

**PROYECTO INTERNO SIN FINANCIAMIENTO O AUTOGESTIONADO PII-DFIS-2019-05**  
**"Estudio de confiabilidad de diodos de potencia basados en tecnología GaN"**

En la ciudad de Quito D.M., a los doce días del mes de octubre del año dos mil veinte, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto Interno Sin Financiamiento o Autogestionado PII-DFIS-2019-05 "**Estudio de confiabilidad de diodos de potencia basados en tecnología GaN**", por una parte, la **Ph.D. Alexandra Patricia Alvarado Cevallos** en calidad de **Vicerrectora de Investigación, Innovación y Vinculación** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra la **Dra. Eliana Maribel Acurio Méndez** en calidad de **Directora del Proyecto Interno Sin Financiamiento o Autogestionado**, al tenor de lo siguiente:

**1. ANTECEDENTES:**

- a) Mediante Memorando Nro. EPN-DFIS-2019-0234-M del 21 de mayo de 2019, el Jefe del Departamento de Física (DFIS) solicita al Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social la asignación de código y registro del proyecto "**Estudio de confiabilidad de diodos de potencia basados en tecnología GaN**" propuesto por la Dra. Eliana Acurio.
- b) Mediante Memorando Nro. EPN-DIPS-2019-0324-M del 28 de mayo de 2020, la Dirección de Investigación y Proyección Social, notifica que el proyecto interno sin financiamiento o autogestionado presentado por la Dra. Eliana Acurio ha sido registrado con el código PII-DFIS-2019-05 con fecha de inicio 27 de mayo de 2019.

**2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:**

<b>Código de Proyecto</b>	<i>PII-DFIS -2019-05</i>
<b>Nombre del Proyecto</b>	<i>Estudio de confiabilidad de diodos de potencia basados en tecnología GaN</i>
<b>Director del Proyecto</b>	<i>ELIANA MARIBEL ACURIO MÉNDEZ</i>
<b>Colaboradores del Proyecto</b>	<i>LEONEL TROJMAN BRICE DE JAEGER</i>
<b>Departamento</b>	<i>Departamento de Física</i>
<b>Líneas de Investigación</b>	<i>Física aplicada, materiales dieléctricos y nanoestructuras</i>
<b>Objetivo</b>	<i>Realizar estudios de confiabilidad en diodos de potencia (200V y 650V) basados en Nitruro de Galio usando factores de aceleración de voltaje y temperatura para identificar los mecanismos de degradación durante el estado de encendido y determinar si los dispositivos referenciales y sus diferentes variaciones en cuanto material y estructura del ánodo alcanzan el tiempo de vida estimado de 10 años.</i>
<b>Duración del Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inicio: 27 de mayo de 2019</li> <li>• Fin: 26 de mayo de 2020</li> <li>• Duración total: 12 meses</li> </ul>
<b>Entrega del Informe Final</b>	<i>2 de junio de 2020</i>
<b>Presupuesto asignado</b>	<i>\$ 0,00 USD</i>

### 3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando Nro. EPN-DFIS-2020-0264-M entregado el 2 de junio de 2020, la Dra. Eliana Maribel Acurio Méndez presenta el Informe Final del Proyecto Interno Sin Financiamiento o Autogestionado PII-DFIS-2019-05, mismo que es revisado por la Dirección de Investigación y que se anexa y forma parte integrante de la presente Acta de Finalización, cuyas conclusiones y productos generados son:

#### CONCLUSIONES:

- Se obtuvo una secuencia de caracterización DC apropiada que permitió medir la degradación de los parámetros importantes de los diodos de potencia ( $V_{TON}$ ,  $V_F$  y  $R_{ON}$ ) como se pretendía dentro de la propuesta del proyecto. Esta secuencia no induce atrapamiento de cargas debidas a la caracterización en sí. Esto permite verdaderamente capturar la degradación causada por el estrés.
- Se demostró que los diodos exhiben un comportamiento apropiado incluso después de haber sido sometidos a duras condiciones de estrés (150 °C y voltajes entre 4V y 7V) si se emplea un tratamiento térmico basado en la liberación de cargas a 300°C durante al menos 8 horas. De esta manera se logra que los diodos vuelvan a sus condiciones iniciales previas al estrés.
- Aunque en los resultados se esperaba una reducida variabilidad inducida por el proceso mismo de fabricación. Las mediciones demostraron que los diodos se degradan de diferente manera en lado izquierdo y derecho de la oblea. Por esta razón, se utilizó la técnica conocida como "Matched Pairs" para eliminar los componentes extrínsecos en la degradación y caracterizar mejor la confiabilidad intrínseca.
- Se demostró que los diodos para la tecnología de 200V garantizan una operación de más de 10 años cuando se aplica  $V_F=1.3V$ . Contrariamente a nuestra hipótesis, los diodos referenciales para la tecnología de 650V parecen no alcanzar el tiempo de vida necesario. Principalmente se observó que como está estructura usa una distancia ánodo-cátodo de 16  $\mu m$ , la degradación de  $V_F$  se vuelve menos dependiente del voltaje de estrés aplicado impidiendo la extrapolación basada en la ley de potencia.
- La hipótesis de usar una variación en la estructura del ánodo por medio de una doble terminación de borde cerrado (2GET) sin perjudicar la operación del dispositivo en estado de encendido fue falsa. Aunque esta estructura había mostrado buena confiabilidad en pruebas de estrés en la condición de apagado, resultó provocar mayor degradación durante el estado de encendido debido a un mayor atrapamiento de cargas en el dieléctrico y su interfaz con la barrera AlGaN.
- La hipótesis de que una variación en el material del ánodo usando una bicapa de  $Al_2O_3$  y  $SiO_2$  puede mejorar la confiabilidad del dispositivo resulta ser parcialmente verdadera. Por un lado, este cambio de material parece mejorar la interfaz (dieléctrico/AlGaN) reduciendo la variabilidad extrínseca o debida al proceso de fabricación. Sin embargo, la extrapolación del tiempo de vida no puede obtenerse, ya que se identificó durante el estrés la presencia de dos mecanismos que se contraponen ( $V_{TON}$  se degrada y  $R_{ON}$  mejora). Esto provoca que, aunque inicialmente  $V_F$  se degrada, al aumentar el tiempo de estrés logra recuperarse sin alcanzar la condición de fallo del dispositivo (%5 de desplazamiento de  $V_F$  con respecto al valor inicial previo al estrés).

- Las simulaciones TCAD mostraron que la distribución del campo eléctrico en la barrera AlGa<sub>N</sub> presenta picos relevantes en la esquina de la terminación de borde cerrado (GET) y en los bordes del contacto Schottky. Estos picos, se ven reducidos al utilizar la bicapa de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y SiO<sub>2</sub> lo cual puede explicar la menor degradación observada en estos diodos con respecto a los diodos referenciales usando Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>.

#### PRODUCTOS:

- Artículo: "Estudio de Confiabilidad en Diodos Basados en AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> Durante el Estado de Encendido"; Acurio E.; Formato Revista Politécnica.
- Artículo: "Realibity Assessment of AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> Schottky Barrier Diodes under ON-state stress"; Acurio E.; Trojman L.; Crupi F.; IEEE Transactions on Device and Materials Realibity (TDMR) (Scopus – Q2); enero 2020.
- Presentación a la comunidad politécnica - conferencia: "Realibity Assessment of AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> Schottky Barrier Diodes under ON-state stress"; Acurio E.; marzo 2020.

#### 4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El proyecto interno sin financiamiento o autogestionado no conto con asignación presupuestaria.

#### 5. FINALIZACIÓN:

Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto de Investigación Interno Sin Financiamiento o Autogestionado PII-DFIS-2019-05: "Estudio de confiabilidad de diodos de potencia basados en tecnología Ga<sub>N</sub>",

Para constancia de lo ejecutado y por estar de acuerdo con el contenido de la presente Acta, las partes libre y voluntariamente suscriben la misma, en tres ejemplares de igual contenido, tenor y valor legal.

Dado en la ciudad de Quito, D.M. a los doce días del mes de octubre del año dos mil veinte.

---

Ph.D. Alexandra Alvarado  
Vicerrectora de Investigación,  
Innovación y Vinculación

cc/np

---

Dra. Eliana Acurio  
Directora del Proyecto  
PII-DFIS-2019-05