

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V BRNĚ

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY
ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

KONSTRUKCE ELEKTRONICKÝCH ZAŘÍZENÍ

počítačový návrh plošných spojů - cvičení

Ing. Václav Zeman

Učební text

Brno 1999

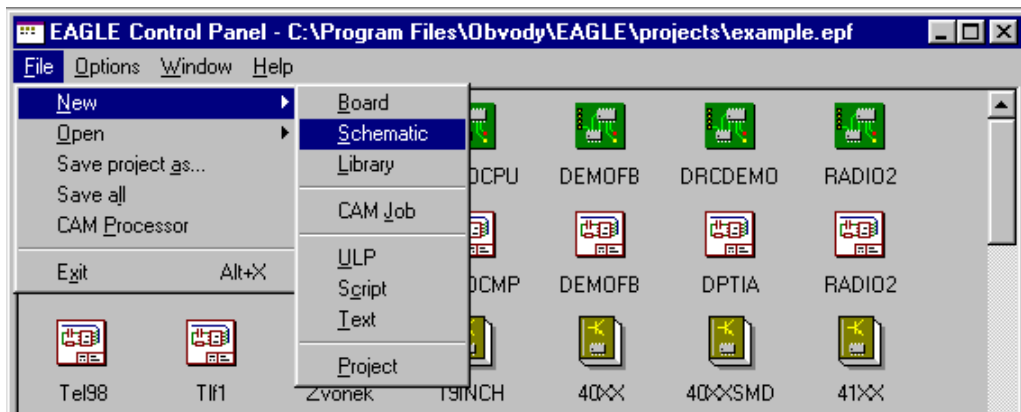
EAGLE 3.55 – stručný postup návrhu desky se schématem

Control Panel

Po spuštění programu se ocitneme v prostředí „Control panelu“, což je základní modul přes který přistupujeme k jednotlivým modulům „Eaglu“. Control panel umožňuje nastavit prostředí, určit umístění souborů a provádět jejich správu dle přání uživatelů.

Editor schémat

Z hlavního okna „Control panel“ volbou **File – New – Schematic** spustíme Editor schémat.

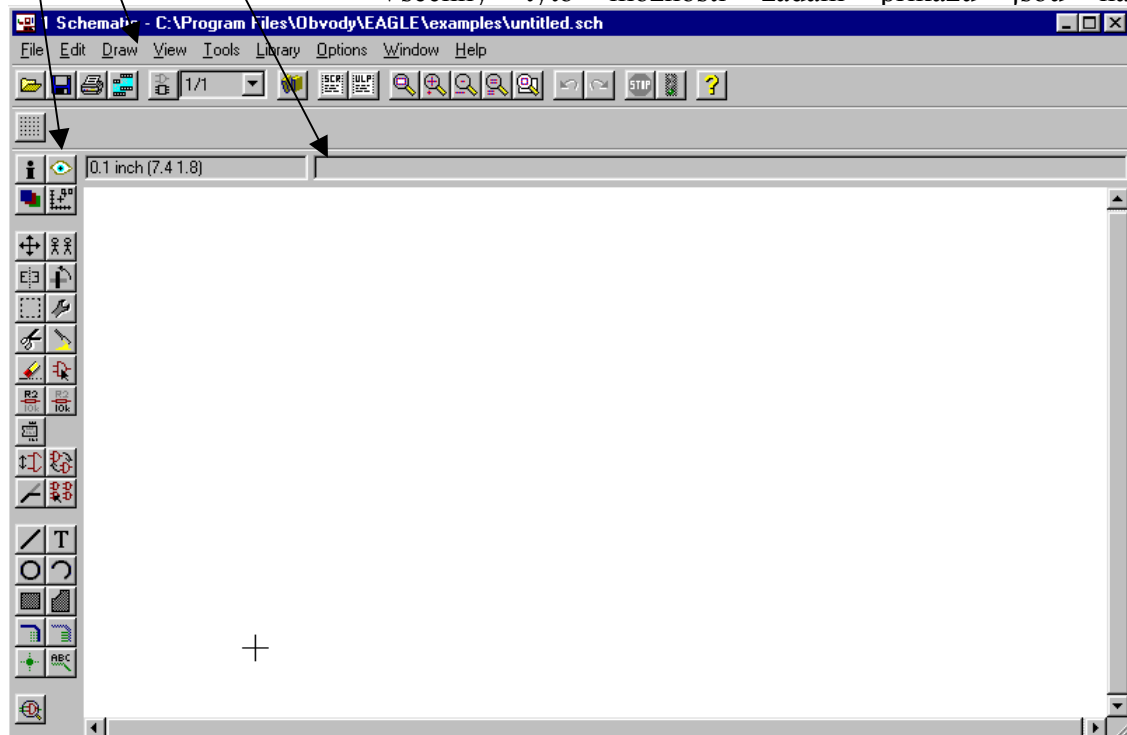


Ovládání:

U systému EAGLE je možné příkazy zadávat několika způsoby:

- výběrem pomocí kursoru myši z řady „ikonek“,
- výběrem pomocí kursoru myši z tzv. „pull-down menu“,
- zadáním příkazu z klávesnice.

Všechny tyto možnosti zadání příkazů jsou naprosto



Navíc je možno některé příkazy přiřadit funkčním klávesám (příkaz *Assign*), případně vykonat posloupnost příkazů pomocí tzv. script souborů (příkaz *Script*).

Některé příkazy pro ovládání prostředí editoru

▪ Změna měřítka zobrazení



Program umožňuje měnit měřítko zobrazení velikosti pracovní plochy pomocí sady ikoněk s „lupou“. Navíc, obdobně jak u předchozích verzí programu je zachována možnost použít příkazu **Window**, kdy po zadání příkazu z klávesnice s parametrem se provede požadovaná změna měřítka. některé možnosti jsou navíc předdefinovány pod funkční klávesy:

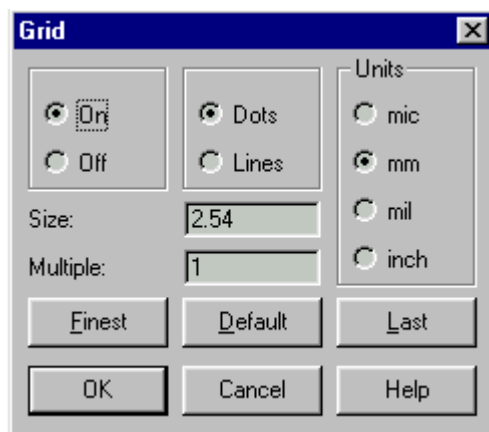
Window;	F2	„překreslení výkresu“,
Window 2;	F3	dvojnásobné zvětšení,
Window 0,5;	F4	dvojnásobné zmenšení,
Window FIT;	Alt + F2	zobrazení v maximálním možném měřítku,
Window (@);	F5	posun středu výřezu pracovní plochy na místo kurzoru myši (v kombinaci z dalším příkazem např. Move)

▪ Nastavení rastru



Po zadání příkazu **Grid** se otevře dialogové okno kde můžeme volit parametry rastru:

On, Off - zapnutí / vypnutí zobrazení rastru,
Dots, Line - rastr ve formě „bodů“ nebo „mřížě“,
Units - jednotky rastru
Size - rozteč rastru
Multiple - udává „kolikátá čára“ rastru se zobrazí,
Finest - nejmenší možný rastr (0,1 μ m),
Default - přednastavený rastr,
Last - velikost rastru před poslední změnou.



▪ Změna počátku souřadnic



Nad pracovní plochou se nám zobrazuje pozice kurzoru myši, v jednotkách do kterých je přepnutý rastr. Pomocí příkazu **Mark** máme možnost zvolit nový, relativní, střed souřadnic. Návratu k původním, absolutním, souřadnicím docílíme zadáním příkazu **Mark** se středníkem **Mark;** (Středník také nahrazuje ikonka „semaforu“)

▪ Kreslicí vrstvy



Pomocí příkazu **Display** si můžeme nastavit parametry kreslicích vrstev.

V editoru schémat máme k dispozici vrstvy: *91 Nets* - spoje,
92 Busses - sběrnice,
93 Pins - vývody součástek,
94 Symbols - schématické značky
95 Names - jména součástek,
96 Values - hodnoty součástek.

▪ Vytvoření skupiny



Pro vykonání operace nad více prvky najednou (posun, mazání, změna parametrů, apod.) využijeme příkaz **Group**. Pro vykonání příkazu nad skupinou používáme **pravé tlačítko myši**.

Skupinu můžeme definovat:

1. „přetáhnutím“ kursoru myši při stisknutém levém tlačítku (pravoúhlá oblast),
2. postupným „klikáním“ levého tlačítka vytýčíme oblast, kterou uzavřeme pravým tlačítkem myši.

Př. Smazání více prvků najednou:

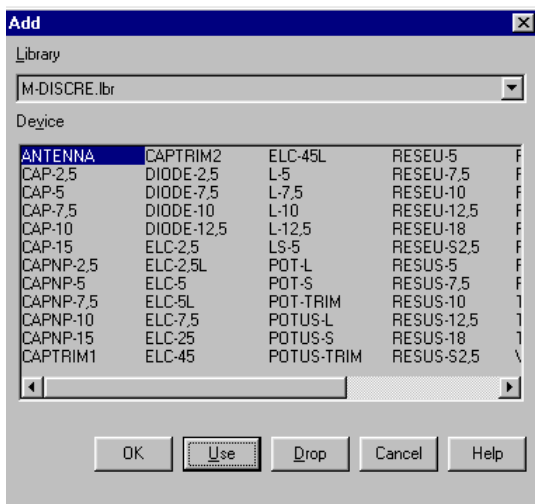
- a) definujeme skupinu,
- b) zvolíme příkaz **Delete**, najedeme kursorom myši nad skupinu a stiskneme pravé tlačítko.

Postup kreslení schémat:

▪ Výběr a umístění součástek:

Add (zadáme z klávesnice, vybereme příslušnou ikonku nebo „přes menu“ **Edit – Add**)

Otevře se okno s obsahem naposledy použité knihovny, pokud potřebujeme prvek z jiné knihovny vybereme ji příkazem **Use**.



Z knihovny vybereme prvek, který chceme umístit do schématu.

Rotace prvku – pravé tlačítko myši (při umístování nebo posunu prvků)

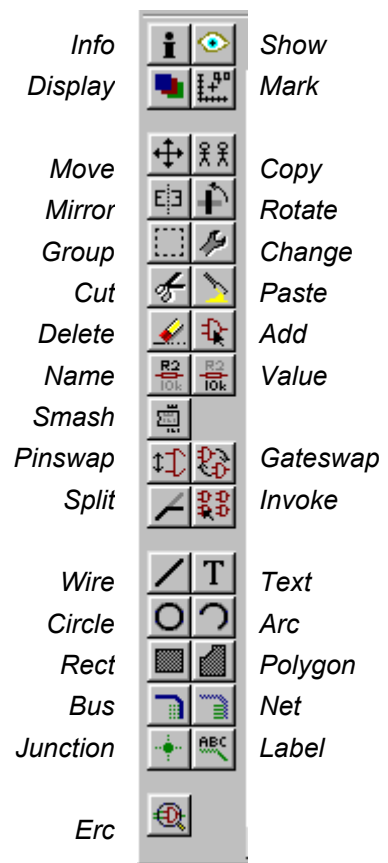
Posun prvku – **Move** (F7)

Zrcadlení – **Mirror**

Pojmenování – **Name**

Přiřazení hodnoty – **Value**

Vyvolání částí „složených“ součástek - **Invoke**, pokud je v pouzdře součástky obsaženo více prvků můžeme je vyvolat příkazem **Invoke**. (hradla TTL a CMOS, vícenásobné oper. zesilovače, napájecí symboly IO, apod.)



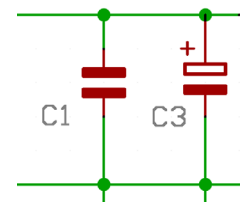
Pozn. Při umísťování součástek je nutné zvolit stejný rastr jako rastr ve kterém byly v knihovně prvky definovány. Proto **součástky umísťujete zásadně v „default“ rastru 100 mil (0,1 inch, 2,54mm)**. Při přepnutí rastru na jiný, který „nekorresponduje“ s původním se piny ocitnou mimo rastr a nelze je vzájemně propojit.

▪ **Definování propojení**

Spoj - Net **začátek** - levé tlačítko myši
 úhel zalomení – pravé tlačítko myši
 konec – dvakrát levé tlačítko myši

Pomocí spojů se propojují patřičné vývody, *piny*, součástek. *Piny* jsou označeny „zeleným kroužkem“ ve vrstvě *93 Pins*. Pokud si nejste jisti kde má prvek „přípojný bod“ povolte si zobrazení vrstvy *Pins* pomocí příkazu **Display**.

Pozn. Spoje se automaticky pojmenují a umístí do vrstvy *91 Nets*. Spoje které nejsou „opticky“ spojeny, ale mají shodný název budou v desce vodičivě propojeny, této vlastnosti lze využít např. při rozvodu napájení, rozdělení schématu na více listů, atd.. Název spoje lze zjistit např. pomocí příkazu **Name**.



Uzel – Junction, pokud mají být křižující se spoje vodičivě spojeny umístíme na místo propojení tzv. *Junction*

Sběrnice – Bus, **začátek** - levé tlačítko myši
 úhel zalomení – pravé tlačítko myši
 konec – dvakrát levé tlačítko myši

U sběrnice je nejdříve nutné (před připojením okolních spojů) definovat pomocí příkazu **Name** jaké vodiče sběrnice obsahuje a jaké mají názvy.

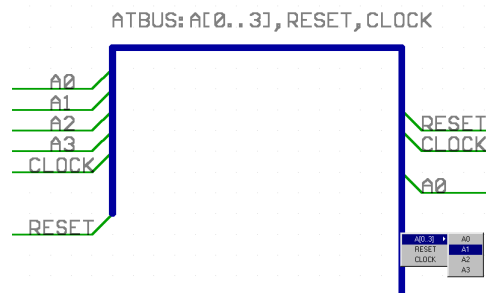
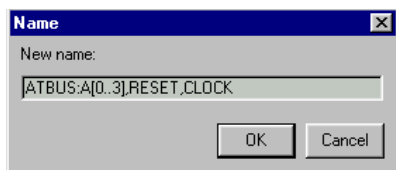
Syntaxe pojmenování: <name>:<partbus>,<partbus>,..

name - název sběrnice je nepovinný

partbus – můžeme definovat výčtem nebo také intervalem -

Name[LowestIndex..HighestIndex]

Př.



Sběrnice ATBUS bude obsahovat vodiče:

- A0
- A1
- A2
- A3
- RESET
- CLOCK

Ke sběrnici se připojují vodiče pomocí příkazu **Net**. Při umístění vodiče na sběrnici program automaticky nabídne název vodiče.

Zviditelnění názvu - *Label*, platí jak pro sběrnice tak pro spoje.

- **Posun názvů a hodnot součástek**

Uvolnění vazby popis - součástka - *Smash*

Posun popisu - *Move*

V některých případech jsou popisy součástek nevhodně umístěny, po rotaci jsou vedeny svisle, překrývají se, zasahují do schématické značky apod., v těchto případech máme možnost popis odsunout, nejdříve označíme vybrané součástky pomocí příkazu ***Smash***, tím zrušíme vazbu mezi popisem a schématickou značkou prvku. Můžeme takto označit i více prvků najednou. Následně pomocí příkazu ***Move*** posuneme popisem na požadované místo, případně pravým tlačítkem myši s popisem rotujeme. Pro posun popisu je vhodné nastavit jemnější rastr (příkaz ***Grid***), většinou vyhoví oproti „default“ nastavení rastr „poloviční“ (50mil).

Změna velikosti písma - v případě, že potřebujeme změnit velikost písma u popisu součástky nebo jeho „tloušťku“ je opět nejdříve nutné příkazem ***Smash*** označit prvek u něž budeme popis měnit, následně vybereme pomocí příkazu ***Change - Size*** patřičnou výšku písma a změnu provedeme kliknutím kurzorem myši na popis. (Velikost písma je udána v jednotkách do kterých je přepnutý rastr, pokud potřebujeme zadat velikost která není předdefinována v menu zadáme jí přímo z klávesnice napíšeme `change size <požadovaná velikost>;`). Při volbě ***Change - Ratio*** můžeme změnit „tloušťku“ písma.

- **Další příkazy pro editaci schématu**

Pokud potřebujeme ve schématu dokreslit další obrazce máme k tomuto účelu celou řadu příkazů:

Kružnice - *Circle*

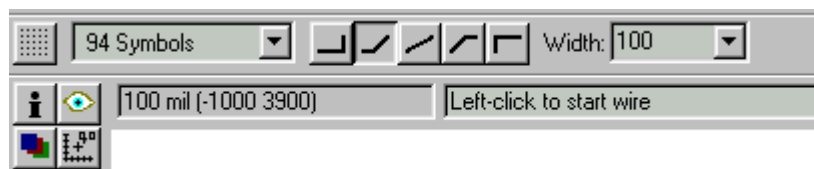
Pravoúhelník - *Rect*

Kruhový oblouk - *Arc*

Čára - *Wire*

Mnohoúhelník - *Polygon*

Text - *Text*



Při použití těchto příkazů se nad pracovní plochou objeví tzv. „akční menu“ ve kterém můžeme zvolit vrstvu do které chceme objekt umístit případně další parametry jako např. tloušťka čáry *Width* u příkazu *Wire*.

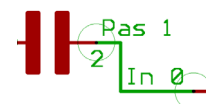
Některé parametry již nakreslených objektů lze upravit pomocí příkazu ***Change***.

- **Kontrola návrhu schématu**

Abychom si ušetřili pozdější komplikace při návrhu desky je vhodné pozorně prohlédnout schéma a „opticky“ zkontrolovat zda je vše správně propojeno. K optické kontrole můžeme využít příkazu ***Show***, po kliknutí na spoje se nám vše co je spojeno „prosvítí“ a to včetně pinů součástek. Následně můžeme provést elektrickou kontrolu.

Elektrická kontrola - *Erc* program zkontroluje zapojení z hlediska zásad správného „elektrického“ návrhu.

Každý pin součástky má určitý atribut např. *Pas* - pasivní pin, *Out* - výstupní pin, *Pwr* - napájecí pin, atd. na základě těchto atributů *Erc* zjišťuje zda jsou vzájemně spojeny piny jejichž vlastnosti jim to povolují, dále pak



zda ve schématu nejsou některé piny nezapojeny a zda je napájení obvodu provedeno korektně. Na případné prohřešky program upozorní výčtem chyb který uloží do souboru s příponou *.erc a automaticky jej zobrazí. Zde je nutné podotknout, že tato kontrola nezohledňuje všechny korektní možnosti zapojení součástek v obvodu, má tedy především informativní charakter a jejím hlavním úkolem je upozornit na možné chyby.

▪ Uložení schématu

Soubor můžeme uložit standardním způsobem přes menu *File - Save* nebo také příkazem *Write* zadaným z klávesnice, který je pozůstatkem po předchozích verzích Eaglu.

▪ Přejít do editoru desky - Board

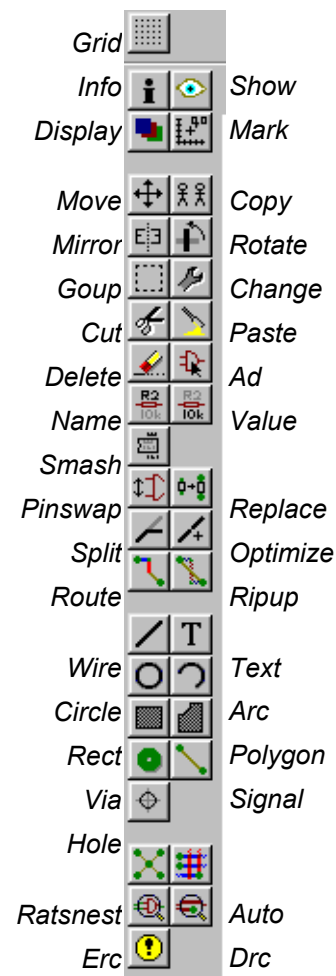
Editor desky

▪ Kreslicí vrstvy editoru desky

Pomocí příkazu *Display* si můžeme zobrazit kreslicí vrstvy:

Význam některých vrstev:

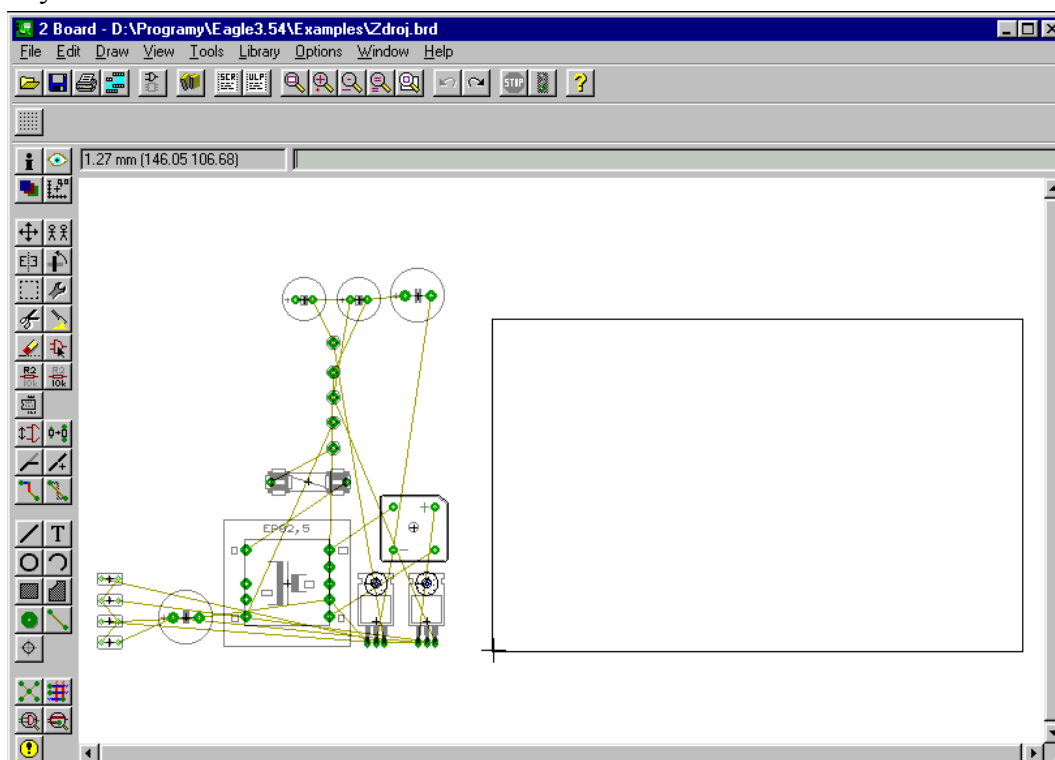
- 1 *Top* Plošné spoje strana součástek
- 2 *Route2* Vnitřní vrstva spojů (sig. nebo napájecí)
- .
- .
- 16 *Bottom* Plošné spoje strana pájení
- 17 *Pads* Pájecí plošky (vývody pouzder součástek)
- 18 *Vias* Prokovené průchody mezi vrstvami
- 19 *Unrouted* Vzdušné spoje
- 20 *Dimension* Obrisy desky (a kruhy pro neprokovené díry)
- 21 *tPlace* Potisk desky shora - osazovací výkres
- 22 *bPlace* Potisk desky zespodu - osazovací výkres
- 23 *tOrigins* Závěsné body shora
- 24 *bOrigins* Závěsné body zespodu
- 25 *tNames* Potisk shora (jména součástek, NAME)
- 26 *bNames* Potisk zespodu (jména součástek, NAME)
- 27 *tValues* Hodnoty součástek shora (VALUE)
- 28 *bValues* Hodnoty součástek zespodu (VALUE)
- .
- .
- 41 *tRestrict* Zakázaná oblasti pro spoje shora
- 42 *bRestrict* Zakázaná oblasti pro spoje zespodu
- 43 *vRestrict* Zakázaná oblasti pro prokovené díry (Vias)
- .



Postup návrhu desky při užití schématu.

Po zadání příkazu *Board* v editoru schémat se automaticky spustí editor desky, z knihoven se vyberou pouzdra součástek jejichž plošky se propojí vzdušnými spoji podle sítě spojů definovaných ve schématu a vše se automaticky umístí na pracovní plochu editoru. Navíc se vygeneruje obrys desky jenž má rozměr „EURO desky“ 100x160mm.

U verze „Eagle“ 3.5x a vyšší funguje tzv. zpětná anotace to znamená, že změna názvu nebo hodnoty součástky provedená v jednom editoru se ihned promítne i do druhého. Pokud však chceme provést změnu v zapojení musíme se vrátit do schématu a změnu vykonat tam, úprava se automaticky přenese i do desky. Pokud bychom se snažili změnu zapojení učinit přímo v desce, editor tuto činnost nedovolí provést. Program takto hlídá integritu mezi schématem a deskou. Tato vazba samozřejmě funguje pouze tehdy jsou-li oba editory spuštěny.



▪ Definování velikosti desky

Pro určení rozměrů desky je vhodné přepnout jednotky rastru na milimetry (příkaz **Grid mm**). Pokud nám vyhovuje pravoúhlý tvar desky můžeme rozměry EURO desky upravit na požadovanou velikost pomocí příkazu **Move**. Jinak máme možnost stávající obrys smazat (**Delete**) a nakreslit nový pomocí příkazu **Wire** ve vrstvě **20 Dimension**.

▪ Změna pouzder - *Replace*

Po zkontrolování pouzder velice často zjistíme, že máme k dispozici jiné provedení součástek než jsme si zvolili ve schématu. Před rozmístěním součástek je tedy vhodné provést záměnu pouzder na požadované typy. Příkazem **Replace** zvolíme z otevřené knihovny pouzdro (pokud se požadované pouzdro nachází v jiné knihovně otevřeme ji příkazem **Use**), poté kliknutím myši na „závěsný“ bod pouzdra (býlí křížek - *origin*) provedeme záměnu.

Náhradu lze provést pouze tehdy jsou-li plošky pouzder stejně pojmenovány, jména plošek se určují při definici prvku v knihovně a je-li počet plošek nového pouzdra stejný nebo vyšší.

▪ Rozmístění součástek

Součástky rozmístíme na desku pomocí příkazu **Move**.

Rotace prvku - Move + pravé tlačítko myši

Optimalizace vzdušných spojů - Ratsnest

Rozmístění součástek je jednou z nejdůležitějších fází návrhu plošného spoje, při nevhodném rozmístění součástek se může stát celé zapojení nefunkční, proto je vhodné této fázi věnovat velkou pozornost a umisťovat součástky tak aby mohly být dodrženy zásady o vedení signálu deskou o rozvodu a blokování napájení, atd.. Při rozmisťování je dobré hojně používat příkaz pro optimalizaci vzd. spojů **Ratsnest** abychom se mohli orientovat podle jejich délky.

Umístění pouzdra ze strany spojů - Mirror, v knihovnách jsou standardně pouzdra definovány pro umístění do vrstvy *1 Top*, pokud potřebujeme pouzdro umístit ze strany spojů vrstva *16 Bottom* využijeme příkaz **Mirror**.

▪ Pokládání spojů

Nyní je možné přistoupit k změně vzdušných spojů na spoje, které budou představovat předlohu pro „plošné spoje desky“. Pro „pokládání“ spojů jsou určeny vrstvy 1 až 16. Editor desky tedy umožňuje vytvářet až 16-ti vrstvé plošné spoje. Pokud bude deska jednostranná použijeme vrstvu *16 Bottom*, u dvoustranné desky využijeme vrstvy *1 Top* a *16 Bottom*.

Manuální pokládání spojů - Route,

začátek - levé tlačítko myši,

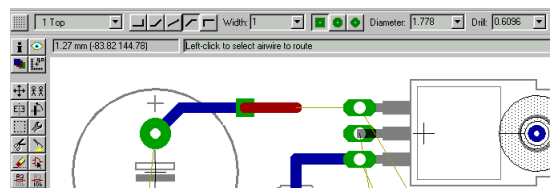
úhel zalomení – pravé tlačítko myši,

konec – jedenkrát levé tlačítko při dotažení spoje na plošku, nebo dvakrát levé tlačítko myši,

změna šířky spoje - buď v menu nad pracovní plochou vybereme z předdefinovaných šířek spojů **Width**, nebo můžeme při pokládání spoje přímo zadat z klávesnice číslo (+ Enter) představující šířku spoje a to v jednotkách do kterých je přepnutý rastr.

změna vrstvy - nejdříve levým tlačítkem

„pozastavíme pokládání“ spoje v místě kde chceme umístit průchod mezi vrstvami, poté v menu, nad pracovní plochou, vybereme vrstvu ve které bude spoj pokračovat. Program automaticky vygeneruje plošku *Via* pro vytvoření průchodu. Parametry *Via* můžeme taktéž zvolit v menu nad pracovní plochou.

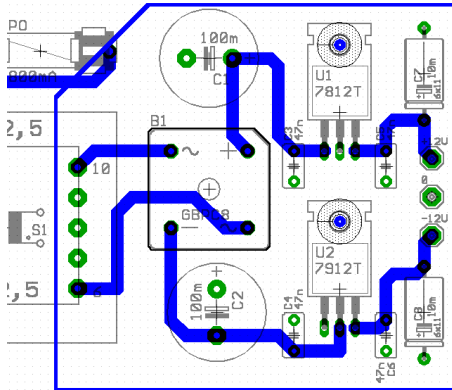


Zrušení „položeného“ spoje - Ripup, pokud chceme zrušit (převést na vzdušné) všechny položené spoje příkaz ukončíme středníkem (**Ripup;**).

Stínění - Polygon

Výpočet polygonu - Ratsnest

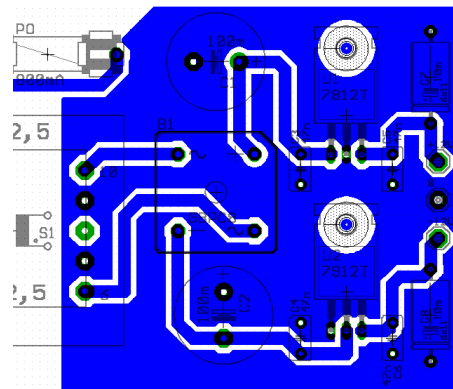
Pomocí polygonu můžeme vytvořit souvislou plochu jenž „obteče“ spoje s rozdílným potenciálem. Po zadání příkazu **Polygon** nejdříve zvolíme vrstvu ve které má být stínění umístěno obvykle, *1 Top* nebo *16 Bottom*. Vyznačíme obvod plochy která má být vyplněna, nemusíme se při tom vyhýbat žádným překážkám (spoje, plošky, pouzdra, ..), program se všem překážkám při vyplnění polygonu vyhne. Tvorbu polygonu ukončíme kliknutím na bod jeho „počátku“. Aby se polygon vyplnil buď použijeme příkaz **Ratsnest**, nebo pokud polygon má mít určitý potenciál pojmenujeme jej stejně jako vodič s kterým má být spojen (**Name**),



velice často *GND*.

Polygon ve vrstvě *16 Bottom*

Vyplněný polygon (*Ratsnest*)



U polygonu lze pomocí příkazu **Change** nastavit parametry:

Pour - Solid/Hatch - vyplň polygonu souvislá plocha/mříž.

Spacing - v případě mřížové výplně udává její rozteč.

Isolate - velikost izolační mezery.

Thermals - On/Off - tzv. tepelné můstky (vytvářejí se okolo plošek s kterými má být polygon spojen, při pájení zabraňují rychlému odvodu tepla a tím nedokonalému prohrátí spoje, užívá se při pájení vlnou).

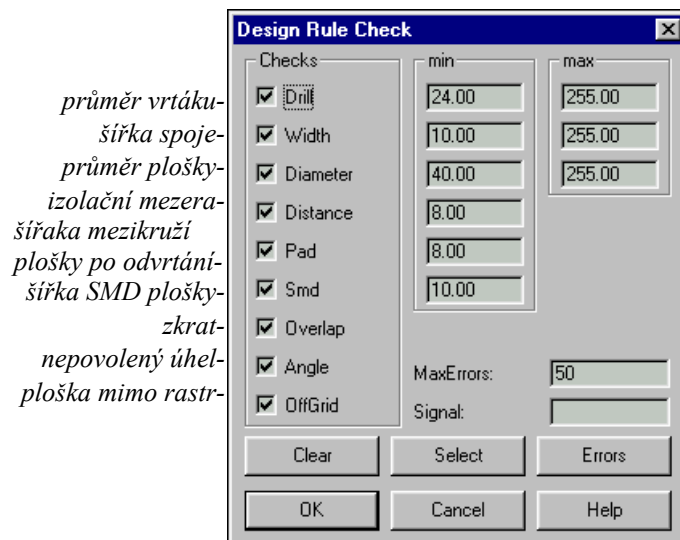
Orphans - On/Off - v polygonu mohou vzniknout samostatné „ostrůvky“, tato volba potlačuje jejich zobrazení.

Kontrola desky - Drc

Dodržení technologických parametrů nutných pro výrobu desky je možné zkontrolovat příkazem **Drc**. V „dialogovém okně Drc“ je možné volit parametry, které budou kontrolovány.

Seznam chyb lze zobrazit pomocí příkazu **Errors**, navíc se vyznačí na desce šrafováním. Po opravě se označení chyb zruší „tlačítkem“ **Clear** v „dialogovém okně“ **Drc**.

Pozn. Pokud máme na desce pouzdra definovaná v metrickém rastru doporučuje se kontrolu *OffGrid* vypnout.



Postup tvorby knihovny v EAGLE



- Otevřít knihovnu, již chceme měnit (nebo založit novou).



- Přepnout se do kreslení symbolů

- Pomocí čar, oblouků a textů vytvořit schematickou značku (**bez terminálů - pinů**) v hladině 94-symbols, tloušťkou čáry alespoň 0.2 mm (8 mils). Symbol tvořit okolo *base point*.



- Vložit na vhodná místa (do rastru) vhodné terminály-piny; tedy pin vhodného typu (dot, clock...), vhodné orientace a délky, vhodného významu pinu a v případě potřeby pinswapingu i vhodného swaplevel. (implicitně v hladině 93-Pins)

- Případné nedostatky opravit pomocí change



- Pomocí editační funkce *Name*  změnit jména pinů tak, aby lépe než implicitní údaje vystihovala význam pinů.

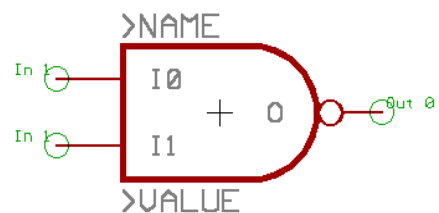
- Do hladiny 95-Names vložit text „>NAME“, do hladiny 96-Values vložit text „>VALUE“ pro potřeby umístění označení a typu součástky ve schématu.

- V případě, že jsme přesvědčeni o správnosti vytvořeného díla, uložíme výsledek




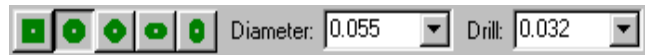
- Viditelnost Pin Name se nastaví pomocí *Change Visible*.


- V případě, že navrhujeme integrovaný obvod, ve třeba vytvořit i schematickou značku pro napájení obvodu - pinu typu *Power*, pojmenované *VCC* a *GND* (lze i v jednom symbolu)




- Přepnout se do kreslení pouzder

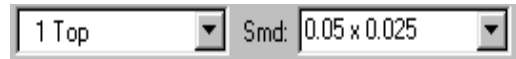
(package) 



- Vložit do plochy příslušné piny  vhodného tvaru, průměru plošky (diameter) i otvoru (drill), obvykle do implicitní hladiny *17-Pads*.




- Podobně se postupuje při vkládání SMD plošek , obvykle se vkládají do hladiny *1-Top*, přičemž přepnutí do hladiny *16-Bottom* při pokládání součástky na spodní stranu DPS (mirror) je automatické.



- Do hladiny *21-tPlace* se umístí motiv potisku - znázornění tvaru součástku pro osazování. Pro útvary používané jen na výkresech je vhodné používat hladin *51-tDocu*, případně *52-bDocu*.


- Do hladiny *25-tNames* opět umístíme text „>NAME“, do hladiny *27-tValues* vložit text „>VALUE“ pro potřeby umístění označení a typu součástky v layoutu.


- Pomocí editační funkce *Name*  změnit jména padů tak, aby lépe než implicitní údaje vystihovala význam pinů.

- V případě, že jsme přesvědčení o správnosti vytvořeného díla, uložíme výsledek



- Viditelnost jmen padů se provádí pomocí menu *Option-Set-Misc-Display pad names*






- Přepnout se do kreslení device 

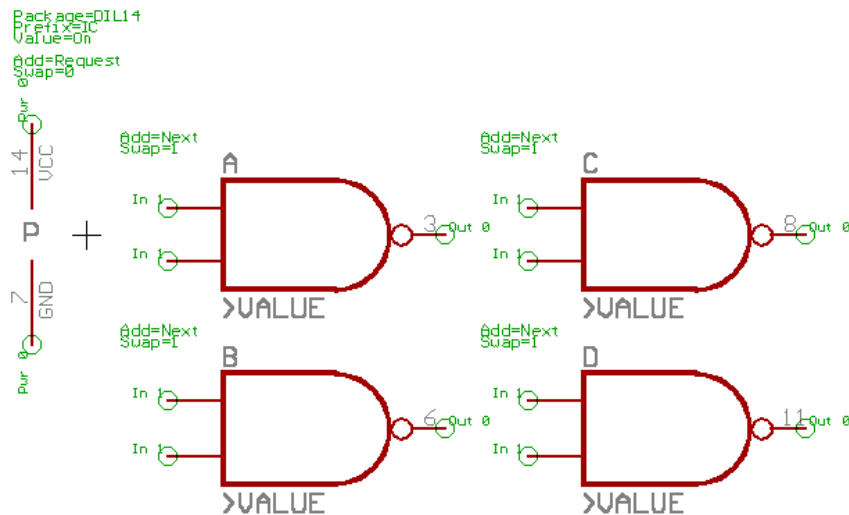
- Vložit všechny symboly , které jsou potřeba pro definici propojení signálů na nožičky pouzdra - tedy například u odporu zde bude pouze symbol odporu, u popisu odvodu 7400 musíme umístit čtyři pouzdra NAND2 (addlevel - Next a Swaplevel - 1 pro povolení gate swapingu) a ještě napájecí symbol VCC a GND (Addlevel - Request, Swaplevel - 0). Případná opomenutí v nastavení lze opravit pomocí change. Zajímavá je volba Addlevel - Always => při použití ve schématu se umístí všechny takto označené



symbols, ale s každým symbolem lze po ploše výkresu hýbat zvlášť.



- Doplnit typ pouzdra  a prefix  - předdefinované jméno součástky v Layoutu.
- Doplnit přiřazení jednotlivých pinů schématu k nožičkám pouzdra  - vybere se signál symbolu, odpovídající nožička a stiskne se Connect.
- Upravit pojmenování jednotlivých symbolických prvků  tak, jak se mají v pozdějších schématech objevovat (například A, B, C, D...).
- A opět uložíme výsledek 



Příkazy EAGLE a jejich význam

Změna pracovního módu/souborové příkazy

EDIT	Zavést výkres / oddíl knihovny nebo založit nový
WRITE	Uložení výkresu / knihovny
OPEN	Otevření knihovny pro editaci
CLOSE	Zavření knihovny po editaci
QUIT	Ukončení běhu EAGLE
EXPORT	Výstup seznamu (např. Netlist)
SCRIPT	Provedení dávky příkazů ze souboru (vstup pro externí data)
RUN	Spuštění uživatelského „programu“
USE	Aktivace knihovny pro použití
DIR	Zobrazení adresáře
REMOVE	Mazání souboru / knihovnických prvků

Kreslení výkresu/knihoven a jejich úpravy

ARC	Kreslení oblouku
CIRCLE	Kreslení kružnice
POLYGON	Vyplňování mnohoúhelníku
RECT	Kreslení pravouhelníku
WIRE	Kreslení čar / pokládání spojů
TEXT	Zavedení textu do výkresu
ADD	Přinesení prvku z knihovny / zavedení symbolu do součástky
COPY	Kopírování objektu / elementu
GROUP	Definování bloku pro následující operace
CUT	Uložení bloku do zásobníku
PASTE	Zkopírování obsahu zásobníku na výkres
DELETE	Mazání objektu a elementu
MIRROR	Zrcadlení objektu a elementu
MOVE	Posouvání (a otáčení) objektu
ROTATE	Otáčení objektu
NAME	Pojmenování součástky / sítě / signálu / sběrnice / Pad / Smd / Pin / Gate
VALUE	Zapsání hodnoty součástky (nebo typu součástky) ve schématu
SMASH	Uvolnění popisu součástek
SPLIT	Vložení zlomu do čar (spojů, sítí atd.)
LAYER	Změna / vložení nové hladiny (Layer)

Speciální příkazy pro desky

SIGNAL	Definování signálu (vzdušný spoj)
ROUTE	Tahání signálu (změna vzdušných spojů na cesty v mědi)
RIPUP	Změna hotových spojů na vzdušné spoje
DELETE	Změna 1 segmentu spoje na vzdušný spoj
VIA	Položení prokoveného průchodu
HOLE	Položení neprokovené díry
RATSNEST	Optimalizace délky vzdušných spojů
REPLACE	Náhrada součástky jinou (z knihovny)
DRC	Přezkoušení desky (Design Rule Check)
ERRORS	Zobrazení chyb nalezených DRC

Speciální příkazy pro schémata

NET	Kreslení spojů (sítí)
BUS	Kreslení sběrnice
JUNCTION	Kreslení propojených bodů křížení
INVOKE	Přenesení hradla z již použité součástky
LABEL	Popis sběrnice nebo sítě
GATESWAP	Prohození záměnných hradel
PINSWAP	Prohození záměnných pinů
ERC	Přezkoušení schématu
BOARD	Založení souboru desky

Speciální příkazy pro knihovny

RENAME	Prejmenování symbolu / Package / Device
CONNECT	Definování propojení mezi vývody symbolu a pouzdra
PACKAGE	Přiřazení pouzdra součástce
PREFIX	Definování prefixu pro součástky (např. R pro odpory)
VALUE	Definování zobrazení hodnoty / typu součástky
PAD	Umístění pájecí plošky (Pad) do pouzdra součástky
SMD	Umístění Smd plošky do pouzdra
PIN	Umístění vývodu (Pin) do symbolu
HOLE	Definování neprokovené díry
DIR	Zobrazení obsahu knihovny
REMOVE	Vymazání součástky z knihovny

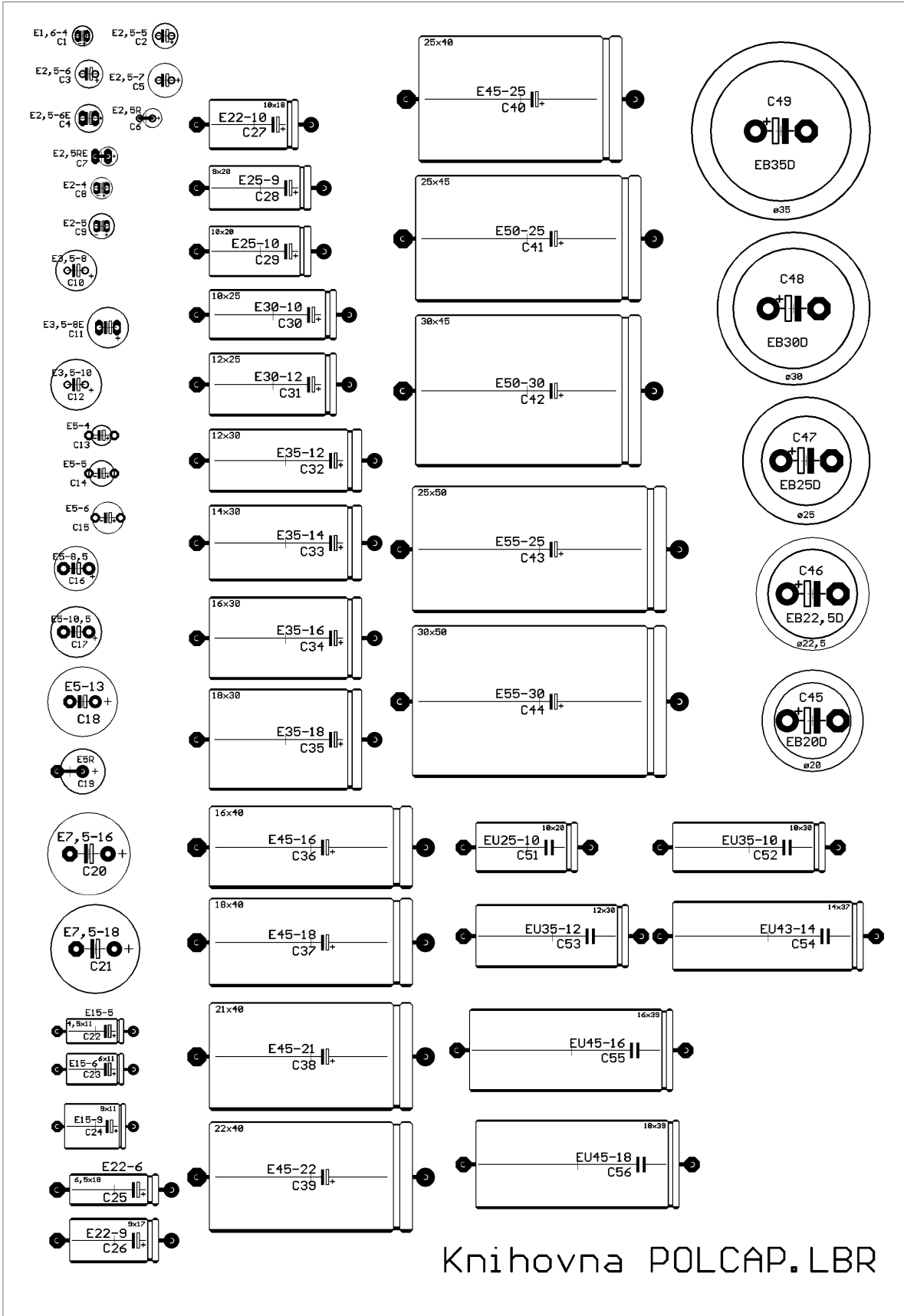
Změna nastavení obrazovky a ovládacího panelu

WINDOW	Změna výřezu obrazovky
DISPLAY	Zobrazení / zatemnění kreslicích hladin
ASSIGN	Obsazení funkčních kláves (zobrazení obsazení)
CHANGE	Změna parametru
GRID	Nastavení rastru
MENU	Konfigurace menu
SET	Nastavení parametru EAGLE

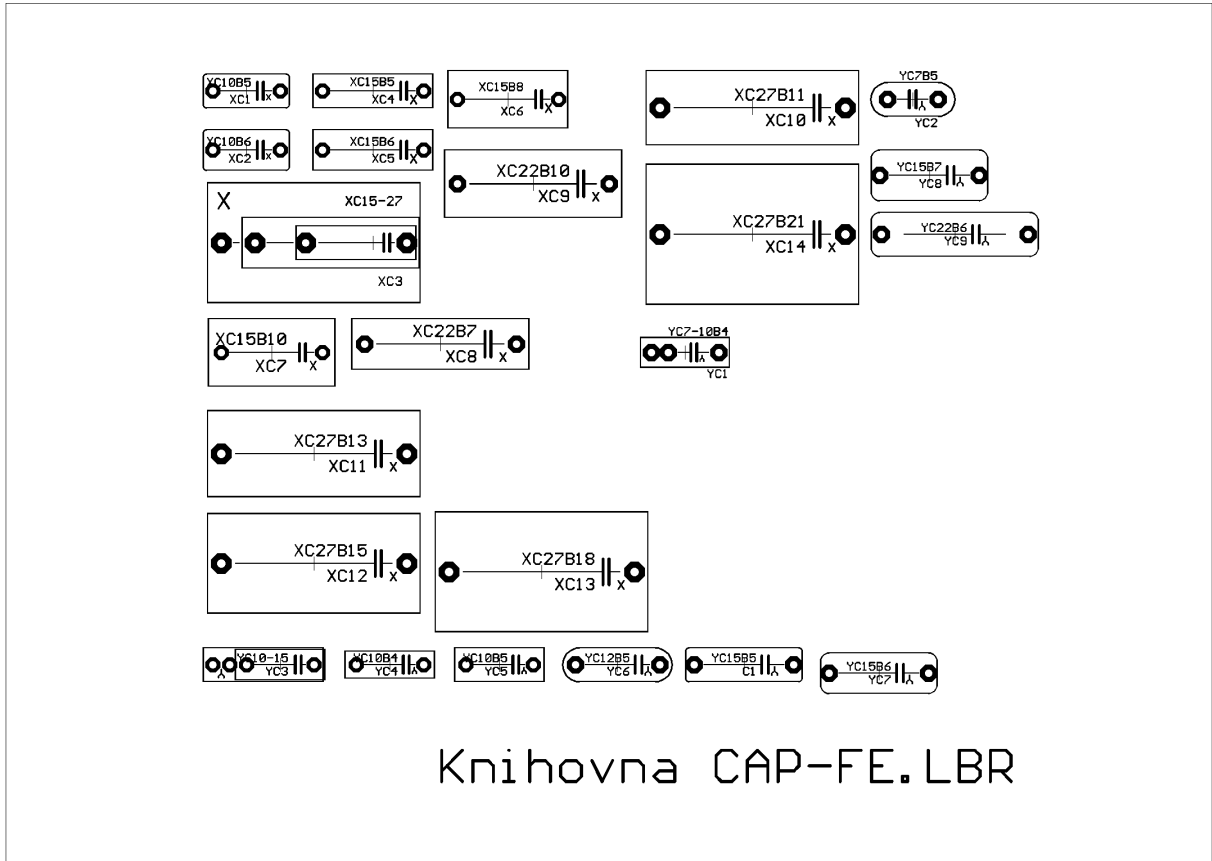
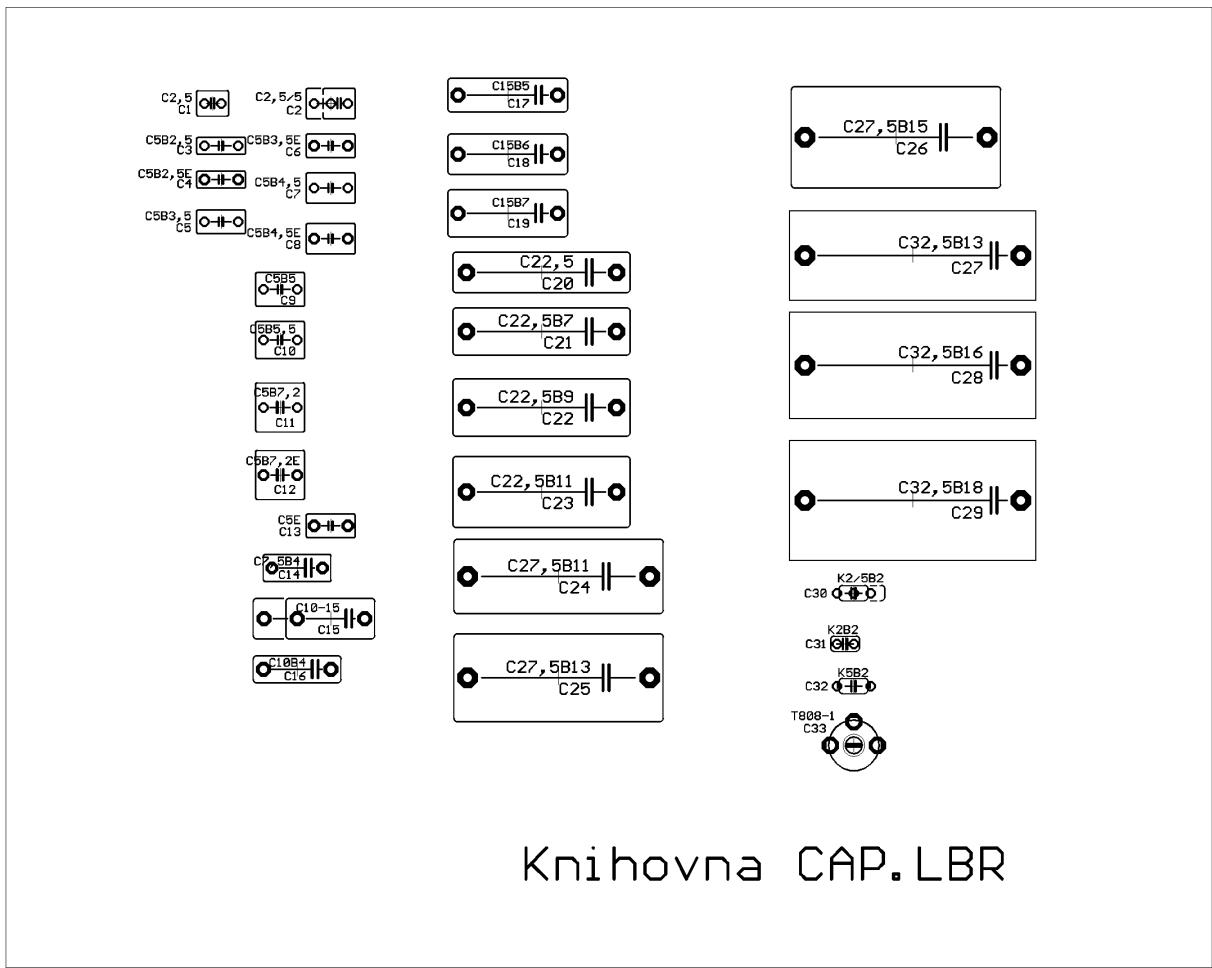
Různé příkazy

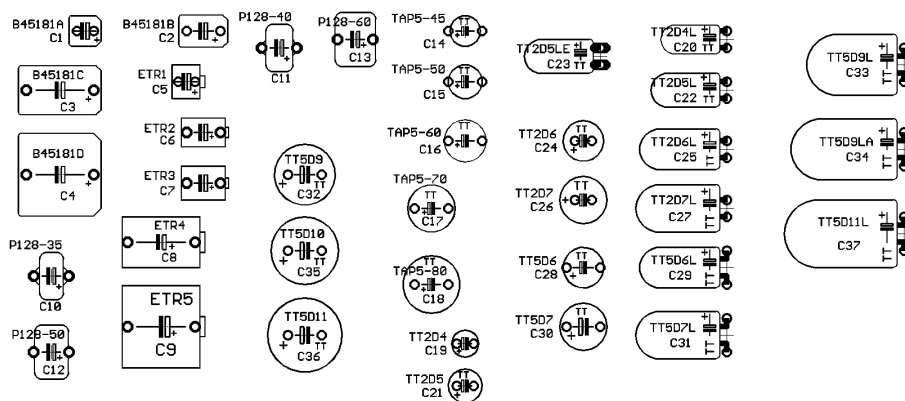
AUTO	Zavolání autorouteru
HELP	Vyvolání nápovedy
INFO	Zobrazí informace o zvoleném objektu
MARK	Umístění značky k relativnímu odměřování
OPTIMIZE	Odstranění zbytečných zlomových bodů čar
SHOW	Zvýraznění zvoleného objektu / elementu a vypsání jeho jména
UNDO	Zpětné krokování příkazu
REDO	Znovuprovedení příkazu vzatého zpět

Obsah některých knihoven

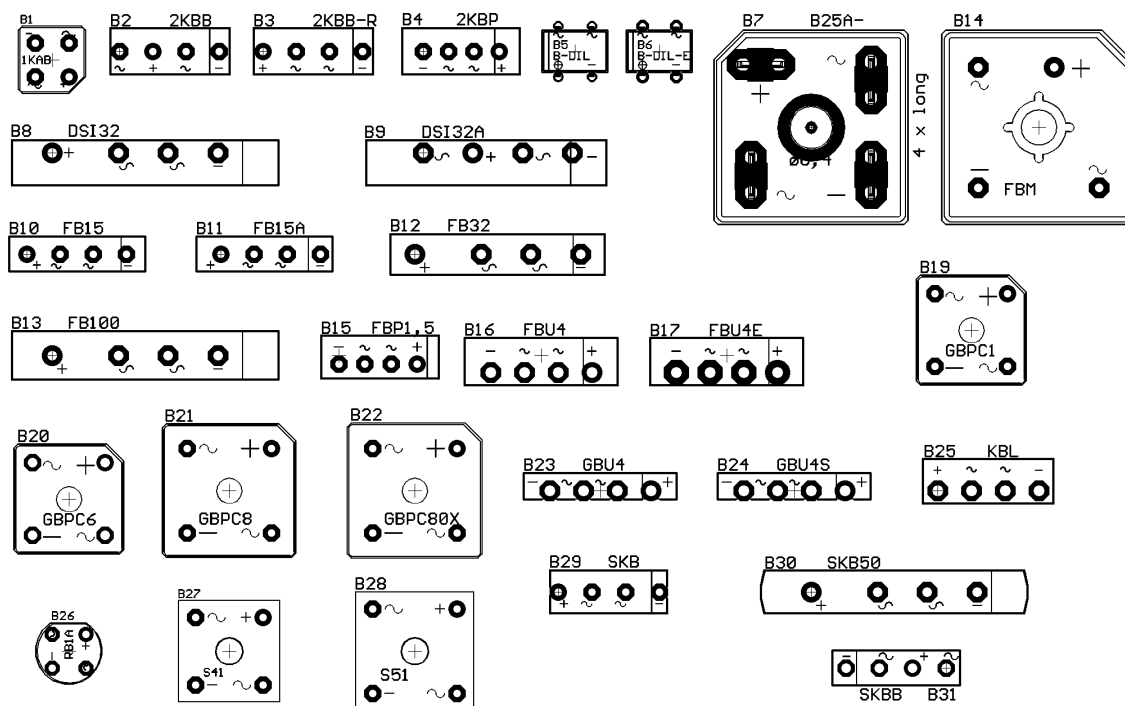


Knihovna POLCAP.LBR

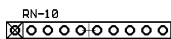
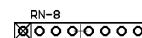
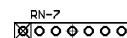
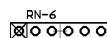
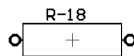
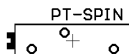
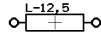
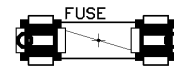
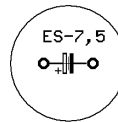
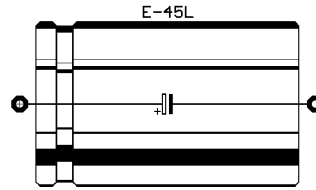
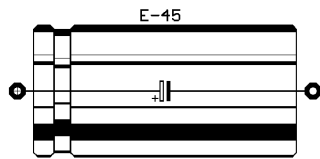
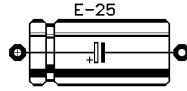
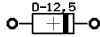
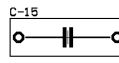




Knihovna CAP-TANT.LBR



Knihovna RECTIF.LBR



LSP10


LSP10E


LSP11


LSP11E


LSP13


LSP13E


MCS08


MCS08E


MCS10B


MCS10BE


SE11

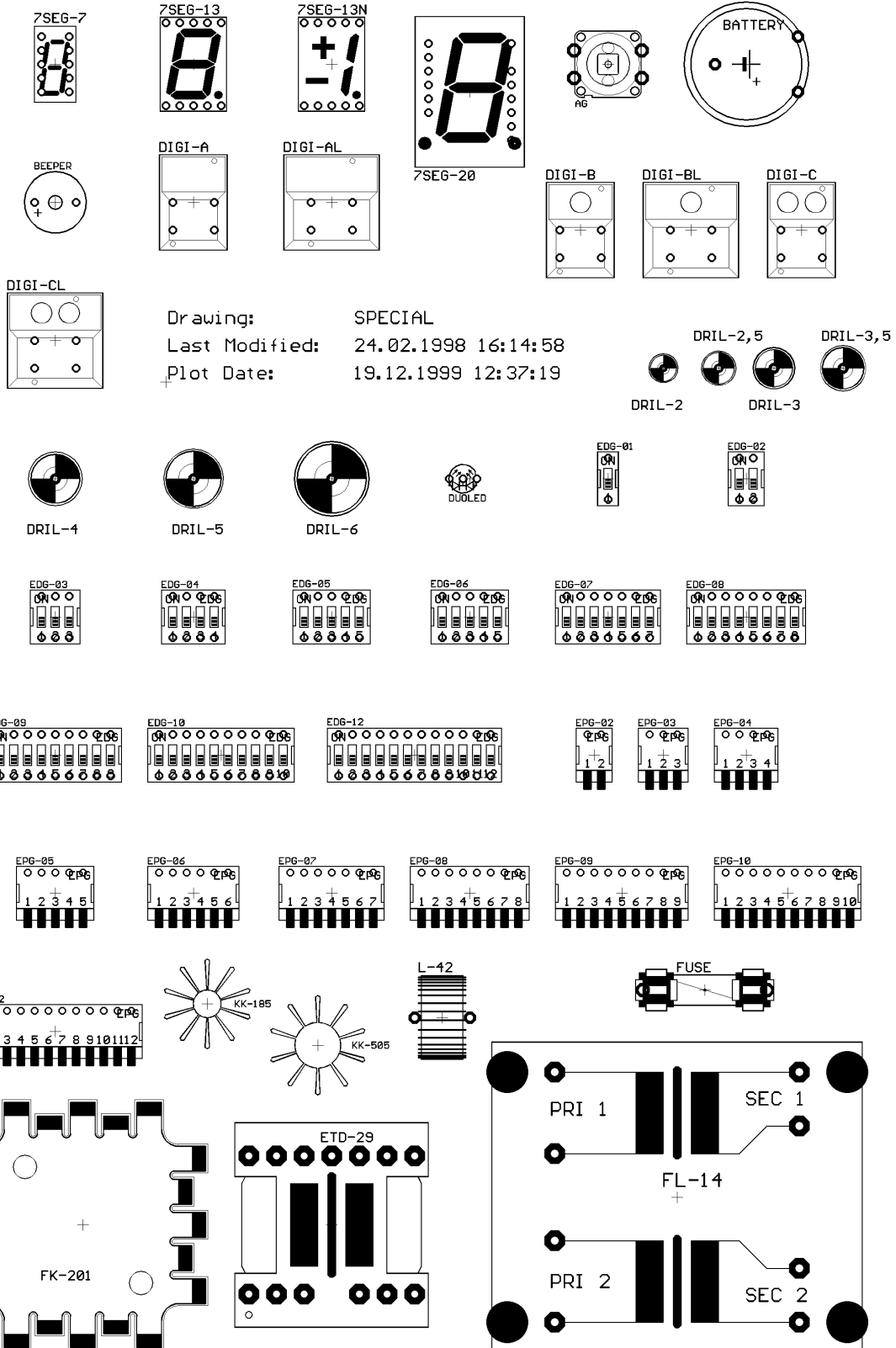

SE11E

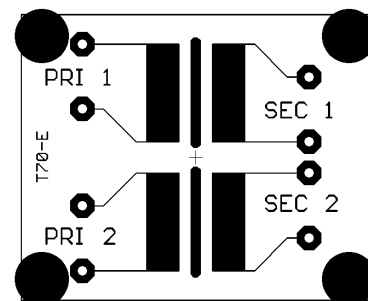
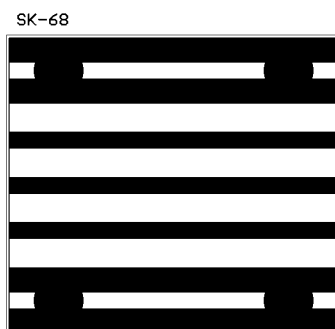
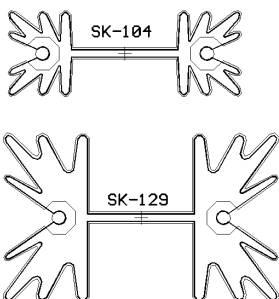
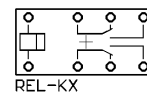
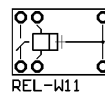
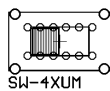
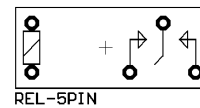
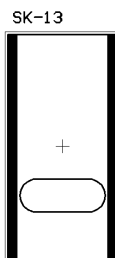
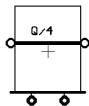
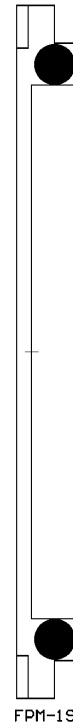
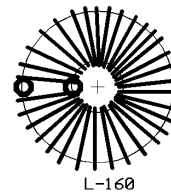
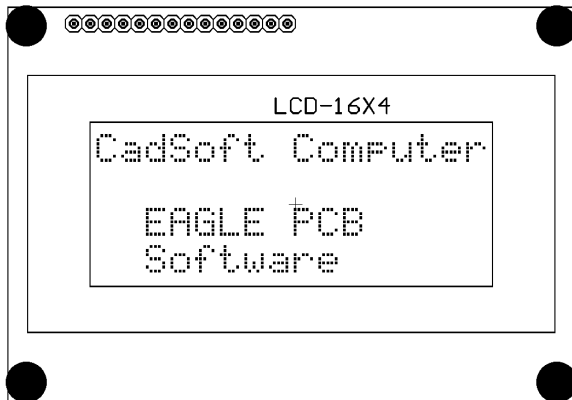
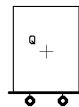
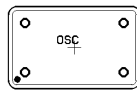
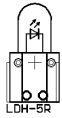
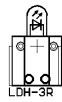

SE13

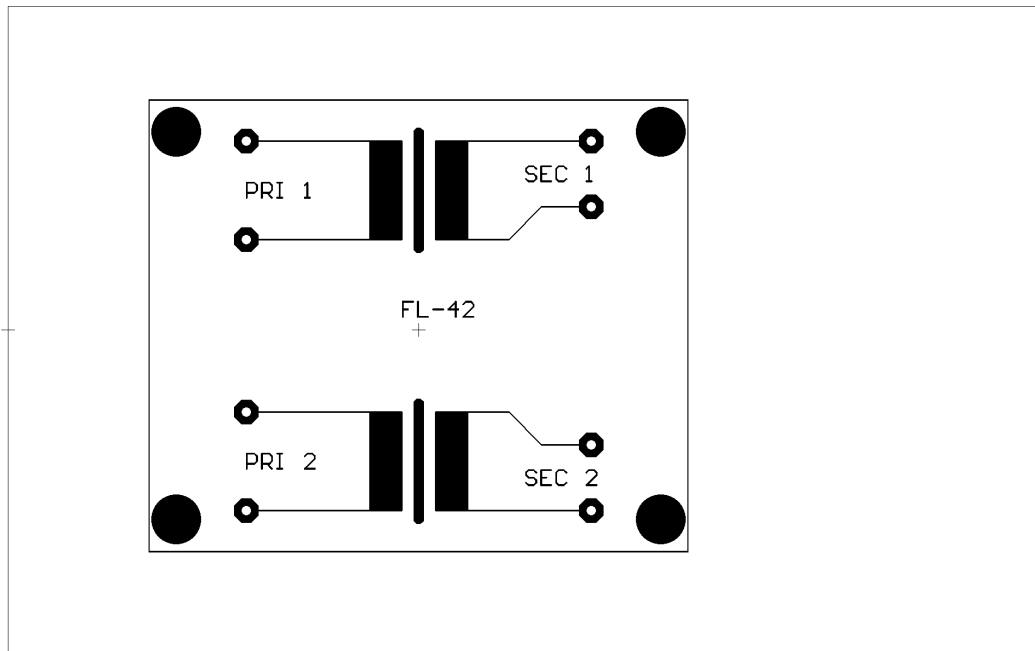

SE13E


SE14

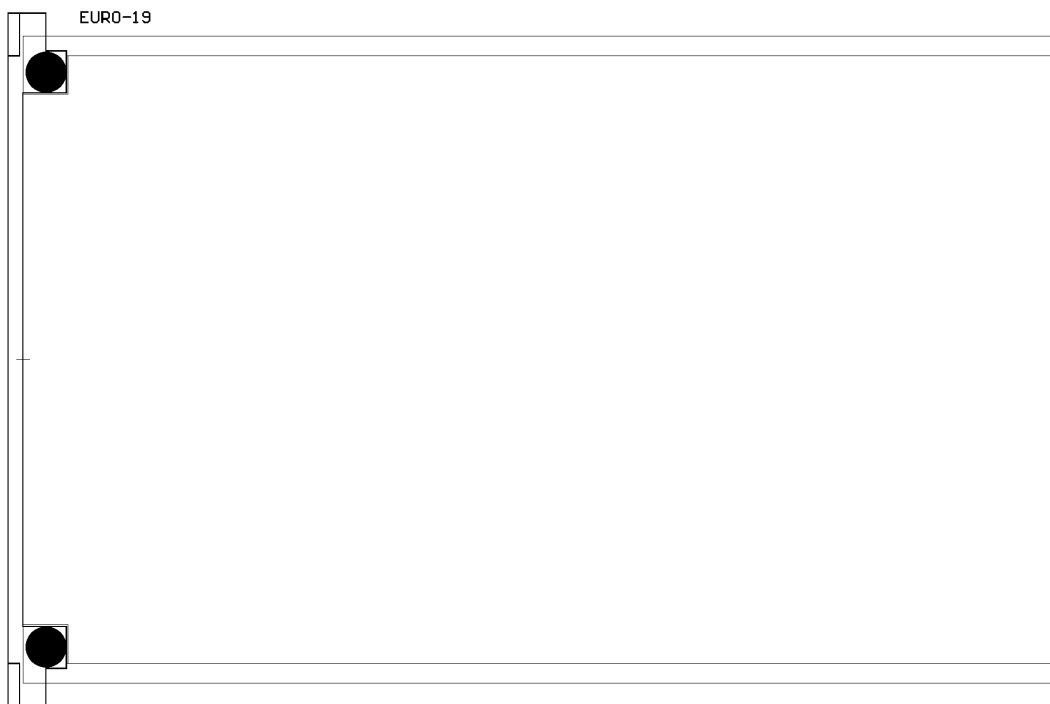

SE14E

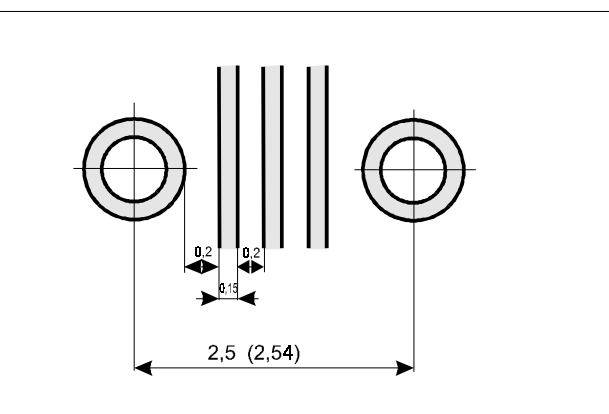
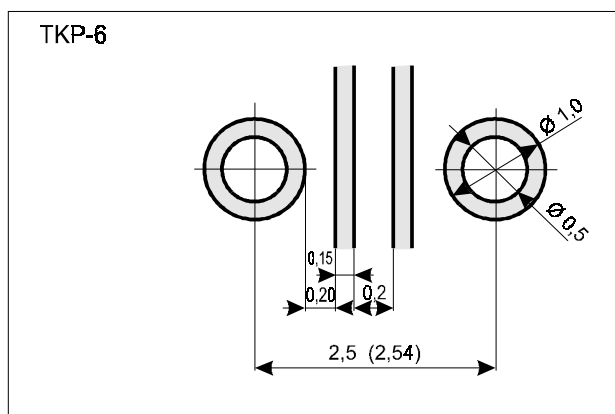
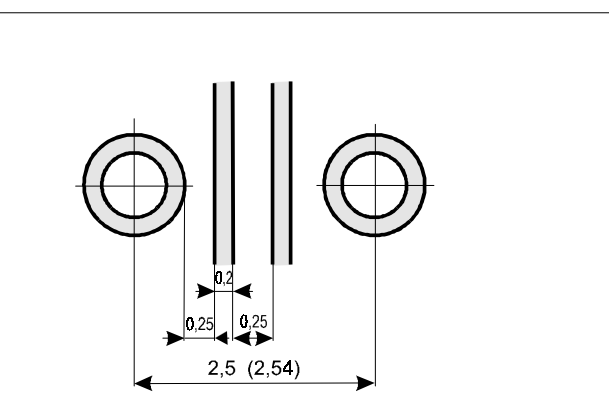
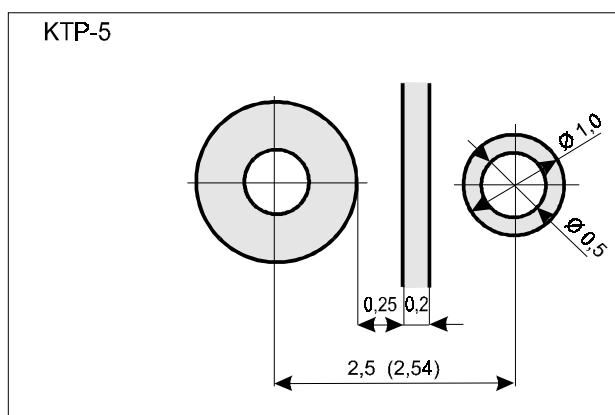
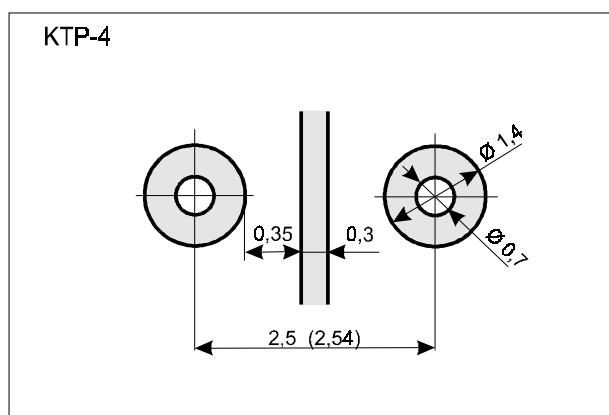
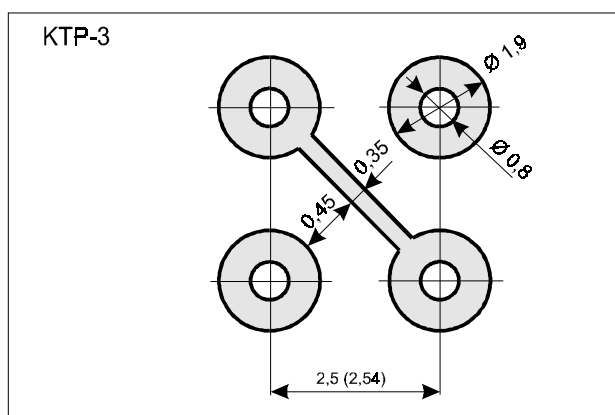
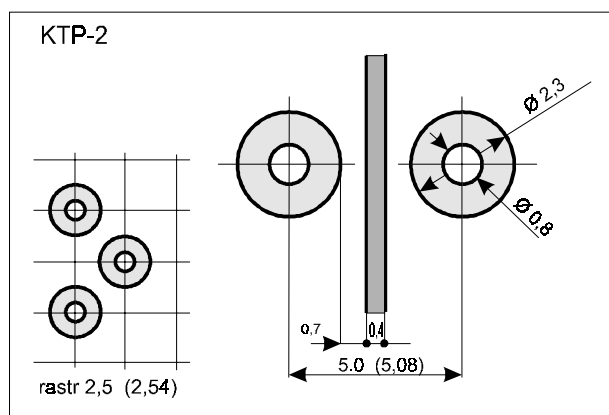
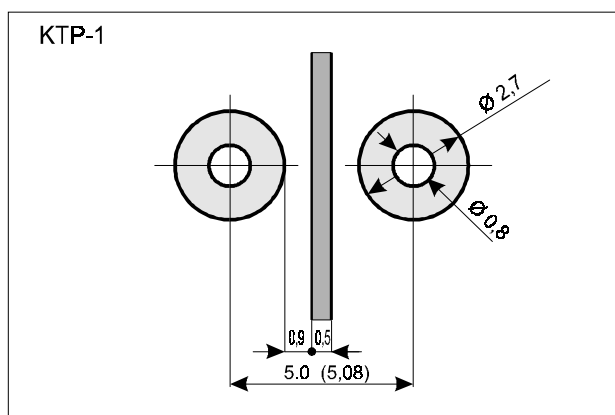




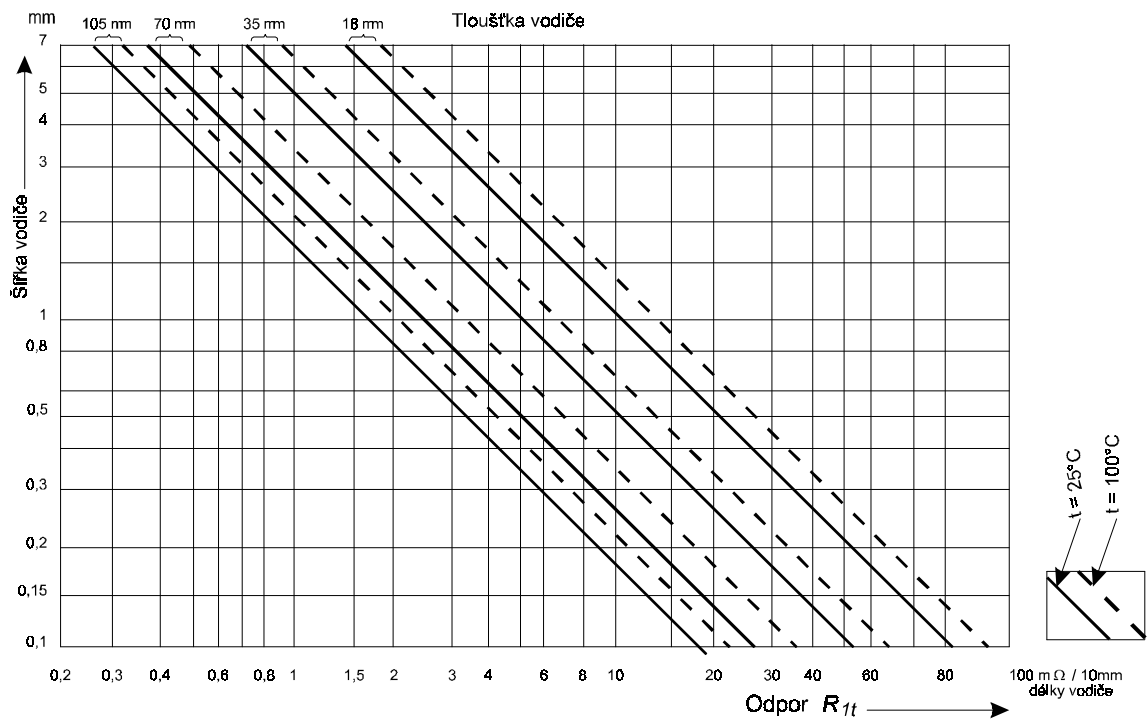
EURO



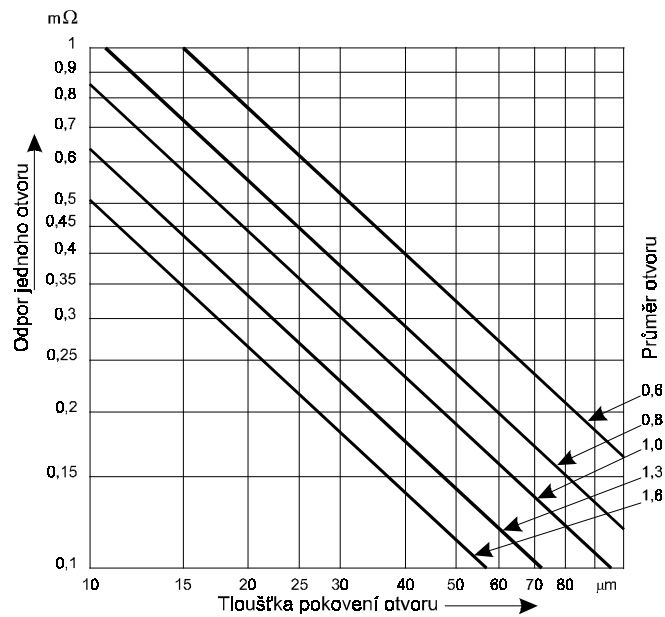
Tabulka minimálních rozměrů izolačních mezer, pájecích plošek a šířek vodičů



Pozn. : Udané průměry otvorů znamenají průměr vrtáků ! U dvouvrstevných desek je tedy možné počítat s otvorem o 0,1 menším

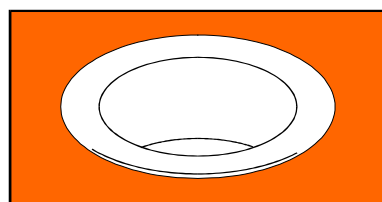
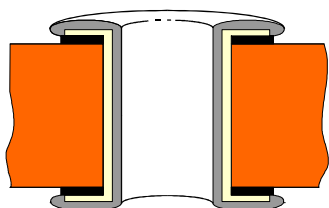


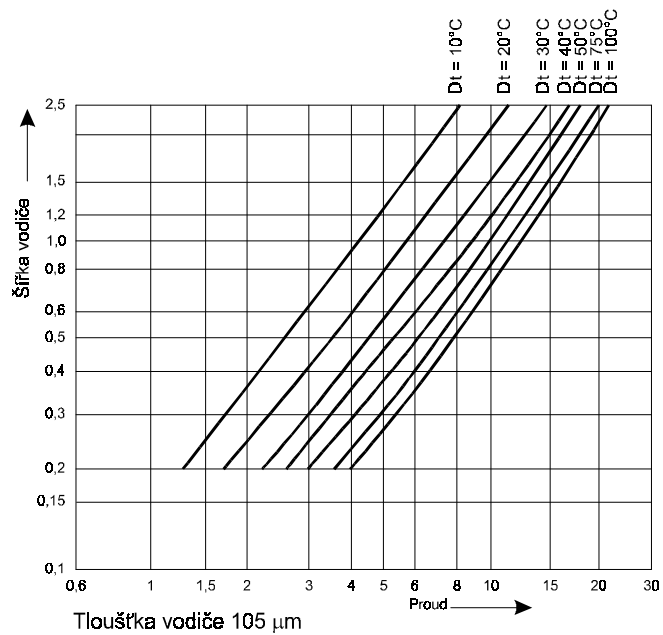
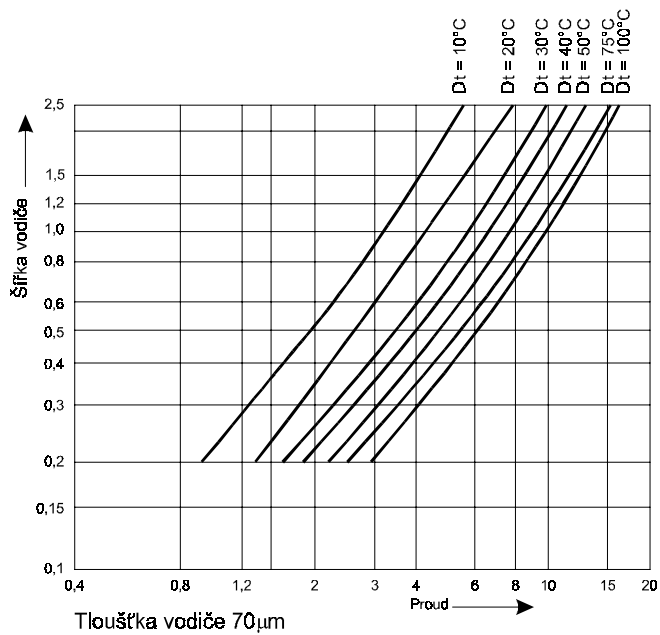
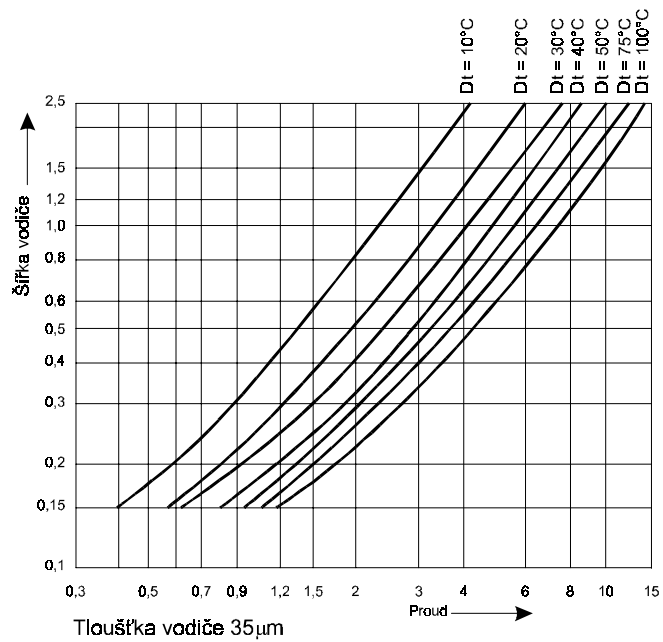
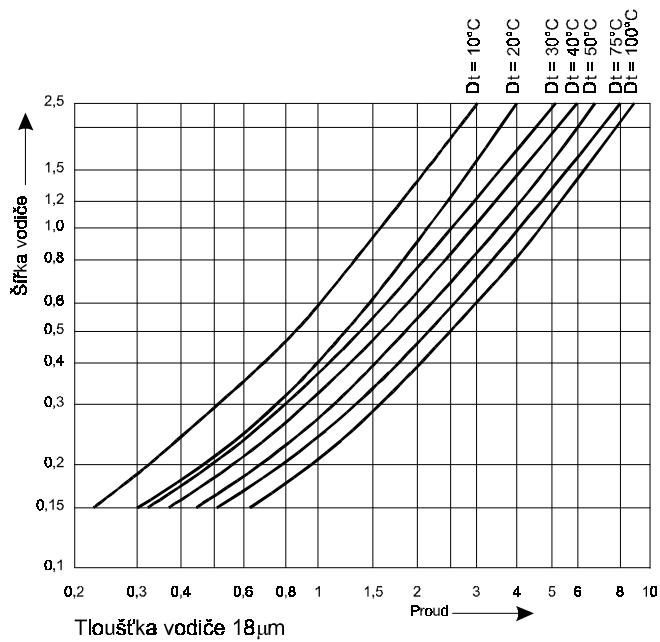
Odpor plošného vodiče



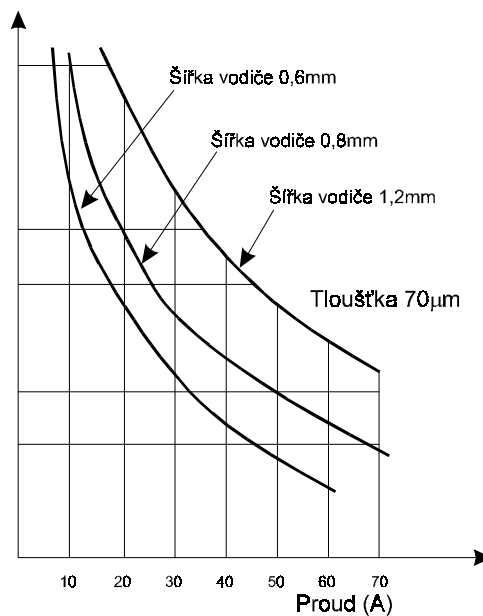
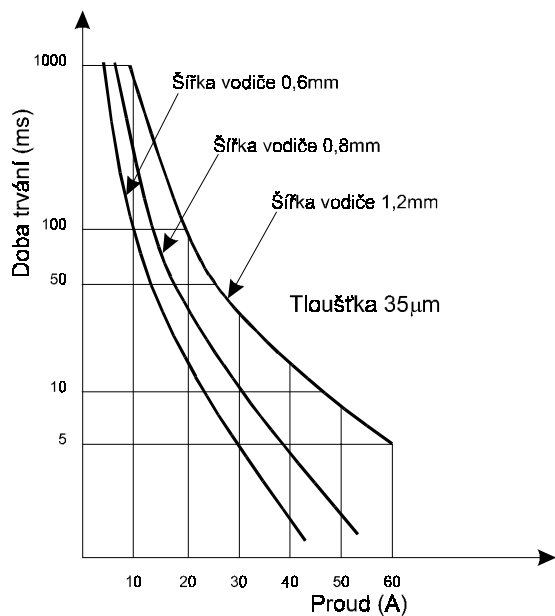
Odpor prokoveného otvoru

PLATED-THROUGH-HOLE

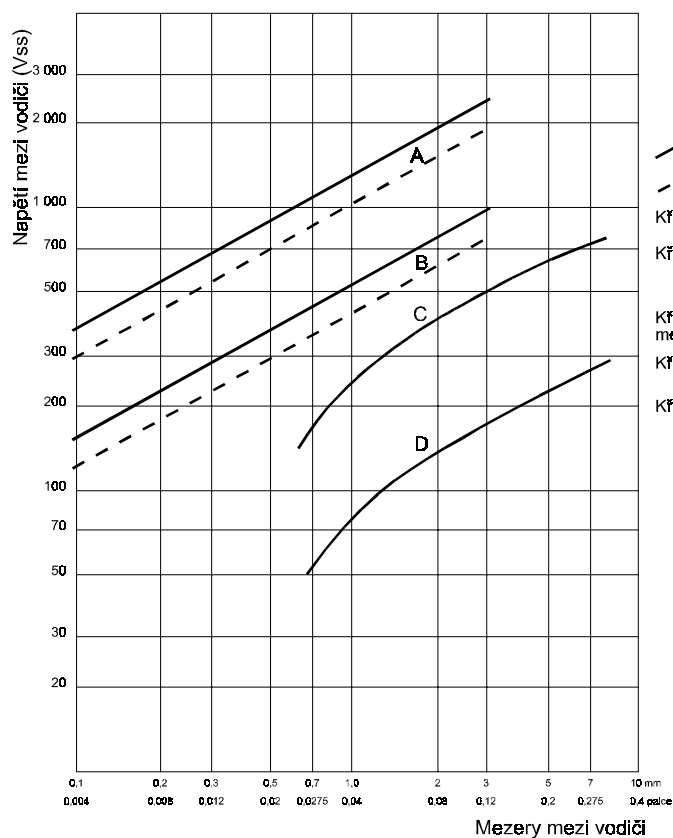




Proudová zatížitelnost plošného vodiče



Rázové proudové přetížení plošného vodiče



— uvnitř, do výšky 1000 m,

- - - venku, dale uzavřené, do výšky 1000 m,

Křivka A: napětí částečných výbojů (měřeno v souladu se zkouškou 4b IEC 512-2).
Bez ochranného povlaku, skloepoxidová tkanina, chemicky neaktivní prach

Křivka B: pracovní napětí, kdy je vhodný odlehčovací faktor 2,5.
Bez ochranného povlaku, skloepoxidová tkanina, chemicky neaktivní prach.

Křivky B a C se používaly po mnoho let s dobrými výsledky v oblasti větších mezer mezi vodiči.

Křivka C: pracovní napětí, kdy je vhodný odlehčovací faktor 5.
Bez ochranného povlaku, do výšky 3 000 m a včetně (10 000 ff).

Křivka D: pracovní napětí, kdy je vhodný odlehčovací faktor 11.
Bez ochranného povlaku, do výšky 15 000 m a včetně (50 000 ff).

Elektrická pevnost izolačních mezer