

República Bolivariana de Venezuela

**Ministerio de Ambiente y de
Recursos Naturales**

**Dirección de Hidrología
Meteorología y
Oceanología**

**Laboratorio de Electrónica/
Talleres del Llanito**

**Propuesta a ser presentada ante la
Comisión Nacional de Investigaciones
Científicas y Tecnológicas
(CONICIT)**

*“Diseño y elaboración de un banco de calibración y pruebas para
sensores de nivel de aguas, del tipo utilizado en las estaciones
hidrológicas del MARN”.*

Ejecutor
Lic. Oscar Elías Sucre

Supervisor
Lic. Francisco Ramírez

1.-Identificación de la Solicitud.

Título:

“Diseño y elaboración de un banco de calibración y pruebas para sensores de nivel de ríos, aguas subterráneas y embalses, del tipo utilizado en las redes de estaciones Hidrométricas instaladas por la Dirección de Hidrología, Meteorología y Oceanografía/Dirección General de Cuencas e Hidrografía/ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales”.

Institución Ejecutora:

Ministerio de Ambiente y de los Recursos Naturales. (MARN).
Dirección General de Cuencas, Dir. de Hidrología, Meteorología y Oceanología.
Laboratorio/Taller de Electrónica.

Universidad Central de Venezuela.
Facultad de Ciencias. Posgrado de Instrumentación.
Prof. Emery Dunia

Facultad de Ingeniería. Esc. De Ingeniería Civil, Dpto. de Hidrometeorología
Prof. Abraham Salcedo.

Antecedentes del M.A.R.N.

A partir de la década de los 50, Venezuela experimentó un proceso de rápido crecimiento demográfico y de expansión de los sistemas económicos de producción, los cuales reportaron muchos beneficios materiales, pero también, daños considerables a los recursos naturales y al medio ambiente humano afectando gravemente la calidad de vida de la población.

En diciembre de 1976 se creó el "Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables del Estado Venezolano" (MARNR); como parte de una reforma administrativa que hizo el Ejecutivo Nacional, y que fue el resultado del agrupamiento de sectores evolucionados de la administración pública pertenecientes a los Ministerios de Minas e Hidrocarburos, de Agricultura y Cría, de Sanidad y Asistencia Social, y de Obras Públicas.

El propio MARNR se define así: "Dentro de la Administración Pública, el MARNR es esencialmente un ente ductor, rector y contralor, garante de la calidad ambiental y de la conservación y aprovechamiento racional de los recursos naturales de la nación. Es un ente ductor en el sentido educativo y cultural. Es un ente rector porque la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente exige insumos de la investigación y la información básica, de la planificación y de la administración señalando anticipadamente a través de estos instrumentos, las disponibilidades, las limitaciones o constreñimientos de aquellos, para así orientar y guiar a los usuarios hacia su cabal utilización. Es un organismo

contralor puesto que sus atribuciones legales le confiere autoridad para controlar, vigilar, intervenir y fiscalizar procesos y actividades económicas y otras que perturben y/o perjudiquen al medio y los recursos naturales"

No es un Ministerio " de la Producción" en su sentido estricto, sino un orientador de la misma y un catalizador de su dinámica.

El Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales sirve al pueblo de Venezuela en la planificación, administración y asignación de los recursos naturales afín de contribuir a la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente en que vivimos. Esto significa que este Ministerio vela por la preservación de la vegetación y de la fauna silvestre, y por el aprovechamiento racional de las aguas, los suelos y la atmósfera. El Ministerio también ejecuta la infraestructura necesaria para estos fines, se ocupa de la recopilación, y sistematización de la información científica y tecnológica en materia ambiental y actúa dentro de una política que no dañe irreversiblemente el ambiente, no entrase el proceso de desarrollo y no comprometa a las generaciones futuras.

Dirección Administrativa:

Dirección de Hidrología, Meteorología y Oceanología (D.H.M.O.)

Edif: Torre Sur del Centro Simón Bolívar, Piso 5.

El Silencio – Caracas

Tlf:0212-408-4733, Fax: 0212-408-4734.

Posgrado de Instrumentación. Facultad de Ciencias. UCV.

Oficina de Posgrado en Instrumentación,(Antigua escuela Técnica Industrial de los Chaguaramos) Av. Las Ciencias, Los Chaguaramos – Caracas.

Tlf: (0212) 605-1198/ 693-4289. WEB: <http://www.marnr.gov.ve>

RIF MARNR: J – 20000015-3 ó J-0000016-0

Dirección Operativa:

Centro de Alerta y Laboratorios/Talleres de la D.H.M.O

Calle las Brisas, Vía Dirección de Transito Terrestre del Llanito.

El Llanito, Distrito Sucre – Edo. Miranda.

Tlf: (0212) 257-9801/5489, Fax: (0212) 257-6666.

Responsable:

Nombre: Oscar Elías Sucre Reyes.

C.I. 12.148.374

Nacionalidad: Venezolana

Profesión: Licenciado en Física.

Estudiante del Posgrado en Instrumentación.

Facultad de Ciencias, UCV

Dirección C/Miguel Otero Silva, Edif. Comodoro Apt. 11-A

Sebucán Caracas. 1071

Teléfono: (0212)2837470

Lugar de Trabajo: Universidad de Carabobo.

Cargo: Instructor a Dedicación Exclusiva.
Dirección: Departamento de Física
Calle Los Colegios. Qta Hilmar
Urb. Guaparo, Valencia, Edo Carabobo
Teléfono: (0241)8253529
Correo electrónico: osucure@hotmail.com

Supervisor Responsable Administrativo:

Nombre: Francisco Eduardo
Apellidos: Ramírez Cano
C.I. 4.855.620
Nacionalidad: Venezolana
Profesión: Licenciado en Física
Dirección: Urb. Pablo VI Edif. Auriga Apt 20-5
Petare
Teléfono: (0416) 7202434
Lugar de Trabajo: Laboratorio de Electrónica DHMO/MARN
C. Ppal. Las Brisas Galpón MARN
Cargo: Consultor Técnico del Programa Naciones Unidas para el
Desarrollo (PNUD).
Teléfono: (0212) 2579801
2575489
2576666 (Fax).
Correo: framirez@marnr.gov.ve

Duración prevista: Siete Meses

Resumen

Se propone la construcción de un banco de calibración y pruebas para sensores de nivel en ríos, capaz de estudiar la sensibilidad y las características dinámicas de sensores de diferentes naturaleza u origen comercial. El banco de calibración y pruebas deberá ser capaz de controlar el nivel de un tanque de agua mediante un circuito cerrado de control, haciendo que este nivel cambie con ratas predeterminadas, simulando así crecidas estacionales repentinas en ríos venezolanos. Además deberá aceptar sensores de tipo piezoeléctricos, burbuja "Orphimedes"®, flotante, ultrasonido, y. Este proyecto formará parte del respaldo técnico que el Laboratorio/ Taller del Llanito debe y pretende dar a fin de optimizar los datos producidos por sensores instalados en estaciones de la red de monitoreo hidrológico del MARN, además de servir de tesis de maestría del Lic. Oscar Elías Sucre.

Costo Total: Bs. 27.817.074,00 (estimado)

Fecha de la propuesta: al presentarla

2.-Descripción del Proyecto.

De la propuesta

Como parte del trabajo de reconstrucción y reinstalación de la red de monitoreo hidrológico a nivel nacional, y de la automatización de las estaciones hidrológicas ya existentes, se prevé la necesidad de un sistema de calibración y estudio del comportamiento dinámico de sensores para prácticamente todas las variables meteorológicas e hidrológicas de gran variabilidad temporal. Aunado a esto, como un frente de trabajo particular en un estrategia de estudio más general, se ha elegido una variable cuya vigilancia debe reconocerse como de primera importancia: El nivel de aguas en ríos de rápido crecimiento estacional, monitoreo de fuentes de aguas subterráneas y niveles de embalses.

Diversos reportes [2] de saltos cuantitativos importantes en los valores promedios de algunas variables hidrológicas, observados tras haber efectuado una renovación técnica de las redes de vigilancia y monitoreo establecen la necesidad de estudiar la fiabilidad de este sistema como un todo, empezando por supuesto por el sensor de medición. Es entonces pertinente construir los planes y herramientas necesarios que den certeza de la calidad de datos producidos por estos sensores.

Es por esto que proponemos la construcción de un banco de calibración para sensores de nivel de ríos, adaptable a sensores de diferente naturaleza u origen comercial.

De la institución

Laboratorio de Electrónica/Talleres El Llanito
Dirección de Hidrología
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales:

Actualmente el laboratorio lleva a cabo el mantenimiento de los sensores mecánicos de las estaciones hidrológicas que aún quedan en funcionamiento en el MARN (600 estaciones a nivel nacional). Posee un gran espacio físico en una zona de fácil acceso, más que suficiente para las necesidades de este proyecto, además de una amplia disponibilidad de agua y electricidad.

Con este proyecto se pretende simplemente extender el papel que el Laboratorio de Electrónica/DHMO está destinado a jugar dentro del estudio constante que de la situación ambiental venezolana debe realizar el MARN. La necesidad, pues, de certificar la calidad de datos producidos por las estaciones hidrológicas que habrán de ser instaladas en un futuro próximo, surgirá con toda seguridad. Proyectos como el VENEMET [3], para la vigilancia y monitoreo de las cuencas del Caribe en el Litoral Central y el Río Tuy en el Estado Miranda, así lo sugieren.

Justificación

Tal como se ha planteado recientemente, a partir de los desastres naturales que han sobrevenido en diferentes regiones del país como consecuencia de las inundaciones, el estudio del fenómeno climatológico a nivel local y global se ha hecho una necesidad urgente e impostergable. Es por esto que el MARN se ha propuesto profundizar y extender la actual red de vigilancia hidrológica, de manera de poder llevar a cabo estudios de largo y corto alcance que permitan discernir el modo en que el cambio climático mundial esta afectando y afectará a Venezuela.

Así, este proyecto de gran alcance, que se ha establecido como una directriz de trabajo en el MARN, debe contar con el respaldo técnico mínimo necesario para garantizar el desempeño adecuado y sin problemas de las estaciones de vigilancia hidrológica ya instaladas, y a instalar en un futuro cercano. Este soporte técnico, que forma parte de un mantenimiento completo de la estación, debe ser de una prioridad absoluta para la Dirección de Cuencas de MARN. En la constancia de este mantenimiento descansa el cumplimiento de los objetivos de esta red hidrológica, cuya importancia es indiscutible en estos momentos.

Proponemos por tanto un proyecto que respalde el mantenimiento de la actual red, y en esto queremos hacer hincapié, puesto que tal es un concepto abandonado y poco aplicado en la cultura gerencial del sector público de nuestro país. Por supuesto, bien conocidas son las consecuencias que han traído esta falta a todos los niveles, tanto en los servicios como en la capacidad de respuesta de nuestras instituciones públicas. Debe decirse que el MARN lamentablemente no se ha escapado a esta realidad, y en cierto modo, esta propuesta nace de un intento pequeño pero firme de revertir esta tendencia.

Presentamos este proyecto como una primera piedra de construcción sobre la cual descansarán otros trabajos de estudio, particularmente los relacionados directamente con el comportamiento de estas cuencas a nivel regional, y de manera más ambiciosa, nacional. Y más aún, servirá para dar mayor fuerza al mantenimiento de la red hidrológica ya existente, de forma que este trabajo de renovación de la red no empiece de cero y se aproveche sin retardo los recursos ya existentes.

Algunas instituciones públicas han mantenido redes de vigilancia hidrológica a nivel regional, debido al particular interés que tienen en vigilar de manera continua y permanente el comportamiento de alguna cuenca en especial. Tal es el caso de EDELCA (Electrificación del Caroní C.A.), que ha manejado una red de esta naturaleza para la cuenca del río Caroní.[3]

Este proyecto no sólo incluye la elaboración de la mera herramienta física, esto es, el banco de pruebas, sino también la proposición de un cronograma de mantenimiento de los sensores y de entrenamiento para el personal a desempeñarse en este banco. (Veáse Anexo 3) Es decir, debe considerarse ésta como una propuesta de una solución completa que de manera efectiva conlleve a la aplicación de un plan de mantenimiento integral y constante de la red.

Como ya se ha planteado, sobre este proyecto deberán venir otros más, dirigidos más directamente hacia el objetivo de la red hidrológica. Por mencionar algunos de los posibles proyectos, tenemos:

-“Estudio general del comportamiento dinámico de los sensores de nivel de ríos de las estaciones de vigilancia hidrológica del MARN. De cómo la variancia en este comportamiento afecta los resultados de la red.”

-“Evaluación del estado general de la red de vigilancia hidrológica del MARN.”

Y por supuesto la construcción de otros bancos de prueba y calibración dirigidos hacia otras variables meteorológicas: Presión atmosférica, dirección y magnitud del viento, etc. Cada uno de estos trabajos representa proposiciones para tesis de diversas áreas y niveles que en colaboración con el MARN deseen llevarlos a cabo.

De una manera especial queremos llamar la atención sobre el modo en que debe realizarse estos proyectos para que éstos deriven en un beneficio directo para la labor de vigilancia y monitoreo ambiental que adelanta al MARN. Esta claro que cada uno de estos proyectos forma parte de uno general; “Creación del Laboratorio de Calibración para Instrumentos Hidrológicos y Meteorológicos, (adscrito al CENHIOP)” cuya aplicación completa se presenta necesariamente como un objetivo a largo plazo del MARN.

Tal como ya se ha sugerido, los beneficios del desarrollo de este banco de trabajo serán evidentes en la medida que se lleve a cabo la labor de mantenimiento de la red hidrológica de manera constante y continua. El gran esfuerzo (más logístico que económico) que se requiere para mantener una red hidrológica operativa hace necesario también la implementación de mecanismo de control de calidad sobre los datos producidos por ésta. Caso contrario, disminuye considerablemente el valor científico de toda la información producida, haciendo imposible cualquier análisis más allá del cuantitativo. Tal es la situación actual.

Bajo este mismo ánimo, el diseño del banco de trabajo y de las herramientas de software y hardware requeridas servirá también como experiencia preliminar para el desarrollo de otros bancos de pruebas requeridos y propuesto por el Laboratorio de Electrónica que certifiquen el adecuado desempeño de otros sensores de variables climatológicas, tales como medidores de dirección y velocidad del viento, medidores de caudal y medidores de radiación solar, por mencionar algunos. De manera más ambiciosa, podemos iniciar con este proyecto una línea de trabajo que derive en el desarrollo de bancos de prueba que den un respaldo completo a la red hidrológica y meteorológica del MARN.

Diversas tendencias en la ciencia ambiental (Física de la Atmósfera) han establecido una necesidad de tener cierta “calidad de datos” en la producción de una red de monitoreo hidrológico. Este concepto, de cierta juventud, ha surgido por la necesidad de obtener datos más precisos y confiables que se puedan corroborar con modelos computacionales del

ambiente, que en el pasado no se tenían a disposición . Con el advenimiento de herramientas de cálculo más rápidas, se han diseñado nuevos modelos numéricos del clima.

Entre las condiciones que favorecen la ejecución de este proyecto, tenemos

- La disponibilidad de un local amplio, céntrico, donde se pueden encontrar diversos tipos de sensores con los que se pretende trabajar.

Además de los sensores, se dispone también del respaldo bibliográfico y de equipo del Laboratorio/Talleres del Llanito

- Datos de campo de estaciones hidrológicas ya existentes, los cuales constituyen claras demandas de diseño para el instrumento a construir [3]

- El respaldo de dos instituciones, el Posgrado en Instrumentación de la UCV y el Laboratorio de Electrónica/Talleres del Llanito MARN, dando al proyecto mayor base y respaldo.

- El relativamente bajo costo financiero que tiene el proyecto, en comparación con equipos comerciales que tengan la misma función.(Vease Anexo 5)

- El avance de la computadora y de su interfase con el mundo exterior, que ha colocado ha disposición del experimentador y del ingeniero de control herramientas de control de gran flexibilidad que en el pasado hubiesen requerido de una gran cantidad de diseño. Esto significa desarrollar los algoritmos de control necesarios para poder simular correctamente y de la manera más real las condiciones ambientales más demandantes para los sensores de nivel de las estaciones hidrológicas.

Objetivos Generales

Disponer para el MARN de un instrumento con el que pueda realizar un programa de mantenimiento continuo de la red hidrológica instalada y por instalarse en el futuro. Esto ciertamente asegura la calidad de los datos producidos por estas estaciones, verificando las características técnicas de los sensores instalados en campo lo cual es una condición necesaria para efectuar estudios a largo plazo del comportamiento ambiental del espacio geográfico venezolano.

Crear una experiencia inicial para el desarrollo de bancos de calibración para otras variables meteorológicas de interés, como la dirección y magnitud de los vientos, medidores de radiación solar, etc.

Objetivos Específicos

-Construir un sistema hidráulico con control activo del nivel de líquido de un tanque de 324 lts ($0,5 \times 0,36 \times 1,8 \text{ m}^3$), capaz de efectuar el llenado con ratas de 1 m/5 seg, 1 m/10 seg, y 1 m/30 seg.

Es decir, que dentro de las limitaciones técnicas asociadas y dentro de las demandas de diseño presentes, tener un efectivo control dinámico de la principal variable de interés: Nivel de líquido en el tanque.

-Constituir una herramienta de software para el registro de la lectura de los diferentes sensores, y presentación de esta lectura en una interfaz amigable al usuario.

El programa debe ser capaz de presentar el cambio temporal del nivel, presentando a su vez y en un mismo gráfico, la lectura del sensor patrón, y la lectura de cualquiera de los otros sensores a calibrar y estudiar. Deberá ser capaz de medir la divergencia de las dos gráficas, y presentar en base a esto los parámetros que definen el comportamiento dinámico del sensor: Velocidad de respuesta, precisión, histéresis, nivel de offset. Además de esto, ser capaz de mantener una base de datos para cada sensor.

-Dar la compatibilidad necesaria del banco con sensores de diferente naturaleza y clase.

La adaptabilidad del banco a diferentes sensores es una garantía de la utilidad de este instrumento a largo plazo. Es decir, que no importando el diseño mecánico del sensor, ni el principio físico involucrado, el banco debe ser capaz de recoger la información y presentarla en un mismo formato. Esto facilitará enormemente las tareas de comparación y estudio.

Esta flexibilidad del banco exige la compatibilidad en el sentido mecánico y eléctrico. Además estará en capacidad de recibir la señal de sensores de diferente naturaleza, tales como piezoeléctricos, flotante, de ultrasonido

Descripción

El banco de pruebas consiste en básicamente un sistema hidráulico controlado por computadora, con el que se alimenta un tanque de agua de poco tamaño, aunque con un diseño especial para aceptar sensores de nivel de diferente tamaño, clase y origen comercial. (Véase Anexo 2).

La principal característica de este sistema es que a pesar de requerir una baja altura manométrica, de sólo 6,82 mts (Punto de operación A, Anexo 1), el caudal a ser bombeado es bastante alto. Determinando cual de las bombas ofrecidas comercialmente era la más adecuada para tal punto de operación, se tomó la decisión por la KSB 80160, de 5 HP. Esto cumple con varios de los objetivos de diseño planteados.

Debido a esta mediana potencia, y a factores de naturaleza física inherentes al sistema hidráulico y al propio sistema de bombeo, se hace necesaria la aplicación de un control digital por medio de una computadora, que controle la(s) corriente(s) de alimentación de la bomba, para mantener la tasa de llenado constante, incluso a pesar de los cambiantes cargas a las que debe someterse la bomba (Tanque sin llenar/lleño).

Este ciclo de control puede ilustrarse con el siguiente esquema

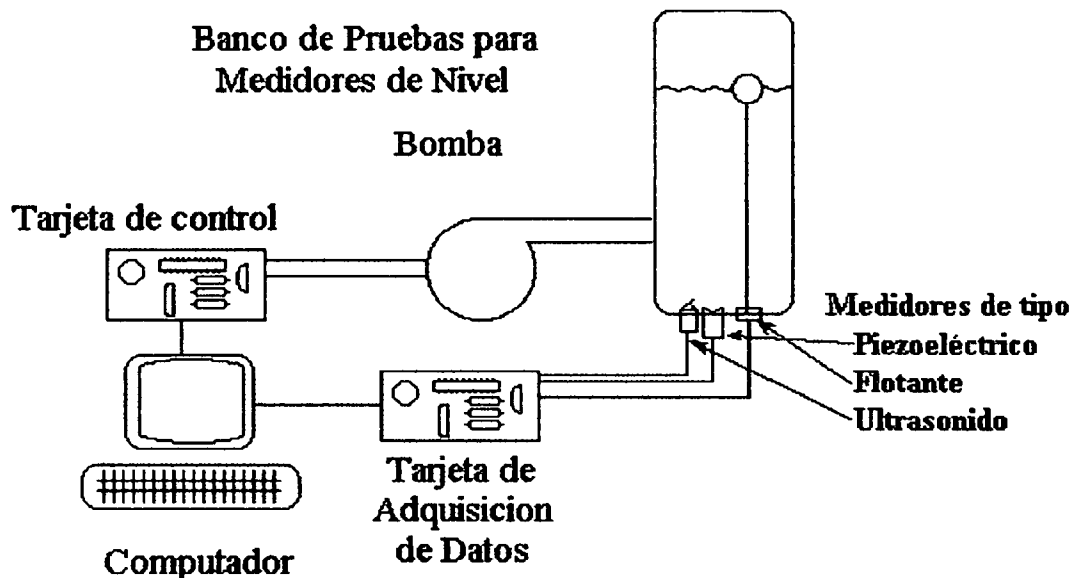


Fig.2 Esquema general del banco de pruebas

La posible aplicación de conceptos propios de la Teoría de Control, y la necesidad práctica de un sistema como este para el estudio del comportamiento de los sensores de nivel, hizo particularmente interesante esta propuesta.

Además del propio banco de pruebas, está planteado el desarrollo de una sencilla herramienta de software capaz de editar, almacenar y procesar de forma elemental (derivar o integrar numlas gráficas de respuesta de los sensores a estudiar. Este procesamiento consiste en el cálculo de parámetros bien específicos a partir de estas gráfica, tales como una posible de señal de Offset, la velocidad de respuesta y la precisión de la señal.

Junto a esto, el desarrollo de un manual de entrenamiento sencillo y de rápida lectura, para poner a disposición el equipo a personal sin gran experiencia técnica.

Diversas condiciones ya presentes favorecen el desarrollo de este proyecto de una manera rápida y consecuente, con el interés de construir un producto completamente elaborado que sea de fácil manejo por un personal brevemente entrenado para esto. Es por ello que este proyecto no debe sólo tratarse del diseño y construcción del banco, sino también de la elaboración de una interfase de usuario amigable, junto a un material de entrenamiento y manejo que permite el uso del banco de manera constante, incluyendo una sección de resolución de problemas (Troubleshooting).

Programa de Trabajo

Para facilitar el control de cada paso en la elaboración del banco de trabajo, se elaborará un informe bimensual administrativo y de avance, en donde se presenten los avances y los gastos efectuados durante el mes respectivo

Planteamos entonces el siguiente cronograma de trabajo

Obtención de los componentes principales del equipo (15 días)

Una vez obtenidos los fondos, se procederá inmediatamente a la compra de los insumos necesarios para el proyecto. Esto incluye

Computadora Pentium II
Tarjeta de control de la bomba.
Tarjeta de adquisición de datos.
Bomba KSB 80160.
Tuberías.
Láminas de Acrílico
Implementos varios

Responsable: Lic Oscar Elías Sucre

Construcción del tanque de pruebas, además de las adaptaciones necesarias a los sensores. (15 días)

Construcción del tanque de pruebas con las láminas de acrílico, utilizando una sierra de banco para el corte de las láminas y un pegamento de cloruro de metileno. Este químico, si bien asegura una unión sólida entre las láminas capaz de resistir las presiones presentes en el interior del tanque, debe ser manejado con cuidado por tratarse de un producto tóxico.

Responsable: Lic. Oscar Elías Sucre

Constitución del circuito hidráulico (1 mes)

Primero que nada se debe realizar la obra civil, la instalación de los tanques de reserva y de prueba, además de la base de la bomba, aprovechando el espacio físico disponible en la sede de El Llanito. Para esto se ha dispuesto una partida especial para gastos de albañilería. Como observación pertinente, consideramos que la bomba debe estar lo más cerca posible del tanque de reserva, de manera que la caída de presión dentro de está este lo menos cerca de exceder el NPSH disponible. Como sabemos, es muy importante evitar cualquier tipo de cavitación, no sólo por que así se asegura la durabilidad

del sistema, si no también porque cualquier vibración en el sistema de tubería podría producir alteraciones en la lectura de los medidores piezoeléctricos.

Otro aspecto importante de la obra civil es asegurar que la instalación tenga un desagüe amplio, de manera tal que de ocurrir una ruptura en el tanque de prueba, el agua pueda ser evacuada rápidamente. Además de todo esto debemos incluir aquí la mecanización de los soportes para los diferentes sensores a estudiar. Debe decirse que este paso se deberá realizar después de que el circuito hidráulico este completo, para desarrollar este equipo de una forma metódica y constante.

Una vez realizada la obra civil, procedemos a la construcción del armazón metálico que sostenga el tanque de prueba, y junto a esto, al armado del circuito hidráulico. Varios elementos de control deberán ser incluidos, como llaves T, de seguridad, de purga y filtrado. También para esto hemos incluido una partida especial en mano de obra (Herrero).

Responsable: Albañil y Herrero contratados a tal fin
Supervisor: Lic. Oscar Elías Sucre

Construcción del circuito de control y adquisición (15 días)

Ante todo debe efectuarse de manera paralela la caracterización de las más importantes características eléctricas de los sensores de nivel: Impedancia de Salida, Valores de salida, Tensión o Corriente de Offset. Linealidad, Precisión de salida. Esto con el fin de realizar las adaptaciones de impedancia necesarias en las tarjetas de adquisición de datos, o en caso de ser necesario, elaborar circuitos de conversión de señal sencillos que entreguen a la tarjeta una señal de voltaje con una impedancia adecuada.

Diseño de la interfase gráfica para la presentación de los datos y de la información.

Responsable: Pasante de Computación
Supervisor: Lic. Oscar Elías Sucre

La idea es diseñar una base de datos capaz de llevar un registro de cada medidor, archivando con la gráfica de registro de nivel para diferentes dz/dt , junto a la velocidad de respuesta de allí calculada. En este sentido, deberá ser una base de datos capaz de manera archivos producidos por el programa de control.

Aquí deben separarse dos funciones claramente diferentes que debiera hacer el computador: 1) Efectuar el control del sistema hidráulico, mediante la ejecución del programa de control (incluyendo la recolección de datos), y 2) el cálculo de las cantidades de interés junto al mantenimiento de una base de datos respectiva a cada sensor, mediante un programa hecho por el pasante para este fin.

Diseño de los algoritmos de control, con objeto de simular crecidas de ríos típicas en Venezuela.

El cálculo de los algoritmos de control deberá ser hecho tomando en cuenta los parámetros dinámicos del circuito hidráulico y eléctrico. Es decir, deberá conocerse previamente el valor de estos parámetros, como pueden ser:

- La Inductancia propia de la bomba.
- La inercia mecánica del sistema.
- Resistencia eléctrica del Rotor de la Bomba.
- Velocidad de respuesta del sensor de nivel (necesaria para el control derivativo del nivel)

Y algunas otras más. Algunos de estos parámetros son medibles de forma directa con instrumentos de uso común, mientras que otros pueden ser calculados a través de experiencias especialmente diseñadas para ello.

El fin preciso de los algoritmos de control es asegurar que el cambio en el nivel del tanque sea constante, el dz/dt . Esta claro que la bomba deberá agregar un mayor o menor altura manométrica al caudal de agua, en caso de que el tanque este más o menos lleno, y además, mantener este caudal constante. Para esto utilizarse el nivel del medidor patrón como fuente de la variable de medición, que no será más que la derivada de este nivel, derivada numéricamente dentro del computador.

Esta variable de medición se utilizará como entrada del algoritmo de control, y en la salida, el nivel de voltaje que se aplicará en la tarjeta de control de la bomba. El computador aplicará el algoritmo necesario que a tal fin se habrá calculado para cumplir con las demandas de diseño del control.

Organización del proyecto

Coordinador: Lic. Francisco Ramírez

Supervisión quincenal del proyecto.

Elaboración de los planes de mantenimiento de los medidores.

Presentación del proyecto ante los entes interesados en utilizar sus servicios

Programación de las aplicaciones a largo plazo del banco.

Ejecutor: Lic. Oscar Elías Sucre

Caracterización del sistema hidráulico-eléctrico.

Cálculo y programación de los algoritmos de control.

Elaboración de los informes de avance y de todos los materiales escritos pertinentes al proyecto: Libro de Tesis, manual de uso del banco, material de entrenamiento.

Supervisión de la obra civil y de herrería.

Ejecución de compras y contratación de trabajos necesarios

Personal Técnico especializado en Sistemas Hidráulicos

Diseño y construcción del sistema de tuberías.
Diseño y construcción de los circuitos de conversión de señal, de control de la bomba

Personal Obrero: Albañil y Herrero contratados

Construcción de la instalación civil
Construcción de las estructuras metálicas necesarias: Base de la bomba, tanque e instalación de tableros eléctricos.
Colocación de un desagüe adecuado de emergencia en salón asignado al banco

Pasante: Estudiante en Computación

Elaboración de una base de datos para los medidores de nivel.

A disponibilidad de los entes supervisores del proyecto (Conicit, UCV, o el MARN) se elaborarán como ya se dijo anteriormente un informe bimensual de avance y otro de gastos. En el informe de avance se hará una breve descripción de las actividades realizadas durante el mes respectivos, y se hará énfasis en los resultados obtenidos por tales actividades. El informe administrativo contendrá simplemente una relación de gastos, junto a una copia de todas las facturas respectivas que lo respalden.

Resultados

Podrá utilizarse este banco como piedra angular de las actividades de mantenimiento de medidores de nivel que el Laboratorio/ Talleres de El Llanito pretende implementar. Dichas actividades, se pueden esquematizar con el diagrama de flujo del anexo 4

Es importante decir que no solamente el MARN será un directo beneficiado de este proyecto. Como sabemos, existen varios proyectos de gran envergadura que llevan la participación de diferentes instituciones y que están dirigidos hacia la instalación de mecanismos que presenten una imagen dinámica y actual del ambiente. Ejemplo de estos proyectos son el VENEHMET, y la red de monitoreo hidrológico de la cuencas Caroní y Caura, sostenidas por EDELCA.

Convenios interinstitucionales pueden extender los beneficios de este proyecto a usuarios que así lo requieran. Sin embargo, es importante reconocer que el mantenimiento y el uso constante y metódico es una base fundamental para ofrecer un servicio responsable y puntual, por lo que el compromiso del MARN dar uso y mantenimiento de este instrumento es prioritario. A fin de cuentas, este proyecto surge de una necesidad directa del MARN.

Beneficios e impactos

A largo plazo, y con un consecuente y constante estudio de todos los medidores utilizados por el MARN, se podrá sin duda tener una imagen bastante completa de la confiabilidad de la red de vigilancia y monitoreo hidrológico a nivel nacional. Por supuesto, tal beneficio para la institución no sería el único derivado de este proyecto, habida cuenta de la experiencia ya adquirida, útil para la realización de otros proyectos de similar índole que permitan un mejoramiento de la calidad de los datos de las estaciones meteorológicas e hidrológicas del MARN.

Este estudio prolongado de todos los medidores de nivel dará la oportunidad de realizar estudios a largo plazo de fatigas, derivas presentadas por los medidores a lo largo del tiempo, y en general, de la variación de los diferentes parámetros experimentales que presenta el medidor. En este sentido se abre una línea de investigación fértil, de buen nivel y poder de aplicación.

Además de este beneficio directo, se presenta también como resultado útil la producción de conocimiento científico de calidad en el área de instrumentación meteorológica. La experiencia obtenida será por tanto importante precedente para futuros proyectos, tanto para los participantes directos como para las instituciones involucradas. Se reconoce en este sentido que la participación de instituciones externas al MARN será de mucha ayuda.

Por supuesto, la optimización de los datos de la red hidrológica no es un fin en sí misma, sino un paso previo y necesario para que la red proporcione datos con la validez necesaria para una investigación científica. Este es, al fin y al cabo, el objeto de tal red.

Criterios de éxito

Debe entenderse este proyecto como una herramienta para medir la efectividad de un sistema de mayor tamaño e importancia: La Red de Monitoreo Hidrológico del MARN. El éxito de este sistema será por tanto el propio éxito de este proyecto, en otras palabras, se logrará proporcionar al MARN un instrumento que asegure que su red hidrológica esté funcionando correctamente y que los datos recolectados tienen absoluta validez.

De allí que éste es un proyecto accesorio, satélite a otro proyecto de mayor trascendencia y ambición, pero cuyo éxito, más que depender de la disponibilidad inmediata de recursos humanos o materiales, depende más bien de una aplicación constante y sistemática de una metodología de investigación de recolección de datos.

Recursos necesarios

De manera imprescindible y fundamental, se requiere de los siguientes equipos
Equipos de Computación

-Computador Pentium IV. Precio 750.000. Debe incluir unidad de CD y Disco Duro de 2 Gbytes. El criterio más importante a evaluar en la compra de este equipo es la rapidez de la máquina, puesto que la celeridad en la evaluación de los algoritmos de control es gran importancia para los objetivos específicos de este proyecto.

Equipos Electrónicos

-Tarjeta de Adquisición de Datos National 200. Precio 400\$. Posee 6 canales de muestreo, además de 4 canales de salida, resultando bastante conveniente para nuestras necesidades.

-Tarjeta de Control de Bombeo.

Equipos de bombeo y control

-Bomba Centrífuga de 5 HP KSB 80160. Precio: 816.000 (Sin IVA) Se incluye en este precio el motor, la bomba, y la base de todo el sistema. El cálculo del punto de operación del sistema se puede ver en el Anexo 1.

Personal:

Proyecto: "Banco de Pruebas para Medidores de Nivel en Ríos"
Fondos solicitados al CONICIT. Partida: **PERSONAL**

Nombre	Profesión	Función	Horas Sem.	Pago Mensual	Tiempo de Contrat. (Meses)	Total
	Albañil	Construcción	40	300.000,00	1	300.000,00
	Estudiante	Pas. Compu	20	200.000,00	2	400.000,00
	Tec. Hidráulico	Instalación	20	400.000,00	2	800.000,00
O. Sucre Rej	Lic. En Física	Ejecutor	20	550.000,00	6	3.300.000,00
F. Ramírez C	Lic. En Física	Supervisor	40	300.000,00	6	1.800.000,00
TOTAL						6.600.000,00

Supervisor

Ejecutor

Lic. Francisco Ramírez

Lic. Oscar Elías Sucre

Fecha

Materiales y Suministros:

Proyecto: "Banco de Pruebas para Medidores de Nivel en Ríos"
Fondos solicitados al CONICIT. Partida: **Materiales y Suministros**

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Total
5	Saco de Cemento	3.560,00	17.800,00
1	Tanque de Reserva de 600 lts	50.000,00	50.000,00
2	Lámina de Acrílico 4'x6'x20 mm	174.720,00	349.440,00
1	Lámina de Acrílico 3'x3'x22,5 mm	75.350,00	75.350,00
1	Lámina de Acrílico 5'x6'x9,6 mm	84.000,00	84.000,00
1	Pegamento (Cloruro de Metileno)	20.000,00	20.000,00
1	Material de Herreria	100.000,00	100.000,00
Total			696.590,00

Servicios:

Proyecto: "Banco de Pruebas para Medidores de Nivel en Ríos"
Fondos solicitados al CONICIT. Partida: **SERVICIOS**

Cantidad	Concepto	Pre.	Uni	Total
1	Armado y Construcción Tanque de Prueba	50.000		50.000
1	Instalación de Bomba	100.000		100.000
1	Construcción Base del Tanque (Herrería)	250.000		250.000
		TOTALES		400.000

Equipos:

Proyecto: "Banco de Pruebas para Medidores de Nivel en Ríos"
Fondos solicitados al CONICIT. Partida: **EQUIPOS**

Unidades requeridas	Descripción	Marca	Modelo	Pr.	Uni.	Total
1	Computador Pentium IV	Qbex			750.000	750.000
1	Tarjeta de Adquisición de Datos	Nat. Inst.	Digiboard		673.750	673.750
1	Bomba de Agua (5 HP)	KSB	MetraBus		11.029.584	11.029.584,00
1	Unidad UPS				1.200.000	1.200.000
1	Válvula Mariposa 3", 150 psi	DEMCO	NE-C		800.000	800.000
1	Aire Acondicionado 20.000 BTU				500.000	500.000
1	Acondicionador de Señal	Nat. Inst.	SCXI-1200		758.450	758.450
1	Chasis	Nat. Inst.	SCXI-1000		589.050	589.050
1	Tarjeta de Relés	Nat. Inst.	SCXI-1161		419.650	419.650
1	Actuador	DEMCO	Serie DR		750.000	750.000
1	Detector flotante	OTT	Orphimedes		850.000	850.000
TOTAL						18.320.484

Costo Total de Partidas:

Aportes Institucionales por Partidas
Proyecto "Banco de Pruebas de Medición en Ríos"

		Aportes de Fondos (Bs.)		Totales
		Conicit	MARN	
Partidas				
Equipos		18.320.484		
Personal		6.600.000	1.800.000	
Materiales y Suministros		696.590		
Servicios		400.000		
Totales		26.017.074	1.800.000	27.817.074
% de Aporte			0	
				27.817.074