

# Evaluación y Caracterización de molinetes con LabView

J. Martínez-Navarro

**Resumen**—En este documento se trata de mostrar como objetivo principal la forma como se realizan las caracterizaciones de medidores de flujo conocidos como molinetes electromecánicos y la evaluación de equipos electrónicos con display los cuales son utilizados para medir la velocidad y calcular el gasto en canales abiertos y ríos, para realizar el cobro del agua a los usuarios que utilizan canales de riego para regar sus áreas de agricultura.

Cuando se mide la velocidad en los ríos y el gasto tiende a provocar un desbordamiento, esta información de velocidad y gasto permite tomar decisiones preventivas en caso de una posible inundación.

También se menciona de este sistema la aplicación en la evaluación de equipos, medidores de flujo los cuales tienen una tecnología actualizada y proporcionan la velocidad directamente en un display, por lo que se requiere de verificar su comportamiento antes de aplicarlos en el campo.

Para realizar este modelo se tomaron en cuenta las necesidades que tenía el cliente, analizar las diferentes opciones para cumplir con los requerimientos solicitados, que estuviera de acuerdo el cliente y establecer un cronograma de trabajo.

Con esto se logró un canal anular que funciona en forma automatizada y después se comparó los resultados obtenidos de diferentes medidores de flujo, con un Laboratorio de Canadá acreditado con lo cual se dio por bueno el modelo de caracterización, ya que los resultados eran muy similares.

**Palabras claves**— Molinete, Caracterización, Labview, Aforo de ríos.

**Abstract**— This paper aims to show the main purpose of the characterization of flow meters known as electromechanical windlasses and the evaluation of electronic equipment with display which are used to measure the velocity and calculate the expenditure on open channels and rivers, to collect water from users who use irrigation canals to irrigate their agricultural areas.

When speed is measured in the rivers and the expense tends to cause an overflow, this information of speed and expense allows to make preventive decisions in case of a possible flood.

Also mentioned of this system is the application in the evaluation of equipment, flow meters which have an updated technology and provide the speed directly in a display, so it is necessary to verify their behavior before applying them in the field.

In order to carry out this model, the client's needs were taken into account, the different options were analyzed to meet the requirements, the customer was in order and a work schedule was established.

This achieved an automated annular channel and then compared the results obtained from different flow meters, with an accredited Canada Laboratory, which gave a good characterization model, since the results were very similar.

**Keywords**— Mechanical Windlass, Characterization, Labview, Capacity of rivers or channels.

## XXXV. INTRODUCCIÓN

El agua ha representado un factor imprescindible para todo ser viviente en este planeta y se utiliza en el hogar, comercio, en la industria y sobre todo en la agricultura.

Hace algunos años la caracterización de estos medidores se realizaban en un canal recto, ante la desaparición de las instalaciones, el IMTA propuso la construcción de un canal anular, el cual ante la gran demanda fue necesario aplicar las herramientas de computación, para realizar estas caracterizaciones y evaluación de medidores de flujo, que cuentan ya con contadores electrónicos. Estas caracterizaciones deberían ser con el mínimo error posible, o sea con una alta precisión y en forma rápida.

En este sentido, se desarrolló el interfaz gráfica para el canal anular para alcanzar el objetivo deseado de las caracterizaciones con un error mínimo, ya que se ha podido comprobar, que no es más del 1%. Aprovechando la infraestructura del sistema también, se aplica en la evaluación de equipos de medición de flujo, los cuales son utilizados por empresas particulares para realizar aforos en canales abiertos y ríos.

## XXXVI. DESARROLLO DEL SISTEMA

Para llevar a cabo el desarrollo del interfaz gráfica fue necesario tomar en cuenta la información que manejaba

<sup>1</sup> Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnauac 8532 Col. Progreso C.P. 62550 Jiutepec Morelos.

<sup>2</sup> javiermn@tlaloc.imta.mx.

cada uno de los mecanismos, listar las partes que estarían dentro del sistema y en consecuencia definir el interfaz gráfica:

Conceptos

Los molinetes son sistemas electromecánicos [6] utilizados para medir la velocidad del flujo del agua, consisten en un sistema de 6 conos o copas ver Figura 1, los cuales son impulsados por el flujo del agua.

Internamente tienen un mecanismo de espirales que se cierra por cada vuelta completa que da el disco de copas. Dado su carácter mecánico, cada molinete tiene su propia característica de respuesta.

La señal de los molinetes sería transmitida desde los brazos hacia la caseta de control por medio de escobillas colocadas en el eje central



Figura. 1. Medidor de velocidad electromecánico modelo Price

En la Figura 2 se muestra el esquema completo del sistema.

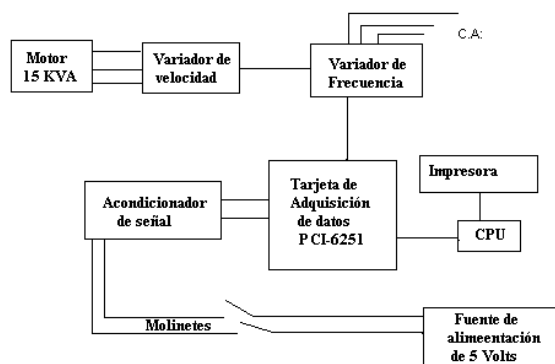


Figura 2.- Esquema del sistema.

Componentes involucrados

En seguida se hace una descripción de cada uno de ellos:

A. Tarjeta DAQ

Es una tarjeta PCI 6251 de multifunción analógica, digital, de entrada y salida de tiempo, puede ser usado para automatización de máquinas y control de procesos monitoreo de equipos de niveles y control de instrumentación electrónica.

La tarjeta se instala dentro de la computadora en uno de los SLOTS y se configura vía de interfaz gráfica y la conexión de jumper según las condiciones que el usuario requiera.

Cuenta con librerías para facilitar la comunicación que son necesarios para medir las señales. sección puede tener tantas subsecciones como sea conveniente

Es una tarjeta de multifunción analógica, digital, de entrada y salida de tiempo, puede ser usado para automatización de máquinas y control de procesos monitoreo de máquinas de niveles y control de instrumentación electrónica.

La tarjeta se instala dentro de la computadora en uno de los SLOTS y se configura vía de interfaz gráfica y la conexión de jumper según las condiciones que el usuario requiera.

Cuenta con librerías para facilitar la comunicación que son necesarios para medir las señales.

B. Variador ABB

El variador de frecuencia con capacidad de 1 a 75 HP, cuenta con un display y unas llaves para control del panel, también con un menú donde es opcional el manejo, ya sea en forma manual o automática

Un puente de diodos convierte la potencia casi enteramente en potencia activa El factor potencia de desplazamiento es aproximadamente mayor de 0.98 prescindiendo de la velocidad o carga de los motores conectados.

Una tarjeta del control del motor maneja la etapa inversora y monitorea la operación del ACS 500.

Esto contiene un panel de control de un display [2] con un teclado. Un bloc de terminales para conexiones de control externo es también localizado en la tarjeta de la interfase de control.

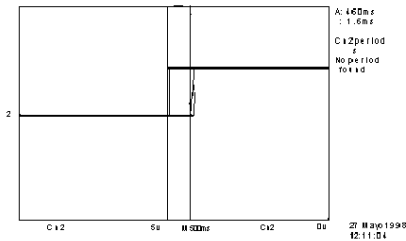
La tarjeta interfaces de control comúnmente es conectada a la tierra del chasis a través de una resistencia de 10 Megohms.

*C. Computadora*

La cual es una estación de trabajo nos permite correr el programa desarrollado en Labview 16 y conectar la tarjeta de adquisición de datos PCI - 6251.

*D. Tarjeta DAQ de acondicionador de señal*

Fue necesario considerar una tarjeta que filtrara [5] la señal del molinete debido a que es muy ruidosa, como se muestra en la f Figura 3.



**Figura 3.-** Señal ruidosa del medidor de flujo

Por lo que se colocó un filtro y una protección antes del circuito de PCI por medio de un opto acoplador

*E. Fuente de alimentación*

La fuente de 5 volts 0.5 Amper es para alimentar la señal a los medidores de flujo.

*F. Caja de velocidades*

Se integró una caja de velocidades de auto, que esta armada a base de engranes y que por su estructura nos permite controlar el movimiento del motor de 15 kv.

**III REQUERIMIENTOS DEL INTERFAZ GRÁFICA**

*A. Pedir una identificación*

*B. Presente un menú de opciones ver Figura 4.*

- Caracterizar
- Consulta de base de datos
- Dar de baja o alta
- Registrar cada caracterización

*C. Realizara el proceso de caracterización, filtrando la señal*

*D. Llevar a cabo los cálculos necesarios*

*E. Obtener la ecuación de caracterización*

*F. Resultados*

- Datos del cliente
- Gráfica del resultado
- Tabla para el cálculo directo para vadeo y para cable.

El interfaz gráfica se realizó en ambiente del LabView 16 consiste [1] en aproximadamente 74 subrutinas y el cual se presenta en seguida.



Menú principal

*A. Proceso de caracterización*

En donde se le asigna clave, No. de registro y se va interactuando con diferentes pantallas realizando lo siguiente:

- a) Se ingresa a una base de datos donde se puede seleccionar el expediente de un molinete ya calibrado, o se puede dar de alta uno nuevo.
- b) Se proporcionan los datos del molinete nuevo y datos del mantenimiento y fecha de ingreso.
- c) Da una carátula para actualizar los datos de la ecuación de ajuste, con los 12 rangos de velocidad, numero de pruebas y cuantos segundos por prueba dice que tarda.
- d) Si tenemos otro molinete si es (no) pasa a la carátula donde vaciara la información.
- e) Al iniciar empieza la actualización de datos de numero de pulsos en los 12 rangos de velocidad en m/s que son: 0.148, 0.402, 0.530, 0.657, 0.912, 1.167, 1.422, 1.676, 1.931, 2.186, 2.441 y 2.696.
- f) Una vez que se termina el recorrido de las 12 velocidades, se le da Aceptar datos y se imprime, se obtienen cuatro hojas que contienen lo siguiente:

Hoja 1 Datos del cliente, mantenimiento realizado, datos de la ecuación y personas responsables del servicio.

Hoja 2 Valores de los parámetros (m), (b) de la ecuación y su gráfica la cual se muestra en la Figura 5.

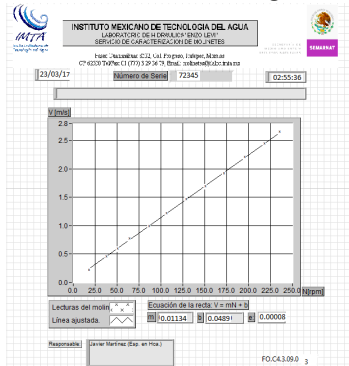


Figura. 5 Gráfica de caracterización de un molinete

Hoja 3 Tabla ya calculada para aplicarla directamente en el campo y obtener la velocidad, para el caso de vadeo con varilla.

Hoja 4 Tabla para vadeo con cable en suspensión la cual tiene un factor de corrección por las condiciones en que se lleva a cabo el aforo.

La ecuación que nos permite calcular las tablas de hojas tres y cuatro son en base a la ecuación (1) obtenida por el sistema y es la siguiente:

$$V = m N + b \tag{1}$$

- V = velocidad
- m = pendiente
- N = Revoluciones/tiempo
- b = constante

*B. Configurar Sistema*

Con esta opción se varían los datos de los rangos de velocidad y tiempo de aviso de error.

*C. Consulta de información*

Con esta opción se puede ver información de molinetes calibrados y editarlos e imprimirlos nuevamente.

*D. Generar reporte anual*

*E. Salir del sistema*

Se termina toda la sesión.

**IV EVALUACIÓN DE MEDIDORES DE FLUJO**

La evaluación de medidores de flujo en la actualidad se requiere, ya que se han introducido en el mercado medidores de flujo con otro tipo de tecnologías como son;

electromagnéticos, de Propela, Ultrasónicos los cuales se requiere verificar su funcionamiento periódicamente ya que son aplicados para la medición de velocidad y cálculo del gasto en Tuberías, Canales y ríos.

La forma de verificarlos es comparando sus lecturas de velocidad que dan en su display contra lo que nos da el sistema en las velocidades ya programadas mencionadas anteriormente.

Con los datos obtenidos se llena un reporte con lo cual el cliente comprueba que su medidor de flujo está trabajando correctamente.

En seguida se muestra tipos de equipos que se han evaluado y sus características.



Figura 7. Medidor Global Water

Con este medidor Figura 7 se puede medir velocidad [4] de corrientes en ríos, canales y laboratorios. La unidad está integrada con un LECTOR digital a prueba de deshechos, varilla telescópica y almacenamiento de mediciones (dataloger). lecturas de velocidad en pie/s, m/s.

Los rangos de velocidad que se pueden medir son de 0.1 a 6.1 M/s.



Figura 8. Medidor OTT con molinete horizontal

Este medidor de flujo funciona por medio [3] de un reed swich integrado en el cuerpo del molinete, tiene una forma aérea dinámica para ofrecer menos resistencia al paso del agua construido de latón y cuenta con una hélice, como se



ve en la Figura 8. Los impulsos generados son prácticamente sin potencia y para generarlos está colocado un imán por lo cual en cada vuelta que da la hélice, proporciona un pulso, dicho generador está montado en forma hermética al agua y a la presión. Esto garantiza mediciones exactas, incluso en aguas contaminadas y químicamente agresivas.

La tensión aplicada al molinete no debe exceder de 9 volts., los rangos de medición son de (0.1 a 10 m/s). Cuenta con su contador electrónico teniendo el display una resolución de milésimos, se alimenta con una batería de 9 volts, duración de la pila 120 hs sin zumbador y 80 hs con zumbador.

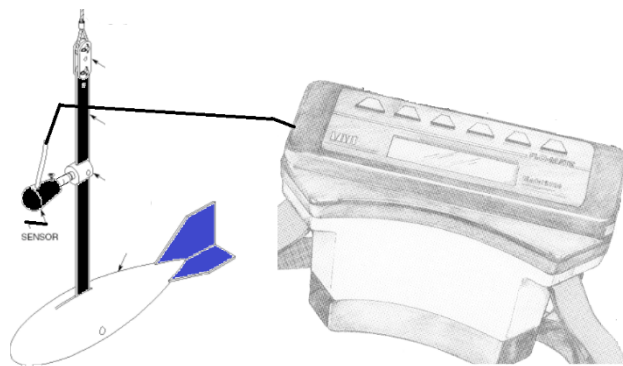


Figura. 8 Medidor MARSH-McBIRNEY con molinete electromagnético

Este medidor de Figura 8 funciona en forma electromagnética, [5] los rangos de velocidad son de (0 a 6 m / s) es posible medir el nivel donde se está midiendo, lo realiza por medio de un diafragma y mide Presión absoluta, los rango son de (0 a 3.05 m.), nivel mínimo de agua es de 3.18 cm, las dimensiones del sensor son (11,9 cm de largo x 4,3 cm de ancho x 6,3 cm de altura), la máxima longitud del cable varía hasta 30.5 m., el tipo de batería que usa son de Litio y son recargables, dura hasta 18 horas o 6 periodos de una hora de uso continuo, consta de un display que es legible bajo la luz del sol directa.

### V RESULTADOS

El sistema completo se muestra en Figura 6 en la parte central se encuentra el motor que es controlado por el variador de frecuencia, en los extremos son colocados los equipos para obtener su caracterización o evaluación todo

esto control se realiza desde una caseta donde esta toda la instrumentación electrónica, computadora e impresora donde se obtienen los documentos requeridos.



Figura. 6 Canal para caracterizar ó evaluar medidores

Este modo de realizar caracterizaciones por medio del canal anular no es común, sin embargo los resultados se han comparado con las caracterizaciones de un laboratorio certificado internacionalmente, como es el laboratorio de Canadá Centre for Inland Waters obteniendo resultados semejantes. Como se muestra en la figura 7.

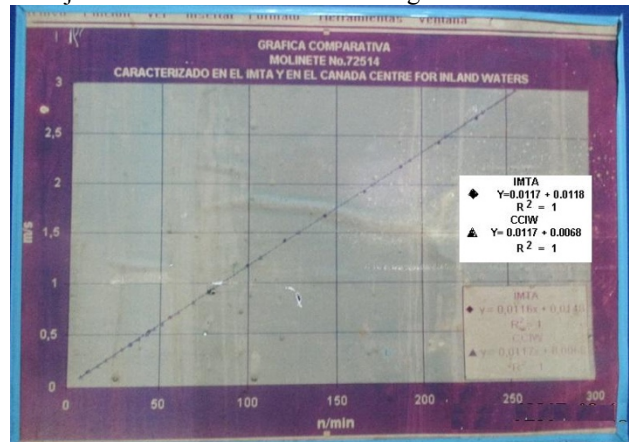


Figura. 7 Comparación de caracterizaciones del canal anular contra el Laboratorio Canadá Centre for Inland Waters.

Con lo que podemos decir que este interfaz gráfica está operando dentro de las condiciones aceptables por lo que se tratara de lograr la certificación de todo el Sistema.

### VI. CONCLUSIÓN

El desarrollo de este interfaz gráfica es una innovación de la tecnología para caracterizar y evaluar medidores de flujo en tiempos cortos y con mayor precisión y confiabilidad.

Con este sistema a la fecha se han caracterizado más de 11000 medidores de flujo y evaluado 250.

Con esto se cumple el objetivo de lograr caracterizaciones de alta precisión y en menor tiempo y la verificación de medidores de flujo que cuentan con nuevas tecnologías.

Este modo de realizar caracterizaciones por medio del canal anular no es común, sin embargo, los resultados se han comparado con las caracterizaciones de un laboratorio certificado internacionalmente, como es el laboratorio de Canadá Centre for Inland Waters obteniendo resultados semejantes.

Con lo que podemos decir que este interfaz gráfica está operando dentro de las condiciones aceptables por lo que se tratara de lograr la certificación de todo el Sistema.

## VII. REFERENCIAS

- [83] National Instrument G Programing Reference Manual. 1998. AUSTIN, TEXAS,
- [84] ABB Ajustable frequency ENE-1995. México. Páginas 2.5. – 4.2
- [85] Representaciones Mexicanas de Maquinaria y Equipo Instrucciones de manejo de Molinete Universal C31. Abr-1997. Páginas 2 - 10
- [86] Global Water Manual de usuario 1999, Páginas 14 -18.
- [87] MARSH-McBIRNEY Manual de Instrucciones de medidor de flujo Modelo 2000 -1990 Meryland Páginas 2 - 8
- [88] .SOMI XIII OCT-1998 Congreso instrumentación Página 64

## VIII. BIOGRAFÍA



Martínez Navarro Javier, México 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 Mecatrónica, Universidad del Sol, Morelos, México, 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 a participado como ponente en varios congresos dentro de estas investigaciones a obteniendo a la fecha el reconocimiento de un Módulo de Utilidad aplicado a las mediciones de flujo.