

Índice

1. Teoría del daño por radiación	3
1.1. Interacciones durante el choque de partículas	3
1.1.1. Sección eficaz	4
1.1.2. Ionización	6
1.1.3. Desplazamientos atómicos	6
1.1.4. Colisiones de electrones y protones	7
1.1.5. Desplazamientos por átomo (dpa)	7
1.2. Mecanismos de daño por desplazamiento y producción de defectos	9
1.2.1. Secuencia de colisiones por reemplazo (SCR)	9
1.2.2. Cascadas de desplazamientos	11
1.2.3. Espectro PKA de las colisiones	13
1.2.4. Dependencia en profundidad del espectro PKA	15
2. Daño por radiación en el espacio	17
2.1. El medio ambiente espacial	17
2.2. Teoría del daño en celdas solares de Si	22
2.2.1. Junturas p-n	22
2.2.2. Modelo eléctrico de una celda solar monojuntura	24
2.2.3. Influencia de los defectos por desplazamiento	26
2.2.4. Manifestación en las propiedades eléctricas de la celda solar	27
2.3. Métodos de caracterización de daño en celdas solares en el espacio	29
2.3.1. Método del JPL	29
2.3.2. Método del NRL	32
2.3.3. Método del CAC	35
3. Degradación de propiedades eléctricas de celdas fotovoltaicas	41
3.1. Dispositivos experimentales para la irradiación	41
3.1.1. Acelerador de iones TANDAR	42
3.1.2. Acelerador de electrones LINAC	43
3.1.3. Copa de Faraday	44

3.1.4. Portaceldas	48	
3.1.5. Montaje experimental	48	
3.2. Irradiación de celdas solares	49	7] Co
3.2.1. Irradiación de celdas solares de Si con protones	49	
3.2.2. Irradiación de celdas de Si con electrones	52	A. Sil
3.2.3. Análisis y comparación de resultados	54	A.1
3.3. Conclusiones	58	
4. Medición del tiempo de vida media de portadores minoritarios en obleas de Si irradiadas	61	B. Irr
4.1. Introducción	62	B.1
4.1.1. Procesos de recombinación y tiempos de vida media	62	B.2.
4.1.2. Relación entre la fotoconductancia y el tiempo de vida media	63	B.3.
4.2. Dispositivo experimental para la medición del tiempo de vida media	64	B.4.
4.2.1. Principio de operación	64	
4.2.2. Circuito básico para la medición de la fotoconductancia	66	C] Pas
4.2.3. Medición de la generación de portadores (G)	68	c.1.
4.2.4. Medición del tiempo de vida media	68	c.2.
4.3. Irradiación de obleas de Si con protones	69	c.3.
4.4. Resultados de la irradiación	70	
4.5. Analisis de resultados	72	
4.6. Conclusiones	75	
5. Medición de la energía de los electrones del acelerador lineal LINAC (C.A.B.)	77	
5.1. Procedimiento experimental	78	
5.1.1. Dispositivo experimental	78	
5.1.2. Ecuaciones de movimiento y ángulo de desviación	80	
5.1.3. Medición del campo entre imanes	82	
5.2. Cálculo numérico para resolver el problema	84	
5.3. Resultados	85	
6. Prototipo para un portamuestra con ciclado térmico	89	
6.1. Criterios de diseño	90	
6.1.1. Conceptos básicos sobre calor para el diseño preliminar	90	
6.1.2. Modelo térmico del portamuestras	92	
6.1.3. Aplicación del modelo térmico	93	
6.2. Prototipo construido	93	
6.2.1. Platina calefactora	93	
6.2.2. Resistencias Térmicas	95	
6.2.3. Placa refrigerante	95	
6.2.4. Mediciones y analisis	96	

6.2.5. Conclusiones	99
7. Conclusiones generales	101
7.0.6. Reflexión final	103
A. Simulaciones con el código TRIM	105
A.1. Aproximación de colisiones binarias	105
A.1.1. Parámetros ingresados en la simulación	106
B. Irradiación de celdas multijuntura	109
B.1. Estructura de las celdas multijuntura	109
B.2. Montaje experimental	109
B.3. Irradiación de celdas de $GaInP_2/GaAs/Ge$ de juntura doble con electrones	110
B.4. Irradiación de celdas de $GaInP_2/GaAs/Ge$ de triple juntura (3J) con protones	111
C. Pasivación de la recombinación superficial	115
C.1. Limpieza de las muestras	115
C.2. Inmersión en HF	116
C.3. Calibración del equipo DFC	116