

UNIVERZITA PARDUBICE
Fakulta elektrotechniky a informatiky

Výuka návrhu plošných spojů a simulací elektronických
obvodů v návrhovém systému OrCAD

Jan Pilař

Bakalářská práce

2012

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan Pilař**
Osobní číslo: **I09351**
Studijní program: **B2646 Informační technologie**
Studijní obor: **Informační technologie**
Název tématu: **Výuka návrhu plošných spojů a simulací elektronických obvodů v návrhovém systému OrCAD**
Zadávající katedra: **Katedra informačních technologií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Zpracování výukových materiálů s příklady a s postupy krok za krokem v návrhu plošných spojů a simulací elektronických obvodů v návrhovém systému OrCAD. Seznámení s technikou a metodikou práce při návrhu elektronického schématu a desky plošného spoje. Výstupem bude výukové pásmo demonstrující funkce návrhového systému OrCAD.

Teoretická část:

Návrh schématu - Capture
Práce s knihovnamí.
Výstupy pro další zpracování.
Návrh schématu.
Návrh plošného spoje - Layout
Možnosti nastavení programu.
Práce s knihovnamí.
Práce s netlisty.
Rozmístování součástek.
Nastavení parametrů pro vlastní návrh.
Výstupy pro výrobu a osazování plošného spoje.

Implementační část:

Vytvoření webové prezentace výukového pásma na základě tvorby návrhu schématu a plošného spoje.
Výukové pásmo bude vytvořeno jak ve verzi pro on-line nácvik, v jazyku XHTML a HTML s použitím CSS popř. PHP a jiných technik, tak i v off-line verzi ve formě prezentace.
Výuka bude také obsahovat z velké části multimediální ukázky tvorby plošných spojů tak, aby byly přehledné i pro začínající uživatele.
Rozsah cca 12 lekcí doplněné několika soubory s různým stupněm rozpracovanosti a doprovodnými soubory.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

ZÁHLAVA, Vít. OrCAD 10. Grada, 2004. ISBN: 80-247-0904-X.

ZÁHLAVA, Vít. Návrh a konstrukce desek plošných spojů. BEN, 2011. ISBN: 978-80-7300-266-4.

Cadence OrCAD Solutions [online]. Cadence Design Systems, c2011 [cit. 2011-10-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.orcad.com>>.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Zbyněk Kopecký

Katedra informačních technologií

Datum zadání bakalářské práce: **16. prosince 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **11. května 2012**



prof. Ing. Simeon Karamazov, Dr.
děkan



L.S.



Ing. Lukáš Čegan, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 30. března 2012

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na mou práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 10. 05. 2012

Jan Pilař

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Zbyňkovi Kopeckému za poskytnutí přínosných informací během konzultací mé bakalářské práce. Dále můj dík patří všem, kteří mně během doby studia pomáhali a podporovali.

Anotace

Výukový materiál je určen především pro studenty elektrotechnicky zaměřených škol, kteří potřebují navrhovat plošné spoje, kreslit schémata, simulovat rozvržení plošného spoje a tvořit si vlastní pouzdra pro součástky. Je zde zmíněno něco o historii plošných spojů, různých alternativách návrhu a provedení. Práce je vytvořena formou webové prezentace, obsahující lekce s návody, animace, úkoly k ověření pochopení probrané problematiky atd. Student, který poctivě projde všemi lekcemi a bude plnit zadané úkoly, by měl být schopen navrhovat plošné spoje moderním způsobem, jenž mu OrCAD nabízí.

Klíčová slova

návrh schématu (Capture), návrh plošného spoje (Layout), knihovny IEC, data k dalšímu použití (netlist), název pouzdra (PCB Footprint), deska plošného spoje (DPS)

Title

Teaching PCB design and simulation of electronic circuits in the OrCAD design system

Annotation

Educational material is designed primarily for students with electro-oriented schools who need to design printed circuit boards, draw schemes, simulate PCB layout and create your own cases for components. I mentioned something about the history of printed circuit boards, various design alternatives and implementations. The work is implemented as a website, including lessons with tutorials, animations, tasks to verify understanding of lectured issues, etc. A student who passes all lessons faithfully and fulfill the tasks and assignments should be able to design printed circuit boards in a modern way, provided by OrCAD.

Keywords

scheme design (Capture), PCB design (Layout), library IEC, data for further use (netlist), case name (PCB Footprint), printed circuit board (DPS)

Obsah

Seznam zkratk	8
Seznam obrázků	9
Seznam tabulek	9
Úvod	10
1 Instalace softwaru OrCAD na operační systém Windows 7	12
2 Nejvíce používané schématické značky	13
3 Základní rozvržení	16
3.1 Normy a přehled	16
3.2 Struktura projektu	17
3.3 Popis některých tlačítek	17
3.4 Založení nového projektu	18
4 Kreslení schématu	20
4.1 Úprava schématických značek a jejich popisů	21
5 Knihovny schématických značek	22
5.1 Úprava a tvorba nových součástí	22
5.2 Přesun a kopírování mezi knihovnami	22
6 Tvorba netlistu	24
7 Test po části Capture	25
8 Návrh plošných spojů	25
8.1 Pracovní prostředí.....	25
8.2 Nastavení používaných knihoven pouzder pro Layout	26
8.3 Načítání netlistu pro Layout	26
8.4 Nastavení vrstev	27
8.5 Jak nastavit rastr?.....	28
8.6 Jak nastavit pracovní plochu?.....	28
8.7 Izolační vzdálenosti	28
8.8 Psaní textů na DPS	29
9 Vedení spojů	30
9.1 Manuální vedení	30
9.2 Automatické vedení	31
9.3 Nastavení rozměrů pájecích bodů.....	31

9.4	Obrys plošného spoje	31
10	Výstupní data	32
10.1	Nastavení vrstev pro výstup	32
10.2	Barvy pro grafické výstupy	32
11	Test po části Layout.....	33
12	Webová část práce	34
12.1	Jak to vlastně funguje?	34
13	Část v NetBeans	35
13.1	CSS	35
13.2	Pikcr a součástky	35
13.3	Stazeni	35
13.4	Include	35
13.5	Výběr klíčových částí	36
14	Databázová část práce.....	37
14.1	Podstatné části kódu	37
15	Syntaxe některých použitých databázových objektů	39
15.1	Indexy	39
15.2	Tabulky	39
15.3	Příklady sekvencí pro indexování tabulek	40
15.4	Triggery(spouštěče pro automatické číslování primárních klíčů v tabulkách).....	40
15.5	Procedura pro vkládání uživatele	41
16	Hosting webové prezentace.....	42
17	Videa u podstatných částí práce.....	43
17.1	Uložení na YouTube.com.....	44
Závěr	45	
Literatura	46	
Příloha A – Samostatná práce po části Capture	47	
Příloha B – Správně převedený netlist nehlásící chyby	48	
Příloha C – Diagram aktivit pro anketu.....	49	
Příloha D – Diagram případů užití	50	
Příloha E – Diagram tříd pro odesílání emailu.....	51	
Příloha F – Diagram tříd pro aplikaci	52	
Příloha G – Vyjádření problémové situace	53	

Seznam zkratk

ČSN	Česká technická norma (dříve Československá státní norma)
DPS	Deska plošného spoje
ERD	Entity-relationship diagram
IEC	Světová organizace publikující mezinárodní elektrotechnické normy
DIN	Deutsche Industrie Norm (německá technická norma)
ISO	International Organization for Standardisation
IEC	Knihovny součástek navržené podle Mezinárodní elektrotechnické komise

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Horní pohled na osazenou DPS	11
Obrázek 2 – Dolní pohled na osazenou DPS.....	11
Obrázek 3 – Základní okno	17
Obrázek 4 – Okno pro nový projekt	19
Obrázek 5 – Výběr knihoven.....	21
Obrázek 6 – Tlačítka editace (Tool Palette)	22
Obrázek 7 – Part Editor	23
Obrázek 8 – Tvorba netlistu	24
Obrázek 9 – Ovládací panel v Layout	25
Obrázek 10 – Chyby při importu netlistu	27
Obrázek 11 – Nastavení izolačních vzdáleností	29
Obrázek 12 – Editace textu.....	29
Obrázek 13 – Nastavení vrstev a jejich vlastností.....	32
Obrázek 14 – Výstupní návrh z Layout.....	33
Obrázek 15 – Ukázka webové aplikace.....	34
Obrázek 16 – Příklad nastavení Total Commanderu.....	42
Obrázek 17 – Prostředí Camtasia Studio 7.1.0.....	43
Obrázek 18 – Nahrávací panel	44

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Odlišné normy pro značení rezistoru a kondenzátoru	14
Tabulka 2 – Nejpoužívanější schématické značky	14
Tabulka 3 – Ostatní tlačítka.....	17
Tabulka 4 – Tlačítka v liště Schematic page editor tool.....	18
Tabulka 5 – Nástroje pro manipulaci se spoji	31
Tabulka 6 – Ukázky důležitých částí z kódu PHP.....	37

Úvod

Žijeme v době, kdy je elektronika součástí našeho každodenního života. Jistě každý vlastníme mobilní telefon, rádio, počítač a spoustu dalších zařízení, které nám usnadňují a zpříjemňují život. Pokud tato elektronická zařízení rozebereme, zjistíme, že všechny součástky jsou osazeny na jakési destičce (Obrázek 1, Obrázek 2). Ta obsahuje převážně měděné cesty a nazýváme ji deskou plošného spoje. Tudíž desky plošných spojů můžeme nalézt všude kolem nás.

První pokusy o něco, co by se vzdáleně podobalo DPS, byly již v druhé polovině 19. století. Desky dnešní podoby začaly vznikat ve 30. letech 20. století. Tehdy totiž Charles Ducas¹ přišel s nápadem, jak nanést vodivý materiál na izolační podložku. Prováděla se celá řada pokusů, jež měly určit nejvhodnější vodivý materiál. Nakonec se jako nejvhodnější vodivý materiál zvolila měď, která se kvůli dobrým vlastnostem zachovala až do dnešní doby.

První zařízení, které využívalo desku plošného spoje, bylo elektronkové rádio. Později se desky plošných spojů začaly osazovat polovodičovými součástkami, které se stále vyvíjí a zmenšují. Vznikají složitá zařízení obsahující velkou spoustu součástek. Cílem výrobců elektroniky je své produkty minimalizovat, aby zabíraly co nejmenší plochy. Ale jak efektivně umístit stovky součástek? Proto vznikají vícevrstvé plošné spoje, mající třeba osm vrstev. Jedná se zjednodušeně o střídání vodivého a izolačního materiálu. V běžných „domácích“ podmínkách je výroba vícevrstevných plošných spojů nemožná. Pokud by se jednalo jen o jednu nebo dvě vrstvy, je realizace s drobným technickým vybavením reálná.

V minulosti byla výroba plošných spojů velice náročná. Pokud se jednalo o jednodušší zapojení, stačily spoje nakreslit lihovým fixem na laminátovou desku, potaženou mědí (kuprexit). Nyní díky rozvoji osobních počítačů již zvládneme vytvořit návrh zapojení elektronického schématu pohodlně přímo v počítačovém programu a následně provést generování patřičného plošného spoje pro námi zvolené zapojení. Existuje celá řada počítačových programů, které nám tyto funkce umožňují. Nejpoužívanější jsou Eagle² a OrCAD³. Ceny těchto programů se pohybují v řádech desítek tisíc.

Zkratka OrCAD znamená Oregon + CAD. První verze tohoto softwaru začaly vznikat po roce 1985. V současné době je OrCAD vlastněn společností Cadence Design Systems, která je celosvětově uznávána. Společnost uvolňuje celou řadu licenčních verzí. Existují např. verze pro studenty, které jsou velkým přínosem pro začínající návrháře.

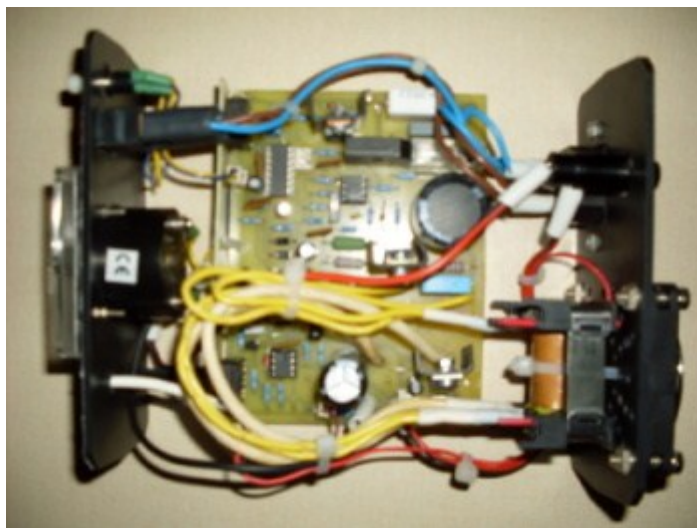
Program OrCAD je tvořen několika, nezávisle na sobě oddělenými prostředími. Pro naši činnost se budeme zabývat Capture a Layout. V prvním z těchto prostředí se seznámíme,

¹Desky plošných spojů: <http://www.madehow.com/Volume-2/Printed-Circuit-Board.html>

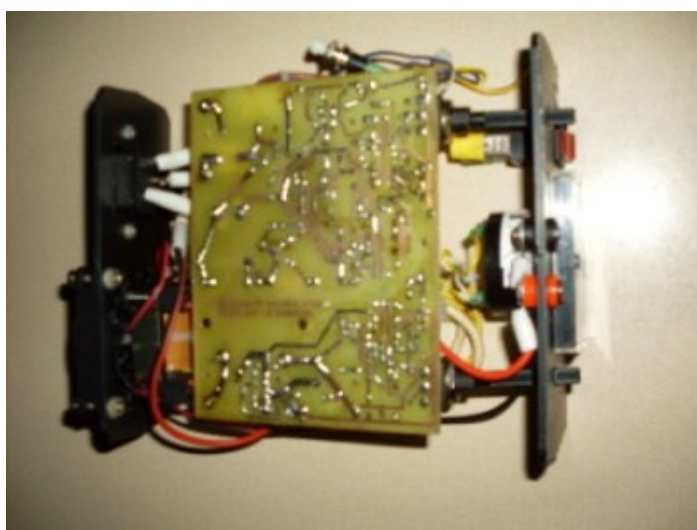
²Alternativy návrhu EAGLE: <http://www.eagle.cz/>

³Stránky OrCADu: <http://www.cadence.com/us/pages/default.aspx>

jak kreslit námi požadovaná zapojení, vybírat vhodné součástky z knihoven nebo vytvářet nové součástky podle příslušných českých státních norem. V druhém prostředí si ukážeme, jak ze schématu zapojení získat už konkrétní návrh plošného spoje, jak využívat knihovny pouzder pro součástky, tvořit nové knihovny, jak generovat osazovací výkres. Ukážeme si možnosti volby generování cest plošných spojů. Seznámíme se s nástroji, které konkrétní prostředí umožňují.



Obrázek 1 – Horní pohled na osazenou DPS



Obrázek 2 – Dolní pohled na osazenou DPS

Na konci bychom měli mít k dispozici řadu výkresů. Na prvním z nich schéma zapojení, druhém osazovací plánek a na třetím námi navržené cesty pro proud mezi součástkami. Pokud budeme tisknout osazovací výkres a zhotovovat plošný spoj v domácích

podmínkách, doporučuje se, aby byl osazovací výkres⁴ tištěn na co nejtenčí papír. Tento papír by měl mít i určitou průhlednost. Proto je nejvhodnější volit pauzovací papír, který je možné sehnat v lépe vybaveném papírnictví. [2], [7], [10]

1 Instalace softwaru OrCAD na operační systém Windows 7

Existuje celá řada distribucí programu OrCAD. Některé jsou určeny pro systémy pracující na linuxovém jádře, jiné zas pro systémy Windows. V této části si ukážeme instalaci OrCAD verze 9.2.3 pro Windows.

Nejprve vsuneme paměťové médium, na kterém máme danou distribuci, a spustíme instalační soubor s příponou **.exe**. Někdy se instalátor spustí sám a rovnou se zobrazí okno **Welcome** (uvítací okno). Zde je uživateli doporučeno, aby ukončil všechny běžící programy, než začne instalace. Dále se zde nachází zmínka, že nepovolené kopírování nebo distribuce tohoto programu nebo jeho části může mít za následek závažné občanskoprávní a trestní postihy. Abychom mohli pokračovat, musíme kliknout na **Next** (další) v uvítacím okně.

Na následujícím okně je nutné si pročíst licenční podmínky. Pokud jsou akceptovatelné, musí uživatel pro pokračování v instalaci kliknout na tlačítko **Yes**. V případě nesouhlasu na **No**. Rovněž je zde možnost návratu o krok zpět (**Back**).

Pro pokračování v instalaci je nutné zadat licenční číslo, které jsme si zakoupili s daným produktem, a kliknout na **Next**. Licenční číslo nalezneme na balení s dodávaným softwarem. Jedná se o poměrně drahý software, jehož cena dosahuje několika desítek tisíc korun.

Na dalším okně je nutné vyplnit jméno (**Name**) člověka, který bude danou licenci užívat, a společnost (**Company**), pro kterou daný uživatel pracuje. Po vyplnění je nutné kliknout na **Next**.

Následující okno jen shrnuje informace o konkrétním uživateli. Uživatel je zde vyzván, aby s uvedenými informacemi souhlasil klikem na **Yes**.

V dalším kroku uživatel vybírá složku, do které má dojít k instalaci. Složku vybírá klikem na **Browser**. Případně je mu umožněn návrat na předchozí krok. Nejvhodnější je volit složku na disku C. Usnadní nám to pozdější orientaci v programu a pohodlnější práci.

Instalátor přidá ikonu programu do programové složky, která je uvedena níže. V tomto kroku je dobré nechat přednastavení cesty od výrobce programu, a tudíž stačí kliknout na **Next** a přesunout se do dalšího okna.

Nyní budeme vyzváni, jestli máme instalovat kreslicí balíček Visual CADD. Zde dáme přeskočit, čili provedeme kliknutí na **Ne**. Balíčky tím pádem nebudou instalovány.

⁴ Ve slangovém významu: „osazovák“

V kroku na následujícím okně má dojít k určení cesty pro výchozí pracovní adresář. Po zvolení adresáře pokračujeme klikem na **Next**. Je vhodné volit adresář na disku, na kterém máme instalovaný operační systém.

Dalším oknem instalátor oznamuje, že má dostatek informací k zahájení instalace. Upozornění vezmeme na vědomí a instalaci zahájíme klikem na **Next**. Nějakou dobu čekáme, než dojde k nainstalování stěžejních částí programu, jež tvoří vlastní instalaci OrCADu.

Dále jsme vyzváni, zda chceme asociovat přípony s produktem, který právě instalujeme. Zvolíme na obou **Ne**. Vyhneme se tím zbytečným pozdějším problémům s dalšími okny a nastavováním.

V předposledním kroku nás instalátor upozorňuje na nutnost mít na daném počítači nainstalovaný Internet Explorer a Acrobat Reader. Klikneme na **OK**, že si sdělení uvědomujeme, a přejdeme k poslednímu kroku.





Na posledním obrázku k instalaci klikneme na **Finish**, čímž instalaci ukončíme. Zaškrťovací políčka k zobrazení dokumentace, aktualizacím a poznámkám k produktu necháme prázdná. Po kliknutí na: **Start ► Všechny programy ► Orcad Unison Suite** bychom měli být schopni námi používané aplikace spustit a pracovat s nimi (**Capture, Layout**).

Praktická část obsahuje řadu screenů, ze kterých je možné získat kompletnější přehled o této instalaci.

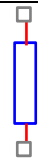

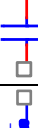
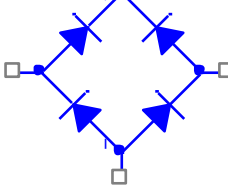


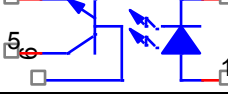


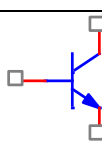
2 Nejvíce používané schématické značky

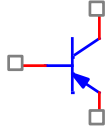

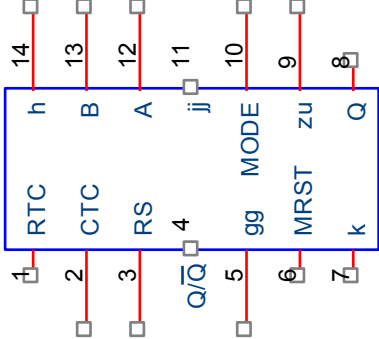
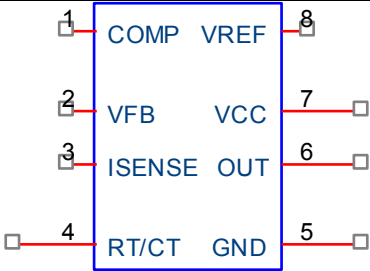

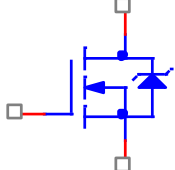
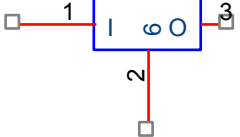
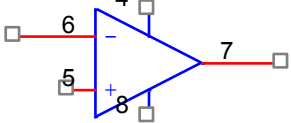
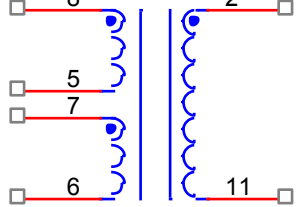
Elektronika je umění. Během následujících lekcí se setkáme s celou řadou polovodičových součástek. Je nezbytné, aby odborník, znalý v návrzích plošných spojů, alespoň věděl, co kreslí a pro koho to vlastně kreslí. V následující tabulce (Tabulka 2) je přehled nejpoužívanějších součástek. Tyto součástky jsou kresleny v souladu s ČSN. V knihovných programu OrCAD se můžeme setkat i se součástkami, u nichž je schématické značení v naší zemi nepoužitelné (Tabulka 1). Je to způsobeno odlišnými normami pro kreslení. Příkladem takové součástky může být rezistor nebo kondenzátor.

Tabulka 1 – Odlišné normy pro značení rezistoru a kondenzátoru

Tabulka 2 – Nejpoužívanější schématické značky

	Rezistor
	Elektrolytický kondenzátor
	Kondenzátor
	Usměřňovač
	Lineární potenciometr
	Svorka
	Optočlen
	Zenerova dioda
	Uzemnění
	Tranzistor NPN

	Tranzistor PNP
	Dioda
	Integrovaný obvod 4541
	Integrovaný obvod UC3842N
	Pojistka
	Unipolární tranzistor
	Integrovaný obvod 78L05
	Operační zesilovač
	Transformátor

3 Základní rozvržení

3.1 Normy a přehled

Každý návrhář, pracující s prostředím OrCAD, využívá jen určitou jeho část. Např. návrhář základních desek pro osobní počítače bude pracovat s poměrně složitějšími součástkami než návrhář rádia. Podle účelu užití má Capture různé knihovny symbolů a schématických značek. Jedná se o tisíce nejrůznějších součástek. My se v těchto lekcích zaměříme na knihovny, v nichž se značky elektrotechnických součástek řídí instrukcemi Mezinárodní elektrotechnické komise. Tyto knihovny se nazývají IEC.

Existuje celá řada ČSN pro kreslení elektrotechnických součástek. V současné době, kdy je Česká republika součástí Evropské unie, se na dodržování norem zvláště dbá. Proto se ČSN řídí i doporučením IEC. Avšak ne každý se v novém značení vyzná, a tak občas dochází ke značení dle dřívějších zvyklostí, což pro někoho znemožňuje čitelnost schématu. Zvláště pro mladé generace obyvatelstva s technickým zaměřením.

V praxi dochází k tomu, že většina firem si definuje vlastní okruhy značení podle toho, co je pro ni důležité. Vytvářejí si i vlastní knihovny součástek, jež se využívají na daném pracovišti.

Návrh schématu je vlastně založen na vyvolání námi konkrétní součástky z knihovny a umístění na ploše, kterou nám program poskytne. Dále je zapotřebí konkrétní součástky propojit vodiči a uzavřít elektrický obvod. Propojování nemusí být však vždy jen pomocí vodičů. Smíme využít například různé sběrnice, napájecí symboly a další. Program dovede i odstraňovat formální chyby vzniklé při propojování součástek, jež při návrhu vznikly. [4]

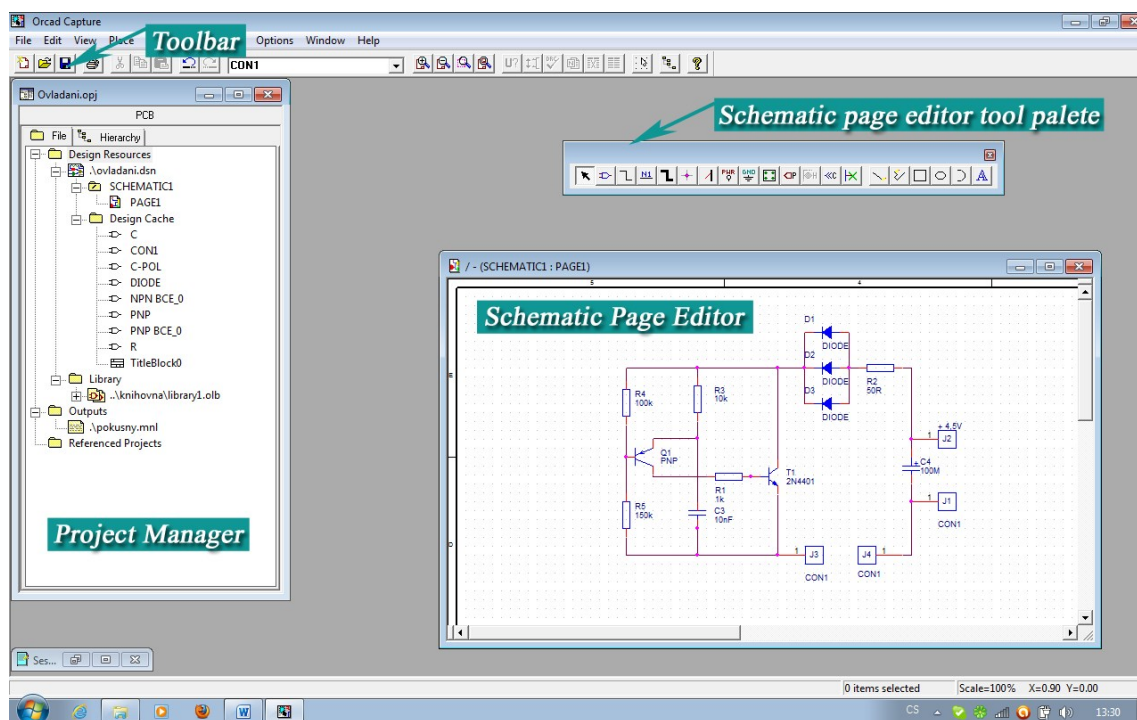
Pokud je schéma nakresleno, je možné výkres poskytnout k dalšímu zpracování. Např. vytvořit netlist nebo tisknout na tiskárně.

Na následujícím obrázku (Obrázek 3) je možné vidět čtyři základní pracovní okna, která se objeví po spuštění a otevření programu:

1. **Schematic Page Editor tool palette** – umožňuje uživateli si vybírat součástky z knihoven a přepínat různé nástroje.
2. **Schematic Page Editor** – slouží uživateli k tvoření a rozvržení návrhu schématu.
3. **Project Manager** – jeho úkolem je řídit celý projekt.
4. **Toolbar** – lišta obsahující nejpoužívanější nástroje pro práci.

3.2 Struktura projektu

Projekt je tvořen pomocí stromové struktury. Má dvě části s příponami *.opj a *.DSN, z nichž první značí projekt schématu a druhá jeho návrh. Je naprosto nezbytné, aby k projektovému souboru nevedla cesta s diakritikou. V opačném případě uživatel stráví dlouhé hodiny bádáním za účelem odhalit tuto banální chybu.








Obrázek 3 – Základní okno
















3.3 Popis některých tlačítek

V následujících tabulkách (Tabulka 3, Tabulka 4) jsou popsána klíčová tlačítka, která budeme během návrhu potřebovat. Je poměrně dost důležité znát významy těchto tlačítek, neboť bez nich bychom nebyli schopni nakreslit ani jedinou součástku, natož rozsáhlý projekt, jenž je cílem.

Tabulka 3 – Ostatní tlačítka

	přepnutí do okna pro Managera projektu
	různé druhy zvětšování
	kreslení jen v rastru
	kreslení i mimo rastr
	okno pro výběr schématických značek

Tabulka 4 – Tlačítka v liště Schematic page editor tool

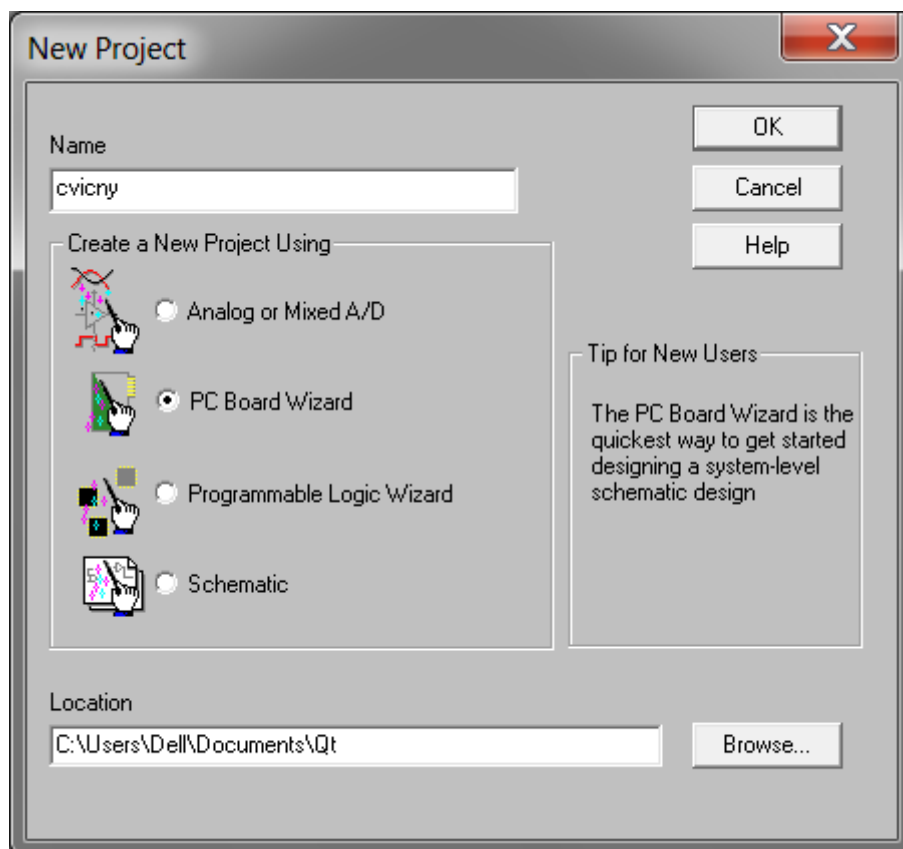
	výběr objektů – kláves S – Select
	vkládání součástek – P – Part
	propojování vodiči – W – Wire
	pojmenování vodičů – N – Net Alias
	propojování sběrnicemi – B – Bus
	spoj na vodiči – J – Junction
	vstup vodiče do sběrnice – E
	vyvolání značky napájení
	vyvolání uzemňování
	hierarchický blok
	hierarchický port
	hierarchický pin
	připojení schématických stránek
	nezapojený vývod
	pro kreslení neelektrických prvků

3.4 Založení nového projektu

Chceme-li dobře navrhovat plošné spoje, musíme si nejprve při zakládání projektu správně nastavit prostředí, ve kterém budeme pracovat.

Zakládání projektu bych rozdělil do několika fází (Obrázek 4):

1. Spustíme **Capture**.
2. Z nabídky menu vybereme: **File ► New ► Project**.
3. Do kolonky **Name** napíšeme jméno našeho projektu bez diakritiky.
4. Musíme zvolit typ projektu. V našem případě to bude **PC Board Wizard**.
5. Do kolonky **Location** nastavíme umístění projektu. Můžeme procházet i disk pomocí tlačítka **Browse**.
6. V dalším kroku je nám umožněno přidávat potřebné knihovny.
7. Projekt je zobrazen v manažeru projektu a je připraven k použití.



Obrázek 4 – Okno pro nový projekt

V následujících dvou oknech se uživatel pouze prokliká na další. Je důležité, aby složka, do které se projekt uloží, neobsahovala též diakritiku. V opačném případě vzniká nepořádek na disku. Celý tento postup je možné vidět na krátkém shrnujícím videu a je možno si ho stáhnout v příloženém balíčku. [3], [5]

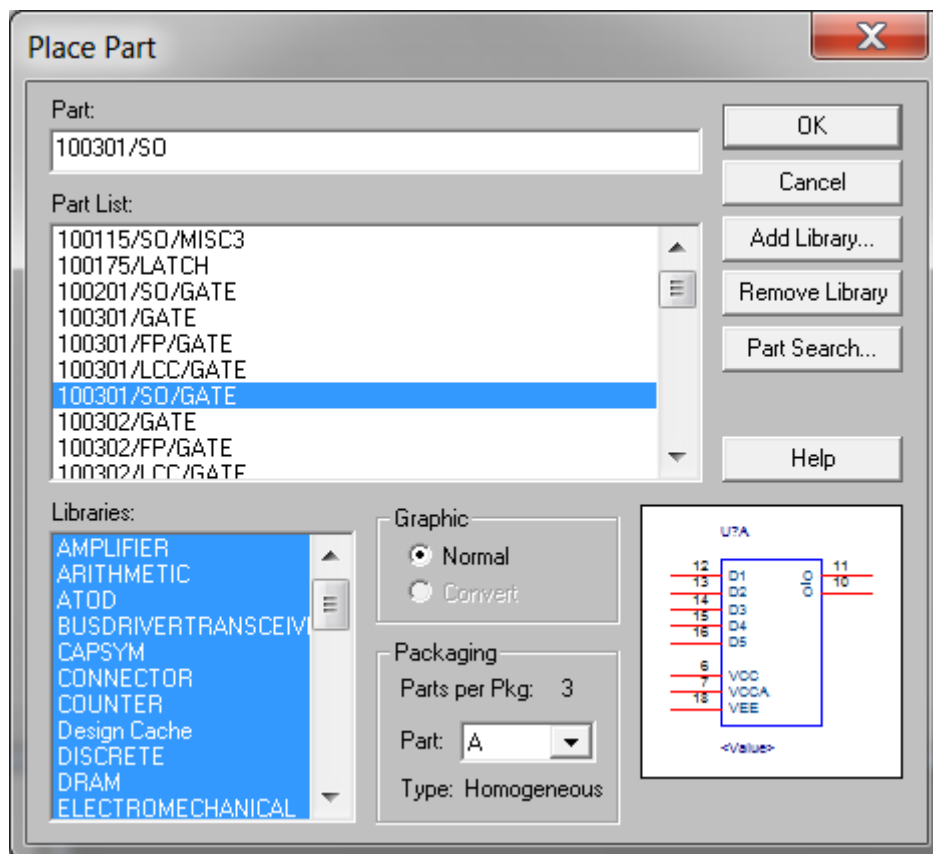
4 Kreslení schématu

V předchozí části jsme si ukázali, jak si založit prázdný nový projekt. Nyní si ukážeme způsob kreslení pomocí značek, které jsou již v knihovnách OrCADu. Knihovnu se schématickými značkami vyvoláme klikem na ikonu **Place Part** nebo stiskem klávesy **P**. Otevře se nám okno (Obrázek 5). Knihovny, které máme načteny, se nachází v rámečku **Libraries**. Knihovny můžeme přidávat klikem na **Add Library** (platí i pro vlastní knihovny) nebo odstraňovat z výběru **Remove Library**. Doporučuji, pokud není cílem tvořit vlastní knihovny, aby se po vyvolání **Add Library** vybraly tahem všechny knihovny a kliklo na **Otevřít**. Tím se všechny knihovny přidají do rámečku **Libraries**. Knihovny, které jsou dodávány s aplikací OrCAD, většinou nalezneme na disku: C:\Cadence\Orcad_9.2.3\tools\capture\library. Knihovny zde mají příponu *.**OLB**. Takže celý název knihovny může vypadat třeba takto: MojeKnihovna.OLB. Většinu základních součástí však najdeme v knihovně IEC.OLB.

Pokud vyžadujeme jednotlivé součástky, píšeme jejich identifikaci do rámečku **Part**. Pokud je součástka nalezena v knihovnách, zobrazí se nám její značení jako na obrázku. Pak stačí jen odsouhlasit a součástka se přenese do projektu (část Schematic Page Editor). Jakmile součástku odsouhlasíme, stačí s ní „klikat“ v části Schematic Page Editoru. Kolikrát a kam klikneme, tolikrát se nám daná součástka přenese. Pokud ve výběrovém módu klikneme pravým tlačítkem na součástku, otevře se nám roletové menu, ve kterém můžeme se součástkou **rotovat** (Rotate) nebo ji **převracet** (Mirror). Abychom stále neklikali stejné součástky, výběr ukončíme stiskem klávesy ESC. Nyní můžeme jít vybírat další součástku. Pokud nás zajímá počet obvodů v jednom pouzdře, nalezneme ho v rámečku **Packaging**.

Součástky je možné kopírovat v části Schematic Page Editoru stiskem CTRL+C a vkládat CTRL+V. Pokud máme více součástí stejného druhu, je nutné dbát na odlišné číslování, případně značení. Číslování se uvádí vždy nad značením. Původní hodnoty přepíšeme dvojklikem na původní hodnotu. Součástky můžeme vybírat jednotlivě nebo plošně. Jednotlivě stačí kliknout na součástku pravým tlačítkem myši, případně stisknout CTRL a přidávat do výběru další součástky. Nebo plošně stiskem CTRL+A. Další možností je: **Edit ► Select All**. Výběr se dá zrušit klikem levého tlačítka myši mimo objekt.

Takto vytvořené součástky je nutné propojit. Provádí se to pomocí ikony **Place wire** nebo písmenem **W**. Chceme-li kreslit kolmo, stiskneme klávesu SHIFT a táhneme z jednoho propojovacího bodu do druhého. Pokud bychom klávesu neměli stisknutou, OrCAD by cesty tahal pod pravými úhly. Je však možné trasy měnit klikem a tahem za jednotlivé hraniční uzly. Pokud se nám vodiče spojují, spojení je prováděno uzly. Pokud vývody nejsou zapojeny, značí se křížkem.



Obrázek 5 – Výběr knihoven

4.1 Úprava schématických značek a jejich popisů

Ke každé schématické značce jsou přiřazeny vlastnosti a parametry. Chceme-li přistoupit do seznamu jejich vlastností, klikneme levým tlačítkem na součástku. Jakmile změní barvu, klikneme pravým tlačítkem na součástku a ze zobrazeného dialogu zvolíme **Edit Properties**. Objeví se okno **Property Editor**. V části **Parts** můžeme najít uspořádané položky podle námi nastaveného filtru. Zde využijeme jen filtry **Capture** a **Layout**.

V tabulce můžeme najít položku **Value**, která uvádí hodnoty součástek. Položku **Reference**, uvádějící identifikační nebo pořadové číslo součástky nebo položku **PCB Footprint**, jenž uvádí název pouzdra, které je pro danou součástku přiřazeno v dalším zpracování. Pokud zde chceme provádět změny, klikneme pravým tlačítkem na položku, kterou chceme změnit a vyvoláme z roletového menu **Edit**.

5 Knihovny schématických značek

Všechny součástky, které jsou během kreslení potřeba, se nacházejí v knihovnách. Knihovny v části Capture mohou být dvojího typu. Buď jsou dodány spolu s OrCADem, nebo jsou manuálně vytvářeny jednotlivci a společnostmi. Nebudu znovu uvádět příponu knihoven, ale uvedu, jak se s nimi pracuje. Pokud máme knihovnu třeba na Flash discu, otevřeme ji ve spuštěném prostředí klikem na: **File ► Open ► Library**. Pokud chceme vytvářet novou knihovnu, postup je skoro stejný, jen mimo **Open** dáme **New**. Takže, klikneme na: **File ► New ► Library**. Seznam součástek a název knihovny se nám zobrazuje v **Project Manageru**.

5.1 Úprava a tvorba nových součástek

Pokud chceme součástku v knihovně upravit, klikneme na ni pravým tlačítkem v **Project Manageru** a vyvoláme **Edit Part**. Otevře se nám okno, ve kterém je součástka graficky zobrazena. Její editaci provádíme podle následujících ikon (Obrázek 6). Dají se zde měnit rozměry, přidávat texty, měnit **počty pinů** (pomocí **Place pin**). Chceme-li upravovat například typy pouzder nebo počet značek v pouzdře, slouží nám k tomuto účelu okno **Edit Part Properties**. Toto okno nám umožňuje komplexní editaci schématických značek, symbolů atd. V případě, že již máme součástku vytvořenou, se na její **Edit Part Properties** dostaneme: **Options ► Package Properties**. Musíme však mít aktivní okno grafického rozhraní. Pokud však tvoříme novou součástku, dostaneme se na okno po kliknutí pravým tlačítkem na součástku v **Project Manageru** a vyvoláním **New Part**. Po vyplnění tabulek se nám otevře nové okno grafického rozhraní, ve kterém si součástku nakreslíme.



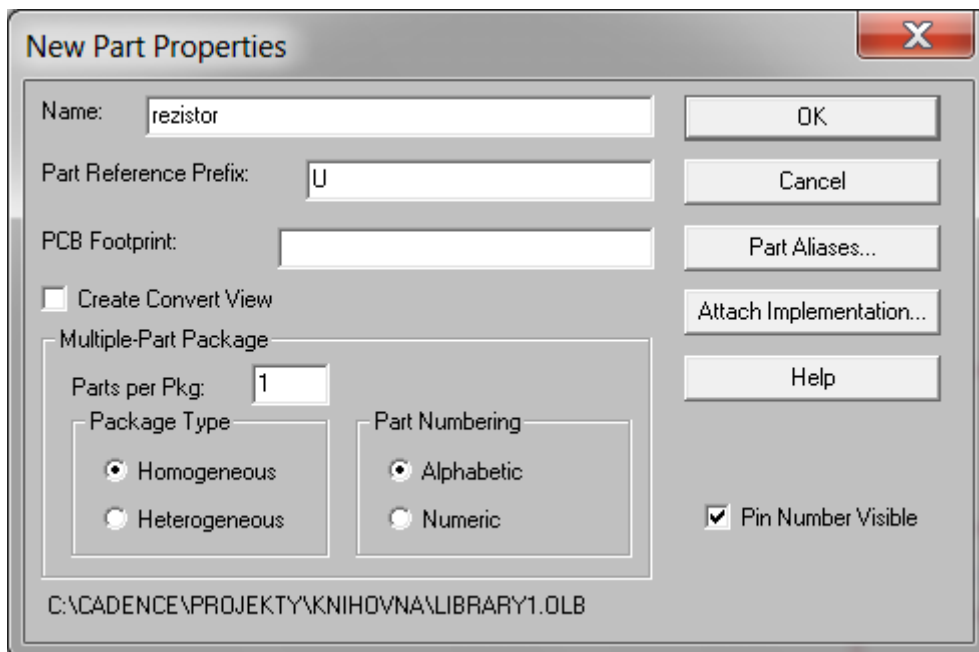
Obrázek 6 – Tlačítka editace (Tool Palette)

5.2 Přesun a kopírování mezi knihovnami

Jedním ze způsobů tvoření nových knihoven je přesun mezi knihovnami. Je naprosto nezbytné, aby každá knihovna měla vlastní okno. Knihovna, do které se přesouvá, musí mít aktivní okno. Přesun probíhá klikem levého tlačítka na požadovanou součástku, jež má být přesunuta, a při stisklém levém tlačítku přesunuta na ikonu v nové knihovně (ikona s hradlem). Dalším způsobem tvoření knihoven je kopírování z **Design Cache** v **Project Manageru**. Pro tento postup je podstatné, aby součástky byly zobrazeny v **Schematic Page Editoru** (třeba z jiných knihoven). Tyto součástky mají svoji reprezentaci v **Project Manageru** v části **Design Cache**. Pro kopírování pak už jen stačí kliknout levým tlačítkem na požadovanou součástku, jež má být přesunuta, a při stisknutém levém tlačítku přetáhnout do nové knihovny na ikonu s hradlem.

Významy jednotlivých částí Part Editoru (Obrázek 7):

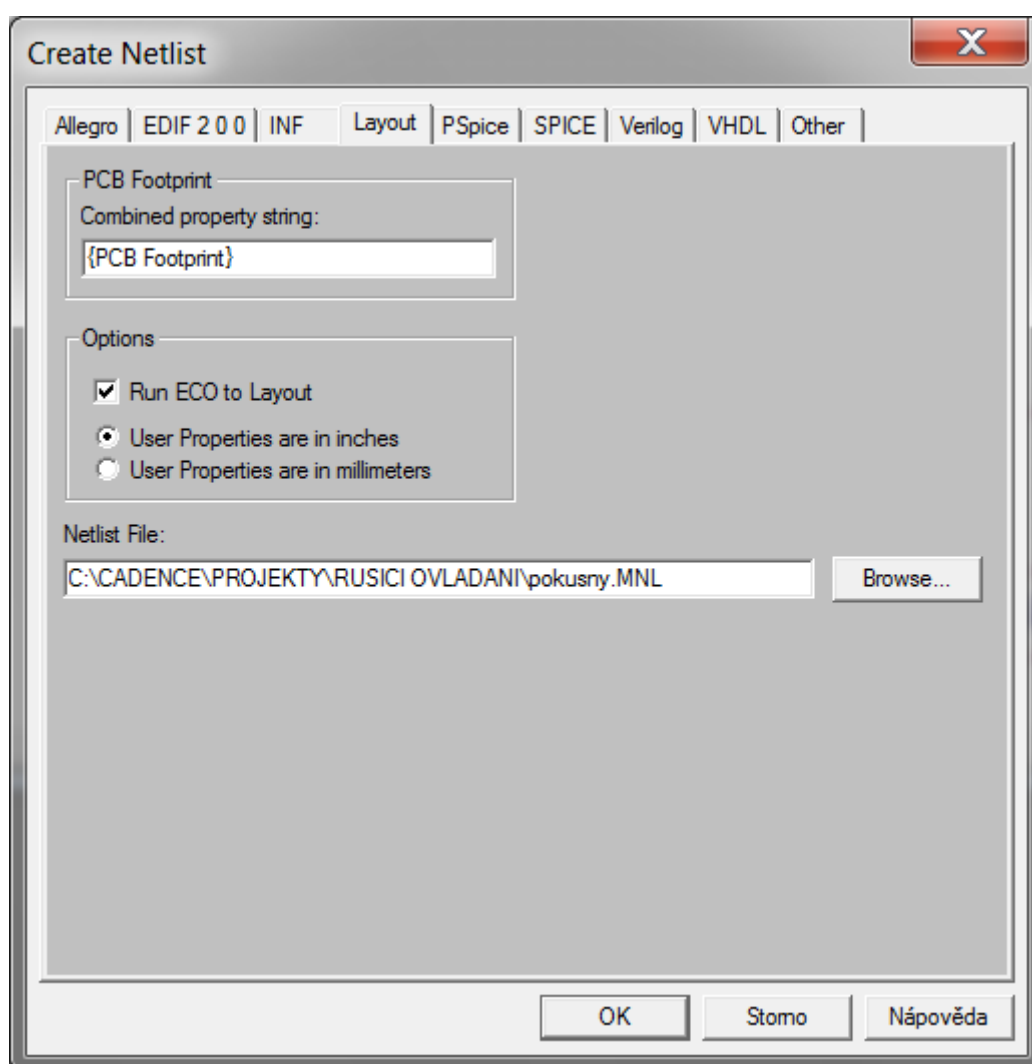
1. **Name** – uvádí se katalogová hodnota schématické značky.
2. **Part Reference Prefix** – uvádí označení součástky.
3. **PCB Footprint** – uvádí název pouzdra.
4. **Create Convert View** – umožnění tvořit odlišného grafického zástupce.
5. **Parts per Pkg** – počet značek v daném pouzdře.
6. **Part Numbering** – nastavení typu značení pro větší množství součástek v pouzdře.
7. **Pin Number Visible** – viditelná čísla pinů.



Obrázek 7 – Part Editor

6 Tvorba netlistu

Abychom mohli s nakresleným elektrotechnickým schématem dále pracovat (vytvářet pouzdra pro součástky, osazovací výkresy,...), musíme výkres převést na společný formát dat s příponou *.MNL. Nejprve je nutné mít aktivní okno **Project Manager** a v něm vybrán soubor s příponou *.DSN. Na horní liště zvolíme **Tools** a ve výběru **Create Netlist**. Otevře se okno **Create Netlist** (Obrázek 8). Zde v horní části zvolíme kartu **Layout** a zaškrtneme **Run ECO to Layout**. Je to kvůli komunikaci plošného spoje se schématem.



Obrázek 8 – Tvorba netlistu

Dále zaškrtneme **User Properties are in inches** (jednotky palce). Důvodem tohoto kroku je velká podpora pouzder v palcích. V části **Netlist File** máme možnost měnit název a umístění výstupního souboru. Nesmíme však měnit příponu souboru tj. MNL. Pokud necháme umístění do složky, ve které máme nakreslen výkres, soubor nalezneme v okně

Project Manager v části **Outputs**. Se souborem s příponou MNL se bude pracovat v další části OrCADu, což je Layout. [3]

7 Test po části Capture

Na obrázku (Příloha A) je návrh elektronického schématu nabíječky na automobil. Úkolem je toto schéma překreslit v prostředí OrCAD. Jedná se o složitější projekt, u kterého je nutné si vytvořit i pár vlastních součástek. Správnost řešení si můžete ověřit v příloženém projektu. [11]

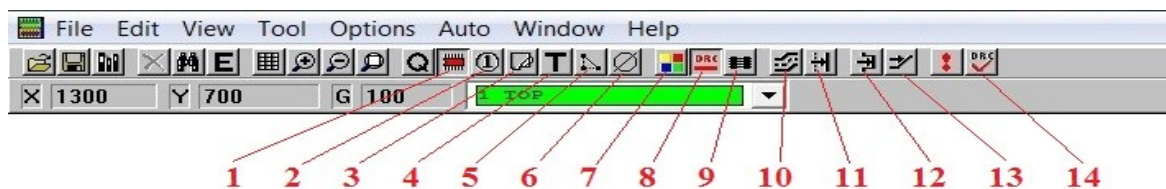
8 Návrh plošných spojů

V předchozí části jsme se zabývali tvorbou elektronického zapojení. V jednotlivých krocích jsme si ukázali vše, co je třeba k vytvoření správného návrhu. V této části se budeme zabývat už konkrétním výstupem plošného spoje. Pro návrh plošného spoje využijeme **Layout**. V tomto prostředí nás čeká velká spousta úkonů, které by nás měly dovést k očekávanému cíli. Abychom mohli vůbec navrhovat už konkrétní výkres, budeme potřebovat výkres s příponou *.MNL, který jsme si vygenerovali v předchozí části. V této části se seznámíme tedy s vytvářením pouzder pro naše součástky, definováním ohraničení DPS, vedením spojů, rozmíst'ováním součástek a spoustou dalších podstatných rad a doporučení, jako mohou být exporty dat do jiných formátů.

Program Layout je špičkový nástroj, se kterým by měla být schopna pracovat většina specializovaných středisek, zabývajících se konkrétní tvorbou plošných spojů. Než se pustíme do načtení souboru s příponou MNL, čili netlistu, musíme si nejprve nastavit, do kolika vrstev budeme případně plošný spoj kreslit barvy jednotlivých vrstev a jednotky, ve kterých se má zobrazovat. Uživatel má možnost si svoje definované nastavení uložit a později aplikovat na další výkresy. Soubor má příponu *.tch.

8.1 Pracovní prostředí

Program budeme ovládat pomocí příkazů v části **Menu** a lišty nástrojů, ve které jsou obsaženy nejpoužívanější nástroje. V tomto prostředí se dají využívat i klávesové zkratky, což ale nepovažuji za prioritní.



Obrázek 9 – Ovládací panel v Layout

Na obrázku jsou vyznačeny funkce (Obrázek 9):

1. Manipulace s polovodiči.
2. Manipulace s ploškami k pájení.
3. Manipulování s objekty.
4. Manipulování s texty.
5. Propojování mimo navrhované schéma.
6. Manipulace s upozorněním na chyby.
7. Definice barev.
8. Kontrola pravidel návrhu během kreslení.
9. Zobrazení vektorů propojení.
10. Strojové pokládání spojů (plně automaticky).
11. Tahání spojů s posunem.
12. Korekce aktuálně nakreslených spojů.
13. Jednoduché natažení spojů.
14. Zkontrolování pravidel návrhu.

8.2 Nastavení používaných knihoven pouzder pro Layout

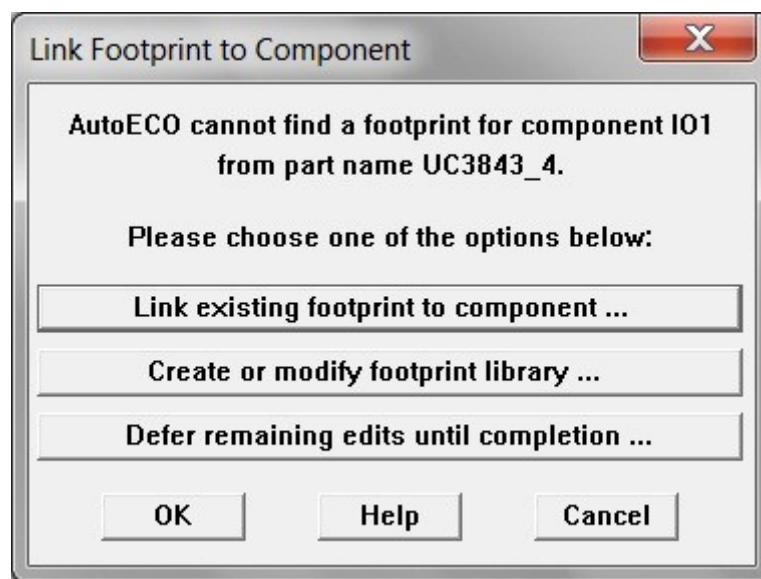
Pro každou součástku v námi navrženém schématu je potřeba pouzdro. Jedná se o prostor s vývody, který součástka obsadí na DPS. Nastavení knihoven provedeme klikem v části Menu na: **Tools ► Library Manager ► Add**. Otevře se nám okno pro vyhledání námi požadované knihovny součástek. Jako v prostředí Capture, tak i zde máme možnost tvořit vlastní knihovny pouzder, což je pro profesionální používání vhodné.

8.3 Načítání netlistu pro Layout

Nejprve klikneme na: **File ► New**. Program po nás bude chtít soubor s příponou ***.tch**. Je vhodné volit vždy výchozí nastavení tohoto souboru. Většinou je umístěn: `Cadence\Orcad_9.2.3\tools\layout\data` a nazývá se **_default.tch**. Pokud ho zvolíme, budeme aplikací vyzváni, abychom načetli **netlist** s příponou ***.MNL**. Po načtení netlistu zvolíme složku, do které se bude ukládat námi vytvořený plošný spoj s příponou ***.MAX**. Proběhne-li vše v pořádku (Příloha B), objeví se nám na ploše rozházené součástky. V případě chyby se zobrazí výpis (Obrázek 10). V průběhu práce se budou do stejné složky ukládat i rozpracované kopie.

Chyby při vytváření pouzder:

1. Knihovna, kterou pro součástku potřebujeme, OrCAD nevidí.
2. Odlišné značení vývodů v části Capture a vývodů v knihovně Layout.
3. Název pouzdra pro danou součástku je uveden nesprávně.
4. Pro schématickou značku je zvoleno pouzdro s menším počtem nožiček. V rychlosti se to dá odstranit zvolením pouzdra s větším počtem nožiček a později změnit.



Obrázek 10 – Chyby při importu netlistu

8.4 Nastavení vrstev

U složitějších zapojení je možné kreslit cesty, případně nastavovat další vlastnosti do vrstev. Proč se určité návrhy takto kreslí, je zmíněno v úvodní části. Vrstvy se dají vybírat klikem do zeleného prostoru (Obrázek 9). Místo je označeno zeleně s nápisem TOP. V různých nastaveních, v tomtéž prostoru mohou být různé nápisy. Vlastnosti jednotlivých vrstev se dají nastavit klikem na: **Tool ► Layer ► Properties**. Toto nastavení se provede vždy na vybranou vrstvu. V našem případě TOP. Ve vlastnostech vrstev je nutné vždy zvolit **Unused Routing** (kreslení je zakázáno) a **Routing Layer** (kreslení je povoleno). V případě, že budeme chtít kreslit náš projekt celý do jedné vrstvy, je nutné, aby ve všech ostatních vrstvách bylo kreslení zakázáno. U vrstev je možné nastavit zobrazení a barvy. Okno, v němž se nastavení provádí, nalezneme přes: **Options ► Colors**.

8.5 Jak nastavit rastr?

Nastavení rastru je poměrně dost důležité. Chce si dobře promyslet a moudře zvolit typ rastru pro podmínky, zobrazení, vedení spojů, pro kovy (pájecí body), rotaci, polohy součástek a texty. Zvolené nastavení bude aplikováno na celý návrh DPS.

Rastr nastavíme klikem na **Options** a vyvoláním **Systém Setting**. Další nastavení provedeme následovně:

1. Display Units (zobrazovací jednotky) – **Mils**.
2. Display Resolution (zobrazovací rozlišení) – **1**.
3. Increment – **90**.
4. Snap (uchopení) – **0 1'**.
5. Visible grid (zobrazení mřížky) – nastavit na **50**.
6. Detail grid (texty) – nastavit na **25**.
7. Place grid (polohy součástek) – nastavit na **50**.
8. Routing grid (vedení spojů) – nastavit na **25**.
9. Via grid (prokovy) – nastavit na **0**.

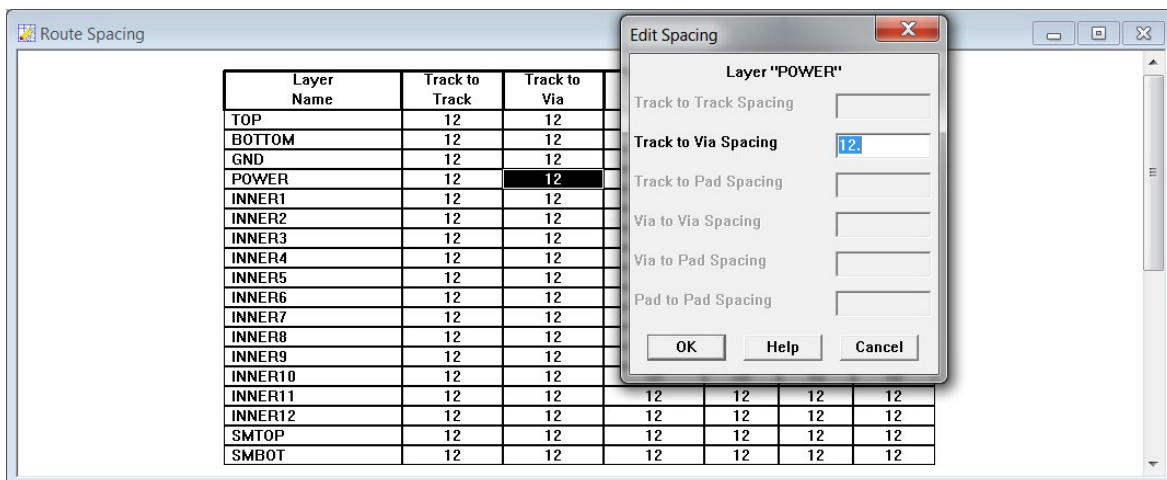
8.6 Jak nastavit pracovní plochu?

Pracovní plochu nastavíme klikem na **Options** a vyvoláním **User Preferences**. Další nastavení provedeme následovně. V User Preferences dbáme, abychom měli zaškrtnuté: **Enable Auto Pan** (automatické posouvání obrazovky), **Use Opaque Graphics** (aby aktivní vrstva byla v popředí), **Enable Copper Pour** (umožnění rozlévání mědi), **Use Poursfor Connectivity** (plošky, které jsou propojeny mědí, se už nemusí propojovat vodičem), **Activate Online DRC** (stálá kontrola pravidel návrhu), **Show Tooltips**, **Activate Auto Tool Select Mode**, **Move Free Vias With Components** a **Minimum Track Width to Display** nechat nastaveno na **0**. Nic víc nezaškrtnávat.

8.7 Izolační vzdálenosti

Plošné spoje mohou být zhotovovány v odlišných technických podmínkách. Podle prostředí, kde bude plošný spoj fyzicky zhotoven, je nutné patřičně nastavit izolační vzdálenosti (Obrázek 11). Pokud chceme plošný spoj zhotovit do jedné až dvou vrstev, je vhodné nastavit izolační vzdálenost (Track to Via Spacing) na 12mils. Nastavení provedeme klikem na: **Options ► Global Spacing**. Ve sloupcích **Track to Via** se dají údaje měnit plošně nebo jednotlivě. Pokud jde o plošný výběr, sloupec se vybere tahem při stisknutém levém tlačítku myši. Následný klik pravého tlačítka vyvolá tabulku, ve které

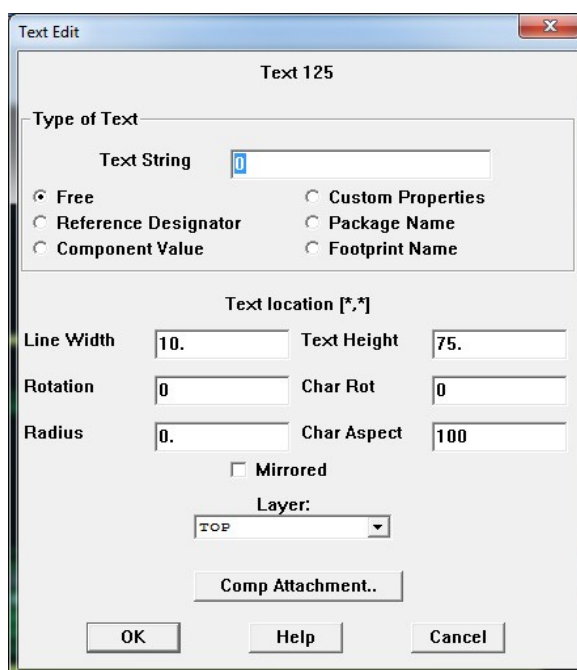
je možné údaje měnit. Pokud se však jedná o individuální změnu, postup s pravým tlačítkem se vyvolá jen na dané hodnotě.



Obrázek 11 – Nastavení izolačních vzdáleností

8.8 Psaní textů na DPS

Občas se stává, že návrhář potřebuje na DPS umístit text, např. identifikační číslo desky nebo iniciály. Okno pro tvorbu nového textu vyvoláme: **Tool ► Text ► New**. Objeví se okno (Obrázek 12). V části **Text String** píšeme námi požadovaný text. Zaškrtnutí políčko **Mirrored** nám umožňuje zrcadlit text, což je výhodné při některých technologiích výroby DPS.



Obrázek 12 – Editace textu

9 Vedení spojů

V programu Layout máme možnost volit mezi dvěma způsoby, jak vést spoje. Jsou to manuální a automatické vedení. U automatického obstarává veškerou práci počítač a dle různých kombinací vyhledává nejlepší rozmístění cest tak, aby se všechny cesty vešly na desku do námi zvoleného počtu vrstev. Naopak u manuálního vedení si musíme poradit s vlastními kombinačními schopnostmi. U složitějších realizací je volba tohoto způsobu naprosto nevhodná. Lze však kreslit část automatickým vedením a manuální použít pouze k dokreslení nebo modifikaci určité cesty. V obou případech je snaha vést cesty tak, aby nedocházelo ke křížení. Proto je vhodné volit rozmístění součástek bez zbytečného křížení vazeb. [6], [7]

9.1 Manuální vedení

U manuálního vedení spojů je třeba nejprve nastavit režim vedení spojů. Nastavení provedeme klikem na **Option** na hlavní kartě a následným výběrem **Route Setting**. Objeví se nám okno. V části **Route Mode** si zvolíme jeden z režimů vedení spojů s vlastnostmi.

Pro zobrazení nástrojů (Tabulka 5) je nutné, aby bylo aktivní tlačítko strojového prokládání spojů nebo tlačítko pro korekci aktuálně nakreslených spojů (Obrázek 9). Strojové prokládání umožňuje ruční kreslení, případně kreslení klikem na požadovaný PIN součástky. Nástroje lze vybírat klikem pravého tlačítka na spoj, se kterým se má provést úprava. Chceme-li odstranit celý návrh plošného spoje, zvolíme: **Auto ► Unroute ► Board**. Takto se odstraňuje celý návrh i v automatickém vedení.

Je možné se setkat s následujícími režimy:

1. **Add/Edit Route Mode** – jednoduché vedení spojů (Spoje jsou prokládány přesně podle zadaných instrukcí návrháře.).
2. **Edit Segment Mode** – korekce již vzniklých spojů.
3. **Shove Track Mode** – spoje jsou vedeny s plně automatickým posunem.
4. **Auto Path Route Mode** – spoje jsou automaticky prokládány.

Možné vlastnosti režimů:

1. **Snap to Grid Routing** – nastavení rastru je akceptováno spoji.
2. **Shove Components** – součástky je možné posunout.
3. **Maximize 135 Corners** – spoje jsou vedeny pod úhlem 45°.
4. **Drawing Method** – spoje je možné vést podle uživatelem definovaným úhlem.
5. **Allow Off-Grid Routing** – vedené spoje neosahují rastr.

9.2 Automatické vedení

Automatické vedení se provádí klikem na: **Auto ► Autoroute ► Board**. V úvodní části byla zmíněna důležitost manipulovat se součástkami pomocí tlačítka **manipulace s polovodiči** (Obrázek 9). Rotaci součástek je pak možné provést klikem pravého tlačítka na požadovanou součástku a vyvoláním **Rotate**.

Tabulka 5 – Nástroje pro manipulaci se spoji

End Command		skončení tažení spoje
Finish	F	automatické skončení návrhu spoje
Unroute Segment	G	odstranění jednoho segmentu
Unroute	D	odstranění jednoho spoje
Unroute Net	Alt+D	odstranění všech spojů zvoleného uzlu
Change Width	W	změna šířky nyní taženého spoje
Add Via	V	vložení prokovu
Lock/Unlock	L, Ctrl+L	uzamčení nebo odemčení spoje
Copy	Ctrl+C	kopie spoje, který je právě navrhován
Segment	S	režim manipulace se segmentem (při editování spoje)
Exchange Ends	X	prohození počátečního a koncového bodu při tažení spoje
Tack	Ctrl+T	přepojení spoje do jiného místa ve stejném uzlu
Snap To Grid		zapnutí a vypnutí rastru při vedení spojů
135/90/AnyAngle/Curve		metody pro vedení spojů
Change Via Type		změna použitého typu prokovu (lokální změna)

9.3 Nastavení rozměrů pájecích bodů

OrCAD umožňuje navrhovat rozměry pájecích bodů, případně jejich tvary. Tyto tvary a rozměry chce volit podle technických možností výroby. Např. není vhodné volit malé rozměry, pokud nebudeme mít vhodnou technologii výroby DPS, případně technologii pro osazování. Nastavení lze provést klikem na: **Tool ► Padstack ► Select From Spreadsheet**. [7]

9.4 Obrys plošného spoje

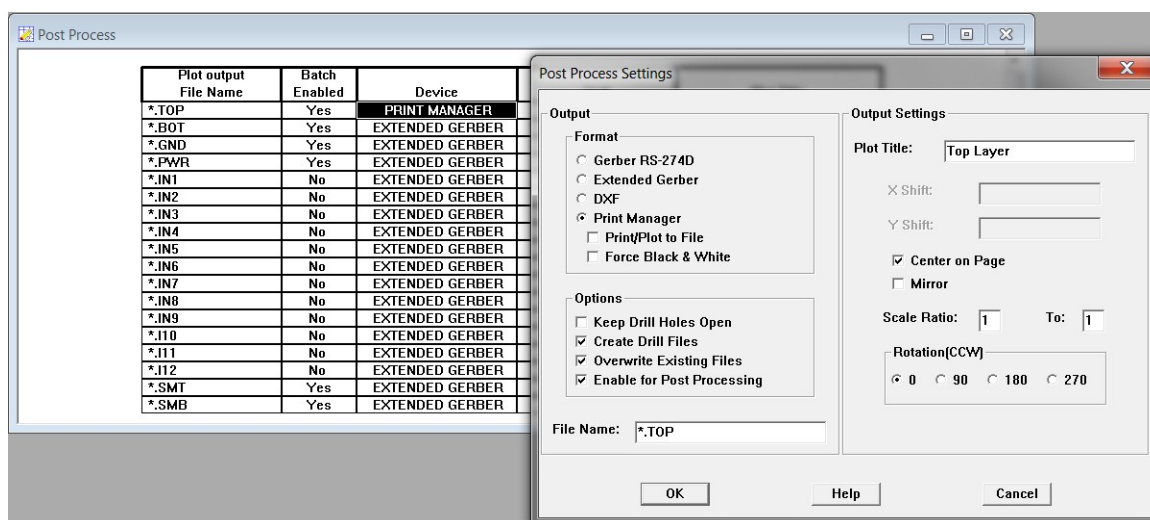
Jeho úkolem je vymezovat prostor DPS. Ohraničení je vhodné pro pozdější ořez. Pokud máme založen nový projekt, je nejprve nutné založit nový obrys: **Tool ► Obstacle ► New**. Pozdější editaci provádíme klikem: **Tool ► Obstacle ► Properties**. Objeví se okno, ve kterém je nutné nastavit **Obstacle Layer**, což je vrstva, do které návrhář umístí své ohraničení, a **Width**, jež nastavuje šířku ohraničení. [2]

10 Výstupní data

Výstupní data jsou nutnou součástí pro osazení a zhotovení DPS. Výstupy těchto dat mohou vypadat různě. Návrhář musí nastavovat jednotlivé vrstvy a vlastnosti použitých vrstev dle nastavení. Data, která jsou výstupem, mohou být generována v nejrůznějších formátech (osazování, potisk ...). Např. pro osazovací výkres zvolíme jinou vrstvu, než daný návrh plošného spoje.

10.1 Nastavení vrstev pro výstup

Nastavení vrstev (Obrázek 13) provedeme klikem na: **Options ► Post Proces Setting ► Properties ► Print Manager**. Volby **Properties** dosáhneme pravým klikem na některé zařízení – sloupec **Device** a následně volbou **Properties**.



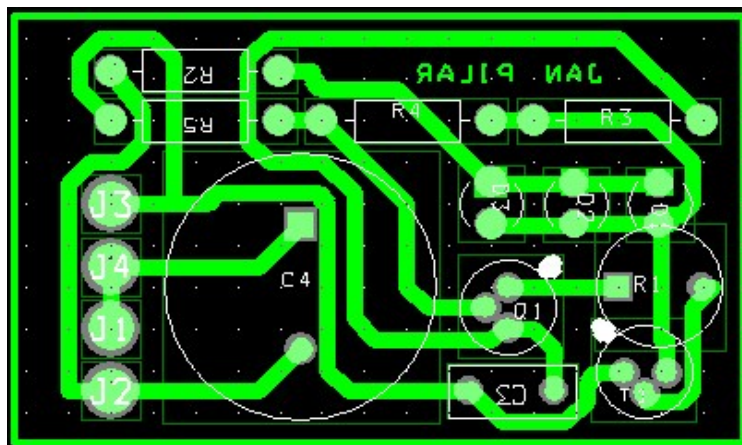
Obrázek 13 – Nastavení vrstev a jejich vlastností

10.2 Barvy pro grafické výstupy

Nastavení vrstev provedeme klikem na: **Preview ► Options ► Color**. Položku **Options** lze najít na ovládacím panelu. K volbě **Preview** se dostaneme totožným postupem jako k **Properties**. Zajímá-li nás pouze zobrazit výkres k tisku v dané vrstvě, klikneme pouze na **Preview**. Tisk v dané vrstvě zahájíme klikem na **Plot to Print Manager**, který se nachází na stejné kartě jako **Properties**.

11 Test po části Layout

V příloženém souboru **test_layout.zip** je návrh elektronického schématu z minulého bloku. Úkolem je z tohoto schématu vytvořit netlist a vytvořit z něho kompletní návrh DPS (Obrázek 14). Hotový projekt je příložen ve webové části.



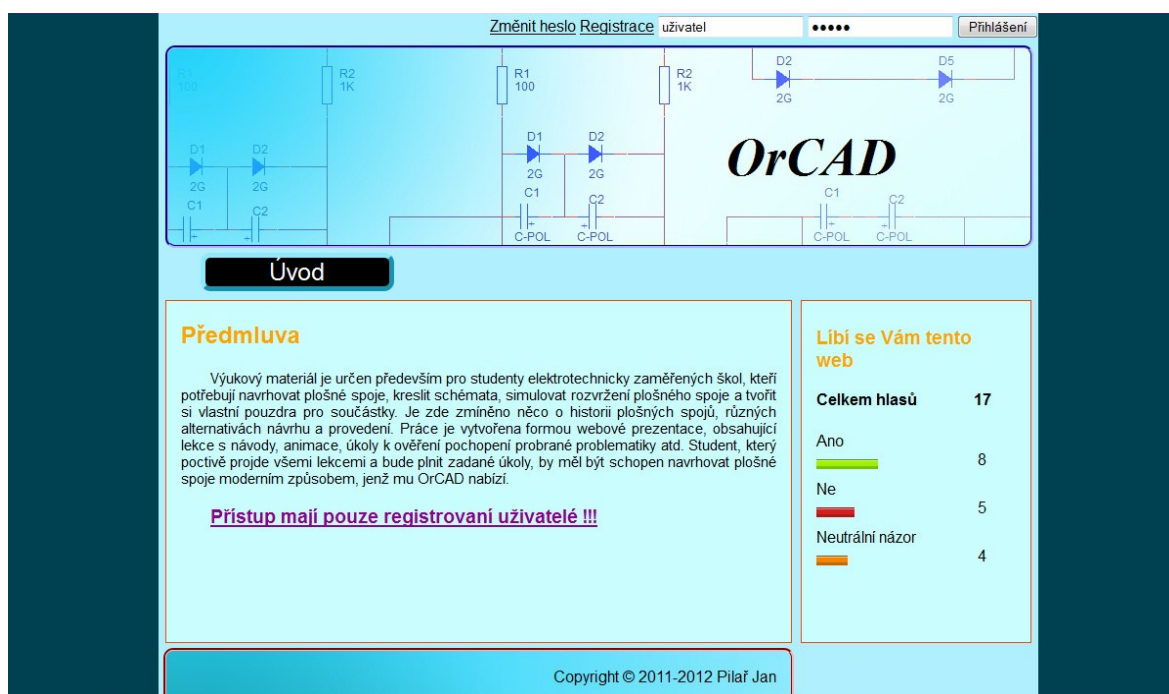
Obrázek 14 – Výstupní návrh z Layout

12 Webová část práce

Kvůli přehlednosti výukového materiálu byla vytvořena webová prezentace, která upřesňuje a shrnuje probrané kapitoly. Na rozdíl od tištěné podoby je v ní možné prezentovat praktická videa, což je velice názorné. Podobně jako v tištěné podobě i zde je výuka strukturována po lekcích, avšak pojetí je spíše praktické.

12.1 Jak to vlastně funguje?

Webová aplikace má úvodní stránku (Obrázek 15), na kterou se uživatel dostane. V horní části této stránky se můžete zaregistrovat, změnit heslo a přihlásit. Přihlášeným uživatelům bude umožněno prohlížet obsah stránek, stahovat soubory, psát chat a email správci. Všichni uživatelé mají možnost hodnotit obsahovou i grafickou podobu stránek.

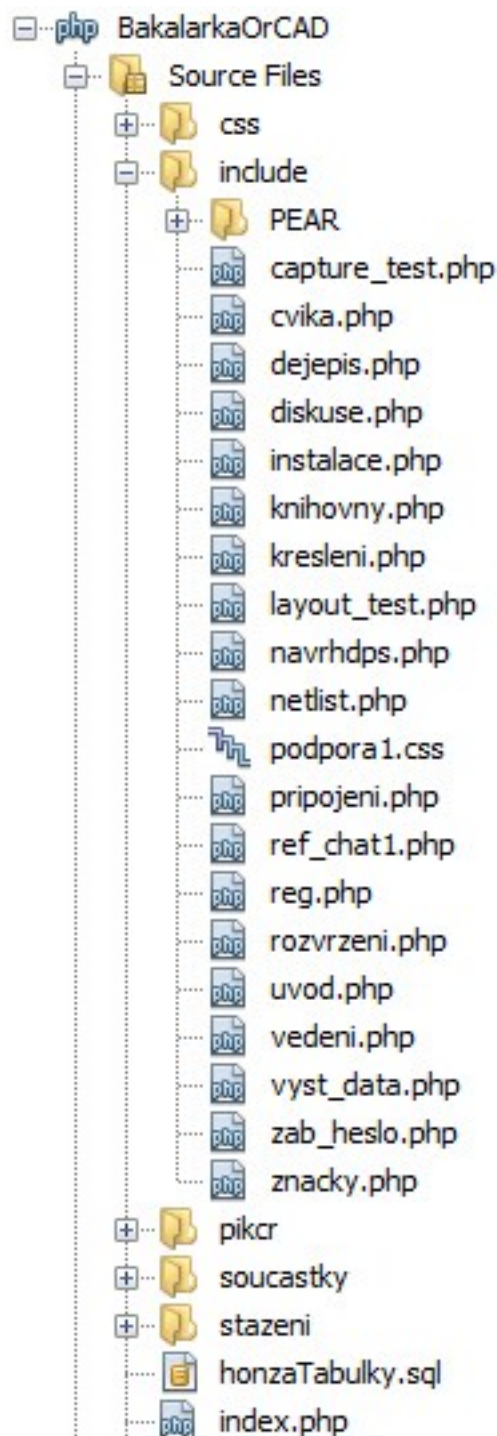


Obrázek 15 – Ukázka webové aplikace

Podstatu webové aplikace popisují diagramy:

1. Activity diagram pro anketu (Příloha C).
2. Usecase diagram (Příloha D).
3. Class diagram pro odesílání emailu (Příloha E).
4. Class diagram pro aplikaci (Příloha F).
5. Rich Picture diagram (Příloha G).

13 Část v NetBeans



13.1 CSS

Tento adresář obsahuje grafický podklad pro statistiku – *bar 1.gif*, *bar 2.gif* a *bar3.gif*. Pozadí a obrázek hlavičky na webu – *obr.jpeg*. Soubor *podpora.css* obsahuje jednotlivé styly a stará se o vizuální efekt.

13.2 Pikcr a soucastky

Zde jsou uloženy veškeré obrázky, které byly na webu použity jako část prezentace.

13.3 Stazeni

Zde jsou uloženy veškeré soubory, které jsou na webu k dispozici ke stažení.

13.4 Include

Zde jsou uloženy veškeré části webu, jako jsou jednotlivé stránky (registrace, chat, diskuse, lekce, ...). Adresář PEAR zajišťuje fungování webového emailu.

13.5 Výběr klíčových částí

Mezi podstatné části práce patří:

1. **Cvika.php** – zde jsou obsaženy veškeré materiály ke stažení.
2. **Diskuse.php** – v této části je nastavení emailu a diskuse.
3. **Lekce.php** – tato část obsahuje lekce o OrCADu.
4. **Pripojeni.php** – zajišťuje propojení s databázovým serverem.
5. **Reg.php** – zajišťuje registraci.
6. **Uvod.php** – stránka, která se zobrazí všem (i neregistrovaným uživatelům).

14 Databázová část práce

Pro databázovou část práce byl zvolen databázový server Oracle10g. Jedná se o poměrně rozsáhlý a kvalitní systém. Jeho využití je celkem široké. Nachází uplatnění například v bankách, u Českých drah a v mnoha dalších institucích. Pro svůj návrh jsem využíval okleštěnou verzi omezenou asi na 25 tabulek. S tabulkami se dá na serveru pracovat buď pomocí webového rozhraní, nebo pomocí klienta, kterým může být SQLdeveloper. Ve velkých společnostech může obsahovat i několik stovek tabulek. Existují i jiné databázové systémy např. od švédské firmy MySQL, na který časem také přejdu. [8]

14.1 Podstatné části kódu

Tabulka 6 – Ukázky důležitých částí z kódu PHP

<pre>session_start(); // zapne session</pre>
<pre>ini_set('display_errors', 0); // skryje php chyby</pre>
<pre>if (!isset(\$_SESSION["pripojen"])) { // ověří přihlášení uživatele \$_SESSION["pripojen"] = FALSE; }</pre>
<pre>date_default_timezone_set("Europe/Berlin"); // nastaví datum if (!isset(\$_SESSION["uz_je"])) { \$_SESSION["uz_je"] = false; }</pre>
<pre>include_once './include/pripojeni.php'; // připojení a odhlášení webu vůči databázi if (isset(\$_POST['odhlaseni'])) { \$_SESSION["pripojen"] = FALSE; \$_SESSION["id_uziv"] = null; \$_SESSION["uziv"] = ""; \$_SESSION["uz_je"] = false; }</pre>
<pre>\$host = \$_SERVER['HTTP_HOST']; // přesměrování při přihlášení \$uri = rtrim(dirname(\$_SERVER['PHP_SELF']), '/\'); \$extra = 'index.php?set=' . \$set; header("Location: http://\$host\$uri/\$extra");</pre>
<pre><title>Předchůdci PC</title><!-- zobrazí hlavičku, html kód--></pre>
<pre>if (isset(\$_POST['prihlaseni']) && (!\$_SESSION["pripojen"])) { //zobrazí chybové hlášení echo "<p class='warning0'> Zadaný Login a Heslo neexistuje! </p>"; }</pre>
<pre><?php \$user = 'stxxxx'; // zajišťuje připojení do databáze \$pass = 'xxxx'; // heslo \$host = 'sql101.upceucebny.cz/oracle10'; \$charset = 'UTF8'; \$c = oci_connect(\$user,\$pass,\$host,\$charset); if (!\$c){ echo 'Nepovedlo se navázat spojeni s DB'; // zobrazí chybové hlášení při připojení \$e = oci_error(); var_dump(\$e);</pre>

```

}
?>
if (!empty($_POST['login'])) { // ověření všech polí
    $login = $_POST['login'];
} else {
    $tab1 = true;
    $messageNapiste = "Nejsou vyplněna všechna pole";
}
if (!empty($_POST['zvire'])) { //ověření zvířete
    $zvire = $_POST['zvire'];
} else {
    $tab2 = true;
    $messageNapiste = "Nejsou vyplněna všechna pole";
}
if (!empty($_POST['heslo'])) { // ověření hesla
    $heslo = $_POST['heslo'];
} else {
    $tab3 = true;
    $messageNapiste = "Nejsou vyplněna všechna pole";
}
$messageNapiste = "Zmeneno heslo u id: $UzID"; //zajistí změnu hesla
switch ($vol) { // anketa
    default :
        case 1:
            $date = date("d.m.y");
            $stid = oci_parse($c, "insert into
anketa(id_ankety,ID_vytvoritele,datum_vytvoreni,zaznam) values
(1,1,TO_DATE('$date','DD.MM.YY'),1)");
oci_execute($stid);
oci_commit($c);
            echo '1';
        break;
        case 2:
            $date = date("d.m.y");
            $stid = oci_parse($c, "insert into
anketa(id_ankety,ID_vytvoritele,datum_vytvoreni,zaznam) values
(1,1,TO_DATE('$date','DD.MM.YY'),2)");
oci_execute($stid);
oci_commit($c);
            echo '2';
        break;
        case 3:
            $date = date("d.m.y");
            $stid = oci_parse($c, "insert into
anketa(id_ankety,ID_vytvoritele,datum_vytvoreni,zaznam) values
(1,1,TO_DATE('$date','DD.MM.YY'),3)");
oci_execute($stid);
oci_commit($c);
            echo '3';
        break;
        case 4:
            $date = date("d.m.y");
            $stid = oci_parse($c, "insert into
anketa(id_ankety,ID_vytvoritele,datum_vytvoreni,zaznam) values

```

```
(1,1,TO_DATE('$date','DD.MM.YY'),4)");
oci_execute($stid);
oci_commit($c);
    echo '4';
break;
}
```

15 Syntaxe některých použitých databázových objektů

15.1 Indexy

```
CREATE INDEX Honza.Index6 ON Honza.Pocitadla (id_pocitadla)
/
CREATE INDEX Honza.Index7 ON Honza.Pocitadla (id_login,id_uzivatel)
/
CREATE INDEX Honza.Index8 ON Honza.Pocitadla (vyber)
/
CREATE INDEX Honza.Index4 ON Honza.Obrazky_stranky (ID_textu-stranky)
/
```

15.2 Tabulky

```
CREATE TABLE Honza.Pocitadla(
id_pocitadlaNumber NOT NULL,
vyber Number,
id_uzivatelNumber NOT NULL,
id_loginNumber NOT NULL
)
/
CREATE TABLE Honza.Anketa(
id_anketaNumber NOT NULL,
cislo_volbyNumber,
id_uzivatelNumber NOT NULL,
id_loginNumber NOT NULL
)
/
```


15.3 Příklady sekvencí pro indexování tabulek

```
CREATE SEQUENCE Honza.seq_login
INCREMENT BY 1
START WITH 1
NOMAXVALUE
NOMINVALUE
NOCACHE
/
```

```
CREATE SEQUENCE Honza.seq_obrazky_stranky
INCREMENT BY 1
START WITH 1
NOMAXVALUE
NOMINVALUE
NOCACHE
/
```

```
CREATE SEQUENCE Honza.seq_emails
INCREMENT BY 1
START WITH 1
NOMAXVALUE
NOMINVALUE
NOCACHE
/
```

15.4 Triggery (spouštěče pro automatické číslování primárních klíčů v tabulkách)

```
CREATE TRIGGER Honza.triger_pocitadla
BEFORE INSERT
ON Honza.Pocitadla
FOR EACH ROW
BEGIN
selectseq_pocitadla.nextvalinto :new.id_pocitadlafromdual;
END
/
```

```
CREATE TRIGGER Honza.triger_archiv
BEFORE INSERT
ON Honza.Archiv
FOR EACH ROW
BEGIN
selectseq_archiv.nextvalinto :new.id_archyvfromdual;
END
/
```

15.5 Procedura pro vkládání uživatele

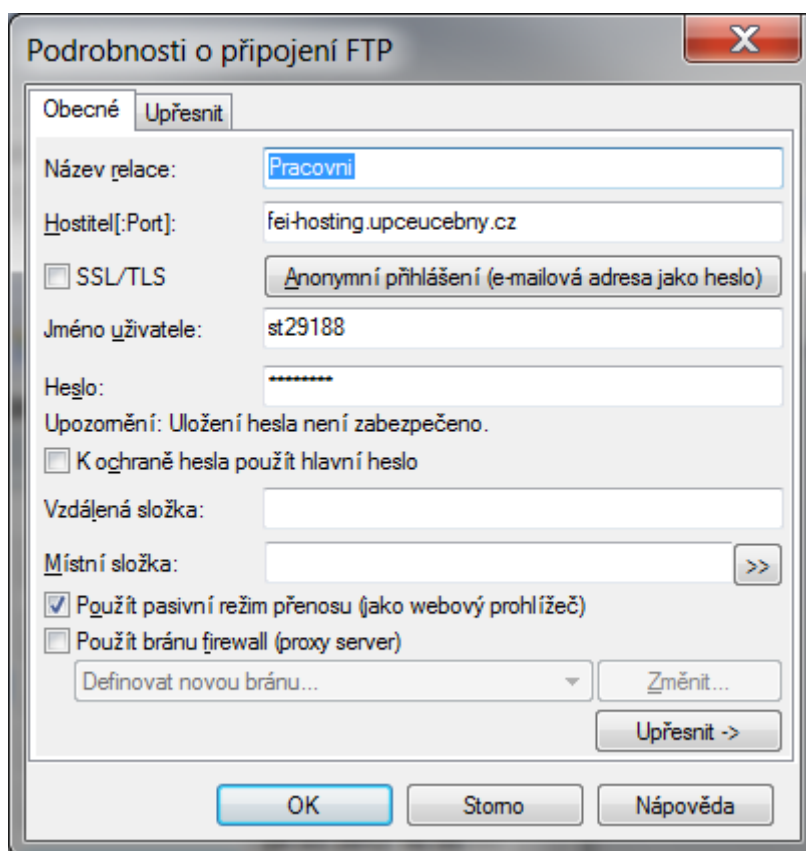
```
CREATE PROCEDURE Honza.vlozitUzivatele(Tlogin in Varchar2,  
Tpass in Varchar2,  
Tzvire in Varchar2,  
jmeno in Varchar2,  
prijmeni in Varchar2)  
as  
begin  
declare  
  
cislo NUMBER;  
BEGIN  
    insert intologin(login,pass,zvire) VALUES (Tlogin,Tpass,Tzvire) return id intocislo;  
    insert intouzivatel(jmeno,prijmeni,id_login,id_adresa)  
    VALUES (Tjmeno,Tprijmeni,cislo,null) ;  
    insert intoPlatny_Login(platny,id_login)  
    VALUES ("0",cislo);  
END ;  
end vlozitUzivatele;  
/
```

16 Hosting webové prezentace

Na webovou prezentaci je možné přistoupit pomocí následující adresy:

<http://orcad.kvalitne.cz/>

Spravovat webovou prezentaci lze dvojitým způsobem. Buď pomocí webového rozhraní, vytvořeného daným hostingovým centrem, nebo pomocí klientů, komunikujících přes FTP. S oblibou využívám klienta Total Commander. Na následujícím obrázku (Obrázek 16) je příklad jeho nastavení.

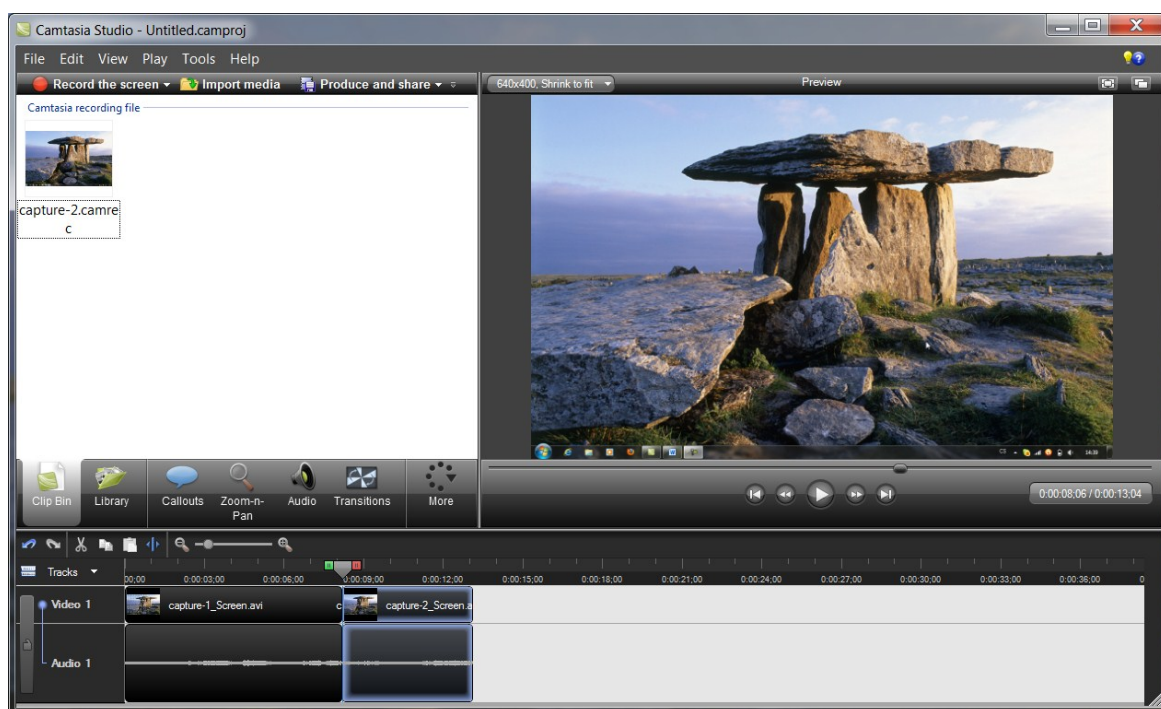


Obrázek 16 – Příklad nastavení Total Commanderu

17 Videá u podstatných částí práce

Dlouho jsem bádá nad tím, jak zhotovovat videa. Nakonec se mi to podařilo pomocí programu Camtasia Studio ve verzi 7.1.0 (Obrázek 17), jenž mi velice usnadnil práci. Jedná se o pohodlný program, umožňující snímat obrazovku počítače v různých kvalitách a následně upravovat a poskytovat videa např. na YouTube.

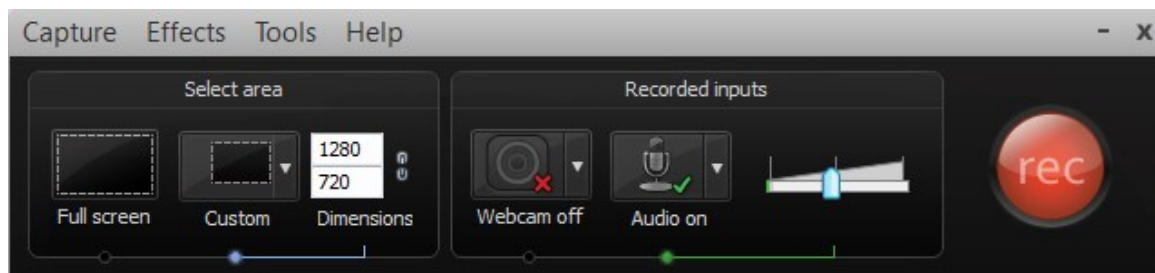
Orientace v programu je velice snadná i pro uživatele, kteří neumí anglicky, díky standardizovaným ikonám. Pravá horní část programu slouží pro práci s videem. Levá část nabízí soubory pro práci se zachycenými videi. Do takto načteného videa můžeme přidávat různé efekty, případně texty. Dolní část obsahuje časovou osu našeho videa se změnami, které jsme během práce provedli. Program umí nahrávat videa dokonce i v HD kvalitě. Před vytvořením nahrávky má uživatel možnost zvolit, zda bude nahrávat zvuk, případně jaká část obrazovky bude snímána (Obrázek 18). Samotné nahrávání jsem realizoval pomocí výřezu obrazovky v HD rozlišení, protože možnost nastavení rozlišení obrazovky mi neumožnilo nastavit rozlišení 1280 x 720 px (HD).



Obrázek 17 – Prostředí Camtasia Studio 7.1.0

17.1 Uložení na YouTube.com

Videa, která byla v prostředí Camtasia pořízena, bylo třeba někde uložit. Jako nejvhodnější uložení jsem si zvolil YouTube. Jedná se o celosvětové a největší uložení hudby a videí. Uživatelé mají možnost jednotlivá videa hodnotit a komentovat, což je jeden z důvodů, proč jsem toto uložení zvolil. Délka videí se pohybuje okolo 10 minut. Takto uložená videa si následně vložím přímo do své stránky a to díky skvělému prohlížeči, jež YouTube nabízí.



Obrázek 18 – Nahrávací panel

Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit ucelený studijní materiál, který má posluchače uvést do problematiky moderních návrhů plošných spojů pomocí výpočetní techniky. Během několika podkapitol dvou hlavních bloků, které tvoří Capture a Layout, se student má možnost seznámit s informacemi, jež tvoří velkou část práce. Po skončení bloku následuje práce, která by měla otestovat získané znalosti. Hlavní důraz byl kladen na multimediální ukázky a vývoj příložených souborů. V tabulkách obsahujících jednotlivé značky bylo cílem seznámit návrháře s tím, co vlastně kreslí.

V části, kde dochází ke kreslení plošného spoje, jsem se pokoušel na multimediální ukázce nastínit různé alternativy manipulace s jednotlivými součástkami, což považuji za velice přínosné a užitečné, stejně jako realizaci vícevrstevných plošných spojů v části Layout. V technické dokumentaci není však možné zobrazit a ukázat úplně všechny části práce. Proto doporučuji zhlédnout příložená videa v praktické části práce.

Webová a částečně databázová část práce byla nejtěžší. Hlavně vymyslet způsob, jak co nejpřehledněji a efektivněji editovat aplikované informace. Od databázové části aplikace jsem očekával získání názorů o daném projektu spolu s přehledem o uživatelích, jež projekt využívají. Databázová část je navržena tak, aby dostatečně vyhovovala charakteru a významu práce.

Hlavní přínos této práce vidím v aplikaci OrCAD, protože jak už bylo zmíněno na začátku, plošné spoje jsou prostě všude kolem nás. Stále bude potřeba navrhovat DPS, zhotovovat nová složitější zařízení. Doby, kdy k návrhu plošného spoje stačila tužka a papír, jsou už dávno pryč a programů, které navrhování umožňují, není mnoho a většinou se jedná o publikace v cizím jazyce, čímž nejsou pro část technické veřejnosti použitelné.

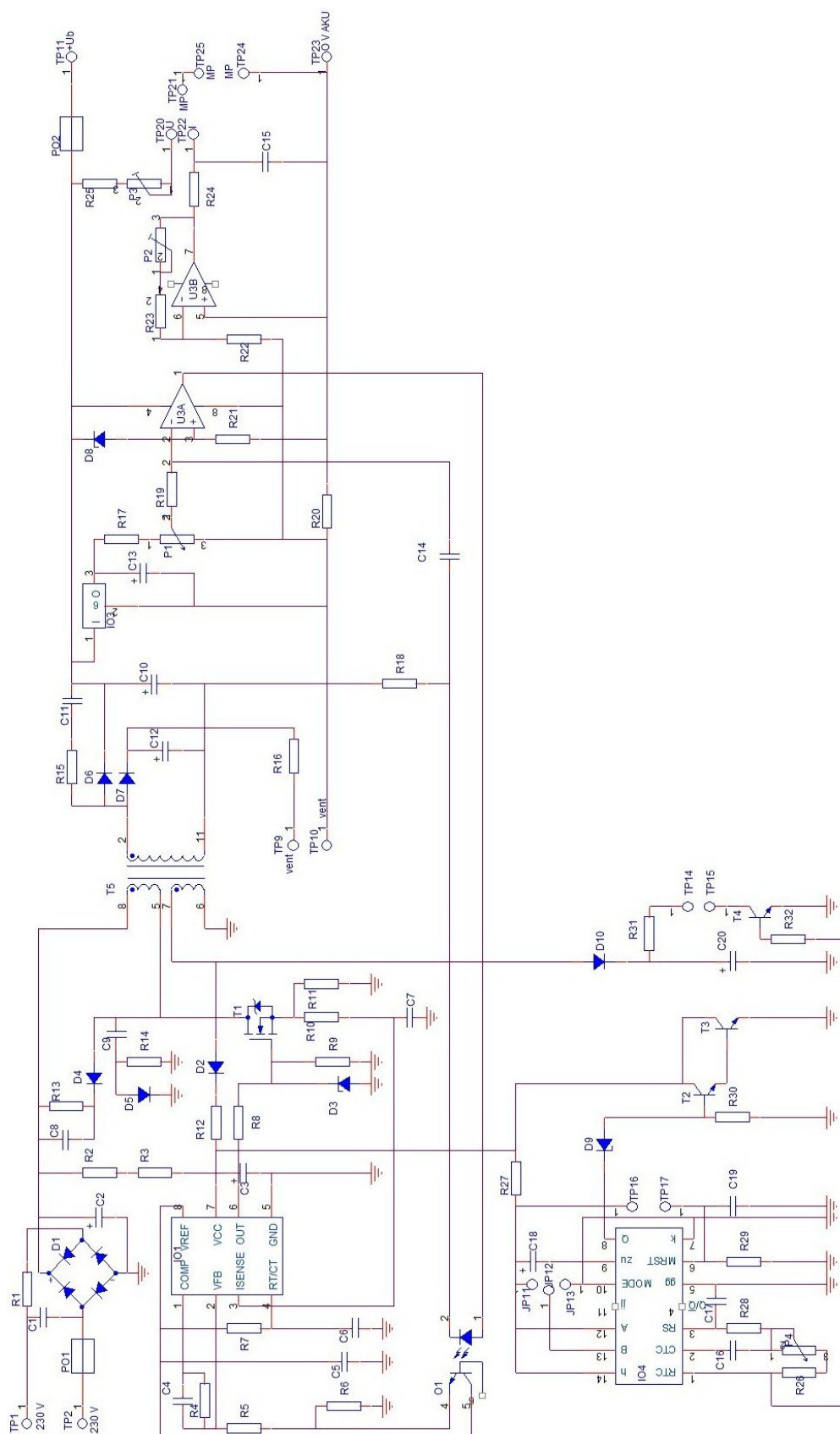
Během minulého studia jsem se zabýval klasickou elektronikou (rádia, televize, ...) a složením těchto zařízení, proto jsem si toto téma zvolil – mám k tomu poměrně blízko. Své dřívější znalosti jsem se snažil maximálně aplikovat, aby dílo mělo hlubší význam. Jistě by se našla spousta dalších klávesových zkratk a možností, jak s programem OrCAD pracovat, ale vzhledem k rozsahu práce je nemožné popsat a znát naprosto vše.

Věřím, že Vás kreslení plošných spojů neodradí a snadno zvládnete nakreslit jakýkoli plošný spoj, který Vám bude zadán ať už s vlastní pomocí nebo pomocí elektronického průvodce, či jiných užitečných zdrojů.

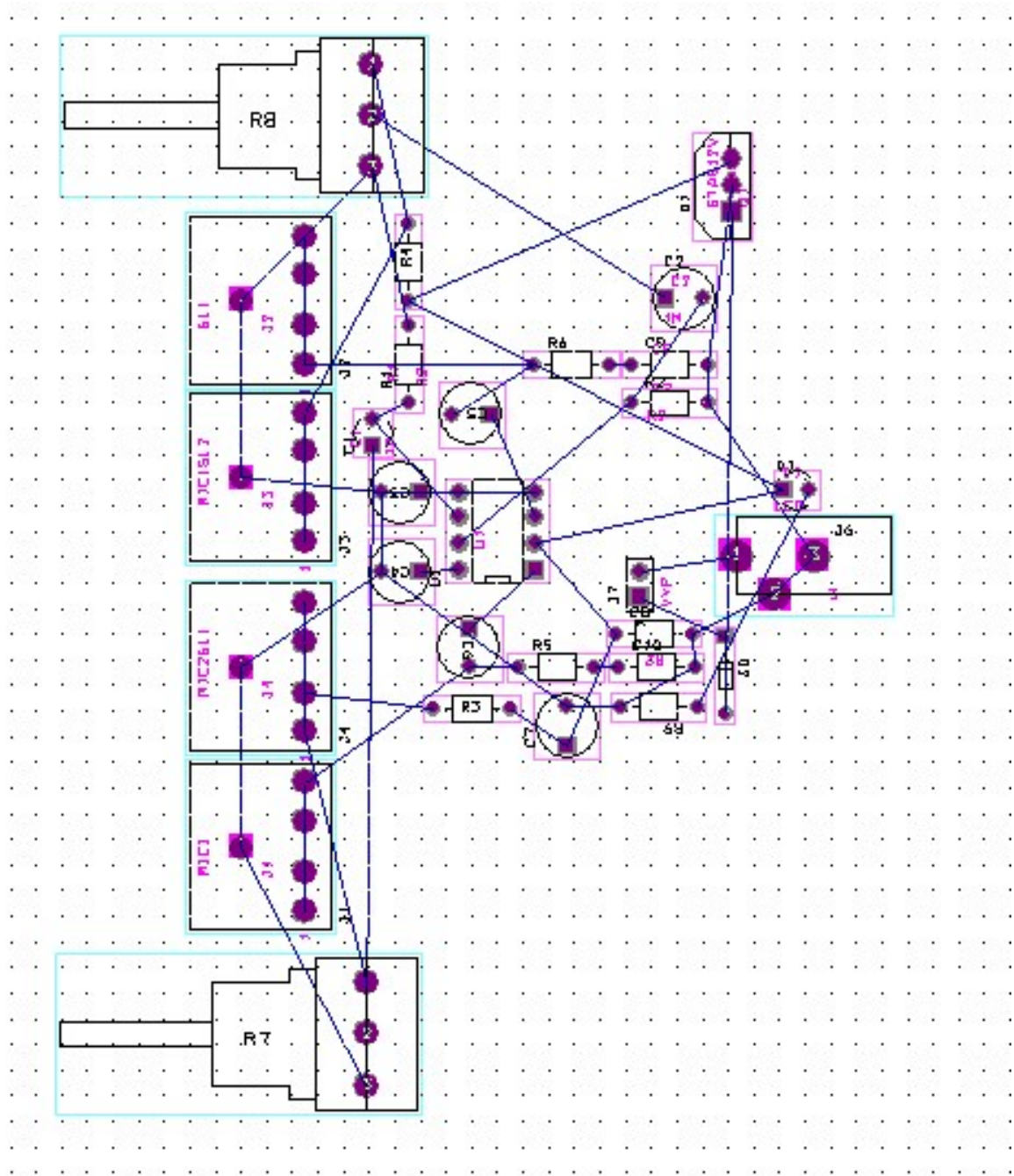
Literatura

- [1] **TAUFER, Ivan, Josef KOTYK a Milan JAVŮREK.** *Jak psát a obhajovat závěrečnou práci: bakalářskou, diplomovou, rigorózní, habilitační.* Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2009, 40 s. ISBN 978-807-3951-573.
- [2] **ZÁHLAVA, Vít.** *Návrh a konstrukce desek plošných spojů: principy a pravidla praktického návrhu.* 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2010, 123 s. ISBN 978-80-7300-266-4.
- [3] **ZÁHLAVA, Vít.** *OrCAD pro Windows: praktický průvodce návrháře.* 1. vyd. Praha: Grada, 1999, 121 s. ISBN 80-716-9876-8.
- [4] **ZÁHLAVA, Vít.** *OrCAD 10.* Vyd.1. Praha: Grada, 2004, 224 s. ISBN 80-247-0904-X.
- [5] **SOBOTA, Branislav.** *Abeceda OrCADu: praktický průvodce návrháře.* 1. vyd. České Budějovice: KOPP, 1994, 189 s. ISBN 80-901-3423-8.
- [6] **MITZNER, Kraig.** *Complete PCB design using OrCAD capture and PCB editor.* 1. vyd. Amsterdam: Newnes, 2009, 471 s. electricalengineering/circuit design. ISBN 978-0-7506 8971-7.
- [7] **ŠANDERA, Josef.** *Návrh plošných spojů pro povrchovou montáž.* 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2006, 270 s. ISBN 80-730-0181-0.
- [8] **LACKO, Ľuboslav.** *PHP 5 a MySQL 5: hotová řešení.* Vyd. 1. Brno: ComputerPress, 2007, 320 s. ISBN 978-80-251-1695-1.
- [9] **LUBBERS, Peter, Brian ALBERS a Frank SALIM.** *HTML5: programujeme moderní webové aplikace.* Vyd. 1. Brno: ComputerPress, 2011, 304 s. ISBN 978-80-251-3539-6.
- [10] **OrCAD.** In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): WikimediaFoundation, 15. 4. 2012 [cit. 2012-04-22]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/OrCAD>.
- [11] **HEJTMÁNEK, Vladimír.** Nabíječka olověných akumulátorů. *A Radio - Praktická elektronika.* Praha: AMARO spol. s r. o., 1996, I/1996, č. 4, s. 8-11. ISSN 1211-328x.

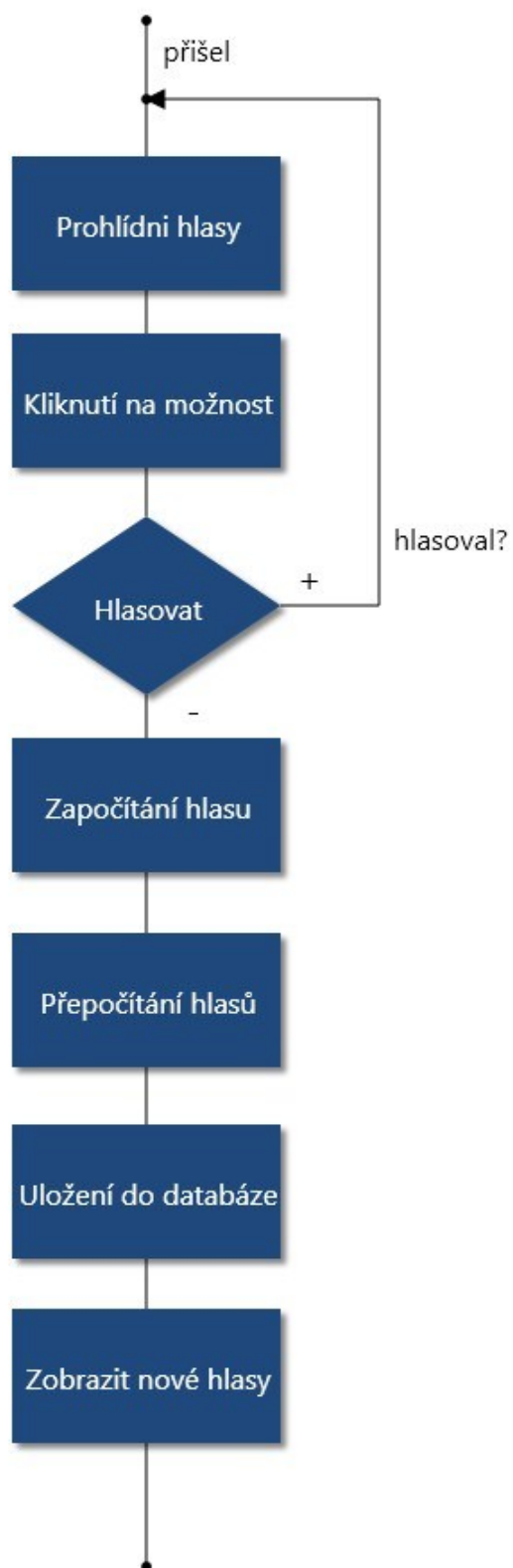
Příloha A – Samostatná práce po části Capture



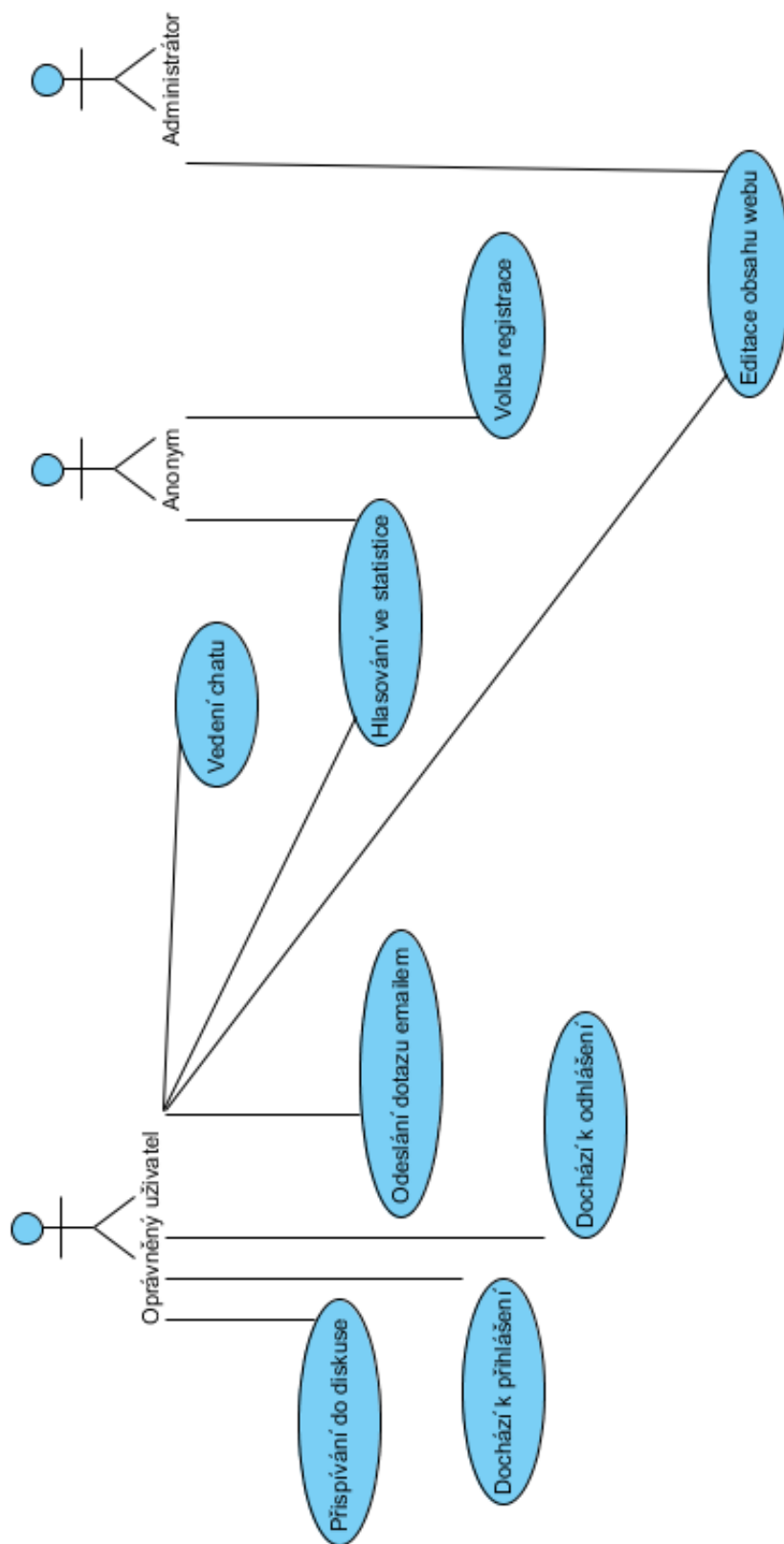
Příloha B – Správně převedený netlist nehlásící chyby



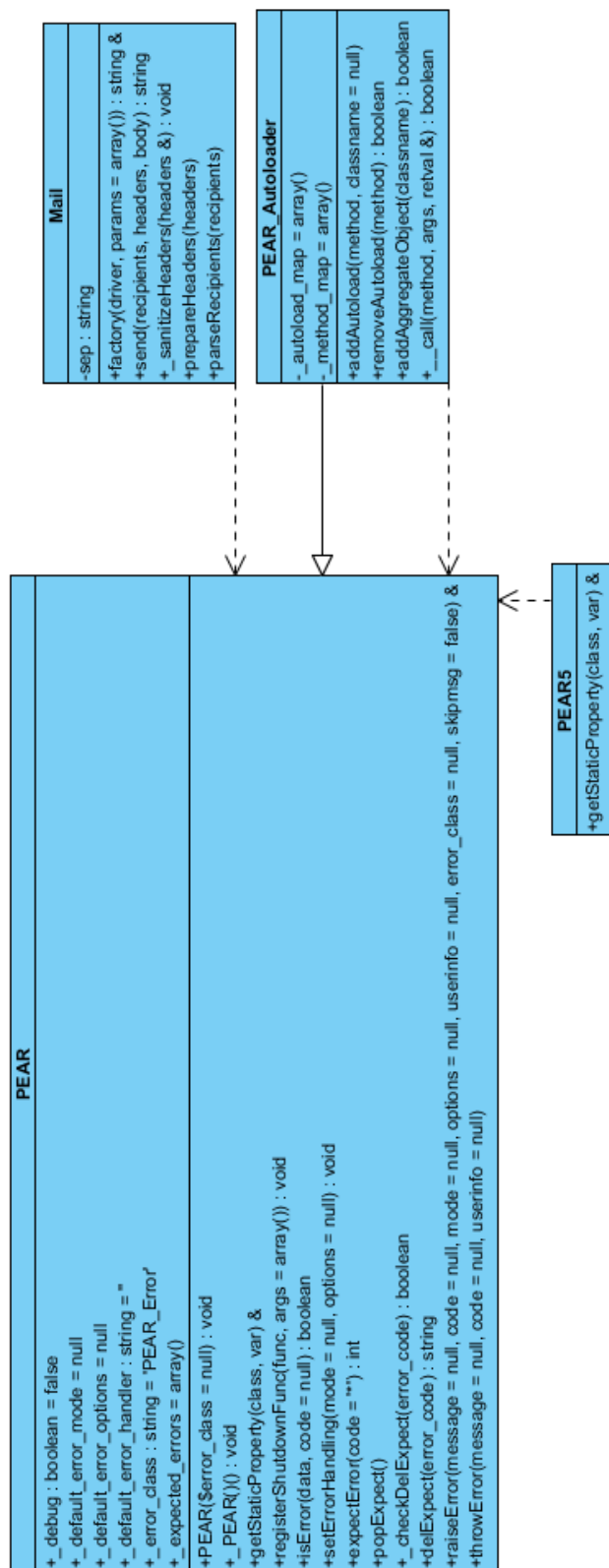
Příloha C – Diagram aktivit pro anketu



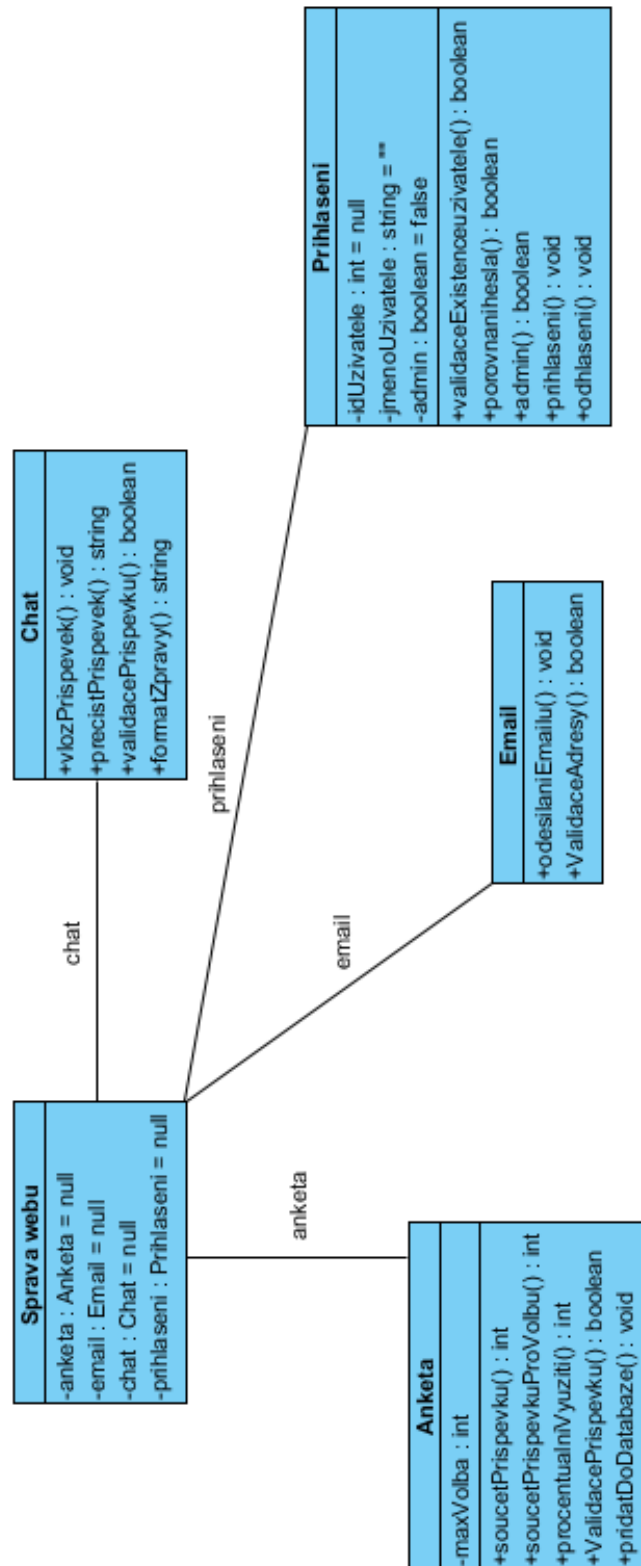
Příloha D – Diagram případů užití



Příloha E – Diagram tříd pro odesílání emailu



Příloha F – Diagram tříd pro aplikaci



Příloha G – Vyjádření problémové situace

