

# บทที่ 1

## หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

### 1.1 ความเป็นมาของโทรทัศน์ในประเทศไทย

ในปี พ.ศ. 2498 รัฐบาลไทยได้จัดตั้ง บริษัทไทยโทรทัศน์ เรียกชื่อสถานีว่า “สถานีโทรทัศน์ไทยทีวีช่อง 4 บางขุนพรหม” ระบบเอ็นทีเอสซี (NTSC) 525 เส้น รายการข่าวค่ำได้รับความนิยมมาก ออกอากาศเฉพาะกรุงเทพฯ และบริเวณใกล้เคียง

ในปีพ.ศ. 2510 กองทัพบกจัดตั้งสถานีโทรทัศน์ “สถานีโทรทัศน์กองทัพบกช่อง 7” ระบบเอ็นทีเอสซี 525 เส้น รายการข่าวค่ำด้วยความถี่ช่อง 7 ได้รับความนิยมมากออกอากาศเฉพาะกรุงเทพฯ และบริเวณใกล้เคียง

ในส่วนภูมิภาค รัฐบาลได้ขยายสถานีเครือข่าย โดยภาคอีสานที่จังหวัดขอนแก่น ภาคเหนือที่จังหวัดลำปาง ภาคใต้ที่จังหวัดสงขลา

ในปลายปี พ.ศ. 2510 สถานีโทรทัศน์กองทัพบกช่อง 7 ได้เปลี่ยนจากระบบ เอ็นทีเอสซี 525 เส้น รายการข่าวค่ำ เป็นระบบพัล บี 625 เส้น รายการสี่ ออกอากาศเฉพาะกรุงเทพฯ และบริเวณใกล้เคียง หลังจากนั้นสถานีโทรทัศน์ในกรุงเทพฯ ทุกสถานีเปลี่ยนเป็นระบบพัล ทั้งหมด

ปัจจุบันสถานีโทรทัศน์ ในประเทศไทยมีสถานีแม่ 6 สถานี ระบบพัล บี 625 เส้น รายการสี่ ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 1.1 แสดงสถานีโทรทัศน์ในประเทศไทย (625 เส้น, ซีซีไออาร์)

(บัณฑิต โรจน์อารยานนท์, 2542, หน้า 9)

ช่อง	สถานีโทรทัศน์สี่	ความถี่ (เมกะเฮิร์ตซ์)
3	อ.ส.ม.ท.ช่อง 3 และเครือข่ายย่อย	54-61
5	กองทัพบกช่อง 5 และเครือข่ายย่อย	175-181
7	กองทัพบกช่อง 7 และเครือข่ายย่อย	188-195
9	อ.ส.ม.ท.ช่อง 9 และเครือข่ายย่อย	202-209
11	ส.ท.ท.ช่อง 11 และเครือข่ายย่อย	216-223
26	TBPS และเครือข่ายย่อย	510-517

ความถี่มไทยคม 4 (ไอพีสตาร์) ความถี่ดวงแรกของโลก ที่ให้บริการด้านสื่อสาร ที่ใช้เทคโนโลยี รับส่งสัญญาณดิจิทัลได้ทั้งข้อมูลภาพ และเสียงในเวลาเดียวกัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในรูปแบบอินเทอร์เน็ตโปรโตคอล มีจำนวนช่องสัญญาณรวม 94 บีม สมรรถนะในการส่งสัญญาณ

### 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน

45 จิกะบิตต่อวินาที มีพื้นที่บริการครอบคลุมพื้นที่เอเชีย และแปซิฟิก โดยดาวเทียมดังกล่าวมีน้ำหนัก 6,486.48 กิโลกรัม ขึ้นสู่วงโคจร ซึ่งไอพีสตาร์โคจรที่ความสูง 35,880.7 กิโลเมตรเหนือเส้นศูนย์สูตร และอยู่ในวงโคจรที่ 120 องศาตะวันออก ส่งสัญญาณลักษณะ สปอตบีม (Spot beam) หรือการส่งสัญญาณคล้าย ๆ การส่งไฟฉายซึ่งทำให้ส่งสัญญาณได้ตรงจุดมากขึ้น และใช้งานรับสัญญาณที่เล็กลง การประยุกต์ใช้งาน และการให้บริการของไอพีสตาร์

#### 1.1.1 บริการด้านมัลติมีเดีย

บริการด้านมัลติมีเดีย เป็นระบบดาวเทียม ที่สามารถให้บริการในรูปแบบอินเทอร์เน็ต โปรโตคอล ซึ่งสามารถให้บริการบรอดแบนด์ ได้ 2 ทาง ทำให้สามารถใช้อินเทอร์เน็ต ด้านรับข้อมูลด้วยความเร็วสูงสุดถึง 8 เมกะบิตต่อวินาที และด้านส่งข้อมูล 2.5 เมกะบิตต่อวินาที ทำให้สามารถรองรับการสื่อสารทั้งข้อมูลภาพ และเสียง ได้โดยไม่จำกัด เช่น บริการการศึกษาผ่านอินเทอร์เน็ต การถ่ายทอดสด การเลือกรับชมรายการวิดีโอที่สนใจตามความต้องการ คอมพิวเตอร์เกมส์ การดาวน์โหลดข้อมูล และอื่น ๆ

#### 1.1.2 บริการการใช้อินเทอร์เน็ตสำหรับบุคคลและกลุ่มบุคคล

บริการการใช้อินเทอร์เน็ตสำหรับบุคคล และกลุ่มบุคคล เนื่องจากเป็นเครือข่ายที่ส่งตรงถึงผู้ใช้ปลายทางจึงเป็นการสนับสนุนการใช้งานอินเทอร์เน็ตสำหรับบุคคลโดยไอพีสตาร์ มีความยืดหยุ่นในด้านการใช้แบนด์วิดท์เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 1.1.3 บริการการประชุมทางไกลด้วยภาพ และเสียงผ่านดาวเทียม

การประชุมทางไกลด้วยภาพ และเสียง (Video Conferencing) เปรียบเทียบ กับการประชุมทางไกลด้วยภาพ และเสียง ในรูปแบบเดิมซึ่งจะต้องมีลักษณะ เป็นการจัดแบบห้องประชุมผ่านระบบไอเอสดีเอ็น (ISDN) จะพบว่าการทำงานการประชุมทางไกลด้วยภาพ และเสียงด้วยไอพีสตาร์ จะสะดวกรวดเร็วกว่ามาก ทั้งในด้านการเตรียมอุปกรณ์ส่งภาพ และเสียง และการจัดวงจรเชื่อมโยงระหว่างผู้เข้าร่วมประชุม โดยเพียงแต่ติดตั้งอุปกรณ์ปลายทางของไอพีสตาร์ ในจุดที่ต้องการใช้งานส่งผลให้ผู้ใช้ สามารถใช้บริการได้ในราคาที่ถูกลงกว่าแบบเดิมมาก ไอพีสตาร์ช่วยประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายแก่ผู้ใช้งานช่วยให้ผู้ใช้สามารถทำงานจากที่บ้านโดยไม่ต้องเข้าสำนักงานสามารถจัดประชุมระหว่างสำนักงานที่อยู่ในที่ห่างไกลในจังหวัด หรือการประชุมทางธุรกิจ กับผู้จำหน่ายสินค้า และบริการ (Supplier) พันธมิตรทางธุรกิจ หรือลูกค้าเป็นไปได้อย่างง่ายดาย โดยช่วยลดเวลา และค่าใช้จ่ายในการจัดประชุม และเดินทาง นอกจากนี้ยังช่วยให้สามารถอบรมพนักงานในเบื้องต้นได้ ทั้งหมดนี้โดยอาศัยห้องประชุม หรือห้องอบรมเสมือน ที่สร้างขึ้นโดยใช้ ไอพีสตาร์

#### 1.1.4 บริการด้านเสียง

บริการด้านเสียง โดยมีอุปกรณ์ “ไอพีสตาร์ วอยซ์บ็อก” ให้บริการด้านเสียง โดยถูก

## 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

ออกแบบมาให้สามารถใช้งานสื่อสารทางเสียง และแฟกซ์ได้โดยตรง การให้บริการโทรศัพท์ชนบทผ่านดาวเทียม (Rural Telephone) รวมถึงโทรศัพท์ภายในเครือข่ายขององค์กร

### 1.1.5 เครือข่ายเสมือนเฉพาะในองค์กร (Virtual Private Network)

เครือข่ายเสมือนเฉพาะในองค์กร เป็นการเชื่อมโยงระหว่างเทอร์มินัลต่าง ๆ ภายในเครือข่ายขององค์กร ผ่านอินเทอร์เน็ต หรือเครือข่ายสาธารณะ เช่น ธนาคารสำนักงานใหญ่ และสาขาทั่วประเทศ ระบบอินเทอร์เน็ต เอ็กซ์ทราเน็ต และงานด้านการจัดการต่าง ๆ

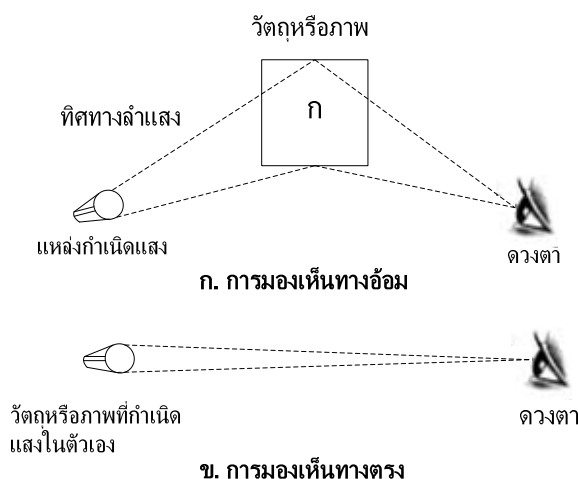
## 1.2 การมองเห็นภาพ

การมองเห็นภาพ หรือเห็นวัตถุ จะประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้ :-

- ต้องมีภาพ หรือวัตถุ
- แหล่งกำเนิดแสง เช่น ดวงอาทิตย์ และหลอดไฟฟ้า (ขณะสว่าง)
- ต้องมีแสงสะท้อนจากวัตถุ หรือออกจากตัววัตถุ (มีแสงในตัวเอง) เข้าสู่ดวงตา การมองเห็นวัตถุที่ไม่มีแสงภายในตัวเอง จำเป็นต้องอาศัยแสง จากแหล่งกำเนิดแสงอื่น สะท้อนเข้าดวงตาเป็น

การมองเห็นทางอ้อม ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ก.

การมองเห็นวัตถุที่มีแสงภายในตัวเอง แสงเข้าดวงตาโดยตรง เป็นการมองเห็นทางตรง ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ข.



รูปที่ 1.1 แสดงการมองเห็นภาพหรือวัตถุ (ชูเกียรติ จันทรานี, 2527, หน้า 1-3)

ในดวงตามนุษย์ มีกระจกตา (Cornea) เป็นส่วนนัยของดวงตา ซึ่งแสงส่องผ่านได้ วัตถุที่เรามองเห็นคือ แสงสะท้อนจากวัตถุ เมื่อลำแสงจากวัตถุตกลงบนผิวดวงตา ถูกเลนส์ และกระจกตาหักเห ลำแสงให้ตกลงบนเรติน่า ในลักษณะกลับหัว แสงสะท้อนจากวัตถุที่อยู่ห่างไกล ถูกโฟกัส โดยกล้ามเนื้อ-

### 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน

เนื้อที่ควบคุมเลนส์ บังคับเลนส์ให้บางลง การโฟกัสลำแสงที่มาจากวัตถุห่างไกล กล้ามเนื้อตา จะผ่อนคลาย แต่การโฟกัสแสงจากวัตถุที่อยู่ใกล้ตา กล้ามเนื้อตาบังคับเลนส์ให้หนามากขึ้น เพื่อให้แสงหักเหมากขึ้น กล้ามเนื้อตาทำงานหนักมากขึ้น

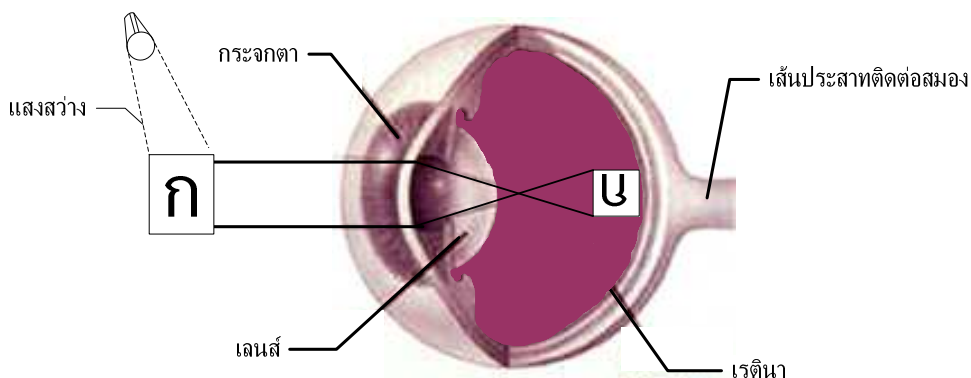
เรตินา (Retina) ทำหน้าที่ รับภาพ และทำให้เกิดภาพ ประกอบด้วยเซลล์รูปแท่ง (Rod Cells) และเซลล์รูปกรวย (Cone Cells) เซลล์รูปแท่ง ทำหน้าที่ รับความรู้สึกภาพขาวดำ ส่วนเซลล์รูปกรวย ทำหน้าที่ รับความรู้สึกภาพสี โดยแยกรับเฉพาะแม่สีของแสงได้แก่ แสงสีแดง แสงสีเขียว และ แสงสีน้ำเงิน ดังแสดงในรูปที่ 1.2 ความทรงจำของดวงตา (Persistence of Vision) เมื่อดวงตามองเห็นภาพอย่างชัดเจน และภาพนั้นหายไป แต่ในความรู้สึกยังคงจำภาพนั้นได้ ประมาณ  $\frac{1}{16}$  วินาที

### 1.3 ความสามารถในการมองเห็นภาพสีต่าง ๆ

การมองเห็นภาพสีต่างๆ ของดวงตามนุษย์ ประกอบด้วยความรู้สึก 3 ประการได้แก่

#### 1.3.1 ความรู้สึกด้านความสว่าง (Brightness)

ความรู้สึกด้านความสว่าง เป็นความรู้สึกเกี่ยวกับปริมาณของความสว่าง (แสงขาว) สะท้อนจากวัตถุเข้าดวงตา มีความสว่างมากน้อยแตกต่างกัน เช่น วัตถุสีขาวมีความสว่างมากกว่า วัตถุสีดำ และวัตถุสีเหลืองมีความสว่างมากกว่าวัตถุสีน้ำเงิน



รูปที่ 1.2 แสดงส่วนประกอบของดวงตามนุษย์ (Hutson, 1971, p. 10)

#### 1.3.2 ความรู้สึกด้านสี (Hue)

ความรู้สึกด้านสี หรือฮิว เป็นความรู้สึกที่สามารถบอกได้ว่าวัตถุที่มองเห็นนั้น มีสีเขียว หรือสีแดง เช่น การมองเห็นวัตถุสีแดงเกิดจากวัตถุสีแดงสะท้อนแสงสีแดงเข้าดวงตาหรือวัตถุนั้นกำเนิดแสงสีแดงพุ่งเข้าดวงตา (หลอดไฟสีแดง)

#### 1.3.3 ความรู้สึกด้านการอิ่มตัวของสี (Saturation of Color)

### 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

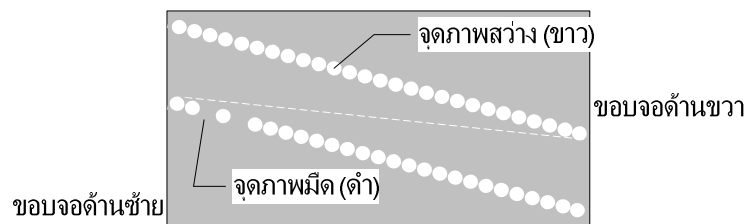
ความรู้สึกด้านการอึมตัวของสี การอึมตัวของสี หมายถึง ความสามารถในการสว่างของแสงสี เช่น แสงสีแดงในจอภาพโทรทัศน์ มีค่าความอึมตัวประมาณ 30% ของแสงสีขาว (100%) แสงสีเขียว มีค่าความอึมตัวประมาณ 59% ของแสงสีขาว แสงสีน้ำเงิน มีค่าความอึมตัวประมาณ 11% ของแสงสีขาว แสงสีขาวมีค่าอึมตัว 100% โดยการเพิ่มค่าอึมตัวของแสงสีแดงมากกว่า 30% ก็ไม่เกิดประโยชน์อะไร ยังเป็นแสงสีแดงเหมือนเดิม แต่ถ้าหากลดค่าความอึมตัวลงน้อยกว่า 30% ของแสงสีขาว แสงสีแดงสว่างลดลงกลายเป็นแสงสีแดงมืด เมื่อรวมกับแสงสีเขียว 59% และแสงสีน้ำเงิน 11% จะไม่ได้แสงสีขาว (White Balance) โดยแสงสีขาวเกิดจากสมการ

$$\text{แสงสีขาว } 100\% = \text{แสงสีแดง } 30\% + \text{แสงสีเขียว } 59\% + \text{แสงสีน้ำเงิน } 11\%$$

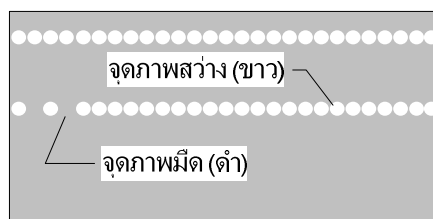
ตัวเลข 30% 59% และ 11% หมายถึง ปริมาณค่าอึมตัวของแม่สีของแสง ในกรณีสารเรืองแสงตัวเลข 30% 59% และ 11% หมายถึง ปริมาณของอิเล็กตรอนจากปืนยิงอิเล็กตรอนอาร์ จี และ บี พุ่งชนสารเรืองแสงอาร์ จี และ บี ตามลำดับ ความรู้สึกด้านการอึมตัวของสีเป็นความสามารถในการบอกถึงรายละเอียดของสีเดียวกัน เช่น มองเห็นวัตถุมีสีเขียวยังสามารถแยกออกได้เป็นสีเขียวเข้มหรือสีเขียวเจือจาง

### 1.4 ส่วนประกอบของภาพ

โทรทัศน์สร้างภาพ โดยใช้ลำอิเล็กตรอนพุ่งชนสารเรืองแสงเป็นจุดเล็ก ๆ สว่างเรียงรายติดต่อกันเป็นเส้น การมองเห็นเป็นเส้นแสงสว่างเกิดจากจุดสว่างเล็ก ๆ เรียงรายต่อกัน จุดเล็ก ๆ นี้ คือ จุดภาพ (Picture Element) ดังแสดงในรูปที่ 1.3 และรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.3 แสดงจุดภาพของหลอดรังสีแคโทด หรือหลอดภาพ (เจน สงสมพันธ์ และนิคม อนันต์ทิพย์, 2534, หน้า 25)



รูปที่ 1.4 แสดงจุดภาพของจอภาพแอลซีดีขาวดำ (เจน สงสมพันธ์ และนิคม อนันต์ทิพย์,

## 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

2534, หน้า 25)

โทรทัศน์ในประเทศไทยเป็นระบบพัลบี หรือพัลจี มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1.2 ตารางที่ 1.2 แสดงรายละเอียดของจุดภาพในระบบโทรทัศน์ต่าง ๆ (เจน สงสมพันธ์ และนิคม อนันต์ทิพย์, 2534, หน้า 25)

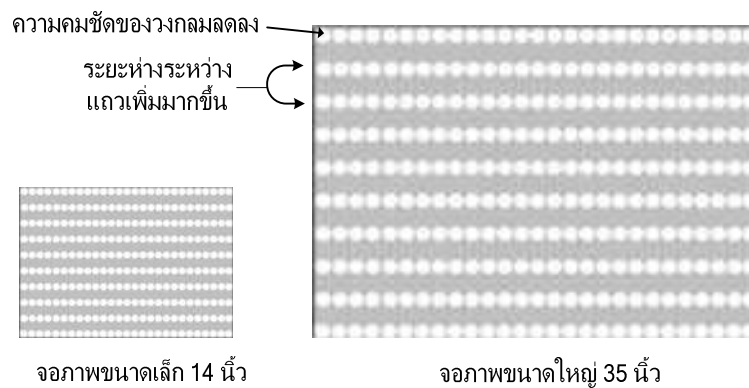
รายการ	เอ็นทีเอสซี (เอ็ม)	พัล (บี/จี)	เซกัม (แอล)	เอชดีทีวี (HDTV)
จุดภาพ ต่อ เฟรม	280,000	400,000	480,000	1,300,000
จุดภาพ ต่อ ราสเตอร์	210,000	300,000	360,000	1,000,000
จุดภาพ ต่อ เส้น	440	520	620	990

## 1.5 คุณภาพของภาพ

คุณภาพของภาพ หมายถึง ภาพที่มีจำนวนจุดภาพมาก ต้องชัดเจน และยังคงประกอบด้วยปัจจัยอื่น ได้แก่

## 1.5.1 ขนาดจอภาพ

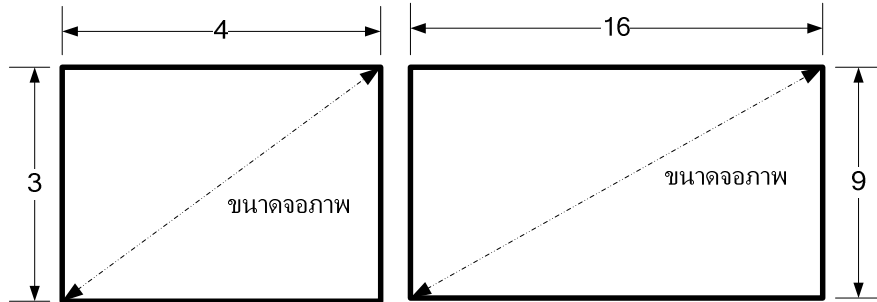
จอภาพขนาดเล็ก ให้ภาพที่มีคุณภาพสูงกว่าจอภาพขนาดใหญ่ เกิดขึ้นในจอภาพแบบหลอดรังสีแคโทด แบบ 4 : 3 หรือ 16 : 9 เนื่องจากจำนวนเส้นกวาดในการสร้างภาพของจอภาพขนาดเล็ก หรือขนาดใหญ่ มีจำนวนเท่ากัน ยังคงมองเห็นเพียง 575 เส้น ดังนั้นระยะห่างระหว่างเส้น จะมากขึ้นทำให้ความสว่าง และความเข้มของภาพขาวดำ และสีลดลง ทำให้คุณภาพของภาพลดลง ดังแสดงในรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 แสดงจุดภาพของจอภาพ ขนาด 14 นิ้ว และ 35 นิ้ว

### 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

ในการบอกขนาดจอภาพ เป็นการบอกขนาดของความยาวเส้นทแยงมุม เช่นจอภาพขนาด 21 นิ้ว หมายความว่า เส้นทแยงมุม ยาว 21 นิ้ว ดังแสดงในรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 แสดงการบอกขนาดจอภาพ

#### 1.5.2 การปรับความสว่างและความเข้มของภาพ

การปรับความสว่าง และความเข้มของภาพ ก็มีผลต่อคุณภาพของภาพด้วย ดังแสดงในรูปที่ 1.7 การปรับแต่งความสว่างมากเกินไป จะทำให้คุณภาพของภาพด้านความชัดเจนลดลง



ปรับ ความสว่าง 50%,ความเข้มภาพ 50%

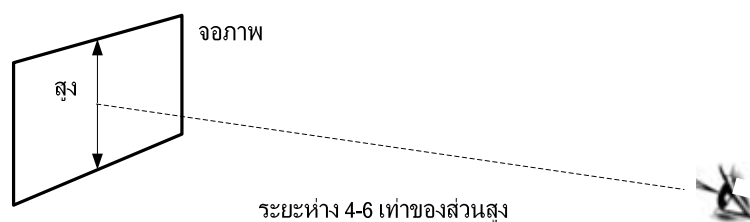


ปรับ ความสว่าง 60%,ความเข้มภาพ 35%

รูปที่ 1.7 แสดงการปรับความสว่างและความเข้มของภาพที่แตกต่างกัน

#### 1.5.3 ระยะห่างของการชมรายการโทรทัศน์

ระยะห่างของการชมรายการโทรทัศน์ที่เหมาะสม ควรมีระยะห่างประมาณ 4-6 เท่าของความสูงจอภาพ ดังแสดงในรูปที่ 1.8



## รูปที่ 1.8 แสดงระยะห่างการดูภาพจากจอภาพ

## 1.6 หลอดรังสีแคโทด

หลอดรังสีแคโทดขาวดำ สร้างภาพขาวดำ หลอดรังสีแคโทดสี สร้างภาพสี โดยโครงสร้างประกอบด้วย ชูตปืนยิงอิเล็กตรอน (Electron Gun) แผ่นสลอตมาสก์ (Slote Mask) สารเรืองแสง และหลอดแก้ว การสร้างภาพโดยการใช้ลำอิเล็กตรอนพุ่งชนสารเรือง

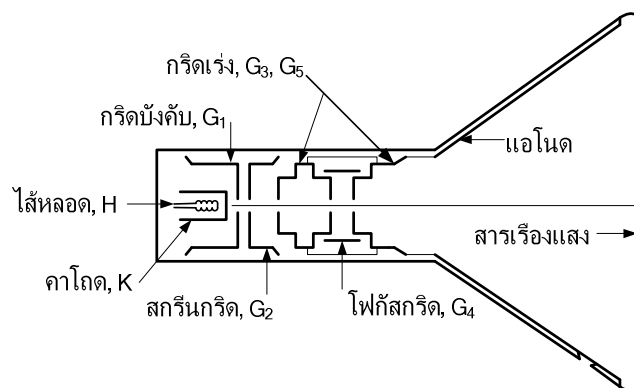
## 1.6.1 หลอดรังสีแคโทดขาวดำ (Black /White Cathode Ray Tube)

สามารถแบ่งโครงสร้างออกเป็น 2 ส่วน ได้ดังนี้

## 1.6.1.1 โครงสร้างภายใน

ประกอบด้วย ดังแสดงในรูปที่ 1.9 ก.

1.6.1.1.1 ไส้หลอด (Heater, H) ควบคุมความร้อน เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน เกิดความร้อน เพื่อเผาแคโทดให้ร้อน โดยถูกบรรจุไว้ในกระบอกปลายตันของแคโทด กระแสที่ป้อนให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับประมาณ 6.3 โวลต์ หรือไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ เมื่อมีกระแสไหลผ่าน เห็นเป็นสีแดง ๆ บริเวณใกล้ กับขาหลอดด้านใน ถ้าเพิ่มแรงดัน จะได้ความร้อนเพิ่มขึ้น แคโทดจะถูกเผาให้ร้อนเพิ่มขึ้น และมีอิเล็กตรอนพุ่งกระจายรอบแคโทดเพิ่มขึ้นด้วย ทำให้อิเล็กตรอนพุ่งชนสารเรืองแสงเพิ่มขึ้น จอภาพสว่างเพิ่มขึ้น เรียกการกระทำนี้ว่า “การบูสต์หลอดรังสีแคโทด”



รูปที่ 1.9 แสดงโครงสร้างภายในของหลอดรังสีแคโทดขาวดำ (Gulati, 2007, p. 75)

1.6.1.1.2 แคโทด (Cathode, K) มีลักษณะเป็นโลหะทรงกระบอกปลายข้างหนึ่งตันเมื่อได้รับความร้อนจากไส้หลอดเกิดการสั่นสะเทือนของวาเลนซ์อิเล็กตรอนจนหลุดออกจากรันดังกล่าว กลายเป็นอิเล็กตรอนอิสระพุ่งกระจายรอบกระบอกแคโทด ถ้าปริมาณความร้อนเพิ่มขึ้น



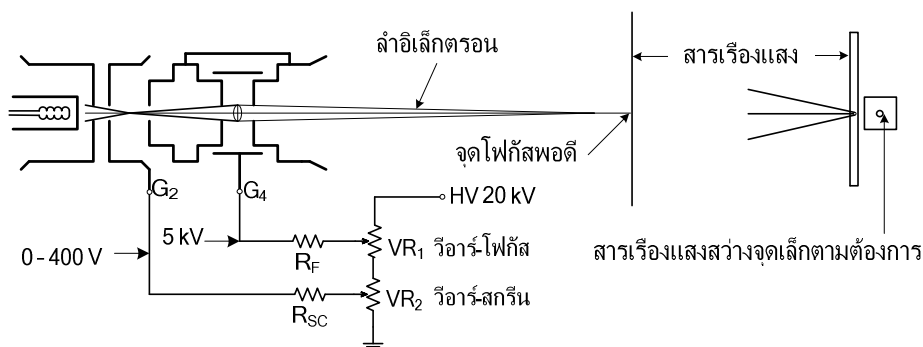
### 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

ปริมาณอิเล็กตรอนที่กระจายเพิ่มขึ้น โครงสร้างของกระบอกแคโทด ไม่แตกต่างใส่หลอดมีฉนวนหุ้ม ใส่หลอดเอาไว้ โดยฉนวนนั้นไม่มีฉนวน

1.6.1.1.3 กริดบังคับ หรือ  $G_1$  (Control Grid,  $G_1$ ) มีลักษณะเป็นโลหะทรงกระบอกหุ้มแคโทด ปลายข้างหนึ่งเป็นรู หน้าที่ของกริดบังคับ ควบคุมปริมาณของอิเล็กตรอน จากแคโทดพุ่งชนสารเรืองแสง ให้มีปริมาณเพิ่มขึ้น หรือลดลงตามต้องการ โดยจัดไบแอสให้กริดบังคับ รับแรงดันลบ ขณะที่แคโทดรับแรงดันบวก เมื่อปรับแต่งให้แรงดันบวกที่ขาคะโทดเพิ่มขึ้นหรือลดลง มีผลต่อปริมาณอิเล็กตรอนลดลง หรือเพิ่มขึ้นตาม ลำดับ

1.6.1.1.4 สกรีนกริด หรือ  $G_2$  (Screen Grid,  $G_2$ ) ลักษณะทรงกระบอกต่อกับแรงดันบวก 100-400 โวลต์ เพื่อช่วยดึงจุด และเร่งความเร็วของอิเล็กตรอนให้พุ่งชนสารเรืองแสง ถ้าแรงดันบวกที่สกรีนกริดเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณอิเล็กตรอนจากแคโทด ผ่านกริดบังคับ ได้เพิ่มขึ้น ทำให้สารเรืองแสงสว่างเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันดังกล่าว โดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้ วีโอาร์-สกรีน (VR-Screen) ดังแสดงในรูปที่ 1.10

1.6.1.1.5 กริดเร่ง หรือ  $G_3$  และ  $G_5$  (Accelerating Grid,  $G_3, G_5$ ) มีลักษณะทรงกระบอกปลายเปิด 2 ข้าง โดย  $G_3$  และ  $G_5$  ต่อถึงกัน และต่อกับแอนโนดภายใน ได้รับแรงดันบวก เท่ากับแอนโนด จึงทำหน้าที่ เร่งความเร็วของอิเล็กตรอน ต่อจากสกรีนกริด ให้พุ่งชนสารเรืองแสง เป็นเส้นตรง และยังทำหน้าที่ ประกอบกับ  $G_4$  เป็นเลนส์ทางไฟฟ้า เพื่อบังคับให้ลำอิเล็กตรอน พุ่งชนสารเรืองแสง เป็นจุดที่เล็กที่สุด เพื่อความคมชัดของภาพ



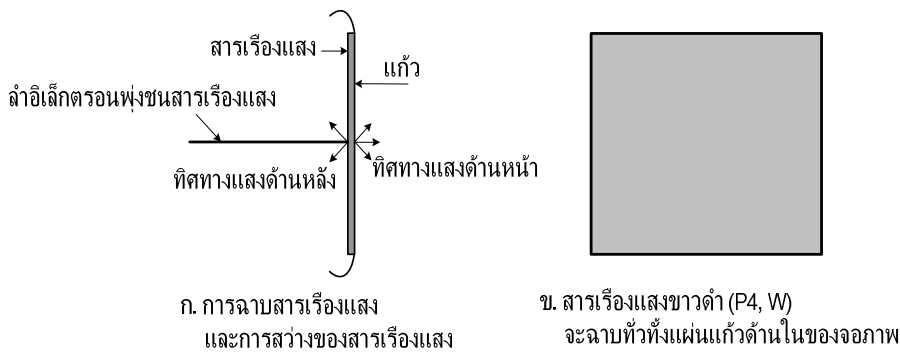
รูปที่ 1.10 แสดงวงจรควบคุมแรงดันสกรีนกริดและโฟกัสกริดของหลอดรังสีแคโทดขาวดำ (Gulati, 2007, p. 75)

1.6.1.1.6 โฟกัสกริด หรือ  $G_4$  (Focus Grid,  $G_4$ ) ลักษณะทรงกระบอกปลายเปิดทั้ง 2 ข้าง วางอยู่ระหว่าง  $G_3$  กับ  $G_5$  ได้รับแรงดันบวกประมาณ 1/2 ของแรงดันแอนโนด สามารถปรับแต่งค่าได้ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดัน ทำให้ขนาดของจุดที่ตกกระทบสารเรืองแสง ของลำ

### 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

อิเล็กทรอนิกส์เปลี่ยนแปลง มีผลต่อความคมชัดของภาพ การเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันของโฟกัสกริด ใช้ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ วีอาร์-โฟกัส (VR-Focus) ดังแสดงในรูปที่ 1.10

1.6.1.1.7 แอนโนด (Anode) เป็นตัวนำเคลือบผิวด้านใน และมีขั้ว ต่อรับแรงดันแอนโนด จากหม้อแปลงฟลายแบ็ก โดยหน้าที่ ของแอนโนดเป็นเป้าเก็บอิเล็กตรอนที่สะท้อนจากการพุ่งชนสารเรืองแสงครบวงจร ส่วนประกอบภายใน ตั้งแต่ไส้หลอดจนถึง  $G_5$  รวมเป็นชุดเรียกว่า “ชุดปืนยิงอิเล็กตรอน”



รูปที่ 1.11 แสดงการฉาบสารเรืองแสงของหลอดรังสีแคโทดขาวดำ (ซูเกียร์ริ จันทรานี, 2527, หน้า 4-8)

1.6.1.1.8 สารเรืองแสง (Phosphor) ฉาบด้านในของจอภาพเต็มพื้นที่ เมื่อมีอิเล็กตรอนพุ่งชน สว่างเป็นจุดแสงสีขาว ถ้าไม่มีอิเล็กตรอนพุ่งชนเป็นจุดมืด ชนิดของสารเรืองแสงที่ใช้ในหลอดภาพได้แก่ สาร P4 B4 และ W เป็นสารฟอสเฟอร์ ที่ให้แสงขาวดำ ค่าคงตัวของแสงบนจอภาพ (Screen Persistence) ต้องมีค่าเหมาะสม เพื่อไม่ให้เกิดภาพกระพริบ (Flicker) แต่ต้องมีค่าคงตัวน้อยกว่า  $1/25$  วินาที (625 เส้น) หรือ  $1/30$  (525 เส้น) ในการฉาบสารเรืองแสงของจอภาพ ต้องฉาบให้บาง และความหนาคงที่ตลอดแผ่น ดังแสดงในรูปที่ 1.11

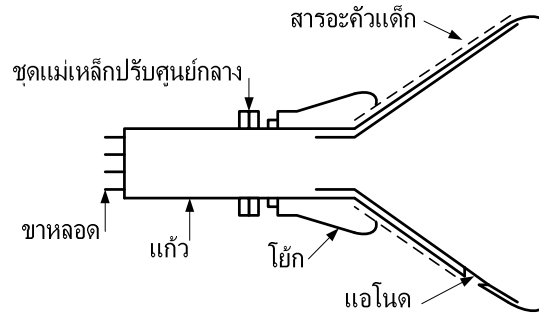
#### 1.6.1.2 โครงสร้างภายนอก

โครงสร้างภายนอก ประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้ ดังแสดงในรูปที่ 1.12

1.6.1.2.1 แก้ว เป็นหลอดแก้วหุ้มชุดปืนยิงอิเล็กตรอน โดยด้านหน้าจอภาพใส และมีความหนามาก ภายในหลอดภาพทำให้เป็นสุญญากาศ เพื่อป้องกันการลุกไหม้ของไส้หลอด และแก้วยังเป็นไดอิเล็กตริก (Dielectric) ของตัวเก็บประจุ ระหว่างตัวนำแอนโนด กับสารอะควัดเด็ก ที่ฉาบไว้ด้านนอกสีดำ เปรียบได้กับแผ่นเพลตขนาดใหญ่ 2 แผ่น เกิดตัวเก็บประจุ มีค่าประมาณ 1000 พิโกฟารัด ค่าความจุเป็นปฏิภาคตรง กับขนาดของจอภาพ ตัวเก็บประจุ มีหน้าที่ กรองกระแส ที่จ่ายให้แก่ แอนโนดให้เรียบ ดังแสดงในรูปที่ 1.11 ข้อเสนอแนะตัวเก็บประจุที่เกิดขึ้น สามารถเก็บประจุไว้ได้นาน ถึงแม้ปิดสวิตซ์โทรทัศน์แล้ว ดังนั้นเมื่อต้องการถอดหมวกยาง ออกจากแอนโนดจึงจำเป็นต้อง

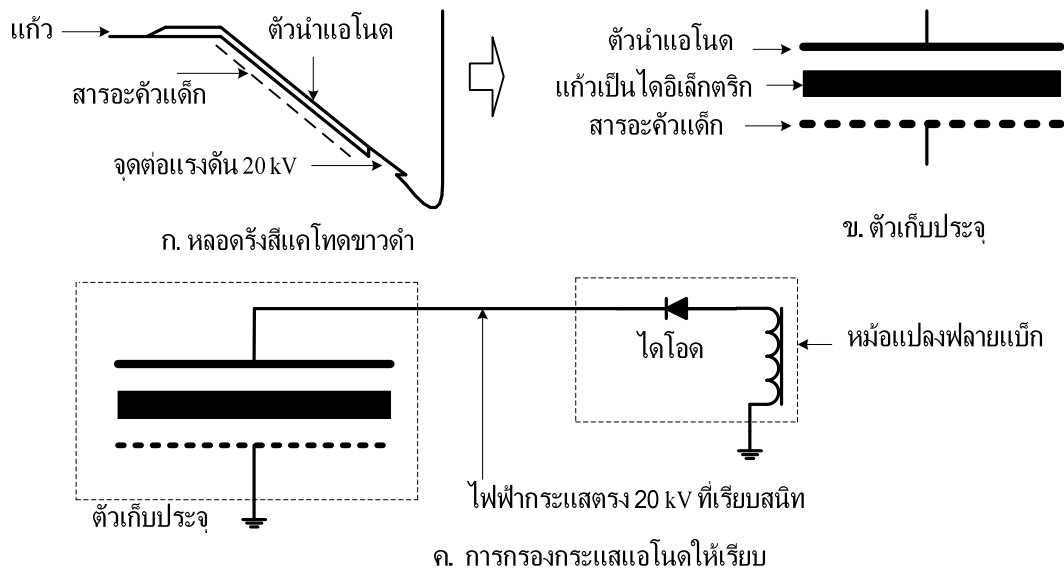
1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

คายประจุลงกราวด์ก่อน โดยนำเอาสายไฟ (ต้องมีฉนวนหุ้ม) ปลายข้างหนึ่งแตะกับกราวด์ อีกปลายข้างหนึ่งแตะที่แอโนด หรือขั้วของหมวกยาง ได้ยึนดั่งเป็ะต้องแตะนานพอสมควรจนกว่าคายประจุหมด ถ้าไม่ทำการคายประจุ เมื่อเกิดการสัมผัสเกิดการคายประจุผ่านตัวเรา ทำให้เจ็บปวดได้



รูปที่ 1.12 แสดงโครงสร้างภายนอกของหลอดรังสีแคโทดขาวดำ (Gulati, 2007, p. 75)

1.6.1.2.2 สารอะคั่วเด็กมีสีดำเป็นตัวนำทางไฟฟ้าที่เคลือบไว้ที่ผิวนอกเพื่อสร้างตัวเก็บประจุ การต่อลงกราวด์ของสารอะคั่วเด็กใช้ลวดเบนสัมผัสกับผิวของสารอะคั่วเด็กและต่อลงกราวด์



รูปที่ 1.13 แสดงการเกิดตัวเก็บประจุและการกรองกระแสแอโนดให้เรียบ

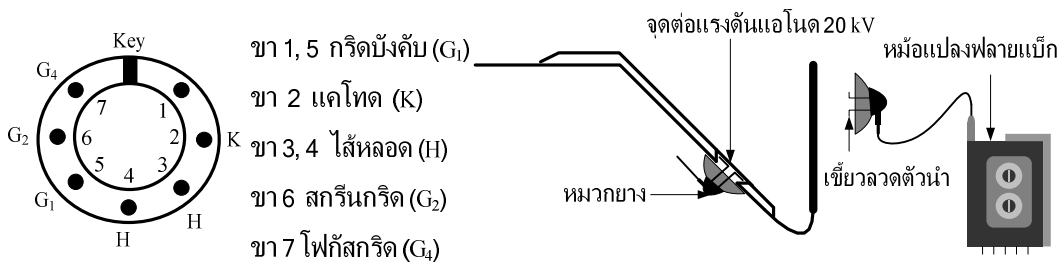
1.6.1.2.3 ฮอร์-โย๊ก (HOR-Yoke) หรือขดลวดเหวี่ยงแนวราบ (Horizontal-Deflection Coil) เป็นขดลวดพันบนแกนเฟอร์ไรต์ และอยู่ด้านในสวมอยู่ที่คอของหลอดรังสีแคโทด ทำหน้าที่ สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อมีสัญญาณฮอริซอนทอลไหลผ่าน เพื่อบังคับลำอิเล็กตรอนให้เคลื่อนที่ จากขอบจอด้านซ้าย ไปยังขอบจอด้านขวามือ เรียกช่วงเวลา “ฮอร์-แทรซ” (HOR-Trace) ถ้า

### 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

อิเล็กตรอน พุ่งชนสารเรืองแสงสว่างเป็นจุด (ขาว) และสะท้อนกลับจากขอบจอด้านขวา ไปยังขอบจอ ด้านซ้าย เรียกช่วงเวลา “ฮอว์-รีเทรซ” (HOR-Retrace) หลอดรังสีแคโทด ถูกบังคับให้หยุดทำงาน ไม่มี ลำอิเล็กตรอนพุ่งชนสารเรืองแสง (มีด) จะมองเห็นเป็นเส้นแสงสว่างทางแนวราบ เฉพาะช่วงฮอว์- เทรซ เท่านั้น

1.6.1.2.4 เวย์-โย๊ก หรือ ขดลวดเหทางแนวตั้ง (Vertical Deflection Coil) ทำหน้าที่ เช่นเดียวกับ ฮอว์-โย๊ก แต่เป็นการบังคับลำอิเล็กตรอนทางแนวตั้ง จากขอบจอด้านบน ลงสู่ ขอบจอด้านล่าง เรียกช่วงเวลา “เวย์-เทรซ” (VERT-Trace) อีกนัยหนึ่งเป็นการเรียงรายเส้นแสงสว่าง ทางแนวราบ จากขอบจอด้านบนลงสู่ขอบจอด้านล่าง และจากขอบจอด้านล่าง ขึ้นสู่ขอบจอด้านบน เรียกช่วงเวลา “เวย์-รีเทรซ” (VERT-Retrace) หลอดรังสีแคโทด ถูกบังคับ ให้หยุดทำงาน ไม่มีลำ อิเล็กตรอนพุ่งชนสารเรืองแสง (มีด) การทำงานของฮอว์-โย๊ก และเวย์-โย๊ก ในลักษณะนี้ เรียกว่า “การกวาด หรือ การสแกน” (Scan)

1.6.1.2.5 ซ็อกเก็ตขา (Socket Pin) เป็นอุปกรณ์ ที่ต่อขาหลอดรังสีแคโทด เข้า กับวงจร หรืออุปกรณ์อื่น ๆ และจำนวนขาขึ้นอยู่กับหลอดภาพ แต่ละเบอร์วิธีนับขาให้สังเกตจาก รูปที่ 1.14 โดยเริ่มนับจาก คีย์ (Key) ตามเข็มนาฬิกา หรือตามคู่มือหลอดรังสีแคโทด



ก. แสดงตำแหน่งขาหลอดรังสีแคโทดขาตัว 12-14 นิ้ว

ข. จุดต่อแรงดันแอโนด และหมวกยาง

รูปที่ 1.14 แสดงตำแหน่งขาหลอดรังสีแคโทดขาตัว 12-14 นิ้ว และจุดต่อแรงดันแอโนด

1.6.1.2.6 จุดต่อแรงดันแอโนด (Anode Voltage Plug) รับแรงดันแอโนด จากสายแอโนดของหม้อแปลงฟลายแบ็ก ดังแสดงในรูปที่ 1.14 ข.

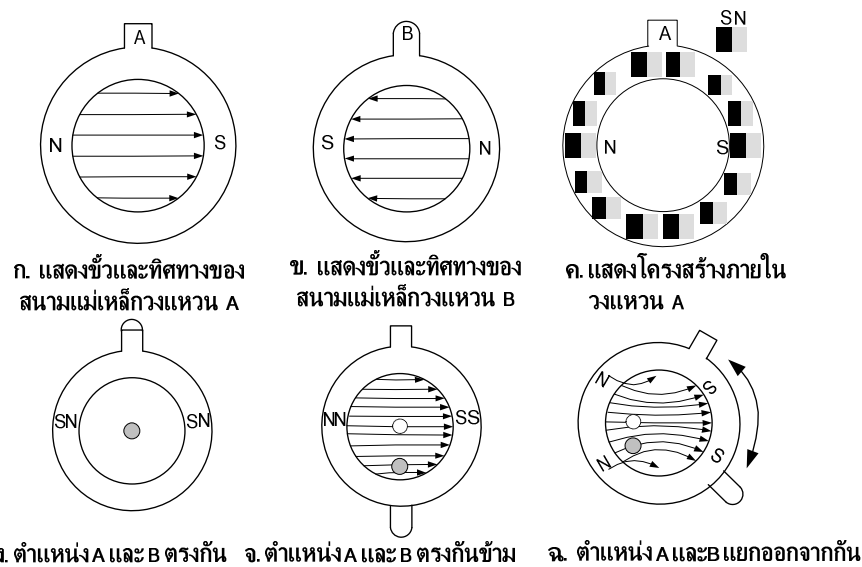
1.6.1.2.7 วงแหวนแม่เหล็ก 2 ขั้ว 1 ชุด มี 2 วง เรียกว่า “แม่เหล็กปรับศูนย์กลาง” (Centering Magnet) เป็นวงแหวนแม่เหล็กถาวร 2 วง แบบ 2 ขั้ว ทำหน้าที่ บังคับลำอิเล็กตรอน ให้พุ่งชนสารเรืองแสงบริเวณกึ่งกลางจอภาพ เพื่อให้ภาพได้สมดุล

จากรูปที่ 1.15 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้ :-

- ก. และ ข. เป็นวงแหวนแม่เหล็ก 2 ขั้ว 2 วง
- ค. แสดงโครงสร้างภายในเพื่อแสดงขั้วของสนามแม่เหล็ก

1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

- ง. ขั้ว A ตรงกับขั้ว B หรือทับกัน ไม่มีสนามแม่เหล็กลำอิเล็กตรอนไม่ถูกเหวี่ยงตรงอิสระ
- จ. ขั้ว A ตรงกันข้ามขั้ว B สนามแม่เหล็กเข้มมาก ลำอิเล็กตรอนถูกบังคับให้เคลื่อนที่ได้ระยะทางมากที่สุด
- ฉ. ขั้ว A แยกออกจากขั้ว B ได้ระยะทางเพิ่มขึ้น ถ้าหากขั้ว A เข้าหาขั้ว B ได้ระยะทางการเคลื่อนที่ลดลง



รูปที่ 1.15 แสดงรายละเอียดของชุดแม่เหล็กปรับศูนย์กลาง (ซูเกียรติ จันทรานี, 2527, หน้า 21)

ขั้ว A และ B แยกออกจากกัน หรือเข้าหากัน เป็นการเปลี่ยนแปลงระยะทางการเคลื่อนที่ของลำอิเล็กตรอน การหมุนขั้ว A และ B พร้อมกันเป็นการเปลี่ยนแปลงทิศทางของการเคลื่อนที่ของลำอิเล็กตรอน แต่ระยะการเคลื่อนที่เท่าเดิม

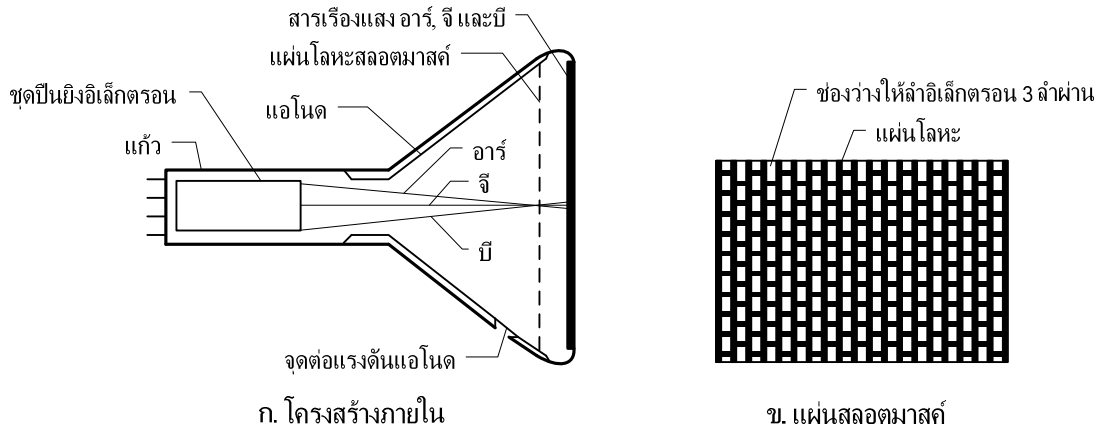
1.6.2 หลอดรังสีแคโทดสี (Color Cathode Ray Tube)

หลอดรังสีแคโทดสี หรือหลอดภาพโทรทัศน์สี แบบอินไลน์ (Inline) สร้างขึ้น โดยบริษัท อาร์ซีเอ (RCA) แห่งอเมริกา โดยมีชุดปืนอิเล็กตรอน 3 ชุด และเรียงกันทางแนวราบมีแผ่นบังคับลำอิเล็กตรอน ฟุ้งชนสารเรืองแสงอาร์จีบี ได้ถูกต้อง เป็นแบบช่องสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ เรียกว่า “แผ่นสล็อตมาสก์” (Slot Mask) สารเรืองแสงฉาบเป็นแนวตั้ง 3 ชนิด เรียงกันได้แก่ อาร์ (R) จี (G) และ บี (B) ระหว่างแต่ละแถบ มีการฉาบแถบดำ (Black Strip) หรือเรียกว่า “แถบปกป้อง” (Guard Band) ทำให้ได้ภาพชัดเจน หลอดภาพโทรทัศน์สี แบบอินไลน์ ใช้กับโทรทัศน์สีทุกยี่ห้อ ยกเว้น โซนี่ (Sony) โครงสร้างของหลอดภาพโทรทัศน์สีแบบอินไลน์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่

## 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน

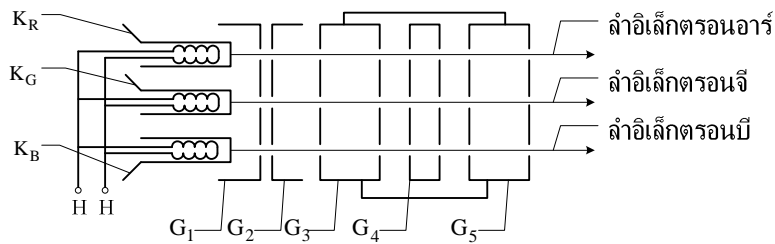
## 1.6.2.1 โครงสร้างภายใน

มีชุดปืนยิงอิเล็กตรอน 3 ชุด แต่ละชุด ทำหน้าที่ ผลิตลำอิเล็กตรอน และเร่งให้มีความเร็วสูง เพื่อให้พุ่งชนสารเรืองแสง มีส่วนประกอบดังต่อไปนี้ ดังแสดงในรูปที่ 1.16



ก. โครงสร้างภายใน

ข. แผ่นสลอตมาสค์



ค. โครงสร้างของชุดปืนยิงอิเล็กตรอน

รูปที่ 1.16 แสดงโครงสร้างภายในของหลอดรังสีแคโทด (Gulati, 2007, p. 510)

1.6.2.1.1 ไร้หลอด มีอยู่ 3 ชุดต่อขนานกัน

1.6.2.1.2 แคโทดของหลอดภาพมีอยู่ 3 ชุด

1.6.2.1.3 กริดบังคับมีอยู่ 1 ชุด แต่ละชุดมี 3 รู

1.6.2.1.4 สกรีนกริด มี 1 ชุด แต่มี 3 รู

1.6.2.1.5 กริดเร่ง มี 1 ชุด แต่มี 3 รู

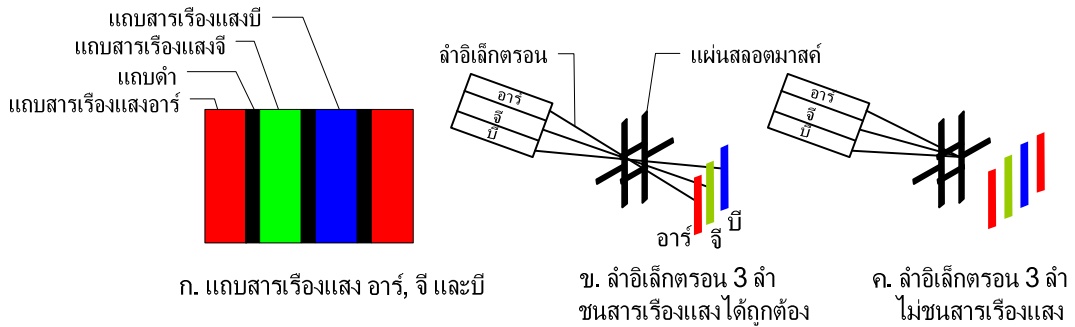
1.6.2.1.6 โฟกัสกริด มี 1 ชุด แต่มี 3 รู

1.6.2.1.7 สลอตมาสค์ ทำหน้าที่ บังคับลำอิเล็กตรอนทั้ง 3 ลำ ให้พุ่งชนสาร

เรืองแสงทั้ง 3 แถบ ได้ถูกต้อง โดยลำอิเล็กตรอนอาร์ ต้องพุ่งชนสารเรืองแสงอาร์ สว่างเป็นแสงสีแดง ลำอิเล็กตรอนจีพุ่งชนสารเรืองแสงจี สว่างเป็นแสงสีเขียว และลำอิเล็กตรอนบี พุ่งชนสารเรืองแสงบี สว่างเป็นแสงสีน้ำเงิน มีลักษณะเป็นช่องสี่เหลี่ยม ทำด้วยแผ่นโลหะกล้า และบาง โดยวางอยู่ระหว่างชุดปืนยิงอิเล็กตรอน กับสารเรืองแสง และต่อกับแอโนด ดังแสดงในรูปที่ 1.16 และ 1.17

1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

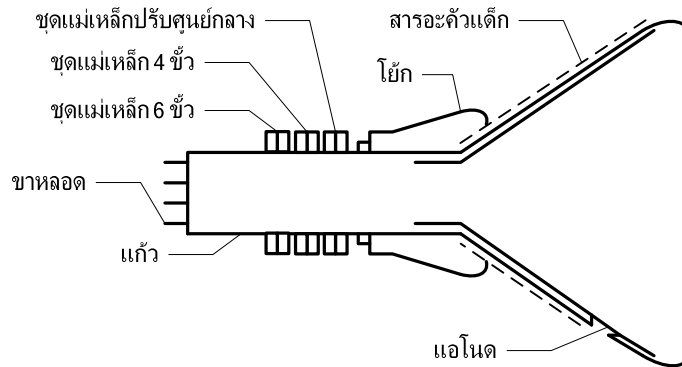
1.6.2.1.8 สารเรืองแสง ฉาบเป็นแถบทางแนวตั้ง 3 ชนิดสลับกัน ระหว่างแถบฉาบแถบดำ การเกิดจุดแสงขาว สารเรืองแสงอาร์ จี และบี ต้องมีกระแสอิเล็กตรอนขนาด 30% 59% และ 11% ตามลำดับ ฟุ้งชนสารเรืองแสง ดังแสดงในรูปที่ 1.17



รูปที่ 1.17 แสดงการฉาบสารเรืองแสงและการบังคับลำอิเล็กตรอนของแผ่นสล็อตมาสก์ (Gulati, 2007, p. 510)

1.6.2.2 โครงสร้างภายนอก

โครงสร้างภายนอก ประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้ ดังแสดงในรูปที่ 1.18



รูปที่ 1.18 แสดงโครงสร้างภายนอกของหลอดรังสีแคโทดสี (Gulati, 2007, p. 510)

1.6.2.2.1 เวอร์-โย๊ก และฮอร์-โย๊ก ทำหน้าที่ เช่นเดียวกับหลอดภาพขาวดำ

1.6.2.2.2 ขดแม่เหล็กคู่เข้าสู่สถิต (Static Convergence Magnet) เป็นขด ของวงแหวนแม่เหล็ก 3 ขด ประกอบด้วย :-

- แม่เหล็กปรับศูนย์กลาง (Purity Magnet) เป็นแม่เหล็ก 2 ขั้ว 2 วง ทำหน้าที่ บังคับลำอิเล็กตรอนทั้ง 3 ลำตกลงจุดกึ่งกลางจอภาพตรงแถบสารเรืองแสงได้ถูกต้องเพื่อให้ได้ภาพสมดุลทางด้านบนล่าง และซ้ายขวา

- วงแหวนแม่เหล็ก 4 ขั้ว 2 วง ทำหน้าที่ บังคับลำอิเล็กตรอนอาร์

1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

และบี เคลื่อนที่ในทิศทางตรงกันข้าม (เข้าหากัน) ทางแนวราบ

- วงแหวนแม่เหล็ก 6 ชั้นมี 2 วง ทำหน้าที่บังคับลำอิเล็กตรอนอาร์

และบี ให้เคลื่อนที่ในทิศทางตามกัน เพื่อรวมเข้าหาลำอิเล็กตรอนจี ซึ่งอยู่กับที่

1.6.2.2.3 ซ็อกเก็ตขา เช่นเดียวกับของหลอดภาพขาวดำ ให้สังเกต จากรูปที่

1.18 โดยเริ่มนับจาก คีย์ (Key) ตามเข็มนาฬิกา หรือตามคู่มือหลอดภาพ

1.6.2.2.4 สารอะคัวแดกซ์ เช่นเดียวกับของหลอดภาพโทรทัศน์ขาวดำ

1.6.3 การให้ไบแอสหลอดรังสีแคโทดขาวดำและสี

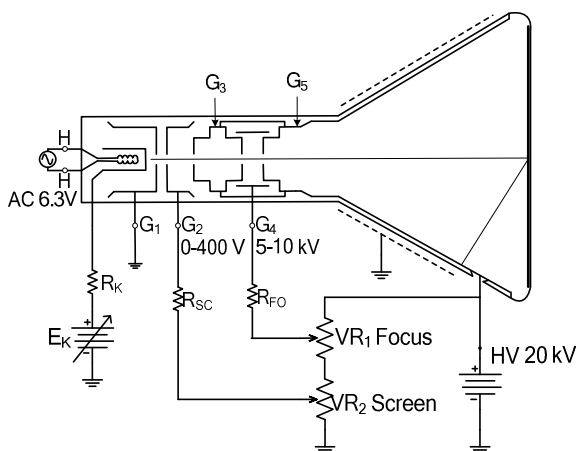
จากรูปที่ 1.16 ก. มืองค์ประกอบที่สำคัญดังต่อไปนี้ :-

- ขาไส้หลอด ต้องได้รับแรงดันจุดไส้หลอดถูกต้อง หลอดรังสีแคโทดขาวดำ 12-14 นิ้ว ใช้ ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ หลอดรังสีแคโทดสี ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 6.3 โวลต์ จากหม้อแปลงฟลายแบ็ก

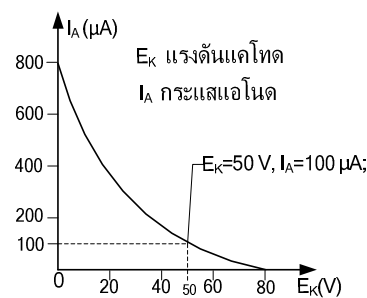
- ขาแคโทด ต้องได้รับแรงดันบวกสูงไม่เกินจุดคัตออฟและขา  $G_1$  ต้องต่อลงกราวด์ ดังแสดงในรูปที่ 1.16 ก.

- ขาสกรีนกริด และโฟกัสกริด ได้รับแรงดันบวก โดยสกรีนกริด ประมาณ 0-400 โวลต์ โฟกัสกริด 5-10 กิโลโวลต์ ทั้งโฟกัสกริด และสกรีนกริด สามารถปรับแต่งแรงดันได้โดยปรับที่ปุ่มสกรีน และปุ่มโฟกัส

- ขาแอนโนด ต้องได้รับแรงดันตามขนาดจอภาพ เช่น จอภาพขาวดำ ขนาด 12-14 นิ้ว แรงดันแอนโนด 8-12 กิโลโวลต์ จอภาพสี 14-16 นิ้ว แรงดันแอนโนดประมาณ 21 กิโลโวลต์ จอภาพสี 20-29 นิ้ว แรงดันแอนโนดประมาณ 21-25 กิโลโวลต์



ก. แสดงการให้ไบแอสหลอดรังสีแคโทดขาวดำและสี



ข. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันแคโทดกับกระแสแอนโนด

รูปที่ 1.19 แสดงการไบแอสหลอดรังสีแคโทดขาวดำและสี (Gulati, 2007, p. 83)



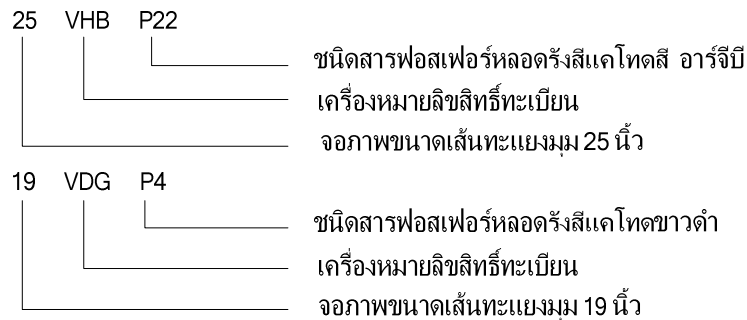
### 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

ถ้าองค์ประกอบ 4 ข้อ เกิดบกพร่อง หลอดรังสีแคโทดไม่มีแสงที่หน้าจอภาพมืด การควบคุมปริมาณอิเล็กตรอนใช้วิธีเปลี่ยนค่าแรงดันบวกของแคโทด ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง  $E_K$  กับ  $I_A$  ดังแสดงในรูปที่ 1.19 ข. เมื่อ  $E_K$  เพิ่มมากขึ้น  $I_A$  ลดลง

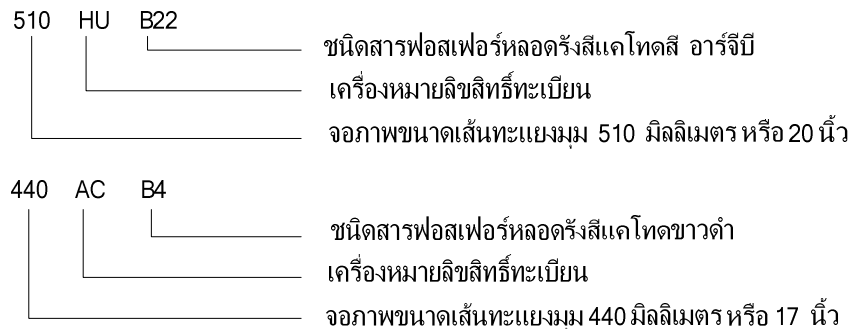
#### 1.6.4 เบอร์ของหลอดรังสีแคโทด

เบอร์ของหลอดรังสีแคโทด มีอยู่ด้วยกัน 3 ระบบ ได้แก่ ดังแสดงในรูปที่ 1.20

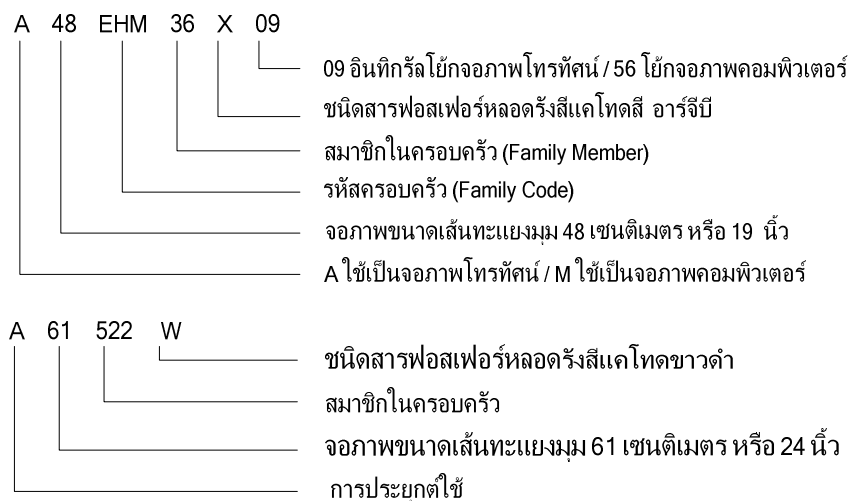
##### 1) ระบบของสมาคมอีไอเออีเออเมริกา (Electronic Industries Association, EIA)



##### 2) ระบบของสมาคมญี่ปุ่น



##### 3) มาตรฐานเว็ลด์ไวต์ (World Wide Type Designation)



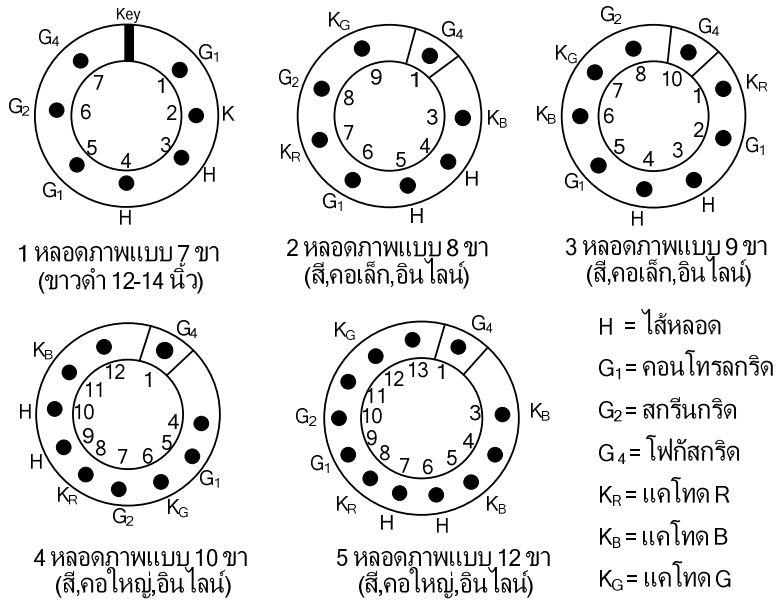
รูปที่ 1.20 แสดงรายละเอียดของเบอร์ของหลอดภาพ (เจน สงสมพันธ์ และนิคม อนันต์ทิพย์,

1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

2534, หน้า 41)

1.6.5 ตำแหน่งขาคลอดริงสี่แคโทด

ตำแหน่งขาคลอดริงสี่แคโทดขาคำ และ สี แบบ อินไลน์ จะแบ่งออกตามจำนวนขาของคลอด ดังแสดงในรูปที่ 1.21



รูปที่ 1.21 แสดงตำแหน่งขาคลอดริงสี่แคโทด

1.7 การกวาดของคลอดริงสี่แคโทด

1.7.1 การกวาดแบบสอดแทรก (Interlaced Scanning)

การกวาดแบบสอดแทรกใช้กับโทรทัศน์ระบบเอ็นทีเอสซี ระบบพัล และระบบเซกัม ในบพนี้ขออธิบายเมื่อใช้กับระบบ พัล (บี/ไอ) 625 เส้น อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ ในการสร้างเส้นกวาด คือ ฮอว์-โย๊ก และเวอร์-โย๊ก

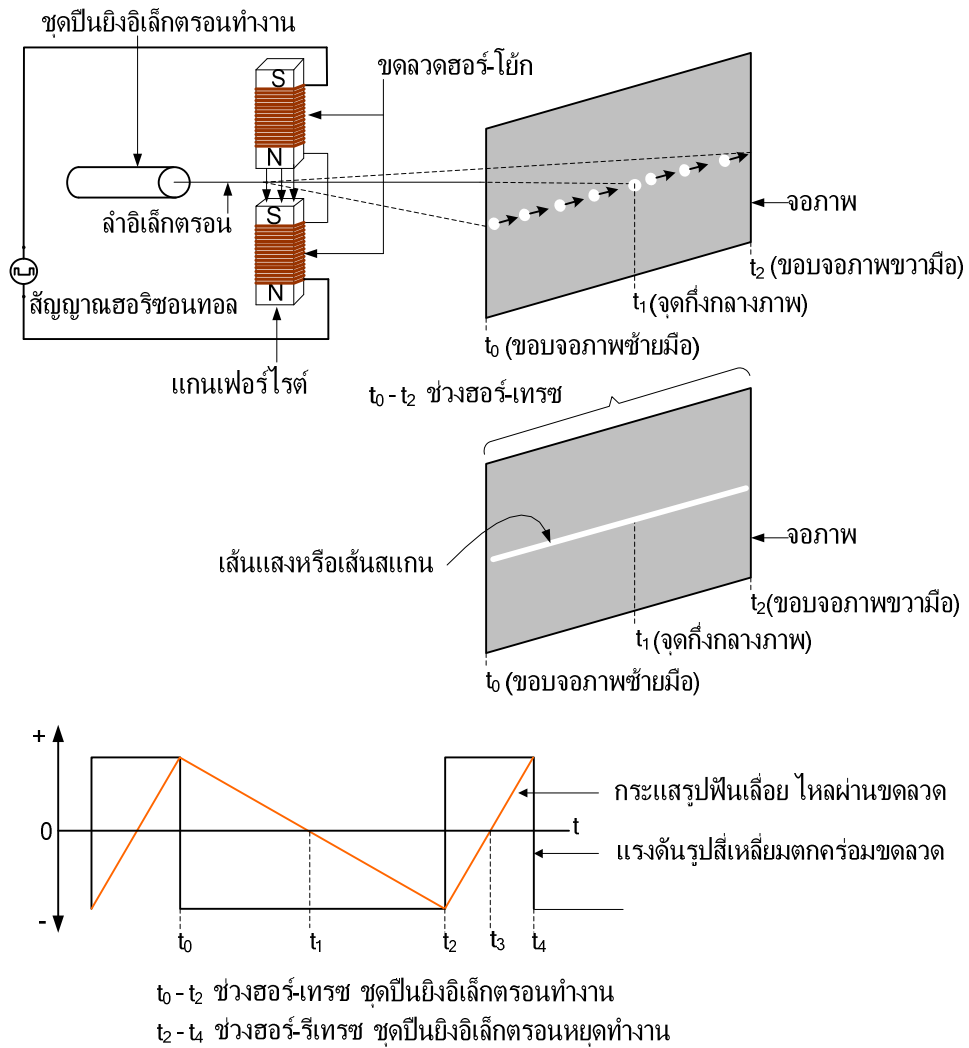
1.7.1.1 ฮอว์-โย๊ก

สัญญาณฮอริซอนทอล มีรูปร่างสี่เหลี่ยม เมื่อป้อน ให้แก่ ฮอว์-โย๊ก กระแสที่ไหลผ่าน เป็นรูปฟันเลื่อย ดังแสดงในรูปที่ 1.22 และความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ที่เกิดขึ้น มีปริมาณเป็นปฏิภาคตรง กับปริมาณกระแสรูปฟันเลื่อย ทำให้เกิดแรงกระทำต่อลำอิเล็กตรอนมีทิศทาง และปริมาณของแรงเป็นปฏิภาคตรงกับความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของโย๊ก โดยลำอิเล็กตรอน ถูกบังคับให้เริ่มต้นที่ขอบจอด้านซ้าย เคลื่อนที่ไปยังจุดกึ่งกลาง และถึงขอบจอด้านขวามือ ช่วงเวลานี้ เรียกว่า “ฮอว์-แทรซ” และเริ่มจากขอบจอด้านขวามือผ่านจุดกึ่งกลาง และถึงขอบจอด้านซ้ายมือ ช่วง

1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

เวลานี้เรียกว่า “ฮอว์-รีเทรช” ขณะช่วงฮอว์-เทรช ลำโวลีเก็ตรอนพุ่งชนสารเรืองแสง เกิดการเรืองแสงเป็นจุดสว่างเล็ก ๆ เรียงกันเป็นเส้นกวาดสีขาวทางแนวราบ

ในช่วงฮอว์-รีเทรช หลอดรังสีแคโทดถูกบังคับให้หยุดทำงานไม่มีโวลีเก็ตรอนพุ่งชนสารเรืองแสง ทำให้จอภาพมืด ดังแสดงในรูปที่ 1.23 ดังนั้น 1 รอบของสัญญาณฮอว์ชอนทอล จะเห็นเส้นกวาดเพียงช่วงฮอว์-เทรช เท่านั้น



รูปที่ 1.22 แสดงการบังคับลำโวลีเก็ตรอนของฮอว์-โย้กในช่วงฮอว์-เทรช (Gulati, 2007, p. 17-24)

การประมาณค่าช่วงเวลาของฮอว์-เทรช และฮอว์-รีเทรช ตามสมการต่อไปนี้

$$H = \frac{1}{F_H}$$

$$B = 0.186H$$

$$A = (H - B)$$

1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

โดยที่  $F_H$  คือ ความถี่ของสัญญาณฮอริซอนทอล (Hz)  
 $H$  คือ คาบเวลาของสัญญาณฮอริซอนทอล 1 ลูกคลื่น  
 $B$  คือ ช่วงเวลาฮอริ-รีเทรซ (วินาที) และ  $A$  คือ ช่วงเวลาฮอริ-เทรซ (วินาที)

ตัวอย่าง โทรทัศน์ระบบพาล 625 เส้นจงประมาณค่าช่วงเวลาฮอริ-เทรซ และฮอริ-รีเทรซของสัญญาณฮอริซอนทอล ที่ป้อนให้แก่ ฮอริ-โย๊ก

วิธีทำ

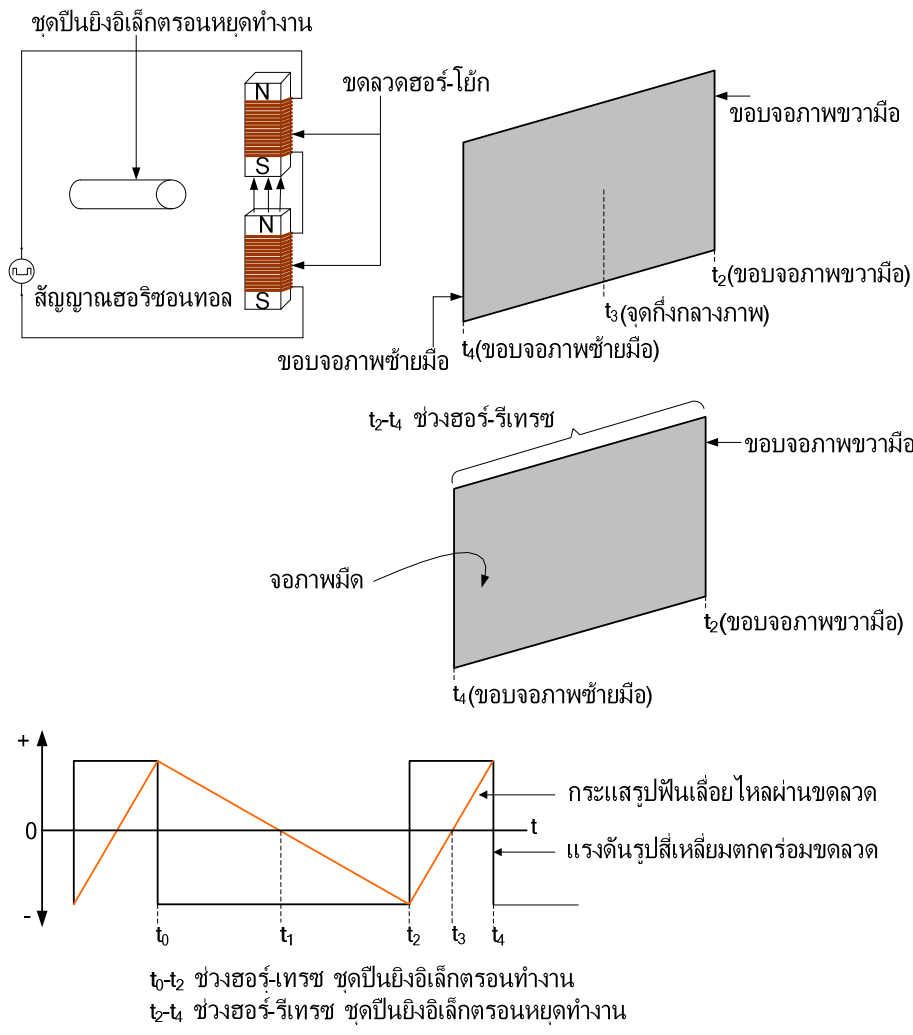
$$F_H = 15.625 \text{ กิโลเฮิรตซ์}$$

$$H = \frac{1}{F_H} = \frac{1}{15625} = 64 \text{ ไมโครวินาที}$$

$$B = 0.186 H = 0.186 \times 64 \times 10^{-6} = 11.9 \approx 12 \text{ ไมโครวินาที}$$

$$A = (H - B) = 64 \times 10^{-6} - 12 \times 10^{-6} = 52 \text{ ไมโครวินาที}$$

ตอบ ช่วงฮอริ-เทรซ 12 ไมโครวินาที ช่วงฮอริ-รีเทรซ 52 ไมโครวินาที



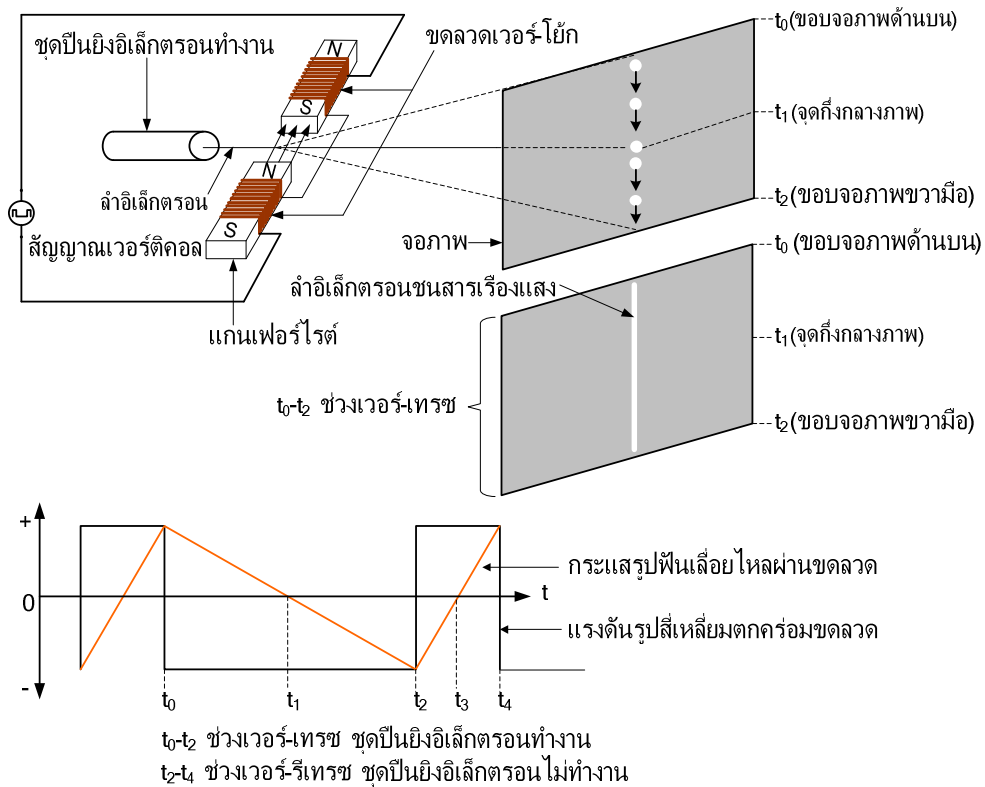
รูปที่ 1.23 แสดงการบังคับลำอิเล็กตรอนของฮอริ-โย๊กในช่วงฮอริ-รีเทรซ (Gulati, 2007,

1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

p. 17-24)

1.7.1.2 เวอร์-โย๊ก

เวอร์-โย๊ก ทำหน้าที่ เช่นเดียวกับสอร์-โย๊ก แต่เป็นทางแนวตั้ง  
 ในช่วงเวอร์-เทรซ ดังแสดงในรูปที่ 1.24 ลำโวลีเก็ตรอนพุ่งชนสารเรืองแสง  
 เกิดการเรืองแสงเป็นจุดสว่างเล็ก ๆ เรียงกันเป็นเส้นกวาดสีขาวทางแนวตั้ง  
 ในช่วงเวอร์-รีเทรซ หลอดรังสีแคโทด ถูกบังคับให้หยุดทำงาน จอภาพมืด  
 ดังแสดงในรูปที่ 1.25  
 ดังนั้น 1 ลูกคลื่น จะเห็นเส้นกวาด เพียงช่วงเวอร์-เทรซ เท่านั้น



รูปที่ 1.24 แสดงการบังคับลำโวลีเก็ตรอนของเวอร์-โย๊กในช่วงเวอร์-เทรซ (Gulati, 2007, p. 17-24)

การประมาณค่าช่วงเวลาเวอร์-เทรซ และเวอร์-รีเทรซ ตามสมการต่อไปนี้  
 และดังแสดงในรูปที่ 1.24 และรูปที่ 1.25

1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

$$V = \frac{1}{F_V}$$

$$D = 0.8V$$

$$C = (V - D)$$

โดยที่  $V$  คือ คาบเวลาของสัญญาณเวอริคัล 1 ลูกคลื่น (วินาที)  
 $F_V$  คือ ความถี่ของสัญญาณเวอริคัล (Hz)  
 $D$  คือ ช่วงเวลาเวอริ-รีเทรซ (วินาที) และ  $C$  คือ ช่วงเวลาเวอริ-เทรซ (วินาที)

ตัวอย่าง โทรทัศน์ระบบพาล 625 เส้น จงประมาณค่าช่วงเวลาเวอริ-เทรซ และเวอริ-รีเทรซ ของสัญญาณเวอริคัล ซึ่งป้อนให้แก่ เวอริ-โย๊ก

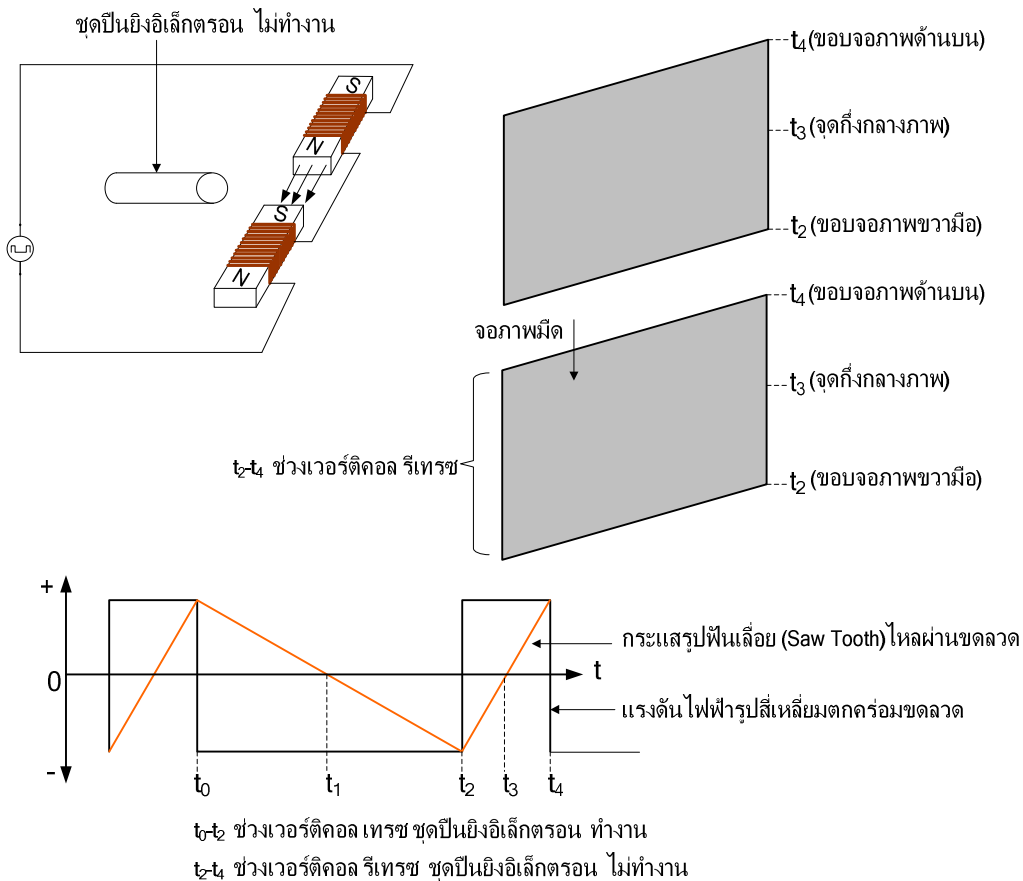
วิธีทำ  $F_V = 50$  เฮิรตซ์

$$V = \frac{1}{F_V} = \frac{1}{50} = 20 \text{ มิลลิวินาที}$$

$$D = 0.08 V = 0.08 \times 20 \times 10^{-3} = 1.6 \text{ มิลลิวินาที}$$

$$C = (V - D) = 20 \times 10^{-3} - 1.6 \times 10^{-3} = 18.4 \text{ มิลลิวินาที}$$

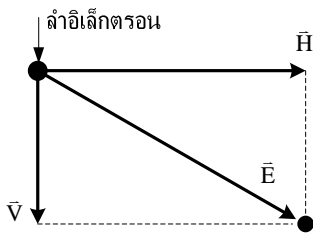
ตอบ ช่วงเวอริ-เทรซ 18.4 มิลลิวินาที ช่วงเวอริ-รีเทรซ 1.6 มิลลิวินาที



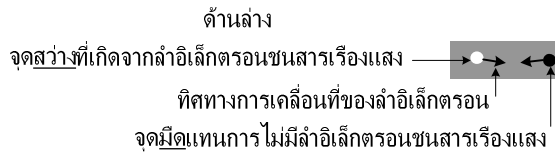
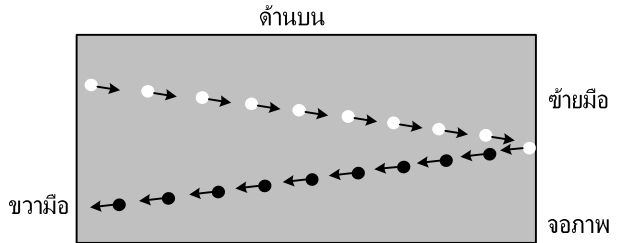
1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

รูปที่ 1.25 แสดงการบังคับลำอิเล็กตรอนของเวอร์-โย๊กในช่วงเวอร์-รีเทรซ (Gulati, 2007, p. 17-24)

เมื่อฮอร์-โย๊ก และเวอร์-โย๊ก ทำงานพร้อมกัน เกิดแรงกระทำต่อลำอิเล็กตรอน 2 แรง มีทิศทางตั้งฉากกัน กำหนด  $\vec{H}$  เป็นเวกเตอร์ทางแนวราบ (แกน X) เกิดจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ของฮอร์-โย๊ก กระทำต่อลำอิเล็กตรอน และกำหนด  $\vec{V}$  เป็นเวกเตอร์ทางแนวตั้ง (แกน Y) เกิดจากเวอร์-โย๊ก เมื่อฮอร์-โย๊ก และเวอร์-โย๊ก ทำงานพร้อมกันเกิดเวกเตอร์ลัพธ์  $\vec{E}$  เคลื่อนที่ในทิศทางซ้ายไปขวา และ ขวากลับมาซ้าย เอียงลงล่าง ดังแสดงในรูปที่ 1.26 ก. และข.

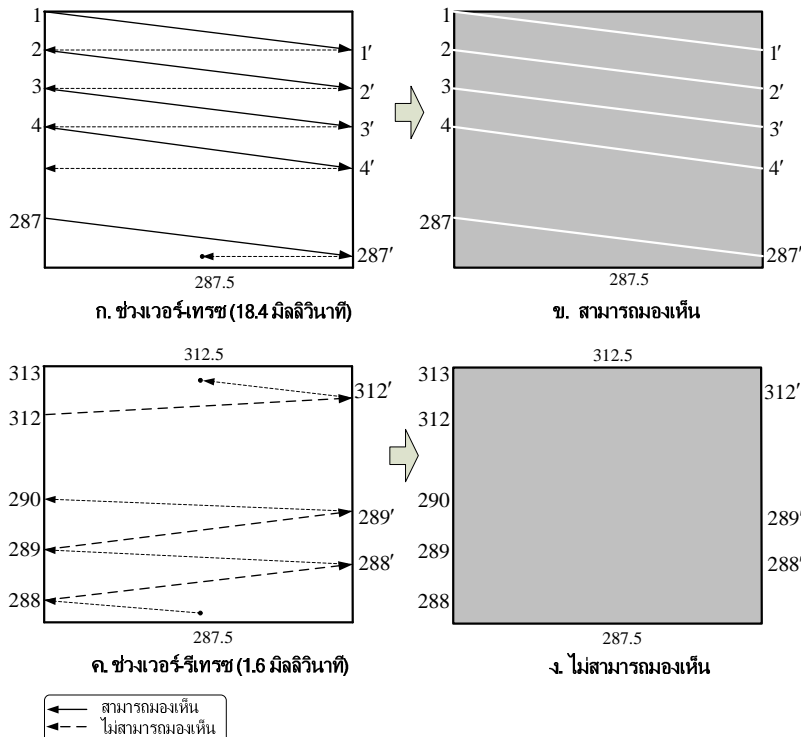


$\vec{E} = \vec{H} + \vec{V}$   
 $\vec{H}$  = แรงกระทำทางแนวนอน  
 $\vec{V}$  = แรงกระทำทางแนวตั้ง  
 $\vec{E}$  = ผลลัพธ์ของแรงกระทำทั้งสองทิศทาง



ก. แสดงแรงที่กระทำต่อลำอิเล็กตรอน      ข. แสดงการเคลื่อนที่ของลำอิเล็กตรอนเมื่อถูกฮอร์-โย๊กและเวอร์-โย๊กบังคับ

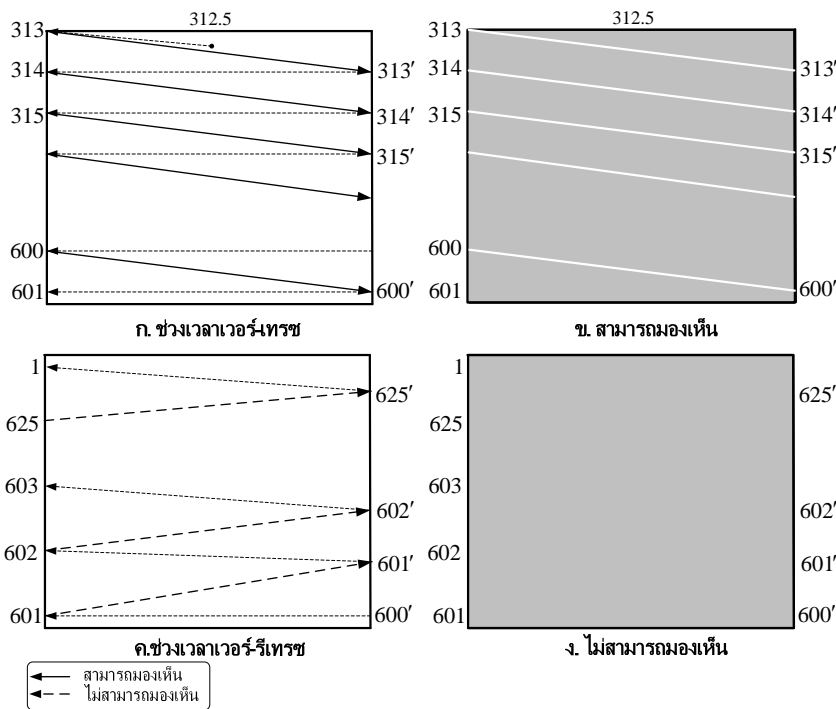
รูปที่ 1.26 แสดงการบังคับลำอิเล็กตรอนของฮอร์-โย๊กและเวอร์-โย๊ก (Gulati, 2007, p. 17-24)



1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน

รูปที่ 1.27 แสดงการบังค้ำลำอิเล็กตรอนของฮอร์-โย๊กและเวอร์-โย๊กในฟิลด์ที่ 1 (Gulati, 2007, p. 17-24)

เนื่องจากฮอร์-โย๊ก และเวอร์-โย๊ก ทำงานพร้อมกันทำให้เห็นลำอิเล็กตรอนถูกบังค้ำให้เคลื่อนที่จากขอบจอด้านซ้ายไปด้านขวา และสะท้อนกลับจากขอบจอด้านขวาไปซ้าย และเรียงรายลงสู่ขอบจอด้านล่าง เส้น 1-1' เป็นเส้นที่เกิดขึ้นในช่วงฮอร์-เทรซ เส้น 1'-2 เป็นเส้นที่เกิดขึ้น ในช่วงฮอร์-รีเทรซ และตั้งแต่เส้นที่ 1-1', 2-2', 3-3', 4-4', ... , 287-287' เป็นเส้นที่เกิดขึ้น ในช่วงเวอร์-เทรซ สามารถมองเห็นเส้นแสงได้ 287 เส้น ดังแสดงในรูปที่ 1.27 ก. และข. ส่วนช่วงเวอร์-รีเทรซ มีเส้นที่ 288-288', 289-289', ... , 312-312' ดังแสดงในรูปที่ 1.27 ค. และง. ไม่สามารถมองเห็นเส้นแสง เนื่องจากหลอดรังสีแคโทดถูกบังค้ำให้หยุดทำงาน เป็นการสร้างภาพได้ 1 ฟิลด์ (Field) เป็นฟิลด์ที่ 1 (คือ)



รูปที่ 1.28 แสดงการบังค้ำลำอิเล็กตรอนของฮอร์-โย๊กและเวอร์-โย๊ก ในฟิลด์ที่ 2 (คู่) (Gulati, 2007, p. 17-24)

การสร้างภาพในฟิลด์ที่ 2 (คู่) ใช้สัญญาณเวอร์ติคอลล็อก 1 ลูกคลื่น โดยเริ่มต้น จากขอบจอด้านบน และทำเช่นเดียวกันกับฟิลด์ที่ 1 แต่เริ่มที่เส้น 313-313', 314-314', 315-315', 316-316' , ... ,600-600' เป็นเส้นที่เกิดขึ้นในช่วงเวอร์-เทรซ สามารถมองเห็นเส้นแสงได้ 287 เส้น ดังแสดง ในรูปที่ 1.28 ก. และข. ส่วนช่วงเวอร์-รีเทรซ เริ่มที่เส้น 601-601', 602-602',... ,625-625' ดังแสดงในรูปที่ 1.28 ค. และง. ไม่สามารถมองเห็นเส้นแสง เนื่องจากหลอดรังสีแคโทดถูกบังค้ำให้หยุดทำงาน ไม่มีลำอิเล็กตรอนขนานเรียงแสง เป็นการสร้างภาพได้อีก 1 ฟิลด์ เป็นฟิลด์ที่ 2 (คู่)



### 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

ในการสร้างภาพ 1 ภาพ ใช้สัญญาณเวอ์ติคอลล 2 ลูกคลื่น โดย 1 ลูกคลื่นใช้เวลา 20 มิลลิวินาที ดังนั้น 2 ลูกคลื่น ใช้เวลา 40 มิลลิวินาที ดังนั้นระยะเวลาทั้งหมด ในการสร้างภาพ 1 ภาพ 40 มิลลิวินาที

$$\text{ใน 1 วินาที สร้างภาพได้} = \frac{1}{40 \times 10^{-3}} = 25 \text{ ภาพ}$$

$$\text{จำนวนเส้นกวาดในช่วงเวอ์-เทรซ} = \frac{18.4 \times 10^{-3}}{64 \times 10^{-6}} = 287.5 \text{ เส้น}$$

$$\text{จำนวนเส้นกวาดในช่วงเวอ์-รีเทรซ} = \frac{1.6 \times 10^{-3}}{64 \times 10^{-6}} = 25 \text{ เส้น}$$

โทรทัศน์ในระบบพัล มีเส้นกวาดทั้งหมด 625 เส้น ในการสร้างภาพ 1 ภาพ หรือ 1 เฟรม (Frame) แบ่งออกเป็น 2 ฟิลด์ (Field) ดังนี้ :-

- ฟิลด์ที่ 1 ใช้เวลา 20 ไมโครวินาที โดยกวาดตั้งแต่เส้นที่ 1 ถึงเส้นที่ 312.5 สามารถมองเห็นได้ในเส้นที่ 1 ถึง เส้นที่ 287 จำนวน 287 เส้น ส่วนเส้นที่ 288 ถึง เส้นที่ 312 จำนวน 25 เส้น ไม่สามารถมองเห็น

- ฟิลด์ที่ 2 ใช้เวลา 20 มิลลิวินาที โดยกวาดตั้งแต่เส้นที่ 312.5 ถึงเส้นที่ 625 มองเห็นได้จำนวน 287 เส้น ในเส้นที่ 313 ถึง เส้นที่ 600 ส่วนเส้นที่ 601 ถึง เส้นที่ 625 จำนวน 25 เส้น ไม่สามารถมองเห็น

ใน 1 ภาพ มีเส้นกวาดทั้งหมด 625 เส้น แต่สามารถมองเห็นได้ประมาณ 574 เส้น และไม่สามารถมองเห็นได้ประมาณ 50 เส้น

โทรทัศน์ในระบบระบบ เอ็นทีเอสซี 525 เส้น สามารถประมาณค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้  
ตัวอย่าง โทรทัศน์ระบบเอ็นทีเอสซี 525 เส้น จงประมาณค่าช่วงเวลา ฮอ์-เทรซ และฮอ์-รีเทรซ ของสัญญาณฮอริซอนทอล ที่ป้อนให้แก่ฮอ์-โย๊ก

วิธีทำ

$$F_H = 15.750 \text{ kHz}$$

$$H = \frac{1}{F_H} = \frac{1}{15750} = 63.5 \text{ ไมโครวินาที}$$

$$B = 0.186 H = 0.186 \times 63.5 \times 10^{-6} = 11.80 \text{ ไมโครวินาที}$$

$$A = (H - B) = 63.50 \times 10^{-6} - 11.80 \times 10^{-6} = 51.70 \text{ ไมโครวินาที}$$

ตอบ ช่วงฮอ์-เทรซ (A) = **51.70** ไมโครวินาที ช่วง ฮอ์-รีเทรซ (B) = **11.80** ไมโครวินาที

ตัวอย่าง โทรทัศน์ระบบเอ็นทีเอสซี 525 เส้น จงประมาณค่าช่วงเวลาเวอ์-เทรซ และเวอ์-รีเทรซ ของสัญญาณ เวอ์ติคอลล ซึ่งป้อนให้แก่ เวอ์-โย๊ก

วิธีทำ

$$F_V = 60 \text{ เฮิรตซ์}$$

$$V = \frac{1}{F_V} = \frac{1}{60} = 16.70 \text{ มิลลิวินาที}$$

1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

$$D = 0.08 \text{ V} = 0.08 \times 16.70 \times 10^{-3} = 1.34 \text{ มิลลิวินาที}$$

$$C = (V - D) = 16.70 \times 10^{-3} - 1.34 \times 10^{-3} = 15.36 \text{ มิลลิวินาที}$$

ตอบ ช่วงเวร-เทรซ (C) **15.36** มิลลิวินาที ช่วงเวร-รีเทรซ (D) **1.34** มิลลิวินาที

ในการสร้างภาพ 1 ภาพ ของระบบ 525 เส้น ใช้สัญญาณเวรติคอลล 2 ลูกคลื่น โดย 1 ลูกคลื่นใช้เวลา 16.66 มิลลิวินาที ดังนั้น 2 ลูกคลื่น ใช้เวลา 33.33 มิลลิวินาที ดังนั้นระยะเวลาทั้งหมดในการสร้างภาพ 1 ภาพ 33.33 มิลลิวินาที

ใน 1 วินาที สร้างภาพได้ 
$$= \frac{1}{T_P} = \frac{1}{33.33 \times 10^{-3}} = 30 \text{ ภาพ}$$

∴ ใน 1 วินาที สร้างภาพได้ 30 ภาพ

จำนวนเส้นกวาดช่วงเวร-เทรซ (15.36 มิลลิวินาที) 
$$= \frac{15.36 \times 10^{-3}}{63.50 \times 10^{-6}} = 241.88 \text{ เส้น}$$

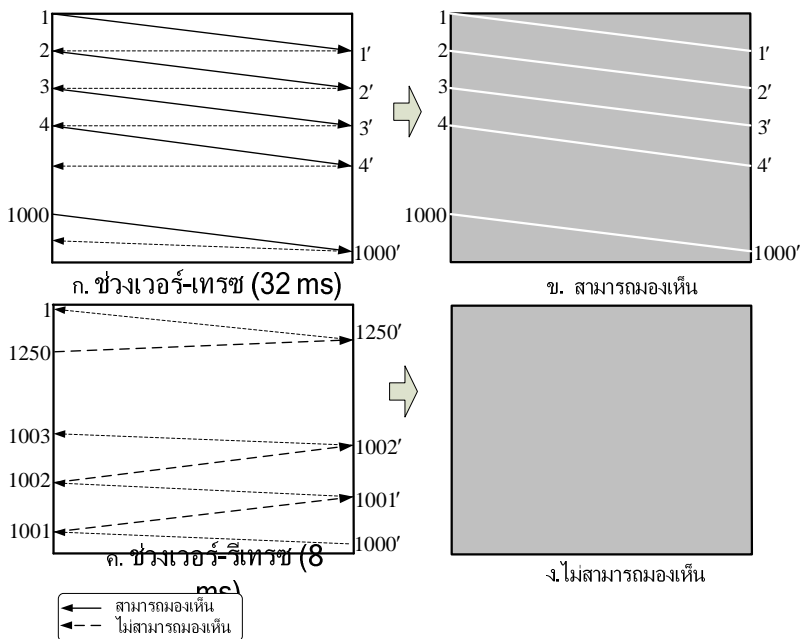
∴ จำนวนเส้นกวาดช่วงเวร-เทรซ 241.88 241 เส้น

จำนวนเส้นกวาดช่วงเวร-รีเทรซ (1.34 มิลลิวินาที) 
$$= \frac{1.34 \times 10^{-3}}{63.50 \times 10^{-6}} = 21.10 \text{ เส้น}$$

∴ จำนวนเส้นกวาดช่วงเวร-รีเทรซ 21.10 เส้น

ใน 1 ภาพ มีเส้นกวาดทั้งหมด 525 เส้น แต่สามารถมองเห็นได้ 482 เส้น และมองไม่เห็นประมาณ 42 เส้น

1.7.2 การกวาดแบบก้าวหน้า (Progressive Scanning)



รูปที่ 1.29 แสดงการกวาดแบบก้าวหน้า

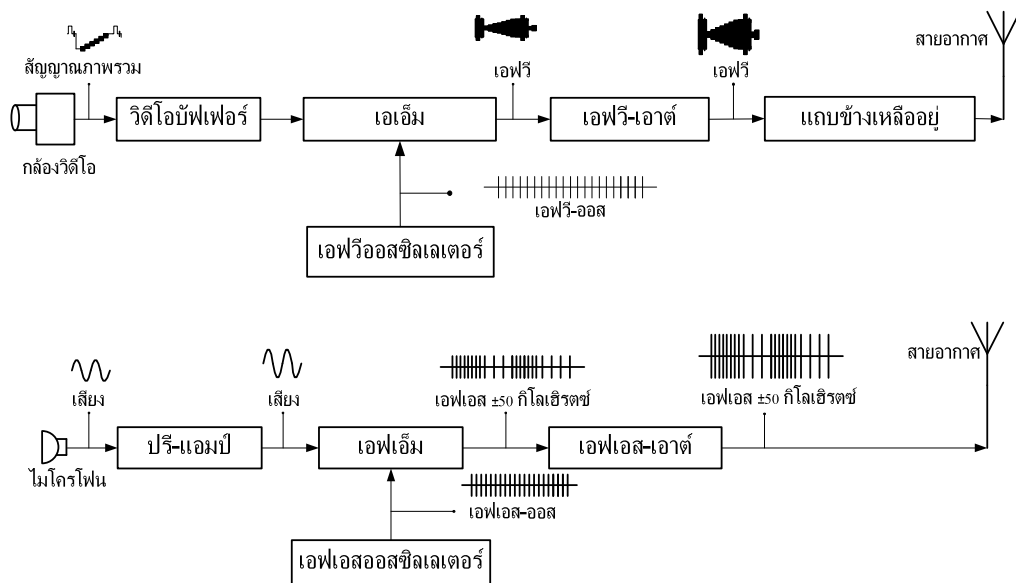
## 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

การกวาดแบบก้าวหน้า ใช้ในจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ แบบหลอครังสีแคโทด เป็นการสร้างเส้นกวาด โดยใช้สัญญาณเวอร์ทิคอล 1 ลูกคลื่นต่อ 1 ภาพ ดังแสดงในรูปที่ 1.29 ในช่วงเวอร์ทเรซ 32 ไมโครวินาที สร้างเส้นกวาดได้ 1000 เส้นในช่วงเวอร์ทเรซ 8 มิลลิวินาที สะบัดกลับได้ 250 เส้น ความถี่ของฮอริซอนทอล 31.250 กิโลเฮิร์ตซ์ ความถี่เวอร์ทิคอล 25 เฮิร์ตซ์

## 1.8 หลักการส่งสัญญาณโทรทัศน์

### 1.8.1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องส่งโทรทัศน์

สามารถอธิบายโดยใช้บล็อกไดอะแกรม รูปที่ 1.30 ได้ดังนี้



รูปที่ 1.30 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องส่งโทรทัศน์ (Gulati, 2007, p. 9)

#### 1.8.1.1 กล้องวิดีโอ (Video Camera)

กล้องวิดีโอ ทำหน้าที่ เปลี่ยนภาพทางแสงให้เป็นภาพทางไฟฟ้า เป็นไปตามมาตรฐานสัญญาณโทรทัศน์ได้สัญญาณภาพรวม ออกมา

#### 1.8.1.2 วิดีโอบัฟเฟอร์ (Video Buffer)

วิดีโอบัฟเฟอร์ ทำหน้าที่ ขยายแรงดันสัญญาณภาพรวม ให้มีแรงดันเพิ่มขึ้น ป้อนให้แก่ เอเอ็ม

#### 1.8.1.3 เอฟวีออสซิลเลเตอร์ (FV Oscillator)

เอฟวีออสซิลเลเตอร์ ทำหน้าที่ ผลิตสัญญาณรูปไซน์ มีความถี่ ตามกำหนด เรียกสัญญาณนี้ว่า “สัญญาณพาหภาพ” หรือ “สัญญาณเอฟวี-ออส” (FV-OSC Signal) ป้อนให้ เอเอ็ม

## 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

### 1.8.1.4 เอเอ็ม (Amplitude Modulator, AM)

เอเอ็ม ทำหน้าที่ เปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของสัญญาณเอฟวี-ออส ตามการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของสัญญาณภาพรวม ได้สัญญาณที่เรียกว่า “สัญญาณเอฟวี” (FV Signal) โดยค่าความถี่ของสัญญาณเอฟวี ยังคงเท่ากับสัญญาณเอฟวี-ออส เปลี่ยนแปลงเฉพาะแอมพลิจูดเท่านั้น

การมอดูเลต สัญญาณภาพรวม กับสัญญาณพาหภาพแบบเอเอ็ม แบ่งออกได้ 2 แบบคือ

1.8.1.4.1 แบบเฟสลบ (Negative Phase) โดยแอมพลิจูดสูงสุดของสัญญาณเอฟวีเป็นยอดซิงก์ และแอมพลิจูดต่ำสุด เป็นระดับขาวของภาพ นิยมใช้แบบนี้ เนื่องจากสัญญาณรบกวน จะรบกวนในช่วงจอภาพมืด ดังแสดงในรูปที่ 1.31 ก.

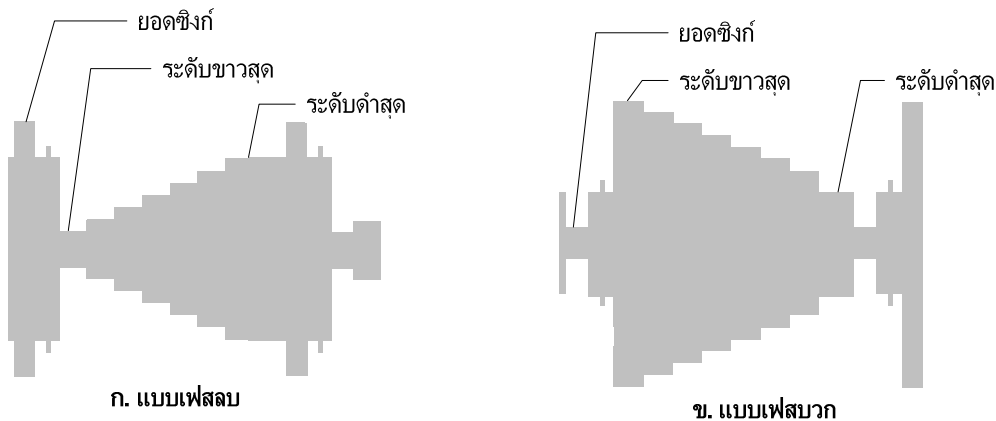
1.8.1.4.2 แบบเฟสบวก (Positive Phase) ตรงข้ามแบบเฟสลบ แอมพลิจูดสูงสุดของสัญญาณเอฟวี เป็นระดับขาวของภาพ และแอมพลิจูดต่ำสุด เป็นยอดซิงก์ เมื่อถูกรบกวนจะมองเห็นได้ที่จอภาพไม่ยอมใช้ ดังแสดงในรูปที่ 1.31 ข.

### 1.8.1.5 เอฟวี-เอาต์ (FV-OUT)

เอฟวี-เอาต์ ทำหน้าที่ ขยายกำลังสัญญาณเอฟวีให้มีกำลังเพิ่มขึ้น ป้อนให้แก่ วงจรเวสติเจียลไซด์แบนด์

### 1.8.1.6 แถบข้างเหลืออยู่ หรือเวสติเจียลไซด์แบนด์ (Vestigial Sideband)

แถบข้างเหลืออยู่ ทำหน้าที่ กรองยอมให้แถบข้างบน หรืออัปเปอร์ไซด์แบนด์ (Upper Sideband) 0-5 เมกะเฮิร์ตซ์ ผ่านได้ และสัญญาณแถบข้างล่าง หรือ โลเวอร์ไซด์แบนด์ (Lower Sideband) 0- (-0.75) เมกะเฮิร์ตซ์ ผ่านได้ แต่สัญญาณแถบข้างล่าง ตั้งแต่ (-0.75) - (-1.25) เมกะเฮิร์ตซ์ ถูกลดความแรงลงเป็นศูนย์



รูปที่ 1.31 แสดงการมอดูเลตสัญญาณภาพรวมกับสัญญาณเอฟวี-ออส (Gulati, 2007, p. 120)

## 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

### 1.8.1.7 สายอากาศ (Antenna)

สายอากาศ ทำหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าของสัญญาณเอฟวีให้เป็นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าแพร่กระจายออกไปไกล ๆ โดยไม่อาศัยตัวกลาง

### 1.8.1.8 ปรี-แอมป์ (PRE-AMP)

ปรี-แอมป์ ทำหน้าที่ ขยายแรงดันสัญญาณเสียงให้มีแรงดันเพิ่มขึ้น ป้อนให้แก่ เอฟเอ็ม โดยสัญญาณเสียงมีความถี่ประมาณ 20-15 กิโลเฮิร์ตซ์

### 1.8.1.9 เอฟเอสออสซิลเลเตอร์ (FS Oscillator)

เอฟเอสออสซิลเลเตอร์ ทำหน้าที่ ผลิตสัญญาณรูปไซน์ความถี่ ตามกำหนด เรียกสัญญาณนี้ว่า “สัญญาณพาห้เสียง หรือสัญญาณเอฟเอส-ออส” (FS-OSC Signal) ป้อนให้แก่ เอฟเอ็ม

### 1.8.1.10 เอฟเอ็ม (Frequency Modulator, FM)

เอฟเอ็มทำหน้าที่ เปลี่ยนแปลงความถี่สัญญาณเอฟเอส-ออสตามการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูด ของสัญญาณเสียง ทำให้ได้สัญญาณที่เรียกว่า “สัญญาณเอฟเอส  $\pm$  50 กิโลเฮิร์ตซ์” ซึ่งมีค่าความถี่แกว่งไกวอยู่ในช่วง  $\pm 50$  กิโลเฮิร์ตซ์ แต่ทางแอมพลิจูดของสัญญาณเอฟเอส-ออส ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

### 1.8.1.11 เอฟเอส-เอาต์ (FS-OUT)

เอฟเอส-เอาต์ ทำหน้าที่ ขยายกำลังสัญญาณเอฟเอส  $\pm$  50 กิโลเฮิร์ตซ์ ให้มีกำลังเพิ่มขึ้น ป้อนให้สายอากาศ

### 1.8.1.12 สายอากาศ (Antenna)

สายอากาศ ทำหน้าที่ เปลี่ยนสัญญาณเอฟเอส เป็นแม่เหล็กไฟฟ้าแพร่กระจายออกไปไกล ๆ โดยไม่อาศัยตัวกลาง เรียกว่า “สัญญาณโทรทัศน์ทางด้านเสียง” เครื่องส่งโทรทัศน์แพร่กระจาย สัญญาณโทรทัศน์ ซึ่งประกอบด้วยสัญญาณโทรทัศน์ทางด้านภาพ และเสียง อยู่ในรูปพลังงานสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ไปยังสายอากาศของเครื่องรับโทรทัศน์

## 1.8.2 รายละเอียดของสัญญาณโทรทัศน์

การกำหนดค่าความถี่ของเครื่องส่งโทรทัศน์ต้องสอดคล้อง กับตารางแสดงช่อง และความถี่สัญญาณโทรทัศน์ ระบบซีซีไออาร์ 625 เส้น สมมุติต้องการให้เครื่องส่งโทรทัศน์ ออกอากาศในช่อง 2 จำเป็นต้องกำหนดความถี่ของสัญญาณเอฟวี-ออส และสัญญาณเอฟเอส-ออส ให้ถูกต้อง

$$\text{เอฟวี} = \text{ขอบความถี่ด้านต่ำ} + 1.25 \text{ เมกะเฮิร์ตซ์}$$

$$\text{เอฟเอส} = \text{เอฟวี} + 5.5 \text{ เมกะเฮิร์ตซ์}$$

วิธีกำหนด

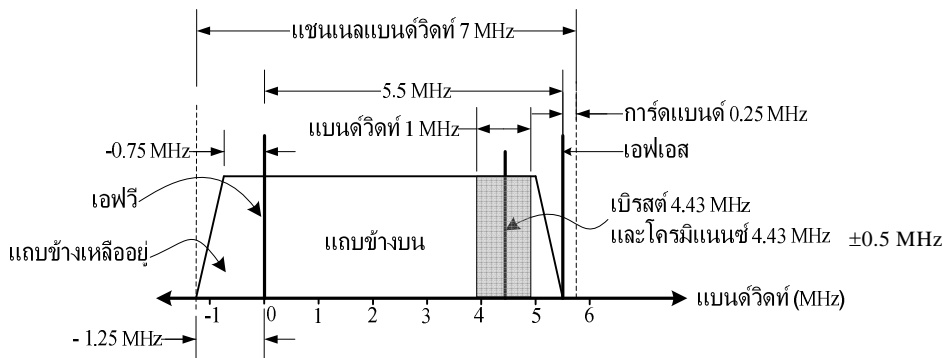
$$\text{เอฟวี-ออส} = \text{เอฟวี}$$

$$= \text{ขอบความถี่ด้านต่ำ} + 1.25 \text{ เมกะเฮิร์ตซ์}$$

### 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

$$\begin{aligned}
 &= 47 + 1.25 \\
 \therefore \text{เอฟวี-ออส} &= 48.25 \text{ เมกะเฮิรตซ์} \\
 \text{เอฟเอส-ออส} &= \text{เอฟเอส} \\
 &= \text{เอฟวี} + 5.5 \text{ เมกะเฮิรตซ์} \\
 &= 48.25 + 5.5 \\
 \therefore \text{เอฟเอส-ออส} &= 53.75 \text{ เมกะเฮิรตซ์}
 \end{aligned}$$

วงจรเอฟวีออสซิงเกิลเตอร์ ต้องผลิตสัญญาณรูปไซน์ มีความถี่ 48.25 เมกะเฮิรตซ์ ใช้เป็นสัญญาณพาหภาพ และเอฟเอสออสซิงเกิลเตอร์ต้องผลิตสัญญาณให้มีความถี่ 53.75 เมกะเฮิรตซ์ ใช้เป็นสัญญาณพาหเสียง สัญญาณโทรทัศน์ทางด้านภาพ และเสียง ถูกส่งแพร่กระจายออกอากาศไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ ในรูปของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อนำเอาสัญญาณโทรทัศน์ทางด้านภาพ และเสียง มาวิเคราะห์ทางด้านรายละเอียดของความถี่ ได้ดังรูปที่ 1.32 และตารางที่ 1.3



รูปที่ 1.32 แสดงรายละเอียดของสัญญาณโทรทัศน์ระบบพัล (Gulati, 2007, p. 57)

#### 1.8.2.1 สัญญาณเอฟวี

สัญญาณเอฟวี คือ สัญญาณโทรทัศน์ทางด้านภาพ ที่ได้รับการมอดูเลต แบบเอเอ็ม กับสัญญาณพาหภาพรวม สัญญาณเอฟวีมีความถี่ 48.25 เมกะเฮิรตซ์

#### 1.8.2.2 สัญญาณเอฟเอส

สัญญาณเอฟเอส คือ สัญญาณโทรทัศน์ทางด้านเสียง ที่ได้รับการมอดูเลตแบบเอฟเอ็ม สัญญาณเอฟเอสมีความถี่ 53.75 เมกะเฮิรตซ์

#### 1.8.2.3 แถบข้างบน

แถบข้างบน มีความกว้าง 5.5 เมกะเฮิรตซ์ และมีความถี่สูงกว่าสัญญาณเอฟวี

#### 1.8.2.4 แถบข้างล่าง

1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์

แถบข้างล่าง มีความถี่ต่ำกว่าสัญญาณ เอฟวี มีความกว้าง 1.25 เมกะเฮิร์ตซ์

**1.8.2.5 การ์ดแบนด์**

การ์ดแบนด์ คือ ช่องว่างกว้าง 0.25 เมกะเฮิร์ตซ์ เพื่อป้องกันการรบกวนกันของช่องข้างเคียง

**1.8.2.6 แชนเนลแบนด์วิดท์**

แชนเนลแบนด์วิดท์ คือ ความกว้างของสัญญาณโทรศัพท์ 1 ช่อง กว้าง 7 เมกะเฮิร์ตซ์

**1.8.2.7 สัญญาณเบรสต์และโครมิแนนซ์**

สัญญาณเบรสต์ 4.43 เมกะเฮิร์ตซ์ และโครมิแนนซ์ 4.43 เมกะเฮิร์ตซ์  $\pm$  0.5 เมกะเฮิร์ตซ์ โดยสัญญาณเบรสต์ เป็นสัญญาณอ้างอิงในการคิมอดูเลตสัญญาณโครมิแนนซ์ ในเครื่องรับโทรศัพท์

**1.8.3 ตารางความถี่สัญญาณโทรศัพท์**

ตารางที่ 1.3 แสดงความถี่สัญญาณโทรศัพท์ระบบซีซีไออาร์ 625 เส้น (บันทึก ไรจันอาร์ยานนท์, 2542, หน้า 9)

ตารางแสดงความถี่สัญญาณโทรศัพท์ระบบซีซีไออาร์ 625 เส้น (CCIR 625 lines)				
ช่อง	ขอบเขตความถี่ (เมกะเฮิร์ตซ์)	สัญญาณพาหภาพ (เอฟวี) (เมกะเฮิร์ตซ์)	สัญญาณพาหเสียง (เอฟเอส) (เมกะเฮิร์ตซ์)	แบนด์ที่ (เมกะเฮิร์ตซ์)
2	47-54	48.25	53.75	1 47-68
3	54-61	55.25	60.75	
4	61-68	62.25	67.75	
5	174-181	175.25	180.75	3 174 -230
6	181-188	182.25	187.75	
7	188-195	189.25	194.75	
8	195-202	196.25	201.75	
9	202-209	203.25	208.75	
10	209-216	210.25	215.75	
11	216-223	217.25	222.75	
12	223-230	224.25	229.75	
21	470-478	471.25	476.75	4 และ 5 470 -862
22	478-486	479.25	484.75	
23	486-494	487.25	492.75	

## 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

ตารางที่ 1.3 (ต่อ)

24	494-502	495.25	500.75	
25	502-510	503.25	508.75	
26	510-518	511.25	516.75	
27	518-526	519.25	524.75	
28	526-534	527.25	532.75	
29	534-542	535.25	540.75	
30	542-550	543.25	548.75	
31	550-558	551.25	556.75	
32	558-566	559.25	564.75	
33	566-574	567.25	572.75	
34	574-582	575.25	580.75	
35	582-590	583.25	588.75	
36	590-598	591.25	596.75	
37	598-606	599.25	604.75	
38	606-614	607.25	612.75	
39	614-622	615.25	620.75	
40	622-630	623.25	628.75	4 และ 5
41	630-638	631.25	636.75	470 -862
42	638-646	639.25	644.75	
43	646-654	647.25	652.75	
44	654-662	655.25	660.75	
45	662-670	653.25	668.75	
46	670-678	671.25	676.75	
47	678-686	679.25	684.75	
48	686-694	687.25	692.75	
49	694-702	695.25	700.75	
50	702-710	703.25	708.75	
51	710-718	711.25	716.75	
52	718-726	719.25	724.75	
53	726-734	727.25	732.75	
54	734-742	735.25	740.75	
55	742-750	743.25	748.75	
56	750-758	751.25	772.75	



## 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

### ตารางที่ 1.3 (ต่อ)

57	758-766	759.25	780.75	
58	766-774	767.25	772.75	
59	774-782	775.25	780.75	
60	782-790	783.25	788.75	
61	790-798	791.25	796.75	
62	798-806	799.25	804.75	
63	806-814	807.25	812.75	4 และ 5
64	814-822	815.25	820.75	470 -862
65	822-830	823.25	828.75	
66	830-838	831.25	836.75	
67	838-846	839.25	844.75	
68	846-854	847.25	852.75	
69	854-862	855.25	860.75	

## 1.9 หลักการรับสัญญาณโทรทัศน์

### 1.9.1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรทัศน์ขาวดำ

บล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรทัศน์ขาวดำ สามารถอธิบายหน้าที่การทำงาน ได้ดังนี้ จากรูปที่ 1.33

#### 1.9.1.1 สายอากาศ (Antenna)

สายอากาศ ทำหน้าที่ รับพลังงานสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของสัญญาณโทรทัศน์ที่ส่งแพร่กระจายจากสายอากาศของเครื่องส่งเปลี่ยนเป็นสัญญาณโทรทัศน์ทางไฟฟ้า ป้อนให้แก่ จูนเนอร์ โดยอาศัยหลักการเมื่อสนามแม่เหล็กไฟฟ้าตัดกับตัวนำ เกิดกระแสเหนี่ยวนำไหลในตัวนำ

#### 1.9.1.2 ภาคจูนเนอร์ (Tuner Section)

ภาคจูนเนอร์ ทำหน้าที่ คัดเลือกสัญญาณโทรทัศน์ เพียงช่องเดียว ที่ต้องการ และเปลี่ยนความถี่ ของสัญญาณที่รับเข้ามา เป็นสัญญาณความถี่ปานกลางของภาพ 38.9 เมกะเฮิร์ตซ์ (VIF 38.9 MHz) หรือเรียกว่า “วีไอเอฟ 38.9 เมกะเฮิร์ตซ์” และสัญญาณความถี่ปานกลางของเสียง 33.4 เมกะเฮิร์ตซ์ (SIF 33.4 MHz) หรือเรียกว่า “สัญญาณเอสไอเอฟ 33.4 เมกะเฮิร์ตซ์” ป้อน ให้แก่ภาควีไอเอฟต่อไป

#### 1.9.1.3 ภาควีไอเอฟ (VIF Section)

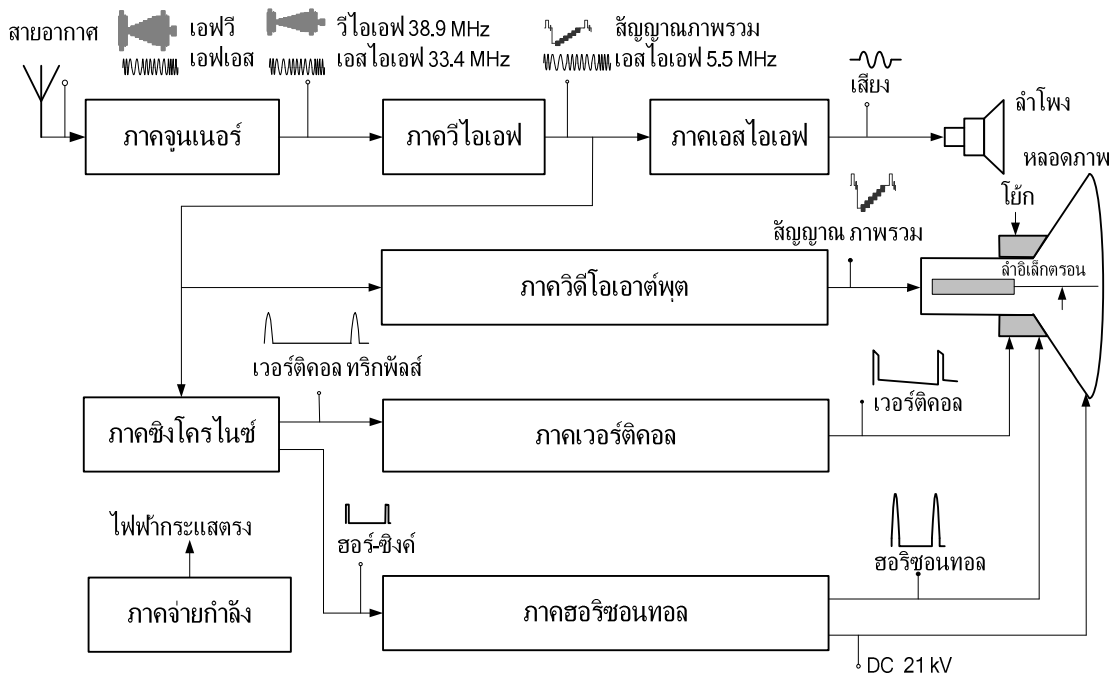
ภาควีไอเอฟ หรือภาควิดีโอไอเอฟ ทำหน้าที่ กรองสัญญาณผ่านได้เฉพาะ

### 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

สัญญาณวีไอเอฟ 38.9 เมกะเฮิร์ตซ์ และเอสไอเอฟ 33.4 เมกะเฮิร์ตซ์ ขยายแรงดันให้เพิ่มขึ้น และรักษาระดับแรงดันของสัญญาณให้คงที่ ทำการดีเทกต์ หรือดีมอดูเลตแบบเอเอ็ม (AM-Demodulate) ได้ สัญญาณภาพรวม 0-5 เมกะเฮิร์ตซ์ และเกิดการหักล้างความถี่ระหว่างสัญญาณวีไอเอฟ 38.9 เมกะเฮิร์ตซ์ กับสัญญาณเอสไอเอฟ 33.4 เมกะเฮิร์ตซ์ ได้สัญญาณเอสไอเอฟ 5.5 เมกะเฮิร์ตซ์ (SIF 5.5 MHz)

สัญญาณเข้า สัญญาณวีไอเอฟ และเอสไอเอฟ

สัญญาณออก สัญญาณภาพรวม 0-5 เมกะเฮิร์ตซ์ และเอสไอเอฟ 5.5 เมกะเฮิร์ตซ์  $\pm 50$  กิโลเฮิร์ตซ์



รูปที่ 1.33 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโทรทัศน์ขาวดำ (Gulati, 2007, p. 10)

#### 1.9.1.4 ภาคขจัดไอเอฟหรือภาคเอสไอเอฟ (SIF Section)

ภาคเอสไอเอฟ ทำหน้าที่ กรองสัญญาณเอสไอเอฟ 5.5 เมกะเฮิร์ตซ์  $\pm 50$  กิโลเฮิร์ตซ์ผ่าน และทำการดีมอดูเลตแบบเอเอ็ม ได้สัญญาณเสียง และขยายให้กำลังเพิ่มขึ้น ป้อนให้ลำโพงออกเป็นเสียง อุปกรณ์ที่ใช้กรองสัญญาณเอสไอเอฟ 5.5 เมกะเฮิร์ตซ์ โดยใช้พีโซเซรามิกเอสไอเอฟ ฟิลเตอร์ 5.5 เมกะเฮิร์ตซ์ (Piezo Ceramic SIF Filter 5.5 MHz)

สัญญาณเข้า สัญญาณภาพรวม และสัญญาณเอสไอเอฟ 5.5 เมกะเฮิร์ตซ์

สัญญาณออก สัญญาณเสียง

#### 1.9.1.5 ภาควิดีโอเอ๊าต์พุตและหลอดรังสีแคโทดขาวดำ

ภาควิดีโอเอ๊าต์พุต ทำหน้าที่ ขยายแรงดันสัญญาณภาพรวมให้เพิ่มขึ้น ส่งให้

### 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

แคโทดของหลอดภาพ เพื่อควบคุมปริมาณของอิเล็กตรอนพุ่งชนสารเรืองแสง มีผลให้เกิดภาพขาวดำ สัญญาณเข้า สัญญาณภาพรวม สัญญาณออก สัญญาณภาพรวม หลอดรังสีแคโทดขาวดำ หรือหลอดภาพขาวดำ ทำหน้าที่ สร้างภาพขาวดำ ทางแสงโดยใช้สัญญาณภาพรวมควบคุมปริมาณอิเล็กตรอนพุ่งชนสารเรืองแสงถ้าปริมาณอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น ทำให้ภาพสว่างเพิ่มขึ้น และถ้าอิเล็กตรอนต้องได้รับการกวาดที่ถูกต้องด้วย

#### 1.9.1.6 ภาคการซิงโครไนซ์ (Synchronization Section)

ภาคการซิงโครไนซ์ ทำหน้าที่ ตัดเอาสัญญาณซิงก์รวม (Composite Sync) ออกจากสัญญาณภาพรวม โดยสัญญาณซิงก์รวม ประกอบด้วยสัญญาณฮอริซิงก์ (Horizontal SYNC Signal) สัญญาณเวอร์-ซิงก์ (VERT- SYNC) และสัญญาณอีควอไลซิงพัลส์ (Equalizing Pulse Signal) สัญญาณเข้า สัญญาณภาพรวม สัญญาณออก สัญญาณฮอริซิงก์ เวอร์-ซิงก์ และอีควอไลซิงพัลส์

#### 1.9.1.7 ภาคฮอริซอนทอล (Horizontal Section)

ภาคฮอริซอนทอล ทำหน้าที่ ผลิตสัญญาณฮอริซอนทอลมีความถี่ และเฟสถูกต้อง ตามสัญญาณฮอริซิงก์ และได้รับการขยายให้มีกำลังเพิ่มขึ้น ป้อนให้แก่

- ขดลวดเหทางแนวราบ (Horizontal Deflection Coil) หรือ ฮอริ-โย๊ก เพื่อเกิดการบังคับลำอิเล็กตรอนของหลอดภาพ เพื่อสร้างเส้นกวาดทางแนวราบ
- หม้อแปลงฟลายแบ็ก เพื่อสร้างแรงดันกระแสดตรง และกระแสสลับ ค่าต่าง ๆ จ่ายให้แก่หลอดรังสีแคโทด และภาคต่าง ๆ

สัญญาณควบคุมด้านเข้า สัญญาณฮอริซิงก์ สัญญาณออก สัญญาณฮอริซอนทอล 15.625 กิโลเฮิร์ตซ์

#### 1.9.1.8 ภาคเวอร์ติคอลล (Vertical Section)

ภาคเวอร์ติคอลล ทำหน้าที่ ผลิตสัญญาณเวอร์ติคอลลมีความถี่ และเฟสถูกต้อง ตรงกับสัญญาณเวอร์ติคอลลทริกพัลส์ และได้รับการขยายให้มีกำลังเพิ่มขึ้น ป้อนให้แก่ เวอร์-โย๊ก เพื่อการบังคับลำอิเล็กตรอนจากขอบจอด้านบนลงมาสู่ขอบจอด้านล่าง และจากขอบจอด้านล่างขึ้นสู่ขอบจอด้านบน ทำให้เกิดการเรียงรายของเส้นกวาดทางแนวราบ จากขอบจอด้านบน ลงสู่ขอบจอด้านล่าง สะบัดขึ้นทำให้เกิดราสเตอร์ (แสงสว่าง) เต็มจอ

สัญญาณควบคุมด้านเข้า สัญญาณเวอร์ติคอลลทริกพัลส์ สร้างจากสัญญาณ เวอร์-ซิงก์ และสัญญาณอีควอไลซิงพัลส์ สัญญาณออก สัญญาณเวอร์ติคอลล 50 เฮิร์ตซ์

1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

1.9.1.9 ภาคจ่ายกำลัง (Power Supply Section)

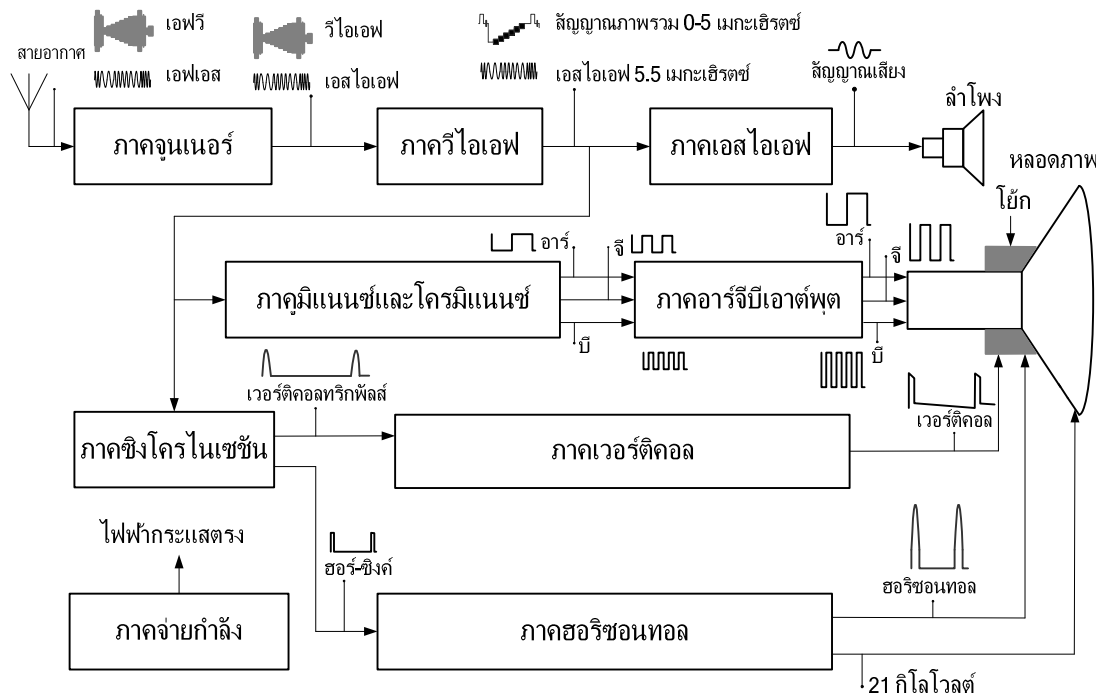
ภาคจ่ายกำลัง ทำหน้าที่ ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง จ่ายเลี้ยงวงจร โดยมีแรงดันคงที่ และกระแสไฟฟ้าเรียบสนิท

แรงดันเข้า กระแสสลับ 220 โวลต์ หรือกระแสตรง 12-24 โวลต์

แรงดันออก กระแสตรง 110 โวลต์ 113 โวลต์ 127 โวลต์ 14 โวลต์ และ 12 โวลต์

1.9.2 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรทัศน์สี

บล็อกไดอะแกรมของโทรทัศน์สี แตกต่างจากโทรทัศน์ขาวดำ เพียงภาคลูมิแนนซ์ และโครมิแนนซ์ ภาคอาร์จีบี เอาต์พุต และหลอดภาพ สามารถอธิบายหน้าที่ และการทำงาน ได้ดังนี้ จากรูปที่ 1.34



รูปที่ 1.34 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโทรทัศน์สี (Gulati, 2007, p. 10)

1.9.2.1 ภาคลูมิแนนซ์และโครมิแนนซ์ (Luminance and Chrominance Section)

ภาคลูมิแนนซ์ และ โครมิแนนซ์ สามารถแยกอธิบาย ได้ดังนี้ :-

- ภาคลูมิแนนซ์ ทำหน้าที่ขยายแรงดันของสัญญาณลูมิแนนซ์หรือสัญญาณวายให้เพิ่มขึ้น และเติมสัญญาณเวอร์-แบล็กกิง และสอร์-แบล็กกิง ลงในสัญญาณวาย เพื่อบังคับให้ออภาพมืดในช่วงเวอร์-รีเทรช และสอร์-รีเทรช ไม่ให้เห็นเส้นสะบัดกลับ สัญญาณวายในรายการสี มีแบนด์วิดท์ 0-4 เมกะเฮิร์ตซ์ ส่วนรายการขาวดำมีแบนด์วิดท์ 0-5 เมกะเฮิร์ตซ์ เป็นสัญญาณใช้ในการ

## 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

### สร้างภาพขาวดำ

– ภาคนอร์มัลเลนซ์ ทำหน้าที่ แยกเอาสัญญาณอาร์ – วาย และบี – วาย ออก จากสัญญาณ โครมียีนเลนซ์ ตามกรรมวิธีของระบบพัล ได้สัญญาณอาร์ – วาย จี – วาย และบี – วาย และ นำสัญญาณวาย มารวมกับสัญญาณอาร์ – วาย จี – วาย และบี – วาย ได้สัญญาณอาร์ จี และบี ป้อนให้แก่ ภาคนอร์มัลเลนซ์เอาต์พุต

สัญญาณเข้า สัญญาณ โครมียีนเลนซ์รวม และสัญญาณวาย

สัญญาณออก สัญญาณอาร์ จี และบี

### 1.9.2.2 ภาคนอร์มัลเลนซ์เอาต์พุตและหลอดรังสีแคโทดสี

ภาคนอร์มัลเลนซ์เอาต์พุต และหลอดรังสีแคโทดสี สามารถแยกอธิบายได้ดังนี้ :-

– ภาคนอร์มัลเลนซ์เอาต์พุต (RGB Output Section) ทำหน้าที่ ขยายแรงดันของ สัญญาณอาร์ จี และบี ให้มีแรงดันเพิ่มขึ้น ป้อนให้แก่ ขาแคโทดของหลอดภาพ

สัญญาณเข้า สัญญาณอาร์ จี และบี

สัญญาณออก สัญญาณอาร์ จี และบี ใช้สร้างภาพสี

– หลอดรังสีแคโทดสี (Color Cathode Ray Tube) ทำหน้าที่ เปลี่ยนจาก สัญญาณอาร์ จี และบีทางไฟฟ้า ให้เป็นแสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงิน ซึ่งเป็นแม่สีของแสง สามารถผสมสีทางแสงได้เป็นแสงสีขาว สีเหลือง สีฟ้า สีเขียว สีม่วง,สีแดง และสีน้ำเงิน ออกจอกภาพ โดยลำโเล็กตรอนพุ่งชนสารเรืองแสงอาร์ จี และบี ในอัตราส่วนที่ถูกต้อง และลำโเล็กตรอนต้อง ได้รับกรกวาดที่ถูกต้องด้วย

## 1.10 สัญญาณคอมโพสิตวิดีโอหรือสัญญาณภาพรวม

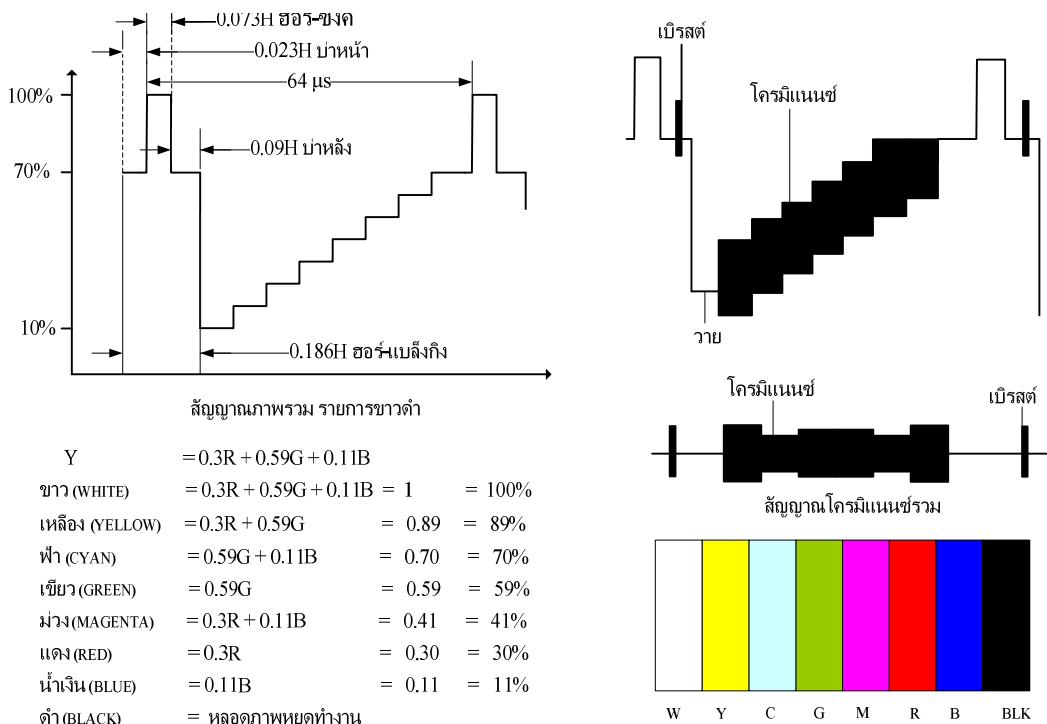
สัญญาณภาพรวม เป็นสัญญาณที่ใช้ในการสร้างภาพสี และขาวดำ ประกอบด้วยสัญญาณ ดังต่อไปนี้ และแสดงในรูปที่ 1.35

### 1.10.1 สัญญาณวาย

สัญญาณวาย มีช่วงเวลา 52 ไมโครวินาที (625 เส้น) เป็นสัญญาณที่ทำหน้าที่ ควบคุมความสว่างของภาพ หรือการสร้างภาพขาวดำ การควบคุมปริมาณของอิเล็กตรอนพุ่งชนสารเรืองแสง ถ้าปริมาณของอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นทำให้สารเรืองแสงสว่างเพิ่มขึ้นเป็นแสงขาว ถ้ามีปริมาณลดลง เป็นแสงสีเทา จนถึงดำ หรือไม่มีแสงสว่าง (ที่กล่าวเป็นหลอดรังสีแคโทดขาวดำ) ในกรณีโทรทัศน์สี หลอดรังสีแคโทดสี มีชุดปืนยิงอิเล็กตรอน 3 ชุด ได้แก่ ชุดปืนยิงอิเล็กตรอนอาร์ จี และบี การสร้าง แสงขาว ต้องบังคับให้ชุดปืนยิงอิเล็กตรอนอาร์มีปริมาณอิเล็กตรอนพุ่งชนสารเรืองแสงอาร์ 30% และ ชุดปืนยิงอิเล็กตรอนจี มีปริมาณอิเล็กตรอนพุ่งชนสารเรืองแสงจี 59% และชุดปืนยิงอิเล็กตรอนบี มี

1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

ปริมาณอิเล็กตรอนพุ่งชนสารเรืองแสงปี 11% จากรูปที่ 1.33 สัญญาณลูมิแนนซ์ มีลักษณะเป็นขั้นบันได เป็นการสร้างภาพขาวดำ 8 แฉก โดยควบคุมเกี่ยวกับปริมาณอิเล็กตรอน ของปืนยิงอิเล็กตรอน อาร์ จี และบี เป็นภาพแถบขาวดำมีความเข้มแตกต่างกันตาม ลำดับ เช่นแถบเหลืองมีความสว่าง 80%



รูปที่ 1.35 แสดงรายละเอียดของสัญญาณภาพรวม (Gulati, 2007, p. 36-39)

แถบขาว (White) (W)	= 0.3R + 0.59G + 0.11B	= 1	= 100%
แถบเหลือง (Yellow) (Y)	= 0.3R + 0.59G	= 0.89	= 89%
แถบฟ้า (Cyan) (C)	= 0.59G + 0.11B	= 0.70	= 70%
แถบเขียว (Green) (G)	= 0.59G	= 0.59	= 59%
แถบม่วง (Magenta) (M)	= 0.3R + 0.11B	= 0.41	= 41%
แถบแดง (Red) (R)	= 0.3R	= 0.3	= 30%
แถบน้ำเงิน (Blue) (B)	= 0.11B	= 0.11	= 11%
แถวดำ (Black) (BLK)	= 0	= 0	= 0%

ถ้าสังเกตจำนวนเปอร์เซ็นต์ (%) มาก ทำให้ได้ภาพขาวมาก (100%) และ 0% เป็น แถบดำไม่มีแสงสว่าง ปริมาณของอิเล็กตรอนที่บอกเป็นเปอร์เซ็นต์ หมายถึง ปริมาณทางไฟฟ้า ของ อิเล็กตรอนที่พุ่งชนสารเรืองแสง มีหน่วยเป็นไมโครแอมแปร์ หรือมิลลิแอมแปร์

## 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

### 1.10.2 สัญญาณโครมิแนนซ์

สัญญาณโครมิแนนซ์ มีความถี่ 4.43 เมกะเฮิร์ตซ์  $\pm 0.5$  เมกะเฮิร์ตซ์ ระบบพัลซิ่งที่ใช้ในเมืองไทย สัญญาณโครมิแนนซ์ เป็นผลรวมทางเวกเตอร์ ระหว่าง สัญญาณอาร์ – วายดีเอสบีเอสซี (R – Y DSBSC) กับสัญญาณบี – วายดีเอสบีเอสซี (B – Y DSBSC) และมีสัญญาณ ดังกล่าวเฉพาะรายการสีเท่านั้น โดยหน้าที่ ของสัญญาณโครมิแนนซ์ เมื่อผ่านวงจรโครมิแนนซ์ หรือพัลลิกโคคเคอร์ ได้ สัญญาณอาร์ จี และบี เพื่อใช้บังคับชุดป็นยิงอิเล็กทรอนิกส์อาร์ จี และบี ทำงาน มีอิเล็กทรอนิกส์ ฟุ้งชนสารเรืองแสง ทำให้เกิดการสร้างแสงสีต่าง ๆ

### 1.10.3 สัญญาณเบริสค์

สัญญาณเบริสค์ ถูกฝากมาที่บ่าหลังของสัญญาณฮอว์-ซิงก์ ประมาณ 8-10 ลูกคลื่น เพื่อใช้เป็นสัญญาณอ้างอิงในการคิมอเคลตสัญญาณวี และยู มีสัญญาณเบริสค์เฉพาะรายการสี และสัญญาณเบริสค์ มีความถี่ 4.43 เมกะเฮิร์ตซ์

### 1.10.4 สัญญาณฮอว์-ซิงก์

สัญญาณฮอว์-ซิงก์ ตั้งอยู่บนสัญญาณฮอว์-แบลิ่งกิง ที่ระดับ 70%-100% มีความถี่ 15625 เฮิร์ตซ์ (625 เส้น) ฮอว์-ซิงก์ มีความกว้างของพัลส์ 0.073H ประมาณ 4.7 ไมโครวินาที มีความกว้างของบ่าหน้า (Front Porch) 0.023H ประมาณ 1.47 ไมโครวินาที และบ่าหลัง (Back Porch) 0.09H ประมาณ 5.76 ไมโครวินาที

สัญญาณฮอว์-ซิงก์ ทำหน้าที่ควบคุมตำแหน่งภาพทางแนวราบหรือควบคุมการสร้างเส้นกวาดทางแนวราบของเครื่องรับโทรทัศน์ ให้เกิดขึ้นพร้อมกัน กับสัญญาณดังกล่าวโดยการบังคับให้วงจรฮอริซอนทอลออสซิลเลเตอร์ ผลิตสัญญาณฮอริซอนทอลให้ถูกต้องทั้งความถี่ และเฟส ถ้าไม่มีสัญญาณฮอว์-ซิงก์ ทำให้เกิดอาการภาพล้มน หรือเลื่อนทางแนวราบได้

### 1.10.5 สัญญาณเวอร์-ซิงก์และอิกวอไลซิงพัลส์

สัญญาณเวอร์-ซิงก์ และอิกวอไลซิงพัลส์ อยู่ในช่วงเวลาเวอร์-แบลิ่งกิง ซึ่งต้องมีอยู่ประจำทุกฟิลด์ ใน 1 ภาพ มีอยู่ 2 ฟิลด์ (ฟิลด์คี่ และคู่) สัญญาณอิกวอไลซิงพัลส์ มีอยู่ 5 ลูกคลื่น แบ่งออกเป็น 2 ชุด คือบ่าหน้า 5 ลูกคลื่น และบ่าหลัง 5 ลูกคลื่น ในช่วง 5 ลูกคลื่น มีความกว้าง 2.5H (160 ไมโครวินาที) และสัญญาณอิกวอไลซิงพัลส์ 1 ลูกคลื่น มีความกว้าง 32 ไมโครวินาที ช่วงมีพัลส์ 2.35 ไมโครวินาที  $\pm 100$  นาโนวินาที สัญญาณเวอร์-ซิงก์ มี 5 ลูกคลื่นมีความกว้าง 2.5 H (160 ไมโครวินาที) ใน 1 ลูกคลื่น มีความกว้าง 32 ไมโครวินาที ช่วงเวลาของเวอร์-ซิงก์ กว้าง 4.7 ไมโครวินาที  $\pm 100$  นาโนวินาที ดังนั้นช่วงเวลาเวอร์-ซิงก์ รวมกับสัญญาณอิกวอไลซิงพัลส์ได้ 7.5 H (480 ไมโครวินาที)

สัญญาณเวอร์-ซิงก์ มีหน้าที่ ควบคุมตำแหน่งภาพทางแนวตั้ง หรือควบคุมการเรียงรายเส้นกวาดทางแนวตั้ง ให้เกิดขึ้นตรง กับการกระตุ้นของสัญญาณเวอร์ติคอลล ให้ถูกต้องทางความถี่

### 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

และเฟส เครื่องรับโทรทัศน์ขาดสัญญาณดังกล่าว ทำให้เกิดภาพเลื่อนทางแนวตั้ง

สัญญาณอิกวอไลซิงพัลส์ ทำหน้าที่รักษารูปร่างของสัญญาณเวอร์-ซิงก์ให้สามารถคงรูปได้ถูกต้อง เมื่อผ่านวงจรอินทิเกรเตอร์ และช่วยในการกวาดแบบสอดแทรกเป็นไปโดยสมบูรณ์ ถูกต้อง โดยใช้สัญญาณอิกวอไลซิงพัลส์ และสัญญาณเวอร์-ซิงก์ เป็นสัญญาณฮอว์-ซิงก์ ในช่วงเวลาสัญญาณเวอร์ติคอลลบลิ้งกิง โดยป้อนให้แก่ ภาคฮอริซอนทอล

#### 1.10.6 สัญญาณฮอว์-แบล็งกิง

สัญญาณฮอว์-แบล็งกิงกว้าง 0.186 H (12 ไมโครวินาที) เป็นสัญญาณ ลบเส้นสะบัดกลับทางแนวราบ โดยการบังคับให้ชุดป็นยิงอิเล็กตรอนหยุดทำงาน ทำให้จอภาพมืด มองไม่เห็นเส้นสะบัดกลับ

#### 1.10.7 สัญญาณเวอร์-แบล็งกิง

สัญญาณเวอร์-แบล็งกิง กว้าง 25H (1.6 มิลลิวินาที) ทำหน้าที่ ลบเส้นสะบัดกลับทางแนวตั้ง โดยบังคับให้ชุดป็นยิงอิเล็กตรอนหยุดทำงาน สาเหตุที่ต้องมีการลบเส้นสะบัดกลับ เนื่องจากการกวาดทางแนวราบ เริ่มจากขอบจอด้านซ้ายมือไปยังขอบจอด้านขวามือ ช่วงนี้ลำอิเล็กตรอนพุ่งชนสารเรืองแสง เป็นเส้นกวาดที่มองเห็น และเคลื่อนที่จากขอบด้านขวา สะบัดกลับไปยังขอบจอด้านซ้ายดั้งเดิม ช่วงนี้ต้องไม่มีลำอิเล็กตรอนพุ่งชนสารเรืองแสง โดยใช้สัญญาณฮอว์-แบล็งกิง บังคับให้ชุดป็นยิงอิเล็กตรอนหยุดทำงาน ส่วนการกวาดทางแนวตั้งเริ่มบังคับลำอิเล็กตรอนจากขอบจอด้านบนลงสู่ขอบจอด้านล่าง ช่วงนี้เห็นเส้นแสงเรียงราย จากขอบจอด้านบน และสะบัดกลับจากขอบจอด้านล่างขึ้นสู่ขอบจอด้านบน ช่วงนี้ต้องมองไม่เห็นเส้นกวาดทางแนวราบ โดยการบังคับของสัญญาณเวอร์-แบล็งกิง ทำให้ชุดป็นยิงอิเล็กตรอนหยุดทำงาน

## สรุป

เริ่มแรกประเทศไทยมีสถานีโทรทัศน์ ในระบบเอ็นทีเอสซี 525 เส้นรายการข่าวคำ ปัจจุบันสถานีโทรทัศน์ใช้ระบบพาลี 625 เส้น และรายการสี ซึ่งเครื่องรับโทรทัศน์สี และข่าวคำ สามารถรับชมได้ทุกสถานี มีสถานีแม่ข่าย 6 สถานี ได้แก่ อ.ส.ม.ท. ช่อง 3 กองทัพบกช่อง 5 กองทัพบกช่อง 7 อ.ส.ม.ท.ช่อง 9 ส.ท.ท.ช่อง 11 (NBT) และ (Thai BPS) ช่อง 26

การมองเห็นของดวงตาแบ่งออกเป็น ทางตรง เช่น การมองเห็นดวงอาทิตย์ และโทรทัศน์ ฯลฯ ทางอ้อม เช่น การอ่านหนังสือ และการมองเห็นสุนัข ฯลฯ

ดวงตาของมนุษย์ มีเซลล์รูปแท่ง ทำหน้าที่ รับความรู้สึกมืด หรือความสว่าง ส่วนเซลล์รูปกรวย ทำหน้าที่ รับความรู้สึกของแสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงิน ซึ่งเป็นแม่สีของแสง

หลอดภาพโทรทัศน์ เป็นหลอดสูญญากาศ ที่ผลิตลำอิเล็กตรอนพุ่งชนสารเรืองแสง สว่าง



### 1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์

เป็นจุดเล็ก ๆ โดยมีฮอว์-โย๊ก บังคับลำอิเล็กตรอนจากขอบจอภาพด้านซ้ายไปยังขอบจอด้านขวา และ สะบัดกลับ และมีเวอร์-โย๊ก บังคับลำอิเล็กตรอน จากขอบจอภาพด้านบน ลงสู่ขอบจอด้านล่าง และ สะบัดกลับ ขาแคโทดมีสัญญาณภาพรวม ควบคุมปริมาณอิเล็กตรอน ในการสร้างภาพ

โทรทัศน์ระบบ 625 เส้นและระบบ 525 เส้น มีการกวาดแบบสอดแทรก จอมอนิเตอร์แบบ หลอดรังสีแคโทดใช้การกวาดแบบก้าวหน้า

การส่งสัญญาณโทรทัศน์ สัญญาณโทรทัศน์ด้านภาพ ได้รับการมอดูเลตแบบเอเอ็ม ส่วน สัญญาณโทรทัศน์ด้านเสียง ได้รับการมอดูเลตแบบเอฟเอ็ม โทรทัศน์ระบบ 625 เส้น แบนด์วิดท์กว้าง 7 เมกะเฮิร์ตซ์

การรับสัญญาณโทรทัศน์ โดยใช้หลักการซูเปอร์เฮเทอโรไดน์ มีความถี่ปานกลางของภาพ 38.9 เมกะเฮิร์ตซ์ และมีความถี่ปานกลางของเสียง 33.4 เมกะเฮิร์ตซ์

1. หลักการรับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์