



รหัสวิชา 20101-2110

ได้ผ่านการตรวจการประเมินคุณภาพจากสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ครั้งที่ 1
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเลือก ประกาศลำดับที่ 26

งาน ประดับยนต์

Automotive Decoration Job

พศ. น.อ. รามจิตติ ฤทธิศร

81.-



งานประดับยนต์ (Automotive Decoration Job)

รหัสวิชา 20101-2110

หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเลือก

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ

เรียบเรียงโดย

ผศ.น.อ. รามจิตติ ฤทธิศร

วท.บ. (ทอ. วิศวกรรมเครื่องกล)

M.Sc. (Mechanical Engineering)



งานประดับยนต์ (Automotive Decoration Job)

ISBN 978-616-495-013-9

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย...



บริษัทวังอักษร จำกัด

69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

Tel. 0-2472-3293-5 Fax 0-2891-0742 Mobile 08-8585-1521

e-Mail : wangaksorn9@gmail.com Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร

www.wangaksorn.com

ID Line : @wangaksorn



พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2562 จำนวนที่พิมพ์ 3,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537

โดยบริษัทวังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ไปทำซ้ำ
ดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใด ๆ นอกจากได้รับอนุญาต

เป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าจากทางบริษัทฯ เท่านั้น

ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้

เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย

โดยบริษัทวังอักษร จำกัด มิได้อ้างถึงความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด



งานประดับยนต์ (Automotive Decoration Job)

รหัสวิชา 20101-2110



จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจกระบวนการในงานประดับยนต์และการประมาณราคาค่าบริการ
2. สามารถใช้เครื่องมือ เลือกใช้วัสดุ ในงานประดับยนต์
3. มีกิจนิสัยที่ดีในการทำงานรับผิดชอบ ประณีตรอบคอบ ตรงต่อเวลา สะอาด ปลอดภัยและรักษาสภาพแวดล้อม



สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับกระบวนการในงานประดับยนต์
2. ติดฟิล์มกรองแสงและสติ๊กเกอร์รถยนต์
3. เลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์เพื่อการตกแต่งรถยนต์
4. ติดตั้งระบบเครื่องเสียงและอุปกรณ์ป้องกันการขโมยรถยนต์
5. ประมาณราคาค่าบริการงานประดับยนต์



คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือประดับยนต์ การติดฟิล์มกรองแสง สติ๊กเกอร์ ถอดและติดตั้งระบบเครื่องเสียง กระดาษรถยนต์ อุปกรณ์ป้องกันการขโมย อุปกรณ์ตกแต่ง อุปกรณ์อำนวยความสะดวก และ การประมาณราคาค่าบริการ



ตารางวิเคราะห์สมรรถนะรายวิชา

วิชา งานประดับยนต์ รหัสวิชา 20101-2110

ท - ป - น 1 - 3 - 2 จำนวน.....4.....คาบ/สัปดาห์ รวม.....72.....คาบ

หน่วยที่	สมรรถนะรายวิชา	แสดงความรู้เกี่ยวกับกระบวนการในการประดับยนต์	ติดตั้งฟิล์มกรองแสงและสติ๊กเกอร์รถยนต์	เลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์เพื่อการตกแต่งรถยนต์	ติดตั้งระบบเครื่องเสียงและอุปกรณ์ป้องกันการขโมยรถยนต์	ประมาณราคาค่าบริการงานประดับยนต์
1. อุปกรณ์ในระบบเสียงรถยนต์		✓				
2. ประเภทระบบเสียงรถยนต์		✓				
3. ฟิล์มกรองแสงรถยนต์			✓			
4. อุปกรณ์ป้องกันการโจรกรรมรถยนต์					✓	
5. งานตกแต่งตัวถังด้วยสติ๊กเกอร์				✓		
6. กระดาษลือและยาง				✓		
7. อุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่น ๆ				✓		✓



คำนำ

วิชาการระดับบัณฑิต รหัสวิชา 20101 - 2110 จัดอยู่ในหมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเลือก ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ ผู้เขียนได้บริหารสาระการเรียนรู้แบ่งเป็น 7 บทเรียน ได้จัดการจัดการเรียนรู้/แผนการสอนที่เน้นฐานสมรรถนะ (Competency Based) และการบูรณาการ (Integrated) ตรงตามจุดประสงค์ รายวิชาสมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชา ในแต่ละบทเรียนมุ่งให้ความสำคัญส่วนที่เป็นความรู้ ทฤษฎี หลักการ กระบวนการ ตัวอย่าง แบบฝึกปฏิบัติ และคำถามเพื่อการทบทวน เพื่อฝึกทักษะ ประสบการณ์ **เร่งพัฒนาบทบาทของผู้เรียนเป็นผู้จัดการแสวงหาความรู้ (Explorer)** เป็นผู้สอนตนเองได้สร้างองค์ความรู้ใหม่และบทบาทของผู้สอนเปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้เป็นผู้ชี้แนะ (Teacher Roles) จัดสิ่งแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อความสนใจเรียนรู้และเป็นผู้ร่วมเรียนรู้ (Co-Investigator) จัดห้องเรียนเป็นสถานที่ทำงานร่วมกัน (Learning Context) จัดกลุ่มเรียนรู้ให้รู้จักทำงานร่วมกัน (Grouping) ฝึกความใจกว้าง มุ่งสร้างสรรค์คนรุ่นใหม่ สอนความสามารถที่นำไปใช้งานได้ (Competency) สอนความรัก ความเมตตา (Compassion) ความเชื่อมั่น ความซื่อสัตย์ (Trust) เป้าหมายอาชีพอันยังประโยชน์ (Productive Career) และชีวิตที่มีศักดิ์ศรี (Noble Life) เหนือสิ่งอื่นใด เป็นคนดีทั้งกาย วาจา ใจ มีคุณธรรม จรรยาบรรณทางธุรกิจและวิชาชีพ

ส่งเสริมสนับสนุนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคุณวุฒิวิชาชีพ (Vocational Qualification System) สอดคล้องตามมาตรฐานอาชีพ (Occupational Standard) สร้างภูมิคุ้มกัน เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ กำลังแรงงาน การพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานระดับชาติ (National Benchmarking) และการวิเคราะห์หน้าที่การงาน (Functional Analysis) เพื่อให้เกิดผลสำเร็จในภาคธุรกิจ อุตสาหกรรม ทุกสาขาอาชีพ เป็นการเตรียมความพร้อมเข้าสู่ประชาคมอาเซียน ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ผู้สอน ผู้ประสาทวิชาความรู้ เอกสาร หนังสือที่ใช้ประกอบในการเรียบเรียงไว้ ณ โอกาสนี้

ผศ. น.อ. รามจิตติ ฤทธิศรี

สารบัญ

บทที่ 1 อุปกรณ์ในระบบเสียงรถยนต์	1
อุปกรณ์ในระบบเสียงรถยนต์	3
แหล่งต้นเสียง (Head Unit)	3
ดีเจทัส	6
การทำงานของซีดี-ออดิโอ	8
ภาคจัดการเสียง (Signal Processor)	11
ภาคขยายกำลังเสียง (Power Amplifier)	12
ตัวทำให้เกิดเสียง (Speaker)	16
อุปกรณ์ส่วนควบ (Accessories)	21
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	21
ใบงานที่ 1 การเปลี่ยนฟรอนต์เครื่องเสียงชุดเก่า	22
 บทที่ 2 ประเภทระบบเสียงรถยนต์	 28
ระบบเสียงที่ใช้ไฮเพาเวอร์อย่างเดียว	30
ระบบเสียงผสมระหว่างไฮเพาเวอร์กับแอมป์ภายนอก	31
ระบบเสียงที่ใช้เพาเวอร์แอมป์ภายนอกอย่างเดียว	32
การแบ่งช่วงความถี่ในระบบ	33
การวางแผนระบบเสียงรถยนต์	34
ระบบเสียงที่สมบูรณ์	38
การประมาณราคา	39
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	41
ใบงานที่ 2 การติดตั้งเพาเวอร์แอมป์	42
 บทที่ 3 ฟิล์มกรองแสงรถยนต์	 46
โครงสร้างของฟิล์มกรองแสง	48
ประเภทของฟิล์มกรองแสง	49
การลดพลังงานความร้อน	50
ข้อดีของการติดฟิล์มกรองแสง	52
การลอกฟิล์มแบบทั่วไป	53



การเป่าฟิล์ม	55
การติดแผ่นฟิล์ม	57
ข้อควรปฏิบัติในการดูแลรักษาฟิล์มกรองแสง	59
ข้อบกพร่องและวิธีการแก้ไขขณะติดตั้งฟิล์มกรองแสง	60
การเลือกฟิล์มกรองแสง	61
การประมาณราคา	65
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	66
ใบงานที่ 3 การติดฟิล์มกรองแสง	67

บทที่ 4 อุปกรณ์ป้องกันการโจรกรรมรถยนต์ 70

วิธีการโจรกรรมรถยนต์	72
ประเภทของอุปกรณ์ป้องกันโจรกรรม	74
การติดตั้งอุปกรณ์กันขโมย	74
เทคโนโลยีล่าสุดในการป้องกันขโมยรถยนต์แบบต่าง ๆ	80
การประมาณราคา	84
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	85
ใบงานที่ 4 การติดตั้งสัญญาณกันขโมย	86

บทที่ 5 งานตกแต่งตัวถังด้วยสติ๊กเกอร์ 91

อุปกรณ์ที่ใช้	93
ขั้นตอนการปฏิบัติ	96
การนำสติ๊กเกอร์ไปปิดลงบนงานที่จะตกแต่ง	101
การแปะสติ๊กเกอร์ใสเคลือบ	103
การทำสติ๊กเกอร์มากกว่าหนึ่งสี	103
ปัญหาในงานตัดสติ๊กเกอร์	104
การทำสติ๊กเกอร์ขนาดใหญ่โดยการแบ่งย่อย	104
การประมาณราคา	107
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	108
ใบงานที่ 5 การตกแต่งรถยนต์ด้วยสติ๊กเกอร์	109



บทที่ 6 กระทะล้อและยาง 112

ลักษณะทั่วไปของกระทะล้อ	114
ค่าออฟเซต	117
ระยะพีซีดี	118
ประเภทของล้อแม็กและแนวทางในการเลือกใช้งาน	120
ปัญหาที่พบของล้อแม็ก	123
การยึดล้อแม็กเข้ากับตัวรถ	125
แป้นเกลียวและสลักเกลียวแบบประต๋บบยนต์	126
การเลือกและใช้อย่าง	127
การดูแลรักษาล้อและยาง	131
ข้อคิดเพิ่มเติม	132
การประมาณราคา	134
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	135
ใบงานที่ 6 การทำล้อแม็ก	136

บทที่ 7 อุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่น ๆ 140

กล่องน้ารถยนต์	142
หมอนพิงศีรษะ	144
ชุดแต่งรอบคัน	146
ไฟซีนอน	147
การเปลี่ยนสีด้วยสติกเกอร์	149
ท่อไอเสีย	150
ไฟเดย์ไลท์	153
เบาะนั่ง	153
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	157
ใบงานที่ 7 การติดกล่องน้ารถ	158

คำถามเพื่อการทบทวน 162

คำศัพท์ประจำบท 166

บรรณานุกรม 171



บทที่ 1 อุปกรณ์ในระบบเสียงรถยนต์

แนวคิด

ระบบเสียงรถยนต์มีองค์ประกอบสำคัญอยู่ 4 ส่วน ได้แก่ แหล่งต้นเสียง แหล่งปรุงแต่งเสียง แหล่งขยายกำลังเสียง และตัวทำให้เกิดเสียง

แหล่งต้นเสียงเป็นองค์ประกอบหลักและหัวใจของระบบ ทำหน้าที่ในการให้กำเนิดคลื่นเสียงเพลง โดยผ่านสื่อประเภทแผ่น (CD) ตลับ (Tape Cassette) คลื่นอากาศ (Radio)

อุปกรณ์เสริมประสิทธิภาพของคุณภาพเสียง มีหน้าที่ใช้งานที่หลากหลาย อุปกรณ์ในองค์ประกอบสามารถต่อใช้งานร่วมกันได้หลาย ๆ ชิ้น ขึ้นอยู่กับว่าต้องการวางระบบในรูปแบบใด

อุปกรณ์ที่อยู่ในองค์ประกอบการขยายกำลังเสียงมีอยู่ 2 แบบ ได้แก่ ภาควิทยุสัญญาณสูงในวิทยุซีดี และเพาเวอร์แอมป์

ตัวทำให้เกิดเสียงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณคลื่นต่าง ๆ จากเพาเวอร์แอมป์ให้กลายเป็นคลื่นเสียง

สาระการเรียนรู้

1. อุปกรณ์ในระบบเสียงรถยนต์
2. แหล่งต้นเสียง (Head Unit)
3. ดิจิทัล
4. การทำงานของซีดี - ออดิโอ
5. ภาควัดการเสียง (Signal Processor)
6. ภาควัดยักกำลังเสียง (Power Amplifier)
7. ตัวทำให้เกิดเสียง (Speaker)
8. อุปกรณ์ส่วนควบ (Accessories)

สมรรถนะประจำบท

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบเสียงรถยนต์และอุปกรณ์ในระบบเสียงรถยนต์
2. เลือกรุ่นอุปกรณ์ในระบบเสียงรถยนต์ที่เหมาะสม
3. เปลี่ยนชุดเครื่องเสียงรถยนต์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ระบุนำอุปกรณ์ในระบบเสียงรถยนต์และแหล่งต้นเสียง (Head Unit)
2. อธิบายความหมายของดิจิทัลและความได้เปรียบของการบันทึกแบบดิจิทัล
3. อธิบายและยกตัวอย่างอัตราส่วนความถี่สุ่ม (Sampling Rate) และบิต
4. สรุปการทำงานของซีดี - ออดิโอ
5. อธิบายภาควัดการเสียง (Signal Processor) และภาควัดยักกำลังเสียง (Power Amplifier)
6. ยกตัวอย่างตัวทำให้เกิดเสียง (Speaker)
7. อธิบายและยกตัวอย่างอุปกรณ์ส่วนควบ (Accessories)



1. อุปกรณ์ในระบบเสียงรถยนต์

ระบบเสียงรถยนต์มีองค์ประกอบสำคัญอยู่ 4 ส่วน ได้แก่ แหล่งต้นเสียง แหล่งปรุงแต่งเสียง แหล่งขยายกำลังเสียงและตัวทำให้เกิดเสียง จะกล่าวถึงส่วนประกอบย่อยในแต่ละองค์ประกอบ เพื่อให้ทราบว่าอุปกรณ์ใดอยู่ในหมวดองค์ประกอบใด จะได้นำไปใช้ประกอบขึ้นเป็นระบบเสียงโดยไม่สับสน รวมไปถึง **อุปกรณ์ส่วนควบ (Accessories)** ที่ใช้ในการเชื่อมโยงแต่ละองค์ประกอบเข้าด้วยกัน เช่น สายต่าง ๆ หัวข้อต่อต่าง ๆ

2. แหล่งต้นเสียง (Head Unit)

เป็นองค์ประกอบหลักและหัวใจของระบบ ทำหน้าที่ในการให้กำเนิดคลื่นเสียงเพลง โดยผ่านสื่อประเภทแผ่น (CD) ตลับ (Tape Cassette) คลื่นส่งวิทยุ (Radio) ในปัจจุบันแหล่งต้นเสียงส่วนใหญ่ มักรวมเอาการจัดการเสียงและการขยายกำลังเสียงมาให้ด้วย หรือการขยายกำลังเสียงภายนอกสำหรับการปรับแต่งที่มากลักษณะกว่า รวมถึงกำลังขยายที่มากกว่า

ในปัจจุบันนี้ แหล่งต้นเสียงมีอยู่มากมายหลายลักษณะด้วยกัน แบ่งตามความสามารถในการเล่น และลักษณะของสัญญาณที่ให้กำเนิด กล่าวคือ

- **วิทยุซีดีแผ่นเดียว (AM/FM CD Player)** หมายถึง เครื่องเล่นที่สามารถใช้งานเป็นภาครับวิทยุ AM/FM และเล่นแผ่นซีดีที่เป็นแผ่นเพลงมีภาคขยายกำลังขับสูง (Hi - Power) ในตัว พร้อมช่วยต่อผ่านสัญญาณออก ในบางรุ่นสามารถควบคุมตู้เซนเซอร์ได้ และรับสัญญาณต่อเข้าจากภายนอกได้



บทที่ 1 อุปกรณ์ในระบบเสียงรถยนต์

- **วิทยุเทปคาสเซต (AM/FM Cassette Player)** ดังรูปที่ 1.1 หมายถึง เครื่องเล่นที่สามารถใช้งานเป็นภาครับวิทยุ AM/FM และเล่นตลับเทปคาสเซต มีภาคขยายกำลังสูงในตัว พร้อมช่องต่อสัญญาณออก บางรุ่นสามารถควบคุมตู้เซนเจอร์ได้ และรับสัญญาณต่อเข้าจากภายนอกได้



รูปที่ 1.1 Nakamichi : TD - 45z เครื่องเล่นวิทยุเทปคาสเซต ควบคุมตู้เซนเจอร์ได้ พร้อมตัวรีโมตคอนโทรล

- **วิทยุซีดี - เทปแบบ 2 ชั้น (2 - DIN AM/FM/CD/Cassette Player)** หมายถึง เครื่องเล่นที่มีความสูงเป็น 2 เท่าจากขนาดปกติ สามารถใช้งานเป็นภาครับวิทยุ AM/FM เล่นแผ่นซีดีที่เป็นแผ่นเพลง เล่นตลับเทปคาสเซต มีภาคขยายกำลังสูงในตัว พร้อมช่องต่อผ่านสัญญาณออก บางรุ่นสามารถควบคุมตู้เซนเจอร์ได้ และรับสัญญาณต่อเข้าจากภายนอกได้

- **วิทยุซีดี/เอ็มพี 3/วินโดว์ไฟล์ แบบแผ่นเดียว (AM/FM CD/MP3/WMA Player)** หมายถึง เครื่องเล่นที่สามารถใช้งานเป็นภาครับวิทยุ AM/FM และเล่นแผ่นซีดีที่เป็นแผ่นเพลง แผ่นบีบอัด MP3 แผ่นบีบอัดไฟล์ WMA มีภาคขยายกำลังสูงในตัว พร้อมช่องต่อผ่านสัญญาณออก บางรุ่นสามารถควบคุมตู้เซนเจอร์ได้ และรับสัญญาณต่อเข้าจากภายนอกได้ ตัวอย่างดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ECLIPSE ; CD 3424 เครื่องเล่นวิทยุซีดีแผ่นเดียว พร้อมฟังก์ชันสำหรับเล่น MP3

- **วิทยุซีดี/เอ็มพี 3/วินโดว์ไฟล์/เอ็มดีแบบ 2 ชั้น (2 - DIN AM/FM/CD/MP3/WMA/MD Player)** หมายถึง เครื่องเล่นที่มีความสูงเป็น 2 เท่าจากขนาดปกติ สามารถใช้งานเป็นภาครับวิทยุ AM/FM เล่นแผ่นซีดีที่เป็นแผ่นเพลง แผ่นบีบอัด MP3 แผ่นบีบอัดไฟล์ WMA เล่นแผ่นดีจิทขนาดเล็ก (MD : MiniDisc) มีภาคขยายกำลังสูงในตัว พร้อมช่องต่อผ่านสัญญาณออก บางรุ่นสามารถควบคุมตู้เซนเจอร์ได้ และรับสัญญาณต่อเข้าจากภายนอกได้



รูปที่ 1.3 Bostwick BMA 7200 : เครื่องเล่นวิทยุซีดีแบบ 2 ชั้น พร้อมจอภาพ และภาครีโมททัศน์ สามารถเล่น VCD และ MP3 ได้

- **วิทยุซีดีแผ่นเดียว พร้อมตัวประมวลเสียง (AM/FM CD Player with AC - PROCESSOR II)** หมายถึง เครื่องเล่นที่สามารถใช้งานเป็นภาครับวิทยุ AM/FM และเล่นแผ่นซีดีที่เป็นแผ่นเพลง พร้อมตัวประมวลผลเสียงแบบดิจิทัล มีภาคขยายกำลังสูงในตัว พร้อมช่องต่อผ่านสัญญาณออก บางรุ่นสามารถควบคุมตู้เซนเจอร์ได้ และรับสัญญาณต่อเข้าจากภายนอกได้



- **วิทยุซีดี/เอ็มดี แผ่นเดียว (MD/CD Receiver)** หมายถึง เครื่องเล่นที่สามารถใช้งานเป็นภาครับวิทยุ AM/FM และเล่นแผ่นซีดีที่เป็นแผ่นเพลง เล่นแผ่นดิจิทัลขนาดเล็ก มีภาคขยายกำลังขับสูงในตัว พร้อมช่องต่อผ่านสัญญาณออก บางรุ่นสามารถควบคุมตู้เซนเจอร์ได้ และรับสัญญาณต่อเข้าจากภายนอกได้

- **วิทยุซีดี แบบ 3 แผ่น (3D Shuttle Tuner)** หมายถึง เครื่องเล่นที่สามารถใช้งานเป็นภาครับวิทยุ AM/FM และเล่นแผ่นซีดีที่เป็นแผ่นเพลง บรรจุได้ครั้งละ 3 แผ่น พร้อมช่องต่อผ่านสัญญาณออก บางรุ่นสามารถควบคุมตู้เซนเจอร์ได้ และรับสัญญาณต่อเข้าจากภายนอกได้

- **วิทยุซีดี มีฮาร์ดดิสก์ (4 ch Hi-Power CD/Receiver with Built-in Hard Disk Drive)** หมายถึง เครื่องเล่นที่สามารถใช้งานเป็นภาครับวิทยุ AM/FM และเล่นแผ่นซีดีที่เป็นแผ่นเพลง แผ่นบีบอัด MP3 ทั้งสามารถบันทึกเพลงเก็บไว้ในฮาร์ดดิสก์ภายในเครื่อง และรับข้อมูลจากสื่อบันทึกดิจิทัลอื่น ๆ เช่น Memory Stick มีภาคขยายกำลังขับสูงในตัว พร้อมช่องต่อผ่านสัญญาณออก บางรุ่นสามารถควบคุมตู้เซนเจอร์ได้ และรับสัญญาณต่อเข้าจากภายนอกได้

- **วิทยุซีดี/ดีวีดี/วีซีดี แบบแผ่นเดียว (4 ch Hi-Power DVD/VCD/CD Receiver)** หมายถึง เครื่องเล่นที่สามารถใช้งานเป็นภาครับวิทยุ AM/FM และเล่นแผ่นซีดีที่เป็นแผ่นเพลง แผ่นภาพดีวีดี (DVD) แผ่นภาพวีซีดี (VCD) มีภาคขยายกำลังขับสูงในตัว พร้อมช่องต่อผ่านสัญญาณออกทั้งภาพและเสียง บางรุ่นสามารถควบคุมตู้เซนเจอร์ได้ และรับสัญญาณต่อเข้าจากภายนอกทั้งภาพและเสียงได้

- **ตู้ซีดีเซนเจอร์แบบบรรจุได้ทีละหลายแผ่น (X-Disc CD Changer)** หมายถึง เครื่องเล่นซีดีที่สามารถบรรจุแผ่นซีดีได้ครั้งละหลายแผ่น เช่น 6 แผ่น, 10 แผ่น, 12 แผ่น, 18 แผ่น ควบคุมการทำงานผ่านวิทยุซีดี หรือตัวควบคุมที่แยกอิสระ บางรุ่นมีช่องต่อผ่านสัญญาณดิจิทัลออก ตัวอย่างดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 Nakamichi : MF - 51 ตู้ซีดีเซนเจอร์แบบ 5 แผ่น โหลดแผ่นแบบ Slot-in

- **ตัวควบคุมตู้ซีดีพร้อมตัวส่งคลื่นเข้าทาง FM (CD Changer Controller with FM Modulator)** หมายถึง ตัวควบคุมตู้ซีดีที่มีตัวรับตัวแสดงผลขนาดกะทัดรัด เพื่อติดตั้งไว้ในห้องโดยสาร และกล่องผสมคลื่น FM เพื่อการเชื่อมโยงเข้ากับวิทยุเทปซีดีในรถยนต์ ผ่านทางภาครับวิทยุ FM สามารถกำหนดช่องความถี่ที่ต้องการได้

- **ตู้เอ็มดีเซนเจอร์ (MD Changer)** หมายถึง เครื่องเล่นแผ่นดิจิทัลขนาดเล็กที่สามารถบรรจุแผ่นซีดีได้ครั้งละหลายแผ่น ควบคุมการทำงานผ่านวิทยุซีดี หรือตัวควบคุมที่แยกอิสระ บางรุ่นมีช่องต่อผ่านสัญญาณดิจิทัลออก

- **ตู้ดีวีดี/วีซีดี/ซีดีเซนเจอร์แบบบรรจุได้ทีละหลายแผ่น (X-Disc Multi-DVD/VCD/CD Changer)** หมายถึง เครื่องเล่นซีดีที่สามารถบรรจุแผ่นดีวีดี/วีซีดี/ซีดีได้ครั้งละหลายแผ่น เช่น 6 แผ่น, 10 แผ่น, 12 แผ่น และ 18 แผ่น ควบคุมการทำงานผ่านวิทยุซีดี หรือตัวควบคุมที่แยกอิสระ บางรุ่นมีช่องต่อผ่านสัญญาณดิจิทัลออก



3. ดิจิทัล

ความหมายของดิจิทัล

คำว่า **“ดิจิทัล” (Digital)** เป็นอีกคำหนึ่งที่พบเห็นกันบ่อยสำหรับองค์ประกอบของแหล่งต้นเสียง เป็นการโยนโยนการใช้รูปแบบของรหัสในเรื่องต่าง ๆ เช่น การแปลงสัญญาณเสียงแอนะล็อกให้ไปอยู่ในรูปแบบสัญญาณรหัสดิจิทัล รวมถึงการใช้ไมโครโพรเซสเซอร์ในการควบคุมการทำงานต่าง ๆ ซึ่งปัจจุบันกระแสในเรื่องของระบบดิจิทัลจะขยายบทบาทเข้าสู่แวดวงเครื่องเสียงมากขึ้นเป็นลำดับ ทั้งในส่วนของแหล่งต้นเสียง แหล่งปรุงแต่งเสียง รวมไปถึงแหล่งขยายสัญญาณเสียง เป็นต้น

ดิจิทัลนั้นอาจเทียบได้กับนิ้วมือของคนเรา เพราะผู้คนโดยส่วนใหญ่จะใช้นิ้วมือในการนับตัวเลขต่าง ๆ เป็นพื้นฐานก่อนที่จะมีการใช้เครื่องคำนวณ คำว่า **“ดิจิทัล”** จึงมาจากความหมายของ **“ตัวเลข”** ที่สามารถทำความเข้าใจกันได้ง่ายด้วย **“นิ้วมือ”** จากเหตุที่คนเรามีนิ้วมือทั้งหมด 10 นิ้ว จำนวนนับในระบบหลักสิบ จึงนิยมใช้ในแต่ละนิ้วจะใช้นับเป็น หนึ่ง สอง สาม สี่ ห้า หก เจ็ด แปด เก้า และสิบ เมื่อใดที่ต้องการนับเป็น 11 (สิบเอ็ด) จะต้องใช้ถึงสองครั้ง โดยจำนวนที่เพิ่มขึ้นอีกหนึ่งนั้นจะมาจากการนับครั้งที่สอง หรือหมายถึง 10 บวกกับอีก 1 นั่นเอง การบันทึกสัญญาณดิจิทัลจะเหมือนกับการ **“เขียน”** ตัวเลขลงไปบนกระดาษแต่ละแผ่น โดยใช้รหัสแทนกลุ่มตัวเลขต่าง ๆ แต่ตัวเลขเหล่านั้นจะถูกถอดรหัสเพื่อนำไปแสดงให้เห็นถึงจำนวนของกระแสไฟฟ้าตามรูปแบบแอนะล็อก ซึ่งเป็นกระแสไฟฟ้าที่มีขึ้นจากเทปต้นแบบตัวเลขในเทปแบบดิจิทัล ในช่วงที่เป็นพัลส์ - ระดับสูงจะถูกสื่อความหมายแทนด้วยจำนวน **“1”** และระดับต่ำจะสื่อความหมายด้วยจำนวน **“0”** อย่างในแผ่นซีดี หัวอ่านเลเซอร์จะทำหน้าที่อ่านรูปแบบของจำนวนจุดต่าง ๆ บนแผ่นซีดีออกมา การเปลี่ยนแปลงจากบริเวณที่เป็นแผ่นเรียบ (ไม่มีการบันทึก) ไปยังตำแหน่งของจุดหรือบิตที่มีการบันทึกปรากฏอยู่จะเป็น **“1”** ส่วนที่ไม่มี

ความได้เปรียบของการบันทึกแบบดิจิทัล

คุณสมบัติของการบันทึกเสียงที่ดี คือ เสียงที่ได้จะต้องเหมือนกับคุณสมบัติของต้นแบบทุกประการ การบันทึกเสียงที่ไม่มีคุณภาพ เช่น การมีเสียงอื่นแทรกเข้าไปจะถือว่าใช้ไม่ได้ รวมถึงการมีเสียงไม่เพียงพอ หรือบางครั้งก็เกิดเสียงในแต่ละระดับที่ดังมากหรือเบาเกินไปเมื่อเทียบกับเสียงอื่น ๆ เสียงที่มีเพิ่มขึ้นมาจะเป็นเสียงรบกวนต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เช่น เสียงฮิส (Hiss) เสียงฮัม (Hum) และความพลัดเพี้ยนของสัญญาณ มักปรากฏอยู่ทุกส่วนของเสียง อาจเป็นเสียงที่เหมือนกับไม่ราบเรียบ หรือเสียงดังแครก ๆ สาเหตุอื่น ๆ เช่น ความเร็วของเส้นเทปเข้าไปบ้างเร็วไปบ้าง หรือเกิดอาการวาล์ว และฟลัตเตอร์ผิดปกติ

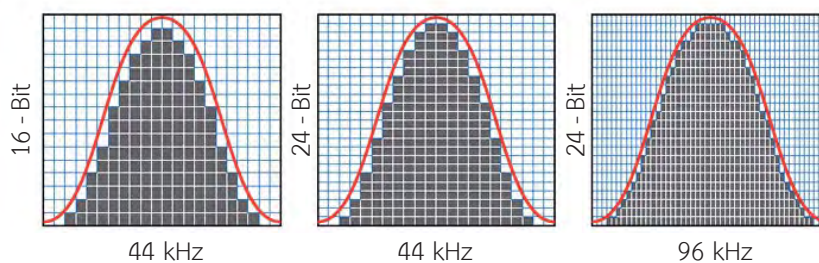
การบันทึกในแบบดิจิทัลจะมีเสียงรบกวนที่ต่ำ ความพลัดเพี้ยนของสัญญาณน้อย ไม่มีการแปรเปลี่ยนทางด้านความเร็ว และไม่เกิดอาการวาล์วและฟลัตเตอร์ขึ้น อย่างไรก็ตาม เสียงรบกวนและความเพี้ยนของสัญญาณจะขึ้นอยู่กับมาตรฐานของการบันทึกสัญญาณว่ามีความละเอียดของจำนวนหลักในการนับมากน้อยแค่ไหน ส่วนการตอบสนองความถี่ก็จะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของความถี่สูง และ



ถ้าหากข้อมูลดิจิทัลเกิดการสูญหายในระหว่างการถ่ายเทหรือการบันทึก ยังสามารถนำกลับคืนมาได้ โดยใช้กลุ่มรหัสและการถ่ายแบบของข้อมูลจากกลุ่มรหัสใหญ่ เพื่อจะทำการละเว้นไม่นับรวมเข้าด้วยกัน จึงทำให้ไม่เกิดข้อผิดพลาดใด ๆ เลย ถ้าจำนวนหลักในการนับ (Quantization) มีความละเอียดต่ำ เสียงรบกวนและความเพี้ยนของสัญญาณก็จะเกิดขึ้นสูง การลดจำนวนหลักในการนับลงไป 1 บิต จะเพิ่มเสียงรบกวนขึ้น 6 dB

อัตราส่วนความถี่สุ่ม (Sampling Rate)

ในการบันทึกแบบดิจิทัล เทียบการทำงานได้กับเครื่องวัดแรงกดอากาศ อัตราส่วนของความถี่สุ่ม คือ ความเร็วขณะที่ใช้วัดแรงกดอากาศ มีหน่วยเป็น Hz (รอบต่อวินาที) ถ้าเครื่องบันทึกได้หนึ่งครั้งในแต่ละวินาที จะได้อัตราส่วนของความถี่สุ่มเป็น 1 Hz และหากวัดได้ 100 ครั้งในแต่ละวินาที ก็จะกลายเป็นอัตราส่วนของความถี่สุ่ม 100 Hz และจากเหตุที่การบันทึกเสียงทั่วไปจะเป็นแบบสเตอริโอ อัตราส่วนของความถี่สุ่มก็จะใช้แยกกันในแต่ละแชนเนล เช่น ในการบันทึกบนแผ่นซีดีมาตรฐานอัตราส่วนของความถี่สุ่มเป็น 88,200 ครั้งต่อวินาที (88,200 Hz) แต่ในการทำงานจริงจะเป็น 44,100 Hz เพราะเป็นอัตราส่วนของความถี่สุ่มในแต่ละแชนเนล การใช้ความถี่สุ่มที่รวดเร็วสามารถบันทึกย่านความถี่สูงได้ดี การบันทึกที่สมบูรณ์โดยใช้หลักของไนควิสต์ (Nyquist) คือ แต่ละส่วนของคลื่นเสียงจะมีการใช้ความถี่สุ่มซ้ำเป็นสองครั้ง ดังนั้น หากพยายามที่จะบันทึกเสียงกับย่านความถี่สูงที่มีค่าเป็นครึ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับอัตราส่วนของความถี่สุ่ม ก็อาจมีผลให้เกิดความผิดพลาดทางเสียง ตัวอย่างเช่น (ดูรูปที่ 1.5 ประกอบ) เมื่อทำการบันทึกเสียงที่มีความถี่ 30,000 Hz โดยใช้อัตราส่วนของความถี่สุ่มเป็น 40,000 Hz ข้อผิดพลาดของเสียงจะมีขึ้นที่ความถี่ 10,000 Hz เรียกกันว่า **ข้อผิดพลาดแอบแฝง** เพราะเสียงต้นแบบเกิดการสูญหายไปและมีข้อผิดพลาดบางประการปรากฏขึ้นในบริเวณนั้น การหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดแอบแฝงนี้ จะใช้การบันทึกแบบดิจิทัลกับกระบวนการประมวลผลเป็นตัวบังคับเสียงทุกเสียงให้มีความสูงมากกว่าครึ่งหนึ่ง โดยนับเทียบกับอัตราส่วนของความถี่สุ่ม และใช้การเคลื่อนย้ายสัญญาณในขั้นตอนขณะกรองสัญญาณทางดิจิทัลเป็นแอนะล็อกในการคืนสภาพเสียงที่สมบูรณ์



ภาพแสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างการแปลงสัญญาณเป็นดิจิทัลที่ระดับค่าความถี่สุ่มที่แตกต่างกัน จะเห็นได้ว่า ยิ่งมีความถี่สูงเท่าใด (ดูจากจำนวนแท่งที่เห็นในกราฟ) ความละเอียดในการแปลงก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น

รูปที่ 1.5 ภาพแสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างการแปลงสัญญาณเป็นดิจิทัลที่ระดับค่าความถี่สุ่มที่แตกต่างกัน





บิต

“**บิต (Bits)**” เป็นส่วนย่อยสุดสำหรับใช้เรียกกลุ่มตัวเลขแบบไบนารี (หรือเลขหลักสอง) โดยที่ตัวเลขศูนย์ (0) เป็นเลขตัวหนึ่งในระบบไบนารี และหนึ่ง (1) ก็เป็นเลขตัวหนึ่งในระบบไบนารี เช่นกัน ในระบบไบนารีมีเลขเพียงสองหลักคือ 1 และ 0 ดังนั้น ในการเพิ่มจำนวนให้สูงขึ้นจะใช้ “**หลักหรือตำแหน่ง**” มาเป็นตัวช่วย คุณภาพเสียงของระบบดิจิทัลจะถูกจำกัดด้วยจำนวนของบิตที่สามารถรองรับได้ บิตที่มากกว่า หมายถึง ความเพี้ยนของสัญญาณที่ต่ำและเสียงรบกวนต่ำกว่าบิต จะใช้เป็นตัวเทียบในการวัดระดับของสัญญาณ การใช้บิตมากก็ได้รับเสียงที่ดัง และให้ความถูกต้องได้สูง ในระบบของดิจิทัลนั้น จะไม่มีระบบหลักสิบในการนับจำนวนเหมือนการนับของมนุษย์ แต่จะใช้จำนวนนับเป็นหลักสองเหมือนคอมพิวเตอร์ แสดงการเปรียบเทียบตัวเลขของหลักสิบ (Decimal) กับหลักสอง (Binary) ดังนี้

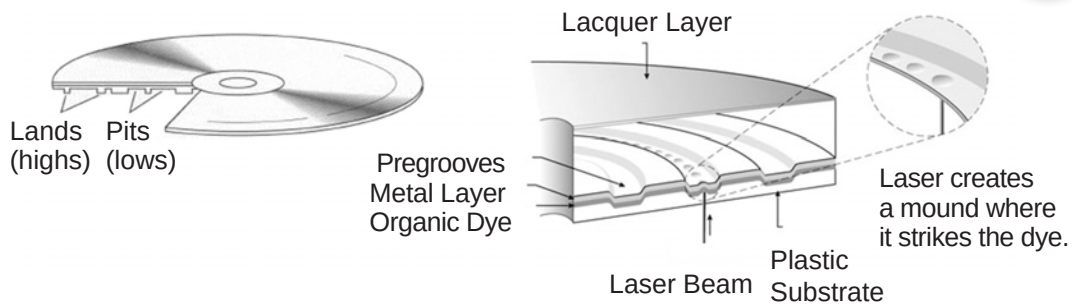
ตัวอย่างเช่น

0	=	000000000000
1	=	000000000001
3	=	000000000011
7	=	000000000111
15	=	000000001111
23	=	000000010111
836	=	01101000100



4. การทำงานของซีดี-ออดิโอ

คอมแพคต์ดิสก์ (CD : Compact Disc) ที่ใช้เป็นสื่อซีดี - ออดิโอ มีลักษณะเป็นแผ่นขนาดกะทัดรัด เส้นผ่านศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร เรียกว่า **แผ่นซีดี** โครงสร้างดังรูปที่ 1.6 โดยด้านบนสุดเป็นชั้นพลาสติก ป้องกันการขีดข่วน ถัดลงมาเป็นชั้นเก็บสัญญาณหรือข้อมูล มีลักษณะเป็นฟิล์มอะลูมิเนียมบาง ๆ สามารถสะท้อนแสงได้ดี โดยชั้นนี้จะประกอบด้วยพิต (Pit) และแลนด์ (Land) ต่อจากนั้นเป็นชั้นโปรงใส ทำหน้าที่ป้องกันชั้นเก็บข้อมูลและช่วยในการรวมแสง ชั้นนี้มีดัชนีหักเห 1.5 หนา 1.2 มิลลิเมตร เมื่อแสงเลเซอร์มีจุดโฟกัสก่อนที่จะผ่านชั้นนี้มีขนาดประมาณ 0.8 – 1.0 มิลลิเมตร เมื่อผ่านชั้นโปรงใสแล้ว จะลดจุดโฟกัสลงเหลือเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.7 ไมโครเมตร การทำเช่นนี้จะสามารถลดความผิดพลาดในการอ่านข้อมูล จากเศษฝุ่นละออง รอยขีดข่วน หรือรอยนิ้วมือต่าง ๆ ที่ปรากฏบนแผ่นซีดี ซึ่งหากมีขนาดไม่โตไปกว่า 0.5 มิลลิเมตร ก็ไม่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการอ่านสัญญาณ



รูปที่ 1.6 แสดงโครงสร้างของแผ่นซีดี

แผ่นซีดีเพลงสำเร็จที่ใช้กันทุกวันนี้ สามารถเล่นได้เพียงอย่างเดียว การบันทึกสัญญาณจะมาจากโรงงาน ด้วยขั้นตอนการตัดแผ่นให้เกิดพิตและแลนด์ มีขั้นตอนที่สลับซับซ้อนและต้องมีความแม่นยำมาก สัญญาณจะถูกบันทึกเรียงกันเป็นรูปก้นหอยจากใจกลางออกสู่ขอบนอกของแผ่น โดยแต่ละวงจะอยู่ห่างกัน 1.6 ไมโครเมตร (1 ไมโครเมตร = เศษ 1 ส่วนล้านเมตร หรือ เศษ 1 ส่วน 1,000 มิลลิเมตร) และที่ความกว้างจากขอบในสุดถึงขอบนอกสุด (ของพื้นที่ที่เก็บสัญญาณ) มีความยาว 33 มิลลิเมตร สามารถแยกออกได้ถึง 22,188 แทร็ก บันทึกข้อมูลได้ 15 พันล้านบิต (15×10^9 บิต) ถ้าหากนำเอาพื้นที่ในการเก็บสัญญาณที่เป็นรูปก้นหอยออกมาคลี่ออกแล้วเหยียดเป็นเส้นตรงก็จะได้ระยะทางยาวถึง 5.7 กิโลเมตรเลยทีเดียว

ในการบันทึกจากแผ่นต้นแบบลงบนแผ่นซีดีจะเก็บไว้ในลักษณะของตัวเลข โดยการใช้เลขฐานสอง ซึ่งมี 1 กับ 0 โดยให้ 1 แทนส่วนที่มีข้อมูล และ 0 แทนช่องว่าง แผ่นซีดีในปัจจุบันเป็นแบบ 16 - 24 บิต โดยจะใช้งานในด้านรหัสทางดิจิทัลของเสียงเพลงได้แค่ 14 - 22 บิต ที่เหลืออีก 2 บิต เป็นโค้ด (Code) เอาไว้เพื่อตรวจสอบความผิดพลาดในการอ่านข้อมูลการเล่นกลับใน เครื่องเล่นซีดีจะเป็นแบบ D to A (Digital to Analog) โดยหมุนจากวงในออกสู่วงนอกด้วยความเร็วเริ่มต้น 500 รอบต่อนาที และค่อย ๆ ลดความเร็วลงมาจนถึง 200 รอบต่อนาที

หัวใจหลักของซีดีมีด้วยกัน 4 ส่วน คือ หัวเข็มเลเซอร์หรือลำแสงเลเซอร์ (Laser Optics) ระบบ เซอร์โว ระบบแก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาด และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิทัลไปเป็น แอนะล็อก ดังรูปที่ 1.7 โครงสร้างของหัวเข็มเลเซอร์ ดังรูปที่ 1.8 จะประกอบไปด้วยแหล่งกำเนิดลำแสง เลเซอร์ หรือเลเซอร์อยู่ในตำแหน่งจุดโฟกัสของเลนส์คอลลิเมเตอร์ (Collimator Lens) ทำให้ได้ลำแสง เลเซอร์ที่กลายเป็นลำขนาน เมื่อผ่านเข้าสู่เลนส์วัตถุ (Objective Lens) ซึ่งเป็นเลนส์วัตถุที่มีความยาว โฟกัสที่สั้นกว่า จะบีบลำแสงเลเซอร์ให้มีขนาดจุดโฟกัสลดลงมาจนมีค่าประมาณ 0.8 - 1.0 มิลลิเมตร เนื่องจากแสงเลเซอร์เป็นแสงที่มีความยาวคลื่นค่าเดียว และสามารถควบคุมการทำงานที่ความเร็วสูง ๆ ได้ จุดโฟกัสจากแสงชนิดนี้จึงมีความคมชัดมาก และสามารถสร้างจุดโฟกัสขนาดเล็กได้เหนือคอลลิเมเตอร์เลนส์