

Obsah

Úvod	5
1. POČÍTAČOVÝ NÁVRH PLOŠNÝCH SPOJŮ	6
1.1. Schematický návrh	6
1.1.1. Tvorba schematických značek	6
1.1.2. Návrh elektronického schématu	7
1.1.3. Definice vlastností součástek a spojů	7
1.1.3.1. Popisy součástek	8
1.1.3.2. Popisy spojů	8
1.1.4. Kontrola návrhových pravidel	8
1.1.5. Výstupy schematického návrhu	8
1.2. Návrh plošného spoje	9
1.2.1. Princip vrstev a jejich využití	9
1.2.2. Knihovny pouzder	9
1.2.3. Načtení netlistu	10
1.2.4. Nastavení technologických podmínek	10
1.2.5. Obrisy plošného spoje, výřezy a montážní otvory	12
1.2.6. Rozmístění součástek	12
1.2.7. Vedení spojů	12
1.2.8. Finální úpravy	13
1.2.8.1. Podklady pro formátování na výsledný rozměr	13
1.2.8.2. Sesazovací značky	13
1.2.8.3. Popisy desky plošného spoje	14
1.2.8.4. Zlacené konektory	15
1.2.9. Kontrola návrhových pravidel	15
1.2.10. Generování technologických dat	15
1.2.10.1. Podklady pro výrobu vícevrstevných spojů	15
1.2.10.2. Podklady pro osazování	18
2. TECHNOLOGIE VÝROBY PLOŠNÝCH SPOJŮ	19
2.1. Semiaditivní metoda výroby plošných spojů	19
2.1.1. Výroba dvoustranných desek plošných spojů	19
2.1.2. Výroba vícevrstevných desek plošných spojů	24
2.2. Třídy přesnosti	25
3. POVRCHOVÁ MONTÁŽ	27
3.1. Součástky pro povrchovou montáž	29
3.1.1. Pouzdra s metalizovanými ploškami	29
3.1.2. Pouzdra s páskovými vývody	30
3.1.3. Pouzdra BGA	31
3.2. Pájení SMD	31
3.2.1. Princip vlny	32
3.2.2. Pájení přetavením	33
3.2.3. Ruční pájení a opravy SMD	33
4. VLASTNOSTI PLOŠNÝCH SPOJŮ	34
4.1. Odpor	34
4.1.1. Skin efekt	34
4.2. Kapacita	35
4.3. Indukčnost	37
4.4. Impedance	38
4.5. Rychlost šíření signálu	39
4.6. Vliv kapacitní zátěže	40
4.7. Přeslechy	40

4.7.1. Kapacitní vazba	41
4.7.2. Induktivní vazba	41
4.8. Zatížení vodičů na plošném spoji	42
4.8.1. Proudové zatížení	42
4.8.2. Napětíové zatížení	43
5. ELEKTROMAGNETICKÁ KOMPATIBILITA	46
5.1. Základní pojmy a definice	46
5.2. Legislativní rámec v České republice	47
5.2.1. Zákon č.22/1997 Sb. a Nařízení vlády č.169/1997 Sb.	47
5.2.2. Normy EMC – odolnost a vyzařování	49
5.3. Elektromagnetická kompatibilita a návrh plošného spoje	51
5.3.1. Rušení	51
5.3.1.1. Elektromagnetické pole vyzařované proudovou smyčkou.....	52
5.3.1.2. Elektromagnetické pole vyzařované přímým vodičem	53
5.3.1.3. Kmitočtové spektrum lichoběžníkového průběhu.....	53
5.3.1.4. Souhlasné a nesouhlasné rušení	54
5.3.2. Návrh plošných spojů z hlediska EMC	54
5.3.3. Součástky a EMC	55
6. NÁVRHOVÁ PRAVIDLA	57
6.1. Rozmístění součástek.....	57
6.2. Řazení vrstev plošného spoje.....	57
6.3. Zemnění.....	58
6.3.1. Jednobodové zemnění	58
6.3.2. Vícebodové zemnění	59
6.4. Blokování napájení.....	60
6.4.1. Reálný kondenzátor	62
6.4.2. Plošný spoj jako blokovací kondenzátor	62
6.4.3. Návrh lokálního blokovacího kondenzátoru.	63
6.4.4. Návrh skupinového blokovacího kondenzátoru	63
6.4.5. Návrh filtračního kondenzátoru.....	63
6.4.6. Umístění blokovacích kondenzátorů na plošném spoji	64
6.5. Napájecí zdroje	66
6.5.1. Analogové stabilizátory	66
6.5.2. Spínané zdroje	67
6.6. Číslicové obvody	68
6.6.1. Pravidla související s návrhem schématu	68
6.6.2. Pravidla související s návrhem rozmístění součástek a vedení spojů.....	69
6.7. Obvody hodinových impulzů.....	70
6.7.1. Ochranné paralelní spoje	70
6.7.2. Odrazy na vedení a jejich potlačení.....	71
6.8. Analogové obvody.....	73
6.9. A/D převodníky.....	74
6.10. Výkonové spínací obvody	76
6.11. Vstupně/výstupní obvody.....	77
6.11.1. Izolace a separace vstupně/výstupních obvodů.....	77
6.11.1.1. Filtrace vstupů a výstupů na plošném spoji.....	77
6.11.1.2. Galvanické oddělení a přemostění.....	78
6.11.2. Ochrana před ESD.....	78
6.11.2.1. Ochrana I/O svorek.....	79
6.11.2.2. Ochrana plošného spoje před dotykem.....	79
POUŽITÉ ZKRATKY A SYMBOLY	80
LITERATURA	81