



**“Paso a Paso, los Piezoeléctricos
Generando”.**

Clave de Registro: CIN2016A20145.

CENTRO UNIVERSITARIO MÉXICO.

De la Rosa Cruz Andrea Ivonne.

Escobar Landero Carla.

Méndez Serrano Maximiliano Adair.

Ríos Carachure Luis Rodrigo.

Asesor: Flores Téllez Jesús.

**Área de Conocimiento: Ciencias Físico- Matemáticas y
de las Ingenierías.**

Disciplina: Física.

Tipo de Investigación: Desarrollo Tecnológico.

Ciudad de México a 19 de Febrero del 2016.

RESUMEN.

Hoy en día, la demanda de energía por todas las naciones del mundo va en ascenso, nos hemos dado cuenta en países como China, India, Bangladesh, etc. Que el uso de combustibles fósiles e hidrocarburos no es sustentable ya que, se obtiene la energía pero también un gran deterioro del planeta, desde el proceso de su extracción hasta la quema de estos. Las grandes potencias del mundo se han puesto a trabajar para buscar nuevas y eficaces formas de generar energía, es donde nuestro proyecto entra. A partir de la aplicación del principio de **piezoeléctricos**, que es la propiedad que tienen algunos cristales naturales o sintéticos de producir energía eléctrica a partir de su deformación o compresión. Nuestro prototipo consiste en una plataforma que contiene ochenta dispositivos piezoeléctrico, que pueda ser colocada en los puntos de conglomeración peatonal como pueden ser estaciones de transporte público, calles exclusivas de uso peatonal, aeropuertos, etc. Para así canalizar la energía mecánica producida por la presión ejercida sobre la superficie de la plataforma piezoeléctrica, causada por el paso peatonal y convertirla en energía eléctrica, misma que ya obtenida y almacenada, se buscará utilizar o almacenar para usarse en dispositivos eléctricos que la necesiten en los lugares ya mencionados. Como pueden ser alumbrado público, energía para secadores de manos, dispensadores de boletos, etc.

Palabras clave: Piezoeléctrico, energía.

SUMMARY.

Nowadays, the demand for energy by all nations of the world is increasing, we have noticed that in countries like China, India, Bangladesh, etc. The use of fossil fuels and hydrocarbons is not sustainable because, it's obtained from energy but also a great deterioration of the planet is obtained from the process of extraction to burning them. The great powers of the world have been working to find new and effective ways to generate energy and is where our project comes in. From the application of **piezoelectric**'s principle, which is the property that some natural or synthetic crystals produce electrical energy from deformation or compression. Our prototype consists of a platform containing eighty piezoelectric devices that can be placed at points of

pedestrian conglomeration such as public transport stations, exclusive streets for pedestrian use, airports, etc. In order to funnel the mechanical energy produced by the pressure exerted on the surface of the piezoelectric platform, caused by the crosswalk and turn it into electricity, it already obtained and stored, used or stored will be sought for use in electrical devices that need it in the aforementioned places. As can be street lighting, energy for hand dryers, ticket dispensers, etc.

Key Words: Piezoelectrics, energy.

INTRODUCCIÓN.

Planteamiento del Problema.

En la actualidad, las energías renovables representan un papel relevante en la producción de energías limpias para el desarrollo de las actividades del ser humano. Los piezoeléctricos transforman la energía mecánica en energía eléctrica por medio de un cristal natural o sintético que al ser deformado, produce una polarización eléctrica y aparece una diferencia de potencial y cargas eléctricas en su superficie.

Es por eso que en nuestro proyecto, presentaremos la aplicación de éste fenómeno mediante la elaboración de una plataforma constituida por placas piezoeléctricas para obtener energía eléctrica a partir de una presión aplicada, en este caso, generada por las pisadas de la gente, ubicadas en distintos puntos de gran concurrencia.

Hipótesis.

Si construimos un prototipo de plataforma piezoeléctrica que se coloque en el paso peatonal, entonces se podrá genera una diferencia de potencial o voltaje debido a la presión que generan las personas al caminar sobre ella. .

Justificación y síntesis del sustento teórico.

Debido a la gran demanda de energía eléctrica, buscamos una alternativa para obtenerla y optamos por utilizar los piezoeléctricos, ya que funcionan a base de un recurso natural, un mineral que produce una cantidad considerable de energía.

La piezoelectricidad constituye un fenómeno presente en algunos materiales que generan energía eléctrica cuando una presión externa es aplicada sobre estos. Significa literalmente "presión-electricidad", se induce a un cambio de polarización y se establece un campo eléctrico a través de la aplicación de fuerzas externas. Esta transducción está basada en la deformación formada.

OBJETIVOS.

Comprobar el principio de piezoelectricidad y aplicarlo mediante la construcción de una plataforma formada con piezoeléctricos que al caminar sobre ella se pueda producir electricidad, y sea una alternativa para producir energía limpia.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

En 1880, Jacques y Pierre Curie descubrieron una inusual característica en ciertos cristales minerales, ya que cuando estos cristales eran sometidos a una fuerza mecánica, estos cristales se polarizaban, ya que la tensión y la compresión generan voltaje de polaridad opuesta. Este descubrimiento dio paso a la tecnología que conocemos actualmente llamada piezoelectricidad.

La evolución tecnológica de los materiales cerámicos suplantó a los materiales piezoeléctricos naturales, y expandieron en variedad la siguiente generación de materiales piezoeléctricos, usados en aplicaciones para la acústica, óptica, medicina y comunicación inalámbrica.

Los elementos piezoeléctricos son fabricados de simples cristales de niobato de litio, cuarzo sintético, y otros materiales que pueden exhibir propiedades piezoeléctricas significativamente superiores, relativo a los elementos poli cristalinos. Relativa insensibilidad a la temperatura, factores elevados de conversión de energía eléctrica y energía mecánica, entre otros atributos, hacen que ha estos materiales se les pueda dar un gran uso.

La magnitud del voltaje piezoeléctrico, movimiento, o fuerzas son pequeñas, y a menudo requieren una amplificación, sin embargo, las propiedades de los materiales piezoeléctricos han sido aprovechadas en un impresionante rango de aplicaciones. El

efecto piezoeléctrico es usado en aplicaciones de detección como en los desplazamientos en sensores. El efecto piezoeléctrico inverso es usado en aplicaciones de accionamiento, como en motores que requieren un preciso control de posicionamiento, y en generación de señales sónicas y ultrasónicas.

En décadas recientes, y especialmente desde mediados de los años 60, materiales artificiales – cerámicas piezoeléctricas preparadas desde óxido metálico – han reemplazado a los materiales naturales en diversas aplicaciones, y han permitido a los diseñadores emplear el efecto piezoeléctrico y el efecto inverso piezoeléctrico en muchas nuevas aplicaciones.

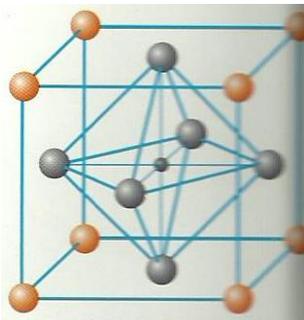


Figura 1. Estructura de un cristal de perovskita.

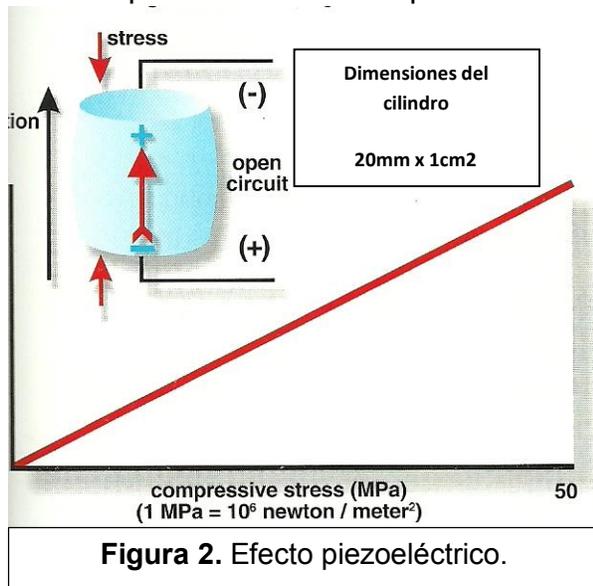
Una cerámica tradicional piezoeléctrica tiene estructura de un cristal de perovskita, donde cada unidad consiste en un pequeño, ion de metal tetravalente, usualmente titanio o zirconio, en una celosía de grandes iones de metal divalentes, usualmente de plomo o bario e iones de O_2 .

Bajo condiciones que confieren una simetría tetragonal o romboidal en los cristales, cada cristal tiene un momento bipolar. El descubrimiento inicial fue, que los óxidos metálicos podían hacer piezoelectricidad con titanio de bario ($BaTiO_3$), pero las otras cerámicas también exhiben esa propiedad. Posteriormente, cuando los investigadores determinaron que los materiales de plomo-zirconio-titanio exhiben mayor sensibilidad y mayor temperatura de funcionamiento, relacionada al $BaTiO_3$. Por ejemplo, titanio de plomo tiene las características que hacen deseable su uso en los hidrófonos, equipo de diagnóstico médico, y sensores de choque en los automóviles, pero debido a que es difícil polarizar el titanio de plomo ya no es ampliamente utilizado. De igual forma, las cerámicas preparadas de metaniobato de plomo son usados en aparatos para probar materiales con pruebas no destructivas, en equipo médico de diagnóstico, en hidrófobos, pero muchos fabricantes deben enfrentarse con la alta porosidad y poca fuerza mecánica cuando son usados estos materiales. Las cerámicas piezoeléctricas suministrado por APC International, Ltd. se

fabrican a partir de precursores de la más alta pureza, con propiedades optimizadas para aplicaciones específicas mediante el ajuste del zirconio: relación de titanio inclusión de materiales secundarios. Las cerámicas piezoeléctricas pueden ser cientos de veces más sensibles a la entrada eléctrica o mecánica de los materiales naturales, y la composición, forma y dimensión de la cerámica se puede adaptar para satisfacer las necesidades de un propósito específico. Las cerámicas piezoeléctricas son físicamente fuertes, químicamente inertes, e inmunes a la humedad u otras influencias atmosféricas, y pueden ser fabricados con un costo relativamente barato.

Para preparar una cerámica piezoeléctrica, polvos finos de los óxidos de componentes de metal se mezclan en proporciones específicas, se calienta (calcinado) para formar un polvo uniforme. El polvo se mezcla con un aglutinante orgánico y se presiona, calandrado, o moldeada en los elementos estructurales que tiene la forma deseada (disco, barras, placas, etc.) El "verde" formas cerámicas son despedidos de acuerdo a un tiempo específico y el programa de temperatura, durante el cual las partículas de polvo sinterizado y el material alcanzan una estructura cristalina densa. Las formas se enfrían, a continuación, el material es recortado y los electrodos se aplican a la superficie adecuada. Un elemento de cerámica cocida es una masa semi-organizada de cristales finos (granos de cerámica). Una muestra de cerámica típica contiene 10⁹ a 10¹² granos por cm³. Por encima de una temperatura crítica, del punto de Curie, cada cristal de perovskita en cada grano en el elemento presenta una simetría cúbica simple, sin momento dipolar. Sin embargo a temperaturas por debajo del punto de Curie, cada cristal exhibe simetría tetragonal o romboédricos, dependiendo de la composición de la tela, y su estructura lleva a un momento de dipolo. Los momentos dipolares se orientan de manera diferente entre las distintas regiones dentro de un solo grano. Regiones como la de momentos de orientación dipolo se conocen como dominios, y cada dominio lleva a un momento dipolar neto. Sin embargo, debido a que los dipolos están orientados al azar en el elemento de cerámica, como manufacturados, los dominios están orientados al azar y el elemento no tiene la polarización global.

El elemento de cerámica está polarizada por la exposición a un fuerte campo, de corriente eléctrica directa, por lo general, pero no exclusivamente, a una temperatura ligeramente por debajo del punto de Curie. A través de esta polarización, los dominios más cerca de alinearse con el campo eléctrico se expanden a expensas de los dominios que no están alineados con el campo, y la cerámica se alarga en la dirección del campo. Cuando el campo eléctrico se elimina la mayor parte de los dipolos se



encuentran encerrados en esta configuración de la alineación próxima. THS confiere al material una polarización permanente, denominada polarización remanente, y una deformación permanente (elongación) que hacen un anisotrópico - sus propiedades difieren, según la dirección en la que se miden. Análoga a las características correspondientes de los materiales ferro magnéticos, una polaridad ferro eléctrica exhibe material de histéresis. Las constantes dieléctricas de estos materiales son muy elevadas, y dependen de la temperatura. La compresión mecánica o de tensión sobre un elemento piezoeléctrico impulsan los cambios en el momento dipolar de la cerámica, creando una tensión. La compresión de los elementos a lo largo de la dirección de la polarización, o la tracción perpendicular a la dirección de la polarización, genera la tensión de la misma polaridad que la tensión de polarización. Si la tensión se aplica a lo largo de la dirección de la polarización, o el elemento se comprime de forma perpendicular a la dirección de la polarización, la polaridad del voltaje será opuesta a la de la tensión. Estas acciones son acciones del generador - el elemento de cerámica convierte la energía mecánica de la compresión o la tensión en energía eléctrica. Este comportamiento se ha adaptado para su uso en el combustible de los dispositivos de encendido, baterías de estado sólido, y otros productos. Si el voltaje de la misma polaridad que la tensión de polarización se aplica a un elemento piezoeléctrico paralelo a la dirección de la tensión, el elemento será más largo

y su diámetro será menor. Si un voltaje tiene una polaridad opuesta a la que se aplica el voltaje del elemento será menor en función del ciclo, en la frecuencia de la tensión aplicada. Esta es la acción de motor - la energía eléctrica se convierte en energía mecánica. El principio está adaptado a los motores piezoeléctricos, de sonido o dispositivos generadores de ultrasonidos, y muchos otros productos.

La carga piezoeléctrica constante, d , es decir, alternativamente, la polarización generada por unidad de esfuerzo mecánico (T) se aplica a un material piezoeléctrico o la tensión mecánica (S) experimentado por un material piezoeléctrico por unidad de campo eléctrico aplicado. El primer subíndice d indica que la dirección de la polarización generada en el material cuando el campo eléctrico, E , es cero o, alternativamente, es la dirección de la intensidad del campo aplicado. El segundo subíndice es la dirección de la tensión aplicada o la tensión inducida, respectivamente. Debido a que el exceso de la cepa inducida en un material piezoeléctrico por un campo eléctrico aplicado es el producto del valor para el campo eléctrico y el valor de d es un valor importante para determinar la idoneidad de un material para aplicaciones dependientes de la cepa.

Permisividad.

La permisividad o constante dieléctrica, para un material de cerámica piezoeléctrica es el desplazamiento dieléctrico por unidad de campo eléctrico. La constante dieléctrica relativa, K es el coeficiente de E , la cantidad de carga que un elemento construido a partir del material cerámico puede almacenar, en relación con el absoluto E_0 constante dieléctrica, la carga que puede ser almacenada por los mismos electrodos cuando se separan por un vacío, a una tensión igual.

Piezoeléctricos de tensión constante.

La tensión constante piezoeléctrica, g , es, en su defecto, el campo eléctrico generado por un material piezoeléctrico por unidad de esfuerzo mecánico aplicado a la tensión mecánica experimentada por un material piezoeléctrico por unidad de desplazamiento eléctrico aplicado. El primero indica la dirección del campo eléctrico generado en el material, o la dirección del desplazamiento eléctrico aplicado. El segundo subíndice es la dirección de la tensión aplicada o la tensión inducida, respectivamente. Debido a que

la intensidad del campo eléctrico inducido producido por un material piezoeléctrico en respuesta a un estrés físico aplicado es el producto del valor de la tensión aplicada y el valor de G. G es una figura de mérito para evaluar la idoneidad de un material de detección (aplicaciones de sensores).

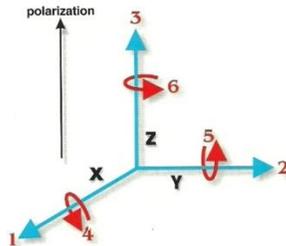


Figura 3. Dirección de las fuerzas afectando a un elemento piezoeléctrico.

Elástica de Cumplimiento

Es la deformación producida en un material piezoeléctrico por unidad de esfuerzo aplicado y para las 11 y 33 direcciones, es el recíproco del módulo de elasticidad. SD es el cumplimiento en virtud de un desplazamiento eléctrico constante, SE es el cumplimiento en el marco de un campo eléctrico constante. El primer subíndice indica la dirección de la tensión, la segunda es la dirección de la tensión.

Factor de acoplamiento electromecánico.

K, es un indicador de la eficacia con la que un material piezoeléctrico convierte la energía eléctrica en energía mecánica, o convierte la energía mecánica en energía eléctrica. El primer subíndice de k indica la dirección a lo largo de la que se aplican los electrodos, y el segundo indica la dirección a lo largo de la cual la energía mecánica se aplica.

Los valores de k citado en las especificaciones de los proveedores de cerámica valores máximos suelen ser teóricos. En las frecuencias de bajos insumos, un típico cerámico piezoeléctrico puede tener del 30% al 75% de energía almacenada en una forma a la otra forma, dependiendo de la formulación de la cerámica y las direcciones de las fuerzas implicadas.

La k alta suele ser conveniente para la conversión eficiente de la energía, pero k no es en sí misma una medida de la eficiencia, ya que no tiene en cuenta las pérdidas dieléctricas o pérdidas mecánicas. Además, las energías no convertidas a menudo pueden ser recuperadas. La verdadera medida de la eficiencia es el cociente de conversión, la energía útil suministrada por los elementos cerámicos piezoeléctricos en los sistemas bien diseñados pueden mostrar la eficiencia que superan el 90%. Las dimensiones de un elemento de cerámica puede dictar expresiones únicas de k : el factor de acoplamiento de un plano y el factor de acoplamiento del espesor. Para un disco fino de cerámica piezoeléctrica factor de acoplamiento del plano expresa el acoplamiento radial. Para un disco o una placa de material cuyas dimensiones en superficie son grandes en relación a su espesor, el factor de acoplamiento de espesor expresa el acoplamiento entre un campo eléctrico en la dirección 3 y las vibraciones mecánicas en la misma dirección. La frecuencia de resonancia de la dimensión del espesor de un elemento de esta forma es mucho mayor que la frecuencia de resonancia de las dimensiones transversales. Al mismo tiempo, las vibraciones transversales fuertemente atenuada a esta frecuencia de resonancia superior, como resultado de la contracción transversal y expansión que acompaña a la expansión / contracción de espesor, da la mejor rigidez aparente. Como resultado, el correspondiente a las vibraciones longitudinales de una barra fina del mismo material, para que una menor frecuencia de resonancia longitudinal es más compatible con la frecuencia de resonancia transversal. El factor de disipación dieléctrica de un material cerámico es la tangente del ángulo de pérdida dieléctrica.

Frecuencia constante.

Cuando un elemento de cerámica sin restricciones piezoeléctricas es expuesto a un campo alterno de alta frecuencia eléctrica, un mínimo de impedancia, la frecuencia de resonancia plana o radial, coincide con la frecuencia de resonancia en serie.

La dependencia de la temperatura de las constantes piezoeléctricas.

La tensión constante piezoeléctrica, G , la carga piezoeléctrica constante, d , y la permisividad son factores dependientes de la temperatura. Dentro de rangos de

temperatura recomendada para operar, la temperatura asociada a cambios en la orientación de los dominios por lo general son transitorios, pero estos cambios pueden crear desplazamientos de carga y campos eléctricos que pueden obstruir la exactitud de medición. Raras, pero posibles, son las fluctuaciones de temperatura repentinas que generan tensiones relativamente altas. Estos pueden despolarizar los elementos de cerámica y causar daños en otros componentes del sistema. Si un condensador se conecta en paralelo con el elemento de cerámica piezoeléctrica, el aumento de la capacidad total o del sistema será acompañado por una reducción equivalente en el coeficiente de temperatura de la capacidad total.

El comportamiento dinámico de un elemento de cerámica piezoeléctrica expuesto a una alternancia dimensiones del campo eléctrico con cambios en función del ciclo, de acuerdo a la frecuencia del campo. Cada elemento de cerámica tiene una frecuencia única, o la frecuencia de resonancia, en la que vibra más rápidamente en respuesta a la entrada eléctrica, y la mayoría convierte de forma eficiente el aporte de energía eléctrica en energía mecánica. La frecuencia de resonancia está determinada por la composición de los materiales cerámicos y, en una relación inversa, por el volumen y la forma del elemento.

Como la frecuencia de los aumentos de ciclismo, la frecuencia de oscilación de la primera se aproxima a la frecuencia de resonancia serie del elemento-la frecuencia con que la impedancia en un circuito eléctrico que describe los elementos es cero cuando la resistencia causada por las pérdidas mecánicas se ignora. Como la frecuencia sigue aumentando, los aumentos de impedancia también lo hacen. La frecuencia con la que aumenta la impedancia se aproxima a la máxima frecuencia de resonancia, paralelo a la frecuencia con que la resistencia en paralelo en el circuito eléctrico equivalente se hace infinita cuando la resistencia causada por las pérdidas mecánicas se ignora.

Por debajo de FM y por encima de FN, el elemento cerámico se comporta de forma capacitiva, entre la FM y FN, se comporta de manera inductiva, y el máximo de respuesta del elemento será en un punto entre FM y FN. Los valores de frecuencia de impedancia mínima, FN, se puede utilizar para calcular el

factor de acoplamiento electromecánico, k , k depende de los modos de la vibración y la forma del elemento cerámico.

Además del factor de acoplamiento electromecánico, las pérdidas dieléctricas y de las pérdidas mecánicas afectan la eficiencia de conversión de energía. Pérdidas dieléctricas, expresada por el factor de disipación dieléctricas, por lo general son más significativas que las pérdidas mecánicas. Un Q_m bajo indica un buen material cerámico y un buen oscilador armónico. Materiales con Q_m se necesita un alto en aplicaciones en las que el desplazamiento máximo y mínimo de la generación de calor son críticos, como por ejemplo motores ultrasónicos piezoeléctricos. Q_m es importante para determinar la magnitud de la tensión inducida en la frecuencia de resonancia: la amplitud de la tensión es proporcional al valor de Q_m . A altas frecuencias Q_m y Q_e no son constantes, pero sus valores normalmente son menores que las frecuencias bajas.

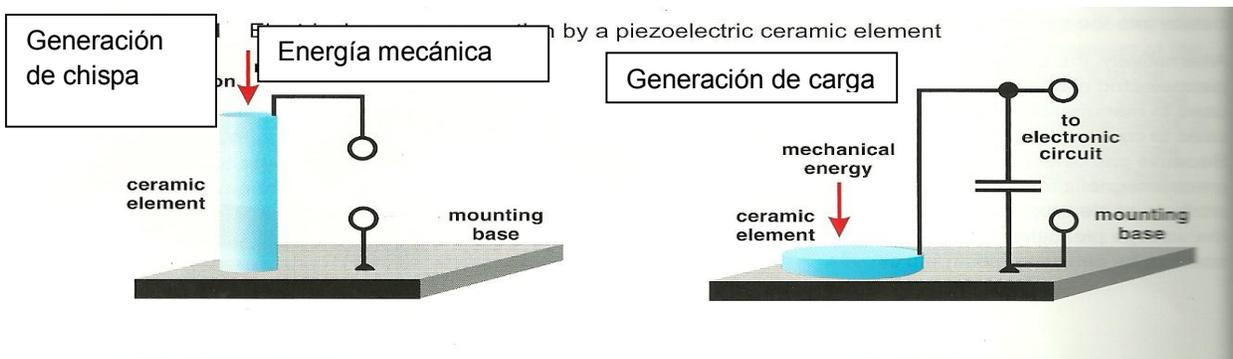


Figura 4. Generación de energía eléctrica por medio de cerámicas piezoeléctricas.

Un ajuste del elemento piezoeléctrico con una inductancia en paralelo o una inductancia en serie produce dos circuitos de resonancia juntos, uno mecánico, y uno eléctrico. El circuito de mecánica se rige por la inductancia del circuito mecánico, la capacidad del circuito mecánico y la resistencia causada por las pérdidas mecánicas, el circuito eléctrico está regulado por la inductancia en serie, la capacidad del elemento de cerámica y de la resistencia del generador de tensión alterna.

Estabilidad.

La mayoría de las propiedades de un elemento de cerámica piezoeléctrica pueden desgastarse gradualmente, en una relación logarítmica con el tiempo después de la polarización.

Tarifas exactas de la edad dependerá de la composición del elemento de cerámica y el proceso de fabricación utilizado para su elaboración. La mayoría de las cerámicas tiene dos tipos muy diferentes de edad. En las primeras 24-50 horas después de la polarización, las pérdidas de las propiedades piezoeléctricas son importantes, a continuación, esta fuerte disminución es seguida por una degradación más lenta durante la vida útil de la cerámica. Las pérdidas iniciales se atribuyen a algunos de los dominios de la cerámica de volver a sus orientaciones iniciales, con relativa rapidez después de la polarización. Esta explicación es consistente con las observaciones que los ingredientes de alta pureza y la producción de polvo de cuidado para dar a la cerámica una composición más homogénea y menos defectos atribuibles a las impurezas. El mal manejo del elemento puede acelerar este proceso de envejecimiento inherente: un elemento de cerámica piezoeléctrica puede ser potencialmente despolarizado por exceder las limitaciones eléctricas, mecánicas, térmicas o del elemento. La despolarización puede reducir o destruir las propiedades piezoeléctricas.

Despolarización mecánica.

La suficiente tensión mecánica puede disturbar la orientación de los dominios en un material piezoeléctrico puede destruir la alineación de los dipolos. Como la sensibilidad a la despolarización eléctrica, la capacidad de soportar (resistir) la tensión mecánica se diferencia entre varios grados y marcas (clases) de materiales piezoeléctricos.

Despolarización térmica y efectos piezoeléctricos.

Si un material piezoeléctrico de cerámica es calentado a su punto de Curie, los dominios se harán desordenados y el material será despolarizado. La temperatura recomendada para una pieza de cerámica por lo general es aproximadamente la mitad de camino a ligeramente más que la mitad de camino entre 0 ° C y el punto de Curie.

Dentro de la gama de temperatura de funcionamiento recomendada, los cambios asociados por temperatura de la orientación de los dominios son reversibles, pero los

cambios pueden crear desplazamientos de precio (carga) y campos eléctricos. También, fluctuaciones repentinas de temperaturas pueden generar relativamente altos voltajes, capaces de despolarizar el elemento de cerámica. Para suprimir los efectos de calor o temperatura, un condensador paralelo puede ser incorporado en el sistema, al aceptar la energía eléctrica adicional.

Usos de la piezoelectricidad.

Actualmente podemos encontrarlos en altavoces, tocadiscos, mecheros eléctricos (encendedores), encendido electrónico de calefones y estufas de gas, sensores de presión.



Figura 5. Piezoeléctrico de encendedor.

Actuadores

Un actuador piezoeléctrico convierte un voltaje u otra señal eléctrica en el desplazamiento con precisión controlado físico que puede ser usado para ajustar instrumentos de trabajo, máquinas, lentes o espejos en el equipo óptico.

Transductores

Los transductores piezoeléctricos convierten la energía eléctrica en la energía vibracional mecánica, por lo general expresada como el sonido o el ultrasonido. Los transductores que generan sonidos audibles se permiten ventajas significativas, en relación con dispositivos comparables electromagnéticos. Ellos son compactos, simples, y sumamente confiables, y ellos requieren poca energía para producir un nivel alto de sonido. Estas características inmejorablemente son emparejadas a las necesidades del equipo a pilas.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.

Se construyó un primer prototipo de plataforma piezoeléctrica siguiendo los siguientes pasos:

1. Primero dialogamos acerca de las especificaciones que debería tener este primer prototipo, llegando a la conclusión de que el prototipo debería ser compuesto por dos tablas de las mismas proporciones, con la diferencia de que una de ellas se le harían perforaciones en las cuales se colocarían los piezoeléctricos. Y que estas tuvieran la forma de una caja de base cuadrada con las dimensiones de 30cm de profundidad, 30cm. de anchura y 10cm. de altura, la cual se decidió construir de madera.

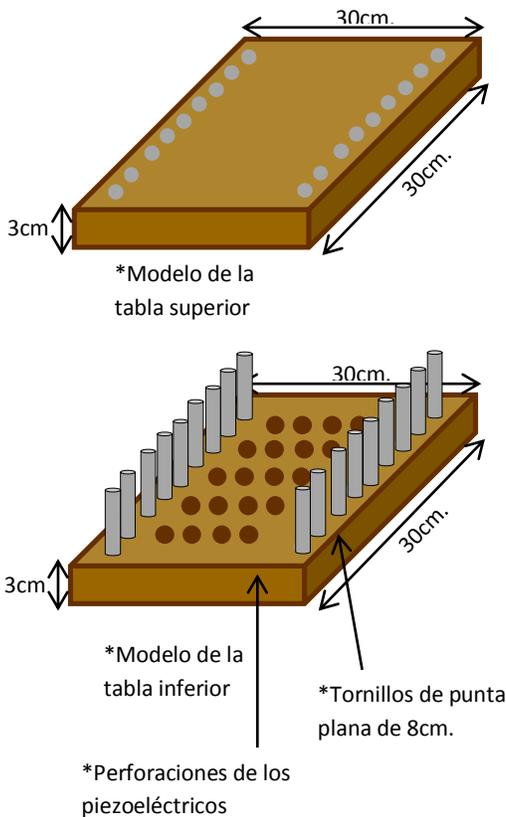


Figura 8. Diseño del Prototipo

2. Se discutió la problemática para mantener las tablas en paralelo llegando al resultado que para mantener las tablas en paralelo sería mediante el uso de tornillos de punta plana y haciendo perforaciones en los mismos puntos de ambas tablas para mantener fijas las tablas.

3. Obtuvimos los materiales necesarios para crear el prototipo de la plataforma piezoeléctrica, los cuales fueron:

- 2 tablas de 30cm. por 30 cm. de base y 3 cm. de altura
- 20 piezoeléctricos, los cuales extrajimos de 20 encendedores de cocina.
- 18 tornillos de punta plana de 9 cm. de altura, cada uno con una tuerca para sujetarlo a la tabla inferior o base del prototipo los tornillos.

4. Taladramos orificios en 2 lados opuestos de las tablas, donde colocamos 9 tornillos (de 8 cm de altura) por lado de la base de tabla, ya que los tornillos cuentan con la altura suficiente para que la tabla superior se deslice sin problema en los mismos para poder ejercer presión sobre los piezoeléctricos y así obtener energía.

5. Realizamos 20 perforaciones en la tabla inferior a manera de que fueran 4 filas de perforaciones, en donde cada fila tuviera 5 perforaciones para poder distribuir equitativamente la fuerza aplicada por la tabla superior a los piezoeléctricos.

6. Una vez terminada la base del prototipo procedimos a soldar los piezoeléctricos, soldamos en serie los 20 piezoeléctricos obtenidos y los colocamos en los 20 orificios perforados en el

centro de la base del prototipo.

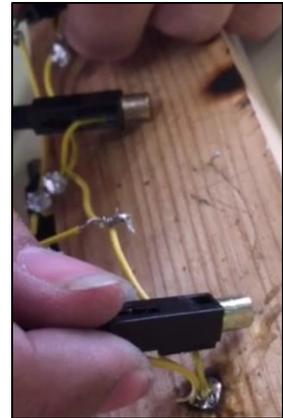


Figura 9. Piezoeléctricos siendo soldados en serie



Figura 10. Base del prototipo ya terminada

7. Después de realizar algunas pruebas sobre el prototipo comprobamos que se generaba energía a través de la utilización de capacitores y un multímetro, obteniendo un máximo en la corriente alterna de 1026V, pero en un muy breve tiempo, por lo cual es una muy baja potencia hasta el momento.

8. Después de los datos obtenidos en la prueba, decidimos elaborar el modelo final de nuestro proyecto; el cual consiste en 2 tablas de madera de 60x60cm con el mismo grosor que las anteriores, con la diferencia de que esta vez se utilizaron 80 piezoeléctricos extraídos igualmente de encendedores, solo que en esta ocasión distribuidos en 4 cuadrantes de 20 piezoeléctricos cada uno, cada uno con la misma distribución que la del prototipo.

9. Soldamos los 80 piezoeléctricos de igual manera.

10. Agregamos unas tiras de LED a la tabla superior para poder comprobar de manera simple la obtención de la energía de la plataforma piezoeléctrica.



Figura 11. Comparación de la base del prototipo y el diseño final



Figura 12. Prototipo con la tabla superior puesta.

RESULTADOS OBTENIDOS.

Comprobamos la energía generada utilizando capacitores y un multímetro, obteniendo un máximo en la corriente alterna de 1026V, pero en un muy breve tiempo, por lo cual es una muy baja potencia hasta el momento.



Figura 13. Voltaje de 1026V.

Después de los datos obtenidos en la prueba, decidimos elaborar el modelo final de nuestro proyecto. El modelo final consistirá en 2 tablas de madera de 60x60cm con el mismo grosor de las anteriores, con la diferencia de que se utilizaron 80 piezoeléctricos

extraídos de encendedores, localizados en 4 cuadrantes de 20 piezoeléctricos cada uno.

CONCLUSIONES.

En base a los resultados obtenidos pudimos concluir la piezoelectricidad que poseen ciertos cristales o porcelanas, es aplicable para la generación de una corriente alterna que a gran escala podría sostener las necesidades eléctricas de una pequeña comunidad.

Se cumplió el objetivo de comprobar el principio de piezoelectricidad mediante la construcción de una plataforma piezoeléctrica; que produjo una diferencia de potencial cuando fue presionada, ya que cuando estos cristales son sometidos a una fuerza mecánica, se polarizan, debido a que la tensión y la compresión generan voltaje de polaridad opuesta; pero la potencia generada fue muy escasa, por lo que decidimos construir una plataforma a mayor escala que aún no ha sido terminada para verificar si en verdad se puede obtener un mayor voltaje, y considerar la plataforma como una posibilidad de ser viable para ser una forma eficiente de producir electricidad de manera limpia y sustentable, al colocarlas en cruces peatonales.

FUENTES BIBLIOHEMEROGRÁFICAS.

Callister, D. W. (2007) Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales. Barcelona: Reverté.

Jaffe, B., W. Cook, and H. Jaffe *Piezoelectric Ceramics*. Academic Press, London (1971).

Cady, W.G. *Piezoelectricity* McGraw-Hill, Nueva York (1946).

Corona, R. L. G., Abarca, J. G. S. & Mares, C. J. (2014) *Sensores y actuadores: Aplicaciones con Arduino*. México: Patria.

Tressler, J.F. and K. Uchino, *Piezoelectric Composite Sensors Vol II / Appendix 37* (Junio 2000)

