Índice general

1. La radiografía con neutrones **2**
1.1. ¿Que es la neutrografía? 2
1.2. ¿Por que neutrografiar? 2
1.3. Técnicas de neutrografía 4
1.4. Estado del arte en el mundo 5

2. La Facilidad del reactor RA-6 **7**
2.1. La fuente de neutrones 8
2.2. Los filtros 8
2.2.1. Filtro de Bismuto 10
2.2.2. Filtro de Zafiro 10
2.2.3. Filtro - Fuente puntual 10
2.3. La Colimación 11
2.3.1. El colimador actual 11
2.3.2. Antiguo colimador 11
2.4. El Blindaje 12
2.5. El conformado de la imagen 13
2.5.1. La placa centelladora 13
2.5.2. El espejo 14
2.5.3. La Cámara 14
2.5.4. La lente y el obturador 16
2.6. Caracterización y Optimización 17

3. Las técnicas de medición y procesamiento **18**
3.1. Medición del flujo de neutrones en el haz 18
3.2. Medición dosis γ en el haz 23
3.3. Posicionador 23
3.4. Medición de Dosis fuera del blindaje 25
3.5. Indicadores de calidad de la imagen 26
3.5.1. Indicador de Pureza del Haz - BPI 26
3.5.2. Indicador de la Sensibilidad del Haz - SI 30
3.5.3. Indicador de L/D 32
3.6. Obtención de la resolución y el contraste de la imagen 34
3.6.1. Ecualizado de la imagen 34
3.6.2. Obtención del contraste 34
3.6.3. Obtención de la resolución 36

3.7. Eliminación y conteo de los puntos Blancos 37

4. Análisis y optimización preliminar 40
4.1. La Sensibilidad de la Cámara 40
4.1.1. Sensibilidad comparada con un objeto de uso cotidiano 40
4.1.2. Captura con cámaras comerciales 41
4.1.3. Estimación del flujo de neutrones necesario 42
4.2. Optimización de los parámetros de la cámara y del sistema de adquisición 43
4.2.1. Relación Señal-Ruido 43
4.2.2. El foco de la imagen en función de la Profundidad de Campo 46
4.3. Optimización de la arquitectura informática 47
4.3.1. Sensibilidad del tiempo de adquisición a la CPU utilizada 48
4.3.2. Implementación de la administración remota 49
4.4. Optimización del enfoque de la cámara 49
4.4.1. Implementación de iluminación adicional dentro de la caja 50
4.4.2. Implementación de un monitor dentro de la facilidad . 51
4.5. Verificación de la linealidad del sistema 53
4.5.1. Intensidad vs Tiempo de Exposición 53
4.5.2. Intensidad vs Potencia del Reactor 57
4.5.3. Del selector de la ganancia 59
4.6. Puntos Blancos Permanentes vs Tiempo de Exposición 60
4.7. Comprobacion de la repetitividad en la medición de flujos . . 62
4.7.1. Primera Medición 62
4.7.2. Segunda medición 62
4.7.3. Acondicionamiento del blindaje externo 62

5. Caracterización y optimización del haz 65
5.1. Configuraciones estudiadas y resultados 66
5.1.1. Medición con la configuración antigua de filtros 66
5.1.2. Medición Sin Bismuto 70
5.1.3. Medición con 5 cm de Bismuto 74
5.1.4. Medición con 15 cm de Bismuto 78
5.1.5. Medición con 10 cm de Zafiro 82
5.2. Resumen de resultados 86
5.3. Análisis de los resultados 88
5.4. Conclusiones 90

6. Optimización del sistema óptico y blindaje de la cámara 92
6.1. Posición de la cámara 92
6.2. Dependencia de la intensidad con la distancia 93
6.3. Efecto de los blindajes laterales de la cámara 97

7. Conclusiones y trabajos futuros **98**
7.1. Diseño conceptual de una nueva caja 98
7.2. Más trabajos futuros 100
7.3. Conclusiones Generales 101

A. El principio de funcionamiento de los CCD **103**
A.1. Proceso de digitalización 103
A.2. Fuentes de Ruido 105
A.3. Daño por irradiación 106
A.4. Annealing 108

B. Evaluación del proyecto **109**

Índice de figuras **113**

Índice de cuadros **117**

Bibliografía **119**