



คู่มือ

เครื่องส่งวิทยุ HARRIS รุ่น Z2FM

กำลังส่ง 2 กิโลวัตต์



# สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
<b>บทที่ 1</b> วิธีปฏิบัติจากการถูกไฟฟ้าช็อต	1
<b>บทที่ 2</b> Introduction/Specification	5
- คุณลักษณะ	5
- ข้อมูลทั่วไป	6
<b>บทที่ 3</b> Operator Guide	9
- Transmitter Controls	9
- Transmitter Metering	10
- Using the Diagnostic Display	11
- Manual Exciter Switching	16
- Manual IPA Switching	16
- Optimizing Efficiency	17
- EMERGENCY OPERATING PROCEDURES	17
<b>บทที่ 4</b> Overall System Theory	18
- RF Flow Block Diagram Description	18
- Detailed RF Theory of Operation	21
- Power Supply Block Diagram Description	29
- Detailed Power Supply Descriptions	33
- Cooling System Description	42
- Control System Description	42

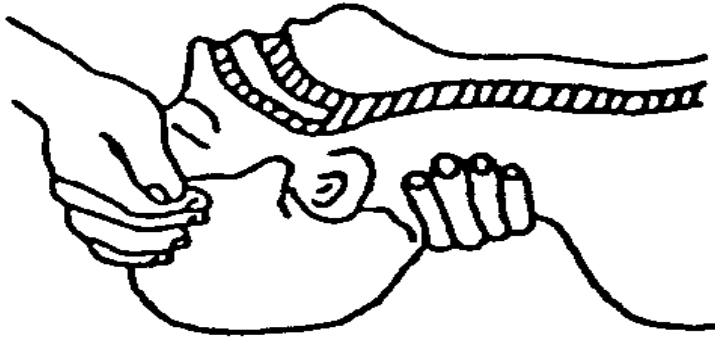
## บทที่ 1

### วิธีปฏิบัติจากการถูกไฟฟ้าช็อต

1. ถ้าผู้ป่วยไม่ตอบสนองให้ปฏิบัติตามข้อปฏิบัติ A-B-C ซึ่งเป็นหลักการช่วยชีวิต

#### A. เปิดทางอากาศหายใจ

ถ้าไม่รู้สีกตัวให้เปิดทางอากาศหายใจ ตามรูป



ยกคอกให้สูงขึ้น กดหน้าผากให้ต่ำลง ไม่ให้มีอะไรอยู่ในปาก สังเกตการหายใจ

#### B. การหายใจ

ถ้าไม่หายใจ ต้องช่วยให้เกิดการหายใจ

เอียงคอ บีบจมูกเพื่อไม่ให้อากาศออกเมื่อเวลาเป่าปาก กระทำ 4 ครั้ง

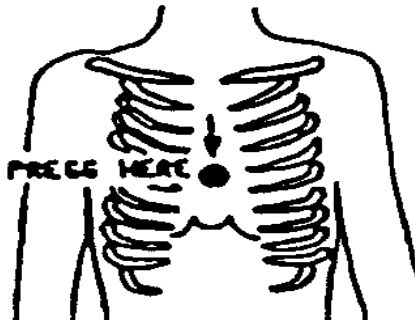
การเป่าต้องทำอย่างรวดเร็วเท่าที่จะเร็วได้

ตรวจสอบการเต้นของหัวใจ ถ้าไม่มีการเต้นของหัวใจให้ทำตามข้อ C

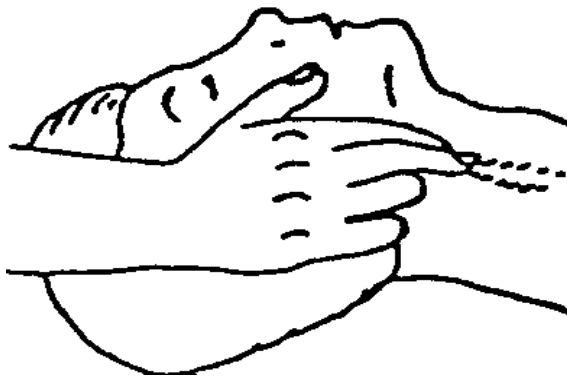


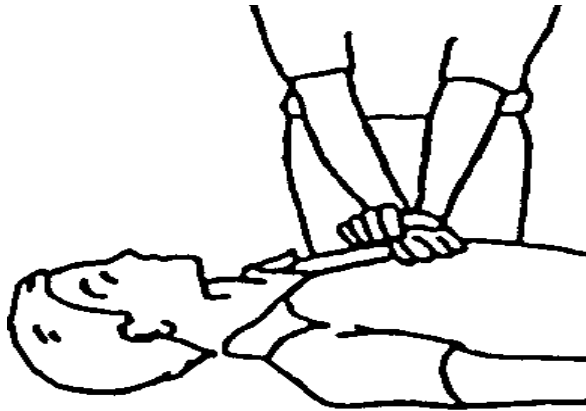
C. CIRCULATION

กดหน้าอกแรงพอประมาณ จะยุบประมาณ 1 1/2 ถึง 2 นิ้ว  
 ครั้งแรก จะกดประมาณ 80 ครั้งต่อนาที



กด 15 ครั้ง เป่าปาก 2 ครั้ง  
 ครั้งที่สอง กดหน้าอก 60 ครั้งต่อนาที กด 5 ครั้งเป่าปาก 1 ครั้ง





**หมายเหตุ** จังหวะการกดหน้าอกต้องไม่หยุดชะงัก  
เมื่อผู้ป่วยหายใจ เรียกหมอหรือพาไปพบแพทย์ทันที

2. เมื่อผู้ป่วยมีการตอบสนอง
  1. ให้ผู้ป่วยอยู่ในที่อบอุ่น
  2. ให้ผู้ป่วยอยู่นิ่ง ๆ
  3. คลายเสื้อผ้าที่สวมใส่
  4. ให้นอนเอนไปข้างหลัง

### การปฐมพยาบาล

ผู้ที่ทำงานในการติดตั้ง, ควบคุมอุปกรณ์, การบำรุงรักษา, หรือการบริการเกี่ยวกับอุปกรณ์ ต้องได้รับคำแนะนำจกศูนย์เคย์ทั้งทฤษฎีและการปฏิบัติในการปฐมพยาบาล ข้อมูลนี้มีได้มุ่งหมายในการปฐมพยาบาลให้ได้รับความสมบูรณ์ทุกประการ แต่เป็นการช่วยเหลือในเบื้องต้นได้เท่านั้น เป็นหน้าที่ของผู้ที่ใช้อุปกรณ์จะต้องเตรียมการให้เพียงพอต่อการปฐมพยาบาลฉุกเฉินได้ เพื่อป้องกันการเสียชีวิต การปฏิบัติเมื่อถูกไฟฟ้าเป็นแผลไฟไหม้

1. เกิดอาการไหม้ที่ผิวหนัง
  - a. ปิดบริเวณแผลด้วยผ้าสะอาด (ควรจะมีผ้าพันแผลเตรียมไว้)
  - b. อย่าแกะเม็ดพุพอง, อย่าลอกผิวหนังที่ไหม้, เอาเศษเสื้อผ้าที่ติดอยู่บริเวณแผลออก, ใช้ครีมหรือขี้ผึ้งทาร์รักษาแผล

- c. ปฏิบัติตามข้างต้นเมื่อผู้ป่วยมีอาการช็อคหรือถ้าจำเป็นต้องทำ
- d. ส่งผู้ป่วยไปโรงพยาบาลโดยเร็วที่สุด
- e. ถ้าแขนหรือขาที่มีแผลด้วยต้องยกให้สูงขึ้น

### **หมายเหตุ**

ถ้ายังไม่ได้พบแพทย์ในระหว่าง 1 ชม. และผู้ป่วยยังมีสติและไม่อาเจียร ให้ผู้ป่วยดื่มน้ำเกลืออ่อน ๆ หรือน้ำโซดา ใช้เกลือ 1 ช้อนชา หรือโซดา 1/2 ช้อนชา กับน้ำ 1/4 ร้อนหรือเย็นก็ได้ ให้ผู้ป่วยดื่มช้า ๆ ประมาณครึ่งแก้ว ประมาณ 15 นาที ถ้ามีการอาเจียรต้องหยุด (ไม่ควรให้เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์)

- 2. ถ้าการไหม้ไม่รุนแรง
  - a. ใช้ผ้าเย็นพันไว้
  - b. อย่าแกะจุดพุพอง หรือเอาผิวหนังออก หรือดึงสิ่งที่ติดอยู่ออก หรือใช้ยาทา
  - c. ใช้อุปกรณ์รักษาแผลสะอาด
  - d. ปฏิบัติตามข้างต้นเมื่อผู้ป่วยมีอาการช็อคหรือถ้าจำเป็นต้องทำ
  - e. จัดส่งผู้ป่วยไปโรงพยาบาลโดยเร็ว
  - f. ถ้าแขนหรือขาที่มีแผลด้วยต้องยกให้สูงขึ้น

## บทที่ 2

### Introduction/Specification

#### 1.1 คำนำ

คู่มือทางเทคนิคที่รายละเอียดของเครื่องส่งของ HARRIS Platinum Z2 solid-state FM radio คู่มือนี้มีข้อมูลเกี่ยวกับการติดตั้ง, การทำงานและการบำรุงรักษาของเครื่องส่ง

#### 1.2 คุณสมบัติ

ของ Harris DIGIT Digital FM Exciter จะมี DSP stereo generator ในตัวด้วย ซึ่งเป็นบริษัทแรกในโลกที่สามารถสร้าง all-digital FM Exciter ตามมาตรฐานของ AES/EBU ที่เป็น digital audio generates, modulated RF carrier ถูกสร้างขึ้นโดยใช้กระบวนการdigitalทั้งหมดเพื่อลดสัญญาณรบกวนและการบิดเบี้ยวของเครื่องส่ง FM (คุณภาพเสียงdigital 16 bit)

- POWER OUTPUT ตั้งแต่ 500W ถึง 2.5 KW รุ่น Z2CD และมี VSWR ต่ำกว่า 1.1
- มี IPA amplifiers สำรองที่เป็นแบบ autoswitching เพื่อลด การ failure เครื่อง
- มี Microprocessor เป็นหลักสำหรับการควบคุมของ diagnostics และการแสดงผลต่าง ๆ รวมทั้ง logic และคำสั่งเพื่อทำการ switching ระหว่าง EXCITERS สำรองและ IPAS สำรอง
- สามารถถอด RF Amplifier module เพื่อให้ทำการซ่อมขณะที่เครื่องส่งยังคงออกอากาศ แต่ต้องลด power ลง (“Hot-Pluggable” modules)
- ออกแบบเป็น Broadband โดยไม่มีการปรับจูนตั้งแต่ 87-108 MHz ความถี่สามารถเปลี่ยนได้โดยวิธีการ Manually ใช้เวลาน้อยกว่า 5 นาที โดยใช้ simple switch settings และใช้เวลาอย่างน้อย 0.5 วินาที โดยการเลือกการควบคุมจากภายนอก
- สามารถเพิ่ม power ให้เต็มตาม specifications ภายใน 5 วินาทีหลังจากกดปุ่ม “ON”
- ระบบการระบายความร้อนใช้ได้ทั้งแบบ internal blower และ external blower
- การปรับ dual output power พร้อมด้วยการปรับ POWER สำหรับระบบที่ใช้กับ UPS หรือ GENERATOR BACKUP
- มี Directional RF sample port
- ใช้ได้ทั้ง single phase หรือ three phase mains power, 50/60 Hz.

### 1.3 ข้อมูลทั่วไป

เครื่องส่ง Harris Platinum Z เป็นการทำงานแบบ highly-function เครื่องส่ง FM การออกแบบใช้แนวความคิดที่เรียกว่า Z-Axis 3-dimensional electronic เครื่องส่งรุ่น Z2CD และ Z2FM เป็นรุ่น 2 kW ชุดของ Platinum รุ่น Z2CD (Clearly Digital) ใช้ Digital FM exciter รุ่น Harris DigitCD ขณะที่ Z2FM เป็น Analog exciter ซึ่งเป็นรุ่น Harris SuperCiter

Z-Axis เป็นการจัดการอุปกรณ์ RF เช่น dividers, combiner และ amplifier ในแบบ three dimension เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการส่งสัญญาณระหว่างส่วนต่างๆเครื่องส่ง

#### 1.3.1 Harris DIGITS FM Exciter

เป็นอุปกรณ์มาตรฐานพร้อมด้วยเครื่องส่ง Platinum Z DIGIT กับ digital input module สร้าง stereo FM waveform ที่สมบูรณ์ด้วยระบบ Digital มีการใช้ digital signal processor (DSP) เพื่อสร้างสัญญาณ stereo และมี composite limiter รวมอยู่ด้วยและใช้ ระบบ 32-bit controlled oscillator (NCO) เหมือนกับ digital modulator

การทำงานของระบบ Digital ใช้มาตรฐานของ AES/EBU สัญญาณ stereo audio data ใช้กับ FM exciter เพื่อกำจัดการผิดเพี้ยนและปัญหาของการ alignment ของสัญญาณ analog และ analog FM exciter ในรุ่น DIGIT FM exciter จะมี Analog interface module เพื่อใช้กับสถานีที่เป็นแบบ analog การเปลี่ยน digital module และ analog interface module ไม่ยุ่งยาก

#### 1.3.2 Harris SuperCiter Analog Exciter

รายการเพื่อเลือก Harris SuperCiter 55 Watts เป็น high quality analog exciter ออกแบบเพื่อความต้องการของ broadcasters เป็นการทำงานในระบบ analog ที่ทันสมัยที่สุด SuperCiter ประกอบด้วยระบบ PLL technology พร้อมด้วยวงจร modern RF amplifier เพื่อใช้ เป็น driving power เพื่อให้ได้ระบบ FM ที่มีคุณภาพกับเครื่องส่งทั่วไป

#### 1.3.3 Redundant Exciters

แต่ละเครื่องส่งจะมี 1 exciter เป็นมาตรฐาน แต่จะมีพื้นที่สำหรับ option exciter ตัวที่ 2 ที่ต้องการเพื่อเปลี่ยน exciter โดยอัตโนมัติ



### 1.3.4 PA/IPA Modules

แต่ละ PA module ประกอบด้วย single RF PA อยู่ในด้านหนึ่งของ heatsink ส่วนด้านตรงข้ามจะว่าง แต่ละ PA จะมี MOSFET 2 ตัว ติดตั้งอยู่กับส่วนประกอบของตัวระบายความร้อนอย่างแข็งแรง สามารถให้ power ได้ถึง 425 W RF module ต่อโดยตรงกับ isolated combiner โดยไม่ต้องใช้สาย PA module เป็นแบบ “hot-pluggable” สามารถถอดและใส่ ในขณะที่เครื่องส่งกำลังทำงาน โดยไม่มีการต่อสาย แต่ละ PA module สามารถให้ output 375 W มี VSWR 1.5:1 ใช้กับอุณหภูมิได้ถึง 50°C IPA ประกอบด้วย standard PA module ติดตั้งอยู่แต่ละด้านของ heatsink เครื่องหนึ่งของ IPA จะ driver PA เครื่องส่งประกอบด้วย วงจร sensing, logic และ switching ซึ่งจะเปลี่ยน IPA โดยอัตโนมัติเมื่อมี IPA เสีย ในกรณีของ PA module ทุก module สามารถที่จะใช้เป็น IPA module โดยไม่มีการดัดแปลง

### 1.3.5 RF Combining

PA ทั้ง 8 ชุดจะถูกนำมา combined ใน “Z plane” เป็น isolated combiner หมายความว่าแต่ละ module จะทำงานต่อเนืองที่ 50 ohm load โดยไม่คำนึงถึงจำนวนของ amplifiers ที่กำลังทำงานหรือมี amplifier เสีย output ของ 8 way combiner จะต้องถูกนำไปผ่าน filter โดยใช้ transmission line filter ก่อนที่จะออกไป output ของเครื่องส่ง มี directional coupler และ RF sample เพื่อใช้กับ demodulator

### 1.3.6 Control System

ระบบควบคุมจะใช้ Microprocessor ทำหน้าที่เป็นผู้ควบคุมและแสดงผลได้มากกว่า 100 พังซ์ จากการทำงานของเครื่องส่งและทำงานได้เป็นอย่างดี ในขณะที่การทำงานของเครื่องส่ง สามารถเรียกดูข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ของระบบได้ที่ diagnostic display ซึ่งอยู่ที่ด้านหน้าของเครื่องส่ง ระบบ controller ได้ออกแบบให้ติดต่อโดยตรงกับ standard parallel remote control system และรวมทั้ง RS-232 serial communications port เพื่อใช้กับ external modems

ระบบ controller จะรวมทั้งในส่วนของ logic และส่วนควบคุมสำหรับระบบ automatically switching ที่ส่วนของ IPA และ หากมีการติดตั้ง exciter สำรอง ในส่วนการทำงานหลักๆ ของ controller ดังนี้ Automatic power control, VSWR overload protection, Automatic VSWR foldback, RF power soft start, AC restart and diagnostics, หน้าทีการควบคุมพื้นฐานมีทั้งหมด

โดยไม่มี main controller มี VSWR protection, IPA protection, Transmitter on/off, failsafe และ interlock

ระบบควบคุมของเครื่องส่งจะเป็น modular ซึ่งเสียบติดอยู่กับ centered ที่ด้านหลังของหน้าเครื่องส่งที่เป็น control panel

ที่ระบบควบคุมด้านหน้าเครื่องส่งจะมี output metering ที่เป็น LCD display ซึ่งสามารถเพื่อดู POWER OUTPUT, VSWR, PA VOLTAGE และ PA CURRENT จอ LCD อีกหนึ่งตัวสามารถเพื่อดู DIAGNOSTIC DISPLAY เพื่อดู INTERNAL VOLTAGES, TEMPERATURE และรายละเอียดของ FAULT LOG เพื่อช่วยต่อการรู้ปัญหาของเครื่องส่ง

### 1.3.7 Directional RF Sample Port

เครื่องส่ง Platinum Z FM จัดเตรียม RF sample port 30 dB ส่วน directional RF sample จะให้ความถูกต้องในการวัดสูง และมี RF sample port เพื่อนำไปใช้กับอุปกรณ์ monitoring ภายนอก

### 1.3.8 Power Supplies

Z2 สามารถตั้งเป็น 3 Phase หรือ Single Phase ได้ power supplies จะถูก regulated โดยใช้เทคนิคของ tap-switching ที่มีประสิทธิภาพสูง power factor ดีที่สุดมี harmonic ใน line ต่ำ ออกแบบง่ายต่อการใช้งาน

Z2 สามารถใส่เพิ่ม power supply ชุดที่สองได้ การใช้ power supply สองชุดเพื่อป้องกันการหยุดออกอากาศ เนื่องจาก power supply เสียได้

## บทที่ 3

### Operator Guide

#### 3.1 คำนำ

วิธีการทำงานทั่วไป และข้อมูลในเรื่องของ Function ของเครื่องส่ง Platinum Z2 FM ส่วนที่สำคัญมากคือในเรื่องของการใช้ระบบ diagnostic

#### 3.2 Transmitter Controls

ส่วนของ Control ทั้งหมดจะอยู่ทางด้านขวาของหน้าเครื่องส่งดังรูปที่ 3-1 ส่วนควบคุมต่างๆมีดังนี้

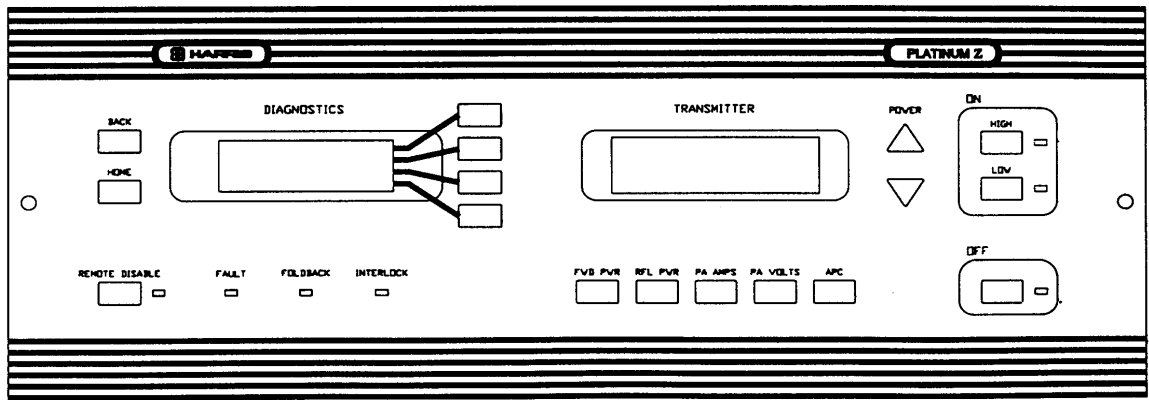
OFF- เป็นการปิดเครื่องส่ง

ON-HIGH เป็นการเปิดเครื่องส่งโดยการกดปุ่ม “HIGH” ถ้าเครื่องส่งลดกำลังส่งลงโดยอัตโนมัติเนื่องจากมี VSWR สูง เมื่อกดปุ่ม “HIGH” เครื่องส่งจะกลับเป็น high power ตามปกติถ้าไม่มี VSWR แล้ว

ON-LOW เป็นการเปิดเครื่องส่งโดยการกดปุ่ม “LOW” ถ้าเครื่องส่งลดกำลังส่งลงโดยอัตโนมัติเนื่องจากมี VSWR สูง เมื่อกดปุ่ม “LOW” จะทำให้เครื่องส่งกลับไปอยู่ที่กำลังส่ง low power ตามเดิม

POWER (UP/DOWN ARROW) ใช้เพื่อเพิ่มหรือลดกำลังส่ง

REMOTE DISABLE (ติดตั้งอยู่ทางด้านซ้ายของ controller) ใช้เมื่อกดปุ่มนี้จะมีหลอด LED สีแดงติดเป็นการยกเลิกคำสั่งที่ติดต่อทาง REMOTE ทั้งหมด



รูปที่ 3-1 Controller Front Panel

### 3.3 Transmitter Metering

หน้าจอ Display ของเครื่องส่งจะมีปุ่มกด 5 ปุ่มใช้ดูค่าต่างๆดังนี้

1. FWD PWR (Forward Power)
2. RFL PWR (Reflected Power)
3. PA amps
4. PA volts
5. APS (Automatic Power Control)

ทั้ง 5 ปุ่มเป็นการเลือกดูค่าที่สำคัญของเครื่องส่งในส่วนของ Diagnostic Display ใช้เพื่อดูค่าต่างๆของเครื่องส่ง

#### 3.3.1 Forward Power (FWD PWR) Units of Measure

หน่วยวัดค่าปรกติของ forward power อ่านค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ค่า 100% เป็นค่าของ power ที่ออกตามปกติของเครื่องส่ง ค่าเปอร์เซ็นต์สามารถจะ calibrated ได้โดยเปลี่ยนค่า configuration ใน diagnostics ถ้าต้องการอ่านค่า forward power ในหน่วยเป็น Kilowatt สามารถทำได้โดยการกดปุ่ม FWD PWR ค้างไว้ประมาณ 3 วินาที หลังจาก 3 วินาที ค่าที่แสดงจะเป็นค่า power ที่เป็นหน่วย Kilowatt โดยอัตโนมัติ

### 3.3.2 Reflected Power (RFL PWR) Units of Measure

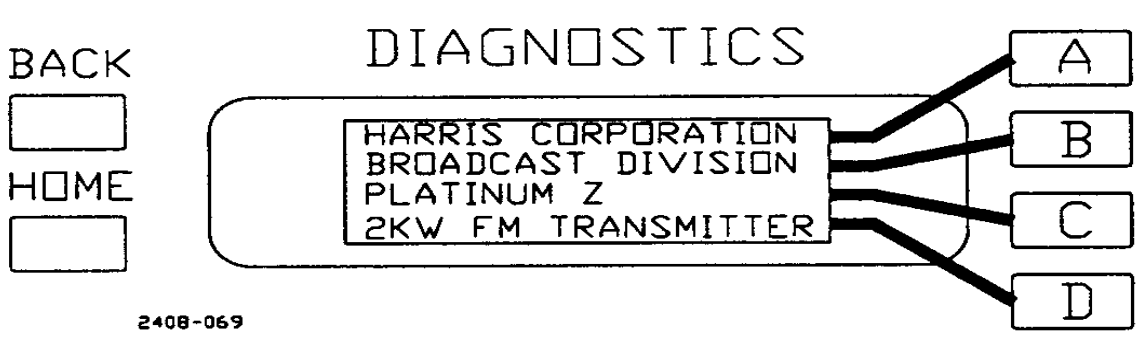
หน่วยวัดค่าปรกติของ reflected power คือค่า VSWR ถ้าต้องการอ่านค่า reflected power สามารถเปลี่ยนเป็น Kilowatt ได้ โดยการกดปุ่ม RFL PWR ค้างไว้ 3 วินาที หลังจากนั้นค่าก็จะเปลี่ยนเป็น Kilowatt โดยอัตโนมัติ

### 3.4 Using the Diagnostic Display

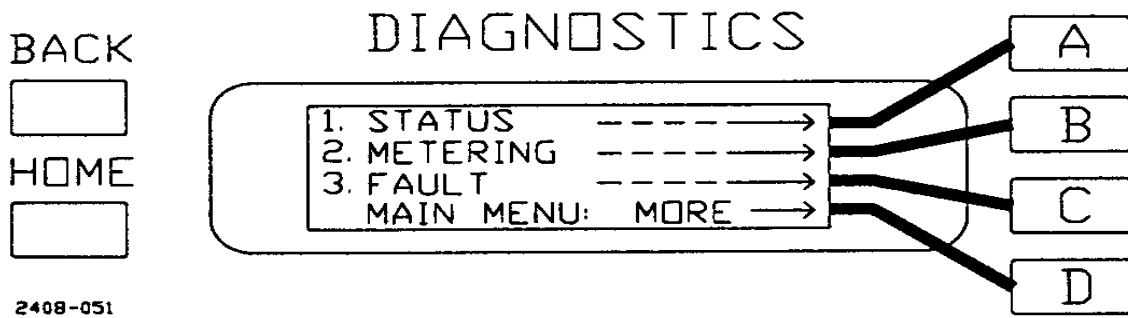
ระบบ diagnostic คือสิ่งที่ทำให้รู้การทำงานภายในเครื่องส่ง ใช้สำหรับดู statut, metering, fault, logging เป็นการ set-up ทั้ง hardware และ software testing ของ controller การเรียนรู้ระบบการทำงานของdigngostic เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้รู้การบำรุงรักษาและการทำงานของเครื่องส่งอย่างถูกต้อง การคุ้นเคยกับ display จะทำให้การทำงานเร็วและง่ายเมื่อกด HOME key จะมี MENU แสดงบนจอ แสดงบอก “Diagnostic Display Menu Tree” จากรูปที่แสดงในเล่มวงจรของเครื่องส่งจะมี MENU ทั้งหมดและมีระบบ Diagnostic Display แบ่งเป็นชั้นๆจากซ้ายไปขวาในส่วนของชั้นที่ 1 คำนึงถึง HOME เริ่มจากทางซ้ายไปทางขวา

ระบบ Diagnostic ประกอบด้วย LCD Diagnostic Display และมีปุ่มกด 6 ปุ่ม HOME, BACK และปุ่มกด 4 ปุ่มที่ด้านขวาของจอ LCD

การที่กล่าวถึงเรื่องของระบบของ Diagnostic กับปุ่มกด 4 ปุ่มที่ด้านขวาของ LCD เรียกว่า A, B, C และ D จากด้านบนลงด้านล่างตามรูป 3-2 รูปที่แสดงจอปรกติ ซึ่งจะแสดงเมื่อเริ่มเปิดเครื่องตอนแรกหรือไม่ได้กดปุ่มใดๆในเวลา 15 นาที



รูปที่ 3-2 Default Diagnostic Screen



2408-051

รูปที่ 3-3 Home Menu Page 1

### 3.4.1 HOME

ปุ่ม HOME ทำให้เราเข้าชั้นของ home หรือ root menu ในรูปที่ 3-3 ซึ่งเป็น 1 ใน 2 หน้าของชั้นนี้ ถ้าต้องการดูหน้าที่สองเข้าได้โดยการกดปุ่ม “D” ด้านขวาของจอ display ซึ่งเขียนว่า “MORE-“ ดังรูปที่ 3-4 และรูปที่ 3-5 รูปทั้งสองจะเป็น HOME menus

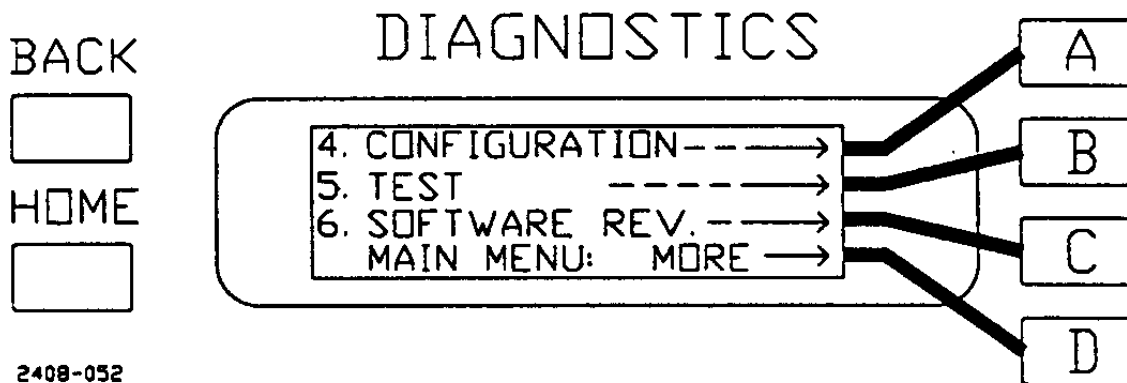
- Status
- Metering
- Fault
- Configuration
- Test
- Software Revision

### 3.4.2 BACK

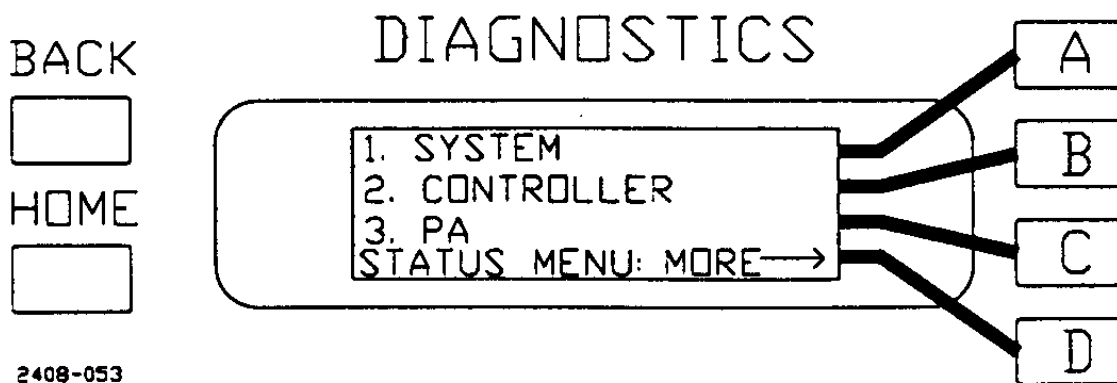
เมื่อกดปุ่ม BACK เป็นการย้อนกลับไป menu ก่อนหน้า ตัวอย่างเช่น ถ้ากด HOME และเลือก STATUS ในขณะนี้จะอยู่ในชั้นที่ 2 ของ STATUS menu ตามรูปที่ 3-5 ถ้ากด MORE, จะอยู่ในหน้าที่ 2 ของชั้นที่ 2 เมื่อกดปุ่ม BACK จะไม่กลับไปหน้าที่ 1 แต่จะกลับไปชั้นที่ 1 ชั้นของ HOME แสดงในรูปที่ 3-3 อย่างไรก็ตามถ้ากด BACK และถ้ากดอีกจะทำให้กลับไปหน้าแรกในชั้นที่ 2(ซึ่งมี 2 หน้า)

### 3.4.3 MORE

MORE เป็น menu ย่อยใช้เมื่อมีรายการใน menu มากกว่า 1 หน้า เมื่อกดปุ่มนี้จะเปิดหน้าต่างต่อไปในชั้นเดียวกัน เมื่อไปถึงหน้าสุดท้ายในชั้นนั้น ๆ ถ้ากดปุ่ม MORE อีกจะกลับไปหน้าแรกในชั้นนั้น



รูปที่ 3-4 Home Menu Page 2



รูปที่ 3-5 Status Layer 2 Page 1

### 3.4.4 Diagnostic Codes

เพื่อให้ง่ายต่อการอธิบายจะใช้รหัสในการใช้งานที่หน้าจอ รหัสจะใช้แทนรายการที่อยู่ใน menu ย่อย โดยใช้ปุ่ม A,B,C หรือ D เพื่อไปยังหน้าที่ต้องการ รหัสจะถูกใส่ไว้ในวงเล็บ[x,x,x]

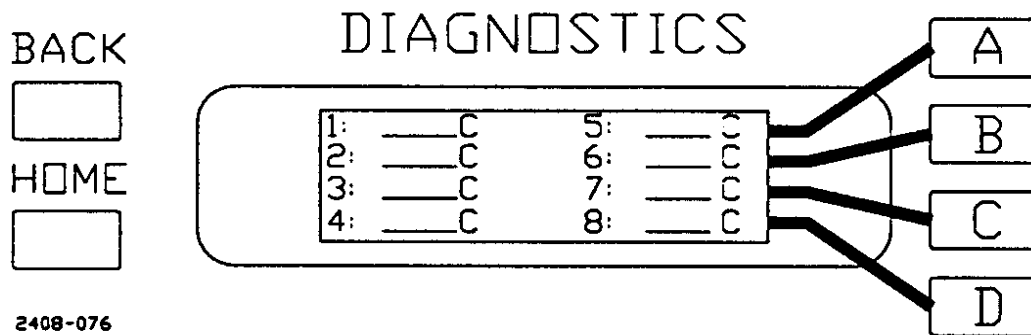
#### หมายเหตุ

ก่อนที่จะกดปุ่มตามในวงเล็บให้กดปุ่ม HOME ก่อน

#### ตัวอย่างที่ 1

ถ้าต้องการตรวจเช็คอุณหภูมิของแต่ละ Power Amplifier จะต้องกดปุ่มดังนี้

[METERING, C, A] เมื่อกดปุ่มตามในวงเล็บ จะดังรูปที่ 3-6 แสดงถึงการกดตามรายการใน menu ซึ่งจะ METERING, TEMPERATURE, PA



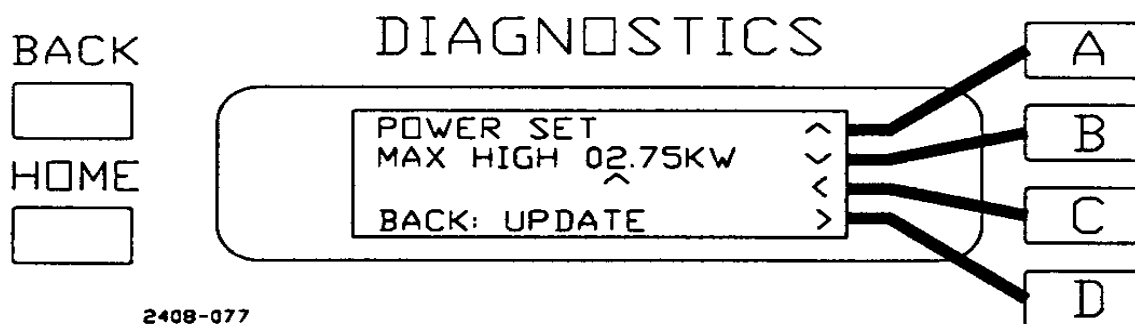
รูปที่ 3-6 PA Temperature Metering

### ตัวอย่างที่ 2

ถ้าต้องการตรวจสอบหรือตั้งค่าที่ High Power ซึ่งอยู่ในรายการ CONFIGURATION แต่แสดงอยู่ในหน้าที่ 2 ของชั้น HOME เพราะฉะนั้นจะต้องกดดังนี้

[MORE, CONFIGURATION, A, B, B]

ทำให้ได้หน้าจอแสดงตามรูปที่ 3-7 เป็นการยอมให้เปลี่ยนการตั้งค่า Maximum High Power โดยใช้ปุ่ม A, B, C และ D เมื่อกด BACK เพื่อเปลี่ยนเป็นค่าที่ตั้งใหม่ เมื่อกด HOME จะยกเลิกการเปลี่ยนค่า

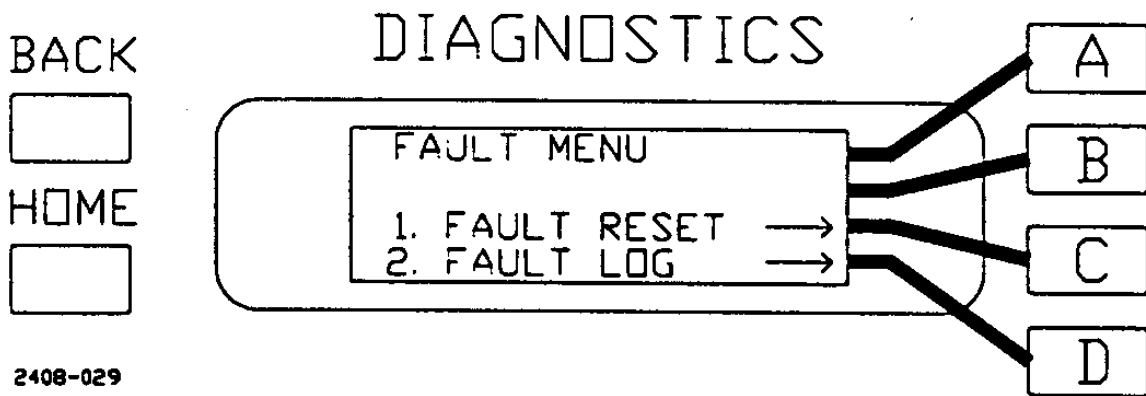


รูปที่ 3-7 Maximum High Power Configuration Screen



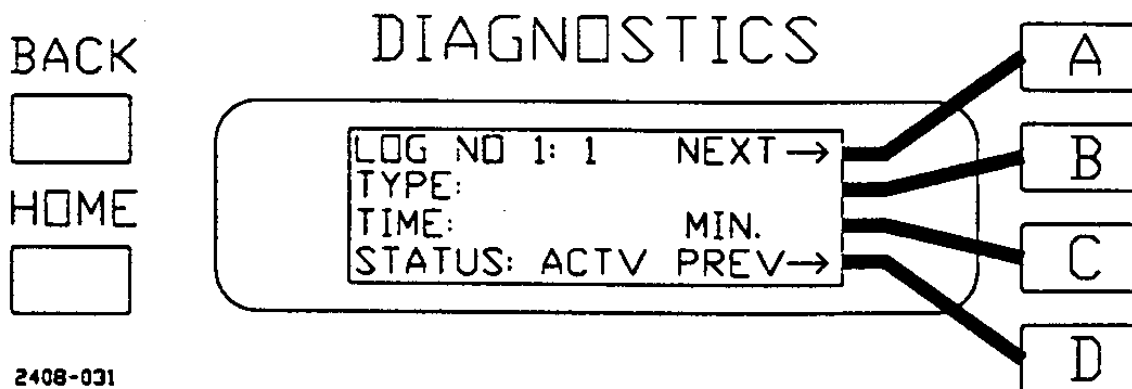
### 3.4.5 Fault Logging

ข้อมูลอาการเสียจะอยู่ในรายการ "Fault" ของ Main Menu เมื่อกดเลือกรายการ Fault จอภาพจะแสดงตามรูปที่ 3-8 ที่จอภาพจะมีให้เลือก resetting เครื่องส่ง จากการFault และลบรายการแสดงอาการเสีย (clearing หลอดไฟแดงที่ติดอยู่) หรือจะเลือกดูรายการแสดงอาการเสีย เมื่อกด D ก็จะได้ตามรูปที่ 3-9 จอภาพสามารถแสดงอาการเสียครั้งล่าสุดได้ 32 อาการโดยดูได้จาก "LOG No.1 of N" เมื่อ N คือจำนวนอาการเสียที่มีทั้งหมด "TYPE" คือชื่อของอาการเสีย จะมีรายละเอียดในบทที่ 5 Troubleshooting "Time" เป็นเวลาที่เริ่มนับตั้งแต่เกิดอาการเสีย ไม่ใช่เวลาจริงที่ปรากฏ "Status" จะบอกอาการเสียหายไปแล้วหรือยังคงมีอยู่ กดปุ่ม D หรือ PREV จะแสดงอาการเสียที่เกิดก่อนนี้



2408-029

รูปที่ 3-8 Fault Menu

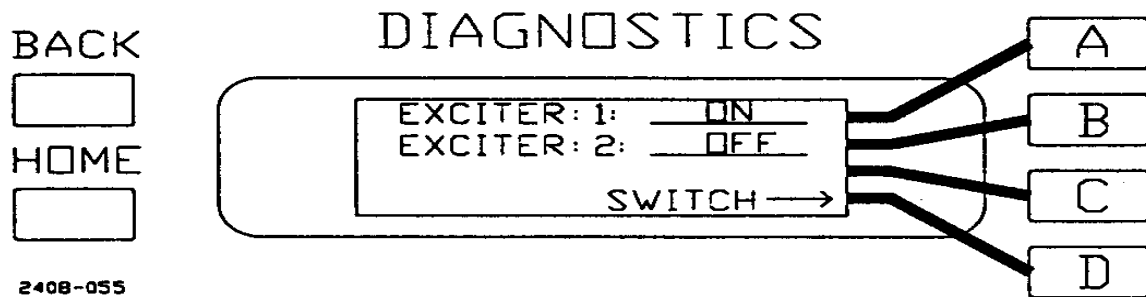


2408-031

รูปที่ 3-9 Fault Log

### 3.5 Manual Exciter Switching

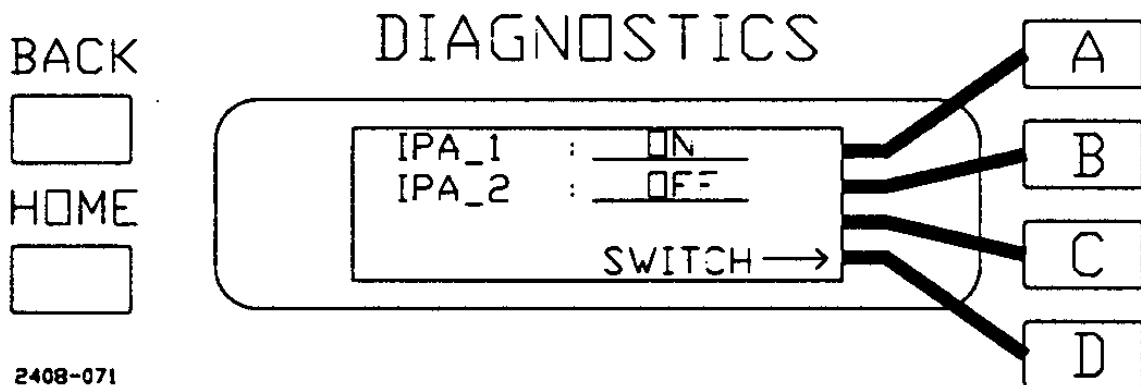
เครื่องสามารถที่จะเปลี่ยน exciter ให้ตัวไหนทำงานได้(ในกรณีติดตั้ง exciter 2 ตัว)แบบ manual โดยใช้ configuration menus ที่ Diagnostic display ได้ จาก exciter 1 ไป exciter2 โดยกด [Configuration,D,D] ซึ่งจะแสดงตามรูปที่ 3-10 กดปุ่ม D จะเปลี่ยนกลับไปกลับมาะหว่าง 2 exciter



รูปที่ 3-10 Exciter Status Screen

### 3.6 Manual IPA Switching

เครื่องสามารถที่จะเปลี่ยน IPA ให้ตัวไหนทำงานได้แบบ manual โดยใช้ configuration menus ที่ Diagnostic Display เพื่อเปลี่ยนจาก IPA\_1 ไป IPA\_2 โดยกด [Configuration, D, C] ซึ่งจะแสดงตามรูปที่ 3-11 กดปุ่ม D จะเปลี่ยนกลับไปกลับมาะหว่าง IPA ทั้ง 2 ตัว



รูปที่ 3-11 IPA Switching

### 3.7 Optimizing Efficiency

เครื่องส่งนี้มีความสามารถที่จะทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุดได้ทั้งแบบ Manual หรือ Automatic เมื่อมีการทำงานระบบ Controller จะปรับการทำงาน of เครื่องส่งจากค่าต่างๆ เพื่อให้เครื่องส่งมีประสิทธิภาพการทำงานสูงสุด ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ในโหมด Manual หรือ Automatic ได้โดยใช้ Diagnostic Display ทำการกด [MORE, CONFIGURATION, A, A, D, D และปุ่ม B เพื่อการเลือก ON สำหรับโหมด Auto หรือ OFF สำหรับโหมด Manual]

.Manual Mode -ที่ Diagnostic Display ใน Configuration menu เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดโดยการกด [Configuration, A, B, D, B และ D]

.Automatic Mode -ต้องการใช้ในโหมด Auto เครื่องส่งจะปรับทำงานเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดโดยอัตโนมัติทุกๆ 12 ชั่วโมง ซึ่งแนะนำให้ใช้ในโหมดนี้และเป็นโหมดที่เลือกมาจากโรงงาน

### 3.8 EMERGENCY OPERATING PROCEDURES

#### คำเตือน (WARNING)

PA module ได้ถูกออกแบบให้ทำงานได้ในอุณหภูมิสูงอาจจะมีความร้อนมากๆ อย่าจับ module ด้วยมือเปล่าขณะที่เครื่องส่งกำลังทำงาน

#### 3.8.1 Multiple PA Failures in a Foursome

ถ้ามี PA 2 ตัวไม่ทำงานจากชุดจำนวน 4 PA หรือเรียกว่า "Foursome" จะทำให้ระบบจะเกิดการ Imbalance มีผลทำให้ power ลดลงประมาณ 50% จาก power ที่ออกตามปกติ แต่เมื่อเกิด PA ไม่ทำงานตัวหนึ่งตัวใดในชุดจำนวน 4 ตัว จะไม่เกิดการ Imbalance ถ้า PA Module เสียควรจะถอดออกและไปแลก (SWAPPED) กับ Module ในด้านตรงข้าม (ด้านหน้าหรือด้านหลัง) ของอีก Group หนึ่ง ตัวอย่างเช่น PA Amplifier B1 และ B2 เสีย ให้ถอด B2 ออกและแลกกับ PA Module ในตำแหน่งไหนก็ได้ของอีก Group หนึ่งเช่น B5 นั่นคือยังมี PAs เสียอยู่สองตัวเท่าเดิม คือ B1 และ B5 คือมี PA เสียกลุ่มละตัว จะทำให้ระบบเกิดการ Balance ซึ่งถ้าในระบบมี VSWR ต่ำ เครื่องส่งก็สามารถทำงานต่อไปได้โดยมี Power ใกล้เคียงสูงสุดโดยการเพิ่ม Driver โดยอัตโนมัติ(จาก APC voltage) Antenna VSWR เป็นสิ่งที่มีผลกระทบกับการลด Power ของ PA และ APC ถ้าเครื่องส่งต้องทำงานที่ VSWR สูงไม่ควรให้เครื่องส่งออกอากาศที่ Full power ในขณะที่มี PA เสียตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป

## บทที่ 4

### Overall System Theory

#### 4.1 คำนำ

ทฤษฎีการทำงานของเครื่องส่งวิทยุกระจายเสียงของ HARRIS รุ่น Platinum Z2  
Platinum Z2 มี 2 แบบ

- Z2CD เป็นเครื่องส่งขนาด 2KW พร้อมด้วย DIGIT, digital FM exciter CD คือ Clearly Digital

-Z2FM เป็นเครื่องส่งขนาด 2KW เช่นกัน แต่ใช้ SuperCiter, analog FM exciter

#### 4.2 RF Flow Block Diagram Description

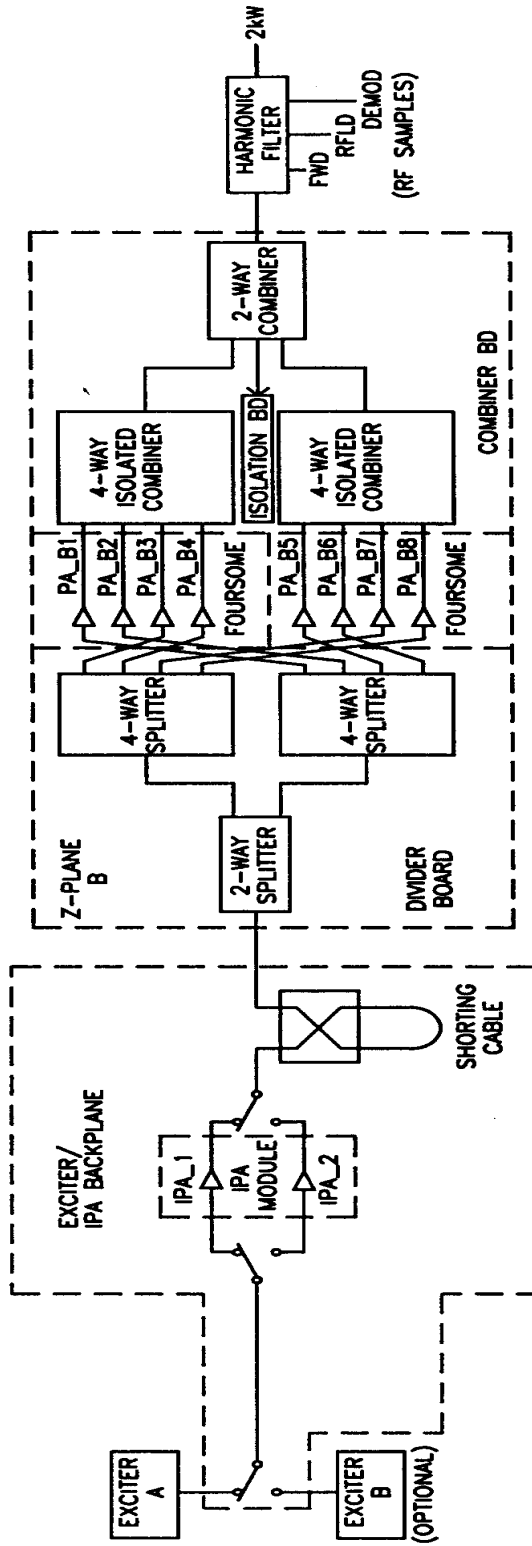
รูปที่ 4-1 เป็น block diagram ของ RF flow ของเครื่องส่ง Platinum Z2 รูปที่ 4-1 ไม่ได้แสดงระบบ Control และระบบ Monitoring

##### 4.2.1 Exciters

เริ่มจากระบบของ exciter มี 2 ชุด (ระบบ switching ถูกติดตั้งแล้ว แต่ exciter ตัวที่ 2 เป็น option) RF output ของ exciter ของทั้ง 2 ตัวต่อเข้ากับ Exciter/IPA Backplane board และ exciter RF switching จะอยู่บน board นี้ด้วย ซึ่งถูกสั่งให้ทำงานโดย controller ถ้า Exciter A เสียจะเปลี่ยนไปที่ Exciter B ออกอากาศโดยอัตโนมัติ ปัญหาต่างๆ และข้อขัดข้องอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นกับเครื่องส่งจะเก็บไว้ใน Fault Log ในระบบของ Diagnostic Display การเลือก output ของ exciter จะเลือกโดย RF switch ตัวที่หนึ่ง และ IPA จะเลือกโดย RF switch ตัวที่สอง RF switch ทั้งสองตัวนี้จะควบคุมโดย Master Controller

##### 4.2.2 IPAs

Z2 จะมี 1 IPA Module ซึ่งมี 2 power amplifier หรือ PAs สำหรับ IPA module สามารถสับเปลี่ยนกับ PA module อย่างไรก็ตาม PA module ของ Z2 จะมี 1 amplifier บนหนึ่งด้านของ heatsink ใช้ 2 IPA ต่อ 1 PA module ทำงานใน Main/Alternate module หมายถึงปรกติจะทำงานเพียง 1 amplifier จาก block diagram แสดง IPA\_1 เป็น amplifier ที่ทำงานตามปกติ



NOTE: ALL SWITCHES SHOWN ARE RF SWITCHES WHICH ARE ACTIVATED BY THE CONTROLLER

2408-072

รูปที่ 4-1 RF System Block Diagram

RF switching ที่ input และ out ของ IPA จะถูกสั่งงานโดย controller ถ้าตรวจเช็คพบว่า มี IPA มีปัญหาหรือไม่ทำงาน Output ของ IPA จะผ่าน hybrid พร้อมกับ shorting cable ต่อข้ามจุด output และ hybrid reject load output จึงกลายเป็น IPA output ไปยัง PA

### 4.2.3 PA

Z2 ประกอบด้วย หนึ่ง Z-Plane (เรียกว่า Z-Plane B) ซึ่งควรจะพิจารณาที่ 2.5KW Z-Plane สามารถแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ Divider Board และ Combiner Board

#### 4.2.3.1 Z-Plane Divider Board

Divider Board เป็น IPA input ใช้ 2 way Wilkinson splitter เพื่อ driver ให้กับ 4 way Wilkinson splitter 2 ชุด จะได้ 8 output ส่งให้กับ 8 PAs ต่อไปยัง Z-Plane ที่ PAs มีฉลากติด B1-B8 สำหรับ Z-Plane B PAs ตำแหน่งที่ B1-B4 อยู่ที่ด้านหน้าของเครื่องส่งเป็น FOURSOME เพราะจะอยู่ใน 4 Way combiner ชุดเดียวกันและ B5-B8 อยู่ที่ด้านหลังของเครื่องส่งเป็น FOURSOME ด้วยเหมือนกัน (ดูรูปที่ 4-4, 4-5)

#### 4.2.3.2 Z-Plane Combiner Board

Combiner Board รับ output จาก 8 PAs แล้วนำมารวมกันโดยใช้ 4 way combiner 2 ชุด แล้วนำ output ของแต่ละชุดมารวมกันอีกได้เป็น 2.5KW แต่ละ PA สามารถจะทำได้ถึง 425 Watts แต่จริงๆแล้วจะทำงานอยู่ที่ประมาณ 325 Watts ที่ outputรวม 2KW และ Isolation load สำหรับทั้ง 3 combiner ติดตั้งอยู่บน Isolation load ซึ่งระบายความร้อนได้ดี Isolation load ติดตั้งอยู่ด้านข้าง PA และ Isolation load ประกอบด้วย switch ซึ่งสามารถ switch out PA ที่เสียได้ โดยไม่กระทบกระเทือนกับระบบการทำงานของเครื่องส่งขณะออกอากาศ เนื่องจากเครื่องส่งเป็นแบบ HOT-PLUGGABLE สามารถถอด PA module ที่เสียออกมาได้ ขณะที่เครื่องส่งกำลังทำงาน โดยมี Interlok pins ที่ module ต่อกับ mute

### 4.2.4 RF output

2.5KW output จาก Z-Plane B ผ่านกล่องอะลูมิเนียมอยู่ใต้ PA (ตู้ power supply) และต่อไปยัง transmission line Harmonic Filter ซึ่งอยู่ด้านบนของกล่อง ตัว Harmonic Filter จะต่ออยู่กับ output flange อยู่ที่ด้านบนของเครื่องส่ง Harmonic Filter จะมี 3 directional couplers สำหรับ

Forward Power, Reflected Power, และสำหรับอุปกรณ์ภายนอกเช่น Demodulator หรือ analyzer sample ซึ่งมี output 30 dB เป็น directivity

### 4.3 Detailed RF Theory of Operation

หนังสือคู่มือของ Exciter จะแยกออกจากหนังสือคู่มือเครื่องส่ง ในส่วนของ RF จะแยกออกเป็น ส่วนๆ ดังนี้

#### 4.3.1 Exciter Operation

Exciter output ตามหลักการจะเป็นค่า fixed และจะไม่มี การปรับ exciter power output ตั้งค่าได้โดยให้ปุ่ม control ที่ด้านหน้าของ exciter และควร จะตั้งค่า “Exciter power” โดยอ่านจาก Ttest data sheet ของเครื่องส่ง การตั้งค่า exciter power ให้ดูจาก exciter manual

#### 4.3.2 IPA

IPA amplifier เหมือนกับ PA module ยกเว้นมี amplifier อยู่ที่แต่ละด้านของ module ส่วน PA module มีด้านเดียว ด้านที่มี heatsink เท่านั้น สามารถใช้ PA module แทน IPA ที่เสียได้ IPA เป็น dual IPA ใช้เป็น main/alternate ถ้ามี IPA เสีย Controller จะเปลี่ยนเป็น IPA ตัวที่ 2 โดยอัตโนมัติ มีผลกระทบกับการออกอากาศเพียงเล็กน้อย

##### 4.3.2.1 IPA Power Output

Power output ของ IPA เป็นตัวกำหนด power output ของเครื่องส่งและจะเปลี่ยนแปลงได้ โดยการเปลี่ยน gate bias ที่ MOSFETs ของ IPA amplifier ปรับโดย Controller ที่ Master Controller Board ที่ปุ่ม “POWER” ด้านหน้าโดยปรับให้สูงขึ้น (Raise) หรือต่ำลง (Lower)

##### 4.3.2.2 IPA Power Supply

IPA power supply คือ +52 volt จาก PA IPA amplifier และ +52 volt ต่อกับ IPA ผ่าน IPA Backplan Board

### 4.3.3 IPA Backplane

จากรูปวงจรของ IPA backplan IPA module ถูกเสียบอยู่กับ IPA backplane board และ board นี้ ติดต่อกันทั้ง input และ output ของ IPA module ซึ่งจะมีหน้าที่เกี่ยวข้องด้วยคือ

- Main/Alternate Exciter Switching (จะทำงานเมื่อมี exciter option)
- Main/Alternate IPA Switching (ปรกติจะมี IPA 2 ตัว)
- Monitoring temperature IPA, voltage, current และ Forward power
- Air flow sensing
- Ambient temperature sensing
- IPA1 และ IPA2 interlocking

#### 4.3.3.1 Main / Alternate Exciter Switching

การเลือก Exciter โดยใช้ relay K1 และ EXCITER SELECT จะรับสัญญาณจาก Life Support Board และ relay K1 จะส่งสัญญาณจาก exciter 1 ที่เป็น RF output ไปให้ IPA input คือ relay K2 ถ้า exciter select ไป high relay K1 จะทำงานและ switch ไป exciter 2 RF output และ switching นี้จะเป็นอัตโนมัติ ถ้ามี exciter เสียจะถูกตรวจจาก Master Controller Board และ exciter switching สามารถเปลี่ยนโดย manual ได้โดยใช้ Diagnostic display [กด MORE, Configuration, D.D] ตามรูป ที่ 4-2 การกดปุ่ม D จะเป็นการทำงานของ K1 โดยการเปลี่ยนออก exciter 1 ไป exciter 2 หรือกลับกัน

#### 4.3.3.2 Main / Alternate IPA Switching

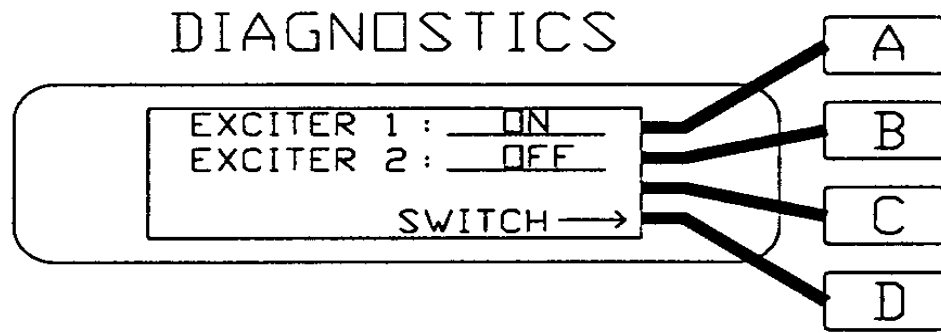
การเลือก IPA\_1 หรือ IPA\_2 (เลือกทั้ง input และ output)ทำโดย Relay K2, K3 และ IPA DRIVER SELECT โดยใช้สัญญาณควบคุมจาก Life Support Board

K2 เป็นตัวเลือก RF drive จาก EXCITER ส่งไปยัง IPA\_1 หรือ IPA\_2 ขณะที่ K3 เลือก IPA RF output สัญญาณควบคุมจาก IPA DRIVER SELECT ปกติจะเป็น Low สั่งให้ Relay K2 และ K3 เลือก IPA\_1 ถ้า IPA DRIVER SELECT เป็น High Relay K2 และ K3 จะ Switch ไปเลือก IPA\_2 ถ้า Master Controller ตรวจพบว่าไม่มี RF output จากการทำงานของ IPA ที่กำลังทำงานอยู่จะ Switch ไปยัง IPA อีกตัวโดยอัตโนมัติ IPA switching จะทำงานแบบ manual โดยใช้ Diagnostic display [กด MORE, Configuration D, C] ดูตามรูป 4-3 การกดปุ่ม D จะทำให้ K2 และ K3 ทำงานให้เลือกจาก IPA\_1 ไป IPA\_2 หรือกลับกัน IPA\_2 ไป IPA\_1



BACK  
[ ]  
HOME  
[ ]

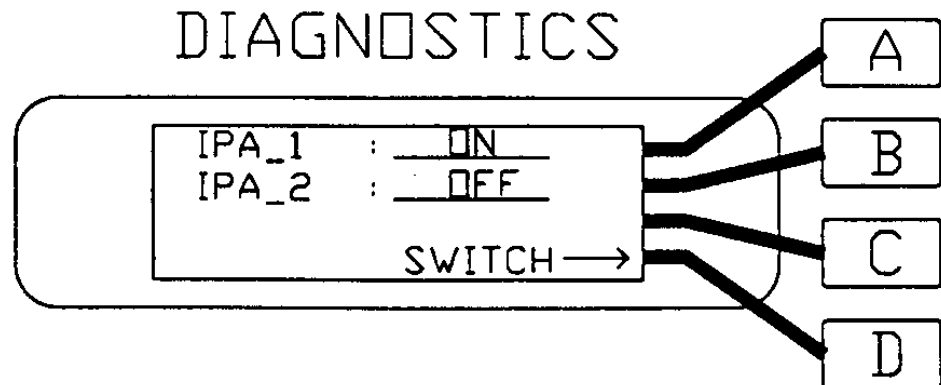
2408-012



รูปที่ 4-2 Exciter Status Screen  
(Dual Exciter Option ONLY)

BACK  
[ ]  
HOME  
[ ]

2408-071



รูปที่ 4-3 Manual IPA Status Screen

#### 4.3.3.3 IPA Monitoring

IPA Back Plane Board มีไว้เพื่อ monitoring และติดต่อกับ 4 main IPA parameter

-IPA temperature (VTEMP\_IPA1 และหรือ VTEMP\_IPA2) ถ้า IPA board มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึง 100°C ชุด controller จะสั่ง mute เครื่องส่ง และ หรือ switch ไปที่ IPA อีกตัว ชุด sensor จะติดตั้งอยู่ที่ IPA board แต่ส่งสัญญาณผ่านทาง IPA Backplane

-IPA supply voltage (VD\_IPA\_IPA SAMPLE) สัญญาณ monitoring จะส่งไปยัง Controller ผ่านทาง Fuse F2 ไฟเลี้ยงของ IPA ผ่านทาง Diode จาก PA supply ทั้งสองชุดเพื่อชุดสำรอง

-IPA current (Id\_IPA) ค่ากระแสของ IPA จะวัดด้วยการวัด voltage ที่ตกคร่อม R1 กระแส IPA ถ้าเกิน 14.3 AMPS จะเกิด fault

-IPA Forward Power (IPA FWD PWR) IPA forward power ได้จาก directional couple (ในวงจรรออยู่ทางด้านขวา K3) ซึ่ง detect โดย CR1 ค่า dc voltage ที่ TP1 จะสัมพันธ์กับ IPA output และก็จะส่งไป controller เพื่อ monitoring และ main/alternate switching

#### 4.3.3.4 Air Flow Sensing

Air flow จะ sensed ตามความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่าง heated sensor RT1 และ ambient sensor RT2 ตัว RT1 ทำงานเป็น bias ผ่าน R3 ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น เมื่อไม่มี air flow ภายใต้การทำงานตามปกติ ค่า voltage ที่แตกต่างกันระหว่างสอง sensor จะมี output คงที่ที่ค่าหนึ่งซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนของ air flow ถ้า air flow ลดลงหรือไม่มี เมื่อ RT1 ร้อนขึ้น output voltage เพิ่มขึ้น ส่วน RT2 จะยังคงเดิม ในที่สุด ค่า voltage ที่แตกต่างกันระหว่าง สอง sensor จะมีค่าถึง threshold ซึ่ง controller จะเปิดพัดลมให้แรงขึ้น เพื่อชดเชยการที่ air flow ลดลง ถ้า air flow ยังคงไม่พออีก เครื่องส่งก็จะ shut off

#### 4.3.3.5 IPA\_1 and IPA\_2 Interlock

สัญญาณ IPA1\_PCB\_OK และ IPA2\_PCB\_OK เป็นสัญญาณ interlock สำหรับ IPA board และ interlock connection ที่ IPA board จะสั้นกว่าจุดอื่น ๆ ซึ่งเป็นเหตุที่ interlock จะตัดก่อนที่ RF และ Voltage จะต่อเมื่อ Module ถูกดึงออก โดยให้เวลา Controller ตัด IPA (ผ่าน IPA gate voltage IPA 1 gate) ดังนั้น Connector contact จะไม่มีการ ARC อย่างไรก็ตามไม่แนะนำว่าการจะถอด IPA module โดยไม่ปิดเครื่องส่งไม่ควรทำ

#### 4.3.3.6 IPA Power Divider (3 dB Hybrid)

IPA power divide คือ 3 dB hybrid ซึ่งใช้ในเครื่องส่ง Z5 และ Z10 เพื่อแยก IPA output เป็นสองส่วน amplifier สัญญาณต่างกัน  $90^\circ$  เพื่อ drive Z plane A และ B ใน Z2 ใช้เฉพาะ Z plane B อย่างไรก็ตาม ก็มีใช้ hybrid ใน Z series ทั้งหมด การทำ hybrid transparent กับระบบคือการวาง

cable ล้วน ๆ ระหว่างสอง output เมื่อมี vswr มากที่ hybrid และ IPA power output ทั้งหมด ส่งไป reject port ซึ่งปัจจุบันใช้กับ hybrid output กับ Z-PLANE-B (PA)

#### 4.3.4 Z-Plane Combiner / Divider Boards

มี 1 Z-PLANE combiner / Divider board ในเครื่องส่ง Z2 เท่านั้น ตัว Board จะมี input และ output ทั้งหมดจาก PA module Z-PLANE เป็น term ของ Combination ทั้งหมดของ combiner และ divider board มีการแยกวงจรในแต่ละส่วนของ Z PLANE หน้าแรกของแต่ละวงจรเหมือนกัน และเป็น Block diagram ของ Z PLANE ทั้งหมด

Z-PLANE ประกอบด้วย

- Edge connector สำหรับ 8 PA amplifier board (ด้านหน้า 4 ด้านหลัง 4) connector นี้มีฉลากติดคือ J1-J8
- An 8 way wilkinson divider ซึ่ง driven โดย IPA บ่อน RF ให้แต่ละ 8 PA amplifier
- An 8 way wilkinson combiner ซึ่งรวม output ของ 8 PA amplifier

RF output ของ Z-PLANE board ต่อตรงกับ harmonic filter

##### 4.3.4.1 8-Way Divider

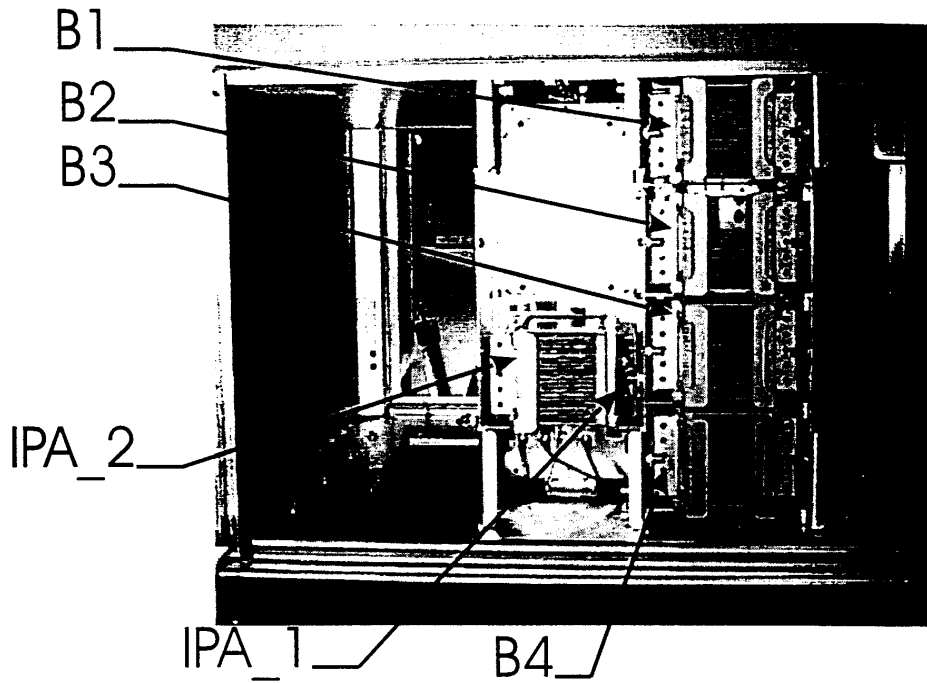
แต่ละ 8 way divider คือ 2-stage wilkinson divider โดยติดตั้งอยู่ที่ Z-PLANE board ตรงส่วนกลางของ PA

Input ของ divider ตอนแรกจะแบ่งเป็น 2 output เท่า ๆ กัน ที่ประมาณ 35 ohms โดย 2 way wilkinson divider ที่ 70.7 ohms isolation resistor, คือ R9 แต่ละ output นี้ (แต่ละ R9) แบ่งเป็น 4 output ด้วย 4 way wilkinson divider

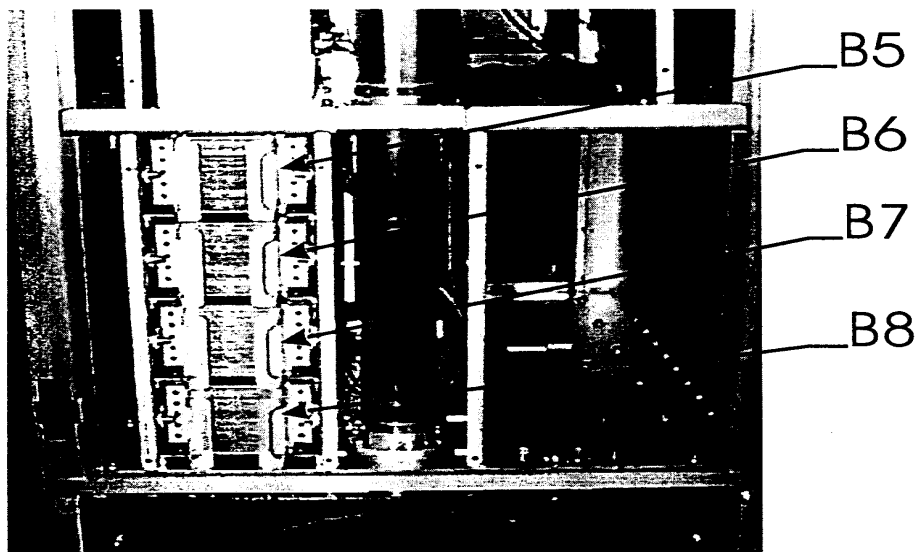
Wilkinson divider ประกอบด้วย terminating resistor จะไม่กระจาย (Power dissate) เมื่อ output ทั้งหมดมี loaded ถูกต้อง แต่ถ้าเอา PA ออกจะเกิด open-circuit ที่ output ทำให้ wilkinson circuit และ load resistor เกิดการ ACT ทำให้รักษาค่า input impedance ของ splitter มีค่าใกล้เคียง 50 ohms แบ่งเป็น 8 output จากสอง 4 way divider จะบ่อนสัญญาณไปยัง input ของ 8 PA amplifier board ที่ J1-J8

#### 4.3.4.2 PA Modules

แต่ละ 8 PA module ประกอบด้วย 1 PA amplifier board ติดอยู่ที่ด้านหนึ่งของ PA module heatsink และด้านตรงข้ามจะวาง ตัว Module คือหมายเลข B1 ถึง B8 คูรูป 4-4 และ DC ทั้งหมด กับ สัญญาณต่าง และ RF ต่อกับ PA board ผ่าน one edge connector



รูปที่ 4-4 PA Compartment Front View



รูปที่ 4-4 PA Compartment Rear View

#### 4.3.4.3 Power Amplifier (PA)

RF drive จาก IPA เข้า PA amplifier board ที่ขา C และ RF input level ของแต่ละ amplifier คือ 20-25 watts ที่ TL1, C1 และ C2 มี input impedance ที่ matched กับ 50 ohm และยอมให้ phase shift ผ่าน module เพื่อปรับได้เล็กน้อย เพื่อให้ทุก Module ทำ combine ในแบบ in-phase

สัญญาณ RF ส่งเข้าที่ T1 มี Coax 9:1 Transformer ซึ่งแยก phase เป็น  $0^\circ$  และ  $180^\circ$  เพื่อ Drive คู่ของ push-pull RF power mosfets (Q1 และ Q2) bias ที่ Q1 และ Q2 ต่อผ่าน center ของ ขด secondary ของ T1 ซึ่ง bypassed ไป ground

R8 ตั้งระดับ Bias ของ Q1 และ Q2 โรงงานจะเป็นผู้รับมาแล้ว ค่า Bias สามารถลบด้วย ปิด VG ที่ PA module เมื่อ amplifier ใช้เหมือนกับ IPA ค่า gate voltage VG จะใช้เปลี่ยนแปลง IPA power output ค่า VG จะเปลี่ยนแปลงประมาณ 0V-8V เมื่อ amplifier ใช้ในช่องของ PA ค่า VG จะ on/off ได้งาน แต่ก็สามารถเปลี่ยนแปลงภาวะของ foldback

Mosfet output จะ combine ใน T2 เป็น 1:4 Transformer และ C19 และ C20 เป็น Fine-match 50 ohms และ load impedance คือ T2

DC power supply voltage VD (Drain voltage) และ decoupled และ filtered โดย C11, C12, C13, C14, C16, C24, L1 และ L2 VD ของ mosfets Q1 และ Q2 ผ่าน centertap ของ primary ของ T2 ประโยชน์ของวิธีนี้คือยอมให้ DC ต่อเข้า mosfets และมี AC RF output ผ่านสาย coax โดยไม่ต้องมี blocking capacitor ค่าสูงสุดของ RF output คือ 425 watts ค่าปกติจะใช้ที่ 300-340 watts

Voltage control input ที่ VG ใช้เพื่อ shut down ที่ mosfets เมื่อ VSWR ที่จะเป็นอันตรายมี ขึ้นหรืออะไรก็ได้ที่จะทำ RF ต้อง mute ค่า bias voltage สำหรับที่จะ gate ของ mosfet จะตั้งโดย VG (gate voltage) จาก PA controller board ถ้า VG เป็น  $-18V$  วงจร amplifier mute ถ้า VG เป็น 0V วงจร amplifier จะทำงานเต็มที่และค่า drive จาก IPA จะเป็นตัวกำหนด amplifier power output และ +52 VDC จาก main power supply จะเข้าที่ VD

สำหรับ IPA ซึ่ง VG มาจาก Life Support Board และ control โดย APC ซึ่ง loop มาจาก Master Controller Board และ exciter จะ drive ไป IPA ซึ่งเป็นค่า fixed ค่า exciter power output ที่เหมาะสมจะดูได้จาก test dat จากโรงงาน IPA output ควบคุมด้วยการเปลี่ยนแปลงของ VG ที่ให้กับ IPA วิธีการทำงานใช้การเพิ่ม (raise) และลด (lower) ที่ควบคุมได้จากด้านหน้าของเครื่องส่ง (ไม่ใช่ที่ exciter)

ข้อดีของ power module เป็น single amplifier ในกรณีที่ RF power MOSFETs เสีย การเปลี่ยนอาจจะไม่เหมาะสม เนื่องจากราคาของอุปกรณ์และต้องใช้เวลา, เครื่องมือทดสอบ, การซ่อม และ alignment เรื่อง phase, gain และ response จุดนี้เป็นพื้นที่สำคัญ ถ้าทำไม่ถูกต้องกับ module และการทำงานของเครื่องส่ง จะทำให้เกิดการเสียหายอย่างถาวรกับ amplifier board เช่นการบัดกรีไม่ถูกต้อง หรือมีความรู้ยังไม่พอกับวงจร RF ซึ่ง module นี้ออกแบบให้ง่ายในการเปลี่ยน single amplifier

#### 4.3.4.4 8-WAY COMBINER

แต่ละ 8 way combiner ประกอบด้วย 4 way Wilkinson combiner 2 ชุด เรียกว่า FOURSOMES โดยมี 2 way wilkinson combiner ซึ่งรวม output ของ Foursomes 2 ชุดนั้น และ Foursome แยกออกเป็นดังนี้

- B1, B2, B3 และ B4 = Front Foursome 2 ชุด
- B5, B6, B7 และ B8 = Rear Foursome 2 ชุด

ใน wilkinson combiner รวม isolation load (ISO loads) ซึ่งไม่มี power กระจายออกถ้า PA output ทั้งหมดมีค่าเท่ากันและ phase เดียวกัน

Resistor นี้อยู่ที่ isolation board ที่ตำแหน่ง R1-R8 และ ISO resistor ต่อกับตำแหน่ง E1-E8 ในวงจร Combiner ถ้ามีบาง input หายไปเป็นเหตุให้ shut down หรือการถอด PA module ISO load ทั้งหมดจะกระจายบาง power ประมาณ 150 watts จนกระทั่ง RF switch ที่ isolation board ตัด isolate ออกจาก ground ที่จุด (E1-E8) ที่ Combiner ซึ่งเหมือนกับการ open ที่ 4 way combiner output ที่ E9 หรือ E10

##### 4.3.4.4.1 Isolation Board

Z-plane มี isolation board ซึ่งประกอบด้วย isolation resistor และ relay สำหรับ 4 way wilkinson combiner 2 ชุด และ isolation resistor เพื่อ 4 way combiner R1-R8 มีค่า 50 ohm, 75 watts เมื่อ module ทั้งหมดทำงานอย่างถูกต้อง resistor เหล่านี้จะกระจาย power เพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลย อย่างไรก็ตามเมื่อ PA เสีย ประมาณครึ่งหนึ่งของ power ของ 1 module จะตกคร่อม isolation resistor และ resistor จะเกิด imbalance ของ module ที่เสียประมาณ 20 วินาที เพราะฉะนั้นเมื่อมี module เสีย isolation resistor จะเริ่มร้อนขึ้น การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจะถูกจับโดย thermistor RT1-RT8 ซึ่งเป็น resistor แบบแปะติด thermistor output จะส่งไปที่ PA Controller Board และ PA controller จะ shut off module RF output โดยผ่าน PA gate voltage ( $V_G = -18V$ ) และไปทำให้ RF

switch ที่ isolation board ทำงาน relay ไม่ต่อ isolation resistor ลง ground ที่จุด E1-E8) ที่จุด ground ยังคงเป็น  $\frac{1}{4}$  wavelength จากจุด 4 way combined มีจะ open และไม่กระทบกับวงจร Z plane ทั้งหมดจะทำงานที่มี vswr ต่ำ ๆ แต่ดีที่สุดก็คือตามค่าของ module

#### 4.3.5 Harmonic Filter

Vertical transmission line ที่หลังตู้เครื่องส่งประกอบด้วย harmonic filter ซึ่งต่อตรงกับ output ของ Z-plane ผ่าน transmission line ซึ่งต่อกันเป็นทางอยู่ในห้อง PA ผ่านส่วนของ power supply

#### 4.3.6 Directional Coupler Assembly

Directional coupler assembly ติดตั้งอยู่ก่อน output จากเครื่องส่งประกอบด้วย 3 Directional 3 ชุด 2 ชุดใช้เป็น forward output power อีก 1 ชุดเป็น reflected output power ค่า isolation หรือ directivity ของ coupler นี้ดีกว่า 30 dB

### 4.4 Power Supply Block Diagram Description

#### 4.4.1 PA Power Supply

เครื่องส่ง Z2 มี power supply 2 แบบ

3 – Phase

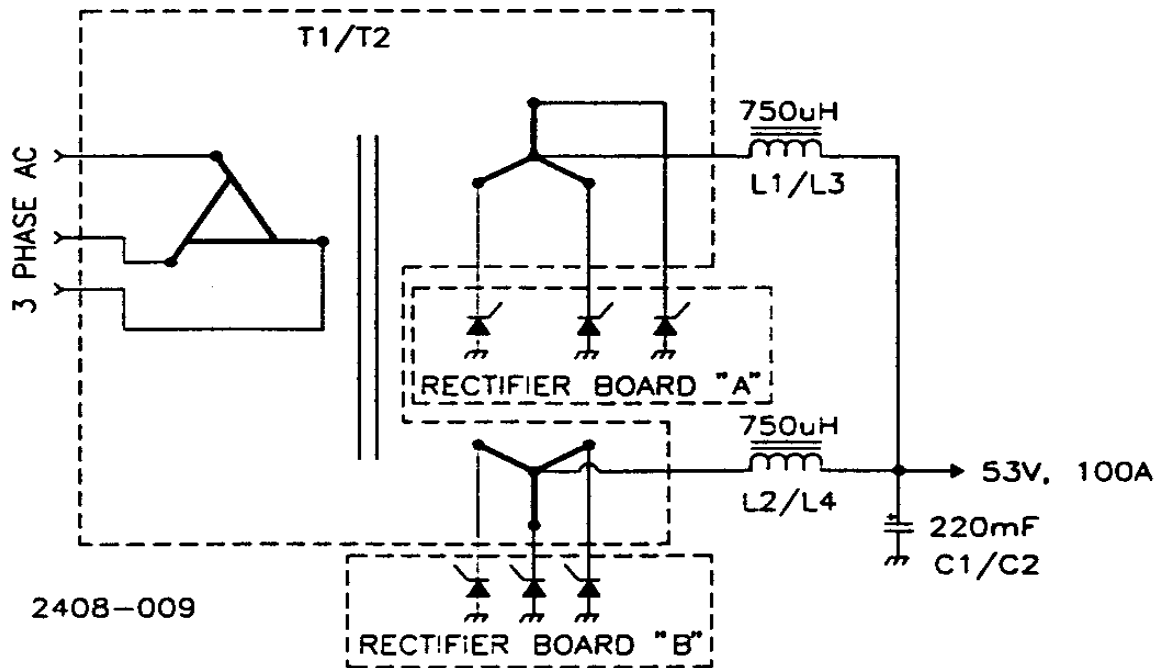
Single Phase

ทั้งสองแบบเหมือนกันทั้งรูปแบบและการทำงาน จะเป็นแบบ 3 – Phase หรือ single Phase คือ Regulated ด้วย reliable tap switching ซึ่งให้ประสิทธิภาพสูง หลีกเลี่ยงปัญหา power line harmonic โดยการ switching-supply

##### 4.4.1.1 3 – Phase Power Supply

เครื่องส่ง Z2 ที่ใช้ single main power transformer โดย DC output รวมกันที่ inductive choke รูป 4-6 แสดงวงจรของ IPA power supply transformers เพื่อการ redundancy เครื่องส่ง Z2 ทำงานด้วย optional second supply ในกรณีที่เครื่องเสีย transformer มี 3 ขดลวด primary แบบ delta และ 2 secondaries แบบ 4 ขดลวด พร้อมด้วย center tap ที่ output แต่ละขดลวดต่อผ่าน SCR กับ ground และ SCR ทำงานตาม both tap switch ที่ tap จะมี DC voltage output โดยการ rectifiers ซึ่งจะให้ทั้งหมด 12 SCR ต่อ secondary แต่ 3 SCR เท่านั้น จะกระตุ้นเพื่อให้เกิดการ

regulate ของ output DC voltage โดยการเปลี่ยนอัตราส่วนจำนวนรอบของ transformer ที่ 4 secondary tap ให้ DC output 48, 50, 52 และ 54 VDC และ tap switching จะ control โดย power supply controller board และ transformer assembly คือ PS1 ที่ PA1 ให้ power กับ 8 PAs สำหรับ dual supply จะ set-up แต่ละ supply ป้อน 1/2 ของ PA



รูปที่ 4-6 Simplified Diagram 3 Phase Power Supply

#### 4.4.1.1.1 Soft start

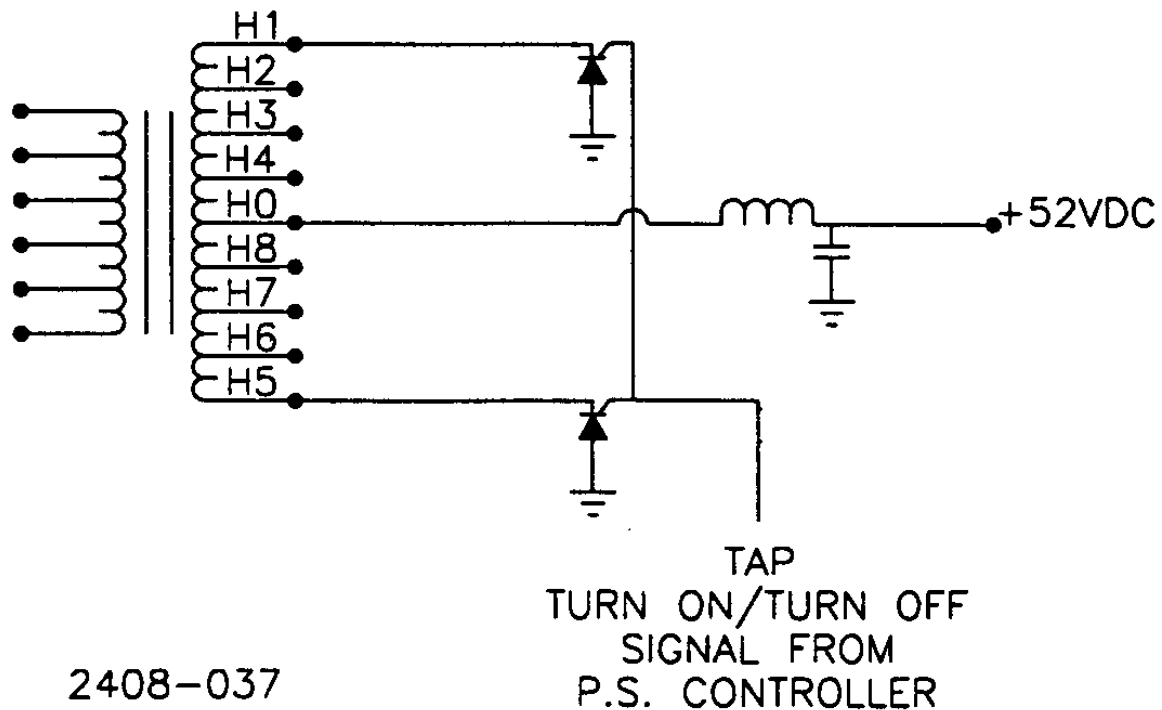
ระหว่างเปิดเครื่องส่ง (turn on) SCRs ตัวจะทำงาน ทั้งหมดต่อกับ lowest voltage tap ของ transformer กับขด secondary B และ Soft Start SCR ต่อผ่าน common surge limiting resistor กับ ground แทนการต่อลง ground โดยตรง ยอมให้ Soft Start กำจัดค่า surge current สูง ๆ ขณะ charging power supply และ soft start อย่างช้าประมาณ 2 วินาที ระหว่างที่ turn on หลังจาก 2 วินาที Soft Start ตัว resistor จะ bypass โดย SCR ซึ่งเกี่ยวพันอยู่กับ lowest voltage output tap แต่ต่อกับ ground นี่คือการเกิด full charge สูงสุด ถ้า voltage ไม่สูงพอ power supply controller



จะกระตุ้น next highest tap เพื่อเพิ่ม voltage การทำงานจะทำการเรื่อยไปจนกระทั่ง DC output voltate ได้ประมาณ 52 VDC หรือถึงค่าสูงสุด

#### 4.4.1.1.2 PA Discharge

วงจร PA discharge ใช้ soft start resistor ด้วยเหมือนกัน เพื่อ discharge 52 VDC ของ PA supply วงจร discharge จะทำงานเมื่อปิดเครื่องส่ง (turn off) เมื่อวงจร discharge ทำงาน คือมันจะทำให้ SCR ไม่ทำงาน เพื่อป้องกันการ supply จากที่อื่น ๆ ที่ turn on ระหว่างการ discharge



รูปที่ 4-7

*Simplified Diagram Single Phase Power Supply*

#### 4.4.1.2 Single Phase Power Supply

อ้างอิง block diagram และรูปที่ 4-7 power supply ประกอบด้วย power transformer พร้อมด้วย single center tap ในขด secondary Z2 สามารถเลือก second supply เพื่อเป็น redundancy ที่ center tap เป็น 52 VDC output และ filter โดย choke ตัวใหญ่กับ filter capacitor ใหญ่ 2 ตัว

single phase supply เป็น full wave rectified มี ripple frequency 120 Hz จึงต้องมี filter มากกว่าแบบ 3 phase ขด secondary มี 8 output taps แต่ละ tap ต่อ SCR กับ ground และ SCR ทำงานเหมือนสอง tap switches และให้ DC voltage output อย่างถูกต้องด้วยการ rectifiers มีทั้งหมด 8 SCR แต่เฉพาะ 2 SCR เท่านั้นที่จะทำการ regulate output DC voltage โดยการเปลี่ยนอัตราจำนวนรอบของขดลวดของ transformer ที่ 8 secondary tap จะให้ DC output 48, 50, 52 และ 54 VDC tap switch จะ control โดย power supply controller board และ transformer คือ PS1 ซึ่ง PS1 จะจ่ายไฟให้กับ 8 PAs ใน dual supply โดยแต่ละ supply ป้อนให้  $\frac{1}{2}$  ของ PAs และ SoftStart กับ PA discharge เหมือนกับแบบ 3 phase

#### 4.4.1.2.1 *Soft Start*

ระหว่างเปิดเครื่องส่ง (turn on) SCRs จะทำงาน ทั้งหมดต่อกับ lowest voltage tap ของ transformer กับขด secondary B และ soft start SCR ต่อผ่าน common surge limiting resistor กับ ground แทนการต่อลง ground โดยตรง ยอมให้ soft start กำจัดค่า surge current สูง ๆ ขณะ charging power supply และ Soft Start อย่างช้าประมาณ 2 วินาที ระหว่างที่ turn on หลังจาก 2 วินาที Soft Start ตัว resistor จะ bypass โดย SCR ซึ่งเกี่ยวพันอยู่กับ lowest voltage output tap แต่ต่อกับ ground นี้คือ supplies เกิด full charge สูงสุด ถ้า voltage ไม่สูงพอ power supply controller จะกระตุ้น next highest tap เพื่อเพิ่ม voltage การทำงานจะทำการเรื่อยไปจนกระทั่ง DC output voltage ได้ประมาณ 52 VDC หรือถึงค่าสูงสุด

#### 4.4.1.2.2 *PA Discharge*

วงจร PA discharge ใช้ soft start resistor ด้วยเหมือนกัน เพื่อ discharge 52 VDC ของ PA supply วงจร discharge จะทำงานเมื่อปิดเครื่องส่ง (turn off) เมื่อวงจร discharge ทำงาน คือมันจะทำให้ SCR ไม่ทำงาน เพื่อป้องกันการ supply จากที่อื่น ๆ ที่ turn on ระหว่างการ discharge

### 4.4.2 Low Voltage Power supply

Low Voltage Power Supply เป็น single PC board ติดตั้งอยู่หลังเครื่องส่งใกล้กับ main contactor เป็นตัว supply DC voltage ให้กับวงจรทั้งหมดในเครื่องส่ง

+ 20 VDC

- 20 VDC

- +10 VDC

Voltage เหล่านี้ส่งจาก rectifier board ไปยัง Controller Board ที่ Board ประกอบด้วย relay 3 ตัว คือ K1, K2, K3 เมื่อเครื่องส่ง turn on, relay K1 จะทำงานไปกระตุ้น main contactor ที่ต่อกับ 3 phase AC ส่งไปที่ PA power supply ขณะที่ K2 ส่ง AC ไป turn on ที่ exciter และ K3 จะเลือก low หรือ high ของความเร็วพัลลวม

## 4.5 Detailed Power Supply Driptions

### 4.5.1 3-PHASE PA Power Supply

เครื่องส่งที่ใช้ 3 phase AC input ต่อตรงกับ relay K1 เป็น AC main contactor ด้านที่ transformer ของ contactor ต่อกับ A17 TB1 ที่ด้านหน้าของ power supply tray ด้าน output ของ A17 TB1 ต่อกับ power transformer T1 ที่ขด primary ที่ T1 ขด primary จะ tap เป็น delta (3 wire) หรือ wye (4 wire) ขึ้นอยู่กับ AC voltage input และต้อง tap ให้เหมาะสมกับ AC input voltage การ tap ดูจาก block diagram

Transformer มี 2 wye ทำ secondary มี center connector เพื่อ rectified dc output 52 VDC มี secondary 2 ชุด output รวมกันผ่าน L1 และ L2 มี C1 และ C2 ค่า 120,000  $\mu$ F เป็น Filter แต่ละขดของ secondary ที่ tap ต่อกับ rectifier board ขด secondary ของ T1 ใช้ tap switching ออกแบบให้ regulation เพื่อชดเชย acline 3 phase ที่เปลี่ยนแปลง

#### 4.5.1.1 Rectifier Board

Rectifier Bard ประกอบด้วย SCRs tap switch เหมือนกับ rectifier ของไฟ 3 phase แต่ละขด secondary 4 tap ดูตามรูป 4-7 แต่ละ tap มี SCR 1 ตัว ต่อกับ ground และ power supply controller สามารถจะเปิดเฉพาะตัวใดตัวหนึ่งใน SCR 4 ดังนั้นได้ถ้า voltage สูงไม่พอที่ DC output ซึ่ง PS Ctroller สามารถเปลี่ยนอัตราส่วน จำนวนรอบของ transformer โดยเปิด SCR และใช้ความแตกต่างของขด secondary tap ขด tap ที่อยู่ใกล้ center จะมีจำนวนรอบต่ำจึงมี DC output voltage ต่ำด้วย หมายความว่า tap ที่อยู่ห่างจาก center จะให้ voltage สูง เนื่องจากมีจำนวนมากกว่า

มี Rectifier จำนวน 2 board ติดตั้งอยู่บนแต่ละ power transformer แต่ก่อนทำเป็น 2 board เพื่อลดจำนวนลงจึงทำเป็น 2 ด้าน หมายความว่า มี side A และ side B ตามรูปด้านซ้ายมือเป็น B ด้านขวามือเป็น A ด้าน A rectifier board เป็น transformer sceondary A และ B rectifier board ใช้

transformer secondary B และ tectifier board ทำงานเป็นแบบขนานกัน โดยรวมกันด้วย ribbon cable J3

#### 4.5.1.2 Rectifier Board Circuit Discription

ตามรูป 4-7 Rectifier board ทำงานด้วยขด primary 3 ขดดังนี้

- การเปลี่ยน secondary tap switching ใช้ SCRs งดคงความสัมพันธ์ความคงที่ของ voltage และยังคงความคงที่ของ power output ที่จะมี fluctuation ใน 3 phase AC line สามารถควบคุมประสิทธิภาพของ transformer ให้ดีที่สุด
- PA power supply soft start
- PA power supply discharge

##### 4.5.1.2.1 Tap Switching Circuit Option

สัญญาณควบคุม SCRs เป็น High มาจาก power supply controller เพื่อ enter B rectufuer biard

J4-1 DVIVER 1 (activate scrs for 48 V tap)

J4-3 DVIVER 2 (activate scrs for 50 V tap)

J4-5 DVIVER 3 (activate scrs for 52 V tap)

J4-7 DVIVER 4 (activate scrs for 54 V tap)

DRIVER\_1 สัญญาณใช้ activate คือ 48 VDC ที่ tap secondaries เมื่อ active เป็น high ทำให้ output ของ U2-17 เป็น low นี่เป็นการเปิด Q28 ซึ่งมี 10 VB-SS เรียกว่า drive 1 ที่ R12 บน board ด้าน B ของส่วน 48 V J3 ต่อสัญญาณเหมือนกันที่ R25 บนด้าน A และ rectifier baord 48 V 10 VB-SS เป็น forward bias diodes CR4, CR8, และ CR12 บนด้าน B และ CR13, CR17 และ CR21 บนด้าน A เป็นการเปิด scrs, Q4, Q8 และ Q12 ของด้าน B Q13, Q17 และ Q21 บนด้าน A แต่ละ anides ของ SCR ต่ออยู่กับ ground และ cathode ต่อผ่าน fuse 30 AMP. กับ tap ของขด secondary ของ transformer ด้าน B ต่อกับ L5, M5 และ N5 และด้าน A ต่อ L4 M4 และ N4

#### 4.5.1.2.2 PA Power Supply Soft Start

Soft Start เป็นการไว้ limit surge current ขณะที่ transformer เปิดอยู่ทั้ง Soft Start และ PA discharge circuit ใช้ตัวความต้านทานที่เหมือนกัน วงจร soft start และ PA discharge แสดงในรูป 4-8 Soft Start controller signal เป็น active high และมาโดยตรงจาก PA controller board ผ่าน J4-8 และ high Soft Start signal ที่ J4-8 เป็นเหตุที่ U2-12 เป็น low เมื่อเปิด (turnon) fet switch Q32 ซึ่งต่ออยู่กับ 18 10VB-SS ผ่าน R65 ถึง CR28, CR29 และ CR30 และการ activate SCRs Q34, Q35 และ Q36 ที่ output SCR 3 ตัวนี้มีฉลากติด SS1-B, SS2-B และ SS3-B ต่อกับ 48 V TAP ที่ transformer ขด secondary B เป็นการที่ให้ power supply เริ่ม charging ผ่าน R48 ค่า 5 OHM 100 W เป็น current limiting resistor หลังจากประมาณ 2 วินาที สัญญาณ driver 1 จะกระตุ้น 48 V tap SCRs ซึ่งติดอยู่กับ tap โดยตรงกับ ground เป็น bypassing R48

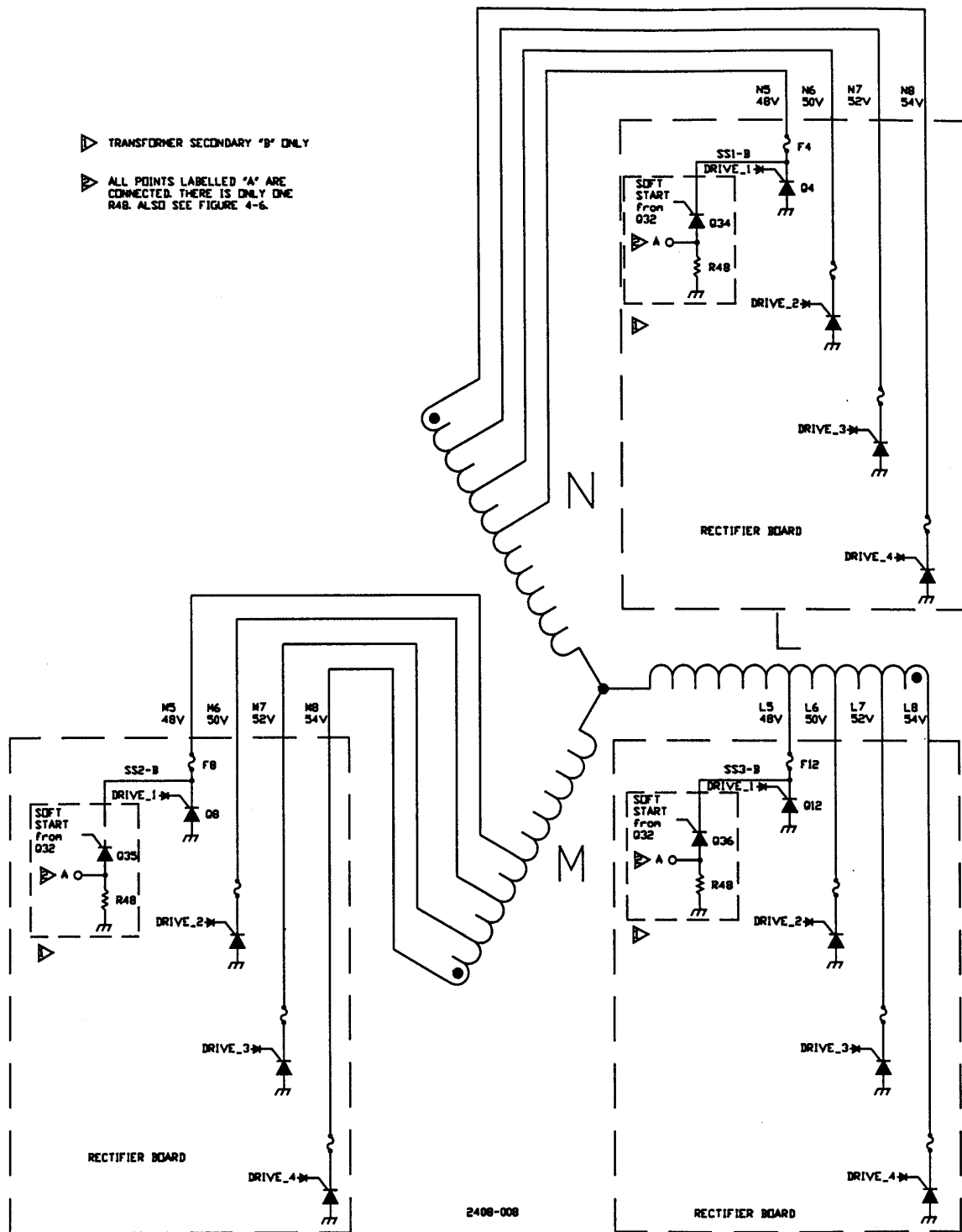
#### 4.5.1.2.3 PA Power Supply Discharge

วงจร PA discharge ใช้ R48 เป็นตัวให้กระแสไหลผ่านลง ground เมื่อเวลาปิด (turnoff) เครื่องส่ง สัญญาณ discharge จะทำงานเป็น low และมาจาก PS controller board และเมื่อ low จะทำให้ output ของ U2-14 เป็น high จะทำสองอย่าง

- อย่างแรก จะ reverse bias CR13 ซึ่งจะเป็น gate ของ Q33 ดึงให้สูงผ่าน R54 ด้วยเหตุนี้จึง shutting Q33 off นี่เป็นการย้าย 10 VB-SS ไปใช้กระตุ้น transformer tap เป็นการป้องกัน PA supply ที่จะถูกรบกวนขณะที่อยู่ในภาวะ discharge
- อย่างที่สองให้ Base ของ Q37 เป็น high เพื่อปิด R62 จึงดึงให้ gate ของ Q29 และ Q31 เป็น low ทำให้มัน on ซึ่ง Q31 เป็น switching ซึ่งต่อ 52 VDC ไปที่ R48 และ power supply จะ discharge

#### 4.5.1.2.4 Voltage Samples

มี AC voltage สองชุดเอามาจาก 48 V tap ใช้ความต้านทาน 301 K ชุดที่หนึ่งจากขด secondary B ที่ J4-13 เป็น pulsating DC ที่ความถี่ 360 Hz และมี amplitude เฉลี่ยเท่ากับ DC power supply output มันจะถูกส่งไปยัง PS Controller

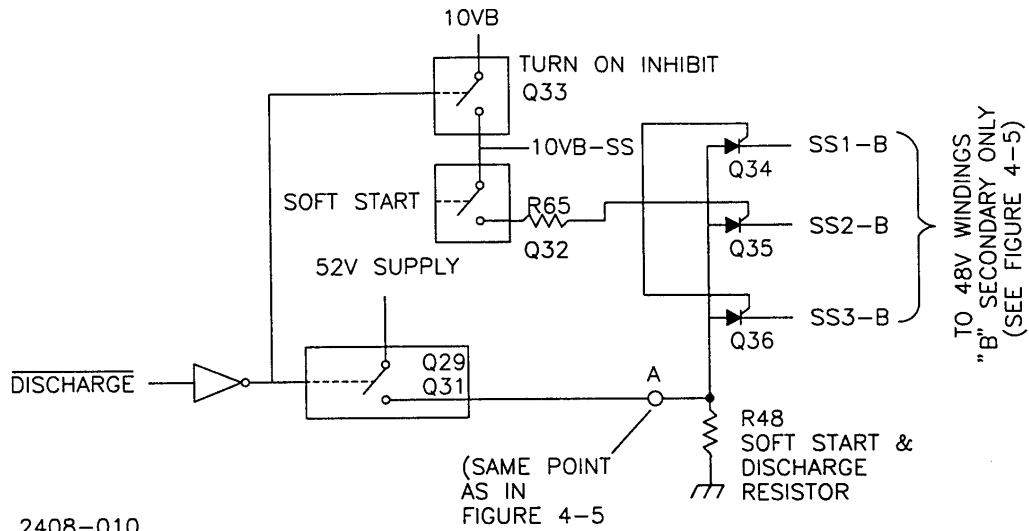


รูปที่ 4-8

3-Phase Simplified Diagram Transformer and Rectifier Connections

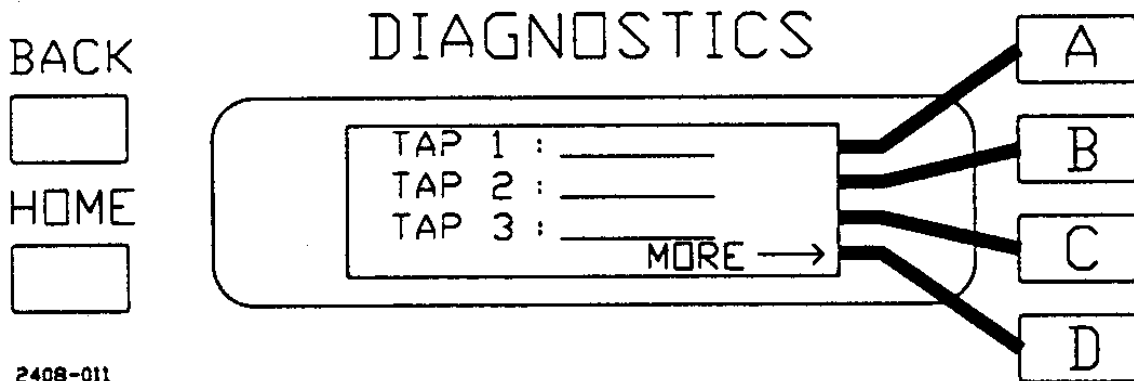
และเป็นส่วนควบคุม tap switching อยู่ที่ amplitude ของ pulse สัญญาณผ่าน bandpass filter ที่ 60 Hz เพื่อตัด fuse ของ SCR และ 120 Hz ตรวจการหายของ AC input ที่ phase ใด phase หนึ่ง

การทำ tap ไม่ทำงาน อ้างถึง diagnostic display สำหรับ power supply 1 ให้กด [STATUS, D, C, C, D, D] จะแสดงภาพตามรูป 4-9 แล้วกด D อีกเพื่อดู status ของ tap 4



SIMPLIFIED PA DISCHARGE & SOFT START CIRCUITS

รูปที่ 4-9 Simplified 3-Phase PA Discharge and Start Circuit



รูปที่ 4-10  
Transformer Tap Status

## 4.5.2 Single Phase PA Power Supply

Block diagram ตามรูป 4-10 AC input ของเครื่องส่งแบบ single phase ต่อกับ K1 เป็น AC main contractor ที่ transformer ด้านที่ต่อกับ contactor ลอดที่ต่อกับ transformer1 ต่อกับ 1A 17 TB1 ตัว T1 ด้านขด primary จะต้องมี tap เพื่อต่อกับ AC ให้ถูกต้อง การต่อ tap ให้ดูได้จาก block diagram และที่ T1 มี center tap ชุดเดียวของขด secondary center tap จะใช้เป็นวงจร rectifier มี DC output 52 VDC และ DC output 52 VDC ต่อกับ SCR ซึ่งควบคุมการ ON/OFF จาก PS Controller board

Secondary ของ T1 มี tap switching ออกแบบให้ช่วย regulation ได้เพื่อชดเชยการเปลี่ยนแปลงของ AC line

### 4.5.2.1 Rectifier Board

SCR ที่ใช้กับ Power supply แบบ single phase จะต้องจ่ายกระแสมากกว่าแบบ 3 phase ติดกับ heat sink อยู่ด้านบนของ transformer SCR ที่ใช้กับ tap switching เหมือนกันกับที่ใช้ rectification ของ AC voltage แต่ละขด secondary ของ transformer มี 8 tap แต่ละ tap มี SCR 1 ตัวอยู่กับ ground ด้าน secondary เป็น full wave rectifier หมายความว่า SCR 1 ตัวของแต่ละด้านของ center tap ใช้เป็นแต่ละระดับของ voltage ตัวอย่างเช่น CR1 และ CR5 จะทำงานพร้อมกับคู่อื่นคือ CR2 กับ CR6, CR3 กับ CR7 และ CR4 กับ CR8 และ Power Supply Controller จะเป็นตัวเปิด SCR แต่ละคู่ตามเวลา ถ้า voltage สูงไม่พอที่ DC output ตัว PS controller จะเป็นอัตราจำนวนรอบของ transformer เพื่อเปิดคู่ SCR คู่อื่น ๆ และเป็นการใช้ secondary tap ต่าง ๆ ด้วย tap ที่อยู่ใกล้ center จะให้ voltage ต่ำกว่า และ tap ที่อยู่ห่างจาก center จะมี voltage สูงกว่า tap

### 4.5.2.2 Rectifier Board Circuit Discription

- จากรูปของวงจร Rectifier Board มีหน้าที่หลักๆสามอย่างคือ
- การเปลี่ยน Secondary tap switching ใช้ SCRs เพื่อยังคงความสัมพันธ์ความคงที่ของ voltage และยังคงความคงที่ของ power output ที่จะมี fluctuation ใน 3 phase AC line สามารถควบคุมประสิทธิภาพของ transformer ให้ดีที่สุด
  - PA Power Supply Soft Start
  - PA Power Supply Discharge



#### 4.5.2.2.1 Tap Switching Circuit Operation

สัญญาณควบคุม SCRs เป็น high มาจาก PS Controller เพื่อ enter B rectifier board

J4-1 DVIVER 1 (activate SCRs for 48 V tap)

J4-3 DVIVER 2 (activate SCRs for 50 V tap)

J4-5 DVIVER 3 (activate SCRs for 52 V tap)

J4-7 DVIVER 4 (activate SCRs for 54 V tap)

Drive 1 สัญญาณใช้ activate คือ 48 vdc ที่ tap secondaries เมื่อ active เป็น high ทำให้ output ของ U2-17 เป็น low นี่เป็นการเปิด Q28 ซึ่งมี 10 VB-SS เรียกว่า DRIVE 1 ที่ R12 บน board ด้าน B ของส่วน 48 V J3 ต่อสัญญาณเหมือนกันที่ R25 บนด้าน A และ rectifier board 48V 10 VB-SS เป็น forward bias diodes CR4, CR8, และ CR12 บนด้าน B และ CR13, CR17 และ CR21 บนด้าน A เป็นการเปิด SCRs, Q4, Q8 และ Q12 ของด้าน B Q13, Q17 และ Q21 บนด้าน A แต่ละ anodes ของ SCR ต่ออยู่กับ ground และ cathode ต่อผ่าน fuse 30 amp. กับ tap ของขด secondary ของ transformer ด้าน B ต่อกับ L5, M5 และ N5 และด้าน A ต่อ L4 M4 และ N4

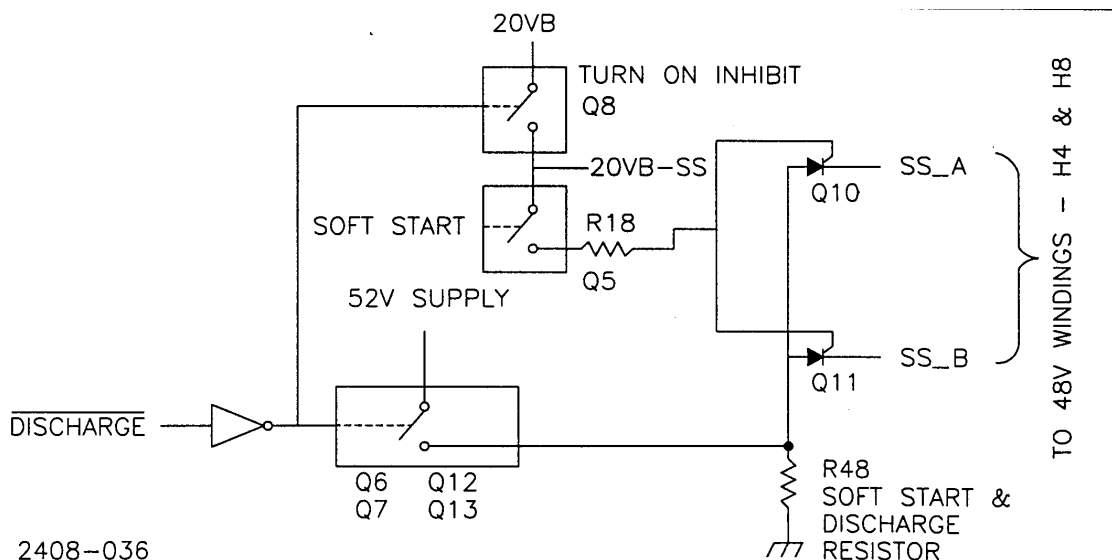
#### 4.5.2.2.2 PA Power Supply Soft Start

Soft start เป็นการใช้ limit surge current ขณะที่ transformer เปิดอยู่ทั้ง Soft Start และ PA Discharge circuit ใช้ตัวความต้านทานที่เหมือนกัน วงจร Soft Start และ PA Discharge แสดงในรูป 4-11 Soft Start Controller signal เป็น active high และมาโดยตรงจาก PA Controller board ผ่าน J4-8 และ high Soft Start signal ที่ J4-8 เป็นเหตุที่ U2-12 เป็น low เมื่อเปิด (turn on) FET switch Q32 ซึ่งต่ออยู่กับ 18 10VB-SS ผ่าน R65 ถึง CR28, CR29 และ CR30 และการ activate SCR Q34, Q35 และ Q36 ที่ output SCR 3 ตัวนี้มีขดลวดติด SS1-B, SS2-B และ SS3-B ต่อกับ 48 V tap ที่ transformer ขด secondary B เป็นการที่ให้ power supply เริ่ม charging ผ่าน R48 ค่า 5 ohm 100 W เป็น current limiting resistor หลังจากประมาณ 2 วินาที สัญญาณ DRIVER\_1 จะกระตุ้น 48 V tap SCRs ซึ่งติดอยู่กับ tap โดยตรงกับ ground เป็น bypassing R48

#### 4.5.2.2.3 PA Discharge

วงจร PA Discharge ใช้ R48 เป็นตัวให้กระแสไหลผ่านลง Ground เมื่อเวลาปิด (turnoff) เครื่องส่ง สัญญาณ Discharge จะทำงานเป็น low และมาจาก PS Controller board และเมื่อ Low จะทำให้ output ของ U2-14 เป็น high จะทำสองอย่าง

- อย่างแรก จะ Reverse bias CR13 ซึ่งจะเป็น Gate ของ Q33 ดึงให้สูงผ่าน R54 ด้วยเหตุนี้จึง shutting Q33 off นี่เป็นการย้าย 10 VB-SS ไปใช้กระตุ้น transformer Tap เป็นการป้องกัน PA supply ที่จะถูกรบกวนขณะที่อยู่ในภาวะ discharge
- อย่างที่สองให้ Base ของ Q37 เป็น high เพื่อปิด R62 จึงดึงให้ Gate ของ Q29 และ Q31 เป็น low ทำให้มัน ON ซึ่ง Q31 เป็น switching ซึ่งต่อ 52 VDC ไปที่ R48 และ power supply จะ discharge



รูปที่ 4-11

Simplified Single-Phase PA Discharge and Start Circuit

#### 4.5.2.2.4 Voltage Samples

AC voltage sample เขามาจาก 48 V Tap ใช้ resistor 200 K ohm จาก SS-A และ SS-B ตัว sample เป็น pulsating DC มีความถี่ 120 Hz และมี amplitude ค่าเฉลี่ยเท่ากับ DC power supply

output มันถูกส่งไปยัง PS controller และใช้เป็นตัวควบคุม tap switching ขึ้นอยู่กับ amplitude ของ pulse สัญญาณถูก filter ที่ 60 Hz เอาไป detect เพื่อ blown SCR fuse

### 4.5.3 Low Voltage Power Supply Board

AC เข้าที่ board นี้ขึ้นอยู่กับ AC voltage และการสร้างเครื่องส่งแบบ 3-phase delta, 3-phase WYE หรือ single phase ซึ่ง board นี้ใช้เหมือนกันทั้ง 3 แบบ AC เข้ามาที่ circuit breaker CB1 และเข้าที่ board ที่ J1-1 และ J1-4 ถ้าเป็นแบบ 3-phase delta และ single phase J1-1 เป็น phase A และ J1-4 เป็น phase B (phase C ไม่ต่อกับ board นี้) ถ้า 3-phase แบบ wye J1-4 เป็น phase B และ J1-1 เป็น neutral

Phase A และ B ใช้ fuse F1 และ F2, fuse F11 และ F12 ใช้กับ low voltage transformer คือ T1 และ T2 ที่ transformer T1 เป็น full wave rectifier 2 วงจร ขด secondary ของ T1 มี fuse F3, F4, F5 และ F6 ที่ full wave rectifier มี DC จำนวน 2 output +10 V ที่ +10 V มี C1-C6 เป็น filter ต่อกับ rectifier board อยู่บน PA power supply transformer และข้างล่างของ transformer ขด secondary ของ T2 มี fuse F7, F8, F9 และ F10 ก่อนถึง bridge rectifier มี filter คือ C7-C10 ได้ CD out +20 vdc และ -20 vdc

Voltage ทั้ง 3 ตัวนี้ ส่งไปยัง back plane board ที่ controller PC board ที่ ควบคุม power ทั้งหมด

#### 4.5.3.1 Relays

มี Mechanical relay 3 ตัวที่ low voltage power supply board assembly A19 มี relay A19K1, A19K2 และ A19K3 relay นี้ใช้ +12 VDC จาก Life Support Board ใน controller

- A19K1 ทำงานเมื่อเปิดเครื่องส่งและ “CONTACTOR\_ON” สัญญาณจาก Life Support เป็น low เมื่อ A19K1 ทำงานใส่ Phase to the coil ของ AC main contactor K1

- A19K2 ทำงานเป็น “CONTACTOR\_ON” ใช้กับ phase B ให้กับ exciter หมายความว่า exciter จะไม่มี power จนกว่าจะเปิดเครื่องส่ง

- A19K3 ทำงานเป็นตัวเปิดพัลลัม สัญญาณจะมาจาก Life Support Board A19K3 เป็นตัวกระตุ้นเพื่อเลือกความเร็วของพัลลัม โดย relay K2 relay K2 แสดงใน block diagram แสดงถึงตำแหน่ง high speed เมื่อ A19K3 กระตุ้นให้ K2 ทำงาน พัลลัมจะอยู่ในตำแหน่งความเร็วปกติจนกว่า fault จะปรากฏขึ้น หรือมีอะไรที่ทำให้อุณหภูมิต่ำลง จะถูก detect โดย

controller และ voltage ที่ใช้กับพัลลัมที่ความเร็วต่ำ มาจาก tap ของขด primary ของ transformer ประมาณ  $\frac{1}{2}$  ของ full phase voltage และที่ความเร็วสูงสุดจะเท่ากับ full phase

#### 4.6 Cooling System Description

การระบายความร้อนของเครื่องส่งใช้พัลลัมตัวเดียวมีสอง speed ติดตั้งอยู่ด้านล่างหลังเครื่องส่ง ใช้กับพื้นที่กว้าง velocity ต่ำ ช่องอากาศเข้าจะต้องมีระบบ filter อย่างดี ช่องอากาศออกจะต้องไม่มีอากาศย้อนกลับ ระบบอากาศมีคำแนะนำแสดงอยู่ที่ตู้ของเครื่องส่ง

#### 4.7 Control System Description

ระบบควบคุมเป็น micro-controller แบบระบบ master/slave สามารถ monitor ได้มากกว่า 100 operating function ในเครื่องส่ง สามารถทำงานได้ดีตามสภาวะการทำงาน ระบบควบคุมออกแบบให้ interface กับ RS-232 ใช้กับ external modems และระบบ remote control มีระบบ remote แบบขนานด้วย microprocessor ควบคุมระบบให้ความเร็วและประสิทธิภาพของการ monitor ของเครื่องส่งในเรื่องของ protection และ diagnostic และสามารถเปลี่ยนและ upgrade ของ soft ware ได้

ระบบควบคุมประกอบด้วย board ต่าง ๆ ดังนี้

- Master controller board
- PA Controller
- PA Controller #2(Optional)
- Power Supply Controller
- Power Supply Controller #2(Optional)
- Life Support Board
- Display / Back Panel Board (mother board)

board ทั้งหมดนี้ติดตั้งอยู่หลัง control panel ของเครื่องส่งและเสียบอยู่กับ Backplane

Board

The Controller functions include:

- Transmitter Control Function
- Automatic Power Control or APC
- VSWR Monitoring and Overload Protection

- Power Supply Monitoring and Protection
- Automatic power fold for VSWR, Over-temperature and Over-current conditions
- AC Restart
- System Calibration and Configuration
- Detailed Status, Metering, Configuration and Fault Diagnostics display screens.

#### 4.7.1 Master Controller

Master controller จะ responsible สำหรับ primary transmitter control และสรุปรวบรวมข้อมูลทั้งหมด มันจะควบคุมและรับ information จาก PA controller, supply controller และ Life Support Board จะทำตามอย่างถูกต้องการทำงานของเครื่องส่ง จะ response กับ transmitter power control system Configuration calibration, transmitter และ Diagnostic Display

อย่างไรก็ตาม ส่วนของระบบควบคุมออกแบบให้ทำงานกับ Master Controller เขาออกจากระบบที่เรียกว่า Life Support mode และ PA กับ PA controller report กับ Master controller แต่ทำงานอิสระโดยทำงานโดยตลอดแม้ว่า master ถูกแยกออก ในกรณีของ Master controller เสีย Life Support Board จะไม่ต่อกับ master controller ที่ควบคุม function จากเครื่องส่ง และ protection ลดลง และจะรักษาให้เครื่องส่งออกอากาศได้

##### 4.7.1.1 3 Strike Routine

สิ่งแรกการป้องกันตัวเพื่อต่อสู้กับการ fault หลายแบบ เครื่องส่งจะเริ่ม 3 strike routine หมายความว่าเครื่องส่งจะ mute 120 ms ซึ่งเครื่องส่งจะพยายามกลับไปทำงานตามปกติ การช่วยแก้ปัญหา นั้นมันเป็นสภาวะชั่วคราว และจะไม่ทำต่อไปเมื่อเครื่องส่งจะทำงานตามปกติ ถ้า fault ยังคงเกิดขึ้นอยู่ หลังจาก 120 ms mute แล้ว controller จะไปถึงขบวนการ mute อีก 2 ครั้ง รวมเป็น 3 ครั้ง หรือ 3 strike ขึ้นอยู่กับ การ fault และจำนวนที่จะออกเพื่ออะไรจะเกิดขึ้นอีกต่อไป ตัวอย่าง ถ้า PA 1 ตัวตั้ง กระแสเป็นจำนวนมาก controller จะเริ่ม 3 strike routine ถ้าหลังจาก 3 strike แล้ว 3 strike และ PA ยังคงถึงกระแสอยู่มากอีก มันจะยังคง mute และจะ switche ตัดออกจากวงจรด้วย Combiner RF switch เครื่องส่งอาจจะกลับไปทำงานตามปกติ โดยไม่มีการช่วย เมื่อมี PA 1 module เสีย เมื่อ APC รู้ว่ามี output power ลดลงจะเพิ่ม APC voltage เพื่อรักษาให้ power สูงสุดที่จะเป็นไปได้ ถ้ามีบางอย่างที่เกิด fault แบบรุนแรง เครื่องส่งอาจจะ muted หรือ shut off ไปเลย เมื่อได้ทำ 3 strike routine

แล้ว จึงสังเกตว่า 3 strike อาจเกิดขึ้นภายในเฉพาะเวลาขณะนั้น counter จะ reset และเครื่องส่งจะทำ strike มากขึ้น และสังเกตว่า fault จำนวนมาก จะไม่ตาม 3 strike routine

#### 4.7.2.1 Master Controller Faults

ต่อไปนี้เป็นรายการของ fault ซึ่งควบคุมสั่งการโดย Master Controller

##### 4.7.2.1.1 REF\_WARNING, +5V Reference Warning

เป็นการเตือนว่า +5 vdc reference voltage ใช้เพื่อ calibration เปลี่ยนเป็น +หรือได้ 0.25 V คืออาจจะเป็น 4.75 หรือ 5.25 VDC หรืออาจจะต้อง set fault flag ไม่มีเครื่องที่ fault มากกว่าใน fault log และแสงที่แสดงการ fault ที่ front panel

##### 4.7.2.1.2 MSTR\_REF, Master Reference Fault

Fault นี้หมายความว่า +5 V reference voltage ซึ่งมาจาก Life Support Board และมีด้วยกันทั้งหมดของ Controller board อาจจะน้อยกว่า 4.6 voltage นี้ใช้เป็น reference ของการ calibration ทั้งหมด การเปลี่ยนค่า voltage นี้จะเป็นเหตุของการ error ในระบบ calibration และการตั้งค่า overload ซึ่งเป็นจุด critical fault เครื่องส่งอาจจะ shut off ตามหลักพื้นฐาน

##### 4.7.2.1.3 RFL\_PWR, Reflected Power Fault

Fault นี้จะถูกระตุ้นเมื่อ VSWR overload trip point มีค่าสูงขึ้นมา และจะทำการตาม 3 strike rule ถ้าเครื่องส่ง mute 3 ครั้งติด ๆ กัน และไม่สามารถแก้ไขในปัญหาได้ เครื่องส่งจะเริ่ม APC foldback จุด trip นี้จะตั้งโดยทาง soft ware ใน Diagnostic Display menu การตรวจสอบ VSWR overload จุด trip โดยกด [Configuration B,C] ข้อควรระวังการ set สามารถจะเปลี่ยนการใช้นุ่ม A,B,C,D ที่ด้านขวาของ display ได้ การปล่อยให้จอภาพโดยไม่มี saving any change กด (HOME) default สำหรับการ setting นี้คือ 1.50:1 และการ calibration ของจอภาพนี้และการ calibration ของระบบทั้งหมดให้ดูจาก section V

##### 4.7.2.1.4 INTLK, External Interlock Fault

การ Fault แบบนี้จะกระทำทุกเวลา เมื่อ external interlock เปิด external interlock fault จะปิดเครื่องส่งโดยการปลด main AC contactor ต้อง closed contact ระหว่างที่ external interlock

connection เพื่อให้เครื่องส่งทำงานให้ดูในส่วน section II ของการติดตั้งจะมีข้อมูลเรื่อง external interlock connection

#### 4.7.2.1.5 FAILSAFE Interlock Fault

การ Fault แบบนี้จะ mute ส่วนที่เป็น output ของเครื่องส่ง จะกระตุ้นด้วยการเปิด failsafe contact จะต้องต่อ contact ระหว่าง failsafe interlock connection เพื่อให้เครื่องส่งทำงาน ดูจากตารางที่ section II ของการติดตั้งมีข้อมูลเกี่ยวกับ failsafe interlock connection

อย่างไรก็ตามควรสังเกตว่า failsafe interlock อาจจะไม่ทำงาน ขณะอยู่ที่ local mode operation โดยทาง configuration menu ใน Diagnostic Display ซึ่ง failsafe คือ Configuration เหมือน enabled ก่อนที่จะปล่อยมาจากโรงงาน หมายความว่า failsafe จะปิดเครื่องส่ง ได้ทั้งในตำแหน่ง remote และ local ของการ operation ถ้า interlock is opened ถ้าต้องการให้ failsafe ทำงานเฉพาะเมื่ออยู่ตำแหน่ง remote mode โดยกด (Configuration A, A ดังนั้น B จะ toggle display จาก yer เป็น no) เพื่อ save บางอย่าง กด (back) ถ้าต้องการยกเลิกการเปลี่ยนอะไร กด (HOME)

#### 4.7.2.1.6 POWER\_FAIL Fault

การ Fault แบบนี้เป็นผลของ AC power เสีย และ falt นี้ detect โดยการ monitoring +20 VDC supply ของ Life Support Board (IC U37) ถ้า +20 VDC supply ลดต่ำกว่า power fail threshold ซึ่ง power fail signal จะส่งไปที่ Master controller telling มันจะ save ส่วนที่ data ตรงกัน ทั้งหมด ส่วนใหญ่การ fault และเวลาของ fault, จะก่อนการ shutting down

#### 4.7.2.1.7 LO\_AIR Fault

ค่าปกติของ Air flow ของ Z2 คือ 350 cfm ถ้า Air flow ลดลงถึง 25% หรือ 80 cfm จะเกิด low air fault เป็น triggered พัดลมจะเปลี่ยนเป็น high speed โดยจะพยายามชดเชย อย่างไรก็ตามถ้า air flow ไม่เพิ่มขึ้นอีก 25% ภายใน 60 วินาที เครื่องส่งจะ shut off ถ้าพัดลมของเครื่องส่งอยู่ที่ความเร็วสูง เมื่อ fault นี้ปรากฏขึ้น เครื่องส่งก็จะ shut off ค่าของ air flow ดูได้จาก Diagnostic Display โดยการกด [Metering, C, D, B] ขึ้นอยู่กับ ambient temperature หนึ่งในหลาย ๆ temperature fault ดำเนินการตามเรื่องของ air flow fault

#### 4.7.2.1.8 UPS, Uninterruptable Power Supply Fault

Fault นี้แสดงว่า เครื่องส่งใช้ UPS (หรือ generator) power output ของเครื่องส่งควบคุมโดย UPS power level setting ใน configuration menu ของ Diagnostic Display การตรวจหรือ set ตัว UPS power level กด [Configuration A, B, D] ค่า default จะ set จากโรงงานที่ 1 kw ใช้ปุ่ม A B, C, D key เพื่อ set ค่า UPS power level ใหม่ กด (back) เพื่อ save any change กด HOME เพื่อยกเลิก any change

#### 4.7.2.1.9 CPLR\_NC, Directional Couple Cable Not Connected

การ Fault นี้จะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา sample cable จาก forward power directional couple ไปที่ Life Support Board ไม่ต่อกัน fault นี้จะ mute เครื่องส่งทันทีจนกระทั่ง cable จะต่อใหม่ เนื่องจากผลของอันนี้อยู่ที่ APC loop

#### 4.7.2.1.10 IPA\_#\_MUT Fault

Fault นี้จะเป็นเรื่องของ IPA1 หรือ IPA2 เมื่อ IPA1 เกิดการ mute ที่ระบบ control จะตรวจค่ากระแสไหลใน IPA ถ้ากระแสไม่น้อยกว่า 1 AMP ระบบจะไม่ควบคุม IPA และจะ mute ระบบโดยการ shutting off PAs

#### 4.7.2.1.11 IPA\_#\_LOW Fault

การ Fault นี้จะกระตุ้น ถ้า power output ของ IPA น้อยกว่า 20% และเมื่อ output ของ exciter มากกว่า 70% จะไม่ทำให้เครื่องส่ง mult ถ้า IPA จะมี output power แต่ไม่ตาม IPA directional couple sample ดังนั้น 3 strike routine จะเริ่มทำงาน ถ้า fault ยังมีอยู่ controller จะเปลี่ยนไป IPA ตัวที่สอง

#### 4.7.2.1.12 IPA\_#\_OC Fault

IPA overcurrent fault อาจจะเป็นที่ IPA\_1 หรือ IPA\_2 ค่า overcurrent threshold คือ 14.3 AMP ถ้าค่าจำกัดของกระแส IPA เพิ่มขึ้น เครื่องส่งจะเริ่ม 3 strike routine ถ้า IPA ที่มีปัญหายังคง fault เครื่องส่งจะเปลี่ยนไป IPA ตัวที่สองโดยอัตโนมัติ (ถ้ามี)



#### 4.7.2.1.13 IPA\_#\_OT Fault

ถ้า IPA amplifier สูงกว่า 90°C ซึ่ง detect โดย thermal sensor ที่ amplifier เครื่องส่งจะเริ่ม 3 strike routine ถ้า IPA ที่มีปัญหา ยังคง fault เครื่องจะเปลี่ยนไป IPA 2 โดยอัตโนมัติ (ถ้ามี)

#### 4.7.2.1.14 IPA\_#\_OUT Fault

Fault นี้จะแสดงว่า IPA\_1 หรือ IPA\_2 เสียบไม่เข้า plugged ของมัน แต่ละ amplifier มี connectors 2 ด้าน ซึ่งอาจจะสั้นกว่าอีกด้านหนึ่งเพียงเล็กน้อย ซึ่งใช้เป็น interlocking ถ้า amplifier ไม่ได้เสียบเข้าไปให้สุด ขา pluffe อาจจะไม่ต่อ amplifier ก็จะไม่ทำงาน ระบบ control จะเปลี่ยนไป IPA อื่น ถ้าตัวนั้นไม่มี fault ด้วยเหมือนกัน

#### 4.7.2.1.15 IPA\_#\_Vds Fault

Fault นี้จะมีขึ้น ถ้า power supply voltage +52 VDC ต่ำกว่า 30 VDC หรือมากกว่า 60 VDC หลัง Soft Start ทำงานสมบูรณ์แล้ว เมื่อ fault มีขึ้น 3 strike routing จะเริ่มทำงาน หลังจาก 3 strike ถ้า fault ยังคงอยู่ เครื่องส่งจะ shut off อาการของ fault นี้จะดูเหมือน diode เสียบ

#### 4.7.2.1.16 AMB\_TEMP, Ambient Temperature A Fault

มี 4 Threshold รวมกันใน fault นี้ 45, 50, 60 และ 65°C ถ้า ambient temperature สูงกว่า 50°C พัดลมจะเปลี่ยนเป็น high speed ถ้าอุณหภูมิยังคงเพิ่มขึ้น เมื่อพัดลมเป็น high speed แล้ว ถ้าสูงเป็น 60°C เครื่องส่งจะ muted ถ้าอุณหภูมิเพิ่มเป็น 65°C เครื่องส่งก็จะ shut off ถ้าหากอุณหภูมิต่ำลงเมื่อพัดลมเป็น high speed แล้ว พัดลมก็จะเปลี่ยนกลับไปเป็น low speed เมื่ออุณหภูมิต่ำลงถึง 45°C

#### 4.7.2.1.17 EXC\_#\_AFC Fault

เป็น Fault จาก digit cd exciter หรือ superciter เป็นสาเหตุ เพราะไม่สั่งการเครื่องส่ง แต่จะ dusokat ใน fault log และบน front panel fault light การกระทำนี้จะมีเฉพาะ exciter low power condition เท่านั้น controller จะ delay 10 วินาที เพื่อให้เวลา exciter ใช้ได้อีก (recover) ดังนั้นจะเปลี่ยนไป exciter ตัวอื่น (ถ้ามี)

### 4.7.3 PA Controller Board

PA controller board ใช้ micro-controller ซึ่งรายงานไปยัง Master controller แต่ทำงานเป็นอิสระกับ master ซึ่ง board id ถูก set โดยทาง hardware jumper ทำเป็น PA controller #1 ที่ back plane board มีช่องสำหรับเพิ่มเป็น 4 PA controller ซึ่งจะใช้สำหรับ high power Z series transmitter เช่น Z5 และ Z10 แต่ละ PA Controller จะควบคุม 8 PAs เพราะฉะนั้น Z2 ต้องการใช้ 1 เท่านั้น

PA controller จะรับผิดชอบดังต่อไปนี้

- Turnon/turn off และ foldback of the PAs โดยทาง PA gate bias voltage
- Metering status และ fault monitoring ของ PAs และ isolation resistor associated with them
- Control ส่วนของ combiner isolation switches ซึ่งอยู่ใน PAs

#### 4.7.3.1 PA Turn ON/Turn Off

PA controller ส่วนรับผิดชอบอันแรกก็คือ turn the PAs on และ off การที่ PA เปิด-ปิด ได้โดยการเปลี่ยน bias voltage ที่ gate ของ MOSFET ของ PAs ถ้า gate voltage เป็น OV จะเป็นการเปิด PAs ถ้า gate voltage เป็น -18V จะเป็นการปิด PAs หมายความว่า PA controller มีความสามารถที่จะ turn off หรือ mute แต่ละ PA หือทั้งหมดในเวลาเดียวกัน ถ้าหากมีความจำเป็นตัว mute เครื่องส่งไม่ให้มี RF output ออก

เมื่อ PA ที่เสียจะต้องถูก shut off หรือ mute จำนวน PA ทั้งหมดจะต้อง mute ประมาณ 120 ms ขณะที่ PA ตัวที่เสียไม่ได้ต่อกับ combiner โดย isolation switch ส่วน PA ที่เหลือก็จะกลับไป ON ตามเดิม

#### 4.7.3.1.1 PA Foldback

PA Controller สามารถที่จะ fold back of the PAs โดยการควบคุม gate bias voltage ที่ค่าใดค่าหนึ่งระหว่าง OV (ON) และ -18V (OFF)

#### 4.7.3.2 Metering

PA controller จะรับผิดชอบของ metering ของ parameter ดังนี้

- PA current ค่ากระแสของแต่ละ PA จะ monitor โดยการวัด voltage drop คร่อมความต้านทาน ค่า 0.01 ohm คือ R11-R18 บน Z plane ตัวต้านทานแสดงอยู่ในส่วนของวงจร DIVIDER กระแสของแต่ละ PA จะดูได้จาก Diagnostic Display ถ้าต้องการดูกด [METERING A,B,B]
- PA supply voltage ค่า voltage ของ PS1 จะ monitor ที่ fuse จาก Z plane divider ด้วยเหมือนกัน ถ้าต้องการตรวจ (check) PA supply voltage กด [Metering B,C] PA gate voltage แต่ละ PA gate voltage สามารถ check บน diagnostic display โดยกด [Metering B,D,C]
- PA temperature มีตัว temperature sensor บนแต่ละ PA ซึ่งส่ง temperature sample voltage ไปที่ PA controller
- PA ISO resistor temperature vtemp PA1 ถึง vtemp PA8 แต่ละ ISO resistor มี thermister ใช้งาน เป็น temperature sensor ติดอยู่กับ metering และ fault monitoring ถ้าต้อง check the ISO resistor temperature กด [Metering C,C,B] การเพิ่มใน ISO resistor temperature แสดงถึงการ imbalance ใน phase หรือ amplitude ของ PA output

### ข้อสังเกต

อุณหภูมิของ PA iso resistor (A1-A8) ที่แตกต่างกันสามารถแตกต่างกันได้เล็กน้อย แต่ต้องต่ำกว่า 100°C

AZ ซึ่งแสดงที่จอภาพ เป็นการแสดงอุณหภูมิของ 2.5 KW ของ 2 way combiner isolation load resistor การเพิ่มอุณหภูมिन้อยอาจจะแสดงว่า imbalance ระหว่าง output ของ two foursome บน Z plane

#### 4.7.3.3 PA Controller Fault

ต่อไปนี้เป็นรายละเอียดของการ fault ทั้งหมดเกี่ยวข้องกับ PA controller board โดยมากจะเกี่ยวกับ PAs และ isolation resistor

##### 4.7.3.3.1 PA Over\_Current, OC

ค่า PA current overload threshold แต่ละ PA ที่ปกติจะเท่ากับ 14.3 AMP. ไม่มี PAs ที่เสียเลย ถ้าแต่ละ PA มีกระแสมาก เครื่องส่งจะเริ่มทำการ 3 strike ถ้า PA current ไม่ลดลง PA จะ mute และ combiner isolation RF จะ switch ให้ PA output ลง ground เป็นการ optimizes ตัว combiner

สำหรับอีก 3 PAs อื่น จนกระทั่งต้อง reset โดยการกด on buttons ซึ่งเป็นการ un-mute the faulty PA ถ้ากระแสยังคงสูง เครื่องส่งจะทำ 3 strike อีก

อย่างไรก็ตามมีข้อสังเกตว่า Z2 control system ดัดแปลงง่าย เมื่อมี PA เสีย 1 ตัว อีก 3 ตัวที่เป็น foursome จะลด PA current เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของ VSWR ถ้า PA ตัวที่สองเสีย ซึ่งอยู่ในส่วนที่เกี่ยวข้องกันตัวหนึ่งที่เสีย controller จะรับรู้เมื่อการลดของกระแสของ PAs ค่า pacurrent overload trip point สามารถดูได้จาก Diagnostic Display โดยกด [Status A,B,D,C]

#### 4.7.3.3.2 PA Current Foldback

ค่า PA current foldback threshold คือ 13.4 amp หมายความว่า PA controller จะพยายาม foldback the power ของ PA การที่ต้องรักษาค่า current ที่ต่ำกว่า 13.4 amp. โดยทำ PA gate voltage ให้เป็นลบมาก ๆ ค่าของกระแสก็เปลี่ยนเป้าหมายด้วยเหมือนกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนของ PAs ที่ทำงาน

#### 4.7.3.3.3 PA Under-Current, UC

PA under current คือเปรียบค่ากระแสที่อ่านได้จาก PAs ซึ่งเหมือนกับแต่ละ foursome ตัว อย่างเช่น B1, B2, B3 และ B4 ทั้ง 4 PAs นี้ต่ออยู่กับหนึ่ง 4 way combiner ถ้าใน 1 ของ PAs มีกระแสซึ่งอ่านได้ต่ำกว่า 10% ของค่าเฉลี่ยของกระแสตัวอื่น ๆ อีก 3 ตัว ระบบจะ mute 120 ms และ isolation switch ตัด PA ตัวนั้น และ mute จะปล่อย PA ที่เหลือและจะแสดงใน fault log ตาม B#-UC

#### 4.7.3.3.4 PA Mute Fault

เมื่อ Mute เกิดกับ PAs กระแสที่ไหลของแต่ละ PA จะต้อง check ด้วยเหมือนกัน ถ้ามี mute เกิดขึ้น แต่ยังมีกระแสไหลใน PA ดังนั้น mute-flt จะเป็นสาเหตุให้เครื่องส่ง mute 120 ms ในขณะที่ PA เสียและ isolation switch ทำงาน และจะแสดงใน fault log ตาม B#-mute-flt

#### 4.7.3.3.5 PA Over-Temperature, OT

Temperature ของแต่ละ PA จะได้จาก thermistor RT1 ที่อยู่กับแต่ละ amplifier และ actual fault label ใน fault log จะเป็น B#-OT ซึ่ง PA temperature overload trip point คือ 90°C ถ้าสูงมาก เครื่องส่งจะเริ่ม 3 strike sequence แลจำเป็นที่ไม่ต่อ PA ที่มีปัญหา จะไม่มี foldback กับ PA ที่มีอุณหภูมิสูงมากนั้น

#### 4.7.3.3.6 PA Out Fault

มี interlock fault สำหรับแต่ละ PA ใน 2 ของ edge connector ต่ออยู่กับแต่ละ PA คือ J1-A และ J1-V ซึ่งสั้นกว่าตัวอื่น ๆ มันจะไม่ต่อจนกว่า PA เป็น fully engage ใน Z plane connector ถ้าไม่ใส่ PA ใน 2 ตัวตอนนี้จะ open และ controller จะไม่ต่อกับ PA และ report การ fault ใน fault log ตาม B # OUT และข้อมูลนี้จะแสดงใน Diagnostic Display “status menu” ถ้าจะต้อง check ค่า status ของแต่ละ PA กด [Status C, C]

#### 4.7.3.3.7 PA ISO Fault

ค่า Fault threshold ของ PA Isolation load resistor คือ  $230^{\circ}\text{C}$  ตัว resistor นี้คือ R1 ถึง R8 อยู่บนแต่ละ Isolation board เมื่อมีค่าสูงขึ้น fault log จะบันทึกเป็น B #\_iso fault เครื่องส่ง mute เป็นเวลา 120 ms ตัว PA ที่เป็นปัญหาจะ switch out และ mute ก็จะถูก released ค่า overload ที่เป็นอยู่ในเวลานี้ การทำนายค่า overload ขึ้นอยู่กับการวัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นใน ISO load ที่มากขึ้นตามเวลา หมายความว่า ISO resistor จะไม่เพิ่มสูงขึ้นถึง  $230^{\circ}\text{C}$  ก่อนระบบจะ trip แต่ถ้าระบบจะ switch out ตัว PA ที่เป็นปัญหาได้ถ้าอุณหภูมินั้นเกิดขึ้นที่ ISO resistor

#### 4.7.3.3.8 Combiner ISO Fault

ISO fault มีมากกว่า 2 แบบ

- Pac-isob (2.5 kw iso resistor) เป็นการ imbalance ระหว่าง output ของ foursome 2 ตัว ที่ Z plane B การ isolation หรือ ISO B คือ R9 ที่ Isolation board (Isolation board ต่ออยู่กับ Z plane) ถ้าอุณหภูมิของ R สูงถึง  $230^{\circ}\text{C}$  เครื่องส่งจะ muted

#### 4.7.3.3.9 PAC1\_REF, +5V Reference Fault

การ Fault นี้หมายความว่า +5V ที่เป็น reference voltage ซึ่งมาจาก Life Support Board และคือร่วมกับ Controller Board ทั้งหมด จะมีค่าน้อยกว่า 4.6 U ค่า voltage นี้ใช้ในการอ้างอิงในการ calibration การเปลี่ยนค่า voltage นี้เป็นสาเหตุให้ระบบผิดพลาดในการ calibration และการตั้งค่าการ overload ดังนั้นจะเป็น critical fault และเครื่องส่งจะ muted ได้ การ fault นี้จะแสดงขึ้นใน fault log ตาม pac1-ref

#### 4.7.3.3.10 PAC1\_VOLTS, Power Supply Fault

เป็น Critical fault โดยเหตุที่ PA controller มีหลักการ lost และการ muting เมื่อ -15 V หายไป เมื่อ fault นี้มัน detect เครื่องส่งจะ muted โดยการ shutting off ตัว PA

#### 4.7.3.3.11 PAC1\_-15v

ถ้าไม่มี -15 V ก็จะไม่ bias ให้กับ PAs จาก controller เมื่อมี fault เกิดขึ้นเครื่องส่งจะสั่ง off IPA

#### 4.7.3.3.12 PAC1\_COMM

นี่เป็นการ communication fault ระหว่าง PA controller กับ Master Controller ไม่มีการทำอะไรเมื่อ fault นี้ detected โดยเหตุที่ PA controller ออกแบบให้ทำงานโดยไม่มี Master Controller

#### 4.7.3.3.13 PAC\_J#, Cable Fault

มี Cable 4 เส้นที่ต่อกับ PA controller ที่ J1, J2, J11 และ J12 ที่ J1 และ J2 ต่อกับ Isolation board ขณะที่ J11 และ J12 ต่อกับ Z plane ที่ PA controller board มี id jumper ที่เลือก board ตาม PA controller 1 ที่ Z plane มี id jumper ด้วยเหมือนกัน เมื่อเลือกเป็น Z pale A, B, C, หรือ D ที่ Z2 มีเฉพาะ Z-plane B เพราะมีใช้เช่นกัน id jumper ต้องตั้งให้เหมาะสมกับการทำงานของเครื่องส่ง ID จะถูกตรวจสอบโดย PA controller

ถ้า PA controller ถ้าไม่เห็น proper (ถูกต้อง) id เครื่องก็จะ muted และ fault log จะแสดงอย่างใดอย่างหนึ่งดังรายการข้างล่าง ซึ่งขึ้นอยู่กับ cable ต่อผิดหรือ ID ไม่ถูกต้อง

- PAC – J1
- PAC – J2
- PAC – J11
- PAC – J12

### 4.7.4 Power Supply Cotroller

มี PS controller เพียง 1 ตัว เท่านั้นในเครื่องส่งมาตรฐาน Z2 มันสามารถควบคุม power supply ได้ 2 ชุด อย่างสมบูรณ์ โดยควบคุมได้ที่ละชุด การใช้ dual power supply ที่ไม่ได้เพิ่มตัววงจรควบคุม

PS controller function มีดังนี้

- ควบคุม tap switching ซึ่งเป็นการควบคุมวงจรที่ทำ 52 vdc
- ควบคุม Soft Start และ PA discharge function
- All power supply monitoring และ fault detection รวมทั้ง voltage, current, temperature and status

#### 4.7.4.1 Power Supply Turn On

เป็น Function อันแรกของ PS controller เป็นการเปิดปิดวงจร power supply สัญญาณ on/off นี้เรียกว่า PS-disable มาจาก J3-J13 สัญญาณมาจาก master controller ผ่าน logic gate ที่ Life Support Board ก่อนที่จะมาถึง PS controller สัญญาณ PS-disable จะเป็น high หมายความว่า ถ้าสัญญาณเป็น high วงจร power supply จะ shut off ถ้าเป็น low วงจร power supply จะทำงาน นอกจากนี้จะมี critical fault ที่ PS controller board ในกรณีที่ supply จะ shut off จะไม่คำนึงถึง สัญญาณ PA disable วงจร power supply จะ turn on โดยทางหนึ่งใน 4 output

- DRIVER 1
- DRIVER 2
- DRIVER 3
- DRIVER 4

เมื่อเครื่องส่ง Turned on แล้ว Master controller จะได้รับสัญญาณ PS-disable เป็น low (ทำให้ contactor ทำงานและ Master controller ทำงานตามปกติ) นี่เป็นการกระตุ้น Soft-Start output ที่ J1-8 และ J2-8 เป็นการให้ supplies ทำการ charge อย่างช้า ๆ จำกัด in-rush current โดยทาง soft-start resistor และ SCR ที่ rectifier board ค่า supply voltage จะต้อง ถึง 40 VDC ภายใน 3 วินาที มิฉะนั้นการ turn on จะไม่บังเกิดผลหลังจาก 3 วินาที ถ้า voltage ยังคงผิดอยู่ PS controller จะเป็น lowest voltage tap โดยกระตุ้นหนึ่งใน 4 ของ สัญญาณ driver เมื่อ driver 1 ต่อกับ 48V tap แล้ว มันจะกระตุ้นทันที และ power supply ก็ จะ full charge PS controller จะ check ตัว power supply voltage โดยทาง DC voltage sample จากแต่ละ power supply ที่มาเข้า board ที่ J1 และ J2 ที่ J13 และ J14 จาก rectifier board สัญญาณนี้ผ่าน U7 ซึ่งทำงานเหมือน linear amplifier และ buffer เพื่อป้องกัน analog sample จาก overloading ของ front end ของ A/D converter ใน

microcontroller IC, U6 และ sample นี้ PS controller จะกำหนดเมื่อถ้ามันจำเป็นต้องเปลี่ยน tap ที่จะเพิ่มหรือลด DC PA voltage มันจะพยายามยังคงค่า voltage ให้ใกล้ที่จะใกล้กับค่า 52 VDC

#### 4.7.4.2 PA Discharge

เมื่อสัญญาณ PS-disable เป็น high ที่ SCR tap ทั้งหมดจะไม่ทำงาน และสัญญาณ discharge ที่ J1-7 และ J2-7 เป็น low การกระตุ้นวงจร PA discharge ที่ทำอย่างรวดเร็ว และ safe discharge ของ PA supply

#### 4.7.4.3 Power Supply Standby Mode

ภายใต้บางเหตุการณ์ เช่น RF mute วงจร power supply จะเปลี่ยนเป็น standby mode โดยสัญญาณ PS-standby สัญญาณนี้มาจาก master และ PA controller ที่ PS-standby ได้ shut off ตัว driver ทั้งหมดซึ่งไม่ได้กระตุ้น SCR tap ที่ power supply อย่างไรก็ตามมันไม่ได้กระตุ้นวงจร discharge ซึ่ง filter capacitor ยังคง charge และพร้อมที่จะจ่าย supply อย่างไรก็ตาม capacitor จะ bleed dawn ช้า ๆ ถ้า standby mode ยังคงอยู่ ต้องรักษาค่า voltage ให้ได้ค่าที่เหมาะสม PS controller จะกระตุ้นวงจร soft-start ถ้า PA voltage ลดต่ำกว่า 42 vdc และมันจะ shut off เมื่อ voltage สูงกว่า 52 vdc PS controller จะยังคง chare อยู่จนกระทั่งสัญญาณ PS-stadby เป็น low และ power supply จะเป็น full active อีก หรือจะ shut off โดยสัญญาณ ps-disable

#### 4.7.4.4 Discharge Protection Circuit

วงจรป้องกัน Power supply และวงจร discharge อากาศไม่ทำงานในวงจร discharge โดยเฉพาะการป้องกันการ short เนื่องจากเหตุที่ discharge resistor เป็น "in circuit" ขณะที่ power supply ทำงานอยู่

sample ของ voltage ที่ตกคร่อม discharge resistor จะถูกส่งไปที่ PS controller ที่ J1-20 และ J2-20 ถ้า voltage ต่ำกว่า 30 VDC ตัว comparator จะ trip และ output ที่ U1-1 หรือ U1-2 จะเป็น high สัญญาณ fault 1-disch-sample จะส่งไปที่ U9-2 ที่เป็น buffered ก่อนที่จะถึง microcontroller ตัว PS controller จะ shut down วงจร power supply ก็ได้ วงจร detection จะมี hysteresis เพื่อป้องกัน faults triggering



#### 4.7.4.5 RESET

จะมี Reset Line จาก Life Support Board ซึ่งเป็น monitoring 7.1 VDC จาก regulator ที่ Rectifier board ซึ่งเป็นพื้นฐานของการ monitoring low voltage power supply ถ้า voltage ตกต่ำกว่าค่า threshold ที่ตั้งไว้ ตัว U7 ที่ Life Support Board จะทำ reset แล้วส่งไปที่ Controller board ทั้งหมด (Master, PA และ PS) บน PS controller นี้จะ reset เพื่อ clears U2 และ U3 ทำให้ output ของมันเป็น low ไม่มีการกระตุ้นของ driver signals ไม่ต่อ SCR tap และ shutting of supply

#### 4.7.4.6 WatchdogTimer

Watchdog timer โดย U4 เป็นหลักการเพื่อมองหากการทำงาน 2 อย่าง อย่างแรกมันต้องรับ pulse จาก micr-controller ทุก ๆ 1.5 M SEC. ถ้าไม่ได้รับกันจะ activate the reset line ที่ TP4 และ supply จะ shut off ซึ่งมันจะ monitoring +20 VDC supply ด้วย ถ้า voltage ตกต่ำกว่า minimum limit ของ 12 V มันจะ activate the reset line

#### 4.7.4.7 Analog Input

U7 ทำงานเหมือน linear amplifier และ buffer สำหรับ analog input เพื่อ A/D convertor ซึ่งเป็นส่วนของ U6

Sample 1 เป็น voltage sample จาก power supply สิ่งแรกจะใช้ควบคุม power supply tap switching และมันจะเป็น digitally filter โดย micro-controller โดยมีสอง filter ตัวแรกคือ 50/60 Hz band pass filter และ output จะใช้เป็น detect ของ rectifier fuse ของขด secondary ของ transformer ซึ่งไม่เป็น critical fault สิ่งที่สองเป็น 100/120 Hz bandpass filter ซึ่งใช้เป็น detect ตัว severs primary phase imbalance หรือ loss of phase, ตัว loss off phase เป็น critical fault ซึ่งจะเป็นตัวปิด power ถ้าเครื่องใช้แบบ single phase ตัว filter 50/60 Hz จะเป็นตัว detect สำหรับ loss ของ secondary fuse

- XFMR thermistor เป็นตัว sensor อุณหภูมิติดอยู่กับ transformer ถ้าอุณหภูมิของ transformer สูงขึ้นถึง 90°C เครื่องส่งจะ shut off
- Heat sink ther (mistor) เป็นตัว sensor อุณหภูมิที่ติดอยู่กับ rectifier heatsink ถ้าอุณหภูมิของ heatsink สูงขึ้นถึง 100°C เครื่องส่งจะ shut off

#### 4.7.4.8 Critical Power Supply Fault

ต่อไปนี้เป็นจำนวนของ Protocal power supply fault เป็นการบอกเพียงสั้น ๆ และสถานะของการ fault จะหาได้จากระบบ Diagnostic Display

ภายใต้ภาวะของ Cirtical fault ตัว power supply จะ turn off การที่จะ reset การเกิด cirtical fault คือการกดปุ่ม on ที่อยู่บน front panel 1 ครั้ง ซึ่งจะส่งสัญญาณ fault reset ไปยังทุก controller board ทั้งหมด ระบบมันจะพยายามจะกลับมาเป็น full power ถ้าหาก fault ยังคงมีอยู่ เครื่องส่งจะ fault อีกต่อไป

##### 4.7.4.8.1 Soft Start Circuit Fault

ถ้า Fault นี้เกิดขึ้นและเครื่องส่ง shut off ถ้า PA voltage ไม่ถึง 40 V ภายใน 3 วินาที ของการกระตุ้นวงจร Soft Start นี้เป็นการป้องกัน SCRs โดยการพยายาม charge ส่วนที่เกิดจาก discharge capacitor ที่จะเกิด overload กับ fuse

##### 4.7.4.8.2 XFMR\_OT, Transformer Over-Temperature

มี Thermistor อยู่ที่ขดลวดของ power transformer เป็นตัว sensor อุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิของ transformer สูงถึง  $90^{\circ}\text{C}$  เครื่องส่งจะ shut off ถ้า thermistor หรือสายต่อเกิด open หรือ shorted ค่าอุณหภูมิจะแสดงเป็น  $155^{\circ}\text{C}$

##### 4.7.4.8.3 PS1\_HS\_TEMP

มี Thermistor เป็นตัว sensor อุณหภูมิติดอยู่บนแต่ละ rectifier heat sink อาการ fault นี้จะเกิด triggered ถ้าอุณหภูมิของ rectifier heatsink สูงถึง  $100^{\circ}\text{C}$  ถ้า thermistor หรือสายต่อ open หรือ shorted การแสดงค่าอุณหภูมิจะเป็น  $155^{\circ}\text{C}$

การ Monitor อุณหภูมิของ heatsink ที่ diagnostic display กด [Metering C, D, A] จอภาพจะแสดงอุณหภูมิของ heat sink ของแต่ละ power supply

##### 4.7.4.8.4 Discharge Circuit Fault

ถ้าระหว่างการทำงานของ Supply วงจร discharge ก็จะทำางานด้วย เพราะเกิดทำงานผิดปกติ การ fault นี้จะไป triggerd เพื่อป้องกันวงจร supply จากการ discharge และ charge ในเวลาเดียวกัน ระหว่างการทำงานตามปกติ ค่า voltage ที่ Soft Start resistor จะต้องใกล้กับ 0 volts. ค่า voltage นี้

เรียกว่า “discharge sample” เป็น monitored โดย comparator U1 ที่ PS controller board และจะเกิด trigger fault ถ้า voltage ยังต่ำไม่พอ

#### 4.7.4.8.5 Phase Loss (100-120 Hz ripple, for 3 phase only)

การ Detection จะขึ้นอยู่กับระดับที่ 100 ถึง 120 Hz ripple ที่ output ของ DSP วงจร band pass filter ทำงานที่สูงกว่า DC input voltage data มันจะเปลี่ยนให้แสดงเป็นค่า fault ของขดลวด primary ของ transformer (line loss) วงจร filter ทั้งหมดจะทำงานอยู่ใน software โดยทาง microcontroller ดังนั้นจึงไม่ต้องปรับข้อควรจำว่า voltage ส่วนใหญ่ที่ imbalance ระหว่าง 1 หรือ 2 phase มันจะ trigger ให้เกิด fault ได้

#### 4.7.4.8.6 PAC + 20V

+20 volt supply fault โดยเหตุที่ voltage นี้เป็นส่วนสำคัญมากสำหรับการทำงานของ controller มันจะถูก monitor อยู่ตลอดเวลา โดย watchdog IC (max 705) ถ้าต่ำกว่า 12 volts การ fault จะ tripped

#### 4.7.4.8.7 Cofiguration Fault

การ Configuration fault จะแสดงที่ psi-comm หรือในทางอื่น ๆ ที่ Communication fault ขณะที่ power supply อยู่ในสภาวะ off ส่วนของ controller จะตรวจสอบ configuration ตลอดเวลา หมายความว่า จำนวนของ supply connected และ identification number (ID) เป็นส่วนของขบวนการตรวจสอบของการใช้ได้ของ Configuration ให้ทำงานต่อไปด้วย และไม่ตรวจสอบหมายเลขของ supply ที่มากกว่า 4 หรือหมายเลขซ้ำกัน หมายเลข supply ตั้งโดยการตัดสายเชื่อมต่อ JP1, JP2 และ JP3 ที่ rectifier board ดังนี้

Link remaining	Link removed	ID #
JP1	JP2 JP3	1
JP2	JP1 JP3	2
JP1 JP2	JP3	3
JP3	JP1 JP2	4

#### 4.7.4.8.8 PS1\_JUMP

ถ้า Power supply tap ไม่ทำงาน และตัวต่อไปคือ ตัวที่สอง หรือ tap อื่นไม่ทำงาน ส่วนของ jimp fault จะ triggered เครื่องจะ shut off สถานะนี้อาจจะมีสิ่งที่เกิดขึ้นคือ

- ถ้าการทำงานอยู่ที่ TAP และ TAP1 เสีย มีการเสียที่ TAP2 หรือ TAP2 และ TAP3 อยู่ก่อนแล้ว ยังมี TAP3 และ TAP4 หรือเฉพาะ TAP4
- ถ้า TAP2 ใช้งานอยู่และเสียเกิดขึ้นและ TP1 และ TAP3 มีการเสียอยู่ก่อนแล้ว

#### 4.7.4.9 Non critical Power Supply Fault

Non-critical fault มีไว้เพื่อแสดงปัญหาที่เกิดจาก power supply ซึ่งจะไม่รุนแรงอย่างทันทีทันใด กับการทำงานของเครื่องส่งแต่ควรจะต้องแก้ไขโดยเร็วที่จะเป็นไปได้

##### 4.4.7.9.1 Power Supply Tap Fault

การ Detection ขึ้นอยู่กับระดับของ 50/60 Hz ripple ที่ output ของ two stage, dsp base, วงจร band pass filter ใน micro controller วงจร BPF จะดูที่ DC input voltage data จาก PA power supply (+52 vdc) มันจะแปลความหมายแสดงถึงขดลวด secondary ของ transformer เกิดการ fault ซึ่งอาจจะเป็น fuse หรือ SCR

ในกรณีของ tap มีการ detected เป็น fault และจะต้องใช้ tap ตัวต่อไป (ตัวต่ำกว่าจะถูกเลือกเป็นอันดับแรก ตัวต่อไปที่อยู่สูงกว่าจะเป็นเลือกอันดับที่สอง) ที่จะใช้ได้

ข้อควรจำ ถ้าแทนเครื่องของ power supply ไม่เป็น ground ที่เหมาะสม หรือ floating ต่างสมบูรณ์ นี่เป็นการลดจำนวนของ 50/60 Hz ใน voltage sample line ที่ controller เพื่อที่จะ crroneously trip ซึ่งเป็นแบบของ fault การ fault จะบันทึกเป็น PS1-TAP1

##### 4.7.4.9.2 PS1\_0V

การแสดงค่า Over voltage นี่เป็นการแสดงว่า voltage สูงกว่า 5% ของค่าที่ตั้งไว้ ถ้า DC current ของเครื่องส่งสูงกว่า 20% ของค่าปกติ มันจะแปลความหมายตามที่แสดงจาก power supply ว่า ไม่มีอะไรที่มันสามารถใช้ได้ เพราะ voltage ต่ำไปหรืออย่างใดอย่างหนึ่ง ด้วยเหตุที่ line voltage ที่เข้ามาสูงมาก จึงต้องทำงานที่ TAP 1 หรือเป็นเพราะ TAP 1 เป็น voltage ที่ต่ำกว่า TAP อื่น ๆ ซึ่งทำงานเป็น faulted off อยู่ก่อนแล้ว

#### 4.7.4.9.3 PS1\_UV

การแสดงค่า Under voltage มันเป็นหลักการที่ตรงกันข้ามกับ over voltage หมายความว่า power supply มีค่าต่ำมากไม่สามารถจะเพิ่มขึ้นได้ ค่ากระแสไม่สามารถทดสอบเพื่อค่า flag

#### 4.7.5 Lift Support Board

Master controller ถูก back up โดย Life Support Board ตัว Life Support Board ยอมให้การทำงานของเครื่องส่งปลอดภัย เมื่อลดกำลังลง ถ้า Master controller ไม่ทำงาน เครื่องส่งต้องการ PA Controller board ที่ทำงานได้ หลักการของการทำหน้าที่ควบคุม อยู่ใน Life Support Board คือ

- VSWR protection
- IPA protection
- Transmitter on/off
- Fail safe
- Interlock

Life Support Board มีหลักการทำงาน 2 อย่าง

1. Normal operation mode ตัว Life Support Board มีหลักการทำงานเหมือน interface ระหว่าง master controller กับส่วนอื่น ๆ ในเครื่องส่งและ Master controller จะทำงานอย่างถูกต้อง
2. Life Support mode จะเป็นตัว back up ระบบควบคุม เมื่อ Master controller ไม่ทำงาน ถ้า Master controller ไม่ทำงาน ตัว Life Support Board จะไม่ต่อกับสัญญาณทั้งหมดจาก Master controller และยอมให้เครื่องยังคงออกอากาศต่อไปที่ 1/4 ของ power เป็น minimal fault protection และจะไม่เห็นการ monitor ของการทำงาน

การทำงานของเครื่องส่งที่มีอยู่ใน Life Support mode

1. VSWR protection
2. System mute
3. Transmitter on (low only) และ off (ทั้ง local และ remoter ที่ input ทำงาน)
4. Failsafe interlock
5. External interlock

#### 4.7.5.1 Normal Operational Mode

ต่อไปนี้เป็นการทำงานของวงจร เมื่อ Master controller อย่างถูกต้อง

##### 4.7.5.1.1 Transmitter Turn On

เมื่อเครื่องส่ง Turn on ทั้ง high หรือ low ส่วนของ master controller จะทำเป็น high ให้ TX-ON สัญญาณเข้า Life Support Board ที่ J1-A55 และเข้าที่ and gate U26-9 เมื่อ TX-ON เป็นการกดปุ่มที่ front panel ทั้ง low on หรือ high on หรือเมื่ออยู่ที่ remote การ high on คือการส่งจากระบบ remote ด้วยเหตุที่ Master controller กำลังทำงาน U26-10 เป็น high ซึ่งส่ง high โดยทาง U26-8 หรือ gate U32-10 นำไปสู่ U32-8, U32-11 สุดท้าย U4-12 เป็น high

##### *Pulse Stretcher, U4*

ตัว U4 เป็นตัวยืด Pulse จะมี output เป็น 100 msec pulse เมื่อไรก็ตามที่จะ ON เครื่องส่งก็จะต้องกดปุ่มไม่มีสัญญาณของ power failure, ส่วนของ power fail (bar) จาก U37-7 และ 100 msec pulse จาก U4-10 จะผ่านตลอดถึง U6-13 U8-12 และให้ board ทำการ reset PA และ PS Controller board ที่ J1-A83

Controller reset ทุกเวลาที่เปิดคำสั่งคือรับสัญญาณทั้งหมดของ Controller board เพื่อจะทำการ reset เริ่มแรกต้อง clearomg ทุก fault เครื่องส่งพยายามที่จะให้ได้ full power ถ้า fault returns เครื่องส่งจะกลับไปสู่ภาวะ fault ครึ่งก่อน

##### ข้อสังเกต

การกด On command ขณะที่เครื่องส่งกำลังทำงาน จะเป็นเหตุให้ controller เป็น re-initialize และ clear any previous fault อย่างไรก็ตามมันจะไม่ลบ any fault จาก diagnostic fault log ตามหลักการบาง component ซึ่ง shut off เนื่องด้วย fault จะกลับไป on เช่น PAs หรือ Controller

##### *External Interlock*

สัญญาณ Turn on จาก U4 จะ gate โดย and gate U6-13 สัญญาณ turn on นี้สำหรับ contactor และจะผ่านเฉพาะ U6-12 เป็น high ตัว U6-12 เป็นสัญญาณ external interlock เพื่อให้ external interlock ทำงานอย่างพอใจ จะต้อง close connection ระหว่าง J4-10 และ J4-9 (gnd) ที่ Life Support Board (หรือระหว่าง TB1-7 และ TB1-6 ที่ remote control terminal interface strip)

เพื่อเป็นการ activate the optical isolation ตัว U24 ทำให้ U27-11 และ U33 -1 เป็น low และ U27-10 เป็นตัว invert สัญญาณและทำ U6-12 เป็น high ให้ high เพื่อ turn on signal ที่ U6-13 ผ่านการ inverter U16-6, U16-11 และส่ง low หรือ set input ที่ contactor เพื่อ turn on relay

External interlock line ไปที่ U33-1 ใส่ external interlock ไว้ในวงจรคำสั่ง off เมื่อ external lock เป็น closed และ line จะเป็น low และ U33-1 จะตัด input ถ้า external lock เป็น opened และ line เป็น high ซึ่งจะต้องส่ง high ไปที่ reset input เพื่อ on relay K4 และยังคงให้ main AC contactor ไม่ต่อวงจร

#### ***Contactor Turn On Relay, K4 (Latching)***

K4 เป็น Latching relay ซึ่งต้องการ pulsed เพื่อให้มันเปลี่ยนตำแหน่ง และจะยังคงอยู่ที่ตำแหน่งนั้นตลอดเวลา จนกว่า input ที่ต้องกันข้าม ซึ่งเป็น pulse ทำให้มันเปลี่ยนกลับ เมื่อ K4 ทำงาน K4-13 จะเป็น high และ K4-4 จะเป็น low และ K4-13 เป็นสัญญาณ contactor-on-status ให้กับ Master controller และจะ inverted ที่ U6-12 ที่กลายเป็นสัญญาณ contactor-on (bar) สัญญาณนี้จะส่งไปที่ low voltage power supply board ซึ่งจะไปกระตุ้น main contactor และ exciter

#### **CONTACTOR – ON 1 (BAR), K4-4**

สัญญาณที่ K4-4 เรียกว่า contactor-on1 (bar) และใส่ไปที่หลาย ๆ แห่ง U33-12, U30-12 และ U30-10 สัญญาณนี้เป็น low เมื่อ K4 อยู่ในตำแหน่ง set แล้วก็ contactor ต่อกับวงจร

1. contactor-on 1 (bar) สัญญาณที่ U33-12 ใช้เฉพาะระหว่าง Life Support mode เมื่อไรก็ตามที่เครื่องส่ง ON ตัว K4-4 จะเป็น low ซึ่งจะยึด U33-12 เป็น low ถ้า Master controller ไม่ทำงาน สัญญาณ mstr-normal 1 จะเป็น low ด้วยเช่นกัน ทำให้ output ที่ U33-11 และ input ที่ U32-1 เป็น low เมื่อ initial 100 msec turn on pulse จาก U4-10 แล้ว clr input ที่ U4 เป็น low ด้วยเหมือนกัน การทำให้ Q output เป็น low ขึ้นอยู่กับว่าปุ่ม on จะถูกกดหรือไม่ การป้องกัน U8-10 จะสร้างคำสั่ง 3 second mute อย่างไม่มีเหตุผล โดยมี Master controller ไม่ทำงานและไม่สามารถ initalized (ถ้า master ทำงาน mstr-normal 1 ที่ U33-13 ควรจะเป็น high removing the clear จาก U4-13) เครื่องส่งจะต้อง turn off ก่อน ครั้นแล้วการกดปุ่ม ON ก็เพื่อให้มันอยู่ในระบบตอนแรกเริ่มการ turn off เครื่องส่งครั้งหนึ่ง turn on pulse สามารถสร้างขึ้นได้ด้วยโดยเหตุที่ K4-4 จะเป็น high ขณะที่ contactor ไม่ต่อวงจร ต้อง removes the clear จาก U4 เพื่อให้เครื่องส่ง turn on

สรุปว่าสัญญาณที่ U33-12 contactor-on (bar) จะไม่ยอม second turn-on pulse ถูกส่ง ขณะที่เครื่องส่งยังคงเดินอยู่และจะไปใน Life Support mode

2. สัญญาณ contactor-on1 (bar) ที่ U30-12 ใช้เพื่อ disable the power supply ขณะที่ contactor อยู่ที่ turn off สัญญาณเป็น high ขณะที่เครื่องส่งอยู่ที่ off และเป็น low ขณะที่เครื่องส่ง turned on สัญญาณ input อื่น ๆ ของ U30-13 มาจาก Master controller เช่น supply-disable ซึ่งจะผ่านถึง U6-8 ถ้า Master controller ทำงานตามปกติ ขณะที่ PS disable สัญญาณที่ U30-10 เป็น high วงจร power supply จะ shut off โดยทาง PS controller
3. U30-10 ผูกอยู่กับ contactor-on1 (bar) สัญญาณที่อยู่ใน system-mute line ซึ่งจะ mute ตัว exciter และ IPA ขณะที่ contactor อยู่ที่ off

#### ***Remote Low Power ON Command***

คำสั่งนี้ควรจะใช้ระหว่าง Life Support mode เท่านั้น ซึ่งจะกล่าวถึงทีหลัง

#### ***4.7.5.1.2 Transmitter Turn Off***

เมื่อใดก็ตามที่ปุ่ม Off บน front panel ถูกกด Master controller จะส่ง high ที่เป็นคำสั่ง TX-OFF ไปที่ J1-A53 ที่ Life Support Board นี่คือการผูกเข้ากับ and gate คือ U25-12 ขณะที่ Master controller กำลังทำงาน mstr-normal ที่ U25-13 จะเป็น high และ U25-11 จะเป็น high การเป็น high นี้จะผ่าน U13-11, U33-6 และ inverted ที่ U16-10 ก่อนที่จะถึง reset input ของ K4 ขณะที่ K4 อยู่ที่ reset วงจร AC main contactor จะไม่ต่อเครื่องส่งจะอยู่ในตำแหน่ง shutting off สัญญาณ contactor-on1 (bar) ที่ K4-4 จะเป็น high นำไปใช้งานเป็น supply disable ที่ U30-10 เพื่อจะ shut off ภาค power supply และ system mute โดยทาง U30-10 ซึ่งจะ mute ตัว exciter และ IPAs

#### ***Remote Transmitter Turn Off***

REM-OFF (BAR) เป็นการทำงานโดยทาง remote xonreol interface ขณะที่ remote control ทำให้ line เป็น low มันจะกระตุ้น optical isolator U23 ให้ U23-6 เป็น low นี่เป็น inverted ที่ U27-6 และใส่เข้าไปที่ U25-10 เหมือนกับสัญญาณ high ที่ input ของ U25-9 ไม่ได้ใช้งาน และจะเป็น high ตลอดเวลา เพราะฉะนั้น and gate output ที่ U25-8 จะตาม input ของ U25-10 คำสั่ง remote off จะ ผูกอยู่กับ off command circuit ที่เหมือนกัน ตามที่ได้บอกไว้ก่อนนี้



### Failsaft

Failsave input สามารถใช้หลักการสำหรับบางความประสงค์ ซึ่งต้องการ muting ของ output ของเครื่องส่ง เช่นการไม่ทำงานของ remote control หรือระบบของ external RF switching การติดต่อไปวงจร failsafe สามารถทำได้ 1 ใน 3 ขั้นตอน

1. ที่ TB1 เป็น remote control terminal strip อยู่ที่ด้านหลังเครื่องส่งตามที่โรงงานส่งมา มีตัว jumper จาก TB1-8 และ TB1-10 (ground)
2. มันสามารถต่อโดยตรงไปยัง Life Support Board ที่ J4-7 และ J4-8 ต้องระมัดระวังเมื่อทำการต่อ terminals มีความจำเป็นต้องระวังในการใช้งานของ wave connector ที่ด้านท้ายของ board ต้องทำให้ถูกต้องจะต้องรักษาไม่ให้งอ เพราะจะทำให้ Life Support Board เสียหายได้
3. ข้อสุดท้าย สามารถต่อที่ J20-8 ขา A37 ของ D connector ติดตั้งอยู่ที่ display/back plane board โดยตรงที่หลัง controller front panel การต่อนี้ต่อไปยัง Life Support Board ที่ J1-A6 ในบางข้อของ 3 กรณี failsafe ทำงานที่ low signal ซึ่งจะต้องเป็น low ก่อนที่เครื่องส่งจะมี output ที่ power ใด power หนึ่ง การใช้ fail safe ต้องเอา jumper จากโรงงานออกจาก TB1 ที่อยู่ด้านหลังเครื่องส่ง

เมื่อวงจร fail safe ทำงานแล้ว มันจะเป็นสาเหตุให้ U23-8 และ U25-4 เป็น low และ U25-6 จะอยู่ที่ low ตลอด ไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องส่ง ถ้า fail safe connection เป็น opened ซึ่ง U23-8 และ U25-4 จะเป็น high ถ้าสัญญาณเป็น gated โดย U25-5 ซึ่งจะเกิดสัญญาณ failsafe-enable จาก master controller failsafe-enable เป็น software configuration ใช้กับ Diagnostic Display การกด B จะ toggle วงจร failsafeen จาก yes ไป no และ back ถ้าตอบ yes บน display ดังนั้น failsafe จะเป็น high ทำให้ U25-5 เป็น high ยอมให้ failsafe เป็นภาวะ open เพื่อที่จะผ่าน high ไปยัง U29-10 ซึ่งผู้อยู่กับวงจร system mute ถ้าตอบ no ดังนั้น failsafe จะ disabled ขณะที่ remote disable (local) mode จะมี low ไปที่ U25-5 ใน Life Support mode สัญญาณ master-normal (bar) จะเป็น high ที่ U31-2 และจะ enable ทั้ง U25-5 และ failsafe signal

#### 4.7.5.1.3 External Interlock

External interlock input สามารถใช้สำหรับบางวัตถุประสงค์ ซึ่งเป็นความต้องการที่จะ shutting off เครื่องส่ง เช่นป้องกันประตูเปิด หรือ switch ของน้ำที่ dummyload วัตถุประสงค์แรก คือ การป้องกันบุคคล การติดต่อกับวงจร external interlock สามารถทำให้ 1 ใน 3 ขั้นตอน

1. ที่ TB1 เป็น remote control terminal strip ที่อยู่หลังเครื่องส่ง jumper ที่ติดตั้งจากโรงงาน เพื่อให้ external interlock ต่อครบวงจร ติดตั้งอยู่ระหว่าง TB 1-7 และ TB1-6 (GND)
2. ที่ J20-7, ขา A37 ของ D connector ติดตั้งอยู่ display/back plane board ต่อตรงกับ หลัง controller front panel มันสามารถต่อตรงกับ Life Support Board ที่ J4-10 และ J4-9 (GND)

ใน 1 ข้อจาก 3 กรณี external interlock จะเป็นสัญญาณ active low ซึ่งต้องเป็น low ก่อนที่ เครื่องส่งอาจจะ turn on ได้ การใช้ external interlock ในบางข้อของ 3 กรณีข้างบน jumper ของโรงงานจาก TB1-7 ถึง TB1-6 (GND) ต้องถอดออก

#### 4.7.5.1.4 SYSTEM-MUTE

System mute คือการ mute the RF output จาก exciter และ IPA มันเป็นการรวมของ สัญญาณ mute จากหลาย source ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป system-mute คือสัญญาณ active high ที่ U30-6 และผ่านไปยัง U38-6 สัญญาณจะถูกแยกและไปที่ relay K1-13 ไปเป็น exciter mute และไปที่ inverter เพื่อเป็น IPA mute

1. Exciter mute K1 ต่อตรงกับสัญญาณ mute เช่น softstart-mute และ system-mute ไปที่ on air exciter สัญญาณ mute ผ่านไปทั้ง U36-8 หรือ U36-11 ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของ K1 ถ้า exciter ต้องการ active high เพื่อ mute exciter ดังนั้น JP1 และ JP2 ควรจะต้องยก ด้วย 1-2 position สัญญาณทางตรงนี้จะผ่าน inverter U27-7 หรือ U27-4 และผ่าน inverter U28-1 หรือ U28-2 เพื่อเป็น active high mute signal ไปที่ exciter ถ้า exciter ต้องการเป็น active low เพื่อ mute ดังนั้น JP1 และ JP2 ควรจะเป็น 2-3 position ซึ่ง สัญญาณ mute จะ bypass ที่ U27 inverter และเป็น inverter ที่เป็น active low โดย U28-1 หรือ U28-2 อีก แต่ขึ้นอยู่กับ position ของ K1 เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้องของเรื่องนี้ หรือเกี่ยวกับ jumper อื่นๆ จึงอ้างถึง alternate exciter installation ใน section II
2. IPA mute เมื่อ U5-5 เป็น low ตัว analog switch จะเปิด ไม่ต่อ U5-4 กับ U5-3 และ IPA gate voltage จะเป็นลบสูงสุดโดย R30 ผลที่เกิดขึ้นจะ shutting IPA off ตัว relay K2 ที่

ต่อตรง IPA gate control voltage กับ active IPA เมื่อใช้ dual IPA ก็ไม่ต้องใช้ relay K3 เครื่องส่ง 2 KW ไม่ต้องใช้

ต่อไปนี้เป็นปริมาณของสัญญาณ ซึ่งจะเป็นสาเหตุของระบบ MUTE

1. PA-CTRL # MUTE นี้เป็นคำสั่งจาก PA controller board ซึ่งจะ trigger โดยหลายเหตุการณ์ เช่น การถอดหรือใส่ PA
2. MASTER-IPA-MUTE
3. Failsafe
4. PA\_-15\_FAIL การ fault นี้มาจาก Controller board จะ triggered เมื่อมีการไม่ทำงานของ -15 V ที่ regulator ที่ PA controller ถ้า -15V supply ไม่มี PA controller จะไม่สามารถ mute PAs เพราะว่ามันไม่สามารถป้องกันมันได้ ดังนั้น exciter และ IPA จะ mute เพื่อป้องกัน PAs
5. Contactor-on1 (bar)

#### 4.7.5.1.6 IPA Select

IPA SELECT เป็น software controller โดย Master controller สามารถ switched เป็นแบบ manually หรือ automatically ได้ ถ้า active IPA ไม่ทำงาน (ไม่มี RF ออก) การเปลี่ยน IPA ทำโดย latching relay k2 IPA\_select-1 เป็นสัญญาณ pulse ซึ่งจะเป็น high เพื่อเลือก IPA 1 จะทำให้ U14-3 เป็น high (ถ้า Master controller ทำงาน) และผ่าน inverter U13-14 และจะ reset K2 ตำแหน่ง K2 ดูได้จากแบบผังวงจร K2-4 จะเป็น low จะส่งสองอย่าง

- ค่า low จาก K2-4 ไปปิด board ที่ IPA backplane ซึ่งจะให้ relay ทำงาน K2 และ K3 แสดงตำแหน่งการทำงานอยู่ในผังวงจร และ low จะไปที่ Master controller เป็นสัญญาณ status ซึ่งเป็นสัญญาณเลือก IPA

IPA 2 จะถูกเลือกเมื่อ IPA-SELECT-AB2 เป็น high ซึ่งจะ set K2 K2-4 เป็น high มันจะเปลี่ยน K2 กับ K3 ที่ IPA backplane board ไปที่ตำแหน่ง IPA2 ซึ่ง K2 จะตอบสนองการ switching ของ IPA gate control voltage ที่ active IPA

#### 4.7.5.1.7 Power Control

Power output ของเครื่องคือการ control โดย IPA output level ระดับ output ของ IPA ก็จะถูกควบคุมด้วยสัญญาณ mstr-IPA-ctl ซึ่งเป็น analog voltage (variable DC) จาก APC วงจร loop

ที่ Master controller ซึ่งจะเป็นตัวควบคุม IPA gate voltage การเปลี่ยนแปลงค่า gate voltage จะเปลี่ยนแปลง IPA power output ด้วย

Mstr-IPA-ctl ใส่เข้า board ที่ J1-A35 เป็นการใส่ให้กับ analog switch คือ U5-1 ถ้า Master controller ทำงาน ขณะที่ U5-13 เป็น high และ mstr-IPA-ctl ผ่านไป switch ที่ U5-4 ถ้าไม่มีสัญญาณ mute เกิดขึ้นที่ U5-5 สัญญาณจะผ่านไป CR4 และ U15-3 ที่ CR4 และ R30 จะสร้าง negative gate bias ให้กับ IPA ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงพร้อมด้วยสัญญาณ mstr-IPA-ctl ที่ IPA ต้องการ ประมาณ  $-15V$  เพื่อที่จะทำการ shut off และประมาณ  $0 V$  เพื่อที่จะทำการ turn on

#### 4.7.5.1.8 IPA Current and Voltage Samples

กระแสของ IPA จะถูก detect ความแตกต่างของ voltage ที่ตกคร่อม current shunt resistor ที่ series กับ IPA supply voltage ที่แต่ละ IPA backplane board ตัว shuntresistor คือ R1 ที่ IPA back plane กระแส sample เรียกว่า IPA\_I sample นี่คือการเปรียบเทียบที่ตรงกันข้ามกับ IPA\_V sample ซึ่งมาจาก input side ของ shunt resistor ค่า voltage ที่แตกต่างระหว่างนี้เพื่อจะ sample เป็นสัดส่วนโดยตรงกับการไหลของกระแสที่ผ่าน shunt resistor ค่าความแตกต่างจะ amplifier โดย U18-6 และ Q1 และจะส่งไปยัง Master controller สำหรับเป็น monitoring และ protection IPA voltage sample เป็นการเอามาจาก voltage divider ที่ทำขึ้นจาก R45 และ R48 และส่งไปยัง Master controller สำหรับเป็น monitoring และ protection

### U18 Supply Voltage

Supply voltage ของ U18, VDP1 และ VDN1 มาจาก U22 และ diode CR16 CR17 และ CR6 และ supply สำหรับ U21 คือ VDP2 และ VDN2 ตัว sample จะมาเข้าที่ U18 และ U21 ที่ขา 2 และขา 3 มีค่าประมาณ  $52 VDC$  สำหรับ supply voltage ของ U18 เป็น floating ที่ VDP ซึ่งเป็น PA voltage บวกด้วย 4 และ VDN ซึ่งเป็น PA voltage ลบด้วย 4 volts ตามหลักการ U22 เป็น supply สำหรับ samll switching ที่เป็น floating  $\pm$  supply สำหรับให้ op-amps U18 และ U21

#### 4.7.5.1.9 Forward Power Sampling

Forward power sample จาก directional coupler เข้าที่ Life Support Board ที่ J2 ค่า sample นี้ detect โดย CR8 และ bufferd โดย U1-14 ค่า DC voltage ที่ TP8 เป็นสัดส่วนโดยตรงกับ

power output ของเครื่องส่ง ค่านี้อาจจะส่งไปที่ Master controller ซึ่งจะใช้เป็น monitoring, display, automatic power control หรือเป็น APC และ calibration

#### **CPLR-DISC-FAULT**

นี่เป็น interlock fault ซึ่งจะ mute เครื่องส่ง ถ้า cable ที่ต่อกับ forward directional coupler ขาดหรือไม่ต่อ fault จะผ่านไปที่ R1 ตรงกับ +5V แต่ถ้า coupler ต่อครบวงจร line จะเป็น low จะไม่มี fault ปรากฏขึ้น แต่เมื่อไม่ต่อวงจร line จะเป็น high จึงทำให้ Master controller ทำการ mute เครื่องส่ง

##### **4.7.5.1.10 Reflected Power**

Reflected power sample เข้าที่ board ที่ J3 จะ detected โดย CR10 และ buffered โดย U1-1 ค่า voltage ที่ TP7 เป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนของ reflected power ที่กลับเข้ามาที่เครื่องส่ง จากสายอากาศหรือ transmission line ค่า DC sample voltage นี้ส่งเข้า master controller โดยทาง J1-A19 เป็นตัวป้องกัน VSWR และเป็น monitoring ค่า VSWR fault ตัวเปรียบเทียบมี output ที่ U3-2 จะมีผลเฉพาะกับการทำงานของเครื่องส่งใน Life Support mode เท่านั้น

##### **4.7.5.2 Life Support Mode**

ต่อไปนี้เป็นเรื่องของข้อมูลของวงจรสำหรับการทำงานใน Life Support mode นี่เป็นเรื่องที่ Master controller ไม่ทำงาน และ Life Support Board เข้าทำการควบคุมเครื่องส่งแทน

##### **4.7.5.2.1 Master Controller Failure**

Master controller ต้องมีสิ่งอ้างอิงคือ “watchdog timer” ถ้า micro-controller ที่ Master controller board ทำงานและ program การจัดการเป็นปกติ watchdog timer จะส่ง pulse ออกไป ทุก ๆ 1.5 msec และ pulse นี้จะถูก edctected โดย 1/2 ของ U4 ที่อยู่กับ Life Support Board (U4-4) ตัว RF-trigger able ที่เป็น one-shot กับ 2 msec time-out ซึ่งจะยังคงต้อง triggered (set) ถ้า watchdog, timer pulse มีอย่างต่อเนื่อง ถ้า watchdog timer pulse หยุด (ซึ่งหมายถึง Master controller ไม่ทำงาน) U4 จะหยุดทำงานและไปทำ reset mode ที่ Q output จะเป็น low และ Q-not จะเป็น high สัญญาณ low จาก Q output จะ inverted ที่ U16-13 และทำให้สัญญาณของ Master controller เป็น high (ในการทำงานตามปกติของ Master controller จะเป็น low) สัญญาณ high Q-

not ที่ U4-7 จะ inverted ที่ U16-14 และ U16-15 ตัว U16-14 จะทำให้สัญญาณของ mstr-normal เป็น low ขณะที่ U16-15 ก็ทำให้สัญญาณ master normal เป็น low ด้วย (ตามปกติแล้วสัญญาณจะเป็น high เมื่อ Master controller ทำงาน)

### MASTER-NORMAL

สัญญาณเป็น low เมื่อ master controller ไม่ทำงาน และเฉพาะ 1 function เท่านั้น มันเป็นสัญญาณควบคุมสำหรับ U5-13 เป็น analog switch สัญญาณที่ input ที่ไป switch ที่ U5-1 เป็น analog control signal, mstr-IPA-ctl จาก Master controller APC circuit, ซึ่งจะควบคุม gate voltage เพราะฉะนั้นจึงควบคุม power output ของเครื่องส่งด้วย ขณะที่ master controller ทำงาน สัญญาณ analog IPA control จะผ่านไป U5-2 ถ้าไม่มี softstart-mute หรือ system-mute สัญญาณ IPA control จะผ่าน U5-3 และ U15-3 ด้วย K2 ควบคุมสัญญาณ IPA โดยตรงที่จะไป active IPA

### MSTR-NORMAL 1

เมื่อ Master controller ไม่ทำงาน สิ่งแรกที่ต้องทำคือตัดการควบคุมทั้งหมดที่มาจาก Master controller โดยทาง adagates สาเหตุที่ปรากฏมีดังนี้

1. Mstr-normal 1 ไล่ low ที่ andgate คือ U6-4 เป็นตัวเลือกความเร็วพัลลัม ขณะที่อยู่ใน Life Support mode พัลลัมจะทำงานที่ high speed เนื่องจากจะต้องระบายความร้อนมากกว่าปกติ เมื่อ power กำลังลดลง output ของ and gate คือ U6-6 ผ่านไปที่ U16-6 ที่อยู่บน low voltage power supply board และไปที่ relay สำหรับเลือกความเร็วพัลลัมคือ K3
2. Mstr-normal 1 ไล่ low ที่ and gate คือ U6-10 นี่เป็นการหยุดคำสั่ง supply-disable จาก master controller ไปที่ PS controller โดยให้ยังคง U6-8 เป็น low คำสั่ง supply-disable คือคำสั่ง active high ซึ่งใช้ไล่ที่ PA power supplies ขณะที่เป็น standby mode (standby mode คือขณะที่ tap SCRs เป็น all shut off แต่วงจร discharge ยังไม่ทำงาน)
3. Mstr-normal 1 ไล่ low ไปที่ and gath คือ U25-13 นี่เป็นการป้องกัน Master controller มีคำสั่ง off เครื่องส่ง คำสั่ง off จะยังคงให้โดยตรง โดยทาง front panel ที่ปุ่ม overlay หรือ remote control คือ rem-off (bar) ที่ remote input คือ rem-on-low, rem-off และ

failsafe จะกลายเป็น active เนื่องตาสัญญาณ master-normal (bar) เป็น high ขณะที่ Life Support เป็น initiated

4. Mstr-normal 1 ไล่ low ไปที่ and gate คือ U25-2 นี้เป็นการกั้น (inhibits) Master controller จาก initiating ที่ system mute ซึ่งจะ mute ที่ exciter และ IPA
5. Mstr-normal 1 ไล่ low ที่ and gate คือ U7-2 ทำให้ U7-3 เป็น high นี้เป็น enables โดยต่อตรงกับ front panel ที่ปุ่ม overlay เพื่อ on และ off ตัว logic โดย enabling ที่ U26-13 และ U26-2 เพื่อ bypass วงจร control ที่ failed Master controller
  - 1.1 เมื่อกดปุ่ม off ทำให้ U26-1 เป็น high ทำให้ U26-3 เป็น high และผ่านไป series of or gate ที่ U31-8 U31-11 และ U33-6 ไปถึง U16-10 นี้เป็นการต่อกับ reset ด้วย latching relay K4 ที่ relay K4-13 จะเป็น low แล้วก็ส่งไปที่ U16-2 และไปที่ low voltage power supply board ที่ relay K1 และ K2 relay K1 และ K2 จะ open ทั้งสองตัว ซึ่งเป็น shutting off ของ AC และ exciters (K1 ใช้กับ AC ของ contactorcoil และ K2 ใช้กับ ac ของ excoter)
  - 1.2 High ที่ U26-13 เป็น enables ที่ xmtr-on-low คือปุ่มกดที่ front panel overlay เมื่ออยู่ใน Life Support mode เพื่อจะ enable ที่ local transmitter onlow command ที่ remote on low (re-on-low) มีอยู่ Life Support mode ด้วยเหมือนกัน จำไว้ว่าปุ่ม high on บน front panel ovelay ไม่มี function เมื่ออยู่ใน Life Support mode
6. Mstr-normal 1 ไล่ low ไปที่ and gate 4 ชุด ในทั้ง U12 และ U14 นี้คือการป้องกัน Master controller ที่จะทำให้เกิด exciter mute ซึ่งเป็นสัญญาณที่เลือก exciter หรือ IPA

#### **MASTER-NORMAL (BAR)**

สัญญาณนี้เป็น high เมื่อ Master controller ไม่ทำงาน มีสาเหตุปรากฏดังนี้

1. Master-normal (bar) ไล่สัญญาณ high ไปที่ and gate คือ U6-2 นี้เป็น enables ที่ fault กับ ls-syst-fault (life support system fault) ขณะที่อยู่ใน Life Support mode เท่านั้น การ fault นี้มีสาเหตุจาก VSWR สูงมาก หรือกระแส IPA สูง แล้วก็จะ shut off เครื่องส่ง
2. Master-normal (bar) ไล่ high ไปที่ orgate คือ U32-5 นี้เป็นการ enables คำสั่ง remote ที่ rem-on-low (bar) เพื่อจะ turnon เครื่องส่งด้วย remoter control ขณะที่ master controller ไม่ทำงาน จำไว้ว่า คำสั่ง remote-on-low (bar) สามารถจะ disabled ได้ ระหว่างการทำงานตามปกติของเครื่องส่งให้ controller ใน local mode ใช้ front panel ที่

ปุ่มกด remote disable คำสั่ง disable ของ remote on นี้ สั่งโดยทางสัญญาณ rem-on-enable ที่ U32-4 ถ้า controller อยู่ใน local mode ที่ U26-5 จะเป็น low และคำสั่ง rem-on-low (bar) จะเป็น inhibited ขณะที่ Life Support mode เป็น initiated ที่ U32-5 และ ดังนั้น U26-5 เป็น forced high enabling สั่ง rem-on-low (bar)

3. Master-normal (bar) ไล่ high ไปที่ clear live ของ U8-3 นี้เป็น enable U8-6 ที่ Q output ไล่ softstart-mute 3 วินาทีหลังจาก power ไม่ทำงาน สัญญาณ power fail (bar) มาจาก U37-7 และเป็นค่าต่ำสุด 200 msec low pulse ที่ U37 เป็น monitoring ของ +7.1 VDC supply และที่ขา 7 เป็น low ถ้า voltage ต่ำกว่า 5.6 VDC จำไว้ว่าสัญญาณ powerfail (bar) จะไม่กลับไปเป็น high จนกระทั่ง 200 msec หลังจาก power กลับคืนมีใน Life Support mode หลังจาก power ไม่ทำงานที่ U37-7 จะเป็น high ซึ่งจะไป trigger U8-4 นี้เป็นการ trigger ที่ softstart-mute โดยทาง or gate คือ U33-10 ภายใน 3 วินาที softstart-mute เป็นสัญญาณ mute the exciter RF output ทำให้แน่ใจว่าไม่มี RF เข้าไปในระบบ อย่างน้อย 3 วินาที ที่ยอมให้ supply เพื่อจะ full charge ตัว U8 เป็น เฉพาะ active in Life Support mode เท่านั้น และมันจะ clear โดยสัญญาณ master-normal (bar) เมื่อ master controller ทำงานตามปกติ ตามปกติ Master controller จะรับผิดชอบ function นี้โดยทาง system mute
4. Master-normal (bar) ไล่ high ไปที่ clearline คือ U8-13 นี้เป็น enable U8-10 ที่ Q output ไล่ softstart-mute 3 วินาที เมื่อใดก็ตามการ ON command จะทำโดยทาง U35-11 softstart-mute เป็นการ mute ที่ exciter rf output เพื่อเป็นการให้แน่ใจว่าไม่มี RF เข้าไปในระบบอย่างน้อย 3 วินาที เพื่อให้ supplies เพื่อที่จะ fully charge และ U8 จะเป็น active ใน life support mode เฉพาะเท่านั้น มันจะ clear โดยสัญญาณ master-normal (bar) เมื่อ Master controller ทำงานตามปกติ และ Master-controller จะรับผิดชอบ function นี้โดยทาง system-mute
5. Master-normal (bar) ไล่ high เข้าไปที่ or gate คือ U31-5 วงจรนี้ไม่มีใช้
6. Master-normal (bar) ไล่ high เข้าไปที่ or gate คือ U31-2 นี้เป็น enables ที่ failsafe สั่ง โดยให้ high ที่ U25-5 เมื่ออยู่ใน Life Support mode
7. สุดท้าย Master-normal (bar) ไล่ high เข้าที่ and gate คือ U35-2 และ U35-5 นี้เป็นการ ไล่ mute ไปที่ exciter ที่ไม่ได้ทำงาน (inactive-exciter) ถ้าเครื่องส่งอยู่ใน Life Support mode และ latching relay K1 เป็นตัวกำหนดการ mult ของ exciter เมื่อตั้งแล้ว K1 จะทำ



การ mute ที่ exciter 1 ตำแหน่งของ K1 จะไม่สามารถเปลี่ยนได้ขณะที่อยู่ใน Life Support mode

#### 4.7.5.2.2 Reflected Power

Reflected power sample เข้าไปที่ board ที่ J3 มันจะ detect โดย CR10 และ buffer โดย U1-1 ค่า voltage ที่ TP7 จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนของ reflected power ที่กลับเข้ามาที่เครื่องส่งจากสายอากาศหรือสายส่ง ค่า DC sample voltage จะส่งเข้า master controller โดยทาง J1-A19 เพื่อเป็น VSWR protection และเป็น monitoring ถ้า master ไม่ทำงาน (Life Support mode) ดังนั้นต้องปรับ VSWR overload คือ R24 และ comparator U3-2 จะเป็นการป้องกันเครื่องส่งที่จะไม่ให้ shutting off เนื่องจาก VSWR สูงมากเกินไป ปรับ R24 เป็น reference voltage สำหรับให้กับ U3-5 ซึ่งเป็น VSWR comparator สำหรับ life support mode ถ้า VSWR สูงถึง 100 watts reflected ใน mode นี้ comparator จะ trip และ U3-2 เป็น low แล้วไป inverted ที่ U7-6 เพื่อเป็น Is-syst-fault สำหรับสนับสนุน Life Support system fault สัญญาณนี้จะส่งไปที่ andgate คือ U6-1 ที่ U6-2 ต่อกับ master-normal line และ line นี้จะเป็น high เท่านั้น ถ้า master controller ไม่ทำงานซึ่งเป็นกรณีของ Life Support mode เพราะฉะนั้น Is-syst-fault จะเป็นเหตุให้ U6-3 เป็น high ต่อไป or gate U33-3 และ U33-6 ก็จะเป็น high ด้วย ทำให้ U16-10 มี output เป็น high นี้เป็นการต่อกับด้าน reset ของ latching relay K4 เมื่อ K4 reset ที่ K4-14 จะเป็น low และจะส่ง low ไปที่ low voltage power supply board โดยทาง U16-12 ที่ main AC contactor จะไม่ทำงาน (disengage) และเครื่องส่งก็จะ shut off

มันเป็นสิ่งสำคัญที่ควรบันทึกว่า ถ้า Master Controller ทำงานที่ U6-3 จะไม่เป็น high เพราะฉะนั้น Is-syst-fault ก็จะไม่ทำงาน เพราะความจริงแล้ว Master Controller มีสิ่งแรกที่ต้องตอบสนองคือ VSWR protection วงจรมี function เฉพาะเมื่อ Master controller ไม่ทำงาน และเครื่องส่งต้องเดินได้ (running) ใน Life Support mode

#### 4.7.5.2.3 IPA Current Fault

ขณะที่อยู่ใน Life Support mode การป้องกันกระแสของ IPA overload คือการใช้ comparator U3-1 และ IPA current fault adjust คือ R23 การตั้ง R23 คือการสนับสนุนการรักษาระดับกระแสของ IPA ถ้ากระแส IPA สูงมาก U3-1 จะเป็น low จะเชื่อมโยงไปในวงจร Is-syst-fault ที่ U7-6 ซึ่งจะ shut ให้เครื่องส่ง off