



19 ES	11 21	NUMERO 451072	10 A1
	22	FECHA DE PRESENTACION 28 FEB 1976	

PATENTE DE INVENCION

60 PRIORIDADES:		
61 NUMERO ---	62 FECHA ---	63 PAIS ---
67 FECHA DE PUBLICIDAD	65 CLASIFICACION INTERNACIONAL F02B; F16F	66 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA ---
64 TITULO DE LA INVENCION "Perfeccionamientos en los mecanismos con pistones de movimiento alternativo"		
71 SOLICITANTE (S) MITSUBISHI JIDOSHA KOGYO KABUSHIKI KAISHA		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE No. 33-8, Shiba 5-chome, Minato-ku, Tokyo, Japon		
72 INVENTOR (ES) Hirokazu Nakamura, Mitsutaka Kinoshita, Tadahiko Ito y Kazumasa Kawata		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE M. Curell Suñol		

M-18-16601M (35)
EX-JA

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

por VEINTE años

solicitada en España a favor de MITSUBISHI JIDOSHA KOGYO
KABUSHIKI KAISHA, de nacionalidad japonesa, domiciliada en
No. 33-8, Shiba 5-chome, Minato-ku, Tokyo, Japón, por "Per-
feccionamientos en los mecanismos con pistones de movimiento
alternativo". - - - - -

MEMORIA DESCRIPTIVA

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un motor con
cuatro cilindros en línea con un sistema equilibrador secun-
5. dario, mediante el cual no solamente se eliminan las fuerzas
vibromotrices secundarias verticales sino también los momen-
tos secundarios debidos a las masas alternativas y a la ex-
plosión de la combustión interna. - - - - -

Técnica anterior

10. En un motor con cuatro cilindros en línea, son bien
conocidas en la técnica las siguientes fuerzas, por causar
vibración en el motor debido a las masas alternativas: - - -

(a) una fuerza vibromotriz (principalmente de orden

secundario); - - - - -

(b) un momento vibromotriz (es decir, vibromotor) debido a las masas alternativas (principalmente de orden secundario); y - - - - -

5. (c) en un momento vibromotriz (es decir, vibromotor) debido a la explosión interna (principalmente de orden secundario). - - - - -

En un motor de un vehículo automóvil de tamaño pequeño o mediano, se estima que la fuerza vibromotriz es de alrededor de una tonelada, mientras que los momentos vibromotrices ascienden aproximadamente a la mitad de la fuerza vibromotriz.

10.

Con el fin de amortiguar las vibraciones de un motor con cuatro cilindros en línea de este tipo, se ha propuesto y se ha puesto realmente en práctica un sistema según el cual puede eliminarse la componente secundaria de la fuerza vibromotriz del item (a) arriba citado o de la fuerza vibromotriz vertical debida a las masas alternativas. En un ejemplo de este sistema, un par de elementos equilibradores 2' y 2', tal como se muestra en la Fig. 1, se disponen substancialmente de forma simétrica en relación con el eje 3' de un cilindro. Los elementos equilibradores 2' y 2' emparejados giran en direcciones opuestas entre sí con una velocidad de rotación igual al doble de la que presenta el cigüeñal del motor, eliminando de esta manera las fuerzas vibromotrices verticales. - - - - -

15.

20.

25.

Primero se examinará a continuación el equilibrado de forma teórica. Aquí, si se supone que la fuerza vibromotriz vertical debida a las masas alternativas es F'_1 mientras que la fuerza vibromotriz vertical debida al sistema equilibrador es F'_2 , entonces, con el fin de amortiguar la fuerza vibromotriz vertical, las dos fuerzas han de satisfacer la ecuación: - - - - -

5.

$$F'_1 + F'_2 = 0.$$

Si, además, se supone que las fuerzas sean positivas en la dirección ascendente vertical, entonces la fuerza puede expresarse mediante la siguiente ecuación: - - - - -

10.

$$F'_1 = 4mr\omega^2 (C_2 \cos 2\theta + C_4 \cos 4\theta + \dots)_1$$

en donde

$$C_2 = \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{4\lambda^3} + \dots, \text{ y}$$

$$C_4 = -\frac{1}{4\lambda^3} - \frac{3}{16\lambda^5} \dots.$$

La letra λ adopta ordinariamente un valor de 3 a 4, y los términos que vienen a continuación de $\frac{1}{\lambda^3}$ ejercen una influencia pequeña en las ecuaciones arriba citadas. Así, la ecuación correspondiente a F'_1 puede simplificarse como sigue: -

15.

$$F'_1 = 4mr\omega^2 \frac{\cos 2\theta}{\lambda},$$

La ecuación correspondiente a F'_2 arriba citada es

$$F'_2 = -2m_B r_B (2\omega)^2 \cos 2\theta ,$$

5. en donde la letra m indica la masa alternativa de un cilindro, la letra ω la velocidad angular de rotación del cigüeñal, la letra r la mitad de la carrera del pistón, la letra θ el ángulo de explosión, la letra $\lambda = l/r$ la relación de la biela, la letra l la longitud de las bielas, la expresión m_B la masa de un elemento equilibrador, y la expresión r_B la distancia entre el centro de rotación y el centroide del elemento equilibrador. - - - - -

10. Por lo tanto, la suma de las fuerzas F'_1 y F'_2 da

$$F'_1 + F'_2 = 4mr\omega^2 \frac{\cos 2\theta}{\lambda} - 2m_B r_B (2\omega)^2 \cos 2\theta ,$$

y esta suma tiene que valer cero. Consecuentemente, m_B se expresa como - - - - -

$$m_B = \frac{mr}{2\lambda r_B} .$$

15. De acuerdo con esta ecuación, para eliminar las fuerzas vibromotrices verticales de un motor con cuatro cilindros en línea, es suficiente que un par de elementos equilibradores, que tienen su masa desequilibrada m_B expresada por $\frac{mr}{2\lambda r_B}$, giren en direcciones opuestas entre sí (con el fin de equilibrar las fuerzas horizontales) con una velocidad de rotación igual al doble de la que presenta el cigüeñal

del motor. - - - - -

Como se comprende fácilmente de la descripción precedente, en la práctica real, puede eliminarse la fuerza vibromotriz del ítem (a) debida a las masas alternativas. Sin embargo un sistema equilibrador de este tipo no puede producir momentos para contrarrestar los efectos de los momentos vibromotrices debidos a los ítems (b) y (c). Como resultado, se ha considerado imposible disponer de un motor de cuatro cilindros en línea libre de vibraciones. - - - - -

5.

10.

Resumen de la invención

Por lo tanto, un objetivo es el proporcionar un motor con cuatro cilindros en línea del tipo alternativo, en el que pueda equilibrarse hasta cero el momento vibromotriz de los ítems (b) y (c), dando como resultado una reducción de vibraciones pero manteniendo el rendimiento del motor a un excelente nivel. - - - - -

15.

De acuerdo con la presente invención, se provee un motor con cuatro cilindros en línea con un sistema equilibrador secundario, que se caracteriza porque se dispone por lo menos de un par de elementos equilibradores substancialmente a idéntica distancia con respecto a un plano que contiene los ejes longitudinales de los cilindros del motor y sobre una línea que es substancialmente paralela con dichos ejes longitudinales, por la distancia comprendida entre los ejes de los elementos equilibradores emparejados en una dirección

20.

25.

paralela a la de los ejes de los cilindros se determina según valores deseados que satisfagan la aplicación y el diseño del motor, y porque los elementos equilibradores emparejados giran en dirección opuesta entre sí con una velocidad de rotación igual al doble de la que presenta el cigüeñal del motor, de tal forma que el elemento equilibrador inferior gira en dirección opuesta a la del cigüeñal del motor. En el motor según la presente invención, además, pueden eliminarse eficazmente los momentos vibromotrices debidos a las masas alternativas y a la explosión de combustión, así como la fuerza vibromotriz vertical del motor convencional. - - - -

Descripción de los dibujos

La Fig. 1 muestra un diagrama esquemático de las fuerzas que actúan sobre las componentes de un motor alternativo que utiliza el sistema equilibrador secundario correspondiente a la técnica anterior; - - - - -

La Fig. 2 muestra un diagrama esquemático de las fuerzas que actúan sobre los componentes de un motor alternativo que utiliza un sistema equilibrador secundario de acuerdo con la presente invención; - - - - -

Las Figs. 3 a 37 muestran las representaciones gráficas de los diagramas de los momentos vibromotrices para parámetros seleccionados; - - - - -

La Fig. 38 es un gráfico que muestra los coeficientes armónicos para el momento de giro generado por la explosión; - - - - -

si3n de combusti3n; las ordenadas de esta Figura indican "a_n, b_n kg/cm²" y las abscisas "P_{mi} kg/cm²"; - - - - -

5. La Fig. 39a muestra una segunda configuraci3n de un sistema equilibrador de acuerdo con la presente invenci3n; y - - - - -

La Fig. 39b muestra una tercera configuraci3n de un sistema equilibrador de acuerdo con la presente invenci3n.

Descripci3n detallada de la invenci3n

10. Una configuraci3n de la presente invenci3n se describe con detalle haciendo referencia a la Fig. 2. Con las referencias num3ricas 1 y 2 se designan respectivamente, un cigueñal y una biela o vástago de conexi3n, teniendo el ulti-
mo su extremo m3s ancho 3 unido a un pasador 4 del primero y su extremo m3s estrecho 5 unido a un pist3n 7 a trav3s de
15. un pasador 6. La referencia num3rica 8 indica el cilindro del motor. Con las referencias num3ricas 9 y 9' se designa por lo menos un par de elementos equilibradores, dispuestos substancialmente a distancia id3ntica con respecto a los
ejes 10 longitudinales de los cilindros 8 del motor y respec-
20. tivamente sobre las l3neas 11 y 11' tales que est3n substancialmente dirigidas paralelamente con respecto a los ejes longitudinales 10. Adem3s, con las referencias num3ricas 13 y 13' se designan los 3rboles de los elementos equilibradores 9 y 9', haci3ndose que estos 3rboles actúen conjuntamente
25. con el cigueñal 1 por medio de engranajes, ruedas de cade

nas o similares, de tal forma que la velocidad de rotación pueda ser el doble de la que presenta el cigüeñal 1. - - - -

5. El motor con cuatro cilindros en línea de acuerdo con la presente invención tiene los dispositivos de construcción anteriormente descritos y sus efectos se detallan a continuación. - - - - -

10. Si se supone para el motor de cuatro cilindros en línea, que el momento del item (b) debido a las masas alternativas es M_1 , que el momento del item (c) debido a la explosión de combustión es M_2 y que el momento contrapuesto debido a los equilibradores es M_3 , entonces estos momentos M_1 , M_2 y M_3 se obtienen de las ecuaciones siguientes: - - - - -

(A) Con respecto a M_1

15. Es bien conocido en la técnica que el momento M_1 debido a las masas alternativas del motor de cuatro cilindros en línea se expresa (cualquiera de los momentos adoptará un valor positivo en la dirección de giro del eje del cigüeñal): - - - - -

$$M_1 = - 4mr^2\omega^2 t_2 \text{sen } 2\theta - 4mr^2\omega^2 t_4 \text{sen } 4\theta , \text{ ---}$$

en donde

20. t_2 y t_4 son coeficientes armónicos expresados como:

$$t_2 = \frac{1}{2} - \frac{1}{32\lambda^4} \text{ ---}$$

$$t_4 = - \frac{1}{4\lambda^2} - \frac{1}{8\lambda^4} \dots$$

(B) Con respecto a M_2

5. Como también es sabido en la técnica, de un diagrama indicador del cilindro del motor se deriva una curva de momento de giro, y la curva así obtenida se desarrolla entonces en series de Fourier para dar el momento de giro T , como sigue: - - - -

$$T = T_0 + \pi D^2 r \left[(a_2 \text{sen } 2\theta + b_2 \text{cos } 2\theta) + (a_4 \text{sen } 4\theta + b_4 \text{cos } 4\theta) + \dots \right]$$

en donde

10. T_0 indica un momento de giro promedio; a_2, a_4, b_2 y b_4 coeficientes armónicos; y D el diámetro de los cilindros del motor. - - - - -

Puesto que el valor M_2 debido a la explosión es una reacción de la variación de momento de giro, puede escribirse de la siguiente manera: - - - - -

$$M_2 = - \pi D^2 r \left[(a_2 \text{sen } 2\theta + b_2 \text{cos } 2\theta) + (a_4 \text{sen } 4\theta + b_4 \text{cos } 4\theta) + \dots \right]$$

(C) Con respecto a M_3

15. Las posiciones y direcciones de giro de los equilibradores se adoptan tal como se indica en la Fig. 2, y se supone que una masa desequilibrada

de un equilibrador es $m_B = \frac{mr}{2\lambda r_B}$, para obtener el equilibrado de segundo orden de la fuerza vibromotriz del item (a). Si la fuerza centrífuga de un equilibrador se indica por F, entonces F se expresa mediante la siguiente ecuación: - - - - -

5.

$$F = m_B r_B (2\omega)^2 = \frac{2mY}{\lambda} \omega^2.$$

Entonces, el momento de rotación del equilibrador 9' del lado derecho, con respecto al cigüeñal es la suma de: - - - - -

10.

El momento debido a la fuerza en la dirección x, que es: - - - - -

$$-Fy_1 \text{sen } 2\theta ; y$$

El momento debido a la fuerza en la dirección y, que es: - - - - -

$$Fx_1 \text{cos } 2\theta .$$

Por lo tanto, el momento de rotación $M_{3\text{derecha}}$ del equilibrador 9' del lado derecho resulta ser:

$$M_{3\text{derecha}} = -Fy_1 \text{sen} 2\theta + Fx_1 \text{cos} 2\theta .$$

15.

Igualmente, el momento de rotación del equilibrador 9 del lado izquierdo con respecto al cigüeñal es la suma de: - - - - -

El momento debido a la fuerza en la dirección x, que es: - - - - -

$$Fy_2 \text{sen } 2\theta ; y$$

El momento debido a la fuerza en la dirección y, que es: - - - - -

$$- Fx_2 \text{cos } 2\theta .$$

5. Así, el momento de rotación $M_{3\text{izquierda}}$ del equilibrador del lado izquierdo resulta ser: - - -

$$M_{3\text{izquierda}} = Fy_2 \text{sen } 2\theta - Fx_2 \text{cos } 2\theta .$$

Por lo tanto, el momento de rotación M_3 de ambos equilibradores puede expresarse de la forma siguiente: - - - - -

$$M_3 = M_{3\text{derecha}} + M_{3\text{izquierda}} = -F[(y_1 - y_2) \text{sen} 2\theta + (x_2 - x_1) \text{cos} 2\theta]$$

10. Si la relación $y_1 - y_2 = y (y > 0)$ se substituye en la ecuación arriba citada, entonces la ecuación de M_3 se convierte en la siguiente: - - - - -

$$M_3 = -F[y \text{sen} 2\theta + (x_2 - x_1) \text{cos } 2\theta]$$

$$= - \frac{2mr}{\lambda} \omega^2 \sqrt{y} \text{sen } 2\theta + (x_2 - x_1) \text{cos } 2\theta .$$

Como resultado de esto, el momento vibromotriz

M sumado del motor, que se obtiene en total es: -

$$\begin{aligned}
 M &= M_1 + M_2 + M_3 \\
 &= (-4mr^2\omega^2 t_2 \text{sen}2\theta - 4mr^2\omega^2 t_4 \text{sen}4\theta \dots) \\
 &= \pi D^2 r \left[(a_2 \text{sen}2\theta + b_2 \text{cos}2\theta) + (a_4 \text{sen}4\theta + b_4 \text{cos}4\theta) + \dots \right. \\
 &\quad \left. - \frac{2mr}{\lambda} \omega^2 \left[y \text{sen}2\theta + (x_2 - x_1) \text{cos}2\theta \right] \right].
 \end{aligned}$$

5. En la ecuación arriba expresada, solamente se toman en consideración los términos de segundo orden, porque los términos de orden mayor tienen menos influencia y, por ello, se omiten. Partiendo de esta consideración, la ecuación del momento vibromotriz M se obtiene de forma simplificada: - - - - -

$$\begin{aligned}
 M &= (2mr^2\omega^2 - \pi D^2 r a_2 - \frac{2mr\omega^2}{\lambda} y) \text{sen}2\theta + \left[-\pi D^2 r b_2 - \frac{2mr\omega^2}{\lambda} (x_2 - x_1) \right] \text{cos}2\theta \\
 &= \sqrt{(2mr^2\omega^2 - \pi D^2 r a_2 - \frac{2mr\omega^2}{\lambda} y)^2 + \left[-\pi D^2 r b_2 - \frac{2mr\omega^2}{\lambda} (x_2 - x_1) \right]^2} \text{sen}(2\theta + \alpha),
 \end{aligned}$$

en donde

$$\alpha = \text{tg}^{-1} \frac{-\pi D^2 r b_2 - \frac{2mr\omega^2}{\lambda} (x_2 - x_1)}{2mr^2\omega^2 - \pi D^2 r a_2 - \frac{2mr\omega^2}{\lambda} y}.$$

10. Para reducir los momentos vibromotrices tanto como sea posible, los equilibradores tienen que colocarse de tal forma que el valor M sea mínimo en los términos de los parámetros y, x_1 y x_2 . Teniendo en cuenta esta exigencia, se realizaron una serie de experimentos utilizando un motor de com

bustión interna de cuatro cilindros, que tiene un desplazamiento total de pistón de 1,995 cc, la masa alternativa m es de 795 g, el radio del cigüeñal r es de 45 mm, la longitud l de los vástagos de conexión es de 166 mm, el diámetro del orificio D es de 84 mm, y la relación λ del vástago de conexión es de 3,688. En las Figs. 3 a 37 se muestran los resultados de estos experimentos, utilizando valores adecuados para los parámetros y , x_1 y x_2 , habiéndose dibujado los diagramas equivibromotrices para los valores seleccionados de los parámetros. En las Figs. 3 a 37, la abscisa indica la velocidad de giro del motor, mientras que la ordenada indica la potencia proporcionada por el motor en C.V. (suponiendo 1 C.V. = 1 H.P.). Aquí, los coeficientes armónicos de segundo orden del momento de giro de la explosión de combustión se determinan leyendo los valores deseados para las presiones medias efectivas P_{mi} , las cuales se forman partiendo de los datos experimentales de la Fig. 38. En este sentido, la relación entre las presiones medias efectivas indicadas y los caballos de vapor indicados, se deriva de la siguiente ecuación:

$$H = \frac{P_{mi} VN}{9 \times 10^5}$$

20. en donde H indica los caballos de vapor indicados (C.V.), V el desplazamiento total del pistón (cc), N la velocidad de giro del motor (r.p.m.), y P_{mi} las presiones medias efectivas indicadas (Kg/cm^2). - - - - -

En los diagramas del momento equivibromotriz de

las Figs. 3 a 37, la letra de referencia M indica el momento vibromotriz, p la potencia cedida por el motor de combustión interna de cuatro cilindros al aplicarlo en estos experimentos y R las curvas que muestran las resistencias al movimiento durante la marcha a velocidad de crucero del automóvil

5. en el que está instalado el motor. Las ordenadas representan potencia en C.V. y las abscisas representan Rev. (Rpm x 100). Los datos dispuestos entre paréntesis ($y = 0$, $x_2 - x_1 = 0$), que se dan a continuación para cada una de estas Figuras (ob
10. sérvense por ejemplo los de la Fig. 35), significan que para $y = 0$, la distancia entre los ejes de los equilibradores emparejados en la dirección axial de los cilindros del motor, vale cero, es decir, que los ejes de los equilibradores están dispuestos horizontalmente. Para $x_2 - x_1 = 0$, los datos
15. significan que los equilibradores emparejados están dispuestos a igual distancia con respecto al plano que contiene el eje longitudinal del cilindro del motor y el eje del cigüeñal. Siguen dichos datos para cada una de las Figs. 3 a 37:

20. Fig. 3 : ($y = 1,50$ l, $x_2 - x_1 = 0,50$ l)
Fig. 4 : ($y = 1,50$ l, $x_2 - x_1 = 0,25$ l)
Fig. 5 : ($y = 1,50$ l, $x_2 - x_1 = 0$)
Fig. 6 : ($y = 1,50$ l, $x_2 - x_1 = 0,25$ l)
Fig. 7 : ($y = 1,50$ l, $x_2 - x_1 = -0,50$ l)
Fig. 8 : ($y = 1,25$ l, $x_2 - x_1 = 0,50$ l)
25. Fig. 9 : ($y = 1,25$ l, $x_2 - x_1 = 0,25$ l)
Fig. 10 : ($y = 1,25$ l, $x_2 - x_1 = 0$)
Fig. 11 : ($y = 1,25$ l, $x_2 - x_1 = -0,25$ l)
Fig. 12 : ($y = 1,25$ l, $x_2 - x_1 = -0,50$ l)

- Fig. 13 : ($y = 1,00 \text{ l}$, $x_2 - x_1 = 0,50 \text{ l}$)
Fig. 14 : ($y = 100$, $x_2 - x_1 = 0,25 \text{ l}$)
Fig. 15 : ($y = 1,00 \text{ l}$, $x_2 - x_1 = 0$)
Fig. 16 : ($y = 1,00 \text{ l}$, $x_2 - x_1 = -0,25 \text{ l}$)
5. Fig. 17 : ($y = 1,00 \text{ l}$, $x_2 - x_1 = 0,50 \text{ l}$)
Fig. 18 : ($y = 0,75 \text{ l}$, $x_2 - x_1 = -0,50 \text{ l}$)
Fig. 19 : ($y = 0,75 \text{ l}$, $x_2 - x_1 = 0,25 \text{ l}$)
Fig. 20 : ($y = 0,75 \text{ l}$, $x_2 - x_1 = 0$)
Fig. 21 : ($y = 0,75 \text{ l}$, $x_2 - x_1 = -0,25 \text{ l}$)
10. Fig. 22 : ($y = 0,75 \text{ l}$, $x_2 - x_1 = -0,50 \text{ l}$)
Fig. 23 : ($y = 0,50 \text{ l}$, $x_2 - x_1 = 0,50 \text{ l}$)
Fig. 24 : ($y = 0,50 \text{ l}$, $x_2 - x_1 = 0,25 \text{ l}$)
Fig. 25 : ($y = 0,50 \text{ l}$, $x_2 - x_1 = 0$)
Fig. 26 : ($y = 0,50 \text{ l}$, $x_2 - x_1 = -0,25 \text{ l}$)
15. Fig. 27 : ($y = 0,50 \text{ l}$, $x_2 - x_1 = -0,50 \text{ l}$)
Fig. 28 : ($y = 0,25 \text{ l}$, $x_2 - x_1 = 0,50 \text{ l}$)
Fig. 29 : ($y = 0,25 \text{ l}$, $x_2 - x_1 = 0,25 \text{ l}$)
Fig. 30 : ($y = 0,25 \text{ l}$, $x_2 - x_1 = 0$)
Fig. 31 : ($y = 0,25 \text{ l}$, $x_2 - x_1 = -0,25 \text{ l}$)
20. Fig. 32 : ($y = 0,25 \text{ l}$, $x_2 - x_1 = -0,50 \text{ l}$)
Fig. 33 : ($y = 0$, $x_2 - x_1 = 0,50 \text{ l}$)
Fig. 34 : ($y = 0$, $x_2 - x_1 = 0,25 \text{ l}$)
Fig. 35 : ($y = 0$, $x_2 - x_1 = 0$)
Fig. 36 : ($y = 0$, $x_2 - x_1 = -0,25 \text{ l}$)
25. Fig. 37 : ($y = 0$, $x_2 - x_1 = -0,50 \text{ l}$)

Ahora se examinará el comportamiento del momento vibromotriz M en relación con la Fig. 5, solamente a modo de ejemplo. De este examen, se desprenderá que el momento

vibromotriz adopta su valor mínimo en las cercanías de $M = 5$ y aumenta oblicuamente de acuerdo con los valores 10, 15, 20, 25, ----. - - - - -

5. De acuerdo con este examen, puesto que la posición más adecuada de los equilibradores puede determinarse para las gamas elegidas de marcha, respectivamente, del motor del automóvil y del motor del camión. - - - - -

10. Para el motor del automóvil que se utiliza más a menudo, en el valor de gama de resistencia de marcha durante la velocidad de crucero, por ejemplo, si los equilibradores están colocados de tal forma que la gama de la resistencia pueda descender por debajo de la gama, en que las vibraciones del motor adoptan su valor mínimo, entonces es posible obtener un motor de automóvil que tiene unas vibraciones marcadamente reducidas a lo largo en una amplia gama de marchas desde el valor de la velocidad alta a la baja, sin variar drásticamente la construcción del motor alternativo convencional. - - - - -

15.

20. En un automóvil compacto que tiene el motor equipado con el dispositivo equilibrador de acuerdo con la presente invención, más específicamente, y partiendo de los diagramas del momento equivibromotriz se encuentra que la posición más satisfactoria del equilibrador se halla en el caso en que la distancia vertical entre los árboles de los equilibradores emparejados tiene un valor que se aproxima al 75% de la longitud l de las bielas o vástagos de conexión, y al mismo

25.

tiempo que las distancias de los equilibradores del lado derecho y del lado izquierdo, desde el eje central de los cilindros, se hacen iguales entre sí. Con relación a la Fig. 20, además, la posición más satisfactoria del equilibrador incluye la curva R de resistencia en la velocidad de crucero, en el área del momento vibromotriz mínimo $M = 5$ bajo la condición ($y = 0,75 l$, $x_2 - x_1 = 0$). Por lo tanto, aunque los valores para determinar la posición más satisfactoria del equilibrador variarán ligeramente al variar el tamaño del automóvil, el tipo del motor y el tamaño del motor, pueden seleccionarse de la forma más adecuada para el propósito particular, partiendo de los respectivos diagramas del momento equivibromotriz. - - - - -

Para el motor industrial de tipo estacionario en el que la velocidad de rotación y el valor de carga son substancialmente constantes, por otra parte, no necesita satisfacerse la gama total de velocidad de rotación puesto que es totalmente diferente del caso del motor del automóvil. Así, la posición más satisfactoria del equilibrador puede determinarse para tener el mínimo de vibraciones en el motor para las condiciones de trabajo propuestas. - - - - -

También pueden obtenerse los mismos resultados citados anteriormente si la presente invención se aplica al motor de cuatro cilindros de tipo transversal. - - - - -

Tal como se ha descrito en detalle, el motor de cuatro cilindros en línea de acuerdo con la presente inven-

ción se construye en cualquier combinación de acuerdo con los items siguientes: - - - - -

5. (a) La distancia y entre los equilibradores emparejados en la dirección axial de los cilindros del motor queda determinada en un valor deseado tal, comprendido entre el 15% y el 135% de la longitud de las bielas o vástagos de conexión, para satisfacer la aplicación del motor y el diseño; -
10. (b) La diferencia entre las distancias x_1 y x_2 de los ejes de los equilibradores con respecto al plano que contiene el eje longitudinal de los cilindros y el eje del cigüeñal, quedan también de terminados en un valor deseado tal comprendido dentro de la gama de valores de $-0,5 l \leq x_2 - x_1 \leq 0,5 l$ (en donde l : longitud de las bielas o vástagos de conexión, x_2 : distancia entre el elemento equilibrador inferior y un plano que contiene el eje longitudinal de un cilindro y un eje del cigüeñal y x_1 : distancia entre el elemento equilibrador superior y dicho plano) para satisfacer la aplicación del motor y el diseño; - - - - -
15. 20.
25. (c) El equilibrador inferior de los dos equilibradores emparejados se hace girar en dirección opuesta al cigüeñal, mientras que el superior se hace girar en la misma dirección del cigüeñal; y
- (d) En un caso normal, el centro de gravedad

del peso de equilibrado está situado tan cerca como es posible al centro longitudinal del motor, para evitar así la generación del momento de oscilación. - - - - -

5. En una modificación, sin embargo, los equilibradores pueden disponerse separadamente en la dirección longitudinal de los árboles de los equilibradores, tal como se muestra en las Figs. 39(a) y 39(b). En estas figuras, por ejemplo, uno de los equilibradores se divide en dos mitades que tienen la misma masa, y estas mitades se disponen equidistantes con respecto al equilibrador no dividido. En otro ejemplo, un equilibrador se divide en partes que tienen diferentes masas y las partes se disponen en forma inversamente proporcional a las masas con respecto al equilibrador no dividido. De esta manera, puede variarse adecuadamente el diseño del motor. - - - - -
- 10.
- 15.

- Tal como se ha descrito anteriormente, la presente invención puede variar según cualquiera de las combinaciones citadas en los items (a) a (d) y según otras dos modificaciones. Como resultado de ello, debería apreciarse como una ventaja de la presente invención el que puedan eliminarse (a) la fuerza vibromotriz debida a las masas alternativas, (b) el momento vibromotriz debido a las masas alternativas y (c) el momento vibromotriz debido a la explosión de combustión, utilizando unos equilibradores emparejados sin cambiar drásticamente el cuerpo principal del motor alternativo convencional. - - - - -
- 20.
- 25.

Así, de acuerdo con la presente invención, puede obtenerse un motor que es marcadamente simple en cuanto a construcción, con un coste de producción bajo, y cuyas vibraciones se reducen notoriamente sin reducir su rendimiento en comparación con el motor convencional. - - - - -

5.

El motor de la presente invención no necesita limitarse a los ejemplos arriba citados que presentan un par de equilibradores, sino que puede tener dos o más pares de equilibradores. - - - - -

10. Naturalmente, resulta imaginable que la relación oblicua puede invertirse (pero la relación entre la posición vertical y las direcciones de giro de los equilibradores tiene que mantenerse constante, de tal forma que el equilibrador inferior gira en dirección opuesta al cigüeñal) para efectos resultantes similares, si este cambio de diseño está dentro del campo de ejecución de los objetivos de la presente invención. - - - - -

15.

Aquí, aunque los ejemplos precedentes se dirigen únicamente al motor de combustión interna, debería comprenderse que la presente invención puede aplicarse a otros motores alternativos tales como una bomba o un compresor con efectos resultantes similares. - - - - -

20.

N O T A

Se declaran de novedad y propiedad para España,

sus territorios y plazas de soberanía, las siguientes: - - -

REIVINDICACIONES

1.- Perfeccionamientos en los mecanismos con pisto-
 nes de movimiento alternativo, del tipo en que uno o más pis-
 5. tones se mueven alternativamente a lo largo de un eje longi-
 tudinal de, respectivamente, uno o más cilindros, estando
 acoplados dichos pistones a un cigüeñal giratorio por medio
 de sendas bielas, caracterizados por la provisión de un sis-
 tema mejorado de amortiguación de la vibración que compren-
 10. de: - - - - -

a) por lo menos un par de elementos equilibradores
 soportados de forma que puedan girar en dicho mecanismo, es-
 tando dispuesto el elemento equilibrador superior de cada
 par lateralmente con respecto a la parte superior de dicho
 15. mecanismo y estando dispuesto el elemento equilibrador infe-
 rior de cada par lateralmente con respecto a la parte infe-
 rior de dicho mecanismo, y - - - - -

b) medios para hacer girar dichos elementos equili-
 bradores en direcciones opuestas, haciéndose girar el elemen-
 20. to equilibrador inferior en dirección opuesta a dicho cigüe-
 ñal. - - - - -

2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1,
 caracterizados porque los elementos equilibradores superior
 e inferior están dispuestos en lados opuestos con respecto a



un plano que contiene dicho eje longitudinal de dichos cilindros y el eje de giro del cigüeñal. - - - - -

- 5. 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque la diferencia entre la distancia de dichos elementos equilibradores superior e inferior con respecto a dicho plano es de la gama de $-0,5 l \leq x_2 - x_1 \leq 0,5 l$

en donde l : longitud de las bielas;

x_2 : distancia entre el elemento equilibrador inferior y dicho plano; y

- 10. x_1 : distancia entre el elemento equilibrador superior y dicho plano. - - -

- 15. 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la distancia entre los ejes de giro de dichos elementos equilibradores superior e inferior, medida en una dirección paralela al eje longitudinal del cilindro, es de la gama de entre el 15% y el 35% de la longitud entre los puntos de acoplamiento de la biela entre el pistón y el cigüeñal. - - - - -

- 20. 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la velocidad de giro de los elementos equilibradores es el doble de la velocidad de giro del cigüeñal. - - - - -

6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque cada uno de dichos elementos equilibra

dores comprende un cuerpo, el centro de cuya masa está desplazado con relación a su eje de giro. - - - - -

5. 7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el momento con respecto al eje de giro del cigüeñal debido al giro de dicho elemento equilibrador inferior está defasado con respecto al momento debido al movimiento del pistón, la biela y el cigüeñal, y el momento debido al giro del elemento equilibrador superior está en la dirección opuesta con respecto al momento debido al movimiento del pistón, la biela y el cigüeñal. - - - - -
- 10.

8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque dicho par de elementos equilibradores está situado aproximadamente en el punto medio longitudinal del mecanismo. - - - - -

15. 9.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque dicho mecanismo es un motor de combustión interna del tipo con pistones alternativos. - - - - -

20. 10.- Perfeccionamientos según la reivindicación 9, caracterizados porque dicho motor de combustión interna es del tipo con varios cilindros y con los ejes longitudinales de los cilindros contenidos dentro de un solo plano. - - - - -

11.- Perfeccionamientos según la reivindicación 10, caracterizados porque todos los pistones están situados en el mismo lado del cigüeñal. - - - - -



5. 12.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque uno de los elementos equilibradores es tá dividido en dos mitades que tienen masas iguales, las cu les mitades están dispuestas a lo largo del eje de giro de dicho elemento equilibrador, a igual distancia con respecto al elemento equilibrador no dividido. - - - - -

10. 13.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque uno de los elementos equilibradores es tá dividido en partes que tienen masas desiguales y las par tes están dispuestas a lo largo del eje de giro de dicho ele mento equilibrador, de tal forma que la distancia entre cada parte y el elemento equilibrador no dividido es inversamente proporcional a la relación de sus masas. - - - - -

15. 14.- Perfeccionamientos en los mecanismos con pis tones de movimiento alternativo, particularmente motores de combustión interna del tipo con pistones alternativos, que tiene cuatro cilindros, en que un pistón se mueve alternati vamente en cada cilindro, estando acoplado cada uno de los pistones a un cigüeñal giratorio por medio de una biela, de 20. tal forma que el movimiento alternativo de dichos pistones da lugar al giro de dicho cigüeñal, caracterizados por la provisión de un sistema equilibrador para amortiguar la fuer za vibromotriz secundaria debida a las masas alternativas y los momentos vibromotores secundarios debidos a las masas al 25. ternativas y a las fuerzas de combustión, que comprende: - -

a) por lo menos un par de elementos equilibradores

- soportados de forma que puedan girar en dicho motor, estando dispuesto el elemento equilibrador superior de cada par lateralmente con respecto a la parte superior de dicho motor y estando dispuesto el elemento equilibrador inferior de cada par lateralmente con respecto a la parte inferior de dicho motor, de tal forma que los elementos equilibradores están situados en lados opuestos de los cilindros y los ejes de giro de los elementos equilibradores son paralelos a los ejes de giro del cigüeñal y están situados en un primer plano que está dispuesto oblicuamente con respecto a un segundo plano que contiene los ejes longitudinales de dichos cilindros y el eje de giro de dicho cigüeñal, siendo la diferencia entre la distancia de dichos elementos equilibradores superior e inferior con respecto a dicho segundo plano está dentro de la gama de $-0,5 l \leq x_2 - x_1 \leq 0,5 l$ - - - - -

en donde l : longitud de la biela;

x_2 : distancia entre el elemento equilibrador inferior y dicho segundo plano; y

20. x_1 : distancia entre el elemento equilibrador superior y dicho segundo plano, - - - - -

25. y siendo la distancia entre los ejes de giro de los elementos equilibradores, medida en una dirección paralela al segundo plano, de entre el 15% y el 135% de la longitud entre los puntos en los que las bielas se acoplan a los pistones y



al cigüeñal; y - - - - -

5. b) medios movidos por dicho motor para hacer girar dichos elementos equilibradores superior e inferior en direcciones opuestas, al doble de la velocidad angular del cigüeñal, de tal forma que dicho elemento equilibrador inferior gira en una dirección opuesta a la del cigüeñal. - - - - -

10. 15.- Perfeccionamientos según la reivindicación 14, caracterizados porque dicha distancia entre dicho elemento equilibrador superior y dicho segundo plano es más corta que la longitud de las bielas y la distancia entre el elemento equilibrador inferior y dicho segundo plano es mayor que la mitad del diámetro de dicho cilindro. - - - - -

15. 16.- Perfeccionamientos según las reivindicación 14, caracterizados porque la suma de distancias entre dicho elemento equilibrador superior y dicho segundo plano y entre dicho elemento equilibrador inferior y el segundo plano es aproximadamente el doble de la longitud de dichas bielas. -

20. 17.- Perfeccionamientos según la reivindicación 14, caracterizados porque la distancia entre dicho elemento equilibrador inferior y dicho segundo plano y la distancia entre dicho elemento equilibrador superior y dicho segundo plano son aproximadamente iguales a la longitud de las bielas, y la distancia vertical entre el eje de dicho elemento equilibrador superior y el eje de dicho elemento equilibrador inferior es aproximadamente igual a la longitud de las bielas. - - - - -

18.- Perfeccionamientos según la reivindicación

14, caracterizados porque dicha distancia entre dicho elemento equilibrador superior y dicho segundo plano es más corta que la longitud de las bielas y la distancia entre dicho elemento equilibrador inferior y dicho segundo plano es más larga que la mitad del diámetro de dicho cilindro, y porque la suma de las distancias entre el elemento equilibrador superior y dicho segundo plano y entre el elemento equilibrador inferior y dicho segundo plano es aproximadamente el doble de la longitud de las bielas. - - - - -

19.- Perfeccionamientos según la reivindicación

14, caracterizados porque la distancia entre dicho elemento equilibrador superior y dicho segundo plano y la distancia entre el elemento equilibrador inferior y dicho segundo plano es más larga que la mitad del diámetro de los cilindros del motor y los elementos equilibradores están dispuestos en lados opuestos de los cilindros por fuera de la trayectoria de movimiento de la biela. - - - - -

20.- Perfeccionamientos según la reivindicación

14, caracterizados porque el centro de gravedad de cada uno de los elementos equilibradores está situado centralmente a lo largo del eje longitudinal del motor. - - - - -

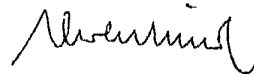
21.- "PERFECCIONAMIENTOS EN LOS MECANISMOS CON PISTONES DE MOVIMIENTO ALTERNATIVO". - - - - -

25. Todo ello conforme se describe y reivindica en la

presente memoria que consta de veintiocho hojas, foliadas y mecanografiadas por una sola de sus caras, y de veinte láminas de dibujos que la ilustran.

MADRID 28 AÑO. 1976

P. A. M. GURELL SUÑOL



maf.



FIG. 1

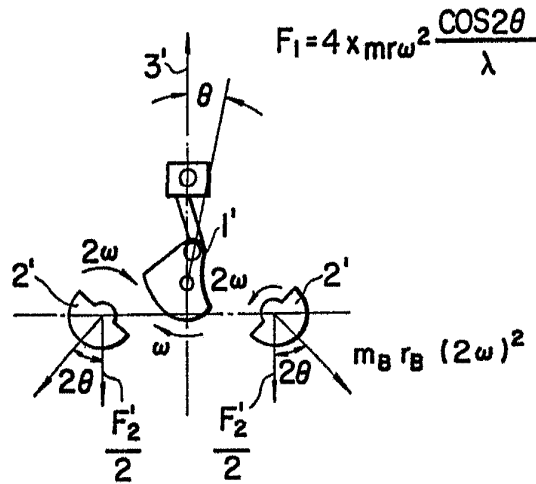
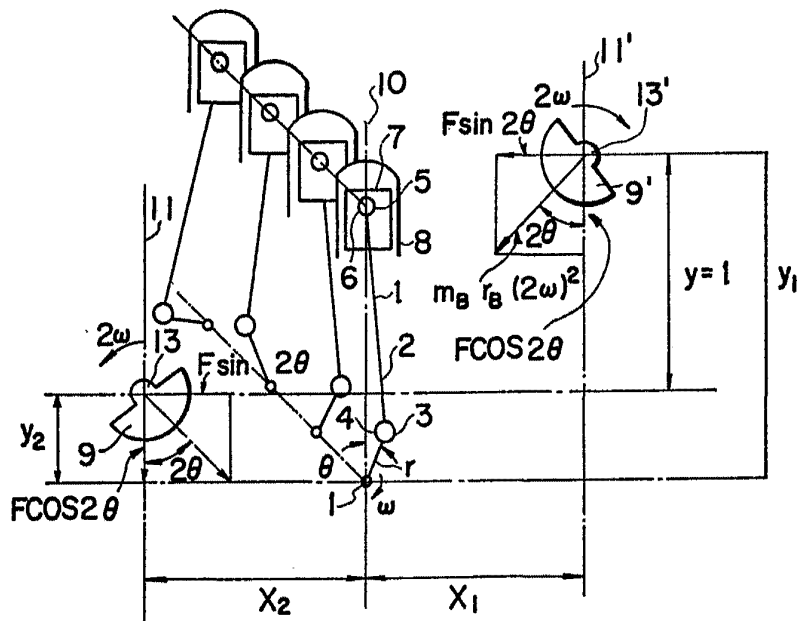


FIG. 2



Handwritten signature

FIG. 3

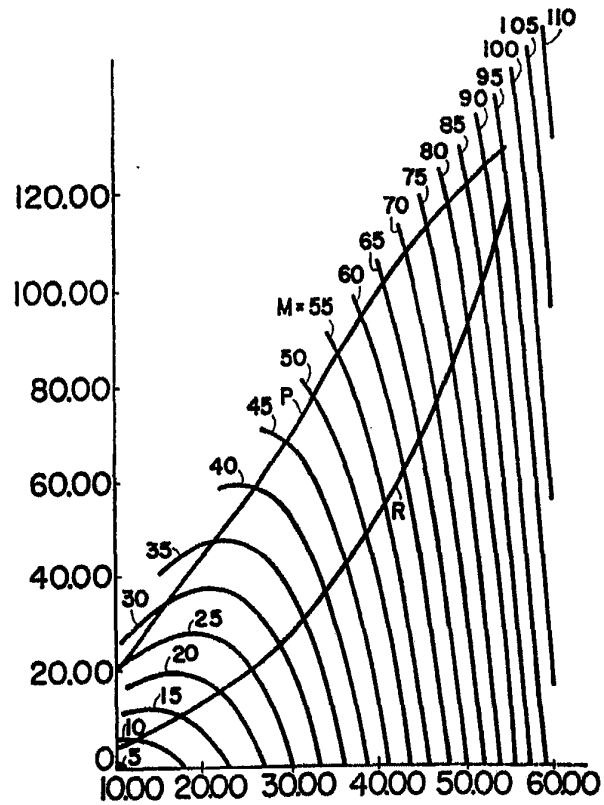


FIG. 4

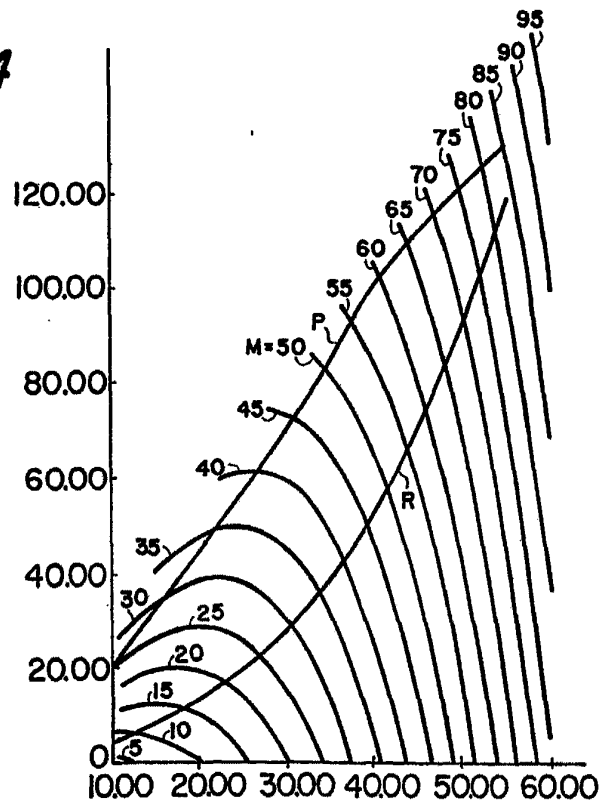


FIG. 5

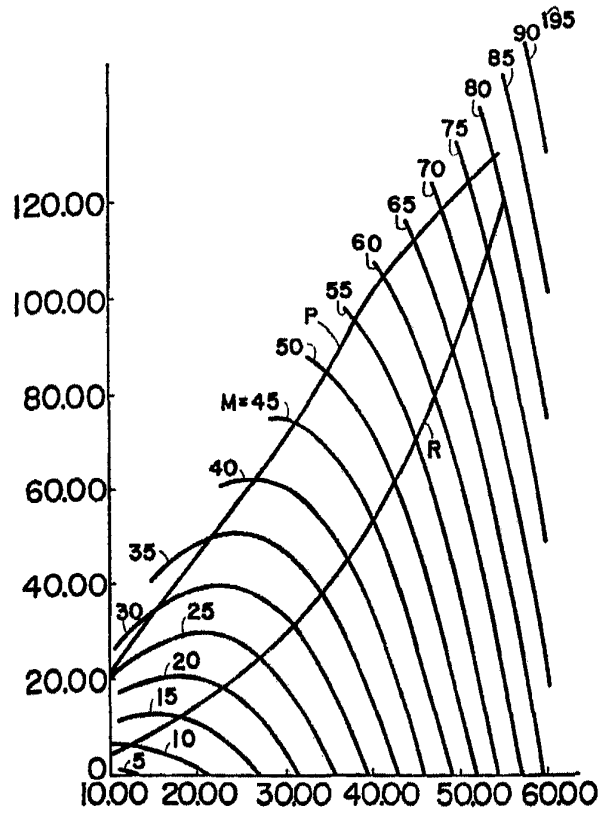


FIG. 6

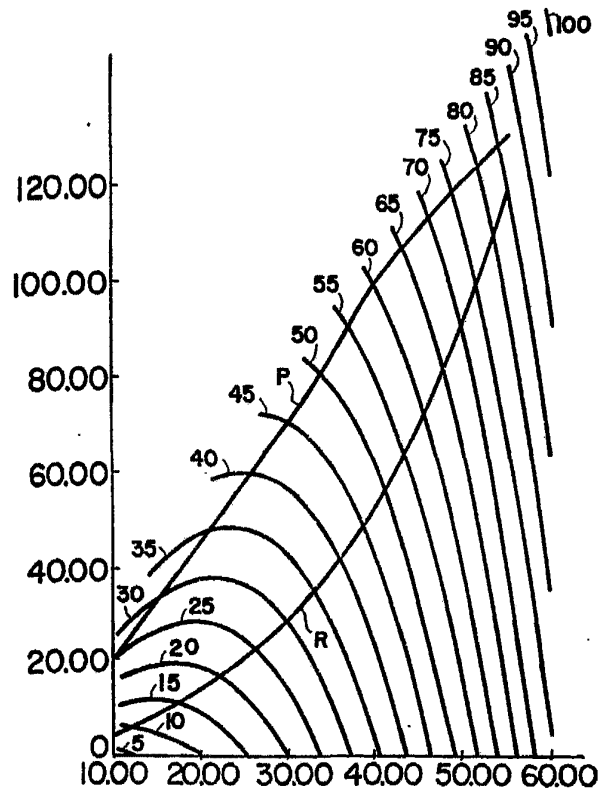


FIG. 7

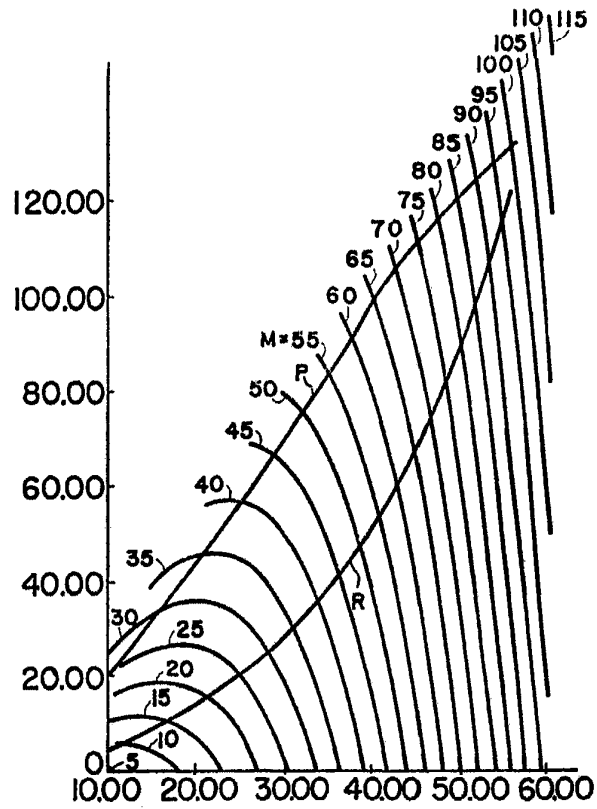


FIG. 8

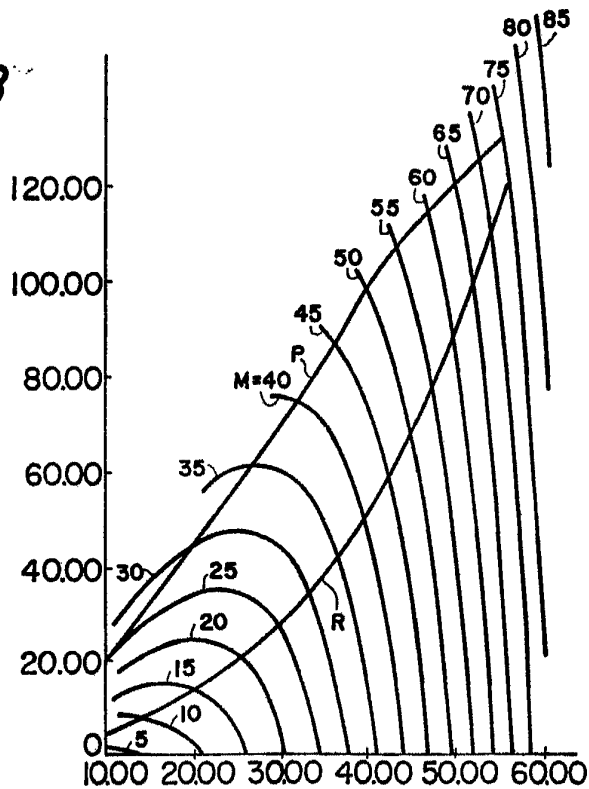


FIG. 9

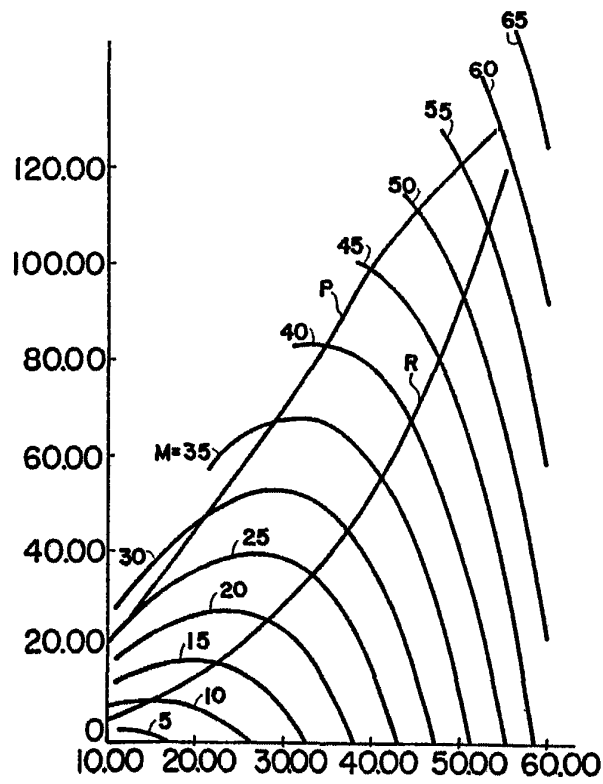


FIG. 10

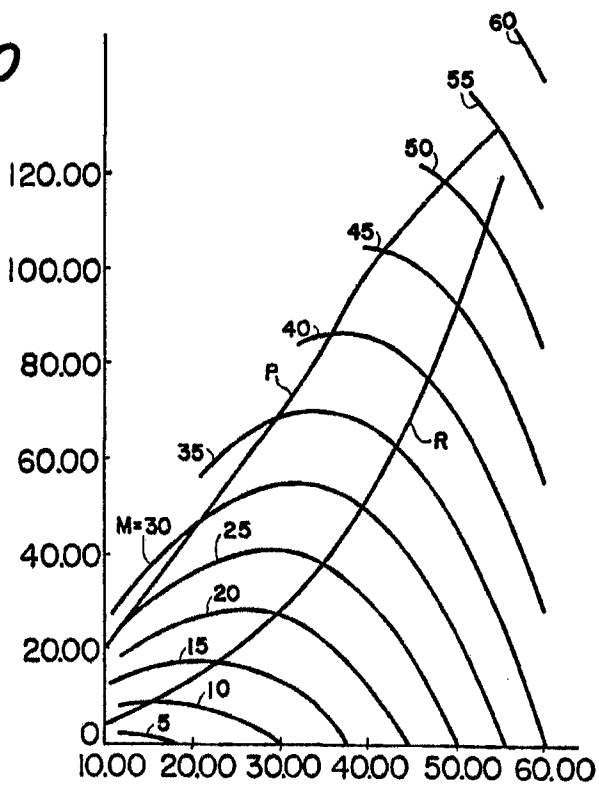


FIG. 11

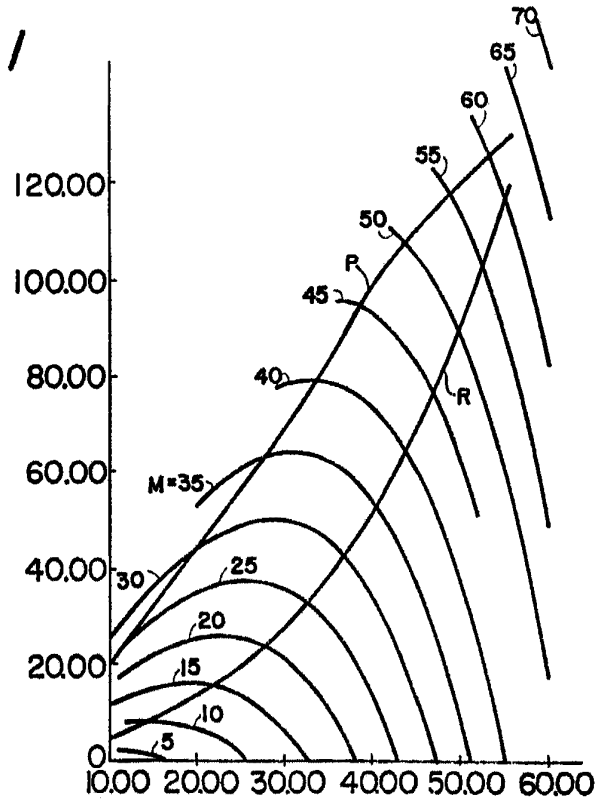


FIG. 12

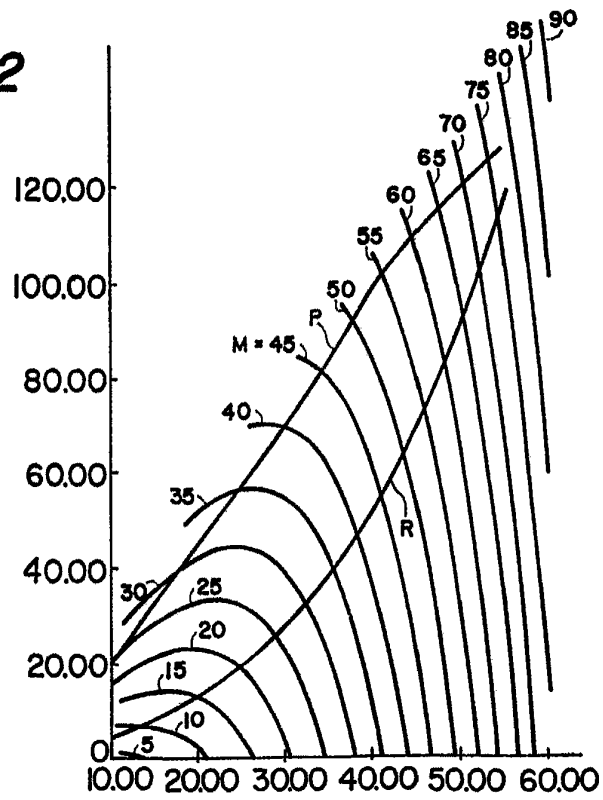


FIG. 13

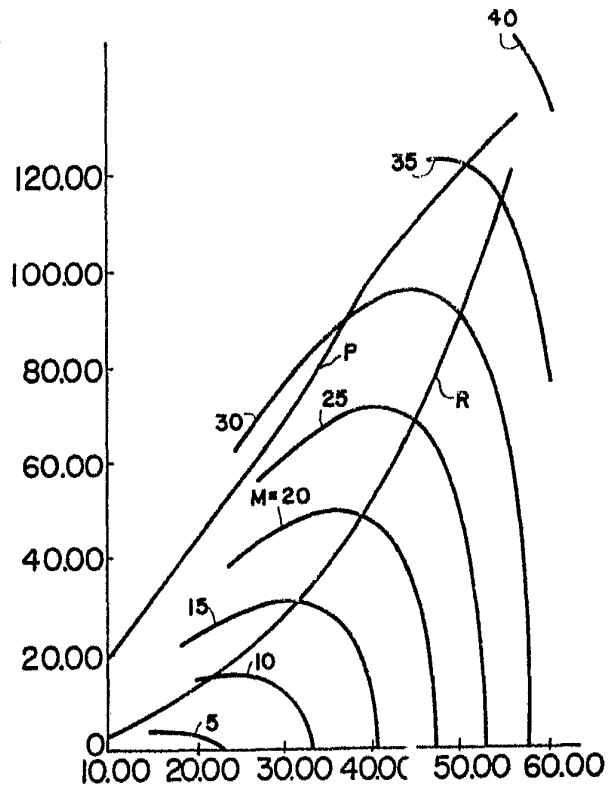


FIG. 14

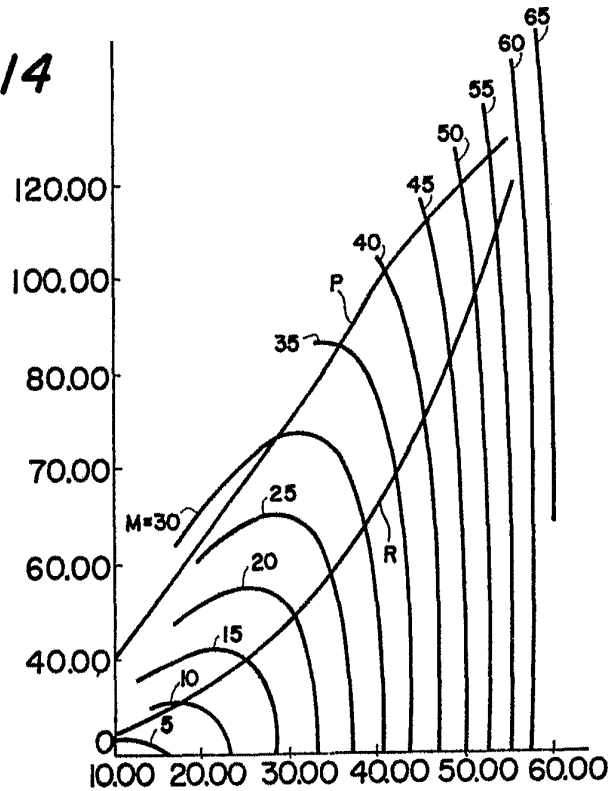


FIG. 15

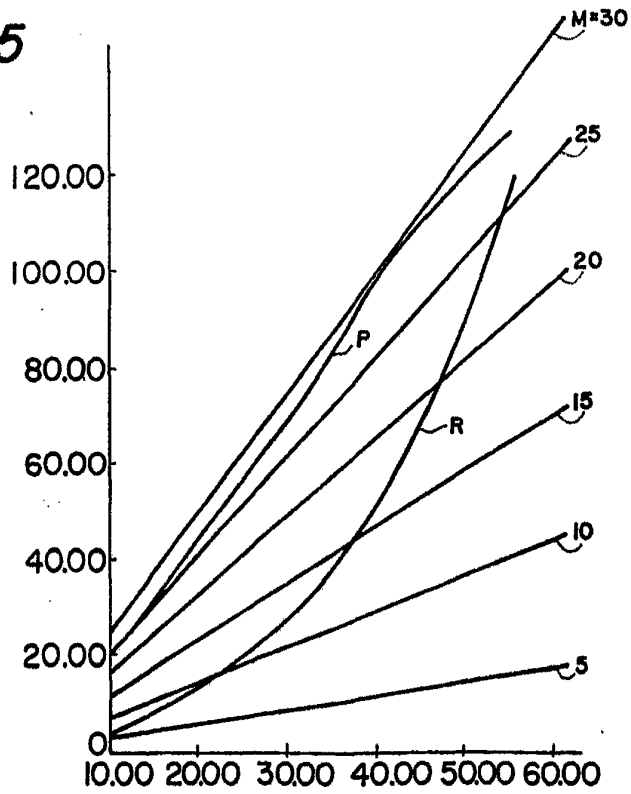


FIG. 16

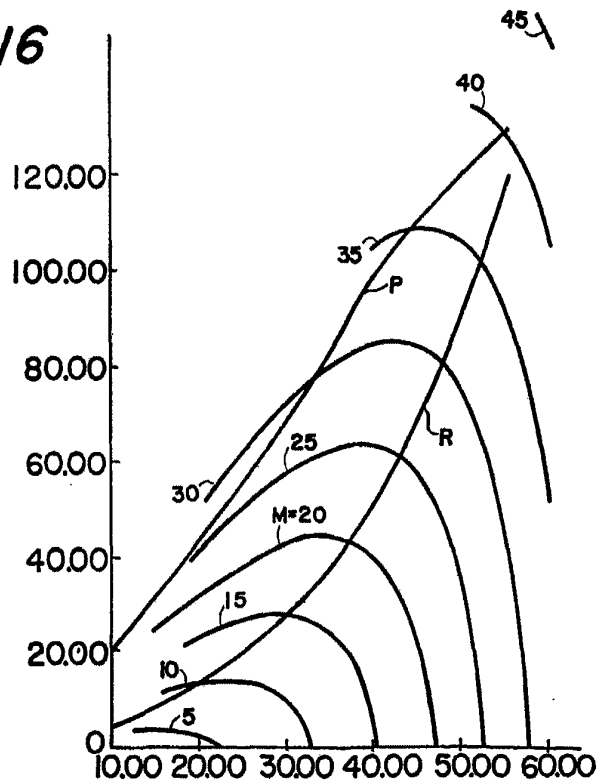


FIG. 17

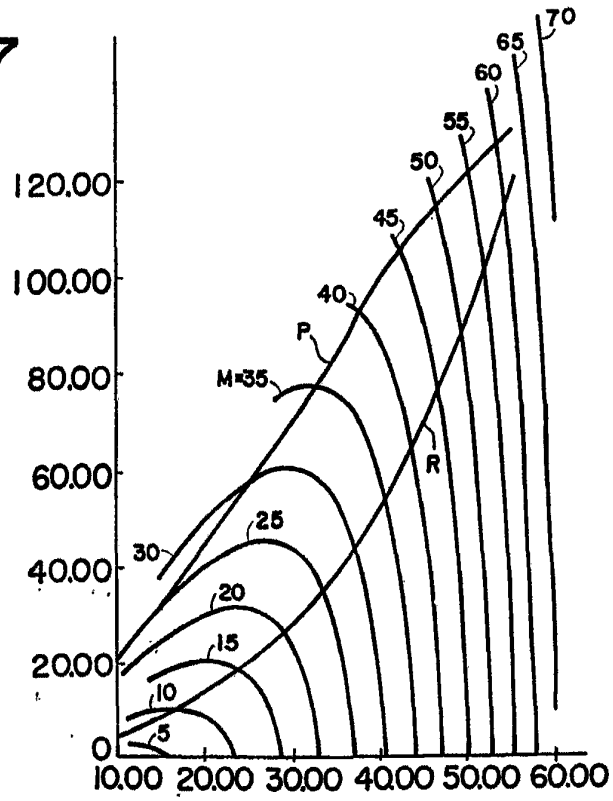


FIG. 18

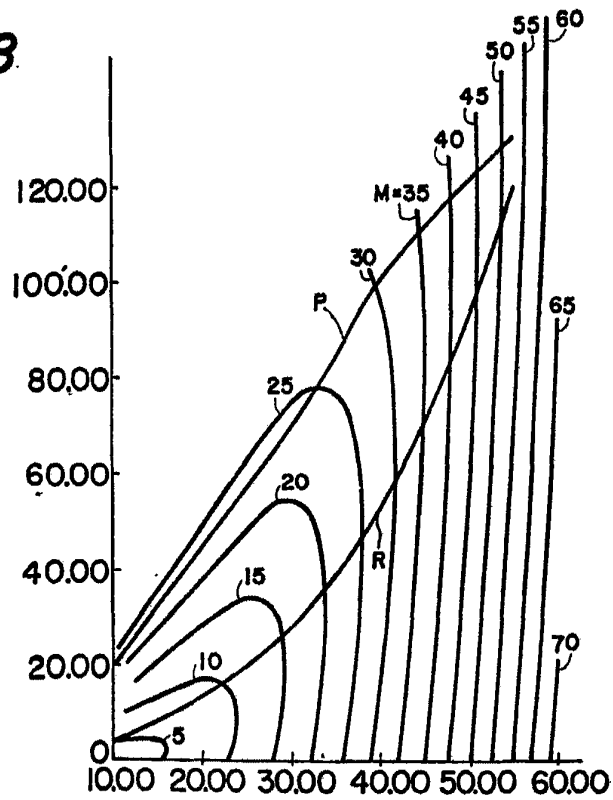


FIG. 19

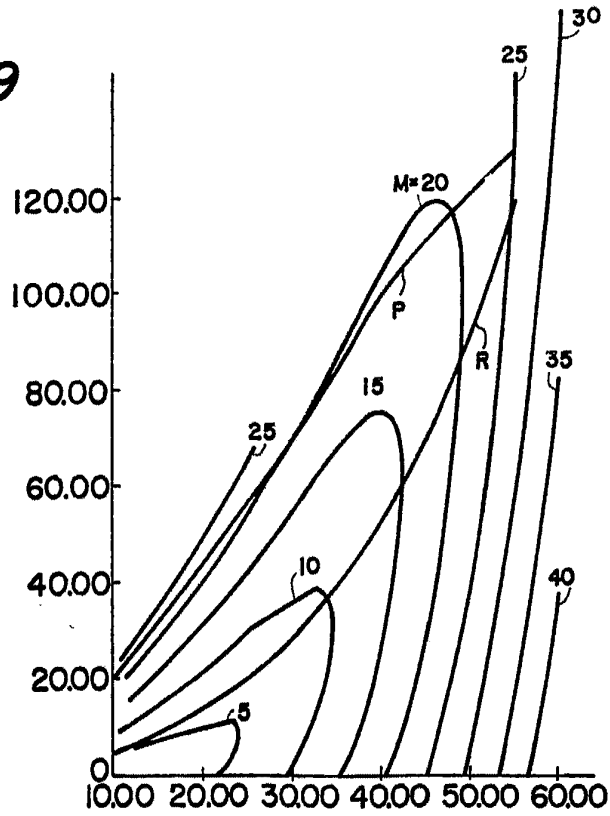


FIG. 20

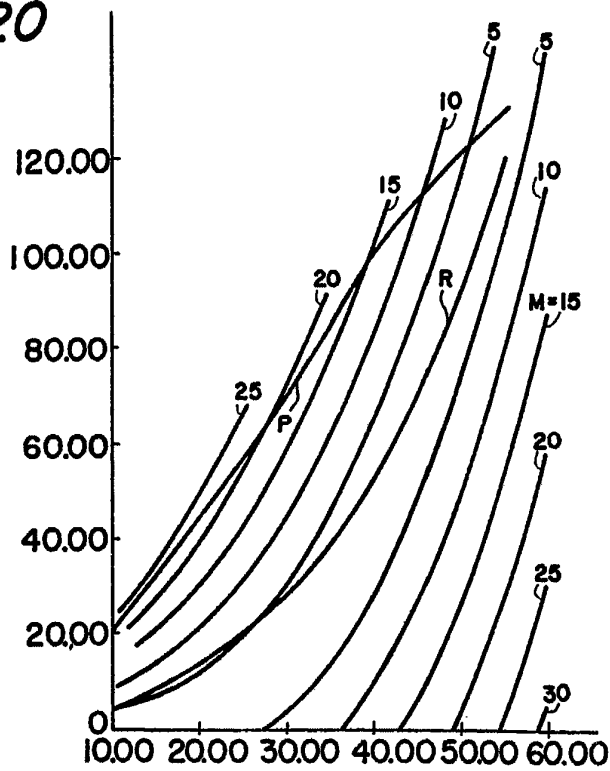


FIG. 21

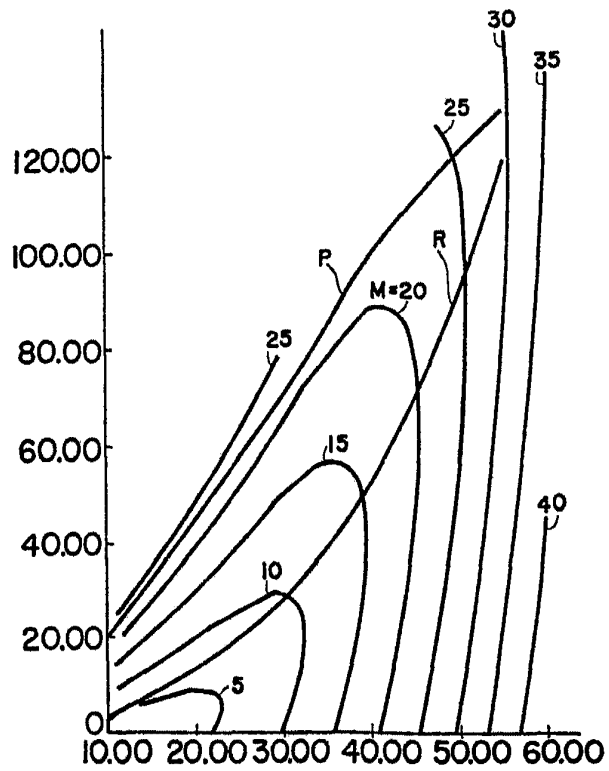
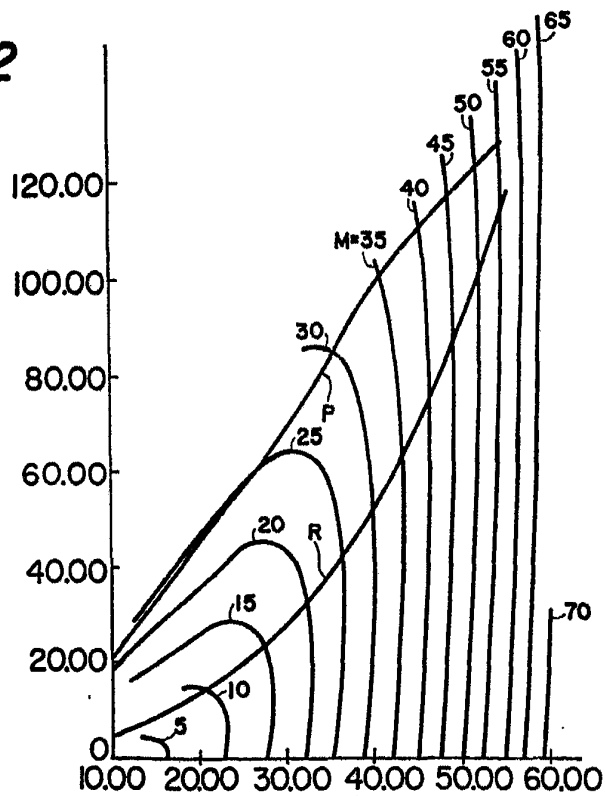


FIG. 22



Handwritten signature or mark

FIG. 23

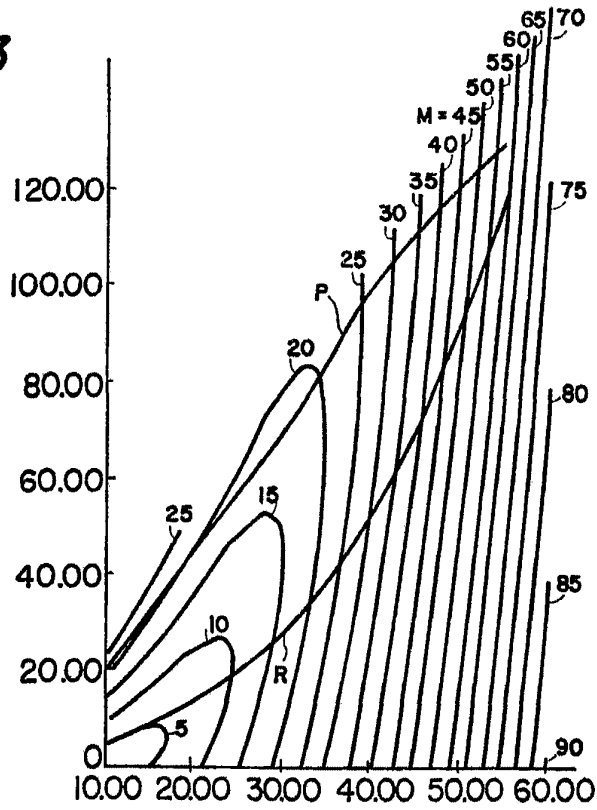
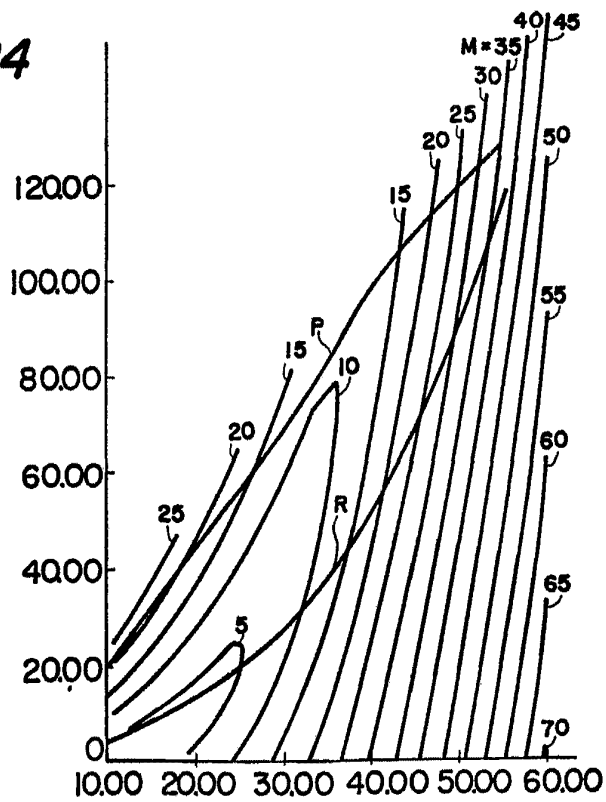


FIG. 24

F...



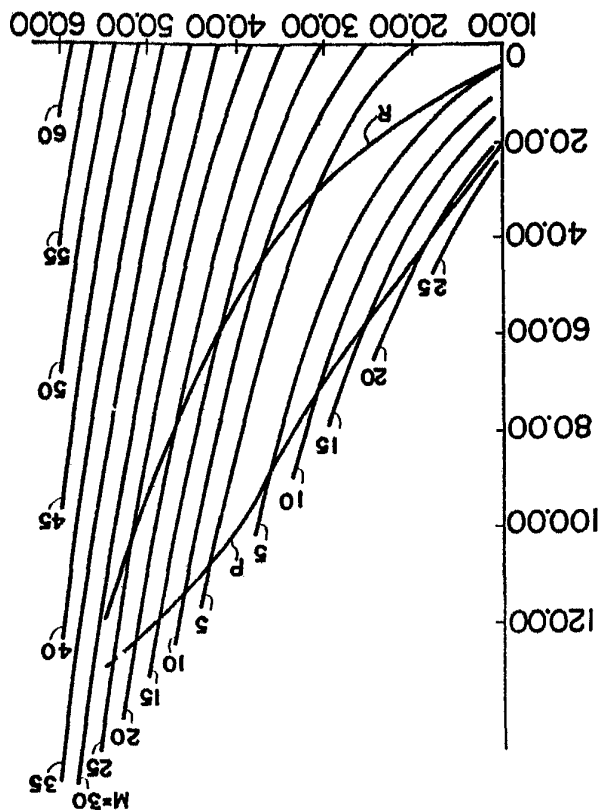
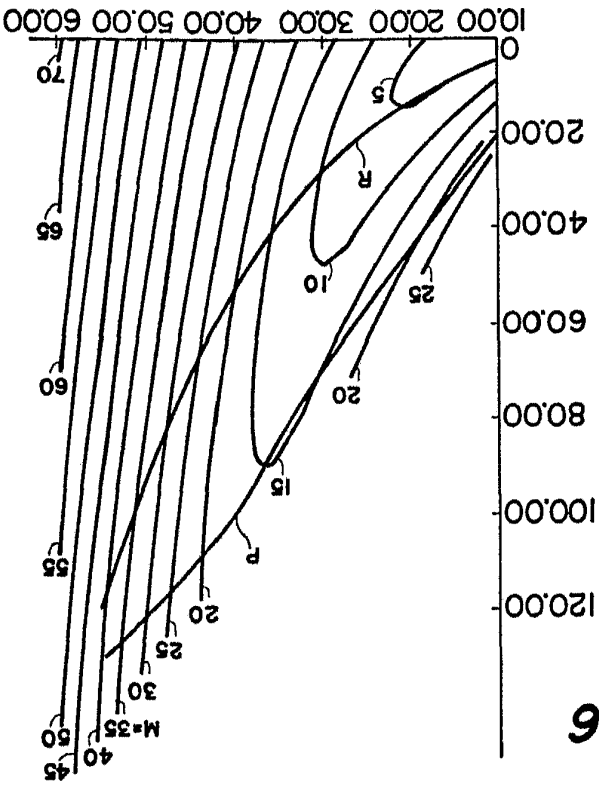


FIG. 27

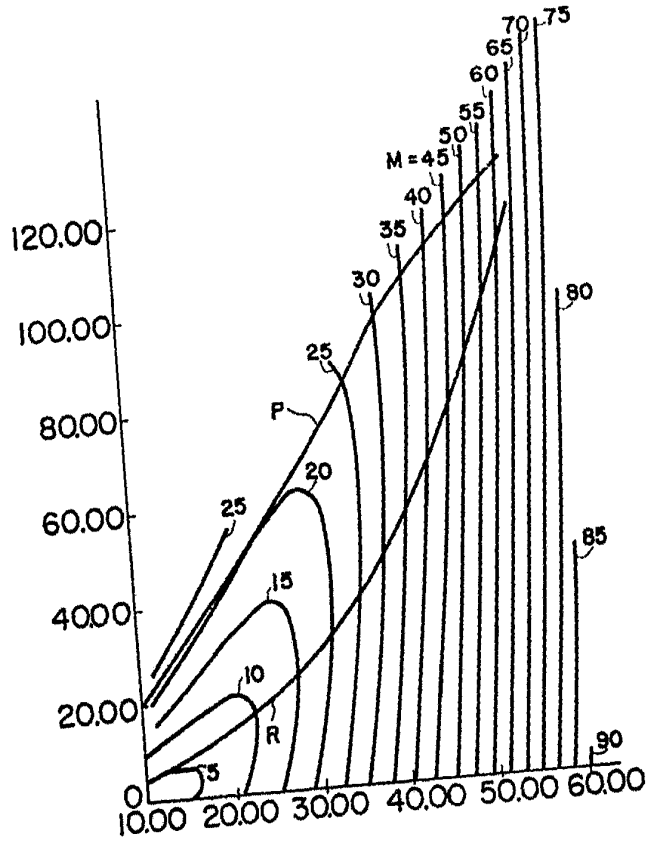


FIG. 28

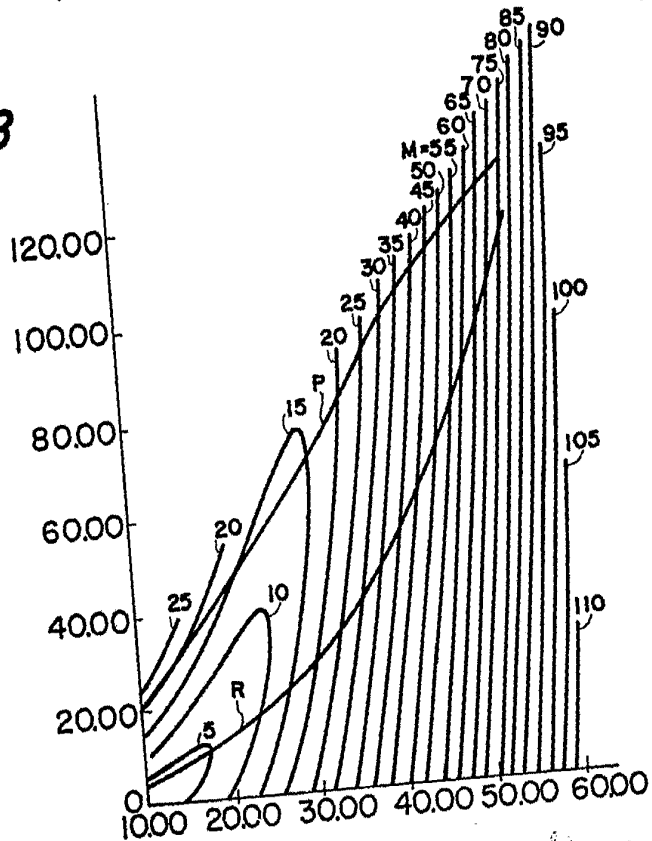


FIG. 29

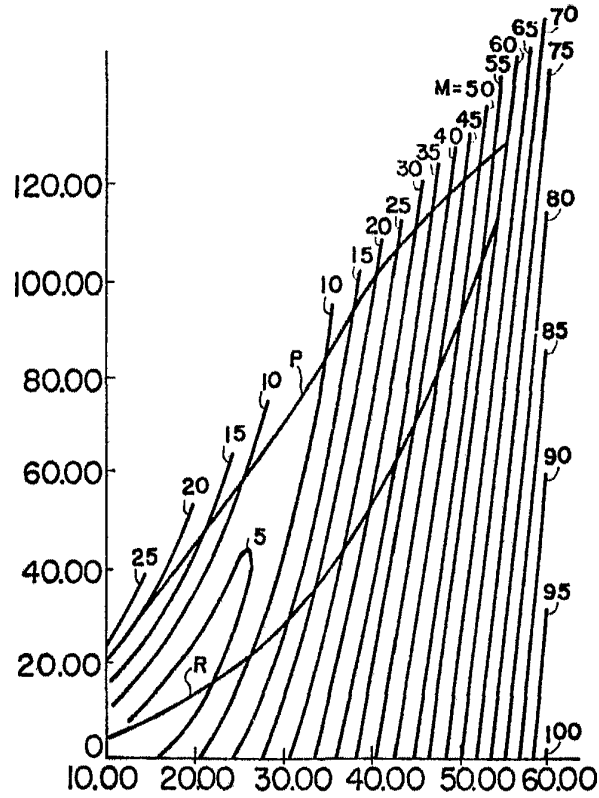


FIG. 30

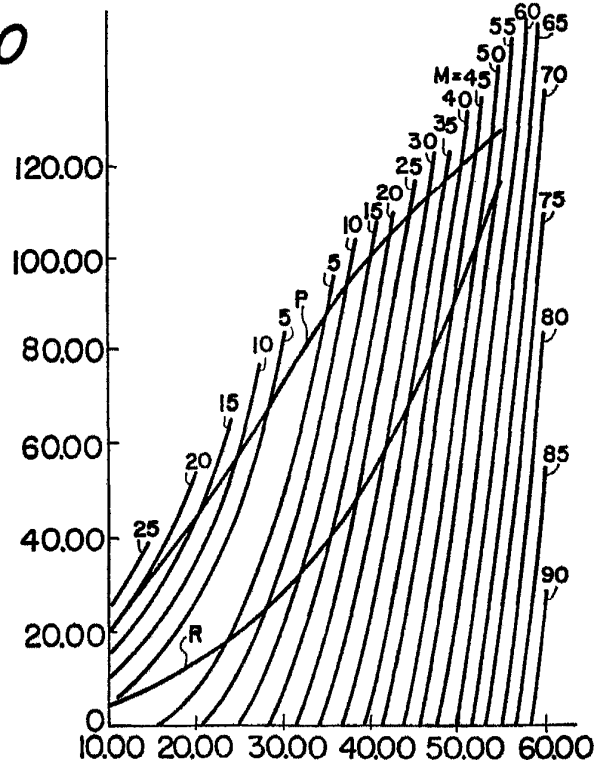


FIG. 31

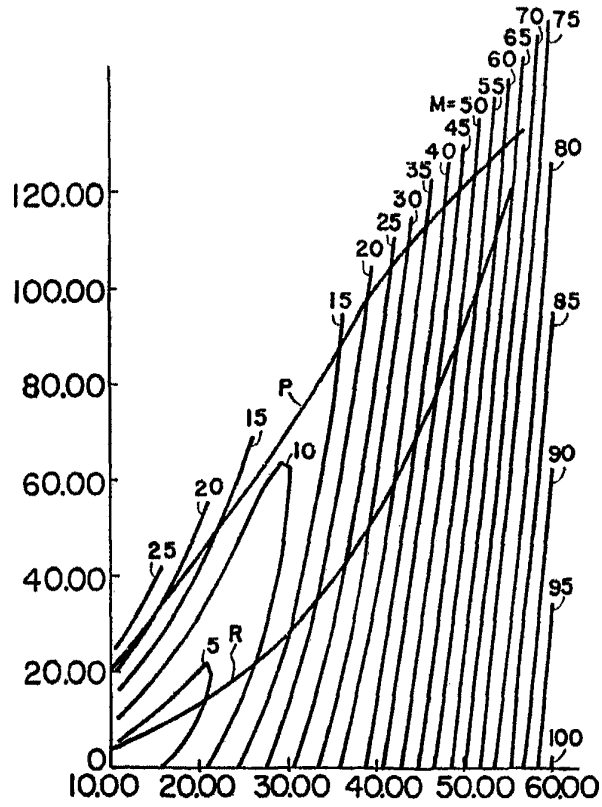


FIG. 32

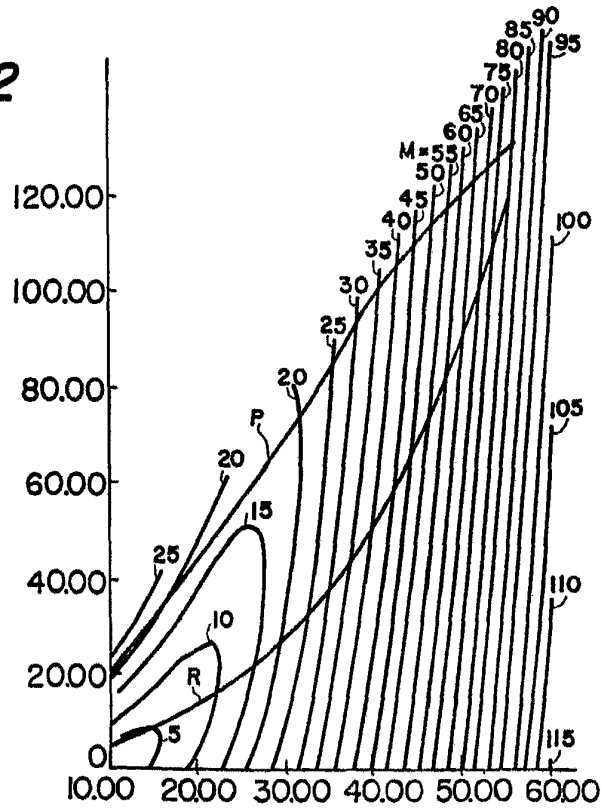


FIG. 33

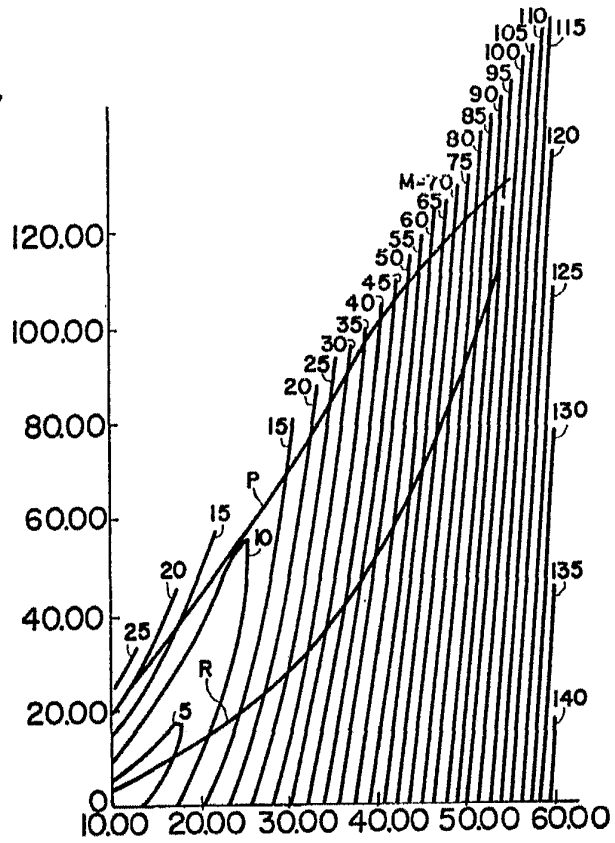


FIG. 34

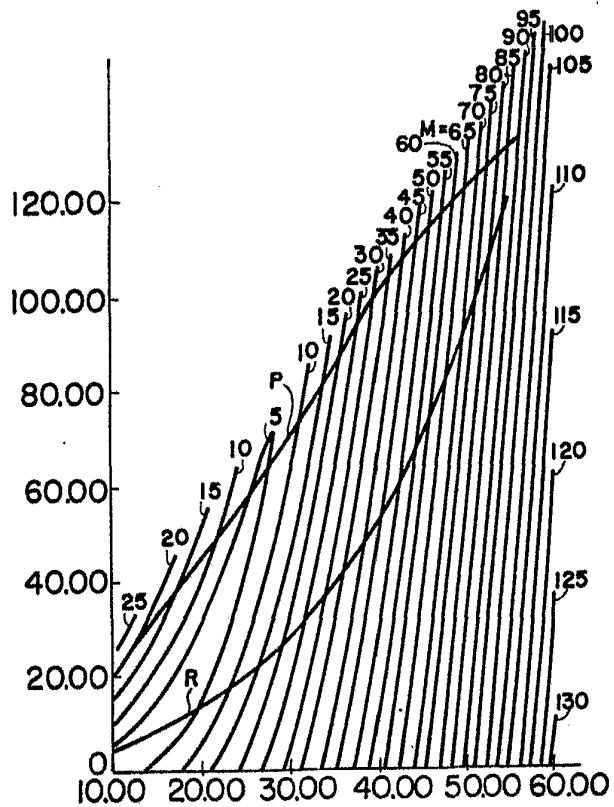


FIG. 35

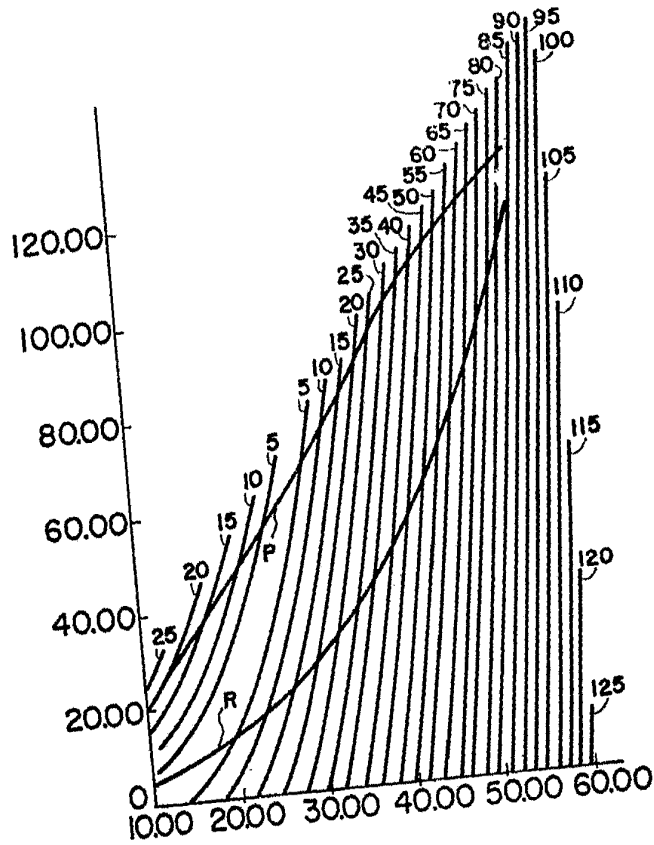


FIG. 36

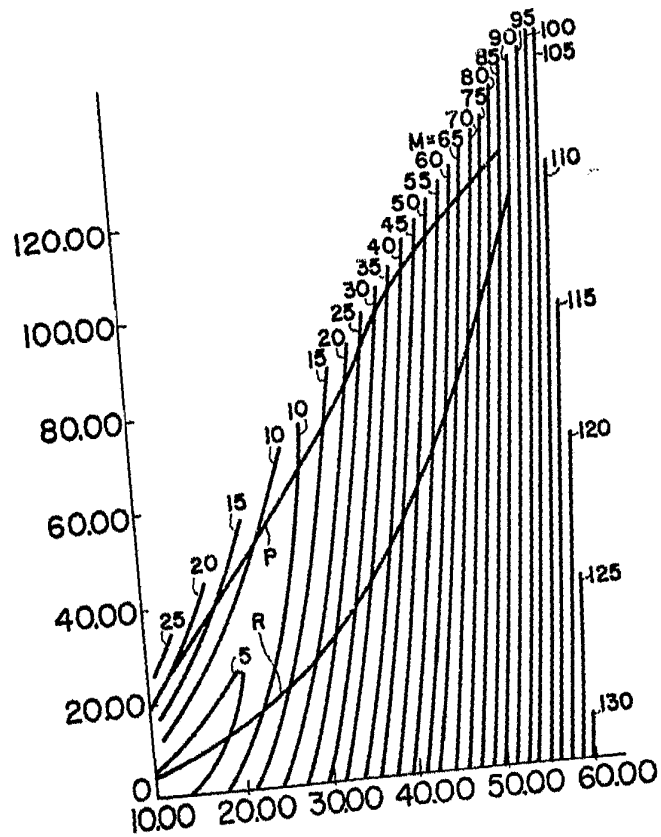


FIG. 37

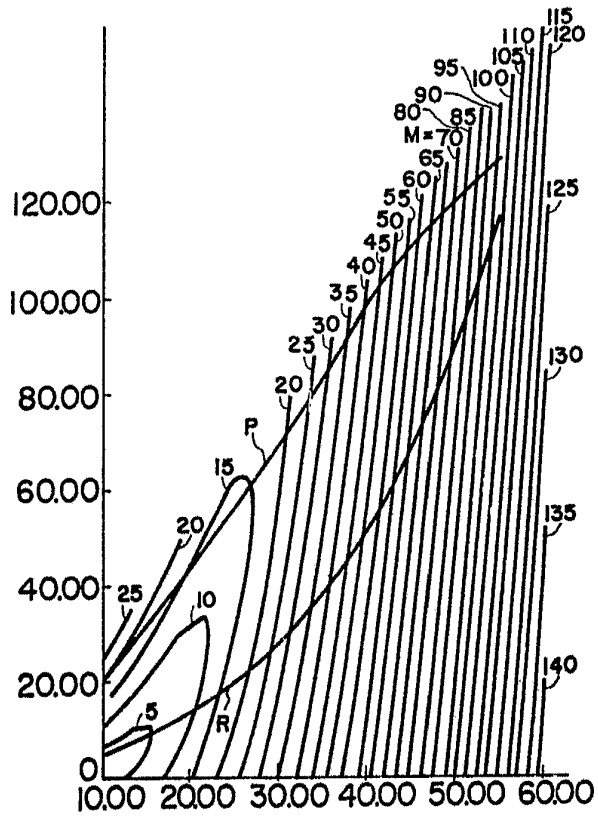


FIG. 38

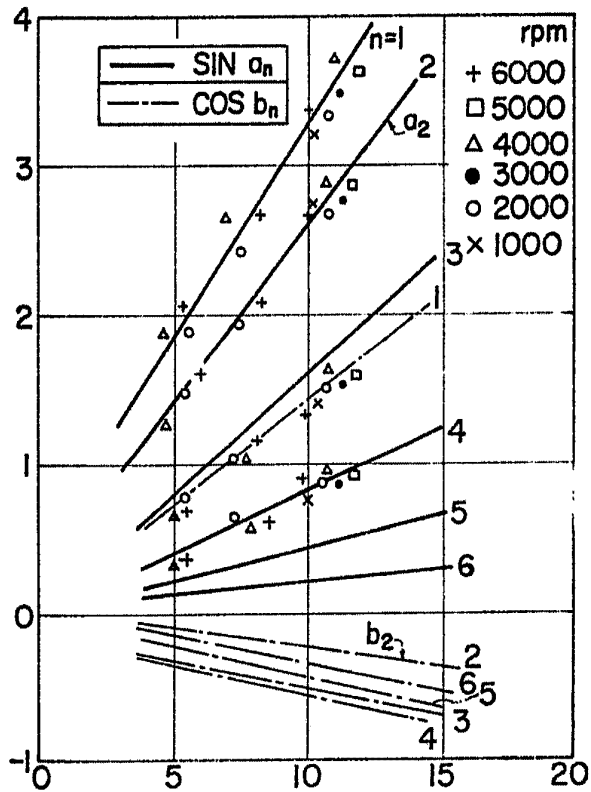


FIG. 39a

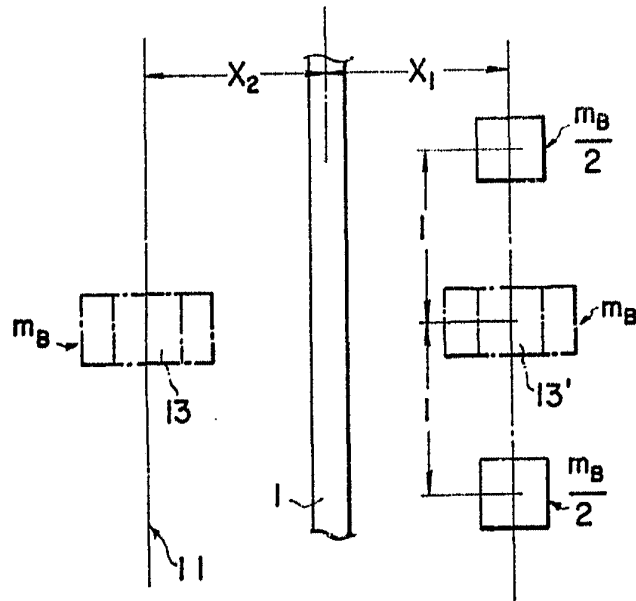


FIG. 39b

