รายงานสหกิจฉบับสมบูรณ์

การประดิษฐ์กล่องรับส่งสัญญาณเสียงผ่านสายแลน Ethernet I/O Box

นางสาวณัฐพร ธีระรัตนนุกูลชัย

นายปัณณวิชญ์ ประภาประดิษฐ์โชติ

นายเสฏฐวุฒิ เอี่ยมผ่องใส

นางสาวอรนิดา ยุกตะนันทน์

ภาควิชาดนตรีและสื่อประสม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจ (ภาษาไทย) การประดิษฐ์กล่องรับส่งสัญญาณเสียงผ่านสายแลน

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาวณัฐพร ธีระรัตนนุกูลชัย

นายปัณณวิชญ์ ประภาประดิษฐ์โชติ

นายเสฏฐวุฒิ เอี่ยมผ่องใส

นางสาวอรนิดา ยุกตะนันทน์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** ดนตรีและสื่อประสม

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ อาจารย์ขจรศักดิ์ กิตติเมธาวีนันท์

อาจารย์พลสิทธิ์ ทินกร ณ อยุธยา

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายอรรถพร สงวนพรรค

สถานประกอบการ เจเอสเอส โปรดักชั่น จำกัด

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมเสียงในเรื่องของคอนเสิร์ตกำลังเป็นที่แพร่หลาย เกิดงานดนตรีและเทศกาลดนตรีต่างๆมากขึ้น ต้นทุนและความรวดเร็วในการติดตั้งระบบจึงเป็นเรื่องสำคัญ สายมัลติคอร์ (Multicore) เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการต่อสายสัญญาณบนเวทีไปยังมิกเซอร์ (Mixer) เนื่องจากมัลติคอร์มีขนาดที่ใหญ่และมีน้ำหนักมาก ทำให้ยากต่อการเคลื่อนย้าย

โครงการฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาอุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณโดยใช้สายแลนเพียงเส้นเดียว เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการต่อสายสัญญาณโดยใช้สายมัลติคอร์ อุปกรณ์มีน้ำหนักเบาขนาดเล็กทำให้เคลื่อนย้ายได้สะดวก

คำสำคัญ : สายมัลติคอร์, มิกเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title Ethernet I/O Box

Student Ms. Nuttaporn Thiraratananukulchai

Mr. Punnavit Prapapraditchot

Mr. Sattawud Aiampongsai

Ms. Ornida Yuktanan

Department Music Engineering and Multimedia

Advisor Mr. Khachonsak Kittimethawinan

Mr. Ponlasit Thinnakon Na Ayutthaya

Mentor Mr. Ataporn Sanguanphak

Company Jss Production Co.,ltd

ABSTRACT

Nowadays, the sound industry in concerts is becoming widespread. More music events and music festivals, the cost and speed of set up the system is therefore important. Multicore cables are necessary for connecting the instrument on stage to the mixer but the multicore is large in size and heavy in weight, makes it difficult to move.

This project is developed connecting signal equipment using only one LAN cable to reduce the cost of connecting cables. The product is lightweight and small size which makes it easy to move.

Keywords : Multicore cable, Mixer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้คงไม่อาจสำเร็จสมบูรณ์ขึ้นมาได้ หากปราศจากความเมตตากรุณาจากคุณอรรถพร สงวนพรรค ผู้จัดการฝ่าย Audio บริษัทเจเอสเอส โปรดักชั่น จำกัด ที่กรุณาให้คำชี้แนะแนวทางและข้อสังเกตุต่างๆ ทำให้คณะผู้จัดทำได้พัฒนาแนวคิดและไตร่ตรองปัญหาต่างๆได้อย่างรอบคอบมากยิ่งขึ้น ตลอดจนการกำหนดกรอบเวลาในการเสนอความคืบหน้าของงาน ซึ่งถือเป็นแรงกระตุ้นให้ทางคณะผู้จัดทำได้อย่างดียิ่ง อีกทั้งท่านอาจารย์ขจรศักดิ์ กิตติเมธาวีนันท์ ท่านอาจารย์พลสิทธิ์ ทินกร ณ อยุธยา คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งใจและสำนึกในพระคุณของท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณท่านทั้งสามไว้ ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ คุณจันทร พัฒนถาบุตร ผู้จัดการฝ่ายบุคคล ที่ได้กรุณาประสานงานตลอดการดำเนินโครงการสหกิจศึกษา อีกทั้งให้คำแนะนำและข้อคิดต่างๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อคณะผู้จัดทำ จนทำให้โครงการฉบับนี้สำเร็จลงได้

คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ ผศ.ดร.กฤดากร กล่อมการ และคณาจารย์ต่างๆที่คณะผู้จัดทำมิได้เอ่ยนาม ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้แก่ทางด้านวิชาการ รวมทั้งให้คำแนะนำและแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าแก่คณะผู้จัดทำ จนทำให้โครงการฉบับนี้สำเร็จ หากโครงการฉบับนี้มีความบกพร่องประการใด คณะผู้จัดทำขอน้อมรับความผิดพลาดไว้แต่เพียงผู้เดียว

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	2
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	10
3.1 สืบค้นข้อมูลและปัญหาของทางบริษัทเพื่อใช้ในการทำโครงงาน	10
3.2 ศึกษาการทำงานของสายสัญญาณประเภทต่างๆ	10
3.3 ออกแบบอุปกรณ์	10
3.4 ทดลองอุปกรณ์	12
บทที่ 4 ผลการวิจัย	16
4.1 ทดสอบอุปกรณ์โดยใช้เสียง Sine Sweep	16
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	19
5.1 สรุปผลการวิจัย	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 2.1.1 แสดงความแตกต่างของสาย CAT แต่ละประเภท 2
ตารางที่ 2.1.2 แสดงขั้วสัญญาณของการเข้าหัว RJ 45 ทั้ง 2 ลักษณะ 3
ตารางที่ 2.2.1 แสดงสัญญาณ XLR connector 4
ตารางที่ 2.4.1 Audio transformer EI14 Specifications 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 1.1 สาย Multicore 1
รูปที่ 2.1.3 ตัวอย่างรูปแบบสาย Twist ของสาย CAT 3
รูปที่ 2.2.1 เรียงจากซ้ายไปขวา RJ45, RJ25, RJ14, handset plug, 6P6C Jack 4
รูปที่ 2.2.2 เรียงจากซ้ายไปขวา RJ45 without shield ,RJ45 with shield 5
รูปที่ 2.2.3 รูปแบบของการจัดเรียงเพื่อเชื่อมต่อกับข้อต่อ RJ45 5
รูปที่ 2.2.4 ซ้าย EtherCON Cable Connectors ขวา EtherCON Chessis Connectors 5
รูปที่ 2.2.1 ขั้วสัญญาณ XLR Connector 6
รูปที่ 2.2.2 Combo Jack และ ไดอะแกรมแสดงการเข้าหัวสัญญาณ Combo Jack 6
รูปที่ 2.3.1 Audio transformer EI14 7
รูปที่ 2.5.1 Ground loops ที่เกิดจากศักย์ไฟฟ้าของ กราวด์ที่ 1 และกราวด์ที่ 2 8
รูปที่ 2.5.2 ลักษณะของ Ground loops ที่เกิดจากปลั๊กสองอันที่อยู่ห่างกัน และอาจจะมาจากวงจรย่อย 8
รูปที่ 2.5.3 Loops ที่เกิดจากสนามแม่เหล็กที่อยู่รอบสายไฟฟ้า B คล้องกับ loop ที่มีอยู่ในระบบ ทำให้เกิดกระแสและความต่างศักย์ของสัญญาณรบกวน 9
รูปที่ 3.3.1 diagram 11
รูปที่ 3.3.2 สาย CAT6 ประเภท S/FTP (Braid Screen Shielded /Foil screened Twisted Pairs) 11
รูปที่ 3.4.1 ทดลองการรับส่งสัญญาณของสาย CAT 5E ในแต่ละขั้ว 12
รูปที่ 3.4.2 XLR Connector 4 หัว เชื่อมออกมาจากบอร์ดทดลอง 13
รูปที่ 3.4.3 สาย CAT 5E กับ CAT Connector 13
รูปที่ 3.4.4 ทดสอบการรับส่งสัญญาณของ XLR กับสาย CAT5E พร้อมกัน 4 สัญญาณ โดยใช้ไมโครโฟน 4 ตัว 13
รูปที่ 3.4.5 แบ่งขั้วสัญญาณของ Combo Jack กับ XLR Connector 14
รูปที่ 3.4.6 ทดสอบการรับส่งสัญญาณของ Combo Jack กับ XLR Connector 14
รูปที่ 3.4.7 สาย CAT5E UTP ที่ไม่สามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์ได้ 15
รูปที่ 3.4.8 สาย CAT6 S/FTP ที่สามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์ได้ 15
รูปที่ 4.1.1 กราฟเปรียบเทียบระดับสัญญาณ หรือ Magnitude ระหว่างอุปกรณ์ (CAT6 Shielded) กับสาย XLR 16
รูปที่ 4.1.2 กราฟเปรียบเทียบเฟสของสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ (CAT6 Shielded) กับสาย XLR 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 4.1.3 กราฟเปรียบเทียบสัญญาณรบกวนของระบบ 18
ระหว่างอุปกรณ์ (CAT6 Shielded) กับสาย XLR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากอุตสาหกรรมคอนเสิร์ตกำลังเป็นที่แพร่หลายเกิดงานดนตรีและงานคอนเสิร์ตต่างๆ มากมาย ทำให้ต้นทุนในการใช้อุปกรณ์และความรวดเร็วในการติดตั้งระบบเป็นสิ่งสำคัญ การจัดวางระบบบนเวทีที่ใช้สำหรับแสดงเป็นเรื่องที่สำคัญเช่นกัน ทางคณะผู้จัดทำเล็งเห็นถึงปัญหาในข้อนี้ จึงได้คิดค้นพัฒนากล่อง Ethernet I/O Box ที่สามารถใช้แทนที่สายมัลติคอร์ที่มีน้ำหนักมาก ขนาดใหญ่และราคาต้นทุนที่สูงได้ โดยเปลี่ยนจากสาย XLR เป็นสาย LAN เพียงเส้นเดียว

รูปที่ 1.1 สาย Multicore

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อลดต้นทุนของการใช้สายมัลติคอร์

1.2.2 ทำให้สะดวกในการเคลื่อนย้ายบนเวที

1.2.3 ทำให้เวทีเป็นระบบมากยิ่งขึ้น ไม่ดูเกะกะ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ตั้งแต่วันที่ 5 สิงหาคม 2562 – 18 ธันวาคม 2562

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ลดต้นทุนในการสั่งซื้อสายในการใช้ต่อสัญญาณ

1.4.2 ทำงานได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Category Cable (CAT Cable)

สาย CAT เป็นสายสัญญาณที่ใช้รับส่งสัญญาณ ที่มีความนิยมมากในระบบคอมพิวเตอร์และระบบเน็ตเวิร์ค มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2001 เพราะมีราคาย่อมเยาและติดตั้งง่าย สาย CAT มีลักษณะเป็นสายเกลียว 4 คู่ สามารถรองรับความถี่ได้มากถึง 100 MHz มีความยืดหยุ่นสูงไม่แตกหักง่าย และด้วยการออกแบบของสาย CAT5E ที่มีลักษณะเป็น Balance Line จึงทำให้มี สัดส่วนของ Signal to Noise สูง ทำให้สัญญาณที่ออกมามีคุณภาพ โดยสาย CAT นั้นมีหลากหลายรูปแบบด้วยกัน ได้แก่ CAT3 ,CAT5 ,CAT5E ,CAT6 ,CAT6A และ CAT7 โดยสายแต่ละแบบมีข้อจำกัดของการรับส่งข้อมูลแตกต่างกัน

เนื่องจากสาย CAT ได้เข้าไปอยู่ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น เน็ตเวิร์ค , คอมพิวเตอร์ หรือ เอนเตอร์เทนเมนต์ จึงการป้องกันสายจากสัญญาณรบกวนของสัญญาณต่างๆเป็นสิ่งสำคัญ สายCAT จึงมีสายหลากหลายรูปแบบเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน เช่น

1. U/UTP (Unshielded /Unscreened Twisted Pairs)
2. U/FTP (Unshielded /Foil screened Twisted Pairs)
3. F/FTP (Foil Shielded /Foil screened Twisted Pairs)
4. F/UTP (Foil Shielded / Unscreened Twisted Pairs)
5. S/FTP (Braid Screen Shielded /Foil screened Twisted Pairs)
6. S/UTP (Braid Screen Shielded /Unscreened Twisted Pairs)
7. SF/UTP (Braid Screen Shielded+ Foil Shielded /Foil screened Twisted Pairs)

การรับส่งสัญญาณของสาย CAT นั้นมีการรับส่งแบบเป็นคู่ โดยภายในสาย CAT นั้นจะมีสัญลักษณ์สีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 8 สีคือ เขียว, เขียวลาย, ส้ม, ส้มลาย, น้ำเงิน, น้ำเงินลาย, น้ำตาล และน้ำตาลลาย ซึ่งสีทึบจะเป็นขั้วลบและสีลายจะเป็นขั้วบวก เพราะฉะนั้นสาย CAT5E ขึ้นไป จะสามารถรับส่งสัญญาณได้ทั้งหมด 4 สัญญาณ การเข้าหัวของสายชนิดนี้คือหัวชนิด RJ45 ซึ่งมีการเข้าหัวใน2 ลักษณะคือ EIA 568 A และ EIA 568 B ซึ่ง2 แบบนี้มีการเรียงสายเข้าหัวแตกต่างกันดังตาราง

Different Ethernet Categories

	Category 3	Category 5	Category 5e	Category 6	Category 6a	Category 7
Cable Type	UTP	UTP	UTP	UTP or STP	STP	S/FTP
Max. Data Transmission Speed	10 Mbps	10/100/1000 Mbps	10/100/1000 Mbps	10/100/1000 Mbps	10,000 Mbps	10,000 Mbps
Max. Bandwidth	16 MHz	100 MHz	100 MHz	250 MHz	500 MHz	600 MHz

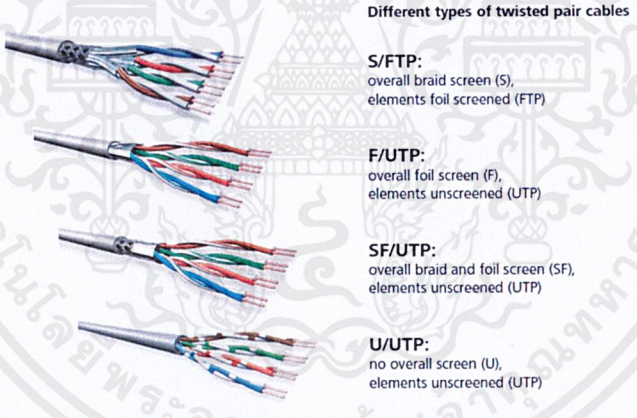
ตารางที่ 2.1.1 แสดงความแตกต่างของสาย CAT แต่ละประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EIA 568 A		
	Wire Color	Signal
1	White/Green	TX+
2	Green	TX-
3	White/Orange	RX+
4	Blue	TRD2+
5	White/Blue	TRD2-
6	Orange	RX-
7	White/Brown	TRD3+
8	Brown	TRD3-

EIA 568 B		
	Wire Color	Signal
1	White/Orange	RX+
2	Orange	RX-
3	White/Green	TX+
4	Green	TX-
5	Blue	TRD2+
6	White/Blue	TRD2-
7	White/Brown	TRD3+
8	Brown	TRD3-

ตารางที่ 2.1.2 แสดงขั้วสัญญาณของการเข้าหัว RJ 45 ทั้ง 2 ลักษณะ



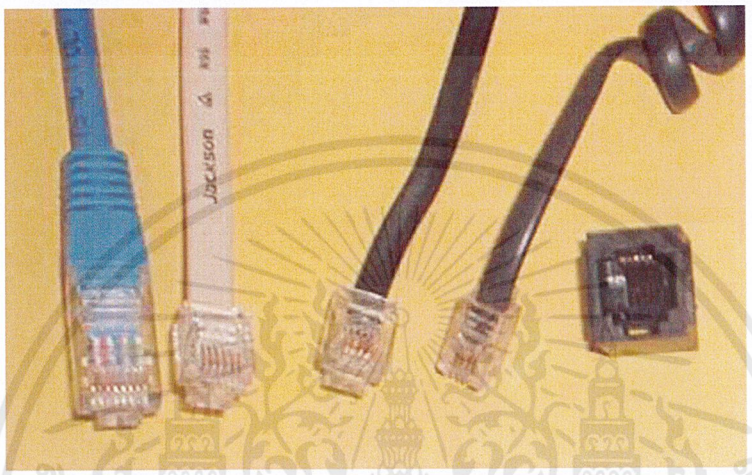
รูปที่ 2.1.3 ตัวอย่างรูปแบบสาย Twist ของสาย CAT

2.2 Registered Jack

Registered Jack ถูกสร้างขึ้นในนามของบริษัท Bell System ในปี 1976 ซึ่งอยู่ภายใต้การสิ่งการของ Federal Communications Commission (FCC) ซึ่งเป็นหน่วยงานอิสระที่ทำงานเกี่ยวกับการสื่อสารในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งทางบริษัทนี้ได้สร้างข้อต่อ RJ ขึ้นมาเพื่อให้รองรับกับมาตรฐานของการเชื่อมต่อโครงข่าย ระหว่างบริษัทอุปกรณ์โทรศัพท์กับอุปกรณ์รับสัญญาณจาก Base station และส่งต่อให้กับ Access point หรืออุปกรณ์ขยายสัญญาณอินเตอร์เน็ต ซึ่งข้อต่อของ Registered Jack นั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบมาหลากหลายประเภทเพื่อให้รองรับการขนส่งข้อมูลประเภทต่างๆได้สะดวกและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดข้อต่อ RJ ที่มีจำนวนของพินหรือข้อต่อที่แตกต่างกัน ได้แก่ 3-pin, 6P2C, 6P4C, 6P6C, 8P4C, 8P8C และ 50-pin และในพินแต่ละแบบก็ใช้กับงานที่แตกต่างประเภทกัน เช่น RJ11 ใช้ 6P2C ,RJ14 ใช้ 6P4C, RJ21 ใช้ 50-pin ซึ่ง 3 ประเภทนี้ใช้ในงานเชื่อมต่อโทรศัพท์เช่นเดียวกัน และ RJ45 ใช้ 8P8C ซึ่งหัวประเภทนี้นิยมใช้ในงานเชื่อมต่อข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ต

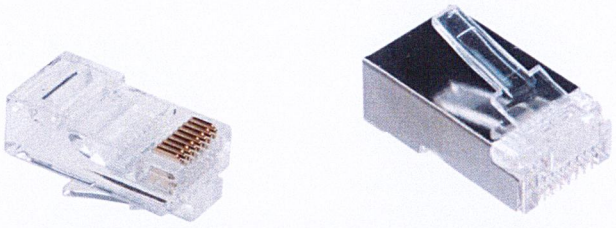


รูปที่ 2.2.1 เรียงจากซ้ายไปขวา RJ45, RJ25, RJ14, handset plug, 6P6C Jack

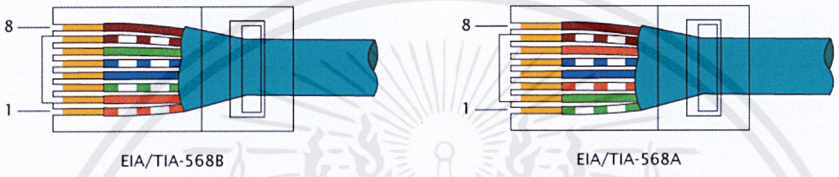
2.2.1 RJ45 8P8C

Registered Jack หรือ ข้อต่อ RJ45 นั้นเป็นข้อต่อที่เราสามารถพบได้ตามบ้านเรือนทั่วไป ทั้งในระบบโทรศัพท์และระบบอินเตอร์เน็ต ข้อต่อประเภทนี้จะช่วยเชื่อมต่ออุปกรณ์เสียงและข้อมูลในระยะไกลได้ ซึ่งสายประเภทนี้มีลักษณะคือ 8P8C หรือ 8 position 8 contact และใช้สายประเภท twist pair หรือสายคู่ ซึ่งสายประเภทนี้จะใช้ในงาน Ethernet over twisted pair ซึ่งเป็น Physical layer protocol ซึ่งข้อต่อประเภทนี้จะแบ่งประเภทเป็น 2 ลักษณะได้แก่ RJ45 with shield และ RJ45 without shield ใน 2 ประเภทนี้จะแตกต่างกันโดย ถ้าเป็นในรูปแบบที่มี shield จะมีแถบโลหะอยู่ด้านข้างเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอก รวมถึงการเชื่อมต่อกราวด์กับระบบ และในแบบที่ไม่มี shield จะเป็นในรูปแบบที่เป็นพลาสติก จะไม่มีแถบแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2.2 เรียงจากซ้ายไปขวา RJ45 without shield ,RJ45 with shield



รูปที่ 2.2.3 รูปแบบของการจัดเรียงเพื่อเชื่อมต่อกับข้อต่อ RJ45

2.2.2 EtherCON

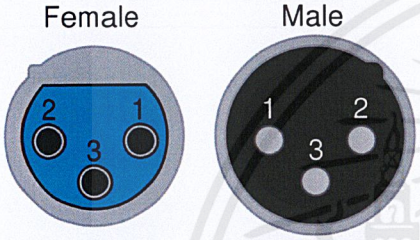
EtherCON เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับครอบกับข้อต่อ RJ45 เพื่อการใช้งานที่ปลอดภัยและเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับข้อต่อ RJ45 EtherCON นั้นออกแบบมาจากข้อต่อของสาย XLR ที่สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นได้แข็งแรง ซึ่ง EtherCON ก็ออกแบบมาเพื่อให้พอดีกับข้อต่อในรูปแบบของ 8P8C โดยจะมีในรูปแบบที่ใช้ต่อกับสายโดยตรง (EtherCON Cable Connectors) และแบบเป็นประเภทที่ต้องติดตั้งกับแรค (EtherCON Chessis Connectors) ซึ่งจะสามารถใช้กับสายประเภท CAT5e, CAT6, CAT6A ได้

รูปที่ 2.2.4 ซ้าย EtherCON Cable Connectors
ขวา EtherCON Chessis Connectors

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

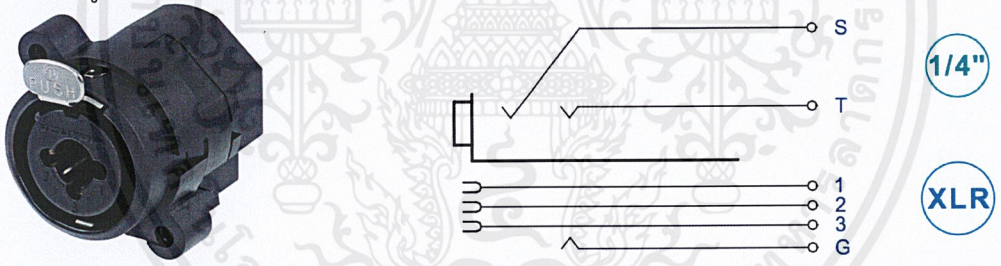
2.3 XLR Connector

XLR Connector คิดค้นโดย Mr. James H. Cannon หรืออีกชื่อหนึ่งเรียกว่า Cannon Connector โดย XLR Connector นั้นถูกออกแบบให้มี2 ลักษณะคือ ตัวผู้และตัวเมีย โดยลักษณะของ XLR Connector ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเสียงกันอย่างแพร่หลายคือ Three-Pin XLR Connector หรือ XLR3 ซึ่งมีลักษณะเป็น Balance Line 3pin โดยใน 3 pin นั้น มีสัญญาณทั้งหมดคือ บวก, ลบและกราวด์ เนื่องจากในปัจจุบันนี้เครื่องดนตรีจำเป็นที่จะต้องใช้หัว TRS Phone Connector หรือ Instrument Jack กันมากขึ้นจึงทำให้มีการคิดค้นหัว Combo Jack ขึ้นมาที่สามารถใช้ได้กับทั้ง XLR Connector และ TRS Phone Connector



Pin	Function
1	Chassis Ground (Cable Shield)
2	Positive polarity terminal (Hot)
3	Negative polarity terminal (Cold)

รูปที่ 2.2.1 ขั้วสัญญาณ XLR Connector และตารางแสดงสัญญาณ

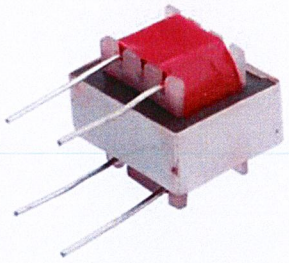


รูปที่ 2.2.2 Combo Jack และ ไดอะแกรมแสดงการเข้าหัวสัญญาณ Combo Jack

2.4 Hi Z Transformer

Hi-Z Transformer Model EI14 คือ หม้อแปลงสัญญาณเสียงขนาดเล็กที่สามารถใช้แปลงสัญญาณ Hi-Z เป็น Low-Z ใน TS Connector หรือ Instrument Jack โดยหม้อแปลงตัวนี้จะแปลงสัญญาณจากด้าน Instrument Jack ไปเป็นสัญญาณแบบ Balance Line เป็นสัดส่วน 1:1 ด้วย AC Impedance 600 โอห์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3.1 Audio transformer EI14

Specifications	
Item	Audio transformer
Color	Red
Model	EI14
Material	Nickel alloy
AC impedance	EI14 600 : 600 Ohm
inductance	290mH (±20%)
DC resistance	135(±%)
Windability	Double-wire winding
Quality &wire diameter	QA-1 0.06MM
Primary coils	800 turns
secondary coils	800 turns
Alternating-current impedance value	600

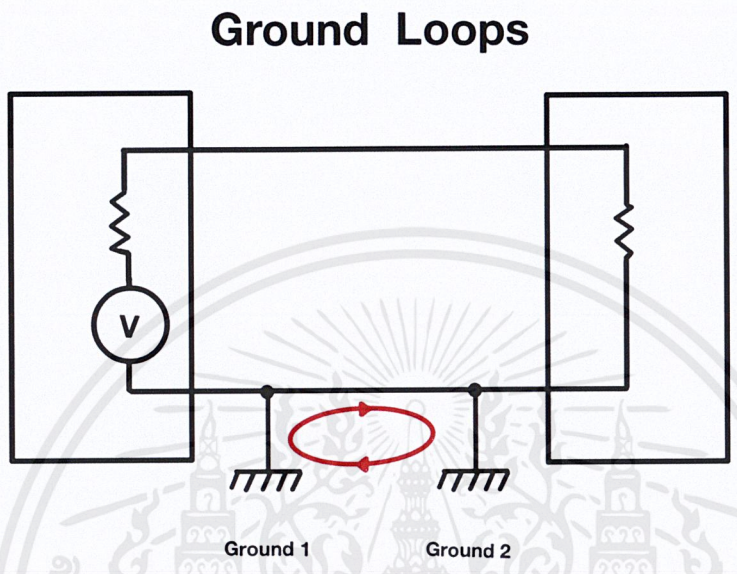
ตารางที่ 2.4.1 Audio transformer EI14 Specifications

2.5 Ground loops

Ground loops คืออาการของระบบไฟฟ้า ที่จะเกิดขึ้นจากการมีกราวด์ มากกว่า 1 ที่ และมีศักย์ทางไฟฟ้าที่แตกต่างกันในระบบทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าวิ่งลงกราวด์คนละตำแหน่งด้วยศักย์ไฟฟ้าที่แตกต่างกันของกราวด์ จึงทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่าง 2 จุด และกระแสไฟฟ้าที่ไม่อุดมคติจะมีความไม่เสถียรเกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้ความต่างศักย์ไม่คงที่ตามไปด้วย กลายเป็นสัญญาณรบกวนจากวงจรหนึ่งไปอีกวงจรหนึ่งหลายครั้งทำให้เกิดเป็นเสียงจี่หรือฮัม (AC 50Hz, 60Hz) ขึ้นมาได้

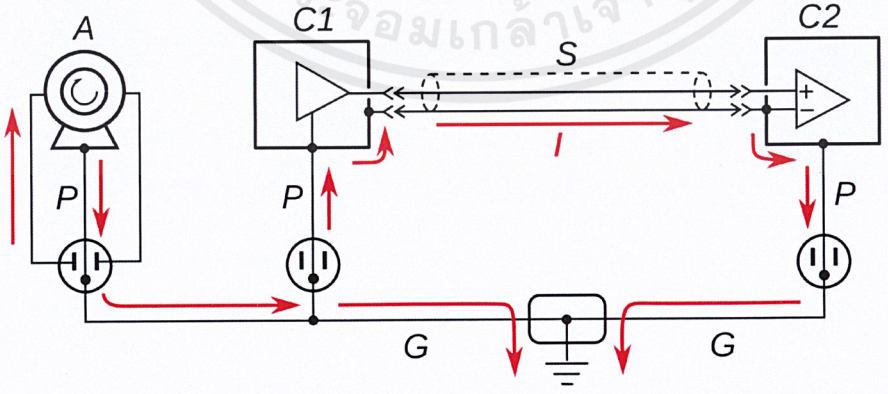
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกหนึ่งลักษณะของ Ground loops คือเกิดจากสายสัญญาณ ซึ่งสายไฟฟ้าทุกประเภทจะมีสนามแม่เหล็กอยู่โดยรอบของสาย และสนามแม่เหล็กของสายไฟฟ้าเหล่านี้เมื่อไปอยู่ร่วมกับสายสัญญาณจะทำให้สนามแม่เหล็กของสายไฟฟ้าจะไปรบกวนสัญญาณในสายสัญญาณ จึงทำให้เกิดเสียงฮัมและจี่ได้เช่นกัน



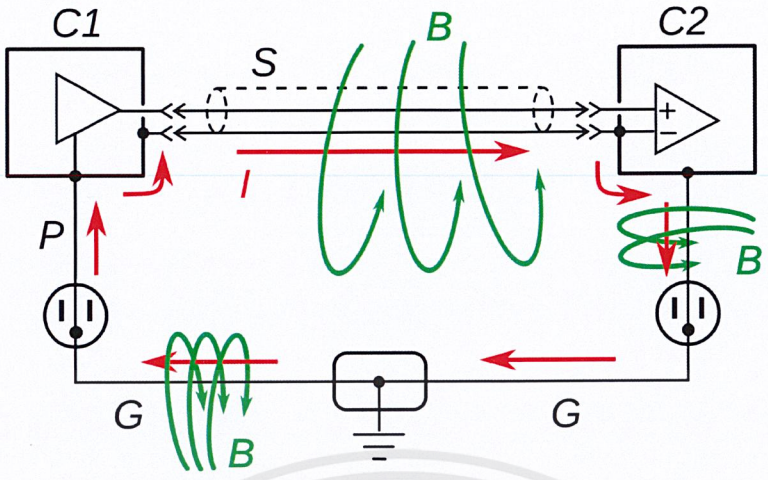
รูปที่ 2.5.1 Ground loops ที่เกิดจากศักย์ไฟฟ้าของ กราวด์ที่ 1 และกราวด์ที่ 2

ในบางสถานการณ์ Ground loops อาจจะเกิดขึ้นจากวงจรย่อยหรือเบรกเกอร์ ที่มีศักย์ไฟฟ้าที่ต่างกัน ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้จากการเสียบปลั๊กคนละตำแหน่งก็สามารถเป็นที่มาของ Ground loops ได้เช่นกัน



รูปที่ 2.5.2 ลักษณะของ Ground loops ที่เกิดจากปลั๊กสองอันที่อยู่ห่างกัน
และอาจจะมาจากวงจรย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5.3 Loops ที่เกิดจากสนามแม่เหล็กที่อยู่รอบสายไฟฟ้า B คล้องกับ loop ที่มีอยู่ในระบบ ทำให้เกิดกระแสและความต่างศักย์ของสัญญาณรบกวน

2.6 Ground lift

Ground lift หรือ Earth lift เป็นลักษณะหนึ่งของการป้องกันกราวลูปที่เกิดจากศักย์ไฟฟ้าของกราวด์มีค่าต่างกัน Ground lift เป็นการตัดการเชื่อมต่อของกราวด์กับอุปกรณ์นั้นๆแยกออกจากกันซึ่งจะแยกอุปกรณ์ทั้งหมดและใช้กราวด์เพียงแค่กราวด์เดียว เพื่อป้องกันอาการฮัมหรือจี้ที่เกิดจาก ground loops กับอุปกรณ์ ซึ่งในอุปกรณ์ในระดับอุตสาหกรรมที่ใช้ Balance line โดยส่วนมากจะเสริม ground lift switch เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนจากสายสัญญาณและ ground loops ของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สืบค้นข้อมูลและปัญหาของทางบริษัทเพื่อใช้ในการทำโครงงาน

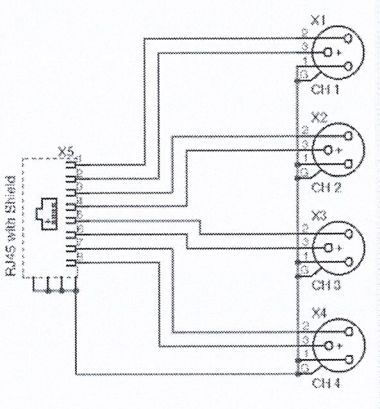
จากการสืบค้นข้อมูลและปัญหาในการทำงานนอกสถานที่ของทางบริษัทได้พบเห็นว่าการเดินสายมัลติคอร์ที่มีน้ำหนักมากและมีราคาสูง ในกรณีที่ต้องการเดินสายมัลติคอร์ที่มีระยะทางมากเช่น 50-100 เมตร เพื่อรับส่งสัญญาณเพียง 2-3 สัญญาณ เช่นสัญญาณ talkback หรือลำโพง talkback แต่ด้วยอุปกรณ์มัลติคอร์ที่มีอินพุตและเอาท์พุตสูงทำให้สิ้นเปลืองการเดินสายเพื่อสัญญาณที่มีจำนวนน้อย ด้วยเหตุนี้จึงมีความเห็นว่าควรมีอุปกรณ์ที่คล้ายกับมัลติคอร์ ที่มี I/Oไม่มาก มีสายที่เบากว่า ต้นทุนที่น้อยกว่า และคุณภาพที่ดีมากพอที่จะใช้ในอุตสาหกรรมเสียงได้

3.2 ศึกษาการทำงานของสายสัญญาณประเภทต่างๆ

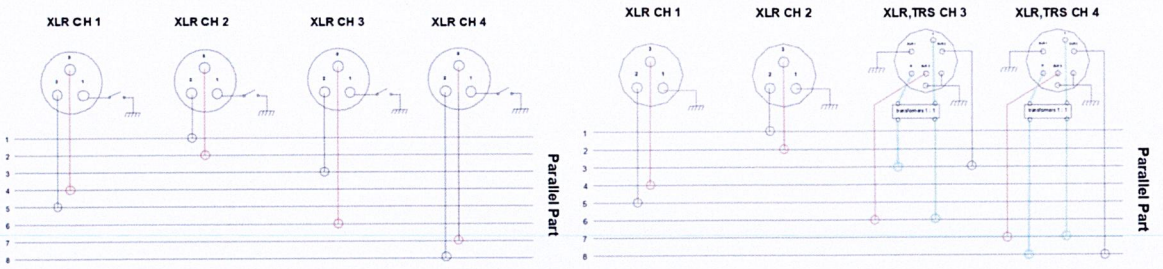
การที่ได้ศึกษาการทำงานของ I/O box รวมถึงการส่งสัญญาณผ่านสายสัญญาณหลายๆประเภทก็ได้สังเกตเห็นว่าสาย CAT สามารถใช้รับส่งสัญญาณ 4 สัญญาณได้ภายในสายเส้นเดียวและสาย CAT ก็ได้ใช้ในการรับส่งข้อมูลอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมเสียงและอุตสาหกรรมแสงสว่าง จึงได้ตัดสินใจใช้สาย CAT ในการเดินสัญญาณระหว่างอุปกรณ์

3.3 ออกแบบอุปกรณ์

เนื่องด้วยอุปกรณ์ใช้สาย CAT เพื่อรับส่งสัญญาณ ทำให้รับส่งสัญญาณได้ทั้งหมด 4 สัญญาณ ทางคณะผู้จัดทำจึงได้คิดค้นการทำกล่อง 2 กล่องโดยมีด้านที่ส่งสัญญาณและด้านที่รับสัญญาณ โดยด้านที่เป็นฝั่งที่รับสัญญาณเข้ามาจะใช้ XLR Connector ตัวเมีย 4 หัว และฝั่งที่ส่งสัญญาณออกไปจะใช้หัว XLR Connector ตัวผู้ 4 หัว ซึ่งตัวกล่องจะมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าเพื่อสามารถวางอยู่บนเวทีหรือสถานที่ทำงานได้อย่างมั่นคงและเหมาะสมกับพื้นที่ ปลายของกล่องจะมี CAT Connector เพื่อเชื่อมต่อกับสาย CAT เพื่อส่งและรับสัญญาณจากอุปกรณ์อื่นๆได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3.1 diagram

3.3.1การเลือกสายสัญญาณ

สายสัญญาณที่เลือกใช้จะต้องเป็นสายสัญญาณที่สี Shield และ Foil เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนจากสาย AC ภายนอกโดยสายสัญญาณที่ใช้เชื่อมต่อสัญญาณจะใช้สาย CAT 6 เนื่องจากสายมีความแข็งแรงและป้องกันสัญญาณรบกวนได้ดี โดยทางผู้จัดทำจะใช้สาย CAT6 ประเภท S/FTP (Braid Screen Shielded /Foil screened Twisted Pairs) ที่สามารถใช้ Shield เชื่อมกราวด์ที่อยู่ในระบบได้รวมถึงการจ่ายไฟ 48V (Phantom Power)

รูปที่ 3.3.2 สาย CAT6 ประเภท S/FTP (Braid Screen Shielded /Foil screened Twisted Pairs)

3.3.2 เพิ่มตัวเลือกของอุปกรณ์ให้กับผู้บริโภค (Customize product)

การเพิ่มตัวเลือกให้กับผู้บริโภค เพื่อได้อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการทำงานของผู้ใช้แต่ละคนหรือแต่ละสายงานได้มากที่สุด เพื่อลดการใส่อุปกรณ์บางอย่างที่ไม่จำเป็นเข้าไปในอุปกรณ์ ทำให้ประหยัดและสนองความต้องการของผู้บริโภคได้มากที่สุด โดยอุปกรณ์หรือตัวเลือกที่ทางผู้จัดทำได้มีเพื่อให้ผู้บริโภคได้สั่งทำได้มีดังนี้

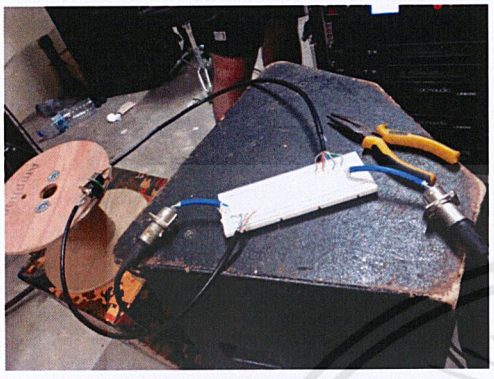
1. XLR Connector Male/Female
2. Combo Jack with Audio transformer EI14
3. Ground lift switch
4. Output Parallel Connector

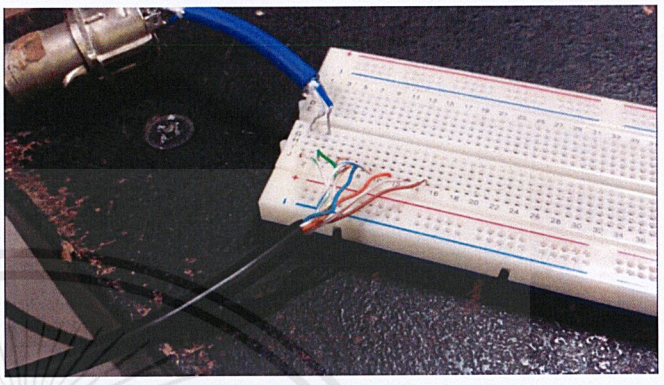
ซึ่งตัวเลือกเหล่านี้ทางผู้บริโภคสามารถเลือกปรับแต่งอุปกรณ์ได้ตามต้องการให้เหมาะสมกับประเภทงานของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ทดลองอุปกรณ์

เป็นการทดลองอุปกรณ์ในแต่ละขั้นตอนของการสร้างอุปกรณ์นี้ขึ้น รวมถึงการทดลองอุปกรณ์กับสายสัญญาณและอุปกรณ์เสริมในแต่ละประเภทเพื่อให้อุปกรณ์ชิ้นนี้ออกมาให้เหมาะสมกับการใช้งานในอุตสาหกรรมเสียงได้อย่างสมบูรณ์





รูปที่ 3.4.1 ทดลองการรับส่งสัญญาณของสาย CAT 5E ในแต่ละขั้ว

3.4.1 การทดลองครั้งที่ 1 (ทดลองการรับส่งสัญญาณของ XLR Connector กับสาย CAT5E)

การทดลองครั้งที่ 1 ได้ทดลองทฤษฎีของสัญญาณขาเข้าและขาออกของสาย CAT5E โดยนำสาย CAT5E สายสีเขียวซึ่งเป็นขาขั้วบวก เข้าที่ขา 2 ของหัว XLR และนำสายสีเขียวขาวซึ่งเป็นสายขาลบ เข้าที่ขั้วที่3 ของสาย XLR และทำในลักษณะนี้ทั้งในขาเข้าและขาออก หลังจากนั้นทดลองคุณภาพของสัญญาณโดยนำ ไมโครโฟนต่อขาเข้าของอุปกรณ์ ผ่านขาออกแล้วเข้ามิกเซอร์ และจากมิกเซอร์ต่อออกลำโพงหรืออุปกรณ์ขยายเสียง

ผลการทดลอง พบว่าอุปกรณ์มีการรับส่งสัญญาณถูกต้อง แต่มีปัญหาเล็กน้อยหลังจากการต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกันแล้ว มีเสียงฮัมและจี่เกิดขึ้น เป็นเสียง oscillate ซึ่งเกิดจากการช็อตของ Photo board ซึ่งจะนำไปแก้ไขโดยบัดกรีเข้ากับบอร์ดไข่ปลา และจะทดลองในขั้นต่อไปโดยทดลองต่อให้ครบขั้วสัญญาณของสาย CAT5E หรือ 4 Channel

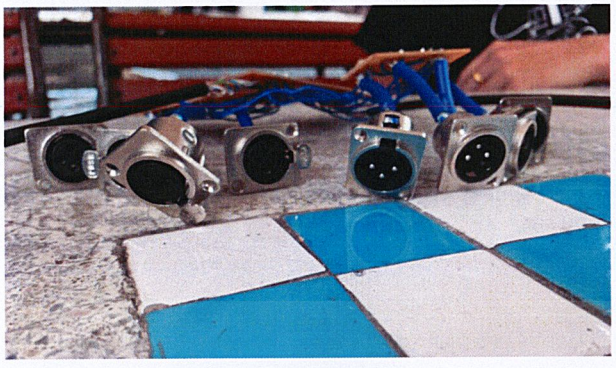
3.4.2 การทดลองครั้งที่ 2 (ทดลองการรับส่งสัญญาณของ สาย CAT พร้อมกัน 4 สัญญาณ)

การทดลองครั้งที่ 2 ได้พัฒนาอุปกรณ์จากการทดลองครั้งที่ 1 จาก 1 อินพุตและเอาท์พุต เป็น 4 อินพุตและเอาท์พุต ซึ่งจะครบขั้วสายของ CAT5E และจะต่อกับหัว XLR ทั้งขาเข้าและขาออกได้ 4 Channel ซึ่งทั้งหมดนั้นจะบัดกรีเข้ากับบอร์ดไข่ปลา หลังจากบัดกรีเสร็จเรียบร้อยก็นำอุปกรณ์ไปทดลองอีกครั้ง โดยใช้ไมโครโฟนเป็นสัญญาณขาเข้า ขาออกผ่านมิกเซอร์ เช่นเดียวกันการทดลองครั้งที่ 1

ผลการทดลอง พบว่าอุปกรณ์ใช้งานได้ แต่ยังมีปัญหาของเสียงจี่ที่เกิดจากการช็อตของสายสัญญาณต่างๆในบอร์ด หลังจากการทดลองนี้ จะพัฒนาอุปกรณ์ในขั้นต่อไป โดยจะใส่วงจร Ground lift และ วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hi-Z ที่สามารถแปลงสัญญาณ Unbalance ให้เป็น Balance เข้าไปในอุปกรณ์ และจะทดลองต่อไปในการทดลองครั้งที่ 3



รูปที่ 3.4.2 XLR Connector 4 หัว เชื่อมออกมาจากบอร์ดทดลอง

รูปที่ 3.4.3 สาย CAT 5E กับ CAT Connector

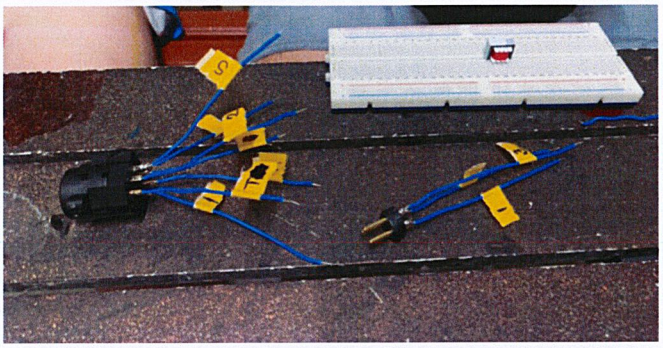
รูปที่ 3.4.4 ทดสอบการรับส่งสัญญาณของ XLR กับสาย CAT5E พร้อมกัน 4 สัญญาณ โดยใช้ไมโครโฟน 4 ตัว

3.4.3 การทดลองครั้งที่ 3 (ทดลองการรับส่งสัญญาณของ Combo Jack)

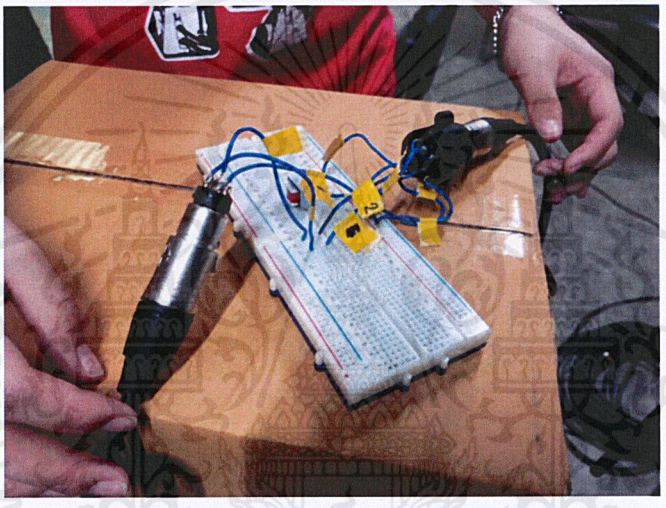
การทดลองครั้งที่ 3 เป็นการเพิ่ม combo jack ที่สามารถใช้ได้กับ XLR Connector และ TRS Connector หม้อแปลง Hi-Z หรือหม้อแปลงที่จะแปลงสัญญาณ Unbalance ให้เป็น Balance ซึ่งใช้การทดลองคล้างกับในการทดลองครั้งที่2 ซึ่งก็คือ ใช้ไมโครโฟนเป็นสัญญาณขาเข้า ขาออกผ่านมิกเซอร์

ผลการทดลอง พบว่าอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นมาใช้ได้ดี มีการลดทอนของสัญญาณบ้างเล็กน้อยแต่ไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของอุปกรณ์มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4.5 แบ่งขั้วสัญญาณของ Combo Jack กับ XLR Connector



รูปที่ 3.4.6 ทดสอบการรับส่งสัญญาณของ Combo Jack กับ XLR Connector

3.4.4 การทดลองครั้งที่ 4 (ทดลองการใช้สัญญาณขาออกและระบบกราวด์ของอุปกรณ์)

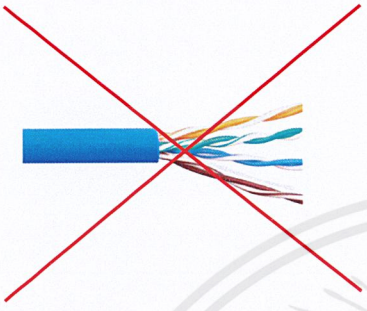
การทดลองครั้งที่ 4 เป็นการทดลองกับสัญญาณขาออก โดยทดลองจากการส่งสัญญาณออกไปที่ตัวอุปกรณ์และให้ทางอุปกรณ์เป็นตัวรับ ซึ่งเป็นการทดลองที่ใช้กับสถานการณ์จริงในเรื่องของการใช้ IEM (In Ear Monitor) บนเวทีของศิลปิน การทดลองการส่งสัญญาณออก ทดลองโดยการปล่อยสัญญาณจากมิกเซอร์ผ่าน อุปกรณ์ขาเข้า ผ่านสาย CAT5E ผ่านอุปกรณ์ขาออกและเข้าหูฟัง

ผลการทดลอง เกิดปัญหามีเสียงการ oscillate ของสัญญาณที่ดังและจะส่งผลมากต่อการใช้งาน ซึ่งหลังจากการสืบหาปัญหา จึงได้รู้ว่าปัญหาเกิดจาก สาย CAT5E ไม่มี Ground รวมถึงสาย CAT 5E มีหน้าตัดทองแดงค่อนข้างน้อย จึ่งทำให้สัญญาณที่ oscillate ไม่มีการลงดิน จึงทำให้เกิดเสียง oscillate ขึ้นมา

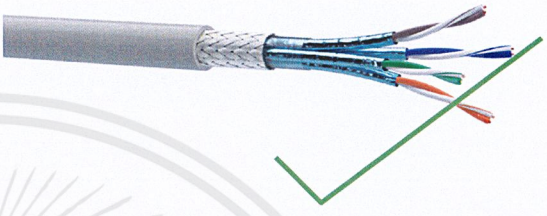
การแก้ปัญหา คือการใช้สาย CAT6 ที่มีทองแดงหน้าตัดที่มากกว่าและมี Shield (S/FTP) รอบสาย พร้อมกับมีฟรอยด์ที่หุ้มสายในแต่ละขั้วเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอก และนำ shield ไปลงดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการทดลองครั้งนี้มีผลสรุปว่าอุปกรณ์ชิ้นนี้ ถ้าให้สามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสม จำเป็นที่จะต้องใช้สาย CAT6 ที่มี shield (S/FTP) ขึ้นไป เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน รวมถึงการรบกวนจากสนามแม่เหล็ก ของสาย AC จะเป็นการดีที่สุด



รูปที่ 3.4.7 สาย CAT5E UTP ที่ไม่สามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์ได้



รูปที่ 3.4.8 สาย CAT6 S/FTP ที่สามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

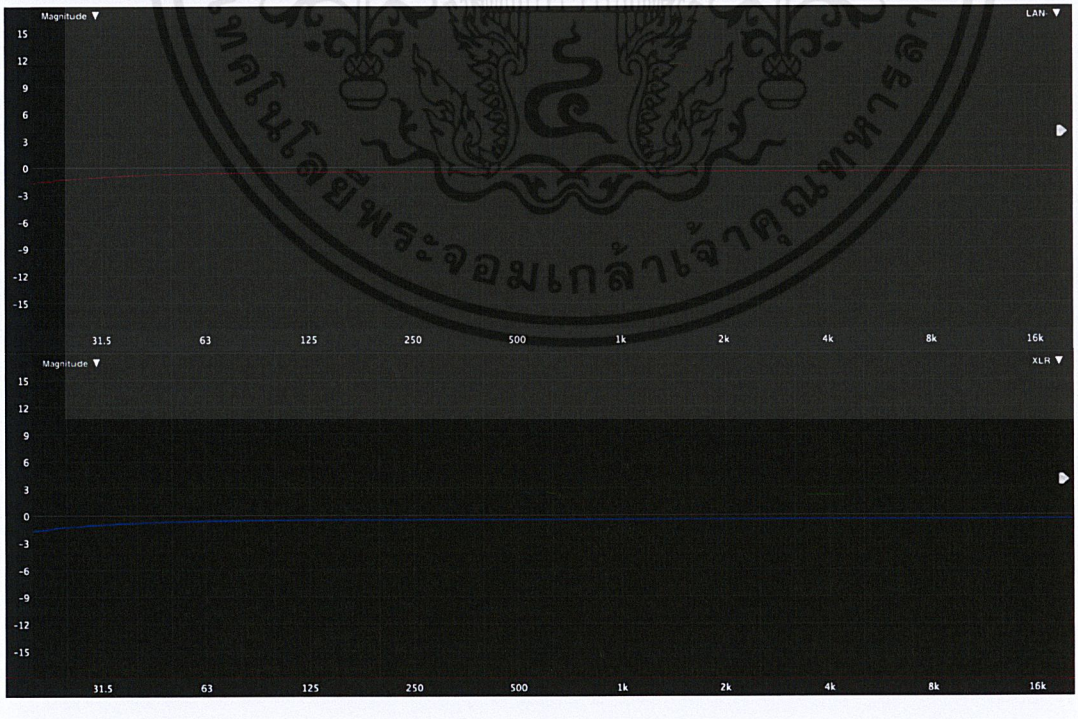
4.1 ทดสอบอุปกรณ์โดยใช้เสียง Sine Sweep

ในการทดลองของอุปกรณ์ Ethernet I/O Box จะใช้เสียง Sine sweep หรือเสียง Pure tone ที่ความถี่ต่ำที่สุดถึงสูงที่สุด ที่หูมนุษย์สามารถได้ยิน ได้แก่ ความถี่ตั้งแต่ 20 Hz ถึง 20 kHz เพื่อทดสอบความถี่แต่ละความถี่ของสัญญาณขาเข้าและขาออกของอุปกรณ์ โดยเทียบหรือมี Reference จากสาย XLR ที่ใช้ในระบบเสียงในปัจจุบัน และการทดสอบจะเป็นไปตามรายการต่อไปนี้

4.1.1 ทดสอบการตอบสนองความถี่ (Frequency Response)

โดยการทดสอบการตอบสนองความถี่หรือ Frequency Response จะใช้สัญญาณ Sine sweep โดยอ้างอิงกับการใช้สาย XLR และวัดระดับสัญญาณและเฟส โดยใช้โปรแกรม Smaart V.8 วัดระดับสัญญาณและเฟส

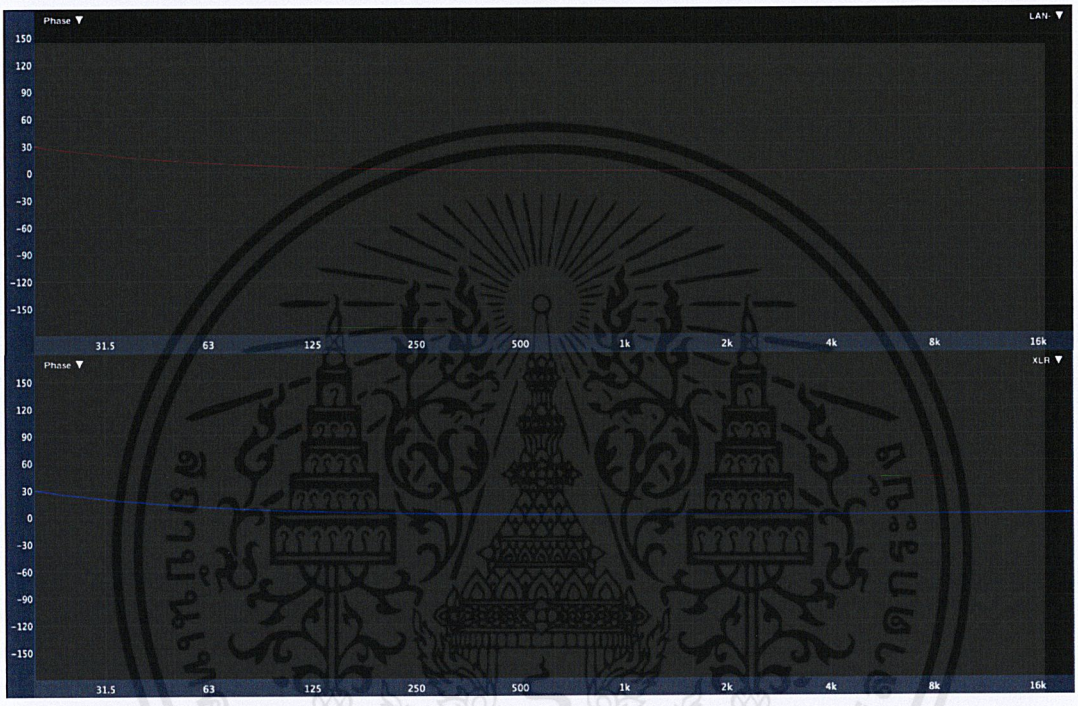
ผลการทดสอบการตอบสนองความถี่ออกมาว่า ในสายทั้ง 2 ลักษณะ มี Magnitude ในช่วงของ 20Hz เกิดการลดต่ำลงของสัญญาณอยู่ที่ -1.5 dBfs และค่อยๆเข้าไปใกล้เคียง และขนานไปกับ Magnitude ที่ 0 dBfs ตังแต่ช่วง 50 Hz เป็นต้นไป ทางด้านของอุปกรณ์ที่ใช้สาย CAT6 Shielded (กราฟสีชมพู) จึงแทบไม่มีความแตกต่างกับด้านของสาย XLR (กราฟสีน้ำเงิน)



รูปที่ 4.1.1 กราฟเปรียบเทียบระดับสัญญาณ หรือ Magnitude ระหว่างอุปกรณ์ (CAT6 Shielded) กับสาย XLR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมถึงผลการทดสอบในด้านของเฟสของสัญญาณ ผลปรากฏออกมาว่าสายทั้ง 2 ลักษณะ เฟสได้ขึ้นไปถึง +30 ดีกรี ในช่วง 20 Hz และเข้าหา 0 ดีกรี ในช่วงของ 500 Hz ในด้านของอุปกรณ์ที่ใช้สาย CAT6 Shielded (กราฟสีชมพู) จึงแทบไม่มีความแตกต่างกันกับสาย XLR (กราฟสีน้ำเงิน) ที่ใช้กันอยู่ในอุตสาหกรรมเสียง



รูปที่4.1.2 กราฟเปรียบเทียบเฟสของสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ (CAT6 Shielded) กับสาย XLR

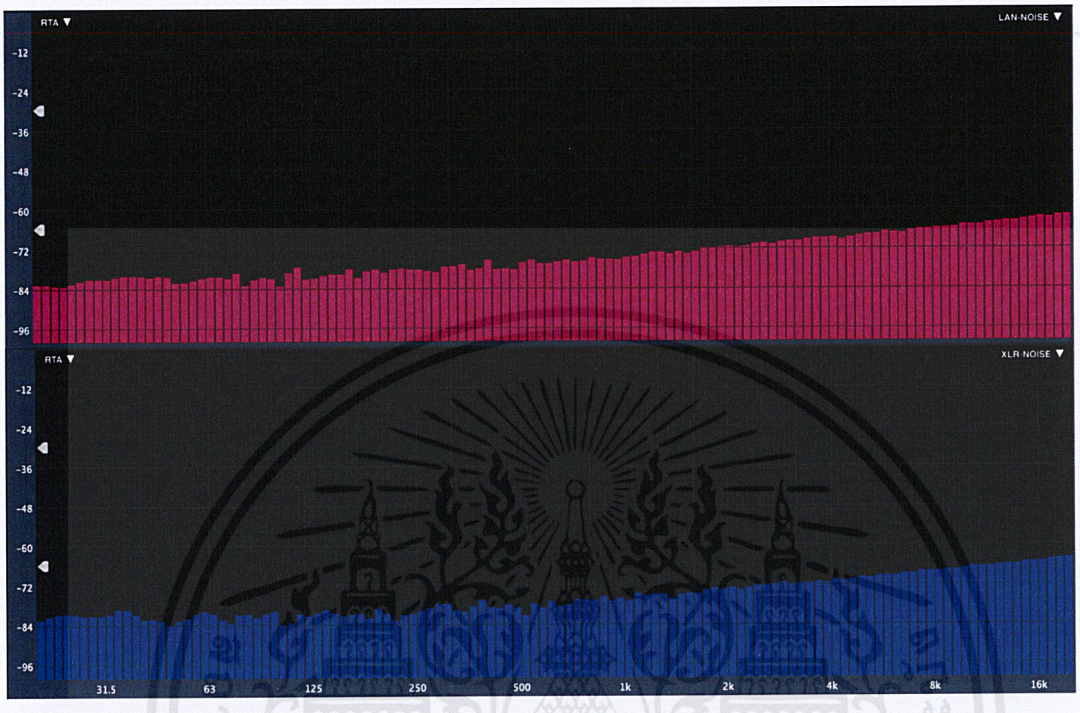
4.1.2 การทดสอบอัตราส่วนสัญญาณกับเสียงรบกวนในระบบ (Signal to Noise Ratio)

โดยการทดสอบอัตราส่วนสัญญาณกับเสียงรบกวนในระบบ หรือ Signal to Noise Ratio จะใช้วิธีเพิ่มระดับสัญญาณ (Gain) ไปที่ +60 dB แล้วสังเกตระดับสัญญาณของเสียงรบกวนในระบบ โดยอ้างอิงกับการใช้สาย XLR และวัดอัตราส่วนสัญญาณกับเสียงรบกวนในระบบ โดยใช้โปรแกรม Smaart V.8 อัตราส่วนสัญญาณกับเสียงรบกวนในระบบ

ผลการทดสอบอัตราส่วนสัญญาณกับเสียงรบกวนในระบบ หรือ Signal to Noise Ratio ผลการทดสอบออกมาว่า จากการเทียบและอ้างอิงจากสาย XLR ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเสียง พบว่า ทางด้านของอุปกรณ์ที่ใช้สาย CAT6 Shielded (กราฟสีชมพู) มี สัญญาณรบกวรอยู่ที่ -82 dB ที่ 20 Hz และค่อยๆขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปที่ -62 dB ที่ 20 kHz ซึ่งมีค่าที่ใกล้เคียงกับทางด้านของสาย XLR (กราฟสีน้ำเงิน) ที่มีสัญญาณรบกวนอยู่ที่ ที่ -83 dB ที่ 20 Hz และค่อยๆขึ้นไปที่ -64 dB ที่ 20 kHz ดังกราฟ



รูปที่ 4.1.3 กราฟเปรียบเทียบสัญญาณรบกวนของระบบระหว่างอุปกรณ์ (CAT6 Shielded) กับสาย XLR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การประดิษฐ์กล่องรับสัญญาณเสียงผ่านสายแลนหรือกล่อง Ethernet I/O Box ได้มีการทดสอบคุณภาพของกล่องโดยเปรียบเทียบค่าสัญญาณที่ได้จากการใช้สาย XLR ต่อเข้ามิกเซอร์โดยตรงกับใช้สายแลนต่อผ่านกล่อง Ethernet I/O Box ค่าที่นำมาใช้เปรียบเทียบโดยใช้ความถี่ตั้งแต่ 20 Hz ถึง 20 kHz มีทั้งหมด 2 ค่า ได้แก่ การตอบสนองความถี่ (Frequency Response) และอัตราส่วนสัญญาณกับเสียงรบกวนในระบบ (Signal to Noise Ratio) โดยการตอบสนองความถี่ใช้ค่า 2 ค่าในการเปรียบเทียบ ได้แก่ ค่า Magnitude กับค่าเฟส

ผลการเปรียบเทียบค่าทั้ง 3 ค่าระหว่างใช้สาย XLR ต่อเข้ามิกเซอร์โดยตรงกับใช้สายแลนต่อผ่านกล่อง Ethernet I/O Box ค่าการตอบสนองความถี่มีค่าเท่ากับทั้งในเรื่องของ Magnitude และค่าเฟส ส่วนอัตราส่วนสัญญาณกับเสียงรบกวนในระบบมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าที่ได้ต่างกันไม่เกิน ± 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

Planet Technology USA. (2016). Demystifying Ethernet Types. Nov 25, 2019, from https://planetechusa.com/demystifying-ethernet-types-difference-between-cat5e-cat-6-and-cat7/

กิตติพงษ์ วีระโพธิ์ประสิทธิ์. (2556). มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า. อาคาร วสท., มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวณัฐพร ธีระรัตนนุกูลชัย

เกิดวันที่ 6 ตุลาคม 2540

ประวัติการศึกษา : สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนอุดรพิทยานุกูล เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาดนตรีและสื่อประสม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่อยู่ : 347/126 ซ.พหลโยธิน1 ถ.พหลโยธิน สามเสนใน พญาไท กทม. 10400

เบอร์โทร : 088-3823212

อีเมล์ : mukz2540@hotmail.com

ฝึกงานที่ บริษัท เจเอสเอส โปรดักชั่น จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายปัณณวิชญ์ ประภาประดิษฐ์โชติ
เกิดวันที่ 23 เมษายน 2541
ประวัติการศึกษา
สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ที่ โรงเรียนเซนต์ดอมินิก
เข้าศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขา ดนตรีและสื่อผสม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2559
เข้าฝึกงาน ที่ บริษัท เจเอสเอส โปรดักชั่น จำกัด
ที่อยู่ติดต่อ 599/129 ซ.รัชดา 36 ถ.รัชดา จันทรเกษม จตุจักร กทม 10900
เบอร์โทรศัพท์ 082-3388291
อีเมล์ punnavit2010@gmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายเสฏฐวุฒิ เอี่ยมผ่องใส
เกิดวันที่ 18 กันยายน 2540
ประวัติการศึกษา
สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาที่พัธวัฒนา
มัธยมศึกษา ที่ โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร
เข้าศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขา ดนตรีและสื่อผสม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2559
เข้าฝึกงาน ที่ บริษัท เจเอสเอส โปรดักชั่น จำกัด
ที่อยู่ติดต่อ 867/22 ร่วมประดิษฐ์ ถ.นครไชยศรี แขวงดุสิต เขตดุสิต
เบอร์โทรศัพท์ 0907319672
อีเมล์ sattawudaiampongsai@gmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ นางสาวอรนิดา ยุกตะนันทน์

เกิดวันที่ 25 กุมพาพันธ์ 2541

ประวิติการศึกษา สำเร็จการศึกศามัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนไทยคริสเตียน

เข้าศึกษาที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมดนตรีและสื่อประสม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2559

ที่อยู่: 259/128 ปรีดีพนมยงค์ 15 สุขุมวิท71 แขวงพระโขนงเหนือ เขตวัฒนา กทม. 10110

เบอร์โทรศัพท์ : 0809526902

อีเมลล์ : oobornidayuk@gmail.com

ฝึกงานที่ บริษัท เจเอสเอส โปรดักชั่น จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้