

INDICE GENERALE

SIGLE E ABBREVIAZIONI IN ORDINE PROGRESSIVO	7
UNITA' DI MISURA	8
1. PRINCIPI DELLA TECNICA PHASED ARRAY	9
1.1. Generale	9
1.2. Vantaggi della tecnica PA rispetto alla tecnica convenzionale	10
2. FISICA DEGLI ULTRASUONI	11
2.1. Caratteristiche del fascio ultrasonoro	11
2.2. Trasmissione e riflessione del suono	12
2.3. Attenuazione	17
2.4. Rifrazione e conversione di modo	18
3. SONDA MULTIPLA A COMANDO DI FASE (PHASED ARRAY)	21
3.1. Generale	21
3.2. Sonde composite piezoelettriche (piezocomposite)	21
3.3. Parametri di una sonda PA	22
3.4. Cunei per le sonde PA	25
3.5. Connettori e cavi di connessione	27
3.6. Formazione del fascio convenzionale	28
3.7. Formazione di un fascio PA	29
3.8. Focalizzazione del fascio PA	30
3.9. Leggi focali	31
3.10. Focalizzazione del fascio convenzionale	34
3.11. Focalizzazione dinamica	35
3.12. Scansione e rappresentazione degli S-scan	37
3.13. Scansione e rappresentazione per immagine	37
3.14. Scansione settoriale e lineare	37
3.14.1. Scansione settoriale	38

3.14.2.	Scansione lineare	41
4.	RISOLUZIONE DEL FASCIO ULTRASONORO	43
4.1.	Generale	43
4.2.	Risoluzione assiale e laterale del fascio ultrasonoro	43
4.3.	Risoluzione lontana del fascio ultrasonoro	44
4.4.	Risoluzione vicina del fascio ultrasonoro	45
4.5.	Risoluzione angolare del fascio ultrasonoro	45
4.6.	Lobi laterali e reticolari	48
5.	APPARECCHIATURA PHASED ARRAY	50
5.1.	Generale	50
5.2.	Caratteristiche dell'apparecchio	51
5.3.	Certificazione dell'apparecchiatura	51
5.3.1	Norma UNI EN ISO 18563-3: 2015 Prove non distruttive caratterizzazione e verifica dei sistemi ad ultrasuoni "Phased-array" – Parte 3: sistemi combinati.	51
6.	PREPARAZIONE DELL'APPARECCHIATURA	52
6.1.	Generale	52
6.2.	Impostazioni base dell'apparecchiatura	52
6.3.	Blocco per la regolazione e le verifiche dello strumento secondo la norma ISO 19536	54
6.4.	Impostazioni preliminari per regolare il campo di misura	54
6.5.	Regolazione del campo di misura	55
6.5.1.	Generale	55
6.5.2.	Regolazione del campo di misura per scansione settoriale con onde longitudinali	55
6.5.3.	Regolazione del campo di misura per scansione settoriale con onde trasversali	56
6.6.	Regolazione della sensibilità	59
6.6.1.	Regolazione con fascio normale	60
6.6.2.	Regolazione con fascio angolato	61
7.	NORMATIVE PA PER LE SALDATURE	66
7.1.	Generale	66

7.2.	Norma UNI EN ISO 13588 CONTROLLO NON DISTRUTTIVO DELLE SALDATURE- ESAME CON ULTRASUONI-USO DELLA TECNOLOGIA AUTOMATICA PHASED ARRAY	66
8.	ASME BPVC.VIII.2-2015 PART 7 INSPECTION AND EXAMINATION REQUIREMENTS	85
9.	ARTICOLO 23, SE 2700 STANDARD PRACTICE FOR CONTACT ULTRASONIC TESTING USIN PHASED ARRAY	95
10.	ONDE DI DISPERSIONE SUPERFICIALI O DI STRISCIAMENTO (creeping wave)	108
10.1.	Generale	108
10.2.	Onde di strisciamento	108
11.	ESAME DELLE SALDATURE PREPARAZIONE DELLA PROVA	109
11.1.	Generale	109
11.2.	Progetto di scansione	110
11.3.	Esame di una saldatura a V di 10 mm di spessore	115
11.4.	Esame di una saldatura a V di 15 mm di spessore	116
11.5.	Esame di una saldatura a X di 15 mm di spessore	117
11.6.	Controllo di una saldatura a K simmetrica su un particolare saldato a T di 20 mm di spessore	119
11.7.	Controllo di una saldatura a X simmetrica di 35 mm di spessore	121
11.8.	Controllo di una saldatura a V di 22 mm di spessore	126
12.	ESECUZIONE DELLA REGISTRAZIONE	127
12.1.	Generale	127
12.2.	Preparazione della registrazione	127
12.3.	Controlli preliminari	128
12.4.	Validazione della prova	128
12.5.	Esecuzione della prova e risultati	134
12.5.1.	Esame di una saldatura a V di 25 mm di spessore	134
12.5.1.1.	Saldatura con cricca	135
12.5.1.2.	Saldatura con porosità	136
12.5.1.3.	Saldatura con scoria	137
12.5.2.	Esame di una saldatura a X di 10 mm di spessore	137
12.5.2.1.	Saldatura con porosità raggruppate	138

12.5.2.2.	Saldatura con mancata fusione al cuore_____	139
12.5.2.3.	Saldatura con mancata fusione del lembo laterale_____	139
12.5.2.4.	Saldatura con porosità_____	140
12.5.2.5.	Saldatura con cricca_____	141
13.	ALTRE APPLICAZIONI_____	142
13.1	Generale_____	142
13.2.	Controllo dei forgiati_____	142
13.3.	Controllo delle fibre di carbonio_____	143
13.4.	Controllo delle saldature dei binari_____	144
13.5.	Controlli di palette di turbine in esercizio_____	146
13.6.	Controlli della corrosione_____	148
14.	DIMENSIONAMENTO DELLE INDICAZIONI_____	149
14.1.	Generale_____	149
14.2.	Scansione combinata_____	151
14.3.	Visualizzazione tridimensionale_____	152
14.4.	Misurazione di grosse imperfezioni_____	154
14.5.	14.5. Misurazione dell'estensione in lunghezza e profondità di piccole imperfezioni_____	155
14.5.1.	Tecnica di mezza ampiezza_____	156
14.5.2.	Misura di piccole imperfezioni con la tecnica dell'onda diffranta_____	158
14.5.3.	. Misura con la tecnica AATT (absolute arrival time technique)_____	158
14.6.	Esempio di misurazione delle imperfezioni artificiali di un blocco di riferimento_____	156
15.	Elenco di alcuni materiali con i relativi parametri acustici_____	162
16.	Bibliografia_____	163
17.	NORMATIVE ULTRASUONI _____	164
18.	TERMINOLOGIA_____	167
19.	QUESTIONARIO_____	183