หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การออกแบบผลิตภัณฑ์

3.1 หลักการเบื้องต้นของการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product design)

สิ่งแรกที่ผู้ออกแบบจะต้องคิดก่อนจะทำการออกแบบทุกอย่างคือ เราต้องสำรวจคร่าว ๆ ว่า เราจะได้ผลกำไรจากผลิตภัณฑ์อันนี้หรือไม่ ผลิตภัณฑ์นี้จะขายได้หรือไม่ ผู้ออกแบบอาจจะมีความคิดที่จะผลิตอะไรออกมา แต่เมื่อผลิตจริง ๆ แล้ว ราคาอาจจะแพงเกินกว่าที่จะขายได้[1] ดังนั้น ผู้ออกแบบจะต้องออกแบบให้ผลิตได้ง่าย ใช้วัตถุที่ถูกต้อง วิธีการผลิต และ หรือขบวนการผลิตที่ถูกต้อง ผลิตโดยเครื่องมือที่ถูกต้อง นอกจากนั้นเมื่อผลิตออกมาแล้วคุณภาพสินค้าจะต้องดี มีประสิทธิภาพสูง มีความน่าใช้และมีอายุการใช้งานนาน การที่จะผลักดันผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาดนั้น เราจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบดังต่อไปนี้

- ประโยชน์ที่ผู้ซื้อจะได้จากผลิตภัณฑ์อันนี้
- ความต้องการของตลาด
- ความน่าใช้ของผลิตภัณฑ์
- ข้อดีของผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่เดิม
- ขนาดของตลาด
- ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ของการผลิต
- ขีดความสามารถในการผลิตของบริษัท
- ขีดความสามารถของฝ่ายขาย
- ความมั่นคงของบริษัทเมื่อเทียบกับบริษัทคู่แข่ง

---

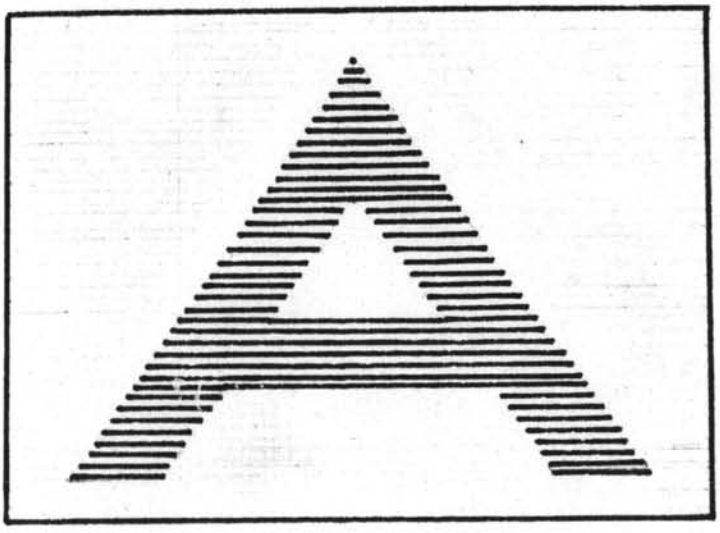
[1] PRODUCT DESIGN AND PROCESS ENGINEERING BY BENJAMIN W. NIEBEL, ALAN B. DRAPER PAGE 4

การที่เราจะทำให้ผลิตภัณฑ์ของเราขายง่ายและเกิดตลาดเป็นเวลานานนั้น เราจะต้องให้ผลิตภัณฑ์ของเรา

- ออกแบบเพื่อให้ทำงานอย่างได้ผลดี
- มีความน่าใช้
- มีคุณภาพสูงทั้งในด้านวัสดุที่ผลิตและความประณีต
- ซ่อมบำรุงรักษาง่าย
- ราคาอยู่ในระดับที่จะแข่งขันกับคนอื่นได้
- เข้าสู่ตลาดตรงเวลากับที่ตลาดต้องการ

3.2 ลักษณะการทำงานของเครื่องรับโทรทัศน์

การสร้างภาพ การสร้างภาพของเครื่องรับโทรทัศน์นั้นไม่เหมือนกรรมวิธีอย่างอื่น เช่น ภาพยนต์ หรือหนังสือ การสร้างภาพของเครื่องรับโทรทัศน์จะแบ่งภาพออกเป็นเส้น ๆ ใน 1 ภาพ จะแบ่งออกเป็น 625 เส้น และจะเปลี่ยนภาพไป 25 ภาพ ทุก ๆ วินาที สายตาของมนุษย์จะจำภาพได้ $\frac{1}{16}$ วินาที ดังนั้นเมื่อความเร็วของการเปลี่ยนภาพ $\frac{1}{25}$ วินาที ดังนั้นสายตามนุษย์จึงมองเห็นเป็นภาพต่อเนื่องกัน จึงเห็นการเคลื่อนไหวได้ ตัวอย่างการสร้างภาพตัว A ของเครื่องรับวิทยุโทรทัศน์จะเป็นดังนี้



ลำแสงจะเริ่มขีดจากเส้นเริ่มขอบบนของภาพ โดยจะมีขีดจากซ้ายไปขวา โดยที่จะขีดให้ดำหรือขาวตามความต้องการ เมื่อขีดไปจนหมดถึงขอบซ้ายของจอภาพแล้วจะวิ่งกลับมาที่ขอบขวาเริ่มเส้นที่ 2 ทำอย่างนี้ไปเรื่อยจนครบ 625 เส้น ก็จะได้ 1 ภาพ แล้วจะกลับไปเริ่มขีดที่เส้นที่ 1 ของภาพใหม่ต่อไปด้วยความเร็ว 25 ภาพต่อวินาที ดังนั้นความเร็วของการขีดเส้นเพื่อทำให้เกิดภาพเท่ากับ 625 x 25 = 15,625 ครั้ง/วินาที หรือทำงานครบวงจรใช้เวลา 64×10^{-6} วินาที

3.3 การแบ่งภาคการทำงานของเครื่องรับโทรทัศน์

ANTENNA เสาอากาศจะเป็นตัวรับสัญญาณที่เครื่องส่ง ๆ ผ่านมาทางอากาศแล้วป้อนเข้าสู่เครื่องรับ โดยมีแรงดันประมาณ 10 μ.v. สำหรับสัญญาณอ่อนมาก, 1 m.v. สำหรับปรกติ, 100 m.v. สำหรับสัญญาณที่แรงมาก เสาอากาศจะแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ชนิด 75 Ω ซึ่งมีการรบกวนต่ำ แต่การสูญเสียสัญญาณสูง เหมาะสำหรับโทรทัศน์สี และชนิด 300 Ω มีการรบกวนสูง แต่การสูญเสียต่ำเหมาะกับโทรทัศน์ขาวดำ

TUNER ภาคนี้จะรับสัญญาณจากเสาอากาศซึ่งรับสัญญาณมาพร้อม ๆ กันหลายสถานี โดยเลือกสถานีที่ต้องการเพียงช่องเดียว แล้วทำการขยายสัญญาณที่เลือกแล้วนั้นให้แรงขึ้นไปอีกเพื่อส่งต่อไปยังภาค V.I.F. สัญญาณที่ออกจาก tuner จะมีความถี่เดียว คือ สัญญาณภาพส่งที่ความถี่ 38.9 MHz. สัญญาณเสียงความถี่ 40.4 MHz. tuner มี 2 ชนิด คือ ชนิด turret คือการเลือกความถี่ (เลือกช่อง) โดยการเปลี่ยนค่า L ซึ่ง Tuner ชนิดนี้กำลังขยายดี การรบกวนน้อยมีเสถียรภาพดี แต่มีข้อเสียเกี่ยวกับกลไกเปลี่ยนช่องมักจะเสียง่าย อีกชนิดหนึ่งคือชนิด electronic โดยจะเปลี่ยนความถี่โดยการเปลี่ยน C tuner ชนิดนี้จะทนทาน ราคาถูก แนวโน้มในอนาคตจะเป็นชนิดนี้ทั้งหมด

---

[1] CIRCUIT DESIGN FOR AUDIO, A.M./F.M. AND T.V. BY THE ENGINEERING STAFF OF TEXAS INSTRUMENT INCORPORATED SEMICONDUCTOR - COMPONENT DIVISION PAGE 227

VIDEO I.F. AMPLIFIER (V.I.F.) ภาคนี้จะรับสัญญาณจาก tuner แล้วนำสัญญาณมาขยายให้มีแรงดันสูงขึ้นไปอีก ต่อจากนั้นจะทำการแยกคลื่นพาออก เพื่อให้ได้สัญญาณภาพและสัญญาณเสียงตามต้องการ สัญญาณที่ออกจากภาคนี้จะมีแรงดันประมาณ 1 – 2 V_{pp} ภาคนี้จะเป็นภาคที่สำคัญที่สุดที่จะรับสัญญาณอ่อนมาก ๆ ได้ ในกรณีที่เครื่องรับอยู่ไกลจากสถานี ดังนั้นภาคนี้จึงเป็นภาคที่จะต้องทำดีที่สุด ถ้าต้องการจะครองตลาดในต่างจังหวัดที่สัญญาณอ่อน อีกทั้งภาคนี้จะตัดสินว่า ภาพชัดหรือไม่ชัดสำหรับการขายในกรุงเทพ

AUTOMATIC GAIN CONTROL (A.G.C.)

โดยที่กล่าวมาข้างต้นแล้วว่า สัญญาณที่เข้ามาที่เสาอากาศแรงบ้าง อ่อนบ้าง ตามกำลังส่งของสถานี และความใกล้ไกลของเครื่องรับ ดังนั้นจึงต้องมีวงจร A.G.C. เพื่อปรับการขยายของ tuner และ V.I.F. ให้มีกำลังขยายพอเหมาะเพื่อที่จะให้เกิดแรงดันสัญญาณในการสร้างภาพประมาณ 80 – 90 V_{pp} ที่หลอดภาพ ภาคนี้เป็นภาคที่ออกแบบยากที่สุดในทุก ๆ ภาคของเครื่องรับโทรทัศน์[1] ทั้งนี้เพราะช่วงความแรงของสัญญาณต่างกันมาก แต่ผลลัพธ์ต้องเท่ากัน นอกจากนั้นวงจรนี้จะต้องออกแบบให้ซ่อมง่าย เพราะเนื่องจากความซับซ้อนของมันทำให้การซ่อมจะต้องมีเครื่องมือที่เกี่ยวข้องมาก ซึ่งช่างในประเทศไทยไม่มีเลยสักอย่าง ดังนั้นวงจรนี้เมื่อซ่อมแล้วมักไม่ดีเหมือนเดิม ถ้าเป็นเครื่องใช้ในต่างจังหวัดจะต้องทิ้งทั้งเครื่องไปเลย ภาคนี้จะเสียเมื่อฟ้าผ่าลงมาใกล้ ๆ บริเวณเครื่องรับ

VIDEO OUTPUT ภาคนี้จะรับสัญญาณจาก V.I.F. แล้วนำมาขยายให้แรงดันสูงขึ้นไปอีกจนพอที่สร้างภาพที่จอภาพได้ โดยสัญญาณที่ออกจากภาคนี้จะมีแรงดันประมาณ 80 – 90 v_{pp}

SYNC SEPARATOR ภาคนี้จะแยกคำสั่งของการสร้างภาพที่ส่งจากสถานีให้การขีดสร้างภาพที่เครื่องส่งและเครื่องรับทำงานพร้อม ๆ กัน มิฉะนั้นแล้วขีดเส้นต่าง ๆ จะไม่เป็นระเบียบ จน

---

[1] CIRCUIT DESIGN FOR AUDIO, A.M./F.M. AND T.V. BY THE ENGINEERING STAFF OF TEXAS INSTRU MENT INCORPORATED SEMICONDUCTOR – COMPONENT DIVISION

ไม่อาจเกิดภาพใช้ การแยกคำสั่งจะแยกออก 2 ชนิด คือ ชนิดแรกจะแยกคำสั่งการขีดเส้นให้พร้อมกับสถานีส่งชนิดที่สอง จะแยกคำสั่งการเปลี่ยนภาพให้พร้อมกับสถานีส่ง

VERTICAL OSCILLATOR AND OUT PUT ภาคนี้จะทำให้การขีดเส้นเมื่อสร้างภาพไม่ซ้ำกัน โดยจะให้ขีดเส้นที่ 1, 2, 3, ต่อไปถึงเส้นที่ 625 จนได้ 1 ภาพ แล้วจะกลับมาที่เส้นที่หนึ่งใหม่ต่อไปเช่นนี้ ภาคนี้จะต้องออกแบบภาค vertical oscillator ให้ดี เพราะสถานีส่งในประเทศเราไม่มีมาตรฐาน ไม่มีการควบคุม ถ้าในกรุงเทพจะไม่มีปัญหา เพราะสัญญาณ sync แน่นอนและมีการรบกวนในสัญญาณนี้น้อย แต่ถ้าสัญญาณอ่อน จะเกิดปัญหามาก เพราะมีสัญญาณ sync อ่อน ไม่แน่นอนและยังมีการรบกวนมาก ถ้าภาค oscillator ออกแบบไม่ดีภาพจะเลื่อน ภาค output จะขยายสัญญาณแล้วส่งไปยัง deflection yoke ภาคนี้ต้องออกแบบให้ทนความร้อนได้สูง เพราะความร้อนจะทำให้ภาคนี้เสียและ/หรือเสื่อม นั่นคือภาพไม่เต็มจอ หัวหด ขายาว เป็นต้น

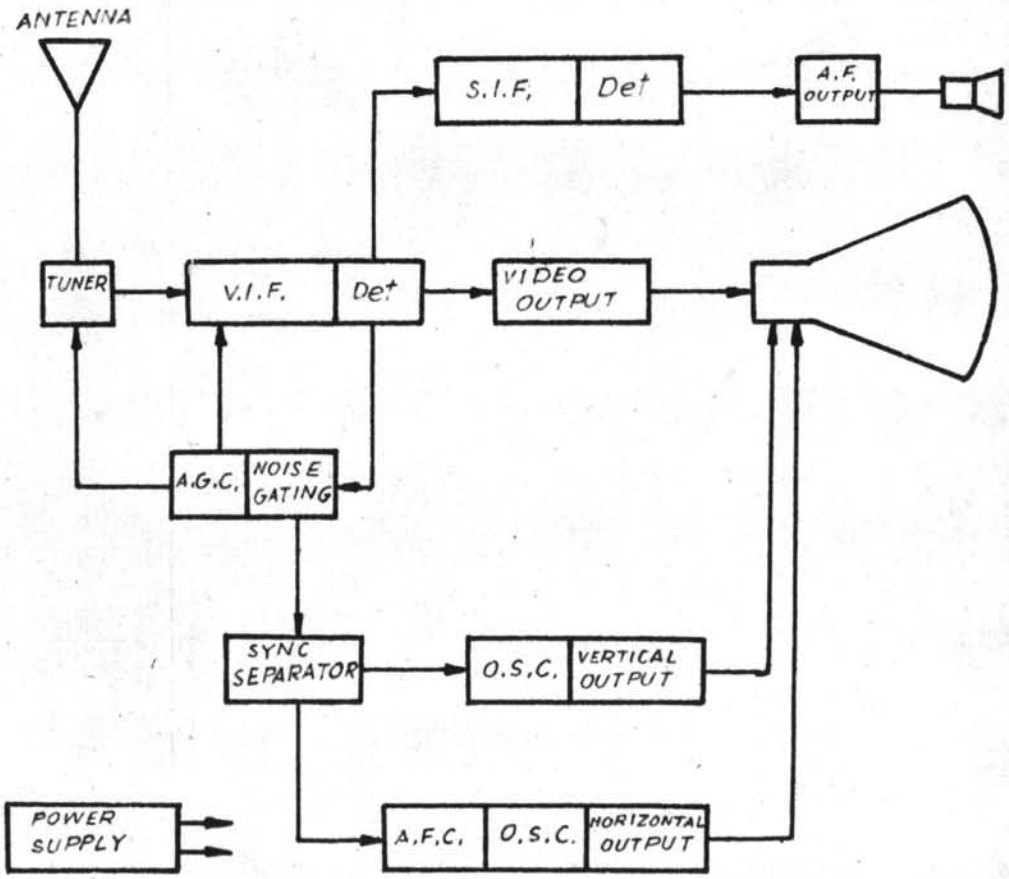
A.F.C., HORIZONTAL OSCILLATOR AND OUTPUT ภาคนี้จะทำหน้าที่กวาดให้เกิดเส้นเพื่อการสร้างภาพ การกวาดหรือการขีดเส้นนั้นจะต้องทำให้พร้อมกับการกวาดของสถานี วงจร A.F.C. จะเปรียบเทียบสัญญาณคำสั่งที่ส่งมาจากสถานีเทียบกับสัญญาณกวาดที่สร้างขึ้นภายในเครื่อง แล้วส่งคำสั่งไปควบคุมการสร้างสัญญาณกวาดอีกที ภาค output จะนำสัญญาณนี้ไปขยาย แล้วส่งไปที่ deflection yoke ขด horizontal นอกจากนี้ภาคนี้ยังสร้างไฟสูงเพื่อดึง electron จากปืนให้ยิงไปสู่หน้าจออีกด้วย ภาคนี้ถ้าออกแบบภาค A.F.C. และ oscillator ไม่ดีจะทำให้ภาพล้ม ถ้าภาค output เสื่อมหรือเสีย จอภาพจะไม่สว่างเท่าที่ควร

SOUND I.F. ภาคนี้จะทำให้เกิดเสียง เพราะเสียงส่งมาในระบบ F.M. ด้วยความถี่ 5.5 M.H.Z. ซึ่งนำสัญญาณออกจากภาค V.I.F. มาขยายแล้วแยกสัญญาณเสียงออก ภาคนี้จะต้องออกแบบให้ดี เพราะในประเทศเราสัญญาณไม่แน่นอน คืออาจจะเกิดอาการรับภาพดีเสียงไม่มี เมื่อปรับใหม่ให้มีเสียงดี ภาพจะหายไป สัญญาณที่ออกจากภาคนี้จะมีแรงดันประมาณ 250 m.v. ซึ่งยังไม่พอสำหรับขับลำโพง

AUDIO OUT PUT ภาคนี้จะรับสัญญาณจาก S.I.F. มาขยายให้สัญญาณแรงพอที่จะขับออกสู่ลำโพงได้

POWER SUPPLY ภาคนี้จะจ่ายกระแสไฟให้ภาคอื่น โดยแหล่งที่มาอาจจะเป็นการแปลงจากกระแสไฟที่ใช้ตามบ้าน หรือโดยการปรับแรงดันจากหม้อเก็บไฟของรถยนต์ก็ได้ ภาคนี้จะต้องออกแบบให้ดี เพราะในประเทศไทยแรงดันไฟฟ้าไม่แน่นอน คือประมาณตั้งแต่ 160 – 250 V จะต้องทำวงจรป้องกันไม่ให้เครื่องพังเมื่อไฟเกิน 280 V ด้วย เพราะในบางบริเวณปั่นไฟใช้เอง

รูปที่ 3.1 การแบ่งส่วนการทำงานของเครื่องรับโทรทัศน์ตามภาคต่าง ๆ



3.4 การวิจัยปัญหาเมื่อจะผลิตเหมือนโรงงานใหญ่

เครื่องรับโทรทัศน์ที่ขายในประเทศขณะนี้ ทุกเครื่องออกแบบมาจากต่างประเทศทั้งสิ้น (ยกเว้นชานินทร์) เขาจึงออกแบบให้เหมาะกับสภาพการณ์ผลิตของเขามากที่สุด คือ การผลิตจำนวนมาก ๆ ผลิตได้เร็วเมื่อเครื่องเสียก็ทิ้งเลย เพราะคนของเขามีรายได้สูง แต่เครื่องรับโทรทัศน์ราคาถูก ในต่างประเทศจะมีที่มาของอะไหล่สำหรับผลิตครบและไม่ขาดแคลน ภายใน 2 - 3 ปี แต่ละรุ่นที่ผลิตก็จะล้าสมัย เพราะการเปลี่ยนแปลงทางวิชาการ และเขาก็เปลี่ยนได้ทันที เพราะค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการเปลี่ยนการออกแบบ ซึ่งรวมถึงค่าแรงของกลุ่มคนผู้วิจัยต้นแบบ ค่าเครื่องมือ ค่าอะไหล่บางชิ้นของรุ่นเก่าที่เก็บตกคลังไว้มากเกินไป เมื่อรวมกันแล้วจะเป็นเงินหลายล้านบาท จำนวนผลิตก่อนที่จะเลิกผลิตก็จะเป็นจำนวนนับล้านเครื่อง ซึ่งเมื่อหารจำนวนเงินแล้วก็จะเสียหายไม่กี่บาทต่อเครื่อง

สาเหตุที่การผลิตจำนวนน้อยไม่สามารถผลิตโดยใช้วงจรแผ่นพิมพ์ใหญ่มี

3.4.1 ปัญหาการผลิตวงจรแผ่นพิมพ์

ในปัจจุบันวิทยุโทรทัศน์ขาวดำที่ขายในประเทศจะใช้วงจรแผ่นพิมพ์ที่เป็นแผ่นใหญ่แผ่นเดียวซึ่งเหมาะกับการผลิตจำนวนมาก เพราะประหยัดวัสดุ ประหยัดค่าแรงผลิต ประหยัดค่าแรงประกอบ ประหยัดอุปกรณ์ข้างเคียง ทำการผลิตได้อย่างรวดเร็ว การจะผลิตวงจรแผ่นพิมพ์แผ่นใหญ่นั้นต้องใช้วิชการชั้นสูง และคนงานต้องมีทักษะสูงในการใช้เครื่องมือ ต้องมีเครื่องมือพิเศษมาก และเครื่องมือเหล่านี้ การปรับ (set up) ยุ่งยากมาก ดังนั้นเมื่อปรับครั้งหนึ่งแล้วจะต้องผลิตต่อเนื่องเป็นจำนวนมาก ๆ จึงจะเหมาะ การทำด้วยแรงคนนั้น ความเที่ยงตรงไม่พอ ดังนั้น โรงงานระดับครอบครัวจึงไม่มีขีดความสามารถในการผลิตวงจรแผ่นพิมพ์ขนาดใหญ่ได้

3.4.2 ปัญหาการออกแบบ

การออกแบบของวิทยุโทรทัศน์ที่ประกอบในประเทศนั้นออกแบบมาจากต่างประเทศทั้งสิ้น ซึ่งต่างชาติมีวิชาการที่สูงกว่า มีกำลังคน เครื่องมือ และทุนที่พร้อมกับการปรับปรุงแก้ไขในการออกแบบให้ดีที่สุด ถึงแม้จะใช้ค่าใช้จ่ายสูงในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ แต่ถ้าคิดราคาต่อเครื่องก็ไม่แพงเลย เพราะจำนวนการผลิตมาก สำหรับการผลิตจำนวนน้อยไม่สามารถจะออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีความยุ่งยากซับซ้อนได้ เพราะมีขีดความสามารถทางวิชาการ เครื่องมือ และทุนจำกัด ถ้าใช้เงินทุนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สูงก็จะต้องบวกราคาเข้าไปในราคาขายสูง เนื่องจากจำนวนผลิตน้อย ดังนั้นการออกแบบสำหรับการผลิตจำนวนน้อยจะต้องใช้จ่ายให้น้อยที่สุด การออกแบบวงจรแผ่นพิมพ์แผ่นใหญ่จึงเป็นไปไม่ได้เพราะจะต้องใช้เงินลงทุนสูงมาก

3.4.3 ปัญหาการประกอบ

ในเครื่องรับโทรทัศน์ขาวดำหนึ่งเครื่องจะมีอุปกรณ์ที่ประกอบบนวงจรแผ่นพิมพ์แผ่นใหญ่ประมาณ 400 ชิ้น ดังนั้นการผลิตในต่างชาติค่าแรงแพง จึงหันมาใช้การใส่อุปกรณ์โดยเครื่องอัตโนมัติ ซึ่งมีความเร็ว 70,000 ชิ้นต่อชั่วโมง ทำให้ประหยัดค่าแรงผลิตได้เร็ว และที่สำคัญที่สุดคือลดความผิดพลาดของมนุษย์สำหรับการผลิตเครื่องรับวิทยุโทรทัศน์ในโรงงานใหญ่ในประเทศ คนงานจะได้รับการแจกแจงงานให้ใส่อุปกรณ์คนละประมาณ 10 – 15 ชิ้น ตามสายการผลิตต่อเนื่อง ดังนั้นการจำตำแหน่งอุปกรณ์จึงทำให้แม่นยำและนำอุปกรณ์ไปใส่ตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างมั่นใจรวดเร็วเกิดการผิดพลาดน้อย แต่ถ้าผลิตจำนวนน้อยไม่สามารถที่จัดสายการผลิตต่อเนื่องได้ เพราะลักษณะการผลิตเช่นนี้จะเหมาะเมื่อจำนวนผลิตมากเท่านั้น ดังนั้นการที่จะให้คนงานจำตำแหน่งอุปกรณ์นับร้อยตัวแล้วใส่ให้ถูกนั้นเป็นสิ่งที่ยาก และจะมีโอกาสผิดพลาดมากด้วย ดังนั้นการผลิตในจำนวนน้อยโดยใช้วงจรแผ่นพิมพ์ใหญ่จึงเป็นไปได้ยาก เพราะโอกาสของความผิดพลาดของมนุษย์ (human error) จะสูง ซึ่งก่อความเสียหายมาก นอกจากนั้นโรงงานใหญ่จะบัดกรีโดยใช้จุ่มในอ่างตะกั่ว แต่โรงงานเล็กไม่สามารถที่จะบัดกรีในลักษณะเช่นนี้ได้ เพราะจำนวนผลิตไม่มากพอ เมื่อต้องบัดกรีด้วยมือทีละจุดจะเกิดปัญหามาก ตรวจสอบแนวบัดกรีจะยาก เพราะเกิดความผิดพลาดของมนุษย์มาก

3.4.4 ปัญหาการทดสอบชิ้นผลิต ในปัจจุบันตามลักษณะการผลิตของโรงงานใหญ่ในประเทศ เครื่องที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์แล้ว เครื่องไม่ทำงาน ต้องแก้ไขในทันทีประมาณ 1 : 10 แต่ถ้าทำการประกอบโดยใช้คนงานใส่อุปกรณ์นับร้อยชิ้น แล้วบัดกรีทีละจุดจะต้องแก้ไขประมาณ 1 : 2 ซึ่งการแก้ไขนี้เสียค่าใช้จ่ายมาก เพราะคนงานจะต้องการเงินเดือนสูงเสียเวลามากในการตรวจหาจุดบกพร่อง เพราะปัญหาอาจจะเกิดหลายจุดพร้อม ๆ กัน เป็นลูกโซ่

3.4.5 ปัญหาความไม่แน่นอนของอุปกรณ์ การผลิตของโรงงานใหญ่จะได้อุปกรณ์ครบชุดจากบริษัทแม่ในต่างชาติ ดังนั้นปัญหาการขาดแคลนอุปกรณ์จึงมีน้อย ข้อเสียอันสำคัญของวงแผ่นพิมพ์คือ ไม่มีความอ่อนตัวต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะจำเพาะของอุปกรณ์ ดังนั้น เมื่อเราออกแบบให้ใช้อุปกรณ์อย่างนี้ ต้องใช้อย่างนี้ จะเปลี่ยนไม่ได้ ดังนั้นจึงเป็นการลำบากที่โรงงานระดับครอบครัวจะหาเงินทุนจำนวนมหาศาลสำหรับการตงคลัง อุปกรณ์จำนวนมาก

3.5 การวิจัยแก้ปัญหาเพื่อขจัดข้อจำกัดของการผลิตระดับครอบครัว เราได้ทราบแล้วว่า การผลิตระดับครอบครัวโดยใช้วิธีการผลิตเหมือนโรงงานใหญ่นั้นเป็นสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ ด้วยเหตุผลหลายประการดังที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้น ผู้วิจัยจึงยึมหลักการของ dynamic programing คือการแยกปัญหาออกเป็นขั้นตอนย่อย ๆ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในส่วนย่อยของปัญหาไม่ทำให้ทั้งระบบเปลี่ยนแปลง และทำให้แต่ละขั้นตอนมีการจุดต่อกัน โดยจะมีผลต่อขั้นตอนหลังเท่านั้น ลักษณะเช่นนี้ในทางอีเล็กโทรนิคเรียกว่า modular design จะเป็นวิธีเดียวที่จะแตกปัญหาการผลิตออก เพื่อให้การผลิตในหน่วยย่อยสามารถผลิตได้ และสามารถแก้ปัญหาภายในส่วนย่อยให้ได้ผลสูงสุดโดยมีผลจากภายนอกเฉพาะขั้นตอนก่อนหน้าเท่านั้น ซึ่งเราจะแบ่งเหตุผลที่สนับสนุนการใช้ modular design เป็นข้อดังนี้

3.5.1 เพื่อความง่าย

การผลิตโดยใช้วงจรแผ่นพิมพ์ใหญ่จะมีปัญหาเกี่ยวกับการผลิต การออกแบบ การประกอบ การตรวจสอบ ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้จะต่อเนื่องกันทั้งระบบ ปัญหาจะใหญ่เกินกว่าที่ผู้ผลิตระดับครอบครัวจะแก้ได้ เมื่อใช้ modular design ช่วยจะทำให้ปัญหาเป็นหน่วยย่อย

ก. ง่ายต่อการออกแบบ เพราะขอบเขตการออกแบบแต่ละวงจรแคบและแน่นอน มีจุดต่อระหว่างโมดูลแน่นอน ทำให้ผู้ออกแบบมีความอิสระอย่างเต็มที่ในการพัฒนาวงจรให้ได้ผลสูงสุดภายในโมดูลนั้น ๆ โดยเพียงคำนึงแต่สัญญาณเข้าและออก ให้ต่อกับโมดูลอื่นได้เท่านั้น ดังนั้นจะทำให้ผู้ผลิตระดับครอบครัวมีขีดความสามารถในการออกแบบโมดูลได้

ข. ง่ายต่อการประกอบ เพราะภายในโมดูลหนึ่ง ๆ จะมีอุปกรณ์ประมาณ 30–60 ชิ้นเท่านั้น จึงทำให้คนงานไม่สับสนต่อการจำกัดตำแหน่งของอุปกรณ์ที่อยู่ในโมดูลเล็ก ๆ นั้น การบัดกรีโดยใช้คนทีละจุดก็จะลดปัญหาลงได้มาก และสามารถขยายการผลิตออกนอกโรงงานได้โดยไม่มีขีดจำกัด เพราะหน่วยผลิตย่อยหนึ่งคนก็จะสามารถผลิตโมดูลได้โดยอิสระและได้ผลสมบูรณ์

ค. ง่ายต่อการตรวจสอบ เพราะในโมดูลมีอุปกรณ์น้อย การจะตรวจสอบว่าหลังจากการประกอบแล้ว โมดูลนั้นทำงานหรือไม่เราก็จะต่อ input โมดูลที่จะตรวจสอบกับ output ของโมดูลก่อนหน้า (ที่ตรวจแล้วว่าดี) และนำ output ของ module ที่จะตรวจสอบต่อกับ input ของโมดูลหน้า (ที่ตรวจแล้วว่าดี) กล่าวอย่างง่ายคือนำเครื่องรับโทรทัศน์ที่ออกแบบโมดูลมาเครื่องหนึ่ง นำ module ที่ต้องการทดสอบใส่แทนของเดิม การตรวจซ่อมจึงทำได้รวดเร็วมาก และไม่สับสนเพราะขอบเขตของปัญหาแคบมาก เราสามารถจะสอนให้คนงานเงินเดือนสูงไม่ตรวจซ่อมได้

ง. ง่ายต่อการยอมรับอุปกรณ์ชนิดใหม่ เพราะสามารถออกแบบโมดูลให้ยอมรับอุปกรณ์ชนิดใหม่ได้โดยง่าย ดังนั้นการออกแบบให้เป็นชนิดโมดูลจะทำให้การผลิตมีความอ่อนตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุปกรณ์ได้อย่างดีเยี่ยม เป็นอิสระจากการบีบคั้นของบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ ไม่จำเป็นต้องคงคลังไว้มาก นอกจากนั้นการออกแบบใช้เป็นชนิดโมดูลจะมีประโยชน์ต่อผู้ใช้ เนื่องจากเมื่อเครื่องเสีย ช่างจะใช้เวลาน้อยในการซ่อม เพราะปัญหาอยู่ในวงแคบ นอกจากนั้นผู้ใช้ที่มีทักษะทางช่างอยู่บ้างก็จะซ่อมได้เองโดยเปลี่ยนโมดูลที่เสียทั้งชุด จะทำให้ราคาซ่อมรวมถูกลงมาก

3.5.2 <u>เพื่อความเป็นมาตรฐาน</u> ทั้งนี้เพราะเครื่องรับโทรทัศน์จะมีหลายขนาด ถ้าเราออกแบบเป็นชนิดโมดูล และมีการวางแผนอย่างดี เราไม่จำเป็นต้องออกแบบใหม่ทุกภาค และ

เป็นไปได้ที่เราจะออกแบบให้ใช้ได้ ตั้งแต่ขนาด 12" ถึง 24" โดยใช้โมดูลเดียวกันทุกขนาด จะเป็นการง่ายอย่างยิ่งที่จะผลิตและลดการ inventory ได้มาก นอกจากนั้นการบริการผู้ใช้ยังทำได้อย่างง่ายด้วย

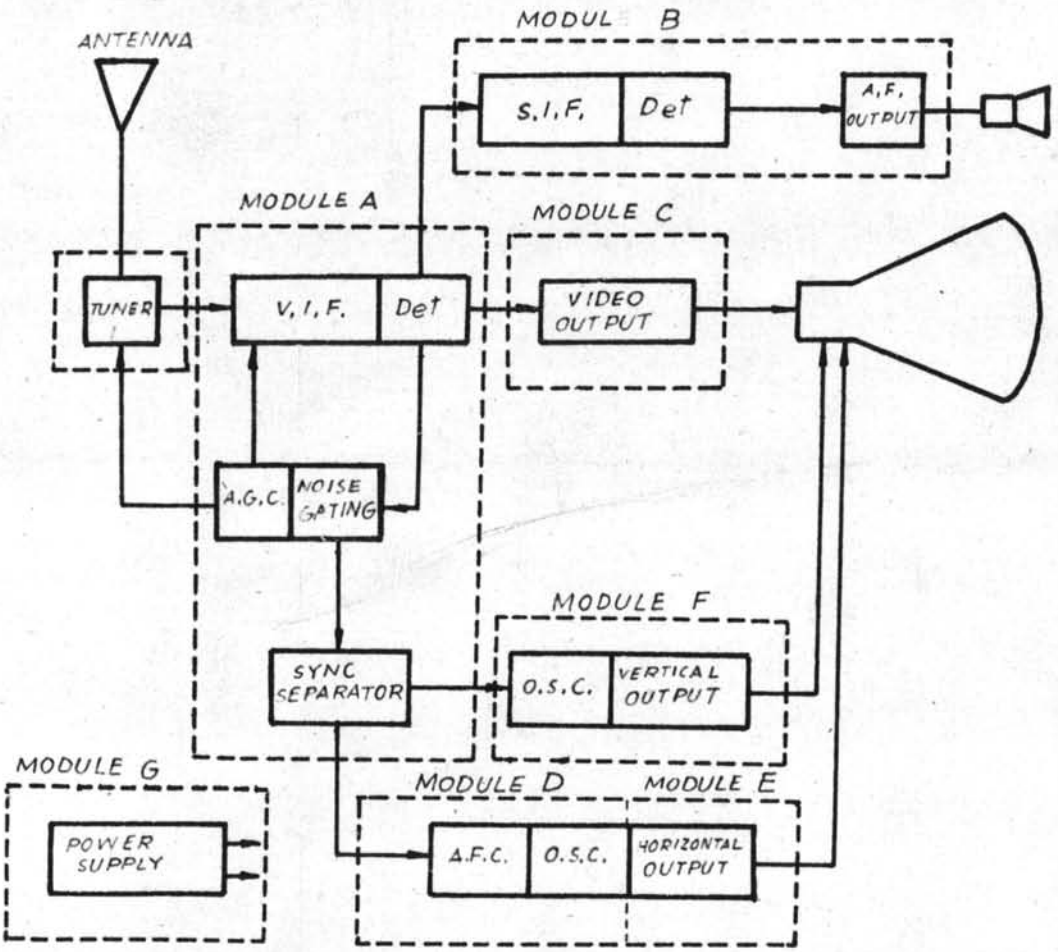
3.5.3. เพื่อความคล่องตัวและแนวโน้มการพัฒนาทางวิชาการ ในยุคปัจจุบันเป็นยุคที่ความเจริญก้าวหน้าทางวิชาการของความรู้สาขาอีเล็กโทรนิคเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว มีการนำวิชการใหม่ ๆ มาผลิตทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้นมาก และราคาถูกลงด้วย ซึ่งจะพบบ่อยว่า ผลิตใหม่ที่ออกสู่ตลาดจะผลักดันให้ผลิตภัณฑ์ก่อนหน้าที่ล้าสมัยในทันที ดังนั้นการออกแบบวงจรให้เป็นชนิดโมดูลจะทำให้สามารถติดตามวิชาการที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างใกล้ชิด

3.6 การออกแบบต้นแบบโดยใช้โมดูล

การแบ่งโมดูล ในปัจจุบันเครื่องรับโทรทัศน์ที่ผลิตจากยุโรปทั้งหมดใช้การออกแบบโมดูล เพราะต้องการให้ง่ายต่อการซ่อมบำรุงและการแบ่งโมดูลนั้นมักจะแบ่งตามขีดความสามารถของ I.C. ดังนั้น การแบ่งโมดูลของยุโรปจึงเหมือนกันมาก ผู้วิจัยพบความง่ายของการจัดแบ่งโมดูลเป็นอย่างมาก และต้องการที่จะออกแบบให้ได้จุดมุ่งหมายเบื้องต้น 3 ประการ

ก. ติดตามวิชาการของประเทศเยอรมัน เนื่องจากมีวิชาการสูง
ข. ใช้ I.C. อเมริกัน เนื่องจากมีวิชาการผลิตสูง คุณภาพสูง ราคาถูก
ค. อะไหล่จากเอเชีย เนื่องจากมีคุณภาพปานกลาง ราคาถูก

รูป 3.2 การแบ่งโมดูลสำหรับต้นแบบเพื่อการวิจัย



3.7 การกำหนดมาตรฐาน INPUT, OUTPUT เหตุที่เรากำหนดขอบเขตของ input, output, ไว้เป็นมาตรฐานนั้นเพื่อให้สามารถเปลี่ยนหดแทนโมดูลกันได้ ทั้งนี้เพราะได้กล่าวมาแล้วว่า ในโมดูลหนึ่ง ๆ นั้น ถ้าเป็นภาคเดียวกันไม่จำเป็นจะต้องใช้วงจรเดียวกัน และ หรืออุปกรณ์เหมือนกัน เพื่อให้เกิดการคล่องตัวต่ออุปกรณ์และหรือคล่องตัวต่อวิชาการที่เปลี่ยนไป เมื่อจะให้เปลี่ยนกันได้เราจะต้องกำหนด INPUT และ OUTPUT ให้เป็นมาตรฐานโดยจะแบ่งเป็นภาค ๆ ดังนี้

3.7.1 MODULE A RECIEVER MODULE

INPUT
- Picture frequency 38.9 MHz., 200 μV. - 200 mV.
- Sound frequency 40.4 MHz.
- Non gating A.G.C.
- 12 volt supply

OUTPUT
- Forward tuner A.G.C.
- Negative composite vedeo 1 - 2 V_{p-p}
- Positive composite vedeo 1 - 2 V_{p-p}
- Positive composite sync pulse 8 - 10 V_{p-p}
- S.I.F. output
- Adjustable white level

3.7.2 MODULE B SOUND MODULE

INPUT
- S.I.F. 5.5 MHz.
- 12 - 33 Volt supply

OUTPUT
- loudspeaker 4 - 16 Ω
- Power output 2 - 5 W.

3.7.3 MODULE C VIDEO MODULE

INPUT
- Negative Video composite 1 - 2 V_{p-p}
- Direct coupling and/or C coupling

- Positive vertical blanking
- Positive horizontal blanking
- Brigthness control
- Contrast control
- Video supply from positive hor pulse

OUTPUT - C.R.T.cathode 80 V_{p-p}

3.7.4 MODULE D HORIZONTAL OSCILLATOR MODULE

INPUT
- Positive horizontal phase control
- Positive composite sync
- 12 volt supply

OUTPUT - Positive horizontal drive 8 V_{p-p}

3.7.5 MODULE E HORIZONTAL DEFLECTION MODULE

INPUT
- Direct or C coupling
- 12 - 24 volt supply

OUTPUT
- Universal yoke drive
- 10 - 18 K.V. high voltage supply
- 80 - 400 V G 2 supply
- 0 - 400 V G 3 supply
- Drive heater of Picture Tube
- Positive Hor Pulse for supply video output 100-200 V_{p-p}
- Positive hor blanking supply
- Positive phase control 55 V_{p-p}

3.7.6 MODULE F VERTICAL DEFLECTION MODULE

INPUT - Positive composite sync 5 - 9 V_{p-p}

- 12 Volt Supply

- ปรับให้ใช้ได้กับ 12 - 33 V Supply

() OUTPUT - universal yoke drive

OUTPUT - Positive vertical blanking Pulse

3.7.7 MODULE G POWER SUPPLY MODULE

INPUT - 170 - 260 V AC. 50 Hz.

- 12 - 15 Volt D.C.

OUTPUT - 12 - 33 Volt

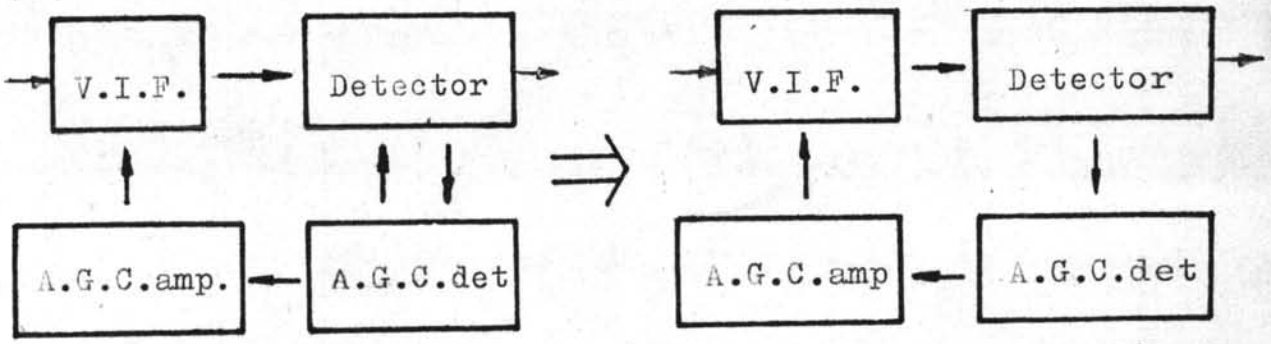
- 12 Volt D.C. for signal

3.8 การออกแบบต้นแบบ (design of prototype)

3.8.1 MODULE A RECIEVER MODULE

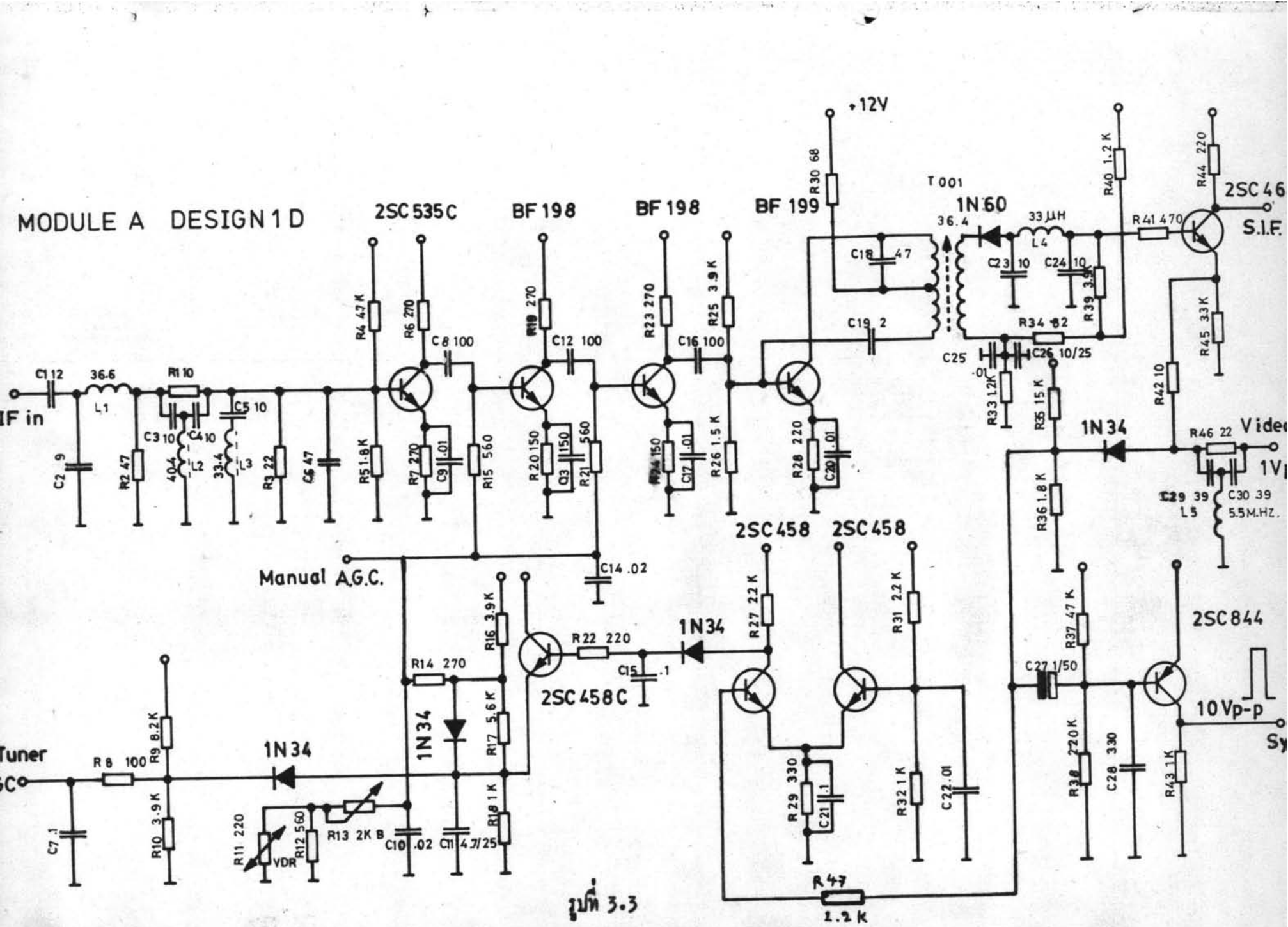
Module A design 1A กำหนดให้ทรานซิสเตอร์ทั้งหมด ผู้วิจัยพบว่า มีทางเลือกทางเดียวต้องเหมือนฮิตาชิรุ่น S-88T และ ซานินทร์รุ่น 17 - 05 เพราะจะเข้ามาตรฐาน input, output คือ non gating A.G.C. ผู้วิจัยได้ทดลองออกแบบวงจรพิมพ์ได้มีขนาด 4" x 6" การทดสอบได้ผลว่า ภาค V.I.F. ทำงานได้ไวดี ภาค DETECTER จะทำงานพอดีจะต้องใช้อุปกรณ์ที่มีความผิดพลาดต่ำจึงจะทำงานได้ผลได้ภาพความถี่กว้าง 4 MHz. พบว่า V.I.F.041 และ V.I.F. 052 ที่ใช้สำหรับ เป็นdetector นั้นพันยากมากต้องพอดีจริง ๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบภาค det ใหม่ให้มี insersion loss น้อย เพื่อจะให้รับได้ไวขึ้น ตามวงจร det ใหม่transformer เป็นชนิด bifillar wingd เรียก Module A design 1B การตรวจสอบพบว่าการพัน V.I.F. สำหรับภาค นี้ง่ายขึ้นมาก ผู้ไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อนก็จะทำได้ผล จากการวัดพบว่า Bandwidth 3.8 MHz. ซึ่งดีพอใช้ ภาพมี linearity ดีขึ้นมาก และรับไวขึ้น Low freguency responce ดีขึ้น ผู้วิจัยพบว่ายังมีความไม่เหมาะอยู่บางประการ เช่น ภาค synce separator ที่ output มี impedence 10 KΩ ซึ่งสูงเกินไปสำหรับการ เดินสายยาวๆ

(ตามลักษณะของโมดูล) จึงออกแบบใหม่ให้ ทรานซิสเตอร์เดิมจากเยอรมันเนียมเป็นซิลิกอน และให้มี impedance เพียง 1 KΩ นอกจากนั้นยังพบว่าภาค A.G.C. นั้นปรับให้พอดียาก จะมีปัญหาเมื่อซ่อมภาคนี้โดยช่างที่มีความรู้ไม่ดีพอ และเครื่องมือไม่พร้อม ซึ่งภาค A.G.C. นี้เป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับการใช้ในบริเวณสัญญาณอ่อน ผู้วิจัยจึงออกแบบให้วงจร A.G.C. ซ่อมง่ายขึ้น โดยตัดการเกาะเกี่ยวของภาค A.G.C. ที่เป็น loop ให้แยกออกจะทำให้ช่างที่มีความรู้ไม่ค่อยดีและเครื่องมือไม่พร้อมซ่อมอย่างได้ผล และขจัดปัญหาการผสมภาพไม่มาตรฐานได้ด้วย



จากวงจรใหม่จะพบว่า loop ระหว่าง det และ A.G.C.det แยกออกจากกันโดยสิ้นเชิง และไม่ว่าสัญญาณภาพจะผสมแรงเท่าใดก็ไม่ทำให้ A.G.C. det สับสน เพราะที่ขา E ของ A.G.C. det(Q_2) กำหนดโดย Q_1 ที่ทำงานได้อย่างฉับไวเที่ยงตรงแน่นอน ทำให้ thermister TH 602 ไม่มีความจำเป็นอีกต่อไป ความไม่แน่นอนของความแรงการผสมภาพจะเกิดเท่ากับที่สถานีส่งมา ดังนั้น contrast จึงลดความสำคัญลงได้มาก นอกจากนั้นเรายังมีผลพลอยได้คือ สามารถกำหนด white level ให้เป็นไปตามต้องการได้อย่างง่ายที่สุด โดยเพียงเปลี่ยนค่า voltage devider R_{31}, R_{32} วงจร det ใหม่เป็นอิสระจาก loop ที่เกาะเกี่ยวกับ A.G.C. det เราจึงมีอิสรภาพในการกำหนดความแรงของ video ให้ได้อยู่ในช่วง 1 – 3 V_{p-p} ตามที่เราต้องการ โดยเปลี่ยน R_{31}, R_{32} เท่านั้น ไม่ต้องออกแบบใหม่ เรียกโมดูลใหม่นี้ว่า Module A Design 1 C ผู้วิจัยพบว่ายังมีทางปรับปรุง Module A design 1 C ได้อีกคือ การใช้transformer bifillar จะได้ความ

ไวดี linearity ดีแต่ B.W. เพียง 3.8 M.H.Z. ไม่พอสำหรับโทรทัศน์สี ซึ่งอาจจะผลิตในภายหน้า ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบใหม่ให้ใช้ detecter ได้ทุกแบบ เรียกโมดูลใหม่นี้ว่า Module A design 1 D จากการทดสอบพบว่า ถ้าใช้กับโทรทัศน์สีหรือภายในกรุงเทพ ควรจะใช้แบบ magnetic coupling เพราะได้ B.W. ดีมาก (5 M.H.Z.) lineality ดีมาก แต่ insertion loss สูงรับไม่ไว ถ้าจะขายต่างจังหวัดให้ใช้แบบ bifillar winding เพราะรับได้ไวมาก จากการวิจัยพบว่า ถ้าสภาพการทำงานเลวที่สุดนั่นคือสัญญาณอ่อนมาก เรากำหนดกำลังขยายของภาค V.I.F. และภาค Tuner โดยใช้ไฟ D.C. จากการปรับของคนขณะที่กำลังดูภาพอยู่จะทำให้การรับภาพดีขึ้นมาก ทั้งนี้เพราะภาค A.G.C. ที่ดีที่สุดในโลกก็ไม่สามารถแยกออกได้ว่า อะไรคือสัญญาณอะไร คือเสียบรบกวนนอกจากสายตามนุษย์ จากคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์ (ดูภาคผนวก ก. ประกอบ) จะพบว่า ถ้า I_C ลดลง (reverse A.G.C.) จะทำให้ gain bandwidth product (F_T) สูงขึ้น และก็ไม่มีวงจร A.G.C. ใด ๆ ในโลกที่สามารถแยกว่าเมื่อใดควรจะใช้ farward A.G.C. เมื่อไรควรใช้ reverse A.G.C. นอกจากสายตามนุษย์เท่านั้นที่จะแยกได้ ดังนั้นเครื่องที่ขายต่างจังหวัดจึงจะต้องมีวงจร manual A.G.C. จะทำให้ภาพที่เคยรับได้เลวจะดีขึ้นมาก ภาพที่เคยดูไม่ได้จะพอดูได้ดีกว่าเดิมมาก


MODULE A DESIGN 1 D
2SC 535C
BF 198
BF 198
BF 199
+12V
T 001
1N 60
33 µH
2SC 46
S.I.F.
IF in
Manual A.G.C.
1N34
2SC 458
2SC 458
2SC 458C
2SC 844
10 Vp-p
Tuner
VDR
R47
2.2 K

รูปที่ 3.3

Module A design 2 A กำหนดให้ใช้ I.C. ของอเมริกัน ดังนั้นมีทางเลือกสองทางคือ เบอร์ CA 3068 หรือ MC 1352, MC 1330 จากการวิจัยขั้นต้นพบว่าเบอร์ CA 3068 นั้น ใช้กับเครื่อง R.C.A. เท่านั้น แต่เบอร์ MC 1352, MC 1330 ใช้กับทุกเครื่องของอเมริกา เช่น Motolola, G.E., Admeral, Zenith, Philco, Sear, Silvania และรวมทั้ง R.C.A. ด้วย ดังนั้น MC 1352, MC 1330 จึงถือได้ว่าเป็นตัวแทน I.C. ที่เป็นมาตรฐานของอเมริกันอย่างแท้จริง เบอร์นี้ญี่ปุ่นหลายบริษัทได้ก๊อปปี้แล้วออกเบอร์ใหม่ เช่น Toshiba ก๊อปปี้แบบ MC 1352 แล้วเปลี่ยนชื่อใหม่เป็น TA 7074P, MC 1330 เป็น TA 7076, Mitsubishi ก๊อปปี้ MC 1352 เปลี่ยนเป็น SC 9431P, Sanyo ก๊อปปี้ MC 1352 เปลี่ยนเบอร์เป็น LA 1352 และ I.C. คู่นี้ก็ได้นำไปใช้กันอย่างแพร่หลายในญี่ปุ่นด้วย ดังนั้นจึงหาซื้อง่าย ราคาถูกเพราะมีผู้ผลิตหลายบริษัทในเบอร์ MC 1352 มี 2 chip ตัวแรกเป็นภาค V.I.F. 3 ขั้นตอน ทำงานแบบ differential การควบคุมการขยายนั้นแปลกกว่าคนอื่น โดยที่คนอื่นควบคุม gain โดยเปลี่ยน I_c แต่ MC 1352 ให้ gain สูงสุดเสมอ แล้วมีตัวถ่วง (shunt) โดย Q_1, Q_{14} ดังนั้นแม้ว่าจะกดแรงขยายมาก(60 dB) สัญญาณก็ไม่พลิกตัว ทำงานได้ดีได้การขยาย 50 dB chip ที่สองเป็นวงจร A.G.C. จะใช้ขา 6 และ 10 เป็นตัวเปรียบเทียบสัญญาณ composite vedeo เทียบกับระดับอ้างอิง (reference) ที่เรากำหนดให้ โดยมี Q_2 เป็นตัวสั่งให้การเปรียบเทียบนี้ทำงานหรือหยุดทำงาน (A.G.C. gating) ตามจังหวะ hor โดยต้องการให้เปรียบเทียบกันที่ blanking bar ของ composite video เท่านั้น ดูการ bias Q_2 จะพบว่า Q_1 และ Q_3 จะทำงานเมื่อขา 5 มีระดับต่ำกว่า 0 ประมาณ 8 Volt (−8V) Q_2 จึงจะอยู่ในสภาพ off ซึ่งจะทำให้ Q_1 และ Q_2 ทำงาน ดังนั้น MC 1352 จะทำงานไม่ได้ ถ้าขา 5 ไม่มีความต่างศักเป็น − การ non gating ทำได้อย่างเดียวคือหาแหล่งจ่ายไปเป็น − มาที่ขา 5 นั่นคือต้องนำ hor pulse − 8 ถึง − 12 $V_{p.p.}$ หรือใช้ D.C. − 8V ซึ่งในกรณีแรกจะต้องพันอีก 1 ขด กรณีหลังต้องหาแหล่งจ่ายไฟใหม่เป็นที่ยุ่งยาก ดังนั้นจึงเป็นการยากที่เราจะออกแบบให้ทำงานแบบ non gating ผู้วิจัยพบว่า รูปร่างของ Hor pulse ไม่มีความสำคัญมากนักต่อ A.G.C. ถ้าทำ gate A.G.C. ตามที่ผู้ผลิตออกแบบมาแล้วจะได้วงจร A.G.C. ที่ดีที่สุดในทุก ๆ กรณี

คือ ออกแบบง่ายมากทุกสภาพการกด gain จะมี composite vedeo ผิดไม่เกิน ± 1 db ซึ่งทำให้การปรับ contrast เกือบหมดความหมาย การขับ tuner A.G.C. ทำได้โดยตรง การ delay ดีเยี่ยม

MC 1330 เป็น low level synchronous detector เป็น detector ที่ทำงานแปลกจากทั่ว ๆ ไป คือ สามารถนำสัญญาณ composite video ออกมาได้ถึงแม้ว่าสัญญาณ carrier ยังอยู่ในระดับต่ำ ทั้งนี้ทำได้โดยการนำสัญญาณ carrier กลับไปผสมกับ carrier เดิมในจังหวะผิด phase ไป 180° สลับไปมา ดังนั้นสัญญาณ carrier จึงโดยขจัดออกจนหมด เนื่องจากไม่ได้ใช้ diode ในการขจัด carrier ดังนั้นจึงมี linearity ดีขึ้นมาก จากวงจรจะเห็นได้ว่ามีการนำสัญญาณ video มาขยายอีก 3 ขั้นตอน ขั้นตอนสุดท้ายมี impedance ต่ำ ปรับระดับ white level ไม่ได้ จากการทดลองต้นแบบโดยวงจรเบื้องต้น แล้วทดลองเปลี่ยนสภาพการทำงานต่าง ๆ พบว่า การทำ V.I.F. pre-amp นั้นไม่คุ้ม คือจะได้กำลังขยายเพิ่มนิดเดียว แต่มีเสียงรบกวนมามาก ผู้วิจัยจะสรุปเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

ข้อดี

- ออกแบบง่ายมาก เช่น A.G.C., detecter
- ภาค detecter ไม่ต้อง shield เพราะไม่มีส่วนใด radiate RF.
- ภาค detector มี tuned circuit อันเดียวทำง่ายที่สุด
- ได้ระดับสัญญาณ composite video ได้ถึง 5 $V_{p.p.}$
- ออกแบบตามคำแนะนำของผู้ผลิตจะได้ระบบ A.G.C. ดีเลิศ
- ช่วงจังหวะเวลาของ hor pluse คุม A.G.C. ไม่มีความสำคัญมาก ทำให้พันขดใหม่ที่ flyback ง่ายมาก เพียง 2 รอบที่ไหนก็ได้
- รับได้ไว ภาพคมชัด การ beat กันระหว่าง carrier ของสี และ carrier ของเสียง ซึ่งมีความถี่ใกล้กัน มีน้อย จึงออกแบบวงจรง่ายมาก และได้ linearity ดีมาก

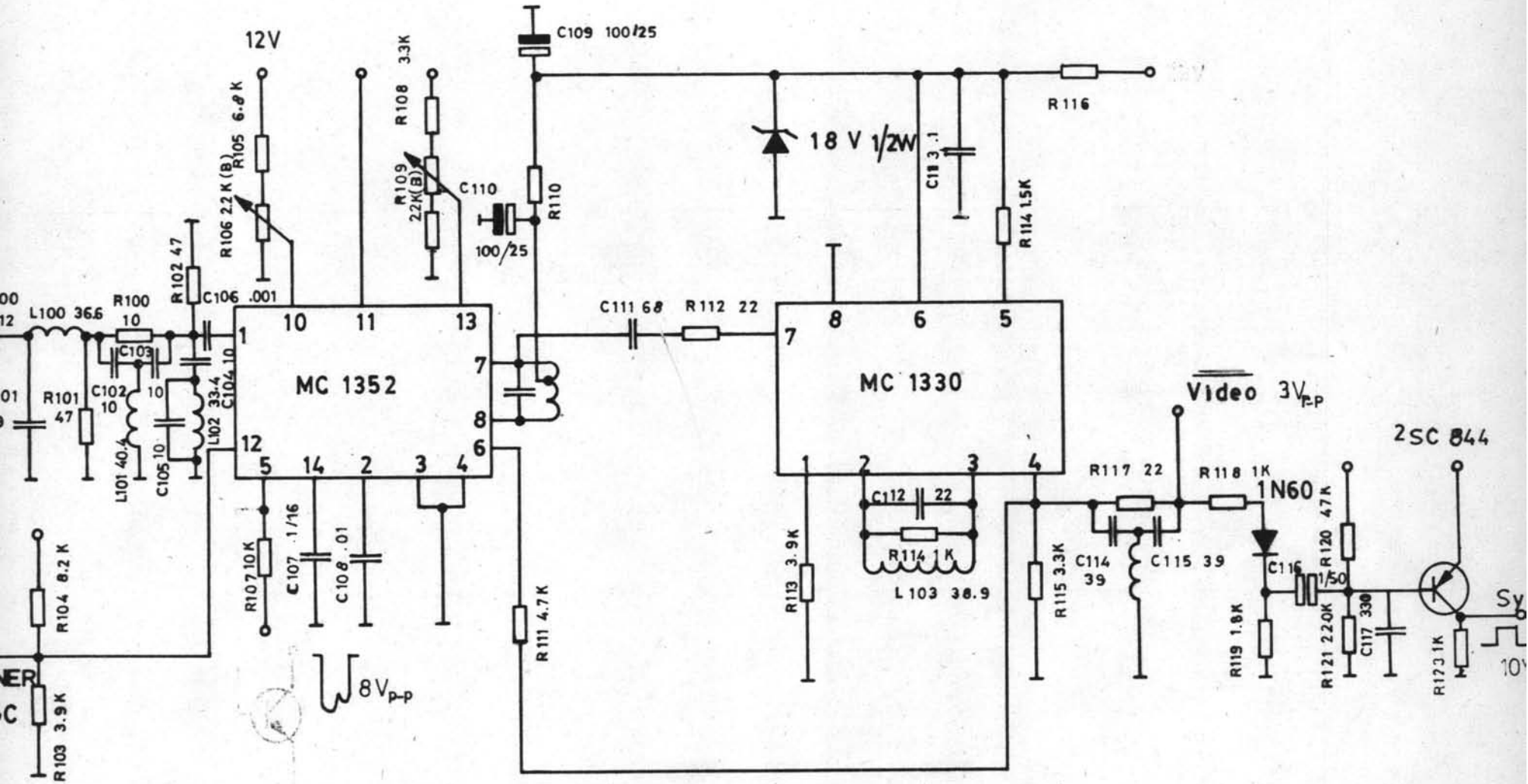
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- สัญญาณ composite video มี carrier ติดมาน้อยมาก จึงไม่ต้องมี filter ให้ยุ่งยาก ปรับระดับได้ง่าย และได้แรงถึง 5 $V_{p.p.}$ มี impedance ต่ำด้วย
- ซ่อม A.G.C. ง่ายโดยการเปลี่ยน MC 1352 จะดีทันที
- ภาค A.G.C. ดีจนกระทั่งการทำ mannal A.G.C. ไม่ดีขึ้นมากนักเพราะ V.I.F. ทำงานที่จุดที่ดีที่สุดเสมอ
- ภาค tuner A.G.C. จะออกแบบให้เข้ากับ tuner ได้โดยง่าย

ข้อเสีย

- ปรับ trap ยาก เพราะเครื่อง sweep marker เป็นเครื่องที่เปลี่ยนความถี่ (F.M.) แต่ detecter ที่ MC 1330 เป็น detecter A.M. วงจร tuned circuit ของ detecter จะเกาะตามสัญญาณ sweep ทำให้ดู Amplitude ไม่ได้ ต้องส่งสัญญาณให้เหมือนเครื่องส่งจริง ๆ คือเป็น A.M. ที่มี B.W. กว้างโดยใช้ signal 4 ตัว นำมาผสมกันแบบ A.M. สัญญาณ marker ให้ beat กันข้างนอกแล้วไปปรากฏที่ beam ที่สองของ oscilloscope จะเห็นได้ว่ายุ่งยากมาก ผู้วิจัยจึงแก้ไขโดยใช้ demod probe จับที่ขา 1 ของ MC 1330 ซึ่งออกแบบให้ขับ A.F.T. เราก็จะปรับ trap ได้ตามต้องการ แต่ demod probe ต้องไว และ oscilloscope ต้องไวด้วย (อย่างต่ำ 10 m.V./cm.)
- การทำ gating A.G.C. ไม่เหมาะ เพราะต้องจัดแหล่งจ่ายไฟมีค่าเป็นลบมาจ่ายให้ขา 5 ซึ่งยุ่งยาก
- ปรับ white level ไม่ได้ ทำให้การ direct coupling กับภาคต่อไปมีขีดจำกัด
- ใช้แหล่งจ่ายไฟสูงกว่า 12 volt (ต้องการ 18 – 20v) ซึ่งจะเป็นปัญหาเพราะแนวโน้มข้างหน้า โทรทัศน์จะใช้แหล่งจ่ายไฟ 12 v ทั้งหมด

MODULE A DESIGN 2 A



รูปที่ 3.4

สรุปได้ว่า ถ้าออกแบบตามกำหนดจะทำงานดีเยี่ยม แต่ความอ่อนตัวต่อการออกแบบให้ทำงานกับภาคอื่นมีน้อย จึงไม่เหมาะกับการใช้ใน Modular design ที่ standardize input-output

Module A design 3 A กำหนดให้ใช้ I.C. ของยุโรป ดังนั้น มีการเลือกเพียงทางเดียวคือ เบอร์ TBA 440 หรือ TDA 440 ซึ่งเป็น I.C. ที่เป็นมาตรฐาน (Standardize) ของประเทศเยอรมัน เครื่องรับโทรทัศน์จากเยอรมัน เช่น Blaupunkt, Greatr, Grundig, Schaub-lorence, Lowe opta, Metz, Nord mende,Saba ต่างก็ใช้ I.C. เบอร์นี้ ในภาค V.I.F. & A.G.C. ในเครื่องทุกรุ่น เบอร์ TBA 440 กับเบอร์ TDA 440 นั้น เหมือนกัน ใช้แทนกันได้ทันทีผิดกันเพียงการปรับ white level เท่านั้น คือ TBA 440 จะปรับโดย V.R. ระหว่างขา 10 และขา 11 สำหรับ T.D.A. 440 ปรับ โดย V.R. ระหว่างขา 10 กับดิน ผู้วิจัยได้รวบรวมวงจรทั้งหมดมาวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่า จะมีปัญหาเกี่ยวกับ tuner A.G.C. เพราะโทรทัศน์ญี่ปุ่นและอเมริกันเกือบทั้งหมด คุมการขยายของ tuner โดย forward A.G.C. แต่โทรทัศน์เยอรมันคุมการขยาย ของ tuner โดย reverse A.G.C. ดังนั้นต้องออกแบบ tuner A.G.C. ใหม่ ผู้วิจัยได้ทดลองออกแบบการทำงานของ I.C. เบอร์นี้ ให้ทำงานกับวงจรข้างเคียงในลักษณะต่างกันมากกว่า 20 ความเป็นไปได้ ได้วงจรแผ่นพิมพ์ใน Module A มาตรฐาน 4" x 6"

จากการทดลองและทดสอบผลปรากฏว่าได้ภาพที่ชัดที่สุดโดยมี bandwidth ถึง 10 MHz. ซึ่งดีเกินไปจนเกิดปัญหา เพราะบางสถานีส่งไม่ควบคุมขอบเขตของ band width ดีพอ จึงเข้าไปรบกวนช่องอื่น ทำให้เกิดภาพซ้อนของสองช่องชนิดจาง ๆ ดังนั้นจะต้องออกแบบวงจร trap ให้กดสัญญาณข้างเคียงให้ไม่น้อยกว่า 30 dB จะได้ภาพที่มี linearity ดีเยี่ยม ความผิดเพี้ยนของสัญญาณภาพต่ำมาก ถ้าใช้ I.C. เบอร์นี้จะเป็นโทรทัศน์ขาวดำที่ได้ภาพดีที่สุด วงจรภายในของ T.D.A. 440 นั้น จะเป็น V.I.F. 3 ขั้น 2 ขั้นแรกปรับ gain ได้ภาค detecter ใช้ low level detector ระบบ Synchronous ดังนั้นสัญญาณ carrier จึงลวรขจัดออกเกือบหมด และทำให้ในระดับต่ำ

มีภาค video amp อีก 2 ขั้น ขั้นสุดท้ายเป็นการเปลี่ยน impedence ให้ต่ำ จะได้ positive composite video ที่ขา 12 จะได้ negative composite video ที่ขา 11 จะได้ความแรงสัญญาณ 3 V_{p-p} ภาค A.G.C. การ gating จะใช้การทำงานเหมือน T.T.L. NOR gate การทำงานไวมาก ไวจนเกิดปัญหาคือจะต้องให้ hor pluse ที่เข้ามามีการถ่วงเวลาน้อยที่สุด การพันขดแยกออกจากขด primary ของ fly back จะไม่ได้ผล ผู้วิจัยได้เสียเวลาและความคิดอย่างมากในการแก้ปัญหาที่ A.G.C. ทำงานไวเกินไป นอกจากนั้นขณะเปลี่ยนช่อง hor O.S.C. ไม่ได้ควบคุมโดยสัญญาณ ดังนั้นความถี่ของ hor กับความถี่ของสถานีจะไม่เท่ากัน ผิด phase กันภาค A.G.C. จึงสับสนและอาจจะไม่ทำงานเลยเพราะส่งสัญญาณเข้าสู่ gate คนละที สัญญาณจะไม่ pull in ในทันที ถ้าความถี่ทั้งสองผิดกันมาก A.G.C. จะไม่ยอมทำงานเลย ซึ่งข้อเสียอันนี้โทรทัศน์ที่มาจากเยอรมันรุ่นแรกจะมีปัญหามาก ในรุ่นหลังจะใช้ R มีค่าประมาณ 820 K ต่อระหว่าง 12 VOLT กับขา 4 ทำให้มี bias เบื้องต้นลดปัญหาลงได้บ้าง แต่จะเสียเวลาให้สัญญาณ pull in อาจจะถึง 1 วินาที ผู้วิจัยได้แก้ไขโดยการปรับปรุงจนได้ผลอย่างคาดไม่ถึงคือนำขา 7 ลงดิน จะได้ผลดีคือ ประหยัดอะไหล่ประมาณ 4 ชิ้น ไม่ต้องพันขด key pluse ใน fly back ประหยัดสายและการเดินสาย key pulse นี้ยุ่งเพราะจะกวนภาคอื่น ปัญหาการไม่ pull in เนื่องจากผิด phase จะหมดไปโดยสิ้นเชิงเพราะ gate หนึ่ง (ขา 7) มีระดับต่ำเสมอ การเปรียบเทียบของระดับสัญญาณอ้างอิงกับ composite video เสร็จสิ้นอย่างรวดเร็วมาก ใช้เวลาไม่เกินความกว้างของ blanking bar ดังนั้นการควบคุมการทำงานของ V.I.F. จึงปรกติและทำงานได้ดีเยี่ยม มีระดับความแรงของ composite video ผิดกันไม่เกิน ± 1 dB ของช่วงการกด gain 50 dB ซึ่งนับว่าทำงานได้ดีเยี่ยม

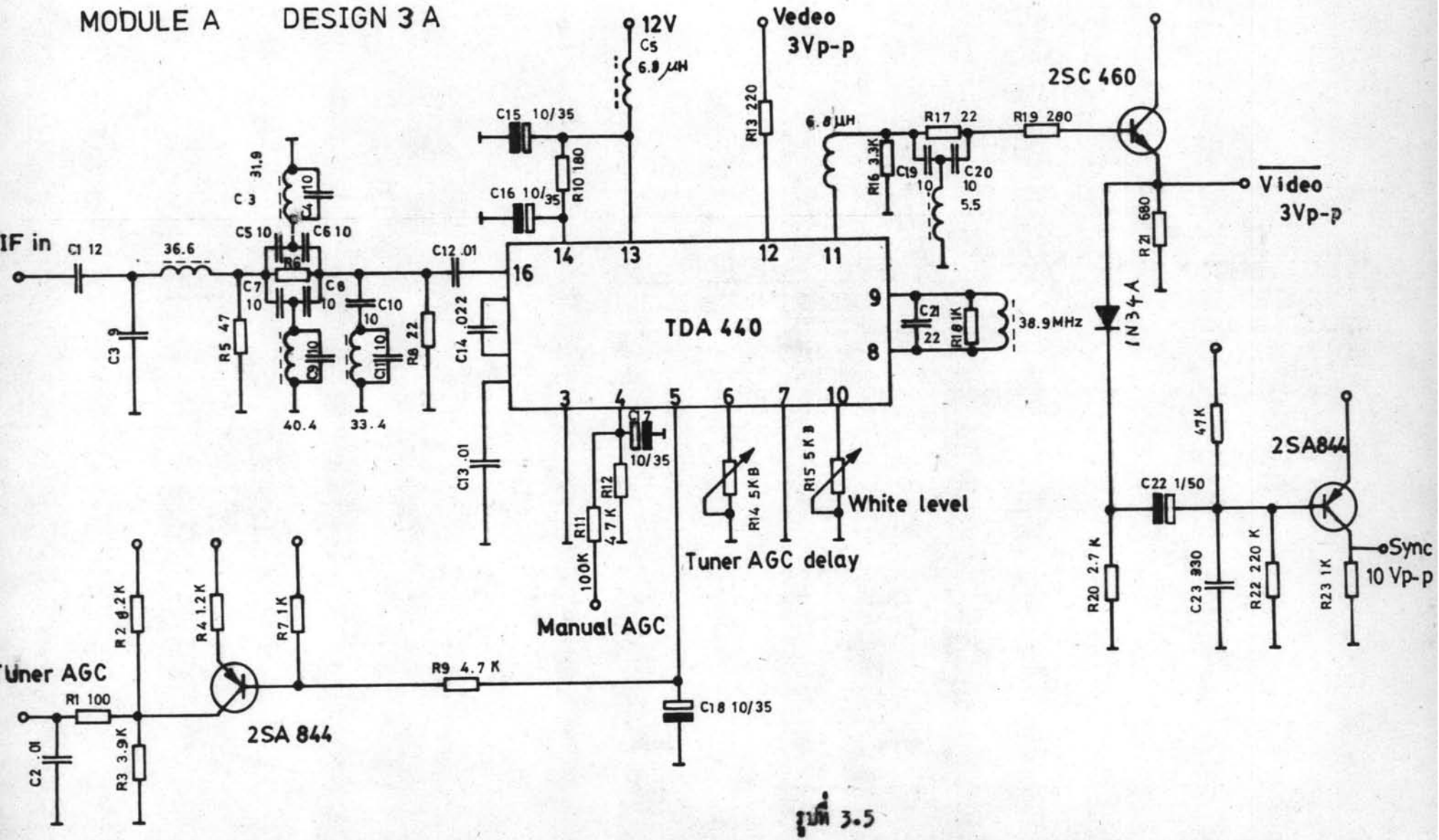
<u>ข้อดี</u>

- รับภาพได้ไวมาก ภาพชัดที่สุด ผิดเพี้ยนน้อย Linearity ดีเยี่ยม มีการกวนกันระหว่าง chroma carrier กับ soundcarrier น้อย
- ภาค A.G.C. ง่ายที่สุดเพียงเอาขา 7 ลงดินก็เป็น non gating A.G.C. ที่ทำงานได้ดีเหมือน gated A.G.C.

- อุปกรณ์ข้างเคียงน้อยชิ้นและไม่มีความยุ่งยาก
- มีความอ่อนตัวที่จะทำงานกับ Module อื่นสูงมากเพราะ Tuner A.G.C. ทำได้ทั้ง forwad และ reverse ที่ระดับปรกติอย่างไรก็ได้ ปรับ white level ได้ช่วงกว้าง
- ใช้ไฟ 12 v. ทั้งหมดจึงง่ายต่อการจัดส่งกำลัง

<u>ข้อเสีย</u>

- ถ้าสถานีส่งสัญญาณแรงเกินไปจน carrier ต่ำกว่า 10% วงจร synchronous detecter จะสับสน


MODULE A DESIGN 3 A
12V
C5
6.8 µH
Vedeo
3Vp-p
2SC 460
C15 10/35
C16 10/35
R10 180
R13 220
6.8 µH
R17 22
R19 280
R16 3.3K
C19
C20
10
5.5
Video
3Vp-p
R21 680
IF in
C1 12
36.6
C3 31.9
C4
C5 10
C6 10
R6
C7
10
C8
10
C10
10
C3 9
R5 47
C9
C11
R8 22
C12 .01
C14 .022
16
14
13
12
11
9
8
TDA 440
C21
22
R18 1K
38.9MHz
IN34A
40.4
33.4
3
4
5
6
7
10
C17
10/35
C13 .01
R11
47K
R12
100K
R14 5KB
R15 5KB
White level
Tuner AGC delay
Manual AGC
47K
2SA844
C22 1/50
R20 2.7K
C23 330
R22 220 K
R23 1K
Sync
10 Vp-p
R2 6.2K
R4 1.2K
R7 1K
R9 4.7K
Tuner AGC
R1 100
C2 .01
R3 3.9K
2SA 844
C18 10/35

รูปที่ 3.5

3.9.2 MODULE B SOUND MODULE

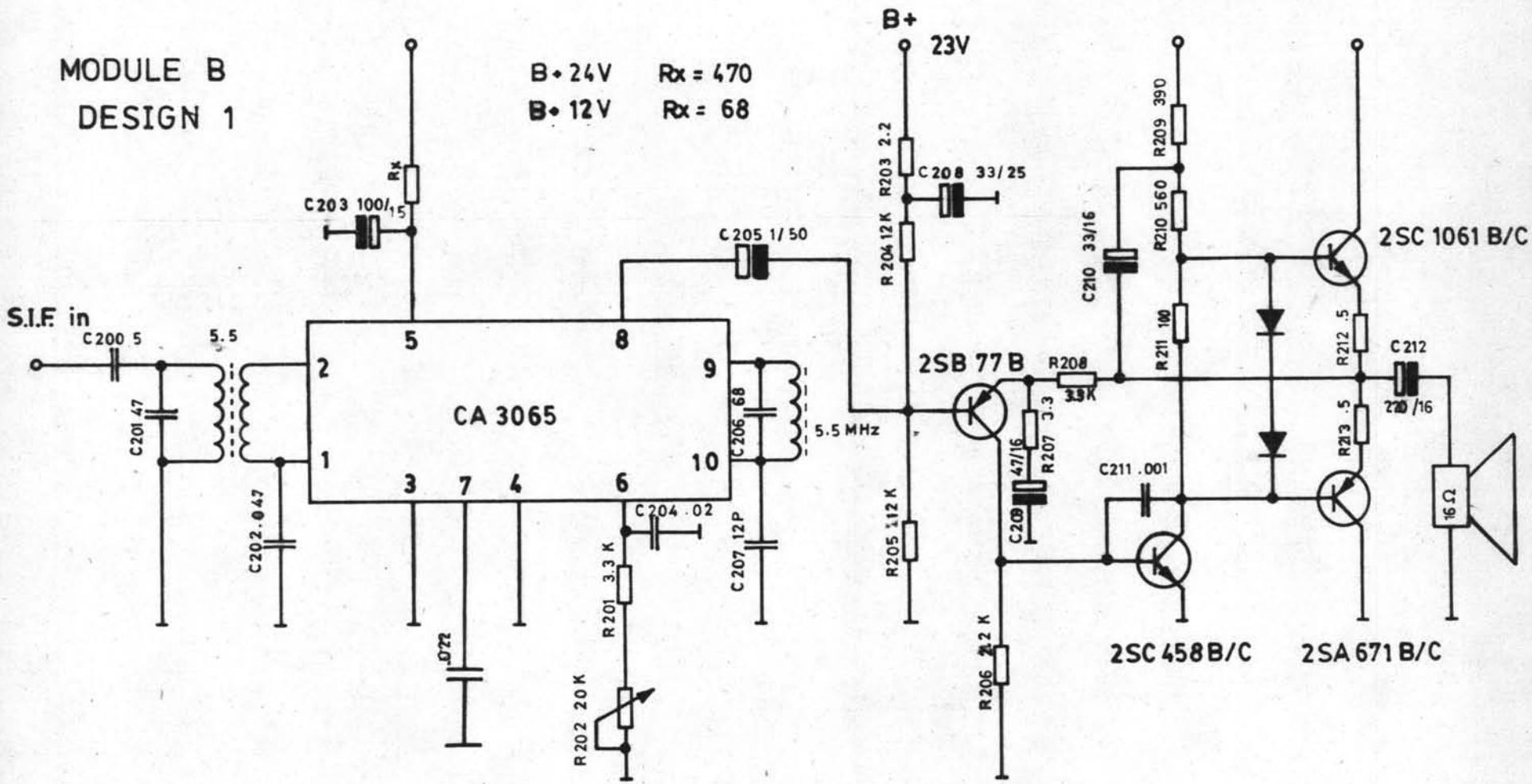
Module B disign 1 A กำหนดให้ภาค S.I.F. ใช้ I.C. อเมริกันรวมกับภาค A.F. ชนิด complementary symmetry เหตุที่กำหนดเช่นนี้เพราะการจะออกแบบให้ภาค S.I.F. ใช้ทรานซิสเตอร์นั้นล้าสมัยและยุ่งยาก การปรับแต่งยุ่งยากหลายขั้นตอน ตัว S.I.F.T. สร้างยากโดยเฉพาะ ratio detector มีการพันหลายชด เกินขีดความสามารถของระดับครอบครัวจะทำได้ และไม่รวมกับภาค A.F. class A. นั้น เพราะกินกระแสไฟมาก ไม่เหมาะกับปัญหาพลังงานในปัจจุบันและไม่รวมกับ A.F. ใช้ I.C. อเมริกันเพราะอเมริกันไม่มี I.C. ในภาค A.F. ที่มีชื่อเสียงหรือนิยมมาก ๆ เลย ผู้วิจัยพบว่ามี I.C. อเมริกันอยู่เบอร์เดียวที่จะเลือกสำหรับภาค S.I.F., detector คือ เบอร์ CA 3065 ซึ่งออกแบบโดยบริษัท R.C.A. โดยที่ I.C. เบอร์นี้เป็น I.C. ที่ดีมากจึงโดยก๊อปปี้มากคือบริษัท Texas Instrument เป็นเบอร์ SN 76666, บริษัท Motolola เป็นเบอร์ MC 1358, บริษัท NS electronic เบอร์ LM 3065 บริษัท Fairchild เบอร์ UN 2165, บริษัท Sylvania เบอร์ ECG 712 เครื่องรับอเมริกันทุกเครื่องใช้ I.C. เบอร์นี้ นอกจากนั้นยังโดนญี่ปุ่นก๊อปปี้อีก ทุกบริษัทคือ Hitachi เบอร์ HA 1125, National เบอร์ AN 214, Mitsubishi เบอร์ M 5143, Sanyo เบอร์ LA 1365, Toshiba เบอร์ TA 7176 ดังนั้น I.C. เบอร์นี้จึงใช้มากในญี่ปุ่นด้วย ผู้วิจัยได้รวมวงจรทั้งหมดมาออกแบบใหม่ลงในวงจรแผ่นพิมพ์ขนาด 3" X 3.5" การทดสอบพบว่า ภาค S.I.F. ได้คุณภาพเสียงดีมาก ความไวดีมากการพันคอยง่าย การปรับแต่ง (alignment) ง่าย มีอุปกรณ์น้อยชิ้น มีปัญหาเกี่ยวกับ D.C.Volume control บ้างคือ linearity ไม่ค่อยดี

ข้อดี

- ออกแบบง่าย สร้างง่าย อะไหล่หาง่าย
- คุณภาพเสียงดี รับได้ไว เร่งเสียงได้ดัง
- ใช้ไฟได้ตั้งแต่ 12 ถึง 33 Volt

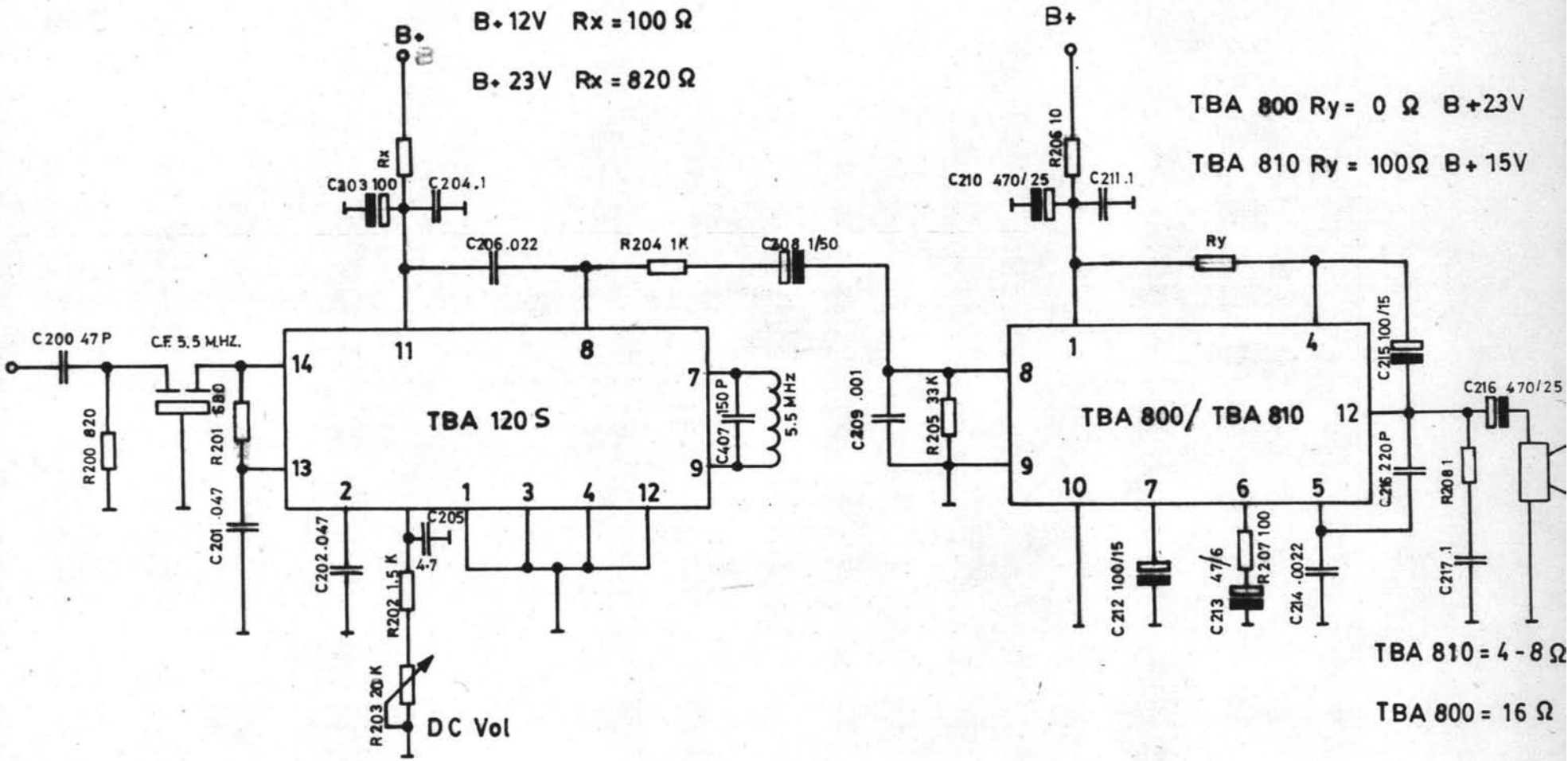
ข้อเสีย

- D.C.volumecontrol มี linearity ไม่ค่อยดี


MODULE B
DESIGN 1
B+ 24V Rx = 470
B+ 12V Rx = 68
B+
23V
S.I.F. in
C200 5
5.5
C201 47
C202 .047
C203 100/15
Rx
CA 3065
5
8
2
9
1
10
3
7
4
6
C205 1/50
C206 68
5.5 MHz
C204 .02
C207 12P
R201 3.3 K
R202 20 K
.022
R203 2.2
R204 12 K
R205 12 K
R206 2.2 K
C208 33/25
2SB 77 B
R208 3.9K
C209 47/16
R207 3.3
C210 33/16
R209 390
R210 560
R211 100
C211 .001
2SC 458 B/C
2SC 1061 B/C
2SA 671 B/C
R212 .5
R213 .5
C212
220/16
16 Ω

รูปที่ 3.6

MODULE B DESIGN 2



รูปที่ 3.7

Module B design 2 กำหนดให้ใช้ I.C. ยุโรป ดังนั้นจึงมีทางเลือกอย่างเดียวคือใช้ I.C. เบอร์ TBA 120 s สำหรับภาค S.I.F. และ detecter และใช้ I.C. เบอร์ TBA 800 สำหรับภาค A.F. I.C. ทั้งสองนี้ใช้กับเครื่องเยอรมันทุกยี่ห้อ ทุกแบบ จึงเป็นมาตรฐานของเยอรมัน ในเยอรมันมีผู้ผลิตหลายบริษัท และอเมริกาก็ก๊อปปี้บางคือ บริษัท Texas instrument เป็นเบอร์ SN 76660 บริษัท N.S. Electronic ก็ทำเบอร์ TBA 120 s ผู้วิจัยได้รวบรวมวงจรแล้วออกแบบใหม่ลงบนวงจรแผ่นพิมพ์ขนาด 3" x 4"

3.8.3 MODULE C VIDEO MODULE

Module C design 1 A ผู้วิจัยได้รวบรวมวงจรของทั้งหมดแล้วนำมาออกแบบใหม่ พบว่าจะต้องเหมือนฮิตาชิรุ่น S – 88 T เพราะสามารถอ่อนตัวเข้ากับการ blanking ต่าง ๆ ได้มากที่สุด ออกแบบลงแผ่นพิมพ์ขนาด 3" x 4" จากการทดสอบพบว่า ได้ตามจุดมุ่งหมายตามกำหนดทุกประการ แต่พบว่ายังลดขนาดลงได้อีก จึงออกแบบ Module C design 1 B ให้มีขนาดเพียง 2.5"x 3.5" ซึ่งเล็กพอที่จะอยู่ร่วมใน sub chassis ของภาค deflection ได้

MODULE C DESIGN 1

Vertical blank	Rx	Ry	Rz	Cx
Class A	2.7K	10 K	0	.01/50
Complimentary symetry	0	1 K	330	-

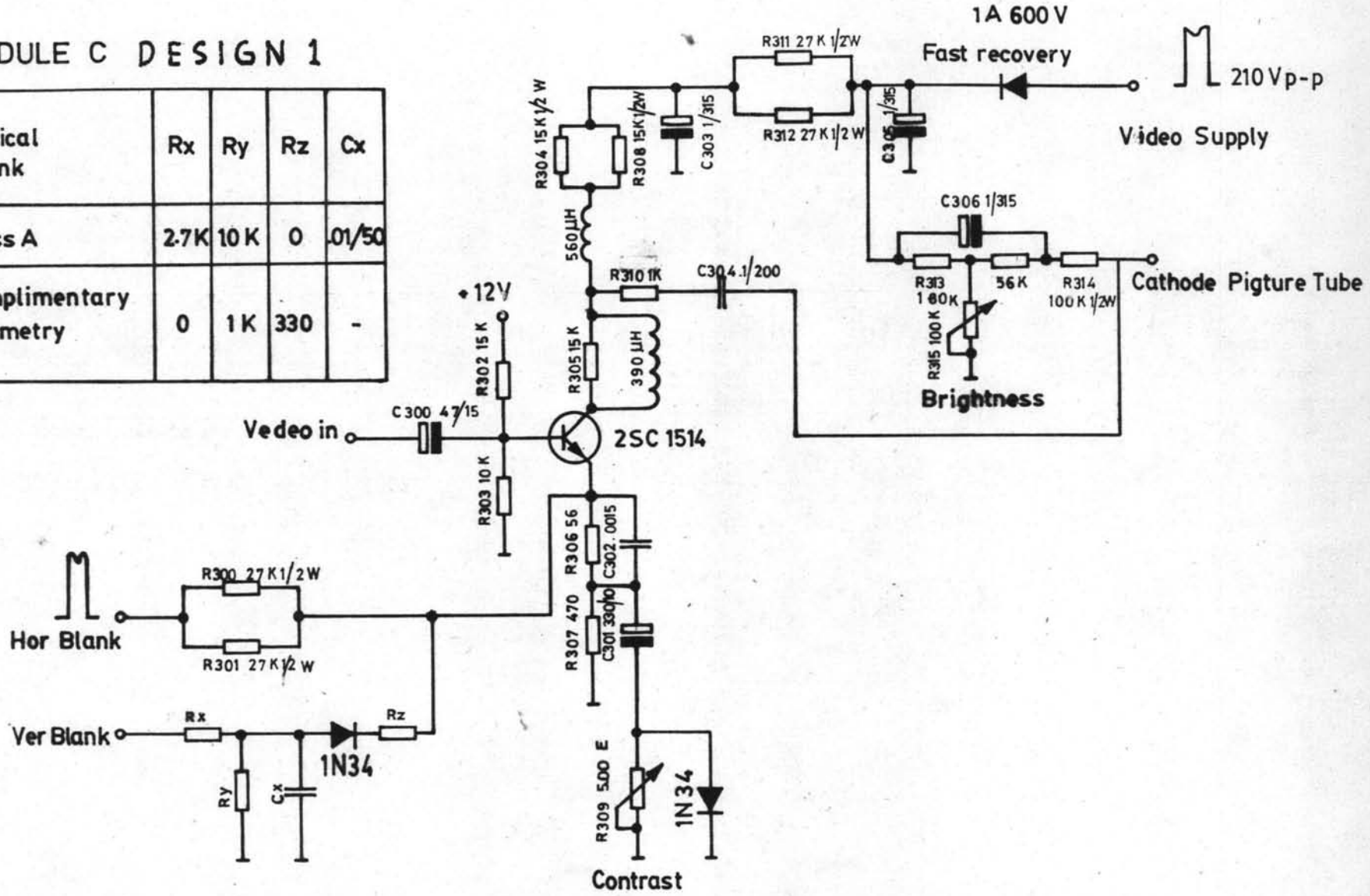


fig. 3.8

3.8.4 MODULE D HORIZONTAL OSCILLATOR MODULE

Module D design 1 กำหนดให้ใช้ I.C. ยุโรป ดังนั้นจึงมีทางเลือกอย่างเดียวคือ TBA 950 – 2 มีใช้กันมากในยุโรป แต่ไม่ทั้งหมด ผู้วิจัยได้รวบรวมวงจรออกแบบใหม่ลงบนวงจรแผ่นพิมพ์ขนาด 2.4" x 3.5" จากการทดสอบพบว่าทำงานได้ดี ส่งสัญญาณ ver sync อย่างเดียวโดยไม่มี hor sync ผสมไปด้วย ดังนั้นจึงไม่ต้องมีวงจร integrater อีก

ข้อดี

- มีวงจร regulate power supply ในตัวเอง จึงทำให้ใช้ได้กับแหล่งจ่ายไฟต่าง ๆ ได้ทันที
- ปรับ phase ได้เหมาะอย่างยิ่งสำหรับโทรทัศน์สี
- ส่งสัญญาณ sync ไปภาค ver เป็นสัญญาณที่ไม่ใช่ composite sync ดังนั้นจึงไม่ต้องมี integrator
- อะไหล่ต่างเคียงน้อยชิ้น หาง่าย

ข้อเสีย

- ราคา I.C. ปัจจุบันยังแพงอยู่มาก

Module D design 2 กำหนดให้ใช้การ oscillate โดย L–C ผู้วิจัยได้รวบรวมวงจรทั้งหมดแล้วออกแบบใหม่ให้อยู่ในวงจรแผ่นพิมพ์ขนาด 2.4" x 3.5" และเนื่องจาก hor O.S.C. coil เป็นอุปกรณ์พิเศษซึ่งแต่ละยี่ห้อมีขนาดทางฟิสิคต่าง ๆ กัน ข้อมูลจำเพาะทางอีเล็กโทรนิคต่าง ๆ กัน ผู้วิจัยได้ออกแบบให้วงจรแผ่นพิมพ์นี้ยอมรับ hor O.S.C. coil ได้ทุกยี่ห้อเพื่อให้เกิดการอ่อนตัวต่ออะไหล่สูงสุด จากการทดสอบพบว่าทำงานได้ถึงแม้จะมี noise มากภาพก็ไม่ล้ม

ข้อดี

- สร้างความถี่ได้แน่นอน
- ขับภาค hor driver ใช้ direct drive ได้เลย
- อะไหล่หาง่าย (นอกจาก hor O.S.C. coil)

ข้อเสีย

- ตัว hor O.S.C. coil เป็นอะไหล่พิเศษหายากอาจจะโดนบริษัทต่างชาติกลั่นแกล้งได้

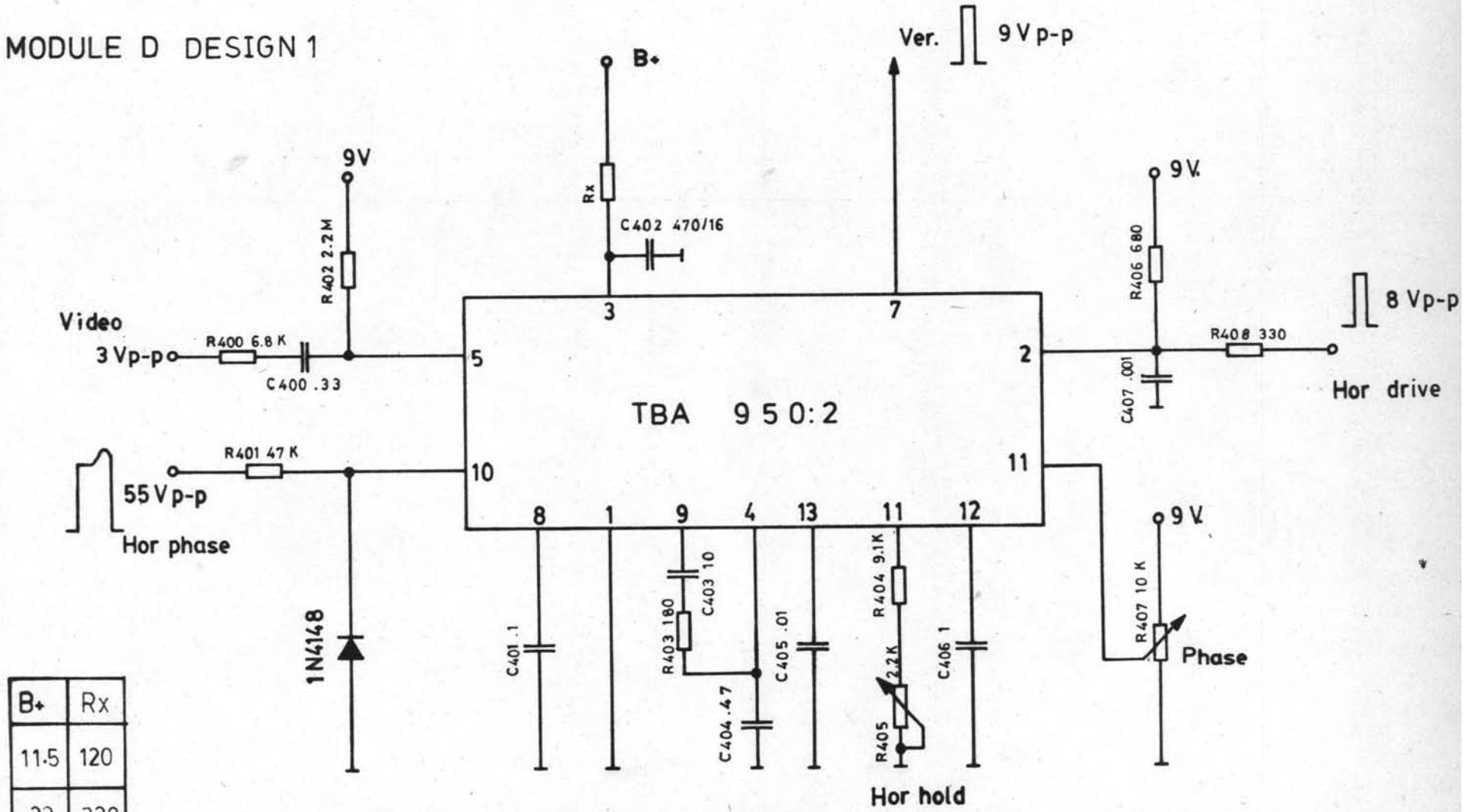
Module D design 3 กำหนดให้เป็นอิสระจากอะไหล่หายาก ราคาแพง ผู้วิจัยได้รวบรวมวงจรที่ใช้ Multivibrator พบว่าถ้าใช้ระบบเยอรมันจะทำให้ผู้ซ่อมที่มีความรู้น้อยสับสน เพราะมีการป้อนสัญญาณกลับไปกลับมาในหลาย loop ดังนั้นจึงเลือกของโซนี่รุ่น TV 144 - UET ซึ่งใช้ระบบ multivibrator อย่างง่าย แต่ก็นำมาใช้ไม่ได้เนื่องจาก phase control ใช้ negative hor pulse ไม่เป็นไปตามกำหนด ผู้วิจัยจึงต้องใช้ภาค hor A.F.C. ของฮิตาชิ ใช้ O.S.C. ของโซนี่ โดยออกแบบวงจร buffer inverter ระหว่างภาคทั้งสองออกแบบลงในวงจรแผ่นพิมพ์ขนาด 2.4" x 3.5" การทดสอบพบว่าทำงานได้ดีมาก

ข้อดี

- อะไหล่หาง่าย ราคาถูก
- ทำงานได้ดี แม้ว่าจะมี noise มาก
- ปรับ O.S.C. โดยไฟ D.C. ดังนั้นจึงนำปุ่ม hor hold ไว้ที่หน้าปัทของเครื่องรับได้โดยง่าย

ข้อเสีย

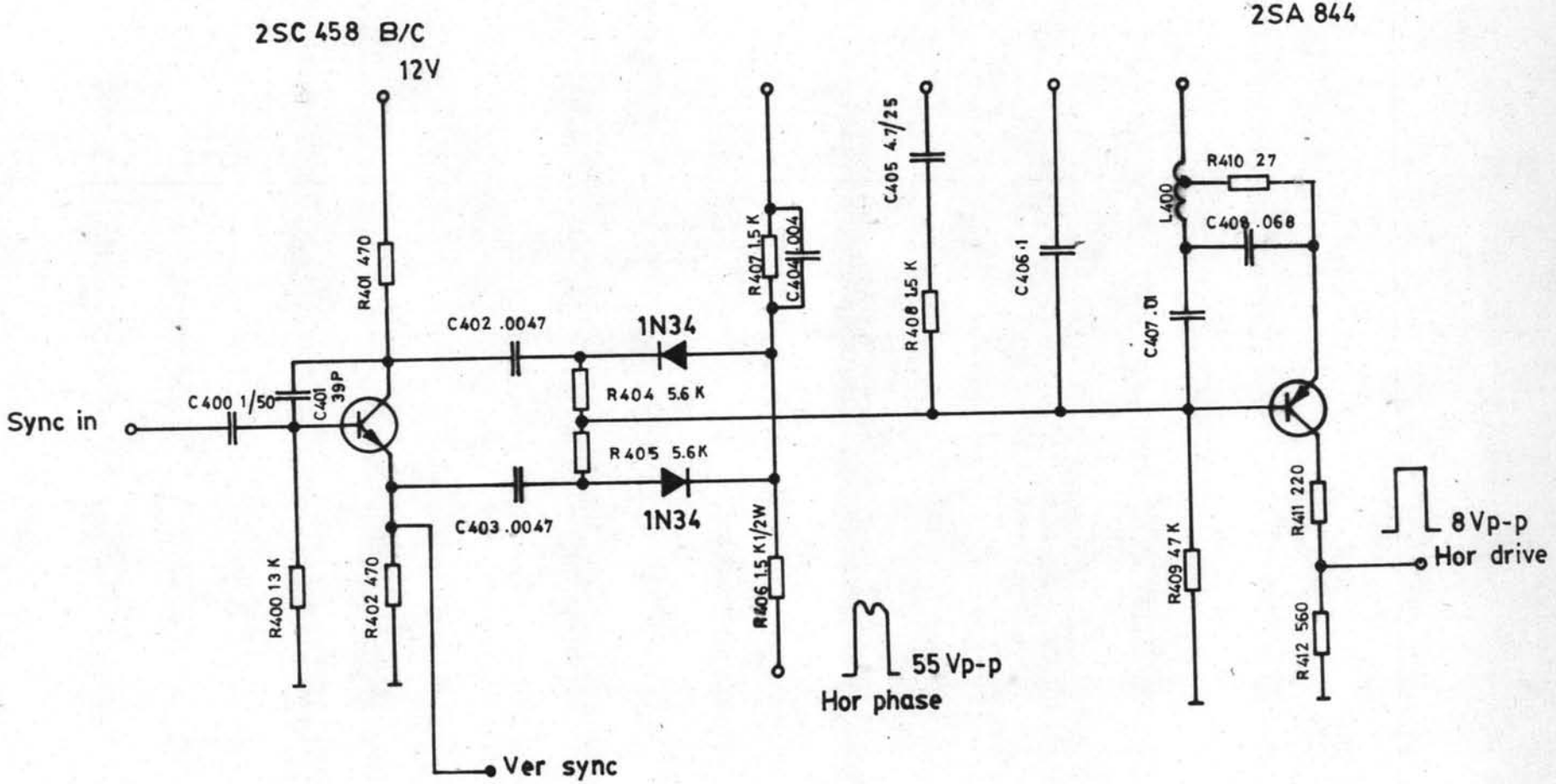
- ปรับ O.S.C. ได้ความถี่ที่กว้างเกินไป



B+	Rx
11.5	120
23	330

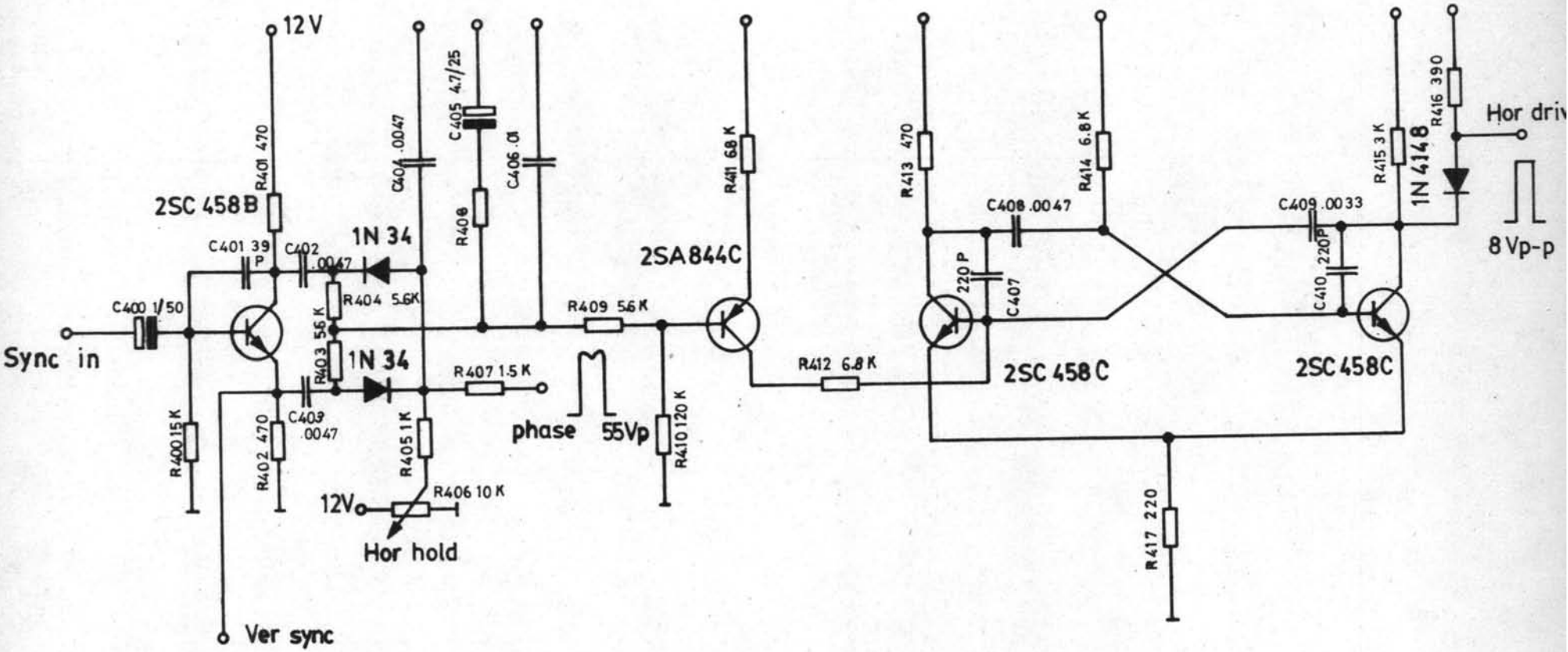
รูปที่ 3.9

MODULE D DESIGN 2



รูปที่ 3.10

MODULE D DESIGN 3



รูปที่ 3.11

3.8.5 MODULE E HORIZONTAL DEFLECTION MODULE

Module E design 1 กำหนดให้ใช้กับแรงดัน 12 V.มาตรฐาน แก่ดัดแปลงให้ใช้ได้กับแรงดันอื่น ๆ ได้ ตั้งแต่ 12 – 33 v. กำหนดให้ขับ yoke ต่าง ๆ ได้ ผู้วิจัยพบว่า ถ้าจะให้ได้ตามกำหนดข้างต้นจะต้องทำ flyback เอง แต่ถ้าไม่ได้ทำ fly back เอง จะต้องออกแบบวงจรแผ่นพิมพ์ใหม่ทุกครั้งที่เปลี่ยน flyback ทั้งนี้เพราะลักษณะทางฟิสิกส์ของ flyback ต่างยี่ห้อกันต่างกันมาก ผู้วิจัยได้รวบรวมวงจรแล้วนำมาออกแบบใหม่ลงบนวงจรแผ่นพิมพ์ ขนาด 6" x 6" จากการทดสอบพบว่า ทำงานได้ตามจุดมุ่งหมายทุกประการ

ข้อดี

- ถ้าใช้ flyback ทำเองจะทำงานกับ yoke ได้ทุกชนิด
- ถ้าใช้ flyback ที่ผิดจากเดิม จะออกแบบใหม่ง่ายมาก จึงมีความอ่อนตัวต่ออะไหล่มาก

ข้อเสีย

- เปลืองวงจรแผ่นพิมพ์ เพราะต้องเผื่อที่ไว้สำหรับ flyback ขนาดต่างๆ ที่จะใช้ในภายหน้า

3.8.6 MODULE F VERTICAL DEFLECTION MODULE

Module F design 1 กำหนดให้ใช้ Class A. ผู้วิจัยได้เลือกวงจรเหมือนฮิตาชิรุ่น T 59 แล้วออกแบบลงบนแผ่นพิมพ์ขนาด 3" x 6" ผลปรากฏว่าทำงานได้ดี

ข้อดี

- ซ่อมง่าย อะไหล่น้อยชิ้น
- ver oscillator ทำงานได้ดีเลิศ
- ปรับ linearity ได้ดีมาก
- สัญญาณ blank แน่นอนและแรง
- การ flyback รวดเร็ว
- ทำงานได้ดี ตั้งแต่ 12 v ถึง 100 v. supply

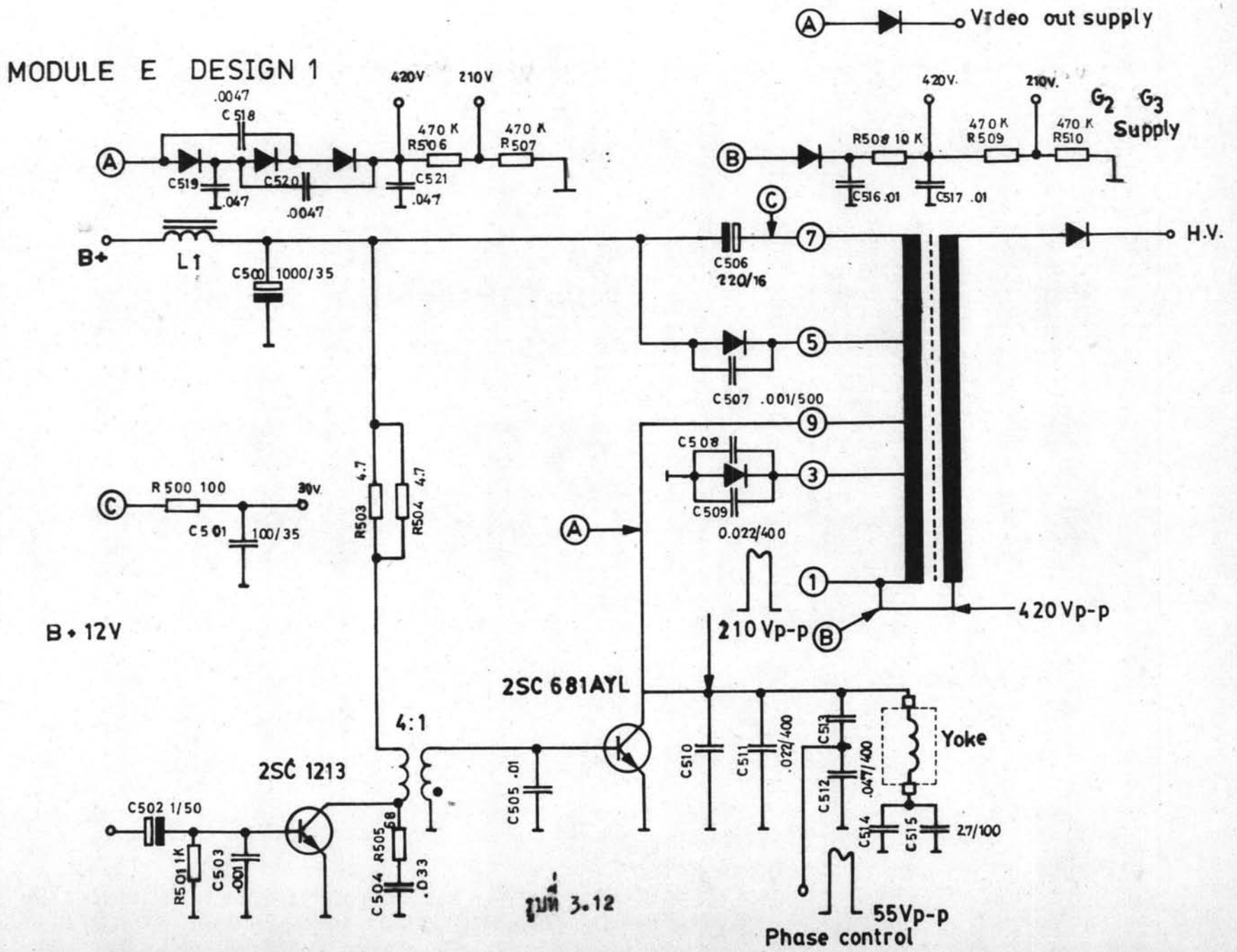

MODULE E DESIGN 1
Video out supply
420V
210V
.0047
C518
470 K
R506
470 K
R507
C519
.047
C520
.0047
C521
.047
420V.
210V.
G2 G3
Supply
R508 10 K
470 K
R509
470 K
R510
C516 .01
C517 .01
B+
L1
C500 1000/35
C506
220/16
H.V.
C507 .001/500
C508
C509
0.022/400
R500 100
30V
C501 100/35
R503 4.7
R504 4.7
B + 12V
210 Vp-p
420 Vp-p
2SC 681AYL
4:1
2SC 1213
C502 1/50
R501 1K
C503 .001
R505 68
C504 .033
C505 .01
C510
C511 .022/400
C513
C512 .047/400
Yoke
C514
C515 27/100
55Vp-p
Phase control

Fig 3.12

ข้อเสีย

- มีอะไหล่พิเศษ คือ vertical blocking transformer และ choke แต่ปัญหาไม่รุนแรง เพราะอะไหล่นี้ทำในประเทศได้
- ทรานซิสเตอร์ตัว output ราคาแพง
- เกิดปัญหา thermal runaway ง่าย

Module F design 2 กำหนดให้ใช้ complimentary symmetry ผู้วิจัยได้ศึกษาวงจรแล้วพบว่า ทุกยี่ห้อใช้วงจรเกือบเหมือนกันหมด จึงเลือกวงจรเหมือนฮิตาชิ รุ่น s 89 แล้ว ออกแบบบนวงจรแผ่นพิมพ์ขนาด 3" x 6" จากการทดสอบพบว่าทำงานได้ดี แต่ถ้าเลือกทรานซิสเตอร์คู่ที่ใช้เป็น NPN, PNP ไม่พอดีจะเกิดปัญหา

ข้อดี

- อุปกรณ์หาง่าย ราคาถูก
- ทำงานได้ดีตั้งแต่ 12 v, − 100 v,
- ถ้าสัญญาณ sync ดี จะ interac ได้ดี มีเสถียรภาพสูง

ข้อเสีย

- เกิด thermal runaway ง่ายมาก
- lenearity ปรับได้ไม่ดีเท่า class A
- ถ้าสัญญาณ synce อ่อนและมี noise มาก ver O.S.C. ชนิด feed back ทำงานได้ไม่ดีเท่าชนิด blocking

MODULE F DESIGN 1

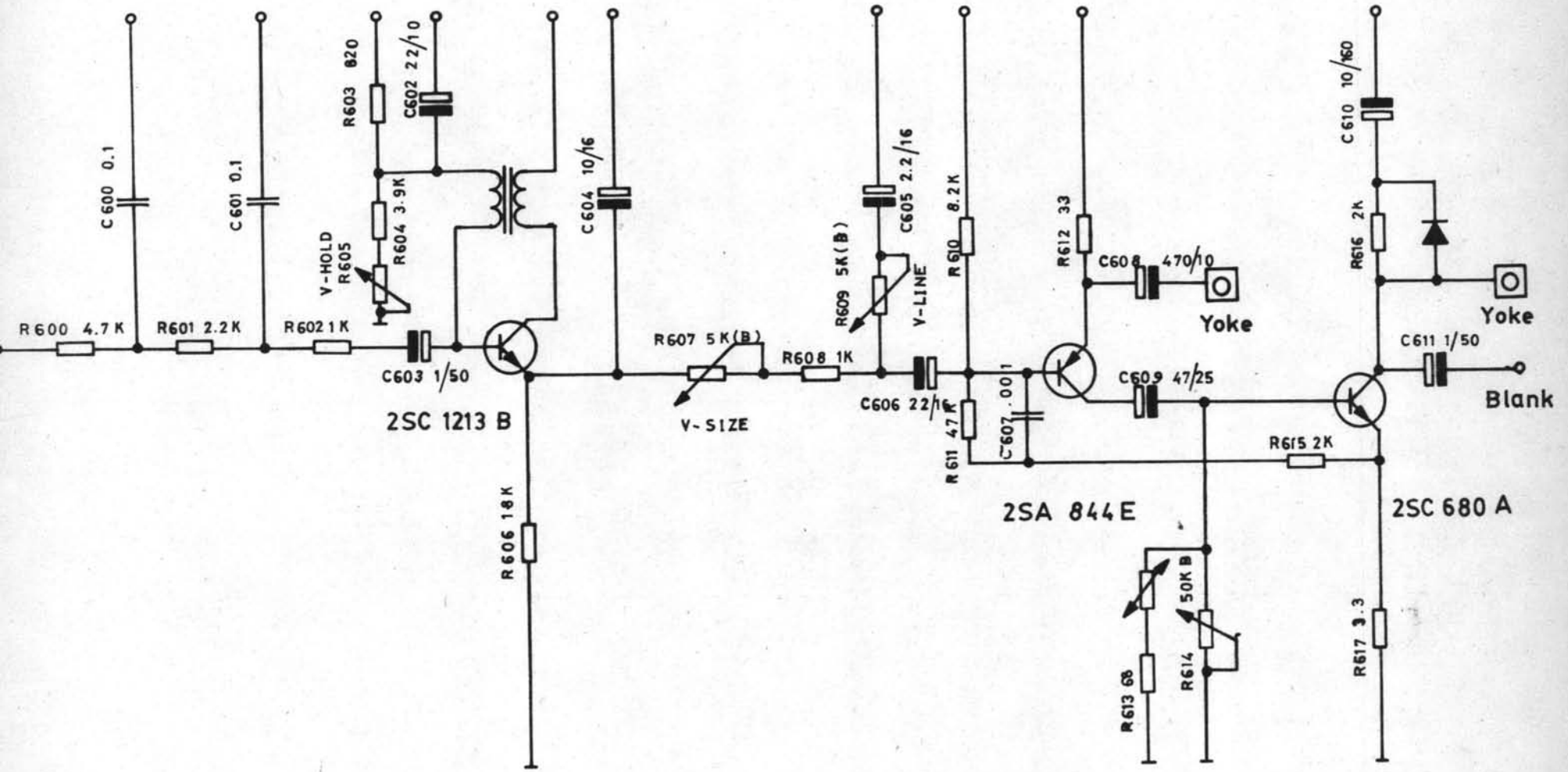
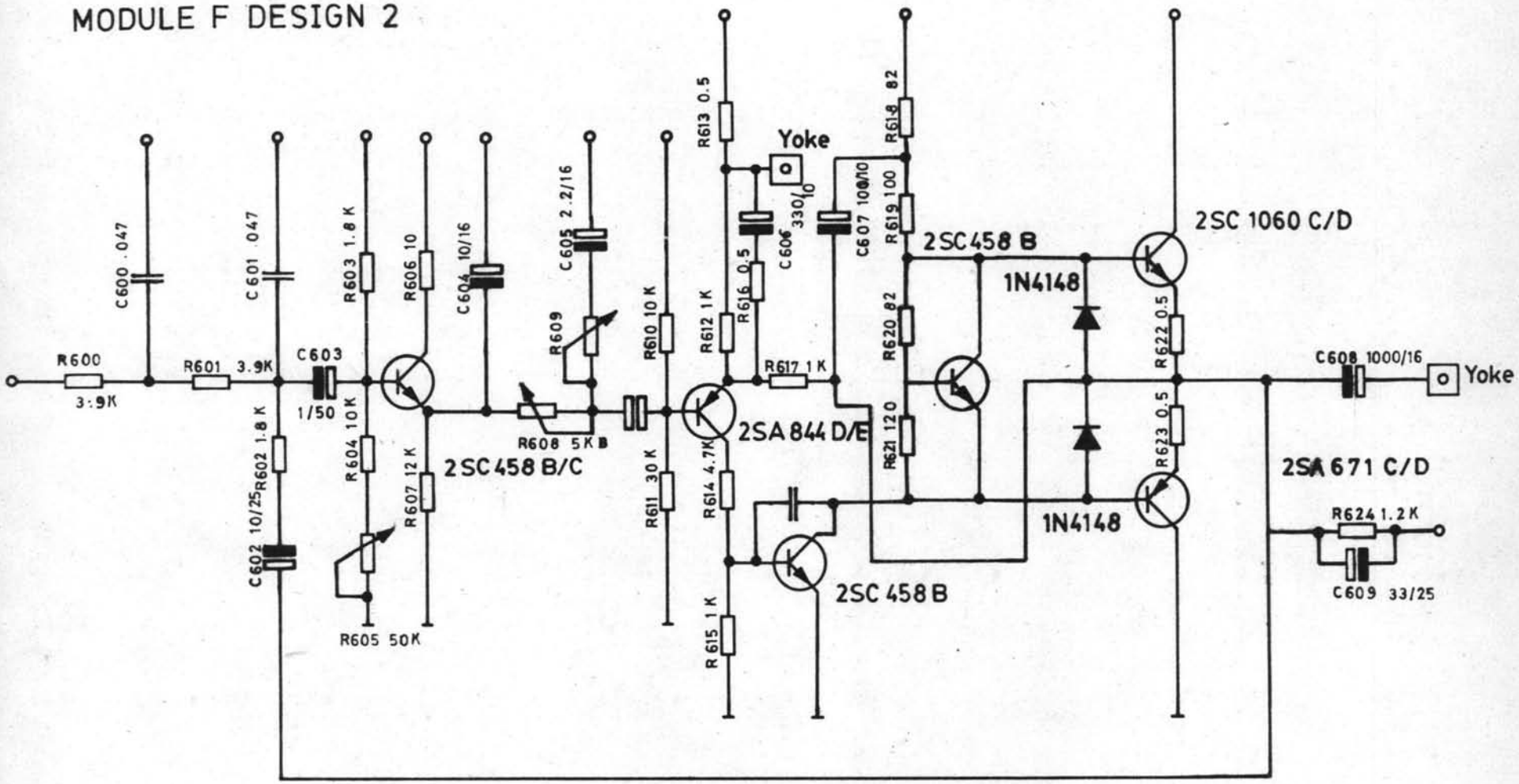


Fig 3.13


MODULE F DESIGN 2
R600
3.9K
C600 .047
R601 3.9K
C601 .047
C602 10/25
R602 1.8 K
C603
1/50
R603 1.8 K
R604 10K
R605 50K
R606 10
R607 12 K
2SC458 B/C
C604 10/16
C605 2.2/16
R608 5K B
R609
R610 10 K
R611 30 K
R612 1 K
R613 0.5
R614 4.7K
R615 1 K
R616 0.5
Yoke
C606 330/10
2SA844 D/E
R617 1 K
C607 100/10
R618 82
R619 100
R620 82
R621 120
2SC458 B
1N4148
2SC 1060 C/D
R622 0.5
R623 0.5
1N4148
2SA671 C/D
C608 1000/16
Yoke
R624 1.2 K
C609 33/25
2SC 458 B

รูปที่ 3.14

MODULE F DESIGN 2 A

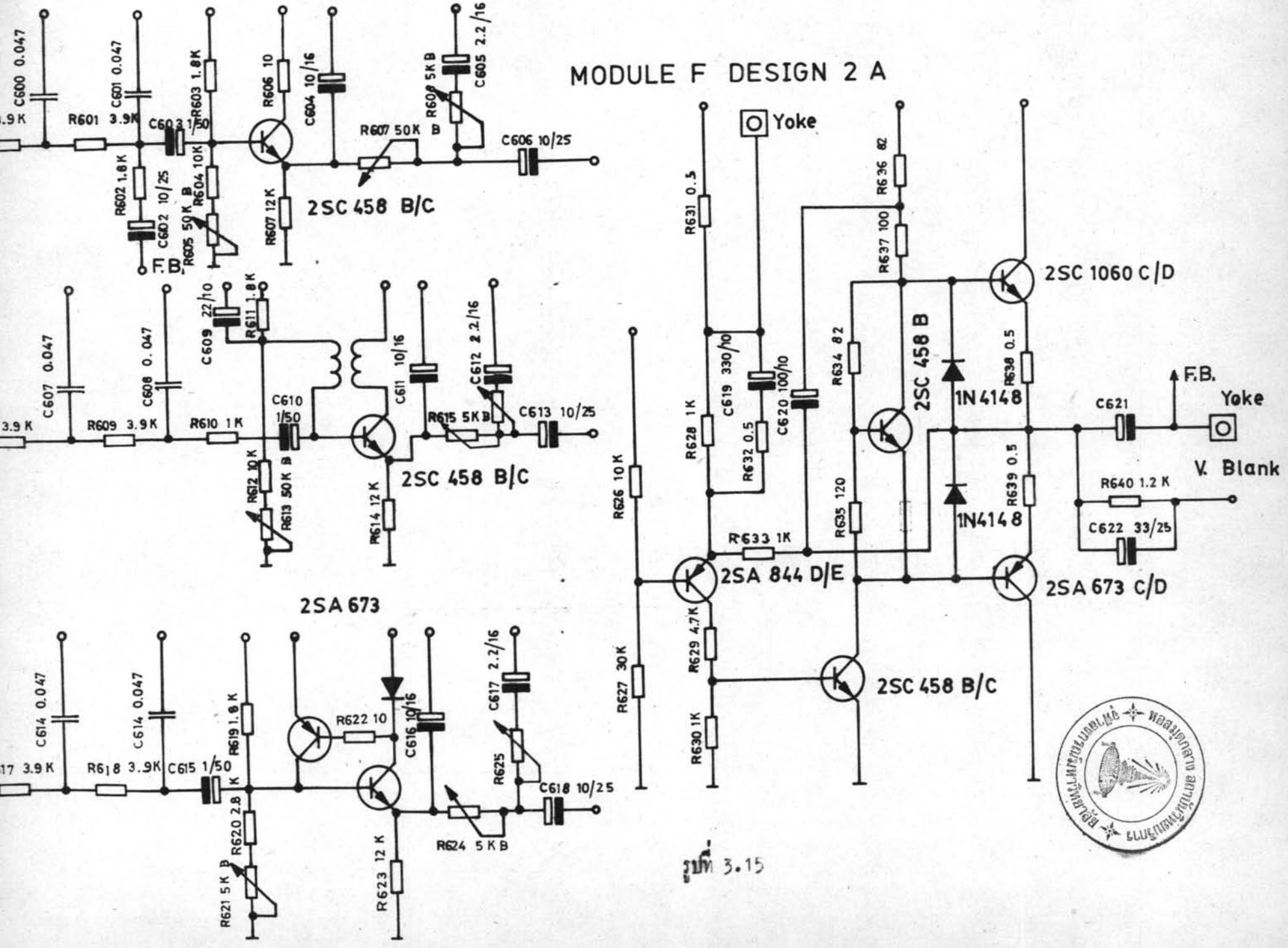


Fig. 3.15

3.8.7 MODULE G POWER SUPPLY MODULE

Module G design 1 กำหนดให้วงจรนี้ต้องทำงานได้ดีในสภาพการอันเลวร้ายของแรงดันกระแสไฟ คือจะให้ทำงานได้ดีตั้งแต่ 160 ถึง 260 v. นอกจากนั้นเมื่อใช้หม้อเก็บไฟก็ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นมีทางเดียวคือต้องใช้คุณภาพสูงเข้ามาทำงาน ผู้วิจัยได้เลือกเบอร์ LM 723 เพราะทำงานได้ดี หาซื้อง่าย ราคาถูก เพราะมีผู้ผลิตหลายราย ผู้วิจัยพบว่าในเครื่องรับโทรทัศน์นั้น load regulation ไม่จำเป็นต้องคำนึงมากนัก เพราะ load เปลี่ยนแปลงไม่มาก แต่เมื่อใช้ในประเทศบริเวณที่ต้องปั่นไฟใช้เอง line regulation จะต้องทำงานได้ดีเยี่ยม ผู้วิจัยได้ออกแบบวงจรลงในวงจรแผ่นพิมพ์ ขนาด 2" x 2.5" จากการทดสอบว่าทำงานได้ดีมาก

ข้อดี

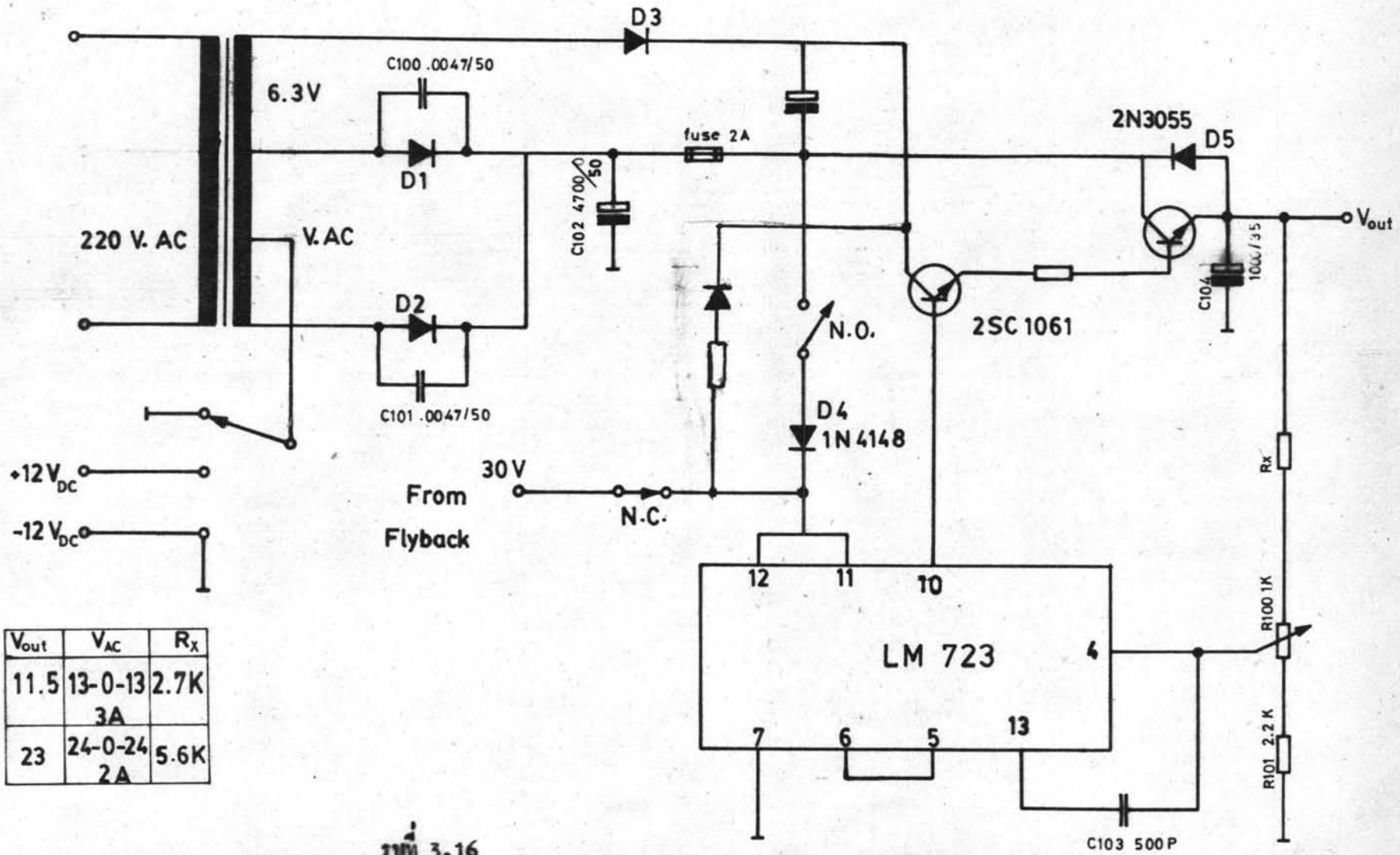
- line regulation ดี
- load regulation ดี
- ripple rejection ดี
- ถ้าอุปกรณ์ใดที่เกาะเกี่ยวอยู่กับขด primary ของ flyback เสียชุดจ่ายไฟ จะตัดการจ่ายกระแสทั้งหมดในทันที
- เมื่อปิดเครื่องพลังงานที่เหลือในชุดจ่ายไฟจะโดนตัดออกจากวงจร ทำให้วงจร spot killer ลดความจำเป็น

ข้อเสีย

- ใช้กับแหล่งไฟได้ไม่เกิน 23 v. เพราะ LM 723 ทนได้สูงสุด 40 v.

Module G design 1 A ผู้วิจัยได้คิดค้นระบบจ่ายกำลังที่มีประสิทธิภาพสูง จะทำให้ประหยัดไฟฟ้า โดยนำวิธีการจากแหล่งจ่ายไฟของคอมพิวเตอร์ นำมาใช้ในเครื่องรับโทรทัศน์ ทำให้พลังงานที่ใช้เดิมลดลงจาก 68 วัตต์ เหลือเพียง 44 วัตต์ และทำให้แผ่นระบายความร้อนเล็กลงและเย็นลง ทำให้ยืดอายุการใช้งานให้นานขึ้นด้วย

MODULE G DESIGN 1A



Vout	VAC	RX
11.5	13-0-13 3A	2.7K
23	24-0-24 2A	5.6K

Fig 3.16