

TITULADOR AUTOMÁTICO: UNA EXPERIENCIA DE TRABAJO INTERDISCIPLINAR

Fernando Daniele⁽¹⁾; Federico Córdoba⁽¹⁾; Leonardo Anchino⁽¹⁾; Lorenzo Depetris⁽¹⁾; Lucio Bea⁽¹⁾; Joel Mercol⁽¹⁾; Micaela Sanmartino⁽¹⁾; Ma. Eugenia Taverna⁽¹⁾; Rebeca Yuan⁽¹⁾; Jessica Pettiti^{(1)*}

(1) Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco
 Av. De la Universidad 501, San Francisco, Córdoba, Argentina
 *jpettiti@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

INTRODUCCIÓN

La titulación es una técnica analítica, que permite determinar la concentración de diferentes especies químicas. Actualmente, en los laboratorios de servicio de la UTN Facultad Regional San Francisco, el proceso de titulación se realiza en forma manual; demandando tiempo de análisis y posibilidad de error operativo. La adquisición de equipamiento automático de estas características resulta extremadamente costoso para una universidad pública. En este sentido, se plantea el desarrollo de un prototipo de titulador automático mediante el trabajo colaborativo (Sampieri et al., 2010) de las diferentes carreras de ingeniería que se dictan en la universidad incluyendo: i) sistemas de información, ii) electrónica; iii) electromecánica, y iv) química. Esta estrategia de trabajo implica la interacción de varias disciplinas, entendida como el diálogo y la colaboración de éstas para lograr un nuevo conocimiento (Carbajal Escobar, 2010).

En particular, en este trabajo se muestran los avances obtenidos en la construcción del prototipo de titulador y los principales logros al trabajar en la Facultad de manera interdisciplinaria.

MÉTODOS

Para llevar adelante el desarrollo del prototipo, el equipo dividió las actividades en función a los perfiles educativos. En la primera etapa el análisis del titulador se realizó bajo la mirada de las cuatro disciplinas ingenieriles.

A continuación, se detallan las actividades de acuerdo a la especialidad.

i) Tareas inherentes a la ingeniería electrónica

En esta área, se llevó a cabo un sistema embebido que realizará el control del proceso de titulación. En la

figura 1 se muestra el diagrama en bloques del sistema que incluye los elementos necesarios para la titulación.

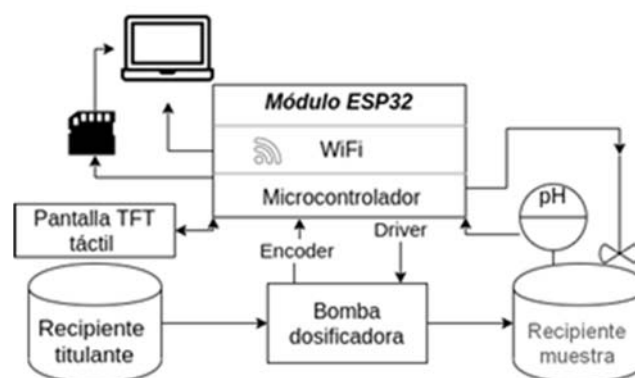


Fig. 1. Diagrama de bloques del sistema electrónico.

De acuerdo a la figura, el sistema de control se encarga de inyectar mediante la bomba la solución titulante sobre la muestra a analizar. A la vez, el sistema realiza la lectura del potencial que entrega un electrodo de pH situado en el recipiente de la muestra. Mediante los datos obtenidos de la medición del volumen añadido del titulante y la medición del potencial, se construye una curva de titulación, cuyo punto de inflexión permite obtener el volumen de titulante que el analista requiere para determinar el analito. Siendo este, la especie química cuya presencia se quiere medir en la muestra, como objetivo del proceso de titulación.

ii) Tareas inherentes a la ingeniería electromecánica

En esta área se realizó el diseño y la construcción de una bomba peristáltica que permitirá dosificar el caudal del titulante. La carcasa de la bomba se fabricó mediante impresión 3D empleando ácido poliláctico. Además, se empleó un motor paso a paso "Nema 17" bipolar, de 12V; y 1,7 A y mangueras termoplásticas del tipo PharMed BPT.

iii) Tareas inherentes a la ingeniería en sistemas de información

En esta primera etapa de elicitación de requerimientos, el área de sistemas concretó entrevistas con los usuarios del área del laboratorio de servicios a fin de desarrollar un producto de software de calidad que se ajuste a lo solicitado.

iv) Tareas inherentes a la ingeniería química

Desde el área de química, se plantearon las diferentes mediciones que se llevarán a cabo para la calibración, el correcto funcionamiento del sistema de control y la adquisición de curvas de titulación.

RESULTADOS

En primer lugar y como principal resultado, el trabajo interdisciplinar permitió no solo enriquecer los cimientos para la construcción y futuro funcionamiento del titulador sino que además dio la posibilidad de la presentación del tema en la tesis de maestría desarrollada por el Ing. Fernando Daniele.

En relación a las actividades para la construcción del titulador se muestran los avances de las distintas especialidades.

Desde el área de electrónica, se logró que los datos fueran adquiridos por el módulo ESP32, que incluye un microprocesador dual Core de 32 bits y WiFi integrado, entre otros. El ESP32 realiza las siguientes funciones: i) se comunica con la pantalla táctil, que brinda soporte a una interfaz de usuario; ii) controla el motor de la bomba; realiza la medición del potencial de un electrodo de pH; iii) controla el motor del agitador de la solución; iv) almacena los resultados en una memoria SD, y v) los muestra en una página web. En la figura 2, se muestra la bomba peristáltica construida por el área de electromecánica.



Fig. 2. Bomba peristáltica desarrollada para el prototipo de titulador

La misma luego debe acoplarse al sistema de control desarrollado por el área de electrónica.

Del trabajo desarrollado por el área de sistemas, quedaron establecidas las funciones principales y de apoyo que debe cubrir el software. Las tareas que se realizan en el laboratorio de servicio, se corresponden con análisis de agua y suelo. En particular, el equipo de titulación se emplearía en el análisis de Kjeldahl y alcalinidad, con lo cual este proceso debería quedar registrado en el sistema, así como también el resultado que se obtiene. Además, con pequeñas modificaciones del titulador, se podría extender su uso a los ensayos de dureza, cloruros y materia orgánica. El sistema también busca presentar una interfaz gráfica que visualice el control sobre la muestra, y las distintas variables que intervienen en el análisis, con el objetivo de tomar decisiones de control en tiempo real sobre el proceso. Se incorporará en el producto del software herramientas de aprendizaje automático, para clasificar las muestras y predecir zonas contaminadas, sobre los datos analizados (Jones, 2018). Las herramientas a utilizar se corresponden con árboles de decisión para la clasificación del agua y suelos, y regresión lineal para determinar los valores a futuro que pueden tomar las muestras.

Finalmente, desde el área de química, se emplearon soluciones reguladoras para calibrar el equipo, observándose que el sistema de control necesita ajustes. Esta actividad se encuentra limitada por la situación emergente actual correspondiente a la pandemia debida al COVID-19.

CONCLUSIONES

Se han llevado adelante las primeras actividades para la construcción del prototipo de titulador, desarrollándose tareas desde las distintas miradas ingenieriles. Es importante resaltar que la fortaleza de este trabajo se encuentra en la mirada holística obtenida por la suma de áreas de distintas disciplinas. Esto permitió no sólo generar conocimiento para el objetivo final de la construcción del titulador sino que además derivó en trabajos específicos de los integrantes del grupo.

REFERENCIAS

- Escobar, Y. C. (2010). Interdisciplinariedad: desafío para la educación superior y la investigación. *Revista Luna Azul*, (31), 156-169.
- Hernandez Sampieri, R; Fernandez Collado, C; Baptista Ma. del Pilar, *Metodología de la Investigación*, McGraw-Hill, México (2010).
- Jones, Herbert; *Minería de Datos*, CPSIA, USA (2018).