



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra



Plan de Estudios de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra

Programa

Efectos de la Radiación Espacial en Dispositivos Electrónicos

Clave	Semestre 6°, 7° u 8°	Créditos 9	Campo de conocimiento: Ciencias de la Tierra	
			Etapas de formación: Avanzada	
Modalidad	Curso(x) Taller() Lab() Seminario() Otras		Tipo	T (X) P () T/P ()
Carácter	Obligatorio () Optativo (X) Obligatorio E () Optativo E ()		Horas: 6	
Duración	16 semanas		Semana	Semestre
			Teóricas: 3	Teóricas: 48
			Prácticas: 3	Prácticas: 48
			Total: 6	Total: 96

Seriación

Ninguna (X)

Obligatoria ()

Asignatura antecedente	
Asignatura subsecuente	
Indicativa ()	
Asignatura antecedente	
Asignatura subsecuente	

Objetivo general: Analizar los efectos de radiación ionizante que alteran el funcionamiento de los dispositivos electrónicos en los sistemas espaciales y emplear las técnicas para su mitigación.

Objetivos particulares:

Contrastar las fuentes de radiación en el ambiente espacial y sus características para el diseño de blindajes.

Ejemplificar el concepto de dosis de ionización total para entender los métodos que permitan calcularla.

Usar la plataforma SPENVIS como herramienta para estimar la dosis de radiación total en el ambiente espacial.

Índice temático

	Tema	Horas Semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Fuentes de radiación espacial y sus características	3	3
2	Dosis de ionización total	6	6



3	Uso de la plataforma SPENVIS para estimar dosis de ionización total	6	6
4	Cálculo de blindaje contra dosis de ionización total	3	3
5	Efectos de eventos individuales	12	12
6	Uso de la plataforma SPENVIS para estimar efectos de eventos individuales	6	6
7	Estimación de ocurrencia de efectos de eventos individuales	6	6
8	Técnicas de mitigación contra efectos de eventos individuales	6	6
Subtotal		48	48
Total		96	

Contenidos temáticos	
Temas	Subtemas
1	Fuentes de radiación espacial y sus características 1.1 Radiación Solar 1.2 Radiación cósmica 1.3 Campo geomagnético 1.4 Anillos de radiación de la Tierra
2	Dosis de ionización total 2.1 Mecanismo de conteo de la dosis de ionización total 2.2 Efectos en dispositivos electrónicos
3	Uso de plataforma SPENVIS para estimar la dosis total de ionización 3.1 Generación de órbitas 3.2 Uso de modelos de radiación en tránsito y atrapada 3.3 Generación de curvas de profundidad de dosis total de ionización
4	Cálculo de blindaje contra dosis de ionización total 4.1 Efecto de blindaje contra la dosis total de ionización 4.2 Determinación de blindaje dado un requerimiento de dosis total de ionización 4.3 Determinación de tolerancia de dosis total de ionización en función de una estructura de blindaje existente
5	Efectos de eventos individuales 5.1 Mecanismos de los efectos de eventos individuales 5.2 SEU 5.3 SEL 5.4 SGR 5.5 SEB 5.6 SEFI 5.7 SEMBE 5.8 SET 5.9 SEIDC
6	Uso de plataforma SPENVIS para estimar efectos de eventos individuales 6.1 Uso de modelos para la estimación de SEU. 6.2 Obtención de curvas de espectro y flujo LET
7	Estimación de ocurrencia de efectos de eventos individuales 7.1 Determinación de condiciones de radiación en una misión espacial



	7.2 Estimación de probabilidad de ocurrencia de efectos de eventos individuales en una misión
8	Técnicas de mitigación contra efectos de eventos individuales 8.1 Redundancia en hardware 8.2 Redundancia en tiempo 8.3 Redundancia en información 8.4 Redundancia en software

Estrategias didácticas	
	Lecturas
	Trabajos en equipo
	Aprendizaje basado en problemas
	Exposición oral

Evaluación del aprendizaje	
	Exámenes
	Elaboración de ensayos
	Exposición de temas
	Trabajos y tareas
Perfil profesiográfico del docente	
Título o grado	Licenciatura en Ciencias de la Tierra, Licenciatura en Física. Nivel mínimo de Maestría.
Experiencia docente	Experiencia docente de cuando menos dos años a nivel superior.
Otras características	Haber tomado el curso de formación docente de la ENCIT.

Bibliografía básica	
	Bagatin, M. and Gerardin, S. (2015). Ionizing radiation effects in electronics: from memories to imagers. CRC Press.
	Cressier, J.D. and Mantooh, H.A. (2017). Extreme environment electronics. CRC Press.
	Iniewski K. (2010). Radiation Effects in Semiconductors. CRC Press.
	Schrimpf, R.D. and Fleetwood, D.M. (2004). Radiation effects and soft errors in integrated circuits and electronic devices. Singapore: World Scientific.
	Syed Naeem Ahmed. (2007). Physics and engineering of radiation detection. USA: Academic Press Inc. Elsevier.
Mesografía (referencias electrónicas)	
	The space environment information system. https://www.spervis.oma.be/
	European space agency. Space environment. http://space-env.esa.int/R_and_D/spervis.html

Bibliografía complementaria	
	Iniewski, K. (2010). Semiconductor radiation detection systems. CRC Press.