

# LEVITACIÓN MAGNÉTICA

Martín V. Urgilés F., Autor  
Ensayo escrito y representativo sobre: Levitación Magnética  
Universidad Politécnica Salesiana  
Carrera de Ingeniería Electrónica  
murgiles@est.ups.edu.ec

**RESUMEN:** *La levitación electromagnética constituye un trabajo importante en distintos sectores como la industria, el comercio, el transporte, la construcción y la medicina, entre otros.*

*Este artículo muestra las diversas aplicaciones de este principio electromagnético, y las formas en las que se puede desarrollar. Por su gran trascendencia en el campo tecnológico, su estudio es fundamental, actualmente este principio es usado en el transporte público, pero su campo de acción tiene fronteras muy extensas.*

## 1. INTRODUCCIÓN

El principio en el cual se basa la Levitación Magnética es en crear una repulsión entre dos imanes que sea lo suficientemente potente como para vencer la fuerza de gravedad y mantener un objeto suspendido. Por supuesto, mientras mayor sea la envergadura del objeto, el campo habrá de ser mayor.

Sin embargo, también existen materiales diamagnéticos, los cuales tienen la propiedad de ser repelidos siempre por los imanes, porque el campo de éstos induce en ellos un campo opuesto. Pero los materiales diamagnéticos no resultan prácticos a gran escala porque gran parte del objeto que se desea suspender tendría que estar hecho de este material y la repulsión es menor que la que existe entre dos imanes.

## 2. CONTENIDOS

### 2.1 Superconductividad

La superconductividad es la capacidad intrínseca que poseen ciertos materiales para conducir corriente eléctrica con resistencia y pérdida de energía cercanas a cero en ciertas condiciones, siendo una de éstas, el encontrarse a muy bajas temperaturas, cercanas al cero absoluto (-273°C).

### 2.2 Efecto Meissner

El efecto Meissner, también denominado efecto Meissner-Ochsenfeld, consiste en la desaparición total del flujo del campo magnético en el interior de un material superconductor por debajo de su temperatura crítica.

Meissner y Ochsenfeld encontraron que el campo magnético se anula completamente en el interior del material superconductor y que las líneas de campo magnético son expulsadas del interior del material, por lo que este se comporta como un material diamagnético perfecto. El efecto Meissner es una de las

propiedades que definen la superconductividad y su descubrimiento sirvió para deducir que la aparición de la superconductividad es una transición de fase a un estado diferente.

La expulsión del campo magnético del material superconductor posibilita la formación de efectos curiosos, como la levitación de un imán sobre un material superconductor a baja temperatura

### 2.3 Como se forma

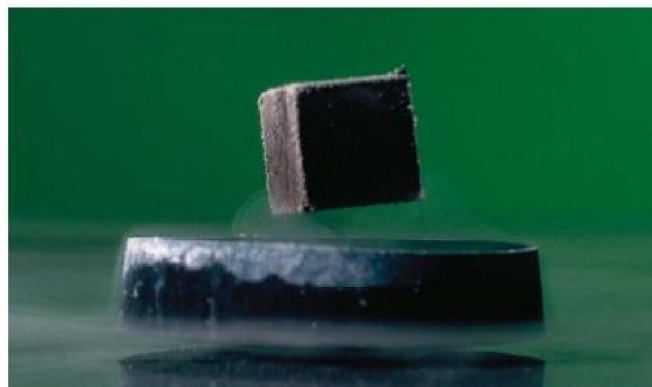


Figura 1.

La resistividad de los superconductores es nula por debajo de una temperatura crítica  $T_c$ , característica de cada material. En presencia de un campo magnético la temperatura crítica es menor que la correspondiente en ausencia de campo.

Cuando un superconductor se enfría por debajo de la temperatura crítica en un campo magnético, el campo magnético dentro del material es nulo, porque las corrientes superconductoras que se inducen en su superficie producen un campo magnético que compensa en el interior del superconductor al campo magnético aplicado.

Al acercarse un imán a un material superconductor se produce, magnéticamente, una imagen de él como si el superconductor fuera un espejo. De esta manera, el imán es siempre repelido por su imagen o lo que es lo mismo, por el superconductor. La fuerza de repulsión es capaz de contrarrestar el peso del imán, produciendo la levitación.

### 2.4 Materiales Empleados.

En la levitación magnética se utiliza nitrógeno líquido en ebullición, que mantiene al superconductor en un estado de resistencia nula.

Cuando el imán desciende hacia el superconductor, induce una corriente eléctrica, que a su vez crea un campo

magnético opuesto al del imán. Como el superconductor no tiene resistencia eléctrica, la corriente inducida sigue fluyendo y mantiene el imán suspendido indefinidamente.

En estudios realizados recientemente por científicos de la universidad de Nottingham en Reino Unido han conseguido hacer levitar algunos objetos como el platino, plomo, diamante, oro etc., gracias a la mezcla de oxígeno y nitrógeno líquidos que forman una mezcla óptima y que al ser sumergido el objeto o material en dicho fluido puede producir la levitación suficientemente potenciada, logrando que algunos materiales diamagnéticos tiendan a magnetizarse en dirección opuesta al campo magnético que se le aplica.

### 3. APLICACIONES

#### 3.1 TRENES DE LEVITACIÓN MAGNÉTICA



*Figura 2.*

Un tren de levitación magnética, es un tren suspendido en el aire por encima de una vía, siendo propulsado hacia adelante por medio de las fuerzas repulsivas y atractivas del magnetismo.

#### 3.2 ¿CÓMO FUNCIONAN?

Los componentes fundamentales de un sistema de transporte que utilice levitación magnética son:

- Propulsión

La energía que se gasta en este subsistema se utiliza para dar el impulso inicial al vehículo, mantener la velocidad y frenarlo.

- Levitación

Se constituye en la diferencia fundamental con respecto a los sistemas de transporte terrestre convencionales.

- Estabilización

Esta componente evita que el vehículo se desvíe de la pista o guía.

El funcionamiento de un tren que funcione por levitación magnética varía de acuerdo a su diseño. Existen dos alternativas de diseño. Uno de ellos se ha desarrollado en el marco del proyecto alemán Transrapid, el cual utiliza un sistema conocido como EMS (suspensión electromagnética). El otro diseño, desarrollado por los japoneses y denominado Maglev, utiliza un sistema llamado EDS (suspensión electrodinámica). Sin embargo, actualmente se denominan Maglev a cualquier tren

que funcione con levitación magnética en general, sin importar el diseño específico.

Ambos sistemas utilizan electroimanes, los cuales son dispositivos formados por un núcleo de hierro dulce al cual se le ha enrollado alrededor un hilo conductor en forma de bobina, tal que al suministrarle corriente a la bobina todo el dispositivo se comporta como un imán.

En el sistema EMS tanto en el tren como en los rieles se ubican electroimanes convencionales, de tal forma que un electroimán A del riel atrae a un electroimán B del tren (mueve el tren), mientras que un electroimán B del riel repele al electroimán B del tren (empuja el tren). A medida que se mueve el tren los electroimanes cambian su polaridad haciendo que el juego con que algunos imanes se atraen mientras otros se repelen sea lo más eficiente para hacer que el tren pueda levitar y a la vez moverse, el tren levita a bajas velocidades e incluso cuando está detenido.

En este diseño el tren levita a 1 cm. del riel, no necesita ruedas para comenzar su movimiento o detenerse, pero es inestable. Dada la gran cercanía entre el tren y los rieles, si por alguna vibración disminuye la distancia de separación entre el riel y el tren, la atracción crece, haciendo posible, si no se regula esto muy rápidamente, que el tren toque la vía. Es por esto que la construcción de los rieles debe ser muy precisa y no es posible utilizar este diseño en países sísmicos. La tecnología es propia de los trenes urbanos de pasajeros de media-alta velocidad.

Al usar el sistema EDS el tren levita entre 10 a 15 cm. sobre el riel, siendo este diseño mucho más estable. En este diseño se utilizan bobinas superconductoras en el tren y electroimanes en los rieles. El electroimán del riel produce un campo magnético que atraviesa la bobina superconductoras que está en el tren. Esta bobina, según cómo varía su flujo magnético, crea una corriente inducida que produce a su vez un campo que se opone al campo del electroimán. Si este campo es suficientemente intenso, se produce la levitación. Mientras mayor es la variación de flujo magnético en la bobina, mayor es el campo. La variación del flujo magnético depende de la velocidad del tren. Sin embargo, a poca velocidad, la corriente eléctrica no es suficiente grande para sostener el peso del tren, por esta razón el tren debe tener ruedas que le permitan alcanzar una cierta velocidad a partir de la cual pueda comenzar a levitar y para sostener la formación ferroviaria. Este diseño es más caro que el sistema EMS, principalmente debido al sistema de refrigeración y mantenimiento de los superconductores. Los trenes que utilizan estas bobinas superconductoras son mucho más rápidos que los que utilizan el sistema EMS. La tecnología de suspensión electrodinámica es propia de los trenes de carga de alta velocidad.

#### 3.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Existen tanto ventajas como desventajas como en cualquier tecnología, lo cual hace de los trenes Maglev un transporte innovador y eficaz; sin embargo, a pesar de las ventajas, en países en desarrollo no se ha logrado aprovechar el potencial

de esta tecnología, esencialmente por no contar con recursos para desarrollarla.

**\* VENTAJAS**

1. Alta velocidad la cual puede llegar hasta 650km/h.
2. El nivel de ruido es bajo, reduciendo así la contaminación auditiva.
3. El costo de mantenimiento reduce gracias a la falta de fricción de las piezas.
4. Se reduce la contaminación al no utilizar motores de combustión.

**\* DESVENTAJAS**

5. El alto costo de la infraestructura y otro no menos relevante es el alto consumo energético.

## 4. OTROS CAMPOS DE APLICACIÓN

La levitación por electromagnetismo tiene un área de aplicación que comprende un campo muy amplio, dichas aplicaciones tiene uso en áreas como: la construcción, minería, mecánica, física, medicina, la industria farmacéutica, la industria ferroviaria y automotriz entre otras.

En el área de la medicina, la cirugía se ha visto beneficiada con muchas aplicaciones como por ejemplo, en los hospitales actualmente se puede utilizar un electroimán para extraer una esquirla de un ojo, asimismo tiene aplicaciones dentro de la medicina cardiovascular.

Un ejemplo del uso de la levitación por electromagnetismo en el área de la medicina y construcción es:

### 4.1 MICROROBOT VOLADOR

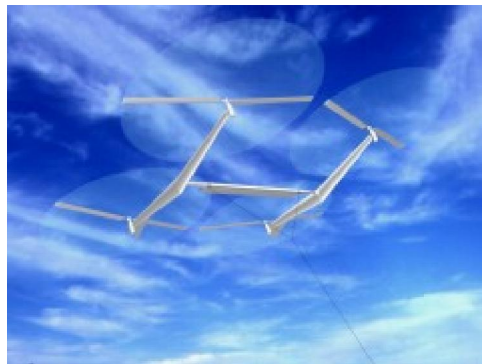


*Figura 3.*

Ingenieros de la universidad canadiense de Waterloo han creado un microrobot que vuela. Una de sus principales características es que se mueve gracias a la levitación magnética. Además, gracias a su tamaño tiene la particularidad de poder introducirse, literalmente, en cualquier espacio. Esto lo hacen perfecto para muchas funcionalidades, muy complicadas de hacer hasta el momento, como ensamblar pequeños dispositivos, manipular

materiales potencialmente peligrosos e incluso llevar a cabo operaciones de microcirugía.

## 4.2 GENERADORES EÓLICOS DE LEVITACIÓN MAGNÉTICA



*Figura 4.*

Recientemente China empezó la construcción de la mayor base de producción de generadores eólicos de levitación magnética, la compañía Zhongke Hengyuan Energy Technology (con sede en Guangzhou) y el Instituto de Investigación Energética de la Academia de Ciencias de China, invirtió 400 millones de yuanes en dicho proyecto que tiene como objetivo producir beneficios anuales superiores a los 1.600 millones de yuanes, así dicha base funcionará y producirá una serie de generadores eólicos de levitación magnética con una capacidad de 400 a 5000 vatios.

El generador Maglev desarrollado por la compañía y el instituto antes mencionado afirmaron que dichos generadores pueden producir electricidad esto debido a vientos de hasta 1.5 metros por segundo que pueden provenir de los vientos generados por los automóviles de una autopista, o el viento que se genera cerca del mar o una isla aprovechándolos al máximo.

## 5. CONCLUSIONES

La levitación magnética es una tecnología que si bien no ha sido muy explotada, tiene un amplio campo de acción que requiere ser investigado y desarrollado conjuntamente con el concepto de superconductividad, estos estudios podrían ser un gran aporte a la ciencia y a la humanidad por su gran trascendencia en la tecnología.

## 6. REFERENCIAS

- [1] [www.fisicanet.com.ar/fisica/electrodinamica/ap09\\_electromagnetismo.php](http://www.fisicanet.com.ar/fisica/electrodinamica/ap09_electromagnetismo.php)
- [2] [http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto\\_Meissner](http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Meissner)
- [3] <http://www.buenastareas.com/ensayos/Levitacion-Magnetica/68332.html>
- [4] <http://revistadigitalavalon.es/?p=1908>
- [5] [www.tuexperto.com/tag/levitacion-magnetica/](http://www.tuexperto.com/tag/levitacion-magnetica/)