



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obsah

1	První pomoc při úrazu elektrickou energií	3
1.1	Postup záchranných prací	3
1.2	Ošetření postiženého	3
1.2.1	Ověření životních funkcí	3
1.2.2	Umělé dýchání	4
1.2.3	Nepřímá srdeční masáž	4
1.3	Přivolání pomoci	5
1.4	Ošetření dalších zranění	5
1.5	Oznámení úrazu	5
1.6	Sepsání záznamu o úrazu	5
2	Hasící přístroje	6
2.1	Hasící přístroj vodní	6
2.2	Ruční hasící přístroj pěnový (na naší škole se nepoužívá)	6
2.3	Ruční hasící přístroj práškový	6
2.4	Ruční hasící přístroj sněhový	6
2.5	Ruční hasící přístroj halonový	6
3	Pájení na plošném spoji	8
3.1	Pájedlo	8
3.2	Pájka	8
3.3	Typy	8
3.4	Tavidla	9
3.4.1	Typy	9
3.5	Další přípravky	10
3.6	Postup při pájení	10
3.7	Osazování desek plošných spojů	10
3.8	Ochrana součástek před elektrostatickým nábojem	11
3.9	Zacházení se součástkami	11
3.10	Zásady zacházení s deskami plošných spojů	12
4	Pasivní součástky	14
4.1	Rezistory	14
4.2	Rozdělení podle konstrukčního provedení:	14
4.3	Charakteristické vlastnosti:	14
4.4	Rozdělení podle technologického provedení:	15
4.4.1	Vrstvové rezistory	15
4.4.2	Drátové rezistory	15
4.4.3	Proměnné rezistory – potenciometry a odporové trimry	15
4.4.4	Řízené rezistory	16
4.5	Měření rezistorů	17
4.6	Kondenzátory	17
4.6.1	Princip deskového kondenzátoru	17
4.6.2	Svitkové kondenzátory	18
4.6.3	Keramické kondenzátory	18
4.6.4	Elektrolytické kondenzátory	18
4.6.5	Dolaďovací kondenzátorové trimry	18
4.7	Měření kondenzátorů	18
4.8	Cívka v elektrickém obvodu	18
4.8.1	Cívka ve stejnosměrném obvodu	18
4.8.2	Cívka ve střídavém obvodu	19
4.8.3	Cívka v kmitavém obvodu	19
4.9	Spojování cívek	19
4.10	Použití cívky	19
5	Aktivní součástky	21
5.1	Diody	21
5.1.1	Princip funkce	21
5.1.2	Usměrňovací diody	21



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

5.1.3	Svítivá dioda — LED	22
5.1.4	Lavinová a Zenerova dioda	24
5.1.5	Schottkyho dioda	25
5.1.6	Další druhy diod	25
5.2	Tranzistor	25
5.2.1	Základní typy tranzistorů	25
5.2.2	Princip činnosti bipolárního tranzistoru	26
5.2.3	Základní zapojení	27
5.2.4	Zesilovač se společným emitorem	27
5.2.5	Napětový zesilovač se společnou bází	28
5.2.6	Proudový zesilovač se společným kolektorem	28
5.2.7	Matematický popis tranzistoru	29
5.2.8	Rozdělení tranzistorů podle výkonu	29
5.3	Tyristor, diak, triak	29
6	Plošné spoje	35
6.1	Základní materiál pro výrobu DPS	35
6.2	Označení materiálů pro plošné spoje:	36
6.3	Výroba desek plošných spojů	36
7	Výroba plošného spoje	37
8	Výroba plošných spojů	39
8.1	Zábavná elektronika	39
8.2	Klopné obvody	39

PRAXE – ELEKTROTECHNIKA / PELE/ III.ROČNÍK

(Podpora studia)

1 První pomoc při úrazu elektrickou energií

S poskytováním první pomoci při úrazech el. proudem musí být seznámení i pracovníci poučení - § 4 vyhlášky č.50/78 Sb. Do této kategorie lze zařadit i studenty odborných škol.

1.1 Postup záchranných prací

Výsledek záchrany postiženého úrazem elektrickým proudem závisí na včasném a správném provedení záchranných prací. Záchranné práce začínají v první fázi vyproštěním postiženého, pokračují poskytnutím první pomoci (oživovací pokusy, ošetření apod.) a přivoláním lékařské pomoci.

Vyproštění

Nejprve musíme postiženého vyprostit z dosahu elektrického proudu. Nejlépe vypnutím vypínače nebo centrálního tlačítka, vytažením šňůry ze zásuvky apod. Pokud to není možné, tak odtažením postiženého například pomocí dřevěného smetáku, nebo přes suché svršky (provaz, opasek, prodlužovací kabel), přetržením nebo přeseknutím vodiče či kabelu, zkratem atd. Záchránce musí dbát na to, aby postižený po vypnutí proudu nespadl s výšky a nezpůsobil si úraz pádem, ale také na to, aby neohrozil sám sebe.

1.2 Ošetření postiženého

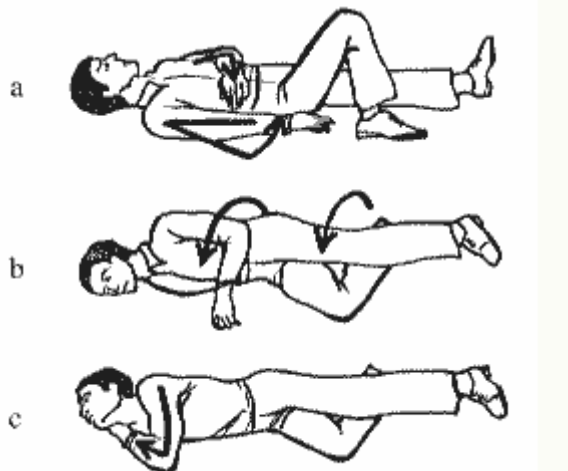
1.2.1 Ověření životních funkcí

Po vyproštění musí záchránce zjistit, zda postižený dýchá a má hmatatelný tep. Pokud není do 7 minut obnoven přívod kyslíku do mozku, může dojít k nevratným změnám na mozku, i když se postiženého později podaří oživit některé funkce mozku mohou být trvale poškozeny. Proto má obnova dýchání a srdeční činnosti přednost před ošetřováním jiných poranění.

Stabilizovaná (zotavovací) poloha

Pokud postižený dýchá, ale je stále v bezvědomí, uložíme ho do tzv. stabilizované polohy. Otočíme ho na pravý bok, spodní nohu natáhneme, horní pokrčíme v kolenní, spodní pokrčíme v lokti a předsuneme před obličej, hlava se zakloní a podloží levou (horní) rukou. Uvolníme mu oděv kolem hrudníku, břicha a krku. Postižený se nesmí uložit na záda, protože v důsledku náhlého zvracení by se mohl udusit.

Když je postižený při vědomí, pohodlně ho uložíme, pokud možno v teple a podáváme mu teplé nápoje. Nesmí vstát. V důsledku úrazu může nastat poranění šok a s ním i problémy s dechem a činností srdce. Proti šokovým opatřením jsou tyto: Ticho, Teplo, Tekutiny, Tišení bolesti a Transport. /5 T/.



Obr. 17 Ukládání poraněného do stabilizované polohy

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

1.2.2 Umělé dýchání

V případě, že postižený nedýchá, ale má hmatatelný tep, zavede se ihned umělé dýchání. Provádí se metodou z plic do plic, nebo pokud to z nějakých důvodů není možné, metodou jinou (např. metodou Silvera-Brosche). Aby bylo umělé dýchání účinné, musíme odstranit z ústní dutiny překážky (nečistoty, zvratky, zubní protézu apod.).

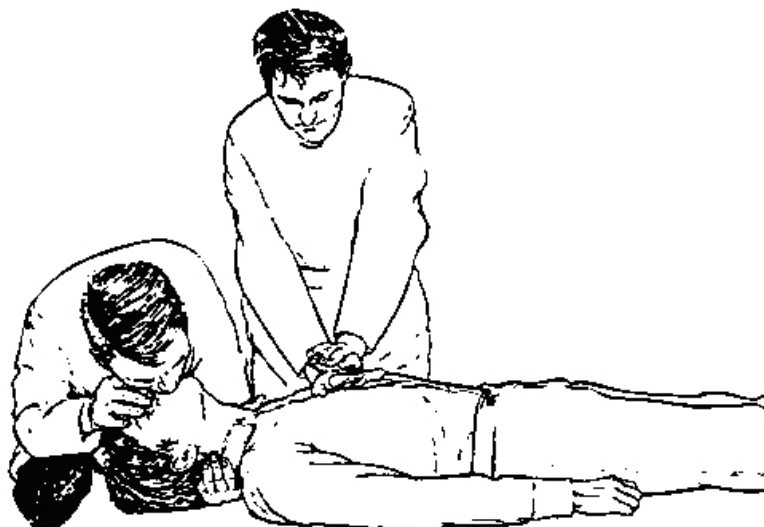
Umělé dýchání z plic do plic se provádí, jak je znázorněno na obrázku.



Postižený se položí na záda, podloží pod lopatkami (kabátem či jinými svršky) a zakloní se mu hlava (aby došlo k uvolnění dýchacích cest). Záchránce přiklekně k boku postiženého, položí ruku na jeho čelo, prsty sevře nos postiženého, zhluboka se nadechne, svými ústy obemkne ústa postiženého a plynule vdechuje. Umělý vdech má trvat asi 2 s. Jsou-li ústa křečovitě sevřená, vdechujeme do nosu, u malého obličje do úst i nosu současně. Frekvence umělých vdechů je 10 až 12 za minutu. Rovněž se musí sledovat, zda se postiženému při vdechu zvedá hrudník. Pokud tomu tak není, jsou neprůchodné dýchací cesty a musí se lépe uvolnit. I když byl postižený nalezen až delší dobu po úrazu a nedýchá, začne se ihned s umělým dýcháním a pokračuje se až do příchodu lékaře, převezení do nemocnice nebo pokud postižený nedýchá sám.

1.2.3 Nepřímá srdeční masáž

Není-li hmatatelný tep na velkých cévách, je nutno přikročit k nepřímé srdeční masáži. Přitom nesmí být přerušeno umělé dýchání. Na obnaženém hrudníku vyhledáme dolní konec hrudní kosti (místo, kde se setkávají žebra obou polovin hrudníku). Dlaň ruky se položí asi 3 cm nad hrudní kost. Na zápěstí položíme dlaň druhé ruky a zaklesneme prsty obou rukou. Nad postiženého se nakloníme tak, abychom s nataženými horními končetinami v loktech mohli stlačovat hrudní kost do hloubky 4 - 5 cm. Po stlačení se hrudní kost uvolní. To provádíme plynule s frekvencí 100 x za minutu. Masáž provádíme, dokud není hmatatelný tep nebo pokud se nedostaví lékař. Je-li k dispozici jen jeden záchránce, provádí se po 30 stlačeních dva vdechy. Pokud se umělé dýchání či nepřímá masáž srdce, popřípadě kombinovaný způsob provádí správně, změní se fialové zbarvení rtů na přirozenou barvu. Dnes je dovoleno v případě nepřekonatelného odporu provádět pouze nepřímou srdeční masáž bez umělého dýchání.





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

1.3 Přivolání pomoci

Záchránce se snaží přivolat lékaře. Pokud je sám, nesmí postiženého opustit, ale snaží se přivolat pomoc mobilním telefonem nebo voláním. Přivolat lékaře nebo dovést postiženého k lékaři je třeba i při malých úrazech elektrickým proudem, kdy zdánlivě nedošlo k poškození zdraví. Průchod elektrického proudu tělem postiženého může způsobit změny na životních orgánech, jejichž příznaky se mohou projevit až později.

1.4 Ošetření dalších zranění

Případná další zranění se ošetřují až po obnovení dechu a tepu. Pouze tepenné krvácení je třeba zastavit přiložením tlakového obvazu. Když obvaz nelze použít, provede se zaškrcení končetiny na její horní třetině. V tomto případě je nutné přiložit lístek s časem přiložení škrtidla. Křuté zlomeniny je nejvhodnější přenechat k ošetření lékaři. V případě otevřené zlomeniny je třeba odstranit oblečení v místě krvácení a ránu opatrně zakrýt. Přitom se musí dát pozor, aby krycí vrstva příliš netlačila na úlomky kostí. Popáleniny druhého a třetího stupně se ošetřují jen přiložením sterilní roušky, obinadla, ručníku, aby se zabránilo infekci při převozu zraněného. Drobné popáleniny se ochlazují vodou.

1.5 Oznámení úrazu

Každý úraz související s výukou je třeba nahlásit bezpečnostnímu technikovi, který úraz zapíše do knihy drobných úrazů nebo rozhodne o dalším kroku – sepsání záznamu o úrazu.

1.6 Sepsání záznamu o úrazu

Záznam o úrazu se vypisuje v souladu s NV č. 64/2006 Sb. Okolnosti úrazu se musí vyšetřit a provést adekvátní opatření. Záznam se vyhotovuje v 6 kopiích a rozešle na příslušné instituce včetně postiženého.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

2 Hasící přístroje

Na naší škole jsou k dispozici tyto hasící prostředky: požární vodovod – hydrant a ruční hasící přístroje vodní, práškové a sněhové. Pro přehled vypisují i pěnový a halonový hasící přístroj.

Co je vlastně hašení. Je to činnost, při které se zamezí přístupu kyslíku k hořlavé látce, nebo se ochlazuje pod zápalnou teplotu, popřípadě se odstraní z okolí snadno hořlavé látky.

Třídy požáru podle ČSN EN 2

A – požáry pevných látek především organického původu jejichž hořením dochází k žhnutí

B – požáry kapalin nebo látek přecházejících do kapalného skupenství

C – požáry plynů

D – požáry kovů – zrušena

F – požáry tuků (jedlých)

2.1 Hasící přístroj vodní

Vhodný: pro hašení požáru pevných látek např. dřevo, papír, uhlí, textilie, guma a výjimečně použitelné k hašení menších množství hořlavých kapalin mísících se s vodou jako líh, éter apod.

Nevhodný: pro hašení hořlavých kapalin nemísících se s vodou jako benzín, motorová nafta, minerální oleje, dále k hašení hořlavých plynů a k hašení látek, materiálů a zařízení, kde je nebezpečí škod promáčením vzhledem k ceně.

Nesmí být použit: k hašení elektrických zařízení pod proudem a v jejich blízkosti, lehkých a hořlavých alkalických kovů, termitů, karbidu vápníku apod. stlačená voda!

2.2 Ruční hasící přístroj pěnový (na naší škole se nepoužívá)

Vhodný: pro hašení pevných látek a hořlavých kapalin nemísících se s vodou, jako benzín, motorová nafta, minerální oleje, tuky apod.

Nevhodný: pro hašení hořlavých kapalin mísících se s vodou a dále hořlavých kapalin nízkovroucích t.j. na úrovni okolní teploty a níže jako petroleter, diteler, monochloreten a k hašení hořlavých plynů.

Nesmí být použit: k hašení elektrických zařízení pod proudem a v jejich blízkosti, lehkých hořlavých a alkalických kovů, termitů, karbidu vápníku apod.

2.3 Ruční hasící přístroj práškový

Vhodný: pro hašení požárů hořlavých kapalin, plynů a elektrických zařízení pod proudem do 110 kV i pro plasty hořící plamenem. Použití do archivu a knihoven (nevznikají škody rozmokem).

Nevhodný: k hašení požárů pevných hořlavin typu dřeva, uhlí, textilií a k hašení jemné mechaniky a elektroniky.

Nesmí být použit: k hašení lehkých hořlavých a alkalických kovů, volně uložených kusovitých, vláknitých apod. materiálů pro nebezpečí požáru a případný výbuch!

2.4 Ruční hasící přístroj sněhový

Vhodný: k hašení elektrických zařízení pod proudem, hořlavých kapalin, plynů, potravin a k využití pro laboratoře, jemnou mechaniku a elektronická zařízení.

Pozor !!! Sníh oxidu uhličitého dosahuje teplotu -76°C a při styku s pokožkou je nebezpečí omrzlin.

Nevhodný: pro požáry tuhých hořlavin typu dřeva, textilií, uhlí na otevřených prostranstvích s velkou výměnou vzduchu.

Nesmí být použit: k hašení lehkých hořlavých a alkalických kovů, hořlavých prachů a volně uložených kusovitých, vláknitých a pod. materiálů pro nebezpečí výbuchu a rozšíření požáru!

2.5 Ruční hasící přístroj halonový

Vhodný: na hašení hořlavých a lehce hořlavých kapalin, hořlavých plynů a zařízení pod elektrickým napětím. Mohou se použít na tuhé hořlavé látky a materiály.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Nevhodný: pro požáry organických prachů (uhelný, textilní, obilný).

Nesmí být použit: k hašení v uzavřených a špatně větraných prostorech!

Na každém RHP naleznete nálepku na které je uvedeno pro hašení které hořlavé látky je přístroj vhodný a tzv. piktogram to je jednoduchý obrázek s grafickým návodem k použití.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

3 Pájení na plošném spoji

Pájení v elektrotechnice a v elektronice se používá pro připojování a spojování vodičů, pro úpravy konců vodičů a pro úpravu povrchů připojovaných míst. Pro dobře provedený pájený spoj musíme mít náležité vybavení:

3.1 Pájedlo

- je nástroj pro pájení, podle velikosti pájených předmětů musíme použít odpovídající výkon pájedla

3.2 Pájka

- je slitina cínu a olova s příměsí jiných kovů. Podle použití musíme mít vhodný typ pájky.

Pájky se dodávají ve tvaru tyčí nebo drátů různých průměrů. Podle prováděné práce zvolíme tvar a typ pájky. Používané pájky jsou běžné slitiny cínu a olova. Podle dodatečných příměsí můžeme použít pájky s mírně odlišnými vlastnostmi. Pokud pájka působí na kov dlouho (v roztaveném stavu) kov se rozpouští v pájce a mění její vlastnosti. Zvlášť nepříznivě působí zlato které způsobuje křehnutí pájky. Proto není vhodné používat už jednou přetavenou pájku. Trubičkové pájky obsahují různá tavidla která usnadňují pájení - nemusíme tavidlo do spoje přidávat zvlášť.

3.3 Typy

Sn40Pb60 - běžná měkká pájka pro všeobecné použití. teplota tavení 183 - 238°C.

Sn60Pb40 - kvalitní měkká pájka pro náročné pájení v elektrotechnice. Teplota tavení 183 až 212°C.

Sn62Cu1 - pájka se řízeným obsahem mědi (eutektická). Obsah mědi zabraňuje rozpouštění měděných součástí v pájce. Je vhodná pro tenké dráty, poměděné povrchy desek plošných spojů, a fólií. Je ideální pro zabránění rychlé tvorby děr u měděných hrotů páječek. Není vhodná pro pozelezněné hroty. Teplota tání činí 183°C.

Sn62Ag1 - pájka s přídavkem stříbra. Používá se na pájení postříbřených a pozlacených součástek. Lze s ní pájet postříbřenou keramiku a povrchy. Teplota tavení je 183°C.

Sn63Pb37 - Měkká pájka pro náročné aplikace v elektronice. Je vhodná pro dobře pájitelné součástky. Teplota tavení činí 183°C.

Sn19Ag1,9 - Pájka vhodná pro pájení hliníkových vývodů, slabých hliníkových plechů, fólií a hliníkem pokovených povrchů. Teplota tavení je 176 - 275°C.

Sn32Pb48Bi - Kvalitní pájka určená pro pájení spojů a součástek citlivých na teplotu. Pro pájení spojů v blízkosti předem zapájeného spoje. Tato pájka nahrazuje kadmiovou pájku. Teplota tavení je 140 - 160°C.

Trubičkové pájky jsou plněny tavidly. Nejběžnějším je kalafuna. Vhodnější jsou pájky plněné tavidly MLT408, MLT888, L3.

Sn62RM89AAS85 - pájecí pasta. Je to pasta z tavidla se zamíchaným kuličkami pájky. Nanese se na pájené místo a ohřeje horkým vzduchem nebo infračerveným zářením.

Pájedla známe transformátorová, odporová, plynová.

Transformátorové pájedlo – pistolová páječka – je stále oblíbená pro svoji pohotovost. Používá se pro pájení malých dílů. Pro elektroniku je vhodnější pájka 75W pro menší hmotnost. V současné době nelze používat pro opravy a pájení nejnovějších zařízení.

Odporová pájedla se vyrábějí s různými výkony (75 až 500W) a používají se na hrubé pájení větších dílů.

Odporová regulovaná pájedla - pájky s regulací teploty hrotu. Jsou vhodná pro elektronické aplikace (opravy a pájení součástek), pro součástky v klasické montáži je vhodný výkon asi 60 až 80W, pro SMT aplikace stačí 15 - 30W. Klasická nejsou vhodná pro opravy a průmyslové pájení nejnovějších zařízení.

Pájecí stanice - zařízení sdružující několik funkcí. Jsou vhodné pro elektroniku. Běžně obsahují regulovanou odporovou pájku, vyhřívanou odsávačku cínu a horkovzdušnou jehlu.

Cínová lázeň jen vytápěná nádoba s roztaveným cínem. Používá se při hromadném pájení a cínování menších součástí a vodičů. Vyrábí se v různých velikostech podle určení (i jako přenosná).

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Důležitý je topný výkon pájedla. Příliš malý výkon nestačí k prohřátí pájené plochy, příliš velký vede k přehřátí pájky a její předčasné oxidaci. Teplota hrotu se podle použití musí pohybovat mezi 210 až 350°C. U odporových pájek lze velmi hrubě teplotu řídit vysunutím hrotu (čím je hrot více vysunut, tím je jeho teplota menší), u transformátorových pájek řídíme teplotu délkou pájecí smyčky (kratší smyčka = vyšší teplota).

Plynové zdroje se zatím často nepoužívají (jejich teplota se nedá jednoduše řídit).

Před započetím práce pájedlo zkontrolujeme. Znečištěné hroty je nutné očistit (nožem, pilníkem, smirkem) tak aby byl povrch hrotu lesklý. Vrstva okují zabraňuje přestupu tepla na pájený předmět. Po zapnutí do sítě počkáme u odporových pájedel na dosažení potřebné teploty, transformátorovou pájku můžeme použít okamžitě.

3.4 Tavidla

- slouží k očištění pájené plochy a k zamezení oxidace při pájení. Rovněž po roztavení vytváří povrchový film, který zvýší přilnavost pájky k povrchu materiálu. Podle typu pájeného předmětu a pájky musíme použít vhodné tavidlo.

Tavidla umožňují pájení. Po zahřátí odstraňují oxidy z povrchu spojů. Nedokáží odstranit hrubé nebo mastné nečistoty. Po zapájení se musí zbytky tavidla ze spojů odstranit.

3.4.1 Typy

Bezoplachová tavidla nechávají pouze malé elektricky nevodivé zbytky, ale i ty se musí u citlivých elektronických zařízení odstranit. Spoj se opláchne buď vhodným rozpouštědlem (lihem, toluenem, trichlóretylénem), o kterém víme že rozpustí tavidlo, ale ne okolní citlivé součástky, nebo demineralizovanou vodou (DEMI vodou). Ta neobsahuje soli, které by způsobovaly elektrickou vodivost. Pro neelektrické aplikace postačuje i voda obyčejná.

Kalafuna - je to destilát z pryskyřice borovic, získávaný při výrobě buničiny. Chemicky jde o směs slabých organických kyselin. Při pokojové teplotě nerozpustný ve vodě, s vysokým izolačním odporem a netečný vůči kovům. Taje mezi 60 - 80°C, plně tekutá je při 120°C. V horkém stavu reaguje jako silná kyselina. Má schopnost rozrušit tenké vrstvy oxidů při teplotách 200°C za 1 až 2 sekundy. Reakční schopnost kalafuny ale neodpovídá moderním požadavkům. Proto se přidávají aktivátory a další přísady, které zvětšují čistící schopnost a zvyšují teplotní odolnost.

Roztok kalafuny v lihu je tvořen kalafunou rozpuštěnou v lihu. Do roztoku se pájený předmět namáčí, nebo se s ním potírá.

Elektron je roztok na bázi kyselin a solí. Je značně žíravý, při zahřátí uvolňuje kyselé výpary. Po zapájení se zbytky musí ze spoje odstranit opláchnutím. Není vhodný pro pájení elektronických součástek a citlivých elektrických komponentů. Zbytky tavidla jsou elektricky vodivé.

Eumetol je pájecí pasta pro pájení znečištěných povrchů. směs kalafuny, syntetických pryskyřic a kyselin. Při zahřátí uvolňuje kyselé výpary. Po zapájení se zbytky musí ze spoje odstranit opláchnutím. Není vhodný pro pájení elektronických součástek a citlivých elektrických komponentů. Zbytky tavidla jsou elektricky vodivé.

„Převařená kyselina“ - ZnCl – je často používané tavidlo v klempířské výrobě. Má značné čistící schopnosti. Po zahřátí uvolňuje kyselé výpary. Po zapájení se zbytky musí ze spoje odstranit opláchnutím. Není vhodný pro pájení elektronických součástek a citlivých elektrických komponentů. Zbytky tavidla jsou elektricky vodivé.

MTL401 je mírně aktivovaná kalafuna. Zbytky po pájení jsou nevodivé. Kyselost tavidla je stejná asi jako u kalafuny. Vykazuje dobrou roztékavost a neobsahuje halogeny.

MTL408 je určeno pro ruční pájení zoxidovaných kovů pájkami Sn40Pb60, Sn63Pb30, Sn32Pb48Bi, a některých dalších slitin s bismutem. Patří mezi vysoce účinná tavidla. Lze naředit přípravkem RMTL-64.

MTL451, MTL461B jsou tavidla bezzbytková s vysokou čistící schopností. Proto stačí malé množství tavidla a zbytky pak není nutné u běžného použití odstraňovat.

MTL458, MTL468 jsou bezzbytková tavidla na bázi přírodních a syntetických pryskyřic. Zbytky po pájení jsou nepatrné.

MTL888 je tavidlo určené pro pájku Sn19Ag1,9 pro pájení hliníkových vývodů, plechů fólií a hliníkem pokovených povrchů. Povrch pájeného předmětu nejprve očistíme od povrchových nečistot oškrábnutím (nožem). Bezprostředně nanese tavidlo a pájíme. Hmotnější kusy hliníku předejdeme. S použitím



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

tohoto tavidla lze pájet i slitiny hliníku, ty ale vyžadují větší zručnost. Při pájení hliníku vždy používáme speciální pájku (Sn19Ag1,9), jinak při použití běžných prostředků nemá spoj trvanlivost. Dbáme také aby hrot páječky nebyl znečištěný olověnou pájkou. Při spojování mědi a hliníku nejprve samostatně přepájíme díly pájkou na hliník a poté je spájíme dohromady. Lze naředit ředidlem RMTL-64.

L3 je bezzbytkové tavidlo určené pro pájení SMT prvků.

X32-10i je běžné bezoplachové tavidlo pro normální aplikace pro strojní i ruční pájení

X33-06i je tavidlo pro pájení čisté mědi pro strojní aplikace

X33-04 je bezoplachové tavidlo pro strojní pájení při extrémních nárocích na čistotu

ECOSOL je vodou ředitelné bezoplachové tavidlo pro strojní pájení

FLUX-PEN je jakýsi fix s náplní bezoplachového tavidla

RED JELLY je pájecí gel

PROZONE představuje vodou nebo alkoholem ředitelný čistící prostředek na odstranění zbytků tavidel.

3.5 Další přípravy

Odsávačka cínu je zařízení na odstranění zbytků roztavené pájky. Používá se v elektronice při opravách zařízení. Odsávačky jsou buď ruční (s pístem ovládaným pružinou) nebo s elektrickou vývěvou. Pak mají vyhřívaný hrot.

Odsávací knot tvoří tenké holé měděné lanko napuštěné tavidlem. Přiloží se na spoj a zahřeje. Roztavená pájka je knotem odsáta.

Horkovzdušná jehla je zdrojem úzkého proudu velmi horkého vzduchu. Používá se buď při pájení přetavením k ohřevu pastových pájek, nebo při čištění součástek. Pájka se horkým vzduchem roztaví a odfoukne.

3.6 Postup při pájení

Pájené předměty před zahájením pájení očistíme od zbytků oxidů, rzi a mastnot. Po očištění nanese na pájený povrch tavidlo a přiložíme pájedlo. Teprve po rozehrátí předmětu přiložíme pájku, a to do místa kde se hrot pájedla dotýká pájeného předmětu. Cín přestupuje na ohřátý povrch a roztéká se. Teprve nyní, pokud potřebujeme ocínovat větší plochu, začneme pomalu pohybovat hrotem pájedla po povrchu předmětu. Hrot musíme posouvat tak pomalu, aby s ním tekutá pájka neztratila kontakt.

Teprve když máme všechny plochy, které budeme spojovat opájené, položíme předměty na sebe do potřebné polohy. Pájedlo přemístíme tak, aby spolehlivě ohřívalo celou plochu spoje. Po zahřátí přidáme do spoje pájku. Když je spoj dobře prohřátý a pájka zatekla dovnitř, pájedlo opatrně oddálíme. Po dobu chlazení pájky nesmíme spojením pohnout, ani nesmíme spoj prudce ochlazovat, např. foukáním). Cín obsažený v pájce by zkrystalizoval a ztratil pevnost. Spoj by nebyl pevný.

Po vychladnutí pájené místo dobře očistíme od zbytků tavidla. Můžeme také odstranit přebytky pájky. Pájka ve spoji musí být lesklá, bez kráterků a děr se zbytky tavidla. Z povrchu pájky nesmí vyčnívat žádné hroty ani výstupky. Vrstva pájky musí být co netenčí. Přílišná tloušťka nemá dostatečnou pevnost. Pájka musí zcela pokrýt celé spojované místo.

Spojování pájkou často nezaručuje požadovanou pevnost. Spájené spoje nebývají odolné proti vibracím a výkyvům teplot. Při mrazech pod -40°C cín přechází samovolně do práškové formy a rozpadá se. Pokud potřebujeme mechanickou pevnost, je vhodné pájený spoj kombinovat například s nýtováním. Při připojování vodičů pájením musíme konce vodičů zajišťovat proti mechanickému uvolnění (omotáním, ohnutím). Pokud počítáme s pohybem vodiče, musí být upraven tak aby se pohyb nepřenášel na pájený spoj.

Při pájení větších počtů vodičů nebo menších předmětů používáme cínové lázně. Jsou to vyhřívané nádoby, v kterých je roztavená pájka. Pájený předmět očistíme, nanese na něj tavidlo a ponoříme do roztavené pájky. Ihned po vyjmutí přebytečnou pájku z předmětu setřeme (bavlněným hadrem) a necháme pomalu vychladnout. Předmět prudce nezchlazujeme. Po vychladnutí opět odstraníme zbytky tavidla.

3.7 Osazování desek plošných spojů

Součástky se na desky plošných spojů připojují pájením. Malé a málo hmotné součástky jsou na desce mechanicky zajištěny pouze pájením, hmotnější součástky se připevňují pomocí šroubů, nýtů, zajišťovacích pásků. Velmi hmotné součástky není vhodné montovat přímo na desky spojů, neboť jejich



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

hmotnost může způsobit prohnutí a tím i poškození desky. Osazené desky se nakonec mohou montovat do nosných rámců, které mohou desky mechanicky zpevnit.

Vlastní osazování součástek je náročný proces. Předem si musíme rozmyslet pořadí vkládání součástek, aby větší a rozměrnější součástky nebránily v osazení součástek menších, avšak citlivé součástky se osazují jako poslední. Při osazování desky se dodržují určitá pravidla a postupy. Některé způsoby montáže nejsou vhodné na zařízení která jsou vystavená chvění, jiné způsoby nemusí být vhodné pro stísněnou montáž. Kromě funkčnosti je nezbytné dbát na dokonalý vzhled zapájené desky. Nedbale osazená deska je často i po funkční stránce nevyhovující. Zvláště náročné na kvalitu provedení jsou desky s vysokofrekvenčními obvody. Elektrické vlastnosti takové desky jsou z velké části určovány mechanickými rozměry (délky vývodů součástek, vzájemná poloha...). Pro snadnou kontrolu a orientaci na desce je nutné součástky osazovat tak, aby nápisy byly viditelné. Součástky u nichž nezáleží na orientaci pouzdra (odpory, tlumivky, svítkové a keramické kondenzátory...) se montují tak aby na všech byly nápisy čitelné pouze ve dvou směrech a to z "dolní" a "pravé" strany desky (stejně jako kóty na technických výkresech). Montáž součástek značených čárovým kódem se provádí podle stejných zásad. Vývody součástek se musí pečlivě vytvarovat, ohyby musí být kolmé. Ohyb se neprovádí v bezprostřední blízkosti pouzdra součástky. Při tvarování jsou povoleny nejvýše dva ohyby o 30 stupňů (jednou ohnutý vývod už nesmíme přetvarovat). Při manipulaci s vývodem nesmíme poškodit nebo znečistit povrchovou vrstvu, která je na vývod nanесena výrobcem pro usnadnění pájení vývodu (není vhodné ani znečištění dotykem ruky). Po vytvarování součástku zasuneme do otvoru v plošném spoji. U zařízení které bude vystavené chvění vývody zajišťujeme ohnutím. U součástek s nejvýše třemi vývody ohýbáme vývody všechny, od čtyř vývodů stačí ohnout dva vývody na diagonále. Ohyb nesmí zasahovat do prostoru mimo spojový obrazec.

Hmotnější součástky se upevňují pomocí šroubů, nýtů a pásků. Součástka musí být upevněna před vlastním pájením. Po zapájení není přípustné upevnění součástky demontovat. Tlaky které v takovém případě působí na vývody mohou součástku poškodit. V zařízení vystaveném chvění musí být šrouby zajištěny (pérové podložky). U součástek s tepelnými cykly (ohřev ochlazení) musí být upínací konstrukce provedena tak, aby nemohlo dojít k uvolnění součástky vlivem rozdílné teplotní roztažnosti. Vždy se musí v konstrukci použít pružný prvek. Při upevňování součástek které mají pracovní vývody na pouzdrě (výkonové tranzistory, elektrolytické kondenzátory) nesmíme zapomenout použít izolační podložky, pokud jsou předepsány. Při montáži izolační podložky nesmí dojít k znečištění dosedacích ploch podložek. Zvláště nebezpečné jsou kovové zbytky, které mohou podložky perforovat.

3.8 Ochrana součástek před elektrostatickým nábojem

Moderní součástky vyráběné technologiemi MOS (PMOS, NMOS, VMOS, CMOS) jsou extrémně citlivé na statický náboj. Důvodem je velmi malá elektrická pevnost řídicího hradla proti ostatním elektrodám. V převážné většině případů jsou součástky vybaveny vstupními ochrannými obvody, které součástku do určité míry chrání. Příkladem takových součástek jsou procesory, paměti, číslicové integrované obvody, programovatelná pole a další. Bohužel, v některých aplikacích jsou tyto ochranné obvody na překážku - mohly by nepříznivě ovlivnit funkci součástky. V takovém případě není součástka chráněna. Typickou součástkou bez ochranných obvodů jsou vysokofrekvenční tranzistory.

Značka vlevo označuje balení součástek, nebo desky osazené součástkami, citlivých na elektrostatický náboj

3.9 Zacházení se součástkami

Součástky jsou dodávány v obalech, které účinně chrání součástku před poškozením. Obal je vyroben z materiálu s nízkým elektrickou vodivostí - používají se plasty syčené grafitem nebo přímo kovové obaly. Součástky se musí skladovat a přenášet pouze v originálních obalech. Citlivé součástky se musí skladovat odděleně od ostatních součástek. Nesmí se ukládat do běžných polyetylenových pytlíků. Vyjmout z obalu se smí pouze na pracovišti kde jsou provedena opatření pro omezení vzniku elektrického náboje. Pokud po vyjmutí z obalu součástku bezprostředně nemontujeme, musí být uchovávána ze zkratovanými vývody. Tento zkrat se odstraní těsně před montáží. Součástky zapájené v deskách spojů jsou do určité míry chráněny svodovými odpory desky, případně dalšími součástkami v obvodu. Přesto při manipulaci s deskou dodržujeme zásady bránící vzniku statického náboje. Před manipulací s deskou se

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

doporučuje zkratovat vstupní a výstupní svorky (konektory). Tyto zkraty se odstraní těsně před připojením desky.

3.10 Zásady zacházení s deskami plošných spojů:

Desky nikdy nepokládáme na sebe nalezato. Nevystavujeme je tlakům které způsobí kroucení či prohnutí desky. Při montáži desku neprohýbáme. Dnešní desky plošných spojů mají velkou hustotu součástek a velmi malé rozměry propojovacích spojů. Velmi často jsou desky vícevrstvé (i šestivrstvé). Jakékoli ohnutí či zkroucení desky může způsobit vlasové trhliny ve spojích, které se při vyrovnání desky znovu elektricky spojí. Takováto závada se velmi obtížně hledá, a pokud je v některé vnitřní vrstvě je často neopravitelná. Dalším nebezpečím jsou rozměrné integrované obvody. Při prohnutí desky se tah přenesou přes zapájené vývody na pouzdro a může dojít k jeho narušení. Pouzdro se nejenom může zlomit, ale často dochází k porušení těsnosti vývodů. Nečistoty, které mohou vnikat dovnitř integrovaného obvodu většinou způsobí po delším čase poruchu. Proto při montážích desek postupujeme zvláště opatrně. Velmi rozměrné desky vůbec nevystavujeme mechanickému namáhání. Pokud připojujeme na takovou ještě neupevněnou desku kolmý konektor (kolmo k desce při zkouškách) vždy desku zezadu podložíme. Při montáži zkontrolujeme montážní rovinu, tak aby se deska upevněním nemohla prohnut. Desku upevníme za všechny montážní otvory. Velmi nebezpečné je upevnění pouze křížem nebo jen do poloviny desky. Pokud je zařízení vystavené ořesům, neupevněná část desky může kmitat. Njenom že dojde k přerušení spojů, ale může dojít i dotyku desky například s blízkou vodivou přepážkou.

Při pájení v blízkém okolí desky a na desce nesmíme použít agresivní tavidla (elektron, eumetol...) protože páry tavidla se usazují v mikroskopických vrstvách na všech površích v blízkosti. Největší nebezpečí není možnost koroze součástek, ale vznik vodivých vrstev na spojích. Mikroskopické vrstvy přitom nejsou běžnými způsoby zjistitelné, a většinou odolávají pokusům o umytí běžnými prostředky. Je nutné používat demineralizované vody, perchlóretylénu a jiných čistých rozpouštědel většinou v ultrazvukových pračkách. Ani u očištěné desky nemáme jistotu. Závada se může znovu objevit po delším čase - až vysušené zbytky tavidel znovu nasají vodu z vlhkosti v ovzduší.

Desky jsou citlivé na znečištění. Nejnebezpečnější jsou malé kovové částice. Proto v zařízení, kde jsou desky osazeny neprovádíme žádné dodatečné mechanické úpravy (vrtání, pilování). V nevyhnutelných případech snížíme možnost znečištění desky jejím zakrytím a stálým vysáváním odpadu z obráběného místa. Velmi nevhodné je v takových případech čištění desky ofukováním, nikdy nevíme kam vodivé piliny odfoukneme. Nevodivý prach který se na deskách usazuje zabraňuje přenosu tepla. U silně znečištěných desek může dojít k přehřátí součástek. Prach proto v pravidelných intervalech odsáváme. Znečištění desky politím vodou (a roztoky vody) je zvláště nebezpečné, protože po vysušení vody zůstanou na povrchu desky zbytky solí. Ty jsou hygroskopické a nasávání vlhkost z okolí. Tím se stanou po čase opět vodivými. Takto znečištěnou desku je třeba důkladně (několikrát) omýt demineralizovanou vodou (je to voda zbavená minerálních látek pomocí iontové výměny - je to levnější způsob než destilace). Vodu stále měníme. Pokud máme možnost použijeme ultrazvukovou pračku. Velmi vhodné je v průběhu čištění měřit svodový odpor například mezi dvěma sousedními spoji na desce. Některé desky, osazené citlivějšími prvky se omýt nepodaří, a rovněž desky u zařízení, kde požadujeme vysokou spolehlivost raději vyřadíme a nahradíme novými. Při mytí a čištění desek není vhodné používat běžné přípravky. Pro elektroniku jsou doporučeny prostředky s vyšším stupněm čistoty. Je například prokázáno, že některé složky v běžném denaturovaném lihu mají schopnost pronikat podél vývodů do běžných epoxidových pouzder integrovaných obvodů, kde po čase způsobí závady.

Před manipulací s deskami citlivými na elektrostatický náboj zkratujeme jejich konektory. Zkrat odstraníme těsně před zasunutím desky do zařízení. Při manipulaci provádíme opatření pro snížení možnosti vzniku elektrostatického náboje.

Dnes se stále více používá součástek s velkou hustotou integrace. U takovýchto součástek jsou hodnoty napětí, která dokáží součástku zničit zvláště nízké. Často stačí k poškození i výboj statické elektřiny při manipulaci s deskou. Desky citlivé na statické náboje jsou označeny symbolem přeškrtnuté ruky v trojúhelníku. Takové desky jsou dodávány se zkratovanými vývody a zabalené v antistatických obalech. Desku vybalujeme a zkraty odstraňujeme těsně před montáží. U běžných desek stačí jako opatření před rozbalením a uchopením desky vyrovnání potenciálů - zařízení kam budeme montovat vodivě spojíme se zemí (na kulík zásuvky), dotkneme se jej rukou a zabalenou deskou. Ihned poté odstraníme obal a zkrat a desku zasuneme. Dbáme na to abychom měli pokožku ve stálém kontaktu jak s deskou tak se zařízením kam montujeme. Pokud se deska připojuje pájením, nejprve desku



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

namontujeme. Pokud montážní prvky nezajistí vodivé spojení desky se zařízením použijeme pomocné propojky z lanka a krokodýlku. Pájíme odporovou pájkou napájenou malým napětím. Hrot pájky musí být vodivé spojení se zařízením. U citlivějších desek potřebujeme spolehlivé propojení desky, zařízení, pájky, měřících přístrojů a své osoby se zemí. Používají se antistatické náramky, boty s polovodivou podrážkou a jiná opatření k zamezení vzniku náboje. Velmi účinné opatření je zvýšení vlhkosti vzduchu a použití ionizátorů.

Konektorů desek (zvláště zlacených) se nikdy nedotýkáme přímo rukou.

Povrch těla vždy obsahuje kyseliny (z potu). U konektorů, patič apod. stačí nepatrné znečištění, které může způsobit pozdější nespolehlivou funkci zařízení. Zvláštní pozor si dáváme na přímé konektory. Vývody nožů jsou vyleptány přímo na desce, a v těchto místech není deska chráněná vrstvou laku. Jakékoliv nečistoty v tomto místě mohou velmi snadno způsobit vodivé spojení sousedních nožů.

Desky chráníme před znečištěním. Nikdy je nečistíme běžnými přípravky. Zvláště nebezpečné je polití obyčejnou vodou. Soli které na desce zůstanou mohou způsobit elektrické zkratky.

Desky nikdy neskladujeme ani nemontujeme v blízkosti zařízení, která uvolňují žíravé páry (akumulátory). Agresivní páry které se uvolňují ze zařízení v blízkosti desek se na deskách usazují. Po čase může dojít k poruše funkce desky, protože kyseliny nebo soli způsobí vodivé spojení na povrchu desky

Nikdy nevystavujeme desky teplotám pod -40°C . Mohlo by dojít k rozpadu cínu v pájce.

Cín má dvě krystalické formy kovovou a nekovovou. V nekovové formě vypadá jako bílý prášek. Do nekovové formy cín přechází působením nízkých teplot. Tato změna se pak materiálem šíří i za normální teploty a tak může dojít k rozpadu pájených spojů. Proto ani není vhodné používat čistý cín při pájení v elektrotechnice a elektronice. To bývá častá závada u přenosných rozhlasových přijímačů, nebo u dlouho vypnutých zařízení v nevytápěných místnostech. Pak stačí všechny spoje propájet.

Při přenesení desky z chladné místnosti do teplé počkáme se zapojením až do vyrovnání teplot. Na chladné desce dojde k rosení - vysrážení vzdušné vlhkosti. Pokud na takovou desku připojíme napětí může dojít k poškození citlivých součástek.

Teplotní šoky vznikají při přenášení zařízení a desek mezi prostorami s přílišnými rozdíly teplot. Může je způsobit i zapnutí studených zařízení, kdy dojde k prudkému nárůstu tepla nebo přemístění studeného zařízení k sálavému zdroji tepla. S opačným případem přemístění ohřátého zařízení do studených prostor se tak často nesetkáme. Pokud je zařízení zapnuté stačí vyprodukovat dostatek odpadního tepla pro udržení teploty v uzavřeném vnitřním prostoru zařízení. Vlivem prudkých rozdílů teplot dochází ke změnám rozměrů spojů, desek, pouzder a vývodů součástek. Tyto materiály jsou vybírané tak aby měli podobnou teplotní roztažnost, takže při změně teploty dojde jen k malým rozměrovým posunům. Ovšem vlivem různé tepelné vodivosti materiálů se například měděné spoje a vývody prohřívají rychleji než laminát, epoxid nebo keramika a tak až do vyrovnání teplot působí v součástce nebo na desce vnitřní pnutí. Při extrémních změnách teplot je toto pnutí tak velké, že může způsobit mechanické poškození průchodek vývodů součástek nebo přerušení obrazce spojů podobnému jako u mechanického poškození. Proto jakékoli zařízení s elektronickými prvky necháme po přenesení do teplé místnosti nějakou dobu v klidu, aby se teploty vyrovnaly a vlhkost se mohla odpařit.

Opravy na deskách provádí pouze pracovníci kteří jsou na takové práce školeni. Při neodborné opravě velmi často dojde k neopravitelným poškozením desky.

Opravy desek plošných spojů jsou velmi náročné na odborné znalosti a kvalitu práce. Je prokázáno že jakýkoli zásah do zapájené desky sníží spolehlivost až o několik řádů (strojně zapájený spoj má průměrnou životnost 10 miliónů hodin, ruční pouze 1 milión hodin). U nejnovějších desek se používají nové způsoby montáže, které jsou v podstatě bez zvláštního nářadí a zkušeností neopravitelné. Z tohoto důvodu se nevyplácí opravovat vlastní desky spojů a raději se opravy řeší výměnou celých dílů. Poškozené desky se likvidují. Teprve u oprav větších sérií zařízení se vyplatí zřizovat pracoviště na opravy desek. U starších zařízení je situace jednodušší. Desky plošných spojů neobsahují složité součástky, nejsou vícevrstvé a nemívají extrémně úzké spoje. Tam bývá pokus o opravu často úspěšný.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

4 Pasivní součástky

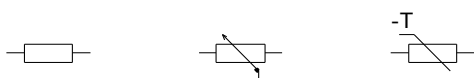
4.1 Rezistory

Základní vlastností těchto součástek je jejich elektrický odpor žádané velikosti.

4.2 Rozdělení podle konstrukčního provedení:

- se dvěma vývody (pevné, nastavitelné)
- s více než dvěma vývody (rezistory s odbočkami, potenciometry a trimry, odporové sítě)

Schématické značky:



Rezistor, potenciometr a rezistor závislý na teplotě

4.3 Charakteristické vlastnosti:

a) jmenovitý odpor

Je výrobcem předpokládáný odpor součástky. Na součástce je vyznačen kódem tvořeným skupinou číslic a písmenem nebo barevnými proužky. Výrobce odpory vyrábí a třídí podle hodnot do řad (E6, E12, E24). Jmenovité hodnoty v nejznámější řadě E12: 1 1,2 1,5 1,8 2,2 2,7 3,3 3,9 4,7 5,6 6,8 8,2

Barva	Proužek 1,2 (číslíce)	Proužek 3 (násobitel)	Proužek 4 (tolerance)
stříbrná		10^{-2}	$\pm 10\%$
zlatá		10^{-1}	$\pm 5\%$
černá	0	1	
hnědá	1	10	$\pm 1\%$
červená	2	10^2	$\pm 2\%$
oranžová	3	10^3	
žlutá	4	10^4	
zelená	5	10^5	$\pm 0,5\%$
modrá	6	10^6	$\pm 0,25\%$
fialová	7	10^7	$\pm 0,1\%$
šedá	8	10^8	
bílá	9	10^9	
žádná			$\pm 20\%$

Tabulka barevného značení

b) tolerance jmenovitého odporu

Udává o kolik procent se smí skutečná hodnota odporu lišit od jmenovité. Velikost tolerance souvisí s typovou řadou. Řada E6 má toleranci $\pm 20\%$, E12 má toleranci $\pm 10\%$, E24 má toleranci $\pm 5\%$.

c) dovolené zatížení

Je to výkon, který se smí v rezistoru přeměnit na teplo bez nevratných změn funkce součástky. Vyjadřuje se ve wattech a jeho zlomcích ($1/8\text{ W}$ u vrstvových uhlíkových rezistorů)

d) nejvyšší dovolené napětí

Výrobce udává nejvyšší dovolené napětí mezi vývody součástky.

e) teplotní součinitel odporu

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Dovoluje určit změnu odporu rezistoru způsobenou změnou jeho teploty. U uhlíkových rezistorů je součinitel záporný, u kovových (metalizovaných, drátových) je kladný.

f) šumové napětí

Má dvě hlavní složky: tepelné šumové napětí a povrchové šumové napětí. Vyjadřuje velikost šumu, který rezistor přidává k užitečnému signálu v obvodu.

4.4 Rozdělení podle technologického provedení:

- vrstvé (uhlíkové, metalizované)
- drátové
- speciální (SMD)
- řízené rezistory

4.4.1 Vrstvé rezistory

Jsou tvořeny keramickým nosným tělískem, které má obvykle tvar válce. Na jeho povrchu je nanášena odporová vrstva nejčastěji levná uhlíková nebo kvalitnější kovová. Pro odpory vyšších hodnot se do odporové vrstvy frézuje spirálová drážka.

Vývody rezistoru jsou tvořeny pocínovanými dráty, které jsou v podélném směru přivařeny na kovové čepičky nalisované na konce keramického tělíska. Povrch odporové vrstvy je chráněn lakem, smaltem nebo plastem.



Provedení vrstevných rezistorů

4.4.2 Drátové rezistory

Jsou navinuty odporovým drátem na nosné tělísko tvaru válce nebo trubičky. Vývody jsou konstruovány podobně jako u vrstevných. Povrchové laky snášejí vyšší teploty. Jsou vyráběny pro vyšší dovolená zatížení.

4.4.3 Proměnné rezistory – potenciometry a odporové trimry

Potenciometr se ovládá pomocí ovládacího knoflíku. Odporový trimr je proměnný rezistor nastavitelný pomocí nástroje. Proměnné rezistory mají obvykle tři vývody – začátek a konec odporové dráhy a vývod spojený s kontaktem pohybujícím se po odporové dráze. Pohyb kontaktu může být lineární (tahový potenciometr) nebo kruhový (otáčivý potenciometr).

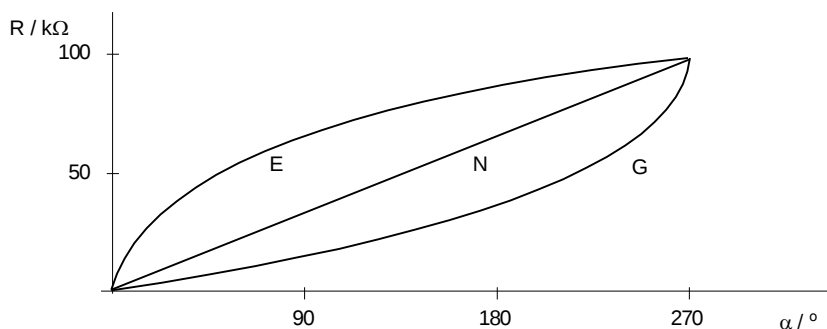
Zapojují se jako proměnný odpor nebo jako proměnný odporový dělič.



Zapojení proměnného odporu (reostatu) a proměnného odporového děliče

Velikost odporu mezi pevným vývodem a pohyblivým kontaktem na úhlu natočení osy otáčivého potenciometru může být lineární (N), logaritmický (G), exponenciální (E).

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Graf závislosti odporu na úhlu natočení u potenciometru

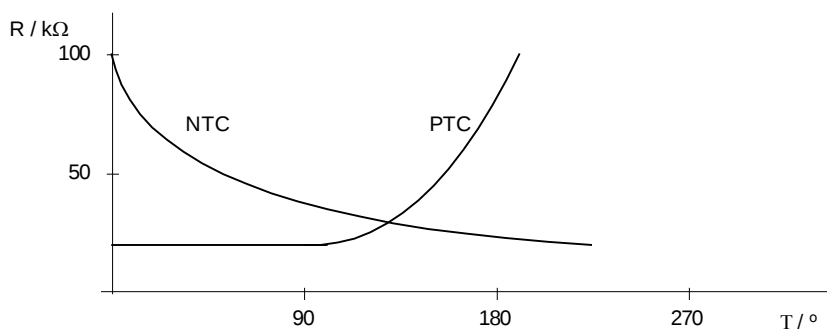
Odporovým materiálem bývá opět vrstva uhlíku, cermet nebo odporový drát. Životnost proměnných rezistorů je vzhledem k posouvání kontaktu po odporové dráze a jejímu opotřebovávání nižší než u pevných rezistorů.

4.4.4 Řízené rezistory

Jejich elektrický odpor není konstantní, ale závisí ve velké míře na další fyzikální veličině.

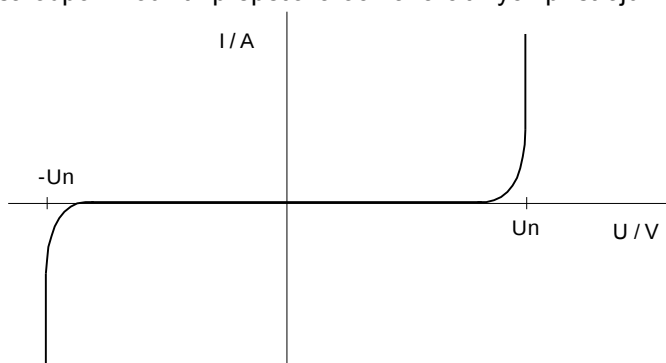
Termistor – rezistor, jehož odpor je velmi závislý na teplotě. Použití: měření teploty, teplotní stabilizace.

Pozistor (PTC) – odpor s rostoucí teplotou také roste. Negistor (NTC) – odpor s rostoucí teplotou klesá.



Graf závislosti odporu na teplotě u PTC a NTC termistorů

Varistor – rezistor, jehož odpor je závislý na přiloženém napětí. Po překročení určitého napětí prudce klesá odpor. Použití: přepěťová ochrana citlivých přístrojů

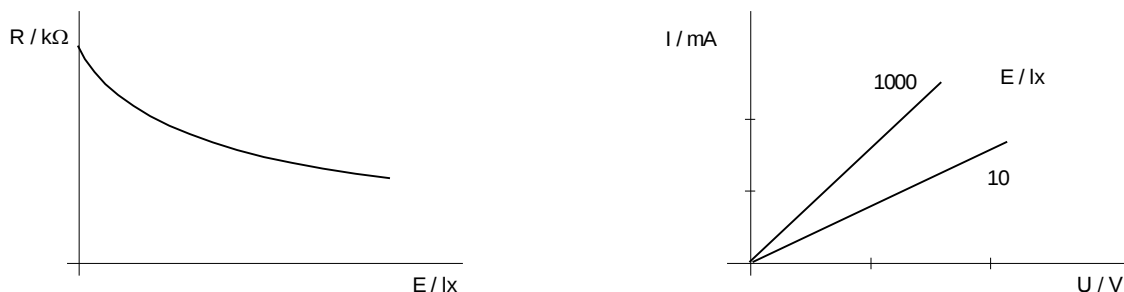


Voltampérová charakteristika varistoru

Fotorezistor – rezistor, jehož odpor je závislý na osvětlení.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Použití: měření osvětlení a zapojení ovládané změnou osvětlení. Nehodí se pro optický přenos dat, protože mají velkou setrvačnost.



Graf závislosti odporu na osvětlení u fotorezistoru a jeho voltampérové charakteristiky

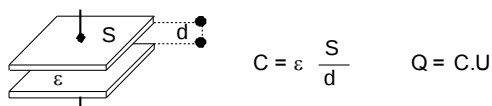
Dále se využívají rezistory s hodnotou odporu závislou na magnetickém poli, radiaci, mechanickém pnutí, vlhkosti, chemickém složení okolí, atd.

4.5 Měření rezistorů

V běžném provozu k měření velikosti odporu používáme univerzální měřicí přístroj. Při kontrole odporu rezistorů v zařízení je nutné odpojit jeden vývod. Při kontrole zařízení pod napětím obvykle měříme úbytek napětí na rezistoru a usuzujeme, zda je funkční (není přerušen).

4.6 Kondenzátory

Základní vlastností těchto dvoupólových součástek je jejich kapacita žádané velikosti. Jsou v principu tvořeny dvěma vodivými elektrodami, které jsou navzájem odděleny dielektrikem.



4.6.1 Princip deskového kondenzátoru

Rozdělení podle konstrukčního provedení:

- pevné
- s proměnnou kapacitou

Schématické značky:



Kondenzátor, elektrolytický kondenzátor a proměnný kondenzátor

Charakteristické vlastnosti:

a) jmenovitá kapacita

Je výrobcem předpokládaná kapacita součástky. Na součástce je vyznačen kódem tvořeným skupinou číslic a písmenem nebo barevnými proužky, tečkami ap. Výrobce kondenzátory vyrábí a třídí podle hodnot do řad (E6, E12). Výjimku tvoří elektrolytické kondenzátory hliníkové některých výrobců s hodnotami v řadě 1 2 5 10

b) tolerance jmenovité kapacity

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Udává o kolik procent se smí skutečná hodnota kapacity lišit od jmenovité. Velikost tolerance souvisí s typovou řadou. Řada E6 má toleranci $\pm 20\%$, E12 má toleranci $\pm 10\%$. Tolerance elektrolytických kondenzátorů bývá větší a nesouměrná (-10 až $+80\%$).

c) jmenovité napětí

Bývá uvedeno na součástkách ve voltech nebo barevným kódem. Pozor ve střídavých obvodech je nutno dimenzovat na amplitudu přikládaného střídavého napětí.

Rozdělení podle typu dielektrika:

- svitkové (papírové, styroflexové, terylénové, MP,...)
- keramické
- elektrolytické
- jiné

4.6.2 Svitkové kondenzátory

Jsou tvořeny dvěma hliníkovými foliemi oddělenými dielektrickým materiálem (papír, plastová folie,...). Vrstvy jsou společně svinuty do balíčku a zapouzdřeny do plastu nebo kovového pouzdra.

4.6.3 Keramické kondenzátory

Dielektrikem je speciální keramika na které jsou napařeny dvě kovové elektrody, ke kterým jsou přivařeny vývody. Provedení je tvarově různorodé – terčové, diskové, destičkové, polštářkové, trubičkové a průchodkové. Rozměrově jsou nejmenší, mají i nízká jmenovitá napětí.

4.6.4 Elektrolytické kondenzátory

Jako dielektrikum slouží velmi tenká vrstva oxidu hliníku nebo tantalu na povrchu kovové elektrody. Druhou elektrodou je tekutý nebo polosuchý elektrolyt. Na rozdíl od ostatních kondenzátorů elektrolytické vyžadují dodržování stanovené polarizace přiloženého stejnosměrného napětí. Polarita bývá vyjádřena graficky na pouzdru nebo nestejnou délkou vývodů.

4.6.5 Dolad'ovací kondenzátorové trimry

Jsou tvořeny skleněnou nebo keramickou trubičkou na povrchu postříbřenou, do které se zašroubovává kovový píst tvořící druhou elektrodu. Typický rozsah kapacity je např. $0,8 - 5\text{ pF}$, $1,5 - 15\text{ pF}$.

4.7 Měření kondenzátorů

Pro měření kapacity se v praxi nejčastěji používají kvalitnější univerzální měřicí přístroje nebo jednoúčelové měřiče kapacity. U elektrolytických kondenzátorů se také často měří zbytkový proud, který prochází jejich elektrodami po připojení stejnosměrného napětí. Pro toto měření se využívají jednoúčelové měřiče zbytkového proudu. Je nutno zdůraznit, že zvýšený zbytkový proud u nekvalitních elektrolytických kondenzátorů je častou příčinou poruch elektronických zařízení.

4.8 Cívka v elektrickém obvodu

Elektrotechnická značka:



cívka



cívka s jádrem

4.8.1 Cívka ve stejnosměrném obvodu

V obvodu stálého stejnosměrného proudu se cívka projevuje pouze svým elektrickým odporem.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Kolem cívky se průchodem stejnosměrného proudu vytváří stálé magnetické pole. Magnetický indukční tok závisí přímo úměrně na indukčnosti cívky a velikosti proudu. Indukčnost cívky a tím i magnetické pole je možno zesílit vložením jádra-magnetického obvodu do cívky.

4.8.2 Cívka ve střídavém obvodu

V obvodu střídavého proudu vzniká kolem cívky proměnné magnetické pole, které v cívce indukuje elektromotorické napětí. Indukované napětí působí vždy proti změnám, které je vyvolaly (Lenzův zákon), což má za následek vznik impedance, u cívky nazývané indukance, tj. odpor cívky proti průchodu střídavého proudu. Induktance závisí přímo úměrně na indukčnosti cívky a frekvenci střídavého proudu. Cívka rovněž způsobuje fázový posuv střídavého proudu oproti střídavému napětí o $\pi/2$ neboli $1/4$ periody.

Proměnného magnetického pole kolem cívky se využívá také v transformátorech při transformaci střídavého elektrického proudu a napětí mezi dvěma obvody. Způsob a velikost transformace ovlivňuje poměr počtu závitů sekundární a primární cívky transformátoru, celková energie transformace je však také výrazně limitována celkovou velikostí a kvalitou magnetického obvodu transformátoru.

4.8.3 Cívka v kmitavém obvodu

Důležitou úlohu hraje cívka u elektromagnetického kmitání (rezonance). To vzniká v obvodu s kondenzátorem a cívkou (LC obvody), kde se periodicky opakuje přeměna elektrické energie na magnetickou a opačně. Frekvence elektromagnetického kmitání závisí mj. také na indukčnosti cívky.

4.9 Spojování cívek

Při sériovém zapojení cívek se zvětšuje celková indukčnost:

$$L = L_1 + L_2 + \dots, \text{ (za předpokladu, že se cívky vzájemně nevážou, tedy nemají společný tok).}$$

Indukčnost dvou sériově řazených cívek se vzájemnou indukčností $M = L_{12} = L_{21}$:

$L = L_1 + L_2 + - 2M$ (znaménko volit podle polarit vzájemné vazby).
při paralelním zapojení se celková indukčnost zmenšuje.

4.10 Použití cívky

Cívkou lze používat jako samostatnou součástku (elektromagnet, tlumivka) nebo jako součást složeného elektrického zařízení (elektromagnetické relé, transformátor, reproduktor).



Různá provedení cívek

- Cívka jako elektromagnet - využívá se magnetická síla magnetického pole kolem cívky v zařízeních jako např.
 - elektromotor
 - zvonek
 - reproduktor
 - elektromagnetické relé
 - elektromagnetický jeřáb



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- vychylovací cívky v monitorech
- zapisovací hlavičky v pevných discích
- deprezské měřicí přístroje (galvanometr, ampérmetr, voltmetr, ad.)

Výhodou elektromagnetu je to, že magnetické pole je *dočasné*, dá se snadno měnit jeho velikost, příp. směr.

- Cívka jako induktor - využívá se elektrické napětí indukované proměnným magnetickým polem kolem cívky
 - tlumivka - cívka působí proti pes prudkým změnám v elektrickém obvodu (např. zapnutí/vypnutí obvodu, elektrický výboj, ap.). Změny v elektrickém obvodu vyvolávají změnu magnetického pole kolem cívky a následně se v cívce indukuje elektromotorické napětí působící vždy proti změnám, které je vyvolaly.
 - transformátor - obsahuje dvě cívky na společném jádře. Změnou elektrického proudu (střídavým proudem) v jedné cívce se indukuje elektrický proud v druhé cívce, dochází k transformaci proudu a napětí.
 - čtecí hlavičky v pevných discích
 - v elektromagnetických oscilačních obvodech - cívka a kondenzátor jsou nezbytné součástky pro vznik elektromagnetických kmitů v obvodu (rezonanční LC obvody).

5 Aktivní součástky

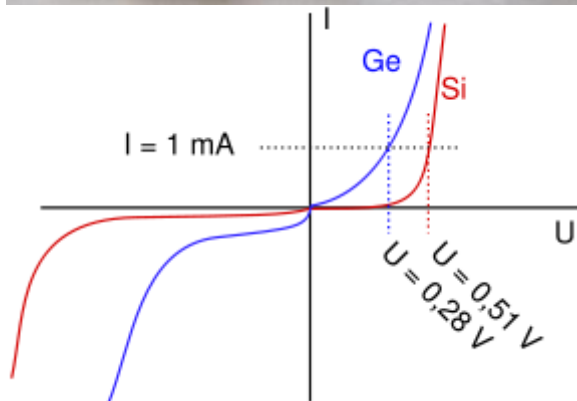
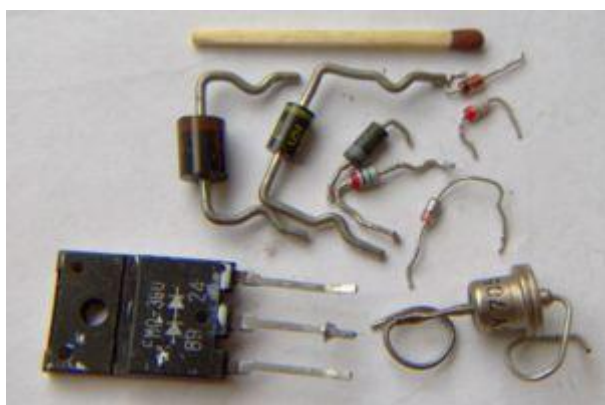
5.1 Diody

Dioda je polovodičová součástka ze dvou oblastí polovodiče: P a N. V nejběžnějším provedení slouží jako ventil — propouští proud jen jedním směrem. Existuje ale řada **různých druhů**, které umí i jiné věci.

5.1.1 Princip funkce

Polovodičová dioda je tvořena PN přechodem, který vzniká při kontaktu polovodiče typu P a typu N. V místě styku rekombinují volné elektrony polovodiče typu N s dírami polovodiče typu P. Vzniká tak oblast bez náboje a polovodič typu N se nabíjí kladně, protože v něm ubývá záporný náboj, polovodič typu P se nabíjí záporně, protože v něm ubývá kladný náboj. Mezi polovodiči vznikne napětí tzv. potenciálový val, které má směr od polovodiče typu N k polovodiči typu P. Potenciálový val způsobuje, že náboje se nemohou přes přechod P-N volně pohybovat, dokud vnějším napětím se správnou polaritou není tento val překonán.

5.1.2 Usměrňovací diody



Usměrňovací diody

VA charakteristika

Dioda propouští proud jen jedním směrem. Ve schématech se značí:



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Proud teče jen z anody na katodu (ta je obvykle barevně označena) ne obráceně.

Chování diody popisuje tzv. **voltampérová charakteristika** — tedy závislost protékajícího proudu na přiloženém napětí. Obrázek není v měřítku (pravá horní strana grafu je výrazně zvětšena), aby byl patrný úbytek napětí. (Pro srovnání uvádíme i dnes téměř nepoužívanou germaniovou diodu, která má sice nižší úbytek napětí, vydrží však menší závěrné napětí.) Při praktickém používání diody jsou důležité tyto parametry:

- **Prahové napětí**, což je napětí, které je třeba přiložit na diodu, aby došlo k jejímu otevření tj. aby jí mohl protékat proud. Toto napětí závisí na materiálu, např. u křemíku je 0,51 V, germania 0,28 V, u LED může dosahovat i 3 V.
- **Maximální proud v propustném směru** je maximální proud, který může diodou procházet bez jejího zničení v důsledku přehřátí. U běžných malých diod je to obvykle 0,5 A, snadno se ale seženou diody na desítky A. Někdy se místo maximálního proudu používá **výkonová ztráta**.
- **Dynamický odpor** je velikost odporu otevřené diody pro malý střídavý proud. Je dán sklonem charakteristiky v propustném směru. Bývá malý.

Prahové napětí a malý dynamický odpor v propustném směru způsobují, že na otevřené diodě je v propustném směru **stálý úbytek napětí** o hodnotě asi 0,7 V.

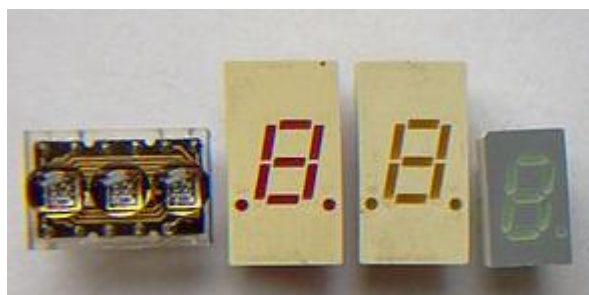
- **Maximální závěrné napětí** je maximální napětí, které dioda v opačném směru udrží, aniž by se prorazila. U běžných, křemíkových diod se pohybuje od 50 V do 1500 V. Speciální typy diod (stabilizační diody) se naopak provozují v oblasti průrazu.
- **Zbytkový proud** je proud, který prochází diodou v závěrném směru. Bývá velmi malý.

Ideální dioda by měla tyto parametry: nulové prahové napětí, nekonečný maximální proud v propustném směru, nulový dynamický odpor, nekonečné maximální závěrné napětí, nulový zbytkový proud.

5.1.3 Svítivá dioda — LED



Svítivé diody



Displeje ze svítivých diod

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



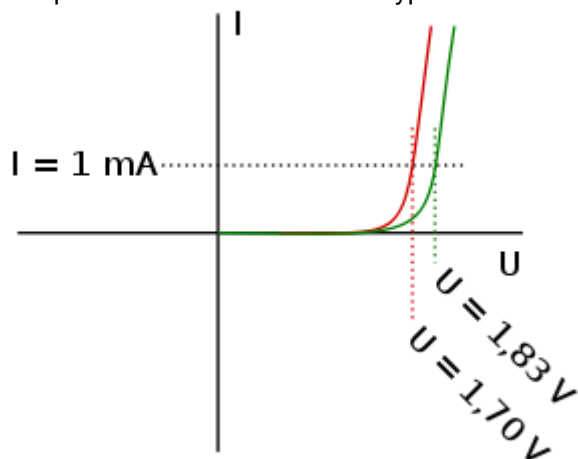
Seříznutá strana s "vaničkou" je katoda, tedy mínus!

Diody, které jsou schopné svítit, když jimi v propustném směru prochází malý proud, se vyrábějí v různém tvarovém i barevném provedení. Nejčastěji se dají sehnat zelené, žluté, červené a modré, dále existují bílé a vícebarevné (mají 4 nožičky — červenou, zelenou a modrou složku a katodu). Značí se takto:



Úbytek napětí na svítivé diodě je poměrně velký, mezi 1,5 a 4,0 V (obecně platí, že směrem od červené k zelené úbytek napětí propustném směru stoupá).

Voltampérová charakteristika LED vypadá takto:



Svítivé diody skoro nelze použít k usměrňování — mají malé závěrné napětí i malý propustný proud. Proto na V-A char. není ani zakreslena oblast záporných napětí. Každá svítivá dioda má stanovený maximální proud, který se nesmí překročit (aby se nezničila). Z charakteristiky je zřejmé, že od jistého napětí proud začíná rychle narůstat. Musíme tedy před ní vždy zařadit rezistor, který proud omezí.

Běžná svítivá dioda má povolený proud $I = 20 \text{ mA}$. Při připojení ke zdroji o napětí U_{zdroj} třeba 5 V je třeba zařadit rezistor o odporu R:

$$R = \frac{U_{\text{zdroj}} - U_{\text{ubyték}}}{I} = \frac{5V - 1,7V}{0,02A} = 165\Omega$$

Čili pro 5 V bychom použili rezistor 160 Ω .

5.1.4 Lavinová a Zenerova dioda



Výkonová Zenerova dioda

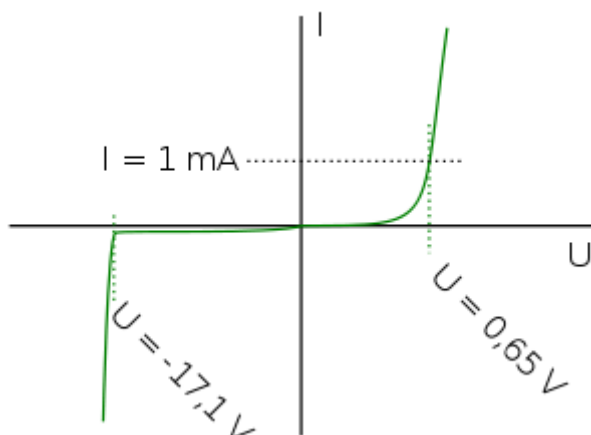
V některých případech se nám hodí velký a stabilní úbytek napětí v řádu jednotek až desítek V. Spojením dvaceti křemíkových diod v propustném směru za sebe bychom sice získali úbytek napětí 12 V, byl by ale dost závislý na změnách teploty a proudu.

Proto se vyrábějí diody, u kterých jde malým napětím způsobit nedestruktivní průraz v závěrném směru, který má dobře stanovený úbytek napětí.



Prakticky není vnější rozdíl mezi "Zenerovou" (pro napětí cca od 3 do 6 V) a "lavinovou" (pro napětí vyšší) diodou a často ani v katalogích toto není rozlišováno. Liší se fyzikálním mechanismem průrazu. Průrazné napětí je závislé na teplotě. Zenerův průraz má záporný teplotní koeficient, lavinový průraz kladný. Kolem napětí 6V mohou být přítomny oba mechanismy a vzájemně se do jisté míry kompenzovat.

Vnější funkce je patrná z následující voltampérové charakteristiky (zde pro 17 V lavinovou diodu):



V závěrném směru je velmi strmá závislost proudu na napětí: úbytek napětí v závěrném směru skoro nezávisí na proudu! Této vlastnosti se užívá např. v napěťových stabilizátorech.

5.1.5 Schottkyho dioda

Ve Schottkyho diodách nevzniká usměrňovací jev mezi dvěma druhy polovodiče, ale mezi kovem a polovodičem.



Oproti běžné křemíkové diodě se liší v tom, že má

- nižší úbytek napětí (cca 0,3 V)
- kratší dobu, než se zavře při změně směru proudu (řádově 20 ns), *ale také*
- větší závěrný proud a nižší povolené závěrné napětí (cca 40 V)

5.1.6 Další druhy diod

- Hrotová dioda
- Svítivá laserová dioda (perspektivní a účinný zdroj koherentního záření)
- Vysokonapěťová dioda (závěrné napětí přes 30 kV, malý proud)
- Mikrovlnná (Gunnova) dioda (vyzařuje mikrovlny v oblasti 10 GHz a výše, mírně laditelná, velmi citlivá na vlastnosti napájení)
- Varikap — kapacitní dioda (čili napětím laditelný kondenzátor)
- Dioda PNPN
- Tunelová dioda (s užitečným "hrbem" na voltampérové charakteristice)
- Elektronková dioda
- Fotodioda (měří intenzitu světla nebo její druhou mocninu)

5.2 Tranzistor

Tranzistor je polovodičová součástka, kterou tvoří dvojice přechodů PN. Je základem všech dnešních integrovaných obvodů, jako např. procesorů, pamětí atd.

Základní vlastností tranzistoru je schopnost zesilovat - malé změny napětí nebo proudu na vstupu mohou vyvolat velké změny napětí nebo proudu na výstupu.

Tranzistorový efekt byl objeven a tranzistor vynalezen 16. prosince 1947 v Bellových laboratořích týmem ve složení William Shockley, John Bardeen a Walter Brattain. Za tento objev jim byla roku 1956 udělena Nobelova cena za fyziku, jednalo se o velmi významný objev, který vedl k faktickému vědeckotechnickému převratu v oblasti aplikované elektrotechniky, v praxi se to projevuje zejména obrovskou mírou miniaturizace jednotlivých součástek a tím i neustálým zvyšováním koncentrace polovodičových součástek vztáženou na jednotku plochy.

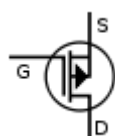
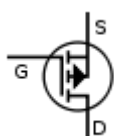
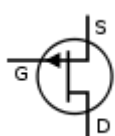
Podle principu činnosti se tranzistory dělí na bipolární a unipolární. Polovodičové přechody tranzistoru vytvářejí strukturu odpovídající spojení dvou polovodičových diod v jedné součástce, většinu vlastností tranzistoru však dvojicí diod nahradit nelze. Každý tranzistor má (nejméně) tři elektrody, které se u bipolárních tranzistorů označují jako **kolektor**, **báze** a **emitor**, u unipolárních jako **drain**, **gate** a **source**. Podle uspořádání použitých polovodičů typu *P* nebo *N* se rozlišují dva typy bipolárních tranzistorů, NPN a PNP (prostřední písmeno odpovídá *bázi*). Unipolární tranzistory jsou označovány jako N-FET nebo P-FET.

5.2.1 Základní typy tranzistorů

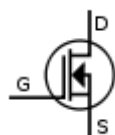
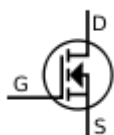
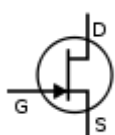
- Bipolární - (BJT - Bipolar Junction Transistor) Jsou řízeny proudem do báze.
- Unipolární (FET - Field Effect Transistor) - Jsou řízeny napětím (elektrostatickým polem) na gate.
 - JFET - (Junction FET) Řídící elektroda (gate) je tvořena závěrně polarizovaným přechodem PN.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- MESFET - (Metal Semiconductor FET) Řídící elektroda (gate) je tvořena závěrně polarizovaným přechodem Kov-Polovodič.
- MOSFET - (Metal Oxide Semiconductor FET) Řídící elektroda (gate) je izolována od zbytku tranzistoru.
- MISFET - (Metal Insulation Semiconductor FET) Obecný název pro tranzistor s izolovanou řídící elektrodou. Izolantem nemusí být jen Oxid (Např. Nitrid...).



P-kanál



N-kanál

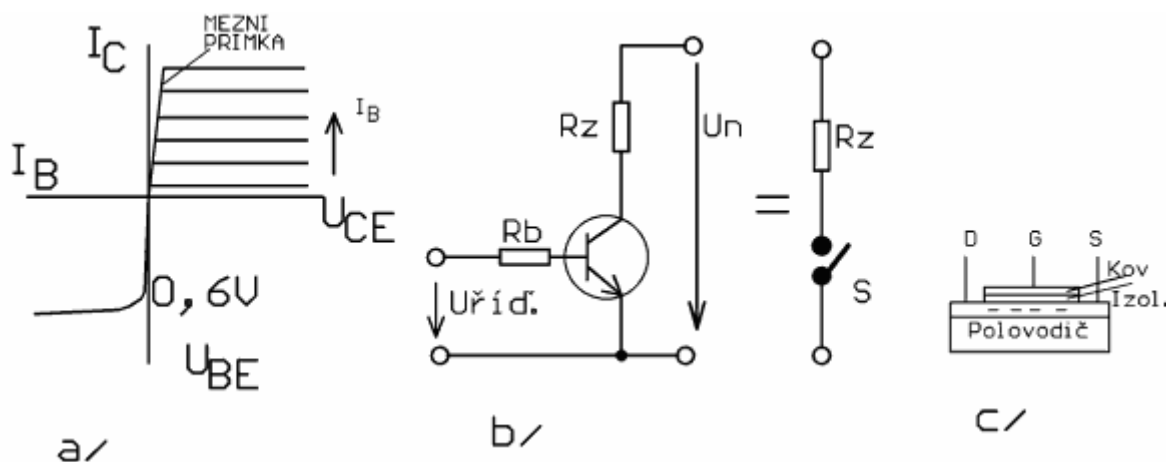
JFET

MOSFET indukovaný

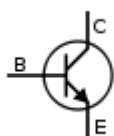
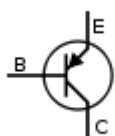
MOSFET zabudovaný

FET značky

5.2.2 Princip činnosti bipolárního tranzistoru



a/ VA charakteristika tranzistoru; b/ Tranzistor jako spínač; c/ Vnitřní struktura unipolárního tranzistoru





evropský
sociální
fond v ČR



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PNP

NPN

BJT značky

Pro snadnější pochopení činnosti doporučuji nejprve nastudovat PN přechod.

Bipolární tranzistor je třívrstvá součástka složená z různě dotovaných oblastí. Uvažujme tranzistor typu NPN v zapojení se společným emitorem. Zvyšováním kladného napětí mezi Bází a Emitorem se ztenčuje oblast bez volných nosičů na rozhraní báze a emitoru. Okolo napětí 0,6 V až 0,7 V pro křemík (Si) a 0,2 V až 0,3 V pro Germánium (Ge) začíná PN přechod báze-emitor vést elektrický proud. Tato část tranzistoru se chová jako klasická polovodičová dioda.

Emitor je na rozdíl od báze o několik řádů více dotován, má mnohem více volných nosičů náboje. V případě NPN tranzistoru elektronů, a ty zaplaví tenkou oblast báze.

Přivedením kladného napětí mezi kolektor a emitor, začnou být přebytečné elektrony odsávány z báze směrem ke kolektoru. Přechod Báze kolektor je polarizován v závěrném směru. Přebytek elektronů je následně posbírán ve vyprázdněné oblasti přechodu kolektor-báze.

Podmínky pro správnou funkci tranzistoru jsou

- Tenká vrstva báze - Podstata tranzistorového jevu.
- Emitor dotovaný více než báze - Způsobuje převahu volných nosičů náboje z emitoru. Při otevření přechodu báze-emitor se tak zachovává délka báze a elektrony vstříknuté do báze z emitoru nestíhají rekombinovat.
- Báze dotovaná více než kolektor - Čím větší je rozdíl dotací, tím větší napětí může tranzistor spínat, ale má také větší sériový odpor.

V bipolárním tranzistoru vedou proud také díry. Ty se zákonitě pohybují opačným směrem, ale plní stejnou úlohu jako elektrony. Proto se tomuto typu tranzistoru říká "Bipolární".

5.2.3 Základní zapojení

V elektronických obvodech může být tranzistor zapojen čtyřmi základními způsoby. Podle elektrody, která je společná pro vstupní i výstupní signál se rozlišuje zapojení se

- společným emitorem (SE)
- společnou bází (SB)
- společným kolektorem (SC)
- regulační stupeň (RS)

Nejčastější zapojení tranzistoru jako zesilovače.

Ve třech následujících zapojeních přidáme k tranzistoru několik rezistorů a kondenzátorů, aby obvod sloužil jako napěťový a/nebo proudový zesilovač.

Tato zapojení slouží jako zesilovač **střídavého signálu**, čímž se rozumí střídavé napětí či proud (pro stejnosměrný signál jsou operační zesilovače). To znamená, že:

Musíme počítat s tím, že bude kladný i záporný. U tranzistoru je proto potřeba nastavit tzv. **pracovní bod**, tedy stav, kdy jím protéká malý stejnosměrný proud. Signál se pak přičítá či odčítá.

K oddělení stejnosměrného proudu a signálu můžeme použít kondenzátor. Ten se totiž pro stejnosměrný proud chová jako rozpojený čili tento proud jím neprojde na rozdíl od střídavého signálu, který jím může procházet.

Protože v těchto obvodech protéká proud, i když je signál nulový, označujeme je jako zesilovače třídy A. Hojně se využívají k zesilování zvuku, v rádiích, vysílačkách, televizích atd. Více najdete v kapitole o zesilovačích.

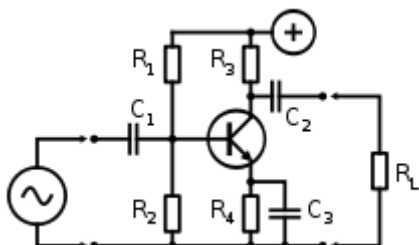
5.2.4 Zesilovač se společným emitorem

Toto zapojení má velké proudové i napěťové zesílení. Používá se nejčastěji. Nejdříve nastavíme tzv. **pracovní bod** tranzistoru. To obnáší přidat několik rezistorů:

- R_1 aby protékal malý proud rezistorem do báze

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- (volitelně R_2 kvůli lepší stabilitě obvodu, avšak tuto funkci může alespoň částečně plnit i R_4)
- R_3 aby na kolektoru byla zhruba polovina napětí zdroje
- (případně R_4 , aby kladl odpor vstupnímu signálu a vytvořil tak zápornou zpětnou vazbu)



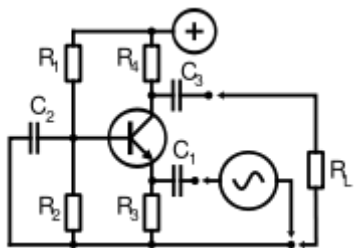
Nyní protéká malý bázevý proud a na β krát větší kolektorový proud. Když na vstup připojíme signál:

- Signál prochází skrz C_1 a chce projít bázi na zem. Přitom se přičítá k malému bázevému proudu, který teče trvale skrz R_1 .
- Při zvětšení signálu tekoucího skrz bázi tranzistor propustí větší proud na kolektoru. Vzroste úbytek napětí na R_3 , poklesne napětí na výstupu.
- Tím se zvětší napětí na R_4 a poklesne napětí na výstupu. Vzárost napětí na R_4 ale brání bázevému proudu - takto je vytvořena zpětná vazba, která způsobí, že výsledné napěťové zesílení je poměr R_3/R_4 .

Protože výstupní signál odebíráme za odporem, je převrácený oproti vstupu. Třeba u zvuku to vůbec nevádí.

5.2.5 Napěťový zesilovač se společnou bází

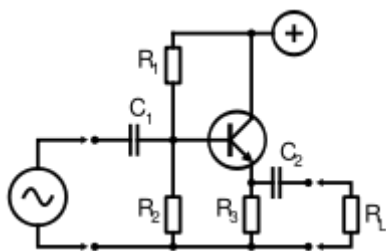
Všechny proudy výstupního signálu je tvořen proudem vstupního signálu. Toto zapojení tedy zesiluje jen napětí. Lze je použít i pro vysoké frekvence (~ 200 MHz).



5.2.6 Proudový zesilovač se společným kolektorem

Vstupní signál zde v klidovém stavu musí procházet rezistorem R_3 . To ale znamená, že na výstupu musí být napětí o trochu menší než na vstupu! Pokud na výstupu odebíráme proud, sníží se na něm napětí, umožní to větší průtok bázevého proudu a ten okamžitě zvýší průtok kolektorového proudu. Tím se pokles napětí hned vyrovná. V tomto zapojení se nezesílí napětí, ale jen proud.

Napětí na výstupu zesilovače (emitoru) sleduje napětí na vstupu (bázi). Proto se zapojení se společným kolektorem často označuje jako emitorový sledovač. Tento zesilovač je řízen jen velmi malým proudem (který zesiluje).



5.2.7 Matematický popis tranzistoru

K výpočtu zesilovacího činitele (jako například h_{21E}) se používá tzv. hybridních rovnic.

$$u_1 = h_{11} i_1 + h_{12} u_2$$

$$i_2 = h_{21} i_1 + h_{22} u_2$$

Můžeme dosadit např. pro zapojení SE:

$$u_{BE} = h_{11} i_B + h_{12} u_{CE}$$

$$i_C = h_{21} i_B + h_{22} u_{CE}$$

z toho např. h_{11} :

$$h_{11} = u_{BE} / i_B \text{ při } u_{CE} = 0, \Rightarrow u_{CE} = \text{konst.}$$

Stejně tak platí vztah $I_E = I_C + I_B$. Ten platí vždy a to v jakémkoli zapojení.

h_{11} = Diferenciální vstupní odpor při výstupu nakrátko.

h_{12} = Diferenciální zpětný napěťový přenos při vstupu naprázdno.

h_{21} = Diferenciální proudový přenos při výstupu nakrátko. (někdy uváděn jako h_{FE} nebo β)

h_{22} = Diferenciální výstupní vodivost při vstupu naprázdno.

Můžeme také počítat s Admitančními rovnicemi:

$$i_1 = y_{11} u_1 + y_{12} u_2$$

$$i_2 = y_{21} u_1 + y_{22} u_2$$

Poznámka: všimněte si malých a velkých písmen, neboť velká jsou statické hodnoty a malá jsou dynamické – tzn. že velká písmena vyjadřují chování v ustáleném stavu při stejnosměrných veličinách, kdežto malá písmena určují chování (okamžité hodnoty) při střídavých veličinách. Je nutné brát toto v potaz!

5.2.8 Rozdělení tranzistorů podle výkonu

- běžné tranzistory - slouží pro zpracování signálu (ať už jako jednotlivé "diskrétní" součástky, či součástky v čípech a mikročipech integrovaných obvodů), jsou dnes základním prvkem spotřební i nespotební elektroniky (televize, rádia, počítače, mobilní telefony, ...)
- výkonové tranzistory - jsou klíčovým prvkem používaným ve výkonové elektronice, například v oblasti spínaných zdrojů nebo frekvenčních měničů. Výkonová elektronika je rovněž klíčová při realizaci moderních zdrojů světla (úsporná žárovka, LED dioda), moderních trakčních vozidel s asynchronními motory, hybridních automobilů a elektromobilů, fotovoltaických a větrných elektráren.

Běžné tranzistory obvykle zpracovávají signál v jednotkách voltů. Proud přitom bývá nejvýše v řádu miliampérů. Současné výkonové tranzistory (viz. IGBT) jsou schopny ve spínacím režimu pracovat s napětím až v řádu kilovoltů a s proudy v řádu stovek nebo tisíců ampér. Mezi běžnými a výkonovými tranzistory je oblast středně výkonných tranzistorů provozovaných v lineárním režimu, používaných například pro lineární regulátory napětí, nebo pro výkonové stupně audiozesilovačů.

5.3 Tyristor, diak, triak.

Elektronické součástky, které se pod těmito názvy skrývají, byly vyvinuty ke spínacím účelům a používají se hlavně pro účely tzv. bezeztrátové regulace výkonu. Znáte jistě vypínače s kolečkem,



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



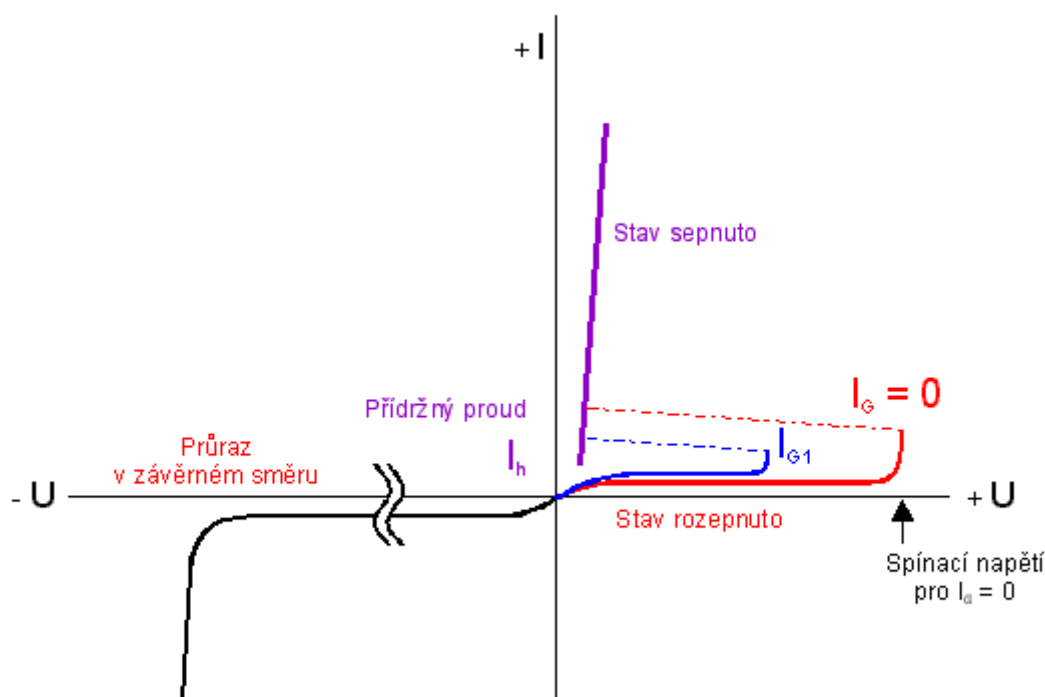
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

kterým se může měnit intenzita světla spínané žárovky, vrtačky s regulací otáček, slyšeli jste o tom, že v tramvajích a elektrických lokomotivách se používá tyristorová regulace výkonu, že existují oblouková svářecí zařízení s tyristorovou regulací apod. Co to vůbec je bezeztrátová regulace? Vysvětlíme si tento pojem na příkladu stmívače žárovky. Chceme-li, aby žárovka svítila méně, pak můžeme použít zdroje o nižším napětí; to však není případ, se kterým se setkáváme v praxi nejčastěji. Obvykle máme zdroj napětí, např. zásuvku, jehož napětí je konstantní. Pak máme možnost zapojit do série se žárovkou odpor, na kterém se vytvoří spád napětí a o toto napětí bude napětí na žárovce nižší. Pak ale na odporu bude vznikat Jouleovo teplo U^2/R , které je obvykle zbytečné a jen zvyšuje spotřebu energie (u starých tramvají se teplo vznikající zařazováním odporů před motor při rozjíždění využívalo k vytápění vozů). Vzpomenete-li si na definici efektivní hodnoty napětí jako odmocniny ze střední hodnoty kvadrátu napětí přes periodu, pak tuto efektivní hodnotu lze snížit i tak, že po určitou část periody necháme napětí na žárovce rovno nule a jen po zbytek periody jej k žárovce připojíme bez sériového odporu. Vzhledem k tepelné setrvačnosti vlákna svítí žárovka tak, jak to odpovídá střední hodnotě výkonu přes periodu a tak dosáhneme stejného účinku. (Ve skutečnosti zářivý výkon ze žárovky kolísá v rytmu jejího zapínání a vypínání a "zařazením", které středování provádí, je naše oko; podobně jako v kině při promítání filmu.) Sériový odpor spínače je přitom buď roven nekonečnu nebo nule podle toho, je-li spínač rozepnut nebo sepnut. Je-li rozepnut, je na něm výkon nulový protože jím prochází nulový proud (RI^2), je-li sepnutý, je na něm výkon nulový protože je na něm nulové napětí (U^2/R). Dosáhli jsme tedy snížení efektivní hodnoty napětí a přitom výkonová ztráta na regulačním prvku byla nulová - to je bezeztrátová regulace výkonu, v našem případě výkonu na žárovce.

Tak jako vždy, když řekneme příliš silný výrok, v našem případě bezeztrátová regulace, je realita daleko od pravdy; lépe by bylo říci regulace s mnohem menšími ztrátami ve srovnání s předřadným odporem. Kde jsou tedy ztráty výkonu u "bezeztrátové" regulace? Předně žádný spínač nespíná ani nerozepíná za nulový čas. Znamená to, že spínač je po určitou dobu odporem reálné ne nulové ani ne nekonečné hodnoty a tedy se na něm ztrácí výkon úměrný době, po kterou v tomto stavu je. Za druhé, mění-li se rychle proud v obvodu, obsahuje jeho Fourierův rozvoj nenulové komponenty s velmi vysokými kmitočty, které se vodiči v obvodu vyzařují jako anténou. To jsou další ztráty výkonu a navíc vyzařování může způsobit vážné poruchy v příjmu rozhlasu a televize a v komunikacích. Zmenšení vyzařování lze provést jen na účet rychlosti spínání a to jde proti požadavku na rychlost spínačů. Prakticky lze říci, že polovodičové tyristorové nebo triakové spínače jsou tak rychlé, že se spínací a rozpínací hrany musí "zpomalovat" pomocí dolnoproputných filtrů, které "odříznou" vysokofrekvenční komponenty a omezí tak vyzařování na minimum.

Podívejme se nyní na základní spínací prvek a tím je tyristor. Je čtyřvrstvý spínací prvek, tj. prvek obsahující tři přechody PNPN. Můžeme si jej představit jako dva bipolární tranzistory, jeden PNP a druhý NPN, zapojené na následujícím obrázku.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Charakteristika tyristoru

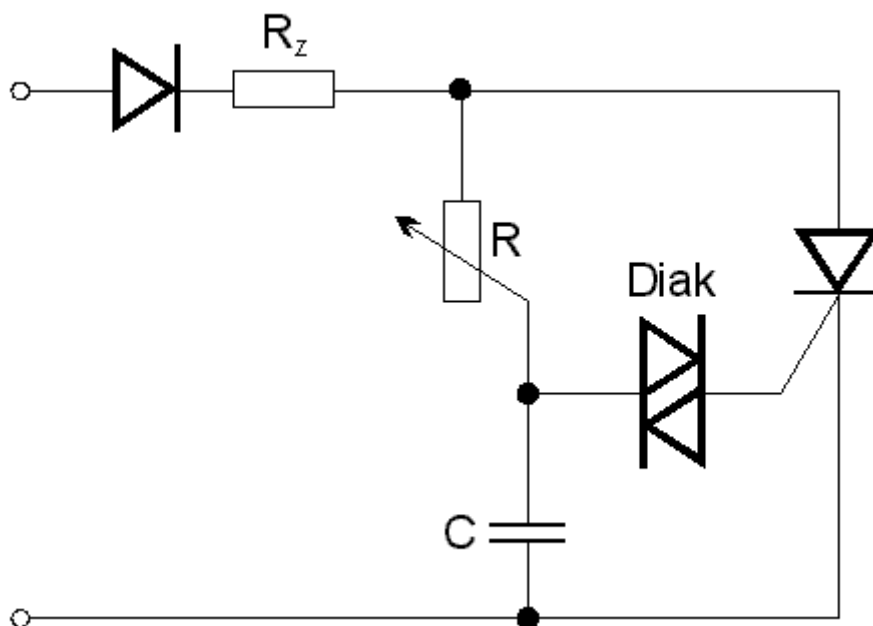
Je zajímavá tím, že křivka charakteristiky není spojitá, ale vykazuje nespojitost, odpovídající zápornému diferenciálnímu odporu. Průběh charakteristiky pro nulový proud řídicí elektrodou lze popsat takto: zvyšujeme-li napětí na tyristoru, teče jím nejprve jen závěrný proud; koeficienty proudového zesílení α_1 a α_2 jsou malé a proto jmenovatel v naší rovnici pro I_2 je jen o málo menší než 1. (Uvědomme si, že koeficient proudového zesílení tranzistoru není konstanta, závisí např. na emitorovém proudu; je-li emitorový proud malý je transport nosičů přes bázi tranzistoru řízen výlučně difúzí a rekombinace v bázi je velká; zvětšíme-li proud emitoru, vytvoříme v blízkosti přechodu emitor-báze přebytek nosičů a tím vytvoříme i elektrické pole, které pomáhá přenosu nosičů přes bázi => rekombinace je menší a koeficient proudového zesílení blíží jedničce.) Zvyšováním napětí mezi anodou (emitor PNP tranzistoru) a katodou (emitor NPN tranzistoru) tyristoru se proud tyristorem mění jen velmi málo až dojdeme k napětí, kdy dochází k lavinovitému průrazu kolektorového přechodu tranzistoru PNP. Tím dojde ke zvýšení obou koeficientů proudového zesílení α_1 i α_2 a jmenovatel našeho výrazu se začne blížit nule za současného vzrůstu proudu I_G (závěrný proud kolektorového přechodu I_1 de facto reprezentuje proud I_G). Tyristor se sepne a zůstane sepnutý, dokud $I_1=I_2$ neklesne pod hodnotu I_H . Po dobu sepnutí je napětí na tyristoru velmi malé, řádově jeden až několik voltů podle velikosti procházejícího proudu; tyristor se chová jako malý odpor - to je část charakteristiky blíže k ose pořadnic, která rychle s napětím roste. Protože při sepnutí tyristoru roste proud tyristorem při současném snižování napětí na tyristoru, chová se tyristor v okamžiku sepnutí jako záporný odpor. Vzhledem k tomu, že lavinovitý průraz kolektorového přechodu tranzistoru PNP jenom přispěje k otevření tyristoru a tím napětí na tyristoru klesne, není tento průraz pro tyristor nijak nebezpečný.

Teče-li do řídicí elektrody tyristoru proud, je situace velmi obdobná, pouze není nutné dojit k lavinovitému průrazu kolektorového přechodu tranzistoru, neboť I_G v našem vztahu není rovno nule a tím dojde k otevření tyristoru při nižším napětí než v předcházejícím případě. Nebo naopak, je-li na tyristoru napětí menší, než je napětí nutné pro sepnutí tyristoru s nulovým I_G , můžeme tyristor sepnout krátkým proudovým impulsem do řídicí elektrody; to je nejběžnější způsob spínání tyristoru.

Tyristor může též sepnout při napětí podstatně nižším, než je spínací napětí s nulovým proudem I_G tehdy, když napětí na tyristoru rychle roste. Tehdy se uplatňují kapacity přechodů a jako proud I_G "zafunguje" proud přes kapacitu přechodů, který sepne tyristor. Tento většinou parazitní efekt je možné odstranit pouze omezením rychlosti vzrůstu napětí na tyristoru; např. vhodným filtrem.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Jak již bylo řečeno, používá se tyristor pro bezetrátovou regulaci výkonu. Jeho použití je zejména vhodné v obvodech střídavého napětí, neboť každý průchod napětí nulou automaticky vypne tyristor a ten čeká na další zapnutí. Jediné, co je zapotřebí k regulaci výkonu pomocí tyristoru, je zařízení, které "vyrobí" spouštěcí puls do tyristoru ve vhodné fázi periody střídavého napětí. Nejjednodušší je použít pro řízení fáze jednoduchého RC členu s měnitelnou časovou konstantou RC například pomocí proměnného odporu, viz. obrázek níže.



Je-li odpor nastaven na nulu, spíná se tyristor prakticky okamžitě po průchodu napětí nulou, je-li odpor nastaven na větší hodnotu, zpožďuje se napětí na kondenzátoru za napětím na tyristoru a ten zapne až za určitý čas po průchodu napětí nulou; výkon na zátěži bude v tomto případě menší.

Pomalou vzrůstající napětí na řídicí elektrodě tyristoru může vést k jeho zapínání v ne zcela přesně určený časový okamžik; proto je vhodné zařadit do obvodu ještě prvek, který změní pomalý průběh napětí na kondenzátoru ve strmý proudový impuls. Touto součástí je diak (diac), který si můžeme představit jako tyristor s nevyvedenou řídicí elektrodou. Po dosažení určitého napětí mezi anodou a katodou spíná se tedy diak do malého odporu a proto je ideální spínací součástkou v obvodu řídicí elektrody tyristoru. Tak jako tyristor rozpíná se diak zmenšením proudu mezi anodou a katodou pod určitou hodnotu přídržného proudu. Diak je jednoduchá a spolehlivá součástka, kterou je vhodné ve spínacích obvodech tyristorů používat. Na předchozím obrázku je proto diak již zakreslen.

Jistě jste si všimli, že tyristor nespíná v obou polaritách; rozlišuje se anoda a katoda tyristoru. Je-li na katodě tyristoru kladné a na anodě záporné napětí, teče tyristorem jen závěrný proud a nelze jej proudem do řídicí elektrody sepnout. Navíc vzhledem ke své složitější struktuře než obyčejná dioda, je náchylnější na průraz v závěrném směru a proto se doporučuje zapojit do série s tyristorem jednu usměrňující diodu. Tím ovšem je maximální výkon omezen na polovinu možného výkonu. Odpomoc je možná dvojím způsobem: buď použijeme před tyristorem Graetzův usměrňovač, takže na tyristoru bude vždy jen napětí jedné polarity, nebo použijeme dva antiparalelně zapojené tyristory. V tomto případě se tyristory s výhodou spínají pomocí malých impulsních transformátorů, neboť k sepnutí tyristoru potřebujeme jen časově velmi krátký impuls, řádově μ s. Tyristory se vyrábějí pro napětí od stovek voltů do několika kV a pro proudy od jednotek A do několika kA. Je možné je použít i pro spínání stejnosměrných obvodů; pak je nutné se postarat o vypínání tyristoru speciálním obvodem, který, např. sepnutím kondenzátoru k anodě tyristoru na chvíli "převezme" proud obvodem a tím proud tyristorem klesne pod hodnotu přídržného proudu I_H . Pro obvody se stejnosměrným napětím je typické řízení výkonu impulsem stejné šíře a změnou frekvence (vzpomeňte si na tramvaje, při rozjezdu "kňučí" na vyšším kmitočtu), pro obvody střídavého napětí, kde je kmitočet dán, mění se výkon změnou šířky aktivní části periody, tj. části periody, po kterou je zátěž připojena ke zdroji.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pro relativně malé výkony, tj. pro napětí typická v rozvodné síti a proudy do několika ampér byly vyvinuty vícevrstvé prvky, které pracují stejně jako dva antiparalelně zapojené tyristory s tím rozdílem, že mají jen jednu řídicí elektrodu; říká se jim triak. Zatímco tyristory byly vyrobeny pro řízení výkonů až do řádu megawattů, triaky vzhledem ke své složitější struktuře a tím větší náchylnosti na průraz zůstávají doménou pro regulaci intenzity domácího osvětlení, otáček vrtaček, vysavačů a podobných nízkovýkonových elektrických spotřebičů; jejich výhoda tkví v jednoduchosti zapojení.

Pro fázové řízení triaků a tyristorů byly vyvinuty integrované obvody, které umožňují "lineární" řízení fáze spouštění. V každé půlperiodě "vyrobí" lineárně vzrůstající pilovité napětí a tyristor se sepne v okamžiku, kdy se toto napětí vyrovná konstantnímu napětí řízenému zvětškovým potenciometrem. Fáze sepnutí je tedy přímo úměrná úhlu otočení potenciometru (za předpokladu, že se jedná o potenciometr s lineárním průběhem odporu). Tyto integrované obvody jsou napájeny přímo ze sítě a tak pro konstrukci např. regulátoru otáček vysavače stačí triak, tento integrovaný obvod, potenciometr a několik málo dalších součástek.

Dříve, než opustíme tuto kapitolu o spínacích polovodičových prvcích je třeba si zdůraznit potřebu odrušení těchto regulátorů. Existuje řada amatérských konstrukcí těchto regulátorů, které sice bezchybně fungují, ale "zamořují" ovzduší širokým spektrem vyzařovaných kmitočtů. Možná si vzpomínáte, že když měl soused špatně odrušený mixer nebo vysavač, pak, když tento spotřebič používal, nešlo se dívat na televizi nebo dokonce ani poslouchat radio. V tomto případě šlo o šíření těchto rušivých kmitočtů přímo po rozvodné síti, v případě špatně odrušeného např. zapalování u motorů, se jedná o přenos vzduchem. Z tohoto důvodu všechny spotřebiče, které mohou potenciálně vyzařovat energii, jsou podrobovány v rámci schvalování každým státem přísné kontrole na tak zvanou elektromagnetickou kompatibilitu, EMC (Electro-Magnetic-Compatibility). Jedná se jak o úroveň vyzařování, tak o citlivost na tyto rušivé vlivy; neradi bychom třeba letěli v letadle, jehož navigační systém by mohl být ovlivněn tím, že v blízkosti letiště jezdí tyristorově řízené tramvaje. EMC se stává čím dál víc součástí ekologického nahlížení na svět okolo nás a proto bychom měli i my přispět alespoň tím, že nebudeme neodrušené nebo špatně odrušené výrobky používat.

6 Plošné spoje

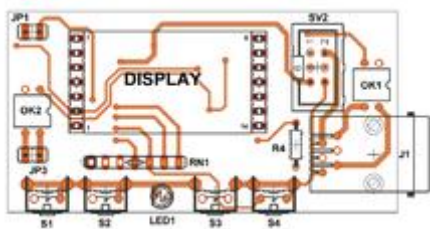
Plošný spoj (také deska plošných spojů, zkráceně DPS, v angličtině PCB) se v elektronice používá pro mechanické připevnění a současně pro elektrické propojení elektronických součástek. Součástky jsou propojeny vodivými cestami vytvořenými leptáním z měděných folií nalepených na izolační laminátové desce, nejčastěji typu FR4 (skelný laminát, plátovaný měděnou folií). Samotné součástky jsou na DPS připájeny za své vývody cínovou pájkou. Klasická provedení součástek mají vývody ve formě drátů nebo kolíčků. Ty se obvykle prostrčí otvory v DPS a na opačné straně, než byla součástka se připájely k spojům, vytvořených vrstvou mědi. V současnosti se při sériové výrobě používá velmi často technologie povrchové montáže (surface-mount technology, SMT). Součástky pro povrchovou montáž (surface-mount device, SMD) mají na svém povrchu kontaktní plošky, za které se připájí na stejnou stranu DPS, na které jsou osazeny. To umožní i osazení desek součástkami z obou stran.

Desky plošných spojů v dnešní době umožňují výrobu levných a přitom dostatečně robustních elektronických zařízení.

Protože současné součástky mají desítky i stovky vývodů, nebylo by je možné dobře propojit na jednoduché desce plošných spojů. Proto byly vyvinuty oboustranné DPS, které mají vodivý obrazec z obou stran a následně vícevrstvé DPS. Vícevrstvé DPS vznikají slepením několika tenkých oboustranných DPS. U dvou- nebo vícevrstvého DPS se musí prokovovat průchody mezi vrstvami. DPS se běžně opatřují nepájkivou maskou. To je poloprůhledná izolační vrstva typicky zelené barvy. Nechává odkryté jen pájecí plošky, zbytek vodivých cest zakrývá a zlepšuje tak izolační vlastnosti desky, současně brání poškození vodivých cest. Pro orientaci při kontrole, opravách nebo nastavování se na nepájkivou masku často tiskne servisní potisk. Vyznačuje umístění součástek a jejich označení dle elektrického schématu.

Protože ruční návrh plošných spojů by byl u složitějších obvodů extrémně časově náročný, přičemž by snadno mohlo docházet k chybám dále prodražujícím vývoj, používají se pro návrh systémy CAE, usnadňující vývoj. Vývojář nejprve vytvoří schéma zapojení ze kterého se vygeneruje seznam spojů (netlist). Jiný program (autorouter) může na základě tohoto netlistu vytvořit předlohu pro výrobu DPS.

6.1 Základní materiál pro výrobu DPS





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

6.2 Označení materiálů pro plošné spoje:

- FR1 Papír nasycený fenolovou pryskyřicí - laciný druh
- FR2 Papír nasycený fenolovou pryskyřicí - standardní provedení
- FR3 Papír nasycený epoxidovou pryskyřicí
- FR4 Tkanina ze skelných vláken syčená epoxidovou pryskyřicí - nejběžnější druh
- FR5 Tkanina ze skelných vláken syčená epoxidovou pryskyřicí - zvláště tepelně odolný druh

6.3 Výroba desek plošných spojů

Základní kroky při výrobě plošných spojů jsou:

- Vyvrtání otvorů
- Očištění povrchu měděné folie odmaštěním a obroušením
- Zakrytí motivu plošného spoje (vodivých cest a plošek, které mají na plošném spoji zůstat) leptuvzdornou vrstvou
 - V amatérských podmínkách se k zakrytí motivu plošného spoje používají rychleschnoucí laky nanášené ručně. Existují i předem připravené přířezy základního materiálu pokryté světlocitlivou vrstvou, ale v amatérských podmínkách bývá problém s dostatečným osvětlením.
 - V počátcích průmyslové výroby plošných spojů se leptuvzdorná vrstva nanášela síťotiskem. Odtud také starší název plošných spojů: "Tištěné spoje" (v angličtině se stále běžně používá výraz PCB = Printed Circuit Board)
 - Současná průmyslová výroba plošných spojů používá fotolitografické techniky
- Odleptání nepotřebné mědi (v amatérských podmínkách chloridem železitým)
- Odstranění leptuvzdorné vrstvy
- Nanesení krycích a ochranných vrstev
- Mechanické opracování desky do výsledného tvaru
 - Frézováním se zhotovují kruhové otvory o průměru větším než 6mm a nekruhové otvory a výřezy. Provádí se většinou na stejném stroji (souřadnicové vrtačce) a při stejném upnutí jako vrtání. U jednostranných plošných spojů se otvory dříve zhotovovaly vystřihováním na výstředníkových lisech. Vzhledem k nákladům na zhotovení razníku a nebezpečí poškození povrchu se od této metody upustilo.
 - Stříháním na padacích nůžkách se ostříhují rovné vnější hrany, pokud vyhovuje přesnost dosažitelná touto metodou.
 - Řezáním kotoučovou pilou se docílí přesnějšího opracování rovných hran.
 - Drážkováním se dělí desky menších rozměrů, které se mají hromadně osazovat. Princip této techniky je v proříznutí úzké drážky do spodní i horní strany desky protiběžnými kotouči. Ponechá se pouze tenká spojovací vrstva. Osazené, zapájené a někdy i oživené desky se rozlámou jako tabulka čokolády.

Běžně se pro snížení ceny kombinuje frézování složitých tvarů s některou jednodušší technologií zhotovení rovných řezů.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

7 Výroba plošného spoje

Osazování plošných spojů součástkami s drátovými vývody (angl.: Through-hole technology, THT) je jeden ze způsobů montáže elektronických přístrojů. Na rozdíl od povrchové montáže (SMT) se při tomto způsobu osazování drátové nebo kolíkové vývody součástek prostrčí otvory plošného spoje (DPS) a na opačné straně zapájí. V začátcích montáže elektronických obvodů na plošné spoje se používala výhradně tato metoda. Tehdy dostupné součástky jiný způsob montáže neumožňovaly. Určitým předstupněm SMT byly takzvané hybridní integrované obvody. Na destičku ze speciální keramiky byly nejdříve natisknuty propojovací vodiče i některé rezistory. Tisklo se sítotiskem různými vodivými pastami. Po vypálení past se mezi připravené vodiče vlepily kondenzátory nebo nezapouzdřené polovodičové čipy a zapájely se. Připravený obvod se zapouzdřil namočením do izolační hmoty. Tato technologie umožnila vyrobit malé a vlhku odolné přístroje, ale bylo jí možné využít jen pro některé obvody. Prakticky nebylo možné osadit indukčnosti ani výkonové polovodiče s větší produkcí ztrátového tepla. Dnes už malé a lehké SMD součástky montáž THT prakticky úplně vytlačily a mnoho moderních součástek (především integrovaných obvodů) ani není možné ve vývodovém provedení zkonstruovat. Přesto se ještě dnes část plošných spojů vyskytuje v takzvané smíšené montáži. Obsahují jak SMD, tak vývodové součástky. Jsou to takové DPS, které obsahují těžké součástky (trafa, tlumivky) nebo součástky, u kterých se předpokládá mechanické namáhání za provozu (konektory, spínače). Montáž vývodových součástek probíhala v těchto krocích:

- Vytvarování a částečné zkrácení vývodů
- Osazení součástek do otvorů v plošném spoji
- Zajištění vývodů zahnutím na straně pájení a zkrácení na správnou délku
- Zapájení vývodů
- Kontrola a oživení osazené desky
- Doplnění a výměna chybějících a vadných součástek
- Vyčištění desky od zbytků tavidla a stop zanechaných pracovníky při montáži
- Povrchová ochrana desky nástřikem ochranného laku

Během několika desítek let používání technologie THT se dospělo od jednoduchých pomůcek a ručních přípravků až k automatizovaným tvarovacím a osazovacím strojům. Na počet kusů nejvíce bylo součástek válcového tvaru s osově umístěnými vývody (rezistory, kondenzátory, diody). Jde o časové období takzvaného analogového pravěku! Takové součástky se zpočátku ručně tvarovaly na kovovém hranolku definované šířky. Tělísko součástky se vložilo do vybrání v hranolku a drátové vývody se ohnuly podél boků přípravku. Tak bylo možné dodržet normalizovanou rozteč otvorů pro součástky. Pro součástky, které neměly ležet přímo na desce byla vymyšlena technika krepování vývodů. Na koncích drátěných vývodů byly vytvarovány ohyby, které udržely součástku v otvorech a tělísko součástky v definované výšce nad deskou. Původní krepovací přípravky byly zázrakem jemné mechaniky. Každá součástka se musela jednotlivě vložit do přípravku, zatáhlo se za páčku a součástka se ručně pinzetou vyjmula. Produktivita nebyla vysoká. Hodnota součástky byla na tělísku vyznačena na jediném místě potiskem. Pracovnice při krepování musela dbát, aby ohyby udělala v takové poloze, že potisk zůstal čitelný. Vlastní osazování součástek dospělo od čistě ruční práce podle papírových výkresů až k takzvaným osazovacím stolům. To byly poloautomaty, do kterých se upnul plošný spoj a do stroje se založily zásobníky se součástkami. Zásobníky byly vlastně jen misky s předem předtvarovanými součástkami. Podle předem připraveného programu potom projekční hlava osvětila místo pro osazení a pod ruku obsluhy přijel zásobník se správnou součástkou. Stačilo zobnout součástku z misky a vložit ji na osvětlené místo.

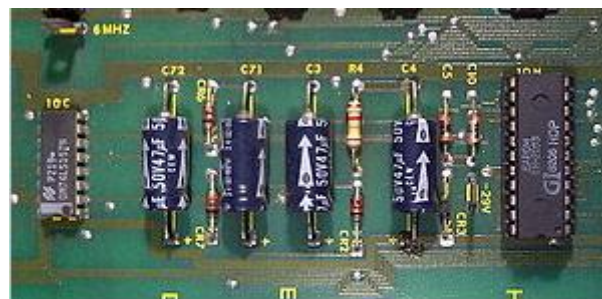
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Odpor osazený do otvorů v DPS



Ručně zapájený plošný spoj



Plošný spoj osazený součástkami s drátovými vývody



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

8 Výroba plošných spojů

8.1 Zábavná elektronika

Na základě vlastního výběru

8.2 Klopné obvody

Astabilní, bistabilní, monostabilní.