

Universidad Nacional de Ingeniería
FACULTAD DE INGENIERIA DE PETROLEO



Implementación del Sistema Scada en los Pozos de las Plataformas 44 X Corrientes de 130 X Pavayacu

TITULACION POR EXAMEN PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de :
INGENIERO DE PETROLEO

JOSE GABRIEL RAMOS ROJAS
PROMOCION 87 - I

Lima - Perú
1995

IMPLEMENTACION DEL SISTEMA SCADA EN LOS POZOS DE

LAS PLATAFORMA 44X CORRIENTES Y 130X PAVAYACU

LOTE 8

1.- INTRODUCCION

2.- OBJETIVO

3.- EQUIPOS BECs EN POZOS DE LAS PLATAFORMAS 44X Y
130X.

4.- CONFIGURACION GENERAL DEL SISTEMA SCADA EN
CORRIENTES Y PAVAYACU

5.- EQUIPOS EMPLEADOS EN LAS CENTRALES DE COMPUTO Y
PLATAFORMAS PARA LA IMPLEMENTACION DEL SCADA.

6.- DESCRIPCION Y FUNCIONES DE LOS DISPOSITIVOS
EMPLEADOS EN EL SISTEMA SCADA.

7.- ANALISIS ECONOMICO.

8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1.-INTRODUCCION

El presente tema está basado en conocer el tipo de producción en las plataformas 44X y 130X y las dificultades que se presentan para un mejor control y lectura de los parámetros que son fundamentales en toda operación petrolera.

En selva el tipo de impulsión del reservorio es Water Drive, las formaciones productivas son Vivian, Cetico y Pona y el método de producción es el bombeo electrosumergible.

Actualmente el sistema SCADA (Supervisión Control y Adquisición de Datos) se han instalado en las plataformas 130X Pavayacu (pozos 130, 132, 133, 134, 143) y 44X Corrientes (pozos 98, 112, 113) el sistema fué instalado de Agosto a Noviembre -94 y el 13 de Noviembre -94 el sistema está operando en la Bat.1 y Bat.5

El sistema nos permite monitorear las siguientes variables :

Voltaje de las tres fases, amperaje de las tres fases, presión en cabeza de los pozos, presión de forros en cada pozo, señal de incendios, control de arranque y parada de cada pozo desde su respectiva central, subida y bajada de frecuencia en los variadores (ICS), control de variación de secuencia de las fases (cambio de rotación) en los variadores (ICS), acceso general de todo el sistema, consulta del estado de operación en pantalla y variables de control.

2.- OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es mostrar la manera como se puede evitar la pérdida de horas-hombre y diferir producción de un pozo en una operación petrolera.

Actualmente en los campos de Corrientes y Pavayacu donde existen la mayor cantidad de pozos petroleros y las plataformas mas distantes de las Baterías el personal que trabaja en dichos campos, realizan todos los días un recorrido de rutina para verificar si existen algunas anomalías en las cartas amperimétricas de los tableros, esto quiere decir si existe una variación del amperaje del motor, oscilación del voltaje en los display de los variadores de frecuencia; etc.

Otras de las funciones de los recorredores es la toma de presiones en cabeza del pozo, estos tipos de trabajos generalmente los realizan dos personas todos los días.

Esta operación de rutina se puede evitar con la implementación del sistema de automatización de control de pozos, de esta manera optimizamos la cantidad de horas - hombre y emplearlo en otras funciones más productivas.

El sistema de automatización nos proporciona aproximadamente 115 parámetros; como: presiones, amperajes de las tres fases del motor, temperatura de fondo, fases a tierra, fallas por sobrevoltaje, fallas por sobrecarga o bajacarga, sentido de rotación del conjunto, incrementar o disminuir la frecuencia del motor, parar o dar arranque del conjunto, alarma de incendio, etc.

Esta información se registra y archiva en una computadora que generalmente se instala en la oficina del responsable del campo.

3.- EQUIPOS BECs EN POZOS DE LAS PLATAFORMAS 44X Y

130X

El método de producción en las dos plataformas son por bombeo electrosumergible (ESP), este sistema se pueden clasificar en; equipos de superficie y equipos de subsuelo.

3.1.- DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS DE SUPERFICIE

Son aquellos equipos que se encuentran hasta la cabeza del pozo las cuales describiremos a continuación.

FUENTE ELECTRICA

Para zonas en las cuales no existen energía eléctrica generalmente se emplean generadores de diversas capacidades dependiendo del tipo y potencia del motor de subsuelo, en el caso de OPS contamos con dos plantas eléctricas, una en Corrientes que genera 3,900 KW y otra en Pavayacu que genera 4,700 KW aproximadamente, estos generadores son duales y alimentados por gas de los pozos y diesel.

Para los pozos que recientemente se han perforado se emplean generadores de poca capacidad que se instalan en la misma plataforma.

TABLEROS DE CONTROL

Dentro de un tablero de control convencional existen dos zonas principales:

Zona de alto voltaje: Tenemos los fusibles, para la protección de un corto circuito, contactores, transformadores para la alimentación de los controles de bajo voltaje.

Zonas de bajo voltaje: En esta zona estan comprendidos los Relay's de bajacarga y de sobrecarga, que protegen el motor del conjunto BEC y un temporizador que permite volver a arrancar el conjunto de subsuelo automáticamente si la falla es por baja carga.

TRANSFORMADORES

Un transformador consiste esencialmente de dos circuitos eléctricos, aislados uno del otro e interconectados por medio de un campo magnético en un núcleo de hierro laminado.

El circuito de entrada del transformador se llama primario y el de salida secundario.

Para nuestro caso el primario es alimentado con 480 vóltios y el circuito secundario el voltaje requerido por el motor del conjunto de subsuelo .

Para determinar la capacidad del transformador en KVA se debe tener en cuenta la pérdida de voltaje por longitud del cable, esto se determina por médios de gráficos que están dados por cada 1,000 piés de longitud del cable.

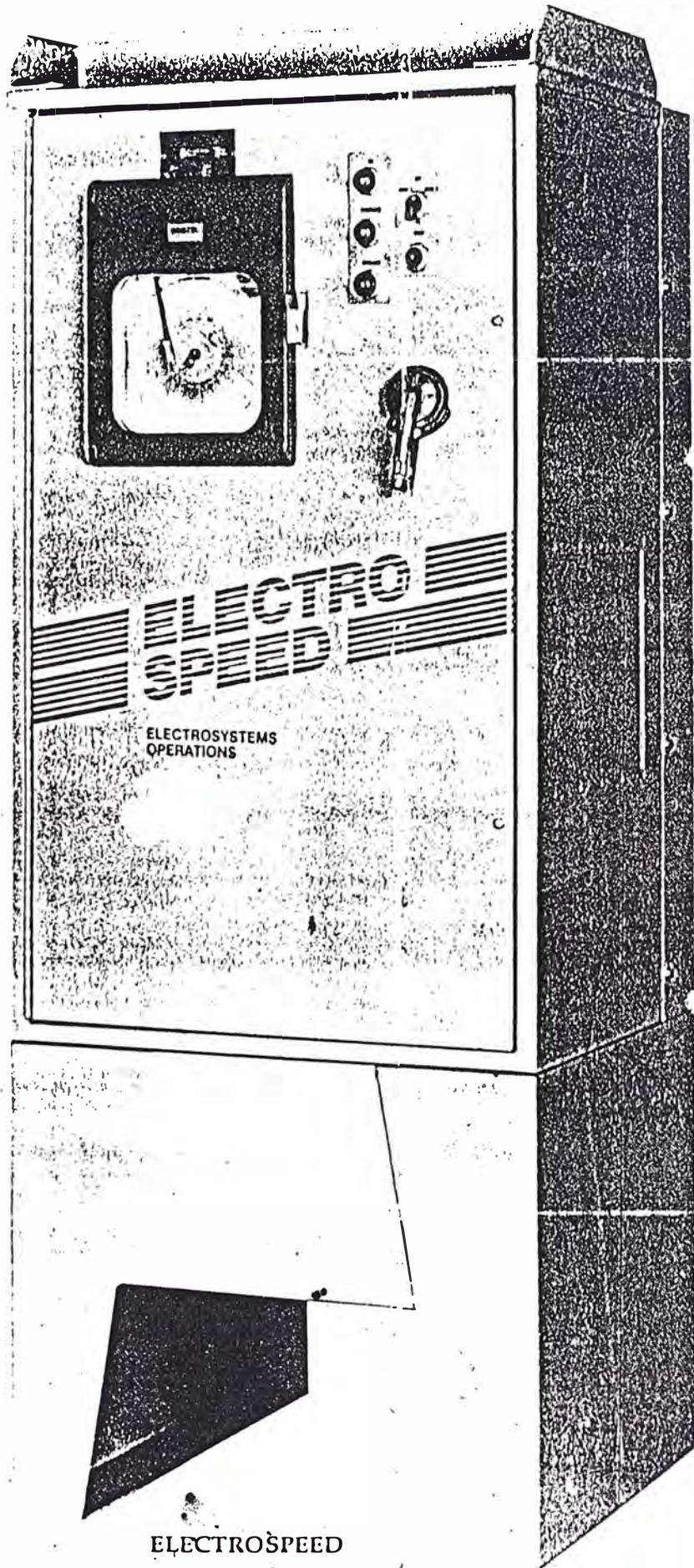
$$\text{KVA} = \frac{\text{Vóltios} \times \text{Amperios} \times 1.73}{100}$$

100

CAJA DE VENTEO

Es una caja de conexiones del cable de potencia y el cable de superficie del tablero de control

Otras de las funciones es ventear a la atmósfera el gas que posiblemente pueda migrar a la superficie por el interior del cable principal.



ELECTRO SPEED

ELECTROSPEED

INTEGRATED CONTROL SYSTEM

2060 VT DRIVE ID

POWER ON
RUN
FAULT
UNDERLOAD
OVERLOAD

| | | | | |
|---------------|------------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------------|
| START | DRIVE MODEL OVERLOAD PARAMETERS | VOLTS AT 60 HZ START FREQUENCY | SYNC DELAY HIGH SPEED CLAMP | LOW SPEED CLAMP V BOOST |
| OFF | I LIMIT I LIMIT SYNC | V BOOST SYNC V CLAMP | ACCEL TIME DECEL TIME | REGULATOR GAIN SLIP COMP |
| MODE 1 | FAULT RESTART PARAMETER | UNDERLOAD PARAMETERS | SET FREQUENCY | CONTROLLER SET POINT JOG FREQUENCY |
| MODE 2 | ANALOG CONTROL SETUP | CLOCK DRIVE HISTORY | FREQUENCY AVOIDANCE OUTPUT ROTATION | ↑ |
| ENTER | DISPLAY OUTPUT AMPS/VOLTS | DISPLAY ANALOG INPUTS | DISPLAY STATUS | ↓ |

ICS OPERATOR INTERFACE KEYPAD

3.2 - DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS DE SUBSUELO

Dentro de los equipos de subsuelo están comprendido el motor, sellos o protectores, una bomba multietapas, válvula check, válvula de drenaje, cable principal y de potencia.

MOTOR ELECTRICO

Los motores trifásicos empleados en nuestra operación varían de 67.5 a 165 HP de potencia son del tipo jaula de ardilla, estos motores giran a 3500 RPM a 60 HZ con un tablero convencional, en el interior de los motores contiene aceite de alta resistencia dieléctrica, los motores constan de dos partes principales rotor y estator, el rotor es la parte giratoria que está montado en un eje, todo este conjunto se encuentra alojado en el interior del estator, el estator consta de unas bobinas que producen un campo magnético que hace girar al rotor, los HP's del motor depende de la longitud del rotor. La longitud de cada rotor puede medir de 12 a 18 pulg., para los motores electrosumergibles se recomienda que la velocidad de circulación del fluido del pozo debe ser de 1 ft/seg. o mayor que 1 para que el motor no sufra recalentamiento y posteriormente se malogre y ocasione producción diferida.

Es importante tener en cuenta que si se aplica un voltaje mayor al motor que el voltaje nominal girará a mayor velocidad, a mayor velocidad desarrollará mas potencia para

alimentar la demanda creciente de la bomba, si el voltaje es muy bajo se produce lo contrario.

SELLOS

Los sellos de un conjunto de subsuelo cumplen cuatro funciones muy importantes:

- Conecta el cuerpo del motor con el de la bomba y el eje del motor con el eje de la bomba.

Aloja el cojinete de empuje de la bomba.

- Aisla el motor con los fluidos del pozo, permitiendo un balance de presiones entre el interior del motor y los fluidos del pozo.

- Provee el volumen necesario para la expansión del aceite del motor debido al calor generado cuando el motor está en operación y a la temperatura del pozo.

BOMBAS ELECTROSUMERGIBLES

Las bombas electrosumergibles constan de muchas etapas dependiendo del rate y altura que se requiera, cada etapa consta de dos partes un impulsor y un difusor fijo. Los difusores fijos se usan generalmente porque tienen una gran carga de empuje axial sobre los cojinetes de empuje axial.

Los impulsores tienen un diseño de álabe curvo y son totalmente cerrados, su máxima eficiencia está en función del diseño al cual opera la bomba.

La relación matemática entre la altura de la columna, capacidad, eficiencia y potencia al freno está expresada:

$$\text{BHP} = \frac{Q \times H \times \text{Sp-gr}}{\text{EFF} \times K} = \frac{Q \text{ (BPD)} \times H \text{ (ft)} \times \text{Sp-gr}}{\text{EFF} \times 136,000}$$

BHP = HP AL FRENO

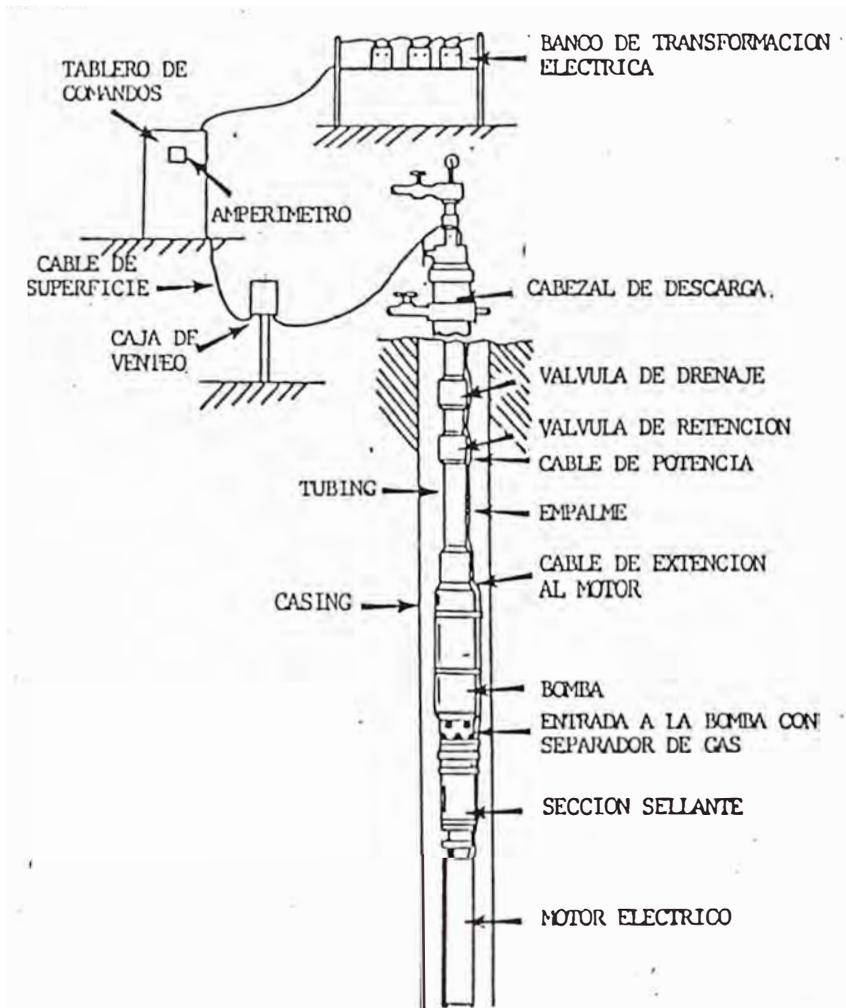
Q = CAUDAL.

H = ALTURA DE COLUMNA.

Sp-gr = PESO ESPECIFICO RELATIVO.

EFF = EFICIENCIA DE LA BOMBA EN %.

K = CONSTANTE SEGUN UNIDADES.



4.- CONFIGURACION GENERAL DEL SISTEMA SCADA EN CORRIENTES Y PAVAYACU

La configuración general del sistema SCADA consiste de dos centrales de computo instaladas una en Bateria 1 Corrientes y otra en Bateria 5 Pavayacu y ocho paneles en dos plataformas, en la Platf.44X Corrientes se acondicionaron tres tableros convencionales para el sistema SCADA, en la Platf.130X Pavayacu se acondicionaron un tablero convencional y cuatro variadores de frecuencia (tres modelo ICS y uno VSD).

Cada plataforma tiene su propia central de comunicaciones via radio, que sirve como un punto de distribución de los datos leídos de cada pozo a la central principal donde se encuentra los terminales de control.

En el diagrama N°1 muestra el sistema de operación y la instalación de los equipos la plataforma 44X Corrientes.

En esta plataforma se implementó el sistema SCADA en los pozos 98, 112 y 113 como podemos apreciar en el diagrama N°1 el sistema se acondicionó en tres tableros convencionales y todos ellos conectados a un Modem y esta a una radio para la intercomunicación de la plataforma a la central de computo.

En el diagrama N°2 podemos ver que para la implementación del sistema SCADA en la Plataforma 130X Pavayacu se tuvieron que acondicionar cuatro variadores de frecuencia y un tablero convencional, los pozos que quedaron instalados con este sistema fueron 130 , 132 , 133 , 134 , 143 .

Además podemos apreciar en los diagramas 1 y 2 las instalaciones de sus respectivas centrales de computo y sus respectivos paneles ubicados en cada plataforma, en este panel está incorporado un R.T.U., un Modem y una radio que transmite los datos por medio de una antena a la central de computo.

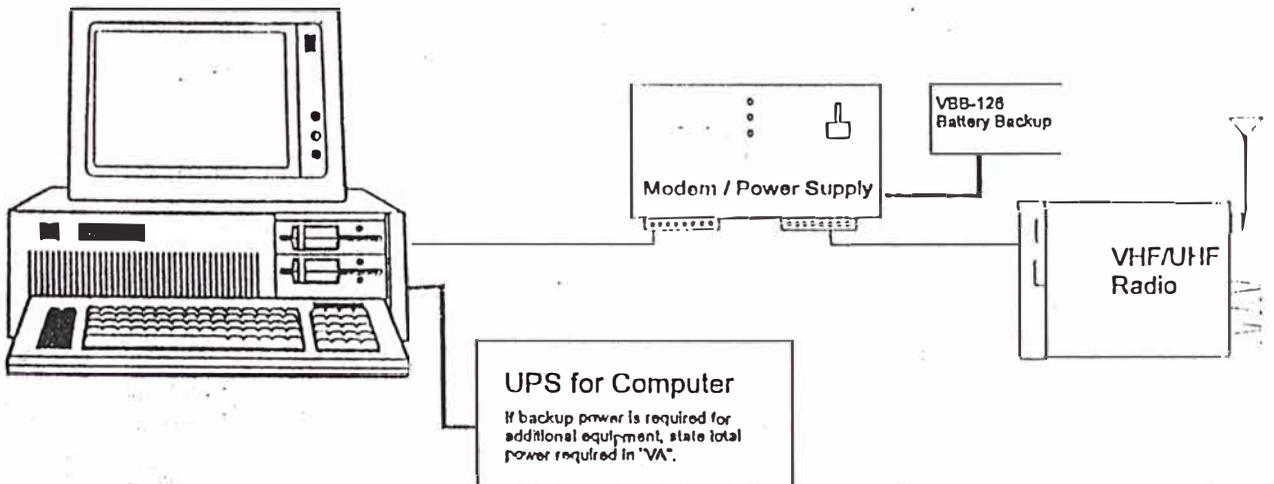
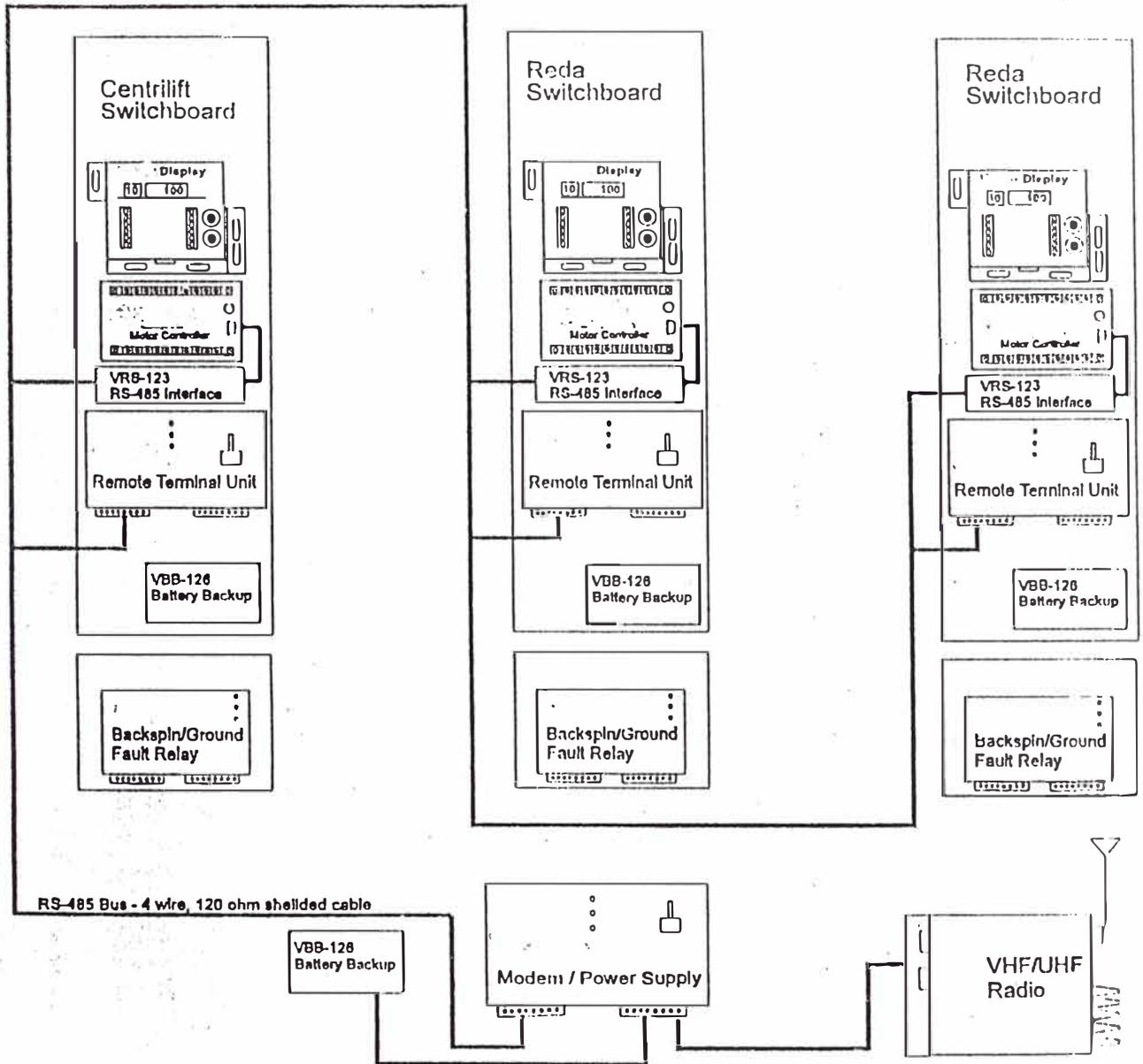
Los dispositivos empleados para la conversión de un tablero convencional o variador de frecuencia a un sistema de control automático, supervisión y monitoreo de datos de un pozo son los siguientes:

- a.- Motor Controller (M.C).
- b.- Remote Terminal Unit (R.T.U).
- c.- Backspin - Groundfault Relay.

Estos dispositivos son instalados en los tableros convencionales o variadores de frecuencia ICS o VSD.

En el diagrama NQ2 mostramos una central computarizada que está instalada en la batería y un panel ubicada en la plataforma, en este panel está incorporado un R.T.U., un Modem y una radio que transmite los datos por medio de una antena a la central principal.

PLATF, 44 CORRIENTES - TRES POZOS COMUNICADOS VIA RS-485



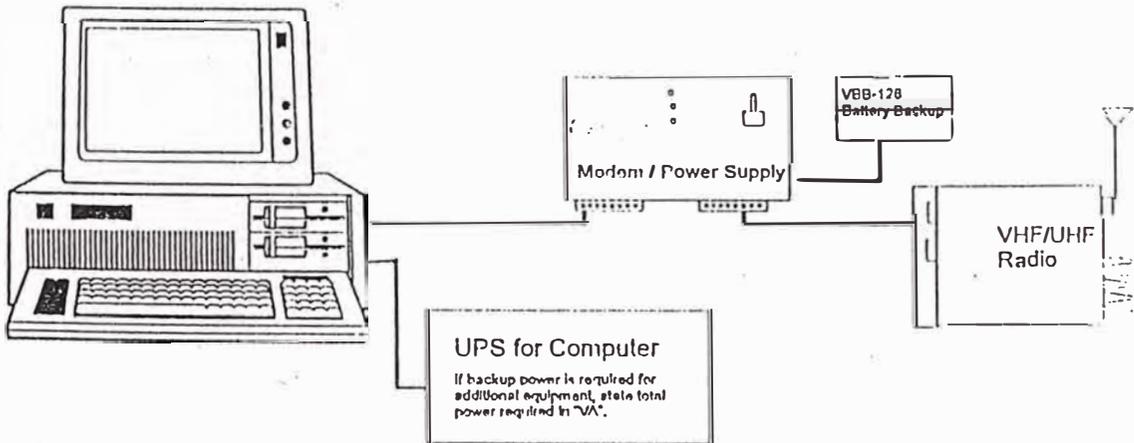
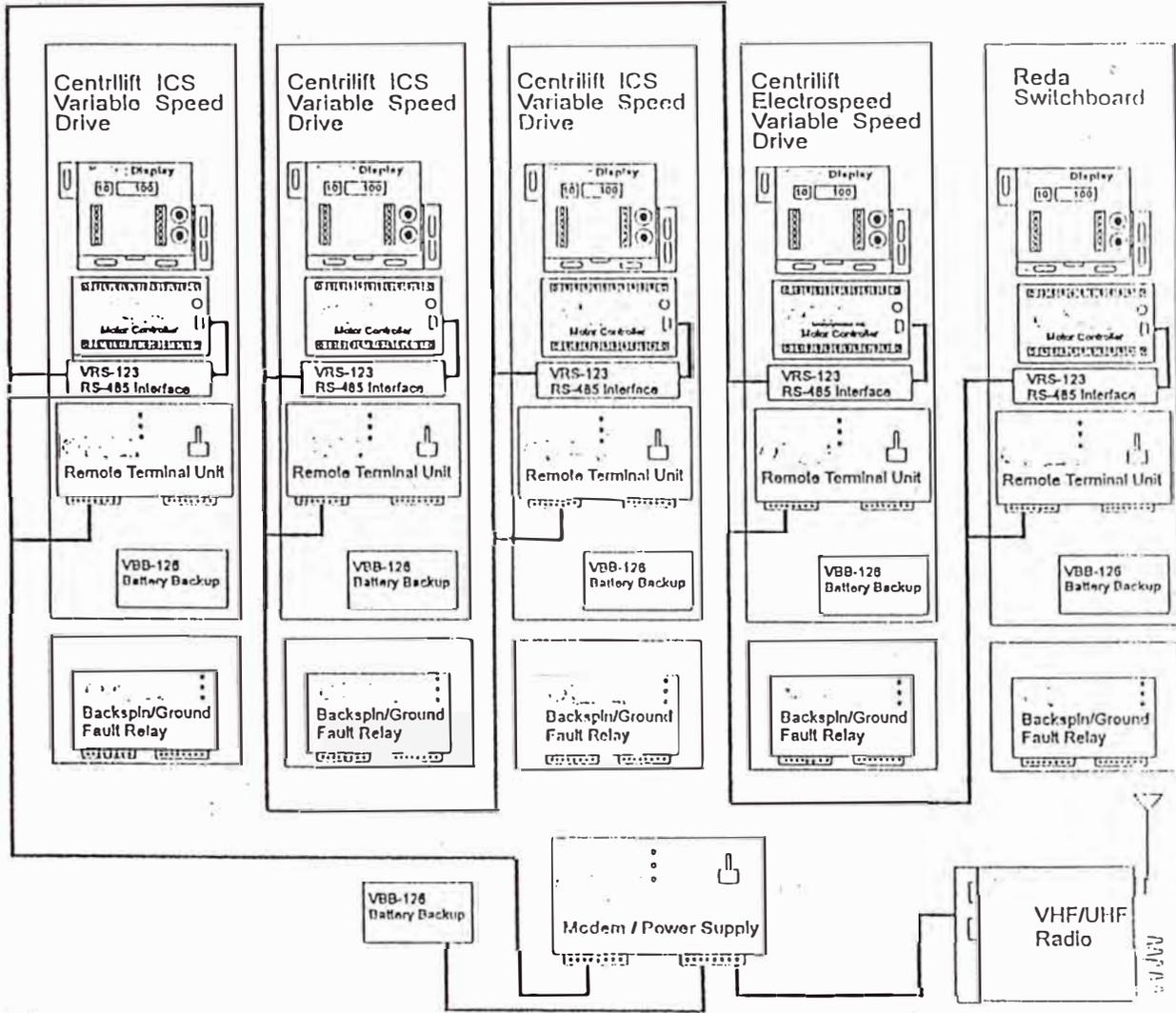
Computer Hardware:

IBM Compatible 80486
 8 MB Ram, 340 MB Hard Disk
 2 RS232 Serial Ports, 1 Parallel port
 SVGA Color Monitor, Serial Mouse

Computer Software Required:

MS-DOS 6.2, Windows 3.1
 WonderWare/Intouch 5.0
 Configuration of Intouch

PLATE. 130 PAVAYACU - CINCO POZOS COMUNICADOS VIA RS-485



Computer Hardware Required:
 IBM Compatible 80486
 8 MB Ram, 340 MB Hard Disk
 2 RS232 Serial Ports, 1 Parallel port
 SVGA Color Monitor, Serial Mouse

Computer Software Required:
 MS-DOS 6.2, Windows 3.1
 WonderWare/Intouch 5.0
 Configuration of Intouch

5.- EQUIPOS EMPLEADOS EN LAS CENTRALES DE COMPUTO Y PLATAFORMAS PARA LA IMPLEMENTACION DEL SCADA

A continuación describiremos las funciones de los equipos o dispositivos que se emplearon en los tableros de las plataformas 44X y 130X para la conversión al sistema SCADA.

5.1 EQUIPOS EMPLEADOS EN LAS CENTRALES DE COMPUTO Y PLATAFORMAS PARA IMPLEMENTAR EL SISTEMA SCADA

Los equipos que a continuación describiremos son aquellos que se emplearon para la instalación de las centrales de computo de Batería 1 Corrientes y Batería 5 Pavayacu.

Fuente de energía de Emergencia.

En cada central tenemos instalados una batería de emergencia para alimentar energía automáticamente cuando sucede una falla repentina de la fuente principal. Fig.3

Estabilizador de Voltaje.

La central de comunicación funciona con 120 Volt. Para esto contamos con un transformador de 220 Volt. a 120 Volt. de salida con su respectiva conexión a tierra. Fig.4

Fuente de emergencia de la Computadora.

La computadora también cuenta con una batería de emergencia que es posible alimentar automáticamente al sistema durante una hora aproximadamente.

Modo de comunicación de las centrales.

La comunicación entre las dos centrales se realiza por medio de un Modem y una radio Motorola de M120 UHF , este medio de comunicación es más apropiada y económico que la comunicación por cable. Fig.5.

Panel de Control y Alarma.

El panel consiste en un monitor a color VGA conectado al centro de computo , el panel está conectado a una alarma tipo sirena que se activa automáticamente al detectar una parada del conjunto de subsuelo. Fig.6

5.2.- EQUIPOS EMPLEADOS EN LAS PLATAFORMAS

Estos equipos se emplean para la implementación del sistema SCADA en las plataformas 44X Corrientes y 130X Pavayacu.

Fuente de Energía y Fuente de reserva.

La energía que se requiere para para el funcionamiento del sistema es de 12 Volt. y 20 amperios, para ello contamos con dos transformadores de 220 Volt. a 120 Volt. a 12 Volt.

En caso de sufrir algún corte de energía se activa automáticamente la fuente de reserva.

Equipos de transmisión.

En cada plataforma cuenta con una radio Motorola y un Modem para comunicarse con la central principal.

Detector de Fuego.

Las dos plataformas tienen un sistema de detección de fuego, el tipo que se emplea en las plataf.44X y platf.130X son de tipo de cambio brusco de temperatura en el ambiente.

No se optó por el tipo de gas ionizado porque en las plataformas generalmente hay una alta concentración de gas por la existencia de generadores eléctricos.

Medición de Presión.

Todos los pozos de las dos plataformas están provistos de sensores para medir la presión de cabeza y la presión en el casing individualmente.

El tipo de medidor es el Rosemount modelo 2088 para bajas presiones. Estos medidores se han calibrado de 0-1,000 psi para las presiones en cabeza, para las las presiones en el casing de 0-100 psi.

La salida de la señal de estos medidores está conectado al R.T.U. instalado en cada tablero y puede ser leído en el lugar desde el R.T.U. usando la pantalla del Motor Controller.

Estas señales de presiones se transmiten a la Central Computarizada y puede ser monitoreado desde la Central.

Batería de Reserva.

Como mencionamos anteriormente todos los tableros cuentan con una batería de emergencia.

ENERGIA DE RESERVA DE LA CENTRAL COMPUTARIZADA

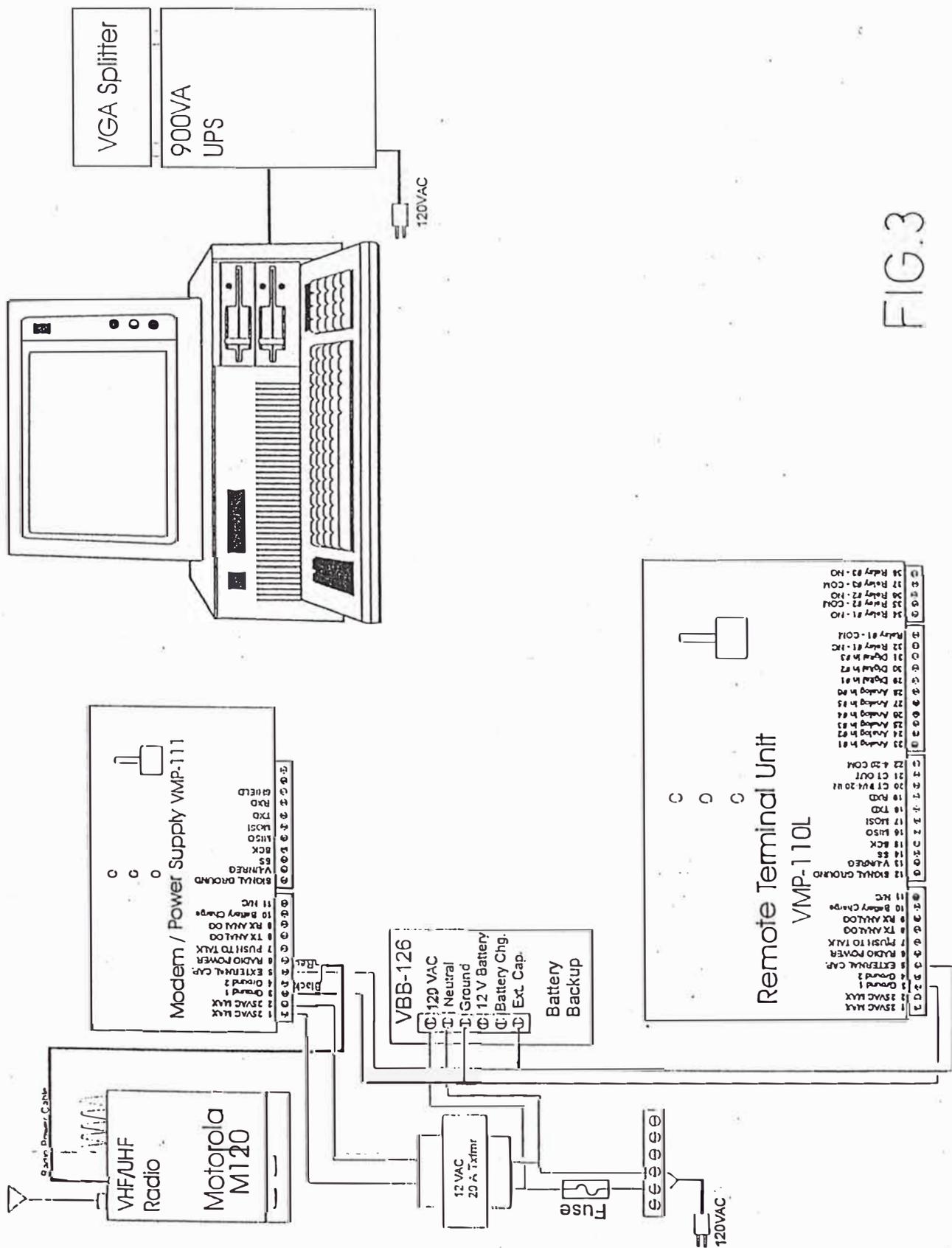


FIG.3

DIAGRAMA DE ESTABILIZACION DE VOLTAJE DEL SCADA

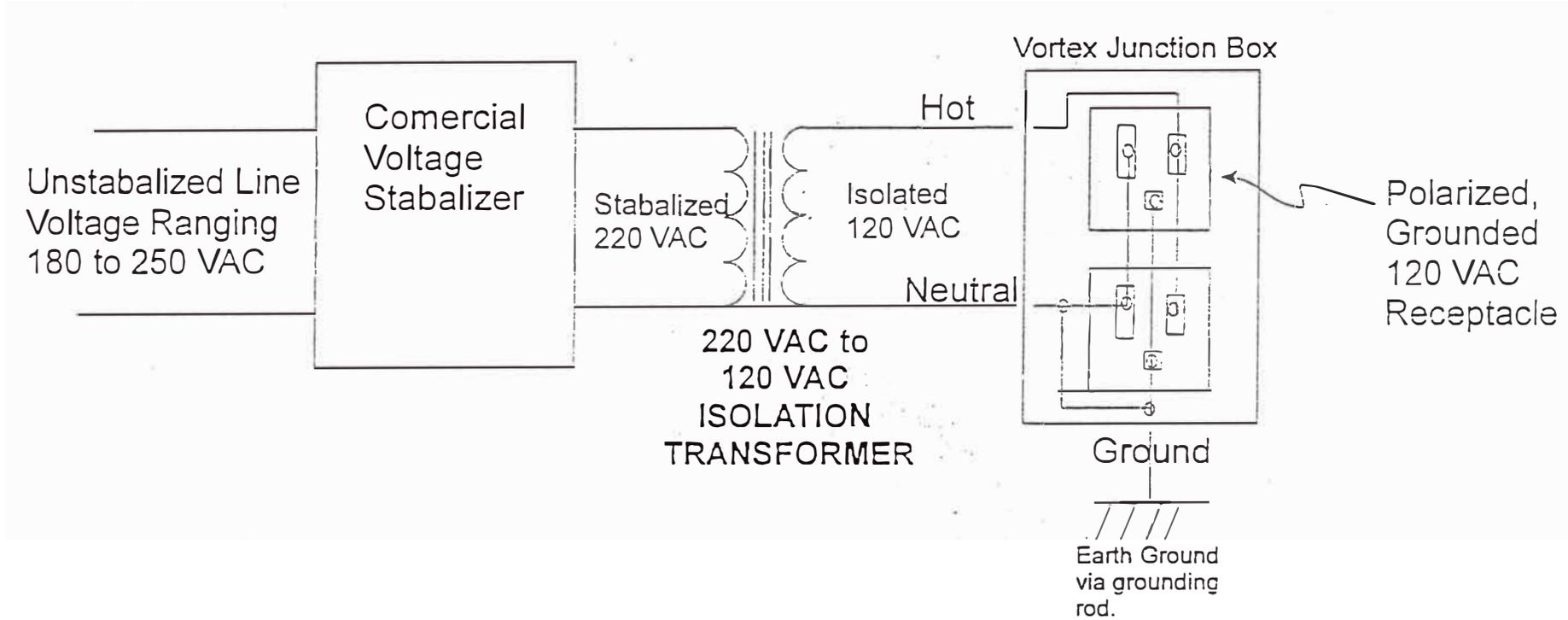


FIG. 4

RADIO PANEL DE LA CENTRAL

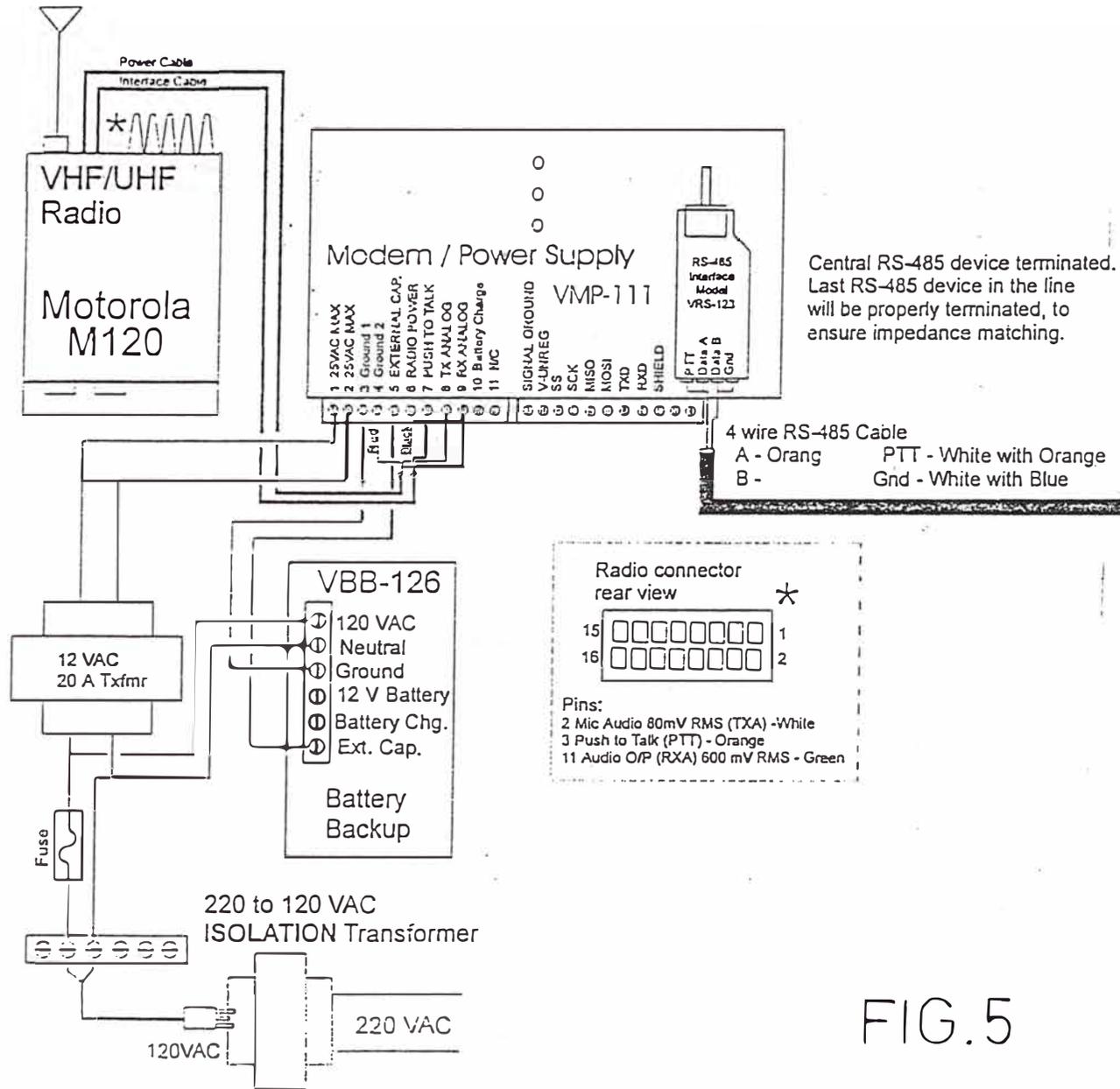
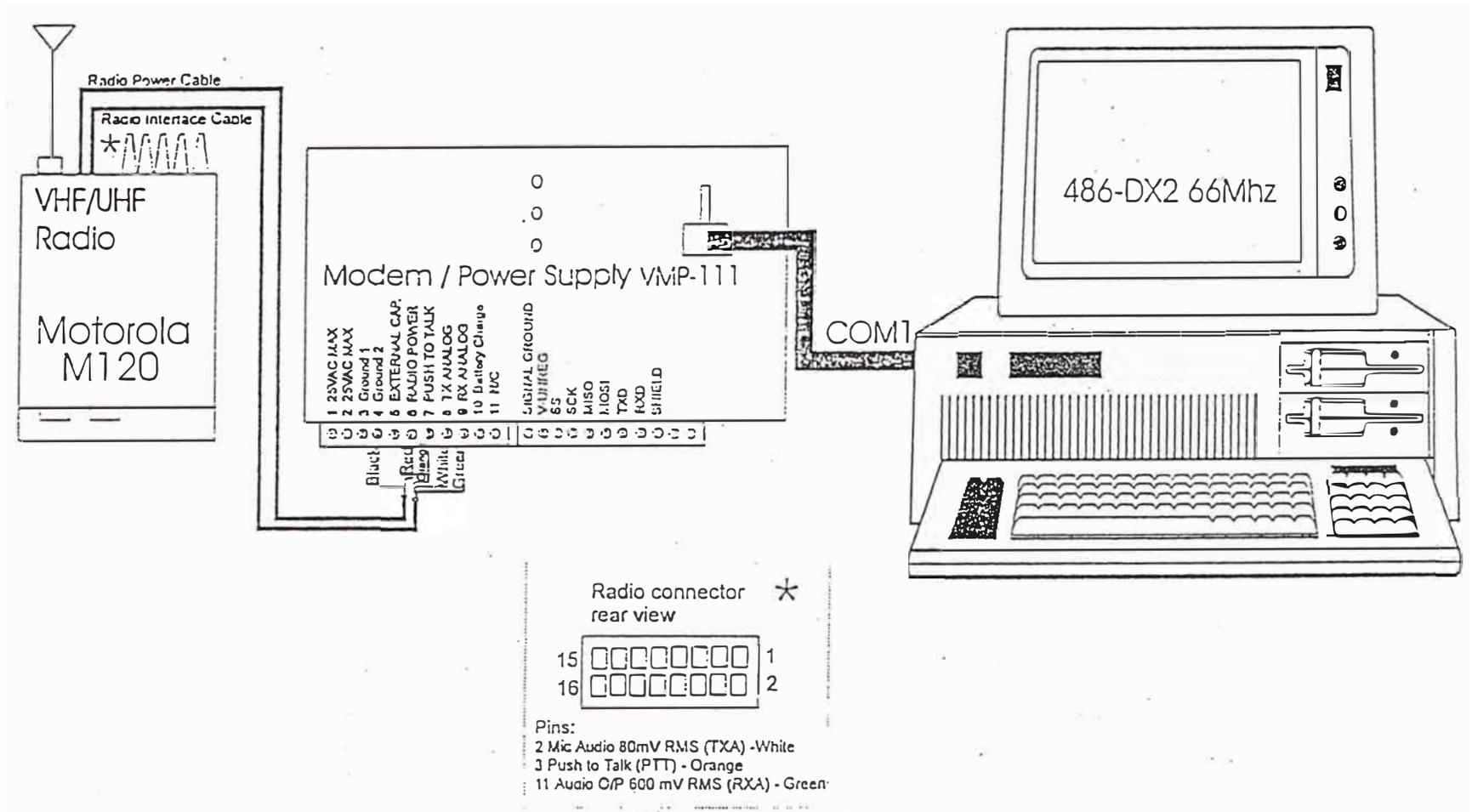


FIG.5

DIVISION DE COMUNICACION DE LA CENTRAL



SISTEMA DE ALARMA DE LA CENTRAL

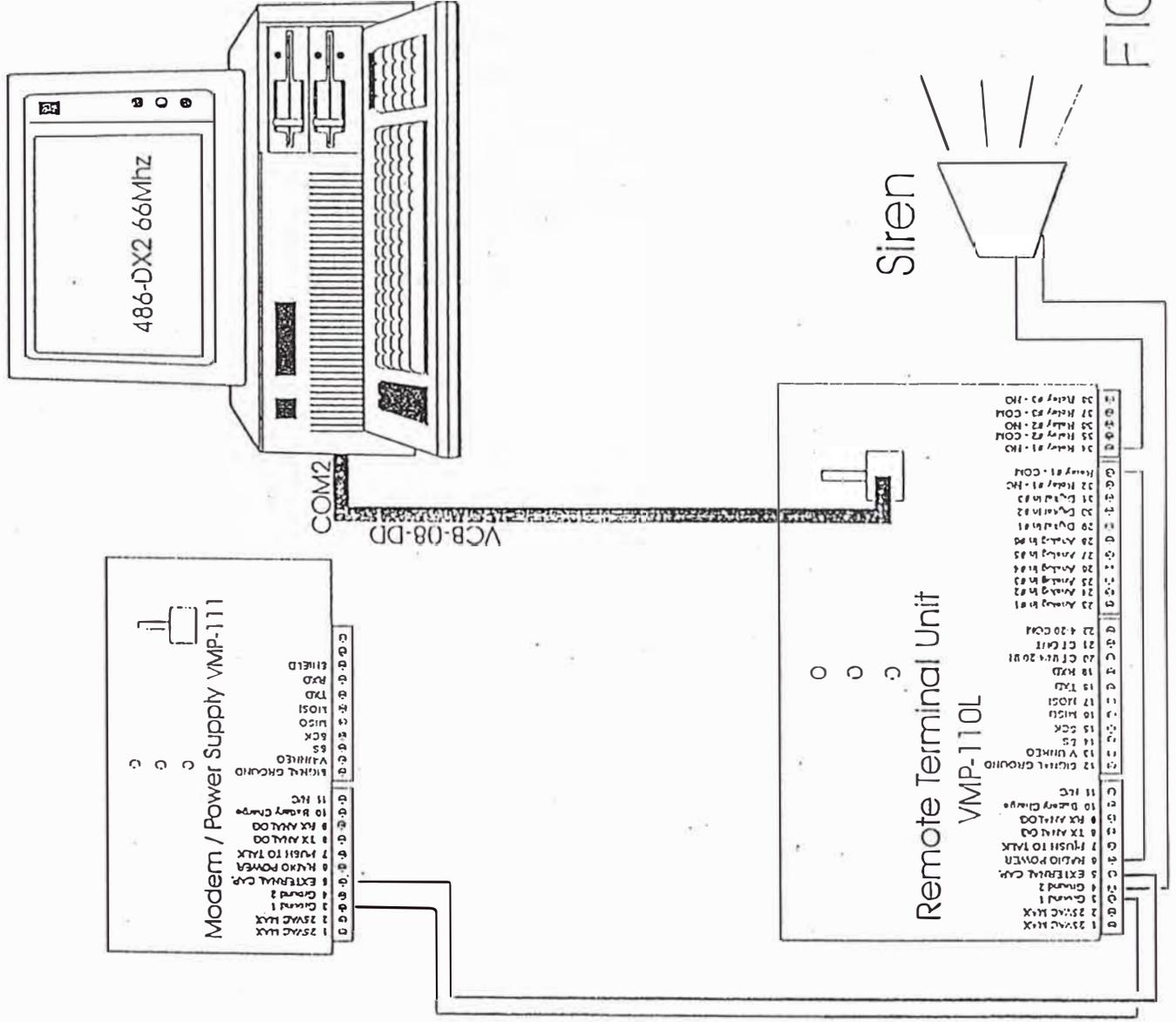
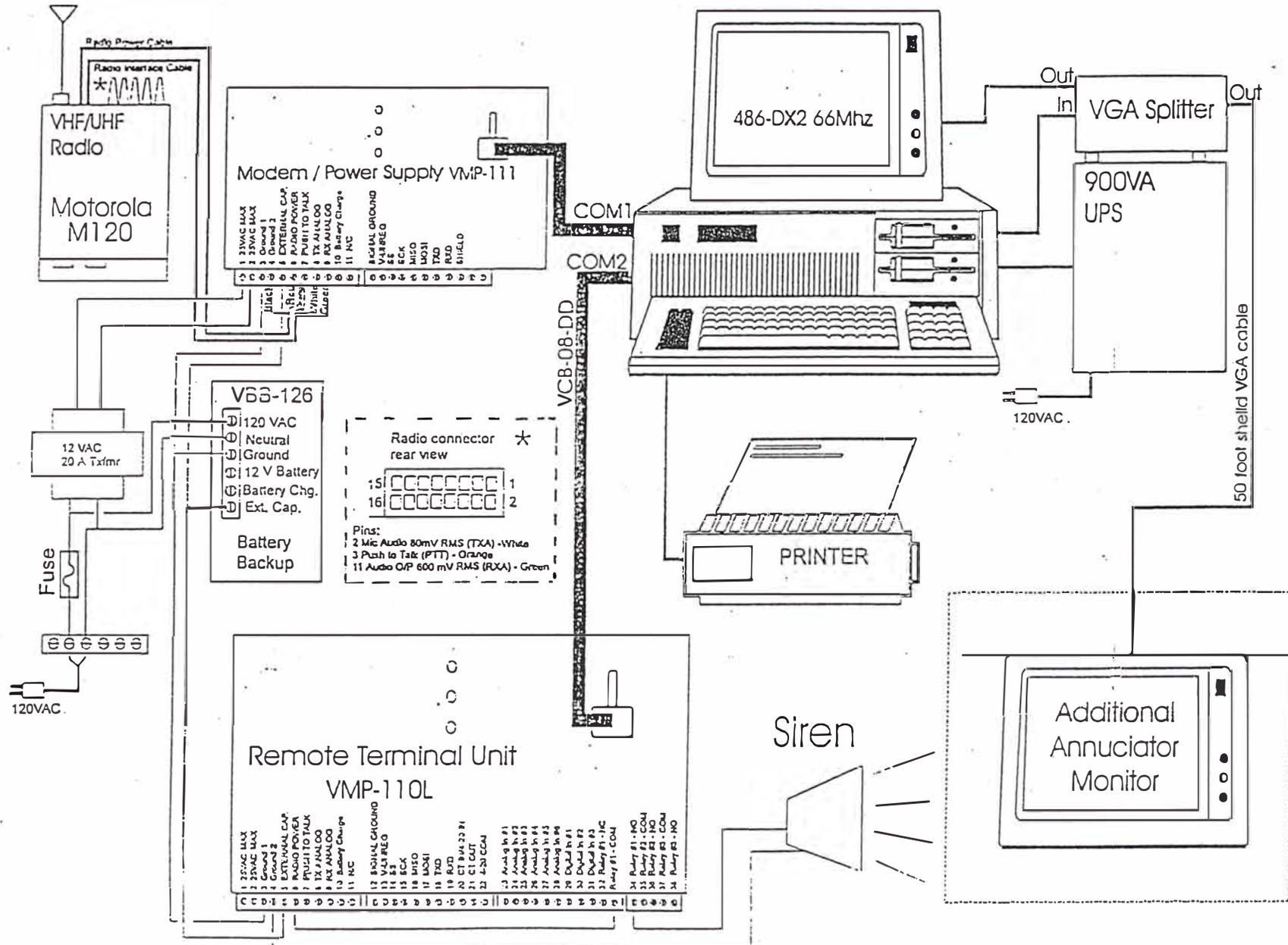
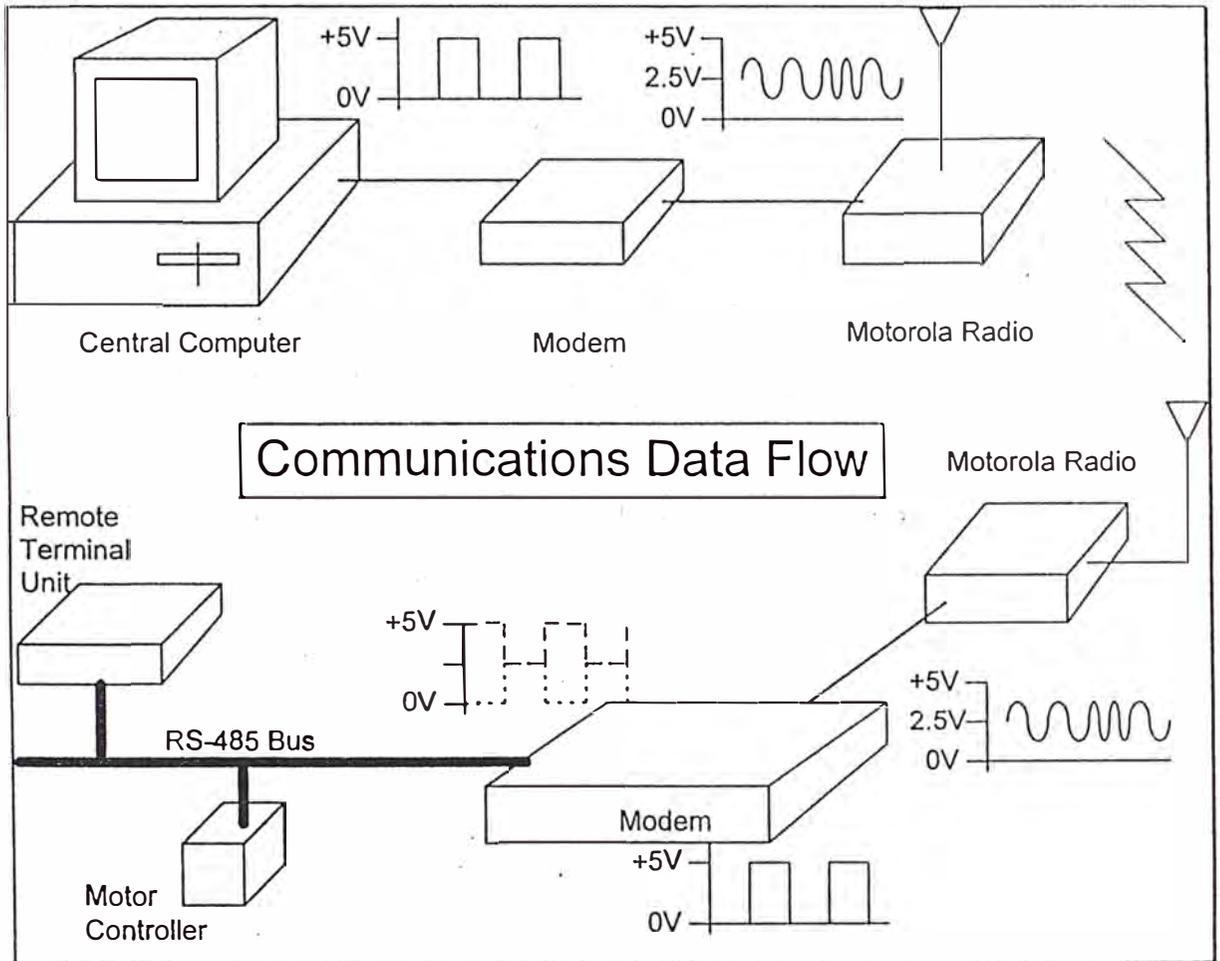


FIG.6

CENTRAL DE COMUNICACIONES





6.- DESCRIPCION Y FUNCION DE LOS DISPOSITIVOS EMPLEADOS EN EL SISTEMA SCADA.

Estos dispositivos son acoplados dentro de los tableros convencionales y fuera de los variadores de frecuencia a continuación describiremos las funciones de cada dispositivo que se instalaron en cada una de ellas.

6.1.- FUNCION DEL MOTOR CONTROLLER (M.C)

El Motor Controller es un dispositivo que se encarga de proteger al motor de las posibles fallas eléctricas que podrían causar daño al motor. Para evitar este tipo de daño, el M.C. monitorea constantemente las características eléctricas del motor, amperaje, voltaje, etc. de esta manera el M.C. ofrece mejor protección del sistema si existiera algún desbalance de voltaje y reduciríamos los servicios de pozos debido a las fallas eléctricas del motor del conjunto de subsuelo.

El Motor Controller protege al motor de las siguientes causas:

- Sobrecarga.
- Baja carga.
- Desbalance de Corriente (amperaje).
- Sobrevotaje.
- Bajo Voltaje.
- Desbalance de Voltaje.
- Rotación Incorrecta.

- El número de horas trabajadas del motor desde el último arranque.

PARAMETROS QUE DEBEN AJUSTARSE ANTES DE ARRANCAR EL MOTOR.

- Restar Time Relay.
- Current Transformer.
- Overload Setpoint.
- Underload Setpoint.
- Overvoltaje.
- Correct phase Rotation.

PARAMETROS QUE PUEDEN MODIFICARSE DE ACUERDO A LAS CONDICIONES.

Los siguientes parámetros se pueden modificarse de acuerdo al criterio y condiciones que debe trabajar el motor del conjunto de subsuelo.

- Desbalance de voltaje.
- Desbalance de corriente.
- Número de arranques automáticos.
- Tipos de alarmas.

La siguiente acción después de cada parada (bloqueo o arranque).

- Tiempo de parada para el nuevo arranque.
- Clave de seguridad.

El Motor Controller protege y reduce el riesgo de dañar al motor de una mala operación causada por un operador que no tiene mucha experiencia .De esta manera el M.C. protege de las siguientes malas maniobras.

- Excesivos arranques continuos.

Evita el arranque automático si no transcurre el tiempo programado para el arranque del motor.

- No permite el arranque del motor si antes no se desbloquea el sistema.

Otras de las ventajas del M.C. tiene dos entradas para sensores externos que sirven para monitorear los siguientes parámetros.

- Presión de cabeza del pozo.

Presión en el casing.

- Presión en el fondo del pozo.

- Flujo.

- Temperatura de fondo.

- Otras entradas analógicas ,etc.

INFORMACIONES PRINCIPALES QUE PROPORCIONA EL MOTOR CONTROLLER

El M.C. nos brinda las siguientes informaciones de trabajo del motor:

Las causas de las últimas cinco paradas.

- El número de arranques del motor desde que fué instalado.

El número de horas trabajadas del motor desde su instalación.

TIPOS DE ALARMA

Dentro de los tipos de alarmas podemos mencionar a:

ALARMA POR LUCES.

Para este sistema de alarma se puede configurar de dos maneras.

A.- Modo de Fallas.

Lúz Roja.

Indica que no arrancará automáticamente a causa de:

1a.- Una alarma sigue activada.

2a.- La última parada fué causada por una alarma de bloqueo.

3a.- La perilla está en posición de "OFF".

Lúz Ambar.

Indica que:

4a.- Todas las alarmas fueron borradas.

5a.-Arrancará automáticamente después de transcurrir el tiempo programado pero si la perilla está en posición de "AUTO".

Lúz Verde.

Indica que:

6a.- El motor está trabajando normalmente.

B: Modo de Emulación.

Este modo indica una falla específica:

1b.- Lúz roja indica una parada por sobrecarga.

2b.- Lúz ambar indica cualquiera de las otras fallas.

INDICACION DE PARADA Y ALARMA.

Las alarmas de luces muestran al operador la causa de la última parada.

En el display del M.C. si vamos al número 94 hasta el 98, la pantalla nos muestra las causas de las últimas cinco paradas por lo que paró el motor.

CONDICION DE BLOQUEO.

Con una opción se puede programar una función de bloqueo para proteger al motor, si el motor para por esta función de bloqueo el motor no arrancará automáticamente y se prenderá una lúz que indica que el sistema está bloqueado.

Para desbloquear el sistema movemos la perilla a la posición de "OFF" .Pero si se desea que solo el personal autorizado pueda ingresar al sistema, ingresamos un PASSWORD en la opción número 87 de esta manera evitamos el arranque del motor por cualquier operador.

FIJAR PARAMETROS Y TOMAR LECTURA EN EL DISPLAY DEL MOTOR CONTROLLER.

En el display hay dos botones que sirven para seleccionar los parámetros de trabajo o los parámetros de condición a las que está trabajando el motor.

Parámetros de trabajo del motor.

Existen 18 parámetros a las que está trabajando el motor.

- 1.-Corriente en la fase A (Amps)
- 2.-Corriente en la fase B (Amps)
- 3.-Corriente en la fase C (Amps)
- 4.-Voltaje entre fases A y B (Volts)
- 5.-Voltaje entre fases B y C (Volts)
- 6.-Voltaje entre fases C y A (Volts)
- 7.-Factor de Potencia
- 8.-Tiempo para el arranque automático (Min)
- 9.-Tiempo de arranque (Min)
- 10.-Relación de transformación de la corriente
- 11.-Valor de sobrecarga (Amp)
- 12.-Valor de bajacarga (Amp)
- 13.-Valor de sobrevoltaje (Volts)
- 14.-Valor de bajovoltaje (Volts)
- 15.-Sentido de las fases (ABC o CBA)
- 16.-Lectura analógica N01
- 17.-Password

18.-Horas trabajo desde el último arranque

Podemos apreciar que los parámetros anteriores son solo de lectura y nos proporcionan información de las condiciones a la que está trabajando el motor.

Parámetros de Condición.

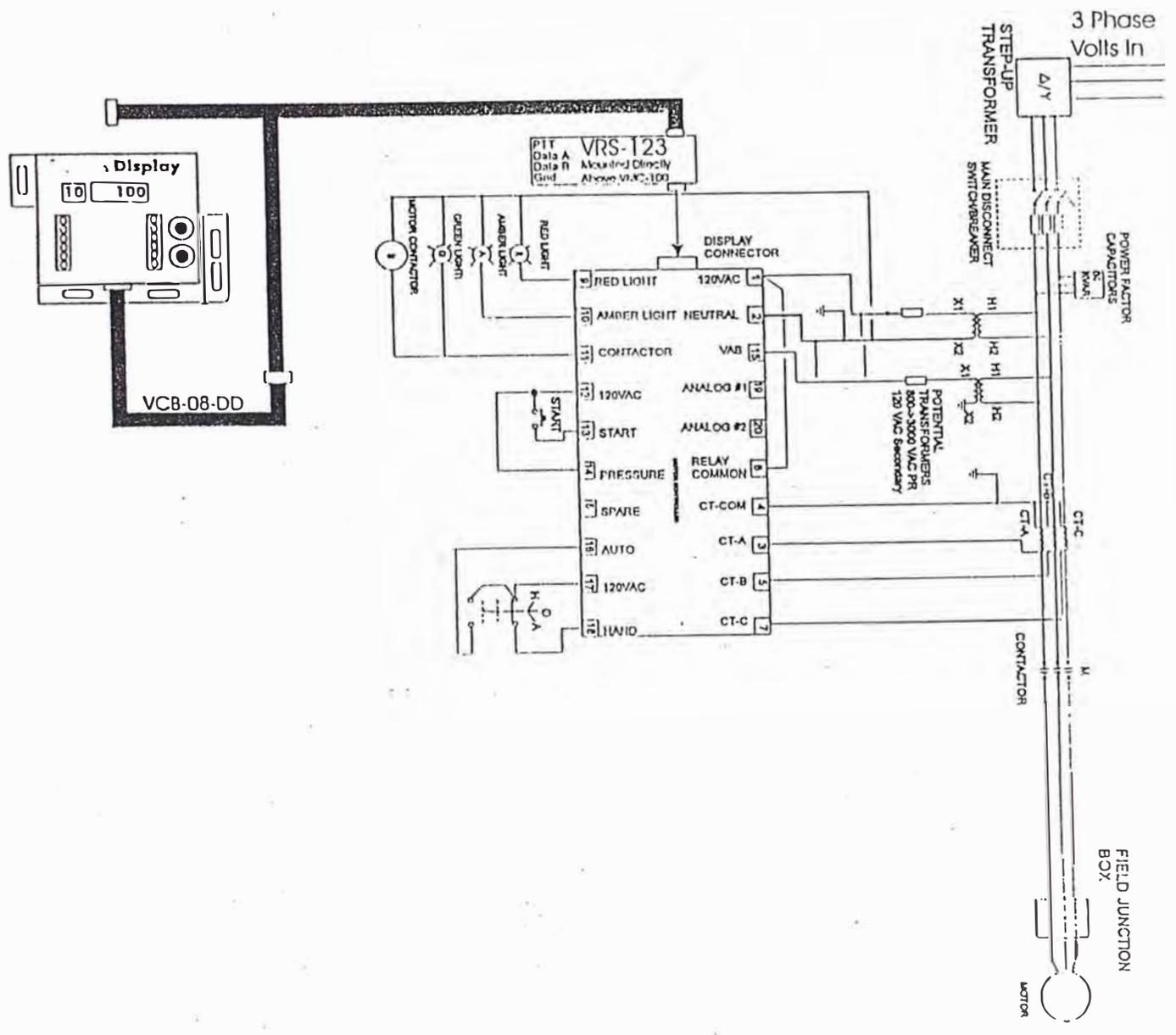
Para poder leer los parámetros de condición desde el 19 hacia adelante se debe mantener presionado el boton de selección ascendente de esta manera podemos tener acceso a la información que se muestra en la tabla NQ 1

MOTOR CONTROLLER DISPLAY LIST

| OPERATOR MENU | ELECTRICIAN MENU — hold "UP" button, briefly press "DOWN" button | | |
|-------------------------|--|---------------------------------|-----------------------------|
| 1 Current A | 19 Total Run Hours | 54 Undervolt Delay #7 | 88 Central Control |
| 2 Current B | 20 Total Starts | 55 Normal Overvolt Delay | 89 Voltage Compensation |
| 3 Current C | 21 Analog #1 Max Reading | 56 Normal V Unbal Delay | 90 Kratos Light Mode? |
| 4 Voltage AB | 22 Analog #1 Low Trip | 57 Normal I Unbal Delay | 91 *** Reserved *** |
| 5 Voltage BC | 23 Volts Unbalance | 58 Normal Pressure Delay | 92 RTU Address |
| 6 Voltage CA | 24 Volts Unbalance Setpoint | 59 Normal Spare Delay | 93 Transmit Delay |
| 7 Power Factor | 25 Amps Unbalance | 60 Normal Analog #1 Delay | 94 Last Shutdown |
| 8 Minutes until Start | 26 Amps Unbalance Setpoint | 61 Start Overload Delay | 95 Second-last Shutdown |
| 9 Restart Delay | 27 Runtime from Start | 62 Start Underld Delay (Min) | 96 Third-last Shutdown |
| 10 CT Ratio | 28 Maximum Allowed Starts | 63 Start Undervolt Delay | 97 Fourth-last Shutdown |
| 11 Overload Setpoint | 29 Starts Counter | 64 Start Overvolt Delay | 98 Fifth-last Shutdown |
| 12 Underload Setpoint | 30 Counter Reset Delay (Min) | 65 Start V Unbal Delay | 99 Lower Overload Set |
| 13 Overvolt Setpoint | 31 Overload Enable/Lockout? | 66 Start I Unbal Delay | A0 Restart on Overload? |
| 14 Undervolt Setpoint | 32 Underload Enable/Lockout? | 67 Start Pressure Delay | A1 Program Version |
| 15 Rotation Setpoint | 33 Undervolt Enable/Lockout? | 68 Start Spare Delay | A2 Reload Default Values |
| 16 Analog #1 Reading | 34 Overvolt Enable/Lockout? | 69 Start Analog #1 Delay | A3 Reload Code |
| 17 Password | 35 VoltUnbal Enable/Lockout? | 70 Overload #2 Setpoint | A4 Rotation Enable/Lockout? |
| 18 Resettable Run Hours | 36 Amp Unbal Enable/Lockout? | 71 Overload #3 Setpoint | A5 Rotation Run Delay |
| | 37 Pressure Enable/Lockout? | 72 Overload #4 Setpoint | A6 Rotation Start Delay |
| | 38 Spare Enable/Lockout? | 73 Overload #5 Setpoint | A7 Analog #2 Reading |
| | 39 Analog #1 Enable/Lockout? | 74 Overload #6 Setpoint | A8 Analog #2 Multiplier |
| | 40 Normal Overload Delay | 75 Overload #7 Setpoint | A9 Analog #1 High Trip |
| | 41 Overload Delay #2 | 76 Undervolt #2 Setpoint | B0 Communications Protocol |
| | 42 Overload Delay #3 | 77 Undervolt #3 Setpoint | B1 Underload Bypass |
| | 43 Overload Delay #4 | 78 Undervolt #4 Setpoint | Minutes |
| | 44 Overload Delay #5 | 79 Undervolt #5 Setpoint | B2 Kilowatts |
| | 45 Overload Delay #6 | 80 Undervolt #6 Setpoint | B3 Gigawatt - Hours |
| | 46 Overload Delay #7 | 81 Undervolt #7 Setpoint | B4 Megawatt - Hours |
| | 47 Normal Underload Delay | 82 Voltage Demo Mode? | B5 Kilowatt- Hours |
| | 48 Normal Undervolt Delay | 83 Progressive Restart Factor | B6 Additional Downtime |
| | 49 Undervolt Delay #2 | 84 Auto Underload On/ Gassy? | after Underload |
| | 50 Undervolt Delay #3 | 85 Wait for Restart Timer? | B7 Baud Rate |
| | 51 Undervolt Delay #4 | 86 Power Fail Voltage | B8 CPU Utilization % |
| | 52 Undervolt Delay #5 | 87 Password to Clear | B9 Timers in Minutes |
| | 53 Undervolt Delay #6 | Lockout? Lockout On? | |

NOTE: All timers are displayed in seconds unless marked "Min." (Minutes)

DIAGRAMA DE OPERACION DEL MOTOR CONTROLLER



6.2.- UNIDAD TERMINAL REMOTA (R.T.U).

FUNCION Y DESCRIPCION.

El R.T.U. recoge información de un campo y convierte esta información en unidades leibles, y lo transmite por medio de una radio a una central computarizada que también cuenta con una radio que sirve para la comunicación entre el R.T.U. y la central computarizada y viceversa.

Una de las funciones del R.T.U. sería el monitoreo y control de la producción del pozo, voltaje del motor, corriente que consume el motor, presión de cabeza, presión en el casing y estado del motor (trabajando o parado).

Todos estos datos pueden ser transmitidos a la central computarizada por medio de la radio.

Otras de las funciones del R.T.U. es que se puede arrancar o parar el conjunto de subsuelo desde la central de computo.

Las Unidades Terminal Remota se puede instalar en zonas de temperatura alta que oscilan de 40 a 85 grados centígrados y trabajar sin problemas.

ENTRADAS DE SEÑALES ANALOGICAS.

Este modelo de R.T.U. que tenemos en la operación tiene siete entradas analógicas, las lecturas analógicas pueden ser transmitidas desde el R.T.U a la central computarizada y también pueden ser leídos en la pantalla

ENTRADA ANALOGICA Nº1

Es una entrada de 0 a 120 voltios AC ,se emplea generalmente para el control del voltaje del motor.

ENTRADAS ANALOGICAS Nº 2,3,4,5 Y 6.

Son entradas de 0 a 10 vóltios DC, estas entradas se emplean para monitorear señales de presión de casing, presión en el tubing y temperaturas etc.

ENTRADA ANALOGICA Nº 7.

Es una entrada de 0 a 5 vóltios AC, son empleados para medir los parámetros de trabajo del motor.

ENTRADAS DE CONDICION.

Los R.T.U. tienen tres entradas de condición o entradas digitales, estas pueden ser empleadas para monitorear señales de 120 vóltios ó 10 vóltios DC.

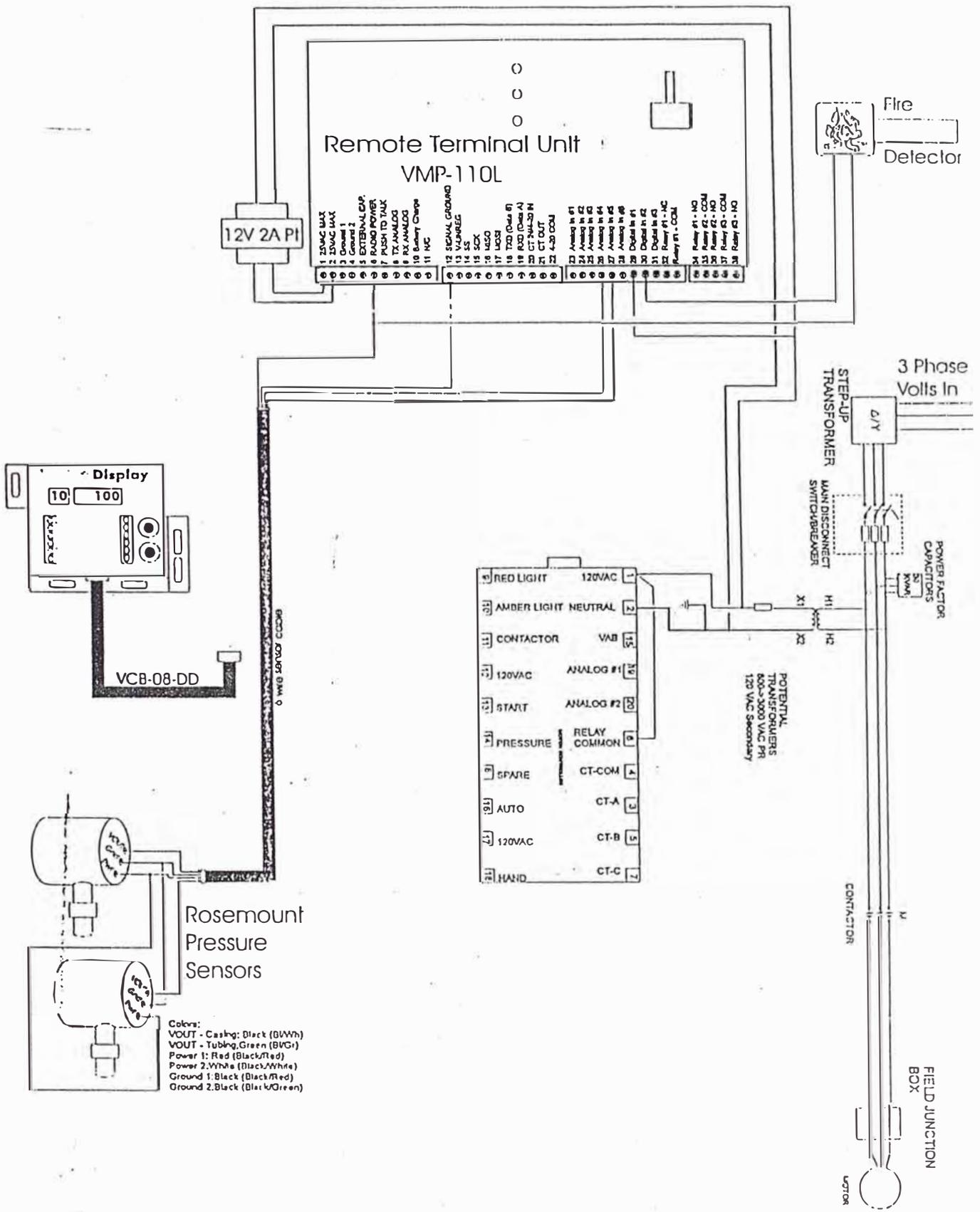
Estas entradas se emplean generalmente para monitorear los estados actuales del pozo (si el motor está en funcionamiento o se encuentra parado), presión de cabeza, posición del Switch manual o automático.

Estas tres entradas también pueden conectarse a sensores que acumulen valores de flujo o caudales.

INTERCONEXION CON LA RADIO.

El R.T.U. tiene incorporado un radio Modem para convertir las señales lógicas del R.T.U. y los tonos audibles requeridos para la comunicación por radio.

MONITOREO DE LAS FUNCIONES DEL R. T. U.



6.3.- DETECTOR DEL BACKSPIN Y FASES A TIERRA.

INTRODUCCION

Cuando una bomba electrosumergible (ESP) está operando normalmente el tubing está lleno de fluido desplazándose hacia la superficie.

Si la ESP se para y la instalación no tiene válvula chek, esta columna de fluido comienza a drenar hacia abajo atravez de la bomba hacia el reservorio, este flujo de fluido hacia abajo atravez de la bomba causa una rotación inversa o BACKSPIN.

Si el conjunto se arranca en estas condiciones, la inercia del fluido que se mueve hacia abajo podría causar la rotura del eje del conjunto o que las bobinas del motor se quemem al intentar arrancar.

USO DEL TIMER.

Con el timer se puede programar el tiempo de arranque automático podría ser de 10 a 30 minutos, para evitar que el motor arranque cuando está en un estado de backspin.

El tiempo de arranque automático se programa por medio del Motor Controller para prevenir que la bomba arranque automáticamente cuando el fluido está drenando hacia abajo.

Sin embargo esto tiene algunas desventajas:

a.- Excesivo tiempo de parada antes del arranque automático.

b.- Un excesivo tiempo de parada produce pérdida de producción.

En algunos pozos, la condición del backspin solo es de cinco a diez minutos y el tiempo programado para el arranque automático es de 10 a 30 minutos entonces el pozo estaría parado sin ninguna razón de 5 a 20 minutos.

c.- Un timer normalmente evita el arranque automático, pero no previene si un operador arranca el motor manualmente durante el estado de backspin, este tipo de error de operación podría causar serios daños al conjunto de subsuelo.

BACKSPIN RELAY.

El backspin es capaz de detectar si el conjunto de subsuelo esta girando en sentido inverso.

Si el conjunto está en un estado de backspin un contacto se abre automáticamente con la cual se previene que el motor no arranque automáticamente o manualmente.

Cuando el conjunto deje de girar el contacto se cierra entonces el motor podría arrancar sin ocasionar daño alguno.

El backspin nos proporciona las siguientes ventajas:

- Elimina la necesidad de estimar un tiempo para el arranque automático.
- Con el backspin solo se requiere el tiempo necesario para el arranque, si las condiciones del pozo cambia, el tiempo de protección del backspin también cambia automáticamente.

- Con la instalación del backspin no hubiera mucho tiempo de producción diferida.
- Si el operador presiona repetidamente el boton de arranque el backspin no permite que el conjunto arranque hasta que el conjunto deje de girar en sentido inverso de esta manera se protege al motor de un daño mayor.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN BACKSPIN Y UNA VALVULA CHECK.

Una manera de evitar el giro inverso del conjunto de subsuelo es instalando una válvula check y una válvula de drenaje sobre la bomba, este tipo de instalación previene que el fluido retorne através de la bomba, sin embargo esta solución tiene algunas desventajas:

- Una de las desventajas de instalar una válvula check en una instalación BEC es que los hilos de la válvula se lave y comienza a liquear, debido a estas dos condiciones si el conjunto está parado el fluido comienza a drenar hacia abajo y hacer girar el conjunto BEC en sentido contrario y formar el backspin.
- Si el pozo produce arena como se da en algunos caso o se depositan restos de escoria en la lengüeta esto no permitirá que la válvula check selle hermeticamente y el fluido retornaría hacia abajo causando backspin.

Si se desea circular algún producto químico de tubos a forros no se podría debido que la válvula check no permitiría el paso del fluido.

- En cada servicio de pozo es necesario reemplazar o reparar la válvula check y la válvula de drenaje y sería un costo inevitable.

VENTAJAS DEL BACKSPIN.

- Es menos costoso que la instalación de una válvula check y una válvula de drenaje en cada servicio.

No requiere de servicio en cada cambio de bomba.

Es más confiable que la válvula check, porque el backspin está instalado dentro del tablero de control mientras que la válvula check y la válvula de drenaje están en el fondo del pozo.

DETECTOR DE FASES A TIERRA.

La segunda ventaja del dispositivo backspin es que detecta cuando una de las fases está a tierra.

En una instalación electrosumergible el cable eléctrico del conjunto está dentro del pozo como si estaría enterrado, esto permite que la bomba continúe produciendo sin importar que una de las fases del motor o del cable esté a tierra, de esta manera se prolongaría el tiempo efectivo de trabajo del conjunto de subsuelo.

Si se detecta que una de las fases está a tierra entonces nos permitiría programar con anticipación un cambio de conjunto y evitar una mayor producción diferida.

El backspin monitorea constantemente las tres fases del sistema eléctrico, si se detecta que el voltaje en una de las fases está desbalanceada entonces automáticamente se cierra el contacto del relay, este contacto se puede conectar a un panel luminoso para que el operador pueda identificar inmediatamente la fase a tierra. También se puede conectar a una entrada del Motor Controller si se desea que el conjunto pare automáticamente al detectar la falla.

MODO DE TRABAJO DEL BACKSPIN

OPERACION DE ARRANQUE.

Al arrancar un motor, el backspin espera un minuto para determinar el voltaje del motor, este tiempo es el necesario para que arranque un variador de frecuencia y a la vez se establezca los parámetros del motor.

Durante este tiempo el indicador de arranque se ilumina y el indicador de parada estaría intermitente.

Si no existiera la condición de alarma después de un minuto el indicador de parada dejaría de estar intermitente y el indicador de arranque iluminaría con más intensidad.

SENSORES DE VOLTAJE.

El backspin Probes es para detectar la condición del voltaje existente en los equipos de subsuelo, es necesario conectar el backspin probes a las tres fases.

Este sensor sirve para reducir los voltajes altos del fondo del pozo a 120 vóltios o menos y capaz de medir una señal de voltaje.

BACKSPIN MODELO VBG-135 - RELAY POR FALLA A TIERRA

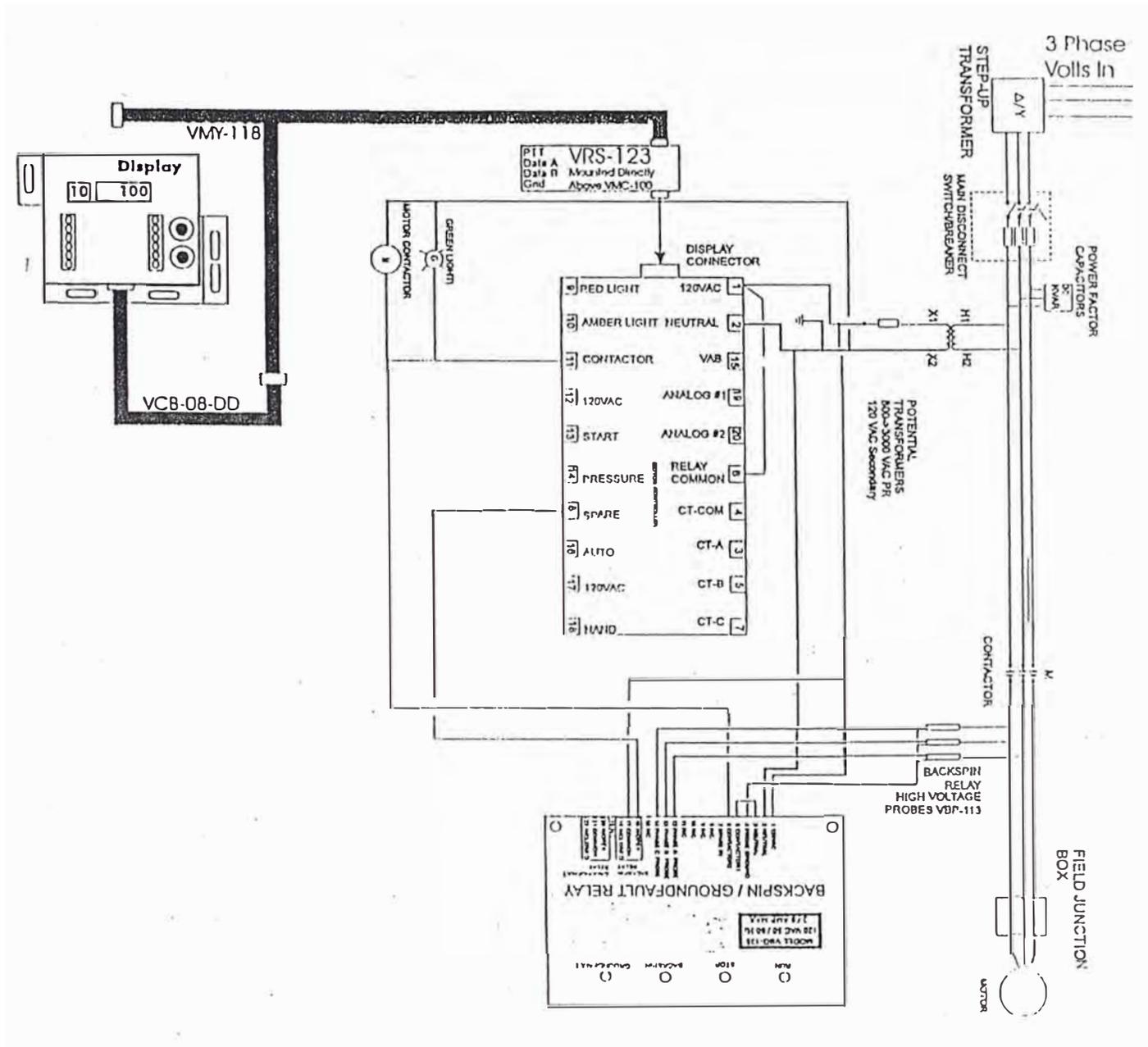
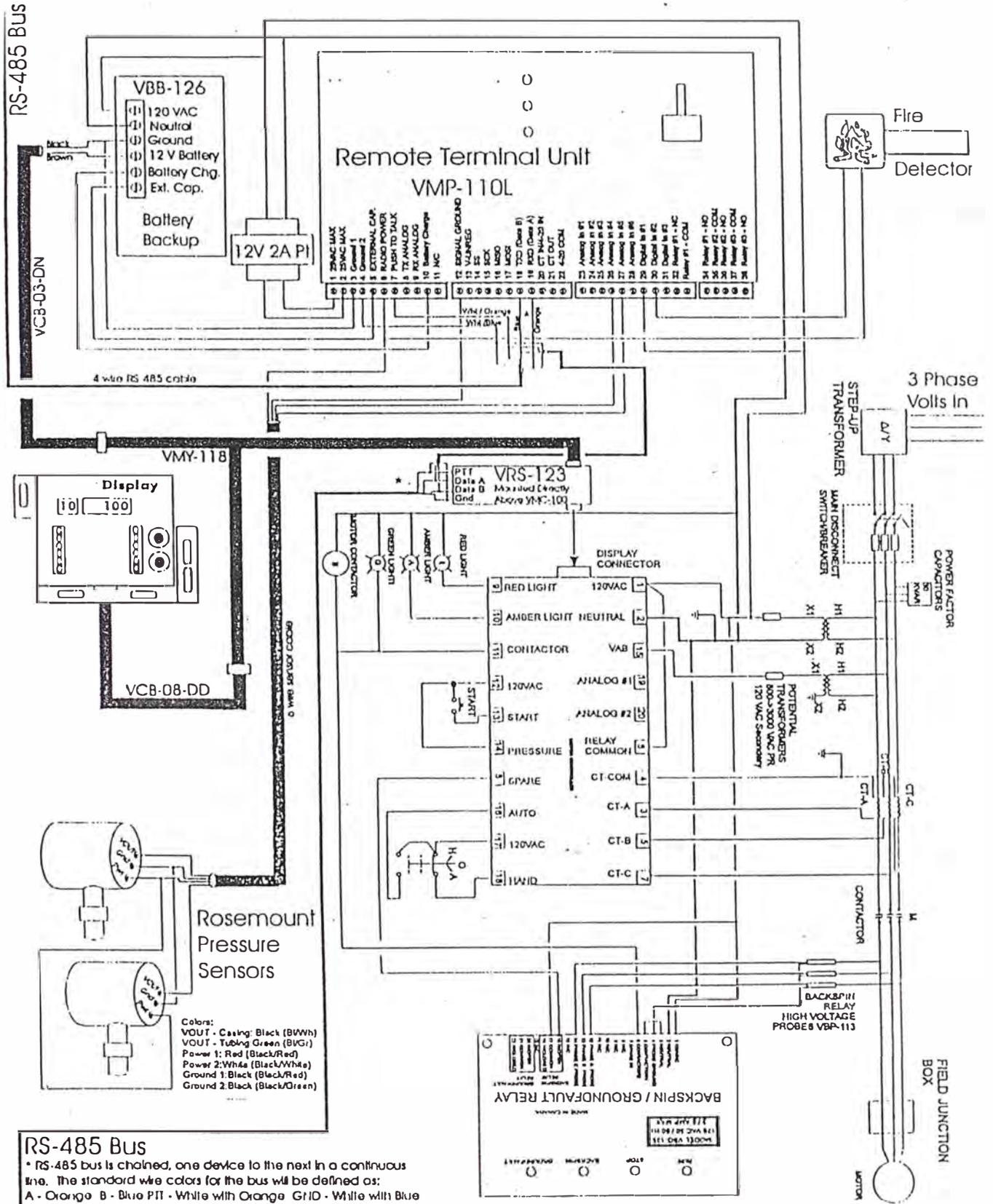


DIAGRAMA DE UNA INSTALACION EN UN SWITCHBOARD



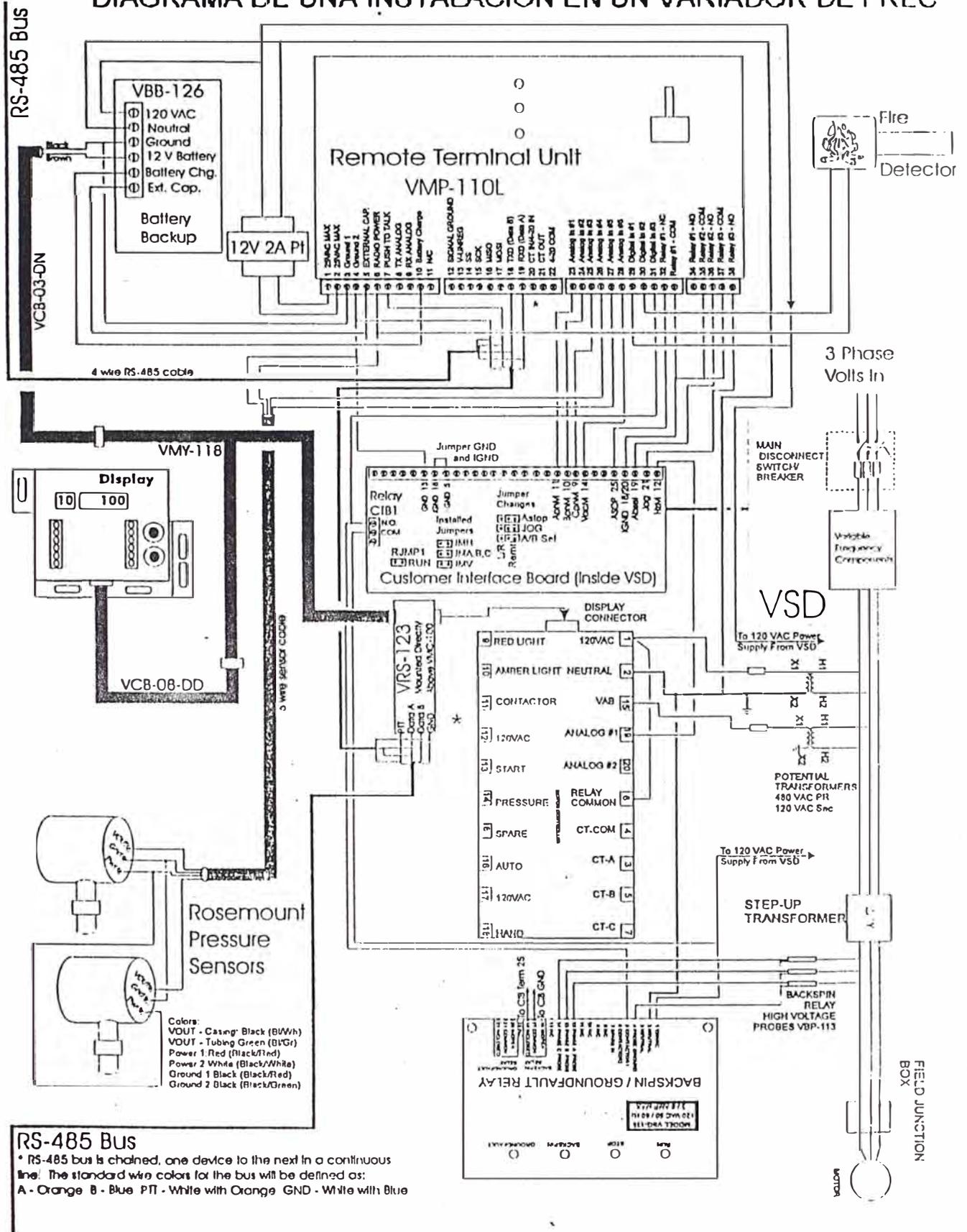
RS-485 Bus

• RS-485 bus is chained, one device to the next in a continuous line. The standard wire colors for the bus will be defined as:
 A - Orange B - Blue PIT - White with Orange GND - White with Blue

Colors:
 VOUT - Casing: Black (BlWh)
 VOUT - Tubing: Green (BlGr)
 Power 1: Red (Blk/Red)
 Power 2: White (Blk/White)
 Ground 1: Black (Blk/Red)
 Ground 2: Black (Blk/Green)

Rosemount
 Pressure
 Sensors

DIAGRAMA DE UNA INSTALACION EN UN VARIADOR DE FREC



7.- ANALISIS ECONOMICO

Costo de instala. del SCADA / pozo - 18,000 US\$.

Produc. difer. fallas eléct. /día = 5 Bls.

Costo por Barril = 12 US\$.

Pérdida por Prod. difer. / día = 60 US\$.

Pérdida Mensual = 60 x 30 = 1,800 US\$.

Retorno = $\frac{\text{Costo instal.} = 18,000}{\text{Pérdida/Mes} \quad 1,800} = 10 \text{ Meses.}$

De acuerdo al análisis económico el costo de instalación por cada equipo se recupera en 10 meses.

8.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La instalación del sistema SCADA en operaciones selva es recomendable debido que existen zonas en las cuales no son accesibles facilmente debido a la distancia y las condiciones del terreno desde la Batería hasta las plataformas, ademas con este sistema podemos detectar inmediatamente que pozo se encuentra parado y detectar la causa de la falla.

Otros de los motivos por la cual es recomendable la instalación del SCADA es que nos permite dar arranque desde la Batería donde se encuentra la central sin tener la necesidad de ir la plataforma, de esta manera podemos evitar una mayor producción diferida.

Es importante tener en cuenta que el sistema SCADA nos permite subir o bajar la frecuencia del variador (ICS) desde la Batería para mantener la producción de un pozo a un rate determinado.

La instalación del sistema SCADA nos permite obtener los siguientes datos para un mejor control del conjunto de subsuelo.

Mejorar la supervisión y evaluación de la producción.

- Controla la producción y protección del equipo ESP
- Alarga la vida del motor.
- Reduce el tiempo de parada.

Facilita la adquisición de datos.

- Monitorea las causas y sintomas de un problema que podría dañar al ESP.

- Inicializa las diferentes acciones dependiendo de las causas del problema.

- Registra y almacena los datos para un análisis posterior.

- Registra el tiempo de trabajo del ESP en horas.

Registra el número total de arranques.

Registra las causas de las últimas cinco paradas.

Nos brinda el consumo de energía en kilowatts, kilowatts/hora etc.

- Reduce el costo de instalación en Servicio de pozos.

Otras de las recomendaciones para la implementación de sensores de flujo en el sistema SCADA es que nos facilitaría la evaluación de la producción de cada pozo.