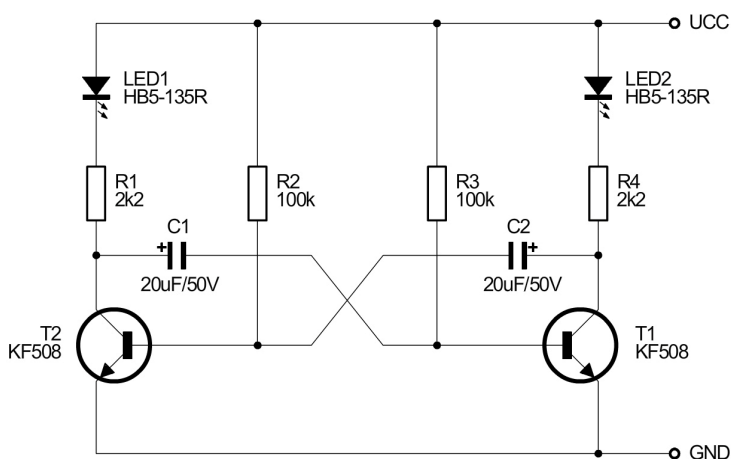


Výroba plošných spojů na ZŠ - realita nebo utopie?

Martin Kučera
Pedagogická fakulta MU
m.kucera@ped.muni.cz

Deska plošných spojů (DPS) v dnešním slova smyslu tvoří základ mechanického připevnění součástek včetně jejich vodivého spojení již více než 80 let.[1] Za tu dobu se DPS staly běžnou součástí převážné většiny domácích spotřebičů a je tedy pravděpodobné, že se s nimi žáci dříve či později setkají například při jejich údržbě (vyčištění PC od prachu apod).

Z pohledu výuky výroba DPS představuje zajímavý technologický postup, kterým lze rozšířit např. tematický okruh "Design a konstruování", jenž je součástí vzdělávací oblasti Člověk a svět práce. Žáci mohou například zkusit realizovat část drážního zabezpečovacího systému ESA11, který se u nás na železnici využívá a lze jím doplnit libovolný model železnice z hračkářství. Pomocí elektronické stavebnice žáci zapojí standardní zapojení multivibrátoru a následně změnou kapacity obou kondenzátorů doladí obvod tak, aby se blikání led diod blížilo reálnému světelnému signalizačnímu zařízení. V této chvíli přichází na řadu plošný spoj. Jiný scénář, avšak se stejným schématem zapojením, může být následující: Žáci zapojují jednoduchý blikáč na kolo. Nejprve zapojení ověří (prostřednictvím elektronické stavebnice), poté navrhnu a vyrobí plošný spoj. Na rozdíl od ceny stavebnice jsou náklady na výrobu několikanásobně nižší a žáci si tak mohou vlastnoručně vyrobené zařízení ponechat (hledisko motivace).



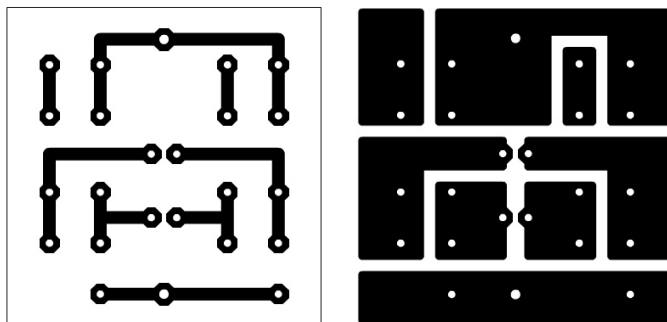
Obr1: Schéma zapojení multivibrátoru

V souvislosti s návrhem a výrobou desky plošných spojů je třeba rozlišit pojmy "metoda" a "technika". O metodách se hovoří v souvislosti s návrhem plošného spoje ve smyslu rozmístění a vzájemném propojení součástek. Výstup takového počínání se nazývá motiv či klišé a nebo také návrh plošného spoje (Obr 2). V praxi se běžně používá návrh metodou

Materiál byl zpracován v rámci projektu "Systémová podpora trvalého profesního rozvoje (CPD) pedagogických pracovníků propojením pedagogické fakulty se školami na Jižní Moravě – EDUCOLAND"

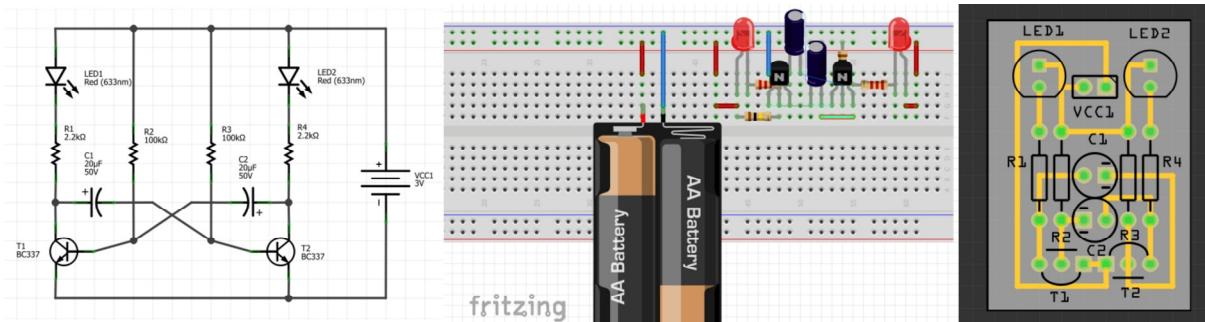
Projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR.

spojových čar nebo dělicích čar. Naproti tomu za techniku je považován způsob výroby desky plošného spoje např. fotocestou, nažehlováním toneru apod. Z pohledu výuky na ZŠ je vhodné zvolit metodu dělicích čar zejména kvůli velkým pájecím plochám, menší náchylnosti k podleptání a vyšší odolnosti vůči tepelnému namáhání DPS během pájení. Platí přitom, že čím větší jsou mezery mezi plochami, tím menší je riziko jejich nechtěného propojení při pájení.



Obr2: Návrh plošného spoje: vlevo - metoda spojových čar; vpravo - metoda dělicích čar

K návrhu lze využít počítač spolu s některým z návrhových programů jako např. EAGLE, LSD2000, FORMICA nebo FRITZING. Samozřejmě je možné využít i software pro práci s vektorovou grafikou jako např. ZONER CALISTO, GIMP, COREL DRAW, ADOBE ILLUSTRATOR apod.



Obr3: Ukázka tvorby schémat, zapojování na desce KNP a návrhu plošného spoje v programu Fritzing

Z návrhového softwaru stojí za vyzkoušení program Fritzing, který je díky svému pojetí vhodný i pro výukové účely, neboť spolu s kreslením schémat a vytvářením návrhu plošného spoje umožňuje i virtuální práci se součástkami na kontaktním nepájivém poli. Pro použití na ZŠ se jeví jako optimální i z důvodu intuitivnosti ovládání a názornosti. Program je volně dostupný na stránce <http://fritzing.org/download/>. Za další výhody je možné považovat jeho multiplatformitu - funguje na operačním systému Windows, Linux i Mac OS i skutečnost, že jej není nutné instalovat do systému. Po stažení příslušné verze ve formátu zip jej stačí pouze rozbalit a spustit.

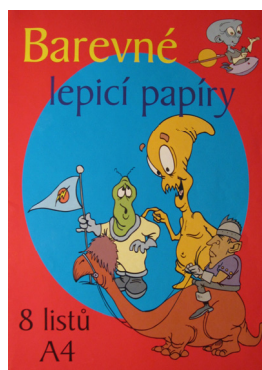
Materiál byl zpracován v rámci projektu "Systémová podpora trvalého profesního rozvoje (CPD) pedagogických pracovníků propojením pedagogické fakulty se školami na Jižní Moravě – EDUCOLAND"

Projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR.

Ve chvíli, kdy je návrh plošného spoje hotový, přichází na řadu výběr vhodné techniky výroby. Způsobů, jak vyrobit DPS existuje mnoho, počínaje profesionální, strojovou výrobou až po nakreslení motivu lihovým fixem na měděnou fólii DPS s následným leptáním např. v chloridu železitém. V domácích podmínkách je možné dosáhnout výborných výsledků technikou fotocesty. Výroba je rychlá, přesná, ale oproti jiným technikám i poměrně nákladná (speciální cuprexitová deska, chemikálie). Proto byla, pro potřeby základní školy, hledána alternativní technika, která není tak nákladná a zároveň nepotřebuje k výrobě DPS hydroxid sodný (součást tzv. vývojky - může představovat určité bezpečnostní riziko).

Alternativou tedy může být technika nažehlování toneru. Na internetu lze pod tímto názvem vyhledat mnoho návodů, které více či méně fungují. Ne každý funkční návod je však vyhovující požadavkům základní školy - jednoduchost, vyrobiteľnosť max. do dvou hodin a to vše při zachování maximální možné kvality výsledné DPS. Následující postup vznikl praktickým ověřováním různých postupů, dostupných na internetu a jejich vzájemným kombinováním.

1. Na prázdný papír formátu A4 vytiskněte návrh plošného spoje.
2. K rozměrům vytištěné předlohy přičtete rezervu alespoň 2 mm z každé strany. Na tento rozměr ustříhnete na pákových nůžkách cuprexitovou desku (bez fotocitlivé emulze).
3. Měděnou část desky řádně očistíte a odmastíte.



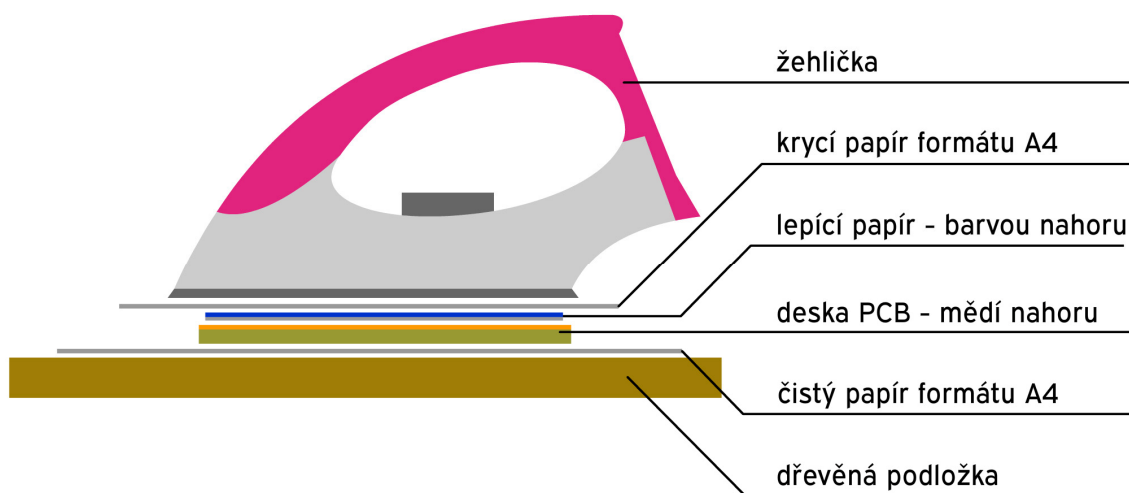
Obr4: vlevo - doporučené barevné lepicí papíry Steps; vpravo vhodná suchá žehlička značky Bravo

4. Na lepicí stranu barevného lepicího papíru vytiskněte návrh/y plošného spoje (na laserové tiskárně).
5. Na dřevěnou podložku položte čistou A4.
6. Termostat žehličky nastavte na dvě tečky – bavlna a nechejte žehličku rozežhát (dokud doutnavka nezhasne). Testováno se suchou žehličkou Mia od českého výrobce Bravo.
7. Desku plošného spoje položíte mědí nahoru na připravenou podložku a překryjte ji čistou A4.

Materiál byl zpracován v rámci projektu "Systémová podpora trvalého profesního rozvoje (CPD) pedagogických pracovníků propojením pedagogické fakulty se školami na Jižní Moravě – EDUCOLAND"

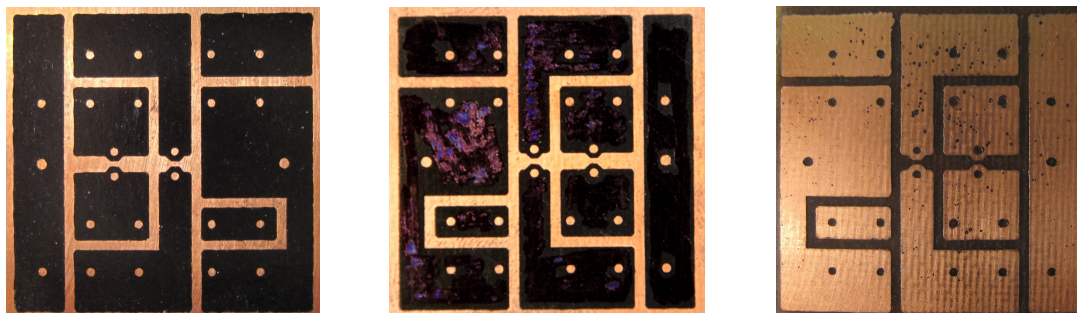
Projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR.

8. Položte žehličku na ceprexitovou desku, která je vložena mezi papíry a zahřívejte ji 1 minutu (platí pro cca 1dm² DPS - při větší ploše je třeba více času k zahřátí).
9. Odstraňte krycí papír a přiložte vytištěnou předlohu (lepící stranou barevného lepícího papíru) na rozežhátou cuprexitovou desku (předloha se vlivem teploty přilepí na desku plošného spoje).
10. Přes nalepenou předlohu položte čistý papír formátu A4 a vše přezehlujte s přitlakem 1 minutu (platí pro cca 1dm² DPS - při větší ploše je třeba více času k nažehlení motivu).



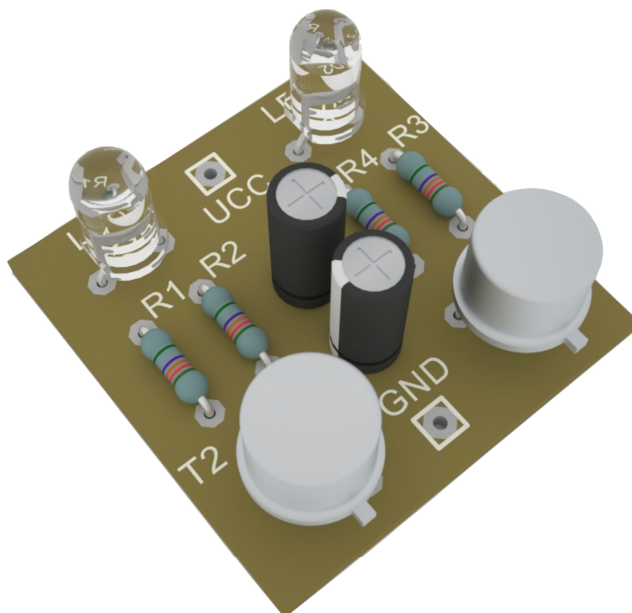
Obr5: Grafické znázornění bodu 10.

11. Desku nechejte vychladnout – cca 5minut.
12. Vychladlou desku vložte do vlažné vody (teplota těla) a nechejte cca 15 minut rozmočit (předloha by se měla od desky odlepit).
13. Desku nechte na vzduchu oschnout (možno urychlit ofukováním např. ventilátorem z PC = cca 5min)



Obr6: vlevo - nažehlený toner na DPS; uprostřed - opravená místa lihovým fixem; vpravo - ukázka vyleptané DPS s nedostatečně opravenými místy

14. Případné nedostatky (odloupnutý toner apod.) Opravte lihovým fixem (Centropen permanent 2846m - nejlépe drží modrá barva) Přestože se může na první pohled zdát krycí vrstva toneru celistvá, tak ve skutečnosti tomu tak není (viz. princip činnosti laserové tiskárny). Proto je vhodné i větší plochy, z preventivních důvodů, zamalovat fixem. Kvalitu přilnutí toneru k měděné desce lze nejnáze otestovat přejetím prsty přes nažehlený toner.
15. Z preventivních důvodů velké plochy s tonerem také přebarvte lihovým fixem.
16. Plošný spoj leptajte v chloridu železitém mědi dolů. Deska by měla plavat na hladině. V průběhu leptání je vhodné s vaničkou pohybovat, aby docházelo k rychlejšímu odleptávání měděných ploch a zabránilo se případnému podleptání.



Obr7: 3D model výsledného multivibrátoru

Výslednou kvalitu DPS může ovlivnit hned několik faktorů. Proto je vhodné jim věnovat patřičnou pozornost. Mezi ty nejdůležitější patří zejména pořádné očištění a odmaštění DPS, teplota žehličky v kombinaci s dobou nahřívání DPS a nažehlování motivu na DPS. Neopomenutelnou roli hraje také kvalita vytištěného motivu na barevný lepicí papír.

[1] PLÍVA, Zdeněk. Z historie plošných spojů. In: [online]. [cit. 2014-01-31]. Dostupné z: www.mikrozone.sk/soubory/downloads/print/dps-az/1/zajimavosti-z_historie_plosnych_spoju.pdf

Obr4 <http://www.stepa.cz/katalog/slozky/slozky.php>

<http://www.bravospotreby.cz/index.php?akce=detail&polozka=17690000&schl=1404>

Materiál byl zpracován v rámci projektu "Systémová podpora trvalého profesního rozvoje (CPD) pedagogických pracovníků propojením pedagogické fakulty se školami na Jižní Moravě – EDUCOLAND"

Projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR.