

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS EN GRANOS DE CEREALES (SRPI)

PROYECTO

Versión 1.0

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Autores	
Nombre Completo del integrante 1	Enzo Agustín Famá
Legajo	42624
e-mail	famaagustin@gmail.com
Nombre Completo del integrante 2	Thomas Vogel
Legajo	42625
e-mail	thomas.vogel@alumnos.utn.frm.edu.ar

Tutor	Dr. Ing. Javier Gitto
Director	Dr. Ing. Javier Gitto
Año Académico	2023
Responsable de la cátedra	Ing. Nelson Merino

Empresa / Organización / Laboratorio	LEMD (Laboratorio de Electroestática y Materiales Dieléctricos)
Patrocinador (Sponsor)	LEMD (Laboratorio de Electroestática y Materiales Dieléctricos)

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

1 RESUMEN DEL PROYECTO

1.1 RESUMEN

Este dispositivo recuperador electrostático de insecticidas nanoestructurados con propiedades electrostáticas, basado en el movimiento mecánico del grano de trigo y el flujo de aire dentro de un sistema de transporte neumático positivo, tiene un gran impacto social, económico y ambiental. El dispositivo se encarga de atraer las partículas de polvo insecticida, la cual adhiere a sus placas. Una vez la cantidad de insecticida es abundante, se producirá un arco eléctrico entre placas, lo que accionará el mecanismo de limpieza del filtro. Una vez limpio, se retorna a la función de recuperación.

En cuanto al impacto social, el uso de este dispositivo puede contribuir a la reducción de problemas de salud relacionados con el uso excesivo de insecticidas y plaguicidas en la agricultura. Muchos estudios han demostrado que el contacto con estos productos químicos puede tener efectos negativos en la salud humana, como enfermedades respiratorias, alergias, irritaciones en la piel y hasta cáncer.

En cuanto al impacto económico, este dispositivo puede tener un efecto significativo en el ahorro de costos para los agricultores y empresas que se dedican al control de plagas. La recuperación del insecticida mediante la acción electrostática significa que se puede reutilizar el producto, reduciendo así la cantidad de producto utilizado y disminuyendo el costo de adquisición de nuevas cantidades de insecticidas.

Por último, el impacto ambiental es significativo. El uso de insecticidas y plaguicidas en la agricultura ha sido objeto de controversia debido a los efectos negativos que pueden tener en el medio ambiente. La recuperación del insecticida mediante la acción electrostática reduce la cantidad de producto que es necesario producir, disminuyendo así el impacto ambiental que genera su proceso productivo. Además, el hecho de que el insecticida pueda ser reutilizado significa que se puede reducir la cantidad de residuos generados por su uso y disposición.

En resumen, el dispositivo recuperador electrostático de insecticidas nanoestructurados con propiedades electrostáticas es una tecnología prometedora que puede tener un impacto significativo en la sociedad, economía y medio ambiente. Su uso puede contribuir a la mejora de la calidad de vida de la población, reducir costos para los agricultores y empresas, y disminuir el impacto ambiental del uso de insecticidas y plaguicidas en la agricultura.

1.2 SUMMARY

This electrostatic recovery device for nanostructured insecticides with electrostatic properties, based on the mechanical movement of the wheat grain and the flow of air within a positive pneumatic transport system, has a great social, economic and environmental impact. The device is responsible for attracting insecticidal dust particles, which adhere to their plates. Once the amount of insecticide is abundant, an electric arc will be produced between the plates, which will activate the filter cleaning mechanism. Once clean, it returns to the recovery function.

Regarding the social impact, the use of this device can contribute to the reduction of health problems related to the excessive use of insecticides and pesticides in agriculture. Many studies have shown that contact with these chemicals can have negative effects on human health, such as respiratory diseases, allergies, skin irritations, and even cancer.

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

Regarding the economic impact, this device can have a significant effect in saving costs for farmers and companies that are dedicated to pest control. Recovery of the insecticide through electrostatic action means that the product can be reused, thus reducing the amount of product used and lowering the cost of purchasing new quantities of insecticide.

Finally, the environmental impact is significant. The use of insecticides and pesticides in agriculture has been the subject of controversy due to the negative effects they can have on the environment. The recovery of the insecticide through electrostatic action reduces the amount of product that needs to be produced, thus reducing the environmental impact generated by its production process. In addition, the fact that the insecticide can be reused means that the amount of waste generated by its use and disposal can be reduced.

In summary, the electrostatic recovery device for nanostructured insecticides with electrostatic properties is a promising technology that can have a significant impact on society, economy and the environment. Its use can contribute to improving the quality of life of the population, reduce costs for farmers and companies, and reduce the environmental impact of the use of insecticides and pesticides in agriculture.

2 PALABRAS CLAVES

- Recuperación de insecticidas
- Sistema de filtrado
- Agricultura y ecología
- Control de alta tensión
- Reciclaje
- Impresión 3D

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

3 ÍNDICE

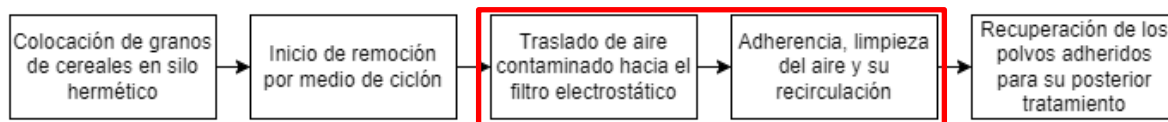
1	RESUMEN DEL PROYECTO.....	2
1.1	RESUMEN	2
1.2	SUMMARY	2
2	PALABRAS CLAVES	3
3	ÍNDICE	4
4	INTRODUCCIÓN	5
4.1	IDEA Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
4.1.1	<i>Objetivo general</i>	5
4.1.2	<i>Objetivo particular</i>	5
4.2	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	5
4.2.1	<i>Antecedentes del proyecto</i>	5
4.2.2	<i>Estado actual</i>	6
4.2.3	<i>Necesidad del negocio y definición del problema</i>	6
4.2.4	<i>Beneficios del proyecto</i>	6
4.3	ALCANCE	7
4.3.1	<i>Alcance</i>	7
4.3.2	<i>Límites o fuera de alcance</i>	7
4.3.3	<i>Soluciones y entregables principales</i>	7
4.4	PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	8
4.4.1	<i>Cronograma</i>	8
4.4.2	<i>Hitos</i>	8
4.5	<i>Riesgo</i>	9
5	DESARROLLO DEL PROYECTO	11
5.1	DESARROLLO TÉCNICO	11
5.2	FACTIBILIDAD ECONÓMICA	27
5.2.1	<i>Aproximación al valor actual neto</i>	28
5.2.2	<i>Tasa interna de retorno</i>	28
5.2.3	<i>Payback o plazo de recuperación</i>	29
6	CONCLUSIONES Y ANEXOS	29
7	BIBLIOGRAFÍAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

4 INTRODUCCIÓN

4.1 IDEA Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se plantea el diseño y puesta en marcha de un sistema prototipo automatizado. Al insertar una muestra contundente de granos de cereales con gran carga de insecticida nanoestructurados, estos últimos deberán ser separados, haciendo uso del sistema neumático, para luego ser capturados por los campos eléctricos proporcionados por el filtro electrostático insertado en un recinto y finalmente ser recuperados para su posterior tratamiento tras la ejecución de un ciclo de limpieza programado.



4.1.1 Objetivo general

Se busca solventar de una forma ecológica la recuperación de polvos insecticidas con el afán de reducir su consumo y además poder reciclarse para futuras aplicaciones bajo el mismo ámbito. Para ello se hará uso y diseño de un sistema que neumáticamente permita colocar los polvos en el aire y que, una vez llegada a esa instancia, adherirse en los campos eléctricos provocados por un filtro electrostático, para que, aprovechando las propiedades electrostáticas del material a tratar, se realice la recolección de dichas partículas.

4.1.2 Objetivo particular

Puntualmente el sistema se encargará de colocar las partículas a reciclar en el aire dentro de un recinto hermético, para luego ser atraídos por los campos generados por el filtro electrostático, el cual, una vez llegado a su capacidad, permita decantar y recolectar dichos polvos para su posterior reciclado. (Este último ítem ecológico estará fuera del alcance de nuestro proyecto).

4.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

4.2.1 Antecedentes del proyecto

A raíz de los avances tecnológicos en todas las áreas, se han desarrollado productos, compuestos y tecnología con la que antes no se contaba y que vienen a reemplazar a los antiguos que de una forma u otra son menos eficientes o producen un impacto negativo mayor debido a sus características. En el caso del presente proyecto, nos encontramos con la disponibilidad de un nuevo insecticida que, a diferencia de los convencionales, tiene propiedades electrostáticas y es sencillo de extraer de los granos de cereales. El problema es que no existe aún una manera efectiva de recuperar este insecticida para poder volver a utilizarlo en el combate contra las plagas y los insecticidas convencionales son de única aplicación. Es debido a esto que surge este proyecto, con la finalidad de poder recuperar el polvo insecticida extraído de los granos previamente tratados con el mismo. El presente proyecto pretende recuperar el insecticida de una manera segura y efectiva, de forma tal, que el productor tenga la posibilidad de poder reutilizar su insecticida.

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

4.2.2 Estado actual

En la actualidad no existe un dispositivo o equipo similar para la recuperación de los polvos insecticidas mencionados con anterioridad.

4.2.3 Necesidad del negocio y definición del problema

Se busca cubrir la falta de un sistema que recupere con una eficiencia del 95% los polvos insecticidas de los granos de cereales.

4.2.4 Beneficios del proyecto

- Reconocimiento a nivel nacional del producto
- Posibles propuestas de proyectos o desarrollos a futuro
- Fomentar el reciclado y las tecnologías verdes

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

4.3 ALCANCE

4.3.1 Alcance

Se realizará el prototipo de un sistema el cual al insertarse una muestra de granos de cereales u otro componente de similares características al polvo insecticida, el mismo de forma automática, tras seleccionarse el inicio manual, iniciará el ciclo de inyección de valores de altas tensiones de continua, que atraerá dentro del ambiente del recinto cerrado, el polvo de interés por el campo eléctrico que generará el filtro electrostático calibrado. Al detectarse un cortocircuito por saturación de los componentes en el filtro, mediante el uso del lapso temporal establecido en un principio, se realizará la limpieza automática del filtro tras realizar la conmutación de alta tensión de continua a alta tensión de alterna, para decantar en un recinto movable, las partículas recuperadas para su posterior reciclado, completando así el objetivo del producto. Durante estas conmutaciones y para asegurar evitar un principio de ignición, el sistema a su vez tendrá el control de una electroválvula para permitir la apertura y conexión al resto del sistema como su cierre y aislación durante el proceso de limpieza mencionado.

Para la interacción del sistema, se utilizará un protocolo de comunicación aislado (Ej: IEEE 802.11), así como también programas existentes, para la vinculación con las acciones.

4.3.2 Límites o fuera de alcance

No se realizará el producto comercial ni a nivel industrial. El prototipo será realizado con componentes existentes en el mercado (Ej: Placa de desarrollo ESP8266, sopladores, caños PVC). El sistema de fuentes de tensión continua y alterna serán provistas por el LEMD. Si bien se contempla la comunicación TCP/IP por cableado ethernet (solo la disponibilidad de los pines SPI), no se implementará en este proyecto, al igual que el código HTML para la interacción con un centro de mando, sino que será por razones de seguridad aplicado mediante protocolo 802.11 (WIFI). No se reciclará los polvos insecticidas u otras muestras similares utilizadas durante el ensayo. No será contemplado el proceso o manipulación del polvo post recuperación mediante el filtro planteado.

Se realizará un prototipo de acuerdo con la tesis presentada en este documento. Una vez terminada, se otorgará al LEMD toda la documentación y archivos necesarios para la continuación o actualización del desarrollo

4.3.3 Soluciones y entregables principales

La siguiente tabla muestra un listado de los entregables del proyecto (productos o servicios)

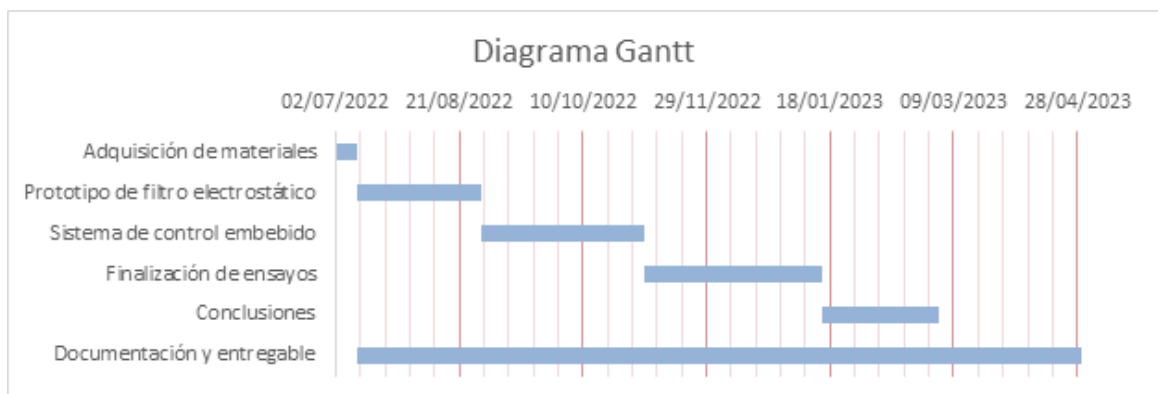
SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

Entregables principales	Descripción del entregable
Filtro electrostático	Este prototipo dará pie a replicar el filtro a gran escala a nivel industrial. El mismo será capaz de atraer las partículas indeseadas oriundas de los insecticidas utilizado en los cereales para la eliminación de insectos.
Recinto hermético	Se diseñará un recinto cuyo único acceso será mediante la compuerta principal en la que se dejará la muestra a limpiar. Se contempla la colocación del sistema neumático
Sistema de control y prevención	Dará inicio al ciclo de trabajo de recuperación en función del tiempo otorgado por el operario. Se encargará de sensar las variables físicas del sistema, asegurando que no se produzca un arco voltaico que dañe las fuentes. Procederá a realizar el correcto ciclo de limpieza de barras en función del paso anterior. Además, se prevé la suspensión del ciclo de trabajo por manipulaciones externas tales como la apertura de la compuerta, con la finalidad de velar por la seguridad del entorno.

4.4 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

- Inicio: Se plantea que se va a hacer y el porqué.
- Planeación: Se define quienes desarrollarán el proyecto y su dirección, como se llevará a cabo y en que tiempos.
- Ejecución: Se desarrolla el proyecto conforme a lo planeado siguiendo lo propuesto en la planeación.
- Monitoreo y control: Se realiza un seguimiento del desarrollo del proyecto para detectar problemas o atrasos.
- Cierre: Se realiza una puesta en común sobre como resultó el proyecto.

4.4.1 Cronograma



4.4.2 Hitos

La tabla muestra un listado de hitos generales del proyecto y el cronograma estimado de finalización

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

Hitos	Fecha de finalización
Aprobación de proyecto y adquisición de los materiales necesarios. Para esta instancia se pretende conseguir todos los elementos para empezar a diseñar el filtro electrostático.	11 de julio
Finalización del prototipo de filtro electrostático, en este punto, se tendrá el filtro operativo de forma manual.	30 de agosto
Sistema de control implementado, se buscará obtener un sistema de control embebido, tal que nos permita conocer el estado del filtro, así como también su adecuada protección.	4 de noviembre
Finalización de etapa de ensayos. En este punto se habrán desarrollado todas las pruebas y corregido aquellas falencias que imposibiliten la óptima obtención del entregable.	15 de enero
Conclusiones desarrolladas. Tal como se indica, se determinará los pro y contras del filtro electrostático, así como también, las posibles mejoras a futuro.	3 de marzo
Documentación finalizada. En este hito se tendrá toda la documentación recopilada respecto al diseño constructivo del filtro, así como también el manual de funcionamiento.	2 de mayo

4.5 Riesgo

Flujo de trabajo más eficiente a lo acordado: Existe la posibilidad de que el flujo de trabajo se desarrolle de forma más eficiente de lo que se presenta en la planificación, por lo que la duración del proyecto puede verse afectada positivamente.

Falta de financiamiento por parte del LEMD: Dado que el proyecto se realizará para el laboratorio de electrostática y materiales dieléctricos, la financiación del proyecto será provista desde el presupuesto del laboratorio. En caso de que esto no sucediera, existe la posibilidad de que la duración del proyecto se vea afectada, es por ello que los alumnos encargados de la realización del proyecto dispondrán de sus propios recursos para financiar el proyecto parcial o totalmente si lo previamente mencionado aconteciera.

Daños generados en el sistema tras ensayos: Una vez construido el sistema, deben realizarse ensayos para constatar su correcto funcionamiento. Esto podría provocar daños en el mismo que ralentizaran los tiempos estipulados para ensayos. La solución propuesta es considerar este posible riesgo a la hora de planificar el tiempo requerido para ensayos, por lo que, si ocurrieran, estarían dentro de lo ya previsto.

Falla en la adquisición de datos para el sistema embebido: Podría ocurrir que la adquisición de datos por los medios propuestos no ocurriera favorablemente, ya sea por problemas de comunicación o por fallas intrínsecas de los dispositivos encargados de la misma. Esto traería como problema, la ralentización del tiempo para implementar el sistema de control. Para poder solventar este riesgo se plantea el reemplazo del hardware y medios de comunicación por otros que realicen la misma función.

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

Matriz de Riesgo		Consecuencia				
		Insignificante A	Menor B	Moderado C	Peligroso D	Catastrófico E
Pr ob abi lid ad	Frecuente					
	Probable	Flujo de trabajo más eficiente a lo acordado				Falla en la adquisición de datos para el sistema embebido.
	Ocasional				Daños generados en el sistema tras ensayos	
	Posible			Falta de financiamiento por parte del LEMD		
	Improbable					

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

5 DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1 DESARROLLO TÉCNICO

Las actividades del proyecto iniciaron mediante la planeación del filtro electrostático, para el cual primero debió definirse la composición del mismo y como sería su diseño. Para ello se elaboraron distintas ideas de diseño y se llegó por común acuerdo a que el diseño de un filtro electrostático de placas paralelas, separadas mediante separadores plásticos y montadas sobre 4 varillas roscadas, sería la mejor solución. Además, se necesitó estimar una distancia mínima entre placas para que la captación de las partículas de polvo fuese práctica y no ocurrieran arcos eléctricos de forma frecuente. Es por ello que se decidió implementar una distancia de 7mm de separación entre placas como primer paso.

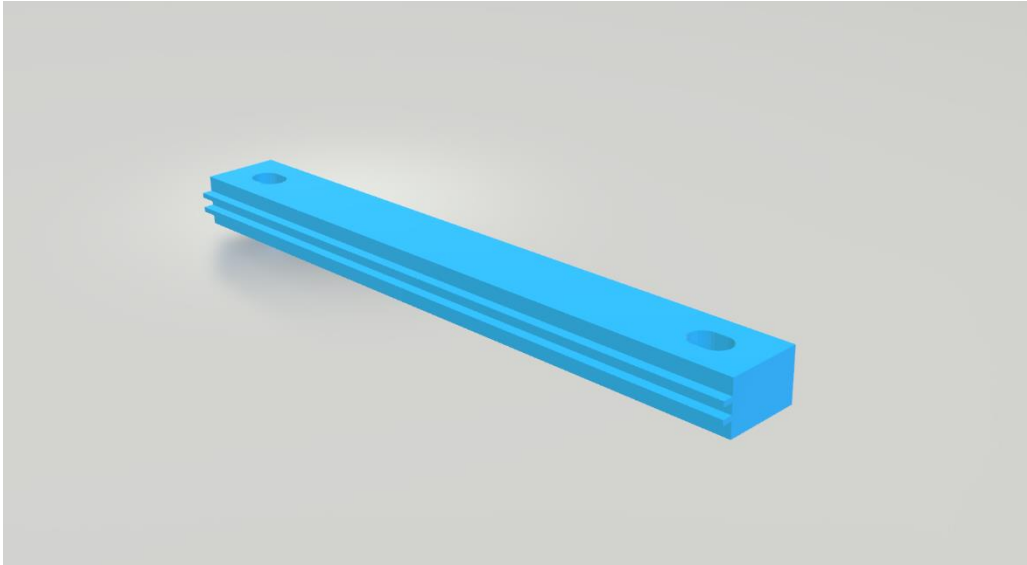
Una vez diseñado el filtro, se prosiguió con la construcción del mismo, para ello lo primero que se llevó a cabo fue el aprovisionamiento de material para realizar las placas. Coincidió que en el laboratorio había en existencia una placa de aluminio de 1mm de espesor y de gran tamaño, por lo que se la pudo aprovechar para realizar los cortes necesarios y obtener las placas utilizadas para la construcción del filtro. Luego de esto, se realizó la compra del resto de materiales necesarios para la construcción del filtro, entre los cuales pueden nombrarse las varillas roscadas, tuercas, arandelas, papel aluminio, etc. Para los separadores de las placas, en una primera instancia se hicieron en base a madera MDF. Se construyó el filtro y se realizaron ensayos a una tensión de 3000 voltios de corriente continua. Tras los ensayos, se verificó el correcto funcionamiento del filtro, pero se constató que la separación era excesiva. Por esto último, es que se decidió diseñar los separadores con un espesor menor y con una estructura un poco distinta, de tal manera que se aprovechara una mayor superficie de las placas.



Debido a lo descrito en el párrafo anterior, se realizó el diseño de los nuevos separadores plásticos para las placas, el cual permitió disminuir la separación de las mismas de 7mm a 5mm, obteniendo así, un mayor nivel de atracción de partículas. Una vez se diseñaron, se realizó la

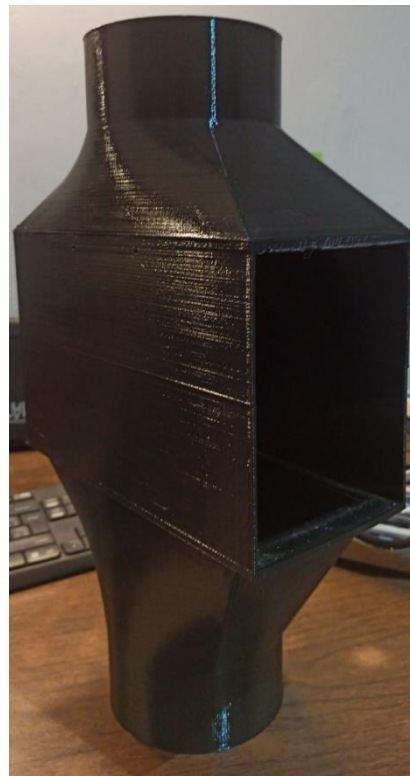
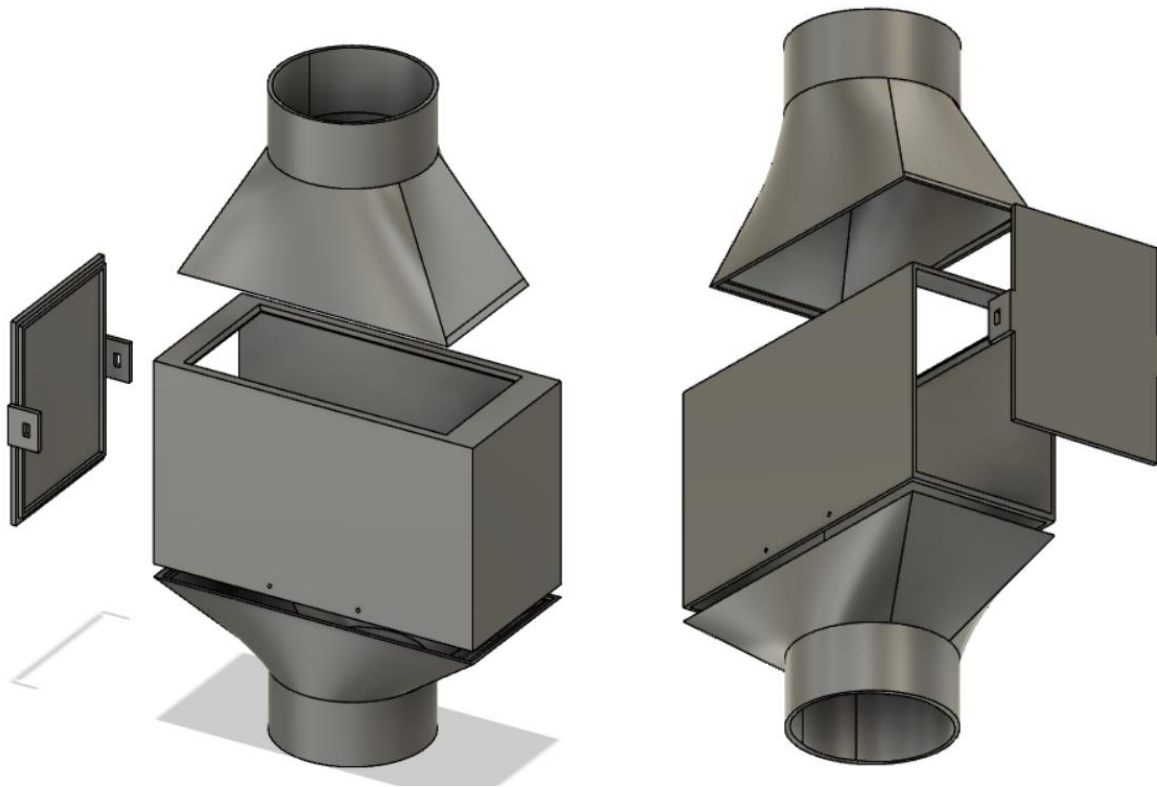
SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

impresión 3D de los mismos, por medio de un colaborador ajeno. Obtenidos los nuevos separadores, se procedió a construir el filtro como fue planeado.

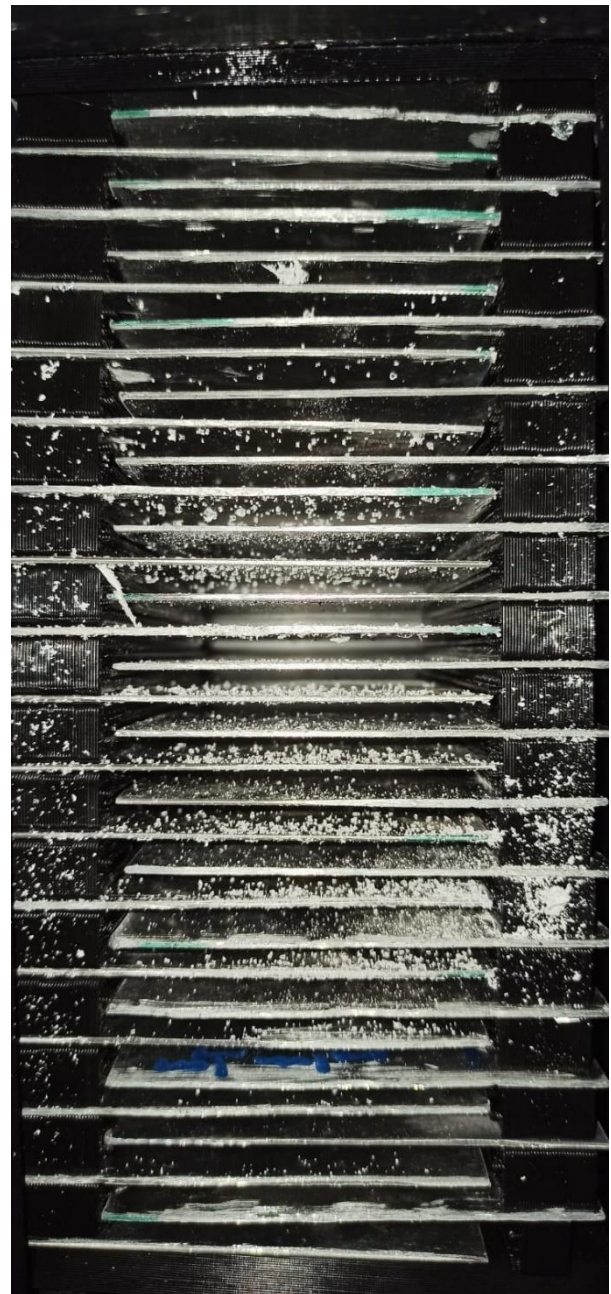


Para contener dicho filtro y asegurar que no exista contacto físico ni ningún otro agente externo que modifique el funcionamiento actual del filtro, se procede a diseñar la “cuba contenedora”, la cual tendrá 2 boquillas para conectar 2 caños de 110mm y una compuerta de rápido acceso al filtro llegado el momento de que el sistema de limpieza sea incapaz de remover la partícula que se encuentre generando un cortocircuito.

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS



SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS



SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

A nivel electrónico, se debió utilizar distintos elementos ya funcionales como crear distintas placas de acuerdo a la necesidad del proyecto. A continuación, se indicarán los componentes que se necesitó para este proyecto:

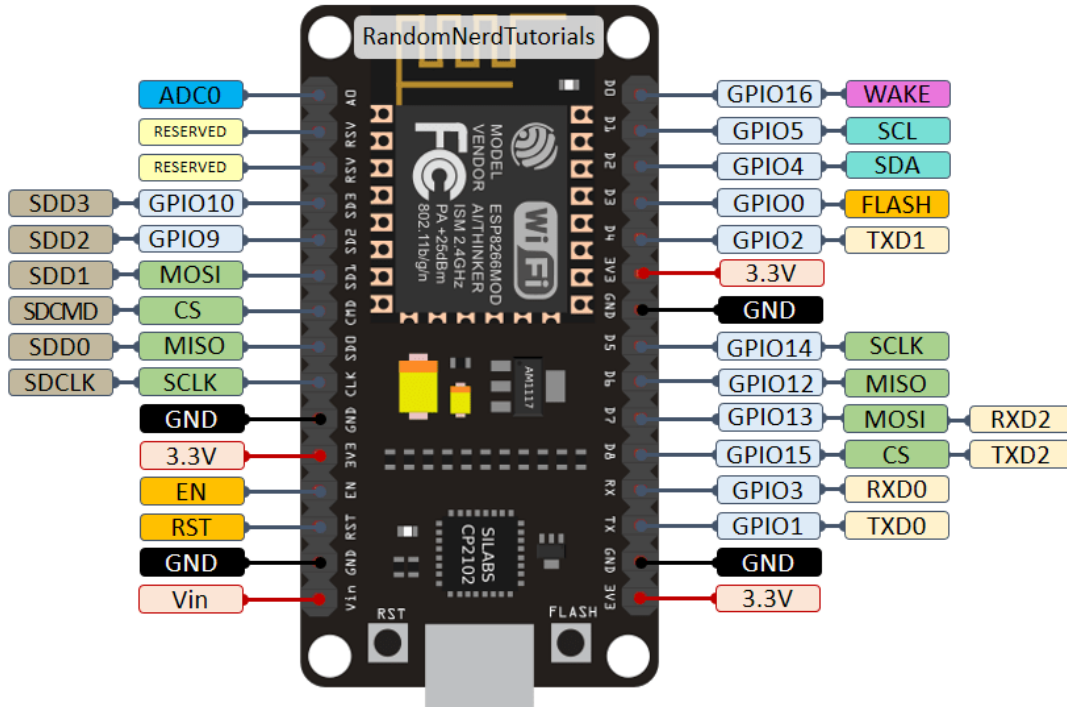
Microcontrolador:

Se optó por utilizar debido a su bajo costo y alta versatilidad una placa de desarrollo ESP8266 de la marca Espresiff. Dicha placa presenta los siguientes datos:

- Processor: L106 32-bit RISC microprocessor core based on the Tensilica Diamond Standard 106Micro running at 80 or 160 MHz
- Memory:
 - 32 KiB instruction RAM
 - 32 KiB instruction cache RAM
 - 80 KiB user-data RAM
 - 16 KiB ETS system-data RAM
- External QSPI flash: up to 16 MiB is supported (512 KiB to 4 MiB typically included)
- IEEE 802.11 b/g/n Wi-Fi
- Integrated TR switch, balun, LNA, power amplifier, and matching network
- WEP or WPA/WPA2 authentication, or open networks
- 17 GPIO pins
- Serial Peripheral Interface Bus (SPI)
- I²C (software implementation)
- I²S interfaces with DMA (sharing pins with GPIO)
- UART on dedicated pins, plus a transmit-only UART can be enabled on GPIO2
- 10-bit ADC (successive approximation ADC)

Dentro de la gran variedad que presenta la familia del ESP8266, por la necesidad de realizar configuraciones en un entorno ya probado de fábrica, se decidió adquirir la placa “ESP8266-12E NodeMCU Kit”. Esta presenta la característica de tener 4MB de memoria flash para correr el programa, 11 pines GPIO y un pin ADC (el cual no se utiliza en esta aplicación) con 10 bits de resolución. Sumado a esto, la placa consta con un regulador de 5V a 3,3V integrado para su conexión via USB en conjunto con un chip conversor “USB to Serial CH340” lo cual reduce mucho el tiempo al querer configurar el dispositivo y la antena WIFI ya ensamblada y lista para su operar.

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS



Fuente de alta tensión continua

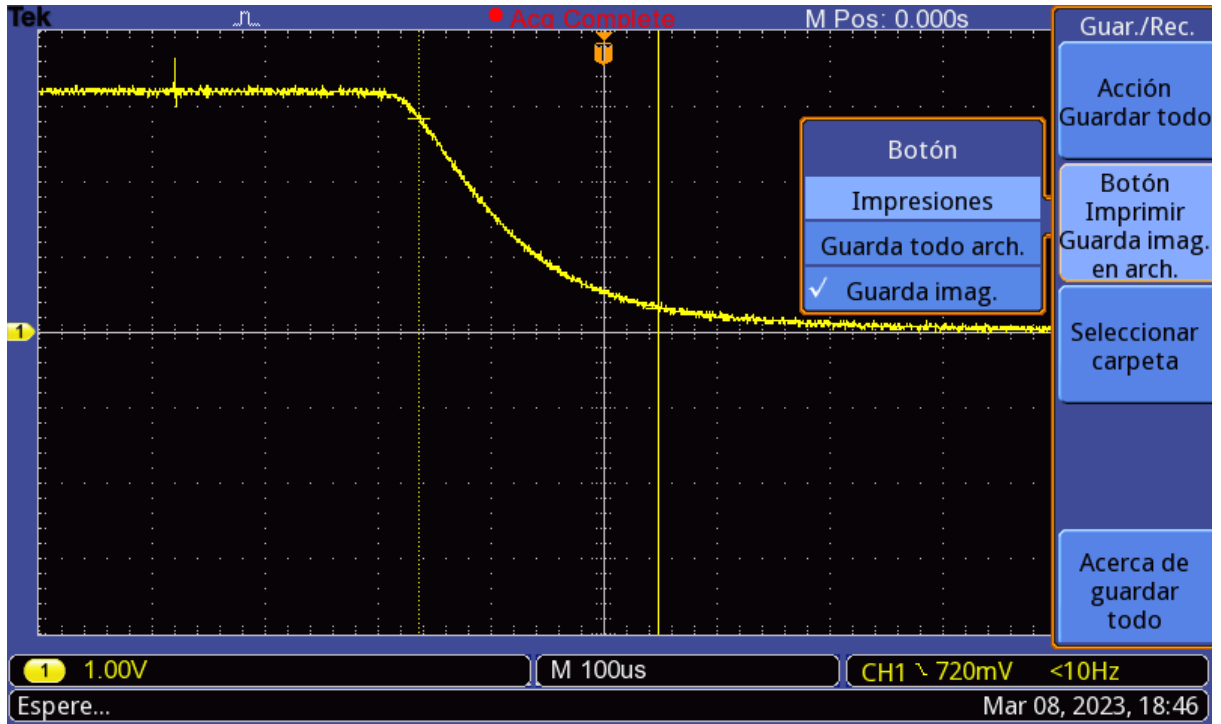
La siguiente fuente fue provista por el LEMD. Esta fuente modelo 6516A DC de la marca HP es capaz de entregar a la salida una tensión de 3000V @ 6 [mA]. Estos datos fue un limitante bastante serio al momento de tener que medir valores, como también operar debido al riesgo que presenta trabajar con valores superior a CLASE I.



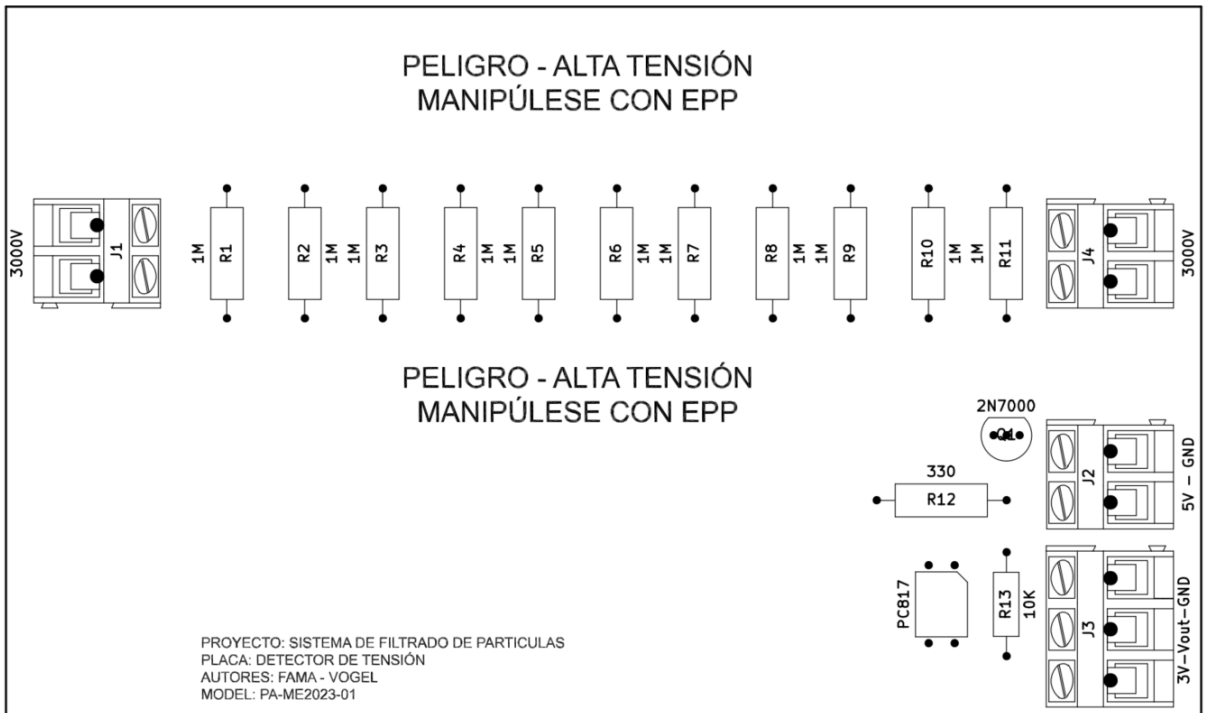
Placa detectora de cortocircuitos

Para poder detectar las chispas producto de la saturación del filtro electrostático se tuvo que diseñar la siguiente placa detectora de cortocircuitos basándonos en el principio de rotura dieléctrica y el comportamiento de la corriente. En otras palabras, al momento de que exista un cierre de circuito (rotura dieléctrica/chispa), el consumo tenderá al máximo, es decir, 6 [mA] otorgados por la fuente. Este valor tan bajo de corriente es inmedible bajo transductores comerciales tales como ACS712 ya que tal salto de corriente es indeterminable de acuerdo con los bits de resolución tanto de dicho medidor como del ESP8266. Para solventar esto, a su vez, este máximo de corriente se traslada como una tendencia a cero en cuanto valores de tensión, por lo tanto, se procede a diseñar y utilizar el siguiente circuito:

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS



Esta caída de tensión por FALLING se interpretará como existencia de un cortocircuito, ya que al darse este último, la corriente dejará de fluir por la red de resistencias, provocando que se deje de excitar la compuerta del Mosfet y por ende la desactivación del resto del circuito. Finalmente, la placa queda de la siguiente forma:

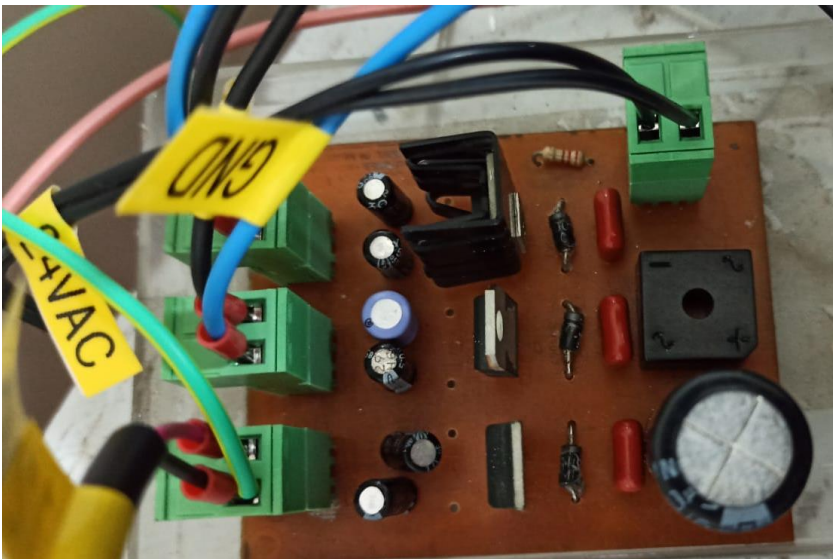


SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS



Placa rectificadora y reguladora

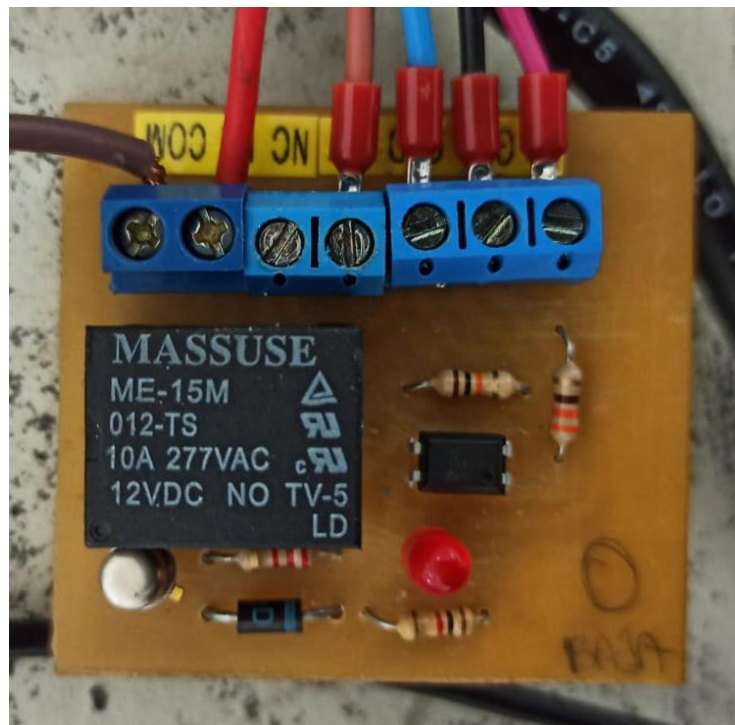
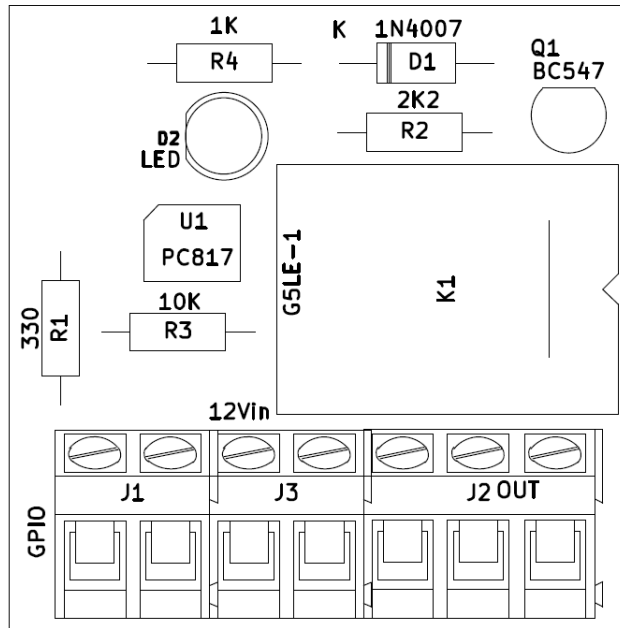
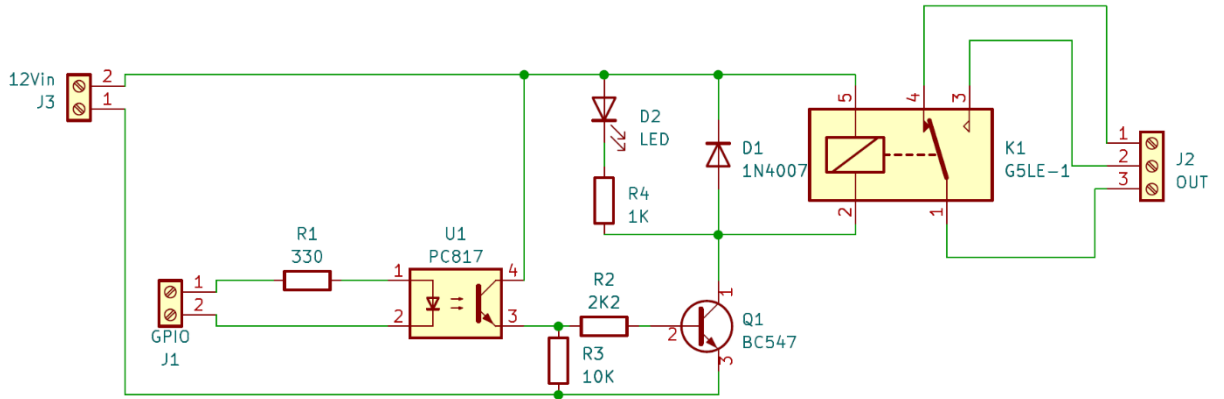
Esta placa se encarga de rectificar la tensión proveniente de un transformador de 15 Vac @ 1[A]. La misma se rectifica y se regula a valores de tensión de 12 [V], 5 [V] y 3,3 [V]. Las salidas mencionadas corresponderán para alimentar el sistema de relés y la electroválvula (la cual se simulará con un motor Paso a Paso a 12V); la segunda se utiliza para la placa detectora de cortocircuitos y finalmente la tensión más baja para alimentar el ESP8266.



Placa de relés

La finalidad de la siguiente placa es tener el control de la conmutación de las fuentes de alta tensiones. Para su uso, se alimenta la placa con 12[Vcc] por J3 y la señal proveniente del ESP8266 se inyectará por J1. En este último, se excitará un optoacoplador PC817, el cual por configuración Darlington permitirá mayor control de corriente admitiendo la conmutación del relé de 12V. Finalmente, se permitirá conectar un contactor de ser necesario para tener mayor seguridad a futuro y de esta forma asegurar la aislación de las fuentes de tensiones.

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

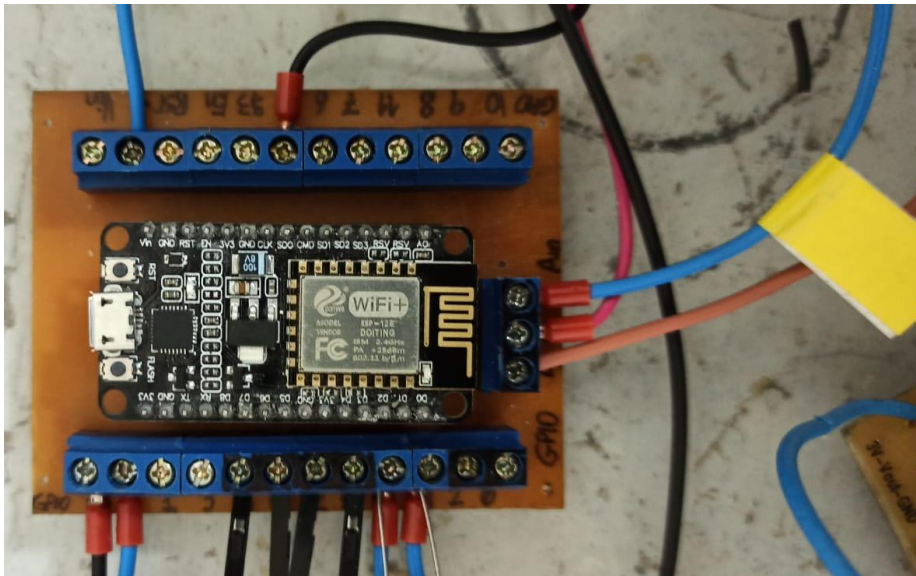
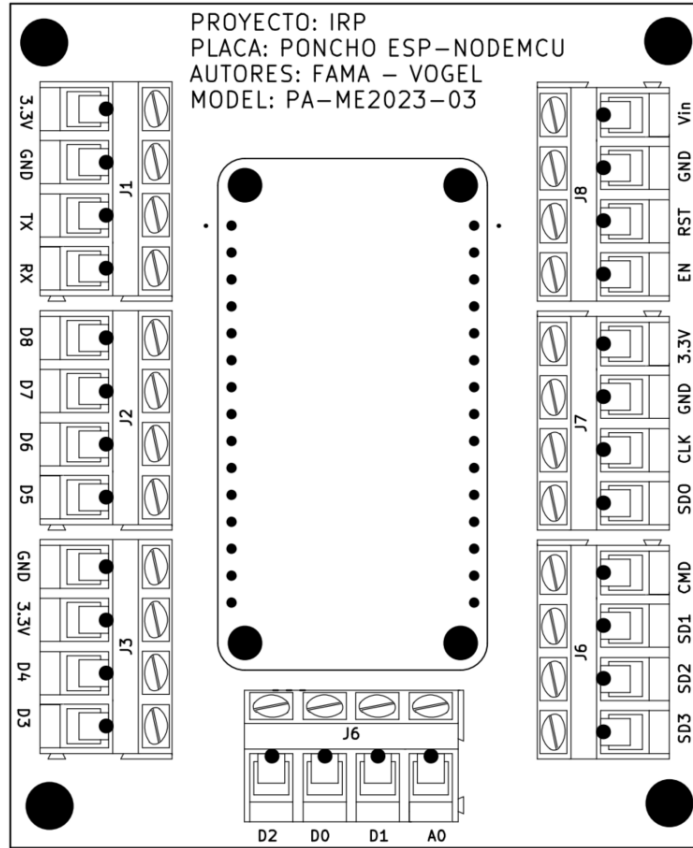


Placa de conexiones o "Poncho" de conexión

Esta placa denominada "Poncho" adquiere su nombre debido a que conformará a ser un complemento del ESP8266. La finalidad de esta es permitir una rápida conexión de los pines a

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

borneras, para una fácil manipulación de los cableados de señal y comando, así como también, una ágil extracción del ESP para su configuración aislada.



A nivel software, no se detallará con tanta profundidad el funcionamiento. Principalmente, el sistema requerirá de un servidor Linux, el cual se presume que existirá donde sea ubicado el filtro. Esta máquina deberá ser conectada a la misma red WIFI del ESP y puede ser física, virtualizada, una Raspberry PI o simplemente un cloud AWS (comprobado y funcional). En ella se instalará dos servicios esenciales, los cuales serán un Broker MQTT y el aplicativo NODE-RED en este caso. Para este último, no es necesario que el usuario final se limite a su uso. Principalmente se optó debido a que es un programa OPEN-SOURCE. Si lo requiere, puede utilizar otros programas propietarios tales como LABVIEW u otros a nivel industrial que admita el protocolo de comunicación TCP y el servicio MQTT.

Broker MQTT

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

MQTT significa MQ Telemetry Transport y es un sistema ligero y agradable de publicación y suscripción en el que puede publicar y recibir mensajes como cliente. Es un protocolo de mensajería simple, diseñado para dispositivos restringidos y con poco ancho de banda. Por lo tanto, es la solución perfecta para las aplicaciones de Internet de las cosas.

El broker MQTT es responsable de recibir todos los mensajes, filtrarlos, decidir quién está interesado en ellos y luego publicar los mensajes para todos los clientes suscritos.

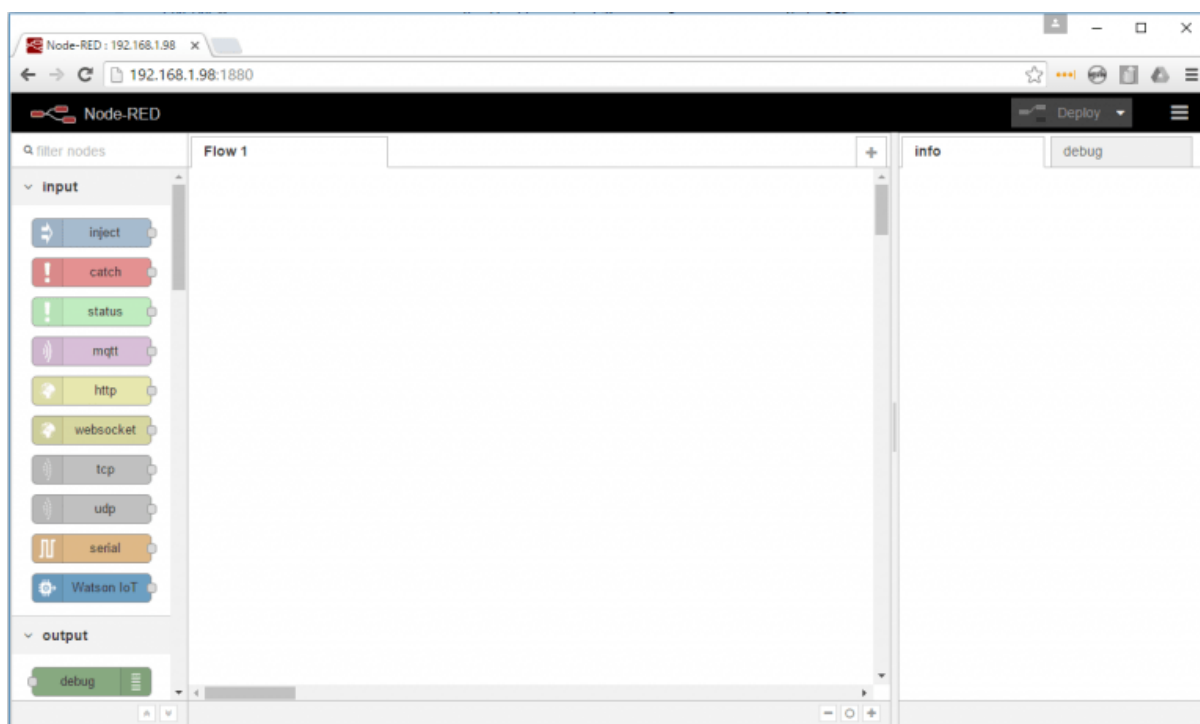
Hay varios broker que puede utilizar. En este proyecto se utiliza "Mosquitto Broker".

Para interpretar el concepto de filtrado de mensaje, MQTT trabaja con "Topics", que no son más ni menos que direcciones dentro del servicio donde se alojarán los mensajes y que los clientes adheridos o suscritos a estos son los únicos autorizados a leer y modificar mediante el proceso de "publish".

NODE-RED

Node-RED es una poderosa herramienta de código abierto para crear aplicaciones de Internet de las cosas (IoT) con el objetivo de simplificar el componente de programación.

Node-RED se ejecuta en el navegador web y utiliza una programación visual que le permite conectar bloques de código, conocidos como nodos, para realizar una tarea. Los nodos cuando están conectados entre sí se denominan flujos.



¿Por qué Node-RED es una gran solución?

- Node-RED es de código abierto y desarrollado por IBM.
- El Raspberry Pi u otro servicio de bajo recurso ejecuta Node-RED perfectamente.
- Es una herramienta de programación visual, lo que la hace más accesible a una gama más amplia de usuarios.
- Con Node-RED, puede dedicar más tiempo a crear cosas geniales, en lugar de dedicar incontables horas a escribir código.

¿Qué puedes hacer con Node-RED?

Node-RED facilita:

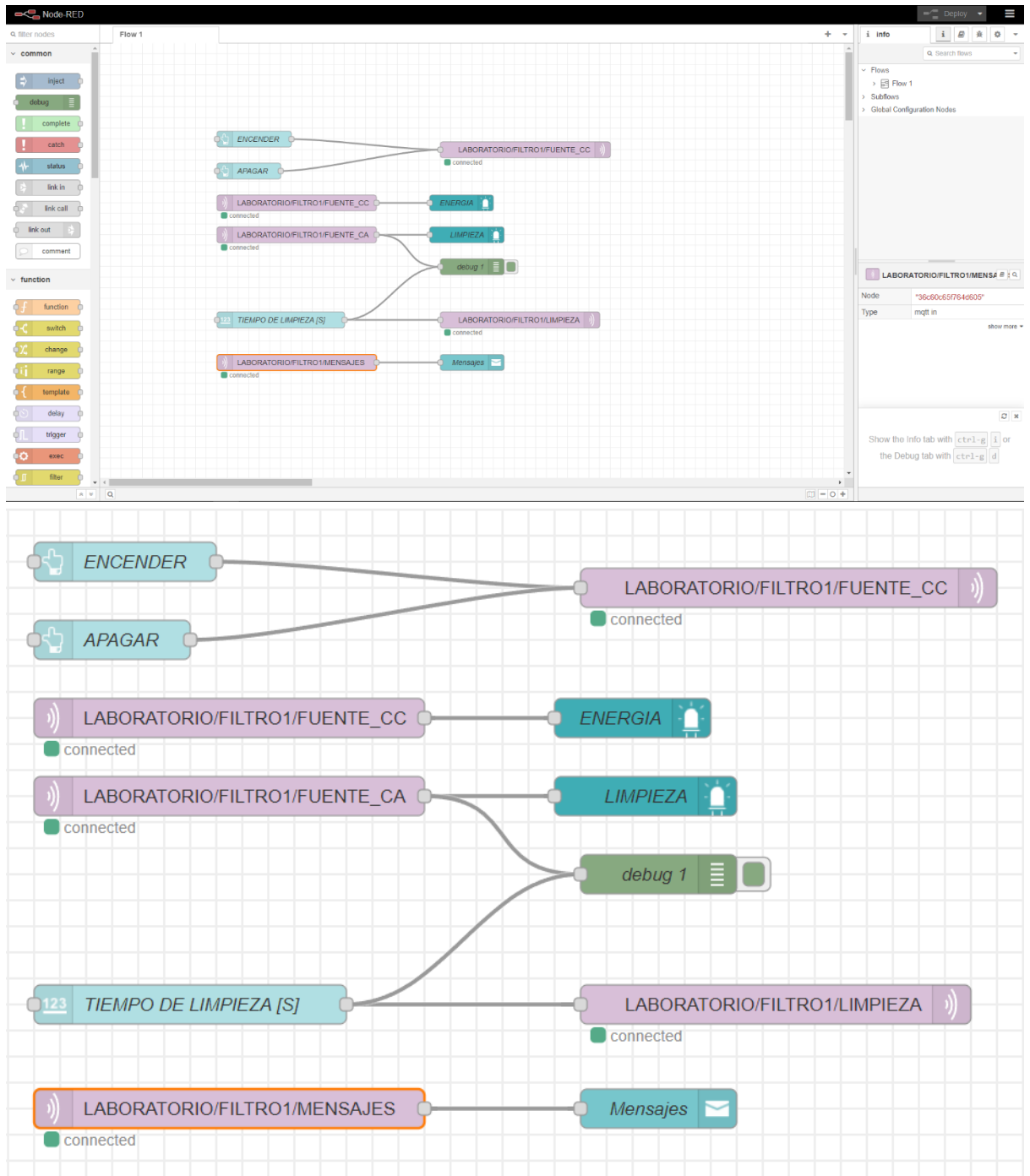
- Acceder a sus GPIO;
- Establecer una conexión MQTT con otros dispositivos (Arduino, ESP8266, ESP32, etc.);
- Cree una interfaz gráfica de usuario receptiva para sus proyectos;

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

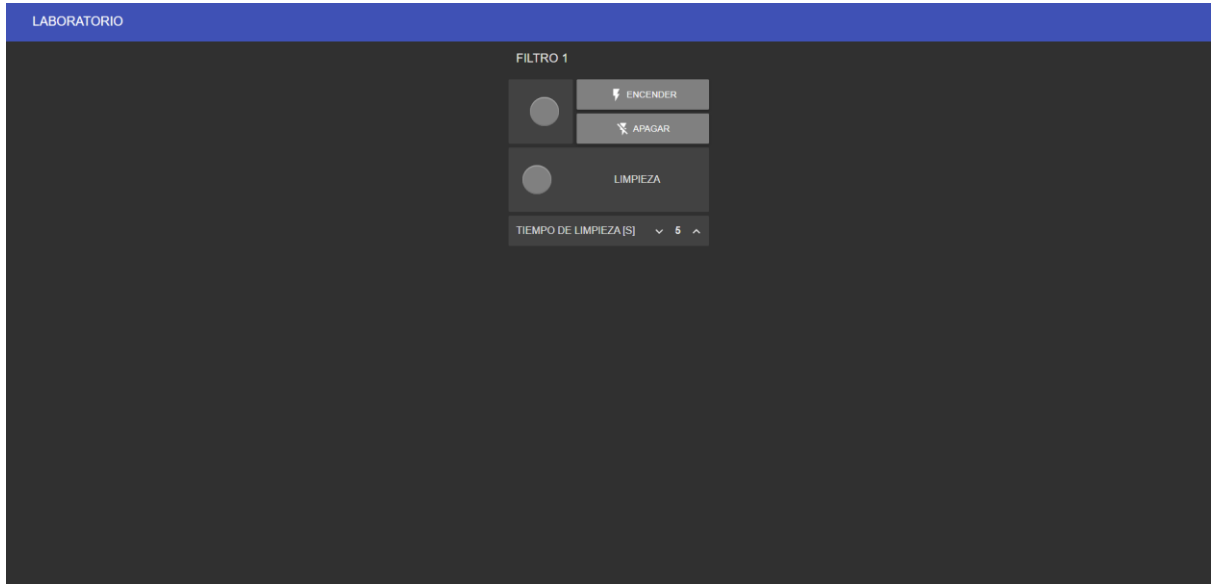
- Comunicarse con servicios de terceros (IFTTT.com, Adafruit.io, ThingSpeak, Home Assistant, InfluxDB, etc.);
- Recuperar datos de la web (pronóstico del tiempo, precios de acciones, correos electrónicos, etc.);
- Crear eventos activados por tiempo;
- Almacenar y recuperar datos de una base de datos.

Como apreciará, NODE-RED es una herramienta muy poderosa que para este proyecto se basará solamente en la comunicación visual entre el ESP8266 y la terminal del operario.

Para el proyecto, se utilizó el siguiente diseño:

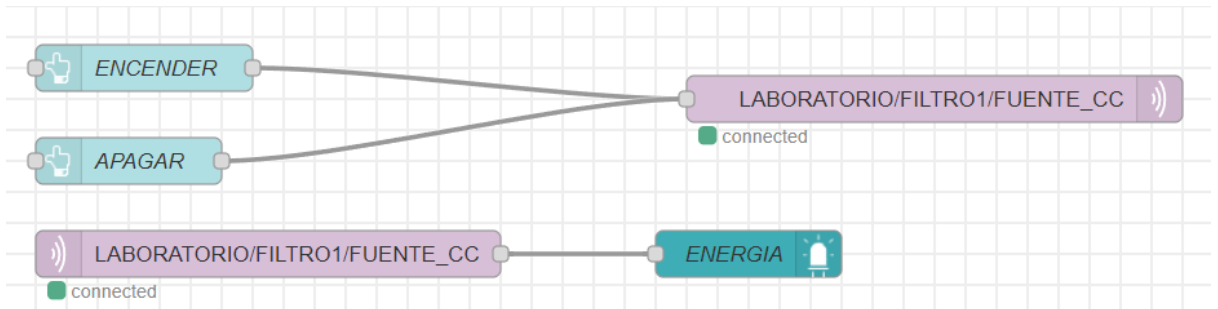


SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

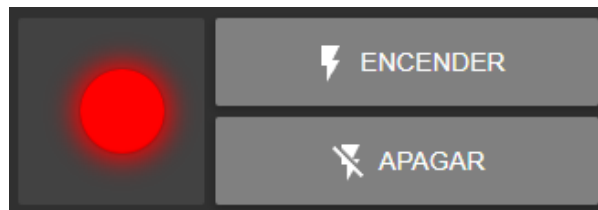


A continuación, se detallará el funcionamiento de cada nodo:

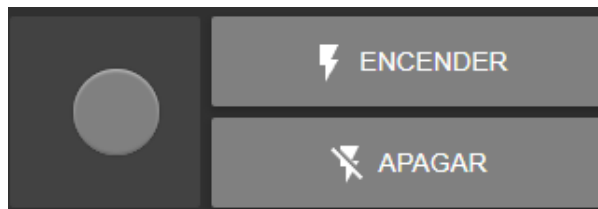
Este nodo se encarga de enviar una señal de encendido o apagado al topic asociado al control de la fuente de alta tensión continua. A su vez y para asegurar que exista conexión al bróker, se realimenta el mensaje mostrando el encendido o el apagado de un led.



Caso encendido:

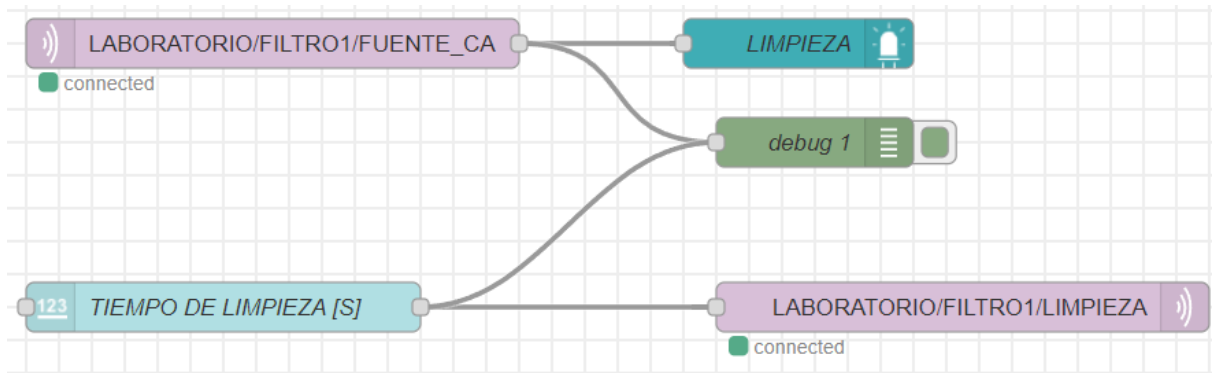


Caso apagado:



Los siguientes nodos se encargan de indicar en el GUI el inicio de la etapa de limpieza mediante la fuente de alta tensión de alterna mostrado como un LED. La única interacción que presentará el operario en esta etapa es la de aumentar o disminuir los tiempos de limpieza de acuerdo sean las condiciones físicas del filtro.

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS



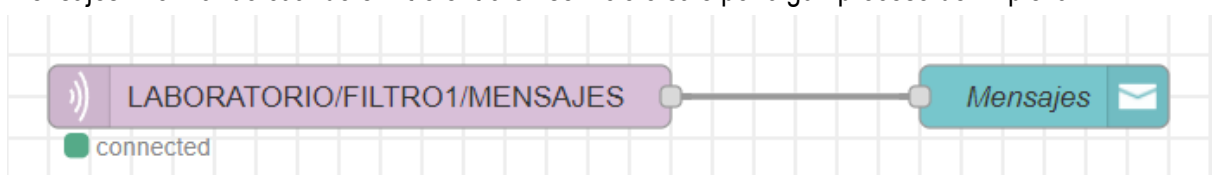
Etapa de funcionamiento normal:



Etapa de limpieza y encendido de fuente de alterna:



Por último, el siguiente nodo se encargará de transmitir en forma de POP-UPS en el GUI mensajes informando cuando el filtro entra en servicio o sale por algún proceso de limpieza.



SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

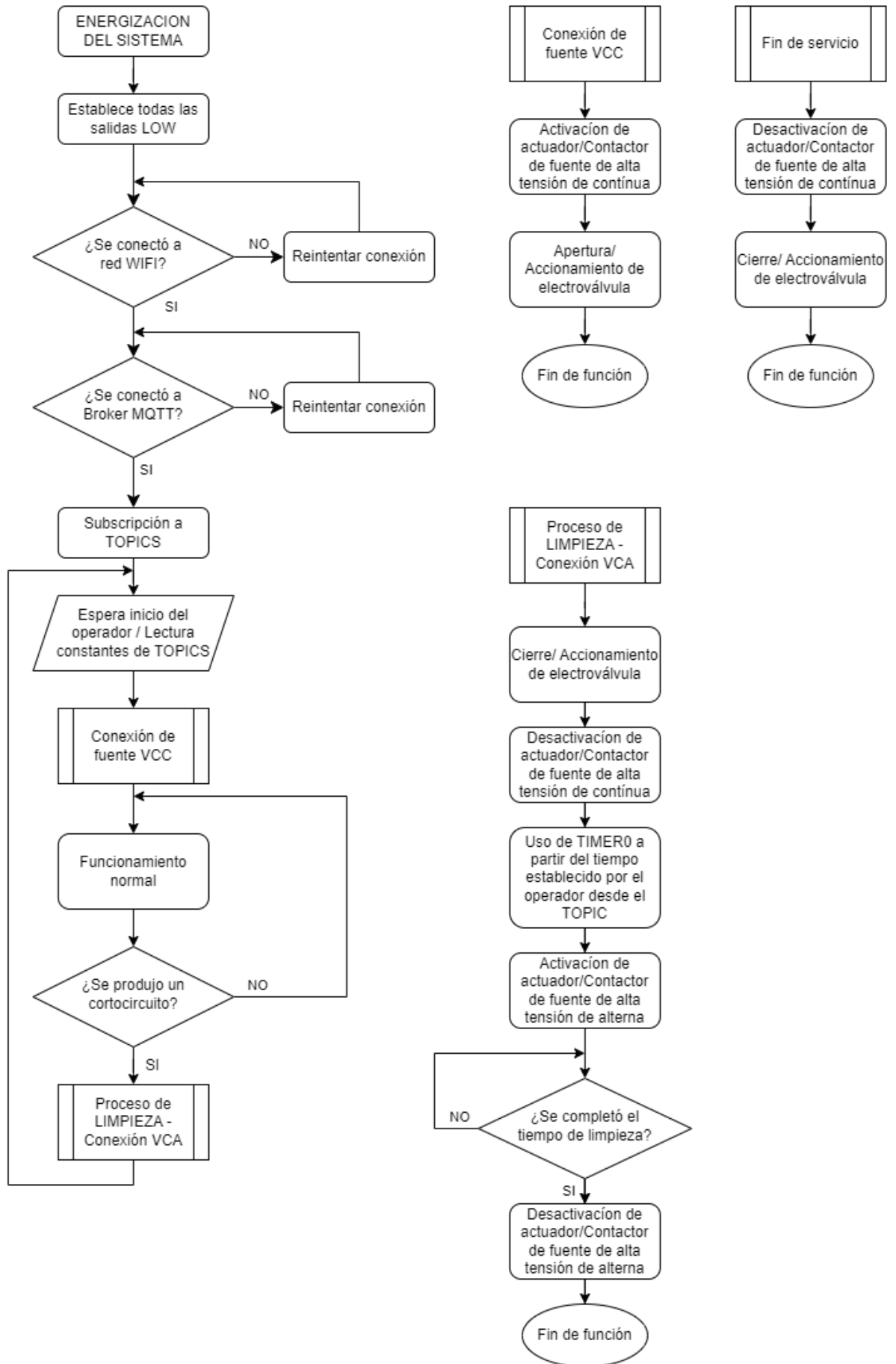


Programación

Para la programación del ESP8266 nos valemos del software VSCODE en conjunto con las librerías de PlatformIO, el cual es libre como extensión.

Debido a la propiedad intelectual, no se anexará el código de funcionamiento, sin embargo, se adjunta el diagrama de flujo simple el cual demuestra el procedimiento a seguir por parte del microcontrolador:

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS



5.2 FACTIBILIDAD ECONÓMICA

El análisis de factibilidad económica desempeña un papel fundamental en la evaluación de proyectos, ya que su objetivo principal es verificar la viabilidad de la rentabilidad económica.

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

Se busca determinar los beneficios que se pueden obtener en relación con los costos de inversión necesarios. En esta sección, se presenta un resumen de los gastos estimados del proyecto, proporcionando una visión general de los costos que se prevén durante su ejecución. A través de este análisis, se busca obtener una evaluación clara de la viabilidad financiera del proyecto, permitiendo tomar decisiones fundamentadas y asegurando una gestión eficiente de los recursos. En la siguiente tabla se realiza el flujo de caja para un estimativo real del desarrollo de la empresa de forma anual, aumentando las ventas año tras año. En ella se detallan los gastos estimados, brindando información precisa y relevante para evaluar la factibilidad económica del proyecto.

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO (PURO O SIN FINANCIACIÓN)						
Años	0	1	2	3	4	5
Cantidad de Unidades		2	2	2	2	2
Ingresos		1.903.800	1.903.800	1.903.800	1.903.800	1.903.800
Costos Fijos						
Servicios (Elec., Conex., Agua., Muni.)		144.000	144.000	144.000	144.000	144.000
Publicidad		72.000	72.000	72.000	72.000	72.000
Gastos inmobiliarios		216.000	216.000	216.000	216.000	216.000
Gastos Varios		-	-	-	-	-
Gastos de Admin./Legal/Contable		480.000	480.000	480.000	480.000	480.000
Costo Fijo Total		912.000	912.000	912.000	912.000	912.000
Costos Variables						
Costo Unidad		317.300	317.300	317.300	317.300	317.300
Gastos de Venta (Envío postal)		24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
Dispositivos Electrónicos	300.000	-	-	300.000	-	-
Instrumental y Herramientas	600.000	-	-	-	-	-
Verificaciones y Contrastación		-	-	35.000	-	-
Costo Variable Total		341.300	341.300	676.300	341.300	341.300
COSTOS TOTALES		1.253.300	1.253.300	1.588.300	1.253.300	1.253.300
Depreciación		220.000	220.000	220.000	220.000	220.000
Utilidad Antes de Impuestos		430.500	430.500	95.500	430.500	430.500
Impuesto (30%)		129.150	129.150	28.650	129.150	129.150
Utilidad Después de Impuestos		301.350	301.350	66.850	301.350	301.350
Depreciación		220.000	220.000	220.000	220.000	220.000
Inversión Inicial	300.000					
Inversión Equipamiento Total	900.000					
Inversión Capital de Trabajo	1.738.500					
Recuperación Capital de Trabajo						1.738.500
Valor de Liquidación						405.000
Flujo de Caja Neto	- 2.938.500	521.350	521.350	286.850	521.350	2.664.850
Flujo de Caja Neto Acumulado	- 2.938.500	- 2.417.150	- 1.895.800	- 1.608.950	- 1.087.600	1.577.250

5.2.1 Aproximación al valor actual neto

El Valor Actual Neto (VAN) es una medida financiera clave en la evaluación de proyectos. Representa la diferencia entre los flujos de efectivo futuros generados por el proyecto y la inversión inicial requerida. Al calcular el VAN, podemos determinar la rentabilidad económica del proyecto y su capacidad para generar un retorno positivo.

A continuación, se presenta el valor del VAN del proyecto, lo cual proporciona una perspectiva clara sobre su viabilidad financiera.

VAN	15.198.285
------------	------------

Se observa un VAN positivo, por lo que este proyecto nos da ganancia en comparación de la tasa de interés fijada.

5.2.2 Tasa interna de retorno

El TIR (Tasa Interna de Retorno) calculado para el caso de las ventas esperadas nos da como resultado:

TIR	120%
------------	------

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

Por lo que se puede concluir que, al ser un valor elevado y mayor a la tasa de interés fijada, la posibilidad de que este proyecto sea rentable, según las previsiones hechas, es alta.

5.2.3 Payback o plazo de recuperación

Para el cálculo del Payback, utilizamos los datos del inciso del cálculo del VAN. Siendo:

Flujo de Caja Neto	-	2.902.500	2.708.850	3.802.600	4.661.850	5.990.100	9.738.225
Flujo de Caja Neto Acumulado	-	2.902.500	- 193.650	3.608.950	8.270.800	14.260.900	23.999.125

Payback	2
----------------	----------

El tiempo es aproximadamente 2 años, por lo que sería menos de la mitad del tiempo de duración de vida de la empresa lo que se tarda en recuperar la inversión realizada.

6 CONCLUSIONES Y ANEXOS

En este estudio, se llevó a cabo la construcción y ensayo de un filtro electrostático mejorado, que incorpora un sistema de control para detectar arcos eléctricos entre las placas del filtro. Además, se implementó un mecanismo de limpieza automática que desconecta la alimentación del filtro y cierra la válvula de ingreso de aire con polvo insecticida en caso de detectar un arco eléctrico. A continuación, se presentan las conclusiones obtenidas a partir de este trabajo de investigación y desarrollo:

- Mejora en la seguridad y eficiencia: El sistema de control desarrollado ha demostrado ser eficaz en la detección temprana de arcos eléctricos en el filtro electrostático. Al activar automáticamente el mecanismo de limpieza y desconectar la alimentación del filtro, se reduce el riesgo de daños en las placas y se evita la generación de chispas, mejorando así la seguridad y prolongando la vida útil del filtro.
- Limpieza efectiva del filtro: El mecanismo de limpieza implementado, que cierra la válvula de ingreso de aire con polvo insecticida, ha demostrado ser eficiente en la eliminación de partículas acumuladas en el filtro electrostático. Esta acción complementaria mejora la eficiencia de filtración.
- Optimización del rendimiento energético: La activación selectiva del mecanismo de limpieza en respuesta a la detección de arcos eléctricos permite un uso eficiente de energía. Al desconectar la alimentación del filtro solo cuando es necesario, se reducen las pérdidas de energía innecesarias y se optimiza el rendimiento energético del sistema en su conjunto.
- Aplicabilidad y potencial comercial: Este estudio demuestra la viabilidad y el potencial comercial de la implementación de sistemas de control y mecanismos de limpieza en filtros electrostáticos. Estas mejoras pueden ser aplicadas en diversas industrias y entornos donde se requiere una filtración eficiente y segura.

En resumen, el desarrollo y ensayo del filtro electrostático con sistema de control para detección de arco eléctrico y mecanismo de limpieza han demostrado resultados prometedores. La implementación de este sistema mejora la seguridad, la eficiencia de filtración y el rendimiento energético del filtro, ofreciendo un potencial comercial considerable en diversas aplicaciones.

Se adjunta fuera del presente informe como anexo el "Manual de Usuario" del producto.

SISTEMA RECUPERADOR DE POLVOS INSECTICIDAS

7 BIBLIOGRAFÍAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Eclipse Foundation. (2023). *Mosquitto*. Obtenido de Mosquitto: <https://mosquitto.org>
- Espressif Systems (688018.SH). (2023). *Espressif Systems*. Obtenido de Espressif Systems: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp8266>
- KiCad. (2023). *Open source software suite for Electronic Design Automation (EDA)*. Obtenido de <https://www.kicad.org>
- Microsoft. (2023). *Visual Studio Code*. Obtenido de Visual Studio Code: <https://code.visualstudio.com>
- PlatformIO Labs. (2023). *Professional collaborative platform for embedded development*. Obtenido de <https://platformio.org>
- Rui Santos. (Septiembre de 2016). *Random Nerd Tutorials*. Obtenido de Random Nerd Tutorials: <https://randomnerdtutorials.com/esp8266-and-node-red-with-mqtt/>
- Software in the Public Interest, Inc. (Jueves de Marzo de 2023). *debian*. Obtenido de [debian](https://www.debian.org/index.es.html): <https://www.debian.org/index.es.html>
- Stadler, T., Gitto, J., & Buteler, M. (2020). *APARATO Y PROCESO PARA LA RECUPERACIÓN DE POLVOS INSECTICIDAS DE GRANOS DE CEREALES*. Mendoza.
- Stadler, T., Gitto, J., & Buteler, M. (2020). Enhancing the potential use of microparticulate insecticides through. *Journal of Stored Products Research*, 1-7.
- Stadler, T., Gitto, J., & Buteler, M. (2021). *Argentina Patente n° AR119532*.
- The OpenJS Foundation. (2023). *Node Red*. Obtenido de Node Red: <https://nodered.org>