รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครือข่ายการเชื่อมต่อระบบสัญญาณเสียง MADI & Dante

Audio Network Protocol MADI and Dante

นายเฉลิมชัย ปั้นแก้ว

นางสาวภัทราวดี กอสง่าลักษณ์

ภาควิชา วิศวกรรมดนตรีและสื่อประสม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครือข่ายการเชื่อมต่อระบบสัญญาณเสียง MADI & Dante

Audio Network Protocol MADI and Dante

นายเฉลิมชัย ปั๋นแก้ว

นางสาวภัทราวดี กอสง่าลักษณ์

ภาควิชา วิศวกรรมดนตรีและสื่อประสม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา: Audio Network Protocol MADI and Dante

ชื่อ-สกุล นักศึกษา: นาย เฉลิมชัย ปั้นแก้ว , นางสาว ภัทราวดี กอสง่าลักษณ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา: วิศวกรรมดนตรีและสื่อประสม

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ: อาจารย์ โสพส ปุณกะบุตร

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน: นาย วรพล บรรณเกียรี่

สถานประกอบการ: DBS Studio (888House)

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง Audio Network Protocol MADI and Dante หลังจากที่ข้าพเจ้าได้ เรียนรู้จากการฝึกงาน และได้เล็งเห็นถึงการใช้งานระบบ Audio Network จากสถานประกอบการ โดย Protocol ที่ใช้คือ ระบบ MADI or AES10 จึงทำให้ข้าพเจ้าต้องการศึกษาค้นคว้าหารายระเอียดเกี่ยวกับระบบ MADI สำหรับอีก Protocol หนึ่ง ซึ่งเป็นที่นิยมในปัจจุบันของอุตสาหกรรมบันเทิง คือระบบ DANTE ซึ่งข้าพเจ้าได้เห็นถึงความสำคัญของระบบนี้จึงได้ทำการ ศึกษาค้นคว้า ระบบ DANTE อีก ระบบหนึ่ง เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ระบบ Protocol ในแต่ละสถานการณ์ สำหรับการวิจัยนี้เรามีวัตถุประสงค์ เพื่อที่จะทำการเปรียบเทียบ ระบบ Audio Network ระหว่าง MADI และ Dante แล้วนำไปต่อยอดใช้งานในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: Audio Network Protocol MADI and Dante

Student intern name: Chalermchai Pankaew , Pattrawadee Korsanjaluk

Faculty: Engineering Department: Music Engineering and Multimedia

Advisor name: Solos Punkabutra

Mentor name: Worapol Bannakeit

Company: DBS Studio (888House)

ABTRACT

The project is about Audio Network Protocol MADI and Dante. After we learned something from apprenticeship and we used "Audio Network" systems for work in our company by using MADI or AES10 protocols, so we researched and learned about it. The second one protocol which is popular of sound industry "Dante" system. So we will research and learn system another one about how to choose which protocol system in each situation .The objective of project is to compare audio network protocol between MADI and Dante for further use in real job in the future.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจากผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือ ดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีจากหลายๆฝ่าย โดยเฉพาะอาจารย์ที่ปรึกษา คือ อาจารย์ โสพส ปุณกะบุตร ในการแนะนำ ตรวจแก้ไข ให้ข้อเสนอแนะ ติดตามความก้าวหน้าในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของอาจารย์เป็นอย่างยิ่งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณพี่ๆ จาก บริษัท DBS Studio (888House) ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับทำโครงงานสหกิจและให้ความรู้คำแนะนำ เกี่ยวกับเรื่องระบบ MADI เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์วิทู ประชานุรักษ์ สำหรับคำแนะนำและความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องระบบ Dante เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้กำลังใจในการศึกษาเล่าเรียน และสมาชิกในกลุ่มที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทำโครงงานครั้งนี้จนกระทั่งประสบความสำเร็จด้วยดี

เฉลิมชัย ปั้นแก้ว

ภัทราวดี กอสง่าลักษณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เนื้อหา **หน้าที่**

บทคัดย่อ I

กิตติกรรมประกาศ II

สารบัญ III

สารบัญรูปภาพ IV

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 1

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย 1

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1

บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 2

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 30

บทที่ 3วิธีการดำเนินการวิจัย 31

บทที่ 4 ผลการวิจัย 32

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 33

เอกสารอ้างอิง 35

ภาคผนวก 37

ประวัติผู้วิจัย 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ หน้าที่

2-1 Data Flow (Full-duplex) 4
2-2 Type of Connection (Point to Point) 4
2-3 Transmission Format [FDDI (Fiber Distribution Data Interface)] 5
2-4 the 7 Layers of OSI 6
2-5 Serial Transmission 8
2-6 Asynchronous transmission 9
2-7 Asynchronous transmission (2) 9
2-8 Synchronous Transmission 11
2-9 Time-Division Multiplexing 11
2-10 Synchronous TDM: Sync TDM 12
2-11 Synchronous TDM: Interleaving 12
2-12 Synchronous TDM: Interleaving (2) 13
2-13 Sampling 14
2-14 Sampling (2) 14
2-15 Sampling (3) 15
2-16 Sampling (4) 15
2-17 Quantization 15
2-18 Coding 16
2-19 Block Coding 17
2-20 4B5B Coding 18
2-21 4B5B Coding & NRZ-I 18
2-22 Line Coding แบบ NRZ-I 19
2-23 Network Topology (Dante) 20
2-24 Single stars 21
2-25 Multiple stars 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้าที่**

2-26 Multiple stars example 22
2-27 Dante controller 23
2-28 Unmanaged Switches 24
2-29 Managed Switches 24
2-30 QoS 25
2-31 QoS (2) 26
2-32 Redundant System 26
2-33 Dante Vitual Soundcard 27
2-34 รูปแบบการทำงาน Dante Via 28
2-35 รูปแบบการทำงาน Dante Via (2) 28
2-36 Dante Via program 29
2-37 Dante controller with Dante Via 29
4-1 ตารางเปรียบเทียบ MADI และ Dante 32
5-1 การใช้งาน MADI ในสถานประกอบการ 33
5-2 การใช้งาน MADI ในรายการนักผจญเพลง 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

หลังจากที่ข้าพเจ้าได้ เรียนรู้จากการฝึกงาน และได้เล็งเห็นถึงการใช้งานระบบ Audio Network จากสถานประกอบการ โดย Protocol ที่ใช้คือ ระบบ MADI or AES10 จึงทำให้ข้าพเจ้าต้องการศึกษาค้นคว้าหารายระเอียด เกี่ยวกับระบบ MADI สำหรับอีก Protocol หนึ่ง ซึ่งเป็นที่นิยมในปัจจุบันของอุตสาหกรรมบันเทิง คือระบบ DANTE ซึ่งข้าพเจ้าได้เห็นถึงความสำคัญของระบบนี้จึงได้ทำการ ศึกษาค้นคว้า ระบบ DANTE อีก ระบบหนึ่ง เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ระบบ Protocol ในแต่ละสถานการณ์

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- เพื่อศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับ Audio Network (MADI & Dante)
- เพื่อเปรียบเทียบการใช้งานระบบ Protocol ระหว่าง MADI และ Dante
- เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดใช้งานในอนาคต

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- ศึกษาและค้นคว้าระบบ Audio Network ทั้งหมดของ 2 Protocol คือ MADI และ DANTE
- ทำการศึกษาค้นคว้าร่วมกับ บริษัท DBS Studio
- ศึกษาและค้นคว้าในช่วง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

- ข้าพเจ้าได้ศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับการใช้งานระบบและเปรียบเทียบ protocol ทั้งสองชนิดคือ MADI และ Dante

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- เป็นแนวทางในการเลือกใช้ระบบ protocol สำหรับคนที่ยังไม่มีประสบการณ์หรือขาดความรู้ทางด้าน audio network
- ทำให้การทำงานเป็นระบบระเบียบ และสะดวกรวดเร็วมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

MADI

MADI ย่อมาจาก "Multichannel Audio Digital Interface" เป็นมาตรฐานกำหนด DATA format และการทำงานในรูปแบบเชิงอิเล็กทรอนิกส์ของ interface ซึ่งประมวลผลได้หลากหลาย channel ของ digital audio

ประวัติของ MADI

สมาคมวิศวกรรมเสียง หรือ AES ถูกก่อตั้งขึ้นในปี 1948 และได้มีสมาชิกในสมาคม วิศวกร นักวิทยาศาสตร์ และ บุคคลอื่น ๆที่มีความชื่นชอบ และ เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเสียง ซึ่งสมาชิกส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยวิศวกรที่พัฒนาและผลิตอุปกรณ์ของเสียง และบุคคลที่ทำงานในการผลิตสื่อของเสียง นอกจากนี้ยังมีผู้เชี่ยวชาญด้านฟิสิกส์ของเสียง นักโสตสัมผัสวิทยา นักวิชาการ และบุคคลอื่น ๆที่อยู่ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเสียง AES เป็นสมาคมเดียวในโลกที่มีความเป็นมืออาชีพและได้ตั้งใจทุ่มเทให้ความสนใจกับเทคโนโลยีของเสียงอย่างเต็มรูปแบบ

ทั้งนี้ ยังพัฒนา และ ตั้งมาตรฐานทางวิศวกรรม สำหรับอุตสาหกรรมทางด้านเสียง นอกจากนี้ AES จะจัดการประชุม ทุก ๆสองครั้งในหนึ่งปีที่ยุโรป และ อเมริกาสลับกันไปแต่ละครั้ง เพื่อพูดคุยเกี่ยวกับการจัดการของระบบ AES ทั้งหมด

นอกจากนี้ AES ยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับการกำหนดมาตรฐานทางเทคนิคของเสียงในปี 1977 และการคัดเลือกบุคคลที่จะมาเป็น คณะกรรมการของ AES (AESC) ได้นั้น จะต้องถูกคัดเลือกผ่านระบบฉันทามติ และจะต้องเป็นผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับการกำหนดรูปแบบมาตรฐานของ AES อีกด้วย
ตัวอย่างมาตรฐานต่าง ๆที่โดดเด่นได้แก่

1. AES 3 (หรือเป็นที่รู้จักในนาม AES / EBU) สำหรับการเชื่อต่อเสียงแบบดิจิตอล
2. AES 10 (หรือเป็นที่รู้จักในนาม MADI) สำหรับการเชื่อมต่อของระบบเสียงในรูปแบบหลายช่องสัญญาณ
3. AES 11 สำหรับการซิงโครไนซ์เสียงแบบดิจิตอล
4. AES 31การเปลี่ยนรูปแบบไฟล์
5. AES 42 สำหรับไมโครโฟนที่เชื่อมต่อแบบดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. AES 47 AES 51 และ AES 53 สำหรับการส่งข้อมูลเสียงแบบดิจิตอลของ AES 3 ผ่านเน็ตเวิร์ค การถ่ายโอนข้อมูลรูปแบบซิงโครไนซ์
7. AES 48 สำหรับการเชื่อมต่อ การต่อสายดิน และ EMC เพื่อเป็นการป้องกันวงจรของอุปกรณ์เครื่องเสียงที่ทำงานอยู่
8. AES 64 สำหรับการบันทึกเสียงในแบบอุปกรณ์ที่เป็น Mechanic Audio ต่าง ๆ
9. AES 67 สำหรับส่งเสียงผ่าน IP Interoperability

The Standard Multichannel Interface (MADI)

MADI นั้นได้ถูกรู้จักและนำมาใช้งานกันในปี 1988 และMADI นั้นถูกตั้งเป็นมาตรฐานของ AES และ ANSI นอกจากนี้ MADI ถูกออกแบบมาเพื่อลดความยุ่งยากในการติดตั้งระบบเคเบิลหรือที่เราเรียกกันว่าสาย multicore ระหว่างเครื่องบันทึกและเครื่องผสมเสียง (mixer) ในแบบ multitrack นอกจากนี้ยังมีลักษณะที่คล้ายกับรูปแบบอินเทอร์เฟซแบบสองแชนแนลในมาตรฐานของ AES3

MADI นั้นย่อมาจาก Multichannel Audio Digital Interface ในแชนแนลทั้ง 56 แชนแนลนั้น ข้อมูลเสียงถูกส่งผ่านระบบแบบอะซิงโครนัส และข้อมูลจะถูกส่งผ่านสายส่งที่ไม่เกิน 50 เมตรด้วยแรงจ่ายไฟไม่เกิน 75 โอห์ม และจะนำมาผ่านสายไฟเบอร์ออบติก จากโปรโตคอล FDDI (Fibre Distributed Digital Interface) ในอนาคตต่อไป สำหรับระบบนี้จัดอยู่ในปี 1991
และได้อ้างอิงว่าจะทำการแก้ไขระบบใหม่โดย เพิ่มความถี่และการเพิ่มจำนวนความจุของแชนแนล

การปรับปรุงแก้ไขฉบับที่ 2 ปี 2003

การปรับแก้ไขนี้ได้รับรู้ถึงการใช้งานต่าง ๆของอินเตอร์เฟซ โดยเฉพาะการกระจายเส้นทาง และด้วยเหตุนี้เลยเพิ่มช่องสัญญาณให้สูงสุดถึง 64 ช่อง อยู่ที่ 48 kHz และ 96 kHz ในระบบเสียงดิจิตอล

การปรับปรุงแก้ไขฉบับที่ 3 ปี 2008

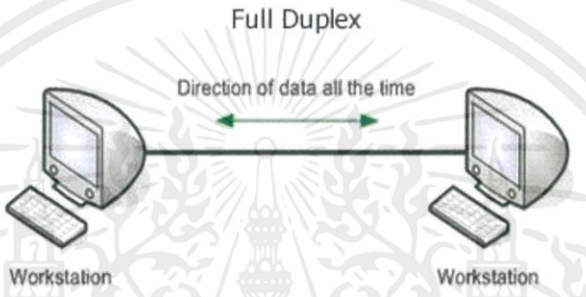
การแก้ไขนี้มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และยังชี้แจงให้รายระเอียดเกี่ยวกับการซิงค์สัญญาณ และความสามารถในลิงค์ นอกจากนี้ได้มีการอ้างอิงถึงการนำ line coding “NRZI” และ การ Coding ของ 4B5B มาใช้งานในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Network Protocol

Network Data Rate	:	100 Mb/s
Maximum Channels	:	64 channel
Maximum Sampling Rate	:	192 kHz
Maximum Bit Depth	:	24 bits

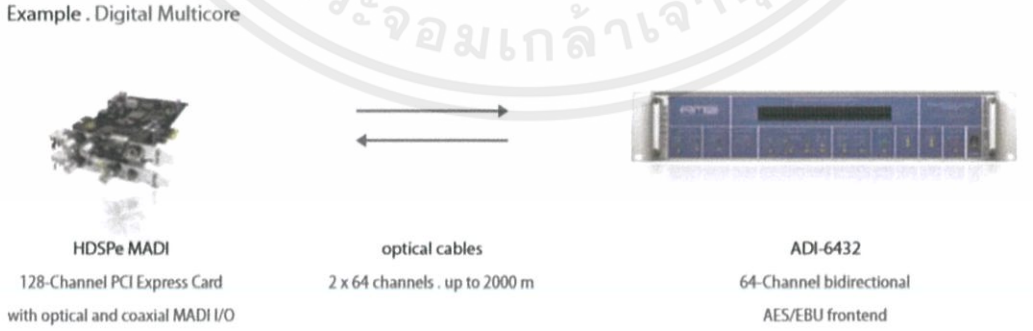
Data Flow (Full-duplex)



ภาพที่ 2-1 Data Flow (Full-duplex)

เป็นการสื่อสารแบบสองทาง เป็นทิศทางการสื่อสารที่สามารถส่งข้อมูลได้สองทางในเวลาเดียวกัน โดยทั้งฝ่ายผู้รับและฝ่ายผู้ส่งสามารถสื่อสารร่วมกันได้ในเวลาเดียวกัน เช่น การสนทนาทางโทรศัพท์ หรือในการใช้งานระบบMADI ยกตัวอย่างได้ดังรูปต่อไปนี้

Type of Connection (Point to Point)

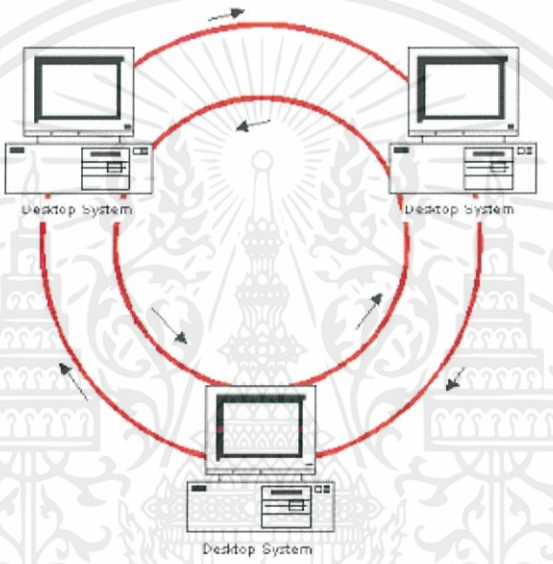


ภาพที่ 2-2 Type of Connection (Point to Point)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เป็นการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์สื่อสาร 2 ตัวเท่านั้น
- สามารถส่งข้อมูลผ่านสื่อได้อย่างเต็มความสามารถ เพราะทั้งสื่อส่งและรับทำงานให้อุปกรณ์เฉพาะ 2 ตัวนี้เท่านั้น
- เส้นทางสื่อสารจะถูกจองสำหรับการส่งระหว่าง 2 อุปกรณ์ตลอดเวลา

Transmission Format [FDDI (Fiber Distribution Data Interface)]



ภาพที่ 2-3 Transmission Format [FDDI (Fiber Distribution Data Interface)]

FDDI คือ หน่วยงาน ANSI ได้ทำการกำหนดโปรโตคอลที่ใช้งานบนเครือข่ายท้องถิ่น โดยมีการควบคุมแบบโทเค็นริง ด้วยการส่งข้อมูลที่มีความเร็วถึง 100 เมกะบิตต่อวินาทีบนสายเคเบิลใยแก้วนำแสง ใช้สายสัญญาณเชื่อมต่อสถานีเป็นวงแหวนสองวง โดยทิศทางการไหลของข้อมูลในวงแหวนทั้งสองวงจะตรงกันข้ามกัน

วงแหวนวงหนึ่ง (Primary Ring) จะทำหน้าที่เป็นเส้นทางหลักในการรับส่งข้อมูล ส่วนวงที่สอง (Secondary Ring) จะเป็นเส้นทางสำรอง การที่ออกแบบ FDDI ให้มีแบบนี้ก็เพื่อเพิ่มความเชื่อถือได้และความแข็งแรงให้กับเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

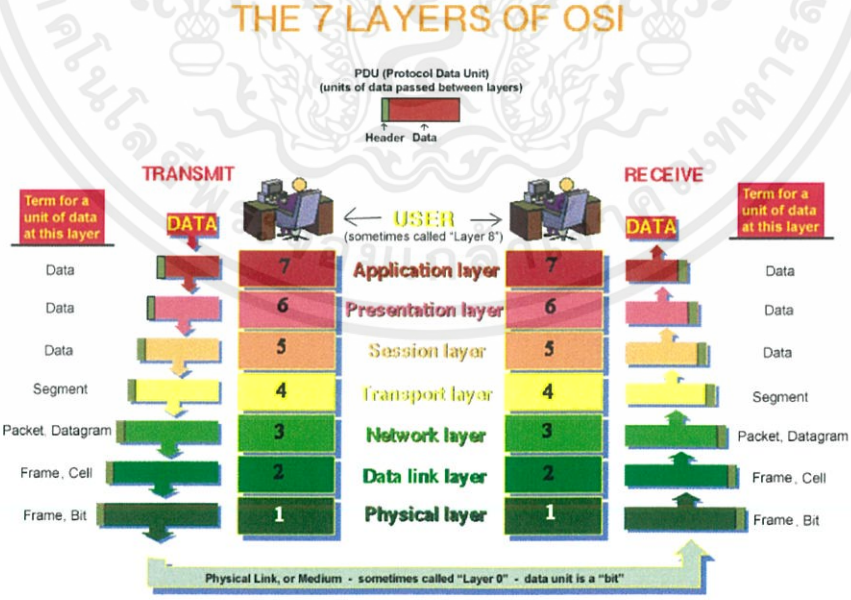
เส้นทางข้อมูลแบบวงแหวนคู่ (Dual-Ring)

คุณสมบัติที่สำคัญของ FDDI คือ การมีเส้นทางส่งข้อมูลสองเส้น หรือที่เรียกว่าวงแหวนสองวง หรือดูอัลริง (Dual-Ring) วงหนึ่งจะใช้เป็นเส้นทางหลักในการรับส่งข้อมูล ส่วนอีกวงจะเป็นเส้นทางสำรอง เส้นทางสำรองนี้จะใช้ในกรณีที่เส้นทางหลักใช้ไม่ได้หรือสถานีใดสถานีหนึ่งเกิดล้มเหลว หรือสายสัญญาณหลักขาด FDDI ก็จะเชื่อมต่อวงแหวนสองวงให้เป็นวงเดียว ซึ่งจะทำให้ระบบยังคงทำงานได้เหมือนเดิม แต่วงแหวนจะมีขนาดใหญ่เป็นเท่าตัว

เมื่อสายข้อมูลหลักเกิดชำรุดหรือสถานีใดสถานีหนึ่งหยุดทำงาน สถานีที่อยู่ข้างเคียงก็จะทำการเชื่อมสายสัญญาณหลักและสำรองเข้าด้วยกัน ทำให้เครือข่ายยังคงสามารถรับส่งข้อมูลได้เช่นเดิม การเกิดจุดเสียจะมีอยู่สองกรณีหลักคือ ไม่สถานีหยุดทำงานก็สายสัญญาณขาด ในกรณีสถานีหยุดทำงาน สองสถานีที่เชื่อมต่ออยู่ข้างๆ ก็จะทำการเชื่อมต่อระหว่างวงแหวนหลักและวงแหวนสำรอง ส่วนกรณีที่สายสัญญาณชำรุด สถานีที่ใช้สายสัญญาณนั้นก็จะทำการเชื่อมต่อเส้นทางข้อมูลหลักและสำรองให้เป็นวงแหวนเดียวกัน

อย่างไรก็ตาม FDDI จะแก้ปัญหาได้เฉพาะกรณีที่มีจุดชำรุดแค่จุดเดียวเท่านั้น ถ้ามีจุดชำรุดมากกว่าหนึ่งวงแหวนก็จะถูกแยกออกเป็นสองส่วน ซึ่งแต่ละส่วนจะติดต่อกันไม่ได้ แต่ปัญหาที่ว่านี้มีโอกาสเกิดขึ้นได้ยาก

มาตรฐานการส่งสัญญาณแบบ FDDI



ภาพที่ 2-4 the 7 Layers of OSI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรโตคอลส่วนที่เป็น FDDI จะอยู่ในชั้น Physical Layer และ Data Link Layer ของแบบอ้างอิงจาก ISO เท่านั้น FDDI จะแบ่งโปรโตคอลออกเป็น 4 ส่วน ซึ่งเมื่อทำงานร่วมกันทำให้โปรโตคอลที่อยู่เหนือกว่า เช่น TCP/ IP สามารถส่งผ่านข้อมูลไปบนสายไฟเบอร์ได้ข้อกำหนด 4 อย่างของ FDDI คือ

- MAC (Media Access Control): ในส่วนของ MAC จะกำหนดเกี่ยวกับการเข้าถึงสื่อกลางรับส่งข้อมูล และรวมถึงรูปแบบของเฟรมข้อมูล, การจัดการเกี่ยวกับโทเคน, ที่อยู่, วิธีการคำนวณค่าตรวจสอบข้อผิดพลาดของข้อมูล (Cyclic Redundancy Check หรือ CRC) และกลไกเกี่ยวกับการกู้คืนข้อมูลที่เกิดข้อผิดพลาด

- PHY (Physical Layer Protocol) : ในส่วนของ PHY จะกำหนดเกี่ยวกับขั้นตอนการเข้ารหัสข้อมูล (Data Encoding/Decoding) , สัญญาณนาฬิกา และการจัดเฟรมข้อมูล

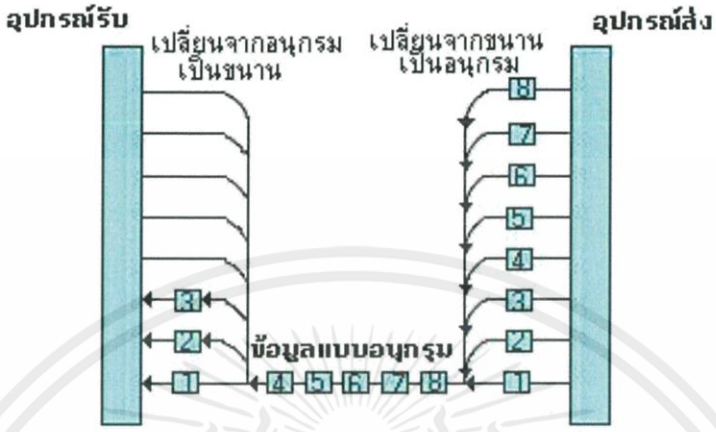
- PMD (Physical-Medium Dependent) : ส่วน PMD จะกำหนดเกี่ยวกับคุณสมบัติของสายสัญญาณที่ใช้ ซึ่งจะร่วมถึงสายไฟเบอร์, ระดับกำลังของสายสัญญาณ , อัตราการเกิดข้อผิดพลาด , ส่วนต่างๆ ของไฟเบอร์ และหัวเชื่อมต่อที่ใช้

- SMT (Station Management) : ในส่วน STM จะกำหนดเกี่ยวกับลักษณะการเชื่อมต่อกันของแต่ละสถานี ข้อกำหนดเกี่ยวกับการควบคุมสถานีที่เชื่อมต่อเข้ากับวงแหวน เช่น การเพิ่มสถานี , การนำสถานีออกจากเครือข่าย , การแยกจุดเสียและการกู้คืน , การกำหนดค่าเกี่ยวกับเวลา และการเก็บค่าสถิติต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Transmission Mode (Serial transmission)

การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (serial transmission) จะใช้วิธีการส่งทีละ 1 บิตในหนึ่งรอบสัญญาณนาฬิกา ทำให้ดูเหมือนว่าบิตต่าง ๆ เรียงต่อเนื่องกันไป จากอุปกรณ์หนึ่งไปยังอีกอุปกรณ์หนึ่ง ดังรูป



ภาพที่ 2-5 Serial Transmission

ข้อดี

- การใช้ช่องทางการสื่อสารเพียง 1 ช่อง ทำให้ลดค่าใช้จ่ายลง

การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (asynchronous transmission) เป็นการส่งข้อมูลที่ผู้รับและผู้ส่งไม่ต้องใช้สัญญาณนาฬิกาเดียวกัน เนื่องจากไม่ต้องใช้สัญญาณนาฬิกาเดียวกันทำให้ผู้รับไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าเมื่อใดจะมีข้อมูลส่งมาให้ ดังนั้นผู้ส่งจึงจำเป็นต้องแจ้งผู้รับให้ทราบว่าจะมีการส่งข้อมูลมาให้โดยการเพิ่มบิตพิเศษเข้ามาอีกหนึ่งบิต เอาไว้หน้าบิตข้อมูล เรียกว่า บิตเริ่ม (start bit) โดยทั่วไปมักใช้บิต 0 และบิตจบ (stop bit) มักใช้บิต 1 นอกจากนี้แล้วการส่งข้อมูลแต่ละกลุ่มต้องมีช่องว่างระหว่าง รูปต่อไปนี้แสดงการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส ให้บิตเริ่มเป็นบิต 0 บิตจบเป็นบิต 1 และให้ช่องว่างไม่มีการส่งข้อมูล (สายว่าง)

o เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาด้านเวลาที่ฝั่งรับไม่ทราบเวลาที่แน่นอน

o ไม่ต้องใช้สัญญาณนาฬิกา

o สภาวะนิ่งเฉย

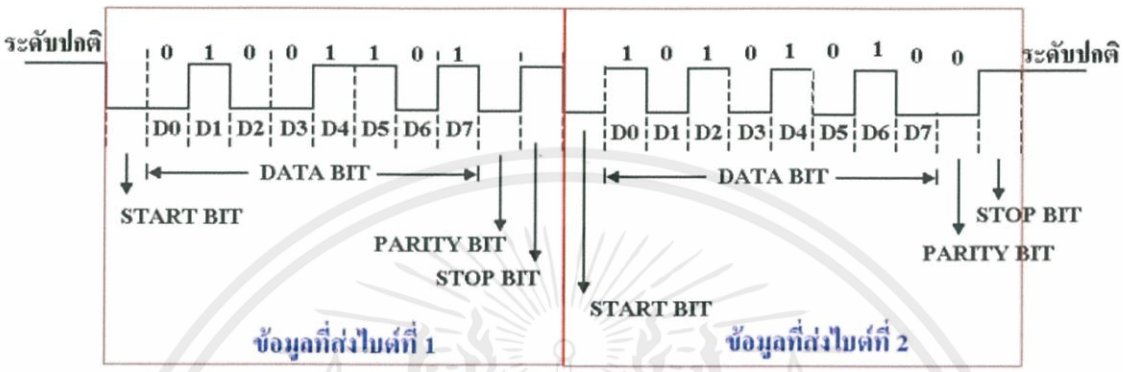
o ไม่มีการส่งข้อมูลมีค่าเป็น 1

o ถ้ากำลังส่งข้อมูลมีค่าเป็น 0

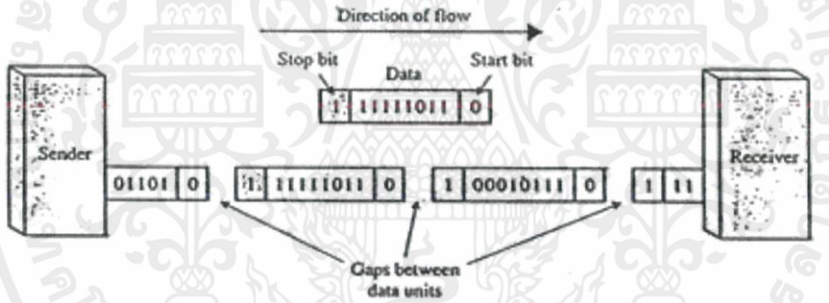
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

o บิตเริ่มต้น (Start Bit)

o บิตจบ (Stop Bit)



ภาพที่ 2-6 Asynchronous transmission



ภาพที่ 2-7 Asynchronous transmission (2)

ข้อดี

- ความคล่องตัวสูง
- ส่งข้อมูลโดยไม่ต้องรอจังหวะสัญญาณนาฬิกา
- ต้นทุนต่ำ ประสิทธิภาพสูง กับอุปกรณ์ความเร็วต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

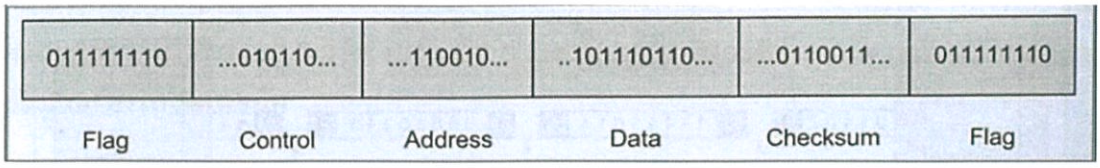
ข้อเสีย

- หากส่งข้อมูลที่ต่อเนื่องกัน ข้อมูลที่ส่งผ่านจะเกิดการสูญเสียได้เพราะมีช่องว่างระหว่าง frame มากเกินไปและทำให้ความเร็วในการส่งข้อมูลน้อยลงไปด้วย เนื่องจากต้อง สูญเสียช่องทางการสื่อสารให้กับ บิตเริ่มต้น บิตสิ้นสุด

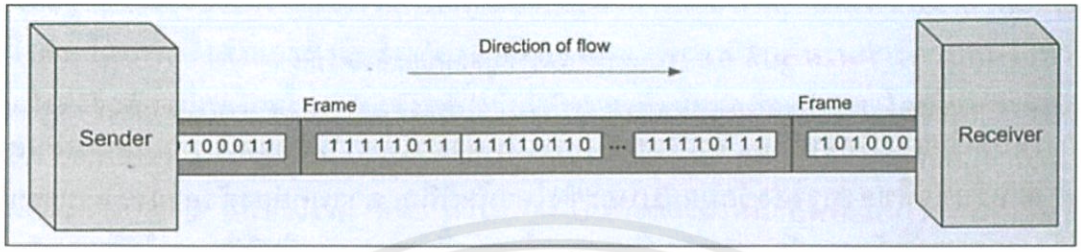
การส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronous Transmission) เป็นการส่งกลุ่มข้อมูลแบบต่อเนื่องกันไป โดยบิตที่ทยอยส่งเข้ามาจะมีการรวมกันให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เรียกว่า เฟรม หรือบล็อกข้อมูล เมื่อข้อมูลส่งมาถึงปลายทาง ฝั่งรับจะทำหน้าที่นับจำนวนบิต และจับกลุ่มเป็นไบต์ การส่งข้อมูลจะนำข้อมูล 1 ไบท์ มาส่งออกไปตามสายไฟฟ้าเรียงกันไปจนครบ 8 บิต ซึ่งเท่ากับ 1 ตัวอักษร ซึ่ง การส่งวิธีนี้จะไม่มีช่องว่าง และไม่มีบิตเริ่มและบิตจบ การไม่มีช่องว่าง บิตเริ่ม บิตจบ ทำให้ฝ่ายรับไม่สามารถทราบได้เลยว่าข้อมูลที่ส่งมา ครบหรือยัง ดังนั้น การควบคุมจังหวะเวลาให้สอดคล้องกันระหว่างอุปกรณ์จึงเป็นสิ่ง สำคัญ คือ ทั้งฝั่งส่งและฝั่งรับจะต้องทำงานที่ระยะเวลาเท่ากัน ตามจังหวะสัญญาณนาฬิกา ฝั่งรับจะได้รับสัญญาณนาฬิกามาจากฝั่งส่ง

o เป็นการส่งกลุ่มข้อมูลแบบต่อเนื่องกันไป
o การรวมกลุ่มข้อมูลให้มีขนาดใหญ่ เรียกว่า “เฟรม” หรือ บล็อกข้อมูล
o มีจำนวนมากกว่า 1000 บิต
o ฝั่งรับมีหน้าที่นับจำนวนบิตแล้วแปลงเป็นจำนวนไบต์เอง
o ไม่มีช่องว่าง ไม่มีบิตเริ่มต้น ไม่มีบิตจบ
o การควบคุมจังหวะจึงมีความสำคัญมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เฟรมข้อมูลที่ส่งในรูปแบบซิงโครนัส



รูปแบบการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส

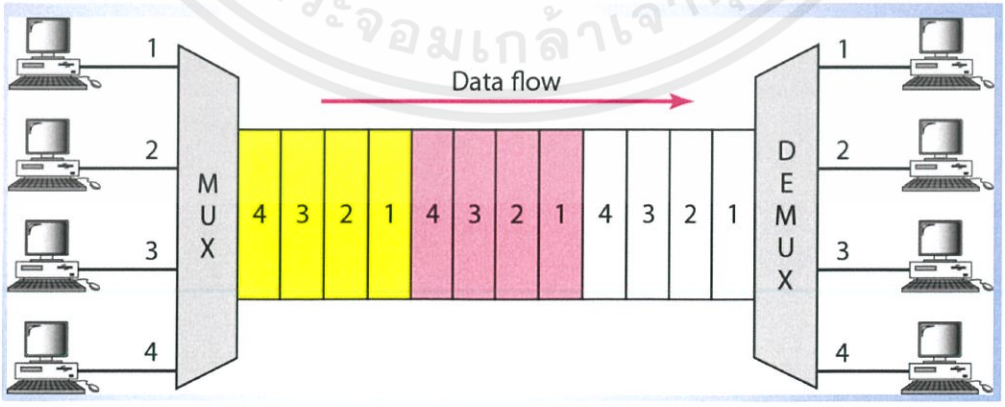
ภาพที่ 2-8 Synchronous Transmission

ข้อดี

- มีความเร็วสูง เพราะส่งอย่างต่อเนื่อง
- เหมาะกับอุปกรณ์ที่มีความเร็วสูง เช่น ในระบบเครือข่ายท้องถิ่น

Transmission Media and Multiplexing [TDM (Time-Division Multiplexing)]

- เป็นเทคนิคการมัลติเพล็กซ์แบบดิจิตอล เนื่องจากสัญญาณดิจิตอลจะมีช่วงเวลาที่แน่นอนของบิตแต่ละบิตจึงสามารถมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งเวลาให้มีความสอดคล้องกับเวลาของบิตได้
- เป็นการนำสัญญาณดิจิตอลที่มีอัตราความเร็วต่ำหลายๆแชนแนลมามัลติเพล็กซ์รวมกันเป็นสัญญาณที่มีอัตราเร็วสูงขึ้น

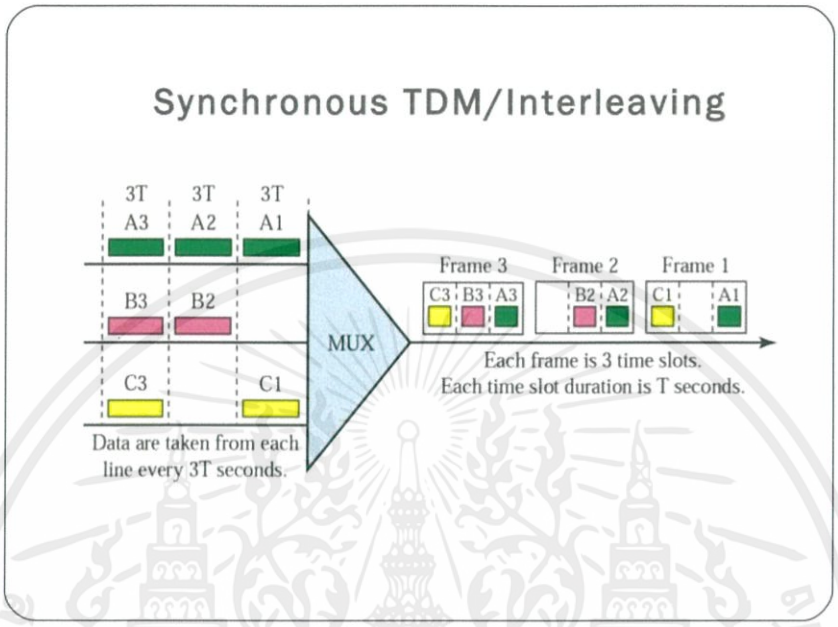


ภาพที่ 2-9 Time-Division Multiplexing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

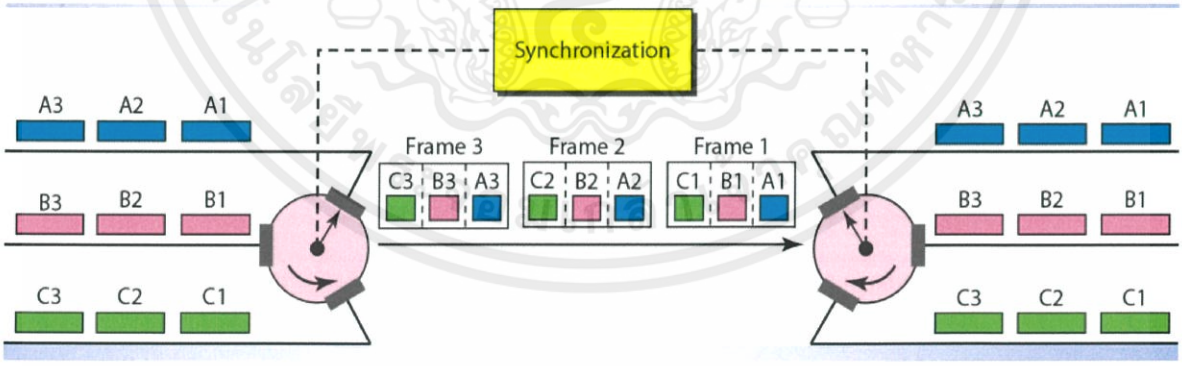
การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งเวลาในรูปแบบซิงโครนัส (Synchronous TDM: Sync TDM)

ใช้หลักการที่เรียกว่า Round Robin ในการส่งข้อมูล กล่าวคือเป็นการส่งข้อมูลทีละส่วนจากอุปกรณ์อินพุตซึ่งหมุนเวียนกันไปเรื่อยๆในแต่ละหน่วยเวลา



ภาพที่ 2-10 Synchronous TDM: Sync TDM

Interleaving คือการจัดกลุ่มของบิตจากแต่ละอินพุตเพื่อส่งไปบนลิงค์



ภาพที่ 2-11 Synchronous TDM: Interleaving

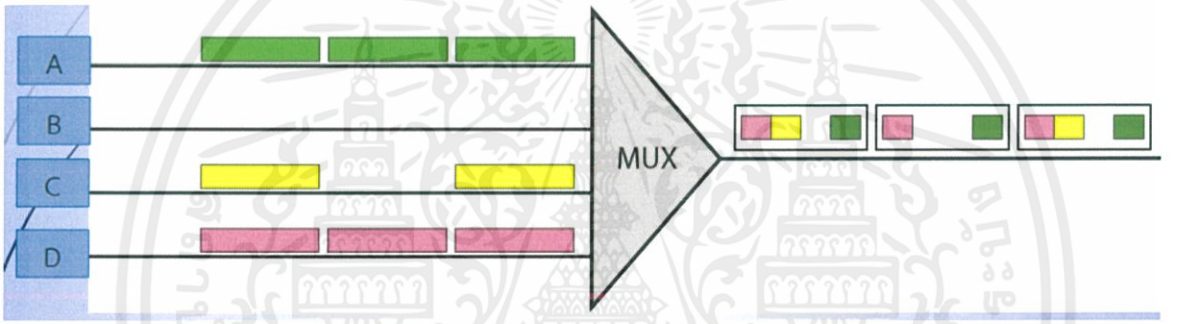
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

หากมีสถานีที่ไม่ต้องการส่งข้อมูลในช่วงเวลาขณะนั้น (ซึ่งเป็นไปตามสภาพการใช้งานจริง) การส่งข้อมูลแบบนี้ Time Slot จะถูกก าหนดไว้คงที่ ดังนั้นอุปกรณ์ MUX จะทำการส่งสล็อตว่าง (Empty Slot) ของสถานีนั้นผ่านสายส่งข้อมูลออกไป เพื่อให้ลำดับข้อมูลคงที่

ผลกระทบ

สิ้นเปลืองแบนด์วิดธ์ไปกับสล็อตว่างโดยใช่เหตุ ทำให้ใช้แบนด์วิดธ์ของลิงก์ได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ



ภาพที่ 2-12 Synchronous TDM: Interleaving (2)

Pulse Code Modulation

คือกระบวนการแปลงสัญญาณแอนาล็อกเป็นดิจิทัล ที่เป็นสัญญาณแบบ PCM ซึ่งจะเป็นตัวเลข binary ซึ่งมี 2 สถานะ แสดงด้วย logic 1 และ logic 0 **ขั้นตอนการแปลงสัญญาณมี 3 ขั้นตอน**

- **การสุ่มตัวอย่าง (Sampling)**
- **การแบ่งนับ (Quantization)**
- **การเข้ารหัส (Coding)**

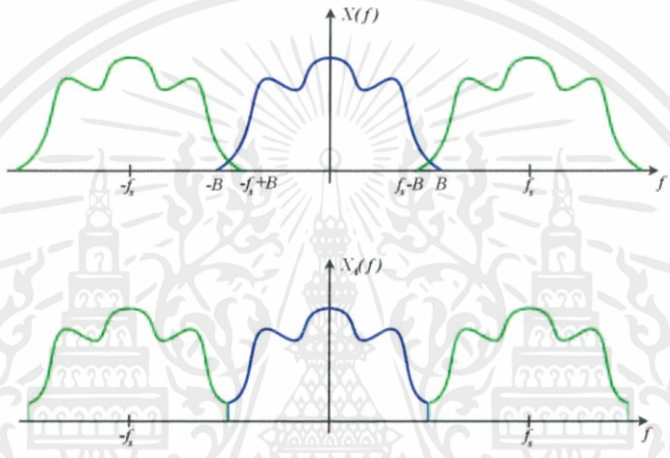
Sampling

การสุ่มตัวอย่าง (Sampling) คือการแปลงสัญญาณต่อเนื่องทางเวลา (continuous signal) ให้อยู่ในรูปไม่ต่อเนื่องทางเวลา (discrete signal) ด้วยการสุ่มเก็บตัวอย่าง (sample) ของสัญญาณนั้น ๆ ในช่วงเวลาที่เท่า ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

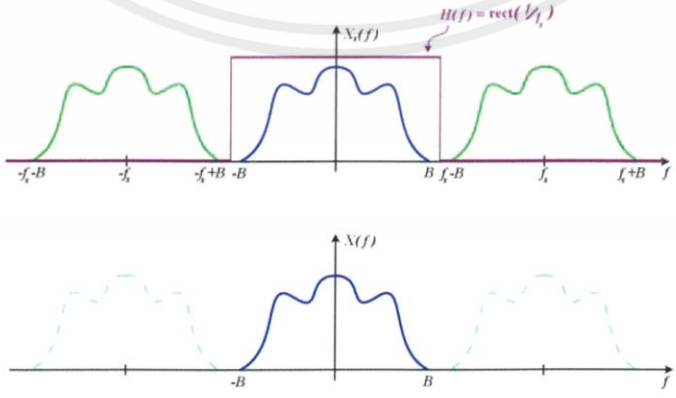
ในการสุ่มสัญญาณนั้น เราจำเป็นที่จะต้องเลือกอัตราการสุ่มของสัญญาณที่มีค่าตรงกันกับความถี่ของสัญญาณนั้น ๆ เพื่อให้เวลาแปลงสัญญาณกลับมาก็จะได้สัญญาณต้นฉบับที่ถูกต้องและครบถ้วน นอกจากนี้หากเลือกอัตราการสุ่มสัญญาณที่มีค่าไม่ตรงกัน จะทำให้เกิดการ aliasing ทำให้สัญญาณที่ได้นั้นแตกต่างจากสัญญาณต้นฉบับเมื่อถอดรหัสออกมาได้

เมื่อสัญญาณต้นฉบับถูกสุ่มสัญญาณ (กราฟสีน้ำเงิน) จะทำให้เกิดสัญญาณที่มีลักษณะเหมือนกัน (alias) ซึ่งหากอัตราสุ่มสัญญาณที่ใช้นั้นมีความถี่น้อยกว่าสัญญาณต้นฉบับหรือสัญญาณที่อัตราการสุ่มมีค่าไม่ตรงกันกับความถี่ สัญญาณ alias(กราฟเขียว) ที่เกิดขึ้นจะไปหักล้างกับสัญญาณต้นฉบับ ทำให้สัญญาณมีความผิดเพี้ยนไป



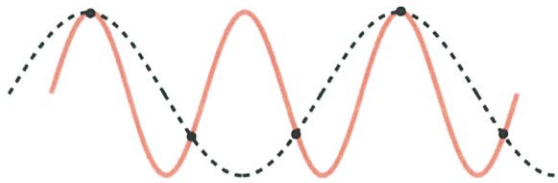
ภาพที่ 2-13 Sampling

ดังนั้น จากทฤษฎีการสุ่มตัวอย่าง (sampling theorem) จึงระบุให้ใช้ความถี่ของอัตราสุ่มมากเป็น 2 เท่าของความถี่ของสัญญาณต้นฉบับ เพื่อให้สัญญาณ alias ที่เกิดขึ้นไม่ไปทับซ้อนกับสัญญาณต้นฉบับ และสามารถใช้ low-pass filter (กราฟสีม่วง) เพื่อกรองเอาเฉพาะสัญญาณต้นฉบับเก็บไว้



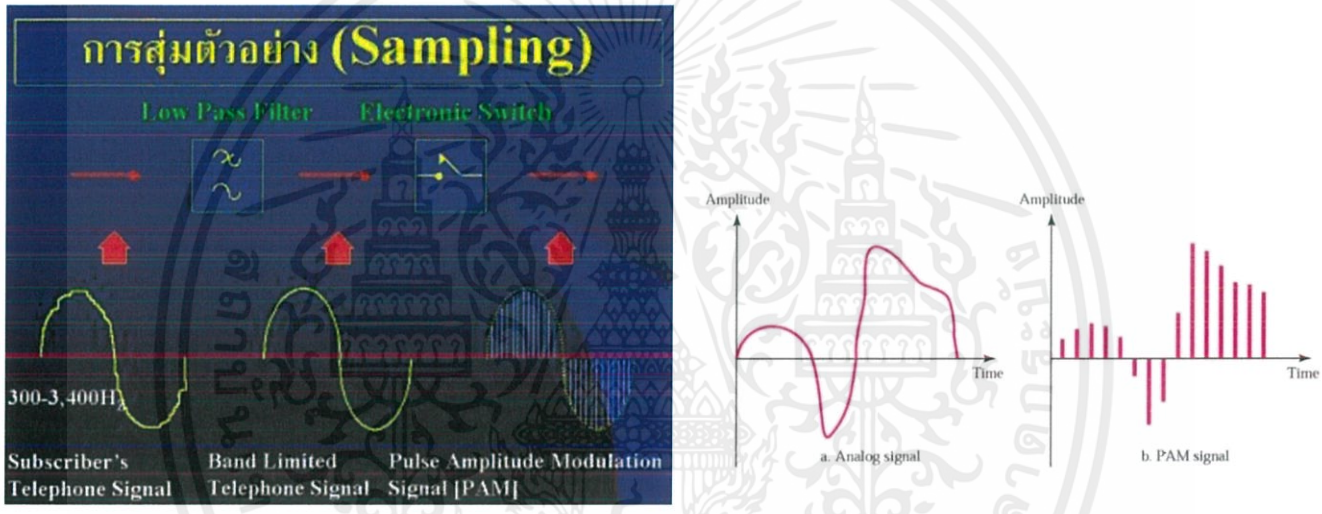
ภาพที่ 2-14 Sampling (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2-15 Sampling

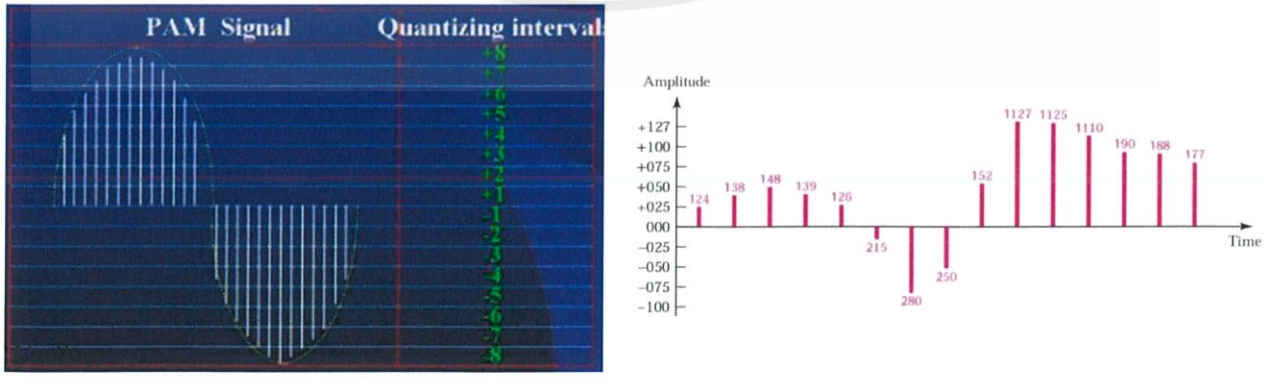
และสัญญาณที่ได้จากการ sampling จะเป็นสัญญาณ PAM (Pulse Amplitude Modulation) เป็นขบวนพัลส์ก่อนส่งไปยังขั้นตอน การจัดลำดับ(Quantizing)



ภาพที่ 2-16 Sampling

Quantization

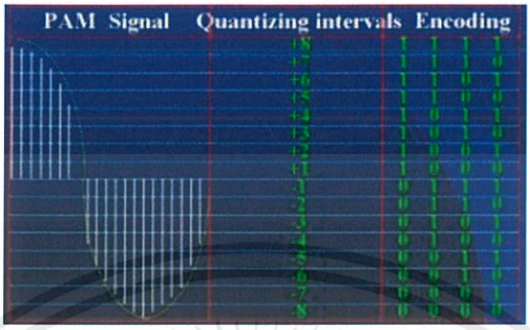
เป็นการจัดลำดับหรือการกำหนด ค่าตัวเลข Digital ให้กับค่า Analog(Pulse) ที่ได้จากการทำ PAM เป็นตัวเลขจำนวนเต็มและทำการจัดลำดับ Amplitude ใหม่ให้มีความใกล้เคียงกับสัญญาณต้นฉบับ



ภาพที่ 2-17 Quantization

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเข้ารหัส (Coding) เมื่อผ่านการจัดลำดับจะนำสัญญาณมาทำการเข้ารหัสเป็นเลขฐาน 2 เป็นจำนวน n บิตตั้งแต่ชั้นที่ 1 จนถึงชั้นที่ n ที่มีการจัดลำดับมา



ภาพที่ 2-18 Coding

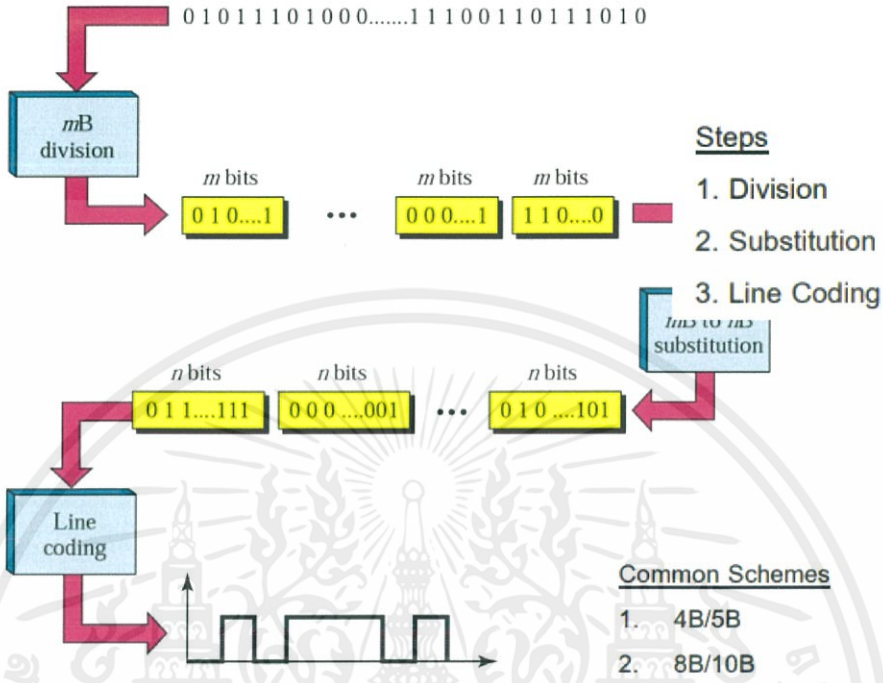
สำหรับการแปลงสัญญาณ PAM แต่ละพัลส์ให้เป็น Binary code โดยวงจรเข้ารหัส (encoder) ซึ่งขบวนพัลส์ที่ได้ในขั้นตอนนี้เรียกว่า "สัญญาณ PCM"ซึ่งจะถูกส่งเข้าไปในสายส่งสัญญาณ เมื่อถึงปลายทางด้าน รับ สัญญาณ PCM จะถูกแปลงกลับเป็นสัญญาณอนาล็อก ตามเดิม โดยวงจรถอดรหัส (Decoder) ซึ่งจะทำหน้าที่แปลงสัญญาณ PCM กลับเป็นสัญญาณ PAM แล้วส่งสัญญาณ PAM เข้าวงจร Low Pass Filter เพื่อแยกเอาสัญญาณข่าสารอนาล็อกเดิมกลับคืนมา

Block Coding

Block coding (การเข้ารหัสบล็อก) เป็นเทคนิคที่นำมาใช้เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของ Line Coding ให้ดีขึ้น ทำให้เกิดข้อผิดพลาดการส่งน้อยลง วิธีนี้จะมีการเติมบิตพิเศษเพิ่มเข้าไป เพื่อช่วยในการตรวจสอบความสอดคล้องกันของการส่งข้อมูล (synchronization) และตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล (error detection)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่า block coding สามารถแบ่งการทำงานออกได้ 3 ขั้นตอนคือ



ภาพที่ 2-19 Block Coding

ขั้นตอนการ block coding

- การแบ่งบิตข้อมูล (Division) คือการแบ่งบิตข้อมูลที่จะส่งออกเป็นกลุ่มย่อยๆ กลุ่มละ m บิต เช่น การเข้ารหัสข้อมูลแบบ 4B5B Coding จะต้องแบ่งบิตข้อมูลออกเป็นกลุ่มๆ กลุ่มละ 4 บิต
- การแทนที่บิต (Substitution) เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากของ Block coding โดยในขั้นตอนนี้จะเป็นการเพิ่มบิตพิเศษเพื่อช่วยในการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล โดยจะทำการแปลงบิตข้อมูลจาก m บิตไปเป็นกลุ่มที่มีขนาด n บิต (n > m) เช่น 4B5B Coding แทนรหัส 4 บิต (มีกลุ่มที่แตกต่างกัน 16 กลุ่ม) ด้วยกลุ่มที่มีขนาด 5 บิต (มีกลุ่มที่แตกต่างกัน 32 กลุ่ม) โดยเลือกมาเพียงบางส่วน

  การแทนที่บิตสำหรับการเข้ารหัสแบบ 4B5B มีหลักการคือ จะต้องมีบิตที่เป็น 0 ที่อยู่ด้านซ้ายสุดไม่เกิน 1 บิต และจะต้องมีบิตที่เป็น 0 อยู่ด้านขวาสุดไม่เกิน 2 บิต ดังนั้นบิตข้อมูลที่แปลงแล้วจะมีบิตที่เป็น 0 อยู่ติดกันไม่เกิน2บิต ซึ่งหมายความว่า ถ้าฝ่ายรับข้อมูลได้รับบิตที่เป็น 0 ที่อยู่ติดกันตั้งแต่ 3บิตขึ้นไป แสดงว่าข้อมูลชุดนั้นเป็นข้อมูลที่ผิดพลาด โดยทั่วไปการเข้ารหัสแบบ 4B5B มักจะใช้ร่วมกับ Line Coding แบบ NRZ-I

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

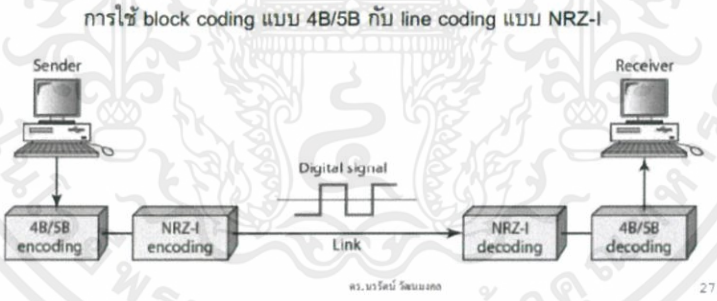
ตารางการเข้ารหัสข้อมูลแบบ 4B/5B

Data	Code	Data	Code
0000	11110	1000	10010
0001	01001	1001	10011
0010	10100	1010	10110
0011	10101	1011	10111
0100	01010	1100	11010
0101	01011	1101	11011
0110	01110	1110	11100
0111	01111	1111	11101

ไม่มี 0 นำหน้าเกิน 1 ตัว ไม่มี 0 ต่อท้ายเกิน 2 ตัว (= ไม่มี 0 ติดกันเกิน 3 ตัว)

ภาพที่ 2-20 4B5B Coding

- การเข้ารหัสเส้นสัญญาณ (Line Coding) หลังจากเสร็จขั้นตอนการแทนที่บิต จะได้บิตข้อมูลที่ผ่านการเข้ารหัสมาแล้ว ในขั้นตอนนี้จะทำการแปลงบิตข้อมูลที่ได้มาเป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อส่งออกไปยังผู้รับต่อไป



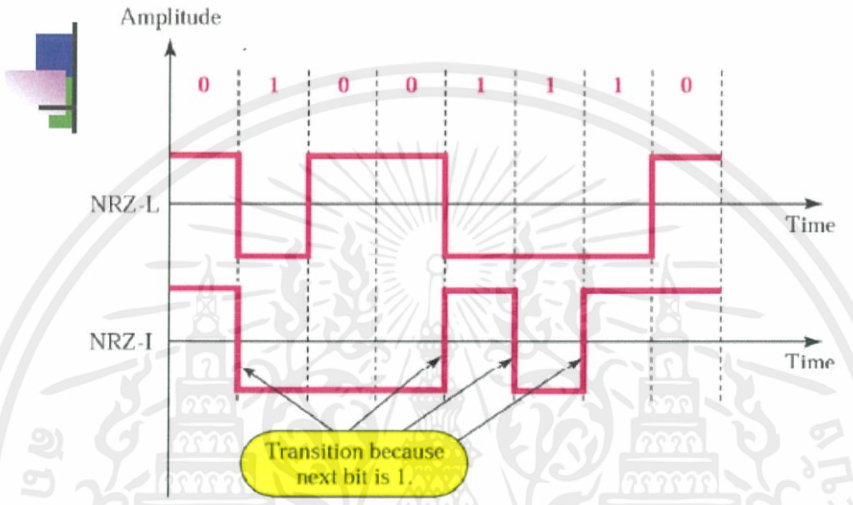
ภาพที่ 2-21 4B5B Coding & NRZ-I

NRZ-I Line Coding (Non Return to Zero-invert)

วิธีนี้จะไม่สนใจว่าแรงดันไฟฟ้าจะเป็นบวกหรือลบ วิธีนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าก็ต่อเมื่อข้อมูลเป็น “1” เท่านั้น หมายความว่า จะมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันทุกครั้งที่บิตข้อมูลเป็น “1”แต่ถ้าบิตข้อมูลเป็น “0”จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีการแบ่งบิตข้อมูลและแทนที่บิตแบบ 4B5B มาแล้วเราจะได้รหัสที่มีขนาด 5 บิต ซึ่งเรานำรหัส 4B5B มาเข้า ในกระบวนการ Line Coding แบบ NRZ-I เพื่อไม่ให้เสียSelf-Synchronization ยกตัวอย่างเช่น การแทนที่บิตสำหรับการเข้ารหัสแบบ 4B5B นั้นจะมี “0” ติดกันไม่เกิน 2 บิต แต่ไม่ได้จำกัด “1” เมื่อมี “1” มากกว่า 2 บิต อาจทำให้เสียการ Synchronization ได้ในระบบ เลยต้องใช้การ Line Coding แบบ NRZ-I เข้ามาช่วย เมื่อเจอ “1” จะมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันทุกครั้ง



ภาพที่ 2-22 Line Coding แบบ NRZ-I

Dante

Dante คืออะไร?

Dante (Digital Audio Network through Ethernet) เป็นระบบเป็นการผสมผสานของ software hardware และ network protocol ที่ใช้ขนส่งระบบสัญญาณสียงได้หลายช่องสัญญาณ เหมือนกับระบบ MADI

ประวัติของ Dante

ในปี 2546 Aidan Williams ได้จัดตั้งทีมวิจัยขึ้นเพื่อพัฒนาระบบ Dante และนำเข้าสู่ตลาดในปัจจุบัน โดยได้รับทุนสนับสนุนจากรัฐบาลเป็นเวลา3ปี และในปี2549 William ได้ตั้งบริษัท Audinate ขึ้นเพื่อเริ่มกระบวนการนำระบบ Dante เข้าสู่ตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Audinate ทำการลงทุนเป็นจำนวนเงิน 4 ล้านเหรียญเพื่อลงทุนพัฒนาระบบร่วมกับ Starfish Ventures และ Capital Innovation และในปี 2552 ก็ได้จัดตั้งสำนักงานขึ้นใน Porland,Oregon โดยมี Lee Ellison เป็น CEOและยังมีสำนักงานในเขตลอนดอนและฮ่องกงอีกด้วย

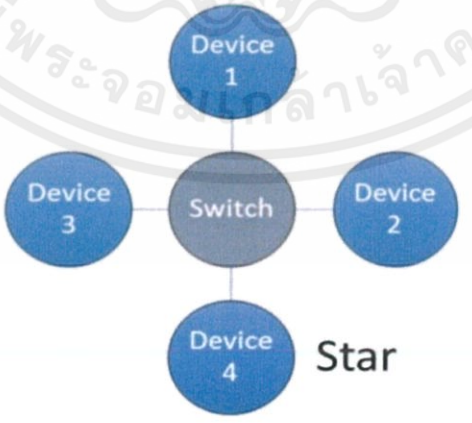
ด้วยเหตุนี้ Audinate จึงได้รับใบอนุญาตจาก350บริษัทซึ่งมีการผลิตผลิตภัณฑ์ 100รายการร่วมกับเทคโนโลยี Dante

Network Protocol

Connection	:	CAT 5, CAT 5e, CAT 6
Network Data Rate	:	Fast Ethernet (100 Mb/s)
	:	Gigabit Ethernet (1000 Mb/s)
Minimum Latency	:	150 us
Maximum Channels	:	1024 (512x512)
Maximum Sampling Rate	:	192 kHz
Maximum Bit Depth	:	32 bits

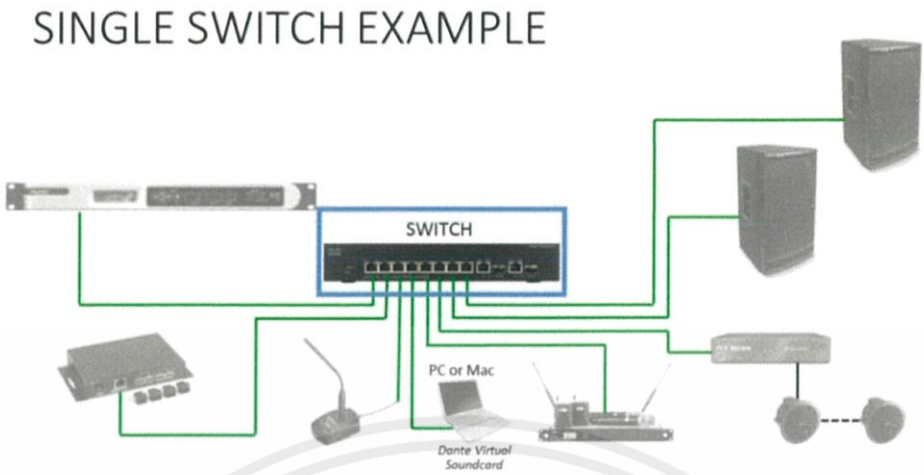
Network Topology

Dante จะนิยมใช้แบบ Star เพราะถ้าหากมีอุปกรณ์ใดอุปกรณ์หนึ่งเกิดการเสียหายหรือล่ม อุปกรณ์อื่นที่เหลือจะยังสามารถสื่อสารต่อไปได้ และถ้าระบบ Network มีขนาดใหญ่ขึ้นก็สามารถนำ switches มาเชื่อมต่อเพิ่มได้



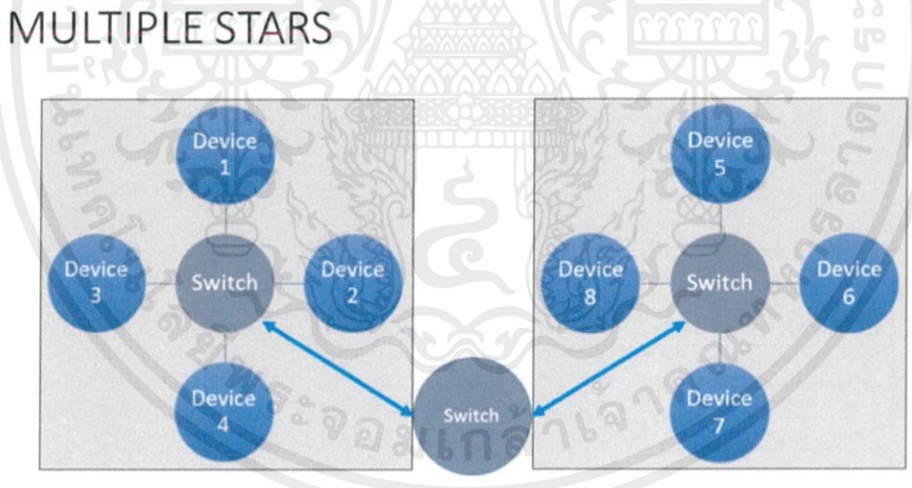
ภาพที่ 2-23 Network Topology (Dante)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2-24 Single stars

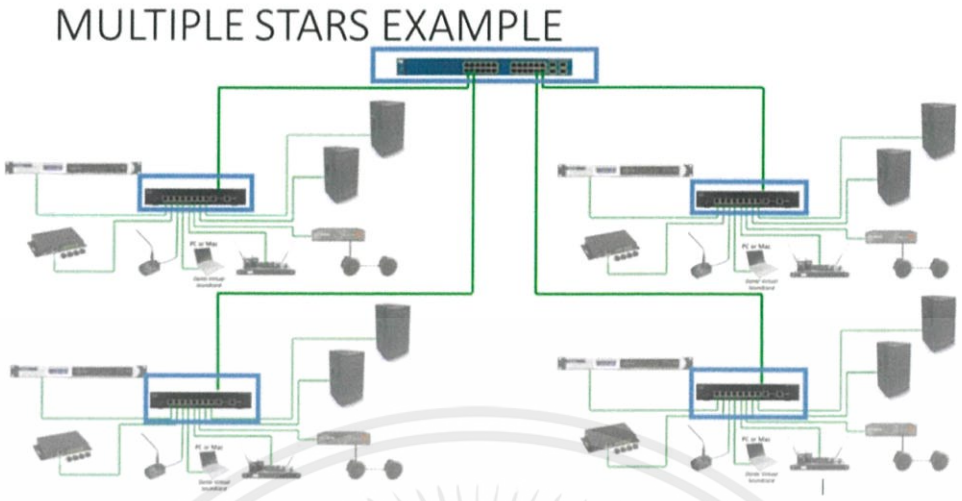
ตัวอย่าง “Star” topology ใน Dante network มีอุปกรณ์คือ mic, DSP, amplifiers และ speaker ทั้งหมดถูกเชื่อมต่อกับ single switch ซึ่งเป็น center ของ star



ภาพที่ 2-25 Multiple stars

Multiple stars ง่ายต่อการขยายระบบให้ใหญ่ขึ้นดังภาพ มี star ขนาดเล็ก 2 networks ต่อร่วมกันกับอีก switch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



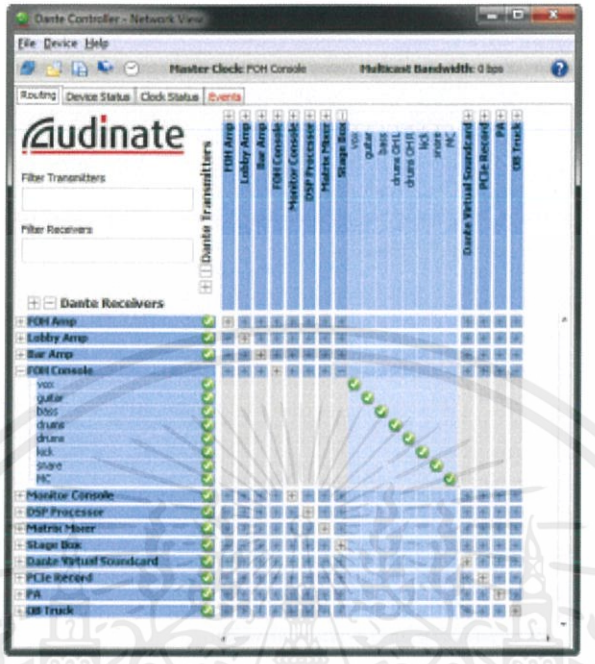
ภาพที่ 2-26 Multiple stars example

ตัวอย่าง 4 stars ขนาดเล็กต่อร่วมกันโดย 1 switch มีทั้งหมด 32 Dante device ที่ถูกเชื่อมต่อ Dante Controller

การตั้งค่าระบบ dante ไม่ใช่เรื่องง่าย เลยต้องมี dante controller เข้ามาช่วย dante controller คือ free audio rounting และเป็น software application ที่เข้ามาช่วยจัดการกับอุปกรณ์ โดยการค้นหาอุปกรณ์บนเครือข่ายโดยอัตโนมัติ การตั้งค่าnetwork ของ dante จะเป็นการเสียบอุปกรณ์เข้ากับสวิตซ์ Ethernet และการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับสวิตซ์เดียวกัน ทุกอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อจะปรากฏใน dante controller เพื่อกำหนดเส้นทางการรับส่งสัญญาณของ audio นั่นเอง Dante controller ยังสามารถจัดการการตรวจสอบของเครือข่าย, latency, clock, packet errors และ bandwidth

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dante controller จะมีองค์ประกอบในการจัดการการทำงานคือ sampling rate, device name, channel, latency และอื่นๆขึ้นอยู่กับอุปกรณ์แต่ละตัว



ภาพที่ 2-27 Dante controller

Clocking

Clock synchronization คือความสำเร็จของทุก audio network เพื่อทำให้ทุก audio มีการ synchronize ที่สมบูรณ์แบบผ่านระบบ network ทุกการทำงานของอุปกรณ์ต้องมีการทำงานใน timing เดียวกัน การจะทำให้มีการ synchronizeกันนั้น จึงต้องมี master clock ไว้ 1 ตัว ที่จะจัดการ clock ของอุปกรณ์ทั้งหมด โดยclockของทุกอุปกรณ์จะยึด master clock เป็นหลักเพื่อที่จะทำให้ระบบมีการ synchronize กันอย่างมีเสถียรภาพ

ข้อดี

- มี Jitter น้อยมาก
- ระบบสามารถเพิ่ม devices ไปถึงหลายร้อยได้โดย clock ไม่ผิดพลาด
- Latency ต่ำได้ถึง 150 microsecond (Point to Point links)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Switch

1. Unmanaged Switches คือ switch ที่ไม่สามารถเข้าไปจัดการอะไรได้ (Setup ไม่ได้)เหมาะสำหรับระบบที่ไม่มีขนาดใหญ่มาก และไม่ซับซ้อน คือใช้แค่ 1 switch ในการเชื่อมต่อ Dante devices และใช้ Network แค่สำหรับ Dante audio

ภาพที่ 2-28 Unmanaged Switches

2. Managed Switches คือ switch ที่สามารถ setupได้ เหมาะสำหรับการเชื่อมต่อระบบที่มีขนาดใหญ่ มีความซับซ้อนเพื่อความใช้งานให้เป็นระดับ Professional

ภาพที่ 2-29 Managed Switches

หากต้องการส่งสัญญาณที่ไกลกว่า 100 เมตร ก็หา switch ที่มี port รองรับตัว Fiber optical หรือหา switch ที่มี uplink หรือ SFP port แล้วหาตัว SFP Module Optical มาใส่เพื่อทำการเชื่อมต่อกับสาย Fiber optical ในการใช้งานได้ สามารถเพิ่ม SFP Module Optical port ได้ทั้งตัว Unmanaged กับ Managed ซึ่งมันใช้ได้ทั้ง 2 แบบ แต่แนะนำ ให้ใช้เป็น gigabit switch จะดีกว่าเพราะว่า Gigabit switch ส่งสัญญาณได้ไวกว่าตัว ถ้ามีอุปกรณ์ที่เป็น 100mbps หรือตัว Fast switch ในเครือข่าย แนะนำ ให้มี QoS ครับ

QoS คือการจัดลำดับความสำคัญของประเภทข้อมูลที่ผ่านเครือข่าย

ตัวอย่างที่ 1

เล่นเกม เล่นเน็ต ความสำคัญสูง ดาวน์โหลดบิต ดาวน์โหลดไฟล์ ความสำคัญต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อะไรที่ความสำคัญต่ำ จะใช้ถนนได้ เวลาถนนว่าง ๆ แต่ถ้ามีอะไรที่ความสำคัญสูงกว่าจะได้ใช้ถนนก่อน ข้อมูลที่ลำดับความสำคัญต่ำกว่า จะต้องหยุดให้ข้อมูลที่มีลำดับความสำคัญสูงผ่านไปก่อน อะไรที่ความสำคัญสูง จะเหมือนมือภิสิทธิ์ ได้ใช้ถนนก่อน

ตัวอย่างที่ 2

สมมติภายในบ้าน มีคนใช้งานเราท์เตอร์เดียวกัน 10 คน 9 คน เล่นเน็ตทั่วไป 1 คน ดาวน์โหลดบิต

กรณีที่ไม่เปิด QoS

เน็ตจะใช้งานแทบไม่ได้เลย เนื่องจากความสำคัญของทุกข้อมูลเท่ากันถนนจะเต็มไปด้วยไฟล์ที่กำลังดาวน์โหลด อีก 9 คนที่เล่นเน็ตทั่วไป ต้องการแค่จะเช็ค Email ไม่นาน ก็ไม่สามารถใช้งานได้ เพราะความสำคัญของข้อมูลเท่ากันหมด ยกเว้นว่าจะให้บางคนเลิกเล่นไปก่อน

กรณีเปิด QoS

ความสำคัญของข้อมูลจะไม่เท่ากัน ถ้าเราตั้งแบบกรณีข้างบนคือ เล่นเกม เล่นเน็ต ความสำคัญสูง ดาวน์โหลดบิต ดาวน์โหลดไฟล์ ความสำคัญต่ำ ตอนแรก ถนนเต็มไปด้วยไฟล์ที่กำลังดาวน์โหลด

พอมีคนเล่นเน็ต เราท์เตอร์จะมองว่า ตอนนี้มีคนใช้เน็ต ความสำคัญสูง

ชะลอดาวน์โหลดบิตก่อน (สำคัญต่ำ) ให้ข้อมูลทั่วไปผ่านก่อน (สำคัญสูง)

**การจัดการว่าจะให้ความสำคัญต่อการใช้งาน ชนิดไหน จะต้องทำการตั้งค่าบนเว็บไซด์ตอนเซต ระบบ Switch

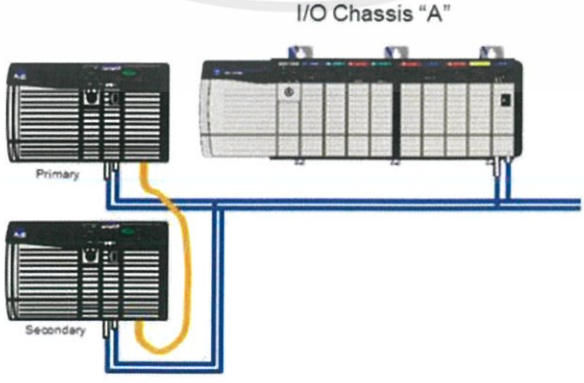
ภาพที่ 2-30 QoS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2-31 QoS (2)

Redundant System

เมื่อระบบควบคุมที่ต้องทำงานอย่างต่อเนื่องและไม่สามารถหยุดทำงานได้แม้ว่ามีปัญหาเกิดขึ้น ระบบเหล่านั้นจะมี ระบบ Redundant ภายใน เพื่อเพิ่มเสถียรภาพและความน่าเชื่อถือของระบบ หลักการของ Redundant คือการใช้อุปกรณ์ควบคุมที่เหมือนกันสองชุด ให้มาทำงานร่วมกัน อุปกรณ์ชุดหลักเรียกว่า “Primary” และอุปกรณ์ชุดสารองเรียกว่า “Secondary” เมื่ออุปกรณ์ชุดหลักเกิดการขัดข้อง อุปกรณ์ชุดสำรองจะถูกเรียกขึ้นมาทำงานแทน เราเรียกการสลับการทำงานนี้ว่า Switch-Over



ภาพที่ 2-32 Redundant System

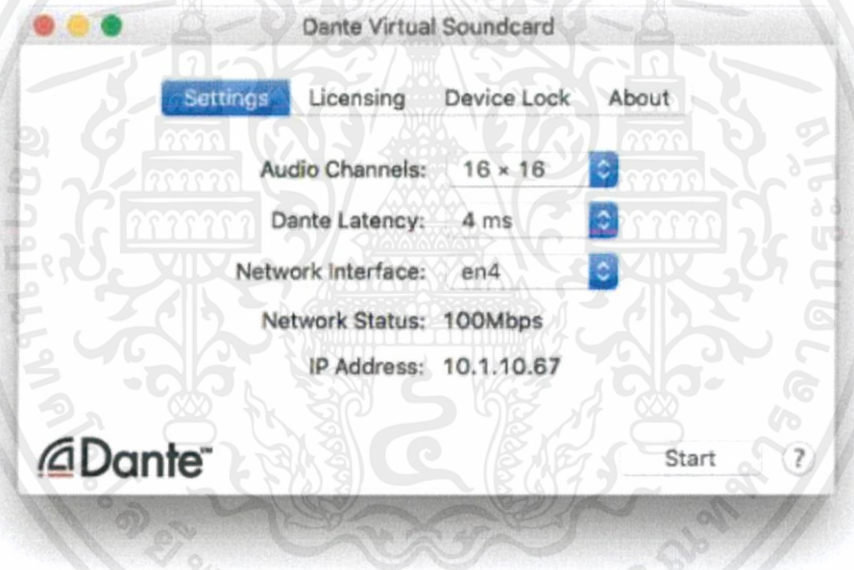
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dante Vitual Soundcard

- เป็น Sound card ที่ใช้งานร่วมกับ Dante port ใช้เชื่อมต่อระบบ Audio Application หรือใช้งานร่วมกับ DAW ต่าง ๆ เช่น Cubase, Protools, Logic
- Supports the Core Audio (Mac OS X), Steinberg ASIO (Windows), and WDM (Windows) audio interfaces

คุณสมบัติ

- เลือกจำนวน Track ที่ต้องการบันทึกได้ตั้งแต่ 2 Track ถึง 64 Track
- ตั้งค่า Latency ได้ตั้งแต่ 4,6และ 10 ms.

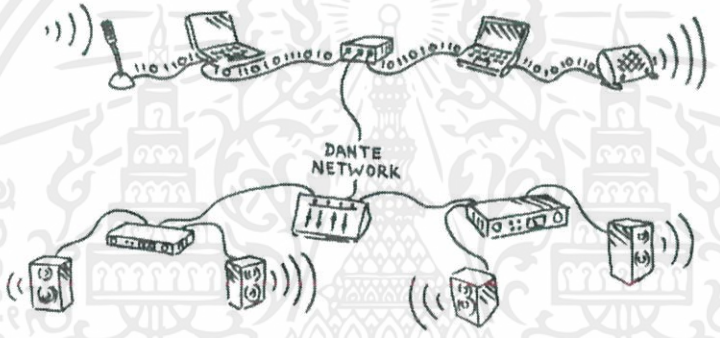


ภาพที่ 2-33 Dante Vitual Soundcard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dante Via

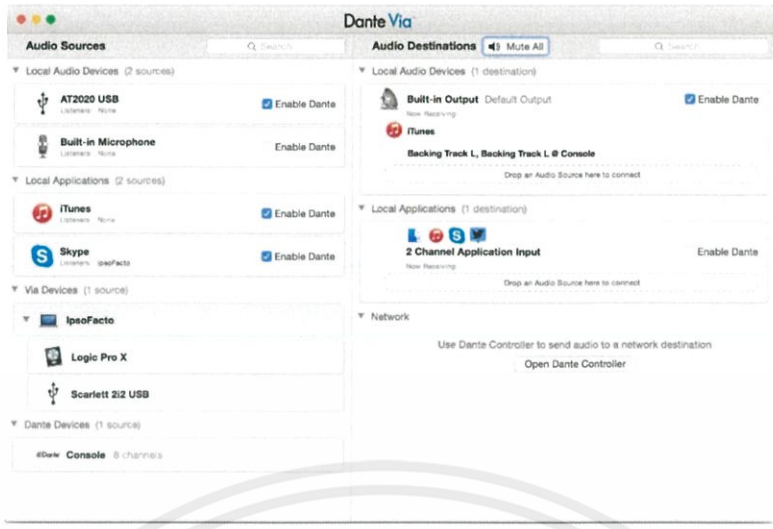
Dante Via นั้นเปรียบเสมือนสื่อกลาง ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ทำให้อุปกรณ์ทุกอย่าง ไม่ว่าจะเป็นด้านเสียงที่มีการเชื่อมต่อในรูปแบบต่างๆ รวมถึงซอฟต์แวร์ DAW ที่ใช้สำหรับบันทึกเสียงก็ตาม สามารถใช้งานร่วมกันได้โดยผ่าน Dante Via รวมถึงอนาล็อกที่เชื่อมต่อเข้ามารันบนเน็ตเวิร์คผ่านอินเทอร์เฟซด้วย กล่าวคือสามารถนำเอาคอมพิวเตอร์พ่วงเน็ตเวิร์คเข้าไปด้วย อย่างเช่น ผู้ใช้มีคอมพิวเตอร์สองเครื่องสามารถส่งสัญญาณเสียงถึงกันโดยผ่าน switch แล้วจาก switch สามารถส่งสัญญาณไปได้อีกตามต้องการ รวมถึงส่งไปยังบอร์ดและบอร์ดมิกเซอร์สามารถส่งสัญญาณผ่านเน็ตเวิร์คตัวนี้ได้เพื่อแชร์ข้อมูลร่วมกันได้อีกด้วย ที่สำคัญคือประสิทธิภาพการใช้งานดีมากขึ้น ไม่ซับซ้อน ใช้งานง่าย เป็นต้นว่าผู้ใช้สามารถตั้งคอมพิวเตอร์ให้เป็นเน็ตเวิร์ค Dante แล้วเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่เป็น USB, FireWire



ภาพที่ 2-34 รูปแบบการทำงาน Dante Via

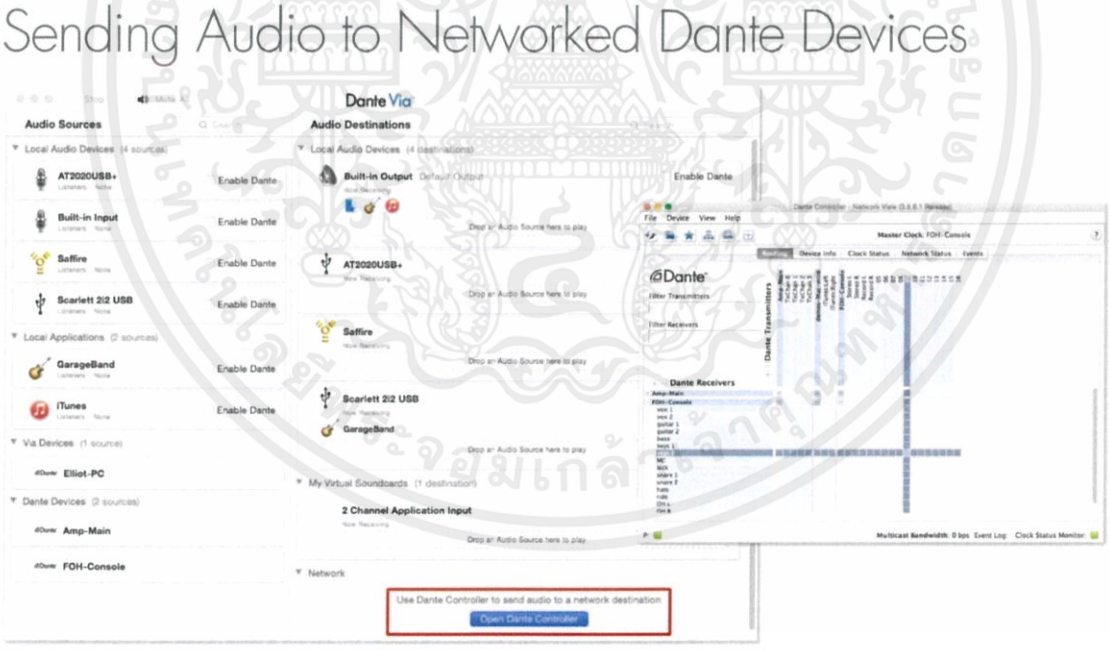
ภาพที่ 2-35 รูปแบบการทำงาน Dante Via

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2-36 Dante Via program

สำหรับโปรแกรมนี้ จะสามารถเลือกแอปที่จะเล่น และ เลือก output ที่จะส่งไปได้มากกว่า 1 Device และสามารถใช้งานร่วมกับ Dante controller ได้ อีกโดยการกำหนด เส้นทางการส่งสัญญาณของตัว Dante controller เอง



ภาพที่ 2-37 Dante controller with Dante Via

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่หลัก

- สามารถแยกและส่งเส้นทางเสียงไปกลับจาก applications ได้ถึง 16 ช่องทางแบบสองทิศทาง
- การจัดเสียงของระบบเสียงที่ไม่ต้องการได้ โดยการเลือกเฉพาะ applications ที่ผู้ใช้ต้องการเชื่อมต่อกับเครือข่าย Dante
- สามารถเชื่อมต่อหูฟังหรือลำโพงเข้ากับเครือข่าย Dante เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบอุปกรณ์และช่อง Dante ได้จากทุกที่ในระบบโดยไม่ต้องใช้ฮาร์ดแวร์เฉพาะ
- เชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ Dante Via เข้าด้วยกันเพื่อสร้างเครือข่าย Dante audio แบบทันทีเพื่อการแชร์ไมโครโฟนอินเทอร์เฟซ และ applications แบบ real time ที่มีประสิทธิภาพ

คุณสมบัติ

- ค้นหาอุปกรณ์และ applications เสียงที่เชื่อมต่อกันทั้งหมด
- เชื่อมต่ออุปกรณ์และ applications เข้ากับเครือข่าย Dante ที่มีอยู่
- ตั้งค่าความปลอดภัยเพื่อควบคุมการกระจายเสียง
- กำหนดเส้นทางเสียงจากอุปกรณ์และ applications
- สร้างเครือข่ายเสียงที่มีเฉพาะคอมพิวเตอร์ที่ใช้ Dante Via
- ใช้งานได้กับคอมพิวเตอร์ระบบ Windows และ Macintosh
- จัดการการเชื่อมต่อด้วย Intuitive drag & drop interface

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- งานสัมมนา Dante Network & Dante Via จาก Sound Stage (http://www.soundstagemag.com/main/index.php/magazine-articles/special-report/735-dante-network-dante-via-01)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับ Dante และMADI

3.2 เปรียบเทียบระหว่าง Dante และ MADI

3.3 นำความรู้ที่ศึกษามาทั้งหมด ประยุกต์ ใช้กับสถานประกอบการณ์

3.4 เขียนอธิบายการเชื่อมต่อระบบแบบ audio network ในแต่ละงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากข้อมูลที่ได้ค้นคว้าเกี่ยวกับ Audio network แบบ MADI และ Dante ข้าพเจ้าได้ทำการเปรียบเทียบทั้ง 2 แบบได้ดังต่อไปนี้

	Dante	MADI
Connection	CAT5, CAT5e, CAT6	Coaxial, Fiber optic
Data Rate	Fast Ethernet (100 Mb/s) Gigabit Ethernet (1000 Mb/s)	100 Mb/s
Maximum Channel	512	64
Maximum Sampling Rate	192 kHz	192 kHz
Maximum bit depth	32 bits	24 bits
Switch	/	X
Topology	Star	Ring
Layer ที่ทำงาน	Network layer	Data link layer

ภาพที่ 4-1 ตารางเปรียบเทียบ MADI และ Dante

ข้อแตกต่างของระบบ Dante และ MADI

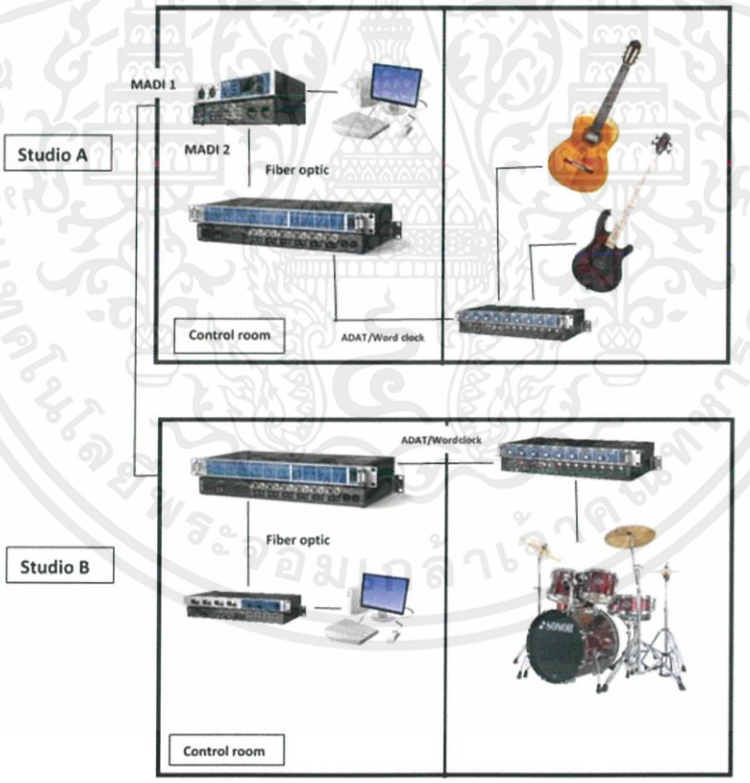
- เรื่องการเชื่อมต่อสายที่ใช้คนละชนิดกัน Dante จะใช้สายที่มีความยาวจำกัดแค่ 100 เมตร ถ้ามากกว่าสัญญาณจะได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ส่วน MADI จะใช้สายที่มีความยาวสูงสุด 2 กิโลเมตร(Fiber optic)และ 100 เมตร (Coaxial)
- จำนวน channel สูงสุดของ Dante 512x512(I/O) ส่วนระบบ MADI จะได้มากสุด 64x64(I/O)channel
- จำนวนบิตของDanteได้มากสุด 32 bits ส่วน MADIได้มากสุด 24 bits
- Network Topology ระบบ Dante จะใช้การต่อ switch แบบ star ส่วนระบบ MADI จะใช้แบบ Dual ring(Primary, Secondary)
- ระบบสำรองข้อมูล MADI จะใช้ FDDI ที่มีการเชื่อมต่อเป็นแบบวงแหวน 2 วง เมื่อวงแหวนหลัก(Primary)เกิดขาดการเชื่อมต่อวงแหวนวงที่ 2(Secondary) จะทำงานแทนวงแหวนหลักทำให้การส่งสัญญาณเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และสำหรับระบบ Dante จะใช้ Redundant ใช้พอร์ต 2 พอร์ต คือ primary และ secondary ถ้าหาก primary หลุด secondary จะทำงานแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

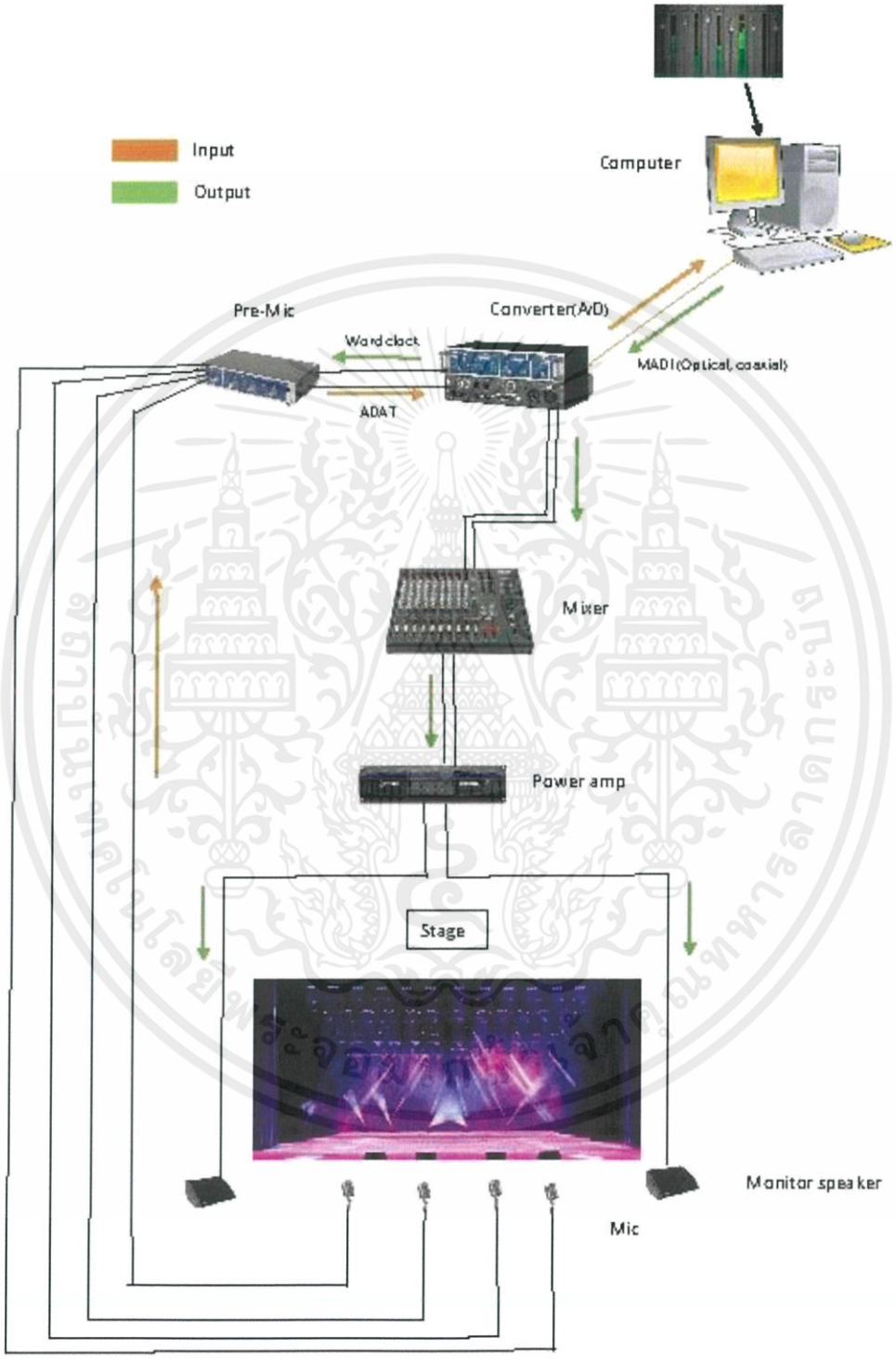
ทำไม studio ถึงเลือกใช้ระบบ MADI เพราะ เราใช้ interface แบรนด์ RME ซึ่งตัว RME ถูกผลิตให้มี port รองรับตัว MADI เท่านั้น แล้วการบันทึกเสียงใน studio ถ้าหากต้องการบันทึกเสียงคนละ studio เช่น Studio A อยู่ชั้น 3 แต่ Studio B อยู่ชั้น 2 เราจะทำการบันทึกเสียงได้อย่างไร ?
เราจะตั้งให้ Studio A เป็น Main Studio เราจึงออกแบบโดยเดินสาย Fiber optical จากตัว converter ที่มีอยู่ในแต่ละ Studio ไปเข้า port MADI ของตัว Interface XT ที่รองรับระบบ MADI ได้ถึง 3 slot ที่เชื่อมต่ออยู่กับ computer ใน Studio A ทั้งนี้ทั้งนั้น ระบบนี้สามารถบันทึกได้ถึง 192 channel ที่ 48 KHz.



ภาพที่ 5-1 การใช้งาน MADI ในสถานประกอบการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการบันทึกเสียงรายการนอกสถานที่ เช่น รายการนักผจญเพลง ทางบริษัทได้เลือกใช้ระบบ MADI ในการบันทึกเสียงอีกเช่นกัน



ภาพที่ 5-2 การใช้งาน MADI ในรายการนักผจญเพลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

Dante

1.https://www.youtube.com/watch?v=XNpncQzqLDE

2.http://www.aes.org/technical/documents/AESTD1003V1.pdf

3.https://web.archive.org/web/20110723120702/http://www.lsionline.co.uk/news/story/Audinate-debuts-Dante-Brooklyn-II/D9B568

4.https://web.archive.org/web/20150626101900/http://dev.audinate.com/GA/dante-controller/userguide/pdf/latest/AUD-MAN-DanteController-3.5.x-v1.6.pdf

Splitter

5.https://web.archive.org/web/20090915233935/http://www.av.net.au/contents/issue_6/audinate_dante.pdf

6.https://www.prosoundweb.com/types/news/audinate_names_lee_ellison_ceo_to_be_based_at_new_us_headquarters/

7. https://en.wikipedia.org/wiki/Dante_(networking)

MADI

1.https://en.wikipedia.org/wiki/MADI

2.https://web.archive.org/web/20110718134810/http://www.sydec.be/Applications/Soundscape/Articles/ID/7d4baf5f-3f4d-463c-9b29-b23ee223c451/Soundscape%2BMADI%2Bproduct%2Brange/

3. https://flylib.com/books/en/4.485.1.68/1/

4. http://www.aes.org/publications/standards/search.cfm?docID=17

5. https://dhd.audio/?s=madi

6. http://www.motu.com/products/avb/112d

7. http://www.rme-audio.de/en/products/hdspe_madi.php

8. http://www.rme-audio.de/en/products/hdsp_madi.php

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. http://www.rme-audio.de/en/products/madi-setups/studio.php

10. http://www.rme-audio.de/en/products/madi-glossar.php

11. http://www.rme-audio.de/en/products/madi-setups/studio.php

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

การทำงานของรายการนักผจญเพลง

ฝ่าย Recording Engineer

ทำการเชื่อมต่อสัญญาณจาก Splitter มาเข้าที่ตัว Mic-Pre ที่เชื่อมต่ออยู่กับตัว converter โดยผ่านสาย ADAT, Word Clock และถูกเชื่อมต่อกับ Slot card MADI ผ่านสาย Optical หรือ Coaxial โดยให้ Converter เป็นตัวกำเนิด Master clock จากนั้นสัญญาณเสียงจะถูกส่งไปเข้า DAW เพื่อทำการบันทึกเสียง หรือหากจะปล่อย Playback ออกไปให้ศิลปินฟังก็นำสายมาต่อเข้ากับช่อง Analog ของตัว Converter ไปยัง Mixer ที่ควบคุมเสียง

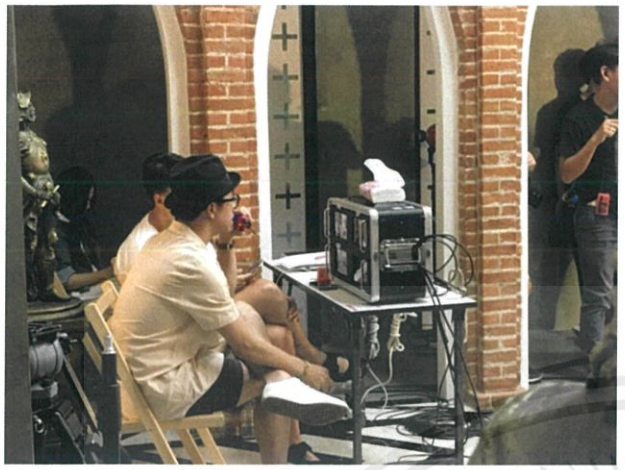
ภาพนี้เป็นการเตรียมพร้อมสำหรับการถ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพนี้เป็นการบันทึกเสียง โดยขั้นตอนการ Check Gain input ดูค่าสัญญาณจาก Channel level ใน DAW

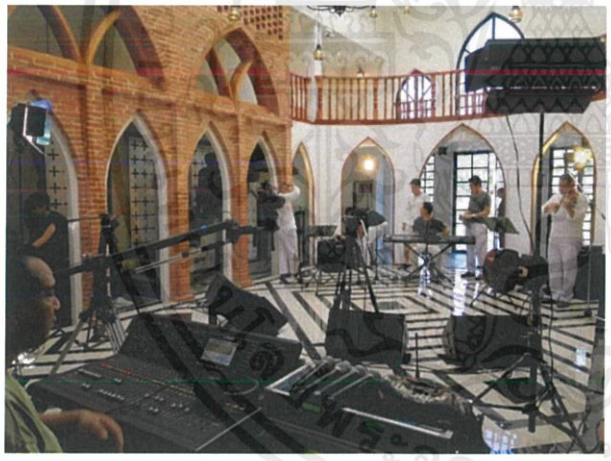
DAW : ที่ใช้ในการบันทึกเสียงนั้นจะเป็น Samplitude Pro X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ฝ่ายภาพและ Producer

ภาพนี้เป็นภาพที่ Producer รายการคอยควบคุมภาพ ว่าต้องถ่ายมุมไหนอย่างไรบ้าง



ฝ่าย Monitor Engineer

ภาพนี้เป็นภาพที่ Monitor Engineering จะทำการควบคุมเสียงของนักแสดงและเป็นคนปล่อย สัญญาณ Playback ที่รับมาจากผ่าน Recording ให้แก่นักดนตรีฟัง

ผู้ใช้และผู้ให้บริการของระบบ MADI : Allen & Heath , Avid Technology , DiGiCo , RME , SSL , Soundcraft , Yamaha Commercial Audio , etc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ใช้และผู้ให้บริการของระบบ Dante : : Allen & Heath , Presonus , Glensound , Roland , DiGiCo , SSL , Soundcraft , Yamaha , etc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล เฉลิมชัย ปั๋นแก้ว

วัน เดือน ปี เกิด 5 ธันวาคม 2539

ที่อยู่ปัจจุบัน 23 หมู่ 3 ตำบลบางม่วง อำเภอบางใหญ่

จังหวัดนนทบุรี 11140

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษาที่จบ

พ.ศ. 2558 ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนศรีบุญยานนท์

ระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ – ชื่อสกุล ภัทราวดี กอสง่าลักษณ์

วัน เดือน ปี เกิด 12 พฤศจิกายน 2539

ที่อยู่ปัจจุบัน 724/8 หมู่ 1 ตำบลหนองขาม อำเภอศรีราชา

จังหวัดชลบุรี 20230

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษาที่จบ

พ.ศ. 2557 ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนเซนต์ปอลคอนแวนต์

พ.ศ. 2561 ระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้