

Tvorba schéma zapojení v KiCAD

Konstrukce a realizace elektronických obvodů

Michal Brejcha
brejcmic@fel.cvut.cz

ČVUT v Praze, FEL

Praha, 2021

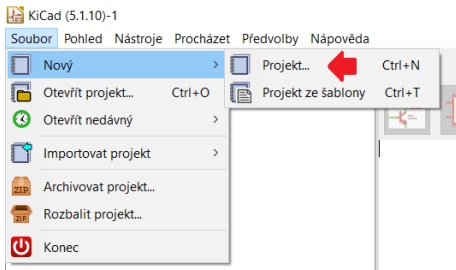
- 1 Založení projektu
 - Příprava nového projektu
 - Přidání vlastních knihoven
- 2 Schéma zapojení
 - Volba stránky a razítko
 - Vkládání součástek
 - Propojování - vodiče a odkazy
 - Tvorba nových listů
 - Kontrola zapojení
 - Přiřazení pouzder

Téma

- 1 Založení projektu
 - Příprava nového projektu
 - Přidání vlastních knihoven

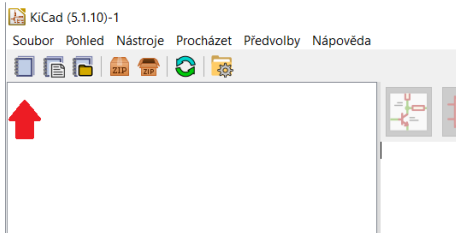
- 2 Schéma zapojení
 - Volba stránky a razítko
 - Vkládání součástek
 - Propojování - vodiče a odkazy
 - Tvorba nových listů
 - Kontrola zapojení
 - Přiřazení pouzder

Nový projekt

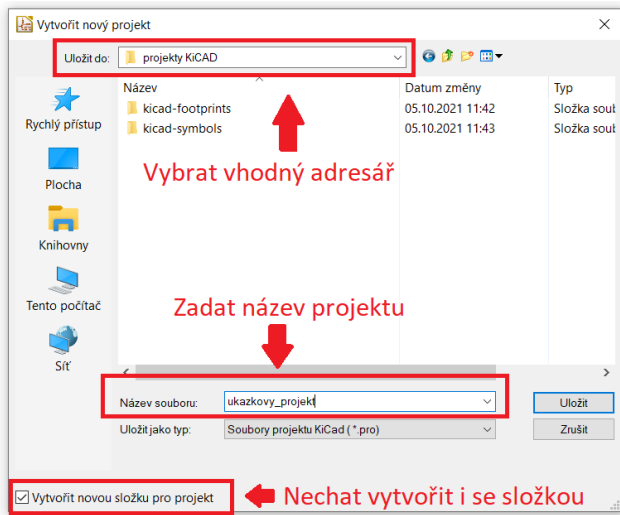


Možnosti:

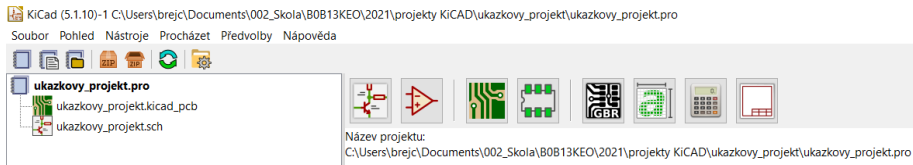
- ↓ Soubor ↓ Nový ↓ Projekt
- CTRL+N
- Modrá ikona notýsku úplně vlevo



Nový projekt



Aktivní projekt



- Vlevo se je souborová struktura projektu,
- ikony pro jednotlivé programy (Návrh schématu, Editor součástek, atd.) jsou aktivní a programy automaticky pracují s projektovými soubory.

Zadání cest k vlastním knihovnám

Dva typy knihoven:

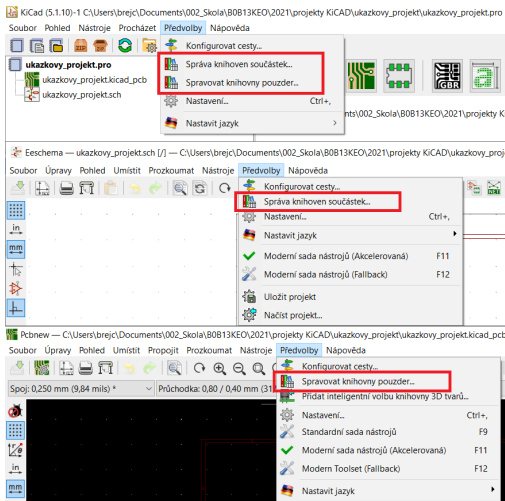
- schématické značky a
- pouzdra.

Editace cest:

- 1 přímo z projektového menu,
- 2 pro schématické značky z programu „Editor schémat“,
- 3 pro pouzdra z programu „Návrh DPS“,

Vždy pomoci:

↓ Předvolby ↓ Správa knihoven
[součástek | pouzder]



Zadání cest k vlastním knihovnám

Cesty ke knihovnám jsou:

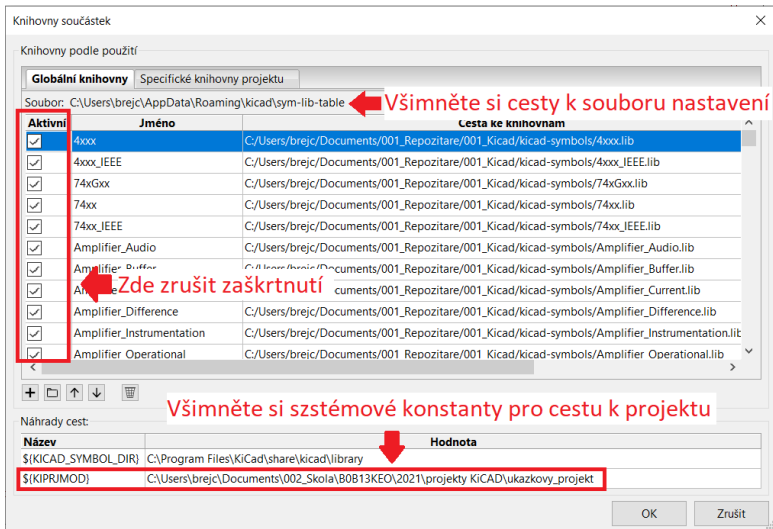
- „Globální“, pak platí pro jakýkoliv projekt na daném PC,
- „Specifické pro projekt“, pak se týkají jen konkrétního projektu.

V rámci předmětu B0B13KEO nebudeme nahrazovat cesty ke globálním knihovnám. Pouze je deaktivujeme a jako aktivní označíme přidané projektové knihovny.

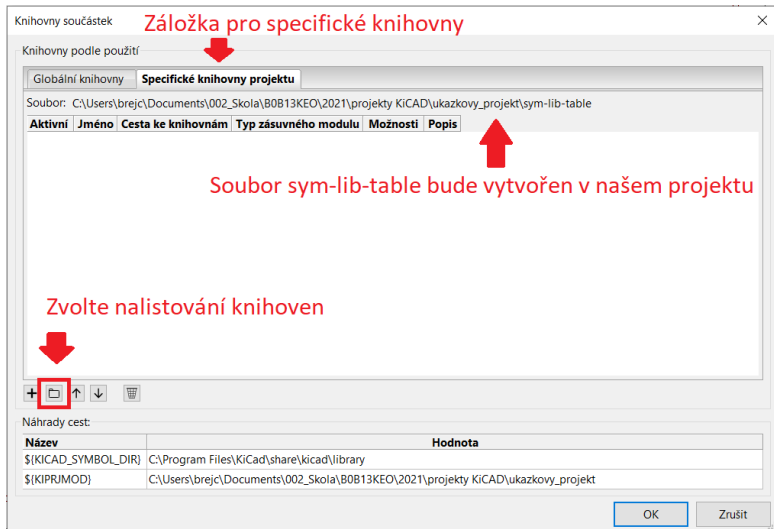
Cesty ke knihovnám se ukládají a dají měnit editováním textových souborů:

- sym-lib-table
- fp-lib-table

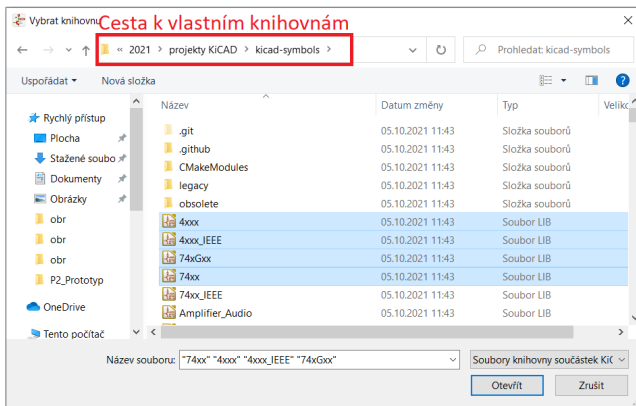
Zadání cest ke knihovnám - schematické značky



Zadání cest ke knihovnám - schematické značky

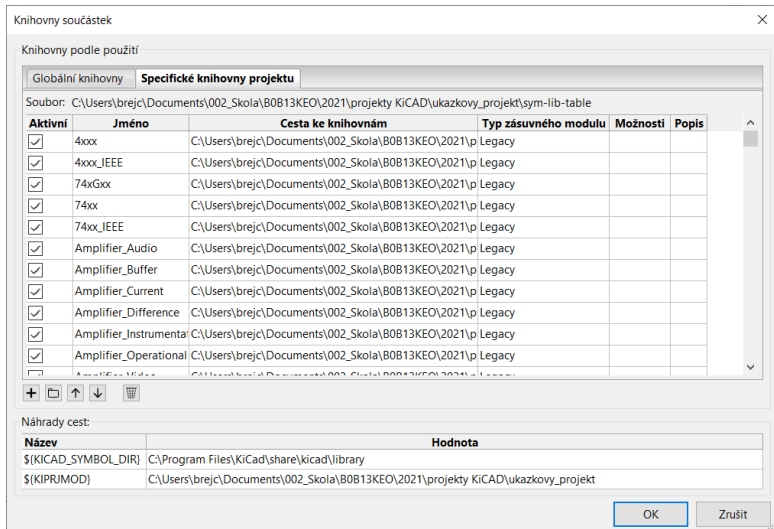


Zadání cest ke knihovnám - schematické značky



- Nastavte cestu k vlastním knihovnám
- a pomocí klávesy shift nebo ctrl vyberte všechny soubory *.lib

Zadání cest ke knihovnám - schematické značky



Zadání cest k vlastním knihovnám

Všimněte si, že všechny soubory jsou zadány absolutní cestou. To může být nevýhodné, pokud s někým sdílíte projekt nebo zálohujete tento projekt na jiném počítači (GIT apod.).

Nejvhodnější způsob je zadání relativních cest pomocí systémové proměnné `${KIPRJMOD}`, která ukazuje na adresář našeho projektu.

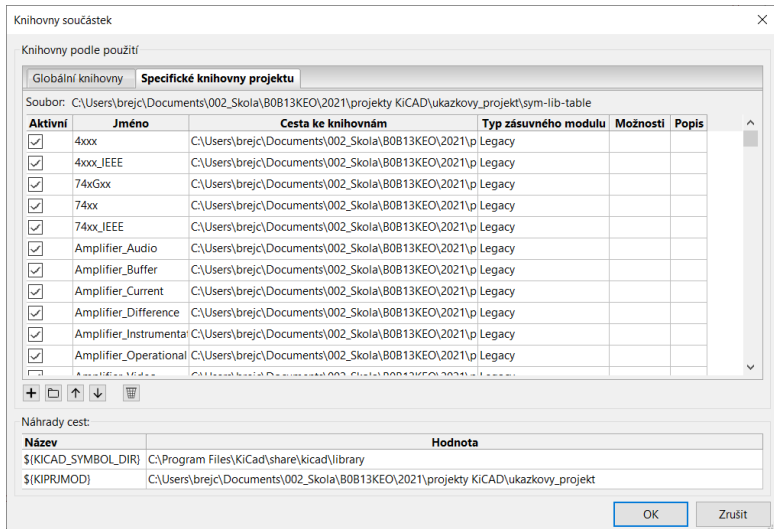
Jelikož vkládané knihovny jsou v našem případě ve stejné složce jako projekty, je nutné přepsat začátek všech cest:

```
C:\Users\brejc\Documents\002_Skola\B0B13KE0\2021\projekty_KiCAD\
```

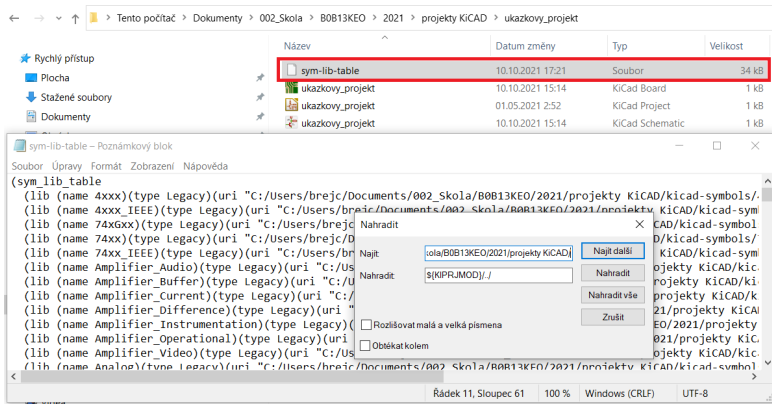
na tvar:

```
${KIPRJMOD}/../
```

Zadání cest ke knihovnám - schematické značky



Zadání cest ke knihovnám - schematické značky



Praktickou cestou je otevření projektového souboru sym-lib-table v poznámkovém bloku a provedení hromadného nahrazení textu.

Zadání cest ke knihovnám - schematické značky

Knihovny součástek

Knihovny podle použití

☐ Globální knihovny
 ☒ **Specifické knihovny projektu**

Soubor: C:\Users\brejc\Documents\002_Skola\B0B13KEO\2021\projekty KiCAD\ukazkovy_projekt\sym-lib-table

Aktivní	Jméno	Cesta ke knihovnám	Typ zásuvného modulu	Mo ^
<input checked="" type="checkbox"/>	4xxx	\${KIPRIMOD}/../kicad-symbols/4xxx.lib	Legacy	
<input checked="" type="checkbox"/>	4xxx_JEEE	\${KIPRIMOD}/../kicad-symbols/4xxx_JEEE.lib	Legacy	
<input checked="" type="checkbox"/>	74xGxx	\${KIPRIMOD}/../kicad-symbols/74xGxx.lib	Legacy	
<input checked="" type="checkbox"/>	74xx	\${KIPRIMOD}/../kicad-symbols/74xx.lib	Legacy	
<input checked="" type="checkbox"/>	74xx_JEEE	\${KIPRIMOD}/../kicad-symbols/74xx_JEEE.lib	Legacy	
<input checked="" type="checkbox"/>	Amplifier_Audio	\${KIPRIMOD}/../kicad-symbols/Amplifier_Audio.lib	Legacy	
<input checked="" type="checkbox"/>	Amplifier_Buffer	\${KIPRIMOD}/../kicad-symbols/Amplifier_Buffer.lib	Legacy	
<input checked="" type="checkbox"/>	Amplifier_Current	\${KIPRIMOD}/../kicad-symbols/Amplifier_Current.lib	Legacy	
<input checked="" type="checkbox"/>	Amplifier_Difference	\${KIPRIMOD}/../kicad-symbols/Amplifier_Difference.lib	Legacy	
<input checked="" type="checkbox"/>	Amplifier_Instrumentation	\${KIPRIMOD}/../kicad-symbols/Amplifier_Instrumentation.lib	Legacy	
<input checked="" type="checkbox"/>	Amplifier Operational	\${KIPRIMOD}/../kicad-symbols/Amplifier Operational.lib	Legacy	

Náhrady cest:

Název	Hodnota
\${KICAD_SYMBOL_DIR}	C:\Program Files\KiCad\share\kicad\library
\${KIPRIMOD}	C:\Users\brejc\Documents\002_Skola\B0B13KEO\2021\projekty KiCAD\ukazkovy_projekt

Zadání cest ke knihovnám - pouzdra

Téměř identický postup je třeba udělat ještě pro knihovny pouzder. Zde zadáváme cesty k adresářům s koncovkou *.pretty

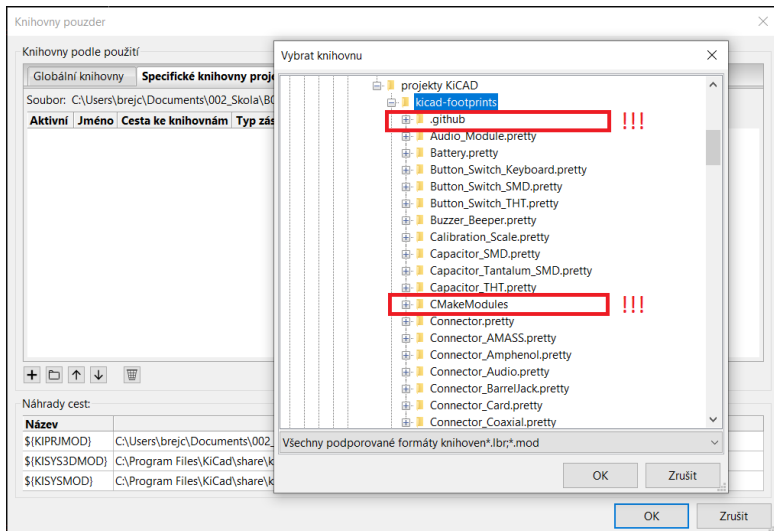
Při zadávání dejte pozor, ať **nepřidáváte tyto adresáře**:

- .github
- CMakeModules,
- Obsolete,
- Sources.

Tyto adresáře jsou vždy součástí stažených knihoven a nejedná se o knihovní prvky.

Změnu absolutních cest na relativní proveďte ve vytvořeném souboru fp-lib-table.

Zadání cest ke knihovnám - pouzdra

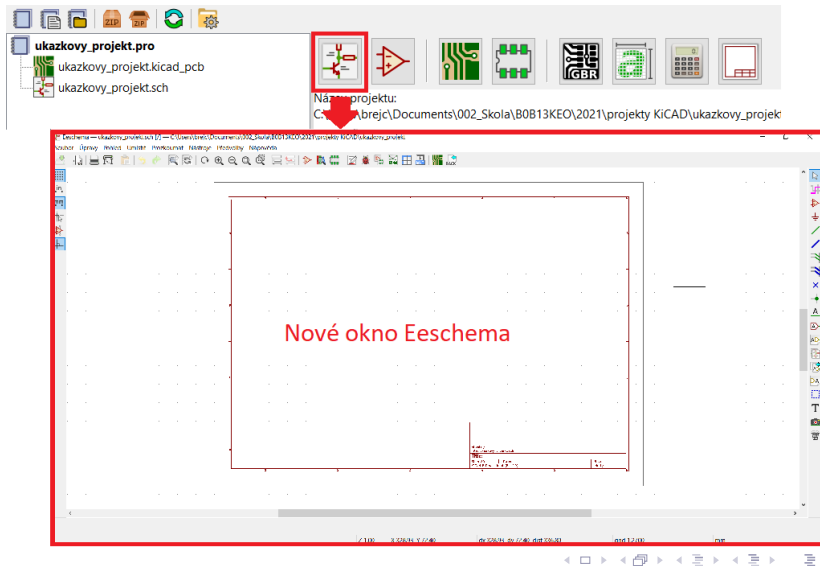


Téma

- 1 Založení projektu
 - Příprava nového projektu
 - Přidání vlastních knihoven

- 2 Schéma zapojení
 - Volba stránky a razítko
 - Vkládání součástek
 - Propojování - vodiče a odkazy
 - Tvorba nových listů
 - Kontrola zapojení
 - Přiřazení pouzder

Spuštění Eeschema



Základní ovládání

- **Levé tlačítko myši:**

- Výběr prvků,
- tažením lze vybrat více prvků najednou,
- dvojím kliknutím lze vyvolat volbu nastavení konkrétní položky.

- **Pravé tlačítko myši:**

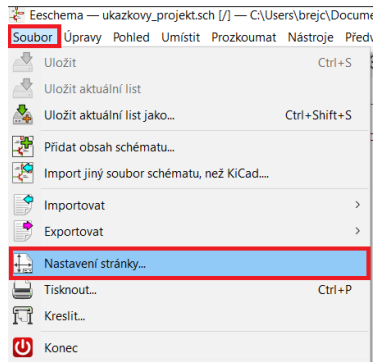
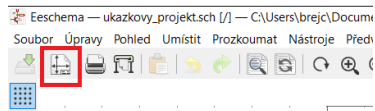
- U konkrétních prvků nabízí místní nabídku možností úprav prvku.

- **Kolečko myši:**

- Točení přibližuje a oddaluje,
- stisk drží stránku a je tak možné se přemísťovat po stránce tažením myši.

Volba stránky a razítko

- Ikona stránky vlevo nahore
- ↓ Soubor ↓ Nastavení stránky



Volba stránky a razítko

Vlevo

- nastavení stránky

Vpravo

- vyplnění razítka

- Údaje na razítku je možné přenést na všechny stránky projektu po zaškrtnutí „Exportovat na další stránky“.

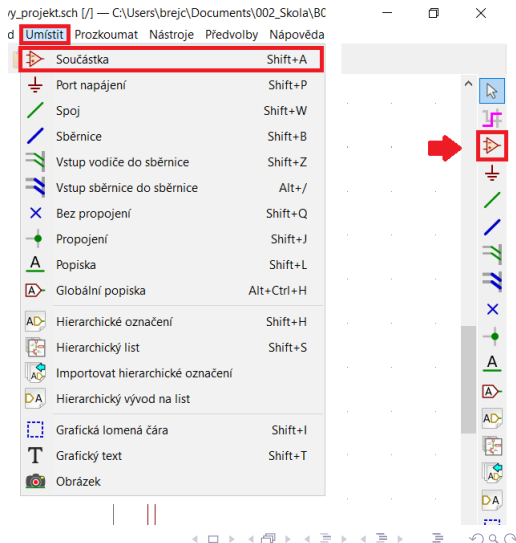
Volba stránky a razítko

ČVUT v Praze, FEL		
Sheet: /		
File: ukazkovy_projekt.sch		
Title: Ukázkový projekt		
Size: A4	Date: 2021-10-11	Rev: rev. 1.0
KiCad E.D.A. kicad (5.1.10)-1		Id: 1/1

Nastavení stránky a vyplnění razítka lze zkontrolovat v levém spodním okraji stránky Eeschema.

Výběr a vložení součástky

- 1 ↓ Umístit ↓ Součástka,
- 2 svislé menu vpravo, ikona OZ,
- 3 „SHIFT + A“ nebo jen „A“



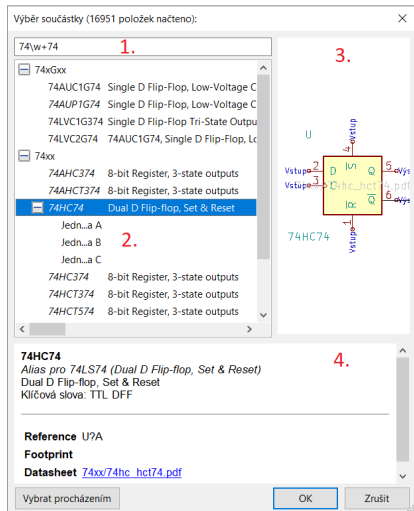
Výběr a vložení součástky

- 1 Filtr pro vyhledávání symbolů,
- 2 nabídka všech nebo filtrovaných symbolů,
- 3 náhled vybraného symbolu,
- 4 popis vybraného symbolu.

Filtrování

- buď zadáním počátku názvu symbolu,
- nebo lze s jistými omezeními zadat regulární výraz.

Zkuste zadat: 74HC, 74HC7, 74???74, 74*74, 74\w+74 apod.



Výběr a vložení součástky

- Po stisku „OK“ se symbol vybere a je jím možné volně pohybovat po pracovní ploše,
- kliknutím levým tlačítkem myši symbol umístíte.

Úpravy:

Pravým kliknutím myši na symbol se zobrazí nabídka úprav, z nichž nejdůležitější jsou tyto:

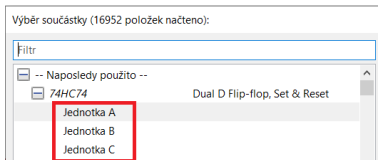
Klávesa	Popis
M	Přesun symbolu
V	Změna hodnoty součástky
R	Rotace, otočení symbolu
X	Zrcadlení podle horizontální osy
Y	Zrcadlení podle vertikální osy
E	Úprava parametrů symbolu
C	Kopírování, klonování, duplikování symbolu

Hodnota součástky

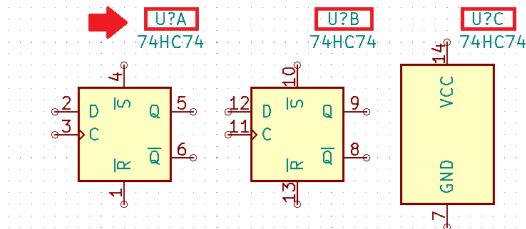
- Hodnotu lze zapsat (změnit) po najetí myši nad součástku a stisku klávesy „V“ nebo dvojnásobným kliknutím na danou hodnotu.
 - Hodnoty zapisujeme ve tvaru, kde desetinnou čárku nahrazujeme písmenem označující řády.
-
- Typické značení řádů u rezistorů:
 - $R = 10^0$: 0,47 Ω je ve schéma 0R47, 10 Ω je ve schéma 10R,
 - $k = 10^3$: 1200 Ω je ve schéma 1k2, 10000 Ω je ve schéma 10k,
 - $M = 10^6$: 1,2 M Ω je ve schéma 1M2 atd.
 - Typické značení řádů u kondenzátorů:
 - $p = 10^{-12}$: 220 pF je ve schéma 220p,
 - $n = 10^{-9}$: 1,2 nF je ve schéma 1n2, 220 nF je ve schéma 220n,
 - $\mu = 10^{-6}$: 1,2 μ F je ve schéma 1u2, 47 μ F je ve schéma 47u,
 - $m = 10^{-3}$: 1,2 mF je ve schéma 1m2,

Víceprvkové symboly

- Některé symboly se skládají z několika prvků.
- V knihovně je to vidět tak, že po rozbalení jména prvku (+) se objeví další symboly pojmenované jako „jednotka A“, „jednotka B“ atd.
- Typickými zástupci jsou logické obvody jako je například D klopný obvod 74HC74. Každá jednotka zastupuje jedno hradlo nebo napájecí vstupy.



Každý symbol je označen
písmenem jednotky



Víceprvkové symboly

- Do schéma zapojení bychom měli vždy vkládat všechny jednotky daného symbolu.
- Pokud klonujeme resp. kopírujeme víceprvkový symbol, pak se vždy zkopíruje aktuální jednotka.
- Jednotku daného prvku lze změnit úpravou vlastností (pravé tlačítko myši na symbolu: ↓ Vlastnosti ↓ upravit vlastnosti, nebo klávesa „e“)

Vlastnosti součástky

Pole	Název	Hodnota	Zobrazit	H zarovnání	V zarovnání	Kurziva	Tučné	Velikost textu
Reference	U2		<input checked="" type="checkbox"/>	rovnat na střed	rovnat na střed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,270 mm
Value	74HC74		<input checked="" type="checkbox"/>	rovnat na střed	rovnat na střed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,270 mm
Footprint			<input type="checkbox"/>	rovnat na střed	rovnat na střed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,270 mm
Datasheet	74xx/74hc_hct74.pdf		<input type="checkbox"/>	rovnat na střed	rovnat na střed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,270 mm

Součástka

Odkaz na knihovnu: 74xx74HC74

Jednotka: B ▼ Zde změnit jednotku

☐ Alternativní symbol (DeMorgan)

Orientace

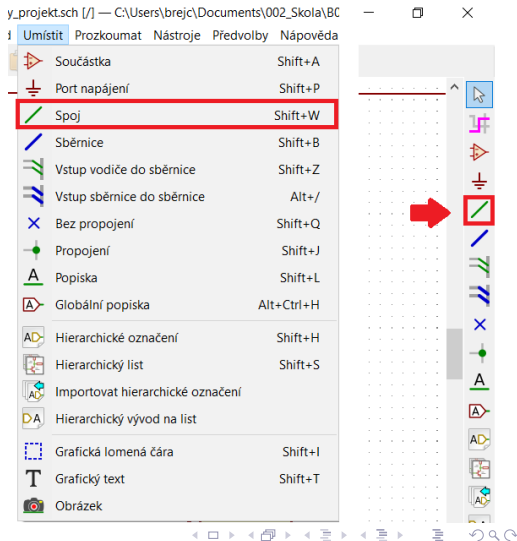
☒ 0
☐ +90
☐ +180

Aspekt

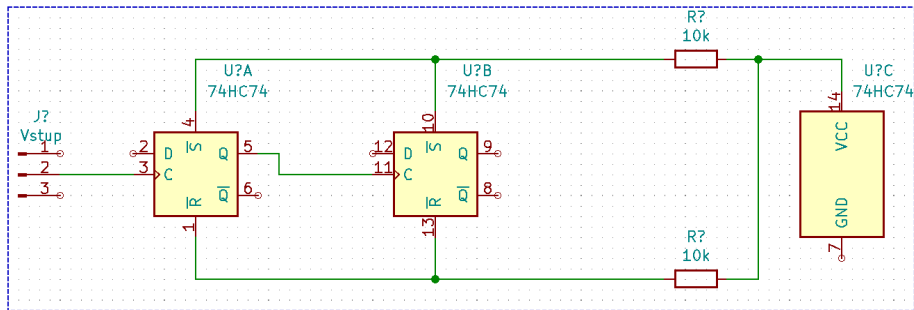
☒ Výchozí
☐ Zrcadlit podél horizontální (X) osy
☐ Zrcadlit podél vertikální (Y) osy

Propojování vodiči

- 1 ↓ Umístit ↓ Spoj,
- 2 svislé menu vpravo, ikona zelené čáry,
- 3 „SHIFT + W“ nebo jen „W“



Propojování vodiči



- Kliknutím levým tlačítkem zahájíme spoj,
- kliknutím mimo vývod součástky vytváříme ohyb (koleno) ve spoji,
- kliknutím na vývod součástky nebo jiný vodič se aktivní vodič připojí a ukončí.
- Uzly se vytvářejí sami, pokud vodič končí na jiném vodiči, nebo je lze přidávat z menu vpravo, ikona zeleného puntíku.

Propojování globálními popisky

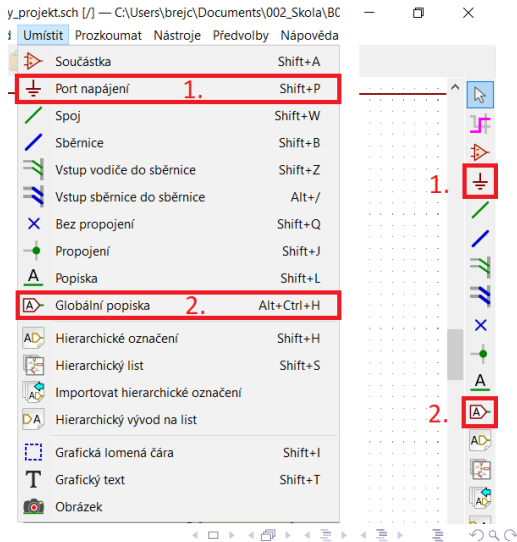
- 1 Globální popisky se symbolem,
- 2 vlastní globální popisky.

Ad 1.:

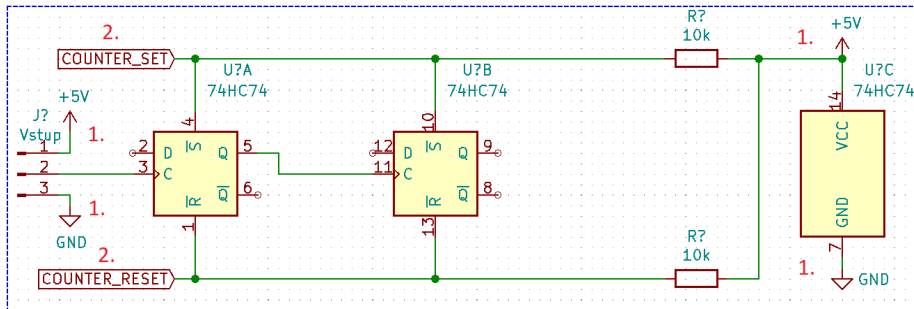
- Přidávat jako součástku (GND, +5V, ...),
- nebo jako symbol napájení „SHIFT + P“ nebo jen „P“

Ad 2.:

- ↓ Umístit ↓ Globální popiska,
- svislé menu vpravo, ikona „A“ v praporku.



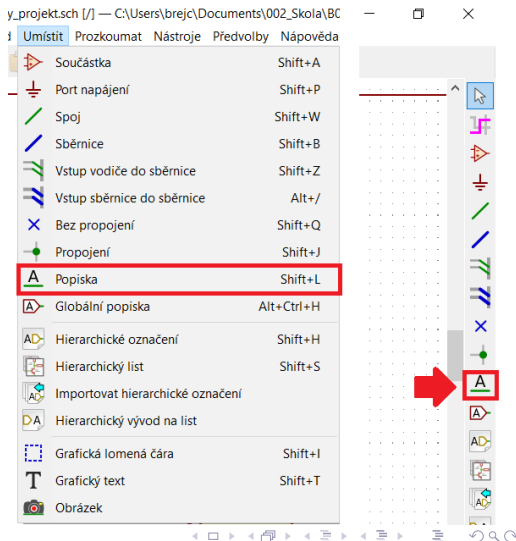
Propojování globálními popisky



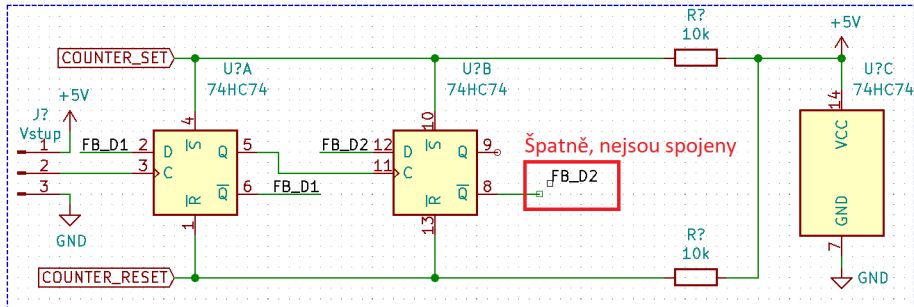
- Globální popisky jsou viditelné ze všech listů, proto je kvůli přehlednosti používejte obezřetně.
- U napájení je vhodné použít přímo symboly s napětovou reprezentací.

Propojování lokálními popisky

- 1 ↓ Umístit ↓ Popiska,
- 2 svislé menu vpravo, ikona zeleně pod škrtnutého písmena A,
- 3 „SHIFT + L“ nebo jen „L“



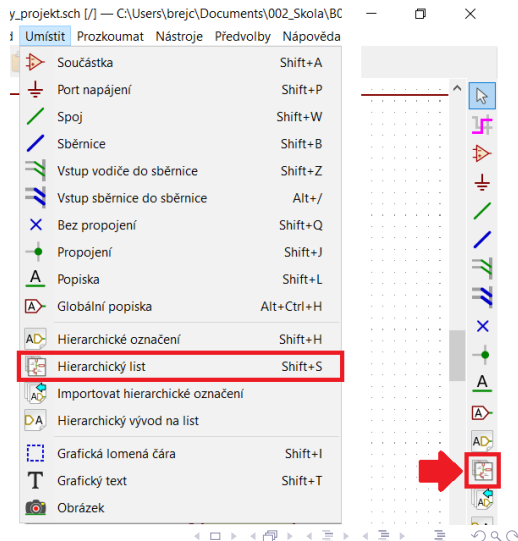
Propojování lokálními popisky



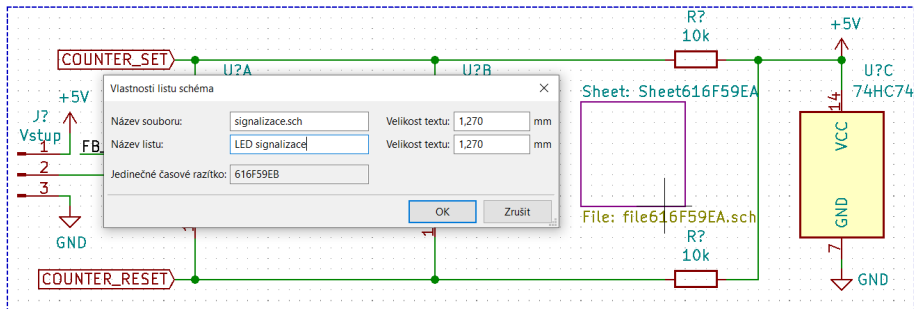
- Do zobrazeného pole запиšte název popisku. Popisek lze opakovaně editovat dvojným kliknutím nebo stiskem klávesy „E“.
- Popisky jsou platné jen v rámci daného listu.
- Popisek lze umístit na ukončený i neukončený vodič. Neukončený vodič lze vytvořit při jeho kreslení dvojným kliknutím.

Přidávání listů

- 1 ↓ Umístit ↓ Hierarchický list,
- 2 svislé menu vpravo, ikona schéma,
- 3 „SHIFT + S“ nebo jen „S“



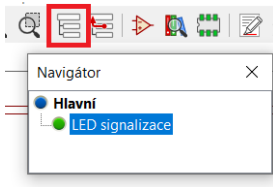
Přidávání listů



- Kliknutím, tažením a dalším kliknutím vytvoříte blok ve schématu.
- Zapište jméno souboru a název listu.

Přidávání listů

- Do nového listu se dostanete dvojitým kliknutím na vytvořený blok.
- Do kteréhokoliv místa v projektu se můžete dostat pomocí navigátoru:



- Do listu o úroveň výš se dostanete ikonou s červenou šipkou:

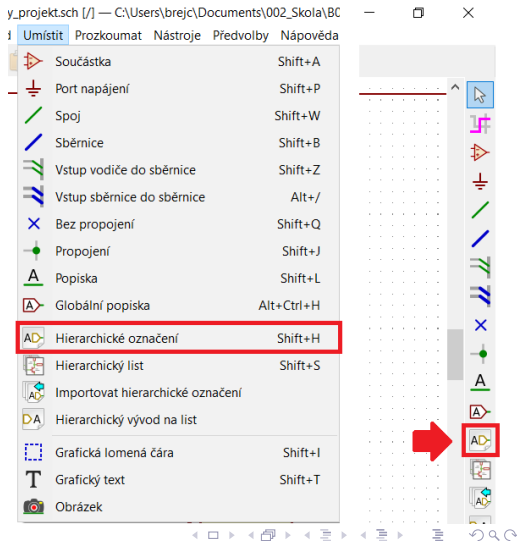


Propojení mezi listy

- Ve všech listech platí globální popisky,
- signály mezi listy lze vést pomocí vývodů.

Přidání vývodu:

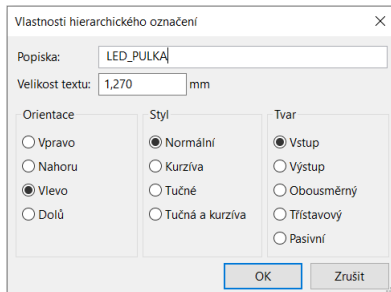
- 1 ↓ Umístit ↓ Hierarchické označení,
- 2 svislé menu vpravo, ikona písmene A mimo praporek,
- 3 „SHIFT + H“ nebo jen „H“



Propojení mezi listy

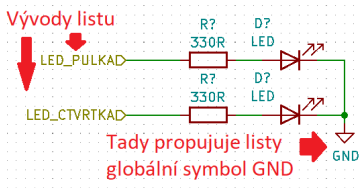
Definice vývodu:

- Název,
- orientaci není třeba nastavovat, s vývodem lze rotovat,
- styl se týká zobrazení,
- vždy nastavujte příslušný tvar, který určuje zda se jedná o vstup, výstup atd.



Propojení mezi listy

- Obvyklou praxí je umísťování vstupů vlevo a výstupů vpravo jak pro schéma zapojení tak pro list.



- Volba tvaru (typu) propojení mezi listy je přehledná pro každého, kdo zdědí a chce pokračovat ve vašem projektu.



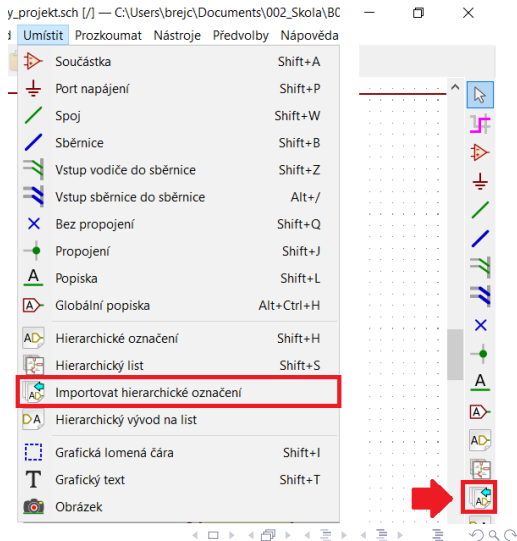
- Propojování vývody je vhodnější než propojování globálními popisky, protože zachovává návaznost listů.

Propojení mezi listy

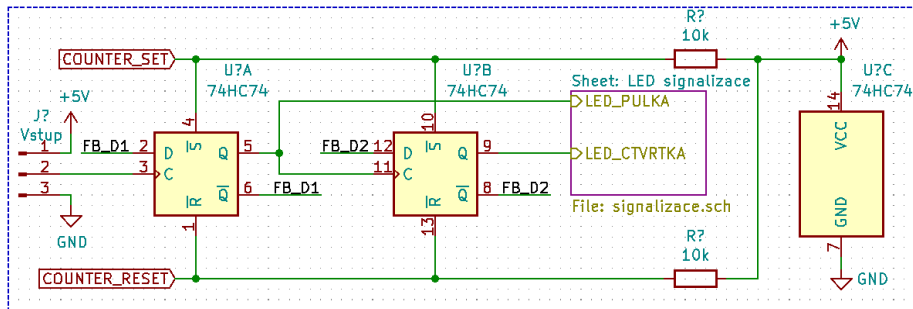
- Import vývodu slouží k vztažení existujícího vývodu z podřízené stránky.
- Vyberte import a klikněte levým tlačítkem myši na vytvořený blok stránky.

Import vývodu:

- 1 ↓ Umístit ↓ Importovat hierarchické označení,
- 2 svislé menu vpravo, ikona písmene A, listu a modré šipky.



Propojení mezi listy



- Vývody se postupně importují dokud některý existuje nějaký, který není viditelný.
- Při změně jména vývodu uvnitř stránky **nedojde** ke změně jména vývodu na bloku. To je nutné udělat ručně.

Kontrola zapojení

Dokončení schéma:

- 1 Všechny nezapojené vývody součástek označte (modrým) křížkem:



- 2 Proveďte očíslování součástek:



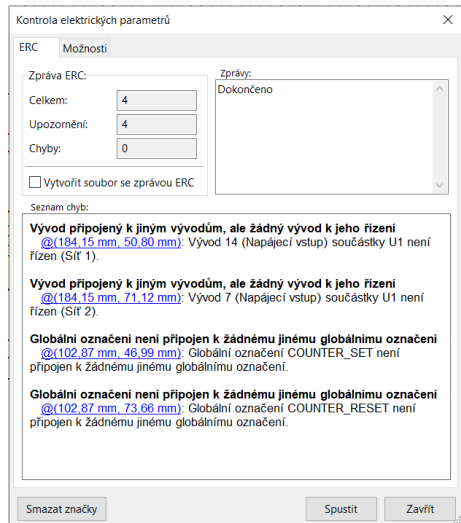
- Vymazat existující očíslování - lze pokud ještě neexistuje návrh DPS,
- ponechat existující očíslování - vždy když už jsme začali navrhovat DPS.

- 3 Spuště kontrolu zapojení:

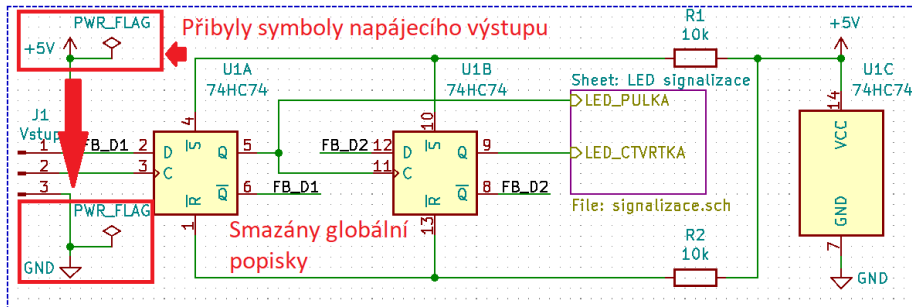


Kontrola zapojení

- Kontrolu spustíte tlačítkem spustit,
- v horní části máte uvedenou statistiku chyb,
- ve spodní části je uveden popis chyb,
- chybové vývody jsou ve schématu označeny malou zelenou šipkou.



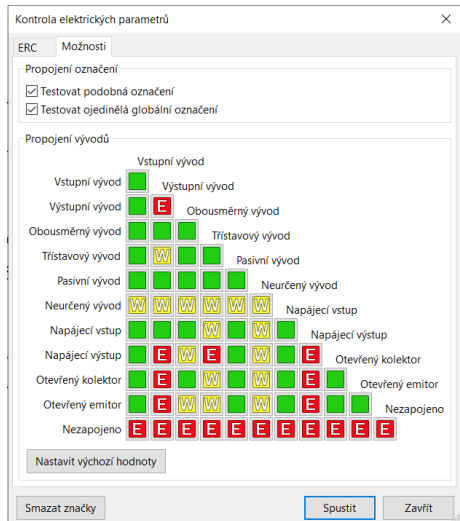
Kontrola zapojení



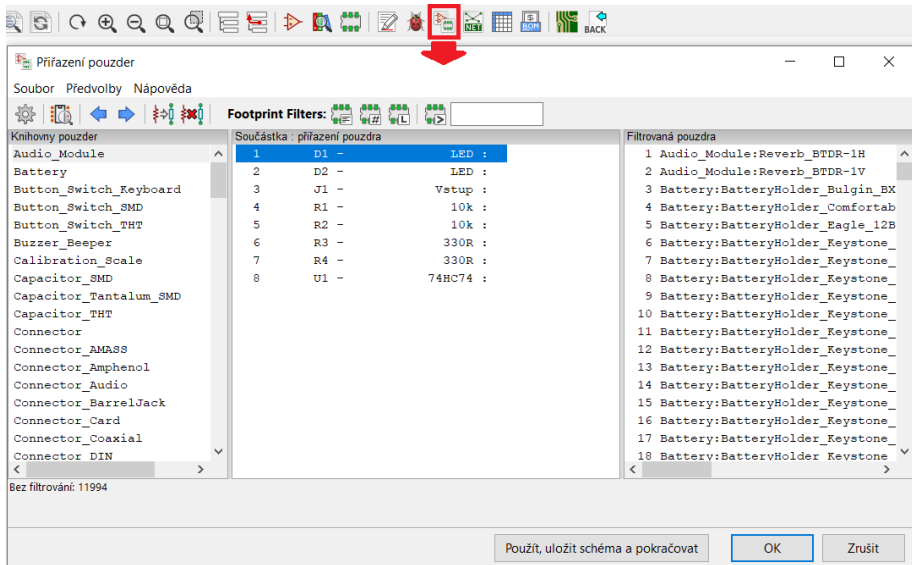
- První dvě chyby říkají, že jsou ve schématu napájecí vstupy, ale žádný napájecí výstup (konektor má jen pasivní vývody). Lze obejít přidáním symbolu napájecího výstupu „PWR_FLAG“.
- Druhé dvě chyby ukazují, že dané globální popisky nebyly použity k žádnému účelu. Lze je smazat.

Kontrola zapojení

- Jde jen o jednoduchou kontrolu spojení typů vývodů,
- kontrola neodhalí jiné chyby jako například přetížení odporů, zkrat přes nulový odpor apod.
- Pravidla kontroly lze nastavit v záložce možnosti.



Přiřazování pouzder



Přiřazení pouzder

Soubor Předvolby Nápoředa

Footprint Filters: [Icons] [Text Box]

Knihovny pouzder	Součástka : přiřazení pouzdra	Filtrovaná pouzdra
Audio_Module	1 D1 - LED :	1 Audio_Module:Reverb_BTDR-1H
Battery	2 D2 - LED :	2 Audio_Module:Reverb_BTDR-1V
Button_Switch_Keyboard	3 J1 - Vstup :	3 Battery:BatteryHolder_Bulgin_BX
Button_Switch_SMD	4 R1 - 10k :	4 Battery:BatteryHolder_Comfortab
Button_Switch_THT	5 R2 - 10k :	5 Battery:BatteryHolder_Eagle_12B
Buzzer_Beeper	6 R3 - 330R :	6 Battery:BatteryHolder_Keystone_
Calibration_Scale	7 R4 - 330R :	7 Battery:BatteryHolder_Keystone_
Capacitor_SMD	8 U1 - 74HC74 :	8 Battery:BatteryHolder_Keystone_
Capacitor_Tantalum_SMD		9 Battery:BatteryHolder_Keystone_
Capacitor_THT		10 Battery:BatteryHolder_Keystone_
Connector		11 Battery:BatteryHolder_Keystone_
Connector_AMASS		12 Battery:BatteryHolder_Keystone_
Connector_Amphenol		13 Battery:BatteryHolder_Keystone_
Connector_Audio		14 Battery:BatteryHolder_Keystone_
Connector_BarrelJack		15 Battery:BatteryHolder_Keystone_
Connector_Card		16 Battery:BatteryHolder_Keystone_
Connector_Coaxial		17 Battery:BatteryHolder_Keystone_
Connector_DIN		18 Battery:BatteryHolder_Keystone_

Bez filtrování: 11994

Použít, uložit schéma a pokračovat OK Zrušit

Přiřazování pouzder

- Centrální okno ukazuje součástky, ke kterým je třeba přiřadit pouzdro.
- V levém okně jsou knihovny pouzder,
- v pravém okně jsou konkrétní (filtrované) výběry pouzder.
- Výběr pouzder lze omezit čtyřmi filtry:



- 1 Filtrace podle popisu součástky,
 - 2 filtrace podle počtu vývodů,
 - 3 filtrace podle knihovny (vybíráme vlevo),
 - 4 filtrace podle části názvu.
- V náhledu pouzdra lze zkontrolovat rozteče vývodů a další rozměry:

