

Inhalt

1	Grundlagen der Konstruktion	11
1.1	Technische Zeichnungen	11
1.2	Ablauf und Methoden der Konstruktion	12
1.2.1	Entwurfsprozess	13
1.2.2	Konstruktionsprozess	13
1.2.3	Elektrokonstruktion	14
1.3	Normung	16
1.3.1	Begriff und Inhalt technischer Normen	16
1.3.2	Rechtliche Stellung der Normen	17
1.3.3	Normungsgremien	18
1.4	Rechnerunterstützte Konstruktion	19
1.4.1	Computer Integrated Manufacturing (CIM)	19
1.4.2	Inhalte der rechnerunterstützten Konstruktion	21
1.4.3	Rechnerunterstützte Konstruktion in der Elektrotechnik	23
2	Regeln für das Anfertigen von Stromlaufplänen	27
2.1	Grundlegende Gestaltungshinweise	27
2.1.1	Formatsystem und Faltungsregeln	27
2.1.2	Standardschriftfeld	29
2.1.3	Linienarten	30
2.2	Grafische Symbole für Schaltunterlagen	31
2.2.1	Grundsätze der Symbolik	31
2.2.2	Binäre Elemente	32
2.2.3	Analoge Elemente	38
2.2.4	Bibliotheken im CAD-System	38
2.3	Stromlaufplan	41
2.3.1	Gestaltung und Inhalt	43
2.3.2	Anordnung der Stromkreise	44
2.3.3	Verteilte Darstellung	46
2.3.4	Referenzkennzeichen	47
2.3.5	Anschlusskennzeichnung	51
2.3.6	Angaben an Verbindungen	52
2.4	Stückliste	53

3	Aufbauprinzipien	58
3.1	Leiterplatten	58
3.1.1	Materialien für Leiterplatten	59
3.1.2	Lagenzahl	60
3.2	Weitere Schaltungsträger	61
3.2.1	Hybrid-Schaltkreise	61
3.2.2	Multi Chip Modul (MCM)	63
3.2.3	Dreidimensionale Schaltungsträger	64
3.3	Bauelemente	65
3.3.1	Bauelemente für Durchsteckmontage	65
3.3.2	Bauelemente für Oberflächenmontage	66
3.3.3	Chip on Board	71
3.3.4	Footprintbibliothek im CAD-System	72
3.4	Wärmeabführung	77
3.4.1	Physikalische Grundlagen	77
3.4.2	Dimensionierung eines Kühlkörpers	81
4	Leiterbildentwurf	84
4.1	Ausgangspunkt	85
4.2	Vorbereitung	86
4.2.1	Kontrolle und Vervollständigung der Footprintbibliothek	86
4.2.2	Optionen einstellen	87
4.3	Bauelemente platzieren	90
4.3.1	Floorplanning	90
4.3.2	Manuelles Platzieren	91
4.3.3	Automatisches Platzieren (Autoplacer)	93
4.3.4	Optimieren von Platzierung und Packaging	93
4.4	Leiter legen (interaktives Routing)	95
4.4.1	Werkzeuge	96
4.4.2	Reihenfolge	97
4.4.3	Routinghinweise	99
4.4.4	Abschließende Arbeiten	101
4.5	Autorouter	102
4.6	Multilayer	102
4.6.1	Durchkontaktierungen	102
4.6.2	Multilayeraufbau	103
4.7	Eigenstörsicherheit	105
4.7.1	Kopplungen und Gegenmaßnahmen	106
4.7.2	Hinweise zur Layoutgestaltung	108
4.7.3	Impedanzdefinierte Leiterplatte	108
4.8	Abgeleitete Unterlagen	115
4.8.1	Bohrplan	117
4.8.2	Bestückungsplan	117
4.8.3	Beschriftungszeichnung	118
4.8.4	Lötmaskenzeichnung	119

4.8.5	Lotpastenzeichnung	120
4.9	Übungsaufgaben zum Layout	122

5 Produktionsdaten 126

5.1	Leiterbild	126
5.1.1	Gerber-Datenformat	128
5.1.2	Extended-Gerber-Datenformat	130
5.2	Ergänzende Produktionsdaten	131
5.2.1	Bohrdaten	131
5.2.2	Bestückungsdaten	132
5.2.3	Daten für Serviceaufdruck	133
5.2.4	Daten für den Lötmaskendruck	134
5.2.5	Daten für den Lotpastendruck mit Schablone	135

6 Leiterplattenfertigung 137

6.1	Ablauf der Leiterplattenfertigung	137
6.2	Subtraktive Leiterbildstrukturierung	139
6.2.1	Leiterbildstrukturierung mit dem Siebdruckverfahren	140
6.2.2	Leiterbildstrukturierung mit Fotodruck	141
6.2.3	Unterätzung	142
6.3	Fräs-Bohr-Plotter	143
6.4	Multilayer	144
6.5	Bohrungen und Durchkontaktierungen	146
6.6	Oberflächen	148
6.6.1	Metallische Oberflächen	148
6.6.2	Lötmaske	148
6.6.3	Serviceaufdruck	148

7 Baugruppenfertigung 151

7.1	Bauteile (SMD) bestücken	151
7.1.1	Bestückungsautomat	151
7.1.2	Bauteile kleben	152
7.2	Lötverfahren	154
7.2.1	Lot, Flussmittel und Lotpaste	155
7.2.2	Wellenlöten	158
7.2.3	Reflowlöten	163
7.3	Leitkleben	170
7.4	Gehäuse	171
7.4.1	Aufgaben des Gehäuses	171
7.4.2	Gehäuse aus dem 19-Zoll-Aufbausystem	173

6 Lösungen 180

Formelzeichen	193
Glossar	195
Literatur und Normen	203
Index	207