

บทที่ ๑

บทนำ



๑.๑ คำนำ

ระบบโทรคมนาคมที่ติดต่อกันด้วยเครื่องโทรพิมพ์ มีใช้งานกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยในปัจจุบันนี้ ข่าวสารที่ทำกรารับส่งกันนั้นจะถูกพิมพ์ลงบนกระดาษเก็บไว้เป็นหลักฐานไว้ทั้งทางบ้านส่งและบ้านรับ จึงเหมาะสำหรับการติดต่อส่งงานติดต่อธุรกิจการค้าและใช้ในกิจการโทรเลขเพื่อส่งข้อความที่ต้องการไปยังผู้รับ

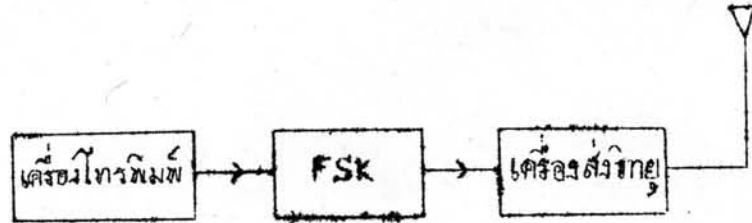
การรับส่งสัญญาณในระบบนี้ ถ้าเป็นการติดต่อในระยะทางไกลหรือต้องการส่งหลาย ๆ ข่าวสารไปพร้อม ๆ กันในเวลาเดียวกันแล้ว ทางบ้านส่งและบ้านรับนอกจากจะใช้เครื่องโทรพิมพ์และเครื่องรับส่งวิทยุแล้ว ยังต้องใช้เครื่องอุปกรณ์ประกอบการรับส่งสัญญาณโทรพิมพ์อีกด้วย เครื่องอุปกรณ์ประกอบดังกล่าวมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น เครื่อง Frequency Shift Telegraph Adapter และเครื่อง Voice Frequency Telegraph Equipment เป็นต้น

เครื่องอุปกรณ์ประกอบการรับส่งสัญญาณโทรพิมพ์ที่มีชื่ออยู่ในเวลานี้ ส่วนใหญ่สั่งซื้อจากต่างประเทศด้วยราคาแพงทั้งสิ้น จึงควรที่จะได้มีการค้นคว้าทดลองเพื่อออกแบบวงจรและสร้างเครื่องที่มีคุณภาพดี ราคาถูกขึ้นใช้งานเอง โดยไม่ต้องเสียเงินตราสั่งซื้อจากต่างประเทศ

๑.๒ ระบบการรับส่งวิทยุโทรพิมพ์

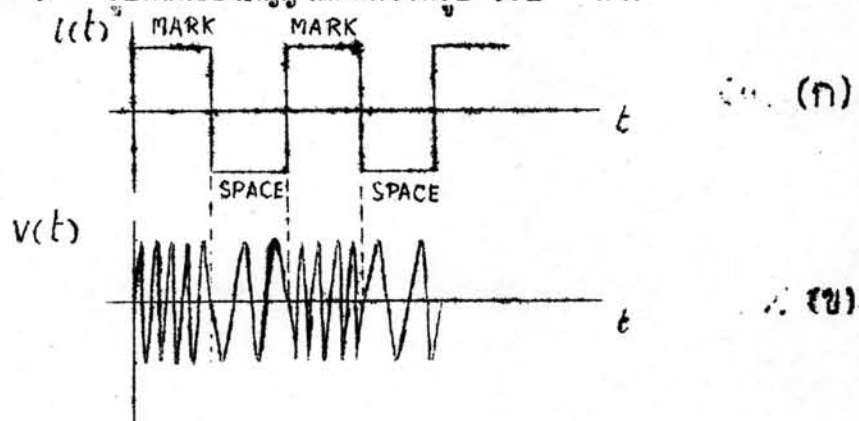
ระบบโทรคมนาคมที่ติดต่อกันด้วยเครื่องโทรพิมพ์ ทำกรารับส่งสัญญาณโดยอาศัยคลื่นวิทยุและมีอยู่ Channel เกียวมีหลักการดังนี้

งานส่งแสดกตามรูป ๑.๑ สัญญาณโทรพิมพ์เป็น dc current pulse จะถูก



รูป ๑.๑ ระบบการส่งวิทยุโทรพิมพ์

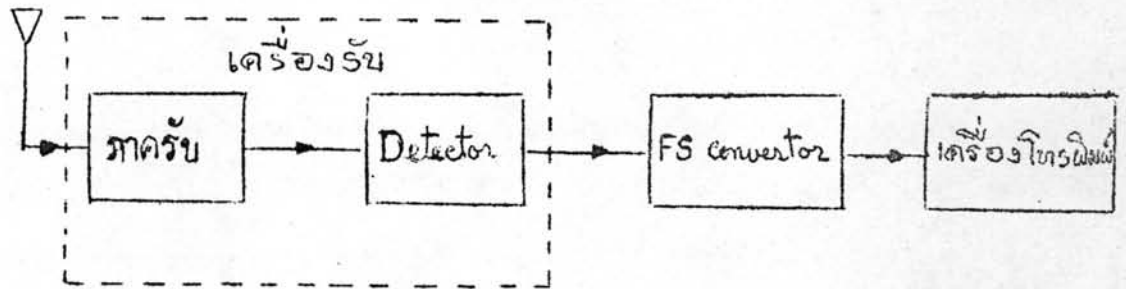
เปลี่ยนให้เป็น sinusoidal signal ที่มีความถี่อยู่ในย่านความถี่เสียงโดย  
 ใช้ระบบ Frequency Shift Keyer (F S K) เสียก่อน แล้วจึงส่งต่อ  
 ไปเข้าเครื่องส่งเพื่อทำการ modulate กับ main carrier เพื่อส่ง  
 ออกอากาศต่อไป เนื่องด้วยสัญญาณโทรพิมพ์มีอยู่เพียง ๒ สถานะเท่านั้นคือ Mark  
 กับ Space ดังนั้นเมื่อเปลี่ยนเป็น sinusoidal signal ก็จะได้  
 สัญญาณที่มีอยู่ ๒ ความถี่ ซึ่งเรียกสัญญาณแบบนี้ว่า Frequency Shift signal  
 ( F S signal) รูปคลื่นของสัญญาณแสดกในรูป ๑.๒ การ



รูป ๑.๒ รูปคลื่น (ก) สัญญาณโทรพิมพ์ (ข) F S signal

เปลี่ยนสัญญาณโทรพิมพ์ให้กลายเป็น FS signal ดังกล่าว ก็เพื่อเป็นการลด bandwidth ของการกระจายคลื่น ตัวอย่างการส่งโทรพิมพ์ระบบนี้เมื่อใช้ส่งสัญญาณโทรพิมพ์ที่มีความเร็ว ๕๐ bauds และกำหนด Frequency Shift  $\pm 200$  Hz แล้ว จะสิ้นเปลือง bandwidth เพียง ๕๑๕ Hz (ขนาด ข) เท่านั้น

ควำรับแสดงตามรูป ๑.๓ เครื่องรับวิทยุจะรับสัญญาณที่ส่งมาเป็นคลื่นวิทยุ หลังจาก -



รูป ๑.๓ ระบบการรับวิทยุโทรพิมพ์

- ผ่านวงจร Detector แล้วจะได้ FS signal กลับคืนมา แล้วผ่านต่อไปยังระบบ Frequency Shift Converter (FS Converter) เพื่อทำการเปลี่ยน FS signal ให้กลับเป็นสัญญาณโทรพิมพ์ตามเดิมแล้วป้อนเข้าเครื่องโทรพิมพ์ต่อไป

เครื่องประกอบการรับส่งสัญญาณโทรพิมพ์ที่ใช้ระบบ FSK และ FS Converter มีชื่อเรียกหลายอย่างดังกล่าวมาแล้วเช่น เครื่อง Frequency Shift Telegraph Adapter และ Voice Frequency Telegraph Equipment เป็นต้น หลักการของระบบ FSK และ FS Converter เป็นการเปลี่ยน Amplitude

ให้เป็น Frequency และเปลี่ยน Frequency  
 ให้เป็น Amplitude ตามลำดับข้อกำหนดกลาง ๆ ของระบบขึ้น  
 อยู่กับชนิดของการใช้งานและเป็นไปตามข้อเสนอแนะของ C.C.I.R. และ  
 C.C.I.T.T. เช่น

Frequency Shift Keying

Frequency Shift :  $\pm 200\text{Hz}$ ,  $\pm 400\text{Hz}$  สำหรับโทรพิมพ์ส่งควยความ  
 เร็วต่ำกว่าหรือเท่ากับ ๒๕๐ bauds  
 :  $\pm 500\text{ Hz}$  สำหรับโทรพิมพ์ส่งควยความ  
 เร็วมากกว่า ๒๕๐ bauds

Voice Frequency Telegraph

Frequency Shift :  $\pm 30\text{ Hz}$  สำหรับโทรพิมพ์ส่งควยความเร็ว ๕๐ bauds  
 Channel Spacing : 120 Hz มีจำนวน ๒๔ Channel

๑.๓ รายละเอียดวงจรเครื่องประกอบการรับส่งสัญญาณโทรพิมพ์มัลติเพล็กซ์  
ไปรษณีย์โทรเลข

เครื่องประกอบการรับส่งสัญญาณโทรพิมพ์ซึ่งใช้ระบบ FSK และ

---

C.C.I.R. Document of the XI the Plenary Assembly Volume 111  
 Oslo 1966 Recommendation 246-1 P. 22

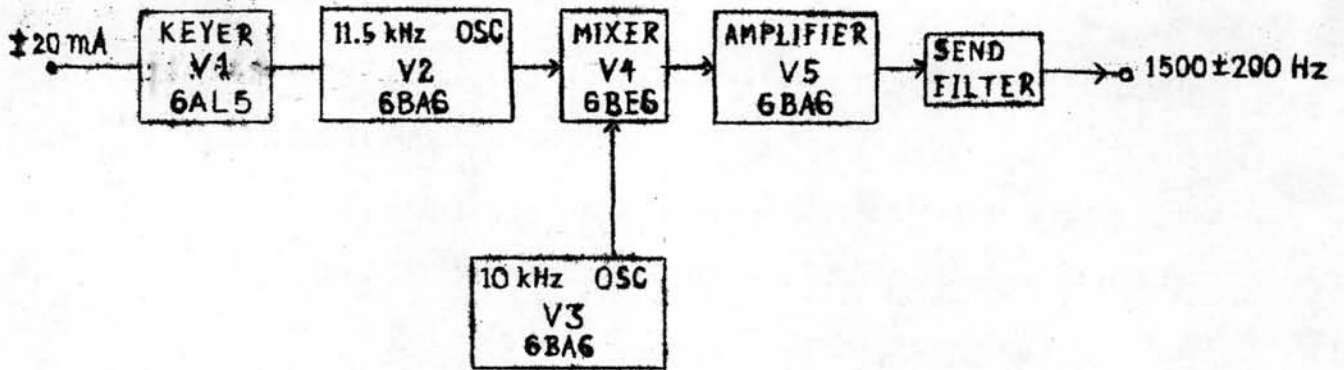
C.C.I.T.T. Red Book Volume 111 1961 Recommendation R.35  
 P.32

F S Converter ที่มีข้อยกกรรมไปรษณีย์โทรเลข ศึกษาค้นคว้าเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาวงจรมีอยู่ ๕ แบบ ดังต่อไปนี้

1. NEC TYPE NG-9926 B Frequency Shift Telegraph Adapter
2. NEC TYPE GD-11FG Speech Plus Duplex Communication Equipment
3. TMC TYPE T 24P Voice Frequency Telegraph Equipment
4. RCA TYPE CT-42R Tone Multiplex Equipment
5. Natali Model TMF 314 Telegraph Multiplex Equipment

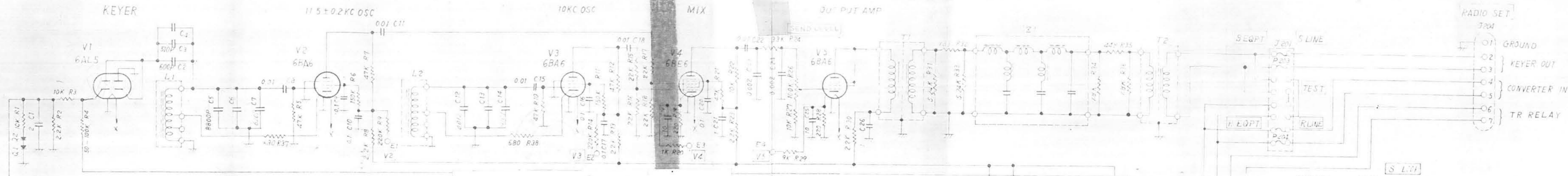
๑.๓.๑ รายละเอียดวงจรเครื่อง NEC TYPE NG-9926B Frequency Shift Telegraph Adapter F S signal  $1500 \pm 200$  Hz

๑.๓.๑.๑ ภาค F SK มี block diagram ดังแสดงในรูป ๑.๔ และวงจรภาค F S K แสดงในรูป ๑.๕

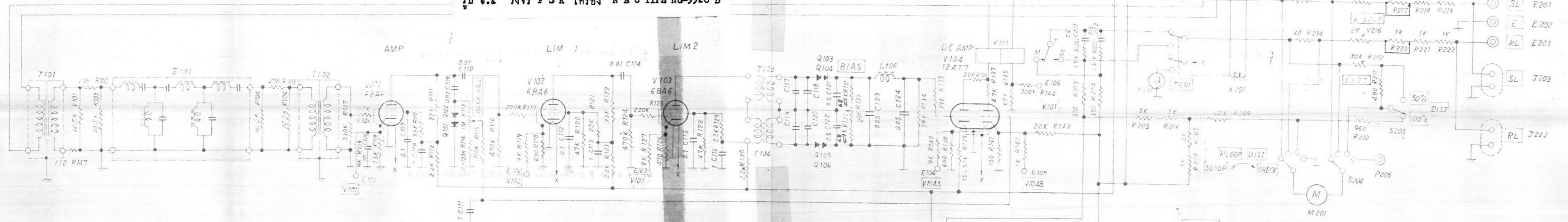


รูป ๑.๔ Block diagram ภาค FSK ของเครื่อง NEC TYPE NG-9926B

สัญญาณโทรพิมพ์ ๕ 20 mA ป้อนเข้ามาทาง input ของหลอด Keyer diode V1 ทำให้หลอด V1 Conduct หรือ cut off ตามสัญญาณโทรพิมพ์ หลอดนี้จะทำหน้าที่

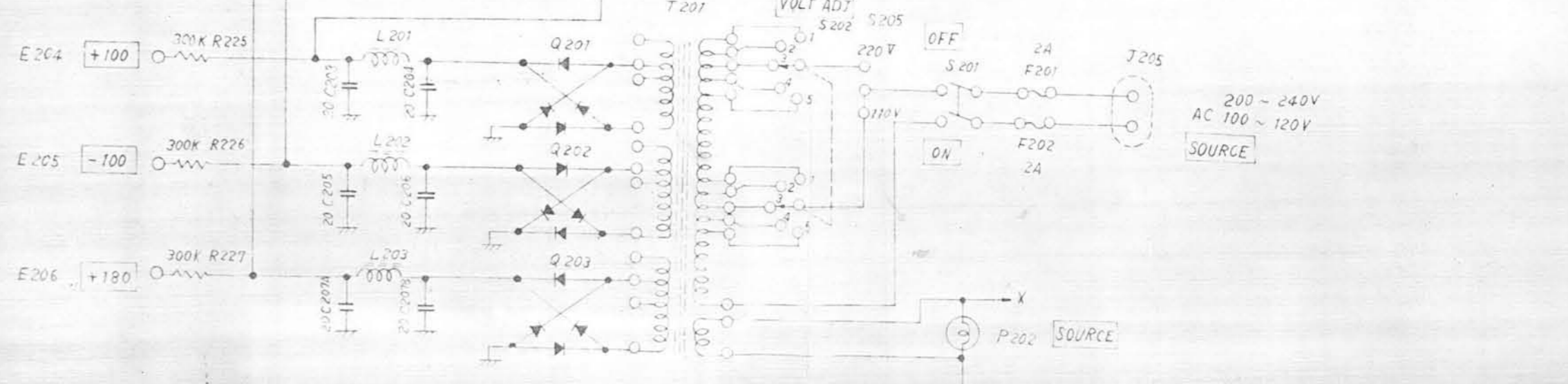


נתון FSK נתון N E C TYPE NG-9926 B



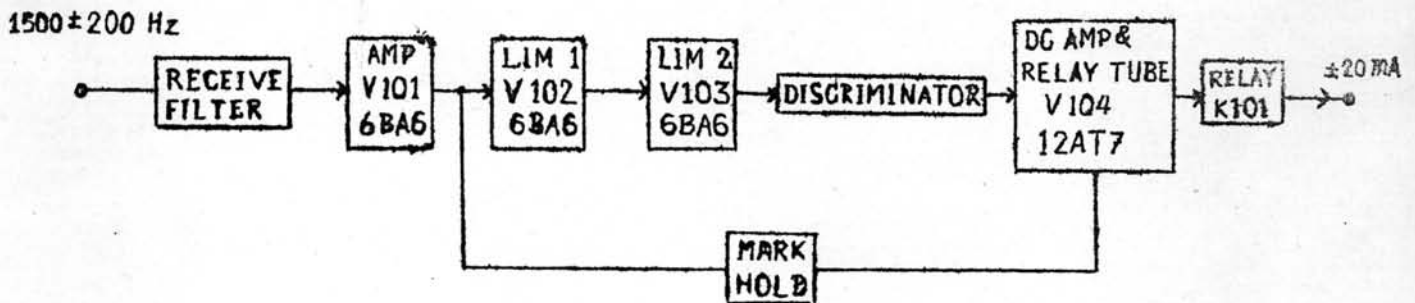
נתון F S Converter נתון N E C TYPE NG-9926 B

NOTE UNLESS OTHERWISE SHOWN  
 RESISTER IN OHMS  
 CAPACITOR IN  $\mu$ F



คอ C2,C3,C4 เข้ากับ tank circuit ของวงจร 11.5 kHz Oscillator V2 หรือคอ C2,C3,C4 ออกจากวงจรดังกล่าว จึงเป็นเหตุให้ความถี่ของวงจร 11.5 kHz Oscillator เปลี่ยนไปเป็น ๑๑.๗ kHz เมื่อ input + 20 mA หรือ ความถี่ของวงจรเปลี่ยนเป็น ๑๑.๓ kHz เมื่อ input -20 mA สัญญาณซึ่งมีความถี่ ๑๑.๗ kHz และ ๑๑.๓ kHz จะวนต่อไปทำการ mixed กับ 10 kHz local oscillator ก็จะได้ out put F S signal ซึ่งมีความถี่ ๓๓๐๐ Hz และ ๓๓๐๐ Hz ( $๑๕๐๐ \pm ๒๐๐$  Hz) วนต่อไปเข้าภาคขยายและ filter และส่งไปเข้าเครื่องส่งวิทยุต่อไป

๑.๓.๑.๒ ภาค F S Converter Block diagram ดังแสดงในรูป ๑.๖ และวงจรแสดงในรูป ๑.๗ F S signal วนวงจร



รูป ๑.๖ Block diagram ภาค F S Converter ของเครื่อง NEC TYPE NG-9926B

Filter และ Amplifier แล้วจะถูก limit amplitude ด้วยวงจร limiter และผ่านเข้าวงจร discriminator วงจร limiter และ discriminator ทำงานเหมือนกับวงจรของเครื่องรับวิทยุ FM ทุกประการ ทั้งนี้ก็เพราะว่า F S signal ก็คือ frequency modulated signal นั่นเองเมื่อ F S signal เป็น MARK out put จาก discriminator จะได้โวลเตจบวก และเมื่อ F S signal เป็น SPACE ก็จะไปเปลี่ยนไปในทางตรงกันข้าม out put จาก discriminator ป้อนเข้าไปยัง grid ของ relay tube V 104

เมื่อ V104 Conduct จะทำให้กระแสไหลผ่าน coil ของ relay output  
จะเป็น MARK +20 mA Relay K101 เป็น polarized relay จะ  
มี bias current ทำให้ contact อยู่ที่ SPACE -20 mA ขณะที่หลอด  
V 104 ไม่ทำงานและขณะที่ยังไม่มีความสามารถปรับ MARK HOLD  
เพื่อให้ relay อยู่ที่ MARK ได้

๑.๓.๑.๓ สรุปการทำงานของเครื่อง NEC TYPE NG-9926 B

- เป็นวงจรที่ใช้หลอดสูญญากาศ
- ภาค F S K ใช้วงจร Oscillator ๒ ชุด  
และเป็น LC Oscillator
- ทำให้เกิด F S signal โดยการเพิ่มหรือลดค่า  
Capacitance ใ้กับ tank circuit  
ของวงจร Oscillator
- วงจร amplitude limiter เป็นวงจรที่ใช้  
characteristic ของหลอดทำการ limit
- วงจร discriminator เป็นแบบใช้วงจร  
tune ๒ ชุด ซึ่งแต่ละชุด resonance  
ที่ความถี่ของ MARK และความถี่ SPACE ตาม  
ลำดับ
- ใช้วงจรควบคุม Relay และใช้ Contact  
ของ relay เป็น switch จ่าย + 20 mA  
ให้โทรพิมพ์

๑.๓.๒ รายละเอียดวงจรเครื่อง NEC TYPE GD-11 FG Speech Plus Duplex  
Communication Equipment F S signal 2220 + 30 Hz



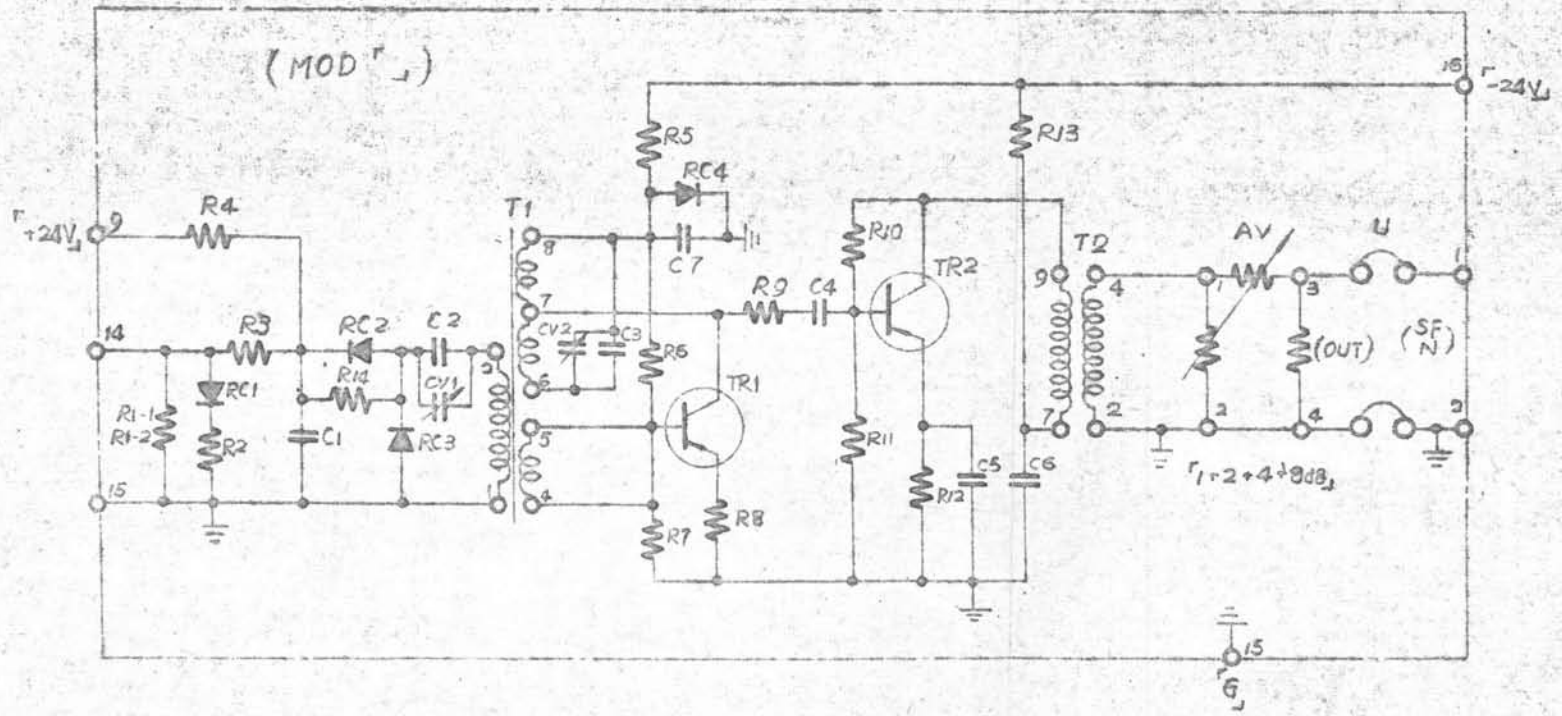
๑.๓.๒.๑ ภาค F S K วงจรแสดงดังรูป ๑.๔ R C 2 และ R C 3 เป็น Keyer diode และ T R I เป็นวงจร ๒๒๒๐ Hz Oscillator เมื่อป้อนสัญญาณโทรพิมพ์  $\pm 20$  mA เข้ามา Keyer diode จะทำการกัก C2, CV1 ออกจาก tank circuit ของวงจร Oscillator หรือคือ C 2 และ CV 1 เข้าไปกับวงจรดังกล่าวทำให้ความถี่ของวงจร 2220 Hz Oscillator ก็จะเปลี่ยนไปเป็น ๒๑๕๐ Hz หรือ ๒๒๕๐ Hz ตามสัญญาณ Mark หรือ Space T R Z ทำหน้าที่ขยาย F S signal ส่งออกทาง Out put

๑.๓.๒.๒ ภาค F S Converter แสดงดังรูป ๑.๕ วงจรภาค F S Converter ของเครื่องนี้หลักการทำงานทำนองเดียวกันกับที่กล่าวมาแล้วตามหัวข้อ ๑.๓.๑.๒

๑.๓.๒.๓ สรุปหลักการทำงานของเครื่อง N E C TYPE GD-11 FG

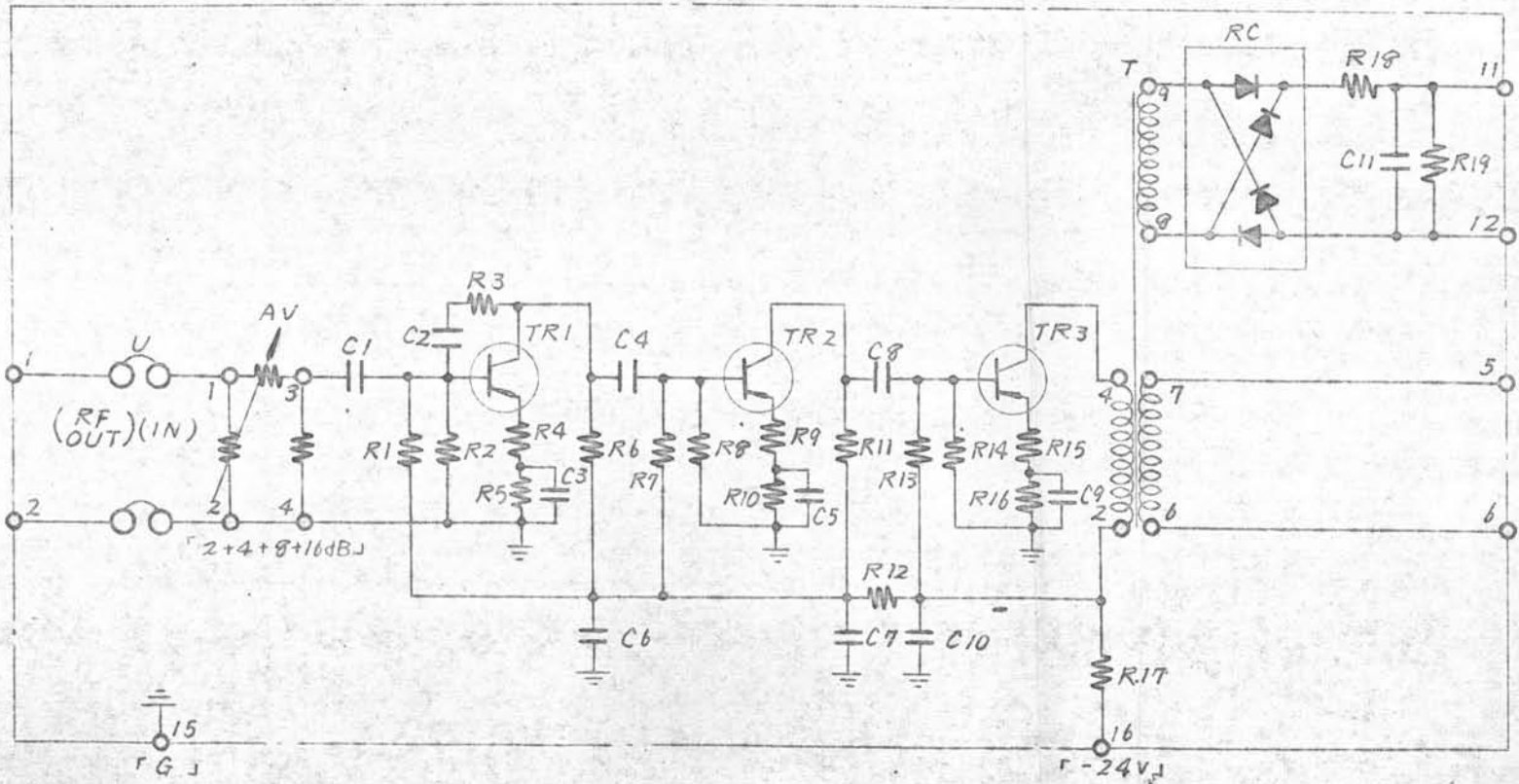
- เป็นวงจรใช้ทรานซิสเตอร์ล้วน
- ทำให้เกิด F S signal โดยการเพิ่มหรือลดค่า Capacitance ให้กับ tank circuit ของวงจร Oscillator
- วงจร Amplitude limiter ใช้ Characteristic ของ transistor ทำการ limit
- วงจร discriminator เป็นแบบ Foster-Seeley discriminator.
- ใช้วงจรควบคุม Relay แล้วใช้ Contact ของ relay เป็น switch จ่าย  $\pm 20$  mA

CIRCUIT DIAGRAM OF



*Handwritten note:* Using 2N4104 as TR1

FSK 1200 N E C TYPE GD-11 FG



၂၅၂ ၃.၃ ၂၅၂၂ F S Converter ကေတဝ် N E C TYPE  
 (၈) ၂၅၂၂ Limiter

Nippon Electric Company Ltd

TOKYO

JAPAN

TRP. A

SHT. 5 - 3

28 - BU - 257

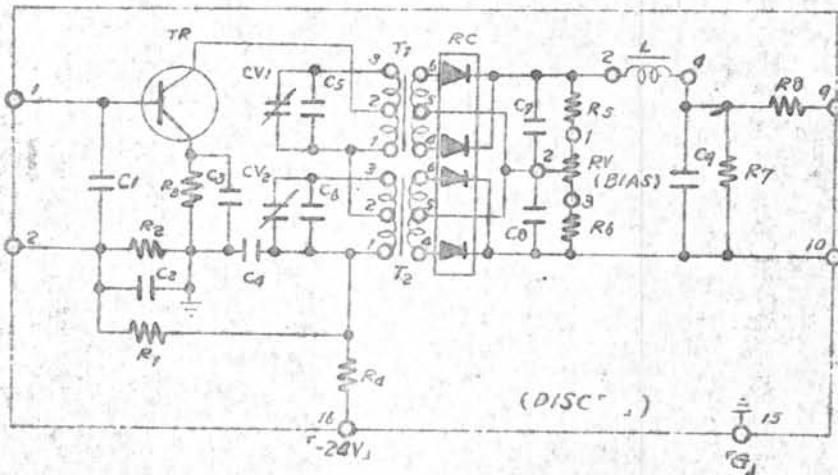


図 452 (7) 判別器 Discriminator 回路図 NEC TYPE GD-11 FG

NEC

## ให้เครื่องโทรพิมพ์

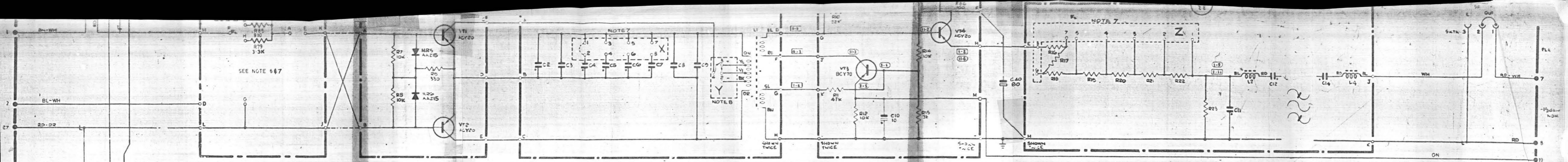
### ๑.๓.๓ รายละเอียดวงจรเครื่อง T M C TYPE T 24 P Voice Frequency Telegraph Equipment F S signal 420 + 30 Hz

๑.๓.๓.๑ ภาค F S K แสดงตามรูป ๑.๑๐ ทรานซิสเตอร์ VT 1 และ VT 2 ทำหน้าที่เป็นวงจร Keyer คัด C2, C3 ออกจาก tank circuit ของวงจร ๔๒๐ Hz Oscillator หรือต่อ C2 และ C3 เข้ากับวงจรคั้งกล่าวซึ่งขึ้นอยู่กับสัญญาณโทรพิมพ์ที่ป้อนเข้ามาว่าเป็น Mark หรือ Space คั้งนั้นความถี่ของ ๔๒๐ Hz Oscillator ก็จะเปลี่ยนไปเป็น ๔๕๐ Hz หรือ ๓๙๐ Hz ได้ F S signal ออกมาใช้ทรานซิสเตอร์ VT 4 เป็นตัวขยายอีกครั้งก่อนส่งออก out put

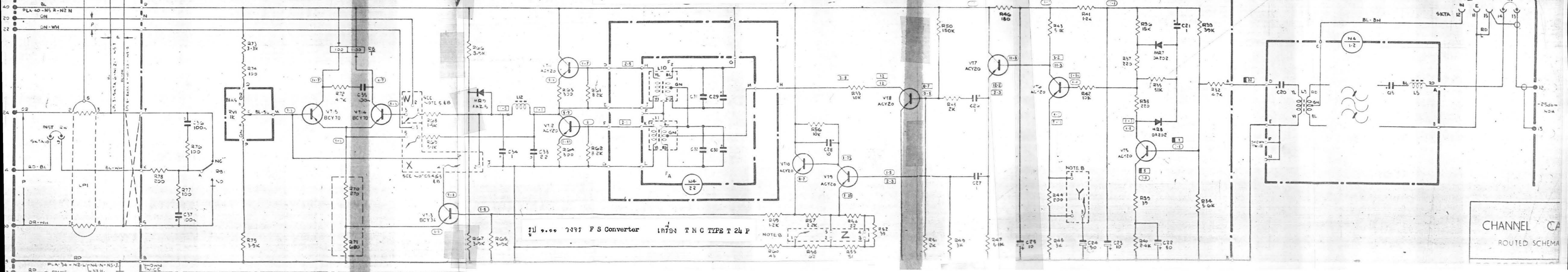
๑.๓.๓.๒ ภาค F S Converter แสดงตามรูป ๑.๑๑ มีหลักการทำงานทำนองเดียวกับที่กล่าวมาแล้วตามข้อ ๑.๓.๑.๒

### ๑.๓.๓.๓ สรุปหลักการทำงานของเครื่อง T M C TYPE T 24 P

- เป็นวงจรใช้ทรานซิสเตอร์ล้วน
  - ภาค F S K ใช้วงจร Oscillator เพียงวงจรเดียวและเป็นแบบ L C Oscillator
  - ทำให้เกิด F S signal ได้โดยการเพิ่มหรือลดค่า Capacitance ให้กับ tank circuit ของวงจร Oscillator
  - วงจร Discriminator เป็นแบบวงจร tune
- ๒ ชุด
- ใช้วงจรทรานซิสเตอร์ควบคุม relay ใช้ contact



PLA 40-N5 R-N2 N



PLA 40-N5 R-N2 N

CHANNEL CA  
ROUTED SCHEMA

ของ relay เป็น switch จ่าย  $\pm 20$  mA  
ให้เครื่องโทรพิมพ์

๑.๓.๘ รายละเอียดวงจรเครื่อง R C A TYPE CT-42 R Tone Multiplex

Equipment F S signal  $420 \pm 30$  Hz

๑.๓.๘.๑ ภาค F S K แสดงตามรูป ๑.๑๒ จะเห็นว่าวงจร  
นี้หลักการทำงานเกี่ยวข้องกับวงจรภาค F S K ที่กล่าวมาแล้วตามข้อ ๑.๓.๒.๑  
ต่างกันเล็กน้อยตรงที่ Keyer diode เป็น diode ต่อกันแบบ bridge.

๑.๓.๘.๒ ภาค F S Converter แสดงตามรูป ๑.๑๓ มีหลัก  
การทำงานทำงานเกี่ยวข้องกับเครื่องที่กล่าวมาแล้วตามข้อ ๑.๓.๑.๒ แต่แตกต่างกัน  
ที่วงจร discriminator เพียงเล็กน้อย สำหรับเครื่องนี้วงจร Discriminator  
เป็นแบบ Discriminator Filter ซึ่งใช้หลักการเดียวกับ Crystal Filter  
นั่นเอง

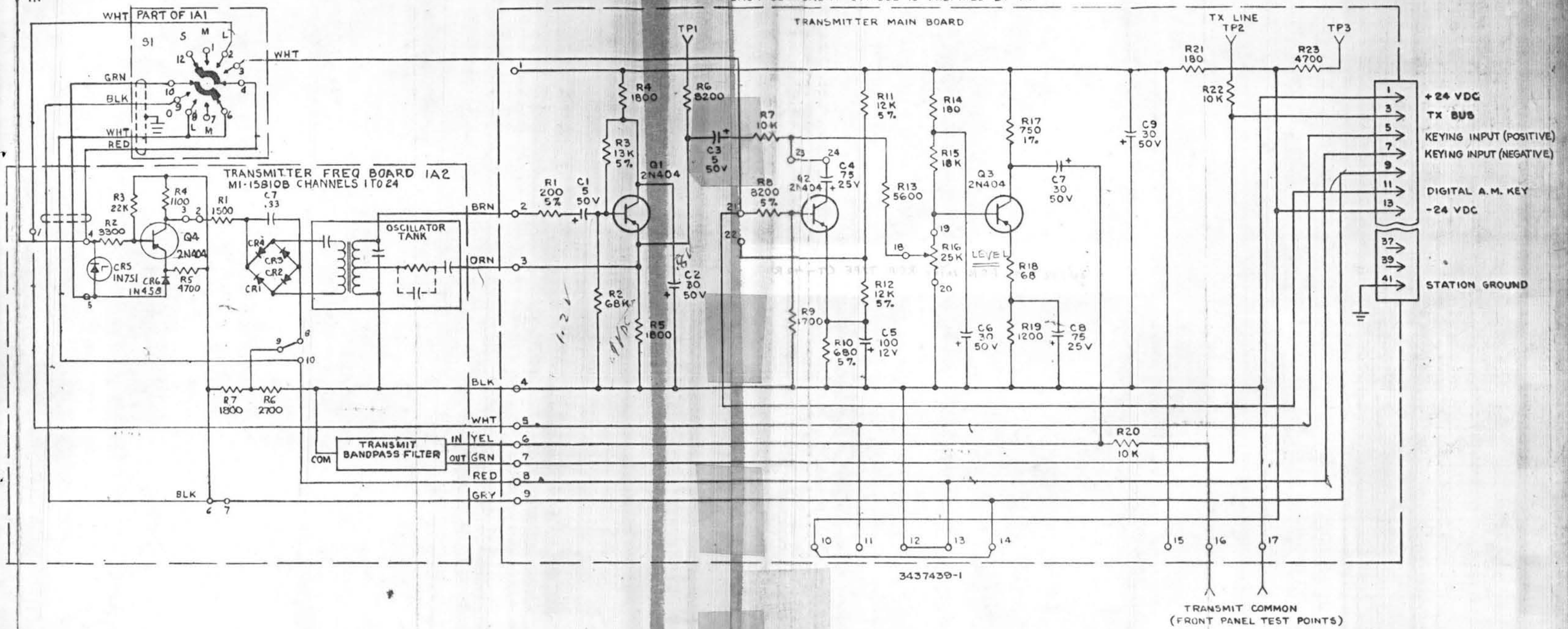
๑.๓.๘.๓ สรุปหลักการของเครื่อง R C A TYPE CT-42 R

- เป็นวงจรโซทรานซิสเตอร์ล้วน
- ภาค F S K ใช้วงจร Oscillator เพียงวงจร  
เดียวและเป็นแบบ LC Oscillator
- ทำให้เกิด F S signal ได้โดยการเพิ่มหรือลดค่า  
Capacitance ให้กับ tank circuit ของวง  
จร Oscillator
- วงจร discriminator เป็นแบบ discriminator filter  
มีคุณภาพดีมาก
- ใช้วงจรทรานซิสเตอร์ควบคุม Relay และใช้ Contact

1.12  
0

FRONT PANEL TEST JACK RED IN

IAI EACH COMPONENT SYMBOL IS PREFIXED BY IAI



- NOTES:
1. O INDICATES TERMINALS
  2. ALL CAPACITOR VALUES ARE GIVEN IN UF, AND ALL RESISTOR VALUES ARE GIVEN IN OHMS, ±10% AT 1/2 WATT, UNLESS OTHERWISE SPECIFIED. (K=1000)
  3. SWITCH SHOWN IN "SPACE" POSITION.

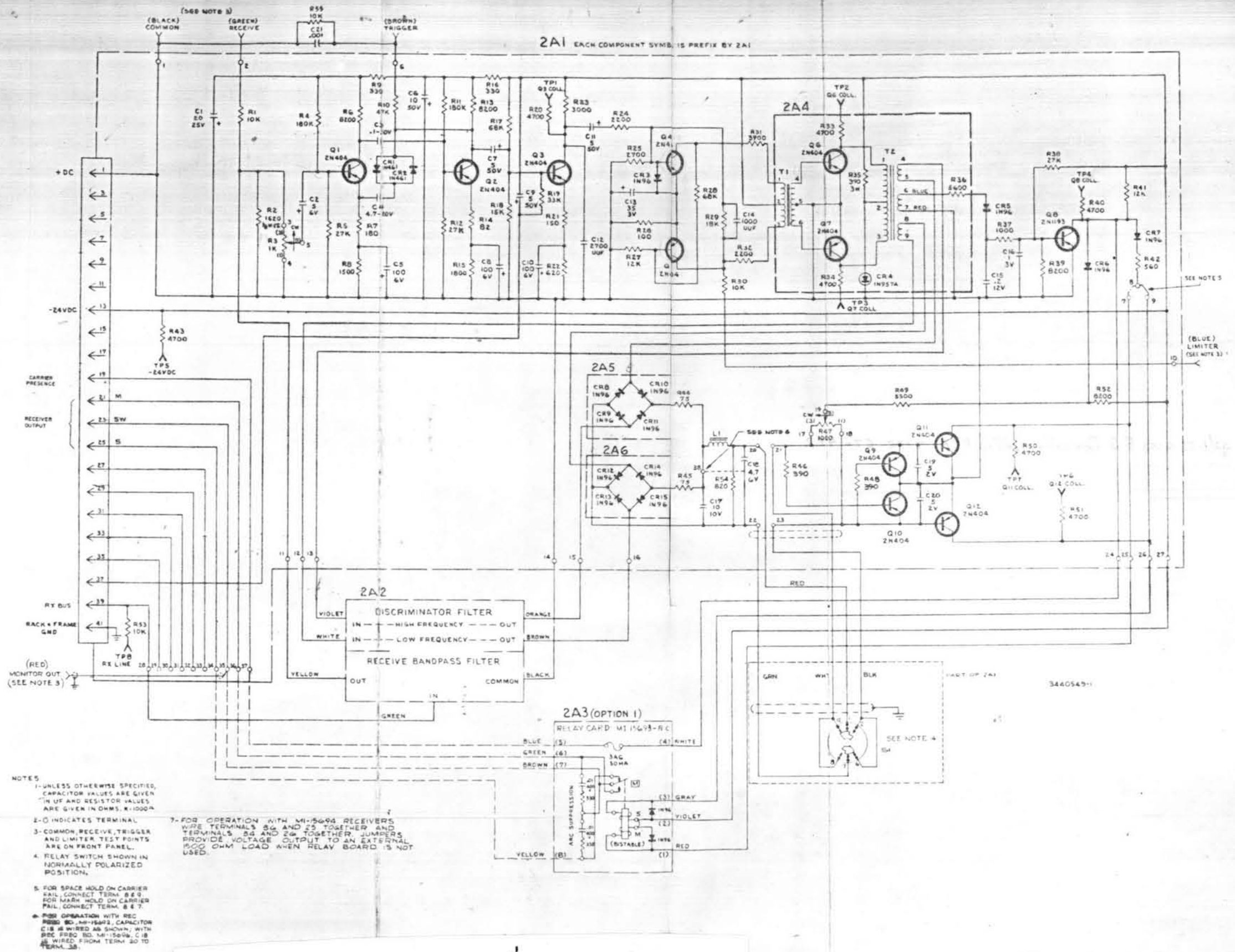
1.12 0.02 1.12 FSK 1.12 R C A TYPE CT - 42 R

Figure 24—Tone Transmitter Module MI-15806A—Schematic Diagram



R.E.A.

21.13



- NOTES
- 1- UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, CAPACITOR VALUES ARE GIVEN IN UF AND RESISTOR VALUES ARE GIVEN IN OHMS, K=1000.
  - 2- O INDICATES TERMINAL.
  - 3- COMMON, RECEIVE, TRIGGER AND LIMITER TEST POINTS ARE ON FRONT PANEL.
  - 4- RELAY SWITCH SHOWN IN NORMALLY POLARIZED POSITION.
  - 5- FOR SPACE HOLD ON CARRIER PAIR, CONNECT TERM. 8 & 9. FOR MARK HOLD ON CARRIER PAIR, CONNECT TERM. 8 & 7.
  - 6- FOR OPERATION WITH REC FREQ. 80, MI-15693, CAPACITOR C18 IS WIRED AS SHOWN. WITH REC FREQ. 80, MI-15694, C18 IS WIRED FROM TERM. 20 TO TERM. 38.
  - 7- FOR OPERATION WITH MI-15694 RECEIVERS WIRE TERMINALS 26 AND 25 TOGETHER AND TERMINALS 26 AND 26 TOGETHER. JUMPERS PROVIDE VOLTAGE OUTPUT TO AN EXTERNAL 1500 OHM LOAD WHEN RELAY BOARD IS NOT USED.

511 9.90 1111 F S Converter 10101 R C A TYPE CT - 42 R

Figure 25—Tone Receiver Module MI-15807—Schematic Diagram

ของ Relay เป็น switch จ่าย  $\pm 20 \text{ mA}$   
ให้เครื่องโทรพิมพ์

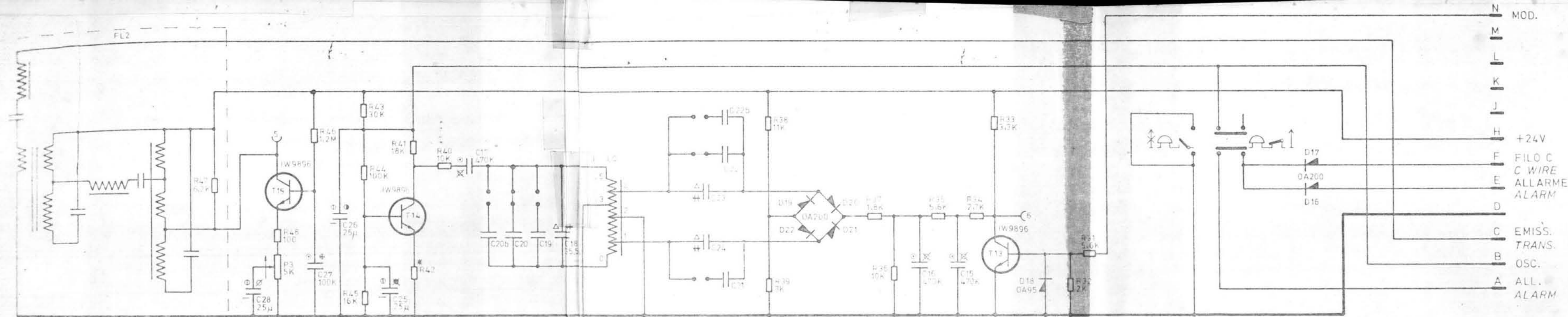
๑.๓.๕ รายละเอียดวงจรเครื่อง Natali Model T M F 314 Telegraph  
Terminal System F S signal  $420 \pm 30 \text{ Hz}$

๑.๓.๕.๑ ภาค F S K แสดงตามรูป ๑.๑๔ มีหลักการทำงาน  
ทำงานเองเกี่ยวกับเครื่องทักลามาแล้วถามขอ ๑.๓.๕.๑

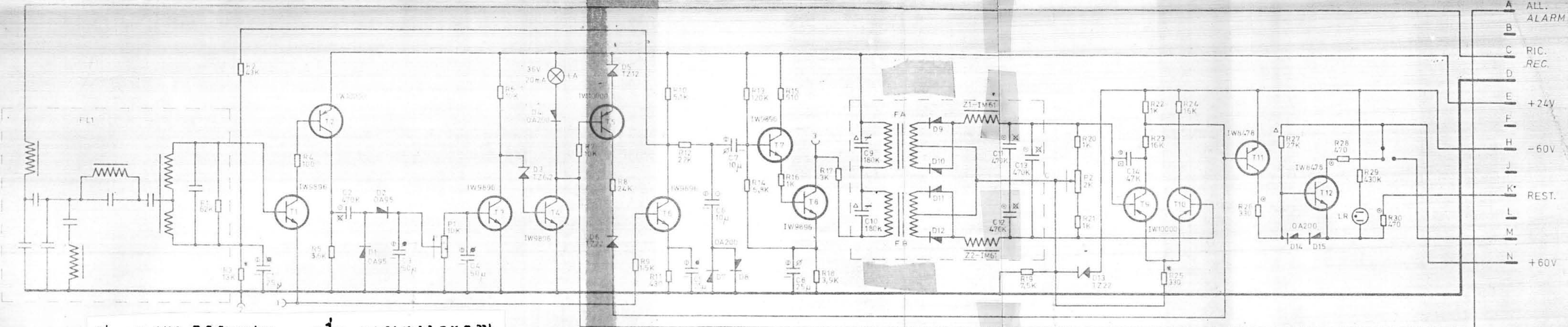
๑.๓.๕.๒ ภาค F S Converter แสดงตามรูป ๑.๑๕ มี  
หลักการทำงานทำงานเองเกี่ยวกับเครื่องชนิดเดียวกันทักลามาแล้วขากน ยกเว้น  
ภาคสุดท้ายซึ่งใช้ electronic relay แทน relay แบบธรรมดาและมีหลัก  
การทำงานดังนี้ เมื่อ F S signal เป็น Mark ทรานซิสเตอร์ T 9  
จะ Conduct และเป็นผลทำให้ T 11 cutoff และต่อไปทำให้ T 12 Conduct  
จ่ายไฟ  $\pm 20 \text{ mA}$  ออกไปตาม line ขณะที่ F S signal เป็น Space การ  
ทำงานของทรานซิสเตอร์ดังที่กล่าวมาแล้วจะเป็นไปในทางตรงกันข้าม นั่นคือ T 12  
จะ Cut off และ T 11 จะ Conduct จ่ายไฟ  $-20 \text{ mA}$  ออกไป T 11  
และ T 12 เป็นทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็น electronic switch นั้นเอง

๑.๓.๕.๓ สรุปหลักการเครื่อง Natali Model TMF 314

- เป็นวงจรทรานซิสเตอร์ล้วน
- ภาค FSK ใช้วงจร Oscillator เพียงวงจร  
เดียวเป็นแบบ L C Oscillator
- ทำให้เกิด F S signal ได้โดยการเพิ่มหรือลด  
ค่า Capacitance ให้กับวงจร tank circuit  
ของวงจร Oscillator



รูป ๑.๑๘ วงจรเครื่อง F S K เครื่อง Natali Model T M F 314



FS Converter

Natali Model T M F 314

- วงจร Discriminator ใช้วงจร tune ๒ ชุด
- วงจร relay เป็นแบบ electronic relay  
ไม่มี mechanical contact

๑.๘ ขอบปรองของเครื่องที่มีขอยแล้ว

- ๑.๘.๑ ข้อสังเกตเกี่ยวกับจุดอ่อนของเครื่องต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าเครื่องตามข้อ ๑.๓.๑ เป็นวงจรใช้หลอดสูญญากาศ ทำให้เกิดความรบกวนสูง ต้องใช้ไฟ supply หลายชุด และสิ้นเปลืองเนื้อที่
- ๑.๘.๒ เครื่องทั้งหมดใช้วงจร Oscillator แบบ LC Oscillator ทำให้เกิด F S signal โดยการเพิ่มหรือลดค่า Capacitance ดังกล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าค่า Capacitance เปลี่ยนแปลงอย่าง nonlinear กับความถี่ของวงจร ( $f = 1/2\pi\sqrt{LC}$ ) จึงมีความลำบากในการเลือกค่า Capacitance และอีกประการหนึ่ง วงจรนี้กำเนิดคลื่นที่มีความถี่ค่าย่านความถี่เสียง จึงต้องใช้ค่า inductance และ Capacitance ที่มีค่ามาก ๆ inductor ที่มีค่า inductance สูง สร้างให้มีขนาดเล็กยากและมีราคาแพง
- ๑.๘.๓ วงจร Discriminator ส่วนใหญ่เป็นแบบที่ใช้วงจร tune ๒ ชุด และวงจร tune ก็เป็นแบบ LC tuning circuit เนื่องจากใช้งานในย่านความถี่ค่าจึงมีข้อสังเกตดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ส่วน Discriminator ที่มีคุณภาพดีตามข้อ ๑.๓.๔.๒ ก็เป็นอุปกรณ์หายาก มีราคาแพง
- ๑.๘.๔ วงจร switching ที่จ่ายไฟ  $\pm 20$  mA ส่วนใหญ่ใช้ electro

mechanical relay และใช้ Contact ของ relay ทำหน้าที่เป็น switch ดังนั้นเวลาทำงานจะเกิดเสียงเนื่องจากการ spark ของหน้า contact ทำให้อาจเกิดการรบกวนวงจรข้างเคียงหรือรบกวนเครื่องอื่น ๆ ที่ใช้อยู่ด้วยกันได้เครื่อง T M C TYPE T 24 P ลกการ spark ที่หน้า Contact โดยใช้ relay แบบหลอดแก้วบรรจุปรอท แต่ก็มีข้อเสียคือ ตัว relay ต้องตั้งอยู่ในตำแหน่งแนวตั้งเท่านั้น และมีราคาแพง

- ๑.๔.๕ เครื่องรับส่งสัญญาณโทรพิมพ์ทั้ง ๕ แบบที่ได้นำมาวิเคราะห์การทำงานและศึกษาจากวงจร สรุปข้อสำคัญได้ดังนี้
- ด้านส่งได้ F S signal โดยการทำให้ frequency determine network ของวงจร Oscillator เปลี่ยนไปตามสัญญาณโทรพิมพ์
  - ด้านรับ ใช้วงจร Frequency discriminator เปลี่ยน F S signal กลับมาเป็นสัญญาณโทรพิมพ์ นำไปควบคุม relay แล้วใช้ relay switching จ่ายกระแสไฟต่อการให้กับเครื่องโทรพิมพ์

#### ๑.๕ ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้จะเป็นการออกแบบระบบวงจร และออกแบบวงจรภาค F S K และ F S Converter โดยจะใช้วงจร Solid State ทั้งหมด และพยายามใช้วงจร IC ใ้มากที่สุด นอกจากนี้จะเป็นการทดสอบวงจรที่ได้ออกแบบไว้ สุดท้ายเป็นการสร้างเครื่อง F S Converter เพื่อใช้ประกอบกับระบบการรับสัญญาณโทรพิมพ์ที่มีอยู่แล้ว พร้อมทั้งทดสอบสมรรถนะของเครื่อง

๑.๖ ประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัยนี้

ประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัย ทำให้สามารถสร้างเครื่อง F S Converter ที่มีคุณภาพดีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา มีความทนทาน และราคาถูก สามารถสร้างขึ้นเองได้ และได้พัฒนาระบบวงจรของภาค F S K ขึ้นใหม่.

---