



# UNIÓN DE ASOCIACIONES DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES Y GRADUADOS EN INGENIERÍA DE LA RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA (UAITIE)

“CONVOCATORIA 2017”

## II PREMIO NACIONAL DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

### SEPS (Sistema de Eliminación de Partículas en Suspensión)

AUTOR/ES:  
**Alumnos de Tecnología Industrial II**

BLOQUE TEMÁTICO:  
**Urbanismo inteligente  
Ahorro energético**

NIVEL EDUCATIVO:  
**2ª Bachillerato de Ciencias**

COORDINADORA:  
Xelo Soler

Marzo 2017

# Índice

<b>Resumen</b>	<b>2</b>
<b>Palabras Clave</b>	<b>4</b>
<b>1. Desarrollo</b>	
1.1 Introducción	5
1.2 Objetivos	6
1.3 Metodología	7
1.4 Resultados	17
1.5 Conclusión	18
1.6 Referencias	18
1.7 Infografía	20

# Resumen

Queremos aprovechar las corrientes de aire que nos ofrecen ciertos climas con el inconveniente que, con dicho aire, entran muchas partículas (polvo y polen). Éstas pueden resultar nocivas para las personas que padecen alergias.

Nuestro proyecto plantea el diseño de un dispositivo que filtre estas partículas perjudiciales, mejorando la calidad del aire en el interior de la casa o centro e impidiendo que personas asmáticas o alérgicas respiren elementos nocivos. Al mismo tiempo se elimina la entrada de polvo limitando el grado de suciedad en la estancia, con el consiguiente ahorro de tiempo y energía para su limpieza.

## Ventajas:

- Poder abrir la ventana y aprovechar las corrientes de aire sin el temor de la entrada de partículas y de insectos.
- Al no entrar partículas se aspirará menos polvo.
- Se elimina la entrada de polen en primavera.
- Con la ventilación natural se reducirá el uso del aire acondicionado.

## Características:

- Tendrá forma de bastidor adaptable a cualquier ventana o puerta.
- Es tanto para uso individual (doméstico) como para usos públicos (como centros escolares)
- Cada dispositivo tendrá una alimentación y control autónomo.

En definitiva se ganará en salud ambiental dentro de la casa con un ahorro energético.

Para hacer el filtro, nos hemos basado en el principio de funcionamiento de un descontaminador electrostático industrial.

Se utilizan dos mallas metálicas, separadas a poca distancia, colocadas en un bastidor que se adapta al marco de la ventana. Cuando se le aplica el voltaje a la primera malla, las partículas pasan a través de ella y se ionizan, cargándose negativamente. La segunda malla, cargada positivamente, retiene las partículas gracias a las fuerzas de atracción electrostáticas. Con esto se consigue que el aire entre del exterior libre de partículas en suspensión y demás impurezas sólidas.

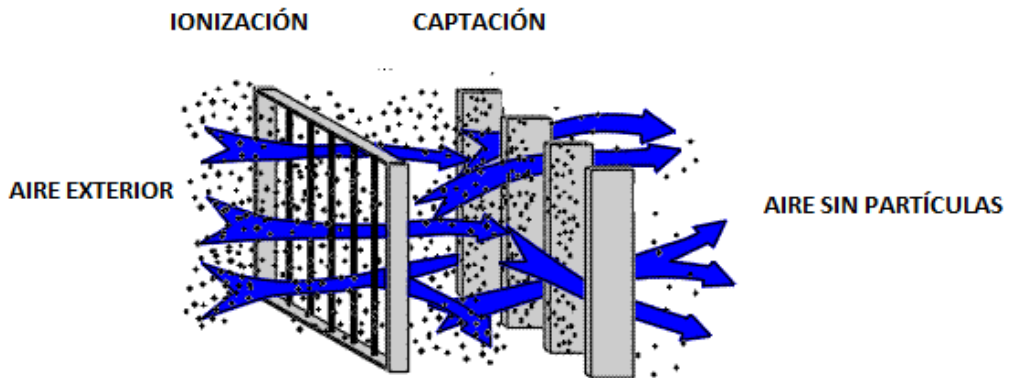


Figura 1. Funcionamiento del SEPS

Cada ventana o puerta tendrá su malla que funciona de forma independiente mediante un circuito de tensión en continua

La retirada de las partículas captadas en la segunda malla se realizará mediante la desconexión del dispositivo y aspirando directamente en la malla.

## Palabras Clave

Malla ionizadora captadora de partículas.

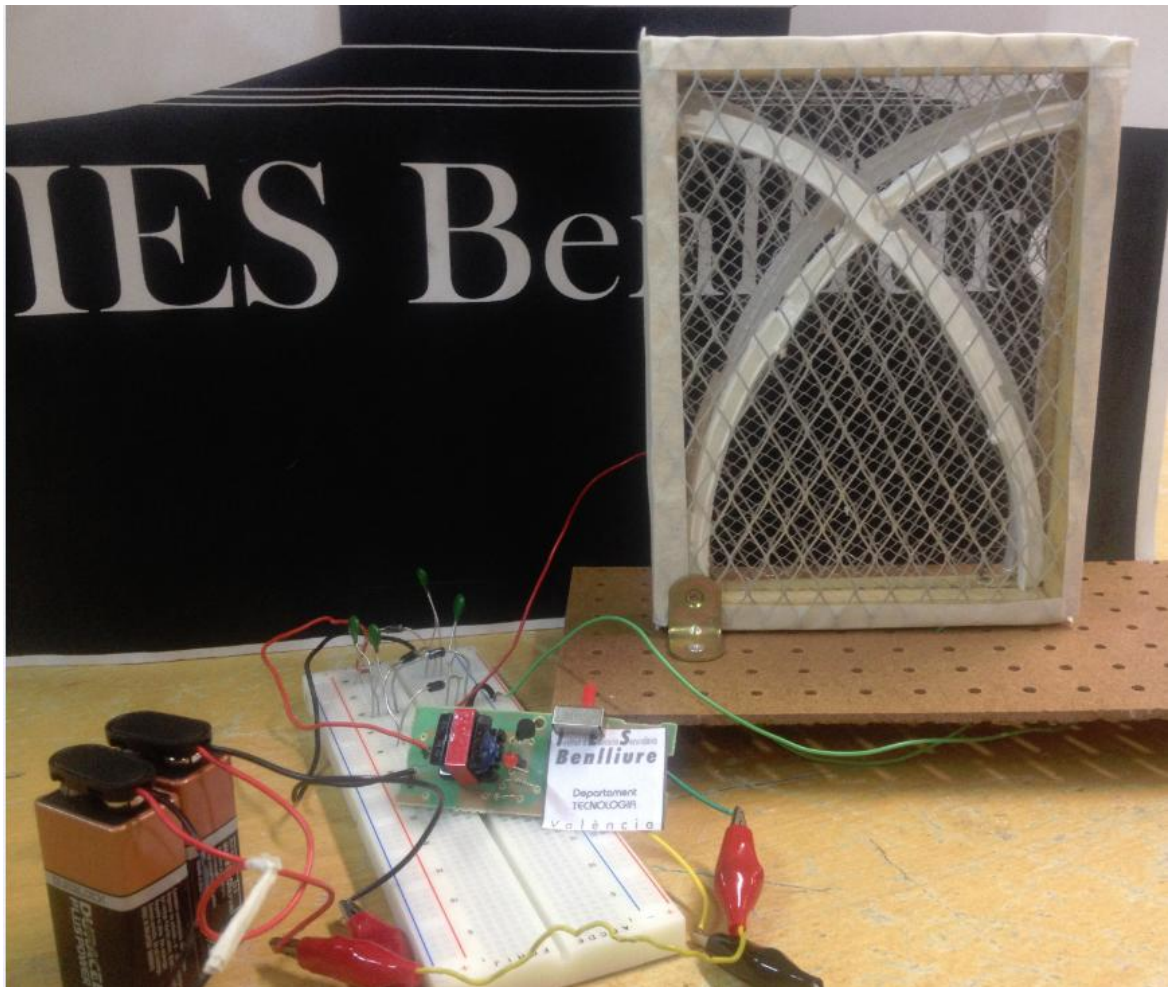


Figura 2. Montaje de la malla y su circuito. Autora: A. Collantes

## 1. Desarrollo

### 1.1 Introducción

En las zonas costeras, como Valencia, tenemos un clima marítimo que hace que el viento se cargue de iones negativos, muy beneficiosos para la salud. Por tanto, conviene abrir las ventanas tanto como se pueda para permitir la entrada de esta brisa marina y atemperar las estancias, reduciendo el uso de aire acondicionado.

El problema son las partículas en suspensión, compuestas de polvo, polen, óxidos, iones positivos, etc. que pueden resultar perjudiciales para el aparato respiratorio, para personas con asma u otras enfermedades. Además, la entrada de polvo en los recintos implica la necesidad de una limpieza constante, lo cual conlleva un gasto de adicional de energía. Nuestro objetivo es reducir la cantidad de polvo que entra en las casas para mejorar la salud respiratoria de la población, además de reducir el consumo de energía por usar menos el aspirador, además, la ventilación natural que supone tener las ventanas abiertas reducirá el consumo de aire acondicionado. Al mismo tiempo se eliminará la entrada de polen en primavera tan nocivo para las personas alérgicas a él.

Nuestra solución será la colocación de un filtro en las ventanas o puertas que emplee la fuerza electrostática para retener las partículas e impedir que entren en las viviendas u otros centros (escuelas infantiles, colegios, institutos, centros para personas mayores, etc.).

## 1.2 Objetivos

Nuestro objetivo principal es controlar las partículas que entran en las viviendas.

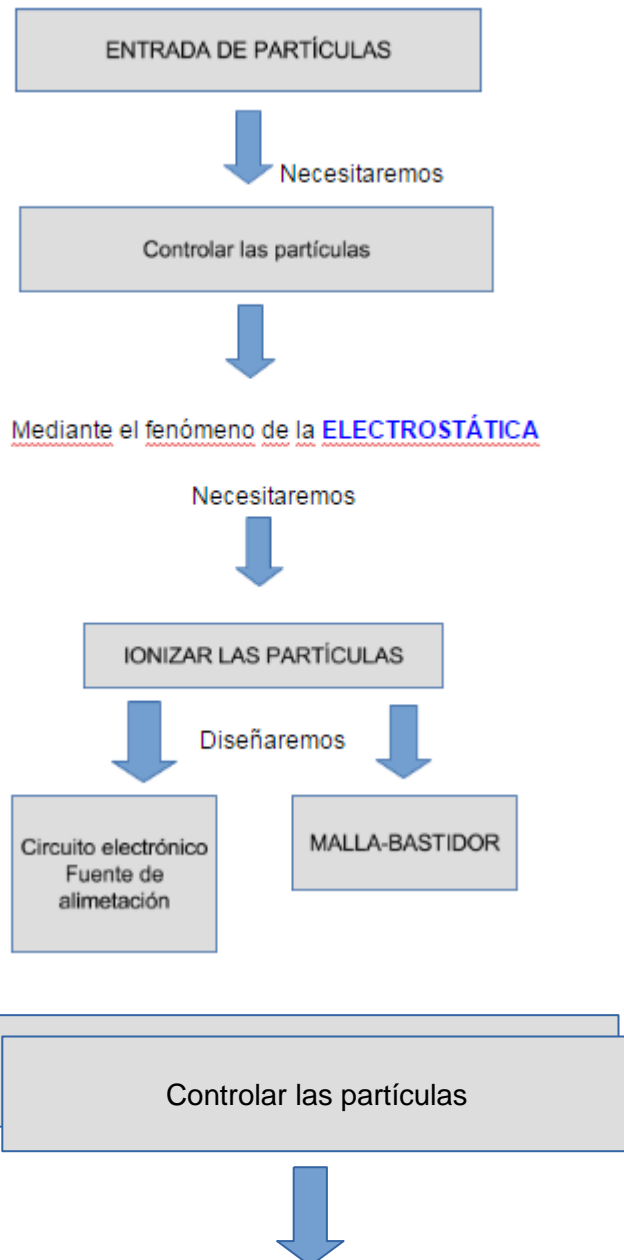


Figura 3. Acciones a realizar

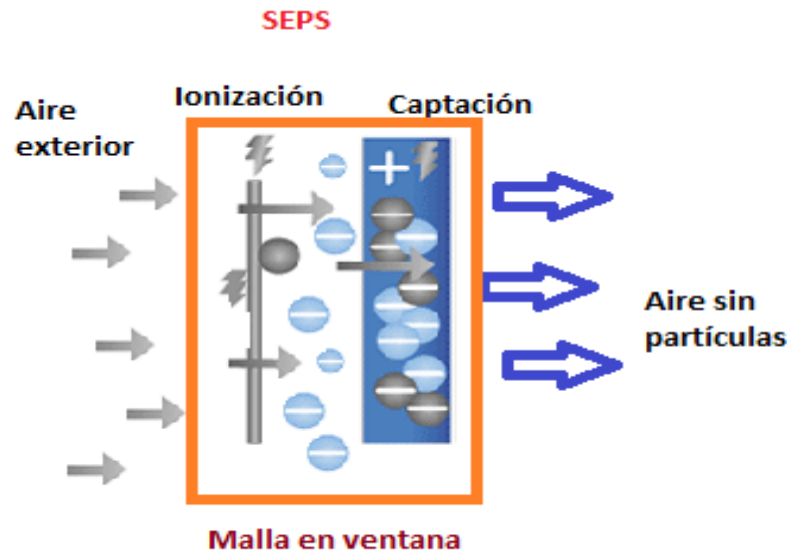


Figura 4. Esquema del Sistema de Eliminación de Partículas en Suspensión (SEPS)

### 1.3 Metodología

Para llevar a cabo este proyecto, primero iniciamos una labor de investigación acerca de la electrostática y la carga de partículas, así como de elementos y filtros de polvo que ya existieran. Barajamos la idea de construir un purificador de aire, que expulsara iones negativos que contrarrestaran los nocivos iones positivos, pero se descartó la idea por ser demasiado compleja e inviable.

Se dividió la clase en varios grupos para diferentes líneas de investigación. Uno de ellos se encargó de experimentar con fenómenos electrostáticos para comprobar que, en efecto, las partículas pueden ionizarse y controlarse mediante fuerzas eléctricas. Para demostrarlo, se construyó un dispositivo que contaba con un plumero de fibras conectado a un eje y un molinillo accionado por el viento. El



plumero se carga electrostáticamente al ser frotado contra una superficie de pvc y que posteriormente atrae partículas de polvo.

Para su construcción se utilizó material reciclado de derribo.

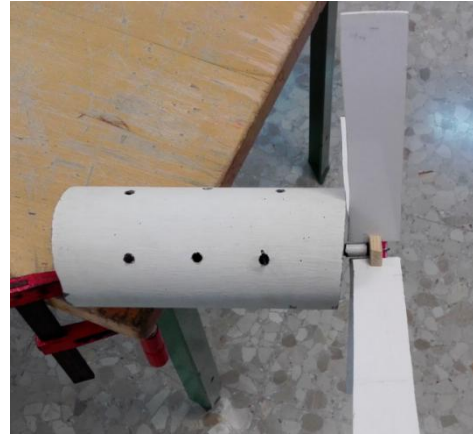


Figura 5. Dispositivo de demostración captación electrostática. Autora: A. Collantes

Video Captación Electrostática:

<https://www.youtube.com/watch?v=weYAp8UH6Xg&feature=youtu.be>

Se demuestra que las partículas de polvo pueden ser captadas electrostáticamente. El plumero quedó sucio (como se ve en la fotografía) tras dejarlo una tarde en funcionamiento, manteniendo las ventanas del Taller de Tecnología abiertas y accionando las aspas con un ventilador.

Otro grupo de alumnos continuó investigando y decidió basarse en el principio de funcionamiento de un precipitador electrostático industrial, pero aplicándolo a una ventana doméstica.

En principio se optó por cargar únicamente el marco de la ventana. Aprovechando que la mayoría de las carpinterías en ventanas son metálicas pensamos darle tensión para crear una barrera electrostática. Después de su estudio

se descartó porque la fuerza eléctrica era demasiado débil en el centro de la ventana como para afectar a una partícula de varias micras de diámetro. La solución era la captación mediante una retícula, aumentando la posibilidad de captación de todas las partículas posibles. Decidimos cargar una malla, para aumentar la superficie de acción del campo eléctrico. Las partículas quedarían adheridas a la malla, y se recogerían posteriormente. En principio se trató de buscar un material transparente y conductor al mismo tiempo, pero todas las opciones resultaban demasiado caras (grafeno, nanotubos de carbono, etc.) así que se descartó la idea. Se decidió construir una malla metálica alimentada por una fuente de alimentación de alto voltaje en continua

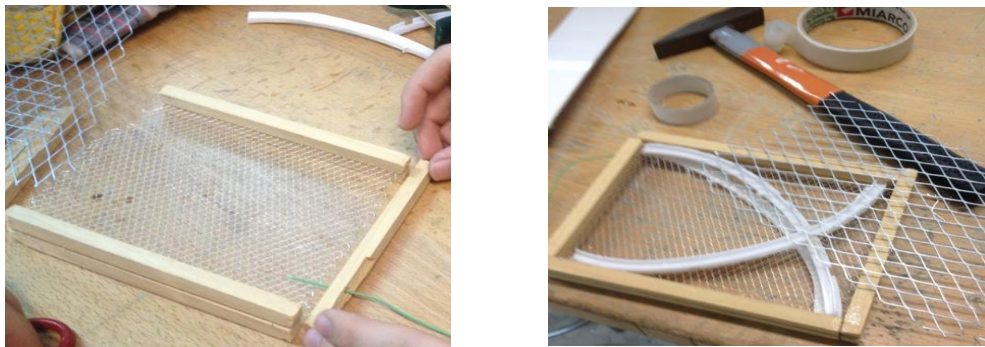


Figura 6. Proceso de montaje de la malla. Autora: A. Collantes

Un grupo se encargó del montaje de la malla. La primera malla en contacto con el exterior se conecta a negativo. La segunda a positivo. La tercera malla, situada en la parte interior de la zona habitada, es de protección para prevenir, en caso de contacto, cualquier accidente. Esta malla tiene una imprimación que hace que no sea conductora y tenga comportamiento aislante. Entre ellas se aíslan con partes plásticas de las otras mallas. Todo ello va encajado en un bastidor de madera que simula el hueco de una ventana o una puerta.



Figura 7. Montaje malla en placa. Autora: Patricia Domínguez.

Otro grupo se encargó de elaborar la fuente de alimentación que suministrara voltaje a la malla, cargándose una negativamente y la otra positivamente. Este sistema requiere una gran tensión, por eso se diseña un circuito electrónico formado por un elevador de voltaje y un multiplicador de tensión. En el siguiente esquema el LED separa un circuito del otro.

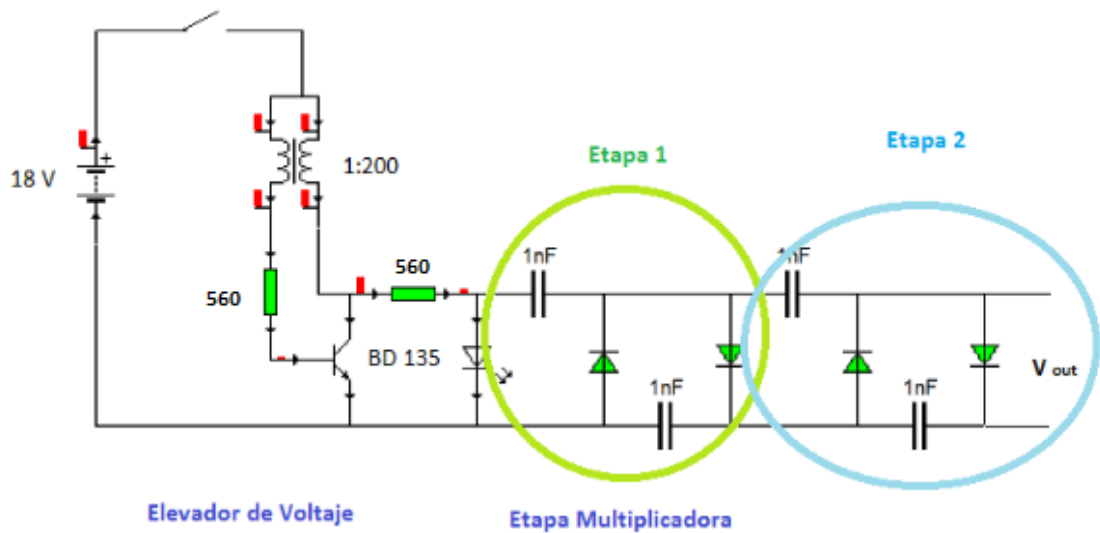


Figura 8. Esquema eléctrico de la fuente de alimentación

- El **elevador de voltaje** está formado por un transformador que eleva la tensión 200 veces, un transistor BD-135 y dos resistencias de 560 Ohm.

Tabla 1. Salida del elevador de tensión (1ª etapa) ante diferentes tensiones de entrada.

ENTRADA	SALIDA
1.5 V	24 V
6 V	170 V
9 V	250 V
18 V	500 V

Para nuestro montaje suministramos 18V de tensión de entrada y en los bornes del LED obtendremos 500V con una corriente muy pequeña (30mA). Un interruptor acciona el circuito.

-El **multiplicador de voltaje está formado por dos etapas**. Cada etapa tiene dos condensadores con una capacidad de 1nF y capaz de soportar 3KV y dos diodos 1N4007.

Tabla 2. Tensión de salida del multiplicador de tensión

ETAPA	VALOR	TENSIÓN SALIDA
1	2 X 500V	1000 V
2	3 X 500V	1500 V

En nuestro montaje obtuvimos 1500V a la salida de la placa (Vout) y con ello logramos un arco eléctrico suficiente para nuestros ensayos. No recurrimos a más etapas por temor a tensiones más elevadas.

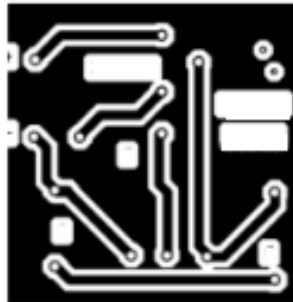


Figura 9. Circuito impreso del elevador de tensión con el programa PCB. Autor: M. Lanza



Figura 10. Montaje placa. Autora: P. Domínguez

El montaje de la placa multiplicadora la realizamos en la Board para poder tener flexibilidad a la hora de poner más etapas.



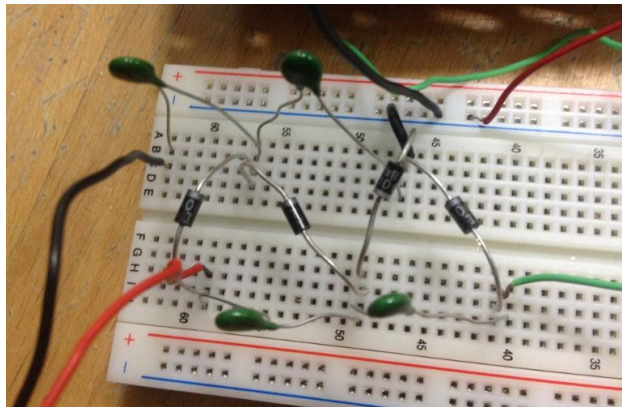


Figura11. Montaje en Board etapa multiplicadora. Autora: P. Domínguez



Figura 12. Etapa Elevadora. Autora: P. Domínguez

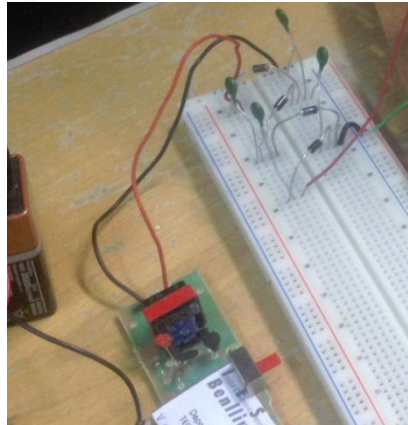


Figura 13. Montaje completo fuente alimentación. Autora: P. Domínguez

Para comprobar que la placa amplificaba la tensión de entrada la conectamos a una bombilla. Como el interior de la bombilla está en vacío y tiene muy poca resistencia, comprobamos el paso de la corriente para un alto voltaje.

A continuación se muestra un video comprobando el arco eléctrico que realiza la fuente de alimentación diseñada y comprobando el aumento de voltaje que provocaba.

<https://youtu.be/ZSFE1LJu3XU>

El último grupo se encargó de la construcción de un precipitador electrostático para simular y demostrar el funcionamiento del sistema. Ya que el montaje es puramente experimental, para demostrar los procesos físicos en los que se basa el sistema, se construyó un aparato equivalente y con el mismo funcionamiento: un precipitador electrostático en miniatura que simula uno real.

El funcionamiento de este dispositivo se basa en que las partículas cargadas eléctricamente, sujetas a un campo eléctrico, son atraídas hacia los electrodos que crean dicho campo y son depositadas sobre ellos.

El proceso de separación de partículas se divide en tres etapas:

Primero, hay que ionizar las partículas del aire, lo conseguimos haciendo pasar estas partículas por una malla cargada negativamente. Utilizamos un colador de metal conectado a un hilo de cobre

Segundo, cuando las partículas ya están cargadas y pasan por el campo electrostático se mueven hacia los electrodos (conjunto de trozos de aluminio) y se quedan adheridas a ellos. Con papel de aluminio se realiza un aro pegado con pajitas a la superficie exterior plástica.

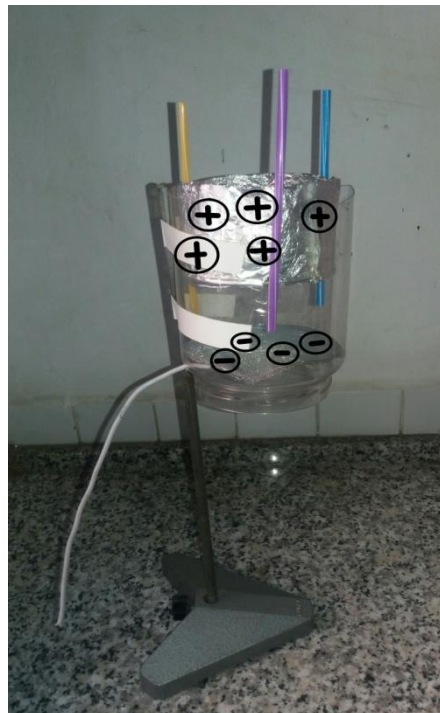


Figura 14. Funcionamiento de los electrodos con la fuente de alimentación. Autor G. Primo



En los electrodos queda impregnadas las partículas de humo que se limpiarían.

Este experimento se simuló con humo y es un poco difícil de apreciar como las partículas de humo pasan la primera malla y no salen por el aro metálico superior.

[https://youtu.be/K\\_J-XJH7aFc](https://youtu.be/K_J-XJH7aFc)

Por último vemos el montaje final de la fuente de alimentación con la malla.

<https://www.youtube.com/watch?v=0MhADZAY-iQ>

Para una instalación real la placa tendrá un convertidor de 220V/18V. Se hará con un puente rectificador de diodos.

Cada malla colocada en una ventana o puerta tendrá su circuito de alimentación. A ella le llegará una toma de 220V y con un convertidor a continua se alimentará la fuente de alimentación. Tanto el convertidor, como la fuente de alimentación y circuito de control irán incorporados en el bastidor de la malla. Se pondrá en funcionamiento con un interruptor. Todo ello se realizará con materiales y protecciones preparados para la intemperie.

Para la eliminación de las partículas se desconectará la malla de la alimentación y se aspirará toda su superficie.

## 1.4 Resultados

Con la prueba del precipitador electrostático, gracias al cual pudimos ionizar las partículas basándonos en principios físicos, y junto con la placa diseñada obtuvimos la confirmación de nuestras hipótesis. Las partículas suspendidas en el aire se pueden ionizar y captar para su posterior retirada.

Sin embargo, tuvimos un problema a la hora de poner en funcionamiento la malla. Nos encontramos con el problema de que el voltaje necesario para que funcionase correctamente tenía que ser más elevado (siendo el voltaje máximo alcanzable por nosotros de 1500V, muy inferior al deseado). Carecemos de los conocimientos de electrónica de potencia necesarios para fabricar una fuente de alimentación con una tensión de 20kV en continua necesarios para un correcto funcionamiento.

A pesar de esto, ha quedado demostrado que el dispositivo puede llevar a cabo su función correctamente, y que está perfectamente planificado para poder ponerse en práctica.

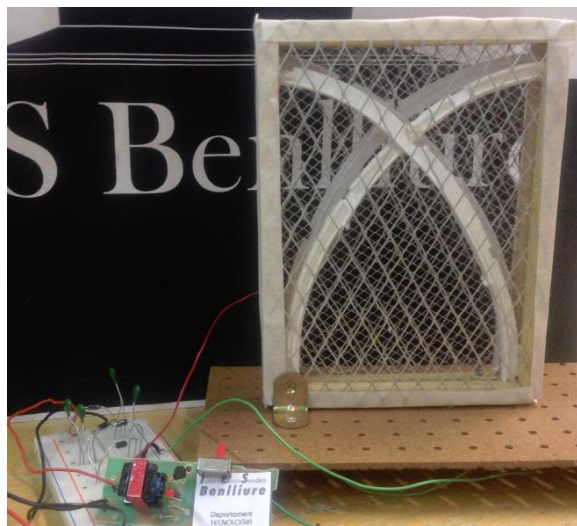


Figura 15. Maqueta del Sistema de Eliminación de Partículas Suspendidas. Autora: A. Collantes

## 1.5 Conclusión

En cuanto al ámbito teórico, el sistema diseñado es capaz de ionizar las partículas y atraerlas con éxito, desempeñando la función que perseguíamos desde un principio, evitar la entrada de polvo o polen al interior de un recinto, teniendo abierta la ventana.

A la hora de poner todos nuestros conocimientos en práctica, nos encontramos con una serie de limitaciones, como son, nuestros conocimientos en electrónica de potencia a la hora de montar el circuito para tener mayor tensión de salida en la fuente de alimentación y obtener mejores resultados.

Hemos conseguido ante una situación problemática, mediante estudio e investigación, buscar una solución.

El grupo de alumnos era grande pero, al plantear varias vías de investigación para un objetivo común, ha funcionado el trabajo en equipo.

Es un diseño factible y actualmente no está en el mercado, por lo que estamos ante un diseño innovador y capaz de adaptarse a cualquier construcción realizada. De desarrollarse se le augura una alta demanda en su comercialización porque las alergias son un problema cada vez mayor en nuestra sociedad.

Como posible mejora será cambiar el aspecto de la malla metálica aplicando la tecnología de los nanomateriales para hacer la malla prácticamente invisible, superconductora y que no afecte a la visión del paisaje.

## 1.6 Referencias

Conaircan, (2015, 7 mayo). Filtros electrostáticos. Archivo pdf. Recuperado de <http://www.conaircan.es/FILTROELECTROSTATICO-pq.pdf>

Martínez Pérez (Martinezperez). (2015, Enero 15). Filtro electrostático (Archivo de video). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=nbX0JVJQhEQ>



Renee. (2016, Junio 8). Precipitador electrostático (Archivo de video). Recuperado de [https://www.youtube.com/watch?v=3BsH4qA8\\_Vs](https://www.youtube.com/watch?v=3BsH4qA8_Vs)

## 1.7 INFOGRAFÍA



# SEPS

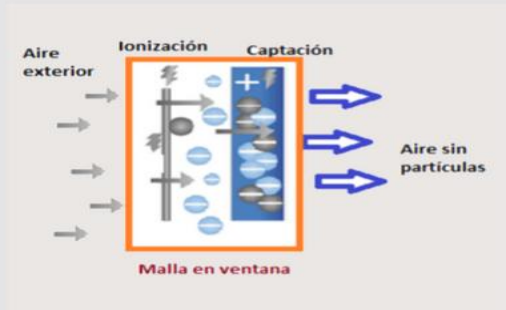
## SISTEMA ELIMINADOR DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS

### OBJETIVO

- **Controlar las partículas que entran con el aire en las viviendas**



### VENTAJAS



- **Poder abrir la ventana y aprovechar las corrientes de aire sin temor a la entrada de partículas y de insectos.**
- **Con la ventilación natural se reducirá el uso del aire acondicionado, y al no entrar polvo, se aspirará menos.**
- **Se elimina la entrada de polen en primavera.**
- **Adaptable a cualquier ventana o puerta.**
- **Para uso doméstico y centros públicos.**
- **Alimentación y control autónomo para cada dispositivo.**