

## Konstrukce elektronické části s plošnými spoji

Většina elektronických součástek se pájí přímo do desek s plošnými spoji, které také zajišťují jejich elektrické propojení. Výjimku tvoří rozměrné a těžké součásti, jako jsou větší transformátory, které se montují přímo na šasi skříně. Pro některé vysokofrekvenční obvody je někdy vhodná montáž na kovové přepážky stíněných komůrek pomocí zvláštních opěrných bodů a průchodek. Vzniklé moduly se spojují ve funkční celky pomocí konektorových spojů nebo přímým pájením propojovacími vodiči.

Úspěšná realizace elektronických obvodů na DPS vyžaduje zvládnutí návrhu a výroby desek s plošnými spoji. Toto se realizuje podle zásad správného návrhu DPS.

Desky pro plošné spoje jsou tvořeny izolačním materiálem, který je jednostranně nebo oboustranně plátován tenkou měděnou fólií. Vyráběné tloušťky desek jsou 0,5 – 0,8 – 1,0 – 1,5 – 2,0 – 2,5 – 3,0 mm. V praxi se nejčastěji používají desky tloušťky 1,0 – 1,5 a 2,0 mm jednostranně plátované. Tloušťka měděné fólie je 0,035 a 0,070 mm (35 a 70  $\mu\text{m}$ ), nově také 0,015 mm (15  $\mu\text{m}$ ).

Podle druhu izolačního materiálu se u nás vyrábějí tři druhy desek pro plošné spoje. Desky **Cuprexkart ER** jsou vyrobeny z tvrzeného papíru. Nemají valné izolační ani vysokofrekvenční vlastnosti, nehodí se pro vlhké prostředí a používají se pro méně náročné obvody. Desky **Cuprexit AV** jsou vyrobeny z tvrzené skelné tkaniny. Tento materiál je univerzální a používá se nejčastěji. Ze stejného materiálu jsou desky **Umatex GE**; mají velmi dobré vysokofrekvenční vlastnosti i tepelnou odolnost při pájení. Tento typ desky je ovšem nejdražší.

Konečná velikost desky se volí podle potřeby, zpravidla však v násobcích 5 mm, případně 2,5 mm. Podobně síť otvorů pro součástky se volí v rastru 2,5 nebo 1,24 mm (2,54 nebo 1,27 mm pro palcovou síť). Doporučuje se umisťovat součástky na desce ve směru os vzájemně na sebe kolmých a rovnoběžných s hranami desky. Průměr děr pro vývody se vrtá o 0,1 až 0,2 mm větší, než je průměr vývodu.

U součástek, jejichž hodnoty se dostávají přímo nebo pomocí nástroje, např. u odporových a kapacitních trimrů nebo doladovacích jader cívek, musí být ovládací místa přístupná, nejlépe z obou stran desky. Součástky zaujímají určitý prostor nad deskou a také pod ní. S tím je potřeba počítat při zástavbě desek do skříně, zvláště s ohledem na vzájemné rušení a oteplování.

Podle obtížnosti se plošné spoje dělí do čtyř tříd podle tabulky 1. Hlavním kritériem je minimální vzdálenost středů dvou sousedních elektricky nespojených pájecích bodů, která je označena  $a$ . Přitom stačí, aby se tato vzdálenost na desce vyskytla jen jednou. Dalšími kritérii jsou šířka vodiče  $e$  a nejmenší možná mezera mezi vodiči  $f$ . Desky třídy I a II jsou při individuální práci vyrobitelné ručně. Pro desky třídy III musí být spoj navržen ve zvětšeném měřítku a vyroben fotografickou cestou i kdyby se jednalo pouze o jeden kus. Třída desek IV není náhradními způsoby vyrobitelná a je určena především pro strojní návrh a zpracování velkých sérií.

Tabulka 1

Třída	I	II	III	IV
Základní síť (mm)	2,50	1,25	1,25	1,25
Vzdálenost $a$ (mm)	5,00	3,54	2,50	2,50
Šířka vodič $e$ (mm)	0,50	0,40	0,30	0,30
Šířka mezery $f$ (mm)	0,65	0,45	0,35	0,30

Zvláštním druhem kácije návrh spojového obrazce. Podkladem pro jeho návrh je elektrické schéma obvodu a znalost činnosti tohoto obvodu. Všechny součástky musí být označeny tak, aby nedošlo k jejich záměně. Výhodnější je, máme-li dán přesný rozměr desky, na kterou musíme obvod umístit. Musíme počítat s tím, že se nám návrh nepovede vypracovat hned napoprvé a že jej bude třeba několikrát opakovat, zejména při práci ne relativně malých rozměrech desky. Při návrhu pomáhá řešit detailní části odděleně.

K návrhu je nejlépe využít čtverečkový papír s rastrem 2,5 mm nebo milimetrový papír. Jednoduché obvody navrhujeme v měřítku 1 : 1.

Obrazec plošného spoje kreslíme tužkou ze strany pohledu na plošný spoj. Všechny součástky označujeme a dbáme zásad uvedených v tomto materiálu. Volné plochy necháme pokryty fólií, kterou propojíme se společným zemním vodičem. Slabě označujeme i skutečné velikosti součástek, aby později nedošlo k jejich nežádoucímu překrývání. Při křížení spojů se vyhneme jejich složitému obcházení použitím

drátové propojky ze strany součástek. Dbáme však, aby jich byl o co nejméně (někdy stačí jinak rozmístit součástky a nemusí být ani jedna). Je výhodné nechat ve spojovém obrazci místo na označení desky jako celku, případně označení důležitých měřících bodů a vývodů IO. Také je někdy výhodné si na DPS vyznačit použitý zdroj.

Při ruční výrobě desky přiložíme návrh spojového obrazce na očištěnou a odmaštěnou fólii desky (my používáme suchý písek AVA a po očištění musí voda po fólii udělat souvislý film a nesmí nikde rychle mizet). Budoucí otvory pro součástky označíme zlehka důlčičkem (aby se materiál mědi příliš nekupil okolo budoucího otvoru) nebo rýsovací jehlou a pak podle předlohy dokreslíme plošné spoje lihovým fixem, barvou nebo jiným materiálem, který vydrží v leptací lázni alespoň po dobu leptání.

Před leptání se fólie již nesmíme dotknout, ani ji jinak znečistit. Leptání znečištěných míst by bylo obtížné, případně vůbec nemožné. K leptání používáme různé roztoky. Nejpoužívanější mezi amatéry je roztok chloridu železnatého. Také se vyráběl roztok Grafolit, zahluvovač pro měď, který se používal přímo.

K leptání lze použít také roztok 33% technické kyseliny chlorovodíkové s 10% peroxidem vodíku. Roztok však není stálý a používá se vždy čerstvý. Při práci s leptacími roztoky musíme pracovat v dobře větraném prostředí a vystříhat se potřísnění oděvu, těla a hlavně očí. Po odleptání nepotřebné části fólie odstraníme zbylou část fixu, barvy nebo toneru a desku omyjeme a osušíme. Po vyvrtání otvorů natřeme stranu spojů roztokem kalafuny v lihu. Asi za dvě hodiny přestane kalafuna lepit a deska je připravena k zapájení součástek. Kalafuna zabraňuje vzduchu oxidaci mědi a zároveň zlepšuje budoucí pájení jakožto tavidlo.

Další postupy výroba desek s plošnými spoji jsou fotografická cesta nebo také frézování. Poslední dobou se rozšiřuje výroba DPS pomocí toneru z laserových tiskáren. Tady je potřeba si vždy uvědomit, že přenesením obrazce za pomoci žehličky se zároveň obrazec ozrcadlí, takže je nutné vyrobit předlohu z pohledu součástek. Postup je skoro stejný jako v předešlých případech, jen k přenesení obrazce plošných spojů se používá žehlička s maximální možnou teplotou a postupuje se tak, že se na jednom konci žehlička přiloží na předlohu a nechá se chvilku působit. Tím dojde k přilepení předlohy k desce s mědi a pak se již postupuje jako při normálním žehlení. Obrazec je správně přežehlen, když dojde k jeho objevení se jakoby pod žehličkou. Pak se deska ponoří do vody, kde se nechá papír odměčct. To je asi po 10 minutách, kdy můžeme opatrně zkusit, zda se papír odlepuje od desky a toner naopak na desce zůstává. Potom opatrně papír prsty odrolujeme pod tekoucí vodou, dokud co nejvíce papíru nesundáme. Pak se deska usuší a zbylý papír se pod lupou odstraní jehlou na šití nebo ostrou rýsovací jehlou. Pak se deska vyleptá.

Abychom předešli zbytečným závadám, je účelné změřit elektrickou průchodnost spojů ještě před pájením součástek a tenké trhliny spojit kapkou pájky. Větší trhliny je lépe propojit zapojovacím drátkem. Také je potřeba změřit izolační vlastnosti sousedních spojů, někdy zůstane drobné smítko nevyleptané a dojde ke zkratu sousedních plošných spojů.

*Zdroj: M. Syrovátko – Obvody zesilovačů a přijímačů*