

MEDIDOR DE NIVEL DE RÍOS AUTÓNOMO Y DE BAJO CONSUMO

Dr. Andres Firman, Ing. Pedro Cossoli, Dr. Luis Vera (*)

RESUMEN

La medición del nivel de los ríos en la región posee importantes implicancias en la evaluación de posibles inundaciones y para definir el potencial energético disponible. Actualmente en la región NEA existe una falencia de estos datos. Situación que llevó a plantear el desarrollo de un dispositivo con la finalidad de automatizar el proceso de medición de nivel, recolección de datos y almacenamiento de los mismos, de manera de aumentar confiabilidad en las determinaciones. Para implementar la etapa de medición se utilizó un transductor de presión a partir del cual se determina la altura de la columna de agua. Cuando el dispositivo se encuentra en modo reposo presenta un consumo de 1 μ A a 4,5 V de tensión de alimentación, es capaz de operar con 3 pilas AA y registrar 2 meses de datos, ampliable a 6 meses. Los datos son fácilmente extraíbles por medio de una interfase USB y una PC portátil. El dispositivo puede ser instalado en el lugar que se desee y oculto a la vista de las personas. Con el dispositivo desarrollado es posible obtener datos confiables y permite caracterizar adecuadamente el recurso hídrico de ríos.

INTRODUCCIÓN

La determinación de la altura de los ríos en la región posee importantes implicancias en la población, como ser: determinación del recurso disponible para riego, obtención de agua potable, evaluación del riesgo de inundaciones, entre otros.

En los ríos de la cuenca del Río Negro y Tapenagá la medición de la altura de ríos se realiza por medio de una regla graduada ubicada en sectores de servicios de seguridad marítima como ser de prefectura naval (Prefectura naval, 2015). Esta situación ocasiona que ciertos sectores de ríos o arroyos secundarios carezcan de sistema de monitoreo. Por otro lado, los datos recabados son interpretados por un operador y transmitidos por radio a una central que recolecta y procesa los mismos. Este procedimiento muchas veces no se lleva a cabo de forma eficiente en los tiempos estipulados, causando la pérdida de los datos.

Considerando lo expuesto, el Grupo en Energías Renovables (GER) desarrolló un dispositivo medidor de nivel de ríos (DMR-15) que fue transferido a la Admi-

(*) GER – Grupo en Energías Renovables - FaCENA – UNNE. Av. Libertad 5470 – 3400 Corrientes. Argentina.
Tel/Fax: (0379) 4473931 e-mail: afirman@ger-unne.com.ar

nistración Provincial del Agua (APA, Chaco). Y tiene como finalidad automatizar el proceso de terminación de nivel, recolección de datos y almacenamiento de los mismos, de manera de aumentar la cadencia y confiabilidad en las determinaciones. Entre las características de diseño se consideró: el funcionamiento de manera autónoma durante periodos de tiempo prolongados, bajo consumo, fácil instalación y bajo mantenimiento. Esas características fueron cubiertas mediante un sistema simple y robusto, que funciona mediante pilas comunes y se encuentra montado dentro de una caja estanca de 10x10x10 cm, lo cual lo hace apto para su instalación en la intemperie.

DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL DISPOSITIVO

Las pautas para el diseño parten de las condiciones ambientales y de ins-

talación mencionadas anteriormente, las cuales fueron impuestas por APA.

En la Figura 1 se muestran los principales bloques que constituyen el sistema de medición de altura de ríos que se construyó, siguiendo los delineamientos expuesto en el diseño. El DMR-15 es alimentado por 3 pilas AA, lo cual le proporciona una autonomía de 2 meses. El elemento principal es un microcontrolador (μC) el cual se encarga de adquirir la señal de medición que proporciona el sensor, almacenar la información y controlar la fuente conmutada. Se cuenta además con reloj de tiempo real, el cual le informa al μC las horas del día en las cuales se debe realizar la medición. La fuente conmutada adicional proporciona la alimentación necesaria para el sensor de nivel. Por último, una interfase USB permite al operador extraer los datos almacenados.

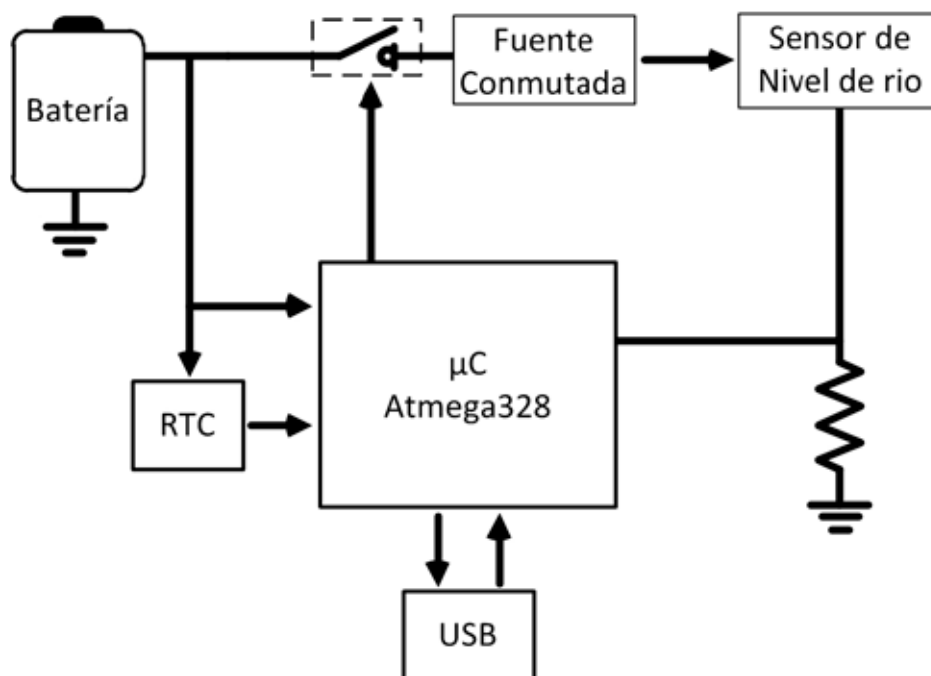


Figura 1: diagrama esquemático del dispositivo medidor de altura de ríos.

Microcontrolador

El μC utilizado es el ATMEGA328 (Atmel, 2015). El cual mediante su conversor ana-lógico-digital (ADC) interno realiza la medición de la señal analógica proporcionada por el sensor. Una vez obtenido el dato digital, el mismo es almacenado en la memoria EEPROM interna del μC junto con la fecha en que se realizó la medición. La memoria interna posee una capacidad máxima de 512 bytes, lo cual le permite almacenar datos por un período de hasta 2 meses. Incluyendo una memoria EEPROM externa es posible ampliar dicho periodo hasta un máximo de 6 meses.

Como se mencionó anteriormente, reducir el consumo de energía para aumentar el tiempo de autonomía es crucial. Para ello, el μC cuenta con la posibilidad funcionar en un modo de bajo consumo, comúnmente denominado “*sleep mode*”, en donde el mismo deshabilita los módulos de medición y comunicación (entre otros). El μC permanecerá en modo *sleep* hasta que una señal externa, producida por el reloj de tiempo real, le indique el momento en que debe realizar una medición.

Reloj de tiempo real

El bloque RTC posee un circuito integrado denominado PCF8563 (NXP, 2015) el cual está diseñado específicamente para contar tiempos prolongados y también presentar un consumo reducido. Esto le permite al usuario programar la hora y fecha actual y el RTC se encarga de mantener esa información actualizada, de ahí su denominación de “reloj de tiempo real” o “*Real time clock*” (RTC).

El usuario también cuenta con la posibilidad de programar la hora específica en la cual se realizará la medición. Una vez que

se alcanza la hora fijada, se emite una señal de interrupción que activa el μC indicándole que debe ser realizada una medición.

Fuente auxiliar.

La fuente auxiliar es necesaria para alimentar el sensor de presión, del cual se infiere la profundidad a la que se encuentra y por lo tanto la altura de la columna de agua. Fue diseñada para entregar en su salida una tensión de 12V estables a partir de tres pilas AA (rango de 3 V a 4,5 V). Para disminuir el espacio requerido por la fuente, la misma fue diseñada en base a un IC específico para fuentes conmutadas de bajo consumo. El IC, denominado MC34063 (On semiconductor, 2015), opera a partir de la tensión de las pilas AA y eleva la tensión al valor requerido. El diseño de la misma se efectuó siguiendo las pautas y el procedimiento analítico estipulado por el fabricante el IC (On semiconductor II, 2015).

Sensor de profundidad

El sensor de profundidad utilizado, como se enunció, es un sensor de presión que pertenece a la empresa VEGA, el modelo del mismo es VEGAWELL 72 (Vegawell, 2015).

El sensor posee una celda de medición de presión con membrana cerámica. La presión hidrostática provoca una variación en la capacidad dentro de la celda de medida a través de la membrana. Luego, esa variación de capacidad es transformada en una señal de corriente eléctrica, la cual varía entre 4 mA y 20 mA para una altura de columna de agua de 0 a 10 m, respectivamente.

La señal de corriente es transformada en una señal de tensión mediante una resistencia de carga de precisión. Finalmente la medición de la tensión generada sobre la resistencia es medida por el ADC del μC .

Conectividad

Los datos almacenados en la memoria del DMR-15 pueden ser extraídos mediante una interfase USB (CP2102, 2015). Esta interfase permite utilizar una PC portátil y un software para comunicación serial para extraer los datos y presentarlos en un archivo de texto plano. Por otro lado, empleando una serie de comandos simples se accede a las demás funciones del equipo, como ser: modificar la fecha y hora actual, modificar la hora en que se realiza la medición y descargar/borrar los datos almacenados.

FUNCIONAMIENTO Y CONFIGURACIÓN

En primera instancia el operador debe

programar la fecha y hora. Esto se realiza mediante la interfase USB del equipo y una PC portátil con el correspondiente software de comunicación serie. Una vez almacenada la información de la fecha y hora el dispositivo se encuentra listo para su operación.

La mayor parte del tiempo el DRM-15 se encontrará en modo de bajo consumo, a la espera de una señal de interrupción. Llegado el momento de la medición, el RTC producirá una señal de interrupción, la cual activa el μC pasando así al modo activo.

Durante el periodo de modo activo, que dura 2 segundos, la fuente conmutada se encuentra encendida y el ADC del μC realiza la captura de 100 valores de tensión provenientes del sensor de profundidad.

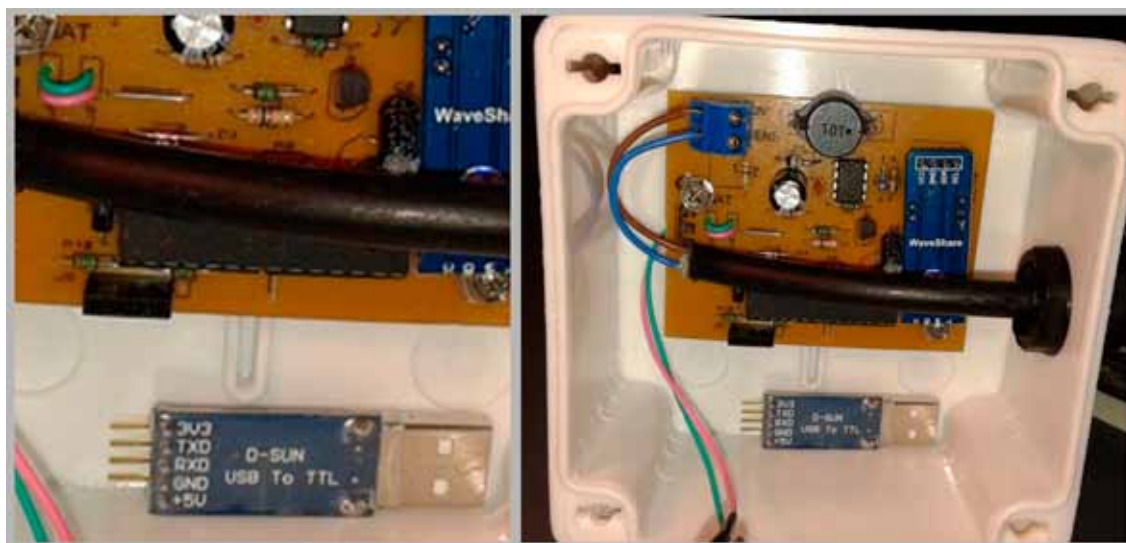


Figura 2: Fotografía del circuito medidor de altura de ríos construido.

Posteriormente, dichos valores se promedian y almacenan en la memoria interna. Este proceso de captura y promedio asegura que las perturbaciones por variaciones repentinas del nivel del río no se vean reflejadas en las mediciones. Por otro lado, brindan inmunidad contra el ruido eléctrico y mejoran la calidad de la medición.

Transcurrido los 2 segundos, la fuente auxiliar se desconecta y el μC vuelve a su estado de bajo consumo hasta la siguiente interrupción del RTC.

RESULTADOS

En la Figura 2 se aprecia una vista interna del DMR-15. Todo el sistema está

contenido dentro de una caja estanca de PVC. En la parte inferior del circuito se aprecia la interfaz USB empleada para la comunicación con el mismo.

Para llevar a cabo el proceso de calibración se montó un banco de ensayos, el cual consta de un tubo de plástico sellado en un extremo y una derivación en su parte inferior, la cual se utiliza para medir la altura de la columna de agua (Figura 3a). La altura total de la columna de agua es de 1 m, ya que es el valor típico de nivel de río que se precisa medir. En el interior del tubo se encuentra sumergido el sensor de profundi-

dad y el DMR-15 conectado en su otro extremo. Los datos obtenidos son visualizados en la PC por medio de la interface USB.

Los valores digitales obtenidos por el ADC se ajustaron mediante un modelo lineal, hallando de esta manera una ecuación matemática que relaciona el número de cuenta digital con la altura actual de la columna de agua. En la Figura 3b, se muestran los datos experimentales y la recta de ajuste lograda, se aprecia una elevada correlación con el modelo, presentando un $R^2 = 0,9991$. Donde para un intervalo de confianza del 95 % (2σ) presentan un desvío de 1,6 cm.

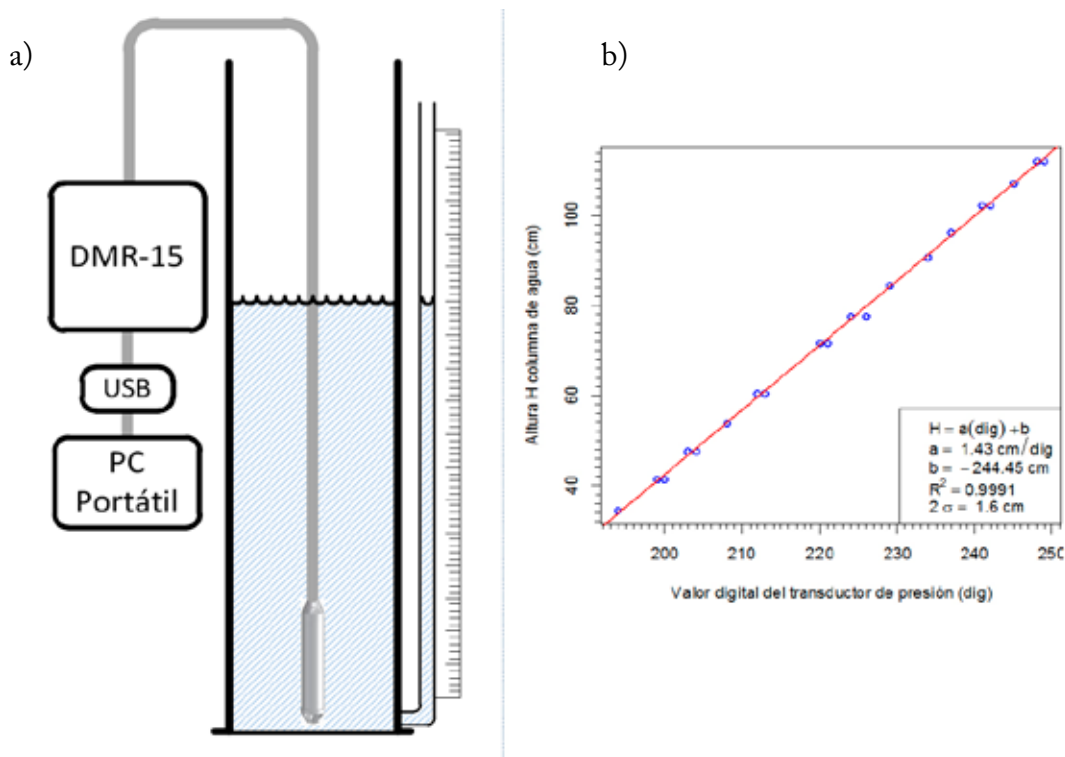


Figura 3. a) Esquema del banco de ensayo utilizado en la calibración. b) Gráfica de re-gresión lineal obtenida entre los valores digitales de conversión (dig) con respecto a la altura de la columna de agua H (cm).

De las mediciones realizadas durante la calibración se determinó el consumo del dispositivo. Para el modo en reposo, el DMR-15 consume una corriente de $1 \mu\text{A}$ a 4,5 V de tensión de alimentación. Luego, para el modo de operación, cuando se

encuentra encendido el μC junto con la fuente auxiliar, y considerando mediciones de alturas menores a 1 m, el DMR-15 consume alrededor de 8 mA. Este consumo representa 8000 veces más que el consumo en modo reposo, de esta manera se

logra aumentar la autonomía del dispositivo. De esta manera, considerando que las pilas son capaces de entregar 300 mA/h, la autonomía total del equipo se estableció en 2 meses, limitada por la cantidad de memoria interna disponible en el μC ,

Respecto a la fuente auxiliar, se determinó experimentalmente un rendimiento de 68% a plena carga. Lo que es aceptable ya que esta fuente se encuentra encendida dos veces por día durante 2 segundos.

CONCLUSIONES

Se diseñó, construyó y verificó el funcionamiento de un dispositivo autónomo destinado a la recolección automática de datos de altura de ríos. El mismo funciona con 3 pilas AA y consta de un transductor de presión sumergible.

El dispositivo desarrollado es compacto, robusto y de fácil instalación, que le confiere la característica de poder instalarlo en lugares de difícil acce-

so y ser resistente a factores climáticos.

Por su prolongada autonomía solo se requieren campañas de recolección de datos cada 2 meses y mediante la interfase USB provista, la actualización, descarga y borrado de datos se realiza de manera sencilla por medio de una PC portátil y un monitor serial. De esta manera se reduce el tiempo necesario para realizar tareas de relevamiento.

Los desvíos de los valores medidos en relación a los datos experimentales se encuentran por debajo de los 2 cm.

La implementación de este dispositivo permitió obtener datos más confiables, que no dependen de un operador y del método tradicional de regla sumergida, y que permite ser instalado en lugares estratégicos, ayudando a caracterizar el recurso hídrico de ríos.

Se encuentra en desarrollando un dispositivo con memoria serie externa que extendería su uso a un período no menor de seis meses.

REFERENCIAS

- Atmel, 2015. 8-bit Microcontroller with 4/8/16/32K Bytes In-System Programmable Flash. Atmel Corporation.
- CP2102, 2015. CP2102/9 single -chip USB to UART bridge. Silabs.com.
- On semiconductor, 2015. MC34063A, MC33063A, SC34063A, SC33063A, NCV33063A. 1.5 A, Step-Up/Down/Inverting Switching Regulators. Onsemi.com.
- On semiconductor II, 2015. Theory and Applications of the MC34063 and $\mu\text{A}78\text{S}40$ Switching Regulator Control Circuits. Onsemi.com.
- NXP 2015. PCF8563 Real-time clock/calendar Rev. 11 — 26 October 2015 Product data sheet. Nxp.com.
- Prefectura naval, 2015. http://www.prefectura-naval.gov.ar/web/es/html/dico_alturas.php
- Vegawell, 2015. Level measurement Hydrostatic VEGAWELL72 Product Information. Vega-america.com.