

Fecha de presentación del Informe: Día Mes Año **1. Datos generales del Proyecto**

Código del proyecto: 7975			
Título del proyecto: <i>Fe-ZnO nanoestructurado obtenido por aleamiento mecánico y sol-gel.</i>			
Facultad o Instituto Académico: Ciencias Naturales y Exactas			
Departamento o Escuela: Física			
Grupo (s) de investigación: Metalurgia Física y Teoría de Transiciones de Fase (Física) <i>Ingeniería de Nuevos Materiales (GINM) (Física)</i> <i>Laboratorio de Investigación en Catálisis y Procesos, LICAP (Química)</i>			
Entidades: Universidad del Valle			
Palabras claves: espintrónica, aleamiento mecánico, sol gel, mossbauer.			
Investigadores ¹	Nombre	Tiempo asignado	Tiempo dedicado
Investigador Principal	Ligia E. Zamora A	5 h/s	10 h/s
Coinvestigadores	Germán A. Pérez A.	5 h/s	5 h/s
	Jesús A. Tabares	5 h/s	5 h/s
	Alberto Bolaños	5 h/s	5 h/s
	Eval Bacca	5 h/s	5 h/s
Otros participantes	1 estudiante de maestría 2 estudiantes de pregrado	20 h/s	20 h/s

2. Resumen ejecutivo:

Se espera que describa el proyecto, planteamiento del problema, objetivos, metodología, principales resultados obtenidos y las conclusiones. La extensión debe ser de máximo de 500 palabras (en español y en inglés).

¹ Todas las personas relacionadas en el informe y que participen en el proyecto deben haber suscrito el acta de propiedad intelectual de acuerdo con los formatos establecidos.

planteamiento del problema, objetivos, metodología, principales resultados obtenidos y las conclusiones

RESUMEN EJECUTIVO EN ESPAÑOL

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMAS: El planteamiento principal de este proyecto era el de encontrar la forma más idónea para preparar el semiconductor magnético ZnO dopado con Fe sin la presencia de fases impuras.

El proyecto se propuso de tal forma que se hacían diferentes formas de preparar las muestras y estudiarlas experimentalmente. Las tres formas que se optó para preparar las muestras fueron:

- A. La primera por aleamiento mecánico entre polvos puros de Fe y ZnO; dopando el ZnO con un 10% de Fe. En el aleamiento mecánico existe un parámetro importante que es la relación entre el peso de las bolas con el peso de la muestra (BPR por sus siglas en Inglés). Se encontró que al aumentar esta relación se logra que todo el Fe penetre dentro de la matriz de ZnO, evitando las fases impuras. Como resultado se logra proponer un modelo fenomenológico de polarones para explicar el mecanismo de magnetización en este modelo.
- B. La segunda forma de preparar el sistema fue: Alear el ZnO con un 10% de magnetita (Fe_3O_4). En este caso además de la fase pura de ZnO se obtuvo la fase $\text{Fe}_2\text{O}_4\text{Zn}_1$ conocida como Franklinite. Entonces existen fases impuras.
- C. La tercera forma de preparar el sistema: A través de la técnica conocida como sol gel; se prepararon cambiando la concentración del dopante, las muestras obtenidas se estudiaron (as cash) y además se depositaron sobre cristales simples de Si. Lo importante de estas muestras fueron las medidas de reflectancia y la caracterización eléctrica, mostrando un comportamiento semiconductor.

Las técnicas utilizadas para la caracterización de las muestras preparadas fueron: espectroscopia de rayos X, espectrometría Mossbauer y Magnetización de muestra vibrante. Los modelos de ajustes de espectros de rayos X utilizando el refinamiento rietveld fue el GSAS y para los ajustes de los espectros mossbauer se utilizó mossfit.

En cuanto a la formación de estudiantes. Una estudiante de pregrado, con tesis finalizada en el área, 2 estudiantes estuvieron involucrados estudiantes como semilleros los cuales prepararon alguna parte de las medidas y también muestras. Un estudiante de maestría, con tesis en el área.

De la investigación salieron tres artículos, los cuales dos fueron sometidos a revistas internacionales y otro está en etapa de escritura. Los resultados fueron mostrados en el congreso nacional de física (nacional), en el Congreso de Tecnología y Ciencia en Panamá, en el Congreso Latinoamericano de espectroscopía mössbauer y por último en el Congreso en la Universidad de Ibagué. Teniendo difusión del trabajo a nivel nacional e internacional.

En conclusión el proyecto cumplió con los objetivos propuestos: como fue el estudio del sistema ZnO dopado con Fe y además ayudó a la formación de nuevos científicos a nivel de pregrado y de maestría.

ABSTRACT

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMAS: El planteamiento principal de este proyecto era el de encontrar la forma más idónea para preparar el semiconductor magnético ZnO dopado con Fe sin la presencia de fases impuras.

ISSUE: The main goal of this project was to find the most suitable way to prepare the Fe-doped ZnO magnetic semiconductor without the presence of impure phases.

The project proposed was focus in different ways to prepare the samples and to study them experimentally. Three different forms were used to prepare the samples. Which are:

- A. The first sample was prepared used mechanical alloying between pure powders of Fe and ZnO. Doping the ZnO with 10% Fe. In mechanical alloying there is an important parameter that is the relationship between the weight of the balls and the weight of the sample (BPR) and this parameter was changed. It was found that by increasing this ratio, all of the Fe penetrates into the ZnO matrix, and no impure phases were observed. As a result, it is possible to propose a phenomenological model of polarones to explain the mechanism of magnetization in this system.
- B. The second way to prepare the system was: ZnO was doped with 10% of magnetite (Fe_3O_4). It was found two phases, the pure phase of ZnO and the $\text{Fe}_2\text{O}_4\text{Zn}_1$ phase knowing as Franklinite. In this case, impure phases were obtained.
- D. La tercera forma de preparar el sistema: A través de la técnica conocida como sol gel; se prepararon cambiando la concentración del dopante, las muestras obtenidas se estudiaron (as cash) y además se depositaron sobre cristales simples de Si. Lo importante de estas muestras fueron las medidas de reflectancia y la caracterización eléctrica, mostrando un comportamiento semiconductor.

The third way to synthesize the system: Using the technique known as sol gel were prepared samples by changing the concentration of the dopant (Fe). The samples obtained were studied (as cash) and also deposited on simple crystals of Si. The important of these samples were the measures of reflectance and the electrical characterization, showing a semiconductor behavior

Las técnicas utilizadas para la caracterización de las muestras preparadas fueron: espectroscopia de rayos X, espectrometría Mossbauer y Magnetización de muestra vibrante. Los modelos de ajustes de espectros de rayos X utilizando el rietveld refinement fue el GSAS y para los ajustes de los espectros mossbauer se utilizó mossfit.

The techniques used for the characterization of the prepared samples were: X-ray diffraction, Mössbauer spectrometry and Magnetization using Vibrating Sample Magnetometer. The spectra of X-ray were adjustments using the rietveld refinement knowing as GSAS and the program móssfit was used for the fit of the mössbauer spectra.

For tha trEn cuanto a la formación de estudiantes. Una estudiante de pregrado, con tesis finalizada en el área, 2 estudiantes estuvieron involucrados estudiantes como semilleros los cuales prepararon alguna parte de las medidas y también muestras. Un estudiante de maestría, con tesis en el área.

For the training of students: One undergraduate student, with a thesis completed in the area. Two students were involved as “semilleros” were the ones who prepared some of the measurements and also samples. One master's student, with thesis in the this topic.

De la investigación salieron tres artículos, los cuales dos fueron sometidos a revistas internacionales y otro está en etapa de escritura. Los resultados fueron mostrados en el congreso nacional de física (nacional), en el Congreso de Tecnología y Ciencia en Panamá, en el Congreso Latinoamericano de espectroscopía mössbauer y por último en el Congreso en la Universidad de Ibagué. Teniendo difusión del trabajo a nivel nacional e internacional.

Three papers were written in the research, one of which were submitted to international journal and the another one are in the writing stage. The results were shown at the “Congreso Nacional de Física” de Colombia, at the Congress of Technology and Science in Panama, at the Latin American Congress of Mössbauer Spectroscopy and finally at the Congress at the Universidad de Ibagué. Having dissemination of the work at national and international level.

En conclusión el proyecto cumplió con los objetivos propuestos: como fue el estudio del sistema ZnO dopado con Fe y además ayudó a la formación de nuevos científicos a nivel de pregrado y de maestría.

In conclusion, the project realized the proposed objectives: as well as studying of Fe doped ZnO system and also helped the training of new scientists at undergraduate and master's level.

3. Síntesis del proyecto:

En una extensión máxima de 5 páginas, se debe mostrar el cumplimiento de los objetivos del proyecto y debe incluir:

Podemos dividir este sistema en tres partes, a continuación, se darán las conclusiones importantes para cada sistema

PRIMERA PARTE:

Tema: **Magnetic effect of ball-to-powder ratio on milled Fe doped ZnO**

Objetivos: general y específicos:

Zn_{0.9}Fe_{0.1}O powders were produced with different Ball to Powder Weight Ratios (BPR) by ball milling of ZnO and Fe elemental powders. The used BPR were 15:1, 20:1, 25:1 and 30:1. The prepared samples were studied by X-ray diffraction (XRD), vibrating sample magnetometer (VSM), and Mössbauer Spectroscopy (MS).

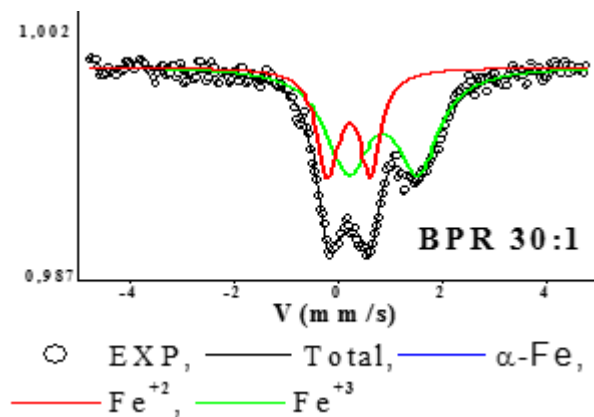
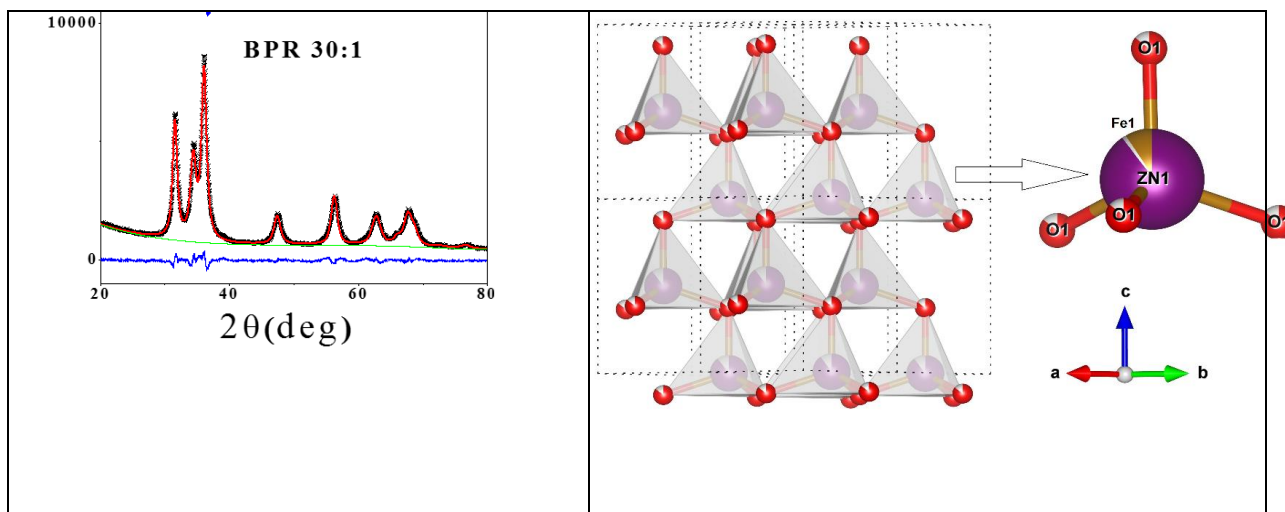
Metodología:

The structural and magnetic characterization of ZnO doped with 10% Fe, synthesized by mechanical alloying was studied. The main aim of the present work is to study the effect of different BPR on ZnO doped with 10% of Fe. BPRs of 15:1, 20:1, 25:1, 30:1 were used. The ferromagnetism in these systems is controversial and to contribute to this understanding we propose a model of polarons.

Resultados obtenidos:

Figure 1 shows the XRD patterns of 24 hours milled Zn_{0.9}Fe_{0.1}O powders with different BPRs. In

addition, the peak profile observed and calculated are shown. All peaks for the X-ray diffraction patterns of the BPR greater than 20:1 belong to the hexagonal structure with special group $P6_3mc$ of the wurtzite-type ZnO. For 15:1 BPR, additional peaks appeared which were associated to the bcc α -Fe phase. This means that for BPR greater than 20:1 no other impurity phase was found, indicating that all Fe ions successfully occupy the lattice sites of the ZnO, For BPR 15:1 there is Fe segregated into the sample.



In Figure 2, the structural of the system is presented and In Fig. 3 mössbauer spectrometry is presented showing that the system is paramagnetic behavior. From VSM results, the system shows a ferromagnetic behavior. These results are controversial.

Principales conclusiones y/o recomendaciones

We associated the observed magnetism to oxygen vacancies, which arise naturally to ensure charge neutrality when a trivalent ion is substituted in ZnO. We expect that $\text{Fe}^{3+} - [\text{O}] - \text{Fe}^{3+}$ groups are common in the structure, where $[\text{O}]$ denotes an oxygen vacancy. An electron trapped in the oxygen vacancy constitutes a F-center, where the electron occupies an orbital that overlaps with the d-shells of both iron neighbors. Later Coey et al. [6] used this model to explain the results of Fe doped SnO_2 .

We propose that ferromagnetism presented is due to a percolation of polarons model. The oxygen vacancies are occupied by electrons (called “holes”) that have an exchange interaction with magnetic impurities (Fe atoms) leading to the formation of bound magnetic polarons. Taking into account the results of Mössbauer, which show that the samples are disordered, oxygen vacancies must be randomly distributed and in this way a disordered polaron structure with different sizes and shapes can appear in the paramagnetic matrix.

Conclusions

In summary, the crystallographic, hyperfine and magnetic properties of the $(\text{Zn}_{90}\text{Fe}_{10})\text{O}$ synthesized by mechanical alloying were investigated. The Mössbauer results show that when the Ball to Powder Weight Ratio (BPR) from 20:1, Fe atoms substitute the Zn ions in the ZnO lattice as Fe^{3+} and Fe^{2+} ions. And secondary phases, like segregated Fe, do not appear, this mean that at equal or higher BPR 20:1 all atoms of Fe were diffused into the ZnO matrix. A würtzite structure and an additional α -Fe phase were obtained for BPR 15:1. By VSM from BPR 20:1, ferromagnetic behavior was observed. It can be concluded that the observed ferromagnetism at room temperature is a property of Fe- doped ZnO, this behavior was explained by a bound magnetic polarons (BMPs) model.

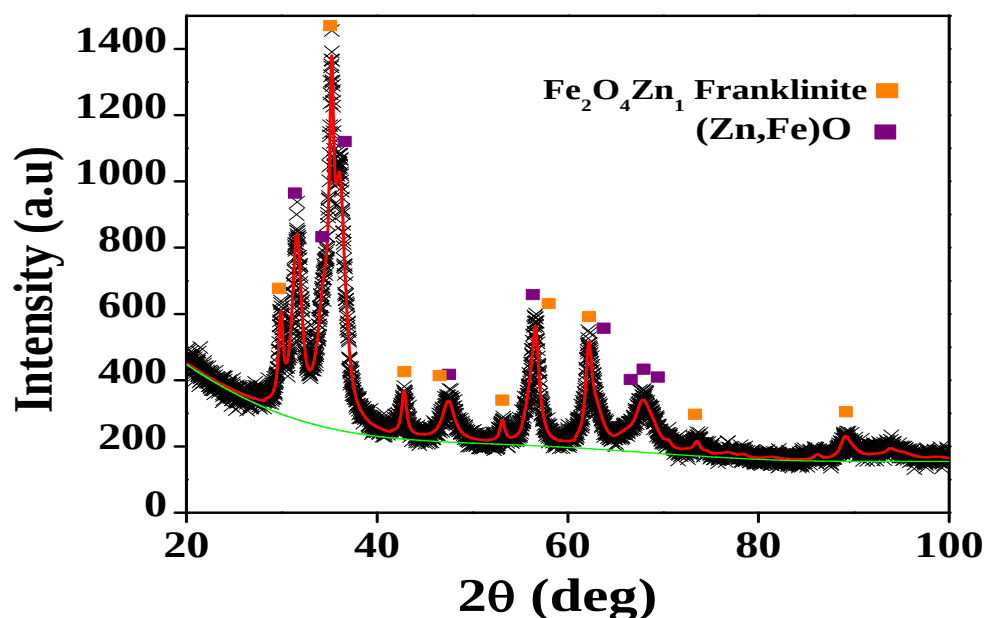
ARTICULO 2

Tema: ZnO dopado con Magnetita

Objetivos: general y específico : El objetivo de este trabajo es estudiar las características estructurales y magnéticas del ZnO dopado con 10 % de Magnetita (Fe_3O_4), esperando lograr ingresar más Fe dentro de la matriz de ZnO.

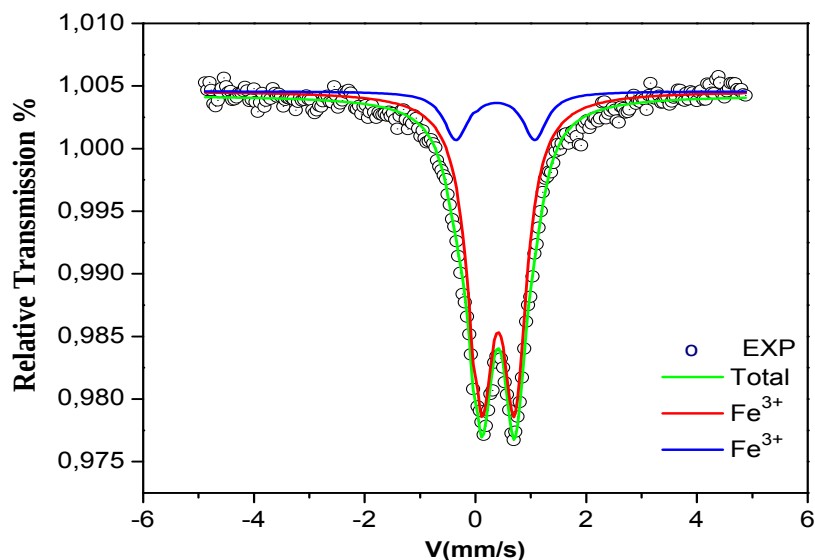
Metodología: Por aleamiento mecánico se dopó el ZnO con un 10% de magnetita, así utilizando como métodos principales difracción de rayos X, espectroscopia Mössbauer y VSM.

Resultados obtenidos: De los rayos X, podemos ver que además de la fase ZnO ese obtiene otra que es la franklinita, concluyendo que no aparece la fase pura, aparecen fases impuras.

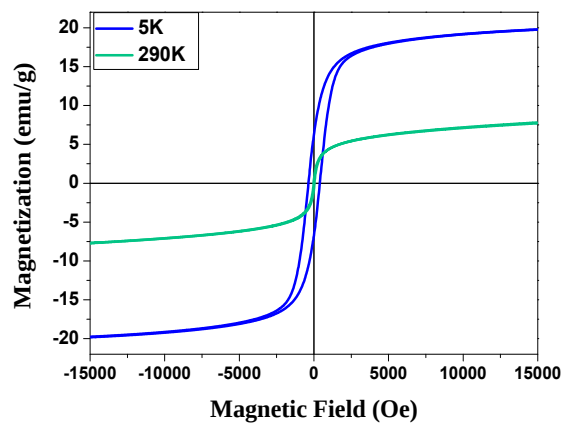
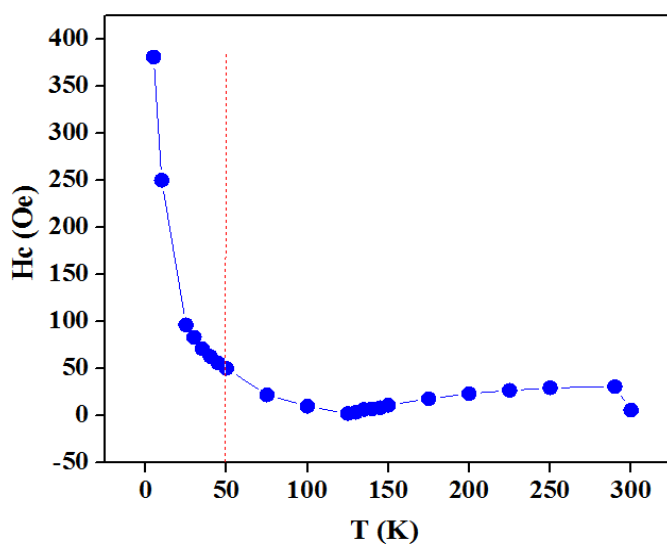


En la figura 1 se encuentra el difractograma refinado de la muestra ZnO con 10% de magnetita, como se puede observar hay dos fases, una correspondiente a la Franklinita ($\text{Zn}_1\text{Fe}_2\text{O}_4$) y otra debido al ZnO, en donde se evidencia que no queda fase pura de Fe_3O_4 , sino que hay difusión de átomos de Zn en la matriz de Fe_3O_4 .

Hay aproximadamente un 18 % de vacancias de oxígeno, esa falta de oxígeno se puede ver representada en un exceso del mismo en la fase de la Franklinita.



Por difracción de rayos x y por espectroscopia Mössbauer se encontraron dos fases identificadas como (Zn,Fe)O y Franklinita, ambas paramagnéticas. Se realizaron medidas de Z



Artículo 3

Tema: Synthesis and physical properties characterization of ZnO as bulk and thin films using the sol-gel technique.

Objetivos: general y específicos: This paper reports the synthesis of powders and thin films of intrinsic ZnO, and Fe-doped ZnO using the sol-gel technique.

Metodología: ZnO and Fe-doped ZnO samples were prepared as pellets and thin films using the sol-gel technique. ZnO and Fe-doped ZnO thin films were deposited onto p-type Si single crystal and glass. X-ray analysis shows the typical peaks of the polycrystalline character of the samples.

Zn_{1-x}Fe_xO samples were analyzed with a X-rays diffraction (XRD), bulk samples of Fe-doped ZnO were analyzed with Mössbauer technique. Physical properties of intrinsic ZnO and Fe-doped ZnO thin films such as electrical characterization, magnetoresistance (MR), ac-magnetic susceptibility, and reflectance measurements were done using respectively, the four-point technique assisted by external magnetic field, a inductive method made home, and a UV/VIS/IR (280 nm-1200 nm) spectrophotometer.

Resultados obtenidos

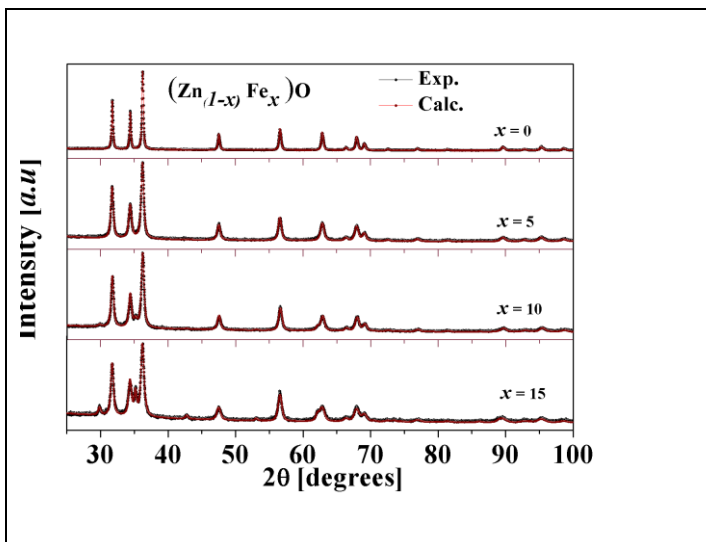


Fig.1. XRD

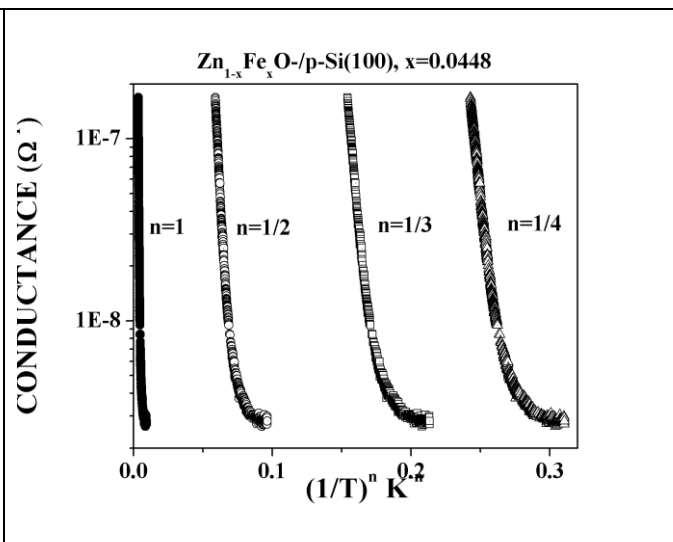


Fig.2. Conductance

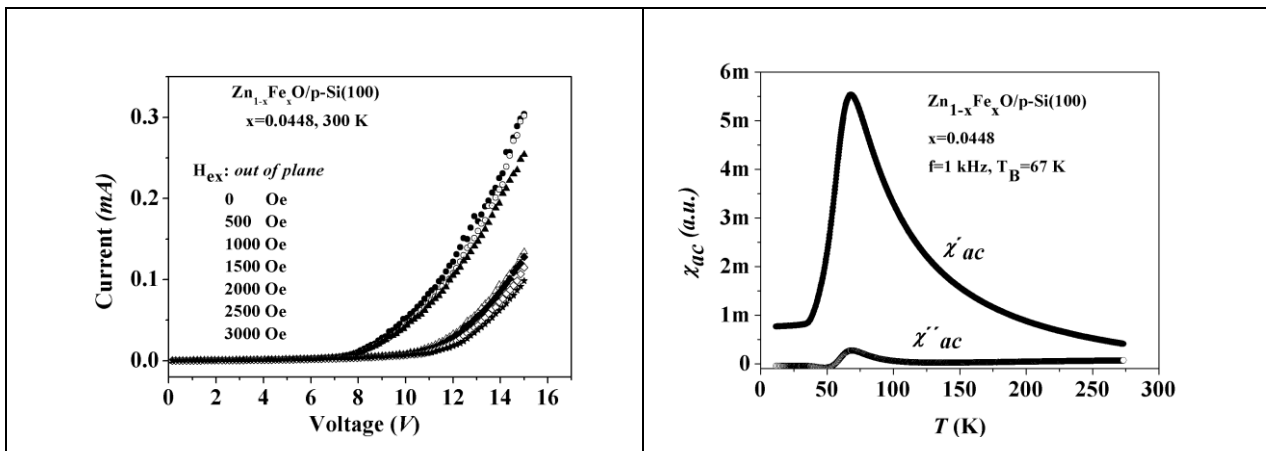


Fig. 3. Current vs Voltage

Fig 4.. AC Susceptibility

Principales conclusiones y/o recomendaciones:

The band gap of the ZnO thin films and Fe doped-ZnO was obtained with reflectance measurements obtaining values between 3.28 eV (glass) and 3.21 eV (p-Si) respectively. The electrical characterization shown a semiconductor behavior under dark regimens, and activation energy values of 0.23 eV where obtained. ZnO-Fe doped (4.48%)/p-Si shown positive magnetoresistance (MR⁺) effect when a magnetic field is applied out-plane, and null when it is applied in-plane which is observed with current again voltage curves measurements indicating an anisotropic behavior. ac-magnetic susceptibility measurements realized onto ZnO-Fe doped (4.48%)/p-Si exhibited a behavior that can be superparamagnetic or spin-glass-type.

4. Impactos actual o potencial:

Haga una descripción y/o relacione los impactos que tenga el proyecto en los diferentes ámbitos:

Académico (aportes a la docencia, aportes a la formación de recursos humanos)

Investigativo (divulgación de resultados)

Desarrollos futuros

Si posee información acerca de los impactos actuales o potenciales de la investigación, preséntela en máximo una página. Se refiere a los aportes que ofrece en el campo de investigación al que corresponde. Incluye las tecnologías y resultados de IDi que puedan

transferirse a los sectores productivos y de servicios, tanto nacionales como internacionales.

Este proyecto de investigación presentó diferentes puntos de impacto.

En el ámbito académico sirvió para que 1 estudiante de pregrado y 1 de maestría hicieran sus correspondientes trabajos de grado. También tuvimos tres estudiantes como semilleros de investigación.

Los resultados obtenidos se presentaron como ponencias y poster en diferentes congresos nacionales e internacionales. De esta investigación han salido tres artículos de los cuales uno fue sometido a publicación. Los otros están en proceso de escritura, pero acá se presentan la publicación previa.

El tema de la espintrónica es un tema de mucha actualidad de estudio a nivel internacional y esperamos que con nuestras publicaciones estemos aportando en el entendimiento del tema. Y estamos aportando un modelo que nos permite entender el magnetismo en los semiconductores dopados ya que estos sistemas son controversiales.

5. Productos:

Tabla No. 1. **Cantidad y tipo de productos pactados en el *Acta de Trabajo y Compromiso* y productos finalmente presentados**

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS				No. de PRODUCTOS PRESENTADOS			
Productos de nuevos conocimientos: Salieron tres artículos de los cuales 2 fueron sometidos y otro está en proceso de escritura.								
Artículo en revista ISI-SCOPUS:	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
Artículo completo publicado en revistas indexadas	A1	A2	B	C	A1	A2	B	C
Libros de autor que publiquen resultados de investigación								
Capítulos en libros que publican resultados de investigación								
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados								
☐ Prototipos y patentes								

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS		No. de PRODUCTOS PRESENTADOS	
☐ Software				
Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial				
Normas basadas en resultados de investigación				
Formación de recursos humanos	No. de estudiantes vinculados	No. de tesis	No. De estudiantes Vinculados	No. De tesis
Estudiantes de pregrado	2	2	2	1
Semillero de Investigación	1		2	1
Estudiantes de maestría	1	1	1	1
Estudiantes de doctorado				
Joven investigador				
Productos de divulgación				
Publicaciones en revistas no indexadas	1		2	
Ponencias presentadas en eventos (congresos, seminarios, coloquios, foros)	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales
	1	1	2	3
Propuestas de investigación Propuestas presentadas en convocatorias externas para búsqueda de financiación.	1		1	

Tabla No. 2. Detalle de productos

ARTICULOS

1. ARTICULO 1 (Anexo 1).

NOMBRE: Magnetic effect of ball-to-powder ratio on milled Fe doped ZnO

Artículo completo sometido a la revista JMMM indexada de Colciencias.

Autores: Á Casanova^a, G. A. Pérez Alcázar^a, J. A. Tabares^a, D. Salazar^b and Ligia E. Zamora^a

Grupos: Departamento de Física, Universidad del Valle, A.A. 25360, Cali, Colombia.

^bBC Materials, Bizkaia Science and Technology Park, E-48160 Derio, Spain

En el anexo 1 se encuentra el artículo, a continuación el proceso de sometimiento al mismo en la revista.

Ref: MAGMA_2017_1834

Title: Magnetic effect of ball-to-powder ratio on milled Fe doped ZnO

Journal: Journal of Magnetism and Magnetic Materials

Dear Dr. Zamora,

Thank you for submitting your manuscript for consideration for publication in Journal of Magnetism and Magnetic Materials. Your submission was received in good order.

To track the status of your manuscript, please log into EVISE® at:

http://www.evise.com/evise/faces/pages/navigation/NavController.jspx?JRNL_ACR=MA_GMA and locate your submission under the header 'My Submissions with Journal' on your 'My Author Tasks' view.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Journal of Magnetism and Magnetic Materials

ARTICULO 2.

NOMBRE: ZnO dopado con 10% de magnetita

Artículo incompleto está en proceso de elaboración cuando esté terminado

se decidirá a que revista será enviado.

Autores: Á Casanova^a, G. A. Pérez Alcázar^a, J. A. Tabares^a, W. R. Aguirre and Ligia E. Zamora^a

Grupos: Departamento de Física, Universidad del Valle, A.A. 25360, Cali, Colombia.

En el anexo 2 se encuentra el artículo en su versión actual, es un artículo en proceso de elaboración.

ARTICULO 3 (ANEXO 3)

NOMBRE: Synthesis and physical properties characterization of ZnO and Fe-doped ZnO powders and thin films using the sol-gel technique

Artículo sometido a la revista Mexicana de física

AUTORES: J. Collazos¹, A. Bolaños⁴, L.G. Zamora², J. E. Diosa³, E. Ruiz², J. D. López³, and E. Baca¹

GRUPOS: ¹ Grupo de Ingeniería en Nuevos Materiales, Departamento Física, Universidad del Valle, Cali, Colombia

² Grupo de Fase de Materiales Metálicos, Departamento Física, Universidad del Valle, Cali, Colombia

³ Grupo de Transiciones de Fase de Materiales no Metálicos Departamento Física, Universidad del Valle, Cali, Colombia

⁴ Grupo de Catálisis, Departamento de Química, Universidad del Valle, Cali, Colombia

ESTUDIANTES DE PREGRADO.

1. La estudiante DE PREGRADO Angela Casanova (Anexo 4 y anexo 5). La estudiante hizo su trabajo de tesis de pregrado en el tema de ZnO dopado con Fe, terminó sus tesis y también fue parte del semillero en investigación del grupo.
2. El estudiante de pregrado Diego Andrade, hizo las muestras de magnetita, la cual después fue utilizada para dopar el ZnO, pero el tema principal de su tesis fue en otra área.

ESTUDIANTE DE MAESTRIA (ANEXO 6)

Eduardo Ruíz Saldarriaga

Nombre del proyecto: ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES Y MAGNÉTICAS DE LAS ELEACIONES ZnO y FeCo PREPARADAS POR EL MÉTODO DE SOL GEL Y SURFACTANTE.

El estudiante ya preparó todas las muestras y tiene los resultados el estudiante está en proceso de escritura de la tesis.

SEMILLEROS DE INVESTIGACION: Estudiantes que matricularon la asignatura y trabajaron en el área de investigación. (ANEXO 7)

1. Angela Casanova. Además realizó el trabajo de grado en el tema
2. Diego Andrade: Además realizó una preparación de magnetita que después fue utilizado para alear con ZnO.
3. Marcela Barona: además realizó medidas de rayos X de las muestras preparadas de ZnO dopadas con Fe.
4. Adicionalmente los estudiantes: matricularon Semilleros enmarcado dentro del proyecto.

PONENCIAS NACIONALES:

1. ANEXO 8 Y 9

Expositor: **Ligia E. Zamora**

Congreso: "XXVI CONGRESO NACIONAL DE FÍSICA –MANIZALES 2015"

Fechas: 29 de Septiembre y el 2 de 2015

Ciudad: Manizales trabajo presentado como ponencia oral: *"ZnO dopado con Fe: estudio magnético a bajas temperaturas"*

Autores: Ligia E. Zamora, J. F. Piamba, J. A. Tabares, G. A. Pérez- Alcázar, **ha sido aceptado.**

2. ANEXO 10 Y 11

Expositor: **Angela Casanova**

Congreso: "XXVI CONGRESO NACIONAL DE FÍSICA –MANIZALES 2015"

Fechas: 29 de Septiembre y el 2 de 2015

Ciudad: Manizales trabajo presentado como ponencia poster: *Estudio cristalino e hiperfino de ZnO dopado con 10 % de Fe*

Autores: Angela Casanova, Ligia E. Zamora, J. F. Piamba, J. A. Tabares, G. A. Pérez-

Alcázar.

3. ANEXO 12

Expositor: **Ligia Zamora**

Congreso: "Jornada de charlas de investigación de nuevos materiales"

Fechas: 17 de Febrero de 2017

Ciudad: Ibagué trabajo presentado como expositor invitado: *Spintrónica ZnO dopado con Fe*

Autores: Angela Casanova, Ligia E. Zamora, J. F. Piamba, J. A. Tabares, G. A. Pérez-Alcázar.

PONENCIAS INTERNACIONALES

ANEXO13 y 14

Expositor: **Ligia Zamora**

Congreso: "XVI Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología"

Fechas: 19 -22 de Octubre de 2016.

Ciudad: Panamá trabajo presentado como expositor invitado: efecto del proceso de molienda sobre ZnO dopado con Fe

Autores: Angela Casanova, Ligia E. Zamora, J. F. Piamba, J. A. Tabares, G. A. Pérez-Alcázar.

ANEXO 15

Expositor: **Ligia Zamora**

Congreso: "XV Latin American Conference on the Applications of the Mössbauer Effect"

Fechas: 13-18 de Noviembre de 2016

Ciudad: Panamá trabajo oral: Effect of milling process on the Fe doped ZnO"

Autores: Angela Casanova, Ligia E. Zamora, J. F. Piamba, J. A. Tabares, G. A. Pérez-Alcázar.

ANEXO 16

Expositor: **Angela Casanova**

Congreso: "XV Latin American Conference on the Applications of the Mössbauer Effect"

Fechas: 13-18 de Noviembre de 2016

Ciudad: Panamá trabajo poster: **"Structural and Magnetic study of Fe₃O₄ doped ZnO"** Effect of milling process on the Fe doped ZnO"

Autores: Angela Casanova, Ligia E. Zamora, J. F. Piamba, J. A. Tabares, G. A. Pérez-Alcázar.

PROPUESTA DE INVESTIGACION (ANEXO 17)

El Ministerio de Economía y Competitividad con el CSIC de España abrieron la convocatoria **“I-COOP+” 2015 MEMORIA CIENTIFICA MODALIDAD B**

Se participó con el proyecto:

TITULO DEL PROYECTO
PREPARACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES MAGNÉTICOS OBTENIDOS MEDIANTE ALEACIÓN MECÁNICA ASISTIDA POR SURFACTANTE

DATOS GENERALES DEL SOLICITANTE CSIC	
Apellidos, Nombre: GONZALEZ FERNANDEZ, JESUS MARIA	Teléfono: +34-913 349 052
Categoría profesional: E. PROFESORES DE INVESTIGACIÓN DE ORGANISMOS PÚBLICOS DE INVESTIGACIÓN	E-mail: jesusm.gonzalez@csic.es
f. fin:	
Centro/Instituto CSIC: INSTO. CIENCIA DE MATERIALES MADRID	Departamento: DEPTO. DE NANOESTRUCTURAS Y SUPERFICIES
Dirección: C/ SOR JUANA INES DE LA CRUZ,3,	Ciudad: Madrid, C.P. 28049

DATOS DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL EXTRANJERO
• ZAMORA ALFONSO, LIGIA EDITH - RESPONSABLE EXTRANJERO - Profesora Titular de la Universidad del Valle - UNIVERSIDAD DEL VALLE (COLOMBIA) -

Aun el proyecto fue preseleccionado, no fue escogido para financiación.

Para cada uno de los productos obtenidos y relacionados en la tabla anterior, indique la información solicitada para cada uno, anexando copia de las respectivas constancias. Como anexo a este formato encontrará el instructivo para instructivo para la revisión de informes finales y productos

Tipo de producto:	Libro, Artículo, Software, Capítulo de libro, Memorias, Tesis, Prototipo Industrial, Diseño Industrial, Software, Patente
--------------------------	---



Nombre General:	Si el producto obtenido se encuentra en el marco de un documento o evento, indicar este nombre. Ejemplo: Revista Anales del Jardín Botánico de Madrid. (Año 2000). Vol: 1. Núm: 58. Págs: 186 - 188
Nombre Particular:	Escribir el nombre del producto generado. Ejemplo: Artículo Rorippa curvisiliqua (Cruciferae), nueva en Europa
Ciudad y fechas:	Ciudad y fecha de publicación o presentación del resultado.
Participantes:	Relacionar los autores del producto.
Sitio de información:	Mencionar el sitio en el cual quedará disponible el documento con los resultados del proyecto en extenso. Ejemplo: Biblioteca Central, Centro de Documentación, etc.
Formas organizativas:	Grupos, centros, institutos o laboratorio al cual se adscriben los autores del proyecto.

La presente versión del informe contiene las observaciones de los evaluadores:

Firma del investigador principal

VoBo. Vicedecano de Investigaciones

Por favor presente su informe impreso y en formato digital en hoja tamaño carta, letra arial 11, con espacios de 1 1/2