

Diseño e implementación de un prototipo multiparámetro para monitoreo de fuentes termales volcánicas

Gonzalo Borja¹, Javier Calderón¹, Albert Ramos¹, Pablo Masías¹ y Roxana Flores²

¹ Observatorio Vulcanológico del INGEMMET, Arequipa, Perú - jborja@ingemmet.gob.pe

² Universidad Católica San Pablo

Palabras clave: fuentes termales, monitoreo, conductividad, pH.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las actividades concernientes al monitoreo volcánico se encuentra el monitoreo de aguas termales, actividad importante ya que sus parámetros físico químicos reflejan el estado de actividad de un volcán.

El monitoreo hidroquímico consiste en la medición de parámetros físico-químicos de aguas termales. El monitoreo de aguas termales implica la medición periódica de parámetros físico-químicos. El análisis de las aguas termales permite caracterizar la composición química del agua de fuentes termales (Masías et al., 2006).

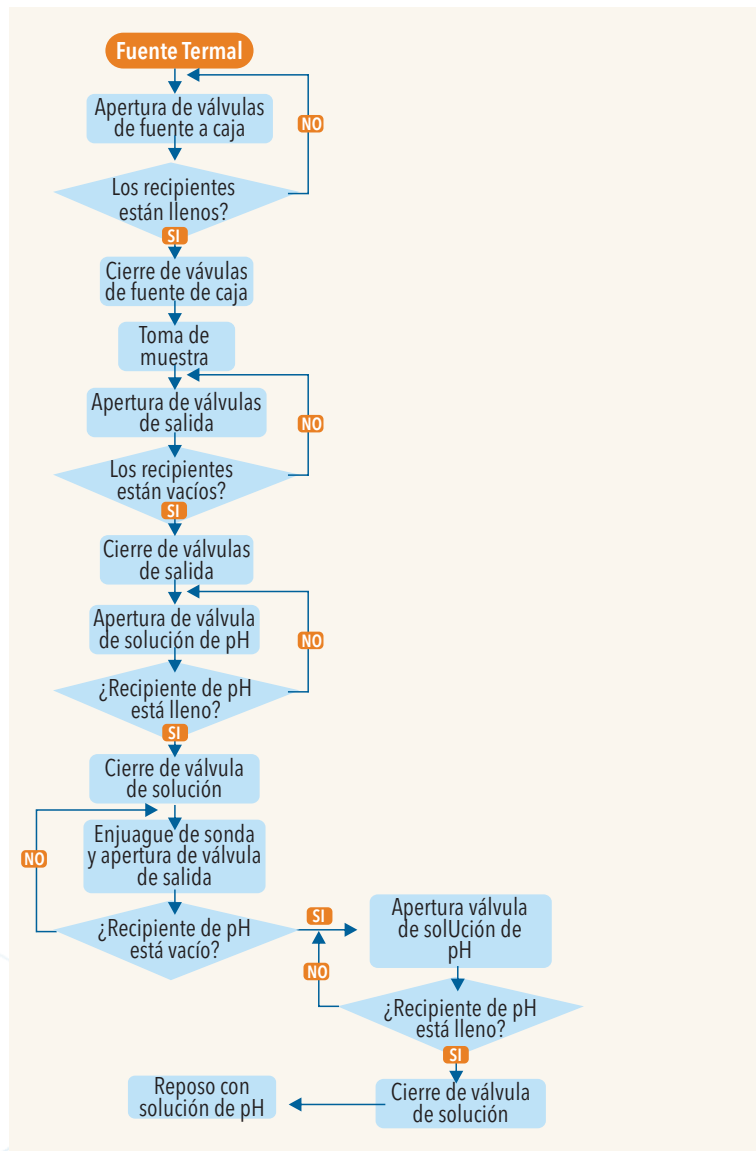
Este proyecto está enfocado en la medición de parámetros físicos como la conductividad, sólidos totales disueltos y temperatura; así como químicos como la acidez (potencial de hidrógenos - pH). Ponemos nuestra atención en la medición de estos parámetros ya que son los más sensibles ante cambios de la actividad de un volcán, y son también los que reportan resultados más rápido.

El método actual utilizado para la medición del agua de fuentes termales es mediante la inmersión simple, el cual consiste en identificar y llegar a la fuente de interés periódicamente lo que implica costos, esfuerzo físico y muchas veces riesgo para el personal. Otra desventaja es el hecho de no contar con información inmediata, ya que llegar a las fuentes conlleva una programación de salidas a campo junto con todos los trámites que implica; esto causa que la frecuencia de realización de esta tarea sea bastante amplia.

1. Propuesta de solución

El proceso adoptado para la medición de los parámetros físico-químicos de las aguas termales es

repetitivo por lo que es posible automatizarlo, la solución que se propone con este proyecto es automatizar dicho proceso mediante el diseño e implementación de un prototipo de medición de parámetros físico-químicos de aguas termales



► Fig. 1 – Diagrama de Flujo propuesto.

(temperatura, conductividad y pH), el cual realizará las mediciones periódicamente, guardará los datos, y enviará la información en tiempo real a través de una red de comunicaciones, para el presente proyecto se utilizará la red de telemetría implementada por el Observatorio Vulcanológico del INGEMMET.

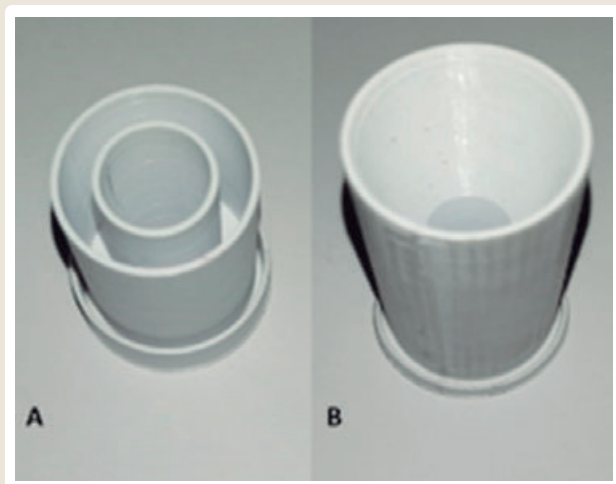
En la Fig. 1 se presenta el diagrama de bloques de la propuesta de solución con el diseño del sistema de flujo de la muestra de la fuente termal.

2. Diseño del sistema

2.1. Sistema mecánico:

El diseño está pensado para simplificar el sistema de tal manera que sea amigable para el usuario. Consiste en una bomba sumergible instalada en la fuente la cual se conecta por una manguera con una electroválvula acoplada a las dimensiones requeridas cuya salida es una "T" que alimenta a los 2 tanques donde se encuentran las sondas de pH y conductividad.

Los recipientes y soportes fueron diseñados en el software Inventor el cual permite hacer diseños de figuras en 3D, se realizó un diseño para cada sonda las cuales son instaladas en unos tanques en donde llega la muestra de agua termal, en la Fig. 2 se puede observar los diseños impresos para las sondas de pH y conductividad.



► Fig. 2 - (A) Diseño realizado para la sonda de conductividad. (B) Diseño realizado para la sonda de pH.

Los diseños encajaron a la perfección brindando hermeticidad al sistema ya que el sistema y la tarjeta electrónica serán instalados en la misma caja de seguridad, por lo que el factor de humedad debe ser considerado, en la Fig. 3 se muestra la sonda de conductividad instalada en el tanque.



► Fig. 3 - Instalación de la sonda de conductividad

El diseño para la sonda de pH fue diseñado para que permita enjuagar la sonda en la solución requerida, esto es para evitar que la sonda pierda la calibración. Se optó por diseñarlo en un cilindro para que ingrese al recipiente con una forma cónica hueca por dentro para que ingrese el agua y en la base cuenta con perforaciones que simulan una ducha que enjuaga la sonda de todos los ángulos.

El resultado fue el esperado, siendo probado con diferentes diseños y en todos dando el mismo resultado. En la Fig. 4 se muestra las pruebas realizadas con el resultado esperado.

En la base de los recipientes se tiene una manguera en cada uno las cuales se conectan mediante otra "T" a una electroválvula acoplada de un lado ya que en la salida las dimensiones son despreciables.

Para la solución se cuenta con un envase al costado de los recipientes cuya salida es una electroválvula acoplada por ambos lados y la salida va por una manguera a el recipiente con la sonda de pH.



► Fig. 4- Comprobación del correcto funcionamiento del soporte para la sonda de pH

2.2. Desarrollo de la tarjeta electrónica

Utilizando la tarjeta electrónica se maneja y programa el cierre y apertura de las electroválvulas para el correcto funcionamiento tal como se explica en el diagrama de bloques.

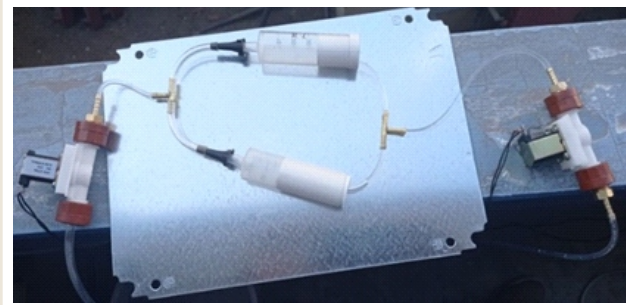
Para el desarrollo de la tarjeta electrónica se considera básicamente una placa de desarrollo Arduino Nano ya que los actuadores a controlar son pocos (2 bombas sumergibles y 3 electroválvulas) y para la realización del código el hecho que toda la plataforma de Arduino sea liberada con licencia de código abierto facilita considerablemente la programación del prototipo Ramos Figueroa (2017).

Junto con la tarjeta de desarrollo se considera utilizar un array de transistores Darlington ULN2803APG, el cual ofrece 8 salidas de alta corriente, para impulsar los actuadores de acuerdo al funcionamiento del sistema mecánico.

Resultados preliminares y trabajos futuros

Las pruebas preliminares realizadas al mecanismo del sistema implementado, como se puede observar en la Fig. 5 demuestran el correcto funcionamiento del sistema, permitiendo empezar con la etapa del diseño de la tarjeta electrónica para el control de las electroválvulas y bomba sumergible.

El prototipo terminado y ensamblado enviará datos de la fuente termal en tiempo real utilizando una conexión a internet o la red de telemetría del Observatorio Vulcanológico de INGEMMET, dependiendo de la ubicación donde se encuentre el prototipo, hasta tres muestras por día logrando un estudio constante de la fuente termal.



► Fig. 5 - Sistema implementado

REFERENCIAS

- Masías, P., Taípe, E., Antayhua, Y., Ramos, D. (2013) Monitoreo de los Volcanes Misti y Ubinas: Periodo 2006-2012. INGEMMET. Boletín, Serie C: Geología Ambiental y Riesgo Geológico, 54, 112 p.
- Ramos, J. A., (2017). Diseño e implementación de un prototipo de medición de potencial espontáneo para el monitoreo del volcán Ubinas [Título profesional, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Académico de la Universidad Nacional del Altiplano. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3690>.