

## พัฒนาการของการสร้างสรรค์ดนตรีด้วยระบบแอนะล็อก และดิจิทัล The Development of Music Creation With Analog and Digital Systems

จิรัฐ มัชยมนันท์\*<sup>1</sup>  
Jirat Matthayomnan\*<sup>1</sup>

### บทคัดย่อ

บทความเรื่องพัฒนาการของการสร้างสรรค์ดนตรีด้วยระบบแอนะล็อกและดิจิทัลนี้ นำเสนอถึงรูปแบบและพัฒนาการของการสร้างสรรค์ดนตรีในรูปแบบของระบบแอนะล็อกและดิจิทัลตั้งแต่แรกเริ่มจนถึงปัจจุบันและกระบวนการทำงานสร้างสรรค์ดนตรี อุปกรณ์ในการการทำงาน วิธีการในการทำงานทั้งในระบบแอนะล็อกและดิจิทัล

**คำสำคัญ :** การสร้างสรรค์ดนตรี / ระบบแอนะล็อก / ระบบดิจิทัล

### Abstract

This article of The development of music creation with analog and digital system has presented the format and development of analog and digital music creation from the beginning to the present. Demonstrate the process of creating music, Working equipment, Method of work both in analog and digital systems.

**Keywords:** Music Creation / Analog System / Digital System

---

\* corresponding author, email: jirat.tor@gmail.com

<sup>1</sup> นักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาดุริยางคศิลป์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

<sup>1</sup> Ph.D. Candidate, Major of Music, Faculty of Fine and Applied Arts, Khon Kaen University

## บทนำ

ตั้งแต่ Thomas Elva Edison พบความสำเร็จในการบันทึกเสียงครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2420 โดยเพลงแรกที่เขาบันทึกเสียงลงไป คือ เพลง Mary Had a little Lamb โดยเป็นผู้ร้องเพลงนี้ด้วยตนเอง (พูนพิศ อมาตยกุล, 2523, 9-10)

จากนั้นมาการบันทึกเสียงก็มีการพัฒนาต่อเนื่องเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน ตั้งแต่เริ่มมีการประดิษฐ์เครื่องบันทึกเสียงขึ้นมา ก็ได้มีการนำไปใช้งานในหลายด้านและดนตรีก็เป็นหนึ่งในนั้นที่เครื่องบันทึกเสียงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการทั้งในแง่ด้านการศึกษา การบันทึกเสียงเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดดนตรีชาติพันธุ์เปรียบเทียบ หรือมานุษยวิทยาการดนตรี ในเวลาต่อมา เพราะการบันทึกเสียงทำให้สามารถที่จะเก็บเสียงดนตรีจากในหลายที่แล้วนำมาศึกษาเปรียบเทียบกันได้ ซึ่งนับเป็นจุดสำคัญที่ทำให้การศึกษาด้านมานุษยวิทยาการดนตรีมีการก้าวกระโดดและพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว

ในด้านการผลิตก็เช่นกันทำให้เกิดอุตสาหกรรมดนตรีขึ้นมาเมื่อมีเครื่องบันทึกเสียง ต่อมาก็เกิดอุตสาหกรรมแผ่นเสียงมีการผลิตซ้ำขึ้นมา ซึ่งการผลิตซ้ำก็ทำให้ได้มาตรฐานเหมือนกันทุกแผ่นและพัฒนาต่อมาจนกลายเป็นธุรกิจเป็นอุตสาหกรรมดนตรีขึ้น โดยจุดเปลี่ยนที่สำคัญคือ ในปี พ.ศ. 2489 บริษัทโคลัมเบียได้ประดิษฐ์แผ่นเสียงลงเพลย์ขึ้นครั้งแรก ทำเป็นแผ่นขนาด 12 นิ้ว โดยต่อกับหัวเข็มและแขนของเครื่องเล่นตามเสียงที่มีน้ำหนักเบาเป็นพิเศษเครื่องเล่นจานเสียงรุ่นนี้ต้องใช้เครื่องขยายเสียง (Amplifier) และลำโพงไฟฟ้าต่อให้ครบชุดจึงจะได้เสียงที่ละเอียดลอมากขึ้นกว่าเดิม วิวัฒนาการขั้นนี้ทำให้ฟังเพลงได้นานขึ้นได้ยินเสียงชัดเจนยิ่งขึ้น อุตสาหกรรมแผ่นเสียงจึงก้าวหน้าขึ้นเป็นลำดับ

เมื่อเริ่มเข้าสู่ยุคดิจิทัลอุตสาหกรรมดนตรีก็เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงตามการพัฒนาของเทคโนโลยี ซึ่งในช่วงแรกนี้จะเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างแอนะล็อกและดิจิทัล โดยเริ่มมีการใช้ระบบบันทึกเสียงแบบ DAT (Digital Audio Tape) เข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมดนตรี ซึ่งนิยมใช้ในการทำงาน สำหรับทำมาสเตอร์เทป (Master Tape) เพื่อใช้ในการส่งต่อออกไปทำการผลิตออกมาเป็นเทปคาสเซตต่อไป จนเมื่อก้าวเข้าสู่ยุคของคอมพิวเตอร์ที่มีทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพสูง อุตสาหกรรมดนตรีก็เริ่มเข้าสู่การผลิตในรูปแบบดิจิทัลแบบเต็มตัว ขนาดของสตูดิโอเริ่มมีขนาดเล็กลงในขณะที่คุณภาพและการทำงานดีและรวดเร็วขึ้น งานบางงานสามารถทำได้ในคอมพิวเตอร์ตั้งแต่

เริ่มต้นจนจบงานออกมา ซึ่งนับเป็นการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยีครั้งใหญ่อีกครั้งที่ส่งผลกระทบต่อธุรกิจอุตสาหกรรมดนตรี และเมื่อเกิดอินเทอร์เน็ตขึ้นมาเท่ากับเป็นการก้าวกระโดดเข้าสู่สังคมดิจิทัลแบบเต็มตัวนั่น คือเกิดการหลอมรวมสื่อในทุก ๆ ด้านมารวมกันในโลกของอินเทอร์เน็ต เรียกได้ว่าถนนทุกสายของธุรกิจดนตรีมุ่งสู่ความเป็นดิจิทัล จึงเป็นการเปลี่ยนแปลงของระบบข้อมูลที่น่าไปสู่การเปลี่ยนแปลงทางดนตรีครั้งยิ่งใหญ่ที่ส่งผลกระทบต่อวัฒนธรรมดนตรีทั่วโลก

ปรากฏการณ์ทั้งหมดเกี่ยวข้องกับสังคมไทยมาตลอดตั้งแต่การบันทึกเสียงของคณะละครนาถบุศย์มหินทรในปี 1900 ที่ Berlin มีพัฒนาการเรื่อยมาเป็นลำดับ เช่นกันเพลงไทยสากลในยุคแรกเป็นเพียงงานที่มีไว้เพื่อสร้างความบันเทิงแก่ผู้ฟังด้วยการขับร้องและบรรเลงสดตามโรงละครและตามโรงภาพยนตร์ต่าง ๆ ต่อมาเมื่อมีผู้นำแผ่นเสียงเพลงสากลจากต่างประเทศเข้ามาจำหน่ายในประเทศไทย จึงมีการบันทึกเพลงไทยสากลลงแผ่นเสียงเพื่อจำหน่ายนับเป็นจุดเริ่มต้นของธุรกิจเพลงไทย โดยมีบริษัทแผ่นเสียงในขณะนั้นได้แก่ บริษัทนาไทยห้างแผ่นเสียงตรามงกุฎ (สามยอด) ห้างแผ่นเสียงนครไทย (ประตูน้ำ) ห้างแผ่นเสียงเมโทร ห้างแผ่นเสียงมิลินทรา เป็นต้น และได้มีการพัฒนาเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน แดกแขนงออกเป็นหลายประเภท เช่น เพลงไทยสากลลูกกรุง เพลงไทยสากลลูกทุ่ง เพลงไทยสากลสตริงคอมโบ อีกทั้งยังก่อให้เกิดธุรกิจการผลิตผลงานเพลงไทย โดยในช่วงแรกเป็นการผลิตผลงานเพลงในรูปแผ่นเสียงในปี พ.ศ. 2476 และเผยแพร่ออกอากาศตามสถานีวิทยุ จนหลังสงครามโลกครั้งที่สอง เครื่องรับวิทยุทรานซิสเตอร์ได้รับการพัฒนาจนมีราคาถูกลงจึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายกับการเพิ่มจำนวนของสถานีวิทยุและรายการเพลงตามสถานี ส่งผลให้เพลงไทยสากลได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นไปอีกจนเกิดเป็นธุรกิจเพลงไทยสากล ในลักษณะเชิงพาณิชย์อุตสาหกรรม มีกระบวนการบริหารจัดการตามขั้นตอนทางธุรกิจหลายขั้นตอน เช่น กระบวนการผลิต กระบวนการจำหน่าย เป็นธุรกิจที่ต้องลงทุน และเกี่ยวข้องกับคนจำนวนมาก เช่น นายทุนทำแผ่นเสียง นักแต่งเพลง ซึ่งปัจจุบันนี้ยังรวมถึงโปรดิวเซอร์ ทีมผลิตเพลง และทีมงานที่เกี่ยวข้องอีกหลายฝ่าย

ธุรกิจเพลงไทยสากลถูกนำมาสู่กระบวนการผลิตเชิงพาณิชย์อย่างจริงจัง ทำให้ธุรกิจเพลงไทยสากลแปรสภาพมาเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ มีมูลค่านับหมื่นล้านบาท ผลงานเพลงและค่ายเพลงที่ผลิตผลงานเพลงป้อนสู่ตลาดเพลงที่เรียกกันโดยทั่วไปว่าเพลงกระแสหลัก เนื่องจากรูปแบบของผลงาน

เพลงที่ปรากฏออกสู่ผู้ฟังนั้นส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายกันมีเงื่อนไขและรูปแบบในการผลิตที่เป็นสูตรสำเร็จ มีการกำหนดแนวเพลงให้กับศิลปินนักร้องเน้นลักษณะทางดนตรีและเนื้อร้องที่ฟังง่าย เพื่อหวังผลทางด้านยอดขายจำหน่ายต้นทุนการผลิตผลงานเพลงสมัยนั้นมีราคาสูง การผลิตผลงานเพลงส่วนใหญ่จึงเป็นของค่ายเพลงใหญ่โดยมีผู้นำในการผลิตรายใหญ่ของอุตสาหกรรมเพลงไทยเพียงสองรายคือ GMM Grammy และ R.S. Promotion ซึ่งในปี พ.ศ. 2542 นั้น ทั้งสองบริษัทครองส่วนแบ่งการตลาดในขณะนั้นสูงถึงร้อยละ 60-80 และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 85 ในปี พ.ศ. 2546 มีมูลค่าการตลาดที่สูงถึง 5,000-6,000 ล้านบาทต่อปี อาจกล่าวได้ว่า ยุคช่วงเวลานั้นนับเป็นยุคทองของอุตสาหกรรมเพลงของไทยก็ว่าได้ ส่งผลให้เกิดผู้ผลิตรายใหม่ขึ้นอีกหลายราย อย่างไรก็ตามแม้จะมีผู้ผลิตรายใหม่ ๆ เข้าสู่อุตสาหกรรมเพลงตลอดเวลา แต่ก็ไม่สามารถต้านแรงการแข่งขันของผู้นำตลาดได้เหลือเพียงผู้ผลิตรายใหม่ไม่กี่รายเท่านั้นที่สามารถยืนอยู่ท่ามกลางการแข่งขันที่รุนแรงของอุตสาหกรรมนี้ (วัชรินทร์ จ่างชัน, 2547)

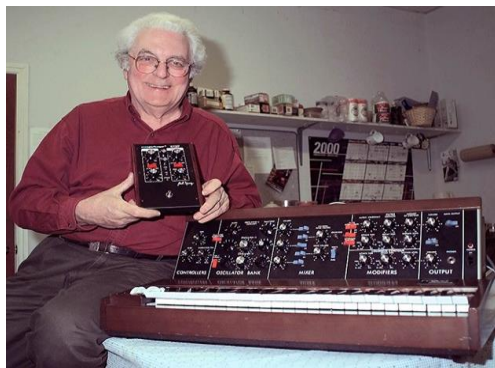
กว่าจะมาเป็นบทเพลงให้เราได้ฟังกันอย่างไพบเราะนั้น ค่ายเพลงต้องผ่านกระบวนการต่าง ๆ มากมายในการผลิตสร้างสรรค์บทเพลงออกมา กระบวนการผลิตเพลงนี้มีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อธุรกิจเพลง หรืออุตสาหกรรมเพลง และกรรมวิธีในการผลิตก็มีพัฒนาการตั้งแต่ยุคเริ่มต้นที่บันทึกเสียงลงแผ่นเสียง เล่นผ่านกระบอกเสียงและพัฒนาเรื่อยจนถึงปัจจุบันซึ่งเป็นระบบบันทึกเสียงระบบดิจิทัลสมบูรณ์แบบ

### แอนะล็อกออดิโอ และดิจิทัลออดิโอ (Analog Audio and Digital Audio)

การสร้างสรรคงานดนตรีนั้น ได้มีพัฒนาการมาอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การประดิษฐ์เครื่องบันทึกเสียงขึ้นมาบนโลก การประดิษฐ์เครื่องขยายเสียง ไมโครโฟน ลำโพง ตลอดจนเครื่องดนตรีที่มาใช้ระบบไฟฟ้าอย่างกีตาร์ไฟฟ้า เป็นต้น และพัฒนาเรื่อยมาจนถึงปัจจุบันแต่ดั้งเดิมพัฒนาการในกระบวนการผลิตสร้างสรรค์เพลงไทยสมัยนิยมขึ้นแล้วนั้น สามารถแยกกระบวนการผลิตที่ชัดเจนได้สองแบบ ดังนี้

- 1) แอนะล็อกออดิโอ (Analog Audio)
- 2) ดิจิทัลออดิโอ (Digital Audio)

ระบบแอนะล็อกนั้นมีพัฒนาการมาก่อนระบบดิจิทัล และมนุษย์ก็ใช้ระบบแอนะล็อกมาเป็นเวลานานจนกระทั่งช่วงเวลายี่สิบปีที่ผ่านมา ระบบดิจิทัลมีพัฒนาการเจริญก้าวหน้าเป็นอย่างมาก ในการทำงานดนตรีก็เช่นกัน จุดก้าวกระโดดที่สำคัญของระบบดิจิทัลที่เริ่มส่งผลต่อการเปลี่ยนดนตรีไปสู่แบบดิจิทัลนั้น น่าจะเริ่มจากการกำเนิดขึ้นของเครื่องที่เรียกว่า เครื่องสังเคราะห์เสียงทางไฟฟ้า (Synthesizer) ในยุคต้นของช่วงปี ค.ศ. 1960 โดยผู้ให้กำเนิดขึ้นมา คือ Don Buchla และ Bob Moog จนมีการพัฒนาต่อเนื่องเรื่อยมาถึงยุคที่เกิด MIDI (อ่านว่า มิ-ดี) ขึ้นมา MIDI ย่อมาจาก Musical Instrument Digital Interface



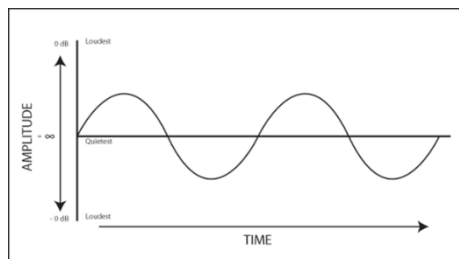
ภาพที่ 1 Bob Moog หนึ่งในผู้ให้กำเนิด Synthesizer และเป็นพัฒนาการครั้งสำคัญในการนำการผลิตเพลงเข้าสู่ยุคดิจิทัล (ที่มา : <https://www.cbsnews.com/pictures/google-honors-synthesizer-inventor-bob-moog-with-doodle/>)

MIDI เป็นโปรโตคอลชนิดหนึ่งซึ่งทำหน้าที่เชื่อมโยงข้อมูลระหว่างเครื่องดนตรีอิเล็กทรอนิกส์กับคอมพิวเตอร์ รวมทั้งเครื่องดนตรีแบบเดียวกันหรือต่างแบบต่างยี่ห้อกันสามารถรับส่งข้อมูลถึงกันได้ขอเพียงมีโปรโตคอลแบบเดียวกันเท่านั้นจึงนับได้ว่า Synthesizer & MIDI เป็นการกำเนิดของการทำงานแบบ Digital Music ในยุคแรก ๆ เลยก็ได้ จากนั้นเทคโนโลยีดิจิทัล ก็พัฒนา ต่อเนื่องมาเรื่อย ๆ ทั้งการบันทึกเสียงมาเป็นระบบดิจิทัลที่บันทึกลงในระบบ เก็บข้อมูลที่เรียกว่า DAT (Digital Audio Tape) และต่อมาก็มีระบบที่เรียกว่า ADAT (Alesis Digital Audio

Tape) ที่พัฒนาโดย Alesis และการบันทึกลง ฮาร์ดดิสก์ เป็นต้น จนพัฒนา มา ถึงขั้นที่คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพ มากขึ้นและเร็วขึ้นจึงเริ่มมีการปรับเปลี่ยนมาใช้ คอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในงานดนตรี กันมากขึ้นและเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน กล่าวได้ว่าการผลิตงานเพลงนั้นคอมพิวเตอร์ เป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้เลยในการทำงาน

**1) แอนะล็อกออติโอ** เป็นรูปแบบของคลื่นสัญญาณทางไฟฟ้าที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องบนแกนความสัมพันธ์ของเวลา ในการจัดเก็บข้อมูลของคลื่นเสียงแบบแอนะล็อกนี้จะต้องสามารถจัดเก็บระดับค่าของข้อมูลได้ทุก เหตุการณ์อย่างต่อเนื่อง ภายใต้ขอบเขตของ Dynamic Range ของสื่อที่ใช้ ในการจัดเก็บข้อมูล (A Continuous Infinitely Varying Stream of Value)

อธิบายได้โดยยกตัวอย่างว่า เราชั่งเพลงหนึ่งเพลงความยาวสามนาทีโดยใช้ ไมโครโฟน ร้องใส่เครื่องขยายเสียง นั่นก็หมายความว่าตลอดเวลา ที่เราร้องเพลงเป็นเวลาสามนาทีนั้น จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าของสัญญาณ ทางไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลาและอย่างต่อเนื่อง โดยค่าการเปลี่ยนแปลงที่นั้น อยู่ที่พลังงานในการร้องของเรา ซึ่งจะไปขับให้ไดอะแฟรมของไมโครโฟนสั่นสะเทือน และจะเปลี่ยนพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา คลื่นเสียงที่เกิดขึ้น จึงมีความต่อเนื่องของพลังงานที่เกิดตลอดเวลาตั้งแต่ต้นจนจบ และหากจะทำการบันทึกสัญญาณเสียงแบบแอนะล็อกแล้ว ก็จะใช้แถบบันทึกเสียงที่มี เป็นแถบแม่เหล็กในการบันทึก ซึ่งก็คือเทปคาสเซ็ท ซึ่งตัวเทปจะทำการหมุน เพื่อบันทึกค่าความเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นลงบนแถบแม่เหล็กนั่นเอง ซึ่งก็จะบันทึกค่าความเปลี่ยนแปลงได้อย่างต่อเนื่องโดยตลอดตั้งแต่ต้นจนจบเช่นกัน



**ภาพที่ 2** ลักษณะของคลื่นเสียงแบบแอนะล็อกจะเห็นว่าลักษณะของคลื่นมีความ ต่อเนื่องในทุกเหตุการณ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนจบ โดยแนวตั้งคือค่าของพลังงานที่เปลี่ยนแปลง (ที่มา: โดย จิรัฐ มัชยมนันท์, 2562)

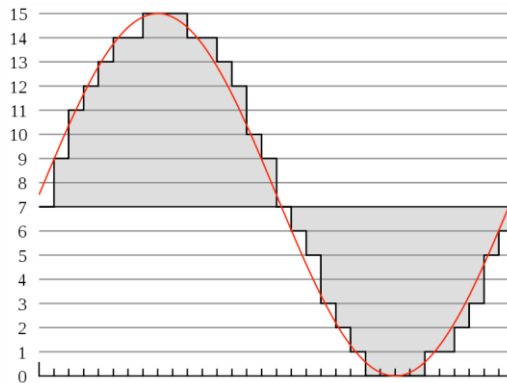
**2) ดิจิทัลออดิโอ** เป็นการนำหลักการพื้นฐานมาจากการแบ่งข้อมูลของสัญญาณแบบแอนะล็อกออดิโอ (ข้อมูลที่มีความต่อเนื่อง ให้เป็นข้อมูลในแบบระดับขั้น (Step) และจำกัดระดับค่าของข้อมูลออกเป็นช่วง ๆ ภายใต้ Dynamic Range ของสื่อ (Voltage level into Quantitative)) และนำค่าของข้อมูลที่ได้มาเปลี่ยนไปเป็นค่าเฉพาะอยู่ในรูปแบบของเลขฐานสอง ซึ่งเป็นภาษาขั้นพื้นฐานของระบบคอมพิวเตอร์ สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้งานในคอมพิวเตอร์ได้ต่อไป

อธิบายได้โดยยกตัวอย่างจากแบบแอนะล็อกออดิโอ ดังเช่นในกรณีที่เราร้องเพลงที่มีความยาวสามนาที การเปลี่ยนแปลงข้อมูลทางไฟฟ้าก็จะดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง แต่พอเราจะเก็บข้อมูลมาเป็นแบบดิจิทัลแล้ว เราต้องทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นลำดับขั้นก่อนเพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิงในการอ่านค่าของข้อมูล เพื่อนำข้อมูลที่อ่านค่าได้มาเป็นค่าเฉพาะในรูปแบบเลขฐานสองต่อไป ซึ่งการแบ่งลำดับขั้นของการอ่านข้อมูลนั้นจะแบ่งทั้งในด้านของการเปลี่ยนแปลงของพลังงาน และการเปลี่ยนแปลงของเวลา ซึ่งส่วนประกอบสำคัญในการอ่านค่าและเปลี่ยนข้อมูลจากแอนะล็อกออดิโอ ไปเป็นดิจิทัลออดิโอ ก็คือส่วนที่เรียกว่า ADC (Analog to Digital Converter) หรือเรียกกันโดยทั่วไปว่า Converter ที่มีอยู่ใน Audio Interface ที่ใช้งาน ADC จะประกอบไปด้วยสองส่วนหลักในการอ่านค่าของแอนะล็อกออดิโอ แล้วเปลี่ยนไปเป็นค่าเฉพาะให้ไปสู่รูปแบบของดิจิทัลออดิโอ คือ Quantizing และ Sampling

*Quantizing* คือ การแบ่งระดับขั้นของการวัดหรือการประมาณค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นในช่วงของระดับขั้นที่แบ่งไว้จำนวนของระดับขั้นจะขึ้นอยู่กับจำนวนบิต (bit) ของระบบ เช่น ข้อมูล 16 บิต แสดงว่า ข้อมูลจะถูกแบ่งความละเอียดออกเป็น 2 ยกกำลัง 16 ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 65,536 ระดับ ฉะนั้นข้อมูลยิ่งถูกแบ่งด้วยขนาดบิตที่สูง ก็ยิ่งมีความละเอียดมากยิ่งขึ้น

*Sampling* คือ การสุ่มข้อมูลหรือระดับของสัญญาณที่เกิดขึ้น ณ ขณะเวลานั้น แล้วนำค่าที่สุ่มได้เปลี่ยนไปเป็นรหัสเฉพาะในรูปแบบของเลขฐานสองตามจำนวนบิต ซึ่งความเร็วในการสุ่มข้อมูลจะมีหน่วยเป็นความถี่(Hz) หรือนั่นก็คือจำนวนครั้งในการสุ่ม / วินาทีซึ่งค่ามาตรฐานของดิจิทัลออดิโอ จะอยู่ที่ 44.1 กิโลเฮิร์ต(KHz) หรือ 44,100 เฮิร์ต (Hz) นั่นก็หมายความว่าในเวลา 1 วินาที จะมีการสุ่มเข้าไปอ่านข้อมูลทั้งสิ้น 44,100 ครั้ง

สรุป คือ ADC (Analog to Digital Converter) มีคุณสมบัติสำคัญอยู่สองประการนั่นก็คือ มีความละเอียดที่กิบิต(bit) และค่า sampling rate (KHz/sec) ซึ่งเป็นหัวใจหลักในการที่จะเปลี่ยนแอนะล็อกออกดีโอไปเป็นดิจิทัลออกดีโอ



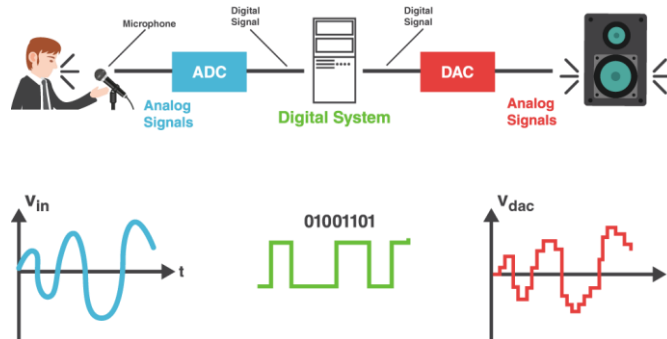
**ภาพที่ 3** การเปลี่ยน แอนะล็อกออกดีโอเป็นดิจิทัล ออกดีโอ โดยวิธีการที่เรียกว่า Quantizing และ Sampling โดยภาพตัวอย่างจะแสดงให้เห็นถึงการแบ่งระดับ ที่ 4 บิต นั่นคือ 16 ระดับซึ่งเมื่อร่วมกับการทำงานของการ Sampling ก็จะได้ค่าที่จุดตัดของทั้งสองจะเห็นว่า ลักษณะคลื่นเสียงที่ได้จะเป็น Step แบบขั้นบันได (ที่มา : <http://write.flossmanuals.net/pure-data/what-is-digital-audio/>)

อย่างไรก็ตามก็ไม่ได้หมายความว่า Audio Interface ใดที่มีค่าเหล่านี้สูง ๆ แล้วจะทำการเปลี่ยน แอนะล็อกออกดีโอไปเป็นดิจิทัลออกดีโอ แล้วให้รายละเอียดหรือเนื้อเสียงที่ดีกว่า Audio Interface ที่ใช้ ADC ที่มีค่าเหล่านี้ต่ำกว่า เพราะยังมีปัจจัยอื่นประกอบเข้ามาอีกหลายอย่าง เช่น การออกแบบวงจรภายในเพื่อร่วมกันใช้งานกับภาค ADC, วัสดุและอุปกรณ์ประกอบภายใน ที่มีความเสถียรและเข้ากันได้กับวงจรที่ออกแบบ รวมไปถึงเกรดของวัสดุที่ใช้ทำ ADC ซึ่งมีหลายระดับ เป็นต้น ฉะนั้นการเลือกซื้อ Audio Interface เพื่อมาใช้งาน ไม่ได้หมายความว่า คุณสมบัติของ ADC ที่สูงแล้ว จะสามารถทำการเปลี่ยนจากแอนะล็อกออกดีโอ ไปเป็นดิจิทัลออกดีโอแล้วได้คุณภาพที่ดีเสมอไป เพราะยังมีปัจจัยอื่นเข้ามาประกอบด้วย ดังที่ได้ยกตัวอย่างมาแล้วในข้างต้น

เมื่อได้ทำการเปลี่ยนข้อมูล แอนะล็อกออกดีโอไปเป็นดิจิทัลออกดีโอแล้ว จะถูกเก็บไว้ในฮาร์ดดิสก์ของคอมพิวเตอร์ และเมื่อต้องการฟัง หรือเล่นกลับ (Playback) ข้อมูลที่เป็นดิจิทัล เพื่อฟังทางเครื่องขยายเสียง ต่อออกลำโพง



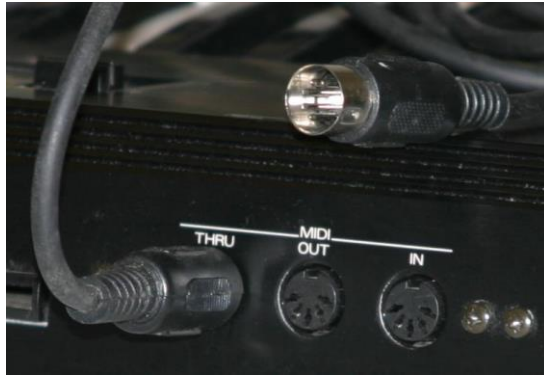
หรือมอเนเตอร์ Audio Interface จะต้องมีภาค DAC (Digital to Analog Converter) เพื่อทำการเปลี่ยนข้อมูลดิจิทัลออกต่อไปเป็นข้อมูลแอนะล็อกออกดีโอ แล้วส่งข้อมูลออกไปยังเครื่องขยายเสียงหรือมอเนเตอร์ เพื่อฟังข้อมูลที่เราได้บันทึกไว้ ดังนั้น จากที่กล่าวมาในช่วงต้น กระบวนการการทำงานในแบบดิจิทัลออกดีโอ สามารถเขียนภาพลำดับการทำงานได้ ดังนี้



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนข้อมูล แอนะล็อกออกดีโอไปเป็นดิจิทัลออกดีโอและเปลี่ยนกลับดิจิทัลออกดีโอ เป็นข้อมูลแอนะล็อกออกดีโอ เพื่อถ่ายทอดสู่ผู้ฟังต่อไป  
(ที่มา : <https://www.quora.com/What-is-the-use-of-DAC-and-ADC>)

**มิดิ (Musical Instrument Digital Interface : MIDI )** เป็นโพรโทคอลมาตรฐานที่คิดค้นขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2525 โดยเป็นระบบการติดต่อสื่อสารทางดนตรีของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางดนตรี เช่น คอมพิวเตอร์ ซินธิไซเซอร์ ซีควเอนเซอร์ ซาวด์โมดูล แซมเพลอร์ ซึ่งใช้สัญญาณไฟฟ้าแบบดิจิทัล ในการส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ โดยจะมีความหมายเป็นโน้ตดนตรี และค่าการควบคุมลักษณะเสียงต่าง ๆ

ไฟล์ MIDI ไม่ได้มีการเก็บเสียงดนตรีใด ๆ ไว้เหมือนอย่างเทปเพลงหรือซีดีเพลง ข้อมูลทั้งหมดจะอยู่ในรูปของคำสั่งที่จะไปสั่งเครื่องดนตรีว่าให้เปล่งเสียงโน้ตตัวใด (Note ON) ด้วยระดับความดังแค่ไหน (Velocity) และคำสั่งอื่นๆ ตามคุณสมบัติเฉพาะของเครื่องดนตรีแต่ละชนิด ด้วยเหตุที่เป็นไฟล์คำสั่งนี้เองทำให้มันมีขนาดเล็กมากๆ แผ่นดิสก์ 3.5 นิ้วเพียงแผ่นเดียวก็สามารถเก็บไฟล์ MIDI ได้หลายสิบเพลง และจากคามที่มันเป็นไฟล์คำสั่งแบบดิจิทัล นี้เองนักคอมพิวเตอร์จึงสามารถนำข้อมูลดิจิทัลนี้มาพัฒนาด้วยจนในที่สุดทั้งคอมพิวเตอร์และเครื่องดนตรีก็สื่อสารกันได้อย่างสมบูรณ์โดยผ่านระบบ MIDI นี้เอง



ภาพที่ 5 อุปกรณ์มิดิ

(ที่มา : <https://en.wikipedia.org/wiki/MIDI>)

**มิดิ อินเตอร์เฟส (MIDI Interface)** การใช้งานซีแควนเซอร์ที่เป็นแบบซอฟต์แวร์นั้นจำเป็นต้องมีตัวกลาง (Interface) ในการสื่อสารกันระหว่างเครื่องดนตรีภายนอกและคอมพิวเตอร์ เพื่อรับคำสั่ง MIDI แล้วเข้าสู่คอมพิวเตอร์ต่อไป

มิดิ อินเตอร์เฟส ประกอบไปด้วยช่องสัญญาณ MIDI Port (Input / Output) สำหรับต่อเครื่องดนตรีและคอมพิวเตอร์ เพื่อเชื่อมอุปกรณ์ทั้งหมดให้ทำงานร่วมกันได้ มิดิ อินเตอร์เฟสมีหลายแบบ หลายขนาดตามความจำเป็น

**ออดิโอ อินเตอร์เฟส (Audio Interface)** หลักการคล้ายกับระบบการทำงานของ MIDI คอมพิวเตอร์ต้องมีตัวกลางในการแปลงสัญญาณเสียงให้เป็นข้อมูลทางดิจิทัลก่อน แล้วค่อยส่งข้อมูลนั้นเข้าสู่คอมพิวเตอร์ด้วยภาษาที่เข้าใจตรงกัน ตัวกลางที่ว่านี้คือ ออดิโอ อินเตอร์เฟส



ภาพที่ 6 อุปกรณ์ออดิโอ อินเตอร์เฟส

(ที่มา : <https://www.presonus.com/products/Quantum>)

ออดิโอ อินเตอร์เฟซประกอบไปด้วยสองส่วนหลัก ดังนี้

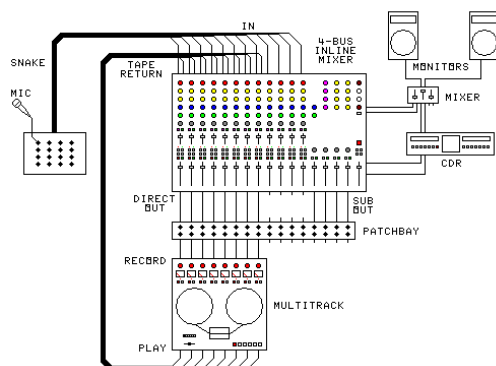
1) *ภาครับและส่งสัญญาณเสียง (Input / Output)* เพื่อรับสัญญาณเสียงแอนะล็อกจากไมโครโฟน หรือเครื่องดนตรีอื่นที่เป็นแอนะล็อกแล้วส่งต่อไปยังแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณทางดิจิทัลต่อไป

2) *ภาคแปลงสัญญาณ (Converter)* เป็นภาคที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงให้เป็นข้อมูลดิจิทัล ก่อนส่งต่อไปยังคอมพิวเตอร์ ในขณะที่เดียวกันเมื่อจะทำการ ฟังสัญญาณเสียงที่บันทึกได้ก็จะทำการเล่นกลับแล้วส่งไปยังตัวแปลงสัญญาณเพื่อแปลงเป็นสัญญาณแอนะล็อกเพื่อเล่นออกทางเครื่องขยายเสียงและลำโพงต่อไป

ออดิโอ อินเตอร์เฟซ มีหลายแบบ หลายรุ่นให้เลือกใช้มีทั้งที่เป็นขนาดเล็ก ๆ ไปจนถึงขนาดใหญ่ คุณภาพเสียงที่ดีระดับมืออาชีพ แต่ก็ตามมาด้วยราคาที่สูงด้วยเช่นกัน

### มัลติแทรค เรคคอร์ด (Multitrack Record)

มัลติแทรค เรคคอร์ด คือ การบันทึกเสียงหลายเสียงพร้อมกันหรือไม่พร้อมกันก็ได้ในช่วงเวลาเดียวกัน สื่อที่จะใช้ทำการบันทึกต้องสามารถบันทึกโดยแยกการบันทึกแต่ละครั้งออกจากกันเป็นแต่ละแทรคได้ เพื่อให้สามารถกลับมาบันทึกซ้ำในตำแหน่งเวลาเดิมได้ โดยไม่ไปทับกับแทรคเดิมที่ได้ทำการบันทึกไว้แล้ว เครื่องบันทึกเสียงมัลติแทรคในยุคแรก ๆ นั้นจะมี 4 แแทรค และจะมีหัวอัด 4 แแทรคขนาดเล็ก ทำหน้าที่ในการแยกอัดเฉพาะในแต่ละแถบของเทป ฉะนั้นสัญญาณจากแต่ละหัวจึงแยกอิสระจากกัน



ภาพที่ 7 ตัวอย่างการต่อเครื่องบันทึกเทปแบบมัลติแทรค

เข้ากับมิกเซอร์และมอนิเตอร์เพื่อการรับฟัง

(ที่มา : <https://midimagick.sgc-hosting.com/patchbay.htm>)

จากเครื่องอัด 4 แทรค ต่อมาได้มีการพัฒนาขึ้นไปเป็น 8, 16, 24, 32 และยังมีเครื่อง 24 แทรคเข้าด้วยกันเพื่อให้สามารถอัดได้ถึง 48 แทรค ในส่วนของม้วนเทปที่จะใช้นำมาบันทึกเสียงนั้นก็ต้องรองรับระบบมัลติแทรคด้วยเช่นกันและต้องรองรับในระบบแทรคที่เท่ากันด้วย

ในการฟังเสียงจากระบบมัลติแทรคต้องมีอุปกรณ์ที่เรียกมา มิกเซอร์ ที่มีจำนวนช่องสัญญาณที่รองรับระบบมัลติแทรคนั้นได้ เพื่อที่จะรับสัญญาณทั้งหมดเข้ามาเพื่อรับฟัง เรียกว่า มอนิเตอร์ (Monitor)

**มัลติแทรคเรคคอร์ดดิ้งซอฟต์แวร์ (Multitrack Recording Software)** ซอฟต์แวร์ ประเภทซีเควนเซอร์ในปัจจุบันมีความสามารถสูงมาก ๆ เนื่องด้วยเพราะศักยภาพคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในปัจจุบันมีมากมาย ซึ่งซอฟต์แวร์ซีเควนเซอร์ในปัจจุบันสามารถทำได้ทุกอย่างเหมือนยกสตูดิโอ ระดับอาชีพ มาไว้ในคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว ไม่ว่าจะเป็นการรองรับการทำงานในระบบมัลติแทรค รองรับระบบมิติ การรองรับภาคออดิโอเรคคอร์ดดิ้ง และความสามารถอื่น ๆ อีกมากมายตามแต่บริษัทผู้พัฒนาซอฟต์แวร์จะทำออกมาให้ได้เลือกใช้งาน

ออดิโอ มัลติแทรคบนคอมพิวเตอร์ ทำงานโดยการบันทึกเสียงผ่านออดิโอ อินเทอร์เน็ต เฟส เก็บข้อมูลลงสู่ฮาร์ดดิสก์ และแสดงผลเป็นรูปภาพฟิกบนหน้าจอ โปรแกรมซีเควนเซอร์บนคอมพิวเตอร์ การบันทึกแต่ละครั้งจะถูกส่งไปยังแทรคที่ตั้งค่ารอไว้ จำนวนแทรคที่สามารถทำงานได้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติหลายอย่างทั้งออดิโอ อินเทอร์เน็ต เฟส และตัวซอฟต์แวร์ซีเควนเซอร์ บางรุ่นอาจจะบันทึกได้สูงสุดถึง 64 แทรค

ซอฟต์แวร์ซีเควนเซอร์นี้ ได้รับความนิยมนอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากจำลองอุปกรณ์ในสตูดิโอบันทึกเสียงมาไว้บนคอมพิวเตอร์ได้ทั้งหมด ทั้งมิกเซอร์ เอเฟคโปรเซสเซอร์ ซาวด์โปรเซสเซอร์ เป็นต้น ซึ่งช่วยให้งานทุกเสียงและผลิตดนตรี สามารถทำได้ด้วยคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว ปัจจุบันมีซอฟต์แวร์ซีเควนเซอร์มากมายให้เลือกใช้ แต่ก็มีเป็นที่นิยมใช้งานอยู่ดังเช่น

- Logic Pro (ของค่าย Apple)
- Studio One (ของค่าย Presonus)
- Protools (ของค่าย Avid)
- Cubase (ของค่าย Stienberg)
- Live (ของค่าย Ableton)
- Digital Performer (ของค่าย Motu)



ภาพที่ 8 ตัวอย่างหน้าต่างแสดงผลแบบกราฟฟิกของโปรแกรมซีเควนเซอร์ Studio One  
(ที่มา : <https://www.presonus.com/products/Studio-One>)

**เดสก์ท็อป สตูดิโอ (Desktop Studio)** จุดเปลี่ยนสำคัญของการเกิดเดสก์ท็อป สตูดิโอ เริ่มจากการที่บริษัท 3M เลิกการผลิตเทปรีล (Reel Tape) ขนาด 2 นิ้ว (สำหรับบันทึกเสียงด้วยเครื่องแอนะล็อก มัลติแทรค 24 แทรค) วงการผลิตงานเพลงและดนตรีจึงเริ่มเข้าสู่การผลิตเพลงในแบบดิจิทัลอย่างเต็มตัว เริ่มมีการอัดเสียงที่ทำลงเทปมาบันทึกลงฮาร์ดดิสก์กันมากขึ้น เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงานเพลงจากที่เคยอยู่ในวงจำกัดและมีราคาเริ่มหาได้ง่ายและมีราคาถูกลง แต่คุณภาพและประสิทธิภาพกลับสูงขึ้น ทำให้สามารถซื้อหามาใช้ได้ง่ายขึ้น ความสะดวกในการบันทึกเสียงและผลิตเพลงในระบบดิจิทัลนี้เองทำให้ความต้องการระบบบันทึกเสียงแบบแอนะล็อกค่อย ๆ หายไป เข้ามาสู่การบันทึกเสียงในระบบดิจิทัลที่มีความยืดหยุ่นสูง ทำงานได้รวดเร็ว ใช้งานง่าย และสะดวกสบายอย่างมาก ด้วยคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว และอุปกรณ์ที่จำเป็นอย่างออดิโอ อินเตอร์เฟซ ซอฟต์แวร์ ซีเควนเซอร์ คีย์บอร์ด ซาวน์ โมดูล มิดิอินเตอร์เฟซ มอนิเตอร์ มิกเซอร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ตามแต่จะจัดการได้ก็สามารถทำเพลงได้แล้วที่บ้าน

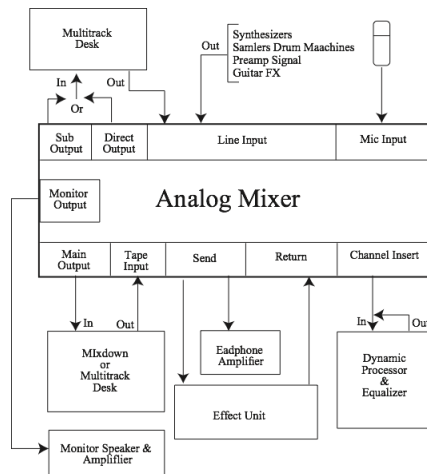


ภาพที่ 9 ตัวอย่างเดสก์ท็อป สตูดิโอแบบง่าย ๆ

(ที่มา : <https://www.acousticsinsider.com/flat-frequency-response/>)

**การบันทึกเสียงแบบแอนะล็อก (Acoustic Analog Recording)** คือผลจากการที่ไดอะแฟรม (Diaphragm) ของไมโครโฟนจับความเปลี่ยนแปลงของแรงดันอากาศ (คลื่นเสียงในอากาศ Acoustic Sound Waves) และบันทึกเสียงเหมือนเขียนภาพเหมือนของคลื่นเสียงลงบนสื่อ เช่น จานหรือแผ่นเสียง Phonograph ซึ่งใช้หัวเข็มสัมผัสการบันทึกที่วนไปตามร่องของแผ่นเสียง หรือเทปรีลเทปคาสเซ็ท ซึ่งใช้การบันทึกลงบนแถบแม่เหล็ก

ในการบันทึกด้วยเทปแม่เหล็ก (Magnetic tape) คลื่นเสียงสั่นสะเทือนไดอะแฟรม ของไมโครโฟน และถูกเปลี่ยนเป็นกระแสไฟฟ้าที่มีการขึ้นลง (ตามคลื่นเสียง) และเปลี่ยนเป็นสนามแม่เหล็ก (Magnetic field) ที่มีการขึ้นลงด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnet) หัวเทป ซึ่งเป็นการสร้างตัวแทนของคลื่นเสียงด้วยพื้นที่แม่เหล็ก (Magnetized Areas) บนพลาสติกเทปกัมกับผงแม่เหล็กที่ฉาบบนผิวของมัน ส่วนการเล่นกลับ (Playback) ของเสียงแบบแอนะล็อกก็ทำด้วยวิธีการย้อนกลับจากการบันทึกโดยมีไดอะแฟรมของลำโพงซึ่งใหญ่กว่าเป็นตัวสร้างความเปลี่ยนแปลงของแรงดันอากาศ เพื่อเกิดคลื่นเสียงให้เราได้ยิน คลื่นเสียงสามารถสร้างด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ และอัดจากอุปกรณ์บางอย่างได้โดยตรง เช่น ปิคอัพกีตาร์ไฟฟ้า (Electric guitar pickup) หรือเครื่องสังเคราะห์เสียง (Synthesizer) โดยไม่ต้องใช้อะคูสติกในกระบวนการอัดเสียง นอกเสียจากเสียงที่นักดนตรีต้องการได้ยิน ขณะทำการบันทึก Recording Sessions เท่านั้น



ภาพที่ 10 ตัวอย่างการต่ออุปกรณ์เพื่อบันทึกเสียงในสตูดิโอแบบแอนะล็อก  
(ที่มา : โดย จิรัฐ มัธยมนันท์, 2562)

### การบันทึกเสียงแบบดิจิทัล (Acoustic Digital Recording)

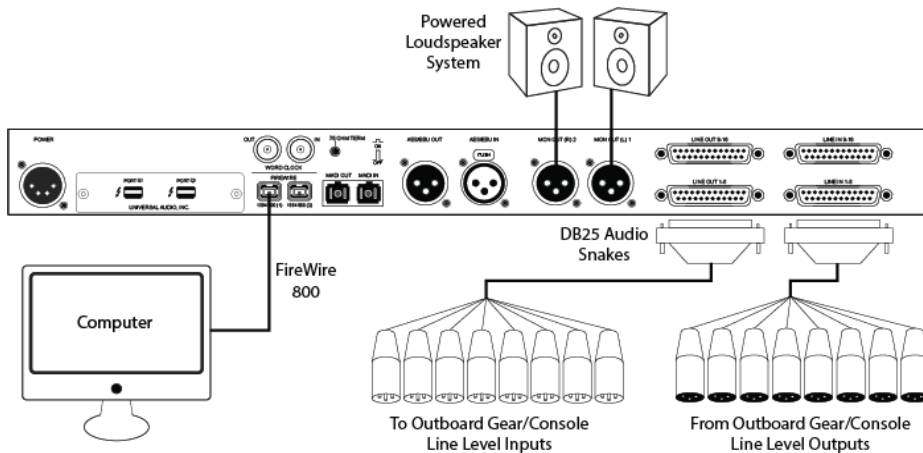
เป็นการแปลงสัญญาณเสียงแอนะล็อกที่มาจากไมโครโฟน แหล่งกำเนิดอื่น ๆ ให้เป็นรูปแบบดิจิทัล ด้วยกระบวนการคำนวณทางตัวเลข (Digitization) ทำให้มันสามารถบันทึกและส่งสัญญาณ (Transmitted) ด้วยสื่อตัวกลาง (Media) ที่กว้างขวางหลากหลาย และมีประสิทธิภาพสูง

การบันทึกแบบดิจิทัล เก็บข้อมูลเสียงด้วยชุดของเลขฐานสอง (ชุดรหัส 1 กับ 0) เพื่อเป็นตัวแทนของตัวอย่างสุ่ม (Samples) ของความกว้างคลื่น (Amplitude) ของสัญญาณเสียง (Audio Signal) ที่ช่วงเวลาของเสียงที่เท่ากัน ที่อัตราการสุ่มตัวอย่าง (Sample Rate) ในความรวดเร็วที่หูของมนุษย์สามารถรับรู้ผลของการต่อเนื่องของเสียงได้

การบันทึกแบบดิจิทัลเป็นที่เชื่อถือว่ามีคุณภาพสูงกว่าการบันทึกแบบแอนะล็อก เพราะมีความถูกต้องแบบ Higher Fidelity (การตอบสนองความถี่ Frequency Response หรือ ขอบเขตพลังงาน Dynamic Range) รูปแบบดิจิทัล (Digital Format) สามารถป้องกันการสูญเสียคุณภาพได้สูงเป็นอย่างมาก ซึ่งจะเกิดขึ้นในการบันทึกเสียงแบบแอนะล็อก ทั้งเสียงรบกวน (Noise) และการรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Interference)

ในขณะที่เล่นกลับ (Playback) และการเชื่อมต่อของระบบกลไก หรือเกิดการชำรุดเสียหายขึ้นกับสื่อกลางที่ใช้บันทึก (Storage Medium)

ดิจิทัลออดิโอ (Digital Audio) จะต้องถูกแปลงกลับเป็นรูปแบบแอนะล็อก ระหว่างการเล่นกลับ ก่อนที่จะนำไปใช้กับลำโพงหรือหูฟัง (loudspeaker or earphones)



ภาพที่ 11 ตัวอย่างการต่ออุปกรณ์เพื่อบันทึกเสียงในสตูดิโอแบบดิจิทัล  
(ที่มา : <https://sonicscoop.com/2013/10/02/review-ua-apollo-16-by-brian-bender/a16-connections-typical/>)

การสร้างสรรคงานดนตรีในยุคปัจจุบันนั้นแบบจะไม่ต้องการนักดนตรีเพื่อมาทำการเล่นดนตรีบันทึกเสียงอีกต่อไป เช่น กลองชุด (Drum kit) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นศิลปินเพลงร็อกที่ยังใช้บันทึกกลองสดอยู่ หรือเครื่องดนตรีที่ต้องการความพิเศษเฉพาะตัว แต่ก็มีน้อยมาก ทุกอย่างสามารถทำได้ในคอมพิวเตอร์ และคุณภาพของเสียงที่ได้มาก็ไม่แตกต่างจากการใช้เครื่องดนตรีจริงเล่น บทบาทของนักดนตรีจริง ๆ นั้นจะเปลี่ยนไปหรือไม่บทบาทเลย ในอุตสาหกรรมการผลิตเพลงในยุคดิจิทัลนี้ โลกทุกวันนี้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว การเกิดขึ้นและเข้ามาของ AI (Artificial Intelligence) หรือที่เรียกว่าปัญญาประดิษฐ์ ได้เข้ามาสร้างความเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่อีกครั้งบนโลกในทุกด้าน ทุกอุตสาหกรรม ในทางดนตรีก็เช่นกัน AI กำลังเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมดนตรีและบันเทิง



อีกไม่นานคงเกิดเปลี่ยนแปลงในโลกของดนตรีอย่างแน่นอน นี่เป็นอีกหนึ่ง  
ของพัฒนาการของการสร้างสรรค์ดนตรีด้วยระบบดิจิทัลที่เราจะต้องได้เจอ  
อย่างแน่นอน

### บรรณานุกรม

- จิรัฐ มัธยมนันท์. (2556). Pro Studio in a Box : Introduction to  
Digital Audio. นิตยสาร **The Absolute Sound & Stage**.  
133, 51-53.
- จ้อ ชีวาส. (ม.ป.ป.). **เล่าขานตำนานร็อก**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ :  
โลกาภิวัฒน์.
- ฉวรา พิไชยแพทย์. (2553). **การปรับกระบวนการทัศน์ของอุตสาหกรรมเพลงใน  
ประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการบริหารงานนวัตกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ณัฐภรณ์ สติกรกุล. (2536). **กระบวนการสร้างนักร้องยอดนิยมของบริษัท  
แกรมมี่ เอ็นเตอร์เทนเมนท์ จำกัด**. วิทยานิพนธ์นิเทศศาสตร์  
มหาบัณฑิต ภาควิชาสื่อสารมวลชน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.
- ธำนัท ธัญญาหาญ. (2546). **วิธีการผลิตเพลงไทยสากลของบริษัท แกรมมี่ อาร์  
พีจี กรณีศึกษาผลงานของ ปีเตอร์ คอร์ป ไดเรนดัล ชุด “เวอร์ชัน 4.0”**.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาดนตรี  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- \_\_\_\_\_. (2542). เทคโนโลยีสมัยใหม่กับวงการเพลงปัจจุบัน. นิตยสาร **BOS HOW-  
TO**. 27, 58-59
- บุญชัย ใจเย็น. (2548). **อาถู๋ อุ๋หมื่นล้าน**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น.
- \_\_\_\_\_. (2529). **ดนตรีวิจักษ์**. กรุงเทพฯ: รักลิป.
- พูนพิศ อมาตยกุล. (2514). **ทูลกระหม่อมบริพัฒนกับการดนตรี**. กรุงเทพฯ :  
ธันวาพาณิชย์.
- \_\_\_\_\_. (2523). **แผ่นเสียงของราชบัณฑิตยสภา งานระดับชาติที่ไม่มี  
เหลือเพราะภัยสงคราม**. สยามรัฐรายวัน ประจำวันเสาร์ที่ 9 สิงหาคม  
2523.

วิชรินทร์ จำจั่น. (2547). โอกาสทางธุรกิจของผู้ผลิตรายใหม่ในอุตสาหกรรมเพลง. วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.