|  |
| --- |
|  |

Documento de Especificaciones y Requisitos de Producto [DEP] para el desarrollo de productos mecatrónicos

Proyecto: KiSS

Revisión 1.0

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

**Instrucciones para el uso de este formato**

Este formato es una plantilla tipo para documentos de requisitos de producto para su desarrollo.

Está basado y es conforme con el estándar IEEE Std 830-1998 y ha sido modificada para su suso en un ambiente de desarrollo mecatrónico simplificado.

El uso de este documento permite capturar la información relevante para desarrollar un producto o algunas de sus partes, sean electrónicas, mecánicas, de software y funcionales.

Las secciones que no se consideren aplicables al sistema descrito podrán de forma justificada indicarse como no aplicables (NA).

Notas:

Los textos en color azul son indicaciones que deben eliminarse y, en su caso, sustituirse por los contenidos descritos en cada apartado.

Los textos entre corchetes del tipo “” permiten la inclusión directa de texto con el color y estilo adecuado a la sección, al pulsar sobre ellos con el puntero del ratón.

Los títulos y subtítulos de cada apartado están definidos como estilos de MS Word, de forma que su numeración consecutiva se genera automáticamente según se trate de estilos “Titulo1, Titulo2 y Titulo3”.

La sangría de los textos dentro de cada apartado se genera automáticamente al pulsar Intro al final de la línea de título. (Estilos Normal indentado1, Normal indentado 2 y Normal indentado 3).

El índice del documento es una tabla de contenido que MS Word actualiza tomando como criterio los títulos del documento.

Una vez terminada su redacción debe indicarse a Word que actualice todo su contenido para reflejar el contenido definitivo.

Ficha del documento

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Fecha** | **Revisión** | **Autor** | **Verificado dep. calidad.** |
| 14/03/2024 |  | Breiny Feliz Sosa y Rafael Leonardo Martinez Soto | Breiny Feliz Sosa y Rafael Leonardo Martinez Soto |

Documento validado por las partes en fecha:

|  |  |
| --- | --- |
| Por el cliente | Por la empresa suministradora |
|  |  |
| Fdo. D./ Dña | Fdo. D./Dña |

Contenido

[Ficha del documento 4](#_Toc33411057)

[Contenido 5](#_Toc33411058)

[1 Introducción 7](#_Toc33411059)

[1.1 Propósito 7](#_Toc33411060)

[1.2 Alcance 7](#_Toc33411061)

[1.3 Personal involucrado 7](#_Toc33411062)

[1.4 Definiciones, acrónimos y abreviaturas 7](#_Toc33411063)

[1.5 Referencias 7](#_Toc33411064)

[1.6 Resumen 7](#_Toc33411065)

[2 Descripción general 8](#_Toc33411066)

[2.1 Perspectiva del producto 8](#_Toc33411067)

[2.2 Funcionalidad del producto 8](#_Toc33411068)

[2.3 Características de los usuarios 8](#_Toc33411069)

[2.4 Restricciones 8](#_Toc33411070)

[2.5 Suposiciones y dependencias 8](#_Toc33411071)

[2.6 Evolución previsible del sistema 8](#_Toc33411072)

[3 Requisitos específicos 8](#_Toc33411073)

[3.1 Requisitos comunes de los interfaces 9](#_Toc33411074)

[3.1.1 Interfaces de usuario 9](#_Toc33411075)

[3.1.2 Interfaces de hardware 9](#_Toc33411076)

[3.1.3 Interfaces de software 9](#_Toc33411077)

[3.1.4 Interfaces de comunicación 9](#_Toc33411078)

[3.2 Requisitos funcionales 9](#_Toc33411079)

[3.2.1 Requisito funcional 1 10](#_Toc33411080)

[3.2.2 Requisito funcional 2 10](#_Toc33411081)

[3.2.3 Requisito funcional 3 10](#_Toc33411082)

[3.2.4 Requisito funcional n 10](#_Toc33411083)

[3.3 Requisitos no funcionales 10](#_Toc33411084)

[3.3.1 Requisitos de rendimiento 10](#_Toc33411085)

[3.3.2 Seguridad 10](#_Toc33411086)

[3.3.3 Fiabilidad 10](#_Toc33411087)

[3.3.4 Disponibilidad 10](#_Toc33411088)

[3.3.5 Mantenibilidad 11](#_Toc33411089)

[3.3.6 Portabilidad 11](#_Toc33411090)

[3.4 Otros requisitos 11](#_Toc33411091)

[4 Apéndices 11](#_Toc33411092)

# Introducción

El presente documento describe la Especificación de Requisitos de Producto (DEP) para el desarrollo de un invernadero inteligente, un sistema automatizado diseñado para optimizar el crecimiento de plantas mediante el uso de sensores y una aplicación móvil. Este sistema permitirá monitorear variables clave como hidratación y nutrientes, asegurando condiciones óptimas para las plantas.

La especificación cubre los objetivos, alcance, términos clave y referencias necesarias para entender el desarrollo del proyecto.

## Propósito

El propósito de este documento es definir los requisitos del invernadero inteligente, estableciendo su funcionalidad, componentes y especificaciones técnicas para su correcto desarrollo e implementación.

Audiencia:

* Desarrolladores interesados en la implementación del sistema.
* Investigadores o agricultores que busquen automatización en el cuidado de cultivos.
* Usuarios finales que deseen monitorear sus plantas mediante la aplicación.

## Alcance

* El invernadero inteligente es un sistema diseñado para automatizar el monitoreo y mantenimiento de cultivos mediante sensores que recopilan información sobre hidratación y nutrientes.

Identificación del producto:

* Nombre del sistema: Invernadero Inteligente
* Tipo: Sistema de monitoreo automatizado con aplicación móvil

Consistencia con documentos similares:

* Este documento se basa en principios de automatización agrícola y sistemas de IoT aplicados a la optimización del crecimiento de plantas. La especificación sigue estándares comunes en el desarrollo de dispositivos de monitoreo ambiental.

## Personal involucrado

|  |  |
| --- | --- |
| Nombre | Breiny Feliz |
| Rol | Desarrollador del proyecto |
| Categoría profesional | Estudiante de mecatrónica |
| Responsabilidades | Diseño, implementación y mantenimiento del sistema |
| Información de contacto | 20230545@itla.edu.do |
| Aprobación | Breiny Feliz Sosa |

Este documento servirá como base para el desarrollo del invernadero inteligente, proporcionando una guía clara sobre su propósito, alcance y los responsables de su ejecución.

## Definiciones, acrónimos y abreviaturas

A continuación, se presentan las definiciones, acrónimos y abreviaturas utilizados en este documento para facilitar su comprensión:

* IoT (Internet of Things): Tecnología que permite la interconexión de dispositivos a través de Internet para la recopilación y análisis de datos en tiempo real.
* PLC (Programmable Logic Controller): Controlador lógico programable utilizado en la automatización de procesos industriales.
* SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition): Sistema de supervisión y adquisición de datos utilizado en automatización industrial.
* Sensor de humedad: Dispositivo que mide la cantidad de agua presente en el suelo.
* Sensor de nutrientes: Dispositivo que analiza la cantidad de nutrientes esenciales disponibles para la planta.
* APP: Aplicación móvil utilizada para la configuración y monitoreo del sistema.
* MQTT (Message Queuing Telemetry Transport): Protocolo ligero de comunicación utilizado en IoT para la transmisión de datos entre dispositivos.

## Referencias

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Referencia** | **Titulo** | **Ruta** | **Fecha** | **Autor** |
| REF-001 | Documentación de sensores | [Ruta del documento] | [Fecha] | [Fabricante] |
| REF-002 | Manual de MQTT | [Ruta del documento] | [Fecha] | [Fuente] |
| REF-003 | Normas de IoT en agricultura | [Ruta del documento] | [Fecha] | [Fuente] |
| REF-004 | Guía de desarrollo de apps | [Ruta del documento] | [Fecha] | [Fuente] |

Esta sección incluye documentos y herramientas de software utilizadas en la gestión del proyecto, así como referencias a especificaciones técnicas relevantes.

## Resumen

Este documento proporciona una especificación detallada de los requisitos del invernadero inteligente, un sistema diseñado para el monitoreo automatizado de cultivos mediante sensores y una aplicación móvil.

El contenido del documento se organiza de la siguiente manera:

* Sección 1: Introducción al proyecto, incluyendo su propósito, alcance y personal involucrado.
* Sección 2: Definiciones clave, acrónimos y referencias utilizadas en el desarrollo del sistema.
* Sección 3: Especificaciones funcionales y técnicas del invernadero inteligente, detallando la estructura del hardware, software y comunicación entre dispositivos.
* Sección 4: Consideraciones de seguridad y mantenimiento del sistema.
* Sección 5: Conclusiones y futuras mejoras del proyecto.

Este documento servirá como base para la correcta implementación del invernadero inteligente, asegurando que los requisitos y especificaciones estén bien definidos y alineados con los objetivos del proyecto.

# Descripción general

## Perspectiva del producto

El Invernadero Inteligente es un producto autónomo diseñado para optimizar el riego y la nutrición de las plantas mediante sensores y una aplicación móvil. Aunque puede funcionar de manera independiente, también puede integrarse con otros sistemas de monitoreo ambiental o domótica para una gestión más avanzada de cultivos. Su conexión con una aplicación móvil permite a los usuarios ingresar el tipo de planta y obtener recomendaciones automatizadas de hidratación y nutrientes.

## Funcionalidad del producto

El Invernadero Inteligente ofrece las siguientes funcionalidades principales:

* Monitoreo en tiempo real de la humedad del suelo y niveles de nutrientes mediante sensores.
* Registro de datos ambientales para optimizar el riego y la fertilización.
* Configuración de parámetros específicos según el tipo de planta ingresado en la aplicación móvil.
* Automatización del riego y la dosificación de nutrientes según las necesidades detectadas.
* Alertas y notificaciones en la aplicación sobre el estado del invernadero y necesidades de mantenimiento.

## Características de los usuarios

|  |  |
| --- | --- |
| Tipo de usuario | Usuarios con interés en la jardinería, agricultores, investigadores en agro-tecnología. |
| Formación | No se requiere formación técnica, pero conocimientos básicos sobre plantas pueden ser útiles. |
| Habilidades | Uso de aplicaciones móviles, configuración básica del sistema. |
| Actividades | Supervisión del estado de las plantas, ajustes de parámetros, interpretación de datos ambientales. |

Descripción de los usuarios del producto, incluyendo nivel educacional, experiencia y experiencia técnica.

## Restricciones

El desarrollo del Invernadero Inteligente está sujeto a las siguientes restricciones:

* Uso de sensores compatibles con microcontroladores como Arduino o Raspberry Pi.
* Desarrollo de la aplicación móvil en plataformas Android e iOS.
* Conectividad mediante Wi-Fi o Bluetooth para la comunicación entre el invernadero y la aplicación.
* Implementación de algoritmos de control basados en los datos de los sensores.
* Limitaciones en el suministro de energía, requiriendo optimización del consumo eléctrico.

## Suposiciones y dependencias

* Se asume que los usuarios tendrán acceso a una conexión Wi-Fi o Bluetooth para interactuar con el invernadero.
* Dependencia de hardware como sensores de humedad, pH y temperatura que deben estar disponibles en el mercado.
* Se prevé que el usuario realice el mantenimiento básico del sistema, como la recarga de nutrientes y la limpieza de los sensores.
* Compatibilidad con dispositivos móviles que soporten la aplicación desarrollada.

## Evolución previsible del sistema

En futuras versiones del Invernadero Inteligente, se podrían implementar las siguientes mejoras:

* Integración con asistentes de voz para control remoto mediante comandos de voz.
* Uso de inteligencia artificial para mejorar la predicción de riego y fertilización.
* Compatibilidad con paneles solares para un funcionamiento más sostenible.
* Expansión del sistema para soportar múltiples invernaderos desde una única aplicación.
* Sensores adicionales para monitorear factores como la luz, la temperatura y la calidad del aire.

# Requisitos específicos

Esta es la sección más extensa y más importante del documento.

Debe contener una lista detallada y completa de los requisitos que debe cumplir el sistema a desarrollar. El nivel de detalle de los requisitos debe ser el suficiente para que el equipo de desarrollo pueda diseñar un sistema que satisfaga los requisitos y los encargados de las pruebas puedan determinar si éstos se satisfacen.

Los requisitos se dispondrán en forma de listas numeradas para su identificación, seguimiento, trazabilidad y validación (ej. RF 10, RF 10.1, RF 10.2,...).

Para cada requisito debe completarse la siguiente tabla:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito |  | | |
| Nombre de requisito |  | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | |
| Fuente del requisito |  | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional |

y realizar la descripción del requisito

La distribución de los párrafos que forman este punto puede diferir del propuesto en esta plantilla, si las características del sistema aconsejan otra distribución para ofrecer mayor claridad en la exposición.

## Requisitos comunes de las interfaces

Descripción detallada de todas las entradas y salidas del sistema de software y hardware.

### Interfaces de usuario

El sistema contará con una aplicación móvil que permitirá al usuario:

* Ingresar el tipo de planta a monitorear.
* Visualizar datos en tiempo real sobre hidratación, nutrientes y temperatura del invernadero.
* Configurar parámetros personalizados para cada planta, como frecuencia de riego y nivel de nutrientes.
* Recibir notificaciones cuando se detecte una anomalía en el sistema, como falta de agua o nutrientes insuficientes.

### Interfaces de hardware

El invernadero inteligente integrará sensores y actuadores, incluyendo:

* Sensores de humedad del suelo.
* Sensores de temperatura y humedad ambiental.
* Sensores de nivel de nutrientes en el agua.
* Actuadores como bombas de agua y dispensadores de nutrientes.
* El hardware estará conectado a un microcontrolador (ej. ESP32) que procesará la información y ejecutará acciones en función de los valores obtenidos.

### Interfaces de software

El sistema se integrará con los siguientes módulos de software:

* Aplicación móvil para la gestión de parámetros y monitoreo.
* Base de datos en la nube para almacenar los datos de los sensores.
* Servidor backend para procesar la información y generar alertas.

### Interfaces de comunicación

El invernadero utilizará los siguientes protocolos de comunicación:

* Wi-Fi para la conexión con la aplicación móvil y la nube.
* MQTT para la transmisión de datos entre el microcontrolador y el servidor.
* I2C/SPI para la comunicación interna entre sensores y el microcontrolador.

## Requisitos funcionales

Definición de acciones fundamentales que debe realizar el producto al recibir información, procesarla y producir resultados.

En ellas se incluye:

* Comprobación de validez de las entradas
* Secuencia exacta de operaciones
* Respuesta a situaciones anormales (desbordamientos, comunicaciones, recuperación de errores)
* Parámetros
* Generación de salidas
* Relaciones entre entradas y salidas (secuencias de entradas y salidas, formulas para la conversión de información)
* Especificación de los requisitos lógicos para la información que será almacenada en base de datos (tipo de información, requerido)

Los requisitos funcionales pueden ser divididos en sub-secciones.

### Requisito funcional 1 – Monitoreo de humedad del suelo

* Número de requisito: RF-01
* Descripción: El sistema debe medir continuamente la humedad del suelo y mostrar los valores en la aplicación móvil.
* Fuente del requisito: Necesidad del usuario para mantener el riego adecuado.
* Prioridad: Alta/Esencial

### Requisito funcional 2 – Riego automático

* Número de requisito: RF-02
* Descripción: Si la humedad del suelo baja de un umbral definido, el sistema debe activar la bomba de agua automáticamente.
* Fuente del requisito: Automatización del cuidado de las plantas.
* Prioridad: Alta/Esencial

### Requisito funcional 3 – Notificaciones al usuario

* Número de requisito: RF-03
* Descripción: El usuario debe recibir alertas cuando el sistema detecte niveles bajos de humedad o nutrientes.
* Fuente del requisito: Mantenimiento proactivo del invernadero.
* Prioridad: Media/Deseado

(Se pueden seguir añadiendo más requisitos funcionales según se necesiten)

## Requisitos no funcionales

### Requisitos de rendimiento

* El sistema debe actualizar los valores de los sensores cada 5 segundos.
* La aplicación móvil debe cargar los datos en menos de 2 segundos al abrirla.

### Seguridad

* Los datos de la aplicación móvil deben estar protegidos mediante autenticación con usuario y contraseña.
* La comunicación entre el microcontrolador y la nube debe estar cifrada mediante TLS.

### Fiabilidad

* El sistema debe ser capaz de operar de manera autónoma sin intervención del usuario durante al menos 72 horas en caso de desconexión de la red.

### Disponibilidad

* El invernadero debe garantizar una disponibilidad del 95% en condiciones normales de operación.

### Mantenibilidad

* La aplicación debe permitir al usuario calibrar los sensores sin necesidad de reprogramación.
* Las actualizaciones de firmware del microcontrolador deben realizarse de manera remota.

### Portabilidad

* La aplicación móvil debe ser compatible con dispositivos Android e iOS.
* El sistema debe permitir la integración con otros servicios en la nube en futuras actualizaciones.

## Otros requisitos

En esta sección se incluirán requisitos adicionales que no encajan en las categorías anteriores pero que son relevantes para el desarrollo e implementación del invernadero inteligente.

Cualquier otro requisito que no encaje en ninguna de las secciones anteriores.

Por ejemplo:

Requisitos culturales y políticos

Requisitos Legales

### Requisitos legales

* El sistema debe cumplir con la Ley de Protección de Datos Personales, asegurando que la información de los usuarios sea manejada de manera segura y privada.
* Debe cumplir con normativas ambientales locales relacionadas con el uso eficiente del agua y la gestión de recursos en la agricultura.
* Si se comercializa, debe cumplir con normativas de certificación de dispositivos electrónicos como CE o FCC, dependiendo del país donde se distribuya.

### Requisitos culturales

* La interfaz de la aplicación debe ser configurable en diferentes idiomas para adaptarse a diversas regiones.
* Debe considerar diferentes prácticas agrícolas según la zona geográfica y permitir ajustes en la configuración para cada tipo de cultivo.

### Otros requisitos

* El sistema debe poder integrarse con asistentes de voz como Google Assistant o Alexa en futuras versiones.
* Debe contar con un modo de operación manual en caso de fallas en la conectividad a internet.
* La interfaz de la aplicación debe ser accesible para personas con discapacidad visual o motriz, siguiendo lineamientos de accesibilidad como WCAG.

# Apéndices

Esta sección incluirá información adicional que complementa la DEP pero no forma parte de los requisitos esenciales.

Pueden contener todo tipo de información relevante para la DEP pero que, propiamente, no forme parte de la DEP.

Un ejemplo de esto serían las demás partes que forman parte de un sistema mas complejo.

Esta sección incluirá información adicional que complementa la DEP pero no forma parte de los requisitos esenciales.

## Componentes del sistema

* Microcontrolador: ESP32 con conectividad Wi-Fi y Bluetooth.
* Sensores:
  + Sensor de humedad del suelo (ej. Capacitivo YL-69).
  + Sensor de temperatura y humedad ambiental (DHT22).
  + Sensor de nivel de nutrientes basado en conductividad eléctrica (EC Meter).
* Actuadores:
  + Bomba de agua (12V, controlada por relé).
  + Dispensador de nutrientes (controlado por bomba peristáltica).
* Software y conectividad:
  + Aplicación móvil desarrollada en Flutter.
  + Base de datos en la nube mediante Firebase.
  + Comunicación mediante MQTT con servidor en la nube.

## Diagramas y esquemas

* Esquema de conexión entre sensores, actuadores y microcontrolador.
* Diagrama de flujo del sistema para el monitoreo y riego automático.
* Mockups de la aplicación móvil.