

JORNADAS DE PERFORACION DE
POZOS PROFUNDOS

PANEL: EL EQUIPO PERFORADOR

SISTEMAS ELECTRICOS DEL EQUIPO PERFORADOR

AUTOR: ING. REMO MARCOVECCHIO

EMPRESA: TENAS S.A.I.C.

PAIS DE ORIGEN: R. ARGENTINA

I) INTRODUCCION.

A PARTIR DE LA DECADA DEL 50, CON EL ADVENIMIENTO DE LOS SEMICONDUCTORES, LOS MISMOS TUVIERON UNA EXPANSION EN LA INDUSTRIA ELECTRONICA, EN REEMPLAZO DE LAS VALVULAS DE VACIO.

EN LA RECTIFICACION CONTROLADA DE CORRIENTE ALTERNADA A CORRIENTE CONTINUA, LOS TIRISTORES O SCR FUERON USADOS EN UN AMPLIO RANGO DE PRODUCTOS COMO SER LOCOMOCION, ELEVADORES, LINEAS DE ALTA TENSION DE CORRIENTE CONTINUA, ETC.

EN EL RAMO DE LA PERFORACION PETROLERA TAMBIEN APARECEN LOS SCR, ORIGINANDO UN CAMBIO EN EL MODO DE ACCIONAMIENTO DE LAS FUNCIONES DE PERFORACION. EN EFECTO, LOS EQUIPOS DENOMINADOS "DIESEL HIDRAULICOS" POSEEN UN GRUPO DE MOTORES DIESEL ACOPLADOS A CONVERTIDORES DE TORQUE HIDRAULICOS MAS UN SISTEMA DE TRANSMISION Y ACOPLAMIENTOS MECANICOS, LOS CUALES DAN ACCIONAMIENTO A LAS DIVERSAS PARTES. ESTOS ELEMENTOS MECANICOS FUERON REEMPLAZADOS POR UN GRUPO DE MOTORES DE CORRIENTE CONTINA, DONDE HAY UN MOTOR PARA CADA EQUIPO A IMPULSAR. A SU VEZ ESTOS MOTORES SON CONTROLADOS ELECTRONICAMENTE POR EQUIPOS DE ESTADO SOLIDO A BASE DE SEMICONDUCTORES. LA ENERGIA PARA ALIMENTAR LOS EQUIPOS DE CONTROL PROVIENE DE UNA USINA FORMADA POR VARIOS GRUPOS ELECTROGENOS DIESEL ELECTRICOS.

POR ELLO ESTOS NUEVOS EQUIPOS SON DENOMINADOS "DIESEL ELECTRICOS"

PARA ENTRAR EN TEMA, HAREMOS UNA COMPARACION ENTRE UN SISTEMA DIESEL HIDRAULICO CON OTRO DIESEL ELECTRICO.

II) SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO DIESEL ELECTRICO - COMPARACIONES CON UN SISTEMA DIESEL HIDRAULICO.

PARA TAL FIN, COMENZAREMOS CON UNA DESCRIPCION EN BLOQUE DE UN SISTEMA DIESEL HIDRAULICO (FIGURA 1) EN DICHO SISTEMA, LA ENERGIA ES GENERADA POR VARIOS MOTORES DIESEL: CADA UNO DE ESTOS MOTORES ESTA ACOPLADO A UN CONVERTIDOR DE PAR HIDRAULICO Y MEDIANTE UN ENBRAGUE PUEDE SER CONECTADO A UN SISTEMA DE EJE COMUN TAMBIEN DENOMINADO "COMPOUND MECANICO"

LAS DIFERENTES FUNCIONES DE PERFORACION (CUADRO DE MANIOBRAS, - MESA ROTARY, MALACATE, BOMBAS DE LODO) SON CONECTADAS AL COMPOUND VIA CAJA DE ENGRANAJES O SISTEMA DE CADENAS Y PIÑONES.

ES NECESARIO EN ESTOS EQUIPOS CONTAR CON UNO O DOS GRUPOS ELECTROGENOS DEL ORDEN DE 125 KW CADA UNO PARA LA ALIMENTACION DE LOS CONSUMOS AUXILIARES DE CORRIENTE ALTERNADA.

EN UN EQUIPO DIESEL ELECTRICO (VER FIGURA 2) LAS FUNCIONES PRINCIPALES DE PERFORACION SON LAS MISMAS PERO CAMBIA LA MANERA DE IMPULSAR LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS.

EN ESTE CASO LA ENERGIA MECANICA DE LOS MOTORES DIESEL ES CONVER-
TIDA EN ENERGIA ELECTRICA POR LOS GENERADORES DE CORRIENTE ALTER-
NADA. DICHA ENERGIA ES RECOLECTADA SOBRE UNA TERNA DE BARRAS OM-
NIBUS DE CORRIENTE ALTERNA DE 600 V - 60 HZ A LA CUAL LOS GENERA-
DORES SE ACOPLAN EN PARALELO. LUEGO MEDIANTE UNIDADES SCR LA ENER-
GIA DE CORRIENTE ALTERNA ES CONVERTIDA A CORRIENTE CONTINUA, PARA
ALIMENTAR A LOS MOTORES ELECTRICOS DE C.C. LOS CUALES ESTAN ACO-
PLADOS A LAS DIVERSAS FUNCIONES DE PERFORACION.

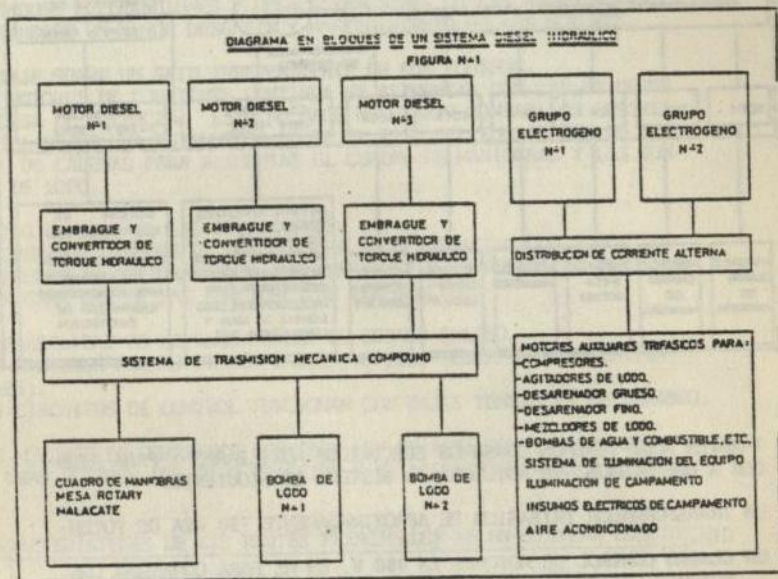
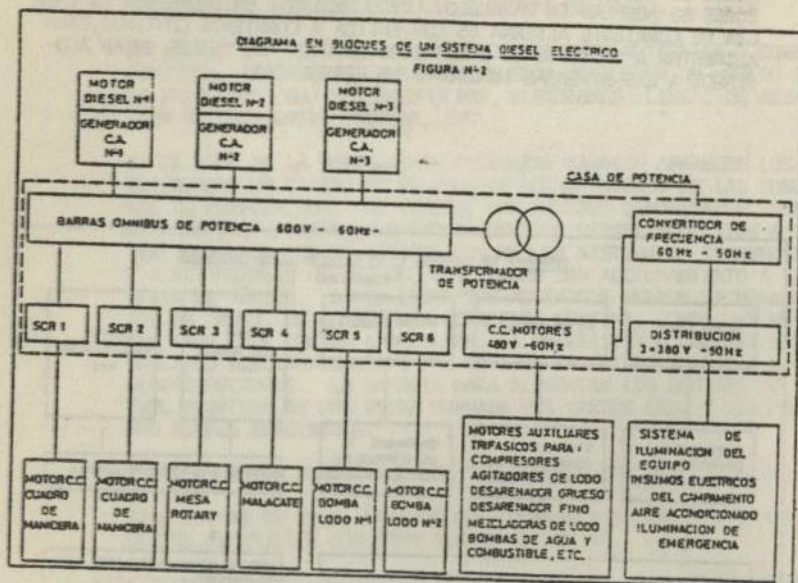


DIAGRAMA EN BLOQUES DE UN SISTEMA DIESEL ELECTRICO
FIGURA N°2



TAMBIEN AQUI TENEMOS CONSUMOS ELECTRICOS AUXILIARES Y PARA ATENDER A LOS MISMOS, SE ADICIONA AL SISTEMA LO SIGUIENTE:

UN TRANSFORMADOR TRIFASICO DE APROXIMADAMENTE 750 KVA DE POTENCIA.

UN CENTRO CONTROL DE MOTORES EN 480 V, 60 HZ PARA COMANDAR LOS MOTORES DE CORRIENTE ALTERNADA AUXILIARES.

UN GRUPO CONVERTIDOR DE FRECUENCIA DE 60 A 50 HZ.

UN TABLERO DE DISTRIBUCION EN CORRIENTE ALTERNADA DE 380 V, 50 HZ, PARA CONSUMOS DE CAMPAMENTOS, ILUMINACION Y AIRE ACONDICIONADO.

PRINCIPALES VENTAJAS DEL SISTEMA DIESEL ELECTRICO VERSUS EL SISTEMA DIESEL HIDRAULICO.

- A) LA CONVERSION DE ENERGIA MECANICA A TRAVES DE CONVERTIDORES DE TORQUE Y EMBRAQUES DE UN SISTEMA DIESEL HIDRAULICO ES MENOS EFICIENTE QUE UN SISTEMA DE CONVERSION ELECTRICO CON EQUIPOS SCR, APROXIMADAMENTE UN 20 % MENOR.

- B) DEBIDO A LA VENTAJA ANTERIOR, EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE ES DEL ORDEN DE UN 18 % MENOR.
- C) EN CONDICIONES DE OPERACIONES INICIALES (MENOR PROFUNDIDAD) UN EQUIPO DIESEL ELECTRICO PUEDE FUNCIONAR CON UN SOLO GRUPO ELECTROGENO, MIENTRAS QUE EN UN EQUIPO DIESEL-HIDRAULICO SE REQUIEREN DOS MOTORES DIESEL EN MARCHA PARA MOVER ENERGIA AL COMPOUND MECANICO MAS EL GRUPO ELECTROGENO PARA SERVICIOS AUXILIARES. A MEDIDA QUE LAS CONDICIONES DE PERFORACION SON MAS SEVERAS, EN EL EQUIPO ELECTRICO SE VAN AGREGANDO MAS GRUPOS ELECTROGENOS EN PARALELO.
- D) LOS MOTORES DIESEL FUNCIONAN A UN REGIMEN CONSTANTE DE R.P.M. EVITANDOSE ACCELERACIONES Y DESACELERACIONES DE LAS MASAS ROTANTES, LOGRANDOSE UN MENOR DESGASTE Y MANTENIMIENTO DE LOS MOTORES.
- E) MONTAJE SOBRE UN SKID INDEPENDIENTE DE LOS EQUIPOS.
LOS MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA SE ALIMENTAN CON CABLES DESDE LA CASA DE POTENCIA. ESTO NO HACE NECESARIO MONTAR LOS MOTORES DIESEL SOBRE UNA ESTRUCTURA SOBRE EL PISO DEL EQUIPO CON UN SISTEMA DE CADENAS PARA ALIMENTAR EL CUADRO DE MANIOBRAS Y LAS BOMBAS DE LODO.
- F) RAPIDO CONTROL DE LAS OPERACIONES.
EL OPERADOR DISPONE DE UNA CONSOLA DE PERFORACION CON TODOS LOS CONTROLES DE ACCIONAMIENTO INDEPENDIENTE Y DE VELOCIDAD VARIABLE PARA CADA UNA DE LAS FUNCIONES DE PERFORACION.
- G) CONFIABILIDAD DE LA ELECTRONICA DE ESTADO SOLIDO.
LOS SISTEMAS SCR NO TIENEN PARTES MOVILES (EXCEPTO LOS VENTILADORES).
LOS CIRCUITOS DE CONTROL FUNCIONAN CON BAJAS TENSIONES DE COMANDO.
- H) LOS MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA SON DE ALTA CONFIABILIDAD.
SE USAN MOTORES DEL TIPO TRACCION Y DE AISLACION TERMICA CLASE H.

III) CARACTERISTICAS DE LAS PARTES PRINCIPALES DE UN SISTEMA ELECTRICO

1) CUBICLE DE COMANDO Y CONTROL DEL GRUPO ELECTROGENO.

HABRA UNO POR CADA GRUPO EXISTENTE Y CUMPLIRA CON LAS SIGUIENTES FUNCIONES:

- A) PROTEGER CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS AL GENERADOR.
- B) PERMITIR LA LECTURA DEL ESTADO DE CARGA DEL GRUPO (kVar - kW - A - V)
- C) PROTEGER CONTRA POTENCIA INVERSA (IMPIDE QUE UN GENERADOR TRABAJE COMO MOTOR ELECTRICO QUE ARRASTRE AL MOTOR DIESEL.

- D) REGULACION DEL VOLTAGE GENERADO.
- E) REPARTICION DE LA ENERGIA REACTIVA PROPORCIONAL ENTRE LOS GENERADORES CONECTADOS EN PARALELO (kVar)
- F) REPARTICION DE LA ENERGIA ACTIVA ENTRE LOS MOTORES DIESEL QUE FUNCIONEN (kW)
- G) REGULACION DE LA VELOCIDAD DEL MOTOR DIESEL.
- H) LIMITE DE POTENCIA ENTREGADA.
- I) PROTECCION CONTRA SOBREVELOCIDAD.

PARA ELLO VIENE EQUIPADO CON INSTRUMENTOS NORMALES DE LECTURA PARA TABLEROS, CON UN INTERRUPTOR TRIPOLAR TERMOMAGNETICO Y UN MODULO ELECTRONICO DE ESTADO SOLIDO QUE REALIZA LAS FUNCIONES DE REGULACION Y CONTROL.

2) GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNADA TRIFASICO.

LAS PRINCIPALES CUALIDADES QUE DEBE REUNIR SON:

- A) POTENCIA ACORDE AL MOTOR DIESEL ACOPLADO. DEL ORDEN DE - 1200 A 1500 KVA:
- B) TENSION DE BORNES: 600 VOLTIOS.
- C) FRECUENCIA: 60 HZ.
- D) VELOCIDAD: 1200 R.P.M.
- E) CONEXION DE LAS FASES: EN ESTRELLA Y SIN NEUTRO ACCESIBLE (CONDICION DE SEGURIDAD PARA CAMPOS PETROLEROS)
- F) FACTOR DE POTENCIA ACORDE PARA ALIMENTAR EQUIPOS SCR: 0,7 O MENOR.
- G) APTO PARA TEMPERATURA AMBIENTE DE 50°C
- H) CLASE DE AISLACION ELECTRICA F (155 °C)
- I) EXCITACION TIPO BRUSHLESS (SIN ESCOBILLAS)
- J) VENTILACION: ICO1 (AUTOVENTILADO)
- K) FORMA CONSTRUCTIVA: B2 O B20 EQUIPADO CON DOS RODAMIENTOS PREFERENTEMENTE DE RODILLOS CON UNA VIDA UTIL DEL ORDEN DE LAS 100.000 HORAS Y LUBRICADOS CON GRASA.
- L) EQUIPADO CON UNA JAULA DE AMORTIGUAMIENTO DE SUFICIENTE SECCION PARA OPERAR ADECUADAMENTE CON EQUIPOS SCR.

M) SERA UNA MAQUINA QUE REQUIERA POCO MANTENIMIENTO. ES SUFICIENTE CON RE-ENGASAR LOS RODAMIENTOS EN FORMA PERIODICA Y EFECTUAR UNA LIMPIEZA ANUAL.

- 3) CUBICLE DE CONVERSION DE CORRIENTE ALTERNA A CORRIENTE CONTINUA, LLAMADOS TAMBIEN CUBICLES "SCR" POR SER LOS TIRISTORES O "SCR" (SILICON CONTROLLED RECTIFIER) LOS COMPONENTES PRINCIPALES QUE ACTUAN EN LA CONVERSION O RECTIFICACION DE LA CORRIENTE ALTERNADA EN CONTINUA.

CADA CUBICLE SCR CONTIENE SEIS TIRISTORES. SI HACEMOS LA ANALOGIA DE LA CORRIENTE ELECTRICA CON UN FLUIDO, EL TIRISTOR ES EQUIVALENTE A UNA VALVULA UNIDIRECCIONAL SEGUIDA POR UNA VALVULA REGULADORA DE FLUJO. UNA SEÑAL DE CONTROL ES APLICADA SOBRE EL TERMINAL "GATE" DEL TIRISTOR PARA AJUSTAR LA CORRIENTE DESDE MAXIMO FLUJO A CERO.

ANALOGIA HIDRAULICA DE UN SCR O TIRISTOR

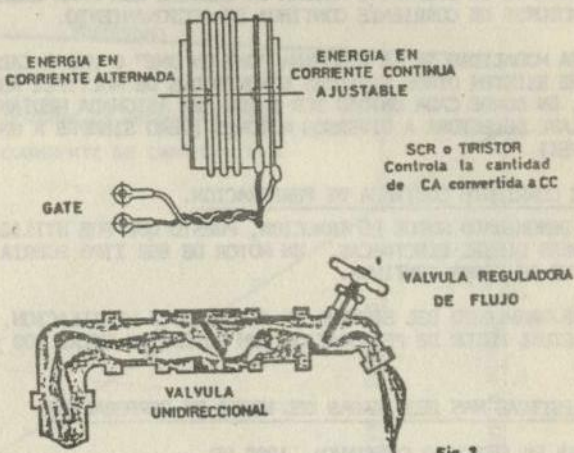


Fig. 3

LAS CARACTERISTICAS MAS DESTACADAS QUE CUMPLE UN CUBICLE SRC SON:

- A) PROTECCION CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITO DEL EQUIPO.
- B) LECTURA DE TENSION E INTENSIDAD EN CORRIENTE CONTINUA.
- C) RECTIFICADOR TRIFASICO DE ONDA COMPLETA PROVISTO CON UN FUSIBLE ULTRARAPIDO EN CADA UNA DE SUS ARMAS.
- D) EQUIPADO CON UN MODULO DE CONTROL ELECTRONICO DE ESTADO SOLIDO EL CUAL REALIZA DIVERSAS FUNCIONES COMO SER:
 - PROVEER LOS PULSOS DE DISPARO A LOS "GATES" DE LOS TIRISTORES DEL RECTIFICADOR.
 - VERIFICAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA LOGICA Y SUS COMPONENTES.
 - VERIFICAR LA ROTACION DE FASES.
 - VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SOPLADOR DE AIRE.
 - PERMITIR AJUSTAR UN LIMITE DE CORRIENTE PARA EL MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA QUE ALIMENTA.
 - EQUIPADO CON UN SISTEMA DE LUCES DE SEÑALIZACION Y ALARMA.

NORMALMENTE SE DISPONE O ASIGNA UN CUBICLE SCR PARA CADA UNO DE LOS MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA DE ACCIONAMIENTO.

A ESTA MODALIDAD SE LA DENOMINA "ONE ON ONE" O UNO A CADA UNO, AUNQUE EXISTEN OTROS SISTEMAS DENOMINADOS DE MULTIPLE ASIGNACION, EN DONDE CADA UNIDAD SCR PUEDE SER ASIGNADA MEDIANTE UNA LLAVE SELECTORA A DIVERSOS MOTORES (PERO SIEMPRE A UN MOTOR POR VEZ)

4) MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA DE PERFORACION.

TAMBIEN DENOMINADO MOTOR DE TRACCION, PUESTO QUE FUE UTILIZADO EN LOCOMOTORAS DIESEL ELECTRICAS. UN MOTOR DE ESE TIPO PODRIA ENTREGAR 800 HP EN FORMA CONTINUA.

CON EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AISLACION Y VENTILACION, SE LOGRA EL ACTUAL MOTOR DE PERFORACION CON POTENCIAS ENTRE 900 y 1000 HP.

CARACTERISTICAS MAS DESTACADAS DEL MOTOR DE PERFORACION:

- POTENCIA EN SERVICIO CONTINUO: 1000 HP
- POTENCIA EN SERVICIO INTERMITENTE: 1250 HP (CUADRO DE MANIOBRAS)
- TENSION NOMINAL: 750 VOLTIOS.
- VELOCIDAD NOMINAL: 1050 R.P.M.
- AISLACION: CLASE H (180 °C)
- CORRIENTE DE ARMADURA: 1050 A SERVICIO CONTINUO ; 1235 A SERVICIO INTERMITENTE.

PARA CAMPOS PRINCIPALES Y PARA USO PETROLERO, NORMALMENTE SE UTILIZA

LA EXCITACION INDEPENDIENTE O SHUNT, PUES DE ESTA MANERA SE CONSIGUE UN MEJOR CONTROL SOBRE LA VELOCIDAD DEL MOTOR (LAS R.P.M. VARIAN CASI LINEALMENTE CON LA TENSION DE ARMADURA)

VALORES NORMALES PARA LA ALIMENTACION DEL CAMPO SON:

- TENSION 100 VOLTIOS.
- CORRIENTE 57 AMPERES.

EN ALGUNOS EQUIPOS ELECTRICOS UTILIZAN MOTORES DE TRACCION CON EXCITACION SERIE, RESULTANDO MAS ECONOMICA LA UNIDAD SCR POR NO REQUERIR UNA FUENTE DE ALIMENTACION PARA EL CAMPO, PERO EL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA ES MENOS PRECISO.

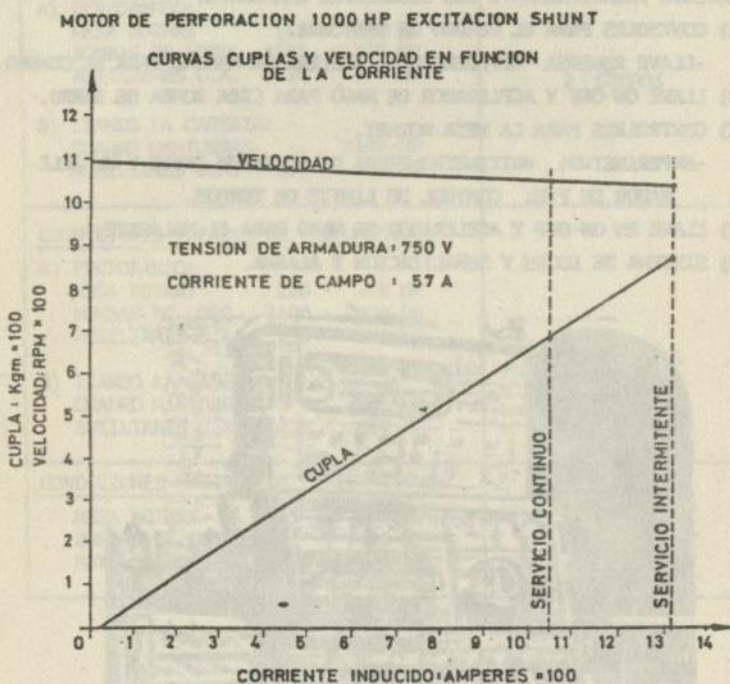


Fig.4

5) CONSOLA DE PERFORACION.

DESDE ESTE DISPOSITIVO SE PUEDEN CONTROLAR LAS DISTINTAS FUNCIONES DE PERFORACION.

SE INSTALA SOBRE UN PUPITRE CERCA DEL OPERADOR. SU CONSTRUCCION ES ROBUSTA, CONSTRUIDA EN CHAPA DE ACERO INOXIDABLE Y ES APTA PARA FUNCIONAR EN AMBIENTES EXPLOSIVOS.

ESTA INTERCONECTADA CON LA CASA DE POTENCIA Y LAS UNIDADES SCR MEDIANTE CABLES Y CONEXIONES UNIPOLARES. MEDIANTE LLAVES ROTATIVAS DE CORTE Y REOSTATOS, PUEDEN SELECCIONARSE Y CONTROLARSE LOS MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA DE PERFORACION.

INCLUYE PRINCIPALMENTE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS:

A) CONTROLES PARA EL CUADRO DE MANIOBRA.

-LLAVE REVERSA -OFF/DIRECCIA: ACELERADOR MANUAL PARA EL CUADRO.

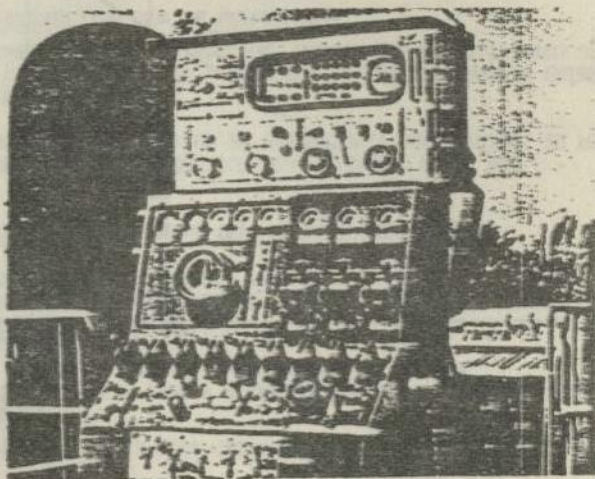
B) LLAVE ON-OFF Y ACELERADOR DE MANO PARA CADA BOMBA DE BARRO.

C) CONTROLES PARA LA MESA ROTARY.

-AMPERIMETRO; WATTIMETRO; FICHA DE CONEXION CABLE Y UN ACELERADOR DE PIE; CONTROL DE LIMITE DE TORQUE.

D) LLAVE EN ON-OFF Y ACELERADOR DE MANO PARA EL MALACATE.

E) SISTEMA DE LUCES Y SEÑALIZACION Y ALARMA.



CUADRO COMPARATIVO DE LOS GRUPOS ELECTROGENOS FUNCIONANDO ACORDE CON
LAS NECESIDADES DE OPERACION PARA UN EQUIPO CON CAPACIDAD PERFORANTE
DE 5000 A 6000 METROS

EQUIPADO CON UN CUADRO DE MANIOBRAS DE 2300 HP (ENTRADA MAXIMA) Y 4 GRUPOS ELECTROGENOS DE 1000 HP CADA UNO	
OPERACIONES DE PERFORACION	GRUPOS ELECTROGENOS FUNCIONANDO
<u>CONDICIONES LIVIANAS DE PERFORACION</u> INICIO DEL POZO CON AUXILIARES DE C.A. FUNCIONANDO	1 SOLO GRUPO
<u>CONDICIONES NORMALES DE PERFORACION:</u> A) PERFORANDO: MESA ROTARY 150 - 200 HP BOMBAS DE LODO 1100 - 1200 HP AUXILIARES C.A. 250 - 400 HP B) IZANDO LA CAÑERIA: CUADRO MANIOBRAS 2300 HP AUXILIARES C.A. 250 - 400 HP	2 GRUPOS
<u>CONDICIONES FUERTES DE PERFORACION:</u> A) PERFORANDO: MESA ROTARY 200 - 400 HP BOMBAS DE LODO 1600 - 2000 HP AUXILIARES C.A. 250 - 400 HP B) IZANDO LA CAÑERIA: CUADRO MANIOBRAS 2300 HP AUXILIARES C.A. 250 - 400 HP	3 GRUPOS
<u>CONDICIONES MAXIMAS DE PERFORACION:</u> MESA ROTARY 600 HP BOMBAS DE LODO 2600 HP AUXILIARES C.A. 250 - 400 HP	4 GRUPOS