

**Universidad del Bío-Bío
Depto. Ing. Mecánica
Concepción-Chile**

GUIA DE USO MHcHp+ versión 1.1

Por Luis Morales Pinto

Sugerencias y comentarios a lmoralesp2@hotmail.com o en la pagina www.adictoshp.org al usuario con nick lmoralesp.

INTRODUCCIÓN:

Para el uso de MHcHp+ se entiende que usted maneja el método iterativo de Hardy Cross del cálculo de caudales en redes complejas y que entenderá las instrucciones de esta guía.

MHcHp+ es una sigla que significa "Método de Hardy Cross para la HP49g+ y hace un balance de energía en redes complejas de tuberías calculando los caudales que pasan a través de cada tubo, considerando singularidades, bombas, ciclos, pseudo ciclos y las características de cada tubo con la formulación de fricción de Hazen-Williams o Darcy-Weisbach.

MHcHp+ versión 1.1 se hizo y compilo completo en la calculadora HP49g+ con la ROM 1.23, 99% System RPL lo cual hace que itere mucho mas rápido. No se ocuparon las nuevas direcciones de memoria de la HP49g+ (por ejemplo, control del header) para que el programa también sea compatible con la calculadora HP49g y la Hp48gii. La iteración es rápida si se compara con lo que se demoraría haciéndola usted.

MHcHp+ es un freeware, el cual se puede ocupar cuantas veces se quiera solamente con fines educacionales y si se desea distribuir **tiene que ser en forma gratuita sin ningún tipo de garantía y tal cual como es, sin modificaciones.**

Este es un programa de ingeniería, no lo utilice de mala forma intentando cambiar los nombres de los archivos, su contenido, gráficos, etc. que están en el directorio MHcHp.Dir ya que podrán causar perdida de información y no me responsabilizo por daños o perdida de información que pueda causar el uso o mal uso de este.

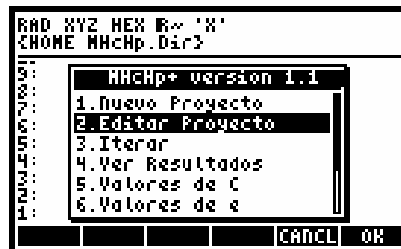
INSTALACIÓN Y USO DE MHcHp+:

Instalación:

- ? Copie el directorio MHcHp.Dir desde el computador con algún programa de conexión o desde otra calculadora por IR en el directorio HOME de su calculadora. Debe ser en el directorio HOME y no otro.
- ? Si desea, haga una copia de MHcHp.Dir en el puerto 2 de la calculadora.

Uso:

- ? Hecho lo anterior entra al directorio MHcHp.Dir y ejecuta MHcHp y le mostrará en la pantalla un CHOOSE que tendrá nueve opciones.
 1. Nuevo Proyecto
 2. Editar Proyecto
 3. Iterar
 4. Ver Resultados
 5. Valores de C
 6. Valores de e
 7. Resultados ∇ STACK
 8. Sobre MHcHp
 9. Salir de MHcHp



1. Nuevo Proyecto:

Para la realización de un nuevo proyecto se necesita:

- ? Identificar el problema.
- ? Saber en que unidades se va a trabajar.
- ? Que formulación de fricción se usara.
- ? Cantidad de tubos de la red, máximo 45.
- ? Cantidad de nodos de la red, máximo 45, sin considerar los nodos de declive fijo. Debido que el programa asumirá la cantidad de ciclos como la diferencia entre la cantidad de tubos y la cantidad de nodos, como mínimo dos, ya que si fuese un solo ciclo no sería una red compleja y se podría solucionar con la ecuación de Bernoulli.
- ? Cantidad de bombas de la red, máximo 9.
- ? La densidad del fluido.
- ? La viscosidad cinemática del fluido, que solo se ocupara para la formulación de fricción de Darcy-Weisbach,
- ? La aceleración de gravedad.



- ? Un valor de Q de convergencia que tomara como referencia para terminar de iterar.
- ? Las características de cada tubo, longitud, diámetro, coeficiente "C" de Hazen-Williams o la aspereza relativa "e" en la formulación de fricción de Darcy-Weisbach, y el caudal supuesto absoluto que pasa por la tubería **respetando la continuidad de masa para cada nodo.**
- ? Tener las características de cada ciclo, que deben ser todos en sentido horario o todos en sentido antihorario, haciendo la elección de manera que como máximo cada tubería pertenezca a dos ciclos, los tubos que los componen, positivos o negativos según sea la dirección del caudal con respecto al sentido del ciclo y los ciclos que comparten cada tubo.
- ? Si es que hay bombas en la red, tener claro en que tuberías se encuentran, y los datos necesarios para realizar la curva de carga bomba-descarga.

Lo anterior se explicara detalladamente mas adelante.

1.1 Al elegir la opción **1. Nuevo Proyecto** se mostrará en pantalla un InputLine que le pediré el nombre del proyecto que se convertirá en el directorio donde se almacenarán los datos y todas las variables necesarias para la iteración. No utilice signos algebraicos o no permitidos como +, -, ?, /, * o ' que pueden causar conflictos o no los podrá borrar con PGDIR.

1.2 Elija el sistema de unidades con los que trabajara en el proyecto. Dependiendo del sistema elegido, Internacional o Ingles se grabaran por defecto:

Sistema	Internacional	Ingles
Aceleración g	$9.81 \frac{m}{s^2}$	$32.2 \frac{ft}{s^2}$
Densidad ?	$1000 \frac{kg}{m^3} ; 5^{\circ}C$	$1.94 \frac{slug}{ft^3} ; 40^{\circ}F$
Viscosidad Cinemática ?	$1*10^{26} \frac{m^2}{s} ; 20^{\circ}C$	$1.6*10^{25} \frac{ft^2}{s} ; 40^{\circ}C$

- 1.3 En esta plantilla se debe elegir la formulación de fricción

? Hazen-Williams

? Darcy-Weisbach

La cantidad de tubos, de nodos y de bombas y cambiar si es que fuese necesario la densidad, la viscosidad cinemática del fluido y/o la gravedad.

RAD HY2 HEN R~ 'H'
[HOME] MHChp.Dir?

----- DATOS INICIALES -----
Form. de Fricción: Hazen-Williams
Nº Tubos: 07 Nº Bombas: 0
Nº Nodos: 03 P: 1000
W Fluido: .000001 Q: 0.81
Q Convergencia: 0.001
Aceleración de gravedad
[EDIT] [] [] [CANCEL] [OK]

Elija también el ?Q de convergencia que se ocupará para compararlo al ?Q mayor de cada ciclo en cada iteración. Si el ?Q mayor de los ciclos es menor que el ?Q de convergencia la iteración concluirá, sino seguirá iterando. Se recomienda utilizar un ?Q de convergencia de 0.001 ya que existe una opción, después de que concluye la iteración que pregunta si desea guardar los caudales ya iterados como caudales iniciales para que si quiere iterar con un ?Q de convergencia de mayor precisión no volver a empezar con los caudales supuestos sino con los caudales ya iterados, que obviamente están mas cerca de lo real.

RAD HY2 HEN R~ 'H'
[HOME] MHChp.Dir?

----- DATOS INICIALES -----
Form: 0.001
N T: 0.0005
N H: 0.0001
W Fu: 0.00001
Q C: 0.000005
Elij: 0.000001
[] [] [CANCEL] [OK]

- 1.4 Aquí se debe ingresar las características de cada tubo, longitud (m o ft; según el sistema elegido), diámetro (m o ft), Coeficiente "C" o aspereza relativa "e" (depende de la formulación de fricción escogida), la sumatoria de los coeficientes de perdidas "K", que están presentes a lo largo de la tubería y el caudal supuesto absoluto que pasa por el tubo.

Se debe respetar la continuidad de masa para cada nodo.

RAD HY2 HEN R~ 'H'
[HOME] MHChp.Dir?

----- Tubo 1. de 7. -----
Longitud: 200.
Diámetro: .333333333333
Coeficiente C: 110.
Sk: 0.
Qi: .5
Longitud de la Tuberia
[EDIT] [] [] [CANCEL] [OK]

- 1.5 En esta plantilla de entrada tres datos son necesarios.

Tubos: Debe ser una lista {} que contenga los tubos pertenecientes al ciclo, cada tubo debe llevar el signo de la dirección del flujo respecto al sentido del ciclo o pseudo ciclo.

RAD HY2 HEN R~ 'H'
[HOME] MHChp.Dir?

----- Ciclo 1. de 5. -----
Tubos: { -2. -1. }
Comun: { 2. 4. }
QH: 102.31
Lista de tubos
[EDIT] [] [] [CANCEL] [OK]

Recordar que todos los ciclos y pseudo ciclos deben estar en sentido horario o todos en sentido antihorario

Común: Debe ser una lista con la misma cantidad de elementos que tiene "Tubos" donde se debe ingresar la información de los ciclos que comparte el tubo, en caso que el tubo solo pertenezca al ciclo que se esta editando ingresar 0 (cero).

?H: Para ciclos (cerrados) el ?H es 0 (cero). Para pseudo ciclos es la diferencia de línea de declive hidráulico (altura) entre el nodo terminal final y el nodo terminal inicial según la dirección del pseudo ciclo.

$$\text{Declive hidráulico } H_N = \frac{V^2}{2g} + \frac{p}{\rho} + z_N$$

Ejemplo de la entrada de datos de los ciclos.

En la figura claramente podemos apreciar que son 5 tubos, 3 nodos interiores y 2 nodos de declive fijo.

Sea

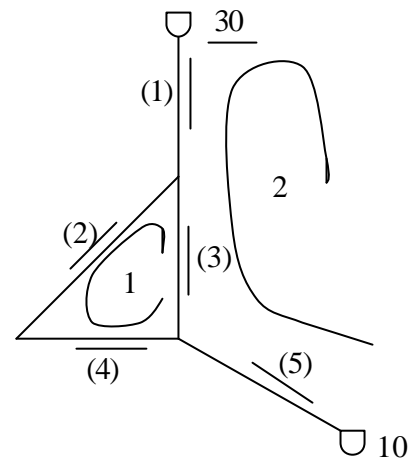
T; Cantidad de tubos.

N; Cantidad de nodos interiores.

F; Cantidad de nodos de declive fijo.

C; Cantidad de ciclos

P; Cantidad de pseudo ciclos



Se deben respetar las siguientes ecuaciones:

$$C + P + T = N$$

$$P + F = 1$$

Para el caso de la figura

$$C + P = 2$$

Por lo tanto

$$P = 1 \text{ y } C = 1$$

Entonces para el ciclo 1

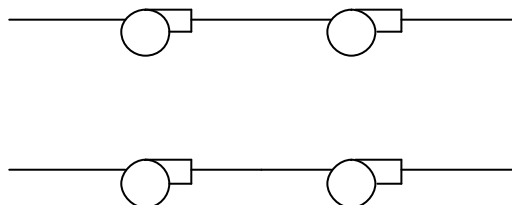
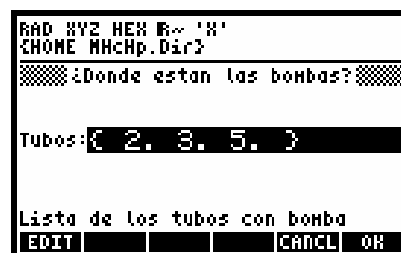
Tubos: {3 -4 -2}

Común: {2 0 0}

?H: 0

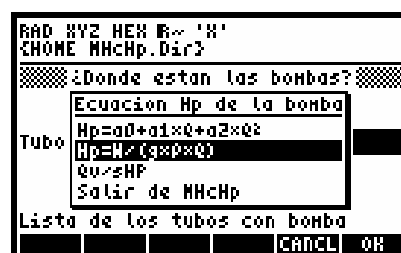
Tubos: $\{-5 \ -3 \ -1\}$
 Común: $\{0 \ 1 \ 0\}$
 ?H: 20

1.6 Debe ser una lista con tantos elementos como bombas tenga la red. Cuide de no repetir un tubo que tenga la bomba en la lista. Lo anterior se refiere a que, por ejemplo, se tienen tres bombas y se crea una lista de tubos con bomba como {2 3 2}, se grabaran en el directorio la bomba 1 del tubo 3 y la bomba 3 del tubo 2 solo y los datos que tendrá el sistema red no existiera la bomba 1. En caso de existir una sola bomba, en caso que 2 o mas bombas deben ser en tubos



Otro punto importante es que la bomba adherirá energía al sistema en el mismo sentido del flujo, es decir, si cambia el sentido del flujo del caudal que se supuso cuando termina la iteración, la bomba aumentará la energía en la dirección del flujo.

? $H_p = a_0 + a_1 \cdot Q + a_2 \cdot Q^2$: Pedirá los
coeficientes a_0 , a_1 y a_2 de la
ecuación.



? $H_p = W / (g \cdot ? \cdot Q)$: Le pedirá la potencia útil de la bomba. Dependiendo del sistema elegido las unidades serán:

Sistema Internacional: Watts

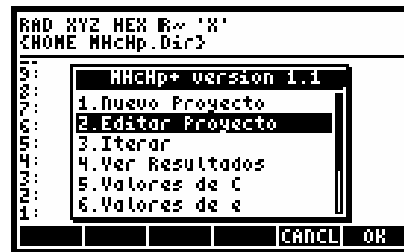
Sistema Ingles: $\frac{lb \cdot ft}{s}$

? Q_v / sHP : Pedirá tres puntos de la curva de carga bomba-descarga de la bomba. Esos datos los transformara en la ecuación $H_p = a_0 + a_1 \cdot Q + a_2 \cdot Q^2$ calculando los coeficientes.

Si en cualquiera de las plantillas de entrada o CHOOSE sales con la tecla ON o en el softmenu con CANCEL MHcHp+ no podrá iterar. Por eso es muy importante salir con la tecla ENTER o en el softmenu OK.

Para volver al CHOOSE principal no es necesario subir de directorio ya que esta guardada como CST y lo encuentras con la tecla shift-izquierdo CUSTOM.

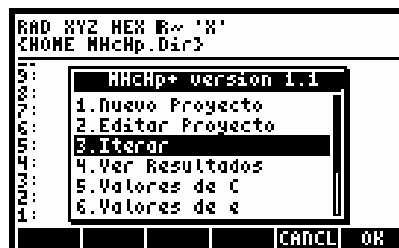
2.Editar Proyecto: Cuando se elige esta opción se debe considerar que no se podrá iterar si no sale de todas las plantillas de entrada o CHOOSE con OK o la tecla ENTER. Las razones son obvias, si se aumenta la cantidad de bombas al principio del programa y no se les dan datos a las nuevas bombas, al momento de iterar, MHcHp+ las buscara por sus nombres y si no las encuentra aparecerá en pantalla "Try To Recover Memory?". Para evitar lo anterior se crea un archivo si existen los datos necesarios en el directorio para la iteración. No cambiar sus nombres o contenidos.



2.1 Eligiendo la opción 2.Editar Proyecto aparecerá otro CHOOSE ahora pidiendo que elijas el proyecto a editar, todos los directorios terminados en Hc son validos y se repetirán los pasos 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 y se existen bombas en la red se repetirán también los pasos 1.6 y 1.7, explicados en detalle en el punto 1, pero ahora las plantillas no aparecerán vacías ni con los valores por defecto sino estarán con los valores que se digitaron antes.



3.Iterar: Después de haber salido correctamente de editar,(leer punto 2.Editar Proyecto) es posible que esta opción se realice.



3.1 Mientras MHcHp+ itera, en la pantalla se mostrará un GROB de espera que indicará la iteración que se esta realizando, y el ?Q máximo, que es el ?Q mayor de todos los ciclos, el cual también se comparará con el ?Q de convergencia para terminar la iteración, si este fuese menor.



3.2 Si no esta convergiendo, es posible parar la iteración y revisar los datos editando el proyecto. MHcHp+ es posible que no converja debido a posibles errores en la entrada de datos:

- ? Error en el de signo ?H
- ? Falta de un tubo en algunos de los ciclos
- ? Error en el signo de alguno de los tubos
- ? Error en la lista de ciclos comunes "Común" en los datos de los ciclos
- ? Otros

Por lo anterior se debe ser muy cuidadoso en la entrada de datos de MHcHp+, ya que si se tiene algún error en los datos es posible que **el programa itere y llegue a resultados pero serán erróneos.**

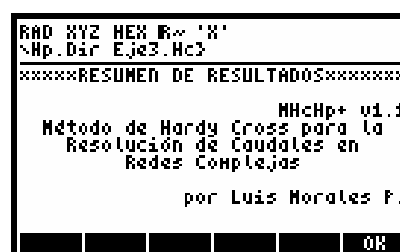
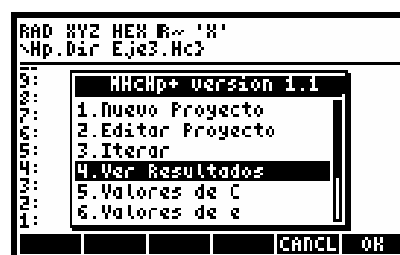
3.3 Al terminar de iterar, aparecerá un CHOOSE en pantalla preguntando si se desea Salvar Como Q inicial, esto se refiere que si elige "Si" se guardaran los datos de caudal como iniciales, cambiando los caudales supuestos por los ya iterados. Esto es muy útil si se desea una alta precisión de los cálculos, ya que se puede aumentar la precisión (?Q de convergencia) y volver a iterar comenzando con caudales más cercanos a la realidad tomando menos tiempo en la nueva iteración.



4.Ver Resultados: Si termino la correctamente la iteración esta opción estará activa y mostrara un STRING con los datos del:

- ? Nombre del proyecto
- ? Fecha
- ? Hora Inicio y termino
- ? Sistema usado
- ? Formulación de fricción
- ? Y otros

Como el que se muestra a continuación:



*****RESUMEN DE RESULTADOS*****

MHCHP+ v1.1
Método de Hardy Cross para la
Resolución de Caudales en
Redes Complejas

por Luis Morales P.

* Nombre Proyecto: Eje3.Hc
 * Fecha: 04.08.05
 * Hora Inicio: 01:11:21P
 * Hora Terminó: 02:05:17P
 * Sistema: Internacional
 * F. Fricción: Darcy-Weisbach
 * N° de Tubos: 16
 * N° de Nodos: 11
 * ?Q Convergencia: 0.000001
 * N° Iteraciones: 2.

Ciclo 1.

Tubo	Caudal m³/s
2.	460.339E-3
13.	142.627E-3
14.	-75.0055E-3
11.	-237.091E-3
12.	-362.906E-3

Ciclo 2.

Tubo	Caudal m³/s
3.	177.712E-3
5.	84.4671E-3
16.	7.36771E-3
15.	-77.6323E-3
13.	-142.627E-3

Ciclo 3.

Tubo	Caudal m³/s
6.	-22.9006E-3
7.	-122.901E-3
14.	75.0055E-3
15.	77.6323E-3
16.	-7.36771E-3

Ciclo 4.

Tubo	Caudal m³/s
8.	39.1850E-3
9.	-15.8150E-3
10.	-70.8150E-3
11.	237.091E-3

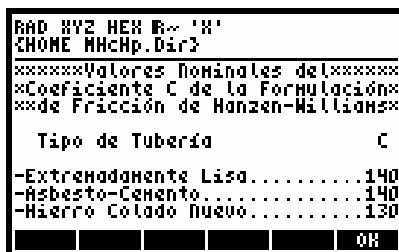
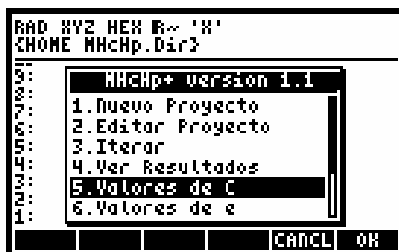
Ciclo 5.

Tubo	Caudal m³/s
1.	-823.245E-3
2.	-460.339E-3
3.	-177.712E-3
4.	-93.2447E-3

ID MHcHp: 93349.-0"

Si se desea preguntar algo al autor vía e-mail, adjunta el ID que sale al final del STRING de resultado en "Asunto" y se le responderá.

5.Valores de C: Se mostrara un STRING con los valores nominales del coeficiente C de la formulación de fricción de Hazen-Williams para algunos tipos de tubería.

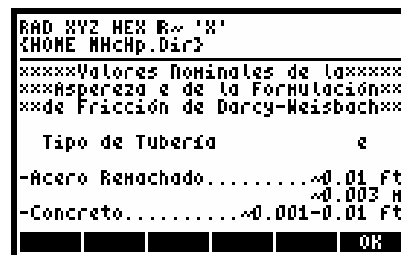


*****Valores Nominales del*****
Coeficiente C de la Formulación
de Fricción de Hazen-Williams

Tipo de Tubería	C
-Extremadamente Lisa.....	140
-Asbesto-Cemento.....	140
-Hierro Colado Nuevo.....	130
-Hormigón.....	130
-Estacas de Madera.....	120
-Acero Recién Soldado.....	120
-Hierro Colado Ordinario.....	110
-Acero Recién Remachado.....	110
-Arcilla Vitrificada.....	110
-Hierro Colado con algu_	
nos Años de Uso.....	95-100
-Acero Remachado con al_	
gunos Años de Uso.....	95-100
-Tuberías Viejas.....	60-80

MHcHp+

6.Valores de e: Se mostrara un STRING con los valores nominales de la Aspereza relativa de la formulación de fricción de Darcy-Weisbach para algunos tipos de tubería.




*****Valores Nominales de la*****
 Asperezas e de la Formulación
 de Fricción de Darcy-Weisbach

Tipo de Tubería e

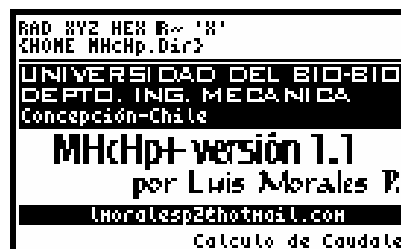
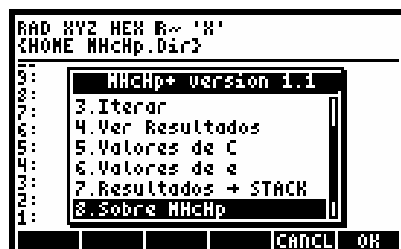
-Acero Remachado.....~0.01 ft
 ~0.003 m
 -Concreto.....~0.001-0.01 ft
 ~0.0003-0.003 m
 -Madera.....~0.001 ft
 ~0.0003 m
 -Hierro Colado.....0.00085 ft
 0.00026 m
 -Hierro Galvanizado.....0.0005 ft
 0.00015 m
 -Hierro Forjado.....0.00015 ft
 0.000046 m
 -Tubos Estirados.....0.000005 ft
 0.0000015 m

MHChp+

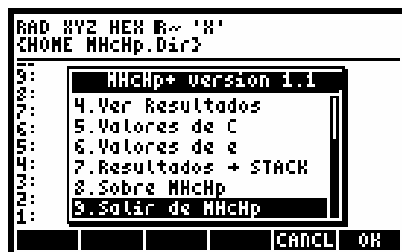
7.Resultados  **STACK:** Si existen resultados los pondrá en la pila, para que se puedan editar, grabar con otro nombre, pasarlos al PC o lo que desee.



8.Sobre MHChp: Mostrará en pantalla un STRING con información del programa MHChp+ moviéndose en la posición del softmenu.



9.Salir de MHcHp: Sale del CHOOSE principal del programa, también se puede salir con la tecla ON y en el softmenu con CANCEL.



Ejemplos

1 Eje1.Hc

Determinar la distribución de flujo en la red ramificada que se muestra en la figura. El líquido que fluye es agua. La fuente de flujo es una tubería grande (punto A) que se mantiene a presión constante de 60 psi. Cada rama esta en un punto donde se conoce la línea de declive hidráulico.

El coeficiente C de Hazen-Williams para todos los tubos es 110. ?Q Convergencia 0.001

Datos de la red:

Sistema: Ingles

F. Fricción: Hazen-Williams

Nº de tubos: 7

Nº de nodos: 2

Gravedad: $32.2 \frac{ft}{s^2}$

Densidad: $1.94 \frac{slug}{ft^3}$

V. Cinemática: $1.6 \cdot 10^{7.5} \frac{ft^2}{s}$

Línea de declive hidráulico de cada nodo terminal (ft):

$H_A=188.46$; $H_B=86.15$; $H_C=64.62$; $H_D=89.23$; $H_E=33.08$; $H_F=100$

Recordar que:

T; Cantidad de tubos.

N; Cantidad de nodos interiores.

F; Cantidad de nodos de declive fijo.

C; Cantidad de ciclos

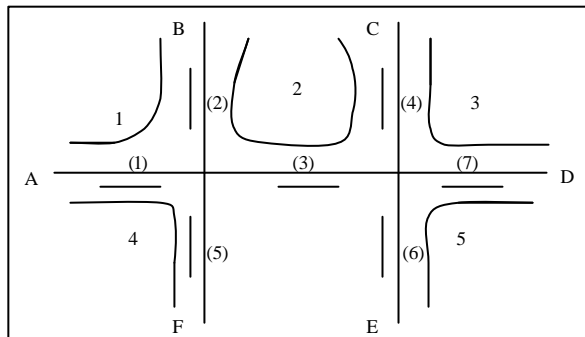
P; Cantidad de pseudo ciclos

$C?P?T?N$

$P?F?1$

Entonces

$C?P?5$



Por lo tanto

$$P \approx 5 \text{ y } C \approx 0$$

Características de los tubos:

Tubo	Longitud ft	Diámetro ft	C	$\sum K$	Q supuesto
1	200	0,33333333	110	0	0.5
2	150	0,16666667	110	1	0.1
3	200	0,33333333	110	0	0.3
4	100	0,16666667	110	10	0.1
5	200	0,16666667	110	5	0.1
6	300	0,16666667	110	3	0.1
7	80	0,33333333	110	2	0.1

Características de los ciclos:

Ciclo	Tubos	Común	$\sum H$
1	{ -2 -1 }	{ 2 4 }	102,31
2	{ -4 -3 2 }	{ 3 0 1 }	21,53
3	{ -7 4 }	{ 5 2 }	-24,61
4	{ 1 5 }	{ 1 0 }	-88,46
5	{ -6 7 }	{ 0 3 }	56,15

Resultados:

*****RESUMEN DE RESULTADOS*****

MHCHp+ v1.1

Método de Hardy Cross para la
Resolución de Caudales en
Redes Complejas

por Luis Morales P.

* Nombre Proyecto: Ejel.Hc
* Fecha: 04.08.05
* Hora Inicio: 05:46:18P
* Hora Terminó: 05:53:46P
* Sistema: Ingles
* F. Fricción: Hazen-Williams
* N° de Tubos: 07
* N° de Nodos: 02
* $\sum Q$ Convergencia: 0.001
* N° Iteraciones: 73.

Ciclo 1.

Tubo	Caudal ft ³ /s
2.	-215.050E-3
1.	-1.36294E0

Ciclo 2.

Tubo	Caudal ft ³ /s
4.	-185.045E-3
3.	-1.00407E0
2.	215.050E-3

Ciclo 3.

Tubo	Caudal ft ³ /s
7.	-638.946E-3
4.	185.045E-3

Ciclo 4.

Tubo	Caudal ft^3/s
1.	1.36294E0
5.	143.820E-3

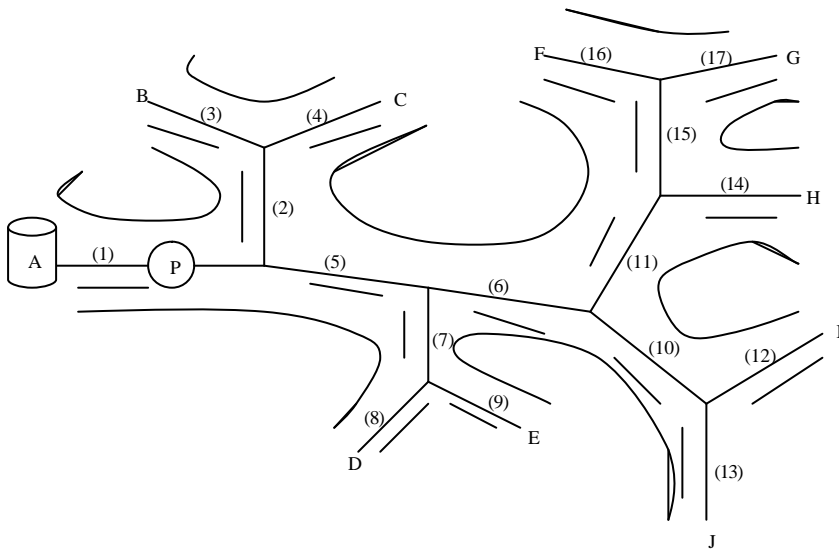
Ciclo 5.

Tubo	Caudal ft^3/s
6.	-180.076E-3
7.	638.946E-3

ID MHcHp: 14729.-•

2 Eje2.Hc

Determinar las distribuciones de flujo para el sistema de árbol que se muestra en la figura. La formulación de fracción es de Hazen-Williams y $C=130$ para todos los elementos de tubería. El aporte de potencia útil de la bomba es de 40.4kW.



Datos de la red:

Sistema: Internacional

F. Fricción: Hazen-Williams

Nº de tubos: 17

Nº de nodos: 8

Nº de bombas: 1

Gravedad: $9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Densidad: $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

V. Cinemática: $1 \cdot 10^6 \frac{m^2}{s}$

η_Q Convergencia 0.001

Línea de declive hidráulico de cada nodo terminal (m):

$H_A=30$; $H_B=37$; $H_C=33$; $H_D=24$; $H_E=26$; $H_F=40$; $H_G=38$; $H_H=35$; $H_I=26$; $H_J=24$

$C \neq P \neq T \neq N$

$P \neq F \neq 1$

Entonces

$C \neq P \neq 9$

Por lo tanto

$P \neq 9$ y $C \neq 0$

Características de los tubos:

Tubo	Longitud m	Diámetro m	η_K	C	Q supuesto
1	195	0.1	0	130	0.04
2	158	0.05	5	130	0.007
3	115	0.05	23	130	0.0035
4	155	0.05	23	130	0.0035
5	188	0.1	0	130	0.033
6	130	0.1	0	130	0.02
7	117	0.1	10	130	0.013
8	59	0.05	23	130	0.0065
9	82	0,05	23	130	0.0065
10	165	0,1	2	130	0.01
11	102	0,1	0	130	0.01
12	64	0,05	23	130	0.005
13	127	0,05	23	130	0.005
14	114	0,05	23	130	0.003
15	78	0,1	0	130	0.007
16	55	0,05	23	130	0.0035
17	55	0,05	23	130	0.0035

Características de los ciclos:

Ciclo	Tubos	Común	η_H
1	{-3 -2 -1}	{2 3 9}	-7
2	{-4 3}	{3 1}	4
3	{-16 -15 -11 -6 -5 2 4}	{4 5 6 7 9}	-7
4	{-17 16}	{5 3}	2
5	{-14 15 16}	{6 3 4}	3
6	{-12 -10 11 14}	{0 7 3 5}	9
7	{-9 -7 6 10 13}	{8 9 3 6 0}	-2
8	{-8 9}	{9 7}	2
9	{1 5 7 8}	{1 3 7 8}	-6

Lista de tubos con bombas: {1}

Potencia útil de la Bomba 1 del tubo 1: 40400 W

Resultados:

*****RESUMEN DE RESULTADOS*****

MHcHp+ v1.1
Método de Hardy Cross para la
Resolución de Caudales en
Redes Complejas

por Luis Morales P.

* Nombre Proyecto: Eje2.Hc
* Fecha: 04.08.05
* Hora Inicio: 07:33:22P
* Hora Termino: 07:34:05P
* Sistema: Internacional
* F. Fricción: Hazen-Williams
* N° de Tubos: 17
* N° de Nodos: 08
* %Q Convergencia: 0.001
* N° Iteraciones: 2.

Ciclo 1.

Tubo	Caudal m³/s
3.	-2.76232E-3
2.	-6.13429E-3
1.	-38.9291E-3

Ciclo 2.

Tubo	Caudal m³/s
4.	-3.37197E-3
3.	2.76232E-3

Ciclo 3.

Tubo	Caudal m³/s
16.	-3.44904E-3
15.	-6.95835E-3
11.	-10.2011E-3
6.	-20.2322E-3
5.	-32.7948E-3
2.	6.13429E-3
4.	3.37197E-3

Ciclo 4.

Tubo	Caudal m³/s
17.	-3.50931E-3
16.	3.44904E-3

Ciclo 5.

Tubo	Caudal m³/s
14.	-3.24278E-3
15.	6.95835E-3
17.	3.50931E-3

Ciclo 6.

Tubo	Caudal m³/s
12.	-4.98213E-3
10.	-10.0311E-3
11.	10.2011E-3
14.	3.24278E-3

Ciclo 7.

Tubo	Caudal m³/s
------	-------------

9.	-6.00517E-3
7.	-12.5626E-3
6.	20.2322E-3
10.	10.0311E-3
13.	5.04895E-3

Ciclo 8.

Tubo	Caudal m ³ /s
8.	-6.55745E-3
9.	6.00517E-3

Ciclo 9.

Tubo	Caudal m ³ /s
1.	38.9291E-3
5.	32.7948E-3
7.	12.5626E-3
8.	6.55745E-3

ID MHCHp: 38568.-°