

Sistema DAQ Remoto para Mediciones de Flujo en Canales

J.Martínez Navarro

Resumen— Existen Sistemas de Adquisición de Datos para medición de flujo aplicados en presas, con tecnología de punta, vía comunicación satelital, sensores ultrasónicos y controlados por un software. La infraestructura de este sistema aplicado en el campo requiere de un derrame económico fuerte. A otro nivel en canales y ríos los aforos se realizan por medio de un operador auxiliándose de unos audífonos y una pila. El objetivo de este trabajo fue realizar un Sistema de adquisición de datos inalámbrico, preciso, amigable y más económico que la primera relación mencionada, con posibilidad de aplicarlo en presas, canales y ríos. Eliminando el error de operación humana y el mantenimiento requerido del extranjero. El funcionamiento del sistema consiste en instalar el equipo de medición junto con su transmisor, receptor, capturar los parámetros necesarios para realizar el aforo y en diez o veinte segundos se puede obtener la velocidad y gasto de una sección con mayor precisión.

Temas claves—Medidor de flujo mecánico, Sistema de Automatización basado en Labview, Aforo de ríos.

Abstract— At present, water is increasingly scarce, so it requires a constant infrastructure for the operation and distribution of the resource, however, also requires a water control spending by measurements which are performed different types of electrical, electromechanical and ultrasonic.

The objective of this study was to perform a data acquisition system wireless, accurate, friendly and cheaper than the first-mentioned relationship, with the possibility to apply to dams, canals and rivers. Eliminating human error operation and maintenance required from abroad. For all the above requires better measurement systems, this paper presents a data acquisition system and economic dynamic that allows gauging measurements wirelessly, processing the captured parameters needed to calculate a gauging, as well as the pulses give us the velocity meter model Price, and later get the speed and spending real time with the ability to store or print.

Keywords— Mechanical flow meters, LabVIEW based automation system, testing laboratory, Capacity of rivers.

I. INTRODUCCIÓN

El agua representa en la actualidad un factor importante para la humanidad. La medición del suministro a todos los

sectores no deja de ser menos importante, sobre todo con una población en crecimiento constante. Por lo que se requiere también de la misma forma, de una programación del desarrollo de infraestructura en todo el país, así como un control estadístico de medición.

Las mediciones se llevan a cabo por medio de diferentes tipos de instrumentos nacionales y extranjeros, estos últimos con tecnología sofisticada, dependiendo de los mismos, para cualquier reparación o mantenimiento.

El trabajo presenta el diseño de una herramienta de medición de aforos (que es la medición del gasto o caudal del agua que conduce el canal o río). Es un sistema inteligente que va a procesar la información que recibe, proporcionando el gasto en tiempo real. El sistema es económico, preciso y dinámico.

En el sistema de adquisición de datos aquí propuesto, los temas necesarios a tratar son los siguientes: los diferentes tipos de áreas transversales a los puntos de medición, la selección del tipo de instrumento de medición, determinar la frecuencia de transmisión y equipo de comunicación, así como la técnica de adquisición de datos Sistema Internacional (S.I.) de unidades.

II. DESARROLLO DEL SISTEMA

En Los aspectos considerados para el desarrollo fueron: una revisión de las áreas transversales a considerar, se encontró de tipo [4] rectangular con contracciones laterales, trapezoidal y de forma heterogénea. En todos excepto el rectangular es necesario aplicar la ecuación (1) para determinar el tirante promedio de cada sección.

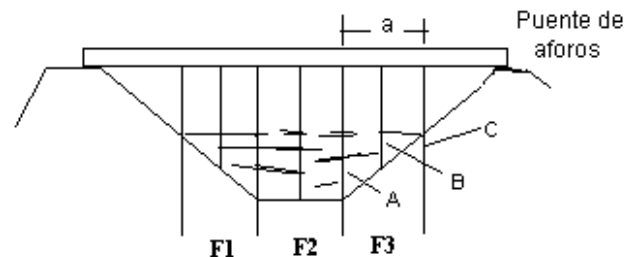


Figura.- 1 Sección Transversal

$$D = (A + 2B + C) \div 4 \quad (1)$$

(javiermn@tlaloc.imta.mx), J. Martínez, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnauac 8532 Col. Progreso Jiutepec Morelos.

D = Tirante promedio

A = tirante inicial (extremo)

B = tirante central

C = tirante final (extremo)

Calcular el área de la franja (A) como el producto del tirante medio (D) y el ancho de la franja (a) se aplica ecuación (2):

$$A = a \cdot D \quad (2)$$

Para calcular el área de la sección transversal aplicar ecuación (3), (A_t) sumando el área de las franjas (A_n):

$$A_t = A_1 + A_2 + A_3 \dots + A_n \quad (3)$$

Si el fondo del cauce se aproxima a una parábola el área se puede estimar con ecuación (4):

$$A_t = \left(\frac{2}{3}\right)(a \cdot y) \quad (4)$$

A_t = área de sección transversal (m^2)

a = ancho espejo del agua (m)

y = profundidad máxima (m)

La sección puede tener tantas subsecciones como sea conveniente.

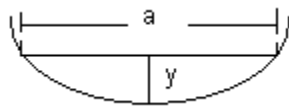


Figura.- 2. Área tipo parabólico

A continuación se presenta una descripción del sistema desarrollado, el cual se encuentra integrado por varias etapas.

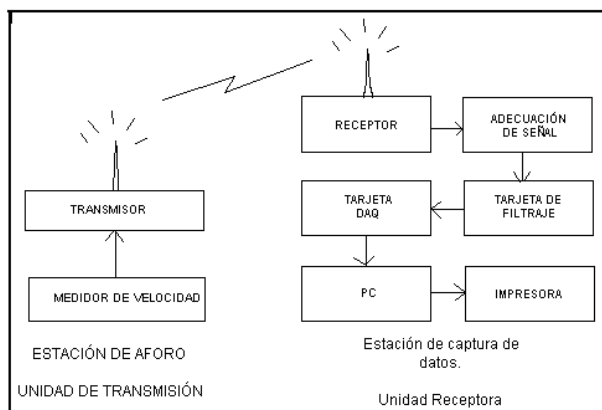


Figura.- 3. Diagrama a bloques del sistema DAQ

A Computador (PC)

La computadora se encarga de ejecutar un programa elaborado con el software de National Instrument llamado Labview, procesando las señales del medidor necesarias para llevar a cabo los cálculos del aforo plenamente la referencia en cuestión.

B Tarjeta de DAQ

La adquisición de datos consiste en la toma de muestras del mundo real (sistema analógico) para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador u otras electrónicas (sistema digital). Consiste en tomar un conjunto de señales físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas, de manera que se puedan procesar en una computadora. Las características de la tarjeta son las siguientes:

- PCI 6071E
- 16 A 64 Entradas Analógicas
- 8 Canales de I/O
- Dos contadores de tiempo 24 bit, 20 MHz.

C Interface acondicionadora de señal

La Interface acondicionadora de señal, es una etapa de acondicionamiento, que realiza la adecuación de la señal a niveles compatibles, con el elemento que hace la transformación a señal digital.

D Interface de recepción

La Interface de recepción de señal [1], se encarga de recibir los pulsos y por medio de un transductor transforma esa señal a una salida analógica y continua a la tarjeta de adquisición de datos.

E Receptor

El receptor se encarga de recibir la señal de RF del transmisor, para proporcionar una señal luminosa que pueda interpretar la interface de recepción.

Tabla 1.
COMPARACIÓN DE MEDIDORES DE FLUJO

Porcentaje aproximado de población de equipos a nivel nacional	Modelo	Ventaja	Desventaja	Costo en miles de pesos	Rango de velocidad m/s
68.5	Electromecánico	Práctico, robusto, error 2 %	No son estándar sus partes.	10	0.02 a 4
15	Electromecánico	Práctico, robusto, error 2 %	No son estándar sus partes.	6.4	0.07 a 2
3	Horizontal	Práctico, robusto, aerodinámico, menor resistencia al flujo, error 0.1%	No tiene mucha demanda y no son muy prácticos.	14.4	0.02 a 5
2	Horizontal	Práctico, robusto, aerodinámico, menor resistencia al flujo, error 0.1%	Ya no lo fabrican y no es muy práctico.	10	0.07 a 2
0.5	Ultrasónico	No es muy directa la respuesta, preciso, Error 0.001 %	Costo elevado y tecnología extranjera.	107.2	.001 a 4.5
7	Ultrasónico	No es muy directa la respuesta, preciso, Error 0.001 %	Costo elevado y tecnología extranjera.	360	.001 a 15

El medidor de velocidad fue [5] seleccionado de tabla 1 considerando lo siguiente: el costo, con más demanda en el mercado y con un rango de velocidad aceptable. El cual se muestra en la Figura 4 es un instrumento, utilizado en canales y ríos para medir la velocidad, denominado Molinete, modelo Price de copas su funcionamiento es electromecánico, estos medidores vienen calibrados y la ecuación característica es utilizada en el programa desarrollado.



Figura.- 4. Medidor de velocidad electromecánico modelo Price

Este medidor se agrupa al transmisor para que los pulsos o interrupciones que tiene el medidor de flujo los pueda enviar al receptor plenamente la referencia en cuestión.

F Descripción del software

En la Figura 5 se muestra el Diagrama de flujo donde al Inicio, nos pedirá una clave, en no se sale y en si pasa al Menú principal, en donde cuenta con varias opciones: como Realizar un Aforo, salir a LV para realizar alguna edición o Salir del Sistema.

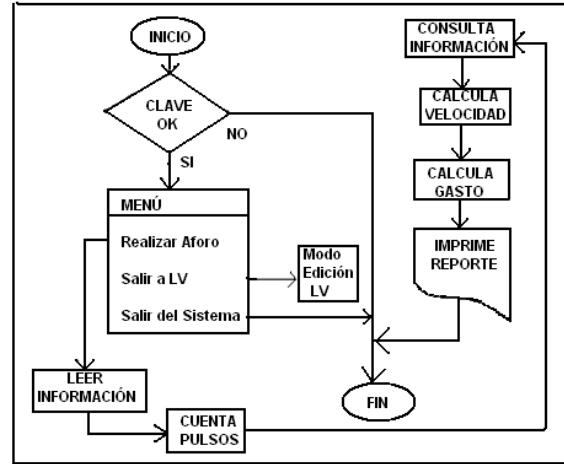


Figura.- 5. Diagrama de flujo del Sistema de medición

Al seleccionar Realizar un Aforo se van introduciendo los parámetros necesarios, al darle que inicie el proceso de conteo, empieza a almacenar la información, para posteriormente realizar los cálculos necesarios con la información que se le proporcionó previamente. Con lo cual termina el proceso y se puede imprimir los resultados.

El software fue desarrollado en Labview versión 9 de National Instrument, consta de tres etapas que son las siguientes:

III ETAPA DE OPERACIÓN

En esta etapa se presenta una pantalla de introducción y pide una clave de identificación si no es correcta en un tiempo de 20 segundos se sale del sistema, si es correcto en seguida aparece un Menú, en donde se puede seleccionar cualquier opción; Realizar un aforo, Salir a Labview o Salir del Sistema, al seleccionar la primer opción pasa a la etapa dos.

A. Captura de parámetros

Aquí se proporcionan los parámetros necesarios siguientes: Ancho del canal, profundidad de lectura, valores de la ecuación característica del Medidor de velocidad, cuantas estaciones serán, cuantos pulsos son requeridos por muestra, profundidad o tirante, profundidad de observación. Así como datos del lugar donde se realiza el aforo como: Estación, Estado, Cuenca, Fecha, Tipo de molinete o serie, nombre del aforador horario de inicio y fin del aforo.

B. Captura de información del medidor de velocidad

Al realizar la captura de información, en cada lectura

van cambiando los valores de tiempo del pulso y el valor de N, que es una relación revoluciones entre tiempo, velocidad, dato de inicio del aforo, ancho de la estación, Área y número de lectura o estación.

C. Cálculos necesarios y despliegue de resultados

Al terminar el número de lectura o estaciones, realiza [2] los cálculos necesarios y despliega todos los datos obtenidos que muestra en la hoja de resultados Figura 6 son: Área total, velocidad promedio y Gasto total.

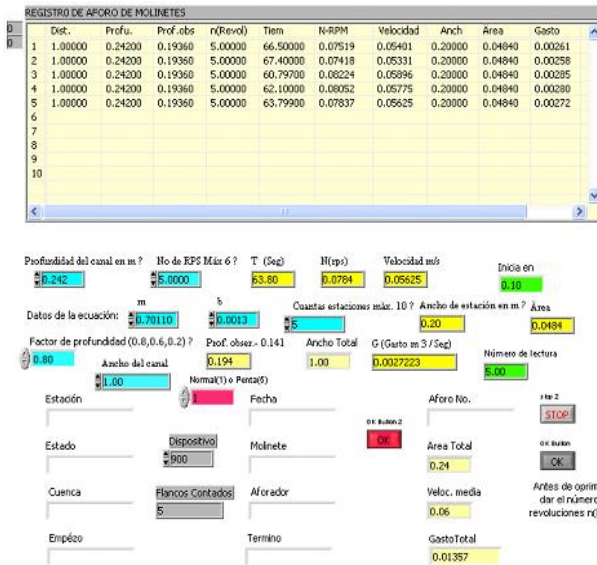


Figura.- 6. Hoja de resultados de un Aforo

La resolución de resultados, es del orden de diezmilésimos suficiente para los datos estadísticos de aforo.

El rango en que opera el sistema cubre las especificaciones del medidor de flujo, para el que fue diseñado que es de 0.2 a 4.5 m/s.

Estos medidores son robustos y de gran aceptación por los usuarios, como se mostro en la tabla 1. A la fecha estos medidores tienen cerca de 86 años en el mercado y aunque han surgido otros con ciertas modificaciones, conservan el mismo principio, el impulso por copas.

D. Almacenar o imprimir

Una vez terminado el proceso, podemos almacenar los resultados o imprimirlos, cabe mencionar que el programa cuenta con un multiplicador, para cuando se realizan aforos con grandes velocidades.

IV. RESULTADOS

Las pruebas de diseño permitieron detectar y corregir errores en la etapa de desarrollo del sistema. Se comprobaron las etapas de acceso y de captura, que permanezca la información el tiempo correcto tanto al inicio como al final del proceso, que realice los cálculos de acuerdo a los datos recibidos, en la etapa de recepción debe de recibir los pulsos hasta la entrada de la tarjeta de adquisición de datos.

El programa cuenta con un control de interrupción entre cada lectura, previendo algún cambio dentro del proceso de aforo, como el cambiar los valores de profundidad.

A. Pruebas del sistema integrado

Las pruebas finales realizadas se efectuaron para comprobar el funcionamiento simultáneo de cada uno de los elementos que integran el sistema.

Para las pruebas del sistema de adquisición de datos fue en un ambiente de laboratorio Figura 7, que cuenta con un modelo de una presa y su salida es un canal recto, logrando hacer variaciones de velocidad de flujo [3]. Para esto se dividió el ancho en estaciones de 20 cm. colocando el medidor a 1/6 de profundidad.



Figura.- 7. Pruebas de laboratorio

Se llevo a cabo la medición en tres rangos diferentes de velocidad de flujo, estos datos fueron los siguientes:

Datos de aforo 1
 $H = \text{tirante } (0.052 + 0.049) / 2 = 0.05 \text{ m}$
 Apertura de la válvula 11 medias vueltas

Datos de aforo 2
 $H = \text{tirante } 0.092 \text{ m}$
 Apertura de la válvula 13 medias vueltas

Datos de aforo 3

H = tirante 0.128 m

Apertura de la válvula 15 medias vueltas

Una vez que se tienen los resultados se colocaron en la Figura 8, para compararlos con lo que se obtuvo de la curva de elevaciones y capacidades obtenida [6] de la ISO -1438 "Hidrometry- Open Channel flow measurement using thin-plate weirs", de estos resultados los aforos están marcados con rojo, como se aprecia es muy similar a los obtenidos en la curva.

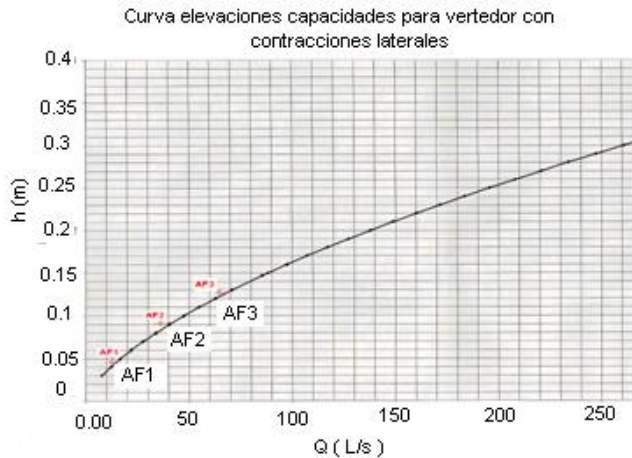


Figura.- 8. Curva de elevaciones y capacidades ISO -1438

Conclusiones

En este trabajo se implementó el hardware y el software de un Sistema de adquisición de datos remoto, para mediciones de flujo en canales abiertos. El trabajo que se presenta es un sistema conformado por varias etapas integradas para la medición de flujo, transmisión de la señal del medidor, recepción, adecuación y procesamiento de toda la información. Este sistema puede aplicarse en supervisar en forma periódica el gasto de un canal o río y para obtener mediciones más exactas. La siguiente etapa de este sistema se pretende adaptar un sistema electromecánico, inteligente, por medio de servomecanismos controlados por un PIC que tome decisiones de ubicación de la profundidad y desplazamiento horizontal en las secciones.

V. REFERENCIAS

- [1] H M. HOWARD M The 55 timer applications sourcebook, with experiments. 1980. BERLIN, Página 69,
- [2] SARH. Secretaria de Recursos Hidráulicos, Instructivo para aforos de corrientes. Edición. 1957. México. Página 98.
- [3] Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, "Instructivo para aforos con molinete". Anuario 1997. Abr-1997. Páginas 16-18-28.
- [4] Juan Carlos Herrera Ponce, "Instructivo para aforo con molinete" 1999, Páginas 9-49.

- [5] Javier Martínez "Sistema de adquisición de datos para medición de flujo en canal abierto" Tesis de Tesis de Maestría Asesor Víctor Hugo Zarate Universidad del Sol 2010. Páginas 10-15.
- [6] ISO1438 "Hidrometry- Open Channel flow measurement using thin-plate weirs".

V. BIOGRAFÍA



J. Martínez , Mexico D.F., 27 de octubre de 1944.

Ing. En Comunicaciones y Electrónica, ESIME, México D.F, 1969.

Maestría en Computación CINVESTAV, México D.F, 1982.

Maestría en Mecatronica, Universidad del Sol, Cuernavaca Morelos, 2010.

El actualmente labora en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, en Jiutepec Mor. México se ha dedicado a la verificación y mantenimiento de medidores

de flujo e investigación sobre la instrumentación aplicada.

El M.C. Martínez a participado como ponente en varios congresos dentro de estas investigaciones a obteniendo a la fecha el reconocimiento de un Modulo de Utilidad aplicado a las mediciones de flujo.