

Dizajn dosiek plošných spojov - Ako správne rozmiestniť súčiastky (2. časť)

Publikované: 19.05.2017, Kategória: Firemné články

www.svetelektro.com

Rozmiestnenie súčiastok je dôležitý krok, cieľom ktorého je eliminovať rušivé napätie a vyžarovanie a zvýšenie odolnosti voči vonkajšiemu rušeniu. Aké sú základné princípy si povieme v 2. časti nášho seriálu o návrhu dosiek plošných spojov.

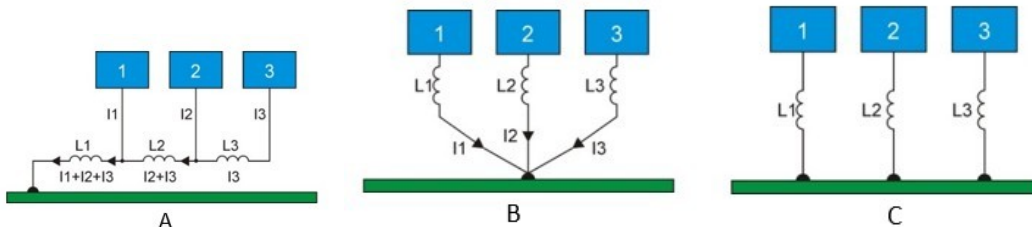
Základná zásada je umiestniť vysokú logiku bližšie ku konektoru a pomalšiu logiku ďalej od konektora. Niekedy sa nedajú splniť všetky odporúčania, ale vždy hľadať kompromis a splniť aspoň jedno pravidlo, resp. čo najviac, ak je to možné.

Medzi základné princípy rozmiestňovania súčiastok patrí predovšetkým:

1. Rozmiestnenie súčiastok **smerom od vyššej k nižšej** šírke frekvenčného pásma.
2. Vzájomné fyzické **oddelenie jednotlivých funkčných blokov** (analogové, číslicové, V/V obvody, napájanie...).
3. **Minimalizácia vzdialeností** za účelom minimalizácie prúdových slučiek.

Veľmi dôležité je zemnenie. Rozlišujeme dva druhy pripojovania uzemňovacích vývodov súčiastok k spoločnému potenciálu (GND):

1. Jednobodové sériové - A
2. Jednobodové paralelné - B
3. Viacbodové - C



Viacbodové zemnenie je vhodné pre vysokofrekvenčné a teda aj číslicové aplikácie. Predpokladá použitie viacvrstvovej dosky. Poradie a hrúbka jednotlivých vrstiev dosky sa riadi podľa požadovanej celkovej impedancie dosky ($Z_0 = 50 \Omega$). Predpokladá existenciu súvislej vodivej plochy GND aspoň v jednej samostatnej vrstve plošného spoja. Princíp spočíva v tom, že každý vývod súčiastky, ktorý má byť prepojený s GND potenciálom je najkratším prívodom spojený s vodivou plochou. Také isté odporúčenie by sme mali aplikovať na pripájanie napájacích vývodov súčiastok. Použitie vodivej plochy pre spoločný vodič (GND) má za následok minimalizáciu prúdových slučiek a zníženie parazitnej indukčnosti vodivých spojov na doske.

Blokovanie napájacích prívodov elektrických obvodov pomocou kondenzátorov patrí spolu so zemnením k najdôležitejším pravidlám, ktorým je potrebné venovať pozornosť pri návrhu dosky plošných spojov. Nutnosť použitia blokovacích kondenzátorov vyplýva z predpokladu, že "každý napájací zdroj sa nachádza ďaleko od spotrebiča". Predpokladajme, že impulzná spotreba hradla HCMOS je 15 mA za čas 3,5 ns, oneskorenie signálu na plošnom spoji (a teda aj napájacieho prúdu) je väčšie ako 0,1 ns/cm, reakčná doba stabilizátora na skokovú zmenu spotreby je rádovo $\sim 1 \mu\text{s}$. Potom je potrebné hradlu dodávať energiu z veľmi blízkeho a pohotového zdroja napätia, ktorým je blokovací kondenzátor. Správna funkcia blokovacích kondenzátorov závisí na hodnote kapacity a polohe kondenzátora na doske.

Podľa funkcie rozlišujeme tri druhy blokovacích kondenzátorov:

1. **Filtračné (Bypassing)** - slúžia ako širokopásmový filter pre napájanie celej DPS alebo jej časti. Eliminuje vplyv indukčnosti prívodov od napájacieho zdroja. (C1, C2, C8; C1 a C8 $\approx 10\mu\text{F}$ až $1000\mu\text{F}$). V rámci možnosti dosky, vždy zvolíť čo najväčšiu kapacitu ako sa dá.
2. **Lokálne (Decoupling)** - slúžia ako lokálne zdroje energie pre súčiastky a redukujú impulzné prúdy, ktoré by pretekali

celou DPS. Tieto kondenzátory musia mať vynikajúce vysokofrekvenčné vlastnosti. Je potrebné ich umiestniť čo najbližšie k vývodu súčiastky. (C4, C5, C6, C7 \approx 100pF až 0,1 μ F)

3. **Skupinové (Bulk)** - slúžia ako zdroj energie pre súčasné nabíjanie niekoľkých kapacitných záťaží. V blízkosti mikroprocesora je umiestnený C3 \approx 10 μ F.

Blokovací kondenzátor musí byť **umiestnený vždy na ceste medzi zdrojom a spotrebičom**. Všetky spoje musia byť navrhnuté tak, aby plocha plošných prúdových slučiek bola čo najmenšia. **Minimalizovať impedanciu spojov** (predovšetkým parazitných indukčností L1 až L4) čo najkratšími spojmi použitím vodivých plôch. Parazitné indukčnosti sa automaticky eliminujú.

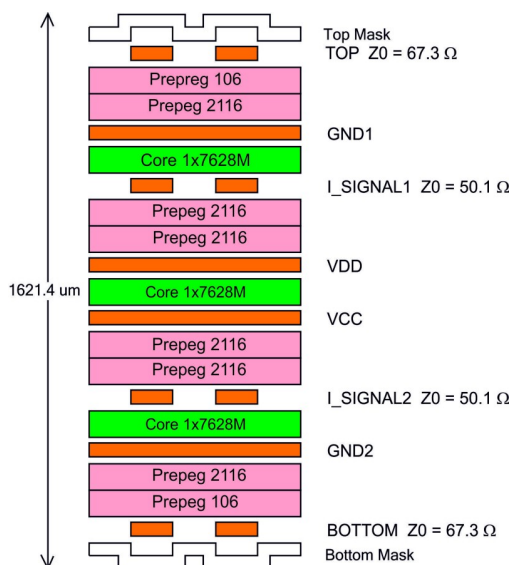
Čo v prípade číslicových obvodov?

Opatrenia pre kvalitný návrh dosky plošných spojov pre číslicové aplikácie začínajú už pri obvodovom návrhu (návrhu elektrickej schémy zapojenia). Je potrebné **minimalizovať impulzná prúdy**, pretože pri číslicových obvodoch je to predovšetkým rýchle spínanie hradieľ. Snažiť sa o čo najmenší počet súčasne prepínaných hradieľ číslicových integrovaných obvodov. Je to viac softvérová záležitosť. Vybrať vhodnú logickú radu z hľadiska vstupných kapacít a impulznej prúdovej spotreby. Vypočítať hodnoty blokovacích kondenzátorov (impulzná spotreba, šumová imunita, zaťaženie výstupov). Tiež je potrebné ošetriť nepoužité vstupy integrovaných obvodov. Mnohokrát sa stáva, že integrovaný obvod má viac vstupov a výstupov, ktoré nepoužijeme. Tie je potrebné uviesť do definovaného stavu, aby neostali voľné.

Pri návrhu by sme mali minimalizovať plochy prúdových slučiek. A to najmä vhodnou koncepciou zberníc a napájania aj s rozložením signálov na vývodoch konektorov, používaním SMD súčiastok (sú menšie ako TH vývodové súčiastky), výberom súčiastok s napájacími vývodmi oproti sebe, možnosť blokovania napájania SMD kondenzátorom zospodu priamo v mieste vývodov napájania integrovaného obvodu a nepoužívať päťice u veľmi rýchlych obvodov.

Čo je potrebné pri návrhu dosky zohľadniť, aby nedochádzalo k rušeniu činnosti zariadenia?

Dosku je potrebné navrhnuť tak, aby bol zachovaný princíp elektromagnetickej kompatibility (EMC). Elektromagnetická kompatibilita elektrického zariadenia spočíva v tom, aby elektronické zariadenie svojou činnosťou nerušilo iné zariadenia vo svojom okolí a taktiež, aby zariadenie bolo odolné voči rušeniu z okolia. Návrh dosky z pohľadu elektromagnetickej kompatibility je činnosť, ktorá začína už pri návrhu elektrickej schémy zariadenia. Môžeme povedať, že elektronické zariadenie ktoré „nevyžaruje“, je zároveň odolné voči rušeniu.



Medzi základné pravidlá návrhu plošného spoja z hľadiska elektromagnetickej kompatibility patrí predovšetkým:

1. **Minimalizácia hodnôt prúdov elektrických obvodov** - dá sa doceliť voľbou vhodných typov obvodov, výberom

obvodov z hľadiska veľkosti vstupných impedancií. Potrebujeme to riešiť už pri kreslení schémy.

2. **Minimalizácia frekvenčného spektra** - nepoužívať zbytočne rýchle obvody (nábežné a dobežné hrany), zbytočne rýchlu dátovú komunikáciu... Tiež je to potrebné riešiť už pri kreslení schémy.
3. **Filtrácia a ochrana napájania a vstupno/výstupných svoriek** - ochrana pred ESD (Electrostatic Discharge) a riešenie prechodových javov, obmedzenie vyžarovania do vedenia.
4. **Minimalizácia prúdových slučiek, respektíve dĺžok spojov** - prúdové slučky môžeme minimalizovať vhodným rozmiestňovaním súčiastok, vhodným vedením plošných vodičov, zemnením, správnou konfiguráciou napájania (rozvodom napájania na dosku), správnym blokovaním napájania pomocou blokovacích kondenzátorov...
5. **Tienenie** - potlačenie vyžarovania a zároveň zvýšenie odolnosti.

Návrh dosky plošných spojov z pohľadu EMC je relatívne zložitá činnosť. Nedá sa však úplne dopredu povedať, že keď sa to urobí tak a tak, bude to fungovať. Vo všeobecnosti, ak sa budú dodržiavať určité odporúčania, môžeme s kľudným svedomím povedať, že sme urobili všetko preto, aby to bolo dobré.