

I N D I C E

	Pag.
Introduzione	1
1. <u>PRINCIPI FISICI</u>	
1.1 <u>NATURA DELLE RADIAZIONI</u>	
1.1.1 Storia delle radiazioni	2
1.1.2 Struttura dell'atomo	3
1.1.3 Sorgenti di radiazione	6
a) Elettroniche	
b) Isotopiche	
1.1.4 Tipi di radiazione	9
a) Particelle (radiazioni e neutroni)	
b) Onde elettromagnetiche (spettri di emissione raggi X e gamma)	
1.2 <u>INTERAZIONE FRA RADIAZIONI E MATERIA</u>	
1.2.1 Ionizzazione	18
1.2.2 Ionizzazione provocata da particelle	
a) Radiazione	
b) Radiazione	
c) Neutroni	
1.2.3 Ionizzazione provocata da onde elettromagnetiche	19
a) Effetto fotoelettrico	
b) Effetto Compton	
c) Produzione di coppie	
d) Radiazioni secondarie	
e) Radiazioni diffuse	
1.2.4 Assorbimento	23
1.3 <u>UNITA' DI MISURA</u>	
1.3.1 Energia	26
1.3.2 Lunghezza d'onda	26
1.3.3 Attività di un isotopo radiattivo	
1.3.4 Quantità di radiazioni	
1.3.5 Intensità di radiazioni	

2. SORGENTI DI RADIAZIONI

2.1 APPARECCHIATURE ELETTRONICHE

2.1.1	Apparecchi a raggi X a bassa e media energia	28
a)	Tubo radiogeno (l'involucro - il catodo - l'anodo - kV e mA macchia focale - fascio di radiazioni - raf- freddamento del tubo - ciclo di lavoro (duty cycle) - impiego dei tubi e loro durata)	
b)	Circuiti di alimentazione	38
c)	Apparecchi a circuiti autoraddrizzanti (catodo a terra - centro trasformatore a ter- ra - anodo a terra)	40
d)	Apparecchi a corrente raddrizzata (raddrizzatori a valvola - a semiconduttori a circuiti speciali)	44
e)	Adattabilità delle apparecchiature	47
f)	Tipi di apparecchiature a media potenza	47
g)	Considerazioni circa l'uso delle apparecchia- ture a raggi X	47
2.1.2	Apparecchi a raggi X ad alta energia	49
a)	Resotrone	
b)	Acceleratore di Van de Graaf	
c)	Acceleratore lineare	
d)	Betatrone	
e)	Considerazione sulle caratteristiche delle A.E.	
2.1.3	Apparecchiature particolari	58
a)	Neutroniche (Produzione di neutroni - acceleratori di parti- celle - sorgenti radiattive - neutroni veloci e termici - caratteristiche di attenuazione i con- vertitori - radiografia diretta ed indiretta - applicazione della radiografia neutronica)	

2.2 APPARECCHIATURE A RAGGI GAMMA

2.2.1	Tipi di isotopi	65
a)	Radium (Ra 226)	
b)	Cobalto (Co 60)	
c)	Cesio (Cs 137)	
d)	Iridio (Ir 192)	
e)	Tullio (Tm 170)	

2.2.2	Schemi di disintegrazione e spettri di energia	68
2.2.3	Incapsulamento isotopi	68
2.2.4	Confronto fra raggi X e gamma	68
2.2.5	Caratteristiche dei diversi isotopi	73
	a) Energia	
	b) Attività	
	c) Intensità	
	d) Spessori di dimezzamento	
	e) Tempo di dimezzamento o vita media	
2.2.6	Apparecchiatura gammagrafica	75
	a) Portasorgente	
	b) Contenitore (tipi diretti con e senza otturazione - tipi a labirinto con e senza otturazione)	
	c) Il telecomando	
	d) Il tubo convogliatore	
2.2.7	Considerazioni sull'uso delle apparecchiature gammagrafiche	80

3. RIVELATORI DI RADIAZIONE

3.1 RIVELATORI AD IMMAGINE

3.1.1	Pellicola radiografica	82
	a) Struttura di un film	
	b) La formazione dell'immagine	
	c) Caratteristiche di una pellicola radiografica (densità di annerimento - definizione - contra- sto - reversal)	
	d) Curve caratteristiche o sensitometriche (fattore di contrasto - gradiente)	
3.1.2	Fluoroscopia	90
	a) Principio di funzionamento	
	b) Visualizzazione (Diretto - intensificatori di immagine - fluoro- grafia - circuito TV)	
	c) Protezione delle radiazioni	
	d) Vantaggi e difetti	
3.1.3	Xeroradiografia	93

3.1.4	Radiografie su carta sensibile	94
3.2	<u>RIVELATORI STRUMENTALI</u>	
3.2.1	Misuratori di dose	95
	a) Camere di ionizzazione (a lettura diretta ed indiretta)	
	b) Dosimetri a vetro luminescente	
3.2.2	Misuratori di intensità	96
	a) Camere di ionizzazione	
	b) Contatori geiger (ad indicazione - a segnalazione acustica)	
	c) Contatori a scintillazione	
4.	<u>PROCESSO RADIOGRAFICO</u>	
4.1	<u>IL PEZZO</u>	
4.1.1	Materiale	101
4.1.2	Spessore	103
4.1.3	Forma e dimensione	103
4.2	<u>LA SORGENTE</u>	
4.2.1	Il tipo	106
4.2.2	Intensità di radiazione	108
4.3	<u>IL POSIZIONAMENTO SORGENTE/PEZZO/PELLICOLA</u>	
4.3.1	Orientamento delle radiazioni	110
4.3.2	Distanza pellicola/pezzo	110
4.3.3	Distanza fuoco pellicola (DFP) (legge quadrato della distanza)	110
4.4	<u>LA PELLICOLA</u>	
4.4.1	La scelta della pellicola	111
4.4.2	Densità di annerimento	113
4.4.3	Schermi rinforzatori	113

4.5	<u>L'ESPOSIZIONE</u>	
4.5.1	Legge di reciprocità - Fattore di esposizione	118
4.5.2	Tabelle di esposizione	119
4.5.3	Fattori di correzione	119
	a) Variazioni di materiale	
	b) Variazioni di DFP	
	c) Variazioni di pellicola	
	d) Variazioni di densità - Esempi di uso delle curve sensitometriche	
4.6	<u>IL TRATTAMENTO DELLE PELLICOLE</u>	
4.6.1	La camera oscura	126
	a) Il locale	
	b) L'illuminazione	
	c) L'attrezzatura	
4.6.2	La preparazione delle pellicole	129
	a) Guaine	
	b) Cassette	
4.6.3	Lo sviluppo delle pellicole	130
	a) Sviluppo (Tempo - temperatura - agitazione - integrazione)	
	b) Arresto dello sviluppo	
	c) Fissaggio	
	d) Lavaggio finale	
	e) Essiccazione	
4.6.4	L'attrezzatura per lo sviluppo manuale	138
	a) Vaschette	
	b) Telai di sviluppo	
	c) Essicatori	
	d) Accessori diversi	
4.6.5	L'attrezzatura per lo sviluppo automatico	143
4.6.6	Schema di realizzazione di camera oscura	146
4.7	<u>LA QUALITA' DI IMMAGINE</u>	
4.7.1	La sensitività radiografica	149
4.7.2	Contrasto radiografico	149
	a) Contrasto oggetto	
	b) Contrasto pellicola	

4.7.3	Definizione radiografica	150
	a) Fattori geometrici	
	b) Granulosità	
4.7.4	Latitudine	
4.7.5	Indicatori qualità di immagine (I.Q.I.)	151
	a) Indicatori a fili (tipo DIN)	
	b) " a fori (tipo ASME)	
	c) " a gradini e fori (tipo AFNOR)	
	d) " " " (tipo BWRA)	
	e) Considerazioni conclusive circa l'uso I.Q.I.	
4.8	<u>ELEMENTI VARIABILI DETERMINANTI LA QUALITA' D'IMMAGINE</u>	
4.8.1	Tipo di sorgente ed energia	160
	a) Contrasto del pezzo	
	b) Latitudine	
	c) Granulosità	
	d) Radiazioni secondarie	
4.8.2	Tipo di pellicola	162
	a) Sensibilità e qualità	
	b) Densità	
	c) Trattamento	
4.8.3	Schermi rinforzatori	162
4.8.4	Radiazioni secondarie	163
	a) Diffuse	
	b) Riflesse	
	c) Diffrazione	
	d) Retroriflesse	
	e) Protezione da radiazioni secondarie (fogli metallici - schermi - diaframmi - collimatori - maschere - filtri)	
4.8.5	Geometria del pezzo	168
	a) Ingrandimento immagine	
	b) Deformazione immagine	
4.8.6	Penombra	170
	a) Macchia focale	
	b) Ionizzazione della pellicola	
4.8.7	Tabelle riassuntive	172

5. LA TECNICA ESECUTIVA

5.1 GENERALI

5.1.1 Informative 177

- a) Materiale
- b) Forma
- c) Procedimenti di formatura
- d) Entità del controllo
- e) Specifiche di controllo

5.1.2 Identificazione del film 178

- a) Marche in piombo
- b) Tracciatura
- c) Marcatura
- d) Disegni
- e) Bollettini e certificati

5.2 CONTROLLO DELLE SALDATURE

5.2.1 Saldature di testa 180

- a) Spessore
- b) Distanza DFP
- c) Tratto utile
- d) Posizione sorgente
- e) Radiografie parziali

5.2.2 Saldature ad angolo 182

- a) Ad angolo semplice
- b) A piena penetrazione
- c) A sovrapposizione
- d) D'angolo

5.2.3 Saldature di tubi 184

- a) Saldature longitudinali
- b) Saldature circonferenziali
- c) Saldature di branchi

5.3 CONTROLLO DI FUSIONI E GROSSI FUCINATI

5.3.1 Controllo globale 193

- a) Esposizioni panoramiche

5.3.2 Controllo totale 194

5.3.3 Controllo parziale 194

5.4	<u>CONTROLLI DI PICCOLI PARTICOLARI</u>	196
5.5.	<u>CONTROLLI SPECIALI</u>	
5.5.1	Brasature	197
5.5.2	Saldature a punti	197
5.5.3	Componenti elettronici	199
5.5.4	Controlli di corrosione	201
5.5.5	Diversi	203
	a) Carta	
	b) Pneumatici	
	c) Quadri	
5.6	<u>TECNICHE SPECIALI</u>	
5.6.1	A doppia lastra	205
5.6.2	Stereoradiografia	206
5.6.3	Doppia esposizione (parallasse)	206
5.6.4	Radiografie di oggetti in movimento	208
5.6.5	Flashradiografia	209
5.6.6	Microradiografia	209
5.6.7	Diffrattografia	209 bis
	a) Fenomeno della diffrazione	
	b) Sistema di analisi	
	c) Applicazioni	
5.6.8	Autoradiografia	209 quater
6.	<u>INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI</u>	
6.1	<u>ANALISI DELLE RADIOGRAFIE</u>	
6.1.1	Negatoscopi	210
6.1.2	Densitometri	211
6.1.3	Condizioni di lettura	211
	a) Intensità di illuminazione	
	b) Caratteristiche della luce	
	(Colore - diffusione - campo di illuminazione)	

c)	Condizioni ambientali	
d)	Adattamento	
e)	Distanza e capacità visiva	
6.1.4	Difetti e visibilità	213
a)	Difetto	
b)	Visibilità (Contrasto e luminosità - sottofondo - forma e dimensioni del difetto)	
6.2	<u>DIFETTOLOGIA</u>	
6.2.1	Saldature	215
a)	Procedimenti di saldatura (Ossiacetilenica - ad arco elettrico - ad elettrodo fusibile - TIG - MIG - MAG - arco sommerso - elettroscoria - automatici e semiautomatici)	
b)	Difetti caratteristici	
6.2.2	Fusioni	217
a)	Procedimenti di fusione (In terra - in stampo - microfusioni)	
b)	Difetti caratteristici	
6.3	<u>LA TECNICA INTERPRETATIVA</u>	
6.3.1	Aspetti generali di interpretazione	224
6.3.2	Standard di accettabilità	225
a)	Saldature	
b)	Fusioni	
6.4	<u>CERTIFICAZIONE</u>	227
7.	<u>S I C U R E Z Z A</u>	
7.1	<u>EFFETTI BIOLOGICI DELLE RADIAZIONI</u>	
7.1.1	Azione biologica	228
7.1.2	Modi di irradiazione (Esterne - interne - parziali - totali)	

7.2	<u>UNITA' DI MISURA</u>	
7.2.1	Dosi di radiazione	229
	a) Dosi di esposizione (Roengten)	
	b) Dosi di assorbimento (Rad - rem)	
7.2.2	Intensità di dose	229
7.3	<u>MISURA DELLE RADIAZIONI</u>	
7.3.1	VALUTAZIONE TEORICA DELL'INTENSITA DI RADIAZIONE	231
7.3.2	MISURE STRUMENTALI DI DOSE	232
7.3.3	MISURE STRUMENTALI DI INTENSITA" DI DOSE	233
7.4	<u>DOSIMETRIA</u>	234
7.4.1.	CATEGORIE DI PERSONE	234
7.4.2	DOSI MASSIME AMMISSIBILI	234
7.5	<u>PROTEZIONE PERSONALE</u>	
7.5.1	ZONE RADIATIVE	236
7.5.2	FATTORI DI RIDUZIONE	236
7.5.3.	MODALITA' OPERATIVE	237
7.6	<u>SORVEGLIANZA FISICA E SANITARIE</u>	
7.6.1.	SORVEGLIANZA FISICA	239
7.6.2.	SORVEGLIANZA SANITARIA	239
7.7	<u>TRASPORTI DI APPARECCHIATURE RADIOGENE</u>	240
7.7.1	AUTORIZZAZIONI AL TRASPORTO	240
7.7.2	MEZZI DI TRASPORTO	240
7.7.3	DENUNCE	240
	BIBLIOGRAFIA	241
	APPENDICE 1	242
	APPENDICE VI	270
	APPENDICE 2	281
	LEGGI E DECRETI CHE INTERESSANO LA RADIOPROTEZIONE	297