บทที่ 5
อุปกรณ์และเครื่องมืองานระบบเคเบิลทีวี MATV และ CATV

การรับชมโทรทัศน์กรณีอยู่บ้านพักอาศัยหลังเดี่ยวหรือจุดเดียว ก็สามารถรับโทรทัศน์ชมผ่านสายอากาศโทรทัศน์ หรือผ่านจานรับสัญญาณดาวเทียมเพียงจุดเดียวได้ ซึ่งยังนับว่าเป็นระบบเล็ก ๆ ในการรับชมโทรทัศน์ แต่เมื่อการรับชมในอาคารที่พักอาศัย หรือในโรงแรมหากติดตั้งอุปกรณ์ระบบเหมือนกันทุกห้อง สิ่งที่จะเกิดขึ้นคือ ต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก ไม่เกิดความสวยงาม จึงมีการออกแบบระบบรับสัญญาณจากส่วนกลางแล้วกระจายสัญญาณโทรทัศน์ไปยังจุดต่าง ๆ โดยที่ทุกจุดจะต้องสามารถรับสัญญาณได้เท่าเทียมกัน และสามารถรับชมได้อย่างอิสระ ซึ่งระบบที่กระจายภายในตึกหรืออาคารนี้เรียกว่าระบบ MATV และหากมีการกระจายสัญญาณไปยังบ้านพักอาศัยที่เป็นหมู่บ้าน ก็ใช้หลักการเดียวกันกับ MATV เพียงแต่มีชื่อเรียกเปลี่ยนไปเป็น CATV และใช้อุปกรณ์ที่ต้องติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร ที่มีคุณสมบัติทนต่อสภาวะอากาศต่าง ๆ ได้ ซึ่งในบทนี้จะได้กล่าวถึงหลักการพื้นฐานของ MATV และ CATV อุปกรณ์ที่ใช้ระบบ MATV อุปกรณ์แยกสัญญาณ เครื่องมือวัดสัญญาณในระบบเคเบิลทีวี เครื่องมือที่ใช้ในงานติดตั้ง หลักการออกแบบระบบการเดินสายสัญญาณในอาคาร

หลักการพื้นฐานของ MATV และ CATV

ระบบ MATV และ CATV เป็นการกระจายสัญญาณระบบโทรทัศน์ไปยังจุดต่าง ๆ ของอาคาร เพื่อให้แต่ละจุดสามารถรับสัญญาณได้ดีที่สุดและมีสัญญาณรบกวนน้อยที่สุด ผู้เรียนจึงต้องเข้าใจความหมายและอุปกรณ์ประกอบของระบบเสียก่อน เพื่อให้เป็นแนวทางในการปฏิบัติต่อไปได้อย่างถูกต้อง ดังนี้

ความหมายของ MATV

ความหมายของ MATV (Master Antenna TV) มีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวไว้ ดังนี้

บัณฑิต โรจน์อารยนันท์ (2538 : 21) ได้กล่าวว่า MATV หมายถึง การป้อนสัญญาณโทรทัศน์และวิทยุเอฟเอ็มไปยังจุดต่าง ๆ ในอาคารเป็นจำนวนหลาย ๆ จุด และถ้าเป็นอาคารขนาดใหญ่ เช่น โรงแรมและคอนโดมิเนียม เป็นต้น จำนวนเครื่องรับโทรทัศน์อาจจะมีจำนวนมากหลาย ๆ ร้อยเครื่อง ในการออกแบบระบบให้มีความสมบูรณ์กล่าวคือ ระดับสัญญาณที่ปลายทางสูงเพียงพอและไม่มีสัญญาณรบกวนเข้ามาในระบบนั้น จำเป็นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ และเลือกใช้อุปกรณ์นั้น ๆ ให้เหมาะสม

ชายชาญ โพธิสาร (2552 : 2-15) ได้กล่าวว่า MATV หมายถึง ระบบรับสัญญาณโทรทัศน์จากสายอากาศและจานรับสัญญาณดาวเทียม นำสัญญาณที่ได้มาปรับระดับความแรงของสัญญาณแต่ละช่องให้มีระดับใกล้เคียงกัน รวมสัญญาณแต่ละช่องเข้าด้วยกันและขยายให้สูงขึ้นแล้วจึงกระจายสัญญาณไปยังจุดรับชมต่าง ๆ ในอาคารเดียวกัน

สำนักวิศวกรรมและเทคโนโลยีกระจายเสียงและโทรทัศน์ (2559 : 5) ได้กล่าวว่า MATV หมายถึง ระบบหรือวิธีการกระจายสัญญาณโทรทัศน์และวิทยุเอฟเอ็มไปยังจุดต่าง ๆ ภายในอาคาร

เป็นจำนวนหลาย ๆ จุด ซึ่งอาจเป็นในอาคารเดียวกันหรือในกลุ่มอาคารบริเวณใกล้เคียงกันโดยใช้สายอากาศเพียงชุดเดียว หากจำนวนเครื่องรับโทรทัศน์ปลายทางมีจำนวนมากหลายร้อยเครื่อง ในการออกแบบระบบให้มีความสมบูรณ์มีระดับความแรงของสัญญาณที่ปลายทางสูงเพียงพอและไม่มีสัญญาณรบกวนเข้ามาในระบบ จึงจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับไดอะแกรมและอุปกรณ์พอสมควร และที่สำคัญคือ ในปัจจุบันประเทศไทยได้เปลี่ยนผ่านการส่งสัญญาณโทรทัศน์จากระบบอะนาล็อก (Analog TV) ไปสู่ระบบดิจิตอล (Digital TV) จนเกือบครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว ดังนั้นระบบ MATV ที่มีใช้งานอยู่เดิมจึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาปรับปรุงเพื่อให้สามารถรองรับสัญญาณโทรทัศน์ดิจิตอลได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย

ความหมายของ CATV

ความหมายของ CATV (Community Antenna TV) มีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวไว้ดังนี้

ชายชาญ โพธิสาร (2552 : 2-15) ได้กล่าวว่า CATV หมายถึง ระบบกระจายสัญญาณไปในบริเวณกว้าง เช่น หมู่บ้าน

เกียรติศักดิ์ คนธสิงห์ (2554 : 6) ได้กล่าวว่า CATV (Community Antenna Television System) หมายถึง ระบบสายอากาศร่วมเช่นเดียวกับระบบ MATV แต่มีส่วนที่แตกต่างกันคือ MATV นั้น เราหมายถึงการป้อนระบบในตัวอาคารเดียว ในขณะที่ CATV จะหมายถึงการป้อนในบริเวณที่กว้าง เช่น ป้อนเป็นหมู่บ้านหรือเป็นเมือง เป็นต้น ดังนั้นโดยทั่วไประบบ CATV จึงมีขนาดใหญ่กว่าระบบ MATV และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ก็จะแข็งแรงทนทานกว่าที่ใช้ในระบบ MATV

ชุติพร อนุตริยะ, ดามพ์เมษ บุณยะเวศ, ภูมิพัฒ แสงอุดมเลิศ, ปรีชา กอเจริญ และปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์ (2554 : 55) ได้กล่าวว่า เคเบิลทีวี (CATV) หมายถึง วิธีการให้บริการกระจายสัญญาณโทรทัศน์ที่มีการรับสัญญาณ ขยายสัญญาณและการส่ง สัญญาณซ้ำ จากสถานีระยะไกลไปยังผู้ใช้ผ่านทางสายเคเบิล ซึ่งอาจเป็นสายโคแอกเชียล เส้นใยนำแสงหรือการเชื่อมโยงด้วยคลื่นวิทยุไมโครเวฟ เคเบิลทีวีมีต้นกำเนิดในพื้นที่ซึ่งไม่สามารถรับ สัญญาณโทรทัศน์ผ่านคลื่นวิทยุได้โดยตรงจาก สถานี/ระบบโครงข่ายสื่อสารที่ให้บริการข้อมูล ภาพเป็นสัญญาณหลายช่องสัญญาณ ระบบเคเบิลทีวีขนาดเล็กจะให้บริการผู้ใช้เป็นจำนวนไม่มาก เช่น ระบบที่ใช้ในโรงแรมหรือหมู่บ้านจัดสรร สำหรับระบบเคเบิลทีวีขนาดใหญ่ที่มี พื้นที่ให้บริการกว้างผู้รับบริการมักต้องสมัคร เป็นสมาชิกเพื่อขอรับบริการระบบโครงข่าย เคเบิลทีวีมีทั้งที่เป็นระบบสายเคเบิลและระบบไร้สาย

สรุปได้ว่า MATV เป็นการส่งสัญญาณโทรทัศน์ วิทยุเอฟเอ็ม หรือโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (SMATV) โดยใช้สายอากาศรวมกระจายไปในอาคารเดียวกันที่มีจุดรับสัญญาณหลาย ๆ จุด ส่วน CATV เป็นการกระจายไปในบริเวณกว้าง เช่น หมู่บ้าน ชุมชน โดยลักษณะการกระจายสัญญาณนั้นจะต้องทำให้แต่ละจุดมีระดับความแรงของสัญญาณใกล้เคียงกัน ไม่มีสัญญาณรบกวนเข้ามาในระบบ

อุปกรณ์ที่ใช้ระบบ MATV

ปัจจุบันนี้ระบบโทรทัศน์อะนาล็อกได้เปลี่ยนผ่านเป็นโทรทัศน์ระบบดิจิตอลแล้ว ระบบ MATV เดิมที่ใช้สายอากาศทีวีระบบเดิมก็จะไม่สามารถรับชมโทรทัศน์อะนาล็อกได้อีกต่อไป ดังนั้นระบบ MATV จึงต้องมีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ให้สามารถรองรับการออกอากาศระบบทีวีดิจิตอลด้วย

เช่นกัน หรือในกรณีที่ไม่สามารถรับสัญญาณจากสายอากาศโทรทัศน์ได้ ก็ใช้การรับสัญญาณจากดาวเทียม ซึ่งสามารถรับสัญญาณได้ทุกพื้นที่ ซึ่งอุปกรณ์หลักในระบบ MATV (สำนักวิศวกรรมและเทคโนโลยีกระจายเสียงและโทรทัศน์. 2559 : 5-17) มีดังนี้

1. สายอากาศ (Antenna)

การรับสัญญาณโทรทัศน์เข้าสู่ระบบ MATV จะมีทางเลือกอยู่ 2 วิธี ได้แก่ การรับสัญญาณจากสถานีโทรทัศน์ภาคพื้นดิน (Terrestrial Broadcast Station) โดยใช้สายอากาศในย่านความถี่ VHF หรือ UHF โดยการติดตั้งแผงสายอากาศให้หันทิศทางไปยังเสาส่งของสถานีส่งสัญญาณโทรทัศน์ที่อยู่ในพื้นที่ จากนั้นทำการรวมสัญญาณแล้วส่งลงไปตามอาคารและห้องต่าง ๆ ภายในอาคารโดยผ่านทางสายส่งและอุปกรณ์แยกสัญญาณ อย่างไรก็ตามปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นในระบบ MATV ของโทรทัศน์ระบบอะนาล็อกก็คือ ในบางพื้นที่คุณภาพของสัญญาณอาจไม่ดีพอ เนื่องจากเกิดการสะท้อนของคลื่นที่เกิดจากอาคารข้างเคียงหรือสภาพแวดล้อม ทำให้เกิดเงาหรือเกิดการหักล้างกันเองระหว่างสัญญาณเดียวกันที่เดินทางมาถึงสายอากาศคนละช่วงเวลา ทำให้การปรับแต่งสัญญาณมีความยุ่งยากซับซ้อนมากขึ้น

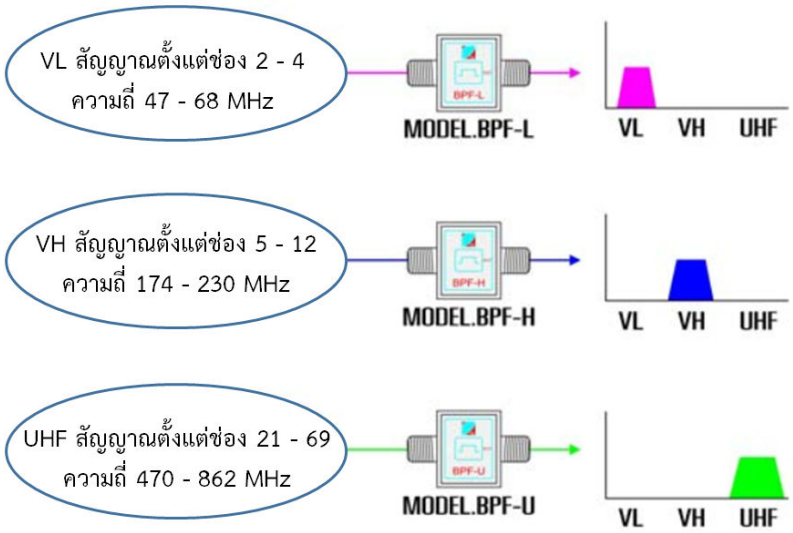
สำหรับวิธีที่สอง เป็นการใช้สายอากาศชนิดพาราโบลิก (Parabolic Dish Antenna) เพื่อรับสัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียมมาป้อนเข้าสู่ระบบ MATV โดยตรง (บางครั้งนิยมเรียกว่า SMATV : Satellite Master Antenna Television) ซึ่งจะเป็นการสะดวกสำหรับพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลจากสถานีส่งสัญญาณโทรทัศน์ภาพพื้นดิน ยิ่งกว่านั้นในปัจจุบันรายการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมที่มีภาคเอกชนเป็นเจ้าของกิจการก็มีโปรแกรมรายการที่หลากหลายให้เลือกชมเป็นจำนวนมาก ส่วนข้อดีทางเทคนิคก็คือ การปรับแต่งสัญญาณทั้งภาพและเสียงที่กระจายไปยังจุดต่อเครื่องรับโทรทัศน์ในห้องต่าง ๆ ทำได้ง่ายกว่า เนื่องจากระดับความแรงของสัญญาณแต่ละช่องมีค่าใกล้เคียงกัน ในทางปฏิบัติสามารถทำได้โดยตั้งจานรับสัญญาณหลักเพียงจานเดียว หรืออาจมากกว่าหนึ่งจานหากต้องการตับสัญญาณจากดาวเทียมดวงอื่นด้วยเพื่อให้รับสัญญาณได้จำนวนช่องมากขึ้น แต่ที่สำคัญและกระทบต้นทุนก็คือ จะต้องมีการติดตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (Satellite Receiver) ตามจำนวนช่องรายการที่ต้องการรับชม ตัวอย่างเช่น หากต้องการรับชมช่องรายการเพื่อส่งเข้าสู่ระบบ MATV จำนวน 8 ช่อง จะมีการเดินสายสัญญาณมาจากอุปกรณ์ LNB (Low-Noise Amplifier & Block Down Converter) ของจานดาวเทียมมาแยกสัญญาณออกเป็น 8 เส้น เพื่อส่งไปยังเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมจำนวน 8 เครื่อง โดยเครื่องรับแต่ละเครื่องจะถูกเลือกให้รับสัญญาณเฉพาะช่องที่ต้องการ จากนั้นสัญญาณภาพและเสียงจากเครื่องรับสัญญาณทั้งหมดนี้จะถูกส่งไปยังเครื่องผสมสัญญาณความถี่วิทยุ (RF Modulator) เพื่อเปลี่ยนให้เป็นคลื่นความถี่มาตรฐานที่เครื่องรับโทรทัศน์สามารถรับสัญญาณได้ หรือเสมือนทำหน้าที่เป็นเครื่องส่งขนาดเล็กจำนวน 8 เครื่อง ส่งความถี่ที่แตกต่างกันนั่นเอง จากนั้นสัญญาณเหล่านี้ก็จะถูกรวมเข้าด้วยกันในเครื่องรวมสัญญาณ (RF Combiner) เพื่อส่งต่อไปยังเครื่องขยายสัญญาณวิทยุ (RF Amplifier) และกระจายไปตามระบบกระจายสัญญาณของอาคารต่อไป

2. อุปกรณ์เฮดเอ็นด์ (Head End)

ชายชาญ โพธิสาร (2552 : 2-17) และทรูปลูกปัญญา (ม.ป.ป. : 22) อธิบายว่า อุปกรณ์เฮดเอ็นด์ เป็นชุดของอุปกรณ์ระบบ MATV SMATV หรือ CATV ที่อยู่ต้นทาง ทำหน้าที่รับ

สัญญาณจากสายอากาศหรือชุดจานรับสัญญาณดาวเทียม และรวม ขยาย หรือปรับสัญญาณให้อยู่ในช่องและระดับที่เหมาะสมเพื่อส่งเข้าระบบกระจายสัญญาณต่อไป อุปกรณ์เฮดเอ็นด์อาจจะประกอบด้วย อุปกรณ์ขยายสัญญาณ อุปกรณ์รวมสัญญาณ อุปกรณ์กรองความถี่ อุปกรณ์แปลงช่องสัญญาณและอุปกรณ์จ่ายกำลังไฟฟ้า โดยรวมอุปกรณ์ทั้งหมดไว้จุดเดียวเพื่อการปรับแต่งได้ง่าย

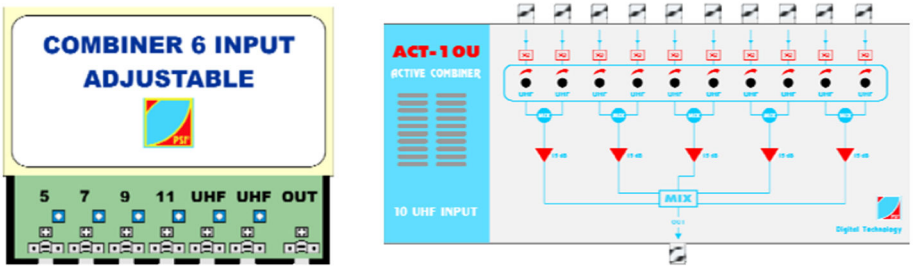
2.1 ชุดกรองสัญญาณ (Filter) เป็นตัวอุปกรณ์ที่ยอมให้สัญญาณความถี่ใดความถี่หนึ่งผ่านไปได้สะดวก และมีอัตราสูญเสียสัญญาณน้อยที่สุด ส่วนสัญญาณความถี่ที่ไม่ต้องการให้ผ่านจะถูกดักไว้ไม่ให้ผ่านหรือจะถูกทำให้สูญเสียสัญญาณมากที่สุด โดยอุปกรณ์กรองสัญญาณ ประกอบการ RLC โดยอุปกรณ์ดังกล่าวจะนำมาต่อกันทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้เกิดค่าที่เหมาะสมกับสัญญาณความที่ใดความถี่หนึ่งที่เราต้องการ ซึ่งเราเรียกกระบวนการนี้ว่า การเกิด “Resonant” ได้แก่ BPF (Band Pass Filter) เป็นฟิลเตอร์แบบกรองเฉพาะย่านความถี่นั้นส่วนใหญ่จะใช้ในการป้องกันสัญญาณรบกวนข้ามกันระหว่างความถี่ ยกตัวอย่าง เช่น เมื่อเราส่งสัญญาณย่าน VL (Very Low Frequency) เข้าไปในระบบแล้ว ปรากฏว่ามีการกวนที่ย่าน VH (Very High Frequency) ทำให้ภายในย่าน VH นั้น ไม่ชัด หรืออาจมีคลื่นรบกวนเราก็ควรที่จะใส่ BPF Low เข้าไปบล็อกสัญญาณเพื่อไม่ให้ไปกวนในย่านอื่น ๆ ได้ (สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ. 2549 : 232) ดังภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 การใช้ Filter เพื่อกรองสัญญาณความถี่ย่านต่าง ๆ
ที่มา : สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ (2549 : 234)

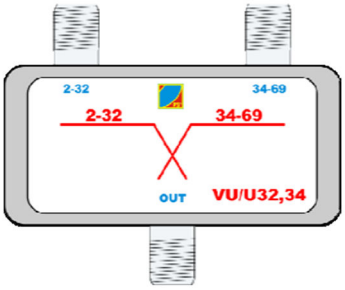
จากภาพที่ 5.1 การต่อใช้งาน BPF สัญญาณจะผ่านไปได้เพียงย่านความถี่ที่ระบุไว้เท่านั้น เช่น BPF-L จะยอมให้ผ่านเพียง VL 47-68 MHz เท่านั้น นอกจากนั้นจะถูกตัดทิ้งไป BPF-H จะยอมให้เพียง VH 174-230 MHz ผ่านไปได้เท่านั้น นอกจากนั้นจะถูกตัดทิ้งไป และ BPF-U จะยอมให้ความถี่ย่าน UHF 470-860 MHz ผ่านไปได้เท่านั้นนอกจากนั้นจะถูกตัดทิ้งไป

2.2 ตัวรวมสัญญาณ (Combiner) เป็นอุปกรณ์รวมสัญญาณจาก Input หลายแหล่งเข้าด้วยกันโดยมีสัญญาณ Output ออกมาเพียงจุดเดียว ทำให้เราสามารถกระจายสัญญาณส่งต่อไปได้หลายจุดพร้อมกัน คอมบายเนอร์ มี 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ แบบไม่มีการขยายสัญญาณ (Passive Combiner) และแบบมีการขยายสัญญาณในตัว (Active Combiner) ดังภาพที่ 5.2



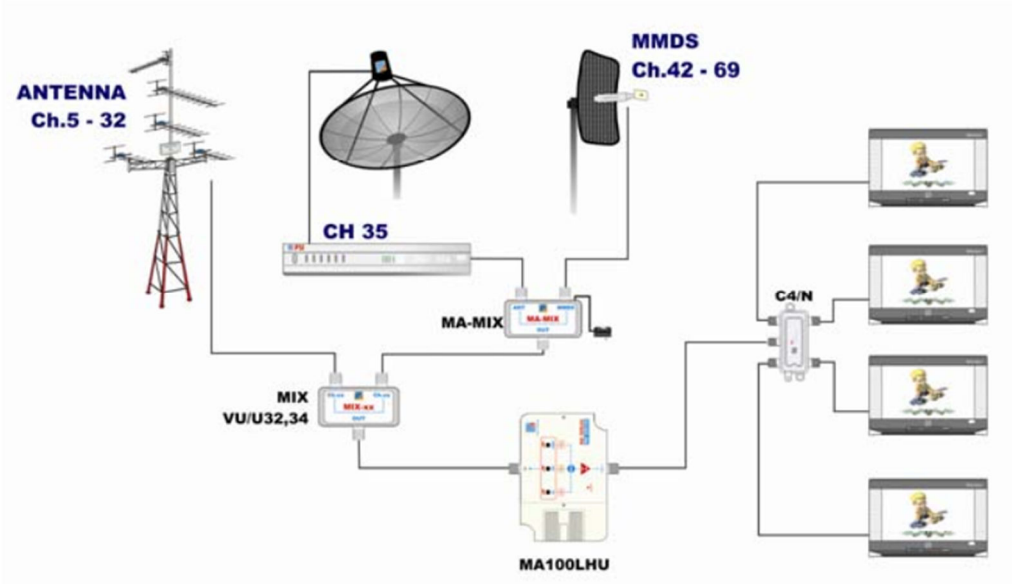
ภาพที่ 5.2 คอมบายเนอร์แบบพาสซีฟ และแบบแอคทีฟ
ที่มา : สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ (2549 : 234)

2.3 มิกเซอร์ (Mixer) เป็นอุปกรณ์รวมสัญญาณจาก 2-3 แหล่งเข้าด้วยกัน โดยสัญญาณต่าง ๆ อาจจะเป็นย่านความถี่เดียวกัน หรือต่างย่านความถี่กัน ขึ้นอยู่กับมิกเซอร์ตัวนั้นว่าผู้ผลิตกำหนดให้รวมความถี่ในย่านใด ลักษณะของมิกเซอร์ ดังภาพที่ 5.3



ภาพที่ 5.3 อุปกรณ์มิกเซอร์ VU/U 32, 34
ที่มา : สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ (2549 : 239)

การใช้มิกเซอร์ จะต้องตรวจสอบความถี่ในพื้นที่ที่จะติดตั้งก่อนว่าช่องที่ส่งสัญญาณ UHF สูงสุดในพื้นที่ช่องอะไร เพื่อที่จะหาความถี่ที่จะใช้งานอีกฝั่งหนึ่งได้ทันที เช่น ในกรุงเทพฯ แผงอากาศส่งช่อง VH, UHF ช่องสูงสุด คือ ช่อง 32 (ความถี่ 599.25 MHz) นั่นก็หมายความว่า เราต้องใช้มิกเซอร์ VU/U ฝั่งแรกช่อง UHF 2-32 และอีกฝั่งใช้ช่อง UHF 34-69 ดังนั้นสัญญาณที่เราจะเพิ่มเติมเข้าไปได้ คือ ช่อง UHF 34-69 นั่นเอง หรืออาจจะมีการส่งสัญญาณดาวเทียมเพิ่มเติม ก็ให้ปรับ RF Out ของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม โดยสามารถเลือกส่งได้ตั้งแต่ช่อง UHF 34-69 ได้เลย ดังภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.4 ตัวอย่างการต่อใช้งานมิกเซอร์ VU/U
ที่มา : สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ (2549 : 240)

2.4 อุปกรณ์ขยายสัญญาณ (Amplifier) เมื่อสัญญาณโทรทัศน์เดินทางจากอุปกรณ์รับสัญญาณผ่านสายสัญญาณ และอุปกรณ์แยกสัญญาณ สัญญาณโทรทัศน์จะถูกลดทอนไปเรื่อย ๆ เมื่อถึงเต้ารับโทรทัศน์ระดับความแรงสัญญาณอาจลดลงจนไม่สามารถรับชมได้ จึงต้องใช้อุปกรณ์ขยายสัญญาณ เพื่อขยายสัญญาณต้นทางให้แรงขึ้นก่อนกระจายสัญญาณไปในระบบ อุปกรณ์ขยายสัญญาณ (ชายชาญ โพธิสาร. 2552 : 2-18 - 2-20) มีดังต่อไปนี้

2.4.1 แชลแนลแอมปลิไฟเออร์ (Chanel Amplifier) เป็นอุปกรณ์ขยายสัญญาณเฉพาะที่ต้องการ โดยตัดสัญญาณความถี่ของช่องอื่น ๆ ออกไป อุปกรณ์ขยายสัญญาณประเภทนี้สามารถให้เอาต์พุตได้สูงถึง 120 dBμV เหมาะกับระบบที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่

2.4.2 มัลติแบนด์แอมปลิไฟเออร์ (Multiband Amplifier) เป็นอุปกรณ์ขยายสัญญาณหลาย ๆ ย่านความถี่ในเครื่องเดียวกัน มีจำนวนอินพุตเท่ากันกับจำนวนย่านที่ทำการขยาย เช่น ย่าน VHF-I VHF-III UHF FM เป็นต้น ส่วนด้านเอาต์พุตมีเพียงช่องเดียว อุปกรณ์ประเภทนี้มีอัตราการขยายประมาณ 30dB เอาต์พุตได้สูงสุดประมาณ 110 dBμV เหมาะกับระบบที่มีขนาดปานกลาง

2.4.3 ปรีแอมป์ปลิไฟเออร์ (Pre-Amplifier) เป็นอุปกรณ์ขยายสัญญาณที่รับจากสายอากาศก่อนที่จะป้อนเข้าแชลแนลแอมปลิไฟเออร์ หรือมัลติแบนด์แอมปลิไฟเออร์ เนื่องจากสัญญาณโทรทัศน์แต่ละช่องที่รับจากสายอากาศอาจมีความแรงของสัญญาณไม่เท่ากัน จึงมีความจำเป็นต้องปรับระดับของสัญญาณแต่ละช่องให้ใกล้เคียงกันก่อน อุปกรณ์ประเภทนี้มีอัตราการขยายประมาณ 20-30 dB

2.4.4 บูสเตอร์ (Booster Amplifier) เป็นอุปกรณ์ขยายสัญญาณที่มีหลักการทำงานคล้ายกับมัลติแบนด์แอมปลิไฟเออร์ คือขยายสัญญาณหลาย ๆ ย่านความถี่ มีอินพุตแยกตาม

ย่านที่ ทำการขยาย แตกต่างตรงที่บูสเตอร์มีเอาต์พุตสูงสุดต่ำกว่ามัลติแบนด์แอมปลิไฟเออร์ จึงเหมาะสำหรับระบบขนาดเล็ก

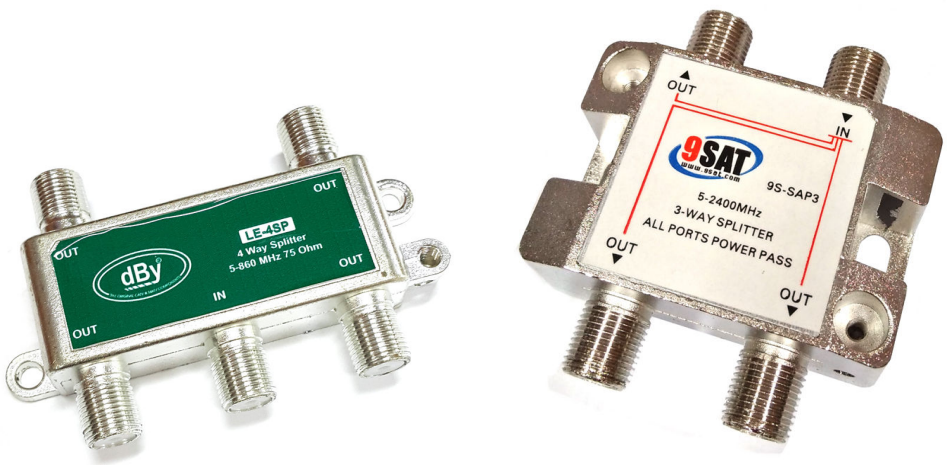
3. อุปกรณ์แยกสัญญาณ

การกระจายสัญญาณในระบบ MATV SMATV หรือ CATV ไปยังจุดรับชมต่าง ๆ ต้องใช้อุปกรณ์แยกสัญญาณ เพื่อรักษาระดับกำลัง และคุณภาพของสัญญาณให้เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ อุปกรณ์แยกสัญญาณแบ่งออกได้ (ชายชาญ โพธิสาร. 2552 : 2-22) ดังนี้

3.1 แท็ปออฟ (Tap-Off) เป็นอุปกรณ์ที่แยกสัญญาณที่ให้กำลังของสัญญาณในแต่ละเอาต์พุตไม่เท่ากัน โดยกำลังของสัญญาณส่วนใหญ่จะผ่านแท็ปออฟไปตามสายเมน สัญญาณที่ไหลไปในสายย่อยจะมีกำลังต่ำลง โดยสัญญาณที่ผ่านเอาต์พุตของแท็ปออฟจะไม่มีการลดทอนไปบางส่วน ในระบบกระจายสัญญาณนิยมใช้แท็ปออฟในส่วนของไรเซอร์ แท็ปออฟสำหรับแยกสัญญาณโทรทัศน์เพียงอย่างเดียวใช้ช่วงความถี่ 5-1,000 MHz ส่วนแท็ปออฟสำหรับแยกสัญญาณโทรทัศน์และสัญญาณดาวเทียมใช้ช่วงความถี่ 5-2,400 MHz ดังภาพที่ 5.5

ภาพที่ 5.5 แท็ปออฟ
ที่มา : Tapoff 2 Way (ม.ป.ป. : 1)

3.2 สปลิตเตอร์ (Splitter) เป็นอุปกรณ์ที่แยกสัญญาณที่ให้กำลังของสัญญาณในแต่ละเอาต์พุตเท่า ๆ กัน จำนวนของเอาต์พุตของสปริตรเตอร์ มีตั้งแต่ 2-6 ขั้วหรือมากกว่า หากมีเอาต์พุต 2 ขั้ว เรียกว่า สปลิตเตอร์ 2 ทาง เป็นต้น สัญญาณที่ผ่านเอาต์พุตของสปลิตเตอร์จะมีการลดทอนลงเช่นเดียวกันกับแท็ปออฟ ในระบบกระจายสัญญาณนิยมใช้สปลิตเตอร์ในส่วนของวงจรย่อย สปลิต-เตอร์สำหรับแยกสัญญาณโทรทัศน์เพียงอย่างเดียวใช้ความถี่ 5-1,000 MHz ส่วนปริตเตอร์สำหรับแยกสัญญาณโทรทัศน์และสัญญาณดาวเทียมใช้ความถี่ 5-2,400 MHz และมีการส่งผ่านไฟฟ้าไปยังหัว LNB ได้ด้วย ผ่านสปลิตเตอร์แบบ All Pass ดังภาพที่ 5.6

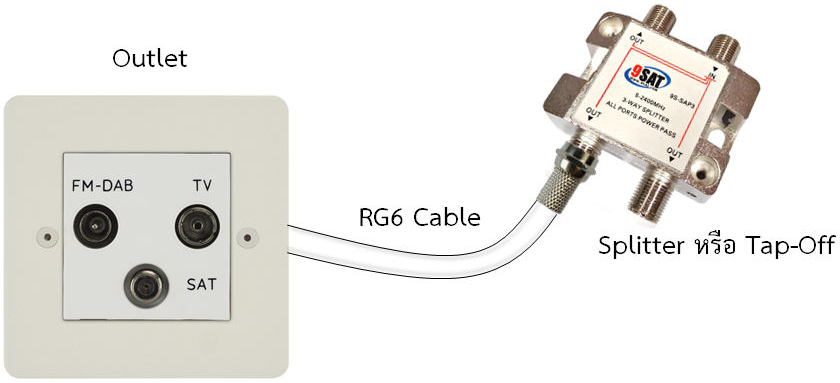


ภาพที่ 5.6 สปลิตเตอร์
ที่มา : Splitter 4 Way DBY ใช้กับระบบทีวี (ม.ป.ป. : 1)

4. เอาต์เลตทีวี

เอาต์เลต (Outlet) เป็นอุปกรณ์ด้านปลายสุดของระบบ MATV ซึ่งจะนำสัญญาณโทรทัศน์และวิทยุเอฟเอ็มมารอไว้ที่ขั้วปลั๊ก เอาต์เลตทีวีที่ใช้งาน MATV มีอยู่ 2 แบบด้วยกัน คือ แบบแยกเดี่ยว (Individual Outlet) และแบบต่ออนุกรม (Loop-Wired Outlet หรือ Series Outlet) ซึ่งมีลักษณะพิเศษ (ชายชาญ โพธิสาร. 2552 : 47-50) ดังต่อไปนี้

4.1 เอาต์เลตทีวีแบบแยกเดี่ยว (Individual Outlet) เอาต์เลตแบบนี้เป็นเอาต์เลตทีวีแบบที่เป็นปลายสายจริง ๆ คือ จะมีแต่สายนำสัญญาณเข้าและไม่มีสายนำสัญญาณออกเพื่อป้อนให้กับเอาต์เลตทีวีตัวถัดไป คือ เป็นเอาต์เลตที่แยกเดี่ยวออกมาจากระบบเพื่อป้อนสัญญาณให้เครื่องรับโทรทัศน์โดยเฉพาะ ลักษณะการขึ้นต่ออยู่กับระบบที่ใช้งาน ดังภาพที่ 5.7



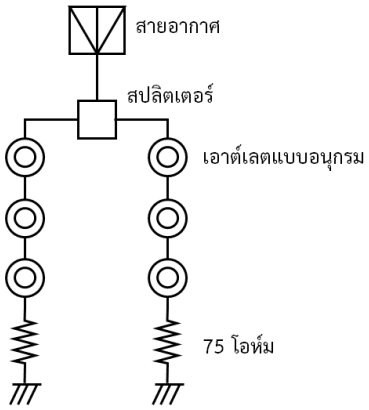
ภาพที่ 5.7 เอาต์เลตทีวีแบบแยกเดี่ยว
ที่มา : Tapoff 2 Way (ม.ป.ป. : 1)

เอาต์เลตทีวีแบบแยกเดี่ยวนี้ ยังแบ่งออกเป็นแบบที่ไม่มีวงจรอยู่ภายในกับแบบที่มีวงจรอยู่ภายใน แบบที่ไม่มีวงจรอยู่ภายใน คือ แบบที่เป็นเอาต์เลตโดด ๆ โดยที่ขั้วเอาต์เลตออกแบบให้แมทช์กับอิมพีแดนซ์ของสายโคแอคเชียล 75 โอห์มพอดี เอาต์เลตชนิดนี้เป็นชนิดที่ใช้กันตามบ้านเพราะมีราคาถูก และเนื่องจากเป็นเอาต์เลตแบบที่ไม่มีวงจรจึงไม่สามารถแยกสัญญาณโทรทัศน์และวิทยุเอฟเอ็มออกจากกัน และขั้วเอาต์เลตก็มีเพียงขั้วเดียว เฉพาะฉะนั้นในระบบที่มีการป้อนสัญญาณวิทยุเอฟเอ็มหรือสัญญาณวิทยุอื่นเข้าไปด้วยก็จะไม่สามารถใช้งานได้

สำหรับเอาต์เลตแบบที่มีวงจรอยู่ภายในนั้น โดยทั่วไปวงจรนี้จะเป็นวงจรฟิลเตอร์ที่แยกสัญญาณโทรทัศน์และสัญญาณวิทยุออกจากกัน และไปออกที่ขั้วเอาต์เลต 2 ขั้วแยกกัน โดยมีค่าบั่นทอนสัญญาณของตัวเอาต์เลตเอาไว้ โดยเอาต์เลตแบบที่มีวงจรนั้นจะมีการบั่นทอนของสัญญาณสูงกว่า แต่จะสูงกว่าอย่างไรนั้น ขึ้นอยู่กับการออกแบบวงจร เช่น กรณีเป็นฟิลเตอร์แบบความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter) และแบบผ่านความถี่ช่วงกลาง (Band Pass Filter) ใช้ในการแยกสัญญาณเอเอ็มและสัญญาณวิทยุเอฟเอ็มออกมาที่ขั้วเอาต์พุตทางด้านวิทยุ (Radio) และฟิลเตอร์แบบผ่านความถี่ในช่วงกลางที่แยกสัญญาณวิทยุเอฟเอ็มออกมามีการบั่นทอนสัญญาณค่อนข้างสูง คือ เป็น 3.5 dB อย่างไรก็ตามการบั่นทอนสัญญาณของวิทยุเอฟเอ็มจะมีผลเสียน้อยกว่าการบั่นทอนสัญญาณของสัญญาณโทรทัศน์ จึงไม่ค่อยเป็นปัญหามากนัก

อนึ่ง เอาต์เลตแบบที่มีวงจรของบางบริษัทใช้วิธีแยกสัญญาณออกในลักษณะเดียวกับสปลิตเตอร์ซึ่งทำให้สัญญาณที่ไปปรากฏที่ขั้วเอาต์เลตของโทรทัศน์และวิทยุเหมือนกันและมีการบั่นทอนสัญญาณสูงประมาณ 3.5 dB ทั้งทางด้านโทรทัศน์และวิทยุ เพราะฉะนั้นจึงต้องระวังเป็นพิเศษ ดังนั้นในการเลือกใช้เอาต์เลตแบบแยกเดี่ยวนั้นก็ต้องเลือกแบบที่ออกแบบไว้ดี คือ มีการบั่นทอนสัญญาณต่ำโดยเฉพาะในแบนด์ของโทรทัศน์

4.2 เอาต์เลตทีวีแบบต่ออนุกรม (Loop-Wired Outlet or Series Outlet) เป็นเอาต์เลตทีวีแบบที่มีการทำงานเหมือนกับแท็ปออฟ คือแท็ปสัญญาณส่วนหนึ่งออกมาที่ขั้วเอาต์เลตและปล่อยให้พลังงานของสัญญาณส่วนใหญ่ผ่านไป นั่นก็หมายความว่าเราสามารถเดินสายเอาต์เลตทีวีแบบนี้ในลักษณะอนุกรมกันไปหลาย ๆ จุดได้ ซึ่งเป็นความสะดวกในการเดินสายอย่างยิ่ง (บัณฑิต โรจน์อารยนันท์. 2538 : 48) ดังภาพที่ 5.8



ภาพที่ 5.8 การเดินสายของเอาต์เลตทีวีแบบอนุกรม
ที่มา : บัณฑิต โรจน์อารยนันท์ (2538 : 48)

จากภาพที่ 5.8 เอาต์เลตทีวีแบบต่ออนุกรมนี้มีรูปร่างภายนอกเหมือนเอาต์เลตทีวีแบบแยกเดี่ยว เพียงแต่มีวงจรภายในที่ทำงานเป็นแท็ปออฟ และมีขั้วสายเข้าและขั้วสายออก เอาต์เลตแบบนี้ก็เช่นเดียวกับแบบแยกเดี่ยว คือมีทั้งแบบที่มีขั้วโทรทัศน์เพียงอย่างเดียว และแบบที่มีทั้งขั้วโทรทัศน์และขั้ววิทยุ

5. หัวต่อแบบต่าง ๆ

การต่อสายระหว่างสายนำสัญญาณกับขั้วสายของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบ MATV โดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 แบบ คือ การต่อปลายสายนำสัญญาณเข้ากับอุปกรณ์โดยตรง กับการต่อโดยใช้หัวต่อ การที่จะใช้การต่อแบบไหนนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของขั้วสายของอุปกรณ์ อุปกรณ์จำพวกสปลิต-เตอร์และแท็ปออฟจะมีขั้วสายทั้งสองแบบ ลักษณะพิเศษของการต่อทั้งสองแบบเป็นดังนี้ คือ การต่อโดยตรงจะทำงานสะดวกกว่าและไม่ต้องเปลืองหัวต่อ แต่จะมีข้อเสียตรงที่ถ้าอุปกรณ์นั้นทำการชีลด์ไว้ไม่ดีก็จะเป็นโอกาสให้สัญญาณรบกวนเข้าสู่ระบบได้ ส่วนการต่อแบบใช้หัวต่อก็จะมีลักษณะกลับกันกับการต่อโดยตรง (ทรูปลูกปัญญา. ม.ป.ป. : 35) ดังนี้

5.1 หัวต่อทีวี (Jack TV) เป็นหัวต่อที่ใช้สำหรับต่อจากเอาต์เลตไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ โดยปลายสายด้านหนึ่งจะต่อหัวต่อทีวีตัวผู้เสียบเข้ากับเอาต์เลต และปลายอีกด้านหนึ่งเป็นหัวต่อตัวผู้เช่นเดียวกันต่อเข้ากับช่องสายอากาศ RF ของโทรทัศน์ ดังภาพที่ 5.9

ก) ลักษณะหัวต่อทีวีตัวผู้แบบงอ

ข) ลักษณะการต่อใช้งาน

ภาพที่ 5.9 หัวต่อทีวีและลักษณะการต่อใช้งาน
ที่มา : Jack TV ตัวผู้ข้องอ แบบพลาสติก IKUSHI (2560 : 1)

5.2 หัวต่อ F-Type หรือหัวต่อแบบเอฟ เป็นหัวต่อที่ใช้สำหรับต่อสายนำสัญญาณโคแอคเชียลเข้ากับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น การต่อสายโคแอคเชียลเข้ากับสปลิตเตอร์หรือแท็ปออฟ หรือต่อเข้ากับอุปกรณ์ในระบบ Head End ซึ่งจะใช้แกนของสายโคแอคเชียลเป็นปลั๊กเสียบ แล้วอาศัยการยึดด้วยการขันสกรู หัวต่อแบบเอฟนี้จะมีการยึดที่แข็งแรงและมีชีลด์ที่ดี แต่มีข้อเสียที่มีราคาแพงและการต่อสายเข้ากับหัวต่อทำได้ยากกว่า ในการเข้าหัวอาจใช้หัวต่อเอฟแบบเกลียวหรืออาจใช้แบบคีมย้ำก็ได้ ดังภาพที่ 5.10

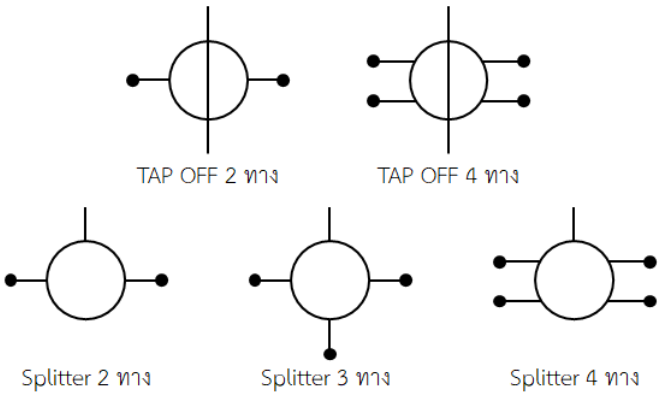
ภาพที่ 5.10 F-Type Connector for RG 6, Twist Type
ที่มา : Link F-Type Conector RG6 (ม.ป.ป. : 1)

อุปกรณ์แยกสัญญาณ

การออกแบบระบบการเดินสายภายในอาคาร คือ การกำหนดวางอุปกรณ์ต่าง ๆ และการคิดคำนวณระดับสัญญาณโทรทัศน์ที่จุดต่าง ๆ ของเอาต์เลททีวี พร้อมทั้งจำนวนอุปกรณ์ที่ใช้งานมีอะไรบ้างจำนวนเท่าใด ซึ่งทำให้ทราบค่าใช้จ่ายอุปกรณ์ล่วงหน้า และเสนอราคาให้กับลูกค้าได้ ฉะนั้นผู้ออกแบบจะต้องมี ความรู้เกี่ยวกับสเปคสินค้าในแต่ละตัว และแนวทางการออกแบบระบบภายในอาคาร เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณหาความแรงสัญญาณ ตั้งแต่อุปกรณ์ Head End ที่ได้กล่าว

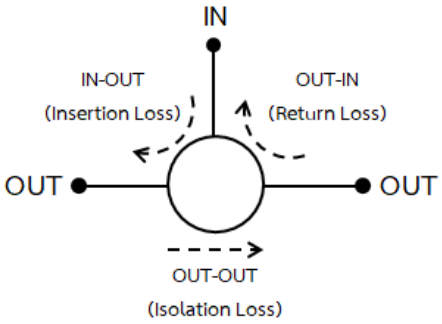
มาแล้วและอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น สายนำสัญญาณ สปลิตเตอร์ แท็ปออฟ จะมีการสูญเสียสัญญาณเกิดขึ้น นอกจากนี้การเลือกใช้ความถี่ ก็มีผลต่อการคำนวณ ให้เลือกความถี่สูงสุดที่ส่งในระบบมาคำนวณหาสปลิตเตอร์และแท็ปออฟ อธิบายสัญลักษณ์และการออกแบบ (สมพร ธีระโรจน์พงษ์และคณะ. 2549 : 282) ได้ดังนี้

1. สัญลักษณ์ของสปลิตเตอร์และแท็ปออฟ เพื่อใช้ในการออกแบบผังระบบ ดังภาพที่ 5.11



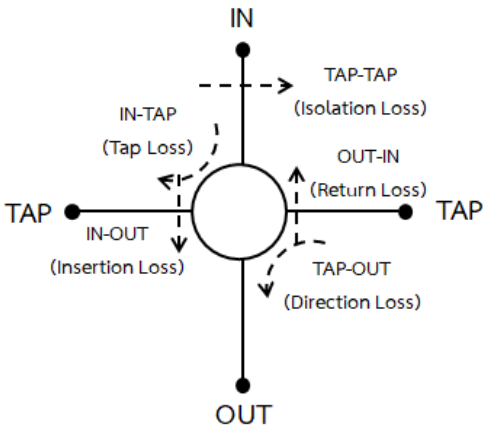
ภาพที่ 5.11 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการออกแบบ
ที่มา : สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ (2549 : 282)

1.1 ชื่อเรียกของอัตราการสูญเสียของสปลิตเตอร์ แบบ 2 ทาง ดังภาพที่ 5.12



ภาพที่ 5.12 ชื่อเรียกของอัตราการสูญเสียสัญญาณ Splitter 2 ทาง
ที่มา : สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ (2549 : 283)

1.2 ชื่อเรียกของอัตราการสูญเสียของแท็ปออฟ แบบ 2 ทาง ดังภาพที่ 5.13



ภาพที่ 5.13 ชื่อเรียกของอัตราการสูญเสียสัญญาณ Tap Off 2 ทาง
ที่มา : สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ (2549 : 283)

2. คำอธิบายเกี่ยวกับสปลิตเตอร์และแท็ปออฟ

อัตราการสูญเสียสัญญาณเพื่อการคำนวณระบบเดินสายภายในอาคาร สามารถอธิบายการสูญเสีย ณ จุดต่าง ๆ (สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ. 2549 : 283) ดังนี้

Insertion Loss คือ อัตราการสูญเสียสัญญาณจากจุดต่อสัญญาณเข้า (In) สู่จุดต่อสัญญาณออก (Out) ซึ่งค่าการสูญเสียสัญญาณจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับย่านความถี่ VHF หรือ UHF และชนิดของอุปกรณ์

Tap Loss คือ การสูญเสียสัญญาณจากจุดต่อสัญญาณเข้า (IN) สู่จุดต่อสัญญาณแท็ป (Tap) ซึ่งค่า Tap Loss จะมีค่าคงที่ -10 dB

อัตราการสูญเสียสัญญาณที่ผู้ผลิตต้องระบุ ดังนี้

Return Loss คือ การสูญเสียสัญญาณจากจุดต่อสัญญาณออก (Out) สู่จุดต่อสัญญาณเข้า (In)

Isolation Loss คือ การสูญเสียสัญญาณจากจุดต่อสัญญาณแท็ป (Tap) สู่จุดต่อสัญญาณแท็ป (Tap)

Direction Loss คือ การสูญเสียสัญญาณจากจุดต่อสัญญาณแท็ป (Tap) สู่จุดต่อสัญญาณออก (Out)

3. ลักษณะการต่อสปลิตเตอร์และการคำนวณหาค่าการสูญเสีย

ลักษณะการต่อสปลิตเตอร์แบบต่าง ๆ และการหาค่าการสูญเสียสัญญาณของสปลิตเตอร์ (สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ. 2549 : 284) ดังภาพที่ 5.14

ภาพที่ 5.14 ตัวอย่างการติดตั้ง MATV Splitter
ที่มา : สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ (2549 : 284)

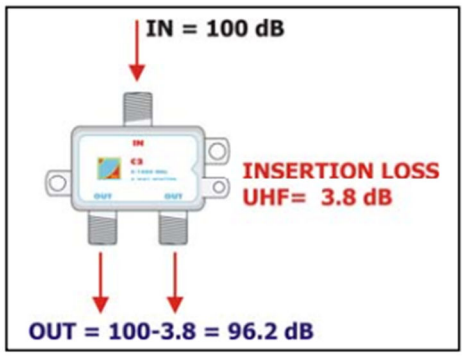
4. สปลิตเตอร์และการคำนวณ

สำหรับตัวสปลิตเตอร์ จะนำค่า Insertion Loss มาใช้ในการคำนวณสัญญาณ โดยจะคำนวณในย่านความถี่ UHF (ความถี่สูงสุดที่ส่งในระบบ) ซึ่งสัญญาณ Out ของสปลิตเตอร์จะมีความแรงสัญญาณเท่ากันทุก Out โดยตัวอย่างของสินค้ายี่ห้อ PSI (สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ. 2549 : 284-285) ดังภาพที่ 5.15 - ภาพที่ 5.17

ตัวอย่าง

ตัวสปลิตเตอร์ รุ่น C2

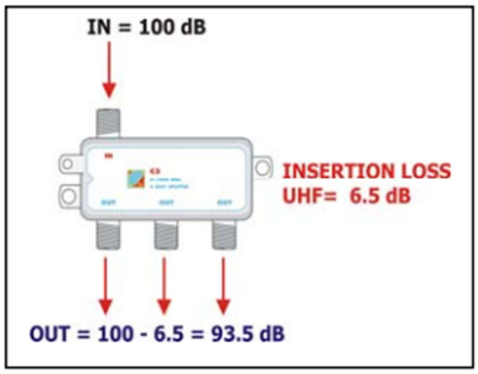
Insertion Loss ย่าน UHF มีค่า 3.8 dB



สัญญาณ Out
= สัญญาณ In ลบด้วย Insertion Loss
= 100 - 3.8
= 96.2 dB

ภาพที่ 5.15 ตัวอย่างการคำนวณสปลิตเตอร์ รุ่น C2
ที่มา : สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ (2549 : 284)

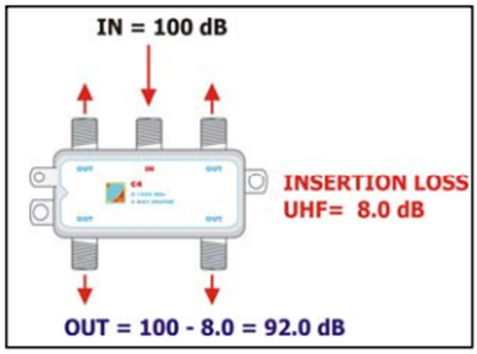
ตัวสปลิตเตอร์รุ่น C3
Insertion Loss ย่าน UHF มีค่า 6.5 dB



สัญญาณ Out
= สัญญาณ In ลบด้วย Insertion Loss
= 100 - 6.5
= 93.5 dB

ภาพที่ 5.16 ตัวอย่างการคำนวณสปลิตเตอร์ รุ่น C3
ที่มา : สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ (2549 : 285)

ตัวสปลิตเตอร์ รุ่น C4
Insertion Loss ย่าน UHF มีค่า 8.0 dB

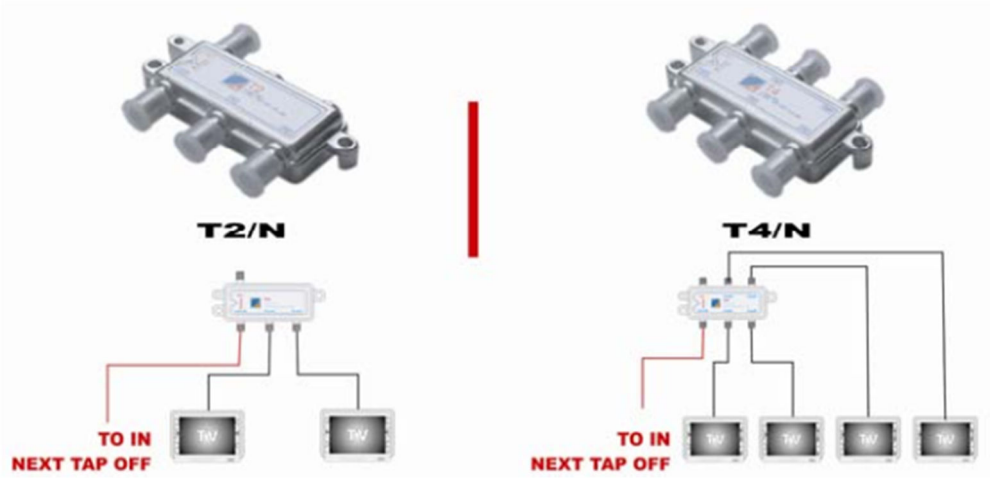


สัญญาณ Out
= สัญญาณ In ลบด้วย Insertion Loss
= 100 - 8.0
= 92.0 dB

ภาพที่ 5.17 ตัวอย่างการคำนวณสปลิตเตอร์ รุ่น C4
ที่มา : สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ (2549 : 285)

5. ลักษณะการต่อแท็ปออฟและการคำนวณหาค่าการสูญเสีย

ลักษณะการต่อแท็ปออฟแบบต่าง ๆ และการหาค่าการสูญเสียสัญญาณของแท็ปออฟ (สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ. 2549 : 286) ดังภาพที่ 5.18



ภาพที่ 5.18 ตัวอย่างการติดตั้ง Tap Off
ที่มา : สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ (2549 : 286)

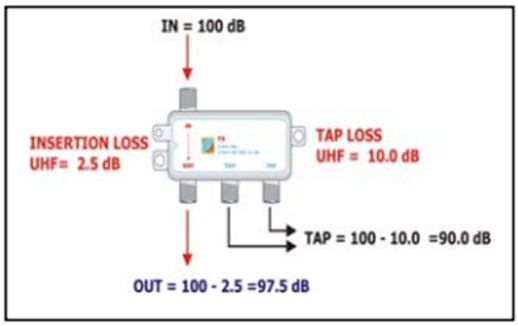
6. แท็ปออฟและการคำนวณ

การหาค่าการสูญเสียสัญญาณ แท็ปออฟ มีลักษณะการติดตั้ง Tap Off จะนำค่า Insertion Loss และ Tap Loss มาใช้ในการคำนวณสัญญาณ โดยจะคำนวณในย่าน UHF (ความถี่สูงสุดที่ส่งในระบบ) ซึ่งสัญญาณระหว่าง In กับ Out ของตัวแท็ปออฟ จะมีค่าสูญเสียสัญญาณต่ำมาก เหมาะกับการไปต่ออุปกรณ์จุดถัดไป หรือที่เรียกว่าเป็นสายเมน ส่วนสัญญาณ Tap จะมีค่าสูญเสียสัญญาณตามค่าที่กำหนดไว้ เช่น 10 dB เหมาะสำหรับต่อเข้าทีวีโดยตรง (สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ. 2549 : 286-287) ดังภาพที่ 5.19 - ภาพที่ 5.20

ตัวอย่าง

ตัวแท็ปออฟ รุ่น T2

Insertion Loss ย่าน UHF มีค่า 2.5 dB, Tap Loss มีค่า 10 dB

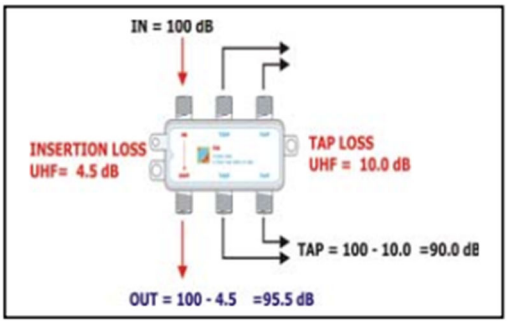


สัญญาณ Out
= สัญญาณ In ลบด้วย Insertion Loss
= 100 - 2.5
= 97.5 dB
สัญญาณ Tap
= สัญญาณ In ลบด้วย Tap Loss
= 100 - 10.0
= 90.0 dB

ภาพที่ 5.19 ตัวอย่างการคำนวณ Tap Off รุ่น T2
ที่มา : สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ (2549 : 286)

ตัวแท็ปออฟ รุ่น T4

Insertion Loss ย่าน UHF มีค่า 4.5 dB, Tap Loss มีค่า 10 dB

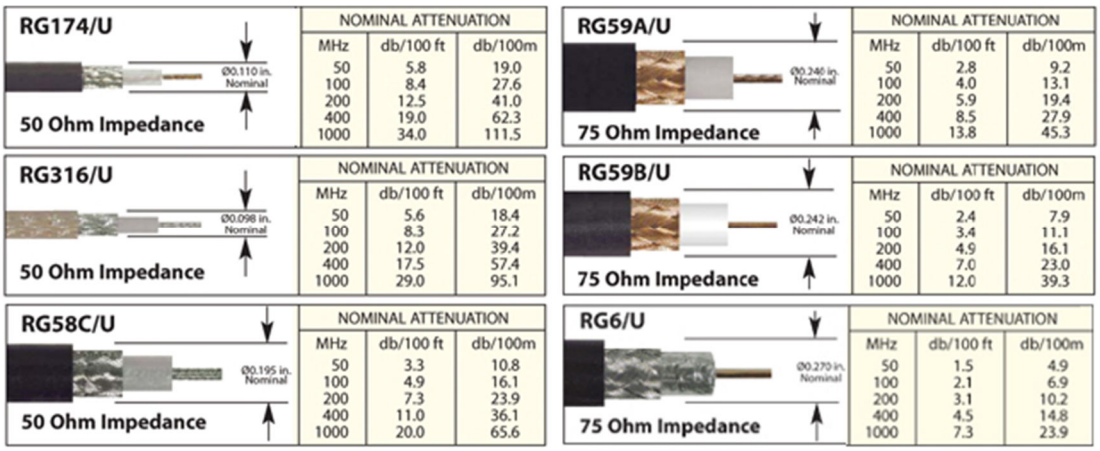


สัญญาณ Out
= สัญญาณ In ลบด้วย Insertion Loss
= 100 - 4.5
= 95.5 dB
สัญญาณ Tap
= สัญญาณ In ลบด้วย Tap Loss
= 100 - 10.0
= 90.0 dB

ภาพที่ 5.20 ตัวอย่างการคำนวณ Tap Off รุ่น T4
ที่มา : สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ (2549 : 287)

การคำนวณอัตราการสูญเสียสายนำสัญญาณ

ในการทำงานระบบทีวีรวม หรือ ที่เรียกว่า MATV นั้น ควรเลือกซื้อสายนำสัญญาณที่มีคุณภาพ และมีคุณลักษณะอัตราการสูญเสียของสายบอกไว้อย่างชัดเจน เพื่อที่จะได้นำมาคำนวณพร้อมทั้งออกแบบภายในอาคาร ให้สัญญาณโทรทัศน์ชัดสำหรับทุกจุด (สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ. 2549 : 287) ดังภาพที่ 5.21



ภาพที่ 5.21 คุณลักษณะการสูญเสียสัญญาณของสายโคแอคเชียลต่อ 100 เมตร
ที่มา : L-com Explains RG-Style Coaxial Cable (2013 : 1)

จากภาพที่ 5.21 ค่า Nominal Attenuation (dB/100 เมตร) คือค่าการสูญเสียสัญญาณของสายต่อ 100 เมตร ต่อความถี่ที่ใช้งาน จะเห็นได้ว่าความถี่ต่ำ จะมีการสูญเสียสัญญาณต่ำกว่า

ความถี่สูง เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ จะหาค่าการสูญเสียสัญญาณของสายต่อ 1 เมตร เช่น จากภาพที่ 5.21 สาย RG6/U ที่ความถี่ 400 MHz จะมีอัตราการสูญเสีย 14.8 dB/100m จึงมีสูตรการคำนวณ (สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ. 2549 : 287) ดังนี้

อัตราสูญเสียสัญญาณ ต่อสาย 1 เมตร = อัตราการสูญเสียสัญญาณ ต่อสาย 100 เมตร หารด้วย 100

= 14.8 ÷ 100

= 0.148 dB หรือ 0.15 dB

เมื่อได้อัตราการสูญเสียต่อ 1 เมตร คือ 0.15 dB จะนำค่านี้ใช้สำหรับหาอัตราการสูญเสียสัญญาณที่มีความยาวมากกว่า 1 เมตร ดังนี้

นำค่าการสูญเสียสัญญาณ ต่อสาย 1 เมตร คูณด้วยค่าอัตราความยาวของสายที่ต้องการทราบ เช่น หากต้องการทราบว่า สายยาว 10 เมตร มีการสูญเสียเท่าไร

ค่าสูญเสียสายนำสัญญาณยาว 10 เมตร = 0.15 × 10 (สายนำสัญญาณยาว 10 เมตร)

= 1.5 dB

เครื่องมือวัดสัญญาณในระบบเคเบิลทีวี

การทำงานระบบเคเบิลทีวีสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ก็คือเครื่องมือในการวัดความแรงของสัญญาณ ซึ่งมีอยู่หลายประเภทขึ้นอยู่กับประเภทและความจำเป็นในการใช้งาน หากใช้ในการวัดสัญญาณย่านความถี่ต่ำ ๆ (40 - 870 MHz) ก็อาจจะไม่ต้องใช้ความละเอียดมาก หากต้องการใช้ในการวัดถึงย่านสัญญาณดาวเทียม (950 - 2150 MHz) ก็ต้องใช้เครื่องมือวัดที่มีย่านการวัดที่กว้างกว่า ซึ่งก็หมายความว่าถ้าใช้เครื่องมือวัดที่ประสิทธิภาพสูงขึ้น ราคาก็ย่อมสูงขึ้นตามไปด้วย แบ่งเครื่องมือวัดออกได้ (สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลป์กานต์ อยู่รอด. 2552 : 78) ดังนี้

1. เครื่องวัดความแรงสัญญาณ RF ใช้สำหรับตรวจสอบความแรงสัญญาณของช่องต่าง ๆ ในการวางระบบเคเบิลทีวี (MATV, CATV) แสดงผลออกมาเป็นตัวเลข หน่วยวัดเป็น dBV ทำให้การทำงานระบบง่ายขึ้น สามารถเช็คสัญญาณโดยเลือกจะเป็นช่องหรือเลือกเป็นความถี่ก็ได้ (ตรวจสอบได้ทั้งย่าน VL, VH, S-Band และ UHF) และสามารถวัดกระแสไฟตามสายในงานระบบ CATV ได้ ซึ่งมีคุณสมบัติของเครื่อง (TV & FM Signal Level Meter. 2005 : 2) ดังนี้

1. ช่วงความถี่ 48-860 MHz (CCIR)
2. วัดค่าระดับสัญญาณโทรทัศน์ (RF Level) หน่วย dBμV
3. วัดความแรงของสัญญาณในระหว่าง 30-126 dBμV
4. แสดงผลต่างค่าระหว่าง V/A Carrier เป็น dB
5. วัดค่า SLOPE ในสายเคเบิลระหว่างสัญญาณ 2 สัญญาณ
6. วัดค่า Volt AC ในสายเคเบิลทีวีได้
7. ใช้ในงานติดตั้งสายอากาศทีวี หรือ Drop Wire เคเบิลทีวี

8. ขนาดเล็กและน้ำหนักเบา มีกระเป๋าสะพาย

จากคุณสมบัติของเครื่องวัดสัญญาณ RF ของ TV และ FM แสดงรูปร่างลักษณะดังภาพที่ 5.22

ภาพที่ 5.22 เครื่องวัดความแรงสัญญาณ RF ยี่ห้อ TAFN TF-100
ที่มา : TV & FM Signal Level Meter (2005 : 2)

2. เครื่องวัดสัญญาณแบบกราฟ เป็นเครื่องมือที่เรียกว่า สเปกตรัมอนาไลเซอร์ (Spectrum Analyzer) มีฟังก์ชั่นสำหรับวิเคราะห์ปัญหาด้วยการแสดงเป็นกราฟให้เห็นว่ามีสัญญาณมารบกวนตรงตำแหน่งความถี่ใด ช่วยให้การแก้ปัญหาตรงจุดและรวดเร็วยิ่งขึ้น โดยส่วนใหญ่เครื่องมือขนาดนี้จะสามารถวัดสัญญาณได้ถึงความถี่ย่านดาวเทียม (950 - 2150 MHz) นั่น หมายถึง เครื่องมือนี้สำหรับช่วยเหลือในการติดตั้งจานดาวเทียมได้ และในปัจจุบันเครื่องมือวัดสัญญาณประเภทนี้ก็มีประสิทธิภาพสูงมากขึ้น สามารถวัดและแสดงผลเป็นกราฟ กล่าวคือ สามารถใช้เพื่อการวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างละเอียด ดังภาพที่ 5.23

ภาพที่ 5.23 Spectrum Analyzer
ที่มา : H600/SA2600 Series Spectrum Analyzer (2011 : 1)

เครื่องมือที่ใช้ในงานติดตั้ง

ในการติดตั้งระบบเคเบิลทีวีนั้น ต้องใช้เครื่องมือที่เฉพาะทางเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างเหมาะสมและสะดวกต่อการปฏิบัติงาน นอกเหนือจากเครื่องมือวัดสัญญาณแล้ว ยังมีเครื่องมือที่จะใช้ในการปอกสายและเข้าสายนำสัญญาณ (Stripping Tool RG59, RG6 & RG11 for F-twist Connector คีมปอก. 2558 : 16-17) มีดังนี้

1. **เครื่องมือปอกสาย**

สายที่ใช้ในงานระบบเคเบิลทีวีส่วนใหญ่จะใช้สายนำสัญญาณโคแอคเชียล ซึ่งการปอกสายนำสัญญาณประเภทนี้จะต้องทำให้ถูกต้อง เนื่องจากสายโคแอคเชียลมีชีลด์หุ้มอยู่ และชีลด์ยังทำหน้าที่เป็นกราวด์เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ให้ครบวงจรอีกด้วย ดังนั้นการปอกสายชีลด์จึงต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ หรือต้องใช้เครื่องมือในการปอกสายให้เหมาะสมเพื่อไม่ให้ชีลด์ขาด ซึ่งจะทำให้อิมพีแดนซ์ของสายเปลี่ยนไปได้ ลักษณะมีปอกสายนำสัญญาณ ดังภาพที่ 5.24

ภาพที่ 5.24 มีดปอกสาย RG-6, สายแลน Cat5, Cat6
ที่มา : Stripping Tool RG59, RG6 & RG11 for F-twist Connector คีมปอก (2558 : 17)

2. **คีมเข้าหัว หรือคีมย้ำหัว**

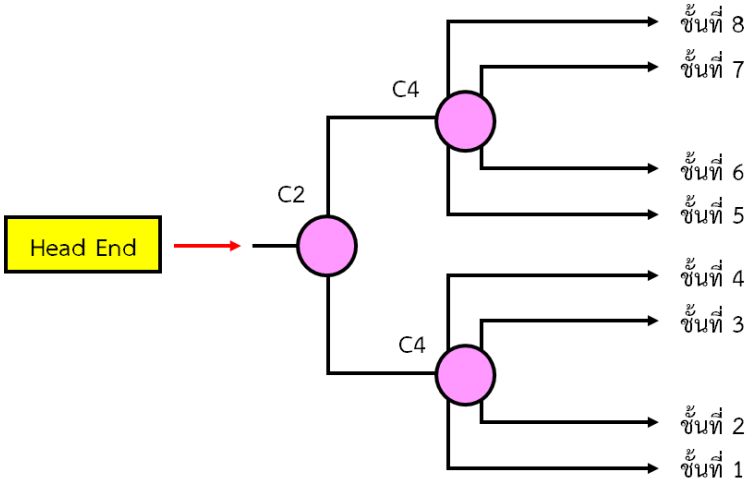
เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับย้ำหัว F-Type แบบย้ำเข้ากับสายนำสัญญาณโคแอคเชียล โดยคีมชนิดนี้จะทำให้ชีลด์ถูกบีบติดกับ F-Type ไม่หลุดง่าย และเป็นการเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างสายได้อย่างดีอีกด้วย ดังภาพที่ 5.25

ภาพที่ 5.25 คีมบีบสำหรับ For BNC RG58, 59, 62, UC-8118 LINK
ที่มา : คีมบีบสำหรับ For BNC RG58, 59, 62, UC-8118 LINK (2558 : 16)

หลักการออกแบบระบบการเดินสายสัญญาณในอาคาร

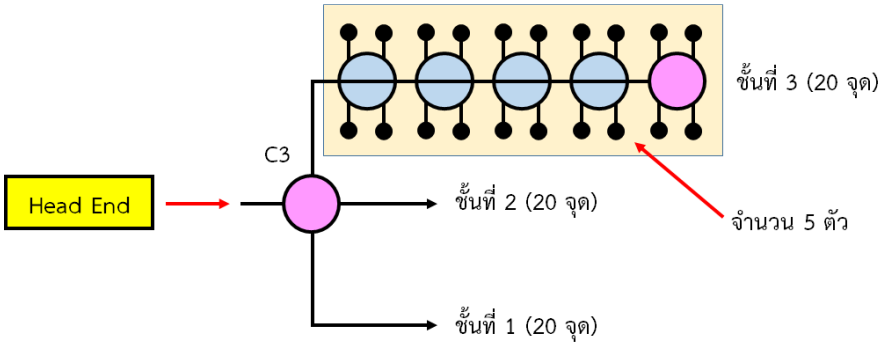
ในระบบ MATV การเดินสายสัญญาณในอาคารมีความสำคัญจึงต้องทำการกำหนดอุปกรณ์และคำนวณสัญญาณทุกจุด เพื่อให้ระดับสัญญาณเท่ากันให้มากที่สุด และมีความแรงของสัญญาณที่เหมาะสม ดังนั้นจึงต้องมีหลักการในการออกแบบระบบของสายสัญญาณในอาคาร (สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ. 2549 : 292) ดังนี้

1. ระบบสายเมนใหญ่ให้ใช้ตัวสปลิตเตอร์ ในการแบ่งสายเมนออกให้แต่ละชั้น โดยการใช้ตัวสปลิตเตอร์ C2 = 1 ตัว และ C4 = 2 ตัว ทำให้ได้สัญญาณสายเมนทั้งหมด 8 เส้นสำหรับอาคาร 8 ชั้น ดังภาพที่ 5.26



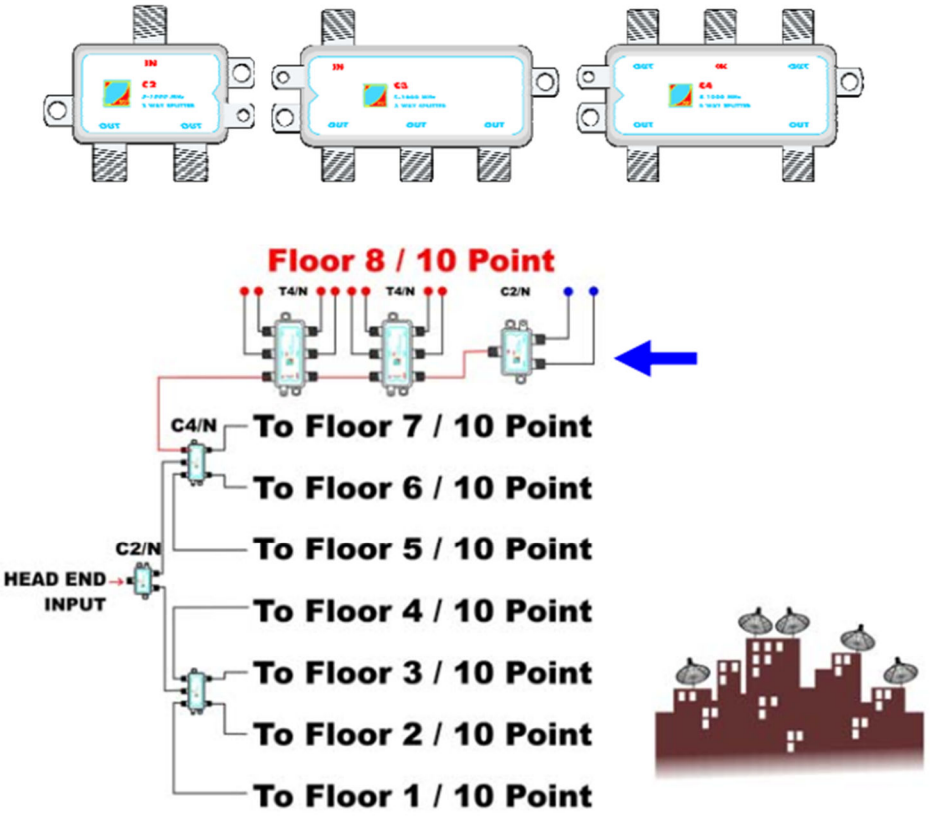
ภาพที่ 5.26 ลักษณะการต่อสปลิตเตอร์สำหรับอาคาร 8 ชั้น
ที่มา : สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ (2549 : 292)

2. ระบบสายเมนย่อย ใช้ตัวสปลิตเตอร์และแท็ปออฟ ไม่เกิน 5 ตัว เพื่อคุณภาพสัญญาณที่ดี จะใช้แท็ปออฟ T4 = 4 ตัว และ ตัวสปลิตเตอร์ C4 = 1 ตัว ซึ่งจะต่อเข้าโทรทัศน์ได้ทั้งหมด 20 เครื่อง ดังภาพที่ 5.27



ภาพที่ 5.27 การต่อสปลิตเตอร์และแท็ปออฟ
ที่มา : สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ (2549 : 292)

3. อุปกรณ์ตัวสุดท้ายของระบบให้ใช้เป็นตัวสปลิตเตอร์ เพราะป้องกันการรบกวนสัญญาณและไฟย้อนกลับเข้า Head End ดังภาพที่ 5.28



ภาพที่ 5.28 อุปกรณ์และลักษณะการติดตั้งสปลิตเตอร์ไว้เป็นตัวสุดท้าย สำหรับตึก 8 ชั้น 80 จุด
ที่มา : สมพร ธีระโรจน์พงษ์ และคณะ (2549 : 293)

4. ความแรงสัญญาณที่เอาท์เลตทีวี ต้องไม่ต่ำกว่า 65 dB เพราะ หากความแรงน้อยกว่านี้จะมีผลทำให้สัญญาณภาพไม่ชัด เป็นสโนว์ (หากเป็นทีวีรุ่นใหม่บางยี่ห้อ ความแรงสัญญาณเพียง 50 dB ก็ชัดแล้ว)

ดังนั้นสิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่งของระบบที่ใช้มากที่สุด ต้องคำนวณและวางแผนก็คือ อุปกรณ์จำพวกสปลิตเตอร์ แท็ปออฟ และสายนำสัญญาณ เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดว่าสัญญาณจะไปถึงปลายทางอย่างแน่นอนและคุณภาพของสัญญาณเพียงพอต่อการใช้งานในแต่ละจุด ดังนั้นการออกแบบระบบ MATV หรือ CATV ก็ต้องให้ความสำคัญกับอุปกรณ์ดังกล่าวนี้พอสมควร

บทสรุป

ระบบ MATV เป็นระบบกระจายสัญญาณโทรทัศน์ไปยังจุดต่าง ๆ ของอาคาร หรือส่วนบริเวณที่อยู่ภายในอาคาร ส่วนใหญ่จะใช้กับอาคารขนาดใหญ่ เช่น โรงแรม อพาร์ทเมนต์ คอนโดมิเนียม เป็นต้น ลักษณะการกระจายของสัญญาณจะเริ่มต้นด้วยการรับสัญญาณเข้ามาทางอุปกรณ์ Head End ขยายสัญญาณแล้วกระจายออกไปยังชั้นต่าง ๆ ของอาคาร โดยการติดตั้งจะต้องคำนึงถึงความแรงของสัญญาณที่เข้ามา และสัญญาณที่ขยายออกไปยังจุดต่าง ๆ ของอาคารจะต้องเพียงพอและมีระดับสัญญาณเทียบเท่ากันทุกจุด อุปกรณ์ที่จำเป็นในระบบนี้ก็คือ สปลิตเตอร์ และแท็ปออฟ ซึ่งทำหน้าที่ในการกระจายสัญญาณโทรทัศน์ไปที่ปลายทาง ผ่านสายนำสัญญาณโคแอคเชียล ดังนั้นการวางระบบจะต้องคำนวณค่าอัตราการสูญเสียของอุปกรณ์และสายนำสัญญาณเป็นอย่างดี ดังนั้นอุปกรณ์เฮดเอนด์ประกอบไปด้วย ชุดกรองสัญญาณ ตัวรวมสัญญาณคอมไบเนอร์ มิกเซอร์ อุปกรณ์ขยายสัญญาณ ได้แก่ แชลแนลแอมปลิไฟเออร์ มัลติแบนด์แอมปลิไฟเออร์ ปรีแอมปลิไฟเออร์ บูสเตอร์ และสุดท้าย อุปกรณ์แยกสัญญาณ ได้แก่ แท็ปออฟ สปลิตเตอร์ การเลือกใช้อุปกรณ์สำหรับต่อใช้งานก็จะต้องเลือกให้เหมาะสม ได้แก่ หัวต่อต่าง ๆ เอาต์เลตทีวี แจ็คทีวี หัวต่อ F-Type เป็นต้น ในการติดตั้งสิ่งที่จำเป็นอย่างหนึ่งก็คือ เครื่องมือวัดสัญญาณ ซึ่งจะทำให้มองเห็นภาพของสัญญาณและระดับสัญญาณได้อย่างชัดเจน ดังนั้นเมื่อออกแบบระบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ความแรงสัญญาณที่เอาต์เลตทีวีจะต้องมีระดับสัญญาณไม่ต่ำกว่า 65 dB เพราะหากความแรงน้อยกว่านี้จะมีผลทำให้สัญญาณภาพไม่ชัด จึงควรเผื่อค่าอัตราการสูญเสียของสัญญาณไว้ด้วย