

Analysis of Temperature, Humidity and Light in Environments for Developing Micro-Organisms Using Arduino Board and Matlab

Oskar Machicao
200711401@mail.urp.edu.pe
Diego Torres
200710386@mail.urp.edu.pe
Juan Vega
200616063@mail.urp.edu.pe
Profesor: Roxana Morán
rmoran@mail.urp.edu.pe

Curso: CE 0806 Taller de Electrónica III

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica
Universidad Ricardo Palma

RESUMEN: En el documento presentado, se describe un sistema de sensado analógico para analizar el desarrollo de microorganismos en entornos específicos. El proyecto es implementado usando una plataforma Arduino vinculada con el software de simulación Matlab en un computador. Información sobre el desarrollo de microorganismos, la temperatura e iluminación del entorno, la humedad relativa, los sensores analógicos y su calibración, las particularidades y cualidades de la plataforma Arduino, el Matlab y su interfaz con periféricos y la programación; son referenciados en el documento. Finalmente se exponen y analizan los resultados experimentados y su simulación.

ABSTRACT: In the presented research, it is described an analog sensed system to analyze the development of microorganisms in specified environments. This project is implemented using Arduino Board linked with Matlab simulation software in a computer. Information about the development of microorganisms, temperature and illumination of their environment, relative humidity, analog sensors and its programming; are referenced in this document. Finally, there are exposed and analyzed the experimented results and its simulation.

1 INTRODUCCIÓN

Los ambientes capaces de albergar vida microbiana reflejan el amplio espectro de la evolución de estos organismos. Los microorganismos se hallan capacitados para acometer una extensa gama de reacciones metabólicas y adaptarse a muchos ambientes diferentes.

Este informe presenta un experimento de laboratorio de sensado analógico, capaz de estudiar los

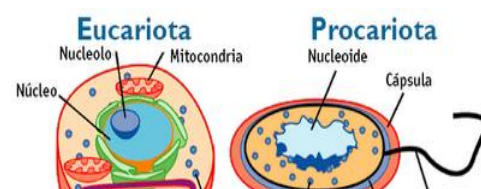
ambientes donde se desarrollan los microorganismos; que contiene elementos de teoría, análisis desde el punto de vista electrónico, simulación por computadora, procesamiento de la señal analógica de los sensores con el Arduino, y presentación de resultados. El proyecto gira en torno a tres factores que determinan la evolución de la vida microbiana en distintos contextos: Temperatura, Luz y Humedad Relativa (RH).

Se presentan tres plex para simular células de cultivo con condiciones ambientales distintas. La plataforma Arduino nos ofrece facilidad de comunicación de su microcontrolador con los ambientes a través de sus puertos analógicos; así como un entorno de desarrollo óptimo para la programación en el computador. A su vez, nos provee de conectividad tipo USB para poder conectarlo con computadores sin puerto serial como las portátiles. La simulación por computadora a través del software Matlab se usa para graficar el progreso de las variables de sensado a través del tiempo.

2 PLANO BIOLÓGICO

2.1 MICROBIOLOGÍA

La microbiología es hoy una ciencia dinámica que tiene ramificaciones en prácticamente todos los aspectos de la vida humana. Se define como el estudio de los microorganismos, un grupo amplio y diverso de organismos microscópicos que existen como células aisladas o asociadas; también incluye el estudio de los virus, que son microscópicos pero no celulares. Por microorganismo entendemos además, a cualquier organismo vivo que no sea visible a simple vista.



les permiten usar la luz como fuente de energía y, por tanto, sus células suelen ser intensamente coloreadas.

2.4 CRECIMIENTO MICROBIANO

En microbiología, la palabra crecimiento se define como un incremento en el número de células. El crecimiento es un componente esencial de la función microbiana, ya que en la naturaleza cualquier célula tiene un periodo de vida finito y la especie se mantiene como resultado del crecimiento continuo de la población[2].

Como ciencia biológica aplicada, la microbiología, trata de muchos problemas prácticos importantes en la medicina, la agricultura y la industria. Muchas de las enfermedades más importantes del hombre, de otros animales y de las plantas son producidas por microorganismos.

2.2 LOS MICROORGANISMOS COMO CÉLULAS

La célula es la unidad de vida fundamental. Una célula es una entidad aislada de otras células por una membrana celular (y quizá por una pared celular) que contiene en su interior diversos compuestos y estructuras subcelulares.

Un análisis detallado de la estructura celular interna permite diferenciar dos tipos de células: la procariótica y la eucariótica. (ver fig. 1). Las células eucarióticas son por lo general más grandes y estructuralmente más complejas que las procarióticas, y una característica diferencial de ambas es la presencia de estructuras limitadas por membranas, en las eucarióticas, llamadas orgánulos. Los microorganismos eucarióticos son las algas, los hongos y los protozoos; mientras que los procariontes comprenden a las bacterias y las Archaea.

2.3 DIVERSIDAD FISIOLÓGICA

Todas las células requieren energía. Esta se puede obtener de tres modos: a partir de compuestos orgánicos, a partir de compuestos inorgánicos o a partir de la luz. (ver fig.2)

Los organismos que obtienen la energía a partir de compuestos orgánicos se llaman quimiorganótrofos, y constituyen la mayor parte de los organismos que se han logrado cultivar.

Varios procariontes pueden captar la energía que está disponible en compuestos inorgánicos. Este tipo de metabolismo se llama quimiolitotrofia. Los microorganismos fototróficos contienen pigmentos que

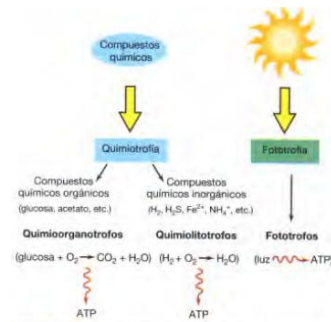


Figura 2. Opciones metabólicas para la obtención de energía.

2.4.1 EFECTOS AMBIENTALES

Las actividades de los microorganismos se ven muy afectadas por las condiciones químicas y físicas del medio. El conocimiento de los efectos ambientales nos permite explicar la distribución de los microorganismos en la naturaleza y hace posible diseñar métodos que controlen o potencien las actividades microbianas. Algunos de los factores ambientales que son más relevantes en el control del crecimiento microbiano son la temperatura, el pH, la disponibilidad de agua, la luz y el oxígeno.

2.4.2 EFECTO DE LA TEMPERATURA

La temperatura es uno de los factores más importantes que afectan el crecimiento y a la supervivencia de los microorganismos

Para cada organismo existe una temperatura mínima por debajo de la cual no es posible el crecimiento, una temperatura óptima a la que se produce el crecimiento rápido, y una temperatura máxima por encima de la cual no es posible el crecimiento. La

temperatura óptima está siempre más cerca de la máxima que de la mínima. Estas tres temperaturas son conocidas como temperaturas cardinales o fundamentales.

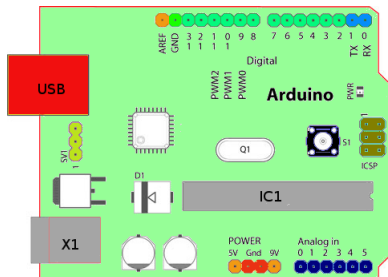


Figura 3 Diagrama de pines del Arduino.

3 PLANO ELECTRÓNICO

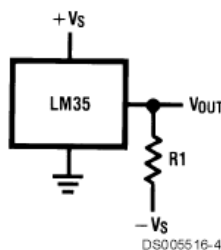
3.1 ARDUINO BOARD

Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar.

Arduino puede tomar información de su entorno pues consta con pines digitales (I/O), pines de transmisión y recepción serial (Tx/Rx), y pines de entrada analógica. (Ver fig.3) Podemos desarrollar entonces un entorno programable que vaya con nuestras necesidades, su lenguaje de programación es propio llamado Arduino también (se basa en Wiring) y su IDE también es propio.

3.2 SENSOR LM35

Los sensores de temperatura de la serie LM35 son circuitos integrados de precisión, en el cual su voltaje de salida es linealmente proporcional a la temperatura en Celsius. El LM35 tiene una ventaja sobre los sensores de temperatura calibrados en Kelvin, tal que el usuario no necesita extraer una constante larga de voltaje desde su salida para obtener una escala en Celsius. El LM35 no requiere ninguna calibración externa y va desde -55 hasta +150°C.



Choose $R_1 = -V_S/50 \mu A$
 $V_{OUT} = +1.500 \text{ mV at } +150^\circ C$

3.3 SENSOR DE HUMEDAD HIH-4000-003

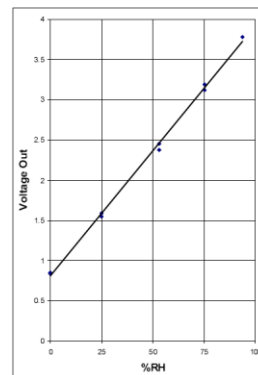
Los sensores de humedad de la serie HIH -4000 están diseñados para la medición de humedad relativa exacta dado que se puede conectar directamente a un controlador u otro dispositivo y esto gracias a su voltaje lineal de salida. (Ver fig.5) Con una corriente típica de solo 200uA, las series HIH-4000 están idealmente adecuadas para bajo consumo en sistemas operados por batería.

3.3.1 HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa es la humedad que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica. Esta es la forma más habitual de expresar la humedad ambiental. Se expresa en tanto por ciento %:

$$RH = \frac{P(H_2O)}{P^*(H_2O)} \times 100\% \quad (1)$$

Dónde P(H₂O) es la presión parcial de vapor de agua en la mezcla de aire y P*(H₂O) es la presión de saturación de vapor de agua a la temperatura en la mezcla de aire.



3.4 L

Figura 5. Gráfico más aproximado de la que el valor respuesta por la luz incidente, esta estructura posee unas propiedades de fotoconductancia de la estructura cristalina de la cual

está hecha. El material por lo general suele ser sulfuro de cadmio CdS.

La variación del valor de la resistencia tiene cierto retardo, diferente si se pasa de oscuro a iluminado o de iluminado a oscuro. Esto limita a no usar los LDR en aplicaciones en las que la señal luminosa varía con rapidez. El tiempo de respuesta típico de un LDR está en el orden de una décima de segundo. [4].

3.4.1 ILUMINACIÓN: LUX Y LUMEN.

El lux es una unidad derivada, que se basa en el lumen, que a su vez es una unidad derivada basada en la candela.

Tabla 1. Cantidad de lux para situaciones comunes.

Iluminancia	Ejemplo
0,00005 lux	Luz de una estrella (Vista desde la tierra)
0,0001 lux	Cielo nocturno nublado, luna nueva
0,001 lux	Cielo nocturno despejado, luna nueva
0,01 lux	Cielo nocturno despejado, cuarto creciente o menguante
0,25 lux	Luna llena en una noche despejada
1 lux	Luna llena a gran altitud en latitudes tropicales
3 lux	Límite oscuro del crepúsculo bajo un cielo despejado
50 lux	Sala de una vivienda familiar
80 lux	Pasillo/cuarto de baño
400 lux	Oficina bien iluminada
400 lux	Salida o puesta de sol en un día despejado
1000 lux	Iluminación habitual en un estudio de televisión
32.000 lux	Luz solar en un día medio (mín.)
100.000 lux	Luz solar en un día medio (máx.)

4 PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

En el ámbito de la biología, el estudio de los microorganismos cobra mucha importancia para analizar su hábitat, desarrollo y características; para esto se debe conocer que existen variables físicas exteriores o factores que determinan su desarrollo tales como temperatura, humedad, luz, presión, salinidad, etc. El buen manejo y control de estas variables nos permite establecer condiciones necesarias para su estudio y por eso se ve una necesidad de medir estos factores usando la tecnología.

En la instrumentación de los laboratorios de biología encontramos distintos medidores de estos factores, pero dado su uso manual, empírico e instantáneo; se desea aportar un sistema capaz de medir a través de sensores electrónicos, procesarlos digitalmente y mostrarlos en un ordenador mediante un programa de alta robustez científica que nos permita manejar estos datos, graficarlos y disponer de ellos aún después de la medición.

5 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Dado el avance de la tecnología y el buen aporte que representa ésta para las demás ciencias nos permite investigar, desarrollar e implementar un sistema electrónico capaz de medir 3 variables físicas escogidas por su trascendencia como son la temperatura, la

humedad relativa y la luz. Tratarlas en una plataforma comercial denominada Arduino, en la que va montada un microcontrolador ATmega328 con interfaz serial hacia un ordenador. A su vez, aprovechar el uso de el software Matlab, el cual es un software matemático con lenguaje de programación propio denominado 'lenguaje M'. Este programa permite al usuario acceder al puerto serial y por ello la iniciativa de unir la practicidad de la plataforma Arduino con un software de alta categoría científica para poder tener un sistema de alta tecnología y que brinde una solución a las necesidades de medición de los factores mencionados anteriormente de una manera muy efectiva.

Se ha desarrollado un algoritmo de medición, transferencia, escalabilidad y almacenamiento de los valores medidos el cual se presentará más adelante a manera de flujograma, también se mostrará cómo se da la comunicación entre ambas entidades Arduino y Matlab, programando en ambos para una buena transferencia de datos y ploteo de los mismos.



Figura 6. Flujograma de funcionamiento de Arduino. El algoritmo de programación del Arduino se configura para que realice una lectura analógica del voltaje de referencia que ingresa al 'analog port' 5 y éste lo lleva a un digital converter de 10 bits. Esto significa que mapeará los voltajes de entrada entre 0 y 5 voltios en valores enteros entre 0 y 1023. Generando una resolución de 0.0049 volts (4.9mV) por

Figura 8. Diagrama de flujo del algoritmo programado en Matlab

6 RESULTADOS

Como fue mencionado anteriormente, este proyecto se orienta hacia el análisis de los factores de temperatura, humedad y luz en el desarrollo de microorganismos. Estas mediciones nos ayudan a comprobar en qué y cuáles son los ambientes favorables o no favorables para el desarrollo de los mismos.

Los resultados del proyecto se expresan en las gráficas obtenidas en Matlab

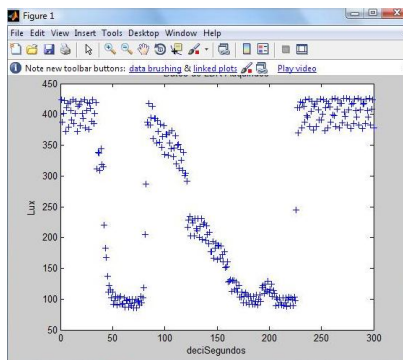


Figura 9. Variación de la Luz.

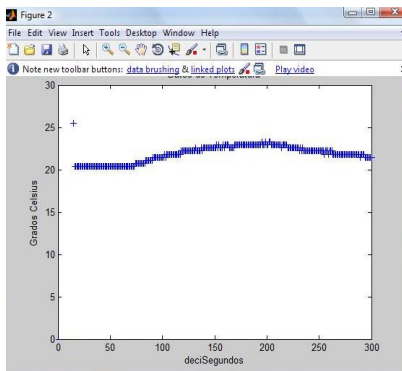


Figura 10. Variación de la Temperatura

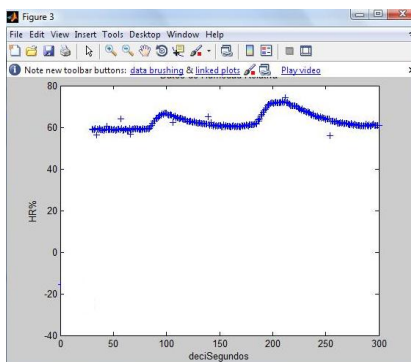


Figura 11. Variación de la Humedad Relativa.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos en las simulaciones se guardan en una matriz, y pueden tenerse a disposición indicando el tiempo en el que el usuario desea saber cuál fue el valor de la variable.

```
Command Window
>> t (30)
ans =
    20.3840
>> t (55)
ans =
    20.3840
>> t (200)
ans =
    22.9320
fx >>
```

Figura 12. Obtención de Temperatura guardada.

```
Command Window
>> hr (30)
ans =
    59.1474
>> hr (80)
ans =
    59.1474
>> hr (240)
ans =
    65.2948
fx >>
```

Figura 13. Obtención de Humedad Relativa guardada.

7 CONCLUSIONES

El sistema utilizado es muy eficaz debido a que se cuenta con sensores lineales y de gran aplicación debido a sus ventajas anteriormente mencionadas.

La plataforma Arduino es muy práctica y da muchas ventajas para el sensado, pues tiene una buena resolución en su ADC interno, así como una muy buena velocidad en la lectura analógica.

El Matlab es una herramienta muy bien catalogada científicamente que nos brinda la oportunidad de manejar los datos y almacenarlos para poder usarlos después; da además, la ventaja de manejar esos datos en futuras aplicaciones o usarlos según nuestros intereses tales como: manejo de fórmulas, estadísticas, base de datos, análisis y simulación con los valores obtenidos.

El sistema realiza un sensado automatizado, el cual es muy útil en la instrumentación y establecimiento de factores previos para un estudio de microorganismos.

En el marco teórico biológico estudiado, pudimos notar que las condiciones óptimas para el desarrollo de estos microorganismos es cuando la temperatura, luz y humedad relativa están en condiciones normales. Más luz de lo normal favorece principalmente a los seres fotosintéticos. La temperatura hace lo propio con los

seres termófilos. La humedad lo es con los seres fúngicos. Sin embargo hay casos como: alta temperatura, humedad baja; en los que los microorganismos ven afectado su desarrollo y el crecimiento de su población debido a que las altas temperaturas los eliminan. En el caso de temperaturas bajas y alta humedad; los inhibe y los deja sin actividad.

8 BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. Carillo. (2003). Microbiología Agrícola (cap.1) [En línea]. Disponible en: <http://www.unsa.edu.ar/>
- [2] Brock, "*Biología de los Microorganismos*", 10ma. ed., Prentice Hall, pp. 137-167 , 2003.
- [3] Disponible en: <http://www.arduino.cc/es/>
- [4] Eduardo J. Carletti (2009). Sensores – LDR. Descripción y funcionamiento [En línea]. Disponible en: http://robots-argentina.com.ar/Sensores_LDR.htm