

**TÍTULO:**  
**UN VIAJE MAGNETIZANTE QUE TE HARÁ LEVITAR.**

**CLAVE DE REGISTRO: CIN2015A20056**

**ESCUELA: CENTRO UNIVERSITARIO MÉXICO**

**AUTORES: SERGIO ANTONIO DURAN BELTRAN**

**JAVIER ENRIQUEZ MARTINEZ**

**DANIEL BURELA HERNANDEZ**

**JOSÉ LUIS GONZÁLEZ ARROYO**

**ASESOR: Fis. Jesús Flores Téllez**

**ÁREA: FÍSICA**

**MODALIDAD: DESARROLLO TECNOLÓGICO**

**ASESORÍA: LOCAL**

**México D.F. a 20 de febrero de 2015**

## **RESUMEN.**

Los medios de transporte en la actualidad presentan algunas desventajas, como la contaminación y los gases emitidos de efecto invernadero por el consumo de combustibles fósiles, los cuales en la ciudad de México ocupan el 12% de los contaminantes atmosféricos, parte de la energía consumida se pierde en forma de calor, debido a la fricción producida en la superficie donde se desplazan los transportes.

Es por esta razón, que los trenes de levitación magnética (MAGLEV) son una excelente opción como medio de transporte, ya que no emiten gases contaminantes y al eliminar la fricción con los rieles se obtiene un ahorro de energía que reduce los costos de operación con respecto a otro tipo de trenes, además que alcanzan mayores velocidades en comparación con otros medios de transporte terrestres.

Nuestro proyecto pretende desarrollar un prototipo de riel magnético que permita verificar las ventajas antes mencionadas del MAGLEV para proponerlo como un medio de transporte para la ciudad de México

El riel magnético está compuesto por un riel de madera en forma de T de medidas 150x28x32cm , en el que se colocaron imanes laterales para la centralización del deslizador. Se construyó y colocaron bobinas a lo largo del riel, y en el deslizador y utilizando un circuito oscilador conectado a una fuente de voltaje, que alimentará a las bobinas del riel para un cambio de polaridad.

Mediante la energización de las bobinas se obtendrá una campo magnético, lo cual permitirá que el tren levite, y cambiando el flujo de la corriente en las bobinas del (riel o tren) se obtendrá la repulsión y atracción entre las bobinas, logrando así el movimiento del deslizador.

## **ABSTRACT**

Transportation currently have some disadvantages, such as pollution and greenhouse gases emitted by burning fossil fuels, which in Mexico City occupy 12% of air pollutants, part of the consumed energy is lost in as heat, due to fiction produced on the surface where transport move.

It is for this reason that the trains of magnetic levitation (MAGLEV) are an excellent choice as a means of transport, which do not emit greenhouse gases and to eliminate friction with the rails saving energy to reduce operating costs to get

concerning other trains, in addition to achieve higher speeds than other land transport means.

our project even pretend to develop a prototype magnetic rail in place to confirm the mentioned advantages of MAGLEV to be proposed as a means of transportation for the city of Mexico The magnetic Tiel is composed of a wooden rail of T-shaped measures 150x28x32 cm, which were placed side magnets for the centralization of the slider. It was constructed and coils placed along the rail, and the slider and using an oscillator circuit connected to a source of voltage which will power the coils for Tiel polarity change by energizing one coil magnetic field is obtained, which allow the train to levitate, and changing the flow of current in the coils (or train rail) attraction and repulsion between the coils will be obtained thereby achieving movement Slipper.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En los medios de transporte de la actualidad se presentan algunas desventajas, tales como la contaminación y los gases emitidos de efecto invernadero por el consumo de combustibles fósiles, los cuales en la ciudad de México ocupan el 12% de los contaminantes atmosféricos, además del alto índice de energía gastada por la fricción con la superficie y de los problemas que conllevan el tránsito vehicular y aéreo.

Es por lo siguiente que los trenes de levitación magnética (MAGLEV) son una excelente opción como vía de transporte, ya que no emiten gases contaminantes y se obtiene un ahorro de energía y reducción de costos con respecto a otro tipo de trenes, ya que no hay un desgaste en llantas ni en el riel debido a que no hay ningún contacto y/o fricción con alguna superficie, además que alcanzan mayores velocidades en comparación con dichos trenes convencionales.

## **OBJETIVOS.**

### **Objetivo General:**

Construir un dispositivo de levitación magnética.

### **Objetivos Particulares:**

Desarrollar un prototipo de riel magnético que permita verificar las ventajas del MAGLEV para proponerlo como un medio de transporte para la ciudad de México.

## HIPÓTESIS:

Si construimos un modelo a escala de un tren de levitación magnética utilizando imanes permanentes para un riel guía y un deslizador con un sistema de bobinas que produzca un campo magnético variable, controlado con un circuito oscilante de baja frecuencia, entonces se podrá generar una atracción y repulsión magnética que permita, tanto la levitación magnética, como el impulso que permita el movimiento del deslizador.

## MARCO TEORICO

### CAMPOS MAGNETICOS

En la zona que rodea un imán permanente hay un campo magnético que se puede representar por medio de líneas de flujo eléctrico. Las líneas de flujo magnético no tienen orígenes ni puntos finales como las de flujo eléctrico, sino que existe en trayectorias continuas.

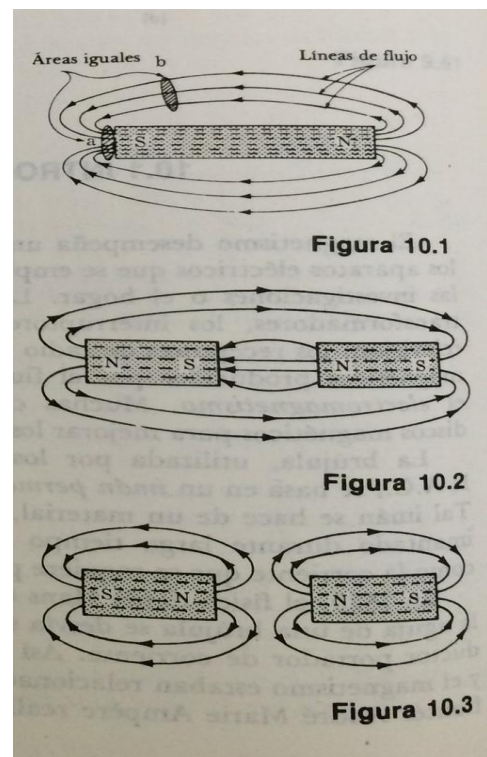
El símbolo para el flujo magnético es la letra griega  $\phi$ .

Las líneas de flujo magnético parten del polo norte al sur, regresando al polo norte por la barra metálica. La intensidad del campo magnético en "A" es mayor que en "B" debido a la mayor intensidad de las líneas de flujo.

Si se acercan polos opuestos de dos imanes permanentes, estos últimos se atraerán y la distribución del flujo será como se muestra en la figura 10.2

Si estamos iguales de reunión, los imanes se repelen y la distribución de flujo será como la figura 10.3.

Si se pone un material no magnético, como el vidrio, en los patrones de flujo que rodean un imán permanente, habrá un cambio casi imperceptible en la distribución de flujo figura 10.4. Sin embargo, si se pone en la trayectoria de flujo un material magnético, como el hierro dulce, las líneas de flujo pasarán por el hierro dulce de preferencia hacerlo por el aire



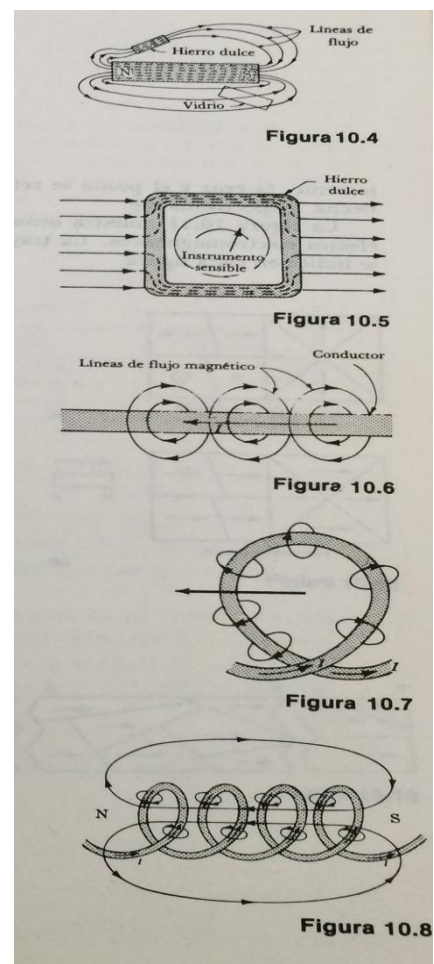
circundante, porque las líneas de flujo pasa con mayor facilidad por los materiales magnéticos por el aire. Éste principio se aplica en el blindaje de instrumentos y elementos eléctricos sensibles que se pueden ver afectados por campos magnéticos dispersos figura 10.5.

En la introducción, un campo magnético (representado por medio de líneas concéntricas de flujo magnético, como la figura 10.6) se encuentra también presente en torno a todos los alambres que conduzcan electricidad.

La dirección de las líneas de flujo magnético se puede determinar poniendo el pulgar de la mano derecha en la dirección del flujo de corriente convencional y tomando nota de la dirección de los dedos. Si el conductor está devanado en una bobina figura 10.7, el flujo resultante seguirá una elección común a través del centro de la bobina.

Una bobina de más de una vuelta producira un campo magnético que existirá en una trayectoria continua a través de la bobina y entorno a ella figura 10.8.

La distribución del flujo de la bobina es muy similar a la del imán permanente. Las líneas de flujo que salen de la bobina desde la izquierda y entra por la derecha simulan los polos norte y sur respectivamente. La principal diferencia entre las dos distribuciones de flujos es de las líneas de flujo están más concentradas para el man permanente que para la bobina. Asimismo, puesto que la intensidad del campo magnético se ve determinada por la densidad de las líneas de flujo, la bobina tiene una menor intensidad de campo. La intensidad del campo de la bobina se puede incrementar eficientemente poniendo ciertos materiales, como hierro, acero ó cobalto, en el interior de la bobina para permitir que el flujo pase por ellos con mayor facilidad que a través del aire. Al hacer esto, todas las líneas de flujo tenderan a pasar por el material, haciéndo que se incrementen en esa forma la densidad de flujo y la intensidad del campo. Al incrementar la intensidad del campo con la adición del núcleo, se tendrá un electro imán figura 10.9 que,



además de poseer todas las propiedades del imán permanente, tiene también una intensidad de campo que se puede hacer variar modificando uno de los valores componentes (la corriente, las vueltas, etcétera). Por supuesto, debe pasar corriente por la bobina del electroíman para que se desarrolle el flujo magnético, mientras que no se necesita bobina ni corriente en los imanes permanentes. Se puede determinar la dirección de las líneas de flujo del electroimán (O cualquier núcleo con un determinado encima) poniendo los dedos de la mano derecha en la dirección de la corriente en torno al núcleo. Entonces, el pulgar señalará en la dirección del flujo magnético inducido. Esta se demuestra en la figura 10.10, en la que se incluyó una sección de corte transversal del mismo electroimán para presentar convencionalismo para la dirección perpendicular a la página. Evidentemente, la cruz y el punto se refiere a la cola de la punta de la flecha, respectivamente.

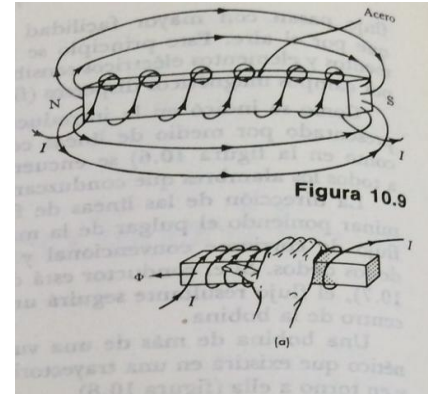


Figura 10.9

La figura 10.11 muestra otros campos de aplicación para los efectos electromagnéticos. La trayectoria del flujo para cada uno se indica en cada figura.

La intensidad de campo magnético está dada por,

$$H = \frac{1}{\mu_0} B - M$$

Donde B es la inducción magnética y M la magnetización.

### FUERZA MAGNETOMOTRÍZ

Si consideramos una trayectoria bien definida para un flujo magnético (como en el caso de los materiales ferromagnéticos), puede considerarse un Circuito Magnético. Un circuito cerrado de material ferromagnético excitado por una serie de espiras de alambre a través de las cuales circula una corriente representa un circuito magnético. La fuerza magneto motriz está dada por  $f_{mm} = NI$ , donde N es el número de espiras de la bobina e I la corriente circulante. De forma análoga a la ley de circuitos de Ohm y siendo Φ el flujo magnético tenemos que,

$$f_{mm} = NI = \Phi \mathcal{R}.$$

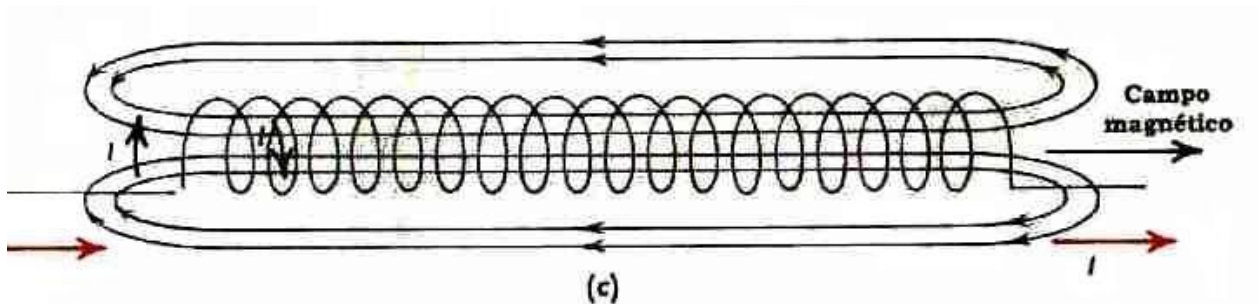
## BOBINAS

El campo magnético de una bobina ideal viene dado, según la Ley de Amper, por:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = B \cdot l = \mu_0 NI$$
$$\Rightarrow B = \mu_0 \frac{N}{l} I \quad (1)$$

Donde:

- $B \rightarrow$  Campo magnético en el interior del solenoide en tesla
- $N \rightarrow$  Número de vueltas o espiras
- $l \rightarrow$  Longitud del solenoide (m)
- $I \rightarrow$  Intensidad de corriente eléctrica que circula por la bobina (A)
- $\mu_0 \rightarrow$  Constante de permeabilidad magnética en el vacío y es igual a  $4\pi \cdot 10^{-7} \cdot T \cdot m/A$



## LEY DE INDUCCIÓN DE FARADAY:

La ley de inducción de Faraday dice que la fuerza electromotriz (f.e.m.) inducida en un circuito es igual al valor negativo de la rapidez con la que está cambiando el flujo que atraviesa el circuito. El signo negativo indica el sentido de la f.e.m. inducida. Si la bobina tiene  $N$  vueltas, aparece una fem en cada vuelta que se puede sumar; este es el caso de los tiroides y solenoides. La ley se puede enunciar de esta forma: “La fuerza electromotriz inducida en un circuito es proporcional a la rapidez con la que varía el flujo magnético que lo atraviesa, y directamente proporcional al número de espiras del inducido”

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi_B}{dt} = - \frac{d(N\Phi_B)}{dt}$$

## FLUJO MAGNÉTICO

Se define como la integral de superficie sobre la componente normal del campo magnético

$$\Phi = \int_S \mathbf{B} \cdot \mathbf{n} da,$$

## 6.2. CONCEPTOS IMPORTANTES DEL TRANSPORTE EN MÉXICO

### 6.2.1. INTRODUCCIÓN AL TRANSPORTE PÚBLICO EN MÉXICO

El área de transporte público actualmente está en una etapa de desarrollo en México, y la carencia de planes a futuro para disminuir la contaminación e efecto invernadero es preocupante. En muchos casos, los procedimientos utilizados y heredados de la primera mitad del siglo pasado han sido olvidados, relegados o tachados de obsoletos sin darse cuenta que estos siguen vigentes y que, en muchos casos, las adecuaciones y adaptaciones, se deben fundamentalmente a la introducción de computadoras en nuestra vida diaria y a la deficiente economía del país, que no permite la introducción de nuevas tecnologías como la levitación magnética.

No hay que olvidar que una alta proporción de nuestra población es urbana y que, una buena parte de ella, hace uso cotidiano del transporte público. Al año 685 millones de personas usan el metro en la ciudad de México.

### CLASIFICACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE TRANSPORTE PÚBLICO EN MÉXICO

Existen distintos tipos de transporte público que nos brindan este servicio . Podemos definir al transporte público de la siguiente manera: “Un sistema de transportación que opera con rutas fijas y horarios predeterminados y que pueden ser utilizados por cualquier persona a cambio del pago de una tarifa previamente establecida”.

Como ejemplos en nuestro país encontramos:



| MEDIO DE TRANSPORTE                    | CONTAMINACION DEL AIRE | RUIDO     | IMPACTO VISUAL | SEGURIDAD |
|----------------------------------------|------------------------|-----------|----------------|-----------|
| Autobús en tránsito mixto (C)          | mala                   | regular   | buena          | regular   |
| Autobús en carriles preferenciales (B) | regular                | regular   | buena          | regular   |
| Autobús en carriles exclusivos (A)     | buena                  | buena     | buena          | buena     |
| Tranvía                                | excelente              | regular   | regular        | regular   |
| Tren ligero                            | excelente              | regular   | regular        | buena     |
| Metro superficial                      | excelente              | mala      | mala           | mala      |
| Metro elevado                          | excelente              | mala      | mala           | excelente |
| Metro subterráneo                      | excelente              | excelente | excelente      | excelente |

Fuente: Alan Armstrong-Wright. *Urban Transit Systems: Guidelines for Examining Options*. Washington: World Bank Technical Paper No. 52, 1986.

## CLASIFICACIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO DE ACUERDO A SUS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS.

La tecnología utilizada en los medios de transporte, se relaciona directamente con dos aspectos principales: las características mecánicas de las unidades de transporte y las características del camino mismo. En algunos casos estas características están relacionadas entre sí y se tienen cuatro componentes principales a considerar:

- Soporte; el cual es el contacto vertical entre la unidad de transporte y la superficie de rodamiento sobre la que se transfiere el peso mismo del vehículo. Como por ejemplo: Los neumáticos sobre el asfalto o el concreto, la rueda de acero sobre el riel, el colchón de aire o bien; el soporte magnético.
- Guía; la cual se refiere a la forma que permite controlar al vehículo en sus movimientos laterales, presentándose dos tipos fundamentales: Los sistemas que son dirigidos desde el vehículo a través de un volante, como es el caso de un autobús, trolebús o automóvil. O aquellos sistemas que su control lateral viene dado por los guías o rieles con que cuentan como es el sistema de un tren ligero, metro o autobús guiado.
- Propulsión; la cual se refiere al tipo de unidad motriz con que cuenta el vehículo así como el método de transferir las fuerzas de aceleración y desaceleración.

Como tipo de unidad motriz se pueden citar los motores de combustión interna o los motores eléctricos, mientras que los métodos de transferencia de las fuerzas tractivas puede ser a través de la fricción-adhesión, la magnética o por hélice.

## MAGLEV

Sistema del transporte que usa la levitación magnética para suspender, dirigir y propulsar vehículos de imanes en sustitución de medios mecánicos. El transporte de Maglev es un medio de volar un vehículo u objeto a lo largo de un riel usando imanes, sólo unas pulgadas encima de la superficie de riel. Los vehículos maglev se levantan de su riel y así se afirman moverse más suavemente y requerir silenciosamente menos mantenimiento que el transporte público rodado (transporte público) sistemas – sin tener en cuenta la velocidad.

Las patentes de transporte rápidas se concedieron a varios inventores en todo el mundo. Las patentes de los Estados Unidos tempranas para un motor lineal tren propulsado se concedieron al inventor alemán Alfred Zehden el 21 de junio de 1907.

## BENEFICIOS DE LA TECNOLOGÍA DE LEVITACIÓN MAGNÉTICA “MAGLEV” APLICADA AL TRANSPORTE.

En los últimos años se ha visto que la gente rehúsa abandonar el uso del automóvil para viajes de menos de 100 millas (161 Km.), mientras que los aviones son más eficientes en viajes de más de 500 ó 600 millas. Por lo tanto los viajes que quedan entre estas distancias son los que serán cubiertos por los trenes de alta velocidad o por los trenes de levitación magnética sustituyendo los vuelos cortos entre partes de un mismo país (muy ineficientes) por estos trenes se conseguiría reducir la congestión que sufren las autopistas y ayudaría a evitar la saturación en aeropuertos, aparte de crear puestos de trabajo en una amplia gama de industrias.

La tecnología utilizada por los maglev es americana y fue creada a mediados de los años 70 y desarrollada por alemanes y japoneses. Estos últimos han construido pequeñas líneas maglev, la primera en 1960 y la segunda en 1996. La primera tuvo como finalidad chequear la teoría básica de maglevs y la segunda estudiar temas más avanzados para hacer pruebas de alta velocidad con el MLX01 con el que se consiguió una velocidad de 550 Km./h en 1998.

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA DE LEVITACIÓN MAGNÉTICA (MAGLEV)

Aún así los trenes de suspensión EMS sufren ciertas limitaciones, la principal es su inestabilidad. Cuando la distancia entre la guía y los electroimanes disminuye la fuerza de atracción crece y, aunque la corriente eléctrica circulante en los electroimanes puede ser regulada inmediatamente, existe el peligro de que aparezcan vibraciones o de que el tren toque la guía. Otra de las limitaciones de este diseño es la enorme precisión de construcción que se necesita, lo cual encarece su producción. Una pequeña desviación de 5 unos pocos milímetros a lo largo de la estructura del tren puede resultar un desastre, la guía además debe ser bien fijada por las mismas razones.

Además, con unas tolerancias tan pequeñas un simple terremoto podría destruir completamente todo un sistema de líneas maglev. Por otro lado la amplitud del hueco entre vehículo y guía no puede ampliarse porque esto daría lugar a enormes pérdidas.

Pero hay factores que no se pueden ignorar: estos trenes, sobre todo las vías, son muy caros, lo que hace dudosa la rentabilidad de las inversiones, que dependerá en gran medida de la aceptación de los usuarios. En respuesta a esto, las personas a favor de los maglev afirman que muchos de los raíles de los trenes convencionales están en la actualidad en un estado deplorable, y que las reparaciones necesarias costarían mucho, con lo que se podría aprovechar para poner ya las líneas maglev.

Sin embargo, existe una solución: una ventaja de los maglev es que las condiciones de funcionalmente son mucho más flexibles que en los trenes de alta velocidad. Los maglev pueden ascender por rampas de hasta un 10 % frente al 3% de los trenes de alta velocidad; además puede circular por curvas más cerradas que los demás trenes; lo que lleva a que el trazado del maglev se puede adaptar al trazado de otras vías como las autopistas. De esta forma el ruido generado por el maglev quedaría enmascarado por los de los coches.

En conexión con lo anterior al haber más flexibilidad en el trazado de vías se puede renunciar a construcciones caras como túneles a favor de trayectos más baratos (siendo estos un poco más largos).

Hay que ver otro punto importante de la discusión: La energía. El sistema del maglev necesita menos energía que los otros sistemas de transporte (debido a que se elimina el rozamiento entre suelo y tren) y por eso contamina menos. Sin

embargo no hay que olvidar que aún queda la fricción con el aire que a grandes velocidades es el más importante factor de pérdida de energía; esto lleva a que el consumo de energía sea ligeramente inferior en los trenes maglev que en los trenes convencionales.

Otro argumento a favor es que las vías de los maglev ocupan menos que la de los trenes convencionales con lo que el impacto medioambiental es menor.

Otra ventaja de los maglev es el mantenimiento. Como el tren flota a lo largo de la vía no hay ningún contacto entre él y el suelo y además no hay partes móviles. Como resultado de esto es que “en teoría” no habría desgaste de las piezas y no se necesitaría ningún tipo de mantenimiento.

La seguridad es también un aspecto a favor de los maglev. Siempre son trenes normales que por alguna inatención de ciertas personas o una falta de la técnica sufren accidentes. Cómo el maglev abarca o es abarcado por sus raíles, tanto el de suspensión EDS como el EMS, no es posible que descarrilen.

Además, la posibilidad de cualquier otro tipo de accidente es mínima:

- El maglev generalmente no cruza otras vías, es decir que no podrá haber choques con automóviles por ejemplo porque si, en algún caso, las vías sí se cruzan, el Transrapid estará en zancos para evitar un cruce a nivel.
- Choques de un maglev contra otro también se excluyen porque no es el tren el que acelera sino se acelera gracias a los raíles y técnicamente no es posible ni acelerar y frenar dos trenes al mismo tiempo el mismo tramo ni acelerar dos trenes a la vez en dos direcciones distintas. O sea, si hay dos trenes en una vía maglev no puede ocurrir un choque frontal.

A pesar de contar con múltiples ventajas sobre otros sistemas de transporte masivos que operan a través de largas distancias, ser ecológico y eficiente, el uso de los maglevs no se ha extendido en el mundo porque requiere de un costo muy elevado para su construcción, desarrollo e implantación. Por esta razón los sistemas tradicionales siguen siendo más utilizados.

El precio de las líneas maglev es actualmente 30 millones la milla lo que queda muy lejos de los aproximadamente 10 que cuesta una línea de alta velocidad normal. Sin embargo se espera que en un futuro este precio baje e incluso llegue a hacerse comparable al de las líneas

**Requisitos de Mantenimiento De Electrónica Contra Sistemas Mecánicos:** Maglev se entrena actualmente en la operación han demostrado

la necesidad del mantenimiento guideway casi insignificante. Su mantenimiento del vehículo electrónico es mínimo y más estrechamente alineado con horarios de mantenimiento de avión basados durante horas de la operación, más bien que en la velocidad o la distancia viajó. El carril tradicional es sujeto al desgaste de millas de la fricción en sistemas mecánicos y aumenta exponencialmente con la velocidad, a diferencia de sistemas maglev. Esta diferencia básica revela la ventaja del coste enorme de maglev sobre el carril y también directamente afecta la fiabilidad del sistema, la disponibilidad y la sostenibilidad.

**Operaciones para Todas las estaciones:** Mientras los abogados de maglev afirman que los trenes actualmente en la operación no se paran, se reducen la marcha o hacen afectar sus horarios por nieve, hielo, frío severo, lluvia o vientos fuertes, no se han hecho funcionar en la amplia gama de condiciones que las redes ferroviarias basadas en la fricción tradicionales han hecho funcionar. También, maglev vehículos aceleran y deceleran más rápido que sistemas mecánicos sin tener en cuenta el hábil del guideway o la cuesta del grado porque son sistemas de no contacto.

## AMPLIFICADOR

Casi todos los sistemas electrónicos tienen por lo menos uno o dos y a menudo, muchos circuitos cuya sola función es aumentar la señal. En los circuitos amplificadores puede haber tubos electrónicos o bien transistores ya que ambos son esencialmente dispositivos amplificadores. Además un amplificador suele incluir todos los elementos necesarios para suministrar la polarización del mismo, así como aquellos su función es compensar cualquier distorsión no deseada de la señal que ocurra durante la amplificación.

## OSCILADORES

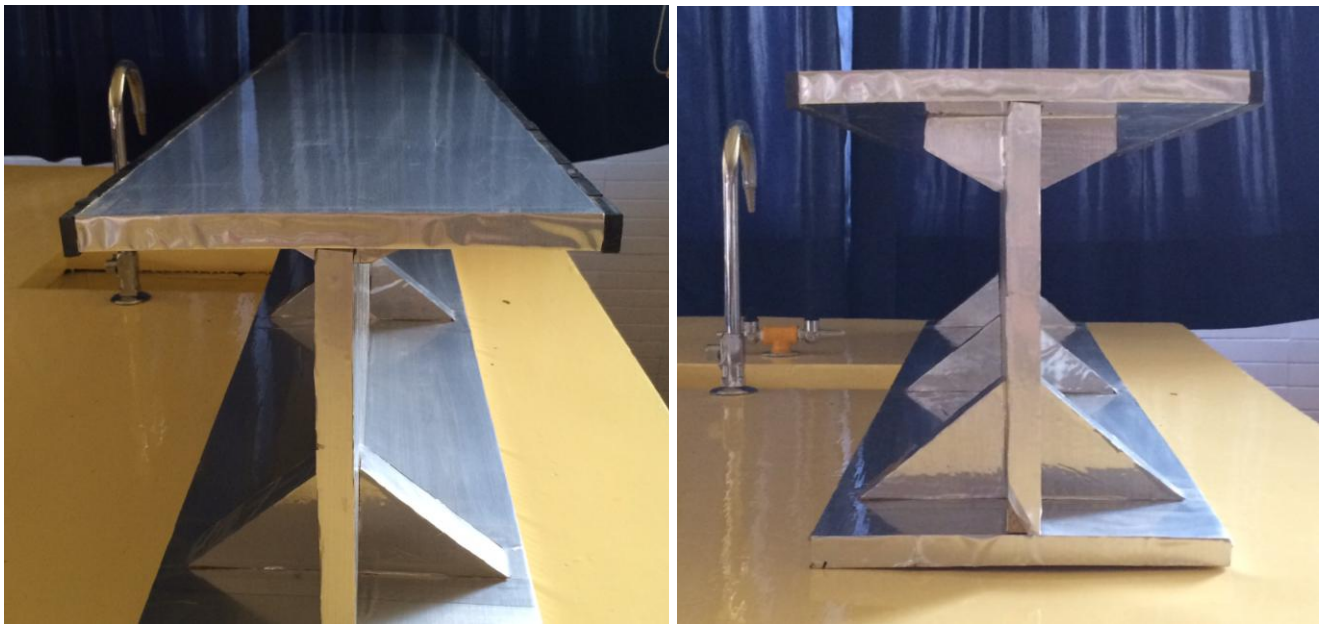
El oscilador es un circuito que genera una señal de salida, la cual se repite continuamente, y puede ser de ca o bien de cd fluctuante. Cabe hacerse notar que la señal de salida de un oscilador la genera él mismo. Muchos otros circuitos pueden proporcionar una salida igual a la de un oscilador pero, en estos casos, la salida es una versión amplificada ó modificada de una señal aplicada a la entrada de un circuito. Así pues se puede considerar que un oscilador es un circuito que convierte potencia de cc a una señal de ca o bien de cc fluctuante.

## PROCEDIMIENTO.

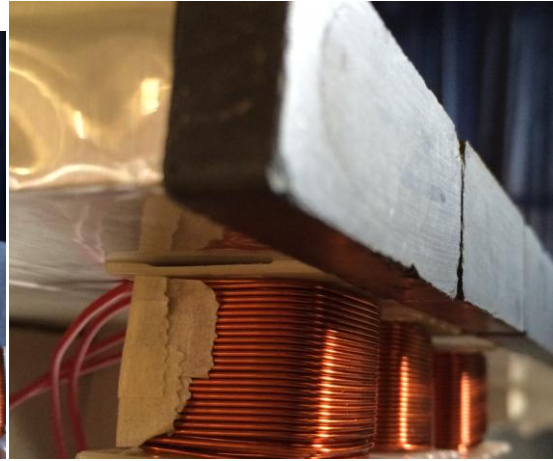
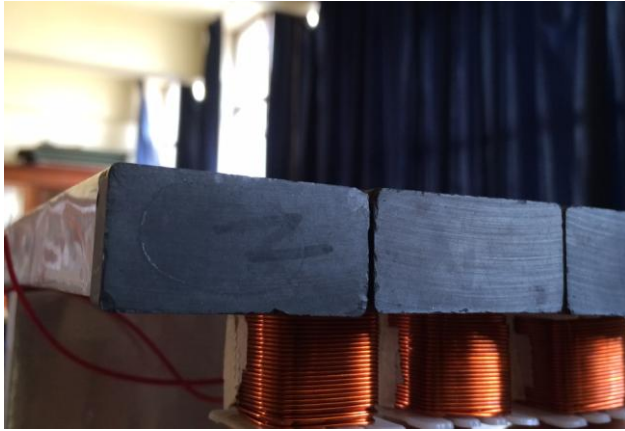
1.- En primera instancia, se realizó un estudio correspondiente a los medios de transporte en nuestro país; concretamente al transporte público.

2. Nuestro prototipo de deslizador magnético estará constituido por tres partes:  
a) Un riel de madera en el cual se colocara un sistema de imanes permanentes, formando una línea que producirá un acelerador lineal magnético, b) Un deslizador de acrílico en cual se colocaran un conjunto de bobinas o solenoides que producirán un campo magnético alterno que producirá fuerzas de atracción y repulsión magnética y c) Un sistema electrónico compuesto de un circuito oscilante de baja frecuencia y un amplificador de potencia que suministrará la corriente alterna al deslizador y que será colocado sobre el deslizador. A continuación se desglosa cada una de las partes que se diseñaron:

3.- Se construyó un riel de madera en forma de T de medidas 150x28x32cm, en el que se colocaron imanes laterales para la centralización del deslizador.



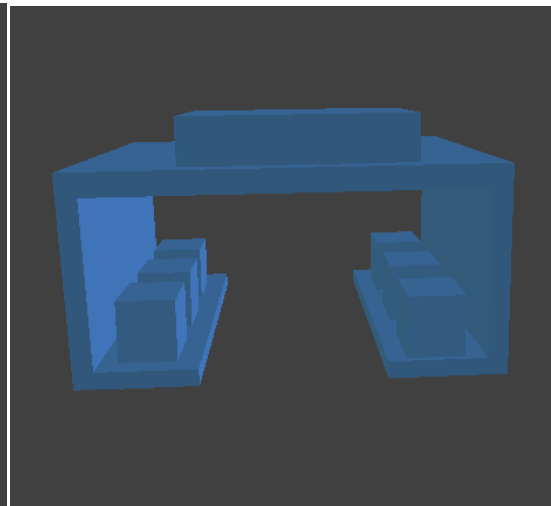
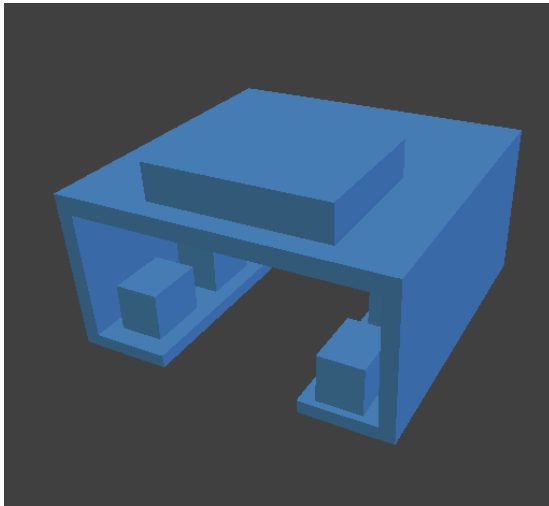
4.- Se colocaron bobinas a lo largo del riel, y en el deslizador. En el colocaremos y construiremos un circuito oscilador conectado a una fuente de voltaje, que alimentará a las bobinas del riel para un cambio de polaridad constante en las bobinas.

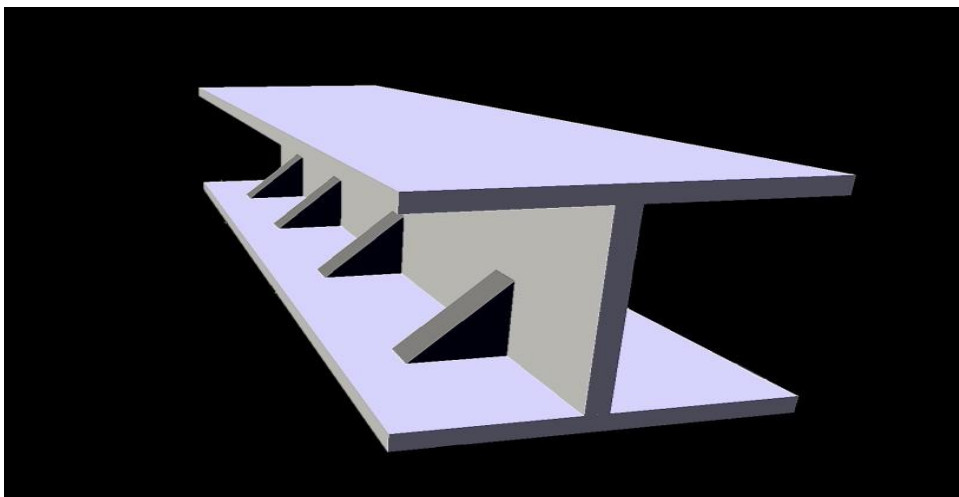


6.-Construimos un deslizador de acrílico en el que colocamos imanes laterales y la idea a futuro es colocarle bobinas en la parte inferior que servirán para el movimiento del mismo.

7.- Construiremos un oscilador que permitirá el cambio de corriente en las bobinas, y un amplificador de corriente ó potencial.

5.- Dibujamos en un programa el riel y el deslizador para hacer una simulación de su funcionamiento.





## **RESULTADOS:**

Hasta el momento no se ha terminado la construcción del sistema controlador de la corriente oscilante que se suministrará a las bobinas y que permitirá, no solo que levite el deslizador, sino que se logre contralar su movimiento a partir de la oscilación del campo magnético

## **CONCLUSIONES**

- Un sistema de deslizador magnético es una de las mejores inversiones a largo plazo, además de que en tiempos como los que estamos viviendo, cuando existe una severa crisis en los energéticos, altos niveles de contaminación con consecuencias catastróficas; es de vital importancia buscar una solución efectiva que no sea exclusiva para los países desarrollados.
- Hasta el momento solo se ha logrado el objetivo de hacer que el deslizador levite, pero no se ha logrado impulsarlo a partir de los campos magnéticos generados en las bobinas

## **BIBLIOGRAFÍA:**

Ballard, S.S., Slack, E.P. & Hausmann, E. (1970). Principios de Física. México: Editorial Reverté, S.A.  
Boylestad, R.L. (2004). Introducción al análisis de circuitos. México: Pearson.  
Losada, E.D. (1955). Electricidad y Magnetismo:IPN.



Resnick, D. y Halliday, R., Física (dos volúmenes). México, Cecs, 2004.  
Tippens, Paul, Física. Conceptos y aplicaciones. México, McGraw Hdl, 2005.  
Wilson, J.D., Física con aplicaciones. México, McGraw Hdl, 2005.