

การติดตั้งงานระบบสายอากาศรวม

สำหรับอาคารสูง

หรือ

MATV

MASTER ANTENNA TELEVISION

นายสุรจิต บุญยุบล

# นายสุรจิต บุญยุบล

## ประวัติการศึกษาการศึกษา

- ปริญญาโท วิศวกรรมสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ MSIT-4
- ปริญญาตรี วิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล รุ่นที่ ๑
- ผ่านการอบรมหลักสูตร Novell Netware จาก UTHA, USA
- ผ่านการอบรมหลักสูตร Microsoft Certified System Engineer
- ผ่านการอบรมหลักสูตร Mini MBA จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ผ่านการอบรมหลักสูตรการเมืองการปกครอง สถาบันพระปกเกล้า

# นายสุรจิต บุญยุบล

## การทำงาน

- วิศวกรสายส่ง บริษัท ซีโนไทย เอ็นจิเนียริง แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด
- อาจารย์ประจำ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ รร.กรุงเทพการบัญชีวิทยาลัย
- อาจารย์พิเศษ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
- เปิดบริษัท พัฒนา โปรแกรมขอคืนภาษี นำเข้า/ส่งออก มาตรา 19 ทวิ, โปรแกรมระบบการศึกษา และโปรแกรมบริหารคลังสินค้า
- พัฒนาระบบการติดตั้งระบบ Cable TV ในโรงแรม ให้กับ บริษัท Movie Link จำกัด
- พัฒนาระบบการจัดทำแผนที่ภาษี และทะเบียนทรัพย์สิน ให้กับ องค์กรปกครองท้องถิ่น
- ปัจจุบัน ที่ปรึกษาฯ อนุกรรมการถ่ายโอนภารกิจองค์กรปกครองท้องถิ่น และที่ปรึกษาฯ กรรมการปกครองท้องถิ่น สภานิติบัญญัติแห่งชาติ

**MATV**

**MASTER ANTENNA TELEVISION**

**คือ อะไร ?**

# MATV หรือ MASTER ANTENNA TELEVISION

- ระบบ MATV มาจากคำเต็มว่า Master Antenna Television หมายถึง ระบบ หรือวิธีการกระจายสัญญาณ โทรทัศน์ และเอฟเอ็ม ไปยังจุดต่างๆ ภายในอาคารเป็น จำนวนหลายๆ จุด ซึ่งอาจเป็นภายในอาคารเดียวกัน หรือ ในกลุ่มอาคารบริเวณใกล้เคียงกันโดยใช้สายอากาศเพียงชุด เดียว

# MATV หรือ MASTER ANTENNA TELEVISION

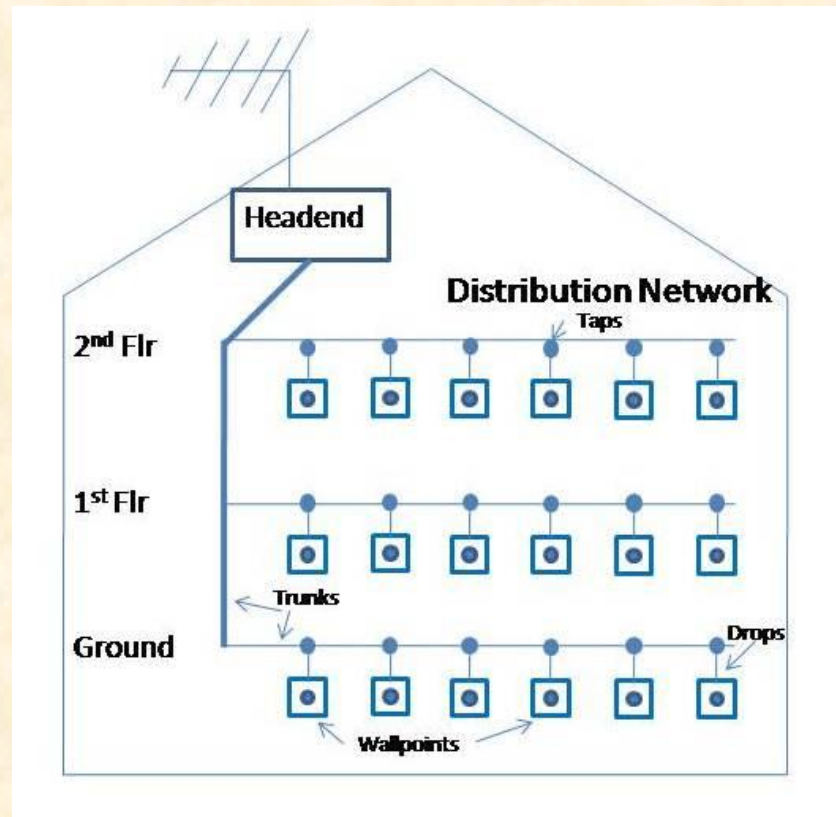
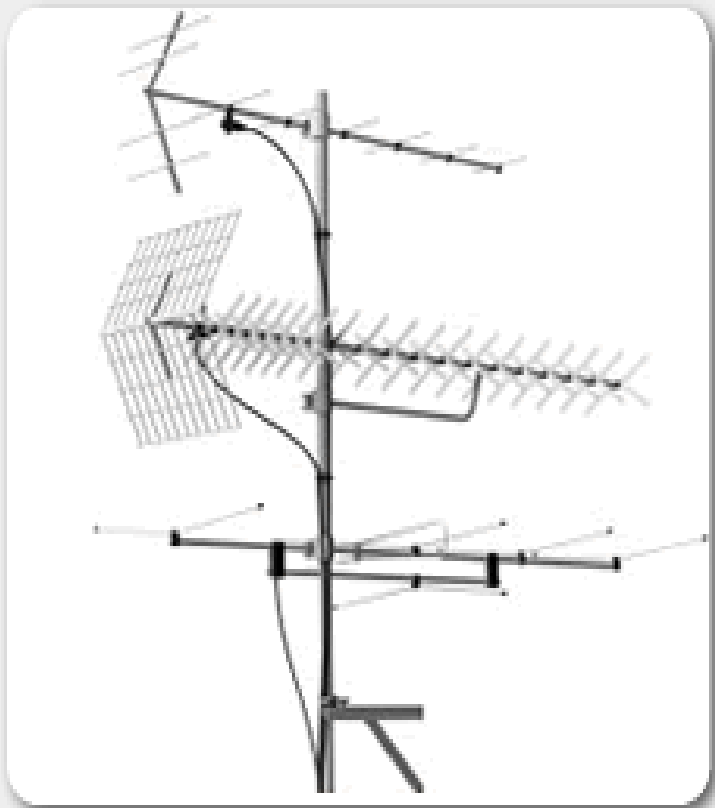
- ในปัจจุบันประเทศไทยได้เปลี่ยนผ่านการส่งสัญญาณโทรทัศน์จากระบบแอนะล็อก (Analog TV) ไปสู่ระบบดิจิทัล (Digital TV) จนเกือบครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว ดังนั้นระบบ MATV ที่มีใช้งานอยู่เดิมจึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาปรับปรุงเพื่อให้สามารถรองรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

# อุปกรณ์หลักที่ใช้ในระบบ MATV

- สายอากาศ (Antenna)

การรับสัญญาณโทรทัศน์เข้าสู่ระบบ MATV จะมีทางเลือกอยู่ 2 วิธีได้แก่ การรับสัญญาณจากสถานีโทรทัศน์ภาคพื้นดิน (Terrestrial Broadcast Station) โดยใช้สายอากาศในย่านความถี่ VHF หรือ UHF โดยการติดตั้งแผงสายอากาศให้หันทิศทางไปยังเสาส่งของสถานีส่งสัญญาณโทรทัศน์ที่อยู่ในพื้นที่ จากนั้นทำการรวมสัญญาณแล้วส่งลงไปตามอาคารและห้องต่างๆ ภายในอาคารโดยผ่านทางสายส่งและอุปกรณ์แยกสัญญาณ

# ANTENNA-รูปแบบ ระบบ MATV แบบที่ 1



รูปที่ 1 ส่วนรับสัญญาณโทรทัศน์เข้าสู่ระบบMATV โดยใช้สายอากาศ

<http://www.aandjantennas.com.au/MATV.html>



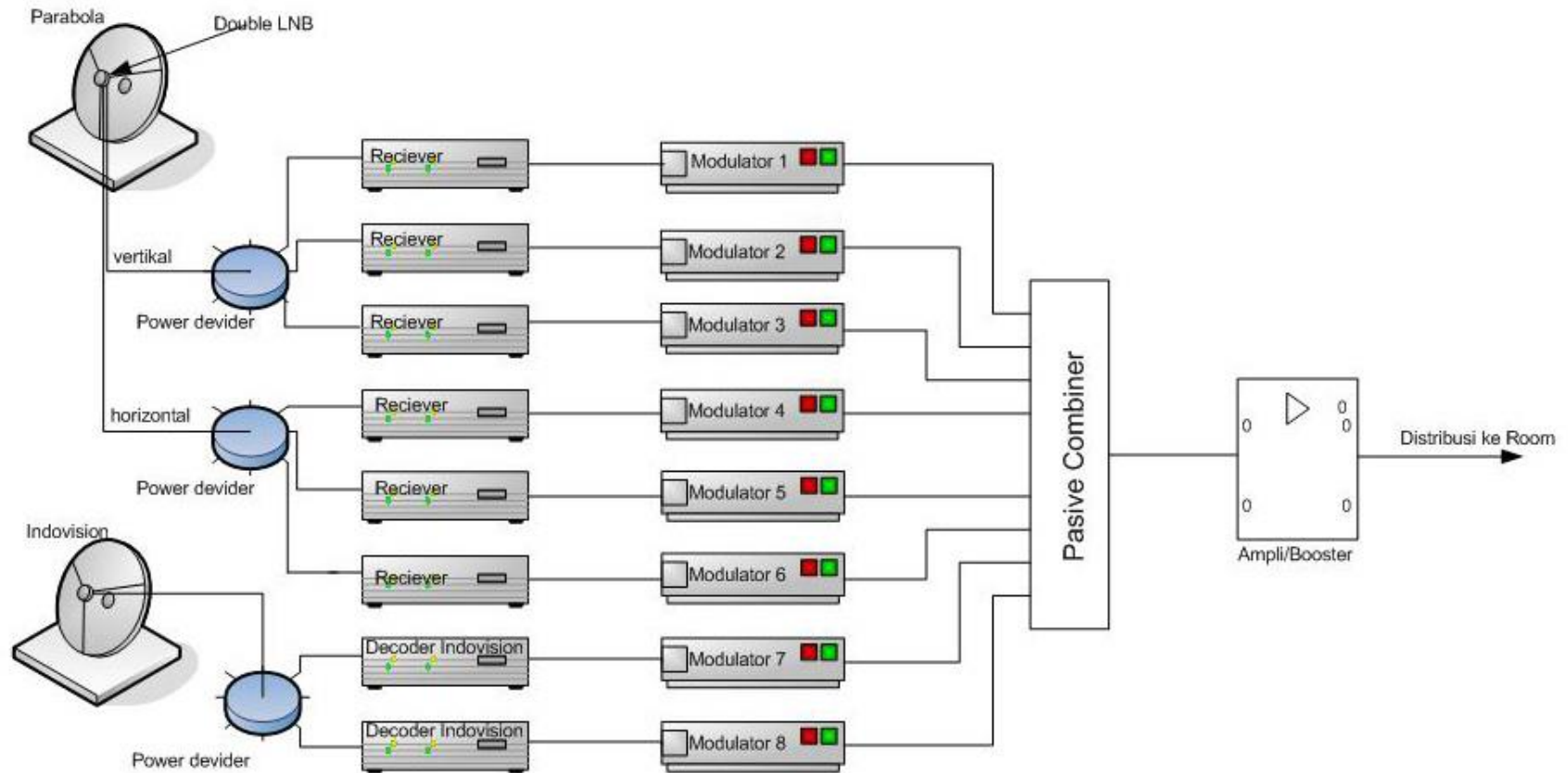
# ANTENNA-รูปแบบ ระบบ MATV แบบที่ 1 (ต่อ)

- ปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นในระบบ MATV ของโทรทัศน์ระบบแอนะล็อกก็คือ ในบางพื้นที่คุณภาพของสัญญาณอาจไม่ดีพอ เนื่องจากเกิดการสะท้อนของคลื่นที่เกิดจากอาคารข้างเคียง หรือสภาพแวดล้อม ทำให้เกิดเงา หรือเกิดการหักล้างกันเองระหว่างสัญญาณเดียวกันที่เดินทางมาถึงสายอากาศคนละช่วงเวลา ทำให้การปรับแต่งสัญญาณมีความยุ่งยากซับซ้อนมากขึ้น

## ANTENNA-รูปแบบ ระบบ MATV แบบที่ 2

- วิธีที่สอง เป็นการใช้สายอากาศชนิดจานพาราโบลา (Parabolic Dish Antenna) เพื่อรับสัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียมมาป้อนเข้าสู่ระบบ MATV โดยตรง (บางครั้งนิยมเรียกว่าระบบ SMATV: Satellite Master Antenna) ซึ่งจะเป็นการสะดวกสำหรับพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลจากสถานีส่งสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดิน และยิ่งกว่านั้นในปัจจุบันรายการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมที่มีภาคเอกชนเป็นเจ้าของกิจการก็มีโปรแกรมรายการดี ๆ ที่หลากหลายให้เลือกชมเป็นจำนวนมาก

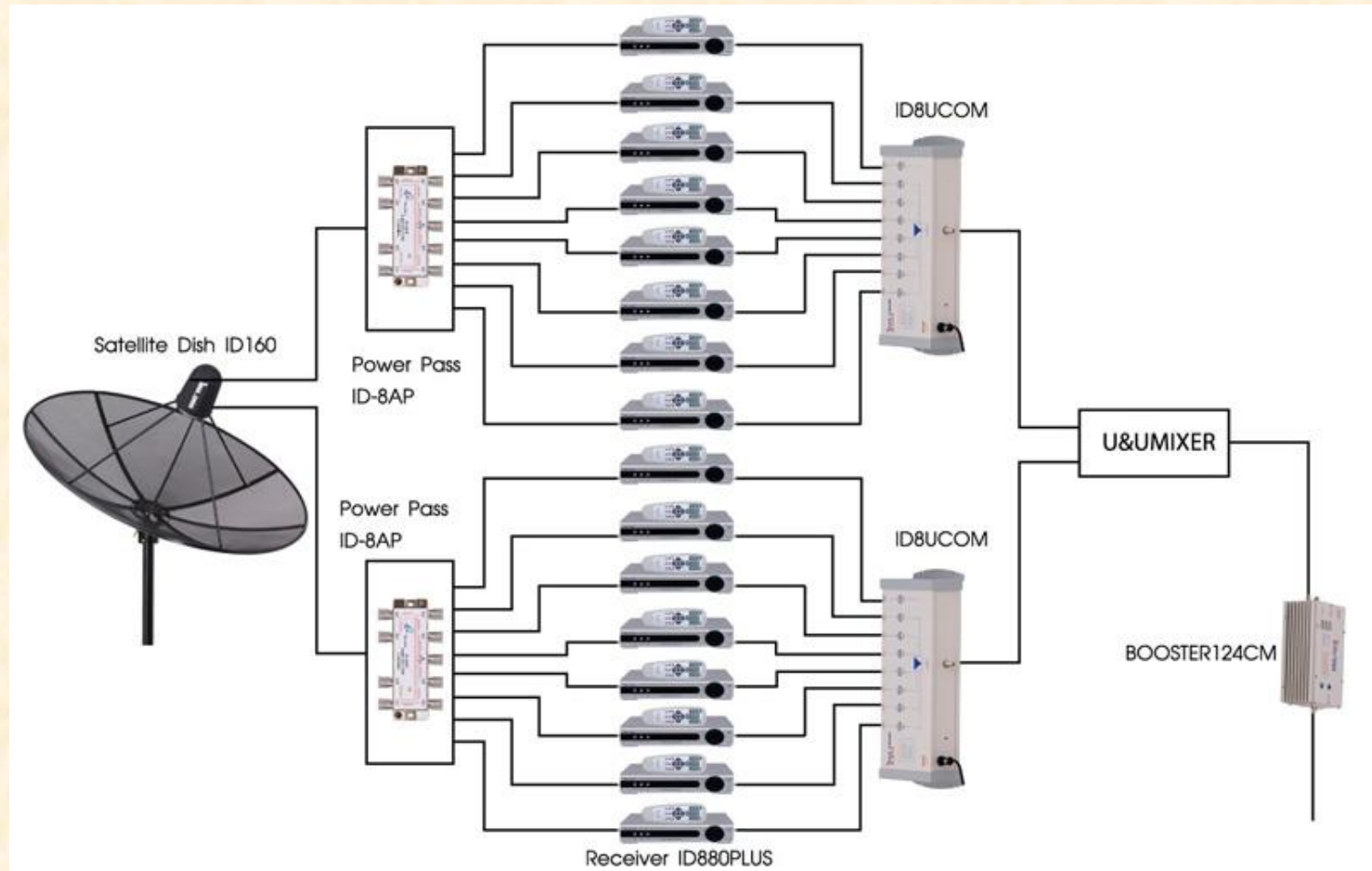
# ANTENNA-รูปแบบ ระบบ MATV แบบที่ 2 (ต่อ)



(ก) ระบบ MATV ที่ใช้อุปกรณ์ RF Modulator ในการจัดลำดับช่องความถี่ใหม่

<https://ciepoel.wordpress.com/author/ciepoel/>

# ANTENNA-รูปแบบ ระบบ MATV แบบที่ 2 (ต่อ)



(ข) ระบบ MATV ที่ใช้วิธีนำสัญญาณจาก RF Output ของเครื่องรับสัญญาณมารวมกันได้โดยตรง

## ANTENNA-รูปแบบ ระบบ MATV แบบที่ 2

- ข้อดีทางเทคนิคก็คือ ให้คุณภาพของสัญญาณดีกว่ามีความคมชัดทุกช่อง ไม่มีปัญหาเรื่องการเกิดเงาของภาพ การปรับแต่งสัญญาณทั้งภาพ และเสียงที่กระจายไปยังจุดต่อเครื่องโทรทัศน์ในห้องต่างๆ ทำได้ง่ายกว่า เนื่องจากระดับความแรงของสัญญาณแต่ละช่องมีค่าใกล้เคียงกัน

# อุปกรณ์หลักที่ใช้ในระบบ MATV (ต่อ)

- เครื่องขยายสัญญาณ (RF Amplifier)

เครื่องขยายสัญญาณที่ใช้ในระบบ MATV จะมีการใช้งานใน 2 ลักษณะ คือ ใช้ขยายสัญญาณหลังออกมาจากสายอากาศ และขยายสัญญาณในจุดต่างๆ ในระบบการแยกสัญญาณที่มีระดับความแรงของสัญญาณตกลง

# เครื่องขยายสัญญาณ (RF Amplifier)

- 1) เครื่องขยายสัญญาณแบบเฉพาะช่อง (Channel Amplifier) ซึ่งแบบนี้จะให้ค่าอัตราขยายสูงมาก จึงเหมาะสำหรับการป้อนระบบ MATV ที่ค่อนข้างใหญ่
- 2) เครื่องขยายสัญญาณแบบหลายแถบ (Multiband Amplifier) จะถูกออกแบบให้สามารถรับสัญญาณได้หลายแถบ/แบนด์ โดยแต่ละชั้นอินพุตจะมีวงจรกรองความถี่เฉพาะแถบของตัวเอง มีค่าอัตราขยายไม่สูงมากเหมือนแบบแรกจึงเหมาะสำหรับการป้อนระบบ MATV ขนาดปานกลาง

# เครื่องขยายสัญญาณ (RF Amplifier) (ต่อ)

- 3) เครื่องขยายสัญญาณอัตราขยายไม่สูง (Pre-Amplifier) ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ขยายสัญญาณจากสายอากาศที่มีกำลังอ่อนระดับหนึ่ง ก่อนที่จะส่งเข้าไปขยายในเครื่องขยายสัญญาณที่มีค่าอัตราขยายสูง มักใช้ใน ระบบ MATV ที่อยู่ในพื้นที่ที่มีระดับความแรงของสัญญาณต่ำ
- 4) เครื่องขยายสัญญาณแถบกว้าง (Wideband Amplifier) หรือ บางครั้งเรียกว่า บูสเตอร์ (Booster) แบบนี้จะมีลักษณะคล้ายกับแบบที่สองเพียงแต่มีค่าอัตราขยาย และค่าเอาต์พุตสูงสุดต่ำกว่า จึงเหมาะสำหรับงาน MATV ขนาดเล็ก



# เครื่องขยายสัญญาณ (RF Amplifier) (ต่อ)



ตัวอย่างของเครื่องขยายสัญญาณโทรทัศน์ที่ใช้งานในระบบ MATV

# อุปกรณ์หลักที่ใช้ในระบบ MATV (ต่อ)

- อุปกรณ์แยกสัญญาณ

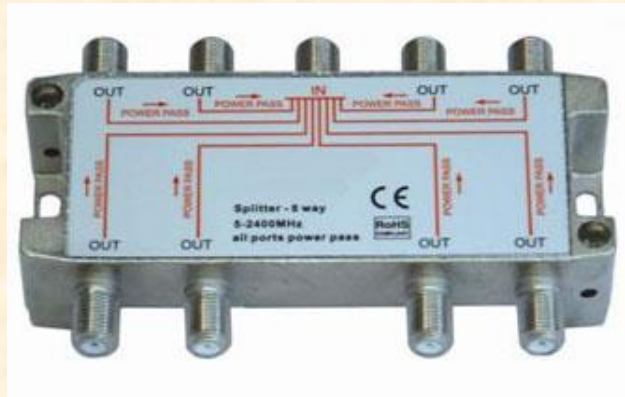
ในระบบ MATV หลังจากที่มีการขยายระดับความแรงของสัญญาณให้สูงเพียงพอแล้ว จะต้องมีการแยกสัญญาณออกจากสายเคเบิลหลักเพื่อแจกจ่ายสัญญาณโทรทัศน์ทุกช่องความถี่ผ่านสายส่งและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ให้กับเครื่องโทรทัศน์ในแต่ละจุดด้วยระดับของสัญญาณที่เหมาะสมและด้วยค่าอิมพีแดนซ์ 75 โอห์มเช่นเดียวกับความต้านทานมาตรฐานที่ขั้วอินพุตของเครื่องโทรทัศน์ที่ต่อใช้งาน โดยอุปกรณ์แยกสัญญาณที่ใช้ในระบบ MATV จะมีอยู่ 2 แบบ

# อุปกรณ์แยกสัญญาณ

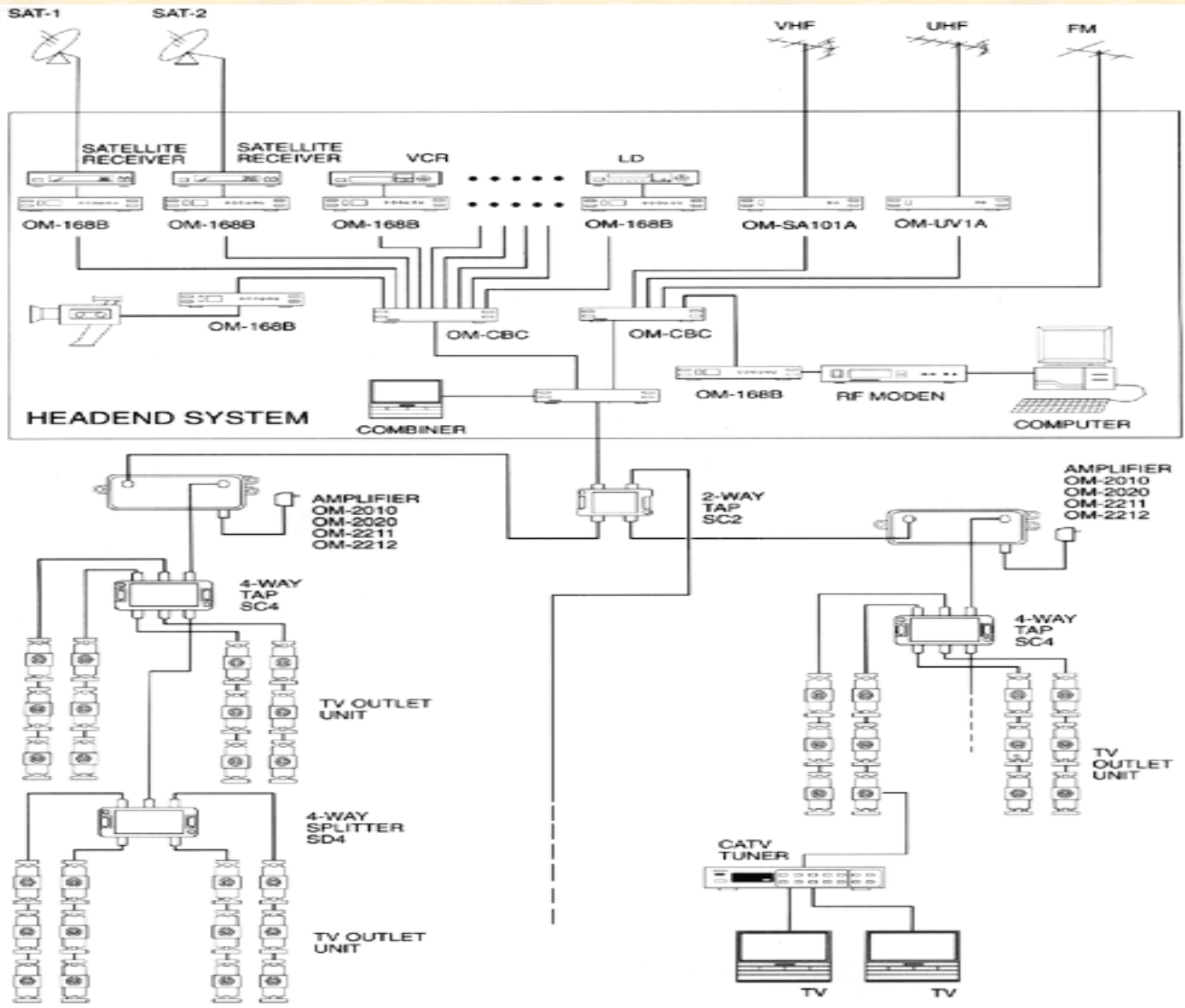
1. สปลิตเตอร์ (Splitter) เป็นอุปกรณ์แยกสัญญาณขาเข้า ที่ผ่านตัวมัน ออกเป็นหลายทาง ด้วยขนาดของสัญญาณที่ใกล้เคียงกันเป็นจำนวนเท่าตาม จำนวนของขั้วออก เช่น ถ้าเป็นแบบมี 2 ขั้วออก (2-way Splitter) ขนาดของสัญญาณแต่ละขั้วออกจะเท่ากับ  $1/2$  เท่าหรือประมาณ -3 dB ของสัญญาณที่ขั้วเข้า หรือถ้าเป็นแบบมี 4 ขั้ว ออก (4-way Splitter) ขนาดของสัญญาณแต่ละขั้วออกจะเท่ากับ  $1/4$  เท่าหรือประมาณ -6 dB ของสัญญาณที่ ขั้วเข้า เป็นต้น อย่างไรก็ตามการเลือกสปลิตเตอร์เพื่อใช้งานนั้น จำเป็นต้อง พิจารณาผลตอบแทนต่อช่วงความถี่ที่ใช้งานงานด้วย เนื่องจากถ้าไม่ ตอบสนองก็จะเกิดการสูญเสียภายในตัวสปลิตเตอร์เองสูงยิ่งขึ้น

# อุปกรณ์แยกสัญญาณ (ต่อ)

2. แท็ป-ออฟ (Tap-off) เป็นอุปกรณ์แยกสัญญาณอีกชนิดหนึ่ง ที่ใช้วิธีแบ่งกำลังเพียงส่วนหนึ่งไปยังหัวออกย่อย ในขณะที่กำลังส่วนใหญ่จะผ่านตัวแท็ป-ออฟ ออกไปทางหัวออกหลัก อุปกรณ์ชนิดนี้จะช่วยเพิ่มความสะดวกในการออกแบบระบบ MATV เพราะทำให้สามารถแบ่งกำลังที่จำเป็นออกไปใช้ในจุดที่ต้องการขณะเดียวกันจะทำให้การวางแผนของระบบทำได้ง่ายขึ้น



ตัวอย่างอุปกรณ์สปลิตเตอร์และแท็ป-ออฟสำหรับการแยกสัญญาณ



ตัวอย่างการออกแบบระบบ MATV ที่รับสัญญาณทั้งจากสายอากาศและจากจานรับสัญญาณดาวเทียม

# ระบบ Digital MATV

- มาตรฐาน DVB-T2

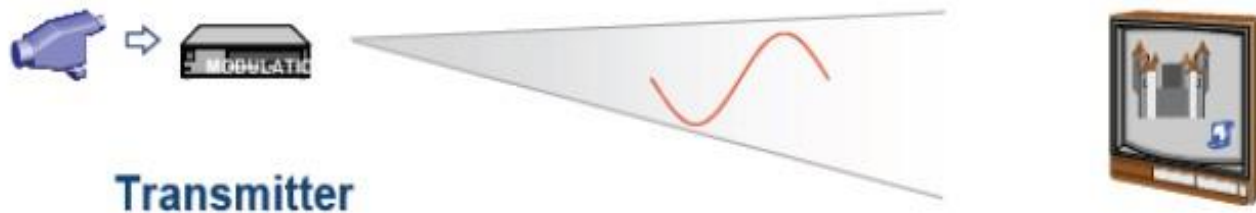
DVB-T2 ย่อมาจาก Digital Video Broadcasting – Second Generation Terrestrial เป็นมาตรฐานที่องค์การ Digital Video Broadcasting Project (DVB) เริ่มพัฒนาปรับปรุงมาจากมาตรฐาน DVB-T ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2006 โดยการนำเทคโนโลยีการผสมสัญญาณและการเข้ารหัสแบบใหม่มาใช้สำหรับการส่งส่งสัญญาณประเภทเสียง วิดีโอและข้อมูลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่ามาตรฐาน DVB-T ประมาณ 1.5 เท่า

# ความแตกต่างของกระบวนการส่งสัญญาณโทรทัศน์ ระบบแอนะล็อก และ ดิจิตอล

Basic Understanding: Digital TV vs. Analog TV

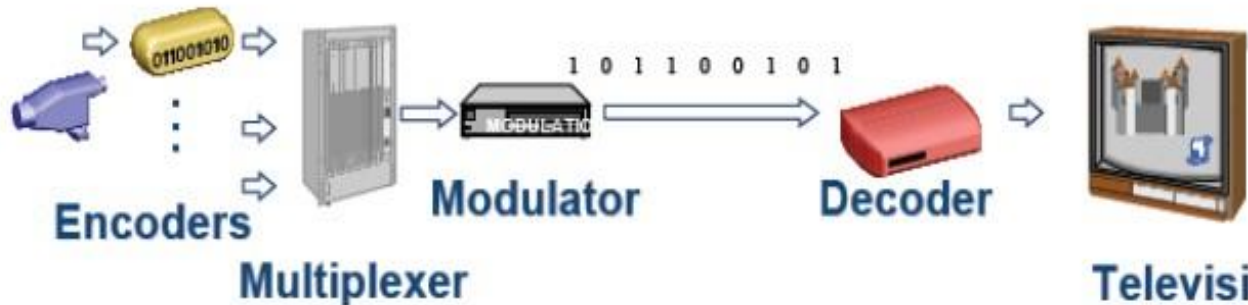
101  
001  
001  
101

Source



Transmitter

Multiple Programs Source



Encoders

Modulator

Decoder

Multiplexer

Television



# มาตรฐาน DVB-T2

- มาตรฐาน DVB-T2 เป็นมาตรฐานการรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิทัลภาคพื้นดินที่ทันสมัย และมีประสิทธิภาพในการใช้คลื่นความถี่ที่ดีที่สุด สามารถมีช่องรายการโทรทัศน์จำนวนมากเพียงพอสำหรับการจัดสรรให้หน่วยงานภาค รัฐ ภาคประชาชน และภาคธุรกิจ

# การปรับเปลี่ยนระบบ MATV เดิมไปสู่ ระบบดิจิตอล

- เพื่อทดสอบว่าระบบ MATV เดิมที่มีอยู่ในอาคาร จะสามารถกระจายสัญญาณดิจิตอลไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ที่อยู่ในห้องต่างๆ ได้หรือไม่ วิธีการทดสอบอย่างง่าย
  1. ติดตั้ง SET-TOP-BOX แล้วใช้เลย
  2. ทดสอบตามจุดต่างๆ ของอาคาร
  3. ทดสอบทุกช่องของผังรายการ
  4. คุณภาพสัญญาณเป็นอย่างไร มีอาการภาพแตกเป็นจุด หรือกระตุกบ่อยหรือไม่

# การเปลี่ยนผ่านจากระบบแอนะล็อก ไปเป็น ดิจิตอลของ ระบบ MATV ในอาคาร

- ส่งสัญญาณทั้งสองระบบออกไปพร้อมๆ กัน (Simulcast) โดยทำการปรับปรุงระบบใหม่เพื่อให้ระบบ MATV ของอาคารสามารถรองรับสัญญาณดิจิตอลได้ในขณะที่ยังสามารถให้บริการสัญญาณทีวีในระบบเดิมสำหรับผู้พักอาศัยที่ยังคงใช้เครื่องรับโทรทัศน์ในระบบแอนะล็อกเดิมอยู่ จากนั้นจึงค่อยทยอยปรับเปลี่ยนจนกระทั่งสามารถรองรับทีวีดิจิตอลได้ทุกจุดตามวัตถุประสงค์การให้บริการสัญญาณพร้อมกันทั้งสองระบบให้คงอยู่ในระยะหนึ่งก่อนนี้ จะช่วยลดความยุ่งยากในการให้บริการแก่สมาชิกทุกรายในเวลาเดียวกันได้อย่างดี และมักใช้ดำเนินการกับระบบ MATV สำหรับอาคารเก่าที่มีผู้อาศัยมายาวนาน

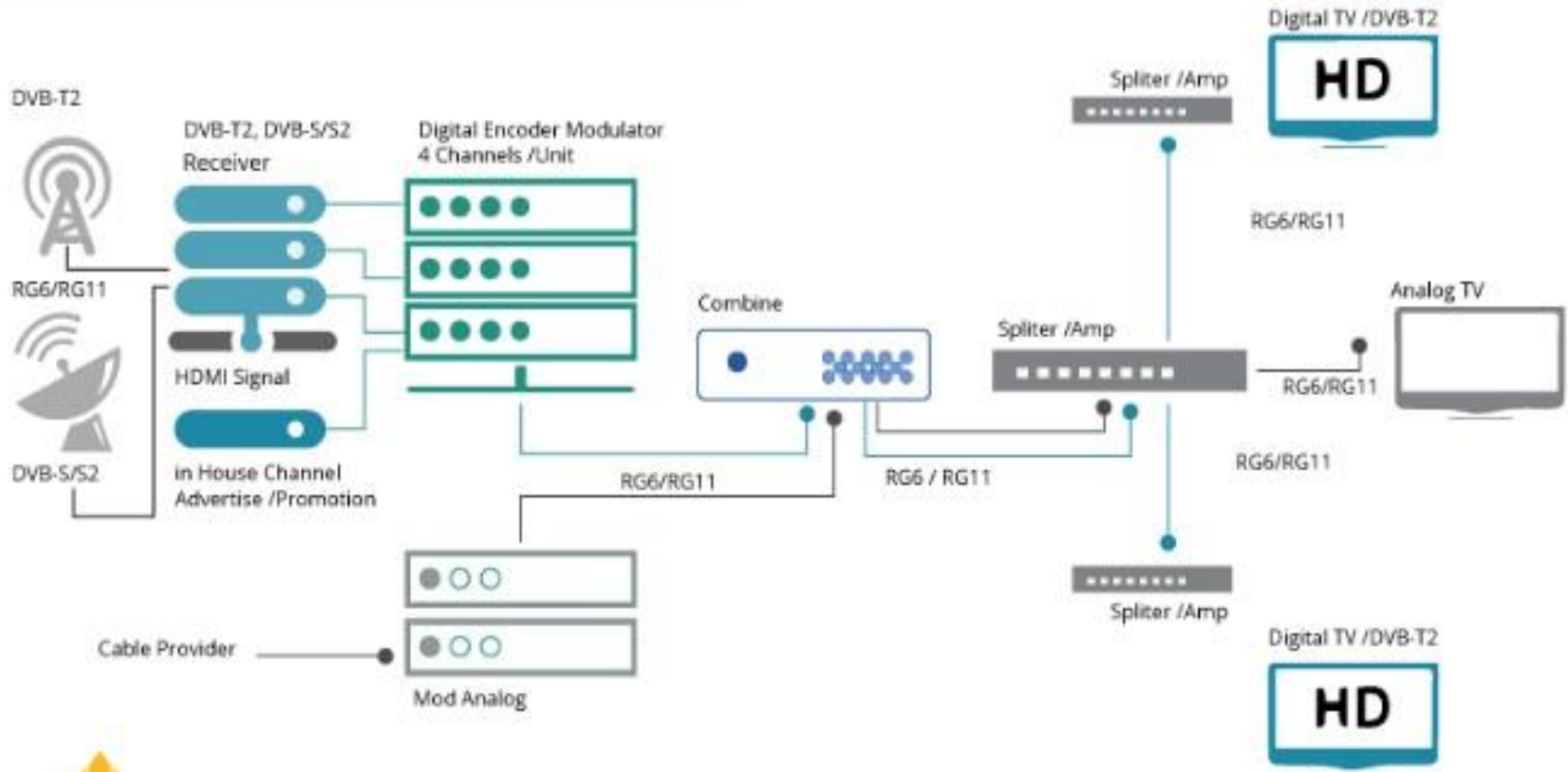
# ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงระบบ MATV เดิมที่มีอยู่ให้ ไปสู่ ระบบดิจิตอล

- ติดตั้งสายอากาศสำหรับรับสัญญาณโทรทัศน์ดิจิตอล แล้วต่อตรงเข้ามาจ่ายให้กับระบบแยกสัญญาณเพื่อจ่ายให้กับจุดหมายปลายทางได้ทันที เนื่องจากช่องความถี่ในระบบแอนะล็อกที่ใช้อยู่ในระบบเดิมนั้น ยังพอมีที่ว่างอยู่ และไม่ซ้อนทับกับช่องความถี่ของโทรทัศน์ดิจิตอลที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

# ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงระบบ MATV เดิมที่มีอยู่ให้ ไปสู่ ระบบดิจิตอล

- และถ้าเกิดการซ้อนทับในบางความถี่ก็สามารถเลื่อนช่องความถี่ของบางช่องรายการที่เป็นระบบแอนะล็อกออกไปโดยปรับแต่งที่เครื่องผสมสัญญาณ (RF Modulator) เดิมที่มีอยู่ได้ และในกรณีที่บางอาคารต้องการเพิ่มเติมช่องรายการพิเศษที่รับมาจากจานรับสัญญาณดาวเทียมก็ยังคงสามารถติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเข้าไปที่อุปกรณ์ต้นทาง (Head-end) ของระบบ MATV เดิมได้เช่นเดียวกัน ดังแสดงในรูป

## Dual Mode : Analog and Upgrade DVB-T2



แสดงผังไดอะแกรมของอุปกรณ์ต้นทาง (Head-end) ของระบบ MATV ที่ได้รับการปรับปรุงให้จ่ายทั้งสัญญาณโทรทัศน์ที่เป็นระบบแอนะล็อกและดิจิตอล  
ที่มา : <http://www.radical-enlighten.com/digitaltv>

# ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงระบบ MATV เดิมที่มีอยู่ให้ ไปสู่ ระบบดิจิตอล

- การติดตั้งอุปกรณ์ภาคส่งสัญญาณชุดใหม่ให้กับระบบ MATV เพื่อให้บริการสัญญาณโทรทัศน์ดิจิตอลในอาคารนั้น ทำได้โดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ผสมสัญญาณ (Modulator) ให้เป็นระบบดิจิตอลเพียงอย่างเดียว ก็จะสามารถให้บริการช่องดิจิตอลฟรีทีวีในรูปแบบ HD ได้ทันที

# ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นสำหรับการปรับปรุงระบบ MATV เดิม

- ค่าเปลี่ยนแผงสายอากาศบนหลังคาหรือดาดฟ้าของอาคาร เพื่อให้มีช่วงความถี่สอดคล้องกับช่องรายการของสถานีส่งสัญญาณโทรทัศน์ในพื้นที่ที่อาคารตั้งอยู่ รวมทั้งมีอัตราขยายที่เหมาะสมกับความแรงของสัญญาณที่เดินทางมาถึงบริเวณนั้น
- – ค่าจันดาวเทียมและเครื่องรับสัญญาณ ในกรณีที่ต้องการรับชมรายการจากระบบดาวเทียมด้วยหรือในพื้นที่ห่างไกลที่ต้องรับชมผ่านจันดาวเทียมเท่านั้น

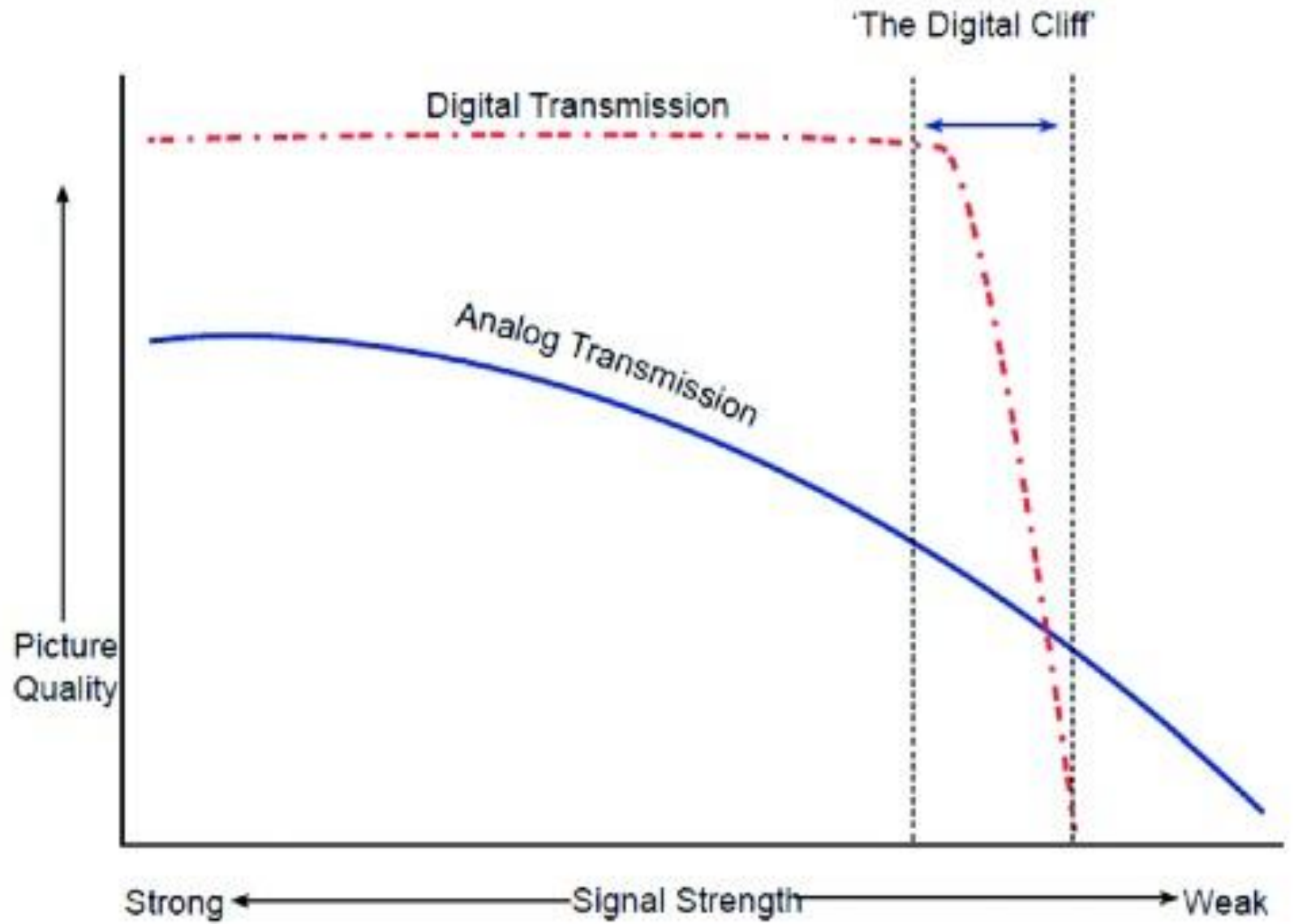


## ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นสำหรับการปรับปรุงระบบ MATV เดิม

- – ค่าเดินสายส่งสัญญาณใหม่ ในกรณีที่เป็นอาคารรุ่นเก่าที่ใช้สายนำสัญญาณที่มีการลดทอนสูงในย่านความถี่ย่าน UHF ตั้งแต่ 470-790 MHz และในกรณีที่มีการชำรุด
- – ค่าจัดซื้อเครื่องขยายสัญญาณและอุปกรณ์ Multi-switch และตัวประมวลผลช่องสัญญาณชุดใหม่
- – ค่าแรงการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมด

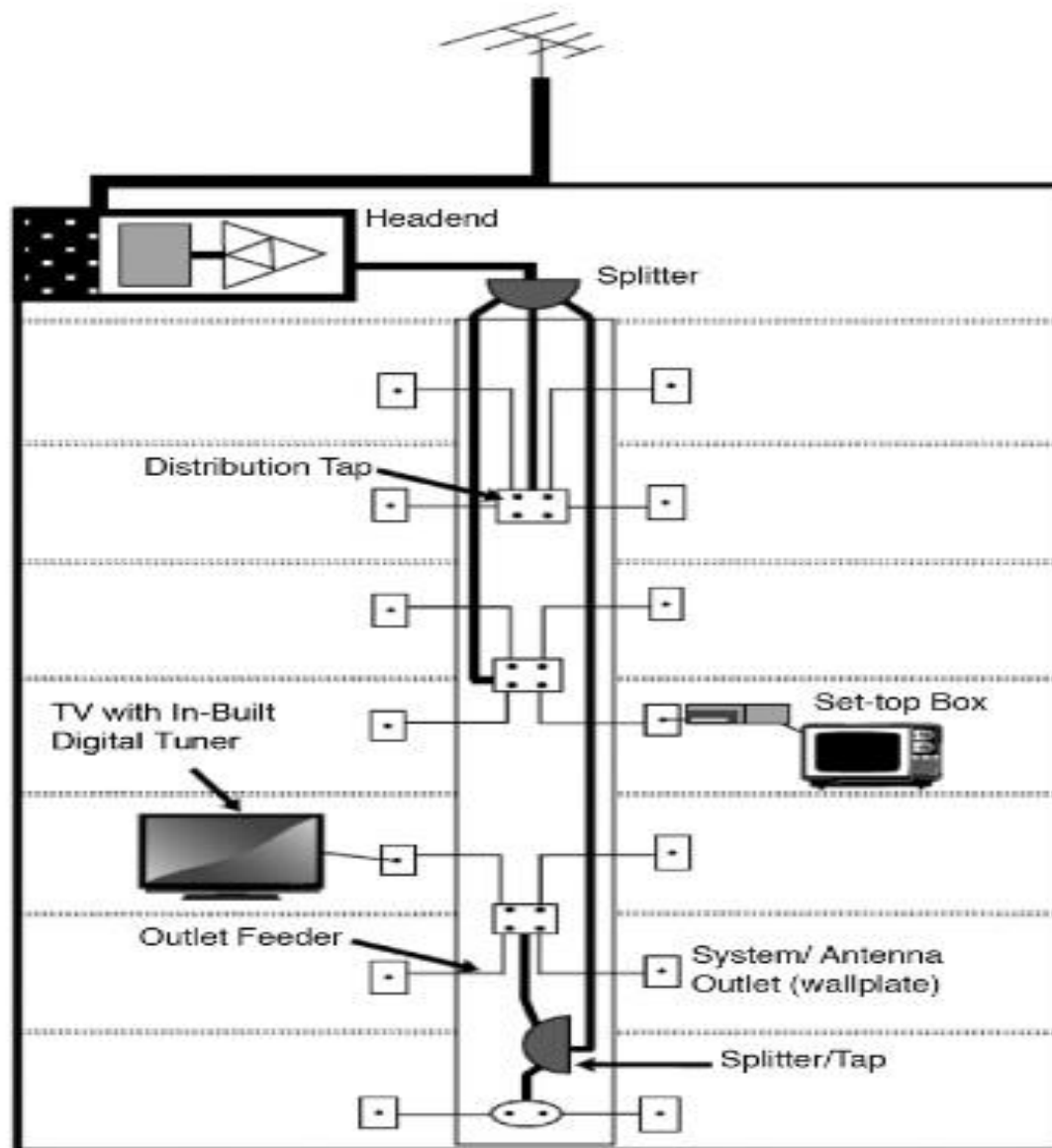
# คุณลักษณะของสัญญาณโทรศัพท์ระบบดิจิทัล

- ความสามัคณภาพของภาพและเสียงที่คมชัด มีจำนวนช่องมากขึ้น  
ณ ที่ความถี่หนึ่ง
- ความสามารถในการกำจัดสัญญาณรบกวนออกไปเพื่อให้เกิด  
สัญญาณภาพที่คมชัดที่สุด หากเกิดสัญญาณรบกวน สัญญาณ  
ดิจิทัลที่เกิดขึ้นนี้จะเรียกว่า **Digital Cliff** ดังแสดงในรูปที่ 9  
เมื่อสัญญาณเริ่มเข้าใกล้ระยะดังกล่าวจะเกิดอาการเสียงแตก ส่วน  
ภาพก็จะแตกออกเป็นสี่เหลี่ยมเล็กๆ และเมื่อสัญญาณอยู่ใน  
สภาวะที่แย่ที่สุด ภาพก็อาจจะหยุดนิ่งและจอมืดลง แล้วตาม  
ด้วยตัวอักษรแจ้งให้ทราบว่า ไม่มีสัญญาณ หรือ สัญญาณตำ  
ปรากฎให้เห็นบนจอแทน



ปรากฏการณ์ Digital Cliff ที่เกิดขึ้นในสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิทัล

# ส่วนประกอบของระบบ MATV โดยทั่วไป



# ส่วนประกอบของระบบ MATV โดยทั่วไป

- จากภาพ Head-end คืออุปกรณ์ส่วนต้นทางของระบบ MATV ซึ่งภายในจะประกอบไปด้วยเครื่องขยายสัญญาณ เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (ถ้ามี) เครื่องผสมสัญญาณทั้งแบบแอนะล็อกและดิจิตอล เครื่องประมวลผลช่องความถี่ เป็นต้น โดยจะทำหน้าที่เตรียมสัญญาณให้มีระดับความแรงที่สูงเพียงพอก่อนที่จะส่งเข้าสู่ระบบกระจายสัญญาณผ่านสายเคเบิลไปยังห้องหรือจุดรับสัญญาณต่างๆที่อยู่ภายในอาคาร

# ส่วนประกอบของระบบ MATV โดยทั่วไป

- นอกจากนี้ในส่วนของระบบกระจายสัญญาณ จะประกอบด้วย
  - สปลิตเตอร์ (Splitter)
  - แท็ป-ออฟ (Tap-off) คือตัวแยกสัญญาณเพื่อกระจายไปยังขั้วต่อ (Outlet) ที่ติดตั้งบริเวณผนังห้อง เพื่อต่อกับกล่องรับสัญญาณหรือเครื่องรับโทรทัศน์ดิจิทัลมาตรฐาน DVB-T2 โดยระดับความแรงของสัญญาณที่สามารถวัดได้ที่ขั้วต่อทุกจุด ควรมีค่าต่ำสุดอยู่ที่ ทั้งนี้ สัญญาณที่ 45 dBmV และค่าสูงสุดอยู่ที่ 80dBmV อย่างไรก็ตาม ค่าที่ควรดำเนินการให้ได้สำหรับทุกๆ จุดควรจะอยู่ที่ 60 – 70 dBmV

# เอกสารอ้างอิง

- 1) Department of Broadband, Communications and the Digital Economy, “Digital TV Antenna Systems Handbook,” Australian Government, 2013
- 2) Technical Advisory Note 30, “Australian Digital Testing (Converting an existing MATV system for reception and distribution of VAST satellite services)” Australian Government, 2012.
- 3) คณะทำงานด้านเทคนิคในกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล, “แนวปฏิบัติทางเทคนิคสำหรับการให้บริการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล,” สำนักงาน กสทช., 20 เมษายน 2558

**ขอบคุณครับ**