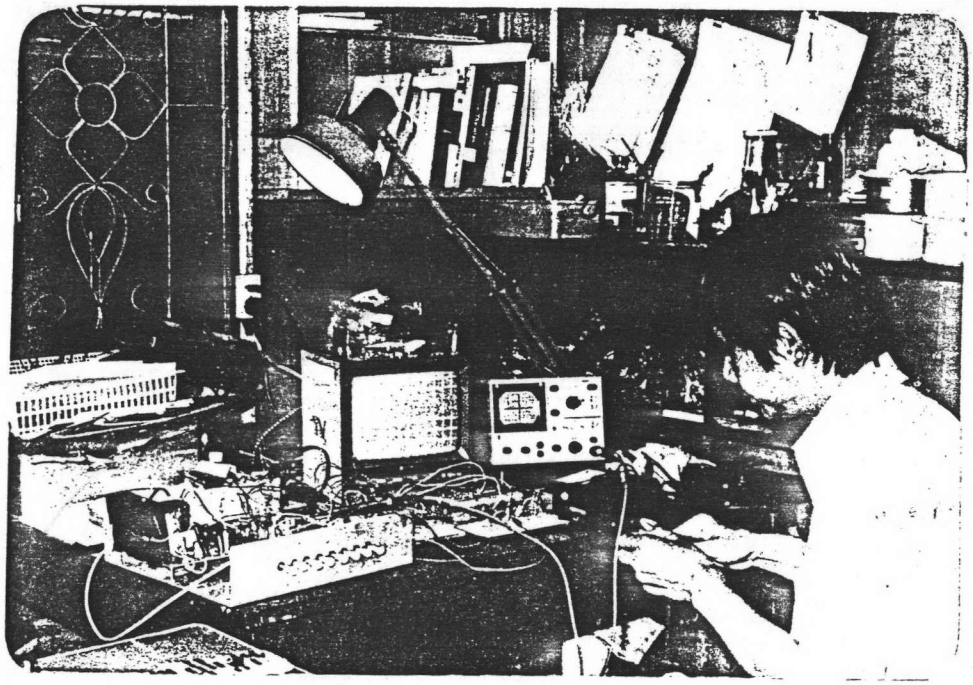
สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

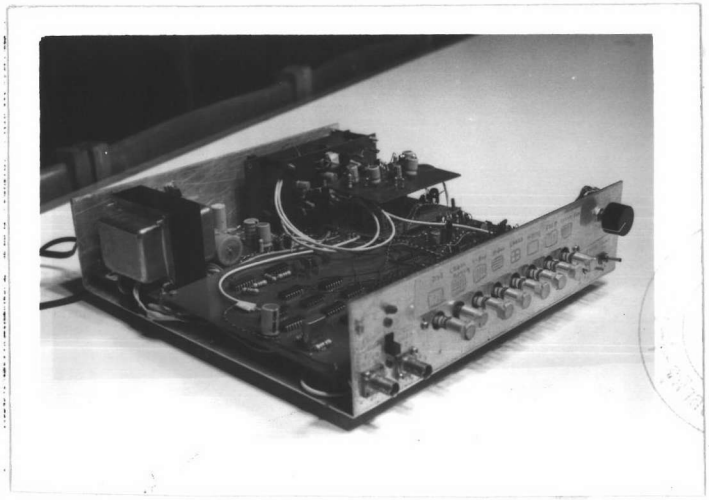
บทที่ 3
การสร้างและทดสอบเครื่องกำเนิดสัญญาณภาพ

การสร้างเครื่องกำเนิดสัญญาณภาพในทางปฏิบัติ เริ่มด้วยจะต้องทดลองวงจรที่ออกแบบไว้แต่ละวงจรบนแผ่นทดลอง (proto-board) ทีละภาคดังแสดงในรูปที่ 3.1 เมื่อทดลองได้ผล



รูปที่ 3.1 การทดลองวงจรบนแผ่นทดลอง

เป็นที่พอใจแล้ว จึงนำวงจรไปออกแบบลายพิมพ์ เสร็จแล้วนำไปแช่ในน้ำยาเคมีที่มีส่วนผสมของกรดไนตริก น้ำยาจะกัดเอาทองแดงส่วนที่ไม่ต้องการออกเหลือแต่ส่วนที่ต้องการไว้นำไปล้างให้สะอาด จึงนำไปเจาะรูเพื่อใส่ชิ้นส่วนต่าง ๆ แล้วบัดกรี เมื่อทดลองแต่ละภาคเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงนำมาประกอบเป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณภาพที่สมบูรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 เครื่องกำเนิดสัญญาณภาพที่ประกอบสมบูรณ์แล้ว

3.1 การออกแบบลายพิมพ์ของวงจรแต่ละภาค

การออกแบบเครื่องกำเนิดสัญญาณภาพเครื่องนี้ เนื่องจากเป็นเครื่องต้นแบบ เพื่อความสะดวกในการทดลองแต่ละวงจรจึงได้แบ่งการออกแบบลายพิมพ์ออกเป็นภาค ๆ ดังต่อไปนี้

ภาคที่ 1 แสดงลายพิมพ์ของวงจรภาคกำเนิดสัญญาณซิ้งค์ ภาคนี้ประกอบด้วยวงจรมาสเตอร์ออซซิลเลเตอร์และวงจรหารชนิดต่าง ๆ พร้อมด้วยวงจรลอจิกชนิดดิจิตอลประเภทต่าง ๆ เช่น วงจรแนนด์เกท, วงจรอินเวอร์เตอร์ เป็นต้น มีจำนวน 17 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 3.3

ภาคที่ 2 แสดงลายพิมพ์ของวงจรผสมสัญญาณภาพเข้ากับสัญญาณซิ้งค์ ภาคนี้ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ 8 ตัวและไอซี 1 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 3.4

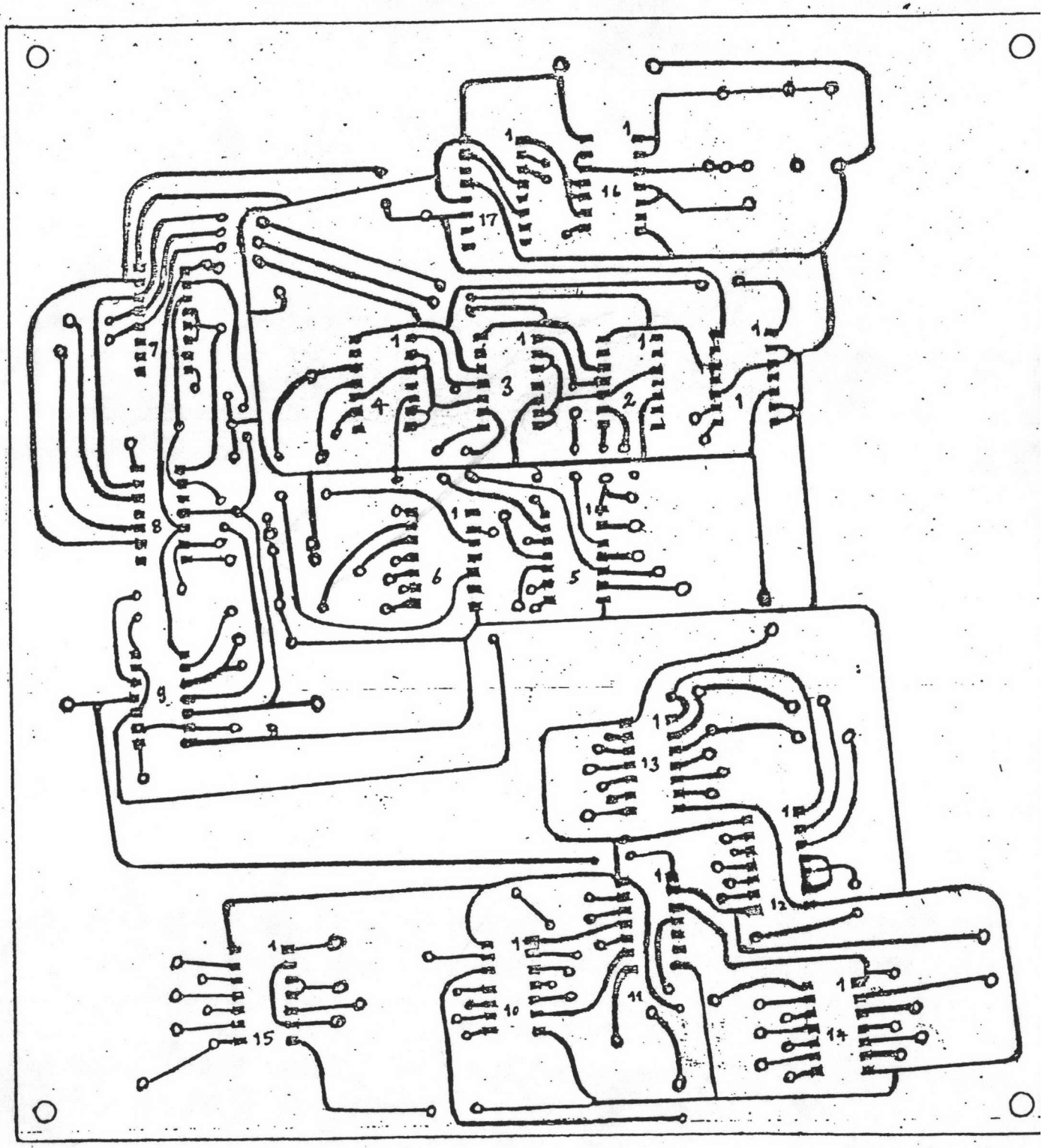
ภาคที่ 3 แสดงลายพิมพ์ของวงจรกำเนิดสัญญาณภาพชนิดต่าง ๆ ภาคนี้ประกอบด้วยไอซีจำนวน 8 ตัว และทรานซิสเตอร์จำนวน 5 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 3.5

ภาคที่ 4 แสดงลายพิมพ์ของวงจรขยายสัญญาณภาพภาคนี้ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์จำนวน 3 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 3.6

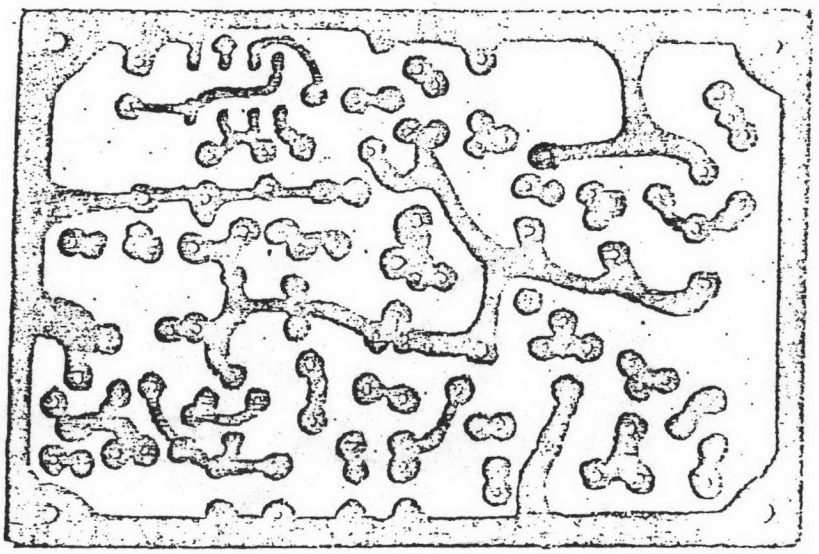
ภาคที่ 5 แสดงลายพิมพ์ของวงจรอาร์เอฟออซซิลเลเตอร์ และอาร์เอฟมอดูเลเตอร์ ภาคนี้ประกอบด้วยไอซี จำนวน 1 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 3.7

ภาคที่ 6 แสดงลายพิมพ์ของวงจรสัญญาณเสียง 1 กิโลเฮิทซ์และสัญญาณออซซิลเลเทอร์ความถี่ 5.5 เมกกะเฮิทซ์ ประกอบด้วยไอซีจำนวน 2 ตัว และทรานซิสเทอร์จำนวน 1 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 3.8

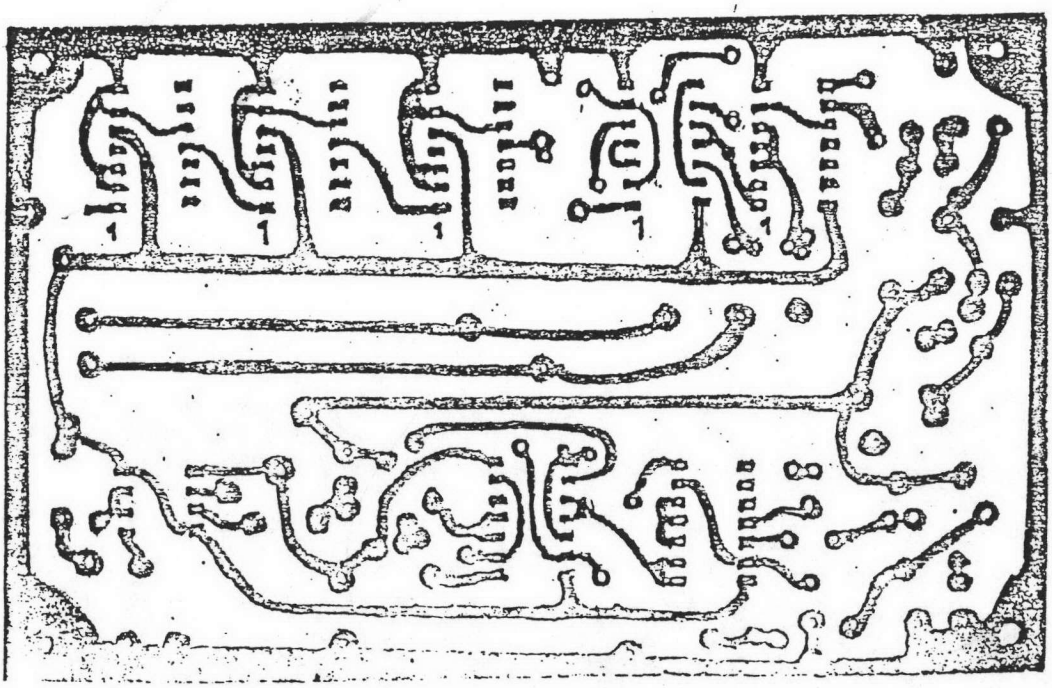
ภาคที่ 7 แสดงลายพิมพ์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟซึ่งประกอบด้วยไอซีจำนวน 4 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 3.9



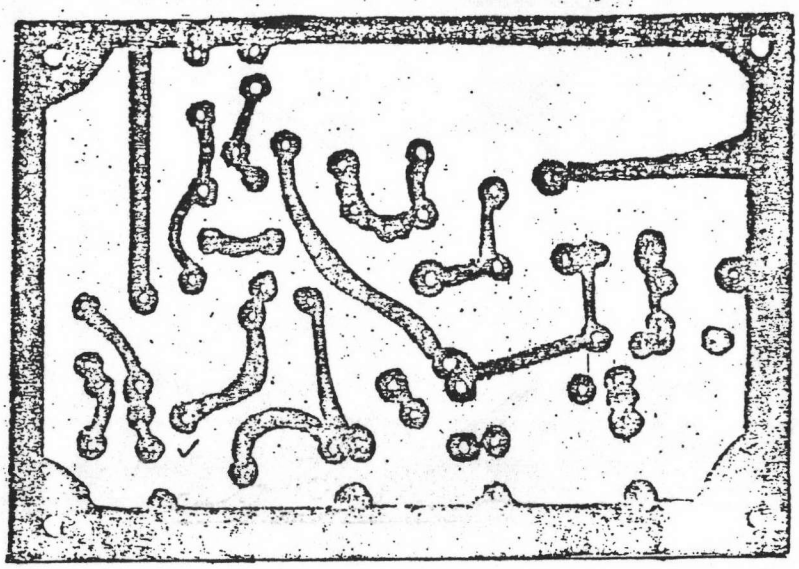
รูปที่ 3.3 ลายพิมพ์ของวงจรกำเนิดสัญญาณซิงค์



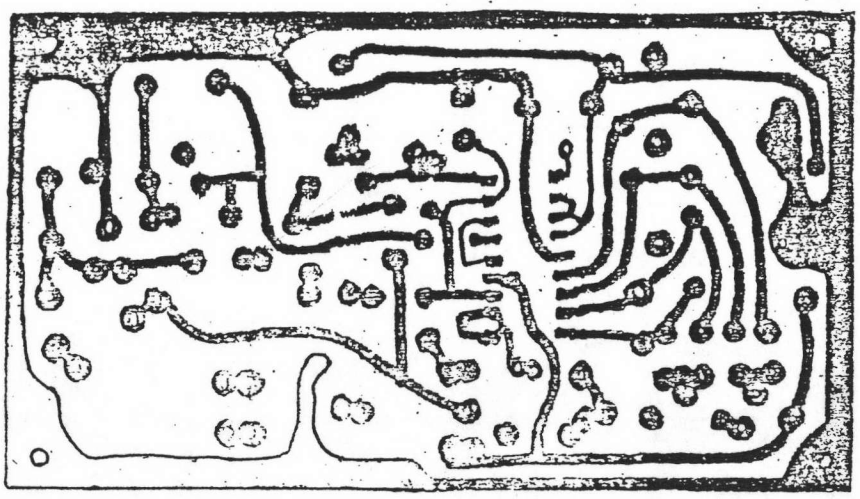
รูปที่ 3.4 ลายพิมพ์ของวงจรผสมสัญญาณภาพเข้ากับสัญญาณซิ้งค์



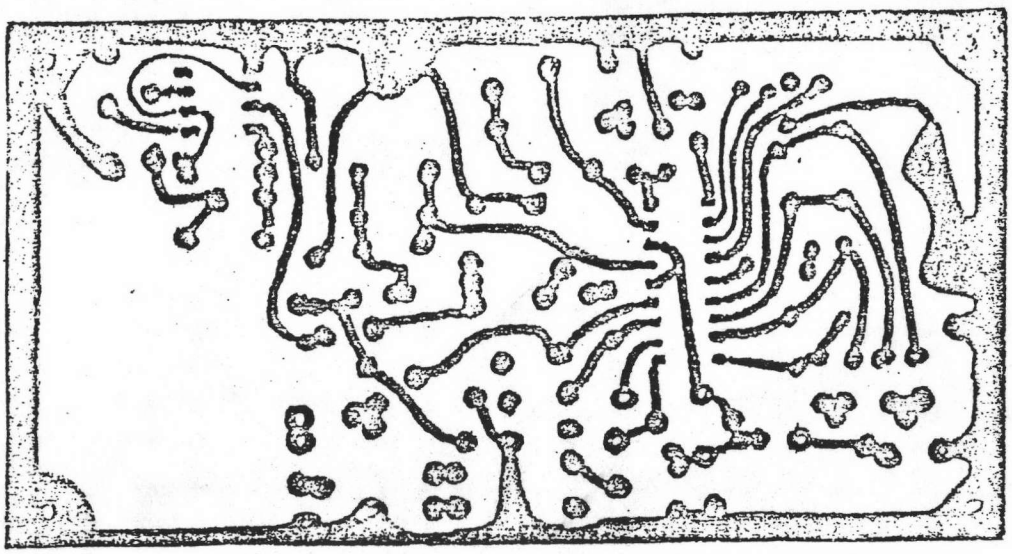
รูปที่ 3.5 ลายพิมพ์ของวงจรกำเนิดสัญญาณภาพ



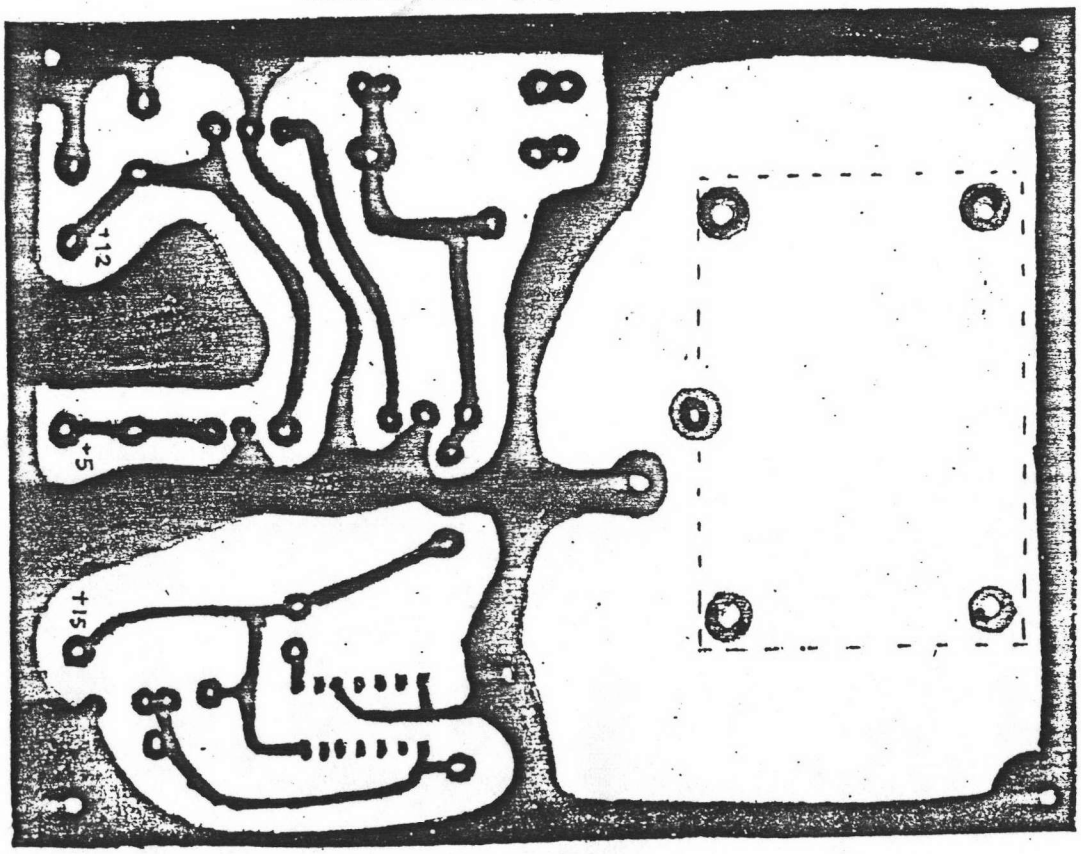
รูปที่ 3.6 ลายพิมพ์ของวงจรขยายสัญญาณภาพ



รูปที่ 3.7 ลายพิมพ์ของวงจรอาร์เอฟออซซิลเลเตอร์และอาร์เอฟมอดูเลเตอร์



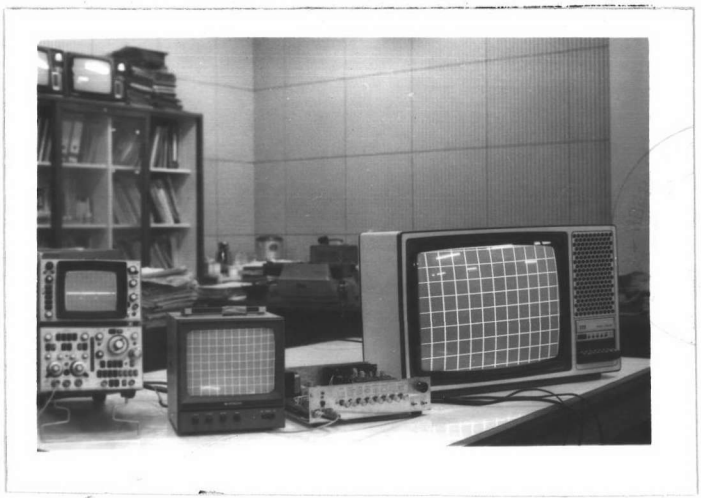
รูปที่ 3.8 ลายพิมพ์ของวงจรสัญญาณเสียง 1 กิโลเฮิทซ์และวงจรออซซิลเลเตอร์ 5.5 เมกกะเฮิทซ์



รูปที่ 3.9 ลายพิมพ์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟ

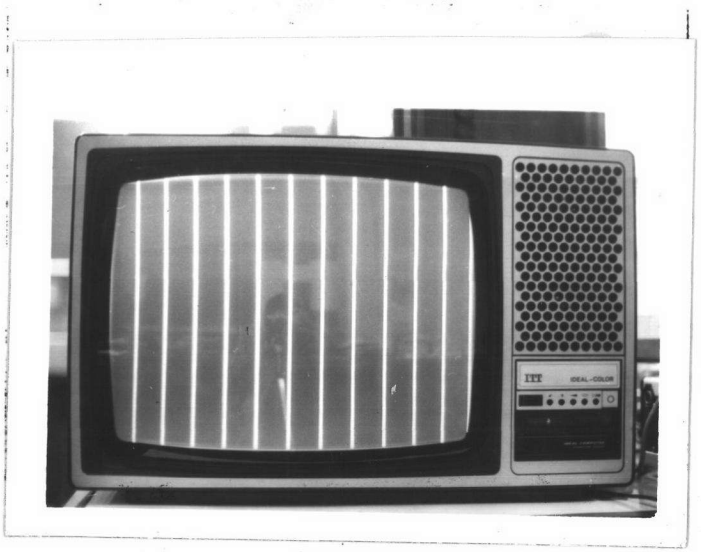
3.2 การทดสอบเครื่องกำเนิดสัญญาณภาพ

นำเครื่องกำเนิดสัญญาณภาพที่สมบูรณ์แล้วมาทำการทดสอบ โดยต่อสัญญาณขาออก 2 ชุด ชุดที่ 1 ต่อให้กับทีวีมอนิเตอร์ และชุดที่ 2 ต่อให้กับเครื่องรับโทรทัศน์ซึ่งปรับไว้ที่ช่อง 4 เมื่อเปิดเครื่องกำเนิดสัญญาณภาพ กดสวิทช์เลือกสัญญาณภาพไว้ในตำแหน่ง สัญญาณภาพตาข่าย และปรับไฟน์จูนนิ่ง (fine tuning) ของเครื่องรับโทรทัศน์ จะได้ภาพตาข่าย ดังแสดงให้ดูในรูปที่ 3.10 เมื่อกดสวิทช์ในตำแหน่งภาพเส้นแนวตั้ง, ภาพเส้นแนวนอน, ภาพจุดและภาพ

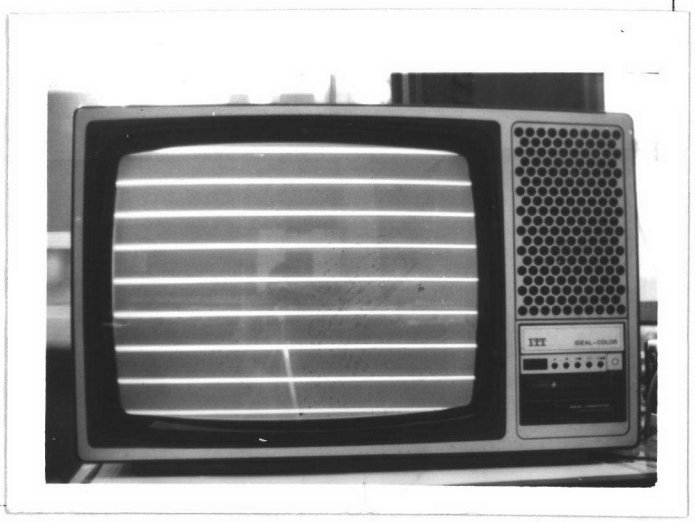


รูปที่ 3.10 เครื่องกำเนิดสัญญาณภาพขณะแสดงภาพตาข่าย

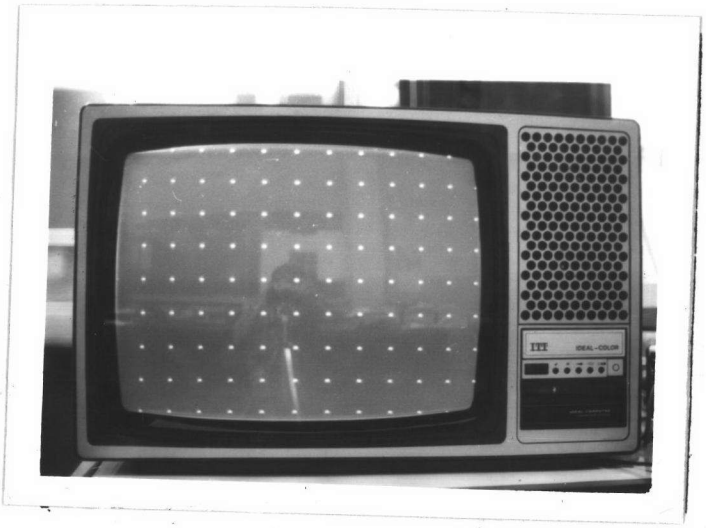
กากะบาดจะได้รูปภาพดังแสดงในรูปที่ 3.11, 3.12, 3.13, และ 3.14 ตามลำดับ รูปที่ 3.15 แสดงรายละเอียดวงจรที่สมบูรณ์ของเครื่องกำเนิดสัญญาณภาพ



รูปที่ 3.11 เครื่องกำเนิดสัญญาณภาพขณะแสดงภาพเส้นแนวตั้ง

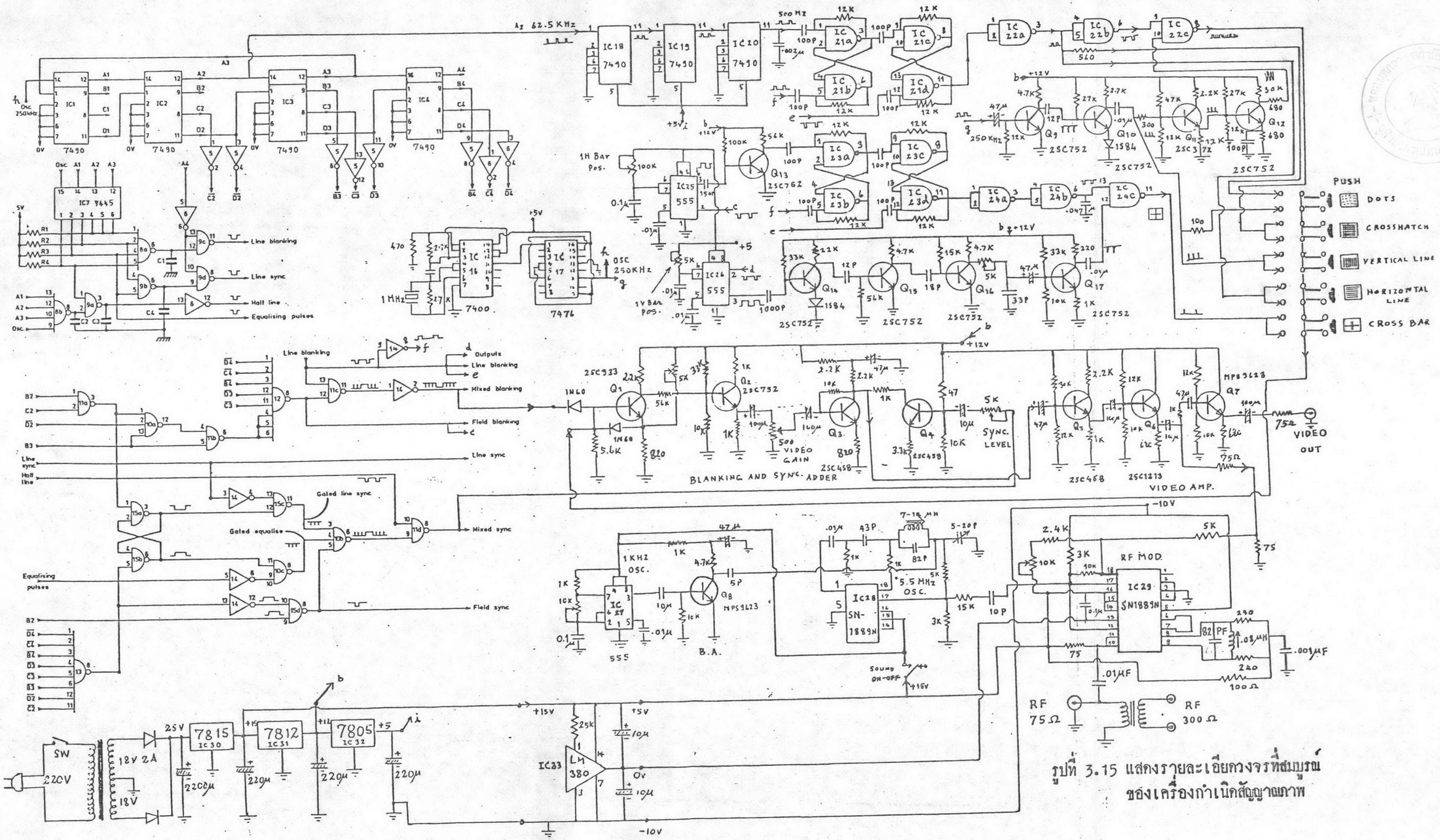


รูปที่ 3.12 เครื่องกำเนิดสัญญาณภาพขณะแสดงภาพเส้นแนวนอน



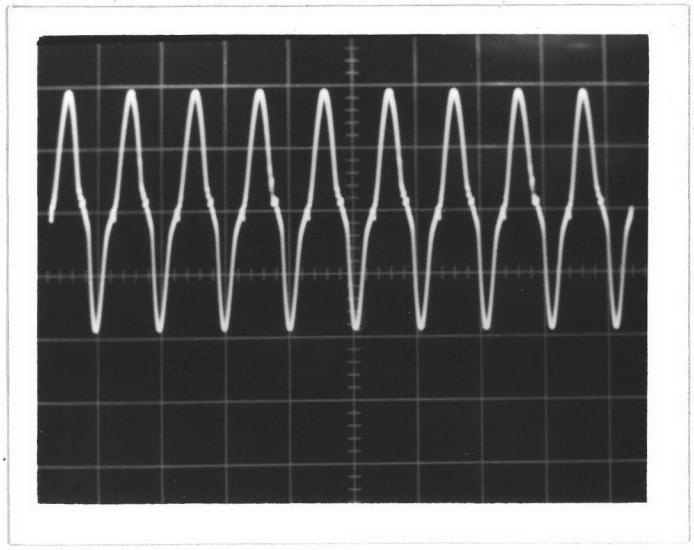
รูปที่ 3.13 เครื่องกำเนิดสัญญาณภาพขณะแสดงภาพจุด

รูปที่ 3.14 เครื่องกำเนิดสัญญาณภาพขณะแสดงภาพกากะบาด



รูปที่ 3.15 แสดงรายละเอียดวงจรที่สมบูรณ์ของเครื่องกำเนิดสัญญาณภาพ

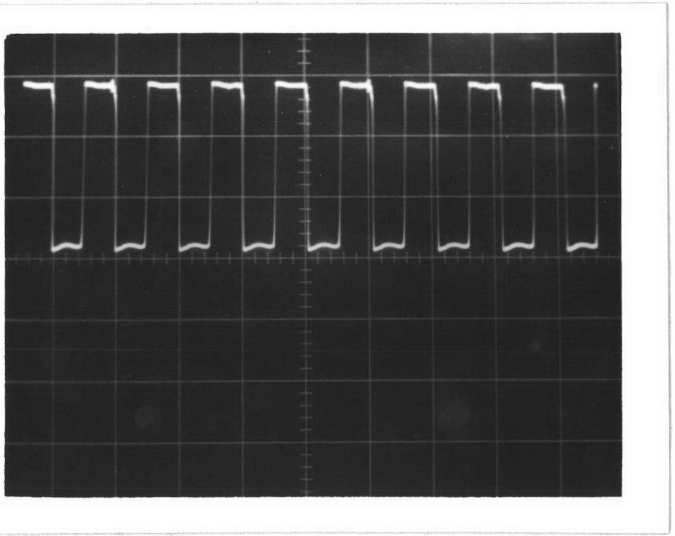
การทดสอบขั้นต่อไปนำออซซิลโลสโคปมาวัดตามตำแหน่งต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิดสัญญาณภาพ เพื่อทดสอบหารูปร่างของสัญญาณภาพต่าง ๆ ว่าจะมีลักษณะอย่างไรบ้าง รูปที่ 3.15 แสดงวงจรทั้งหมดของเครื่องกำเนิดสัญญาณภาพ และรูปที่ 3.16 ถึงรูปที่ 3.28 แสดงรูปร่างสัญญาณที่จุดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้



Timebase = 1 μs/Div.

Vertical Gain = 20 mV/Div.

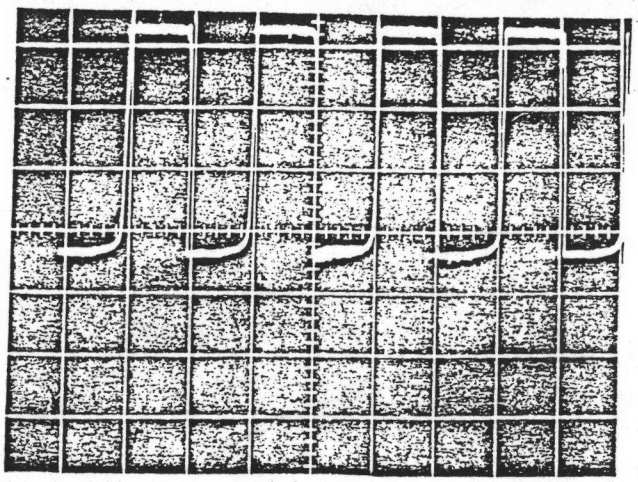
รูปที่ 3.16 รูปร่างของสัญญาณจากคริสตอลออซซิลเลเตอร์ความถี่ 1 เมกกะเฮิรซ์ วัดที่ขา 4 ของ IC16



Timebase = 1 μs/Div.

Vertical Gain = 20 mV/Div.

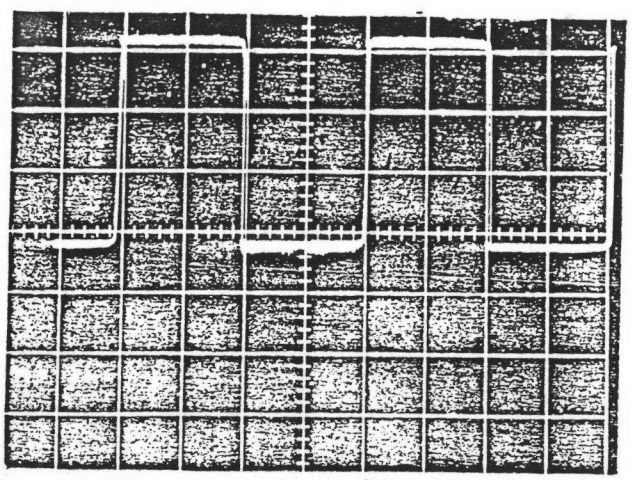
รูปที่ 3.17 รูปร่างของสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 1 เมกกะเฮิรซ์ วัดที่ขา 11 ของ IC16



Timebase = 1 μs/Div.

Vertical Gain = 20mV/Div.

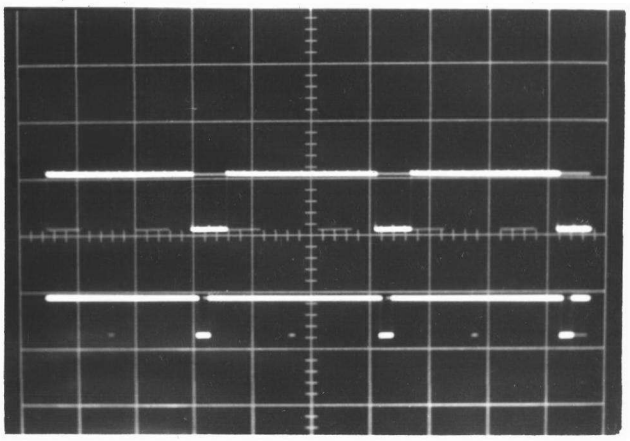
รูปที่ 3.18 รูปร่างสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 500 กิโลเฮิทซ์ วัดที่ขา 6 ของ IC17



Timebase = 1 μs/Div.

Vertical Gain = 20 mV/Div.

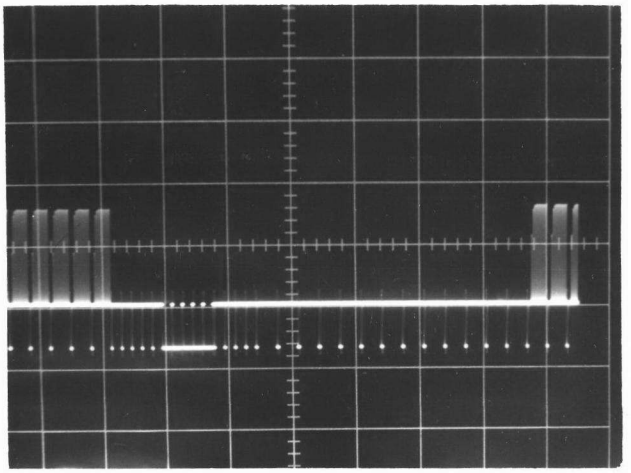
รูปที่ 3.19 รูปร่างของสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 250 กิโลเฮิทซ์ วัดที่ขา 11 ของ IC17



Timebase = 20 μs/Div.

Vertical Gain = 1V/Div.

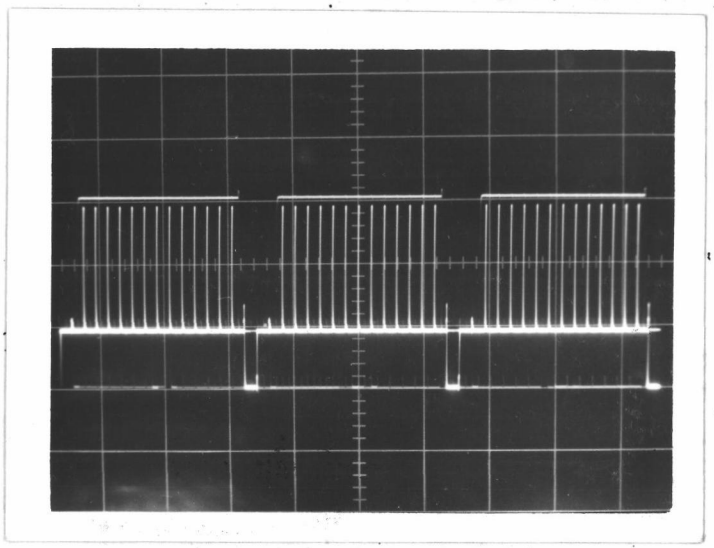
รูปที่ 3.20 สัญญาณบนเป็นสัญญาณไลน์แบล้งค์กิ้ง สัญญาณล่างเป็นสัญญาณของไลน์ซิ้งค์ วัดที่ขา 11 และขา 8 ของ IC9 ตามลำดับ



Timebase = 50 μs/Div.

Vertical Gain = 20 mV/Div.

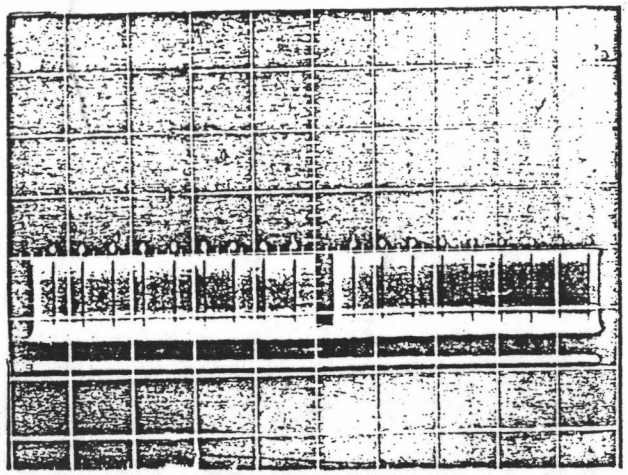
รูปที่ 3.21 สัญญาณฟิลด์แบล้งค์กิ้ง, ฟิลด์ซิ้งค์และอีควัลไลซิ่งพัลซ์



Timebase = 20 μs/Div.

Vertical Gain = 50 mV/Div.

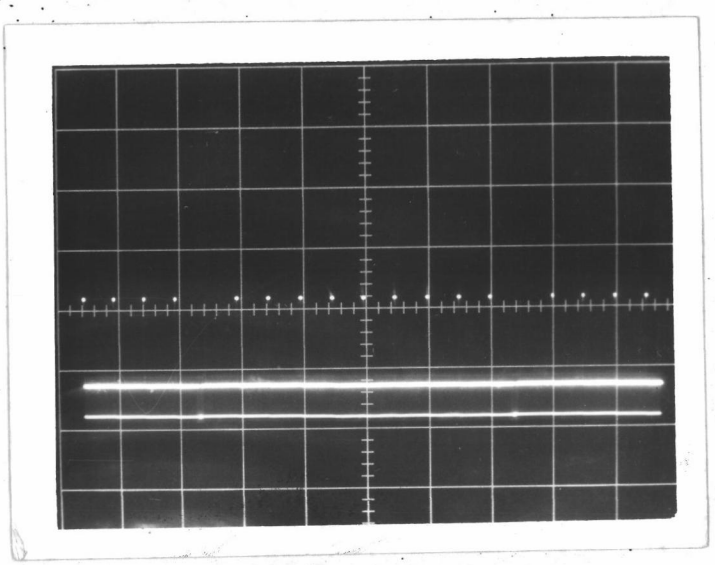
รูปที่ 3.22 คอมโพสิทวิดีโอซิกแนลของสัญญาณภาพตาข่ายวัดที่ขั้ว สัญญาณภาพขาออก



Timebase = 1 ms/Div.

Vertical Gain = 20 mV/Div.

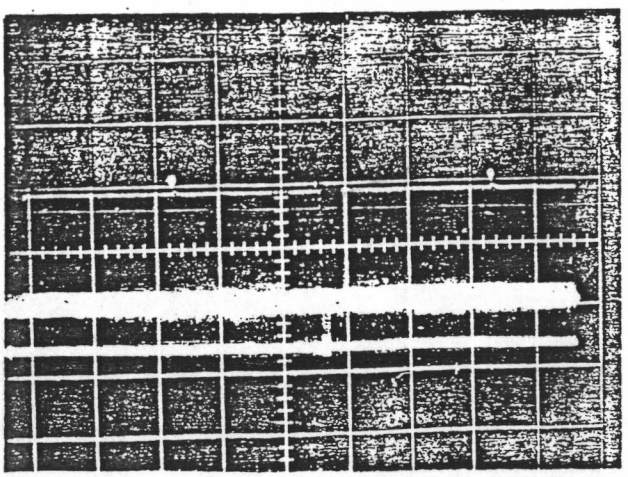
รูปที่ 3.23 สัญญาณภาพตาข่ายบนฟิลด์สะแกนนิ่งวัดที่ขั้ว สัญญาณภาพขาออก



Timebase = 2 ms/Div.

Vertical Gain = 20 mV/Div.

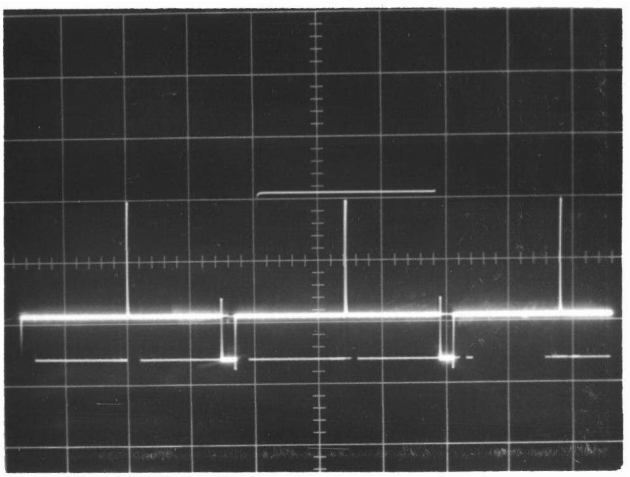
รูปที่ 3.24 สัญญาณภาพจุดบนฟิลด์สะแกนนิ่ง วัดที่ขั้วสัญญาณภาพขาออก



Timebase = 20 μs/Div.

Vertical Gain = 20 mV/Div.

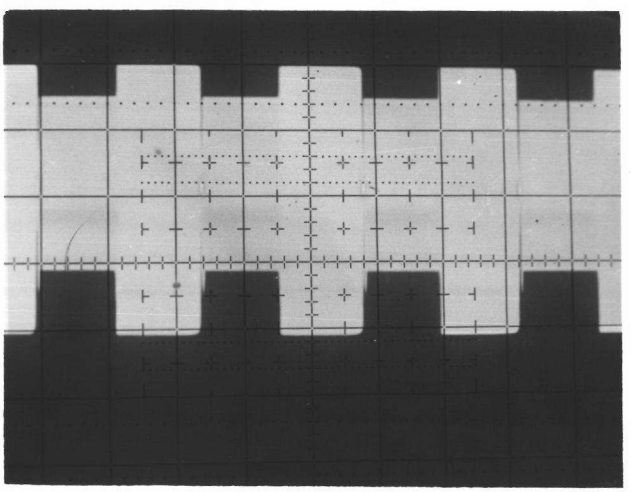
รูปที่ 3.25 สัญญาณภาพกากะบาดบนฟิลด์สะแกนนิ่งวัดที่ขั้วสัญญาณภาพขาออก



Timebase = 20 μs/Div.

Vertical Gain = 50 mV/Div.

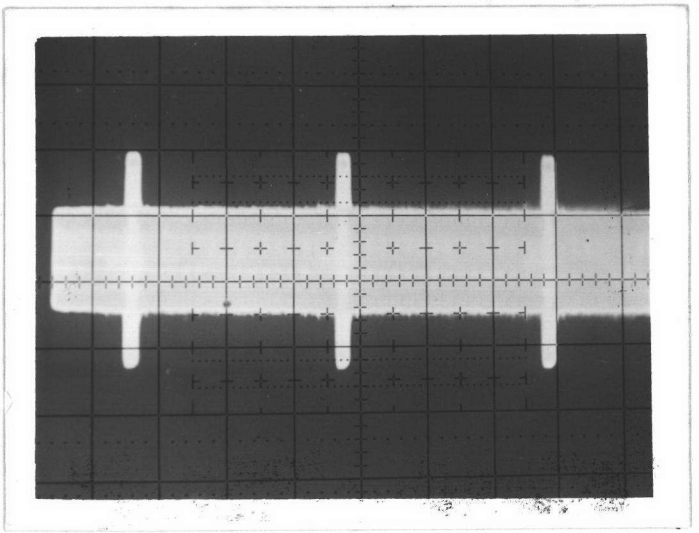
รูปที่ 3.26 สัญญาณภาพกากะบาดบนไลน์สะแกนนิ่งวัดที่ขั้วสัญญาณภาพขาออก



Timebase = 5ms/Div.

Vertical Gain = 20 mV/Div.

รูปที่ 3.27 สัญญาณมอดูเลทระหว่างความถี่เสียง 1 กิโลเฮิทซ์ กับ
ออสซิลเลเตอร์ 5.5 เมกกะเฮิทซ์วัดที่ขา 17 ของ IC28



Timebase = 20 μs/Div.

Vertical Gain = 10 mV/Div.

รูปที่ 3.28 สัญญาณซิงค์มอดูเลทกับอาร์เอฟออซซิลเลเตอร์ ความถี่ 62.25 เมกกะเฮิทซ์ วัดที่ขา 10 ของ IC29

3.3 การปรับบางประการของเครื่องกำเนิดสัญญาณภาพ

เครื่องกำเนิดสัญญาณภาพนี้มีสิ่งจำเป็นที่จะต้องปรับคือเมื่อเรากดสวิทซ์ไว้ในตำแหน่งภาพกากะบาดซึ่งดูภาพที่ปรากฏจากจอโทรทัศน์ จำเป็นจะต้องให้เส้นกากะบาดอยู่กึ่งกลางของจอภาพ ถ้าหากไม่อยู่ตรงกลางก็สามารถปรับเส้นแนวตั้งได้โดยปรับ V_R ค่า 5 กิโลโอห์มที่ต่ออยู่ที่ขา 6, 7 ของ IC26 และสามารถปรับเส้นแนวนอนได้โดยปรับค่า V_R ค่า 100 กิโลโอห์ม ที่ต่ออยู่ที่ขา 6, 7 ของ IC25 (ดูรูป 3.15) เมื่อปรับได้ที่แล้วก็ใช้กาวหยอดไว้เพื่อกันไม่ให้เส้นกากะบาดคลาดเคลื่อน

3.4 ปัญหาและข้อแก้ไขในการทำวิจัย

การสร้างเครื่องกำเนิดสัญญาณภาพ มีปัญหายุ่งยากบางประการดังต่อไปนี้

1. การซื้อไอซี ที่ขายตามท้องตลาดบ้านหม้อ ส่วนมากจะพบว่าคุณภาพของไอซี ไม่ได้มาตรฐาน เช่น ทีทีแอลชนิด 7400 ประกอบด้วย แอนด์เกท จำนวน 4 เกท อาจมีดีเพียง 2 หรือ 3 เกทเท่านั้น แก้ไขได้โดยการคิดต่อขอซื้อจากร้านที่เขารับประกันแต่ราคาจะแพงกว่าประมาณร้อยละ 30

2. ปัญหาในขณะทำการทดลองบนแผ่นทดลอง ตัวอย่างเช่นการต่อวงจรหาร 62.5 กิโลเฮิทซ์ ด้วย 5 จำนวน 3 ครั้ง เพื่อให้ได้ความถี่ 500 เฮิทซ์ ดูรูปที่ 2.16 เมื่อนำไปป้อนให้วงจรคีย์ดูรูป 3.15 จะทำให้เส้นภาพแนวนอนเห็นเป็นเส้นขาดไม่ต่อเนื่อง จากการทดลองพบว่าจะต้องใส่คาพาซิเตอร์ค่า 0.002 ไมโครฟารัด ที่ขา 11 ของ IC20 เพื่อกรองสัญญาณรบกวนออก

3.5 ชิ้นส่วนหลักสำคัญที่ใช้ในเครื่องกำเนิดสัญญาณภาพ

IC1,IC2,IC3,IC4,IC19,IC19,IC20.....	7490
IC5,IC6,IC14	7404
IC7	7445
IC8	7420
IC9,IC11,IC15,IC16,IC21,IC22,IC23,IC24	7400
IC10	7410
IC12,IC13	7430
IC17	7476
IC25,IC26,IC27	MC555
IC28,IC29	LM1889
IC30	7815
IC31	7812
IC32	7805
IC33	LM380
Q_1	2SC933
$Q_2,Q_9,Q_{18},Q_{11},Q_{12},Q_{14},Q_{15},Q_{16},Q_{17}$	2SC752
Q_3,Q_4,Q_5	2SC458
Q_6	2SC1213
Q_7,Q_8	MPS9623