



# FUERZA AÉREA

## DIRECCIÓN DE DESARROLLO AEROESPACIAL

### ESPECIFICACIONES APA PARA LA PRESENTACIÓN DEL POSTER DE LOS PROYECTOS PARTICIPANTES DEL CONCURSO DE “INGENIOS MILITARES AEROESPACIALES 2021”

El tamaño del poster debe ser de 120 cm de alto por 80 cm de ancho.

## TITULO

Debe reflejar con exactitud el tema del estudio o trabajo, claro y conciso, se recomienda no usar abreviaciones, siglas o acrónimos. Se recomienda usar letra ARIAL en **NEGRITA** y al menos de 36 puntos. No mas de 15 palabras.

## AUTORES, FILIACION Y ENCABEZAMIENTOS

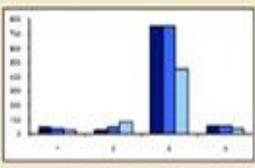
De menor tamaño que el titulo se recomienda tamaño 30 y en **NEGRITA**. Mismos autores que en el texto, se puede incluir el Departamento.

### ABSTRACT

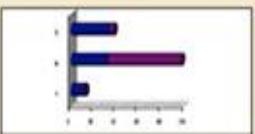
En los textos se aconseja usar un tamaño de 20 puntos y **NUNCA** en Negrita

### RESULTADOS

Resumen de los resultados obtenidos.  
Selección de los datos mas relevantes y mas relacionados con el objetivo del estudio.  
Evitar textos largos y con muchos datos.  
Se pueden incluir, tablas, figuras, grafica, guardando armonia con el texto. Usar colores no muy vivos.  
*Fig1. Titulo breve explicando la grafica. Aparece en la parte superior si son graficas*



*Fig1. Titulo breve explicando la grafica. Aparece en la parte superior si son graficas*





*Fig2. Si es una fotografia, figura el texto en la parte inferior*

### CONCLUSIONES

No deben ser meros recordatorios, se debe ser objetivo. Se puede incluir una discusión

### BIBLIOGRAFIA

No es obligatorio, pero si conveniente. Se deben seleccionar las mas importantes

### AGRADECIMIENTOS

No es obligatorio, pero si conveniente. Se deben seleccionar las mas importantes

### INTRODUCCION

Sirve para familiarizar al lector, debe ser corta, los aspectos que contiene;

- Antecedentes y revisión del tema
- Importancia teórica
- Hipótesis
- Objetivos del trabajo
- Definiciones

En los textos se aconseja usar un tamaño de 15-20 puntos y **NUNCA** en Negrita

### METODOLOGIA

Descripción de materiales y métodos, recoge el diseño del estudio, como se llevo a cabo, numero de fases, variables.

## Ejemplos de poster



# Diseño de celdas electroquímicas de bajo volumen preparadas mediante la técnica de modelado por deposición fundida (impresión 3D)

Díaz Lozano, Karen Alejandra ; Hernández Flores, Carlos Alexis

Asesor: Dr. Luis Carlos Rosales Rivera

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara,  
Boulevard Marcelino García Barragán #1421 Col. Olímpica CP. 44430



### Justificación

Una problemática común en el área de investigación es la falta de recursos al momento de realizar experimentos, esto principalmente por el costo elevado de ciertos compuestos químicos, tales como soluciones de oro y platino para realizar recubrimientos, así como compuestos biológicos como bacterias, plásmidos de ADN y proteínas .



• Reducción de costos



• Minimización de riesgos  
• Disminución de residuos



• Mayor numero de repeticiones experimentales.

### Objetivo General

Diseñar celdas electroquímicas de bajo volumen (microescala) preparadas usando la técnica de modelado por deposición fundida (impresión 3D) para realizar medidas de espectroscopia de impedancia electroquímica.

### Objetivos específicos

- Diseñar celdas electroquímicas en las cuales sea posible variar la distancia entre electrodos, usando el modelado por deposición fundida.
- Realizar medidas de espectroscopia de impedancia electroquímica en superficies de oro y platino (superficies platinizadas), usando diferentes distancias usando las celdas fabricadas.
- Comparar los resultados obtenidos en las celdas de bajo volumen contra resultados obtenidos mediante celdas convencionales para determinar la fiabilidad y precisión de las celdas fabricadas.



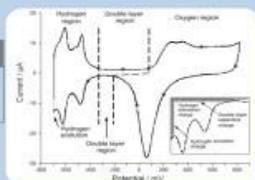
### Referencias bibliográficas

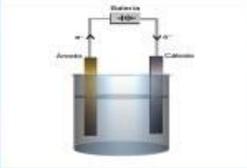
- 1) Nieto Calleja, E., Carrillo Chávez, M., & González Muadás, R. M. (2005). Nuevos contenidos, nuevos enfoques. Enseñanza de las ciencias, 4.
- 2) Orduño Fragoza, O., & Cañes Carrasco, M. (2006). Química en Microescala. Sonora: UniSon.

### Metodología

#### Área activa

Se determina por medio de la técnica de voltamperometría cíclica





#### Platinizado

La superficie se recubre con negro de platino mediante la técnica de cronopotenciometría (Intensidad de corriente constante).

#### Diseño de celda

El diseño de la celda se lleva a cabo en el software libre Sketchup free 2015®.





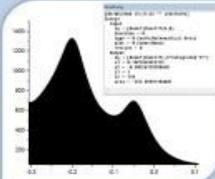
#### Impresión 3D

Los polímeros empleados durante la impresión de la misma son: acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) y ácido poliláctico (PLA).

#### Medidas electroquímicas

Se lleva a cabo medidas de espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS).





#### Análisis de datos

Se compararan los resultados obtenidos en las celdas de bajo volumen contra resultados obtenidos mediante celdas convencionales.

#### Variables experimentales

- Superficies sobre las cuales se llevara a cabo las técnicas electroquímicas: Oro y platino
- Tiempo de deposición de negro de platino (platinizado)
- Distancia entre electrodos.

#### Para más información:

Visita  
<https://celieq.wordpress.com>



# Diseño y Fabricación de un Micro generador de Energía Basado en Tecnología MEMS y Materiales Piezoeléctricos.



R. I. Rincón\*, R. Ambrosio, J. Mireles and A. Jiménez  
 \* Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología Aplicada (CICTA)  
 Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ)  
 Doctorado en Ciencias en Ingeniería Eléctrica



Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

## I. OBJETIVOS

Diseñar, fabricar y caracterizar un micro generador de potencia cosechador de energía basado en tecnología MEMS y materiales piezoeléctricos para el aprovechamiento de la energía producida por el cuerpo humano o por los movimientos de los seres vivos y convertirla en energía eléctrica para la operación de dispositivos electrónicos portátiles de bajo consumo de potencia en el orden de los micro-Watts.

Estudiar y analizar las propiedades de los materiales piezoeléctricos de película delgada, y generar conocimiento en las áreas de micro y nano-fabricación de transductores de energía mecánica a eléctrica.

## II. METODOLOGÍA

### A) INTRODUCCIÓN

Los dispositivos generadores de energía basados en tecnología MEMS están pensados para convertir las vibraciones presentes de manera ubicua en el medioambiente o la energía producida por el cuerpo humano o por los movimientos de los seres vivos en energía eléctrica para la operación de sistemas electrónicos de bajo consumo de potencia, lo que representaría prácticamente fuentes inagotables de energía para dichos sistemas.

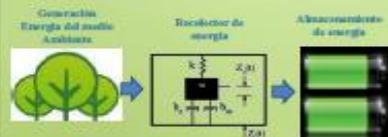


Figura 1. Proceso de recolección de energía en un Microgenerador.

La vibración puede ser convertida en energía eléctrica usando tres tipos de transductores: electromagnéticos, electrostáticos y piezoeléctricos. El tipo de generador más eficiente depende en cierto grado de las condiciones específicas de operación. Generalmente, el generador piezoeléctrico muestra mayor conversión de energía, así como también su simplicidad lo hace particularmente atractivo para su uso en MEMS (Lin *et al.*, 2008).

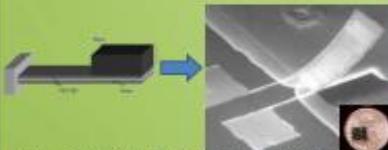


Figura 2. Esquema de un microgenerador piezoeléctrico y su imagen en el SEM por Gross *et al.*

### B) MODELADO Y FABRICACIÓN

Para analizar el comportamiento dinámico de la estructura piezoeléctrica, es necesario tener un modelado de la estructura en base a las ecuaciones que gobiernan el sistema, tanto para un modelo eléctrico y un mecánico. Y S. Chu *et al.*, enfocó su modelado analítico basándose en un cosechador de energía piezoeléctrico y lo modeló como un sistema masa-resorte-amortiguador-piezo junto con un sistema de almacenamiento de energía. La figura 3 muestra el modelo de un cosechador de energía piezoeléctrico con un sistema almacenador de energía.

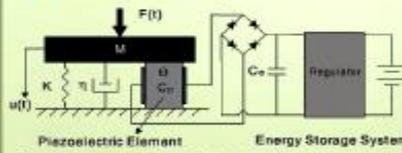


Figura 3. Modelo de un cosechador piezoeléctrico.

El modelo consiste de un sistema masa-resorte-amortiguador-piezoeléctrico modelado con un sistema almacenador de energía. Este consiste de un elemento piezoeléctrico acoplado a una estructura mecánica y conectada a un circuito almacenador de energía.

La ecuación Constitutiva del material piezoeléctrico está definida por:

$$\begin{Bmatrix} T \\ D \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} c & e \\ e & \epsilon \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} S \\ E \end{Bmatrix} \quad (1)$$

Las ecuaciones generales para el modelo cosechador de energía son:

$$M_1 \ddot{x} + \eta \dot{x} + kx + \theta v = F(t) \quad (2)$$

$$-\theta x + C_0 \dot{v} = -I \dot{t} \quad (3)$$

Los parámetros más importantes para el modelado y fabricación de generador piezoeléctrico son el desplazamiento(x), voltaje y potencia óptima.

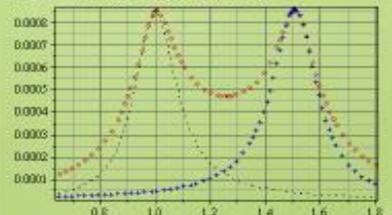


Figura 4. Gráfica de la potencia normalizada óptima en la frecuencia de resonancia (Negro) y la anti frecuencia de resonancia (Azul).

Para la fabricación de la estructura los materiales piezoeléctricos son utilizados para obtener energía utilizando las vibraciones del medio ambiente o del objeto en estudio, debido a que pueden convertir eficientemente la tensión mecánica a una carga eléctrica sin adición de alguna fuente de poder.

Los materiales piezoeléctricos como cristales presentan un comportamiento con los demás, la propiedad peculiar de producir un campo eléctrico cuando se somete a una fuerza externa, si los electrodos no se encuentran en corto circuito un voltaje aparece en relación a la carga. Estos también tienen la capacidad de contraerse o expandirse cuando un voltaje externo es aplicado sobre el cristal. La deposición de estos materiales se realizará con los métodos convencionales de micro fabricación.

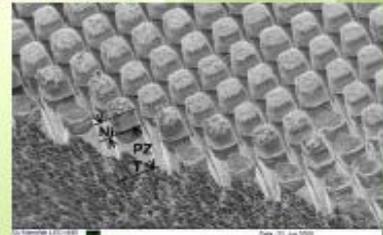


Figura 3. Imagen en el SEM del PZT sobre el sustrato de silicio.

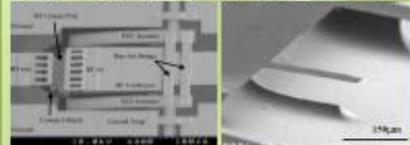


Figura 3. Imágenes de generadores piezoeléctricos por tallado láser *et al.*

## III. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS.

### JUSTIFICACIÓN

Es de suma importancia el desarrollo de fuentes alternativas de energía que no contaminen, ya sea durante su operación o al final de su vida útil. Es además esencial que provengan de fuentes de energía renovable y disponible de manera ubicua.

Con este proyecto también se demostrará la factibilidad de integrar materiales piezoeléctricos con la tecnología estándar de silicio para la fabricación de microsistemas capaces de cosechar la energía mecánica del medio que los rodea y entregarla en potencia eléctrica, se propone el uso de materiales: el Titanato de Bismuto ( $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ ) que ya ha sido obtenido por el grupo de materiales de la UACJ, Titanato de Bario ( $\text{BaTiO}_3$ ), que ha sido obtenido en la UPAEP, el Óxido de Zinc ( $\text{ZnO}$ ) y se realizará una comparación con el Titanato Zirconato de Plomo (PZT) que es el que usan los trabajos reportados en cosechadores de energía.

### HIPÓTESIS

El uso de materiales piezoeléctricos propuestos tales como: Titanato de Bismuto, Titanato de Bario y Óxido de Zinc deberán proveer la suficiente eficiencia de conversión para ser integrados en los dispositivos MEMS de cosechamiento de energía, probar que es posible integrarlos con la tecnología estándar de fabricación de Silicio sin pasos adicionales que hagan más complejo y costoso el proceso de micro-fabricación y que puedan alterar el funcionamiento y desempeño de los dispositivos.