

Sommario

<i>Prefazione</i>	vii
CAPITOLO 1 Introduzione all'aeroelasticità	1
1.1 Classificazione dei fenomeni aeroelastici e cenni storici	2
1.2 Organizzazione del testo	6
CAPITOLO 2 Aeroelasticità della sezione tipica	8
2.1 Definizione della sezione tipica	8
2.2 Le equazioni del modello semi-rigido	10
2.3 Le forzanti aerodinamiche nel modello semi-rigido	13
2.4 Modello aeroelastico con aerodinamica stazionaria.....	14
2.5 Interpretazione energetica del flutter	19
2.6 Modello aeroelastico con aerodinamica quasi-stazionaria.....	21
2.7 Il modello aerodinamico non stazionario di Theodorsen	22
2.7.1 Formulazione dei carichi aerodinamici non stazionari	
2.8 Soluzioni “ingegneristiche” per lo studio del flutter	29
2.9 Relazione fra le teorie di Theodorsen e Wagner	33
2.10 La portanza circolatoria nello spazio degli stati.....	37
2.11 Modello aeroelastico con aerodinamica non stazionaria.....	41
2.12 Risposta alla raffica della sezione tipica	44
2.12.1 Raffica sinusoidale e a gradino: le funzioni di Sears e Küssner	
CAPITOLO 3 Aeroelasticità di ali finite	52
3.1 I fenomeni aeroelastici dei velivoli ad ali fisse	52
3.2 Modello dinamico-strutturale dell'ala finita	53
3.2.1 La trave equivalente flesso-torsionale	

3.3 Modellazione aerodinamica per l'aeroelasticità dell'ala finita.....	58
3.4 Modellazione aerodinamica con il metodo della strip theory.....	60
3.5 Formulazione aeroelastica con strip theory aerodinamica	63
3.5.1 Il metodo di Galërkin per l'integrazione spaziale del sistema aeroelastico	
3.5.2 Formulazione aeroelastica matriciale nello spazio degli stati	
3.6 Formulazione aeroelastica per ali a freccia	71
3.7 Risposta alla raffica basata sulla strip theory	76
CAPITOLO 4 Il metodo dei pannelli per l'aeroelasticità	77
4.1 Fondamenti della teoria dei flussi potenziali incompressibili	78
4.2 Formulazione integrale per il potenziale attorno a corpi non portanti.....	79
4.2.1 Evanescenza del contributo all'infinito	
4.2.2 Interpretazione e utilizzo della formulazione integrale per il potenziale	
4.3 Applicazione del metodo degli elementi di contorno.....	84
4.3.1 Soluzione numerica dell'equazione integrale	
4.4 Flussi (quasi) potenziali attorno a corpi portanti.....	88
4.5 Formulazione integrale per il potenziale attorno a corpi portanti	89
4.5.1 Condizioni al contorno sulla scia potenziale	
4.5.2 La condizione di Kutta-Morino	
4.5.3 Equazione integrale con memoria di scia	
4.6 La matrice aerodinamica per l'operatore aeroelastico.....	97
4.7 La soluzione potenziale nel dominio della frequenza	98
4.7.1 Metodo degli elementi di contorno nel dominio della frequenza	
4.7.2 Matrice del potenziale	
4.7.3 Matrice delle condizioni al contorno	
4.7.4 Matrice delle pressioni	
4.7.5 Matrice delle forze generalizzate	
4.8 Formulazione dei carichi aerodinamici nello spazio degli stati	117
4.9 Formulazione aerodinamica per la risposta alla raffica.....	118
4.9.1 Carichi aerodinamici di raffica nello spazio degli stati	

CAPITOLO 5 Elementi di aeroservoelasticità	123
5.1 Definizione del problema aeroservoelastico.....	124
5.2 Le equazioni della dinamica della sezione tipica con flap.....	128
5.2.1 <i>Le forzanti aerodinamiche</i>	
5.3 Il controllo ottimo per la stabilizzazione	134
5.4 L'osservatore ottimo per la retroazione	138
5.4.1 <i>Determinazione della matrice guadagno dell'osservatore</i>	
5.5 Principio di separazione.....	141
CAPITOLO 6 Aeroelasticità di ali finite in flussi compressibili	142
6.1 Fondamenti della teoria dei flussi potenziali compressibili	143
6.2 Funzione di Green di spazio libero per l'equazione delle onde	144
6.3 Formulazione integrale di contorno per corpi fermi vibranti	145
6.3.1 <i>Il problema acustico</i>	
6.4 Funzione di Green di spazio libero in un riferimento mobile	148
6.5 Formulazione integrale di contorno per flussi subsonici potenziali	151
6.6 La matrice del potenziale per flussi compressibili	156
6.7 La matrice aerodinamica per flussi compressibili.....	158
APPENDICE A Fenomeni di aeroelasticità statica	160
A.1 Divergenza aeroelastica (sezione alare).....	160
A.2 Inversione dei comandi (sezione alare).....	161
APPENDICE B Elementi di calcolo delle variazioni	163
B.1 Funzionale di funzione reale di variabile reale.....	164
B.2 Funzionale di più funzioni reali di variabile reale.....	166
B.3 Funzionale di funzione reale di più variabili reali	167
B.4 Funzionale dipendente da derivate di ordine superiore	168
B.5 Esempio applicativo: equazione della trave a flessione	168

APPENDICE C	Un modello aerodinamico agli stati finiti	172
APPENDICE D	Note sul metodo di Galërkin	174
D.1	Il metodo di Galërkin dal calcolo delle variazioni	176
D.2	Il metodo di Galërkin per funzioni di forma non canoniche	177
APPENDICE E	Riduzione del sistema aeroelastico in forma modale	180
APPENDICE F	Note sul teorema di Bernoulli	185
F.1	Derivazione del teorema di Bernoulli	185
F.2	Il teorema di Bernoulli in un riferimento mobile	186
APPENDICE G	Funzione di Green di spazio libero	188
G.1	Funzione di Green dell'operatore Laplaciano	188
G.2	Funzione di Green dell'operatore di Helmholtz	189
APPENDICE H	Sulla regolarizzazione della formulazione integrale	192
H.1	Integrali di sorgente.....	192
H.2	Integrali di doppietta	193
APPENDICE I	Principi di conservazione attraverso discontinuità	196
APPENDICE J	Equivalenza vortici-doppiette	200
APPENDICE K	Elementi di geometria differenziale	204
K.1	Base duale e operazioni vettoriali	206
K.2	Coordinate curvilinee generalizzate	208
K.3	Operatore gradiente in coordinate curvilinee generalizzate	210
K.4	Sulla covarianza e controvarianza	211
APPENDICE L	Geometria del paraboloide iperbolico	214
L.1	Espressione della matrice delle forze generalizzate.....	216

APPENDICE M	Coefficienti della teoria di Theodorsen	217
APPENDICE N	Sul controllo ottimo	218
N.1	Condizione di trasversalità al tempo finale	218
N.2	Condizione di estremo della funzione costo	219
Bibliografia		220
Indice analitico		225