

Indice

Prefazione	XI
Capitolo 1 - Il funzionamento del LED	1
Evoluzione dei LED	1
Diodi e semiconduttori	1
Le bande di conduzione	4
Il drogaggio	6
La polarizzazione della giunzione PN	7
Diodi a emissione luminosa - I LED	9
Livello energetico e lunghezza d'onda	11
Band-gap diretto e indiretto	14
L'efficienza quantica	16
Costruzione del chip del LED	16
Angolo di uscita ed estrazione della luce	20
Capitolo 2 - SSL - Tipologie e struttura dei LED per l'illuminazione	25
LED chip, package e modulo	26
OLED	30
Capitolo 3 - Emissione luminosa	35
LED RGB e LED a luce bianca	35
I fosfori	39
Componenti ottiche primarie e secondarie	41
Capitolo 4 - Aspetti termici dei LED	49
La temperatura di giunzione	49
Misurare la temperatura di un LED	51

V

Gestione del calore nei sistemi a LED	54
Conduzione del calore nel package LED	55
Resistenza e conducibilità termica	56
La dissipazione del calore	57
Dissipatori ad alette	57
Heat-pipe (tubi di calore)	59
Ventilatori	61
Celle Peltier	62
Ventole piezoelettriche	64
Capitolo 5 - Sistemi di alimentazione dei LED	67
Gli alimentatori lineari	67
Gli alimentatori switching (SMPS)	68
Il principio PWM (Pulse Width Modulation)	70
I filtri EMI	72
Architettura del sistema di alimentazione di un LED	74
Tipologie dei regolatori DC-DC switching	74
Regolatore Buck (detto anche Step-Down Converter)	76
Regolatore Boost (detto anche Step-Up Converter)	77
Regolatore Buck-Boost (detto anche Step-Up/Down Converter)	78
Regolatore Flyback	79
Regolatore Forward	81
Regolatore Push-Pull	83
Schemi di connessione dei LED	84
Esempi di alimentatori	86
Esempio di alimentatore Flyback	86
Esempi di alimentatori a corrente controllata	88
Esempio di driver DC/DC	88
Capitolo 6 - Sistemi di controllo	95
Logiche di controllo e panoramica dei sistemi più utilizzati	95
Strumenti	96
Analogico e digitale	96
Controllo analogico 1-10V	96
Controllo analogico multiplex	97
Controllo digitale	98
DMX 512 e DMX 512A	99
Indirizzamento degli apparecchi	100
Protocollo dati	100

Hardware	102
Controller DMX	103
Cablaggio DMX e terminazione	105
Ausiliari alla distribuzione (Buffer E Splitter)	107
Apparecchio DMX	108
Interfaccia utente per l'indirizzamento	109
DALI	125
Caratteristiche principali	125
Architettura del sistema	126
Connessioni	128
ACN e protocolli su DMX Ethernet	129
Il protocollo ACN	130
Streaming ACN	132
Il protocollo ArtNet	132
Assegnazione degli indirizzi in sistemi complessi	134
Dispositivi speciali di controllo	134
Capitolo 7 - Caratteristiche e prestazioni dei sistemi LED	137
Flusso, intensità, ripartizione fotometrica ed efficienza luminosa dei LED	138
Flusso luminoso	138
Intensità luminosa	139
Ripartizione fotometrica	140
Efficienza luminosa	141
La corrente di pilotaggio	142
Le prestazioni del LED nel tempo	143
Influenza della temperatura di giunzione sulle prestazioni	144
Progettare l'affidabilità del LED	145
Progettare l'affidabilità dell'apparecchio d'illuminazione	146
La qualità dei LED - Il binning	148
Prestazioni colorimetriche dei LED	152
Il colore apparente	152
Resa cromatica	152
ANSI C78-377-2008	155
Misura del colore dei LED	161
IESNA LM-79	161
IESNA LM-80	162
IESNA TM-21	166
Analisi della tecnologia LED	166

Capitolo 8 - Illuminazione per interni architettonici - Sistemi a LED per luce d'accento	171
Considerazioni illuminotecniche preliminari	171
Scelta degli apparecchi d'illuminazione	176
Definizione dei raggruppamenti e dei sistemi di controllo	179
Capitolo 9 - Illuminazione per l'ambito espositivo - Aspetti qualitativi dell'emissione delle sorgenti LED	185
Illuminazione museale	185
Presentazione delle opere	187
Illuminamento	187
Controllo dell'abbagliamento	188
Aspetti cromatici	189
Tutelare le opere d'arte	192
Ottimizzare i costi e la gestione	193
Conclusioni	194
Capitolo 10 - Illuminazione per gli spazi vendita - LED tra esposizione e comunicazione	195
Progettare la manutenzione	195
Esempio d'integrazione di sistemi digitali complessi	199
Capitolo 11 - Illuminazione residenziale d'interni - Sostenibilità dei sistemi LED	203
Sostenibilità estetica	204
Quantità e qualità della luce	204
Corpi illuminanti tra design e tecnica	205
Aspetti cromatici	207
Sostenibilità gestionale	212
Il costo	212
L'installazione	212
Sostenibilità ambientale	213
Conclusioni	215
Capitolo 12 - Illuminazione di facciate storiche - Valorizzazione e tutela ambientale in ambito urbano	217
Conformazione dell'impianto	219
Risparmio energetico	222
Controllo dell'inquinamento luminoso	223
Conclusioni	225

Capitolo 13 - Luce dinamica in esterno	227
Illuminazione ordinaria	229
Luce per gli eventi	229
Scelta degli apparecchi d'illuminazione	233
Sistema di controllo	236
Conclusioni	240
Capitolo 14 - Illuminazione funzionale per esterni - L'affidabilità dei sistemi a LED	241
Vincoli e opportunità	241
Efficienza energetica dei sistemi a LED	241
Prestazioni fotometriche	244
Nuove opportunità per il design dei corpi illuminanti	246
Affidabilità	248
Gallerie stradali	251
Evoluzione degli impianti a LED per gallerie	252
Aspetti gestionali per le gallerie	253
Conclusioni	255
Appendice A - La normativa sui LED	257
Energy Star	257
Il consorzio Zhaga	257
Enti normatori	258
La normativa elettrica	258
Norme e raccomandazioni fotometriche e colorimetriche	259
In ambito internazionale	259
In ambito nazionale	259
Comitati tecnici CIE sui LED	260
Fotometrie	260
Colore	260
Sicurezza fotobiologica	260
Sicurezza	261
Performance	261
Nomenclatura	261
Telecomunicazione e altro	261
Altri riferimenti	261
Documenti in corso di sviluppo	262
Appendice B - Sicurezza fotobiologica	263
Strumenti e procedura di misura	266

Limiti di esposizione al rischio	272
Esempio di verifica	273
Appendice C - Calcolo dei dissipatori	277
Scambio convettivo	277
Superfici alettate	279
Funzionamento di un'aletta	279
Efficienza della singola aletta	281
Efficienza di un blocco di alette	282
Guadagno o efficacia di un'aletta	283
Calcolo di un dissipatore	284
Trovare la temperatura dell'involucro del LED	285
Considerazioni	289
Ulteriori approfondimenti	290
Appendice D - Calcolo della vita utile	297
La IESNA TM-21	297
Esempio di stima di durata di un tipo di LED sottoposto a 10.000 ore di test	299
Stima del flusso emesso nel tempo	306
Bibliografia	311
Siti Web	313
Documentazioni tecniche aziendali	313