

PROBLEMAS NACIONALES

Cuestionario Informe Técnico Final

Datos Generales de la propuesta

Título de la propuesta:	FABRICACIÓN DE CELDAS SOLARES FLEXIBLES A BAJA TEMPERATURA PARA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA, COMO MODELO DE DISPOSITIVOS DESARROLLADOS EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA.
Número de la propuesta:	PROBLEMAS-2016-01-3529
Institución:	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ
Área:	INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

1. Elabore un resumen ejecutivo del Informe (general del proyecto)

Objetivo General: Desarrollar e implementar un modelo de celdas solares flexibles a base de películas delgadas semiconductoras de calcogenuros utilizando la técnica de baño químico para su depósito.

Se han desarrollado y caracterizado películas delgadas y dispositivos fotovoltaicos basados en calcogenuros, sobre sustratos rígidos y flexibles de ITO, evaluando sobre estos efectos de parámetros físicos y químicos de deposición sobre propiedades finales de los materiales y los dispositivos desarrollados.

Se incursiono en el efecto de incluir capas buffer también desarrolladas por procesos en solución a baja temperatura en el desarrollo de dispositivos fotovoltaicos: ZnO y TiO₂ logrando mejorar el rendimiento de los dispositivos desarrollados.

Se cuenta con formación de recursos humanos: 2 estudiantes de maestría egresados y uno en proceso con egreso en agosto del 2020, 2 estudiantes de licenciatura y cuatro de ingeniería egresados, uno de licenciatura y doctorado en proceso.

2. Principales productos derivados de la aplicación del plan específico de adaptación de los resultados hacia la resolución del problema en el sector público, privado o social.

Dispositivos fotovoltaicos basados en calcogenuros desarrollados a baja energía: Se concretó el desarrollo de dispositivos fotovoltaicos rígidos y flexibles que sean aplicables a grandes áreas de depósito basadas de materiales calcogenuros depositados mediante un proceso de baja energía. Aunque los rendimientos de los dispositivos son bajos comparados con los comerciales basados en silicio se han sentado las bases de desarrollo de este tipo de dispositivos semiconductores a base de los materiales propuestos.

Formación de Recursos Humanos, Difusión y Vinculación: Se ha logrado capacitar a recursos

humanos especializados en la tecnología de electrónica flexible mediante la atracción de estudiantes de programas educativos de licenciatura, ingeniería y posgrado inscritos en programas acreditados. Mediante la difusión hecha de los resultados alcanzados de esta investigación se ha logrado establecer colaboración con instituciones nacionales e internacionales.

3. Indique el grado de cumplimiento del objetivo general, objetivos específicos, metas y obtención de productos que usted propuso. Para el caso de los objetivos específicos, metas y obtención de productos descríbalos y argumente cómo se cumplió de forma clara y breve e indique el porcentaje de cumplimiento

Objetivo	Metas	Productos	% Cumplimiento	Observaciones
1. Desarrollar celdas solares con el uso de calcogenuros semiconductores depositados por la técnica de baño químico donde el rango de temperatura a utilizar en DBQ a aplicar será de 25- a 70 °C.	<p>Primer año</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incorporación de 1 estudiante de licenciatura y uno de maestría para desarrollo de tesis. - Identificar los principales parámetros de dispositivos fotovoltaicos para su construcción. - Diseñar los prototipos geométricos (layout) de las celdas fotovoltaicas utilizando las herramientas de software como Synopsys. - Adquisición de materiales y reactivos para la implementación del depósito por baño químico a base de calcogenuros. - Preparación y 	<p>1. Dos estudiantes de maestría egresados y uno en proceso con egreso en agosto del 2020, tres estudiantes de licenciatura egresados y uno en proceso y cuatro estudiantes de ingeniería egresados. Un tesista de maestría y uno de doctorado en proceso.</p> <p>2. Parámetros físicos y químicos de depósito de construcción de dispositivos fotovoltaicos.</p> <p>3. Diseño de estructura general en la construcción de dispositivos fotovoltaicos a base de calcogenuros.</p> <p>4. Adquisición de</p>	100	Se cumple.

	<p>depósito de películas delgadas basadas en calcogenuros depositados por baño químico.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de las siguientes estructuras sobre sustratos de PEN y PET /ITO: CdS/PbS y PEN y PET /ITO: CdS/PbS/Contactos. - Caracterización química, estructural y morfológica de las interfaces desarrolladas. - Caracterización óptica, eléctrica y fotoeléctrica de las películas y celdas fotovoltaicas desarrolladas. - Se contará con el 100 % de los reactivos y materiales necesarios para el depósito de películas a base de calcogenuros por baño químico. - Al finalizar el año: Examen de grado de un estudiante de licenciatura y se contará con un avance del 50 % del tesista de 	<p>materiales y reactivos necesarios para la ejecución del proyecto.</p> <p>5. Películas delgadas basadas de calcogenuros: CdS, CdTe, Bi₂S₃, PbS, CuS, ZnS. Cu depositados por baño químico.</p> <p>6. En este proyecto además se incursiono en el efecto de incluir capas buffer también desarrolladas por procesos en solución a baja temperatura en el desarrollo de dispositivos fotovoltaicos como son: ZnO y TiO₂.</p> <p>7. Estudio de propiedades de materiales y dispositivos propuestos y se encontró la relación de estas con el desempeño del dispositivo.</p> <p>8. Publicación de 4 artículos científicos. Se planea el envío de al menos 1 manuscrito más en revistas indexadas</p>		
--	--	---	--	--

	<p>maestría para desarrollo de tesis, así como la identificación de al menos un estudiante de doctorado para desarrollo de tesis.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Envío de al menos de un artículo a revista internacional con arbitraje estricto. <p>Segundo año</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incorporación de un segundo estudiante de licenciatura, así como la identificación de al menos un estudiante de doctorado para desarrollo de tesis. - El estudiante de maestría contara con un avance superior al 80 % en el desarrollo de la tesis de maestría.} - Desarrollo del diagrama de flujo de proceso y la fabricación de dispositivos fotovoltaicos con la estructura PEN y PET (100 x 100 cm) / ITO/ Calcogenuro N (CdS, ZnS o Bi₂S₃) / 	<p>en JCR. Se cuenta con un registro de patente.</p> <p>9. Conocimiento sobre efecto de tratamientos térmicos en películas delgadas y en dispositivos desarrollados propuestos.</p> <p>10. Se cuenta con caracterización de los dispositivos desarrollados y estudio de propiedades de materiales en base a estos se estima el desarrollo de un modelo estadístico que actualmente se trabaja con estudiante de doctorado asociado al proyecto</p>		
--	---	--	--	--

	<p>Calcogenuro P (PbS, CdTe o CuS) Y PEN o PET (100 x 100 cm) / ITO/ Calcogenuro N (ZnS o Bi₂S₃) / Calcogenuro P (CdTe o CuS)/Contactos.</p> <ul style="list-style-type: none">- Estudio de efecto de tratamientos térmicos sobre las estructuras de las celdas fotovoltaicos desarrollados.- Caracterización de las celdas fotovoltaicas desarrolladas.<ul style="list-style-type: none">- Envío de al menos dos artículos a revista internacional con arbitraje estricto.- Se tendrá control de los parámetros de reacción para el depósito de películas delgadas a base de calcogenuros. <p>Se desarrollará un prototipo de prueba de un dispositivo fotovoltaico para ser aplicado en el diseño y desarrollo de las celdas solares fotovoltaicas a base de</p>			
--	--	--	--	--

	<p>calcogenuros.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se trabajará en el desarrollo modelos estadísticos para la predicción de eficiencias en dispositivos fotovoltaicos basados en calcogenuros en relación al estudio de propiedades finales de interfaces obtenidas. - Se trabajará en la propuesta de un modelo de dispositivos fotovoltaicos a base de calcogenuros desarrollados por procesos en solución. - Se desarrollará documento de proceso de fabricación documentada y transferida el conocimiento a las instituciones participantes, así como al sector social de interés. 			
2. Definir sustratos flexibles para la deposición de materiales activos sobre estos para el desarrollo de	Primer año - Incorporación de 1 estudiante de licenciatura y uno de maestría para desarrollo de tesis.	1. Dos estudiantes de maestría egresados y uno en proceso con egreso en agosto del 2020, tres	100	Se cumple

<p>celdas solares.</p>	<p>- Identificar los principales parámetros de dispositivos fotovoltaicos para su construcción. - Diseñar los prototipos geométricos (layout) de las celdas fotovoltaicas utilizando las herramientas de software como Synopsys. - Adquisición de materiales y reactivos para la implementación del depósito por baño químico a base de calcogenuros. - Preparación y depósito de películas delgadas basadas en calcogenuros depositados por baño químico. - Desarrollo de las siguientes estructuras sobre sustratos de PEN y PET /ITO: CdS/PbS y PEN y PET /ITO: CdS/PbS/Contactos. - Caracterización química, estructural y morfológica de las interfaces</p>	<p>estudiantes de licenciatura egresados y uno en proceso y cuatro estudiantes de ingeniería egresados. Un tesista de maestría y uno de doctorado en proceso. 2. Parámetros físicos y químicos de depósito de construcción de dispositivos fotovoltaicos. 3. Diseño de estructura general en la construcción de dispositivos fotovoltaicos a base de calcogenuros. 4. Adquisición de materiales y reactivos necesarios para la ejecución del proyecto. 5. Películas delgadas basadas de calcogenuros: CdS, CdTe, Bi2S3, PbS, CuS, ZnS. Cu depositados por baño químico. 6. En este proyecto además se incursiono en el efecto de incluir capas buffer también</p>		
------------------------	--	---	--	--

	<p>desarrolladas. - Caracterización óptica, eléctrica y fotoeléctrica de las películas y celdas fotovoltaicas desarrolladas. - Se contará con el 100 % de los reactivos y materiales necesarios para el depósito de películas a base de calcogenuros por baño químico. - Al finalizar el año: Examen de grado de un estudiante de licenciatura y se contará con un avance del 50 % del tesista de maestría para desarrollo de tesis, así como la identificación de al menos un estudiante de doctorado para desarrollo de tesis. - Envío de al menos de un artículo a revista internacional con arbitraje estricto. Segundo año - Incorporación de un segundo estudiante de licenciatura, así como la identificación de al</p>	<p>desarrolladas por procesos en solución a baja temperatura en el desarrollo de dispositivos fotovoltaicos como son: ZnO y TiO₂. 7. Estudio de propiedades de materiales y dispositivos propuestos y se encontró la relación de estas con el desempeño del dispositivo. 8. Publicación de 4 artículos científicos. Se planea el envío de al menos 1 manuscrito más en revistas indexadas en JCR. Se cuenta con un registro de patente. 9. Conocimiento sobre efecto de tratamientos térmicos en películas delgadas y en dispositivos desarrollados propuestos. 10. Se cuenta con caracterización de los dispositivos desarrollados y estudio de propiedades de materiales en base</p>		
--	--	---	--	--

	<p>menos un estudiante de doctorado para desarrollo de tesis.</p> <p>- El estudiante de maestría contara con un avance superior al 80 % en el desarrollo de la tesis de maestría.}</p> <p>- Desarrollo del diagrama de flujo de proceso y la fabricación de dispositivos fotovoltaicos con la estructura PEN y PET (100 x 100 cm) / ITO/ Calcogenuro N (CdS, ZnS o Bi2S3) / Calcogenuro P (PbS, CdTe o CuS) Y PEN o PET (100 x 100 cm) / ITO/ Calcogenuro N (ZnS o Bi2S3) / Calcogenuro P (CdTe o CuS)/Contactos. - Estudio de efecto de tratamientos térmicos sobre las estructuras de las celdas fotovoltaicos desarrollados. - Caracterización de las celdas fotovoltaicas desarrolladas. -</p>	<p>a estos se estima el desarrollo de un modelo estadístico que actualmente se trabaja con estudiante de doctorado asociado al proyecto.</p>		
--	--	--	--	--

Envío de al menos dos artículos a revista internacional con arbitraje estricto. - Se tendrá control de los parámetros de reacción para el depósito de películas delgadas a base de calcogenuros. Se desarrollará un prototipo de prueba de un dispositivo fotovoltaico para ser aplicado en el diseño y desarrollo de las celdas solares fotovoltaicas a base de calcogenuros. - Se trabajará en el desarrollo modelos estadísticos para la predicción de eficiencias en dispositivos fotovoltaicos basados en calcogenuros en relación al estudio de propiedades finales de interfaces obtenidas. - Se trabajará en la propuesta de un modelo de dispositivos fotovoltaicos a

	<p>base de calcogenuros desarrollados por procesos en solución. - Se desarrollará documento de proceso de fabricación documentada y transferida el conocimiento a las instituciones participantes, así como al sector social de interés.</p>			
<p>3. Definir los materiales responsables del transporte de carga y estabilidad relacionando el control de la nucleación de las películas, crecimiento y tratamientos de deposición de los materiales ya desarrollados en el grupo de investigación.</p>	<p>Primer año - Diseñar los prototipos geométricos (layout) de las celdas fotovoltaicas utilizando las herramientas de software como Synopsys. - Adquisición de materiales y reactivos para la implementación del depósito por baño químico a base de calcogenuros. - Desarrollo de las siguientes estructuras sobre sustratos de PEN y PET /ITO: CdS/PbS y PEN y PET /ITO: CdS/PbS/Contacto</p>	<p>1. Diseño de estructura general en la construcción de dispositivos fotovoltaicos a base de calcogenuros. 2. Adquisición de materiales y reactivos necesarios para la ejecución del proyecto. 3. Diseño de estructura general en la construcción de dispositivos fotovoltaicos a base de calcogenuros. En este proyecto además se incursiono en el efecto de incluir capas buffer también</p>	100	Se cumple

	<p>s.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caracterización óptica, eléctrica y fotoeléctrica de las películas y celdas fotovoltaicas desarrolladas. - Se contará con el 100 % de los reactivos y materiales necesarios para el depósito de películas a base de calcogenuros por baño químico. - Al finalizar el año: Examen de grado de un estudiante de licenciatura y se contara con un avance del 50 % del tesista de maestría para desarrollo de tesis, así como la identificación de al menos un estudiante de doctorado para desarrollo de tesis. - Envío de al menos de un artículo a revista internacional con arbitraje estricto. <p>Segundo año</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incorporación de un segundo estudiante de licenciatura, así como la 	<p>desarrolladas por procesos en solución a baja temperatura en el desarrollo de dispositivos fotovoltaicos como son: ZnO y TiO₂.</p> <p>4. Estudio de propiedades de materiales y dispositivos propuestos y se encontró la relación de estas con el desempeño del dispositivo.</p> <p>5. Dos estudiantes de maestría egresados y uno en proceso con egreso en agosto del 2020, tres estudiantes de licenciatura egresados y uno en proceso y cuatro estudiantes de ingeniería egresados. Un tesista de maestría y uno de doctorado en proceso.</p> <p>6. Publicación de 4 artículos científicos. Se planea el envío de al menos 1 manuscrito más en revistas indexadas en JCR. Se cuenta con un registro de</p>		
--	---	---	--	--

	<p>identificación de al menos un estudiante de doctorado para desarrollo de tesis.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El estudiante de maestría contara con un avance superior al 80 % en el desarrollo de la tesis de maestría. - Desarrollo del diagrama de flujo de proceso y la fabricación de dispositivos fotovoltaicos con la estructura PEN y PET (100 x 100 cm) / ITO/ Calcogenuro N (CdS, ZnS o Bi2S3) / Calcogenuro P (PbS, CdTe o CuS) Y PEN o PET (100 x 100 cm) / ITO/ Calcogenuro N (ZnS o Bi2S3) / Calcogenuro P (CdTe o CuS)/Contactos. - Estudio de efecto de tratamientos térmicos sobre las estructuras de las celdas fotovoltaicos desarrollados. - Caracterización de las celdas fotovoltaicas 	<p>patente.</p> <p>7. Conocimiento sobre efecto de tratamientos térmicos en películas delgadas y en dispositivos desarrollados propuestos.</p> <p>8. Películas delgadas basadas de calcogenuros: CdS, CdTe, Bi2S3, PbS, CuS, ZnS. Cu depositados por baño químico.</p>		
--	--	--	--	--

<p>desarrolladas.</p> <ul style="list-style-type: none">- Envío de al menos dos artículos a revista internacional con arbitraje estricto.- Se tendrá control de los parámetros de reacción para el depósito de películas delgadas a base de calcogenuros.- Se desarrollará un prototipo de prueba de un dispositivo fotovoltaico para ser aplicado en el diseño y desarrollo de las celdas solares fotovoltaicas a base de calcogenuros.- Se trabajará en la propuesta de un modelo de dispositivos fotovoltaicos a base de calcogenuros desarrollados por procesos en solución.- Se desarrollará documento de proceso de fabricación documentada y transferida el conocimiento a las			
---	--	--	--

	instituciones participantes, así como al sector social de interés.			
4. Estudiar el desempeño de las celdas solares desarrolladas y estudio de tiempo de vida de las mismas.	<p>Primer año</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adquisición de materiales y reactivos para la implementación del depósito por baño químico a base de calcogenuros. - Desarrollo de las siguientes estructuras sobre sustratos de PEN y PET /ITO: CdS/PbS y PEN y PET /ITO: CdS/PbS/Contactos. - Caracterización óptica, eléctrica y fotoeléctrica de las películas y celdas fotovoltaicas desarrolladas. - Se contará con el 100 % de los reactivos y materiales necesarios para el depósito de películas a base de calcogenuros por baño químico. - Al finalizar el año: Examen de grado de un estudiante de licenciatura y se contará con un avance del 50 % 	<p>1. Adquisición de materiales y reactivos necesarios para la ejecución del proyecto.</p> <p>2. Diseño de estructura general en la construcción de dispositivos fotovoltaicos a base de calcogenuros. En este proyecto además se incursiono en el efecto de incluir capas buffer también desarrolladas por procesos en solución a baja temperatura en el desarrollo de dispositivos fotovoltaicos como son: ZnO y TiO₂.</p> <p>3. Estudio de propiedades de materiales y dispositivos propuestos y se encontró la relación de estas con el desempeño del dispositivo.</p> <p>4. Dos estudiantes de maestría</p>	90	<p>En la meta : desarrollo modelos estadísticos para la predicción de eficiencias en dispositivos fotovoltaicos basados en calcogenuros :Se cuenta con la mitad del avance, 50% debido a que al momento no se cuenta con el suficiente número y análisis de mediciones eléctricas en caracterización eléctrica de los dispositivos desarrollados. Aunque se cuenta con la totalidad de la caracterización eléctrica de los dispositivos y el desarrollo de los dispositivos comprometidos, para poder obtener un modelo estadístico confiable requerimos de ampliar el número de mediciones (repeticiones),</p>

	<p>del tesista de maestría para desarrollo de tesis, así como la identificación de al menos un estudiante de doctorado para desarrollo de tesis.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Envío de al menos de un artículo a revista internacional con arbitraje estricto. <p>Segundo año</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incorporación de un segundo estudiante de licenciatura, así como la identificación de al menos un estudiante de doctorado para desarrollo de tesis. - El estudiante de maestría contara con un avance superior al 80 % en el desarrollo de la tesis de maestría. - Desarrollo del diagrama de flujo de proceso y la fabricación de dispositivos fotovoltaicos con la estructura PEN y PET (100 x 100 cm) / ITO/ Calcogenuro N (CdS, ZnS o 	<p>egresados y uno en proceso con egreso en agosto del 2020, tres estudiantes de licenciatura egresados y uno en proceso y cuatro estudiantes de ingeniería egresados. Un tesista de maestría y uno de doctorado en proceso.</p> <p>5. Publicación de 4 artículos científicos. Se planea el envío de al menos 1 manuscrito más en revistas indexadas en JCR. Se cuenta con un registro de patente.</p> <p>6. Películas delgadas basadas de calcogenuros: CdS, CdTe, Bi₂S₃, PbS, CuS, ZnS. Cu depositados por baño químico.</p> <p>7. Se cuenta con caracterización de los dispositivos desarrollados y estudio de propiedades de materiales en base a estos se estima el desarrollo de un modelo estadístico que actualmente</p>		<p>incluso repetir el desarrollo de algunos dispositivos desarrollados. Esta etapa del proyecto se empezó a trabajar en la etapa al final del proyecto y se retomará en cuestión práctica una vez que la contingencia actual COVID-19 pase, mientras tanto trabajamos en la parte teórica.</p> <p>Como acciones: Se trabaja en esto y se analizan resultados previamente obtenidos. En particular esta meta se trabaja con estudiantes de Posgrado asociados al proyecto, en el que el estudiante de maestría se tiene estimado egrese en Agosto-Septiembre del 2020 y la de doctorado en Enero Febrero 2022. Aunque no se alcanzó el 100 % de la meta se cuenta con una aportación</p>
--	--	--	--	---

	<p>Bi₂S₃) / Calcogenuro P (PbS, CdTe o CuS) Y PEN o PET (100 x 100 cm) / ITO/ Calcogenuro N (ZnS o Bi₂S₃) / Calcogenuro P (CdTe o CuS)/Contactos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estudio de efecto de tratamientos térmicos sobre las estructuras de las celdas fotovoltaicos desarrollados. - Caracterización de las celdas fotovoltaicas desarrolladas. <ul style="list-style-type: none"> - Envío de al menos dos artículos a revista internacional con arbitraje estricto. - Se tendrá control de los parámetros de reacción para el depósito de películas delgadas a base de calcogenuros. - Se desarrollará un prototipo de prueba de un dispositivo fotovoltaico para ser aplicado en el diseño y desarrollo de las celdas solares 	<p>se trabajaron con estudiante de doctorado asociado al proyecto.</p>		<p>realizada en paralelo a esta meta. Es un estudio de viabilidad respecto a los resultados alcanzados del proyecto y sus impactos en sector científico, tecnológico y social. Con este estudio y los resultados que se alcancen en el desarrollo de las tesis en proceso se plantea llegar a conclusiones precisas en esta meta. P</p>
--	---	--	--	---

	<p>fotovoltaicas a base de calcogenuros.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se trabajará en el desarrollo modelos estadísticos para la predicción de eficiencias en dispositivos fotovoltaicos basados en calcogenuros en relación al estudio de propiedades finales de interfaces obtenidas. - Se trabajará en la propuesta de un modelo de dispositivos fotovoltaicos a base de calcogenuros desarrollados por procesos en solución. - Se desarrollará documento de proceso de fabricación documentada y transferida el conocimiento a las instituciones participantes, así como al sector social de interés. 			
<p>5.Desarrollar celdas solares a base de los mejores</p>	<p>Primer año</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adquisición de materiales y reactivos para la 	<p>1. Adquisición de materiales y reactivos necesarios para la</p>	<p>100</p>	<p>Se cumple</p>

<p>semiconductores calcogenuros a diferentes dimensiones sobre sustratos flexibles, donde el máximo será de al menos 100 x 100 cm.</p>	<p>implementación del depósito por baño químico a base de calcogenuros.</p> <p>- Se contará con el 100 % de los reactivos y materiales necesarios para el depósito de películas a base de calcogenuros por baño químico.</p> <p>Segundo año</p> <p>- Desarrollo del diagrama de flujo de proceso y la fabricación de dispositivos fotovoltaicos con la estructura PEN y PET (100 x 100 cm) / ITO/ Calcogenuro N (CdS, ZnS o Bi₂S₃) / Calcogenuro P (PbS, CdTe o CuS) Y PEN o PET (100 x 100 cm) / ITO/ Calcogenuro N (ZnS o Bi₂S₃) / Calcogenuro P (CdTe o CuS)/Contactos.</p> <p>- Estudio de efecto de tratamientos térmicos sobre las estructuras de las celdas fotovoltaicos desarrollados.</p>	<p>ejecución del proyecto.</p> <p>2. Diseño de estructura general en la construcción de dispositivos fotovoltaicos a base de calcogenuros.</p> <p>En este proyecto además se incursiono en el efecto de incluir capas buffer también desarrolladas por procesos en solución a baja temperatura en el desarrollo de dispositivos fotovoltaicos como son: ZnO y TiO₂.</p> <p>3. Conocimiento sobre efecto de tratamientos térmicos en películas delgadas y en dispositivos desarrollados propuestos</p> <p>4. Estudio de propiedades de materiales y dispositivos propuestos y se encontró la relación de estas con el desempeño del dispositivo.</p> <p>5. Publicación de 4 artículos</p>		
--	---	---	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> - Caracterización de las celdas fotovoltaicas desarrolladas. - Envío de al menos dos artículos a revista internacional con arbitraje estricto. - Se desarrollará un prototipo de prueba de un dispositivo fotovoltaico para ser aplicado en el diseño y desarrollo de las celdas solares fotovoltaicas a base de calcogenuros. - Se trabajará en la propuesta de un modelo de dispositivos fotovoltaicos a base de calcogenuros desarrollados por procesos en solución. - Se desarrollará documento de proceso de fabricación documentada y transferida el conocimiento a las instituciones participantes, así como al sector social de interés. 	<p>científicos. En el segundo año se optó por un registro de patente derivado de los resultados alcanzados, por lo que las publicaciones subsecuentes serian programadas después de garantizar el registro. Se planea el envío de al menos 1 manuscrito más en revistas indexadas en JCR. Se cuenta con un registro de patente.</p>		

<p>6.Relacionar las propiedades de los materiales semiconductores obtenidos con otros componentes de los dispositivos.</p>	<p>Primer año</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adquisición de materiales y reactivos para la implementación del depósito por baño químico a base de calcogenuros. - Se contará con el 100 % de los reactivos y materiales necesarios para el depósito de películas a base de calcogenuros por baño químico. - Al finalizar el año: Examen de grado de un estudiante de licenciatura y se contará con un avance del 50 % del tesista de maestría para desarrollo de tesis, así como la identificación de al menos un estudiante de doctorado para desarrollo de tesis. - Envío de al menos de un artículo a revista internacional con arbitraje estricto. <p>Segundo año</p> <ul style="list-style-type: none"> - El estudiante de maestría contará con un avance superior al 80 % en 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adquisición de materiales y reactivos necesarios para la ejecución del proyecto. 2. Dos estudiantes de maestría egresados y uno en proceso con egreso en agosto del 2020, tres estudiantes de licenciatura egresados y uno en proceso y cuatro estudiantes de ingeniería egresados. Un tesista de maestría y uno de doctorado en proceso. 3. Publicación de 4 artículos científicos. Se planea el envío de al menos 1 manuscrito más en revistas indexadas en JCR. Se cuenta con un registro de patente. 4. Diseño de estructura general en la construcción de dispositivos fotovoltaicos a base de calcogenuros. En este proyecto además se incursiono en el 	<p>100</p>	<p>Se cumple</p>
--	---	---	------------	------------------

	<p>el desarrollo de la tesis de maestría.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo del diagrama de flujo de proceso y la fabricación de dispositivos fotovoltaicos con la estructura PEN y PET (100 x 100 cm) / ITO/ Calcogenuro N (CdS, ZnS o Bi2S3) / Calcogenuro P (PbS, CdTe o CuS) Y PEN o PET (100 x 100 cm) / ITO/ Calcogenuro N (ZnS o Bi2S3) / Calcogenuro P (CdTe o CuS)/Contactos. - Estudio de efecto de tratamientos térmicos sobre las estructuras de las celdas fotovoltaicos desarrollados. - Envío de al menos dos artículos a revista internacional con arbitraje estricto. - Se tendrá control de los parámetros de reacción para el depósito de películas delgadas a base de calcogenuros. 	<p>efecto de incluir capas buffer también desarrolladas por procesos en solución a baja temperatura en el desarrollo de dispositivos fotovoltaicos como son: ZnO y TiO2.</p> <p>5. Conocimiento sobre efecto de tratamientos térmicos en películas delgadas y en dispositivos desarrollados propuestos.</p> <p>6. Películas delgadas basadas de calcogenuros: CdS, CdTe, Bi2S3, PbS, CuS, ZnS. Cu depositados por baño químico.</p> <p>7.</p>		
--	---	---	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> - Se desarrollará un prototipo de prueba de un dispositivo fotovoltaico para ser aplicado en el diseño y desarrollo de las celdas solares fotovoltaicas a base de calcogenuros. - Se trabajará en la propuesta de un modelo de dispositivos fotovoltaicos a base de calcogenuros desarrollados por procesos en solución. - Se desarrollará documento de proceso de fabricación documentada y transferida el conocimiento a las instituciones participantes, así como al sector social de interés. 			
7.Desarrollar un prototipo de prueba de celdas solares flexibles a base de calcogenuros depositados a baja temperatura.	<p>Primer año</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adquisición de materiales y reactivos para la implementación del depósito por baño químico a base de calcogenuros. - Se contará con el 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adquisición de materiales y reactivos necesarios para la ejecución del proyecto. 2. Diseño de estructura general en la construcción 	100	Se cumple

	<p>100 % de los reactivos y materiales necesarios para el depósito de películas a base de calcogenuros por baño químico.</p> <p>Segundo año</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo del diagrama de flujo de proceso y la fabricación de dispositivos fotovoltaicos con la estructura PEN y PET (100 x 100 cm) / ITO/ Calcogenuro N (CdS, ZnS o Bi₂S₃) / Calcogenuro P (PbS, CdTe o CuS) Y PEN o PET (100 x 100 cm) / ITO/ Calcogenuro N (ZnS o Bi₂S₃) / Calcogenuro P (CdTe o CuS)/Contactos. - Se desarrollará un prototipo de prueba de un dispositivo fotovoltaico para ser aplicado en el diseño y desarrollo de las celdas solares fotovoltaicas a base de calcogenuros. 	<p>de dispositivos fotovoltaicos a base de calcogenuros.</p> <p>En este proyecto además se incursiono en el efecto de incluir capas buffer también desarrolladas por procesos en solución a baja temperatura en el desarrollo de dispositivos fotovoltaicos como son: ZnO y TiO₂.</p> <p>3.</p>		
--	--	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> - Se trabajará en la propuesta de un modelo de dispositivos fotovoltaicos a base de calcogenuros desarrollados por procesos en solución. - Se desarrollará documento de proceso de fabricación documentada y transferida el conocimiento a las instituciones participantes, así como al sector social de interés. 			
<p>7.Desarrollar un prototipo de prueba de celdas solares flexibles a base de calcogenuros depositados a baja temperatura.</p>	<p>Primer año</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adquisición de materiales y reactivos para la implementación del depósito por baño químico a base de calcogenuros. - Se contará con el 100 % de los reactivos y materiales necesarios para el depósito de películas a base de calcogenuros por baño químico. <p>Segundo año</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo del diagrama de flujo de proceso y la 	<p>1. Adquisición de materiales y reactivos necesarios para la ejecución del proyecto.</p> <p>2. Diseño de estructura general en la construcción de dispositivos fotovoltaicos a base de calcogenuros.</p> <p>En este proyecto además se incursiono en el efecto de incluir capas buffer también desarrolladas por procesos en</p>	100	Se cumple

	<p>fabricación de dispositivos fotovoltaicos con la estructura PEN y PET (100 x 100 cm) / ITO/ Calcogenuro N (CdS, ZnS o Bi2S3) / Calcogenuro P (PbS, CdTe o CuS) Y PEN o PET (100 x 100 cm) / ITO/ Calcogenuro N (ZnS o Bi2S3) / Calcogenuro P (CdTe o CuS)/Contactos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se desarrollará un prototipo de prueba de un dispositivo fotovoltaico para ser aplicado en el diseño y desarrollo de las celdas solares fotovoltaicas a base de calcogenuros. - Se trabajará en la propuesta de un modelo de dispositivos fotovoltaicos a base de calcogenuros desarrollados por procesos en solución. - Se desarrollará documento de 	<p>solución a baja temperatura en el desarrollo de dispositivos fotovoltaicos como son: ZnO y TiO2.</p> <p>3.</p>		
--	---	---	--	--

	<p>proceso de fabricación documentada y transferida el conocimiento a las instituciones participantes, así como al sector social de interés.</p>			
--	--	--	--	--

4. Con base en los productos generados en el proyecto, indique del siguiente listado en cual tuvo los alcances más importantes y justifique su respuesta resaltando los impactos (beneficios) de los productos:

Publicaciones Científicas de Investigación y/o de divulgación:

Alcances más importantes: Formación de recursos humanos especializados, se detallan sin embargo los productos alcanzados en esta sección:

Primer año: 4 publicaciones en revistas indexadas en JCR.

Segundo año: En el segundo año se optó por un registro de patente derivado de los resultados alcanzados, por lo que las publicaciones subsecuentes serían programadas después de garantizar el registro. Se estima al menos el envío de un manuscrito adicional a los ya enviados y publicados, derivado de resultados del proyecto para envío a revista indexada en JCR.

Publicaciones desarrolladas con colaboradores de instituciones nacionales del proyecto y estudiantes asociados al mismo. Registro de patente derivado de resultados de proyecto.

Formación de recursos humanos especializados:

Alcances más importantes: Formación de recursos humanos especializados, se detallan los productos alcanzados en esta sección:

Primer año: Dos tesis de licenciatura culminadas, una tesis de maestría concluidas, otras más en proceso de licenciatura, maestría y doctorado.

Segundo año: Una tesis de licenciatura y cuatro de Ingeniería culminadas y un estudiante de maestría egresado y uno en proceso con egreso en agosto del 2020 y uno de licenciatura y doctorado en proceso.

Con la formación de recurso humano especializado en proyectos que se encuentren en la frontera del conocimiento como lo es el presente, se permitirá estar a la vanguardia del conocimiento en la resolución de problemas que realmente aquejan a nuestro país permitiendo la participación a nuevas generaciones en su ejecución.

Participación en congresos y foros académicos:

Alcances más importantes: Formación de recursos humanos especializados, se detallan los

productos alcanzados en esta sección:

Primer año: Si, un congreso nacional y uno internacional con varios trabajos relacionados al proyecto.

Segundo año: Pendiente un congreso nacional o internacional.

Productos de comunicación pública de la ciencia que promuevan la apropiación social del conocimiento:

Impartición de seminarios en instituciones de educación superior para la atracción de recursos humanos en la ejecución del proyecto, estudiantes y colaboradores y registro de patente derivado de los resultados alcanzados en el proyecto. Elaboración de reportes técnicos.

Participación en Redes, Colaboraciones académicas, o bien con los sectores productivo, social, empresarial, gubernamental.:

Primer año: Formación de recursos humanos en UACJ y en colaboración con la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez. Realización de estancias de investigación de dos estudiantes de Maestría en Ingeniería Eléctrica en el Centro de Investigaciones en Óptica.

Segundo año: Formación de recursos humanos en UACJ. Realización de estancias de investigación de dos estudiantes de Maestría en Ingeniería Eléctrica en el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial y en el Centro de Investigaciones en Óptica, así como estancia de investigación de la responsable Técnica del Proyecto en la Universidad de Texas en Dallas.

Publicaciones Científicas de Investigación y/o de divulgación:

Alcances más importantes: Formación de recursos humanos especializados, se detallan sin embargo los productos alcanzados en esta sección:

Primer año: 4 publicaciones en revistas indexadas en JCR.

Segundo año: En el segundo año se optó por un registro de patente derivado de los resultados alcanzados, por lo que las publicaciones subsecuentes serian programadas después de garantizar el registro. Se estima al menos el envío de un manuscrito adicional a los ya enviados y publicados, derivado de resultados del proyecto para envío a revista indexada en JCR.

Publicaciones desarrolladas con colaboradores de instituciones nacionales del proyecto y estudiantes asociados al mismo. Registro de patente derivado de resultados de proyecto.

Formación de recursos humanos especializados:

Alcances más importantes: Formación de recursos humanos especializados, se detallan los productos alcanzados en esta sección:

Primer año: Dos tesis de licenciatura culminadas, una tesis de maestría concluidas, otras más en proceso de licenciatura, maestría y doctorado.

Segundo año: Una tesis de licenciatura y cuatro de Ingeniería culminadas y un estudiante de maestría egresado y uno en proceso con egreso en agosto del 2020 y uno de licenciatura y doctorado en proceso.

Con la formación de recurso humano especializado en proyectos que se encuentren en la

frontera del conocimiento como lo es el presente, se permitirá estar a la vanguardia del conocimiento en la resolución de problemas que realmente aquejan a nuestro país permitiendo la participación a nuevas generaciones en su ejecución.

Participación en congresos y foros académicos:

Alcances más importantes: Formación de recursos humanos especializados, se detallan los productos alcanzados en esta sección:

Primer año: Si, un congreso nacional y uno internacional con varios trabajos relacionados al proyecto.

Segundo año: Pendiente un congreso nacional o internacional.

Productos de comunicación pública de la ciencia que promuevan la apropiación social del conocimiento:

Impartición de seminarios en instituciones de educación superior para la atracción de recursos humanos en la ejecución del proyecto, estudiantes y colaboradores y registro de patente derivado de los resultados alcanzados en el proyecto. Elaboración de reportes técnicos.

Participación en Redes, Colaboraciones académicas, o bien con los sectores productivo, social, empresarial, gubernamental.:

Primer año: Formación de recursos humanos en UACJ y en colaboración con la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez. Realización de estancias de investigación de dos estudiantes de Maestría en Ingeniería Eléctrica en el Centro de Investigaciones en Óptica.

Segundo año: Formación de recursos humanos en UACJ. Realización de estancias de investigación de dos estudiantes de Maestría en Ingeniería Eléctrica en el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial y en el Centro de Investigaciones en Óptica, así como estancia de investigación de la responsable Técnica del Proyecto en la Universidad de Texas en Dallas.

5. En caso de que haya tenido acciones de vinculación indicar con quien y describa brevemente el impacto (beneficio) social, económico, ambiental:

Con tomadores de Decisiones, Organizaciones Sociales, ONG, Sector productivo, etc.:

Primer año: Participación en Foro Estatal de Consulta Humanidades, Ciencia y Tecnología en México: Presente y Futuro¿, que se llevó a cabo el día 29 de marzo en las instalaciones de las oficinas Administrativas del Gobierno del Estado ¿José María Morelos¿ (Pueblito Mexicano), en Ciudad Juárez, Chihuahua.

Segundo año: Participación en el Taller para redacción de PATENTES impartido por la Secretaría de Innovación del Estado de Chihuahua. En el cual se logró la redacción de una patente derivada de los resultados del proyecto.

Con Instituciones Académicas:

Formación de recursos humanos en UACJ. Realización de estancias de investigación de dos estudiantes de Maestría en Ingeniería Eléctrica en el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial y en el Centro de Investigaciones en Óptica, así como estancia de investigación de la responsable Técnica del Proyecto en la Universidad de Texas en Dallas.

Para la Aplicación y/o Transferencia del conocimiento generado o reproducido.:

Primer año: Participación en foros científicos y publicación de artículos con resultados derivados del proyecto, inclusión de otros sectores académicos para su desarrollo.

Segundo año: Participación en foros científicos, publicación de artículos y registro de patente con resultados derivados del proyecto, inclusión de otros sectores académicos para su desarrollo.

Otros:

No aplica

Con tomadores de Decisiones, Organizaciones Sociales, ONG, Sector productivo, etc.:

Primer año: Participación en Foro Estatal de Consulta Humanidades, Ciencia y Tecnología en México: Presente y Futuro¿, que se llevó a cabo el día 29 de marzo en las instalaciones de las oficinas Administrativas del Gobierno del Estado ¿José María Morelos¿ (Pueblito Mexicano), en Ciudad Juárez, Chihuahua.

Segundo año: Participación en el Taller para redacción de PATENTES impartido por la Secretaría de Innovación del Estado de Chihuahua. En el cual se logró la redacción de una patente derivada de los resultados del proyecto.

Con Instituciones Académicas:

Formación de recursos humanos en UACJ. Realización de estancias de investigación de dos estudiantes de Maestría en Ingeniería Eléctrica en el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial y en el Centro de Investigaciones en Óptica, así como estancia de investigación de la responsable Técnica del Proyecto en la Universidad de Texas en Dallas.

Para la Aplicación y/o Transferencia del conocimiento generado o reproducido.:

Primer año: Participación en foros científicos y publicación de artículos con resultados derivados del proyecto, inclusión de otros sectores académicos para su desarrollo.

Segundo año: Participación en foros científicos, publicación de artículos y registro de patente con resultados derivados del proyecto, inclusión de otros sectores académicos para su desarrollo.

Otros:

No aplica

6. ¿Cuál considera que fue la aportación científica y/o tecnológica más importante y qué problemática resuelve?

Estudio y desarrollo de dispositivos fotovoltaicos de bajo costo basados en materiales calcogenuros sintetizados por procesos de baja energía/bajo costo como propuesta tecnológica en optimización del proceso de conversión de energía: Con la formación de recursos humanos especializados, vinculación con investigadores de instituciones nacionales e internacionales, difusión de resultados en foros científicos especializados, publicación de artículos científicos y registro de patente se ha logrado la comprensión en el estudio de las propiedades de los materiales propuestos y la relación que estas guardan con el desempeño de los dispositivos. En un futuro inmediato se espera que con el conocimiento adquirido por nuevas generaciones este puede seguir siendo transmitido, impactando favorablemente con estos desarrollos en uno de los temas prioritarios para atender en el Plan de Desarrollo Nacional, así como del Estado de Chihuahua.

7. ¿En qué medida considera que los resultados de su proyecto tienen o tendrán impacto para encontrar una solución al problema seleccionado?

El impacto actual a considerarse es en el ámbito científico y tecnológico con la propuesta de desarrollo de novedosos materiales a bajas energías/bajo costo en la construcción de dispositivos fotovoltaicos para su utilización en el proceso de conversión de energía. Con las bases sentadas al momento esta tecnología nos da la pauta para un mejor entendimiento de las propiedades que guardan y relacionan los materiales en los dispositivos desarrollados y caracterizados, lo que ha permitido incursionar en una novedosa tecnología denominada electrónica flexible. Así, esta tecnología puede en un futuro inmediato ser transferida a instituciones nacionales o empresas de ramo para su implementación impulsando el desarrollo de energías renovables limpias. La formación de recursos humanos especializados es y será una herramienta fundamental para lograr en corto tiempo las metas propuestas. Esta propuesta fue congruente con PND 2013-2018, PND 2013-2018 y PED Chihuahua 2010-2016, en la Meta IV.