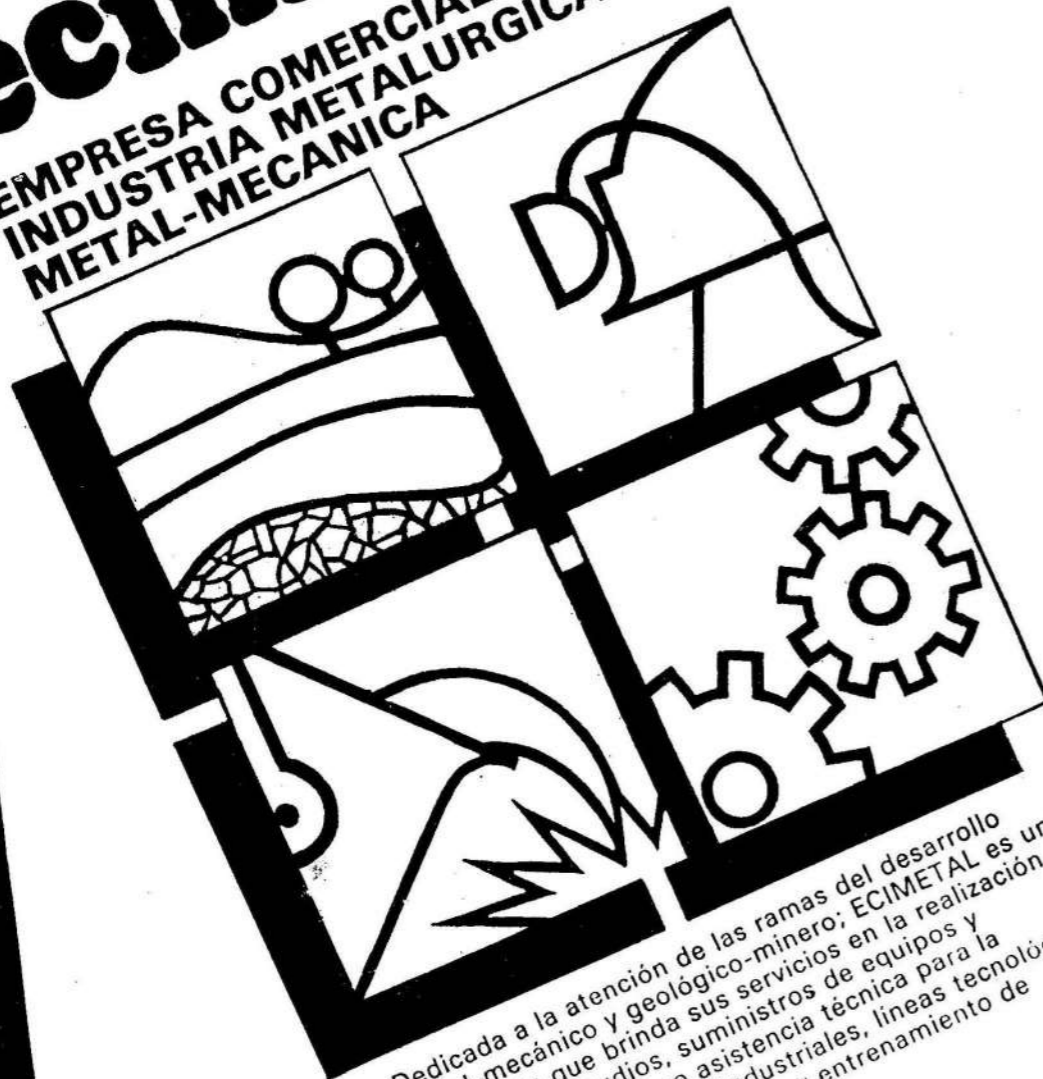


ecimetal

EMPRESA COMERCIAL PARA LA
INDUSTRIA METALURGICA Y
METAL-MECANICA

© UNEA, S.A.



Dedicada a la atención de las ramas del desarrollo metal-mecánico y geológico-minero; ECIMETAL es una institución que brinda sus servicios en la realización de proyectos, estudios, suministros de equipos y materiales, así como asistencia técnica para la instalación de plantas industriales, líneas tecnológicas, completamiento de plantas y entrenamiento de personal.



Empresa ECIMETAL: Habana, Cuba Apto. 6124, Telex 51-1555

PROPORCIONALIZADOR DE DOS GASTOS VOLUMETRICOS

TWO VOLUMETRIC DISCHARGE PROPORTIONER

Ing. Manuel García Renté;
Ing. José Gago Fernández,

Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa

RESUMEN: En el trabajo se expone un proporcionalizador compuesto de dos tanques concéntricos cada uno de los cuales posee un tubo-vertedero, un tubo-telescópico y un líquido. Los tubo-telescópicos se utilizan para regular nivel por reboso y los tubo-vertederos para fijar características lineales entre volumen y gasto volumétrico de salida. Se dan parámetros constructivos y experimentales de un proporcionalizador entre licor amoniacal e hidrosulfuro de amonio.

ABSTRACT: A proportioner composed of two concentric tanks is exposed. Each has an outlet tube, telescopic tube, and a liquid. The telescopic tubes are used to regulate the overflow level and outlet tubes, are used to fix the linear characteristics between volum and output volumetric discharge. Constructive and experimental parameters, are given of a proportioner, between ammonium hydrosulphite and ammonia liquor.

INTRODUCCION

El proceso de mezclado tiene gran importancia en la industria química o metalúrgica, porque son pocos los procesos que obtienen un producto a partir de una sola materia prima.

En los procesos químicos y metalúrgicos encontramos con frecuencia que lo determinante del propio sistema líquido es la relación entre sus componentes.

Los proporcionalizadores son equipos dosificadores cuya tarea fundamental es suministrarle al proceso proporciones constantes de los componentes. No exigen de mezclado intrínseco y se utilizan como componentes externos al proceso.

El proporcionalizador compuesto [1], según se indica en la Figura 1, se compone de dos recipientes concéntricos 1 y 2 en cada uno de los cuales hay un tubo-vertedero [2] y el líquido no inscrustante a dosificar. La salida de los líquidos se realiza por descarga libre a través de los tubo-vertederos. Los tubo-telescópicos permiten la regulación de nivel por reboso.

En la Figura 1 mostramos un equipo proporcionalizador para los gastos de salida de dos líquidos almacenados

en los recipientes cilíndricos y concéntricos 1 y 2. Como condición de diseño del proporcionalizador, establecemos que:

$$T = \frac{V_1}{F_{s1}} = \frac{V_2}{F_{s2}} = \text{Constante} \quad (1)$$

donde:

V_i - volumen de los líquidos $i = 1, 2$ contenidos en los recipientes 1 y 2

F_{si} - gastos volumétricos de $i = 1, 2$ salida

De la ecuación (1), obtenemos:

$$\frac{F_{s2}}{F_{s1}} = \frac{S \tan 2}{S \tan 1} \cdot \frac{H_2}{H_1}$$

$$\frac{F_{s2}}{F_{s1}} = A_0 \cdot \frac{H_2}{H_1}$$

La ecuación (2) es fundamental para explicar el comportamiento discreto o continuo del proporcionalizador respecto al gasto de entrada.

COMPORTAMIENTO DISCRETO DEL PROPORCIONALIZADOR

En el régimen discreto, una vez llenados los recipientes 1 y 2 de la Figura 1, se cierran las llaves de entrada y comienza la descarga libre de los líquidos a través de los tubo-vertederos manteniéndose para los gastos volumétri-

cos de salida una proporcionalidad constante. Para formalizar este régimen, supondremos:

1. Que en $t = 0$, las superficies de los líquidos tienen igual nivel en los recipientes 1 y 2.

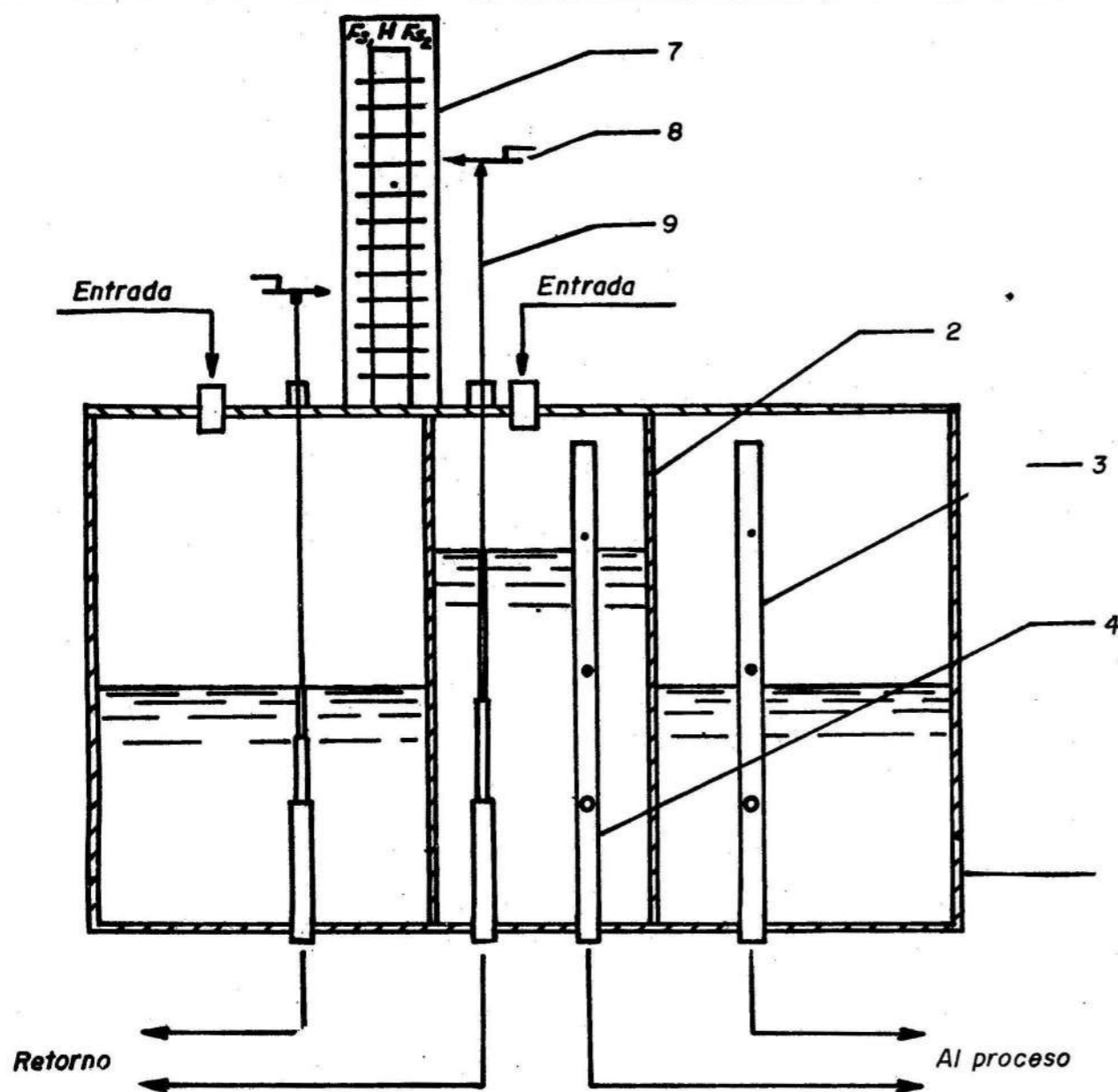


FIGURA 1. Esquema de un proporcionalizador entre dos gastos volumétricos de salida.

2. Que a partir de $t = 0$, los gastos de entrada a los recipientes 1 y 2 se anulan, y que se produce la descarga libre de los líquidos a través de los tubo-vertederos. Cuando F_{e1} , F_{e2} y T son $i = 1,2$ constantes para cada recipiente es posible aplicar la ecuación:

$$\Delta t = T \ln \frac{H_i}{H_f} \quad (3)$$

donde:

H_i - altura inicial de la descarga libre
 H_f - altura final de la descarga libre

Δt - intervalo de tiempo en que la superficie libre va desde H_i a H_f

La ecuación (3) implica que todos los recipientes con igual T y alturas final e inicial H_i y H_f respectivamente se descargan a igual velocidad:

$$V = \frac{H_i - H_f}{\Delta t}$$

Independientemente de la forma de la sección transversal constante del recipiente y de la naturaleza del líquido. En correspondencia con lo anterior se cumple:

$$\frac{F_{s2}}{F_{s1}} = A_0 = \text{Constante}$$

El régimen discreto presenta como inconvenientes:

1. Que $F_{s1} + F_{s2} = 0$, $\Delta t > 0$
2. Que se obtiene sólo un valor constante para:

$$\frac{F_{s2}}{F_{s1}}$$

En el régimen continuo, los gastos de entrada a los recipientes 1 y 2 no son nulos y las alturas H_1 y H_2 de la ecuación (2) se fijan constantes por reboso a través de los tubo-telescópicos. De acuerdo con esto, para cada par de valores de H_1 y H_2 obtenemos:

$$\frac{F_{s2}}{F_{s1}} = A_0 \cdot \frac{H_2}{H_1} = \text{Constante}$$

En el régimen continuo
 $F_{s1} + F_{s2} = \text{constante}$

pero exige del retorno por reboso de los líquidos.

Con el objetivo de ejemplificar las características más significativas del proporcionalizador estudiaremos el proporcionalizador construido para el Centro de Investigaciones de las Lateritas (CIL) de Moa entre licor amoniacal e hidrosulfuro de amonio.

Los licores carbonato-amoniacaes se caracterizan por la concentración:

$$\begin{aligned} \text{Ni} &= 7 - 11 \text{ g/L} & \text{Co} &= 0,15 - 0,22 \text{ g/L} \\ \text{NH}_3 &= 50 - 60 \text{ g/L} & \text{Co}_2 &= 25 - 30 \text{ g/L} \end{aligned}$$

$$\gamma = 1,02 - 1,03 \text{ kg/L}$$

y no son incrustantes a temperaturas superiores a 44°C

El hidrosulfuro de amonio se caracteriza por la concentración:

$$\begin{aligned} \text{NH}_4\text{HS} &= 160 - 180 \text{ g/L} \\ &= 0,0974 \text{ kg/L} \end{aligned}$$

No produce incrustaciones en elementos no metálicos y tampoco cuando el sistema se encuentra aislado del oxígeno. Un esquema de proporcionalizador se indica en la Figura 1. El CIL planteó como requerimiento del proyecto a escala de laboratorio una proporcionalidad entre el licor amoniacal e hidrosulfuro de amonio de 60 a 1 y un gasto máximo de licor amoniacal de 20 L/h.

Los tanques del proporcionalizador fueron construidos con una plancha de níquel de 2 mm de espesor. El tanque interno presenta un diámetro interno de 5,2 cm, el tanque externo un diámetro interno de 39,3 cm y una altura de 30 cm. Puede ajustarse una tapa entera desmontable

por un sistema de bridas. Una junta de neoprén garantiza la hermeticidad entre ambos recipientes y con el exterior. Cada recipiente tiene en su fondo dos orificios, uno para el tubo-vertedero y otro para el tubo-telescópico.

Los tubo-vertederos se proyectaron con un programa de TURBO PASCAL y fueron construidos de teflón para evitar las posibles incrustaciones de los líquidos. Tienen una altura dentro de los recipientes de 13 cm y un diámetro interno de 0,6 cm. En cada tubo-vertedero se practicó un orificio a 10 cm del fondo. Los diámetros de los orificios fueron de 0,8 y 3,2 mm, para los tubo-vertederos de los recipientes interior y exterior respectivamente.

Para verificar el comportamiento experimental tuvimos en cuenta lo siguiente:

- Limpiamos cuidadosamente ambos recipientes y los tubo-vertederos.
- Colocamos el equipo a una altura de 0,5 m y lo nivelamos.
- Verificamos que las mangueras de salida estuvieran fijas y no se encontraran torcidas.
- Colocamos ambos tubos-telescópicos a la altura de 28,5 cm.
- Agregamos licor amoniacal en el tanque grande hasta que su altura alcanzó 28,5 cm.
- En estas condiciones accionamos el cronómetro y medimos el tiempo de descarga cada 1 cm de descenso de la superficie libre del líquido. Repetimos esta medición 4 veces.
- Los dos últimos puntos se comportaron igual para el hidrosulfuro de amonio y el tanque pequeño.

Los resultados experimentales se indican en las tablas 1 y 2.

TABLA 1. Resultados experimentales obtenidos con el licor amoniacal en el tanque mayor

No.	H (m)	T (s)				i (s)	T ₁ (s)	F _s · 10 ⁻⁴ (m ³ /s)
		t ₁	t ₂	t ₃	t ₄			
1	0,285	0	0	0	0	0	0	-
2	0,275	20	21	21	20	20,5	585,7	0,521
3	0,265	43	43	48	48	45,5	674,9	0,499
4	0,255	68	75	68	76	71,5	684,2	0,477
5	0,245	98	100	100	112	102,5	775,0	0,465
6	0,235	123	126	125	134	127,0	597,5	0,443
7	0,225	154	158	156	164	158,0	720,9	0,421
8	0,215	184	192	184	191	187,7	680,6	0,401
9	0,205	210	217	218	227	218,0	644,6	0,387
10	0,195	245	254	248	242	247,2	584,0	0,370
11	0,185	257	279	275	295	276,5	663,4	0,353
12	0,175	304	319	308	328	314,7	694,5	0,331
13	0,165	344	353	338	345	351,2	629,3	0,314
14	0,155	395	390	382	387	388,5	601,6	0,286
15	0,145	420	432	414	450	429,0	613,6	0,269
16	0,135	461	473	462	496	473,0	619,7	0,252
17	0,125	504	517	502	555	519,5	611,8	0,230
18	0,115	544	568	547	617	569,0	596,3	0,219
19	0,105	605	621	603	690	629,7	674,4	0,196
T ₁								

TABLA 2. Resultados experimentales obtenidos con el hidrosulfuro de amonio en el tanque pequeño

No.	H (m)	t (s)				\bar{t} (s)	T ₁ (s)	Fs · 10 ⁻⁵ (m ³ /s)
		t ₁	t ₂	t ₃	t ₄			
1	0,285	0	0	0	0	0	0	-
2	0,275	23	18	21	17	19,7	562,8	0,093
3	0,265	50	43	52	42	46,7	729,7	0,089
4	0,255	80	64	67	81	73,0	692,1	0,085
5	0,245	110	90	115	98	103,2	755,0	0,083
6	0,235	135	126	120	123	126,0	556,0	0,079
7	0,225	159	143	148	162	153,0	627,9	0,075
8	0,215	196	182	179	191	186,7	748,8	0,073
9	0,205	214	225	230	219	222,0	751,0	0,069
10	0,195	243	256	265	245	252,0	600,0	0,066
11	0,185	289	278	270	281	279,5	528,8	0,063
12	0,175	315	320	306	305	311,5	581,8	0,059
13	0,165	353	392	349	355	349,7	558,6	0,056
14	0,155	383	396	370	391	385,0	569,3	0,051
15	0,145	412	428	495	417	425,5	613,6	0,048
16	0,135	458	474	470	465	466,7	580,2	0,045
17	0,125	516	500	524	510	512,5	602,6	0,041
18	0,115	576	573	566	550	566,2	646,9	0,039
19	0,105	608	614	632	613	616,7	561,1	0,035

$$T_2 = 625,9 \text{ s} \quad T = \frac{T_1(1) + \dots + T_1(18) + T_2(0 + \dots)}{36} = 625,0 \text{ s}$$

CONCLUSIONES

Los datos experimentales nos permiten establecer:

- $\rightarrow H_1 = H_2$ y $F_{e1} = 0$ $\frac{Fs_2}{Fs_1} = 56$
i = 1,2
- $\rightarrow H_1, H_2$ y $F_{e1} \neq 0$ $\frac{Fs_2}{Fs_1} \in (21; 148)$
i = 1,2
- $Fs_2 \in (70; 187) \text{ L/h}$ de licor amoniacal
- $\rightarrow H_1, H_2$ y $F_{e1} \neq 0$ $\frac{Fs_2}{Fs_1} \in (21; 148)$

Por tanto, el equipo puede trabajar como proporcionalizador entre licor amoniacal e hidrosulfuro de amonio.

El proporcionalizador debe trabajar a escala de planta piloto; porque $Fs_2 \text{ min} > 20 \text{ L/h}$, es un gasto mayor que el impuesto para el gasto máximo de 20 L/h.

REFERENCIAS

- VILLARES B. O. Y OTROS: Equipo proporcionalizador de dos gastos volumétricos. Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 1990.
- GARCIA R. M.: Método y dispositivo para la regulación del tiempo de residencia. Patente de Invención No. 20759. La Habana, 1980.
- GARCIA R. M.: Válvula para regular una característica creciente entre volumen y el flujo de un líquido. *Revista Minería y Geología*, No. 2, p. 223-225, 1983.

VARIACION PREFIJADA DE LA RESISTENCIA HIDRAULICA DE SALIDA EN RECIPIENTES CON DESCARDA LIBRE

THE ESTABLISHED VARIATION OF THE OUT PUT HYDRAULIC RESISTANCE IN FREE DISCHARGE RECIPIENT

Ing. Manuel García Renté;
Lic. Rubén O. Ramírez Stout,

Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa

RESUMEN: En el trabajo se establece que la descarga libre de un líquido específico por un recipiente, de cualquier forma y dimensión, posee una característica invariante de altura hidráulica contra gasto volumétrico de salida. Se da una expresión analítica para obtener la característica de este tipo que dota al recipiente de propiedades convenientes.

ABSTRACT: It is established in this work that the free discharge of a specific liquid through a recipient of any form and dimension possesses invariable characteristics of hydraulic height against volumetric out up discharge. There is a given analytic expression to obtain the characteristics of this type which possesses the convenient properties of the recipient.

INTRODUCCION

En este trabajo se desarrolla un método para obtener una variación prefijada de la resistencia hidráulica de salida en recipientes con descarga libre. Esto se alcanza en un recipiente de cualquier forma y dimensión del que sale un líquido a través de una columna de orificios, previamente calculada. El proceso hidráulico que transcurre en el recipiente queda dotado de propiedades convenientes para la regulación de algunas de sus magnitudes.

La característica de altura hidráulica H contra gasto volumétrico de salida Fs en un recipiente con descarga libre para un líquido y una columna de orificios prefijada es una invariante en cualquier tipo recipientes. Esto ocurre debido a que la salida de un líquido por un orificio depende de:

$$F_s = C_d S \sqrt{2g \Delta H}$$

donde:

- Fs - gasto volumétrico de salida
- Cd - coeficiente de descarga del orificio
- S - área del orificio
- g - aceleración de la gravedad
- ΔH - altura desde el centro del orificio a la superficie libre del líquido

Nótese que la ecuación (1) no depende de la forma ni del área de la sección transversal del recipiente.

La resistencia hidráulica de salida de un recipiente de acuerdo con [1] se define como:

$$R = \frac{dH}{dFs}$$

La característica predeterminada de H contra Fs puede obtenerse experimentalmente a través de la válvula hidráulica [2], como se indica en la Figura 1.

El método de cálculo de los parámetros de la válvula hidráulica aparece en el trabajo "Método y dispositivo para la regulación del tiempo de residencia".

Si con la válvula hidráulica descrita en el artículo "Válvula para regular una característica creciente entre el volumen y el flujo de un líquido" conectada a la salida de un recipiente para su descarga libre, regulamos la característica predeterminada:

$$V = T F_s$$

donde:

- V - volumen del líquido contenido en el recipiente
- Fs - gasto volumétrico de salida
- T - constante

Entonces el proceso hidráulico que transcurre en el recipiente queda dotado de las siguientes propiedades: