

UNIVERZITA PALCKÉHO V OLOMOUCI  
Pedagogická fakulta  
Katedra technické a informační výchovy

**LUKÁŠ PROVAZNÍK**  
IV. ročník - prezenční studium

Obor: Speciální pedagogika a učitelství technické  
a informační výchovy pro 2. stupeň ZŠ

**VYUŽITÍ STAVEBNICE ČÍSLICOVÉ TECHNIKY VE VÝUCE NA ZŠ**  
Diplomová práce

Vedoucí práce:  
doc. Ing. Čestmír Serafín, Dr. Ing-Paed.

OLOMOUC 2010

Prohlašuji, že tuto diplomovou práci jsem vypracoval samostatně a použil jsem v ní je uvedených pramenů a literatury.

V Olomouci dne 14. 4. 2010

.....  
Lukáš Provazník v.r.

Děkuji doc. Ing. Čestmíru Serafínovi, Dr. Ing-Paed.,  
za odborné vedení mé diplomové práce i přínosné rady  
a podněty pro její vypracování.

Chtěl bych také poděkovat Monice Slábové, Bc. Petru  
Fojtíkovy a svým rodičům za jejich podporu a rady.

## Obsah

1	Úvod .....	6
2	Elektrotechnická stavebnice .....	9
2.1	Základní pojmy.....	11
3	Kategorizace a vlastnosti elektrotechnických stavebnic .....	16
3.1	Dle oblasti využití.....	16
3.2	Dle pokročilosti uživatele.....	17
3.3	Dle úrovně vzdělání.....	17
3.4	Dle využití ve výuce.....	18
3.5	Dle počtu oblastí, které stavebnice pojímá.....	19
3.6	Dle využitelnosti a dalšího rozšiřování prvků (koncepce stavebnice) .....	19
3.7	Dle konstrukčního uspořádání.....	20
3.8	Dle zaměření na oblast elektrotechniky.....	21
3.9	Dle proudové zatížitelnosti použitých prvků.....	22
3.10	Dle reálnosti součástek a obvodů .....	23
3.11	Dle umístění součástek .....	24
3.12	Dle typu provedení spojů mezi prvky stavebnice .	26
3.13	Dle výrobce .....	26
4	Význam elektrotechnické stavebnice pro obecně technické vzdělávání .....	28
4.1	Elektrotechnická stavebnice jako učební pomůcka.	33
4.2	Model a modelování.....	37
4.3	Technická představivost, technické myšlení a technická tvořivost .....	39
4.4	Technický úkol.....	42
4.5	Technický experiment.....	46
5	Uplatnění stavebnice číslicové techniky ve výuce na základní škole .....	49

5.1	Číslicová technika.....	51
5.2	Možnosti uplatnění vyplývající z Rámcového vzdělávacího programu (RVP) .....	57
6	Vymezení učiva oblasti Číslicová technika a jeho integrace systému vzdělávání .....	65
6.1	Didaktická transformace vzdělávacího obsahu zaměřeného na číslicovou techniku .....	66
6.2	Integrace tématického celku Číslicová technika do Školního vzdělávacího programu (ŠVP) .....	70
7	Návrh stavebnice číslicové techniky .....	76
8	Závěr .....	79
	Použitá literatura a prameny .....	82
	Anotace diplomové práce .....	71
	Resumé .....	71
	Přílohy .....	72

## 1 Úvod

Stavebnici číslicové neboli digitální techniky jako specifické oblasti elektrotechnických stavebnic jsem si pro svou diplomovou práci ne zvolil náhodně. Tématikou elektrotechnických stavebnic se zabývám již od dob základní školy, kdy jsem se s nimi poprvé setkal a kdy ve mně vzbudily zájem o elektroniku, která se stala mým koníčkem.

Ve školním prostředí základní školy jsem se setkal nejprve s elektrotechnickými stavebnicemi MEZ elektronik 01 a 02, které mne přiměly zajímat se o slaboproudou elektrotechniku. Později jsem přišel do kontaktu i s Elektromontážní soupravou, která byla ovšem zaměřena spíše na bytovou elektroinstalaci, tedy na silnoproudou elektrotechniku. V domácím prostředí jsem jako elektroamatér několikrát pracoval s jednoúčelovými (monotematickými) pájenými hobby stavebnicemi různého zaměření.

Během studia na střední průmyslové škole elektrotechnické jsem narazil na obor elektronika. Na ní mě nejvíce zaujala část nazývajícím se číslicová technika. Velmi mě překvapilo, jak snadno se dá do tajů číslicové techniky proniknout i bez větších znalostí elektroniky. V podstatě nejsložitější věcí bylo osvojit si několik málo zákonů tzv. Booleovy algebry.

Číslicová technika se stala základem moderních elektronických řídicích a počítačových systémů. S digitální technikou se setkáváme u ovládaní domácích

spotřebičů, u audiovizuální techniky a samozřejmě u hardwaru osobních počítačů.

Byla to právě atraktivita číslicové techniky, její všudypřítomnost kolem nás a nenáročnost na znalosti v oboru elektroniky, které mě přivedly na myšlenku navrhnout a vytvořit stavebnici číslicové techniky pro žáky základní školy a pokusit se najít pro ní uplatnění ve výuce obecně technických předmětů na základní škole. S faktem, že číslicová technika je spojnicí mezi elektronikou a informatikou, vyvstává otázka nedalo-li by se stavebnici číslicové techniky uplatnit i při výuce informatiky.

Než se však pokusím nalézt na toto odpověď budu se zabývat stavebnicemi obecně. Proniknu tím do systému stavebnic, v něm naleznu pevné místo elektrotechnických stavebnic v systému vzdělávání. Vysvětlím řadu pojmů souvisejících s tímto typem stavebnic.

Stavebnice, ty elektrotechnické nevyjímaje, mají v našem vzdělávání dlouhou tradici, což se projevuje i na množství stavebnic s nimiž se můžeme setkat. Kategorizace elektrotechnických stavebnic podle určitých znaků nám tedy usnadní orientaci v množství dovezených i u nás vyrobených stavebnic.

Dále se zaměřím na elektrotechnickou stavebnici jako na učební pomůcku či didaktickou hračku. Pokusím se nastínit v čem je její význam a přínos pro obecně technické vzdělávání.

V poslední části se pak chci zabývat Rámcovém vzdělávacím programem pro základní vzdělávání a možnostmi uplatnění poznatků číslicové techniky, které by si žáci

měli osvojit během práce se stavebnicí. Možnost uplatnění budu hledat ve vzdělávacích oblastech Člověk a svět práce a Informační a komunikační technologie. Pakliže vhodně možnosti naleznu, navrhnu jak zapojit učivo číslicové techniky do školního vzdělávacího programu. Důležitým momentem poslední části bude didaktická transformace informačního obsahu technického oboru číslicová technika, z níž vyplyne základ pro návrh stavebnice číslicové techniky určené pro poměry výuka na ZŠ.

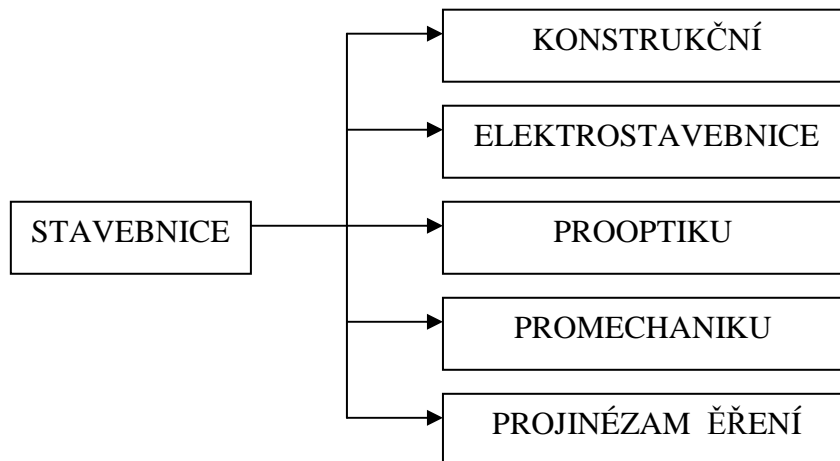


## 2 Elektrotechnická stavebnice

Téma stavebnice číslicové techniky sebou přináší celou škálu pojmů, které je potřebné uvést, vysvětlit a případně tyto termíny systematicky kategorizovat.

Začněme právě pojmem **stavebnice**. Obecnou definici tohoto pojmu můžeme nalézt ve stručném slovníku didaktické techniky a učebních pomůcek, kde je stavebnice definována jako „sada předmětů určených k sestavování, případně spojování do určitých celků a k jejich demontáži“ (5, s.111).

Abychom se dostali od příliš obecného pojmu stavebnice k tématicky velmi úzkému pojmu stavebnice číslicové techniky, musíme si stavebnice uspořádat. Vhodným kritériem, podle něhož uspořádání můžeme provést, je tématické zaměření stavebnice.



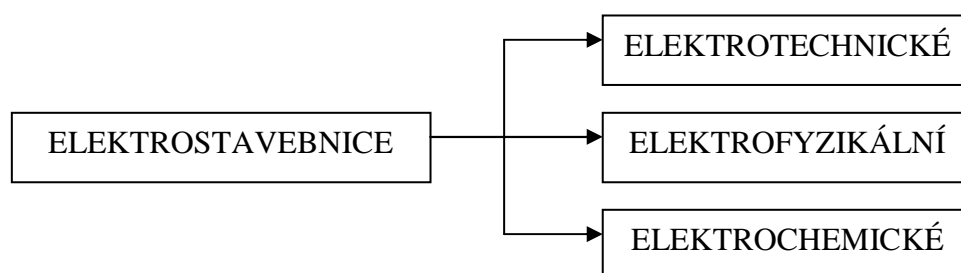
Obrázek 2.1 – Dělení stavebnic pro výuku<sup>1</sup>

Jak vidíme na obrázku 2.1, pojem stavebnice zastřešuje několik tématických druhů stavebnic. Když si uvědomíme, že číslicová neboli digitální technika je

<sup>1</sup> Převzato z publikace J. Dostála (2, s. 13).

podoborem elektroniky, snadno určíme z diagramu, že k pojmu stavebnice číslicové techniky bude pojmem nadřazeným elektrostavebnice.

**Elektrostavebnice** jsou hojně využívány v předmětech jako technická výchova, fyzika či chemie a proto je účelnější elektrostavebnice dále dělit dle předmětů (viz. Obrázek 2.2).



Obrázek 2.2 - Dělení elektrostavebnic dle vyučovacích předmětů<sup>2</sup>

I zde, stejně jako tomu bylo u předchozího diagramu (obrázek 2.1), můžeme snadno určit, kam bude stavebnice číslicové techniky zařazena. Jak už jsem dříve uvedl, je číslicová technika podoborem elektroniky, tedy technického oboru, který je svou náplní zařazen v rámci rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání pod vzdělávací oblast Člověk a svět práce v tématickém okruhu pro 2. stupeň Design a konstruování.

Od pojmu stavebnice jsme se tedy dostali k pojmu **elektrotechnická stavebnice**, což je pojem užší a zaslouží si tedy konkrétnější definici. Podle D. Nováka, který ve své definici elektrotechnické stavebnice vychází z obecné definice stavebnice, můžeme říci,

<sup>2</sup> Převzato z publikace J. Dostála (2, s. 13).

že: „*Elektrotechnická stavebnice je taková soustava nosných prvků, funkčních prvků a funkčních částí, určených k jednorázovému nebo opakovanému sestavení různého počtu obvodů, která je jako celek určena svými didaktickými a technickými parametry.*“ (3, s. 10).

Když porovnáme definice pojmů stavebnice a elektrotechnická stavebnice, je zřejmé že druhá z definic přináší zúžení některých pojmů.

Pojem *sada* nahrazuje Novák termínem *soustava*. To proto, že všechny elektrotechnické stavebnice jsou sestaveny podle určitých potřeb (např. tématické zaměření, což je případ i stavebnice číslicové techniky). I pojem *předmět* je blíže specifikován. D. Novák tedy hovoří o *nosných prvcích, funkčních prvcích a funkčních částech*. V souvislost s tím upozorňuje na možnost nahradit pojem *předmět* pojmy *elektrické a mechanické součástky*, což je ale nevhodné, jelikož se jedná o pojmy málo konkrétní. I zbylou část definice stavebnice, z které D. Novák vychází, týkající se sestavování a demontáže, musel tento autor upravit, aby byla užší a zároveň obecně použitelná v oblasti elektrotechnických stavebnic.

## 2.1 Základní pojmy

Názvosloví pro tyto konkrétnější pojmy a některé další pojmy související s problematikou elektrotechnických stavebnic, které Novák a další autoři<sup>3</sup> ve svých pracích, vycházejí z technických norem<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Např. Č. Serafín (1) či J Dostál (2).

<sup>4</sup> Jsou to konkrétně normy ČSN 01 3300, ČSN 01 3301 a ČSN 01 3303.

Pro jednoznačné pochopení některých pojmů souvisejících s tematikou elektrotechnických stavebnic, tak jak jsou chápány v této práci, je nutné si je uvést i s definicí dle normy či renomovaných autorů.

**Soustava** - za soustavu považujeme podle I. Uhlíře „elektrická zařízení, složená z jednotlivých součástí (prvků), vzájemně mezi sebou propojených tak, aby jimi mohl procházet elektrický proud“ (7, s. 14).

**Zařízení** - je dohodnutý název pro výrobek, instalaci elektrickou stanicí, stavbu apod., který je používán jako obecný pojem (6, s. 6).

**Funkční prvek** - je část elektrického obvodu, která je schopná vykonávat některou ze základních elektrických funkcí, např. cívka relé, kontakt spínače (6, s. 1).

**Funkční jednotka** - je součást zařízení, která má samostatnou značku, jakož i určitý funkční význam, a nemá smysl ji dělit na části mající samostatná funkční účel, např. elektromotor, integrovaný obvod, tranzistor (6, s. 5).

**Funkční celek** - je souhrn funkčních jednotek, které splňují v zařízení určitou funkci a nemusí tvořit konstrukční celek (6, s. 5).

**Funkční blok** - je souhrn funkčních jednotek tvořících konstrukční celek, který má přesně stanovený funkční účel, např. zesilovač, logický obvod (6, s. 1).

**Funkční část** - je funkční jednotka, funkční celek nebo souhrn funkčních jednotek, které mají v zařízení přesně stanovený funkční účel a mohou i nemusí tvořit funkční celek (6, s. 5).

**Zapojovací jednotka** - je funkční jednotka

nebo funkční blok vytvářející prostřednictvím nosných prvků samostatný konstrukční celek unifikovaného charakteru (zejména pokud jde o provedení spojů, ale často i pokud jde o vnější vzhled, rozměry apod.)(3, s. 11).

**Modul** - je označení relativně samostatného, uceleného, kompaktního souboru nebo sdružení nějakých elementů, a to takového souboru, který funguje jako relativně samostatná funkční složka nějaké větší, vyšší jednotky či celku (3, s. 11).

**Nosný prvek** - je část stavebnice určená především pro přenos statických sil (3, s. 12). Lze tedy říci, že jde o ty díly, které umožňují stavbu elektrického obvodu prostřednictvím elektrotechnické stavebnice po mechanické stránce věci. Jde tedy především o šrouby, distanční válečky, rozpěrky, nosné lišty a desky, desky plošných spojů, krabičky modulů, krabice kufříkových elektrotechnických stavebnic atd.<sup>5</sup>

**Díl** - je libovolné seskupení, které obsahuje:

1. jeden nebo více nosných prvků
2. nic víc, nebo
  - a. jeden nebo více funkčních prvků, či jednu nebo více funkčních jednotek,
  - b. jeden nebo více funkčních prvků a zároveň jednu nebo více funkčních jednotek (např. zapojovací jednotka).

Samozřejmě, že každá ze stavebnic je tvořena alespoň několika díly. Ty se mohou vyskytovat v různém počtu, ale nelze některé z nich vynechat. Proto jsou nosné prvky,

---

<sup>5</sup> Výčet mechanických dílů se samozřejmě liší v závislosti na konstrukčním řešení elektrotechnické stavebnice.

funkční prvky a funkční jednotky vždy přítomny mezi díly elektrotechnické stavebnice, kdežto zapojovací jednotky jsou přítomny jen někdy.

**Elektrotechnické schéma** - je soubor schématických značek prvků, spolu s vyznačením jejich propojení a součinnosti. Výsledkem je obecné znázornění popisovaného stroje, přístroje či zařízení po elektrotechnické stránce. Při jejich tvorbě je nutné dodržovat zásady technického kreslení (6, s. 2). Elektrotechnická schémata se dělí do několika kategorií, ale v souvislosti s elektrotechnickými stavebnicemi nás zajímají především tyto čtyři:

- **Přehledové schéma** - znázorňující hlavní části zařízení, jejich účel a vzájemné spojení
- **Funkční schéma** - objasňující určité pochody, jež probíhají v jednotlivých funkčních částech zařízení, popřípadě v celém zařízení.
- **Obvodové schéma** - obsahující všechny funkční jednotky a spoje mezi nimi a dává podrobnou představu o činnosti zařízení.
- **Situační schéma** - zobrazující rozmístění jednotlivých částí (kupř. zapojovacích jednotek) zařízení a případně také elektrických spojů.

Elektrotechnické schéma je podstatným prvkem při modelových situacích ve výuce s elektrotechnickou stavebnicí. Žák se může díky schématu seznámit s principem funkce zařízení a může také rozvažovat nad jeho konstrukčním řešením tohoto zařízení a postupem realizace prostřednictvím stavebnice.

Elektrický obvod reálného elektrotechnického zařízení

abstrahovaný do grafické podoby schématu je modelem zařízení. Transformací schématu do podoby sestavy zapojovacích jednotek elektrotechnické stavebnice, tak vytváříme model tohoto modelu. Vzniká tu jistá nejasnost pojmu model, kterou se zabývá D. Novák ve své práci (3). K tomuto problému se ještě vrátím a podrobněji se jím budu zabírat v kapitole 4.2 Model a modelování.

### 3 Kategorizace a vlastnosti elektrotechnických stavebnic

Jelikož vývoj i využití elektrotechnických stavebnic pro školní a volnočasové<sup>6</sup> aktivity má u nás, stejné jako ve světě, dlouholetou tradici, nelze se divit, že existuje velké množství elektrotechnických stavebnic nejrůznějších pojetí. Elektrotechnické stavebnice lze klasifikovat podle několika kritérií. Těmito kritérii mohou být konstrukční pojetí stavebnice, tématické zaměření stavebnice, typ uživatele pro nějž je určena apod.

Různě doplněné a obměněné klasifikace můžeme nalézt u většiny autorů zabývajících se problematikou elektrotechnických stavebnic. Ve své práci vycházím hlavně z klasifikací autorů Č. Serafína (1) a J. Dostála (2), kteří navázali na klasifikaci D. Nováka (3).

#### 3.1 Dle oblasti využití

To, že stavebnice obecně nejsou určeny pouze pro všeobecné technické vzdělávání dětí a mládeže, jistě nikoho nepřekvapí a ani elektrotechnické stavebnice nejsou v tomto ohledu výjimkou. Ani použití elektrotechnické stavebnice, coby prostředku přípravy na budoucí povolání, nemusí být překvapující. Elektrotechnické stavebnice můžeme podle oblasti využití dělit na stavebnice:

- **pro obecně technické vzdělávání** - tzv. školní stavebnice
- **pro volný čas - hobby stavebnice** (např. stavebnice Merkur Elektronik E1 a E2)

---

<sup>6</sup> Rozuměj domácí aktivity a aktivity v rámci zájmových kroužků



- **pro profesní vzdělávání** (tyto stavebnice se svou koncepcí snaží přiblížit uživatele realitě praxe tak, aby uživatel pracoval co nejvíce s reálnými prvky. Dost často jsou tyto stavebnice kombinací několika technických oblastí - např. elektro-pneumatické, elektromechanické apod.)

### 3.2 Dle pokročilosti uživatele

Podle šíře a hloubky zpracování tématu, na něž se daná elektrotechnická stavebnice zaměřuje, můžeme tyto stavebnice dělit podle určení:

**pro začátečníky** - umožňuje první seznámení s tématem a získání základních dovedností

**pro pokročilé** - umožňuje nejenom rozšíření dosavadních vědomostí a dovedností, ale i získání základních návyků

**pro velmi pokročilé** - umožňuje rozšíření vědomostí, dovedností a návyků v co největší možné míře.

Stavebnice jednotlivých úrovní se většinou liší množstvím nabízených prvků pro realizaci obvodů, ale mohou se lišit i designem.

### 3.3 Dle úrovně vzdělání

Elektrotechnické stavebnice mohou být užívány v edukaci téměř na všech úrovních našeho vzdělávacího systému. Můžeme je tedy dělit podle využití:

- **pro základní vzdělání**
- **pro středoškolské vzdělání**
- **pro vysokoškolské vzdělání.**

V minulosti byly i snahy o vytvoření stavebnice

vhodné pro předškolní vzdělávání. Vznikla tak například stavebnice Krabík, která umožňovala sestavování jednoduchých obvodů se zdrojem elektrického proudu (plochá baterie 4,5V), spínacími prvky (vypínač, spínač atd.) a žárovkami. K většímu rozšíření elektrotechnických stavebnic na této úrovni edukace však nedošlo.

### 3.4 Dle využití ve výuce

Na základě toho, jak lze elektrotechnickou stavebnici ve výuce použít, můžeme stavebnice dělit do několika skupin. A sice na stavebnice:

- **demonstrační** - které jsou uzpůsobeny, jak z jejich názvu vyplývá, pro demonstraci při výuce. Tato demonstrace je prováděna především učitelem, ale není od věci aktivně zapojit i jednotlivé žáky. Tyto stavebnice by měly být přehledné (tzn. všechny prvky a značky dostatečně velké, je dobré, když sestavený obvod by měl tvořit obraz schématu, atd.) a proto jsou takové stavebnice většinou realizovány tak, že se s prvky pracuje na kolmé nosné desce, nebo soustavě nosných lišt. I když jsou demonstrační stavebnice ve výuce velmi potřebné, vyskytují se pouze v jednom kuse a to při činnostním charakteru obecně technického vzdělávání omezuje potřebu individuální práce žáka. Proto je tu další kategorie stavebnic, kterou je stavebnice:
- **žákovská** neboli **frontální** - s níž může žák pracovat buďto podle pokynů vyučujícího či zadaného postupu

práce a nebo může samostatně experimentovat. Z tohoto důvodu by takováto stavebnice měla být maximálně odolná proti mechanickému i elektrickému poškození. Ať už úmyslnému nebo neúmyslnému.

- **Obojetné** - tento typ označení zavádí Č. Serafín (1, s. 28) a poukazuje tak na to, že jsou i stavebnice, které v sobě kombinují prvky demonstrační a žákovské stavebnice. Jako příklad uvádí stavebnici EMA od výrobců ČEZ, a.s. a CROSS, s.r.o., Praha.

### 3.5 Dle počtu oblastí, které stavebnice pojímá

Podle počtu oblastí elektrotechniky, které stavebnice pojímá můžeme dělit stavebnice na:

- **jednooborové** (monotematické)
- **víceoborové** (polytematické) - prolínající se několika obory elektrotechniky (silnoproud a slaboproud) či elektroniky (např. prvky číslicové techniky ovládající výkonové prvky).

### 3.6 Dle využitelnosti a dalšího rozšiřování prvků (koncepte stavebnice)

V tomto dělení jde o elektrotechnické stavebnice z pohledu možné využitelnosti ve výuce a rozšiřitelnosti součástkové základny. Stavebnice tedy lze dělit na:

- **monotematické**<sup>7</sup> - úzce specializované jednoúčelové i víceúčelové stavebnice (např. zesilovačů,

---

<sup>7</sup> Termín monotematická stavebnice je zde použit ve zcela jiném kontextu než v kategorizaci podle počtu oblastí, které stavebnice pojímá.

rozhlasových přijímačů) sestávajících většinou ze sady elektrosoučástek a plošného spoje k osazení, které nejsou pro školní výuku vhodně, ale jsou určené spíše pro hobby účely. Další kategorií jsou stavebnice

- **Široce koncipované** - které jsou vždy víceúčelové, tedy zahrnují v sobě širokou oblast elektrotechniky, což se projeví na množství nabízených prvků. Stavebnice nabízejí možnost sestavení jednoduchých obvodů i složitějších zařízení.

Víceúčelové elektrotechnické stavebnice dělíme dále podle toho, je-li možné další rozšíření o další součástky nebo celé obvody na **stavebnice s otevřeným systémem** nebo **uzavřeným systémem**.

### 3.7 Dle konstrukčního uspořádání

Toto třídění elektrotechnických stavebnic „určuje míru adaptability žáků i učitele při práci se stavebnicí a významně ovlivňuje didaktický dopad výuky experimentu“ (1, s. 33). Z konstrukčního hlediska tedy dělíme na stavebnice:

- **se samostatnými funkčními jednotkami** - kde jsou součástky obvykle pájené do destiček s pájecími očky, univerzálních či obvodově připravených desek plošných spojů, nebo jsou součástky zasouvány do nepájivých kontaktních polí.
- **se zapojovacími jednotkami** - které jsou mobilní, stacionární nebo obojího typu

- **se samostatnými funkčními jednotkami a se zapojovacími jednotkami** - které jsou opět mobilní, stacionární nebo kombinací předchozích dvou.

Je potřeba však dodat, že jednotlivé zapojovací jednotky mohou obsahovat jednu nebo více vzájemně propojených funkčních jednotek. Zapojovací jednotky je tak potřeba členit na:

1. **zapojovací jednotky s jedinou funkční jednotkou**
2. **zapojovací jednotky s více funkčními jednotkami**  
(funkční bloky)

### **3.8 Dle zaměření na oblast elektrotechniky**

Elektrotechnika je velmi rozsáhlým a členitým technickým oborem, který se ke všemu ještě stále velmi rychle rozvíjí. Celou problematiku elektrotechniky jako oboru není tedy možné postihnout několika málo typy elektrotechnických stavebnic. Existuje celá plejáda elektrotechnických stavebnic nejružnějšího tematického zaměření a tak nás nepřekvapí, když i členění podle zaměření na oblast elektrotechniky bude oplývat větším množstvím kategorií. Rozeznáváme stavebnice svým zaměřením určené pro:

- **obecnou elektrotechniku a elektroniku,**
- **digitální (číslicovou) a mikroprocesorovou techniku,**
- **elektroinstalace,**
- **elektrické stroje,**
- **měřicí a regulační techniku,**

- automobilovou elektrotechniku,
- telekomunikační techniku,
- výkonovou elektroniku,
- výrobu a rozvod elektrické energie,
- a pro jiné zaměření.

### 3.9 Dle proudové zatížitelnosti použitých prvků

Pro elektrotechniku je základní veličinou elektrický proud. Je tak zásadní, že se stal vodítkem pro rozdělení elektrotechniky na slaboproudou a silnoproudu<sup>8</sup>. Z tohoto faktu můžeme vyjít i při dělení elektrotechnických stavebnic.

Hodnotu elektrického proudu ani napětí k dělení stavebnic využít nemůžeme, neboť z bezpečnostních důvodů se u elektrotechnických stavebnic využívají maximálně hodnoty doveleného bezpečného napětí a proudu<sup>9</sup>. Stavebnice však můžeme dělit podle prvků, které jsou zde použity, a jejich možného proudového zatížení na stavebnice s prvky určenými:

- pro slaboproudou elektrotechniku a
- pro silnoproudou elektrotechniku.

<sup>8</sup> Pracuje s elektrickým napětím 230 V a více.

<sup>9</sup> Hodnoty bezpečného napětí jsou stanoveny podle pracovního prostředí.

Typ prostředí	Bezpečná hodnota	
	střídavé napětí	stejnoseměrné napětí
Normální	50 V	100 V
Nebezpečné	25 V	60 V
Zvláště nebezpeční	12 V	25 V

Hodnoty bezpečného proudu jsou 3,5mA pro střídavý proud při frekvenci 15-100 Hz a 10mA pro stejnosměrný proud.

V praxi často narazíme na problém s určením jde-li o zařízení slaboproudé nebo silnoproudé. Je to způsobeno například tím, že slaboproudé elektrotechniky se užívá k ovládní zařízení a silnoproudé k pohonu. Na tento problém můžeme narazit u elektrotechnických stavebnic.

Se stavebnicí obsahující prvky určené pro silnoproudou elektrotechniku se na základní škole běžně neseťkáme. Přesto můžeme nalézt stavebnicí z osmdesátých let dvacátého století nazvanou Elektro-montážní souprava, která obsahuje prvky (pojistky, zásuvky, vypínače světla, žárovkovou objímku s žárovkou) reálně užívaní v silnoproudé elektrotechnice. Nalezneme tu však také elektrický domovní zvonek, který má být napájen střídavým napětím o hodnotě 8 V.

Spíše než na základní škole naleznou svoje uplatnění stavebnice s prvky pro silnoproudou elektrotechniku na středních odborných školách a středních odborných učilištích s obory zaměřenými na elektrotechniku.

### **3.10 Dle reálnosti součástek a obvodů**

V dnešní době, kdy počítače dominují snad ve všech oborech lidského počínání, se snad ani nelze pozastavovat nad tím, že pomocí počítačů lze simulovat nejen elektronické součástky a jejich reakce, ale i celé elektrické obvody. Můžeme se tak setkat i s aplikací simulující elektrotechnickou stavebnicí.

Jelikož takovýchto počítačových aplikací stále přibývá, je vhodné klasifikovat stavebnice i dle reálnosti na:

- **stavebnice využívající reálných součástek a**
- **stavebnice simulované počítačem.**

Zatím co stavebnice s reálnými součástkami mohou využívat počítače jako měřicí stanice či generátoru signálů, stavebnice simulované se vyskytují pouze ve virtuálním programovém prostředí počítače. Tento fakt sebou přináší jistě výhody i nevýhody.

Neoddiskutovatelnými výhodami jsou široká nabídka a rozšiřitelnost součástkové báze takové stavebnice, dále že takováto stavebnice je de facto „nepoškoditelná“ a zajisté je výhodou i to, že simulovaná stavebnice je cenově dostupnější než stavebnice reálná. Č. Serafín (1, s. 26 - 32) v souvislosti s počítačem simulovanými (virtuální) stavebnicemi zmiňuje další fakt a to že pomocí nich se dá realizovat jak demonstrační, tak i žákovská elektrotechnické stavebnice.

Pokud jsem uvedl klady simulované stavebnice, bylo by vhodné uvést i zápory. Předně je tu otázka: „Vypustí-li se kontakt s reálnými objekty (elektrotechnickými součástkami), čímž zvýšíme nároky na žákovu abstraktní myšlení a představivost, neuškodí o edukačnímu procesu a neztratí tak žáci kontakt s reálnými technickými objekty?“

### **3.11 Dle umístění součástek**

Toto dělení velmi úzce souvisí s konstrukčním pojetím elektrotechnické stavebnice<sup>10</sup>. Od způsobu osazení stavebnice součástkami se odvíjí způsob práce se

---

<sup>10</sup> viz. Kapitola 3.7 kategorizace dle konstrukčního uspořádání



stavebnicí, kontakt s reálnými elektrotechnickými i mechanickými prvky a samozřejmě nesmíme opomenout přehlednost realizovaného obvodu. Dělit tak můžeme na stavebnice:

- **se součástkami pevně umístěnými na nosné desce** - součástky jsou osazeny na jedné nosné (základní) desce a to z horní nebo spodní strany. Ať tak či onak je vhodné u jednotlivých součástek uvést u schématickou značku. Obvody se pak realizují pomocí propojovacích vodičů. Obecně je preferováno osazení z horní strany, aby měl žák kontakt se součástkami.
- **se součástkami zapouzdřenými nebo na nosných štítcích** - součástky (či obvody) jsou uloženy v průhledný nebo neprůhledných krabičkách, na nosných štítcích nebo plošných spojích. Propojení v obvodu může být realizováno celou řadou spojů (propojovacími vodiči, šroubovými spoji, zásuvnými spoji, v případě destiček plošných spojů s bočními kontakty<sup>11</sup> i zasouváním do základní desky se sloty atd.).
- **s volnými součástkami pro zapojování kontaktních polí** - holé vývody součástek se zasouvají do zdířek v kontaktním poli. Mohou se použít i vodiče s odizolovanými konci.

---

<sup>11</sup> Systém známý u počítačových rozšiřujících karet.

### 3.12 Dle typu provedení spojů mezi prvky stavebnice

Jak už z předešlé kapitoly vyplynulo, můžeme najít v oboru elektrotechnických stavebnic celou řadu technického provedení spojů mezi prvky stavebnice. Spoje dělíme do dvou základních kategorií jako

- **nerozebíratelné** (většinou pájené) a
- **rozebíratelné** - ty se dále dělí na spoje:
  - a) **ovíjené** - vodič se ovine kolem kontaktu součástky,
  - b) **magnetické** - používají se většinou u součástek zapouzdřených v krabičkách,
  - c) **pružinové** - odizolovaný konec propojovacího vodiče se zasunuje mezi závity pružiny,
  - d) **šroubové** - tento druh spoje se může realizovat několika variantami, např. propojovacími vodiči s koncovými očky nebo odizolovanými konci, zasouváním vývodů součástek pod matici či hlavu šroubu atd.
  - e) **zásuvné** - užívané u kontaktních polí, kolíkových spojů apod.

### 3.13 Dle výrobce

Podle toho, kdo elektrotechnickou stavebnici vyrobil, také lze klasifikovat na:

- **amatérské** - ty si vyrábějí učitelé nebo žáci sami,
- **poloprofesionální** - většinou jsou tvořeny kontaktním polem, zdrojem (baterií nebo akumulátorem) a sadou potřebných součástek,
- **profesionální** - jsou vyráběny na zakázku školy nebo podle požadavků trhu. Takové stavebnice jsou cenově

náročnější na pořízení.

Stavebnice se tak liší úrovní zpracování (designem, „čistotou“), což se ovšem promítne i do pořizovací ceny. Při amatérské výrobě a užívání takové elektrotechnické stavebnice je třeba dbát bezpečnost.

## 4 Význam elektrotechnické stavebnice pro obecně technické vzdělávání

Chci-li se v této kapitole zabírat obecně technickým vzděláváním a jaký význam pro něj má stavebnice, coby objekt umožňující poznání jisté oblasti techniky, musím začít právě od pojmu technika.

„Termín **technika** (z řeckého slova *techné* = znalost a obratnost v práci řemeslné i umělecké) označuje rozsáhlou, složitou i obtížně ohraničitelnou oblast světa, v němž žijeme.“ (13, s. 22). Stanovit tedy univerzální definici techniky je úkol velmi nesnadný, protože vždy bude tato definice do jisté míry ovlivněna naším vědeckým přístupem. Je tedy jasné, že odpověď na otázku „Co je technika?“ dostaneme jinou od strojního inženýra než od filosofa. Celá řada autorů přináší nejrůznější vymezení termínu technika, ale podle J. Kropáče (13, s. 23) vystačíme při výuce předmětů technického zaměření se třemi způsoby vyjádření podstaty techniky.

- **Tradiční způsob vyjádření**, který stanoví techniku jako „soubor ve prospěch člověka uměle vytvořených prostředků lidské činnosti a souhrn postupů a způsobů činností prováděných při jejich výrobě a užití“ (1, s. 9). Tento způsob vyjádření v sobě ovšem zahrnuje dvě související stránky techniky, což je její nevýhoda, protože je nutné rozlišovat techniku v širším a užším smyslu slova. V užším smyslu slova chápeme techniku jako hmotné (látkové) objekty, kdežto v širším smyslu slova jde způsoby využívání uměle vytvořených prostředků, zdrojů,

přírodních jevů a energií k dosažení cílů. V širším smyslu slova jde tedy vlastně o technologie.

- **Moderní způsob vyjádření** předložený J. Stoffou (13, s. 23)<sup>12</sup>. Ten rozdělil význam pojmu technika z předchozí definice mezi tři pojmy.
  - o **Technosféra** je třetí, uměle vytvořený svět, existující vedle biosféry a sociosféry.
  - o **Technika** je množina látkových, účelově vytvořených objektů i nelátkové formy hmoty účelově vytvořené nebo účelově modifikované lidskou činností (např. pole, záření). Technika tvoří hlavní část technosféry.
  - o **Technologie** je způsob realizace libovolné cílově orientované činnosti, technologie jsou z podstatné části rovněž součástí technosféry.

J. Stoffa tak nejen oddělil obě stránky techniky a postavil je na stejnou úroveň, ale navíc je zastřešil novým pojmem technosféra, která je podle něho sociálním jevem, neboť stejně jako příroda a společnost ovlivňuje životní prostředí člověka.

- **Filozofický způsob vyjádření**<sup>13</sup>.

Podle J. Kropáče (13, s. 25) má technika<sup>14</sup> jisté

---

<sup>12</sup> Citace sekundárního pramene: STOFFA, J. K mnohoznačnosti terminov technika a technológia v terminologickom systéme odboru technická výchova. In Technické vzdelavanie jako súčasť všeobecného vdelania. Banská Bystrica : Univerzita Mateja Bela, 1996. ISBN 80-88825-43-1.

<sup>13</sup> J. Kropáč (13, s. 24) uvádí k tomuto způsobu vyjádření definici francouzského filozofa J. Salomona. Autor neuvádí tento způsob vyjádření neboť jej považuje za nepodstatný pro tuto práci.

specifické znaky, které můžeme nazvat zákonitostmi techniky. Uvedme si čtyři, které považuje za **základní zákonitosti techniky**.

- **Jednota přírodních a společenských momentů v technice.** Jakýkoliv technický objekt, systém či postup je založen na účelném využití přírodních jevů a zákonitostí, kdežto způsob, množství a rychlost vytváření i způsob využívání techniky se odvíjejí od společenských potřeb, možností, trendů apod.
- **Určenost (determinovanost) techniky.** Technika byla vytvořena pouze jako prostředek k dosažení daných cílů.
- **Komplexní charakter techniky.** Ten je daný velkým počtem současně působících přírodních a společenských zákonitostí.
- **Mnohost možností technických řešení.** Vlivem přítomnosti mnoha působících činitelů nemusí být vždy řešení jednoznačné. Proto se vždy hledá řešení optimální.

Jak už bylo naznačeno, rozvoj společnosti a techniky jde v podstatě ruku v ruce již od doby, kdy prapředek člověka začal stavět první obydlí a vyrábět první nástroje, nádoby nebo šperky. V současnosti je technika v našich životech takřka všudypřítomná. Setkáváme se s ní každý den od chvíle kdy nám ráno zazvoní budík až do chvíle kdy se ukládáme ke spánku. Svou přítomností dává technika možnost individuálního rozvoje a skupinové

---

<sup>14</sup> Technika je zde chápána podle tradičního způsobu vyjádření a tak tomu bude i dále v textu.

spolupráce při jejím užívání, zdokonalování i vývoji.

Na tento fakt reaguje i pedagogika jako věda, která má za svůj předmět výchovu jako společenský jev. Z definice výchovy<sup>15</sup> vyplývá, že jde o všestranné formování jedince, které probíhá po stránce rozumové, etické, estetické, tělesné a pracovní. Do vzdělávací soustavy se tak nejprve dostala pracovní výchova, která byla později přejmenována na technickou výchovu<sup>16</sup>.

**Technickou výchovu** lze podle J. Stoffy definovat jako *„systematický a riadený proces zámerného ovplyvňovania, resp. formovania osobnosti ľudského jedinca vo vzťahu k technike tak, aby tento vzmach bol spoločensky žiadúci, aby vychovávaný jedinec získal v procese výchovy správne postoje k technike a jej využívanou v živote“* (9, s. 44). Jde tedy v podstatě o vytváření tzv. **technické gramotnosti**, jíž by se mělo dosahovat uvědoměle, na vědeckém bázi a při činnostech vztahujících se k technice, s níž se jedinec může v životě setkat.

Co se skrývá pod pojmem technická gramotnost snadněji pochopíme, když si uvedeme pět cílů, kterých se podle J. Kropáče (13, s. 30) v technické výchově pro vytvoření technické gramotnosti snažíme dosáhnout.

- Uvědomovat si klíčové procesy v technice (co to je

---

<sup>15</sup> Výchova je záměrné, cílevědomé působení, které se projevuje všestranným formováním osobnosti a má adaptační, anticipační a permanentní charakter. Je to specificky lidská činnost (14, s. 50).

<sup>16</sup> Původním smyslem této změny byla potřeba odstranit přežitý, nevyhovující a také zprofanovaný termín pracovní výchova. Ten byl totiž nesprávně chápán jako příprava k manuální činnosti, která vzhledem k proklamovanému vedoucímu postavení tzv. dělnické třídy, byla za minulého režimu považována za velmi významnou (15, s. 6).

a jak to funguje).

- Umět obsluhovat technické přístroje a zařízení.
- Umět aplikovat technické poznatky v nových situacích.
- Neustále rozvíjet vlastní technické vědomosti, dovednosti a návyky.
- Umět využívat technické informace a hodnotit je.

Tak jako je oblast techniky a činností s ní spojených velmi rozsáhlá, tak i obsah technického vzdělávání je značně obecný. V technické výchově na základní škole nejde ani tak o odborné vzdělání (získání odborné kvalifikace)<sup>17</sup>, ale spíše o **obecné technické vzdělání** směřující k technické gramotnosti jedince. Obecné technické vzdělávání se snaží žákovy základní školy pomoci získat „základní představu a poznatky o technické činnosti a základní předpoklady k jejímu racionálnímu a efektivnímu vykonávání, ať jde o jakýkoliv konkrétní obor technických činností“ (19, s.11). Žákův zájem či spíše nezájem o budoucí odborné technické vzdělání pro nás nemůže být rozhodující, protože vykonávání technických činností<sup>18</sup> v běžném životě není žádnou zvláštností a tudíž je vhodné na ně každého připravit. Nejde ovšem pouze o přípravu na běžné technické činnosti, ale i o znalosti odborných termínů ze světa techniky, které se už i v běžné

---

<sup>17</sup> Tohoto vzdělání je možné dosáhnout pouze na středních odborných učilištích, středních odborných školách a vysokých školách technických.

<sup>18</sup> Zejména se jedná o činnosti spojené s chodem a údržbou domácnosti (výměna žárovky nebo pojistky, používání a obsluha drobného nářadí, obsluha a údržba domácích spotřebičů atd.) nebo s kancelářskou technikou (obsluha a správa počítače i jeho periférií, připojení periférií k PC, jednoduché propojení několika PC v malou síť).



komunikaci vyskytují a s nimiž se tudíž nohou žáci setkat.

#### **4.1 Elektrotechnická stavebnice jako učební pomůcka**

Málokterý učitel si dokáže představit výuku bez užití učebních pomůcek. Není divu, neboť jen těžko by jste hledali učitele, který je schopen během výuky předat žákům veškeré informace pouze v rovině verbální a nonverbální komunikace. Než se ale dostaneme k samotným učebním pomůckám, musíme si říci v čem je jejich přínos pro výuku.

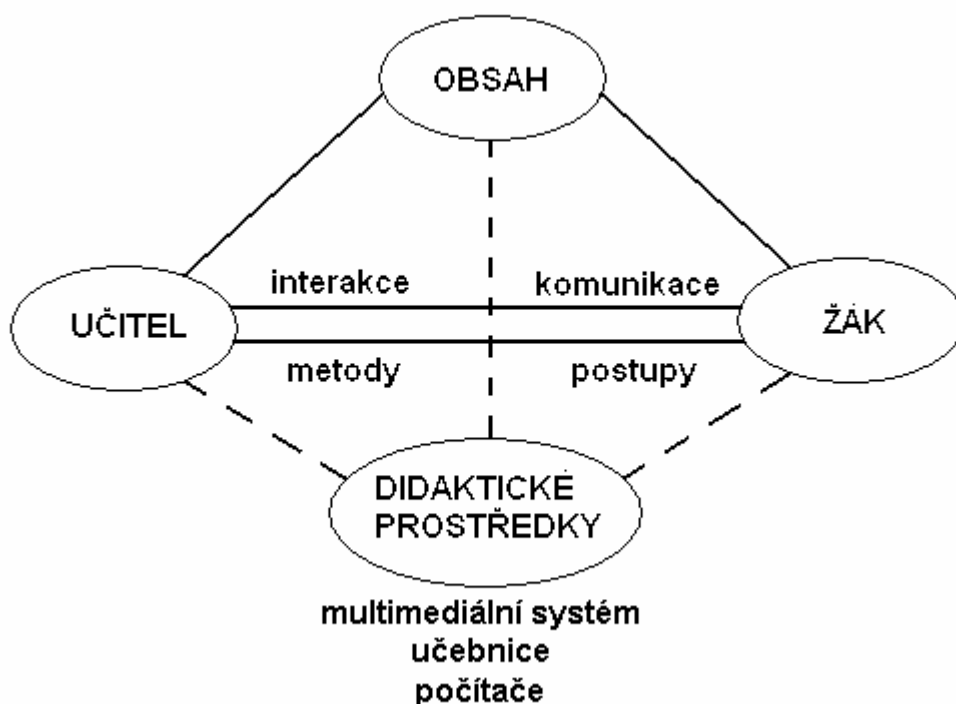
**Výuka** je velmi složitý proces, který je tvořen společnou aktivitou učitele a žáka. Zatím co učitel tento výukový proces řídí, žák si aktivně osvojuje učivo, tedy učí se. Z toho vyplývá i fakt, že výuka byla dlouho chápána jako skladba tří složek:

1. **učitel** - zprostředkovává učivo žákům a řídí jejich činnost (vyučování)
2. **obsah výuky** - učivo a jeho struktura
3. **žák** - osvojuje si učivo (učení).

S rozvojem vědecké disciplíny pedagogiky a se stále hojnější účastí a vlivem materiálních prostředků podílejících na vyučovacím procesu došlo k utvoření další složky výuky, kterou jsou:

4. **didaktické prostředky.**

Pro lepší představu, jak je dnes výuka chápána, uvedu grafické znázornění výuky (výchovně vzdělávacího procesu) podle J. Maňáka(17, s. 69).



Obrázek 4.1 – Maňákovo grafické schéma výchovně vzdělávacího procesu.

Pojem **didaktické prostředky** nemá u nás dosud pevně ustálený obsah a lze na něj pohlížet užšího nebo širšího pohledu. Obsahem pojmu didaktické prostředky se nejen v ČR zabývá celá řada autorů – odborníků na didaktiku obecnou i oborovou.

**Užší pohled** na obsah pojmu můžeme najít v práci Z. Friedmanna (15, s. 43 – 54). Didaktické prostředky jsou zde chápány pouze jako materiální, tedy jako učební pomůcky (skutečné předměty; napodobeniny – modely; obrazy – zobrazení; textové pomůcky; multimediální programy) a didaktická technika (tabule – klasická, bílá, magnetická, korková či látková; ukazovátko – dřevěné, teleskopické, laserové; zpětný projektor; video; dataprojektor; výpočetní technika).

**Širší pohled** nám předkládá Z. Kalhous a O. Obst (18, s. 337), který uvádí že „v didaktice rozumíme prostředkem vše, čeho učitel a žáci mohou využít k dosažení výukových cílů“. Z toho vyplývá, že mezi didaktické prostředky můžeme zařadit jak materiální prostředky (učební pomůcky, didaktickou techniku a vybavení školy) tak i nemateriální prostředky (vyučovací metody, organizační formy výuky, didaktické zásady apod.).

Nyní se konečně dostáváme k učebním pomůckám, ke kterým počítáme i stavebnice, neboť splňují všechny požadavky pro začlenění do této kategorie. Vhodnou definici pojmu učební pomůcka můžeme nalézt ve stručném slovníku didaktické techniky a učebních pomůcek M. Němečka. Učební pomůcka je „jeden z materiálních didaktických prostředků, který svými didaktickými funkcemi připívá k účinnějšímu dosahování cílů výuky“ (13, s. 114).

Velké množství učebních pomůcek, které se vyučujícím nabízejí, si vynutilo jejich systematické rozčlenění. Uvedme si například kategorizaci podle Z. Kalouse a O. Obsta (18, s. 338).

- **Originální předměty a reálné skutečnosti**

- **Přírodniny** – v původním stavu nebo upravené
- **Výtvary a výrobky**
- **Jevy a děje** – fyzikální, chemické, biochemické a jiné.

- **Zobrazení a znázornění předmětů a skutečností**

- **Modely** – statické, funkční, stavebnicové
- **Zobrazení** – prezentovaná přímo nebo prostřednictvím didaktické techniky (statické, dynamické)

- **Zvukové záznamy** - magnetické, optické
- **Textové pomůcky**
  - **Učebnice** - klasické, programované
  - **Pracovní materiály** - pracovní sešity, studijní návody, sbírky úloh, tabulky, atlasy
  - **Doplňková a pomocná literatura** - časopisy, encyklopedie
- **Pořady a programy prezentované didaktickou technikou**
  - **Pořady** - diafonové, televizní, rozhlasové
  - **Programy** - pro vyučovací stroje, výukové soustavy či počítače
- **Speciální pomůcky**
  - **Žákovské experimentální soustavy**
  - **Pomůcky pro tělesnou výchovu**

Jak je patrné, není zařazení elektrotechnické stavebnice do tohoto systému nikterak jednoduché. Můžeme je zařadit do speciálních pomůcek mezi žákovské experimentální soustavy<sup>19</sup>, neboť umožňují žáku experimentovat, a nebo je můžeme zařadit do kategorie zobrazení a znázornění předmětů a skutečnosti mezi stavebnicové modely. Problém se zařazením můžeme odstranit rozšířením klasifikace učebních pomůcek o kategorii

---

<sup>19</sup> Tady ovšem nemůžeme zařadit i demonstrační elektrotechnické stavebnice.

stavebnice<sup>20</sup>, kam bychom krom elektrotechnických stavebnic mohly zařadit i další stavebnice (např. konstrukční aj.).

Učební pomůcka ve výuce sebou přináší možnost uplatnění účinnějších výukových metod, čímž se výuka může stát přitažlivější a přínosnější, jak pro učitele tak i pro žáka. Zatím co učiteli pomůcka umožňuje snadnější přiblížení abstraktních jevů (např. elektromagnetické pole), žáka může aktivizovat manipulace s ní. Tato skutečnost může jedině napomoci při dosahování vytyčených výukových cílů.

To co tu bylo zmíněno o učebních pomůckách obecně, platí samozřejmě i pro elektrotechnické stavebnice. Stavebnice, která by měla být navržena tak, aby žáka zaujala a tím aktivizovala k tvořivé činnosti.

#### 4.2 Model a modelování

Za pomoci elektrotechnické stavebnice může žák podle pokynů učitele nebo návodu vytvářet modely (např. jednoduchý tranzistorový přijímač apod.), které mu umožní lépe pochopit, jak fungují elektrotechnická zařízení, s kterými se může setkat v běžném či pracovním životě. Narážíme tu na zásadní funkci modelu a tou je funkce vysvětlující.

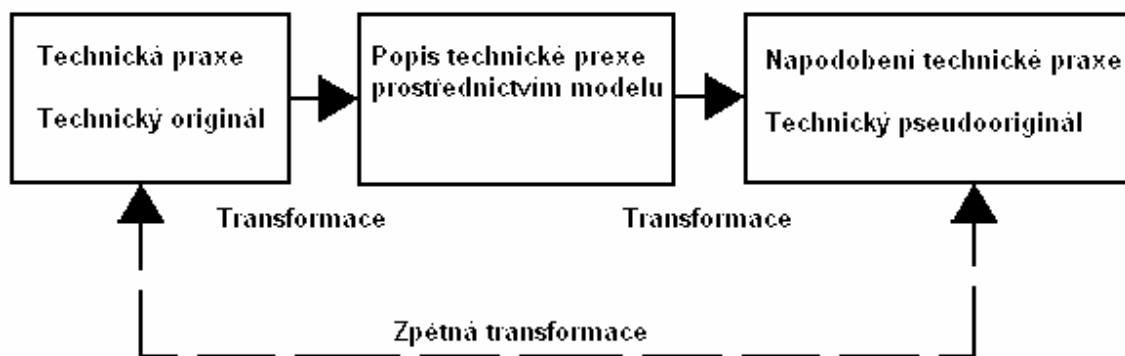
*„**Modelem** se rozumí takový myšlenkově představitelný nebo materiálně realizovatelný systém, který odráží nebo zobrazuje objekt zkoumání a který je schopen nahradit*

---

<sup>20</sup> Toto provedl i slovenský autor J. Pavelka ve své specifické klasifikaci učebních pomůcek pro technickou výchovu. In PAVELKA, J. Vyučovacie prostriedky v technickém výchove. 1.vyd. Prešov : FHPV PU, 1999. ISBN 80-88-722-68-3.

jej tak, že jeho zkoumání dá novou informaci o tomto objektu" (3, s. 16).

Když se v této definici modelu podle D. Nováka zaměříme na fakt, že model je i myšlenkově představitelný systém zobrazující objekt zkoumání, zjistíme, že i schéma elektrického obvodu je modelem. Může působit poněkud matoucím dojmem, když říkáme, že schéma vytvořené podle originálu je model a obvod sestavený podle tohoto schématu (modelu) je také modelem. Aby se odstranila tato nejednoznačnost, doporučuje D. Novák (3, S. 16) používat pro fyzické realizace schémat originálních elektrotechnických zařízení pomocí elektrotechnických stavebnic pojem „pseudoriginál“. Pro snazší pochopení si uveďme obrázek 4.2 - schéma modelování technické praxe aplikací elektrotechnické praxe podle Č. Serafína (1, s. 36).



Obrázek 4.2 - Schéma modelování technické praxe aplikací elektrotechnické praxe

Uvedené schéma přináší graficky znázorněnou i tzv. zpětnou transformaci. Oč se vlastně jedná? Postupnou transformací jsme se dostali od originálu přes schéma originálního zařízení k „pseudoriginálu“

(funkčnímu modelu originálu), pomocí nějž můžeme pracovat s podstatou funkce originálního zařízení. **Modelováním** chodu zařízení a jevů působících na jeho chod pomocí elektrotechnické stavebnici můžeme zkoumat elektrotechnické vlastnosti originálu nebo objevit princip zlepšení elektrotechnických vlastností u originálu. Tohoto druhého faktu využijeme hlavně v amatérské elektrotechnice. Modelování nám tedy umožňuje řešení problému na jednom objektu (pokusném objektu), kdy získané řešení můžeme použít na objekt druhý (originální objekt). Základem modelování je vlastně to, že existuje vztah (analogie) podobnosti mezi objekty („pseudooriginálem“ a originálem) a jejich chováním.

#### **4.3 Technická představivost, technické myšlení a technická tvořivost**

Pro přípravou na výkon technických činností je velmi podstatná aktivizace, podněcování a rozvoj psychických procesů a vlastností žáků, jež jsou základem pro jejich úspěšné zvládnutí. Tyto procesy a vlastnosti se soustředí v pojmech jako je technická představivost, technické myšlení a technická tvořivost.

*„Technickou představivostí rozumíme to, že si žák umí představit, vidět dosud neexistující výrobek v jeho konečné podobě, funkci, ve všech interakcích výrobku s jeho uživatelem i s prostředím“ (19, s. 11).*

Pokud vyjdeme ze zde citované práce I. Škára, vidíme, že nám tu v souvislosti s předchozí definicí technické představivosti vyvstává celek mnoha provázaných

myšlenkových operací. Tyto operace Škára souhrnně nazývá **technickým myšlením**. Technická představivost je tedy důležitou a neoddělitelnou součástí technického myšlení.

Mezi myšlenkové operace zastřešené pojmem technické myšlení patří „zejména analýza v mysli vytvořené představy výsledku technické práce, výrobku, vybavení si a aktivizování všech dosavadních vědomostí, dovedností a zkušeností, které mohou být využity k vyřešení dílčích problémů konstrukce i postupu výroby výrobku a konečná syntéza všech použitelných realit jíž řešitel dospěje k vytvoření projektu, tj. k úplnému vyřešení konstrukce i postupu výroby výrobku“ (19, s. 11).

Uvedená charakteristika pojmu naznačuje, že procesy obsažené v technickém myšlení můžeme rozdělit na dvě související kategorie:

- **procesy poznávací**, které mají charakter převážně analytický,
- **procesy kreativní neboli konstrukční**, v nichž převažuje syntéza.

Je evidentní, že I. Škára se ve svých úvahách o technickém myšlení zaměřuje především na vytvoření výrobku. V současnosti však nelze technické vzdělávání ani technické myšlení zaměřovat pouze na výrobu výrobků (techniky), ale také na efektivní využívání techniky<sup>21</sup>, její údržbu a po dosloužení i vhodnou likvidaci. Škárův pohled na technické myšlení je pro nás nevhodný hlavně proto, že opomíjí elektrotechnické stavebnice,

<sup>21</sup> Vhodná volba technologie, nástroje a materiálu k řešení technického problému v souladu s ekonomickými, ekologickými, společenskými aj. aspekty.



které neslouží k sestavování výrobků, ale spíše funkčních modelů.

Technické myšlení je sice specifickým druhem myšlení, nicméně obsahově je tento pojem značně široký. Proto v konkrétních situacích by mělo dojít k bližšímu stanovení požadavků na technické myšlení jedince. U žáka základní školy bychom mohli tyto požadavky vymezit v souladu s výše uvedeným pojmem technická gramotnost.

Technické myšlení oplývá řadou specifíků, jakými jsou nepřetržitá souvislost teoretických a praktických složek nebo finalita<sup>22</sup> (relace účel - prostředek). S finalitou tu vyvstává otázka, kterou řešil v životě asi každý jedinec. Jak zvolit nejvhodnější prostředek k dosažení stanoveného účelu (cíle)? Při řešení této otázky nelze zanedbat žádné podstatné technické ani netechnické souvislosti. Zde může jedinec uplatnit svou schopnost kritického a hodnotícího myšlení, neboť z mnohosti technických řešení a prostředků, daných zákonitostmi techniky, lze zvolit ty správné, ale i nesprávné. Z toho je vidět, jak podstatnou stránkou technického myšlení, stejně jako techniky, je komplexnost.

Pojem technické myšlení nalezneme spíše v zahraniční literatuře. U našich autorů se tento pojem vyskytuje jen řídce neboť pozornost se věnuje spíše pojům tvořivost či **technická tvořivost**. I. Škára ve své práci (19, s. 11 - 12) chápe technickou tvořivost jako uvědomění si řešitele „*technického úkolu, že do jeho řešení vstupuje vedle ryze technických požadavků ještě mnoho dalších požadavků a činitelů (ekonomických, estetických,*

---

<sup>22</sup> Jakých prostředků využít k dosažení určitého účelu.

*psychologických, ekologických aj.), které je nutno akceptovat, dále že možností řešení technického úkolu je mnoho (příčemž každá z nich více či méně vyhovuje působícím činitelům a požadavkům), a že každé z možných řešení bedlivě prozkoumá, zhodnotí, navzájem mezi sebou jednotlivá řešení porovná a vybere takové řešení, které plně vyhovuje technickým požadavkům a v optimální proporcionalitě vyhovuje i všem ostatním činitelům a požadavkům."*

Jak je patrné z této Škárovy definice a z toho, co bylo uvedeno k technickému myšlení, je schopnost technické tvořivosti u žáků podmíněna přítomností technického myšlení.

Je jasné, že pro rozvoj technického myšlení i technické tvořivosti mají elektrotechnické stavební (a stavebnice vůbec) nedocenitelný přínos, ať už žák s nimi pracuje pasivně - reprodukcčně (sestavuje obvod podle schématu) nebo aktivně - tvořivě (upravuje již navržený obvod či realizuje obvod dle vlastního návrhu).

#### **4.4 Technický úkol**

Ve Škárově definici technické tvořivosti narážíme na nový termín, kterým je **technický úkol**. Je to pro nás pojem naprosto zásadní, jelikož technický úkol je podle I. Škáry (19, s. 13 nebo 20, s. 42) elementárním prvkem realizace výuky technického vzdělávání.

Účelem technického úkolu je zajištění činnostního charakteru výuky technického předmětu. Technických úkolů využijeme obzvláště při práci s elektrotechnickou

stavebnicí, neboť aktivita a tvořivá činnost žáků je při ní nezbytná.

Technický úkol můžeme žákům předkládat mnoha způsoby. Verbálně (ústně či písemně), graficky (např. schématem obvodu, technickým výkresem), demonstrací na technickém objektu nebo jeho modelu, nebo libovolnou kombinací předešlých možností. Způsob zadání volíme v souvislosti s formou výuky a nesmíme zapomenout na dodržení didaktických zásad<sup>23</sup>. Pokud očekáváme od žáka kreativní přístup k řešení technického úkolu, měli bychom se snažit o to, aby žákům předkládaný úkol je motivoval k nalezení jeho plnění<sup>24</sup>.

Smyslem technického úkolu by nemělo být pouhé použití a upevnění dříve nabitých poznatků, ale měli bychom se snažit aby žákům přinesl poznatky nové. Je tedy vhodné předkládat žákům technické úkoly podmiňující nalezení řešení určitého technického problému a s ním spojených nových poznatků.

V této práci se zabýváme elektrotechnickou stavebnicí, pojďme se tedy přesvědčit jaká je možnost úkolování žáků technickými úkoly, jde-li nám při výuce o využití právě elektrotechnické stavebnice. Použijeme k tomu Škárovo dělení technických úkolů podle charakteru převládající činnosti, jejich výsledků a míry aktivizace tvůrčího potenciálu žáka (20, s. 42-43).

---

<sup>23</sup> Obzvláště důležité je dodržet zásady přiměřenosti a názornosti.

<sup>24</sup> Podle I. Škáry (20, s. 44) „je chybou hovořit o řešení technického úkolu, ten neřešíme, ale plníme. Řešit lze konkrétní, exaktně formulovaný technický problém a je jenom věcí vzájemného poměru náročnosti technického úkolu a odborné erudice a zkušenosti toho, komu je zadán, zda při promýšlení jeho plnění nějaký problém vyvstane nebo ne.“

**A. Technické úkoly s převládající prakticko-poznávací orientací** - jsou zaměřené na osvojení fondu operací nezbytných pro výkon určité pracovní činnosti včetně obsluhy běžných technických zařízení.

**a. Výrobní**

**b. Manipulační produkční** - sestavování (montáž) zpravidla modelů různých technických zařízení pomocí stavebnic.

**c. Manipulační analytické** - rozebírání (demontáž) didaktický stavebnicově řešených modelů vybraných technických zařízení.

**d. Manipulační prakticko-uživatelské** - zaměřené na osvojení správné obsluhy technických zařízení.

**B. Technické úkoly s převládajícím teoreticko-poznávací orientací** - jsou zaměřené na osvojení především teoretického základu technických disciplín.

**a. Analyticko-popisné** - analýza technických pracovních prostředků a zařízení, poznávání konstrukčního řešení, popis celku i částí.

**b. Experimentální** - výzkumné a objevné práce zaměřené na experimentování s elektrickými obvody a zkoumání funkce částí těchto obvodů.

**C. Technické úkoly aplikační** - jsou zaměřené na užití osvojených vědomostí i dovedností a na hledání i vyhodnocování možných řešení technických problémů.

**a. Designérské a konstrukční úkoly** - hledání, navrhování a hodnocení konstrukčních řešení podle zadaných nebo z účelu žákem samostatně vyvozených a zformulovaných požadavků,

vypracování nebo doplnění náčrtů a schémat zařízení.

**b. Technologické úkoly**

**c. Technicko-organizační úkoly** - řešení dílčích problémů organizace práce.

**d. Inovační a zlepšovací úkoly** - žáková inovace a zlepšení nabízeného řešení (např. elektrického obvodu)

**e. Opravářenské úkoly** - simulace, popř. záměrné vytvoření chyby zařízení, kterou má žák identifikovat na základě nesprávné funkce zařízení, navrhnout způsob odstranění chyby a odstranit ji.

**D. „Velké projekty“ - technické úkoly zaměřené na problémy školy. Okolí školy, obce, krajiny okolo obce.**

Jak je patrné, je možné celou řadu elementárních technických úkolů (kategorie A, B, C) využít při práci s elektrotechnickou stavebnicí v technickém vzdělávání. Co se týče technických úkolů spadajících do kategorie D, jde spíše o komplexní technický úkol<sup>25</sup> či dokonce o systém technických úkolů<sup>26</sup>, který je tvořen logicky uspořádanými

<sup>25</sup> Komplexní technický úkol je kombinací více druhů technických úkolů, obsahově je tvořen tak, aby žák pro jeho realizaci musel uplatit komplex poznatků (např. z nějakého tématického celku učiva). Obvykle je zařazován na konec tematického celku a je určen k diagnostikování fixace a schopnosti aplikace osvojených poznatků (20, s. 44).

<sup>26</sup> Systém technických úkolů je soustava technických úkolů a komplexních technických úkolů majících logickou posloupnost, obsahově volených tak, aby byl vyčerpán didaktický systém učiva konkrétního technického předmětu. Časově se kryje s dobou výuky příslušného předmětu (20, s. 44).

elementárnými technickými úkoly. Je tedy jen na zadavateli (učiteli) nebo plniteli (žákovi) dílčího technického úkolu, rozhodne-li se k jeho plnění využít elektrotechnickou stavebnici.

#### 4.5 Technický experiment

Několikrát tu již bylo zmíněno, že elektrotechnickou stavebnici lze využít k experimentování s jejími prvky nebo obvody, které prostřednictvím ní lze sestavit. Ve školních podmínkách se experimentu a experimentování využívá v mnoha předmětech, my se ale zaměříme na oblast technického vzdělávání.

V technických předmětech mluvíme o **technickém experimentu**, který je promyšlenou a cílevědomou psychomotorickou činností zaměřenou na získání nových poznatků. Tyto poznatky získané prostřednictvím technického experimentu vedou k hlubšímu a obecnému technickému myšlení (13, s. 122).

Předpokládá se, že u žáka půjde při experimentu o činnost psychomotorickou, neboť se má po žáku požadovat uplatnění dříve nabitých praktických schopností a návyků nutných pro operace jakými mohou být montáž a demontáž propojovacích vodičů, manipulace s elektrotechnickými či mechanickými prvky stavebnice, práce s dokumentací, měření sledovaných veličin a protokolování výsledků experimentu.

Ne vždy musí být žák tím, kdo experiment provádí. Existuje i takzvaný **demonstrační experiment**, který je prováděn učitelem před zraky žáků. Takto prováděný

technický experiment je pro žáky velmi důležitý, neboť je jim vzorem pro vlastní plánovitou a cílevědomou experimentální činnost.

O přínosu zařazení technického experimentu do výuky technických předmětů nás můžou přesvědčit jeho **výchovné aspekty**. Uvedme si alespoň několik z mnoha, které nám předkládá J. Kropáč (13, s. 122) a může v nich spatřovat souvislost s elektrotechnickou stavebnicí. Technický experiment:

- rozvíjí připravenost k samostatné a tvořivé činnosti a logické myšlení,
- umožňuje odhalování zákonitostí, verifikaci teorie, poznání na vyšším stupni,
- rozvíjí vyjadřovací schopnosti žáka, který se učí vystihnout podstatu jevu a vést smysluplné záznamy o průběhu experimentu, což využije pro případný výsledek své činnosti - protokol,
- rozvíjí u žáků kladný postoj k technice, jenž může být důležitým faktorem při výběru budoucího povolání.

Bude-li tedy technický experiment učitelem vhodně navržen, zařazen do výuky a dokážeme-li žáka k experimentování správně motivovat (popř. přesvědčit žáka o nezbytnosti provedení technického experimentu), pak může žáka jediné obohatit. Jednak tím, že ho přivede k novým poznatkům, a také tím, že ho učí promýšlet a zodpovědně systematicky vykonávat samostatnou či týmovou technickou práci.

Elektrotechnická stavebnice vhodně zvolená

k probíranému tématu z oblasti elektrotechniky má pak pro technický experiment ten význam, že žákovi je předložena ucelená sada prvků, které může pro svůj experiment potřebovat. Vše by v takové experimentální žákovské soustavě mělo být přehledně umístěno, označené a ošetřené proti případnému poškození<sup>27</sup>. To že žák vše nalezne pěkně pohromadě, má vliv i na úsporu času při sestavování obvodů a žák se tudíž může více věnovat samotné experimentální činnosti (získávání dat, pozorování fyzikálních jevů, chování obvodů či prvků za určitých podmínek apod.).

---

<sup>27</sup> Je zde míněna hlavně ochrana proti špatnému připojení (přepólování) napájení prvku.



## 5 Uplatnění stavebnice číslicové techniky ve výuce na základní škole

Nikdo dnes asi nezapochybuje nad tvrzením, že číslicová neboli digitální<sup>28</sup> technika se stala podstatnou součástí vybavení domácností, škol i pracovišť. Většina populace má několikrát denně v ruce mobilní telefon, doma, v práci nebo ve škole použije počítač a po dlouhém dni doma relaxuje při poslechu hudby z rádia, CD či MP3 přehrávače nebo odpočívá při sledování televize. Mimochodem i televizní vysílání v současné době přechází od analogového k digitálnímu. Výčetem toho, kde všude lze na digitální techniku narazit, by se dal mnohanásobně překročit rozsah této práce.

To že se digitální technika rozšířila v takové míře, je důsledkem tzv. „digitální revoluce“. Milníkem, který digitální revoluci odstartoval, bylo vynalezení tranzistoru<sup>29</sup> v roce 1947. Naplno však propukla digitální revoluce v 80. letech dvacátého století, kdy se objevil první počítač dnes nejrozšířenější platformy od firmy IBM, firma Motorola představila první mobilní telefon a firma Sony začala nabízet CD (Compact Disc), nové optické datové medium určené pro záznam a archivaci hudby v digitální podobě<sup>30</sup>. Digitální revoluce stále ještě probíhá, i když čím dál častěji se ozývají hlasy poukazující

---

<sup>28</sup> Digitální - „pracující s daty a informacemi ve tvaru číselných údajů“ (28, s. 165).

<sup>29</sup> Tranzistor je elektronická polovodičová součástka tvořená dvěma přechody P-N. Tyto přechody mezi dvěma polovodičovými materiály s odlišným počtem volných nosičů náboje (elektronů) , vedou elektrický proud pouze jedním směrem.

<sup>30</sup> Takový bylo alespoň původní určení CD.

na jisté zpomalení až stagnaci ve vývoji digitálních technologií svědčící o tom, že revoluce je již pomalu u konce.

Nic to však nemění na faktu, že digitální technika je velmi významným oborem elektroniky, která se stala nepostradatelným oborem i pro náš běžný život. Každý uživatel elektrotechnických spotřebičů založených na číslicové technice (obzvláště počítačů, přehrávačů CD, DVD a MP3), se můžeme setkat s termíny, které s číslicovou technikou souvisí a měl by znát jejich význam<sup>31</sup>.

Tento argument a fakt, že obecně technické vzdělávání má sledovat i moderní trendy ve vývoji techniky, by měly každého přesvědčit o potřebě zapojení problematiky číslicové techniky do seznamu témat probíraných v obecně technických předmětech na ZŠ. A to nejen teoretický v hodinách informační výchovy, kde se probírá hardware počítačů a kde žák často získá pouze abstraktní představu, ale je vhodné zapojit toto téma i do hodin technické výchovy, kde lze žákům umožnit konkrétnější poznání těchto pojmů.

Proto se v této kapitole chci zaměřit na stručné představení číslicové techniky, alespoň v takovém rozsahu, v jakém by měl být přestaven i žáku základní školy.

Poté se pokusím ve vzdělávacích oblastech Rámcového vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (RVP ZV) zaměřených na obecně technické vzdělávání nalézt tématické okruhy, do nichž by se daly při tvorbě Školního vzdělávacího programu (ŠVP) integrovat do podoby učiva

---

<sup>31</sup> Řeč je o pojmech jako zásobník - buffer, čítač, paměť, řadič, sběrnice - bus apod.

didaktický transformování poznatky z oblasti číslicové techniky.

### 5.1 Číslicová technika

O číslicové neboli digitální technice jsem se tu doposud vyjadřoval poněkud vágně. Proto si myslím, že právě zde je vhodné podat o ní poněkud konkrétnější a podrobnější informace.

Jak už jsem výše uvedl, číslicová technika je oblastí elektroniky, tedy na slaboproud zaměřené elektrotechniky. Číslicová technika, jak je známa v dnešní podobě, je oborem poměrně mladým. Důvodem, proč se číslicová technika nerozvíjela již dříve, byla nedostatečná technická vyspělost. Cestu rozvoje otevřely až polovodičové materiály, které umožnily konstrukci nových elektronických prvků (diody, tranzistoru, integrovaného obvodu apod.) schopných nahradit sice přesné, ale pomalé a nespolehlivé součástky (např. elektronky).

Podstatou číslicové techniky je, zjednodušeně řečeno, zastoupit člověka při ovládání nebo rozhodování o další činnosti zařízení pomocí digitálních nebo též logických systémů. Cílem tvorby digitálních systémů není vyvinout umělou inteligenci, ale vytvořit zařízení, které se na základě situace (popř. předchozích rozhodnutí) logicky rozhodne pro určitou reakci. Přičemž rozhodnutí digitálního systému nemůže být náhodné, ale je to vždy jedno z přednastavených řešení.

Rozhodování lidské a rozhodování digitálního systému jsou si podobné v tom, že se odehrávají na úrovni

elementárních rozhodovacích operací vyhodnocujících základní informace<sup>32</sup>. Základní informace se v číslicové technice nazývá **logická proměnná**. Rozhodování je zase chápáno jako **logická operace**. Základními operacemi, které se v číslicové technice používají jsou logický součet, logický součin a negace.

Logická proměnná nemůže pracovat z hodnotami ANO a NE. Ty jsou nahrazeny logickými stavy, které jsou pro naše ANO logická jedna (log.1) a pro NE logická nula (log.0)<sup>33</sup>. Proto říkáme, že digitální technika pracuje s tzv. **dvojstavovou logikou**. Z toho vyplývá i podoba **digitálního signálu**, který se v závislosti na čase skokově mění mezi dvěma hodnotami napětí. Tyto napěťové hodnoty odpovídají logickým stavům.

Pokud chceme stanovit, jak se má digitální systém chovat v závislosti na hodnotách logických proměnných, musíme vytvořit **logickou funkci**. Logická funkce opět nabývá pouze hodnot log.1 nebo log.0. Nejjednoduššími logickými funkcemi jsou **funkce nebo** a **funkce a**. Představují vlastně funkce logického součtu a součinu. Jejich název vyplývá ze spojek užitých při spojení hodnot

---

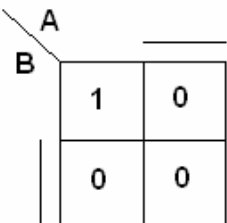
<sup>32</sup> Pro snazší pochopení uvedu malý příklad. Dejme tomu, že po jedné straně ulice jde člověk a chce se dostat na protější chodník. Nejprve se rozhlédne zda-li nevidí v ulici přechod. Dejme tomu, že přechod tam je a člověk dojde až k němu. Tam zjišťuje, je-li přechod řízen semaforem. Řekněme, že i semafor je u přechodu. Dalším krokem bude rozhodnutí zda přejít nebo ne. Rozhodnutí proběhne po vyhodnocení stavu, tedy barvy světla na semaforu. Základními informacemi, které nabývají hodnot ANO nebo NE v tomto příkladě jsou: je přítomen přechod, je přítomen semafor, svítí zelená. Elementární operace (rozhodnutí o přejití na druhou stranu ulice) je vyhodnocením těchto základních informací (proměnných).

<sup>33</sup> Tyto dvě hodnoty se někdy značí jako H (high) a L (low).

jednotlivých logických proměnných při formálním zápisu funkce. Ten vypadá asi takto  $A \cdot B + B = Y$ , kde A a B jsou proměnné a Y je logická funkce.

Krom formálního zápisu lze funkci vyjádřit i jinými způsoby. Pravdivostní tabulka je právě takovou přehlednou a srozumitelnou alternativou. Na jedné straně tabulky jsou v řádcích uvedeny stavové kombinace jednotlivých proměnných a na druhé straně tabulky je ke každému řádku dána výsledná hodnota funkce. Další možností znázornění a zapsání logické funkce jsou mapy. Mapa je v podstatě tabulkou, v níž každá buňka představuje kombinaci proměnných. Do buněk se vpisují výsledné stavy logické funkce. Těch je několik druhů, ale v podstatě jsou založeny na stejném principu. Nejpoužívanější jsou Svobodova mapa a Karnaughova mapa.

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



Obrázek 5.1 - Pravdivostní tabulka a mapa<sup>34</sup>

Pravdivostní tabulky a mapy slouží krom záznamu funkce i k minimalizaci logických funkcí. Při minimalizaci je třeba se zaměřit na ty výsledné stavy funkce, kterých je méně. To znamená i menší nároky na sestavení digitálního systému, který má funkci realizovat. Pro

<sup>34</sup> Čáry po stranách mapy znamenají, že proměnná v této kombinaci nabývá hodnoty log.0.

příklad vezměme pravdivostní tabulku z obrázku 5.1. V tomto případě stačí vytvořit digitální systém, který v případě, kdy se na jeho vstupech objeví kombinace  $AB = 11$ , dává na výstupu log.1. Ostatní kombinace systém nevyhodnocuje a přivede na výstup log.0.

Složitější cestou, jak minimalizovat logickou funkci, je početní způsob minimalizace formálního zápisu funkce pomocí zákonů Booleovy algebry. Booleova „logická“ algebra je přímo aplikovatelná při tvorbě digitálních systémů. Zákony Booleovy algebry umožňují operovat s logickými proměnnými i celými funkcemi. Při využití těchto pravidel se pracuje se základními logickými operacemi a jejich vlastnostmi. Pro úplnost uvedu tabulku 5.1 s jednotlivými zákony Booleovy algebry.

	<b>Zákony pro jednu log. proměnnou</b>	
Zákon negace	$\bar{0}=1$	$\bar{1}=0$
Zákon dvojité negace	$A = \overline{\bar{A}}$	
	<b>Zákony součtu</b>	<b>Zákony součinu</b>
Zákon idempotence	$A + A = A$	$A \cdot A = A$
Zákon absorpce	$A + A \cdot B = A$	$A \cdot (A + B) = A$
Zákon absorpce negace	$A + \bar{A} \cdot B = A + B$	$A \cdot (\bar{A} + B) = A \cdot B$
Zákon komutativní	$A + B = B + A$	$A \cdot B = B \cdot A$
Zákon asociativní	$A + (B + C) = (A + B) + C$	$A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C$
Zákon distributivní	$A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$	$A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$
Neutrálnost 0 a 1	$A + 0 = A$	$A \cdot 1 = A$
Agresivnost 0 a 1	$A + 1 = 1$	$A \cdot 0 = 0$
Zákon vyloučení třetího	$A + \bar{A} = 1$	$A \cdot \bar{A} = 0$

De Morganův zákon	$\overline{A+B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$	$\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$
-------------------	--	--

Tabulka 5.1 - Zákony Booleovy algebry

Rozhodování člověka mají na svědomí synapse (nervová propojení) v lidském mozku. V digitálním systému jsou to v jednoduchých případech **logické operátory** (hradla) nebo ve složitějších případech celé systémy logických operátorů tvořící **logické obvody**.

Tři základní druhy hradel provádějí při základní logické operace. Hradlo NOT neboli invertor neguje hodnotu vstupu, hradlo AND provádí se vstupními hodnotami logický součin a hradlo OR zase vstupní hodnoty logicky sečte. Existují ještě hradla NAND a NOR, což jsou hradla AND a OR s negovanými výstupy. Odtud „N“ na začátku označení hradel, které znamená NON (negované). Další hradlo s nímž se můžeme setkat je EXOR (někdy značeno jen jako XOR) neboli Exklusiv OR, které dává na výstupu log.1 pokud je na všech vstupech tohoto hradla stejná logická úroveň.

Z logických operátorů se dají vytvořit logické obvody, které můžeme rozdělit na dva druhy. **Kombinační logické obvody** jsou digitální systémy, u nichž je logická hodnota výstupního signálu dána kombinací logických hodnot proměnných na vstupech systému v dané chvíli. **Sekvenční logické obvody** se liší od kombinačních logických obvodů tím, že hodnoty výstupního signálu ovlivňují i sekvence předchozích kombinací hodnot vstupních proměnných. Mají tedy vnitřní paměť pro uchování předchozích stavů.

Logické operátory a nejpoužívanější logické obvody se vyrábějí v podobě integrovaných obvodů (IO)<sup>35</sup> v různých druzích pouzder a s různým stupněm integrace. Nejrozšířenější jsou pouzdra DIL (Dual in-line), která jsou charakteristická svým plochým černým pláštěm se dvěma řadami vývodů po stranách. Integrované obvody jsou značeny alfanumerickou značkou, podle níž lze určit výrobní technologii IO a logické operátory nebo obvody, které IO obsahuje.

Dvě nejpoužívanější výrobní technologie integrovaných obvodů jsou TTL a CMOS<sup>36</sup>. Řada TTL je obsáhlejší a oproti CMOS má tu výhodu, že IO nejsou tolik citlivé na statickou elektřinu. CMOS mají zase tu výhodu, že pracují při nižším napájecím napětí a nemají takovou spotřebu.

Logické operátory a klopné obvody (jednoduché sekvenční obvod) se staly základem digitální techniky od náramkových hodinek po moderní počítače. Například dekodéry, které umí převádět mezi číselnými soustavami, využijeme v obchodních pokladnách. Prodavač sejmeme čtecím zařízením čárový kód a ten je dekodérem převeden na binární číslo, které zpracuje mikroprocesor pokladny a výsledek pošle jinému dekodéru. Ten převede binární číslo na kód, který používá displej pokladny a zobrazí se tak dekadické číslo, kterému naše společnost běžně používá.

---

<sup>35</sup> Z angličtiny je někdy přebírána zkratka IC - Integrated Circuit.

<sup>36</sup> V názvech výrobních technologií IO se odrážejí použité konstrukční prvky. TTL (tranzistorově-tranzistorová logika) její název vyplývá z faktu, že vnitřní zapojení obvodů má bipolární tranzistor na vstupu i výstupu. CMOS převzal svůj název od unipolárních tranzistorů, které byly při konstrukci IO využity.



Pro počítače jsou zase velmi důležité řadiče a čítače. Řadiče jsou vlastně jednoduché paměti, které umožňují i převod z paralelních na sériová data a naopak. Tyto jednoduché převodníky však pracují pouze na úrovni bitů či bajtů<sup>37</sup>. Čítače jsou složitější sekvenční obvody pomáhající řídit vnitřní výpočetní procesy počítačů.

Dalšími kombinačními logickými obvody jsou multiplexory a demultiplexory. Ty našly využití ve sdělovací technice. Multiplexor umožňuje skládání více signálů do jednoho, tím že přepíná mezi vstupy v pravidelném časovém intervalu a vše převádí na jeden výstup. Demultiplexor pracuje opačně s jedním vstupem a s několika výstupy.

Číslicová technika se stále zdokonaluje. Možná, že nepřibývá tolik nových zařízení, ale vše se zrychluje a zmenšuje. I proto zůstává stále perspektivním technickým oborem a navíc, alespoň dle mého názoru, je lákavá pro všechny, kdo se zajímají o výpočetní a komunikační techniku.

## **5.2 Možnosti uplatnění vyplývající z Rámcového vzdělávacího programu (RVP)**

Česká Republika zastoupená Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy se v roce 2001 vydáním Národního programu rozvoje vzdělávání v ČR (tzv. Bílé knihy) rozhodla pro nový směr v tvorbě kutikulárních dokumentů.

---

<sup>37</sup> Jednotky informace. Bit jako elementární jednotka informace dokáže uchovat pouze log.1 nebo log.0. Byte neboli slovo je složeno z osmi bitů.

Tento fakt zakotvila i legislativně v zákoně č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (tzv. školském zákonu). Kutikulární dokumenty jsou u nás tvořeny na dvou úrovních.

Na úrovni státní vydává dokumenty Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT). To vydalo v roce 2004 **Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání** (RVP ZV), který navazuje na Rámcový vzdělávací program pro předškolní vzdělávání. Rámcový vzdělávací program vymezuje závazný rámec základního vzdělávání<sup>38</sup> a stanoví standardní vzdělávací obsah (očekávané výstupy a učivo).

Na školních úrovních vznikají **Školní vzdělávací programy** (ŠVP), které na základě rámcového vzdělávacího programu vytváří týmy učitelů daných škol. Podle těchto ŠVP se na příslušných základních školách uskutečňuje vzdělávání. Převratnou myšlenkou, kterou přinesly rámcové vzdělávací programy, je svoboda volby vzdělávacího obsahu při formulování Školního vzdělávacího programu.

Důležitým bodem, který souvisí s RVP a o němž se tu chci zmínit, jsou **klíčové kompetence**. Ty představují „souhrn vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot důležitých pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti“ (29, s. 14). Volba kompetencí přispívajících k rozvoji vzdělání jedince a k budování jeho spokojeného a úspěšného života i prospěchu celé občanské společnosti, vychází z hodnot a představ obecně přijatých naší společností.

---

<sup>38</sup> RVP ZV „vymezuje vše, co je společné a nezbytné v povinném základním vzdělávání žáků“ (29, s. 10).

Cílem vzdělávání podle RVP je tedy vybavit žáky klíčovými kompetencemi na jimi dosažitelné úrovni. Úroveň osvojení klíčových kompetencí na konci základního vzdělávání není finální, ale měla by být dobrým základem pro další vzdělávání a vstup do pracovního života.

*„V etapě základního vzdělávání jsou za klíčové považovány: **kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, kompetence sociální a personální, kompetence občanské, kompetence pracovní**“* (29, s. 14).

Během vzdělávání žáků je třeba dbát na to, že klíčové kompetence mají „*nadpředmětový*“ (29, s. 14) charakter. Neměly by tedy být rozvíjeny jen v rámci předmětu, který považujeme dané kompetenci za nejbližší.

Výše v této podkapitole jsem se zmínil, že RVP přináší rámec základního vzdělávání a stanoví standardní vzdělávací obsah. V rámcovém vzdělávacím programu základního vzdělávání je vzdělávací obsah rozčleněn do devíti **vzdělávacích oblastí**. Z nich mne nejvíce zajímají ty oblasti, které jsou technicky zaměřené a v kterých tudíž lze najít prostor pro uplatnění stavebnice číslicové techniky. Jsou to vzdělávací oblasti Informační a komunikační technologie a Člověk a svět práce.

„Vzdělávací oblast **Informační a komunikační technologie** umožňuje žákům dosáhnout základní úrovně informační gramotnosti - získat elementární dovednosti v ovládání výpočetní techniky a moderních informačních technologií, orientovat se ve světě informací, tvořivě pracovat s informacemi a využívat je při dalším vzdělávání

i v praktickém životě" (29, s. 34). Jelikož je u člena naší společnosti vyžadována (v pracovním i běžném životě) informační gramotnost, byla tato vzdělávací oblast zvolena jako povinná součást základního vzdělávání.

Vědomosti a dovednosti získané v této vzdělávací oblasti umožňují žákům využívat výpočetní techniku pro školní vzdělávání, samostudium, pro práci a komunikaci. Jako uživatelé výpočetní techniky pomohou žáku dosažené vědomosti, v oblasti hardwaru a softwaru, věcně komunikovat s odborníky na informační technologie (IT) vyskytne-li se problém s funkcí zařízení.

Vzdělávací obsah vzdělávací oblast Informační a komunikační technologie se dělí do několika tématických okruhů pro 1. a 2. stupeň. Uvedu zde jednotlivé tématické okruhy a pokusím se nalézt učivo, na které lze navázat při použití stavebnice číslicové techniky ve výuce na 2. stupni základní školy.

Tématické okruhy pro 1. stupeň:

- **Základy práce s počítačem**
  - o základní pojmy informační činnosti
  - o struktura, funkce a popis počítače a přídatných zařízení
- Vyhledávání informací a komunikace
- Zpracování a využití informací

Tématické okruhy pro 2. stupeň:

- Vyhledávání informací a komunikace
- Zpracování a využití informací

Vzdělávací oblast **Člověk a svět práce** „postihuje široké spektrum pracovních činností a technologií, vede žáky k získání základních uživatelských dovedností v různých oborech lidské činnosti a přispívá k vytváření životní a profesní orientace žáků“ (29, s. 81). Koncepce této oblasti vychází z životních situací, při nichž je žák v kontaktu s pracovní činností a technikou v nejrůznějších podobách a souvislostech. Proto je cíleně zaměřena na praktické pracovní dovednosti a návyky, které žák využije v budoucím pracovním i soukromém životě.

Vzdělávací obsah oboru Člověk a svět práce je rozdělen na tématické okruhy pro 1. stupeň a 2. stupeň. Z nabídky čtyř tematických okruhů pro 1. stupeň je škola povinna realizovat všechny. Oproti tomu z nabídky osmi tematických okruhů pro 2. stupeň si školy vybírají, podle svých podmínek a pedagogických záměrů, dva tematické okruhy, které spolu s povinným tematickým okruhem Svět práce, musí realizovat v plném rozsahu.

V průběhu realizace obsahu tohoto vzdělávacího oboru se žáci učí plánovat, organizovat a hodnotit svou pracovní činnost (samostatnou i týmovou) a jsou vedeni k dodržování zásad bezpečnosti a hygieny práce. Doporučuje se zařazovat do vzdělávání žáků co největší počet tematických okruhů, aby si žáci osvojili základní pracovní dovednosti a návyky z nejrůznějších oborů lidské činnosti. Získané teoretické i praktické informace ze sféry práce, pomohou žákům při odpovědném rozhodování o jejich dalším profesním zaměření.

Nyní blíže uvedu výčet tematických okruhů ze vzdělávací oblasti Člověk a Svět práce pro 1. stupeň

i 2. stupeň. U vybraných okruhů zmíním učivo, u které lze najít souvislost se stavebnicí číslicové techniky.

Na 1. stupni (1. – 5. ročník) jsou to čtyři tematické pro školu povinné okruhy:

- **Práce s drobným materiálem**
  - o pracovní pomůcky a nástroje – funkce a využití
- **Konstrukční činnosti**
  - o stavebnice (plošné, prostorové, konstrukční), sestavování modelů
  - o práce s návodem, předlohou, jednoduchým náčrtem
- Pěstitelské práce
- Příprava pokrmů

Na 2. stupni (6. – 9. ročník) je vzdělávací obsah rozdělen do osmi tematických okruhů:

- **Práce s technickými materiály**
  - o pracovní pomůcky, ruční nářadí a nástroje
  - o jednoduché pracovní operace a postupy
  - o organizace práce, důležité technologické postupy
  - o technické náčrty a výkresy, technické informace, návody
  - o úloha techniky v životě člověka, zneužití techniky, technika a životní prostředí, technika a volný čas
- **Design a konstruování**
  - o stavebnice (konstrukční, elektrotechnické, elektronické), sestavování modelů, montáž a demontáž
  - o návod, předloha, náčrt, plán, schéma
- Pěstitelské práce a chovatelství

- **Provoz a údržba domácnosti**
  - o spotřebiče v domácnosti
  - o elektrotechnika v domácnosti - elektrické spotřebiče, elektronika, sdělovací technika, funkce, ovládání a užití, ochrana, údržba, bezpečnost provozu, nebezpečí úrazu elektrickým proudem
- Příprava pokrmů
- **Práce s laboratorní technikou**
  - o základní laboratorní postupy a metody
  - o základní laboratorní přístroje, zařízení a pomůcky
- **Využití digitálních technologií**
  - o digitální technika - počítač a periferie, digitální fotoaparát, videokamera, CD a DVD přehrávače, mobilní telefony
  - o digitální technologie - bezdrátové technologie, konvergence technologií, multiplexování
- **Svět práce**
  - o volba profesní orientace
  - o možnosti vzdělávání

Jak je patrné, nalezneme v RVP ZV několik tématických okruhu vzdělávací oblasti Člověk a svět práce, v kterých lze v případě zájmu využít stavebnice číslicové techniky ve výuce. Jde hlavně o okruhy Design a konstruování, Provoz a údržba domácnosti Práce s laboratorní technikou a Využití digitálních technologií.

Při výuce se stavebnicí číslicové techniky lze navázat na širokou škálu učiva pro 1. i 2. stupně

vzdělávacích oblastí Informační a komunikační technologie a Člověk a Svět práce. Z oblasti Informační a komunikační technologie je to učivo okruhu Základy práce s počítačem a z oblasti Člověk a Svět práce jsou to hlavně okruhy Konstruktivní činnosti (1. stupeň) a Práce s technickými materiály (2. stupeň).

Na výuku se stavebnicí číslicové techniky je možné navázat v tématickém okruhu Svět práce (vzdělávací oblast Člověk a svět práce), který je zaměřen na volbu dalšího vzdělávání a profese. Žák si tak může udělat představu o vzdělávání a profesi budoucích elektrikářů, elektro-mechaniků a elektrotechniků zaměřených na slaboproudou elektrotechniku, konstruktérů či specialistů na informační a komunikační technologie.



## **6 Vymezení učiva oblasti Číslicová technika a jeho integrace systému vzdělávání**

Stavebnice číslicové techniky je jistě vhodnou pomůckou, která žákům zprostředkuje poznání této oblasti techniky. Sama o sobě však stavebnice nezláká asi žádného pedagoga, aby ji začal využívat ve výuce. Nutno říci, že sami učitelé (hlavně ti starší) nemají většinou vztah k elektrotechnice a tedy ani k elektrotechnickým stavebnicím. Z rozhovoru s několika učiteli vím, že se necítí být dostatečně odborně technicky erudováni pro výuku témat týkajících se elektrotechniky.

Bylo by tedy potřebné, aby mnou navržená stavebnice číslicové techniky byla doprovázena textovým materiálem, který bude manuálem vedoucím žáka v poznávání číslicové techniky a v systematické práci se stavebnicí. Učiteli může tento materiál pomoci plánovitě rozvrhnout výuku.

Pouhé shrnutí poznatků z oblasti číslicové techniky pro tento textový materiál ovšem nestačí. Je nutné tyto technické poznatky transformovat do podoby přijatelné pro žáka druhého stupně základní školy. V této kapitole se tedy zaměřím i na didaktickou transformaci systému poznatků z oboru číslicové techniky.

V druhé části této kapitoly se zaměřím na integraci učiva vzniklého didaktickou transformací poznatků z oblasti číslicové techniky do školního vzdělávacího programu.

## 6.1 Didaktická transformace vzdělávacího obsahu zaměřeného na číslicovou techniku

Cílem této podkapitoly není obširný rozbor obecné teorie didaktické transformace, ale problematika transformace poznatků číslicové techniky jako specifické oblasti technického oboru elektronika. Zaměřím se zde na preinteraktivní (přípravnou) fázi didaktické transformace, během níž vymezím obsah oblasti číslicová technika určený k transformaci. Výstupem z této části bude osnova učiva, která bude podkladem k sestavení didaktického textu určeného pro práci se stavebnicí číslicové techniky na 2. stupni základní školy.

Poznatky, které jsou jako učivo předkládány žákům základní školy, pocházejí z různých oborů lidské činnosti (věda, technika, umění a mnoho dalších). Byly vybrány z důvodu potřeby pro běžný (občanský) život či budoucí profesní kariéru žáků. Zaměříme-li se na poznatky z technických oborů, pak je nutno konstatovat, že jsou pro žáka základní školy jen těžko osvojitelné. Je tedy nutné tyto technické poznatky podrobit procesu, při které budou transformovány do podoby odpovídající kognitivním možnostem žáků. Tento proces se nazývá **didaktická transformace**<sup>39</sup> a rozkládá se na tyto tři fáze: preinteraktivní, interaktivní a postinteraktivní. Pokud jsem tu zmínil výběr a úpravu odborných poznatků, pak šlo o fázi preinteraktivní.

Při **preinteraktivní** (přípravné nebo též předvýukové) **fázi** jsou poznatky transformovány v těchto třech rovinách:

---

<sup>39</sup> Teoretické poznatky o didaktické transformaci v obecné rovině jsou čerpány z publikace autorů J. Kropáče a J. Kropáčové (16).

- Odborný (vědecký) systém obsahu
- Didaktický systém obsahu (poznatky, činnosti, postoje, hodnoty)
- Program výuky (učivo).

Činnost **v rovině odborného systému** obsahu spočívá ve výběru vhodných zdrojů informací a jejich zpracování. Během zpracování je třeba se zaměřit hlavně na správnost a systematickosti poznatků. Vymezení obsahu je prováděno v závislosti na stanovených cílech, kterých chceme výukou dosáhnout. V této rovině se nehledáme pouze vhodně odborné poznatky, ale také vhodné analogie, příklady z reálného života a další věci, které lze využít při výuce.

**V rovině didaktického systému obsahu** provádí transformující kvantitativní a kvalitativní redukci obsahu. Zamýšlí se nad významem, náročností, souvislostí a návazností poznatků. I když se zde zatím nejedná o tvorbu didaktických výukových nebo studijních textů ani o vytváření učebního plánu, měl by mít transformující vymezeny alespoň rámcové cíle.

**V rovině programu výuky** je činnost transformujícího zaměřena, jak z názvu roviny vyplývá, na vytváření programu výuky a tvorbu didaktických textů. Provádí se volba nebo vytváření osnov, učebnic a učebních pomůcek. V této tvůrčí práci je vhodné využít analogií, příkladů a grafických podkladů, které jsme získali během studia odborných informačních zdrojů v rovině odborného systému obsahu.

Stručně jsem tu shrnul teoretický základ preinteraktivní fáze didaktické transformace a nyní se pokusím o její realizaci.

Rámcovým cílem, jež jsem si vymezil pro práci se stavebnicí číslicové techniky je seznámit žáky 2. stupně základní školy s číslicovou technikou, jakožto specifickou oblastí technického oboru elektronika.

Při vymezení obsahu jsem vycházel ze středoškolských učebnic a příruček pro zájemce a amatérské konstruktéry zaměřených na oblast číslicové (digitální) techniky. Konkrétně jsou to publikace autorů M. Antošové a V. Davídka (21), V. Maliny (22), D. Matouška (24) a A. Schommerse (27). Asi nejobsáhlejší a nejpodrobněji zpracovanou je učebnice V. Maliny, což je jeden z osmi dílů učebnic elektroniky zaměřený na číslicovou techniku<sup>40</sup>.

Na základě studia těchto informačních zdrojů jsem sestavil osnovu učiva vhodného pro výuku s účastí stavebnice číslicové techniky. Osnova se dělí do čtyř témat, u nichž jsou uvedeny klíčové pojmy a činnosti, které si má žák osvojit. Výběr témat jsem uskutečnil na základě zhodnocení významu poznatků pro obecné technické vzdělávání žáka základní školy. Řazení témat v osnově je takové, aby se zajistila logická návaznost učiva. Navržená **osnova tématického celku Číslicová technika** je tedy následující:

- **Základy číslicové techniky**

---

<sup>40</sup> U dvou zmíněných informačních zdrojů, publikace M. Antošové a V. Davídka (21) a V. Maliny (22), šlo tedy o didaktickou analýzu učiva střední odborné školy.

- o Analogová a číslicová technika - rozdíl, analogový a digitální signál
- o Číselné soustavy a kódování - dekadická a binární číselná soustava, převody čísel mezi těmito soustavami, kód BCD (8421 kód)
- **Logická funkce**
  - o Logická proměnná a logická operace
  - o Logická funkce jedné a více proměnných - Booleova algebra, zápis logické funkce (logický výraz, pravdivostní tabulka, Karnaughova mapa)
  - o Minimalizace logické funkce - pomocí zákonů Booleovy algebry (početní metoda), pomocí Karnaughovy mapy (grafická metoda)
- **Kombinační logické obvody**
  - o Logické operátory (hradla) - integrovaný obvod, hradla AND, OR, NOT, NAND, NOR a jejich funkce
  - o Sestavování logických obvodů z hradel
- **Sekvenční logické obvody**
  - o Klopné obvody R-S a D - konstrukce a funkce
  - o Konstrukční využití sekvenčních logických obvodů - R-S jako stabilní klopný obvod v symetrickém zapojení (generátor periodického digitálního signálu), jednoduchý paměťový člen realizovaný klopnými obvody D (registr), klopný obvod D jako dělič kmitočtu, čítače pulsů.

V poslední rovině preinteraktivní fáze didaktické transformace bych se jako transformující měl věnovat tvorbě programu výuky a didaktických textů. Problematice tvorby programu výuky se budu věnovat v souvislosti se

školním vzdělávacím programem v následující kapitole 5.3. Didaktický text postavený na uvedené osnově učiva tématického celku Číslicová technika je součástí mé diplomové práce (příloha 1).

## **6.2 Integrace tématického celku Číslicová technika do Školního vzdělávacího programu (ŠVP)**

Vydáním Rámcového vzdělávacího programu vznikla základním školám z legislativy vyplívající povinnost vytvořit Školní vzdělávací program. V tomto, pro danou školu závazném kurikulárním dokumentu, nalezneme všechny informace o škole, vzdělávacím obsahu, který je žákům během základního vzdělávání předkládán, a cílech, již je třeba dosáhnout, aby si žák osvojil klíčové kompetence požadované RVP v maximálním možném rozsahu.

Při tvorbě ŠVP vychází tým tvůrců (pedagogickému sboru školy) převážně z Rámcového vzdělávacího programu, s kterým se musí velice podrobně seznámit. Dalším dokumentem, který je tvůrcům ŠVP nápomocen, je Manuál pro tvorbu školních vzdělávacích programů v základním vzdělávání.

Rámcový vzdělávací program poskytuje tvůrcům ŠVP jistou autonomii ve volbě učiva. Z RVP si tvůrci mohou převzít jen povinné množství učiva a zbytek mohou nahradit nebo doplnit podle vlastního uvážení. Tvorba ŠVP by měla navázat na analýzu možností školy. Analyzují se materiální (budova školy, učebny, pomůcky apod.), technické (např. výpočetní technika) a personální (počet pedagogických pracovníků a jejich odbornost) prostředky školy. Škole se

tak nabízí možnost, aby zakotvila ve svém ŠVP jisté zaměření, kupř. na jazykovou vybavenost žáků.

Součástí ŠVP je i učební plán školy. Tento rozvrh hodinových dotací vzdělávacích oblastí (předmětů) pro konkrétní ročníky vychází z rámcového učebního plánu (RUP), který je součástí RVP. V rámcovém učebním plánu se nachází určitá disponibilní časová dotace, z níž je možné přečerpat hodiny do dotace libovolného předmětu nebo je lze využít pro realizaci volitelných předmětů či průřezových témat. Na základě učebního plánu dochází k rozdělení učiva do jednotlivých ročníků.

Důležité je při tvorbě ŠVP využít průřezových témat a mezipředmětových vztahů, které umožní žákům širší pohled na lidskou kulturu, činnost a její důsledky. Nalezení a využití vhodných mezipředmětových vztahů patří k tomu nejtěžšímu při tvorbě ŠVP.

Mým cílem je dosáhnout integrace poznatků z oblasti Číslicové techniky didakticky transformovaných na učivo do vzdělávacího obsahu vzdělávací oblasti Člověk a Svět práce určeného pro 2. stupeň. Podstatnou částí této práce bude i rozdělení nového učiva číslicové techniky mezi stávající tématické okruhy vzdělávací oblasti Člověk a Svět práce.

Podle manuálu pro tvorbu školních vzdělávacích programů (30) jsem vytvořil tabulku s rámcovými výstupy žáka z tématických okruhů vzdělávací oblasti Člověk a Svět práce doplněných o školní výstupy z tématického celku Číslicová technika. Stejně tak i učivo rámcového vzdělávacího programu jsem doplnil učivem z tématického celku Číslicová technika. V tabulce také jsem navrhl

mezipředmětové vztahy a průřezová témata, jichž se dá při integraci výuky využít.

Jelikož se **rozdělení učiva do jednotlivých ročníků** může na základních školách lišit, nenavrhl jsem ročník v němž by se měli žáci s číslicovou technikou seznámit. Osobně bych se však přikláněl k tomu, aby to bylo v osmém nebo devátém ročníku.

Co se týká **potřebného časového rozsahu** ke zvládnutí realizace učebního obsahu tématického celku Číslicová technika, je stanoven na maximálně 15 vyučovacích jednotek (hodin). Za předpokladu, že v rámcovém učebním plánu je časová dotace pro oblast Člověk a Svět práce na 2. stupni 1 vyučovací hodina týdně, pokryje se tedy požadovaným časovým rozsahem zhruba období jednoho pololetí.



Tabulka návrhu integrace učiva tématického celku Číslicová technika do ŠVP.

## Vzdělávací oblast: Člověk a svět práce

### Ročník: 6. - 9. (2. stupeň)

RVP výstupy	Školní výstupy	Učivo	Přesahy, vazby a poznámky
<b>Design a konstruování</b>			
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sestaví podle návodu, náčrtu, plánu, jednoduchého programu daný model</li> <li>• provádí montáž, demontáž a údržbu jednoduchých předmětů a zařízení</li> <li>• dodržuje zásady bezpečnosti a hygieny práce a bezpečnostní předpisy</li> </ul>	<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• umí pracovat se stavebnicí číslicové techniky</li> <li>• zná význam pojmů logická proměnná, logická funkce a logická operace</li> <li>• zná základní pravidla Booleovy algebry</li> <li>• umí sestavit a minimalizovat logickou funkci alespoň pro tři logické proměnné</li> <li>• zná základní logické operátory (AND, OR a NOT)</li> <li>• umí sestavit logický obvod podle schéma zapojení</li> <li>• umí na základě minimalizované logické funkce sestavit kombinační logický obvod</li> <li>• umí sestavit jednoduchý sekvenční logický obvod</li> <li>• umí sestavit ze základních sekvenčních obvodů</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stavebnice (konstrukční, elektrotechnické, elektronické), sestavování modelů, tvorba konstrukčních prvků, montáž a demontáž</li> <li>• návod, předloha, náčrt, plán, schéma, jednoduchý program</li> <li>• Logická funkce - logická proměnná a logická operace, logická funkce</li> <li>• Kombinační logické obvody - logické operátory (hradla), sestavování logických obvodů</li> <li>• Sekvenční logické obvody klopné obvody RS a D, konstrukční využití sekvenčních logických obvodů</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MPV Mat: Závislosti, vztahy a práce s daty - závislosti a data, funkce</li> <li>• MPV F: Elektromagnetické a světelné děje - Elektrický obvod - zdroj napětí, spínač, spotřebič</li> <li>• pozn. Žáci pracují se stavebnicí nejčastěji ve dvojicích</li> <li>• PT OaSV: Rozvoj schopností poznávání, kreativita, komunikace, kooperace a kompetice, řešení problémů a rozhodovací dovednosti</li> </ul>

<b>Provoz a údržba domácnosti</b>		
<p><b>Žák:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ovládá jednoduché pracovní postupy při základních činnostech v domácnosti a orientuje se v návodech k obsluze běžných domácích spotřebičů</li> <li>• správně zachází s pomůckami, nástroji, nářadím a zařízením</li> <li>• dodržuje základní hygienická a bezpečnostní pravidla a předpisy, poskytnuté první pomoc při úrazu, včetně úrazu elektrickým proudem</li> </ul>	<p><b>Žák:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• uvědomuje si využití číslíkové techniky při ovládání a funkci domácích elektrických spotřebičů</li> <li>• umí vyjmenovat zařízení v domácnosti, která jsou založena nebo využívají číslíkovou techniku</li> </ul>	<p><b>elektrotechnika v domácnosti –</b> elektrická instalace, elektrické spotřebiče, elektronika, sdělovací technika, funkce, ovládání a užití, ochrana, údržba, bezpečnost a ekonomika provozu, nebezpečí úrazu elektrickým proudem</p>
<b>Využití digitálních technologií</b>		
<p><b>Žák:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ovládá základní funkce digitální techniky; diagnostikuje a odstraňuje základní problémy při provozu digitální techniky</li> <li>• propojuje vzájemně jednotlivá digitální zařízení</li> <li>• pracuje uživatelským způsobem s mobilními technologiemi – cestování, obchod, vzdělávání, zábava</li> <li>• ošetřuje digitální techniku a chrání ji</li> </ul>	<p><b>Žák:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zná pojmy číslíková technika a analogová technika</li> <li>• umí převádět mezi dekadickou a binární číselnou soustavou</li> <li>• umí kódovat a dekódovat číslo do/z BCD kódu</li> <li>• zná využití sekvenční logických obvodů v digitální a výpočetní technice</li> <li>• je přesvědčen o důležitost číslíkové techniky pro moderní výpočetní a komunikační</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• digitální technika – počítač a periferní zařízení, digitální fotoaparát, videokamera, PDA, CD a DVD přehrávače, mobilní telefony</li> <li>• digitální technologie – konvergence technologií, multiplexování</li> <li>• Základy číslíkové techniky – analogová a číslíková technika, analogový a digitální signál, číselné soustavy a kódování</li> <li>• Sekvenční logické obvody – využití sekvenčních logických obvodů – generátor periodického digitálního signálu, paměťový člen (registr), dělič kmitočtu,</li> </ul>
<p><b>Žák:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ovládá základní funkce digitální techniky; diagnostikuje a odstraňuje základní problémy při provozu digitální techniky</li> <li>• propojuje vzájemně jednotlivá digitální zařízení</li> <li>• pracuje uživatelským způsobem s mobilními technologiemi – cestování, obchod, vzdělávání, zábava</li> <li>• ošetřuje digitální techniku a chrání ji</li> </ul>	<p><b>Žák:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zná pojmy číslíková technika a analogová technika</li> <li>• umí převádět mezi dekadickou a binární číselnou soustavou</li> <li>• umí kódovat a dekódovat číslo do/z BCD kódu</li> <li>• zná využití sekvenční logických obvodů v digitální a výpočetní technice</li> <li>• je přesvědčen o důležitost číslíkové techniky pro moderní výpočetní a komunikační</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MPV Inf: vazba na učivo 1. stupně – struktura, funkce a popis počítače, hardware</li> <li>• MPV Mat: Číslo a proměnná – výrazy;</li> </ul>

<p>před poškozením</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dodržuje základní hygienická a bezpečnostní pravidla a předpisy při práci s digitální technikou a poskytně první pomoc při úrazu</li> </ul>	<p>techniku</p>	<p>čítače pulsů.</p>	
<b>svět práce</b>			
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• orientuje se v pracovních činnostech vybraných profesí</li> <li>• posoudí své možnosti při rozhodování o volbě vhodného povolání a profesní přípravu</li> <li>• využije profesní informace a poradenské služby pro výběr vhodného vzdělávání</li> <li>• prokáže v modelových situacích schopnost prezentace své osoby při vstupu na trh práce</li> </ul>	<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zná profese v oboru elektrotechniky, které se zabývají číslicovou technikou</li> <li>• zná možnosti odborného vzdělávání v oboru elektrotechniky v regionu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trh práce – povolání lidí, druhy pracovišť, pracovních prostředí, pracovních objektů, charakter a druhy pracovních činností; požadavky kvalifikační, zdravotní a osobnostní</li> <li>• volba profesní orientace – základní principy; sebezpůsobování: osobní zájmy a cíle, tělesný a zdravotní stav, osobní vlastnosti a schopnosti, sebehodnocení, vlivy na volbu profesní orientace; informační základna pro volbu povolání, práce s profesními informacemi a využívání poradenských služeb</li> <li>• možnosti vzdělávání – náplň učebních a studijních oborů, přijímací řízení, informace a poradenské služby</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PT OaSV: Komunikace, rozhodovací dovednosti</li> </ul>

MPV – mezipředmětový vztah

Mat – Matematika a její aplikace

Inf – informační a komunikační technologie

F – fyzika

PT – průletové téma

OaSV – osobnostní a sociální výchova

## 7 Návrh stavebnice číslicové techniky

Na našem trhu je k dostání několik stavebnic, naší i zahraniční výroby, orientovaných na číslicovou techniku. Jsou však cenově nákladné, což většinu škol odrazuje od jejich nákupu. Proto se někteří učitelé, stejně jako já v mé diplomové práci, pouštějí do návrhu stavebnic amatérských.

V této kapitole se zaměřím na momenty, které ovlivnili mé rozhodování o koncepci a konstrukčním řešení mnou navržené stavebnice číslicové techniky.

Navržená stavebnice je zhotovena jako soustava samostatných funkčních jednotek a zapojovacích jednotek. Důvodem je přehlednost a pracovní prostor. Žák má před sebou jen jednotky, které využije pro vytvoření požadovaného obvodu. Je navržena jako dynamický soubor prvků, který může být dále rozšiřován (např. o další jednotky nebo o nepájové kontaktní pole a soubor součástek).

Součástky jsou zapouzdřeny, neboť jde o integrované obvody, které jsou stejné a liší se pouze číslem označení na pouzdru. Jednotky jsou zhotoveny z dřevěné základny, na níž jsou připevněny plošný spoj se součástkami a svorkovnice. Každá jednotka je opatřena schématickými značkami a označení přívodních a výstupních svorek.

Propojování zapojovacích jednotek je realizováno pomocí vodičů s odizolovanými konci, které se upevňují do svorkovnic na zapojovacích a funkčních jednotkách. Vodičem je jednomílový hliníkový nebo měděný vodič o průměru 0,5 mm s PVC izolací. Tento typ vodičů jsem

zvolil právě z důvodu možnosti rozšíření stavebnice o nepájivé kontaktní pole, do něhož lze tento vodič zasunout.

Nyní se zaměřím na jednotlivé jednotky. Základním prvkem celé stavebnice je jednotka obsahující zdroj stejnosměrného stabilizovaného napětí o hodnotě 5V, generátor periodického signálu tvořený stabilním klopným obvodem a logickou sondou, která umožňuje sledovat logickou úroveň v bodě, kam přiložíme hrot sondy.

Další jednotky obsahují pasivní (přepínače, spínače, odpory, kondenzátory) a polovodičové (diody, integrované obvody TTL s hradly atd.) elektronické součástky. Integrované obvody typu TTL jsem jako vhodné vybral kvůli jejich nenáchylnosti na zacházení s nimi<sup>41</sup>. Soubor jednotek stavebnice je doplněnu jednotkami se společnými propojovacími body (uzly) pro větvení obvodu. Ty poslouží případně, kdy je třeba do jednoho místa zapojit více vodičů.

Další bod na který jsem se při konstrukci stavebnice zaměřil, je vyměnitelnost poškozených prvků. Nejcitlivějšími součástkami jsou integrované obvody. Aby je bylo snadné vyměnit umístil jsem je do patic. Integrovaný obvod je možné vyjmout z patice po sejmutí krytu konkrétní jednotky. Nejnamáhanějším prvkem budou jistě svorkovnice. Proto jsem použil relativně levné instalační lámací elektrikářské svorkovnice s průměrem svorky 2,5 mm. Vyrábějí se ve standardizovaných rozměrech

---

<sup>41</sup> Odolnost vůči statické elektřině.

a jsou snadno k dostání, což je přínosem pro jejich možné nahrazení.

Podrobnější informace o konstrukci stavebnice jsou uvedeny v dokumentaci stavebnice (příloha 2). Dokumentace obsahuje seznam jednotek stavebnice a ke každé jednotce je uveden seznam mechanických konstrukčních dílů, seznam elektronických součástí, schéma vnitřního zapojení jednotky a fotografie jednotky.

## 8 Závěr

Číslicová technika, která vstupuje do našich životů každý den, si jistě zaslouží pozornost i všeobecně technického oboru. Atraktivnost, nenáročnost na předchozí znalosti, snadnost osvojení principů číslicové techniky i stavebnicové pojetí součástek (integrovaných obvodů), přímo vybízí ke zpracování této oblasti technického oboru elektronika, jakožto stavebnice.

V kapitole elektrotechnická stavebnice jsme zjistili, že stavebnice číslicové techniky spadá mezi elektrostavebnice. Přesněji mezi elektrotechnické stavebnice.

Stavebnice obecně mají v našem vzdělávání dlouhou tradici a existuje jich opravdu velké množství. Třetí kapitola je proto zaměřena na kategorizace elektrotechnických stavebnic. Množství způsobů rozřazení elektrotechnických stavebnic jistě něco vypovídá o pestrosti oblasti této oblasti specifických didaktických pomůcek.

Ve čtvrté kapitole zaměřené na význam elektrotechnických stavebnic pro obecně technické vzdělávání jsme narazili na fakt, že stavebnice číslicové techniky pomáhá žákovi nejen zprostředkovat osvojení nových poznatků, ale rozvíjí i jeho technické myšlení a tvořivost. Rozšiřuje tak obzor poznatků v procesu vytváření tzv. technické gramotnosti.

V této kapitole bylo upozorněno na fakt, že učivo by mělo být stále aktualizováno, aby sledovalo technický pokrok. Ačkoli číslicová technika významně ovlivňuje snad všechny oblasti lidské činnosti, do učiva určeného

pro obecně technické vzdělávání se z ní dostalo zatím jen málo. Způsob jakým je zařazena tato problematika do vzdělávací oblasti Informační a komunikační technologie Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání, svádí k tomu, aby pojmy z oblasti číslicové techniky se staly pouhými výrazy, za nimiž si žák nedokáže nic představit.

Proto se praktická část této práce věnuje návrhu stavebnice číslicové techniky a možnostem jejího uplatnění ve výuce na základní škole. Možnost uplatnění stavebnice jsme hledali v rámci vzdělávacích oblastí Informační a komunikační technologie a Člověk a svět práce. Zjistil jsem, že v oblasti Informačních a komunikačních technologií, lze práci se stavebnicí uplatnit jen velmi těžko. Nicméně na poznatky prezentování v této oblasti je více než vhodné navázat prakticky v rámci vzdělávací oblasti Člověk a svět práce v předmětu technická výchova.

Jelikož nelze předpokládat, že všichni učitelé technických předmětů na základní škole budou vybaveni znalostmi z oblasti číslicové techniky, které by žákům předali, bylo v kapitole 6 vymezeno učivo pro oblast Číslicová technika. Vymezené učivo tak může být integrováno do ŠVP, což ukazuje i návrh integrace v podkapitole 6.2.

Na základě vymezení učiva byl vypracován i didaktický textový materiál určeným žákům, kterým je doplněna stavebnice. Text mapuje problematiku technické oblasti číslicová technika a krom teorie přináší i návody a podněty pro práci se stavebnicí.



Bylo by jistě zajímavé podrobit stavebnici výzkumu, zaměřenému na práci s ní ve výuce. Experimentální nasazení zde navržené stavebnice, by mohlo přispět k odhalení případných nedostatků, jež se mohou projevit právě až v při praktickém používání. Dále by se výzkum mohl věnovat srozumitelnosti didaktického textového materiálu, který stavebnici doprovází.

## Použitá literatura a prameny

1. **SERAFÍN, Č.** *Role elektrotechnických stavebnic v obecně technickém vzdělávání.* 1.vyd. Olomouc : UP, 2005. ISBN 80-244-1231-4.
2. **DOSTÁL, J.** *Elektrotechnické stavebnice. (Teorie a výsledky výzkumu).* 2.vyd. Olomouc : Votobia, 2008. ISBN 978-80-7220-308-6.
3. **NOVÁK, D.:** *Elektrotechnické stavebnice v technické výchově.* 1.vyd. Praha : PdF UK, 1997. ISBN 80-86039-37-4.
4. **HAVELKA, M., SERAFÍN, Č.** *Konstrukční a elektrotechnické stavebnice ve výuce obecně technického předmětu.* 1.vyd. Olomouc : UP. 2003. ISBN 80-244-0647-0.
5. **NĚMEČEK, M., a kol.** *Stručný slovník didaktické techniky a učebních pomůcek.* 1.vyd. Praha : SPN, 1985.
6. ČSN 01 3300 *Výkresy v elektrotechnice, elektrotechnická schémata, roztrídění, názvosloví.*
7. **UHLÍŘ, I. A kol.** *Elektrotechnika.* 2.vyd. Praha : ČVUT, 1998. ISBN 80-01-01800-8.
8. **SERAFÍN, Č.** *Technické praktikum z elektrotechniky a elektroniky.* 1.vyd. Olomouc : UP, 2001. ISBN 80-244-0312-9.
9. **STOFFA, J.** *Terminológia v technickej výchove.* 2.vyd. Olomouc : UP, 2000. ISBN 80-244-0139-8.
10. **SVOBODA, J.:** *Stavebnice tranzistorových zesilovačů.* 2.vyd. Praha : SNTL, 1975.
11. **KŘENEK, M., a kol.** *Praktické činnosti pro 6. -9. ročník základních škol. Elektronika kolem nás.*

- 1.vyd. Praha : Fortuna, 1997. ISBN 80-7168-466-X.
12. **KŘENEK, M., KOTRBOVÁ, A.** *Elektrotechnika v technických pracích 8. ročníku ZŠ.* 1.vyd. Praha : SPN, 1985.
13. **KROPÁČ, J., a kol.** *Didaktika technických předmětů. Vybrané kapitoly.* 1.vyd. Olomouc : UP, 2004. ISBN 80-244-0848-1.
14. **GRECMANOVÁ, H., HOLOUŠOVÁ, D., URBANOVSKÁ, E.** *Obecná pedagogika I.* Dotisk 1.vyd. Olomouc : HANEX, 2002. ISBN 80-85783-20-7.
15. **FRIEDMANN, Z.** *Didaktika technické výchovy.* 1.vyd. Brno : MU PdF, 2001. ISBN 80-210-2641-3.
16. **KROPÁČ, J., KROPÁČOVÁ, J.** *Didaktická transformace pro technické předměty.* 1.vyd. Olomouc : UP, 2006. ISBN 80-244-1431-7.
17. **MAŇÁK, J.** *Nárys didaktiky.* 2.vyd. Brno : PdF MU, 1997. ISBN 80-210-1661-2.
18. **KALHOUS, Z., OBST, O., a kol.** *Školní didaktika.* 1.vyd. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-253-X.
19. **ŠKÁRA, I.** *Úvod do teorie technického vzdělávání a technické výchovy žáků základní školy.* 1.vyd. Brno : PdF MU, 1993. ISBN 80-210-0743-5.
20. **ŠKÁRA, I.** *Technika a základní všeobecné vzdělávání.* 1.vyd. Brno : PdF MU, 1996. ISBN 80-210-1477-6.
21. **ANTOŠOVÁ, M., DAVÍDEK, V.** *Číslicová technika.* Dotisk 1.vyd. České Budějovice : KOPP, 2003. ISBN 80-7232-206-0.
22. **MALINA, V.** *Poznáváme elektroniku VIII. Digitální technika.* 1.vyd. České Budějovice : KOPP, 2006. ISBN 80-7232-271-0.

23. **MALINA, V.** *Digitální technika*. Dotisk 1.vyd. České Budějovice : KOPP, 2001. ISBN 80-85828-70-7.
24. **MATOUŠEK, D.** *Číslicová technika - základy konstruktérské praxe*. 1.vyd. Praha : BEN, 2001. ISBN 80-7300-025-3.
25. **JEDLIČKA, P.** *Přehled obvodů řady TTL 7400. (1.díl - obvody 7400 až 7499)*. 2.vyd. Praha : BEN, 2005. ISBN 80-7300-169-1.
26. **JEDLIČKA, P.** *Přehled obvodů řady TTL 7400. (2.díl - obvody 74100 až 74199)*. 2.vyd. Praha : BEN, 2005. ISBN 80-7300-170-5.
27. **SCHOMMERS, A.** *Elektrotechnika tajemství zbavená. Kniha 3: Pokusy s číslicovou technikou*. 1.vyd. Ostrava : HEL, 1999. ISBN 80-86167-03-8.
28. **PETRÁČKOVÁ, V., KRAUS, J., a kol** *Akademický slovník cizích slov*. 1.vyd. Praha : Academia, 1998. ISBN 80-200-0982-5.
29. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha : VÚP, 2004. - [cit. 2009-12-10]. Dostupné z: <<http://www.vuppraha.cz/ramcove-vzdelavaci-programy>>
30. *Manuál pro tvorbu Školních vzdělávacích programů v základním vzdělávání*. Praha : VÚP, 2005. Dostupné z: <<http://www.vuppraha.cz/ramcove-vzdelavaci-programy/zakladni-vzdelavani>>

## **Anotace diplomové práce**

Příjmení a jméno: Provazník Lukáš

Katedra: Technické a informační výchovy PdF UP Olomouc

Název práce: Využití stavebnice číslicové techniky  
ve výuce na ZŠ

Vedoucí práce: doc. Ing. Čestmír Serafín, Dr. Ing-Paed.

Počet stran: 84

Počet příloh: 2

Počet použitých pramenů a literatury: 30

Klíčová slova: Stavebnice.

Elektrotechnická stavebnice.

Číslicová technika.

Digitální technika.

Obecné technické vzdělávání.

Technická výchova.

Rok obhajoby: 2010

## **Resumé**

Diplomová práce je zaměřena na možnosti uplatnění elektrotechnické stavebnice číslicové techniky na 2.stupni základní školy. Po analýze možností vyplývajících z Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání se autor věnuje návrhu žákovské stavebnice číslicové techniky a didaktickému textovému materiálu, který postihuje teoretický základ číslicové techniky a ukazuje návrhy pro práci se stavebnicí.

## **Přílohy**

1. Didaktický textový materiál pro práci se stavebnicí číslicové techniky
2. Dokumentace ke stavebnici číslicové techniky - seznamy součástí, schémata zapojení, fotografie

# **ČÍSLICOVÁ TECHNIKA**

Texty a návody pro teoretické i praktické seznámení s číslicovou technikou prostřednictvím elektrotechnické stavby.

## Úvod

Milí mladí čtenáři, tímto textem se Vám dostává do rukou i elektro technická stavebnice číslicové techniky nebol digitální techniky. Oboje Vám bude pomocníkem při odhalování tajemství číslicové techniky. Text Vám bude zdrojem informací o číslicové technice a naleznete v něm návody, jak pracovat s jednotlivými prvky stavebnice a jak pomocí nich vytvoříte jednoduché, ale praktické zařízení. Stavebnice Vám umožní nejenom pracovat podle návodu, ale nabízí možnost uplatnit nově nabité poznatky při vlastním experimentování. Přitom čtete Vašich experimentech je však nutné dodržet jistá pravidla, aby nedošlo k poškození stavebnice a aby Vámi navržené modely zařízení (digitální systémy) byly schopné fungovat.

S číslicovou technikou se dnes můžeme setkat doslova na každém kroku. Kalkulačka, digitální náramkové hodinky, MP3 přehrávač, mobilní telefon nebo počítač, to vše by bez číslicové techniky nemohlo existovat. Možná si říkáte, že tato zařízení jsou hrozně složitá a vyjentežkou užete proniknout k podstatě jejich fungování. Nikoliv. Všechna tato zařízení jsou založena na jednoduchých a logických základech, které si určitě snadno a rychle zapamatujete.

Číslicová technika se stále zdokonaluje. Nepřibývá jí žitlik nových zařízení, ale vše se zrychluje a zmenšuje. I si myslím, že číslicová technika je oborem zajímavým, obzvláště proto, kdo se zajímá o výpočetní a komunikační techniku.

Na začátku ještě malý návod jak pracovat s textem. Aby pro Vás byl text přehlednější, jsou v něm rozmístěny grafické značky, které Vás upozorní na důležitá místa, otázky a návrhy pro práci se stavebnicí.



Značí opravdově důležité – definice, ukázkové příklady, shrnutí poznatků.



Otázky a úkoly.



Pracujte se stavebnicí.

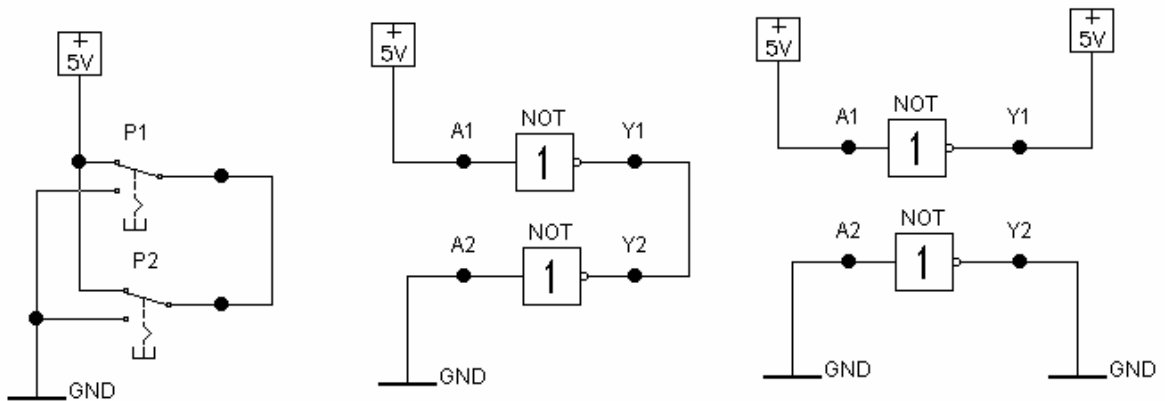
Přeji Vám, hodně úspěchů a zábavy při odhalování tajemství číslicové techniky, a doufám, že i Vás digitální technika zaujmestejně jako kdysimne.

autor



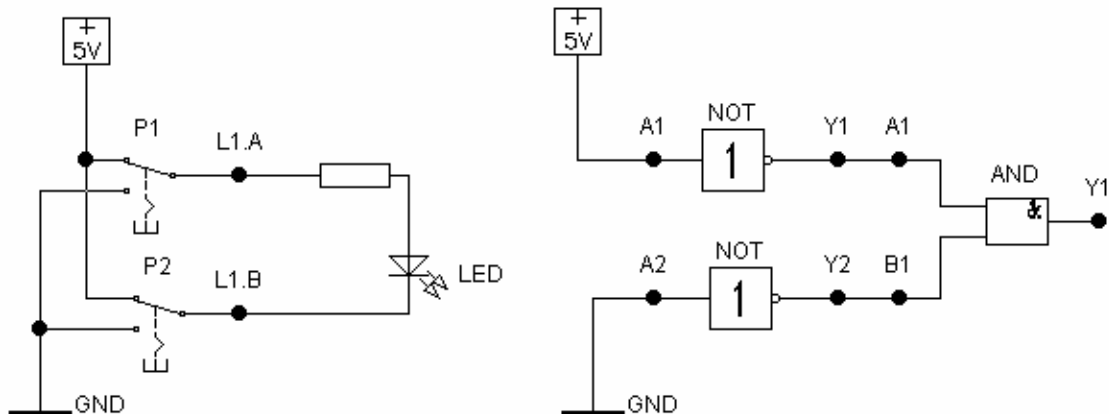


**aGND.**



**POZOR! Zakázaná zapojení způsobujícíkrat!**

Spojení vývodů musí být vždy uskutečněno přes spotřebič. Tím jenej častěji vstup jiného logického obvodu, LED (svítící dioda) nebo sedmisegmentovka.



**Správná zapojení výstupů přes spotřebiči.**

Pokud po sestavení vašeho modelu digitálního systému a pokusu oživit jej zapnutím zdroje stabilizovaného zdroje stejnosměrného napětí ke zhasnutí indikátoru na panelu zdroje nebo se vůbec nerozsvítí, zdroj okamžitě vypněte. Zkontrolujte baterii pokud je v pořádku, chyba je ve vašem zapojení.

Druhým pravidlem je vyhnout se zakázaným zapojením, které mohou způsobit nečitelnost výstupů logických obvodů. Proto **NIKDY nespojujte výstupy klopných obvodů, čítačů nebo dekodérů**.

Třetím pravidlem setýká propojování jednotek stavebnice vodiči. Do jedné svorky zasouvejte maximálně dva až tři vodiče. Vodiče zasouvejte do svorek jen tolik, aby jste pod šroubem svorkovnice neutáhli vodič izolací. Šroubky svorek neutahujte příliš silou, aby nedošlo ke stržení závitu. Vodiče do svorek nezasouvejte ani jeznich nevytrhujte silou. Raději více povolte šroubek svorky.



Seznamte se správkou zobrazení. Budete potřebovat jednotky stavebnice nazvané: ZDROJ, LED a SEDMISEGMENTOVKA.



## 1 Číslicová technika

Číslicová technika je oblastí technického oboru elektronika, která se zabývá slaboproudými elektrotechnickými zařízeními od návrhu až po jejich sestavení z jednotlivých elektronických součástí. Slaboproudá elektrotechnická zařízení pracují se elektrickým napětím do 230V.

Oblast elektroniky nazvaná číslicová technika se zaměřuje na tvorbu řídicích a výpočetních systémů. Zjednodušeně se dá říci, že smyslem těchto systémů je zastoupení člověka při řízení nebo rozhodování se o dalším chodu zařízení. Cílem tvorby číslicových nebo digitálních systémů není vyvinout umělou inteligenci, ale vytvořit zařízení, které se na základě situace (popř. předchozích rozhodnutí) logicky rozhodne pro určitou reakci. Při čemž rozhodnutí digitálního systému nemůže být náhodné, ale je to vždy jedno z přednastavených řešení.

### 1.1 Analogová a číslicová technika

Někdy se uvádí, že digitální technika je opakem analogové. Toto tvrzení je však nesprávné a brzy vás o tom snad přesvědčím.

Analogová technika pracuje se spojitými signály, které představují vzájemnou závislost dvou fyzikálních veličin. Hodnota jedné veličiny se tedy plynule mění v závislosti na druhé veličině.

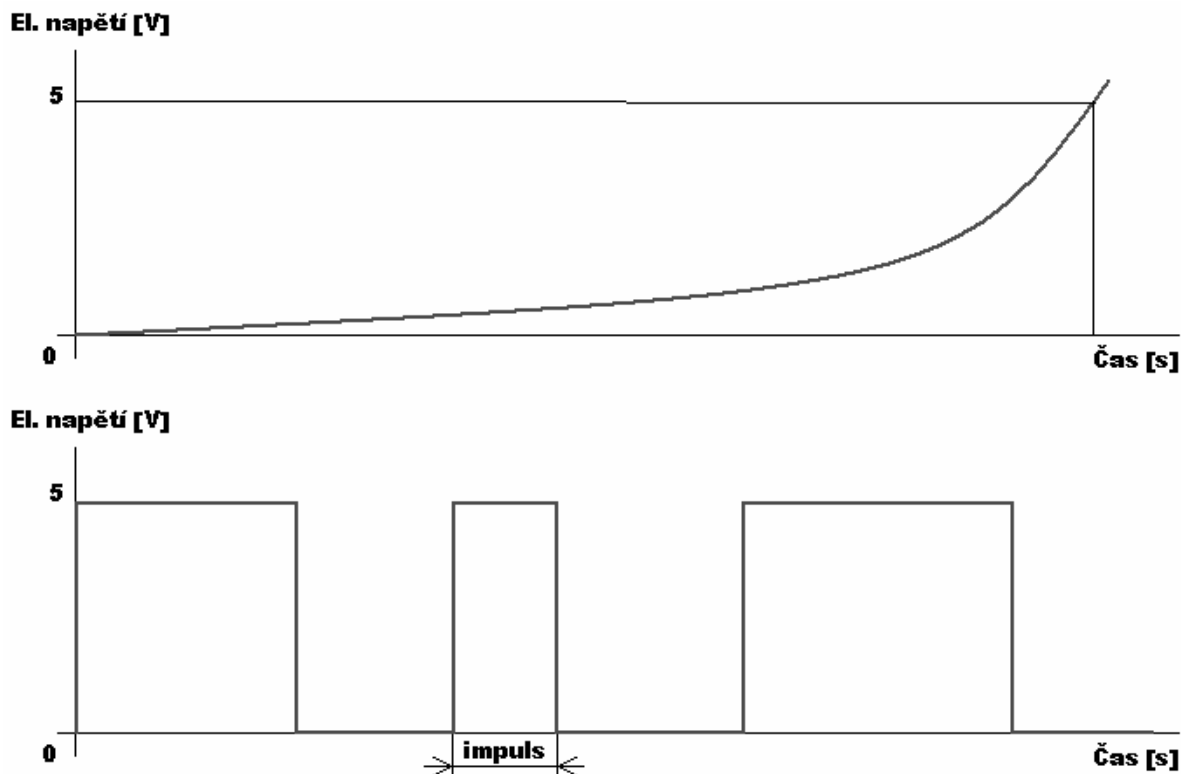
Pro příklad si představme závislost intenzity svitu 100W žárovky na hodnotě napájecího napětí. Při 0V žárovka nesvítí, ale začneme-li zvyšovat hodnotu napětí na žárovce, její vlákno se pomalu rozžíná. Dosáhne-li hodnoty napětí 230V, pak žárovka svítí plným světlem.

Digitální technika pracuje se signály, jejichž hodnota se mění skokově v závislosti na čase. Skoková změna znamená, že se hodnota veličiny mění z jednoho extrému na druhého. U digitálního systému je nejduležitější veličinou elektrické napětí. To má většinou rozsah 0V až 5V a jsou extrémně.

V praxi by bylo velmi těžké udržet přesně tyto dvě hodnoty napětí a za řízení, které by takto pracovalo by bylo velmi citlivé. Proto se stanovily dvě napěťová rozmezí, které představují extrémy. Je to rozmezí 0V – 0,8V, které v číslicové technice nazýváme logickou nulou (log.0), a rozmezí 2V – 5V, které se nazývá logickou jedničkou (log.1).

Možná vás napadlo, co se stane když má napětí hodnotu mezi 0,8V a 2V. Jde o takzvaný neurčitý stav a záleží na konstrukci digitálního systému, jak systém zareaguje.

Logická nula a jednička jsou dva stavy, kterými digitální systém pracuje. Proto říkáme, že digitální technika pracuje s **dvojstavovou logikou**. Z toho vyplývá i podoba **digitálního signálu**.



Obr.1-Rozdíl mezi průběhem analogového signálu a digitálního signálu

Na grafu průběhu digitálního signálu si můžeme všimnout, že se digitální signál skládá z impulsů. Impuls je vlastně doba odpovídající logické úrovni signálu na hodnotu log.1 až do doby než se úroveň signálu vrátí na hodnotu log.0. Přejechod z hodnoty log.0 na hodnotu log.1 nazýváme náběžnou hranou impulsu. Přejechod opačný se označuje jako sestupná hrana. Logické členy nebo obvody většinou reagují na jednu z těchto hran. Doba, po kterou je hodnota signálu rovna log.1, se nazývá doba trvání impulsu.

Tím, že všechna digitální technika pracuje právě a jen se dvěma stavy se stává digitální signál univerzální pro všechna zařízení. Proto můžeme pro připojení k internetu využívat pevnou telefonní linku nebo připojku kabelové televize a proto můžeme například čítači rozšířeném televizním katr sledovat televizní vysílání.



**Číslicová technika pracuje jen se dvěma úrovněmi napětí odpovídajícími dvěma stavovými hodnotám – logická jedna a logická nula.**

**Základem číslicové techniky je tzv. dvoustavová logika, proto i logický signál může nabývat jen dvou logických hodnot.**

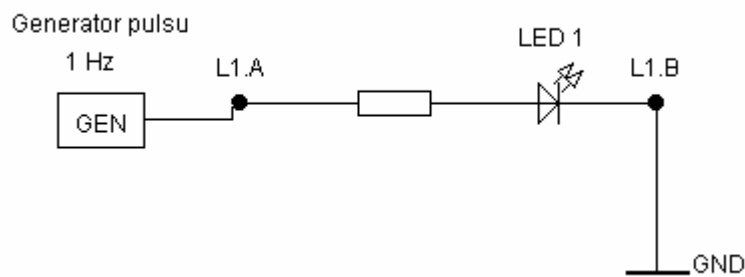
**Aby byl digitální signál vyhodnocován přesně, musí být přechod mezi logickými hodnotami co nejrychlejší. Proto se logické hodnoty digitálního signálu mění náhle.**

**Impuls je část signálu odpovídající přechodu z log.0 na log.1 a zpět.**

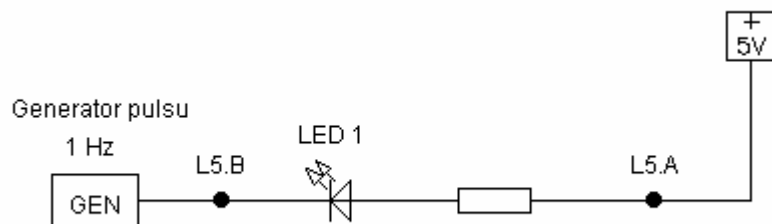


Vezměte si jednotku ZDROJ a vyzkoušejte si, jak funguje logická sonda. Zapojte konektor hrot sondy do zdířky na panelu a zapněte páčkovým vypínačem zdroj stejnosměrného stabilizovaného napětí a logickou sondu. U logické sondy by se měla rozsvítit žlutá LED. Teď přiložte hrot sondy k šroubku svorky označené +5V. Na logické sondě by se měla rozsvítit červená LED. Teď hrot sondy přiložte stejným způsobem ke svorce označené GND. Na sondě rozsvítí zelená LED. Červená LED nám signalizuje log.1 a zelená LED log.0. Pokud svítí žlutá LED, pak sonda nemůže určit napětí a signalizuje neurčitý stav.

Další věc, kterou si vyzkoušíte se stavebnicí je zobrazení průběhu digitálního signálu pomocí LED. Budete potřebovat jednotky ZDROJ a LED. Spojte svorku generátoru periodického digitálního signálu označenou 1 Hz se svorkou A L1 na panelu LED. Druhou svorku LED označenou B L1 propojte se svorkou Zdroje označenou GND. Zapněte vypínačem ZDROJ a Generátor. Pokud LED svítí je hodnota signálu log.1, pokud nesvítí je hodnota signálu log.0.



Pokud byste chtěli zobrazovat, kdy nabývá digitální signál hodnoty 1 a log.0, pak musíte zapojit LED jinak. Stejnou svorku generátoru spojte se svorkou BL5 a svorku AL5 spojte se svorkou ZDROJE označenou +5V.



## 2 Číselné soustavy a kódování

Přemýšlíte nad tím, proč je číslicová technika tak rozšířená, když umí pracovat pouze se dvěma hodnotami, kdežto analogová pracuje přesně se celým spektrem hodnot? Odpověď je taková, že i digitální technika umí pracovat s jakoukoliv hodnotou, ale musíme ji převést na srozumitelný kód.

Kódem k vyjádření hodnot, který používáme my lidé, je dekadická (desítková) číselná soustava. Tím digitálním kódem je nejčastěji binární kód, který vychází z dvojkové (binární) číselné soustavy.

Tak jako číslo 1234 řekneme, že je to číslo čtyřciferné, řekneme o binárním čísle 1010, že je to číslo čtyřbitové. Jednotlivé cifry u víceciferných desítkových čísel představují vyšší řády a u vícebitových binárních čísel to platí také. Každý řád má svoji mocninu základu číselné soustavy (10 u desítkové soustavy, 2 u dvojkové).

První číslice binárního čísla představuje nejvyšší bit a poslední bit nejnižší. V případě čísla 1010 má nejvyšší bit hodnotu 1 a nejnižší 0.

$$1234_{10} = 1 \cdot 1000 + 2 \cdot 100 + 3 \cdot 10 + 4 \cdot 1 = 1 \cdot 10^3 + 2 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 4 \cdot 10^0$$

$$1010_2 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$$



Schopnost převádět číslo mezi dvěma soustavami se nám určitě už hodí a proto se na postup převodu podíváme.

Začneme převodem **desítkového čísla na dvojkovou soustavu**. To provádíme postupným dělením desítkového čísla dvojkou. Zbytek po dělení představuje hodnotu určitého bitu od nejnižšího po nejvyšší.

30:2=15	zbytek je 0	$0 \cdot 2^0$
15:2=7	zbytek je 1	$1 \cdot 2^1$
7:2=3	zbytek je 1	$1 \cdot 2^2$
3:2=1	zbytek je 1	$1 \cdot 2^3$
1:2=0	zbytek je 1	$1 \cdot 2^4$

Pozapsání binárního čísla do řádku vidíme, že  $30_{10} = \underline{\underline{11110}}_2$ .

Pro **převod binárního čísla na desítkovou soustavu** použijeme metodu součtů násobků řádů. Převod probíhá tak, že každou hodnotu bitu vynásobíme příslušnou mocninou základu číselné soustavy a výsledky sečteme.

$$\begin{aligned} 110101_2 &= 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = \\ &= 1 \cdot 32 + 1 \cdot 16 + 0 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = \underline{\underline{53}}_{10} \end{aligned}$$



Pro cvičení si převeďte následující čísla:

1. Převeďte do binární soustavy čísla  $914_{10}$ ,  $233_{10}$ ,  $45_{10}$ .

2. Převeďte do desítkové soustavy čísla  $1110101_2$ ,  $101001_2$ ,  $11011111_2$ .

Kódem, kterým se ještě v číslíkové technice můžeme běžně setkat, je BCD kód neboli kód 8421. Zkratka BCD je z anglického Binary Coded Decimal (dvojkově reprezentované dekadické číslo). Je to v podstatě dekadická číslice (od 0 po 9) vyjádřená čtyřbitovým binárním číslem.

Dekadická číslice	Číslice v BCD kódu
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

Tab.1–Kódování dekadických číslic v kódu BCD

Tento kód se používá na výstupech dekadických čítačů a po dekódování můžeme pro zobrazení hodnoty čítače použít sedmissegmentový zobrazovač desítkového čísla (tzv. sedmissegmentovku).

Pokud chceme zakódovat víceciferné dekadické číslo v BCD kódu, pak musíme zakódovat každou číslici zvlášť. Například číslo  $84_{10}$  je v BCD zakódováno jako  $10000100_{BCD}$ . První čtyřbitový řádstavuje osmičtveřbitový čtyřku.

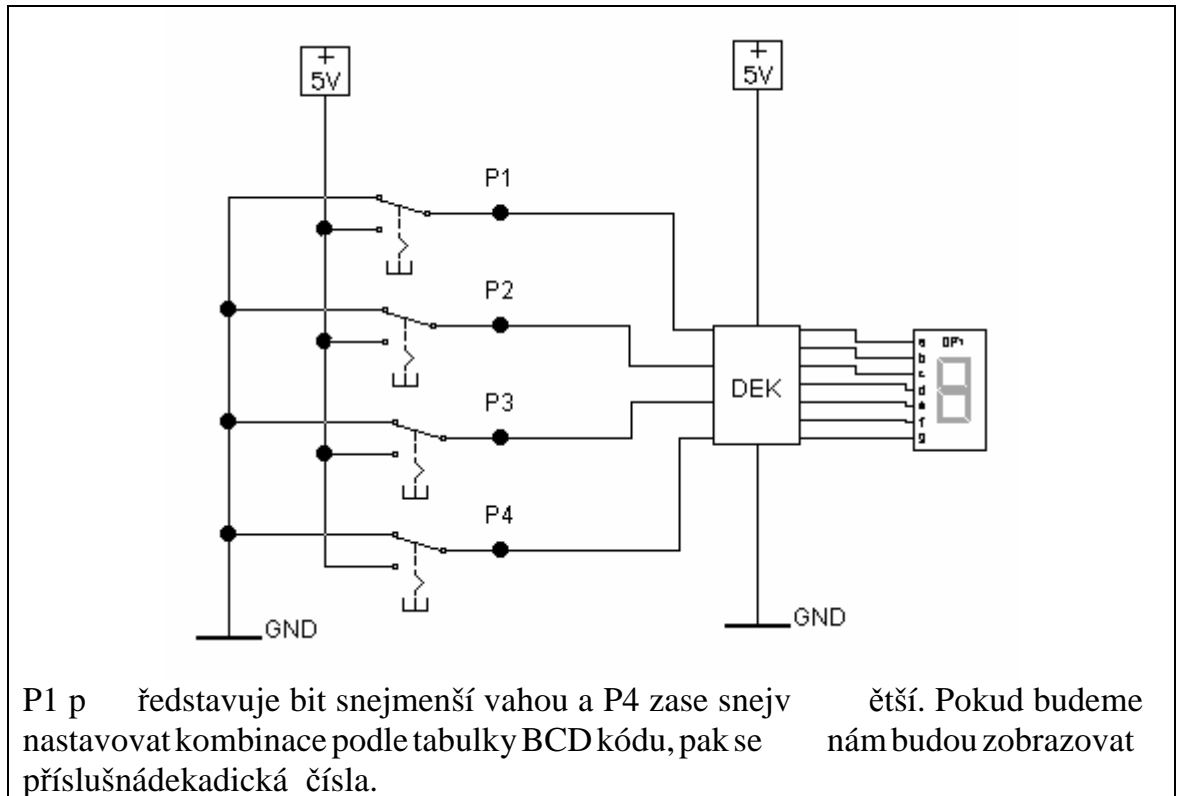


Zjednotek stavebnice budeme potřebovat tyto: ZDROJ, PŘEPÍNAČE, DEKODÉR SEDMISEGMENTOVKA.

Svorky PŘEPÍNAČŮ a DEKODÉRU označené +5V a GND spojte se stejnými označenými svorkami ZDROJU. Ke zdroji připojte i svorku SEDMISEGMENTOVKY označenou +5V. Přepínače P1 až P4 spojte se vstupy DEKODÉRU označenými jako A až D. Výstupy DEKODÉRU a až g spojte se stejně označenými svorkami SEDMISEGMENTOVKY.



Příloha 1: Didaktický textový materiál pro práci se stavebnicí číslicové techniky



P1 představuje bit s nejmenší vahou a P4 zase s největší. Pokud budeme nastavovat kombinace podle tabulky BCD kódu, pak se nám budou zobrazovat příslušná dekadická čísla.



**Aby mohlo digitální zařízení řízení přijmout, vyhodnotit a uchovat nějakou informaci, musí mít tuto informaci ve srozumitelné formě. Jelikož digitální technika zná jen dvě hodnoty log.1 a log.0, využívá jako svůj kód číselnou dvojkovou (binární) soustavu, která pracuje také jen s nulou a jedničkou. Dekadickou (desítkovou) číslici zpracovávají digitální zařízení často v kódu BCD. Každou číslici představuje jedno čtyřbitové binární číslo.**

### 3 Základy číslicové techniky

Rozhodování lidské a rozhodování digitálního systému jsou si podobné. V tom, že se odehrávají na úrovni nejjednodušších rozhodovacích operací. Takové rozhodovací situace mají jen dva závěry – ANO nebo NE. V digitálních systémech je ANO nahrazen log.1 a NE log.0.

#### 3.1 Logická funkce

Stejně jako my, se digitální systém rozhoduje na základě vstupních informací. Například chceme-li přejít vozovku sledujeme tyto informace: jede/nejede auto, je/není přechod, je/není semafor, svítí/nesvítí zelená atd. V číslicové technice nazýváme vstupní informaci **logická proměnná**. Logické proměnné se používají k navstupu digitálního systému.

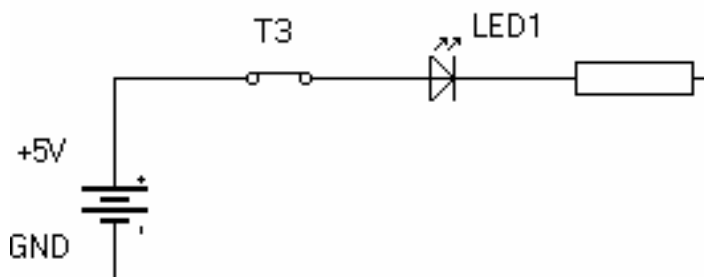
Rozhodování je chápáno jako **logická operace**. Základními operacemi, které se v číslicové technice používají jsou logický součet ( $A + B$ ), logický součin ( $A \cdot B$ ) a negace ( $\bar{A}$ ) [čtina A].



Logické operace můžeme znázornit pomocí tlačítek – využijeme tzv. tlačítkové logiky. Připravte si jednotky: ZDROJ, TLAČÍTKA a LED.

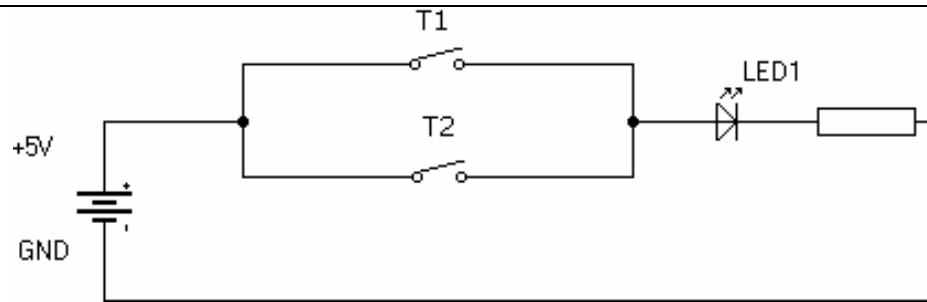
Tlačítko nám zastupuje logickou proměnnou. Pokud je tlačítko stisknuté potom má proměnná hodnotu log.1 a v opačném případě log.0.

Nejprve si vytvoříme obvod, který simulovat negaci. Budeme k tomu potřebovat jedno rozpínací tlačítko (T3). Svorku T3.A spojíme se svorkou zdroje +5V. Svorku T3.B spojíme se svorkou AL1 na jednotce LED. Svorku BL1 spojíme se svorkou ZDROJE označenou GND.



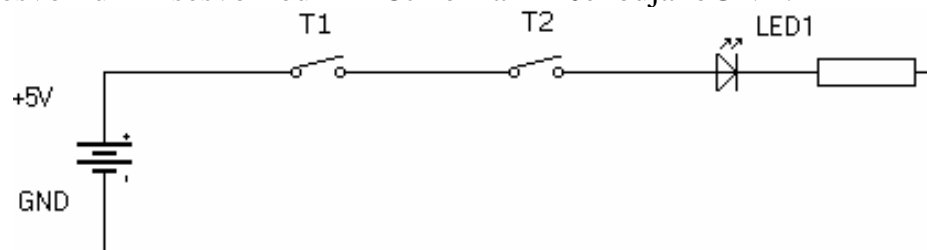
Tlačítko je logická proměnná a LED je výsledkem operace, kterou představuje obvod. Pokud není tlačítko stisknuté (log.0), pak obvodem protéká proud a LED svítí (log.1). Když ale tlačítko stiskneme (log.1), pak se jeho kontakty rozpojí a obvodem neprotéká elektrický proud a LED tedy nesvítí (log.0). Stav LED je tedy negací stavu tlačítka.

Logický součet můžeme simulovat zase dvěma paralelně zapojenými spínacími tlačítky. Jednu ze svorek ZDROJE označeno +5V propojíme se svorkou A T1. Svorku A T1 spojíme se svorkou A T2. Stejně tak spojíme i svorky B T1 a B T2. Svorku B T1 potěžeš spojíme se svorkou AL1. Nakonec spojíme svorku BL1 se svorkou ZDROJE označenou jako GND.



Pokud stiskneme tlačítko T1 (log.1) nebo T2 (log.1) anebo pokud stiskneme obě tlačítka, LED se rozsvítí (log.1)

Logický součin lze simulovat dvěma sériově zapojenými spínacími tlačítky. Jednu ze svorek ZDROJE označeno +5V propojíme se svorkou A T1. Spojíme svorky B T1 a B T2. Svorku A T2 ještě spojíme se svorkou A L1. Nakonec spojíme svorku B L1 se svorkou ZDROJE označenou jako GND.



Jen pokud jsou obě tlačítka sepnuta (log.1), rozsvítí se LED (log.1)

Tyto tři logické operace jsou zastoupeny třemi základními logickými operátory, které tvoří základní stavební jednotky každého digitálního systému.

Každý logický obvod nebo systém je tedy tvořen logickými operátory, které společně uskutečňují **logickou funkci**. Ta popisuje vzájemnou závislost vstupů, která se projeví na výstupu digitálního systému. Logická funkce opět nabývá pouze hodnot log.1 nebo log.0.

Nejjednoduššími logickými funkcemi jsou **funkce ano**, **funkce ne**, **funkce nebo** a **funkce a**. Představují vlastně výsledky základních logických operací. Jejich názvy vyplývají zespojení použitých řízení logických proměnných a řízení funkce

- **Funkce ano** přivádí logickou proměnnou rovnou na výstup v nezmeněné podobě –  $Y = A$
- **funkce ne** převrací logickou hodnotu proměnné (neguje) –  $Y = \bar{A}$
- **funkce nebo** je výsledkem logického součtu proměnných –  $Y = A \vee B$
- **funkce a** je výsledkem logického součinu proměnných –  $Y = A \wedge B$

Vysvětlíme si to na malém příkladu. Představte si automatickou pračku, která spustí praní jen v případě, že bude mít zavřená dvě řeka a bude otevřen přívod vody. Akto mu ještě musíme být zásobník upravený kypřítomen prací prášek nebo aviváž. Možná jste si toho ani nevšimli, ale v tomto jednoduchém výroku byla použita dvakrát **funkce a** a jednou **funkce nebo**.



Zkuste si předchozí příklad ještě jednou přečíst a podle spojek najít, kde jsou funkce použity.

Logická funkce se nejčastěji zapisuje v nějaké podobě. První je tak zvaný **formální zápis**. Funkce je zapsána jako rovnice, jejíž jedním stranou je znaménko (=) a druhou stranou jsou spojené symboly logických operací, které s proměnnými pracují, a na druhé straně je výsledek funkce (výstup).

Pro náš příklad správnou by formální zápis funkce vypadal takto  $(A + B) \cdot (C \cdot D) = Y$ , kde A je proměnná pro přítomnost prášku, B je proměnná pro přítomnost aviváže, C je proměnná pro zavřená dvířka a D je proměnná pro otevřený řívodvod. Výsledkem logické funkce (logický výstup) je Y.

**Pravdivostní tabulka** je druhým způsobem zápisu logické funkce. Především je srozumitelná tabulka, na jejíž jedné straně jsou ve sloupcích uvedeny logické proměnné jejich hodnoty a na druhé straně je sloupec nebo sloupce shodnotami logické funkce. V jednotlivých řádcích tabulky jsou uvedeny stavové kombinace proměnných (vstupů) a ve stejném řádku druhé strany tabulky je uvedena hodnota funkce (výstupu) pro tuto kombinaci vstupů.

Vrátíme-li se k našemu příkladu správnou. Pokud bude splněna některá z podmínek výrazu – budou zavřená dvířka, bude puštěná voda, bude vzásobníku prášky prášek nebo aviváž – pak tato proměnná bude mít hodnotu log. 1. V opačném případě log. 0. Funkce zapsaná formálně by tedy v podobě pravdivostní tabulky vypadala následovně.

D	C	B	A	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

Tab.2-Pravdivostní tabulka funkce čtyřmi proměnnými



Logická proměnná je jen nějak sledovaná skutečnost, na níž se dá odpovědět ano/ne, platí/neplatí nebo je splněná/není splněná. Tímto odpovím se

**přiřazují logické hodnoty, aby je mohl zpracovat digitální systém. Logické proměnné řídí nastup digitálního systému.**  
**Logická operace je logický proces zpracování informací zjedné či více logických proměnných.**  
**Logická funkce vyjadřuje, jak se stav výstupu mění v závislosti nahodnotách logických proměnných.**  
**Logickou funkcím užeme zapsat formálním zápisem nebo jako pravdivostní tabulku. Formální zápis je algebraický výraz neboli rovnice. Pravdivostní tabulku je tabulka se všemi možnými kombinacemi hodnot logických proměnných a každé kombinací je přiřazená hodnota logické funkce.**

### 3.2 Logické operátory (hradla)

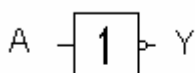
Rozhodování člověka mají na své domě nervová propojení v lidském mozku. V digitálním systému jsou to v jednoduchých případech **logické operátory** (hradla) nebo ve složitějších případech celé systémy logických operátorů tvořící **logické obvody**.

Logické operátory a nejpoužívanější logické obvody se vyrábějí v podobě integrovaných obvodů (zkráceně IO). Nejrozšířenější IO jsou takzvané „šváby“, pouzdra DIL (Dual in-line) s plochým černým pláštěm a sedma řadami vývodů po stranách. Integrované obvody jsou značeny zkratkou z čísel a písmen. Z ní lze určit výrobní technologii IO logické operátory nebo obvody, které IO obsahuje.

Dvě nejpoužívanější výrobní technologie integrovaných obvodů jsou TTL (využívá bipolární tranzistory) a CMOS (využívá unipolární tranzistory). Řada TTL je obsáhlejší a oproti CMOS má tu výhodu, že IO nejsou tolik citlivé na statickou elektřinu. CMOS mají zasetu výhodu, že pracují při nižším napájecím napětí a nemají takovou spotřebu.

#### 3.2.1 Hradlo NOT (invertor)

Je to jednoduché zhradel. Má jeden vstup a jeden výstup. Na jeho výstupu je vždy opačná hodnota než na vstupu nebo-li neguje hodnotu vstupu. Negaci hodnoty značíme v zápisu čárkou nad negovanou hodnotou. Na schématické značce je značena negace kroužkem u výstupu.



$$Y = \bar{A}$$

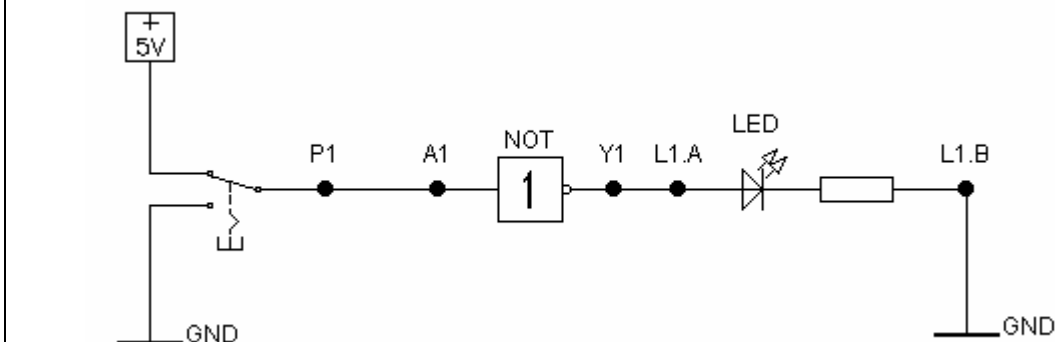
A	Y
0	1
1	0



Vyzkoušejte si funkci hradla NOT sami. Budete potřebovat jednotky: ZDROJ, PŘEPÍNAČE, NOT a LED.

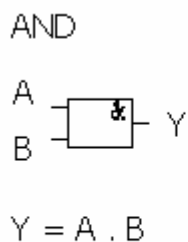
Propojte svorky +5V a GND jednotky PŘEPÍNAČE a jednotky NOT se stejně označenými svorkami ZDROJE. Svorku P1 na jednotce PŘEPÍNAČE spojte se svorkou A1 na jednotce NOT. A svorku Y1 spojte se svorkou A.L1 na jednotce

LED. Nastejně jednotce je třeba spojit svorku BL1 se svorkou GND ZDROJE.

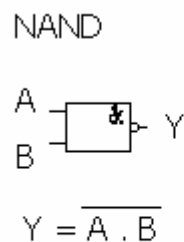


### 3.2.2 Hradlo AND a hradlo NAND

Logický operátor AND provádí se vstupními hodnotami logický součin. Může mít dva a více vstupů. Velmi často je třeba v digitálních systémech používat výstup hradla AND (např. při připojení invertoru). Aby se nemuselo používat tolik logických operátorů, začalo se vyrábět hradlo NAND, což je právě hradlo AND se negovaným výstupem, proto NAND. AND dává na výstupu log.1, právě tehdy když je log.1 na všech jeho vstupech.



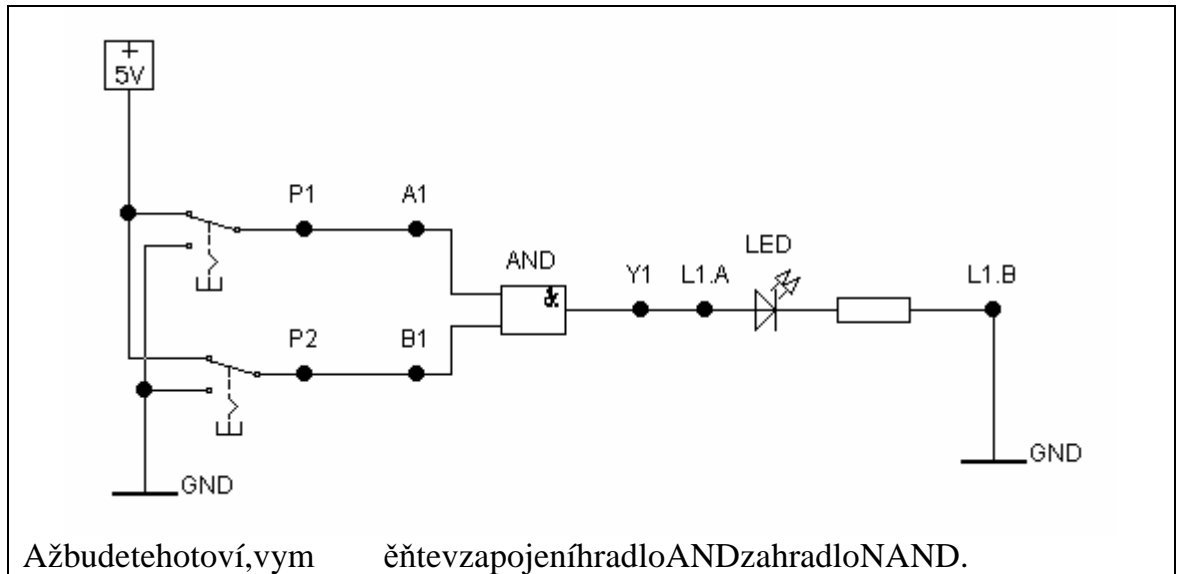
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

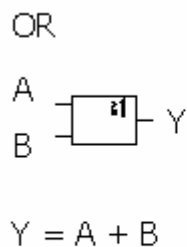


Vyzkoušejte si funkci hradla AND a NAND sami. Budete potřebovat jednotky: ZDROJ, PŘEPÍNAČE, AND, NAND a LED. Propojte svorky +5V a GND jednotky PŘEPÍNAČE a jednotky AND se stejnými označenými svorkami ZDROJE. Svorku P1 na jednotce PŘEPÍNAČE spojte se svorkou A1 na jednotce AND. Svorku P2 jednotky PŘEPÍNAČE spojte se svorkou B1 na jednotce AND. A svorku Y1 spojte se svorkou AL1 na jednotce LED. Nakonec je třeba spojit svorku BL1 se svorkou GND ZDROJE.

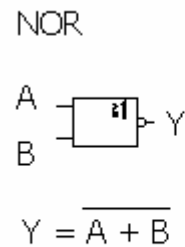


### 3.2.3 Hradlo OR a hradlo NOR

Logický operátor OR umí vstupní hodnoty logické sečíst. Stejně jako AND i OR může mít dva a více vstupů a stejně jako AND má i OR variantu s negovaným výstupem (NOR). OR dává na výstup log. 1, když je alespoň na jednom jeho vstupu log. 1.



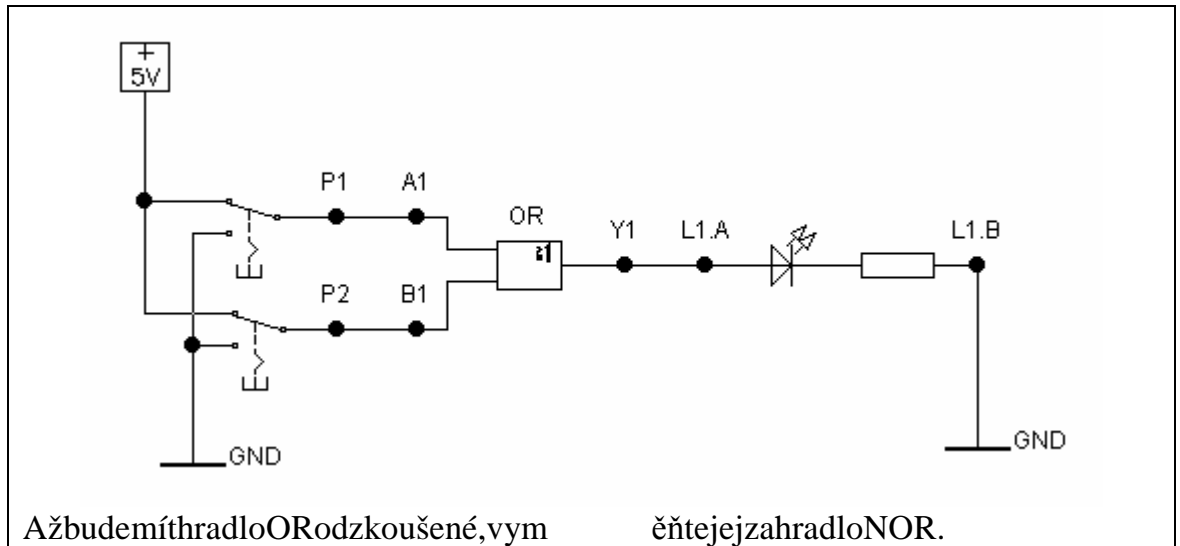
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



Vyzkoušejte si funkci hradla OR a NOR sami. Budete potřebovat jednotky: ZDROJ, PŘEPÍNAČE, OR, NOR a LED. Propojte svorky +5V a GND jednotky PŘEPÍNAČE a jednotky OR se stejnými označenými svorkami ZDROJE. Svorku P1 na jednotce PŘEPÍNAČE spojte se svorkou A1 na jednotce OR. Svorku P2 jednotky PŘEPÍNAČE spojte se svorkou B1 na jednotce OR. A svorku Y1 spojte se svorkou A L1 na jednotce LED. Nakonec ještě spojte svorku B L1 se svorkou GND ZDROJE.



Logické operátory slouží jako základní rozhodovací prvky digitálních systémů. Vesložitějších případů se spojují sedlo logických hradel. Základními logickými operátory jsou hradla NOT provádějící logickou negaci, AND provádějící logický součin a OR provádějící logický součet. Protože je potřeba v některých případech negovat výstupy hradel AND či OR, byly zkonstruovány hradla NAND a NOR, které mají negovaný výstup (odtud nazýváme částku označením hradla).

### 3.3 Booleova algebra

George Boole (1815-1864) byl britský matematik a filosof, který zkoumal logiku a zestručnil ji na jednoduchou algebru. Tím zavedl do matematiky logiku. Později se algebra logiky začala nazývat Booleova algebra a našla široké uplatnění zejména v číslicové technice. Booleova „logická“ algebra je přímo uplatnitelná při tvorbě digitálních systémů.

Zákony Booleovy algebry umožňují operovat nejenom s logickými proměnnými, ale i s celými funkcemi. Při využití těchto pravidel se pracuje se základními logickými operacemi a jejich vlastnostmi. Zákony Booleovy algebry jsou uvedeny v následující tabulce.



	Zákony pro jednodlou logickou proměnnou	
Zákon negace	$\bar{0} = 1$	$\bar{1} = 0$
Zákon dvojité negace	$A = \overline{\bar{A}}$	
	Zákony součtu	Zákony součinu
Zákon idempotence	$A + A = A$	$A \cdot A = A$
Zákon absorpce	$A + A \cdot B = A$	$A \cdot (A + B) = A$
Zákon absorpce negace	$A + \bar{A} \cdot B = A + B$	$A \cdot (\bar{A} + B) = A \cdot B$



Zákonkomutativní	$A + B = B + A$	$A \cdot B = B \cdot A$
Zákonasociativní	$A + (B + C) = (A + B) + C$	$A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C$
Zákondistributivní	$A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$	$A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$
Neutrálnost0a1	$A + 0 = A$	$A \cdot 1 = A$
Agresivnost0a1	$A + 1 = 1$	$A \cdot 0 = 0$
Zákonvylou čenít řetího	$A + \bar{A} = 1$	$A \cdot \bar{A} = 0$
DeMorgan ůvzákon	$\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$	$\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$

Tab.3–ZákonyBooleovyalgebry

Zákony Booleovy algebry využijeme hlavn ě ve dvou p řípadech. P ři minimalizaci funkce a pokud budeme chtít funkci upravit tak, aby nebylo nutné použít více druh ů logickýchoperátor ů.

Mužese stát, že budete státp řed problémem. Máte realizovat logickou funkci, ve které je n ěkolik sou čtů, ale máte jen sou činová hradla AND. Řešením je na funkci aplikovatDeMorgan ůvzákonazm ěnitsou čty nasou činy.

Ukažmesivšena p říkladu.Máte funkci  $A \cdot (B + \bar{C}) = Y$ .

Víme, že kdyžžn ěcodvakrát negujeme, tak hodnota se nez m ění. Proto se nic nestane,

když upravíme funkci takto  $\overline{\overline{A \cdot (B + \bar{C})}} = Y$ .

Použijeme-linyníDeMorgan ůvzákon, pak se vmíst ězm ěny logické operace p řeruší negace této operace. Dostaneme tedy funkci vtéto p řodob ě  $\overline{\overline{A \cdot (B \cdot C)}} = Y$ , kterou můžemep řepsat dopodoby  $\overline{\overline{(A \cdot B) \cdot C}} = Y$ . K realizaci takto upraven ě funkce nám sta čí inventory hradla AND nebo jen hradla NAND.

Funkci minimalizujeme proto, abychom mohli pou žít co nejmén ě logických operátorů. Ušet říme tak peníze, čas na zapojení i elektrický proud. To znamená, že algebraický výraz, ěili formáln ě zapsaná logická funkce, má být složen z co nejmenšího po čtu logických operací, z nichž každá pracuje s nejme nším možným počtem logických prom ěnných.

Uve řďme si n ějaký praktický p říklad minimalizace. M ějme funkci Y, která má takovýto zápis

$$A \cdot B \cdot \bar{C} \cdot D + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} \cdot D + A \cdot B \cdot C \cdot D + \bar{A} \cdot B \cdot C \cdot D = Y.$$

Pro stavbu systému, který by pracoval podle této fu nkce bychom pot řebovali čtyři čtyřvstupová hradla AND, jedno čtyřvstupové hradlo OR a dv ě hradla NOT. K tomu bychom pot řebovali minimáln ě čtyři integrované obvody. Zkusme tedy funkci minimalizovat suplatn ění zákon ů Booleovy algebry. Nejprve použijeme zákon distributivní a vytkneme zesou čin ů dvojici prom ěnných, která je ve všech stejná. Jeto dvojice prom ěnných BaD. Pouprav ě bude funkce vypadat takto

$$B \cdot D \cdot (A \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot \bar{C} + A \cdot C + \bar{A} \cdot C) = Y.$$

Nyní na výraz vzávorce použijeme znovu zákon distr ibutivní spolu se zákonem asociativním. Zedvousou čin u vytkneme C a zdruhých dvou negované C. Výraz tak upravíme do této podoby

$$B \cdot D \cdot \left[ \bar{C} \cdot (A + \bar{A}) + C \cdot (A + \bar{A}) \right] = Y.$$

Pokud nazávkou  $(A + \bar{A})$  použijeme zákon výluku, pak dostaneme

$$B \cdot D \cdot (\bar{C} \cdot 1 + C \cdot 1) = Y.$$

Z tabulky víme, že jedničky jsou činné, tedy dostaneme závkou  $(C + \bar{C})$ . Použijeme tedy znovu zákon výluku, čtení řetězu dostaneme výsledný výraz

$$B \cdot D = Y.$$

K realizaci této minimalizované funkce nám postačí jednoduché vstupové hradlo AND.



**Booleova algebra se stala logickým základem číslicových obvodů. Jednotlivé zákony Booleovy algebry jsou uplatnitelné při zjednodušování logických funkcí a tedy i budoucích logických obvodů. Tomuto procesu říkáme minimalizace funkce. Důležitým zákonem Booleovy algebry je De Morganův zákon, který umožňuje zjednodušování logických součinných a opačných.**



Spoužitím zákonů Booleovy algebry minimalizujeme následující funkci.

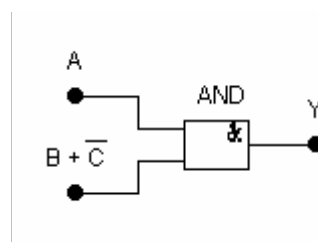
1.  $A \cdot \bar{B} + A \cdot B + \bar{A} \cdot B = Y$
2.  $\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot C = Y$

### 3.4 Schéma logického obvodu

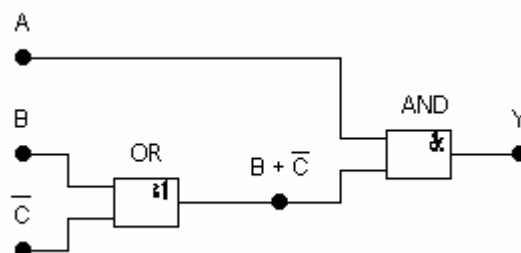
Nazákladě znalostí logických operátorů můžeme převést formální zápis funkce na schéma číslicového obvodu. Řekněme, že máme takovou funkci:

$$A \cdot (B + \bar{C}) = Y$$

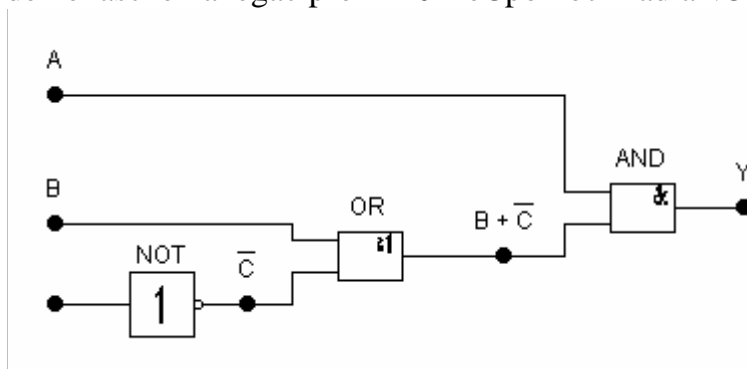
A chceme ji převést na schéma. Nejjednodušší cestou je začít od výstupu. První operací, kterou převedeme na schéma, je logický součin. Ten je realizovaný hradlem AND.



Nyní potřebujeme převést na výraz  $B + \bar{C}$ . Tento součet prostě realizujeme hradlem OR.



Naposledp řev edemenaschémanegaciprom ěnnéCpomocíhradlaNOT(invertoru).



Jak se p řevádí funkce naschéma už víte. Není tonict ěžkého, že? Takte d'to zkustesami. P řev ed'tenaschéma funkci:

$$(A + \bar{B}) \cdot (\bar{B} + \bar{C}) \cdot \bar{A} = Y.$$

## 4 Logické obvody

Logických operátorů se dají vytvořit logické obvody, které můžeme rozdělit do dvou skupin.

**Kombinační logické obvody** jsou digitální systémy, u nichž je logická hodnota výstupního signálu dána momentální kombinací logických hodnot proměnných navstupech systému v dané chvíli.

**Sekvenční logické obvody** se liší od kombinačních logických obvodů tím, že hodnoty výstupního signálu ovlivňuje, kromě momentální kombinace hodnot na vstupech, i sekvence (posloupnost) předchozích kombinací hodnot vstupních proměnných. Sekvenční obvody tedy mají vnitřní paměť pro uchování posloupnosti předchozích stavů.

Logické obvody se staly základem digitální techniky. Najdeme je všude od náramkových hodinek až po moderní počítače.

Například kombinační obvody dekodéry, které umí převádět mezi číselnými soustavami, využijeme v obchodních pokladnách. Prodávající sejmeme čtecím zařízením čárový kód a ten je dekodérem převeden na binární číslo, které zpracuje mikroprocesor pokladny. Mimo chodem i mikroprocesor je logický obvod, který pracuje za podpory dalších logických obvodů jako jsou čítače a registry. Údaje z mikroprocesoru jsou opět dekodována a zobrazeny na displeji nebo monitoru pokladny.

Obě skupiny logických obvodů se při budování digitálních zařízení vhodně kombinují. Zůstaňme u obchodu a uveďme si jiný příklad. Obchod je chráněn proti vloupání bezpečnostním zařízením (alarmem). Pokud obchodník přijde do svého obchodu, musí nejprve vypnout bezpečnostní zařízení. To může však udělat až poté, co vstoupí do obchodu. Má tedy jistou dobu od vstupu do vypnutí alarmu, kdy bezpečnostní zařízení nespustí alarm. Tuto časovou prodlevu nám u bezpečnostního zařízení, což je z větší části kombinační obvod, zajišťuje časovač, který je v podstatě sekvenčním obvodem.

### 4.1 Kombinační logické obvody

Obvod nazýváme kombinačním, jestliže jeho výstupy závisí pouze na vstupních kombinacích logických proměnných a ne na jejich předchozích hodnotách. Jediné kombinaci vstupních proměnných odpovídá jediná výstupní kombinace. Obvod nemá žádnou paměť předchozích stavů.

Všechno co je třeba k návrhu kombinačního obvodu již známe z předchozích kapitol. Podívejme se nejdříve, jak se takový kombinační obvod vytváří a pak si řekneme o praktickém využití kombinačních obvodů.

#### 4.1.1 Návrh kombinačního obvodu

Postup návrhu logického kombinačního obvodu je obvykle takový:

- 1. Vyjádření podmínek činnosti obvodu** – to se provede tak, že si připravíte pravdivostní tabulku pro tolik proměnných, kolik jich potřebujete. Na stranu funkce pravdivostní tabulky zapíšete, jak bude logická hodnota na výstupu obvodu pro kombinaci vstupních hodnot v daném řádku.
- 2. Sestavení výrazu logické funkce** – nejjednodušším způsobem, jak sestavit

výraz (formální zápis) logické funkce je ten, že po dle pravdivostní tabulky sestavíme zápis logického součinu logických součinů. Kombinace vstupních proměnných v řádku tabulky budeme považovat za součet těchto proměnných. Pokud je ve stejném řádku na straně funkce hodnota „1“, pak si tento součin vypíšeme. Jednotlivé součiny vzájemně spojíme do logického součinu.

3. **Minimalizace logické funkce** – uplatněním zákonů Booleovy algebry funkci zjednodušíme.
4. **Vytvoření schématu kombinárního obvodu.**



Vše si ukážeme na jednoduchém příkladu. Představte si, že jste konstruktéry elektronických řídicích systémů a máte navrhout systém, který ovládá městský rezervoár pitnou vodou. Požadavky na systém jsou následující:

- Vodav rezervoár nesmí klesnout pod minimální úroveň.
- Pokud voda klesne na minimum, spustí se čerpadlo, které do rezervoáru připouští vodu.
- Rezervoár se doplňuje vodou pravidelně v noci (např. 19:00 až 6:00), protože je levnější elektřina pohánějící čerpadlo.
- Je-li rezervoár plný, čerpadlo se vypne.

Určitě jste při čtení uhodli kolik bude logických proměnných vstupujících do obvodu a jistě jste uhodli i to, že funkce bude vyjadřovat činnost čerpadla. Stanovme si tedy jednotlivé proměnné.

- Signalizace plného rezervoáru (proměnná A) – má hodnotu „1“, když je rezervoár plný.
- Signalizace minimální hladiny (proměnná B) – má hodnotu „1“, když je hladina vody v rezervoáru na minimum.
- Signalizace nočního proudu (proměnná C) – má hodnotu „1“ pokud je noc.

Nyní si sestavíme pravdivostní tabulku pro tři proměnné a jednu funkci. Funkce bude nabývat hodnoty „1“ pokud bude  $C=1$  a  $A=0$  nebo když bude  $B=1$ .

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

Pro jednotlivé řádky tabulky, kde funkce nabývá hodnoty „1“ si vypíšeme kombinaci proměnných jako součin.

$$\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C$$

$$\bar{A} \cdot B \cdot \bar{C}$$

$$\bar{A} \cdot B \cdot C$$

$$A \cdot B \cdot \bar{C}$$

$$A \cdot B \cdot C$$

Tím, že jednotlivé součiny sečeteme dostaneme formální zápis funkce.

$$\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot C + A \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot C = Y$$

Tuto funkci nyní minimalizujeme platným distributivním zákonem.

$$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C + \overline{A} \cdot B \cdot (\overline{C} + C) + A \cdot B \cdot (\overline{C} + C) = Y$$

$$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C + \overline{A} \cdot B + A \cdot B = Y$$

Použijeme znovu distributivní zákon a dostaneme.

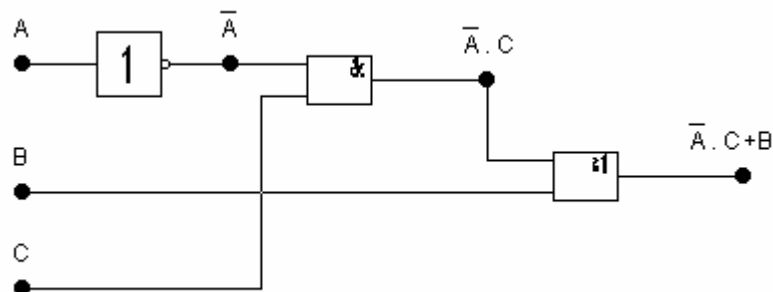
$$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C + B \cdot (\overline{A} + A) = Y$$

$$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C + B = Y$$

Tento výraz můžeme ještě zjednodušit platným zákonem absorpce.

$$\overline{A} \cdot C + B = Y$$

Když máme funkci minimalizovanou, můžeme navrhnout schéma obvodu. Začneme třeba od logického součinu  $\overline{A} \cdot C + B$ , pokračujeme logickým součinem  $\overline{A} \cdot C$  a nakonec negací proměnné A.



Sestavte kombinální obvod podle schéma a otestujte jeho funkčnost podle pravdivostní tabulky. Hodnoty vstupních proměnných nastavujte přepínači, jak už jste odělal v předchozích zapojeních. Na výstup připojte LED, která se rozsvítí, bude-li na výstupu hodnota log. 1.



- Návrh kombinálního obvodu probíhá ve čtyřech fázích:**
1. Vyjádření podmínek činnosti obvodu pomocí kombinací proměnných.
  2. Sestavení výrazu logické funkce podle pravdivostní tabulky obvodu.
  3. Minimalizace logické funkce podle zákonů Booleovy algebry.
  4. Vytvoření schématu kombinálního obvodu podle výrazu funkce.

#### 4.1.2 Kodéry a dekodéry

Typickým představitelem kombinálních logických obvodů jsou převodníky kódů, které převádějí informace z jedné kódované formy do jiné kódované formy. Kódem se rozumí pravidlo, podle něhož určité kombinaci nul a jedniček přiřazujeme nějaké desítkové číslo. Kodéry převádějí desítková čísla do binární soustavy a dekodéry z binární soustavy do desítkové.

Určitě si pamatujete, že v naší stavebnici je dekoder BCD pro sedm segmentovku. BCD je čtyřbitový kód pro desítkovou číslici, ale sedm segmentovka potřebuje

sedmibitový kód vněmž je zakódováno, která segmenty se mají rozsvítit, aby se zobrazilo požadované dekadické číslo.



Možná lépe proniknete do tajů kódování a dekodování, když si zkusíme postavit vlastní dekodér. Zkusme tedy navrhnout a postavit dekodér dvoubitového čísla. Víme, že do dvoubitového čísla můžeme zakódovat čísla od nuly do tří ( $00_2=0_{10}$ ,  $01_2=1_{10}$ ,  $10_2=2_{10}$ ,  $11_2=3_{10}$ ). Hodnotu dvoubitového binárního čísla můžeme nastavit pomocí dvou přepínačů. P1 bude představovat nižší řádu P2 vyšší.

Dekadické číslo, které dekodujeme z binárního kódu, zobrazíme pomocí dávajícím počtem svítících LED. Projednáme tedy svítit první LED, pro dvojku první a druhá LED a pro trojku první druhá a třetí LED. Každá LED bude připojena na jeden z výstupů logického obvodu našeho dekodéru.

Nyní si stanovme jaká logická hodnota se objeví na jednotlivých výstupech dekodéru.

- Na výstupu Y1, když připojíme LED 1, se objeví log. 1 pokud  $A=\log. 1$  nebo  $B=\log. 1$ . Tedy jeli číslo rovno jedné nebo větší.
- Na výstupu Y2, když připojíme LED 2, se objeví log. 1 pokud  $B=\log. 1$  nebo  $A=\log. 1$  a  $B=\log. 1$ . Tedy jeli číslo rovno dvě nebo větší.
- Na výstupu Y3, když připojíme LED 3, se objeví log. 1 pokud  $A=\log. 1$  a  $B=\log. 1$ . Tedy jeli číslo rovno třem.

Jistě jste si všimli hned několik věcí. Zaprvé, že zvýrazněné spojky mezi slovními výrazy, vám napovídají jaký logický operátor k realizaci funkce použijete. Zadruhé, že funkce pro výstup Y3 je již obsažena ve funkci pro výstup Y2. Toho využijeme a nastavíme logického obvodu.

Vypíšete jednotlivé funkce a případně ještě minimalizujeme.

$$A + B = Y1$$

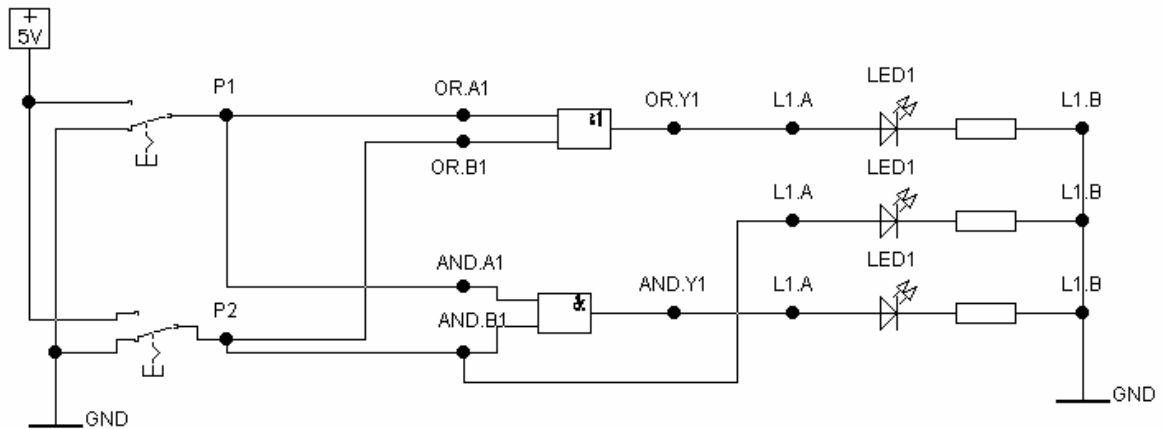
$$B + (A \cdot B) = Y2$$

$$B = Y2$$

$$(A \cdot B) = Y3$$

Funkci Y2 jsme minimalizovali uplatněním zákona absorpce. Funkce Y1 a Y3 již dále minimalizovat nejdou.

Již nám nic nebrání v tom, že vytvoříme schéma podle toho, jak zapojíte a ozkoušíte. Schéma by mohlo vypadat třeba takto.



Zkuste sami navrhnout a zapojit dekodér  $n$  bitového binárního čísla, ale tak aby se pro každou hodnotu desítkového čísla rozsvítila jen jedna LED. Pro jedničku se rozsvítí LED1, pro dvojku LED2 a tak dále až konečně prosedmičkou rozsvítí LED7.



**Hodnoty na výstupech kombinací tvoří obvod jedné kombinace pouze kombinací hodnot na výstupech obvodu.**  
**Typickým představitelem kombinací logických obvodů jsou různé převodníky kódů, které převádějí informace z jedné kódované formy do jiné kódované formy.**  
**Kódem se rozumí pravidlo, podle něhož určíte kombinaci nul a jedniček přiřazujeme hodnotu v které číselné soustavě.**  
**Kodéry převádějí čísla do kódů nul a jedniček, které je číslicovým obvodům srozumitelné.**  
**Dekodéry převádějí kód nul a jedniček na čísla v které číselné soustavě.**

## 4.2 Sekvenční logické obvody

Stav výstupu sekvenčních logických členů a obvodů závisí nejen na kombinaci vstupních proměnných, ale i na stavu výstupu při předchozí kombinaci vstupních proměnných. Podstatnou částí sekvenčního členu je paměťový člen, který zabezpečuje žádoucí uchování informace.

Nejjednodušší ze sekvenčních obvodů jsou klopné obvody. Klopné obvody jsou tvořeny logickými operátory, které mají připojený výstupy na jeden ze vstupů. Je to takzvaná zpětná vazba. To způsobuje, že si pamatují svoje předchozí rozhodnutí až do doby, než se rozhodnou opačně.

Klopné obvody můžeme rozdělit do tří skupin klopných obvodů:

- monostabilní** – setrvávají v jednom stavu, do druhého se přepínají po určitém zásahu to je například tlačítko, které po stisknutí přepne světlo z off na on, nebo naopak.
- bistabilní** – mají dva základní stavy, obvod je možné přepnout do jednoho

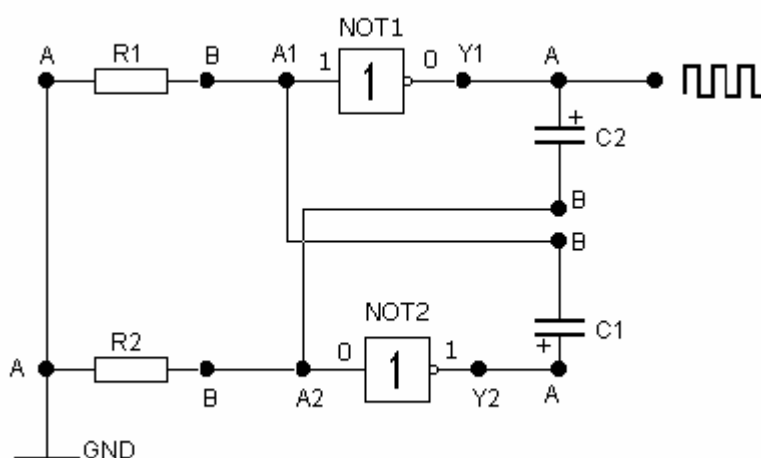


- znichjenp řivn ějšímzásahu,  
c) **astabilní**nebolimultivibrátory-nemástálýstav,opakovan ěsesamip řeklápí.

#### 4.2.1 Astabilní klopný obvod vsymetrickém zapojení

Někdy je nazýván jako multivibrátor. To proto, že neustále mění hodnotu svého výstupu. Díky této vlastnosti se hojně používá jako generátor periodického digitálního signálu. Možná, že vám už někdy vrtalo hlavou, jak digitální hodiny určují, kdy změnit číslici na displeji. Za tím je právě multivibrátor, který se periodicky nafrekvenci 1 Hz (Hertz – jednotka frekvence).

Astabilní klopný obvod vsymetrickém nebo li so uměrném zapojení je použit jako generátor i ve stavebnici, která je předvámi. Najdete ho na jednotce ZDROJ.



Jak zapojení takového astabilního klopného obvodu vsymetrickém zapojení vypadá můžeme vidět na tomto schéma. Symetrickým se toto zapojení nazývá, protože oba kondenzátory C1 a C2 stejně jako oba rezistory R1 a R2 mají stejnou hodnotu. To zapříčiňuje, že log. 1 na výstupu obvodu stejně dlouho jako log. 0. Pomocí schéma si i vysvětlíme funkci multivibrátoru. Hradla NOT1 i NOT2 mají na vstup přiveden log. 0, ale díky vzájemné vazbě přes kondenzátory C1 a C2 nemůže být stejný stav na výstupech obou hradel. Po připojení napájení k logickým operátorům NOT se oba kondenzátory začaly nabíjet na hodnotu log. 1 (2V – 5V). Jelikož dva kondenzátory nejsou nikdy naprosto stejné, jeden z nich dosáhne úrovně log. 1 dříve a to způsobí změnu logické úrovně na vstup hradla, kam je připojen. V našem případě si můžeme podle čísel vstupů hradel značit logickou hodnotu všimnout, že změna logické hodnoty na log. 1 proběhla díky kondenzátoru C1 na vstupu hradla NOT1. Dokázal to tak, že poté co se objevila log. 1, kondenzátor se začal nabíjet přes odpor R1 a na vstupu hradla NOT1 vznikl díky elektrickému proudu protékajícímu C1 a R1 napětí na úrovni log. 1. Poté co se C1 nabije, přestává jím téci elektrický proud a mizí i napětí na vstupu NOT1 a vzniká u něj úroveň log. 0. Hradlo NOT1 změnilo logickou hodnotu na svém výstupu na log. 1 a kondenzátor C2 se může začít nabíjet. Jeho nabíjení ovlivní vstup hradla NOT2, protože se tu objeví napětí na úrovni log. 1. Celý cyklus se opakuje.

Doba za kterou se obvod překlápí, čili než se změní logická hodnota výstupu obvodu, se nastavuje kombinací hodnot odporu rezistorů a kapacity kondenzátoru. Frekvenceměnylogickýchhodnotnavýstupulzevypočítatvztahem

$$f = \frac{1}{2 \cdot R \cdot C}.$$

Jak ještě uvidíme, zdroje periodického neboli hodinového signálu jsou pro číslicovou techniku velmi důležité. Pomocí těchto signálů se udržuje činnost jednotlivých logických obvodů digitálního systému v časovém schodě.



Navrhněte stabilní klopný obvod jako tzv. blikací, což je jedno z dalších často využívaných zapojení tohoto obvodu. Ten bude blikat LED na svém výstupu na frekvenci  $f = 1\text{ Hz}$ . Pro dosažení do vztahu použijte hodnoty rezistorů a kondenzátorů, které obsahuje jednotka RC. Stabilní klopný obvod zapojte podle výše uvedeného schéma a na výstup obvodu připojte LED tak, aby se rozsvítila pokud bude na výstupu log. 0.



Zamyslete se, jak se projeví změna odporu rezistorů  $R_1$  a  $R_2$  na průběhu signálu. Zkuste si to ověřit po četně dosažením jiné hodnoty odporu do vztahu pro výpočet frekvence výstupního signálu.

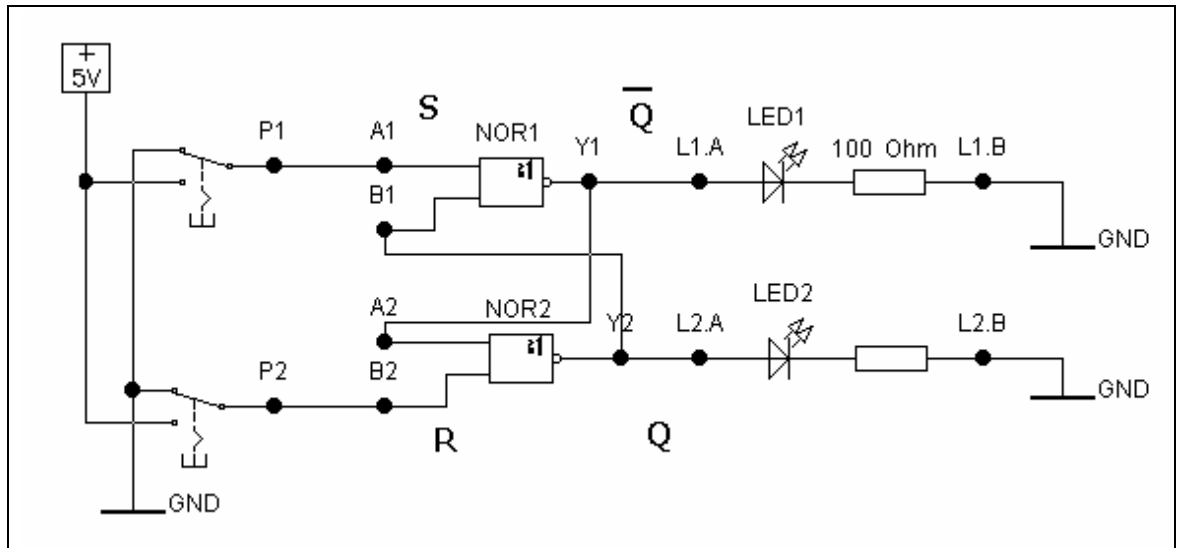
1. Dosaďte do vztahu větší hodnotu odporu.
2. Dosaďte do vztahu menší hodnotu odporu.

#### 4.2.2 Bistabilní klopný obvod R-S

Bistabilní klopný obvod R-S je v číslicové technice nejjednodušším představitelem této skupiny klopných obvodů. Pojmenování získal podle svých dvou vstupů R (Reset neboli Nulování) a S (Set neboli Nastavení) jimiž je ovládána hodnota výstupu. Obvod má dva výstupy. Díky vzájemné vazbě výstupů jednoho hradla na vstup druhého hradla nemůže být hodnota obou výstupů shodná (podobně jako tomu bylo u stabilního klopného obvodu v souměrném zapojení). Výstup hradla se vstupem R je obvykle přiřazen označení  $Q$  a výstup hradla se vstupem S značíme  $\bar{Q}$ . Itím jednáme o nejvo, že oba výstupy mají vždy opačnou hodnotu.



Sestavte klopný obvod R-S z hradel NOR podle následujícího schématu. Jako vstupy S a R použijte přepínače P1 a P2. Logický stav na výstupech zobrazujte pomocí LED1 a LED2.



Teď, když máte klopný obvod před sebou, si na něm vysvětlíme princip jeho činnosti. Vycházíme ze znalostí chování hradla NOR. To má na svém výstupu log.1 právě tehdy je-li na všech jeho vstupech log.0. Ve všech ostatních případech je na výstupu hradla NOR log.0. Pravdivostní tabulka popisující chování klopného obvodu vypadá takto.

S	R	Q	$\bar{Q}$
0	0	Předchozí stav	
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	Zakázaný stav	

Pokud přepínači nastavíme na obou vstupech R i S log.0, pak výstupy obvodu nezmění svůj stav. Říkáme, že obvod si pamatuje předchozí stav. R-S tedy funguje jako jednobitová paměť.

Když nastavíme přepínačem P1 vstup S na hodnotu log.1 a P2 necháme v poloze log.0, pak dojde k tak zvanému nastavení, kdy se na výstupu Q objeví log.1.

Na výstupu  $\bar{Q}$  je samozřejmě hodnota opačná, tedy log.0. Pokud přepneme P1 dopolohy log.0, tento stav setrvává.

Nyní můžeme přepnout P2 a na vstup R přivést log.1. Dochází k nulování (resetu) obvodu. Hodnota výstupu Q přejde do log.0 (odtud nulování) a výstup  $\bar{Q}$  do stavu opačného, tedy log.1.

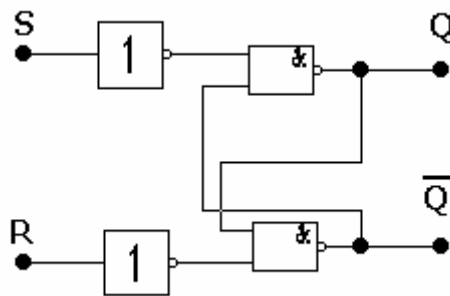
V momentě kdy přivedeme log.1 na oba vstupy R i S, vyvoláme zakázaný stav. K tomu by nemělo běžně docházet, protože obvod v tomto stavu nastaví hodnoty svých výstupů náhodně a proto se zakázanému stavu snažíme v praxi vyhnout.

Bistabilní klopný obvod se stal základem všech složitějších klopných obvodů, kterým má schopnost pamatovat si předchozí stavy.



Bistabilní klopný obvod lze sestavit i z hradel NAND však vyžaduje, aby byli vstupy R a S negováni, tedy ale log. 0. Takto zapojený R-S se chová stejně jako jak

D. Funkce hradel NAND aby nereagovalo na log. 1, o R-S z hradel NOR.



Vymyslete, jak by se dal klopný obvod R-S ovládat jedním tlačítkem tak, aby jste se vyhnuli zakázanému stavu tím, že nedovolíte výskyt stejné logické hodnoty na obou vstupech R a S. Využijte k tomu značení logických operátorů.

dat jedním tlačítkem tak, aby se vyhnuli zakázanému stavu tím, že nedovolíte výskyt stejné logické hodnoty na obou vstupech R a S. Využijte k tomu značení logických operátorů.



Sekvenční obvody se liší od kombináčích vnitřní paměti, která ovlivňuje vstupní hodnotami výstupu obvodu.

Nejjednodušší sekvenční obvody jsou klopné obvody. Rozlišujeme tři druhy: Klopné obvody lze rozdělit do tří skupin klopných obvodů:

a) monostabilní – mají jeden ustálený stav, při překlopení do stavu opačného mají snahu překlopit se samy zpět,

b) bistabilní – mohou mít dva stavy mezi nimiž se při klápní kombinací logických hodnot na řídicích vstupech,

c) astabilní (multivibrátory) – nemá stálý stav, opakovaně se samy překlápí. Astabilní klopné obvody se využívají jako zdroje periodického digitálního signálu.

Bistabilní klopný obvod R-S je nejjednodušším zástupcem této skupiny klopných obvodů a je základem paměťového prvku.

### 4.3 Praktické využití logických obvodů

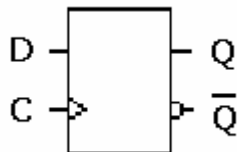
Spojení kombináčích a sekvenčních logických obvodů došlo k vylepšení vlastností klopných obvodů. Došlo k odstranění tzv. zakázaných stavů, u kterých nelze předvídat činnost celého systému.

Jedním představitelem takto vylepšených klopných obvodů je klopný obvod D. Zaměříme se na něj a ukážeme si, jak znějš sestavit složitější logické obvody, které nalezneme snad ve všech digitálních zařízeních od hodin každopřípadně počítač.

#### 4.3.1 Klopný obvod D

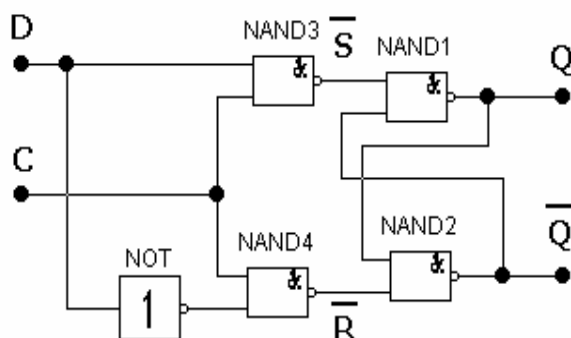
Klopný obvod D je jedním z mnoha synchronizovaných (periodickým digitálním nebo i hodinovým signálem řízených) klopných obvodů chovájících se jako logický

člen s pamětí. Tak jako logické operátory, mají i často používané logické sekvenci obvodovojeschématickéznačky. KpnýobvodtypuDnenívýjimkou.



Jak vidíme na schématické značce, má kpný obvod dva vstupy (D a C) a dva výstupy ( $Q$  a  $\bar{Q}$ ), které mají stejně jako u kpného obvodu R-S opačnou logickou hodnotou. Vstup D, který dle názvu celému obvodu je odvozen od slova DATA. Tudy vstupují do obvodu informace, které chceme přerpadně uchovat. Vstup C (z anglického CLOCK – hodiny) slouží pro přerivedení hodinového signálu, kterým je řízena práce obvodu a nebotaké spolupráce více obvodů typu D.

Abychom lépe pochopili, jak kpný obvod D pracuje, musíme se nejprve podívat na jeho vnitřní schéma.



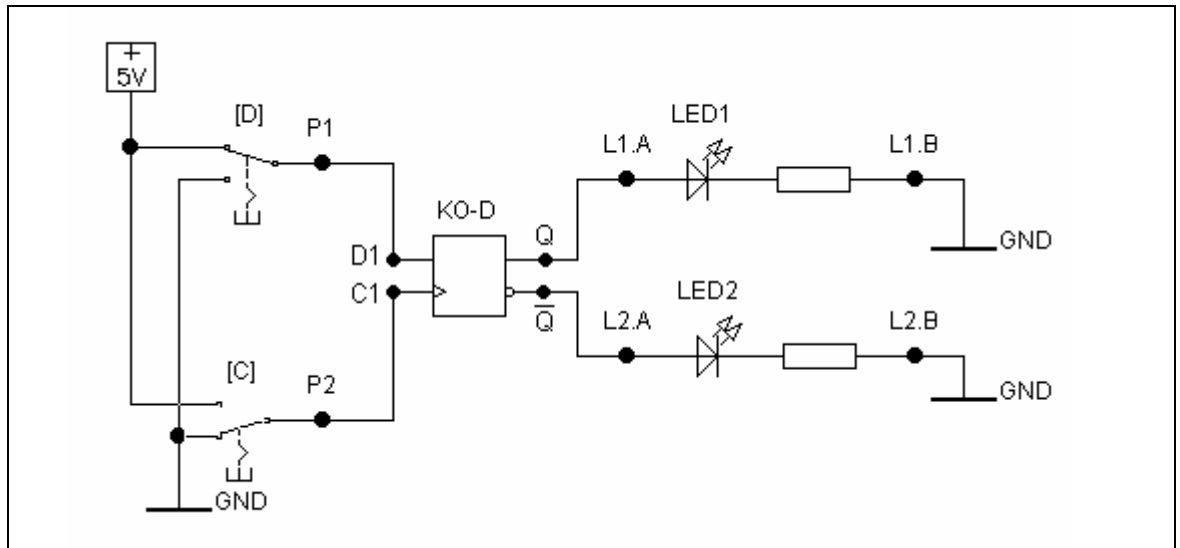
D	C	$Q$	$\bar{Q}$
0	0	Předchozí stav	
0	1	0	1
1	0	Předchozí stav	
1	1	1	0

Hradla NAND1 a NAND2 nám tvoří již známý obvod R-S. Jak také víme, nastavení a nulování tohoto obvodu se provádí, vyskytne-li se na vstupu R nebo na vstupu S log. 0. Proto je ve schématu značíme jako negované vstupy. Hradla NAND3 a NAND4 dávají na svých výstupech log. 0 jen v případě, že na obou jejich vstupech je přítomná log. 1. Přítomností hradla NOT tohoto obvodu se vylučuje možnost vzniku zakázaného stavu. Opatření spočívá v tom, že logická úroveň vstupu D se přerivádí na vstup NAND4 v negované podobě. Na výstupech hradel NAND3 a NAND4 tak nemůže být ve stejnou chvíli log. 0. Vstupy kpného obvodu R-S mají tedy vždy opačnou úroveň.

Řídící signálem je pro kpný obvod D hodinový signál, který je přeriváděn na vstup C. Ve chvíli, kdy se změní logická hodnota na vstupu C z log. 0 na log. 1, přerine se logická hodnota ze vstupu D na výstup  $Q$ . Výstup  $\bar{Q}$  má jako obvykle opačnou logickou hodnotu.



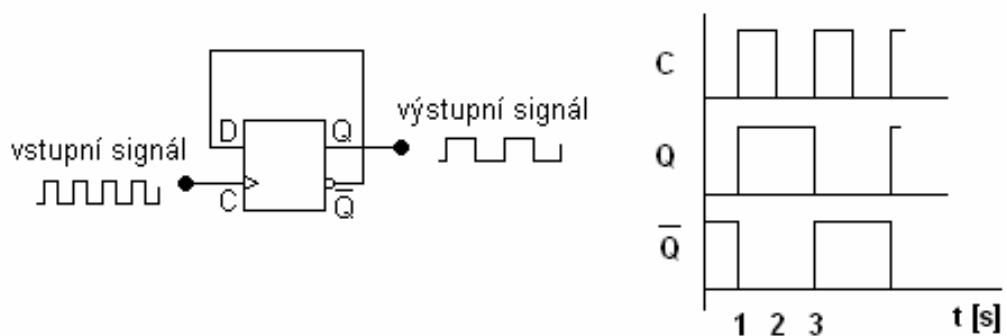
Zapojit jeden z kpných obvodů D na panelu KO-D a vyzkoušet jeho funkci. Budete potřebovat jednotky: ZDROJ, PŘEPÍNAČE, KO-D a LED. Pro nastavování logických úrovní na vstupech kpného obvodu D použijte přepínače P1 a P2. Stav na výstupech zobrazte LED1 a LED2.



Klopný obvod D našel díky své jednoduchosti a praktičnosti široké uplatnění v digitální technice. Stal se základem mnoha složitějších logických obvodů, kterým jsem už v tomto učebním textu věnuje pozornost.

### 4.3.2 Děličkmitočtu

Děličkmitočtu, jak už jeho název napovídá, snižuje frekvenci impulsů. Využijeme ho, pokud chceme například snížit frekvenci natolik, aby bylo naše oko schopné zachytit blikání LED, kterou budeme průběh signálu zobrazovat. Lidské oko je schopné postřehnout blikání o frekvenci maximálně 10 Hz–12 Hz. Základním děličem je dvěma. Z toho vytvoříme jednoho klopného obvodu D tak, že spojíme jeho neovládaný vstup  $\bar{Q}$  se vstupem D (DATA).



Jak můžeme vidět na grafu průběhů signálů, je výstupní frekvence signálu oproti vstupní poloviční. Toto jednoduché zapojení nazýváme děličem dvěma.



Zapojte děličku dvěma podle obrázku a vyzkoušejte její funkci. Logickou hodnotu na vstupu C nastavujte přepínačem P1. Na výstup  $Q$  připojte LED1 a na výstup  $\bar{Q}$  připojte LED2. Obě led se rozsvítí při hodnotě log. 1 na daném výstupu.

Popišme si na grafu průběhů signálu, jak dlelič dvěma funguje. Než dorazí první impuls (úroveň log.1) na vstup C, je na výstupu  $Q$  log.0. To znamená, že na výstupu  $\overline{Q}$  je log.1, nebo řekněme si bývá opačnou logickou hodnotou než na  $Q$ .

V časovém bodě označeném 1, se objeví na vstupu C impuls, tedy log.1. To způsobí, že na výstupu  $Q$  se přenesou logická hodnota ze vstupu D. Jelikož je vstup D spojensvýstupem  $\overline{Q}$ , kde je hodnota log.1, objeví se log.1 na výstupu  $Q$ . Výstup  $\overline{Q}$  je nyní opačnou logickou hodnotou než na výstupu  $Q$ , tedy log.0.

V časovém bodě 2 se uplatňuje vnitřní paměť klopného obvodu D a na výstupech setrvávají tytéž logické hodnoty až do příchodu dalšího impulsu na vstup C. V časovém bodě 3 se opakují stejné procesy jako v časovém bodě 1 a na výstupech se opět změní logické hodnoty.

Pokud chceme signál dleličit více než dvěma, musíme zapojit dva či více dleličů do série (takzvané „zaseb“). Spojíme vždy výstup  $Q$  jednoho hodinového vstupu C dalšího. Každý další dlelič potom bude dleličit výstupní signál předchozího dlelič dvěma. Dleličí schopnost takového sériového obvodu lze vyjádřit jako  $2^n$ , kde  $n$  je počet dleličů dvěma v sérii. Při dvou dleličích v sérii tak dostaneme dlelič čtyřmi, při třech dleličích v sérii dlelič osmi a při čtyřech dleličích v sérii dlelič šestnácti.



Sestavte zklopných obvodů dlelič osmi. K zapojení budete potřebovat jednotky: ZDROJ, KO-DaLED.

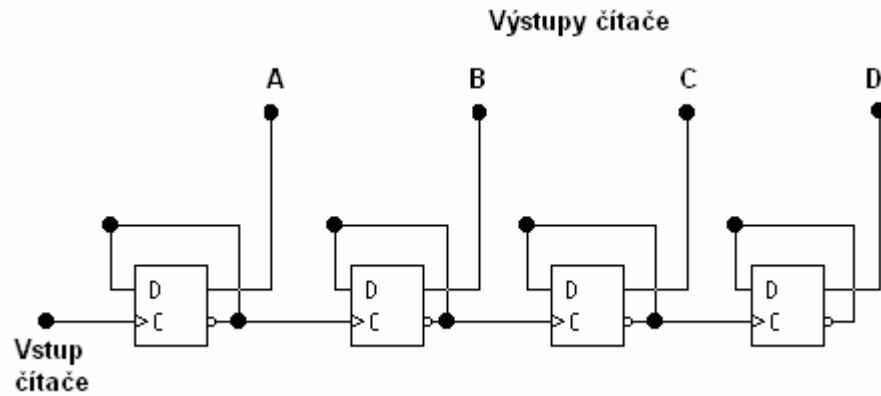
Jako hodinový signál použijte signál 1 Hz generovaný multivibrátorem na jednotce ZDROJ. Výsledný signál, který bude mít frekvenci  $\frac{1}{8}$  Hz, zobrazte pomocí LED1.

### 4.3.3 Čítače

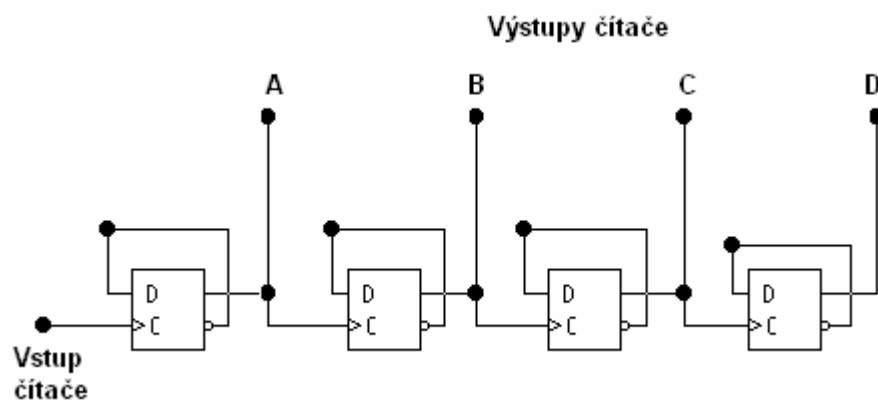
Nejedno logické rozhodnutí je založeno na počtu opakujících se jevů (např. počet lahví, které projelí plnicí linkou, nebo počet čeků u automobilu atd.). Opakující se jevy je možné indikovat různými čidly. Každé opakování jevu může být vyjádřeno impulsem a počet impulsů pak odpovídá počtu opakování jevu.

Informace o počtu impulsů musí být srozumitelná logickým obvodům. Tento problém řeší právě čítač, což jsou zařízení, které v některém dvojkovém kódu počítají impulsy přivedené na jeho vstup. Logické hodnoty na výstupech čítače odpovídají žádanému počtu impulsů vyjádřeném v předepsaném kódu. Kód na výstupech čítače lze dekodovat pomocí kombinací obvodů - dekodérů.

Čítač není v podstatě nic jiného než nám už známý vhodně zapojený dlelič nebo více dleličů frekvence. Čítače čítají buď směrem nahoru nebo v opačném směru, kdy se při každém impulsu na vstupu čítače číselná hodnota výstupu zvětší o 1, nebo směrem dolů čili v záporném směru, kdy se číselná hodnota výstupu při každém impulsu na vstupu zmenší o 1. Po dosažení maxima (při čítání nahoru) nebo minima (při čítání dolů) se čítač sám vynuluje (resetuje).



Čítač nahoru



Čítač dolů

Výstupy čítače označené A až D představují jednotlivé bity čtyřbitového čísla (tedy čtyřmístného dvojkového čísla), kde A je bit s nejnižší vahou ( $2^0$ ) a D je bit s nejvyšší vahou ( $2^4$ ). Čítač tedy čítá v číselném rozsahu 0–15.

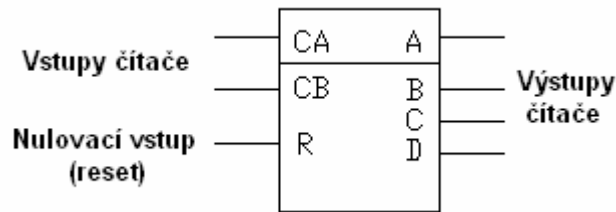


Zapojte a vyzkoušejte si čítač nahoru i čítač dolů. K zapojení budete potřebovat jednotky: ZDROJ, TLA ČÍTKA, KO-D, DEKODÉR a SEDMISEGMENTOVKA.  
 Na vstup čítače připojte tlačítko T1 svorkou T1.B. Svorku T1.A připojte na svorku ZDROJE označenou +5V. Na výstupy (A, B, C, D) připojte stejné pojmenované vstupy DEKODÉRU (bude tedy spojeno A-A, B-B, C-C, D-D). Na výstupy DEKODÉRU až G připojte vstupy až G SEDMISEGMENTOVKY.

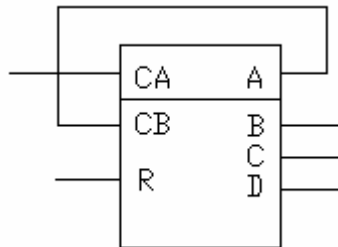
#### 4.3.3.1 Dekadický čítač

Protože jsou čítače jedny z nejvyžívanějších logických sekvencních obvodů, vyrábějí se hojně v podobě integrovaných obvodů. Takovým představitelem je dekadický (desítkový) čítač, který je obsažen v sestavebnici ředvami.





Dekadický čítač lze použít trochu podrobnější popis. Vstup CA a výstup A fungují jako desítkový dělič. Vstup CB a výstup D fungují jako desítkový dělič. Když propojíme výstup D se vstupem CA, dostaneme desítkový dělič se čtyřmi výstupy, na nichž se objevuje kódovaný počet impulsů, který je řízen vstupem CA. Čítač čítá od nuly do devíti. Je tedy vhodný pro počítání v desítkové (dekadické) soustavě, odtud název dekadický čítač. Počet impulsů je kódován v BCD, takže je vhodné na výstupy čítače připojit dekodér pro desítkové segmenty.



Nulovací vstup (reset) slouží k návratu čítače na počáteční hodnotu od níž začíná čítat. Reset proběhne, když se na vstup R objeví hodnota log. 1.



Zapojte a vyzkoušejte si dekadický čítač. Bude potřebovat tyto jednotky: ZDROJ, TLAČÍTKA, ČÍTAČ, DEKODÉR a SEMISEGMENTOVKA. Na vstup CA připojte některou ze svorek generátoru periodického signálu, který je na jednotce ZDROJ. Na vstup R připojte tlačítko T1, jehož druhou svorku připojte na svorku ZDROJE +5V. Výstupy čítače A až D spojte se stejně pojmenovanými vstupy DEKODÉRU. DEKODÉR spojte se SEMISEGMENTOVKOU.

### 4.3.3.2 Čítač modulon

Někdy se nám může hodit čítač, který čítá jen do některé menší hodnoty než je 9. Toho můžeme dosáhnout spojením výstupu a vstupu R přes kombinační obvod nebo přímým spojením. Říkáme potom, že je to čítač modulo  $n$ , kde  $n$  je číselná hodnota, kterou čítač resetuje.

Zkusme si podívat, jak vytvořit třeba takový čítač modulo 6. Nejprve se musíme podívat, jakou kombinaci nulajedniček má šestnávkový kód BCD. Je to kombinace 0110. To znamená, že pokud se na výstupech B a C objeví hodnota log. 1, čítač by se měl resetovat. Jak tedy vyřešíme fakt, že máme jen jeden nulovací vstup a dva výstupy? Řešením je použití kombinačního obvodu. Potřebujeme takový obvod, že když na jeho dva vstupy přivedeme log. 1, bude log. 1 i na jeho výstupu. Jistě vás hned napadlo, že nám úplně postačí jedno hradlo AND. Jeden jeho vstup spojíme s výstupem čítače

B a druhý vstup hradla spojíme svýstupem čítače C. Výstup hradla poté spojíme snulovacím vstupem.



Zapojte čítač modulo 6 podle předchozího popisu. Jako zdroj impulsu použijte generátor periodického digitálního signálu. Stav výstupů čítače zobrazte na SEDMISEGMENTOVCE.



**Čítače jsou jedny z nejčastěji používaných logických sekvencí v digitální technice. Dovedou počítat kolik impulsů dorazilo na jejich vstup. Počet impulsů kódují v některém dvojkovém kódu, často kódu BCD. Tato kódovaná informace se vyskytuje na výstupech čítače. Pro počítání v desítkové soustavě byl zkonstruován dekadický (desítkový) čítač, který umí počítat od 0 do 9.**

#### 4.3.4 Registry

Už víme, že v stabilních klopných obvodech mohou uchovávat informaci o velikosti jednoho bitu. Tu představuje hodnota  $\log_2 0$  nebo  $\log_2 1$ . V číslicové technice však často potřebujeme uchovat informace o většímu počtu bitů (např. desítkovou číslici zakódovanou jednou dvojkovou kódu BCD).

Nabízí se tedy otázka: Lze zapojit vhodný počet čtyřbitových dvojkových klopných obvodů a využít je jako kolikabitovou paměť? Odpověď známo. Takovéto zařízení existuje a nazývá se posuvný registr. V číslicové technice se hojně využívá. Klopné obvody musí být ovšem vhodně organizovány tak, aby bylo možno informace pohodlně vkládat i vyjímat. Počet klopných obvodů uvnitř registru udává jeho délku, tj. maximální počet binárních (dvojkových) informací, které v něm může být uložena. Podle způsobu vkládání a odebírání informací, můžeme posuvné registry rozdělit na čtyři základní druhy.

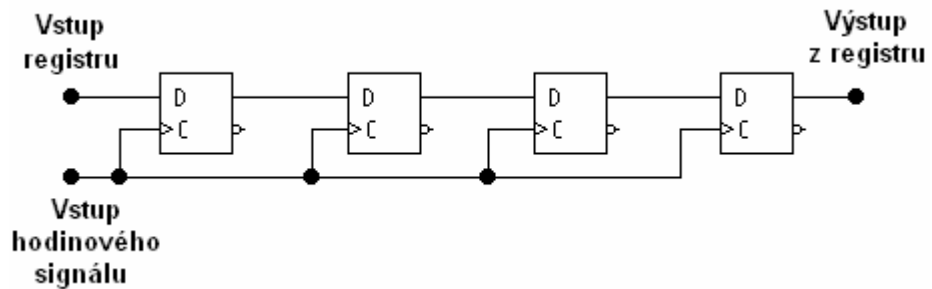
1. Registry s sériovým vstupem i výstupem
2. Registry s sériovým vstupem a paralelním výstupem
3. Registry s paralelním a sériovým vstupem
4. Registry s paralelním vstupem i výstupem

##### 4.3.4.1 Registry s sériovým vstupem i výstupem

Jednotlivé bity informace neboli data, která mají být uložena, jsou do tohoto typu registru nahrávána jedním vstupem. Pokud máme čtyřbitový registr jaký je na obrázku, pak se čtyřmi impulsy hodinového signálu, je tento registr naplněn. Jestliže chceme udržet informaci v registru, musíme udržovat logickou hodnotu hodinového signálu na hodnotě  $\log_2 0$ . Když se tak nestane, bude informace z registru odeslána během třech předchozích impulsů hodinového signálu po jednom výstupu.

Princip funkce tohoto registru si můžeme popsat například s využitím světelného informačního panelu s běžným textem. Tenurčitě znáte z prosté ředku ve veřejné dopravě, reklamních poutačů a podobně. Panel funguje tak, že svítivé diody (LED) nebo žárovky jsou na panelu uspořádány do sloupců o určitém počtu řádků. Efekt

běžícího textu se udělá tak, že v prvním sloupci se rozsvítí některé LED. Po chvíli zhasnou a rozsvítí se v dalším sloupci. Tak postupuje od prvního sloupce až k poslednímu.



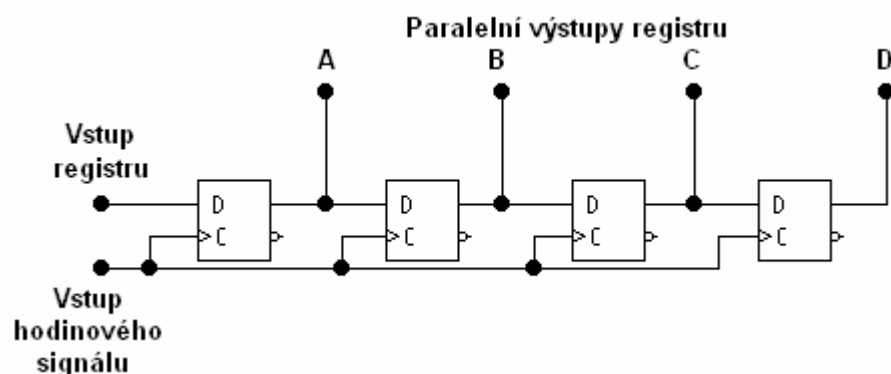
Zapojte podle schéma tento registr. Budete potřebovat jednotky: ZDROJ, PŘEPÍNAČE, KO-DaLED.

Na vstup registru připojte přepínač P1 a jeho nastavením určíte informaci, kterou v registru uložíte. Jako zdroj hodinového signálu použijte výstup generátoru periodického digitálního signálu na jednotce ZDROJ. Na výstup registru připojte LED1.

Všimněte si, že LED1 reaguje na vstupní data s určitou zpožděním.

#### 4.3.4.2 Registry se sériovým vstupem a paralelním výstupem

Data přichází do registru po bitech za sebou po jednom vstupu. Když je registr naplněn, může být celá informace z registru přečtena během jednoho hodinového impulsu, neboť každý její bit je odeslán po vlastním výstupu. Informace se tedy převede ze sériové podoby do paralelní, proto se tomu typu registru někdy říká sériově paralelní převodník. U čtyřbitového registru tedy postačí naplnění registru a odeslání dat pouze během jednoho hodinového impulsu.



Na schéma sériově paralelního převodníku jsou označeny výstupy A, B, C a D, kde A je byt s nejnižší vahou ( $2^0$ ) a D je výstup bitu s nejvyšší vahou ( $2^4$ ).



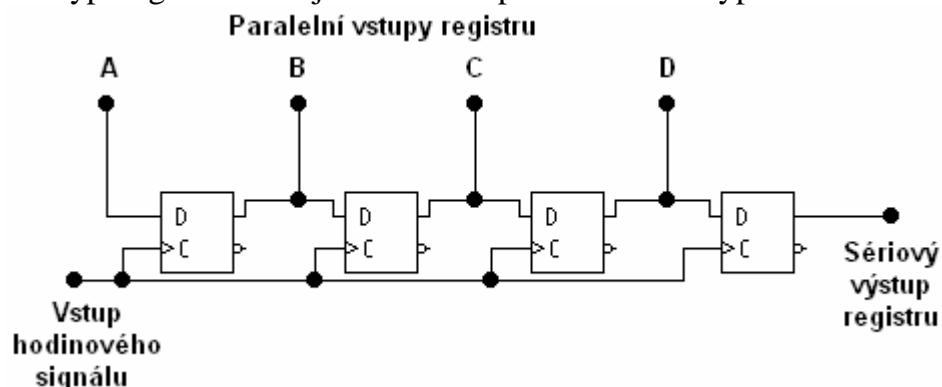
Zapojte podle schéma tento registr. Budete potřebovat jednotky: ZDROJ, PŘEPÍNAČE, KO-DaLED.

Na vstup registru připojte přepínač P1 a jeho nastavením určíte informaci, kterou v registru uložíte. Jako zdroj hodinového signálu použijte přepínač P2

(připomeňte si, jak probíhá načítání informace ze vstupu klopného obvodu D v závislosti na logické úrovni hodinového signálu. Na výstupy registru připojte LED1 až LED4 a sledujte, jak jednotlivé bity informace cestují po výstupech.

#### 4.3.4.3 Registr s paralelním a sériovým výstupem

Tento typ registru je opakem klopného řetězce z předchozího typu. Každý klopný obvod registru má vlastní datový vstup a datový výstup. Každá struna čítání paralelně (celá informace najednou) během jediného hodinového impulsu. Kodeslání dat z registru po jednom výstupu je potřeba o jeden hodinový impuls méně, než kolik je klopných obvodů. U čtyř bytového registru může informace projít registrem během čtyř hodinových impulsů. Tomuto typu registru se také jinak říká paralelně sériový převodník.

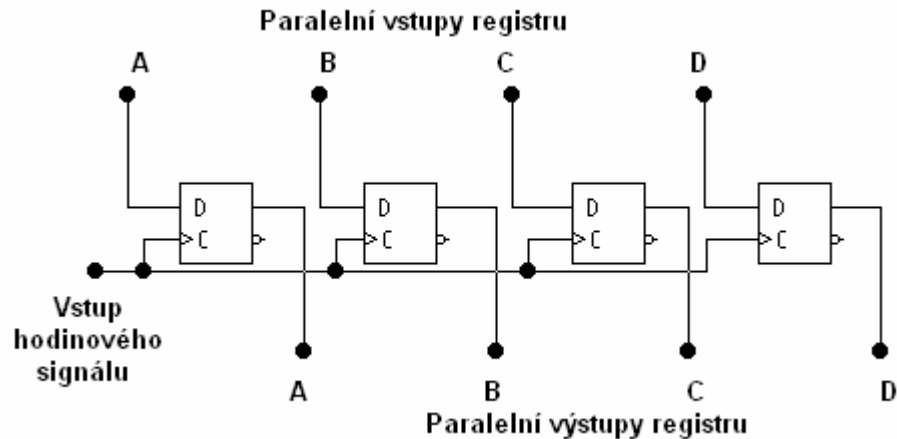


Zapojte podle schéma tento registr. Budete potřebovat jednotky: ZDROJ, PŘEPÍNAČE, KO-DALED.

Na vstupy registru připojte přepínače P1 až P4. Jejich nastavením určíte informaci, kterou v registru uložíte. Vstup hodinového signálu ovládejte pomocí přepínače P5. Nastavte hodnoty vstupů a pak přepínáním P5 odesílejte data na výstup registru. Bity použijte LED1 až LED4 a sledujte, jak jednotlivé bity informace cestují po výstupech.

#### 4.3.4.4 Registr s paralelním vstupem a sériovým výstupem

Při pohledu na schéma tohoto registru vás možná napadne, že je to jen skupina klopných obvodů typu D jejichž vstupy pro hodinový signál jsou spojené. Určitě máte pravdu. Tento registr je konstrukčně velmi jednoduchý, ale přesto se využívá nejvíce ze všech. Je to tzv. paměťový registr. Lze ho při komunikaci mezi digitálními zařízeními využít jako vyrovnávací paměť (anglicky Buffer) nebo odkládací paměť, kam si například procesor odkládá mezivýsledky svých výpočtů. Vkládání dat do registru jejich načtením už neproběhnout při jednom hodinovém impulsu.



Používá se na paralelních komunikačních kanálech, tzv. sběrnicích - anglicky BUS, kterými jsou propojeny jednotlivé logické jednotky digitálního zařízení (např. operační paměť počítače a procesor) nebo celá digitální zařízení (např. počítač a tiskárna).

Registr je umístěn na každém konci takového komunikačního kanálu. Zařízení na jedné straně vyšle za řízení na druhé straně signál, že chce komunikovat. Pak odešle data, která registrem na jeho straně sběrnice projdou a uloží se do registru zařízení, kterému jsou určena. Toto za řízení si načte data ze svého registru a pošle informaci, že data úspěšně dorazila a komunikace tak může pokračovat.



Zapojte registr podle schéma a vyzkoušejte jeho funkci. Budete potřebovat jednotky: ZDROJ, PŘEPÍNAČE, KO-DA LED.

Vstupy registru nastavujte pomocí přepínače P1 až P4. Jejich nastavením určíte informaci, kterou v registru uložíte. Vstup hodinového signálu ovládejte pomocí přepínače P5. Na výstupy registru připojte LED1 až LED4.



**Nejjednodušší vícebítová paměť je posuvný registr.**

Je sestavený z několika vhodně zapojených klopných obvodů.

Posuvné registry můžeme podle způsobu vkládání a odebírání informací (dat) rozdělit na čtyři základní druhy.

**1. Registry se sériovým vstupem i výstupem.**

**2. Registry se sériovým vstupem a paralelním výstupem (sériově paralelní převodník).**

**3. Registry s paralelním a sériovým výstupem (paralelně sériový převodník)**

**4. Registry s paralelním vstupem i výstupem (paměťový registr nebo buffer).**

## **Použitá literatura**

**ANTOŠOVÁ, M., DAVÍDEK, V.** *Číslicová technika.* Dotisk 1.vyd. České Budějovice:KOPP,2003.ISBN80-7232-206-0.

**MALINA, V.** *Poznáváme elektroniku VIII. Digitální technika.* 1.vyd. České Budějovice:KOPP,2006.ISBN80-7232-271-0.

**MALINA, V.** *Digitální technika.* Dotisk 1.vyd. České Budějovice : KOPP, 2001. ISBN80-85828-70-7.

**MATOUŠEK, D.** *Číslicová technika – základy konstruktérské praxe.* 1.vyd. Praha: BEN,2001.ISBN80-7300-025-3.

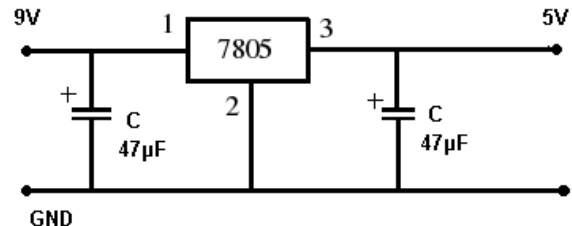
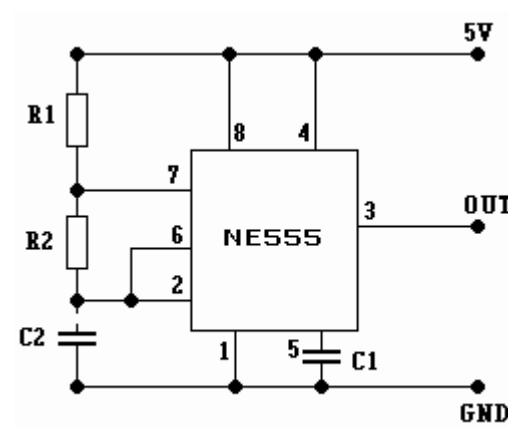
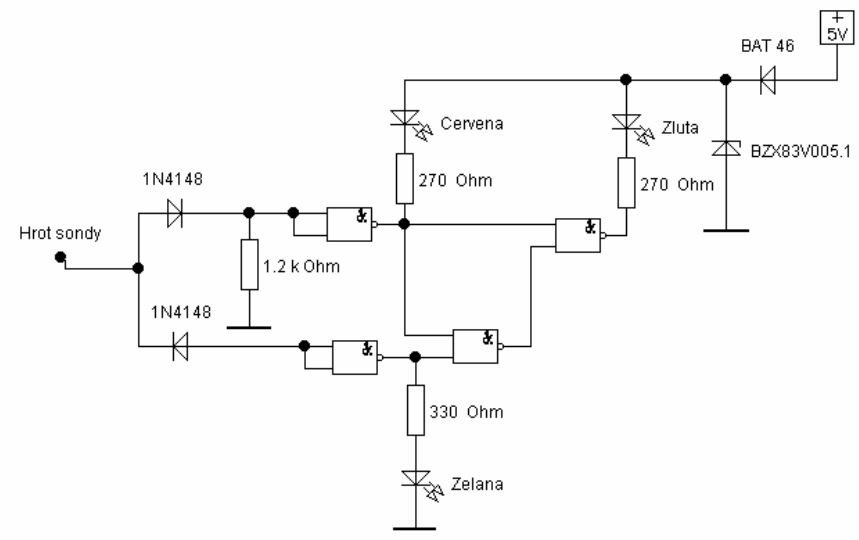
**JEDLIČKA, P.** *Přehled obvodů řady TTL 7400. (1.díl – obvody 7400 až 7499).* 2.vyd.Praha:BEN,2005.ISBN80-7300-169-1.

**JEDLIČKA, P.** *Přehled obvodů řady TTL 7400. (2.díl – obvody 74100 až 74199).* 2.vyd.Praha:BEN,2005.ISBN80-7300-170-5.

## **Doporučená literatura**

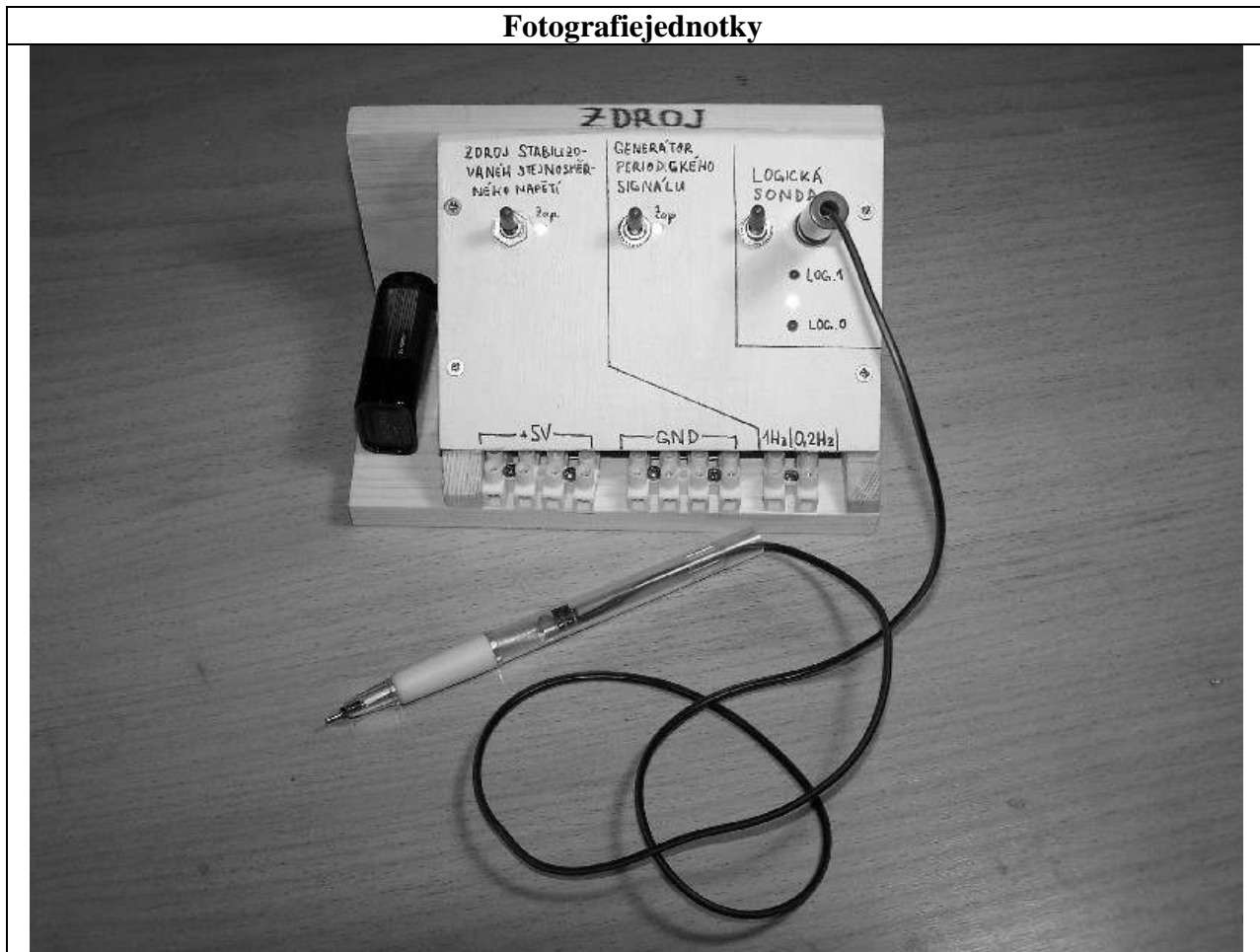
**SCHOMMERS, A.** *Elektrotechnika tajemství zbavená. Kniha 3: Pokusy s číslicovou technikou.* 1.vyd.Ostrava:HEL,1999.ISBN80-86167-03-8.



<b>ZDROJ</b>	
<b>Seznam součástek</b>	<b>Schéma jednotlivých jednotek</b>
<p>Mechanické konstrukční součástky:                      Dřevěná krabice                      –150x90x80mm smrk                      Elektrikářská svorkovnice                      ø2,5mm–10ks                      Vrut 2,5x16–17ks                      Krycí deska                      –100x84mm                      –překližka buk</p> <p>Elektronické součástky:                      Páčkový vypínač –4ks                      IO78L05                      C47 µF –2ks                      C220 µF                      C22 µF                      C10nF 2ks                      IO NE555 –2ks                      R100 Ω –2ks                      R47k Ω                      R22k Ω                      R1,2k Ω                      R270 Ω –2ks                      R330 Ω                      IO74LS00                      D1N4148 –2ks                      DLED –5ks                      DBAT46                      DBZX83V005.1</p>	<p style="text-align: center;"><b>Zdroj stejnosměrného napětí</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Generátor periodického digitálního signálu</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Logická sonda</b></p> 



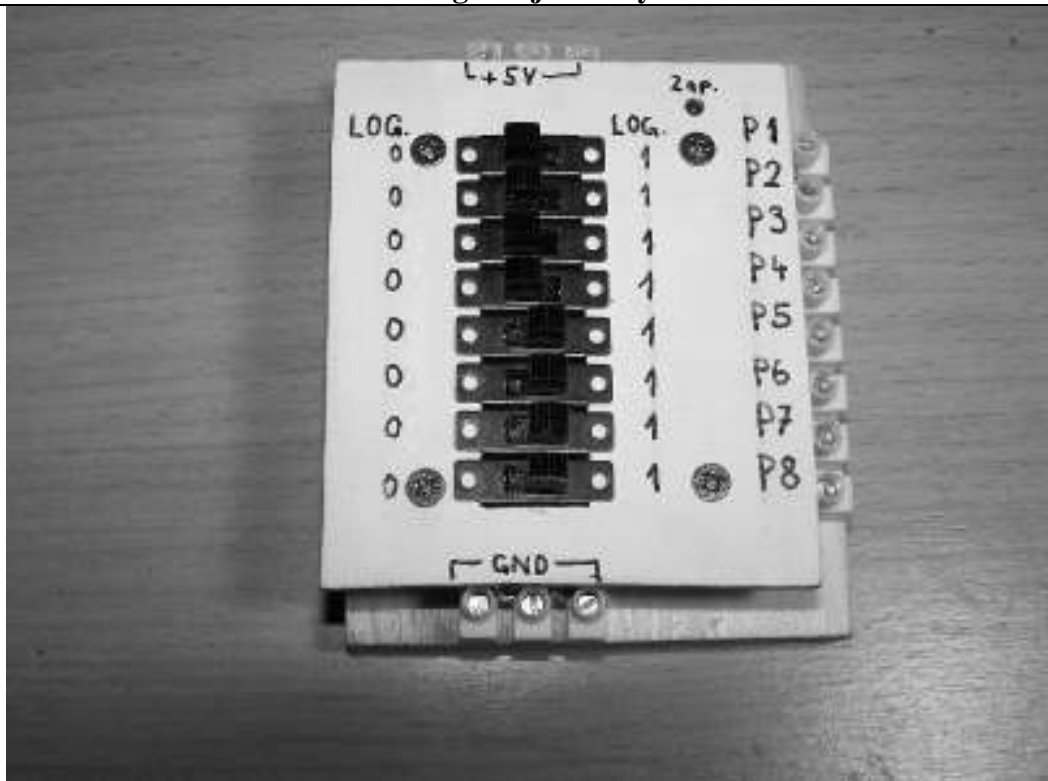
### Fotografie jednotky



<b>TLAČÍTKA</b>	
<b>Seznam součástek</b>	<b>Schéma zapojení jednotky</b>
<p>Mechanické součástky:</p> <p>Základní deska – 80x80mm smrk</p> <p>Elektrikářská svorkovnice <math>\varnothing 2,5\text{mm}</math> – 8ks</p> <p>Vrut 3x25 – 4ks</p> <p>Vrut 2,5x16 – 4ks</p> <p>Distanční váleček <math>\varnothing 7\text{mm}</math> délka 15mm – 4ks</p> <p>Krycí deska – 80 x 64mm – překližka buk</p> <p>Elektronické součástky:</p> <p>Tlačítko spínací/rozpínací – 4ks</p>	
<b>Fotografie jednotky</b>	

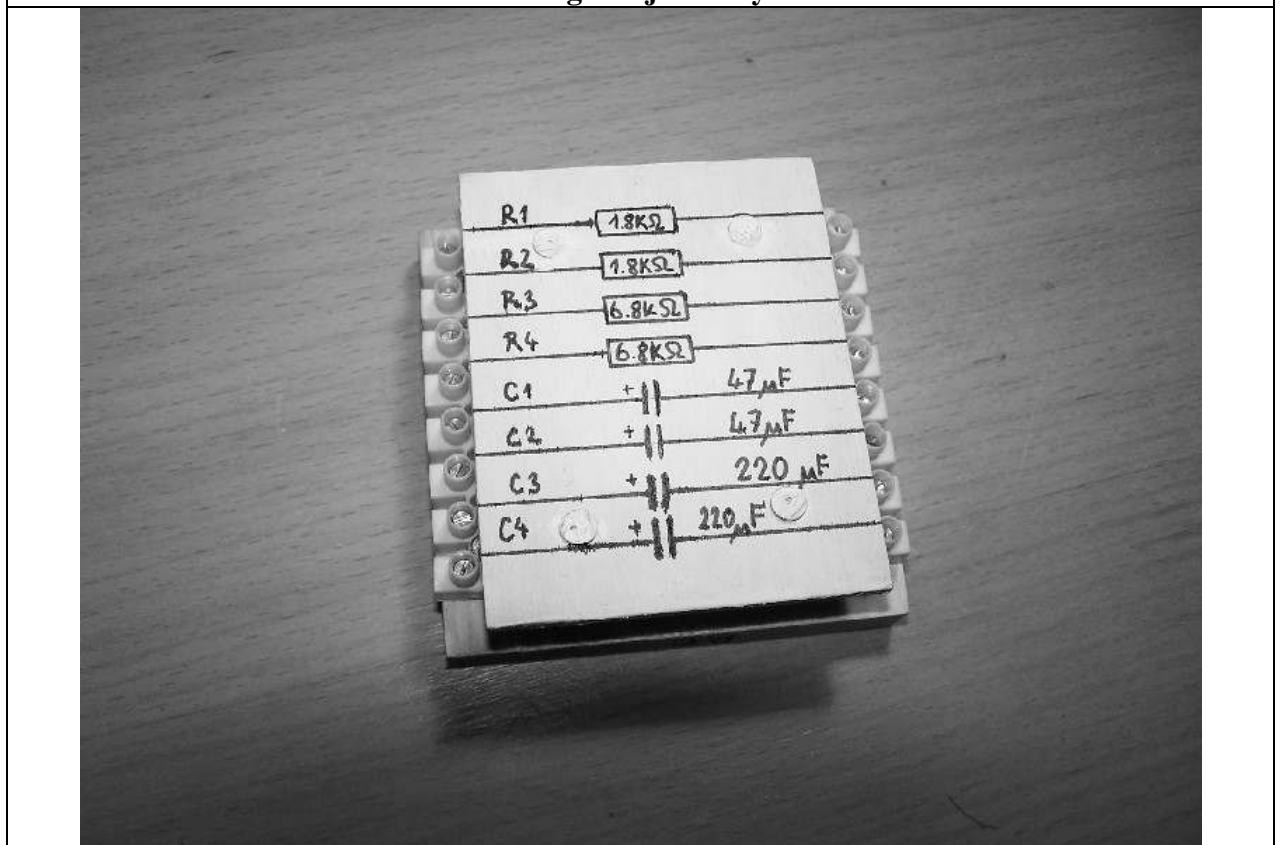
<b>PŘEPÍNAČE</b>	
<b>Seznamsou částek</b>	<b>Schéma vnitřního zapojení jednotky</b>
<p>Mechanické konstrukční součástky:                      Základní deska–100x80mm smrk                      Elektrikářská svorkovnice <math>\varnothing 2,5\text{mm}</math>–8ks                      Vrut 3x25–4ks                      Vrut 2,5x16–6ks                      Distanční váleček <math>\varnothing 7\text{mm}</math> délka 15mm–4ks                      Krycí deska–100x64mm–překližka buk</p> <p>Elektronické součástky:                      Přepínač posuvný dvoupolohový–8ks                      C22 <math>\mu\text{F}</math>–8ks                      R1,8k <math>\Omega</math>–8ks                      R330 <math>\Omega</math>                      DLED</p>	

### Fotografie jednotky



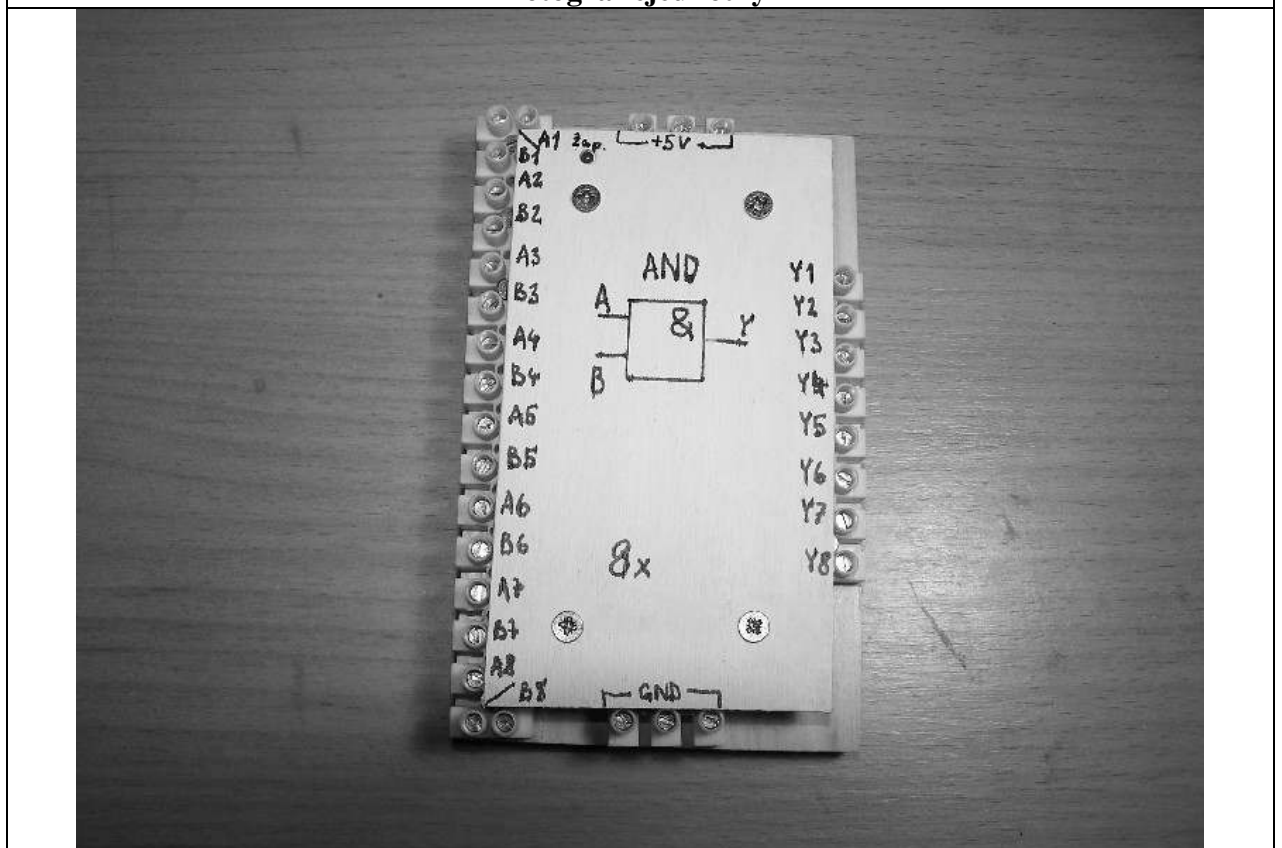
RC	
Seznamsou částek	Schémavnit řníhzojenoj jednotky
<p>Mechanickékonstruk čnísou částky:                      Základnídeska–80x80mmsmrk                      Elektrikářskásvorkovnice<math>\phi</math>2,5mm–16ks                      Vrut3x25–4ks                      Vrut2,5x16–4ks                      Distančnívále ček<math>\phi</math>7mmdélka15mm–4ks                      Krycídeska–80x64mm–p řekližkabuk</p> <p>Elektronické sou částky:                      C220 <math>\mu</math>F–2ks                      C47 <math>\mu</math>F–2ks                      R1,8k <math>\Omega</math>–2ks                      R6,8k <math>\Omega</math>–2ks</p>	

**Fotografiejednotky**



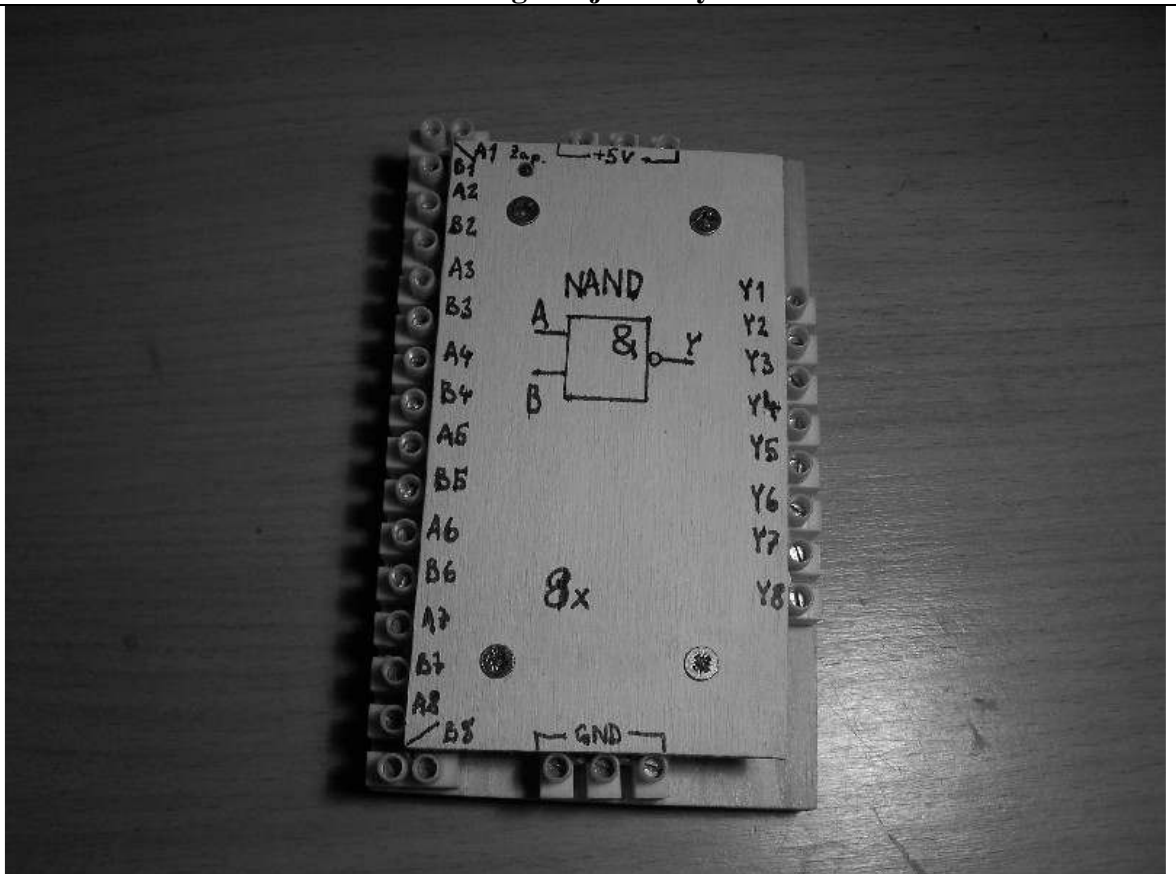
<b>AND</b>	
<b>Seznamsou částek</b>	<b>Schéma vnitřního zapojení jednotky</b>
<p>Základní deska – 130x80mm smrk                      Elektrikářská svorkovnice <math>\varnothing 2,5\text{mm}</math> – 30ks                      Vrut 3x25 – 4ks                      Vrut 2,5x16 – 10ks                      Distanční váleček <math>\varnothing 7\text{mm}</math> délka 15mm – 4ks                      Krycí deska – 114x64mm – p řekližkabuk</p> <p>Elektronické součástky:                      R330 <math>\Omega</math>                      DLED                      D1N4148                      IO74LS08 – 2ks</p>	

**Fotografie jednotky**



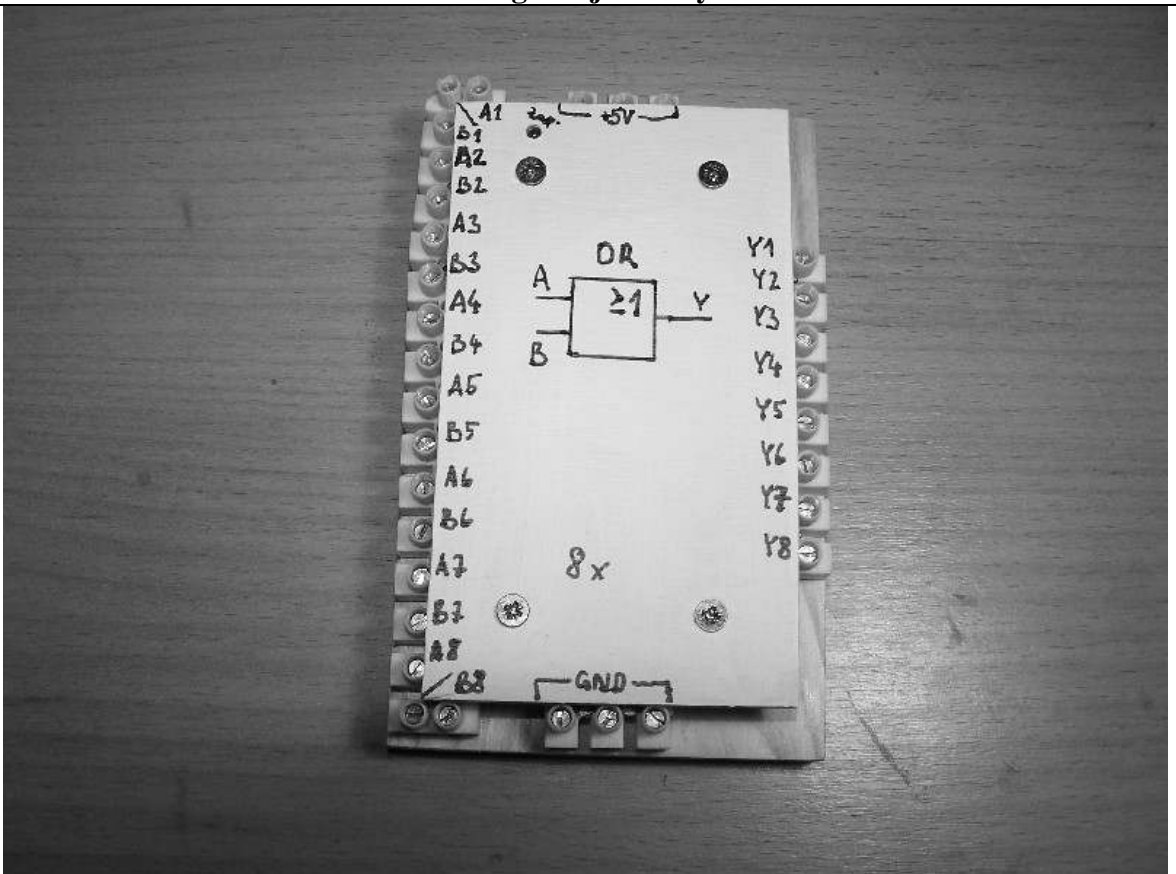
<b>NAND</b>	
<b>Seznamsou částek</b>	<b>Schéma vnitřního zapojení jednotky</b>
<p>Mechanické konstrukční díly:                      Základní deska – 130x80mm smrk                      Elektrikářská svorkovnice <math>\varnothing 2,5\text{mm}</math> – 30ks                      Vrut 3x25 – 4ks                      Vrut 2,5x16 – 10ks                      Distanční váleček <math>\varnothing 7\text{mm}</math> délka 15mm – 4ks                      Krycí deska – 114x64mm – pět klíčků                      Křídélka</p> <p>Elektronické součástky:                      R330 <math>\Omega</math>                      DLED                      D1N4148                      IO74LS00 – 2ks</p>	

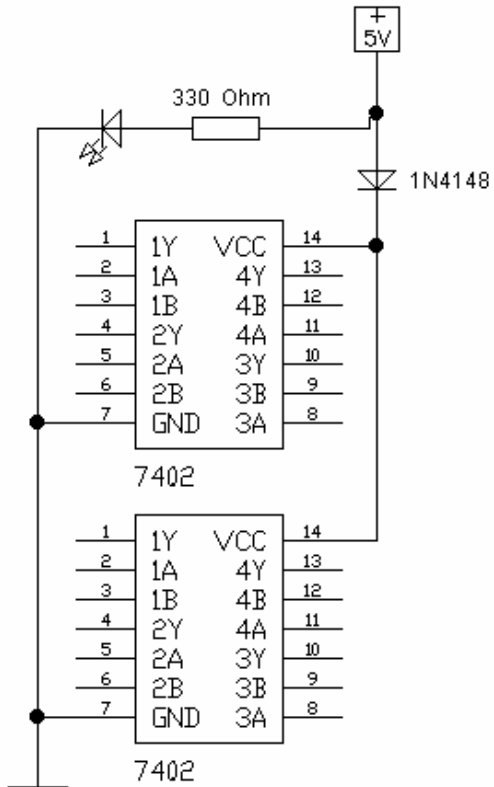
**Fotografie jednotky**



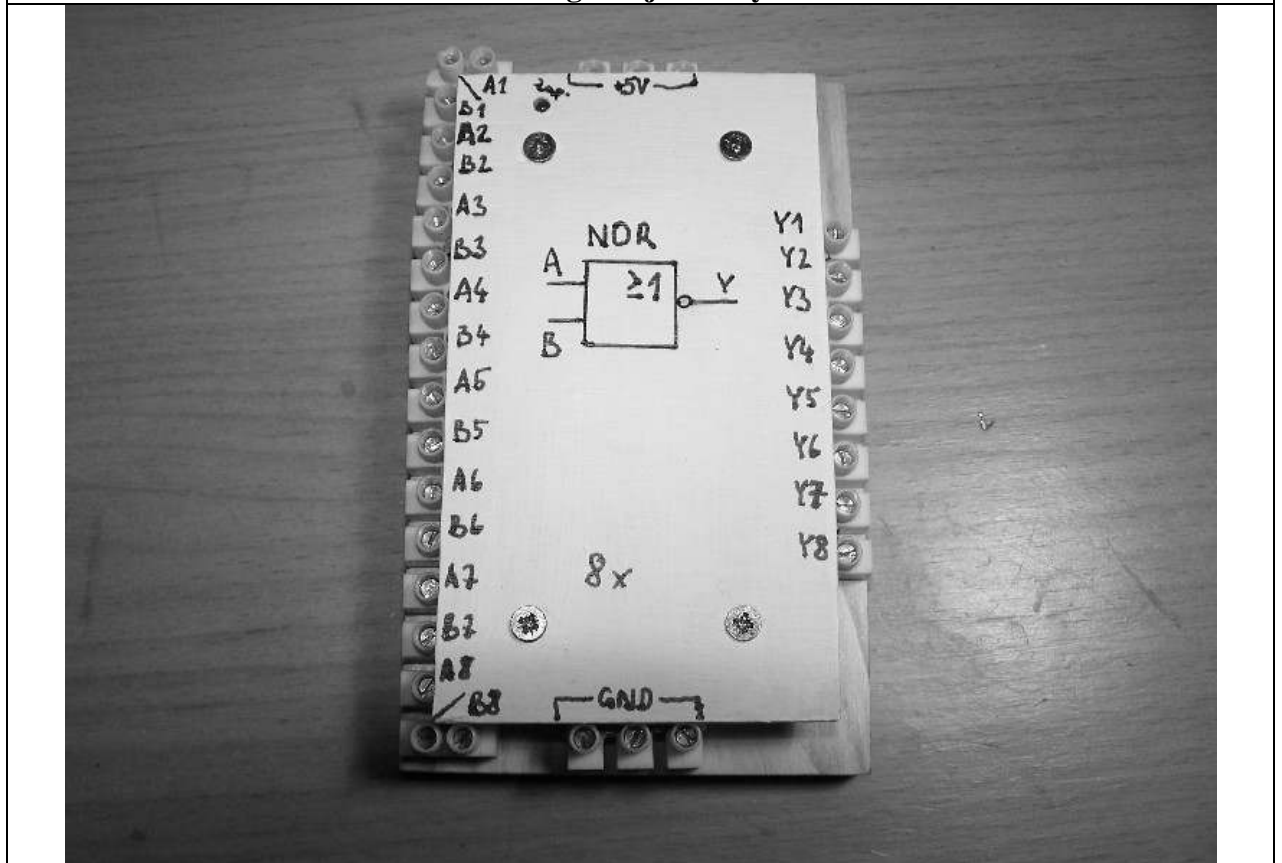
<b>OR</b>	
<b>Seznamsou částek</b>	<b>Schéma vnitřního zapojení jednotky</b>
<p>Mechanické konstrukční díly:                      Základní deska – 130x80mm smrk                      Elektrikářská svorkovnice <math>\varnothing 2,5\text{mm}</math> – 30ks                      Vrut 3x25 – 4ks                      Vrut 2,5x16 – 10ks                      Distanční váleček <math>\varnothing 7\text{mm}</math> délka 15mm – 4ks                      Krycí deska – 114x64mm – pět klíčků a buk</p> <p>Elektronické součástky:                      R330 <math>\Omega</math>                      DLED                      D1N4148                      IO74LS32 – 2ks</p>	

**Fotografie jednotky**



<b>NOR</b>	
<b>Seznamsou částek</b>	<b>Schéma vnitřního zapojení jednotky</b>
<p>Mechanické konstrukční díly:                      Základní deska – 130x80mm smrk                      Elektrikářská svorkovnice <math>\varnothing 2,5\text{mm}</math> – 30ks                      Vrut 3x25 – 4ks                      Vrut 2,5x16 – 10ks                      Distanční váleček <math>\varnothing 7\text{mm}</math> délka 15mm – 4ks                      Krycí deska – 114x64mm – pět klíčků a buk</p> <p>Elektronické součástky:                      R330 <math>\Omega</math>                      DLED                      D1N4148                      IO74LS02 – 2ks</p>	

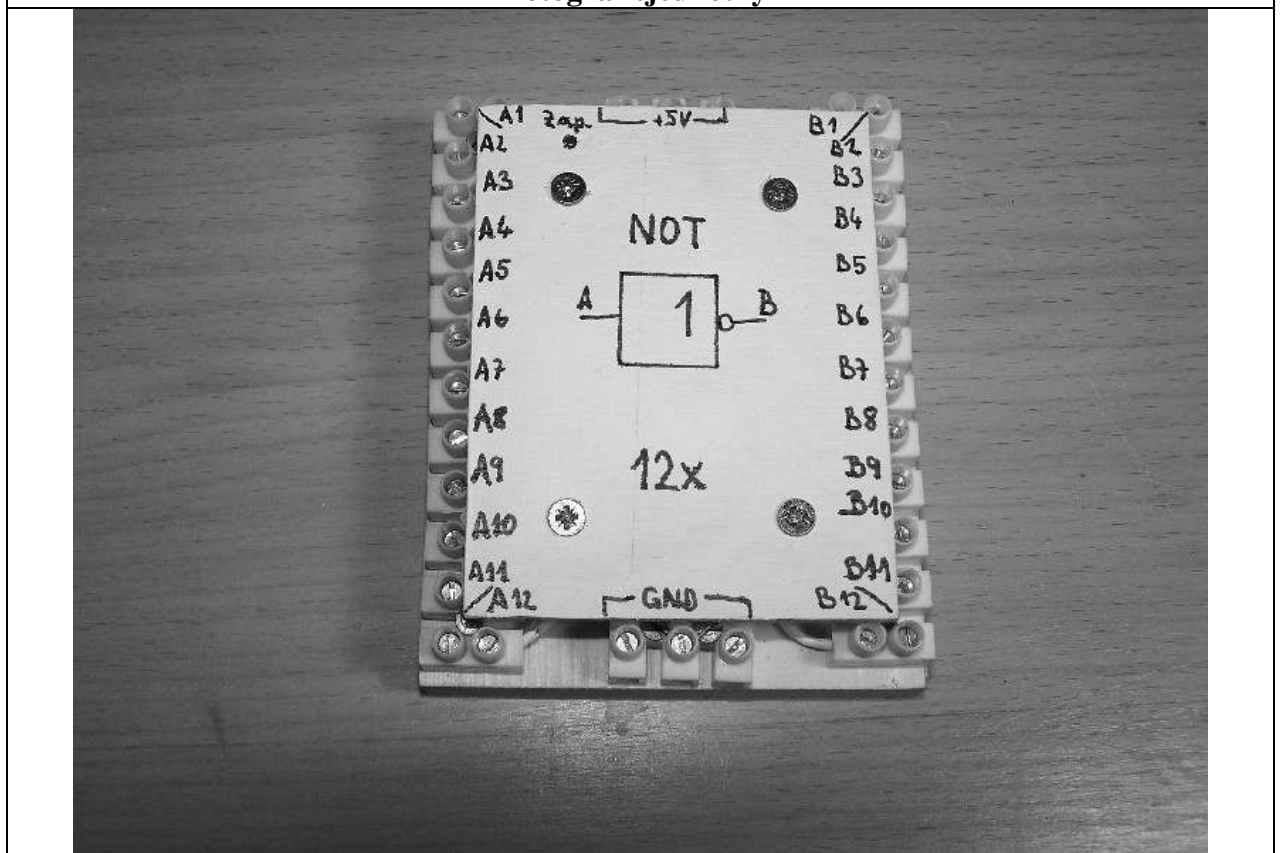
**Fotografie jednotky**





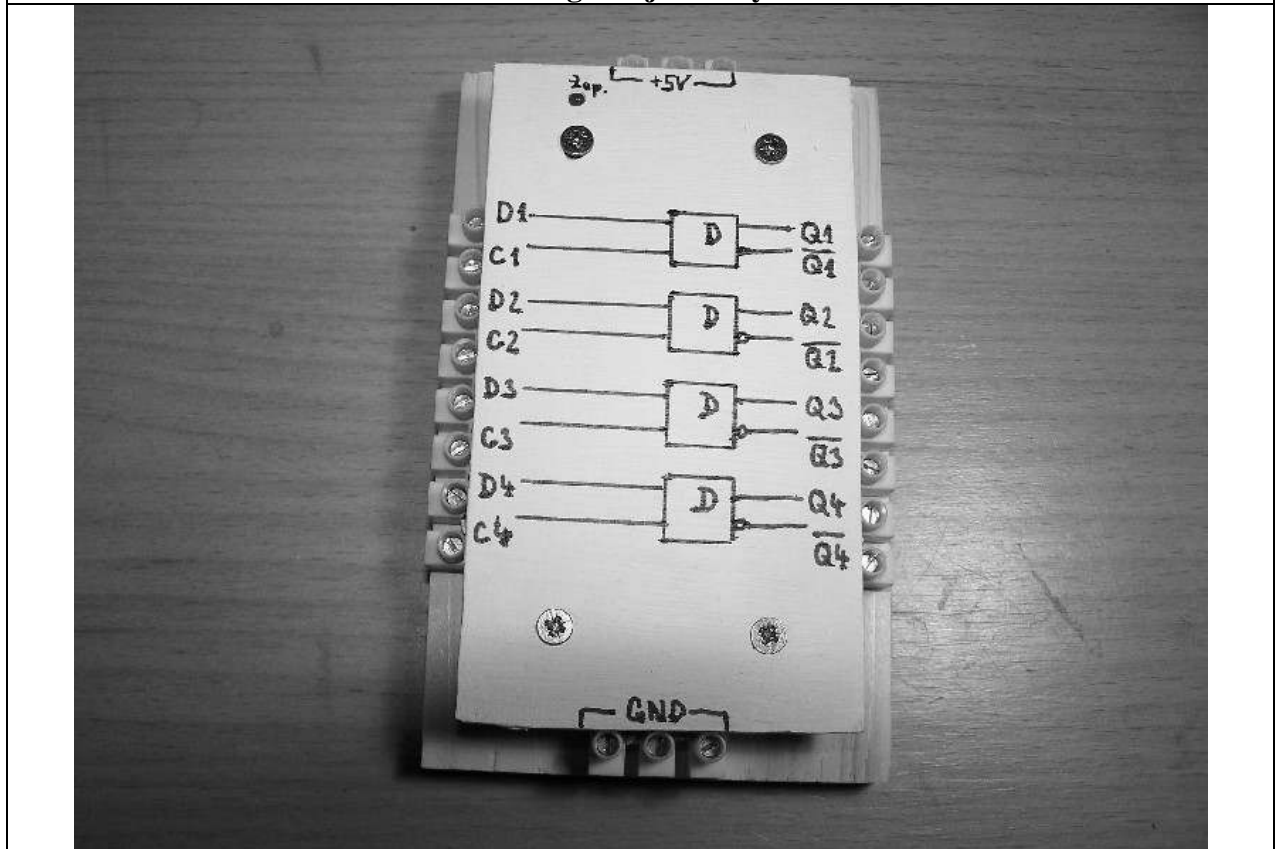
<b>NOT</b>	
<b>Seznamsou částek</b>	<b>Schéma vnitřního zapojení jednotky</b>
<p>Mechanické konstrukční díly:                      Základní deska – 100x80mm smrk                      Elektrikářská svorkovnice <math>\varnothing 2,5\text{mm}</math> – 30ks                      Vrut 3x25 – 4ks                      Vrut 2,5x16 – 8ks                      Distanční váleček <math>\varnothing 7\text{mm}</math> délka 15mm – 4ks                      Krycí deska – 84x64mm – př. řekližkabuk</p> <p>Elektronické součástky:                      R330 <math>\Omega</math>                      DLED                      D1N4148                      IO74LS04 – 2ks</p>	

**Fotografie jednotky**



<b>KO-D</b>	
<b>Seznamsou částek</b>	<b>Schéma vnitřního zapojení jednotky</b>
<p>Mechanické konstrukční díly:                      Základní deska – 130x80mm smrk                      Elektrikářská svorkovnice <math>\varnothing 2,5\text{mm}</math> – 22ks                      Vrut 3x25 – 4ks                      Vrut 2,5x16 – 8ks                      Distanční váleček <math>\varnothing 7\text{mm}</math> délka 15mm – 4ks                      Krycí deska – 114x64mm – pět klíčků a buk</p> <p>Elektronické součástky:                      R 330 <math>\Omega</math>                      D LED                      D 1N4148                      IO 74LS74 – 2ks</p>	

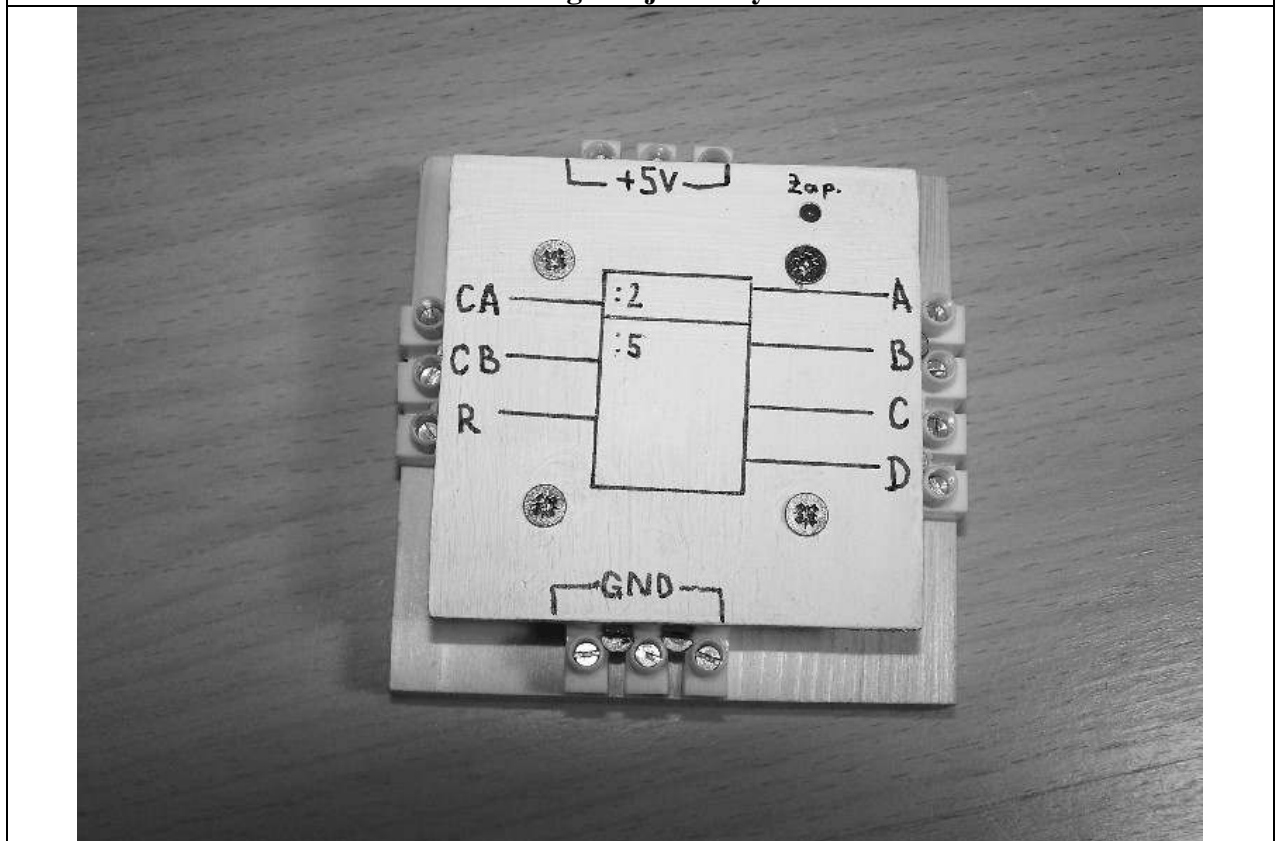
### Fotografie jednotky



## ČÍTAČ

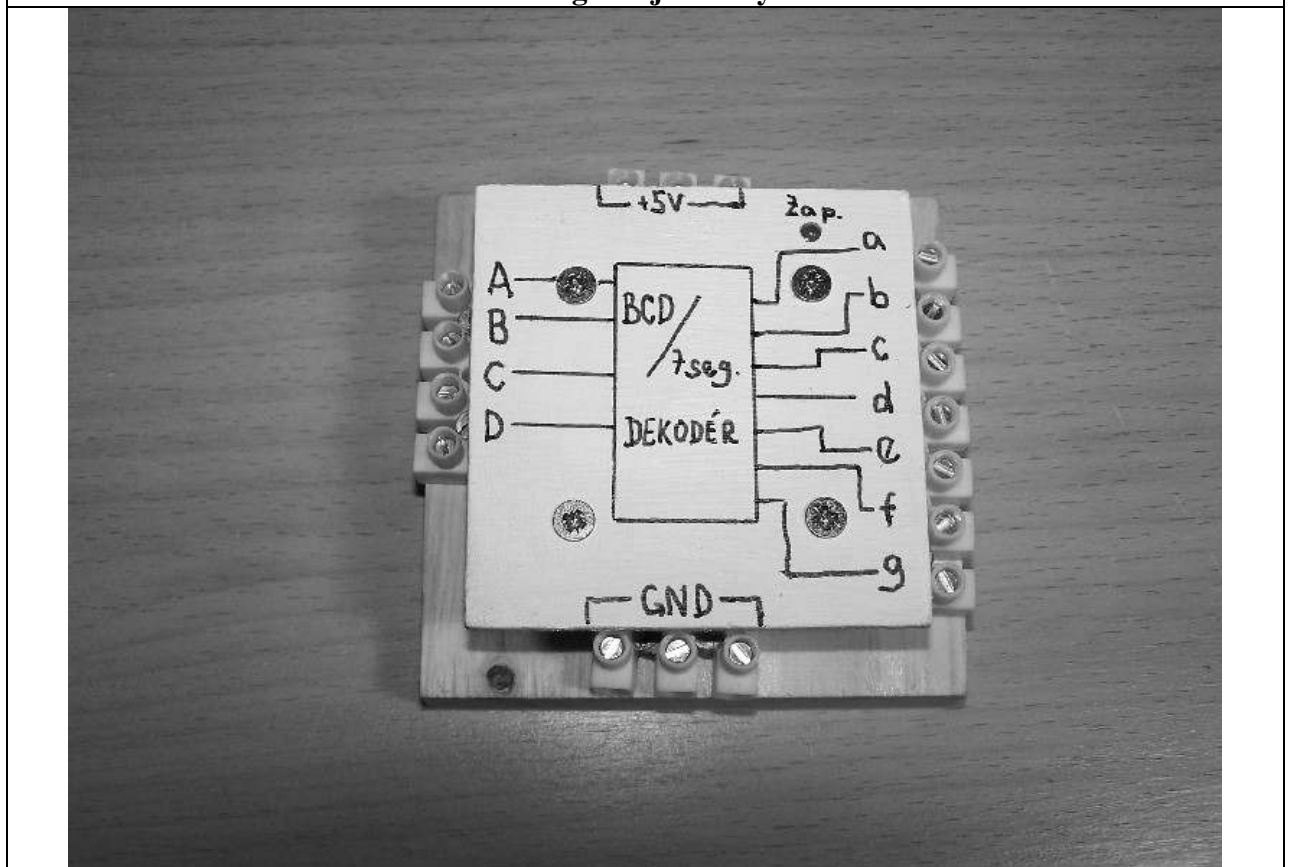
Seznam součástek	Schématický návrh zapojení jednotky
<p>Mechanické konstrukční díly:                      Základní deska – 80x80mm smrk                      Elektrikářská svorkovnice <math>\varnothing 2,5\text{mm}</math> – 13ks                      Vrut 3x25 – 4ks                      Vrut 2,5x16 – 8ks                      Distanční váleček <math>\varnothing 7\text{mm}</math> délka 15mm – 4ks                      Krycí deska – 64x64mm – př. řekližka buk</p> <p>Elektronické součástky:                      R 330 <math>\Omega</math>                      D LED                      D 1N4148                      IO 74LS90</p>	

### Fotografie jednotky



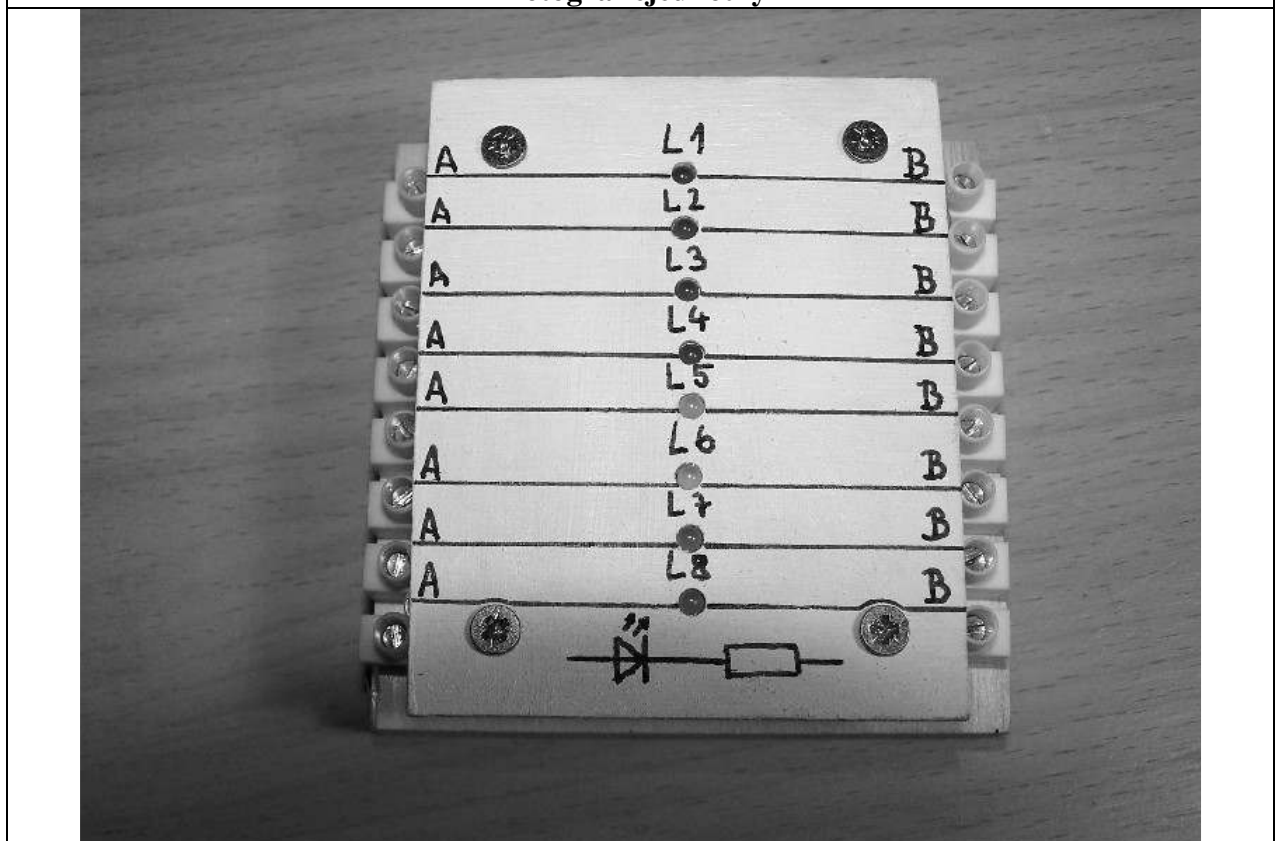
<b>DEKODÉR</b>	
<b>Seznam součástí</b>	<b>Schéma vnitřního zapojení jednotky</b>
<p>Mechanické konstrukční díly:                      Základní deska – 80x80mm smrk                      Elektrikářská svorkovnice <math>\varnothing 2,5\text{mm}</math> – 17ks                      Vrut 3x25 – 4ks                      Vrut 2,5x8 – 8ks                      Distanční váleček <math>\varnothing 7\text{mm}</math> délka 15mm – 4ks                      Krycí deska – 64x64mm – př. řekližkabuk</p> <p>Elektronické součástky:                      R330 <math>\Omega</math>                      DLED                      D1N4148                      IO74LS47</p>	

**Fotografie jednotky**



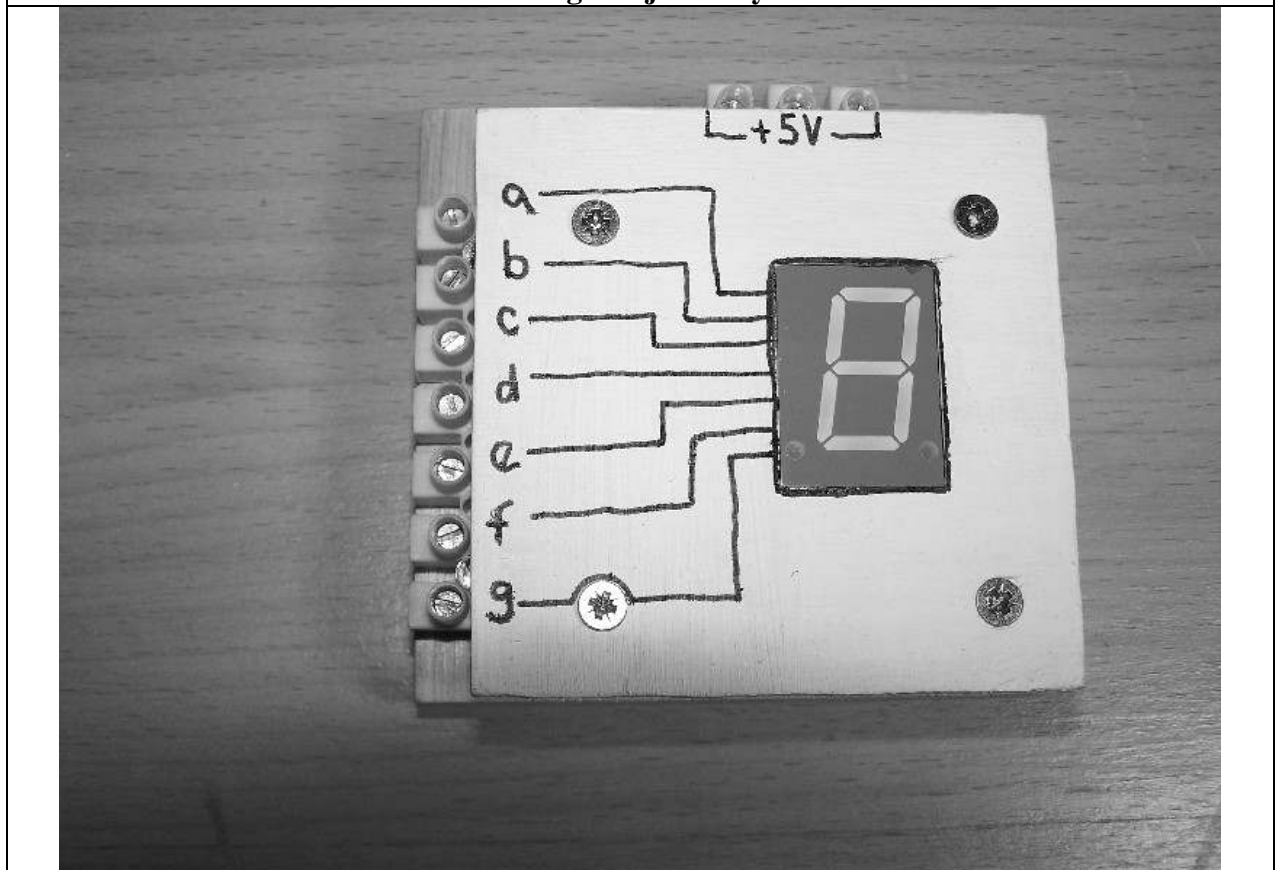
<b>LED</b>	
<b>Seznamsou částek</b>	<b>Schématvnit řníhozapojeníjednotky</b>
<p>Mechanickékonstruk čnídíly:                      Základnídeska–80x80mmsmrk                      Elektrikářskásvorkovniceø2,5mm–16ks                      Vrut3x25–4ks                      Vrut2,5x8–4ks                      Distančnívále čekø7mmdélka15mm–4ks                      Krycídeska–64x80mm–p řekližkabuk</p> <p>Elektronickésou částky:                      R330 Ω–8ks                      DLED–8ks</p>	

**Fotografiejednotky**



<b>SEDMISEGMENTOVKA</b>	
<b>Seznamsou částek</b>	<b>Schéma vnitřního zapojení jednotky</b>
<p>Mechanické konstrukční díly:                      Základní deska – 80x80mm smrk                      Elektrikářská svorkovnice <math>\varnothing 2,5\text{mm}</math> – 10ks                      Vrut 3x25 – 4ks                      Vrut 2,5x8 – 4ks                      Distanční váleček <math>\varnothing 7\text{mm}</math> délka 15mm – 4ks                      Krycí deska – 72x72mm – př. řekližkabuk</p> <p>Elektronické součástky:                      R 330 <math>\Omega</math> – 7ks                      KW1-802ASA</p>	

**Fotografie jednotky**



<b>4PROPOJOVACÍBOD</b>	
<b>Seznamsou částek</b>	<b>Schéma vnitřního zapojení jednotky</b>
<p>Mechanické konstrukční díly:                      Základní deska – 100x80mm smrk                      Elektrikářská svorkovnice <math>\varnothing 2,5\text{mm}</math> – 10ks                      Vrut 3x25 – 4ks                      Vrut 2,5x8 – 4ks                      Distanční váleček <math>\varnothing 7\text{mm}</math> délka 15mm – 4ks                      Krycí deska – 72x72mm – př. řekližka buk</p> <p>Elektronické součástky:                      R330 <math>\Omega</math> – 7ks                      KW1-802ASA</p>	
<b>Fotografie jednotky</b>	