

4 2 ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

SIMULACION POR COMPUTADORA DEL
FUNCIONAMIENTO DE CAMARAS DE
OSCILACION

FALLA DE ORIGEN

T E S I S
PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :

BERTHA LETICIA AGUILAR PALACIOS





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

INDICE

	Pag.
I. Introducción.	1
II. Teoría de Cámaras de Oscilación	3
II.1 Cámara de Oscilación Simple	4
II.2 Cámara de Oscilación Estrangulada	4
II.3 Cámara de Oscilación Diferencial o Jhonson	5
II.4 Cámara de Oscilación con Galerías o Expansiones	5
II.5 Ecuaciones Fundamentales	5
Ecuación Dinámica	6
Ecuación de Continuidad	9
III. Método Numérico de Solución	12
III.1 Ecuaciones a Resolver	13
Ecuación Dinámica	13
Ecuación de Continuidad	14
III.2 Método de Runge-Kutta de cuarto orden	15
IV. Descripción del Simulador	17
V. Manual de Operación del Simulador	27
Captura de datos	27
Proceso y Resultados	37
VI Conclusiones.	43

Bibliografía

CAPITULO I

INTRODUCCION

Cuando un liquido que fluye en una tubería es detenido bruscamente mediante el cierre total o parcial de una válvula, la energía cinética del fluido se transforma a energía de presión y de deformación en el agua y el conducto, a este fenómeno se le denomina comunmente golpe de ariete

Si se diseñan las tuberías para resistir estas sobrepresiones pueden resultar espesores poco usuales y por tanto tuberías demasiado costosas; esto ha llevado a buscar otro tipo de soluciones para que, de alguna forma, se aminoren o nulifiquen los efectos del golpe de ariete.

En los casos en que las tuberías sean cortas, las sobrepresiones se pueden controlar en forma parcial por algunos dispositivos menores como las válvulas de alivio; sin embargo, cuando se tienen tuberías de gran longitud (como en las plantas hidroeléctricas y de bombeo) es preferible el uso de las cámaras de oscilación. La selección final se basará en un balance económico entre el dispositivo a emplear y el refuerzo adicional para la tubería.

Una cámara de oscilación se puede definir como un pozo piezométrico o un tubo vertical conectado en su parte inferior a una galería de conducción; su objetivo es disminuir las sobrepresiones provocadas por la operación de válvulas.

En el presente trabajo se enfocara a la simulación por computadora del funcionamiento de las cámaras de oscilación, para su desarrollo se ha dividido en seis capítulos, siendo el primero de ellos la introducción, donde se plantea el problema y los objetivos que se persiguen.

En el segundo capítulo se presentan los tipos de cámara de oscilación existente y la deducción de las ecuaciones fundamentales: ecuación de continuidad y la ecuación dinámica, que rigen el análisis del fenómeno hidráulico.

El tercer capítulo describe el método numérico que se usará para la solución de las ecuaciones fundamentales del transitorio; siendo el método de Runge-Kutta de cuarto orden.

En el cuarto capítulo se presenta la descripción del procedimiento que se siguió en el simulador, esto es, las partes del programa mostrando sus características principales.

En el capítulo quinto se presenta el manual de operación del simulador por computadora en el que se muestran figuras que ayudan a comprender mejor la mecánica del programa.

Finalmente, en el sexto y último capítulo se presentan las conclusiones del simulador realizado.

CAPITULO II

TEORIA DE CAMARAS DE OSCILACION

En los últimos 70 años se han desarrollado una gran variedad de cámaras de oscilación: la elección del tipo de cámara se determina buscando una solución óptima.

Uno de los aspectos más importantes es el económico. Se trata de diseñar una cámara para la cual los volúmenes de excavación y de concreto de revestimiento sean mínimos para buscar un costo mínimo. Dichos volúmenes son función del área de la sección transversal de la cámara y de la amplitud de las oscilaciones y como se verá más adelante una reducción en área de la cámara implica que la amplitud de las oscilaciones aumente.

En la mayoría de las maniobras de cierre y apertura, se generan ondas de presión que van desde la válvula hasta la cámara de oscilación, donde son reflejadas.

Ante un cierre, el agua que fluye en la conducción es derivada hacia la cámara y el nivel en la misma sube; esta sobre-elevación genera un gradiente que frena el agua en la conducción, hasta invertir el sentido del flujo; el nivel en la cámara baja y el sentido del flujo vuelve a invertirse. Estas oscilaciones son amortiguadas por efectos de fricción hasta establecerse un nuevo nivel de equilibrio. (ver figura 2.1)

Al mismo tiempo la cámara de oscilación actúa como un almacenamiento que provee de agua ante una maniobra de apertura brusca.

Si no se instala una cámara de oscilación es necesario diseñar la conducción para soportar las sobrepresiones del golpe de ariete.

En el presente capítulo se derivan las ecuaciones fundamentales que rigen el transitorio en un sistema con cámara de oscilación; evitando al mismo tiempo deducciones muy detalladas.

Las cámaras de oscilación pueden ser de distintos tipos de acuerdo a su diseño hidráulico en función de la capacidad que se requiera para disminuir los efectos del golpe de ariete, sobre todo en condiciones de conducción larga.

En la figura 2.2 se muestran los diferentes tipos de cámaras de oscilación y a continuación un breve explicación de cada una de ellas.

II.1 CAMARA DE OSCILACION SIMPLE

La cámara cilíndrica de oscilación simple, es un tubo vertical de sección uniforme conectado a la tubería de presión; debe ser capaz de contener la máxima oscilación sin derramar y la mínima sin permitir la entrada de aire al sistema. La utilización en la práctica de esta cámara esta limitada por razones económicas, ya que, al diseñarlas resultan cámaras demasiado grandes, y su empleo se reduce a sistemas con cargas bajas y a longitudes de tunel cortas.

II.2 CAMARA DE OSCILACION ESTRANGULADA

La unión entre la cámara y el conducto se encuentra restringida por un orificio, cuyo objeto es reducir la amplitud y duración de las oscilaciones mediante las pérdidas que produce el estrangulamiento.

Las pérdidas en el orificio son proporcionales al cuadrado de la velocidad por lo que el estrangulamiento es muy útil cuando se tienen grandes variaciones de carga. Sin embargo cuando las variaciones de carga son pequeñas el efecto del orificio es poco notable y se comporta prácticamente como una cámara simple.

II.3 CÁMARA DE OSCILACION DIFERENCIAL O JOHNSON

Puede considerarse que está formada por dos partes, un tubo central con orificio en su parte inferior y cuyo diámetro es aproximadamente igual al del túnel (80% como mínimo) y una cámara principal, figura (2.2.3). Al presentarse un rechazo de carga, el nivel en el tubo central sube rápidamente produciendo la desaceleración requerida; mientras tanto, el líquido en la cámara principal responde lentamente. El tubo central puede verter a la cámara principal por su extremo superior manteniendo constante su carga en el túnel. Por lo que el tubo central actúa como una cámara de oscilación simple, mientras que la cámara exterior funciona de la misma manera que una cámara de oscilación estrangulada.

II.4 CÁMARA DE OSCILACION CON GALERIAS O EXPANSIONES

Se utilizan cuando se tienen cargas estáticas altas (380 m) y se desean evitar oscilaciones excesivas. En un rechazo de carga, el nivel del líquido en la sección estrecha sube rápidamente hasta la cámara superior iniciando esta su llenado; por el aumento de área, la oscilación se reduce. Esta variación rápida inicial del nivel en la cámara superior produce la desaceleración inmediata de la masa líquida en el túnel. Por otro lado, en una toma de carga, el nivel en la cámara baja rápidamente hasta la cámara inferior favoreciendo la aceleración del líquido en el túnel; y al aumentar el área, la oscilación es menor y más lenta. Durante la operación normal y para pequeñas variaciones de carga, el nivel se encuentra siempre en el pozo intermedio.

II.5 ECUACIONES FUNDAMENTALES

Se procederá a obtener las ecuaciones fundamentales que describen el fenómeno de las oscilaciones de masa descritas en los subcapítulos anteriores.

En el simulador se analizarán los casos de un sistema hidroeléctrico con cámara de oscilación simple y con cámara de oscilación estrangulada. Se han incluido estos dos tipos de cámaras de oscilación debido a que las ecuaciones que rigen el funcionamiento de ambas, son similares.

En la figura 2.3 se muestra un sistema hidroeléctrico con una cámara de oscilación estrangulada, así como la definición de las variables principales, usada en las ecuaciones dinámica y de continuidad.

Para simplificar la obtención de las ecuaciones que rigen el fenómeno, se hacen las siguientes suposiciones:

1. El líquido se considera incompresible y el material del conducto rígido.
2. El efecto se debe exclusivamente a la conducción ante un cierre instantáneo.
3. La inercia del líquido en la cámara es despreciable en comparación con la de la galería.
4. Cualquier fórmula para valuar las pérdidas por fricción es válida durante el transitorio.

ECUACION DINAMICA

Supóngase que en el sistema mostrado en la figura 2.3 en régimen establecido o permanente fluye un gasto Q . Debido a las pérdidas de energía el nivel de la cámara de oscilación está por debajo del

embalse; dicha diferencia corresponde a z_0 . Si el gasto turbinado Q_p , es disminuido rápidamente; la desaceleración de la masa en el túnel provoca que el nivel en la cámara suba; estos efectos pueden valuarse con la segunda ley de Newton aplicada en una dirección coincidente con el eje del túnel

$$\Sigma F = m a \quad (2.1)$$

Debido a la consideración 3, la masa m , que se desacelera corresponde solamente a la del túnel

$$m = \rho V = \rho A_t L$$

donde

- ρ densidad específica
- V volumen de agua en el túnel
- A_t área transversal del túnel
- L longitud del túnel

La desaceleración es la variación temporal de la velocidad, ésto es:

$$a = \frac{dV}{dt}$$

donde V velocidad media en el túnel.

El segundo miembro de la ec. (1) queda por tanto

$$\Sigma F = m a = \rho A_t L \frac{dV}{dt} = \rho L \frac{dQ}{dt} \quad (2.2)$$

donde $Q = A_t V$, gasto en el túnel.

La desaceleración de la masa del túnel es balanceada con las fuerzas que actúan sobre dicha masa. Esas fuerzas son las de presión, la componente del peso y la de resistencia al flujo por la fricción.

Las fuerzas de presión serían:

$$\begin{aligned} F_1 - F_2 &= p_1 A_t - p_2 A_t \\ &= \rho g (H - h_1 - h_2) A_t - \rho g (H_0 + z) A_t \end{aligned} \quad (2.3)$$

La componente del peso en dirección del movimiento es:

$$F_2 = \rho g A t L \operatorname{sen} \alpha = \rho g A t C H_0 - H_D \quad (2.4)$$

y la fuerza de fricción es

$$F_4 = \tau_0 P L = \rho g R_h S t P L = \rho g A t S t L$$

$$F_4 = \gamma A t C h_f \quad (2.5)$$

donde

- H carga estática total
- h_v carga de velocidad a la entrada
- h_i pérdida por entrada en el conducto
- h_f pérdidas de fricción

Sustituyendo las ecuaciones (2.3), (2.4) y (2.5) en la ec. (2.2) se obtiene

$$\Sigma F = F_1 - F_2 + F_3 - F_4$$

$$\frac{\gamma L}{g} \frac{dQ}{dt} = \gamma A t C - z - h_i - h_v - h_f \quad (2.6)$$

Finalmente las ecuaciones dinámicas serán:

-Para el sentido del flujo del embalse al pozo

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{g A t}{L} (C - z - h_i - h_v - h_f)$$

-Para el sentido del flujo del pozo al embalse

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{g A t}{L} (C - z + h_i - h_v + h_f)$$

ECUACION DE CONTINUIDAD

Para la obtención de esta ecuación, se hace un análisis de gastos en el nudo donde se unen el túnel, la cámara de oscilación y la tubería de presión, obteniéndose:

$$Q = Q_o + Q_p$$

donde

Q gasto en el túnel

Q_o gasto en la cámara de oscilación

Q_p gasto en la tubería de presión

y

$$Q_o = \frac{d(A_o z)}{dt}$$

si el área de la cámara es constante

$$Q_o = A_o \frac{dz}{dt}$$

por otro lado, al tratarse de un cierre brusco e instantáneo, $Q_p = 0$

por lo tanto:

$$Q = Q_o = A_o \frac{dz}{dt} \quad (2.7)$$

La ecuación (2.6) representa la forma dinámica del transitorio y la ecuación (2.7) la de continuidad en un sistema de cámaras de oscilación.

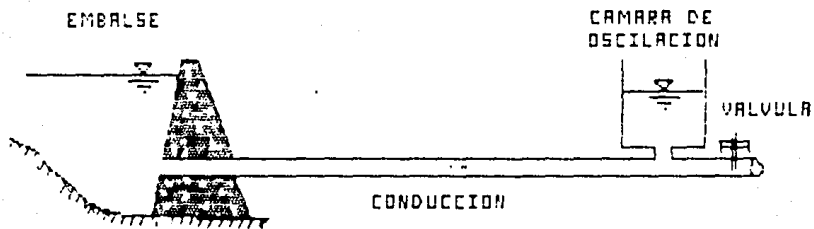


FIGURA 2.1

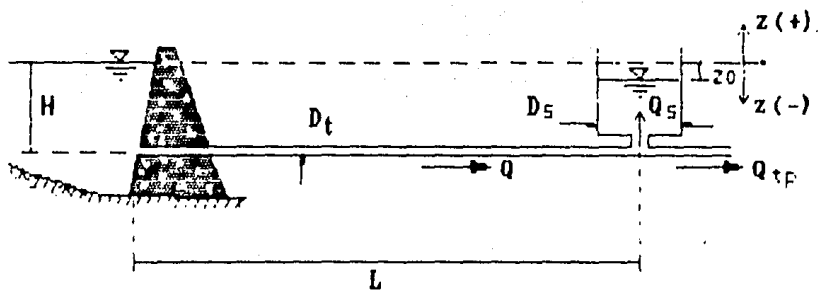
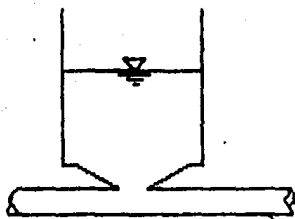
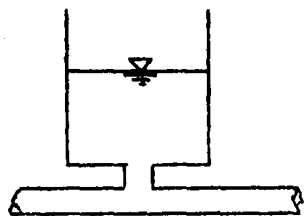


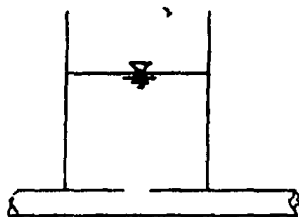
FIGURA 2.3



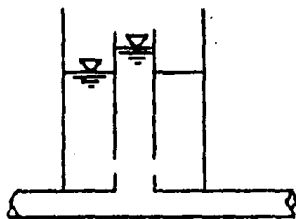
1. Simple



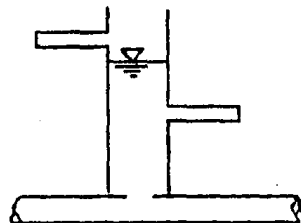
2. Estrangulada



Con Orificio



3. Diferencial o Tipo Johnson



4. Con Expansiones

FIGURA 2.2

CAPITULO III

METODO NUMERICO DE SOLUCION

El empleo de técnicas computacionales, conjuntamente con métodos numéricos, es cada vez mas frecuente en la solución de problemas en ingeniería.

La mayor parte de los fenómenos que estudia la ingeniería, y en particular la hidráulica, se representa por medio de modelos matemáticos, esto es por ecuaciones: algebraicas, diferenciales ordinarias o parciales, sistemas de ecuaciones, etc.

En numerosas ocasiones, estas ecuaciones son de difícil solución con métodos analíticos, o bien estas no se conocen. En condiciones así se pueden emplear métodos numéricos de análisis.

Estos métodos han sido desarrollados con el objeto de dar una solución rápida y precisa a sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias. Por tanto podemos hacer uso de ellos para resolver las ecuaciones diferenciales que se presentan en los diversos sistemas de cámaras de oscilación.

Se han desarrollado una variedad de métodos numéricos, siendo unos mas precisos que otros de acuerdo a su aproximación con la función verdadera.

En este capítulo se describe el método que se usará para la solución de las ecuaciones del transitorio; siendo el de Runge-Kutta de 4^o orden, el cual es directo de un paso, entendiéndose por esto que con la información de un instante se puede calcular la del siguiente instante, sin necesidad de iterar.

El método de Runge-Kutta, por ser de cuarto orden es uno de los más precisos y eficientes de los métodos numéricos, y es con el que podrían usarse incrementos de tiempo mayores (el orden de un método es un indicador del orden del error al comparar la ecuación diferencial y el método numérico; basta señalar aquí que entre más alto es el orden del método su aproximación es mayor).

III.1 ECUACIONES A RESOLVER

Las ecuaciones que rigen el fenómeno son, como ya se dedujeron en el capítulo anterior, dos ecuaciones diferenciales ordinarias que deben resolverse en forma simultánea, siendo una de ellas la que representa la dinámica del fenómeno y la otra la de continuidad, ambas en relación al tiempo.

ECUACION DINAMICA

La ecuación obtenida en el capítulo anterior es:

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{g A_t}{L} (-z - h_v + (h_t + h_f)) \quad (3.1)$$

Esta ecuación se puede escribir en función de cargas de velocidad:

$$h_f = k_j \frac{V^2}{2g}$$

donde k_j es el valor del coeficiente de pérdida local.

La ecuación (1) será

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{g A_t}{L} (-z + (-1 + (\Sigma k_j + f \frac{L}{D})) \frac{V^2}{2g})$$

donde

Σk suma de los valores de coeficiente de pérdidas locales, descritos en la ecuación (3.1)

$f \frac{L}{D}$ coeficiente de pérdida por fricción

la cual se puede escribir:

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{g A_1}{L} (-z + C V^2)$$

donde $C = C_1 - (\Sigma k + f \frac{L}{D}) / 2g$ que tomará distinto valor y signo en función del sentido del flujo y del tipo de pérdidas locales.

(-) del embalse a la cámara

(+) de la cámara al embalse.

quedando por continuidad:

$$\frac{dQ}{dt} = - \frac{g A_1}{L} (z + C \frac{Q | Q |}{A_1^2}) \quad (3.2)$$

donde

$$C = C_1 + \Sigma k + f \frac{L}{D} / 2g$$

ECUACION DE CONTINUIDAD

Directamente de la ecuación (2.7) del capítulo anterior se tiene:

$$Q = A_s \frac{dz}{dt}$$

despejando dz/dt :

$$\frac{dz}{dt} = \frac{Q}{A_s} \quad (3.3)$$

Así las ecuaciones (3.2) y (3.3) representan el fenómeno de oscilación de masa.

III.2 METODO DE RUNGE-KUTTA DE 4^o ORDEN

El método de Runge-Kutta se basa en aplicar la siguiente fórmula de recurrencia:

$$z_{n+1} = z_n + \Delta t \cdot \phi(t_n, V_n, z_n)$$

donde la función ϕ será evaluando la ecuación diferencial, en este caso para los valores t_n, V_n, z_n .

El método de Runge-Kutta para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden con error a la cuarta, es el conocido como el método de Runge-kutta de cuarto orden en donde la función a evaluar $\phi(x,y)$, esta dada por la expresión

$$\phi(x,y) = \frac{1}{6} [k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4]$$

donde

$$k_1 = h f(x,y)$$

$$k_2 = h f(x + \frac{1}{2} h, y + \frac{1}{2} k_1)$$

$$k_3 = h f(x + \frac{1}{2} h, y + \frac{1}{2} k_2)$$

$$k_4 = h f(x + h, y + h k_3)$$

En este caso h representa el incremento de tiempo (Δt) para el cual se desea conocer, para esta nomenclatura para alcanzar la solución del tiempo t_m al t_{m+1} que es igual a $t_m + \Delta t$ se tiene

$$y_{n+1} = y_n + \phi(x,y)$$

Representando el fenómeno transitorio con el método de Runge-Kutta de 4^o orden se tiene de la ecuación (2):

$$\frac{dQ}{dt} = -\frac{g \cdot A_t}{L} \left(z + C \frac{Q \cdot |Q|}{A_t^2} \right) = F$$

de la ecuación (3):

$$\frac{dz}{dt} = \frac{Q}{Ac} = G$$

que son dos ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden; para resolver el problema de cámaras de oscilación se ayuda de lo siguiente:

$$Q_{n+1} = Q_n + \frac{1}{\Delta t} [k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4]$$

$$\text{y } z_{n+1} = z_n + \frac{1}{\Delta t} [l_1 + 2l_2 + 2l_3 + l_4]$$

donde

$$k_1 = \Delta t F(t_n, Q_n, z_n)$$

$$l_1 = \Delta t G(t_n, Q_n, z_n)$$

$$k_2 = \Delta t F(t_n + \frac{\Delta t}{2}, Q_n + \frac{\Delta t}{2} k_1, z_n + \frac{\Delta t}{2} l_1)$$

$$l_2 = \Delta t G(t_n + \frac{\Delta t}{2}, Q_n + \frac{\Delta t}{2} k_1, z_n + \frac{\Delta t}{2} l_1)$$

$$k_3 = \Delta t F(t_n + \frac{\Delta t}{2}, Q_n + \frac{\Delta t}{2} k_2, z_n + \frac{\Delta t}{2} l_2)$$

$$l_3 = \Delta t G(t_n + \frac{\Delta t}{2}, Q_n + \frac{\Delta t}{2} k_2, z_n + \frac{\Delta t}{2} l_2)$$

$$k_4 = \Delta t F(t_n + \Delta t, Q_n + \Delta t k_3, z_n + \Delta t l_3)$$

$$l_4 = \Delta t G(t_n + \Delta t, Q_n + \Delta t k_3, z_n + \Delta t l_3)$$

CAPITULO IV

DESCRIPCION DEL SIMULADOR

La simulación de las cámaras de oscilación se lleva a cabo con un programa elaborado en lenguaje basic cuyo objetivo es observar por medio de ilustraciones en pantalla y mensajes indicativos el fenómeno producido dentro de las cámaras y sus resultados (listado correspondiente al final de este capítulo).

El programa se divide básicamente en tres bloques: la captura, el proceso y los resultados, los cuales se realizan por medio de un menú de control, el cual, como lo indica su nombre, es la parte que controla la secuencia de ejecución y en donde se resumen las distintas alternativas para llevar a cabo la simulación con la finalidad de proporcionar flexibilidad al usuario. Este menú esta formado por las siguientes partes:

- 1.- Datos generales del embalse
- 2.- Datos de la conducción
- 3.- Datos de la cámara de oscilación
- 4.- Manejo de archivos (Leer-Salvar)
- 5.- Inicio de la simulación
- 6.- Salida del simulador

La parte de la captura de datos se hace en los tres primeros incisos, siendo los siguientes:

Datos Generales del Embalse

-Tipo de entrada del embalse a la conducción

-Carga del embalse

Dependiendo de los datos que se introduzcan, el programa designará el coeficiente de pérdida de entrada a la conducción.

Datos de la Conducción

-Diámetro de la tubería de conducción

-Gasto en la tubería de conducción

-Longitud de la tubería de conducción del embalse a la cámara de oscilación.

Datos de la Cámara de Oscilación

-Diámetro de la cámara de oscilación

-Tipo de conexión entre la conducción y la cámara de oscilación

-Incremento de tiempo del análisis

Dependiendo de los datos que se introduzcan, el programa designará el coeficiente de pérdida de entrada a la cámara de oscilación.

Manejo de Archivos

Esta opción permite leer los datos del embalse, de la conducción y la cámara de oscilación de un archivo previamente grabado o en su defecto generarlo en ese momento para su uso posterior.

Los archivos ya grabados aparecen en pantalla, al mismo tiempo que la indicación de como obtener el archivo a usar o salvar únicamente dando el nombre del mismo.

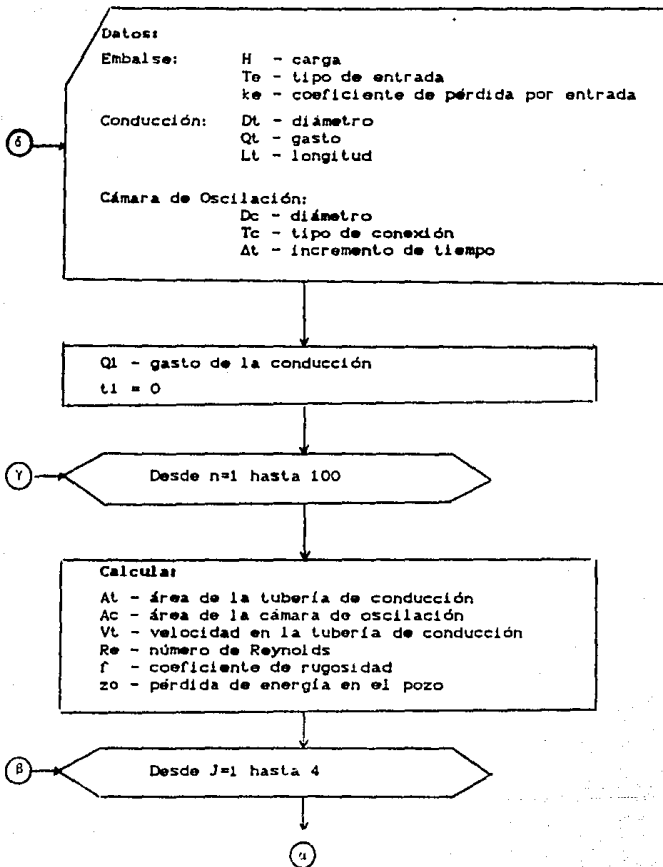
Para leer o salvar un archivo se introducen su nombre respetando el formato: NOMBRE.DAT.

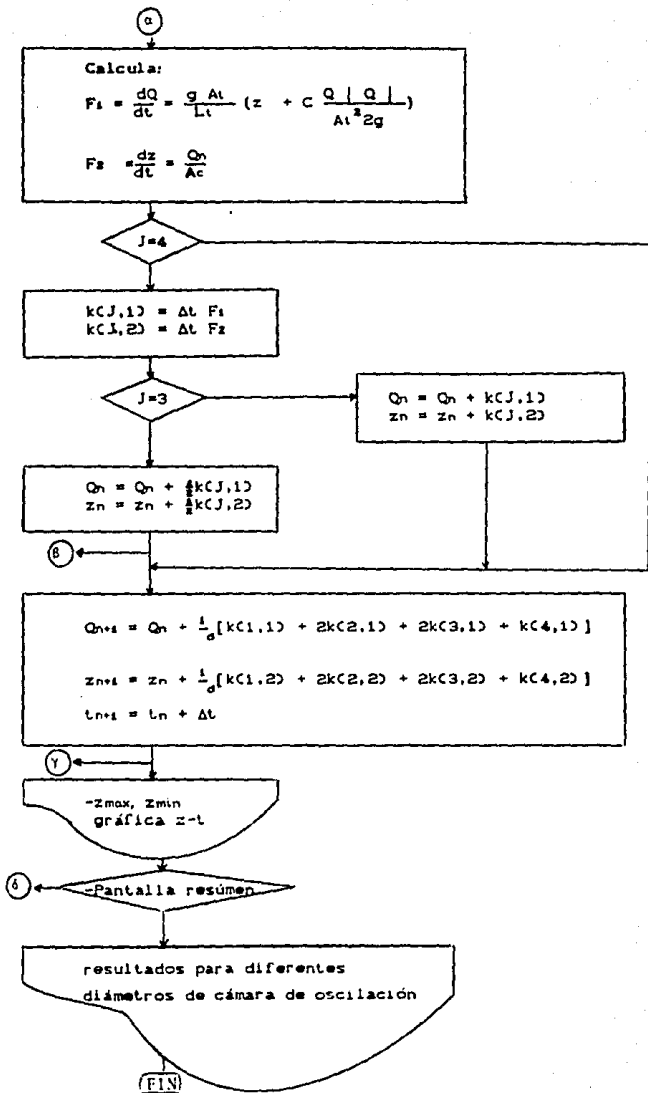
Ya capturados los datos se continua con el proceso y los resultados que se pueden hacer por medio del inciso siguiente:

Inicio de Simulación

El proceso del programa de la simulación del funcionamiento de las cámaras de oscilación comienza al elegirse el inciso B del menú. Una vez leídos los datos de los incisos anteriores se resuelve el método de Runge-Kutta de cuarto orden para las ecuaciones diferenciales ordinarias del fenómeno transitorio en las cámaras de oscilación siendo la secuencia siguiente:

DIAGRAMA DE FLUJO DEL SIMULADOR





Resultados

Los resultados se muestran en una pantalla que consta de un croquis de la cámara de oscilación y una gráfica. En el croquis de la cámara se observan las variaciones del nivel de la superficie libre del agua dentro de ella, la altura máxima y la altura mínima registrados al provocar el cierre de la válvula. En la gráfica relaciona las variables: nivel del agua en la cámara (Z) contra el tiempo (t). Además muestra los datos con los que se hizo la simulación (gasto en la conducción, diámetro de la conducción, diámetro de la cámara, la carga en el embalse, longitud de la conducción).

Por otro lado existe la posibilidad de almacenar los resultados de cuatro simulaciones, con el objeto de poder establecer comparaciones entre los resultados dados por distintos diámetros de cámaras de oscilación. Esta nueva pantalla muestra en un cuadro los valores de la altura máxima y el diámetro de la cámara de oscilación para cada simulación con un gasto constante, también aparecen las gráficas de alturas contra tiempo generados en las diferentes cámaras de oscilación ilustrando gráficamente las diferencias entre ellas.

Salida del Simulador

Existe en el menú de control la opción para salir del simulador, al confirmarse la salida se vuelve al sistema operativo de la computadora que se este trabajando.

```

10 *****
20 ***** SIMULACION DEL FUNCIONAMIENTO DE *****
30 ***** CAMARAS DE OSCILACION UNAM *****
40 *****
50 DIM ALM(4045)
60 DIM D(500),Z(500),S(500),T(500),N(500),K(5,5)
70 CLS:KEY OFF
80 SCREEN 2,0
110 BLOAD"PORTADA"
120 A%=INPUT$(1)
130 BLOAD"CONTROL"
140 OP%=INPUT$(1):OPC=VAL(OP%):IF OPC<=0 OR OPC>6 THEN BEEP:GOTO 130
150 ON OPC GOTO 160,360,520,680,1110,2140 'A DISTINTAS OPCIONES
160 ***** E M B A L S E
170 BLOAD"EMBALSE"
180 IF EMBAL=1 THEN GOTO 190 ELSE 240
190 LOCATE 10,4:PRINT "DATOS DEL EMBALSE:":LOCATE 13,6:PRINT "CARGA 'H' [m]":LOC
ATE 13,22:PRINT H
200 LOCATE 15,6:PRINT "TIPO ENTRADA":LOCATE 15,22:PRINT TE:LOCATE 17,2:PRINT "Co
eficiente de":LOCATE 18,2:PRINT "Perdida 'ke'":LOCATE 18,22:PRINT KE
210 LOCATE 2,8:PRINT "YA EXISTEN DATOS DEL EMBALSE":LOCATE 4,8:PRINT "DESEA CAMB
IAR LOS DATOS EXISTENTES (S/N)?:RES%=INPUT$(1)
220 IF RES%="S" OR RES%="s" THEN EMBAL=0:GOTO 160
230 GOTO 130
240 ***** A CAPTURAR DATOS EN EL EMBALSE
250 LOCATE 2,18:PRINT "INTRODUCIR LOS DATOS DEL EMBALSE"
260 LOCATE 8,4:PRINT "DATOS DEL EMBALSE:":LOCATE 11,6:INPUT "CARGA 'H' [m]":H
270 LOCATE 13,6:INPUT "TIPO ENTRADA "ITE
280 IF TE>3 OR TE<=0 THEN BEEP:GOTO 160
290 IF TE=1 THEN KE=.1
300 IF TE=2 THEN KE=.5
310 IF TE=3 THEN KE=1
320 LOCATE 15,2:PRINT "Coeficiente de":LOCATE 16,2:PRINT "Perdida 'ke'":LOCATE
16,22:PRINT KE
330 LOCATE 21,1:PRINT "Correctos todos los datos (s/n)?:RES%=INPUT$(1)
340 IF RES%="N" OR RES%="n" THEN EMBAL=0:GOTO 160
350 EMBAL=1:GOTO 130
360 ***** C O N D U C C I O N
370 BLOAD"CONDUCCI"
380 IF CONDU=1 THEN GOTO 390 ELSE 440
390 LOCATE 10,4:PRINT "DATOS DEL CONDUCTO:":LOCATE 13,6:PRINT "DIAMETRO 'Dc' [m]
":LOCATE 13,23:PRINT Dt
400 LOCATE 15,6:PRINT "GASTO 'Q' [m3/s]":LOCATE 15,22:PRINT Qt:LOCATE 17,6:PRINT
"LONGITUD [m]":LOCATE 17,22:PRINT Lt
410 LOCATE 2,8:PRINT "YA EXISTEN DATOS DE LA CONDUCCION":LOCATE 4,8:PRINT "DESEA
CAMBIAR LOS DATOS EXISTENTES (S/N)?:RES%=INPUT$(1)
420 IF RES%="S" OR RES%="s" THEN CONDU=0:GOTO 360
430 GOTO 130
440 ***** A CAPTURAR DATOS EN LA CONDUCCION
450 LOCATE 2,18:PRINT "INTRODUCIR LOS DATOS DE LA CONDUCCION"
460 LOCATE 8,2:PRINT "DATOS DEL CONDUCTO:":LOCATE 11,4:INPUT "DIAMETRO 'Dc' [m]
":Dt
470 LOCATE 13,4:INPUT "GASTO 'Q' [m3/s]":Qt
480 LOCATE 15,4:INPUT "LONGITUD 'L' [m]":Lt
490 LOCATE 19,1:PRINT "Correctos todos los datos (s/n)?:RES%=INPUT$(1)
500 IF RES%="N" OR RES%="n" THEN CONDU=0:GOTO 360
510 CONDU=1:GOTO 130
520 ***** C A M A R A
530 BLOAD"CAMARA"
540 IF CAMAR=1 THEN GOTO 550 ELSE 600
550 LOCATE 10,4:PRINT "DATOS DE LA CAMARA:":LOCATE 13,6:PRINT "DIAMETRO 'Dc' [m]
":LOCATE 13,20:PRINT Dc
560 LOCATE 15,6:PRINT "TIPO CONECCION":LOCATE 15,22:PRINT TC:LOCATE 17,6:PRINT "T

```

```

INCREMENTO DE ":LOCATE 16,22:PRINT IT:LOCATE 16,6:PRINT "TIEMPO [s]"
570 LOCATE 2,3:PRINT "YA EXISTEN DATOS DE LA CAMARA":LOCATE 4,3:PRINT "DESEA CAM
BIAR LOS DATOS EXISTENTES (S/N)?:RES=INPUT$(1)
580 IF RES="S" OR RES="s" THEN CAMAR=0:GOTO 520
590 GOTO 130
600 ***** A CAPTURAR DATOS EN LA CAMARA
610 LOCATE 1,18:PRINT "INTRODUCIR LOS DATOS DE LA CAMARA"
620 LOCATE 8,4:PRINT "DATOS DE LA CAMARA:":LOCATE 11,6:INPUT "DIAMETRO Dc [m]"
100
630 LOCATE 13,6:INPUT "TIPO DE CONEXION":IC
640 IF IC=3 OR IC=0 THEN BEEP:GOTO 520
650 IF IC=1 THEN KC=.5
660 IF IC=2 THEN KC=.3
670 IF IC=3 THEN KC=.7
680 LOCATE 15,3:PRINT "INCREMENTO DE":LOCATE 16,6:INPUT "TIEMPO [s]" :IT
690 LOCATE 21,1:PRINT "Correctos todos los datos (s/n)?:RES=INPUT$(1)
700 IF RES="N" OR RES="n" THEN CAMAR=0:GOTO 520
710 CAMAR=1:GOTO 130
720 ***** "A MANEJO DE ARCHIVOS"
730 CLS:LOCATE 5,10:PRINT "ELEJIR LA OPCION DE MANEJO DE ARCHIVO:"
740 LOCATE 10,15:PRINT "1.- LEER DATOS DE ARCHIVO"
750 LOCATE 12,15:PRINT "2.- SALVAR DATOS EN ARCHIVO"
760 LOCATE 15,10:PRINT "OPCION DESEADA ?":
770 ARC=INPUT$(1):RES=VAL(ARC):PRINT RES
780 IF RES=0 OR RES=2 THEN BEEP:GOTO 680
790 ON RES GOSUB 770,900
780 GOTO 130
770 BLOAD"ARCHIVO":BBB=""
780 ON ERROR GOTO 1020
790 LOCATE 6,20:PRINT"ARCHIVOS DE DATOS DISPONIBLES:"
800 LOCATE 9,1:FILES "*.DAT"
810 LIA=CSRLIN:LOCATE LIA-1,1:PRINT BBB$
820 LOCATE 9,1:PRINT BBB$
830 LOCATE 22,5:INPUT"NOMBRE DEL ARCHIVO A CARGAR (nombre.dat) (*=FIN)":ARCH$
840 IF ARCH$="" THEN BEEP:BEEP:GOTO 890
850 OPEN "I",#1,ARCH$
860 INPUT #1,H,TE,KE,DT,LT,QT,TC,DC,IT
870 EMBAL=1:CONDU=1:CAMAR=1
880 CLOSE
890 RETURN
900 BLOAD"ARCHIVO"
910 ON ERROR GOTO 1020
920 LOCATE 6,20:PRINT"ARCHIVOS DE DATOS EXISTENTES:"
930 LOCATE 9,1:FILES "*.DAT"
940 LIA=CSRLIN:LOCATE LIA-1,1:PRINT BBB$
950 LOCATE 9,1:PRINT BBB$
960 LOCATE 22,5:INPUT"NOMBRE DEL ARCHIVO POR SALVAR (nombre.dat) (*=FIN)":ARCH$
970 IF ARCH$="" THEN BEEP:BEEP:GOTO 1010
980 OPEN "O",#1,ARCH$
990 PRINT #1,H,TE,KE,DT,QT,LT,DC,TC,KC,IT
1000 CLOSE
1010 RETURN
1020 ***** SUBROUTINA DE ERROR DE ARCHIVOS
1030 CLS=""
1040 IF ERR=5: THEN BEEP:LOCATE 22,5:PRINT CL$:LOCATE 22,5:PRINT"NO HAY TAL ARCH
IVO. CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR"
1050 SS=INPUT$(1)
1060 LOCATE 22,5:PRINT CL$
1070 LOCATE 22,5:INPUT"NUMBRE DEL ARCHIVO A CARGAR (nombre.dat) (*=FIN)":ARCH$
1080 IF ARCH$="" THEN BEEP:BEEP:GOTO 1010 Pendiente de revisar
1090 IF ERR=53 THEN CLS:LOCATE 15,15:PRINT "ERROR NO PREVISTO...CUALQUIER TECL
A PARA CONTINUAR":ARC=INPUT$(1):GOTO 130
1100 RETURN
1110 ***** INICIA SIMULACION
1120 IF EMBAL=1 THEN BEEP:LOCATE 1,10:PRINT "INTRODUCIR DATOS DEL EMBALSE":
LOCATE 12,15:PRINT "CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR...:RES=INPUT$(1):GOTO 130

```

```

1150 IF COND=0 THEN BEEP:CLS:LOCATE 12,10:PRINT "INTRODUCIR DATOS DE CONDUCTO":
LOCATE 12,15:PRINT "CALCULIEF (TECLA PARA CONTINUAR)...":ESF:=INPUT$(1):GOTO 1170
1160 IF CAM=0 THEN BEEP:CLS:LOCATE 15,10:PRINT "INTRODUCIR DATOS DE CAMARA":LO
CATE 17,15:PRINT "CALCULIEF TECLA PARA CONTINUAR...":(ESF:=INPUT$(1)):GOTO 1170
1150 CLS:LO=2/LOG(10)
1160 QD=DT:(1+5)*I:(1)=DT*PC:1=100-F:0=DT*F:CI/100:E=.000015
1170 AT=.7854*B**2/AC:.7854*DC**2/6050B:1470
(180 Z(0)=(Z(2/19.52)*(1+KE+F*LT/DT))**(-1)
1190 LOCATE 10,15:PRINT "REALIZANDO EL CALCULO .....":CIRCLE (487.75),20
200 LOCATE 12,20:PRINT "Espere un momento"
210 FOR I=1 TO 100:ES=100-I
220 IF ES<10 THEN GOTO 1240
230 LOCATE 10,60:PRINT ES:GOTO 1250
240 LOCATE 10,61:PRINT ES
250 W(I)=Q(I):S(I)=Z(I)
255 IF I=1 THEN S(I)=0
260 QD=Q(I):GOSUB 1470
270 FOR J=1 TO 4
280 GOSUB 1440
290 K(J,1)=F*I*(J,2)+F2*IT:IF J=4 THEN 1320
300 IF J=3 THEN W(I)=W(I)+K(J,1):S(I)=S(I)+K(J,2):GOTO 1320
310 W(I)=W(I)+K(J,1)/2:S(I)=S(I)+K(J,2)/2
1320 NEXT J
330 Q(I+1)=Q(I)+(K(1,1)+2*K(2,1)+2*K(3,1)+K(4,1))/6
340 Z(I+1)=Z(I)+(K(1,2)+2*K(2,2)+2*K(3,2)+K(4,2))/6
350 T(I+1)=T(I)+IT
360 NEXT I
370 MAYOR=ABS(Z(I))
380 MAY=0
390 FOR I=2 TO 100: Z(I)=(Z(I)-Z(I-1))
400 IF ABS(Z(I))>MAYOR THEN MAYOR=ABS(Z(I))
410 IF Z(I)>MAY THEN MAY=Z(I)
420 NEXT I
430 GOTO 1560
440 F1=(9.810001*AT/LT)*(S(I)+C*W(I)*ABS(W(I))/AT**2)
450 F2=(W(I)-D)/AC
460 RETURN
1470 VT=QD/AT:R=ABS(VT*DT)/.0000011
1480 IF R<2300 THEN F=64/R:GOTO 1540
1490 IF R=100000! THEN F=.3164/(R*.25):GOTO 1540
1500 X=(E/DT)/3.71:F=.015
1510 Y=2.51/(R*SQR(F)):W=LD*LOG(X+Y)
1520 M=(1/W)**2:IF ABS(F-M)<.001 THEN 1540
1530 F=M:GOTO 1510
1540 L=(1+E*F*LT/DT)/19.52
1550 RETURN
1560 BLOW"OSCILAC":BEEP:BEEP
1570 LOCATE 4,11:PRINT "De="GT:"mC/s","Dc=":DC:"m"
1580 LOCATE 5,11:PRINT "Cierre Tot="
1590 LOCATE 6,49:PRINT "Dc=":DT:"m"
1600 LOCATE 12,40:PRINT "Lt=":LT:"m"
1610 LOCATE 8,33:PRINT "H=":IH:"m"
1620 XG=68:FACT=20/MAYOR:FACTOR=35/MAYOR
1630 FOR I=2 TO 99
1640 YG=151-Z(I)*FACTOR:YG1=151-Z(I+1)*FACTOR:(G1)=YG+5
1650 YP1=50-Z(I)*FACT
1660 LINE (XG,YG)-(XG1,YG1):LINE (511,YP1)-(555,YP1)
1670 IF Z(I)=MAY THEN BEEP:LINE (490,YP1)-(508,YP1):LINE (500,YP1)+2-(508,YP1)!!L
LINE (500,YP1)-3-(508,YP1):LOCATE 4,58:PRINT "2 max.":LINE (459,23)-(461,22)
1680 XG=XG1
1690 FOR PAUSE=1 TO 100:NEXT PAUSE
1700 LINE (511,YP1)-(555,YP1):G
1710 NEXT I
1720 LINE (XG,YG1)-(570,151):LINE (571,50)-(575,50):LOCATE 5,54:PRINT USING "###
###"MAY:LOCATE 5,60:PRINT "m"
1730 LOCATE 22,10:PRINT "PROGRAMA DE CONDUCTA DE LA TECLA PARA CONTIN

```

```

GRAF
1740 RES=INPUT$(1)
1750 CL:LOCATE 10,18:PRINT "DESCRIBIR PARA LA GRAFICA DE UNA PANTALLA":LOCATE 1
2,18:PRINT "DE ESCUEN Y DIMENAR ALTERNATIVAS (S/N)":
1760 CLS:LOCATE 11,18:PRINT RES$
1770 IF RES$="S" OR RES$="s" THEN GOSUB 1790
1780 GOTO 1800
1790 ***** ALMACENAMIENTO DE GRAFICAS
1800 CLS:CLS
1810 GRAF=GRAF+1
1820 IF GRAF=1 THEN GOTO 1760
1830 GAS=0
1840 BLOAD"ALMACENA"
1850 YG=58:FACTOR=55/MAYOR
1860 FOR I=2 TO 99
1870 YG=130-Z(I)*FACTOR:YG1=130-Z(I+1)*FACTOR:YG1=YG+5
1880 LINE (XG,YG)-(XG1,YG1)
1890 FOR PAUSE=1 TO 50:NEXT PAUSE
1900 XG=XG1
1910 NEXT I
1920 LOCATE 8,25:PRINT "Q =":QT:"m3/s"
1930 LINE (XG,YG1)-(570,130):LOCATE 8,55:PRINT "z =":LOCATE 8,58:PRINT USING "##
.##":MAY:LOCATE 8,63:PRINT "m":LOCATE 8,67:PRINT "Dc =":DC:"m"
1940 GET (0,0)-(639,199),ALM
1950 GOTO 2120
1960 CLS
1970 IF GAS=QT THEN GOTO 2020
1980 LOCATE 8,17:PRINT "EL GASTO HA SIDO MODIFICADO. PROVOCANDOSE ASI":LOCATE 10
,22:PRINT "UNA CONDICION TOTALMENTE DIFERENTE"
1990 LOCATE 14,12:PRINT "SE SUGIERE HACER ESTAS COMPARACIONES PARA UN MISMO GAST
0"
2000 LOCATE 22,40:PRINT "OFIRMA CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR"
2010 GRAF=GRAF-1:GOTO 2130
2020 PUT (0,0),ALM
2030 XG=58:FACTOR=55/MAYOR
2040 FOR I=2 TO 99
2050 YG=130-Z(I)*FACTOR:YG1=130-Z(I+1)*FACTOR:YG1=YG+5
2060 LINE (XG,YG)-(XG1,YG1)
2070 XG=XG1
2080 NEXT I
2090 S=S+GRAF
2100 LINE (XG,YG1)-(570,130):LOCATE 5,55:PRINT "z =":LOCATE 5,58:PRINT USING "##
.##":MAY:LOCATE 5,63:PRINT "m":LOCATE 5,67:PRINT "Dc =":DC:"m"
2110 GET (0,0)-(639,199),ALM
2120 LOCATE 22,50:PRINT "OFIRMA CUALQUIER TECLA":LOCATE 23,54:PRINT " PARA CONTIN
UAR"
2130 RES=INPUT$(1):CLS:RETURN
2140 ***** SALIDA DEL SIMULADOR
2150 CLS:LOCATE 12,18:PRINT "CONFIRMAR LA SALIDA DEL SIMULADOR (S/N)":
2160 RES=INPUT$(1):PRINT RES$
2170 IF RES$="Y" OR RES$="y" THEN GOTO 130
2180 CLS
2190 FOR I=1 TO 100 STEP 2
2200 CIRCLE (315,100),I
2210 NEXT I
2220 LOCATE 3,20:PRINT "PAQUETE ELABORADO EN":LOCATE 4,26:PRINT "EL LABORATORIO
DE HIDRAULICA":LOCATE 6,38:PRINT "FURI"
2230 LOCATE 21,27:PRINT "BERTHA L. AGUILAR PALACIOS"
2240 PAU=INPUT$(1)
2250 CLS
2260 END

```

CAPITULO V

MANUAL DE OPERACION DEL SIMULADOR

El programa del simulador se puede instalar en microcomputadoras PC-IBM y compatibles con un mínimo de 512 kb de memoria. El modo de hacerlo es el siguiente:

- 1.- Encender la microcomputadora y esperar a que inicie.
- 2.- Introducir el disco en la unidad A:
- 3.- Poner la instrucción A:SIMCAM y presionar la tecla de ENTER

Una vez iniciado el proceso aparece en la pantalla la figura 5.1 y al oprimir cualquier tecla el Menú de Control (figura 5.2), que como su nombre lo indica, es la parte que controla la secuencia de ejecución y en donde se pueden hacer en cualquier orden la captura de datos.

En los incisos 1, 2 y 3 se dan instrucciones que facilitan la captura de datos, con la opción 4 se pueden obtener datos por medio de archivos existentes o salvar en archivo los datos capturados en los tres incisos anteriores y con el número 5 se hará la simulación del fenómeno y se obtendrán los resultados.

FIGURA 5.1

*Simulación por computadora
del funcionamiento de
Camaras de Oscilacion*

PARA CONTINUAR PRESIONE CUALQUIER TECLA.

FIGURA 5.2

MENU DE CONTROL

- 1- Datos generales del embalse
- 2- Datos de la conducción
- 3- Datos de la cámara de oscilación
- 4- Manejo de Archivos (Leery/Salvar)
- 5- Inicio de la Simulación
- 6- Salida del Simulador

INTRODUCCION LA OPCION DESEADA

OPCION 1. Datos generales del Embalse

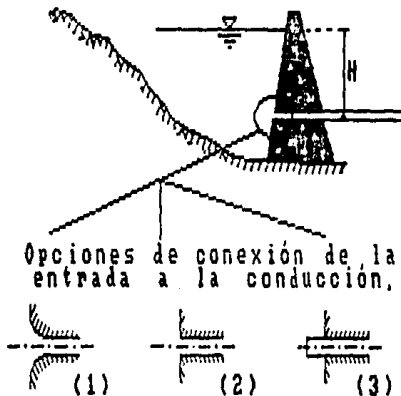
Si se eligiera la opción 1 del menú de control, aparecerá la figura 5.3 en la pantalla, la que permitirá hacer la captura de los datos del embalse

FIGURA 5.3

INTRODUCIR LOS DATOS DEL EMBALSE

DATOS DEL EMBALSE:

CARGA 'H' [m]? █



CAPTURA DE DATOS EN EL EMBALSE

Es importante cuidar que los valores capturados estén en las unidades indicadas.

Después de hacer la captura de datos del embalse, se verifica que sean correctos todos ellos (figura 5.4), si hay algún error, se contestará a la pregunta con una n o N y regresará a la figura 5.3 a que se vuelvan a introducir todos los datos.

FIGURA 5.4

INTRODUCIR LOS DATOS DEL EMBALSE

DATOS DEL EMBALSE:

CARGA 'N' (m)? 60

TIPO ENTRADA ? 2

Coefficiente de
Perdida 'Ke' .5

Opciones de conexión de la
entrada a la conducción.



Correctos todos los datos (s/n)?

CAPTURA DE DATOS EN EL EMBALSE

OPCION 2. Datos de la Conducción

Al teclear este inciso aparecerá la figura 5.5, a la cual se le dan los datos de: el diámetro de la conducción, el gasto en la conducción y la longitud de la conducción del embalse a la cámara de oscilación.

En caso de haber algún error en la captura, se hacen las correcciones necesarias de la misma manera que el inciso anterior

FIGURA 5.5

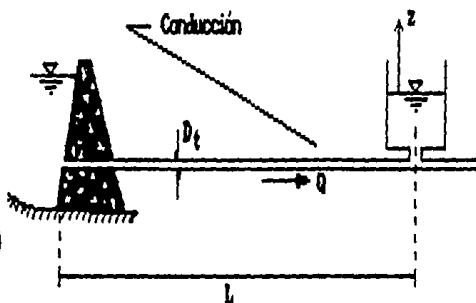
INTRODUCIR LOS DATOS DE LA CONDUCCION

DATOS DEL CONDUCTO:

DIAMETRO ' D_t ' [m]? 1

GASTO ' Q ' [m³/s]? 20

LONGITUD ' L ' [m]? 2500



Correctos todos los datos (s/n)?

CAPTURA DE LOS DATOS DE LA CONDUCCION

O P C I O N 3. Datos de la Cámara de Oscilación

En esta opción se pregunta el diámetro, tipo de conexión entre la conducción y la cámara y el incremento de tiempo con el que se va a hacer la simulación (Figura 5.6).

FIGURA 5.6

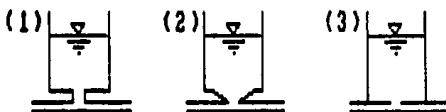
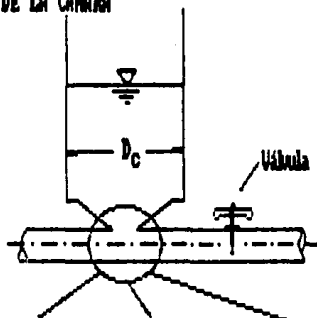
INTRODUCIR LOS DATOS DE LA CAMARA

DATOS DE LA CAMARA:

DIAMETRO 'Dc' [m]? 5

TIPO DE CONEXION? 1

INCREMENTO DE
TIEMPO [s] ? 15



Correctos todos los datos (s/n)?

Tipos de Conexiones

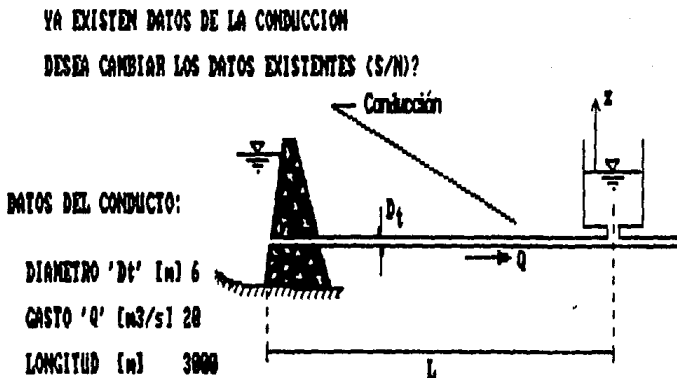
CAPTURA DE LOS DATOS DE LA CAMARA

Aquí se presenta el croquis de la cámara de oscilación y los tipos de conexión que se pueden manejar en este simulador.

Si hay algún error en los datos capturados, se procede a corregirlos de la misma manera que en la opción 1.

Si por algún motivo después de haber capturado los datos en los incisos 1, 2 y 3, se volviera a teclear alguno de ellos la figura correspondiente aparecerá haciendo notar que ya existen los datos, y si se desean cambiar. Si no se quieren cambiar solo se contesta con una n o N y regresará al menú de control y si no, vuelve a preguntar los datos de la opción escogida (figura 5.7)

FIGURA 5.7



CAPTURA DE LOS DATOS DE LA CONDUCCION

O P C I O N 4. Manejo de Archivos

Después de introducir todos los datos indispensables para realizar los cálculos del fenómeno transitorio en las Cámaras de Oscilación, se pueden salvar en un archivo (figura 5.8)

Lo anterior es útil en caso de repetir los cálculos con otro diámetro de Cámara de Oscilación u otro gasto en la conducción, pues la captura de datos se simplifica cuando ya existe el archivo y hay posibilidad de leerlos (figura 5.9).

F I G U R A 5.8

Captura por Archivos

ARCHIVOS DE DATOS EXISTENTES:

COLPE .DAT
OSCILA .DAT
GUANAJUA.DAT

PRUEBA .DAT
CUTZAMAL.DAT
LABRID .DAT

PRUEBA1 .DAT
RMAGDA .DAT

CAMARA .DAT
HIDALGO .DAT

NOMBRE DEL ARCHIVO POR SALVAR (nombre.dat) {*=FIN? █

El nombre del archivo no debe exceder de 8 caracteres y ponerles la extensión .DAT

FIGURA 5.9

Captura por Archivos

ARCHIVOS DE DATOS DISPONIBLES:

GOLPE .DAT
 OSCILA .DAT
 GUANAJUA.DAT

PRUEBA .DAT
 CUIZAMAL.DAT
 LAEMID .DAT

PRUEBA1 .DAT
 RMAGDA .DAT

CAMARA .DAT
 HIDALGO .DAT

NOMBRE DEL ARCHIVO A CARGAR (nombre.dat) (*=FIN? █

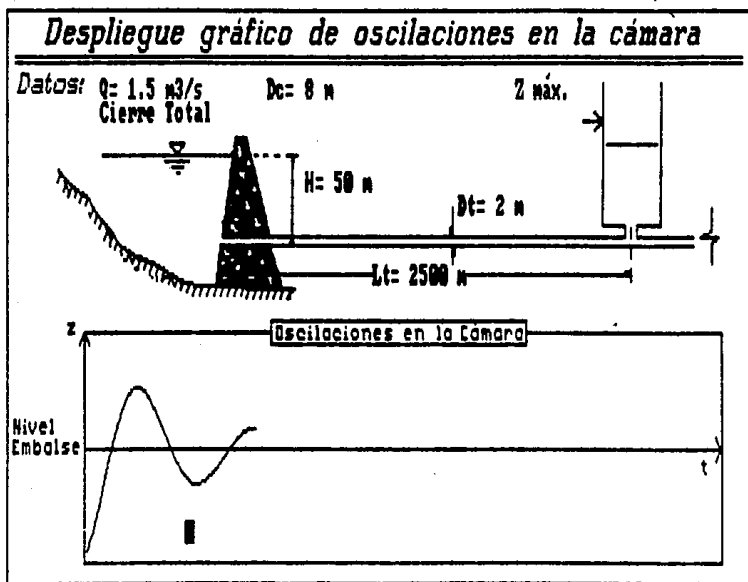
Si se tecllea el asterisco * el programa retornará a mostrar el Menú de Control.

O P C I O N . 5. Inicio de la Simulación

En esta opción se iniciará el proceso del programa y mostrará los resultados en la figura 5.10 por medio de un croquis de la cámara de oscilación en donde se observan las variaciones del nivel de la superficie libre del agua representados por una línea horizontal y una gráfica que relaciona las variables: nivel del agua dentro de la cámara (z) contra el tiempo (t).

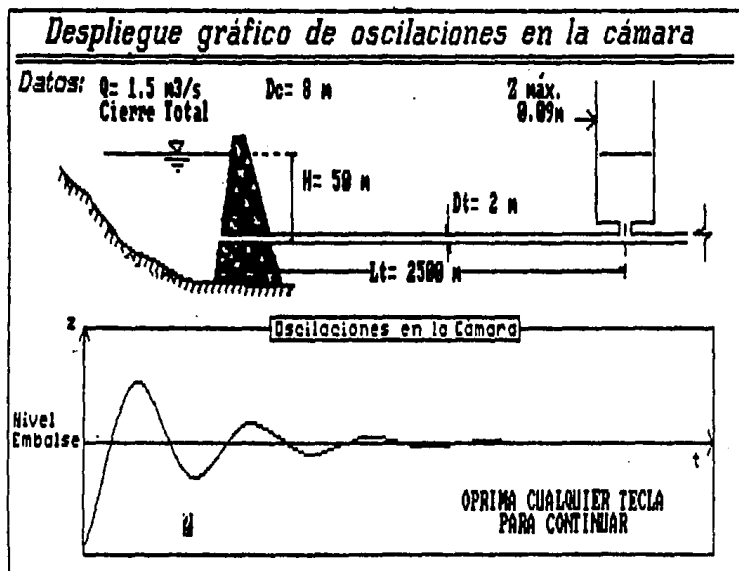
Al final muestra el valor de la altura máxima dentro de la cámara de oscilación, el gasto y el diámetro de la cámara con la cual se hizo la simulación y la gráfica $z-t$ (figura 5.11).

FIGURA 5.10



Para interrumpir el despliegue se oprime la tecla F1 o simultáneamente las teclas CTRL-NUMLOCK, dependiendo del teclado o PC que se utilice; y con presionar cualquier tecla se reactivará el proceso.

FIGURA 5.11

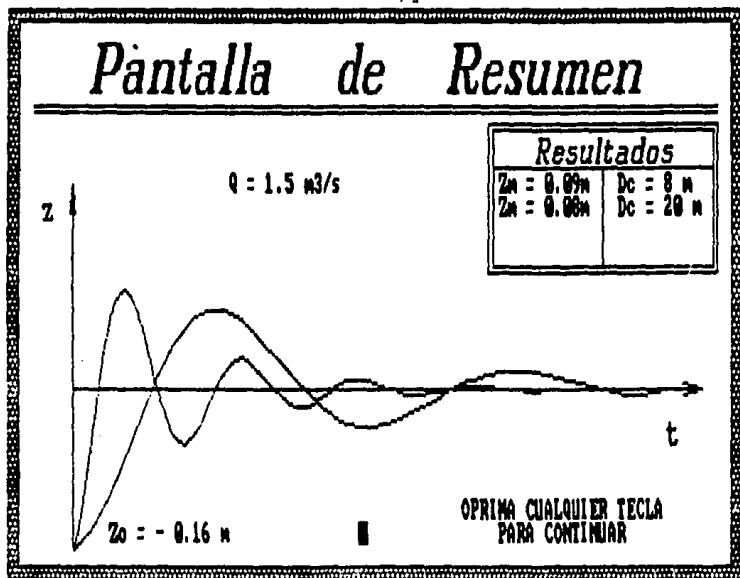


ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Al oprimir cualquier tecla aparecerá la pregunta de si se desea observar los resultados en una pantalla resumen, si se contesta que no regresa el programa al menú de control y si es si la respuesta pasará a otra pantalla.

El objetivo principal de hacer la simulación del funcionamiento de las cámaras de oscilación es diseñar las dimensiones de la misma, por lo cual existe la posibilidad de almacenar resultados de cuatro simulaciones diferentes, con la posibilidad de poder establecer comparaciones entre los resultados dados por distintos diámetros de cámaras de oscilación.(figura 5.12)

FIGURA 5.12



Si se desean imprimir las figuras que aparecen en pantalla se oprimen simultáneamente las teclas SHIFT y PRINT-SCREEN.

O P C I O N 6. Salida del Simulador

La salida del paquete se efectúa al seleccionar esta opción volviendo al sistema operativo de la microcomputadora que se este trabajando.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

A pesar del desarrollo tecnológico de los últimos años, las instituciones de educación superior han mantenido sus planes de estudio, la terminología, los conceptos y la manera de exponerlos.

Este trabajo es un recurso para atender la demanda de servicios de apoyo al aprendizaje que se puede utilizar para la mayoría de las materias de la carrera de Ingeniería Civil.

Se trata de un proceso de enseñanza-aprendizaje por computadora que ayuda a lograr la comprensión del funcionamiento de las cámaras de oscilación, manejando por separado sus componentes, para después integrarlos y poder entender sus características particulares y la relación que tienen entre sí.

Este proceso no es un simple programa para calcular las variables del problema como ya existen muchos, sino que también, como ya se ha mencionado, es para un mayor entendimiento del fenómeno, ya que lo pueden visualizar por medio de ilustraciones con movimiento.

Por otro lado, el planteamiento del simulador reproduce el comportamiento de las cámaras de oscilación y permite analizar diversas alternativas a través de las cuales se pueden conocer y preveer las consecuencias a las sollicitaciones a las que esté sometido.

De acuerdo con el objetivo planteado, el alumno no necesariamente experto en informática, pueda interactuar con la computadora, permitiendo entender, tanto en forma cualitativa como cuantitativa, el fenómeno hidráulico en estudio.

Considerando lo anterior, sería conveniente que se tomara en cuenta para elaborar mas de estos simuladores para la enseñanza de diferentes fenómenos de todas las áreas, y que el alumno pudiera tener acceso a ellos para poderlos usar cuando fuera necesario.

Sea pues esta, una propuesta formal para que el presente trabajo sea considerado por quienes tengan en sus manos los programas de estudio respectivo; se intente un cambio sobre procedimientos un tanto obsoletos, y se proporcione a los estudiantes las nuevas técnicas de análisis y enseñanza.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- CFE "Manual de diseño de Obras Civiles", Sección A, Hidrotecnia, A.2.3 y A.2.5. 1982
- 2.- Luthé, Olivera, Shulz, "Métodos Numéricos", Limusa, México 1978.
- 3.- M. Hanif Chaudry, "Applied Hydraulic Transients" Van Nostrand Reinhold Company, 1979
- 4.- IMTA, "Introducción a los Métodos Numéricos aplicados a la Hidráulica", 1988.
- 5.- Sotelo A. G. "Hidráulica General", Vol. I Limusa, México 1976.
- 6.- Hermilo Ramírez León, "Cámaras de Oscilación", tesis para licenciatura, 1984
- 7.- Luis León Vizcaino, "Cámaras de Oscilación, Medidas Experimentales y Soluciones Numéricas", tesis para licenciatura, 1984
- 8.- Manual del lenguaje BASIC
- 9.- Manual de los paquetes de computación CHIWRITER y FONTASY.