

# MANUAL PARA TENSIOMETRO





# MANUAL PARA TENSIOMETRO



CSC COMPAÑÍA CIENTÍFICA, INC.  
FABRICANTES Y DISTRIBUIDORES DE EQUIPO DEL LABORATORIO  
8315 LEE HIGHWAY, FAIRFAX, VA 22031,  
1-703-876-4030  
TENSIOMETRO, CSC—EU NOUY,  
CSC NOS. 70535 Y 70545

Tabla de contenido

	PÁGINA
1. INTRODUCCION.....	1
2. DESCRIPCIÓN.....	1
3. PREPARANDO EL INSTRUMENTO	
3.1 general.....	4
3.2 calibración.....	5
3.2.1. Precisión del Tensiómetro, 080 No. 70535.....	5
3.2.2. Tensiómetro Interfacial, CSC No. 70545 .....	6
4. OPERACION	
4.1 general.....	7
4.2 medidas de tensión de superficie .....	8
4.3 Tensión Interfacial de Medidas .....	8
4.4 Factor de corrección para el método Ascendente .....	10
4.5 Factor de la corrección para el método descendente .....	11
5. MANTENIMIENTO	
5.1 general.....	14
5.2 reemplazo de alambre de torsión.....	14
REFERENCIAS.....	15
6. REEMPLAZO DE PARTES Y ACCESORIOS .....	16

TENSIOMETRO, CSC—DU NOUY,  
CSC NOS. 70535 Y 70545

1. INTRODUCCION

El CSC—DuNouy Tensiometro es un instrumento de precisión usado para medir las superficies y tensión interfacial de líquidos, incluso los sueros, aceites, y las suspensiones coloidales. Los valores de las medida se encuentran dentro de 0.05 dinas/cm. y pueden obtenerse por una lectura directa de la balanza.

Los tensiometro emplean el método del anillo de medida que permite que la medidas estén entre 15 a 30 segundos y son, por consiguiente, el único método que da los resultados satisfactorios para suspensiones coloidales, que exhiben cambios rápidos en la tensión de la superficie. Otras ventajas del método del anillo, además de la velocidad de medida, incluyen eliminación de cálculos matemáticos, y reducción en la cantidad de líquido de la prueba requerida.

El CSC—DuNouy Tensiometro está disponible en dos modelos. Tensiometro de precisión, CSC No. 70535, se usa para medidas que requieren sólo tirón ascendente en el anillo; el tensiometro Interfacial, CSC No. 70545, se usa para medir las fuerzas ascendentes y descendentes en el anillo. El tensiometro Interfacial conforma las especificaciones del método ASTM D971—50 para determinar la tensión interfacial de aceite contra el agua por el método del anillo y las características técnicas del método ASTM D1331 para probar soluciones de agentes de la superficie activa.

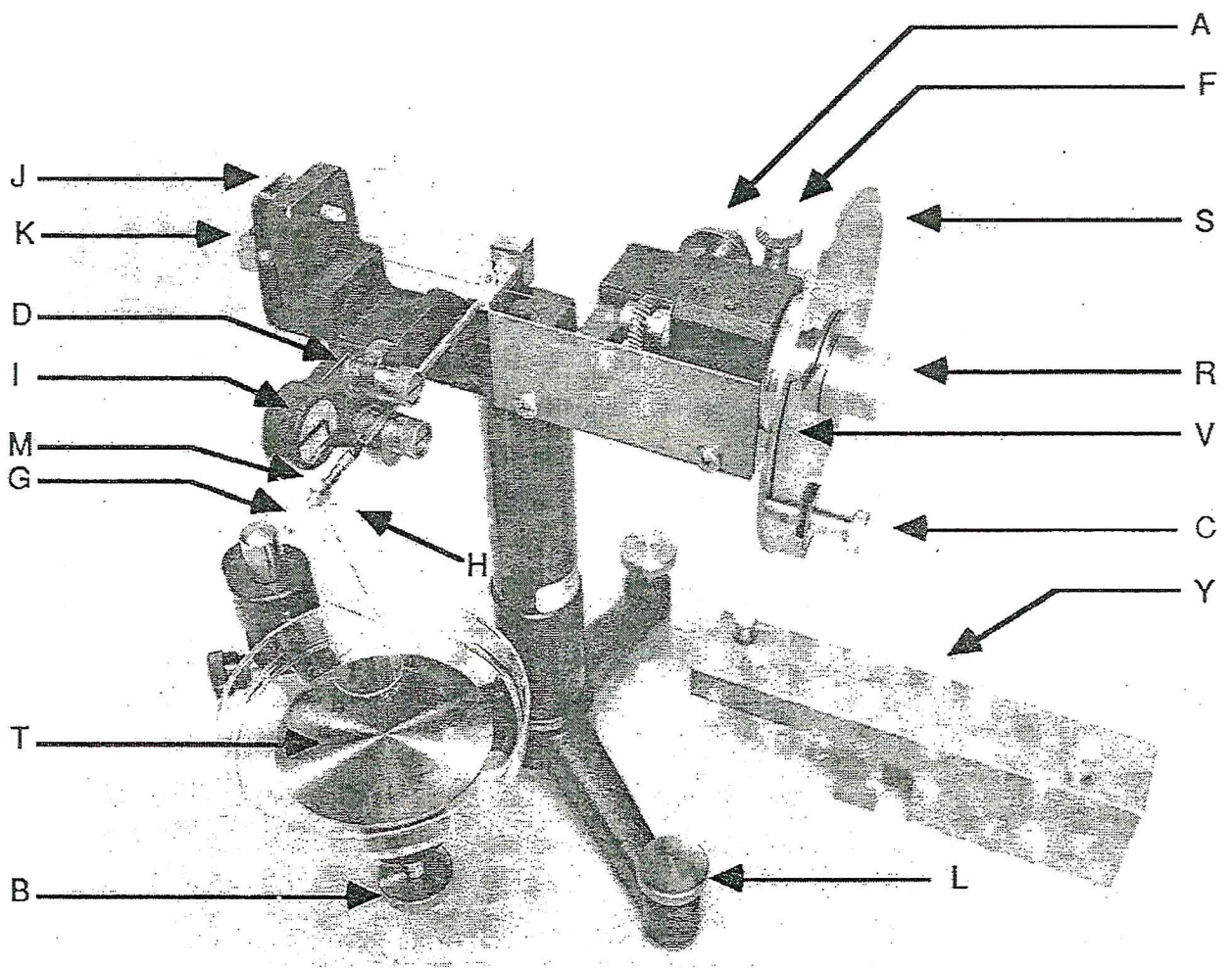
Pueden ajustarse ambos instrumentos rápidamente y pueden calibrarse. Ellos se presentan armados completamente y se ensamblan con tres torsiones extra de alambre y 6 cm de platino—iridio de anillo.

2. DESCRIPCION

El Tensiometro CSC (Fig. 1 y 2) el uso del alambre de torsión fino para aplicar la fuerza necesaria requerida para retirar un anillo de platino—iridio de la superficie del líquido bajo la prueba. El alambre de torsión está asegurado en una alerta de tensión K en un fin y una cabeza de torsión al otro fin. Atado a la cabeza de la torsión es una corrosión—resistente, el dial S graduado con un vernier que permite leer la fuerza aplicada directamente de 0.1 dinas y estimándolo a 0.05 dinas. El propio dial graduado tiene un rango de 0 a 90 divisiones, cada división corresponde a una Dina.

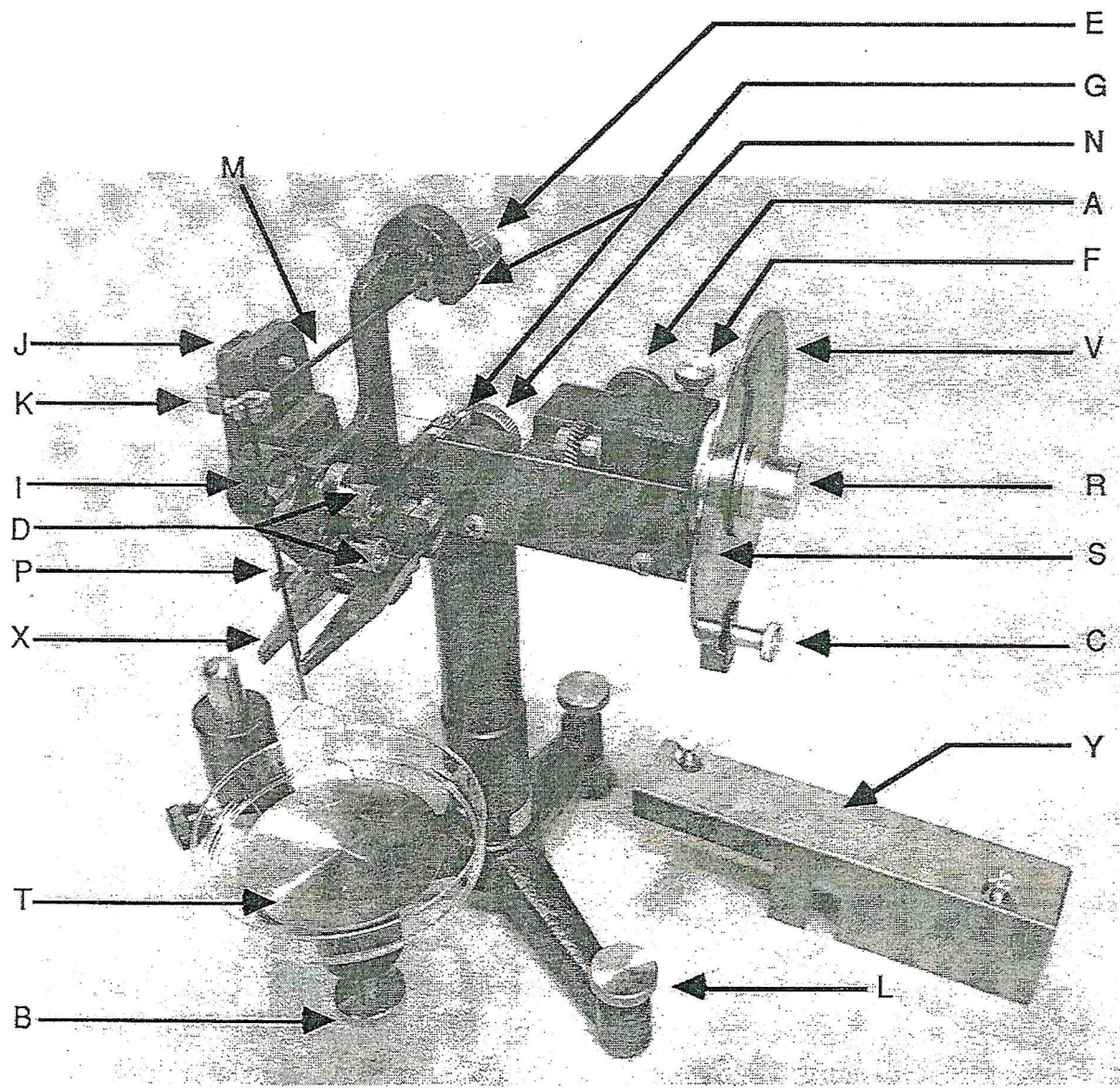


A Bulto de knurled	J Alambre que Retiene el Tornillo
B Prueba el tornillo de ajuste de mesa	K Alerta Trasera del Apoyo
C Alerta del dial	L Base del tornillo nivelador
D Paradas ajustables	M Brazo de Torsión
F Tornillo de ajuste fino	R Gorra
G Nuez de ajuste	S Dial
H Gancho	T Mesa de prueba
I Índice	V Vernier
	Y Tapa de alambre de torsión





A Bulto de Knurled	L Tornillo nivelador de la base
B Tornillo de ajuste de mesa	M Brazo de torsión
C Alerta del dial	N desmontador del Knurled
D Paradas ajustables	P brazo vertical
E Contador de peso	R Tapa
F Tornillo de ajuste fino	S Dial
G Nuez de ajuste	T Mesa de prueba
I Índice	V Vernier
J Alambre para retener el tornillo	X Sujetador de mandíbulas
K Alerta trasera del soporte	Y Tapa de alambre de torsión





El brazo de palanca **M** se ata al punto medio del alambre de la torsión del Tensiometro 70535 (Fig. 1). Cualquier cambio en la torsión del alambre causa un cambio en la posición de la palanca. Puede ajustarse la longitud del brazo de la palanca para hacer un instrumento de lectura directo a los tensiometros. El anillo de platino— iridio se ata a un gancho pequeño en el fin del brazo de palanca.

El sistema de brazo de palanca **M** de los Tensiometros 70545 (Fig. 2) se construye en forma de un paralelogramo articulado, teniendo un miembro vertical **P** y dos miembros horizontales. Esta estructura se permite el lujo de la estabilidad por guardar el anillo alineado durante un movimiento descendente. Una esquina del sistema de brazo de palanca se sujeta al alambre de la torsión, y las otras tres esquinas están montadas en los lugares de baja fricción para que ellos pueden montar sobre un eje libremente. Puede ajustarse la longitud de los dos miembros horizontales independientemente por medio de los tornillos finamente enhebrados para que el instrumento pueda adaptarse para las lecturas directas. Un dispositivo sujetando especial, atado al marco, permite que el sistema de brazo de palanca sea sujetado firmemente cuando el anillo se ata o se quita. El anillo puede atarse al más bajo fin del miembro vertical del sistema de brazo de palanca.

El dial graduado **S** lee en ambas direcciones de **O** a 90. Un doble vernier se mantiene para cada balanza. Las dos balanzas y los vernieres correspondientes tienen las graduaciones y figuras de colores diferentes, previniendo así la confusión sobre la dirección de la fuerza moderada. El doble vernier permite un solo cero poniéndolo para cualquier balanza. (Precaución: no aumente la torsión en el alambre más allá de + 90 dinas /cm<sup>2</sup> o el alambre puede dañarse. Si su unidad fuera manufacturada después del 1 de enero de 1988, el **C** de alerta del dial detendrá el vernier **V** volviéndose inadvertidamente más allá de un punto seguro. Si es necesario ir más allá de ese punto, la alerta puede quitarse temporalmente.)

En ambos Tensiometros 70535 y 70545 una línea puntiaguda del índice se ata al sistema de brazo de palanca, los ceros equilibran la posición de brazo que la línea grabó respecto a un espejo plano pequeño

Una plataforma, o mesa de la muestra **T**, se proporciona para sostener el vaso que contiene el líquido que esta probándose. Las plataformas pueden levantarse o pueden bajarse rápidamente a una escena aproximada por medio de una alerta en una vara vertical y puede ajustarse a una escena precisa por medio de un tornillo del micrómetro **B**. A una altura dada, pueden girarse las plataformas fuera del anillo por un cuello en la vara.

### 3. PREPARANDO EL INSTRUMENTO

#### 3.1 general

El tensiometro se ha atornillado al fondo de su armario del almacenamiento para protección durante el embarque. Quite los tornillos que fijan el instrumento en el lugar, y desatornille la tabla de la montura de la base del trípode. Ponga el instrumento en una superficie de vibraciones niveladas. Quite el material del embalaje que protege el sistema de brazo de palanca. Ponga un nivel pequeño en la mesa de la muestra y ajuste el nivelador que atornilla **L** hasta que el nivel indique que la mesa está absolutamente horizontal.

Aunque cada tensiometro se ajustó en la fábrica antes del embarque, un examen final y la calibración exacta se requieren antes de que el instrumento pueda operarse.



## 3.2 calibración

### 3.2.1 Tensiometro de precisión , CSC No. 70535

Sujete el brazo de la palanca con el ajuste **D**. Quite cuidadosamente el anillo de su recipiente límpielo calentándolo momentáneamente en una red embotada en la parte de oxidación de la flama. Arderá solo la porción del anillo que se sumergiera en el liquido y no se calentara; por otra parte el anillo puede deformarse o puede soltarse de su estribo. (Para las calibraciones subsecuentes, puede ser necesario limpiar el anillo como se describe en la Sección 4.1.) Cuelgue el anillo seco en el gancho.

Recorte una tira pequeña de papel y póngalo en el anillo como una plataforma. Suelte el brazo de la palanca y se vuelve el bulto del knurled **A** hasta que el índice **I** y su imagen del espejo estén exactamente en la línea con la línea de referencia en el espejo, suelte la alerta del dial **C** y gira el dial **S** hasta el vernier e indica el cero aproximadamente. Apriete la alerta del dial y gire el dial por medio del ajuste fino **F**, hasta que el vernier lea el cero exactamente (Pueden leerse el vernier y el dial más fácilmente a través de una lupa)

Ponga en la plataforma de papel una masa cuyo peso este en el rango de los 500 a 800 mg este debe ser exactamente conocido. Vuélvase el bulto **A** hasta que el índice **I** esté de nuevo opuesto a la línea de la referencia en el espejo. Grabe la lectura del dial más cercano a la división 0.10. Determine las lecturas determinadas según la ecuación.

$$P = Mg/2L \quad (1)$$

Donde

$M$  = el peso puesto en el anillo, expresado en gramos.

$g$  = el valor de gravedad, expresado en  $\text{cm. /seg}^2$

$L$  = la circunferencia mala (el promedio del interior y la circunferencia externa) del anillo

$p$  = la lectura del dial = la tensión de la superficie en dinas por  $\text{cm.}$

Un ejemplo, supone que un peso de 600 miligramos se usa, y la circunferencia mala del anillo que se da en el recipiente es 6.00 cm.

$$M = 0.600 \text{ gramos}$$

$$L = 6.00 \text{ cm}$$

$$G = 980.3 \text{ CM. / seg}^2 \text{ ( Al chicago )}$$

$$\text{Entonces } P = Mg / 2L = (0.06 \times 980.03) / (2 \times 6) = 49.015 \text{ dinas / cm}^2 .$$

El valor exacto de  $g$  para la situación particular en que el tensiometro será usado puede encontrarse en un manual conveniente, o en los datos geofísicos nacionales centrales en, Bolder, Colorado.



Si la lectura del dial grabada es mayor que el valor calculado por 0.5 los dinas /cm. ajustan la nuez G para acortar el brazo de palanca; si la lectura del dial está menos del valor calculado por 0.5 dinas /cm., ajuste la nuez G para alargar el brazo.

Repita el procedimiento de la calibración, reajustando a cero la posición con el papel en el anillo después de cada ajuste de nuez G hasta que la lectura del dial este de acuerdo con el valor calculado.

Si el tensiometro ha sido correctamente calibrado, cada unidad en el dial representa una superficie de tensión interfacial exactamente de 1 dina /cm.

Después de que la calibración se ha completado, quite el papel del anillo y reajuste a la posición cero: vuélvase el bulto A hasta que el índice I y su imagen del espejo estén exactamente en línea con la línea de referencia del espejo; suelte la alerta del dial C y gire el dial hasta que el cero en el vernier este casi opuesto al cero en el dial; apriete la alerta y, usando el tornillo de ajuste fino gire el dial hasta que los ceros coincidan exactamente. Ahora el tensiometro esta listo para usarse.

### 3.2.2 Tensiometro Interfacial CSC NQ. 70545

Desempaquete el tensiometro y nivélelo según la sección 3.1. Cierre con llave el brazo vertical P sujetando por medio del tornillo N. Quite el anillo de su recipiente y límpielo calentándolo momentáneamente al rojo vivo en la porción de oxidación de una llama. La porción del anillo que se sumergirá en el líquido no se calienta; Por otra parte el anillo puede soltarse de su estribo. (Para las calibraciones subsecuentes, puede ser necesario limpiar el anillo como se describe en la sección 4.1) inserte el árbol del anillo de platino en el más bajo fin del brazo. Si el árbol encaja demasiado flojo, sujete ligeramente el más bajo fin del brazo de la palanca con un par las pinzases. Si el árbol encaja demasiado herméticamente, abra el más bajo fin del brazo de la palanca ligeramente con una lesna o la herramienta similar. El tornillo N se descarga y abre las paradas ajustables para que el brazo mueva libremente de arriba hacia abajo sujetándolo entre las mandíbulas X.

Ponga una tira pequeña de papel en el anillo que sirva como una plataforma. Con el bulto A, ponga el índice I y su imagen del espejo exactamente en línea con la línea de referencia en el espejo. Suelte la alerta del dial C y gire el dial hasta que el cero del vernier este casi opuesto al cero en el dial. Apriete la alerta y, usando el tornillo de ajuste fino F, gire el dial hasta que los ceros coincidan exactamente.

En lugar de la tira de papel se coloca una masa exactamente conocida que pesa entre 500 y 800 miligramos. Vuélvase el bulto hasta que el índice esté precisamente opuesto a la línea de referencia en el espejo. Grabe la lectura de la balanza a 0.10 división.

Como un ejemplo, se asume que un peso de 800 miligramos se usa, y la circunferencia del anillo que se da en el recipiente es de 6 centímetros. Sustituya en la ecuación (1) y determine cual es la lectura del dial, y la tensión de la superficie debe ser.

$$M = 0.800 \text{ g}$$

$$L = 6.00 \text{ cm.}$$

$$G = 980.3 \text{ cm / seg}^2 \text{ ( a chicago )}$$

Y

$$P = Mg/2L = (0.8 \times 980.3) / 82 \times 6.00 = 65.353 \text{ dinas / cm.}$$



Si la lectura del dial grabada es mayor que el valor calculado por 0.25 dinas /cm. o más, el brazo de la palanca debe acortarse. Si la lectura del dial grabada es menos del valor calculado por 0.25 dinas /cm. o más, los brazos de la palanca deben alargarse. Para cambiar la longitud de los brazos, quite la tapa de alambre de torsión X y ajuste las nueces G. Ponga las nueces G en el sentido de las agujas del reloj para acortar los brazos de palanca y en sentido contrario a las agujas del reloj para alargarlos. Un giro completo de las nueces (360°) es equivalente a un cambio de aproximadamente 3 dinas/cm. Alargue o acorte los dos brazos simultáneamente e igualmente para guardar el sistema de movimiento del brazo vertical precisamente vertical. Repita el procedimiento de la calibración; quite el peso y reajuste a cero (con el papel en el lugar) cada tiempo se cambia la longitud de los brazos, hasta que la lectura del dial esté de acuerdo con el valor calculado. Si el tensiometro se ha calibrado correctamente, cada unidad en el dial representa una superficie o tensión interfacial de exactamente 1 dina/cm. en cualquier dirección de cero

Después de que la calibración se ha completado, se ha quitado el papel del anillo y se ha reajustado a cero la posición: vuélvase el bulto A hasta que el índice I y su imagen del espejo estén exactamente en línea con la línea de referencia en el espejo; suelte la alerta del dial C y gira el dial hasta que el cero en el vernier este casi opuesto al cero en el dial; apriete la alarma y, usando el tornillo de ajuste fino E, gire el dial hasta que los ceros coincidan exactamente. Reemplace la tapa de alambre de torsión, y el tensiometro estará listo para el uso.

#### 4. EL FUNCIONAMIENTO

##### 4.1 general

En las dos medidas de superficies y tensión interfacial, la limpieza del anillo y vasos es de suma importancia. El procedimiento recomendado de limpieza después de que se han probado los aceites aislantes es como sigue : limpie la cristalería quitando cualquier aceite residual con nafta de petróleo o benceno seguido por varios lavados con el etilo metilo ketone y agua e inmersión en una solución limpiadora caliente de ácido crómico ; enjuague completamente agua y después con agua destilada ; limpie el anillo de platino enjuagándolo en nafta de petróleo o benceno siga enjuagando en el ketone de metilo etilo. Entonces caliente en la porción de oxidación de una flema de gas. Arderá sólo una porción del anillo la que se sumergirá en el líquido no se calentara. Para reproducir los valores de la medida, limpie el anillo entre cada medida. Cuando la medida es hecha en los líquidos de otra manera que los aceites aislantes, otros métodos de limpieza o, quizás, incluso un procedimiento menos detallado, puede bastar.

Calibre el tensiometro periódicamente, sobre todo cuando el instrumento se usa en un largo periodo

##### 4.2 Medidas de Tensión de superficie

Para medir la tensión de la superficie, ate el anillo limpio al brazo de palanca. Ponga el líquido cuya tensión de superficie será medida en un recipiente limpio, como un plato de evaporación, vaso del reloj, o copa, de por lo menos 4.5 centímetro de diámetro. Ponga el recipiente en la mesa de muestra. Con el tornillo E en su posición más alta, levante el ensamble de mesa de muestra entera hasta que el anillo se sumerja aproximadamente 5 mm en el líquido. Baje el ensamble hasta que los anillos simplemente estén debajo de la superficie del líquido y se centren aproximadamente con respecto al recipiente Baje el líquido más allá por medio del tornillo que hasta que el anillo simplemente esté en la superficie del líquido y el índice está aproximadamente en el cero.



Aumente la torsión del alambre girando el bulto A y, al mismo tiempo, baje la mesa de la muestra por medio del tornillo B guardar el índice en el cero. El índice será guardado en el cero aunque la superficie del líquido se estira. Continúe ajustando el bulto y el tornillo simultáneamente hasta que la película este en reposo. La balanza, leyendo al punto de la ruptura de la película es la fuerza del tirón ejercida en el anillo, o la tensión de la superficie clara P.

#### 4.3 Medidas de Tensión Interfacial

Pueden hacerse medidas interfaciales que requieren sólo un tirón ascendente en el anillo puede hacerse con ambos estos tensiometros CSC. La práctica aceptada es mover el anillo del agua y en el otro líquido. Los ajustes ordinarios son igual que para las medidas de tensión de superficie. Levantando el líquido, haga los ajustes aproximados en la altura moviendo el ensamble de la mesa entera y haga los ajustes finos por medio del tornillo B.

Para hacer una medida en la interfaz entre el agua y un líquido menos denso que el agua, tire el anillo ascendente según el procedimiento siguiente: Ponga un plato limpio que sólo contenga el agua en la mesa de la muestra levante la mesa de la muestra hasta que el anillo se sumerja de 5 a 7mm en el agua. Cuidadosamente vierta el segundo líquido en la superficie del agua a una profundidad (normalmente 5 a 10mm, dependiendo en el líquido usaron) suficiente para impedir al anillo entrar en la superficie superior antes de la película este en reposo. Ajuste la posición del plato hasta que el anillo esté en la interfaz y el brazo de la palanca este en la posición neutra. Luego, aumente la torsión del alambre y baje el plato, mientras mantiene el índice del brazo de la palanca en el cero. La lectura cuando la película esta en reposo de interfaz es la clara tensión interfacial P.

Para hacer una medida interfacial entre el agua y un líquido más denso que el agua, se requiere de un instrumento que ejerza una fuerza descendente en el anillo. El tensiometro CSC No. 70545 reúne este requisito.

El procedimiento de la medición es como sigue: vierta el líquido de la densidad mayor en el vaso a una profundidad de 10mm o más, el agua de la lluvia a una profundidad de 5 mm en la superficie del líquido más denso. Levante el vaso hasta que el anillo se sumerja en el agua y esté en la interfaz de los líquidos con el brazo de palanca indicando cero. Aumente la torsión en el alambre para forzar el anillo descendente y, simultáneamente, levante el vaso, mientras mantiene el índice de brazo de palanca en el cero. La lectura de la balanza cuando la película esta en reposo son el claramente la tensión interfacial.



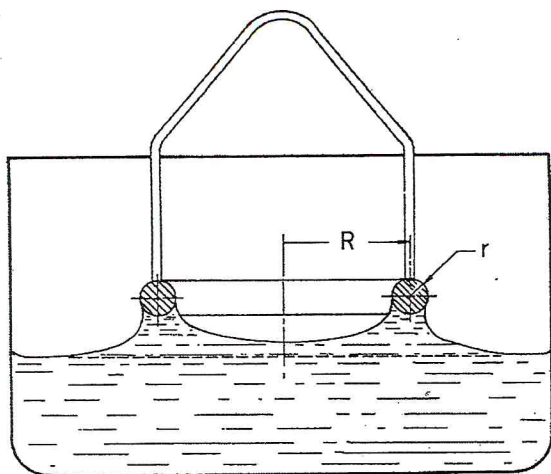
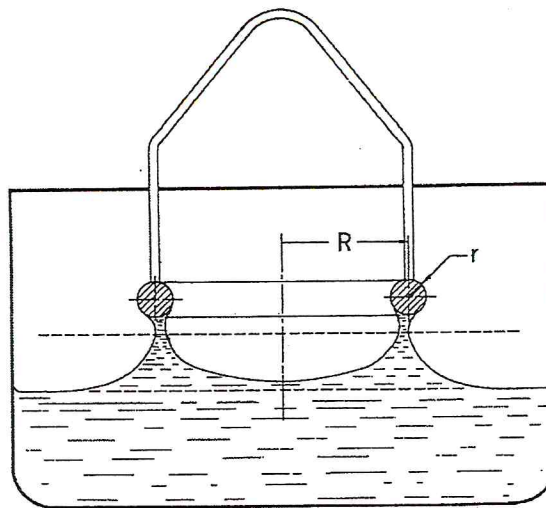


FIG. 3— DISTINCIÓN DE PELÍCULA DE LA SUPERFICIE DURANTE LA MEDIDA DE TENSIÓN DE SUPERFICIE



P10. 4— CONDICIÓN DE PELÍCULA DE LA SUPERFICIE AL ROMPER EL PUNTO

#### 4.4 Factor de Corrección

El valor de la superficie o tensión del interfacial dado por la lectura de la balanza de un tensiometro, o la superficie clara o tensión interfacial, puede diferir del verdadero valor por un 30 por ciento, aunque para la mayoría de las medidas la diferencia es probablemente menos de 5 por ciento. Para obtener la verdadera tensión superficial, es necesario corregir la tensión superficial clara. La razón para la corrección y el método de obtener el factor de la corrección se discute en el resto de esta sección.

Para las medidas de tensión superficial, el anillo del alambre se pone en la superficie del líquido. Durante la medida, al retirar el anillo se provoca que una película de líquido se tire, como muestra la figura 3. Observe que hay dos superficies en esta película. Como el movimiento ascendente del anillo continúa, la deformación de la superficie de los líquidos aumenta, como se muestra en la Fig. 4, hasta las rupturas de la película a lo largo de la línea de ruptura.

La fuerza exigida arrancar el anillo de la superficie es igual al peso del anillo más el tirón descendente debido a la tensión de la superficie. Tomando en cuenta ambas superficies internas y externas de la película líquida, nosotros podemos ver que la fuerza descendente total debido a la tensión de la superficie se da por la ecuación

$$F = 2LT \quad (2)$$

Donde L es la media (el promedio de dentro y fuera) la circunferencia del anillo de alambre, y T es la tensión superficial. Resolviendo esta ecuación para T da

$$T = f/2L \quad (3)$$

Para la calibración del tensiometro, la aceleración de gravedad  $g$  es un suplente un peso conocido  $M$  es sustituido por la fuerza descendente total  $f$  para que la ecuación (3) se vuelva.

$$T = Mg/2L \quad (4)$$



Hasta este punto, se han ignorado ciertos factores que pueden provocar un error serio. La Fig. 4 muestra que el tirón del líquido en el anillo no es realmente vertical hacia abajo. Subsecuentemente sólo el componente vertical de la fuerza descendente es moderado, el verdadero valor de  $F$  es menor que el dado por el eq. (2)

Hay, sin embargo, otro factor que tiende a producir un error de la señal opuesta. La presión en la cima del anillo es atmosférica, considerando que la presión en el fondo del anillo es el menos  $hDg$  atmosférico. Donde  $h$  es la altura vertical del fondo del anillo sobre la parte nivelada de la superficie del líquido,  $D$  es la densidad del líquido, y  $g$  es la aceleración debido a la gravedad. Obviamente, este factor tiende a hacer  $F$  más grande que el valor dado por la ecuación (2).

Aunque estos errores están opuestos en la señal ellos no lo hacen, en general, se compensa y la Eq. (3) debe cambiarse para leer

donde el factor de la corrección  $F$  depende de la circunferencia del anillo, el tamaño del alambre en el anillo, y tirón descendente total en el anillo, y de la densidad del líquido.

Zuidema y Waters<sup>4</sup> han publicado una fórmula que responde a estos factores. También, se han trazado las curvas usando diferente valor numérico para estos factores para facilitar la determinación del factor de corrección  $F$  (vea Fig. 5).

para usar estas curvas, es necesario saber la proporción del valor de  $P$ , el valor de  $D$ , y el valor de  $d$  dónde

$R$  = el radio del anillo

$r$  = el radio del alambre

$D$  = la densidad de líquido usado en la medida de tensión superficial o la densidad de más bajo líquido usado en una medida de tensión interfacial.

$d$  = la densidad de aire saturado en las medidas de tensión superficial o densidad de líquido superior usadas en la medida de tensión interfacial.

En el caso de la tensión superficial, la densidad de aire  $d$  es tan pequeña en comparación a la densidad de la mayoría de los líquidos que puede ignorarse. Allí, se determina el factor de corrección  $F$ , marca el valor de  $p$  dividido por la diferencia en la abscisa de la curva. Entonces refiérase esta lectura en la curva a la ordenada en la izquierda que indica el factor de la corrección.

#### 4.5 factor de corrección por el método Descenderte

Como se menciona en la Sección 4.4, la superficie clara o tensión interfacial puede diferir del verdadero valor por un porcentaje apreciable. Así, un factor de corrección debe aplicarse. El factor de corrección  $F$  esta dado por:

$$F = S/P$$

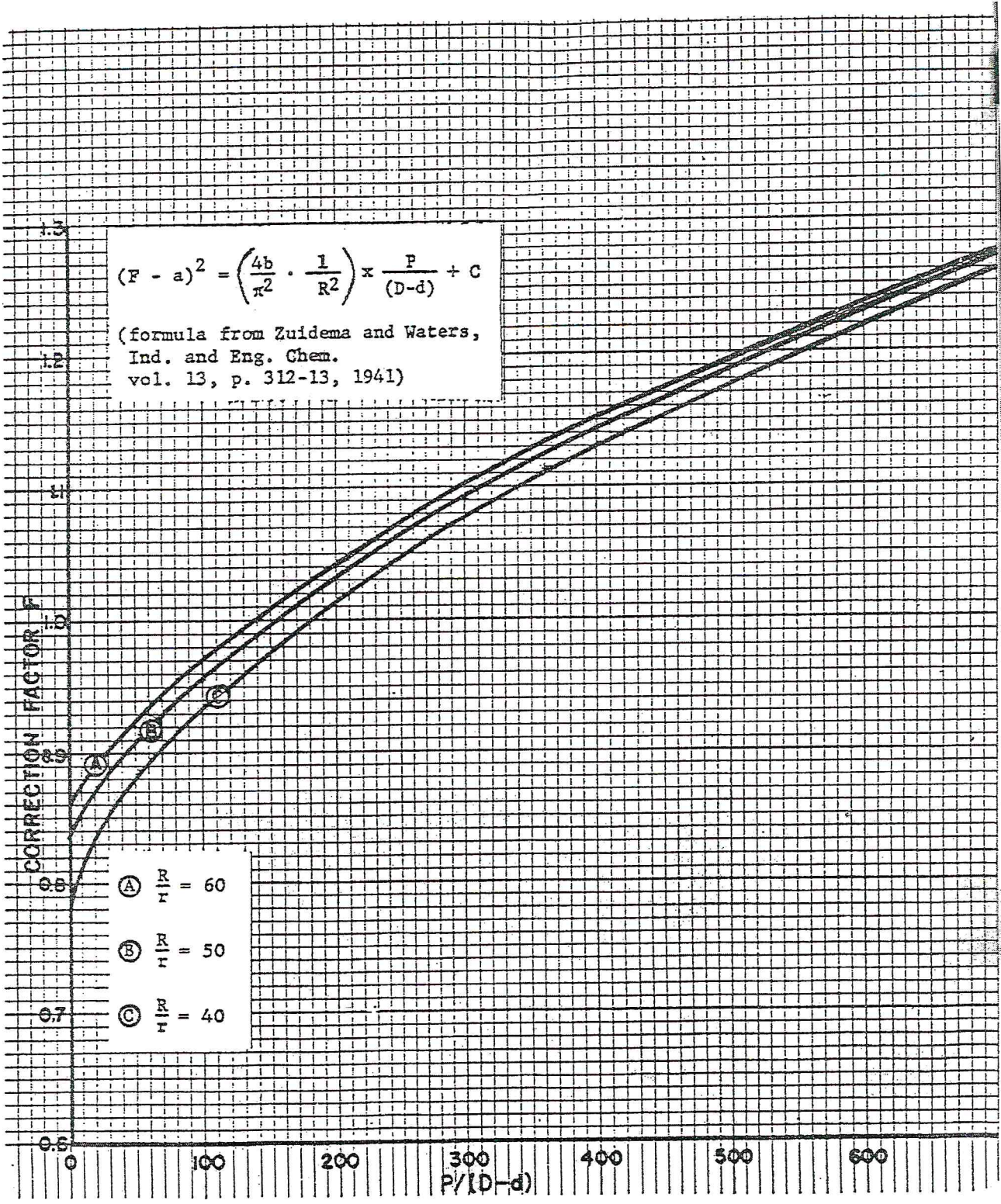
Donde

$S$  es la lectura por el método capilar, y

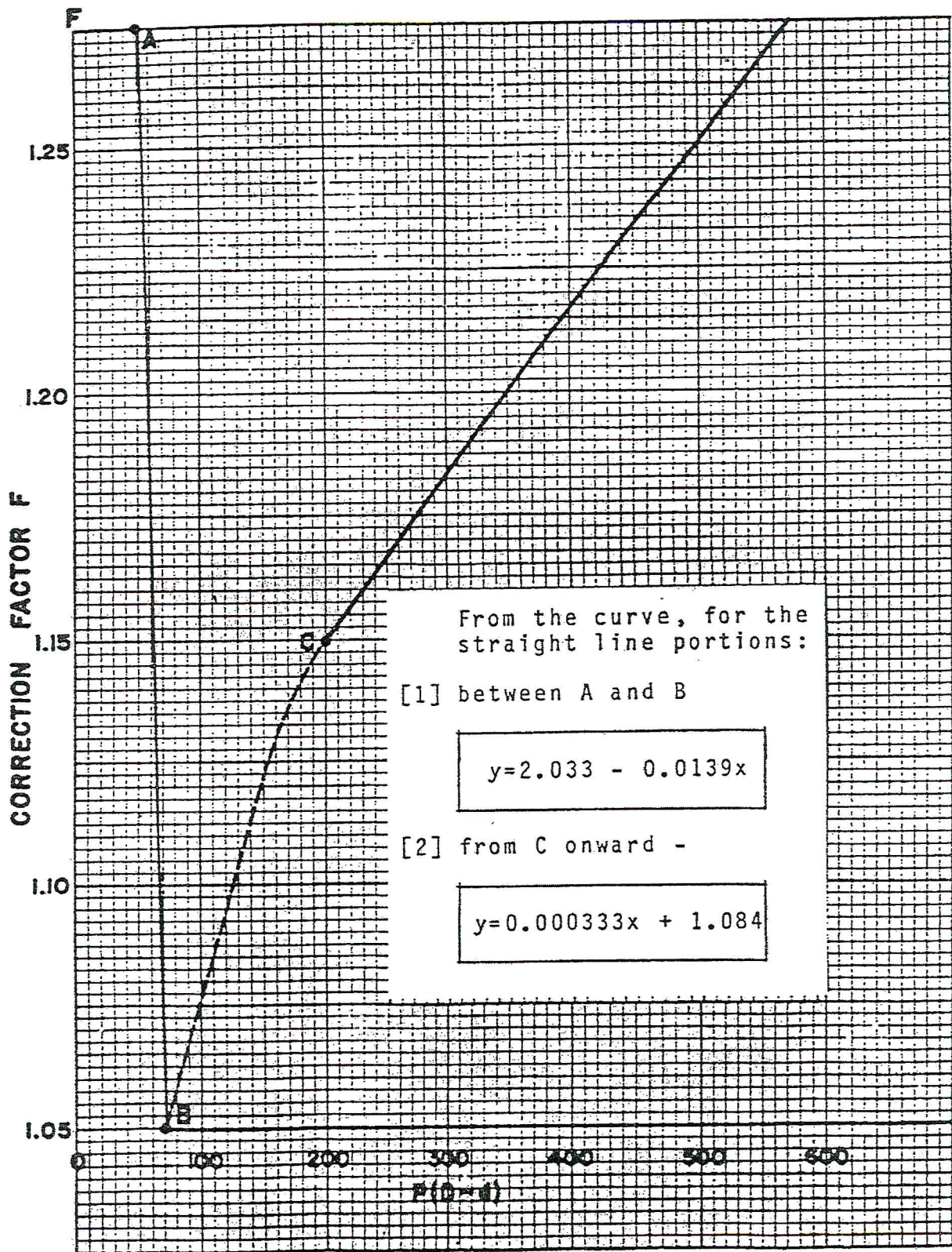
$P$  es el la medida del empuje descendente.

El factor de la corrección resulta de dos efectos. En primer lugar, el arrastre del líquido en el anillo del tensiometro no es bastante vertical. El efecto en la lectura obtenida es el mismo en ambos métodos ascendente y descendente. Si éste fuera el único factor involucrado, las dos curvas de la corrección serían similares











Secundariamente, una fuerza desequilibrada se levanta porque la presión en la cima del anillo del tensiometro es atmosférica mientras que en el fondo del anillo la atmosférica es más  $hDg$ , donde  $h$  es la profundidad del fondo del anillo debajo del nivel de la superficie del líquido,  $D$  la densidad del líquido, y  $g$  la aceleración de gravedad. la fuerza desequilibrada tiende a hacer  $P$  más pequeño que  $S$ .

En el caso de un tirón ascendente, esta diferencia reduce la fuerza requerida. El resultado es que este efecto compensa el primer efecto, y la corrección factoriza las disminuciones

En el caso de un empujón descendente, sin embargo, esta diferencia aumenta la fuerza requerida, y la corrección factoriza los aumentos. Además, porque el efecto aumenta con la densidad creciente, el factor de la corrección también aumenta con la densidad como se muestra en la curva de  $F$  contra  $P/(D-d)$ . Para los valores de  $P/(D-d)$  en el rango 70 a 200, los efectos son casi equilibrados, y la corrección factoriza las gotas a la unidad.

En la región de  $P/(D-d) > 200$ , una curva de factor de corrección contra  $P/(D-d)$  ata muestras que pueden aproximarse por una línea recta. La relación definida es:

$$F = 1.084 + 0.000333 (P / (D - d))$$

## 5. MANTENIMIENTO

### 5.1 general

Si se opera según las instrucciones, el Tensiometro CSC—DuNbuy dará años de servicio satisfactorio. Cuando el instrumento no sea usado durante un largo tiempo, debe guardarse en su armario.

Si el instrumento es transportado a una distancia apreciable, debe atarse firmemente en su armario de almacenamiento.

si se presentan dificultades que no pueden corregirse, contacte a CSC CIENTIFIC CO. Y espere instrucciones. No devuelva el equipo sin la autorización escrita de CSC.

### 5.2 Reemplazo del Alambre de Torsión

Ocasionalmente puede ser necesario reemplazar el alambre de torsión. se proporcionan los alambres de torsión extras con cada instrumento. al ocuparse el alambre de reemplazo, no le permita retorcerse. estos alambres, algo más grande que necesario, no se calibra porque la experiencia ha mostrado que es necesario calibrar cada alambre en el instrumento en que se usa. para reemplazar el alambre, el procedimiento recomendado es el siguiente:

(1) quite la tapa del alambre de torsión  $Y$  que se sostiene por dos tornillos.

Apriete el tornillo  $J$  hasta la alerta trasera los toques de apoyo primaverales el poste. Esta acción suelta la tensión en el alambre

(2) apriete el tornillo  $J$  hasta tocar la alerta trasera del apoyo del poste. Esta acción suelta la tensión en el alambre.

(3) quite la tapa  $R$  y suelte las alarmas a cada fin del alambre.



- (4) suelte la alerta que afianza el brazo de la palanca al alambre y entonces quite el alambre viejo.
- (5) alimente el nuevo alambre a través de las aperturas en la alarma y apriételo en la alerta delantera.
- (6) tense el alambre y afiáncele en la alerta trasera. El alambre no debe sujetarse en una condición torcida.
- (7) afloje el tornillo J. el alambre debe sostenerse ahora propiamente bajo una tensión de 15 a 18 libras
- (8) afiance el brazo de la palanca horizontalmente al alambre; el vernier debe estar en el más bajo cuarto izquierdo del dial (en una posición que corresponde a aproximadamente a las siete horas).
- (9) después de reemplazar el alambre, verifique la calibración del instrumento con los pesos, como se describe en la Sección 3.2. Generalmente, la lectura del dial será menor que el valor calculado. Corregir esta condición, el alambre debe frotarse ligeramente con una lija fina para que su diámetro sea reducido. Frote cuidadosamente encima de la longitud entera del alambre y frecuentemente verifique la calibración para evitar el frotamiento excesivo.
- (10) después de que la lectura del dial está de acuerdo estrechamente con el cálculo del valor, ajuste la longitud de las armas de torsión, si es necesario, como se describe en la Sección 3.2.