



Implementación de Práctica titulada “Diseño y Funcionamiento de un Filtro de Aire” dentro del Laboratorio de Ingeniería Ecológica

Gilberto Chavarría Ortiz,¹ Víctor Hugo Hernández Gómez²

RESUMEN

En el presente documento se expone la práctica sugerida para el Laboratorio de Ingeniería Ecológica de la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica (IME), que se imparte en la Facultad de Estudios Superiores campus Cuautitlán (FES-Cuautitlán), denominada “Diseño y Funcionamiento de un Filtro de Aire” con la finalidad de que el estudiante de dicha carrera conozca, diseñe y construya un pequeño filtro y observe su funcionamiento y la importancia que conlleva la limpieza del aire dentro de un recinto.

El objetivo del presente trabajo es incentivar la creatividad del estudiante para que pueda diseñar y fabricar su propio filtro de aire e implementarlo en su hogar u oficina de trabajo. El trabajo especifica el material a utilizar, sin embargo, el alumno de (IME) tendrá la libertad de poder cambiar el material que se propone con la condición de notificarlo al profesor de laboratorio con antelación e indicarlo en su reporte de práctica. Así mismo se utilizará el circuito electrónico que realizó el estudiante de IME en práctica 5 denominado “Fuente de Voltaje de CD” del Laboratorio de Electrónica Básica (cursado en el quinto semestre de la carrera) con la finalidad de que el estudiante de dicha carrera pueda darle una aplicación práctica a dicho circuito electrónico.

ABSTRACT

This document presents the suggested practice for the Ecological Engineering Laboratory of the career Electrical Mechanical Engineering (IME), which is taught at the Faculty of Higher Studies campus Cuautitlán (FES-Cuautitlán), called "Design and Operation of Air Filter" with the purpose that the student of said career knows, designs and builds a small filter and observes its operation and the importance of cleaning the air inside an enclosure. The objective of this work is to encourage the creativity of the student so that he can design and manufacture his own air filter and implement it in his home or work office.

The work specifies the material to be used, however, the student of (IME) will have the freedom to change the proposed material on the condition of notifying the

laboratory teacher in advance and indicating it in their practice report. Likewise, the electronic circuit made by the IME student in practice 5 called "DC Voltage Source" from the Basic Electronics Laboratory (completed in the fifth semester of the degree) will be used in order that the student of said degree can give a practical application to said electronic circuit implementation.

Palabras claves:

Laboratorio de Ingeniería Ecológica, filtro de aire, creatividad, diseñar, material, circuito electrónico.

OBJETIVO

El estudiante de ingeniería diseñará y construirá un pequeño filtro de aire con la finalidad de entender el procedimiento de absorción de los diferentes materiales utilizados en los filtros de aire, sus efectos sobre las partículas suspendidas contenidas en el aire y así contrarrestar la contaminación del aire debido a dichas partículas suspendidas.

INTRODUCCIÓN

La disminución de la calidad del aire debido a la contaminación atmosférica en zonas urbanas es producto de un conjunto de factores como la cantidad y calidad de los combustibles utilizados por los distintos procesos industriales, las actividades productivas y de población, y por las condiciones meteorológicas (locales y globales) y fisiográficas que modifican la química atmosférica.

Por lo anterior, los contaminantes del aire se pueden clasificar según su origen como naturales y antropogénicos. Los contaminantes de origen natural provienen de fuentes naturales y los contaminantes de origen antropogénico son aquellos derivados de las actividades del hombre.

Es de gran importancia analizar las características, propiedades y origen de los contaminantes más importantes en función de su fuente de origen, ya que éste es el criterio más habitual para poder inhibir la cantidad de contaminantes que se arrojan a la atmósfera.

Facultad de Estudios Superiores Campus Cuautitlán (UNAM),
¹gchoz70@comunidad.unam.mx, ²vichugo@servidor.unam.mx.





FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

La calidad del aire que nos rodea es resultado de una combinación de factores, que producen cambios en su composición y que puede variar de un momento a otro.

Los factores que intervienen en la dispersión y/o acumulación de contaminantes en la atmósfera son [II]:

- a) Eventos meteorológicos.
 - Determinan el estado y movimiento de las masas de aire.
 - Facilitan o dificultan la dispersión de contaminantes.
 - La temperatura del aire determina los movimientos del aire y las condiciones de estabilidad o inestabilidad atmosférica.
- b) Características geográficas.
 - Influyen en la difusión o acumulación de los contaminantes.
 - Las montañas frenan los vientos, favoreciendo la acumulación de contaminantes.
 - Las zonas urbanas influyen en el movimiento de las masas de aire, disminuyendo su velocidad y generando turbulencias que contribuyen a la acumulación de contaminantes.
- c) Fuentes de emisión.
 - Lanzan las sustancias al aire por una fuente localizada o como resultado de reacciones fotoquímicas.

Dichos factores producen un impacto local, regional y global en la calidad del aire.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN [III]

La rápida industrialización ha dado lugar a innumerables accidentes que han contaminado los recursos terrestres, atmosféricos y acuáticos con materiales tóxicos y otros contaminantes, amenazando a las personas y los ecosistemas con graves riesgos para la salud.

El uso cada vez más generalizado e intensivo de materiales y energía ha originado una creciente presión en la calidad de los ecosistemas locales, regionales y mundiales. Antes de que se emprendiera un esfuerzo concertado para reducir el impacto de la contaminación, el control ambiental apenas existía y se orientaba principalmente al tratamiento de residuos para evitar daños locales, aunque siempre con una perspectiva a muy corto plazo.

Sólo en aquellos casos excepcionales en los que se consideró que el daño era inadmisiblemente se tomaron medidas al respecto. A medida que se intensificó el ritmo de la actividad industrial y se fueron conociendo los efectos acumulativos, se impuso el paradigma del control de la contaminación como principal estrategia para proteger al medio ambiente.

Dos conceptos son la base para el control de la contaminación de aire [I]:

- El concepto de Capacidad de Asimilación, que reconoce la existencia de un cierto nivel de emisiones al medio ambiente sin efectos apreciables en la salud humana y ambiental.
- El concepto del Principio de Control, que supone que el daño ambiental puede evitarse controlando la forma, la duración y la velocidad de la emisión de contaminantes al medio ambiente.

Como parte de la estrategia del control de la contaminación, los intentos de proteger el medio ambiente han consistido principalmente en aislar los contaminantes del medio ambiente y en utilizar depuradoras y filtros en las fuentes emisoras. Estas soluciones, orientadas a objetivos de calidad ambiental o límites de emisión específicos para un medio, se han dirigido especialmente a eliminar los puntos de vertido de residuos a determinados medios (aire, agua, tierra).

CONTROL DEL PROCESO Y DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

El control del proceso implica revisar cuidadosamente la unidad de producción, a fin de reducir la contaminación del aire e inspeccionar si el proceso de producción y el caudal de la emisión son óptimos, como también el control y tratamiento necesarios para las emisiones del proceso.

Un principio fundamental para lograr el control de la contaminación del aire establece que el problema puede resolverse en mejor forma si éste se soluciona desde el sitio de origen de las emisiones.

MÉTODOS PARA EL CONTROL EN EL ORIGEN

Los métodos para el control total o parcial en el origen incluyen:

- a) Eliminación de emisiones. - La sustitución de materiales, procesos o equipo, es el método menos costoso y más positivo.
Los métodos de eliminación de emisiones más utilizados son los siguientes:
 - Cambio en el proceso. - Pueden ser efectivos para la eliminación de emisiones contaminantes del aire (condensación y reutilización de los vapores).
 - Sustitución de equipo. - Utilización de equipos de mayor calidad y capacidad con la finalidad de reducir y/o eliminar fugas de gases contaminantes dentro del proceso de producción.
 - La sustitución del combustible. - Utilización de un combustible biodegradable.
- b) Reducción de emisiones. - Entre los métodos más utilizados se encuentran:
 - Emisiones por fuga. - El escape en los sistemas de transporte, puede reducirse si se eliminan los derrames y la dispersión de material mediante cubiertas herméticas construidas alrededor de los transportadores.



- Emisiones del proceso. - Cuando los contaminantes son un subproducto de las operaciones del proceso, esto se pueden disminuir mediante cambios en las condiciones de dicho proceso.
- Concentración de contaminantes en el origen. - Se logra con la centralización y disminución de los puntos de emisión y la reducción del volumen de gas que será descargado.
- Reducción del número de puntos de emisión. - El control de la exposición de los trabajadores a las emisiones que producen ciertas operaciones en industrias metalmeccánicas tales como pulido, sierra y corte, puede llevarse a cabo si se agrupan las operaciones y se practica una ventilación local exhaustiva con un sistema de recolección común, en lugar de utilizar un sistema de ventilación exhaustiva con un colector individual para cada operación. La recolección centralizada disminuye los cortes por unidad de peso del material colectado.
- Reducción del volumen por enfriamiento. - Las dimensiones de colectores de polvo como filtros y precipitadores, generalmente toman en cuenta el flujo volumétrico y no el flujo de masa. Si la emisión es de un gas caliente y polvoriento, el enfriador puede reducir su volumen apreciablemente. Uno de los métodos más económico consiste en la simple adición de aire frío. Otros medios incluyen el intercambiador de calor, la convección forzada y el rociado con agua.
- Ventilación local exhaustivo. - Este tipo de sistema bien diseñado e instalado en forma
- adecuada, constituyen un elemento importante en el propósito de reducir los caudales de aire succionado y para controlar al máximo la concentración de contaminantes, advirtiéndose que éstos deben sujetarse a limpieza antes de su descarga a la atmósfera.

CRITERIOS TÉCNICOS PARA SELECCIONAR EQUIPOS DE LIMPIEZA DE AIRE

Al momento de seleccionar los equipos dedicados a la limpieza del aire dentro de los sistemas productivos, debemos considerar los siguientes criterios técnicos:

- a) Rendimiento. – Es el primer factor que se debe tomar en cuenta al momento de seleccionar el equipo de control idóneo de contaminantes, ya que determina la cantidad máxima de dichos contaminantes que se pueden descargar a la atmósfera.
A partir del conocimiento de tal cantidad y del contaminante que entra al sistema de colección propuesto, se define el nivel de eficiencia de recolección requerido. Es importante tener en cuenta que los colectores tienen diferentes eficiencias de acuerdo con el tamaño de las partículas. Por otra parte, el tamaño, la forma y la densidad de las partículas influyen en la velocidad de sedimentación, en la selección del equipo colector y en la facilidad para

remover las partículas de una corriente de gas. Cuando el material colectado es un gas o un vapor, es necesario saber si la sustancia es soluble en un líquido y si puede ser retenida mediante materiales absorbentes, además de considerar las concentraciones esperadas a la entrada y a la salida del colector, las condiciones de temperatura, la presión y el caudal de la corriente.

- b) Propiedades del contaminante. – Se debe conocer qué tipo de contaminante se debe reducir mediante sus siguientes características:
 - Cantidad del contaminante.
 - Composición física y química del contaminante.
 - Explosividad.
 - Reacción química del contaminante.
 - Comportamiento eléctrico del contaminante.
 - Su nivel de toxicidad.
 - Su hidroscofia (tendencia del contaminante a la acumulación en el equipo colector).
 - Aglomeración.
- c) Propiedades del gas portador. – Se deben conocer las propiedades del gas o elemento que realizará el proceso de limpieza del aire:
 - Su composición física y química.
 - La temperatura a la cuál debe trabajar para realizar la limpieza del aire.
 - La presión con la que debe inyectar el elemento limpiador.
 - La viscosidad del elemento limpiador.
 - Su densidad.
 - Su humedad relativa.
 - Su nivel de combustibilidad.
 - Su nivel de toxicidad.
 - Su comportamiento eléctrico.
 - Sus reacciones químicas.

CLASIFICACIÓN DE MÉTODOS DE LIMPIEZA DEL AIRE

En términos generales, podemos clasificar los métodos de limpieza de aire en dos grupos:

- a) Indirectos. - Comprenden la utilización de recursos y procedimientos que reducen, diluyen o evitan la dispersión de los contaminantes. Son generalmente de implantación sencilla y económica, e incluyen: delimitación del terreno o zonificación, eliminación y reducción de fuentes de emisión, dilución por chimeneas y enmascaramiento de olores.
- b) Directos. - Su finalidad es recolectar los contaminantes y evitar su descarga directa a la atmósfera. La selección del método para la limpieza del aire depende de:
 - La naturaleza y concentración del contaminante.
 - El tamaño de sus partículas.
 - Las características de la corriente de aire.
 - Las características del contaminante.
 - Los requerimientos de energía.



- El método de remoción y disposición del contaminante recolectado.
Los procedimientos para el control de agentes gaseosos son:
- Combustión o incineración.
- Absorción y lavado.
- Adsorción.
Los principales métodos para recolectar y controlar los contaminantes particulares son:
- Separación por inercia y gravedad (sedimentación), o colectores mecánicos.
- Filtración.
- Precipitación Electrostática.
- Lavadores o colectores húmedos.
- Sistemas combinados.
En el presente documento (práctica) nos enfocaremos en el filtrado de aire.

FILTRACIÓN

La filtración se emplea para remover material particulado de una corriente gaseosa; su eficiencia para partículas pequeñas es alta, aún para diámetros inferiores a las 0.05 micras.

Los costos de inversión inicial y de mantenimiento varían de acuerdo con la densidad de las partículas, la cantidad y temperatura de la corriente gaseosa que contiene el polvo. Entre los factores que limitan el empleo de la filtración se encuentran:

- las características de la corriente gaseosa (temperatura elevada),
- la carga de polvo que contiene y
- la ruptura del filtro.

Los filtros pueden contener los siguientes materiales:

1. Filtros Cerámicos, de Arena y de Fibra de Vidrio
Los filtros cerámicos, de arena y de fibra de vidrio son materiales de alta porosidad por lo cual se pueden obtener altas eficiencias cuando la concentración de polvo es baja.
Una muestra de lo anterior es que para partículas con tamaño menores a 1 mm y empleando arena como medio filtrante, su eficiencia de colección puede llegar hacer del 99.7%; mientras que para partículas de entre 0.02 a 0.04 mg/ft³, empleando capas de fibra de vidrio como filtrante, la eficiencia aumenta.
Los filtros de asbesto y fibra de vidrio se emplean como sistemas de filtrado final para terminar de remover partículas muy pequeñas en bajas concentraciones.
Entre las ventajas que brindan los filtros cerámicos, de arena o de fibra de vidrio se pueden enunciar que:
 - No requiere limpieza frecuente.
 - Alta capacidad de almacenamiento de polvo.
 - Alta eficiencia.
 - Resistencia a la corrosión.

Sin embargo, también presentan ciertos tipos de desventajas:

- Presentan dificultad de limpieza.
- Requieren grandes necesidades de espacio.
- Presentan taponamiento debido a contaminantes húmedos y adhesivos.
- Sus costes elevados para su instalación y mantenimiento.

b) Filtros de Papel

Los filtros de papel se utilizan en la limpieza de aire de: hospitales, centros de procesamiento de datos, plantas procesadoras de alimentos e instalaciones de energía atómica.

La estructura que utilizan los filtros de papel es: de acero, aluminio o madera; por lo que el tipo de estructura a utilizar dependerá de la aplicación que se le dé. Esta estructura se fija con empaquetaduras en ambos lados para garantizar un buen sellado.

Entre las ventajas que tiene este tipo de filtro se destacan:

- Inversión inicial moderada.
- Costos de operación bajos.
- No necesitan limpieza.

Entre las desventajas de este tipo de filtro se destacan:

- No son reutilizable.
- Se emplean para cargas de polvo y caudales de flujo bajos.

c) Filtros de Tela

Los filtros de tela son uno de los métodos más eficientes para la remoción de partículas contaminantes, ya que tienen alta eficiencia en la recolección de partículas de hasta 0.01 micras.

Comercialmente se presentan en dos diseños:

- i. Bolsas tubulares. - Las partículas se recogen tanto en la superficie exterior como en la interna.
- ii. Bolsas planas. - Se recolectan en la superficie externa. La recolección, en este tipo de filtro, ocurre por la intercepción e impacto de las partículas sobre los filtros de tela y por difusión, atracción y sedimentación dentro de los poros.

Las bolsas que se diseñan y se utilizan en este tipo de filtrado presentan una vida útil promedio de 18 a 36 meses. Estos filtros son de gran tamaño y deben mantenerse encima del punto de rocío de la corriente gaseosa para evitar daños por humedad.

Los filtros de tela se utilizan para polvo seco, no adhesivo, ni aceitoso; presentan una eficiencia del orden de 99%.

Para la aplicación de los filtros de tela, se deben considerar ciertos factores:

- 1) Relación volumen de aire versus superficie del filtro. – La relación volumen de aire-superficie del



filtro debe ser proporcional al caudal volumétrico del gas que pasa por el área neta de la tela [IV].

$$\frac{A}{c} = \frac{Q}{A} \quad (1)$$

Donde:

$\frac{A}{c}$ = Relación volumen de aire-superficie del filtro [m³/min]

Q = Caudal volumétrico del gas [m³/min]

A = Área neta de la tela [m²]

- 2) Material del filtro. - Permeabilidad [m³/min]] que pasa a través de un metro cuadrado de tela limpia. El rango usual de la permeabilidad de la tela debe oscilar de entre 0.283 a 0.849 m³/min por cada 0.09 m² de tela.

3) Limpieza o arrastre por filtro. – Es la relación que se presenta entre la caída de presión total y la velocidad superficial del filtro y se caracteriza a través del factor de resistencia, denominado como “S” [V].

$$S = \frac{PA}{Q} \quad (2)$$

Donde:

S es la limpieza por filtro.

P es la caída de presión a través del filtro.

A es el área neta del filtro.

Q es el caudal volumétrico de gas

La separación del polvo retenido, del medio filtrante, puede realizarse mediante los siguientes métodos:

- Sacudida mecánica (sacudida de las bolsas).
- Flujo inverso (circulación de aire limpio en sentido opuesto al normal de la corriente gaseosa cargada de polvo).
- Ondas sonoras (producción de sonidos de baja frecuencia).

En la presente práctica daremos una aplicación a la práctica 5 de Electrónica Básica, realizado por los alumnos en el quinto semestre de la carrera de IME [VI].

MATERIAL

- a) Fuente de voltaje de CD (Fuente armada en el quinto semestre de la carrera)
- 1 transformador 127-24 Volts @ 500 mA con TAP Central (Tr)
 - 1 apagador 1 polo 1 tiro (Sw)
 - 1 resistencia de 1kΩ a ½ w (R₁)
 - 1 resistencia de 270 Ω a ½ w (R₂)
 - 1 potenciómetro de 50kΩ (R₃)
 - 1 capacitor electrolítico de 1000 μF a 25 o 50 volts (C₁)
 - 2 diodos 1N4007 (D₁ - D₂)
 - 1 diodo Zener de 15 volts a ½ watt (D₃)

- 1 led rojo (LED)
 - 1 transistor TIP29C (T₁)
 - 1 transistor TIP31C (T₂)
- b) Ventilador para PC (12 volts de alimentación a 250 mA)
- c) Panel de MDF
- d) Carbón activado o papel
- e) Malla mosquitera
- f) Engrapadora industrial y grapas o martillo y clavos o pegamento
- g) Taladro y sierra cinta
- h) Multímetro

OBSERVACIONES:

- A la entrada del transformador unirlo con cable calibre 16 colocarle una clavija y el apagador (switch).
- Se recomiendan paneles de MDF de 3 mm de grosor.

DESARROLLO [VII]

1. Sobre el panel de MDF dibujar cuatro marcos de 20 cm de lado por 3 cm de ancho y cortarlos, tal y como se observa en la figura 1.

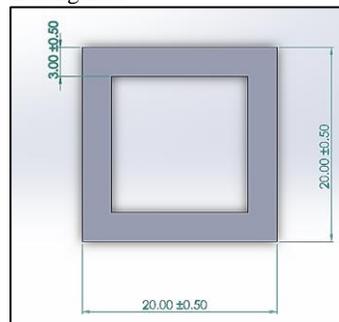


Figura 1.- Medidas del marco.

Fuente: Práctica Descontaminación del Aire. Laboratorio de Investigación en Energías Renovables [VII].

2. Unir los cuatro marcos resultantes del desarrollo 1 para formar un cubo, tal u como se observa en la figura 2.

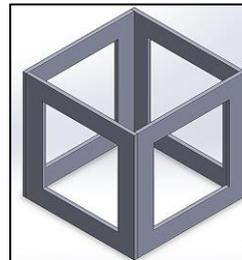


Figura 2.- Unión de los cuatro marcos.

Fuente: Práctica Descontaminación del Aire. Laboratorio de Investigación en Energías Renovables [VII].

3. Dibujar un cuadrado de 20 cm más el grosor del panel de MDF por lado y cortarlo, esta será la base del filtro.

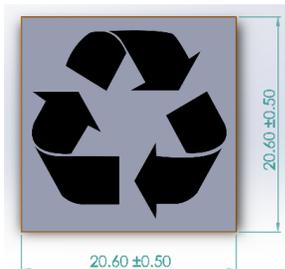


Figura 3.- Medidas de la base.

Fuente: *Práctica Descontaminación del Aire. Laboratorio de Investigación en Energías Renovables [VII].*

4. A la base del cubo, pegar la tabla cortada en el desarrollo anterior.

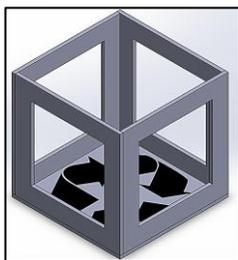


Figura 4.- Unión de la base del desarrollo 2 con el cubo formado en el desarrollo 2.

Fuente: *Práctica Descontaminación del Aire. Laboratorio de Investigación en Energías Renovables [VII].*

5. Repetir los pasos 1 y 2 pero ahora los lados del marco serán de 14 cm.

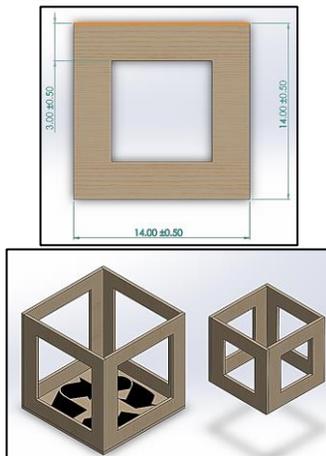


Figura 5.- Medidas del marco del desarrollo 5 y formación del nuevo cubo. Fuente: *Práctica Descontaminación del Aire. Laboratorio de Investigación en Energías Renovables [VII].*

6. Forrar el cubo del desarrollo 5 con malla mosquitera.

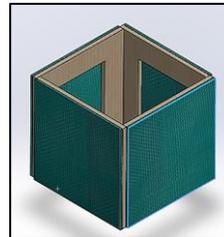


Figura 6.- Forrado del cubo del desarrollo 6 con malla mosquitera.

Fuente: *Práctica Descontaminación del Aire. Laboratorio de Investigación en Energías Renovables [VII].*

7. Introducir el cubo resultante del desarrollo 6 dentro del cubo obtenido del desarrollo 4.

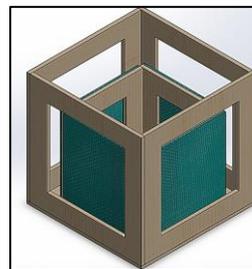


Figura 7.- Colocación del cubo del desarrollo 6 dentro del cubo del desarrollo 4.

Fuente: *Práctica Descontaminación del Aire. Laboratorio de Investigación en Energías Renovables [VII].*

8. Forrar el cubo externo con malla mosquitera.

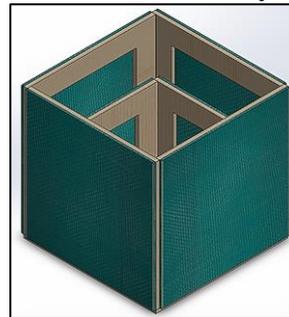


Figura 8.- Forrado del cubo externo con malla mosquitera.

Fuente: *Práctica Descontaminación del Aire. Laboratorio de Investigación en Energías Renovables [VII].*

9. Rellenar con carbón activado el espacio formado entre las mallas mosquiteras.

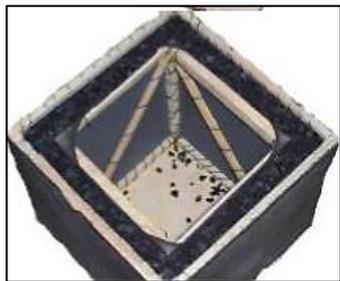


Figura 9.- Rellenado de carbón activado en espacio formado por las mallas mosquiteras.

Fuente: Práctica Descontaminación del Aire.

Laboratorio de Investigación en Energías Renovables [VII].

10. Diseñar una tapa para el filtro con panel de MDF de 20 cm de lado, cortar un hueco en el centro de la tapa con las dimensiones que tenga el ventilador para PC.
11. Colocar el ventilador para PC en la parte superior del filtro, acondicionando el hueco de tal forma que el ventilador quede fijo (ver figura 10).
12. Armar el circuito electrónico que aparece en la figura 11.
13. Con el multímetro calibre el voltaje de salida de la fuente de CD a un valor de 12 volts de CD.
14. Conecte el ventilador a la fuente armada, con el switch en posición apagado de la fuente de CD.
15. Encienda un cigarro o incienso y acérquelo al filtro.



Figura 10.- Colocación del ventilador para PC en la parte superior del filtro.

Fuente: Práctica Descontaminación del Aire.

Laboratorio de Investigación en Energías Renovables [VII].

16. Encienda el filtro, observe lo que ocurre y redacte lo que sucede con el humo y el aroma.

CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es el papel que desempeña el carbón activado en el filtro de aire?
2. ¿Qué otro tipo de material se puede utilizar en sustitución del carbón activa?
3. ¿Qué diferencia existe entre el carbón activa y el carbón vegetal?
4. ¿Es factible utilizar el carbón vegetal?
5. El filtro diseñado en la práctica ¿es de adsorción o es de absorción? Justifique su respuesta.
6. ¿Para qué tipo de contaminantes es factible utilizar el filtro de la presente práctica? Justifique su respuesta.

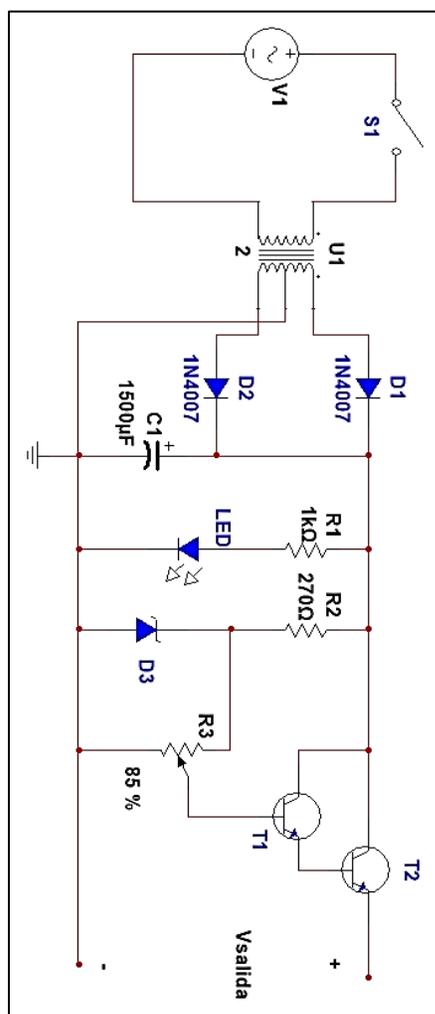


Figura 11.- Diagrama electrónico de la fuente de alimentación de 12 volts. Fuente: Práctica 5.- Fuente de Voltaje de CD. Manual de Prácticas del Laboratorio de Electrónica Básica. 2023.



CRITERIOS DE EVALUACIÓN EN EL REPORTE DE LA PRÁCTICA

Es importante que el alumno de IME siga los lineamientos que se describen en la tabla 1 en la elaboración de su reporte de práctica, con el fin de que elabore un reporte de calidad y lo pueda poner en práctica sin ningún contratiempo al momento de elaborar informes, documentación o reportes en su vida profesional.

RESULTADOS

La presente práctica se ha venido implementando a partir del semestre 2023-1 (agosto 2022 – diciembre 2022) sin la implementación del circuito electrónico, sin embargo, se espera que se sustituya la fuente convencional de 12 volts (eliminador de baterías) por el circuito electrónico elaborado en la práctica 5 del laboratorio de electrónica básica con el fin de que los estudiantes de IME puedan darle un uso práctico a dicho circuito electrónico.

Hasta el momento el número de alumno que han realizado la presente práctica es de aproximadamente 52 alumnos, divididos en grupos de cuatro integrantes. En la tabla 2 se ilustra el número de alumno que han realizado la práctica en los semestres 2023-1 y 2023-2.

Se espera incrementar el número de alumnos a partir del semestre 2024-1 e ir incluyendo y homologando posteriores prácticas con el fin de redactar, ha mediado plazo, un manual de prácticas de laboratorio para la asignatura de Ingeniería Ecológica.

Tabla 1

Criterios de Evaluación en el reporte de práctica.

Fuente: Ing. Gilberto Chavarría Ortiz

Criterios de Evaluación	Cumplimiento
Portada	✓
Índice	✓
Objetivo de la práctica	✓
Introducción teórica	✓
Material utilizado en la práctica	✓
Informe de la práctica: a) Cronograma de actividades b) Desarrollo experimental c) Coste de la práctica	✓
Opinión y conclusiones del estudiante	✓
Glosario	✓
Referencias bibliográficas o de artículos	✓

Tabla 2

Número de alumnos que realizaron la práctica del diseño de filtro de aire.

Fuente: Ing. Gilberto Chavarría Ortiz

Semestre	Número de alumnos
2023-1	20
2023-2	32

CONCLUSIONES

Es importante generar conciencia a los estudiantes de IME para que diseñen sus propios filtros de aire y lo puedan utilizar en su vida diaria. Posteriormente darles las herramientas necesarias para que puedan elaborar diseños diferentes de filtros de aire y puedan, si así es su caso, iniciar una pequeña PYME dedicado al diseño y fabricación de filtros de aires para casa-habitación y para pequeñas empresas.

Se debe incentivar al estudiante de IME, la capacidad creativa, investigación de materiales idóneos a utilizar en el proceso de filtrado y su remuneración posterior.

Con esta práctica el alumno aprenderá a solucionar problemas de contaminación de aire en un espacio cerrado.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación (UNAM-DGAPA-PAPIME), por el apoyo brindado a través del proyecto PE100222.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- I. Spiegel Jerry y Lucien Y. Maystre, 'Control de la Contaminación Ambiental. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo; Vol. II, Parte VII. Capítulo 55 Control y Prevención. Artículo publicado en la plataforma digital del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España (versión al español de la Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo, dictado por la Organización Internacional del Trabajo [OIT]), Disponible en: <https://www.insst.es/tomo-ii>
- II. Contreras Vigil. A. M., García Santiago G., Icaza Hdez B. Calidad del Aire: Una Práctica de Vida. SEMARNAT. México. 2013. Disponible en: [/https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001593.pdf](https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001593.pdf)
- III. Apuntes de la asignatura Ingeniería Ecológica. Capítulo Contaminación del Aire. Ing. Gilberto Chavarría Ortiz. Actualización: 2023. Disponible en el portal de Moodle de las Aulas Virtuales de la CUAIEED.
- IV. García G. María Granada. Guía de Diseño de Instalaciones de Aire Comprimido para Plantas



- Termosolares. Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla. España. 2011. Disponible en: <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/5025>
- V. Hernán G. Mauro. Calculo y Diseño de Filtro de Mangas (Tipo Pulse Jet). Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Villa María. Argentina. 2018.
- VI. Hernández D. Noemi, Ramírez U. Ubaldo. Práctica 5.- Fuente de Voltaje de CD. Manual de Prácticas del Laboratorio de Electrónica Básica. 2023. Disponible en la página de ingeniería de la FES-Cuautitlán. http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/
- VII. Práctica Descontaminación del Aire. Laboratorio de Investigación en Energías Renovables. Hernández G. Víctor H. Disponible en la plataforma Clase para PAPIME Ecológica IME 2024-I: <https://classroom.google.com/u/0/c/NjA1OTM4NzIyMDg3>

INFORMACIÓN ACADÉMICA

Víctor Hugo Hernández Gómez: Ingeniero Mecánico Electricista egresado de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la UNAM. Maestro y Doctor en Ingeniería orientación Energía egresado de la División de Estudios de posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Profesor de tiempo completo en la FES Cuautitlán.

Gilberto Chavarría Ortiz: Ingeniero Mecánico Electricista egresado de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la UNAM. Profesor de asignatura en la FES Cuautitlán.

