

Instrumento Virtual para Biorreactor con Tres Variables de Visualización Básicas para Uso de Prácticas de Laboratorio.

Antonio C. Méndez, Roberto L. Avitia, Gerardo A. Ramírez y Miguel E. Bravo.
Cuerpo Académico de Bioingeniería y Salud Ambiental, Facultad de Ingeniería, Mexicali, UABC-Mexicali

Resumen— El desarrollo de la tecnología a través del tiempo ha permitido que novedosos equipos de uso Biotecnológico y Biomédico tengan la necesidad de irse adaptando a las necesidades de los nuevos laboratorios tanto profesionales como aquellos dedicados a la docencia. En el laboratorio de Bioingeniería de la Facultad de Ingeniería Mexicali, aunque se cuenta actualmente con novedosos equipos como los de espectrofotometría, que permiten obtener el crecimiento bacteriológico en un medio de cultivo que se genera en un biorreactor, existen necesidades de equipos básicos en la que la tecnología y la inventiva de los estudiantes puede solventarse sin mayores problemas. En este trabajo se presenta la construcción de un biorreactor con interface gráfica basada en instrumentación virtual, el cual puede visualizar tres parámetros fisiológicos básicos en el diseño de muestras homogéneas de cultivos bacteriológicos para los laboratorios de microbiología y similares. Los resultados muestran un biorreactor con control de velocidad de agitador, medidas de la temperatura y del potencial de hidrogeno (PH) que se genera dentro del mismo. El tiempo de desarrollo de las mezclas puede variar según el usuario de entre desde un minuto hasta varias semanas, indispensable en la enseñanza del crecimiento bacteriológico.

Palabras clave— Docencia en instrumentos virtuales, Biorreactor y Variables biológicas.

I. INTRODUCCIÓN

El laboratorio de Bioingeniería de la Facultad de Ingeniería UABC pertenece a un programa educativo de nivel licenciatura y de relativa reciente creación (2009). A pesar de los esfuerzos que se han realizado para el equipamiento del mismo, existen necesidades de tecnologías de última generación, los cuales resultan en la mayoría de los casos equipos con altos costos para el programa educativo. Algunos de las ventajas que tienen los nuevos equipos, se basan en capacidades de software que el equipo mismo tiene integrado como “firmware” y que es para algunos de ellos actualizable.

Así de esta manera se tienen microscopios, micro-balanzas, osciloscopios, generadores, etc., que ya no se fabrican y por lo tanto no tienen soporte, pero que cuentan con puerto de comunicación para una computadora.

Por otro lado para el desarrollo docente y en específico en prácticas de microbiología, normalmente se utilizan matraces Erlenmeyer e incubadoras de agitación, donde se distribuye el cultivo bacteriológico que posteriormente será analizado por medios de espectrofotometría [1], lo cual hace que el proceso de la elaboración del cultivo no se lleve a cabo de

manera uniforme y/o automático, donde se pudieran entre otras cosas visualizar las variables biológicas que intervienen.

En el presente trabajo se muestra la elaboración de un biorreactor que cuenta con agitador y control de velocidad, así como mediciones mediante instrumentos virtuales de temperatura y potencial de hidrogeno, el cual puede utilizarse en la docencia de prácticas especializadas de crecimiento microbiano, cultivo de algas o en aplicaciones donde se necesite un biorreactor. Los resultados muestran los instrumentos virtuales necesarios para la adquisición de datos mediante una computadora y una tarjeta de adquisición de datos, así como las tablas de medición de temperatura y potencial de hidrogeno en formato *.xls*.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la implementación del biorreactor especializado se utilizó una tarjeta de adquisición de datos NI USB 6009 y el software de instrumentación virtual Labview 2013, del cual la universidad tiene la licencia académica y nos permite desarrollar prototipos para uso universitario. En el diseño de un biorreactor se consideraron como básicas las variables de temperatura (T) y potencial de hidrogeno (PH).

- 1) *Diseño del Biorreactor.* En el diseño del biorreactor se utilizó un motor *Minertia* modelo (UGTMEM-01SSW11) con un voltaje de operación 5 volts dc y 2.2 A de tolerancia máxima, que permita medir las Revoluciones por Minuto (RPM) en pantalla, así como un sensor de temperatura *LM35* con un voltaje máximo de 5 volts dc, un sensor de PH marca *Hanna Instruments* de membrana de vidrio, un agitador industrial de acero inoxidable, una bomba de pecera, un recipiente de una capacidad de 6 litros, una fuente de laboratorio con 3 salidas de voltaje, una tarjeta de adquisición de datos NI USB 6009 con la adquisición que se muestra en la Fig. 1.

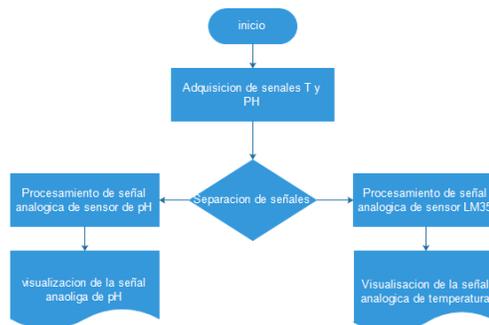


Fig. 1. Diagrama de Flujo de la Adquisición de Señales Biológicas Básicas

- 2) *Medición de temperatura (T).* Para la temperatura utilizamos un sensor LM35 de respuesta lineal y con 10 mV de sensibilidad. Se utilizó para un rango de temperatura de entre 0 y 100 °C, para lo cual fue necesario mediante el algoritmo de acondicionamiento virtual realizar una amplificación por 100, así como una tabla de desplegado y captura de datos de las mediciones. Dicho sensor se pone dentro del bioreactor con una cubierta protectora de *termoform*, que permite que no se exponga de manera directa con el medio de cultivo, pero que pueda realizar la conversión de la temperatura mediante convección [2].

- 3) *Mediciones de potencial de hidrogeno (PH).* Utilizando el sensor *Hanna Instruments*® con una polarización de +/-9 volts de dc. Con la membrana de vidrio del sensor y una solución con PH de 7 creada en el laboratorio, se obtuvo una relación lineal de voltaje y PH de entre 0 y 14, de acuerdo a lo recomendado por los manuales de prácticas de Mejía et al, 2011 [3]. Los voltajes enviados a la tarjeta de adquisición de datos varían de entre -1.4 y 4.2 volts de dc, lo cual permite visualizar de manera constante por tiempos cortos y prolongados hasta 24 horas de registro.

- 4) *Algoritmo de Instrumentación virtual.* A fin de contar con un programa virtual de visualización de variables biológicas y de control de velocidad del agitador con registro de datos en formato *.xls*, se desarrolló una plataforma utilizando Labview 2013, según se muestra en el diagrama de bloques de la siguiente Fig. 2.

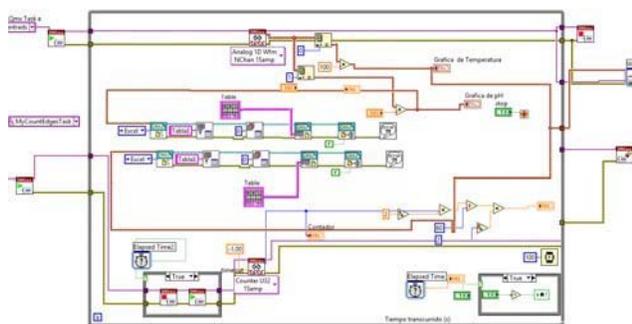


Fig. 2. Diagrama a bloques de instrumentos virtuales que participan en la adquisición, medición y registro de variables dentro del biorreactor.

III. RESULTADOS

De acuerdo a la construcción del biorreactor este cuenta con un agitador controlado por el servomotor, una llave dispensadora para la toma de la muestra para posterior

análisis, así como los sensores dentro del recipiente de vidrio que permitirá contener el cultivo durante el tiempo deseado.



Fig. 3. Biorreactor construido para docencia en prácticas de laboratorio.

La siguiente Fig. 4, se puede apreciar la lectura de temperatura contenida dentro del biorreactor, para un intervalo de tiempo de 7 minutos, que además muestra la fecha y toma exacta en que fue elaborado el cultivo.

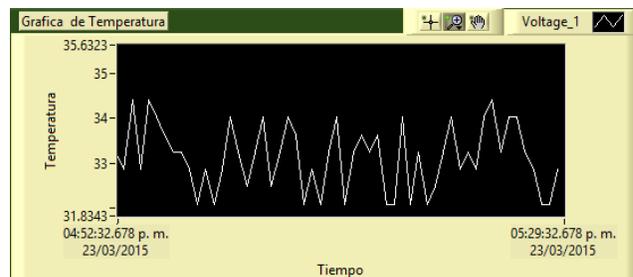


Fig. 4. Lectura de temperatura en instrumento virtual para una lectura de 7 minutos.

La siguiente Fig. 5, se puede apreciar la lectura del potencial de hidrogeno contenida dentro del biorreactor, para un intervalo de tiempo de 37 minutos, que además muestra la fecha y toma exacta en que fue elaborado el cultivo.

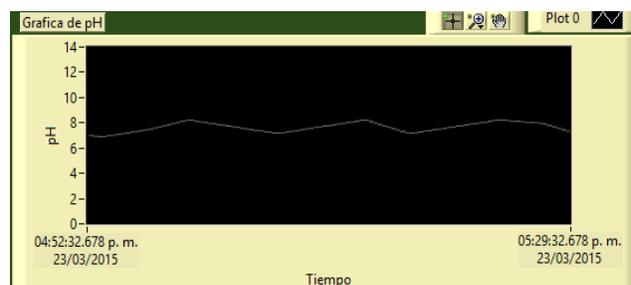


Fig. 5. Lectura de temperatura en instrumento virtual para una lectura de 37 minutos.

Como puede apreciarse en la Fig. 6 se muestra el instrumento virtual completo, para el control de velocidad del agitador en unidades de RPM, las gráficas de medición de variables biológicas y la tabla de datos en formato .xls que pueden llevarse a un disco duro como parte de las características y ventajas que puede ofrecer un instrumento virtual.

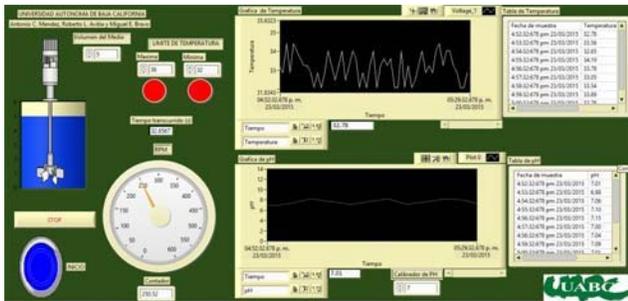


Fig. 6. Instrumento virtual completo para lectura de variables biológicas de biorreactor con control de velocidad de agitador y tablas de datos en .xls.

IV. DISCUSIÓN

En principio se decidió hacer 5 tomas que realizara dicho proyecto las cuales son toma de temperatura, pH, RPM, concentración, toma de muestra realizadas hasta el momento 3 las cuales se realizaron solo con conocimientos aprendidos en la carrera y con materiales al alcance de cualquier alumno en una carrera profesional. Como se muestra en los resultados las tomas se realizaron con circuitos básicos. A su vez se muestra como de manera más concreta y sin usar los equipos especializados (que pueden llegar a costar miles de pesos y con el paso del tiempo se vuelvan ya obsoletos) se logró realizar un biorreactor operativo con sensores comerciales de fácil alcance para uso de prácticas en docencia del laboratorio de microbiología o similares, y que funcionaran adecuadamente, así como al cual se le podrán seguir añadiendo funciones y sensores como se desee, o como los requerimientos de la clase en concreto de que se trate lo necesite, pudiendo así realizar la enseñanza del laboratorio sin la compra de equipos tan costosos.

Al terminar la primera etapa del proyecto en cuestión, se realizaron pruebas de funcionalidad tanto como de resistencia de los materiales y los sensores usados como se muestra en los resultados dentro de los márgenes aceptables.

V. CONCLUSIÓN

El proyecto de docencia en Bioingeniería se presentó una rápida respuesta ante el avance de la tecnología, así como a los altos costos de equipos, ya que con el conocimiento de cómo usar un software de instrumentación virtual se puede añadir y programar otras características y/o variables en específico, como las pretendidas en el presente trabajo. Se pretende finalizar la etapa de muestreo automático la cual contara con un sistema de análisis de la muestra que nos indicará el crecimiento del cultivo o muestra bacteriológica, la cual consta de dos etapas: la toma de la muestra automáticamente con una bomba peristáltica y un espectrofotómetro conectado a la plataforma de Labview.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. A. Solís-Domínguez, , “Práctica 6, Curva de Crecimiento Microbiano”, Manual de Prácticas de Microbiología, Laboratorio de Bioingeniería de la Facultad de Ingeniería, Mexicali, UABC, 2012.
- [2] National Semiconductors, Hoja de características técnicas del sensor LM35, <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>, 2012.
- [3] I. E. Mejía, Eia.edu.co, 2011, 12 Mayo, 2015 url: http://bioinstrumentacion.eia.edu.co/Laboratorios/Bio/Practica_7_2011_1_Bio.pdf
- [4] A. González, N. Leone, M. Murdoch, Fing.edu.uy, 2009, 12 Mayo, 2015, Url: <http://ie.fing.edu.uy/publicaciones/2009/GLM09/GLM09.pdf>
- [5] National Instruments, “Using the Senorex S8000 pH Electrode with NI Wireless Sensor Networks (WSN)”, 2009, 13 Mayo 2015, Url: <http://www.ni.com/product-documentation/9955/en/>