

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO ELECTRÓNICO INALÁMBRICO PARA MEDIR EL NIVEL DE AGUA EN CUENCAS DEL SISTEMA AGROALIMENTARIO ARGENTINO

Sofía Beatriz Havrylenko¹, Andrés Fernando Moltoni², Nicolás Clemares², Aime Espindola¹ y Julio Gaston Fiorini Correa²

1. Instituto de Clima y Agua, CIRN, INTA, Argentina, havrylenko.sofia@nta.gob.ar, espindola.aime@inta.gob.ar,
2. Instituto de Ingeniería Rural, CIA, INTA, Argentina, moltoni.andres@inta.gob.ar, clemares.nicolas@inta.gob.ar, fiorini.julio@inta.gob.ar

Introducción

El balance hidrológico se ve alterado producto de la deforestación, los cambios del uso del suelo y la cobertura vegetal, la sobreexplotación de los acuíferos y el drenaje de cuerpos de aguas naturales (FAO, 2011). Los cambios del ambiente, en los que se desenvuelven los procesos naturales, producen desequilibrios en los sistemas y generan fenómenos que pueden afectar la dinámica hídrica significativamente. Así, el conocimiento hidrológico en el tiempo y el espacio es indispensable para entender el funcionamiento del sistema a diferentes escalas: cuencas, subcuencas, microcuencas y lotes de productores (OMM, 2011).

El nivel o altura del agua es la altura de la superficie del agua en relación a una determinada referencia la cual puede ser registrada de manera sistemática y operativa con un instrumento denominado limnógrafo. En contextos vinculados a proyectos de investigación relacionados con el sistema agroalimentario argentino, este tipo de dispositivo permite adquirir mediciones y crear bases de datos continuas en el tiempo, que ayudan a generar información hidrológica básica. Así, por ejemplo, se pueden predecir tanto la disponibilidad de agua para cultivos como los niveles que alcanzarán crecidas o sequías extraordinarias (Havrylenko et al., 2016), disponer de una serie temporal de la variación de los niveles de agua de los acuíferos, predecir su dinámica de comportamiento ante distintos escenarios climáticos, entre otros. No se debe interpretar este registro como una simple cuantificación de una variable, sino como un dato determinante para los procesos de toma de decisión, tareas de investigación, gestión eficaz de los recursos hídricos, producción alimentaria sostenible y desarrollo rural.

Los limnógrafos pueden diferenciarse según la tecnología disponible en los tres componentes principales del equipo de registro: el tipo de sensor, el tipo de almacenamiento de datos y el tipo de transmisión remota (OMM, 1994). En particular, el limnógrafo con sensor de presión hidrostática, es un dispositivo electrónico que mide y registra valores de columna de agua a intervalos de tiempo seleccionables por el usuario.

Producir un limnógrafo desde el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) a partir de un desarrollo tecnológico propio, permite independizarse del instrumental ofrecido por el mercado. Esto presenta beneficios económicos y técnicos. En relación a los económicos, se reduce el costo de adquisición del equipamiento. Además, favorece la posibilidad de instalar una mayor cantidad de dispositivos, mejorando la resolución espacial y por lo tanto el conocimiento del nivel del agua en el área de estudio. Otro de los beneficios está relacionado con el mantenimiento a largo plazo del instrumental, la accesibilidad de los repuestos y el reemplazo de los componentes en caso de desabastecimiento u obsolescencia.

Dentro de los beneficios técnicos, se destaca la capacidad de adaptarlo a los objetivos propios del usuario y la particularidad de cada sitio de análisis, debido al diseño propio del hardware.

El objetivo general de este trabajo fue desarrollar un prototipo de un instrumento que permita la medición y el registro de las fluctuaciones del nivel o altura del agua en cauces y pozos de napa freática.

Desarrollo del prototipo

Al plantear el prototipo del limnógrafo se tuvieron en cuenta las siguientes características de diseño: 1) las observaciones deberían tener una exactitud suficiente para el objetivo buscado; 2) en caso de que ocurrieran eventos hidrológicos particulares la obtención de datos en tiempo real sería muy importante, debido a que permite realizar un monitoreo de las situaciones que pudieran requerir alertas tempranas y cambiar la frecuencia de las mediciones para tener una mayor precisión del evento; 3) cuando resulta limitante asegurar una visita periódica a la estación, sería deseable que los datos puedan ser almacenados por un tiempo lo suficientemente prolongado para realizar una descarga física de los mismos desde las memorias en los equipos.

De manera general, el limnógrafo se constituyó por tres componentes principales: sensor, hardware y transmisión remota (Figura 1).

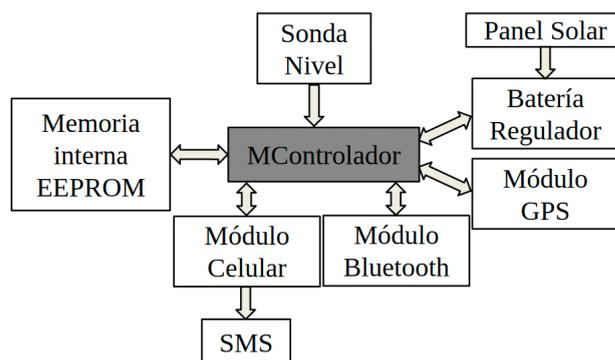


Figura 1.- Diagrama del instrumento

Sensor:

El sensor que se utilizó fue del tipo hidrostático, comercial, cuyo principio de funcionamiento se basa en que la presión en un punto fijo es directamente proporcional a la carga del líquido sobre ese punto. Posee una membrana interna para sensar la presión generada por la columna de agua sobre él. Al ser un transductor diferencial corrige las variaciones generadas por la presión atmosférica, para esto posee un tubo de ventilación conectado al exterior. La medición es convertida en una señal de corriente eléctrica.

Hardware:

El Hardware desarrollado incluyó en su arquitectura la adquisición de los datos, su almacenamiento, y la transmisión, todo integrado en una misma placa electrónica. Los datos se resguardan mediante registros digitales de las señales de los sensores en una memoria interna. El equipo registra y almacena datos durante períodos prolongados al contar con un sistema autónomo de alimentación mediante batería y panel solar. Para ello, se diseñó una placa electrónica específica que cuenta con la posibilidad de conectar distintos tipos de sensores (escalable), gps y un módulo celular (Figura 2). Esto otorga una versatilidad a la hora de utilizarlo en diferentes escenarios.

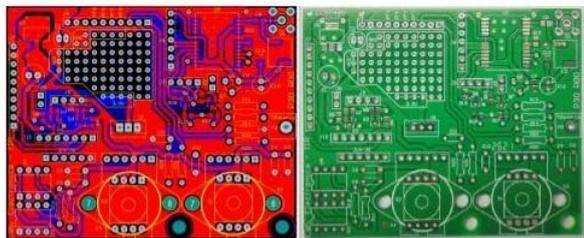


Figura 2.- Placa electrónica.

Trasmisión remota:

Para realizar la comunicación remota se integraron dos sistemas independientes. Uno mediante tecnología Bluetooth de alcance de 20 metros y otro vía SMS (mensaje de texto) con un módulo celular que utiliza la red disponible de dicha tecnología (número telefónico propio) y permite una comunicación bidireccional con dispositivos móviles. Además, se puede programar a través de comandos mediante éstas dos formas de comunicación (Tabla 1). En forma local por Bluetooth utilizando una interfaz terminal serie donde se ingresan los comandos correspondientes, es posible configurar hasta 5 números telefónicos a donde el equipo enviará los resúmenes diarios de las mediciones y las alertas por batería baja y cuando el nivel de agua supera un valor límite, establecido por el usuario.

Tabla 1.- Modalidades de programación por comando.

Acción	Blue-tooth	SMS
Número ID equipo.	I	No
Estado del dispositivo.	E	IDXXXX Estado
Cambio número telefónico del equipo/usuarios.	N/O	No
Comienzo y fin de tomas de datos.	S	IDXXXX Comienzo/IDXXXX Fin
Resumen total/últimos 7 días.	R/7	IDXXXX Resumen (solo últimos 7 días)
Cambio de la frecuencia de registro.	T	DXXXX TXXM (XX de 1 a 60 minutos) IDXXXX TXXH (XX de 1 a 24 horas)
Lectura instantánea de sensores.	L	IDXXXX Valores
Selección de sensor usado (fondo escala).	F	No
Calibración altura actual napa.	Z	No
Cambio de Altura de mensaje de Alerta.	C	No
Modo Debuggeo.	G/P/M	No
Borrado estado de la memoria.	D	IDXXXX Borrar
Bajada de datos	B	No

El instrumento se ensambló en una caja estanca en donde, además del equipo adquisidor/transmisor de datos, se ubicó la

batería y el regulador de carga para panel solar. Esta caja se fijó a un mástil de 1,5 metros de alto. En el extremo superior, se colocó el panel solar. El instrumental se instaló en la cercanía de un pozo freaticométrico (Figura 3) ubicado en el predio del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA)-INTA Castelar (Bs. As.), donde se realizaron las primeras mediciones.



Figura 3.- Prototipo de limnigrafo instalado en el CNIA.

Conclusiones

El prototipo se comportó de forma robusta, cumpliendo con los parámetros funcionales establecidos en la etapa de diseño. Mantuvo un funcionamiento autónomo óptimo durante el periodo de prueba. Esta etapa de evaluación permitió identificar los puntos de mejora del instrumento. El diseño propio de la placa electrónica lo convierte en un equipo escalable a otros sensores relacionados a mediciones del agua.

Este tipo de equipo puede ser adaptado a distintos niveles de trabajo: cuenca, subcuenca, microcuenca y lote. Posibilitando la implementación de redes de medición en las áreas de estudio donde trabaja el INTA y llevar a cabo tareas de investigación en relación a la hidrología.

Agradecimientos

Se agradece a la Fundación ArgenINTA por su apoyo en el financiamiento de ésta actividad a través de los fondos de la cuenta 2.10.286 SUBSIDIO EQUIP MED HIDROGEOLÓGICA. El trabajo fue realizado en el marco de los proyectos de investigación 2019-PE-E2-I041-001 y 2019-PE-E2-I505-001 de INTA.

Referencias

- FAO (2011). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London.
- Havrylenko, S., Bodoque, J., Srinivasan, R., Zucarelli, G. y Mercuri, P. (2016). "Assessment of the soil water content in the Pampas region using SWAT". *Catena*. Vol 137. 298-309.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2011). *Guía de prácticas hidrológicas - Volumen II. Gestión de recursos hídricos y aplicación de prácticas hidrológicas*. OMM-Nº 168.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (1994). *Guía de Prácticas Hidrológicas: Adquisición y proceso de datos, análisis, predicción y otras aplicaciones*. 818 pp.