SECCIÓN **PÁGINA**

1. INTRODUCCIÓN 2
2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA 2
3. PROGRAMAS DE FORMACIÓN 3
3.1 ULTRASONIDOS 3
3.2 CORRIENTES INDUCIDAS 18
3.3 LIQUIDOS PENETRANTES 27
3.4 PARTICULAS MAGNÉTICAS 36
3.5 RADIOGRAFIA CON PELÍCULA 44
3.6 RADIOGRAFIA SIN PELÍCULA (DIGITAL) 59

NOTA: Este procedimiento, junto con el resto de los procedimientos CNAEND-XX, anulan y sustituyen a los procedimientos PCNA-XX

Revisión	Motivo de la revisión	Fecha	Páginas afectadas	Preparado por:	Conforme: Director de Calidad	Aprobado por: PRESIDENTE CNAEND
Básica	------	04-10-19	-----	P. Arroyo	F. Gómez	V. Cortés

1. INTRODUCCIÓN

La formación del personal que realiza END, requiere una formación acorde con la norma EN-4179 y con los requisitos de los clientes.

El CNAEND requiere a las agencias aprobadas, que como mínimo impartan la formación con el programa que figura en este procedimiento.

La duración mínima de los diferentes programas de formación incluidos en este documento será la indicada en el procedimiento CNAEND-03.

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Normas AITM y Manuales de AIRBUS
Normas BAC y Manuales de Boeing
Normas RRPS y Manuales de Rolls Royce
Normas y Manuales de SAFRAN
Normas y Manuales de PW
Normas y Manuales de Bombardier
Normas y Manuales de Embraer
Normas y Manuales de CFM y GE
Norma EN4179
Norma NAS410

3. PROGRAMAS DE FORMACIÓN

3.1 ULTRASONIDOS

3.1.1 ULTRASONIDOS NIVEL 1

Ultrasonidos Nivel 1		
Principios físicos básicos	Generación del sonido	Principios básicos Teoría de oscilaciones Teoría de ondas
	Tipos de ondas	Ondas longitudinales Ondas transversales Ondas superficiales Pulsos Distribución de ondas sonoras
	Comportamiento de las ondas en el medio material	Ondas sonoras en gases y sólidos Refracción Reflexión Ondas sonoras en fluidos
	Técnicas de inspección	Transmisión Pulso-eco
Aplicacion de los ultrasonidos	Calibración y verificación	Calibración de dispositivos de ultrasonidos Calibración de palpadores convencionales Calibración de palpadores angulares Calibración conociendo la velocidad del sonido Calibración sin conocer la velocidad del sonido Verificación de la calibración
	Dispositivos de inspección por ultrasonidos	Diseño de un dispositivo de ultrasonidos Propiedades de los cables Diseño de palpadores convencionales Diseño de palpadores angulares Diseño de palpadores bicristales Campo sonoro de palpadores convencionales
Realización del ensayo	Inspección por ultrasonidos	Precisión de medición para la calibración Error de linealidad Selección de campo en la calibración Selección de sistema de calibración Medición de espesores Método de ecos múltiples Proceso de escaneado

Ultrasonidos Nivel 1		
Principios físicos básicos	Generación del sonido	Principios básicos Teoría de oscilaciones Teoría de ondas
	Tipos de ondas	Ondas longitudinales Ondas transversales Ondas superficiales Pulsos Distribución de ondas sonoras
	Comportamiento de las ondas en el medio material	Ondas sonoras en gases y sólidos Refracción Reflexión Ondas sonoras en fluidos
	Técnicas de inspección	Transmisión Pulso-eco
Aplicacion de los ultrasonidos	Calibración y verificación	Calibración de dispositivos de ultrasonidos Calibración de palpadores convencionales Calibración de palpadores angulares Calibración conociendo la velocidad del sonido Calibración sin conocer la velocidad del sonido Verificación de la calibración
	Dispositivos de inspección por ultrasonidos	Diseño de un dispositivo de ultrasonidos Propiedades de los cables Diseño de palpadores convencionales Diseño de palpadores angulares Diseño de palpadores bicristales Campo sonoro de palpadores convencionales
Realización del ensayo	Inspección por ultrasonidos	Precisión de medición para la calibración Error de linealidad Selección de campo en la calibración Selección de sistema de calibración Medición de espesores Método de ecos múltiples Proceso de escaneado

Ultrasonidos Nivel 1		
		Medición de profundidad Determinación de localización de defectos mediante dispositivos digitales
Inspección de componentes aeronáuticos	Inspección de componentes metálicos	Inspección de componentes aeronáuticos Inspección de partes estructurales Inspección de uniones remachadas
	Inspección de CFRP	Inspección de compuestos fibra Fabricación de compuestos de fibra Inspección de ultrasonidos de CFRP Equipo para la inspección de CFRP Palpadores para la inspección de CFRP
Inspección de componentes aeronáuticos (Continua)	Inspección de CFRP (Continua)	Tipos de defectos en CFRP Inspección según AITM
Documentación e informes		Documentación Análisis de indicaciones Evaluación de indicaciones Umbral de detección Límite permitido
Ciencia de materiales	Defectos en componentes metálicos	Defectos generados en producción del material Porosidad Escoria Segregaciones Defectos en el molde Defectos en el laminado Defectos de forja Defectos en la postproducción Imperfecciones en el cordón de soldadura Defectos por fatiga Corrosión y sus tipos
Ejercicios prácticos		Calibración en distancias Campo en la calibración / precisión de la lectura Medida de la amplitud de señal Calibración con barrido en base de tiempo retrasado Medición de espesores Inspección de defectos en el laminado

Ultrasonidos Nivel 1		
Ejercicios prácticos (Continua)		Calibración en palpadores bicristales Medición de la velocidad del sonido Comprobación de la linealidad del amplificador Barrido axial Barrido radial Inspección axial de cuerpos torneados Inspección por inmersión Determinación del punto de salida del haz Determinación del ángulo real de refracción Calibración en distancias de palpadores angulares Ajuste en cuerpos semicilíndricos Ajuste en probetas patrón Determinación de X y α en los bordes Comparación de indicaciones dinámicas en palpadores angulares Inspección de compuestos de fibra Inspección de componentes estructurales Inspección de una unión longitudinal

3.1.2 ULTRASONIDOS NIVEL 2(PREVIO NIVEL 1)

Ultrasonidos nivel 2		
Inspecciones en la industria aeronáutica	Objetivos de los END en la aeronáutica	Inspecciones ejemplo Uniones en el fuselaje Frenos aerodinámicos de CFRP Flap tracks Objetivos de los END Conceptos de diseño Concepto "fail-safe" Concepto de tolerancia al daño Concepto "safe-life" Creación de partes significantes para la integridad estructural
Principios físicos básicos	Ondas y vibraciones	Conceptos básicos de la teoría de ondas y vibraciones Forma de las ondas Ondas transversales Ondas longitudinales Ondas superficiales Forma del pulso Pulsos de banda ancha Pulsos de banda estrecha Espectro de las ondas sonoras Ondas sonoras en sólidos Ondas sonoras en líquidos Ondas sonoras en gases Presión del ciclo del sonido Impedancia acústica Factor de penetración Factor de reflexión
Generación del sonido	Procedimientos de generación del sonido	Procedimientos electrodinámicos Procedimientos piezoeléctricos Ultrasonidos generados por láser
Magnitudes del campo sonoro	Geometría del campo sonoro	Campos sonoros de palpadores convencionales Campos sonoros de palpadores angulares Palpadores de rototest Transductores de pulsos rectangulares Influencia en la geometría de del campo sonoro

Ultrasonidos nivel 2		
Diseño de palpadores	Tipos de palpadores	Palpadores convencionales Palpadores angulares Paladores bicristales Palpadores de inmersión Palpadores para soldadura por puntos
Diseño de palpadores (Continua)	Tipos de palpadores (Continua)	Palpadores para alta temperatura Probetas focalizadas Palpadores phased array
Técnicas de inspección		Transmisión Pulse-eco Inspección automática Inmersión Phased array
Equipo de inspección de ultrasonidos	Diseño y uso de dispositivos de ultrasonidos	Diseño general de dispositivos de ultrasonidos Equipo de ultrasonidos analógico Equipo de ultrasonidos digital Interferencias con equipos periféricos Equipos digitales en campo USM25 Concepto de manejo
Phased array	Métodos de inspección con phased array	Tecnología phased array Equipo para inspección phased array Focalización con phased array Panorámica del haz de sonido Barrido lineal con phased array
Ayudas de localización		Visualización del haz de incidencia perpendicular Herramientas para el barrido por ondas transversales Determinación de localización de defectos con un equipo convencional Determinación de localización de defectos con un equipo digital
Representación de señales ultrasónicas	Tipos de representación	A-scan B-scan C-scan D-scan
		Requerimientos de las probetas patrón

Ultrasonidos nivel 2		
Métodos directos de evaluación de defectos	Magnitudes y ley de los cuadrados inversos	Eco de fondo Cuerpos cilíndricos Taladro lateral Leyes del cuadrado inverso de reflectores de calibración Leyes de magnitud de reflectores de calibración Cálculo del disco equivalente
	Método de bloque de referencia/línea base	Método directo para evaluación de indicaciones Método de la probeta patrón Método de línea base Ajustes de amplificación para el método de línea base Inspección empleando el método de línea base Corrección de la ganancia: curva TCG Evaluación de defectos utilizando el método de línea base
Método indirecto de evaluación de indicaciones	Método DGS (Distancia, ganancia, tamaño)	Método indirecto de evaluación de indicaciones Estructura del diagrama DGS Diagrama especial DGS Inspección utilizando DGS
Ajuste de la sensibilidad	Amplificación y corrección	Ajustes de amplificación Calibración del amplificador Ajuste de amplificación Corrección de la transferencia Corrección del acoplamiento Corrección de la probeta patrón
Atenuación del sonido	Mecanismos de atenuación	Atenuación del sonido Dispersión del sonido Absorción de la señal Mecanismos de atenuación Determinación de la atenuación
Inspección de compuestos de fibra	AFRP, GFRP, CFRP	Fabricación de compuestos de fibra Tipos de compuestos de fibra Características de compuestos de fibra

Ultrasonidos nivel 2		
		Características especiales de los compuestos de fibra Inspección por ultrasonidos de compuestos de fibra Palpadores con zapatas Identificación de delaminaciones Inclusiones Impactos en compuestos de fibra
Documentación	Análisis y evaluación	Importancia de la documentación Documentación aplicada Documentación de calidad Análisis Evaluación Estructura de un informe
Instrucción escrita		Requerimientos de una instrucción escrita Estructura de una instrucción escrita Vocabulario de una instrucción escrita Preparación de una instrucción escrita
Ciencia de materiales	Defectos en fabricación	Porosidad Escoria Segregaciones Defectos en el molde de fundido
	Defectos en el postprocesado	Defectos de laminado Defectos de forja Defectos causados durante el procesado Imperfecciones en el cordón de soldadura
	Defectos por condiciones operacionales	Defectos por fatiga Corrosión y sus tipos
	Defectos en CFRP	Porosidad Delaminaciones Inclusiones de otro material Agua absorbida en estructuras sándwich
Parte práctica		Calibración en distancia Rango de la calibración / precisión en la lectura Medida de ancho de señal Calibración con barrido en base de tiempo de retardo Medida de espesores Comprobación de la linealidad horizontal

Ultrasonidos nivel 2		
		Comprobación de la linealidad vertical Determinación de la precisión en las mediciones Medida de espesores residuales Palpadores bicristales Barrido axial Técnica de inmersión Medida de la velocidad del sonido Medida del campo sonoro en palpadores convencionales Determinación del coeficiente de atenuación Pérdidas de transferencia Determinación de la corrección del enganche Guardar la calibración Guardar la calibración con una curva TCG Corrección de la atenuación Atenuación en CFRP Inspección de CFRP en producción Preparación de una instrucción escrita

3.1.2 ULTRASONIDOS NIVEL 3

Ultrasonidos Nivel 3		
Información física básica	Vibraciones y ondas, refracción Impedancia acústica	Principios de inspección por ultrasonidos Vibraciones Pulsos Ondas Propagación del sonido Campo sonoro Reflectores en el campo sonoro Sonido a lo largo de capas límite Reflexión Reflexión total Refracción Ley de la refracción: conversión de ángulos Presión del sonido en las capas límite Transmisión del sonido en las capas límite Efecto de pared lateral Conversión de ondas Separación de ondas
Generación de ultrasonidos	Procedimiento de generación del sonido	Efecto piezoeléctrico Efecto magnetostráctico

Ultrasonidos nivel 3		
		Generación de sonido electrodinámico Ultrasonidos láser Generación de sonido electroacústico Correlaciones físicas
Materiales y diseños	Metales y plásticos	Aluminio y sus aleaciones Panel de la piel soldado con láser Glare Plásticos CFRP Métodos de fabricación de CFRP Termoplásticos Conformado superplástico Soldadura por difusión Soldadura por fricción-agitación (FSW) GFRP y sus aplicaciones Diseño de estructuras sándwich
Alcance de los ultrasonidos y otros tipos de END	Comparación de métodos	Categorización de métodos de inspección Comparación de ultrasonidos con otros métodos Requerimientos para la inspección por ultrasonidos Técnicas de inspección por ultrasonidos Ventajas e inconvenientes de cada técnica
Alcance de los ultrasonidos y otros tipos de END (Continua)	Comparación de métodos (Continua)	Competencias Competencias de otros métodos de NDT
Procedimientos de inspección	Técnicas de inspección	Pulso-eco Transmisión Selección del tipo de barrido Incidencia de un haz convencional Barrido por ondas transversales Barrido tándem Palpadores bicristales Selección del modo de acople Método de contacto Inmersión Método por chorro Técnica de inspección de "gaps" "Dry disconnect coupling"

Ultrasonidos nivel 3		
		Inspección manual Inspección automática Inspección en compuestos de fibra Inspección de componentes monolíticos Inspección de componentes sándwich Estructuras de fibra de FRP Inspección ultrasónica acoplado con aire Ultrasonidos láser
Selección de equipo		Palpadores Instrumentos de una inspección por ultrasonidos Cables y conectores Acoplantes Palpadores con encoder Sistemas electrónicos y computarizados Dispositivos de fijación de componentes Probetas de calibración
Utilización del equipo	Calibraciones	Calibración Selección de probeta de calibración Calibración en distancia Ajustes del amplificador Método de evaluación de altura del eco Correcciones del amplificador Preparación de la pieza a inspeccionar Implementación de la inspección Indicaciones y su evaluación Documentación Post-procesado de la pieza a inspección
Identificación y distribución de las señales	Representación en la pantalla	Indicación del pulso de transmisión Indicaciones en el método de transmisión Indicaciones de ecos Eco de interfase Eco de fondo Eco de contorno Ecos fantasma Ecos falsos Señales de microestructuras Ruido Ecos discontinuos
		A-scan

Ultrasonidos nivel 3		
Representación de señales ultrasónicas	Opciones de representación	B-scan C-scan D-scan Polar scan Otros tipos
Inspección del CFRP	Particularidades de la inspección del CFRP	Inspección de radios Inspección de radios internos Inspección de radios externos Inspección por transmisión de radios Inspección de radios externos con phased-array Inspección de radios internos con phased-array Inspección de radios externos con pulso-eco
Inspección del Glare		Propiedades del Glare Inspección del Glare
Evaluación de indicaciones	Procedimientos de evaluación de indicaciones	Información general de evaluación de indicaciones Pre-requisitos de evaluación de indicaciones Longitud de la trayectoria de la evaluación Altura del eco de la indicación Método directo Método indirecto Evaluación dinámica del eco
Métodos de barrido		Lift off Método del 10% Método del 25% Método del 50% Evaluación de indicaciones según la norma
Caso práctico		Instrucción de ensayo para una barra Instrucción de ensayo para el carenado del timón
Instrucciones escritas	Preparación de instrucciones escritas	Especificaciones de la pieza Instrucciones escritas Contenido y disposición de una instrucción escrita

Ultrasonidos nivel 3		
Probetas patrón y formularios		Probetas patrón Procedimientos Especificaciones e instrucciones

3.1.4 ULTRASONIDOS PHASED ARRAY (NIVEL 2)

Ultrasonidos Phased Array, Nivel 2		
Entrenamiento Teórico		
Principios de funcionamiento		
Leyes focales		
Opciones de dirección del campo sonoro		
Configuración y estructura de unidades de ensayo de phased array		
Modelado del campo sonoro		
Técnicas de ensayo		
Técnicas de escaneado		
Representación de datos		
Instrumentos del laboratorio e instrumentos móviles		
Sondas de phased array		
Calibración		
Obtención de datos		
Materiales y diseños		
Normas y regulaciones		
Entrenamiento practico		
Escaneo lineal de un bloque de aluminio con taladros de fondo plano		
Escaneo lineal de un bloque de aluminio con taladros laterales		
Escaneo sectorial de un bloque de aluminio con taladros laterales		

Ultrasonidos Phased Array, Nivel 2		
Escaneo lineal y análisis de datos de un panel reforzado de fibra de carbono con daños por impacto		
Escaneo lineal y análisis de datos de la conexión entre un larguerillo y la piel de un CFRP		
Escaneo lineal usando las curvas DAC/TCG de una escalera patrón		
Escaneo sectorial usando zapata (Ejemplo: inspección de Scribe lines en estructuras soldadas longitudinalmente)		

3.2 CORRIENTES INDUCIDAS

3.2.1 CORRIENTES INDUCIDAS NIVEL 1

Corrientes inducidas, nivel 1		
Información física básica	Principio de las corrientes inducidas	
	Variables eléctricas	Voltaje Intensidad Frecuencia Resistencia Resistencia específica Conductividad Cambio de fase Potencia Resistencia en circuito de corriente alterna
	Magnetismo	Principios básicos del magnetismo Ferromagnetismo Importancia del campo magnético Comparación entre los sistemas eléctricos/hidráulicos y el magnetismo Propiedades de las ferritas
	Inducción electromagnética	Transformador Autoinducción Corrientes inducidas
	Propiedades de las corrientes inducidas	Principio de excitación de corrientes inducidas Profundidad de penetración de corrientes inducidas Interferencia de propagación
	Impedancia	Impedancia de la bobina Gráfico de la impedancia
	Gráfico de impedancia	Estructura del gráfico de impedancia Variables que influyen en los cambios de impedancia Variaciones de conductividad Representación de señales de corrientes inducidas
	Sistema de inspección con corrientes inducidas	Funciones principales del sistema de inspección
	Palpadores	Visión general de bobina Circuito eléctrico del equipo y el palpador Circuitos con bobinas
Aplicaciones técnicas		Medida de la conductividad

Corrientes inducidas, nivel 1		
		Medida de espesores de capa Inspección de corrosión Inspección de grietas
Equipo de inspección y medios auxiliares	Equipo y herramientas	Equipo de medición de conductividad Galgas de medición de espesores de capa Equipos de inspección de grietas Equipos de inspección de corrosión Dispositivos universales de corrientes inducidas
Supervisión del procedimiento		Supervisión general Calibración y probetas patrón
Interpretación de señales, evaluación y documentación		Análisis de piezas Evaluación de piezas Reconocimiento de defectos y límites permitidos Registro
Defectos generados en fabricación		Inclusiones Porosidad Cavidades de contracción Segregaciones Grietas Defectos originados en fabricación Defectos de forja y laminado Defectos originados en el torneado y el rectificado Defectos originados en el endurecimiento Defectos originados en vida operativa
Comparación de métodos de END		Comparativa con otros métodos
Seguridad		Normas generales de seguridad Manejo del equipo y herramientas
Parte práctica		Ejercicios prácticos aplicados a la aeronáutica

3.2.2 CORRIENTES INDUCIDAS NIVEL 2(PREVIO NIVEL 1)

Corrientes inducidas, nivel 2		
Principios básicos	Principios de corrientes inducidas	
	Variables eléctricas	Voltaje
		Intensidad
		Frecuencia
		Resistencia
		Resistencia específica
		Conductividad
		Cambio de fase
		Potencia
		Resistencia en circuito de corriente alterna
	Principios básicos del magnetismo	Campos magnéticos
		Excitación
		Fuerza del campo magnético
		Permeabilidad
		Densidad de flujo magnético
		Flujo magnético
		Curvas de magnetización
		Propiedades de las ferritas
		Ley de la inducción
		Transformador
		Autoinducción
		Efecto piel
	Corrientes inducidas	Generación de corrientes inducidas
		Propagación de corrientes inducidas
		Profundidad de penetración de corrientes inducidas
		Influencia en la propagación
	Impedancia de las bobinas	Información general
		Gráfico de la impedancia normalizada
		Preparación de un gráfico de impedancia normalizada
		Influencia de la conductividad
		Influencia de la distancia (lift-off)
		Influencia de la frecuencia de inspección
		Influencia del espesor de la pieza
		Influencia de las grietas
	Palpadores	Visión general
		Disposiciones de la bobina
		Tipos de circuitos
		Circuitos con bobinas y otros dispositivos

Corrientes inducidas, nivel 2		
		Función principal de los sistemas con bobinas
Principios básicos (Continua)	Diseño de un equipo de corrientes inducidas	Alternador
		Sistema de bobinas
		Fase de input
		Desmodulador
		Amplificador vectorial
		Compensación del punto cero
		Filtros
		Ajustador de fase
		Representación de señales
	Filtros	Información general
		Filtro de paso bajo
		Filtro de paso alto
		Filtro de paso de banda
		Selección del filtro y velocidad de ensayo
	Influencia de las propiedades de los componentes en un ensayo	Conductividades altas y bajas
		Especímenes ferromagnéticos
		Conductividad anisotrópicas, especímenes de ensayo de CFRP
	Ensayos estáticos y dinámicos	Ensayo estático
		Ensayo dinámico
		Ensayo usando palpadores deslizantes
Técnicas de aplicación	Medición de conductividad con equipos con pantalla	Selección de equipo y parámetros
		Metodología de secuencia de ensayo
		Representación y análisis de los valores de medición
		Variables típicas de perturbación
		Métodos alternativos
		Test de identificación de materiales positivos
	Medición de espesores con equipos con pantalla	Selección de equipo y parámetros
		Metodología de secuencia de ensayo
		Representación y análisis de los valores de medición
		Métodos alternativos
	Medición del espesor residual Ensayo de perdida de corrosión	Selección de equipo y parámetros
		Metodología de secuencia de ensayo
		Representación y análisis de los valores de medición
		Influencias perturbando el proceso
	Ensayo de grietas	Tipo de grietas
		Inspección de grietas estáticas usando componentes metálicos

Corrientes inducidas, nivel 2		
Técnicas de aplicación (Continua)	Ensayo de grietas (Continua)	Categorización de los tipos de grietas
		Procesado de señales, diferenciación de variables de perturbación
		Ingeniería de ensayos
		Influencias perturbando el ensayo
		Determinación de la longitud de grieta
		Inspecciones usando palpadores de rotación
		Grietas de muestra halladas en la inspección de taladros
	Uso de ordenadores	Determinar las características del palpador
		Ajustes del equipo automáticos
		Recolección de datos de medición
		Escáner
Equipo de ensayo y medios auxiliares		Equipos de medición de conductividad
		Galgas de espesor
		Instrumentos de ensayos de grietas
		Instrumentos de ensayos de corrosión
		Instrumentos universales de corrientes inducidas
Análisis, evaluación y documentación	Análisis, evaluación y documentación	Análisis de especímenes de ensayo
		Evaluación de especímenes de ensayo
		Umbrales de reconocimiento de defectos y fiabilidad
		Registro
	Conceptos básicos de evaluación estadística	Terminología estadística
		Curvas POD
Normas y regulaciones	Normas	Normas nacionales
		Normas internacionales
	Instrucciones de ensayo	Requisitos para instrucciones de ensayo
		Preparación de instrucciones de ensayo
	Casos prácticos	Ejemplos para una instrucción de ensayo
Capacidad del método		Información general sobre ensayos de corrientes inducidas
		Limitaciones del método
		Otros métodos de END
Defectos del material y control de calidad	Generación de irregularidades en piezas metálicas	Información general
		Irregularidades generadas durante la producción
		Irregularidades generadas durante el procesamiento

Corrientes inducidas, nivel 2		
		Fallo del material durante su actividad
		Corrosión y tipos de corrosión
	Conceptos de diseño	Vida Segura
		A prueba de fallos
		Tolerancia al daño
Prevención de accidentes y protección ambiental		Normas de seguridad y recomendaciones
Ejercicios prácticos		Ejercicios prácticos usando componentes aeronáuticos
		Preparación de un caso practico
		Preparación de una instrucción de ensayo

3.2.3 CORRIENTES INDUCIDAS NIVEL 3

Corrientes inducidas, Nivel 3		
Principios físicos básicos de inspecciones por corrientes inducidas	Variables eléctricas	Voltaje eléctrico
		Corriente eléctrica
		Frecuencia
		Resistencia eléctrica
		Resistencia eléctrica especifica
		Conductividad eléctrica
		Desfase
		Frecuencia angular
		Potencia eléctrica
		Efectos de las corrientes eléctricas
		Resistencia en un circuito de corriente alterna
	Principios básicos de magnetismo	Campos magnéticos
		Excitación
		Fuerza del campo magnético
		Permeabilidad
		Densidad de flujo magnético
		Flujo magnético
		Curvas de magnetización
		Propiedades de la ferrita
	Inducción electromagnética	Ley de la inducción
		Transformador
		Autoinducción

Corrientes inducidas, Nivel 3		
Principios físicos básicos de inspecciones por corrientes inducidas (Continua)		Efecto piel
	Corrientes inducidas	Generación de corrientes inducidas
		Propagación de corrientes inducidas
		Profundidad de penetración de corrientes inducidas
		Influencia en la propagación
	Impedancia de la bobina	Información general
		Zonas en la gráfica de impedancia
	Gráfico de la impedancia normalizada	Influencia de la conductividad
		Influencia de la distancia (lift-off)
		Influencia de la frecuencia de inspección
		Influencia del espesor de la pieza
		Influencia de las grietas
	Palpadores	Visión general
		Disposiciones de la bobina
		Tipos de circuitos
		Circuitos con bobinas y otros dispositivos
		Función principal de los sistemas con bobinas
	Diseño de un equipo de ensayo de corrientes inducidas	Alternador
		Sistema de bobina
		Fase input
		Demodulador
		Amplificador vectorial
		Compensación del punto cero
		Filtros
		Ajustador de la fase
		Representación de la señal
	Filtros	Información general
		Filtros de paso bajo
		Filtros de paso alto
		Filtros de paso de banda
		Selección de filtro y velocidad de ensayo
	Influencia de las propiedades del componente en ensayos por corrientes inducidas	Conductividades altas y bajas
		Especímenes de ensayo ferromagnéticos
		Conductividad anisotrópica, Especímenes de ensayo de paneles reforzados de fibra de carbono

Corrientes inducidas, Nivel 3		
	Ensayos estáticos y dinámicos	Ensayo estático
		Ensayo dinámico
		Inspeccionar usando palpadores deslizantes
Métodos de ensayo	Medición de la conductividad	Información general
		Objetivo de las mediciones de conductividad
		Principio de medición
		Variables
		Imprecisiones de medición / Bloques de calibración
		Implementación
		Normas y regulaciones
		Equipos de medición de conductividad
		Bloques de calibración para medición de conductividad
	Medición del espesor	Medición del espesor usando corrientes inducidas
		Medición del espesor usando métodos de inducción magnética
		Variables
		Imprecisiones de medición / Bloques de calibración
		Normas y regulaciones
		Galgas de espesor
	Ensayos de corrosión	Medición del espesor residual
		Medición de la eliminación de la superficie de corrosión
		Corrosión de capa
	Ensayo de grietas estáticas	Información general
		Tipos de causas de grietas
		Categorización de tipos de grietas
		Determinación de la longitud de grieta
	Ensayo de grietas superficiales	Información general
		Instrumentos magneto-ópticos
		Especificaciones END
		Comparación de normas para ensayos de grietas
		Equipo de ensayo para ensayos de grietas

Corrientes inducidas, Nivel 3		
	Ensayos de grietas para detectar grietas subsuperficiales	Procesado de señales, diferenciación de variables de perturbación Método de ensayo Influencias perturbando el proceso Ensayo de corrientes inducidas pulsadas Instrumentos universales de corrientes inducidas Ejemplo para una instrucción de ensayo
	Ensayo de tubos	Información general Comparación de normas
	Ensayo dinámico de grietas con probetas rotatorias	Defectos de muestra para inspeccionar taladros
		Bloques de calibración para inspeccionar taladros
		Normas y regulaciones
		Comparación de normas y regulaciones Instrumentos para ensayos con probetas rotatorias
	Uso de ordenadores	Determinación de las características del palpador Configuración automática del equipo Recopilación de datos Escáner Ensayo automático usando el método ONMAN
Comparación entre corrientes inducidas y otros métodos de END Comparación entre corrientes inducidas y otros métodos de END (Continua)		Información general Otros métodos de END Limitaciones del método Comparación con distintos métodos de ensayo de grietas superficiales
		Comparación con distintos métodos de ensayo de grietas subsuperficiales Comparación con métodos de ensayo de corrosión
Reglas y normas / Instrucciones de ensayo		Información general y normas Análisis Evaluación
		Normas y regulaciones nacionales e internacionales Instrucciones del proceso
		Estructura de una instrucción de ensayo Ejemplo de una instrucción de ensayo
Ejercicios prácticos	Caso practico	Desarrollo de un problema de ensayo

3.3 LIQUIDOS PENETRANTES

3.3.1 LIQUIDOS PENETRANTES NIVEL 1

Líquidos Penetrantes, Nivel 1		
Conceptos básicos	Principios básicos de líquidos penetrantes	
	Conceptos físicos básicos	Tensión superficial Mojabilidad Capilaridad
	Clasificación de líquidos penetrantes por normas	Líquidos penetrantes por contraste de colores Líquidos penetrantes fluorescentes Líquidos penetrantes fluorescentes por contraste de colores
	Procesos de eliminación de exceso de líquido penetrante	Eliminación de exceso de líquido penetrante con agua Eliminación de exceso de líquido penetrante con emulsionante lipofílico Eliminación de exceso de líquido penetrante con disolventes Eliminación de exceso de líquido penetrante con emulsionante hidrofílico Eliminación de exceso de líquido penetrante con agua y disolventes
	Tipos de reveladores	Reveladores secos Reveladores húmedos disolubles en agua Reveladores húmedos suspendidos en agua Reveladores húmedos basados en disolvente Reveladores húmedos para aplicaciones especiales
Propiedades del ojo humano		Agudeza visual Capacidad de discriminación del color Sensibilidad al contraste Adaptación al brillo/oscuridad Astigmatismo
Especímenes de ensayo		Requisitos para el espécimen de ensayo Pretratamiento del espécimen de ensayo
Técnicas de aplicación de líquidos penetrantes		Ensayo por tinta penetrante Ensayo por líquidos penetrantes fluorescentes

Líquidos Penetrantes, Nivel 1		
		Ensayo por tinta penetrante fluorescente Técnicas de aplicación especial Ensayo de penetración
Desempeño del ensayo	Procedimiento de ensayo de líquidos penetrantes	Selección del método de ensayo Limpieza previa al ensayo Secado previo al procedimiento de penetración Aplicación del líquido penetrante Eliminación de exceso de líquido penetrante Secado después de la eliminación de exceso de líquido penetrante Aplicación del revelador Tiempo de revelación Comienzo de la inspección Final de la inspección Descripción de las indicaciones Limpieza después de la inspección Aplicación de protección para la superficie de los componentes Indicaciones de muestra
Equipos de ensayo y monitorización de procedimiento	Monitorización de procedimientos	Uso de patrones de referencia Uso de patrones de referencia en ensayos móviles
	Equipos de ensayo	Áreas de pretratamiento Sistemas de secado Monitorización de procedimientos en hornos de secado Área de aplicación de líquido penetrante Sistemas de baño Estación de goteo Monitorización del líquido penetrante Eliminación de exceso de líquido penetrante Tanque de inmersión de agua Unidad de aplicación de spray de agua Áreas de emulsificación Monitorización del emulsionante Reveladores

Líquidos Penetrantes, Nivel 1		
Equipos de ensayo y monitorización de procedimiento (Continua)	Equipos de ensayo (Continua)	Posibles métodos de aplicación de reveladores en seco Reveladores húmedos basados en disolvente Monitorización de reveladores Áreas de trabajo Unidad de enjuague de agua, temperatura y presión
		Radiación UV-A Niveles de iluminación Lupas Endoscopios
Análisis y evaluación		Análisis de especímenes de ensayo Evaluación de especímenes de ensayo Documentar un ensayo
Ciencia de materiales	Defectos de rodadura y forjado Defectos del torneado y rectificado Defectos ocasionados por endurecimiento	Defectos del material generados durante la manufacturación: Inclusiones Poros Cavidades de contracción Segregación Grietas Defectos generados durante el procesamiento: Defectos de rodadura y forjado Defectos del torneado y rectificado Defectos ocasionados por endurecimiento Defectos generados por cargas operacionales: Grietas Corrosión
Normas y regulaciones		Normas Instrucciones de ensayo Regulaciones internas de la compañía
Regulaciones de seguridad		Regulaciones de seguridad generales Manejo del medio y equipo de ensayo
Ejercicios prácticos		Ejercicios de manejo de piezas aeronáuticas

3.3.2 LIQUIDOS PENETRANTES NIVEL 2 (PREVIO NIVEL 1)

Líquidos penetrantes, Nivel 2		
Principios básicos	Principios básicos de líquidos penetrantes	
	Sistemas del medio de ensayo	Líquidos penetrantes Agente de eliminación de exceso de líquido penetrante Reveladores Clasificación del medio de ensayo
Procedimiento	Procesos previos a la limpieza	Métodos previos a la limpieza
	Prelimpieza mecánica	Prelimpieza mecánica Influencia de la prelimpieza mecánica Influencia en indicaciones después de pulir Influencia en las indicaciones después de la abrasión, 180K Influencia en las indicaciones después de la abrasión, 240K Influencia en indicaciones después de granallado Decapado Ablaciones necesarias de decapado
	Prelimpieza química	Prelimpieza química Desengrasante basado en agua Desengrasante de decocción Desengrasante electrolítico Agentes de eliminación de oxido Agente de eliminación de pintura Desescamar
	Procedimiento de penetración	El proceso de penetración Temperaturas de ensayo basadas en diferentes reglas Aplicación de líquido penetrante Mojabilidad Tiempo de penetración
	Eliminación de exceso de penetrante	con agua con emulsionador lipofílico

Líquidos penetrantes, Nivel 2		
Procedimiento (Continua)		con disolventes con emulsionador hidrofílico con agua y disolvente
	Secado	Secado después de la prelimpieza Secado después de eliminación de exceso de penetrante
	Revelado	Revelado con reveladores secos Revelador húmedo disoluble en agua Reveladores húmedos suspendidos en agua Reveladores húmedos suspendidos en disolvente Reveladores especiales
Selección del sistema de ensayo		Medio de ensayo para requerimientos estándar Medio de ensayo para requerimientos aumentados Medio de ensayo para requerimientos máximos Sistemas de ensayo especiales
Identificación de las propiedades del medio de ensayo	Ensayo según EN3452	Ensayo de tipo Ensayo de lote Monitorización por el usuario
	Propiedades a inspeccionar	Densidad Tensión superficial; metales, plásticos Mojabilidad/ Angulo de contacto Viscosidad Punto de inflamación Presión de vapor Resistencia UV Componentes corrosivos Ensayo de materiales no metálicos Propiedades de reveladores Análisis de tamaño de partículas
Verificación de los límites de la indicación		Bloque de referencia según EN ISO 3452-3 Niveles de sensibilidad Bloques de referencia JIS 5 bloques de referencia PSM

Líquidos penetrantes, Nivel 2		
		Limpieza y almacenamiento de los bloques de referencia
Selección del método de inspección de la superficie		Diseño de secuencias de ensayo Relevancia de seguridad de los especímenes a ensayar Tipos de defectos a ensayar Material de especímenes a ensayar Forma y condiciones de superficie del espécimen a ensayar Condiciones del lugar de trabajo Rango de la temperatura de ensayo Cantidad de especímenes a ensayar
Equipo y sistemas		Sistemas de limpieza para prelimpieza y eliminación de exceso de líquido penetrante Opciones de secado Sistemas de aplicación de reveladores Sistemas de inspección
Condiciones de ensayo especiales		Ensayo a bajas temperaturas Ensayo a altas temperaturas Ensayo de diferentes superficies Ensayo de líquidos penetrantes móviles Ensayo durante mantenimiento y en servicio
Conocimiento sobre el espécimen a ensayar		Tipos de indicaciones y defectos Ensayo de materiales no metálicos Ensayo de materiales cerámicos Ensayo de plásticos
Normas, reglas, regulaciones y especificaciones		Guía de ensayos en ingeniería Reglas basadas en objetos Acuerdos de orden, especificaciones Guía para una instrucción de ensayo
Documentación e informes		Importancia de la documentación Documentación para el cliente Documentación para control de calidad Estructura de informes Importancia de los ejes de referencia Herramientas de documentación
		Composición del medio de ensayo Eliminación del medio de ensayo

Líquidos penetrantes, Nivel 2		
Protección ambiental y regulaciones de seguridad		Líquidos penetrantes Agentes de eliminación de exceso de líquidos penetrantes Reveladores Regulaciones de seguridad Ordenanza de sustancias peligrosas Símbolos de peligro Hojas de seguridad de la UE Instrucciones generales para manejar materiales peligrosos
Ejercicios prácticos		Ejercicios para practicar el manejo de piezas aeroespaciales

3.3.3 LIQUIDOS PENETRANTES NIVEL 3

Líquidos penetrantes, Nivel 3		
Principios físicos básicos	Principios básicos	Principios básicos de ensayos por líquidos penetrantes
	Propiedades del medio de ensayo	Densidad de fluidos Tensión superficial de fluidos Tensión superficial de solidos Mojabilidad Angulo de contacto Capilaridad Viscosidad Punto de inflamación Presión de vapor Estabilidad de líquidos penetrantes Vida útil Análisis de ingredientes corrosivos Sensibilidad de líquidos penetrantes Propiedades de agentes de eliminación de exceso de líquido penetrante Propiedades de reveladores
Criterio de selección del método de aplicación de líquidos penetrantes	Delimitación de otros métodos de ensayo de superficies	VT Inspección visual MT Métodos de ensayo magnéticos ET Métodos de ensayo de corrientes inducidas

Líquidos penetrantes, Nivel 3		
		Métodos especiales de líquidos penetrantes Técnicas de aplicación
Procedimiento	Preparación de los especímenes a ensayar	Potenciales contaminaciones de la superficie Métodos de prelimpieza Influencia de tratamientos de superficie mecánicos Influencia del pulido usado como tratamiento de superficie Influencia del abrasamiento como tratamiento de superficie Secado tras prelimpieza Temperaturas de secado según varias normas y reglas
	Aplicación de líquidos penetrantes	Métodos para aplicar líquidos penetrantes
	Eliminación de exceso de líquido penetrante	Particularidades de la eliminación de exceso de líquido penetrante Procesos de eliminación de exceso de líquido penetrante
	Secado	Secado tras eliminación de exceso de líquido penetrante Temperaturas de secado según varias guías técnicas
	Aplicación del revelador	Métodos para aplicar el revelador Tiempo de revelado
	Inspección	Inspección
Sistemas de ensayo por líquidos penetrantes		Diseño de sistemas de ensayo de líquidos penetrantes Componentes de sistemas de ensayo de líquidos penetrantes Sistemas manuales Sistemas semiautomáticos Sistemas completamente automáticos
Controles de procedimiento		Comprobación por el usuario Comprobación del componente Comprobación de las condiciones ambientales Comprobación del sistema de equipos de ensayo

Líquidos penetrantes, Nivel 3		
		Comprobación de las instalaciones de ensayo Comprobación de la calificación del inspector
Bloques de referencia para inspecciones por líquidos penetrantes		Bloque de referencia 1 según EN ISO 3452-3 Bloque de referencia 2 según EN ISO 3452-3 Bloque de referencia A según 54152 T3 Bloque de referencia B según 54152 T3 Bloque de referencia según PSM 5 TAM Bloques de referencia JIS Bloques de referencia según ASME V Articulo 6 Especímenes de ensayo con grietas naturales Especímenes de ensayo para monitorizar la eliminación Limpieza de bloques de referencia Almacenamiento de bloques de referencia
Sistemas de ensayos por líquidos penetrantes Sistemas de ensayos por líquidos penetrantes (Continua)		Descripción según EN 3452-1 Calificación Certificación Certificación de sistemas de equipos de ensayo
Control de procedimiento		Prácticas de monitorización generales Pasos de control de procedimiento
Interpretación y análisis de indicaciones		Tipos de indicaciones Evaluación según varios productores de piezas aeronáuticas Evaluación según productores de motores
Reglas y normas/ Instrucciones de ensayo		Información general sobre reglas y normas e instrucciones de ensayo Instrucciones y normas internas Comparación de reglas y normas nacionales e internacionales
Casos prácticos para instrucciones de ensayo		Requisitos para una instrucción de ensayo Preparación para una instrucción de ensayo

Líquidos penetrantes, Nivel 3		
		Instrucción de ensayo para el herraje de la carena del estabilizador vertical Instrucción de ensayo para el herraje mecanizado Instrucción de ensayo según especificado

3.4 PARTICULAS MAGNÉTICAS

3.4.1 PARTICULAS MAGNÉTICAS NIVEL 1

Ensayos magnéticos, Nivel 1		
Principios físicos básicos de la inspección magnética	Magnetismo	Efectos del magnetismo Campos magnéticos de imanes permanentes
	Campos magnéticos en y alrededor de conductores eléctricos	Campos magnéticos de conductores Campos magnéticos de corrientes directas Campos magnéticos de corrientes alternas
	Materia en un campo magnético	Materia en el campo magnético Conductividad magnética La curva de histéresis
	Magnetización/Desmagnetización	Magnetización necesaria Desmagnetización Métodos de desmagnetizacion
	Propiedades del ojo humano	Agudeza visual Capacidad de discriminación del color Sensibilidad al contraste Adaptación al brillo/oscuridad Astigmatismo
Especímenes de ensayo		Requisitos para el espécimen de ensayo Preparación del espécimen de ensayo
Técnicas de aplicación	Resumen	Resumen
	Magnetización circular	Auto excitación Excitación separada
	Magnetización longitudinal	Magnetización de la abrazadera

Ensayos magnéticos, Nivel 1		
		Magnetización de la bobina Técnica del flujo magnético
	Técnicas combinadas	Combinación de 2 campos de corrientes directas Combinación de campos de corriente directa y corriente alterna Combinación de 2 campos de corrientes alternas Campos de corriente alterna desfasados
Desempeño del ensayo	Información general	Información general sobre el desarrollo del ensayo Prerrequisitos para especímenes y equipo de ensayo
Desempeño del ensayo (Continua)	Procedimiento	Selección del método de magnetización Preparación y sujeción del componente Magnetización del componente
	Procedimiento (Continua)	Secuencia cronológica de los pasos de ensayo Interpretación y análisis de indicaciones de ensayos magnéticos Limpieza y aplicación de protección en la superficie después del ensayo
Monitorización del procedimiento	Monitorización de los aparatos de magnetización	Equipo estacionario Equipo de magnetización portátil Monitorización del equipo
	Equipo de desmagnetizacion	Monitorización de la unidad de desmagnetizacion Bobinas de desmagnetizacion Desmagnetizacion en sistemas estáticos Monitorización del procedimiento de un equipo de desmagnetización
	Medio de ensayo de grieta	Preparación del medio de ensayo de grieta Monitorización de la concentración Monitorización de la capacidad de la Indicación
	Iluminación e irradiación	Instalaciones de iluminación e irradiación

Ensayos magnéticos, Nivel 1		
		Medida de radiación UV-A Medida de luz blanca Monitorización del procedimiento de irradiación UV-A
	Medida de la fuerza del campo	Medida de la fuerza del campo Medida de la fuerza del campo tangencial Medidas usando el bloque del ensayo de Berthold Medidores de remanencia
Análisis evaluación y documentación		Análisis de especímenes de ensayo Pseudo defectos Defectos pertinentes Evaluación Documentando en producción Documentando en mantenimiento
Ciencia de materiales	Defectos del material generados durante la manufacturación	Inclusiones Poros Cavidades de contracción Segregación Grietas
	Defectos generados durante el procesamiento	Defectos de rodadura y forjado Defectos del torneado y rectificado Defectos ocasionados por endurecimiento
	Defectos generados por cargas operacionales	Grietas Corrosión
Normas y regulaciones		Normas Instrucciones de ensayo Normas internas de la compañía
Normas de seguridad		Normas de seguridad general Manejo de equipos y herramientas de ensayo
Ejercicios prácticos		Ejercicios practicando el manejo de piezas aeronáuticas

3.4.2 PARTICULAS MAGNÉTICAS NIVEL 2 (PREVIO NIVEL 1)

Ensayos magnéticos, Nivel 2		
Principios físicos básicos de inspecciones magnéticas	Variables eléctricas	Voltaje eléctrico Corriente eléctrica Frecuencia Resistencia eléctrica Desfase Potencia eléctrica Efectos de las corrientes eléctricas
	Principios básicos de magnetismo	Ferromagnetismo Campos magnéticos Fuerza magnetomotriz Fuerza del campo magnético Permeabilidad Densidad del flujo magnético (inducción) Flujo magnético Curvas de magnetización (curvas de histéresis) Fuerzas de campo necesarios
	Inducción electromagnética	Transformadores Efecto piel
	Campos magnéticos alrededor de conductores eléctricos	Fuerza del campo Densidad de flujo en y alrededor del conductor
	Materiales ferromagnéticos en un campo magnético	Cizalladura magnética con magnetización de bobina Particularidades de la magnetización de la abrazadera
	Demostración de fuerzas de campo adecuadas	Medición de fuerza de campo
	Métodos combinados	Combinación de 2 campos de corrientes directas Combinación de campos de corriente directa y corriente alterna Combinación de 2 campos de corrientes alternas Campos de corriente alterna desfasados
	Desmagnetización	Métodos de desmagnetizacion Medición adecuada de la fuerza del campo residual
	UV-A radiación	Unidades de radiación UV-A Rango espectral de radiadores de UV-A

Ensayos magnéticos, Nivel 2		
Principios físicos básicos de inspecciones magnéticas (Continua)		Condiciones de visionado
	Propiedades del ojo humano Propiedades del ojo humano (Continua)	Agudeza visual Capacidad de discriminación del color Sensibilidad al contraste Adaptación al brillo/oscuridad Astigmatismo
Técnicas de magnetización	Conocimientos básicos de técnicas de magnetización	Información general Magnetización de abrazadera Magnetización de la bobina Auto excitación Excitación separada Técnicas de flujo magnético Técnicas combinadas Otras técnicas de magnetización
Equipo de ensayo y medios auxiliares	Equipo	Equipo portátil Equipo adicional Bobina de des magnetización
	Medio de ensayo	Medio de ensayo fluorescente y de colores Mezclado de suspensiones de medios de ensayo
	Unidad de radiación para equipos y bloques de referencia	Unidades de radiación UV-A Equipos de medición para iluminación y radiación Bloques de referencia para monitorización del medio de ensayo Bloques de referencia para monitorización de equipos
	Medida de la fuerza del campo tangencial	Instrumentos de medida de fuerza del campo Bloques de ensayo Berthold Especímenes de ensayo para comprobaciones de magnetización
Monitorización de procedimientos	Medición de iluminación y radiación	Medición de radiación UV-A Medición de luz blanca
	Monitorización de los sistemas de ensayo	Monitorización de la concentración del medio de ensayo Monitorización del equipo de ensayo para su correcto funcionamiento Monitorización de la fuerza del campo tangencial

Ensayos magnéticos, Nivel 2		
Análisis, evaluación, documentación e instrucciones de ensayo		Análisis Evaluación Informe del ensayo Estructura de una instrucción de ensayo Instrucción de ensayo según ASTM E1444 Caso practico
Normas y regulaciones		Normas Instrucciones de ensayo Regulaciones internas de la compañía
Diferenciación de otros métodos de ensayo		Comparación con otras técnicas de examinación de superficie Tamaño de defectos detectables Otros métodos NDT
Ciencia de materiales	Defectos de material generados durante la manufacturación	Inclusiones Poros Cavidades de contracción Segregaciones Grietas
	Defectos generados durante el procesado	Defectos de rodadura y forjado Defectos del torneado y rectificado Defectos ocasionados por endurecimiento
	Defectos causados por cargas de operación	Grietas Corrosión
Conceptos de diseño		Vida Segura A prueba de fallos Tolerancia al daño
Protección medioambiental y regulaciones de seguridad		Composición del equipo de ensayo Eliminación del medio de ensayo Líquidos penetrantes Agente de eliminación de exceso de medio de ensayo Reveladores Regulaciones de seguridad Ordenanza de sustancias peligrosas Símbolos de peligro
		Hojas de seguridad de la UE Instrucciones generales para manejar sustancias peligrosas

Ensayos magnéticos, Nivel 2		
Ejercicios prácticos		Ensayo de componentes relevantes para la aviación Monitorización de procedimientos

3.4.3 PARTICULAS MAGNÉTICAS NIVEL 3

Ensayos magnéticos, Nivel 3		
Principios físicos básicos de la inspección magnética	Variables eléctricas	Voltaje eléctrico Corriente eléctrica Frecuencia Resistencia eléctrica Desfase Potencia eléctrica Efectos de la corriente eléctrica
	Principios básicos de magnetismo	Ferromagnetismo Campos magnéticos Fuerza magnetomotriz Fuerza del campo magnético Permeabilidad Densidad del flujo magnético (inducción) Flujo magnético Curvas de magnetización (curvas de histéresis) Fuerzas de campo necesarios
	Inducción electromagnética	Transformadores Efecto piel
	Campos magnéticos alrededor de conductores eléctricos	Fuerza del campo magnético en y alrededor de conductores eléctricos Densidad de flujo en y alrededor del conductor
	Materiales ferromagnéticos en un campo magnético	Cizalladura magnética con magnetización de bobina Particularidades de la magnetización de la abrazadera
		Demostración de una correcta magnetización
	Comparación de campos magnéticos de corriente	Magnetización por corrientes directas y alternas

Principios físicos básicos de la inspección magnética (Continua)	directa y alterna y su superposición	Combinación de campos de corrientes directa y alterna Combinación de campos desfasados
	Desmagnetización	Instrumentos de desmagnetización Medición de la fuerza de campo residual
	Condiciones de observación	Radiación UV-A Radiador UV-A Condiciones de observación para ensayos magnéticos
	Propiedades del ojo humano	Agudeza visual Capacidad de discriminación del color Sensibilidad al contraste
	Propiedades del ojo humano (Continua)	Adaptación al brillo/oscuridad Astigmatismo
Aplicación del método	Técnicas de flujo actuales	Auto excitación Excitación separada Técnica de flujo magnética
	Técnicas de magnetización polar	Magnetización de la bobina Magnetización de la abrazadera
	Medición de la magnetización	Medición de la fuerza del campo con una probeta Hall Otros indicadores de la fuerza del campo Medición de la densidad de flujo
Procedimiento	Preparación del espécimen de ensayo	Sujeción del espécimen de ensayo Definición de una correcta magnetización Magnetización / Flujo Análisis / Evaluación
Instalaciones y equipo de ensayo	Sistemas de inspección magnética	Sistemas portátiles Sistemas estacionarios
	Instalación de iluminación y radiación	Observación de luz blanca Observación bajo radiación UV-A
Bloques de referencia		Objetivo de los bloques de referencia Bloques de referencia para controlar el medio de ensayo Bloques de referencia para comprobar la dirección magnética
		Bloques de referencia para comprobar el sistema general
Equipo de ensayo		Categorías del medio de ensayo

		Medio de ensayo fluorescente Medio de ensayo de colores Colores base Medio de ensayo a altas temperaturas
Interpretación de las indicaciones y evaluación		Indicaciones individuales Indicaciones con distribuciones irregulares Indicaciones en series
Comparación de reglas y regulaciones		Reglas y regulaciones en general Normas internas Instrucciones internas Procedimientos Instrucciones de trabajo Comparación de reglas y regulaciones nacionales e internacionales
Casos prácticos para instrucciones de ensayo Casos prácticos para instrucciones de ensayo (Continua)		Contenidos de instrucciones de ensayo Requisitos según ASTM E 1444 Casos de ejemplo Ejercicios para preparar instrucciones de ensayo
Casos prácticos para instrucciones de ensayo		Instrucción de ensayo para el herraje de la carena del estabilizador vertical Instrucción de ensayo para el herraje mecanizado Instrucciones de ensayo según especificados

3.5 RADIOGRAFIA CON PELÍCULA

3.5.1. RADIOGRAFÍA CON PELÍCULA NIVEL 1

Inspección Radiografía Film, nivel 1		
Concepto Físico y tecnológico de las inspecciones radiográficas	Ondas Electromagnéticas	Espectro de las ondas electromagnéticas
	Estructura de la materia	Átomo de Bohr
	Dosis y tasa de dosis	Dosis de energía / tasa de dosis
		Dosis de Ion/ tasa de dosis
		Dosis Equivalente / Tasa de dosis equivalente
	Radiación X	Principio de generación de radiación X
	Tipos de tubos	Cátodo Ánodo y punto focal
		El vacío dentro del tubo de rayos X
		Refrigeración
		Tubo protector
		Ventana de salida de rayos X
	Tipos de tubos Suministro energético de los tubos	Tubos monopolares
		Bipolares
		Tubos de enfoque fino
		Tubos de Micro-foco
	Suministro energético de los tubos Espectro de rayos X	Sistema de corriente continua
		Sistema doble onda
		Sistema corriente alterna
		Sistema media onda
	Dirección de propagación de radiación	
	Penetración y atenuación	Ley de la inversa del cuadrado
	Penetración y atenuación Mecanismos de atenuación	Influencia del espesor
		Influencia de la densidad
		Influencia de la cualidad de la radiación
		Fotoabsorción

Inspección Radiografía Film, nivel 1		
Concepto Físico y tecnológico de las inspecciones radiográficas (Continua)	Mecanismos de atenuación Testeo de la radiación	Efecto Compton
		Creación de pares
	Testeo de la radiación Procedimiento de capa	Ionización
		Densidad de las capas fotográficas
		Fluorescencia
		Principio de operación de los equipos de medida de radiación
		Cámara de ionización
	Procedimiento de capa Sensitometría Sensitometría (Continua)	Desarrollo
		Mojado
		Fijación
		Última etapa de mojado
		secado
	Sensitometría Sensitometría (Continua) Pantallas	Densidad óptica
		Curvas sensitométricas
		Factores de conversión, tipos de film y densidad óptica
	Técnicas de Imagen	
	Técnicas de Imagen Cualidad de Imagen	Patrones de radiación y radiografía
		Factores geométricos Distribución de la intensidad de los rayos de radiación
	Cualidad de Imagen Diagrama de radiación	Contraste Falta de nitidez geométrica falta de nitidez del movimiento Falta de nitidez inherente Granulosidad Calidad de imagen optima Observación de la calidad de imagen
Funcionamiento del test radiográfico	Diagrama de radiación Inspección según la EN 444	Ajuste respecto al tipo de material Ajuste respecto a la densidad óptica Ajuste respecto a la distancia Ajuste respecto al tipo de película Ajuste combinado
	Inspección según la EN 1435	
	Inspección según la EN 1435	Definiciones Clasificación de las técnicas radiográficas

Inspección Radiografía Film, nivel 1		
	Información básica del funcionamiento de la fotografía de rayos X	Posición de la soldadura sobre la radiografía Identificación de radiografías Marcación Superposición de películas Tipos y posiciones de los indicadores de calidad de imagen Evaluación de la calidad de imagen Valores mínimos de calidad de imagen Cualificación del personal Numero de exposiciones recomendadas basadas en la radiografía Particularidades de la técnica elíptica Selección de la tensión del tubo Selección de la categoría del sistema de la película Reducción de la dispersión de la radiación Determinar la distancia mínima densidad de la película Número mínimo de imágenes
Tecnología de Imagen	Información básica del funcionamiento de la fotografía de rayos X Ensayos en estructuras aeronáuticas	Selección de un sistema de rayos x Especificación de los parámetros de radiografía Preparación del test del espécimen Identificación de la película
	Equipo de visualización	
Evaluación y documentación	Análisis de película	Comprobación del equipo de visualización
	Documentación	Check List para el análisis de película
	Propiedades del ojo humano	Informe del test
	Propiedades del ojo humano Normas	Agudeza visual Capacidad de discriminación del color Sensibilidad de contraste Adaptación al brillo/oscuridad Astigmatismo
Normas y regulaciones	Normas Defectos del material generados en el proceso de fabricación	EN 444 EN 1435
		EN 462 ASTM E1025

Inspección Radiografía Film, nivel 1		
Ciencia de materiales	Defectos del material generados en el proceso de fabricación Defectos generados durante el procesamiento	Inclusiones Poros Reducción de cavidades Segregaciones Grietas
	Defectos generados durante el procesamiento Defectos causados por cargas operacionales	Defectos de rodadura y forjado Defectos del torneado y rectificado Defectos ocasionados por endurecimiento
	Defectos causados por cargas operacionales	Grietas Corrosión
Regulaciones de seguridad general		

3.5.2. RADIOGRAFIA CON PELICULA NIVEL 2 (PREVIO NIVEL 1)

Técnica de Inspección radiográfica por película, nivel 2		
Conceptos físicos y tecnológicos de las inspecciones radiográficas	Estructura de la materia	Sustancia, átomo, molécula
		Estructura de un átomo
		Estructura de la capa electrónica de un átomo
	Generación de radiación de rayos-X	Generación de electrones libres
		Aceleración de los electrones
		Deceleración en el ánodo
	Radioactividad y Radiación radioactiva	Elementos radioactivos
		Radiación radioactiva
		Ley de decaimiento
	Atenuación e incremento de la resistencia	Ley general de atenuación
		mecanismos de atenuación
		Atenuación y aumento de resistencia en la materia
	Radiografía del neutrón	Principio de radiografía del neutrón
		Equipo de radiografía del neutrón
	Interacciones entre radiación y material	Radiación secundaria
		Ionización
		Fluorescencia
		Densidad de las capas fotográficas
		Efectos de radiación en el organismo
		Unidades de medida radiológicas

Técnica de Inspección radiográfica por película, nivel 2		
	Pruebas y medida de radiación	Películas radiográficas y sensitometría
		Convertidor de imagen
		Xerorradiografía
		Equipo de medida de radiación
	Propiedades del ojo humano	Agudeza visual
		Capacidad de discriminación del color
		Sensibilidad al contraste
		Adaptación al brillo/oscuridad
		Astigmatismo
Técnicas de aplicación de radiografía	Prueba de radiografía unidimensional	Medida del espesor
		Verificación del nivel de llenado
	Prueba de radiografía bidimensional	Detección de los defectos del material
		Comprobación de objetos extraños
		Inspección de componentes electrónicos
	Prueba de radiografía tridimensional	Estereo-radiografía
		Tomografía computarizada
	Examinación detallada de la estructura	
Pruebas de equipamiento, herramientas y monitorización del procedimiento	Sistemas de radiografía	Rango de aplicaciones para sistemas radiográficos
		Emisión de radiación
		Conexión a alta tensión
		Número de puntos focales
		Sistema de vacío
		Diseño del generador de alta tensión
		Pre-filtrado
		Generación de alta tensión
		Aceleradores de sección múltiple
	Radiadores radiactivos	Isótopos utilizados
		Diseño y operación de equipos gamma
	Refugios radioactivos	Planta y equipo de muestro
		Dispositivos de posicionamiento
	Películas radiográficas	Información general sobre películas radiográficas
		Pantallas de intensificación
		Papel de rayos-X
		Método Polaroid
		Cartuchos y tipos de embalaje

Técnica de Inspección radiográfica por película, nivel 2		
Pruebas de equipamiento, herramientas y monitorización del procedimiento (Continua)		Almacenamiento de película
	Desarrollador de sistemas y habitaciones oscuras	Salas oscuras
		Procesamiento de una película irradiada
		Procesamiento de película automatizada
	Accesorios para el análisis de películas	Equipo de visualización de películas
		Dispositivos de medición de densidad
		Lupas
	Intensificadores de imagen y accesorias para análisis de video	Información general
		Convertidor de imagen
		Intensificador de imagen
		Transmisión radiográfica de video
	Otros detectores	Contador de tubos
		Detectores de centelleo
	Indicadores de calidad de imagen	Indicador de calidad de imagen (ICI) según la EN 462
		ICI según ASTM 1025 y E1742, AMS2635
	Monitorización del proceso Monitorización del proceso (continua)	Información general de la monitorización
		Procedimiento de monitorización del tubo de rayos X
		Procedimiento de monitorización de radiadores radioactivos
		Procedimiento de monitorización de películas radiográficas y reveladores
		Procedimiento de monitorización de tubos de rayos-X
		Procedimiento de monitorización de dispositivos de visualización de películas
		Procedimiento de monitorización de sistemas de intensificación de imagen
		Procedimiento de monitorización de dispositivos de medida de radiación
Calidad de Imagen y reconocimiento de imagen	Factores que determinen la calidad de imagen	
	Calidad de la imagen por radiación "relief"	Regularidad del contraste de la radiación
		Relación de dispersión k
		Reducción de la dispersión de radiación y mejorar del contraste con laminas
		Contraste específico
		Falta de nitidez geométrica
		Falta de nitidez en el movimiento

Técnica de Inspección radiográfica por película, nivel 2		
	Calidad de la película de la imagen	Falta de nitidez inherente en la película
		Influencia de las pantallas de intensificación en la falta de nitidez inherente
		Relación entre la falta de nitidez inherente y geométrica
		Granulometría de película, reconocimiento del detalle
		Gradación y relación de contraste general
		Influencia en el desarrollo de la película
	Optimización de la calidad de la imagen	
	Reconocimiento de detalle	Efecto de las dimensiones del defecto debido al contraste
	Comprobación de la calidad de la imagen con materiales metálicos	Información general para la comprobación de la calidad de imagen
		Penetrametro de alambre IQI según EN 462-1
		IQI según EN 462-2
		Clases de calidad de imagen según EN 462-3
		Indicadores de calidad de imagen según EN 462-5
		Comprobación de la calidad de imagen según ASTM E1025
	Comprobación de la calidad de la imagen con composites	Determinación del coeficiente de atenuación lineal
		Fabricación de los indicadores de calidad de imagen
		Definición de la energía de radiación-X máxima permisible
Tecnología de Imagen	Selección del sistema de rayos-X	Geometría de la ventana de salida del rayo
		Tamaño del punto focal
		Valor de filtración inherente
		Ángulo de radiación y rango de emitividad
		Distribución de la intensidad
	Diagrama de radiación	Información general del diagrama de radiación
		Preparación para la radiografía

Técnica de Inspección radiográfica por película, nivel 2		
		Consideración para la máxima energía
		Diagrama de radiación para isótopos
	Uso del diagrama de radiación	Conversiones para otros materiales
		Modificación de la densidad de la película
		Variaciones del SFD
	Selección del SFD y OFD	
	Selección del montaje del sistema de imagen	Particularidades de la técnicas elíptica
	Uso de IQIs	Acuerdo del IQIs por la EN 462-2 para. 5.2
		Acuerdo del IQIs por la EN 1435 para. 5.7
		Acuerdo del IQIs por la ASTM E142
	Consideración para paredes con diferentes espesores	Información general
		Técnica de múltiples películas
		Compensación del espesor
		reducción del contraste
	Determinación de la profundidad del fallo	Información general
		Método de parallax
		Estereorradiografía
	Pruebas en materiales compuestos (fibras)	Información general
		Testing radiográfico en la parte del panel de abeja
		Uso de un contraste medio
Análisis, Evaluación, documentación	Análisis, Evaluación, documentación	Análisis
		Evaluación
		Documentación e informes
Regulaciones de seguridad y protección a la radiación	Regulaciones de seguridad y protección a la radiación	Influencia del tipo de radiación
		Distribución de la dosis a lo largo del tiempo
		Irradiación total en el cuerpo y exposición parcial del cuerpo
Regulaciones de seguridad y protección a la radiación (Continua)	Regulaciones de seguridad y protección a la radiación (Continua)	Daño somático
		Daño genético
		Principales factores de la protección a la radiación
	Medidas, unidades	Dosis
		Tasa de dosis
		Ejemplo de ejercicios
		Tasa de dosis para radiaciones de rayos-X y gamma
		Inclusiones

Técnica de Inspección radiográfica por película, nivel 2		
Ciencia de materiales y conceptos de diseño	Defectos en el material generados durante el proceso de fabricación	Poros
		Estrechamiento de cavidades
		Segregación
		Grieta
	Defectos generados durante el procesamiento	Defectos de rodadura y forjado
		Defectos del torneado y rectificado
		Defectos ocasionados por endurecimiento
	Defectos causados por cargas operacionales	Grietas
		Corrosión
	Conceptos de diseño	Vida Segura
		A prueba de fallos
		Tolerancia al daño
Expresiones		
Normas y regulaciones		
Ejercicios prácticos con partes aeronáuticas		

3.5.3. RADIOGRAFIA CON PELICULA NIVEL 3

Inspección radiográfica con película, nivel 3		
Conceptos físicos y tecnológicos de las inspecciones radiográficas	Estructura de la materia	Sustancia, átomo, molécula Estructura de un átomo Estructura de la capa electrónica de un átomo
	Generación de radiación de rayos-X	Generación de electrones libres Aceleración de los electrones Deceleración en el ánodo
	Radioactividad y Radiación radioactiva	Elementos radioactivos Radiación radioactiva Ley de decaimiento
	Atenuación e incremento de la dureza	Ley general de atenuación mecanismos de atenuación Atenuación y aumento de resistencia en la materia
	Radiografía del neutrón	Principio de radiografía del neutrón Equipo de radiografía del neutrón
	Interacciones entre radiación y material	Radiación secundaria Ionización Fluorescencia Densidad de las capas fotográficas

Inspección radiográfica con película, nivel 3		
		Efectos de radiación en el organismo
	Pruebas y medida de radiación	Unidades de medida radiológicas Películas radiográficas y sensitometría Convertidor de imagen Xerorradiografía Equipo de medida de radiación
	Propiedades del ojo humano	Agudeza visual Capacidad de discriminación del color Sensibilidad al contraste Adaptación al brillo/oscuridad Astigmatismo
Técnicas de aplicación de radiografía	Prueba de radiografía unidimensional	Medida del espesor Verificación del nivel de llenado
	Prueba de radiografía bidimensional	Detección de los defectos del material Comprobación de objetos extraños Inspección de componentes electrónicos
	Prueba de radiografía tridimensional	Estereorradiografía Tomografía computarizada
	Examinación detallada de la estructura	
Pruebas de equipamiento, herramientas y monitorización del procedimiento	Sistemas de radiografía	Rango de aplicaciones para sistemas radiográficos Emisión de radiación Conexión a alta tensión Número de puntos focales Sistema de vacío Diseño del generador de alta tensión Pre-filtrado Generación de alta tensión Aceleradores de sección múltiple
	Radiadores radioactivos	Isótopos utilizados Diseño y operación de equipos gamma
	Refugios radioactivos	Planta y equipo de muestro Dispositivos de posicionamiento
	Películas radiográficas	Información general sobre películas radiográficas Pantallas de intensificación Papel de rayos-X

Inspección radiográfica con película, nivel 3		
		Método Polaroid Cartuchos y tipos de embalaje Almacenamiento de película
	Desarrollador de sistemas y habitaciones oscuras	Salas oscuras Procesamiento de una película irradiada Procesamiento de película automatizada
	Accesorios para el análisis de películas	Equipo de visualización de películas Dispositivos de medición de densidad Lupas
	Intensificadores de imagen y accesorias para análisis de video	Información general Convertidor de imagen Intensificador de imagen Transmisión radiográfica de video
	Otros detectores	Contador de tubos Detectores de centelleo
	Indicadores de calidad de imagen	Indicador de calidad de imagen (ICI) según la EN 462 ICI según ASTM 1025 y E1742, AMS2635
	Proceso de Monitorización	Información general de la monitorización Procedimiento de monitorización del tubo de rayos X Procedimiento de monitorización de radiadores radioactivos Procedimiento de monitorización de películas radiográficas y reveladores
Pruebas de equipamiento, herramientas y monitorización del procedimiento (Continua)	Proceso de Monitorización (Continua)	Procedimiento de monitorización de tubos de rayos-X Procedimiento de monitorización de dispositivos de visualización de películas Procedimiento de monitorización de sistemas de intensificación de imagen Procedimiento de monitorización de dispositivos de medida de radiación
Calidad de Imagen y reconocimiento de imagen	Factores que determinen la calidad de imagen	
	Calidad de la imagen por radiación difusa	Regularidad del contraste de la radiación Relación de dispersión k Reducción de la dispersión de radiación y mejorar del contraste con laminas Contraste específico

Inspección radiográfica con película, nivel 3		
		Falta de nitidez geométrica Falta de nitidez en el movimiento
	Calidad de la película de la imagen	Falta de nitidez inherente en la película Influencia de las pantallas de intensificación en la falta de nitidez inherente Relación entre la falta de nitidez inherente y geométrica Granulometría de película, reconocimiento del detalle Gradación y relación de contraste general Influencia en el desarrollo de la película
	Optimización de la calidad de la imagen	
	Reconocimiento de detalle	Efecto de las dimensiones del defecto debido al contraste
	Comprobación de la calidad de la imagen con materiales metálicos	Información general para la comprobación de la calidad de imagen Penetrametro de alambre IQI según EN 462-1 IQI según EN 462-2 Clases de calidad de imagen según EN 462-3 Indicadores de calidad de imagen según EN 462-5 Comprobación de la calidad de imagen según ASTM E1025
	Comprobación de la calidad de la imagen con composites	Determinación del coeficiente de atenuación lineal Fabricación de los indicadores de calidad de imagen Definición de la energía de radiación-X máxima permisible
Tecnología de Imagen	Selección del sistema de rayos-X	Geometría de la ventana de salida del rayo Tamaño del punto focal
		Valor de filtración inherente Ángulo de radiación y rango de emitividad Distribución de la intensidad

Inspección radiográfica con película, nivel 3		
	Diagrama de radiación	Información general del diagrama de radiación Preparación para la radiografía Consideración para la máxima energía Diagrama de radiación para isótopos
	Uso del diagrama de radiación	Conversiones para otros materiales Modificación de la densidad de la película Variaciones del SFD
	Selección del SFD y OFD	
	Selección del montaje del sistema de imagen	Particularidades de la técnicas elíptica
	Uso de IQIs	Acuerdo del IQIs por la EN 462-2 para. 5.2 Acuerdo del IQIs por la EN 1435 para. 5.7 Acuerdo del IQIs por la ASTM E142
	Consideración para paredes con diferentes espesores	Información general Técnica de múltiples películas Compensación del espesor reducción del contraste
	Determinación de la profundidad del fallo	Información general Método de parallax Estereorradiografía
	Pruebas en materiales compuestos (fibras)	Información general Testing radiográfico en la parte del panel de abeja Uso de un contraste medio
Análisis, Evaluación, documentación	Análisis, Evaluación, documentación	Análisis Evaluación Documentación e informes
Instrucciones del test	Instrucción del test	Información general de las instrucciones para test Requerimientos según ASTME1030 Ejemplo de instrucción de test según la ASTM 1030
Protección a la radiación	Mecanismos de exposición a la radiación	Influencia en el tipo de radiación Distribución de la dosis según el tiempo
		Radiación total en el cuerpo y exposición parcial
		Daño somático daño genético

Inspección radiográfica con película, nivel 3		
		principales factores de la protección a la radiación
	Medidas, unidades	Dosis Tasa de dosis Ejemplo de ejercicios Tasa de dosis para radiaciones gamma y rayos-X
Normas y regulaciones		Terminología Cualificación y certificación para personal del test Especificaciones para inspectores de radiografía Comparación entre estándares
Ejercicios prácticos		Preparación para las instrucciones del test

3.6 RADIOGRAFIA SIN PELÍCULA (DIGITAL)

3.6.1 RADIOGRAFIA SIN PELÍCULA NIVEL 1

Inspección radiográfica Sin película, nivel 1		
Introducción		Historia
Concepto	Concepto Físico	
	Estructura del átomo	Átomo
		Elementos
	Generación de radiación de rayos-X	Fuente de electrones
		Blanco u Objetivo
		Espectro de rayos-X
		Radiación retardada
		Radiación característica
	Propiedades de la radiación de los rayos-X	Longitud de onda y unidades
		Intensidad
		Dosis
		Dosis de energía y constante de dosis de energía
	Interacciones con la materia	Fotoefecto
		Dispersión coherente
		Dispersión incoherente
		Efecto de creación de pares
		Coeficiente de atenuación
	Dispersión	Dispersión interna
		Dispersión lateral
		Retrodispersión (películas de registro)
		Dispersión del detector (DDA, intensificador de imagen)
	Concepto geométrico	Falta de nitidez geométrica
		distorsión de la imagen
		ley de la inversa del cuadrado
	El ojo humano	Anatomía
		Función de la vista
		capacidad de discriminación del color
		sensibilidad al contraste
		Adaptación al brillo/oscuridad
		Ametropía

Tubos de rayos-X	Estructura	Cátodo
		Filamento
		Ánodo
		Punto focal
		Ventana de salida del rayo
		Filtro
		Suministro eléctrico
		Refrigeración
Detectores digitales de rayos-X	Intensificadores de imagen	
		Estructura y funcionalidad
	Propiedades de los intensificadores de imagen	Linealidad y medición/ rango dinámico
	Películas de grabación de fósforo (CR; Radiografía computarizada)	
	Estructuras y funcionalidad	Películas de grabación
		Escáner
	Propiedades de las películas de grabación	Linealidad y medición/ rango dinámico
		Desgaste y daño
		Uso de casetes y envolturas
	Detectores digitales de matriz (DR; Radiografía Digital con DDA)	
		Estructura y funcionalidad
		Detectores portátiles para uso móvil
	Propiedades de los DDAs	Linealidad y medición/ rango dinámico
		Solución
		Profundidad de bits
		Calibración (Offset/ Ganancia, Bad pixel)
		Estabilidad de largo plazo ASTM E 2737
	Tomografía computarizada (CT)	
		Estructura y funcionalidad
	Concepto	Bit/Byte
		Pixel
		Profundidad de bit
	Hardware	
	Ordenador	
	Monitor	Brillo y Contraste
Determinar Calidad de imagen	Indicador de calidad de imagen	Penetrametro (ASTM 1742, ASTM E 2104, TAM…)
		Escalera patrón
		Penetrametro de alambre
		Penetrametro de alambre dual

	Requerimientos para evaluar al personal	Test visual
		Cualificación
		Duración del training
	Protección del ambiente y seguridad en el trabajo	Protección contra la radiación
		Zona de trabajo (limpieza, luz del ambiente) Condiciones para los detectores (Temperatura, humedad)
Normas y regulaciones		
Ejercicios prácticos		Ejercicios para practicar el manejo de las partes aeronáuticas

3.6.2 RADIOGRAFIA CON PELÍCULA NIVEL 2 (PREVIO NIVEL 1)

Inspección Radiográfica Sin Película, nivel 2		
Tubo de Rayos-X	Estructura	Punto focal (dimensiones y medidas)
	Tipos de tubos	Normal, mini, micro
Detectores digitales de rayos-X	Intensificadores de imagen	
	Propiedades de intensificadores de imagen	Ventajas y desventajas
		Aplicaciones
	Películas de grabación de fósforo (CR; radiografía computarizada)	
	Propiedades de las películas de grabación	Clasificación Artefacto Borrado de película frecuencia de muestreo Ventajas y desventajas Aplicación Películas de grabación Escáner (distorsión, sombreado…)
	Detectores digitales de matriz (DR; Radiografía Digital con DDA)	
	Propiedades DDAs	Resolución SRb Funcionamiento Fotogramas por segundo Binning Integración de imagen Artefactos Tolerancia al rayo de la electrónica Ventajas y desventajas

Inspección Radiográfica Sin Película, nivel 2		
		Aplicación
		Estabilidad a largo plazo ASTM E 2737
Procesamiento de imagen	Hardware	
	Monitor	Tipos (LCD,LED,OLED) Resolución Presentación de la profundidad de bit Calibración Prueba de imagen Comprobación
	Software	
	Descripción de imagen	Histograma Media y desviación estándar Inversión de imagen
	Representación en escala de colores	Anchura de ventana / Nivel Tabla de consulta Umbral
	Análisis	Perfil de línea Zona de Interés
	Filtro	Consolación Filtro medio Filtro paso bajo Filtro paso alto Filtro paso banda Filtro de nitidez Filtro pseudoplástico Filtro de extracción de bordes
	Operaciones aritméticas en imágenes	Suma Resta División Multiplicación Promediado de Imagen Binarización
	Archivado	Medios digitales (CD, DVD, Cinta magnética) Orden de los discos duros (RAID) Archivo central Formato de imagen (Jpeg,Tiff,Diconde,bmp,…)

Inspección Radiográfica Sin Película, nivel 2		
		Copia de datos de imagen
Determinación de la calidad de la imagen	Medida de la calidad de imagen	Relación Señal ruido Estándar relación señal ruido (SNRn#9) Resolución SRb Falta de nitidez de una imagen Relación contraste ruido (CNR) Sensibilidad al contraste Incremento geométrico
Especificaciones de la técnica de rayos-X		Proyección del Angulo
		Elección de especímenes de ensayo
		Especímenes de prueba de eliminación
	Técnica de exposición	Uniones soldadas en tuberías Uniones soldadas en chapas Examen en piezas moldeadas
Análisis		Tipos de defectos Catálogos digitales de defectos (comparación de imágenes ASTM) Medida digital de las indicaciones (y calibraciones) Medida del espesor mediante escala de grises Aceptación de la norma
Normas y regulaciones		
Ejercicios prácticos		Ejercicios para practicar el manejo de las partes aeronáuticas

3.6.3 RADIOGRAFIA SIN PELICULA NIVEL 3

Inspección Radiográfica sin película, nivel 3		
Tubo de Rayos-X	Estructura	Punto focal (dimensiones y medidas)
	Tipos de tubos	Normal, mini, micro
Detectores digitales de rayos-X	Intensificadores de imagen	
	Propiedades de intensificadores de imagen	Ventajas y desventajas
		Aplicaciones
	Películas de grabación de fósforo (CR; radiografía computarizada)	
	Propiedades de las películas de grabación	Clasificación Artefacto Borrado de película frecuencia de muestreo Ventajas y desventajas Aplicación
	Estabilidad a largo plazo	Películas de grabación Escáner (distorsión, sombreado…)
	Detectores digitales de matriz (DR; Radiografía Digital con DDA)	
	Propiedades DDAs	Resolución SRb Funcionamiento Fotogramas por segundo Binning Integración de imagen Artefactos Tolerancia al rayo de la electrónica Ventajas y desventajas Aplicación
		Estabilidad a largo plazo ASTM E 2737
Procesamiento de imagen	Concepto	Teorema de muestreo Nyquist-Shannon
	Hardware	
	Monitor	Tipos (LCD,LED,OLED) Resolución Presentación de la profundidad de bit Calibración Prueba de imagen Comprobación
	Software	

Inspección Radiográfica sin película, nivel 3		
Procesamiento de imagen (Continua)	Descripción de imagen	Histograma Media y desviación estándar Inversión de imagen
	Representación en la escala de grises	Ancho de la ventana/nivel Tabla de consulta Umbral
	Representación en la escala de grises (Continua)	Adaptación del histograma Imagen en pseudocolor
	Análisis	Perfil de línea Zona de Interés Herramientas estadísticas
	Filtro	Consolación Filtro medio Filtro paso bajo Filtro paso alto Filtro paso banda Filtro de nitidez Filtro pseudoplástico Filtro de extracción de bordes
	Operaciones aritméticas en imágenes	Suma Resta División Multiplicación Promediado de Imagen Binarización
	Archivado	Medios digitales (CD, DVD, Cinta magnética) Orden de los discos duros (RAID) Archivo central Formato de imagen (Jpeg, Tiff, Diconde, bmp,…) Compresión de imagen Copia de datos de imagen
Determinar calidad de imagen	Medida de la calidad de imagen	Relación Señal ruido Estándar relación señal ruido (SNRn#9) Resolución SRb Falta de nitidez de una imagen Función de transferencia de modulación (MTF) Relación contraste ruido (CNR)

Inspección Radiográfica sin película, nivel 3		
		Sensibilidad al contraste Incremento geométrico Principio de compensación
Especificaciones de la técnica de rayos-X		Proyección del Angulo
		Elección de especímenes de ensayo
		Eliminación de especímenes de ensayo
	Técnica de exposición	Uniones soldadas en tuberías Uniones soldadas en chapas Examinación en piezas moldeadas
Análisis		Tipos de defectos Detección de errores automático Catálogos digitales de defectos (comparación de imágenes ASTM) Medida digital de las indicaciones (y calibraciones) Medida del espesor mediante escala de grises Aceptación de la norma
Normas y regulaciones		