

# Obsah

ÚVOD .....	5
<b>1. POČÍTAČOVÝ NÁVRH DESEK PLOŠNÝCH SPOJŮ (DPS) .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1. Schematický návrh .....</b>	<b>7</b>
1.1.1. Tvorba schematických značek .....	7
1.1.2. Návrh elektronického schématu .....	7
1.1.3. Definice vlastností součástek a spojů .....	8
1.1.3.1. Popisy součástek .....	8
1.1.3.2. Popisy spojů .....	8
1.1.4. Kontrola návrhových pravidel .....	9
1.1.5. Analogová a číslicová simulace .....	9
1.1.6. Výstupy schematického návrhu .....	9
<b>1.2. Návrh desek plošných spoju (DPS) .....</b>	<b>9</b>
1.2.1. Princip vrstev a jejich využití .....	10
1.2.2. Knihovny pouzder .....	10
1.2.3. Načtení netlistu .....	11
1.2.4. Nastavení technologických podmínek .....	11
1.2.5. Obrysy DPS, výřezy a montážní otvory .....	12
1.2.6. Rozmístění součástek .....	13
1.2.7. Vedení spojů .....	13
1.2.8. Finální úpravy .....	13
1.2.8.1. Podklady pro formátování na výsledný rozměr .....	14
1.2.8.2. Sesazovací značky .....	14
1.2.8.3. Popisy desky plošného spoje .....	15
1.2.8.4. Zlacené konektory .....	15
1.2.9. Kontrola návrhových pravidel .....	16
1.2.10. Generování technologických dat .....	16
1.2.10.1. Podklady pro výrobu vícevrstevných DPS .....	16
1.2.10.2. Podklady pro osazování .....	17
<b>2. TECHNOLOGIE VÝROBY DESEK PLOŠNÝCH SPOJŮ (DPS) .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1. Semiautomatická výroba DPS .....</b>	<b>19</b>
2.1.1. Výroba dvoustranných DPS .....	19
2.1.2. Výroba vícevrstevných DPS .....	24
<b>2.2. Třídy přesnosti .....</b>	<b>24</b>
<b>3. POVRCHOVÁ MONTÁŽ .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1. Součástky pro povrchovou montáž .....</b>	<b>27</b>
3.1.1. Pouzdra s metalizovanými ploškami .....	28
3.1.2. Pouzdra s páskovými vývody .....	29
3.1.3. Pouzdra BGA .....	29
<b>3.2. Pájení SMD .....</b>	<b>30</b>
3.2.1. Princip vlny .....	30
3.2.2. Pájení přetavením .....	32
3.2.3. Ruční pájení a opravy SMD .....	32
3.2.4. Bezolovnaté pájení .....	32
<b>4. VLASTNOSTI PLOŠNÝCH SPOJŮ .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1. Odpor .....</b>	<b>33</b>
4.1.1. Skin efekt .....	33
<b>4.2. Kapacita .....</b>	<b>34</b>
<b>4.3. Indukčnost .....</b>	<b>35</b>
<b>4.4. Impedance .....</b>	<b>37</b>
<b>4.5. Rychlost šíření signálu .....</b>	<b>38</b>
<b>4.6. Vliv kapacitní zátěže .....</b>	<b>39</b>
<b>4.7. Přeslechy .....</b>	<b>39</b>
4.7.1. Kapacitní vazba .....	39
4.7.2. Induktivní vazba .....	40

<b>4.8. Zatížení vodičů na DPS</b> .....	<b>41</b>
4.8.1. Proudové zatížení.....	42
4.8.2. Napěťové zatížení .....	42
<b>5. ELEKTROMAGNETICKÁ KOMPATIBILITA (EMC)</b> .....	<b>44</b>
<b>5.1. Základní pojmy a definice</b> .....	<b>44</b>
<b>5.2. Legislativní rámec v České republice</b> .....	<b>45</b>
5.2.1. Zákon č.22/1997 Sb. a Nařízení vlády č. 169/1997 Sb. ....	45
5.2.2. Normy EMC – odolnost a vyzařování .....	46
<b>5.3. Elektromagnetická kompatibility a DPS</b> .....	<b>49</b>
5.3.1. Rušení .....	49
5.3.1.1. Elektromagnetické pole vyzařované proudovou smyčkou.....	50
5.3.1.2. Elektromagnetické pole vyzařované přímým vodičem .....	50
5.3.1.3. Kmitočtové spektrum lichoběžníkového průběhu.....	51
5.3.1.4. Souhlasné a nesouhlasné rušení.....	51
5.3.2. Návrh desek plošných spojů z hlediska EMC.....	52
5.3.3. Součástky a EMC.....	53
<b>6. NÁVRHOVÁ PRAVIDLA</b> .....	<b>54</b>
<b>6.1. Rozmístění součástek</b> .....	<b>54</b>
<b>6.2. Řazení vrstev DPS</b> .....	<b>54</b>
<b>6.3. Zemačňi</b> .....	<b>55</b>
6.3.1. Jednobodové zemnění .....	56
6.3.2. Vícebodové zemnění.....	56
<b>6.4. Blokování napájení</b> .....	<b>57</b>
6.4.1. Reálný kondenzátor .....	58
6.4.2. DPS jako blokovací kondenzátor.....	59
6.4.3. Návrh lokálního blokovacího kondenzátoru .....	59
6.4.4. Návrh skupinového blokovacího kondenzátoru.....	60
6.4.5. Návrh filtračního kondenzátoru .....	60
6.4.6. Umístění blokovacích kondenzátorů na DPS.....	61
<b>6.5. Napájecí zdroje</b> .....	<b>62</b>
6.5.1. Analogové stabilizátory .....	63
6.5.2. Spínané zdroje.....	64
<b>6.6. Číslicové obvody</b> .....	<b>65</b>
6.6.1. Pravidla související s návrhem schématu.....	65
6.6.2. Pravidla související s návrhem rozmístění součástek a vedení spojů .....	65
<b>6.7. Obvody hrdinových impulzů</b> .....	<b>66</b>
6.7.1. Ochranné paralelní spoje.....	67
6.7.2. Odrazy na vedení a jejich potlačení .....	67
<b>6.8. Analogové obvody</b> .....	<b>70</b>
<b>6.9. A/D převodníky</b> .....	<b>70</b>
<b>6.10. Výkonové spínací obvody</b> .....	<b>72</b>
<b>6.11. Vstupně/výstupní obvody</b> .....	<b>73</b>
6.11.1. Izolace a separace vstupně/výstupních obvodů.....	73
6.11.1.1. Filtrace vstupů a výstupů na DPS.....	73
6.11.1.2. Galvanické oddělení a přemostění.....	74
6.11.2. Ochrana před ESD .....	74
6.11.2.1. Ochrana I/O svorek .....	75
6.11.2.2. Ochrana DPS před dotykem .....	75
<b>POUŽITÉ ZKRATKY A SYMBOLY</b> .....	<b>76</b>
<b>LITERATURA</b> .....	<b>77</b>