

## PROLOGO

## CONTENIDO

4.1.	Control de materiales mediante ondas ultrasónicas	1
4.2.	Tipos de ondas acústicas	3
4.2.1	Ondas longitudinales	3
4.2.2	Ondas transversales	4
4.2.3	Ondas de Rayleigh	5
4.2.4	Ondas de Lamb	6
4.3.	Velocidades de las ondas acústicas	7
4.4.	Impedancia acústica	7
4.5.	Energía e intensidad acústica	8
4.6.	Ondas acústicas en superficies límites	
4.6.1	Incidencia normal	9
4.6.2	Incidencia oblicua	10
4.7.	Haz ultrasónico	
4.8.	Campo cercano - Campo lejano	14
4.9.	Atenuación	
4.9.1	Atenuación en el haz ultrasónico	17
4.9.2	Atenuación en los sólidos	17
	Ley de atenuación	18
4.10.	Excitación continua y a impulsos	
4.10.1	Excitación continua	19
4.10.2	Excitación por impulsos	19
4.11.	Métodos de ensayo	
4.11.1	Método de transmisión	20
4.11.2	Método pulso-eco	22
	Determinación de heterogeneidades y grietas	22
	Diagramas AVG - DGS	25
	Determinación de espesores	28
4.11.3	Método de resonancia	30
4.12.	Palpadores	33
	Sensibilidad - Poder resolutivo	34
4.12.1	Palpadores de contacto	34
	I. Palpadores de incidencia normal	35
	Amortiguación	36
	II. Palpadores de incidencia oblicua	39
	Ondas longitudinales	39
	Ondas transversales	41
	Ondas de Rayleigh	41
	Ondas de Lamb	42
	Detalles constructivos	43
	Empleos	44

## VIII

- III. Palpadores de doble cristal 51
  - Máxima sensibilidad 52
- 4.12.2 Palpadores de inmersión - Técnicas de empleos 53
  - Lentes focalizantes 55
  - Técnica de inmersión - Técnica por bañado 57
  - Banco de barrido de alta velocidad computarizado 58
- 4.13. Código de palpadores 59
- 4.14. Campo de sonido 64
- 4.15. Acoplamiento 66
- 4.16. Efectos de superficie
- 4.16.1 Rugosidad - Recubrimientos 67
- 4.16.2 Curvatura 69
- 4.17. Frecuencias de ensayo 72
- 4.18. Diámetro del oscilador 75
- 4.19. Equipo ultrasónico de pulso-eco - Condiciones de usos
  - Circuito generador de barrido 79
  - Circuito generador de pulsos 82
  - Transformación de pulsos 82
  - Ganancia 83
  - Supresión 85
  - Amplificadores de banda ancha - Lupa de profundidad 86
  - Puerta de la pantalla - Posición de ensayo según tipo de palpador -
  - Centrado de la imagen - Oscilogramas no rectificadas 87
  - Pantalla - Alarma - Alimentación - Temperaturas - Calibración 88
- 4.20. Representación en barrido A - B y C
- 4.20.1 Barrido A 89
- 4.20.2 Barrido B 89
- 4.20.3 Barrido C 90
- 4.21. Equipos para ensayos con ultrasonidos
- 4.21.1 Nortec-Metrotek 92
- 4.21.2 Sonic 93
- 4.21.3 Krautkrämer-Branson 97
- 4.22. Ensayos - Equipos 100
- 4.23. Bloques patrones o de referencia 102
  - Bloque de referencia V1 - Calibración 104
  - Bloque de referencia V2 - Calibración 113
  - Bloques de referencia escalonados - Calibración 116
  - Bloques de referencia ASTM - Calibración 117
- 4.24. Inspección de tubos 121
  - Técnicas para ensayos de tubos de gran diámetro 123
  - Técnicas para ensayos de tubos de medianos diámetros 124
  - Técnicas para ensayos de tubos de pequeños diámetros 125
  - Calibración de los equipos para el control de tubos 127
  - Sistemas de inspección 129

- 4.25. Inspección de barras y palanquillas
  - Barras 130
  - Palanquillas 132
- 4.26. Inspección de soldaduras 133
  - Angulos del rayo ultrasónico 135
  - Soldaduras a tope 137
  - Uniones en ángulo y en te 137
  - Uniones soldadas por puntos 137
  - Frecuencias 138
  - Condiciones de acoplamiento 138
  - Uniones de tubos por soldadura eléctrica 139
- 4.26.1 Regleta luminosa de localización de fallas en soldaduras 140