

39
20/8



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**DISEÑO DE UNA INSTALACION DE BOMBEO NEUMATICO
EN FLUJO CONTINUO POR MICROCOMPUTADORA**

T E S I S

Que para obtener el título de
INGENIERO PETROLERO
p r e s e n t a

ALFONSO WILSON ALVAREZ



México, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



FACULTAD DE INGENIERIA

Dirección
60-I-172

Señor WILSON ALVAREZ ALFONSO.
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección, propuso el Profr. Ing.-Francisco Garaicocchea Petreirena, para que lo desarrolle como tesis para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO - PETROLERO.

"DISEÑO DE UNA INSTALACION DE BOMBEO NEUMATICO EN FLUJO CONTINUO POR MICROCOMPUTADORA"

- I INTRODUCCION.
- II PRINCIPIOS DE BOMBEO NEUMATICO.
- III VALVULAS DE BOMBEO NEUMATICO.
- IV LEYES FISICAS DE LOS GASES.
- V PRODUCTIVIDAD DE UN POZO.
- VI CAIDAS DE PRESION EN TUBERIAS VERTICALES.
- VII DISEÑO DE UNA INSTALACION EN FLUJO CONTINUO DE BOMBEO NEUMATICO.
- VIII PROGRAMA DE COMPUTO PARA EL DISEÑO DE UNA INSTALACION DE BOMBEO NEUMATICO EN FLUJO CONTINUO.
- BIBLIOGRAFIA.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar -- Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como -- requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Coordinación de la Administración -- escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cd. Universitaria, D.F., a 12 de agosto de 1986.

EL DIRECTOR

Dr. Octavio R. Rascón Chávez

INTRODUCCIÓN

En un pozo fluyente existe suficiente energía en el yacimiento para desplazar los líquidos del pozo hasta la superficie.

La figura 1 muestra un pozo cerrado con una alta presión en el cabezal.

La gráfica a la derecha de la figura 1, muestra que la presión aumenta con la profundidad. Este tipo de gráfica es la que se obtiene al realizar una prueba de presiones en el pozo, la figura 2 muestra el mismo pozo, abierto y produciendo.

Si la presión de la formación disminuye después de un cierto tiempo de producción, entonces generalmente continuará disminuyendo hasta que no haya suficiente presión como para que los líquidos del yacimiento lleguen a la superficie. En este caso se tiene un pozo muerto y el bombeo neumático es una forma de hacer que este pozo vuelva a producir.

Existen 2 tipos de bombeo neumático que son el continuo y el intermitente.

El bombeo neumático intermitente se debe usar cuando el pozo tenga bajos índices de productividad. Este tipo de bombeo neumático consiste en crear una fuerte presión, y luego dejar pasar el gas a presión durante algunos minutos, hasta que se forme una burbuja de gas que empujará a los fluidos del pozo hasta la superficie.

El bombeo neumático continuo se debe usar siempre que no se tenga que usar el intermitente.

El bombeo neumático continuo consiste en una inyección de gas continua con el fin de aligerar la densidad de la columna de fluidos en el pozo, permitiendo que la energía del pozo sea suficiente para desplazar estos fluidos hasta la superficie.

Este escrito está dedicado exclusivamente a el estudio del bombeo neumático continuo.

POZO CERRADO

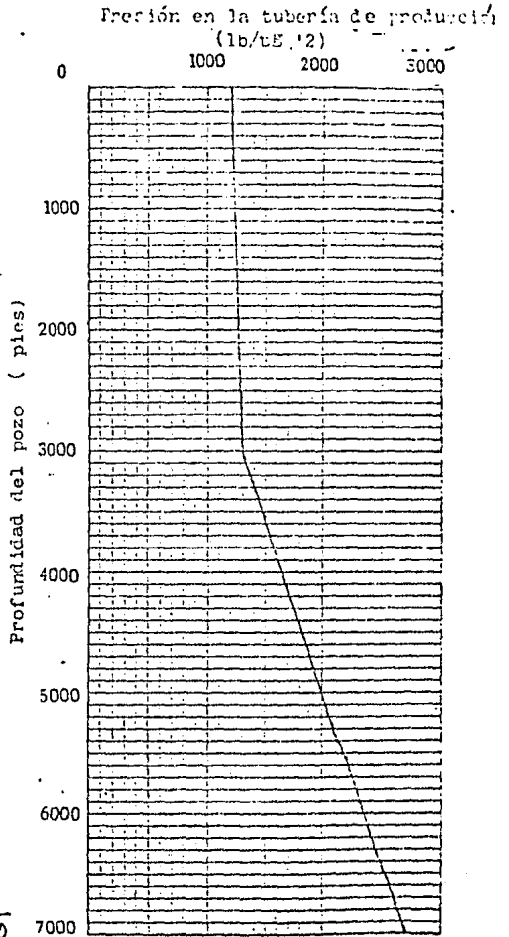
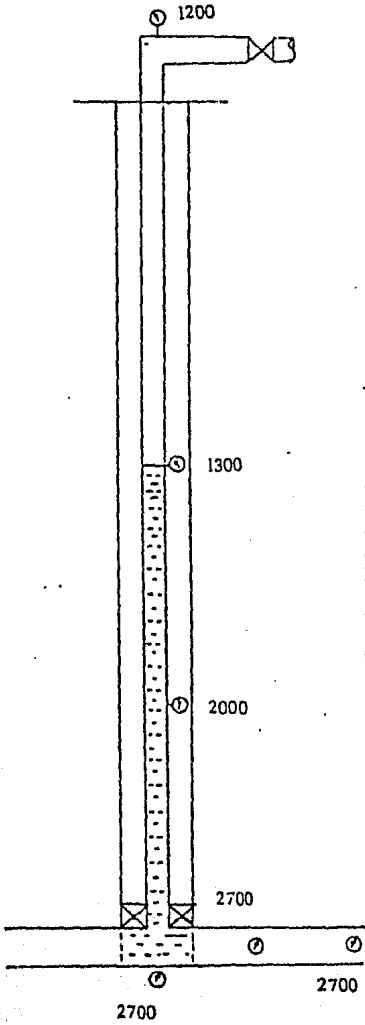


Figura 1

POZO PRODUCIENDO

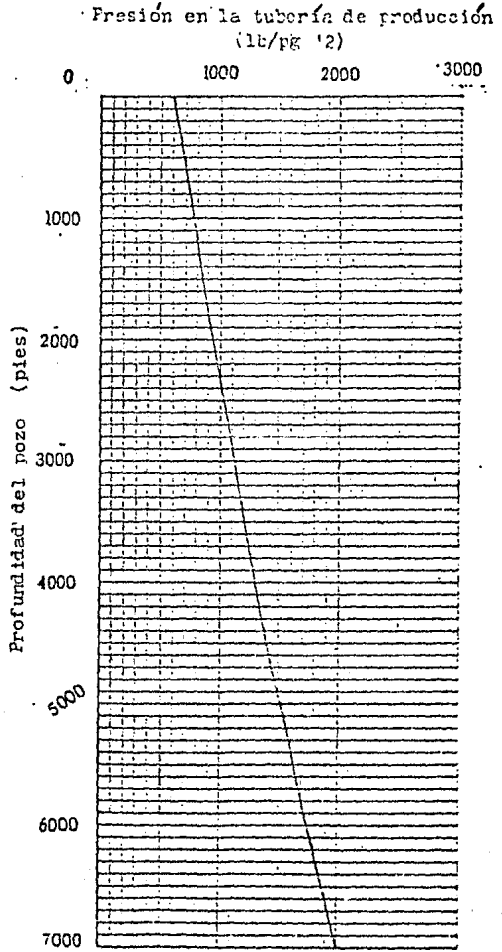
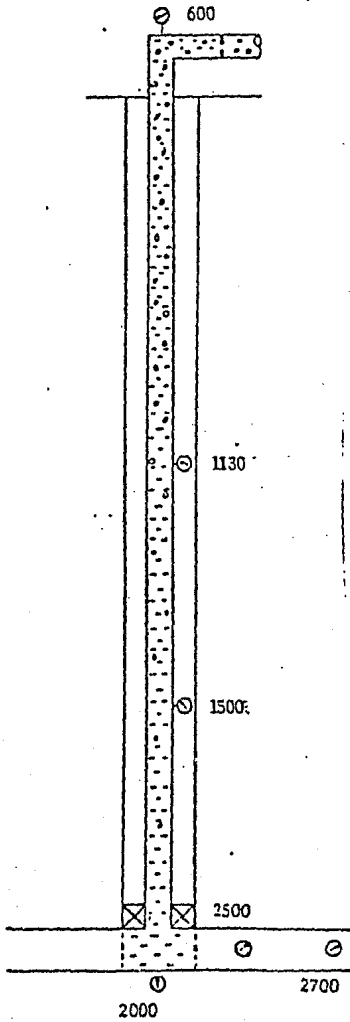


Figura 2

CAPITULO I

PRINCIPIOS DE BOMBEO NEUMATICO

PRINCIPIOS DE BOMBEO NEUMATICO

En la figura 3 se tiene un pozo con agua salada, esta agua debe ser desalojada antes de que pueda producir el pozo.

El agua salada tiene un gradiente de aproximadamente 0.5 (lb/pg'2/pie).

Esto quiere decir que la presión aumenta en 0.5 (lb/pg'2) por cada pie de profundidad.

Si se coloca un manometro en el fondo de una columna de agua salada de 10 pies de profundidad, daría una lectura aproximada de 5 (lb/pg'2), (figura 4). En esta figura hay una columna de agua salada, y una gráfica de presión v.s. profundidad.

Pozo con agua salada

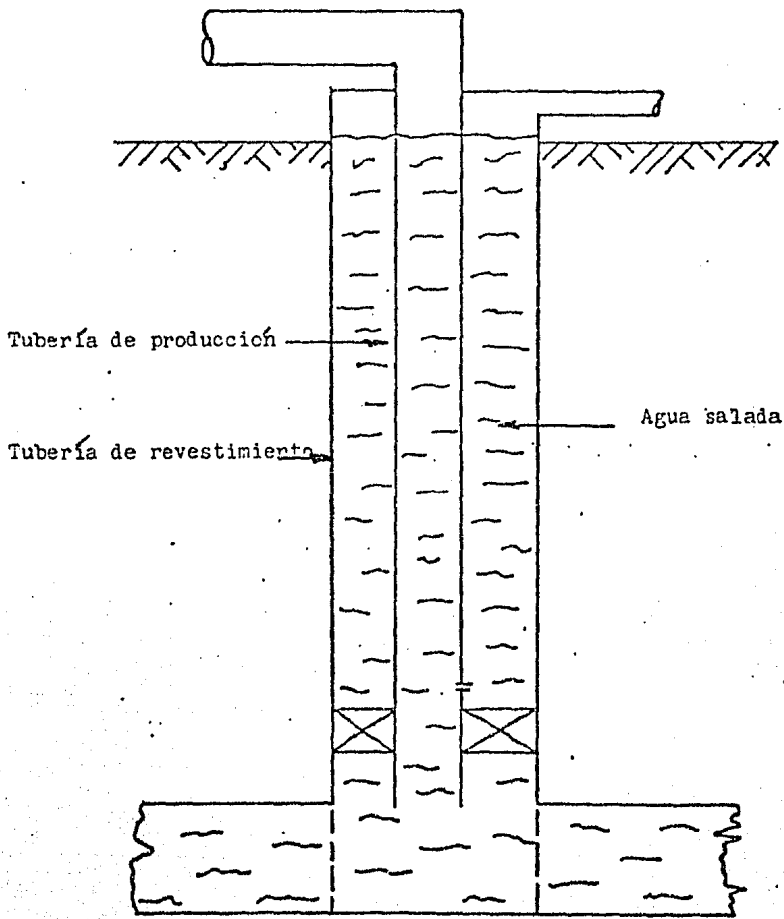


Figura 3

Gráfica de presión V.S. profundidad

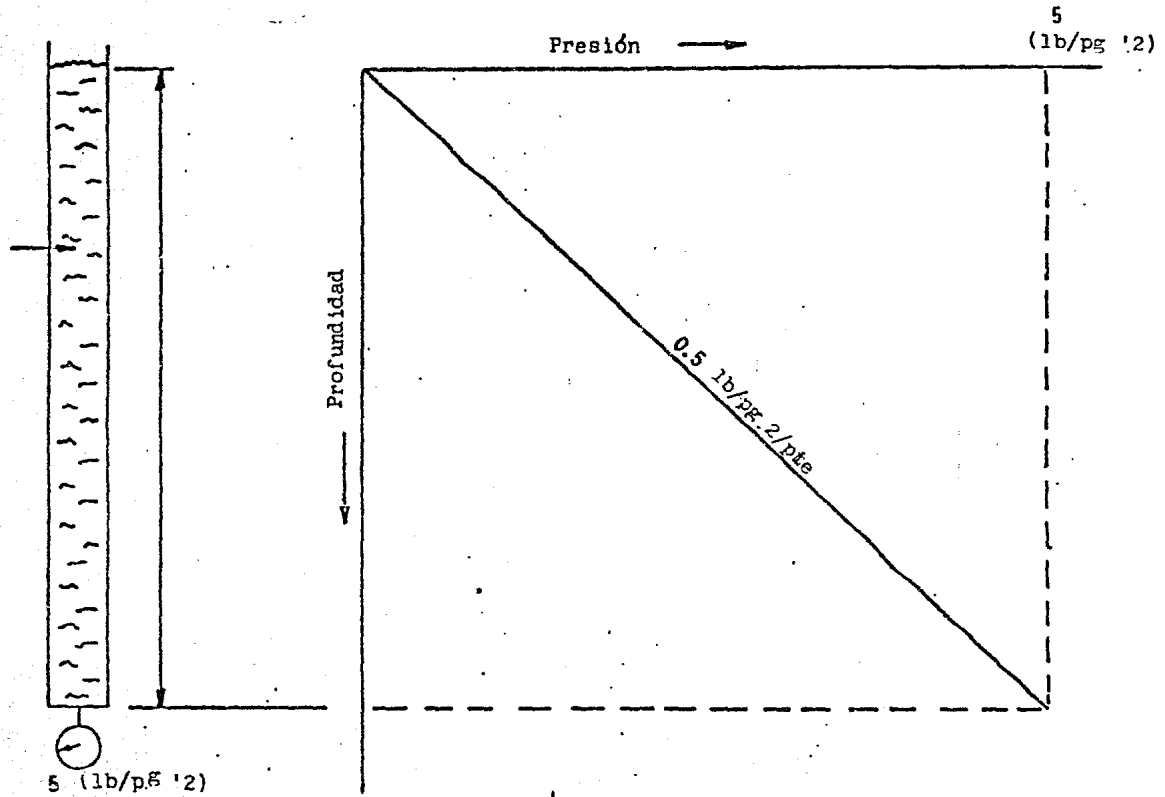


Figura 4

En la figura 5 se tiene una columna de agua salada en el interior de un tubo en forma de "U". El nivel del agua tiene la misma altura en las dos partes del tubo "U".

Si se aplica presión con aire a una parte del tubo, el nivel del agua comenzará a bajar por esa parte y subirá por la otra.

Si la presión aplicada con aire es de 5 (lb/pg²) la diferencia de alturas entre las dos columnas será de 10 pies, (figura 6).

Tubo "U"

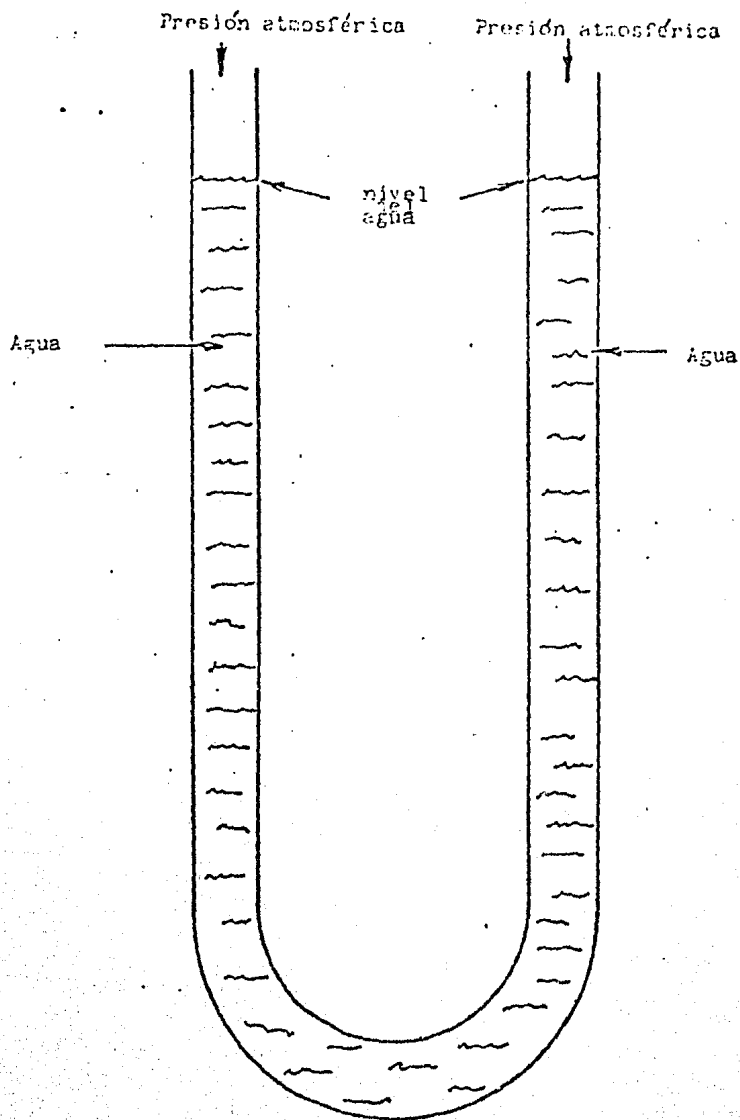


Figura 5

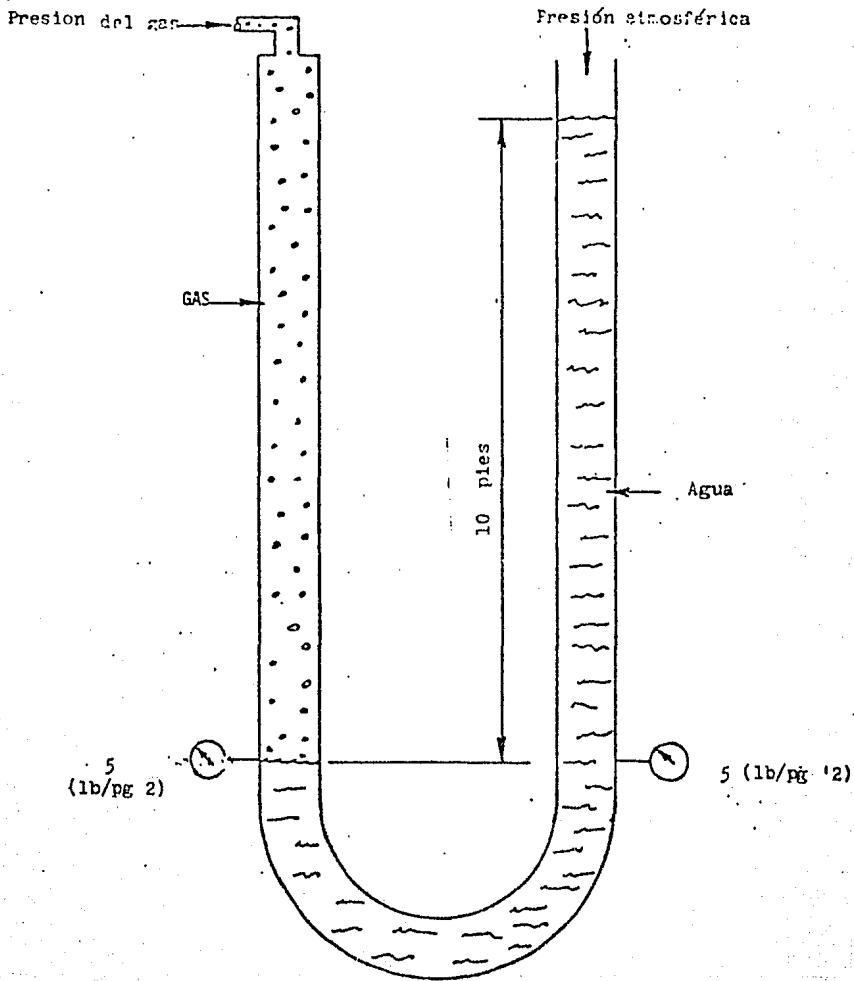


Figura 6

Aplicando el mismo principio a un pozo, si se perfora un orificio en la tubería de producción arriba del empacador, y enseguida se aplica presión en el espacio anular, se observara que debido a la presión, el gas comenzará a desplazar el agua del espacio anular hacia la tubería de producción, através del orificio que se perforó.

La diferencia de alturas del líquido desplazado dependerá de la presión que se aplique en el espacio anular, (figura 7).

Con el propósito de mostrar un ejemplo se supone que la presión del gas aumenta 10 (lb/pg²) cada 1000 pies, (figura 8).

T.P. con agujero

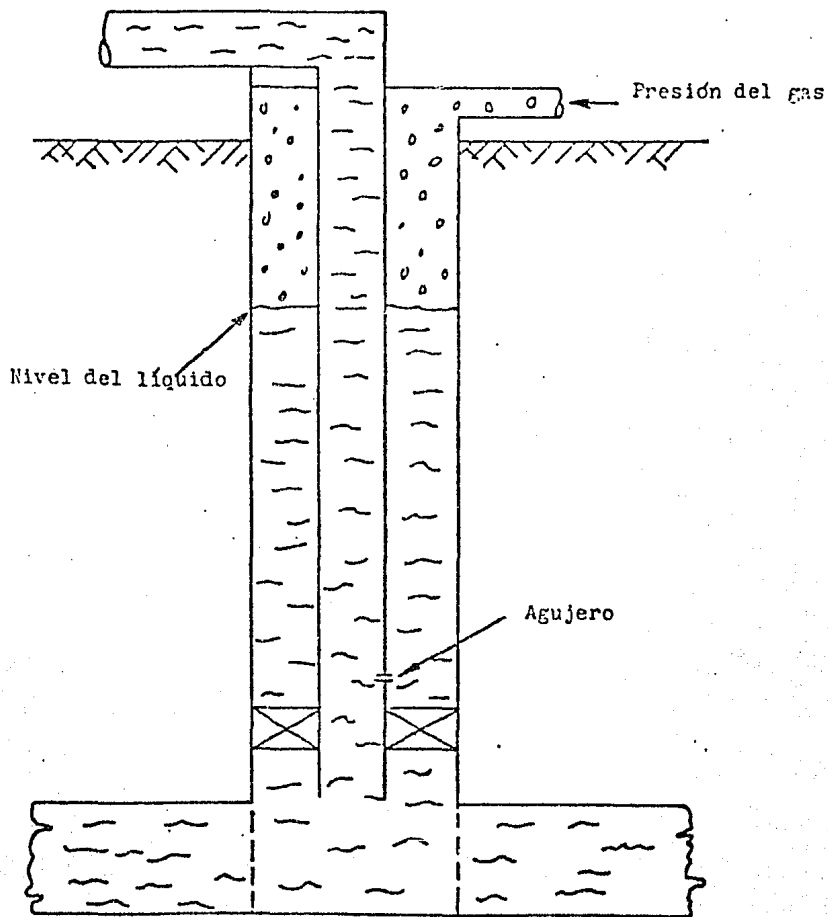


Figura 7

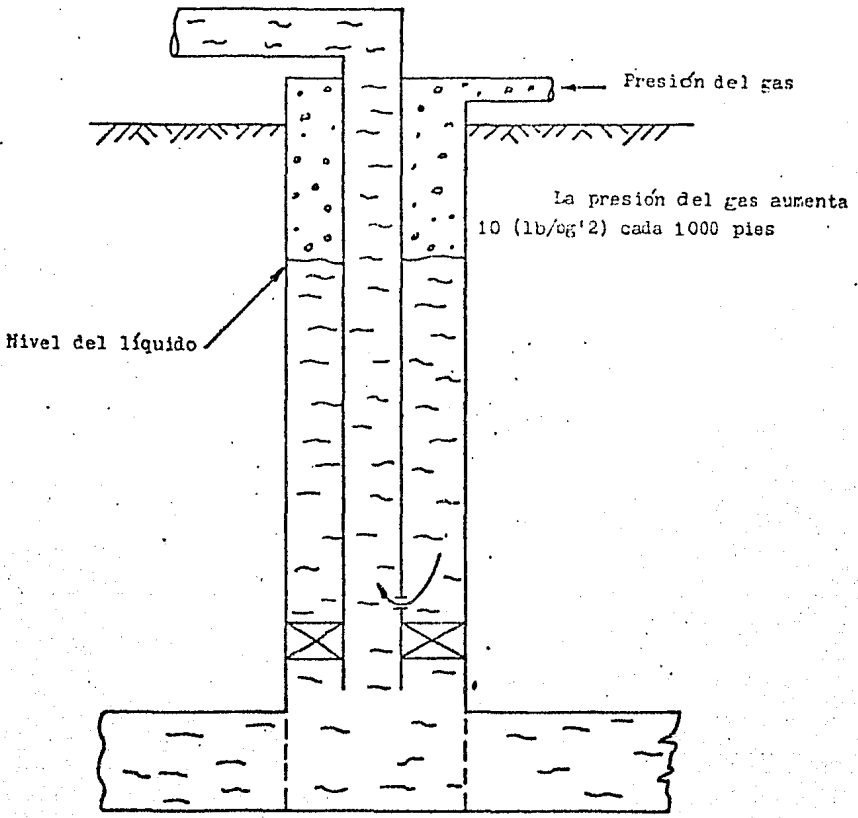


Figura 8

Con un ejemplo numérico será más fácil de entender la siguiente explicación. Así que se tendrá que la presión en el cabezal es de 50 (lb/pg'2), y que la presión de inyección del gas en la superficie es de 550 (lb/pg'2). La presión en las tuberías aumentará de 50 (lb/pg'2) en la superficie a 560 (lb/pg'2) a una profundidad de 1020 pies (el gradiente del agua salada es de 0.5 (lb/pg'2/pie) esto es debido a la propia columna hidrostática del agua salada).

Al comenzar a inyectar gas por el espacio anular, el agua comienza a desplazarse y el gas aumenta de 550 (lb/pg'2) en la superficie, a 560 en los mismos 1020 pies de profundidad, esto es debido a el peso de la columna de gas.

En esta profundidad (1020) las presiones en la tubería de producción y en el espacio anular son iguales. Este es el punto de balance, en la parte derecha de la figura 9 está la gráfica de caída de presiones. Donde las 2 líneas se interceptan en esta gráfica, se encuentra el punto de balance.

Representación grafica de las presiones en el pozo

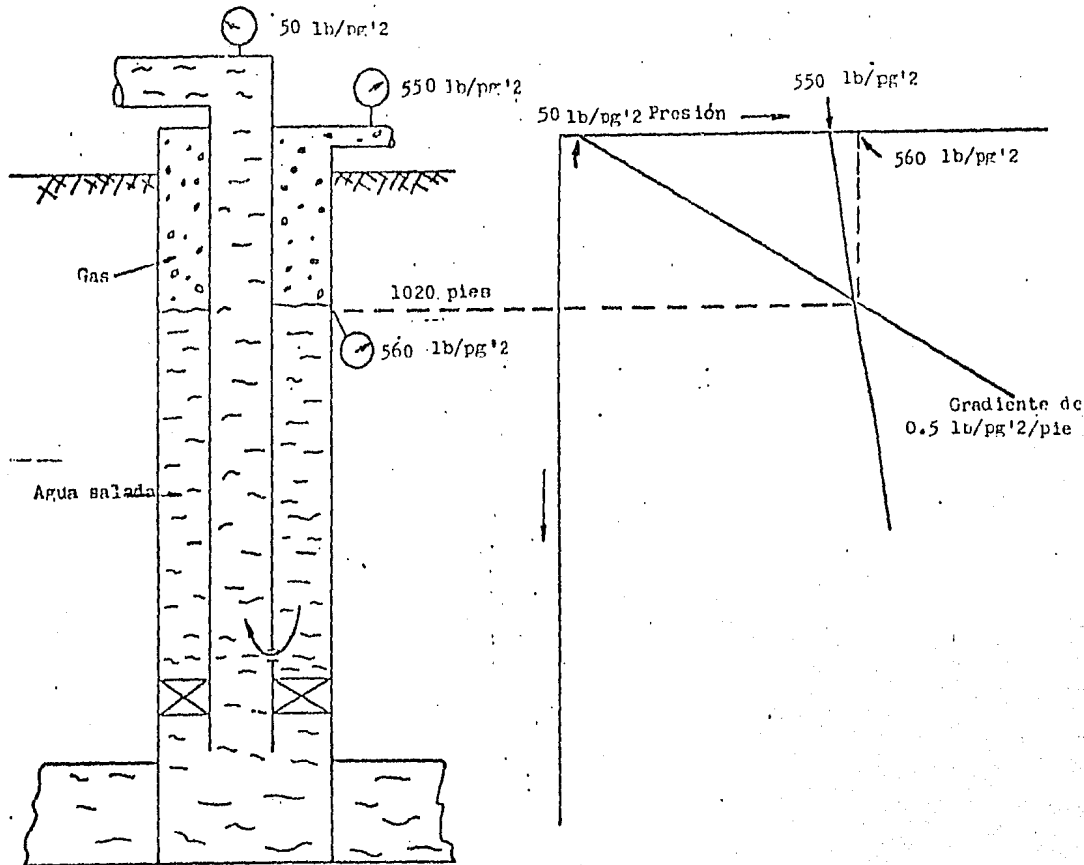


Figura. 9

Si se perfora un agujero en la tubería de producción, en un lugar un poco mas arriba del punto de balance, por ejemplo a los 1000 pies. Entonces el gas entrará a la tubería de producción y desplazará toda el agua salada desde ese punto hasta la superficie, (figura 10).

Si ahora se tapa el agujero que se perforo a los 1000 pies, la presión del gas empujará el agua salada através del agujero que se tenía en el fondo, hasta que la presión de la columna hidrostática en la tubería de producción y la presión de inyección del gas se igualan.

Esto es, se encuentra un nuevo punto de balance, (figura 11).

Desalojo del agua salada del pozo

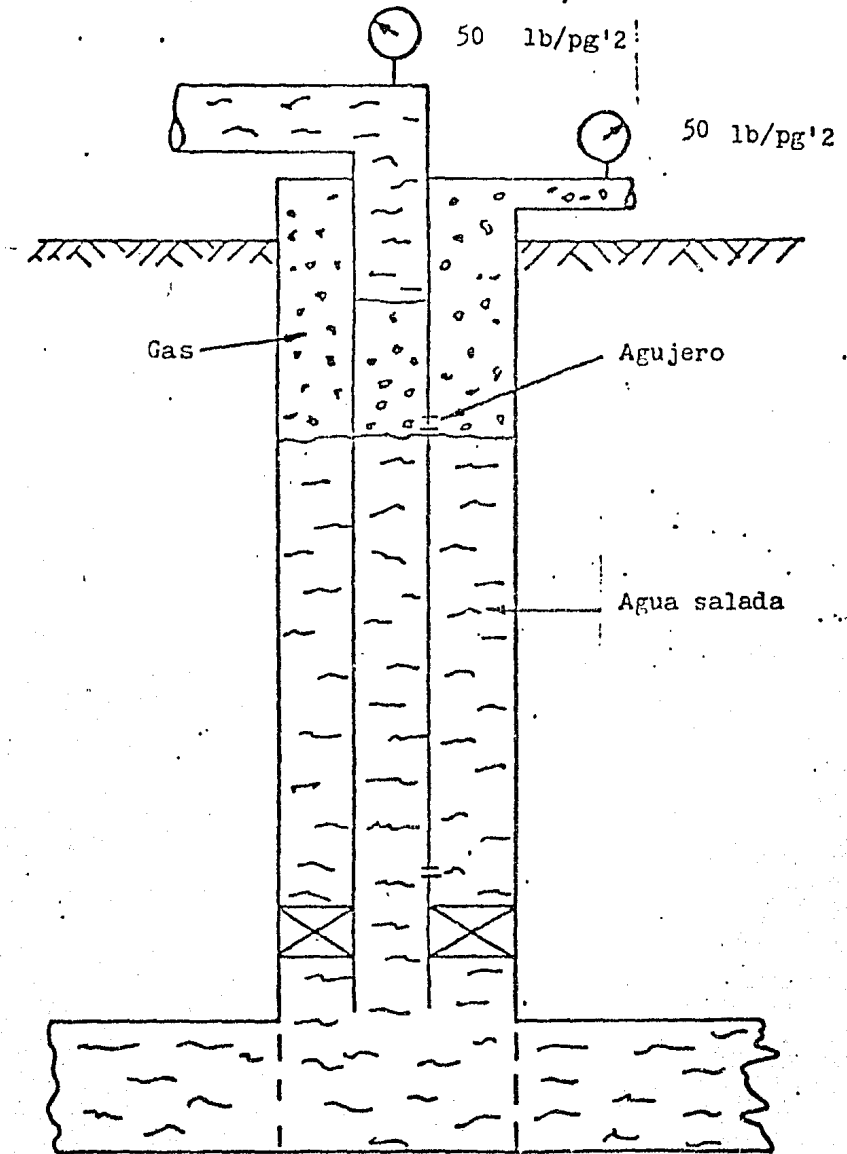


figura 10

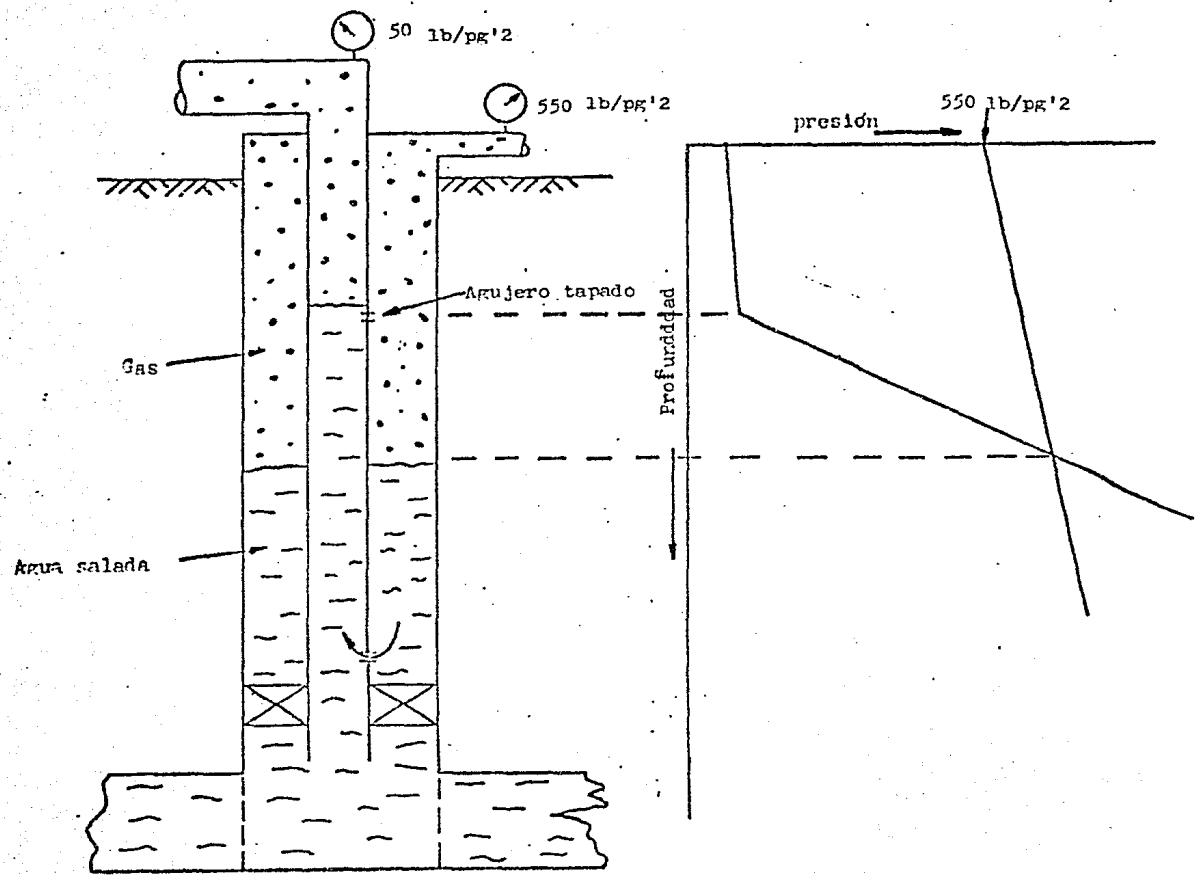


Figura 11

Si ahora se perfora otro agujero en la tubería de producción, un poco arriba del nuevo punto de balance, el gas de nuevo desplazará el agua salada desde ese punto hasta la superficie. Continuando este proceso de perforar y tapar agujeros através de la tubería de producción, se logra desplazar toda el agua salada que se encuentra dentro del pozo, (figura 12).

Como sería muy impráctico perforar y tapar agujeros continuamente en la tubería de producción, entonces se usan válvulas de bombeo neumático para lograr el mismo propósito.

Atraves del diseño de un aparejo de bombeo neumático se pueden calcular las profundidades y presiones de apertura y cierre de las válvulas de bombeo neumático.

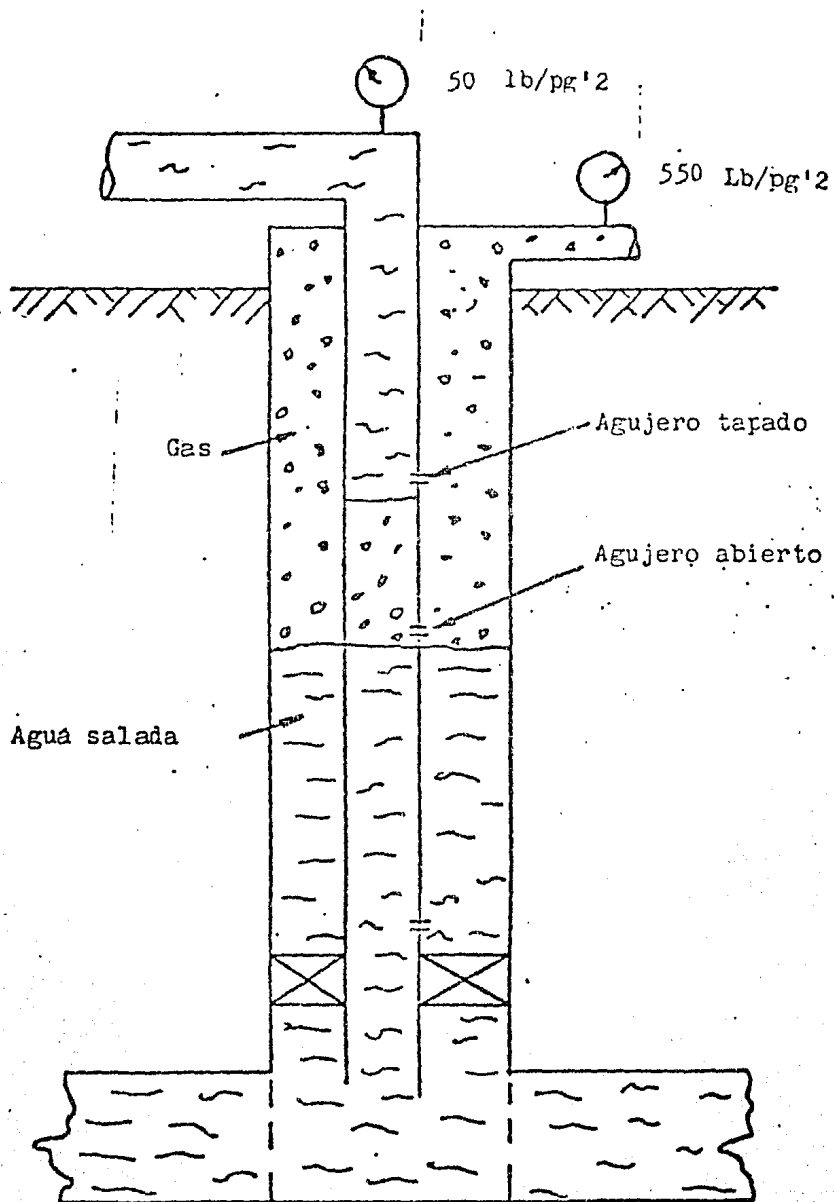


Figura 12

CAPITULO II

VALVULAS DE BOMBEO NEUMATICO

- a) Deducciones matematicas de las presiones de apertura y cerrado.

VALVULAS DE BOMBEO NEUMATICO

La figura 13a es un simple regulador de contrapresión. La presión corriente arriba actúa sobre el diafragma, creando una fuerza que trata de abrir la válvula.

La presión corriente abajo actúa sobre el asiento, también creando una fuerza que trata de abrir la válvula. El área del asiento es muy pequeña comparada con el área del diafragma, así que la presión que realmente afecta la válvula es la presión corriente arriba, y esto se puede entender mejor si se observa la siguiente fórmula.

$$\text{Presion} = \text{Fuerza} / \text{Area}$$

Despejando Fuerza queda:

$$\text{Fuerza} = \text{Presion} * \text{Area}$$

En este caso la fuerza que trata de impedir que la válvula se abra está creada por un resorte.

Cuando la suma de fuerzas del diafragma y el asiento son mayores que la fuerza del resorte, entonces la válvula se abre.

Regulador de contrapresión

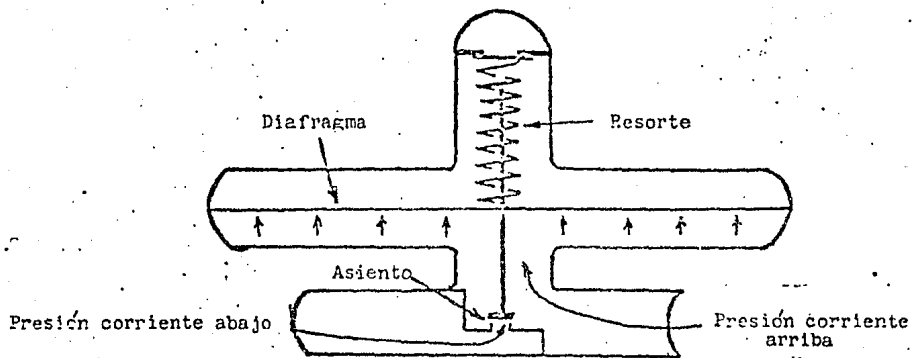


Figura 13 a

En la figura 13b se muestra la misma válvula pero ahora se cambian los nombres.

En vez de llamar a las presiones, corriente arriba y corriente abajo, se llamarán presiones en el espacio anular y en la tubería de producción, respectivamente.

Ahora se cambia el dibujo del regulador de contrapresión por un dibujo de una válvula de bombeo neumático, (figura 14a). En vez de diafragma se tiene un fuelle cargado con presión.

La presión en el espacio anular actuará sobre este fuelle y la presión en la tubería de producción actuará sobre el asiento.

La fuerza que trata de cerrar la válvula es producida por una carga de nitrógeno a una cierta presión, que se encuentra dentro del domo.

Esta válvula es llamada, válvula operada por presión de gas.

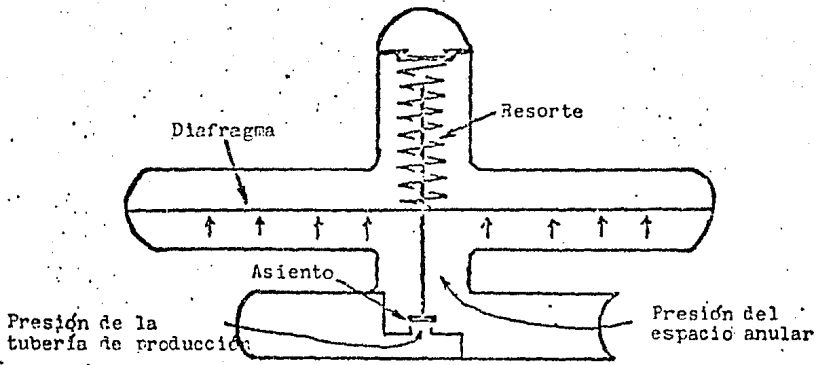


Figura 13 b

Válvula de bombeo neumático operada por presión de gas

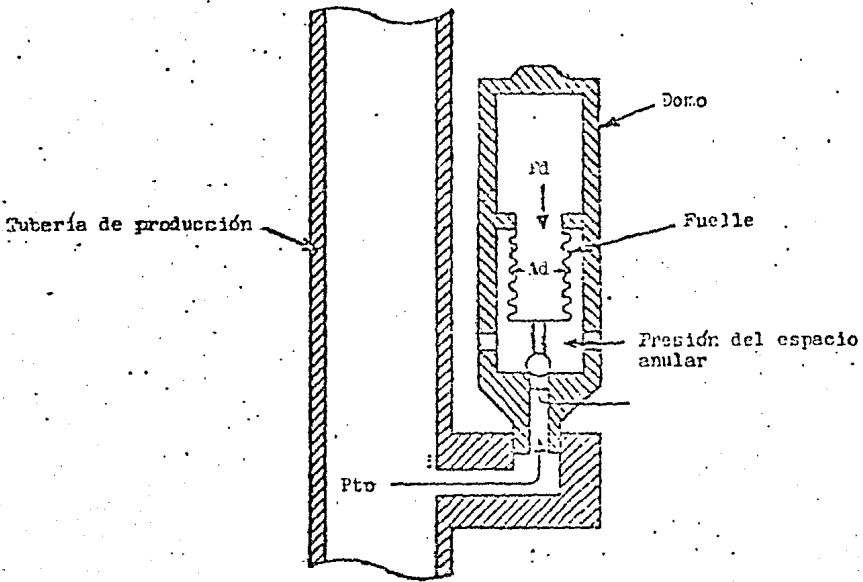


Figura 14 a

La válvula de la figura 14b funciona con el mismo principio de la válvula operada por presión en el espacio anular, pero la presión que actúa mas sobre la válvula, es la presión en la tubería de producción.

Esta valvula es llamada, válvula operada por presión de fluido.

Los cambios de presión en el espacio anular casi no afectan la apertura de esta válvula.

También existen válvulas que aparte de la presión en el domo como fuerza de cierre, tienen un resorte, (figura 15).

Estas válvulas no son muy confiables pues la fuerza del resorte varia con el tiempo.

Valvula de bombeo neumatico operada por presion de fluido

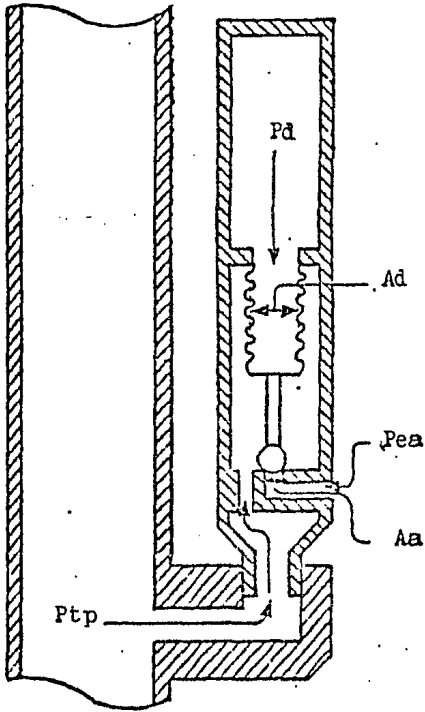


Figura 14 b

Válvula de bombeo neumático con resorte

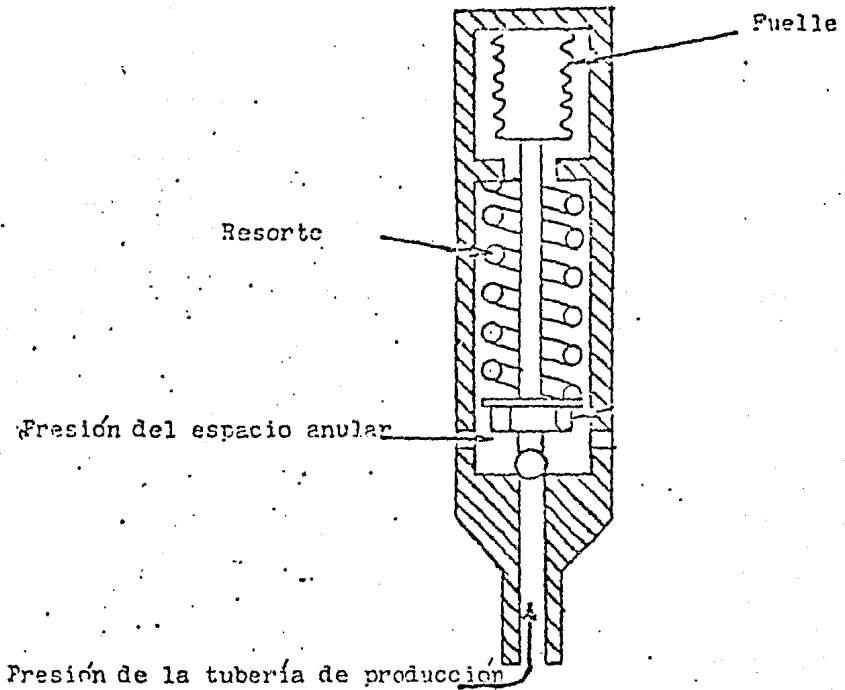


Figura 15

Deducción matemática de las presiones de apertura y cerrado en las válvulas de bombeo neumático sin resorte.

Presión de cerrado de la válvula bajo condiciones de operación

En la figura 16a se muestra una válvula abierta, cuando esto sucede la presión que actúa sobre la válvula es la presión de inyección a esa profundidad. En el momento antes de que se cierre la válvula las fuerzas que actúan en la válvula son:

Fa = Fuerza de apertura. _____

Fc = Fuerza de cerrado.

$$F_a = F_c$$

$$F_a = P_d \cdot A_d$$

$$F_c = P_{ea} \cdot A_d$$

donde: P_d = presión en el domo.

A_d = área del domo.

P_{ea} = presión en el espacio anular a la profundidad de la válvula.

igualando:

$$P_d \cdot A_d = P_{ea} \cdot A_d$$

despejando:

$$P_{ea} = P_d$$

Así que la presión a la cual cierra la válvula es igual a la presión que tiene el domo a la temperatura en esa profundidad.

El área del asiento y el domo funcionan como una sola área del domo.

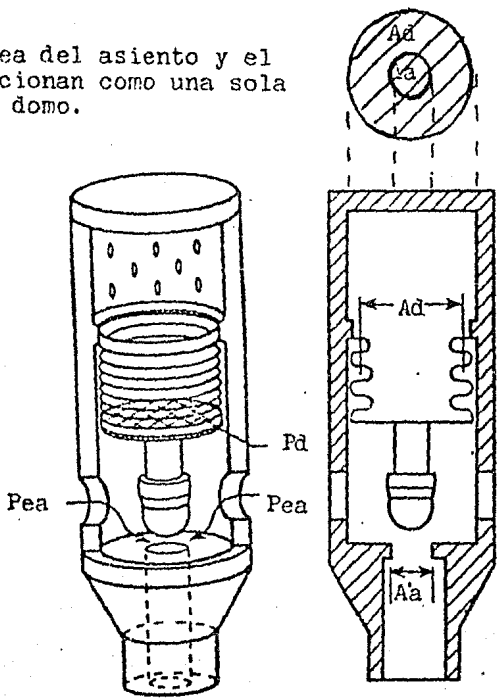


Figura 16a

Presión de apertura de la válvula bajo condiciones de
operación.

En la figura 16b se muestra una válvula en el
instante antes de abrir. En ese momento sucede que:

$$F_a = F_c$$

$$F_c = P_d * A_d$$

$$F_a = P_{ea} * (A_d - A_a) + P_{tp} * A_a$$

donde: A_a = área del asiento.

P_{tp} = presión en la tubería de producción.

igualando:

$$P_d * A_d = P_{ea} * (A_d - A_a) + P_{tp} * A_a$$

despejando:

$$P_{ea} * (A_d - A_a) = P_d * A_d - P_{tp} * A_a$$

dividiendo entre A_d :

$$P_{ea} * (1 - (A_a/A_d)) = P_d - P_{tp} * (A_a/A_d)$$

si $R = A_a/A_d$:

$$P_{ea} * (1 - R) = P_d - P_{tp} * R$$

despejando:

$$P_{ea} = (P_d - P_{tp} * R) / (1 - R)$$

Esta será la presión necesaria en el espacio anular
a la profundidad de la válvula, para abrir la válvula.

La banda muerta o rango de presiones (RP), entre las presiones de apertura y cerrado se puede obtener con la siguiente fórmula.

$$RP = (R*(Pd-Ptp))/(1-R)$$

El área del asiento y el domo
funcionan por separado.

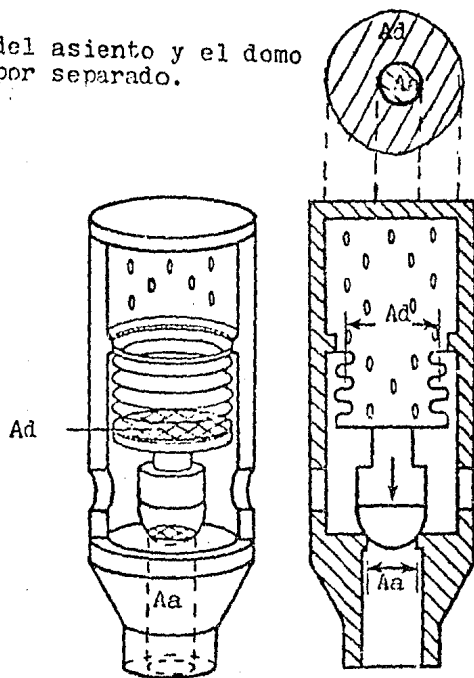


Figura 16b

CAPITULO III

LEYES FISICAS DE LOS GASES

LEYES FISICAS DE LOS GASES

Una buena comprensión de las leyes del gas natural es necesaria para el diseño y análisis de instalaciones de extracción por gas. La mayoría de gases que se encuentran son hidrocarburos, pero no es raro que contengan cantidades considerables de dióxido de carbono (CO_2) y/o sulfuro de hidrógeno (H_2S).

El nitrógeno se usa casi universalmente para cargar el fuelle de válvulas cargadas por presión. Es inerte, no-tóxico, e incombustible. El aire, el más común de todos los gases, se emplea muy raramente en la extracción por gas, debido a que crea una mezcla explosiva cuando se combina con hidrocarburos.

La presión absoluta, y no la presión manométrica deberá utilizarse en todos los cálculos. Los manómetros que se usan comúnmente en los campos petroleros sólo indican la presión por arriba de la presión atmosférica. Estas mediciones se hacen usualmente en libras por pulgada cuadrada y se registran como (lb/pg^2) . La atmósfera a nivel del mar ejerce una presión de $14.69595 (\text{lb}/\text{pg}^2)$. Para convertir la presión del manómetro a absoluta es necesario añadir la presión atmosférica a la presión del manómetro. Para la mayoría de los cálculos resulta suficientemente exacto utilizar $15 (\text{lb}/\text{pg}^2)$ como presión atmosférica. La siguiente ecuación se usa para convertir la presión manométrica a presión absoluta.

$$(1b/pg^2) \text{ man.} + 14.7 = (1b/pg^2) \text{ abs.}$$

La temperatura absoluta se mide en la escala Rankin. Cero grados Rankin es igual a -460 grados Fahrenheit. La siguiente ecuación se usa para convertir grados Fahrenheit a grados Rankin:

$$\text{Grados F} + 460 = \text{Grados R}$$

En México la temperatura se mide en la escala Celsius. Un grado Fahrenheit es igual a solo 5/9 de un grado Celsius. Además, cero grados Celsius es igual a 32 grados Fahrenheit. Las siguientes ecuaciones se usan para convertir la una en la otra.

$$(9/5) (\text{Grados C}) + 32 = \text{Grados F}$$

$$(\text{Grados F} - 32) (5/9) = \text{Grados C}$$

La ley de Boyle establece que el volumen de un gas varía inversamente con la presión absoluta suponiendo que la temperatura permanece constante:

$$P1*V1 = P2*V2 = \text{constante}$$

donde: P1 y P2 = Presión de gas a V1 y V2, lb/pg².

V1 y V2 = Volumen de gas a P1 y P2, pies³.

La ley de CHARLES establece que el volumen de gas varía directamente con la temperatura absoluta suponiendo que la presión permanece constante:

$$V_1/T_1 = V_2/T_2 = \text{constante}$$

donde V_1 = Volumen de gas a T_1 , pies³.

T_1 = Temperatura de gas a V_1 , °R.

V_2 = Volumen de gas a T_2 , pies³.

T_2 = Temperatura de gas a V_2 , °R.

La ley del GAS IDEAL es una combinacion de las leyes de Boyle y de Charles, y es:

$$P_1*V_1/T_1 = P_2*V_2/T_2 = \text{constante}$$

donde P_1 = Presión de gas a T_1 y V_1 ,
lb/plg².

V_1 = Volumen de gas a T_1 y P_1 , pies³.

T_1 = Temperatura de gas a V_1 y P_1 , °R.

P_2 = Presion de gas a T_2 y V_2 , lb/plg².

V_2 = Volumen de gas a T_2 y P_2 , pies³.

T_2 = Temperatura de gas a V_2 y P_2 , °R.

Desafortunadamente, los gases, los de hidrocarburos en particular, no siguen exactamente la ley de gas ideal. El factor de compresibilidad, "Z" indica la

desviación de la ley del gas ideal.

Se define como la relación del volumen realmente ocupado por un gas a una temperatura y presión dadas, y el volumen ocupado por un gas ideal en las mismas condiciones, o sea:

$$Z = V \text{ real} / V \text{ ideal}$$

El factor de compresibilidad "Z" no sólo es una función de la composición del gas si no también de la presión y temperatura del gas.

La ley de gas general resulta de la suma del factor de compresibilidad a la ley del gas ideal.

$$P_1 \cdot V_1 / T_1 \cdot Z_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2 \cdot Z_2 = \text{constante}$$

donde: Z_1 = Factor de compresibilidad para gas a P_1 y T_1

Z_2 = Factor de compresibilidad para gas a P_2 y T_2

$P_1, P_2, V_1, V_2, T_1, T_2$ como se definieron previamente.

La presión de un gas, tal como la presión de un líquido, aumenta con la profundidad debido a su propio peso. La ecuación clásica para calcular la presión que ejerce una columna estática de gas es:

$$P_{@1} = P_{i@s} * e^{((G.E.*L)/(53.34*Z*T))}$$

donde: $P_{i@s}$ = Presión de inyección en superficie, lb/pg 2.

$P_{@1}$ = Presión de gas en profundidad, lb/pg².

e = Base para logaritmos naturales.

G.E. = Gravedad específica del gas.

L = Profundidad vertical, pies

T = Temperatura promedio, °R.

Z = Factor de compresibilidad para la presión y temperatura promedio.

Las pérdidas de presión debido a el flujo de gas, donde el gas se inyecta hacia abajo por el espacio anular, son usualmente tan pequeñas que pueden ser ignoradas. Consecuetemente, la práctica aceptada para la extracción por gas por afluencia en tubería de producción (T.P.) consiste en usar la presión de gas estática en profundidad para todos los cálculos. Por el otro lado, cuando se inyecta el gas hacia abajo por la T.P. a altas razones de inyección o en espacios anulares restringidos o pequeños, las pérdidas de presión si pueden ser apreciables y deberán ser tomadas en consideración.

El flujo de gas através de un orificio se predice por la ecuación de estrangulación de Thornhill-Craver.

$$Q = (155 * C_d * A * P_1 * \text{SQRT}(CK)) / (G.E. * T)$$

$$CK=2 * g * (k / (k-1)) * ((r^{1/(2/k)}) - (r^{1/((k+1)/k)}))$$

donde: Q = Flujo de gas, Mcf/d a 14.7 (lb/plg²)
y Temperatura T.

Cd = Coeficiente de descarga.

A = Área del orificio, pulgadas².

P1 = Presión corriente arriba, lb/pg².

P2 = Presión corriente abajo, lb/pg².

g = Aceleración de la gravedad.

k = calor específico a presión constante
entre calor específico a volumen constante.

r = Relación P2/P1 ro

$$ro = (2 / (k+1)) * (k / (k-1))$$

G.E. = Gravedad específica.

T = Temperatura en la boca de entrada, °R.

Se usarán los siguientes valores, a no ser que una información más definida se encuentre accesible.

$$Cd = 0.65$$

$$k = 1.27$$

$$ro = 0.5512$$

La Figura 17 es un nomograma preparado de estas ecuaciones para determinar gastos de gas a través de orificios. Los gastos determinados con estos nomogramas deberán de ser corregidos para la gravedad del gas y la temperatura. El factor de corrección (Cgt) es:

$$Cgt = 0.0544 * \text{SQR}(G.E.*T)$$

donde: G.E. = Gravedad específica del gas.

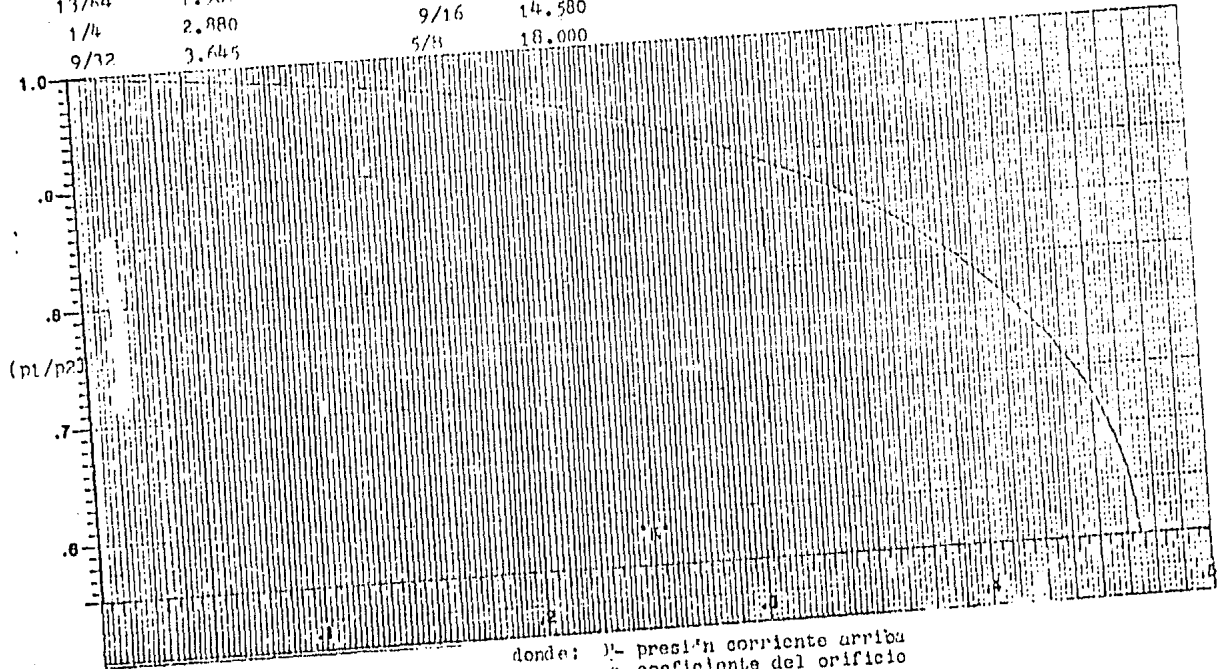
T = Temperatura del gas, °R.

Orificio	coeficiente
3/32	.405
1/8	.720
5/32	1.125
3/16	1.620
13/64	1.901
1/4	2.880
9/32	3.645

orificio	coeficiente
5/16	4.500
11/32	5.445
3/8	6.480
7/16	8.820
1/2	11.520
9/16	14.580
5/8	18.000

si $p_1/p_2 \leq .5512$ entonces $K=.468$

donde p_1 -presión corriente abajo
 p_2 -presión corriente arriba



$$Q = P * C * K$$

$$Q_c = Q / (.0544 * S * R * (T + 460))$$

donde: P - presión corriente arriba
 C - coeficiente del orificio
 K - valor de la gráfica
 Q - gasto
 Q_c - Gasto corregido
 R - densidad del gas

Figura 17

CAPITULO IV

PRODUCTIVIDAD DE UN POZO

2

PRODUCTIVIDAD DE UN POZO

El índice de Productividad, (IP) es el método más usado para medir y predecir la capacidad productora de un pozo. Supone una relación lineal entre la producción y la diferencia entre la presión estática y la presión de fondo fluyendo.

$$IP = J = Q / (P_{ws} - P_{wf})$$

donde: J = Índice de Productividad,
bls/día/lb/pg^{1/2}.

Q = Gasto total de producción de líquido,
BlS/Día.

P_{ws} = Presión estática del fondo del pozo,
lb/pg^{1/2}.

P_{wf} = Presión de fondo fluyendo, lb/pg^{1/2}.

Para el bombeo neumático, el IP deberá estar basado en la producción total del líquido y no solamente en la producción de petróleo.

El concepto del IP se aplicará cuando la presión de fondo fluyendo está por encima de la presión del punto de burbujeo.

La relación de comportamiento de afluencia o IPR es un método propuesto por J. V. Vogel y extendido por M. B. Standing para medir la capacidad de producción de un pozo.

cuando la presión de fondo fluyendo del pozo está por debajo de la presión del punto de burbujeo. Vogel preparó el concepto IPR para usarlo en yacimientos con empuje de gas disuelto. La experiencia ha demostrado que es aplicable a otros tipos de yacimientos. Es también aplicable cuando el agua es uno de los fluidos producidos.

La Figura 18 es la curva de IPR de Vogel, sin dimensiones.

M. B. Standing extendió el trabajo de Vogel para incluir pozos con daños o mejoras. La Figura 19 es una ilustración de la extensión de Standing, mostrando curvas de IPR con eficiencias de flujo de 1.5, 1.0, 0.7 y 0.5.

La curva IPR de Vogel y la extensión de Standing también pueden ser trazadas utilizando presiones de fondo fluyendo y gastos de pozos individuales.

Las curvas adimensionales pueden ser usadas para todos los pozos.

Para las figuras:

P_{wf} = Presión de fondo fluyendo.

P_{ws} = Presión de fondo estática.

Curva de Vogel

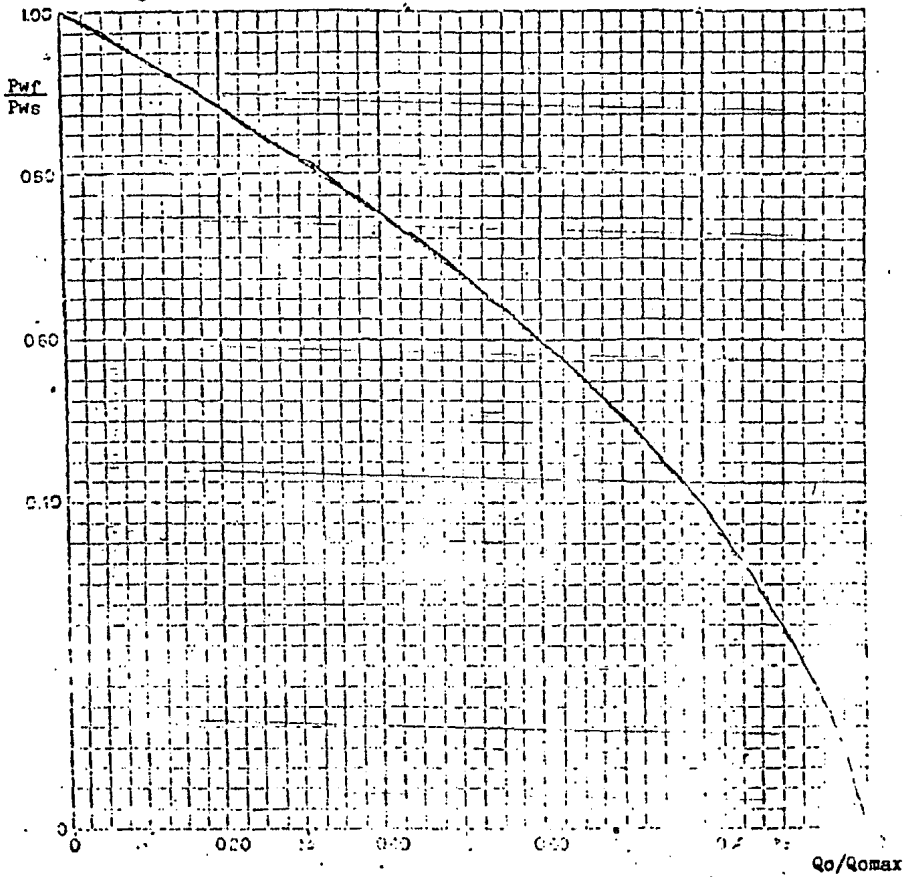
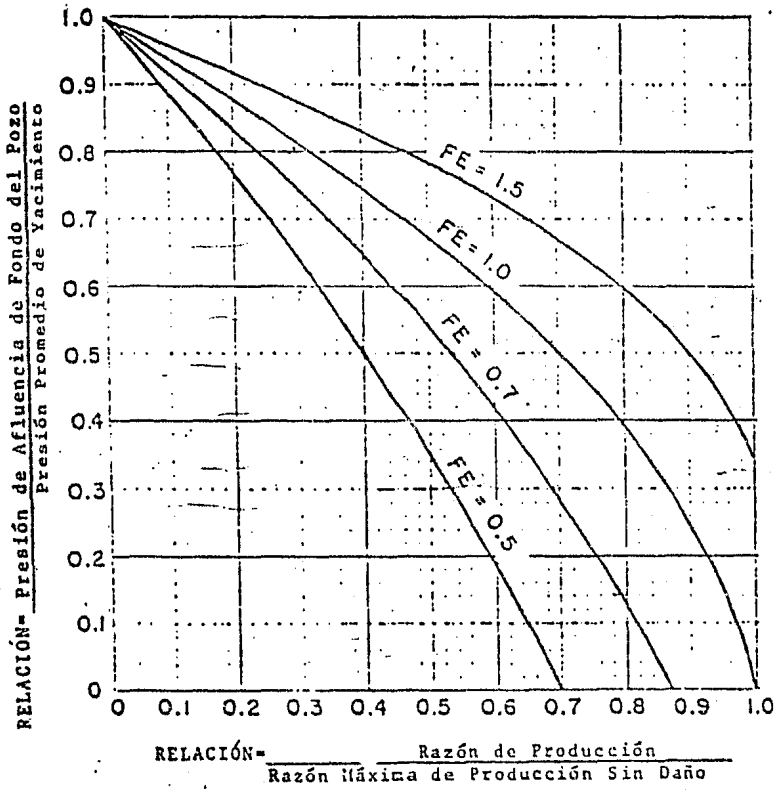


figura 18



Curvas de IPR para pozos dañados

figura 19

CAPITULO V

CAIDAS DE PRESION EN TUBERIAS VERTICALES

- a) Programa de computo para el calculo de caidas de presión en tuberías verticales.

CAIDAS DE PRESION EN TUBERIAS VERTICALES

Cualquier columna de fluidos estáticos tiene un gradiente de presión que solamente depende de la densidad de esos fluidos. (figura 1), este gradiente de presiones es constante, en la gráfica de presión contra profundidad existen dos líneas rectas, la que va desde la superficie hasta los 3000 pies de profundidad es la que muestra el gradiente de presiones del gas, y la de 3000 pies en adelante es la que muestra el gradiente del líquido. Resumiendo, las caídas de presión verticales de los fluidos estáticos son lineales.

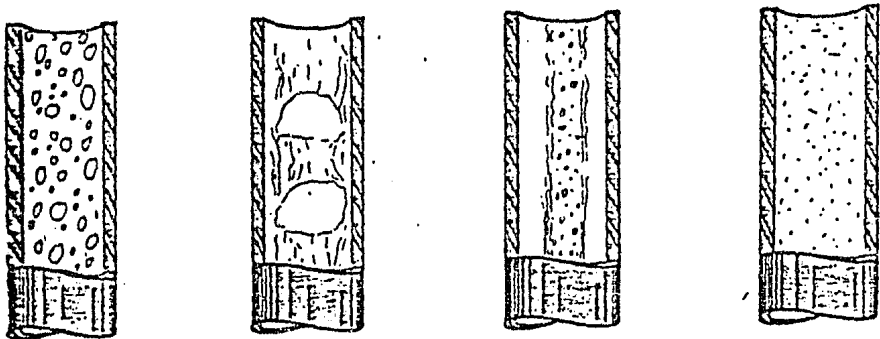
Cuando estos fluidos están en movimiento através de una tubería vertical y además están mezclados (gas, aceite y agua) sus gradientes de presión dejan de ser lineales, y a esto se le llama flujo multifásico en tuberías verticales (figura 2).

El flujo multifásico en una tubería vertical es típico en la producción de hidrocarburos.

Existen otro tipo de flujos multifásicos como el horizontal y el inclinado, pero en este escrito sólo se verá el vertical por ser el más utilizado en el diseño de una instalación de bombeo neumático.

También existen diferentes patrones de flujo en el flujo multifásico en tuberías verticales, estos diferentes patrones producen diferentes caídas de presión (figura 20).

Patrones de flujo multifásico en tuberías verticales



VERTICAL

Figura 20

El cálculo de las caídas de presión en flujo multifásico es muy complicado por la cantidad de variables que afectan estos cálculos.

En 1939 E.C. Babson publicó un artículo de flujo vertical multifásico y W.E. Gilbert publicó otro en 1940. Gilbert fue el primero que graficó las curvas de gradiente.

Poettman y Carpenter publicaron su primer trabajo en 1952, su trabajo es una correlación matemática, la cual da buenos resultados para diámetros de tuberías entre $2 \frac{3}{8}$ y $2 \frac{7}{8}$ de pulgada y gastos entre 300 y 2500 barriles por día.

Gradientes de presión fueron graficados a partir de estas ecuaciones matemáticas y estas gráficas han sido ampliamente usadas en los diseños de bombeo neumático (figura 21).

Después de Poettman y Carpenter otros investigadores han publicado otras correlaciones, como Baxendell y Thomas, Hagedron y Brown, Ros y Duns, Orkiszewsky.

Todas estas correlaciones son buenas para diferentes gastos y diámetros. Estas correlaciones existen en forma de gráficas, y como programas de cómputo.

Las limitaciones de estas correlaciones son:

1. La tubería no debe de tener ningún tipo de restricción.
2. Los patrones de flujo deben de ser estables en toda la tubería.

3. El pozo debe ser esencialmente vertical o sea que no se consideran pozos desviados.

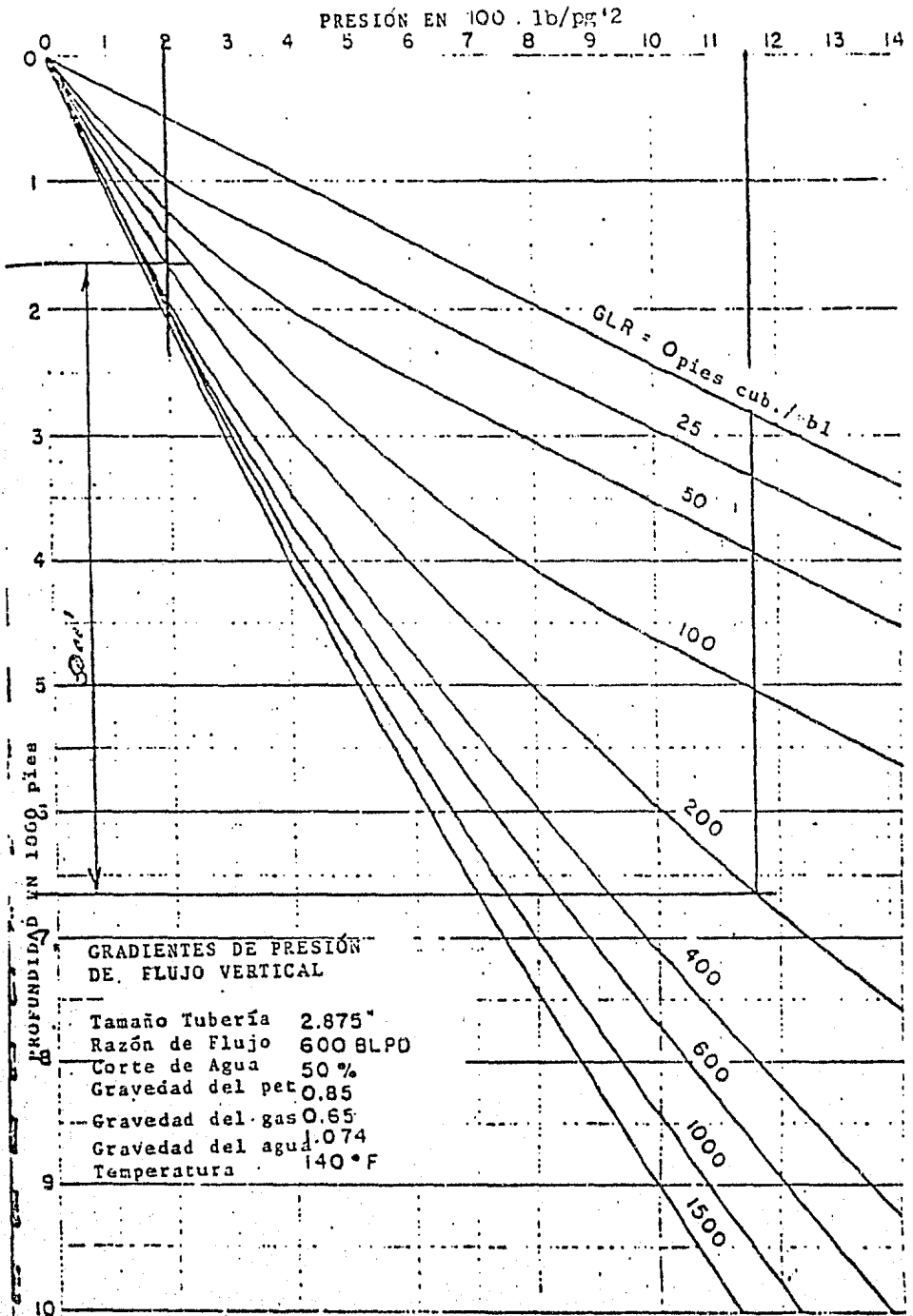
El programa de cómputo que se usa en el diseño de la instalación de bombeo neumático en este escrito, está basado en las gráficas de gradiente hechas apartir de las correlaciones de Poettman y Carpenter.

Se obtuvieron todas las gráficas que utilizan 2, 2.5, 3 y 4 pulgadas de diámetro de la tubería de producción. De estos diámetros se seleccionaron 4 gráficas con diferentes gastos y de estas mismas gráficas se seleccionaron 10 diferentes curvas que corresponden a diferentes relaciones gas líquido. De cada una de estas curvas se obtuvieron 20 puntos, de los cuales se sacó una ecuación para cada curva por medio de regresiones matemáticas para ecuaciones de segundo grado .

Para obtener los resultados intermedios de estas ecuaciones, se utilizaron interpolaciones y extrapolaciones. Los resultados que se obtienen son muy parecidos a los de las gráficas, con la ventaja de que no se tienen que iterar fórmulas matemáticas como en un programa de cómputo que utiliza correlaciones, obteniendose resultados mucho más rápido.

La desventaja de este programa es que en ocasiones las interpolaciones o extrapolaciones no dan resultados exactos. Como en las gráficas las mayores profundidades son de 10000 pies, se extrapoló una recta para cada resultado que requería una profundidad mayor a los 10000 Pies.

Ejemplo de gradientes de presión verticales



Programa para el cálculo de profundidades en tuberías verticales

```

1 CLR
2 PRINT"DESEA UD:"
3 PRINT"1) TRABAJAR EN UNIDADES INGLÉSAS"
4 PRINT"1) TRABAJAR CON EL SISTEMA MÉTRICO"
5 INPUT"";SQ
6 IF SQ=2 THEN 18
7 IF SQ<>1 THEN 1
10 INPUT"RGA [MCFD] ";RG
11 INPUT"PROFUNDIDAD [PIES] ";X
12 INPUT"GASTO [BRL/DIA] ";GA
13 INPUT"DIAMETRO INT. DE T.P. [PLG] ";DI
15 GOTO 50
18 INPUT"RGA [MTS/3/BRL] ";RG
19 RG=RG/.02832
20 INPUT"PROFUNDIDAD [MTS] ";X
21 X=(X/1000)/.3048
30 INPUT"GASTO [BRL/DIA] ";GA
40 INPUT"DIAMETRO INT. DE T.P. [PLG] ";DI
50 IF DI<3 THEN 200
60 GOTO 300
200 IF GA<=1000 THEN 1000
210 IF GA<=1500 THEN 3000
220 GOTO 5000
300 IF GA<=2000 THEN 11000
310 IF GA<=4000 THEN 13000
320 GOTO 15000
1000 IF RG<=25 THEN 1100
1010 IF RG<=50 THEN 1300
1020 IF RG<=100 THEN 1500
1030 IF RG<=200 THEN 1700
1040 IF RG<=300 THEN 1900
1050 IF RG<=400 THEN 2100
1060 IF RG<=600 THEN 2300
1070 IF RG<=1000 THEN 2500
1080 GOTO 2700
1100 IF PD>10 THEN 1105
1102 X=PD:GOTO 1110
1105 FOR X=9 TO 10
1110 Y1=3.703*X
1120 Y2=.14622*X*X+2.650*X+.1489
1130 Y3=((Y2-Y1)/(25-0))*(RG-0)+Y1
1140 Z1=3.757*X
1150 Z2=.1937*X*X+2.669*X+.0291
1160 Z3=((Z2-Z1)/(25-0))*(RG-0)+Z1
1170 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
1190 Y4=3.692*X
1200 Y5=.0852*X*X+3.057*X-.5520
1210 Y6=((Y5-Y4)/(25-0))*(RG-0)+Y4
1220 Z4=3.714*X
1230 Z5=.0333*X*X+3.383*X-.57224
1240 Z6=((Z5-Z4)/(25-0))*(RG-0)+Z4
1250 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
1270 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
1272 IF PD<=10 THEN 1280
1275 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
1280 PRINTPR
1290 END
1300 IF PD>10 THEN 1305
1302 X=PD:GOTO 1310
1305 FOR X=9 TO 10
1310 Y1=.1462*X*X+2.650*X+.1489
1320 Y2=.2605*X*X+1.441*X+0

```

```

1330 Z3=((Z2-Y1)/(50-25))*(RG-25)+Y1
1340 Z1=.1937*X*X+2.669*X+.0291
1350 Z2=.1875*X*X+2.533*X-.1685
1360 Z3=((Z2-Z1)/(50-25))*(RG-25)+Z1
1370 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
1390 Y4=.0898*X*X+3.057*X-.5520
1400 Y5=.0898*X*X+2.764*X-1.033
1410 Y6=((Y5-Y4)/(50-25))*(RG-25)+Y4
1420 Z4=.0333*X*X+3.383*X-.57224
1430 Z5=.0823*X*X+2.859*X-.9105
1440 Z6=((Z5-Z4)/(50-25))*(RG-25)+Z4
1450 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
1460 PRINT"DI=2.5";PD
1470 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
1472 IF PD<=10 THEN 1480
1475 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
1480 PRINTPR
1490 END
1500 IF PD>10 THEN 1505
1502 X=PD:GOTO 1510
1505 FOR X=9 TO 10
1510 Y1=.2605*X*X+1.441*X+0
1520 Y2=.2433*X*X+1.126*X-.2771
1530 Y3=((Y2-Y1)/(100-50))*(RG-50)+Y1
1540 Z1=.1875*X*X+2.533*X-.1685
1550 Z2=.2129*X*X+2.026*X-.1307
1560 Z3=((Z2-Z1)/(100-50))*(RG-50)+Z1
1570 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
1590 Y4=.0898*X*X+2.764*X-1.033
1600 Y5=.1579*X*X+1.746*X-.8420
1610 Y6=((Y5-Y4)/(100-50))*(RG-50)+Y4
1620 Z4=.0823*X*X+2.859*X-.9105
1630 Z5=.2400*X*X+1.462*X-.4358
1640 Z6=((Z5-Z4)/(100-50))*(RG-50)+Z4
1650 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
1670 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
1672 IF PD<=10 THEN 1680
1675 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
1680 PRINTPR
1690 END
1700 IF PD>10 THEN 1705
1702 X=PD:GOTO 1710
1705 FOR X=9 TO 10
1710 Y1=.2433*X*X+1.126*X-.2771
1720 Y2=.2543*X*X+.5042*X+.0182
1730 Y3=((Y2-Y1)/(200-100))*(RG-100)+Y1
1740 Z1=.2129*X*X+2.026*X-.1307
1750 Z2=.2021*X*X+1.699*X+0
1760 Z3=((Z2-Z1)/(200-100))*(RG-100)+Z1
1770 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
1790 Y4=.1579*X*X+1.746*X-.8420
1800 Y5=.2137*X*X+.4861*X+0
1810 Y6=((Y5-Y4)/(200-100))*(RG-100)+Y4
1820 Z4=.2400*X*X+1.462*X-.4358
1830 Z5=.2233*X*X+.6709*X-.0258
1840 Z6=((Z5-Z4)/(200-100))*(RG-100)+Z4
1850 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
1870 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
1872 IF PD<=10 THEN 1880
1875 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
1880 PRINTPR
1890 END
1900 IF PD>10 THEN 1905
1902 X=PD:GOTO 1910
1905 FOR X=9 TO 10
1910 Y1=.2543*X*X+.5042*X+.0182

```

```

1720 Y2=.1820*X*X+.4801*X+.0919
1930 Y3=((Y2-Y1)/(300-200))*(RG-200)+Y1
1940 Z1=.2021*X*X+1.499*X+0
1950 Z2=.1616*X*X+1.686*X+0
1950 Z3=((Z2-Z1)/(300-200))*(RG-200)+Z1
1970 F2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
1990 Y4=.2137*X*X+.4851*X+0
2000 Y5=.1687*X*X+.1046*X+.3538
2010 Y6=((Y5-Y4)/(300-200))*(RG-200)+Y4
2020 Z4=.2233*X*X+.6709*X+.0258
2030 Z5=.1931*X*X+.4269*X+.2526
2040 Z6=((Z5-Z4)/(300-200))*(RG-200)+Z4
2050 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
2070 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
2072 IF PD<=10 THEN 2080
2075 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
2080 PRINTPR
2090 END
2100 IF PD>10 THEN 2105
2102 X=PD:GOTO 2110
2105 FOR X=9 TO 10
2110 Y1=.1826*X*X+.4801*X+.0919
2120 Y2=.1383*X*X+.5396*X+.1421
2130 Y3=((Y2-Y1)/(400-300))*(RG-300)+Y1
2140 Z1=.1616*X*X+1.686*X+0
2150 Z2=.1316*X*X+1.676*X+.0797
2160 Z3=((Z2-Z1)/(400-300))*(RG-300)+Z1
2170 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
2190 Y4=.1887*X*X+.1046*X+.3538
2200 Y5=.1312*X*X+.2366*X+.3538
2210 Y6=((Y5-Y4)/(400-300))*(RG-300)+Y4
2220 Z4=.1931*X*X+.4269*X+.2526
2230 Z5=.1385*X*X+.5265*X+.2499
2240 Z6=((Z5-Z4)/(400-300))*(RG-300)+Z4
2250 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
2270 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
2272 IF PD<=10 THEN 2280
2275 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
2280 PRINTPR
2290 END
2300 IF PD>10 THEN 2305
2302 X=PD:GOTO 2310
2305 FOR X=9 TO 10
2310 Y1=.1383*X*X+.5396*X+.1421
2320 Y2=.0530*X*X+.8363*X+.0732
2330 Y3=((Y2-Y1)/(600-400))*(RG-400)+Y1
2340 Z1=.1316*X*X+1.676*X+.0797
2350 Z2=.0857*X*X+1.763*X+.0679
2360 Z3=((Z2-Z1)/(600-400))*(RG-400)+Z1
2370 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
2390 Y4=.1312*X*X+.2366*X+.3538
2400 Y5=.0821*X*X+.4584*X+.1990
2410 Y6=((Y5-Y4)/(500-400))*(RG-400)+Y4
2420 Z4=.1385*X*X+.5265*X+.2499
2430 Z5=.0721*X*X+.7913*X+.0993
2440 Z6=((Z5-Z4)/(600-400))*(RG-400)+Z4
2450 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
2470 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
2472 IF PD<=10 THEN 2480
2475 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
2480 PRINTPR
2490 END
2500 IF PD>10 THEN 2505
2502 X=PD:GOTO 2510
2505 FOR X=9 TO 10
2510 Y1=.0530*X*X+.8363*X+.0732
2520 Y2=.0751*X*X+.8125*X+.0732

```

```

2530 Y3=((Y2-Y1)/(1200-600))*(RG-600)+Y1
2540 Z1=.0857*X*X+1.763*X-.0679
2550 Z2=.0518*X*X+1.865*X+.0296
2560 Z3=((Z2-Z1)/(1000-600))*(RG-600)+Z1
2570 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
2590 Y4=.0821*X*X+.4584*X+.1990
2600 Y5=.0396*X*X+.6321*X+.0971
2610 Y6=((Y5-Y4)/(800-500))*(RG-500)+Y4
2620 Z4=.0721*X*X+.7913*X+.0993
2630 Z5=.0381*X*X+.9304*X+.0327
2640 Z6=((Z5-Z4)/(1000-600))*(RG-600)+Z4
2650 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
2670 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
2672 IF PD<=10 THEN 2680
2675 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
2680 PRINTPR
2690 END
2700 IF PD>10 THEN 2705
2702 X=PD:GOTO 2710
2705 FOR X=9 TO 10
2710 Y1=.0351*X*X+.9108*X+.0139
2720 Y2=.0236*X*X+.9743*X-.0136
2730 Y3=((Y2-Y1)/(2000-1200))*(RG-1200)+Y1
2740 Z1=.0518*X*X+1.865*X+.0296
2750 Z2=.0371*X*X+1.955*X-.0287
2760 Z3=((Z2-Z1)/(1500-1000))*(RG-1000)+Z1
2770 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
2790 Y4=.0396*X*X+.6321*X+.0971
2800 Y5=.0155*X*X+.7222*X+.0506
2810 Y6=((Y5-Y4)/(2000-800))*(RG-800)+Y4
2820 Z4=.0381*X*X+.9304*X+.0327
2830 Z5=.0237*X*X+1.025*X-.0257
2840 Z6=((Z5-Z4)/(1500-1000))*(RG-1000)+Z4
2850 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
2870 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
2872 IF PD<=10 THEN 2880
2875 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
2880 PRINTPR
2890 END
3000 IF RG<=25 THEN 3100
3010 IF RG<=50 THEN 3300
3020 IF RG<=100 THEN 3500
3030 IF RG<=200 THEN 3700
3040 IF RG<=300 THEN 3900
3050 IF RG<=400 THEN 4100
3060 IF RG<=600 THEN 4300
3070 IF RG<=1000 THEN 4500
3080 GOTO 4700
3100 IF PD>10 THEN 3105
3102 X=PD:GOTO 3110
3105 FOR X=9 TO 10
3110 Y1=3.853*X
3120 Y2=.0247*X*X+3.605*X-.3484
3130 Y3=((Y2-Y1)/(25-0))*(RG-0)+Y1
3140 Z1=3.757*X
3150 Z2=.1937*X*X+2.669*X+.0291
3160 Z3=((Z2-Z1)/(25-0))*(RG-0)+Z1
3170 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
3190 Y4=3.773*X
3200 Y5=.0596*X*X+3.217*X-.4819
3210 Y6=((Y5-Y4)/(25-0))*(RG-0)+Y4
3220 Z4=3.714*X
3230 Z5=.0333*X*X+3.383*X-.57224
3240 Z6=((Z5-Z4)/(25-0))*(RG-0)+Z4
3250 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6

```



```

3270 PR=(P2-PD)/(2-2.5)*(DI-2.5)+PD
3272 IF PD<=10 THEN 3280
3275 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
3280 PRINTPR
3290 END
3300 IF PD>10 THEN 3305
3302 X=PD:GOTO 3310
3305 FOR X=9 TO 10
3310 Y1=.0247*X*X+3.605*X-.3484
3320 Y2=.0568*X*X+3.2728*X-.4171
3330 Y3=((Y2-Y1)/(50-25))*(RG-25)+Y1
3340 Z1=.1937*X*X+2.669*X+.0291
3350 Z2=.1875*X*X+2.533*X-.1685
3360 Z3=((Z2-Z1)/(50-25))*(RG-25)+Z1
3370 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
3390 Y4=.0596*X*X+3.217*X-.4819
3400 Y5=.0713*X*X+3.017*X-.8539
3410 Y6=((Y5-Y4)/(50-25))*(RG-25)+Y4
3420 Z4=.0333*X*X+3.383*X-.57224
3430 Z5=.0823*X*X+2.859*X-.9105
3440 Z6=((Z5-Z4)/(50-25))*(RG-25)+Z4
3450 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
3470 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
3472 IF PD<=10 THEN 3480
3475 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
3480 PRINTPR
3490 END
3500 IF PD>10 THEN 3505
3502 X=PD:GOTO 3510
3505 FOR X=9 TO 10
3510 Y1=.0568*X*X+3.272*X-.4171
3520 Y2=.1000*X*X+2.572*X-.2071
3530 Y3=((Y2-Y1)/(100-50))*(RG-50)+Y1
3540 Z1=.1875*X*X+2.533*X-.1685
3550 Z2=.2129*X*X+2.026*X-.1307
3560 Z3=((Z2-Z1)/(100-50))*(RG-50)+Z1
3570 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
3590 Y4=.0713*X*X+3.017*X-.8539
3600 Y5=.1456*X*X+2.094*X-.6027
3610 Y6=((Y5-Y4)/(100-50))*(RG-50)+Y4
3620 Z4=.0823*X*X+2.859*X-.9105
3630 Z5=.2400*X*X+1.462*X-.4358
3640 Z6=((Z5-Z4)/(100-50))*(RG-50)+Z4
3650 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
3670 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
3672 IF PD<=10 THEN 3680
3675 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
3680 PRINTPR
3690 END
3700 IF PD>10 THEN 3705
3702 X=PD:GOTO 3710
3705 FOR X=9 TO 10
3710 Y1=.1000*X*X+2.572*X-.2071
3720 Y2=.1415*X*X+2.055*X-.2037
3730 Y3=((Y2-Y1)/(200-100))*(RG-100)+Y1
3740 Z1=.2129*X*X+2.026*X-.1307
3750 Z2=.2021*X*X+1.699*X+0
3760 Z3=((Z2-Z1)/(200-100))*(RG-100)+Z1
3770 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
3790 Y4=.1426*X*X+2.094*X-.6027
3800 Y5=.1778*X*X+1.216*X+-.1321
3810 Y6=((Y5-Y4)/(200-100))*(RG-100)+Y4
3820 Z4=.2400*X*X+1.462*X-.4358
3830 Z5=.2233*X*X+.6709*X-.0258
3840 Z6=((Z5-Z4)/(200-100))*(RG-100)+Z4
3850 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
3870 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD

```

```

3872 IF PD<=10 THEN 3880
3875 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
3880 PRINTPR
3890 END
3900 IF PD>10 THEN 3905
3902 X=PD:GOTO 3910
3905 FOR X=9 TO 10
3910 Y1=.1415*X*X+2.055*X-.2037
3920 Y2=.1475*X*X+1.752*X+0
3930 Y3=((Y2-Y1)/(300-200))*(RG-200)+Y1
3940 Z1=.2021*X*X+1.699*X+0
3950 Z2=.1616*X*X+1.686*X+0
3960 Z3=((Z2-Z1)/(300-200))*(RG-200)+Z1
3970 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
3990 Y4=.1778*X*X+1.216*X-.1321
4000 Y5=.1855*X*X+.7902*X+.1754
4010 Y6=((Y5-Y4)/(300-200))*(RG-200)+Y4
4020 Z4=.2233*X*X+.6709*X-.0258
4030 Z5=.1931*X*X+.4269*X+.2526
4040 Z6=((Z5-Z4)/(300-200))*(RG-200)+Z4
4050 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
4070 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
4072 IF PD<=10 THEN 4080
4075 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
4080 PRINTPR
4090 END
4100 IF PD>10 THEN 4115
4102 X=PD:GOTO 4110
4105 FOR X=9 TO 10
4110 Y1=.1475*X*X+1.752*X+0
4120 Y2=.1393*X*X+1.601*X+.1341
4130 Y3=((Y2-Y1)/(400-300))*(RG-300)+Y1
4140 Z1=.1616*X*X+1.686*X+0
4150 Z2=.1316*X*X+1.676*X+.0797
4160 Z3=((Z2-Z1)/(400-300))*(RG-300)+Z1
4170 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
4190 Y4=.1855*X*X+.7902*X+.1754
4200 Y5=.1407*X*X+.8485*X+.1897
4210 Y6=((Y5-Y4)/(400-300))*(RG-300)+Y4
4220 Z4=.1931*X*X+.4269*X+.2526
4230 Z5=.1385*X*X+.5265*X+.2499
4240 Z6=((Z5-Z4)/(400-300))*(RG-300)+Z4
4250 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
4270 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
4272 IF PD<=10 THEN 4280
4275 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
4280 PRINTPR
4290 END
4300 IF PD>10 THEN 4315
4302 X=PD:GOTO 4310
4305 FOR X=9 TO 10
4310 Y1=.1393*X*X+1.601*X+.1341
4320 Y2=.1257*X*X+1.313*X+.4867
4330 Y3=((Y2-Y1)/(600-400))*(RG-400)+Y1
4340 Z1=.1316*X*X+1.676*X+.0797
4350 Z2=.0857*X*X+1.763*X-.0679
4360 Z3=((Z2-Z1)/(600-400))*(RG-400)+Z1
4370 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
4390 Y4=.1407*X*X+.8485*X+.1897
4400 Y5=.1123*X*X+.9992*X+.1123
4410 Y6=((Y5-Y4)/(600-400))*(RG-400)+Y4
4420 Z4=.1385*X*X+.5265*X+.2499
4430 Z5=.0721*X*X+.7913*X+.0993
4440 Z6=((Z5-Z4)/(600-400))*(RG-400)+Z4
4450 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
4470 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD

```

```

4470 IF PD<=10 THEN 4480
4472 IF PD<=10 THEN 4480
4475 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
4480 PRINTPR
4490 END
4500 IF PD>10 THEN 4515
4502 X=PD:GOTO 4510
4505 FOR X=9 TO 10
4510 Y1=.1257*X*X+1.313*X+.4867
4520 Y2=.1000*X*X+1.381*X+0
4530 Y3=((Y2-Y1)/(800-600))*(RG-600)+Y1
4540 Z1=.0857*X*X+1.763*X-.0679
4550 Z2=.0518*X*X+1.865*X+.0296
4560 Z3=((Z2-Z1)/(1000-600))*(RG-600)+Z1
4570 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
4590 Y4=.1123*X*X+.9992*X+.1123
4600 Y5=.0469*X*X+1.232*X+0
4610 Y6=((Y5-Y4)/(800-600))*(RG-600)+Y4
4620 Z4=.0721*X*X+.7913*X+.0993
4630 Z5=.0381*X*X+.9304*X+.0327
4640 Z6=((Z5-Z4)/(1000-600))*(RG-600)+Z4
4650 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
4670 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
4672 IF PD<=10 THEN 4680
4675 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
4680 PRINTPR
4690 END
4700 IF PD>10 THEN 4715
4702 X=PD:GOTO 4710
4705 FOR X=9 TO 10
4710 Y1=.1000*X*X+1.381*X+0
4720 Y2=.0700*X*X+1.460*X+0
4730 Y3=((Y2-Y1)/(1200-800))*(RG-800)+Y1
4740 Z1=.0518*X*X+1.865*X+.0296
4750 Z2=.0371*X*X+1.955*X-.0287
4760 Z3=((Z2-Z1)/(1500-1000))*(RG-1000)+Z1
4770 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
4790 Y4=.0469*X*X+1.232*X+0
4800 Y5=.0237*X*X+1.360*X-.066
4810 Y6=((Y5-Y4)/(1500-800))*(RG-800)+Y4
4820 Z4=.0381*X*X+.9304*X+.0327
4830 Z5=.0237*X*X+1.025*X-.0257
4840 Z6=((Z5-Z4)/(1500-1000))*(RG-1000)+Z4
4850 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
4870 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
4872 IF PD<=10 THEN 4880
4875 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
4880 PRINTPR
4890 END
5000 IF RG<=25 THEN 5100
5010 IF RG<=50 THEN 5300
5020 IF RG<=100 THEN 5500
5030 IF RG<=200 THEN 5700
5040 IF RG<=300 THEN 5900
5050 IF RG<=400 THEN 6100
5060 IF RG<=600 THEN 6300
5070 IF RG<=1000 THEN 6500
5080 GOTO 6700
5100 IF PD>10 THEN 5105
5102 X=PD:GOTO 5110
5105 FOR X=9 TO 10
5110 Y1=3.853*X
5120 Y2=.0247*X*X+3.605*X-.3484
5130 Y3=((Y2-Y1)/(25-0))*(RG-0)+Y1
5140 Z1=4*X
5150 Z2=.0201*X*X+3.780*X-.3100
5160 Z3=((Z2-Z1)/(25-0))*(RG-0)+Z1

```

```

5160 Z5=(Z2-Z1)/(25-0))*(RG-0)+Z1
5170 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
5190 Y4=3.723*X
5200 Y5=.0596*X*X+3.217*X-.4819
5210 Y6=((Y5-Y4)/(25-0))*(RG-0)+Y4
5220 Z4=4*X
5230 Z5=.0296*X*X+3.507*X-.4810
5240 Z6=((Z5-Z4)/(25-0))*(RG-0)+Z4
5250 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
5270 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
5272 IF PD<=10 THEN 5200
5275 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
5280 PRINTPR
5290 END
5300 IF PD>10 THEN 5305
5302 X=PD:GOTO 5310
5305 FOR X=9 TO 10
5310 Y1=.0247*X*X+3.605*X-.3484
5320 Y2=.0568*X*X+3.2728*X-.4171
5330 Y3=((Y2-Y1)/(50-25))*(RG-25)+Y1
5340 Z1=.0201*X*X+3.780*X-.3100
5350 Z2=.0413*X*X+3.572*X-.4783
5360 Z3=((Z2-Z1)/(50-25))*(RG-25)+Z1
5370 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
5390 Y4=.0596*X*X+3.217*X-.4819
5400 Y5=.0713*X*X+3.017*X-.8539
5410 Y6=((Y5-Y4)/(50-25))*(RG-25)+Y4
5420 Z4=.0296*X*X+3.507*X-.4810
5430 Z5=.0757*X*X+3.020*X-.5842
5440 Z6=((Z5-Z4)/(50-25))*(RG-25)+Z4
5450 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
5470 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
5472 IF PD<=10 THEN 5480
5475 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
5480 PRINTPR
5490 END
5500 IF PD>10 THEN 5505
5502 X=PD:GOTO 5510
5505 FOR X=9 TO 10
5510 Y1=.0568*X*X+3.272*X-.4171
5520 Y2=.1000*X*X+2.572*X-.2071
5530 Y3=((Y2-Y1)/(100-50))*(RG-50)+Y1
5540 Z1=.0413*X*X+3.572*X-.4783
5550 Z2=.0826*X*X+3.108*X-.3649
5560 Z3=((Z2-Z1)/(100-50))*(RG-50)+Z1
5570 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
5590 Y4=.0713*X*X+3.017*X-.8539
5600 Y5=.1456*X*X+2.094*X-.6027
5610 Y6=((Y5-Y4)/(100-50))*(RG-50)+Y4
5620 Z4=.0757*X*X+3.020*X-.5842
5630 Z5=.1237*X*X+2.344*X-.4254
5640 Z6=((Z5-Z4)/(100-50))*(RG-50)+Z4
5650 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
5670 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
5672 IF PD<=10 THEN 5680
5675 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
5680 PRINTPR
5690 END
5700 IF PD>10 THEN 5705
5702 X=PD:GOTO 5710
5705 FOR X=9 TO 10
5710 Y1=.1000*X*X+2.572*X-.2071
5720 Y2=.1415*X*X+2.055*X-.2037
5730 Y3=((Y2-Y1)/(200-100))*(RG-100)+Y1
5740 Z1=.0826*X*X+3.108*X-.3649
5750 Z2=.1378*X*X+2.507*X-.1034
5760 Z3=((Z2-Z1)/(200-100))*(RG-100)+Z1

```

```

5789 Z4=((Z4-Z1)/(200-100))*(RG-100)+Z1
5790 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
5791 Y4=.1426*X*X+2.054*X-.6027
5800 Y5=.1778*X*X+1.216*X-.1321
5810 Y6=((Y5-Y4)/(200-100))*(RG-100)+Y4
5820 Z4=.1273*X*X+2.344*X-.4234
5830 Z5=.1599*X*X+1.610*X-.1190
5840 Z6=((Z5-Z4)/(200-100))*(RG-100)+Z4
5850 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
5870 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
5872 IF PD<=10 THEN 5880
5875 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
5880 PRINTPR
5890 END
5900 IF PD>10 THEN 5905
5902 X=PD:GOTO 5910
5905 FOR X=9 TO 10
5910 Y1=.1415*X*X+2.055*X-.2037
5920 Y2=.1475*X*X+1.752*X+0
5930 Y3=((Y2-Y1)/(300-200))*(RG-200)+Y1
5940 Z1=.1378*X*X+2.507*X-.1034
5950 Z2=.1328*X*X+2.292*X+0
5960 Z3=((Z2-Z1)/(300-200))*(RG-200)+Z1
5970 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
5990 Y4=.1778*X*X+1.216*X-.1321
6000 Y5=.1855*X*X+.7902*X+.1754
6010 Y6=((Y5-Y4)/(300-200))*(RG-200)+Y4
6020 Z4=.1599*X*X+1.610*X-.1190
6030 Z5=.1595*X*X+1.259*X+.0935
6040 Z6=((Z5-Z4)/(300-200))*(RG-200)+Z4
6050 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
6070 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
6072 IF PD<=10 THEN 6080
6075 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
6080 PRINTPR
6090 END
6100 IF PD>10 THEN 6105
6102 X=PD:GOTO 6110
6105 FOR X=9 TO 10
6110 Y1=.1475*X*X+1.752*X+0
6120 Y2=.1393*X*X+1.601*X+.1341
6130 Y3=((Y2-Y1)/(400-300))*(RG-300)+Y1
6140 Z1=.1328*X*X+2.292*X+0
6150 Z2=.1245*X*X+2.200*X+.0366
6160 Z3=((Z2-Z1)/(400-300))*(RG-300)+Z1
6170 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
6190 Y4=.1855*X*X+.7902*X+.1754
6200 Y5=.1407*X*X+.8485*X+.1897
6210 Y6=((Y5-Y4)/(400-300))*(RG-300)+Y4
6220 Z4=.1595*X*X+1.259*X+.0935
6230 Z5=.1410*X*X+1.148*X+.2115
6240 Z6=((Z5-Z4)/(400-300))*(RG-300)+Z4
6250 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
6270 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
6272 IF PD<=10 THEN 6280
6275 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
6280 PRINTPR
6290 END
6300 IF PD>10 THEN 6305
6302 X=PD:GOTO 6310
6305 FOR X=9 TO 10
6310 Y1=.1393*X*X+1.601*X+.1341
6320 Y2=.1257*X*X+1.313*X+.4867
6330 Y3=((Y2-Y1)/(600-400))*(RG-400)+Y1
6340 Z1=.1245*X*X+2.200*X+.0366
6350 Z2=.1093*X*X+2.198*X+.0581
6360 Z3=((Z2-Z1)/(600-400))*(RG-400)+Z1

```

```

6360 Z3=(Z2-Z1)/(500-400)*(RG-400)+Z1
6370 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
6390 Y4=.1407*X*X+1.8485*X+.1E97
6400 Y5=.1123*X*X+.9992*X+.1123
6410 Y6=((Y5-Y4)/(600-400))*(RG-400)+Y4
6420 Z4=.1410*X*X+1.148*X+.2115
6430 Z5=.1562*X*X+1.282*X+.1000
6440 Z6=((Z5-Z4)/(500-400))*(RG-400)+Z4
6450 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
6470 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
6472 IF PD<=10 THEN 6480
6475 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
6480 PRINTPR
6490 END
6500 IF PD>10 THEN 6505
6502 X=PD:GOTO 6510
6505 FOR X=9 TO 10
6510 Y1=.1257*X*X+1.313*X+.4867
6520 Y2=.1000*X*X+1.381*X+0
6530 Y3=((Y2-Y1)/(800-600))*(RG-600)+Y1
6540 Z1=.1093*X*X+2.198*X-.0581
6550 Z2=.0766*X*X+2.275*X+.0706
6560 Z3=((Z2-Z1)/(600-500))*(RG-500)+Z1
6570 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
6590 Y4=.1123*X*X+.9992*X+.1123
6600 Y5=.0469*X*X+1.232*X+0
6610 Y6=((Y5-Y4)/(800-600))*(RG-600)+Y4
6620 Z4=.1562*X*X+1.282*X+.1
6630 Z5=.0471*X*X+1.525*X+.0405
6640 Z6=((Z5-Z4)/(800-500))*(RG-500)+Z4
6650 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
6670 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
6672 IF PD<=10 THEN 6680
6675 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
6680 PRINTPR
6690 END
6700 IF PD>10 THEN 6705
6702 X=PD:GOTO 6710
6705 FOR X=9 TO 10
6710 Y1=.1000*X*X+1.381*X+0
6720 Y2=.0700*X*X+1.460*X+0
6730 Y3=((Y2-Y1)/(1200-800))*(RG-800)+Y1
6740 Z1=.0766*X*X+2.275*X+.0706
6750 Z2=.0572*X*X+2.221*X-.0349
6760 Z3=((Z2-Z1)/(1000-600))*(RG-600)+Z1
6770 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
6790 Y4=.0469*X*X+1.232*X+0
6800 Y5=.0237*X*X+1.360*X-.066
6810 Y6=((Y5-Y4)/(1500-800))*(RG-800)+Y4
6820 Z4=.0471*X*X+1.525*X+.0405
6830 Z5=.0361*X*X+1.596*X+.012
6840 Z6=((Z5-Z4)/(1000-800))*(RG-800)+Z4
6850 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
6870 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
6872 IF PD<=10 THEN 6880
6875 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
6880 PRINTPR
6890 END
11000 IF RG<=25 THEN 11100
11010 IF RG<=50 THEN 11300
11020 IF RG<=100 THEN 11500
11030 IF RG<=200 THEN 11700
11040 IF RG<=300 THEN 11900
11050 IF RG<=400 THEN 12100
11060 IF RG<=800 THEN 12300
11070 GOTO 12500
11100 IF RG<=10 THEN 11110

```

```

11100 IF PD>10 THEN 11100
11102 X=PD:GOTO 11110
11105 FOR X=9 TO 10
11110 Y1=3.690*X
11120 Y2=.0421*X*X+3.301*X-.6512
11130 Y3=((Y2-Y1)/(25-0))*(RG-0)+Y1
11140 Z1=3.71*X
11150 Z2=.0978*X*X+3.027*X-.4353
11160 Z3=((Z2-Z1)/(25-0))*(RG-0)+Z1
11170 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
11190 Y4=3.690*X
11200 Y5=.0325*X*X+3.347*X-.6737
11210 Y6=((Y5-Y4)/(25-0))*(RG-0)+Y4
11220 Z4=3.7*X
11230 Z5=.1145*X*X+2.687*X-.3707
11240 Z6=((Z5-Z4)/(25-0))*(RG-0)+Z4
11250 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
11270 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
11272 IF PD=10 THEN 11280
11275 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
11280 PRINTPR
11290 END
11300 IF PD>10 THEN 11305
11302 X=PD:GOTO 11310
11305 FOR X=9 TO 10
11310 Y1=.0421*X*X+3.301*X-.6512
11320 Y2=.1247*X*X+2.439*X-.6486
11330 Y3=((Y2-Y1)/(50-25))*(RG-25)+Y1
11340 Z1=.0978*X*X+3.027*X-.4353
11350 Z2=.0939*X*X+2.782*X-.8328
11360 Z3=((Z2-Z1)/(50-25))*(RG-25)+Z1
11370 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
11390 Y4=.0325*X*X+3.347*X-.6737
11400 Y5=.1141*X*X+2.489*X-.9025
11410 Y6=((Y5-Y4)/(50-25))*(RG-25)+Y4
11420 Z4=.1145*X*X+2.687*X-.3707
11430 Z5=.1959*X*X+1.776*X-.3387
11440 Z6=((Z5-Z4)/(50-25))*(RG-25)+Z4
11450 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
11470 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
11472 IF PD<=10 THEN 11480
11475 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
11480 PRINTPR
11490 END
11500 IF PD>10 THEN 11505
11502 X=PD:GOTO 11510
11505 FOR X=9 TO 10
11510 Y1=.1247*X*X+2.439*X-.6486
11520 Y2=.1768*X*X+1.563*X-.7326
11530 Y3=((Y2-Y1)/(100-50))*(RG-50)+Y1
11540 Z1=.0939*X*X+2.782*X-.8328
11550 Z2=.1648*X*X+1.814*X-.6111
11560 Z3=((Z2-Z1)/(100-50))*(RG-50)+Z1
11570 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
11590 Y4=.1141*X*X+2.489*X-.9025
11600 Y5=.1838*X*X+1.382*X-.7698
11610 Y6=((Y5-Y4)/(100-50))*(RG-50)+Y4
11620 Z4=.1959*X*X+1.776*X-.3387
11630 Z5=.2404*X*X+.9021*X-.1131
11640 Z6=((Z5-Z4)/(100-50))*(RG-50)+Z4
11650 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
11670 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
11672 IF PD<=10 THEN 11680
11675 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
11680 PRINTPR
11690 END

```

```

11700 IF PD>10 THEN 11905
11702 X=PD:GOTO 11710
11705 FOR X=9 TO 10
11710 Y1=.1768*X*X+1.563*X-.7326
11720 Y2=.2191*X*X+.4353*X-.0227
11730 Y3=((Y2-Y1)/(200-100))*(RG-100)+Y1
11740 Z1=.1648*X*X+1.814*X-.6111
11750 Z2=.2164*X*X+.7523*X+.0430
11760 Z3=((Z2-Z1)/(200-100))*(RG-100)+Z1
11770 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
11790 Y4=.1838*X*X+1.387*X-.7698
11800 Y5=.2000*Y*X+.0000*X-.3321
11810 Y6=((Y5-Y4)/(200-100))*(RG-100)+Y4
11820 Z4=.2404*X*X+.9021*X-.1131
11830 Z5=.2625*X*X+.0460*X+1.299
11840 Z6=((Z5-Z4)/(200-100))*(RG-100)+Z4
11850 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
11870 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
11872 IF PD<=10 THEN 11880
11875 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
11880 PRINTPR
11890 END
11900 IF PD>10 THEN 11905
11902 X=PD:GOTO 11910
11905 FOR X=9 TO 10
11910 Y1=.2191*X*X+.4353*X-.0226
11920 Y2=.1876*X*X+.1152*X+.3428
11930 Y3=((Y2-Y1)/(300-200))*(RG-200)+Y1
11940 Z1=.2164*X*X+.7523*X+.0430
11950 Z2=.1847*X*X+.5266*X+.2309
11960 Z3=((Z2-Z1)/(300-200))*(RG-200)+Z1
11970 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
11990 Y4=.2000*X*X+1.000*X-.5000
12000 Y5=.1500*X*X+.1151*X+.3885
12010 Y6=((Y5-Y4)/(300-200))*(RG-200)+Y4
12020 Z4=.2625*X*X+.0000*X+1.298
12030 Z5=.1806*X*X+.2982*X+.2733
12040 Z6=((Z5-Z4)/(300-200))*(RG-200)+Z4
12050 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
12070 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
12072 IF PD<=10 THEN 12080
12075 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
12080 PRINTPR
12090 END
12100 IF PD>10 THEN 12105
12102 X=PD:GOTO 12110
12105 FOR X=9 TO 10
12110 Y1=.1876*X*X+.1152*X+.3428
12120 Y2=.1017*X*X+.5460*X+.0770
12130 Y3=((Y2-Y1)/(400-300))*(RG-300)+Y1
12140 Z1=.1847*X*X+.5266*X+.2309
12150 Z2=.1287*X*X+.6594*X+.2044
12160 Z3=((Z2-Z1)/(400-300))*(RG-300)+Z1
12170 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
12190 Y4=.1500*X*X+.1151*X+.3885
12200 Y5=.1142*X*X+.0890*X+.2930
12210 Y6=((Y5-Y4)/(400-300))*(RG-300)+Y4
12220 Z4=.1806*X*X+.2982*X+.2733
12230 Z5=.1051*X*X+.5483*X+.1747
12240 Z6=((Z5-Z4)/(400-300))*(RG-300)+Z4
12250 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
12270 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
12272 IF PD<=10 THEN 12280
12275 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
12280 PRINTPR
12290 END
12300 IF PD>10 THEN 12305

```



```

12300 IF PD>10 THEN 12305
12302 X=PD:GOTO 12310
12305 FOR X=9 TO 10
12310 Y1=.1017*X*X+.5460*X+.0770
12320 Y2=.0810*X*X+.4054*X+.1703
12330 Y3=((Y2-Y1)/(500-400))*(RG-400)+Y1
12340 Z1=.1287*X*X+.6594*X+.2044
12350 Z2=.0663*X*X+.7948*X+.1906
12360 Z3=((Z2-Z1)/(800-400))*(RG-400)+Z1
12370 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
12380 Y4=.1142*X*X+.0890*X+.2930
12400 Y5=.0114*X*X+.5449*X+.0210
12410 Y6=((Y5-Y4)/(800-400))*(RG-400)+Y4
12420 Z4=.1051*X*X+.5483*X+.1747
12430 Z5=.0195*X*X+.9082*X+.0000
12440 Z6=((Z5-Z4)/(800-400))*(RG-400)+Z4
12450 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
12470 FR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
12472 IF FOR=10 THEN 12480
12475 V(X)=FR:NEXT X:GOTO 20000
12480 PRINTFR
12490 END
12500 IF PD>10 THEN 12505
12502 Y=PD:GOTO 12510
12505 FOR X=9 TO 10
12510 Y1=.0810*X*X+.4054*X+.1703
12520 Y2=.0100*X*X+.0532*X-.0486
12530 Y3=((Y2-Y1)/(2000-500))*(RG-500)+Y1
12540 Z1=.0663*X*X+.7948*X+.1906
12550 Z2=.0279*X*X+1.032*X+.0387
12560 Z3=((Z2-Z1)/(1500-800))*(RG-800)+Z1
12570 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
12572 Y4=.0114*X*X+.5449*X+.0210
12600 Y5=.0090*X*X+.4894*X+.0677
12610 Y6=((Y5-Y4)/(3000-800))*(RG-800)+Y4
12620 Z4=.0195*X*X+.9082*X+.0000
12630 Z5=.0153*X*X+.8910*X-.0109
12640 Z6=((Z5-Z4)/(1500-800))*(RG-800)+Z4
12650 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
12670 FR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
12672 IF FOR=10 THEN 12680
12675 V(X)=FR:NEXT X:GOTO 20000
12680 PRINTFR
12690 END
13000 IF RB<=25 THEN 13100
13010 IF RB<=50 THEN 13300
13020 IF RB<=100 THEN 13500
13030 IF RB<=200 THEN 13700
13040 IF RB<=300 THEN 13900
13050 IF RB<=400 THEN 14100
13060 IF RB<=800 THEN 14300
13070 GOTO 14500
13100 IF PD>10 THEN 13105
13102 X=PD:GOTO 13110
13105 FOR X=9 TO 10
13110 Y1=3.750*X
13120 Y2=.1225*X*X+3.556*X-.4155
13130 Y3=((Y2-Y1)/(25-0))*(RG-0)+Y1
13140 Z1=3.71*X
13150 Z2=.0978*X*X+3.029*X-.4353
13160 Z3=((Z2-Z1)/(25-0))*(RG-0)+Z1
13170 P2=((Z3-Y3)/(2000-3000))*(GA-3000)+Y3
13190 Y4=3.720*X
13200 Y5=.0578*X*X+3.182*X-.5259
13210 Y6=((Y5-Y4)/(25-0))*(RG-0)+Y4
13220 Z4=3.7*X
13230 Z5=.1142*X*X+.0890*X+.2930

```

```

13230 Z5=.1145*X*X+2.687*X-.3707
13240 Z6=((Z5-Z4)/(25-0))*(RG-0)+Z4
13250 PD=((Z6-Y6)/(3000-4000))*(GA-4000)+Y6
13270 PR=((P2-PD)/(3-4))*(D1-4)+PD
13272 IF PD<=10 THEN 13280
13275 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
13280 PRINTPR
13290 END
13300 IF PD>10 THEN 13305
13302 X=PD:GOTO 13310
13305 FOR X=9 TO 10
13310 Y1=.1225*X*X+3.556*X-.4155
13320 Y2=.1496*X*X+2.999*X-.4701
13330 Y3=((Y2-Y1)/(50-25))*(RG-25)+Y1
13340 Z1=.0978*X*X+3.029*X-.4353
13350 Z2=.0939*X*X+2.782*X-.8328
13360 Z3=((Z2-Z1)/(50-25))*(RG-25)+Z1
13370 P2=((Z3-Y3)/(2000-3000))*(GA-3000)+Y3
13390 Y4=.0578*X*X+3.182*X-.5259
13400 Y5=.0779*X*X+2.891*X-.9297
13410 Y6=((Y5-Y4)/(50-25))*(RG-25)+Y4
13420 Z4=.1145*X*X+2.687*X-.3707
13430 Z5=.1959*X*X+1.776*X-.3387
13440 Z6=((Z5-Z4)/(50-25))*(RG-25)+Z4
13450 PD=((Z6-Y6)/(3000-4000))*(GA-4000)+Y6
13470 PR=((P2-PD)/(3-4))*(D1-4)+PD
13472 IF PD<=10 THEN 13480
13475 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
13480 PRINTPR
13490 END
13500 IF PD>10 THEN 13505
13502 X=PD:GOTO 13510
13505 FOR X=9 TO 10
13510 Y1=.1496*X*X+2.999*X-.4701
13520 Y2=.1591*X*X+2.372*X-.3630
13530 Y3=((Y2-Y1)/(100-50))*(RG-50)+Y1
13540 Z1=.0939*X*X+2.782*X-.8328
13550 Z2=.1648*X*X+1.814*X-.6111
13560 Z3=((Z2-Z1)/(100-50))*(RG-50)+Z1
13570 P2=((Z3-Y3)/(2000-3000))*(GA-3000)+Y3
13590 Y4=.0779*X*X+2.891*X-.9297
13600 Y5=.1522*X*X+1.906*X-.7543
13610 Y6=((Y5-Y4)/(100-50))*(RG-50)+Y4
13620 Z4=.1959*X*X+1.776*X-.3387
13630 Z5=.2404*X*X+.9021*X-.1131
13640 Z6=((Z5-Z4)/(100-50))*(RG-50)+Z4
13650 PD=((Z6-Y6)/(3000-4000))*(GA-4000)+Y6
13670 PR=((P2-PD)/(3-4))*(D1-4)+PD
13672 IF PD<=10 THEN 13680
13675 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
13680 PRINTPR
13690 END
13700 IF PD>10 THEN 13705
13702 X=PD:GOTO 13710
13705 FOR X=9 TO 10
13710 Y1=.1591*X*X+2.372*X-.3630
13720 Y2=.1595*X*X+1.740*X-.0486
13730 Y3=((Y2-Y1)/(200-100))*(RG-100)+Y1
13740 Z1=.1648*X*X+1.814*X-.6111
13750 Z2=.2164*X*X+.7523*X+.0430
13760 Z3=((Z2-Z1)/(200-100))*(RG-100)+Z1
13770 P2=((Z3-Y3)/(2000-3000))*(GA-3000)+Y3
13790 Y4=.1522*X*X+1.906*X-.7543
13800 Y5=.2134*X*X+.7070*X+.0188
13810 Y6=((Y5-Y4)/(200-100))*(RG-100)+Y4
13820 Z4=.2404*X*X+.9021*X-.1131
13830 Z5=.2164*X*X+.7523*X+.0430

```

```

13840 Z6=((Z5-Z4)/(200-100))*(RG-100)+Z4
13850 PD=((Z6-Y6)/(3000-4000))*(GA-4000)+Y6
13870 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
13872 IF PD<=10 THEN 13880
13875 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
13880 PRINTPR
13890 END
13900 IF PD>10 THEN 13905
13902 X=PD:GOTO 13910
13905 FOR X=9 TO 10
13910 Y1=.1595*X*X+1.740*X-.0486
13920 Y2=.1287*X*X+1.644*X-.0226
13930 Y3=((Y2-Y1)/(300-200))*(RG-200)+Y1
13940 Z1=.2164*X*X+.7523*X+.0430
13950 Z2=.1847*X*X+.5266*X+.2309
13960 Z3=((Z2-Z1)/(300-200))*(RG-200)+Z1
13970 P2=((Z3-Y3)/(2000-3000))*(GA-3000)+Y3
13980 Y4=.2134*X*X+.7070*X+.0188
14000 Y5=.1918*X*X+.3829*X+.3063
14010 Y6=((Y5-Y4)/(300-200))*(RG-200)+Y4
14020 Z4=.2625*X*X+.0460*X+1.298
14030 Z5=.1806*X*X+.2982*X+.2733
14040 Z6=((Z5-Z4)/(300-200))*(RG-200)+Z4
14050 PD=((Z6-Y6)/(3000-4000))*(GA-4000)+Y6
14070 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
14072 IF PD<=10 THEN 14080
14075 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
14080 PRINTPR
14090 END
14100 IF PD>10 THEN 14105
14102 X=PD:GOTO 14110
14105 FOR X=9 TO 10
14110 Y1=.1287*X*X+1.644*X-.0226
14120 Y2=.1064*X*X+1.608*X+.0788
14130 Y3=((Y2-Y1)/(400-300))*(RG-300)+Y1
14140 Z1=.1847*X*X+.5266*X+.2309
14150 Z2=.1287*X*X+.6594*X+.2044
14160 Z3=((Z2-Z1)/(400-300))*(RG-300)+Z1
14170 P2=((Z3-Y3)/(2000-3000))*(GA-3000)+Y3
14190 Y4=.1918*X*X+.3829*X+.3063
14200 Y5=.1151*X*X+.6374*X+.1855
14210 Y6=((Y5-Y4)/(400-300))*(RG-300)+Y4
14220 Z4=.1806*X*X+.2982*X+.2733
14230 Z5=.1051*X*X+.5483*X+.1747
14240 Z6=((Z5-Z4)/(400-300))*(RG-300)+Z4
14250 PD=((Z6-Y6)/(3000-4000))*(GA-4000)+Y6
14270 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
14272 IF PD<=10 THEN 14280
14275 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
14280 PRINTPR
14290 END
14300 IF PD>10 THEN 14305
14302 X=PD:GOTO 14310
14305 FOR X=9 TO 10
14310 Y1=.1064*X*X+1.608*X+.0788
14320 Y2=.0761*X*X+1.702*X+.0505
14330 Y3=((Y2-Y1)/(500-400))*(RG-400)+Y1
14340 Z1=.1287*X*X+.6594*X+.2044
14350 Z2=.0668*X*X+.7948*X+.1906
14360 Z3=((Z2-Z1)/(600-400))*(RG-400)+Z1
14370 P2=((Z3-Y3)/(2000-3000))*(GA-3000)+Y3
14390 Y4=.1151*X*X+.6374*X+.1855
14400 Y5=.0258*X*X+1.026*X+.0
14410 Y6=((Y5-Y4)/(800-400))*(RG-400)+Y4
14420 Z4=.1051*X*X+.5483*X+.1747
14430 Z5=.0185*X*X+.5083*X+.0000

```

```

14430 Z0=.0173**X**X+.7082**X+.0000
14440 Z6=((Z5-Z4)/(800-400))* (RG-400)+Z4
14450 PD=((Z6-Y6)/(3000-4000))* (GA-4000)+Y6
14470 PR=((P2-PD)/(3-4))* (DI-4)+PD
14472 IF PD<=10 THEN 14480
14475 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
14480 PRINTFR
14490 END
14500 IF PD>10 THEN 14505
14502 X=PD:GOTO 14510
14505 FOR X=9 TO 10
14510 Y1=.0761**X**X+1.702**X+.0505
14520 Y2=.0304**X**X+1.841**X+.0117
14530 Y3=((Y2-Y1)/(1200-600))* (RG-600)+Y1
14540 Z1=.0668**X**X+.7948**X+.1906
14550 Z2=.0279**X**X+1.032**X+.0387
14560 Z3=((Z2-Z1)/(1500-800))* (RG-800)+Z1
14570 P2=((Z3-Y3)/(2000-3000))* (GA-3000)+Y3
14590 Y4=.0258**X**X+1.0226**X+.0
14600 Y5=.0214**X**X+1.017**X+.0
14610 Y6=((Y5-Y4)/(1200-800))* (RG-800)+Y4
14620 Z4=.0195**X**X+.9082**X+.0
14630 Z5=.0152**X**X+.8910**X-.0109
14640 Z6=((Z5-Z4)/(1500-800))* (RG-800)+Z4
14650 PD=((Z6-Y6)/(3000-4000))* (GA-4000)+Y6
14670 PR=((P2-PD)/(3-4))* (DI-4)+PD
14672 IF PD<=10 THEN 14680
14675 V(X)=FR:NEXT X:GOTO 20000
14680 PRINTFR
14690 END
15100 IF PD>10 THEN 15105
15102 X=PD:GOTO 15110
15105 FOR X=9 TO 10
15110 Y1=3.750**X
15120 Y2=.1225**X**X+3.556**X-.4155
15130 Y3=((Y2-Y1)/(25-0))* (RG-0)+Y1
15140 Z1=3.80**X
15150 Z2=.0124**X**X+3.816**X-.3786
15160 Z3=((Z2-Z1)/(25-0))* (RG-0)+Z1
15170 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))* (GA-3000)+Y3
15190 Y4=3.720**X
15200 Y5=.0578**X**X+3.182**X-.5259
15210 Y6=((Y5-Y4)/(25-0))* (RG-0)+Y4
15220 Z4=3.8**X
15230 Z5=.1043**X**X+2.922**X-.2330
15240 Z6=((Z5-Z4)/(25-0))* (RG-0)+Z4
15250 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))* (GA-4000)+Y6
15270 PR=((P2-PD)/(3-4))* (DI-4)+PD
15272 IF PD<=10 THEN 15280
15275 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
15280 PRINTFR
15290 END
15300 IF PD>10 THEN 15305
15302 X=PD:GOTO 15310
15305 FOR X=9 TO 10
15310 Y1=.1225**X**X+3.556**X-.4155
15320 Y2=.1496**X**X+2.999**X-.4701
15330 Y3=((Y2-Y1)/(50-25))* (RG-25)+Y1
15340 Z1=.0124**X**X+3.816**X-.3786
15350 Z2=.1535**X**X+2.412**X-.2481
15360 Z3=((Z2-Z1)/(50-25))* (RG-25)+Z1
15370 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))* (GA-3000)+Y3
15390 Y4=.0578**X**X+3.182**X-.5259
15400 Y5=.0779**X**X+2.891**X-.9297
15410 Y6=((Y5-Y4)/(50-25))* (RG-25)+Y4
15420 Z4=.1043**X**X+2.922**X-.2330
15470 Z5=.1711**X**X+2.922**X-.2330

```

```

15440 Z6=((Z5-Z4)/(50-25))*(RG-25)+Z4
15450 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))*(GA-4000)+Y6
15470 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
15472 IF PD<=10 THEN 15480
15475 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
15480 PRINTPR
15490 END
15500 IF PD>10 THEN 15505
15502 X=PD:GOTO 15510
15505 FOR X=9 TO 10
15510 Y1=.1496*X*X+2.999*X-.4701
15520 Y2=.1591*X*X+2.372*X-.3630
15530 Y3=((Y2-Y1)/(100-50))*(RG-50)+Y1
15540 Z1=.1535*X*X+2.412*X-.2481
15550 Z2=.2019*X*X+1.658*X+.8125
15560 Z3=((Z2-Z1)/(100-50))*(RG-50)+Z1
15570 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))*(GA-3000)+Y3
15590 Y4=.0779*X*X+2.891*X-.9297
15600 Y5=.1522*X*X+1.906*X-.7543
15610 Y6=((Y5-Y4)/(100-50))*(RG-50)+Y4
15620 Z4=.1761*X*X+2.216*X-.2434
15630 Z5=.1597*X*X+2.080*X-.2293
15640 Z6=((Z5-Z4)/(100-50))*(RG-50)+Z4
15650 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))*(GA-4000)+Y6
15670 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
15672 IF PD<=10 THEN 15680
15675 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
15680 PRINTPR
15690 END
15700 IF PD>10 THEN 15705
15702 X=PD:GOTO 15710
15705 FOR X=9 TO 10
15710 Y1=.1591*X*X+2.372*X-.3630
15720 Y2=.1595*X*X+1.740*X-.0486
15730 Y3=((Y2-Y1)/(200-100))*(RG-100)+Y1
15740 Z1=.2019*X*X+1.658*X+.8125
15750 Z2=.1665*X*X+1.650*X-.0528
15760 Z3=((Z2-Z1)/(200-100))*(RG-100)+Z1
15770 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))*(GA-3000)+Y3
15790 Y4=.1528*X*X+1.906*X-.7543
15800 Y5=.2134*X*X+.7070*X+.0188
15810 Y6=((Y5-Y4)/(200-100))*(RG-100)+Y4
15820 Z4=.1597*X*X+2.080*X-.2293
15830 Z5=.1675*X*X+1.567*X-.0732
15840 Z6=((Z5-Z4)/(200-100))*(RG-100)+Z4
15850 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))*(GA-4000)+Y6
15870 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
15872 IF PD<=10 THEN 15880
15875 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
15880 PRINTPR
15890 END
15900 IF PD>10 THEN 15905
15902 X=PD:GOTO 15910
15905 FOR X=9 TO 10
15910 Y1=.1595*X*X+1.740*X-.0486
15920 Y2=.1287*X*X+1.644*X+.0226
15930 Y3=((Y2-Y1)/(300-200))*(RG-200)+Y1
15940 Z1=.1665*X*X+1.650*X-.0528
15950 Z2=.2275*X*X+1.045*X+.2940
15960 Z3=((Z2-Z1)/(300-200))*(RG-200)+Z1
15970 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))*(GA-3000)+Y3
15990 Y4=.2134*X*X+.7070*X+.0188
16000 Y5=.1918*X*X+.3829*X+.3063
16010 Y6=((Y5-Y4)/(300-200))*(RG-200)+Y4
16020 Z4=.1675*X*X+1.567*X-.0732
16030 Z5=.1675*X*X+1.567*X-.0732

```

```

16050 Z5=.1623**X**X+1.250**X+.1289
16040 Z6=((Z5-Z4)/(300-200))* (RG-200)+Z4
16050 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))* (GA-4000)+Y6
16070 PR=((P2-PD)/(3-4))* (DI-4)+PD
16072 IF PD<=10 THEN 16080
16075 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
16080 PRINTPR
16090 END
16100 IF PD>10 THEN 16105
16102 X=PD:GOTO 16110
16105 FOR X=9 TO 10
16110 Y1=.1287**X**X+1.644**X+.0226
16120 Y2=.1064**X**X+1.608**X+.0788
16130 Y3=((Y2-Y1)/(400-300))* (RG-300)+Y1
16140 Z1=.2275**X**X+1.045**X+.2940
16150 Z2=.1382**X**X+1.329**X+.1720
16160 Z3=((Z2-Z1)/(400-300))* (RG-300)+Z1
16170 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))* (GA-3000)+Y3
16190 Y4=.1918**X**X+.3829**X+.3063
16200 Y5=.1151**X**X+.6374**X+.1855
16210 Y6=((Y5-Y4)/(400-300))* (RG-300)+Y4
16220 Z4=.1623**X**X+1.250**X+.1289
16230 Z5=.1394**X**X+1.263**X+.1739
16240 Z6=((Z5-Z4)/(400-300))* (RG-300)+Z4
16250 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))* (GA-4000)+Y6
16270 PR=((P2-PD)/(3-4))* (DI-4)+PD
16272 IF PD<=10 THEN 16280
16275 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
16280 PRINTPR
16290 END
16300 IF PD>10 THEN 16305
16302 X=PD:GOTO 16310
16305 FOR X=9 TO 10
16310 Y1=.1064**X**X+1.608**X+.0788
16320 Y2=.0761**X**X+1.702**X+.0505
16330 Y3=((Y2-Y1)/(600-400))* (RG-400)+Y1
16340 Z1=.1382**X**X+1.329**X+.1720
16350 Z2=.1169**X**X+.9913**X+1.689
16360 Z3=((Z2-Z1)/(600-400))* (RG-400)+Z1
16370 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))* (GA-3000)+Y3
16390 Y4=.1151**X**X+.6374**X+.1855
16400 Y5=.0258**X**X+1.026**X+.0
16410 Y6=((Y5-Y4)/(800-400))* (RG-400)+Y4
16420 Z4=.1394**X**X+1.263**X+.1739
16430 Z5=.0743**X**X+1.434**X+.0962
16440 Z6=((Z5-Z4)/(600-400))* (RG-400)+Z4
16450 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))* (GA-4000)+Y6
16470 PR=((P2-PD)/(3-4))* (DI-4)+PD
16472 IF PD<=10 THEN 16480
16475 V(X)=PR:NEXT X:GOTO 20000
16480 PRINTPR
16490 END
16500 IF PD>10 THEN 16505
16502 X=PD:GOTO 16510
16505 FOR X=9 TO 10
16510 Y1=.0761**X**X+1.702**X+.0505
16520 Y2=.0304**X**X+1.841**X+.0117
16530 Y3=((Y2-Y1)/(1200-600))* (RG-600)+Y1
16540 Z1=.1169**X**X+.9913**X+1.689
16550 Z2=.0408**X**X+1.715**X+.0
16560 Z3=((Z2-Z1)/(1200-600))* (RG-600)+Z1
16570 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))* (GA-3000)+Y3
16590 Y4=.0258**X**X+1.0226**X+.0
16600 Y5=.0214**X**X+1.017**X+.0
16610 Y6=((Y5-Y4)/(1200-800))* (RG-800)+Y4
16620 Z4=.0743**X**X+1.434**X+.0962

```

```
16650 Z5=(Z4/Z)*X+1.61Y*X+.0
16640 Z6=((Z5-Z4)/(1000-600))*(RG-600)+Z4
16650 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))*(GA-4000)+Y6
16670 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
16672 IF PD<=10 THEN 16680
16675 V(X)=FR:NEXT X:GOTO 20000
16677 IF SQ=2 THEN 16686
16680 PRINT"PRESION = ";PR*100;" [LB/PG^2]"
16686 PRINT"PRESION = ";PR*100;" [KG/CM^2]"
16690 END
20000 M=(V(9)-V(10))/(9-10)
20010 N=V(9)-M*9
20021 IF SQ=2 THEN 20040
20030 PRINT"PRESION = ";FR*100;" [LB/PG^2]"
20040 PRINT"PRESION = ";PR*100*.073;" [KG/CM^2]"
```

READY.

CAPITULO VI

DISEÑO DE UNA INSTALACION EN FLUJO CONTINUO DE BOMBEO NEUMATICO CON VALVULAS OPERADAS POR PRESION DE GAS

- a) Instrucciones del diseño.
- b) Controles en la superficie.
- c) Cuidados en la descarga del fluido de control.
- d) Correccion de fallas.
- e) Equipo de superficie.

DISEÑO DE UNA INSTALACION DE BOMBEO NEUMATICO EN FLUJO CONTINUO

El diseño de una instalación de bombeo neumático en flujo continuo está basado en la mecánica de descarga del pozo. La peor condición de descarga posible es cuando el pozo está lleno de agua salada. Las instalaciones están diseñadas normalmente para descargar agua salada porque este es el fluido generalmente usado en trabajos de reacondicionamiento. Es el más pesado de todos los fluidos producidos. Si el sistema puede descargar el agua salada, entonces podrá producir cualquier fluido del yacimiento que pueda emigrar al pozo.

La Figura 22 muestra la secuencia de descarga para flujo continuo. Esta ilustración y descripción es para descargar por la T.P.

En "A" la presión de inyección del gas se distribuye en forma de "U". De la tubería de revestimiento (T.R.), a través de las válvulas, hacia adentro de la T.P. Se observa que todas las válvulas están abiertas. El proceso de descarga consiste en el cierre de las válvulas a medida que el pozo trabaja hacia abajo.

Todo el líquido en el espacio anular arriba de la válvula superior debe ir a través de dicha válvula. La presión diferencial a través de la válvula debe ser limitada para prevenir que el fluido dañe la válvula. Consecuentemente, la presión de inyección en la T.R., se

debe aumentar lentamente cuando un pozo empieza a descargarse.

En "B" la válvula superior está descubierta. El gas está aereando el líquido dentro de la T.P., arriba de la válvula superior. Esto reduce la presión en la T.P. sobre la válvula superior. El gas a presión inyectado envía el líquido en forma de "U" a través de las válvulas de abajo, por la T.R. hacia la T.P. -

En "C" la segunda válvula está descubierta. El gas ahora está entrando en la T.P. a través de la válvula superior y la segunda válvula. En "D" la válvula superior cierra de modo que el gas pasa solamente a través de la segunda válvula. Ahora el gas está aereando el líquido en la T.P. a través de la segunda válvula. Esto reduce la presión en la T.P. sobre la segunda válvula. El gas envía el líquido en la T.R. hacia la T.P. a través de las válvulas de más abajo.

En "E" la tercera válvula está descubierta. El gas entra ahora en la T.P. a través de la segunda y tercera válvula. La segunda válvula cierra de modo que la tercera válvula es la única pasando gas. El proceso continúa hasta que la producción del yacimiento iguala el gasto en la superficie, como en "F".

Se observa que el pozo no está operando desde la válvula del fondo. Esto es normal. Usualmente una o dos válvulas deberán colocarse por debajo de la profundidad anticipada de inyección. Aumentos en la producción de

agua y/o disminuciones en la presión del yacimiento requerirán inyección de gas a una más baja profundidad para mantener los gastos de producción. Si las válvulas adicionales no se instalan inicialmente, será imposible mantener los gastos deseados.

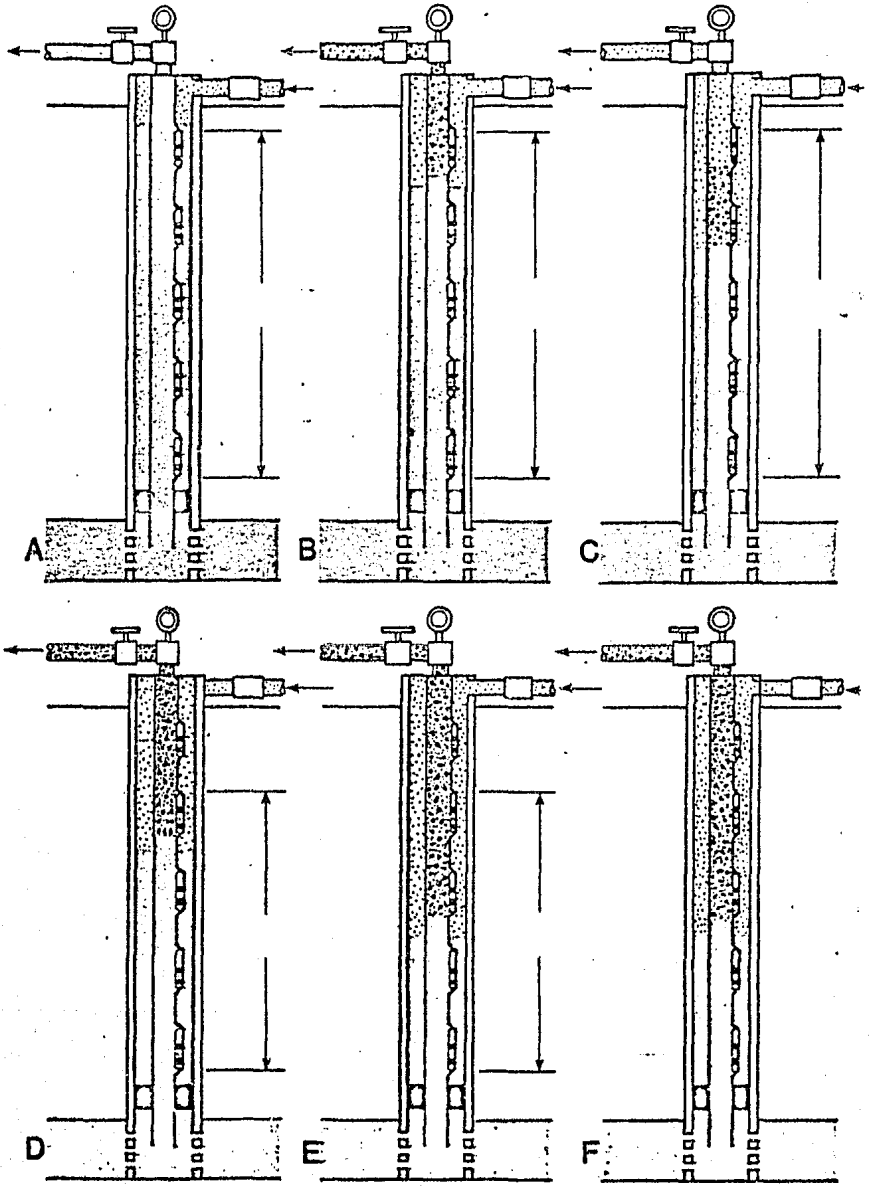


Figura 22

Para saber cuál es la válvula por donde estará fluyendo el gas (válvula operante), es necesario conocer la profundidad del punto de inyección. Esto es, el punto donde se igualan las presiones entre el espacio anular y la T.P.

Para predecir la profundidad del punto óptimo de inyección del gas, se requiere conocer, la presión de inyección del gas, el gradiente de caídas de presión del gas, la presión de fondo fluyendo y la curva de caídas de presión de los fluidos dentro de la T.P. Esta curva se puede obtener de las gráficas de caídas de presión en tubería vertical.

Usando como ejemplo la Figura 23, se traza el gradiente del gas de inyección, comenzando desde la superficie y a la presión de inyección del gas.

Enseguida se traza la curva de caídas de presión, comenzando desde el fondo y la presión de fondo fluyendo. Donde se interceptan esta curva y esta recta se encuentra el punto de inyección.

La válvula operante será la válvula que esté inmediatamente arriba de la profundidad de inyección.

Cierta información de pozo se requiere para hacer un diseño de una instalación de bombeo neumático. Si estos datos se desconocen, entonces se suponen.

Las condiciones del pozo usualmente se deterioran con el tiempo. Por lo tanto los datos del diseño deberán de estar basados en las condiciones futuras del

pozo, no a las condiciones actuales. Para pozos terrestres esto podría ser de tres a cinco años; para pozos marinos podría ser de diez a veinte años.

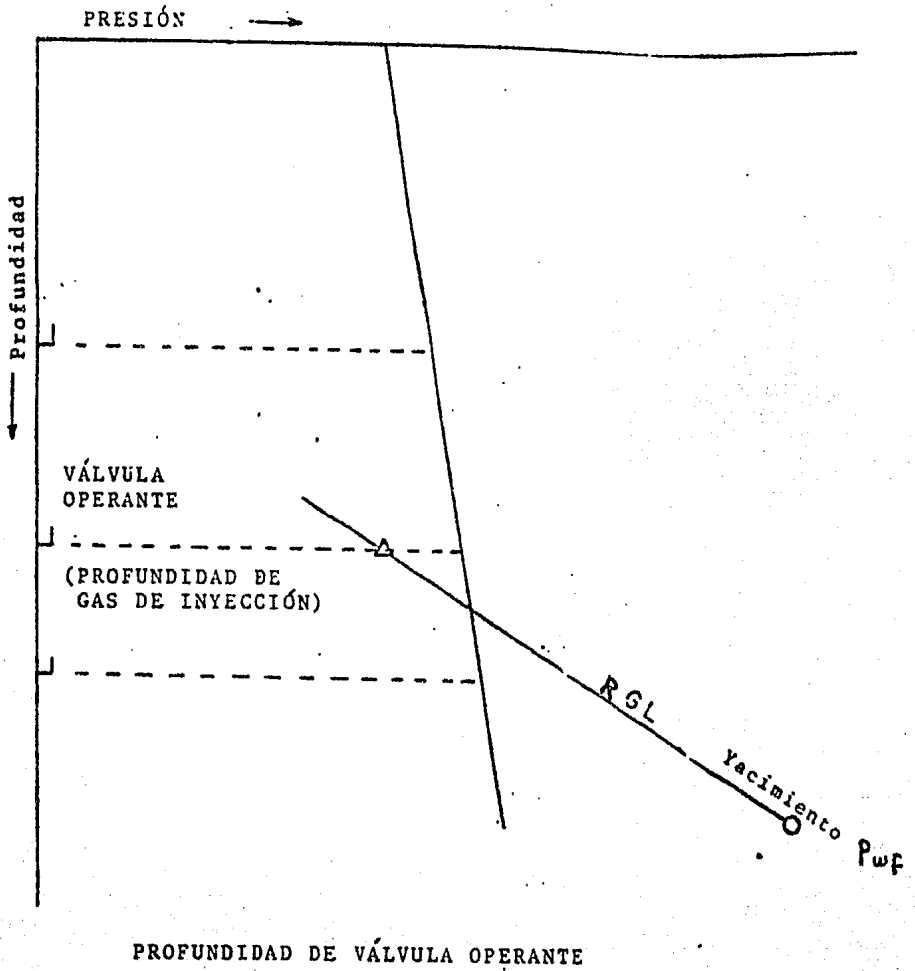


Figura 23

Instrucciones para el diseño de una instalación de bombeo neumático en flujo continuo con válvulas operadas por presión de gas.

1. En un papel cuadrículado determine las escalas de profundidad y de presión. Las líneas del papel cuadrículado y las escalas de las curvas de gradiente deberan ser idénticas.

2. Trace una línea horizontal a la profundidad de las perforaciones. Y trace otra línea horizontal a la profundidad del empacador si es que el pozo tiene uno (figura 24).

3. Trace el gradiente de presión de gas de inyección operante. Primero se dibuja la presión de inyección de gas en la superficie, después se calcula la presión de esa columna de gas a la profundidad de los disparos, (usando la fórmula que se dió en el capítulo 4). Y trace una línea entre estos dos puntos (figura 25)

4. Trace la presión estática y la presión de fondo fluyendo sobre la línea del fondo del pozo.

5. Trace una línea recta entre la temperatura de fondo del pozo y la temperatura en el cabezal del pozo. La línea recta será el gradiente de temperatura.

Dis o de una instalación de bombeo neumático en flujo continuo
con válvulas operadas por presión
de fluido

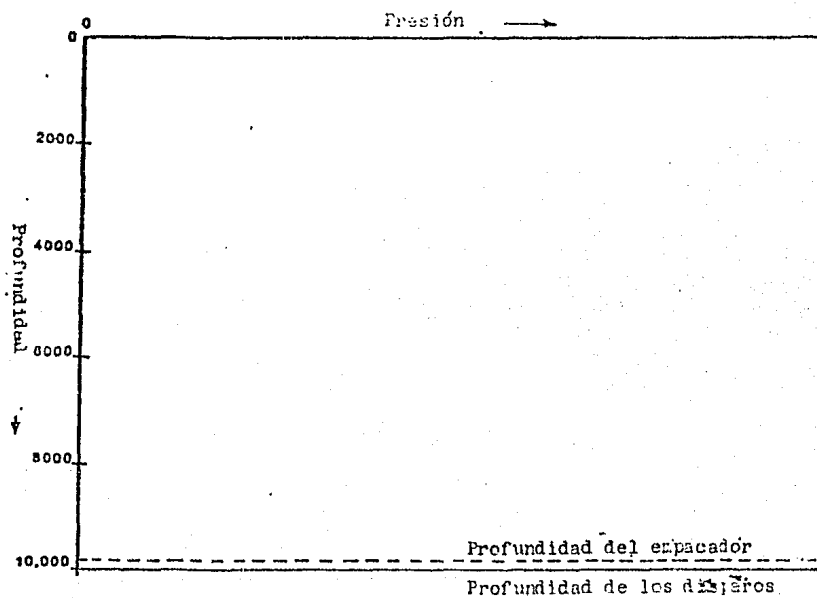


Figura 24

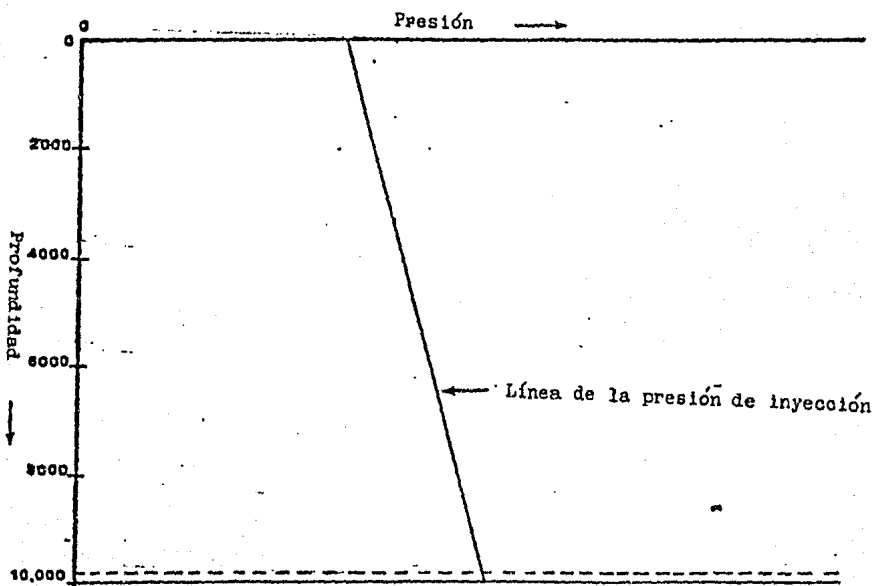


Figura 25

El gradiente real es una curva, pero la línea recta es suficientemente exata para los propósitos del diseño.

6. Trace la presión fluyendo en la boca del pozo.
7. Seleccione el juego de curvas de gradiente verticales para el gasto deseado de producción.
8. Coloque el papel cuadrículado sobre las curvas de gradiente, y trace el gradiente de descarga deseado en este papel. Deslice el papel cuadrículado verticalmente de modo que el gradiente de descarga deseado comience en la presión de la boca del pozo (figura 26).
9. Trace la presión de inyección de gas de arranque (kickoff) en la superficie solamente (figura 26).
10. Para ubicar la profundidad de la válvula superior, use esta fórmula:

$$L_1 = (P_{ko} - P_{wh}) / G_{fc}$$

donde: L_1 = Profundidad de la primera válvula.

P_{ko} = Presión de kickoff

P_{wh} = Presión fluyendo en la boca del pozo

G_{fc} = Gradiente del fluido de control.

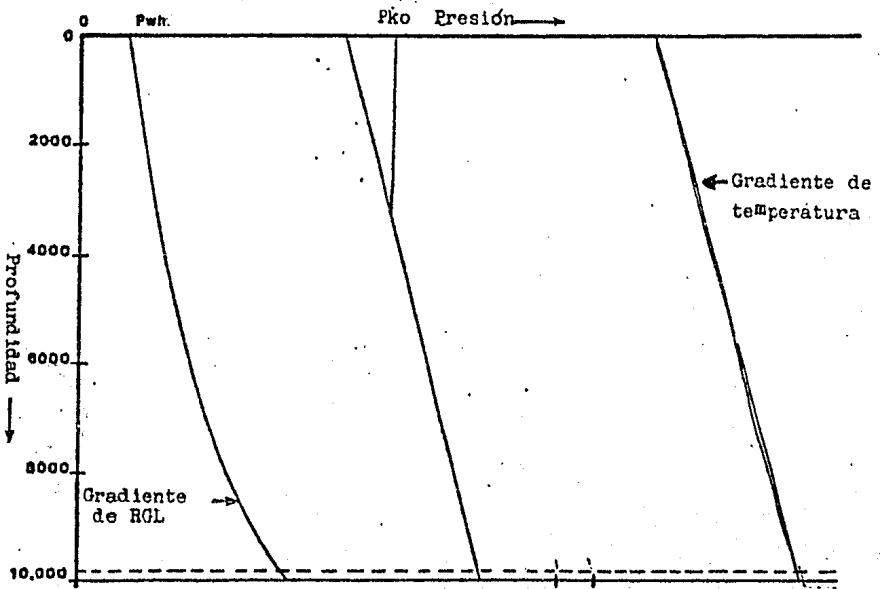


Figura 26

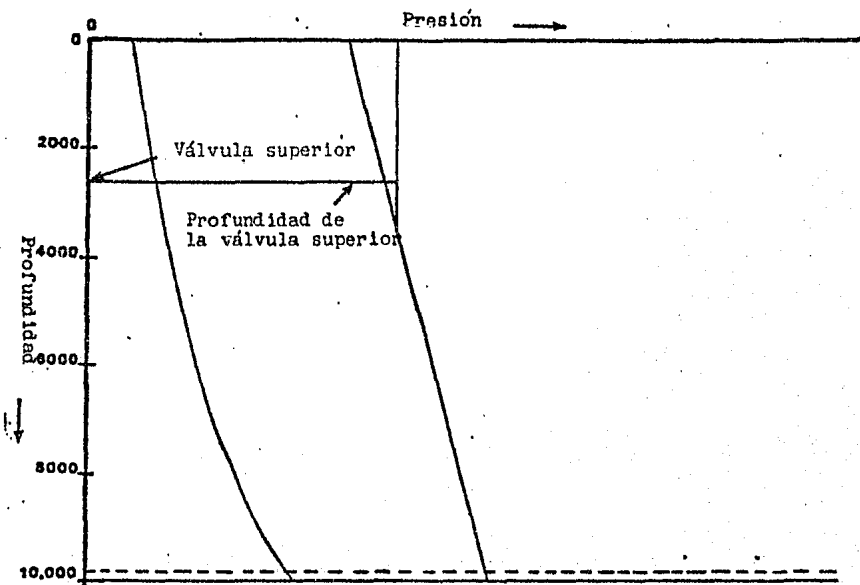


Figura 27

Trace la profundidad de esta válvula (figura 27).

11. Trace una línea recta y paralela, 50 (lb/pg 2) menor que el gradiente de presión de inyección del gas operante, y nombréla DP (figura 28).

12. Trace el gradiente de presiones del fluido de control desde una presión de cero, o desde la presión de descarga del fluido de control (figura 29).

13. El punto donde se intersectan la línea de la profundidad de la primera válvula y la curva de gradiente, se llama presión de producción mínima (Ppmin), (figura 29).

14. Trácese una línea paralela a la línea del gradiente del fluido de control, comenzando en Ppmin. Terminando en la línea DP (figura 29).

15. En la intersección de la línea DP. y la línea paralela al gradiente del fluido de control, se traza una línea horizontal, esta es la profundidad de la segunda válvula en el diseño (figura 29).

16. Las temperaturas a las que se encuentran las valvulas, se determinan, intersectando las profundidades de las válvulas con la línea del gradiente de temperatura.

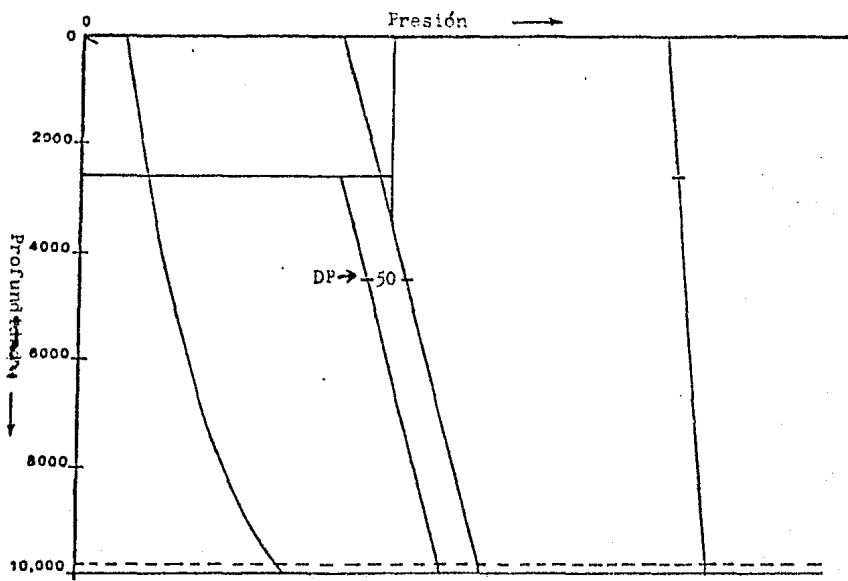


Figura 28

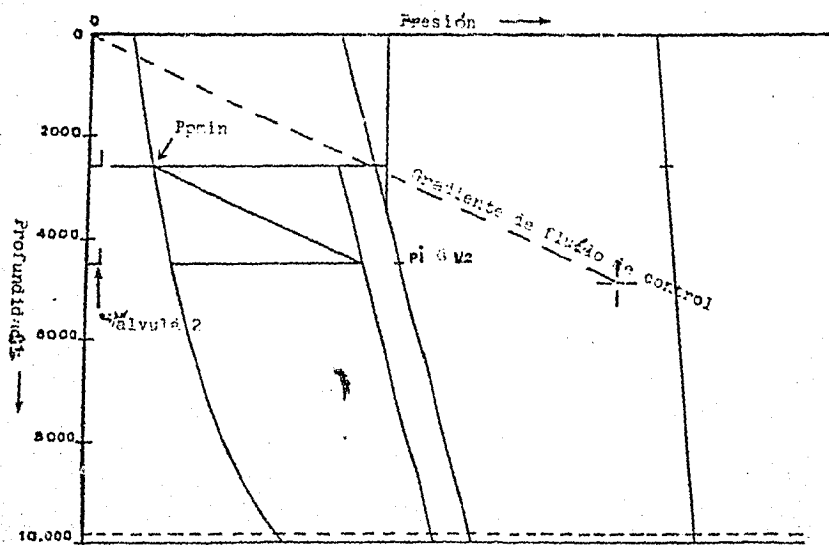


Figura 29

O con la siguiente fórmula:

$$T@L = Ts + L * ((Tbh - Ts) / Lt)$$

donde: T@L= Temperatura a la profundidad de la válvula.

Ts= Temperatura en la superficie

L= Profundidad de la válvula.

Tbh= Temperatura en el fondo del pozo.

Lt= Profundidad total del pozo.

17. Obtenga la relación gas líquido (RGL), requerida para desalojar el fluido de control, desde la válvula hasta la superficie. Esto se logra sobreponiendo el papel cuadrulado a las curvas de gradiente con las que se está trabajando.

La RGL que se debe obtener es la mínima que se sobreponga a la curva en el papel cuadrulado, desde la superficie, hasta la Ppmin. de la válvula.

18. Estime el gas necesario para desalojar el o los líquidos en la T.P. desde la primera válvula hasta la superficie, con la siguiente fórmula.

$$Qg = Cgt * Qa * RGL$$

donde: Qg= Gasto de gas requerido.

Cgt= Factor de corrección (ecuación en la figura 17).

Qa= Producción de aceite deseada.

RGL= Relación gas líquido obtenida en el punto 17.

19. Usando la figura 17, determine el diámetro del asiento de la válvula que se va a usar. En el caso de la primera válvula solamente, use como presión corriente arriba la presión de inyección del gas a la profundidad de la válvula, y como presión corriente abajo se usará la Ppmin.

Use el diámetro más pequeño posible.

20. Trace una línea desde la presión fluyendo en la boca del pozo, hasta el cruce de la línea de la profundidad de la segunda válvula con la línea DP (figura 30).

A el punto donde se intersecta esta línea con la línea de la profundidad de la primera válvula se le llama, presión de producción máxima (Ppmax).

21. Calcule el efecto por presión de producción (EPP) de la primera válvula, usando la siguiente ecuación.

$$EPP = (Ppmax - Ppmin) * FEP$$

donde: EPP= Efecto por presión de producción.

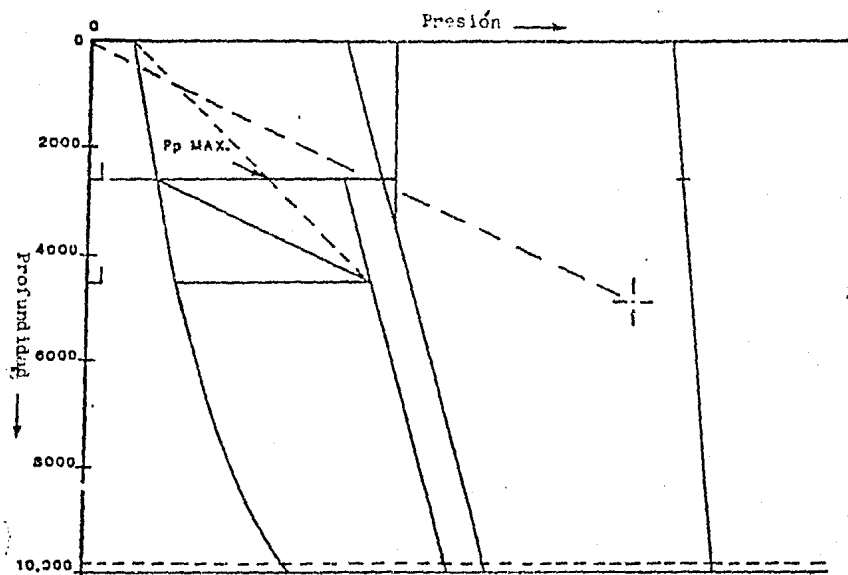


Figura 30

Especificaciones para válvulas de bombas neuráttico

Tipo de Válvula	A ₁ Área del dono Plg'2	A ₂		A ₂ /A ₁	1-A ₂ /A ₁	FLP A ₂ /A ₁ 1-A ₂ /A ₁
		Diámetro del orificio Plg	Área del orificio Plg'2			
J50, JR50	0.12	3/32	0.0077	0.06	0.94	0.07
		1/8	0.0133	0.11	0.89	0.12
		5/32	0.0204	0.17	0.83	0.21
		13/64	0.0340	0.28	0.72	0.39
		11/32	0.0955	0.80	0.20	4.00
AK, AKR, BK-1, BK, BKF, BK-5-1, BKF-5-1, BKR-3, BP, J46-0, J40, J41, BKF-6, BP-2, JR40, PK-1, BKF-10	0.31	1/8	0.0133	0.043	0.957	0.045
		3/16	0.0291	0.094	0.906	0.104
		1/4	0.0511	0.164	0.836	0.196
		9/32	0.0643	0.207	0.793	0.261
		5/16	0.0792	0.255	0.745	0.342
3/8	0.1134	0.365	0.635	0.575		
CP-2, J20 JR20, R20 R21, R25 R2E, R29, RP-2, RPB-5, R-26, RI-21, RI-20	0.77	3/16	0.0291	0.038	0.962	0.040
		1/4	0.0511	0.067	0.933	0.072
		5/16	0.0792	0.104	0.896	0.116
		3/8	0.1134	0.148	0.852	0.174
		7/16	0.1538	0.201	0.799	0.252
1/2	0.2002	0.262	0.738	0.355		

Figura 31

FEP= Factor por efecto de producción. Se encuentra en las tablas de las válvulas (figura 31).

Este EPP es debido a la contrapresión que existe en la tubería de producción, y que afecta en la apertura de la válvula como se vio en el capítulo 3.

22. Calcule la presión de operación (P_o) de la segunda válvula, usando la siguiente ecuación.

$$P_o = P_{iv2} - EPP_{v1}$$

donde: P_o = Presión de operación.

P_{iv2} = Presión de inyección de la válvula 2.

EPP_{v1} = Efecto por presión de producción de la primera válvula.

23. Encuentre la P_{pmin} de la segunda válvula repitiendo el paso 13.

24. Encuentre la RGL necesaria para la segunda válvula, repitiendo el paso 17.

25. Encuentre el gasto de gas necesario para la segunda válvula repitiendo el paso 19.

26. Encuentre el diámetro del asiento de la segunda válvula repitiendo el paso 19, pero ahora usando como presión corriente arriba a P_o .

27. Localice la tercera válvula trazando una paralela a el gradiente del fluido de control, desde P_{pminv2} hasta DP . menos EPP. (figura 32). Ahora trace una línea horizontal desde este punto hasta la curva de gradientes de presión.

28. Encuentre la presión de inyección y la P_{pmin} . (figura 33).

29. Encuentre la temperatura y la RGL repitiendo los pasos 16 y 17 respectivamente.

30. Encuentre la P_{pmax} de la segunda válvula repitiendo el paso 20 (figura 34).

31. Calcule el EPP de la tercera válvula con la fórmula del paso 21.

32. Calcule la sumatoria de el EPP, (SEPP) sumando los EPP de la segunda y tercera válvula.

33. Calcule la presión de operación de la tercera válvula (P_{ov3}) usando la siguiente ecuación.

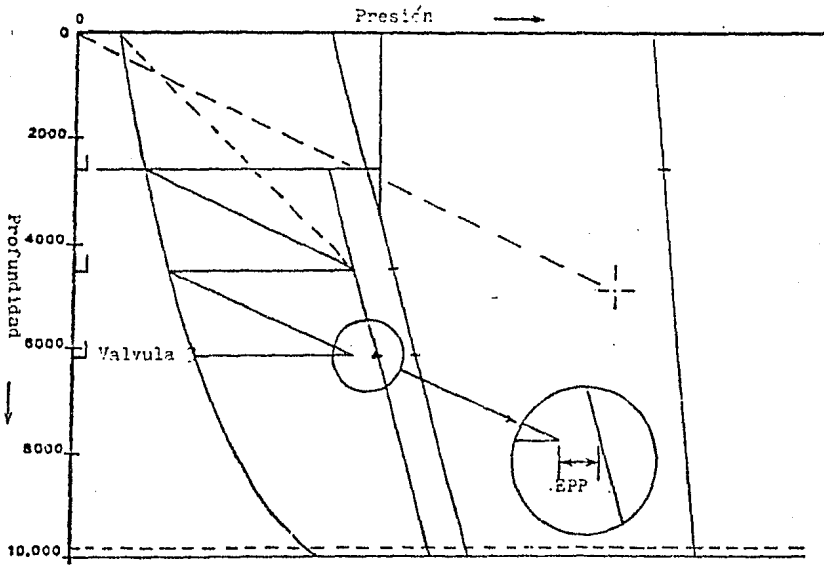


Figura 32

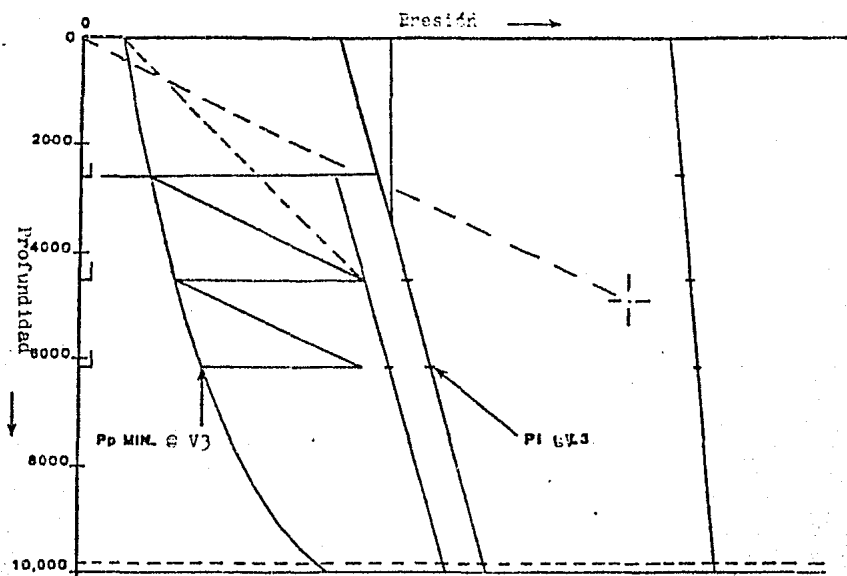


Figura 33

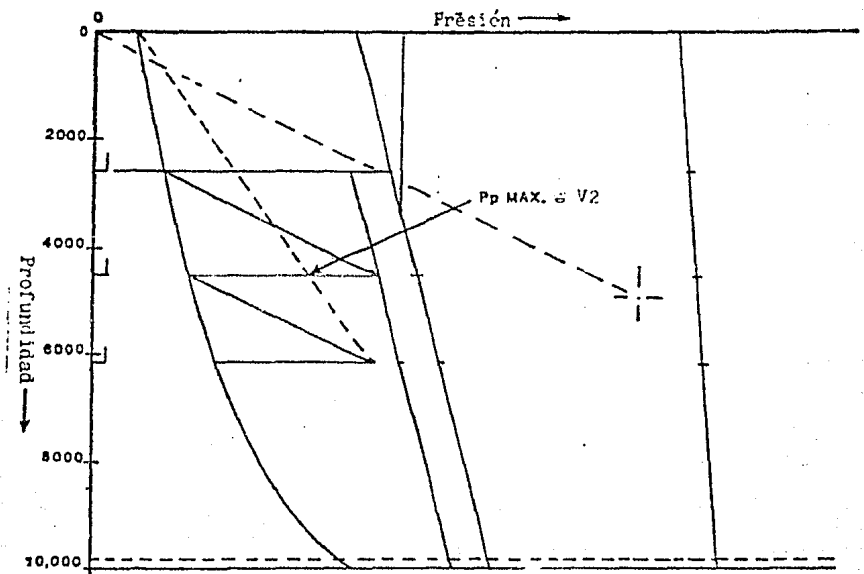


Figura 34

$$Pov3 = Piv3 - SEPP$$

donde $Piv3$ = presión de inyección de la tercera válvula.

$SEPP$ = sumatoria de el efecto por presión de producción.

34. Calcule el gasto necesario y el diámetro del asiento de la tercera válvula repitiendo los pasos 18 y 26.

35. Para encontrar la profundidad a la que se deben encontrar el resto de las válvulas, se deben repetir los pasos usados para encontrar la tercera válvula. Sólo que, se resta la $SEPP$ y no la EPP (figura 35).

Esto se hace hasta que se llegue a la profundidad del empacador o hasta llegar al punto de inyección óptimo (figura 36).

36. Calcule la presión que debe llevar cada domo de cada válvula con la siguiente ecuación.

$$Pd@L = Po@L * (1 - Aa/Ad) + (Ppmin * (Aa/Ad))$$

donde: $Pd@L$ = presión del domo a la profundidad de la válvula.

$Po@L$ = Presión de operación a la profundidad de

la válvula.

$A_a =$ Área del asiento de la válvula.

$A_d =$ Área del domo de la válvula.

37. Encuentre el factor de corrección por temperatura (C_t), de la figura 37.

38. Encuentre la presión de apertura en el taller. Esta es la presión que deberá tener el domo de la válvula, estando esta a 60°F . Usando la siguiente fórmula.

$$PAT = (Pd @ L * C_t) / (1 - (A_a / A_d))$$

donde PAT = Presión de apertura de la válvula en el taller.

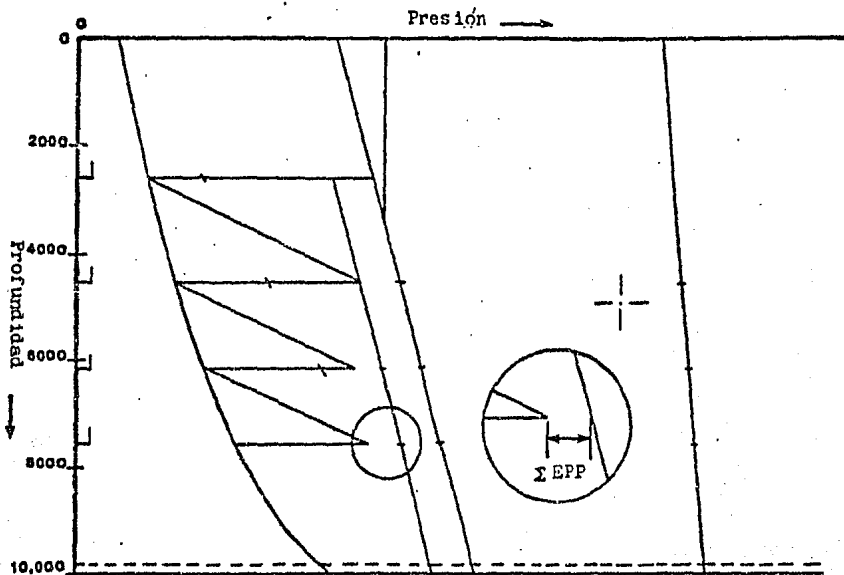


Figura 35

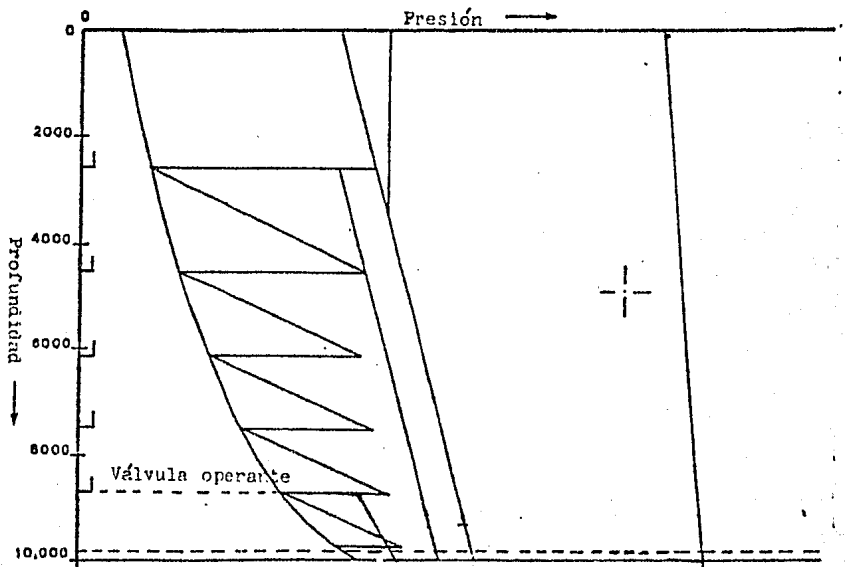


Figura 36

(Ct) Tabla de factores de corrección por temp.

Ct = $\frac{\text{Presión en el domo @ } 60^{\circ}\text{F}}{\text{Presión en el domo @ Temp. a la profundidad de la válv.}}$

°F	Ct	°F	Ct	°F	Ct	°F	Ct	°F	Ct	°F	Ct
61	.998	101	.919	141	.852	181	.794	221	.743	261	.698
62	.996	102	.917	142	.850	182	.792	222	.742	262	.697
63	.994	103	.915	143	.849	183	.791	223	.740	263	.696
64	.991	104	.914	144	.847	184	.790	224	.739	264	.695
65	.989	105	.912	145	.845	185	.788	225	.738	265	.694
66	.987	106	.910	146	.844	186	.787	226	.737	266	.693
67	.985	107	.908	147	.842	187	.786	227	.736	267	.692
68	.983	108	.906	148	.841	188	.784	228	.735	268	.691
69	.981	109	.905	149	.839	189	.783	229	.733	269	.690
70	.979	110	.903	150	.838	190	.782	230	.732	270	.689
71	.977	111	.901	151	.836	191	.780	231	.731	271	.688
72	.975	112	.899	152	.835	192	.779	232	.730	272	.687
73	.973	113	.898	153	.833	193	.778	233	.729	273	.686
74	.971	114	.896	154	.832	194	.776	234	.728	274	.685
75	.969	115	.894	155	.830	195	.775	235	.727	275	.684
76	.967	116	.893	156	.829	196	.774	236	.725	276	.683
77	.965	117	.891	157	.827	197	.772	237	.724	277	.682
78	.963	118	.889	158	.826	198	.771	238	.723	278	.681
79	.961	119	.887	159	.825	199	.770	239	.722	279	.680
80	.959	120	.886	160	.823	200	.769	240	.721	280	.679
81	.957	121	.884	161	.822	201	.767	241	.720	281	.678
82	.955	122	.882	162	.820	202	.766	242	.719	282	.677
83	.953	123	.881	163	.819	203	.765	243	.718	283	.676
84	.951	124	.879	164	.817	204	.764	244	.717	284	.675
85	.949	125	.877	165	.816	205	.762	245	.715	285	.674
86	.947	126	.876	166	.814	206	.761	246	.714	286	.673
87	.945	127	.874	167	.813	207	.760	247	.713	287	.672
88	.943	128	.872	168	.812	208	.759	248	.712	288	.671
89	.941	129	.871	169	.810	209	.757	249	.711	289	.670
90	.939	130	.869	170	.809	210	.756	250	.710	290	.669
91	.938	131	.868	171	.807	211	.755	251	.709	291	.668
92	.936	132	.866	172	.806	212	.754	252	.708	292	.667
93	.934	133	.864	173	.805	213	.752	253	.707	293	.666
94	.932	134	.863	174	.803	214	.751	254	.706	294	.665
95	.930	135	.861	175	.802	215	.750	255	.705	295	.664
96	.928	136	.860	176	.800	216	.749	256	.704	296	.663
97	.926	137	.858	177	.799	217	.748	257	.702	297	.662
98	.924	138	.856	178	.798	218	.746	258	.701	298	.662
99	.923	139	.855	179	.796	219	.745	259	.700	299	.661
100	.921	140	.853	180	.795	220	.744	260	.699	300	.660

Figura 37

Controles en la superficie

El único control de superficie comunmente usado en una instalación de extracción por gas de flujo continuo es un estrangulador ajustable en la inyección de gas. Los gastos de producción están controlados mediante la variación en las cantidades del gas inyectado, mas que estrangulando la producción.

Es deseable tener un medidor funcionando en la tubería de inyección de gas para medir la cantidad de gas de inyección.

Cuidados en la descarga del fluido de control.

Las instalaciones de bombeo neumático pueden dañarse en la primera o segunda hora de descarga por operadores impacientes o ignorantes. Todo el líquido que está encima de la válvula superior tiene que pasar por ella durante la descarga. La presión del gas se debe aumentar lentamente durante el proceso de envío, para prevenir un alto diferencial de presiones a través de la válvula superior. Preferiblemente esta diferencial de presión debiera ser controlada a una cantidad menor de 100 (lb/pg 2). Las siguientes direcciones se recomiendan para arrancar una instalación de bombeo neumático.

1. Se asegura que todas las válvulas entre el pozo y el separador se encuentren abiertas.

2. Se comienza inyectando gas lentamente de modo que la presión del gas aumente a razón de 5 lb/plg 2 por minuto, hasta que la presión del gas sea de 300 lb/plg 2 mas, que la presión de producción en el cabezal del pozo.

3. Se ajusta el estrangulador en la inyección de gas, hasta obtener el gasto deseado de descarga.

Correccion de fallas

Las instalaciones de producción por bombeo neumático están diseñadas para descargar los fluídos con una mínima cantidad de controles manuales. Es necesaria una constante observación del gasto del pozo para mantener una máxima producción económica. Estas observaciones incluyen pruebas de pozo, presiones en la T.P y en la T.R., volúmenes de gas de entrada, registros de temperatura y de presiones de fondo, presiones estáticas del pozo y características de los fluídos producidos.

Si una instalación deja de funcionar satisfactoriamente, deberá analizarse cuidadosamente, antes de cambiar las válvulas. La mayoría de los problemas pueden determinarse cuando todavía el pozo está produciendo. Muchos problemas pueden corregirse o minimizarse en la superficie. Si fuese necesario sacar las válvulas, la nueva instalación deberá basarse en un análisis del diseño anterior.

Equipo de superficie

La figura 38 muestra una instalación de bombeo neumático típica, con todo y equipo de superficie.

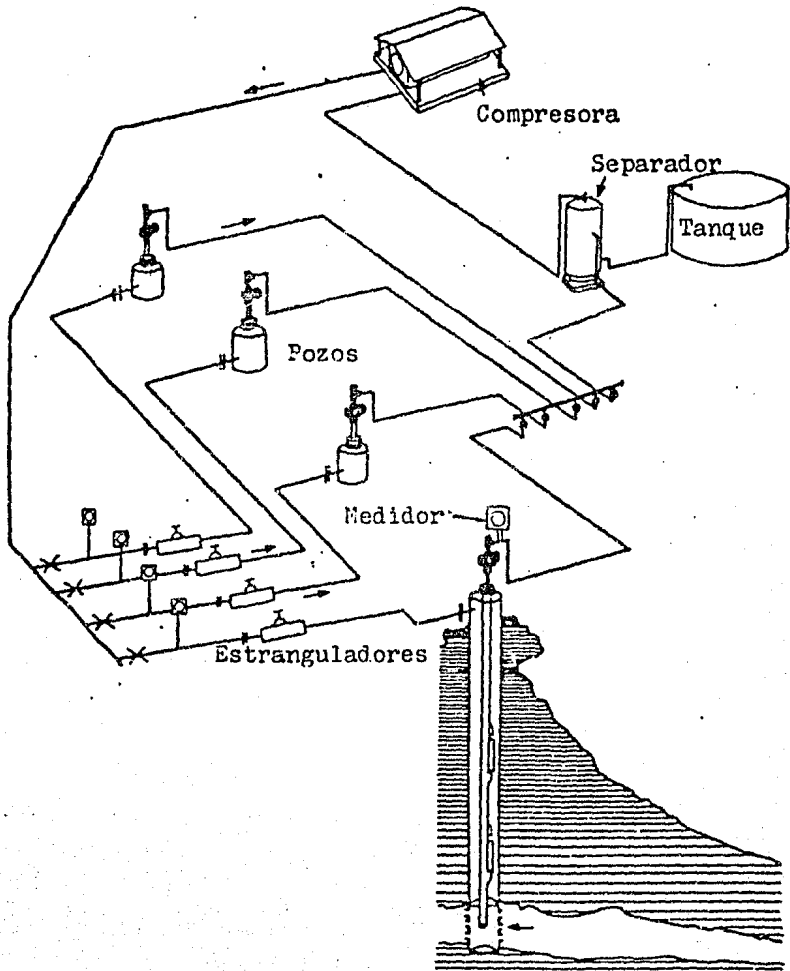


Figura 38

CAPITULO VII

PROGRAMA DE COMPUTO PARA EL DISEÑO DE UNA INSTALACION DE BOMBEO NEUMATICO EN FLUJO CONTINUO

- a) Descripción de los programas.
- b) Nomenclatura usada en los programas.
- c) Diagrama de flujo de los programas.
- d) Comparación de los resultados de un programa hecho a mano y el realizado por la computadora.
- e) Conclusiones.
- f) Bibliografía.

PROGRAMA DE COMPUTO PARA EL DISEÑO DE UNA INSTALACION DE BOMBEO NEUMATICO EN FLUJO CONTINUO

El programa consta de 5 partes, esto se hizo así por la falta de memoria de la microcomputadora en donde se escribió el programa.

La computadora que se utilizó fue una Commodore 64 la cual tiene 64K de memoria. El programa está escrito en Basic en las 4 primeras partes, por lo que puede ser utilizado en cualquier computadora que tenga un compilador de Basic.

La única dificultad que se puede tener al capturar el programa en otra computadora, es el manejo de los archivos. Así que se recomienda checar el manual de archivos de la computadora que se va a utilizar.

La última parte del programa, en su mayoría, está escrito en lenguaje de máquina, esto fue debido a que esta parte del programa es la que grafica los resultados del diseño, y la Commodore 64 tiene que ser programada en lenguaje de máquina para poder graficar.

Si se capturan las cuatro primeras partes del programa se podrán obtener los resultados del diseño aunque estos no se grafiquen.

Descripción de los programas:

Programa 1

Pregunta los datos para el diseño y los guarda en un archivo.

Programa 2

Calcula 10 diferentes presiones a 10 diferente profundidades y los guarda en un archivo.

Programa 3

Obtiene una ecuación de segundo grado a partir de los datos del programa 2.

Esta ecuación es la curva de gradiente del flujo multifásico.

Programa 4

Encuentra las curvas de RGL que coincidan con las diferentes P_{pmin} a la profundidad de cada válvula, esto se logra haciendo un "barrido" de todas las curvas.

Después de calcular la RGL, calcula el gas necesario, el diámetro del asiento de la válvula, la presión de operación y obtiene la profundidad de la válvula siguiente. Después obtiene las presiones de apertura en el taller de cada válvula. Este programa es propiamente el diseño del aparejo.

Programa 5

Grafica el diseño de bombeo neumático y después lo imprime.

El diagrama de flujo de los cinco programas se presenta en la figura 40.

NOMENCLATURA DE LOS PROGRAMAS

NOTA: cuando se encuentre una (G), se debe buscar el significado de la variable en la grafica de la figura 39.

- VG- Volumen de gas disponible.
- GA- Gasto de producción deseado.
- DI- Diámetro interior de la I.P.
- DO- Profundidad de los disparos.
- ER- Profundidad del empacador.
- CL- Presión fluyendo en la boca del pozo.
- KF- Presión de arranque del compresor.
- IY- Presión de inyección del gas en la superficie.
- SE- Temperatura en la boca del pozo en la superficie.
- FO Temperatura en el fondo del pozo.
- FC- Gradiente del fluido de control.
- AD- Área del fuelle de la válvula.
- RG- Relación gas líquido.
- X- Variable de profundidad.
- PR- Presion obtenida a la profundidad "X".
- WW(SU)- Presiones "PR".
- QQ(1)- (G).
- QQ(2)- (G).
- CT- (G).
- Y(X)- Presiones correspondientes a las profundidades de 9000 y 10000 pies de el gradiente de curvas de caídas de presión en tuberías verticales.

LS- (G).

CB- (G).

GF- Presión del gas de inyección a la profundidad de los disparos.

L(1)- (G).

MM- (G).

NN- (G).

NR- (G).

MG- (G).

L(H)- Profundidades de las válvulas (G).

PL(H)- Presión de producción mínima "Ppmin", (G).

MI- Ppmin cuando no existe presión en la boca del pozo.

CC- Punto óptimo de inyección.

T(H)- Temperaturas a las que se encuentran las válvulas en sus respectivas profundidades.

PG(H)- (G).

QC- Gasto de gas mínimo requerido por cada válvula.

XK- Es la relación entre la presión corriente abajo y la presión corriente arriba de un orificio por donde pasa el gas.

YK- Resultado de la ecuación de la curva de la figura 17 "K".

CF- Coeficiente de los orificios de la figura 17.

D(H)- Diámetros de los orificios de los asientos de las válvulas.

AO(H)- Áreas de los orificios de los asientos.

- FP- Factor por efecto de presión de la T.P. "FEP".
- PE(H)- Efecto por presión de producción "EPP".
- SU- Sumatoria de EPP.
- PO(H)- Presión de operación de la válvula a la profundidad que se encuentra.
- BT(H)- Presión dentro del domo de la válvula, a la profundidad que está la válvula.
- TC- Factor de corrección por temperatura.
- RO(H)- Presión de apertura de la válvula en el taller @ 60 °F.
- N(H)- (G).
- PP(H)- (G).
- LL- (G).
- MZ(H)- (G).
- NZ(H)- (G).
- MA(H)- (G).

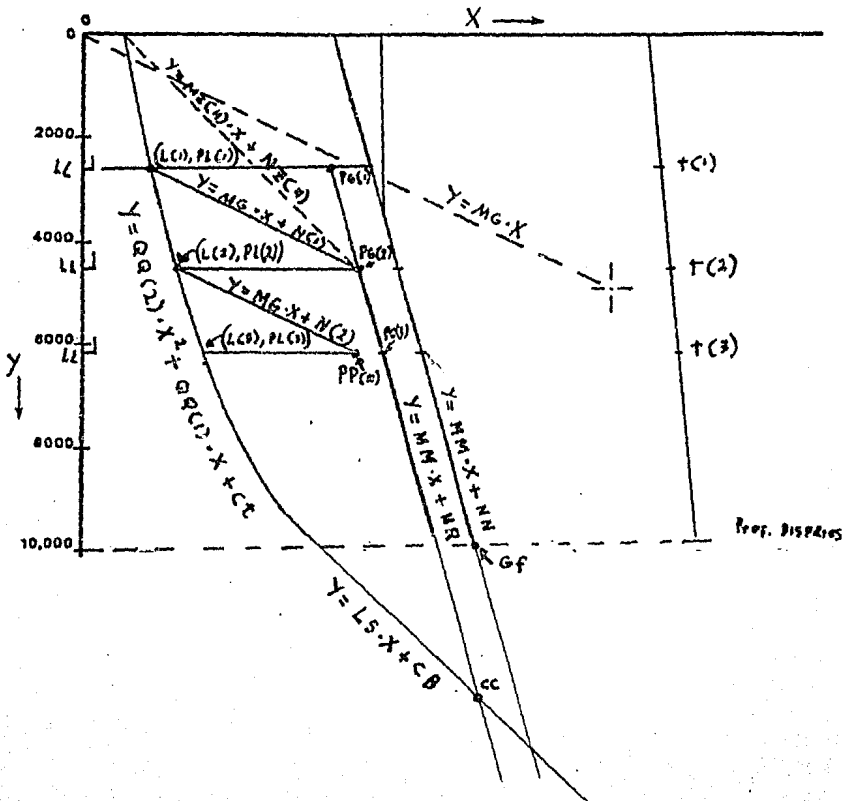


Figura 39

Diagrama de flujo

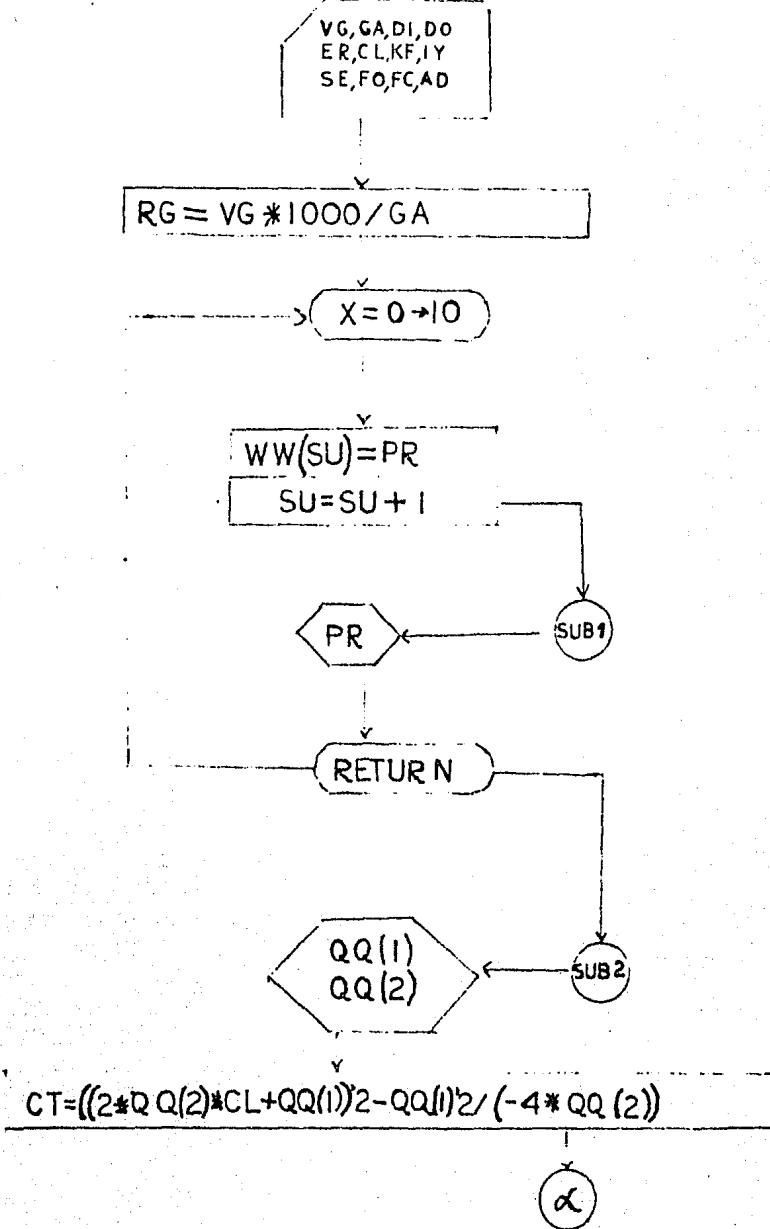


Figura 40

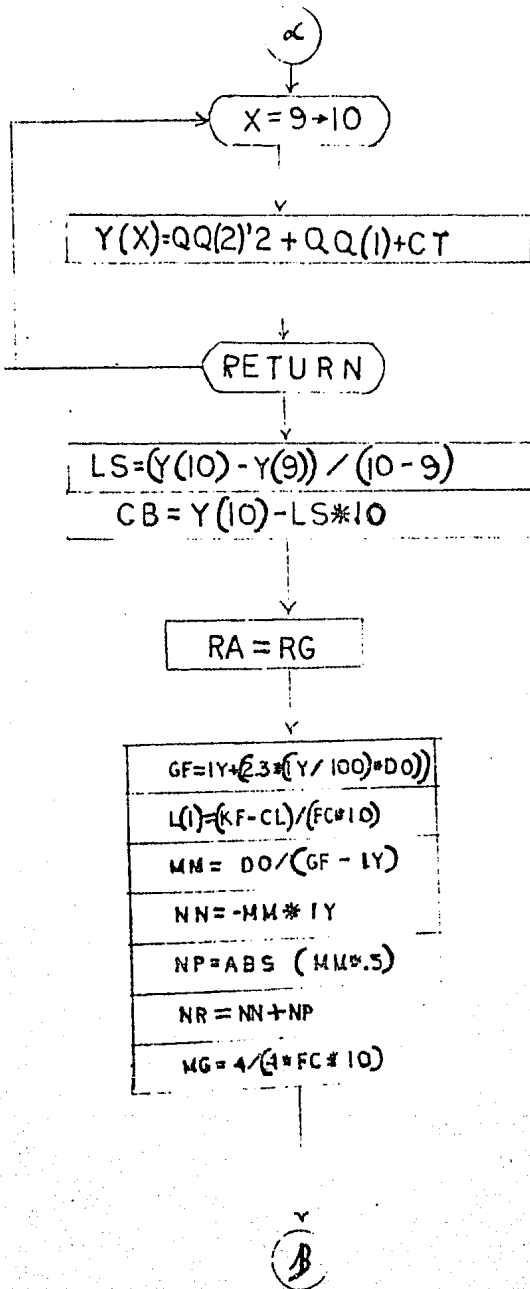


Figura 40

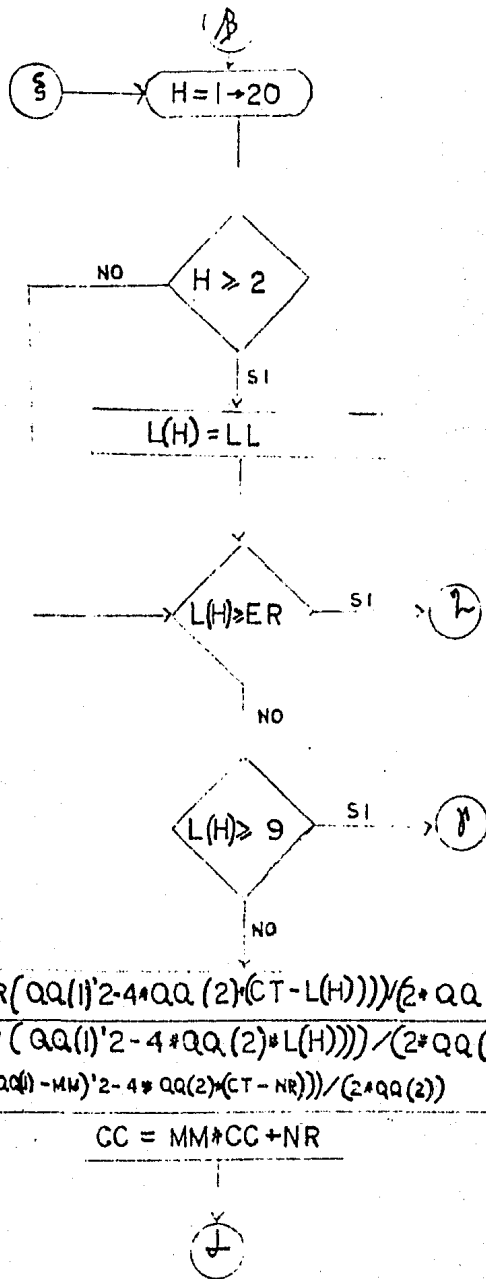


Figura 40

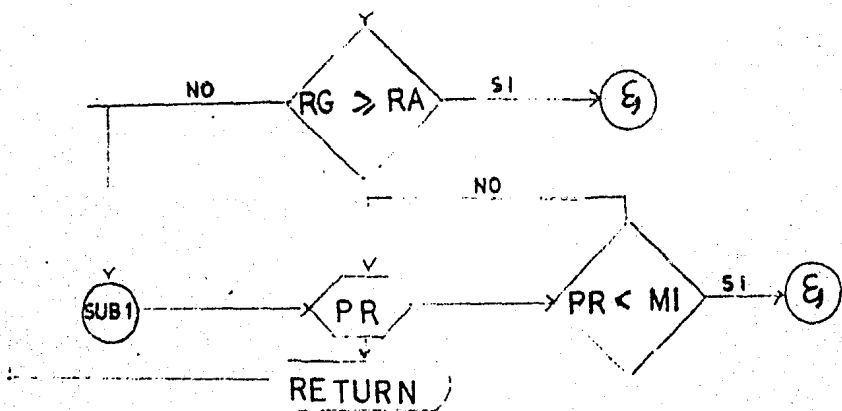
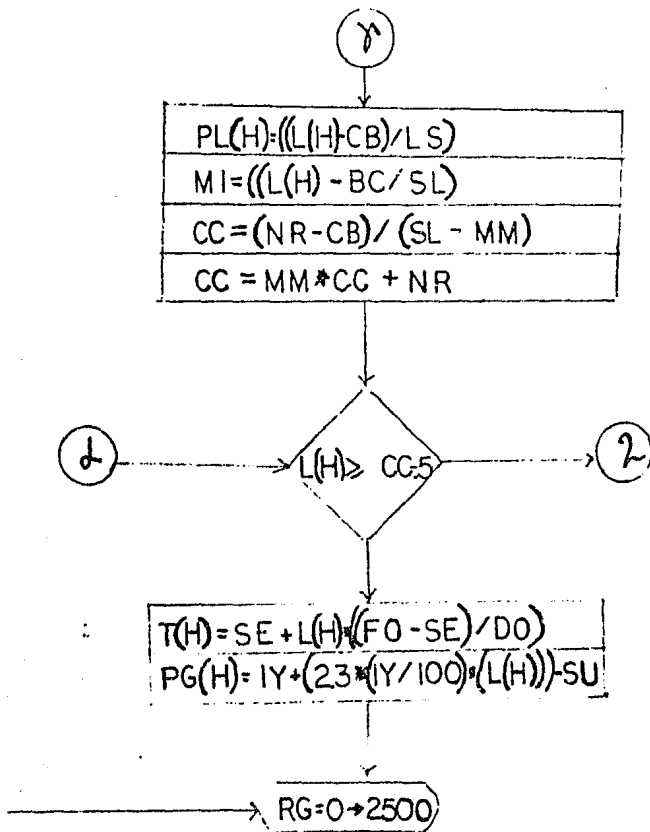
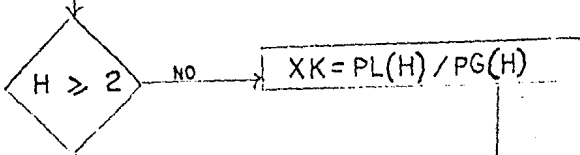


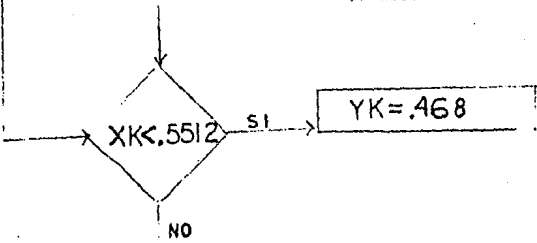
Figura 40

(8)

$$QG = ((.0544 * \text{SQR}(.65 * T(H) + 460))) * GA + RG / 1000$$
$$QC = QG / (.0544 * \text{SQR}(.65 * T(H) + 460))$$



$$XK = PL(H) / PO(H-1)$$



$$YK = -3.55 * XK^2 + 466 * XK - 105$$
$$CF = (QC / YK * PG(H)) / 100$$
$$D(H) = \text{SQR}(CF / 46.08)$$
$$AO(H) = (D(H)^2 * \pi) / 4$$
$$FP = (AO(H) / AD) * (1 - AO(H) / AD)$$
$$PE(H) = (MA(H-1) - PL(H-1)) * FP$$
$$SU = SU + PE(H)$$

(9)

Figura 40

ω

$$PO(H) = PG(H) - PE(H)$$

$$BT(H) = PO(H) * (1 - AO(H)/AD) + (PL(H) * AO(H)/AD)$$

$$TC = .24E-5 * T(H)^2 - .0022 * T(H) + 1.125$$

$$RO(H) = (BT(H) * TC) / (1 - AO(H)/AD)$$

$$N(H) = L(H) - (MG * PL(H))$$

$$PP(H) = ((N(H) - NR) / (MM - MG)) * SU$$

$$LL = MG * PP(H) + N(H)$$

$$MZ(H) = LL / PP(H) - CL$$

$$NZ(H) = MZ(H) * CL$$

$$MA(H) = (L(H) - NZ(H)) / MZ(H)$$

RETURN → ⑆

SUB1 - Programa 2 (caidas de presion en tuberias verticales)

SUB2 - Programa 3 (regresion matematica para ecuaciones de grado 2)

L(H) PL(H) MA(H)

PE(H) PG(H) PO(H)

RG(H) AO(H) RO(H)

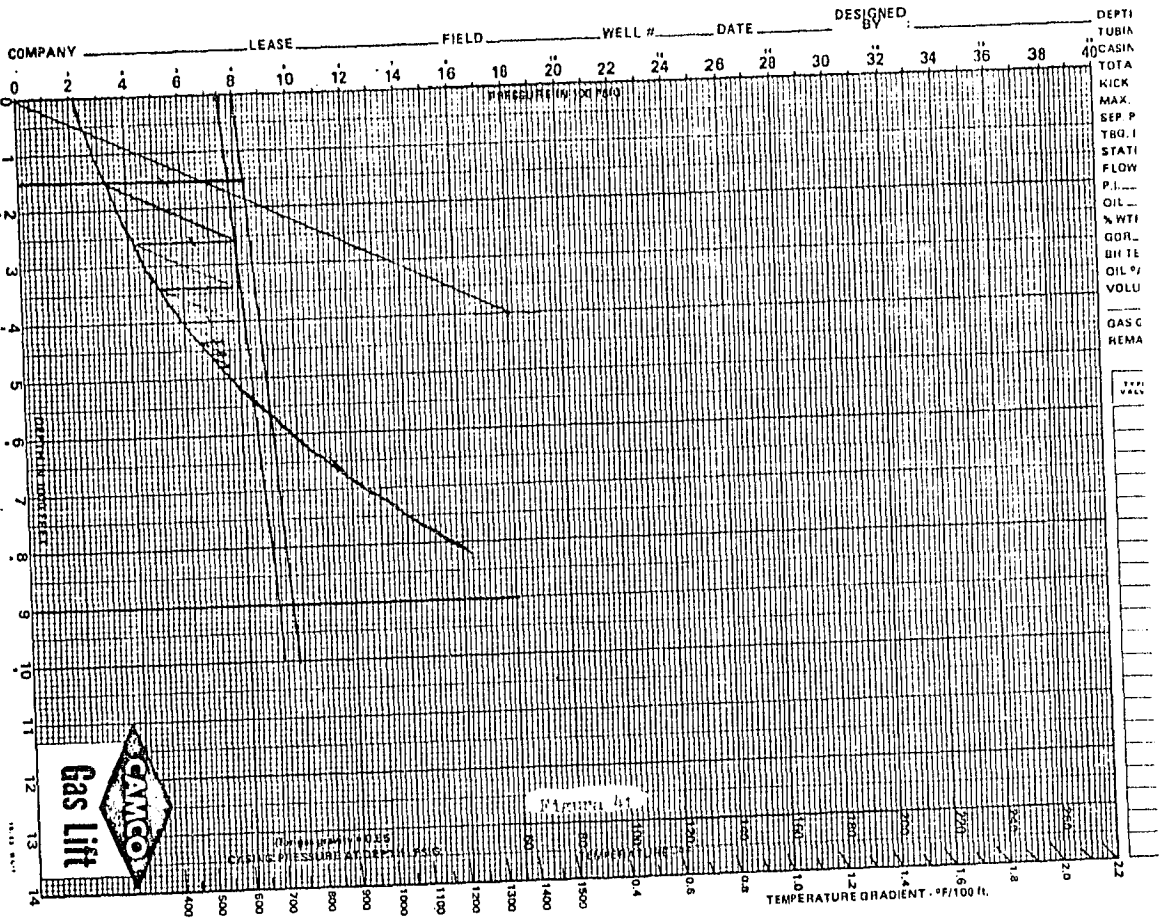
2

Figura 40

Comparación de los resultados de los
diseños del aparejo.

Datos de los dos diseños:

Volumen de gas disponible - 400,000 pies³/día
Gasto de producción deseado - 1000 Brl/día
Profundidad de los disparos - 10,000 pies
Profundidad del empacador - 9000 pies
Presión en la boca del pozo fluyendo - 200 lb/pg²
Presión de arranque - 900 lb/pg²
Presión de Inyección de gas en superficie - 800 lb/pg²
Temperatura en la boca del pozo - 100 F
Temperatura en el fondo del pozo - 200 F
Gradiente del fluido de control - .45 lb/pg²/pie
Área del domo de la válvula que se usara - .12 pg²



Resultados del diseño

pies	PR	lb/pg'2				°F				pie'3/brl		MCFD		
Prof.	Valvula y Liam. asleñ	Ppmin	Ppmax	EPP	SEPP	Piny. Ø L	Pope. Ø L	P domo Ø L	Temp	Ct	FAT	RGL	FEP	Gas rec.
1555	J50-3/32	325	540	15	0	830	830	800	115	.894	760	125	.07	131
2660	J50-1/8	420	640	26	15	850	835	790	126	.876	777	200	.120	212
3400	J50-5/32	520	700	38	41	860	819	768	134	.863	798	300	.210	320
4000	J50-5/32	590	700	23	79	880	801	765	140	.853	786	320	.210	343
4350	J50-5/32	650	710	12	102	885	783	760	144	.847	775	350	.210	377
4600	J50-13/64	690	730	15	114	890	776	751	146	.844	880	400	.390	428
4800	J50-13/64	710	---	--	129	895	766	750	148	.841	876	400	.390	432

Figura 41

Diseño gráfico de la instalación de bombeo neumático por computadora

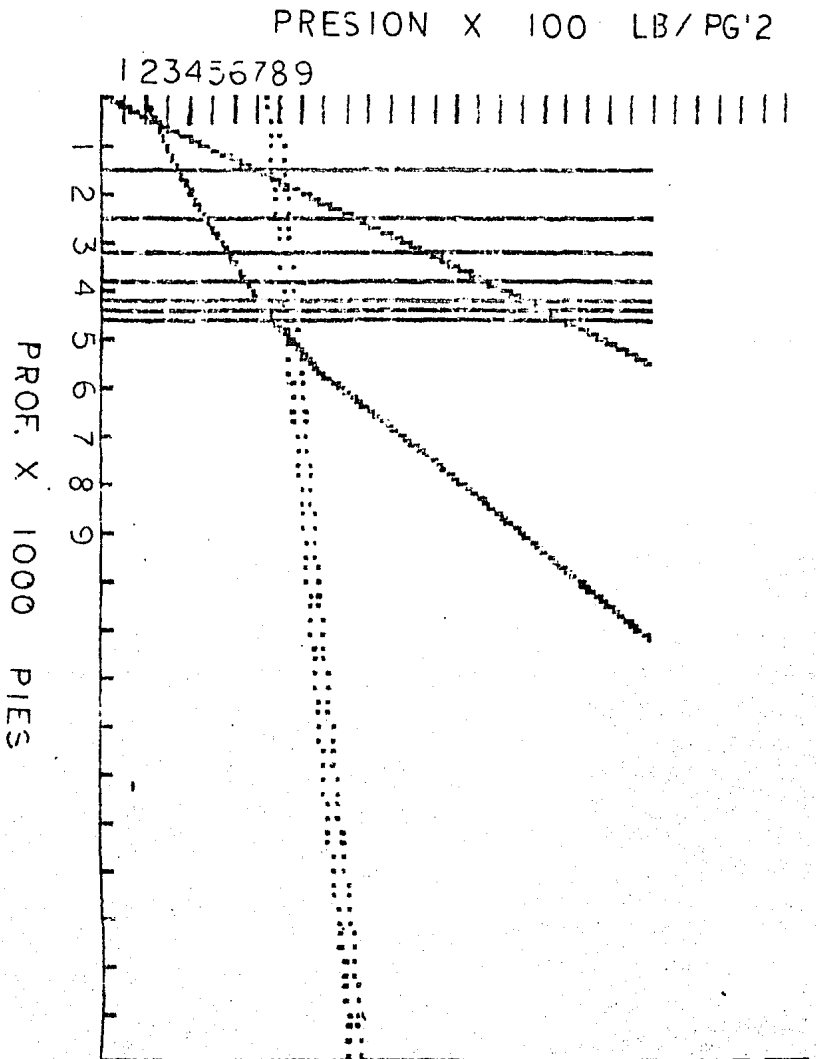


Figura 42

Resultados del diseño
por computadora

PROFUND.	FRMIN	FRMAX	EPP
1555	302	568	
2580	474	670	20
3235	570	733	21
3819	643	793	21
4217	702	793	24
4491	753	811	55
4575	784		35

P. INV. QL	P. OPE. QL	P. DOMO	TEMP
823	133	796	115
846	825	794	125
660	818	734	132
873	817	733	133
877	789	775	142
880	710	741	144
896	656	733	146

RGL	AO	PAT
190	8.35060062E-03	765
240	.0105661012	751
283	.0117388266	762
330	.0142339772	767
320	.0205002863	797
480	.047670403	1046
400	.0717720297	1533

Figura 42

Programa # 1

Introducción de datos

```

1 CLR:PRINT""
3 PRINT"DESEA UD. : "
4 PRINT"1) TRABAJAR CON UNIDADES INGLESAS"
5 PRINT"2) TRABAJAR CON EL SISTEMA METRICO"
6 INPUT""; IO
8 IF IO=2 THEN 300
9 IF IO <> 1 THEN 1
10 PRINT"VOLUMEN DE GAS DISPONIBLE [MCFD] ": INPUT VG
20 PRINT"GASTO DESEADO [BRL/DIA] ": INPUT GA
30 PRINT"DIAMETRO INTERIOR [PLG] ": INPUT DI
40 PRINT"PROFUNDIDAD DE LOS DISPAROS [PIES] ": INPUT DO
45 DO=DO/1000
50 PRINT "PROFUNDIDAD DEL EMPACADOR [PIES] ": INPUT ER
55 ER=ER/1000
60 PRINT"PRESION EN EL CABEZAL [PSIG] ": INPUT CL
65 CL=CL/100
90 PRINT"PRESION DE KICKOFF [PSIG] ": INPUT KF
95 KF=KF/100
100 PRINT"PRESION DE INYECCION [PSIG] ": INPUT IY
105 IY=IY/100
110 PRINT"TEMPERATURA EN SUPERFICIE [CF] ": INPUT SE
120 PRINT"TEMPERATURA EN EL FONDO [CF] ": INPUT FO
135 PRINT"GRADIENTE DEL FLUIDO-CONTROL [PSI/PIE]": INPUT FC
137 PRINT"AREA DEL DOMO DE LA VALVULA [PLG^2] ": INPUT AD
140 GOTO 640
300 PRINT""
310 PRINT"VOLUMEN DE GAS DISPONIBLE [M^3] ": INPUT VG
315 VG=(VG*35.31466)/1000
320 PRINT"GASTO DESEADO [M^3/DIA] ": INPUT GA
325 GA=GA*6.289811
330 PRINT"DIAMETRO INTERIOR [PLG] ": INPUT DI
340 PRINT"PROFUNDIDAD DE LOS DISPAROS [MTS] ": INPUT DO
345 DO=(DO*3.280840)/1000
350 PRINT "PROFUNDIDAD DEL EMPACADOR [MTS] ": INPUT ER
355 ER=(ER*3.280840)/1000
360 PRINT"PRESION EN EL CABEZAL [KG/CM^2] ": INPUT CL
365 CL=(CL*14.22334)/100
390 PRINT"PRESION DE KICKOFF [KG/CM^2] ": INPUT KF
395 KF=(KF*14.22334)/100
400 PRINT"PRESION DE INYECCION [KG/CM^2] ": INPUT IY
405 IY=(IY*14.22334)/100
410 PRINT"TEMPERATURA EN SUPERFICIE [C] ": INPUT SE
415 SE=1.8*SE+32
420 PRINT"TEMPERATURA EN EL FONDO [C] ": INPUT FO
425 FO=1.8*FO+32
435 PRINT"GRADIENTE DEL FLUIDO-CONTROL [KG/CM^2/M]": INPUT FC
436 FC=(14.22334/3.280840)*FC
437 PRINT"AREA DEL DOMO DE LA VALVULA [PLG^2] ": INPUT AD
640 OPEN#15,8,15
650 PRINT#15,"SO:ARCHIVO 1"
660 CLOSE#15
670 OPEN#8,8,"O:ARCHIVO 1,S,W"
680 PRINT#8, VG:PRINT#8, GA:PRINT#8, DI
690 PRINT#8, DO:PRINT#8, ER:PRINT#8, CL
700 PRINT#8, KF:PRINT#8, IY:PRINT#8, SE
710 PRINT#8, FO:PRINT#8, FC:PRINT#8, AD
730 CLOSE#8
735 PRINT"CARGANDO PROGRAMA 2"
740 PRINT""
741 PRINT"LOAD";CHR$(34);"2";CHR$(34);",8"
742 PRINT"FIN"

```

744 PRINT""

745 FOR I=631 TO 645:POKE I,13:NEXT:POKE 198,12:END

READY.

Programa # 2

```

1 CLR                               Cálculo de presiones a diferentes profundidades
2 PRINT""
10 OPEN#8,B,"ARCHIVO 1,S,R"
15 INPUT#8,VG,GA,DI,DO,ER,CL,KF,IY,SE,FO,FC,AD
20 CLOSE#8
30 RG=(VG*1000)/GA
32 DIM WW(55)
33 PRINT""
35 FOR X=0 TO 10
38 WW(SU)=PR
39 SU=SU+1
40 PRINT"PRESION =" ; INT(PR*100) ; "      [LB/PLG^2]"
45 PRINT"PROFUNDIDAD =" ; INT(X*1000) ; "[PIES]"
50 IF DI<3 THEN 200
60 GOTO 300
200 IF GA<=1000 THEN 1000
210 IF GA<=1500 THEN 3000
220 GOTO 5000
300 IF GA<=2000 THEN 11000
310 IF GA<=4000 THEN 13000
320 GOTO 15000
1000 IF RG<=25 THEN 1110
1010 IF RG<=50 THEN 1310
1020 IF RG<=100 THEN 1510
1030 IF RG<=200 THEN 1710
1040 IF RG<=300 THEN 1910
1050 IF RG<=400 THEN 2110
1060 IF RG<=600 THEN 2310
1070 IF RG<=1000 THEN 2510
1080 GOTO 2710
1110 Y1=3.703*X
1120 Y2=.14622*X*X+2.650*X+.1489
1130 Y3=((Y2-Y1)/(25-0))*(RG-0)+Y1
1140 Z1=3.757*X
1150 Z2=.1937*X*X+2.669*X+.0291
1160 Z3=((Z2-Z1)/(25-0))*(RG-0)+Z1
1170 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
1190 Y4=3.692*X
1200 Y5=.0852*X*X+3.057*X-.5520
1210 Y6=((Y5-Y4)/(25-0))*(RG-0)+Y4
1220 Z4=3.714*X
1230 Z5=.0333*X*X+3.383*X-.57224
1240 Z6=((Z5-Z4)/(25-0))*(RG-0)+Z4
1250 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
1270 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
1280 NEXT X
1290 GOTO 20000
1310 Y1=.1462*X*X+2.650*X+.1489
1320 Y2=.2605*X*X+1.441*X+0
1330 Y3=((Y2-Y1)/(50-25))*(RG-25)+Y1
1340 Z1=.1937*X*X+2.669*X+.0291
1350 Z2=.1875*X*X+2.533*X-.1685
1360 Z3=((Z2-Z1)/(50-25))*(RG-25)+Z1
1370 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
1390 Y4=.0852*X*X+3.057*X-.5520
1400 Y5=.0898*X*X+2.764*X-1.033
1410 Y6=((Y5-Y4)/(50-25))*(RG-25)+Y4
1420 Z4=.0333*X*X+3.383*X-.57224
1430 Z5=.0823*X*X+2.859*X-.9105
1440 Z6=((Z5-Z4)/(50-25))*(RG-25)+Z4
1450 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
1470 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
1480 NEXT X

```

1490 GOTO 20000
1510 Y1=.2605*X*X+1.441*X+0
1520 Y2=.2433*X*X+1.126*X-.2771
1530 Y3=((Y2-Y1)/(100-50))*(RG-50)+Y1
1540 Z1=.1875*X*X+2.533*X-.1685
1550 Z2=.2129*X*X+2.026*X-.1307
1560 Z3=((Z2-Z1)/(100-50))*(RG-50)+Z1
1570 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
1590 Y4=.0898*X*X+2.764*X-1.033
1600 Y5=.1579*X*X+1.746*X-.8420
1610 Y6=((Y5-Y4)/(100-50))*(RG-50)+Y4
1620 Z4=.0823*X*X+2.859*X-.9105
1630 Z5=.2400*X*X+1.462*X-.4358
1640 Z6=((Z5-Z4)/(100-50))*(RG-50)+Z4
1650 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
1670 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
1680 NEXT X
1690 GOTO 20000
1710 Y1=.2433*X*X+1.126*X-.2771
1720 Y2=.2543*X*X+.5042*X+.0182
1730 Y3=((Y2-Y1)/(200-100))*(RG-100)+Y1
1740 Z1=.2129*X*X+2.026*X-.1307
1750 Z2=.2021*X*X+1.699*X+0
1760 Z3=((Z2-Z1)/(200-100))*(RG-100)+Z1
1770 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
1790 Y4=.1579*X*X+1.746*X-.8420
1800 Y5=.2137*X*X+.4861*X+0
1810 Y6=((Y5-Y4)/(200-100))*(RG-100)+Y4
1820 Z4=.2400*X*X+1.462*X-.4358
1830 Z5=.2233*X*X+.6709*X-.0258
1840 Z6=((Z5-Z4)/(200-100))*(RG-100)+Z4
1850 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
1870 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
1880 NEXT X
1890 GOTO 20000
1910 Y1=.2543*X*X+.5042*X+.0182
1920 Y2=.1826*X*X+.4801*X+.0919
1930 Y3=((Y2-Y1)/(300-200))*(RG-200)+Y1
1940 Z1=.2021*X*X+1.699*X+0
1950 Z2=.1616*X*X+1.686*X+0
1960 Z3=((Z2-Z1)/(300-200))*(RG-200)+Z1
1970 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
1990 Y4=.2137*X*X+.4861*X+0
2000 Y5=.1887*X*X+.1046*X+.3538
2010 Y6=((Y5-Y4)/(300-200))*(RG-200)+Y4
2020 Z4=.2233*X*X+.6709*X-.0258
2030 Z5=.1931*X*X+.4269*X+.2526
2040 Z6=((Z5-Z4)/(300-200))*(RG-200)+Z4
2050 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
2070 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
2080 NEXT X
2090 GOTO 20000
2110 Y1=.1826*X*X+.4801*X+.0919
2120 Y2=.1383*X*X+.5396*X+.1421
2130 Y3=((Y2-Y1)/(400-300))*(RG-300)+Y1
2140 Z1=.1616*X*X+1.686*X+0
2150 Z2=.1316*X*X+1.676*X+.0797
2160 Z3=((Z2-Z1)/(400-300))*(RG-300)+Z1
2170 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
2190 Y4=.1887*X*X+.1046*X+.3538
2200 Y5=.1312*X*X+.2366*X+.3538
2210 Y6=((Y5-Y4)/(400-300))*(RG-300)+Y4
2220 Z4=.1931*X*X+.4269*X+.2526
2230 Z5=.1385*X*X+.5265*X+.2499
2240 Z6=((Z5-Z4)/(400-300))*(RG-300)+Z4
2250 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6


```

2270 PR=( (P2-PD) / (2-2.5) ) * (DI-2.5) +PD
2280 NEXT X
2290 GOTO 20000
2310 Y1=.1383*X*X+.5396*X+.1421
2320 Y2=.0530*X*X+.8363*X+.0732
2330 Y3=( (Y2-Y1) / (600-400) ) * (RG-400) +Y1
2340 Z1=.1316*X*X+1.676*X+.0797
2350 Z2=.0857*X*X+1.763*X-.0679
2360 Z3=( (Z2-Z1) / (600-400) ) * (RG-400) +Z1
2370 P2=( (Z3-Y3) / (1000-500) ) * (GA-500) +Y3
2390 Y4=.1312*X*X+.2366*X+.3538
2400 Y5=.0821*X*X+.4584*X+.1990
2410 Y6=( (Y5-Y4) / (500-400) ) * (RG-400) +Y4
2420 Z4=.1385*X*X+.5265*X+.2499
2430 Z5=.0721*X*X+.7913*X+.0993
2440 Z6=( (Z5-Z4) / (600-400) ) * (RG-400) +Z4
2450 PD=( (Z6-Y6) / (1000-500) ) * (GA-500) +Y6
2470 PR=( (P2-PD) / (2-2.5) ) * (DI-2.5) +PD
2480 NEXT X
2490 GOTO 20000
2510 Y1=.0530*X*X+.8363*X+.0732
2520 Y2=.0351*X*X+.9108*X+.0139
2530 Y3=( (Y2-Y1) / (1200-600) ) * (RG-600) +Y1
2540 Z1=.0857*X*X+1.763*X-.0679
2550 Z2=.0518*X*X+1.865*X+.0296
2560 Z3=( (Z2-Z1) / (1000-600) ) * (RG-600) +Z1
2570 P2=( (Z3-Y3) / (1000-500) ) * (GA-500) +Y3
2590 Y4=.0821*X*X+.4584*X+.1990
2600 Y5=.0396*X*X+.6321*X+.0971
2610 Y6=( (Y5-Y4) / (800-500) ) * (RG-500) +Y4
2620 Z4=.0721*X*X+.7913*X+.0993
2630 Z5=.0381*X*X+.9304*X+.0327
2640 Z6=( (Z5-Z4) / (1000-600) ) * (RG-600) +Z4
2650 PD=( (Z6-Y6) / (1000-500) ) * (GA-500) +Y6
2670 PR=( (P2-PD) / (2-2.5) ) * (DI-2.5) +PD
2680 NEXT X
2690 GOTO 20000
2710 Y1=.0351*X*X+.9108*X+.0139
2720 Y2=.0236*X*X+.9743*X-.0136
2730 Y3=( (Y2-Y1) / (2000-1200) ) * (RG-1200) +Y1
2740 Z1=.0518*X*X+1.865*X+.0296
2750 Z2=.0371*X*X+1.955*X-.0287
2760 Z3=( (Z2-Z1) / (1500-1000) ) * (RG-1000) +Z1
2770 P2=( (Z3-Y3) / (1000-500) ) * (GA-500) +Y3
2790 Y4=.0396*X*X+.6321*X+.0971
2800 Y5=.0155*X*X+.7222*X+.0506
2810 Y6=( (Y5-Y4) / (2000-800) ) * (RG-800) +Y4
2820 Z4=.0381*X*X+.9304*X+.0327
2830 Z5=.0237*X*X+1.025*X-.0257
2840 Z6=( (Z5-Z4) / (1500-1000) ) * (RG-1000) +Z4
2850 PD=( (Z6-Y6) / (1000-500) ) * (GA-500) +Y6
2870 PR=( (P2-PD) / (2-2.5) ) * (DI-2.5) +PD
2880 NEXT X
2890 GOTO 20000
3000 IF RG<=25 THEN 3110
3010 IF RG<=50 THEN 3310
3020 IF RG<=100 THEN 3510
3030 IF RG<=200 THEN 3710
3040 IF RG<=300 THEN 3910
3050 IF RG<=400 THEN 4110
3060 IF RG<=600 THEN 4310
3070 IF RG<=1000 THEN 4510
3080 GOTO 4710
3110 Y1=3.853*X
3120 Y2=.0247*X*X+3.605*X-.3484
3130 Y3=( (Y2-Y1) / (25-0) ) * (RG-0) +Y1

```

3140 Z1=3.757*X
3150 Z2=.1937*X*X+2.669*X+.0291
3160 Z3=((Z2-Z1)/(25-0))*(RG-0)+Z1
3170 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
3190 Y4=3.773*X
3200 Y5=.0596*X*X+3.217*X-.4819
3210 Y6=((Y5-Y4)/(25-0))*(RG-0)+Y4
3220 Z4=3.714*X
3230 Z5=.0333*X*X+3.383*X-.57224
3240 Z6=((Z5-Z4)/(25-0))*(RG-0)+Z4
3250 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
3270 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
3280 NEXT X
3290 GOTO 20000
3310 Y1=.0247*X*X+3.605*X-.3484
3320 Y2=.0568*X*X+3.2728*X-.4171
3330 Y3=((Y2-Y1)/(50-25))*(RG-25)+Y1
3340 Z1=.1937*X*X+2.669*X+.0291
3350 Z2=.1875*X*X+2.533*X-.1685
3360 Z3=((Z2-Z1)/(50-25))*(RG-25)+Z1
3370 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
3390 Y4=.0596*X*X+3.217*X-.4819
3400 Y5=.0713*X*X+3.017*X-.8539
3410 Y6=((Y5-Y4)/(50-25))*(RG-25)+Y4
3420 Z4=.0333*X*X+3.383*X-.57224
3430 Z5=.0823*X*X+2.859*X-.9105
3440 Z6=((Z5-Z4)/(50-25))*(RG-25)+Z4
3450 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
3470 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
3480 NEXT X
3490 GOTO 20000
3510 Y1=.0568*X*X+3.272*X-.4171
3520 Y2=.1000*X*X+2.572*X-.2071
3530 Y3=((Y2-Y1)/(100-50))*(RG-50)+Y1
3540 Z1=.1875*X*X+2.533*X-.1685
3550 Z2=.2129*X*X+2.026*X-.1307
3560 Z3=((Z2-Z1)/(100-50))*(RG-50)+Z1
3570 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
3590 Y4=.0713*X*X+3.017*X-.8539
3600 Y5=.1456*X*X+2.094*X-.6027
3610 Y6=((Y5-Y4)/(100-50))*(RG-50)+Y4
3620 Z4=.0823*X*X+2.859*X-.9105
3630 Z5=.2400*X*X+1.462*X-.4358
3640 Z6=((Z5-Z4)/(100-50))*(RG-50)+Z4
3650 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
3670 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
3680 NEXT X
3690 GOTO 20000
3710 Y1=.1000*X*X+2.572*X-.2071
3720 Y2=.1415*X*X+2.055*X-.2037
3730 Y3=((Y2-Y1)/(200-100))*(RG-100)+Y1
3740 Z1=.2129*X*X+2.026*X-.1307
3750 Z2=.2021*X*X+1.699*X+0
3760 Z3=((Z2-Z1)/(200-100))*(RG-100)+Z1
3770 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
3790 Y4=.1426*X*X+2.094*X-.6027
3800 Y5=.1778*X*X+1.216*X+-.1321
3810 Y6=((Y5-Y4)/(200-100))*(RG-100)+Y4
3820 Z4=.2400*X*X+1.462*X-.4358
3830 Z5=.2233*X*X+.6709*X-.0258
3840 Z6=((Z5-Z4)/(200-100))*(RG-100)+Z4
3850 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
3870 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
3880 NEXT X
3890 GOTO 20000
3910 Y1=.1415*X*X+2.055*X-.2037

3920 Y2=.1475*X*X+1.752*X+0
3930 Y3=((Y2-Y1)/(300-200))* (RG-200)+Y1
3940 Z1=.2021*X*X+1.699*X+0
3950 Z2=.1616*X*X+1.686*X+0
3960 Z3=((Z2-Z1)/(300-200))* (RG-200)+Z1
3970 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))* (GA-1500)+Y3
3990 Y4=.1778*X*X+1.216*X-.1321
4000 Y5=.1855*X*X+.7902*X+.1754
4010 Y6=((Y5-Y4)/(300-200))* (RG-200)+Y4
4020 Z4=.2233*X*X+.6709*X-.0258
4030 Z5=.1931*X*X+.4269*X+.2526
4040 Z6=((Z5-Z4)/(300-200))* (RG-200)+Z4
4050 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))* (GA-1500)+Y6
4070 PR=((P2-PD)/(2-2.5))* (DI-2.5)+PD
4080 NEXT X
4090 GOTO 20000
4110 Y1=.1475*X*X+1.752*X+0
4120 Y2=.1393*X*X+1.601*X+.1341
4130 Y3=((Y2-Y1)/(400-300))* (RG-300)+Y1
4140 Z1=.1616*X*X+1.686*X+0
4150 Z2=.1316*X*X+1.676*X+.0797
4160 Z3=((Z2-Z1)/(400-300))* (RG-300)+Z1
4170 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))* (GA-1500)+Y3
4190 Y4=.1855*X*X+.7902*X+.1754
4200 Y5=.1407*X*X+.8485*X+.1897
4210 Y6=((Y5-Y4)/(400-300))* (RG-300)+Y4
4220 Z4=.1931*X*X+.4269*X+.2526
4230 Z5=.1385*X*X+.5265*X+.2499
4240 Z6=((Z5-Z4)/(400-300))* (RG-300)+Z4
4250 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))* (GA-1500)+Y6
4270 PR=((P2-PD)/(2-2.5))* (DI-2.5)+PD
4280 NEXT X
4290 GOTO 20000
4310 Y1=.1393*X*X+1.601*X+.1341
4320 Y2=.1257*X*X+1.313*X+.4867
4330 Y3=((Y2-Y1)/(600-400))* (RG-400)+Y1
4340 Z1=.1316*X*X+1.676*X+.0797
4350 Z2=.0857*X*X+1.763*X-.0679
4360 Z3=((Z2-Z1)/(600-400))* (RG-400)+Z1
4370 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))* (GA-1500)+Y3
4390 Y4=.1407*X*X+.8485*X+.1897
4400 Y5=.1123*X*X+.9992*X+.1123
4410 Y6=((Y5-Y4)/(600-400))* (RG-400)+Y4
4420 Z4=.1385*X*X+.5265*X+.2499
4430 Z5=.0721*X*X+.7913*X+.0993
4440 Z6=((Z5-Z4)/(600-400))* (RG-400)+Z4
4450 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))* (GA-1500)+Y6
4470 PR=((P2-PD)/(2-2.5))* (DI-2.5)+PD
4480 NEXT X
4490 GOTO 20000
4510 Y1=.1257*X*X+1.313*X+.4867
4520 Y2=.1000*X*X+1.381*X+0
4530 Y3=((Y2-Y1)/(800-600))* (RG-600)+Y1
4540 Z1=.0857*X*X+1.763*X-.0679
4550 Z2=.0518*X*X+1.865*X+.0296
4560 Z3=((Z2-Z1)/(1000-600))* (RG-600)+Z1
4570 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))* (GA-1500)+Y3
4590 Y4=.1123*X*X+.9992*X+.1123
4600 Y5=.0469*X*X+1.232*X+0
4610 Y6=((Y5-Y4)/(800-600))* (RG-600)+Y4
4620 Z4=.0721*X*X+.7913*X+.0993
4630 Z5=.0381*X*X+.9304*X+.0327
4640 Z6=((Z5-Z4)/(1000-600))* (RG-600)+Z4
4650 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))* (GA-1500)+Y6
4670 PR=((P2-PD)/(2-2.5))* (DI-2.5)+PD
4680 NEXT X

4690 GOTO 20000
4710 Y1=.1000*X*X+1.381*X+0
4720 Y2=.0700*X*X+1.460*X+0
4730 Y3=((Y2-Y1)/(1200-800))*(RG-800)+Y1
4740 Z1=.0518*X*X+1.865*X+.0296
4750 Z2=.0371*X*X+1.955*X-.0287
4760 Z3=((Z2-Z1)/(1500-1000))*(RG-1000)+Z1
4770 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
4790 Y4=.0469*X*X+1.232*X+0
4800 Y5=.0237*X*X+1.360*X-.066
4810 Y6=((Y5-Y4)/(1500-800))*(RG-800)+Y4
4820 Z4=.0381*X*X+.9304*X+.0327
4830 Z5=.0237*X*X+1.025*X-.0257
4840 Z6=((Z5-Z4)/(1500-1000))*(RG-1000)+Z4
4850 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
4870 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
4880 NEXT X
4890 GOTO 20000
5000 IF RG<=25 THEN 5110
5010 IF RG<=50 THEN 5310
5020 IF RG<=100 THEN 5510
5030 IF RG<=200 THEN 5710
5040 IF RG<=300 THEN 5910
5050 IF RG<=400 THEN 6110
5060 IF RG<=600 THEN 6310
5070 IF RG<=1000 THEN 6510
5080 GOTO 6710
5110 Y1=3.853*X
5120 Y2=.0247*X*X+3.605*X-.3484
5130 Y3=((Y2-Y1)/(25-0))*(RG-0)+Y1
5140 Z1=4*X
5150 Z2=.0201*X*X+3.780*X-.3100
5160 Z3=((Z2-Z1)/(25-0))*(RG-0)+Z1
5170 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
5190 Y4=3.773*X
5200 Y5=.0596*X*X+3.217*X-.4819
5210 Y6=((Y5-Y4)/(25-0))*(RG-0)+Y4
5220 Z4=4*X
5230 Z5=.0296*X*X+3.507*X-.4810
5240 Z6=((Z5-Z4)/(25-0))*(RG-0)+Z4
5250 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
5270 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
5280 NEXT X
5290 GOTO 20000
5310 Y1=.0247*X*X+3.605*X-.3484
5320 Y2=.0568*X*X+3.272*X-.4171
5330 Y3=((Y2-Y1)/(50-25))*(RG-25)+Y1
5340 Z1=.0201*X*X+3.780*X-.3100
5350 Z2=.0413*X*X+3.572*X-.4783
5360 Z3=((Z2-Z1)/(50-25))*(RG-25)+Z1
5370 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
5390 Y4=.0596*X*X+3.217*X-.4819
5400 Y5=.0713*X*X+3.017*X-.8539
5410 Y6=((Y5-Y4)/(50-25))*(RG-25)+Y4
5420 Z4=.0296*X*X+3.507*X-.4810
5430 Z5=.0757*X*X+3.020*X-.5842
5440 Z6=((Z5-Z4)/(50-25))*(RG-25)+Z4
5450 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
5470 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
5480 NEXT X
5490 GOTO 20000
5510 Y1=.0568*X*X+3.272*X-.4171
5520 Y2=.1000*X*X+2.572*X-.2071
5530 Y3=((Y2-Y1)/(100-50))*(RG-50)+Y1
5540 Z1=.0413*X*X+3.572*X-.4783
5550 Z2=.0826*X*X+3.108*X-.3649

5560 Z3=(Z2-Z1)/(100-50)*(RG-50)+Z1
5570 P2=(Z3-Y3)/(2000-1500)*(GA-1500)+Y3
5590 Y4=.0713*X*X+3.017*X-.8539
5600 Y5=.1456*X*X+2.094*X-.6027
5610 Y6=(Y5-Y4)/(100-50)*(RG-50)+Y4
5620 Z4=.0757*X*X+3.020*X-.5842
5630 Z5=.1237*X*X+2.344*X-.4254
5640 Z6=(Z5-Z4)/(100-50)*(RG-50)+Z4
5650 PD=(Z6-Y6)/(2000-1500)*(GA-1500)+Y6
5670 PR=(P2-PD)/(2-2.5)*(DI-2.5)+PD
5680 NEXT X
5690 GOTO 20000
5710 Y1=.1000*X*X+2.572*X-.2071
5720 Y2=.1415*X*X+2.055*X-.2037
5730 Y3=(Y2-Y1)/(200-100)*(RG-100)+Y1
5740 Z1=.0826*X*X+3.108*X-.3649
5750 Z2=.1378*X*X+2.507*X-.1034
5760 Z3=(Z2-Z1)/(200-100)*(RG-100)+Z1
5770 P2=(Z3-Y3)/(2000-1500)*(GA-1500)+Y3
5790 Y4=.1426*X*X+2.094*X-.6027
5800 Y5=.1778*X*X+1.216*X+-.1321
5810 Y6=(Y5-Y4)/(200-100)*(RG-100)+Y4
5820 Z4=.1273*X*X+2.344*X-.4254
5830 Z5=.1599*X*X+1.610*X-.1190
5840 Z6=(Z5-Z4)/(200-100)*(RG-100)+Z4
5850 PD=(Z6-Y6)/(2000-1500)*(GA-1500)+Y6
5870 PR=(P2-PD)/(2-2.5)*(DI-2.5)+PD
5880 NEXT X
5890 GOTO 20000
5910 Y1=.1415*X*X+2.055*X-.2037
5920 Y2=.1475*X*X+1.752*X+0
5930 Y3=(Y2-Y1)/(300-200)*(RG-200)+Y1
5940 Z1=.1378*X*X+2.507*X-.1034
5950 Z2=.1328*X*X+2.292*X+0
5960 Z3=(Z2-Z1)/(300-200)*(RG-200)+Z1
5970 P2=(Z3-Y3)/(2000-1500)*(GA-1500)+Y3
5990 Y4=.1778*X*X+1.216*X-.1321
6000 Y5=.1855*X*X+.7902*X+.1754
6010 Y6=(Y5-Y4)/(300-200)*(RG-200)+Y4
6020 Z4=.1599*X*X+1.610*X-.1190
6030 Z5=.1595*X*X+1.259*X+.0935
6040 Z6=(Z5-Z4)/(300-200)*(RG-200)+Z4
6050 PD=(Z6-Y6)/(2000-1500)*(GA-1500)+Y6
6070 PR=(P2-PD)/(2-2.5)*(DI-2.5)+PD
6080 NEXT X
6090 GOTO 20000
6110 Y1=.1475*X*X+1.752*X+0
6120 Y2=.1393*X*X+1.601*X+.1341
6130 Y3=(Y2-Y1)/(400-300)*(RG-300)+Y1
6140 Z1=.1328*X*X+2.292*X+0
6150 Z2=.1245*X*X+2.200*X+.0366
6160 Z3=(Z2-Z1)/(400-300)*(RG-300)+Z1
6170 P2=(Z3-Y3)/(2000-1500)*(GA-1500)+Y3
6190 Y4=.1855*X*X+.7902*X+.1754
6200 Y5=.1407*X*X+.8485*X+.1897
6210 Y6=(Y5-Y4)/(400-300)*(RG-300)+Y4
6220 Z4=.1595*X*X+1.259*X+.0935
6230 Z5=.1410*X*X+1.148*X+.2115
6240 Z6=(Z5-Z4)/(400-300)*(RG-300)+Z4
6250 PD=(Z6-Y6)/(2000-1500)*(GA-1500)+Y6
6270 PR=(P2-PD)/(2-2.5)*(DI-2.5)+PD
6280 NEXT X
6290 GOTO 20000
6310 Y1=.1393*X*X+1.601*X+.1341
6320 Y2=.1257*X*X+1.313*X+.4867
6330 Y3=(Y2-Y1)/(600-400)*(RG-400)+Y1

6340 Z1=.1245*X*X+2.200*X+.0566
6350 Z2=.1093*X*X+2.198*X+.0581
6360 Z3=((Z2-Z1)/(500-400))*(RG-400)+Z1
6370 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
6390 Y4=.1401*X*X+.8485*X+.1897
6400 Y5=.1123*X*X+.9992*X+.1123
6410 Y6=((Y5-Y4)/(600-400))*(RG-400)+Y4
6420 Z4=.1410*X*X+1.148*X+.2115
6430 Z5=.1562*X*X+1.282*X+.1000
6440 Z6=((Z5-Z4)/(500-400))*(RG-400)+Z4
6450 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
6470 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
6480 NEXT X
6490 GOTO 20000
6510 Y1=.1257*X*X+1.313*X+.4867
6520 Y2=.1000*X*X+1.381*X+0
6530 Y3=((Y2-Y1)/(800-600))*(RG-600)+Y1
6540 Z1=.1093*X*X+2.198*X+.0581
6550 Z2=.0766*X*X+2.275*X+.0706
6560 Z3=((Z2-Z1)/(600-500))*(RG-500)+Z1
6570 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
6590 Y4=.1123*X*X+.9992*X+.1123
6600 Y5=.0469*X*X+1.232*X+0
6610 Y6=((Y5-Y4)/(800-600))*(RG-600)+Y4
6620 Z4=.1562*X*X+1.282*X+.1
6630 Z5=.0471*X*X+1.525*X+.0405
6640 Z6=((Z5-Z4)/(800-500))*(RG-500)+Z4
6650 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
6670 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
6680 NEXT X
6690 GOTO 20000
6710 Y1=.1000*X*X+1.381*X+0
6720 Y2=.0700*X*X+1.460*X+0
6730 Y3=((Y2-Y1)/(1200-800))*(RG-800)+Y1
6740 Z1=.0766*X*X+2.275*X+.0706
6750 Z2=.0572*X*X+2.221*X-.0349
6760 Z3=((Z2-Z1)/(1000-600))*(RG-600)+Z1
6770 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
6790 Y4=.0469*X*X+1.232*X+0
6800 Y5=.0237*X*X+1.360*X-.066
6810 Y6=((Y5-Y4)/(1500-800))*(RG-800)+Y4
6820 Z4=.0471*X*X+1.525*X+.0405
6830 Z5=.0361*X*X+1.586*X+.012
6840 Z6=((Z5-Z4)/(1000-800))*(RG-800)+Z4
6850 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
6870 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
6880 NEXT X
6890 GOTO 20000
11000 IF RG<=25 THEN 11110
11010 IF RG<=50 THEN 11310
11020 IF RG<=100 THEN 11510
11030 IF RG<=200 THEN 11710
11040 IF RG<=300 THEN 11910
11050 IF RG<=400 THEN 12110
11060 IF RG<=800 THEN 12310
11070 GOTO 12510
11110 Y1=3.690*X
11120 Y2=.0421*X*X+3.301*X-.6512
11130 Y3=((Y2-Y1)/(25-0))*(RG-0)+Y1
11140 Z1=3.71*X
11150 Z2=.0978*X*X+3.029*X-.4353
11160 Z3=((Z2-Z1)/(25-0))*(RG-0)+Z1
11170 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
11190 Y4=3.690*X
11200 Y5=.0325*X*X+3.347*X-.6737
11210 Y6=((Y5-Y4)/(25-0))*(RG-0)+Y4

11220 Z4=3.7*X
11230 Z5=.1145*X*X+2.687*X-.3707
11240 Z6=((Z5-Z4)/(25-0))*(RG-0)+Z4
11250 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
11270 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
11280 NEXT X
11290 GOTO 20000
11310 Y1=.0421*X*X+3.301*X-.6512
11320 Y2=.1247*X*X+2.438*X-.6486
11330 Y3=((Y2-Y1)/(50-25))*(RG-25)+Y1
11340 Z1=.0978*X*X+3.029*X-.4353
11350 Z2=.0939*X*X+2.782*X-.8328
11360 Z3=((Z2-Z1)/(50-25))*(RG-25)+Z1
11370 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
11390 Y4=.0325*X*X+3.347*X-.6737
11400 Y5=.1141*X*X+2.489*X-.9025
11410 Y6=((Y5-Y4)/(50-25))*(RG-25)+Y4
11420 Z4=.1145*X*X+2.687*X-.3707
11430 Z5=.1959*X*X+1.776*X-.3387
11440 Z6=((Z5-Z4)/(50-25))*(RG-25)+Z4
11450 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
11470 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
11480 NEXT X
11490 GOTO 20000
11510 Y1=.1247*X*X+2.438*X-.6486
11520 Y2=.1768*X*X+1.563*X-.7326
11530 Y3=((Y2-Y1)/(100-50))*(RG-50)+Y1
11540 Z1=.0939*X*X+2.782*X-.8328
11550 Z2=.1648*X*X+1.814*X-.6111
11560 Z3=((Z2-Z1)/(100-50))*(RG-50)+Z1
11570 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
11590 Y4=.1141*X*X+2.489*X-.9025
11600 Y5=.1838*X*X+1.382*X-.7698
11610 Y6=((Y5-Y4)/(100-50))*(RG-50)+Y4
11620 Z4=.1959*X*X+1.776*X-.3387
11630 Z5=.2404*X*X+.9021*X-.1131
11640 Z6=((Z5-Z4)/(100-50))*(RG-50)+Z4
11650 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
11670 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
11680 NEXT X
11690 GOTO 20000
11710 Y1=.1768*X*X+1.563*X-.7326
11720 Y2=.2191*X*X+.4353*X-.0227
11730 Y3=((Y2-Y1)/(200-100))*(RG-100)+Y1
11740 Z1=.1648*X*X+1.814*X-.6111
11750 Z2=.2164*X*X+.7523*X+.0430
11760 Z3=((Z2-Z1)/(200-100))*(RG-100)+Z1
11770 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
11790 Y4=.1838*X*X+1.382*X-.7698
11800 Y5=.3564*X*X+1.216*X+.1321
11810 Y6=((Y5-Y4)/(200-100))*(RG-100)+Y4
11820 Z4=.2404*X*X+.9021*X-.1131
11830 Z5=.2625*X*X+.0460*X+.1298
11840 Z6=((Z5-Z4)/(200-100))*(RG-100)+Z4
11850 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
11870 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
11880 NEXT X
11890 GOTO 20000
11910 Y1=.2191*X*X+.4353*X-.0226
11920 Y2=.1876*X*X+.1152*X+.3428
11930 Y3=((Y2-Y1)/(300-200))*(RG-200)+Y1
11940 Z1=.2164*X*X+.7523*X+.0430
11950 Z2=.1847*X*X+.5266*X+.2309
11960 Z3=((Z2-Z1)/(300-200))*(RG-200)+Z1
11970 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
11990 Y4=.3564*X*X+1.248*X+.1321

```

12000 Y5=.1800*X*X-.1151*X+.3885
12010 Y6=(Y5-Y4)/(300-200))* (RG-200)+Y4
12020 Z4=.2625*X*X-.0460*X+1.298
12030 Z5=.1806*X*X+.2982*X+.2733
12040 Z6=(Z5-Z4)/(300-200))* (RG-200)+Z4
12050 PD=(Z6-Y6)/(3000-1000))* (GA-1000)+Y6
12070 PR=(P2-PD)/(3-4))* (DI-4)+PD
12080 NEXT X
12090 GOTO 20000
12110 Y1=.1876*X*X+.1152*X+.3428
12120 Y2=.1017*X*X+.5460*X+.0770
12130 Y3=(Y2-Y1)/(400-300))* (RG-300)+Y1
12140 Z1=.1847*X*X+.5266*X+.2309
12150 Z2=.1287*X*X+.6594*X+.2044
12160 Z3=(Z2-Z1)/(400-300))* (RG-300)+Z1
12170 P2=(Z3-Y3)/(2000-1000))* (GA-1000)+Y3
12190 Y4=.1800*X*X-.1151*X+.3885
12200 Y5=.1142*X*X+.0890*X+.2930
12210 Y6=(Y5-Y4)/(400-300))* (RG-300)+Y4
12220 Z4=.1806*X*X+.2982*X+.2733
12230 Z5=.1051*X*X+.5483*X+.1747
12240 Z6=(Z5-Z4)/(400-300))* (RG-300)+Z4
12250 PD=(Z6-Y6)/(3000-1000))* (GA-1000)+Y6
12270 PR=(P2-PD)/(3-4))* (DI-4)+PD
12280 NEXT X
12290 GOTO 20000
12310 Y1=.1017*X*X+.5460*X+.0770
12320 Y2=.0810*X*X+.4854*X+.1703
12330 Y3=(Y2-Y1)/(500-400))* (RG-400)+Y1
12340 Z1=.1287*X*X+.6594*X+.2044
12350 Z2=.0668*X*X+.7948*X+.1906
12360 Z3=(Z2-Z1)/(800-400))* (RG-400)+Z1
12370 P2=(Z3-Y3)/(2000-1000))* (GA-1000)+Y3
12390 Y4=.1142*X*X+.0890*X+.2930
12400 Y5=.0114*X*X+.5449*X+.0210
12410 Y6=(Y5-Y4)/(800-400))* (RG-400)+Y4
12420 Z4=.1051*X*X+.5483*X+.1747
12430 Z5=.0195*X*X+.9082*X+.0000
12440 Z6=(Z5-Z4)/(800-400))* (RG-400)+Z4
12450 PD=(Z6-Y6)/(3000-1000))* (GA-1000)+Y6
12470 PR=(P2-PD)/(3-4))* (DI-4)+PD
12480 NEXT X
12490 GOTO 20000
12510 Y1=.0810*X*X+.4854*X+.1703
12520 Y2=.0000*X*X+.8582*X-.0486
12530 Y3=(Y2-Y1)/(2000-800))* (RG-800)+Y1
12540 Z1=.0668*X*X+.7948*X+.1906
12550 Z2=.0279*X*X+1.032*X+.0387
12560 Z3=(Z2-Z1)/(1500-800))* (RG-800)+Z1
12570 P2=(Z3-Y3)/(2000-1000))* (GA-1000)+Y3
12590 Y4=.0114*X*X+.5449*X+.0210
12600 Y5=.0000*X*X+.4894*X+.0677
12610 Y6=(Y5-Y4)/(3000-800))* (RG-800)+Y4
12620 Z4=.0195*X*X+.9082*X+0
12630 Z5=.0152*X*X+.8910*X-.0109
12640 Z6=(Z5-Z4)/(1500-800))* (RG-800)+Z4
12650 PD=(Z6-Y6)/(3000-1000))* (GA-1000)+Y6
12670 PR=(P2-PD)/(3-4))* (DI-4)+PD
12680 NEXT X
12690 GOTO 20000
13000 IF RG<=25 THEN 13110
13010 IF RG<=50 THEN 13310
13020 IF RG<=100 THEN 13510
13030 IF RG<=200 THEN 13710
13040 IF RG<=300 THEN 13910
13050 IF RG<=400 THEN 14110

```


13060 IF RG=800 THEN 14310
13070 GOTO 14510
13110 Y1=3.750*X
13120 Y2=.1225*X*X+3.556*X-.4155
13130 Y3=((Y2-Y1)/(25-0))*(RG-0)+Y1
13140 Z1=3.71*X
13150 Z2=.0978*X*X+3.029*X-.4353
13160 Z3=((Z2-Z1)/(25-0))*(RG-0)+Z1
13170 P2=((Z3-Y3)/(2000-3000))*(GA-3000)+Y3
13190 Y4=3.720*X
13200 Y5=.0578*X*X+3.182*X-.5259
13210 Y6=((Y5-Y4)/(25-0))*(RG-0)+Y4
13220 Z4=3.7*X
13230 Z5=.1145*X*X+2.687*X-.3707
13240 Z6=((Z5-Z4)/(25-0))*(RG-0)+Z4
13250 PD=((Z6-Y6)/(3000-4000))*(GA-4000)+Y6
13270 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
13280 NEXT X
13290 GOTO 20000
13310 Y1=.1225*X*X+3.556*X-.4155
13320 Y2=.1496*X*X+2.999*X-.4701
13330 Y3=((Y2-Y1)/(50-25))*(RG-25)+Y1
13340 Z1=.0978*X*X+3.029*X-.4353
13350 Z2=.0939*X*X+2.782*X-.8328
13360 Z3=((Z2-Z1)/(50-25))*(RG-25)+Z1
13370 P2=((Z3-Y3)/(2000-3000))*(GA-3000)+Y3
13390 Y4=.0578*X*X+3.182*X-.5259
13400 Y5=.0779*X*X+2.891*X-.9297
13410 Y6=((Y5-Y4)/(50-25))*(RG-25)+Y4
13420 Z4=.1145*X*X+2.687*X-.3707
13430 Z5=.1959*X*X+1.776*X-.3387
13440 Z6=((Z5-Z4)/(50-25))*(RG-25)+Z4
13450 PD=((Z6-Y6)/(3000-4000))*(GA-4000)+Y6
13470 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
13480 NEXT X
13490 GOTO 20000
13510 Y1=.1496*X*X+2.999*X-.4701
13520 Y2=.1591*X*X+2.372*X-.3630
13530 Y3=((Y2-Y1)/(100-50))*(RG-50)+Y1
13540 Z1=.0939*X*X+2.782*X-.8328
13550 Z2=.1648*X*X+1.814*X-.6111
13560 Z3=((Z2-Z1)/(100-50))*(RG-50)+Z1
13570 P2=((Z3-Y3)/(2000-3000))*(GA-3000)+Y3
13590 Y4=.0779*X*X+2.891*X-.9297
13600 Y5=.1522*X*X+1.906*X-.7543
13610 Y6=((Y5-Y4)/(100-50))*(RG-50)+Y4
13620 Z4=.1959*X*X+1.776*X-.3387
13630 Z5=.2404*X*X+.9021*X-.1131
13640 Z6=((Z5-Z4)/(100-50))*(RG-50)+Z4
13650 PD=((Z6-Y6)/(3000-4000))*(GA-4000)+Y6
13670 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
13680 NEXT X
13690 GOTO 20000
13710 Y1=.1591*X*X+2.372*X-.3630
13720 Y2=.1595*X*X+1.740*X-.0486
13730 Y3=((Y2-Y1)/(200-100))*(RG-100)+Y1
13740 Z1=.1648*X*X+1.814*X-.6111
13750 Z2=.2164*X*X+.7523*X+.0430
13760 Z3=((Z2-Z1)/(200-100))*(RG-100)+Z1
13770 P2=((Z3-Y3)/(2000-3000))*(GA-3000)+Y3
13790 Y4=.1522*X*X+1.906*X-.7543
13800 Y5=.2134*X*X+.7070*X+.0188
13810 Y6=((Y5-Y4)/(200-100))*(RG-100)+Y4
13820 Z4=.2404*X*X+.9021*X-.1131
13830 Z5=.2625*X*X+.0460*X+.1298
13840 Z6=((Z5-Z4)/(200-100))*(RG-100)+Z4

13850 PD=((Z6-Y6)/(3000-4000))*(GA-4000)+Y6
13870 FR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
13880 NEXT X
13890 GOTO 20000
13910 Y1=.1575*X*X+1.740*X+.0486
13920 Y2=.1287*X*X+1.644*X+.0226
13930 Y3=((Y2-Y1)/(300-200))*(RG-200)+Y1
13940 Z1=.2164*X*X+.7523*X+.0430
13950 Z2=.1847*X*X+.5266*X+.2309
13960 Z3=((Z2-Z1)/(300-200))*(RG-200)+Z1
13970 P2=((Z3-Y3)/(2000-3000))*(GA-3000)+Y3
13990 Y4=.2134*X*X+.7070*X+.0188
14000 Y5=.1918*X*X+.3829*X+.3063
14010 Y6=((Y5-Y4)/(300-200))*(RG-200)+Y4
14020 Z4=.2625*X*X+.0460*X+1.293
14030 Z5=.1806*X*X+.2982*X+.2733
14040 Z6=((Z5-Z4)/(300-200))*(RG-200)+Z4
14050 PD=((Z6-Y6)/(3000-4000))*(GA-4000)+Y6
14070 FR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
14080 NEXT X
14090 GOTO 20000
14110 Y1=.1287*X*X+1.644*X+.0226
14120 Y2=.1064*X*X+1.603*X+.0788
14130 Y3=((Y2-Y1)/(400-300))*(RG-300)+Y1
14140 Z1=.1847*X*X+.5266*X+.2309
14150 Z2=.1287*X*X+.6594*X+.2044
14160 Z3=((Z2-Z1)/(400-300))*(RG-300)+Z1
14170 P2=((Z3-Y3)/(2000-3000))*(GA-3000)+Y3
14190 Y4=.1918*X*X+.3829*X+.3063
14200 Y5=.1151*X*X+.6374*X+.1855
14210 Y6=((Y5-Y4)/(400-300))*(RG-300)+Y4
14220 Z4=.1806*X*X+.2982*X+.2733
14230 Z5=.1051*X*X+.5483*X+.1747
14240 Z6=((Z5-Z4)/(400-300))*(RG-300)+Z4
14250 PD=((Z6-Y6)/(3000-4000))*(GA-4000)+Y6
14270 FR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
14280 NEXT X
14290 GOTO 20000
14310 Y1=.1064*X*X+1.603*X+.0788
14320 Y2=.0761*X*X+1.702*X+.0505
14330 Y3=((Y2-Y1)/(600-400))*(RG-400)+Y1
14340 Z1=.1287*X*X+.6594*X+.2044
14350 Z2=.0668*X*X+.7948*X+.1906
14360 Z3=((Z2-Z1)/(600-400))*(RG-400)+Z1
14370 P2=((Z3-Y3)/(2000-3000))*(GA-3000)+Y3
14390 Y4=.1151*X*X+.6374*X+.1855
14400 Y5=.0258*X*X+1.026*X+.0
14410 Y6=((Y5-Y4)/(800-400))*(RG-400)+Y4
14420 Z4=.1051*X*X+.5483*X+.1747
14430 Z5=.0195*X*X+.9082*X+.0000
14440 Z6=((Z5-Z4)/(800-400))*(RG-400)+Z4
14450 PD=((Z6-Y6)/(3000-4000))*(GA-4000)+Y6
14470 FR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
14480 NEXT X
14490 GOTO 20000
14510 Y1=.0761*X*X+1.702*X+.0505
14520 Y2=.0304*X*X+1.841*X+.0117
14530 Y3=((Y2-Y1)/(1200-600))*(RG-600)+Y1
14540 Z1=.0668*X*X+.7948*X+.1906
14550 Z2=.0279*X*X+1.032*X+.0387
14560 Z3=((Z2-Z1)/(1500-800))*(RG-800)+Z1
14570 P2=((Z3-Y3)/(2000-3000))*(GA-3000)+Y3
14590 Y4=.0258*X*X+1.022*X+.0
14600 Y5=.0214*X*X+1.017*X+.0
14610 Y6=((Y5-Y4)/(1200-800))*(RG-800)+Y4
14620 Z4=.0195*X*X+.9082*X+.0

14630 Z5=.0152*X*X+.8910*X-.0109
14640 Z6=((Z5-Z4)/(1500-800))*(RG-800)+Z4
14650 PD=((Z6-Y6)/(3000-4000))*(GA-4000)+Y6
14670 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
14680 NEXT X
14690 GOTO 20000
15000 IF RG<=25 THEN 15110
15010 IF RG<=50 THEN 15310
15020 IF RG<=100 THEN 15510
15030 IF RG<=200 THEN 15710
15040 IF RG<=300 THEN 15910
15050 IF RG<=400 THEN 16110
15060 IF RG<=800 THEN 16310
15070 GOTO 16510
15110 Y1=3.750*X
15120 Y2=.1225*X*X+3.556*X-.4155
15130 Y3=((Y2-Y1)/(25-0))*(RG-0)+Y1
15140 Z1=3.80*X
15150 Z2=.0124*X*X+3.816*X-.3786
15160 Z3=((Z2-Z1)/(25-0))*(RG-0)+Z1
15170 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))*(GA-3000)+Y3
15190 Y4=3.720*X
15200 Y5=.0578*X*X+3.182*X-.5259
15210 Y6=((Y5-Y4)/(25-0))*(RG-0)+Y4
15220 Z4=3.8*X
15230 Z5=.1043*X*X+2.922*X-.2330
15240 Z6=((Z5-Z4)/(25-0))*(RG-0)+Z4
15250 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))*(GA-4000)+Y6
15270 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
15280 NEXT X
15290 GOTO 20000
15310 Y1=.1225*X*X+3.556*X-.4155
15320 Y2=.1496*X*X+2.999*X-.4701
15330 Y3=((Y2-Y1)/(50-25))*(RG-25)+Y1
15340 Z1=.0124*X*X+3.816*X-.3786
15350 Z2=.1535*X*X+2.412*X-.2481
15360 Z3=((Z2-Z1)/(50-25))*(RG-25)+Z1
15370 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))*(GA-3000)+Y3
15390 Y4=.0578*X*X+3.182*X-.5259
15400 Y5=.0779*X*X+2.891*X-.9297
15410 Y6=((Y5-Y4)/(50-25))*(RG-25)+Y4
15420 Z4=.1043*X*X+2.922*X-.2330
15430 Z5=.1761*X*X+2.216*X-.2434
15440 Z6=((Z5-Z4)/(50-25))*(RG-25)+Z4
15450 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))*(GA-4000)+Y6
15470 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
15480 NEXT X
15490 GOTO 20000
15510 Y1=.1496*X*X+2.999*X-.4701
15520 Y2=.1591*X*X+2.372*X-.3630
15530 Y3=((Y2-Y1)/(100-50))*(RG-50)+Y1
15540 Z1=.1535*X*X+2.412*X-.2481
15550 Z2=.2019*X*X+1.658*X+.8125
15560 Z3=((Z2-Z1)/(100-50))*(RG-50)+Z1
15570 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))*(GA-3000)+Y3
15590 Y4=.0779*X*X+2.891*X-.9297
15600 Y5=.1522*X*X+1.906*X-.7543
15610 Y6=((Y5-Y4)/(100-50))*(RG-50)+Y4
15620 Z4=.1761*X*X+2.216*X-.2434
15630 Z5=.1597*X*X+2.080*X-.2293
15640 Z6=((Z5-Z4)/(100-50))*(RG-50)+Z4
15650 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))*(GA-4000)+Y6
15670 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
15680 NEXT X
15690 GOTO 20000
15710 Y1=.1591*X*X+2.372*X-.3630

15720 Y2=.1595*X*X+1.740*X-.0486
15730 Y3=((Y2-Y1)/(200-100))*(RG-100)+Y1
15740 Z1=.2019*X*X+1.658*X+.8125
15750 Z2=.1665*X*X+1.650*X-.0528
15760 Z3=((Z2-Z1)/(200-100))*(RG-100)+Z1
15770 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))*(GA-3000)+Y3
15790 Y4=.1528*X*X+1.906*X-.7543
15800 Y5=.2134*X*X+.7070*X+.0188
15810 Y6=((Y5-Y4)/(200-100))*(RG-100)+Y4
15820 Z4=.1597*X*X+2.080*X-.2293
15830 Z5=.1675*X*X+1.567*X-.0732
15840 Z6=((Z5-Z4)/(200-100))*(RG-100)+Z4
15850 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))*(GA-4000)+Y6
15870 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
15880 NEXT X
15890 GOTO 20000
15910 Y1=.1595*X*X+1.740*X-.0486
15920 Y2=.1287*X*X+1.644*X+.0226
15930 Y3=((Y2-Y1)/(300-200))*(RG-200)+Y1
15940 Z1=.1665*X*X+1.650*X-.0528
15950 Z2=.2275*X*X+1.045*X+.2940
15960 Z3=((Z2-Z1)/(300-200))*(RG-200)+Z1
15970 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))*(GA-3000)+Y3
15990 Y4=.2134*X*X+.7070*X+.0188
16000 Y5=.1918*X*X+.3829*X+.3063
16010 Y6=((Y5-Y4)/(300-200))*(RG-200)+Y4
16020 Z4=.1675*X*X+1.567*X-.0732
16030 Z5=.1623*X*X+1.250*X+.1289
16040 Z6=((Z5-Z4)/(300-200))*(RG-200)+Z4
16050 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))*(GA-4000)+Y6
16070 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
16080 NEXT X
16090 GOTO 20000
16110 Y1=.1287*X*X+1.644*X+.0226
16120 Y2=.1064*X*X+1.608*X+.0788
16130 Y3=((Y2-Y1)/(400-300))*(RG-300)+Y1
16140 Z1=.2275*X*X+1.045*X+.2940
16150 Z2=.1382*X*X+1.329*X+.1720
16160 Z3=((Z2-Z1)/(400-300))*(RG-300)+Z1
16170 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))*(GA-3000)+Y3
16190 Y4=.1918*X*X+.3829*X+.3063
16200 Y5=.1151*X*X+.6374*X+.1855
16210 Y6=((Y5-Y4)/(400-300))*(RG-300)+Y4
16220 Z4=.1623*X*X+1.250*X+.1289
16230 Z5=.1394*X*X+1.263*X+.1739
16240 Z6=((Z5-Z4)/(400-300))*(RG-300)+Z4
16250 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))*(GA-4000)+Y6
16270 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
16280 NEXT X
16290 GOTO 20000
16310 Y1=.1064*X*X+1.608*X+.0788
16320 Y2=.0761*X*X+1.702*X+.0505
16330 Y3=((Y2-Y1)/(600-400))*(RG-400)+Y1
16340 Z1=.1382*X*X+1.329*X+.1720
16350 Z2=.1169*X*X+.9913*X+.1689
16360 Z3=((Z2-Z1)/(600-400))*(RG-400)+Z1
16370 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))*(GA-3000)+Y3
16390 Y4=.1151*X*X+.6374*X+.1855
16400 Y5=.0258*X*X+1.026*X+.0
16410 Y6=((Y5-Y4)/(800-400))*(RG-400)+Y4
16420 Z4=.1394*X*X+1.263*X+.1739
16430 Z5=.0743*X*X+1.434*X+.0962
16440 Z6=((Z5-Z4)/(600-400))*(RG-400)+Z4
16450 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))*(GA-4000)+Y6
16470 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
16480 NEXT X

```
16490 GOTO 20000
16510 Y1=.0761*X*X+1.702*X+.0505
16520 Y2=.0304*X*X+1.841*X+.0117
16530 Y3=((Y2-Y1)/(1200-600))*(RG-600)+Y1
16540 Z1=.1169*X*X+.9913*X+1.689
16550 Z2=.0408*X*X+1.715*X+.0
16560 Z3=((Z2-Z1)/(1200-600))*(RG-600)+Z1
16570 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))*(GA-3000)+Y3
16590 Y4=.0258*X*X+1.022*X+.0
16600 Y5=.0214*X*X+1.017*X+.0
16610 Y6=((Y5-Y4)/(1200-800))*(RG-800)+Y4
16620 Z4=.0743*X*X+1.434*X+.0962
16630 Z5=.0372*X*X+1.619*X+.0
16640 Z6=((Z5-Z4)/(1000-600))*(RG-600)+Z4
16650 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))*(GA-4000)+Y6
16670 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
16680 NEXT X
16690 GOTO 20000
20000 OPEN#8,8,15
20010 PRINT#15,"SO:ARCHIVO 2"
20020 CLOSE#15
20030 OPEN#8,8,8,"O:ARCHIVO 2,S,W"
20040 FOR SU=0 TO 10
20050 PRINT#8,WW(SU)
20060 NEXT SU
20070 CLOSE#8
20075 PRINT""
20080 PRINT"LOAD";CHR$(34);"3";CHR$(34);",8"
20085 PRINT"RUN"
20090 PRINT""
20095 FORI=631TO645:POKEI,13:NEXT:POKE198,12:END
```

READY.

Programa # 3
Ajuste de ecuaciones a los perfiles de presión

```

1 CLR:PRINT""
2 DIM WW(55)
3 OPENS,B,B,"0:ARCHIVO 2,S,R"
4 FOR SU=0 TO 10
5 INPUT#B,WW(SU)
6 NEXT SU
7 CLOSEB
8 OPENS,B,B,"ARCHIVO 1,S,R"
9 INPUT#B,VG,GA,DI,DO,ER,CL,KF,IY,SE,FO,FC,AD
10 CLOSEB
14 PRINT"MOMENTO....."
15 SU=0
30 DIM A(13),R(7,B),T(B),X(55),Y(55)
50 D=2
70 N=11
80 A(1)=N
90 FOR I=1 TO N
110 X=WW(SU)
111 Y=SU
112 SU=SU+1
120 FOR J=2 TO 2*D+1
130 A(J)=A(J)+X^(J-1)
140 NEXT J
150 FOR K=1 TO D+1
160 R(K,D+2)=T(K)+Y*X^(K-1)
170 T(K)=T(K)+Y*X^(K-1)
180 NEXT K
190 T(D+2)=T(D+2)+Y^2
200 NEXT I
210 FOR J=1 TO D+1
220 FOR K=1 TO D+1
230 R(J,K)=A(J+K-1)
240 NEXT K
250 NEXT J
260 FOR J=1 TO D+1
270 FOR K=J TO D+1
280 IF R(K,J)<>0 THEN 320
290 NEXT K
300 PRINT"NO EXISTE UNA SOLUCION UNICA"
310 GOTO 790
320 FOR I=1 TO D+2
330 S=R(J,I)
340 R(J,I)=R(K,I)
350 R(K,I)=S
360 NEXT I
370 Z=1/R(J,J)
380 FOR I=1 TO D+2
390 R(J,I)=Z*R(J,I)
400 NEXT I
410 FOR K=1 TO D+1
420 IF K=J THEN 470
430 Z=-R(K,J)
440 FOR I=1 TO D+2
450 R(K,I)=R(K,I)+Z*R(J,I)
460 NEXT I
470 NEXT K
480 NEXT J
490 PRINT
495 PRINT" CONSTANTE=";
496 PRINT R(1,D+2)
497 FF=R(1,D+2)
500 FOR J=1 TO D
510 PRINTJ;"GRADO DEL COEFICIENTE =";
511 PRINT R(J+1,D+2)

```

```

512 QQ(J)=R(J+1,D+2)
516 NEXT J
521 GOSUB 565
522 OPEN#15,8,15
523 PRINT#15,"SO:ARCHIVO 3"
524 CLOSE#15
530 OPEN#8,8,8,"O:ARCHIVO 3,S,W"
540 PRINT#8,FF
542 PRINT#8,QQ(1)
544 PRINT#8,QQ(2)
545 PRINT#8,LS
546 PRINT#8,CB
547 PRINT#8,SL
548 PRINT#8,BC
550 CLOSE#8
555 PRINT""
556 PRINT"LOAD";CHR$(34);"4";CHR$(34);",8"
557 PRINT"RUN"
558 PRINT""
559 FORI=631TO645:POKEI,13:NEXT:POKE198,12:END
560 PRINT"CARGANDO PROGRAMA 4"
565 REM *****
566 CT=((2*QQ(2)*CL+QQ(1))^2-QQ(1)^2)/(-4*QQ(2))
570 FOR X=0 TO 25 STEP 1/20
580 Y=QQ(2)*X*X+QQ(1)*X+CT
582 IF WX=1 THEN 586
583 IF Y>=6 THEN WX=1
584 YA=Y:XA=X
585 GOTO 615
586 YB=Y:XB=X
587 LS=(YB-YA)/(XB-XA)
610 CB=YB-LS*XB
612 GOTO 620
615 NEXT X
620 WX=0
625 FOR X=0 TO 25 STEP 1/20
630 Y=QQ(2)*X*X+QQ(1)*X
640 IF WX=1 THEN 680
650 IF Y>=6 THEN WX=1
660 YA=Y:XA=X
670 GOTO 710
680 YB=Y:XB=X
690 SL=(YB-YA)/(XB-XA)
700 BC=YB-SL*XB
705 RETURN
710 NEXT X
820 RETURN

```

READY.

Programa # 1
Diseño del aparato de bombeo neumático

```

1 CLR:PRINT""
3 OPENB,B,B,"ARCHIVO 1,S,R"
4 INPUT#B,VG,GA,D1,DO,ER,CL,KF,IY,SE,FO,FC,AD
5 CLOSEB
6 OPENB,B,B,"ARCHIVO 3,S,R"
7 INPUT#B,FF,QQ(1),QQ(2),LS,CB,SL,BC
8 CLOSEB
12 DIM L(20),PL(20),MA(20),PE(20),SU(20),PG(20),PD(20),BT(20),T(20),RG(20)
13 DIM AD(20),RD(20),D(20),N(20),PP(20),MZ(20),NZ(20)
15 RA=(VG*1000)/GA
16 GF=IY+(2.3*(IY/100)*(DO))
17 MM=DO/(GF-IY)
18 NN=-MM*IY
20 NP=ABS(MM*.5)
25 NR=NN+NP
30 MB=4/(4*FC*10)
40 L=(KF-CL)/(FC*10)
45 CT=(2*QQ(2)*CL+QQ(1))^2-QQ(1)^2/(-4*QQ(2))
50 REM *****
60 FOR H=1 TO 20
62 IF H>=2 THEN 68
64 L(H)=L
66 GOTO 69
68 L(H)=LL
69 IF L(H) >= ER THEN 101
70 QR=(QQ(1)-MM)^2-4*QQ(2)*(CT-NR)
71 IF QR<0 THEN 80
72 IF L(H)>=6 THEN 80
75 PL(H)=(-QQ(1)+SQR(QQ(1)^2-4*QQ(2)*(CT-L(H))))/(2*QQ(2))
76 MI=(-QQ(1)+SQR(QQ(1)^2-4*QQ(2)*(-L(H))))/(2*QQ(2))
77 CC=(-(QQ(1)-MM)-SQR((QQ(1)-MM)^2-4*QQ(2)*(CT-NR)))/(2*QQ(2))
78 CC=MM*CC+NR
79 GOTO 83
80 PL(H)=(L(H)-CB)/LS
81 MI=(L(H)-BC)/SL
82 CC=(NR-CB)/(SL-MM):CC=MM*CC+NR
83 IF L(H) >=CC-.5 THEN 101
84 T(H)=SE+L(H)*((FO-SE)/DO)
85 PG(H)=IY+(2.3*(IY/100)*(L(H)))
86 GOSUB 125
87 N(H)=L(H)-(MG*PL(H))
88 PP(H)=(N(H)-NR)/(MM-MS)-SU
89 LL=MO*PP(H)+N(H)
90 MZ(H)=LL/(PP(H)-CL)
92 NZ(H)=-MZ(H)*CL
94 MA(H)=(L(H)-NZ(H))/MZ(H)
100 NEXT H
101 GOTO 21100
119 REM *****
125 FOR RG=0 TO 2500 STEP 10
128 IF RG>=RA THEN 20010
133 PRINT""
135 FOR X=L(H) TO L(H)
136 IF RG=0 THEN 166
137 IF PR<MI THEN 20010
141 VB=VB+1
142 IF VB=2 THEN 145
143 PR(VB)=PR:PR(VB+1)=PR
144 GOTO 146
145 PR(VB)=PR
146 IF VB=2 THEN VB=0
147 IF PR(1)<PR(2) THEN 20010
166 PRINT"PRESDION =" ; INT(PR*100) ; "    [LB/PLB^2]"

```



```

167 PRINT "PROFUNDIDAD =" ; INT(X*1000) ; 'LFIESJ"
168 PRINT "RGA=" ; RG
169 PRINT "FPMIN=" ; FL(H)
170 PRINT "MI=" ; MI
180 IF DI<3 THEN 200
190 GOTO 300
200 IF GA<=1000 THEN 1000
210 IF GA<=1500 THEN 3000
220 GOTO 5000
300 IF GA<=2000 THEN 11000
310 IF GA<=4000 THEN 13000
320 GOTO 15000
1000 IF RG<=25 THEN 1110
1010 IF RG<=50 THEN 1310
1020 IF RG<=100 THEN 1510
1030 IF RG<=200 THEN 1710
1040 IF RG<=300 THEN 1910
1050 IF RG<=400 THEN 2110
1060 IF RG<=600 THEN 2310
1070 IF RG<=1000 THEN 2510
1080 GOTO 2710
1110 Y1=3.703*X
1120 Y2=.14622*X*X+2.650*X+.1489
1130 Y3=((Y2-Y1)/(25-0))*(RG-0)+Y1
1140 Z1=3.757*X
1150 Z2=.1937*X*X+2.669*X+.0291
1160 Z3=((Z2-Z1)/(25-0))*(RG-0)+Z1
1170 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
1190 Y4=3.692*X
1200 Y5=.0852*X*X+3.057*X-.5520
1210 Y6=((Y5-Y4)/(25-0))*(RG-0)+Y4
1220 Z4=3.714*X
1230 Z5=.0333*X*X+3.383*X-.57224
1240 Z6=((Z5-Z4)/(25-0))*(RG-0)+Z4
1250 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
1270 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
1280 NEXT X
1290 GOTO 20000
1310 Y1=.1462*X*X+2.650*X+.1489
1320 Y2=.2605*X*X+1.441*X+0
1330 Y3=((Y2-Y1)/(50-25))*(RG-25)+Y1
1340 Z1=.1937*X*X+2.669*X+.0291
1350 Z2=.1875*X*X+2.533*X-.1685
1360 Z3=((Z2-Z1)/(50-25))*(RG-25)+Z1
1370 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
1390 Y4=.0852*X*X+3.057*X-.5520
1400 Y5=.0898*X*X+2.764*X-1.033
1410 Y6=((Y5-Y4)/(50-25))*(RG-25)+Y4
1420 Z4=.0333*X*X+3.383*X-.57224
1430 Z5=.0823*X*X+2.859*X-.9105
1440 Z6=((Z5-Z4)/(50-25))*(RG-25)+Z4
1450 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
1470 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
1480 NEXT X
1490 GOTO 20000
1510 Y1=.2605*X*X+1.441*X+0
1520 Y2=.2433*X*X+1.126*X-.2771
1530 Y3=((Y2-Y1)/(100-50))*(RG-50)+Y1
1540 Z1=.1875*X*X+2.533*X-.1685
1550 Z2=.2129*X*X+2.026*X-.1307
1560 Z3=((Z2-Z1)/(100-50))*(RG-50)+Z1
1570 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
1590 Y4=.0898*X*X+2.764*X-1.033
1600 Y5=.1579*X*X+1.746*X-.8420
1610 Y6=((Y5-Y4)/(100-50))*(RG-50)+Y4
1620 Z4=.0823*X*X+2.859*X-.9105

```

1650 Z5=.2400*X*X+1.462*X-.4358
1640 Z6=((Z5-Z4)/(100-50))*(RG-50)+Z4
1650 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
1670 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
1680 NEXT X
1690 GOTO 20000
1710 Y1=.2433*X*X+1.126*X-.2771
1720 Y2=.2543*X*X+.5042*X+.0182
1730 Y3=((Y2-Y1)/(200-100))*(RG-100)+Y1
1740 Z1=.2129*X*X+2.026*X-.1307
1750 Z2=.2021*X*X+1.699*X+0
1760 Z3=((Z2-Z1)/(200-100))*(RG-100)+Z1
1770 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
1790 Y4=.1579*X*X+1.746*X-.8420
1800 Y5=.2137*X*X+.4861*X+0
1810 Y6=((Y5-Y4)/(200-100))*(RG-100)+Y4
1820 Z4=.2400*X*X+1.462*X-.4358
1830 Z5=.2233*X*X+.6709*X-.0259
1840 Z6=((Z5-Z4)/(200-100))*(RG-100)+Z4
1850 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
1870 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
1880 NEXT X
1890 GOTO 20000
1910 Y1=.2543*X*X+.5042*X+.0182
1920 Y2=.1826*X*X+.4801*X+.0919
1930 Y3=((Y2-Y1)/(300-200))*(RG-200)+Y1
1940 Z1=.2021*X*X+1.699*X+0
1950 Z2=.1616*X*X+1.686*X+0
1960 Z3=((Z2-Z1)/(300-200))*(RG-200)+Z1
1970 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
1990 Y4=.2137*X*X+.4861*X+0
2000 Y5=.1887*X*X+.1046*X+.3538
2010 Y6=((Y5-Y4)/(300-200))*(RG-200)+Y4
2020 Z4=.2233*X*X+.6709*X-.0258
2030 Z5=.1931*X*X+.4269*X+.2526
2040 Z6=((Z5-Z4)/(300-200))*(RG-200)+Z4
2050 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
2070 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
2080 NEXT X
2090 GOTO 20000
2110 Y1=.1826*X*X+.4801*X+.0919
2120 Y2=.1383*X*X+.5396*X+.1421
2130 Y3=((Y2-Y1)/(400-300))*(RG-300)+Y1
2140 Z1=.1616*X*X+1.686*X+0
2150 Z2=.1316*X*X+1.676*X+.0797
2160 Z3=((Z2-Z1)/(400-300))*(RG-300)+Z1
2170 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
2190 Y4=.1887*X*X+.1046*X+.3538
2200 Y5=.1312*X*X+.2366*X+.3538
2210 Y6=((Y5-Y4)/(400-300))*(RG-300)+Y4
2220 Z4=.1931*X*X+.4269*X+.2526
2230 Z5=.1385*X*X+.5265*X+.2499
2240 Z6=((Z5-Z4)/(400-300))*(RG-300)+Z4
2250 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
2270 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
2280 NEXT X
2290 GOTO 20000
2310 Y1=.1383*X*X+.5396*X+.1421
2320 Y2=.0530*X*X+.8363*X+.0732
2330 Y3=((Y2-Y1)/(600-400))*(RG-400)+Y1
2340 Z1=.1316*X*X+1.676*X+.0797
2350 Z2=.0857*X*X+1.763*X-.0679
2360 Z3=((Z2-Z1)/(600-400))*(RG-400)+Z1
2370 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
2390 Y4=.1312*X*X+.2366*X+.3538
2400 Y5=.0821*X*X+.4584*X+.1990

```

2410 Y6=((Y5-Y4)/(500-400))*(RG-400)+Y4
2420 Z4=.1385*X*X+.5265*X+.2499
2430 Z5=.0721*X*X+.7913*X+.0993
2440 Z6=((Z5-Z4)/(600-400))*(RG-400)+Z4
2450 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
2470 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
2480 NEXT X
2490 GOTO 20000
2510 Y1=.0530*X*X+.8363*X+.0732
2520 Y2=.0351*X*X+.9108*X+.0139
2530 Y3=((Y2-Y1)/(1200-600))*(RG-600)+Y1
2540 Z1=.0857*X*X+1.763*X-.0679
2550 Z2=.0518*X*X+1.065*X+.0296
2560 Z3=((Z2-Z1)/(1000-600))*(RG-600)+Z1
2570 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
2590 Y4=.0821*X*X+.4584*X+.1990
2600 Y5=.0396*X*X+.6321*X+.0971
2610 Y6=((Y5-Y4)/(600-500))*(RG-500)+Y4
2620 Z4=.0721*X*X+.7913*X+.0993
2630 Z5=.0381*X*X+.9304*X+.0327
2640 Z6=((Z5-Z4)/(1000-600))*(RG-600)+Z4
2650 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
2670 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
2680 NEXT X
2690 GOTO 20000
2710 Y1=.0351*X*X+.9108*X+.0139
2720 Y2=.0236*X*X+.9743*X-.0136
2730 Y3=((Y2-Y1)/(2000-1200))*(RG-1200)+Y1
2740 Z1=.0518*X*X+1.865*X+.0296
2750 Z2=.0371*X*X+1.955*X-.0287
2760 Z3=((Z2-Z1)/(1500-1000))*(RG-1000)+Z1
2770 P2=((Z3-Y3)/(1000-500))*(GA-500)+Y3
2790 Y4=.0396*X*X+.6321*X+.0971
2800 Y5=.0155*X*X+.7222*X+.0506
2810 Y6=((Y5-Y4)/(2000-800))*(RG-800)+Y4
2820 Z4=.0381*X*X+.9304*X+.0327
2830 Z5=.0237*X*X+1.025*X-.0257
2840 Z6=((Z5-Z4)/(1500-1000))*(RG-1000)+Z4
2850 PD=((Z6-Y6)/(1000-500))*(GA-500)+Y6
2870 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
2880 NEXT X
2890 GOTO 20000
3000 IF RG<=25 THEN 3110
3010 IF RG<=50 THEN 3310
3020 IF RG<=100 THEN 3510
3030 IF RG<=200 THEN 3710
3040 IF RG<=300 THEN 3910
3050 IF RG<=400 THEN 4110
3060 IF RG<=600 THEN 4310
3070 IF RG<=1000 THEN 4510
3080 GOTO 4710
3110 Y1=3.853*X
3120 Y2=.0247*X*X+3.605*X-.3484
3130 Y3=((Y2-Y1)/(25-0))*(RG-0)+Y1
3140 Z1=3.757*X
3150 Z2=.1937*X*X+2.669*X+.0291
3160 Z3=((Z2-Z1)/(25-0))*(RG-0)+Z1
3170 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
3190 Y4=3.773*X
3200 Y5=.0596*X*X+3.217*X-.4819
3210 Y6=((Y5-Y4)/(25-0))*(RG-0)+Y4
3220 Z4=3.714*X
3230 Z5=.0333*X*X+3.383*X-.57224
3240 Z6=((Z5-Z4)/(25-0))*(RG-0)+Z4
3250 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
3270 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD

```

3290 NEXT X
 3290 GOTO 20000
 3310 Y1=.0247*X*X+3.605*X-.3464
 3320 Y2=.0566*X*X+3.2728*X-.4171
 3330 Y3=((Y2-Y1)/(50-25))*(RG-25)+Y1
 3340 Z1=.1937*X*X+2.669*X+.0291
 3350 Z2=.1875*X*X+2.533*X-.1685
 3360 Z3=((Z2-Z1)/(50-25))*(RG-25)+Z1
 3370 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
 3390 Y4=.0596*X*X+3.217*X-.4819
 3400 Y5=.0713*X*X+3.017*X-.8539
 3410 Y6=((Y5-Y4)/(50-25))*(RG-25)+Y4
 3420 Z4=.0333*X*X+3.383*X-.57224
 3430 Z5=.0823*X*X+2.859*X-.9105
 3440 Z6=((Z5-Z4)/(50-25))*(RG-25)+Z4
 3450 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
 3470 FR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
 3480 NEXT X
 3490 GOTO 20000
 3510 Y1=.0568*X*X+3.272*X-.4171
 3520 Y2=.1000*X*X+2.572*X-.2071
 3530 Y3=((Y2-Y1)/(100-50))*(RG-50)+Y1
 3540 Z1=.1875*X*X+2.533*X-.1685
 3550 Z2=.2129*X*X+2.026*X-.1307
 3560 Z3=((Z2-Z1)/(100-50))*(RG-50)+Z1
 3570 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
 3590 Y4=.0713*X*X+3.017*X-.8539
 3600 Y5=.1456*X*X+2.094*X-.6027
 3610 Y6=((Y5-Y4)/(100-50))*(RG-50)+Y4
 3620 Z4=.0823*X*X+2.859*X-.9105
 3630 Z5=.2400*X*X+1.462*X-.4358
 3640 Z6=((Z5-Z4)/(100-50))*(RG-50)+Z4
 3650 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
 3670 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
 3680 NEXT X
 3690 GOTO 20000
 3710 Y1=.1000*X*X+2.572*X-.2071
 3720 Y2=.1415*X*X+2.055*X-.2037
 3730 Y3=((Y2-Y1)/(200-100))*(RG-100)+Y1
 3740 Z1=.2129*X*X+2.026*X-.1307
 3750 Z2=.2021*X*X+1.699*X+0
 3760 Z3=((Z2-Z1)/(200-100))*(RG-100)+Z1
 3770 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
 3790 Y4=.1426*X*X+2.094*X-.6027
 3800 Y5=.1778*X*X+1.216*X+-.1321
 3810 Y6=((Y5-Y4)/(200-100))*(RG-100)+Y4
 3820 Z4=.2400*X*X+1.462*X-.4358
 3830 Z5=.2233*X*X+.6709*X-.0258
 3840 Z6=((Z5-Z4)/(200-100))*(RG-100)+Z4
 3850 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
 3870 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
 3880 NEXT X
 3890 GOTO 20000
 3910 Y1=.1415*X*X+2.055*X-.2037
 3920 Y2=.1475*X*X+1.752*X+0
 3930 Y3=((Y2-Y1)/(300-200))*(RG-200)+Y1
 3940 Z1=.2021*X*X+1.699*X+0
 3950 Z2=.1616*X*X+1.686*X+0
 3960 Z3=((Z2-Z1)/(300-200))*(RG-200)+Z1
 3970 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
 3990 Y4=.1778*X*X+1.216*X-.1321
 4000 Y5=.1855*X*X+.7902*X+.1754
 4010 Y6=((Y5-Y4)/(300-200))*(RG-200)+Y4
 4020 Z4=.2233*X*X+.6709*X-.0258
 4030 Z5=.1931*X*X+.4269*X+.2526
 4040 Z6=((Z5-Z4)/(300-200))*(RG-200)+Z4

4050 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
 4070 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
 4080 NEXT X
 4090 GOTO 20000
 4110 Y1=.1475*X**X+1.752*X+0
 4120 Y2=.1393*X**X+1.601*X+.1341
 4130 Y3=((Y2-Y1)/(400-300))*(RG-300)+Y1
 4140 Z1=.1616*X**X+1.686*X+0
 4150 Z2=.1316*X**X+1.676*X+.0797
 4160 Z3=((Z2-Z1)/(400-300))*(RG-300)+Z1
 4170 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
 4190 Y4=.1855*X**X+.7902*X+.1754
 4200 Y5=.1407*X**X+.8485*X+.1897
 4210 Y6=((Y5-Y4)/(400-300))*(RG-300)+Y4
 4220 Z4=.1931*X**X+.4269*X+.2526
 4230 Z5=.1385*X**X+.5265*X+.2499
 4240 Z6=((Z5-Z4)/(400-300))*(RG-300)+Z4
 4250 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
 4270 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
 4280 NEXT X
 4290 GOTO 20000
 4310 Y1=.1393*X**X+1.601*X+.1341
 4320 Y2=.1257*X**X+1.313*X+.4867
 4330 Y3=((Y2-Y1)/(600-400))*(RG-400)+Y1
 4340 Z1=.1316*X**X+1.676*X+.0797
 4350 Z2=.0857*X**X+1.763*X-.0679
 4360 Z3=((Z2-Z1)/(600-400))*(RG-400)+Z1
 4370 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
 4390 Y4=.1407*X**X+.8485*X+.1897
 4400 Y5=.1123*X**X+.9992*X+.1123
 4410 Y6=((Y5-Y4)/(600-400))*(RG-400)+Y4
 4420 Z4=.1385*X**X+.5265*X+.2499
 4430 Z5=.0721*X**X+.7913*X+.0993
 4440 Z6=((Z5-Z4)/(600-400))*(RG-400)+Z4
 4450 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
 4470 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
 4480 NEXT X
 4490 GOTO 20000
 4510 Y1=.1257*X**X+1.313*X+.4867
 4520 Y2=.1000*X**X+1.381*X+0
 4530 Y3=((Y2-Y1)/(800-600))*(RG-600)+Y1
 4540 Z1=.0857*X**X+1.763*X-.0679
 4550 Z2=.0518*X**X+1.865*X+.0296
 4560 Z3=((Z2-Z1)/(1000-600))*(RG-600)+Z1
 4570 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
 4590 Y4=.1123*X**X+.9992*X+.1123
 4600 Y5=.0469*X**X+1.232*X+0
 4610 Y6=((Y5-Y4)/(800-600))*(RG-600)+Y4
 4620 Z4=.0721*X**X+.7913*X+.0993
 4630 Z5=.0381*X**X+.9304*X+.0327
 4640 Z6=((Z5-Z4)/(1000-600))*(RG-600)+Z4
 4650 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
 4670 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
 4680 NEXT X
 4690 GOTO 20000
 4710 Y1=.1000*X**X+1.381*X+0
 4720 Y2=.0700*X**X+1.460*X+0
 4730 Y3=((Y2-Y1)/(1200-800))*(RG-800)+Y1
 4740 Z1=.0518*X**X+1.865*X+.0296
 4750 Z2=.0371*X**X+1.955*X-.0287
 4760 Z3=((Z2-Z1)/(1500-1000))*(RG-1000)+Z1
 4770 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
 4790 Y4=.0469*X**X+1.232*X+0
 4800 Y5=.0237*X**X+1.360*X-.066
 4810 Y6=((Y5-Y4)/(1500-800))*(RG-800)+Y4
 4820 Z4=.0381*X**X+.9304*X+.0327

```

4850 Z5=(Z5-Z4)/(1500-1000)*(RG-1000)+Z4
4850 PD=((Z6-Y6)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y6
4870 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
4880 NEXT X
4890 GOTO 20000
5000 IF RG<=25 THEN 5110
5010 IF RG<=50 THEN 5310
5020 IF RG<=100 THEN 5510
5030 IF RG<=200 THEN 5710
5040 IF RG<=300 THEN 5910
5050 IF RG<=400 THEN 6110
5060 IF RG<=600 THEN 6310
5070 IF RG<=1000 THEN 6510
5080 GOTO 6710
5110 Y1=3.853*X
5120 Y2=.0247*X*X+3.605*X-.3484
5130 Y3=((Y2-Y1)/(25-0))*(RG-0)+Y1
5140 Z1=4*X
5150 Z2=.0201*X*X+3.760*X-.3100
5160 Z3=((Z2-Z1)/(25-0))*(RG-0)+Z1
5170 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
5190 Y4=3.773*X
5200 Y5=.0596*X*X+3.217*X-.4819
5210 Y6=((Y5-Y4)/(25-0))*(RG-0)+Y4
5220 Z4=4*X
5230 Z5=.0296*X*X+3.507*X-.4810
5240 Z6=((Z5-Z4)/(25-0))*(RG-0)+Z4
5250 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
5270 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
5280 NEXT X
5290 GOTO 20000
5310 Y1=.0247*X*X+3.605*X-.3484
5320 Y2=.0568*X*X+3.272*X-.4171
5330 Y3=((Y2-Y1)/(50-25))*(RG-25)+Y1
5340 Z1=.0201*X*X+3.760*X-.3100
5350 Z2=.0413*X*X+3.572*X-.4783
5360 Z3=((Z2-Z1)/(50-25))*(RG-25)+Z1
5370 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
5390 Y4=.0596*X*X+3.217*X-.4819
5400 Y5=.0713*X*X+3.017*X-.8539
5410 Y6=((Y5-Y4)/(50-25))*(RG-25)+Y4
5420 Z4=.0296*X*X+3.507*X-.4810
5430 Z5=.0757*X*X+3.020*X-.5842
5440 Z6=((Z5-Z4)/(50-25))*(RG-25)+Z4
5450 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
5470 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
5480 NEXT X
5490 GOTO 20000
5510 Y1=.0568*X*X+3.272*X-.4171
5520 Y2=.1000*X*X+2.572*X-.2071
5530 Y3=((Y2-Y1)/(100-50))*(RG-50)+Y1
5540 Z1=.0413*X*X+3.572*X-.4783
5550 Z2=.0826*X*X+3.109*X-.3649
5560 Z3=((Z2-Z1)/(100-50))*(RG-50)+Z1
5570 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
5590 Y4=.0713*X*X+3.017*X-.8539
5600 Y5=.1456*X*X+2.094*X-.6027
5610 Y6=((Y5-Y4)/(100-50))*(RG-50)+Y4
5620 Z4=.0757*X*X+3.020*X-.5842
5630 Z5=.1237*X*X+2.344*X-.4254
5640 Z6=((Z5-Z4)/(100-50))*(RG-50)+Z4
5650 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
5670 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
5680 NEXT X
5690 GOTO 20000

```

5710 Y1=.1000**X**X+2.572**X-.2071
5720 Y2=.1415**X**X+2.055**X-.2037
5730 Y3=((Y2-Y1)/(200-100))*(RG-100)+Y1
5740 Z1=.0826**X**X+3.108**X-.3649
5750 Z2=.1378**X**X+2.507**X-.1034
5760 Z3=((Z2-Z1)/(200-100))*(RG-100)+Z1
5770 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
5790 Y4=.1426**X**X+2.094**X-.6027
5800 Y5=.1778**X**X+1.216**X+-.1321
5810 Y6=((Y5-Y4)/(200-100))*(RG-100)+Y4
5820 Z4=.1273**X**X+2.344**X-.4254
5830 Z5=.1599**X**X+1.610**X-.1190
5840 Z6=((Z5-Z4)/(200-100))*(RG-100)+Z4
5850 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
5870 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
5880 NEXT X
5890 GOTO 20000
5910 Y1=.1415**X**X+2.055**X-.2037
5920 Y2=.1475**X**X+1.752**X+0
5930 Y3=((Y2-Y1)/(300-200))*(RG-200)+Y1
5940 Z1=.1378**X**X+2.507**X-.1034
5950 Z2=.1328**X**X+2.292**X+0
5960 Z3=((Z2-Z1)/(300-200))*(RG-200)+Z1
5970 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
5990 Y4=.1778**X**X+1.216**X-.1321
6000 Y5=.1855**X**X+.7902**X+.1754
6010 Y6=((Y5-Y4)/(300-200))*(RG-200)+Y4
6020 Z4=.1599**X**X+1.610**X-.1190
6030 Z5=.1595**X**X+1.259**X+.0935
6040 Z6=((Z5-Z4)/(300-200))*(RG-200)+Z4
6050 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
6070 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
6080 NEXT X
6090 GOTO 20000
6110 Y1=.1475**X**X+1.752**X+0
6120 Y2=.1393**X**X+1.601**X+.1341
6130 Y3=((Y2-Y1)/(400-300))*(RG-300)+Y1
6140 Z1=.1328**X**X+2.292**X+0
6150 Z2=.1245**X**X+2.200**X+.0366
6160 Z3=((Z2-Z1)/(400-300))*(RG-300)+Z1
6170 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
6190 Y4=.1855**X**X+.7902**X+.1754
6200 Y5=.1407**X**X+.8485**X+.1897
6210 Y6=((Y5-Y4)/(400-300))*(RG-300)+Y4
6220 Z4=.1595**X**X+1.259**X+.0935
6230 Z5=.1410**X**X+1.148**X+.2115
6240 Z6=((Z5-Z4)/(400-300))*(RG-300)+Z4
6250 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
6270 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
6280 NEXT X
6290 GOTO 20000
6310 Y1=.1393**X**X+1.601**X+.1341
6320 Y2=.1257**X**X+1.313**X+.4867
6330 Y3=((Y2-Y1)/(600-400))*(RG-400)+Y1
6340 Z1=.1245**X**X+2.200**X+.0366
6350 Z2=.1093**X**X+2.198**X+.0581
6360 Z3=((Z2-Z1)/(500-400))*(RG-400)+Z1
6370 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
6390 Y4=.1407**X**X+.8485**X+.1897
6400 Y5=.1123**X**X+.9992**X+.1123
6410 Y6=((Y5-Y4)/(600-400))*(RG-400)+Y4
6420 Z4=.1410**X**X+1.148**X+.2115
6430 Z5=.1562**X**X+1.282**X+.1000
6440 Z6=((Z5-Z4)/(500-400))*(RG-400)+Z4
6450 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
6470 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD

```

0480 NEXT X
6490 GOTO 20000
6510 Y1=.1257*X*X+1.313*X+.4867
6520 Y2=.1000*X*X+1.381*X+0
6530 Y3=((Y2-Y1)/(600-600))*(RG-600)+Y1
6540 Z1=.1093*X*X+2.198*X-.0581
6550 Z2=.0766*X*X+2.275*X+.0706
6560 Z3=((Z2-Z1)/(600-500))*(RG-500)+Z1
6570 P2=((Z3-Y3)/(1000-1500))*(GA-1500)+Y3
6590 Y4=.1123*X*X+.9992*X+.1123
6600 Y5=.0469*X*X+1.232*X+0
6610 Y6=((Y5-Y4)/(800-600))*(RG-600)+Y4
6620 Z4=.1562*X*X+1.282*X+.1
6630 Z5=.0471*X*X+1.525*X+.0405
6640 Z6=((Z5-Z4)/(800-500))*(RG-500)+Z4
6650 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
6670 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
6680 NEXT X
6690 GOTO 20000
6710 Y1=.1000*X*X+1.381*X+0
6720 Y2=.0700*X*X+1.460*X+0
6730 Y3=((Y2-Y1)/(1200-800))*(RG-800)+Y1
6740 Z1=.0766*X*X+2.275*X+.0706
6750 Z2=.0572*X*X+2.221*X-.0349
6760 Z3=((Z2-Z1)/(1000-600))*(RG-600)+Z1
6770 P2=((Z3-Y3)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y3
6790 Y4=.0469*X*X+1.232*X+0
6800 Y5=.0237*X*X+1.360*X-.066
6810 Y6=((Y5-Y4)/(1500-800))*(RG-800)+Y4
6820 Z4=.0471*X*X+1.525*X+.0405
6830 Z5=.0361*X*X+1.535*X+.012
6840 Z6=((Z5-Z4)/(1000-800))*(RG-800)+Z4
6850 PD=((Z6-Y6)/(2000-1500))*(GA-1500)+Y6
6870 PR=((P2-PD)/(2-2.5))*(DI-2.5)+PD
6880 NEXT X
6890 GOTO 20000
11000 IF RG<=25 THEN 11110
11010 IF RG<=50 THEN 11310
11020 IF RG<=100 THEN 11510
11030 IF RG<=200 THEN 11710
11040 IF RG<=300 THEN 11910
11050 IF RG<=400 THEN 12110
11060 IF RG<=600 THEN 12310
11070 GOTO 12510
11110 Y1=3.690*X
11120 Y2=.0421*X*X+3.301*X-.6512
11130 Y3=((Y2-Y1)/(25-0))*(RG-0)+Y1
11140 Z1=3.71*X
11150 Z2=.0978*X*X+3.029*X-.4353
11160 Z3=((Z2-Z1)/(25-0))*(RG-0)+Z1
11170 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
11190 Y4=3.690*X
11200 Y5=.0325*X*X+3.347*X-.6737
11210 Y6=((Y5-Y4)/(25-0))*(RG-0)+Y4
11220 Z4=3.7*X
11230 Z5=.1145*X*X+2.687*X-.3707
11240 Z6=((Z5-Z4)/(25-0))*(RG-0)+Z4
11250 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
11270 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
11280 NEXT X
11290 GOTO 20000
11310 Y1=.0421*X*X+3.301*X-.6512
11320 Y2=.1247*X*X+2.438*X-.6486
11330 Y3=((Y2-Y1)/(50-25))*(RG-25)+Y1
11340 Z1=.0978*X*X+3.029*X-.4353
11350 Z2=.0939*X*X+2.782*X-.8328

```


11360 Z3=(Z2-Z1)/(50-25))*(RG-25)+Z1
11370 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
11390 Y4=.0325*X*X+3.347*X-.6737
11400 Y5=.1141*X*X+2.489*X-.9025
11410 Y6=((Y5-Y4)/(50-25))*(RG-25)+Y4
11420 Z4=.1145*X*X+2.687*X-.3707
11430 Z5=.1959*X*X+1.776*X-.3387
11440 Z6=((Z5-Z4)/(50-25))*(RG-25)+Z4
11450 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
11470 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
11480 NEXT X
11490 GOTO 20000
11510 Y1=.1247*X*X+2.438*X-.6486
11520 Y2=.1768*X*X+1.563*X-.7326
11530 Y3=((Y2-Y1)/(100-50))*(RG-50)+Y1
11540 Z1=.0939*X*X+2.782*X-.8328
11550 Z2=.1648*X*X+1.814*X-.6111
11560 Z3=((Z2-Z1)/(100-50))*(RG-50)+Z1
11570 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
11590 Y4=.1141*X*X+2.489*X-.9025
11600 Y5=.1838*X*X+1.382*X-.7698
11610 Y6=((Y5-Y4)/(100-50))*(RG-50)+Y4
11620 Z4=.1959*X*X+1.776*X-.3387
11630 Z5=.2404*X*X+.9021*X-.1131
11640 Z6=((Z5-Z4)/(100-50))*(RG-50)+Z4
11650 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
11670 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
11680 NEXT X
11690 GOTO 20000
11710 Y1=.1768*X*X+1.563*X-.7326
11720 Y2=.2191*X*X+.4353*X-.0227
11730 Y3=((Y2-Y1)/(200-100))*(RG-100)+Y1
11740 Z1=.1648*X*X+1.814*X-.6111
11750 Z2=.2164*X*X+.7523*X+.0430
11760 Z3=((Z2-Z1)/(200-100))*(RG-100)+Z1
11770 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
11790 Y4=.1838*X*X+1.382*X-.7698
11800 Y5=.3564*X*X+1.216*X+.1321
11810 Y6=((Y5-Y4)/(200-100))*(RG-100)+Y4
11820 Z4=.2404*X*X+.9021*X-.1131
11830 Z5=.2625*X*X+.0460*X+1.298
11840 Z6=((Z5-Z4)/(200-100))*(RG-100)+Z4
11850 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
11870 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
11880 NEXT X
11890 GOTO 20000
11910 Y1=.2191*X*X+.4353*X-.0226
11920 Y2=.1876*X*X+.1152*X+.3428
11930 Y3=((Y2-Y1)/(300-200))*(RG-200)+Y1
11940 Z1=.2164*X*X+.7523*X+.0430
11950 Z2=.1847*X*X+.5266*X+.2309
11960 Z3=((Z2-Z1)/(300-200))*(RG-200)+Z1
11970 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
11990 Y4=.3564*X*X+1.248*X+.1321
12000 Y5=.1800*X*X-.1151*X+.3885
12010 Y6=((Y5-Y4)/(300-200))*(RG-200)+Y4
12020 Z4=.2625*X*X-.0460*X+1.298
12030 Z5=.1806*X*X+.2982*X+.2733
12040 Z6=((Z5-Z4)/(300-200))*(RG-200)+Z4
12050 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
12070 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
12080 NEXT X
12090 GOTO 20000
12110 Y1=.1876*X*X+.1152*X+.3428
12120 Y2=.1017*X*X+.5460*X+.0770
12130 Y3=((Y2-Y1)/(400-300))*(RG-300)+Y1

```

12140 Z1=.184/*X*X+.5266*X+.2309
12150 Z2=.1287*X*X+.6594*X+.2044
12160 Z3=((Z2-Z1)/(400-300))*(RG-300)+Z1
12170 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
12190 Y4=.1800*X*X-.1151*X+.3635
12200 Y5=.1142*X*X+.0890*X+.2930
12210 Y6=((Y5-Y4)/(400-300))*(RG-300)+Y4
12220 Z4=.1806*X*X+.2982*X+.2733
12230 Z5=.1051*X*X+.5483*X+.1747
12240 Z6=((Z5-Z4)/(400-300))*(RG-300)+Z4
12250 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
12270 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
12280 NEXT X
12290 GOTO 20000
12310 Y1=.1017*X*X+.5460*X+.0770
12320 Y2=.0810*X*X+.4854*X+.1703
12330 Y3=((Y2-Y1)/(500-400))*(RG-400)+Y1
12340 Z1=.1237*X*X+.6594*X+.2044
12350 Z2=.0668*X*X+.7948*X+.1906
12360 Z3=((Z2-Z1)/(800-400))*(RG-400)+Z1
12370 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
12390 Y4=.1142*X*X+.0890*X+.2930
12400 Y5=.0114*X*X+.5449*X+.0210
12410 Y6=((Y5-Y4)/(800-400))*(RG-400)+Y4
12420 Z4=.1051*X*X+.5483*X+.1747
12430 Z5=.0195*X*X+.9032*X+.0000
12440 Z6=((Z5-Z4)/(800-400))*(RG-400)+Z4
12450 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
12470 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
12480 NEXT X
12490 GOTO 20000
12510 Y1=.0810*X*X+.4854*X+.1703
12520 Y2=.0000*X*X+.8532*X-.0486
12530 Y3=((Y2-Y1)/(2000-800))*(RG-800)+Y1
12540 Z1=.0668*X*X+.7948*X+.1906
12550 Z2=.0279*X*X+1.032*X+.0387
12560 Z3=((Z2-Z1)/(1500-800))*(RG-800)+Z1
12570 P2=((Z3-Y3)/(2000-1000))*(GA-1000)+Y3
12590 Y4=.0114*X*X+.5449*X+.0210
12600 Y5=.0000*X*X+.4894*X+.0677
12610 Y6=((Y5-Y4)/(3000-800))*(RG-800)+Y4
12620 Z4=.0195*X*X+.9032*X+.0
12630 Z5=.0152*X*X+.8910*X-.0109
12640 Z6=((Z5-Z4)/(1500-800))*(RG-800)+Z4
12650 PD=((Z6-Y6)/(3000-1000))*(GA-1000)+Y6
12670 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
12680 NEXT X
12690 GOTO 20000
13000 IF RG<=25 THEN 13110
13010 IF RG<=50 THEN 13310
13020 IF RG<=100 THEN 13510
13030 IF RG<=200 THEN 13710
13040 IF RG<=300 THEN 13910
13050 IF RG<=400 THEN 14110
13060 IF RG<=800 THEN 14310
13070 GOTO 14510
13110 Y1=3.750*X
13120 Y2=.1225*X*X+3.556*X-.4155
13130 Y3=((Y2-Y1)/(25-0))*(RG-0)+Y1
13140 Z1=3.71*X
13150 Z2=.0978*X*X+3.029*X-.4353
13160 Z3=((Z2-Z1)/(25-0))*(RG-0)+Z1
13170 P2=((Z3-Y3)/(2000-3000))*(GA-3000)+Y3
13190 Y4=3.720*X
13200 Y5=.0578*X*X+3.182*X-.5259
13210 Y6=((Y5-Y4)/(25-0))*(RG-0)+Y4

```

13220 Z4=3. / *X
13230 Z5=. 1145*X*X+2.687*X-. 3707
13240 Z6=((Z5-Z4) / (25-0)) * (RG-0) +Z4
13250 PD=((Z6-Y6) / (3000-4000)) * (GA-4000) +Y6
13270 PR=((P2-PD) / (3-4)) * (DI-4) +PD
13280 NEXT X
13290 GOTO 20000
13310 Y1=. 1225*X*X+3.556*X-. 4155
13320 Y2=. 1496*X*X+2.999*X-. 4701
13330 Y3=((Y2-Y1) / (50-25)) * (RG-25) +Y1
13340 Z1=. 0978*X*X+3.029*X-. 4353
13350 Z2=. 0939*X*X+2.782*X-. 8328
13360 Z3=((Z2-Z1) / (50-25)) * (RG-25) +Z1
13370 P2=((Z3-Y3) / (2000-3000)) * (GA-3000) +Y3
13390 Y4=. 0578*X*X+3.182*X-. 5259
13400 Y5=. 0779*X*X+2.891*X-. 9297
13410 Y6=((Y5-Y4) / (50-25)) * (RG-25) +Y4
13420 Z4=. 1145*X*X+2.687*X-. 3707
13430 Z5=. 1959*X*X+1.776*X-. 3387
13440 Z6=((Z5-Z4) / (50-25)) * (RG-25) +Z4
13450 PD=((Z6-Y6) / (3000-4000)) * (GA-4000) +Y6
13470 PR=((P2-PD) / (3-4)) * (DI-4) +PD
13480 NEXT X
13490 GOTO 20000
13510 Y1=. 1496*X*X+2.999*X-. 4701
13520 Y2=. 1591*X*X+2.372*X-. 3630
13530 Y3=((Y2-Y1) / (100-50)) * (RG-50) +Y1
13540 Z1=. 0939*X*X+2.782*X-. 8328
13550 Z2=. 1648*X*X+1.814*X-. 6111
13560 Z3=((Z2-Z1) / (100-50)) * (RG-50) +Z1
13570 P2=((Z3-Y3) / (2000-3000)) * (GA-3000) +Y3
13590 Y4=. 0779*X*X+2.891*X-. 9297
13600 Y5=. 1522*X*X+1.906*X-. 7543
13610 Y6=((Y5-Y4) / (100-50)) * (RG-50) +Y4
13620 Z4=. 1959*X*X+1.776*X-. 3387
13630 Z5=. 2404*X*X+. 9021*X-. 1131
13640 Z6=((Z5-Z4) / (100-50)) * (RG-50) +Z4
13650 PD=((Z6-Y6) / (3000-4000)) * (GA-4000) +Y6
13670 PR=((P2-PD) / (3-4)) * (DI-4) +PD
13680 NEXT X
13690 GOTO 20000
13710 Y1=. 1591*X*X+2.372*X-. 3630
13720 Y2=. 1595*X*X+1.740*X-. 0486
13730 Y3=((Y2-Y1) / (200-100)) * (RG-100) +Y1
13740 Z1=. 1648*X*X+1.814*X-. 6111
13750 Z2=. 2164*X*X+. 7523*X+. 0430
13760 Z3=((Z2-Z1) / (200-100)) * (RG-100) +Z1
13770 P2=((Z3-Y3) / (2000-3000)) * (GA-3000) +Y3
13790 Y4=. 1528*X*X+1.906*X-. 7543
13800 Y5=. 2134*X*X+. 7070*X+. 0188
13810 Y6=((Y5-Y4) / (200-100)) * (RG-100) +Y4
13820 Z4=. 2404*X*X+. 9021*X-. 1131
13830 Z5=. 2625*X*X+. 0460*X+. 1.298
13840 Z6=((Z5-Z4) / (200-100)) * (RG-100) +Z4
13850 PD=((Z6-Y6) / (3000-4000)) * (GA-4000) +Y6
13870 PR=((P2-PD) / (3-4)) * (DI-4) +PD
13880 NEXT X
13890 GOTO 20000
13910 Y1=. 1595*X*X+1.740*X-. 0486
13920 Y2=. 1287*X*X+1.644*X+. 0226
13930 Y3=((Y2-Y1) / (300-200)) * (RG-200) +Y1
13940 Z1=. 2164*X*X+. 7523*X+. 0430
13950 Z2=. 1847*X*X+. 5266*X+. 2309
13960 Z3=((Z2-Z1) / (300-200)) * (RG-200) +Z1
13970 P2=((Z3-Y3) / (2000-3000)) * (GA-3000) +Y3
13990 Y4=. 2134*X*X+. 7070*X+. 0188

```

14000 Y3=.1918*X*X+.3829*X+.3063
14010 Y6=(Y5-Y4)/(300-200)*(RG-200)+Y4
14020 Z4=.2625*X*X-.0460*X+1.298
14030 Z5=.1806*X*X+.2982*X+.2733
14040 Z6=(Z5-Z4)/(300-200)*(RG-200)+Z4
14050 PD=(Z6-Y6)/(3000-4000)*(GA-4000)+Y6
14070 PR=(P2-PD)/(3-4)*(DI-4)+PD
14080 NEXT X
14090 GOTO 20000
14110 Y1=.1287*X*X+1.644*X+.0226
14120 Y2=.1064*X*X+1.608*X+.0788
14130 Y3=(Y2-Y1)/(400-300)*(RG-300)+Y1
14140 Z1=.1847*X*X+.5266*X+.2309
14150 Z2=.1287*X*X+.6594*X+.2044
14160 Z3=(Z2-Z1)/(400-300)*(RG-300)+Z1
14170 P2=(Z3-Y3)/(2000-3000)*(GA-3000)+Y3
14190 Y4=.1918*X*X+.3829*X+.3063
14200 Y5=.1151*X*X+.6374*X+.1855
14210 Y6=(Y5-Y4)/(400-300)*(RG-300)+Y4
14220 Z4=.1806*X*X+.2982*X+.2733
14230 Z5=.1051*X*X+.5483*X+.1747
14240 Z6=(Z5-Z4)/(400-300)*(RG-300)+Z4
14250 PD=(Z6-Y6)/(3000-4000)*(GA-4000)+Y6
14270 PR=(P2-PD)/(3-4)*(DI-4)+PD
14280 NEXT X
14290 GOTO 20000
14310 Y1=.1064*X*X+1.608*X+.0788
14320 Y2=.0761*X*X+1.702*X+.0505
14330 Y3=(Y2-Y1)/(600-400)*(RG-400)+Y1
14340 Z1=.1287*X*X+.6594*X+.2044
14350 Z2=.0668*X*X+.7948*X+.1906
14360 Z3=(Z2-Z1)/(800-400)*(RG-400)+Z1
14370 P2=(Z3-Y3)/(2000-3000)*(GA-3000)+Y3
14390 Y4=.1151*X*X+.6374*X+.1855
14400 Y5=.0258*X*X+1.026*X+.0
14410 Y6=(Y5-Y4)/(800-400)*(RG-400)+Y4
14420 Z4=.1051*X*X+.5483*X+.1747
14430 Z5=.0195*X*X+.9082*X+.0000
14440 Z6=(Z5-Z4)/(800-400)*(RG-400)+Z4
14450 PD=(Z6-Y6)/(3000-4000)*(GA-4000)+Y6
14470 PR=(P2-PD)/(3-4)*(DI-4)+PD
14480 NEXT X
14490 GOTO 20000
14510 Y1=.0761*X*X+1.702*X+.0505
14520 Y2=.0304*X*X+1.841*X+.0117
14530 Y3=(Y2-Y1)/(1200-600)*(RG-600)+Y1
14540 Z1=.0668*X*X+.7948*X+.1906
14550 Z2=.0279*X*X+1.032*X+.0387
14560 Z3=(Z2-Z1)/(1500-800)*(RG-800)+Z1
14570 P2=(Z3-Y3)/(2000-3000)*(GA-3000)+Y3
14590 Y4=.0258*X*X+1.022*X+.0
14600 Y5=.0214*X*X+1.017*X+.0
14610 Y6=(Y5-Y4)/(1200-800)*(RG-800)+Y4
14620 Z4=.0195*X*X+.9082*X+.0
14630 Z5=.0152*X*X+.8910*X-.0109
14640 Z6=(Z5-Z4)/(1500-800)*(RG-800)+Z4
14650 PD=(Z6-Y6)/(3000-4000)*(GA-4000)+Y6
14670 PR=(P2-PD)/(3-4)*(DI-4)+PD
14680 NEXT X
14690 GOTO 20000
15000 IF RG<=25 THEN 15110
15010 IF RG<=50 THEN 15310
15020 IF RG<=100 THEN 15510
15030 IF RG<=200 THEN 15710
15040 IF RG<=300 THEN 15910
15050 IF RG<=400 THEN 16110

```

```

15060 IF RG=800 THEN 16310
15070 GOTO 16510
15110 Y1=3.750*X
15120 Y2=.1225*X*X+3.556*X-.4155
15130 Y3=((Y2-Y1)/(25-0))*(RG-0)+Y1
15140 Z1=3.80*X
15150 Z2=.0124*X*X+3.816*X-.3786
15160 Z3=((Z2-Z1)/(25-0))*(RG-0)+Z1
15170 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))*(GA-3000)+Y3
15190 Y4=3.720*X
15200 Y5=.0578*X*X+3.182*X-.5259
15210 Y6=((Y5-Y4)/(25-0))*(RG-0)+Y4
15220 Z4=3.8*X
15230 Z5=.1043*X*X+2.922*X-.2330
15240 Z6=((Z5-Z4)/(25-0))*(RG-0)+Z4
15250 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))*(GA-4000)+Y6
15270 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
15280 NEXT X
15290 GOTO 20000
15310 Y1=.1225*X*X+3.556*X-.4155
15320 Y2=.1496*X*X+2.999*X-.4701
15330 Y3=((Y2-Y1)/(50-25))*(RG-25)+Y1
15340 Z1=.0124*X*X+3.816*X-.3786
15350 Z2=.1535*X*X+2.412*X-.2481
15360 Z3=((Z2-Z1)/(50-25))*(RG-25)+Z1
15370 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))*(GA-3000)+Y3
15390 Y4=.0578*X*X+3.182*X-.5259
15400 Y5=.0779*X*X+2.891*X-.9297
15410 Y6=((Y5-Y4)/(50-25))*(RG-25)+Y4
15420 Z4=.1043*X*X+2.922*X-.2330
15430 Z5=.1761*X*X+2.216*X-.2434
15440 Z6=((Z5-Z4)/(50-25))*(RG-25)+Z4
15450 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))*(GA-4000)+Y6
15470 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
15480 NEXT X
15490 GOTO 20000
15510 Y1=.1496*X*X+2.999*X-.4701
15520 Y2=.1591*X*X+2.372*X-.3630
15530 Y3=((Y2-Y1)/(100-50))*(RG-50)+Y1
15540 Z1=.1535*X*X+2.412*X-.2481
15550 Z2=.2019*X*X+1.658*X+.8125
15560 Z3=((Z2-Z1)/(100-50))*(RG-50)+Z1
15570 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))*(GA-3000)+Y3
15590 Y4=.0779*X*X+2.891*X-.9297
15600 Y5=.1522*X*X+1.906*X-.7543
15610 Y6=((Y5-Y4)/(100-50))*(RG-50)+Y4
15620 Z4=.1761*X*X+2.216*X-.2434
15630 Z5=.1597*X*X+2.080*X-.2293
15640 Z6=((Z5-Z4)/(100-50))*(RG-50)+Z4
15650 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))*(GA-4000)+Y6
15670 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
15680 NEXT X
15690 GOTO 20000
15710 Y1=.1591*X*X+2.372*X-.3630
15720 Y2=.1595*X*X+1.740*X-.0486
15730 Y3=((Y2-Y1)/(200-100))*(RG-100)+Y1
15740 Z1=.2019*X*X+1.658*X+.8125
15750 Z2=.1665*X*X+1.650*X-.0528
15760 Z3=((Z2-Z1)/(200-100))*(RG-100)+Z1
15770 P2=((Z3-Y3)/(4000-3000))*(GA-3000)+Y3
15790 Y4=.1528*X*X+1.906*X-.7543
15800 Y5=.2134*X*X+.7070*X+.0188
15810 Y6=((Y5-Y4)/(200-100))*(RG-100)+Y4
15820 Z4=.1597*X*X+2.080*X-.2293
15830 Z5=.1675*X*X+1.567*X-.0732
15840 Z6=((Z5-Z4)/(200-100))*(RG-100)+Z4

```

```

15850 PD=( (Z6-Y6) / (8000-4000) ) * (GA-4000) +Y6
15870 PR=( (P2-PD) / (3-4) ) * (DI-4) +PD
15880 NEXT X
15890 GOTO 20000
15910 Y1=.1595*X*X+1.740*X-.0486
15920 Y2=.1287*X*X+1.644*X+.0226
15930 Y3=( (Y2-Y1) / (300-200) ) * (RG-200) +Y1
15940 Z1=.1665*X*X+1.650*X-.0528
15950 Z2=.2275*X*X+1.045*X+.2940
15960 Z3=( (Z2-Z1) / (300-200) ) * (RG-200) +Z1
15970 P2=( (Z3-Y3) / (4000-3000) ) * (GA-3000) +Y3
15990 Y4=.2134*X*X+.7070*X+.0188
16000 Y5=.1918*X*X+.3829*X+.3063
16010 Y6=( (Y5-Y4) / (300-200) ) * (RG-200) +Y4
16020 Z4=.1675*X*X+1.567*X-.0732
16030 Z5=.1623*X*X+1.250*X+.1289
16040 Z6=( (Z5-Z4) / (300-200) ) * (RG-200) +Z4
16050 PD=( (Z6-Y6) / (8000-4000) ) * (GA-4000) +Y6
16070 PR=( (P2-PD) / (3-4) ) * (DI-4) +PD
16080 NEXT X
16090 GOTO 20000
16110 Y1=.1287*X*X+1.644*X+.0226
16120 Y2=.1064*X*X+1.608*X+.0788
16130 Y3=( (Y2-Y1) / (400-300) ) * (RG-300) +Y1
16140 Z1=.2275*X*X+1.045*X+.2940
16150 Z2=.1382*X*X+1.329*X+.1720
16160 Z3=( (Z2-Z1) / (400-300) ) * (RG-300) +Z1
16170 P2=( (Z3-Y3) / (4000-3000) ) * (GA-3000) +Y3
16190 Y4=.1918*X*X+.3829*X+.3063
16200 Y5=.1151*X*X+.6374*X+.1855
16210 Y6=( (Y5-Y4) / (400-300) ) * (RG-300) +Y4
16220 Z4=.1623*X*X+1.250*X+.1289
16230 Z5=.1394*X*X+1.263*X+.1739
16240 Z6=( (Z5-Z4) / (400-300) ) * (RG-300) +Z4
16250 PD=( (Z6-Y6) / (8000-4000) ) * (GA-4000) +Y6
16270 PR=( (P2-PD) / (3-4) ) * (DI-4) +PD
16280 NEXT X
16290 GOTO 20000
16310 Y1=.1064*X*X+1.608*X+.0788
16320 Y2=.0761*X*X+1.702*X+.0505
16330 Y3=( (Y2-Y1) / (600-400) ) * (RG-400) +Y1
16340 Z1=.1382*X*X+1.329*X+.1720
16350 Z2=.1169*X*X+.9913*X+.1689
16360 Z3=( (Z2-Z1) / (600-400) ) * (RG-400) +Z1
16370 P2=( (Z3-Y3) / (4000-3000) ) * (GA-3000) +Y3
16390 Y4=.1151*X*X+.6374*X+.1855
16400 Y5=.0258*X*X+1.026*X+.0
16410 Y6=( (Y5-Y4) / (800-400) ) * (RG-400) +Y4
16420 Z4=.1394*X*X+1.263*X+.1739
16430 Z5=.0743*X*X+1.434*X+.0962
16440 Z6=( (Z5-Z4) / (600-400) ) * (RG-400) +Z4
16450 PD=( (Z6-Y6) / (8000-4000) ) * (GA-4000) +Y6
16470 PR=( (P2-PD) / (3-4) ) * (DI-4) +PD
16480 NEXT X
16490 GOTO 20000
16510 Y1=.0761*X*X+1.702*X+.0505
16520 Y2=.0304*X*X+1.841*X+.0117
16530 Y3=( (Y2-Y1) / (1200-600) ) * (RG-600) +Y1
16540 Z1=.1169*X*X+.9913*X+.1689
16550 Z2=.0408*X*X+1.715*X+.0
16560 Z3=( (Z2-Z1) / (1200-600) ) * (RG-600) +Z1
16570 P2=( (Z3-Y3) / (4000-3000) ) * (GA-3000) +Y3
16590 Y4=.0258*X*X+1.022*X+.0
16600 Y5=.0214*X*X+1.017*X+.0
16610 Y6=( (Y5-Y4) / (1200-800) ) * (RG-800) +Y4
16620 Z4=.0743*X*X+1.434*X+.0962

```

```

16630 Z5=.03/2**X+1.619*X+.0
16640 Z6=((Z5-Z4)/(1000-600))*(RG-600)+Z4
16650 PD=((Z6-Y6)/(8000-4000))*(GA-4000)+Y6
16670 PR=((P2-PD)/(3-4))*(DI-4)+PD
16680 NEXT X
16690 GOTO 20000
20000 NEXT RG
20004 PRINT""
20005 PRINT"RGA DEMASIADO ALTA"
20006 END
20010 PR(1)=0:PR(2)=0:VB=0
20011 PRINT"RGA=";RG
20015 RG(H)=RG
20020 REM *****
20030 QB=((.0544*SQR(.65*(T(H)+460)))*GA*RG)/1000
20040 QC=QB/((.0544*SQR(.65*(T(H)+460)))
20042 IF H>=2 THEN 20053
20050 XK=PL(H)/PG(H)
20051 GOTO 20055
20053 XK=PL(H)/PD(H-1)
20055 IF XK<=.5512 THEN 20070
20060 YK=-3.5559*XK*XK+4.6679*XK-1.055
20065 GOTO 20080
20070 YK=.468
20080 CF=(QC/(YK*PG(H)))/100
20090 D(H)=SQR(CF/46.08)
20091 REM *****
20092 AD=(D(H)^2)/4
20093 AD(H)=AD
20094 FP=(AG/AD)/(1-(AD/AD))
20130 PE(H)=(MA(H-1)-PL(H-1))*FP
20140 SU=SU+PE(H)
20150 PD(H)=PG(H)-PE(H)
20160 BT(H)=PD(H)*(1-(AD/AD))+(FL(H)*(AD/AD))
20170 TC=.00000246427586*T(H)^2-.00228194685*T(H)+1.12556458
20180 RD(H)=(BT(H)*TC)/(1-(AD/AD))
21000 RETURN
21050 REM *****
21100 OPEN15,8,15
21110 PRINT#15,"S0:ARCHIVO 4"
21120 CLOSE15
21130 OPEN8,8,8,"0:ARCHIVO 4,S,W"
21135 PRINT#8,H
21140 FOR UU=1 TO H-1
21150 PRINT#8,L(UU)
21160 NEXT UU
21161 CLOSE8
21162 OPEN15,8,15
21163 PRINT#15,"S0:ARCHIVO 4P"
21164 CLOSE15
21165 OPEN8,8,8,"0:ARCHIVO 4P,S,W"
21170 PRINT#8,CT
21180 PRINT#8,MM
21190 PRINT#8,NN
21200 PRINT#8,NR
21210 PRINT#8,MG
21220 CLOSE8
21500 PRINT"DESEA UD. : "
21510 PRINT"1) RESULTADOS EN PANTALLA"
21520 PRINT"2) RESULTADOS EN IMPRESORA"
21530 PRINT"3) EN IMPRESORA Y PANTALLA"
21540 INPUT"";OI
21550 IF OI=1 THEN 22000
21560 IF OI=2 THEN 22200
21570 IF OI=3 THEN 22000
21580 GOTO 21500
-----

```

```

22000 PRINT " L" TAB(10) "PPMIN" TAB(20) "PPMAX" TAB(30) "ATE"
22005 FOR K=1 TO H-1
22010 PRINTINT(L(K)*1000) TAB(10) INT(PL(K)*100)
22015 PRINT"" TAB(20) INT(MA(K)*100) TAB(30) INT(PE(K)*100)
22020 NEXT K
22025 PRINT"OPRIMA _ PARA CONTINUAR"
22030 GET A$: IF A$<>CHR$(95) THEN 22030
22035 PRINT
22040 PRINT " PQL" TAB(10) "POQL" TAB(20) " BT " TAB(30) " T "
22045 FOR K=1 TO H-1
22050 PRINT INT(PG(K)*100) TAB(10) INT(PO(K)*100)
22055 PRINT"" TAB(20) INT(BT(K)*100) TAB(30) INT(T(K))
22060 NEXT K
22065 PRINT"OPRIMA _ PARA CONTINUAR"
22070 GET A$: IF A$<>CHR$(95) THEN 22070
22075 PRINT
22080 PRINT " GLR" TAB(10) " AD " TAB(20) " TRD "
22090 FOR K=1 TO H-1
22100 PRINTINT(RG(K)) TAB(10) (AD(K)) TAB(20) INT(RD(K)*100)
22110 NEXT K
22115 PRINT"OPRIMA _ PARA CONTINUAR"
22120 GET A$: IF A$<>CHR$(95) THEN 22120
22200 IF OI=1 THEN 23120
22500 OPEN4,4
22510 PRINT#4,CHR$(15)
23000 PRINT#4," L"CHR$(16) "10PPMIN"CHR$(16) "20PPMAX"CHR$(16) "30ATE"
23005 FOR K=1 TO H-1
23010 PRINT#4,L(K),PL(K),MA(K),PE(K)
23020 NEXT K
23035 PRINT#4,CHR$(10)
23040 PRINT#4,"PQL"CHR$(16) "10POQL"CHR$(16) "20BT"CHR$(16) "30 T ""
23045 FOR K=1 TO H-1
23050 PRINT#4,PG(K),PO(K),BT(K),T(K)
23060 NEXT K
23075 PRINT#4,CHR$(10)
23080 PRINT#4,"GLR"CHR$(16) "10AD"CHR$(16) "20TRD"
23090 FOR K=1 TO H-1
23100 PRINT#4, RG(K),AD(K),RD(K)
23110 NEXT K
23120 PRINT""
23130 PRINT"LOAD";CHR$(34);"5";CHR$(34);",8"
23140 PRINT"RUN"
23150 PRINT""
23160 FORI=631TO645:POKEI,13:NEXT:POKE198,12:END

```

READY.

Graficado del diseño del aparejo

```

1 PRINT"MOVIMENTO"
2 OPEN7,8,7,"O:ARCHIVO 3,S,R"
3 INPUT#7,FF:INPUT#7,QQ(1):INPUT#7,QQ(2):INPUT#7,LS:INPUT#7,CB
4 CLOSE7
5 OPENS8,8,8,"O:ARCHIVO 4P,S,R"
11 INPUT#8,CT:INPUT#8,MM:INPUT#8,NN
12 INPUT#8,NR:INPUT#8,MG
13 CLOSE8
14 PRINT""
25 PRINT"508 Y=";QQ(2);"*X*X+";QQ(1);"*X+";CT
26 PRINT 500;" Y=";MG;"*X"
27 PRINT 540;" Y=";MM;"*X+";NR
28 PRINT 550;" Y=";MM;"*X+";NN
32 PRINT"GOTO 50"
33 PRINT""
35 FOR I=631T0645:POKEI,13:NEXT:POKE198,12:END
50 OFENS8,8,8,"O:ARCHIVO 4,S,R"
51 INPUT#8,H
52 FOR UU=1 TO H-1
53 INPUT#8,L(UU)
54 NEXT UU
55 CLOSE8
56 PRINT""
57 FOR UU=H-1 TO 1 STEP-1
58 PRINT UU*2+410;" Y=";L(UU)
59 NEXT UU
60 PRINT"RUN 70"
61 PRINT""
62 FOR I=631T0645:POKEI,13:NEXT:POKE198,12:END
70 PRINT""
73 A=10
74 E=25
75 NI=20
90 STOPCB2K 4
100 STOPFBMS 0
200 STOPBMGR 1
220 STOPDRAW 0,0,0,200
230 STOPDRAW 0,199,320,199
240 FOR FG= 0 TO 320 STEP A
250 STOPDRAW FG,0,FG,5
270 NEXTFG
275 FOR FG=0 TO 200 STEPA
276 STOPDRAW 0,FG,5,FG
277 NEXTFG
280 OFEN7,8,7,"O:ARCHIVO 3,S,R"
281 INPUT#7,FF:INPUT#7,QQ(1):INPUT#7,QQ(2):INPUT#7,LS:INPUT#7,CB
282 CLOSE7
300 FOR X =0 TO E STEP 1/NI
413 STOPMCPL ((X*A)/2),(Y*A),3
415 STOPMCPL ((X*A)/2),(Y*A),3
417 STOPMCPL ((X*A)/2),(Y*A),3
419 STOPMCPL ((X*A)/2),(Y*A),3
421 STOPMCPL ((X*A)/2),(Y*A),3
423 STOPMCPL ((X*A)/2),(Y*A),3
425 STOPMCPL ((X*A)/2),(Y*A),3
427 STOPMCPL ((X*A)/2),(Y*A),3
429 STOPMCPL ((X*A)/2),(Y*A),3
501 IF Y<0 THEN 507
502 IF Y*A>=200 THEN 507
503 IF X*A>=320 THEN 507
505 STOPMCPL ((X*A)/2),(Y*A),3
507 IF WX=1 THEN 519

```

```
507 IF Y>=6 THEN WX=1
514 GOTO 521
519 Y=LS*X+CB
521 IF Y<0 THEN 540
522 IF Y*A>=200 THEN 540
523 IF X*A>=320 THEN 540
525 STOPMCPL ((X*A)/2), (Y*A), 3
541 IF Y<0 THEN 550
542 IF Y*A>=200 THEN 550
543 IF X*A>=320 THEN 550
545 STOPMCPL ((X*A)/2), (Y*A), 3
551 IF Y<0 THEN 600
552 IF Y*A>=200 THEN 600
553 IF X*A>=320 THEN 600
555 STOPMCPL ((X*A)/2), (Y*A), 3
600 NEXT X
900 GETT$: IFT$<>"_ " THEN 900
950 STOPBMGR 0: STOPCB2K2
1000 PRINT ""
1010 PRINT "LOAD"; CHR$(34); "LM"; CHR$(34); ", 8, 1"
1020 PRINT "POKE642, 128: POKE44, 128: POKE32768, 0: NEW
1050 PRINT ""
1060 FOR I=631 TO 645: POKE I, 13: NEXT I: POKE 198, 12: END
8000 STOPBMGR 0: STOPCB2K2
```

READY.

CONCLUSIONES

En comparación con otros programas de diseño de bombeo neumático, concretamente los de Camco inc. Este programa es mas rapido, pues los otros programas utilizan correlaciones matemáticas para encontrar las caidas de presión en la tubería vertical, teniendo que utilizar iteraciones que toman mucho tiempo en dar resultados.

Con este programa se obtienen buenos resultados si el pozo es inferior a los 10000 pies de profundidad. Pues apartir de los 10000 pies los resultados de las caidas de presión son obtenidos apartir de extrapolaciones, como ya se indico anteriormente.

Generalizando, la computación hoy dia se utiliza en todos los campos de la ciencia, y la ingeniería petrolera no es la excepción. Inclusive la ingeniería petrolera es una de las areas en donde la computación esta tomando mas fuerza, pues en la mayoría de los estudios y diseños en esta rama de la ingeniería, la computadora es de gran ayuda.

La tendencia que se observa dentro de las diferentes ramas de la ciencia, es que los programas de cómputo que necesita cada individuo o institución sean desarrollados por personas o companias dedicadas a realizar programas de cómputo. Existiendo a la venta gran numero de programas ya hechos llamados "paquetes".

El problema con este tipo de programas, es que las

personas que los hacen muchas veces no tienen las bases suficientes para desarrollar un programa realmente funcional en cierta área. Otro problema que existe es que en ocasiones estos programas tienen errores y estos paquetes algunas veces se venden así. Si el usuario del programa no sabe computación, jamás va a identificar y corregir dichos errores. Por lo que es indispensable que el ingeniero petrolero sepa operar y programar una computadora.

Se debe tomar en cuenta que la computadora es sólo una herramienta de trabajo, y ésta solamente responde al programa que tenga dentro. Cuando se quiera hacer un diseño de cualquier tipo, y sobre todo si se va a invertir un capital considerable, los resultados del diseño determinados por la computadora deberán servir solamente de referencia al diseño hecho por el ingeniero.

BIBLIOGRAFIA

1. Dr. Herald W. Winkler: "GAS LIFT MANUAL". Camco Inc. Houston Tx. 1962.
2. Kermit and Brown: "GAS & OIL PRODUCTION". Houston Tex. 1969.
3. F.T. Focht: "PRINCIPLES OF GAS LIFT". Camco marketing, Houston Tx. 1972.
4. Francisco Garaicochea: "APUNTES DE TRASPORTE DE HIDROCARBUROS". Fac. de Ingenieria, U.N.A.M. 1983.
5. Jose Angel Gomez Cabrera: "APUNTES DE PRODUCCION DE POZOS I". Fac. de Ingenieria, U.N.A.M. 1984.
6. A.P.I.: "GAS LIFT". Production department of the A.P.I. Dallas Tx. 1984.
7. Paul Eads: "BASIC GAS LIFT TECHNOLOGY". Camco marketing. Houston Tx. 1985.
8. Camco Inc.: "GAS LIFT PRODUCT CATALOG". Camco marketing. Houton Tx. 1983.
9. Lon Poole: "ALGUNOS PROGRAMAS DE USO COMUN EN BASIC". McGraw Hill, Madrid Esp. 1983.
10. Jim Buterfield: "MACHINE LENGUAJE". Brady communications. Maryland USA. 1984.
11. David Simon: "SIMONS BASIC". Village LTD. Londres Ing. 1983.
12. Howard W. Sams: "PROGRAMMER'S REFERENCE GUIDE". Comodore Inc. Indiana USA. 1982.