|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 252233-FITOSMART: PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE FITOMONITORIZACIÓN DE CULTIVO HIDROPÓNICO UTILIZANDO CÓMPUTO SENSIBLE AL CONTEXTO Y TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL  (Tercera Etapa) | | Programa de Estímulos a la Innovación  2018 |
| **AN\_R7\_PrueFun\_PrototipoFitotron** | *El documento menciona las pruebas funcionales de cada módulo correspondiente al Fitotrón, para la obtención de parámetros y el funcionamiento de las peticiones de usuario para configurar el entorno del Fitotrón.* | |

**CONTENIDO**

[I. INTRODUCCIÓN 1](#_Toc521078900)

[II. DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO FÍSICO 1](#_Toc521078901)

[A. Modulo Servidor 1](#_Toc521078902)

[B. Módulos clientes 2](#_Toc521078903)

[III. PRUEBAS FUNCIONALES DE INTEGRACIÓN DE LOS MÓDULOS 3](#_Toc521078904)

[IV. CONCLUSIÓN 6](#_Toc521078905)

# INTRODUCCIÓN

Este documento tiene como objetivo mostrar la funcionalidad del Fitotrón a través de varias pruebas unitarias y de integración, donde se comprobaron la fiabilidad, operatividad y el correcto funcionamiento de los componentes de software y hardware que componen a todos los módulos, enviando las instrucciones desde el módulo servidor a los clientes. Esto es para alcanzar los resultados que se han planteado en la propuesta del proyecto, el cual tiene como objetivo recolectar los parámetros involucrados en el cultivo a través de estos módulos, para después ser enviados y analizados mediante una plataforma web.

# DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO FÍSICO

El prototipo del Fitotrón para cultivos hidropónicos, incluye sensores para monitorear el ambiente y actuadores para controlar algunos aspectos en el Fitotrón. Estos dispositivos están organizados en 3 módulos clientes: *Módulo Monitoreo Ambiente,* destinado a recopilar información de las variables ambientales dentro de la cámara, *Módulo Control Nivel,* el cual controla el flujo de la solución nutritiva y verifica el nivel de este líquido dentro de los contenedores y *Módulo Monitoreo Nutriente,* que se encarga de la lectura de las variables obtenidas de la solución nutritiva. Los módulos previamente mencionados, cuentan con un NodeMCU para poder establecer una conexión WiFi con el módulo principal y así intercambiar la información. El módulo principal o servidor es el *Módulo Concentrador y Procesador*, construido a partir de una Raspberry Pi 3, el cual recibe, procesa y organiza toda la información de los módulos clientes; además de conectarse a la plataforma web *Fito Smart*, para recibir o enviar los datos al usuario.

## Modulo Servidor

*Módulo Concentrador y Procesador*

Además de recibir la información de los módulos clientes, este módulo también envía instrucciones a los módulos que así lo requieren. Tiene comunicación con la plataforma web *Fito Smart* para el intercambio de información y lograr que el usuario pueda enviar instrucciones o solicitar la información del Fitotrón a través de esta plataforma.

***Software***

* Integración de los módulos clientes.
* Lenguaje de programación Python 2.7.
* Tkinter (GUI).
* Librerías propias para el envío de datos por la empresa Kubeet.

***Hardware***

* Raspberry pi 3.

## Módulos clientes

*Módulo Control Nivel*

La creación del módulo se basa en un NodeMCU, logrando crear así una conexión WiFi con el módulo servidor. Consta de un control On/Off para controlar las bombas que se encargaran de crear o cancelar el fluido de la solución nutritiva en cada uno de los contenedores, contando con 3 controladores On/Off para manipular 3 bombas ya sea especificando la bomba a manipular, o controlarlas en conjunto; además, tiene sensores para verificar el nivel del líquido en cada contenedor.

***Software***

* Entorno de programación IDE Arduino.

***Hardware***

* NodeMCU.
* Relés para el control On/Off de las bombas.
* Sensores HC-SR04 para análisis de nivel del líquido.

*Módulo Monitoreo Ambiente*

La construcción de este módulo es a partir de un NodeMCU para poder establecer una conexión WiFi con el módulo servidor. En el Fitotrón existen 3 módulos Monitoreo Ambiente, y tienen como tarea monitorear las variables de temperatura ambiental, temperatura de la solución nutritiva, humedad, iluminación, nivel, altitud sobre el nivel del mar, presión atmosférica y temperatura interna; además, también tienen un control On/Off para 127Vca.

***Software***

* Entorno de programación IDE Arduino

***Hardware***

* NodeMCU.
* Sensor DHT22 para medir humedad y temperatura ambiental.
* Sensor DS18B20 para temperatura del líquido.
* Sensor TSL2561 para la iluminación.
* Sensor BMP180 para medir altitud, presión atmosférica y temperatura interna.
* Sensor HC-SR04 para medir distancia/nivel.
* Relé para un control On/Off de 127Vca.

*Módulo Monitoreo Nutriente*

Este módulo está construido en base a un NodeMCU, para lograr establecer una comunicación Wi-Fi con el módulo servidor. Las variables que obtiene de la solución nutritiva son el pH y la conductividad eléctrica, además de medir el dióxido de carbono dentro de la cabina del Fitotrón.

***Software***

* Entorno de programación IDE Arduino.

***Hardware***

* Sensor E201-BNC para medir pH.
* Sensor SKU: DFR0300 para medir conductividad eléctrica.
* Sensor MG811 para medir dióxido de carbono.

# PRUEBAS FUNCIONALES DE INTEGRACIÓN DE LOS MÓDULOS

La **Tabla I** presenta las pruebas necesarias que demuestran y validan el funcionamiento óptimo del Módulo Monitoreo Ambiental.

**Tabla I Pruebas de validación del Módulo Monitoreo Ambiente.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No. de Caso de Prueba** | **Dispositivos involucrados** | **Condiciones de ejecución** | **Datos de entrada/salida** | **Acción a probar** | **Resultados esperados** | **Resultados obtenidos** | **Estatus** |
| **CP1** | Sensores | 1. Niveles de voltaje y corriente adecuados. 2. Lectura de valores continua. | Valor de humedad. | Recepción de los valores. | Obtención de los valores cada que se soliciten. | Se recibe el valor medido de humedad relativa. | Éxito |
| **CP2** | Valor de temperatura ambiental. | Se recibe el valor medido de temperatura ambiental. | Éxito |
| **CP3** | Valor de temperatura de la solución nutritiva. | Se recibe el valor de la temperatura del nutriente. | Éxito |
| **CP4** | Valor de iluminación. | Se recibe el valor de la iluminación. | Éxito |
| **CP5** | Valor de altitud. | Se recibe el valor de la altitud. | Éxito |
| **CP6** | Valor de presión atmosférica. | Se recibe el valor de la presión atmosférica. | Éxito |
| **CP7** | Valor de temperatura interna. | Se recibe el valor de la temperatura interna. | Éxito |
| **CP8** | Valor de nivel. | Se recibe el valor del nivel. | Éxito |
| **CP9** | Actuador | 1. Niveles de voltaje y corriente adecuados.  2. Envío de valor según la solicitud.  3. Valores correlacionados a través de un patrón. | Valor On/Off. | Acción de conectado y desconectado del relé. | Encender o apagar el actuador. | El actuador responde de acuerdo a lo solicitado, tarda un poco. | Éxito |
| **CP10** | Sistema de comunicación WiFi | 1. Debe existir cobertura WIFI en la zona. 2. Deben estar conectados por WiFi el servidor y el cliente 3. Debe enviarse la trama correspondiente del protocolo. | Trama del protocolo para la solicitud de datos al módulo cliente correspondiente. | Probar el envío y recepción de datos correspondientes a las variables del módulo cliente. | Recibir las tramas correspondientes de las variables del módulo cliente. | Se reciben las tramas correspondientes a la solicitud. | Éxito |

La **Tabla II** presenta las pruebas necesarias que demuestran y validan el funcionamiento óptimo del Módulo Control Nivel.

**Tabla II Pruebas de validación del Módulo Control Nivel.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No. de Caso de Prueba** | **Dispositivos involucrados** | **Condiciones de ejecución** | **Datos de entrada/salida** | **Acción a probar** | **Resultados esperados** | **Resultados obtenidos** | **Estatus** |
| **CP1** | Sensores | 1. Niveles de voltaje y corriente adecuados. 2. Lectura de valores continua. | Valor de nivel de la solución nutritiva de cada contenedor. | Recepción de los valores de nivel. | Obtención de los valores cada que se soliciten. | Se obtienen los valores de los 3 sensores de nivel | Éxito |
| **CP2** | Actuadores | 1. Niveles de voltaje y corriente adecuados. 2. Lectura de valores continua. 3. Valores correlacionados a través de un patrón. | Valor On/Off de cada bomba. | Encender y apagar las bombas. | Encendido o apagado de las bombas individual y grupalmente cuando que se solicite. | El control On/Off responde de manera correcta. El cambio en los actuadores es rápido. | Éxito |
| **CP3** | Sistema de comunicación WiFi | 1. Debe existir cobertura WIFI en la zona. 2. Deben estar conectados por WiFi el servidor y el cliente. 3. Debe enviarse la trama correspondiente del protocolo. | Trama del protocolo para la solicitud de datos al módulo cliente correspondiente. | Probar el envío y recepción de datos correspondientes a las variables del módulo cliente. | Recibir las tramas correspondientes de las variables del módulo cliente. | El módulo servidor recibe las tramas de respuesta correspondientes a la solicitud. | Éxito |

La **Tabla III** presenta las pruebas necesarias que demuestran y validan el funcionamiento óptimo del Módulo Monitoreo Nutriente.

**Tabla III Pruebas de validación del Módulo Monitoreo Nutriente.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No. de Caso de Prueba** | **Dispositivos involucrados** | **Condiciones de ejecución** | **Datos de entrada/salida** | **Acción a probar** | **Resultados esperados** | **Resultados obtenidos** | **Estatus** |
| **CP1** | Sensores | 1. Niveles de voltaje y corriente adecuados. 2. Lectura de valores continua. | Valor del pH de la solución nutritiva. | Recepción de los valores. | Obtención de los valores cada que se soliciten. | Se recibe el valor de pH cuando se solicita. | Éxito |
| **CP2** | Valor de conductividad eléctrica de la solución nutritiva | Recepción de los valores. | Obtención de los valores cada que se soliciten. | Se recibe el valor de la conductividad eléctrica cuando se solicita. | Éxito |
| **CP3** | Valor de la temperatura del nutriente para la compensación por temperatura | Lectura de la temperatura del nutriente. | Obtención de la temperatura del nutriente, indicando su correcta lectura. | Se recibe el valor de la temperatura, por ende, el dato es correctamente leído. | Éxito |
| **CP4** | Valor del dióxido de carbono ambiental | Recepción de los valores. | Obtención de los valores cada que se soliciten. | Se recibe el valor del dióxido de carbono ambiental. | Éxito |
| **CP5** | Actuador | 1. Niveles de voltaje y corriente adecuados. 2. Lectura de valores continua.  3. Valores correlacionados a través de un patrón. | Valor On/Off. | Cambio de estado del actuador según lo solicitado. | Encender o apagar el actuador. | El actuador responde correctamente a lo solicitado. Tarda un poco. | Éxito |
| **CP6** | Sistema de comunicación por USB | 1. Deben estar conectados por cable USB el servidor y el cliente. 2. Debe enviarse la trama correspondiente del protocolo. | Trama del protocolo para la solicitud de datos al módulo cliente correspondiente. | Probar el envío y recepción de datos correspondientes a las variables del módulo cliente. | Recibir las tramas correspondientes de las variables del módulo servidor. | Las tramas de respuesta se reciben de acuerdo a lo solicitado. | Éxito |

La **Tabla IV** presenta las pruebas necesarias que demuestran y validan el funcionamiento de la estructura física del Fitotrón.

**Tabla IV Pruebas de validación del Fitotrón.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No. de Caso de Prueba** | **Dispositivos involucrados** | **Condiciones de ejecución** | **Datos de entrada/salida** | **Acción a probar** | **Resultados esperados** | **Resultados obtenidos** | **Estatus** |
| **CP1** | Estructura física del invernadero casero Hydro. | La estructura parecida a una casa versión Hydro es para proteger el cultivo ubicándolo en su interior. | Cultivo deseado por el usuario. Se plantea un cultivo de 270 hortalizas organizado en 6 vectores de cultivo agrupados en pares. | Ubicación de cada módulo correspondiente al área más indicada para la lectura de los datos. | Ubicación de cada accesorio requerido para el monitoreo del cultivo. | Los módulos se encuentran ubicados de manera correcta, distribuidos estratégicamente para la correcta captura de las variables y control de los actuadores. | Éxito |
| **CP2** | Bombas de agua para el flujo de la solución nutritiva. | 1. Deben tener la suficiente potencia para el flujo de la solución nutritiva requerido para el cultivo.  2. Deberá tener una durabilidad para usarse las 24 horas. | Flujo de la solución nutritiva mediante el uso de actuadores. | Potencia suministrada para la circulación del flujo de la solución nutritiva. | La potencia de las bombas debe generar el flujo de la solución nutritiva en la estructura PVC. |  |  |
| **CP3** | Accesorios tubos de PVC para las bases de las plantas. | Los tubos son necesarios para contener las canastillas que llevaran cada planta | Flujo de la solución nutritiva. | Flujo de la solución nutritiva por el interior de los tubos de PVC, para la adición de estos al cultivo. | Circulación del nutriente a través de los tubos PVC sin fugas. |  |  |

# CONCLUSIÓN

A través de las pruebas realizadas se pudo comprobar el correcto funcionamiento de los módulos clientes y el módulo servidor, y cómo deben interactuar entre ellos. Así como los componentes de software y hardware de manera individual y grupal que se requieren, logrando una comunicación inalámbrica y alámbrica para la recepción y envío de datos, al activar controladores o monitorear las variables más destacadas dentro del Fitotrón.

Ubicar a cada módulo cliente depende de la cantidad de cultivos que el usuario desee, siendo por ahora 270, al conocer ese dato se colocan los módulos en puntos estratégicos para que la lectura de las variables, sea lo más exacta posible. De igual forma, la ubicación de cada sensor es importante para conocer el estado correcto de la variable en el momento adecuado.

A través de módulos clientes bien organizados con los sensores y actuadores, es más fácil monitorear el Fitotrón para conseguir los mejores resultados.