

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE PETROLEO**



**TESIS DE BACHILLER**

**Instrumentación de Superficie  
usada en la Perforación**

Angel Balbin Bejarano

**LIMA - PERU**

**BIBLIOTECA**

**1966**

•••••

DEDICADO A MIS PADRES

CON CARÍÑO Y GRATITUD

•••••



**INSTRUMENTACION DE SUPERFICIE USADA  
EN LA PERFORACION**

**INTRODUCCION**

**CAP. I.- MEDIDORES DE PRESION: Descripción.- Instalación.- Operación.**

**CAP. II.- TACOMETROS: Generalidades.- TACOMETRO ROTARIO : Descripción.- Instalación.- Operación.- Mantenimiento.- INDICADOR DE STROKES DE LA BOMBA: Descripción.- Instalación.- Operación.**

**CAP. III.- INDICADOR DE PESOS: Generalidades.- Tipos : Instalación.- Factores que afectan la sensibilidad. Factores que afectan la precisión.- Interpretación de las tablas de peso del indicador.**

**CAP. IV.- MEDIDORES DE MOMENTO DE TORSION DE LAS TENAZAS: Generalidades.- Descripción.- Instalación,- Operación.- Mantenimiento.**

**CAP. V.- MEDIDORES DE MOMENTO DE TORSION EN LA MESA ROTARIA: Descripción.- Instalación.- Operación.- Mantenimiento.**

**CAP. VI.- CONTROL AUTOMATICO DE PERFORACION: Generalidades .- Instalación.**

**CAP. VII.- REGISTRADORES ELECTRICOS: Introducción.- Componentes del sistema.- Instalación.- Operación.- Calibración.- Mantenimiento.**

**CONCLUSIONES**

**BIBLIOGRAFIA**

## INTRODUCCION

Los sentidos han sido los primeros instrumentos con que ha contado el hombre, así la vista para diferenciar la intensidad de la luz, el oído para el sonido, el tacte para la temperatura, etc. ; pero los sentidos sólo diferencian cambios muy grandes o sea dentro de rangos muy espaciados. Es por eso que se empezó a crear instrumentos de mayor sensibilidad.

Las operaciones en el equipo de perforación moderno han llegado a ser tan complejos que hoy en día es práctica común medir, y en algunos casos registrar, ciertos datos de operación que anteriormente se consideraban innecesarios.

La experiencia y la evolución del mundo nos enseñan que las técnicas varían y que es necesario , para afrontar los nuevos problemas y resolverlos, estar en aptitud de comprender las técnicas mas recientes para lo cual se está introduciendo la aplicación de instrumentos cada vez mas complejos, es decir, se está tratando mediante la aplicación de instrumentos adecuados ahorrar tiempo y dinero que son los factores mas importante dentro del campo petrolero.

El presente trabajo se ocupa de los diferentes instrumentos de superficie usados en la perforación.

## CAPITULO I

### MEDIDORES DE PRESION

1.-GENERALIDADES.- En la perforación se emplea un medidor para tener siempre presente la presión de la bomba, con el objeto de mantener un programa hidráulico pre-establecido.

Cuando se mide la presión se desea generalmente leerla en términos, ya sea de presión medida, presión absoluta. La presión medida es la diferencia entre la leída y la atmosférica. Una presión medida igual a cero, será la presión atmosférica cerca de 14.7 psia. Un instrumento que lee presión medida cambiará su lectura con cambios en la presión atmosférica.

A continuación paso a describir un manómetro tipo Bourdon que es el más generalizado.

2.-MANOMETRO TIPO TUBO BOURDON.- El medidor tipo tubo Bourdon es el que más frecuentemente se usa para mediciones de presión, ya que es un instrumento extremadamente simple y ru

dimentario, cubre rangos desde 0 hasta 100,000 psig. La figura 1, muestra la construcción de un medidor helicoidal. La presión entra a la conexión (1) y pasa al tubo Bourdon (3). La presión que va a medir puede ser la de aire, vapor, agua, aceite y muchos otros líquidos y gases. El tubo Bourdon (3) es un tubo ovalado de forma circular con un extremo sellado (4). Cualquier presión en éste, superior a la externa o atmosférica, causa que cambie su figura ovalada a una sección transversal mas circular. Los lados son por lo tanto forzados a separarse. Esto, expande al material en la circunferencia exterior del tubo y lo contrae en su circunferencia interior. Los esfuerzos resultantes en éste tienden a estirar el extremo libre, y la punta se mueve hacia arriba. El efecto contrario ocurre bajo condiciones de vacío, cuando la presión en el tubo es menor que la externa o atmosférica. El movimiento del tubo en su extremo libre se llama viaje de la punta.

Una palanca (5) conecta la punta del tubo Bourdon al movimiento de la tuerca deslizante. La punta de esta palanca viaja en un arco alrededor del pivote.

El movimiento de la tuerca deslizante que une la palanca conectadora con el movimiento de la leva es ajustable, y se usa para calibrar la medición. Tensionando o acortando la distancia de la tuerca deslizante

desde el pivote, es necesario llegar a la relación exacta re  
querida para trasladar el viaje en la punta hasta una revolu  
ción de  $270^\circ$  de la flecha de la aguja. Moviendo la tuerca  
deslizante hacia afuera disminuye la deflección de la aguja,  
moviendo ésta hacia adentro la deflección se incrementa. El  
movimiento de la helicoides se hace por medio de este ajuste  
en la parte posterior para permitir la calibración sacando  
el sistema de su carga sin quitar la aguja y la escala.

La leva que ocasiona el movimiento,  
convierte el viaje de la punta en un movimiento rotacional  
de la flecha de la aguja. Un viaje de la punta de  $3/16$  pulg.  
se multiplica a una longitud de escala de 10 pulg. en una  
escala de  $4-1/2$  pulg. Generalmente esto se logra por medio  
de un mecanismo de engranajes. En el medidor helicoidal, sin  
embargo, un surco en hélice se hace en la flecha y la leva  
gira en éste produciendo un movimiento rotacional de la fle-  
cha en respuesta a su movimiento tangencial.

Un resorte de cabello sostiene la su-  
perficie del fondo del surco de la flecha en contacto conti-  
nue con la superficie de la leva.

Los tubos de Bourdon se construyen de  
diferentes materiales, dependiendo estos del fluido y de la  
presión para los cuales se ha de usar. Fósforo-Bronce, alea-  
ciones de acero, aceros inoxidables y Cobre-Berilio son los



mas frecuentes. Ocasionalmente ninguno de estos materiales se puede usar debido a las características corrosivas de determinados fluidos. Como respuesta a las necesidades de estos casos, se dispone de los llamados medidores químicos. La forma mas usual es un medidor de tubo Bourdon standard con un diafragma entre el fluido y el tubo. El espacio entre el tubo de frenos hidráulicos, para convertir el movimiento del diafragma a un movimiento de tubo Bourdon.

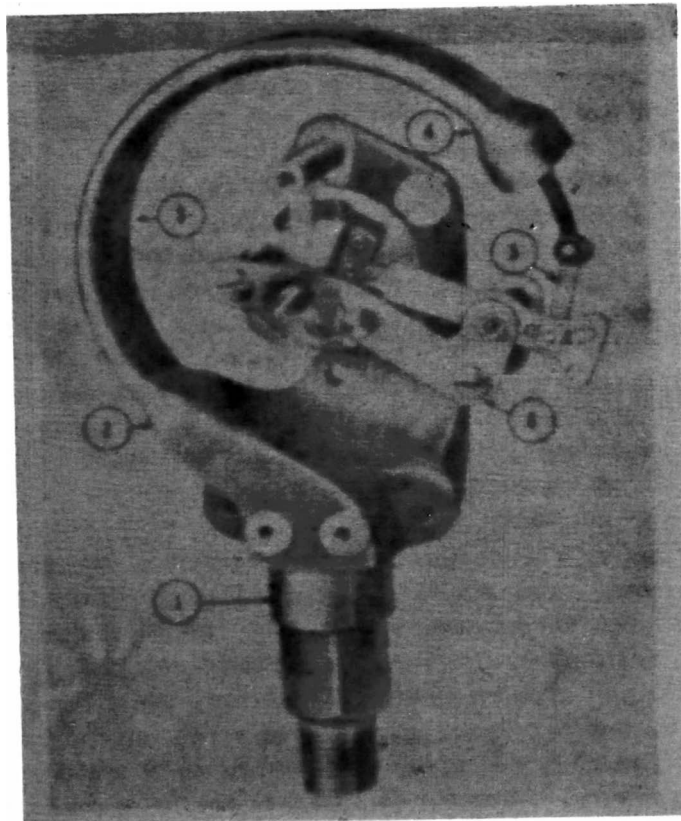


FIGURA N°1

**3.-INSTALACION.-** Para instalar correctamente un medidor de presión debe tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

A.- Si el instrumento ha de medir o registrar la verdadera presión.

B.- Si el instrumento queda colocado en el lugar donde resulte conveniente a los que lo van emplear.

C.- Si será posible limpiarlo y sacarlo para poder repararlo sin dificultad.

D.- Si quedará libre de acciones y reacciones mecánicas y químicas nocivas.

Para poder cumplir estas cuatro condiciones debemos familiarizarnos con los factores que afectan la instalación de los medidores de presión, Hagamos una lista de cada uno de los factores y tratémoslo por separado:

a.- Conexión de presión a la línea o tanque.

b.- Colocación del medidor.

c.- Las vibraciones mecánicas.

d.- Protección contra la temperatura.

e.- Situación del medidor.

f.- Sellos.

g.- Fluctuaciones de presión.

**h.- Conecciones y tuberías.**

**i.- Conección para medidores de prueba.**

**a.- Conección a la tubería.-** El orificio con una conección de presión debe quedar perpendicular al movimiento del fluido. Si la conección se hace angular el mismo medidor dará medidas distintas aún siendo la presión la misma y esta diferencia obedecerá al movimiento del fluido con relación al orificio, de la misma manera la superficie interior del tubo debe ser lisa.

**b.- Colocación del medidor.-** El medidor debe colocarse en un sitio de manera que quede cómodo al operador. Si la presión que se mide ha de controlarse desde una válvula, el medidor debe quedar donde se pueda ver cuando el operador esté moviendo la válvula. También debe quedar colocado en tal forma que sea fácil graduar y hacer la limpieza.

**c.- Las vibraciones mecánicas.-** El medidor nunca debe montarse sobre un aparato que produzca vibraciones. A la larga las vibraciones, introducen desgastes excesivos y acaban por descalibrar el medidor.

**d.- Protección contra la temperatura.-** Los medidores no deben colocarse donde la temperatura ambiente sea excesivamente alta. El elemento Bourdon de bronce puede dar lecturas incorrectas cuando se expone a temperaturas mayores de 150°F

Los elementos Bourdon de acero comienzan a perder su precisión a los 400 °F.

e.- Situación del medidor.- Los medidores deben colocarse de manera que la escala o la esfera quede vertical. Si queda en cualquier otra posición el peso de los elementos móviles del mecanismo, afectarán la precisión de la medida.

f.- Sellos.- Sellar un medidor de presión, consiste en evitar que el líquido o gas que se mide llegue a quedar en contacto con el interior del instrumento. En el caso de los aparatos medidores de presión, los sellos se emplean para evitar que el líquido o el gas haga contacto directo con el interior del tubo Bourdon. Por lo general se emplea el agua como líquido sellador, sin embargo, se suele emplear un aceite anticorrosivo para sellar medidores que trabajan en agua con sal.

g.- Fluctuaciones de presión.- Las fluctuaciones de presión excesivas pueden destruir un medidor. Si la presión fluctúa considerablemente, se debe reducir cerrando la válvula poco a poco y estrangulando el paso del fluido hasta que el movimiento del puntero sea moderado. En ningún caso se debe cerrar del todo ni cerrarse hasta tal punto que el puntero quede inmóvil.

h.- Conexiones y tuberías.- Por lo

general se usan tuberías sin costura de 1/2 pulg. para conectar el manómetro a la línea.

- **Inclinación de la línea.**- La tubería de 1/2 pulg. entre el medidor y la línea debe tener un declive de una pulgada por pie. Esto evita la acumulación de aire o sedimentos. Así mismo si la línea tiene un declive hacia arriba desde la conexión de presión y después hacia abajo hasta el medidor debe instalarse una purga en el puntero más alto de la línea para poder eliminar el aire que se acumula en la línea

i.- **Conexiones para el medidor de prueba.**- Después que el medidor de prueba ha sido instalado y está en servicio debe ser confrontado de tiempo en tiempo con un medidor de prueba portátil, para cerciorarse de que en todo momento sea exacto. La conexión de prueba debe colocarse en el mismo sitio donde se hace la conexión de presión a la línea y directamente después de la válvula.

**4.- MANTENIMIENTO.-POSIBLES FALLAS Y COMO CORREGIRLAS**

<b>DESPERFECTO.</b>	<b>CAUSA PROBABLE</b>	<b>CORRECCION</b>
<b>Puntero fuera de cero.</b>	<b>Mal colocado o flojo</b>	<b>Colocar el puntero en cero y comprobar la calibración.</b>
<b>El puntero fuera de cero y no puede corregirse de la manera indicada.</b>	<b>El sector no engrana con el piñón. El eje está roto. El brazo roto, suelto</b>	<b>Engranar el mecanismo, comprobar la calibración. Reemplazar. Colocar uno nuevo.</b>
<b>Fricción</b>	<b>Pivotes y asiento sueltos. Sector y piñón sucios. "luz" incorrecta.</b>	<b>Limpiarlas. Limpiarlas y pulirlas. Dar las tolerancias apropiadas.</b>
<b>El puntero se pega</b>	<b>El puntero roza con el dial o el vidrio El pelo mal colocado Suciedad en el sector o el piñón.</b>	<b>Enderezar el puntero. Instalarlo correctamente. Limpiarlos.</b>
<b>Demasiado error de calibración o movimiento del puntero limitado</b>	<b>El tubo de Bourdon en mal estado.</b>	<b>Reemplazar con uno nuevo y calibrar el instrumento.</b>
<b>Las lecturas varían al repetir la calibración. El puntero inestable.</b>	<b>Fricción. Demasiada "luz" entre el piñón y el sector. Poca tensión del resorte.</b>	<b>Revisar los pivotes y asientos. Revisar si hay partes demasiado gastadas y dar el ajuste correcto de "luz". La tensión correcta es de 1-1/2 vuelta</b>

## CAPITULO II

### TACOMETROS

1.- GENERALIDADES.- La velocidad como una variable en los procesos industriales, se refiere usualmente a las revoluciones per minute de alguna pieza de un equipo rotario. El dispositivo mas frecuentemente usado en la medida de las revoluciones per minute es probablemente el magneto. Está conectado a la flecha bajo medición ya sea directamente o por algún otro tipo de transmisión conveniente, y consiste de un generador eléctrico con una salida de fuerza electro motriz proporcional a su velocidad angular. La salida es de corriente alterna e directa. Donde una salida de corriente directa se usa el magnete equipado con un conmutador y brochas que requieren cierta cantidad de mantenimiento. El magneto de corriente alterna es mas simple en este respecto, por otra parte, el magnete de corriente directa es, generalmente mas exacto.

Dentre de la perforación se requieren dos tacómetros:

A.- Tacómetro Rotario.

B.- Indicador de strokes de la bomba.

#### A.-TACOMETRO ROTARIO

Las revoluciones por minuto de la mesa rotaria son críticas cuando se está perforando un pozo desviado, por lo tanto se requiere de un tacómetro rotario en todo equipo de perforación.

a).- Descripción.- El tacómetro que se usa para indicar las revoluciones por minuto consiste de un cuadrante montado a la altura del puesto del perforador, y un generador de señales que es conectado al cuadrante mediante un conducto eléctrico. El generador de señales es un pequeño generador de corriente alterna propulsado por algún elemento del tren de energía que impulsa la mesa rotaria. El elemento propulsor siempre girará a una velocidad que tenga relación con las revoluciones por minuto de la rotaria. Generalmente es por una conexión directa al final de un eje usando una pequeña unión o por una faja manejada de una polea en un eje a otra polea en el generador.

b).- Instalación.- Depende del tipo de malacate, mesa rotaria y tablero de control; el generador es fijado a algún eje giratorio que gire en proporción direc



ta a la rotación de la mesa, por una conexión directa al fin de un eje usando una pequeña unión o por medio de una faja manejada de una polea en un eje a otra polea en el generador. La instalación es normalmente muy simple y depende de la ali-neación de la unidad para que pueda trabajar eficientemente por muchos años. Una medida o indicador de medida, puede ser colocado justo junto al indicador de pesos conectando el generador a la medida por medio de un cordón eléctrico bastante fuerte y resistente al aceite. Esta es una de las muchas ven-tajas de los tacómetros eléctricos sobre los viejos modelos mecá-niceos que usaban un tacómetro standard de cable el cual requería que se le reemplazara periódicamente. Además una ven-taja de los tacómetros eléctricos es que la señal puede ser registrada en registradores eléctricos, simples dobles o cuá-druples.

c).- Operación.- Este instrumento es diseñado especialmente para la operación de cam os petro-leros. El generador es una unidad rígida sin baterías y no tie-ne cepillos e contactos que puedan producir chispas o causar gas-tos en el mecanismo. El generador es un magneto rotativo cent-inuo en un campo y el voltaje resultante es proporcional al nú-mero de revoluciones. El cordón eléctrico es selecc-ionado especialmente para un fuerte trabajo en los usos que se les dé en los campos petroleros. La cabeza del indicador

es una medida provista de un dial de clara y fácil lectura. Puede ser armado y desarmado fácilmente. La calibración es extremadamente simple, la medida tiene un potenciómetro de regulación de ajuste. Para calibrar girar la rotaria a una velocidad constante. Contar las revoluciones por minuto, repetir para asegurar la medida. Si la medida no indica la velocidad correcta aflojar el eje de la tuerca en el fondo de la caja, y con un desarmador, girar el regulador de varilla para la derecha e izquierda para obtener la lectura correcta. Girar el regulador de varilla despacio.

d).- Mantenimiento.- La atención principal que requiere este instrumento es impedir que el conductor eléctrico se dañe mientras está en servicio, lo cual requiere cierto grado de protección y seguridad.

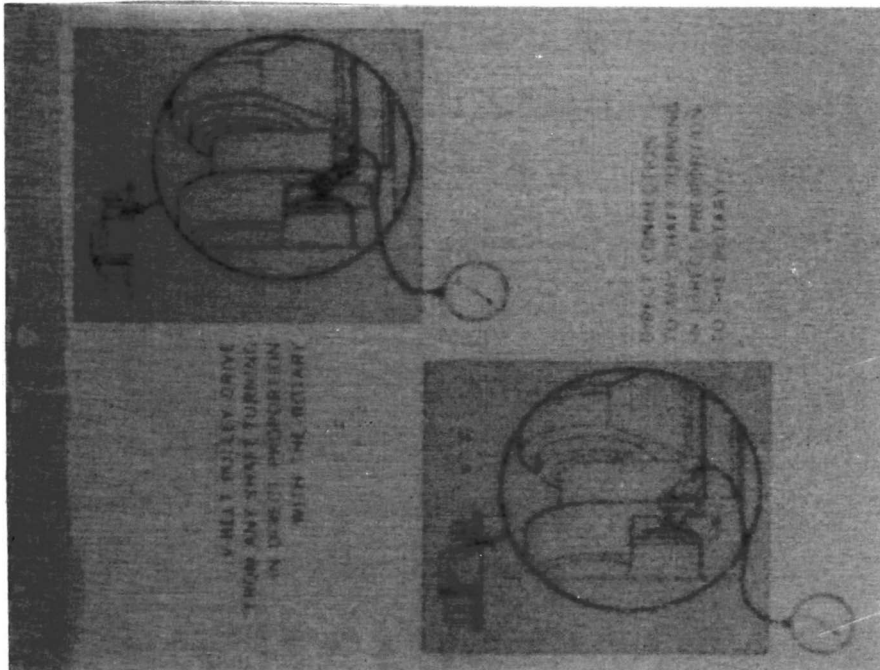


FIGURA N° 2

## B.- INDICADOR DE LOS STROKES DE LA BOM

BA.-

El programa hidráulico es la función mas importante en la perforación de un pozo petrolero. La velocidad de la bomba y el volúmen de flujo de lodo resultante son los mejores factores en un programa de perforación. Después de un desarrollo sistemático de un plan hidráulico, es mas importante que el perforador mantenga la velocidad apropiada de la bomba en cada momento para asegurar el mayor éxito del programa. El mejor y mas fácil método de confianza es la velocidad de la bomba es tener un indicador que esté ubicado en el frente del perforador para que este se mantenga constantemente informado.

a).- Descripción.- La unidad consiste de un pequeño generador de corriente alterna montado en la bomba. Una faja de una polea está provista para el generador. El generador está montado también a la polea que sirve como un furgón vacío para la faja accionada por un pistón de varilla aceitero. Como una alternativa, un aclopador y adaptador son amoblados para atar directamente el generador al fin del eje del piñón o directamente al eje del pistón.

b).- Instalación.-

- El Generador debe ser instalado en la consola fabricada para cada tipo. Cuando se emplee la faja o cadena separadora, u

sar por supuesto la tensión recomendada de fábrica.

- Medida e Indicador de Sabeza.- La medida puede ser instalada en el panel u otro lugar conveniente para poder calibrar en cualquier momento.

- Cerdón.- Para instalar el cordón atar uno de los lados en la caja de contacto que se encuentra en el fondo de la medida y otro en la caja de contacto fabricado en el generador.

c).- Operación.- La calibración es bastante simple. El perforador necesita solamente contar los strokes de la bomba a una velocidad y verificar, de tal manera que el punto lea correctamente a esa velocidad. Este ajuste es ahora visto y la medida es calibrada. Si es necesario mover el indicador de strokes de la bomba a otro equipo, el mismo movimiento puede ser repetido. Del mismo modo que el ta cómetro rotario las señales pueden ser registradas.

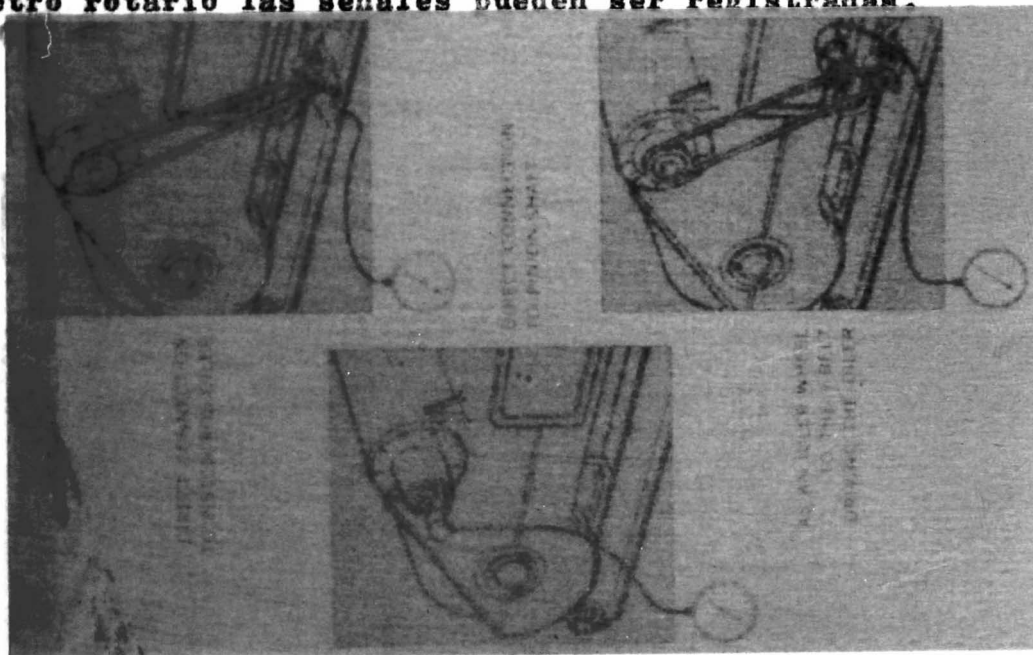


FIGURA N° 3

### CAPITULO III

#### INDICADOR DE PESO

1.- GENERALIDADES.- Un indicador de peso es un dispositivo para medir el peso del equipo que sostiene la polea viajera. Este como se diseñó originalmente, lo fue con el propósito de mostrar la carga en la torre constantemente, para evitar sobrecargarla. El instrumento se ha usado extensamente porque además de mostrar a la vista siempre, la carga sobre la estructura de la torre, ayuda a dar otros informes importantes, tales como el peso en la broca durante la perforación y las cargas de fricción cuando se saca la tubería de perforación del pozo. Una aplicación muy importante del indicador de peso ocurre al aplicar tensión máxima para recuperar piezas de equipo atoradas durante las operaciones de pesca. De hecho es indispensable el indicador de pesos en cualquier operación de pesca para recuperar tubería de perforación o de revestimiento o herramientas.

**2.- TIPOS DE INDICADORES.-** Hay dos tipos principales de indicadores de peso:

**a.-** Indicador de flexión o de diafragma.

**b.-** Tipo transformador de presión.

**a.-** INDICADOR DE FLEXION O DE DIAFRAGMA.-

Este tipo de indicador se monta en el cable muerto, a un nivel conveniente sobre el piso de la torre. Se instala cuando no hay otra carga en el cable de perforación que la polea viajera. Al aumentar la carga del cable muerto resulta en una desviación del diafragma de la caja del indicador. La caja y la manguera que conecta la caja con el cuadrante del indicador se llena de líquido. La deflexión del diafragma desplaza el líquido (que no es comprimible) y transmite la presión resultante al cuadrante del indicador.

**b.- TIPO TRANSFORMADOR DE PRESION.-**

Se usa un cable muerto especial para instalar este tipo de indicador. Cuando se aumenta el peso del cable muerto causa que el tambor del ancla tienda a girar. Esta tentativa de rotación desplaza el líquido del transformador de presión y transmite presión al cuadrante del indicador que se encuentra montado cerca del puesto del perforador. El transformador de presión puede ser uno de los muy diversos

diseños que hay y puede colocarse ya sea en la línea muerta o al ancla de ésta. En ambos casos el manómetro indicador es accionado por las fuerzas en el transformador de presión. Este instrumento está considerado como el indicador de peso de más confianza y más resistente que se puede conseguir actualmente principalmente por las limitaciones del otro tipo. La información que se obtiene a través de los indicadores de peso incluye (1) carga en la torre, (2) carga en la broca y (3) lecturas vernier para amplificar los cambios pequeños de peso. El peso neto de la barrena se obtiene colocando la marca del cero de esta escala en la manecilla justo antes de que la broca toque el fondo. Las lecturas de las escalas de peso sobre la broca aumentan en dirección opuesta a la escala de carga en el gancho. Cuando la broca llega al fondo y la manecilla del indicador empieza a reflejar esta disminución de peso en el gancho, el peso en la broca puede leerse directamente en la escala apropiada. Una consideración importante cuando se leen e interpretan lecturas del indicador, es que éstas son función directa del número de cables montados en las poleas. Para un peso dado en el gancho, al aumentar las vueltas del cable en las poleas, la presión efectiva en el indicador disminuye. Dependiendo del diseño de transformador de presión, el tamaño del cable puede ser también un factor en la deflexión del indicador de peso. Por lo tanto, para que el indicador o

perre correctamente, el mecanismo del instrumento debe calibrarse de acuerdo con el tamaño del cable y el número de vueltas en la polea para que acuse el peso real en la torre. Como estos factores pueden cambiar de tiempo en tiempo, la mayoría de los indicadores se surten con diferentes carátulas, cada una librada para tamaño de cable y número de vueltas en la polea. Debe tenerse mucho cuidado de usar la carátula apropiada.

### 3.- INSTALACION

a).- Ancla.- Las anclas son diseñadas para instalarlas en el piso de la torre o las subestructuras. Es importante de que el ancla sea instalada de tal manera que la línea muerta tenga una luz, sin obstruir el sendero hacia la corona. Si la línea roza con el equipo o pasa sobre una línea deflectada la sensibilidad se reduce grande ente. Si es necesario, el ancla puede ser inclinada de tal manera que la línea salga del malacate del ancla paralela a la cuerda para que no roce.

b).- Sensater.- El sensater se instala en el ancla con la válvula de retención, el desconector se instala en la tapa al costado del malacate para su protección. Si hay una carga en el suelo, usar una pata de cabra entre los dos en la parte trasera del ancla con el fin de alinear los huecos para los pasadores. Los pasadores deberán estar libres y limpios de la corrosión y suciedad.



c).- Manguera.- La manguera es atada al sensor por la conexión de los acoplamientos sellados y puede ser hecho solamente un poco mas suave que el ajustado a mano.

- Caja y calibrador.- La caja y el calibrador deben ser instalados en el frente de la posición del perforador.

#### 4.- FACTORES QUE AFECTAN LA PRECISION.-

a).- Precisión del Instrumento.- La precisión debe ser mas o menos del 0.5%.

b).- Factor de flotabilidad.- Como las tuberías y botellas son suspendidas en lodo, la carga total en el gancho es afectado por el factor de flotabilidad del fluido. El lodo mas pesado hace que la tubería sea mas liviana. Para corregir este factor encontrar el peso total del bloque viajero, gancho, elevador, eslavón giratorio y la barra cuadrada giratoria. Sumar a estos el peso calculado de tubería y botellas en el aire multiplicados por los factores de flotabilidad mostrada en la siguiente tabla:

Lbs/gal	8.34	9.65	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0
Lbs/CF	62.4	72.0	74.8	89.8	89.8	97.2	105	112	120	127	135	142
Sp.Gr.	1.00	1.08	1.20	1.32	1.44	1.56	1.68	1.80	1.92	2.04	2.16	2.28
FACTOR	0.873	0.863	0.847	0.832	0.817	0.801	0.786	0.771	0.755	0.740	0.725	0.710

EJEMPLO:

Tubería y botellas en el aire	150,000 Lbs.
Peso de lodo 11 Lbs/gal (FACTOR)	<u>x 0.832</u>
Peso boyante de tubería	124,800
Mas bloque, gancho, swivel, elev. y kelly	<u>22,500</u>
Carga total en el gancho con la tubería	.....
en el lodo	<b>47,300 Lbs.</b>
	.....

**5.- FACTORES QUE AFECTAN LA SENSIBILIDAD.-**

En orden para aislar el problema, la arrolladura de la manguera o el trabajo del ancla con el pie de cabra entre paradas. Si las manecillas van despacio, el problema está en el indicador. Si las manecillas reaccionan normalmente el problema está en el ancla.

a.- El regulador se pudo abrir permitiendo el pasaje del fluido.

b.- Las manecillas pueden hacer contacto una con otra, con el cuadrante o los vidrios.

c.- Sacar el vidrio y cuadrantes limpiar con kerosene o su equivalente.

d.- Purgar el sistema de aire. Sangrar el aire y el exceso de fluido en el ajuste de la base del tubo Bourdon. Armar los cuadrantes, vidrios y la caja.

INDICADOR DE FLEXION O DE DIAFRAGMA

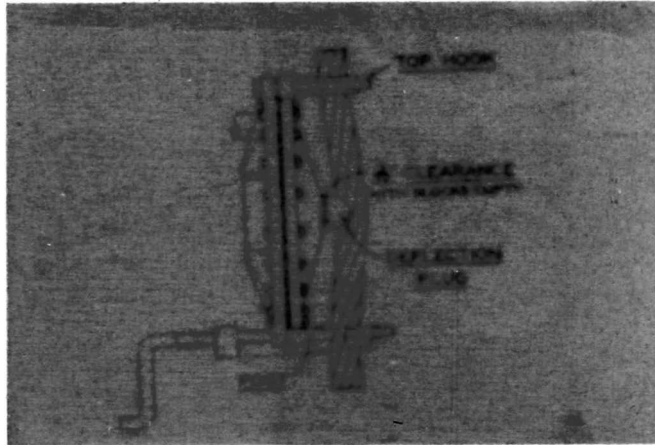


FIGURA N° 4

TIPO TRANSFORMADOR DE PRESION

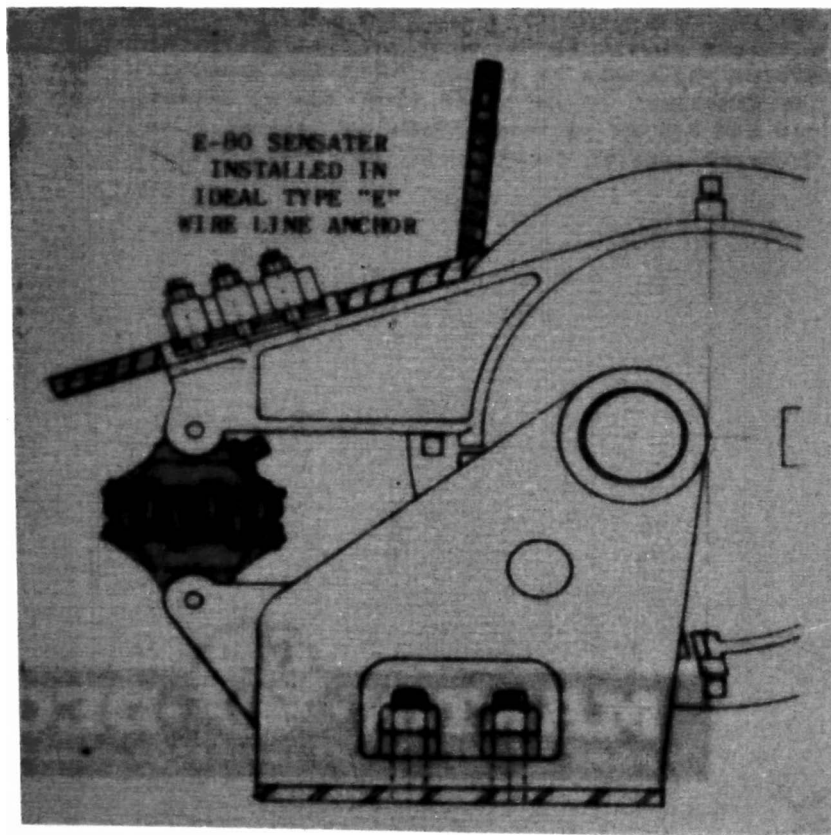


FIGURA N° 5

TABLA DE PESO N<sup>o</sup> 1.- PARA LINEA DE PERFORACION DE 1"

WEIGHT TABLE No. 1 FOR 1 INCH DRILLING LINES

These tables to be used with Model No. 4  
Temperature Compensated Weight Indicator

Number of Lines	NUMBER OF LINES														
	1	2	4	6	8	10	12	1	2	4	6	8	10	12	
5	1050	2100	4200	6300	8400	10500	12600	53	20665	41330	82660	123990	165320	206650	247980
6	1360	2720	5440	8160	10880	13600	16320	54	21150	42300	84600	126900	169200	211500	253800
7	1680	3360	6720	10080	13440	16800	20160	55	21635	43270	86540	129810	173080	216350	259620
8	2000	4000	8000	12000	16000	20000	24000	56	22120	44240	88480	132720	176960	221200	265440
9	2325	4650	9300	13950	18600	23250	27900	57	22605	45210	90420	135630	180840	226050	271260
10	2660	5320	10640	15960	21280	26600	31920	58	23100	46200	92400	138600	184800	231000	277200
11	2990	5980	11960	17940	23920	29900	35880	59	23600	47200	94400	141600	188800	236000	283200
12	3320	6640	13280	19920	26560	33200	39840	60	24100	48200	96400	144600	192800	241000	289200
13	3660	7320	14640	21960	29200	36600	43920	61	24600	49200	98400	147600	196800	246000	295200
14	4000	8000	16000	24000	32000	40000	48000	62	25110	50220	100440	150660	200880	251100	301200
15	4350	8700	17400	26100	34800	43500	52200	63	25630	51260	102520	153780	205040	256300	307560
16	4700	9400	18800	28200	37600	47000	56400	64	26160	52320	104640	156960	209280	261600	313920
17	5050	10100	20200	30300	40400	50500	60600	65	26700	53400	106800	160200	213600	267000	320400
18	5410	10820	21640	32460	43280	54100	64920	66	27240	54480	108960	163440	217920	272400	326880
19	5770	11540	23080	34620	46160	57700	69240	67	27780	55560	111120	166680	222240	277800	33360
20	6130	12260	24520	36780	49040	61300	73560	68	28325	56650	113300	169950	226600	283250	339900
21	6500	13000	26000	39000	52000	65000	78000	69	28875	57750	115500	173250	231000	288750	346500
22	6870	13740	27480	41220	54960	68700	82440	70	29425	58850	117700	176550	235400	294250	353100
23	7240	14480	28960	43440	57920	72400	86880	71	29985	59970	119940	179910	239800	299850	359820
24	7620	15240	30480	45720	60960	76200	91440	72	30550	61170	122340	183310	244680	30550	367020
25	8000	16000	32000	48000	64000	80000	96000	73	31175	62350	124700	187030	249400	311750	374100
26	8400	16800	33600	50400	67200	84000	100800	74	31765	63530	127060	190590	254120	317650	381180
27	8810	17620	35240	52860	70480	88100	105720	75	32355	64710	129420	194330	258840	323550	388260
28	9220	18440	36880	55320	73760	92200	110640	76	32955	65910	131820	197230	263640	329550	395460
29	9630	19260	38520	57780	77040	96300	115560	77	33555	67110	134220	201330	268440	335550	402660
30	10055	20110	40220	60330	80440	100550	120660	78	34155	68310	136620	204930	273240	341550	409860
31	10495	20990	41960	62970	83960	104950	125940	79	34755	69510	139020	208930	278040	347550	417060
32	10935	21870	43740	65610	87480	109350	131220	80	35365	70730	141460	212190	282920	353650	424380
33	11375	22750	45500	68250	91000	113750	136500	81	35975	71950	143900	215850	287800	359750	431700
34	11820	23640	47280	70920	94560	118200	141840	82	36590	73180	146360	219340	292720	365900	439080
35	12265	24530	49060	73590	98120	122650	147180	83	37210	74420	148840	223260	297680	372100	446520
36	12710	25420	50840	76260	101680	127100	152520	84	37835	75670	151340	227010	302680	378350	454020
37	13160	26320	52640	78960	105280	131600	157920	85	38465	76930	153860	230790	307720	384650	461580
38	13610	27220	54440	81660	108880	136100	163320	86	39100	78200	156400	234600	312800	391000	469200
39	14065	28130	56260	84390	112520	140650	168780	87	39750	79500	159000	238500	318000	397500	477000
40	14520	29040	58080	87200	116160	145200	174240	88	40400	80800	161600	242400	323200	404000	484800
41	14980	29960	59920	89980	119840	149800	179760	89	41050	82100	164200	246300	328400	410500	492600
42	15440	30880	61760	92800	123520	154400	185280	90	41725	83500	166900	250350	333600	417250	500700
43	15900	31800	63600	95640	127200	159000	190800	91	42400	84900	169600	254400	339200	424000	508800
44	16365	32730	65460	98500	130920	163650	196380	92	43100	86200	172400	258600	344800	431000	517200
45	16830	33660	67320	101380	134640	168300	201960	93	43800	87600	175200	262800	350400	438000	525600
46	17300	34600	69200	104300	138400	173000	207600	94	44500	89000	178000	267000	356000	445000	534000
47	17770	35540	71080	106620	142160	177700	213240	95	45200	90400	180800	271200	361600	452000	542400
48	18245	36490	72980	109470	145960	182450	218940	96	45900	91800	183600	275400	367200	459000	550800
49	18720	37440	74880	112320	149760	187200	224640	97	46600	93200	186400	279600	372800	466000	559200
50	19200	38400	76800	115200	153600	192000	230400	98	47300	94600	189200	283800	378400	473000	567600
51	19680	39360	78720	118080	157440	196800	236160	99	48000	96000	192000	288000	384000	480000	576000
52	20160	40320	80640	120960	161280	201600	241920	100	48700	97400	194800	292200	389600	487000	584400

TABLA DE PESO N° 2.- PARA LINEA DE PERFORACION DE 1-1/8"

WEIGHT TABLE No. 2 FOR 1 1/8 INCH DRILLING LINES

These tables to be used with Model No. 4  
Temperature Compensated Weight Indicator—One Shim Between Top Hook and Wt. Ind. Bush

Sump Footing Points	NUMBER OF LINES														
	1	2	4	6	8	10	12	1	2	4	6	8	10	12	
5	450	900	1800	2700	3600	4500	5400	53	18460	36920	73840	110760	147680	184600	221520
6	750	1500	3000	4500	6000	7500	9000	54	18940	37880	75760	113640	151520	189400	227280
7	1050	2100	4200	6300	8400	10500	12600	55	19420	38840	77700	116520	154400	194200	233100
8	1360	2720	5440	8160	10880	13600	16320	56	19910	39800	79660	119400	159320	199100	238960
9	1675	3350	6700	10050	13400	16750	20100	57	20410	40820	81640	122400	163200	204100	244920
10	1995	3990	7980	11970	15960	19950	23940	58	20910	41820	83640	125400	167200	209100	250920
11	2315	4630	9260	13890	18520	23150	27780	59	21410	42820	85640	128400	171200	214100	256920
12	2635	5270	10540	15810	21080	26350	31620	60	21920	43840	87660	131520	175200	219200	263040
13	2960	5920	11840	17760	23680	29600	35520	61	22430	44860	89720	134800	179400	224300	269160
14	3285	6570	13140	19710	26280	32850	39420	62	22945	45890	91780	138160	183560	229450	275340
15	3610	7220	14440	21660	28880	36100	43320	63	23460	46920	93840	141520	187680	234600	281520
16	3940	7860	15740	23640	31520	39400	47280	64	23980	47960	95920	144880	191840	239800	287760
17	4270	8540	17080	25620	34160	42700	51240	65	24500	49000	98000	148240	196000	245000	294000
18	4600	9200	18400	27600	36800	46000	55200	66	25025	50050	100100	151600	200200	250250	300300
19	4935	9870	19740	29610	39480	49350	59220	67	25550	51100	102200	154960	204400	255500	306600
20	5270	10540	21080	31620	42160	52700	63240	68	26100	52200	104400	158320	208600	261000	312900
21	5610	11220	22440	33660	44880	56100	67320	69	26650	53300	106600	161680	212800	266500	319200
22	5950	11900	23800	35700	47600	59500	71400	70	27225	54450	108900	165040	217000	272250	325600
23	6290	12580	25160	37740	50320	62900	75480	71	27800	55600	111201	168400	221200	278000	332000
24	6630	13260	26520	39780	53040	66300	79560	72	28400	56800	113600	171800	225400	284000	338400
25	6975	13950	27900	41850	55800	69750	83700	73	29000	58000	116000	175400	229600	290000	344800
26	7320	14640	29280	43920	58560	73200	87840	74	29600	59200	118400	179000	233800	296000	351200
27	7670	15340	30680	46020	61360	76700	92040	75	30200	60400	120800	182600	238000	302000	357600
28	8025	16050	32100	48150	64200	80250	96300	76	30800	61600	123200	186200	242400	308000	364000
29	8380	16760	33520	50280	67040	83800	100560	77	31400	62800	125600	189800	246800	314000	370400
30	8740	17480	34960	52440	69920	87400	104880	78	32000	64000	128000	193400	251200	320000	376800
31	9115	18200	36400	54690	72920	91150	109380	79	32610	65220	130400	197000	255600	326100	383200
32	9490	18980	37960	56940	75920	94900	113880	80	33220	66440	132800	200600	260000	332200	389600
33	9880	19760	39520	59200	79040	98800	118360	81	33830	67660	135200	204200	264400	338300	396000
34	10270	20540	41080	61620	82160	102700	122840	82	34440	68880	137600	207800	268800	344400	402400
35	10660	21320	42640	63960	85280	106600	127520	83	35050	70100	140000	211400	273200	350500	408800
36	11050	22100	44200	66300	88400	110500	132600	84	35675	71350	142400	215000	277600	356750	415200
37	11450	22900	45800	68700	91600	114500	137400	85	36300	72600	144800	218600	282000	363000	421600
38	11850	23700	47400	71100	94800	118500	142200	86	36925	73850	147200	222200	286400	369250	428000
39	12260	24520	49040	73560	98080	122600	147120	87	37550	75100	150200	225800	290800	375500	434400
40	12670	25340	50680	76020	101360	126700	152040	88	38190	76350	152700	229400	295200	381900	440800
41	13090	26180	52360	78540	104720	130900	157080	89	38830	77660	155200	232900	300400	388300	447200
42	13510	27020	54040	81060	108080	135100	162120	90	39470	78940	157800	236800	305600	394700	453600
43	13935	27870	55740	83610	111480	139350	167220	91	40110	80220	160400	240400	310800	401100	460000
44	14365	28730	57460	86190	114920	143650	172380	92	40750	81500	163000	244500	316000	407500	466400
45	14800	29600	59200	88800	118400	148000	177600	93	41395	82790	165500	248300	321200	413950	472800
46	15240	30480	60960	91440	121920	152400	182880	94	42040	84080	168100	252200	326400	420400	479200
47	15690	31380	62760	94140	125520	156900	188280	95	42685	85370	170700	256100	331600	426850	485600
48	16140	32280	64560	96840	129120	161400	193680	96	43330	86660	173300	259900	336800	433300	492000
49	16590	33180	66360	99540	132720	165900	199080	97	43975	87950	175900	263800	342000	439750	498400
50	17050	34100	68200	102300	136400	170500	204600	98	44620	89240	178400	267700	347200	446200	504800
51	17510	35020	70040	105000	140120	175100	210240	99	45265	90530	181000	271600	352400	452650	511200
52	17980	35960	71920	107760	143960	179800	215880	100	45910	91820	183600	275400	357600	459100	517600

TABLE DE PESO N° 3.- PARA LINEA DE PERFORACION DE 1-1/4"

WEIGHT TABLE NO. 3 FOR 1 1/4 INCH DRILLING LINE

These tables to be used with Model No. 4

Temperature Compensated Weight Indicator - Two Straps Between Top Hook and 3rd End Back

Scales Number Pounds	NUMBER OF LINES													
	1	2	4	6	8	10	12	1	2	4	6	8	10	12
53	17538	35100	70200	105300	140400	175500	210600	17538	35100	70200	105300	140400	175500	210600
54	18000	36000	72000	108000	144000	180000	216000	18000	36000	72000	108000	144000	180000	216000
55	18450	36900	73800	111600	148800	187200	224400	18450	36900	73800	111600	148800	187200	224400
56	18900	37800	75600	115200	153600	194400	232800	18900	37800	75600	115200	153600	194400	232800
57	19350	38700	77400	118800	158400	201600	241200	19350	38700	77400	118800	158400	201600	241200
58	19800	39600	79200	122400	163200	208800	249600	19800	39600	79200	122400	163200	208800	249600
59	20250	40500	81000	126000	168000	216000	258000	20250	40500	81000	126000	168000	216000	258000
60	20700	41400	82800	129600	172800	223200	266400	20700	41400	82800	129600	172800	223200	266400
61	21150	42300	84600	133200	177600	230400	274800	21150	42300	84600	133200	177600	230400	274800
62	21600	43200	86400	136800	182400	237600	283200	21600	43200	86400	136800	182400	237600	283200
63	22050	44100	88200	140400	187200	244800	291600	22050	44100	88200	140400	187200	244800	291600
64	22500	45000	90000	144000	192000	252000	300000	22500	45000	90000	144000	192000	252000	300000
65	22950	45900	91800	147600	196800	259200	308400	22950	45900	91800	147600	196800	259200	308400
66	23400	46800	93600	151200	201600	266400	316800	23400	46800	93600	151200	201600	266400	316800
67	23850	47700	95400	154800	206400	273600	325200	23850	47700	95400	154800	206400	273600	325200
68	24300	48600	97200	158400	211200	280800	333600	24300	48600	97200	158400	211200	280800	333600
69	24750	49500	99000	162000	216000	288000	342000	24750	49500	99000	162000	216000	288000	342000
70	25200	50400	100800	165600	220800	295200	350400	25200	50400	100800	165600	220800	295200	350400
71	25650	51300	102600	169200	225600	302400	358800	25650	51300	102600	169200	225600	302400	358800
72	26100	52200	104400	172800	230400	309600	367200	26100	52200	104400	172800	230400	309600	367200
73	26550	53100	106200	176400	235200	316800	375600	26550	53100	106200	176400	235200	316800	375600
74	27000	54000	108000	180000	240000	324000	384000	27000	54000	108000	180000	240000	324000	384000
75	27450	54900	109800	183600	244800	331200	392400	27450	54900	109800	183600	244800	331200	392400
76	27900	55800	111600	187200	249600	338400	400800	27900	55800	111600	187200	249600	338400	400800
77	28350	56700	113400	190800	254400	345600	409200	28350	56700	113400	190800	254400	345600	409200
78	28800	57600	115200	194400	259200	352800	417600	28800	57600	115200	194400	259200	352800	417600
79	29250	58500	117000	198000	264000	360000	426000	29250	58500	117000	198000	264000	360000	426000
80	29700	59400	118800	201600	268800	367200	434400	29700	59400	118800	201600	268800	367200	434400
81	30150	60300	120600	205200	273600	374400	442800	30150	60300	120600	205200	273600	374400	442800
82	30600	61200	122400	208800	278400	381600	451200	30600	61200	122400	208800	278400	381600	451200
83	31050	62100	124200	212400	283200	388800	459600	31050	62100	124200	212400	283200	388800	459600
84	31500	63000	126000	216000	288000	396000	468000	31500	63000	126000	216000	288000	396000	468000
85	31950	63900	127800	219600	292800	403200	476400	31950	63900	127800	219600	292800	403200	476400
86	32400	64800	129600	223200	297600	410400	484800	32400	64800	129600	223200	297600	410400	484800
87	32850	65700	131400	226800	302400	417600	493200	32850	65700	131400	226800	302400	417600	493200
88	33300	66600	133200	230400	307200	424800	501600	33300	66600	133200	230400	307200	424800	501600
89	33750	67500	135000	234000	312000	432000	510000	33750	67500	135000	234000	312000	432000	510000
90	34200	68400	136800	237600	316800	439200	518400	34200	68400	136800	237600	316800	439200	518400
91	34650	69300	138600	241200	321600	446400	526800	34650	69300	138600	241200	321600	446400	526800
92	35100	70200	140400	244800	326400	453600	535200	35100	70200	140400	244800	326400	453600	535200
93	35550	71100	142200	248400	331200	460800	543600	35550	71100	142200	248400	331200	460800	543600
94	36000	72000	144000	252000	336000	468000	552000	36000	72000	144000	252000	336000	468000	552000
95	36450	72900	145800	255600	340800	475200	560400	36450	72900	145800	255600	340800	475200	560400
96	36900	73800	147600	259200	345600	482400	568800	36900	73800	147600	259200	345600	482400	568800
97	37350	74700	149400	262800	350400	489600	577200	37350	74700	149400	262800	350400	489600	577200
98	37800	75600	151200	266400	355200	496800	585600	37800	75600	151200	266400	355200	496800	585600
99	38250	76500	153000	270000	360000	504000	594000	38250	76500	153000	270000	360000	504000	594000
100	38700	77400	154800	273600	364800	511200	602400	38700	77400	154800	273600	364800	511200	602400

**COMO INTERPRETAR LAS TABLAS DE PESO DEL INDICADOR DE PESO**

**Ejemplo.-** Si se tiene un equipo en condiciones hipotéticas de seis líneas, la medida indica 43 puntos siendo el peso total de los bloques, kelly, tuberías, botellas, broca etc. Con los bloques descargados la medida lee 6 puntos.

**METODO CORRECTO PARA ENCONTRAR LA CARGA ACTUAL EN EL GANCHO**

43 puntos = 95,400 Lbs. (Tabla N°1, columna de seis líneas)

6 " = 8,160 " ( " " " " " " )

Carga actual = 37,240 "

**NOTA.-** Restando cargas.

**METODO EQUIVOCADO PARA ENCONTRAR LA CARGA ACTUAL EN EL GANCHO**

43 puntos

6 puntos

37 puntos = 78,960 Lbs. (Tabla N°1, Columna de 6 líneas)

**NOTA:** No se debe restar puntos.



El indicador de peso muestra únicamente el peso, el cual está siendo llevado por las líneas, ya que debido al efecto del empuje del lodo en el Drill Pipe, el peso leído no coincidirá con los pesos conocidos de tubería, bloques, gancho etc.

EJEMPLO.- Siguiendo con el ejemplo anterior, la carga mostrada por el indicador es 87,240 Lbs. Si el peso del lodo es de 10 Lbs/gal (75 Lb/CF). En la tabla, opuesto a 10 Lb/gal, el factor de flotabilidad que se encuentra es de 18.2 %.

Luego  $18.2 \times 87,240 = 15,877$  Lbs.

$15,877 + 87,240 = 103,117$  (Peso actual de Drill pipe, botellas, etc, en el hueco)

Las lecturas de los pesos pueden ser chequeados con los pesos actuales por la suma de una cantidad igual al efecto del empuje. Las cantidades necesarias se muestran en la siguiente tabla.

Lb/gal	Lb/CF	Sp.Gr.	% Sumado al peso de lect.indic.
8.3	62.4	1.00	14.5
9	67.5	1.08	16.0
10	75.0	1.20	18.2
11	82.3	1.32	20.3
12	89.9	1.44	22.7
13	97.3	1.56	25.0
14	104.8	1.68	27.4
15	112.0	1.80	30.0
16	119.7	1.92	32.6
17	127.0	2.04	35.5
18	134.5	2.16	38.3
19	142.0	2.28	41.2
20	149.5	2.40	44.5

NOTA.- Estos cálculos pueden ser hechos con el vernier.

## CAPITULO IV

### MEDIDORES DE MOMENTO DE TORSION EN LAS TENAZAS

**1.- GENERALIDADES.**- Las roturas de Drill Collar y uniones se deben en la mayoría de casos al manejo inapropiado de las tenazas, la única manera de asegurar una buena operación es usar un medidor de momento de torsión. La instalación del instrumento dá al perforador una indicación precisa para un par de acuerdo al tipo o diámetro de la tubería o uniones.

**2.-DESCRIPCION.**- El instrumentos tiene dos componentes: el elemento de carga y la medida. El elemento de carga es un cilindro hidráulico. Cuando se ajusta una unión la línea de tracción se convierte en presión hidráulica en el cilindro y esta señal es trasmitida a través de la manguera de alta presión al indicador de medida. El medidor está relleno con fluido y tiene además un dial que expresa la lectura en Lbs.

Estos medidores se pueden instalar de dos maneras:

(1) Instalación portátil.- El elemento primario de este instrumento es el detector o indicador de carga, el cual se conecta a un cuadrante adecuado mediante un conducto o manguera. Es aplicable cuando el instrumento se emplea para usos intermitentes o para marcar topes. El conducto y el elemento se llenan ambos con líquido y se monta el cuadrante en la agarradera de las llaves de potencia.

(2) Instalación permanente.- Los componentes de una instalación permanente son los mismos que se usan en la instalación portátil, es decir, un elemento primario y un cuadrante con un conducto de conexión. En este caso, el elemento de carga se instala en el cable que asegura la agarradera de las llaves a alguna parte de la torre. Entonces se monta el cuadrante en la caja de instrumentos a la altura del puesto del perforador.

#### INSTALACION.-

- Portátil.- Se monta el cuadrante en la agarradera de las llaves de potencia, una pequeña manguera conecta la medida al cilindro hidráulico instalado en la tenaza donde se ata la línea de potencia. La tenaza tendrá que ser ajustado a una tracción con un ángulo de 90° para una indicación correcta.

- Permanente.- La medida se coloca en la caja del indicador de peso, se extiende 25 pies de manguera para conectar al cilindro hidráulico el cual previamente ha sido asegurado a una de las vigas del equipo. La línea posterior se asegura permanentemente y podrá indicar una lectura del momento de torsión en todo momento. La tenaza tiene que ser ajustada a una tracción con un ángulo de 90° para una indicación correcta.

4.- OPERACION.- Un regulador de pulsaciones que está montado en la parte superior del cuadrante, se puede regular para reducir las oscilaciones del puntero. Se debe girar la varilla dextrógira con el fin de aumentar la acción de regulación. Si la varilla se desenrosca, empujar y girar hacia la derecha. Ajustar solamente lo suficiente como para poder parar las fluctuaciones violentas. En caso de sobreajustarse dará lugar a que el medidor se retrase.

5.- MANTENIMIENTO.- Inspeccionar el cilindro para un volumen bajo de fluido mediante la observación de la longitud expuesta de la varilla del pistón, cuando hay una sobretensión. Si 1/2" de varilla es expuesta tendrá que rellenarse de fluido. Se deberá inspeccionar con el fin de determinar la razón de pérdida de fluido. Se debe usar un fluido W-5. Cuando el ins-

trumento no trabaje atar la bomba de mano para chequear la vál  
vula. No apretar la conección de la bomba hasta que el aire ha  
ya sido expelido de la varilla de la bomba por mediodo dos o  
tres emboladas. Ahora se debe apretar. Aflojar el orificio del  
tornillo que está en el lado del cilindro para eliminar el ai-  
re y continua~~r~~ bombeando fluido hasta que el aire sea elimina-  
do por completo del sistema. Apretar el tornillo y bombear has  
ta que la presión esté indicada en el medidor. Quitar la bomba  
y el medidor regresará a cero.

INSTALACION PERMANENTE

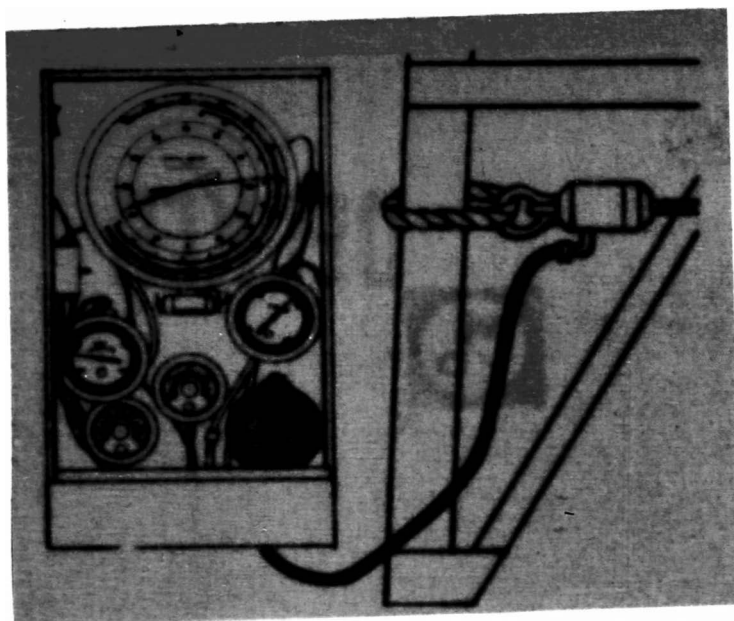


FIGURA N°6

INSTALACION PORTATIL

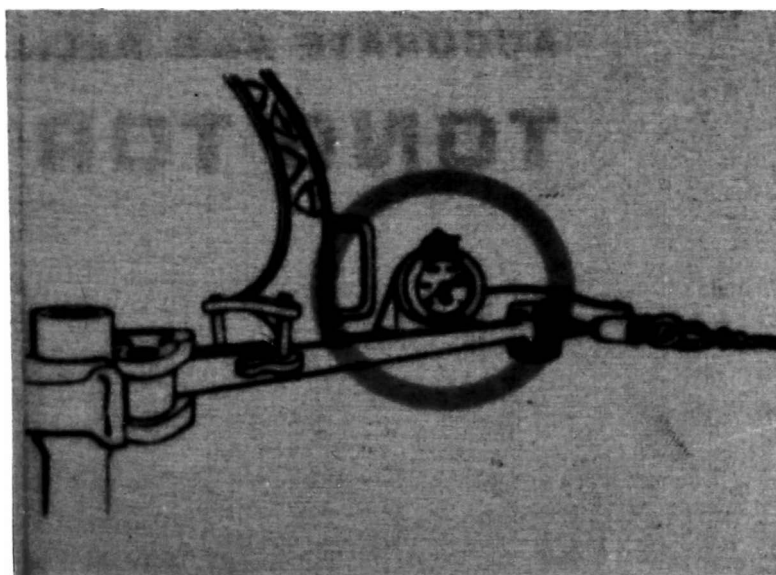


FIGURA N°7

## CAPITULO V

### MEDIDORES DE MOMENTO DE TORSION EN LA MESA ROTARIA

1.- GENERALIDADES. Este indicador es un dispositivo de seguridad que puede prevenir la aplicación de demasiado esfuerzo torsional de la sarta de perforación.

2.- DESCRIPCION .- Consiste de una polea loca que se instala debajo del lado inferior de la cadena rotaria, (por este lado se ejerce fuerza en la rueda dentada rotatoria). Aumento en el esfuerse de esta cadena aplica fuerza a la polea loca haciéndola desplazar líquido al tubo que lo conecta al cuadrante en el puesto del perforador. El desplazamiento y la lectura del cuadrante estan en relación al grado de fuerza de la cadena. Asi como el indicador de peso, este instrumento requiere poca atención. Es necesario impedir fugas en el sistema líquido. Puesto que la polea loca tiene una pestaña de caucho de contacto con la cadena rotaria, es importante que la polea se ponga en alineación con la cadena para disminuir el daño a la pestaña antedicha.



### 3.- INSTALACION.-

A.- Cadena del furgón vacío.- El montaje de la cadena del furgón vacío puede ser instalado debajo de uno u otro costado de la cadena de la mesa rotaria o debajo del lado compacto de la cadena que actúa sobre el contraje o eje intermedio rotario. El primer método es el único práctico en las instalaciones de campo, pero crea la desventaja de tener que volver a colocar el montaje del furgón vacío si la mesa rotaria tiene que ser trasladada para otro pozo. El método más moderno podría ciertamente ser usado para una instalación de tienda porque deja el furgón vacío puesto cuando el equipo es trasladado cerca. Cuando el furgón vacío se instala debajo de la cadena de la mesa rotaria, puede ser montado encima del piso, debajo del piso o en una subplataforma soportada por una estructura de acero, o internamente en el caso del baño de aceite. Si no hay una base sólida para el furgón vacío, debe proveerse de uno. Debe ser asegurado al pozo con el fin de que no afecte la vibración. El primer paso es para acerrojar el armaje de las placas (planchas, láminas) al furgón vacío. Después sentar el furgón vacío en posición debajo de la cadena.

B.- Indicador de medición.- Instalar el dial del medidor en el panel del instrumento indicador

de peso usando los tornillos y montado el soporte provisto.

Montar fuertemente la empaquetadura y remaches a unas pocas pulgadas del medidor y conectar los dos con la tubería de cobre. Si no hay lugar para el medidor y los remaches en la caja de instrumentos, se puede colocar en otro sitio conveniente. De cualquier modo se debe colocar en la caja de instrumentos si se va a usar registradores.

C.- Registrador.- Si ya hay un registrador montado detras del panel del instrumento, se necesita solamente un paquete de registrador hidromecánico, para dar un sistema el que registrará, en todo momento el torque en la misma carta que se usa para el registro de peso. El paquete registrador consiste de una pluma, un tubo Bourdon, un brazo asegurado y otras partes necesarias para conectar con el sistema hidráulico del medidor.

D.- Conecciones de la manguera.- Sacar la tapa guardapolvos y juntar la manguera de mas alta presión a una pequeña en la cadena del cilindro del furgón vacío. Cerrar la manguera a través del hueco pequeño en la guarda de la manguera, pasarlo debajo del piso del equipo y levantarlo a través del hueco debajo de la caja del instrumento.

#### 4.- AJUSTES.-

(1) Cadena del furgón vacío.- La sarta de amortiguación de pulsación en la medida del dial deberá en cierto modo ser destornillado (separado). Retener la cadena rotatoria de la rueda del furgón vacío y girar el disco estriado en el lado de la medida hasta que el dial lea cero. Reemplazar la cadena en la rueda del furgón vacío. Quitar el tapón de la tubería del remache de la empaquetadura y enresecar la bomba de mano flojamente dentro de la espira. Echar aceite al instrumento dentro de la bomba y dar lentamente unas cuantas carreras al émbolo hasta que las burbujas de aire no se formen largamente en la conexión suelta. Ahora ajustar la conexión y bomba hasta que el medidor lea aproximadamente 75. Asentar y asegurar la mesa, cuidadosamente soltar el embrague para producir una tracción en la cadena. El medidor deberá leer 350 a 400 con una tracción pesada. Silee por debajo de estos valores la bomba contendrá fluido y por lo tanto se deberá repetir la tracción en la cadena. La lectura deberá ser también alta, entornillar el tapón de la tubería en la parte alta del medidor de amortiguación de las pulsaciones hasta que se escurra un poco de aceite. Ajustar el tapón y repetir la tracción de la cadena. Ocasionalmente la locación de la unidad del furgón vacío o la tirantes de la cade

hará imposible. Se puede corregir estas condiciones por elevación de la unidad del furgón vacío por la colocación de bloques debajo de él.

(2) Indicador de medida.- El peso de la cadena producirá una pequeña lectura de medida. Esta será incrementada un poco cuando la sarta de perforación se encuentre rotando con la broca en el fondo con una velocidad determinada. El indicador de medida incluye peso de la cadena, fricción, arrastrado de tubería etc. Para desterrar estas variables, asentar el dial en cero mientras la broca esté rotando en el fondo del pozo. Cuando la broca esté rotando en el fondo con el peso y velocidad deseada, el indicador leerá considerablemente encima de cero. Este es el momento de torsión neto en el fondo o el trabajo útil que está siendo hecho por la broca.

(3) Registros.- La lectura del registro no coincidirá necesariamente con el indicador de medida. La razón es muy simple, el medidor indica el momento de torsión de la broca, mientras que el registro está graficando el momento de torsión total del sistema incluyendo el peso de la cadena, momento de torsión de la fricción del pozo, y momento de torsión de la broca. Esta discrepancia entre el medidor y el registro es perfectamente normal y no es necesario corregirla.

### 5.- MANTENIMIENTO.

A.- Cadena del furgón vacío.- La lubricación del furgón vacío es innecesaria, la rueda es montada en un cojinete de bolas sellado y los pernos de conexión recibirán suficiente lubricación de la cadena.

Chequear frecuentemente el alineamiento de la rueda, particularmente cuando la mesa rotaria es trasladada a otro lugar. Esto es muy importante si se desea obtener un buen recorrido de la sena.

Si se gasta la rueda, se puede cambiar sacando el eje aflojando los tornillos de presión y los de cerradura de cada lado de la rueda. Tirar las cabezas del eje del marco y dejar que la rueda caiga sola.

B.- Indicador de medida.- Es generalmente innecesario hacer algún mantenimiento, solo requiere mantenerlo limpio.

C.- Registradores.- Usualmente el registro puede servir mientras , mientras está en operación limpiar la pluma frecuentemente.

D.- Conexiones de manguera.- Periódicamente chequear la manguera y sus conexiones por las fugas. De no repararse las fugas causará que el sistema necesite frecuentes rebombes.

INSTALACION DE UN MEDIDOR DE MOMENTO DE TORSION EN LA MESA

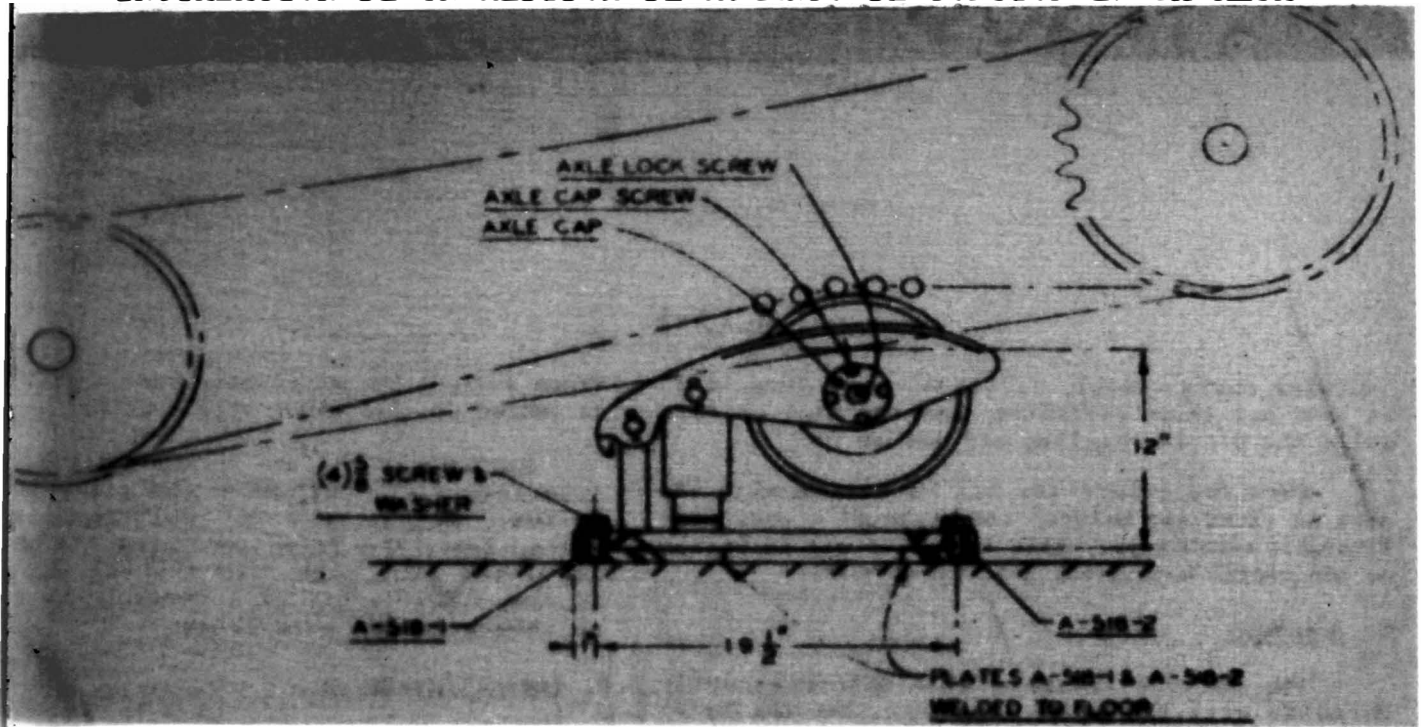


FIGURA N° 8

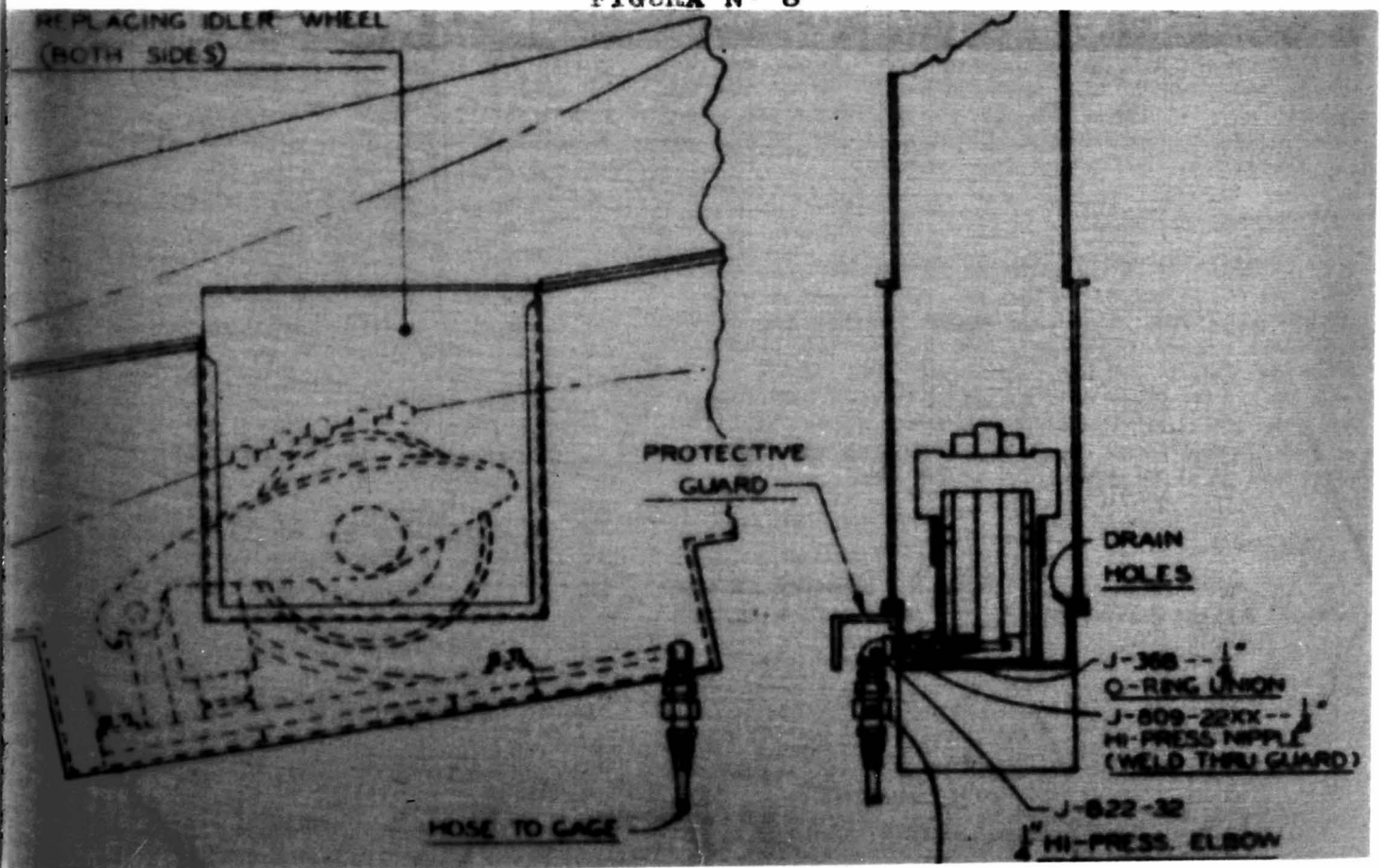


FIGURA N° 9

## CAPITULO VI

### CONTROL AUTOMATICO DE PERFORACION

**1.- GENERALIDADES.-** Un sistema automático de control generalmente consiste de medios de medición, el controlador y el elemento final de control. Estos elementos reaccionan uno al otro y por lo tanto, forman un círculo o malla cerrada, como se ilustra en la figura 10.

"Control" significa ya sea conservar una variable controlada relativamente constante, o bien, cambiarla conforme una función de alguna otra variable. El controlador que recibe la señal desde los medios medidores, la compara con la señal de entrada y responde a ésta con una señal de salida a los elementos finales de control, que producen la corrección en el proceso. El proceso reacciona a esta corrección que es detectada por los medios medidores y la variable controlada se modifica de acuerdo. Los diferentes pasos de los que consiste esta malla cerrada se pueden enun-

rar como sigue:

(1) La detección de la variación de la variable controlada del punto fijo por los medios de medición.

(2) La señal desde los medios de medición al controlador, indicando la desviación.

(3) La acción del controlador.

(4) La señal de corrección desde el controlador al elemento final de control.

(5) La acción de corrección por el elemento final de control.

(6) La reacción del proceso y la modificación consecuente de la cantidad medida de la variable controlada.

(7) Detección de la modificación de la variable controlada por los medios de medición.

(8) La señal modificada de los medios de medición al controlador.

Si la señal modificada del paso(8) corresponde a la señal transmitida cuando la variable controlada está en el punto fijo, entonces el ciclo de corrección termina. Sin embargo, si la desviación del punto fijo persiste el ciclo se repite. El paso (8) es la señal para el éxito o falla de la acción. Este es la retroalimentación que modula



la corrección.

DIAGRAMA DE UNA MALLA DE CONTROL

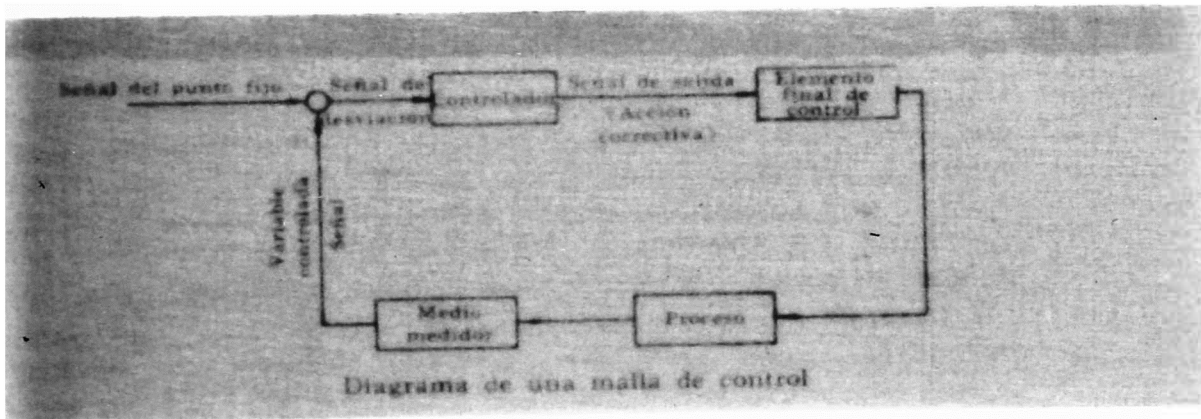


FIGURA 10

2.- INSTALACION DE UN PERFORADOR AUTOMATICO

CICLO DE OPERACION

(1) Dispositivo indicador de la tensión en la línea muerta:

El control se origina en el diafragma de la línea muerta (neumático) o en el enlace del ancla (hidráulico), los cuales indican la tensión de la línea muerta y reacciona para las variaciones.

(2) Unidad de control: Estas reacciones son retransmitidas

al tubo Bourdon del controlador de la unidad donde son comparadas continuamente y a la vez automáticamente con un punto fijo, correspondiendo al peso deseado sobre la broca.

Cuando ese peso, reflejado en la línea muerta aumenta, baja debajo del punto armado, el controlador abre una válvula para permitir que sea alimentado por el aire del motor.

(3) Unidad indicadora de la rotación del malacate:

En el instante en que el malacate se empieza a mover, rota una rueda de caucho al costado del malacate. Esta rotación se transfiere por un eje flexible, como una fuerza inversa, a la unidad diferencial de engranaje. Allí, vencen la acción del motor de Aire y baja la palanca del freno desenrollando gradualmente la línea de elevación. Cuando el peso sobre la broca y la tensión en la línea muerta, tienen resumido su relación inicial, la unidad del controlador cierra la válvula del aire del motor. Se aplica el freno completamente y el ciclo es completado.

(4) Aire del motor y unidad de engranaje:

Haciendo girar el motor del aire, continuamente las dos velocidades diferenciales de la unidad de engranaje, el carrete de la línea de elevación sube en la línea atada a la palanca del freno en el malacate. Esto permite que suba la palanca y el malacate rote y alimente la li

nea de perforación. Esto ent el peso en la broca r d -  
ce la tensión en l line muerda.

CICLO DE OPERACION

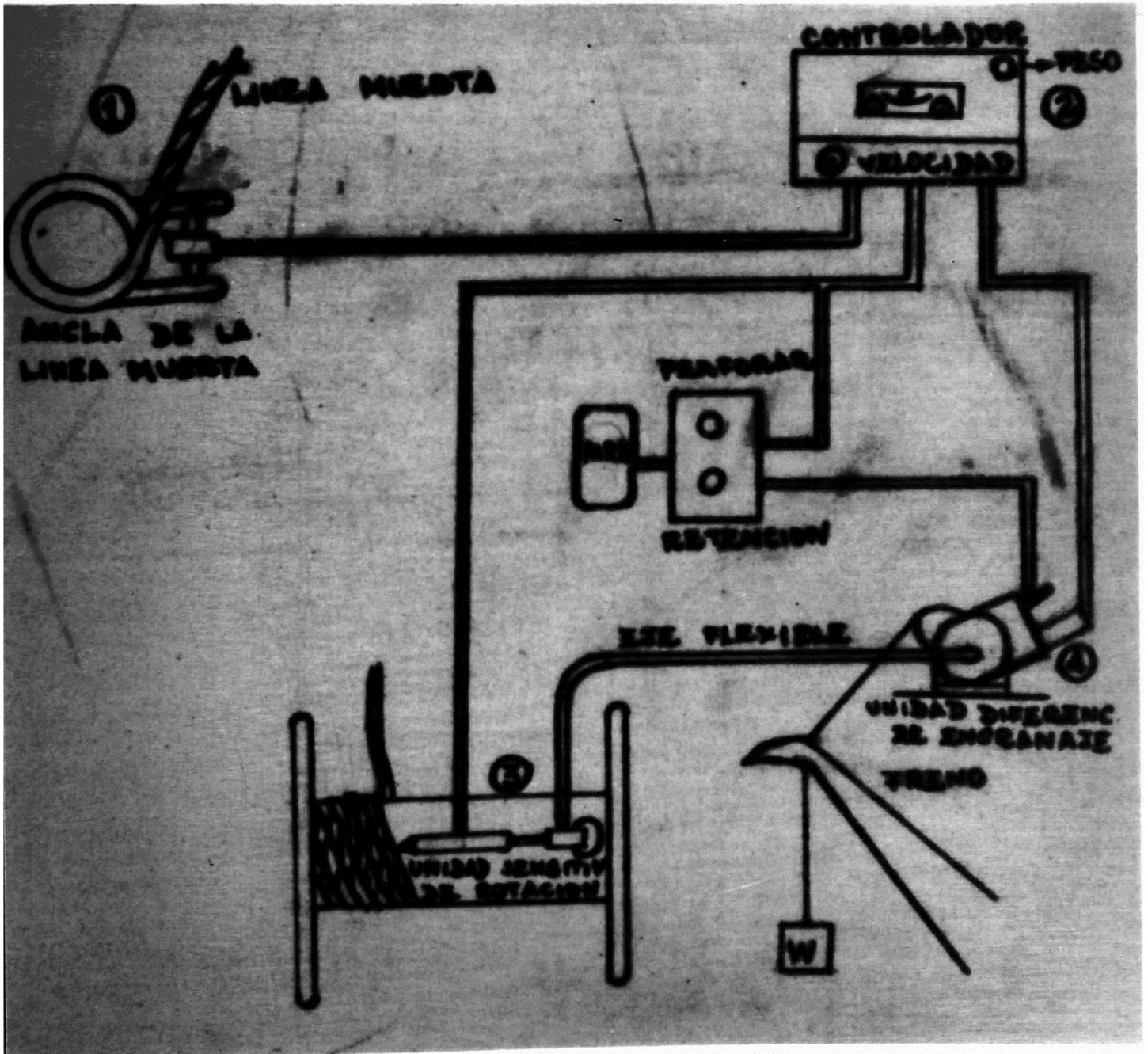


FIGURA 11

## CAPITULO VII

### REGISTRADORES ELECTRICOS

**1.- INTRODUCCION.-** Este sistema de registro ofrece muchas ventajas para el operador de campo. Combina la precisión y sensibilidad de equipo de laboratorio con la rudeza de los trabajos de campo. Con la conveniente selección de transductores o generadores algunos canales pueden ser usados para registrar las siguientes funciones:

- (1) **Carga total en el gancho y peso en la broca.**
- (2) **Presión en la bomba.**
- (3) **Velocidad o volúmen de la bomba.**
- (4) **Velocidad de rotación.**
- (5) **Momento de torsión rotario.**
- (6) **Memento de torsión de las tenazas**
- (7) **Régimen de penetración.**
- (8) **Presiones en la cabeza del pozo.**

(9) Señales de presión encima de 20,000 psi.

(10) Señales de R.P.M. encima de 3,000 rpm.

Se encuentran instrumentos registradores con uno, dos, tres, o más canales de acuerdo a la cantidad que se necesite; los que podrán ser usados para señales de presión (transductor) o señales de revoluciones (tacómetros).

El transductor está amarrado dentro del sistema de presión y aquí la presión hidráulica es convertida en una señal eléctrica. Alguna longitud de cordón eléctrico puede ser usado para transmitir la señal al registrador montado en la caseta. Si una señal de rpm. es usada un pequeño generador de corriente alterna es unido dentro del eje que está girando en forma directamente proporcional a la mesa rotaria o a la bomba, y esta señal es similarmente transmitida a través de un cordón eléctrico al registrador.

El registrador de un solo canal puede también ser usado en combinación con el indicador de momento de torsión de las tenazas para registrar continuamente el momento de torsión de sartas de casings o tuberías. El momento de torsión en cada junta se convierte en registros permanentes, y el operador puede fácilmente ver cuantas jun-

tas han sido corridas evitando de esta manera la posibilidad de llevar una mala cuenta.

El registrador de un solo canal tam bien es usado para chequear las corridas de brocas especiales o herramientas. El peso sobre la broca, velocidad de rotación presión de la bomba o alguna otra función singular puede ser seguido con exactitud por el registro de observaciones del mo mento. Este registrador es tambien extremadamente valioso en el trabajo de producción a seguir las presiones durante el fracturamiento, acidificación o alguna otra operación delicada de cementación. En todos estos casos, la habilidad para ex pandir la escala para algún valor razonable es posible con es tos registro eléctricos, y de este modo los máximos detalles pueden ser derivados.

Los registradores de dos canales son también usados en fracturamientos, acidificación y trabajos de cementación. Un canal puede registrar la presión del tubing, y el otro la presión del casing, o un canal la presión y el otro el volúmen. En el coreo por diamante y en las opera ciones de pesca, el peso en la broca y la velocidad rotaria pueden ser cerradas, dando una excelente oportunidad para eva luar estas operaciones.

El mejor uso del registrador de cuatro canales ha sido en la observación total de la operación de perforación. Generalmente las funciones registradas son las siguientes: régimen de penetración, carga total en el gancho, velocidad de rotación, velocidad de la bomba, momento de torsión o presión de la bomba. El ingeniero y el geólogo pueden obtener informaciones extremadamente valiosas en estos registros diarios. Las fracturas de perforación son positivamente identificadas, y no hay resultados de pesos aumentados, velocidad de rotación o presión de la bomba. De ocurrir fallas en la bomba u otras pérdidas de tiempo se pueden chequear fácilmente, y una mejor evaluación de costos puede derivarse. No únicamente las pruebas especiales pueden ser completamente controladas y manejadas, pero también en una operación diaria normal, los registros de esta carta proporciona mas información que un reporte de perforación. Cada función singular por sí misma es de algun valor, pero el registro de los cuatro dá una historia completa.

El operador moderno con sus tremendas inversiones necesita mas información acerca de lo que hace su equipo, y donde las oportunidades se apoyan para mejorar su situación.

2.- COMPONENTES DEL SISTEMA.

(a) El Registrador.- (fig.12) puede ser dividido en cuatro partes: el panel de control, la carta, el elemento de medida y el estuche. El panel de control, la carta y el elemento de medida son montados juntos en un ensamblaje corredizo, la cual puede fácilmente ser sacada para su inspección. El panel de control está formado por el frente de láminas de enchufes desmontables individuales en las unidades de control, uno por cada canal, ya sea de presiones o de revoluciones. Estas unidades contienen un circuito de calibración o control para cada canal individual.

- La unidad de control de presión consiste de lo siguiente:

- Un fusible de 1/4 Amp., el cual se fundirá si su canal se cruza en algún caso.

- Un interruptor de tres posiciones puede ponerse en: Off, Run o en posición de calibración.

- Tres resistencias variables, ajuste de acero, ajuste máximo en la escala y calibración estándar.

- La unidad de control para una señal de rpm. consiste de lo siguiente:

- Un interruptor de dos posiciones para On y para Off.

- Un reóstato.

(



(b) La Carta.- Es accionada por el movimiento de un reloj de 8 días. Son provistas de tres juegos de engranajes para velocidades de  $3/4$ ,  $1-1/2$ , 3, 6 ó 12 pulgadas por hora o por minuto. En el lado izquierdo hay un interruptor, el cual estará en la posición Off. cuando todas las vías están a tierra, en el régimen de alimentación diaria cuando se encuentra en el centro, y en la alimentación adelantada cuando todas las vías están hacia arriba. La carta de velocidad normal es la de 3 pulgadas por hora el cual es obtenido con los engranajes grandes, la unidad entera está montada en una corredera, y puede fácilmente ser sacada del estuche para su inspección.

(c) Los elementos de medida.- Son galvanómetros de magnetismo permanente, tipo de bobina móvil. Básicamente, el eje del elemento se mueve de acuerdo con la corriente permitida para ir hacia la bobina. En la base del elemento que se extiende hacia afuera es una palanca de control, el cual es llamado "cero mecánico".

(d) El Estuche.- Es una pieza a tipo nivel íntegramente manuable para ser transportado. Se emplea aluminio de alta resistencia además de un proceso especial de acabado que provee de una excelente resistencia a la corrosión. Aprueba de polvo y salpicaduras, de bisagras fácilmente renovables provisto de una tapa de vidrio flexi-

ble. Los enchufes para cada canal identificados por sus nombres.

(e) El Cordón Eléctrico.- (fig.13)

usada para cada caso es generalmente de 150 pies, de fuerte rendimiento, resistente al aceite, cordón de tres alambres. En los registradores de dos o cuatro canales, un solo cordón de alambres múltiples puede ser fabricado para conectar el registrador a la caja de empalme en el equipo y de allí los cordones individuales pueden ser corridos a cada unidad de señal. Las señales originan en el transductor o unidad de señales de presión para señales de presión o en un tacómetro eléctrico para señales de revoluciones.

(f) La unidad de señales de presión o transductor.- (14) consiste de un potenciómetro controlado por un tubo Bourdon. El potenciómetro contiene un contacto deslizante el cual se mueve encima de las bobinas desde 0 hasta 1,000 ohmios de resistencia, permitiendo de este modo la corriente, la cual es proporcional a la presión en el tubo Bourdon activando el elemento de medida. Estas unidades son de varias capacidades de presión dependiendo del tipo de sistema del cual reciben una señal. Normalmente existen de rangos de 20,000 a 50 psi., pero para una aplicación especial, existe de cualquier capacidad.

(g) La unidad de señal de revoluciones.-(fig.15) es un pequeño generador de corriente alterna el cual consiste de una bobina que rota en un campo magnético que es producido por una corriente proporcional a la velocidad o rpm. que está girando. No hay chispas, y no se requiere potencia extra. La corriente requerida en este circuito, como en el circuito transductor de presión, es menor que un miliamperio.

(h) Los accesorios de acoplamiento.- No son partes del registrador en si, pero consiste del equipo necesario para conectar las unidades de señales (transductores o generadores) a los instrumentos indicadores del equipo o a alguna parte del equipo mismo.

(i) El suministrador de potencia.- Es el componente final del sistema de registros. Cuando se trata de un registrador de un solo canal, unas pilas de mercurio de 12 voltios son provisionados para una operación intermitente, también una pila seca (batería) de 12 voltios puede ser usada para una operación continua.

Los instrumentos de dos o cuatro canales pueden operarse con un paquete de potencia opcional. El paquete de potencia provee constantemente una potencia neta para instrumentos de precisión. Cuando se usan las baterías de pilas húmedas, se emplearan métodos para mantener un suministro constante de po -

tencia de 12 voltios, desde que la precisión de la calibración depende del voltaje constante. Si cambia el voltaje el instrumento puede ser recalibrado. La amplitud de la escala puede ser cambiada en cantidad proporcional al cambio. Estas fuentes de potencia son usadas solamente en los transductores o canales de presión desde que las rpm. de los canales depende del aprovisionamiento de su propia potencia.

REG STRADOR

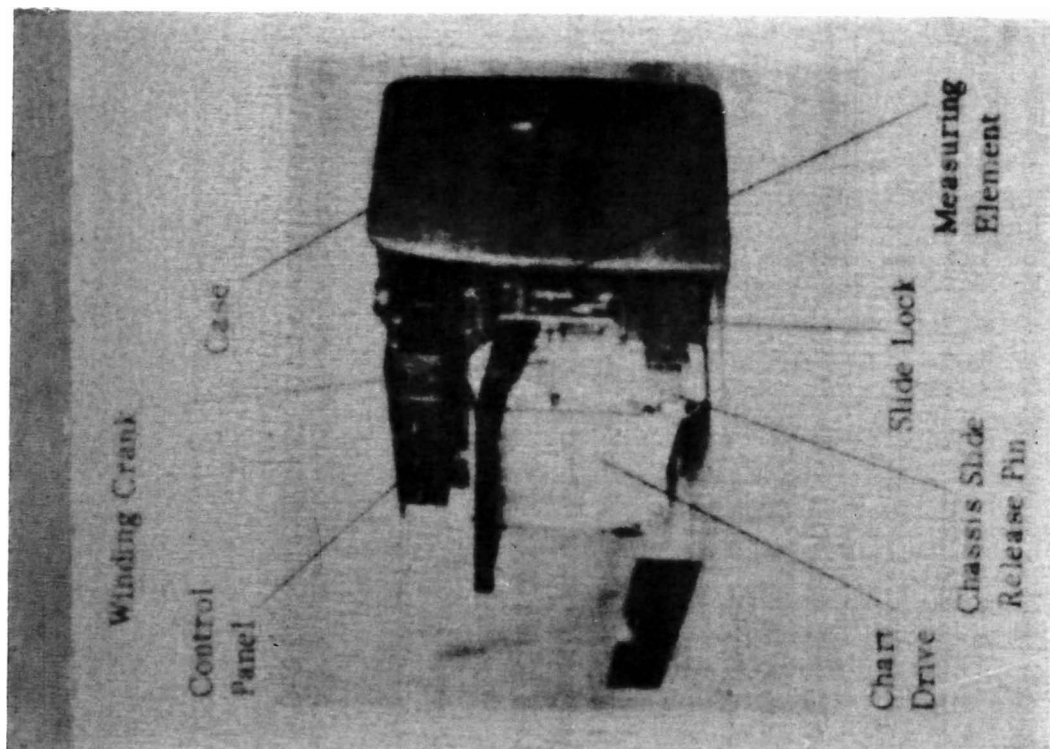


FIGURA 12

COMMON ELECTRIC

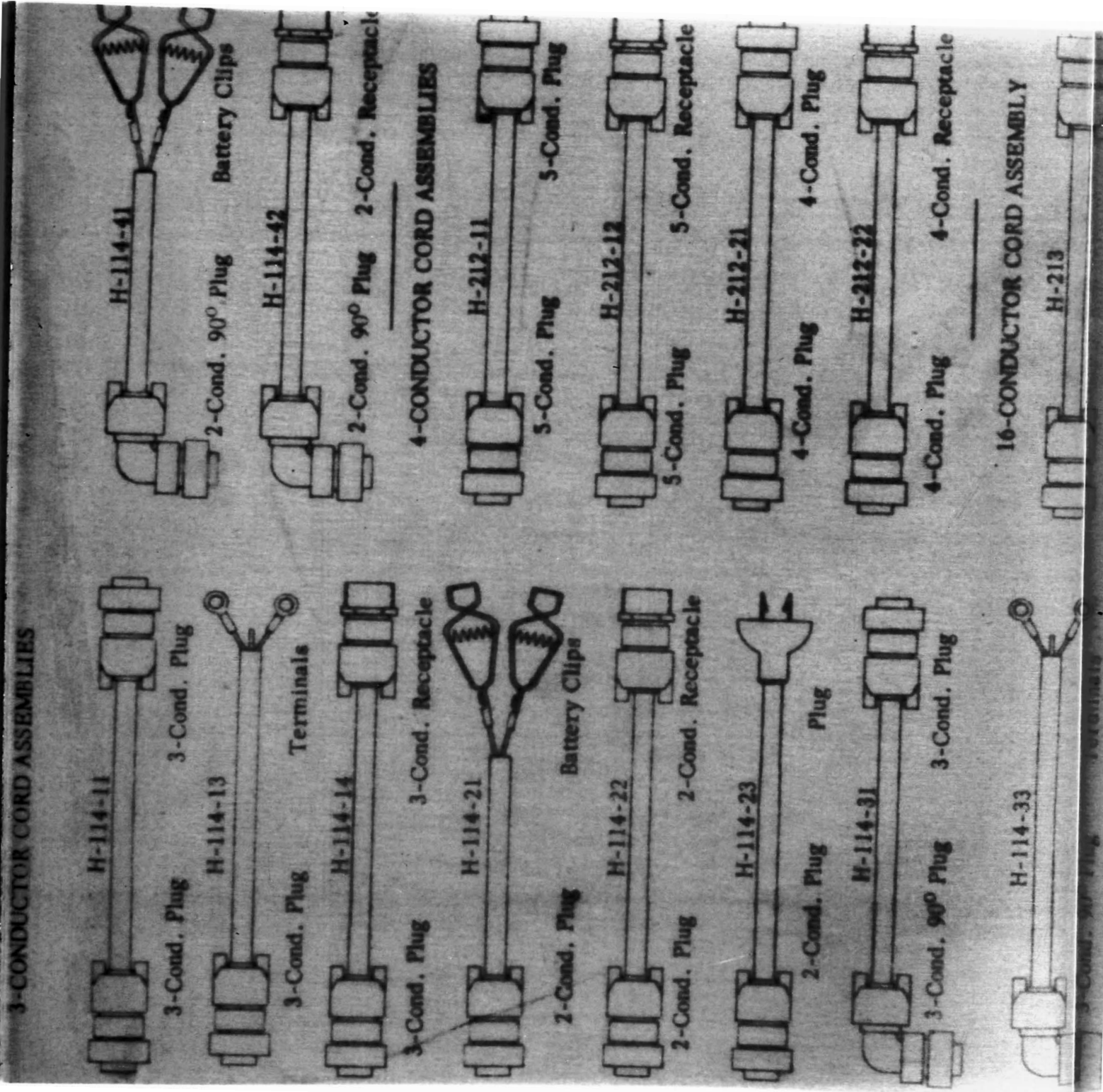


FIGURA 13

UNIDAD DE SEÑALES DE PRESION

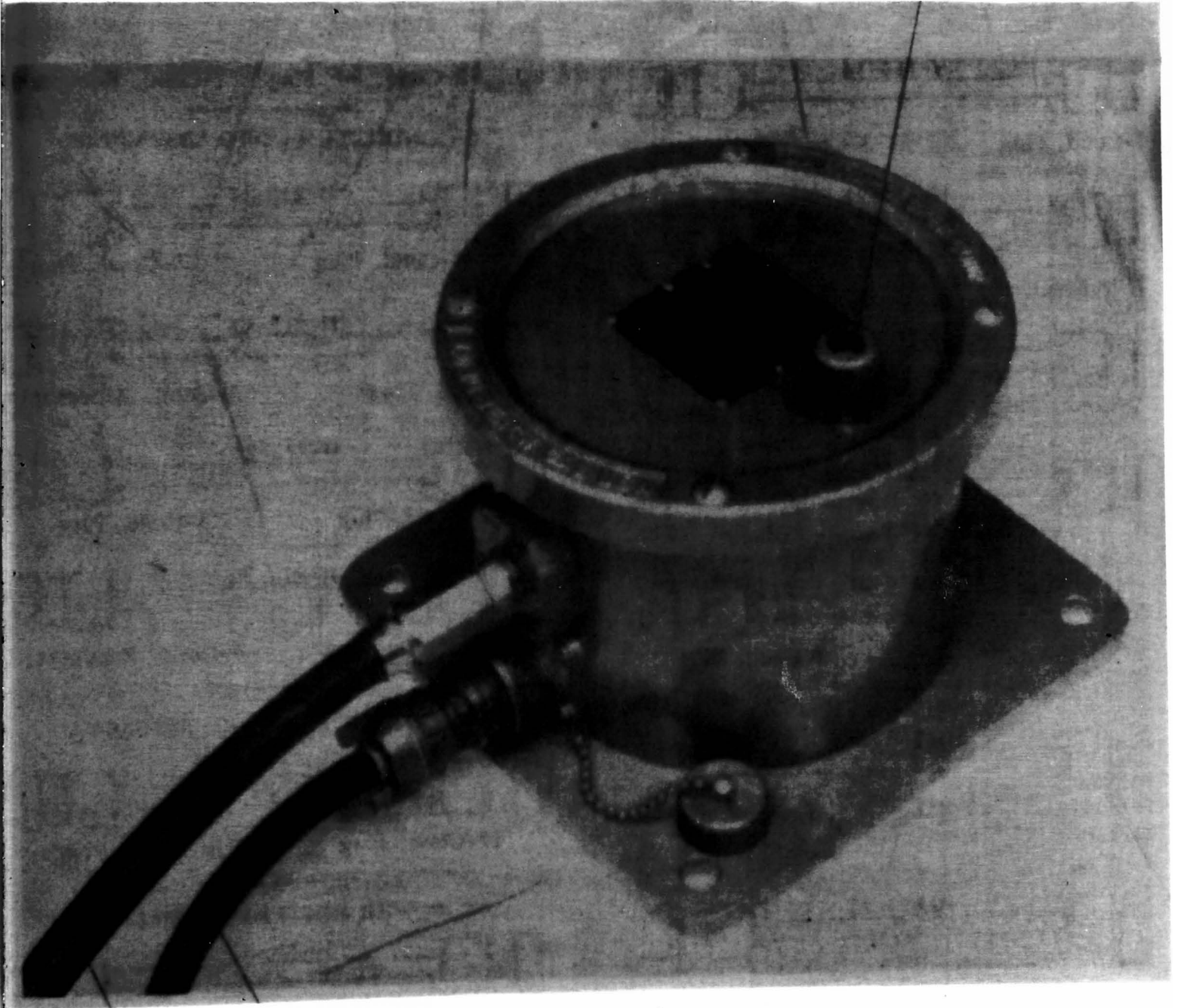
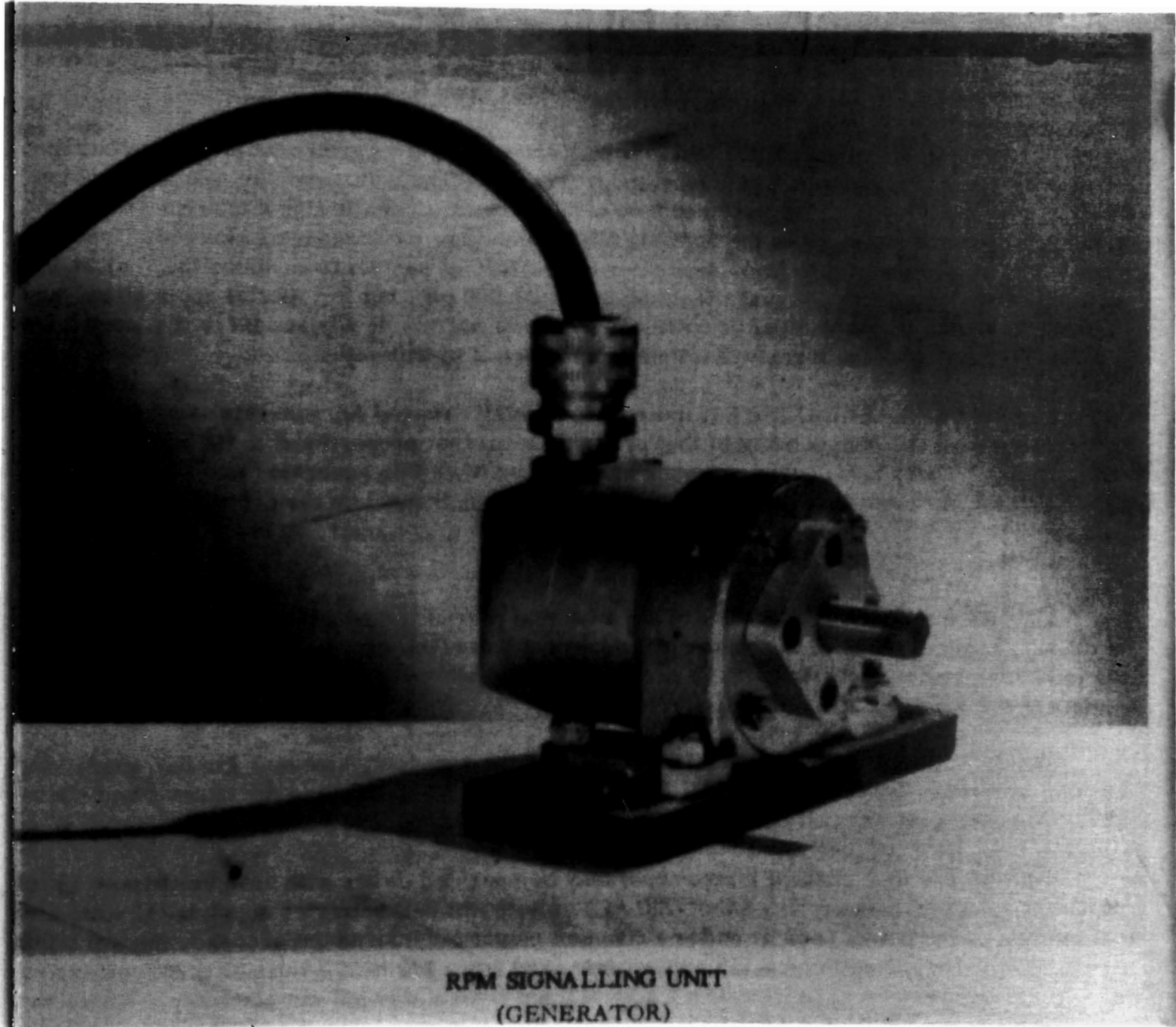


FIGURA 14

UNIDAD DE SEÑAL DE REVOLUCIONES



RPM SIGNALLING UNIT  
(GENERATOR)

FIGURA 16

### 3.- INSTALACION.-

El registrador y la fuente de potencia es normalmente colocado en la caseta. Es recomendable colocar en el lugar donde se confeccionan los reportes, así el registro será manuable. El instrumento se diseña para un fuerte uso pero es recomendable colocarlo donde el peligro de polvo, agua, vibración excesiva sea mínimo. Las pequeñas vibraciones son actualmente una ayuda como reductores de la ligera fricción de la pluma, pero si las vibraciones son demasiado fuertes deberá aumentarse peso en las plumas para mantenerlas fijas.

El cordón es templado del registrador a la unidad de señales, normalmente es localizado alrededor del piso del equipo. Algunas veces es mejor correr los conductores al registrador atados en un solo punto debajo del piso del equipo. Los cordones múltiples de varios generadores o transductores pueden apartarse de esta unión

### 4.- APLICACION.-

Las unidades de señalamiento de presión o transductores se usan de la siguiente manera:

(1) Carga total en el gancho y peso sobre la broca.

(2) Presión de la bomba.

(3) momento de torsión.

(4) Régimen de penetración.



(5) Momento de torsión de las uniones y tuberías

(6) Otras aplicaciones del transductor.- Hay cierta cantidad de otras aplicaciones en las cuales pueden registrarse las señales de presión. Sólo es necesario que se introduzca en el sistema un transductor de la capacidad de presión correcta.

Las unidades señaladoras de RPM se utilizan como si se:

(1) Velocidad o volúmen de la bomba.

(2) Velocidad de rotación.

(3) Otras señales de RPM.- Algunas otras señales de RPM pueden ser registradas, siendo únicamente necesario para instalar en alguna manera, un eje o un generador para girar en proporción directa a la unidad giratoria a ser registrada.

4.- OPERACION.- El registrador es de construcción sólida e impermeable para uso de campo. Sin embargo, si es posible deberá ser montado en una caseta o trailer lejos de las vibraciones del equipo, el agua y el lodo que existe dentro de las operaciones del equipo. Si hay vibraciones la ubicación del registrador deberá ser



estabilizado y los pesos en la parte superior de las plumas alterados con el fin de que puedan conducirse firmemente en el papel. Después de que el registrador haya sido sentado y las unidades de señales instaladas, los cordones conductores de las unidades de señales se corren hacia el registro, y son enchufados en los canales como se desea.

CONCLUSIONES

Cuando se perfora un pozo, el perforador es el responsable de que la operación tenga éxito; de la misma manera el tipo y condición del equipo influyen grandemente. Pero aparte de estos factores se obtendrá un mejor trabajo con el uso de una instrumentación adecuada.

Es completamente falsa la economía que considera a los instrumentos como equipo incidental o auxiliar. Una instrumentación adecuada es la columna vertebral de una buena operación de perforación. Con un juego completo de instrumentos el perforador estará preparado para cualquier emergencia y obtendrá un mejor rendimiento por cada broca.

## BIBLIOGRAFIA

- INSTRUMENTS FOR MEASUREMENT AND CONTROL, Holzbock, Werner G.
- OIL WELL DRILLING TECHNOLOGY, Mc.Gray and Fraud Cole.
- PETROLEUM ENGINEER, Agosto 1965.
- PERFORACION DE POZOS, Texas University.
- CATALOGO DE LA MARTIN DECKER.
- CATALOGOS DE LA BELL CORPORATION.
- CATALOGOS DE LA GEOLOGRAPH.
- APUNTES DE LA CLASE DE INSTRUMENTACION.