

## บทที่ 2

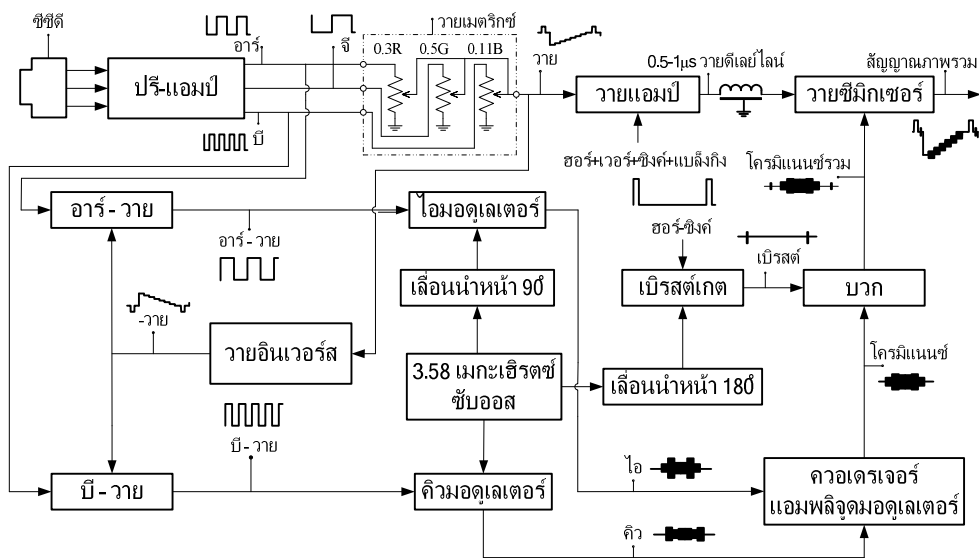
### มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

#### 2.1 มาตรฐานระบบเอ็นทีเอสซี

มาตรฐานระบบเอ็นทีเอสซี (The National Television System Committee, NTSC) ถูกสร้างโดยคณะกรรมการระบบโทรทัศน์แห่งชาติของอเมริกา ได้ออกอากาศให้ชมครั้งแรก เมื่อ ตุลาคม ค.ศ. 1953 (พ.ศ. 2496) เป็นการส่งสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำ ระบบ 525 เส้น สัญญาณฮอริซอนทอล มีความถี่ 15.75 กิโลเฮิร์ตซ์ และความถี่เวอร์ติคอลล 60 เฮิร์ตซ์ และมีแบนด์วิดท์ของช่องกว้าง 6 เมกะเฮิร์ตซ์ ระบบนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในประเทศอเมริกาต่อมาได้นำไปใช้ในประเทศต่าง ๆ อีกมาก เช่น ญี่ปุ่น (4.43 เมกะเฮิร์ตซ์) ฟิลิปปินส์ พม่า และกัมพูชา เป็นต้น

##### 2.1.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบเอ็นทีเอสซีเอ็นโค้ดเดอร์

จากรูปที่ 2.1 สามารถอธิบายการทำงาน ได้ดังนี้



รูปที่ 2.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเอ็นทีเอสซีเอ็นโค้ดเดอร์ (Gulati, 2007, p. 540)

##### 2.1.1.1 ซีซีดี (Charge Coupled Device, CCD)

ซีซีดี ทำหน้าที่ เปลี่ยนแสงสีต่าง ๆ ให้เป็นสัญญาณอาร์ (R) จี (G) และบี (B) ออกทางเอาต์พุต

##### 2.1.1.2 ปรี-แอมป์ (PRE-AMP)

ปรี-แอมป์ ทำหน้าที่ ขยายแรงดันสัญญาณอาร์ จี และบี ให้เพิ่มขึ้น ป้อน

## 2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

ให้แก่ วงจรวายเมตริกซ์

### 2.1.1.3 วายเมตริกซ์ (Y Matrix)

วายเมตริกซ์ ทำหน้าที่ วงจรก่อรูปสัญญาณวาย ใช้อัตราส่วนของสัญญาณอาร์ จี และบี ดังสมการ

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

### 2.1.1.4 วายแอมป์ (Y AMP)

วายแอมป์ ทำหน้าที่ ขยายแรงดันสัญญาณลูมิแนนซ์ ให้เพิ่มขึ้น และเติมสัญญาณควบคุมตำแหน่งภาพทางแนวราบ ได้แก่ สัญญาณฮอว์-ซิงก์ สัญญาณควบคุมตำแหน่งภาพทางแนวตั้ง ได้แก่ สัญญาณเวอร์-ซิงก์ และอิกวอไลซิงพัลส์ สัญญาณลบเส้นสลับกลับทางแนวราบ และแนวตั้ง ได้แก่ สัญญาณฮอว์-แบลิ่งกิง และสัญญาณเวอร์-แบลิ่งกิง ดังนั้นโทรทัศน์ขาวดำจึงสร้างภาพขาวดำได้ เมื่อรับรายการสี

### 2.1.1.5 วายดีเลย์ไลน์ (Y Delay line)

วายดีเลย์ไลน์ ทำหน้าที่ เป็นขดลวดใช้หน่วง การไหลของกระแสสัญญาณวาย ให้ช้าลงประมาณ 0.5-1 ไมโครวินาที เนื่องจากสัญญาณวาย หรือลูมิแนนซ์ ผ่านขบวนการต่าง ๆ น้อยกว่าสัญญาณโครมิแนนซ์รวม เมื่อรวมกันใน วงจรรวมขาวดำสี จะทำให้ทับกันสนิท ไม่ทำให้เกิดภาพขาวดำ และภาพสี เหลื่อมกัน

### 2.1.1.6 วายอินเวอร์ส (Y Inverse)

วายอินเวอร์ส ทำหน้าที่ กลับเฟสของสัญญาณวาย  $180^\circ$  ได้เป็นสัญญาณ-วาย (อ่าน ลบวาย) เพื่อก่อรูปสัญญาณอาร์-วาย และบี-วาย

### 2.1.1.7 อาร์-วาย (R-Y)

อาร์-วาย ทำหน้าที่ นำสัญญาณอาร์ รวมกับสัญญาณ-วาย ได้สัญญาณอาร์-วาย

### 2.1.1.8 บี-วาย (B-Y)

บี-วาย ทำหน้าที่ นำสัญญาณบี รวมกับสัญญาณ-วาย ได้สัญญาณบี-วาย

### 2.1.1.9 3.58 เมกะเฮิร์ตซ์ซับออส (3.58 MHz SUB OSC)

3.58 เมกะเฮิร์ตซ์ซับออส ทำหน้าที่ ผลิตสัญญาณพาห้ย่อย ที่มีความถี่ 3.58 เมกะเฮิร์ตซ์ เพื่อการมอดูเลต กับสัญญาณอาร์-วาย และบี-วาย

### 2.1.1.10 เลื่อนหน้าหน้า $90^\circ$ (Shift $90^\circ$ )

เลื่อนหน้าหน้า  $90^\circ$  ทำหน้าที่ เลื่อนเฟสสัญญาณพาห้ย่อย ให้นำหน้า  $90^\circ$

## 2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

### 2.1.1.11 คิวมอดูเลเตอร์ (Q Modulator)

คิวมอดูเลเตอร์ เรียกอีกชื่อว่า “บี-วาย มอดูเลเตอร์” เป็นวงจรมอดูเลเตอร์แบบบาลานซ์มอดูเลเตอร์โดยมีสัญญาณออกได้แก่ สัญญาณคิว (Q) หรือบี-วายดีเอสบีเอสซี (B-Y DSBSC) โดย ดีเอสบีเอสซี (DSBSC) หมายถึง มีเพียงแถบข้างคู่ (Double Side Band, DSB) และกดสัญญาณพาห้ (Suppress Carrier, SC) ดังนั้นสัญญาณพาห้ย่อย 3.58 เมกะเฮิรตซ์ ถูกกด หรือทำลายทิ้ง

### 2.1.1.12 ไอมอดูเลเตอร์ (I Modulator)

ไอมอดูเลเตอร์ เรียกอีกชื่อว่า “อาร์-วายมอดูเลเตอร์” เป็นวงจรทำหน้าที่เช่นเดียวกับคิวมอดูเลเตอร์ สัญญาณออกจะได้สัญญาณไอ หรืออาร์-วาย ดีเอสบีเอสซี

### 2.1.1.13 ควอเตรเจอร์แอมพลิจูดมอดูเลเตอร์

ควอเตรเจอร์แอมพลิจูดมอดูเลเตอร์ (Quadrature Amplitude Modulator) ทำหน้าที่ วงจรมอดูเลเตอร์ ที่นำเอาสัญญาณวี กับสัญญาณยู รวมกันทางเฟสมุม  $90^{\circ}$  ได้สัญญาณโครมิแนนซ์

### 2.1.1.14 เลื่อนหน้าหน้า $180^{\circ}$ (Shift $180^{\circ}$ )

เลื่อนหน้าหน้า  $180^{\circ}$  ทำหน้าที่ เลื่อนเฟสสัญญาณพาห้ย่อย ให้นำหน้า  $180^{\circ}$  สัญญาณที่ได้ ใช้เป็นสัญญาณเบิรสต์ เพื่ออ้างอิง ในการคิมอดสัญญาณไอ และสัญญาณคิว ในวงจรดีโค้ดเดอร์ ของเครื่องรับโทรทัศน์

### 2.1.1.15 เบิรสต์เกต

เบิรสต์เกต ทำหน้าที่ ปลดปล่อยสัญญาณเบิรสต์ ร่วมกับ สัญญาณโครมิแนนซ์ โดยนำสัญญาณฮอว์-ซิงก์ มาหน่วงให้ช้าลง ป้อนกระตุ้นวงจรเบิรสต์เกต ให้ปลดปล่อยสัญญาณเบิรสต์ออกเพียง 8-10 ลูกคลื่น

### 2.1.1.16 บวก (Adder)

บวก ทำหน้าที่ รวมสัญญาณโครมิแนนซ์ กับสัญญาณเบิรสต์ ได้สัญญาณโครมิแนนซ์รวม (Composite Chrominance)

### 2.1.1.17 วายซีมิกเซอร์ (YC Mixer)

วายซีมิกเซอร์ ทำหน้าที่ รวมสัญญาณโครมิแนนซ์รวมกับสัญญาณวายได้ เป็นสัญญาณภาพรวม

## 2.1.2 บล็อกไดอะแกรมของระบบเอ็นทีเอสซีดีโค้ดเดอร์

บล็อกไดอะแกรมของระบบเอ็นทีเอสซีดีโค้ดเดอร์จากรูปที่ 2.2 อธิบาย ได้ ดังนี้

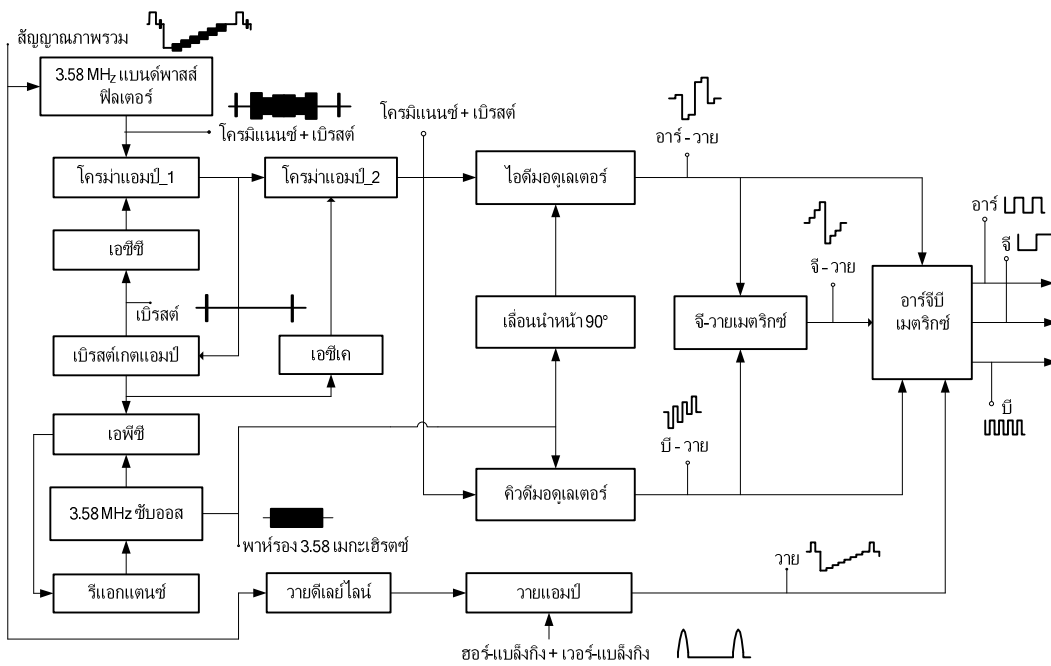
### 2.1.2.1 ภาคลูมิแนนซ์ (Luminance Section)

ภาคลูมิแนนซ์ ประกอบด้วยบล็อกย่อย ดังต่อไปนี้

2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

2.1.2.1.1 วยดีเลย์ไลน์ ทำหน้าที่ หน่วงสัญญาณวาย หรือลูมิแนนซ์ ให้ช้าลง 0.5-1 ไมโครวินาที เพื่อให้สัญญาณลูมิแนนซ์ และสัญญาณอาร์-วาย, จี-วาย และบี-วาย ทับกัน เมื่อรวมกัน

2.1.2.1.2 วยแอมป์ ทำหน้าที่ ขยายแรงดันสัญญาณวายให้แรงขึ้น ป้อนให้แก่ภาคอาร์จีบีเมตริกซ์ วงจรวยแอมป์ ยังต้องรวม และขยายแรงดันของสัญญาณฮอร์-แบลิ่งกิง และสัญญาณเวอร์-แบลิ่งกิง เข้าด้วยกัน



รูปที่ 2.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเอ็นทีเอสซีดีโค้ดเดอร์ (Gulati, 2007, p. 542)

2.1.2.2 ภาคโครมิแนนซ์

ภาคโครมิแนนซ์ มีส่วนประกอบย่อย ดังนี้

2.1.2.2.1 3.58 เมกะเฮิร์ตซ์ แบนด์พาสส์ฟิลเตอร์ (3.58MHz Band Pass-Filter) ทำหน้าที่ กรองสัญญาณโครมิแนนซ์รวม ออกจากสัญญาณภาพรวม สัญญาณโครมิแนนซ์รวมประกอบด้วย สัญญาณโครมิแนนซ์ กับสัญญาณเบริสต์

2.1.2.2.2 โครมาแอมป์\_1 (Chroma Amp\_1) ทำหน้าที่ ขยายแรงดันของสัญญาณโครมิแนนซ์รวม ให้เพิ่มขึ้น อัตราขยายแรงดันของวงจรโครมาแอมป์\_1 จะถูกควบคุม โดยวงจรเอชซีซี (Automatic Color Control, ACC) เพื่อให้แรงดันของสัญญาณคงที่

2.1.2.2.3 โครมาแอมป์\_2 (Chroma Amp\_2) ทำหน้าที่ เช่นเดียวกับโครมาแอมป์\_1 และถูกควบคุมให้ขยายแรงดันของสัญญาณโครมิแนนซ์รวม ให้เพิ่มขึ้น เฉพาะรายการสี

## 2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

เท่านั้น โดยจะมีวงจรเอซีเค (Automatic Color Killer, ACK) เป็นตัวควบคุม

2.1.2.2.4 เบิสต์เกตแอมป์ (Burst Gate AMP) ทำหน้าที่ แยกสัญญาณเบิสต์ออกจากสัญญาณโครมิแนนซ์รวม ทำการขยายแรงดันให้เพิ่มขึ้น ป้อนให้แก่ วงจรเอพีซี และวงจรเอซีซี

2.1.2.2.5 เอซีซี (Automatic Color Control, ACC) ทำหน้าที่ ควบคุมอัตราขยายของวงจรโครมาแอมป์<sub>1</sub> ให้ขยายแรงดันของสัญญาณโครมิแนนซ์รวม ให้คงที่ โดยการนำเอาสัญญาณเบิสต์ มาดีเทกต์ และกรองให้เรียบ เป็นไฟฟ้ากระแสตรง มีแรงดันเปลี่ยนแปลงเป็นปฏิภาคตรง กับแรงดันของสัญญาณเบิสต์ ทำให้แรงดันของสัญญาณโครมิแนนซ์รวม คงที่

2.1.2.2.6 3.58 เมกะเฮิร์ตซ์ซับออส (3.58 MHz SUB OSC) ทำหน้าที่ ผลิตสัญญาณพาห่อย่อย มีความถี่ 3.58 เมกะเฮิร์ตซ์ คงที่ตลอดเวลา โดยมีวงจรเอพีซี และรีแอกแตนซ์ เป็นตัวควบคุมให้คงที่ ป้อนให้แก่ วงจรเลื่อนนำหน้า  $90^\circ$  และวงจรคิวติมอดูเลเตอร์

2.1.2.2.7 เอพีซี (Automatic Phase Control, APC) ทำหน้าที่ เปรียบเทียบเฟสระหว่างสัญญาณเบิสต์ กับสัญญาณพาห่อย่อย ได้แรงดันผิดพลาดป้อน ให้แก่ วงจรรีแอกแตนซ์ เพื่อเปลี่ยนแปลงค่าความจุ หรือค่าเหนี่ยวนำ ของวงจร 3.58 เมกะเฮิร์ตซ์ซับออส ทำให้สามารถกำเนิดสัญญาณพาห่อย่อย 3.58 เมกะเฮิร์ตซ์ คงที่ตลอดเวลา

2.1.2.2.8 เอซีเค (Automatic Color Killer, ACK) ทำหน้าที่ ควบคุมการจ่ายแรงดัน ให้แก่ วงจรโครมาแอมป์<sub>2</sub> ทำงานในเฉพาะรายการสีเท่านั้น โดยการนำเอาสัญญาณเบิสต์ มาดีเทกต์ และฟิลเตอร์ ได้แรงดันกระแสตรง ขยายให้มีแรงดันสูงขึ้น ประมาณ 9 โวลต์ จ่ายให้แก่ วงจรโครมาแอมป์<sub>2</sub> สาเหตุที่ต้องมีวงจรเอซีเค เนื่องจากจะมีสโนว์ลี เข้ามารบกวนในรายการขาวดำ

2.1.2.2.9 เลื่อนนำหน้า  $90^\circ$  ทำหน้าที่ เลื่อนเฟสสัญญาณพาห่อย่อย นำหน้า  $90^\circ$  ทุกเส้น ป้อนให้แก่ วงจรไอติมอดูเลเตอร์

2.1.2.2.10 คิว หรือ บี-วายติมอดูเลเตอร์ (B-Y Demodulator, Q) ทำหน้าที่ แยกเอาสัญญาณบี-วาย ออกจากสัญญาณคิว ซึ่งเป็นการติมอดูเลต แบบบาลานซ์ติมอดูเลเตอร์ ต้องอาศัยสัญญาณพาห่อย่อย เฟส  $0^\circ$  ผสมกับสัญญาณคิว ได้สัญญาณบี-วาย ส่งป้อน ให้แก่ วงจรอาร์จีบีเมตริกซ์ และวงจรจี-วายเมตริกซ์

2.1.2.2.11 ไอหรืออาร์-วายติมอดูเลเตอร์ (R-Y Demodulator, I) ทำหน้าที่ แยกสัญญาณอาร์-วาย ออกจากสัญญาณไอ โดยต้องอาศัยสัญญาณพาห่อย่อยเฟส  $90^\circ$  ผสมกับสัญญาณไอ ได้สัญญาณอาร์-วาย ส่งป้อน ให้แก่ วงจรอาร์จีบีเมตริกซ์ และวงจรจี-วายเมตริกซ์

2.1.2.2.12 จี-วายเมตริกซ์ (G-Y Matrix) ทำหน้าที่ สร้างสัญญาณจี-วาย จากสัญญาณอาร์-วาย และสัญญาณบี-วาย โดยสร้างจากสมการ

## 2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

$$G - Y = -0.51(R - Y) - 0.19(B - Y)$$

2.1.2.2.13 อาร์จีบีเมตริกซ์ (RGB Matrix) ทำหน้าที่ สร้างสัญญาณอาร์ จี และบี ป้อนให้แก่ วงจรอาร์จีบีเอาต์พุต การสร้างต้องนำสัญญาณวาย รวมกับ สัญญาณอาร์-วาย บี-วาย และจี-วาย ดังสมการต่อไปนี้

$$R = (R - Y) + Y, G = (G - Y) + Y \text{ และ } B = (B - Y) + Y$$

## 2.1.3 รายละเอียดของมาตรฐานระบบเอ็นทีเอสซี

มีรายละเอียด ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดของมาตรฐานระบบเอ็นทีเอสซี (ซูเกียรติ จันทรานี, 2533, หน้า 34)

มาตรฐานสัญญาณโทรทัศน์	เอ็นทีเอสซี (เอ็ม)
จำนวนเส้น ต่อภาพ	525
จำนวนภาพ ต่อวินาที	30
จำนวนฟิลด์ ต่อวินาที	60
ความถี่ฮอริซอนทอล (กิโลเฮิร์ตซ์)	15.750
ความถี่เวอร์ติคอล (เฮิร์ตซ์)	60
แบนด์วิดท์ของสัญญาณลูมิแนนซ์ รายการขาวดำ (เมกะเฮิร์ตซ์)	4.2
แบนด์วิดท์ของสัญญาณลูมิแนนซ์ รายการสี (เมกะเฮิร์ตซ์)	3.2
อาร์เอฟ แบนด์วิดท์ (เมกะเฮิร์ตซ์)	6
ระยะห่างระหว่างคลื่นพาห์ภาพกับคลื่นพาห์เสียง (เมกะเฮิร์ตซ์)	4.5
เฟสของสัญญาณภาพรวมผสมกับคลื่นพาห์ภาพ	ช่วงลบ
แถบข้างอาร์เอฟด้านต่ำ (เมกะเฮิร์ตซ์)	0.75
การผสมสัญญาณเสียงกับคลื่นพาห์	เอฟเอ็ม
คลื่นพาห์ย่อย (เมกะเฮิร์ตซ์)	3.5795
ลักษณะการผสมคลื่นพาห์ย่อย กับสัญญาณอาร์-วาย และบี-วาย	เอฟเอ็ม ดีเอสบีเอสซี
แบนด์วิดท์ของสัญญาณไอ (เมกะเฮิร์ตซ์)	+0.4-1.3
แบนด์วิดท์ของสัญญาณคิว (เมกะเฮิร์ตซ์)	± 0.4
ระบบย่านความถี่ที่ออกอากาศ	เอฟซีซี (อเมริกา)
เอ็นทีเอสซี ญี่ปุ่น (4.43 เมกะเฮิร์ตซ์) ไอ = ±0.4 เมกะเฮิร์ตซ์ คิว = ±0.4 เมกะเฮิร์ตซ์	

## 2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

### 2.2 มาตรฐานระบบพัล

มาตรฐานระบบพัล (Phase Alternation by Line, PAL) ปรับปรุงจากมาตรฐาน ระบบเอ็นทีเอสซี โดย ดร.วาลเตอร์ บรุช (DR. WALTER BRUCH) วิศวกรบริษัท เทเลฟงเกิน ประเทศ เยอรมัน และตอนหลังได้ถูกดัดแปลง เพื่อใช้งานจริง โดย บี.ดี ลาฟลิน (B.D. LOUGHLIN) เมื่อ ค.ศ. 1967 (พ.ศ. 2510) สร้างขึ้นเพื่อแก้ไข ข้อบกพร่องของมาตรฐาน ระบบเอ็นทีเอสซีและเพื่อให้ใช้ร่วมกับการส่งสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำ มาตรฐานระบบพัล 625 เส้น มีความถี่ฮอริซอนทอล 15.625 กิโลเฮิร์ตซ์ และความถี่เวอร์ติคอลล 50 เฮิร์ตซ์ มีความกว้างของช่อง 7 เมกะเฮิร์ตซ์ ใช้ในประเทศเยอรมัน มาเลเซีย เนเธอร์แลนด์ อินเดีย อินโดนีเซีย ไทย และลาว เป็นต้น

#### 2.2.1 บล็อกไดอะแกรมของพัลเอ็นโค้ดเดอร์

บล็อกไดอะแกรมของพัลเอ็นโค้ดเดอร์ จากรูปที่ 2.3 อธิบาย หน้าที่ และการทำงาน ได้ ดังนี้

**2.2.1.1 ซีซีดี ปริ-แอมป์ วายเมตริกซ์ วายแอมป์ วายอินเวอร์ส อาร์-วาย บี-วาย และ วายดีเลย์ไลน์** รายละเอียดของวงจรได้อธิบายในเอ็นทีเอสซีเอ็นโค้ดเดอร์

##### 2.2.1.2 0.87 (อาร์-วาย) (0.87 (R-Y))

0.87 (อาร์-วาย) ทำหน้าที่ ลดแรงดันสัญญาณอาร์-วาย ลดลงเป็น 0.877 เท่า เพื่อป้องกันการเกิดการมอดูเลตมากเกินไป (Over Modulate)

##### 2.2.1.3 0.493 (บี-วาย) (0.493(B-Y))

0.493 (บี-วาย) ทำหน้าที่ ลดความแรงสัญญาณบี-วายลดลงเป็น 0.493 เท่า เพื่อป้องกันการเกิดการมอดูเลตมากเกินไป

##### 2.2.1.4 4.43 เมกะเฮิร์ตซ์ซับออส (4.43 MHz SUB OSC)

4.43 เมกะเฮิร์ตซ์ซับออส ทำหน้าที่ ผลิตสัญญาณพาห้ย่อย ที่มีความถี่ 4.43 เมกะเฮิร์ตซ์ เพื่อการมอดูเลต กับสัญญาณอาร์-วาย และบี-วาย

##### 2.2.1.5 เลื่อนนำหน้า 90° (Shift 90°)

เลื่อนนำหน้า 90° ทำหน้าที่ เลื่อนเฟสของสัญญาณพาห้ย่อยให้นำหน้า 90°

##### 2.2.1.6 0° /180° พัลสวิตช์ (0° /180° PAL Switch)

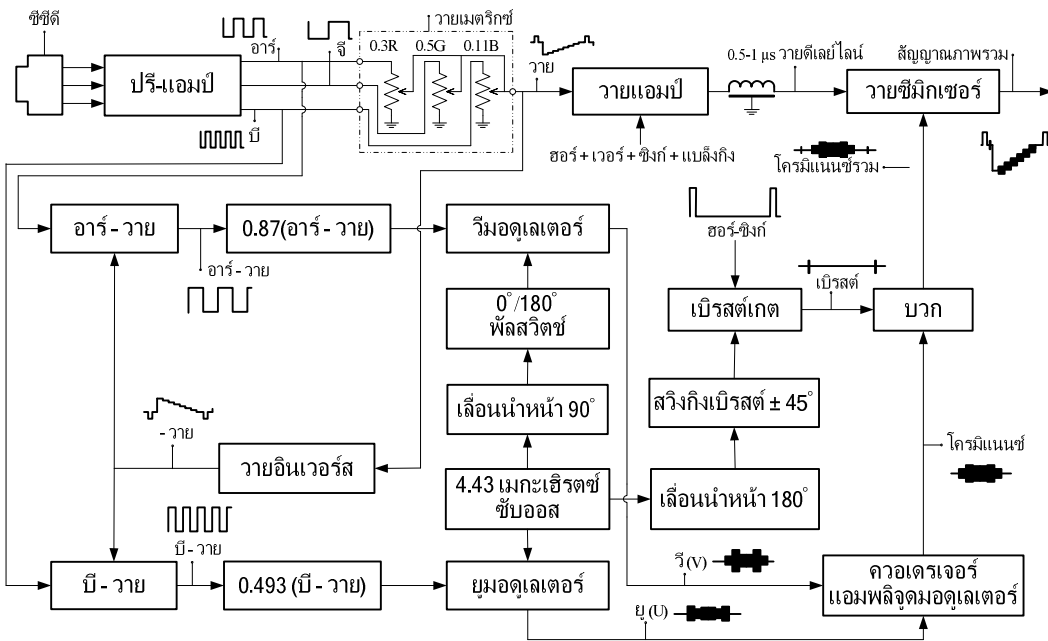
0° /180° พัลสวิตช์ ทำหน้าที่ สลับเฟสของสัญญาณพาห้ย่อยให้มีเฟส 0° หรือ 180° แต่สัญญาณพาห้ย่อย ได้ผ่าน วงจรเลื่อนนำหน้า 90° มาก่อน ดังนั้นเฟสจึง ได้ดังนี้ :-

- เส้นที่ 1 สัญญาณพาห้ย่อย มีเฟสนำหน้า  $(90^\circ + 0^\circ) = 90^\circ$
- เส้นที่ 2 สัญญาณพาห้ย่อย มีเฟสนำหน้า  $(90^\circ + 180^\circ) = 270^\circ$

2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

- เส้นที่ 3 สัญญาณพหุข้อย มีเฟสหน้าหน้า  $(90^\circ + 0^\circ) = 90^\circ$
  - เส้นที่ 625 สัญญาณพหุข้อย มีเฟสหน้าหน้า  $(90^\circ + 0^\circ) = 90^\circ$
- โดยแต่ละเส้น ใช้เวลา 64 ไมโครวินาที ซึ่งเท่ากับ การสร้างเส้นกวาด

ทางแนวราบ



รูปที่ 2.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมของพัลเอ็นโค้ดเดอร์ (Gulati, 2007, p. 550)

2.2.1.7 ยูมอดูเลเตอร์ (U Modulator)

ยูมอดูเลเตอร์ เรียกอีกชื่อว่า “บี-วายมอดูเลเตอร์” เป็นวงจรมอดูเลเตอร์แบบบาลานซ์มอดูเลเตอร์ สัญญาณออก ได้แก่ สัญญาณยู หรือบี-วายดีเอสบีเอสซี ส่วนสัญญาณพหุข้อย 4.43 เมกะเฮิร์ตซ์ ถูกกด หรือทำลายทิ้ง

2.2.1.8 วีมอดูเลเตอร์ (V Modulator)

วีมอดูเลเตอร์ เรียกอีกชื่อว่า “อาร์-วายมอดูเลเตอร์” เป็นวงจรทำหน้าที่เช่นเดียวกับ ยูมอดูเลเตอร์ สัญญาณออก ได้สัญญาณวี หรืออาร์-วายดีเอสบีเอสซี

2.2.1.9 ควอเดรเจอร์แอมพลิจูดมอดูเลเตอร์

ควอเดรเจอร์แอมพลิจูดมอดูเลเตอร์ (Quadrature Amplitude Modulator) ทำหน้าที่ นำเอาสัญญาณวี กับยู รวมกันทางเฟส ได้สัญญาณโครมิแนนซ์ ออกมา

2.2.1.10 เลื่อนหน้าหน้า 180° (Shift 180°)

เลื่อนหน้าหน้า 180° ทำหน้าที่ เลื่อนเฟสสัญญาณพหุข้อยให้หน้าหน้า 180°



## 2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

2.2.1.11 สวิงกิงเบิร์สต์  $\pm 45^\circ$  (Swinging Burst  $\pm 45^\circ$ )

สวิงกิงเบิร์สต์  $\pm 45^\circ$  วงจรทำหน้าที่ เลื่อนเฟสของสัญญาณพาห้อย่อย ให้นำหน้า  $+45^\circ$  และล่าหลัง  $-45^\circ$  เส้นสลับเส้น ต่อจากวงจรเลื่อนนำหน้า  $180^\circ$  ดังนั้นเฟสจะได้ดังนี้ :-

- เส้นที่ 1 สัญญาณพาห้อย่อย มีเฟสนำหน้า  $(180^\circ + 45^\circ) = 225^\circ$
- เส้นที่ 2 สัญญาณพาห้อย่อย มีเฟสนำหน้า  $(180^\circ - 45^\circ) = 135^\circ$
- เส้นที่ 3 สัญญาณพาห้อย่อย มีเฟสนำหน้า  $(180^\circ + 45^\circ) = 225^\circ$

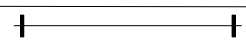


สัญญาณที่ได้ใช้เป็นสัญญาณเบิร์สต์ เพื่ออ้างอิงในการคิมอดูเลต สัญญาณวี และสัญญาณยู ในวงจรดีโคเดอ์ของเครื่องรับโทรทัศน์

## 2.2.1.12 เบิร์สต์เกต




เบิร์สต์เกต ทำหน้าที่ ปล่อยสัญญาณเบิร์สต์ ให้รวมกันกับสัญญาณโครมิแนนซ์ โดยการนำสัญญาณฮอว์-ซิงก์มาหน่วงให้ช้าลง ป้อนกระตุ้นวงจรเบิร์สต์เกต ให้ปล่อยสัญญาณเบิร์สต์ออกเพียง 8-10 ลูกคลื่น เท่านั้น

## 2.2.1.13 บวกและวายซีมิกเซอร์

บวกและวายซีมิกเซอร์เช่นเดียวกับ เอ็นทีเอสซีเอ็น โค้ดเดอ์ จากรูปที่ 2.4 สัญญาณโครมิแนนซ์รวม เป็นการรวมของสัญญาณเบิร์สต์ กับสัญญาณโครมิแนนซ์ โดยสัญญาณทั้ง 2 สัญญาณอยู่คนละตำแหน่งไม่ทับกัน จากรูปที่ 2.5 สัญญาณภาพรวม เป็นการรวมของสัญญาณวายกับสัญญาณโครมิแนนซ์รวมโดยสัญญาณโครมิแนนซ์ และสัญญาณวายอยู่ตำแหน่งเดียวกันหรือต้องทับกัน แต่ไม่เกิดการเสียหาย เนื่องจากสัญญาณโครมิแนนซ์ ประกอบด้วยสัญญาณวี และยู ซึ่งทั้ง 2 สัญญาณได้รับการมอดูเลต แบบบาลานซ์มอดูเลเตอร์ จึงไม่เกิดการเสียหาย

สัญญาณเบิร์สต์		①
สัญญาณโครมิแนนซ์		②
สัญญาณโครมิแนนซ์รวม		③ = ① + ②

รูปที่ 2.4 แสดงการรวมระหว่างสัญญาณวายกับสัญญาณโครมิแนนซ์ในวงจรบวก

สัญญาณวาย		①
สัญญาณโครมิแนนซ์รวม		②
สัญญาณภาพรวม		③ = ① + ②

รูปที่ 2.5 แสดงการรวมระหว่างสัญญาณวายกับสัญญาณโครมิแนนซ์รวมในวงจรวายซีมิกเซอร์

## 2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

ตารางที่ 2.2 แสดงเฟสของสัญญาณ โครมิแนนซ์ และเบิร์สต์ ในระบบพัล และเอ็นทีเอสซี (ชูเกียรติ จันทรานี, 2533, หน้า 102-107)

เฟสของสัญญาณโครมิแนนซ์และเบิร์สต์ในระบบพัลและเอ็นทีเอสซี				
ลำดับ	สัญญาณโครมิแนนซ์		สัญญาณเบิร์สต์	
	PAL	NTSC	PAL	NTSC
1				
2				
3				
4				

## 2.2.2 บล็อกไดอะแกรมของพัลตีโค้ดเดอร์

บล็อกไดอะแกรมของพัลตีโค้ดเดอร์ จากรูปที่ 2.6 สามารถอธิบายหน้าที่ และการทำงานโดยแบ่งออกเป็น 2 ภาค ได้แก่

## 2.2.2.1 ภาคลูมิแนนซ์

ภาคลูมิแนนซ์ มีหลักการทำงานเช่นเดียวกับ เอ็นทีเอสซีดีโค้ดเดอร์

## 2.2.2.2 ภาคโครมิแนนซ์

ภาคโครมิแนนซ์ ประกอบด้วยบล็อกย่อย ดังแสดงในรูปที่ 2.6

2.2.2.2.1 4.43 เมกะเฮิร์ตซ์ แบนด์พาสส์ฟิลเตอร์ (4.43 MHz Band Pass-Filter) ทำหน้าที่ กรองสัญญาณ โครมิแนนซ์รวมออก จากสัญญาณภาพรวม

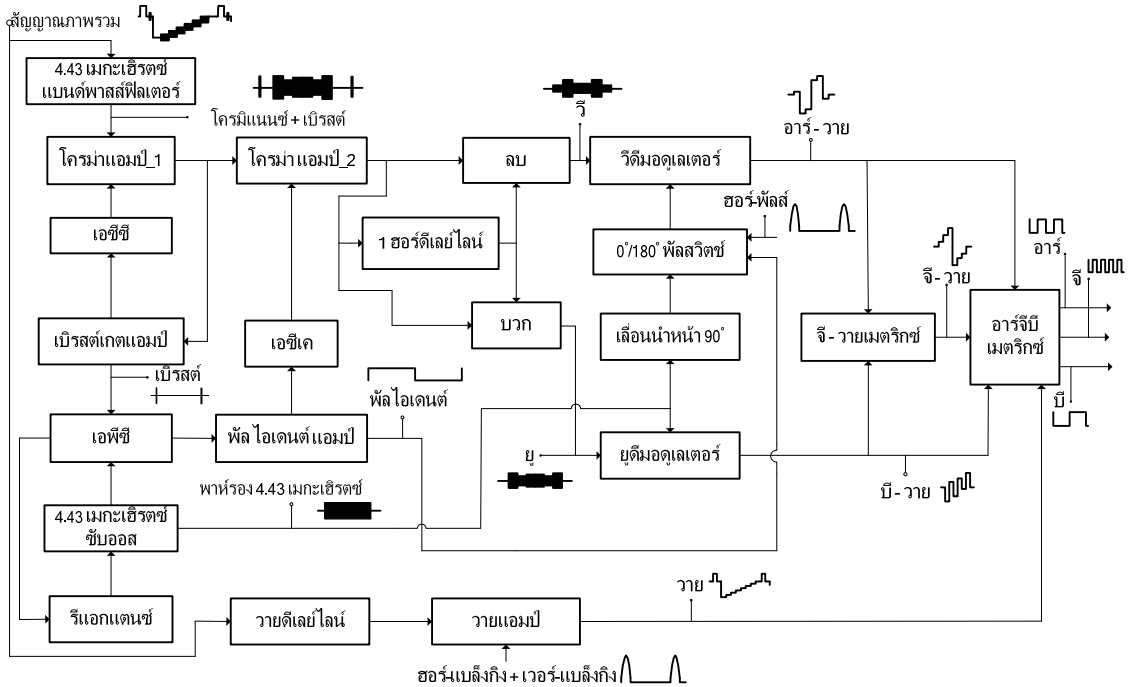
2.2.2.2.2 โครมาแอมป์<sub>1</sub> และโครมาแอมป์<sub>2</sub> ทำหน้าที่ เช่นเดียวกับ เอ็นทีเอสซีดีโค้ดเดอร์

2.2.2.2.4 1 ฮอร์ ดีเลย์ไลน์ (1 HOR Delay Line) อุปกรณ์ทำหน้าที่ หน่วงสัญญาณ โครมิแนนซ์ ให้ช้าลง 64 ไมโครวินาที ป้อนให้แก่ วงจรบวก และลบ

2.2.2.2.5 บวกและลบ (Adder and Sub Tractor) ทำหน้าที่ บวกและลบเฟส หรือเวกเตอร์ของสัญญาณ โครมิแนนซ์ทางตรง กับสัญญาณ โครมิแนนซ์ทางอ้อม ที่ได้รับการหน่วง

2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

64 ไมโครวินาที



รูปที่ 2.6 แสดงบล็อกไดอะแกรมของพัลดีโค้ดเดอร์ (Gulati, 2007, p. 551)

สัญญาณออกของวงจรลบ คือ สัญญาณวี

สัญญาณทางออกของวงจรบวก คือ สัญญาณยู

2.2.2.2.6 เบิร์สต์เกตแอมป์ และเอชวี เช่นเดียวกับ เอ็นทีเอสซีดีโค้ดเดอร์

2.2.2.2.7 4.43 เมกะเฮิร์ตซ์ซับออส ทำหน้าที่ กำเนิดสัญญาณพหุย่อย มีความถี่ 4.43 เมกะเฮิร์ตซ์ คงที่ตลอดเวลาโดยมีวงจรเอพีซี และรีแอ็กแตนซ์ เป็นตัวควบคุมการกำเนิดสัญญาณพหุย่อยให้คงที่ ป้อนให้แก่ วงจรเลื่อนนำหน้า 90° และวงจรยู ดิมอดูเลเตอร์

2.2.2.2.8 เอพีซี ทำหน้าที่ เปรียบเทียบเฟส ระหว่างสัญญาณเบิร์สต์ กับสัญญาณพหุย่อย ได้แรงดันผิดพลาด ป้อนให้แก่ วงจรรีแอ็กแตนซ์ เพื่อเปลี่ยนแปลงค่าความจุ หรือค่าความเหนี่ยวนำ ของวงจร 4.43 เมกะเฮิร์ตซ์ซับออส ทำให้การกำเนิดสัญญาณพหุย่อย มีความถี่ถูกต้อง และผลการเปรียบเทียบ ได้สัญญาณพัล ไอเดนต ความถี่ 7.8 กิโลเฮิร์ตซ์ ป้อนให้แก่ วงจรพัล ไอเดนตแอมป์ โดยมีสัญญาณพัล ไอเดนต เฉพาะรายการสีเท่านั้น

2.2.2.2.9 พัล ไอเดนตแอมป์ (PAL Ident AMP) ทำหน้าที่ ขยายแรงดันสัญญาณพัล ไอเดนต ให้เพิ่มขึ้น ป้อนให้แก่ วงจรเอชไอ และป้อนให้แก่ วงจร 0°/180° พัลสวิตซ์

2.2.2.2.10 เอชไอ หน้าที่ ควบคุมให้วงจรโคโรนาแอมป์\_2 ทำงานในเฉพาะรายการสีเท่านั้น โดยการนำเอาสัญญาณพัล ไอเดนต 7.8 กิโลเฮิร์ตซ์ มาเรียงกระแส และฟิลเตอร์ ได้

## 2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ขยายแรงดันให้เพิ่มขึ้น ประมาณ 9 โวลต์ จ่ายให้แก่ วงจรโครมาแอมป์<sub>2</sub>

2.2.2.2.11 0°/180° ฟัลสวิทช์ (0°/180° PAL Switch) ทำหน้าที่ สลับเฟส สัญญาณพาห်ย่อย เปลี่ยนจากเฟส 0° เป็น 180° และจาก 180° เป็น 0° เส้นสลับเส้น โดยมีสัญญาณ ฟัล โอเคนต์ และสัญญาณฮอว์-ฟัลส์ เป็นตัวควบคุม การสลับเส้นให้ถูกต้อง

2.2.2.2.12 เลื่อนนำหน้า 90° ทำหน้าที่ เลื่อนเฟสของสัญญาณพาห်ย่อย นำหน้า 90° ทุกเส้นป้อนให้แก่วงจร 0°/180° ฟัลสวิทช์

2.2.2.2.13 ยู หรือบี-วายคิมมอดูเลเตอร์ (B-Y Demodulator, U) ทำหน้าที่ แยกเอาสัญญาณบี-วาย ออกจากสัญญาณยู ซึ่งเป็นการคิมมอดูเลต แบบซิงโครนัส หรือ แบบบาลานซ์ คิมมอดูเลเตอร์ ดังนั้นต้องอาศัยสัญญาณพาห်ย่อยเฟส 0° ผสมกับสัญญาณยู ที่ได้จากวงจรบวก จะได้ สัญญาณ บี-วาย ส่งป้อนให้แก่วงจรอาร์จีบีเมตริกซ์ และวงจรจี-วายเมตริกซ์

2.2.2.2.14 วีหรืออาร์-วายคิมมอดูเลเตอร์ (R-Y Demodulator, V) ทำหน้าที่ แยกเอาสัญญาณอาร์-วาย ออกจากสัญญาณวี โดยต้องอาศัยสัญญาณพาห်ย่อยเฟส 90° และเฟส 270° เส้นสลับเส้น ผสมกับสัญญาณวี ที่ได้จากวงจรลบ ได้สัญญาณอาร์-วาย ส่งป้อนให้แก่วงจรอาร์จี-บี เมตริกซ์ และวงจรจี-วายเมตริกซ์

2.2.2.2.15 จี-วายเมตริกซ์ (G-Y Matrix) ทำหน้าที่ สร้างสัญญาณจี-วาย จากสัญญาณอาร์-วาย และสัญญาณบี-วาย โดย สร้างจากสมการ

$$(G - Y) = -0.51(R - Y) - 0.19(B - Y)$$

2.2.2.2.16 อาร์จีบีเมตริกซ์ (RGB Matrix) ทำหน้าที่ สร้างสัญญาณอาร์ จี และบี ป้อนให้แก่ วงจรอาร์จีบีเอาต์พุต ในการสร้างต้องนำสัญญาณวาย รวมกับสัญญาณอาร์-วาย บี-วาย และจี-วาย ดังสมการต่อไปนี้

$$R = (R - Y) + Y, G = (G - Y) + Y \text{ และ } B = (B - Y) + Y$$

### 2.2.2.3 กรรมวิธีทางสัญญาณของภาคโครมิแนนซ์ และลูมิแนนซ์

จากรูปที่ 2.6 บล็อกไดอะแกรมของพัลดิโคคเคเตอร์ สามารถอธิบายได้ดังนี้  
เส้นทางที่ 1 เมื่อสัญญาณภาพรวม ป้อนเข้า วงจร 4.43 เมกะเฮิร์ตซ์แบนด์-พาสส์ฟิลเตอร์ สัญญาณที่ผ่านได้ต้องมีความถี่ 4.43 เมกะเฮิร์ตซ์ ซึ่งได้แก่ สัญญาณ โครมิแนนซ์ และ สัญญาณเบิรสต์ ซึ่งสัญญาณทั้ง 2 รวมกัน เรียกว่า “สัญญาณโครมิแนนซ์รวม” และได้รับการขยายให้ มีแรงดันของสัญญาณคงที่ เมื่อออกจากวงจรโครมาแอมป์<sub>1</sub> ป้อนเข้าวงจรโครมาแอมป์<sub>2</sub> เพื่อขยาย แรงดันสัญญาณโครมิแนนซ์รวม ให้เพิ่มขึ้นอีก แต่วงจรจะทำงานเฉพาะรับรายการสีเท่านั้น โดยมี วงจรเอซีคอคอยควบคุม ถ้าเป็นรายการขาวดำวงจรเอซีเคไม่จ่ายแรงดันให้วงจรโครมาแอมป์<sub>2</sub> ทำให้

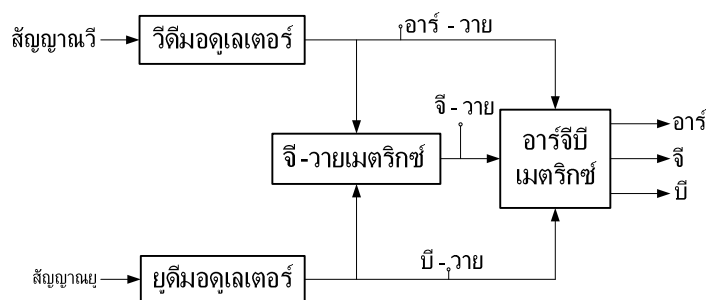
2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

วงจรโครมาแอมป์<sub>2</sub> จึงหยุดทำงาน เพื่อป้องกัน เม็ดสีรับกวนภาพขาวดำ สัญญาณโครมิแนนซ์รวม ถูกขยายแรงดัน ออกจาก วงจรโครมาแอมป์<sub>2</sub> ป้อนให้แก่ วงจรลบ วงจรบวก และ 1 ฮอร์ตดีเลย์ไลน์ สัญญาณโครมิแนนซ์รวม เมื่อผ่านวงจร 1 ฮอร์ตดีเลย์ไลน์ ถูกหน่วงให้ช้าลง 64 ไมโครวินาที หรือ 1 เส้นทางแนวราบ (1H) ป้อนให้แก่ วงจรลบ และวงจรบวก เมื่อวงจรลบทำงาน เกิดการลบทางเฟส หรือเวกเตอร์ ได้สัญญาณวี และเมื่อวงจรบวกทำงาน เกิดการบวกกันทางเฟสได้ สัญญาณยู ออกมา ดังนั้นสัญญาณโครมิแนนซ์ ถูกแยกเอาสัญญาณวี และสัญญาณยู ออกจากกัน และสัญญาณวี ป้อน ให้แก่ วงจรวีดีมอดูเลเตอร์ สัญญาณยูถูกป้อนให้แก่ วงจรยูดีมอดูเลเตอร์ ในการทำงานของวงจรวีดีมอดูเลเตอร์ เพื่อแยกเอาสัญญาณอาร์-วาย ออกจากสัญญาณวี ต้องมีสัญญาณพาห้อย่อย ที่ได้รับการ เลื่อนเฟสนำหน้า 90° และ 270° เส้นสลับเส้น โดยวงจรเลื่อนนำหน้า 90° และวงจร 0°/180° พัลสวิตซ์ ป้อนให้แก่ วงจรวีดีมอดูเลเตอร์ และการทำงานของวงจรยูดีมอดูเลเตอร์ เพื่อแยกสัญญาณบี-วาย ออกจากสัญญาณยู ต้องมีสัญญาณพาห้อย่อยเฟส 0° ป้อนให้แก่ วงจรยูดีมอดูเลเตอร์ เมื่อได้สัญญาณ อาร์-วาย และบี-วาย ต้องสร้างจี-วาย โดยป้อนสัญญาณอาร์-วาย และบี-วาย เข้ายังวงจรจี-วาย เมตริกซ์ ได้สัญญาณจี-วาย ออกมา และนำสัญญาณอาร์-วาย บี-วาย และจี-วาย เข้าสู่วงจรอาร์จีบี เมตริกซ์ เพื่อสร้างสัญญาณอาร์ จี และบี โดยการนำเอาสัญญาณอาร์-วาย บี-วาย และจี-วาย มาบวก กับสัญญาณวาย

$$R = (R - Y) + Y, G = (G - Y) + Y \text{ และ } B = (B - Y) + Y$$

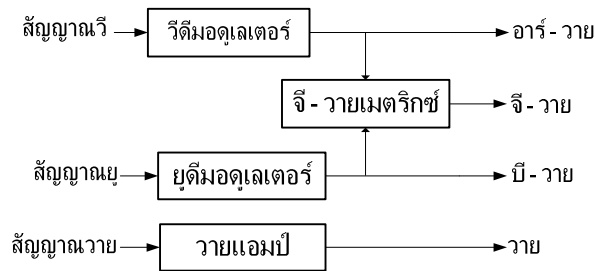
สัญญาณออกของภาคโครมิแนนซ์ แบ่งได้ ดังนี้ :-

- แบบสัญญาณอาร์ จี และบี ป้อนสัญญาณวาย เข้าวงจรอาร์จีบีเมตริกซ์ ได้สัญญาณอาร์ จี และบี ออกมา ดังได้กล่าวข้างต้น ดังแสดงในรูปที่ 3.5
- แบบสัญญาณอาร์-วาย บี-วาย จี-วาย และวาย ไม่ป้อนสัญญาณวาย เข้าวงจรอาร์จีบีเมตริกซ์ ได้สัญญาณอาร์ จี และบี ออกมา ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.7 แสดงบล็อกไดอะแกรมของพัลดีโค้ดเดอร์แบบสัญญาณออกอาร์ จี และบี

## 2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์



รูปที่ 2.8 แสดงบล็อกไดอะแกรมของพัลส์โค้ดเคอร์แบบสัญญาณอาร์-วาย จี-วาย บี-วาย และวาย

การควบคุมการสร้างสัญญาณพาห้อยู่ให้มีความถี่ 4.43 เมกะเฮิร์ตซ์ถูกต้องทำได้โดยวงจร 4.43 เมกะเฮิร์ตซ์ซับออส ใช้คริสตัลควบคุม การกำเนิดความถี่ให้คงที่ และใช้วงจรเอพีซี เปรียบเทียบเฟส สัญญาณเบิร์ต กับสัญญาณพาห้อยู่ได้แรงดันผิดพลาดส่งให้แก่ วงจรรีแอกแตนซ์ เพื่อเปลี่ยนแปลงค่าความจุ หรือค่าเหนี่ยวนำของวงจร 4.43 เมกะเฮิร์ตซ์ซับออส ทำให้การผลิตสัญญาณพาห้อยู่มีความถี่ได้ถูกต้อง ถ้าหากความถี่ของสัญญาณพาห้อยู่ กับสัญญาณเบิร์ต ไม่ตรงกัน การทำงานของวงจรวีดีมอดูเลเตอร์ วงจรยูดีมอดูเลเตอร์ ไม่สามารถแยกสัญญาณได้ถูกต้อง ทำให้เกิดอาการสีส้ม หรือสีผิดเฟส หรือไม่มีสี

เส้นทางที่ 2 เมื่อสัญญาณภาพรวมป้อนให้แก่ วงจรวายดีเลย์ไลน์ ถูกหน่วงให้ช้าลง 0.5-1 ไมโครวินาที แต่สัญญาณ โครมิแนนซ์รวม ไม่สามารถผ่านวงจรดังกล่าวได้ มีเพียงสัญญาณวาย ผ่านเข้าวงจรวายแอมป์ ได้รับการขยายแรงดันให้เพิ่มขึ้น ขณะที่ทำการขยาย มีการเติมสัญญาณฮอว์-แบล็กกิง และสัญญาณเวอร์-แบล็กกิง ซึ่งรับมาจากวงจรภาคฮอริซอนทอล และเวอร์ติคอลล เพื่อรวมกับสัญญาณวาย ตรงช่วงเวลาของฮอว์-แบล็กกิง และเวอร์-แบล็กกิง ให้ได้ระดับแรงดันเพิ่มขึ้นพอที่สามารถลบเส้นสับคัลกลับทางแนวราบ และแนวตั้ง โดยการบังคับให้หลอดรังสีแคโทดหยุดทำงาน สัญญาณวายใช้สร้างภาพขาวดำ ในรายการสีภาคโครมิแนนซ์ กับลูมิแนนซ์ ต้องทำงานทั้ง 2 ภาค โดยภาคโครมิแนนซ์สร้างภาพสี ภาคลูมิแนนซ์สร้างภาพขาวดำ

สัญญาณเข้าภาคโครมิแนนซ์ และลูมิแนนซ์ ได้แก่ สัญญาณภาพรวม

สัญญาณออก ได้แก่ สัญญาณอาร์ จี บี หรืออาร์-วาย บี-วาย จี-วาย และ

วาย

#### 2.2.2.4 อุปกรณ์วายดีเลย์ไลน์

อุปกรณ์วายดีเลย์ไลน์ (0.5-1  $\mu$ s Luminance Delay Line Device) ทำหน้าที่หน่วงสัญญาณวายให้ช้าลง 0.5-1 ไมโครวินาที และมีการกรอง ไม่ยอมให้สัญญาณโครมิแนนซ์รวมผ่านได้ ยอมให้ผ่านได้เพียงสัญญาณวายเท่านั้น สาเหตุที่ต้องมีการใช้ขดลวดวายดีเลย์ไลน์หน่วงให้เดินทางช้าลง เนื่องจากขั้นตอนในการทำงาน ของวงจรที่เกี่ยวกับสัญญาณวาย มีน้อยขั้นตอน ทำให้

## 2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณ โทรทัศน์

สัญญาณวาง เดินทางไปถึงหลอดภาพ และสร้างเป็นภาพขาวดำได้ก่อน ส่วนสัญญาณโครมิแนนซ์ เกี่ยวข้องกับการสร้างภาพสี ต้องผ่านขั้นตอนในการทำงานของวงจรหลายขั้นตอน จึงเดินทางไปถึงหลอดรังสีแคโทด และสร้างภาพสี ได้ช้ากว่า การสร้างภาพขาวดำ ทำให้ภาพขาวดำ และภาพสี ทับกันไม่สนิท จึงจำเป็นต้องหน่วงสัญญาณวางให้ช้าลง โครงสร้างประกอบด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.9

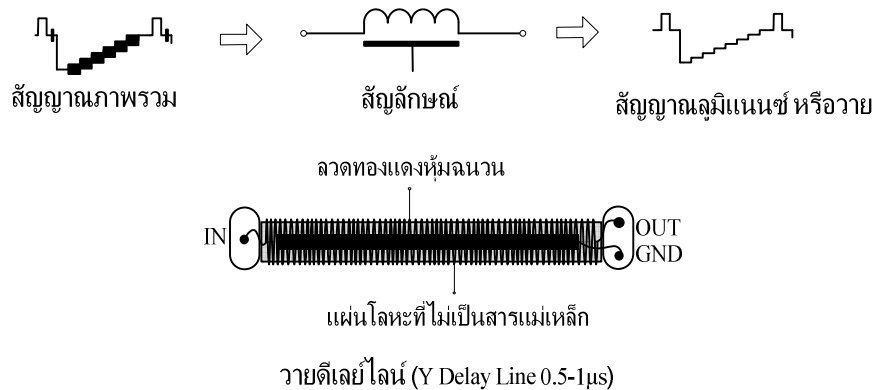
2.2.2.4.1 ขดลวดทองแดงหุ้มฉนวนพันเรียงเส้นตามแนวราบของแกน และพันทับโลหะแผ่น ลวดทองแดงมีความยาวมาก โดยคำนวณหาความยาวได้จากสูตร

$$\begin{aligned} \text{ความยาวของเส้นทองแดง} &= \text{ความเร็วของสัญญาณทางไฟฟ้า (เมตร)} \times \text{เวลาหน่วง (วินาที)} \\ \text{ดังนั้น ความยาวของเส้นทองแดง} &= 3 \times 10^8 \times \text{เวลาหน่วง} \end{aligned}$$

**ตัวอย่าง** ต้องการหน่วงสัญญาณวางให้ช้า 0.5 ไมโครวินาที ต้องใช้ขดลวดทองแดงยาวเท่าไร

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ ความยาวของเส้นทองแดง} &= \text{ความเร็วของสัญญาณทางไฟฟ้า (เมตร)} \times \text{เวลาหน่วง (วินาที)} \\ \text{ความยาวของเส้นทองแดง} &= 3 \times 10^8 \times 0.5 \times 10^{-6} \\ \text{ความยาวของเส้นทองแดง} &= 150 \text{ เมตร} \end{aligned}$$

**ตอบ** ความยาวของเส้นทองแดง 150 เมตร



รูปที่ 2.9 แสดงอุปกรณ์วายดีเลย์ไลน์

2.2.2.4.2 แผ่นโลหะที่ไม่เป็นสารแม่เหล็ก (แม่เหล็กไม่ดูด) ทำหน้าที่ ลดค่าความเหนี่ยวนำของขดลวด ให้พอเหมาะ จะมีผลต่อรูปร่างของ สัญญาณลุมิแนนซ์ ตำแหน่งขา ในการใช้งาน มีเพียง 3 ขา เป็นขาด้านเข้า ขาด้านออก และขากราวด์ การตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ เป็นการตรวจว่าขดลวดของขาด้านเข้า กับขาด้านออก ขาดหรือไม่ โดยใช้  $R \times 1$  มีค่าความต้านทาน ประมาณ 4-100 โอห์ม และตรวจสอบภาพขาด้านเข้า และขาด้านออกลัดวงจรกับกราวด์ โดยใช้  $R \times 1$  เข็มมิเตอร์ ต้องไม่ชี้ไปทางขวามือทั้ง 2 ครั้ง

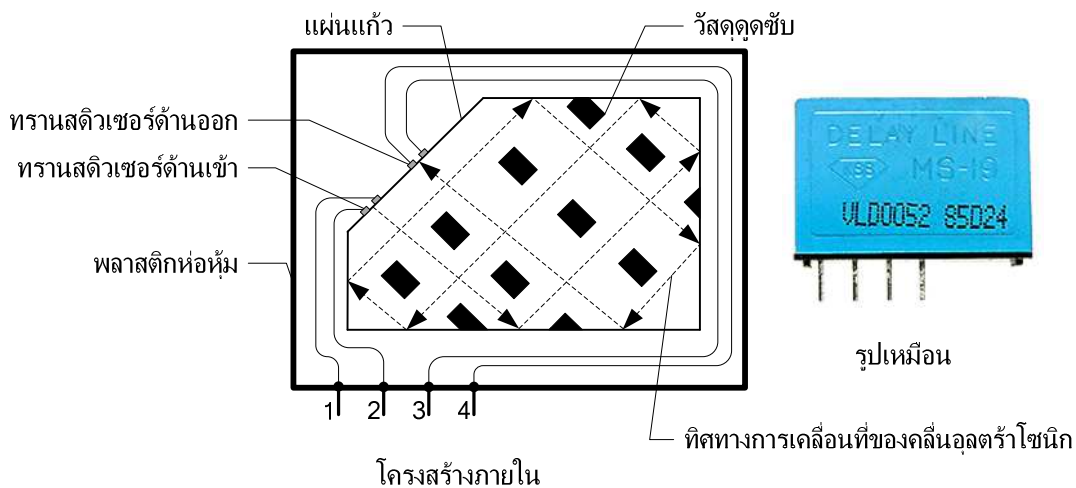
## 2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

### 2.2.2.5 อุปกรณ์ 1 ฮอร์ตดีเลย์ไลน์

อุปกรณ์ 1 ฮอร์ตดีเลย์ไลน์ (1 H Delay Line, 64  $\mu$ s Delay Line) ทำหน้าที่หน่วงระยะเวลาในการเดินทางของสัญญาณวี และสัญญาณยู ให้ช้าลง 64 ไมโครวินาที เพื่อใช้ในการแก้การผิดพลาดของเฟส และเป็นการแยกสัญญาณวี ออกจากสัญญาณยู ในระบบพัลส จากรูปที่ 2.10 โครงสร้างประกอบด้วย

2.2.2.5.1 ทรานสดิวเซอร์ด้านเข้า (Input Transducer) ทำหน้าที่ เปลี่ยนสัญญาณ โครมิแนนซ์ทางไฟฟ้าให้เป็นคลื่นทางพลังงานกล (อัลตราโซนิค) สั่นสะเทือนผ่านแท่งแก้ว

2.2.2.5.2 ทรานสดิวเซอร์ด้านออก (Output Transducer) ทำหน้าที่ ทำงานตรงกันข้าม กับทรานสดิวเซอร์ด้านเข้า เปลี่ยนคลื่นทางกล เป็นสัญญาณ โครมิแนนซ์ทางไฟฟ้า คลื่นอัลตราโซนิค เดินทางต้องอาศัยตัวกลางในที่นี้คือ แผ่นแก้ว



รูปที่ 2.10 แสดง โครงสร้างของ 1 ฮอร์ตดีเลย์ไลน์และรูปเหมือน (Photo of US Delay Line, 2552)

2.2.2.5.3 แผ่นแก้ว เป็นตัวกลางในการเดินทางของคลื่นอัลตราโซนิค จากขาด้านเข้าไปขาด้านออก ทำให้การเดินทางของคลื่นอัลตราโซนิคช้าลง 64 ไมโครวินาที วัสดุที่ใช้สร้างแผ่นแก้ว ต้องมีคุณสมบัติไม่เปลี่ยนแปลงค่าเวลาในการหน่วง เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง มีขาใช้งานอยู่ 4 ขา โดยเป็นขาด้านเข้า 2 ขา และขาด้านออก 2 ขา ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนา 1 ฮอร์ตดีเลย์ไลน์ อยู่ในรูปวงจรรวม (IC) มีขนาดเล็กสะดวกต่อการใช้งาน

การตรวจสอบสภาพของ 1 ฮอร์ตดีเลย์ไลน์ เมื่อใช้ R $\times$ 1K ผลการวัด วงจรเปิด (Open) เข็มไม่ชี้ทางขวามือทั้ง 2 ครั้ง เมื่อสลับสายวัด หรือใช้ออสซิลโลสโคปตรวจสอบสัญญาณเข้าและออก ขณะทำงาน เมื่อต่ออยู่ภายในวงจรโดยปกติ มีการเสียหาย 1% เท่านั้น



## 2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

## 2.2.3 รายละเอียดของมาตรฐานระบบพัล

ตารางที่ 2.3 แสดงรายละเอียดของมาตรฐานระบบพัล (ซูเกียรติ จันทรานี, 2533, หน้า 38)

มาตรฐานสัญญาณโทรทัศน์	พัล (บี)
จำนวนเส้นต่อภาพ	625
จำนวนภาพต่อวินาที	25
จำนวนฟิลด์ต่อวินาที	50
ความถี่ฮอริซอนทอล (กิโลเฮิร์ตซ์)	15.625
ความถี่เวอร์ติคอลล (เฮิร์ตซ์)	50
แบนด์วิดท์ของสัญญาณลูมิแนนซ์ รายการขาวดำ (เมกะเฮิร์ตซ์)	5
แบนด์วิดท์ของสัญญาณลูมิแนนซ์ รายการสี (เมกะเฮิร์ตซ์)	4
อาร์เอฟแบนด์วิดท์ (เมกะเฮิร์ตซ์)	7
ระยะห่างคลื่นพาห์ภาพกับคลื่นพาห์เสียง (เมกะเฮิร์ตซ์)	5.5
เฟสของสัญญาณภาพรวมผสมกับคลื่นพาห์ภาพ	ช่วงลบ
แถบข้างอาร์เอฟด้านต่ำ (เมกะเฮิร์ตซ์)	1.25
การผสมสัญญาณเสียงกับคลื่นพาห์	เอฟเอ็ม
คลื่นพาห์ย่อย (เมกะเฮิร์ตซ์)	4.43361875
ลักษณะการผสมคลื่นพาห์ย่อย กับอาร์ - วาย และบี - วาย	เอฟเอ็ม ดีเอสบีเอสซี
แบนด์วิดท์ของสัญญาณวี (เมกะเฮิร์ตซ์)	± 0.5
แบนด์วิดท์ของสัญญาณยู (เมกะเฮิร์ตซ์)	± 0.5
ระบบย่านความถี่ที่ออกอากาศ	ซีซีไออาร์ (ยุโรป)

## 2.3 มาตรฐานระบบเซกัม

มาตรฐานระบบเซกัม (Sequential Color a Memory, SECAM) มาตรฐานนี้ ได้ถูกพัฒนาโดย เฮนรี ดี ฟรานซ์ (Henri De France) ชาวฝรั่งเศส เมื่อ พ.ศ. 2510 มีความถี่ฮอริซอนทอล 15.625 กิโลเฮิร์ตซ์ และเวอร์ติคอลล 50 เฮิร์ตซ์ มีความกว้างของช่อง 7 เมกะเฮิร์ตซ์ ใช้ในประเทศฝรั่งเศส อิรัก รัสเซีย และอิหร่าน เป็นต้น

## 2.3.1 บล็อกไดอะแกรมของเซกัมเอ็นโค้ดเดอร์

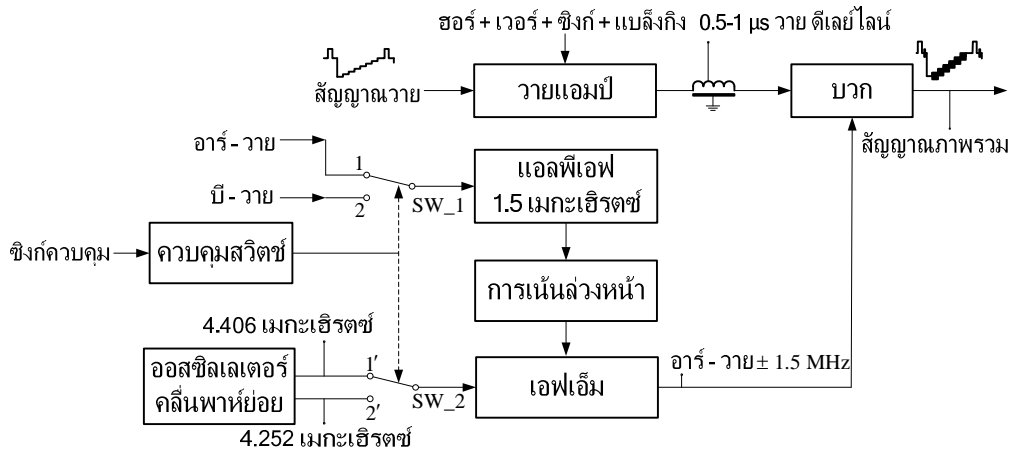
บล็อกไดอะแกรมของเซกัมเอ็นโค้ดเดอร์ จากรูปที่ 2.11 สามารถอธิบายหน้าที่และการทำงาน ได้ดังนี้

## 2.3.1.1 สวิตช์\_1 (SW\_1)

สวิตช์\_1 ทำหน้าที่ ตัดต่อสัญญาณอาร์ - วาย และสัญญาณบี - วาย เข้าสู่

## 2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

วงจรแอลพีเอฟ 1.5 เมกะเฮิร์ตซ์ จากรูปที่ 2.11 SW\_1 อยู่ในตำแหน่ง (1) รับสัญญาณอาร์ – วาย



รูปที่ 2.11 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเซกัมเอ็น โค้ดเดอร์ (Gulati, 2007, p. 561)

### 2.3.1.2 สวิตช์\_2 (SW\_2)

สวิตช์\_2 ทำหน้าที่ ตัดต่อสัญญาณพาห่อย่อย 4.406 เมกะเฮิร์ตซ์ และพาห่อย่อย 4.252 เมกะเฮิร์ตซ์ เข้าสู่วงจรเอฟเอ็มมอดูเลเตอร์ จากรูปที่ 2.11 SW\_2 อยู่ในตำแหน่ง (1') รับสัญญาณพาห่อย่อย 4.406 เมกะเฮิร์ตซ์

### 2.3.1.3 แอลพีเอฟ 1.5 เมกะเฮิร์ตซ์ (LPF 1.5 MHz)

แอลพีเอฟ 1.5 เมกะเฮิร์ตซ์ หรือกรองแบบผ่านต่ำ 1.5 เมกะเฮิร์ตซ์ โดยยอมให้สัญญาณความถี่ต่ำกว่า 1.5 เมกะเฮิร์ตซ์ ผ่านได้ ดังนั้นสัญญาณอาร์ – วาย และบี – วาย ต้องมีความถี่ไม่เกิน 1.5 เมกะเฮิร์ตซ์ จึงจะผ่านได้

### 2.3.1.4 ออสซิลเลเตอร์คลื่นพาห่อย่อย (Subcarrier Oscillator)

ออสซิลเลเตอร์คลื่นพาห่อย่อย ทำหน้าที่ กำเนิดสัญญาณพาห่อย่อย 2 ความถี่ ได้แก่ 4.406 เมกะเฮิร์ตซ์ และ 4.252 เมกะเฮิร์ตซ์ ให้แก่ SW\_2 โดยตำแหน่ง (1') ได้รับ 4.406 เมกะเฮิร์ตซ์ ตำแหน่ง (2') ได้รับ 4.252 เมกะเฮิร์ตซ์

### 2.3.1.5 การเน้นล่วงหน้า (PRE-Emphasis)

การเน้นล่วงหน้า ทำหน้าที่ วงจรยกระดับความแรงของ ความถี่สูงให้แรงขึ้นก่อนการมอดูเลตแบบเอฟเอ็ม

### 2.3.1.6 เอฟเอ็ม

เอฟเอ็ม ทำหน้าที่ เปลี่ยนแปลงความถี่ สัญญาณพาห่อย่อย ตามการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของสัญญาณอาร์ – วาย และบี – วาย จากรูปที่ 2.11 SW\_2 ตำแหน่ง (1') วงจรเอฟเอ็ม ได้รับสัญญาณพาห่อย่อยความถี่ 4.406 เมกะเฮิร์ตซ์ มีการแกว่งไกวความถี่ ± 1.5 เมกะเฮิร์ตซ์ ทำ

## 2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

ให้ได้สัญญาณออกอาร์ – วาย  $\pm 1.5$  เมกะเฮิร์ตซ์ ถ้า SW\_2 ตำแหน่ง (2') ได้สัญญาณออกบี – วาย  $\pm 1.5$  เมกะเฮิร์ตซ์

### 2.3.1.7 ควบคุมสวิตช์ (Switch Control)

ควบคุมสวิตช์ ทำหน้าที่ ควบคุมการตัดต่อของ SW\_1 และ SW\_2 ให้ อยู่ในตำแหน่ง (1) (1') หรือ (2) (2') โดยได้รับการควบคุมจากสัญญาณซิงค์ควบคุม (Sync Control)

### 2.3.1.8 บวก

บวก ทำหน้าที่ รวมสัญญาณวายเข้า กับสัญญาณอาร์ – วาย  $\pm 1.5$  เมกะเฮิร์ตซ์ หรือเข้ากับบี – วาย  $\pm 1.5$  เมกะเฮิร์ตซ์ จากรูปที่ 2.11 สัญญาณอาร์ – วาย  $\pm 1.5$  เมกะเฮิร์ตซ์ รวมกับสัญญาณวาย ได้เป็นสัญญาณภาพรวม เส้นที่ 1

### 2.3.1.9 วายแอมป์

วายแอมป์ ทำหน้าที่ ดังได้กล่าวข้างต้น

การสร้างสัญญาณภาพรวม ในมาตรฐานระบบเซกัม จะต้องสร้างให้มีจำนวน 625 เส้น โดยเส้นที่มีสัญญาณอาร์ – วาย  $\pm 1.5$  เมกะเฮิร์ตซ์ (4.406 เมกะเฮิร์ตซ์, 282 F<sub>H</sub>) เป็นสัญญาณโครมิแนนซ์ และเส้นคู่มีสัญญาณบี – วาย  $\pm 1.5$  เมกะเฮิร์ตซ์ (4.252 เมกะเฮิร์ตซ์, 272 F<sub>H</sub>) เป็นสัญญาณโครมิแนนซ์

## 2.3.2 บล็อกไดอะแกรมของเซกัมดีไลต์เตอร์

จากรูปที่ 2.12 สามารถอธิบายรายละเอียด ได้ดังนี้

### 2.3.2.1 แบนด์พาสส์ฟิลเตอร์ (Bandpass Filter)

แบนด์พาสส์ฟิลเตอร์ ทำหน้าที่ กรองสัญญาณโครมิแนนซ์ ที่มีความถี่อยู่ใน ช่วง 2.752-5.900 เมกะเฮิร์ตซ์ ผ่าน ซึ่งสัญญาณที่ผ่านได้ ได้แก่ สัญญาณอาร์ – วาย  $\pm 1.5$  เมกะเฮิร์ตซ์ และสัญญาณบี – วาย  $\pm 1.5$  เมกะเฮิร์ตซ์

### 2.3.2.2 64 $\mu$ s ดีเลย์ไลน์

64  $\mu$ s ดีเลย์ไลน์ ทำหน้าที่ หน่วงสัญญาณอาร์ – วาย  $\pm 1.5$  เมกะเฮิร์ตซ์ หรือ บี – วาย  $\pm 1.5$  เมกะเฮิร์ตซ์ ให้ช้าลง 64 ไมโครวินาที

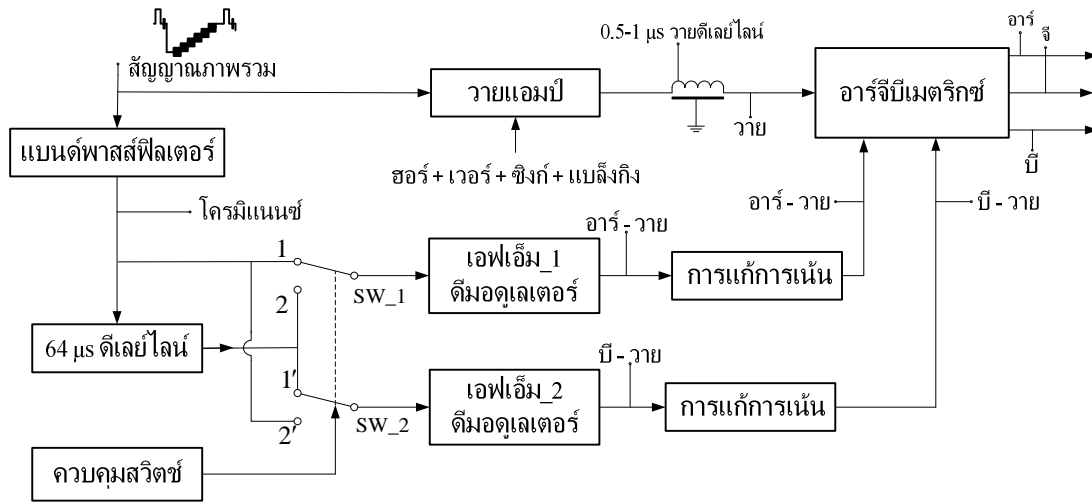
### 2.3.2.3 ควบคุมสวิตช์

ควบคุมสวิตช์ ทำหน้าที่ บังคับ SW\_1 และ SW\_2 อยู่ในตำแหน่ง (1) (1') และ SW\_2 อยู่ในตำแหน่ง (2) (2') โดยมีตารางในการทำงาน ตามตารางที่ 2.4

### 2.3.2.4 เอฟเอ็ม\_1 ดิมอดูเลเตอร์

เอฟเอ็ม\_1 ดิมอดูเลเตอร์ ทำหน้าที่ ดิมอดูเลต สัญญาณอาร์ – วาย  $\pm 1.5$  เมกะเฮิร์ตซ์ ได้สัญญาณออก คือ สัญญาณอาร์ – วาย

2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์



รูปที่ 2.12 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเซกัมดีโค้ดเดอร์ (Gulati, 2007, p. 562)

ตารางที่ 2.4 แสดงรายละเอียดของ SW\_1, SW\_2, เอพเอ็ม\_1 และเอพเอ็ม\_2 ตีมอดูเลเตอร์

ลำดับ เส้น	เอพเอ็ม_1 ตีมอดูเลเตอร์		เอพเอ็ม_2 ตีมอดูเลเตอร์	
	SW_1		SW_2	
	ตำแหน่ง (1)	ตำแหน่ง (2)	ตำแหน่ง (1')	ตำแหน่ง (2')
1	อาร์ - วาย ± 1.5 เมกะเฮิรตซ์	ว่าง	ว่าง	ว่าง
2	ว่าง	อาร์ - วาย ± 1.5 เมกะเฮิรตซ์ (หน่วง)	ว่าง	บี - วาย ± 1.5 เมกะเฮิรตซ์
3	อาร์ - วาย ± 1.5 เมกะเฮิรตซ์	ว่าง	บี - วาย ± 1.5 เมกะเฮิรตซ์ (หน่วง)	ว่าง
4	ว่าง	อาร์ - วาย ± 1.5 เมกะเฮิรตซ์ (หน่วง)	ว่าง	บี - วาย ± 1.5 เมกะเฮิรตซ์
	ได้สัญญาณอาร์ - วาย		ได้สัญญาณบี - วาย	

2.3.2.5 เอพเอ็ม\_2 ตีมอดูเลเตอร์

เอพเอ็ม\_2 ตีมอดูเลเตอร์ ทำหน้าที่ ตีมอดูเลต สัญญาณอาร์ - วาย ± 1.5 เมกะเฮิรตซ์ ได้สัญญาณออก คือ สัญญาณบี - วาย

2.3.2.6 การแก้การเน้น (De-Emphasis)

การแก้การเน้น ทำหน้าที่ ลดแรงดันสัญญาณอาร์ - วาย และบี - วาย ที่

## 2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

ความถี่สูง ให้มีแรงดันของสัญญาณลดลง เป็นการกระทำที่ตรงข้าม กับการเน้นล่งหน้า

## 2.3.2.7 อาร์จีบีเมตริกซ์

อาร์จีบีเมตริกซ์ ทำหน้าที่ สร้างสัญญาณจี – วาย จากสัญญาณอาร์ – วายและ บี – วาย และสร้างสัญญาณอาร์ จี และบี เมื่อนำเอาสัญญาณอาร์ – วาย จี – วาย และบี – วาย มารวมกับสัญญาณวาย ซึ่งสมการต่าง ๆ ในการรวมกัน ได้แสดงไว้ข้างต้น

2.3.2.8 วายแอมป์ และ 0.5-1  $\mu$ s วายดีเลย์ไลน์

วายแอมป์ และ 0.5-1 ไมโครวินาที วายดีเลย์ไลน์ ดังได้กล่าวข้างต้น

## 2.3.3 รายละเอียดของมาตรฐานระบบเซกัม

ตารางที่ 2.5 แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับมาตรฐานระบบเซกัม (ฐเกียรติ จันทรานี, 2533, หน้า 43)

มาตรฐานสัญญาณโทรทัศน์	เซกัม (บี, จี, เอช)
จำนวนเส้นต่อภาพ	625
จำนวนภาพต่อวินาที	25
จำนวนฟิลด์ต่อวินาที	50
ความถี่ฮอริซอนทอล (กิโลเฮิร์ตซ์)	15.625
ความถี่เวอร์ติคอลล (เฮิร์ตซ์)	50
แบนด์วิดท์ของสัญญาณลูมิแนนซ์ รายการขาวดำ (เมกะเฮิร์ตซ์)	5
แบนด์วิดท์ของสัญญาณลูมิแนนซ์ รายการสี (เมกะเฮิร์ตซ์)	4
อาร์เอฟ แบนด์วิดท์ (เมกะเฮิร์ตซ์)	7
ระยะห่างคลื่นพาหภาพกับคลื่นพาหเสียง (เมกะเฮิร์ตซ์)	5.5
เฟสของสัญญาณภาพรวมผสมกับคลื่นพาหภาพ	ช่วงลบ
แถบข้างอาร์เอฟด้านต่ำ (เมกะเฮิร์ตซ์)	1.25
การผสมสัญญาณเสียงกับคลื่นพาห	เอฟเอ็ม
คลื่นพาหย่อย (เมกะเฮิร์ตซ์)	4.40625 (282 F <sub>H</sub> ), 4.250 (272 F <sub>H</sub> )
ลักษณะการผสมคลื่นพาหย่อย กับ อาร์ – วาย และ บี - วาย	เอฟเอ็ม
แบนด์วิดท์ของสัญญาณอาร์ – วาย เมื่อได้รับการมอดูเลต (เมกะเฮิร์ตซ์)	±1.5
แบนด์วิดท์ของสัญญาณบี – วาย เมื่อได้รับการมอดูเลต (เมกะเฮิร์ตซ์)	±1.5
ระบบย่านความถี่ที่ออกอากาศ	ซีซีไออาร์ (ยุโรป)

## 2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

## 2.4 รายละเอียดการเปรียบเทียบมาตรฐานสัญญาณโทรทัศน์

จากตารางที่ 2.6 เป็นการเปรียบเทียบข้อมูลของมาตรฐานระบบเอ็นทีเอสซี พัล และเซกัม ให้เห็นในแต่ละรายการ ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจมากขึ้น

ตารางที่ 2.6 แสดงรายละเอียดเปรียบเทียบมาตรฐานสัญญาณโทรทัศน์

มาตรฐานสัญญาณโทรทัศน์	เอ็นทีเอสซี (เอ็ม)	พัล (บี)	เซกัม (บี, จี, เอช)
จำนวนเส้นต่อภาพ	525	625	625
จำนวนภาพต่อวินาที	30	25	25
จำนวนฟิลด์ต่อวินาที	60	50	50
ความถี่ฮอริซอนทอล (กิโลเฮิร์ตซ์)	15.750	15.625	15.625
ความถี่เวอร์ติคอลล (เฮิร์ตซ์)	60	50	50
แบนด์วิดท์ของลูมิแนนซ์ รายการขาวดำ (เมกะเฮิร์ตซ์)	4.2	5	5
แบนด์วิดท์ของลูมิแนนซ์ รายการสี (เมกะเฮิร์ตซ์)	3.2	4	4
อาร์เอฟ แบนด์วิดท์ (เมกะเฮิร์ตซ์)	6	7	7
ระยะห่างคลื่นพาห์ภาพกับคลื่นพาห์เสียง (เมกะเฮิร์ตซ์)	4.5	5.5	5.5
เฟสของสัญญาณภาพรวมผสมกับคลื่นพาห์ภาพ	ช่วงลบ	ช่วงลบ	ช่วงลบ
แถบข้างอาร์เอฟด้านต่ำ (เมกะเฮิร์ตซ์)	0.75	1.25	1.25
การผสมสัญญาณเสียงกับคลื่นพาห์	เอฟเอ็ม	เอฟเอ็ม	เอฟเอ็ม
คลื่นพาห์ย่อย (เมกะเฮิร์ตซ์)	3.579	4.43361875	*
ลักษณะการผสมคลื่นพาห์ย่อย กับอาร์ - วาย และบี-วาย	เอฟเอ็ม ดีเอสบีเอสซี	เอฟเอ็ม ดีเอสบีเอสซี	เอฟเอ็ม
แบนด์วิดท์ของสัญญาณไอ (วี) (เมกะเฮิร์ตซ์)	+0.4-1.3	(วี) ± 0.5	(อาร์-วาย) ± 1.5
แบนด์วิดท์ของสัญญาณคิว (ยู) (เมกะเฮิร์ตซ์)	± 0.4	(ยู) ± 0.5	(บี-วาย) ± 1.5
ระบบย่านความถี่ที่ออกอากาศ	เอฟซีซี (อเมริกา)	ซีซีไออาร์ (ยุโรป)	ซีซีไออาร์ (ยุโรป)
* คลื่นพาห์ย่อยของเซกัม อาร์ - วาย = 4.40625 เมกะเฮิร์ตซ์ (282 F <sub>H</sub> ) บี - วาย = 4.250 เมกะเฮิร์ตซ์ (272 F <sub>H</sub> )			
เอ็นทีเอสซีญี่ปุ่น (4.43 เมกะเฮิร์ตซ์) ไอ = ±0.4 เมกะเฮิร์ตซ์ คิว = ±0.4 เมกะเฮิร์ตซ์			

## สรุป

มาตรฐานการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์ แบ่งออกเป็น มาตรฐานระบบเอ็นทีเอสซี มาตรฐาน

2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์

ระบบพัล และมาตรฐานระบบเซกัม

มาตรฐานระบบเอ็นทีเอสซี เป็นระบบแรกของโลก สัญญาณวางสร้างขึ้นโดยอาศัยสมการ ( $Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$ ) สัญญาณไอ มีเฟส  $90^\circ$  ทุกเส้น สัญญาณคิวมีเฟส  $0^\circ$  ทุกเส้น สัญญาณเบิร์ตมีเฟส  $180^\circ$  ทุกเส้น สัญญาณโครมิแนนซ์อยู่ในจุดภาคที่ 1 ทุกเส้น

มาตรฐานระบบพัล สัญญาณวางสร้างขึ้นโดยอาศัยสมการ ( $Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$ ) สัญญาณวี มีเฟส  $90^\circ$  ในเส้นคี่ และ  $270^\circ$  ในเส้นคู่ สัญญาณคิวมีเฟส  $0^\circ$  ทุกเส้น สัญญาณเบิร์ต มีเฟส  $225^\circ$  ในเส้นคี่ และ  $135^\circ$  ในเส้นคู่ สัญญาณโครมิแนนซ์เส้นคี่อยู่ในจุดภาคที่ 1 และในจุดภาคที่ 4 ของเส้นคู่

มาตรฐานระบบเซกัม สัญญาณวางสร้างขึ้นโดยอาศัยสมการ ( $Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$ ) สัญญาณโครมิแนนซ์เส้นคี่ สร้างจากสัญญาณอาร์ – วาย ได้รับการมอดูเลตแบบเอฟเอ็ม กับคลื่นพาห้ย่อย 4.40625 เมกะเฮิร์ตซ์ สัญญาณโครมิแนนซ์เส้นคู่ สร้างจากสัญญาณบี – วาย ได้รับการมอดูเลตแบบเอฟเอ็ม กับคลื่นพาห้ย่อย 4.250 เมกะเฮิร์ตซ์

2. มาตรฐานการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์