



รายงานสหกิจศึกษาบับสมบูรณ์

อินเตอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพี
Interface for IP Radio Remote Controller

นายภัทร บุรณะ
นายภาณุพงศ์ ทรงแสงจันทร์

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

อินเตอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพี
Interface for IP Radio Remote Controller

นายภัทร์ บุรณะ

นายภาณุพงศ์ ทรงแสงจันทร์

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา อินเตอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพี

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายภัทร์ บุรณะ

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายภาณุพงศ์ ทรงแสงจันทร์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ผศ.เกรียงไกร สุขสุด

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ อ.ชินภัทร นันทจิวารัชย์

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายสุวัฒน์ ศรีทองคำ

สถานประกอบการ บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด

บทคัดย่อ

โครงการเรื่อง อินเตอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุแบบไอพี เป็นโครงการที่จัดทำขึ้นเพื่อเป็นส่วนสนับสนุนเครื่องควบคุมวิทยุโดยใช้ไอพีซึ่งมีบทบาทในการควบคุม สั่งการ และจัดแจงข้อมูลให้กับวิทยุที่อยู่ในระยะไกล อินเตอร์เฟสชิ้นนี้ประกอบด้วย LEMO 10 Pin ทั้งหมด 2 Port, Type B USB Plug แบบ Audio CODEC 1 Port และ DB-9 Serial Port จำนวน 1 Port สามารถรับแรงดันเลี้ยงวงจรได้ในช่วง 15 – 40 VDC อินเตอร์เฟสจะทำหน้าที่แปลงเสียงสัญญาณอนาล็อกจากไมโครโฟนเป็นชุดข้อมูลดิจิทัลในรูปแบบของโปรโตคอล USB เพื่อใช้กับเครื่องควบคุมและแปลงสัญญาณที่ได้รับเข้ามาในเครื่องควบคุมซึ่งเป็นรูปแบบดิจิทัลโปรโตคอล USB ไปเป็นสัญญาณเสียงอนาล็อกสำหรับผู้ควบคุม อีกทั้งยังเป็นส่วนที่ต่อประสานสัญญาณ PTT (Push to Talk) จากผู้ควบคุมไปยังเครื่องควบคุม ซึ่งเป็นสัญญาณที่วิทยุจำเป็นต้องได้รับจากเครื่องควบคุมเพื่อยืนยันการส่งสัญญาณเสียงออกไป โดยรับมาจาก Handset ของผู้ควบคุมและส่งผ่านเข้าไปทาง COM Port 3 ของเครื่องควบคุม ในรูปแบบโปรโตคอล RS-232 นอกจากนี้อินเตอร์เฟสชิ้นนี้ยังเป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานปรับกำลังขยายของวงจรขยายไมโครโฟน รวมไปถึงการให้แรงดันไบอัสไมโครโฟน ให้เหมาะสมกับชนิดของไมโครโฟนที่นำมาใช้ และยังเป็นตัวกำหนดลำดับความสำคัญของไมโครโฟนทั้งสอง channel เพื่อให้ได้มาตรฐานสำหรับผู้ควบคุมจราจรทางอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: Interface for IP Radio Remote Controller

Student intern name: Phat Burana

Student intern name: Panupong Songsaengchan

Faculty: Engineering

Department: Electronics Engineering

Advisor name: Asst. Prof. Kriangkrai Sooksood

Advisor name: Chinnapat Nantajiwakornchai

Mentor name: Suwat Srithongkam

Company: Aeronautical Radio of Thailand LTD.

ABSTRACT

Interface for IP Radio remote Controller is an interface that made to be the supporting component of the IP Radio remote controller which controls the radio remotely. The interface consists of; 2 10-Pin LEMO Connectors, 1 Type B Audio CODEC USB Plug and 1 DB-9 Serial communication port and operates with the voltage ranges between 15 – 40 VDC. The interface's main operation is to convert Headset or handset's analog voice signal into a USB Protocol Data stream for the Remote Controller Unit and vice versa, the interface also passes through the PTT (Push to Talk) signal from the User's Handset into the Controller Unit's DB-9 Serial communication port (Designated as COM3) in the format of RS-232 Protocol. Additionally, the interface also provided the user the option to adjust the MIC Preamp's Gain along with the MIC's Biasing voltage in order to suit the connected microphone's type, Furthermore, the interface also responsible for defining the priority of the two microphone channels to suit the air traffic controlling standards

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิศวกรรมสหกิจศึกษา “อินเตอร์เฟซสำหรับควบคุมวิทยุประเภทไอพี (Interface for IP Radio Remote Controller)” ที่ได้ร่วมจัดทำกับบริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทยจำกัด ได้รับการช่วยเหลือตลอดระยะเวลาที่ดำเนินงานตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเป็นชิ้นงาน และสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จากบุคคลากรของบริษัทหลายๆท่าน รวมถึงหน่วยงานอื่น ที่คอยให้การช่วยเหลือเรื่องอุปกรณ์และคำปรึกษา

ขอบคุณ คุณสุวัฒน์ ศรีทองคำ ผู้นิเทศงานที่ให้ความรู้ทางด้านงานวิศวกรรมต่างๆ และคอยแนะนำวิธีการปฏิบัติตนในการทำงาน ทดลองงานเหมือนการปฏิบัติงานจริง

ขอบคุณ คุณมานะ ลัทธวิชพันธ์, คุณสมเกียรติ แก้วไชยะ, คุณภาณุวัฒน์ บุขารัตนกุล ที่คอยเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำตลอดการทำโครงการ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอบคุณครอบครัวของคณะผู้จัดทำที่คอยสนับสนุนการทำโครงการครั้งนี้และคอยให้กำลังใจมาโดยตลอด และเพื่อนๆร่วมโครงการทุกคน

ทั้งนี้คณะผู้จัดทำหวังว่าโครงการวิศวกรรมเล่มนี้จะมอบประโยชน์และความรู้ให้แก่ผู้อ่านที่สนใจงานเกี่ยวกับเรื่องนี้ไม่มากก็น้อย หากโครงการเล่มนี้มีข้อผิดพลาดประการใด คณะผู้จัดทำขอน้อมรับคำติชมและความผิดพลาดนั้นไว้ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการแก้ไขต่อไป และขอภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ภัทร์ บุรณะ

ภาณุพงศ์ ทรงแสงจันทร์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VI
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	1
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ส่วนต่อประสาน (interface)	3
2.2 โคเดก (Codec)	5
2.3 Delta-Sigma	5
2.4 วงจรรวม PCM2912	7
2.5 สัญญาณ Push to Talk	8
2.6 วงจรรวม LM2575	9
2.7 วงจรรวม LTC4416	10
2.8 วงจรรวม MAX9814	12
2.9 อินเทอร์เน็ตโพรโตคอล (Internet Protocol: IP)	15
2.10 ยูเอสบี (Universal Serial Bus)	16
2.11 RS232 in DB9 (Serial Com Port)	18
2.12 การเข้ารหัสสัญญาณ (Line coding)	24
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	27
3.1 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลักที่ใช้ภายในวงจร	27
3.2 แผนภาพการทำงาน	28
3.3 ข้อกำหนดคุณสมบัติในการออกแบบวงจร	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 บล็อกไดอะแกรม	29
3.5 การออกแบบชิ้นงาน	30
3.6 การออกแบบวงจร	31
บทที่ 4 ผลการวิจัย	41
4.1 แผงวงจรจริงที่ออกแบบได้และลงอุปกรณ์	41
4.2 การทำงานของส่วนแหล่งจ่ายไฟฟ้าในวงจร	42
4.3 การทำงานของส่วนสัญญาณควบคุม	42
4.4 การทำงานของส่วนจัดลำดับความสำคัญของอินพุตทั้งสองช่องทาง	43
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	45
5.1 สรุปผลการวิจัย	45
5.2 ข้อเสนอแนะ	45
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การทำงานของLCT4416ในการจัดการแหล่งจ่ายไฟ	12
2.2 คุณสมบัติของขา IPv4 ในรูปแบบ RJ45	15
2.3 พินขาออกของหัวต่อ USB มาตรฐาน	17
2.4 คุณสมบัติต่างๆของ RS232	19
2.5 ขาของ RS232 ชื่อสัญญาณและทิศทางของสัญญาณ	20
3.1 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลักที่ใช้ในวงจร	27
3.2 ข้อกำหนดคุณสมบัติที่ต้องการในการออกแบบวงจร	28
4.1 การทำงานของแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ออกจากLTC4416	42
4.2 ผลการทดสอบสัญญาณควบคุมจากคอมพิวเตอร์	43



สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การแปลงสัญญาณแบบ ADC	5
2.2 การแปลงสัญญาณแบบ DAC	5
2.3 โครงสร้างภายในของ Delta-Sigma ADC	6
2.4 โครงสร้างภายในของวงจรรวม PCM2912 USB Audio CODEC	7
2.5 รูปแบบการสนทนาในลักษณะ Half Duplex	8
2.6 โครงสร้างภายในของชิพวงจรรวม LM2575	9
2.7 ลักษณะการต่อ LTC4416 ในการใช้งานสับเปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟฟ้า	11
2.8 โครงสร้างภายในของชิพวงจรรวม MAX9814	12
2.9 รูปกราฟสัญญาณทางออกของวงจรถยาย	13
2.10 การทำงานของวงจรถาย AGC และจุดทำงานทั้งสามจุด	14
2.11 สัญลักษณ์ของยูเอสบี	16
2.12 ปลั๊ก USB มาตรฐาน	17
2.13 ตัวอย่างการเชื่อมต่อแบบ RS232 ของเครื่องมือวัดอุตสาหกรรมกับคอมพิวเตอร์	18
2.14 ขาและพอร์ตการเชื่อมต่อ RS232 แบบมาตรฐานทั่วไป	20
2.15 แรงดันระดับสัญญาณของ RS232 และ ไอซีดีจิตอล	22
2.16 รูปการเข้ารหัสสัญญาณแบบต่างๆ	24
2.17 สัญญาณ NRZ-M	25
2.18 สัญญาณ RZ	25
2.19 รูปสัญญาณ Biphase	26
2.20 สัญญาณแบบไบโพลาร์	26
3.1 แผนภาพการทำงานของระบบ Voice Communication System (VCS)	28
3.2 บล็อกไดอะแกรมของวงจรถายอินเตอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพี	29
3.3 โครงร่างชิ้นงานของกล่องอินเตอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพี	30
3.4 วงจรถายอินเตอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบ ส่วนที่ 1	31
3.5 วงจรถายอินเตอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบ ส่วนที่ 2	32
3.6 วงจรถายอินเตอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบ ส่วนที่ 3	33
3.7 วงจรถายอินเตอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบ ส่วนที่ 4	34
3.8 วงจรถายอินเตอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบ ส่วนที่ 5	36

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.9 วงจรอินเทอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบ ส่วนที่ 6	37
3.10 หน้าต่างซอฟต์แวร์ที่ใช้ควบคุมการปล่อยแรงดันไบอัสไมโครโฟน	38
3.11 วงจรอินเทอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบได้บน PCB	38
3.12 วงจรอินเทอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบได้บน PCB ด้านบน	39
3.13 วงจรอินเทอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบได้บน PCB ด้านล่าง	40
4.1 แผ่นวงจรออกแบบได้และรายละเอียดลงอุปกรณ์	41
4.2 โครงสร้างของชิพสวิตช์ JC5R	43



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

จากการที่ได้ร่วมฝึกงานกับ บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด ที่เกี่ยวข้องกับระบบสื่อสารการเดินอากาศ ซึ่งเป็นระบบงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องรับ-ส่งวิทยุโดยส่วนใหญ่ ในการควบคุมจราจรทางอากาศ ระบบสื่อสารการเดินอากาศ เป็นระบบงานหลักที่สำคัญระบบหนึ่ง เนื่องจากการให้บริการควบคุมจราจรทางอากาศ ต้องมีการติดต่อ ประสานงานระหว่างกัน จึงต้องมีอุปกรณ์ที่ช่วยในการติดต่อสื่อสารอย่างเช่น อุปกรณ์ที่ช่วยติดต่อกันระหว่างเครื่องรับ-ส่งวิทยุที่สามารถเลือกความถี่ได้ แต่เนื่องด้วยราคาสินค้าที่นำมาใช้ค่อนข้างสูงและต้องซื้อเป็นชุดรวมกันไม่สามารถซื้อแยกได้ จึงเป็นจุดเริ่มต้นของการทำโครงการงาน อินเทอร์เน็ตสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพี ขึ้นมาเพื่อช่วยในการเชื่อมต่ออุปกรณ์สื่อสารอย่างเช่น ไมโครโฟน หูฟัง ได้อย่างอิสระและยังมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ที่สำคัญที่สุดคือประหยัดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้ออุปกรณ์ได้อีกด้วย ทั้งนี้ก็ต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของชิ้นงานด้วยในการใช้งานจริงร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาและออกแบบวงจรอินเทอร์เน็ตเฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีให้ได้คุณสมบัติตามที่กำหนด
- 2) เพื่อศึกษาหลักการการทำงานของวงจรและการวิเคราะห์สัญญาณในวงจร
- 3) เพื่อฝึกฝนการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ บนโปรแกรม Altium Design
- 4) เพื่อเรียนรู้และเข้าใจถึงปัญหาที่พบจากการทำชิ้นงาน ตลอดจนการหาวิธีการแก้ไข ปัญหาและป้องกันปัญหานั้นๆ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาและออกแบบอินเทอร์เน็ตเฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่สามารถเชื่อมต่อ เพื่อควบคุม ส่งและรับสัญญาณเสียงกับเครื่องวิทยุผ่านซอฟต์แวร์บนคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

หัวข้อ	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. กำหนดหัวข้อโครงการ	←→															
2. ศึกษาหลักการทำงานและร่างแผนภาพของอุปกรณ์		←→														
3. เลือกอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้งานในวงจรพร้อมการคำนวณค่า				←→												
4. ออกแบบลายวงจรบนโปรแกรม Altium Design					←→											
5. ส่งและรอแผ่นวงจรกับอุปกรณ์ต่างๆจากโรงงาน										←→						
6. ลงอุปกรณ์ ทดสอบการทำงาน และประกอบชิ้นงานให้สมบูรณ์													←→			
7. จัดทำการนำเสนองาน												←→				

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) อุปกรณ์หูฟัง ไมโครโฟนสามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตเฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีและส่ง-รับผ่านซอฟต์แวร์บนคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 2) สามารถติดตั้งซอฟต์แวร์บนคอมพิวเตอร์และเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพี เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารผ่านเครื่องรับส่งวิทยุ ณ ที่ใดๆ
- 3) ประหยัดพื้นที่และค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้ออุปกรณ์ใหม่ที่จะนำมาติดตั้ง ซึ่งมีราคาแพง

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ส่วนต่อประสาน (Interface)

ส่วนต่อประสาน (interface) หมายถึง สิ่งที่มีไว้ให้ผู้ใช้ใช้ในการกระทำกับระบบหรือสิ่งของต่างๆ ซึ่งอาจจะเป็นคอมพิวเตอร์ เครื่องจักร เครื่องกล อุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าใดๆ หรือระบบที่มีความซับซ้อนอื่นๆ เพื่อให้สิ่งๆนั้นทำงานตามความต้องการของผู้ใช้

ส่วนต่อประสานสามารถจัดได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ได้แก่

- ส่วนที่นำข้อมูลเข้า หรือส่วนสั่งงาน เรียกว่า อินพุต (input)
- ส่วนที่แสดงผลลัพธ์ หรือส่วนที่ไว้รอคำสั่งจากผู้ใช้ เรียกว่า เอาต์พุต (output)

การใช้งานระบบใดที่มีความสลับซับซ้อน จะมีหลักการทำงานพื้นฐานอยู่ 3 ส่วนคือ ส่วนอินพุต (input) ส่วนการประมวล (process) และส่วนเอาต์พุต (output) ซึ่งส่วนการนำเข้าและส่วนแสดงผลลัพธ์เป็นส่วนที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้โดยตรงจึงเรียกว่า ส่วนต่อประสาน

ตัวอย่างของส่วนต่อประสานเช่น เครื่องคิดเลข จะมีส่วนอินพุตคือแป้นตัวเลข 0-9 และเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ ผู้ใช้จะต้องกดหมายเลขที่ต้องการคำนวณผลผ่านแป้นตัวเลขนั้น และเมื่อเครื่องคิดเลขทำการประมวลผลเสร็จสิ้น ก็แสดงผลลัพธ์ออกมาบนหน้าจอ LED ซึ่งเป็นส่วนของเอาต์พุต หรือเช่น รถยนต์ จะมีพวงมาลัยและคันเร่งไว้ให้ผู้ขับสามารถบังคับทิศทางและเร่งความเร็ว ซึ่งส่วนนี้คือส่วนของอินพุต ส่วนหน้าปัดบอกความเร็วหน้าปัดบอกน้ำมันคงเหลือคือส่วนของเอาต์พุต ซึ่งจะช่วยให้ผู้ขับได้รู้ถึงสถานะของรถยนต์ที่ตนเองขับขี้อยู่

2.1.1 ความเหมาะสมต่อการใช้งาน

ในเรื่องของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ มีศาสตร์หนึ่งที่เป็นส่วนระบุถึงคุณภาพของส่วนติดต่อกับผู้ใช้เรียกว่า ความเหมาะสมต่อการใช้งาน หรือ Usability

เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน กล่าวคือสามารถใช้งานได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว โดยศาสตร์ของความเหมาะสมต่อการใช้งาน จะมีความเกี่ยวข้องกับด้าน จิตวิทยา และ สรีรวิทยา เป็นหลัก ซึ่งจิตวิทยาจะช่วยให้นักออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ สามารถคิดระบบระเบียบขั้นตอนวิธีการใช้งานที่ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานอุปกรณ์ได้สะดวกและง่ายต่อการทำความเข้าใจ ส่วนสรีรวิทยาจะช่วยในการออกแบบให้อุปกรณ์นั้นเหมาะสมต่อกับใช้ในด้านสรีระ เช่น ความสะดวกต่อการจับถือ เป็นต้น

2.1.2 ข้อกำหนดสำคัญของมาตรฐานอินเทอร์เน็ตเฟส

คุณลักษณะของมาตรฐานอินเทอร์เน็ตเฟสประกอบด้วยข้อกำหนดสำคัญ 4 ประการ คือ

2.1.2.1 ข้อกำหนดทางกลไก (Mechanical Specification)

เป็นข้อกำหนดทางกายภาพที่ใช้กำหนดรายละเอียดของปลั๊กหรือคอนเน็กเตอร์ที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อ ว่ามีรูปร่างและขนาดของคอนเน็กเตอร์เป็นแบบใด มีหัวเข็มจำนวนกี่หัว เพื่อให้ผู้ผลิตสามารถผลิตตามมาตรฐานและนำไปเชื่อมต่อสื่อสารกันได้ โดยคอนเน็กเตอร์หรือปลั๊กจะมีทั้งแบบตัวผู้และตัวเมีย และข้อกำหนดทางกลไกนี้จะแสดงถึงการเชื่อมต่อทางกายภาพที่แท้จริงระหว่างอุปกรณ์ DTE และ DCE

2.1.2.2 ข้อกำหนดทางไฟฟ้า (Electrical Specification)

เป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับระดับสัญญาณเพื่อใช้แทนข้อมูลไบนารี 1 หรือ 0 ระดับสัญญาณตั้งแต่ระดับใดถึงระดับใดจะใช้แทนข้อมูล 1 หรือ 0 โดยทั้งอุปกรณ์ DTE และ DCE จะต้องใช้รูปแบบการเข้ารหัสชนิดเดียวกัน เช่น การเข้ารหัสแบบ NRZ-L ทั้งนี้ข้อกำหนดทางไฟฟ้ายังเกี่ยวข้องกับอัตราข้อมูล (Data Rate) ซึ่งแทนอัตราความเร็วในการรับส่งสัญญาณและระยะทางเป็นสิ่งสำคัญ

2.1.2.3 ข้อกำหนดด้านฟังก์ชันการทำงาน (Functional Specification)

เป็นข้อกำหนดเกี่ยวข้องกับสายสัญญาณที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ DTE และ DCE โดยแต่ละหัวเข็มจะส่งสัญญาณอะไรบ้าง ซึ่งจะปฏิบัติสิ่งที่ได้รับมอบหมายไว้ในวงจรการแลกเปลี่ยนข้อมูลของแต่ละวงจร ที่มีการจัดแบ่งหมวดหมู่ในส่วนของข้อมูล (Signal Circuit) การควบคุม (Control Circuit) เวลา (Timing Circuit) และอิเล็กทรอนิกส์กราวด์ (Electrical Ground)

2.1.2.4 ข้อกำหนดด้านขั้นตอนการทำงาน (Procedural Specification)

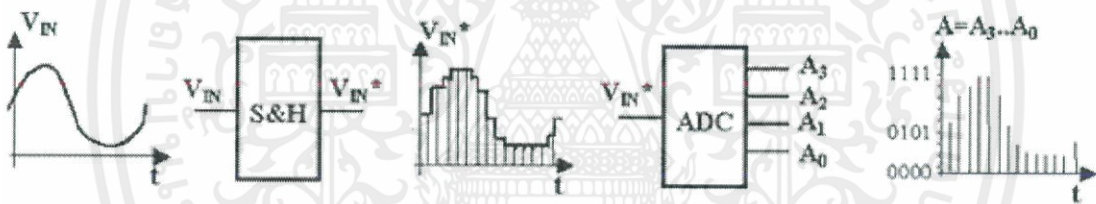
เป็นข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนและกระบวนการที่ใช้สำหรับติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ DTE และ DCE ว่ามีขั้นตอนการติดต่อสื่อสารกันอย่างไร มีการควบคุมจังหวะและการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันอย่างไร

2.2 โคเดก (Codec)

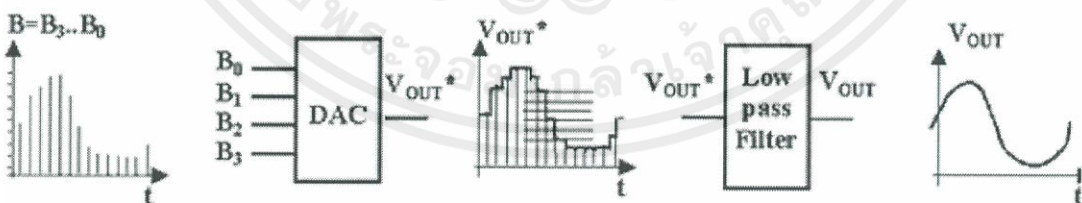
โคเดก (codec) ย่อมาจาก coder-decoder หรือ compressor-decompressor ซึ่งหมายถึงกลไกของฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ เพื่อเข้ารหัสหรือถอดรหัส หรือบีบอัดและคลายข้อมูล โดยโคเดกจะสามารถใช้กับข้อมูลที่เป็น 오디오 ข้อความ และวิดีโอ ซึ่งเราจะใช้โคเดกทำงานร่วมกับแทริกเสียง ข้อความที่เป็นซิปไดเทิลและวิดีโอ ในแอปพลิเคชันการประชุมผ่านระบบวิดีโอ และการถ่ายทอดสื่อต่าง ๆ ด้วยกลไกสตรีมมิ่ง ทั้งนี้ผู้ใช้อาจพบว่า คลิปวิดีโอบางไฟล์ที่ดาวน์โหลดมาจะมีการร้องขอโคเดกเฉพาะบางตัวก่อนที่จะสามารถเล่นไฟล์ได้

2.3 Delta-Sigma

สัญญาณทางไฟฟ้าจำแนกได้เป็น 2 ชนิดคือ 1.สัญญาณอนาลอก และ 2.สัญญาณดิจิทัล ในระบบดิจิทัลจะมีแต่ Logic 0 และ Logic 1 ในกรณีที่เราจะเอาสัญญาณอนาลอกเข้ามาประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เราจำเป็นต้องแปลงสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิทัลเสียก่อน ตัวแปลงสัญญาณที่พบบ่อยก็คือ ADC



ภาพที่ 2.1 การแปลงสัญญาณแบบ ADC



ภาพที่ 2.2 การแปลงสัญญาณแบบ DAC

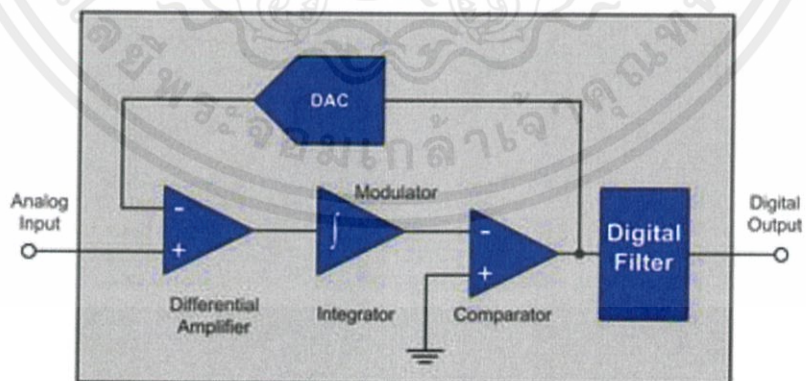
ADC (Analog-to-Digital Converters) แปลอย่างตรงตัวคือ ตัวแปลงสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิทัล การแปลงสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิทัลมีด้วยกันหลายวิธี เช่น Delta-Sigma

Delta-sigma เป็นการแปลงสัญญาณที่มีความละเอียดสูง เป็นการแปลงที่ถือว่าเป็นอุดมคติ (Ideal) และทำงานได้หลายย่านความถี่ ตั้งแต่สัญญาณ DC ไปจนถึงหลัก MHz การทำงานของ Delta-Sigma ADC สัญญาณอินพุตจะถูก Oversample โดยตัว Modulator หลังจากนั้นจะนำสัญญาณมากรองอีกทีเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องมากขึ้นโดย Digital Filter จึงทำให้ได้ค่า ADC ที่มีความละเอียดสูง ที่เรทแซมปลิงต่ำ

เพราะว่า Delta-sigma ทำการ Oversample สัญญาณอินพุตจึงทำให้ได้สัญญาณเรียบขึ้น(Anti-aliasing) และในวงจรส่วน Digital Filter จะมีต้นทุนที่ต่ำกว่า Analog Filter โดยปกติแล้วความละเอียดสูงๆจากการแปลงแบบ Delta-sigma จะใช้ในทางด้านเสียง (audio), งานควบคุมในอุตสาหกรรม และ งานเครื่องมือวัด

โดยปกติแล้ว Delta-sigma จะรับสัญญาณความแตกต่างระหว่าง 2 อินพุต แทนที่จะเป็นการวัดโวลต์เทียบกราวด์ การวัดสัญญาณความแตกต่าง (Differential) ของอินพุตสามารถนำไปวัดเซ็นเซอร์แบบบริดจ์ เช่นเทอร์โมคัปเปิ้ลได้ Delta-sigma เป็นการแปลงสัญญาณที่แตกต่างกับ SAR การแปลงสัญญาณแบบ SAR จะเหมือนกับการวัดสัญญาณ ณ ตอนนั้น ส่วน Delta-sigma จะเหมือนกับค่าเฉลี่ยของสัญญาณไฟฟ้าใน 1 ช่วงเวลา

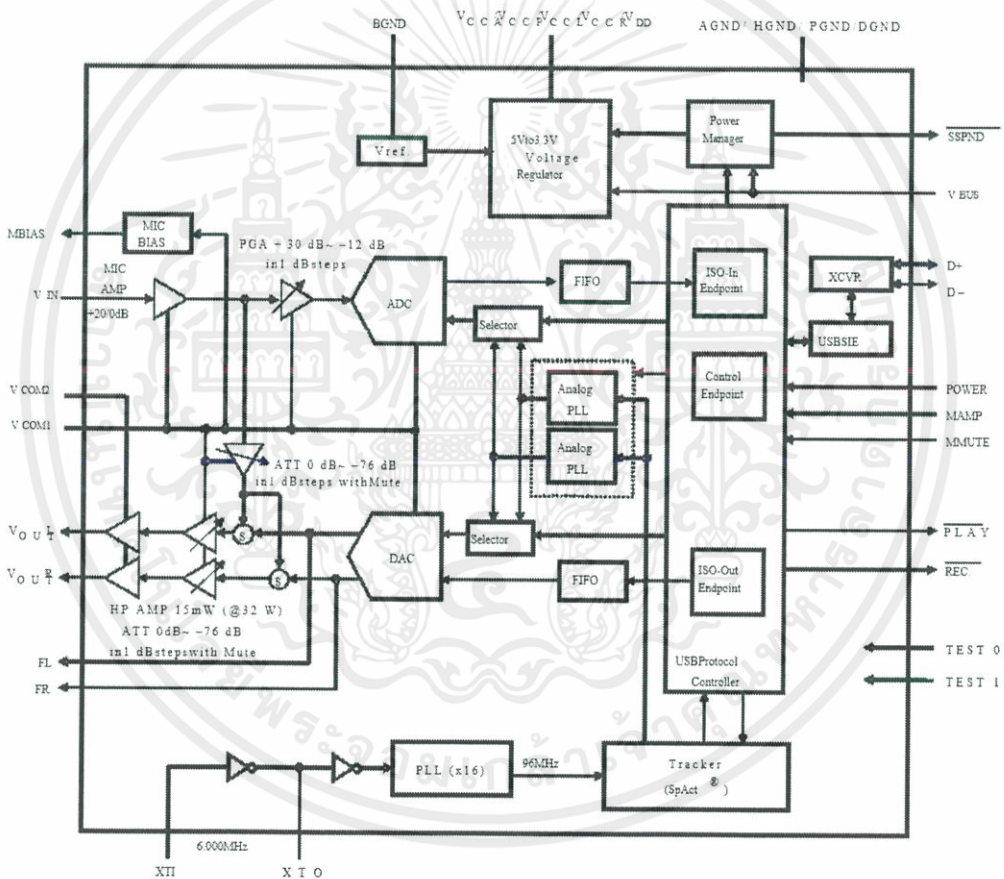
โดยส่วนมาก Delta-sigma จะมีบัฟเฟอร์และตัวขยาย (Programmable gain amplifiers) อยู่ในตัว บัฟเฟอร์จะมีอิมพีแดนซ์สูงเพื่อให้ตรงกับขาสัญญาณได้โดยไม่มีทำให้วงจรมีค่าอิมพีแดนซ์มีค่าผิดไปจากเดิม ดังนั้น Delta-sigma จึงสามารถใช้วัดสัญญาณที่มีขนาดเล็กได้ดี เช่นสัญญาณจากเทอร์โมคัปเปิ้ล เพราะมี PGA อยู่ในตัวสามารถปรับค่า gain ได้ตามความเหมาะสม



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างภายในของ Delta-Sigma ADC

2.4 วงจรรวม PCM2912

คือชิพวงจรรวม USB Audio CODEC ที่รับสัญญาณไมโครโฟนเข้ามาแปลงเป็นข้อมูลเสียง ส่วนของทางออกจะมี Endpoint แบบ Isochronous ซึ่งเป็นชนิดของรูปแบบของการส่งข้อมูลบน โพรโตคอล USB ที่ใช้กับข้อมูลที่คำนึงถึงระยะเวลาและความเร็วเป็นสำคัญ นั่นก็คือข้อมูลที่เป็นเสียง หรือวิดีโอ โครงสร้างภายในของวงจรรวมนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ ส่วนวงจร ADC ที่คอยทำหน้าที่ ในการแปลงข้อมูลสัญญาณเสียงที่มาจากไมโครโฟนซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อกให้เป็นรูปแบบสัญญาณ ดิจิตอลเพื่อส่งข้อมูลผ่าน USB และวงจร DAC ที่รับข้อมูลเสียงดิจิตอลมาจาก USB เพื่อแปลงกลับ เป็นสัญญาณเสียงอนาล็อกแบบสเตอริโอ หัวใจหลักของวงจรแปลงนี้คือหลักการของ Delta-Sigma



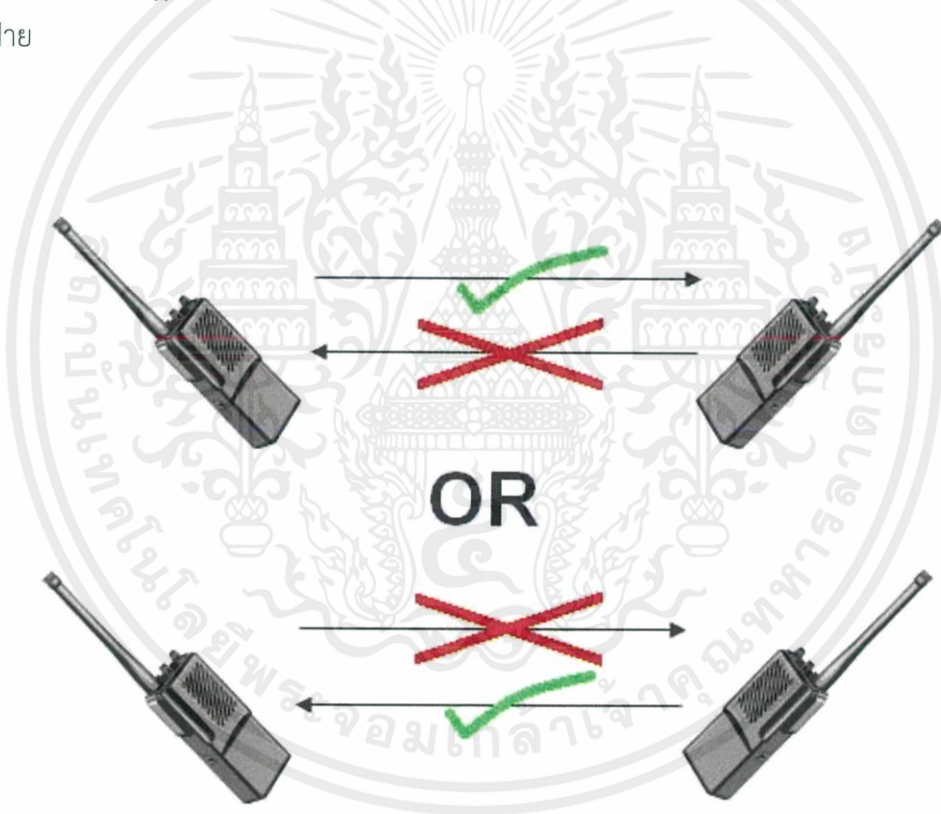
ภาพที่ 2.4 แสดงถึงโครงสร้างภายในของวงจรรวม PCM2912 USB Audio CODEC

2.5 สัญญาณ Push to Talk

Push to talk หรือที่รู้จักในอีกชื่อว่า Press to transmit เป็นรูปแบบการสื่อสารระหว่างสองผู้สนทนาในรูปแบบ Half duplex โดยใช้ปุ่มกดเพื่อเปลี่ยนจากการรับเสียงเป็นฝ่ายส่งสัญญาณ

2.5.1 Half Duplex

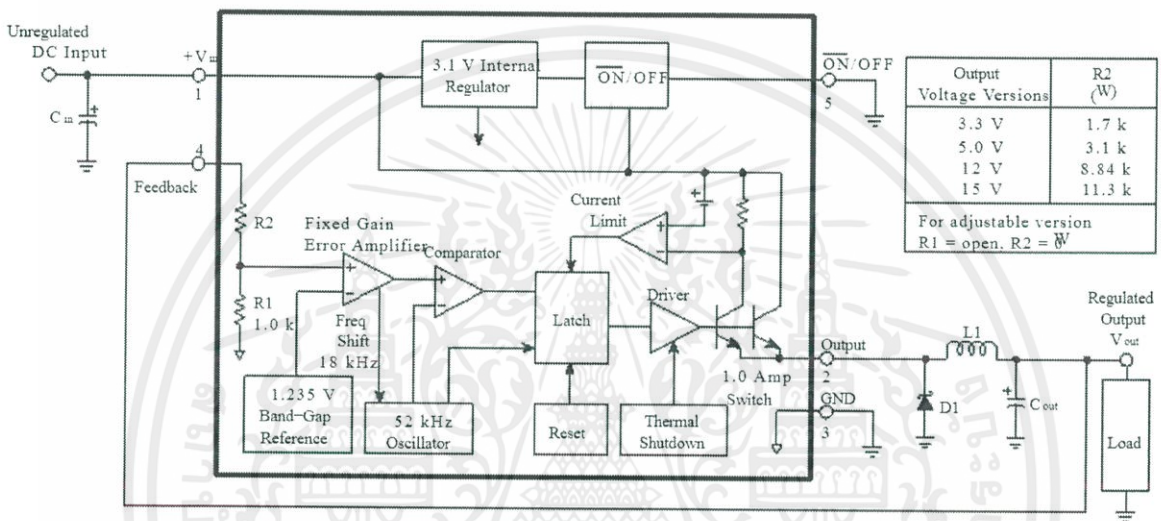
Half duplex เป็นการสื่อสารแบบสองทางแต่ส่งสัญญาณได้เพียงครั้งละหนึ่งทางเท่านั้น คือเมื่อฝ่ายสนทนาหนึ่งพูดขึ้น อีกฝ่ายจะไม่สามารถพูดแทรกเข้ามาได้ ข้อดีของการสนทนาแบบนี้คือการประหยัด Bandwidth เนื่องจากใช้ช่องสื่อสารเดียวในการสนทนา เพียงแต่สลับกันใช้งานระหว่างสองทาง ในทางปฏิบัติคือการใช้คลื่นความถี่เพียงความถี่เดียวเท่านั้นในการสนทนาระหว่างฝ่ายสนทนาสองฝ่าย



ภาพที่ 2.5 แสดงรูปแบบการสนทนาในลักษณะ Half Duplex

2.6 วงจรรวม LM2575

LM2575 เป็นวงจรควบคุมค่าแรงดันแบบ switching step-down (Buck Converter) ออกแบบมาเพื่อขับโหลดภาระขนาด 1A ได้ขณะที่ค่า line และ load regulation อยู่ในเกณฑ์ที่ดีเยี่ยม วงจรควบคุมแรงดันรุ่นนี้มีแบบที่ให้ค่าแรงดันทั้งหมด 5 แบบ คือ 3.3V, 5V, 12V, 15V และแบบปรับค่าแรงดันได้ โดย LM2575 มีช่วงรับไฟอินพุตได้ตั้งแต่ 8V – 40VDC



ภาพที่ 2.6 แสดงถึงโครงสร้างภายในของชิพวงจรรวม LM2575

2.7 วงจรรวม LTC4416

LTC4416 เป็นวงจรรวมที่ใช้ควบคุม P-Channel MOSFET ภายนอกจำนวนสองชุดเพื่อสร้างวงจรที่ทำหน้าที่สับเปลี่ยนชุดจ่ายพลังงานสองชุดในลักษณะที่เหมือนไดโอดในอุดมคติ เนื่องจากเมื่อ MOSFET มีการนำกระแสจากแหล่งจ่ายไปยังโหลดภาระ จะมีศักย์ไฟฟ้าคร่อมแค่เพียง 25mV เท่านั้นจึงสามารถนำแหล่งจ่ายพลังงานมากกว่าหนึ่งแหล่งจ่ายมา OR กันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.7.1 ลักษณะเฉพาะของ LTC4416

LTC4416 มีลักษณะเฉพาะในแต่ละขาที่ใช้ในงานนี้ดังนี้

V1: เป็นขาที่ใช้ดึงศักย์ไฟฟ้าของแหล่งจ่ายแรกไปประมวลผลภายใน

V2: เป็นขาที่ใช้ดึงศักย์ไฟฟ้าของแหล่งจ่ายที่สองไปประมวลผลภายใน

VS: เป็นขาที่ใช้ดึงศักย์ไฟฟ้าของแหล่งจ่ายทางออกไปประมวลผลภายใน

E1: ขาอินพุทของ Comparator ภายใน เมื่อศักย์ไฟฟ้าที่ขานี้เพิ่มขึ้นจนสูงกว่าค่า V_{ref} (1.2V) จะทำให้เกิดการเปิดแหล่งจ่ายไฟ V1 ด้วยการควบคุม MOSFET ที่ต่ออยู่กับขา G1 ให้นำกระแส

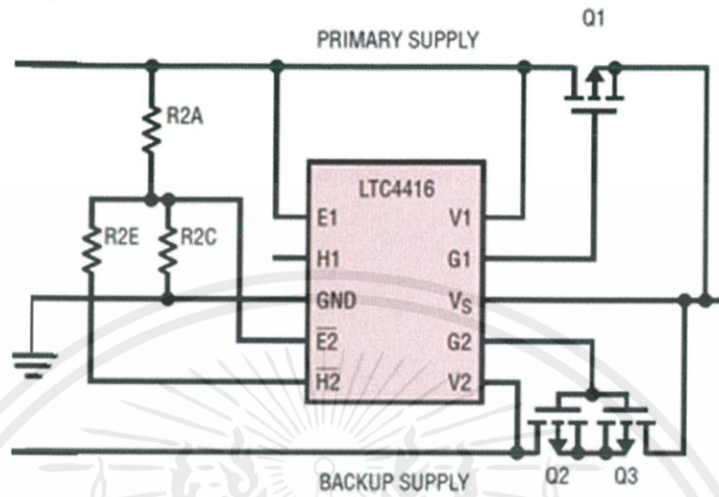
E2: ขาอินพุทของ Comparator ภายใน เมื่อศักย์ไฟฟ้าที่ขานี้ลดลงจนต่ำกว่าค่า V_{ref} (1.2V) จะทำให้เกิดการเปิดแหล่งจ่ายไฟ V2 ด้วยการควบคุม MOSFET ที่ต่ออยู่กับขา G2 ให้นำกระแส

H2: ขานี้จะมีค่าเป็น GND เมื่อ $E2 < V_{ref}$ และจะเป็นขาลอย (Impedance สูง) เมื่อ $E2 > V_{ref}$ ซึ่งจะเป็นการช่วยสร้างพฤติกรรมสำหรับการต่อวงจรตัวต้านทานภายนอกเพื่อกำหนดค่าใช้งาน

โดยการที่จะกำหนดว่าแหล่งจ่ายใดจะเป็นแหล่งจ่ายทางออกนั้น จะขึ้นอยู่กับ การตรวจจับค่าจากขา E1 และ E2 รวมกับว่าแหล่งจ่ายทั้งสองมีค่ามากกว่า VS ณ ขณะนั้นหรือไม่

2.7.2 หลักการทำงาน

หลักการทำงานของวงจรรวม LTC4416 จะขึ้นอยู่กับการใช้งานซึ่งในงานนี้ได้ใช้การต่อดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 แสดงถึงลักษณะการต่อ LTC4416 ในการใช้งานสลับเปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟฟ้า

ในการต่อลักษณะนี้จะส่งผลให้แหล่งจ่ายไฟฟ้า V1 เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักและ V2 เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง เนื่องจากเมื่อ V1 ปรากฏอยู่ E2 จะมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า Vref (ขึ้นอยู่กับค่าจำนวนชุดตัวต้านทานภายนอก) ส่งผลให้ G2 ไม่ปล่อยให้ MOSFET ชุดที่สองนำกระแส V2 ไปยังโหลดภาระได้

ส่วนการที่จะกำหนดช่วงค่าที่ V1 ยังสามารถจ่ายกระแสไปยังโหลดภาระได้นั้นสามารถกำหนดได้จากชุดตัวต้านทานที่มาต่อภายนอก อธิบายได้ตามสมการดังนี้

$$V_{Fail} = V_{ref} \times \frac{R2A + R2C}{R2C} \quad (2.7.1)$$

$$V_{Restore} = V_{ref} \times \frac{(R2A + (R2C // R2E))}{(R2C // R2E)} \quad (2.7.2)$$

โดยที่ V_{Fail} คือค่าศักย์ไฟฟ้าของ V1 ที่กำหนดให้สับเปลี่ยนไปใช้แหล่งจ่าย V2 แทน และ $V_{Restore}$ คือค่าศักย์ไฟฟ้าของ V1 ที่กำหนดให้สับเปลี่ยนจากแหล่งจ่ายไฟ V2 กลับไปใช้แหล่งจ่าย V1

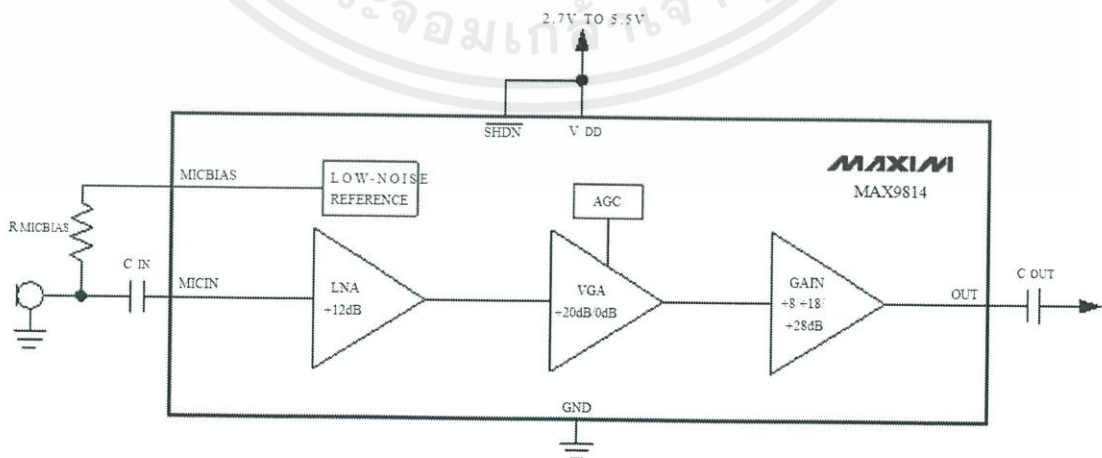
ตารางที่ 2.1 การทำงานของLCT4416ในการจัดการแหล่งจ่ายไฟ

โหมดการทำงาน			ชนิดของแหล่งจ่ายที่ออกจาก LTC4416
แหล่งจ่ายที่1	แหล่งจ่ายที่2	แรงดันที่ออกจากLTC4416	
OFF	OFF	0V	ไม่มี
OFF	ON	12V	แหล่งจ่ายที่2
ON	OFF	12V	แหล่งจ่ายที่1
ON	ON	12V	แหล่งจ่ายที่1

2.8 วงจรรวม MAX9814

Max9814 เป็นวงจรรวมไมโครโฟนที่มีระบบ AGC เป็นคุณสมบัติเฉพาะ ประกอบไปด้วย 3 ภาคขยาย คือ ส่วนขยายทางเข้า, ส่วนขยายแบบปรับค่าได้ (VGA) และส่วนขยายทางออก และยังมี วงจรสร้างไบอัสไมโครโฟนและวงจร AGC ที่อยู่ภายใน

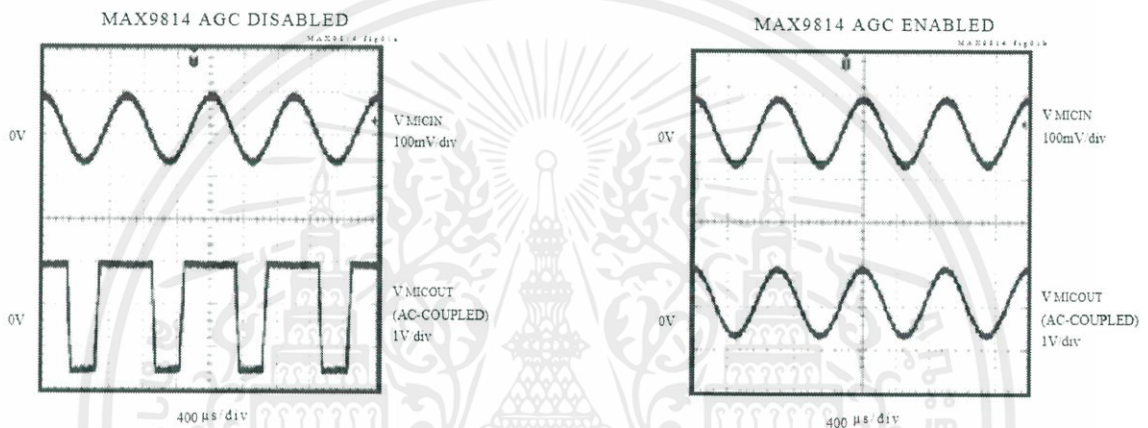
ส่วนขยายแรกเป็นวงจรรวมขยายแบบ Low-noise มีกำลังขยาย 12dB ส่วนขยายที่สอง (VGA) จะสามารถปรับได้ระหว่าง 0dB – 20dB ขึ้นอยู่กับสัญญาณทางออกและการตั้งค่า AGC ภาคขยายสุดท้ายเป็นภาคขยายที่สามารถเลือกกำลังขยายได้ 3 ระดับ คือ 8dB, 18dB, 28dB จึงทำให้ MAX9814 สามารถให้กำลังขยายได้ 40dB, 50dB, 60dB (แบบไม่ถูกลดทอนค่าจากภาคขยายที่ 2)



ภาพที่ 2.8 แสดงถึงโครงสร้างภายในของชิพวงจรรวม MAX9814

2.8.1 Automatic Gain Control (AGC)

อุปกรณ์ทั่วไปที่ไม่สามารถปรับกำลังขยายได้อัตโนมัติ จะมีโอกาสที่สัญญาณทางออกจะถูกขลิบได้เนื่องจากรับกำลังขยายที่มากเกินไป วงจร AGC ที่เป็นส่วนควบคุม VGA (ภาคขยายที่สอง) จะช่วยในการปรับกำลังขยายโดยอัตโนมัติเพื่อป้องกันการขลิบของกราฟสัญญาณเมื่อสัญญาณถูกขยายมากเกินไป



ภาพที่ 2.9 แสดงถึงรูปกราฟสัญญาณทางออกของวงจรขยายแบบทั้งไม่มี (รูปซ้าย) และมี (รูปขวา) วงจร AGC

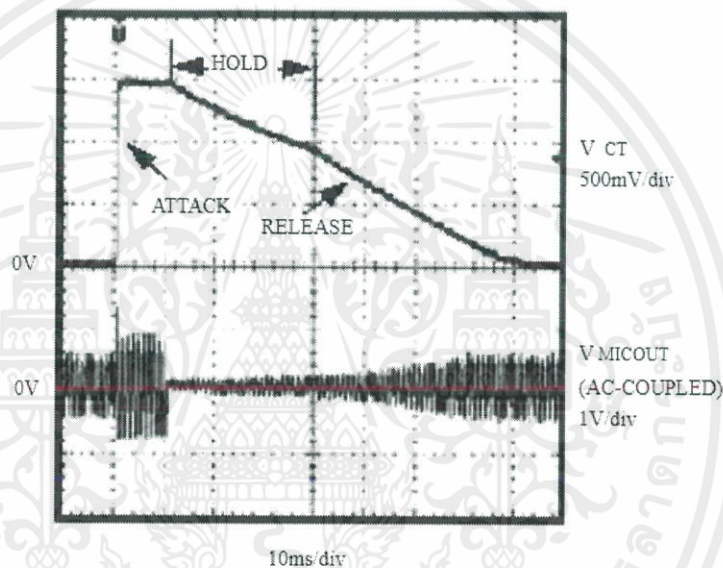
2.8.1.1 หลักการทำงานของ AGC

วงจร AGC มีบทบาทในการควบคุมกำลังขยายโดยตรวจจับว่าค่าของสัญญาณทางออกนั้นพุ่งสูงเกินค่าที่รับได้หรือไม่ก่อน จากนั้นภาคขยายที่สองจะลดกำลังขยายที่กำหนดได้จากตัวเก็บประจุภายนอก C_t เรียกช่วงเวลานี้ว่า Attack time เมื่อสัญญาณทางออกถูกลดขนาดลงพอสมควรแล้ว กำลังขยายจะถูกตรึงไว้ที่ค่าต่ำในระยะสั้นๆ ก่อน (Hold time) จากนั้นจึงกลับไปเป็นค่ากำลังขยายปกติ (Release time)

Attack time: คือช่วงเวลาที่ AGC ใช้ในการลดกำลังขยายลงเมื่อสัญญาณพุ่งสูงเกินค่าที่ยอมรับได้เมื่อตั้งค่าให้ Attack time น้อย AGC จะตอบสนองกับสัญญาณพุ่งสูงชั่วขณะได้ดี แต่ถ้าตั้งค่าให้ Attack time มากขึ้น AGC จะตอบสนองต่อสัญญาณพุ่งที่เป็นระยะเวลานานแทน

Hold time: คือช่วงเวลาที่กำลังขยายถูกลดลงให้น้อยมากก่อนจะถึงเวลา Release time ช่วงเวลา Hold time นี้ถูกตั้งไว้ภายในวงจรรวมให้มีค่าคงที่ 30ms

Release time: คือช่วงเวลาที่วงจรขยายใช้ในการปรับกำลังขยายให้กลับสู่สภาวะปกติหลังจากที่สัญญาณทางออกถูกลดลงให้ต่ำกว่าค่าที่รับได้และเลยเวลา Hold time (30ms) ไปแล้ว Release time ถูกกำหนดโดยจุดที่กำลังขยายกลับมามีค่าเท่ากับ 10% ของกำลังขยายรวมหลังจากที่สัญญาณถูกลดลงต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้และผ่านช่วงเวลา Hold time ไปแล้ว ช่วงเวลา Release time สามารถตั้งค่าได้และจะมีค่าน้อยที่สุด 25ms ทั้งนี้ค่าเวลาจะขึ้นกับค่า Attack time และอัตราส่วน Attack-and-Release Ratio



ภาพที่ 2.10 แสดงการทำงานของวงจร AGC และจุดทำงานทั้งสามจุด

2.8.2 แรงดันไมโครโฟนไบอัส (MICBIAS)

ภายในวงจรรวม MAX9814 ยังประกอบไปด้วยวงจรสำหรับไบอัสไมโครโฟนที่มีสัญญาณรบกวนต่ำ ซึ่งสามารถขับไมโครโฟนชนิดคอนเดนเซอร์ส่วนใหญ่ได้ สัญญาณไบอัสนี้ถูกปรับให้มีขนาด 2V

การตั้งค่าที่ยอมรับได้ให้กับวงจร AGC ทำได้โดยการต่อวงจรตัวต้านทานภายนอกเพื่อแบ่งศักย์ไฟฟ้าจากขา MICBIAS ไปยังขา VTH ศักย์ไฟฟ้าที่แบ่งมานี้จะเป็นตัวกำหนดค่าสูงสุดของลูกคลื่นสัญญาณที่ยอมรับได้ของทางออก ถ้าหากต้องการปิดวงจร AGC ให้ต่อขา VTH เข้ากับขา MICBIAS โดยตรง

2.9 อินเทอร์เน็ตโพรโทคอล (Internet Protocol : IP)

อินเทอร์เน็ตโพรโทคอล ย่อว่า ไอพี หรือ เหน็บวิธีอินเทอร์เน็ต เป็นโพรโทคอลการสื่อสารที่สำคัญใน Internet protocol suite สำหรับถ่ายทอดดาต้าแกรม(หน่วยข้อมูลพื้นฐานของแพ็กเก็ตซึ่งการส่ง, เวลาถึงและลำดับที่ถึง ไม่ถูกรับประกันโดยเครือข่าย)ข้ามเขตแดนเครือข่าย ฟังก์ชันการกำหนดเส้นทางของมันจะช่วยงานภายในเครือข่ายและก่อตั้งระบบอินเทอร์เน็ตขึ้น การทำงานของไอพีเป็นการทำงานแบบไม่รับประกันความถูกต้องของข้อมูล

รุ่นปัจจุบันคือ IPv4 และกำลังอยู่ในช่วงผลักดันให้ใช้ IPv6

ในอดีต IP เป็นบริการดาต้าแกรมแบบ connectionless ใน Transmission Control Program เดิมที่ถูกแนะนำโดย Vint Cerf และบ็อบ คาห์นในปี 1974; อีกตัวหนึ่งเป็น Transmission Control Protocol (TCP) แบบ connection-oriented ชุดโพรโทคอลอินเทอร์เน็ตจึงมักจะเรียกว่า TCP / IP

รุ่นแรกของ IP, Internet Protocol เวอร์ชัน 4 (IPv4) เป็นโพรโทคอลที่โดดเด่นของอินเทอร์เน็ต ผู้รับช่วงต่อของมันคือ Internet Protocol เวอร์ชัน 6 (IPv6)

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของขา IPv4 ในรูปแบบ RJ45

Pin	Signal	Characteristics
1	TD+ output	Transmit data pair Balanced 100Ω (±10%) 10/100 Mbps
2	TD- output	
3	RD+ input	Receive data pair Balanced 100Ω (±10%) 10/100 Mbps
4	Not used	Do not connect to these pins
5		
6	RD- input	Pair with pin3
7	Not used	Do not connect to these pins
8		

2.10 ยูเอสบี (Universal Serial Bus)



ภาพที่ 2.11 "สามง่าม (trident)" สัญลักษณ์ของยูเอสบี

Universal Serial Bus (USB - ยูเอสบี) เป็นข้อกำหนดมาตรฐานของบัสการสื่อสารแบบอนุกรม เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้กับคอมพิวเตอร์ แต่สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์อื่น เช่น เซตทอปบอกซ์ (set-top boxes), เครื่องเล่นเกม (game consoles) และพีดีเอ (PDAs).

2.10.1 ที่มาโดยสังเขป

ระบบยูเอสบีเป็นการออกแบบโดยประกอบด้วย โฮสต์คอนโทรลเลอร์ และอุปกรณ์หลาย ๆ อุปกรณ์ที่ต่อเชื่อมในรูปแบบต้นไม้โดยใช้อุปกรณ์พิเศษเรียกว่า "ฮับ (hub)" โดยมีข้อจำกัดของการต่อเชื่อมฮับได้ไม่เกิน 5 ระดับต่อ 1 คอนโทรลเลอร์ และสามารถต่อเชื่อมได้กับอุปกรณ์ 127 อุปกรณ์ต่อ 1 โฮสต์คอนโทรลเลอร์ โดยนับรวมฮับเป็นอุปกรณ์ด้วย

ในคอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ ๆ จะมีโฮสต์คอนโทรลเลอร์อยู่หลายช่อง ซึ่งพอเพียงสำหรับการต่อเชื่อมอุปกรณ์จำนวนมาก ๆ การต่อเชื่อมแบบยูเอสบีไม่จำเป็นต้องมีจุดสิ้นสุด (terminator) เหมือนการต่อเชื่อมแบบ SCSI

การออกแบบของยูเอสบีมีจุดมุ่งหมายที่จะขจัดความจำเป็นในการเพิ่มการ์ดขยาย (expansion card) ในช่องการเชื่อมต่อแบบบัส ISA หรือ PCI และเพิ่มความสามารถของรูปแบบ plug-and-play โดยยอมให้อุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถถอด สับเปลี่ยน หรือเพิ่มจากระบบโดยไม่ต้องปิดคอมพิวเตอร์หรือบูตระบบใหม่ เมื่ออุปกรณ์ใหม่ถูกต่อเชื่อมเข้าสู่บัสเป็นครั้งแรก โฮสต์จะทำการระบุอุปกรณ์ และติดตั้งตัวขับอุปกรณ์ (device driver) ที่จำเป็นในการใช้งานอุปกรณ์นั้น

ยูเอสบีสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่อพ่วง (peripherals) เช่น เม้าส์ แป้นพิมพ์ แพนดเกม จอยสติ๊ก สแกนเนอร์ กล้องถ่ายรูปดิจิทัล เครื่องพิมพ์ ฮาร์ดดิสก์ และ อุปกรณ์เครือข่าย เป็นต้น ยูเอสบีได้กลายเป็นรูปแบบการเชื่อมต่อมาตรฐานสำหรับอุปกรณ์มัลติมีเดีย เช่น สแกนเนอร์ หรือ กล้องถ่ายรูปดิจิทัล และนิยมนำไปทดแทนการเชื่อมต่อแบบเดิม เช่น การเชื่อมต่อแบบขนาน (parallel) สำหรับเครื่องพิมพ์ การเชื่อมต่อแบบอนุกรม (serial) สำหรับโมเด็ม ทั้งนี้เนื่องจากยูเอสบีช่วยลดข้อจำกัดหลาย ๆ ด้านของการเชื่อมต่อแบบเดิม เช่น การเชื่อมต่อเครื่องพิมพ์หลาย ๆ เครื่องเข้ากับคอมพิวเตอร์เครื่องเดียว ในปี 2547 มีอุปกรณ์ยูเอสบีประมาณ 1 พันล้านชิ้นถูกผลิตขึ้น และอุปกรณ์ต่อพ่วงใหม่ๆ ที่ถูกผลิตออกมากก็จะใช้รูปแบบการต่อเชื่อมแบบยูเอสบี มีเพียงอุปกรณ์ที่

ต้องการความสามารถในการส่งผ่านข้อมูลมาก ๆ เท่านั้นที่ไม่สามารถใช้ยูเอสบี เช่น จอภาพแสดงผล หรือ มอนิเตอร์ และอุปกรณ์ดิจิทัลวิดีโอคุณภาพสูง เป็นต้น

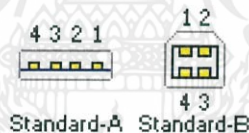
2.10.2 เกณฑ์มาตรฐาน

การออกแบบของยูเอสบีถูกกำหนดมาตรฐานโดย USB Implementers Forum (USBIF), โดยเป็นการรวมตัวกันของผู้นำด้านอุตสาหกรรมด้านคอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์ เช่น แอปเปิล, เอชพี, เอ็นอีซี, ไมโครซอฟท์, อินเทล, และ Agere.

ในเดือนมกราคม 2548 ได้มีการกำหนดรายละเอียดของยูเอสบีรุ่นที่ 2.0 โดยมาตรฐานของรุ่น 2.0 ได้มีการกำหนดโดย USBIF ในตอนปลายปี 2544 รุ่นก่อนหน้าของยูเอสบีคือ 0.9, 1.0 และ 1.1 ซึ่งแต่ละรุ่นที่ออกมาใหม่จะมีความเข้ากันได้ย้อนหลัง (backward compatibility) กับรุ่นที่ออกมาก่อนหน้านี้

ปลั๊กยูเอสบีและรีเซ็ปเตอร์ (receptors) ที่เรียกว่า Mini-A และ Mini-B ยังคงสามารถใช้งานได้ตามที่กำหนดโดย On-The-Go Supplement to the USB 2.0 Specification ซึ่งข้อกำหนดนี้ปัจจุบันเป็นเวอร์ชัน 1.0a

2.10.3 สัญญาณ USB มาตรฐาน



ภาพที่ 2.12 ปลั๊ก USB มาตรฐาน-A, B แสดงหมายเลขพิน (ไม่ตามสัดส่วน)

ตารางที่ 2.3 พินขาออกของหัวต่อ USB มาตรฐาน

Pin	ฟังก์ชัน (โฮส)	ฟังก์ชัน (อุปกรณ์)
1	V _{BUS} (4.75-5.25 V)	V _{BUS} (4.4-5.25 V)
2	D-	D-
3	D+	D+
4	Ground	Ground

สัญญาณ USB ถูกส่งผ่านโดยสายส่งข้อมูลคู่แบบบิดเกลียว (twisted pair) แทนโดยสัญลักษณ์ D+ และ D-. สายคู่บิดเกลียวช่วยป้องกันผลกระทบของสัญญาณรบกวนทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยใช้หลักการหักล้างสัญญาณแบบครึ่งอัตรา (half-duplex differential signalling) เราสามารถส่งข้อมูลสวนทางกันได้แต่ต้องสลับกันส่ง จะทำในเวลาเดียวกันไม่ได้ ตัวอย่างเช่นวิทยุสื่อสาร ของตำรวจแบบ วอล์กกี้- ทอล์กกี้ ซึ่งต้อง อาศัยการสลับสวิทช์ เพื่อแสดงการเป็นผู้ส่งสัญญาณ และให้ทาง อีกด้านหนึ่งเป็นผู้รับสัญญาณคือต้องผลัดกันพูด บางครั้งเราเรียก การสื่อแบบครึ่งดูเพล็กซ์ว่า แบบสายคู่ (Two-Wire Line) ซึ่งทำให้ส่งสัญญาณในสายที่ยาวได้ดีขึ้น ฉะนั้นสัญญาณ D+ และ D- จึงเป็นสัญญาณที่ทำงานร่วมกัน ไม่ใช่สัญญาณแบบซิมเพล็กซ์แยกขาดจากกัน

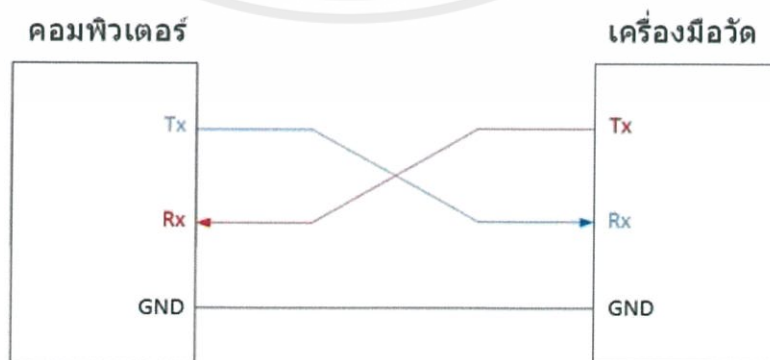
2.11 RS232 in DB9 (Serial Com Port)

RS232 (ย่อมาจาก: Recommended Standard no. 232) คือมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลดิจิทัลแบบอนุกรม (serial communication) ซึ่งถูกกำหนดขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1960 โดย EIA (Electronic Industries Association) หรือ สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของอเมริกา ซึ่งในยุคแรก RS232 เป็นที่นิยมมากขนาดที่คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจะต้องมี Serial port สำหรับการสื่อสารมาตรฐานนี้และเชื่อว่าคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้หลายๆท่านก็ยังมี Port เชื่อมต่อนี้อยู่ แต่ในปัจจุบันได้มี USB ซึ่งเป็นมาตรฐานสื่อสารที่รับ/ส่งข้อมูลได้เร็วกว่าเข้ามาแทนที่ ทำให้มาตรฐานการสื่อสารอย่าง RS232 ก็ค่อยๆมีอุปกรณ์ที่รองรับน้อยลงเรื่อยๆตามเวลา

2.11.1 หลักการทำงานของ RS232

มาตรฐาน RS232 เป็นมาตรฐานที่รับ/ส่งข้อมูลแบบ Full duplex สามารถรับและส่งข้อมูลได้พร้อมกันทั้งคู่ในเวลาเดียวกัน โดยการรับ/ส่งข้อมูลนั้นจะใช้สายไฟทั้งหมด 3 เส้น ได้แก่

1. Tx (Transmit data) คือ สายส่งข้อมูล ซึ่งสายเส้นนี้จะมีหน้าที่ในการส่งข้อมูลเท่านั้น
2. Rx (Receive data) คือ สายรับข้อมูล ซึ่งสายเส้นนี้จะมีหน้าที่ในการรับข้อมูลเท่านั้น
3. GND (Signal ground) คือ สายกราวด์ เป็นสายเทียบหรืออ้างอิงแรงดันไฟฟ้า 0V



ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างการเชื่อมต่อแบบ RS232 ของเครื่องมือวัดอุตสาหกรรมกับคอมพิวเตอร์

ตั้งค่าเครื่องมือวัดผ่าน Software

จากภาพที่ 2.13

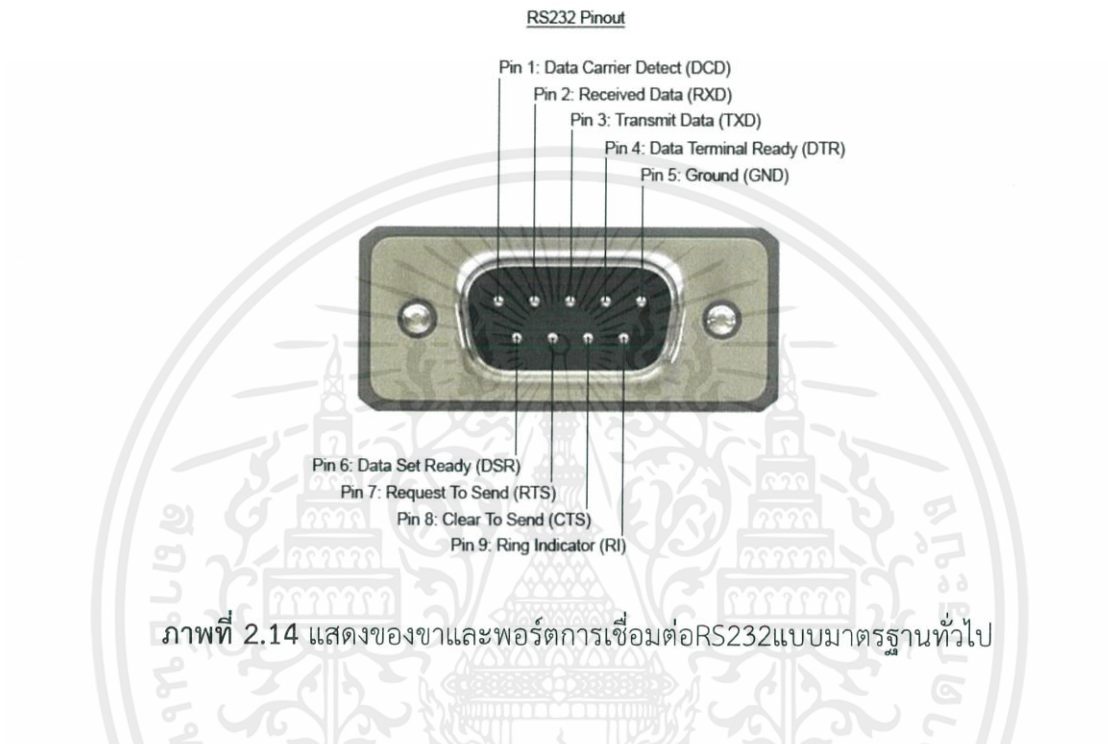
- Tx (เครื่องวัด) จะถูกต่อเข้ากับ Rx (คอม) เพื่อส่งข้อมูลจากเครื่องวัดไปยังตัวรับของคอมพิวเตอร์
- Rx (เครื่องวัด) จะถูกต่อเข้ากับ Tx (คอม) เพื่อรับข้อมูลที่ถูกส่งมาจากคอมพิวเตอร์
- GND (เครื่องวัด) จะถูกต่อเข้ากับ GND (คอม) เพื่อเทียบสัญญาณแรงดัน 0V

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติต่างๆของ RS232

Function RS232	
Differential	No
Max number of drivers	1
Max number of receivers	1
Modes of Operation	Half Duplex Full Duplex
Network Topology	Point-to-Point
Max distance (acc. standard)	15m
Max speed at 12m	20kb/s
Max speed at 1200m	1kb/s
Max slew rate	30V/us
Receiver input resistance	3-7k Ω
Driver load impedance	3-7k Ω
Receiver input sensitivity	$\pm 3V$
Receiver input range	$\pm 15V$
Max driver output voltage	$\pm 25V$
Max driver output voltage (with load)	$\pm 5V$

2.11.2 ช่องทางการเชื่อมต่อแบบ DB9

ด้านล่างนี้เป็น pin out ของขั้วต่อ RS232 ชาย 9 ขามาตรฐานทั่วไป ประเภทขั้วต่อนี้เรียกว่าขั้วต่อ DB9 พอร์ต Serial COM ของคอมพิวเตอร์ที่ใช้เชื่อมต่อเรียกว่า Data Terminal Equipment (DTE) มักเป็นพอร์ตตัวผู้ ตามที่แสดงด้านล่างและอุปกรณ์ต่อพ่วงใด ๆ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ตนี้มักเป็นขั้วต่อตัวเมีย Data Communications Equipment (DCE)



ภาพที่ 2.14 แสดงของขาและพอร์ตการเชื่อมต่อRS232แบบมาตรฐานทั่วไป

ตารางที่ 2.5 ขาของ RS232 ชื่อสัญญาณและทิศทางของสัญญาณ

Pin	Signal	Signal Name	DTE Signal direction	DCE Signal direction
1	DCD	Data Carrier Detect	In	Out
2	RXD	Receive Data	In	Out
3	TXD	Transmit Data	Out	In
4	DTR	Data Terminal Ready	Out	In
5	GND	Ground	Common	Common
6	DSR	Data Set Ready	In	Out
7	RTS	Request to Send	Out	in
8	CTS	Clear to Send	In	Out
9	RI	Ring Indicator	In	Out

2.11.2.1 การทำงานของขาสัญญาณ DB9

- TXD เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูล
- RXD เป็นขาที่ใช้รับข้อมูล
- DTR แสดงสถานะพอร์ตว่าเปิดใช้งาน
- DSR ตรวจสอบว่าพอร์ต ที่ติดต่อด้วย เปิดอยู่หรือไม่

- เมื่อเปิดพอร์ตอนุกรม ขา DTR จะ ON เพื่อให้อุปกรณ์ได้รับทราบว่าการ

ติดต่อด้วย

- ในขณะที่เดียวกันก็จะตรวจสอบขา DSR ว่าอุปกรณ์พร้อมหรือไม่

- RTS แสดงสถานะพอร์ตว่าต้องการส่งข้อมูล
- CTS ตรวจสอบว่าพอร์ตที่ติดต่อด้วย ต้องการส่งข้อมูลหรือไม่

- เมื่อต้องการส่งข้อมูลขา RTS จะ ON และจะส่งข้อมูลออกที่ขา TXD เมื่อส่งเสร็จก็

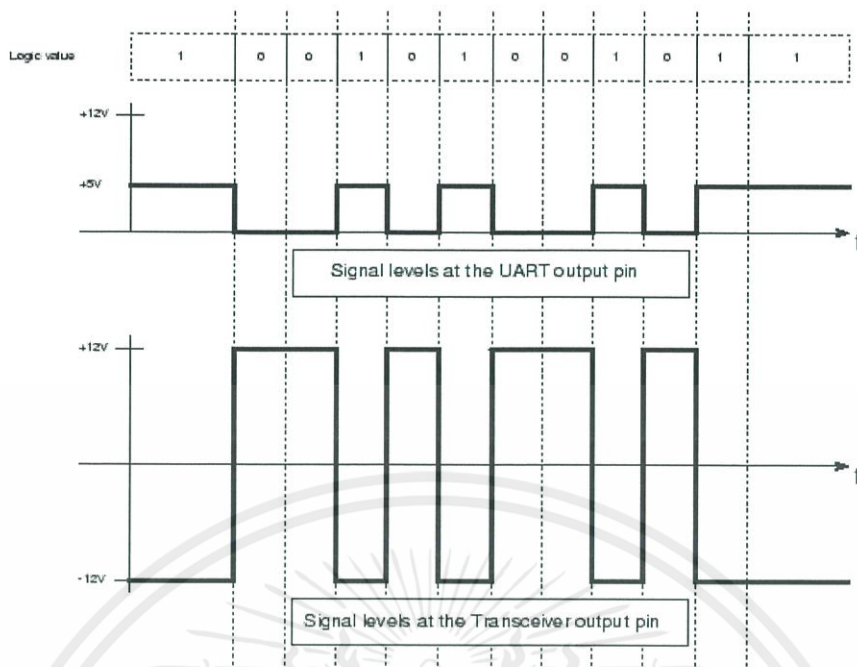
จะ OFF

- ในขณะที่เดียวกันก็จะตรวจสอบขา CTS ว่าอุปกรณ์ที่ต้องการที่จะส่งข้อมูลหรือไม่

- GND ขา ground

2.11.3 การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน RS-232

การกำหนดมาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม EIA RS-232 (x) เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมโดยคณะกรรมการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association) ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบ อะซิงโครนัส 2 ทิศทาง เพื่อให้มีการใช้งานในการเชื่อมต่อที่สอดคล้องกันระหว่างอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ต่างๆ การรับส่งสัญญาณจะมีระดับ สัญญาณ ตั้งแต่ 3 โวลต์ จนถึง 15 โวลต์ สำหรับลอจิก "0" และมีระดับแรงดันที่ -3 โวลต์ จนถึง -15 โวลต์ สำหรับลอจิก "1" ดังนั้นสังเกตได้ว่าจะมีระดับแรงดันที่ใช้ในสถานะลอจิก "0" และ ลอจิก "1" แตกต่างออกไปจากระบบไอซีดิจิทัลทั่วไป การต่อใช้งานกับวงจรไอซีดิจิทัลจึงต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปรับเปลี่ยนระดับแรงดันจาก 3 - 15 โวลต์ ให้มีระดับแรงดัน 0 - 5 โวลต์ ในภาคการส่งข้อมูล ส่วนในภาคของการรับข้อมูลจะต้องเปลี่ยนระดับแรงดัน 0 - 5 โวลต์ จากไมโครคอนโทรลเลอร์ให้เป็นระดับแรงดันที่สูงกว่า +3 หรือต่ำกว่า - 3 โดยจะมีไอซีสำเร็จรูปพร้อมใช้งาน หรืออาจจะต่อวงจรจากทรานซิสเตอร์ก็ได้



ภาพที่ 2.15 แสดงแรงดันระดับสัญญาณของ RS232 และ ไอซีดิจิตอล

2.11.4 ข้อดีของสัญญาณ RS232

2.11.4.1 ความคุ้นเคยของผู้ใช้

ปัจจุบันรูปแบบการสื่อสารได้ถูกพัฒนาอย่างยาวไกลจนถึง RS232 แบบไม่เห็นฝุ่นและการคงอยู่ของ RS232 จะเป็นไปได้ก็เพราะตัวผู้ใช้ยังคงใช้งานมันอยู่นั่นเองและสาเหตุหลักที่ยังมีการใช้อยู่ก็คงหนีไม่พ้นสิ่งที่เรียกว่า "ความคุ้นเคย" เนื่องจากการใช้งานสัญญาณดิจิตอลต้องมีการเขียนโปรแกรม (ยกเว้นข้อสำเร็จรูป) และการเขียนโปรแกรมนั้นต้องมีความรู้เรื่องสัญญาณนั้นๆด้วยถึงจะเขียนโปรแกรมได้ ซึ่งหากผู้ใช้มีความรู้เกี่ยวกับ RS232 แล้ว จึงไม่ใช่เรื่องแปลกที่จะเลือกใช้สัญญาณนี้

2.11.4.2 มีอุปกรณ์รองรับการใช้งาน

RS232 เป็นระบบที่ถูกคิดค้นมาตั้งแต่ปี 1960 และเป็นที่ยอมรับในยุคแรกซึ่งมีข้อดีคือ มีอุปกรณ์ที่รองรับเยอะ การสื่อสารแบบ RS232 เป็นการสื่อสารที่มีอยู่ในเมนบอร์ดคอมพิวเตอร์แทบทุกรุ่น ซึ่งคนทั่วไปจะรู้จักกันในชื่อ Serial port ซึ่งทำให้การสื่อสารแบบ RS232 ไม่จำเป็นต้องใช้ Converter (ตัวแปลงสัญญาณ) ในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งต่างจากมาตรฐานใหม่อย่าง RS422, RS485 ที่ถึงแม้จะมีข้อดีที่มากกว่าแต่ก็ต้องใช้ Converter ในการแปลงสัญญาณอยู่ดี แต่ข้อดีข้อนี้อาจอยู่ได้อีกไม่นาน เพราะปัจจุบันเมนบอร์ดรุ่นใหม่ๆได้นำ Serial port ออกจากเมนบอร์ดและเพิ่ม Port การสื่อสารน้องใหม่ที่กำลังเป็นที่นิยมเข้าไปแทนที่นั่นคือการสื่อสารแบบ USB ซึ่งทำให้การสื่อสารรุ่นเก่าอย่าง RS232 ค่อยๆเลือนหายไปตามกาลเวลา

2.11.5 ข้อเสียของสัญญาณ RS232

2.11.5.1 ปัญหาการส่งสัญญาณในระยะไกล

RS232 สามารถรับรับ/ส่งข้อมูลที่ความเร็วสูงสุด 19.2 kbit/s ได้ที่ระยะ 15 เมตร ซึ่งแตกต่างกันมากเมื่อเทียบกับการส่งสัญญาณแบบอื่นๆ เนื่องจากการสื่อสารแบบ RS232 นั้นเป็นระบบที่ง่ายต่อการถูกสัญญาณรบกวน (Noise) เข้าแทรกแซง ทำให้ระยะการสื่อสารของ RS232 ไม่สามารถส่งในระยะไกลได้ แต่หากมองดูเผินๆแล้ว 15 เมตร อาจจะถือว่าไกลมากสำหรับการใช้งานทั่วไป แต่ในโรงงานอุตสาหกรรมแล้ว การส่งข้อมูลในเครื่องมือวัดอุตสาหกรรมหรือเครื่องมือทางวิศวกรรมมายังห้องควบคุมด้วยระยะ 15 เมตรนั้นถือว่าสั้นมากๆเมื่อเทียบกับขนาดของโรงงาน

2.11.5.2 รับ/ส่งข้อมูลได้เฉพาะแบบ 1 ต่อ 1

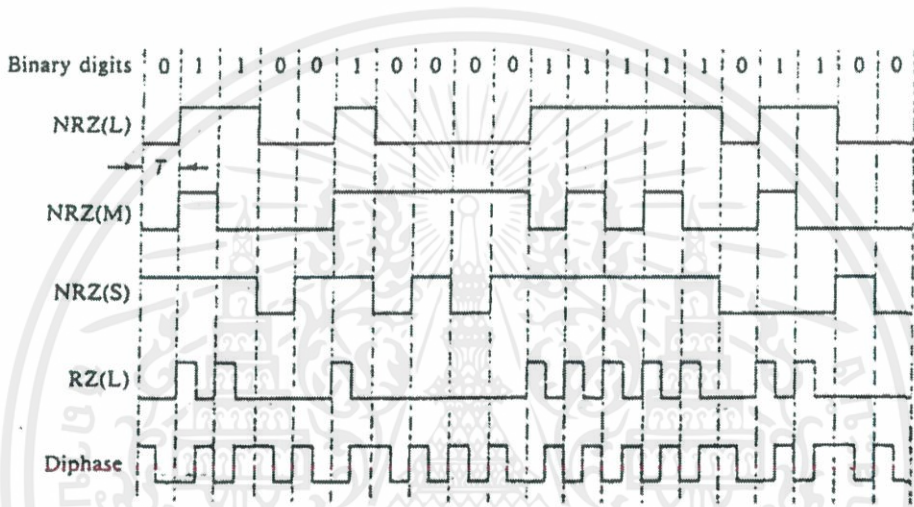
อีกหนึ่งปัญหาของ RS232 คือไม่สามารถส่งข้อมูลจากอุปกรณ์พร้อมกันหลายๆตัวมายังคอมพิวเตอร์ได้ โดยทำได้เพียงแค่ส่งข้อมูลมาที่คอมพิวเตอร์ทีละตัวแบบ 1 ต่อ 1 ซึ่งแตกต่างกันมากเมื่อเทียบกับการสื่อสารมาตรฐานใหม่อย่าง RS485 ซึ่งสามารถส่งข้อมูลจากอุปกรณ์พร้อมกันได้ถึง 32 ตัว

2.11.5.3 ความเร็วที่ล่าช้าในการรับ/ส่งข้อมูล

อีกจุดเปลี่ยนของการสื่อสารแบบ RS232 คือ ความล่าช้าในการรับ/ส่งข้อมูล นี่คือสาเหตุหลักที่ Microsoft เคยประกาศยกเลิกการสนับสนุน RS232 และถูกแทนที่ด้วยการสื่อสารแบบใหม่นั้นคือการสื่อสารแบบ USB ซึ่งเชื่อมต่อง่ายและรวดเร็วกว่า RS232 ถึงเกือบ 100 เท่าในยุคแรกๆ ซึ่งปัจจุบันอาจเร็วกว่านี้มาก แต่อย่างไรก็ตาม ระบบการรับ/ส่งข้อมูลในเครื่องมือวัดอุตสาหกรรมหรือเครื่องมือทางวิศวกรรมก็ยังคงใช้การสื่อสารแบบ RS232 อยู่ เพราะผู้ใช้จำนวนมากยังคงคุ้นชินและยังมีอุปกรณ์จำนวนมากในโรงงานอุตสาหกรรมที่ยังรองรับมาตรฐานนี้อยู่ บวกกับงานบางประเภทเป็นการสื่อสารแบบ 1 ต่อ 1 ในระยะสั้นเช่น การตั้งค่าเครื่องมือวัดอุตสาหกรรมโดยใช้ Note book ในการตั้งค่าตามจุดต่างๆที่เป็นปัญหา เป็นต้น

2.12 การเข้ารหัสสัญญาณ (Line coding)

เมื่อต้องการเปลี่ยนข้อมูลภายใน DTE (computer) เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าโดยให้สามารถส่งไปยัง DTE อีกฝั่งหนึ่งได้นั้นต้องพิจารณาในหลายปัจจัย ปัจจัยแรกต้องเพิ่มความเร็วในการส่งเพื่อใหส่งข้อมูลได้มาก ปัจจัยที่สองการเพิ่มความเร็วในการส่งมีผลให้เพิ่มความหนาแน่นที่บิตนั้นจะผิดพลาดมากขึ้น แต่ในที่นี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการเข้ารหัสข้อมูลการเข้ารหัส ข้อมูลไบนารีโดยสัญญาณดังกล่าวนี้คุณสมบัติของคลื่นสี่เหลี่ยมจะเหมาะสมโดยตรงกับการส่งผ่านบนสายเคเบิลซึ่งสัญญาณ ต่างๆจะได้อธิบายต่อไป



ภาพที่ 2.16 รูปการเข้ารหัสสัญญาณแบบต่างๆ

2.12.1 สัญญาณแบบ Nonreturn-to-zero (NRZ)

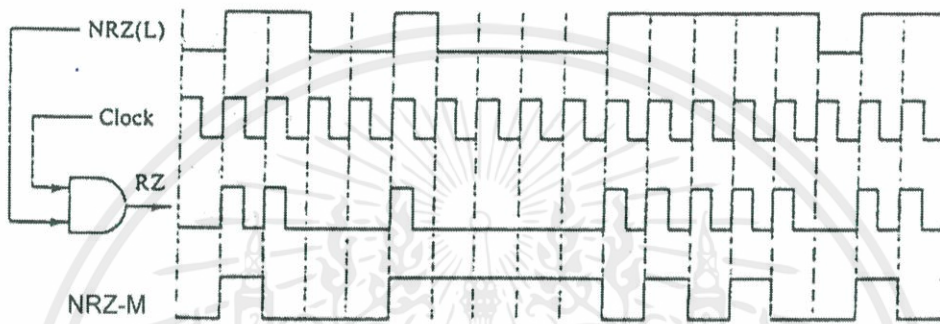
สัญญาณ NRZ หรือ NRZ-ระดับสัญญาณจะถูกรักษาให้อยู่ที่ 1 ใน 2 ระดับของ โวลเตจระหว่างช่วงเวลาบิต (T) ถ้าโวลเตจทั้งสองกำหนดให้เป็น 0 และ V โวลเตจแล้วรูปคลื่น NRZ จะเรียกว่าเป็นแบบขั้วเดียว (unipolar) เพราะว่ามีขั้วศักย์ไฟฟ้าเพียงขั้วเดียว สัญญาณนี้มีองค์ประกอบ DC ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์คือเป็นครึ่งหนึ่งของศักย์ไฟฟ้าบวก สัญญาณ NRZ แบบมีขั้วจะใช้ขั้วสองขั้วคือศักย์± ซึ่งทำให้องค์ประกอบ DC มีค่าเป็นศูนย์รูปแบบต่างๆของ NRZ อธิบายดังในรูปที่ 1 โดยในที่นี้สัญญาณ NRZ แบ่งออกได้ดังนี้

NRZ-L ระดับศักย์ไฟฟ้าของสัญญาณจะเป็นตัวแสดงค่าของบิต การกำหนดของบิต 0 กับ 1 ขึ้นอยู่กับระดับศักย์ ไฟฟ้าสามารถกำหนดได้อย่างอิสระสำหรับ NRZ-L (ตัวอย่างเช่น สัญญาณ mark อาจจะเป็นสัญญาณที่มีศักย์ไฟฟ้าเป็นลบโดยที่ space มีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวก)

NRZ-I ซึ่งประกอบสับเซตของสัญญาณซึ่งมีอยู่สองแบบคือ NRZ-M และ NRZ-S โดย

NRZ-M จะใช้การเปลี่ยนระดับสัญญาณแทนคามาโรค (mark) ซึ่งมีค่าเท่ากับลอจิก “ 1 ” ส่วนลอจิก “ 0 ” จะแทนด้วยการไม่เปลี่ยนระดับของสัญญาณ

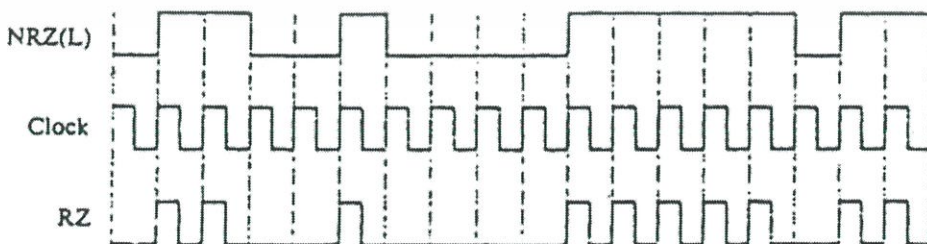
NRZ-S จะมีลักษณะเช่นเดียวกับ NRZ-M แต่จะกลับกันคือลอจิก “ 0 ” จะแทนด้วยการเปลี่ยนระดับสัญญาณรูปแบบของ NRZ(M,S) ข้อได้เปรียบของ NRZ-I มีข้อได้เปรียบที่เหนือกว่า NRZ-L คือจะมีการป้องกันเนื่องจากการสลับขั้วเพราะว่าข้อมูลถูกเข้ารหัสด้วยการมีหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่จะเป็นการมีหรือไม่มีพัลส์



ภาพที่ 2.17 สัญญาณ NRZ-M

2.12.2 Return to Zero (RZ)

หลักสำคัญของการเข้ารหัสแบบ RZ คือเพื่อแก้ไขข้อจำกัดของการเข้ารหัสแบบ NRZ ซึ่งถ้ามีสัญญาณที่มีระดับ “ 0 ” (ใน NRZ-L หรือ NRZ-I) หรือ “ 1 ” (ใน NRZ-S)ติดต่อกันเป็นเวลานานๆ ซึ่งสัญญาณที่มีค่าคงที่เหล่านี้จะเป็นสาเหตุทำให้สัญญาณนาฬิกาในการส่งและรับเกิดการสูญเสียการซิงโครไนซ์เกิดขึ้นได้การเข้ารหัสแบบ RZ การแสดงระดับสัญญาณคาบิต จะกระทำเพียงครึ่งช่วงแรกของช่วงเวลาบิตหลังจากครึ่งหนึ่งของบิตผ่านไปสัญญาณจะเปลี่ยนกลับไปยังระดับสัญญาณอ้างอิง (zero) เป็นเวลาครึ่งหนึ่งของของช่วงความยาวบิตดังรูป



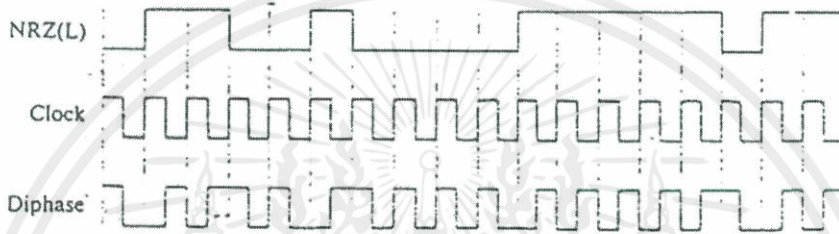
ภาพที่ 2.18 สัญญาณ RZ

2.12.3 Biphase

Biphase บางครั้งอาจเรียกว่า Diphase หรือ Split-phase หรือ Manchester ซึ่งเป็นวิธีการเข้ารหัสที่มีสองระดับสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\begin{aligned} f_1(t) &= \{ v ; 0 \leq t \leq T/2 \} \\ &\quad \{ -v ; T/2 \leq t \leq T \} \\ f_2(t) &= -f_1(t) \end{aligned} \quad (2.12.1)$$

รหัสไบเฟสสามารถสร้างได้จากการนำเอาสัญญาณ NRZ-L มาทำการเอคคลูซีฟออหรือ MOD- 2 กับสัญญาณนาฬิกาตั้งในรูป

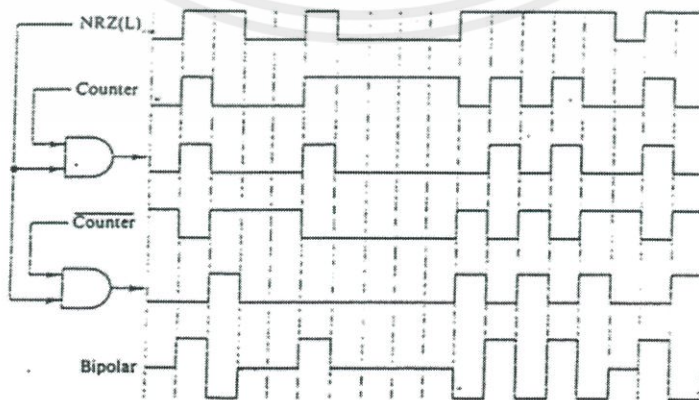


ภาพที่ 2.19 รูปสัญญาณ Biphase

ในการถอดรหัสสามารถทำได้เช่นเดียวกับกับตามเข้ารหัสโดยใช้เอ็กคลูซีฟออระหว่างสัญญาณกับสัญญาณนาฬิกา

2.12.4 Bipolar หรือ Alternate Mark Inversion (AMI)

ในไบโพลาร์หรือ AMI นั้นข้อมูลฐานสองจะถูกเข้ารหัสโดยใช้อะกคลูซีฟออทั้งหมด 3 ระดับคือ $\pm V$ และ 0 โดยที่เลขไบนารี 0 จะถูกเข้ารหัสกับระดับ 0 เสมอ สำหรับไบนารี 1 จะถูกเข้ารหัสเป็น $+v$ หรือ $-v$ สลับกันทุกครั้งที่มีค่า 1 เกิดขึ้น ผลของการเข้ารหัสไบโพลาร์จะทำให้ของคประกอบ dc กลายเป็น 0 ซึ่งเหมาะสมกับเงื่อนไขในการส่งผ่านสัญญาณแบบเบสแบนด์สัญญาณแบบไบโพลาร์ดังรูป



ภาพที่ 2.20 สัญญาณแบบไบโพลาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานการวิจัย

การออกแบบและสร้างวงจรนั้นมีความจำเป็นที่จะต้องมีการออกแบบและเลือกใช้งานวงจรรวม และอุปกรณ์ต่างๆเพื่อให้ได้วงจรที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ ในบทนี้จะกล่าวถึงไอซีต่างๆที่ใช้งาน การออกแบบ และขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์อินเตอร์เฟซสำหรับควบคุมวิทยุสำหรับไอพีโดยการร่าง แผนภาพ คุณสมบัติการทำงาน การออกแบบแผนผังและลายวงจร การลงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และ การทำสอบการทำงาน

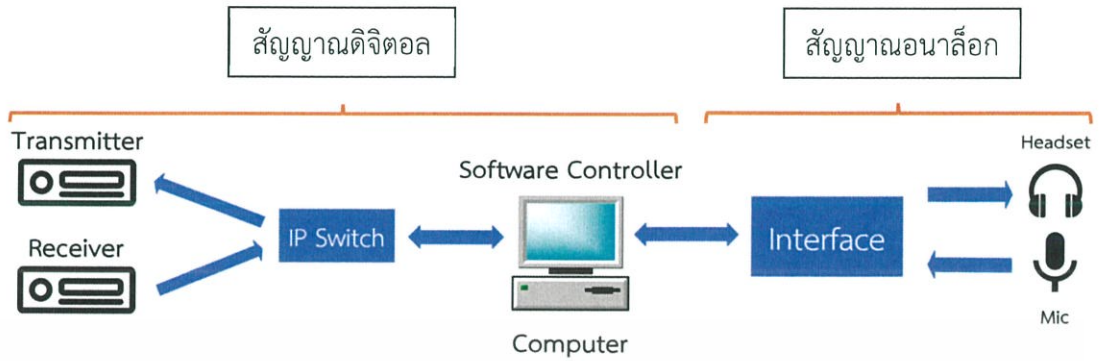
3.1 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลักที่ใช้ในวงจร

ตารางที่ 3.1 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลักที่ใช้ในวงจร

NO.	ชื่อเบอร์อุปกรณ์/จำนวนขา/รูปทรง	หน้าที่การทำงาน	จำนวน(ตัว)
1	PCM2912APJT (32pins) TQFP-32	Audio Codec, USB Interface	1
2	MAX3238CAI+ (28pins) SSOP-28	Transceiver, RS232	1
3	MAX9814ETD+T (14pins) TDFN	Audio Power Amplifier, AB	2
4	LTC4416EMS (10pins) MSOP	Low Loss Dual Power Path Controllers	1
5	NE5532DR (8pins) SOIC	Dual Low-Noise Op Amp	2
6	LM2575T (5pins) NOPB	Step-Down Switching Regulator	1
7	TS5A3157DBVR (6pins) SOT-23	Analogue Switch, SPDT	1
8	IRF9317TRPBF (8pins) SOIC	P CHANNEL, MOSFET	3
9	NC7S14M5X (5pins) SOT-23	Inverter, Schmitt Trigger	1
10	RN1104 (3pins) ESM	NPN Digital Transistor	2
11	BC847BW (3pins) SOT-323	NPN BJT Single Transistor	2
12	SMBJ15CA (2pins) SMD	TVS Diode Bi-Directional	3
13	DF1504 (4pins) SMD	Bridge Rectifier	2

อุปกรณ์ข้างต้นเป็นอุปกรณ์หลักที่ใช้ในวงจรประกอบไปด้วย วงจรรวม และทรานซิสเตอร์ ต่างๆ ซึ่งการเลือกอุปกรณ์นั้นสามารถเลือกคุณสมบัติของอุปกรณ์ค่าอื่นๆที่ดีกว่าได้ แต่เนื่องด้วยราคา ที่แพงขึ้นจึงเลือกใช้อุปกรณ์ที่สามารถทำงานร่วมกับไฟเลี้ยง หูฟัง และไมโครโฟนได้ก็เพียงพอ

3.2 แผนภาพการทำงาน



ภาพที่ 3.1 แผนภาพการทำงานของระบบ Voice Communication System (VCS)

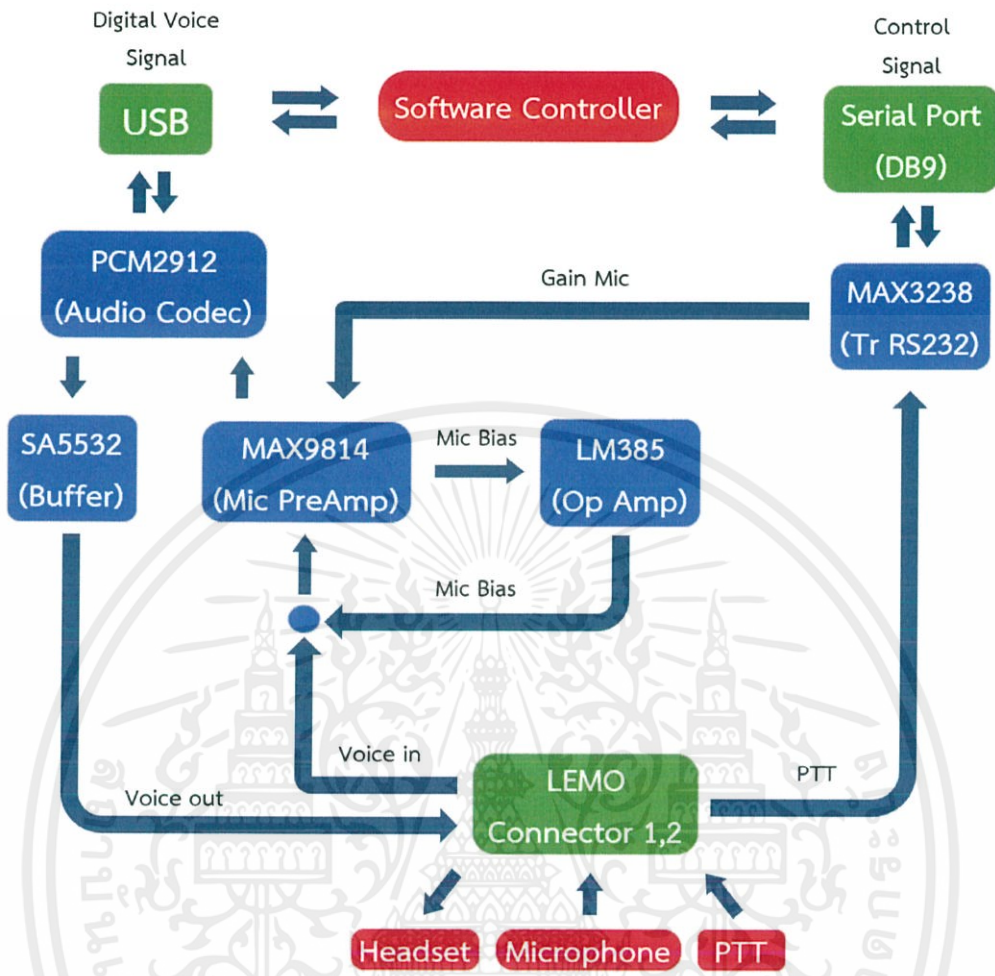
จากรูปข้างต้นคือระบบ Voice Communication System (VCS) ที่ใช้ติดต่อสื่อสารกันผ่านเครื่องรับส่งวิทยุในรูปแบบของ IP ซึ่งแบ่งรูปแบบของสัญญาณได้เป็นสองลักษณะคือ สัญญาณดิจิทัล และ สัญญาณอนาล็อก ในส่วนของการทำโปรเจกต์อินเตอร์เฟสสำหรับควบคุมวิทยุแบบไอพีนั้นจะศึกษาในส่วนของสัญญาณอนาล็อก ที่เป็นสัญญาณของไมโครโฟนและหูฟังเท่านั้น

3.3 ข้อกำหนดคุณสมบัติในการออกแบบวงจร

ตารางที่ 3.2 ข้อกำหนดคุณสมบัติที่ต้องการในการออกแบบวงจร

ข้อ	คุณสมบัติ	ข้อกำหนด	หมายเหตุ
1.	แหล่งจ่ายไฟเลี้ยง(Vdd)	15 - 40V	ทั้งแหล่งจ่ายหลักและรอง
2.	แหล่งจ่ายไฟเลี้ยง(Vss)	0V	ทั้งแหล่งจ่ายหลักและรอง
3.	ช่องทางเดินสัญญาณเสียงของอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์	USB type B	- สัญญาณเสียงที่ถูกแปลงเป็นดิจิทัลแล้ว
4.	ช่องทางเดินสัญญาณควบคุมของอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์	Serial Port (DB-9)	- สัญญาณขาเข้าเป็นสัญญาณควบคุมแรงดันไบอัสไมโครโฟน - สัญญาณขาออกเป็นสัญญาณควบคุมสัญญาณกดเพื่อพูด
5.	ช่องทางเดินสัญญาณเสียงของอุปกรณ์ต่อพ่วงกับอินเตอร์เฟส	LEMO Connector 10 Pin (2 ช่องทาง)	สัญญาณเสียง - หูฟัง, ไมค์ สัญญาณควบคุม - PTT
6.	หูฟัง	300Ω	0 - 100% ที่ 300mV - 3V
7.	ไมโครโฟนขาเข้า	อ้างอิงตารางLEMO	
8.	สัญญาณกดเพื่อพูด	0-5V	0V=ON , 5V=OFF

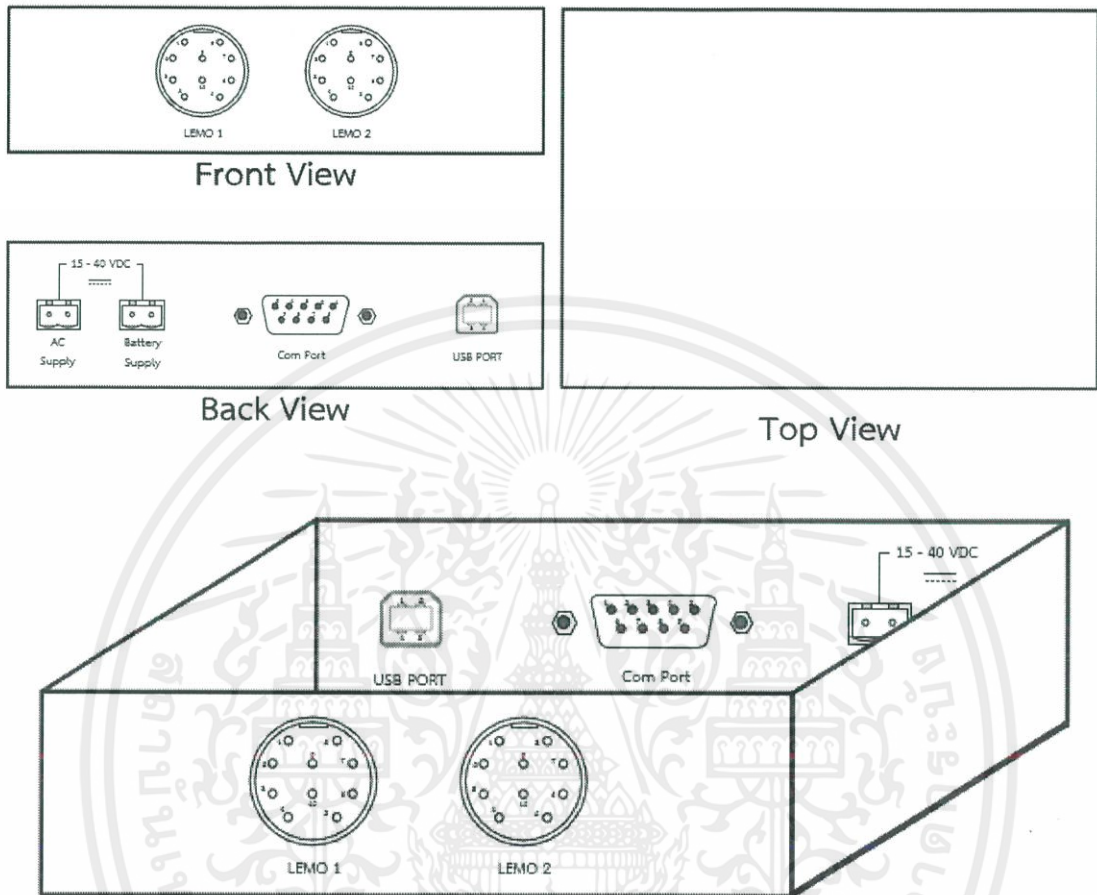
3.4 บล็อกไดอะแกรม



ภาพที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมของวงจรรินเตอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพี

ภายในวงจรรินเตอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีนั้น จะแบ่งส่วนของการรับส่งสัญญาณออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนของสัญญาณเสียงและส่วนของสัญญาณควบคุม โดยสัญญาณที่เราสนใจมี 4สัญญาณคือ สัญญาณเสียงเข้าไมโครโฟน สัญญาณเสียงที่ออกลำโพงหรือหูฟัง สัญญาณควบคุมการกดเพื่อพูด และสัญญาณควบคุมระดับอัตราขยายของไมโครโฟน

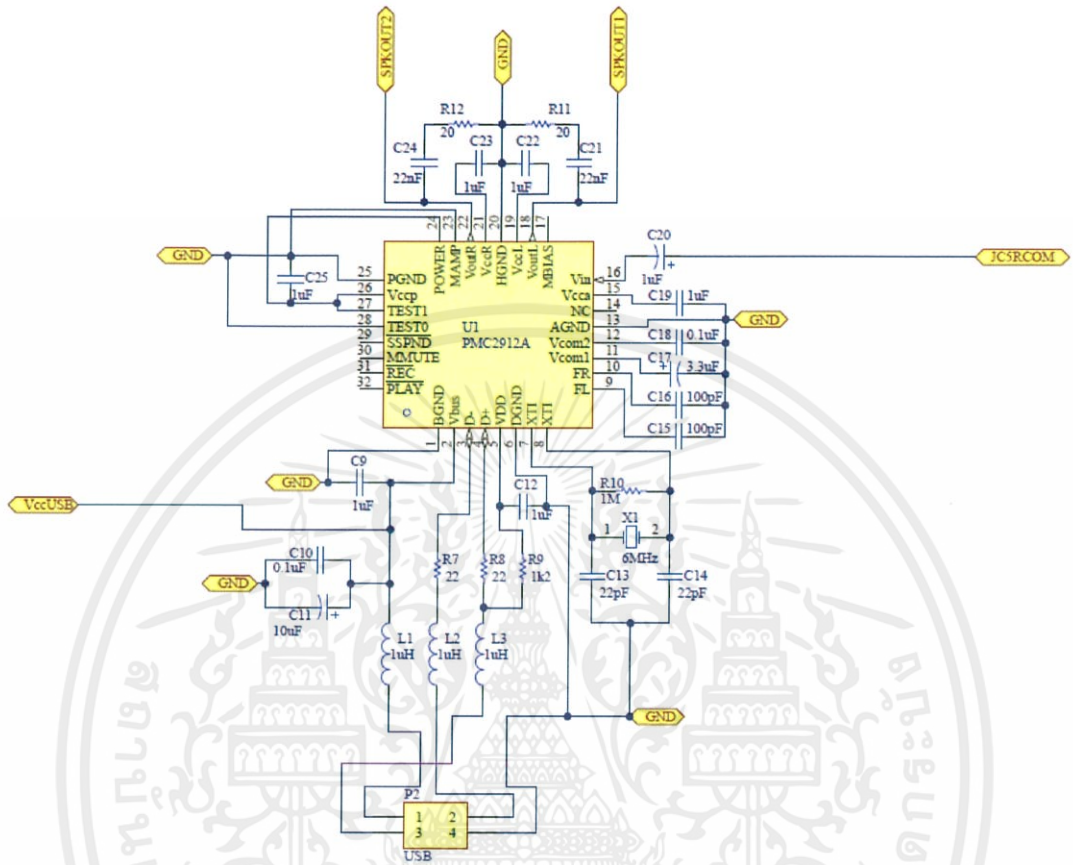
3.5 การออกแบบชิ้นงาน



ภาพที่ 3.3 โครงร่างชิ้นงานของกล่องอินเตอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพี

จากรูป 3.5.1 การออกแบบกล่องสำหรับติดตั้งอินเตอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีนั้น จะออกแบบตามการใช้งานจริงบนระบบ Voice Communication System คือ ในส่วนของ Air traffic Control ที่ใช้คือ Headset หรือ ไมโครโฟน ที่ใช้ช่องการเชื่อมต่อชนิด LEMO 10ขาเท่านั้น ด้านหน้ากล่องจึงออกแบบสำหรับ LEMO 10ขา 2ช่องทางเท่านั้น ส่วนที่เชื่อมต่อกับฮาร์ดแวร์บนคอมพิวเตอร์เช่น ช่องเสียบUSBชนิดB ช่องเสียบDB-9 รวมถึงช่องจ่ายไฟเลี้ยง จะออกแบบไว้ด้านหลังกล่อง เนื่องจากไม่จำเป็นที่จะต้องถอดหรือเสียบเข้าออกบ่อยๆ ขนาดของกล่องต้องเล็กที่สุดเพื่อประหยัดพื้นที่ในการติดตั้ง

3.6.2 วงจรอินเทอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบ ส่วนที่ 2



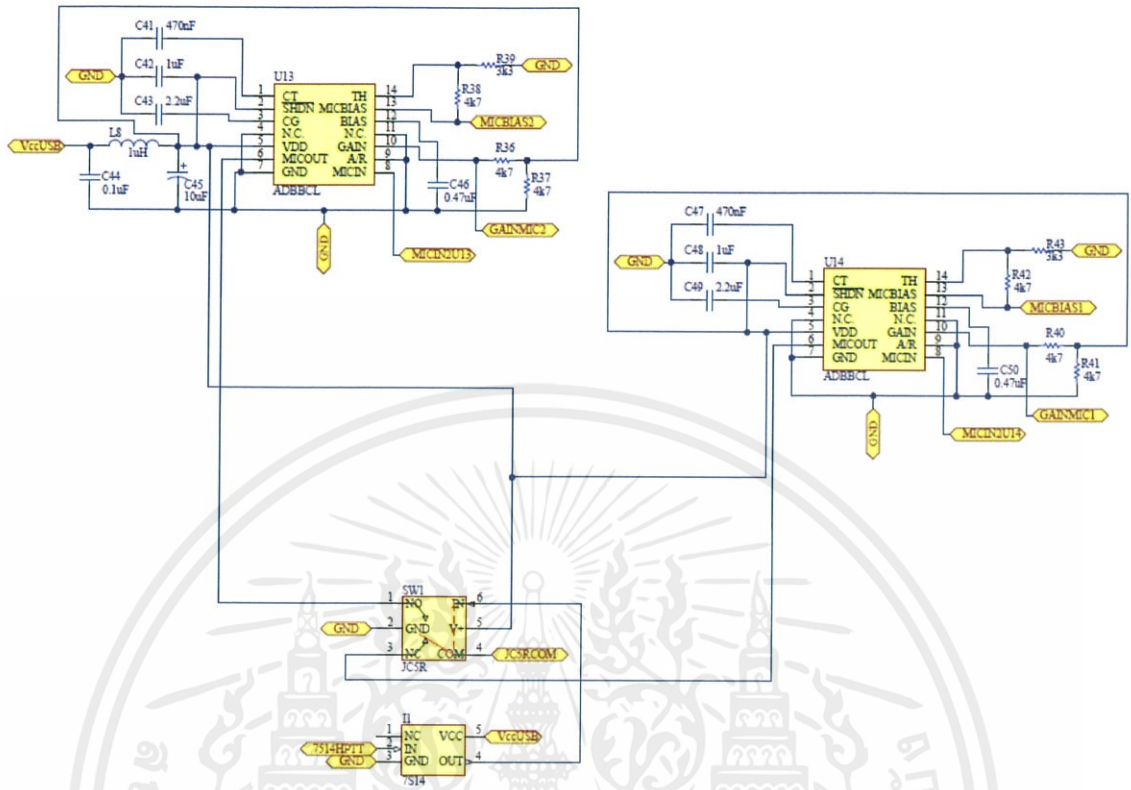
ภาพที่ 3.5 วงจรอินเทอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบ ส่วนที่ 2

ในส่วนที่2 การนำสัญญาณเสียงเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์นั้นเนื่องจากสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณอนาล็อกแบบสุ่มจึงต้องทำการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล และพอร์ตที่ใช้ในการติดต่อต้องการให้เป็นแบบ Universal Serial Bus: USB ชนิด B จึงเลือกวงจรรวมเบอร์ PCM2912A ซึ่งเป็นอডিโอโคเดคแบบโมโนอินพุต-สเตอริโอเอาต์พุตและมีอินเทอร์เฟสแบบUSBตรงตามที่ต้องการ ความถี่นาฬิกาที่ใช้วงจรรวม 96MHz โดยใช้วงจรเฟสล็อกภายในวงจรรวมทำการคูณความถี่จากคริสตรัล 6MHz รวมทั้งวงจร DAC, ADC ในการแปลงสัญญาณเข้าและออก อีก1สิ่งสำคัญที่เลือกใช้วงจรรวมนี้คือการใช้สเตอริโอเอาต์พุตออกเป็น 2ช่องการสื่อสาร(2Channel)เพื่อประหยัดการใช้วงจรรวมเพิ่มอีก1ตัว

การเลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆเช่น RLC เลือกใช้ตามคุณสมบัติที่ต้องการตามคู่มือวงจรรวม PCM2912A ของTexas Instruments แต่โหลดที่ใช้งานที่ใช้งานจริงมีค่า 300โอห์ม โหลดที่ใช้กับวงจรรวมตามคู่มือมีค่า 16โอห์มและ32โอห์มจึงต้องมีวงจรขับโหลดเพิ่มเติมอีก1ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3 วงจรอินเทอร์เฟซสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบ ส่วนที่ 3

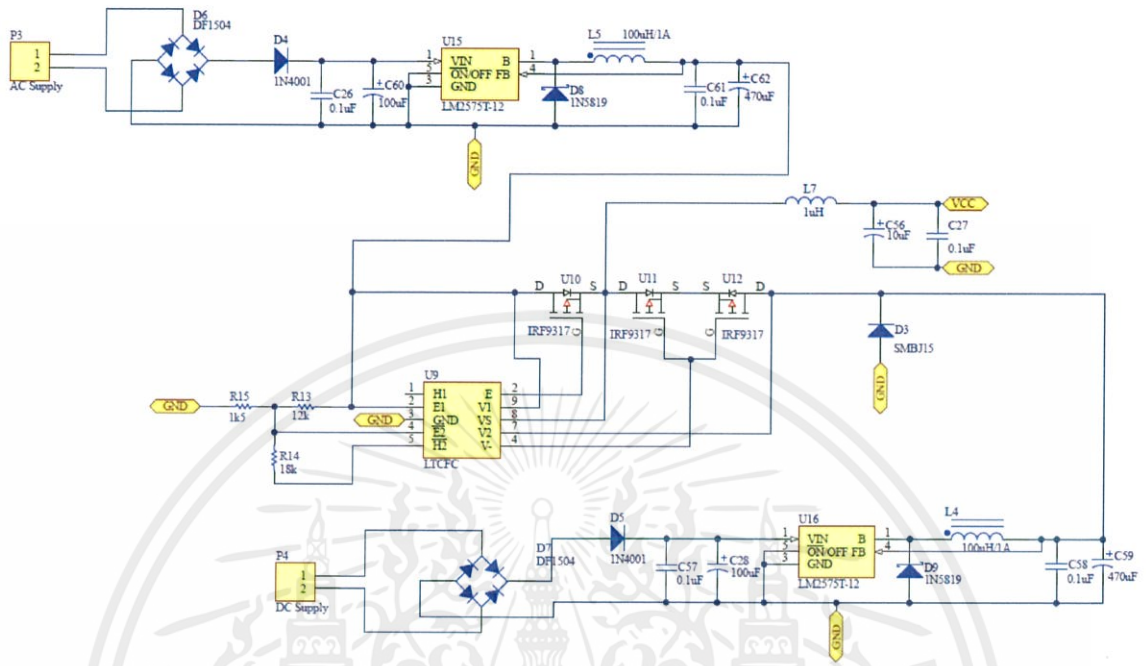


ภาพที่ 3.6 วงจรอินเทอร์เฟซสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบ ส่วนที่ 3

ในส่วนที่ 3 ของวงจรจะเป็นการเดินทางของสัญญาณเสียงที่ได้จากไมโครโฟน ที่ใช้งาน มีอยู่ 2 ชนิดคือ ไดนามิกและคอนเดนเซอร์ ซึ่งชนิดคอนเดนเซอร์ต้องการแรงดันไบอัสไมโครโฟน ชนิด ไดนามิกไม่จำเป็นต้องมีแรงดันไบอัสให้กับไมโครโฟน จึงต้องมีตัวจัดการ ควบคุมอัตราขยายของ สัญญาณเสียงหลายระดับที่เข้ามาให้สามารถใช้งานได้ในวงจรโดยไม่ถูกรบกวนจึงเลือกวงจรรวมเบอร์ MAX9814(ADBACL) ซึ่งเป็นวงจรขยายสัญญาณไมโครโฟนและยังมีคุณสมบัติสัญญาณรบกวนต่ำและ ควบคุมอัตราขยายได้อัตโนมัติไม่ให้อัดหรือต่ำเกินไป จากนั้นสัญญาณจะถูกส่งไปที่ PCM2912A เพื่อ แปลงสัญญาณส่งให้คอมพิวเตอร์ต่อไป

แต่ก่อนที่จะถูกส่งไปที่ PCM2912A สัญญาณเสียงจะถูกเรียงลำดับความสำคัญของ ช่องทางการสื่อสารก่อน กรณีที่ใช้งานทั้งพอร์ทหน้าเครื่องทั้ง 2 ช่องพร้อมกัน โดยกดปุ่มเพื่อพูด สัญญาณที่เกิดแรงดัน 0 โวลต์ถูกแปลงผ่านอินเวอร์เตอร์เบอร์ NC7S14 เป็น 5 โวลต์ เข้านาฬิกาสวิตช์ TS5A3157(JC5R) ชนิด Single-Pole Double-Throw(SPDT) เพื่อเลือกให้ช่องทางที่ 2 เป็นตัวส่งผ่าน สัญญาณเสียง ซึ่งแสดงว่าช่องทางที่ 2 มีความสำคัญกว่าช่องทางที่ 1 กรณีนี้ทำขึ้นเพื่อใช้งานในกรณีที่ ผู้ใช้ช่องทางที่ 1 สื่อสารผิดพลาด ผู้ใช้งานช่องทางที่ 2 สามารถกดเพื่อตัดสัญญาณและพูดแทนได้ทันที

3.6.4 วงจรอินเวอร์เตอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบ ส่วนที่ 4



ภาพที่ 3.7 วงจรอินเวอร์เตอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบ ส่วนที่ 4

ในส่วนที่ 4 เป็นวงจรที่สำคัญมากในวงจรคือวงจรแหล่งจ่ายไฟ ในการออกแบบแหล่งจ่ายไฟสำหรับติดตั้งและใช้งานบนในบริษัท อุปกรณ์จะใช้แหล่งจ่ายสองชุด แหล่งจ่ายแรกมาจากไฟฟ้ากระแสสลับที่ถูกแปลงเป็นไฟตรง 24 โวลต์ และแหล่งจ่ายที่มาจากแบตเตอรี่ 24 โวลต์ ข้อกำหนดที่ต้องใช้ไฟจ่าย 24 โวลต์เนื่องจากอุปกรณ์อื่นๆ ที่ติดตั้งตามสถานที่ใช้งาน ส่วนใหญ่ใช้ไฟเลี้ยง 24 โวลต์นั่นเอง จากนั้นแรงดันไฟฟ้าจะผ่านบริดจ์ไดโอดเบอร์ DF1504 ป้องกันการต่อแหล่งจ่ายสลับขั้วซึ่งเป็นอันตรายต่อวงจร และผ่านวงจรลดทอนระดับแรงดัน เพื่อลดระดับแรงดันจาก 24 โวลต์ไฟตรงเป็น 12 โวลต์ไฟตรง ใช้คุณสมบัติตามคู่มือของทรานซิสเตอร์เบอร์ LM2575T-12

จากนั้นทั้งสองแหล่งจ่ายที่ถูกลดระดับแรงดันเหลือ 12 โวลต์แล้ว จะผ่านวงจรรวม LTC4416 (LTCFC) ที่มีคุณสมบัติเป็นตัวควบคุมการปล่อยแหล่งจ่ายไฟฟ้าสองชุดให้เป็นแหล่งจ่ายไฟหลักและสำรองไปในวงจรภาคถัดไปโดยสามารถกำหนดแรงดันไฟสูงสุดและต่ำสุดสำหรับการตัดแหล่งจ่ายไฟหลักไปใช้แหล่งจ่ายไฟสำรอง โดยเลือกใช้ค่า $R13=12k\Omega$, $R14=18k\Omega$, $R15=1.5k\Omega$ ตามสมการด้านล่าง

แหล่งจ่ายไฟฟ้าหลัก (AC Power Supply) ถูกตัดเมื่อ

$$V_{\text{Fail}} = V_{\text{ETH}} \cdot \frac{R_{13}+R_{15}}{R_{15}} \quad (3.6.1)$$

(3.6.1)

$$V_{\text{Fail}} = 1.222\text{V} \cdot \frac{12\text{k}\Omega+1.5\text{k}\Omega}{1.5\text{k}\Omega}$$

ถูกตัดเมื่อแรงดันต่ำกว่า $= 10.998 \text{ V}$

แหล่งจ่ายไฟฟ้าหลัก (AC Power Supply) เริ่มจ่ายเมื่อ

$$V_{\text{Restore}} = V_{\text{ETH}} \cdot \frac{R_{13}+(R_{14}||R_{15})}{(R_{14}||R_{15})} \quad (3.6.2)$$

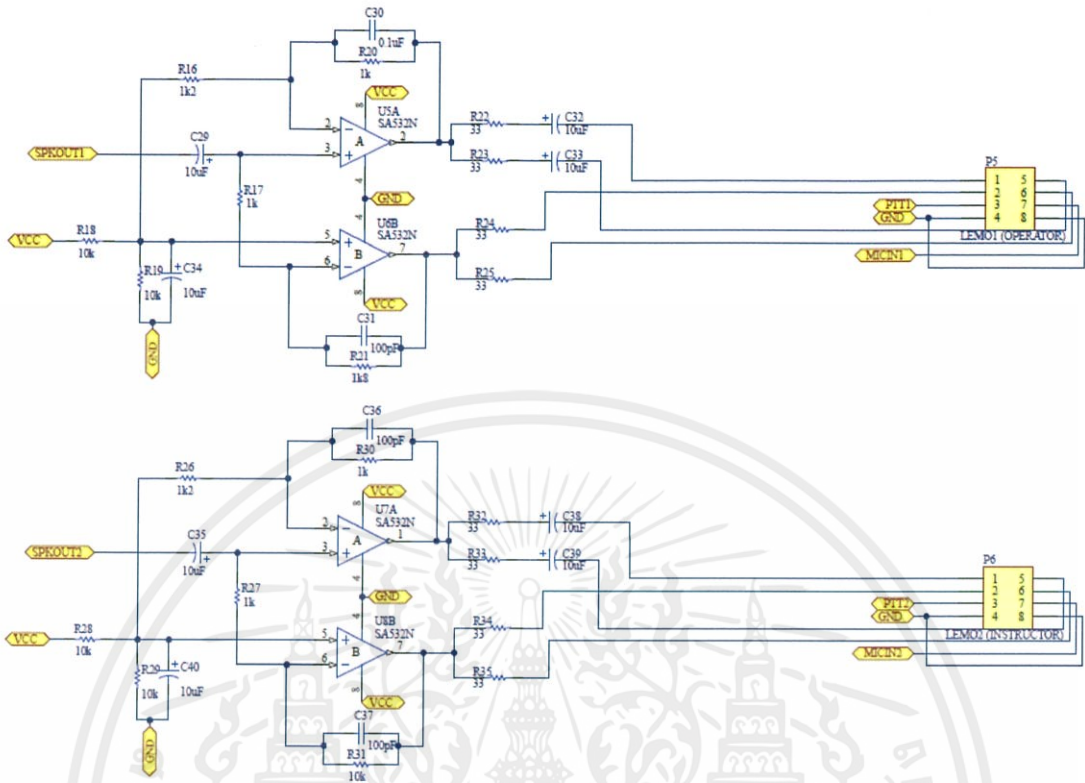
(3.6.2)

$$V_{\text{Restore}} = 1.222\text{V} \cdot \frac{12\text{k}\Omega+(18\text{k}\Omega||1.5\text{k}\Omega)}{(18\text{k}\Omega||1.5\text{k}\Omega)}$$

เริ่มจ่ายเมื่อแรงดันสูงกว่า $= 11.812 \text{ V}$

ในวงจรการควบคุมการปล่อยแรงดันจ่ายให้กับวงจรจะพิจารณาจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลัก (AC Power Supply) เป็นหลัก ซึ่งเมื่อมีค่าแรงดันต่ำกว่า 10.998 โวลต์ ก็จะเปลี่ยนไปใช้แหล่งจ่ายไฟสำรอง และถ้าแรงดันไฟหลักที่ค่าเพิ่มขึ้นมาจนถึง 11.812 โวลต์ แหล่งจ่ายแรกจะกลับมาจ่ายให้วงจรดังเดิม

3.6.5 วงจรอินเทอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบ ส่วนที่ 5



ภาพที่ 3.8 วงจรอินเทอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบ ส่วนที่ 5

ส่วนที่ 5 ของวงจรเป็นส่วนที่ใช้เป็นบัฟเฟอร์ของวงจรและแยกโดดอุปกรณ์ต่อพ่วงเข้ากับวงจร โดยมีสัญญาณเสียงที่ถูกส่งมาจากคอมพิวเตอร์เข้าวงจรรวมPCM2912A ออกมาเป็นสัญญาณอนาล็อกแล้ว ผ่านออปแอมป์เบอร์ SA5532 ซึ่งภายในเป็นออปแอมป์ 2 ชุด แบบสัญญาณลบกวนต่ำ 2 ตัว และถูกยกระดับสัญญาณด้วยแรงดันจากไฟเลี้ยง 12 โวลต์ที่ถูกแบ่งโดย R28 และ R29 โดยคำนวณจาก

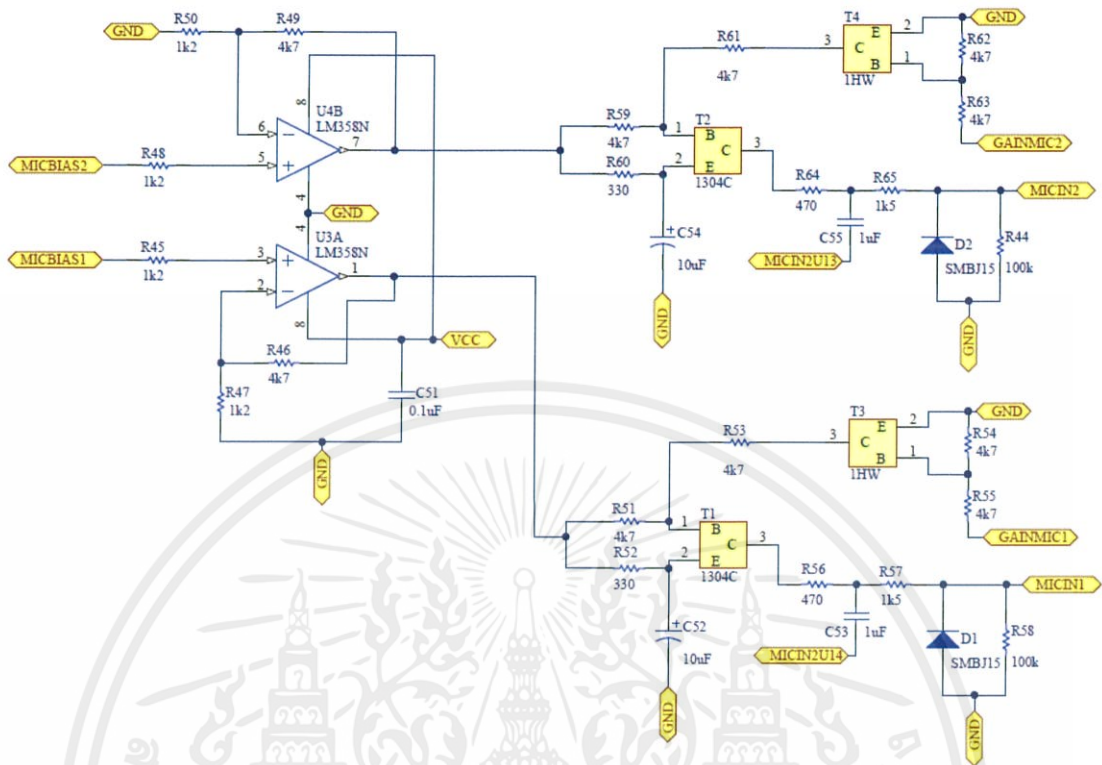
$$V_{ข15} = V_{cc} \cdot \frac{R_{29}}{R_{28} + R_{29}} \quad (3.6.3)$$

$$V_{ข15} = 12V \cdot \frac{10k\Omega}{10k\Omega + 10k\Omega}$$

$$V_{ข15} = 6V$$

และทำการต่อ C29, C32, C33, C35, C38, C39 เป็นตัวเก็บประจุคัปปลิ่งคือการต่อแบบอนุกรมกับวงจรเพื่อไม่ให้แรงดันไฟตรงทำความเสียหายกับอุปกรณ์ โหลดที่นำมาใช้มีขนาด 300 โอห์มเป็นมาตรฐานของบริษัท การต่อจะใช้แบบการป้อนกลับแบบลบเพื่อปรับระดับสัญญาณขาเข้าให้ได้ตามสัดส่วนของตัวต้านทาน และตอบสนองความถี่ตามค่าตัวเก็บประจุ C30, C31, C36, C37

3.6.6 วงจรอินเทอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบ ส่วนที่ 6



ภาพที่ 3.9 วงจรอินเทอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบ ส่วนที่ 6

ในส่วนที่ 6 ของวงจรเป็นส่วนของทางเดินสัญญาณไมโครโฟน สัญญาณควบคุมแรงดันไบอัสไมโครโฟน และแรงดันไบอัสไมโครโฟน โดยเริ่มจากแรงดันไบอัสที่นำมาใช้นั้น ดึงมาจากวงจรรวมเบอร์MAX9814(ADBBCL) ซึ่งมีขา13ที่ ปลอ่ยแรงดัน 2โวลต์ ออกมาให้ใช้งาน แต่เนื่องจากแรงดันไบอัสไมโครโฟนคอนเดนเซอร์ที่ต้องการมีค่า 9.8โวลต์ จึงต้องมีวงจรขยายช่วยโดยใช้LM358 ที่เป็นคู่อลอปแอมป์เข้ามาช่วยขยายโดยการต่อแบบการป้อนกลับแบบลบและไม่กลับขั้วตามสมการ 3.6.4

วิเคราะห์ที่ MICBIAS1
$$V_{out1} = V_{in1} \frac{R_{46} + R_{47}}{R_{46}} \quad (3.6.4)$$

วิเคราะห์ที่ MICBIAS2
$$V_{out2} = V_{in2} \frac{R_{49} + R_{50}}{R_{49}} \quad (3.6.5)$$

จากสมการ 3.6.4 จะได้
$$V_{out1} = 2V \frac{4.7k\Omega + 1.2k\Omega}{1.2k\Omega}$$

$$V_{out1} = 9.833V$$

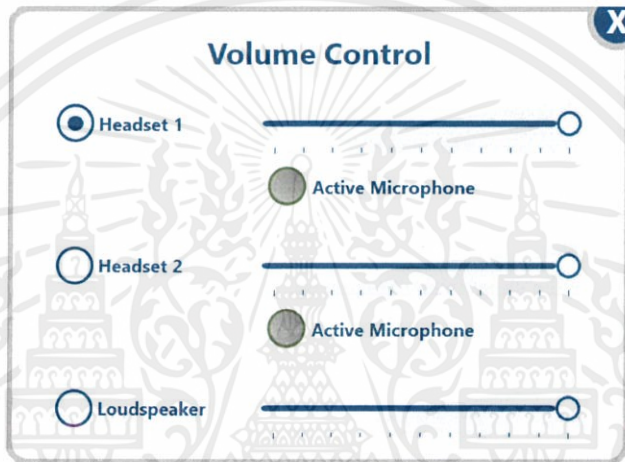
จากสมการ 3.6.4 อัตราขยายเป็น
$$\frac{V_{out1}}{V_{in1}} = 1 + \frac{R_{47}}{R_{46}} \quad (3.6.6)$$

$$A_v = 1 + \frac{1.2k\Omega}{4.7k\Omega} \quad (3.6.7)$$

จะได้อัตราขยายเป็น

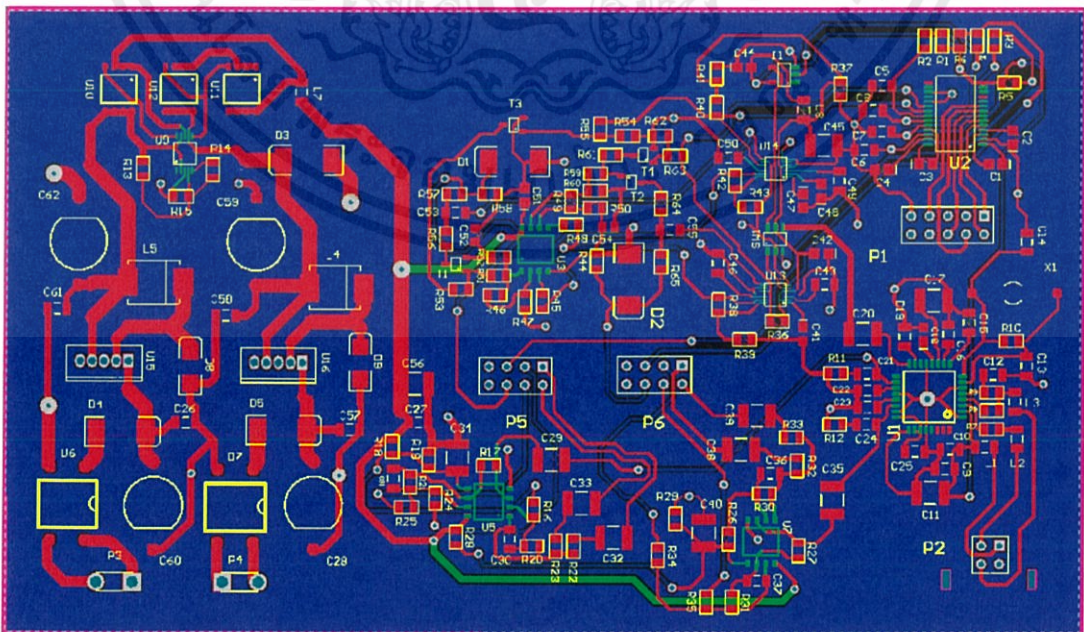
$$A_v = 1.255 \text{ เท่า}$$

จากนั้นแรงดันที่ถูกขยายแล้วจะถูกควบคุมโดยทรานซิสเตอร์เบอร์ BC847(1HW) และ RN1304(1304C) ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ที่นิยมใช้ทั่วไป นำมาใช้ในวงจรในโหมดอิมิตเตอร์ หน้าที่เป็นสวิตช์ สัญญาณที่เป็นตัวควบคุมการเปิด-ปิดให้แรงดันไบอัสผ่าน มาจากการควบคุมซอฟต์แวร์บนคอมพิวเตอร์สำหรับ Active ไมโครโฟนใช้สำหรับไมโครโฟนชนิดคอนเดนเซอร์ Passive ไมโครโฟนใช้สำหรับไมโครโฟนชนิดไดนามิก



ภาพที่ 3.10 หน้าต่างซอฟต์แวร์ที่ใช้ควบคุมการปล่อยแรงดันไบอัสไมโครโฟน

3.6.7 วงจรอินเทอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบได้เป็น PCB



ภาพที่ 3.11 วงจรอินเทอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบได้บน PCB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

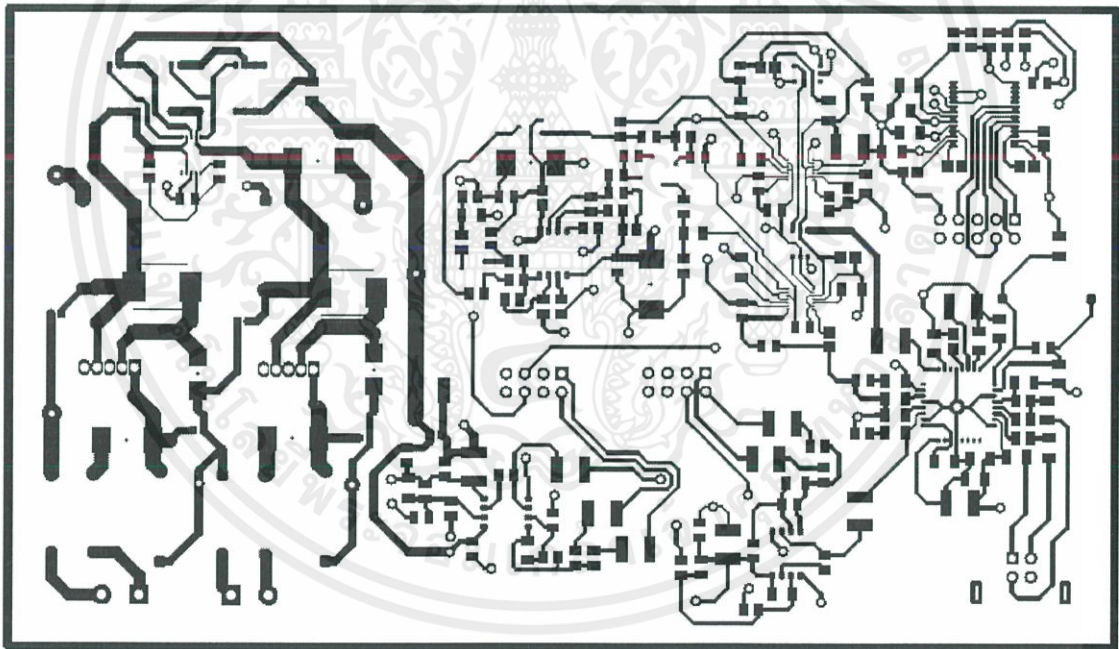
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3.11 เป็น PCB วงจรที่ออกแบบได้บนโปรแกรม Altium Design 16 ซึ่ง ออกแบบไว้เป็นสองเลเยอร์ เนื่องจากความซับซ้อนของวงจรและการสร้างกราวด์เพลนเพื่อลด สัญญาณลบกวนในวงจร สีแดงเป็นภาพด้านบนของแผ่นปริ้นท์ที่ใช้วางอุปกรณ์ทั้งหมด สีน้ำเงินจะเป็น ด้านล่างขอแผ่นปริ้นท์ที่ออกแบบให้เป็นกราวด์เพลน

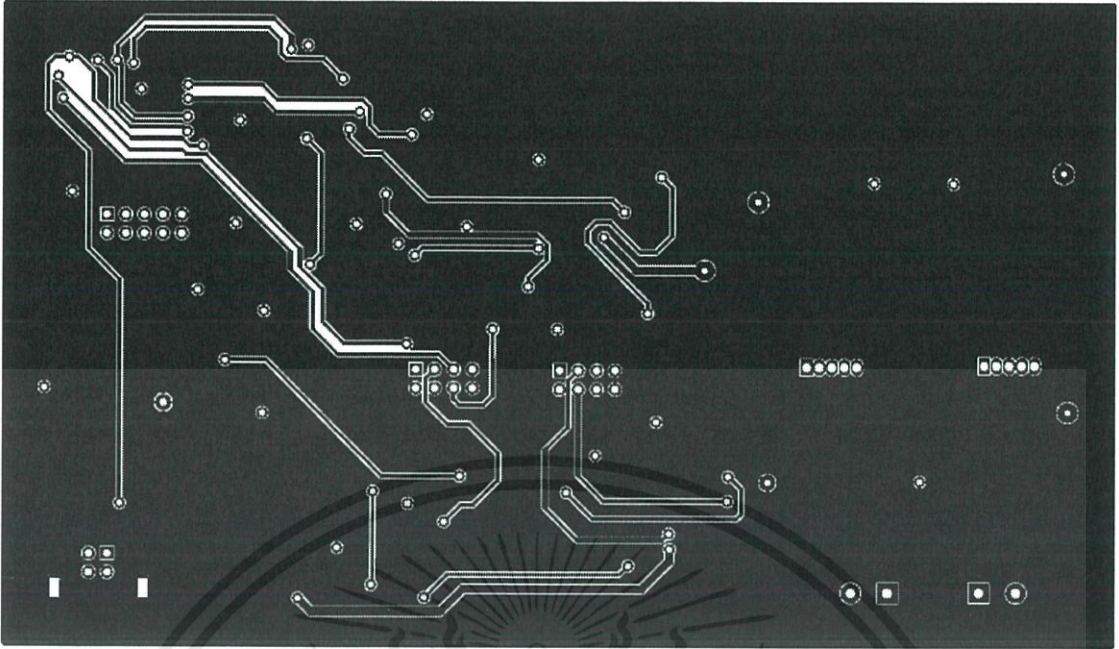
การวางตำแหน่งนั้นจะแยกสัดส่วนโดยขึ้นกับช่องทางการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น ช่องเสียบ DB9, USB, Power Supply จะออกแบบไว้ด้านหลังเครื่อง ส่วนหน้าเครื่องจะเป็นช่อง เสียบหัว LEMO 10ขา แต่ที่สำคัญคือการวางตำแหน่งของสัญญาณไมโครโฟนที่มีสัญญาณต่ำให้ห่าง จากสายทองแดงที่มีแรงดันสูงไหลผ่านเช่น วงจรไฟเลี้ยง เพื่อลดการลบกวนกันของสัญญาณที่เกิดขึ้น

ขนาดของแผ่นวงจรที่ออกแบบไว้ มีขนาด 14.9เซนติเมตร x 8.6เซนติเมตร

*ไดโอดเบอร์SMBJ15ที่ใช้ในวงจรทั้งหมดเป็นไดโอดชนิด Transient voltage suppression ซึ่งทำ หน้าที่คงระดับแรงดันให้คงที่เมื่อมีแรงดันไฟฟ้าเกินเข้ามาในวงจร



ภาพที่ 3.12 วงจรอินเทอร์เฟซสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบได้บน PCB ด้านบน



ภาพที่ 3.13 วงจรอินเทอร์เฟสสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพีที่ออกแบบได้บน PCB ด้านล่าง

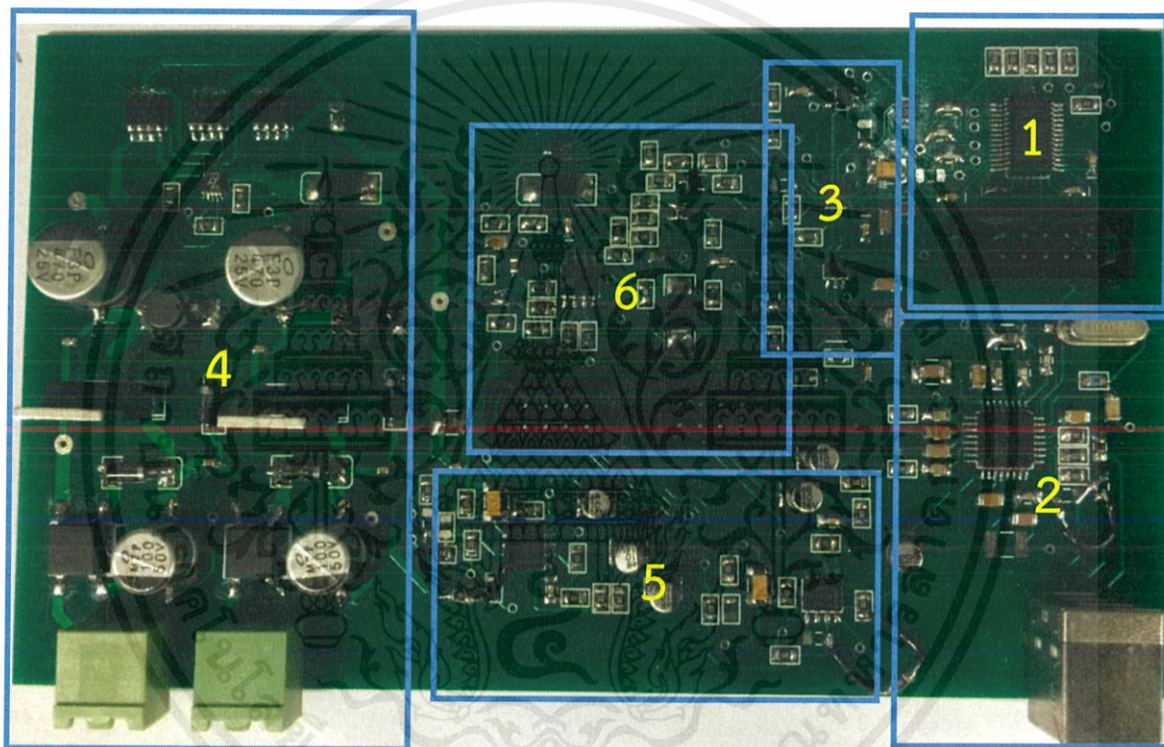


บทที่4

ผลการวิจัย

ในบทที่4 จะกล่าวถึงผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานในวงจรต่างๆ วัดระดับแรงดันและสัญญาณของแต่ละส่วนเพื่อตรวจสอบงานทำงานว่าเป็นไปตามทฤษฎีหรือเป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ โดยทดสอบกับซอฟต์แวร์ เครื่องรับส่งวิทยุของทางบริษัท โดยมีผลการทดลองเป็นส่วนต่างๆดังนี้

4.1 แผงวงจรจริงที่ออกแบบได้และลงอุปกรณ์



ภาพที่ 4.1 แผงวงจรออกแบบได้และรายละเอียดลงอุปกรณ์

จากภาพที่ 4.1 เป็นแผงวงจรจริงออกแบบได้และรายละเอียดลงอุปกรณ์โดยแต่ละส่วนอ้างอิงจากหัวข้อที่ 3.6 ในบทที่3 ขนาดที่วัดได้มีขนาด 14.8เซนติเมตร x 8.6เซนติเมตร มีการใช้สายเชื่อมต่อภายนอกเนื่องจากข้อผิดพลาดในการออกแบบและทำการต่อโยงสายออกมาสำหรับช่องเสียบคือ LEMO1, LEMO2 และ DB-9

4.2 การทำงานของส่วนแหล่งจ่ายไฟฟ้าในวงจร

ในส่วนนี้จะทดสอบการทำงานของวงจรส่วนแหล่งจ่ายไฟฟ้าโดยการเปิด-ปิดแหล่งจ่าย1กับแหล่งจ่าย2 แล้ววัดผลแรงดันที่ขาVsของวงจรรวมLTC4416(LTCFC) และความสำคัญของแหล่งจ่าย1และแหล่งจ่าย2 ซึ่งเป็นส่วนที่จ่ายแรงดันไปเลี้ยงส่วนต่างๆของวงจร

ตารางที่ 4.1 การทำงานของแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ออกจากLTC4416

โหมดการทำงาน			แหล่งจ่ายที่ออกจากLTC4416ขาVs
แหล่งจ่ายที่1	แหล่งจ่ายที่2	แรงดันที่ออกจากLTC4416	
OFF	OFF	0V	ไม่มี
OFF	ON	11.98V	แหล่งจ่ายที่2
ON	OFF	11.95V	แหล่งจ่ายที่1
ON	ON	12.10V	แหล่งจ่ายที่1

4.3 การทำงานของส่วนสัญญาณควบคุม

ในส่วนนี้จะเป็นการทดสอบการตอบสนองของชิ้นงานที่มีต่อคำสั่งควบคุมที่สั่งการจากเครื่องคอมพิวเตอร์ออกมาทางพอร์ต DB9 และทดสอบสัญญาณ Push to Talk ที่ส่งจากอินเตอร์เฟสไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยการวัดค่าศักย์ไฟฟ้าที่ขาของชิพวงจรรวม MAX3238 เพื่อดูว่าค่าที่วัดออกมาได้นั้น เป็นไปตามที่คาดหวังไว้หรือไม่

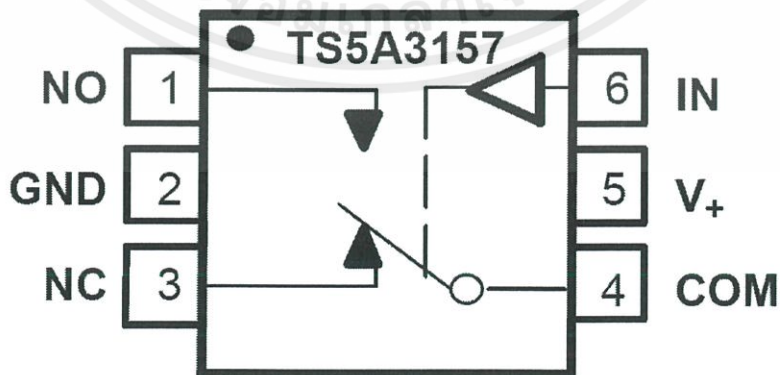
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบสัญญาณควบคุมจากคอมพิวเตอร์

Pin RS232	Pin MAX3238	ฟังก์ชันการทำงาน	โหมด	สถานะ MAX3238 (RS232)	สถานะ MAX3238 (CMOS logic)
RTS	R1IN	Microphone 1	Active	-4.99V	5V
			Passive	5V	0V
DTR	R2IN	Microphone 2	Active	-5.01V	5.03V
			Passive	4.98V	0.01V
DCD	T1OUT	Push to talk 1	OFF	-5V	5V
			ON	5.02V	0.02V
DSR	T2OUT	Push to talk 2	OFF	-5V	5V
			ON	4.99V	0V

ผลการทดสอบจากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าชิพ MAX3238 สามารถแปลงสัญญาณระหว่างคอมพิวเตอร์และอินเตอร์เฟซได้ถูกต้องตามคาดไว้ ทำให้อินเตอร์เฟซสามารถเปลี่ยนสัญญาณ MICBIAS ให้เข้ากับชนิดของไมโครโฟนที่คอมพิวเตอร์เลือกได้ และสัญญาณ Push to Talk จากอินเตอร์เฟซก็ส่งไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการยืนยันความต้องการในการส่งสัญญาณได้ถูกต้อง

4.4 การทำงานของส่วนจัดลำดับความสำคัญของอินพุตทั้งสองช่องทาง

ในส่วนนี้จะเป็นการทดสอบการทำงานของวงจรที่ทำหน้าที่ควบคุมเรื่องการจัดเรียงความสำคัญระหว่างอินพุตทั้งสองช่อง โดยจะสังเกตการทำงานของชิพสวิตช์ JC5R



ภาพที่ 4.2 แสดงโครงสร้างของชิพสวิตช์ JC5R

จากภาพที่ 4.2 สัญญาณไมโครโฟนที่ผ่าน Microphone Pre-Amp มาแล้ว จะมารอไว้ที่ขา NC และ NO ของชิพสวิตช์ โดย NO คือสัญญาณของไมโครโฟนช่องที่สอง และ NC คือสัญญาณไมโครโฟนช่องที่หนึ่งส่วนสัญญาณ IN ที่ทำหน้าที่ควบคุมชิพสวิตช์จะรับมาจากสัญญาณ Push to Talk ของ Headset/Handset ช่องที่สองที่ผ่าน Inverter มาแล้วเพื่อขับชิพสวิตช์

หลังจากที่ทำการทดสอบพบว่า เมื่อกดส่งสัญญาณจากช่องที่หนึ่ง สัญญาณเสียงของช่องที่หนึ่งสามารถเดินทางผ่านไปได้ปกติ เมื่อกดส่งสัญญาณช่องที่สอง ก็สามารถส่งสัญญาณได้ปกติเช่นกัน จึงสรุปได้ว่าสัญญาณ Push to Talk ของช่องที่สองเป็นตัวควบคุมชิพสวิตช์ จึงทำให้ช่องสัญญาณที่สองมีความสำคัญสูงกว่าช่องสัญญาณที่หนึ่ง เมื่อมีการส่งสัญญาณจากทั้งสองช่องพร้อมกัน



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบต่างๆภายในวงจรอินเทอร์เฟซ สามารถทำงานได้ถูกต้องตามที่ออกแบบมา เริ่มจากส่วนให้พลังงานกับวงจรที่สามารถรับไฟกระแสตรงที่มีขนาด 8V – 45V ได้ ตอบสนองกับความต้องการที่ว่า Adapter ของแต่ละสถานที่มีความไม่เหมือนกัน ต่อมาคือส่วนระบบสลับไฟเลี้ยงหลักและไฟเลี้ยงสำรองที่สามารถสับเปลี่ยนได้ตามค่าที่ยอมรับได้ของไฟเลี้ยงหลัก

ส่วนการตอบสนองระหว่างอินเทอร์เฟซและคอมพิวเตอร์ในการทดลองที่ 4.3 ก็ให้ผลตามที่ออกแบบไว้ เนื่องจากการที่ชิพ MAX3238 แปลงสัญญาณระหว่าง CMOS Logic บนอินเทอร์เฟซ และ RS232 ได้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้การเลือกชนิดของไมโครโฟนบนคอมพิวเตอร์มีผลทำให้เปลี่ยนระดับสัญญาณ MIC Bias บนอินเทอร์เฟซให้เหมาะสมกับชนิดไมโครโฟนที่เลือก และสัญญาณ Push to Talk ก็สามารถส่งไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อยืนยันการส่งสัญญาณเสียงได้เช่นกัน และการทดลองที่ 4.4 เรื่องของส่วนจัดลำดับความสำคัญก็ทำงานได้ตามที่ต้องการ ตอบสนองกับความต้องการของเครื่องควบคุมวิทยุอากาศยาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทำโครงงานอินเทอร์เฟซสำหรับเครื่องควบคุมวิทยุประเภทไอพินั้น เนื่องจากเป็นการทำโครงงานชิ้นนี้ครั้งแรก การเลือกอุปกรณ์ ชิ้นส่วนต่างๆ อาจไม่ใช่อุปกรณ์ที่ดีที่สุดที่เลือกมาใช้งาน หากมีการพัฒนาต่อ เช่น การเพิ่มฟังก์ชันไฟสัญญาณเตือนในระบบต่างๆ และอื่นๆ อาจเพิ่ม-ลดอุปกรณ์ที่ไม่จำเป็นและลดขนาดลงเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานได้อีก

เอกสารอ้างอิง

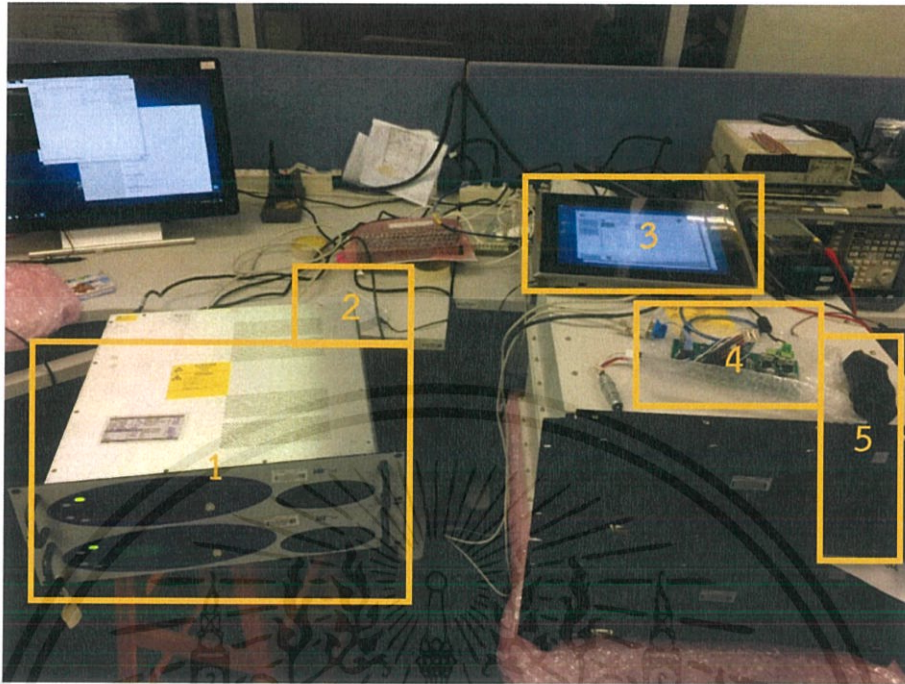
- [1] MAXIM Integrated. (2005). MAX3238. Retrieved October 12, 2018, from <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/73145/MAXIM/MAX3238.html>
- [2] Texas Instrument. (2008). PCM2912. Retrieved October 3, 2018, from <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/228441/TI/PCM2912.html>
- [3] MAXIM Integrated. (2005). MAX9814. Retrieved October 12, 2018, from <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/217128/MAXIM/MAX9814.html>
- [4] Texas Instrument. (2005). TS5A3157. Retrieved September 26, 2018, from <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/118478/TI/TS5A3157.html>
- [5] Linear Technology. (2009). LTC4416. Retrieved October 12, 2018, from <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/192093/LINER/LTC4416.html>
- [6] Michael Fremer. (2015). Analog to Digital Converter. Retrieved October 20, 2018, from <https://www.analogplanet.com/content/analog-digital-converter-shootout-which-sounds-best>
- [7] Thai Embedded. (2008). Analog to Digital Converter Architecture. Retrieved October 22, 2018, from <http://www.thaiembedded.com/blog/?tag=delta-sigma-adc>
- [8] Omega Measuring Instrument. (2017). RS232. Retrieved October 19, 2018, from <https://www.omi.co.th/th/article/rs232>
- [9] IT Great. (2014). Digital Transmission. Retrieved September 21, 2018, from <https://itgreat.blogspot.com/2014/09/digital-transmission.html>

ภาคผนวก

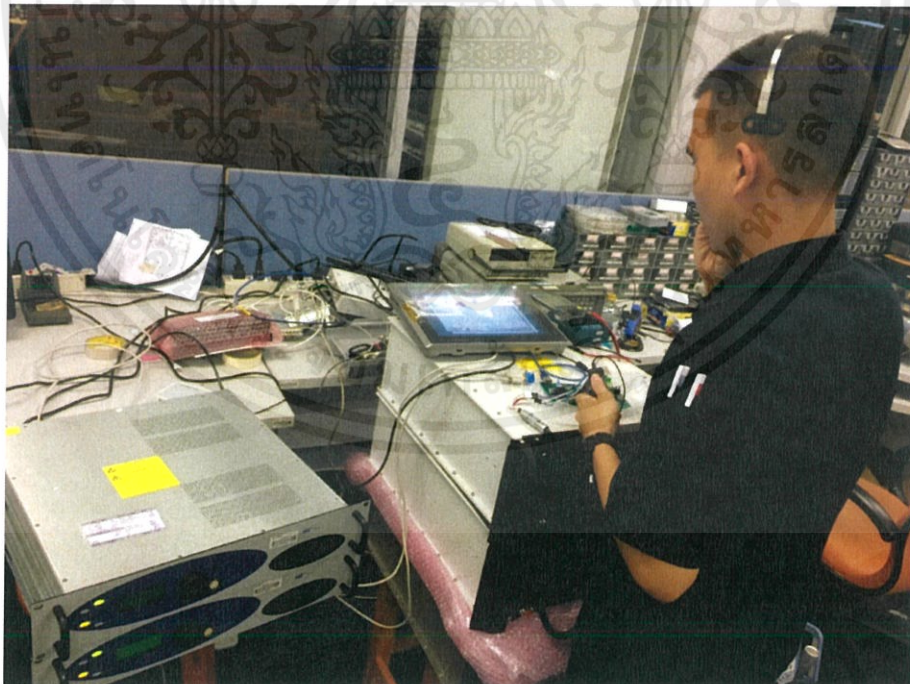
ตารางแสดงคุณสมบัติของขา LEMO Connector

Pin	Signal	Characteristics
1	Headset A output (Non-boom side)	Headset output pair (non-boom side). The headset volume is adjustable between 0 to 100% (representing 300mV to 3V pk-pk into 300Ω)
2	Headset A ground (Non-boom side)	
3	PTT input	0 V to PTT (via 10kΩ/470pF to 0V and 1kΩ to +5V)
4	Ground	0 V
5	Headset B output (Boom side)	Headset output pair (boom side). The headset volume is adjustable between 0 to 100% (representing 300mV to 3V pk-pk into 300Ω)
6	Headset B ground (Boom side)	
7	Microphone input	-The microphone input has an Active setting for powered microphones and a Passive setting for non-powered microphone. -The default setting is Passive -With Passive selected, the microphone input must be in the range 2mV to 20mV rms to remain in VOGAD range -On the Active setting, the microphone input is fed internally via 1970Ω to +9.8V -With Active selected, the microphone input must be in the range 25mV to 250mV rms to remain in VOGAD range
8	Microphone ground	
9	Not connected	
10		

ภาพการทดสอบการทำงาน



1.เครื่องรับ-ส่งวิทยุ 2.ไอพีสวิตช์ 3.คอมพิวเตอร์ 4.อินเตอร์เฟส 5.หูฟัง-ไมโครโฟน-สัญญาณกดเพื่อพูด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUDIO CODEC WITH USB INTERFACE, MONO MICROPHONE INPUT AND STEREO HEADPHONE OUTPUT

FEATURES

- On-Chip USB Interface:
 - With Full-Speed Transceivers
 - Fully Compliant with USB 2.0 Specification
 - Certified By USB-IF
 - Partially Programmable Descriptors
 - Adaptive Isochronous Transfer for Playback
 - Asynchronous Isochronous Transfer for Record
 - Bus Powered
- 16-Bit Delta-Sigma ADC and DAC
- Sampling Rate:
 - 8, 11.025, 16, 22.05, 32, 44.1, 48 kHz
- On-Chip Clock Generator:
 - With Single 6-MHz Clock Source
- Mono ADC with Microphone Input
 - Analog Performance at $V_{BUS} = 5\text{ V}$:
 - THD+N: 0.01%
 - SNR: 92 dB
 - Dynamic Range: 90 dB
 - Decimation Digital Filter
 - Passband Ripple: $\pm 0.05\text{ dB}$
 - Stop-Band Attenuation: -65 dB
 - Single-Ended Voltage Input
 - Antialiasing Filter Included
 - Digital HPF Included
 - Microphone Bias, Microphone Amplifier, and Input PGA
- Stereo DAC With Headphone Output
 - Analog Performance at $V_{BUS} = 5.0\text{ V}$:
 - THD+N: 0.01% ($R_L > 10\text{ k}\Omega$)
 - THD+N: 0.02% ($R_L = 32\ \Omega$)
 - SNR: 92 dB
 - Dynamic Range: 90 dB
 - PO: 13 mW ($R_L = 32\ \Omega$)
 - PO: 25 mW ($R_L = 16\ \Omega$)
- Oversampling Digital Filter
 - Passband Ripple: $\pm 0.1\text{ dB}$
 - Stop-Band Attenuation: -43 dB
 - Single-Ended Voltage Output
 - Analog LPF Included
 - Sidetone PGA, Output PGA, and HP Amplifier
- Multifunctions:
 - Suspend, Playback, and Record Status Flag
 - Microphone Amplifier, Mute, and Gain Control
- Pop/Click Noise-Free
- Single Power-Supply: 5 V Typ (V_{BUS})
- Package: 32-Pin TQFP

APPLICATIONS

- USB Headset
- USB Headphone
- USB Speaker
- USB Featured Consumer Audio Product
- USB Audio Interface Box
- USB Monitor
- Video Conference System

DESCRIPTION

The PCM2912A is the Texas Instruments single-chip, USB stereo audio codec with a USB 2.0-compliant full-speed protocol controller and an analog front-end (AFE) function for headset applications. The USB protocol controller works with no software code, but USB descriptors can be modified on request⁽¹⁾. The PCM2912A employs SpAct™ architecture, TI's unique system that recovers the audio clock from USB packet data. On-chip analog PLLs with SpAct enables independent playback and record sampling rates with low clock jitters.

(1) The descriptor can be modified by changing a mask; contact your local representative for details.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

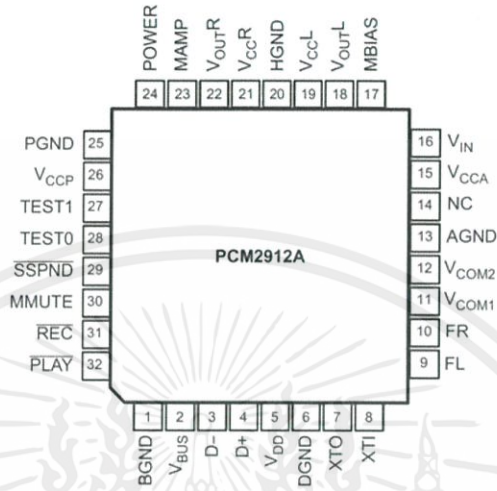
SpAct is a trademark of Texas Instruments.
Audio Precision, System Two are trademarks of Audio Precision, Inc..
All other trademarks are the property of their respective owners.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date.
Products conform to specifications per the terms of the Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 2008, Texas Instruments Incorporated

PIN ASSIGNMENTS

PJT PACKAGE
TQFP-32
(TOP VIEW)



TERMINAL FUNCTIONS

TERMINAL		I/O	DESCRIPTIONS
NAME	PJT		
BGND	1	—	Reference for internal regulator.
V _{BUS}	2	—	Connect to USB power (V _{BUS})
D _−	3	I/O	USB differential input/output minus ⁽¹⁾
D ₊	4	I/O	USB differential input/output plus ⁽¹⁾
V _{DD}	5	—	Digital power supply ⁽²⁾
DGND	6	—	Digital ground
XTO	7	O	Crystal oscillator output
XTI	8	I	Crystal oscillator input ⁽³⁾
FL	9	—	External filter pin of L-channel (optional)
FR	10	—	External filter pin of R-channel (optional)
V _{COM1}	11	—	Common voltage for ADC, DAC, and analog front-end (V _{CCA/2}). Decoupling capacitor should be connected to AGND.
V _{COM2}	12	—	Common voltage for headphone (V _{CCA/2}). Decoupling capacitor should be connected to AGND.
AGND	13	—	Analog ground
NC	14	—	Not connected
V _{CCA}	15	—	Analog power supply
V _{IN}	16	I	ADC microphone input
MBIAS	17	O	Microphone bias output (0.75 V _{CCA})
V _{OUTL}	18	O	Headphone output for L-channel
V _{CCL}	19	—	Analog power supply for headphone amplifier of L-channel ⁽²⁾
HGND	20	—	Analog ground for headphone amplifier
V _{CCR}	21	—	Analog power supply for headphone amplifier of R-channel ⁽²⁾
V _{OUTR}	22	O	Headphone output for R-channel
MAMP	23	I	Microphone preamplifier gain control (LOW: Preamplifier off, HIGH: Preamplifier on = +20 dB) ⁽³⁾
POWER	24	I	Power consumption declaration select pin (LOW: 100 mA, HIGH: 500 mA) ⁽³⁾
PGND	25	—	Analog ground for microphone bias, microphone amplifier, and PGA
V _{CCP}	26	—	Analog power supply for PLL ⁽²⁾
TEST1	27	I	Test pin. Must be set to HIGH ⁽³⁾
TEST0	28	I	Test pin. Must be set to LOW ⁽³⁾
SSPND	29	O	Suspend flag (LOW: Suspend, HIGH: Operational state)
MMUTE	30	I	Microphone mute control, active HIGH (LOW: Mute off, HIGH: Mute on) ⁽⁴⁾
REC	31	O	Status output for record (LOW: Record, FLASH: Mute on recode, HIGH: Stop) ⁽⁵⁾
PLAY	32	O	Status output for playback (LOW: Playback, FLASH: Mute on playback, HIGH: Stop) ⁽⁵⁾

(1) LV-TTL level

(2) Connect decouple capacitor to corresponding ground.

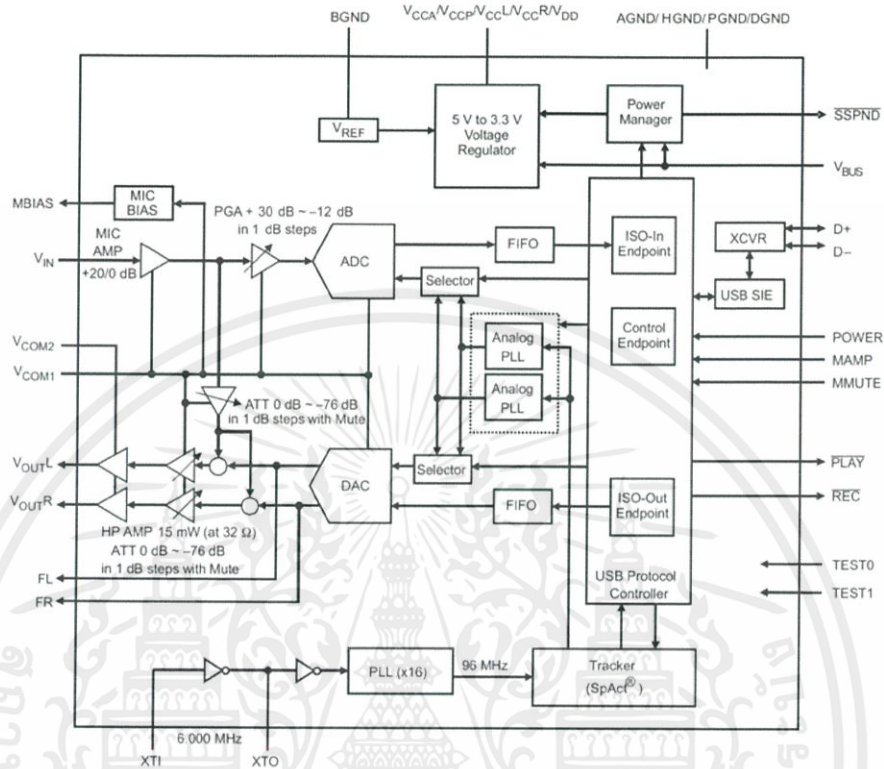
(3) 3.3-V CMOS level input

(4) 3.3-V CMOS level input with internal pulldown

(5) 5-V tolerant, open-drain.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



+3.0V to +5.5V, 1µA, up to 250kbps, True RS-232 Transceiver with AutoShutdown Plus™

General Description

The MAX3238 true RS-232 transceiver achieves a 1µA supply current with Maxim's revolutionary AutoShutdown Plus feature. When the device does not sense a valid signal transition on either the receiver or transmitter inputs within 30sec, the on-board power supply and drivers shut down. This occurs if the RS-232 cable is disconnected or if the transmitters of the connected peripheral are inactive. The system turns on again when a valid transition is applied to any RS-232 receiver or transmitter input, saving power without changes to the existing BIOS or operating system.

The MAX3238 5-driver/3-receiver complete serial port is a 3V-powered EIA/TIA-232 and V.28/V.24 communications interface intended for notebook or subnotebook computer applications. A proprietary, high-efficiency, dual charge-pump power supply and a low-dropout transmitter combine to deliver true RS-232 performance from a single +3.0V to +5.5V supply. A guaranteed data rate of 250kbps provides compatibility with popular software for communicating with personal computers. The MAX3238 requires only 0.1µF capacitors in 3.3V operation. It is ideal for 3.3V-only systems, mixed 3.3V and 5.0V systems, or 5V-only systems that require true RS-232 performance.

Receiver R1 has an extra, always-active output (in addition to its standard output), which allows external devices, such as a modem, to be monitored without forward biasing the protection diodes in circuitry that may have V_{CC} completely removed.

The MAX3238 is available in a space-saving SSOP package.

Applications

- Notebook, Subnotebook, and Palmtop Computers
- High-Speed Modems
- Battery-Powered Equipment
- Hand-Held Equipment
- Peripherals
- Printers

Typical Operating Circuit appears at end of data sheet.

*AutoShutdown Plus is a trademark of Maxim Integrated Products.
* Patents Pending*



For free samples & the latest literature: <http://www.maxim-ic.com>, or phone 1-800-998-8800

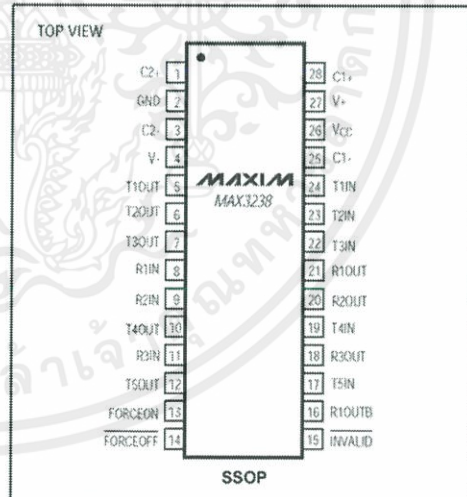
Features

- † 1µA Supply Current Achieved with AutoShutdown Plus
- † Guaranteed Data Rate: 250kbps
- † 1µA Low-Power Shutdown
- † Receivers Active in AutoShutdown Plus Mode
- † Flow-Through Pinout
- † Meets EIA/TIA-232 Specifications Down to 3.0V
- † Guaranteed 6V/µs Slew Rate

Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX3238CAI	0°C to +70°C	28 SSOP
MAX3238EAI	-40°C to +85°C	28 SSOP

Pin Configuration



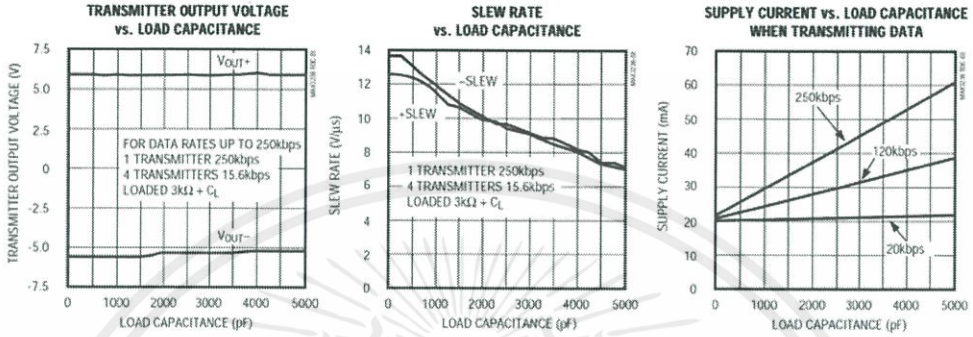
MAX3238 *

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+3.0V to +5.5V, 1 μ A, up to 250kbps, True RS-232 Transceiver with AutoShutdown Plus™

Typical Operating Characteristics

(V_{CC} = +3.3V, 250kbps data rate, 0.1 μ F capacitors, all transmitters loaded with 3k Ω , T_A = +25°C, unless otherwise noted.)



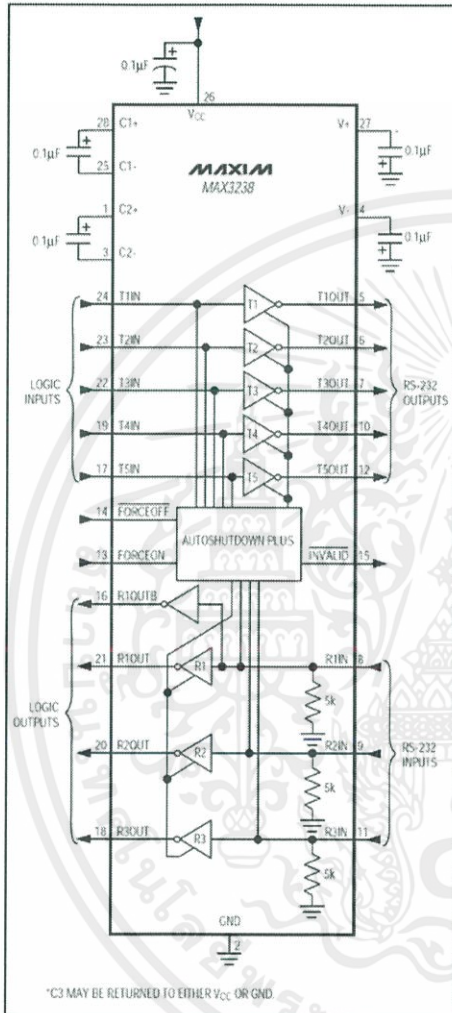
Pin Description

PIN	NAME	FUNCTION
1	C2+	Positive Terminal of Inverting Charge-Pump Capacitor
2	GND	Ground
3	C2-	Negative Terminal of Inverting Charge-Pump Capacitor
4	V-	-5.5V Generated by the Charge Pump
5, 6, 7, 10, 12	T_OUT	RS-232 Transmitter Outputs (T1OUT-T5OUT)
8, 9, 11	R_IN	RS-232 Receiver Inputs (R1IN-R3IN)
13	FORCEON	Force-Off Input. Drive high to override AutoShutdown Plus, keeping transmitters and receivers on (FORCEOFF must be high) (Table 1)
14	FORCEOFF	Force-Off Input. Drive low to shut down transmitters, receivers (except R1OUTB), and on-board supply. This overrides AutoShutdown Plus and FORCEON (Table 1).
15	INVALID	Output of the Valid Signal Detector. A logic "1" indicates if a valid RS-232 level is present on receiver inputs.
16	R1OUTB	Noninverting Complementary Receiver Output. Always active.
17, 19, 22, 23, 24	T_IN	TTL/CMOS Transmitter Inputs (T5IN-T1IN)
18, 20, 21	R_OUT	TTL/CMOS Receiver Outputs (R3OUT-R1OUT)
25	C1-	Negative Terminal of Voltage-Doubler Charge-Pump Capacitor
26	V _{CC}	+3.0V to +5.5V Supply Voltage
27	V+	+5.5V Generated by the Charge Pump
28	C1+	Positive Terminal of Voltage-Doubler Charge-Pump Capacitor

+3.0V to +5.5V, 1 μ A, up to 250kbps, True RS-232 Transceiver with AutoShutdown Plus™

Typical Operating Circuit

MAX3238



MAXIM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAX9814**Microphone Amplifier with AGC and Low-Noise Microphone Bias****General Description**

The MAX9814 is a low-cost, high-quality microphone amplifier with automatic gain control (AGC) and low-noise microphone bias. The device features a low-noise preamplifier, variable gain amplifier (VGA), output amplifier, microphone-bias-voltage generator, and AGC control circuitry.

The low-noise preamplifier has a fixed 12dB gain, while the VGA gain automatically adjusts from 20dB to 0dB, depending on the output voltage and the AGC threshold. The output amplifier offers selectable gains of 8dB, 18dB, and 28dB. With no compression, the cascade of the amplifiers results in an overall gain of 40dB, 50dB, or 60dB. A trilevel digital input programs the output amplifier gain. An external resistive divider controls the AGC threshold and a single capacitor programs the attack/release times. A trilevel digital input programs the ratio of attack-to-release time. The hold time of the AGC is fixed at 30ms. The low-noise microphone-bias-voltage generator can bias most electret microphones.

The MAX9814 is available in the space-saving, 14-pin TDFN package. This device is specified over the -40°C to +85°C extended temperature range.

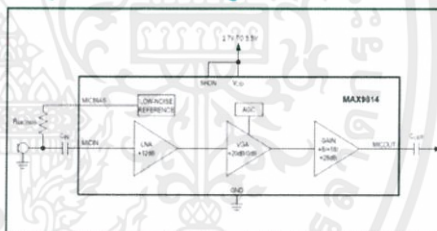
Applications

- Digital Still Cameras
- Digital Video Cameras
- PDAs
- Bluetooth Headsets
- Entertainment Systems (e.g., Karaoke)
- Two-Way Communicators
- High-Quality Portable Recorders
- IP Phones/Telephone Conferencing

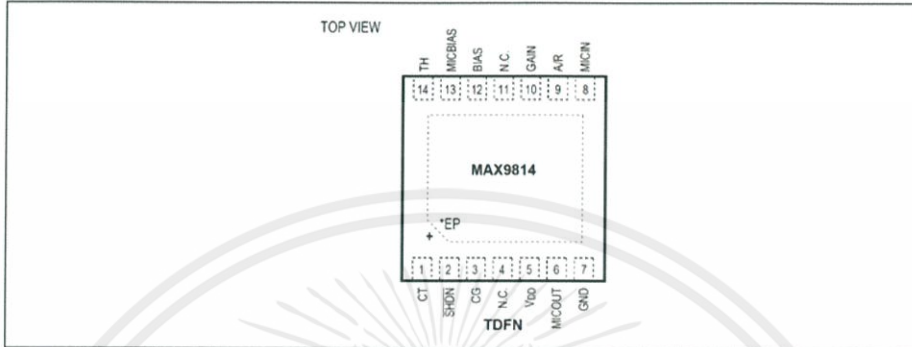
Features

- Automatic Gain Control (AGC)
- Three Gain Settings (40dB, 50dB, 60dB)
- Programmable Attack Time
- Programmable Attack and Release Ratio
- 2.7V to 5.5V Supply Voltage Range
- Low Input-Referred Noise Density of 30nV/√Hz
- Low THD: 0.04% (typ)
- Low-Power Shutdown Mode
- Internal Low-Noise Microphone Bias, 2V
- Available in the Space-Saving, 14-Pin TDFN (3mm x 3mm) Package
- -40°C to +85°C Extended Temperature Range

Ordering Information appears at end of data sheet.

Simplified Block Diagram

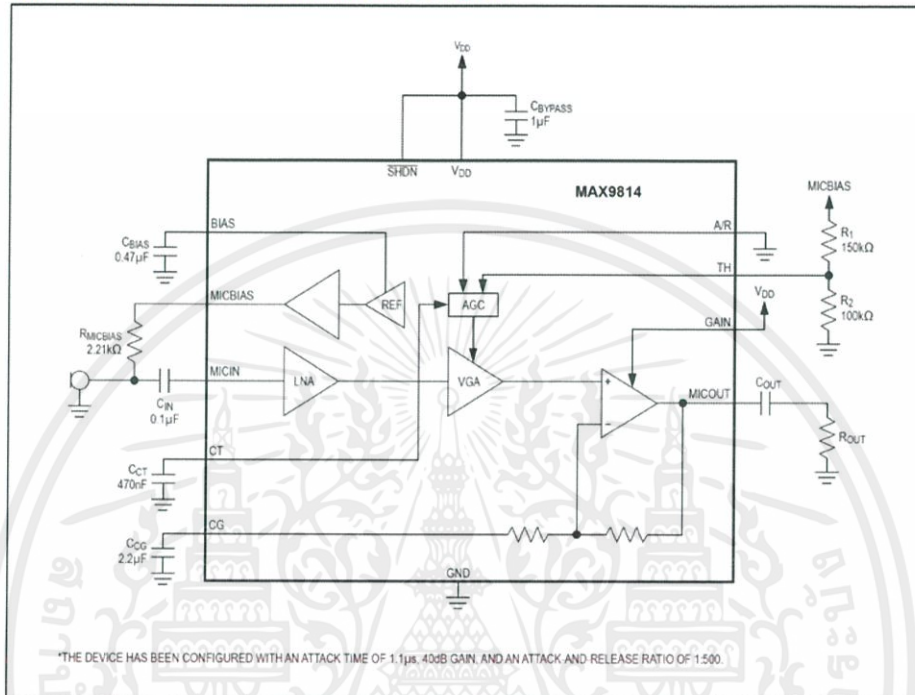
Pin Configuration



Pin Description

PIN TDFN	NAME	FUNCTION
1	CT	Timing Capacitor Connection. Connect a capacitor to CT to control the Attack and Release times of the AGC.
2	SHDN	Active-Low Shutdown Control
3	CG	Amplifier DC Offset Adjust. Connect a 2.2 μ F capacitor to GND to ensure zero offset at the output.
4, 11	N.C.	No Connection. Connect to GND.
5	VDD	Power Supply. Bypass to GND with a 1 μ F capacitor.
6	MICOUT	Amplifier Output
7	GND	Ground
8	MICIN	Microphone Noninverting Input
9	A/R	Trilevel Attack and Release Ratio Select. Controls the ratio of attack time to release time for the AGC circuit. A/R = GND: Attack/Release Ratio is 1:500 A/R = VDD: Attack/Release Ratio is 1:2000 A/R = Unconnected: Attack/Release Ratio is 1:4000
10	GAIN	Trilevel Amplifier Gain Control. GAIN = VDD: gain set to 40dB. GAIN = GND: gain set to 50dB. GAIN = Unconnected: uncompressed gain set to 60dB.
12	BIAS	Amplifier Bias. Bypass to GND with a 0.47 μ F capacitor.
13	MICBIAS	Microphone Bias Output
14	TH	AGC Threshold Control. TH voltage sets gain control threshold. Connect TH to MICBIAS to disable the AGC.
—	EP	Exposed Pad. Connect the TDFN EP to GND.

Typical Application Circuit/Functional Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



LTC4416/LTC4416-1

36V, Low Loss Dual PowerPath Controllers for Large PFETs

FEATURES

- Designed Specifically to Drive Large and Small Q_G PFETs
- Very Low Loss Replacement for Power Supply OR'ing Diodes
- Wide Operating Voltage Range: 3.6V to 36V
- -40°C to 125°C Operating Temperature Range
- Reverse Battery Protection
- Automatic Switching Between DC Sources
- Low Quiescent Current: 35µA per Channel
- Load Current Sharing
- MOSFET Gate Protection Clamp
- Precision Input Control Comparators for Setting Switchover Threshold Points
- Open-Drain Feedback Points for Customer Specified Hysteresis Control
- Minimal External Components
- Space Saving 10-Lead MSOP Package

APPLICATIONS

- High Current PowerPath Switch
- Industrial and Automotive Applications
- Uninterruptible Power Supplies
- Logic Controlled Power Switch
- Battery Backup System
- Emergency Systems with Battery Backups

DESCRIPTION

The LTC[®]4416/LTC4416-1 control two sets of external P-channel MOSFETs to create two near ideal diode functions for power switchover circuits. This permits highly efficient OR'ing of multiple power sources for extended battery life and low self heating. When conducting, the voltage drop across the MOSFET is typically 25mV. For applications with a wall adapter or other auxiliary power source, the load is automatically disconnected from the battery when the auxiliary source is connected.

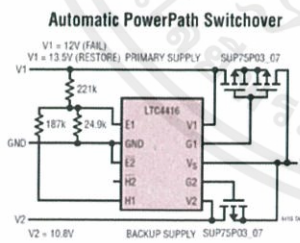
The LTC4416 integrates two interconnected PowerPath™ controllers with soft switchover control. The "soft-off" switchover permits the users to transfer between two dissimilar voltages without excessive voltage undershoot (or V_{DRROP}) in the output supply. The LTC4416/LTC4416-1 also contain a "fast-on" feature that dramatically increases gate drive current when the forward input voltage exceeds 25mV. The LTC4416 "fast off" feature is engaged when the sense voltage exceeds the input voltage by 25mV. The LTC4416-1 enables the fast off under the same conditions and when the other external P-channel device is selected using the enable pins.

The wide operating supply range supports operation from one to eight Li-Ion cells in series. The low quiescent current (35µA per channel) is independent of the load current. The gate driver includes an internal voltage clamp for MOSFET protection.

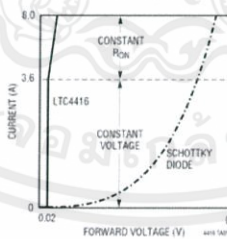
The LTC4416/LTC4416-1 are available in low profile 10-lead MSOP packages.

LT, LTC and LTM are registered trademarks of Linear Technology Corporation. PowerPath is a trademark of Linear Technology Corporation. All other trademarks are the property of their respective owners.

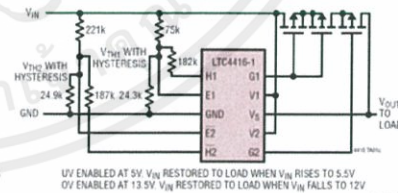
TYPICAL APPLICATION



LTC4416 vs Schottky Diode Forward Voltage Drop



Under and Overvoltage Shutdown Operation



LTC4416/LTC4416-1

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(Note 1)

Supply Voltage (V1, V2).....	-14V to 40V
Voltage from V1 or V2 to V _S	-40V to 40V
Input Voltage	
E1, E2	-0.3V to 40V
V _S	-14V to 40V
Output Voltage	
G1	-0.3V to the Higher of V1 + 0.3V or V _S + 0.3V
G2	-0.3V to the Higher of V2 + 0.3V or V _S + 0.3V
H1, H2	-0.3V to 7V
Operating Ambient Temperature Range (Note 2)	
LTC4416E	-40°C to 85°C
LTC4416I	-40°C to 125°C
Operating Junction	
Temperature Range	-40°C to 125°C
Storage Temperature Range	-65°C to 150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec)	300°C

PACKAGE/ORDER INFORMATION

TOP VIEW

MS PACKAGE
10-LEAD PLASTIC MSOP
T_{JMAX} = 130°C, θ_{JA} = 120°C/W

ORDER PART NUMBER	MS PART MARKING*
LTC4416EMS	LTCFC
LTC4416IMS	LTCFC
LTC4416EMS-1	LTCPS
LTC4416IMS-1	LTCPS

Order Options Tape and Reel: Add #TR
Lead Free: Add #PBF Lead Free Tape and Reel: Add #TRPBF
Lead Free Part Marking: <http://www.linear.com/leadfree/>

Consult LTC Marketing for parts specified with wider operating temperature ranges.
*The temperature grade is identified by a label on the shipping container.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

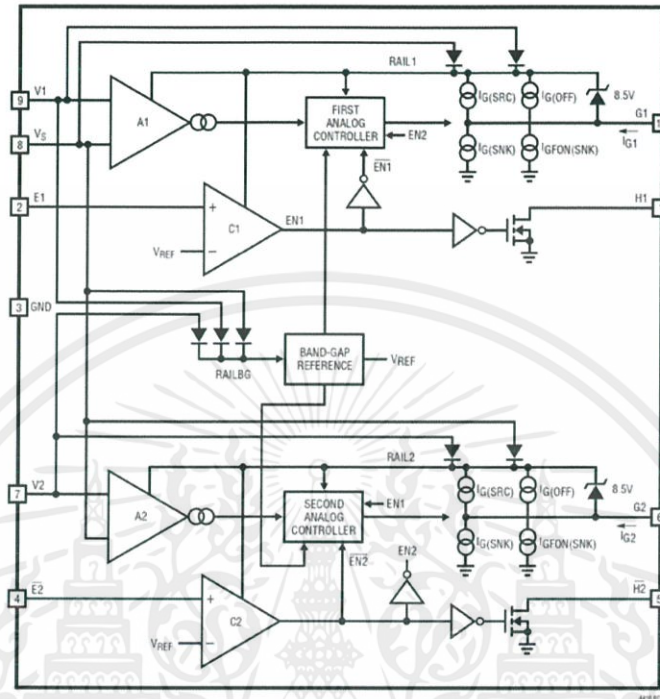
The ● denotes the specifications which apply over the full operating temperature range, otherwise specifications are at T_A = 25°C. V1 = V2 = 12V, E1 = 2V, E2 = GND, GND = 0V. Current into a pin is positive and current out of a pin is negative. All voltages are referenced to GND, unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V _{V1} , V _{V2} , V _{VS}	Operating Supply Range	V1, V2 and/or V _S Must be in This Range for Proper Operation	● 3.6		36	V
I _{QFL}	Quiescent Supply Current at Low Supply While in Forward Regulation	V _{V1} = 3.6V, V _{V2} = 3.6V. Measure Combined Current at V1, V2 and V _S Pins Averaged with V _{VS} = 3.560V and V _{VS} = 3.6V (Note 3)	●		70	μA
I _{QFH}	Quiescent Supply Current at High Supply While in Forward Regulation	V _{V1} = 36V, V _{V2} = 36V. Measure Combined Current at V1, V2 and V _S Pins Averaged with V _{VS} = 35.960V and V _{VS} = 36V (Note 3)	●		130	μA
I _{QRL}	Quiescent Supply Current at Low Supply While in Reverse Turn-Off	V _{V1} = 3.6V, V _{V2} = 3.6V. Measure Combined Current at V1, V2 and V _S Pins with V _{VS} = 3.7V	●		70	μA
I _{QRH}	Quiescent Supply Current at High Supply While in Reverse Turn-Off	V _{V1} = 35.9V, V _{V2} = 35.9V. Measure Combined Current at V1, V2 and V _S Pins with V _{VS} = 36V	●		130	μA
I _{QCL}	Quiescent Supply Current at Low Supply with E1 and E2 Active	V _{V1} = 3.6V, V _{V2} = 3.6V, V _{V1} - V _{VS} = 0.9V, V _{E1} = 0V, V _{E2} = 2V. V1 and V2 Measured Separately	●		30	μA
I _{QCH}	Quiescent Supply Current at High Supply with E1 and E2 Active	V _{V1} = 36V, V _{V2} = 36V, V _{V1} - V _{VS} = 0.9V, V _{E1} = 0V, V _{E2} = 2V. V1 and V2 Measured Separately	●		65	μA
I _{LEAK}	V1, V2 and V _S Pin Leakage Currents When Other Pin Supplies Power (Note 4)	V _{V1} = V _{V2} = 28V, V _{VS} = 0V. Measure I _{VS}	-10	-1	1	μA
		V _{V1} = V _{V2} = 14V, V _{VS} = -14V. Measure I _{VS}	-10	-1	1	μA
		V _{V1} = V _{V2} = 36V, V _{VS} = 8V. Measure I _{VS}	-10	-1	1	μA
PowerPath Controller						
V _{FR}	PowerPath Switch Forward Regulation Voltage	V _{V1} , V _{V2} - V _{VS} , 3.6V ≤ V _{V1} , V _{V2} ≤ 36V, C _{G1} = C _{G2} = 3nF	● 10		40	mV
V _{RTO}	PowerPath Switch Reverse Turn-Off Threshold Voltage	V _{V1} , V _{V2} - V _{VS} , 3.6V ≤ V _{V1} , V _{V2} ≤ 36V, C _{G1} = C _{G2} = 3nF	● -40		-10	mV
V _{FO}	PowerPath Switch Forward Fast-On Voltage Comparator Threshold	V _{V1} , V _{V2} - V _{VS} , 6V ≤ V _{V1} , V _{V2} ≤ 36V, C _{G1} = C _{G2} = 3nF, I _{G1} , I _{G2} > 500μA	● 50		125	mV

4416Is

LTC4416/LTC4416-1

BLOCK DIAGRAM



OPERATION

Operation can best be understood by referring to the Block Diagram which illustrates the internal circuit blocks. The LTC4416/LTC4416-1 are divided into three sections, namely:

1. The channel 1 controller consisting of A1, C1, the "first analog controller," the G1 drivers and the H1 output driver.
2. The band-gap reference
3. The channel 2 controller consisting of A2, C2, the "second analog controller," the G2 drivers and the H2 output driver.

Each of the three sections has its own derived internal power supply referred to as a rail. RAIL1 provides power to the channel 1 controller. RAIL2 provides power to the channel 2 controller. The internal RAILBG provides power to the band-gap reference. The internal rail1 derives its power from the higher voltage of V1 and V5. The internal rail2 derives its power from the higher voltage of V2 and V5. RAILBG derives its power from the highest voltage of V1, V2, and V5. All three sections share a common ground connected to the GND pin.

4416fa