

RECONVERSIÓN DE UN CONTADOR MECÁNICO A UN SENSOR E INDICADOR DE CAUDAL

RESUMEN

Dentro de los procesos de aprendizaje que el alumno de Ingeniería Mecánica debe seguir es la reconversión técnica de algunos equipos, como en este caso específico un contador de caudal, usando tecnologías que le permiten un mejor manejo de la información. Se efectuó un cambio del sistema de medida de conteo mecánico por un detector optoelectrónico, que permite obtener una señal eléctrica que es mucho más versátil para su manejo, visualización, transmisión y registro. Esto permite también usar el sensor, ya convertido, como un elemento dentro de un lazo de control.

La parte final del trabajo presenta un procedimiento de calibración del equipo para garantizar una medida correcta.

PALABRAS CLAVES: Contador de volumen, sensor, caudal.

ABSTRACT

Within the learning processes that the student of Mechanical Engineering must follow is the technical reconversion of some equipment, as in this specific case a volume counter, using technologies that allow a better handling of the information. The mechanical counting measurement system was changed for an optoelectronic detector, that allows to obtain an electrical signal that is much more versatile for handling, visualization, transmission and logging. This also allows to use the sensor as an element within a control system loop.

The final part of the work presents a procedure of calibration of the equipment to guarantee a correct measurement.

KEYWORDS: volume counter, sensor, flow.

1. INTRODUCCIÓN

Los diversos equipos de instrumentación permiten acceder a la información de los sistemas físicos y dependiendo de la naturaleza del sistema y el instrumento usado, se puede tener un manejo adecuado de la señal.

Un medidor de volumen (contador mecánico de agua) no permite un uso adecuado de la señal que entrega, ya que es una señal informativa visual local.

La primera parte de este trabajo propone la conversión del contador volumétrico a un sensor de caudal volumétrico que entrega una señal de voltaje, que representa el caudal medido.

La reconversión de tecnología permite la formación integral del estudiante, para este caso, los estudiantes de Ingeniería Mecánica, que participan en el proyecto, pueden interactuar con sistemas complementarios como son los eléctricos y electrónicos, aplicados a la instrumentación y el control.

El procedimiento seguido consta de tres etapas. La primera es un estudio del contador en lo referente a su dispositivo de conteo. Luego se debe realizar el diseño del dispositivo de conversión de señal mecánica a una

señal eléctrica de frecuencia. Posteriormente, dicha señal debe ser transformada en una señal de voltaje, para realizar su visualización. Por último se realizó un procedimiento de calibración para que la señal mostrada represente la variable de caudal volumétrico.

2. CONTENIDO

Principios de medición de volúmenes de agua.

La selección eficaz de un medidor de caudal exige un conocimiento práctico de la tecnología del medidor, además de un conocimiento adecuado del proceso y del fluido que se quiere medir.

Entre los variados tipos de medidores de volumen que existen actualmente se menciona el principio de medida del cuantificador volumétrico utilizado.

Medidor de pistón oscilante

Consiste de un pistón hueco montado excéntricamente dentro de un cilindro. El cilindro y el pistón tienen la misma longitud, pero el pistón, como se aprecia en la figura 1, tiene un diámetro más pequeño que el cilindro.

MAURICIO MONROY J.

Ingeniero Electrónico, MSc.
Profesor Auxiliar

Universidad Nacional sede
Manizales
mauriciomonroy@utp.edu.co

LUIS CARLOS RÍOS Q.

Ingeniero Mecánico, MSc.
Profesor Asistente

Universidad Tecnológica de
Pereira
lcrios@utp.edu.co

El pistón, cuando está en funcionamiento, oscila alrededor de un puente divisor, que separa la entrada de la salida de líquido. Al comienzo de un ciclo el líquido entra al medidor a través de la puerta de entrada A, en la posición 1, forzando al pistón a moverse alrededor del cilindro en la dirección mostrada en la figura 1, hasta que el líquido delante del pistón es forzado a salir a través de la puerta de salida B, en la posición 4, quedando el dispositivo listo para comenzar otro ciclo.

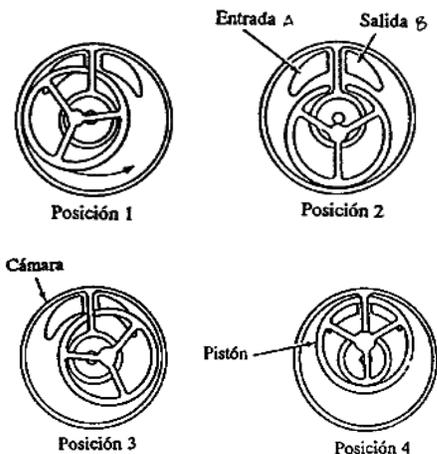


Figura 1. Etapas de funcionamiento de un medidor de pistón oscilante.

Contador volumétrico SAPPAL-VEGA (Altair 1.5C) (ver figura 2)

Es un dispositivo muy comúnmente utilizado en las prácticas en el laboratorio de fluidos, y ampliamente utilizado a nivel industrial y comercial, el cual nos proporciona la medida de volumen de un fluido (generalmente agua) que está recorriendo una tubería.



Figura 2. Contador volumétrico

Algunas características técnicas del medidor volumétrico utilizado, son las siguientes:

- Designación:
- Calibre DN (mm) : 15

Rangos de medida (m³/h):

Inicio medida de flujo :	0,002
Flujo mínimo aprobado (Q _{min}) :	0,015
Flujo de transición (Q _t) :	0,025
Flujo nominal (Q _N) :	1,500
Flujo máximo (Q _{máx}) :	3,000

Pérdida de presión a través del contador:

$$\Delta P(\text{bar}) = \frac{Q^2 (\text{m}^3 / \text{h})}{4,24}$$

Rango de temperatura : desde 0 °C hasta 30 °C

Máxima presión de operación : 16 bar

Conversión del sistema de medida

Para reemplazar el sistema mecánico de conteo se conservó el mecanismo de acople magnético que permite la estanqueidad del medidor (figura 3.a), y se consideró la forma de aprovecharlo para el nuevo sistema optoelectrónico, desechando la parte del mecanismo de tambor contador de vueltas, que hace el papel de totalizador. (Ver figura 3.b)

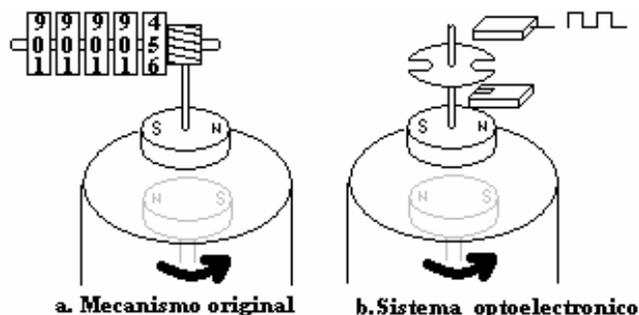


Figura 3. Conversión del totalizador

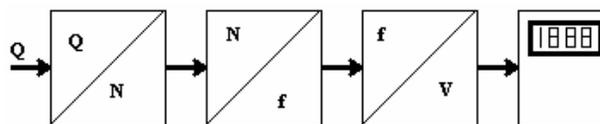


Figura 4. Diagrama de bloques del medidor de caudal.

En la figura 4 se observa el diagrama de bloques del nuevo sistema propuesto, el cual consta de cuatro etapas. En la primera parte, el líquido transmite movimiento rotativo N, proporcional a la rata de flujo del mismo Q.

En la segunda parte, el acople magnético, ya existente en el contador volumétrico, transmite movimiento rotativo a un disco ranurado (ver figura 3.b) que junto con un sensor óptico forma un encoder, para obtener una señal eléctrica de frecuencia f, proporcional a la velocidad rotativa N.

La tercera etapa consta de un circuito electrónico que convierte la señal de frecuencia en voltaje, a través de un circuito integrado LM2907N (ver figura 5).

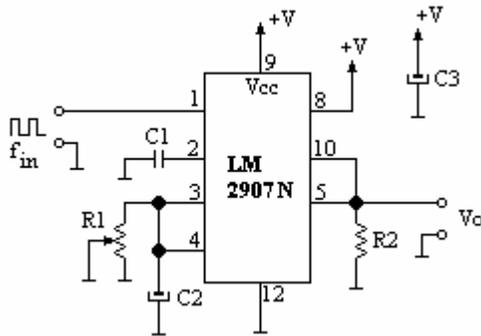


Figura 5. Circuito electrónico convertidor de frecuencia a voltaje.

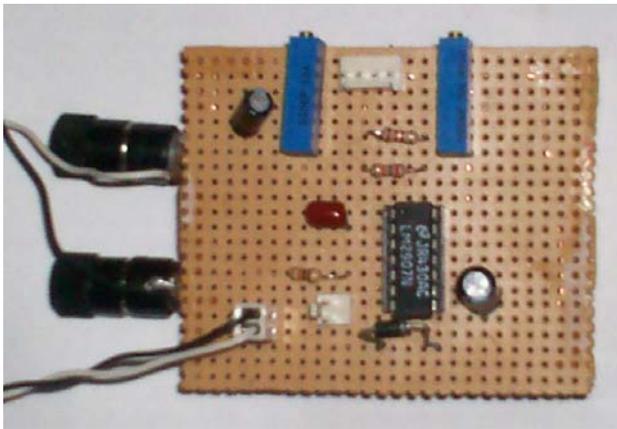


Figura 6. Circuito electrónico frecuencia – voltaje

Para la cuarta etapa, se presenta la señal en el dispositivo visor que no es más que un multímetro digital. Se usa este equipo porque es la forma más barata y sencilla de mostrar una señal de voltaje.

Para el convertidor frecuencia-voltaje, mostrado en las figuras 5 y 6, la señal de entrada viene del medidor volumétrico en forma de frecuencia f_{in} y el voltaje de salida V_o se muestra a través del multímetro.

La relación entre el voltaje V_o y la frecuencia f_{in} viene dada por:

$$V_o = f_{in} R_1 C_1 V_{cc} \quad [2]$$

Donde:

f_{in} : es la frecuencia de entrada al circuito integrado, proporcional a la velocidad de rotación.

R_1 : es el valor de la resistencia para ajustar el rango de frecuencia de operación.

C_1 : es el valor del capacitor para ajustar el rango de frecuencia de operación.

V_{cc} : Es el voltaje de alimentación del circuito integrado

R_1 se puede ajustar y por ello se utilizará para la calibración del medidor de flujo.

Mientras el voltaje de alimentación permanezca constante, el voltaje en el indicador dependerá, del valor de la velocidad de rotación del disco ranurado, la cual a su vez es proporcional al caudal volumétrico que se pretende medir.

El sistema con el montaje y ubicación de todos sus componentes se puede observar en las siguientes figuras.

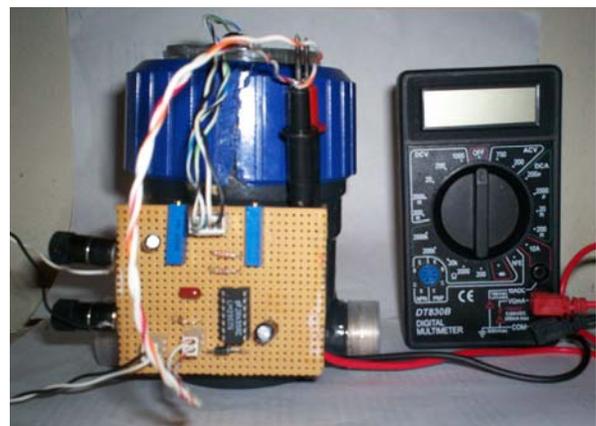


Figura 7. Vista frontal del sistema implementado



Figura 8. Vista superior del sistema implementado

En la etapa final, luego de estar el montaje del equipo listo, se procede a su calibración, la cual se realizó en el laboratorio de hidráulica conectando en serie el medidor de caudal con un medidor volumétrico (calibrado) idéntico al usado en el presente. Se evaluaron los

caudales para las diferentes posiciones de la válvula de flujo.

Entre los datos obtenidos se pueden mencionar:

1. Válvula de flujo abierta a un cuarto de su carrera.

Vol 1 (Lt)	Vol 2 (Lt)	Δ Vol (Lt)	t (seg)	Q (Lt/s)
620	622	2	28,92	0,0691
624	626	2	26,84	0,0745
628	630	2	29,04	0,0688
632	634	2	27,45	0,0728
			Prom	0,0713

Realizando la conversión a m^3/h obtenemos:

$$Q = 0,256 m^3/h$$

2. Válvula de flujo abierta la mitad de su carrera.

Vol 1 (Lt)	Vol 2 (Lt)	Δ Vol (Lt)	t (seg)	Q (Lt/s)
520	528	8	25,96	0,3081
535	543	8	26,04	0,3072
565	573	8	26,32	0,3039
580	588	8	26,00	0,3076
			Prom	0,3067

Realizando la conversión a m^3/h obtenemos:

$$Q = 1,104 m^3/h$$

3. Válvula de flujo abierta totalmente

Vol 1 (Lt)	Vol 2 (Lt)	Δ Vol (Lt)	t (seg)	Q (Lt/s)
665	685	20	38,32	0,5219
695	717	22	42,46	0,5181
730	750	20	38,81	0,5153
760	780	20	38,69	0,5169
			Prom	0,5180

Realizando la conversión a m^3/h obtenemos:

$$Q = 1,865 m^3/h$$

Con los datos obtenidos en cada apertura de la válvula reguladora de flujo se procedió a calibrar el medidor de caudal mediante el ajuste de R1, éste es un proceso iterativo que proporcionó resultados muy similares a los obtenidos del medidor volumétrico.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del proyecto del medidor de caudal se puede concluir lo siguiente:

Es una práctica pedagógica que aporta una gran cantidad de aprendizaje efectivo en el estudiante e integra las diferentes áreas del conocimiento en aras de una educación integral y con calidad.

La aplicación de tecnologías modernas, más flexibles y de amplio uso en la instrumentación, es una oportunidad para actualizar los sistemas tradicionales de instrumentación, bajo la premisa de un bajo costo y a la medida de la necesidad.

Se realizó un cambio en la naturaleza física de la señal del instrumento, al pasar de un totalizador de volumen a un medidor de caudal. La indicación pasó de ser mecánica y local a una señal de voltaje que puede transmitirse, convertirse, registrarse y ser visualizada.

Es muy importante, para el futuro ingeniero, conocer cómo se pueden realizar modificaciones a las señales obtenidas de cualquier sistema o dispositivo, ya que de esta forma se pueden mejorar las posibilidades de aplicación tecnológica. Incluyendo su aplicación en sistemas de control de lazo cerrado.

4. BIBLIOGRAFÍA

- [1] FLOYD, Thomas L. Fundamentos de Sistemas Digitales, Séptima edición, 1256 páginas, Prentice Hall, Madrid, 2000.
- [2] LM2907/LM2917 Frequency to voltage converter. National Semiconductor. 1996. www.national.com
- [3] BOYLESTAD, L. Electrónica: Teoría de circuitos. Prentice Hall. 1996

5. AGRADECIMIENTOS

Se presenta una nota de agradecimiento a los estudiantes Cristian Julián García y Camilo Alejandro García, de Ingeniería Mecánica, quienes participaron activamente en el desarrollo del proyecto.