หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

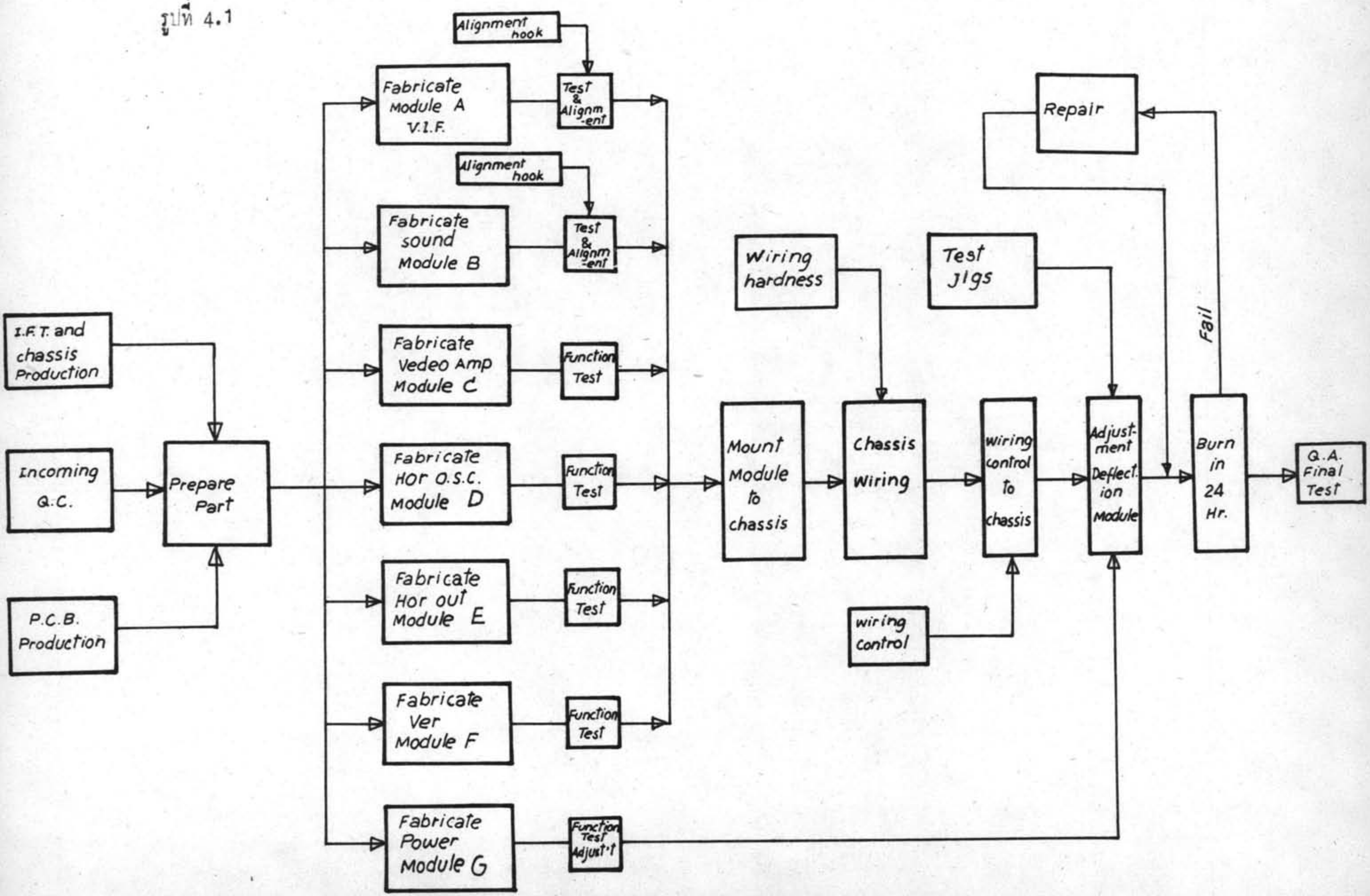
การศึกษาแบบจำลองของการผลิต

4.1 แผนภูมิขบวนการผลิต (flow process chart) ขบวนการผลิตวิทยุโทรทัศน์นั้นยุ่งยากซับซ้อนเป็นขบวนการต่อเนื่อง ดังนั้นจึงอาจจะเกิดวิกฤตการคอขวด (bottle neck) ได้ง่ายการผลิตเครื่องรับโทรทัศน์นั้นจะแบ่งขบวนการออกได้เป็น 2 ขบวนการ

4.1.1 ขบวนการผลิต chassis (flow process chart for chassis production) จะเริ่มจากการนำวัตถุดิบมาแจกแจงงานว่าจะนำไปใช้ในส่วนใด จะทำการสุ่มตัวอย่างทดสอบคุณภาพของวัตถุดิบ นอกจากนั้นถ้าอัตราการผลิตยังไม่สูงมากอาจจะให้คนงานผลิตอาไหล่เอง เช่น ไอ.เอฟ.ที., วงจรแผ่นพิมพ์เป็นต้น ต่อจากนั้นแต่ละหน่วยผลิตย่อยจะทำการประกอบชิ้นส่วนอีเล็กโทรนิคลงบนวงจรแผ่นพิมพ์บางโมดูล อาจจะต้อง alignment เราก็จะนำเครื่องมือสำหรับ alignment มาเกาะเกี่ยวบางโมดูลไม่ต้อง alignment เราก็ทำการทดสอบว่าโมดูลนั้นทำงานได้ดีหรือไม่ โดยการใส่ test jig ที่มีโมดูลครบ นอกจากโมดูลที่จะทดสอบเท่านั้นที่ไม่มี เมื่อพบว่าไม่ทำงาน (เสีย) ก็ตรวจซ่อมได้ทันที จะไม่ปล่อยให้ไปประกอบเป็น chassis เพราะอาจจะก่อปัญหากับโมดูลอื่น ๆ ได้ และจะสับสนถ้ามีมากกว่าหนึ่งโมดูลเสียพร้อม ๆ กัน การซ่อมในทันทีเป็นข้อดีมาก เพราะขอบเขตปัญหาแคบมาก คนงานไม่มีความชำนาญมากนักก็จะซ่อมได้ ต่อจากนั้นจะนำโมดูลย่อย ๆ มาขันน็อตติดกับ chassis แล้วก็จะทำการเดินสายระหว่างโมดูลเมื่อเป็น chassis เสร็จก็จะนำไปใส่ test jig ที่เป็นเครื่องโทรทัศน์ทั้งเครื่องครบ นอกจากไม่มีโมดูลที่จะทดสอบ และเราจะเปิดเครื่องแล้วปรับภาค deflection ให้ทำงานตามปรกติ เปิดทิ้งไว้ 24 ช.ม. ถ้าเสียก็จะนำไปซ่อมแล้วนำมา เปิดไว้ 24 ช.ม.อีก เมื่อพบว่ายังคงอยู่ไม่คาดเคลื่อนจากที่ปรับไว้ครั้งแรกก็จะตีราว่าคุณภาพใช้ได้ตามมาตรฐาน

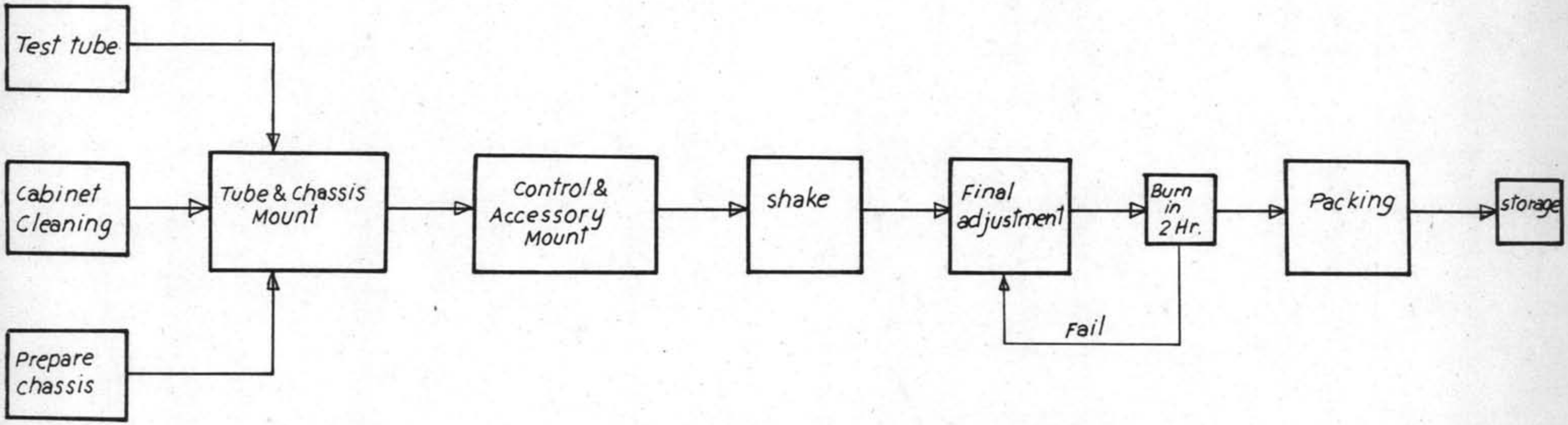
4.1.2 แผนภูมิขบวนการผลิตโทรทัศน์ (flow process chart for T.V. production) ขบวนการผลิตจะเริ่มจากการทำความสะอาดตู้ที่ส่งมาจากโรงงานผลิตตู้หลอดภาพที่จะใส่ในตู้ก็จะทำการทดสอบ แล้วนำมาติดกับตู้ นำ chassis มายึดกับฐาน ใส่อุปกรณ์ของตู้ เช่นขาตั้ง ปุ่มบิด เป็นต้น ต่อจากนั้นก็จะนำเครื่องไปเขย่าอย่างแรงเพื่อให้เกิดความแน่-

รูปที่ 4.1



Flow Process Chart for Chassis production

รูปที่ 4.2



Flow Process Chart for B/W Television

ใจว่าการประกอบของดี จะเปิดเครื่องทำการปรับภาค deflection ด้วยเครื่อง pattern generator เพื่อให้ได้ขนาดและตำแหน่งภาพถูกต้อง จะเปิดทิ้งไว้อีก 2 ช.ม. ต่อจากนั้นจะนำเครื่องไปบรรจุหีบห่อเก็บในโกดังต่อไป

4.2 วัตถุดิบสำหรับการผลิต

วัตถุดิบสำหรับการผลิตเครื่องรับโทรทัศน์นั้นประมาณ 70 % ของราคาวัตถุดิบของแต่ละเครื่องจะนำเข้าจากต่างประเทศ[1] วัตถุดิบที่นำเข้าจากต่างประเทศ คือ T.V. picture tube, tuner, flyback, deflection yoke, resister, condenser, semi condudtor, coil former เป็นต้น วัตถุดิบที่ผลิตในประเทศได้แก่ electrolytic condenser, coil, transformer ตู้ เป็นต้น สำหรับโรงงานซันโย จะผลิต flyback yoke เอง วัตถุดิบที่นำมาผลิตอุปกรณ์ต่าง ๆ นี้ก็จะนำเข้าจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ โดยจะนำเข้าจากประเทศญี่ปุ่นเป็นหลัก แต่ในปัจจุบันการนำวัตถุดิบจากญี่ปุ่นนั้นแพงมาก เมื่อเทียบกับไต้หวัน ดังนั้นเครื่องรับโทรทัศน์ขาวดำที่ขายในปัจจุบันถึงแม้จะเป็นของบริษัทญี่ปุ่นก็ใช้วัตถุดิบจากไต้หวันจำนวนไม่น้อย

4.2.1 การแบ่งคุณลักษณะของวัตถุดิบสำหรับผลิต

ก. วัตถุดิบมาตรฐาน (standard off the shelf) วัตถุดิบพวกนี้จะผลิตตามมาตรฐาน และตามความนิยมของตลาด จะผลิตต่อเนื่องโดยไม่คำนึงถึงว่ามีลูกค้ามาล่วงหน้าหรือไม่ วัตถุพวกนี้ เช่น resister, condenser, semi conductor ลำโพง, สายไฟ เป็นต้น นอกจากนั้นก็จะเป็นวัตถุดิบของการผลิตสินค้ากึ่งมาตรฐานอีกด้วย เช่น แผ่น E-I สำหรับทำ transformer, coil former สำหรับทำ I.F.T. เป็นต้น

ข. วัตถุดิบกึ่งมาตรฐาน (electrical specification on standard form) วัตถุดิบพวกนี้จะผลิตตามใบสั่ง เพราะไม่สามารถจะผลิตล่วงหน้าได้ เนื่องจากข้อมูลจำเพาะของงานแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน เช่น power transformer ผู้ผลิตจะมีวัตถุดิบมาตรฐาน เช่น

---

[1]ที่มา : ส่วนวิจัยเศรษฐกิจธนาคารกรุงเทพ.

E - I core, bobin, cover แต่จะพันลวดกี่ขดกี่รอบตามความต้องการของลูกค้า เป็นต้น

ค. <u>วัตถุดิบผลิตตามใบสั่ง</u> (make to order) วัตถุดิบพวกนี้ไม่สามารถมีมาตรฐานได้เพราะความต้องการของลูกค้าต่างกันมาก ซึ่งรวมทั้งคุณลักษณะทางฟิสิคด้วย ตัวอย่างเช่น flyback transformer, printed circuit board เป็นต้น

4.2.2 <u>ราคามาตรฐานสำหรับวัตถุดิบ</u>

เมื่อเทียบกับสินค้าอุตสาหกรรมด้วยกันแล้วเครื่องรับโทรทัศน์จะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีจำนวนอุปกรณ์ต่อหน่วยราคามาก ทั้งนี้เพราะในเครื่องรับโทรทัศน์หนึ่งเครื่องนั้นจะประกอบกันด้วยอุปกรณ์ประมาณ 400 ชิ้น และเนื่องจากวัตถุดิบอย่างเดียวกันจะมีผู้ผลิตมากรายและราคาต่างกันมาก เช่นนำเข้าจากญี่ปุ่น เมื่อเทียบกับไต้หวัน ราคาอาจจะผิดกันถึง 50 % ถึงแม้นำเข้าจากญี่ปุ่นแต่ละบริษัทก็จะมีราคาต่างกัน ดังนั้นจึงแบ่งลักษณะที่มาของวัตถุดิบการผลิตได้เป็นดังนี้

ก. นำเข้าเองจากโรงงานผู้ผลิตในต่างประเทศ (output electronic manufacter) จะต้องสั่งทีละมาก ๆ minimum order ซึ่งไม่ต่ำกว่า 1 พันชิ้น จะได้ราคาถูก และคุณภาพตามต้องการ

ข. นำเข้าเองโดยผ่านผู้ขายส่งอาไหล่อีเล็กโทรนิคในต่างประเทศ วิธีนี้จะลดการติดต่อลงได้มาก เพราะใบสั่งสินค้าใบเดียวก็จะได้อุปกรณ์เกือบครบ สามารถสั่งจำนวนน้อยได้ แต่ราคาจะแพงกว่าสั่งโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต เนื่องจากต้องผ่านคนกลาง

ค. ซื้อจากผู้ขายส่งในประเทศ ในกรณีนี้จะได้แต่เฉพาะที่เป็นมาตรฐานเท่านั้น สินค้าที่มีข้อมูลจำเพาะเป็นพิเศษไม่สามารถจัดหาให้ได้ นอกจากมีการตกลงกันเป็นพิเศษ

ง. ซื้อโดยตรงจากผู้ผลิตในประเทศ กรณีนี้จะเป็นวัตถุดิบที่มีขีดความสามารถทำได้ในประเทศ เช่น electrolytic condenser, power transformer, choke, speaker, printed circuit board, cabinet เป็นต้น

เพื่อเป็นการสะดวกในการคำนวนค่าวัสดุทางตรง จึงต้องกำหนดราคาที่นำมาใช้ในการคำนวนให้แน่นอน ใช้ราคาวัตถุดิบจากประเทศญี่ปุ่นเป็นมาตรฐาน ซึ่งมาตรฐานนี้เป็นราคาอ้างอิงเพื่อการคำนวนเท่านั้น แต่ก็นับว่าเที่ยงตรงมากเนื่องจากได้จากการรวบรวมการผลิตทั้งหมดของ

Sorce : Electronic Industry Association of Japan (EIAJ)

ตารางที่ 4.1 Item	Expert:March 1979 Volume (Unit)	Value ¥ 1 M.	Average Unit cost ¥	Production:February 1979 Volume (Unit)	Value ¥ 1 M.	Average Unit cost ¥
Color T.V.	250K	14.2K	56.8K	678K	45.2K	66,6K
B/W T.V.	290K	5.99K	20.6K	274K	5.21K	19.0K
Variable resister	26.1M	1.54K	59.0	120M	6.00K	50.2
Carbon film resister	-	-	-	1.65KM	2.32K	1.40
Composition resister	-	-	-	159M	340	2.13
Metal oxide resister	-	-	-	85.4M	733	8.58
Wire wond resister	-	-	-	11.1M	492	44.3
Electolytic capaciter	148 M	2.42K	163	473M	6.37K	13.4
Ceramic capaciter	329M	1.17K	35.5	947M	3.69K	3.89
I.F. transformer	1.89M	103	54.4	69.7M	2.22K	31.8
Power and output transformer	-	-	-	9.40M	4.21K	447
Interstage transformer	-	-	-	5.04M	533	10.5
Germanium diode	34.1M	135	3.95	53.9M	302	5.60
Siliçon diode	74.1M	798	10.7	286M	2.50K	8.74
Silicon rectifier	23.5M	488	20.7	136M	3.72K	27.3
Germanium transister	7.30M	183	25.0	8.49M	282	33.2
Silicon transister	75.5M	1.84K	24.3	317M	8.52K	26.8
I.C.	-	-	-	116M	15.6K	220
Thermister	-	-	-	8.17M	289	35.3
Varister	-	-	-	24.3M	328	13.4
T.V.tuner	401K	902	2.24K	1.70M	3.04K	1.78K
C.R.T. B/W	155K	441	3.83K	433K	1.05K	2.42K
C.R.T. color	577K	8.26K	14.3K	1.20M	15K	12.7K
Part for T.V. and radio (Kg)	4.02MKG	11.6K	2.8K/Kg	-	-	-
Piezo electric crystal element	21.2M	1.25K	59.2	-	-	-

สมาคมผู้ผลิตสินค้าอีเล็คโทรนิคของญี่ปุ่น (electronic industry associate of japan; EIAJ)

4.3 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับผลิต

ลักษณะอุตสาหกรรมประกอบเครื่องอีเล็กโทรนิคนั้นไม่ได้เป็น labour intensive เพราะค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับค่าแรงไม่เกิน 10 % และไม่ใช่ capital intensive เพราะการลงทุนเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่ำมากเมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมอื่นที่มียอดขายเท่ากัน แต่เราจะนับได้ว่าเป็น technology intensive เพราะต้องการใช้วิชาการสูงเมื่อเทียบกับเงินลงทุน เราจะแบ่งเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับผลิตตามลักษณะดังนี้

ก. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับประกอบ เป็นเครื่องมือง่าย ๆ เช่นหัวแร้ง บัดกรี, ไขควง, คีม เป็นต้น จะต้องลงทุนชุดละ 100 บาทต่อหนึ่งหน่วยผลิตย่อย

ข. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับทดสอบวัตถุดิบ คือ RCL impedence bridge, transister tester เป็นต้น ราคาชุดละ 15,000 บาท

ค. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับปรับแต่ง, ตรวจซ่อม คือ multimeter, V.T.V.M., oscilloscope, sweep marker, pattern generator, audio generator เครื่องมือราคาชุดละ 60,000 บาท

∴ รวมค่าใช้จ่ายลงทุนเกี่ยวกับเครื่องมือสำหรับผลิตประมาณ 80,000 บาท

4.4 กำลังคนในองกรณ์หุ่น (man power in model) กำลังคนหรือแรงงานในโรงงานผลิตหุ่นนี้จะแบ่งเป็น 3 ประเภทคือ

ก. ผู้จัดการจะทำหน้าที่บริหารทั่วไป ติดต่อ และรับผิดชอบเกี่ยวกับการขาย ควรจะเป็นผู้ที่มีความรู้ทางอีเล็กโทรนิค อัตราเงินเดือน 10,000 บาท คิดจากรายจ่ายค่าใช้จ่ายบริหารของกิจการ

ข. ช่างฝ่ายเทคนิค จะมีหน้าที่แนะนำฝึกคนงานแก่ปัญหาทางเทคนิค จะเป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพขั้นสุดท้าย ต้องการ 1 คน อัตราเงินเดือน 6,000 บาท คิดจากรายจ่ายค่าใช้จ่ายโรงงาน

ค. คนงาน คนที่จะทำหน้าที่ได้จะต้องตาไม่บอดสีและมีความจำดี มีหน้าที่ในการผลิตตามคำสั่งของผู้จัดการและ/หรือหัวหน้าช่างเทคนิค อัตราค่าจ้าง 10 บาทต่อ ช.ม.ทำงาน คิดจากค่าแรงตรงของการผลิต

4.5 <u>เวลามาตรฐานสำหรับผลิต</u> (standard time)

เนื่องจากลักษณะการผลิตเครื่องรับโทรทัศน์ระดับอุตสาหกรรมครอบครัวยังไม่มีผู้ใดทำมาก่อน ดังนั้นผู้วิจัยจึงไม่สามารถหาเวลามาตรฐานที่น่าเชื่อถือของการผลิต ลักษณะเช่นนี้ได้ ผู้วิจัยจึงนำเวลาของการทำการผลิตเครื่องรับโทรทัศน์มิตซูบิชิ รุ่น 172 B.T.[1] ของแผนกผลิตโทรทัศน์บริษัทกันยงแมนูแฟคตูริ่งจำกัด มีคนงานในแผนก 23 คน แบ่งสายการผลิตเป็นสองสาย คือสายการผลิตแท่นเครื่อง และสายการผลิตเครื่องรับโทรทัศน์คนงานทั้ง 23 คนจะอยู่ในสายการผลิตแท่นเครื่อง (chassis) ในตอนเช้า และจะอยู่ในสายการผลิตเครื่องรับโทรทัศน์ในตอนบ่าย ผู้วิจัยจะนำเวลาที่ใช้ในการผลิตนี้สำหรับเปรียบเทียบกับเวลาที่สมมุติเท่านั้น

4.5.1 การแจกแจงงาน และเวลาทำงานปรกติของการผลิตแท่นเครื่อง

ก. สายการผลิตแท่นเครื่อง

<u>คนที่</u>	งาน	เวลา นาที
1 ถึง 9	ใส่อุปกรณ์ลงบนแผ่นพิมพ์ใหญ่	33.58
10	นำวงจรแผ่นพิมพ์ใส่เครื่องบัดกรี, ตัดขา, เป่าเย็น	4.14
11 ถึง 14	ซ่อมแนวบัดกรีที่ไม่สมบูรณ์	18.31
15	ติดแผ่นระบายความร้อน	7.89
16 ถึง 17	เตรียมชุดเดินสาย	18.04
18 ถึง 19	เดินสายชุดควบคุมส่วนหน้า	22.07
20 ถึง 22	ต่อสายชุดควบคุมกับวงจรแผ่นพิมพ์ใหญ่	32.25
∴ รวมเวลาปรกติการผลิตแท่นเครื่อง		132.28

[1]รายงานการฝึกงานของ น.ศ.ระดับ ปม.วส.ของวิทยาลัยครูอาชีวศึกษา แผนกช่างกลโรงงาน

ข. สายการผลิตโทรทัศน์

คนที่	งาน	เวลา นาที
1 ถึง 8	ประกอบชิ้นส่วนลงตู้	25.97
9 ถึง 11	ตรวจสอบและประกอบ	8.33
12 ถึง 17	ปรับแต่งและตรวจซ่อมเครื่องเสีย	8.99
18 ถึง 22	บรรจุหีบห่อ	20.80
∴ รวมเวลาปรกติการผลิตโทรทัศน์		64.09

∴ รวมเวลาปรกติทั้งหมด $= 136.28 + 64.09 = 200.37$ นาที

กำหนด allowance 12 %

∴ เวลามาตรฐานในการผลิตเครื่องรับโทรทัศน์ เครื่องละ $= 200.37 \times 1.12$

$= 224.41$ นาที

∴ กำลังผลิตของแผนกผลิตโทรทัศน์ $= 23$ คน $\times 25 \frac{\text{วัน}}{\text{เดือน}} \times 8 \frac{\text{ช.ม.}}{\text{วัน}} \times 60 \frac{\text{นาที}}{\text{ช.ม.}} \times \frac{1}{224.41}$

$= \frac{276,000}{224.41} = 1230$ เครื่อง/เดือน

ในขณะนั้นโรงงานผลิตจริงประมาณ 1,000 เครื่องต่อเดือน

∴ กำลังผลิตขณะนั้นประมาณ $= \frac{1000}{1230} \times 100 = 81.3\ \%$

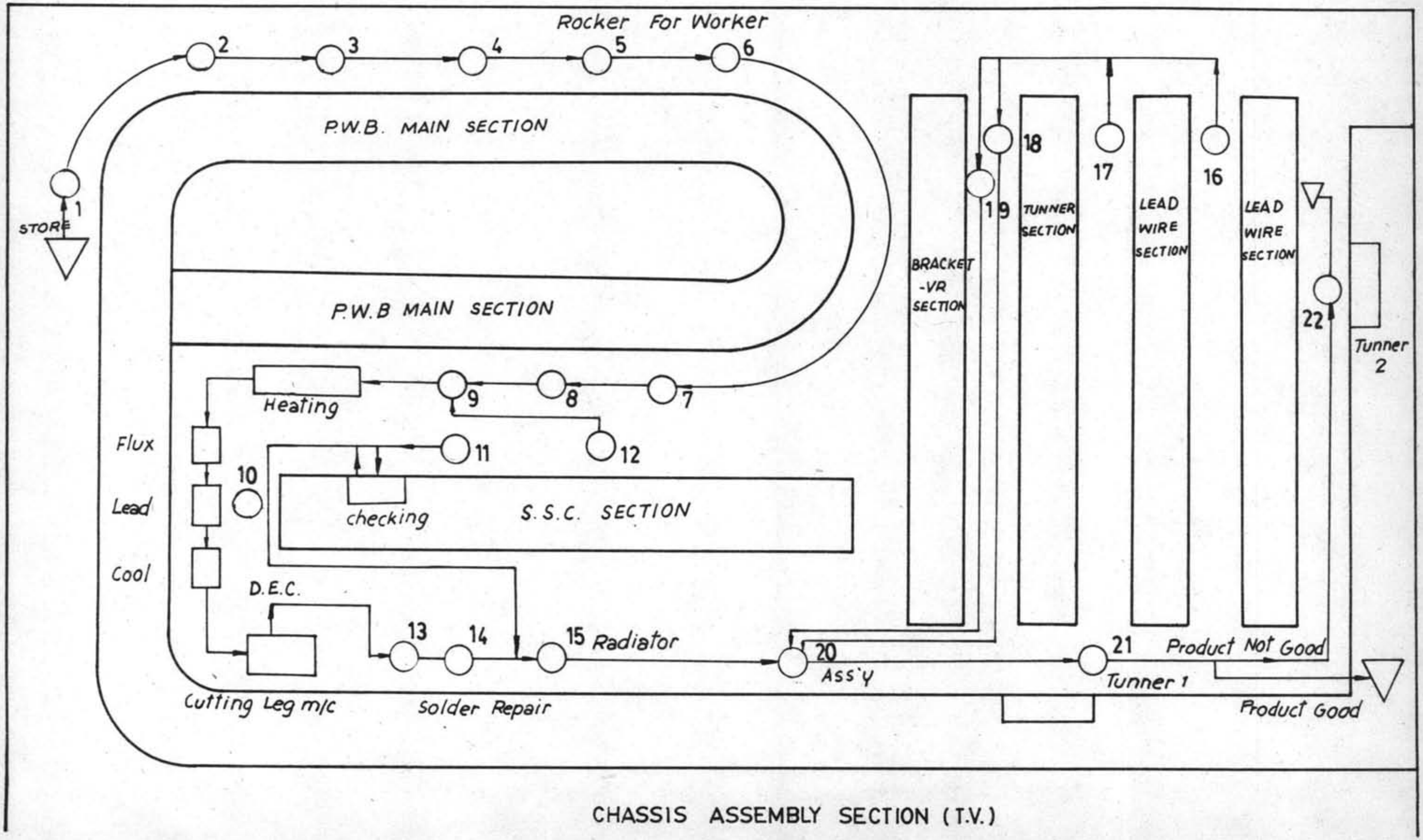
4.6 การเลือกแบบสำหรับผลิต

เนื่องจากการออกแบบเป็นชนิดโมดูล่า ดังนั้น ความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์ซึ่งมีมากอย่างซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถจะแจกแจงทั้งหมดได้ ดูภาคผนวก ข. ประกอบ

การออกแบบชนิดโมดูล่าทำให้มีความเป็นไปได้หลายอย่างซึ่งไม่สามารถแจงแจงรายละเอียดทุก ๆ ความเป็นไปได้ ผู้วิจัยจึงกำหนดหลักเกณฑ์ในการเลือกว่าจะนำโมดูลใดสำหรับการผลิตดังนี้

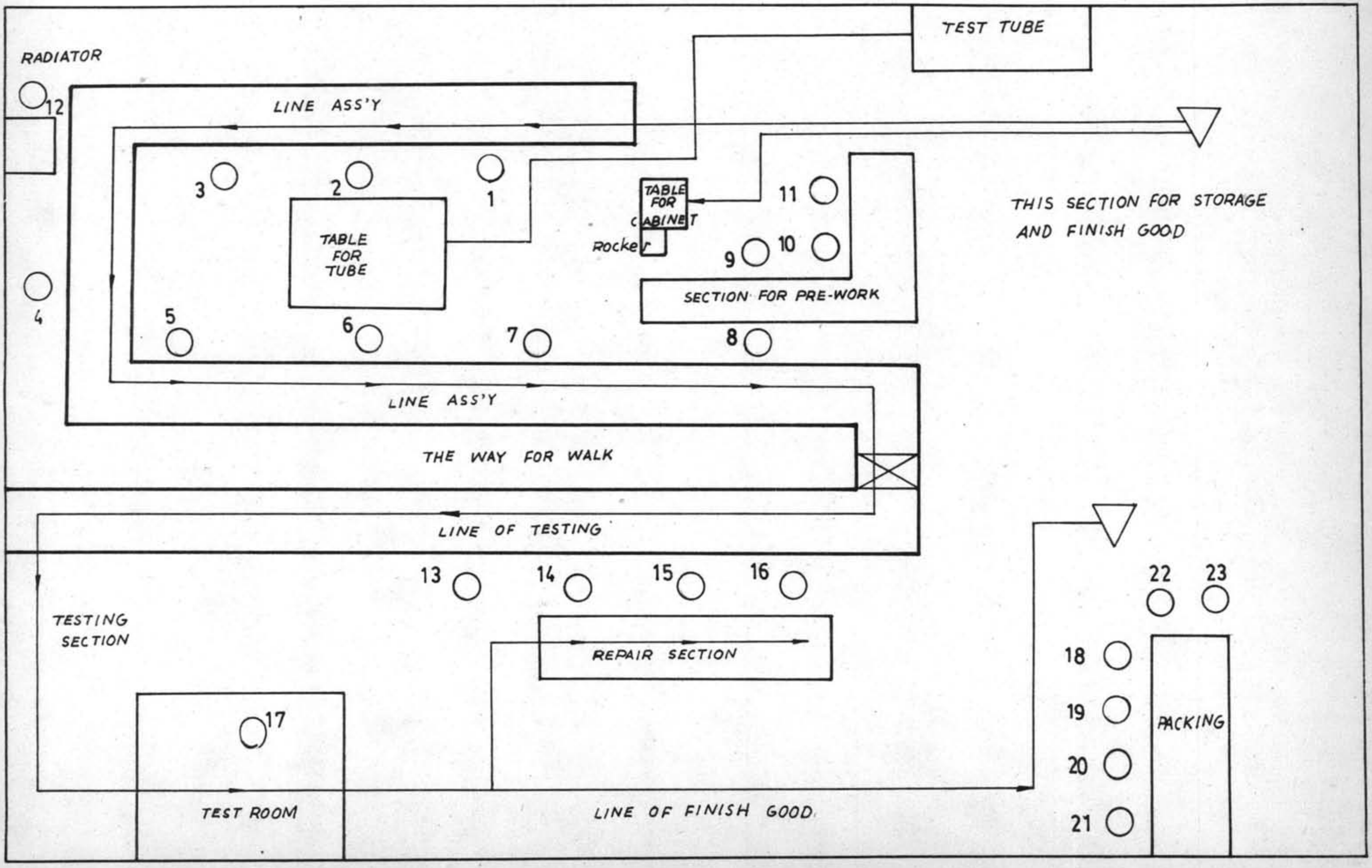
4.6.1 การแจกแจงรายการและราคาวัตถุดิบสำหรับโมดูล

รูปที่ 4.3



CHASSIS ASSEMBLY SECTION (T.V.)

รูปที่ 4.4


RADIATOR
TEST TUBE
LINE ASS'Y
THIS SECTION FOR STORAGE
AND FINISH GOOD
TABLE
FOR
TUBE
TABLE
FOR
CABINET
Rocker
SECTION FOR PRE-WORK
LINE ASS'Y
THE WAY FOR WALK
LINE OF TESTING
TESTING
SECTION
REPAIR SECTION
PACKING
TEST ROOM
LINE OF FINISH GOOD
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23

4.6.2 <u>การแจกแจงรายการและความสำคัญของโมดูล</u>

ความสำคัญของโมดูลต่าง ๆ เมื่อใช้ในบริเวณต่างกันนั้นไม่เท่ากัน เช่น ภาค V.I.F. เมื่อใช้ในต่างจังหวัดจะต้องดีเยี่ยมและสำคัญที่สุด แต่เมื่อใช้ในเมือง ความสำคัญก็น้อยลงไปเป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดความสำคัญและให้คะแนนแต่ละโมดูลดังนี้

ก. ความสำคัญของโมดูล

รายการที่	โมดูลสำหรับ	ในเมือง	ต่างจังหวัด
1	RECEIVER MODULE	20	25
2	SOUND MODULE	15	10
3	VIDEO MODULE	10	5
4	HORIZONTAL OSCILLATOR MODULE	5	10
5	HORIZONTAL DEFLECTION MODULE	10	10
6	VERTICAL DEFLECTION MODULE	15	15
7	POWER SUPPLY MODULE	10	15

ตารางที่ 4.2 ข. การแจกแจงของโมดูลเมื่อใช้ในบริเวณต่าง ๆ

รายการที่	ชื่อย่อ	รายการ	ในเมือง	ต่างจังหวัด
1	A 1	RECEIVER MODULE (9TR,MOTOLOLA)	9	8
2	A 2	RECEIVER MODULE (9TR,SONY)	7	9
3	A 3	RECEIVER MODULE (9TR,HITACHI)	8	7
4	A 4	RECEIVER MODULE (TDA440+3TR)	10	6
5	B 1	SOUND MODULE (CA3065+4TR)	7	8
6	B 2	SOUND MODULE (TBA120+TBA800)	9	9
7	C 1	VIDEO MODULE (D.C. COUPLING)	9	8
8	C 2	VIDEO MODULE (A.C. COUPLING)	8	9
9	D 1	HORIZONTAL OSCILLATOR MODULE (TBA950)	10	4
10	D 2	HORIZONTAL OSCILLATOR MODULE (HITACHI)	9	8
11	D 3	HORIZONTAL OSCILLATOR MODULE (HITACHI+SONY)	9	8
12	D 4	HORIZONTAL OSCILLATOR MODULE (TANIN)	9	9
13	E 1	HORIZONTAL DEFLECTION MODULE (HITACHI)	8	9
14	E 2	HORIZONTAL DEFLECTION MODULE (TANIN)	8	6
15	F 1	VERTICAL DEFLECTION MODULE (CLASS-A,TANIN)	8	6
16	F 2	VERTICAL DEFLECTION MODULE (F.B.-OSC.)	8	4
17	F 3	VERTICAL DEFLECTION MODULE (2TR-OSC.)	7	9
18	F 4	VERTICAL OEFLECTION MODULE (BLOCKING-OSC.)	7	9
19	G 1	POWER SUPPLY MODULE (LM723+2TR)	7	6
20	G 2	POWER SUPPLY MODULE (LM723+3TR)	9	10

หมายเหตุ คะแนนเต็ม = 10

4.6.3 การแจกแจงจำนวนวัตถุดิบในแต่ละโมดูล

ตารางที่ 4.3 จำนวนวัตถุดิบที่ต้องการใช้ในแต่ละโมดูลมีดังนี้

NO	SYMB.	A 1	A 2	A 3	A 4	B 1	B 2	C 1	C 2	D 1	D 2	D 3	D 4	E 1	E 2	F 1	F 2	F 3	F 4	G 1	G 2
1	VR	1	1	1	2	1	1	2	2	2	0	1	0	0	0	3	3	3	3	0	1
2	RF	16	16	16	8	10	7	5	7	6	11	16	13	0	0	12	16	17	14	2	2
3	RC	27	27	27	13	3	0	10	10	1	1	1	1	7	8	4	0	0	0	0	1
4	RM	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0
5	RW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
6	CE	5	5	5	1	7	7	3	3	3	3	3	3	3	3	9	5	4	5	2	3
7	CT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	3	3	0	0
8	CC	27	26	28	16	3	5	0	0	0	1	4	1	1	1	0	1	0	0	3	3
9	CO	2	2	2	2	6	6	3	3	5	6	6	6	5	13	3	3	3	3	0	0
10	IF	5	5	5	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	PC	1	1	1	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	PW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
13	TI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
14	GD	5	5	5	0	0	0	2	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	SD	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	3	3	0	1
16	SR	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	5	3	1	0	0	0	2	3
17	ST	9	9	9	3	4	0	1	1	0	2	4	3	2	2	3	6	7	6	2	2
18	IC	0	0	0	1	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
19	TH	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
20	MS	3	3	3	3	4	3	1	1	1	4	1	4	4	4	2	3	3	3	4	4

4.6.4 การหาเวลาในการประกอบโมดูล

เวลาในการประกอบโมดูลนั้นจะใช้เวลาย่อยจากการประกอบเครื่องรับวิทยุในระดับครอบครัวเป็นมาตรฐาน เพราะมีลักษณะการทำงานใกล้เคียงกันมากที่สุด

ก. เวลาย่อยของการทำงาน

รายการ	เวลา นาที
ตัดขา ความต้านทาน, ไดโอด (ขาละ)	0.03
ตัดขา ทรานซีสเตอร์ (ขาละ)	0.05
ใส่ความต้านทาน, ไดโอดลงวงจรแผ่นพิมพ์ (ตัวละ)	0.04
ใส่คอนเดนเซอลงวงจรแผ่นพิมพ์ (ตัวละ)	0.04
ใส่ทรานซีสเตอร์,ไอเอฟทีลงวงจรแผ่นพิมพ์ (ตัวละ)	0.05
ใส่ตาไก่ลงวงจรแผ่นพิมพ์ (ตัวละ)	0.05
ตัดขาสั้นก่อนบัดกรี (ขาละ)	0.02
บัดกรีและตัดขาส่วนเกิน (จุดละ)	0.12
ตัด และปลอกปลายสาย (ข้างละ)	0.03
เดินสายจุดต่อ (จุดละ)	0.08
นำเครื่องมือทดสอบมาเกาะเกี่ยว (จุดละ)	0.50
ปรับแต่ง (จุดละ)	1.00

4.6.5 การหาความทนทาน

ความทนทานที่จะกล่าวถึงนี้เป็นความทนทานของชิ้นส่วนทางอีเล็กโทรนิคเท่านั้น และเป็นความทนทานที่สมมุติว่าการออกแบบถูกต้อง คุณภาพของวัตถุดิบได้มาตรฐาน การใช้งานถูกต้องผลที่ได้เป็นการประมาณการ และใช้ระบบ component count ดังนั้น ความทนทานที่นำมากล่าวในที่นี้สำหรับเปรียบเทียบเท่านั้น

$$Sm = \sum_{i=1}^{n} \lambda_{m,i} \quad \text{\% per 1,000 Hours}$$

Sm = ผลรวมของโอกาศจะเสียเป็น % ต่อ 1,000 ช.ม.ทำงาน

i = จำนวนชิ้นส่วน

λ = โอกาศจะเสียของชิ้นส่วนนั้น ๆ

รายการที่	ตัวย่อ	รายการ	โอกาศเสีย[1]
1	VR	VARIABLE RESISTOR	0.2000
2	RF	CARBON FILM RESISTOR	0.0500
3	RC	COMPOSSITION RESISTOR	0.0050
4	RM	METAL OXIDE RESISTOR	0.0050
5	RW	WIRE WOUND RESISTOR	0.0100
6	CE	ELECTROLYIC CAPACITOR	0.2000
7	CT	TANTALUM CAPACITOR	0.0400
8	CC	CERAMIC CAPACITOR	0.0100
9	CO	ORGANIC CAPACITOR	0.0100
10	IF	I.F. TRANSFORMER	0.0100
11	PC	PEAKING COIL	0.0800
12	PW	POWER AND OUTPUT TRANSFORMER	0.0400
13	TI	INTERSTAGE TRANSFORMER	0.0200
14	GD	GERMANIUM DIODE	0.0800
15	SD	SILICON DIODE	0.0050
16	SR	SILICON RECTIFIER	0.0500
17	ST	SILICON TRANSISTOR	0.0080
18	IC	INTEGRATED CIRCUITS	0.0400
19	TH	THERMISTOR	0.0600
20	MS	MISSCELLENEOUS	0.0

---

[1] Design of System and Circuits. Peter W. Becker, p. 46 - 47

4.6.6 การหา ราคา, เวลา, คะแนน ของโมดูล

ก. การหา ราคา, เวลา, ความทนทานของแต่ละโมดูล

ภาษีที่เกี่ยวข้องคือ

1. ภาษีขาเข้าของอุปกรณ์อีเล็กโทรนิค[1] = 30% ของราคา C.I.F.

2. กำไรมาตรฐาน[1] = 11% ของราคาต้นทุน

3. ภาษีการค้าของอุปกรณ์อีเล็คโทรนิคนำเข้าเพื่อผลิต[2] = 1.5% ของราคาต้นทุน

กำหนดค่าขนส่งและประกันภัย = 10% ของราคา F.O.B.

∴ ราคา C.I.F.	= 1.00x1.10	= 1.10 เท่าของราคา F.O.B.
∴ ต้นทุนนำเข้ารวมภาษีขาเข้า	= 1.10x1.30	= 1.43 เท่าของราคา F.O.B.
∴ ราคาขายมาตรฐาน	= 1.43x1.11	= 1.5873 เท่าของราคา F.O.B.
∴ ภาษีการค้า	= 1.5875x0.015	= 0.0238 เท่าของราคา F.O.B.
∴ ต้นทุนที่โรงงาน	= 1.43+0.0238	= 1.4538 เท่าของราคา F.O.B.

กำหนดอัตราแลกเปลี่ยน 0.09 บาทต่อเย็น

∴ ต้นทุนที่โรงงาน = 1.4538x0.09 = 0.13084 บาทต่อ F.O.B. เย็น

กำหนดอุปกรณ์จากไต้หวัน, ฮ่องกง, สิงคโปร์ ราคา 75 % ของญี่ปุ่น

∴ ต้นทุนที่โรงงาน = 0.13084x0.75 = 0.098 บาทต่อ F.O.B. เย็น

---

[1]ที่มา: กรมศุลกากร

[2]ที่มา: กรมสรรพากร

ข. การหาราคา, แรงงาน, ความทนทาน, คะแนนของ T.V.

โมดูลมีการออกแบบดังนี้ A=4,B=2,C=2,D=4,E=2,F=4,G=2.

ใน chassis จะต้องมี 7 โมดูล เลือกมาโมดูลละ 1 ชนิด ดังนั้นจะได้ความเป็นไปได้ในการเลือกผลิต chassis เท่ากับ 4x2x2x4x2x4x2 = 1024 ชนิด

ผลการคำนวน combination of module แล้วเลือกราคาต่ำสุด 10 รายการ ดังนี้

ราคา = F.O.B. หน่วยเป็นบาท

แรงงาน = เวลาที่ใช้ในการประกอบโมดูลเป็นนาที

ทนทาน = โอกาสเสียเป็น % ใน 1000 ชั่วโมง ทำงาน

คะแนน ก. = ความเหมาะสมเมื่อใช้ในกรุง

คะแนน ข. = ความเหมาะสมเมื่อใช้ในต่างจังหวัด

รายการที่	โมดูล	ราคา	แรงงาน	ทนทาน	คะแนนก.	คะแนนข.
787	A4,B1,C1,D2,E1,F2,G1,	445.46	124.60	11.4500	8.25	6.60
791	A4,B1,C1,D2,E1,F4,G1,	445.54	123.93	11.3450	8.10	7.35
275	A2,B1,C1,D2,E1,F2,G1,	445.62	140.10	12.8780	7.65	7.35
279	A2,B1,C1,D2,E1,F4,G1,	445.69	139.43	12.7730	7.50	8.10
851	A4,B1,C2,D2,E1,F2,G1,	445.88	125.32	11.5500	8.15	6.65
855	A4,B1,C2,D2,E1,F4,G1,	445.95	124.65	11.4450	8.00	7.40
339	A2,B1,C2,D2,E1,F2,G1,	446.03	140.32	12.9780	7.55	7.40
19	A1,B1,C1,D2,E1,F2,G1,	446.05	140.40	12.8880	8.05	7.10
343	A2,B1,C2,D2,E1,F4,G1,	446.11	140.15	12.8730	7.40	8.15
23	A1,B1,C1,D2,E1,F4,G1,	446.13	139.73	12.7830	7.90	7.85

วัตถุดิบสำหรับการผลิตเครื่องรับโทรทัศน์ขาวดำนั้น มีประมาณ 400 รายการต่อหนึ่งเครื่อง เพื่อเป็นการง่ายต่อการเลือกโมดูลที่จะผลิตจึงจัดกลุ่มของวัตถุดิบออกเป็นพวก ๆ และใช้ราคาเฉลี่ยจากสมาคมผู้ผลิตสินค้าอีเล็กโทรนิค แห่งประเทศญี่ปุ่น (EIAJ) ซึ่งเป็นสถิติของเดือน February 1979 มีดังนี้

รายการที่	ตัวย่อ	รายการ	ราคา (เย็น)
1	VR.	VARIABLE RESISTOR	50.20
2	RF.	CARBON FILM RESISTOR	1.50
3	RC.	COMPOSSITICN RESISTOR	2.20
4	RM.	METAL OXIDE RESISTOR	8.60
5	RW.	WIRE WOUND RESISTOR	44.50
6	CE.	ELECTROLYIC CAPACITOR	13.50
7	CT.	TANTALUM CAPACITOR	22.50
8	CC.	CERAMIC CAPACITOR	3.90
9	CO.	ORGANIC CAPACITOR	9.70
10	IE.	I.F. TRANSFORMER	31.80
11	PC.	PEAKING COIL	15.20
12	PW.	POWER AND OUTPUT TRANSFORMER	328.00
13	IT.	INTERSTAGE TRANSFORMER	105.00
14	GD.	GERMANIUM DIODE	5.60
15	SD.	SILICON DIODE	8.80
16	SR.	SILICON RECTIFIER	27.30
17	ST.	SILICON TRANSISTOR	26.80
18	IC.	INTEGRATED CIRCUITS	220.00
19	TH.	THERMISTOR	35.30
20	MS.	MISSCELLENEOUS	30.00

การคำนวน

```
      DO 100 J = I,MO
      DO 99 I = I,NO
      CTA = COST(I)*ICOM(J,I)
      WOA = WORK(I)*ICOM(J,I)
      REA = RELI(I)*ICOM(J,I)
      TOTC(J) = TOTC(J)+CTA
      TOTW(J) = TOTW(J)+WOA
      TOTR(J) = TOTR(J)+REA
      SCRA(J) = TNC(J)*AMNC(J)/TNAM
      SCRB(J) = TNV(J)*AMNV(J)/TNAM
   99 CONTINUE
  100 CONTINUE
```

เมื่อ MO	=	จำนวนโมดูลที่ออกแบบทั้งหมด
NO	=	จำนวนชนิดทั้งหมดของวัตถุดิบ
J	=	โมดูล
I	=	วัตถุดิบ
ICOM(J,I)	=	จำนวนวัตถุดิบ Iที่ใช้ในโมดูล J
COST(I)	=	ราคาวัตถุดิบ Iหนึ่งหน่วย
WORK(I)	=	แรงงานที่ต้องการสำหรับวัตถุดิบ Iหนึ่งหน่วย
RELI(I)	=	ความทนทานของวัตถุดิบ Iหนึ่งหน่วย
CTA	=	รวมราคาวัตถุดิบ Iในโมดูล J
WOA	=	รวมแรงงานวัตถุดิบI ในโมดูล J
REA	=	รวมความทนทานวัตถุดิบ Iในโมดูล J
TOTC(J)	=	รวมราคาวัตถุดิบในโมดูล J
TOTW(J)	=	รวมแรงงานสำหรับโมดูล J
TOTR(J)	=	รวมความทนทานของโมดูล J
SCTA(J)	=	คะแนนของโมดูล เมื่อใช้กรุงเทพ
SCRV(J)	=	คะแนนของโมดูล เมื่อใช้ต่างจังหวัด

TNC(J)	=	ความเหมาะสมโมดูล J ใช้ในกรุงเทพ
TNV(J)	=	ความเหมาะสมโมดูล J เมื่อใช้ต่างจังหวัด
AMNC	=	ความสำคัญเมื่อใช้ในกรุง
AMNV	=	ความสำคัญเมื่อใช้ในต่างจังหวัด
TNAM	=	100 เพื่อทำให้คะแนนเต็มเท่ากับ 10

ผลการคำนวนของแต่ละโมดูลมีดังนี้

รายการที่	โมดูล	ราคา (เย็น)	แรงงาน (นาที)	ความทนทาน (%,1000ช.ม.)
1	A 1	894.50	43.90	3.0870
2	A 2	890.60	43.60	3.0770
3	A 3	898.40	44.20	3.0970
4	A 4	915.40	28.10	1.6490
5	B 1	732.80	20.45	2.2970
6	B 2	794.70	15.32	2.1500
7	C 1	325.20	12.13	1.7080
8	C 2	328.20	12.85	1.8080
9	D 1	468.00	8.83	1.4050
10	D 2	306.10	15.13	1.4010
11	D 3	347.90	15.14	1.9020
12	D 4	324.70	15.63	1.3490
13	E 1	590.40	16.03	1.0310
14	E 2	615.60	17.99	1.0160
15	F 1	964.00	20.35	3.2440
16	F 2	645.40	20.63	2.6380
17	F 3	665.10	21.17	2.4910
18	F 4	647.30	19.96	2.5330
19	G 1	817.90	12.13	0.7260
20	G 2	919.90	14.09	1.1860