อสาร

### 2.3 บลูทูธ

Bluetooth คือ ระบบสื่อสารของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบสองทาง ด้วยคลื่นวิทยุระยะสั้น (Short-Range Radio Links) โดยปราศจากการใช้สายเคเบิล หรือ สายสัญญาณเชื่อมต่อ และไม่จำเป็นต้องใช้การเดินทางแบบเส้นตรงเหมือนกับอินฟราเรด ซึ่งถือว่าเพิ่มความสะดวกมากกว่าการเชื่อมต่อแบบอินฟราเรด ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือ กับอุปกรณ์ ในโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นก่อนๆ และในการวิจัย ไม่ได้มุ่งเฉพาะการส่งข้อมูลเพียงอย่างเดียว แต่ยังศึกษาถึงการส่งข้อมูลที่เป็นเสียง เพื่อใช้สำหรับ Headset บนโทรศัพท์มือถือด้วยเทคโนโลยี บลูทูธ เป็นเทคโนโลยีสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบไร้สายที่น่าจับตามองเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบัน ทั้งในเรื่องความสะดวกในการใช้งานสำหรับผู้ใช้ทั่วไป และประสิทธิภาพในการทำงาน เนื่องจาก เทคโนโลยี บลูทูธ มีราคาถูก ใช้พลังงานน้อย และใช้เทคโนโลยี short – range ซึ่งในอนาคต จะถูกนำมาใช้ในการพัฒนา เพื่อนำไปสู่การแทนที่อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้สาย เคเบิล เช่น Headset สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นต้น

เทคโนโลยีการเชื่อมโยงหรือการสื่อสารแบบใหม่ที่ถูกคิดค้นขึ้น เป็นเทคโนโลยีของอินเตอร์เฟซทางคลื่นวิทยุ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสื่อสารระยะใกล้ที่ปลอดภัยผ่านช่องสัญญาณความถี่ 2.4 GHz โดยที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อลดข้อจำกัดของการใช้สายเคเบิลในการเชื่อมโยงโดยมีความเร็วในการเชื่อมโยงสูงสุดที่ 1 Mbps ระยะเวลาครอบคลุม 10 เมตร เทคโนโลยีการส่งคลื่นวิทยุของบลูทูธจะทำการกระโดดเปลี่ยนความถี่ (Frequency hop) เพราะว่าเทคโนโลยีนี้เหมาะที่จะใช้กับการส่งคลื่นวิทยุที่มีกำลังส่งต่ำและราคาถูก โดยจะแบ่งออกเป็นหลายช่องความถี่ขนาดเล็ก ในระหว่างที่มีการเปลี่ยนช่องความถี่ที่ไม่แน่นอนทำให้สามารถหลีกเลี่ยงสัญญาณรบกวนที่เข้ามาแทรกแซงได้ ซึ่งอุปกรณ์ที่จะได้รับการยอมรับว่าเป็นเทคโนโลยีบลูทูธ ต้องผ่านการทดสอบจาก Bluetooth SIG (Special Interest Group) เสียก่อนเพื่อยืนยันว่ามันสามารถที่จะทำงานร่วมกับอุปกรณ์บลูทูธตัวอื่นๆ และอินเตอร์เน็ตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ระยะเวลาทำการของบลูทูธ

ดังนี้

ความสามารถในการส่งข้อมูลของบลูทูธนั้นขึ้นกับแต่ละ class ที่ใช้ ซึ่งมี 3 class

- Class 1 กำลังส่ง 100 มิลลิวัตต์ ระยะประมาณ 100 เมตร
- Class 2 กำลังส่ง 2.5 มิลลิวัตต์ ระยะประมาณ 10 เมตร
- Class 3 กำลังส่ง 1 มิลลิวัตต์ ระยะประมาณ 1 เมตร

## 2.4 ระบบเสียง

ระบบเสียงโมโน (mono phonic sound system) หมายถึงการขยายเสียงที่ขยายเสียงเพียง 1 ช่องเสียง ขยายเสียงเหมือนต้นกำเนิดเสียงเหมาะที่จะนำไปใช้ในการขยายเสียงพูดเสียงบรรยาย

ระบบเสียงสเตอริโอ (stereo phonic sound system) หมายถึง การขยายเสียงที่ขยายเสียงตั้งแต่ 2 ช่องเสียงขึ้นไป ขยายเสียงผิดเพี้ยนไปจากต้นกำเนิดเสียงในทางไฟเราะ เหมาะที่จะนำไปใช้ในการขยายเสียงเพลง เสียงดนตรี ระบบเสียงสเตอริโอนั้น อาจสร้างขึ้นมาเป็นชนิด 2 ช่องเสียง (2 CH) คือช่องเสียงทางซ้าย (left channel) และช่องเสียงทางขวา (right channel) ซึ่งระบบนี้มนุษย์เรานิยมใช้ฟังกันมากเพราะตรงตามธรรมชาติของผู้ฟังคือ มี 2 หู หูซ้ายและหูขวา

การขยายเสียงมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1. แหล่งต้นเสียง (Input Signal) หมายถึงส่วนที่ทำหน้าที่ผลิตต้นกำเนิดเสียงออกมาเพื่อป้อนเข้าสู่เครื่องขยายเสียงในรูปแบบของสัญญาณไฟฟ้า เช่น ไมโครโฟน เทปบันทึกเสียง ซีดี และอื่น ๆ
2. เครื่องขยายเสียง (Amplifier) หมายถึง เครื่องมือที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณไฟฟ้าจากแหล่งต้นเสียงให้มีสัญญาณแรงขึ้นหลาย ๆ เท่าตัว แล้วส่งต่อไปยังลำโพง
3. ลำโพง (Speaker) หมายถึง เครื่องมือที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้า ที่ส่งมาจากเครื่องขยายเสียงให้เป็นคลื่นเสียง ซึ่งมนุษย์เราจะรับฟังได้

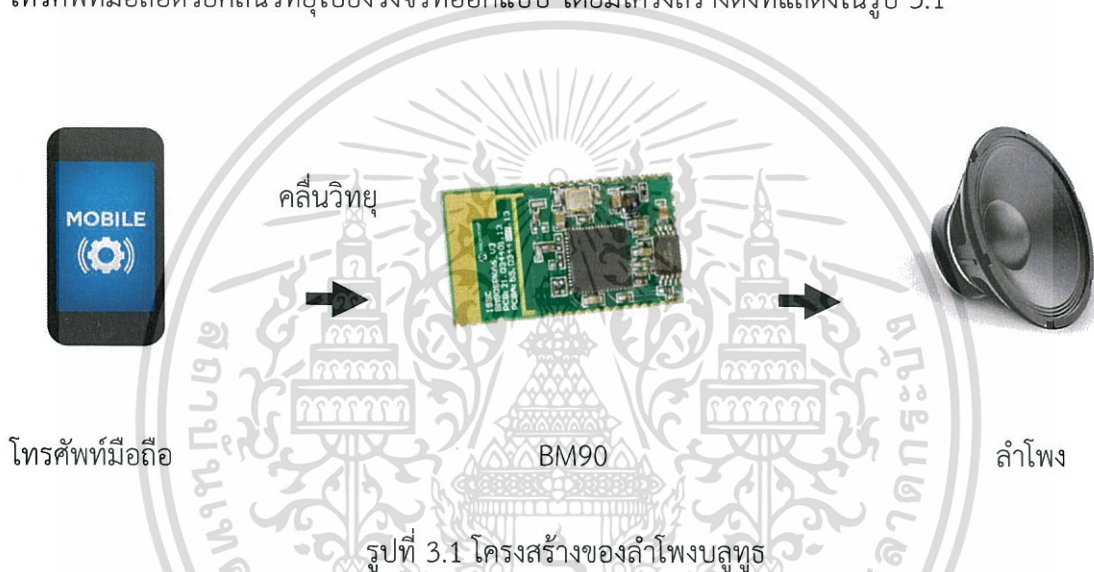
## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการ

ในส่วนของบทที่ 3 จะอธิบายถึงโครงสร้างของโครงการที่ออกแบบไว้ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการเชื่อมต่อทางบลูทูธ และการทำงานของบอร์ด

#### 3.1 โครงสร้างของอุปกรณ์ที่ออกแบบ

โครงการนี้จะออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับลำโพงบลูทูธ โดยจะทำการส่งข้อมูลจากโทรศัพท์มือถือด้วยคลื่นวิทยุไปยังวงจรที่ออกแบบ โดยมีโครงสร้างดังที่แสดงในรูป 3.1



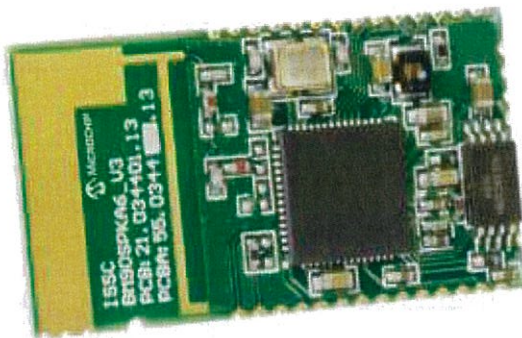
เมื่อทำการใช้โทรศัพท์มือถือเชื่อมต่อกับวงจรที่ออกแบบแล้ว ขณะทำการเล่นเสียง โทรศัพท์มือถือจะส่งข้อมูลผ่านทางคลื่นวิทยุ หรือ บลูทูธ ไปยังวงจรที่ออกแบบไว้แล้วจึงส่งข้อมูลต่อไปยังลำโพงเพื่อแสดงข้อมูลแบบเสียงที่ส่งมาจากโทรศัพท์มือถือ

#### 3.2 BM90

ในส่วนของ การกระจายสัญญาณบลูทูธในวงจร ใช้โมดูล BM90 โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- Compliant with Bluetooth Specification v.3.0 + EDR in 2.4 GHz ISM band module
- It supports following profiles :
  - Hands Free 1.5
  - Headset 1.0
  - A2DP 1.0
  - AVRCP 1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 โมดูล BM90

### 3.3 การทำงานของบอร์ด

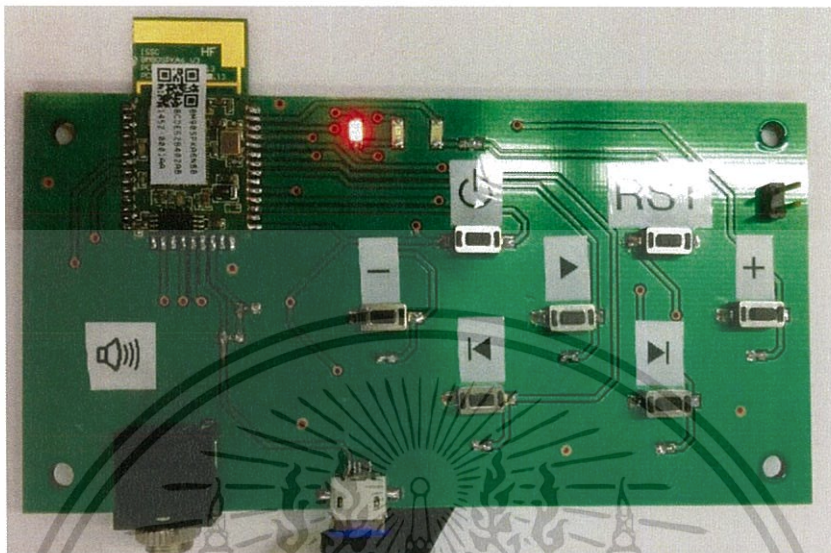
เมื่อทำการจ่ายไฟไปยังตัวบอร์ด ซึ่งใช้ Micro USB type B เป็นส่วนที่ใช้ในการจ่ายไฟเข้าไปยังบอร์ด ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 Micro USB type B

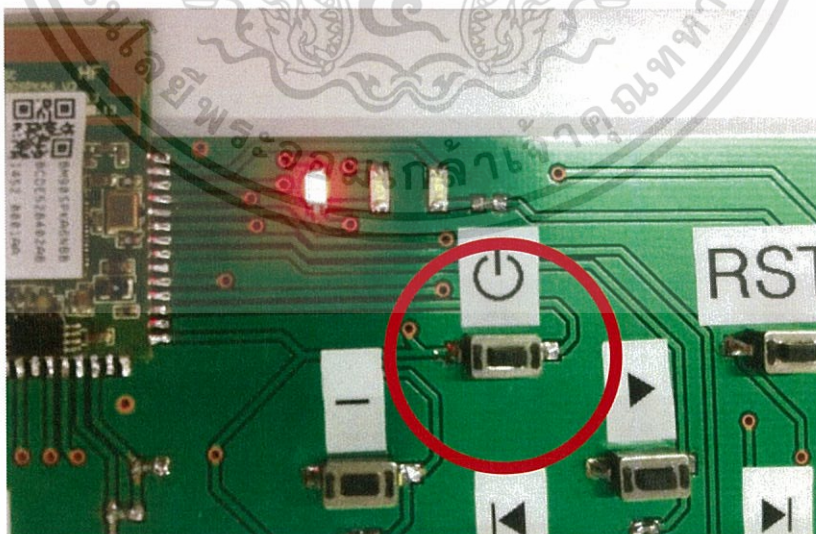
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากทำการจ่ายไฟไปยังตัวบอร์ดแล้ว LED สีแดงจะติดขึ้นมาสักพักหนึ่งแล้วจึงดับลง เป็นการแสดงว่าบอร์ดพร้อมทำงานแล้ว ดังรูปที่ 3.4



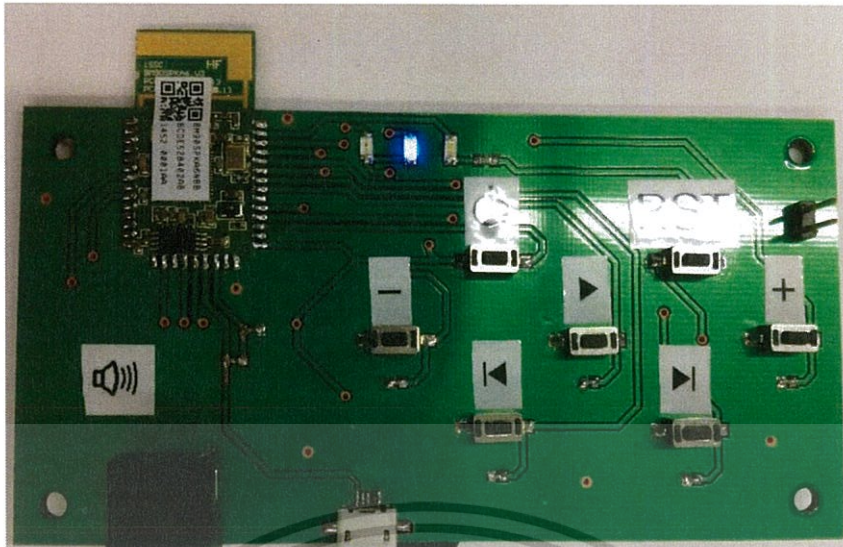
รูปที่ 3.4 ภาพแสดงการทำงานของ LED สีแดง ขณะจ่ายไฟเข้าบอร์ด

ต่อมาเมื่อทำการกดปุ่ม MFB หรือ ปุ่ม Power ค้างไว้ LED ทั้งสีแดงและสีฟ้าจะกระพริบแล้วจึงดับลงจนเหลือแค่ LED สีฟ้า กระพริบเพียงดวงเดียว เป็นการแสดงว่าบอร์ดพร้อมเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 3.5 และ รูปที่ 3.6



รูปที่ 3.5 ภาพแสดงถึงปุ่ม MFB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ภาพแสดงการทำงานของบอร์ดหลังกดปุ่ม MFB

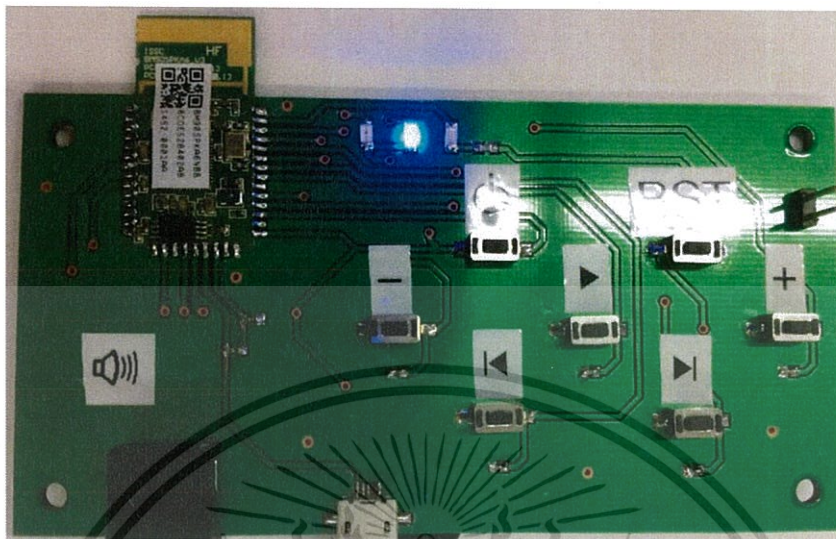
เมื่อบอร์ดพร้อมทำงานแล้วจึงทำการใช้โทรศัพท์มือถือเชื่อมต่อกับบอร์ดผ่านทางบลูทูธ โดยชื่อสัญญาณบลูทูธมีชื่อว่า BM90\_nSPK ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ภาพแสดงการเชื่อมต่อกับบอร์ดผ่านทางบลูทูธ

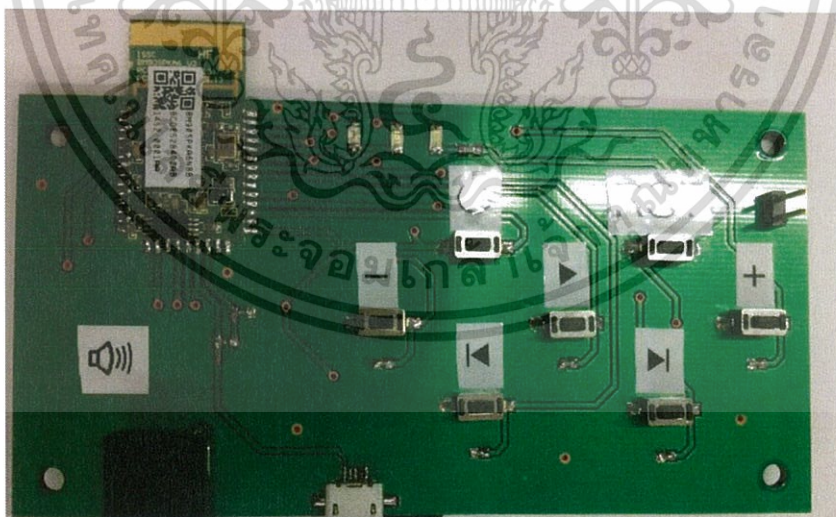
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์กับบอร์ดเรียบร้อยแล้ว LED สีฟ้าที่กระพริบอยู่จะหยุดการกระพริบลงและติดขึ้นแทน ดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ภาพแสดงการทำงานของบอร์ด ขณะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แล้ว

หลังจากที่ทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แล้ว ทำการเล่นเสียงในโทรศัพท์มือถือ LED สีฟ้าจะดับลงและ LED ทั้งสองจะกระพริบเป็นบางจังหวะ แสดงถึงการรับข้อมูลจากโทรศัพท์มือถือผ่านทางบลูทูธ ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ภาพแสดงการทำงานของบอร์ด ขณะทำการเล่นเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 การทำงานของปุ่มต่างๆ

ปุ่มในบอร์ดมีอยู่ด้วยกัน 7 ปุ่ม คือ

1. ปุ่ม MFB เป็นปุ่มเปิดการทำงานของบอร์ด
2. ปุ่ม RST เป็นปุ่ม reset การทำงานของบอร์ดให้กลับไปอยู่ในขณะพร้อมทำงาน
3. ปุ่ม ► เป็นปุ่มเล่นเสียงและหยุดเสียง
4. ปุ่ม ►| เป็นปุ่มเลื่อนไปยังเสียงถัดไป
5. ปุ่ม |◄ เป็นปุ่มเลื่อนกลับไปยังเสียงก่อนหน้า
6. ปุ่ม + เป็นปุ่มเพิ่มเสียง
7. ปุ่ม - เป็นปุ่มลดเสียง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองนี้ทดลองในขณะที่บอร์ดกำลังทำงานอยู่และเชื่อมต่อทางบลูทูธเรียบร้อยแล้ว ซึ่งทำการทดลองโดยการนำอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อออกจากตัวบอร์ดแล้วฟังเสียงที่ออกมาจากลำโพงที่เชื่อมต่อกับตัวบอร์ดเพื่อดูระยะเวลาที่รับส่งข้อมูลของบลูทูธและทดลองการทำงานของปุ่มกดทั้ง 7 ปุ่ม ดังได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.1

ระยะเวลารับส่งข้อมูล	15 m
ปุ่ม MFB สามารถทำงานได้	✓
ปุ่ม RST สามารถทำงานได้	✓
ปุ่ม PLAY/ PAUSE สามารถทำงานได้	✓
ปุ่ม FWD สามารถทำงานได้	✓
ปุ่ม REV สามารถทำงานได้	✓
ปุ่ม Volume UP สามารถทำงานได้	✓
ปุ่ม Volume DN สามารถทำงานได้	✓

ตารางที่ 4.1 ตารางผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

อุปกรณ์ที่ออกแบบมานั้นสามารถทำงานได้และสามารถรับข้อมูลแบบเสียงที่เป็นสเตอริโอได้ และสามารถใช้ปุ่มควบคุมการทำงานต่างๆได้เช่น การเล่นเสียงและการหยุดเสียง โดยที่ตัวโมดูลที่ใช้ นั้น หรือ โมดูล BM90 มีตัวขยายกำลัง หรือ amplifier อยู่ในตัวจึงแยกการเพิ่มเสียงและลดเสียงจาก อุปกรณ์ที่มาเชื่อมต่อกับวงจรที่ออกแบบไว้ ถ้านำลำโพงหรือหูฟังที่มีค่าอิมพีแดนซ์สูงๆมาต่อกับวงจร นี้แล้วเพิ่มขนาดเสียงจนสุดจะทำให้เสียงเพี้ยนไปหรือเสียงแตกเนื่องจากตัว amplifier ไม่สามารถ ขยายกำลังได้มากพอจึงทำให้เกิดเสียงที่แตกขึ้น ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการนำ amplifier มาต่อเพิ่ม ลงไปเพื่อขยายกำลังให้มากขึ้น

จากการทดลองวงจรที่ออกแบบไว้ เมื่อทำการจ่ายแรงดันไฟฟ้าขนาด 3.3 V ไปยังขา BAT\_IN ปรากฏว่าขณะเล่นเสียงอยู่นั้นวงจรเกิดการหยุดการเล่นเสียงขึ้น แต่อุปกรณ์ยังเชื่อมต่อกับ Bluetooth อยู่ จึงทำการแก้ไขวงจรนี้โดยการเพิ่มการจ่ายแรงดันไฟฟ้าจากขนาด 3.3 V เป็น 4 V ซึ่ง สาเหตุที่เพลงหยุดเล่นอาจเป็นผลมาจากการที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าไม่คงที่จากการใช้วงจรแบ่ง แรงดันไฟฟ้า หรือ Voltage Divider โดยการใช้ ตัวต้านทาน 2 ตัว ในการแบ่งแรงดันไฟฟ้าจึงทำให้มี ช่วงการจ่ายแรงดันไฟฟ้าน้อยกว่า 3.3 V เป็นผลให้การเล่นเสียงนั้นหยุดลง ซึ่งอาจจะแก้ไขโดยการนำ ตัวเก็บประจุมาต่อเพิ่มลงไป เพื่อทำให้ค่าแรงดันไฟคงที่มากขึ้นหรือใช้วงจรคงค่าแรงดัน หรือ Voltage Regulator แทนการใช้วงจรแบ่งแรงดัน

จากการออกแบบวงจรนี้สามารถนำไปประยุกต์ออกแบบให้เป็นบอร์ดที่สามารถนำโมดูล BM90 ตัวอื่นๆมาทดลองใส่เข้าไปบนบอร์ดและสามารถนำออกมาได้ เพื่อทดสอบการทำงานของ โมดูลและวัดค่าต่างๆได้มาตรฐานที่ผู้ผลิตออกแบบไว้หรือไม่

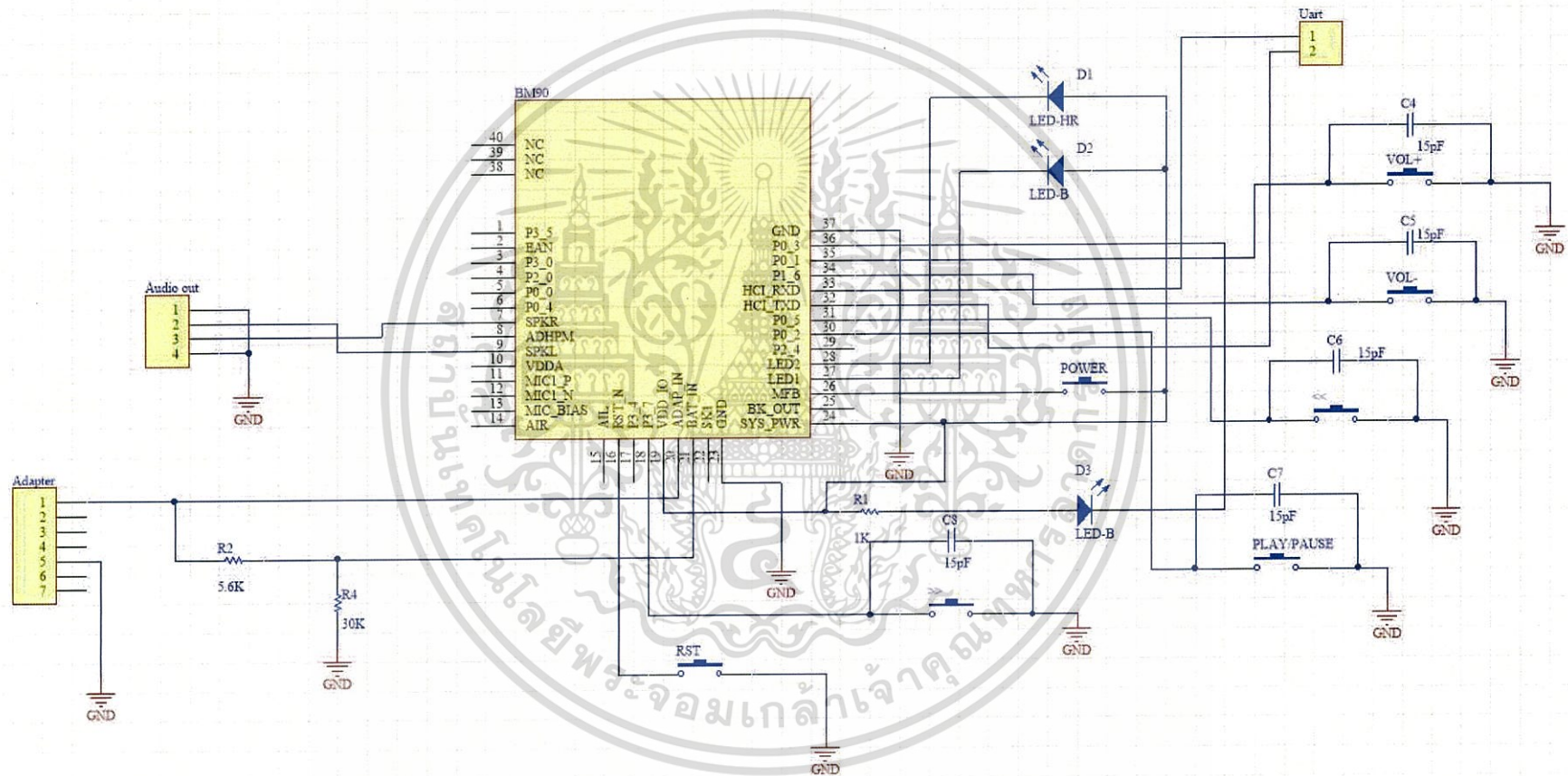
## เอกสารอ้างอิง

1. wikipedia.org การสื่อสารไร้สาย เข้าถึงได้จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/การสื่อสารไร้สาย> วันที่สืบค้น 10 พฤศจิกายน 2559
2. wikipedia.org คลื่นวิทยุ เข้าถึงได้จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/คลื่นวิทยุ> วันที่สืบค้น 10 พฤศจิกายน 2559
3. wikipedia.org บลูทูธ เข้าถึงได้จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/บลูทูธ> วันที่สืบค้น 10 พฤศจิกายน 2559
4. giggadget.com ประวัติบลูทูธ เข้าถึงได้จาก <http://www.giggadget.com/ประวัติความเป็นมาของ-bluetooth/> วันที่สืบค้น 10 พฤศจิกายน 2559
5. kruchatchawal thoen บลูทูธคืออะไร? เข้าถึงได้จาก <https://sites.google.com/site/kruchatchawalthoen/blu-thuth-khux-xari> วันที่สืบค้น 10 พฤศจิกายน 2559
6. gotoknow.org ระบบเสียง เข้าถึงได้จาก <https://www.gotoknow.org/posts/95594> วันที่สืบค้น 10 พฤศจิกายน 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.1 ลายวงจรที่ออกแบบ

## Bluetooth® 3.0 Multi-Speaker Stereo Audio Module

### Features

#### System Specification

- Compliant with Bluetooth Specification v.3.0 + EDR in 2.4 GHz ISM band module
- It supports following profiles :
  - Hands Free 1.5
  - Headset 1.0
  - A2DP 1.0
  - AVRCP 1.0

#### Baseband Hardware

- Built-in 16MHz main clock input.
- Built-in internal ROM for program memory
- Support to connect to two hosts ( phones, tablets...) with HFP or A2DP profiles simultaneously
- Adaptive Frequency Hopping (AFH) avoids occupied RF channels
- Fast Connection supported

#### RF Hardware

- Fully Bluetooth 3.0 + EDR system in 2.4 GHz ISM band.
- Combined TX/RX RF terminal simplifies external matching and reduces external antenna switches.
- Max. +4dBm output power with 20 dB level control from register control.
- Built-in T/R switch for Class 2/3 application
- To avoid temperature variation, temperature sensor with temperature calibration is utilized into bias current and gain control.
- Fully integrated synthesizer has been created. There requires no external VCO, varactor diode, resonator and loop filter.
- Crystal oscillation with built-in digital trimming for temperature/process variations.
- Built-in PCB antenna.

#### Audio processor

- Support A-Law or  $\mu$ -Law PCM format, or CVSD (Continuous Variable Slope Delta Modulation) for SCO channel operation.
- Noise suppression
- Echo suppression
- SBC decoding
- Packet loss concealment
- Build-in one languages (English) voice prompts and 20 events for each one
- Support SCMS-T

#### Audio Codec

- 16 bit DAC and 16 bit ADC codec
- 94dB SNR DAC playback
- 85 dB SNR ADC.

#### Peripherals

- Built-in Lithium-ion battery charger (up to 350mA)
- Integrate 3V, 1.8V configurable switching regulator and LDO
- Built-in ADC for battery monitor and voltage sense.
- A line-in port for external audio input
- Two LED drivers
- Built-in 32Kb EEPROM

#### Flexible HCI interface

- High speed HCI-UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) interface (up to 921600bps)



#### Package

- 15x29mm<sup>2</sup> 40 pins package

#### Description

BM90 multi-speaker stereo audio module is a compact, highly integrated module for Bluetooth v3.0 with Enhanced Data Rate 2.4GHz applications. This module is fully compliant with Bluetooth specification and completely backward-compatible with Bluetooth 2.0 or 1.2 systems.

It incorporates IS1690S multi-speaker stereo audio chip, 32Kb EEPROM, PCB antenna, and ISSC's own Bluetooth software stack to achieve the required BT v3.0 with EDR functions.

# BM90 Module

To provide the superior audio and voice quality, it also integrates a DSP co-processor, a PLL, and a CODEC dedicated for voice and audio applications.

For voice, not only basic CVSD encoding and decoding but also enhanced noise reduction and echo cancelation are implemented by the built-in DSP to reach the better quality in the both sending and receiving sides. For enhanced audio applications, SBC decoding functions can be also carried out by DSP to satisfy Bluetooth A2DP requirements.

In addition, to minimize the external components required for portable devices, a battery voltage sensor , battery charger, a switching regulator and LDO are integrated to reduce system BOM cost for various Bluetooth applications.

## Applications

- Stereo headsets
- Portable speakerphones
- Multi speaker.



# BM90 Module

## Table of Contents

1.0	DEVICE OVERVIEW	4
2.0	KEY FEATURES TABLE	6
3.0	PIN DESCRIPTION	7
4.0	SPECIFICATIONS	9
5.0	APPLICATIONS	17
6.0	REFERENCE CIRCUIT	27
7.0	PACKING INFORMATION	28



# BM90 Module

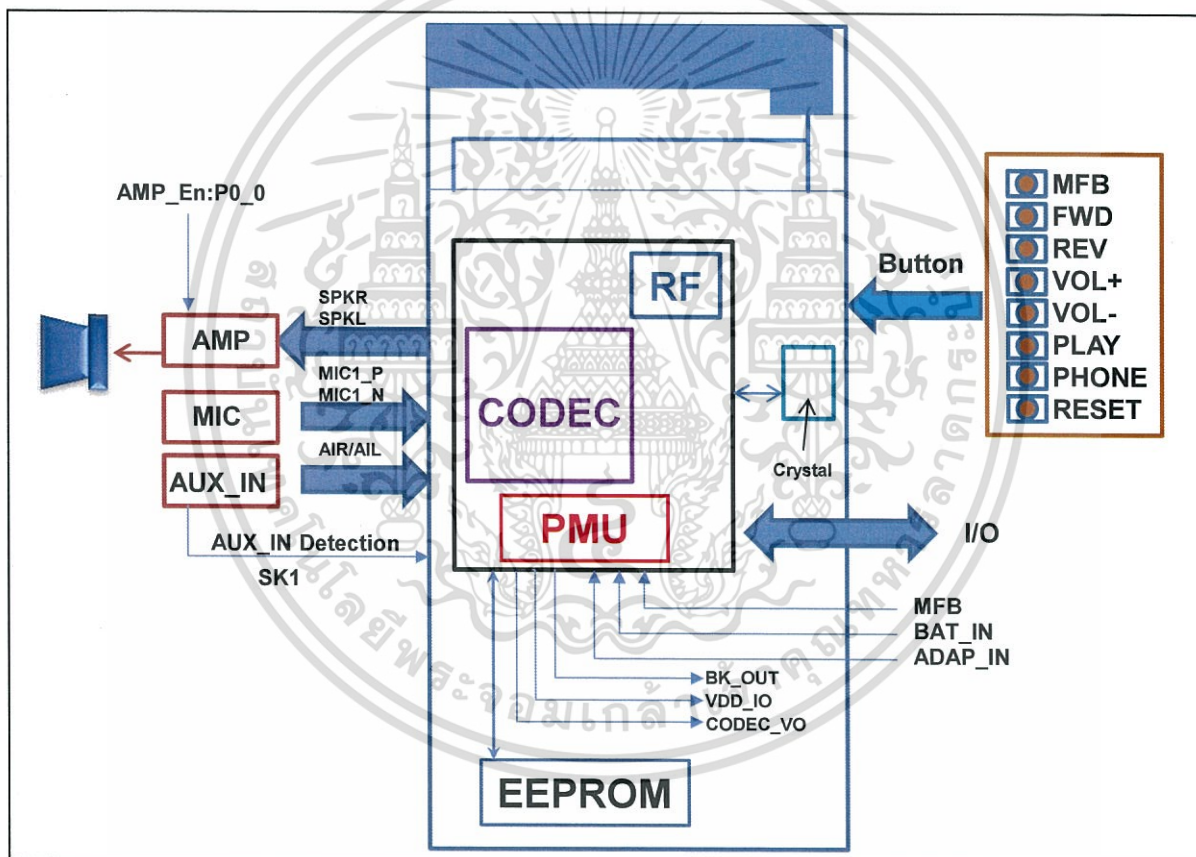
## Abbreviations List:

HFP: Hands-free Profile  
AVRCP: Audio Video Remote Control Profile  
A2DP: Advanced Audio Distribution Profile  
PBAP: Phone Book Access Profile  
HSP: Headset Profile  
SPP: Serial Port Profile  
NFC: Near Field Communication  
SCMS-T: Serial Copy Management System

## 1.0 DEVICE OVERVIEW

BM90 multi-speaker stereo audio module integrate IS1690S multi-speaker stereo audio chip . Figure 1-1 shows the application block diagram.

FIGURE 1-1: APPLICATION BLOCK DIAGRAM



\* PMU: Power Management Unit and all voltages generated internally.

\* Aux in: analog line in signal.

# BM90 Module

## Audio Interface

The module audio interface circuit consists of

- Stereo audio CODEC.
- One MIC. Input and Aux-in port
- Stereo outputs.

FIGURE 1-2: Analog audio interface block diagram

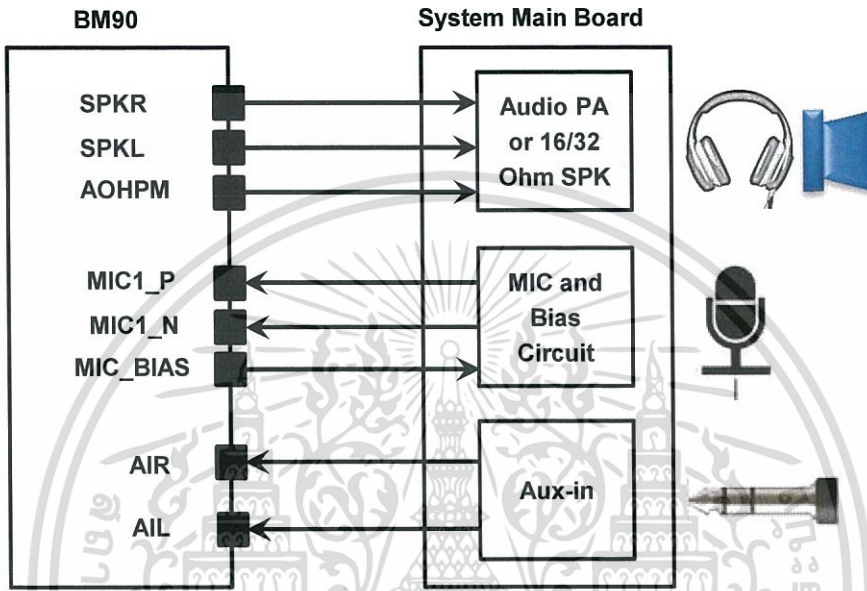
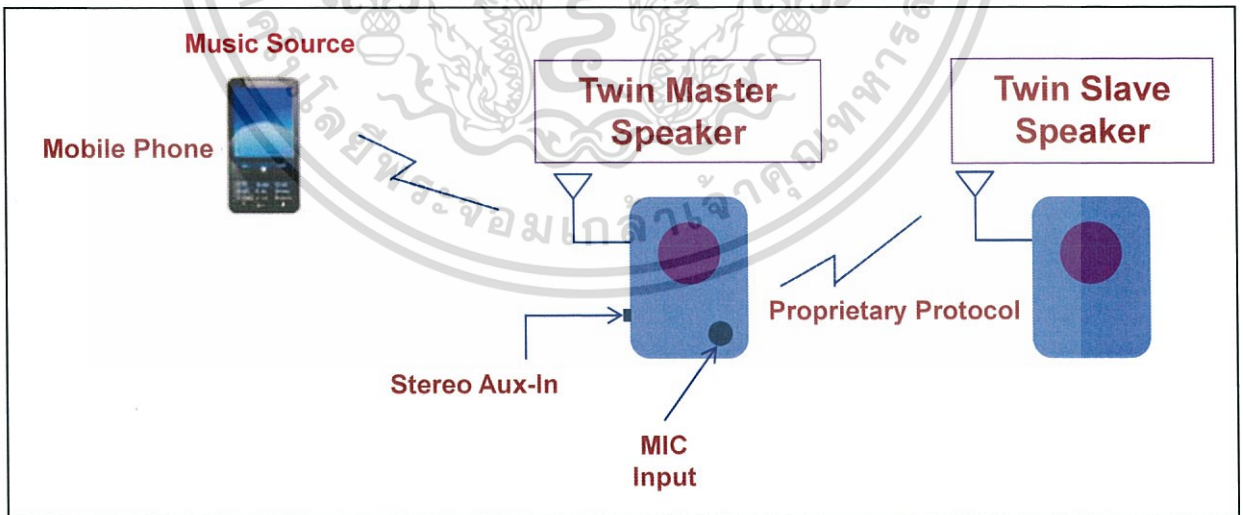


FIGURE 1-3: Twin Speaker Link block diagram



# BM90 Module

## 2.0 Key Features Table

SPEC	Chip	BM90
Application		Multi-SPK
Stereo/Mono		Stereo
Pin count		40
Dimension (mm <sup>2</sup> )		15X29
Audio DAC output		2-ch
DAC (cap-less) SNR@2.8V (dB)		-94
ADC SNR @2.8V (dB)		-85
I <sup>2</sup> S digital interface		X
Analog aux-in		√
Mono MIC		1
Support external audio amplifier		√
Built-in class-D audio amplifier		X
UART		X
LED Driver		2
Internal DC-DC step-down regulator		√
DC 5V ADAPTER		√
Battery charger (350mA max)		√
IO for application		10
Switches support		6
Support NFC application		√
Voice prompt		√
Multi-tone		√
DSP sound effects		√
Built-in EEPROM		√
Profile		
A2DP		1.0
AVRCP		1.0
HFP		1.5
HSP		1.0
PBAP		X
SPP		X

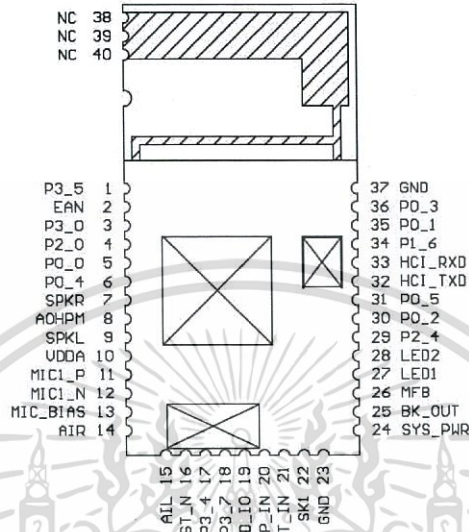
√ :Support the feature

# BM90 Module

## 3.0 PIN DESCRIPTION

TABLE 3-1: BM90 PIN DESCRIPTION

### Pin Diagram (Top View)



Pin No.	Pin Type	Name	Description
1	I/O	P3_5	IO, default pull-high input Phone button
2	I	EAN	Embedded ROM/External Flash enable H: Embedded; L: External Flash
3	P	P3_0	IO, default pull-high input Low: N_SPK Role Master/Slave
4	I/O	P2_0	IO, default pull-high input System Configuration, H: Application L: Baseband(IBDK Mode)
5	I/O	P0_0	IO, default pull-high input . Audio amplifier enable
6	I/O	P0_4	IO, default pull-high input NFC
7	AO	SPKR	R-channel analog headphone output, for cap-less and single-ended application both
8	AO	AOHPM	Headphone common mode output/sense input. Cap-less application only.
9	AO	SPKL	L-channel analog headphone output, for cap-less and single-ended application both
10	AP	VDDA	Positive power supply/reference voltage for CODEC. Reserve for external cap to fine tune audio frequency response. Do not add external power to this pin.
11	AI	MIC1_P	Mic 1 mono differential analog positive input
12	AI	MIC1_N	Mic 1 mono differential analog negative input
13	AP	MIC_BIAS	Microphone biasing voltage

# BM90 Module

14	AI	AIR	Stereo analog aux in, R-channel
15	AI	AIL	Stereo analog aux in, L-channel
16	I/O	RST_N	System Reset Pin
17	I/O	P3_4	IO, default pull-high input. SLIDE SWITCH
18	I/O	P3_7	IO, default pull-high input. FWD button
19	P	VDD_IO	VDD_IO pin, for calibration only Do not add external power to this pin
20	P	ADAP_IN	Power adaptor DC 5V input
21	P	BAT_IN	Li-Ion Battery input, should be always connected even if the power is given on power Adaptor input.
22	I/O	SK1	Line-in detection
23	P	GND	Ground
24	P	SYS_PWR	System Power Output
25	P	BK_OUT	Buck feedback sense pin
26	P	MFB	Multi-Function Push Button key
27	P	LED1	LED Driver 1
28	P	LED2	LED Driver 2
29	I/O	P2_4	IO, default pull-high input. System Configuration, H: Boot Mode Low: N_SPK Role Master/Slave
30	I/O	P0_2	IO, default pull-high input. PLAY/PAUSE button
31	I/O	P0_5	IO, default pull-high input when system power on. After system power on, the IO function is by FW programming. REV button
32	O	HCI_TXD	HCI TX data
33	I	HXI_RXD	HCI RX data
34	I/O	P1_6	IO, default pull-high input. Volume down button
35	I/O	P0_1	IO, default pull-high input. Volume up button
36	I/O	P0_3	IO for 3 <sup>rd</sup> LED optional.
37	P	GND	Ground.
38		NC	NC .
39		NC	NC .
40		NC	NC .

\* I: signal input pin

\*AI: analog signal input pin

\* O: signal output pin

\*AO: analog signal output pin

\* I/O: signal input/output pin

\* P: power pin

\*AP: analog power pin

# BM90 Module

## 4.0 SPECIFICATIONS

### 4.1 SPECIFICATIONS

**Table 4-1: Absolute Maximum Specifications**

Symbol	Parameter	Min	Max	Unit
1V8	Digital core supply voltage	0	2.1	V
VCC_RF	RF supply voltage	0	2.1	V
SAR_VDD	SAR ADC supply voltage	0	2.1	V
VDDA/VDDAO	CODEC supply voltage	0	3.3	V
VDD_IO	I/O supply voltage	0	3.6	V
BK_VDD	BUCK supply voltage	0	4.3	V
3V1_IN	LDO Supply voltage	0	4.3	V
BAT_IN	Input voltage for battery	0	4.3	V
ADP_IN	Input voltage for adaptor	0	7.0	V
T <sub>STORE</sub>	Storage temperature	-65	+150	°C
T <sub>OPERATION</sub>	Operation temperature	-20	+70	°C

**Table 4-2: Recommended operating condition**

Symbol	Parameter	Min	Typical	Max	Unit
1V8	Digital core supply voltage	1.8	1.85	1.95	V
VDD_IO	I/O supply voltage	2.8	3.0	3.3	V
BAT_IN	Input voltage for battery	3	3.7	4.25	V
ADP_IN	Input voltage for adaptor	4.5	5	5.5	V

\*Absolute and Recommended operating condition tables reflect typical usage for device.

\*All these supply voltage are programmable by EEPROM parameters.

**Table 4-3: Battery Charger**

Parameter	Min	Typical	Max	Unit	
Input Voltage	4.5	5.0	5.5	V	
Battery trickle charge current (BAT_IN < trickle charge voltage threshold)		0.1C		mA	
Maximum Battery Fast Charge Current Note: ENX2=0	Headroom > 0.7V (ADAP_IN=5V)	170	200	240	mA
	Headroom = 0.3V (ADAP_IN=4.5V)	160	180	240	mA
Maximum Battery Fast Charge Current Note: ENX2=1	Headroom > 0.7V (ADAP_IN=5V)	330	350	420	mA
	Headroom = 0.3V (ADAP_IN=4.5V)	180	220	270	mA
Trickle Charge Voltage Threshold		3		V	
Float Voltage	4.158	4.2	4.242	V	
Battery Charge Termination Current, (% of Fast Charge Current)		10		%	

Note:

(1) C is set in EEPROM

(2) Headroom =  $V_{ADAP\_IN} - V_{BAT}$

(3) ENX2 is not allowed to be enabled when  $V_{ADAP\_IN} - V_{BAT} > 2V$

(4) The Li-Ion battery has operation temperature limiting condition which is depended on vender..

(5) These parameters are characterized but not tested in manufacturing.

# BM90 Module

Table 4-4: LED driver

Parameter	Min	Typical	Max	Unit
Open-drain Voltage			5.1	V
Open-drain Current			5.5	mA
Intensity Control		16		step
Current Step		0.35		mA
Power Down Open-drain Current			1	$\mu$ A
Shutdown Current			1	$\mu$ A

\*Test condition: SAR\_VDD=1.8V, temperature=25 °C.

\*These parameters are characterized but not tested in manufacturing.

Table 4-5: Digital IO

Parameters	MIN	TYP	MAX	Unit
<b>Input Voltage</b>	2.7	3	3.6	V
V <sub>IH</sub> (Input High Voltage)	2.0		V <sub>DD</sub>	V
V <sub>IL</sub> (Input Low Voltage)	0		0.8	V
<b>Input Reference Resistor</b>				
R <sub>PU</sub> (Pull-Up Resistor)		50K		Ohm
R <sub>PD</sub> (Pull-Down Resistor)		50K		Ohm
<b>Output Voltage</b>				
V <sub>OH</sub> (Output High Voltage)	2.4		V <sub>DD</sub>	V
V <sub>OL</sub> (Output Low Voltage)	0		0.4	V

\*These parameters are characterized but not tested in manufacturing.

# BM90 Module

**Table 4-6: Audio codec Digital to Analogue Converter**

T= 25°C, VDDA/VDDAO=2.8V, 1KHz sine wave input, Bandwidth = 20~20KHz

Parameter (Condition)	Min.	Typ.	Max.	Unit	
Over-sampling rate		128		$f_s$	
Resolution		16		Bits	
Output Sample Rate	8		48	KHz	
Signal to Noise Ratio <b>Note: 1</b> (SNR @line-load) for 48kHz		94		dB	
Signal to Noise Ratio (SNR @earphone load 16Ω load, 0dBFS input relative to digital silence)			94	dB	
Digital Gain	-54		0	dB	
Analog Gain	-28		3	dB	
Analog Gain Resolution		1		dB	
Output Voltage Full-scale Swing (AVDD=2.8V)		792		mV rms	
Maximum Output Power (16Ω load)		34		mW	
Maximum Output Power (32Ω load)		17		mW	
Allowed Load	Resistive	8	16	O.C.	Ω
	Capacitive			500	pF
THD+N (16Ω load)			0.05	%	

Note:

(1)  $f_{in}=1\text{KHz}$ , B/W=20~20KHz, A-weighted, THD+N < 0.01%, 0dBFS signal, Load=100KΩ

(2) These parameters are characterized but not tested in manufacturing.

\* O.C. : open circuit.

# BM90 Module

**Table 4-7: Audio codec Analogue to Digital Converter**

T= 25°C, VDDA/VDDAO=2.8V, 1KHz sine wave input, Bandwidth = 20~20KHz

Parameter (Condition)		Min.	Typ.	Max.	Unit
Resolution				16	Bits
Output Sample Rate		8		48	KHz
Signal to Noise Ratio <b>Note: 1</b> (SNR @MIC or Line-in mode)	8KHz		85		dB
	44.1KHz/48KHz		85		
Digital Gain		-54		4.85	dB
MIC Boost Gain			20		
Analog Gain				26	dB
Input full-scale at maximum gain (differential)			4		mV rms
Input full-scale at minimum gain (differential)			800		mV rms
3dB bandwidth			20		KHz
Microphone mode (input impedance)			6	10	KΩ
THD+N (microphone input) @30mVrms input			0.04		%

Note:

- (1)  $f_{in}=1\text{KHz}$ , B/W=20~20KHz, A-weighted, THD+N < 1%, 150mVpp input  
 (2) These parameters are characterized but not tested in manufacturing.

# BM90 Module

**Table 4-8: Transmitter section for BDR**

Parameter	Min	Typ	Max	Bluetooth specification	Unit
Maximum RF transmit power		3	4.0	-6 to 4	dBm
RF power control range		20		≥16	dB
20dB bandwidth for modulated carrier		900		≤1000	KHz

\*Test condition: VCC\_RF= 1.8V, temperature=25 °C.

\*The RF Transmit power is calibrated during production using MP Tool software and MT8852 Bluetooth Test equipment.

**Table 4-9: Transmitter section for EDR**

	Min	Typ	Max	Bluetooth specification	Unit
Relative transmit power		-1.6		-4 to 1	dB

\*Test condition: VCC\_RF= 1.8V, temperature=25 °C.

\*The RF Transmit power is calibrated during production using MP Tool software and MT8852 Bluetooth Test equipment.

**Table 4-10: Receiver section for BDR**

	Min	Typ	Max	Bluetooth specification	Unit
Sensitivity at 0.1% BER		-90		≤-70	dBm

\*Test condition: VCC\_RF= 1.8V, temperature=25 °C.

**Table 4-11: Receiver section for EDR**

	Modulation	Min	Typ	Max	Bluetooth specification	Unit
Sensitivity at 0.01% BER	π/4					
	DQPSK		-91		≤-70	dBm
	8DPSK		-83		≤-70	dBm

\*Test condition: VCC\_RF= 1.8V, temperature=25 °C.

# BM90 Module

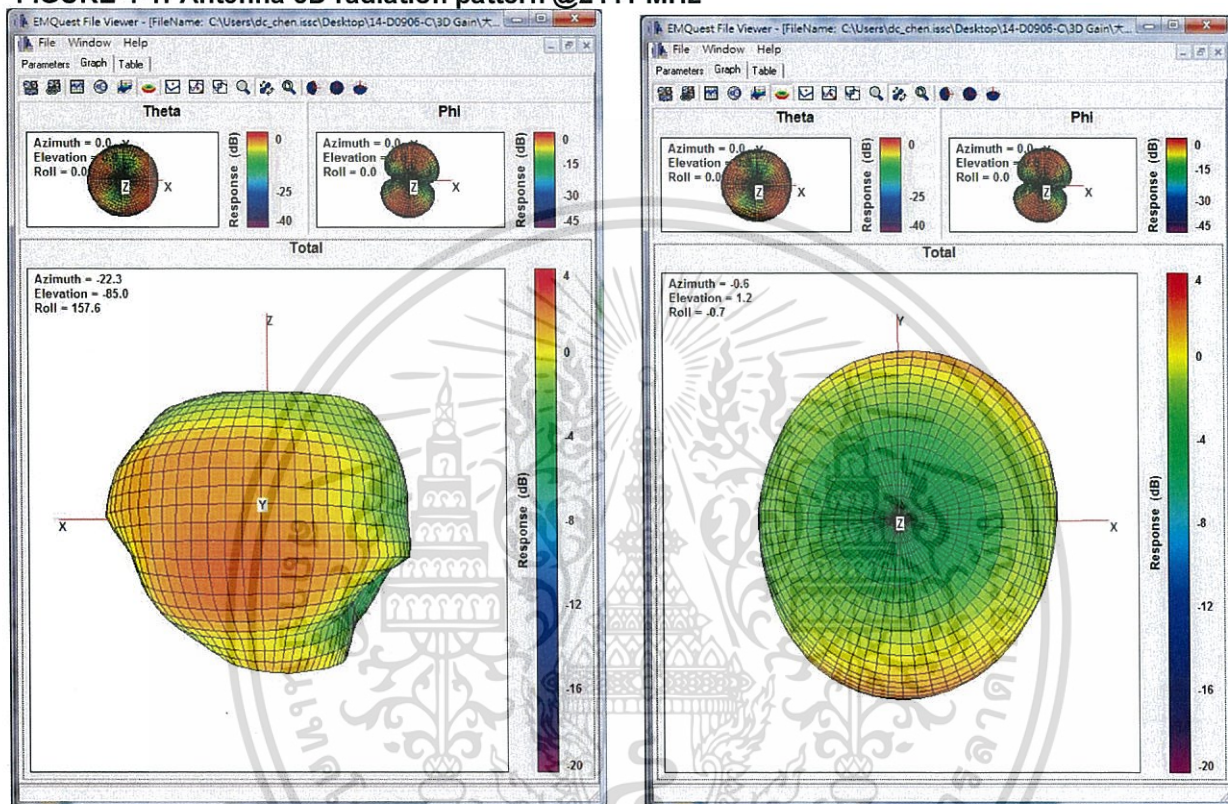
## 4.2 PRINTED ANTENNA PERFORMANCE

Table 4-12: Antenna Parameters

Parameters	MIN	TYP	MAX	Unit
Antenna gain		2		dBi
Efficiency	70		80	%

Note: The antenna gain and efficiency is measured on ISSC evaluation board, and will vary over PCB form factor and host PCB design. Therefore, it is recommended to verify the antenna performance on final host PCB.

FIGURE 4-1: Antenna 3D radiation pattern @2441 MHz



## 4.3 BQTF INFORMATION

FIGURE 4-2: BQTF Information

The screenshot displays the Bluetooth.com website interface. On the left is a navigation menu with links for Home, Register, Login, Events, Resources (FAQ, Qualified Listings, List of BQTFs, Member Directory), and Report Issues. The main content area is titled "Listing Details" and includes a search bar and language selector. The listing information is as follows:

- Member Company: ISSC Technologies Corp.
- Declaration ID: D022888
- QD ID: 56495 | [Export ICS](#)
- PRD 1.0 ID (QP ID):
- Wi-Fi® Certification ID:
- Subsetted Projects:
 

Date Created	Type	ICS
Apr 17, 2014	Main	<a href="#">ICS</a>
Apr 18, 2014	Subset	<a href="#">ICS</a>
Jun 9, 2014	Subset	<a href="#">ICS</a>
- Design Name: BM90SPK
- Design Model Number: BM90SPK
- Hardware Version Number: BM90SPK
- Software Version Number: BM90SPK
- Qualification Assessment Date: April 18, 2014
- Listing Date: April 18, 2014
- Design Description: Bluetooth Speaker Module with A2DP, AVRCP, HFP, HSP, GAVDP profiles
- Product Type: End Product
- Specification Name: 3.0
- Product List:
 

Model	URL	Description	Subset ID	Publish Date
BM90SPK		Bluetooth Speaker Module with A2DP, AVRCP, HFP, HSP, GAVDP profiles		Apr 18, 2014
BM01		Bluetooth speaker/headset	58020	Jun 9, 2014
- Technical Data Sheet (RIN): (not available)
- Listed By: Paul Wu
- BQE: Frankie Lin
- Referenced QDID Profile Information:
  - QDID: 56495

# BM90 Module

## 4.4 CURRENT CONSUMPTION

**Table 4-13: Single Mode current consumption**

Test Condition: T= 25°C, BAT_IN=3.8V, codec without loading				
Normal Operation	Min	Typ	Max	Unit
Off mode			10	uA
Standby mode		0.83		mA
Link mode		0.49		mA
SCO link		17.4		mA
A2DP link @ 1KHz Tone		23		mA

\* For reference.

**Table 4-14: Twin Mode: Master current consumption**

Test Condition: T= 25°C, BAT_IN=3.8V, codec without loading				
	Min	Typ	Max	Unit
Off mode			10	uA
Standby mode		2		mA
Link mode		0.63		mA
SCO link		18.06		mA
A2DP link @ 1KHz Tone		27.8		mA

\* For reference.

**Table 4-15: Twin Mode: Slave current consumption**

Test Condition: T= 25°C, BAT_IN=3.8V, codec without loading				
	Min	Typ	Max	Unit
Off mode			10	uA
Standby mode		0.75		mA
Link mode		0.7		mA
SCO link		9.4		mA
A2DP link @ 1KHz Tone		23.2		mA

\* For reference.

# BM90 Module

## 5.0 APPLICATIONS

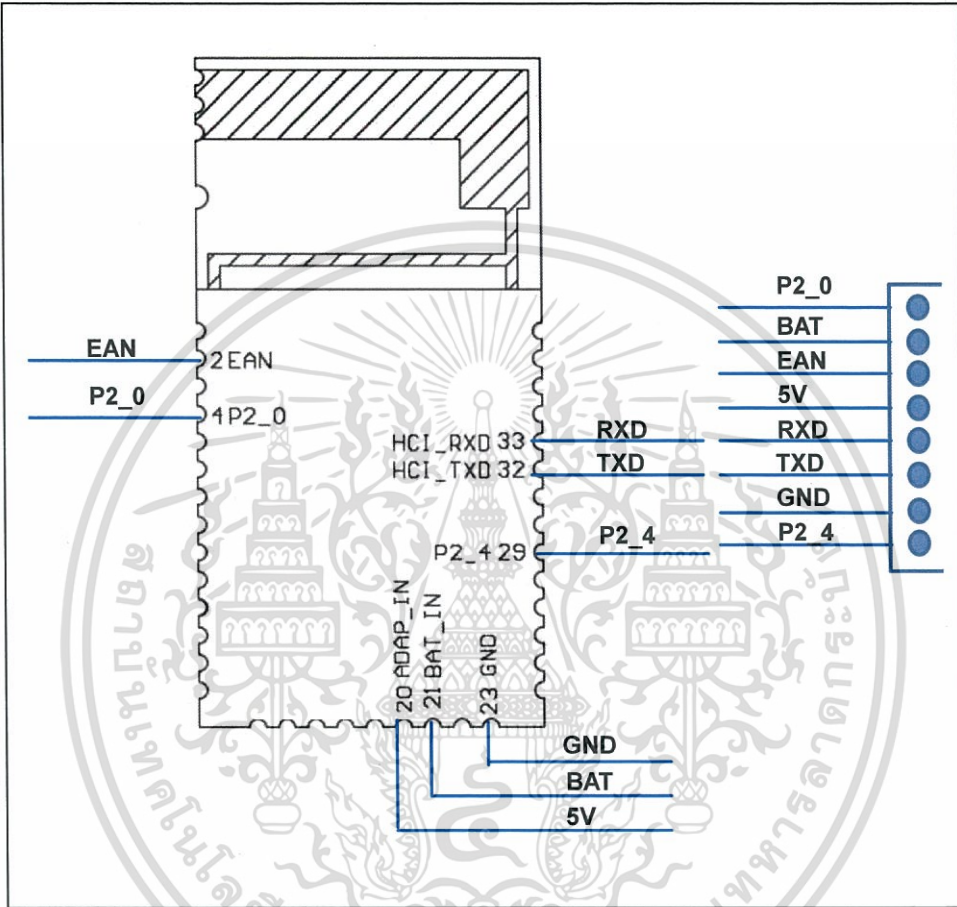
### 5.1 EXTERNAL CONFIGURATION

Figure 5-1 shows the configuration interface on BM90. It is recommended to include a pin header on the main PCB for development.

Configuration modes are entered accordingly to the system configuration I/O pins as shown in Table5-1  
Pin 2\_0 , P2\_4 and EAN pin have internal pull-up.

**FIGURE 5-1: External Configuration Header Connections**

(Here is the interface connect example of the BM90)



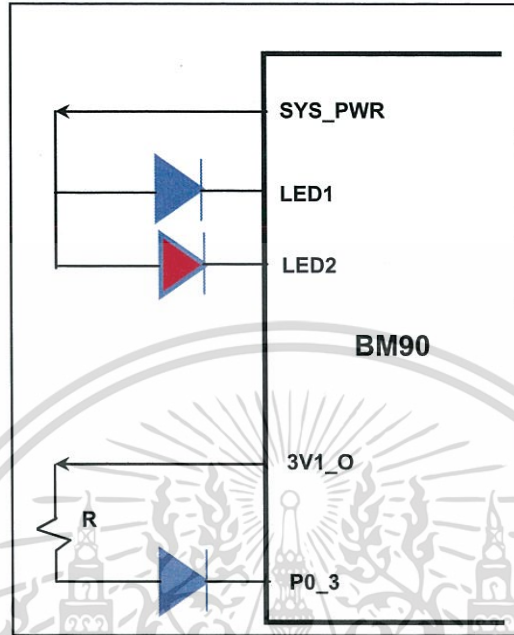
**TABLE 5-1: SYSTEM CONFIGURATION SETTINGS**

P2_0	P2_4	EAN	Operational Mode
High	High	High	Normal operation
Low	High	High	Test (Write EEPROM)
Low	Low	High	Write Flash (Firmware programming)

# BM90 Module

## 5.2 LED DRIVER

There are two dedicate LED drivers to control the LEDs. They provide enough sink current (16 step control and 0.35mA for each step) that LED can be connected directly with BM90. If the third LED is necessary, use P0\_3 to light up LED, an external resistor to fine tune the driving current is necessary. Under this configuration, the power source must be VDD\_IO, and the LED brightness could be adjusted by R(resistor). When use P0\_3 to light up LED, UI tool need to be modified, too.



## 5.3 FUNCTION OF PIN

BM90 audio chip provides six general purpose IOs for key functions. The corresponding key functions are saved in EEPROM. The first button must be power key. The power on/off functions only can be set on MFB pin. There are four different operations for every button. They are short click, long click, double click and combinations.

**TABLE 5-2: IOs for Buttons**

Button Name	Default Functions	IO name
Button 0	Power / MFB	PWR
Button 1	Volume UP	P0_1
Button 2	Volume DN	P1_6
Button 3	PLAY/PAUSE	P0_2
Button 4	REV	P0_5
Button 5	FWD	P3_7

Some signals were generated to indicate or control outside devices. The most popular applications are NFC for easy pairing, external audio amplifier for louder speaker.

**TABLE 5-3: IOs for added functions**

Functions	IO configurable features
Slide switch	P3_4
PHONE	P3_5
NFC detect	P0_4
External amplifier enable	P0_0
3rd LED	P0_3

## 5.4 Adaptive Frequency Hopping (AFH)

FW will scan and use background noise power to determine 20 channels to stand for good channels. Adaptive Frequency Hopping (AFH) avoids occupied RF channels

## 5.5 MULTI-SPEAKER

IS1690S is designed for stereo Bluetooth multi speaker & speaker phone application with stereo aux in input function.

### 5.5.1 TWIN SPEAKER LINK TECHNOLOGY INTRODUCTION

Twin Speaker can be configured as

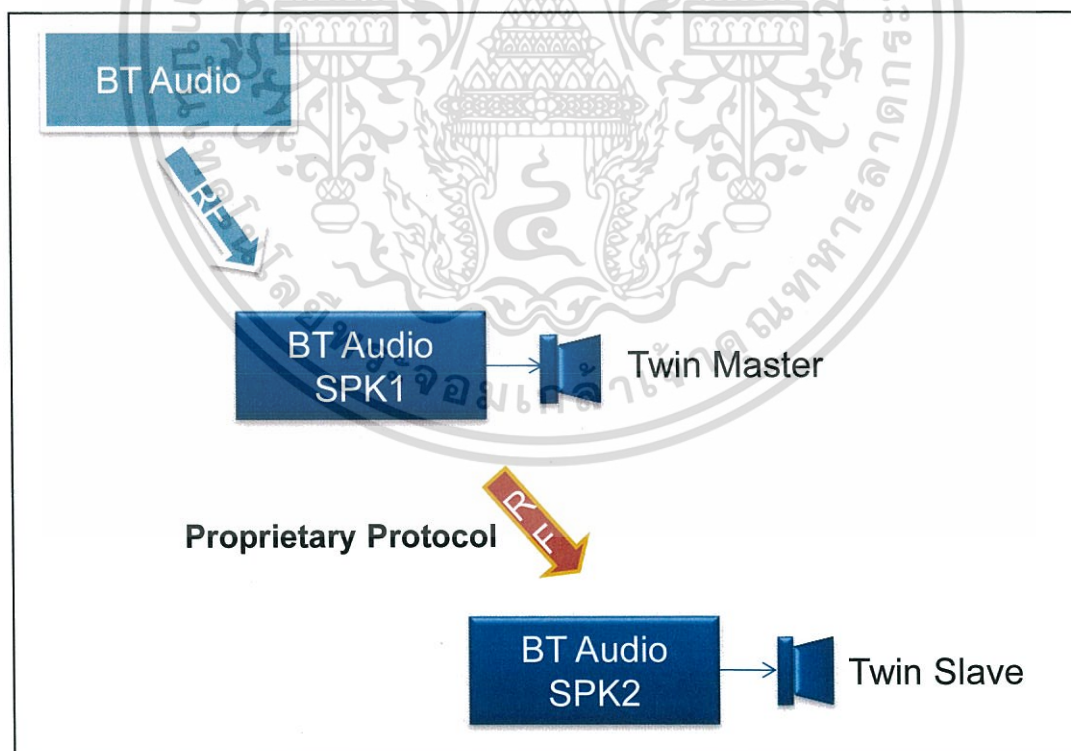
- Double Mode: Both Speakers output the mixed L and R channel.
- Stereo Mode: Both Speakers output the separated L and R channel

#### 5.5.1.1 TWIN SPEAKER LINK

Figure 11-1 illustrates the concept of Twin Speaker link technology. In order to speed up the Twin Speaker link establishment and optimize the audio synchronization, Twin Speaker Link is a Bluetooth proprietary A2DP link between both Twin Master and Twin Slave Speakers.

- Twin\_Master:
  - It can be setup the standard HF, A2DP and AVRCP link with host Bluetooth devices like mobile phone and Notebook.
  - It will also take the responsibility to setup proprietary A2DP link with the other Twin\_Slave speaker.
  - Once the Twin Speaker Link is established, Twin\_Master will redirect the A2DP media packets and control signaling to Twin\_Slave Speaker.
  - Notice: The voice channel (SCO link) and HF operation can be executed by Twin\_Master operating only.
- Twin\_Slave:
  - It can only be operated with Twin\_Master by proprietary A2DP protocol. It cannot be connected by standard A2DP protocol.
  - Once the Twin Speaker Link is established, it can feedback the specific status and event to Twin\_Master. These status and events include button operation, low battery voltage, power off event etc.

Figure 5-2 A2DP Twin Speaker Link Diagram

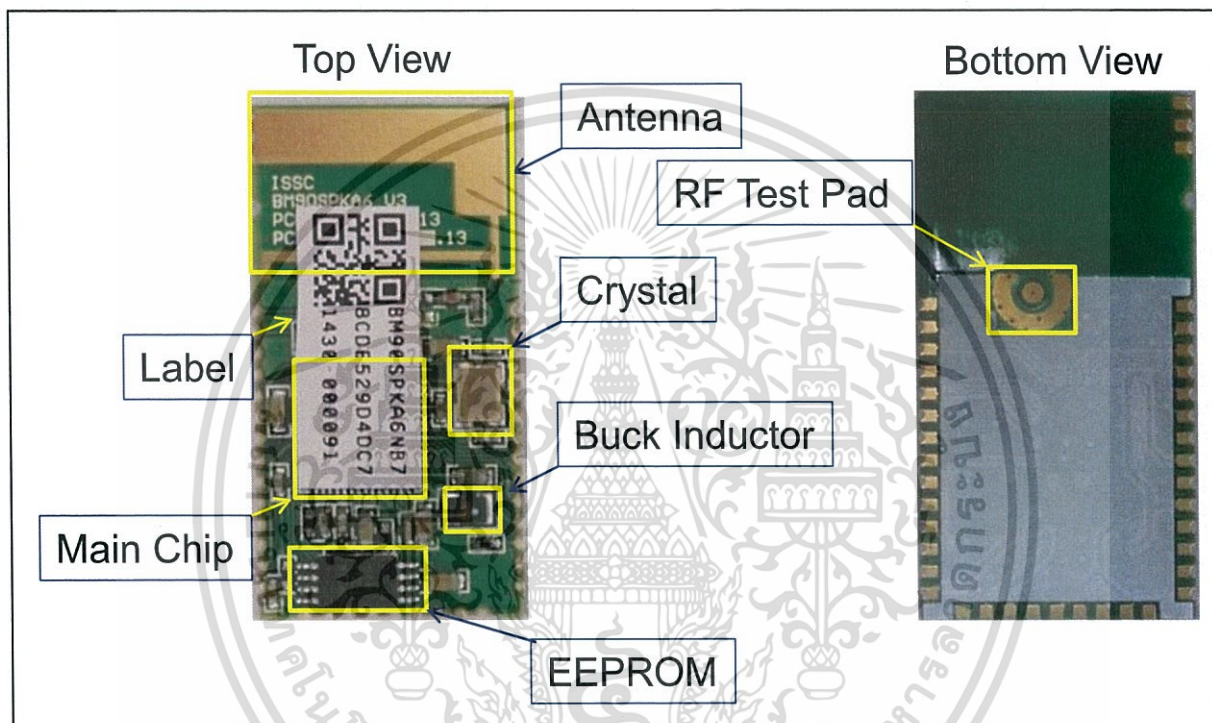


## 5.6 Mounting Details

BM90 physical dimensions are shown in Figure 5-4. Figure 5-5 shows the recommended PCB footprint and the recommended module placement is shown in Figure 5-6. There should be no top copper layer near the test pin area shown in Figure 5-6. On the main PCB, the areas under the antenna should not contain any top, inner layer, or bottom copper. A PCB cut-out is recommended as shown in Figure 5-6. A low-impedance ground plane will ensure the best radio performance (best range, lowest noise). Figure 5-6 shows the minimum ground plane area to the left and right of the module for the best antenna performance. The ground plane can be extended beyond the minimum recommended as need for the main PCB EMC noise reduction. For the best range performance, keep all external metal structures away from the antenna by at least 15 mm.

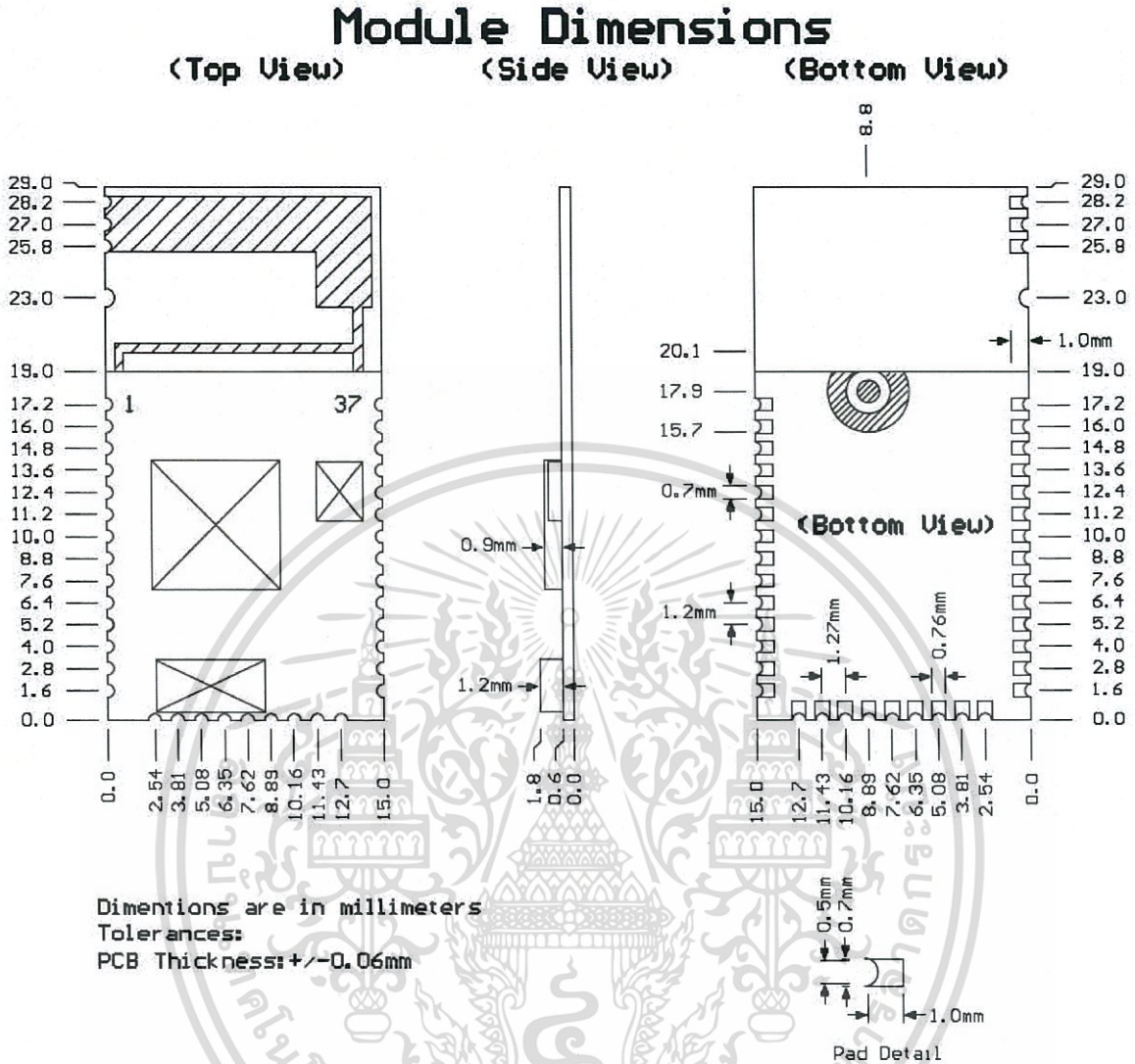
## 5.7 Module Dimension

FIGURE 5-3: BM90 module



# BM90 Module

FIGURE 5-4: Outline Dimension



**PCB dimension:**

**X : 15.1 mm**

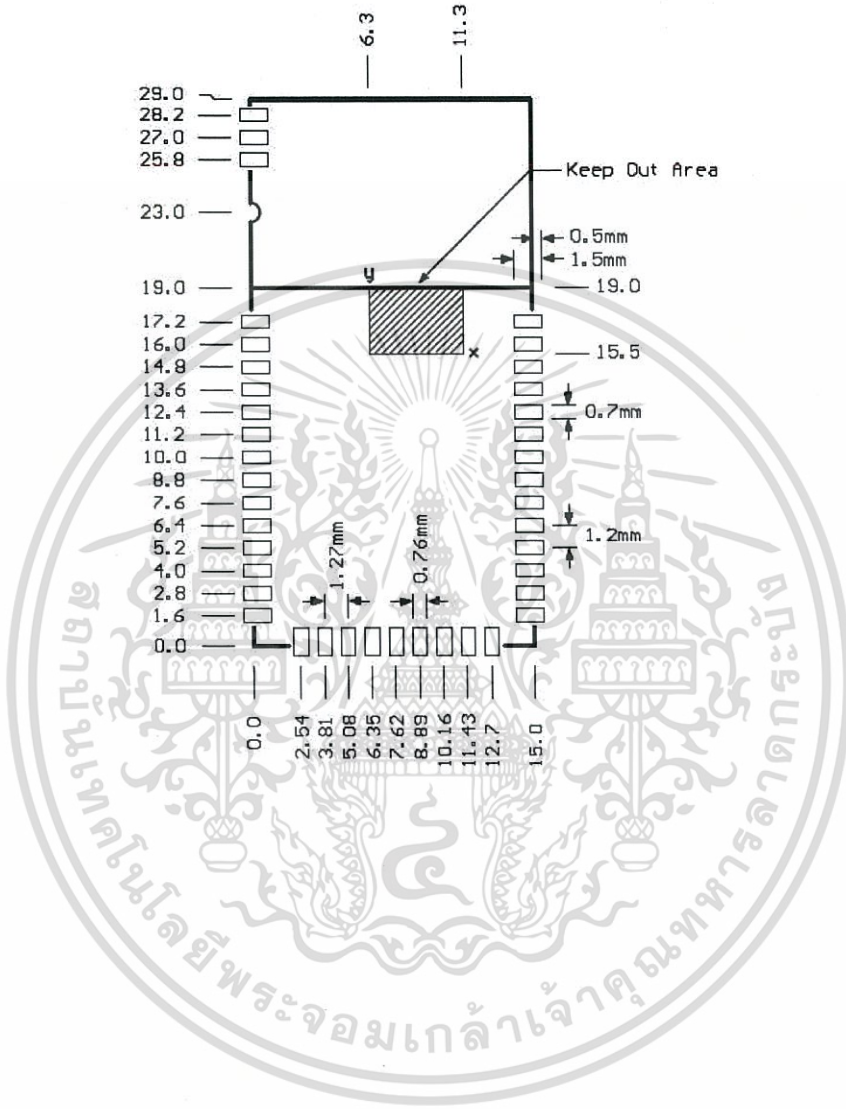
**Y : 29.2 mm**

**Tolerances: 0.25 mm**

# BM90 Module

FIGURE 5-5: Module Foot print

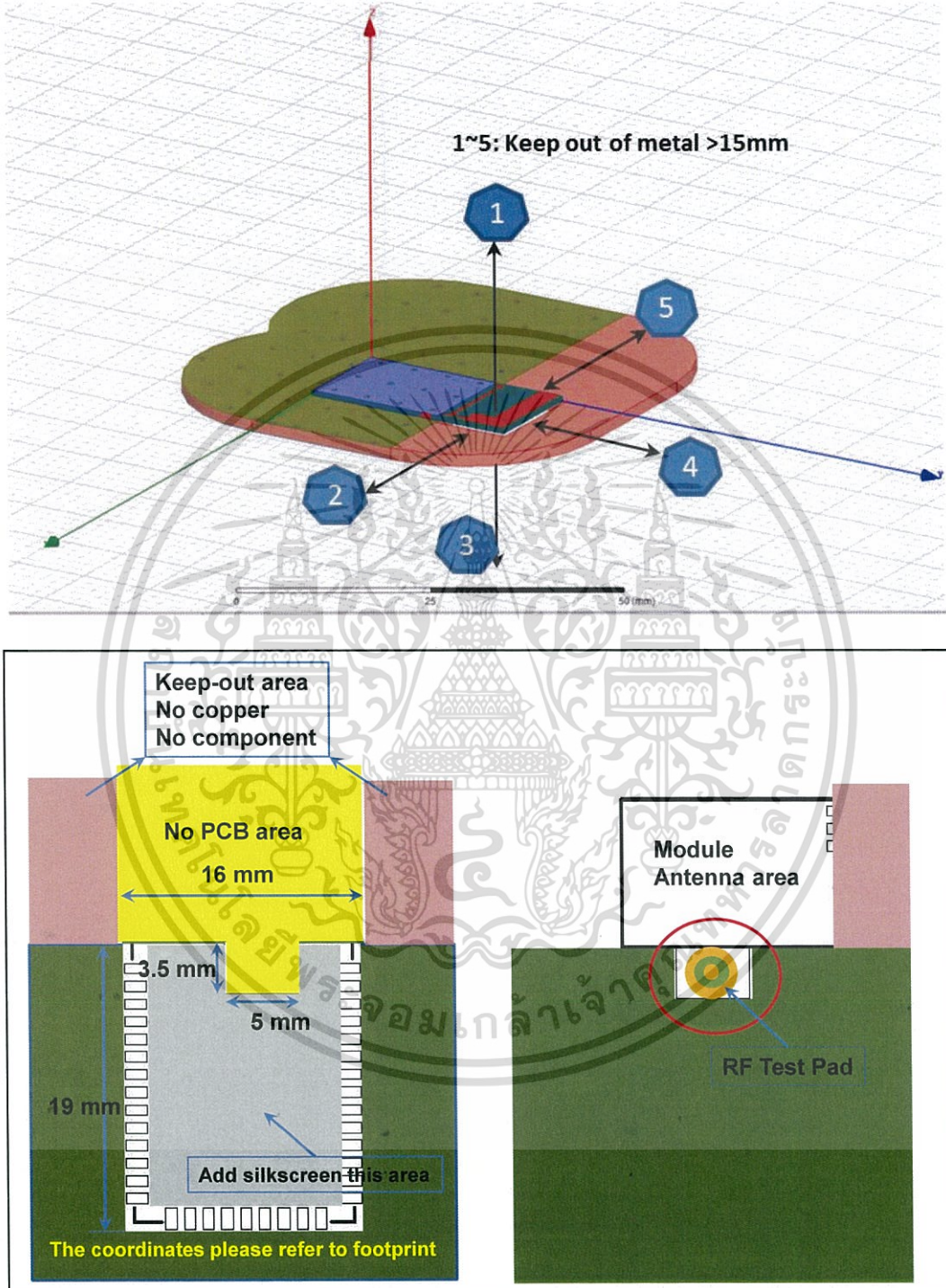
## Recommended PCB Footprint (Top View)



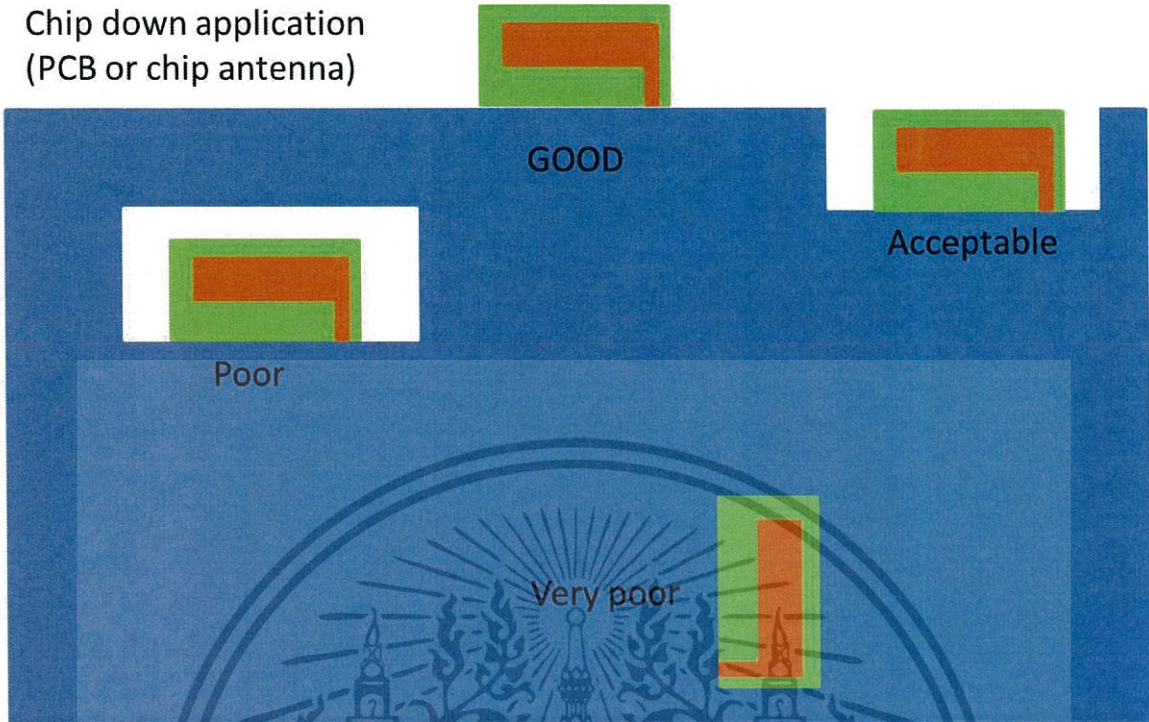
## 5.8 Main Board Antenna Area Layout Guide

Antenna keep out area is very important.

FIGURE 5-6: Mother Board Antenna Area Layout Guide



Chip down application  
(PCB or chip antenna)



For more detail free space of antenna placement design, you can reference the design rule of antenna produce vendor.

## 5.9 RFLOW PROFILE

### 5.9.1 Soldering Recommendations

Standard : IPC/JEDEC J-STD-020

Condition :

Preheat : 150~200°C · 60~120 seconds

Average ramp-up rate (217°C to peak): 3°C/sec max.

Temperature maintained above 217°C : 60~150 seconds

Time within 5°C of peak temperature: 30 ~ 40 seconds.

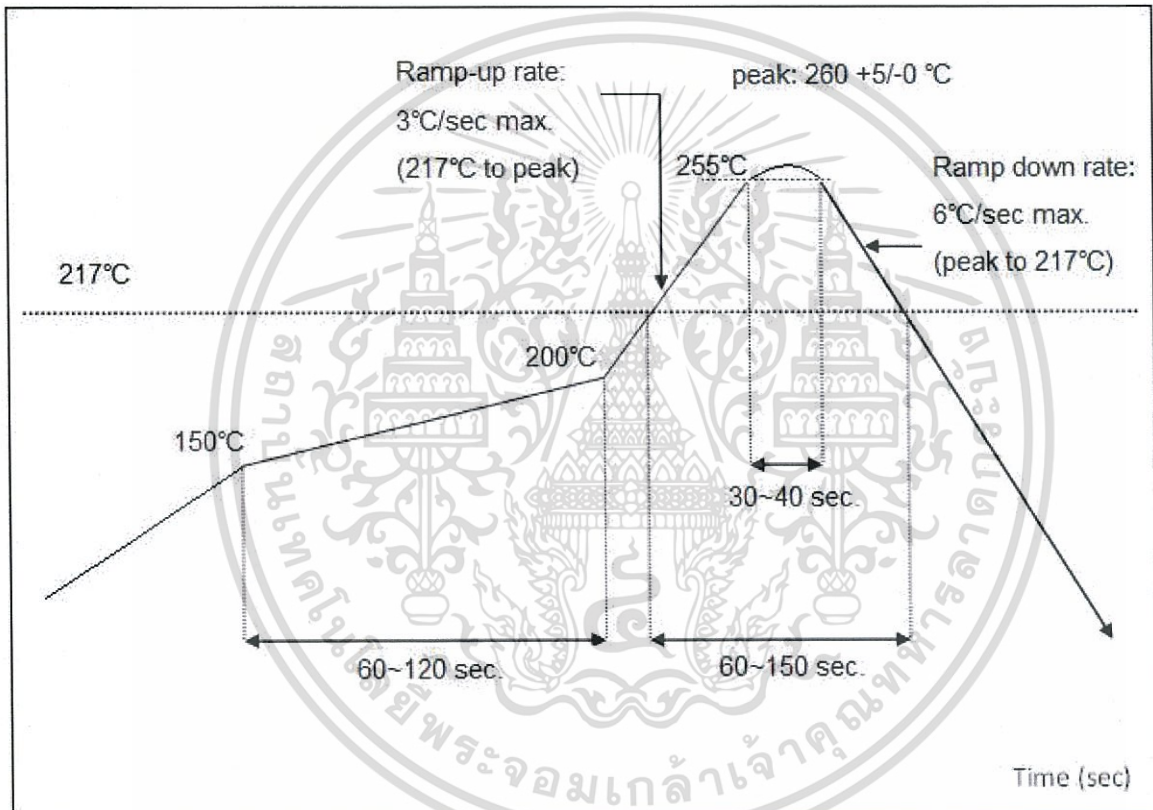
Peak temperature : 260 +5/-0 °C

Ramp-down rate (peak to 217°C) : 6°C/sec. max.

Time 25°C to peak temperature : 8 minutes max.

Cycle interval : 5 minutes

FIGURE 5-7: Reflow profile

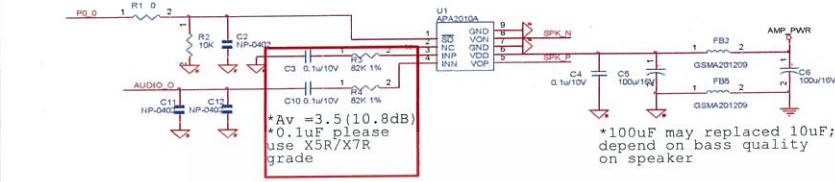
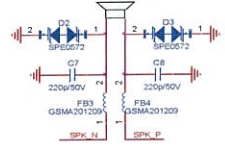


\* For reference.

BM90 module was assembled using standard lead-free reflow profile IPC/JEDEC J-STD-020. The module can be soldered to the main PCB using standard leaded and lead-free solder reflow profiles. To avoid damaging of the module, the recommendations are listed as follows:

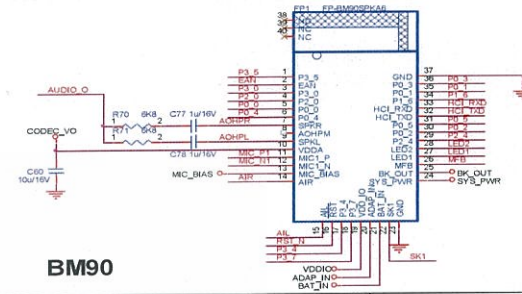
- Refer to Microchip Technology Application Note AN233 Solder Reflow Recommendation (DS00233) for the soldering reflow recommendations
- Refer to the solder paste data sheet for specific reflow profile recommendations
- Use no-clean flux solder paste
- Do not wash as moisture can be trapped under the shield
- Use only one flow. If the PCB requires multiple flows, apply the module on the final flow

### SPEAKER OUTPUT PATH



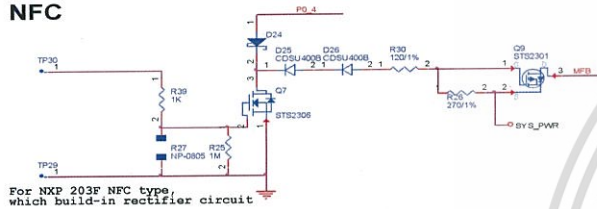
\*AMP GND should be layout out independently

### Single-ended input mode AMP



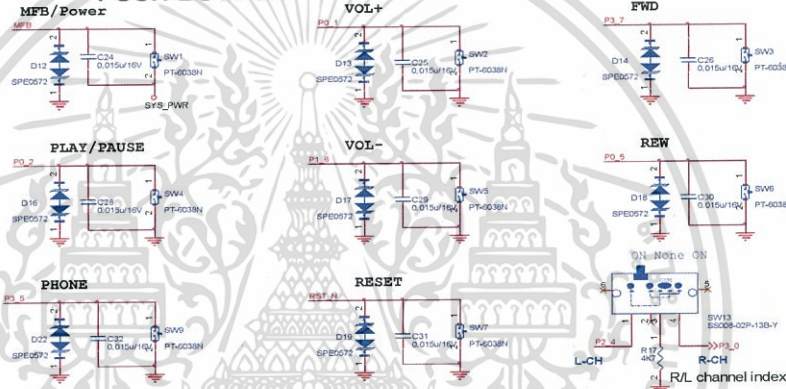
### BM90

### NFC



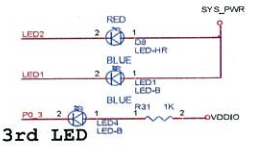
For NXP 203F NFC type, which build-in rectifier circuit

### PUSH BUTTON

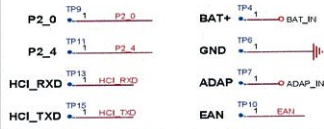


All ESD diodes in this schematics are reserved for testing and can be removed if ESD can be pass without adding it.

### LED



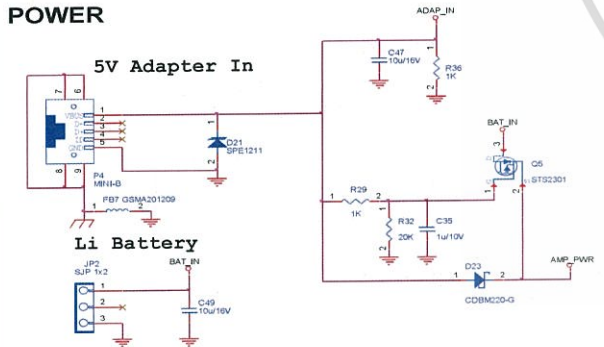
### For FWEEP update



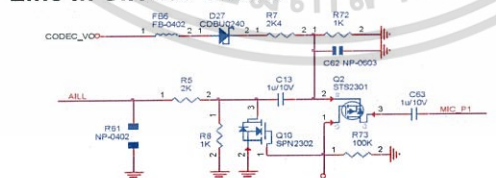
### GPIO vs. APPLICATION FUNCTION

P00	Audio AMP Enable
P01	Volume up
P02	Play/Pause
P03	3rd LED / DRC INDICATION
P04	NFC
P06	REW
P16	Volume down
P20	System Configuration
P24	System Configuration / N_SPK Role / L-CH
P30	N_SPK Role / R-CH
P34	SLIDE SWITCH
P37	FWD
P36	Phone
SK1	Line-in detection

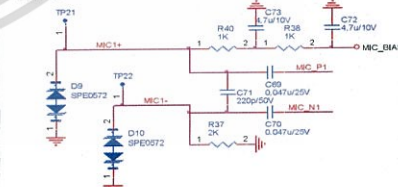
### POWER



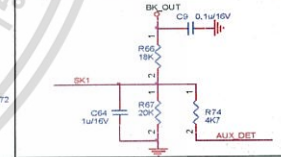
### Line In Silence Detect



### MIC



### LINE-IN DETECTION



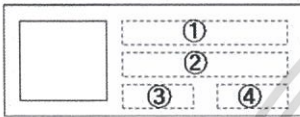
# BM90 Module

## 7.0 PACKING INFORMATION

### 7.1 QR code label information



Label Size: 15±1.5 mm \* 6±1.5 mm



- ① Device Name: BMxxxxxxxx (12 digits)
- ② MAC ID: xxxxxxxxxxx (12 digits)
- ③ Date Code: xxxx (4 digits)
- ④ Customer Code No: xxxxxx (6 digits)

Customer Part No example: BM90SPKA6NBB-C58096

↓ ↓  
Device Name Customer code no.

Module Weight

(Test condition: module with QR label)

0.95g ± 10%

## 7.2 Storage standard

1. Calculated shelf life in sealed bag: 24 months at < 40 °C and <90% relative humidity (RH)
2. After bag is opened, devices that will be subjected to reflow solder or other high temperature process must be Mounted within 168 hours of factory conditions <30°C/60% RH

# BM90 Module

## 7.3 Ordering Information

Device	Module		Order Number
	Size	Shipment Method	
<b>BM90SPKA6NBB</b> Bluetooth 3.0 EDR Wireless Speaker Module	29*15 mm	Tray	

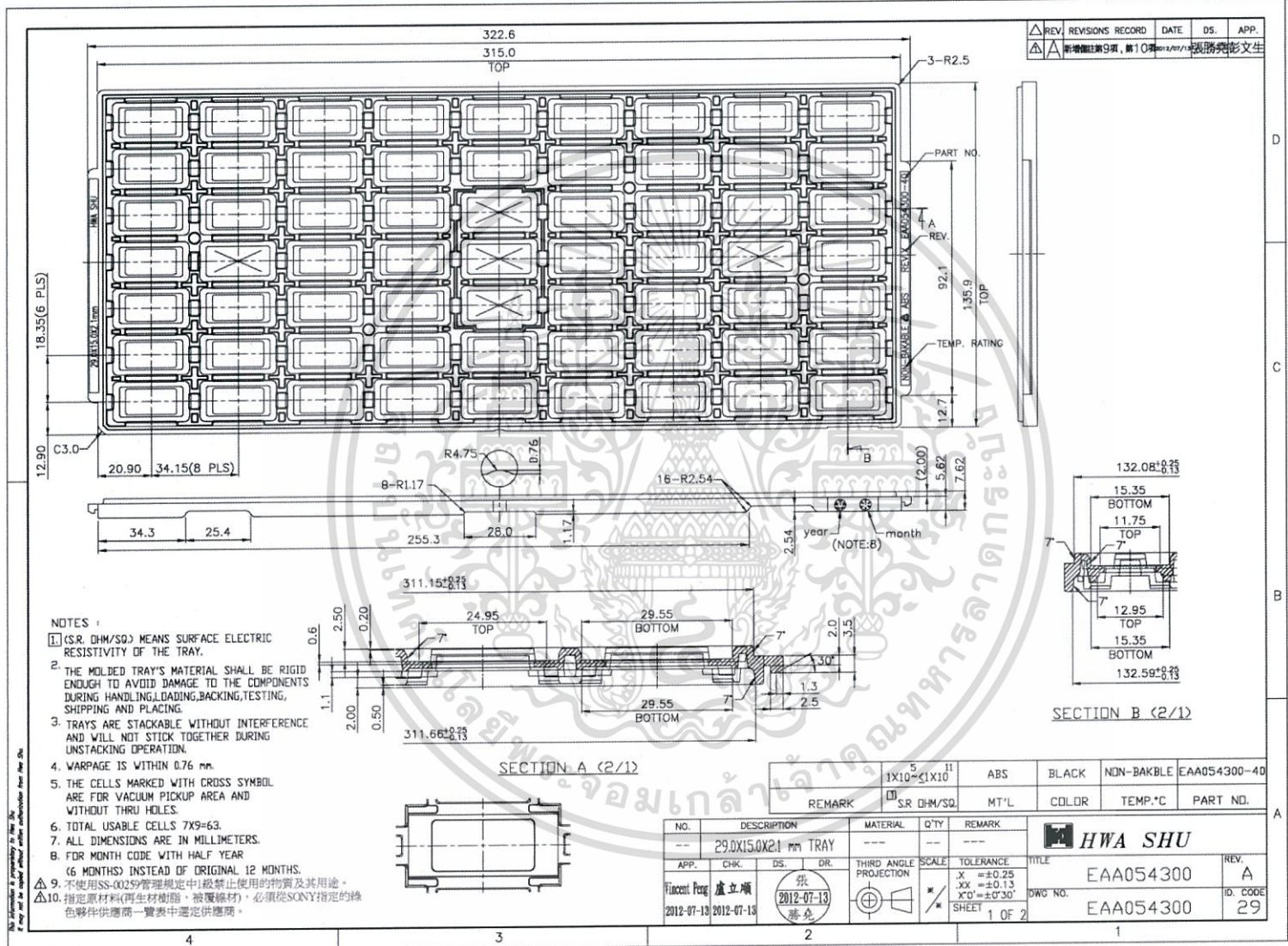
**Note:**

Minimum Order Quantity is 630pcs Tray.

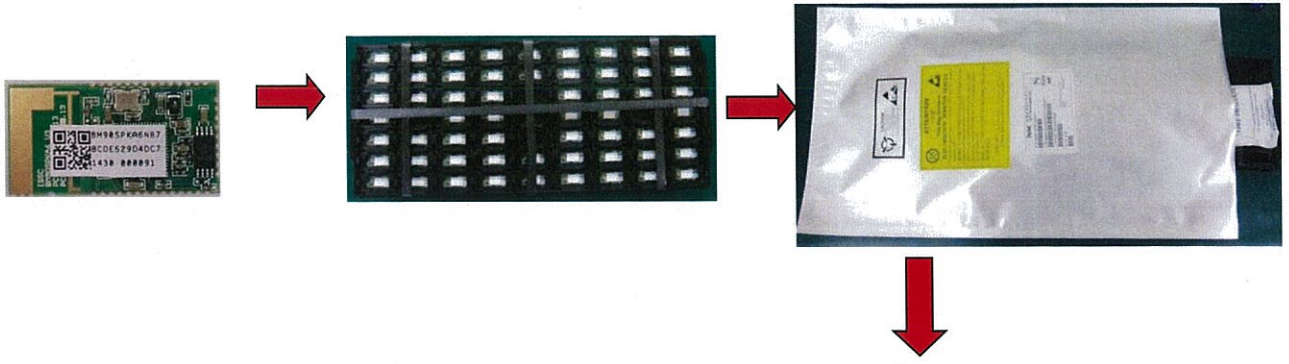


# BM90 Module

## 7.4 Tray Dimensions

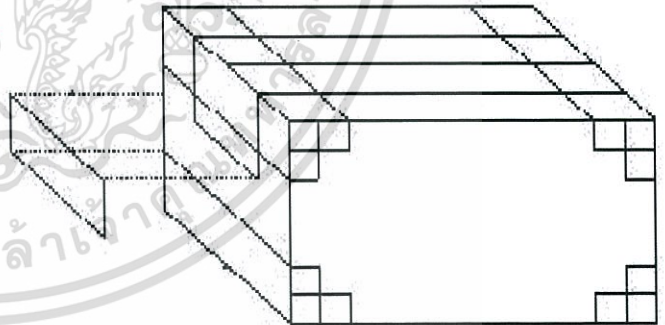


## 7.5 Packing Method



Inner box: Q'ty (630 Pcs)  
Dimensions: 36\*16\*9.5 cm

Bar Code Label Example  
**P/N:** Part No.(device name)  
**C/N:** Customer Part No.(Part no. - customer code no.)  
**Lot No:** Lot ID  
**Q'ty:** box or Carton Module's Q'ty



Carton: Q'ty (3780 Pcs)  
Dimensions: 38\*35\*30 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้