



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”  
Multidisciplinario  
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México  
ISBN: 978-607-95635

## SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE SEÑALES BIOELÉCTRICAS CON ACCESO REMOTO A TRAVÉS DE WIFI.

Chaparro Castro Dulce Tomasa, Ricardo Velasco Nayeli. M en C. Enríquez Ortiz Cytia Eugenia, M en C. Alberto Hernández Pérez.

[tommy\\_dulce\\_bep@hotmail.com](mailto:tommy_dulce_bep@hotmail.com), [ahernandezpe@ipn.mx](mailto:ahernandezpe@ipn.mx)

\*Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional, Av. Instituto Politecnico Nacional 2508, Barrio la laguna Ticomán, Guatavo A. Madero, 07340, México, D.F.

### RESUMEN.

El proyecto propuesto se enfoca en implementar un sistema con acceso remoto que realice el envío y recepción de señales bioeléctricas provenientes de sensores, mediante los cuales se identifica el estado físico de plantas vasculares, dentro del laboratorio de Biotecnología del Cinvestav. El acceso al sistema se efectuará a través de una página web dinámica con la finalidad de notificar al fisiólogo la temperatura y luz ambiente a la que se encuentra sometida la planta, permitiéndole realizar acciones como encender y apagar el sistema de riego y de ventilación.

**Palabras clave:** Señales bioeléctricas, transmisión inalámbrica, acceso remoto.

### ABSTRACT.

The proposed project focuses on implementing a system with remote access you are sending and receiving bioelectric signals from sensors, through which the physical state of vascular plants in the laboratory of Biotechnology Cinvestav identified. Access to the system is made through a dynamic web page in order to notify the physiologist temperature and ambient light that is



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

under the ground, allowing you to perform actions such as turning the irrigation system and ventilation.

**Keywords:** bioelectric signals, wireless transmission, remote Access.

### INTRODUCCION.

El impacto que han tenido las comunicaciones inalámbricas en los últimos años ha sido asombroso. En general, la tecnología inalámbrica utiliza ondas de radiofrecuencia de baja potencia y una banda específica (espectro) de uso libre o privado para transmitir entre dispositivos. Una de las tecnologías más extendidas es Wi-Fi (IEEE 802.11), la cual nos permite interconectar diferentes clases de dispositivos de alta velocidad desde un punto de acceso.

En este proyecto se propone realizar un sistema con acceso remoto para envío y recepción de señales bioeléctricas que emite una planta vascular, la cual se encuentra expuesta a determinados niveles de temperatura y humedad.

Por medio de la tecnología inalámbrica Wi-Fi, el sistema será accedido a través de internet, mediante una aplicación web, en donde el usuario podrá consultar información relacionada con el estado vascular de la planta, la humedad, y el nivel de temperatura a la que se ha sometido la planta.

Asimismo se podrá visualizar gráficamente el comportamiento de dichas variables mostrando la siguiente información:

- Gráfica del sistema vascular.
- Gráfica de nivel de temperatura.

“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”  
Multidisciplinario  
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México  
ISBN: 978-607-95635

- Gráfica de humedad.

Además esta aplicación permitirá la descarga de los datos obtenidos, requeridos por el usuario. Una vez consultada la información necesaria, el sistema ofrecerá al usuario la posibilidad de realizar las siguientes operaciones remotas dentro del laboratorio:

- Control de Riego por goteo.- Es importante porque tanto el exceso como la falta de agua en el suelo durante un tiempo prolongado, restringe el crecimiento de las plantas.
- Control de Ventilación.- Influye en la disminución de temperatura.

### METODOLOGÍA.

El sistema de transmisión de señales bioeléctricas con acceso remoto mediante Wi-Fi, se divide en dos bloques mostrados en la figura 1.

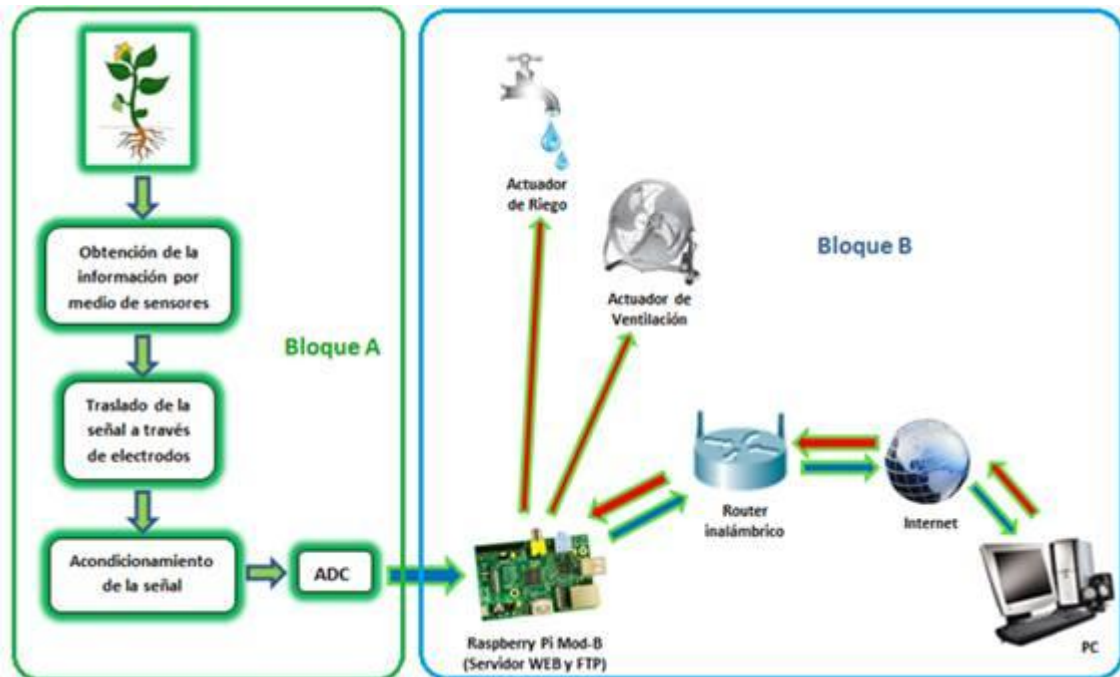


Figura 1. Diagrama a bloques de transmisión inalámbrica de una señal bioeléctrica.



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

El Bloque A, es el encargado de adquirir la señal bioeléctrica, por medio de electrodos enlazados a los sensores que estarán capturando continuamente los parámetros del estado físico de la planta. Dentro de la gran variedad de electrodos que existen, para este prototipo se utilizan los electrodos de referencia los cuales se derivan de los electrodos tipo invasivos profundos (aguja), de tipo plata/cloruro de plata. Estos electrodos serán insertados en el tallo de la planta vascular, ya que sirven como conductores mediante los cuales puede circular corriente eléctrica.

La información obtenida posteriormente se conduce a una etapa de acondicionamiento de la señal, donde se realiza el tratamiento necesario para que la señal bioeléctrica cumpla las necesidades requeridas. Realizando dentro de esta etapa, el acoplamiento de impedancias de los electrodos, la amplificación de la señal bioeléctrica y el filtrado de las mismas.

Para la etapa de digitalización se utiliza una tarjeta de adquisición de datos (DAQ) *national instruments* USB-6008; mediante este dispositivo se efectúa la conversión analógico-digital a 10 bits de resolución.

En el Bloque B, es necesario tener a disposición de los datos recibidos por la etapa de acondicionamiento del bloque A, ya que son enviados a la tarjeta Raspberry pi B, para después transmitir la información a través de Wi-Fi por medio de un punto de acceso.

La Raspberry pi B, es un pequeño ordenador de tamaño de una tarjeta de crédito que se conecta a una pantalla y un teclado. Su consumo eléctrico es mínimo. Esta pequeña computadora tiene la capacidad de proporcionar al usuario varias funciones que la PC de escritorio realiza como lo es trabajar con



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

hojas de cálculo, procesadores de texto y juegos. Es una excelente herramienta para ingenieros y desarrolladores de software, además de ser ideal para proyectos de control y automatización, con un sistema operativo de Linux. La placa tiene varios puertos y entradas: puertos USB y Ethernet, salida de video y audio a través del conector HDMI (High-Definition Multimedia Interface), salida de video compuesto y salida de audio a través de un minijack. Estos puertos permiten conectar la minicomputadora con otros dispositivos, teclados, ratones y pantallas. [1]

La Raspberry pi, es la encargada de la trasmisión de la señal bioeléctrica, haciendo uso de la tecnología Wi-Fi. Ya que algunas de las ventajas que nos ofrece la infraestructura son las siguientes:

- Movilidad: permite que un ordenador pueda conectarse a la red desde cualquier lugar que tenga cobertura inalámbrica.
- Coste reducido y fácil instalación: instalación barata ya que solo hay que añadir uno o varios puntos de acceso para que los equipos puedan conectarse a la red.
- Variedad de topologías: WLAN admite una gran variedad de topologías por lo que los usuarios pueden adaptarlas a sus necesidades de manera sencilla.
- Escalabilidad: Tan solo se deben añadir más puntos de acceso para que aumente la cobertura inalámbrica y el número de usuarios que se puedan conectar al mismo tiempo.
- Flexibilidad: las WLAN, al ser inalámbricas permiten llegar a zonas de complicado acceso a través del cableado. [2]

Dentro de la misma Raspberry pi, se encuentra el servidor web, el cual se encarga de que el usuario pueda controlar los distintos elementos del sistema



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

resolviendo sus peticiones, las cuales son hechas por un cliente http (un navegador web), que después de realizar la petición espera la respuesta del servidor.

Durante la investigación fue realizado el análisis de los posibles servidores a utilizar, limitándonos por el sistema operativo Linux, debido a que es con el que cuenta la Raspberry pi. Considerando tres posibles opciones, Flask, Lighty y Apache.

Considerando el análisis se selecciono Apache HTTP, también llamado simplemente Apache, es el estándar en la entrega de servicios web y ha abierto el camino para la mayor expansión de las capacidades de la web. Apache se basa en una plataforma de servicio web de fuente abierta originalmente desarrollada para servidores de Linux/Unix, pero se configuró posteriormente para que funcione con Windows y otros sistemas operativos. Algunas de las ventajas que ofrece Apache Web Server, son:

- Apache Web Server es un software de código abierto.
- Permite a cualquier programador crear una solución personalizada basada en el programa núcleo de Apache, o ampliar las funciones del software.
- Se actualiza constantemente.
- El servidor web Apache es completamente gratuito
- Tiene un gran conjunto de funcionalidades de gran alcance.
- Apache ha incorporado en su soporte a una amplia gama de lenguajes de programación web, como Perl, PHP y Python.
- Apache Web Server cuenta con una gran comunidad de usuarios de soporte.
- Software estable.



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

- Apache Web Server es muy portable. [3]

Por otra parte el servidor de archivos almacena la información de las señales bioeléctricas y proporciona el acceso remoto a dichos archivos por medio de una aplicación web, estos archivos se están actualizando constantemente; de esta forma el fisiólogo obtendrá la información del comportamiento de una determinada planta ya sea por hora, día o mes según lo desee y en caso de requerirlo podrá descargar los archivos que le interesen para analizarlos manualmente. Asimismo visualiza gráficamente los datos relacionados con el estado físico de la planta, el nivel de temperatura y la humedad.

La otra función que realiza el sistema de manera remota es el control de actuadores, los cuales son dispositivos que reciben las órdenes que la unidad de control les envía, y las interpretan transformándolas en acciones físicas.

El servidor web recibe las peticiones enviadas por el cliente (un navegador web), a través del módulo Wi-Fi atendiendo así las peticiones del investigador. La señal activado/desactivado es recibida en una tarjeta de Raspberry, la cual identifica si se debe enviar una señal eléctrica que active o desactive al sistema de riego por goteo y/o al sistema de ventilación respectivamente.

Por ello en la aplicación web tiene la opción de permitir la activación/desactivación del sistema de riego por goteo y/o ventilación, permitiendo el control manual a distancia a consideración del investigador una vez analizados los datos que le fueron entregados.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”  
 Multidisciplinario  
 10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México  
 ISBN: 978-607-95635

## RESULTADOS.

Durante el desarrollo de este proyecto se implementaron distintas etapas. En la etapa de obtención de la señal se utilizaron electrodos tipo invasivos (aguja), del tipo plata/cloruro de plata, mientras que para la etapa de acondicionamiento de la señal se utilizó un amplificador de instrumentación, el cual nos ayuda amplificar considerablemente la señal bioeléctrica, debido a que dicha señal es muy pequeña. También se utilizan filtros para eliminar el resto de las señales agregadas que se generan durante la adquisición y permitir únicamente el paso de las frecuencias en el rango deseado. En la figura 2, se muestra el diagrama a bloques.

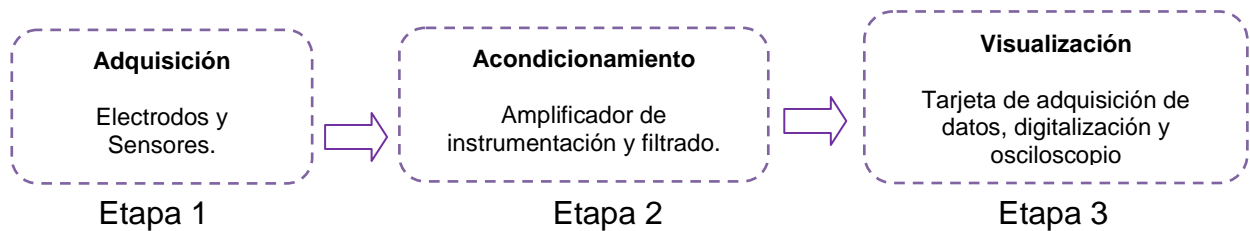


Figura 2.- Diagrama de adquisición, acondicionamiento y visualización de las señales bioeléctricas.

Por otra parte el ADC (Convertidor Analógico Digital) que se utilizó nos proporciona una velocidad de transmisión de hasta 10Mbps pero en el proyecto se trabajó con 1bps.

Se trabajó con la tarjeta de desarrollo Raspberry Pi modelo B debido a que nos brinda la funcionalidad de una minicomputadora, ya que trabaja con el sistema operativo raspbian el cual es derivado de Linux. En la figura 3 se muestra la estructura de la Raspberry pi.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”  
Multidisciplinario  
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México  
ISBN: 978-607-95635

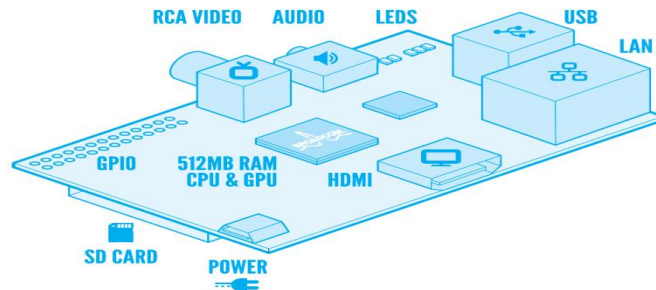


Figura 3. Estructura de la tarjeta Raspberry Pi [4].

Esta tarjeta nos facilitó la configuración de los servidores HTTP y FTP, ya que estos se configuraron dentro del sistema operativo de la tarjeta. Por medio de estos servidores el usuario podrá acceder al sistema y realizar sus peticiones.

El uso de la tecnología inalámbrica Wi-Fi aumento la agilidad de transmisión de la información, ya que por medio de su implementación se logró eliminar el ruido introducido por la señal de 60Hz que emite el cable de puerto serial RS-232.

## CONCLUSIONES.

Es importante comprender el estado fisiológico general de la planta, ya que para poder tener un mejor criterio productivo agrícola es necesario conocer que semilla se adapta mejor a las necesidades climatológicas del lugar donde se cosecha. También es importante conocer como ciertos factores externos (temperatura y luz) influyen en el crecimiento de dicha planta.

Por lo tanto el desarrollo de un sistema que nos ayuda a realizar el análisis de las variables que se desean investigar, nos brinda una mayor agilidad en cuanto al análisis de la información, mejorando así la productividad agrícola.



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

Por ese motivo se eligió implementar dos sistemas; el de riego y el de ventilación, además estos podrán ser activados o desactivados manualmente por el usuario, para hacer las diferentes pruebas requeridas por el investigador.

Es importante mencionar que en el proyecto forma parte de varias ramas, tales como la Fisiología Vegetal, Biotecnología, Transmisión de datos e Ingeniería Web.

### BIBLIOGRAFÍA.

[1] DIARIO ABC, S.L. (2013, Julio). ¿Qué es Raspberry Pi y para qué sirve? ABC Tecnología [En línea]. Available:

<http://www.abc.es/tecnologia/informatica-hardware/20130716/abci-raspberry-como-201307151936.html>

[2] G. L. Julio, “Guía de campo Wi-Fi”, Ed. Alfaomega, México, 2008, 193 págs.

[3] Seis Servidores Web libres para GNU/Linux y otros sistemas. (2010, Diciembre). Fraterneo GNU/Linux. [En línea]. Available:

[https://www.owisam.org/es/Protocolo\\_802.11](https://www.owisam.org/es/Protocolo_802.11)

[4] Semilla de gato. (2013, Abril). Raspberry Pi, especificaciones técnicas. Tecnología para dummies [En línea]. Available:

<http://www.semilladegato.com/raspberry-pi-especificaciones-tecnicas/>



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635