

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta – Katedra aplikované fyziky a techniky

Elektronická stavebnice v předmětu Praktické činnosti

Diplomová práce

Vedoucí práce: PaedDr. Alena Poláčková, Ph.D.

Autor: Bc. Jiří Šmrha

ANOTACE

V diplomové práci jsem se zaměřil na zhodnocení historického vývoje elektrosta-
vebnic v českém školství a na zmapování současného stavu využití elektronických sta-
vebnic při výuce předmětu Praktické činnosti na 2. stupni základních škol. V práci se
rovněž zabývám porovnáním různých typů elektronických stavebnic pomocí komplexu
hodnotících kritérií. Dále jsem se zaměřil na návrh a realizaci vlastní elektronické staveb-
nice určené pro výuku v předmětu Praktické činnosti včetně realizace didakticky vhodného
návodu.

ABSTRACT

In this thesis I focused on the evaluation of the historical development of electronic kits in
the Czech school system, and the survey of the current state of use of electronic kits in the
subject Praktické činnosti (Practical Activities) on the second level of primary schools. The
thesis also presents a comparison of different types of electronic kits using complex eva-
luation criteria. Another part deals with design and implementation of a custom electronic
kit intended for teaching the subject Praktické činnosti (Practical Activities), including the
implementation of appropriate didactic instruction.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předloženou diplomovou práci jsem vypracoval samostatně, pouze s použitím uvedené literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Dne: 10.7.2012

Podpis: Bc. Jiří Šmrha

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucí mé diplomové práce PaedDr. Aleně Poláčkové, Ph.D. za cenné rady a připomínky při zpracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat všem učitelům, učitelkám, ředitelům a ředitelkám základních škol, kteří byli tak laskaví a poslali mi své odpovědi na otázky v dotazníku. V neposlední řadě děkuji firmě SOVT-RADIO s.r.o za poskytnutí technické podpory a součástkové základy.

OBSAH

1	Úvod	7
2	Cíl práce	8

Teoretická část

3	Elektronické stavebnice – základní pojmy	9
4	Historický vývoj elektrostavebnic	12
5	Elektronická stavebnice v současné škole	17
5.1	Technické vzdělání na základní škole	17
5.2	Vzdělávací oblast Člověk a svět práce	19
5.3	Využívání elektronických stavebnic ve výuce předmětu Praktické činnosti	23
5.4	Přínos využívání elektronických stavebnic v edukačním procesu	29
6	Elektronická stavebnice v systému didaktických prostředků	32
6.1	Klasifikace didaktických prostředků materiálních	32
6.2	Klasifikace elektronických stavebnic	34
6.3	Funkce elektronických stavebnic	36
7	Kategorizace elektronických stavebnic	38
8	Konstrukční řešení elektronických stavebnic	49
8.1	Stacionární součástkový soubor	49
8.2	Součástky na zapojovacích jednotkách	51
8.3	Propojovací pole	51
8.4	Pájené spoje	52
8.5	Simulace pomocí počítače	53
8.6	Komplex hodnotících kritérií – nástroj pro hodnocení elektronických stavebnic	54
8.7	Základní úroveň	55
8.8	Doplňková úroveň	56
8.9	Rozšiřující úroveň	56
8.10	Ergonomické požadavky pro práci s elektronickými stavebnicemi	56
9	Porovnání vybraných typů elektronických stavebnic	60
9.1	VOLTÍK II	60
9.2	Elektronik I	63
9.3	ES-M01	66
9.4	Vyhodnocení	68

Praktická část

10	Návrh a realizace elektronické stavebnice ESTA	72
11	Návod elektronické stavebnice ESTA	75
11.1	Úvod	78
11.2	Seznam použitých součástek ve stavebnici	80
11.3	Rezistor	83
11.4	Rezistorový trimr	85
11.5	Zapojování rezistorů	87
11.6	Svítivá dioda (svítivka, LED)	89
11.7	Polovodičová dioda	91
11.8	Kondenzátor	92
11.9	Tranzistor	94
11.10	Integrovaný obvod	96
11.11	Laditelný bzučák	98
11.12	Schodišťové osvětlení	99
11.13	Výstražný blikač	100
11.14	Bistabilní klopný obvod	101

11.15	Monostabilní klopný obvod s IO NE555.....	102
11.16	Soumrakový spínač	103
11.17	Teplotní spínač	104
11.18	Infra spínač.....	105
11.19	Dotykový senzor	106
11.20	Zapnutí a vypnutí jedním tlačítkem.....	107
11.21	Hlukový spínač	108
11.22	Blikač s integrovaným obvodem	109
11.23	Běžící světlo (svítí dvě LED).....	110
11.24	Losovací zařízení „Panna nebo orel“	111
11.25	Tranzistorový zesilovač	112
11.26	Metronom	113
11.27	Hladinový spínač	114
11.28	Detektor osvětlení s LED	115
11.29	Zesilovač s LM386.....	116
11.30	Blikač s fotorezistorem.....	118
11.31	Měřicí přístroje a základní měření	119
11.32	Logické obvody a funkce	123
11.33	Zkoušečka polovodičových diod	126
11.34	Proč ten blikač neblinká?.....	127
11.35	Trochu počítání a měření.....	128
11.36	Správné odpovědi.....	129
11.37	Použité zdroje.....	130
12	Závěr	131
13	Použitá literatura a zdroje.....	132

1 Úvod

Problematiku elektronických stavebnic ve výuce na základní škole jsem si pro svou diplomovou práci zvolil zcela záměrně. Byla to právě elektronická stavebnice, konkrétně se jednalo o stavebnici LOGITRONIK 01, která měla zcela zřejmý podíl na tom, že jsem se rozhodl po ukončení základní školy nastoupit na střední průmyslovou školu elektrotechnickou a tak objevovat další taje elektroniky. V dobách mého dětství, kdy byl nedostatek elektronických součástek a jejich ceny byly relativně vysoké, představovala elektronická stavebnice osazená celou řadou různých elektronických prvků možnost uceleného zkoumání fungování těchto prvků a obvodů z nich sestavených a tak relativně snadno pronikat do tajů elektroniky. Samozřejmě nezůstalo jen u elektronické stavebnice a postupem času jsem zkoušel realizovat nejprve zapojení navržená zkušenými elektrotechniky a nakonec i ta svá. O tom, jakou radost přinesl vlastnoručně zhotovený výrobek, který dokonce fungoval, není třeba více hovořit. Ta radost vyplývala ze samostatné tvůrčí činnosti, z pocitu, že také já něco dokážu. Každý takový povedený výrobek totiž posiluje sebevědomí svého autora a podněcuje jeho další odborný rozvoj. Ovšem i nefunkční výrobek má svůj pedagogický přínos, protože svého autora nutí hledat chybu, tuto chybu odstranit, případně přehodnotit celé realizované zapojení elektrického obvodu.

Domnívám se, že práce s elektronickými stavebnicemi by měla být nedílnou součástí výuky předmětu Praktické činnosti, protože taková práce může být pro žáky značně motivační z hlediska jejich dalšího studijního zaměření a může tak přivést ke studiu elektrotechnických oborů řadu žáků, kteří třeba nejsou jinak příliš vyhranění, co se týče jejich zájmů a dalšího profesního směřování.

Musím ovšem konstatovat, že s elektronickou stavebnicí LOGITRONIK 01, a bohužel ani s žádnou jinou, jsem se nesetkal při výuce na základní škole. Proto se v jedné části své práce zabývám problematikou používání elektronických stavebnic ve výuce předmětu Praktické činnosti na základních školách. Tato problematika zahrnuje také legislativní aspekty nasazení elektronických stavebnic ve výuce technických předmětů, jak se o nich hovoří v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní školství a klasifikaci elektronických stavebnic v rámci didaktických prostředků. Zajímalo mne, jaký je trend využívání elektronických stavebnic ve výuce na našich základních školách, zda se tyto stavebnice vůbec používají a pokud se nepoužívají, jaké jsou pro to důvody.

V další části jsem se zaměřil na historický vývoj elektronických (dříve spíše elektrotechnických) stavebnic a základní pojmy používané v souvislosti s činnostmi s elektronickými stavebnicemi. Tuto část považuji za důležitou také s ohledem na praktické řešení návrhu elektronické stavebnice pro potřeby výuky předmětu Praktické činnosti.

Poměrně značnou část své práce věnuji technickému řešení elektronických stavebnic. Věnuji se zde způsobu zpracování stavebnic jako celku a řešení jednotlivých částí stavebnice, jako je uchycení jednotlivých prvků, spojování jednotlivých prvků, rozšiřitelnost jednotlivých stavebnic o další moderní prvky a dalším. Abych mohl navrhnout vlastní elektronickou stavebnici využitelnou ve výuce, musím být schopný posoudit a porovnat jednotlivé typy stávajících elektronických stavebnic, a to nejen z hlediska technických aspektů, ale také z hlediska bezpečnosti práce a z pohledu didaktických požadavků.

Závěrečnou část práce věnuji praktické realizaci elektronické stavebnice pro potřeby výuky předmětu Praktické činnosti.

Svou práci chci ukázat důležitost elektronické stavebnice jako učební pomůcky ve výuce a její nesporný význam pro rozvoj technického myšlení žáků. Zároveň by měla posloužit jako určitý návod pro vlastní výrobu elektronické stavebnice pro podporu výuky elektroniky v předmětu Praktické činnosti na základní škole.

2 Cíl práce

Hlavní cíl diplomové práce:

- realizace elektronické stavebnice vhodné pro výuku elektroniky na základní škole především v předmětu Praktické činnosti

Dílčí cíle teoretické části:

- popis historického vývoje elektronických stavebnic od počátků jejich využívání ve školské praxi až po současnost
- zmapování reálného využívání elektronických stavebnic v současné výuce, kdy je technická a pracovní výchova na základních školách realizována na základě Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání ve vzdělávací oblasti Člověk a svět práce
- popis a rozbor jednotlivých typů elektronických stavebnic, jejich hodnocení na základě stanovených hodnotících kritérií

Dílčí cíle praktické části:

- výběr vhodných zapojení pro elektronickou stavebnici
- praktické ověření funkčnosti vybraných zapojení
- zpracování didakticky vhodného návodu ke stavebnici

3 Elektronické stavebnice – základní pojmy

V současné době se lze setkat s celou řadou stavebnic, které jsou určeny pro výuku učební látky v různých předmětech, které se alespoň částečně zabývají působením a vlivy elektrické energie. J. Dostál v této souvislosti hovoří o obecném pojmu elektrostavebnice. Pojem elektrostavebnice tedy zahrnuje takové stavebnice, které mají přímou souvislost s elektřinou. J. Dostál elektrostavebnice definuje jako materiální edukační médium, tvořené komplexem komponent sloužící k realizaci elektrických obvodů na různé úrovni variability a iterace [1].

Podle J. Dostála [1] lze elektrostavebnice rozdělit podle příslušných vyučovacích předmětů na stavebnice pro:

- technickou výchovu (elektrotechnické stavebnice)
- fyziku (elektrofyzikální stavebnice)
- chemii (elektrochemické stavebnice)
- pro biologii (elektrobiologické stavebnice)

Ve své práci se dále budu zabývat stavebnicemi pro technickou výchovu, tedy elektrotechnickými stavebnicemi.

V [1] je elektrotechnická stavebnice definována jako materiální edukační médium, tvořené komplexem komponent sloužící k realizaci elektrických obvodů na různé úrovni variability a iterace s akcentem na technické aspekty.

Č. Serafín [2] uvádí jiné znění definice, kdy je elektrotechnická stavebnice definována jako soustava nosných prvků, funkčních prvků a funkčních částí, které jsou určeny k jednorázovému nebo opakovanému sestavování různého počtu obvodů a jenž je jako celek určena svými didaktickými a technickými parametry.

V oblasti elektrostavebnic určených pro technickou výchovu se vedle pojmu elektrotechnická stavebnice objevuje pojem elektronická stavebnice. Č. Serafín ve své práci [2] v podstatě tyto dva pojmy zaměňuje. J. Dostál v [1] označuje pojmem elektronická stavebnice elektrotechnickou stavebnici pro slaboproudou elektrotechniku.

Vzhledem k tomu, že slovní spojení elektrotechnická stavebnice zahrnuje pojem elektrotechnika, je třeba tento pojem rovněž definovat. V [3] je elektrotechnika definována jako vědní obor zabývající se účinky elektrického proudu v různých materiálech a v různém prostředí, přičemž nezkoumá příčiny existence elektrického proudu. Jak dále [3] uvádí, z pedagogických a výrobních důvodů se historicky dělí na silnoproudou a slaboproudou elektrotechniku, i když toto dělení již nevyhovuje současným potřebám, protože jen málo elektrotechnických zařízení je výrazně silnoproudých nebo slaboproudých. Elektrotechnika je v [4] definována jako vědní a technický obor, který se zabývá výrobou, rozvodem a přeměnou elektrické energie v jiné druhy energie, konstrukcí sdělovacích, zabezpečovacích, výpočetních a jiných elektrických zařízení. Podle hodnot proudu a napětí se dělí na elektrotechniku silnoproudou a slaboproudou. Z této definice plyne, že rozpětí elektrotechniky sahá od nejjednodušších zařízení jako jsou bleskosvody až po velmi složité lidské výtvořiny jakými jsou např. počítače. Jak dále [4] uvádí, k oborům spadajícím do oblasti slaboproudu patří elektronika a telekomunikace, k silnoproudým oborům se řadí elektroenergetika, elektrické stroje, výkonová elektronika, elektrické pohony a elektrické přístroje.

K pojmu elektronika [4] dále uvádí, že se zabývá zařízeními založenými na bázi elektronických součástí. Za elektronickou součástku se přitom považuje součástka schopná ovládat tok elektrické energie bez použití mechanických pohyblivých dílů. Podle [5] se nejčastěji elektronické součástky dělí na pasivní (rezistor, kondenzátor, cívka) a aktivní (např. dioda, tranzistor, operační zesilovač).

Z uvedených definic vyplývá, že je možné ve výuce technické výchovy zaměřovat pojmy elektrotechnická stavebnice a elektronická stavebnice, a to především s přihlédnu-

tím k tomu, že na základní škole se pracuje výhradně s bezpečným napětím a proudem, což vzhledem k velikosti obou veličin lze vždy nazývat slaboproudou elektrotechnikou a tedy v souladu s [1] a [4] elektronikou.

Kromě definice pojmu elektronická nebo elektrotechnická stavebnice jako celku je potřeba provést definice pojmů dílčích částí elektrostavebnic a definice pojmů, se kterými se při práci s elektrostavebnicemi lze setkat. Definice těchto pojmů vychází z [2] a [3].

Soustava: za soustavu je považováno elektrické zařízení složené z jednotlivých prvků, vzájemně mezi sebou propojených tak, aby jimi mohl procházet elektrický proud.

Elektrický obvod: soustavu nazýváme elektrickým obvodem, jestliže elektrické děje v soustavě lze popsat s dostatečnou přesností napětími a proudy. Každý elektrický obvod je složen z prvků, které se spojují podle daných pravidel a dělí se na aktivní a pasivní.

Zařízení: dohodnutý název pro výrobek, instalaci, elektrickou stanici, stavbu apod., který se používá jako obecný pojem.

Funkční prvek: část elektrického obvodu schopná vykonávat některou ze základních elektrických funkcí (např. cívka relé, kontakt spínače).

Funkční jednotka: součást zařízení, která má samostatnou značku, jakož i určitý funkční význam a nemá smysl ji dělit na části mající samostatnou funkci (např. tranzistor, integrovaný obvod).

Funkční celek: souhrn funkčních jednotek splňujících v zařízení určitou funkci a nemusí tvořit konstrukční celek.

Funkční blok: souhrn funkčních jednotek tvořící konstrukční celek, který má přesně stanovenou funkci (např. zesilovač, logický obvod).

Funkční část: funkční jednotka, funkční celek nebo souhrn funkčních jednotek, které mají v zařízení přesně stanovený funkční účel a mohou, ale nemusí tvořit funkční celek.

Zapojovací jednotka: funkční jednotka nebo funkční blok vytvářející samostatný konstrukční celek unifikovaného charakteru prostřednictvím nosných prvků.

Modul: označení relativně samostatného, uceleného, kompaktního souboru, který funguje jako relativně samostatná funkční složka nějaké větší nebo vyšší jednotky či celku.

Nosný prvek: část stavebnice, která umožňuje realizaci elektrických obvodů po mechanické stránce.

Elektrotechnické schéma: soubor schematických značek prvků spolu s vyznačením jejich propojení a součinnosti. Tato schémata lze rozdělit do několika kategorií:

přehledové schéma – znázorňuje hlavní části zařízení, jejich účel a vzájemné spojení

funkční schéma – objasňuje určité pochody, jež probíhají v jednotlivých funkčních částech zařízení nebo v celém zařízení

obvodové schéma – obsahuje všechny funkční jednotky a spoje mezi nimi a dává

podrobnou představu o činnosti zařízení

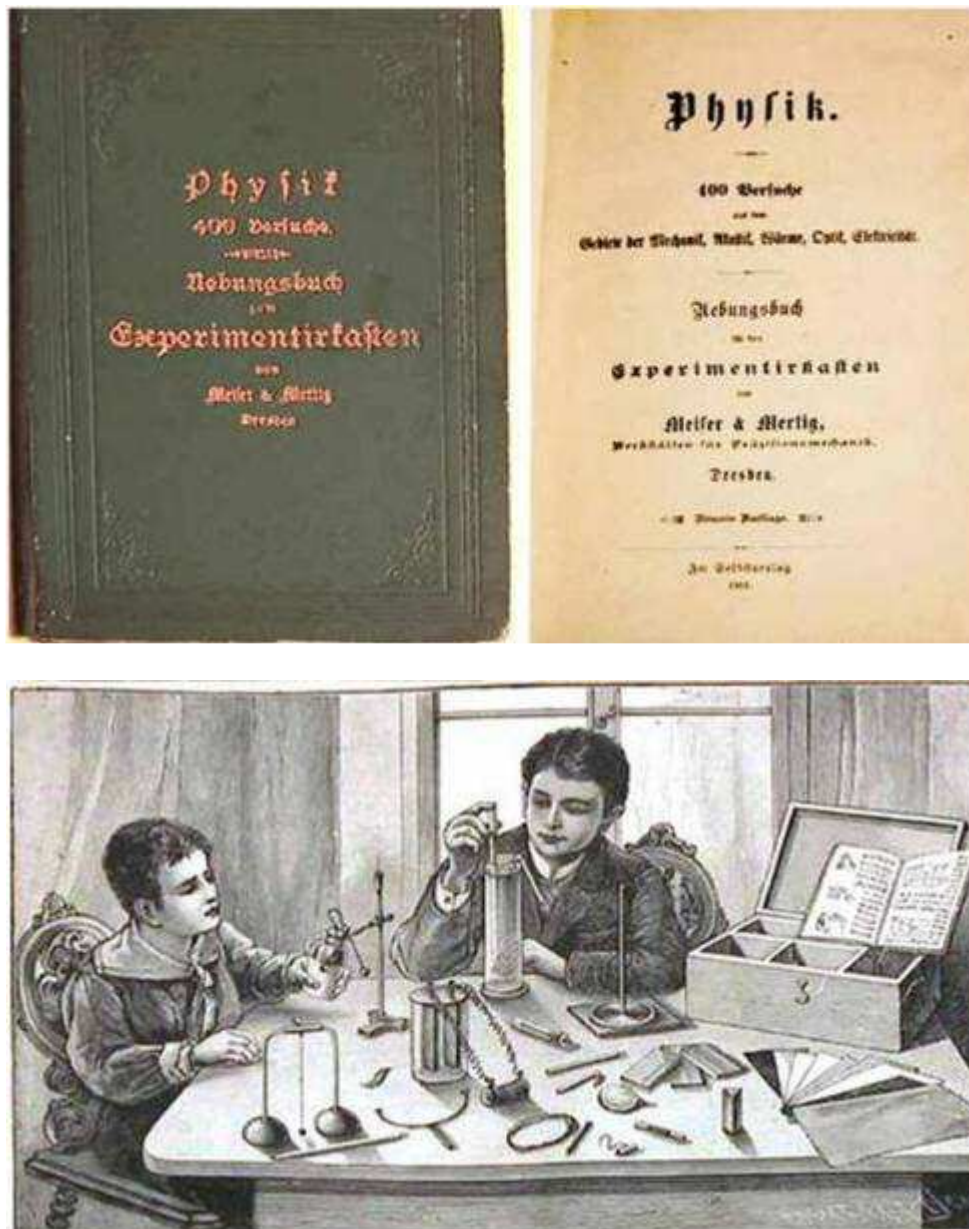
situační schéma – zobrazuje rozmístění jednotlivých částí zařízení a případně také elektrických spojů

Schematická značka: grafický symbol k označení prvků obvodů ve schématech elektrického zapojení. Schematické značky jsou normalizované symboly součástek, strojů, přístrojů a zařízení používaných při realizaci elektrických obvodů.

Model: je účelovým zjednodušením zobrazení reálného či abstraktního objektu, které má stejnou fyzikální podstatu jako originál. Model je prostředkem k dosažení určitého poznání a zpravidla doplňuje další formy poznání, jako je teorie a experiment. Modely a modelování technické reality jsou základní myšlenkou tvorby a aplikací elektrotechnických staveb.

4 Historický vývoj elektrostavebnic

Vývoj elektrostavebnic do dnešní podoby trval dlouhé desítky let. S postupným rozvojem výuky fyziky na školách se začínají objevovat učební pomůcky pro podporu výuky učiva o elektřině. Tyto učební pomůcky se koncentrují do tzv. elektrofyzikálních stavebnic. Jedna z prvních takových stavebnic určených pro výukové účely byla vyvinuta již v roce 1890 a je zobrazena na obr. 2.



Obr. 2 Elektrofyzikální stavebnice z roku 1890, převzato a upraveno z [3]

Učební pomůcky pro výuku učiva o elektřině se tedy ve školách objevují s postupným rozvojem fyziky ve vzdělávacím procesu. Využívání elektrotechnických stavebnic ve školách však bylo spojeno až s rozvojem technické výchovy. Nejprve se využívalo stávajících elektrofyzikálních stavebnic, které se pouze vhodně upravovaly a zlepšovaly, avšak postupně byly vyvíjeny koncepčně zcela nové typy stavebnic, které mnohem lépe vyhovovaly tehdejšímu pojetí výuky obecně technických předmětů [3].

Postupný rozvoj elektronických stavebnic je od samého počátku ovlivňován dvěma základními směry, kterými jsou požadavky výuky a možnosti technického řešení. V historickém vývoji lze zaznamenat silné vazby na elektrotechniku jako technický obor,

především na její technologický rozvoj - postupný přechod od elektronek přes tranzistory, integrované obvody, mikroprocesory až po spojení stavebnice s výpočetní technikou [3].



Obr. č. 3 Elektrotechnická stavebnice Elektrus z roku 1933, převzata a upraveno z [6]

V sedmdesátých letech 20. století je postupně dokončován vývoj stavebnic Elektřina demonstrační, Základy elektrotechniky a Třífázový proud. Tyto stavebnice pak byly centrálně distribuovány do škol národním podnikem Komenium. U všech těchto stavebnic se předpokládalo využití převážně při výuce fyziky, i když byly částečně koncipovány také pro výuku technicky orientovaných předmětů. V tehdejší Československu byly registrovány četné pokusy o tvorbu elektrotechnických stavebnic samotnými učiteli z praxe. Kromě elektrotechnických stavebnic určených ke školnímu vzdělávání se setkáváme také se stavebnicemi pro tzv. zájmové vzdělávání obr. 4 (jedná se spíše o hračky než o didaktické prostředky) [3].



Obr. 4 Elektrotechnické stavebnice Merkur 101 a 102 z roku 1970, převzata a upraveno z [6]

V osmdesátých letech 20. století se začínají objevovat statě v odborných časopisech či ve sbornících z odborných konferencí, které řeší obecné otázky elektrotechnických stavebnic ve výuce. Dochází k rozvoji teorie elektrotechnických stavebnic, zejména na Katedře techniky PdF Univerzity Karlovy v Praze, kde bylo zkonstruováno také několik prototypů. Konstrukce elektrotechnických stavebnic vychází tedy již z teoretických základů následně ověřovaných přímo ve výuce. Velkým posunem v konstruování elektrotechnických stavebnic byl počín O. Jandy, který v roce 1983 vyvinul pro národní podnik Komenium stavebnici s názvem Elektrotechnická stavebnice pro polytechnické práce a základy techniky, výrobu stavebnice zajišťovala firma Chemoplast Brno. Následovaly další staveb-

nice Elektrotechnická stavebnice Z3/III (Chemoplast Brno) viz obr. 5, Minilogik 1, 2, 3 (výrobce nezjištěn), Elektronik I (Pokrok Žilina), Elektronická stavebnice (Služba Skalica), Mladý elektronik ME 7000 (Tesla Jihlava), Stavebnice řady A, B, C, D, E (Tesla Týniště), Adam Elév (OPS Praha), Elektrotechnická stavebnice S 01 (Zlatník Ostrava), Orton Alfa (Obzor Praha) viz obr. č. 5, Kyber I (Aritma Praha), Unitest (Elektromont Brno), Stavebnice logických obvodů (Drukov Brno), Logitronik 01 a Logitronik 02 (Jesan Jeseník) viz obr. 6, Elektromontážní souprava (Dipra Praha), Pracoviště mladého elektrotechnika PME 03 (ZO Svazarm Gottwaldov), MEZ Elektronik 01 a MEZ Elektronik 02 (MEZ Frenštát pod Radhoštěm) viz obr. 7, Dominoputer (IKEM Praha) [3].



Obr. 5 Elektrotechnická stavebnice Z3/III a Orton Alfa, převzato a upraveno z [3]



Obr. 6 Stavebnice Logitronik 01 a Logitronik 02, převzato a upraveno z [3]



Obr. 7 Stavebnice MEZ Elektronik 01 a MEZ Elektronik 02, převzato a upraveno z [3]

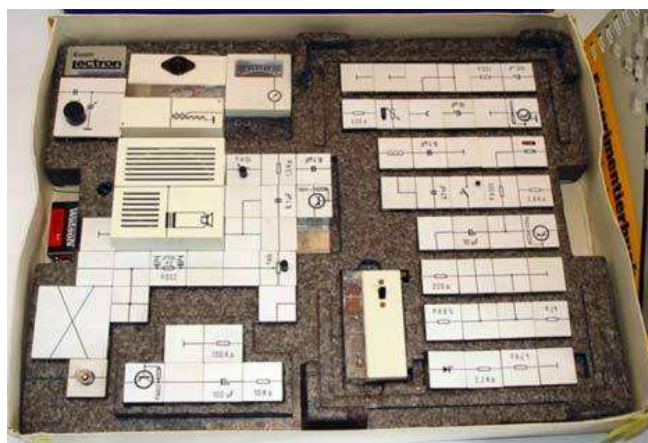
Kromě stavebnic domácí provenience byly studovány a využívány také zahraniční stavebnice, např. ze Sovětského svazu to byly stavebnice Elektronický konstruktér EKON 02, Junost' KP 101 a KP 105 viz obr. 8, Radiokonstruktér obr. 9, Junyj elektronik JUE-50, Radiokonstruktér KYJEV 1, 2, 3, z Maďarska pak Elektronická minilaboratoř, Montážní souprava k sestavování elektronických obvodů, Elastique, ALTAKI, Souprava elektrotechnika I a II, z Polska Modulová didaktická sestava KB 1013, z tehdejší Německé spolkové republiky to byly Elektronická stavebnice s magnetickými kontakty LECTRON viz obr. 10, Elektronická stavebnice pro usměrňovací a řídicí techniku ELWE, z USA pak Elektronická stavebnice NIDA [3].



Obr. 8 Stavebnice Junost' KP 101 a KP 105, převzato a upraveno z [7]



Obr. 9 Stavebnice Radiokonstruktér, převzato a upraveno z [7]



Obr. 10 Elektronická stavebnice s magnetickými kontakty LECTRON, převzato a upraveno z [8]

Výčet samozřejmě není konečný, ale kromě stavebnic vyráběných v sériové výrobě se objevují stavebnice amatérské výroby např. Demonstrační souprava pro elektrotechnické práce na ZŠ od J. Lišky učitele ze Znojma [3].

Po roce 1989 dochází v hospodářské sféře k přechodu z centrálně plánovaného hospodářství na tržní hospodářství. V této době končí centrálně plánovaný vývoj a výroba elektrotechnických stavebnic se zánikem národního podniku Komenium. V oblasti školství dochází k reformám, které mění celkovou koncepci vzdělávání. S přesunem kompetencí na jednotlivé školy na ně zároveň přechází i odpovědnost za nákup nových učebních pomůcek, tedy i elektronických stavebnic. Ovšem poptávka po nových stavebnicích ze strany škol není z počátku velká, protože školy byly vcelku dostatečně vybaveny díky hromadným dodávkám ještě před rokem 1989. Poptávka je ovšem na stavebnice pro využití při volnočasových aktivitách. Kromě stavebnic dovážených ze zahraničí se začínají vyrábět stavebnice tohoto typu také u nás, jedná se zejména o stavebnice Voltík I, II, III a Merkur elektronik E1, E2 viz obr. 11 [3].



Obr. 11 Elektronická stavebnice Merkur elektronik E2 a VOLTÍK I, převzato a upraveno z [9]

Vzhledem k nedostupnosti stavebnic vyvíjených speciálně pro školské použití jsou stavebnice určené pro volnočasové aktivity užívány také ve výuce, většinou však s ne příliš pozitivním ohlasem především z řad odborníků. Zahraniční stavebnice určené speciálně pro školské použití jsou vzhledem ke svým vysokým cenám pro naše školy téměř nedostupné.

V současné době se díky rychlému rozvoji výpočetní techniky do výuky prosazují simulační programy, které jsou schopny nahradit téměř kompletní elektronickou laboratoř (jsou to např. programy TINA Pro, EDISON a další). Díky svým cenám a téměř neomezeným možnostem simulace elektrických obvodů tak mnohde vytlačují klasické elektronické stavebnice ze škol.

V oblasti teorie elektronických stavebnic dochází k dalšímu pozvolnému vývoji. V roce 1997 byla vydána první česká monografie o elektrotechnických stavebnicích v technické výchově D. Novákem. Tu následovala v roce 2003 publikace o konstrukčních a elektrotechnických stavebnicích ve výuce obecně technického předmětu od M. Havelky a Č. Serafína. V současné době se systematicky teorii elektrotechnických stavebnic zabývá Katedra technické a informační výchovy PdF UP v Olomouci [3].

5 Elektronická stavebnice v současné škole

Využití elektronických stavebnic v edukačním procesu na základní škole se realizuje v předmětech Praktické činnosti a Fyzika. Ve své práci se zabývám využitím elektronických stavebnic především v předmětu Praktické činnosti.

5.1 Technické vzdělání na základní škole

Podle [10] pedagogika člení výchovu na:

- rozumovou
- mravní
- estetickou
- tělesnou
- pracovní

Pracovní výchova pak poskytuje možnost získání vztahu k práci, umožňuje získat všeobecné technické vědomosti, dovednosti a návyky. Je realizována praktickým zaměřením výuky, exkurzemi, ale také zájmovou činností žáků (např. v rámci zájmových kroužků pracujících při škole nebo při Domech dětí a mládeže). Protože pracovní výchova umožňuje získávat všeobecné technické vědomosti, je tento termín nahrazován termínem technická výchova.

V [10] je technická výchova charakterizována jako systematický a řízený proces, při kterém dochází k záměrnému formování osobnosti ve vztahu k technice tak, aby jedinec získal správné postoje k technice a jejímu používání v běžném životě. Tímto procesem se vytváří tzv. technická gramotnost. Obsah pojmu technická gramotnost zahrnuje:

- osvojení vědomostí o technice, technických materiálech a osvojení technologických dovedností
- způsobilost řešit technické problémy
- vytváření racionálního vztahu k technice
- poznání vztahu vědy a techniky a dovednost jej uplatnit
- rozvíjení technického tvořivého myšlení

Při realizaci technické výchovy se podle [10] vytváří:

- vědomosti o technice, její výrobě a užití
- dovednosti, návyky a schopnosti při práci s technikou
- tvůrčí schopnosti a dovednosti při činnostech spojených s technikou
- pozitivní vztah k technice

Hovořím zde o všeobecném technickém vzdělání, které se podílí na budování a rozvoji technické gramotnosti, nikoli o odborném technickém vzdělání, které je realizováno na středoškolské a vysokoškolské úrovni vzdělávacího procesu. Lze konstatovat, že získané technické znalosti a dovednosti pomáhají každému jedinci především v situacích, kdy se dostává do styku s technikou, stává-li se uživatelem nějakého technického objektu. Jedná se o vědomosti o technice jako nedílné součásti lidské kultury a následně o znalosti z technických oborů jako jsou technické materiály, technologie materiálů, strojírenství, technická grafika, elektrotechnika a elektronika a informační a komunikační technologie.

Významným specifikem technického myšlení je neustálá souvislost teorie a praxe. Hovoříme o komplexnosti techniky a technického myšlení. Pro technické myšlení je typické, že zahrnuje jak existující objektivní realitu, tak možnosti vyplývající ze systému společenského poznání, což se může projevovat např. vytvořením zcela nového objektu nebo

postupu až po jeho vylepšování či nalezení závady [10].

Pojem technické myšlení a způsoby rozvoje technického myšlení ve výuce jsou významným tématem didaktiky technických předmětů. Jak dále uvádí [10], technické myšlení je charakterizováno dvěma souvisejícími stránkami:

poznávací – žák poznává stavbu a funkci technických výtvorů, výkresů, a to i v montáži nebo demontáži

konstrukční (kreativní) – představuje myšlenkové procesy zaměřené na takové činnosti, jako je projektování, zlepšování, vynalézání, řešení technických úloh a procesů

Edukační proces v technické výchově musí vést k systematickému a rovnoměrnému rozvoji jak poznávací, tak konstrukční stránky technického myšlení. K tomuto rozvoji bude nejlépe docházet aplikací tzv. činnostního učení. Princip činnostního učení spočívá v tom, že žák není pouze pasivním příjemcem informací, ale projevuje vlastní iniciativu, tzn. koná, činí, přemýšlí a tvoří. Základem je probouzení zájmu a získávání nových poznatků žákem názorně, na základě vlastní činnosti a prožitkem, a to za pomoci vhodných metodických materiálů a pomůcek [10].

Při činnostech žáků s elektronickými stavebnicemi jsou dle [11] rozvíjeny především tyto typy technického myšlení:

praktické myšlení – manipulace s elektrotechnickým materiálem, jeho montáž a demontáž, práce s náradím, ožívování elektrických obvodů

vizuální myšlení – čtení elektrotechnické dokumentace a její vytváření

intuitivní myšlení – inovace stávajících konstrukcí elektrických obvodů, konstruování nových

koncepční myšlení – operace s názvy součástí, koncepce realizovaných zařízení

Jestliže jednou ze složek technického myšlení je kreativita neboli tvořivost, pak v případě technické výchovy budeme hovořit o technické tvořivosti. V [12] je technická tvořivost definována jako schopnost jedince měnit okolní svět a vytvářet nové užitečné hodnoty v oblasti, kterou označujeme jako technika. O technice pak [12] hovoří jako o souboru vytvořených prostředků lidské činnosti ve prospěch člověka a souhrnu postupů a způsobů činností prováděných při jejich výrobě a užití. Obecně pro potřeby mé práce se dá konstatovat, že tvořivá technická činnost se týká techniky a je pro ni charakteristické plné zaujetí žáka technickým objektem poznání doprovázené aktivní a samostatnou činností za účelem dalšího rozvoje techniky.

Technická výchova je pro svůj převážně prakticko-činnostní charakter jen těžko realizovatelná bez učebních pomůcek. Jejich potřebnost je pociťována v daleko větší míře, než je tomu u jiných, především více teoreticky zaměřených předmětů. Pro zdárný rozvoj technického myšlení a technické gramotnosti vůbec je zapotřebí umožnit žákům bezprostřední aktivní činnost s technickými objekty či s jejich modely a symboly [11].

Při práci s elektronickou stavebnicí není důležité jen vlastní konstruování nebo samotný proces sestavování a zapojování obvodu, ale podstatná je i práce s chybou, kdy je nutné elektrický obvod oživit. Chyba zde prezentuje problém, pro jehož vyřešení má zřídka prostředky k dispozici ve své paměti, ale problém musí vyřešit aktivním přemýšlením, vytvářením nových myšlenkových prostředků [11].

5.2 Vzdělávací oblast Člověk a svět práce

Předmět Praktické činnosti je na základních školách vyučován v rámci vzdělávací oblasti **Člověk a svět práce**. Vzdělávací oblasti jsou uvedeny v systému tzv. kurikulárních dokumentů v **Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání** (RVP ZV). Jak je uvedeno v [12], 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. Tato vzdělávací oblast se cíleně zaměřuje na praktické pracovní dovednosti a návyky a doplňuje celé základní vzdělání o důležitou složku nezbytnou pro uplatnění člověka v dalším životě a ve společnosti. Je založena na tvůrčí myšlenkové spoluúčasti žáků.

Vzdělávací oblast Člověk a svět práce je na 2. stupni základní školy rozdělena na osm tematických okruhů: Práce s technickými materiály, Design a konstruování, Pěstivelské práce a chovatelství, Provoz a údržba domácnosti, Příprava pokrmů, Práce s laboratorní technikou, Využití digitálních technologií a Svět práce. Tematické okruhy tvoří na 2. stupni nabídku, přičemž tematický okruh Svět práce je povinný a minimálně jeden další okruh si školy vybírají dle svých podmínek a pedagogických záměrů. Vybrané tematické okruhy pak školy musí realizovat v úplném rozsahu. Vzdělávací obsah je určen všem žákům (chlapcům i dívkám bez rozdílu). Žáci se učí pracovat s různými materiály a osvojují si základní pracovní dovednosti a návyky. Ve všech tematických okruzích jsou žáci vedeni k dodržování zásad bezpečnosti a hygieny při práci [12].

Vzdělávání v této vzdělávací oblasti vede k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí žáků, kterými jsou:

- kompetence k učení
- kompetence k řešení problémů
- kompetence komunikativní
- kompetence sociální a personální
- kompetence občanské
- kompetence pracovní

Pokud chci konkretizovat naplňování rozvoje klíčových kompetencí v rámci předmětu Praktické činnosti a tematického okruhu Design a konstruování, mohu se inspirovat např. v [14]:

Kompetence k učení

- Žák se učí porozumět obsahu technických pojmů a významu symbolů a učí se tyto pojmy a symboly správně používat.
- Žák se učí posuzovat a vyhledávat informace (pojmy, technické údaje, schémata, návody) a zpracovávat je z hlediska důležitosti pro využití při své další uživatelské a tvůrčí činnosti komunikace s technickými zařízeními, konstruování, jednoduché opravy a úpravy technických zařízení).
- Žák se učí při provádění pokusů poznávat souvislosti a podmíněnosti u technických jevů a zařízení, učí se určovat příčiny a jejich následky a vztahy u jednoduchých obvodů nebo elektronických zařízení.

Kompetence k řešení problémů

- V návaznosti na řešení problému a výběru informací napomáhajících k řešení problému je žák veden ke stanovení postupu při řešení problému teoreticky

a poté k praktické realizaci tohoto postupu formou praktických činností (sestavování, spojování, zapojování, montování apod.) žáků při jejich experimentech (tzv. technologické postupy).

- V závěrečných fázích žákovských experimentů je žák veden k praktickému ověření správnosti řešení problémů, vyplývajících ze zadání návodů a úloh formou tzv. funkčních zkoušek sestavených pokusů nebo zhotovených jednoduchých výrobků. Ověření bezproblémové funkce elektrických obvodů a dalších technických zařízení je jednoduchou kontrolou správnosti zvoleného řešení úloh a technologických postupů.

Kompetence komunikativní

- Při ústní i písemné komunikaci žák používá správné pojmy a symboly s vědomím, že používáním nesprávných pojmů se stává komunikace mezi lidmi obtížnou a nesrozumitelnou, někdy dokonce nemožnou.
- Při provádění žákovských pokusů a řešení úkolů ve skupinách se rozvíjejí schopnosti žáků komunikovat a spolupracovat v kolektivu, vzájemně diskutovat o průběhu i výsledcích pokusů a obhajovat své názory pomocí argumentů vyplývajících z výsledků žákovských pokusů.

Kompetence sociální a personální

- Týmová spolupráce žáků při provádění žákovských experimentů vede žáky k návyku spolupracovat v týmu i v běžném životě.
- Při týmové spolupráci a činnostním učení při provádění rozličných praktických činností jsou vytvářeny žádoucí kladné personální vztahy mezi žáky a poznání o vhodnosti a často i nutnosti si vzájemně pomáhat.

Kompetence občanské

- Užívání technických materiálních didaktických prostředků a porovnání těchto prostředků s možnostmi používání technických zařízení i v běžném občanském životě vede žáky k poznání, že technická výchova a nácvik praktických činností při obsluze technických zařízení jsou pro budoucí život v občanské společnosti velice prospěšné.
- Využívání pomůcek nejen učebních, ale i pomůcek kompenzačních (např. zesilovač zvuku pro nedoslýchavé, hladinový hlásič vody pro nevidomé apod.) může velmi pomoci zdravotně postiženým spoluobčanům. Poznání těchto problémů a možnosti jejich alespoň částečného technického řešení vede k výchově občanské ohleduplnosti a pomoci druhým lidem (pomocí elektronických stavebnic lze výše uvedené, ale i jiné kompenzační pomůcky sestavit).
- Při úrazech elektrickým proudem, ale i při jiných úrazech je přímo občanskou povinností pomoci postiženým lidem. Tato pomoc musí být rychlá, ale také kvalifikovaná.

Kompetence pracovní

- Při činnostním pojetí výuky jsou rozvíjeny senzomotorické dovednosti žáků jako podstatná část pracovních kompetencí.
- Cílem výuky předmětu Praktické činnosti je i zvládnutí pracovních dovedností. Toho lze dosáhnout jen prováděním odpovídajících pracovních operací při praktické činnosti žáků, nikoli pouhým verbálním popisem činností a jejich průběhu. Při této činnosti jsou rozvíjeny pracovní kompetence žáků, v technické oblasti tím žák získává způsobilost obsluhovat technická zařízení a pracovat s technickými zařízeními, se kterými se bude v životě stále více setkávat.
- Při pracovních činnostech se žák učí volit vhodné nářadí, nástroje a další pracovní prostředky, účelné pracovní postupy a zejména dodržovat pravidla bezpečnosti práce. Návyk a připravenost dodržovat pravidla bezpečnosti práce je prioritní pracovní kompetencí. Tato problematika je zohledněna především při modelování elektrospotřebičů pomocí elektrotechnických stavebnic. Modelování umožňuje zdůraznit význam bezpečnosti v souvislosti s vhodným návrhem elektrospotřebiče, jeho užíváním a drobnými opravami, které uživatel technického zařízení může provádět sám (např. výměna žárovky). Rozvíjení estetického vnímání při návrhu designu výrobků či při návrhu modelů technických zařízení.

Cílové zaměření vzdělávací oblasti Člověk a svět práce podle [13] směřuje k:

- pozitivnímu vztahu k práci a k odpovědnosti za kvalitu svých i společenských výsledků práce
- osvojení základních pracovních dovedností a návyků z různých pracovních oblastí, k organizaci a plánování práce a k používání vhodných nástrojů, nářadí a pomůcek při práci i v běžném životě
- vytrvalosti a soustavnosti při plnění zadaných úkolů, k uplatňování tvořivosti a vlastních nápadů při pracovní činnosti a k vynakládání úsilí na dosažení kvalitního výsledku
- poznání, že technika jako významná součást lidské kultury je vždy úzce spojena s pracovní činností člověka
- autentickému a objektivnímu poznávání okolního světa, k potřebné sebedůvěře, k novému postoji a hodnotám ve vztahu k práci člověka, technice a životnímu prostředí
- chápání práce a pracovní činnosti jako příležitosti k seberealizaci, sebeaktualizaci a k rozvíjení podnikatelského myšlení
- orientaci v různých oborech lidské činnosti, formách fyzické a duševní práce a osvojení potřebných poznatků a dovedností významných pro možnost uplatnění, pro volbu vlastního profesního zaměření a pro další životní a profesní orientaci

Realizace koncepce vzdělávací oblasti Člověk a svět práce v edukačním procesu vede u žáků k rozvoji technického myšlení. Práce s elektronickými stavebnice zcela napl-

ňuje obsah jak pojmu technická tvořivost, tak pojmu technická gramotnost. Pokud provedu komparaci obsahů těchto pojmů s cílovým zaměřením vzdělávací oblasti Člověk a svět práce zjistím, že naplňování obsahu těchto pojmů je zcela v souladu s cílovým zaměřením vzdělávací oblasti. J. Dostál [15] uvádí, že elektromontážní činnosti prostřednictvím elektrotechnických stavebnic se významně podílejí na vytváření technického myšlení a technické gramotnosti. Proto zařazení elektronických stavebnic jako učebních pomůcek do výuky technických předmětů lze jen doporučit.

Před vznikem RVP ZV a jeho realizací na základních školách se vyučovalo podle osnov vzdělávacího programu ZÁKLADNÍ ŠKOLA. V rámci tohoto vzdělávacího programu bylo možné v předmětu Praktické činnosti vyučovat tematický okruh Elektrotechnika kolem nás, který byl určen pro žáky 6. – 9. ročníku ZŠ. Pro tento tematický okruh také vznikla učebnice autora M. Křenka [16], kterou později přepracoval O. Janda [14]. Oba autoři počítali s aktivním využitím elektronických stavebnic ve výuce. Současnou situaci lze, bohužel, považovat za odklon od výuky elektroniky a elektrotechniky na základních školách, což při současném a především budoucím rozvoji elektroniky považují za zcela chybné.

Po prostudování vzdělávací oblasti Člověk a svět práce je zcela zřejmé, že o elektronických či elektrotechnických stavebnicích je zde jediná zmínka, a to v tematickém okruhu Design a konstruování.

Každý tematický okruh generuje tzv. očekávané výstupy, kterými v tematickém okruhu Design a konstruování podle [13] jsou:

žák

- sestaví podle návodu, náčrtu, plánu, jednoduchého programu daný model
- navrhne a sestaví jednoduché konstrukční prvky a ověří a porovná jejich funkčnost, nosnost, stabilitu aj.
- provádí montáž, demontáž a údržbu jednoduchých předmětů a zařízení
- dodržuje zásady bezpečnosti a hygieny práce a bezpečnostní předpisy; poskytne první pomoc při úrazu

K dosažení těchto očekávaných výstupů má napomoci vhodné učivo, které je uvedeno v [7]:

- **stavebnice** (konstrukční, **elektrotechnické**, **elektronické**), sestavování modelů, tvorba konstrukčních prvků, montáž a demontáž
- návod , předloha, náčrt, plán, schéma, jednoduchý program

Ovšem ani při realizaci tematického okruhu Design a konstruování nemusí vyučující elektroniku či elektrotechniku do výuky vůbec zařadit (viz výše).

Vzhledem k tomu, že v RVP ZV je ve vzdělávací oblasti Člověk a svět práce povinný pouze tematický okruh Svět práce a z dalších sedmi tematických okruhů je povinný minimálně jeden další, který si škola vybere a zařadí jej do svého Školního vzdělávacího programu (ŠVP), může velmi snadno dojít k tomu, že škola vůbec nevyučuje tematický okruh Design a konstruování a žáci se pak v rámci školní výuky k práci s elektronickými stavebnicemi vůbec nedostanou. Na druhou stranu škola k posílení výuky témat, která akcentuje, může využít disponibilní hodiny v kombinaci s povinně volitelnými a volitelnými vyučovacími předměty. Ještě je třeba uvést, že minimální týdenní hodinová dotace stanovená v RVP ZV pro 2. stupeň základní školy je 3 vyučovací hodiny.

Podle M. Havelky [17] je v RVP ZV problematicky definován výčet tematických okruhů, které jsou ve výuce vzdělávací oblasti Člověk a svět práce realizovány. Srovnává zde Vzdělávací program základní škola (VP ZŠ) a Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV). Z tohoto srovnání vyplývá, že v RVP ZV chybí důležitý tema-

tický okruh Elektrotechnika kolem nás, který je alespoň částečně naplňován v tematickém okruhu Design a konstruování.

Z uvedených skutečností vyplývá, že pro uplatnění elektronických stavebnic při realizaci výuky vzdělávací oblasti Člověk a svět práce na současné škole není příliš velký prostor a velmi záleží na jednotlivých školách, jaký tematický okruh do výuky zařadí.

V této souvislosti je jistě zajímavé srovnání se zahraničím. Např. ve Finsku byla v roce 1997 uskutečněna studie [18] zkoumající, mimo jiné, jaká témata jsou vyučována v rámci výuky technické výchovy a zda tato témata a aktivity s nimi spojené pedagogové hodnotí jako vhodné pro výuku na základní škole. Z výsledků vyplynulo, že nejčastěji se v technické výchově vyučuje práce se dřevem a že toto téma považují učitelé za nejdůležitější. Při pohledu na studii M. Havelky [17] je patrné, že výsledek této studie je obdobný, protože největší časová dotace předmětu Člověk a svět práce je přiřazena tematickému okruhu Práce s technickými materiály, a to 20%. Tady je třeba si uvědomit, že v ČR jsou v tomto tematickém celku zahrnuty kromě práce se dřevem, také práce s plasty a kovy, které jsou ve Finsku hodnoceny jako samostatná témata. Mezi další témata vyučovaná na finských školách v rámci technické výchovy patří, na rozdíl od těch našich, Elektromechanická zařízení a Elektronická zařízení (kam spadají právě činnosti s elektronickými stavebnicemi a elektronickými součástkami). Těmto tématům přiřazují sice pedagogové ve Finsku menší (průměrnou) důležitost a jsou také méně vyučována než např. Práce se dřevem, ale jsou ve výuce zařazena. Při srovnání s výzkumem M. Havelky [17], korespondují tato témata, co se oblíbenosti či hodinové dotace týká, s naším tematickým okruhem Design a konstruování, ovšem s tím, že v tomto tematickém celku podle [13] na elektroniku a elektronické stavebnice vůbec nemusí dojít.

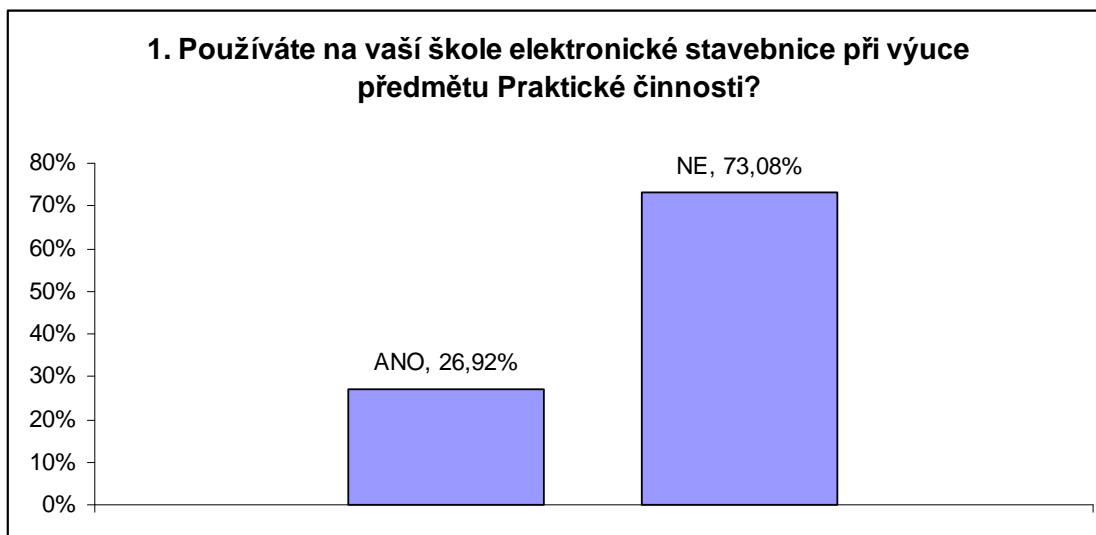
5.3 Využívání elektronických stavebnic ve výuce předmětu Praktické činnosti

Pro zjištění reálného stavu využívání elektronických stavebnic při výuce předmětu Praktické činnosti na základních školách jsem položil ředitelkám a ředitelům škol několik konkrétních dotazů. Zvoleným vzorkem byly základní školy v Jihočeském kraji. Dotazy byly k respondentům distribuovány elektronickou poštou. Odpovědi byly realizovány rovněž elektronickou poštou. Celkem bylo osloveno 221 základních škol. Z tohoto počtu se nepodařilo doručit dotazy celkem 18 základním školám. Celkem na dotazy odpovědělo 38 oslovených škol, z toho bylo 12 škol malotřídních nebo škol s výukou jen 1. stupně. Na žádné z těchto 12 škol se elektronické stavebnice nepoužívají. Přesto se objevily názory, že by rádi některou elektronickou stavebnici (konkrétně stavebnici Boffin) do výuky zařadili. Celkem bylo formulováno pět dotazů jejichž znění včetně grafického zpracování zde uvádím.

1. *Používáte na vaší škole elektronické stavebnice při výuce předmětu Praktické činnosti?*

Grafické znázornění odpovědí ukazuje graf 5. Z výsledků je patrné, že elektronické stavebnice se při výuce Praktických činností na jihočeských školách příliš nevyužívají.

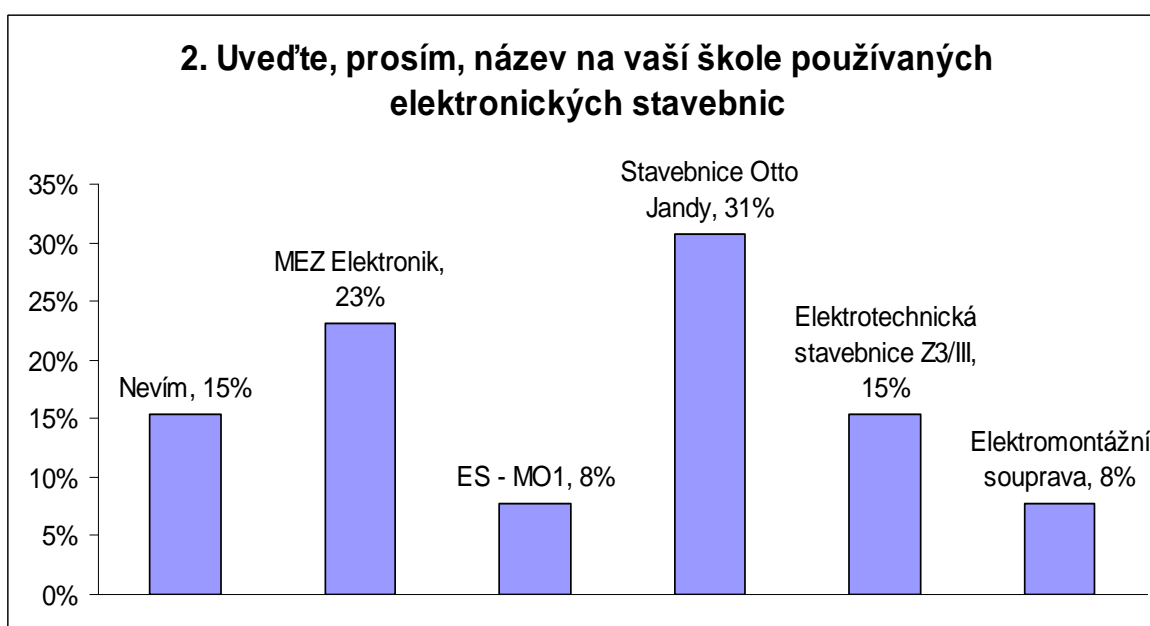
Z některých odpovědí vyplynulo, že elektronické stavebnice dříve používali, ale z různých důvodů (především kvůli špatnému technickému stavu stavebnic a přechodu na ŠVP) je používat přestali. Naopak někteří respondenti, kteří v současné době stavebnice nepoužívají, uvažují výhledově o jejich zařazení do výuky.



Graf 5 Využívání elektronických stavebnic při výuce předmětu Praktické činnosti na jihočeských základních školách

2. Uveďte, prosím, název na vaší škole používaných elektronických stavebnic.

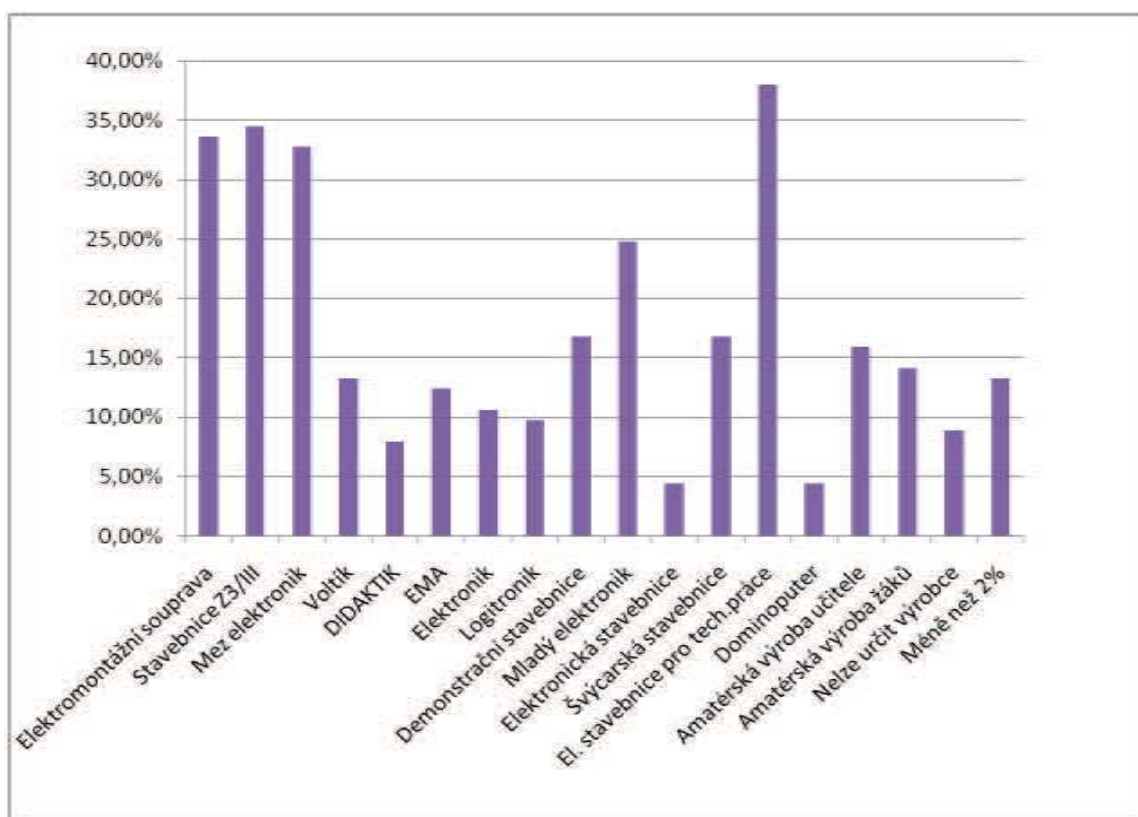
Jak je z grafu 6 patrné, nejčastěji se při výuce používají stavebnice O. Jandy. Bohužel nikdo z respondentů neuvěděl přesný název této stavebnice nebo stavebnic. Druhá nejčastěji uváděná stavebnice byla MEZ Elektronik, ovšem ani zde respondenti neuvědli, zda se jedná o stavebnici 01 nebo 02.



Graf 6 Nejčastěji používané elektronické stavebnice při výuce předmětu Praktické činnosti na jihočeských základních školách

Č. Serafín uvádí v [19], že v letech 2005 až 2007 byl prováděn v České republice výzkum, který se zabýval problematikou elektrotechnických stavebnic z hlediska jejich aplikace v oblasti technického vzdělávání. Součástí tohoto výzkumu bylo také zjišťování, které elektrotechnické stavebnice se na základních školách používají a zda si je dělají učitelé nebo žáci sami. Z odpovědí respondentů vyplynulo, že 15,93% dotázaných si vytváří

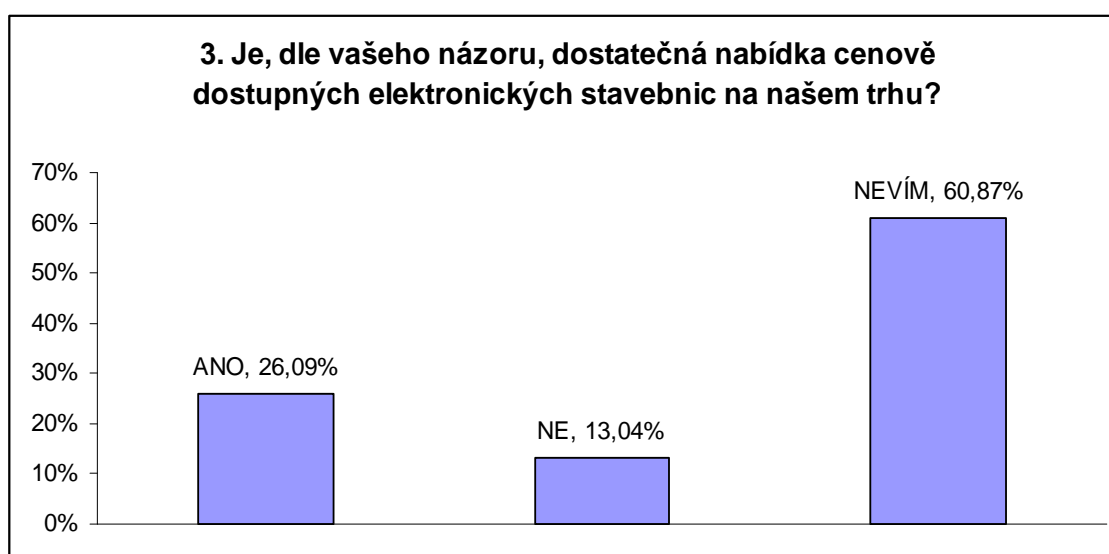
stavebnice amatérsky sami a 14,16 % dotázaných používá ve výuce také pomůcky vyrobené žáky. Přehled elektrotechnických stavebnic používaných na základních školách sestavený na základě výsledku výzkumu z let 2005 až 2007 je uveden v grafu 7.



Graf 7 Přehled elektrotechnických stavebnic používaných na základních školách na základě výsledků výzkumu z let 2005 až 2007, převzato a upraveno z [19]

3. Je, dle vašeho názoru, dostatečná nabídka cenově dostupných elektronických stavebnic na našem trhu?

Odpovědi jsou uvedeny v grafu 8.

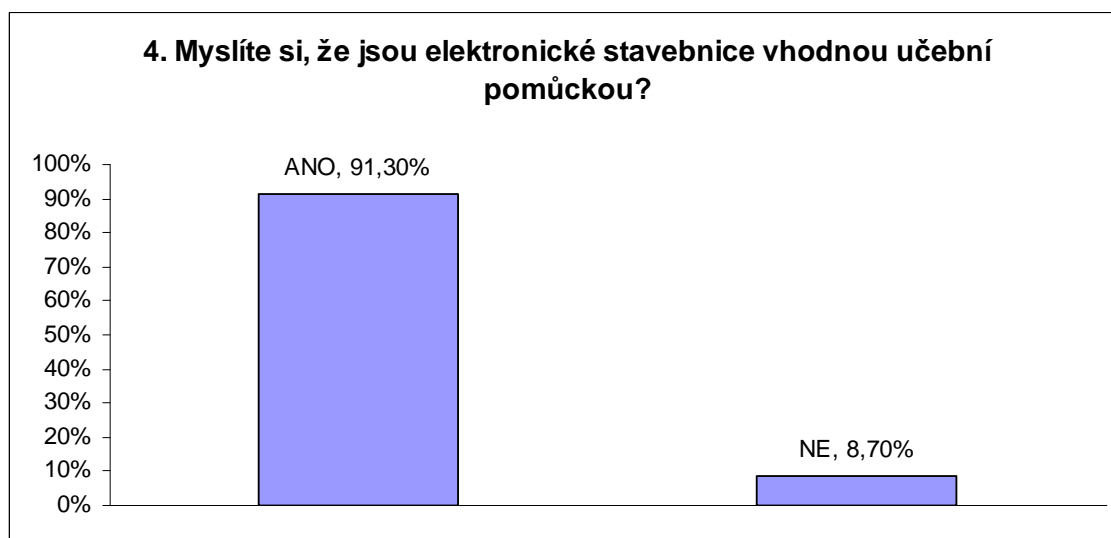


Graf 8 Grafické zobrazení názorů respondentů na cenovou dostupnost elektronických stavebnic na našem trhu

Nejvíce respondentů (60,87 %) nedokázalo na tuto otázku jednoznačně odpovědět. Z obdržených odpovědí vyplývají dva hlavní důvody. Za prvé, stavebnice používají a o koupi dalších zatím neuvažují, proto aktuální situaci na trhu v oblasti elektronických stavebnic neznají a za druhé, stavebnice nepoužívají a ani do budoucna s jejich využitím nepočítají, takže opět situaci na trhu neznají.

4. *Myslíte si, že jsou elektronické stavebnice vhodnou učební pomůckou při výuce?*

Grafické znázornění odpovědí ukazuje graf 9. Jak se z odpovědí ukázalo, ne všichni respondenti považují elektronické stavebnice za vhodnou učební pomůcku. Ovšem ani zcela jasných a jednoznačných „ANO“ nebylo mnoho. U většiny kladných odpovědí respondenti uváděli podmiňující podmínky, některé z nich ocitují: „*Předpokládám, že jsou to vhodné pomůcky tam, kde není možnost jiné činnosti přímo v dílnách.*“, „*Stavebnice jsou do výuky vhodné, jen si myslím, že v praktických činnostech by se měla výuka ubírat trochu jiným směrem.*“, „*Myslím, že ano. Nemáme však odborníky, kteří by využití fandili.*“, atd. Z dalších odpovědí vyplynulo, že problémem využití elektronických stavebnic jako učební pomůcky může být také nedostatečná časová dotace předmětu Praktické činnosti a v mnoha případech respondenti uváděli, že je limitujícím faktorem také počet dětí v hodině, kdy při větším počtu dětí je málo stavebnic a jejich využití tak ztrácí smysl. Objevily se také názory, že současná podoba RVP ZV vůbec nezahrnuje ve vzdělávací oblasti Člověk a svět práce tematický okruh zaměřený na práci s elektronickými stavebnicemi. Tyto názory ale svědčí o ne zcela dobré znalosti RVP ZV, protože tematický celek Design a konstruování elektronické stavebnice přímo zmiňuje.



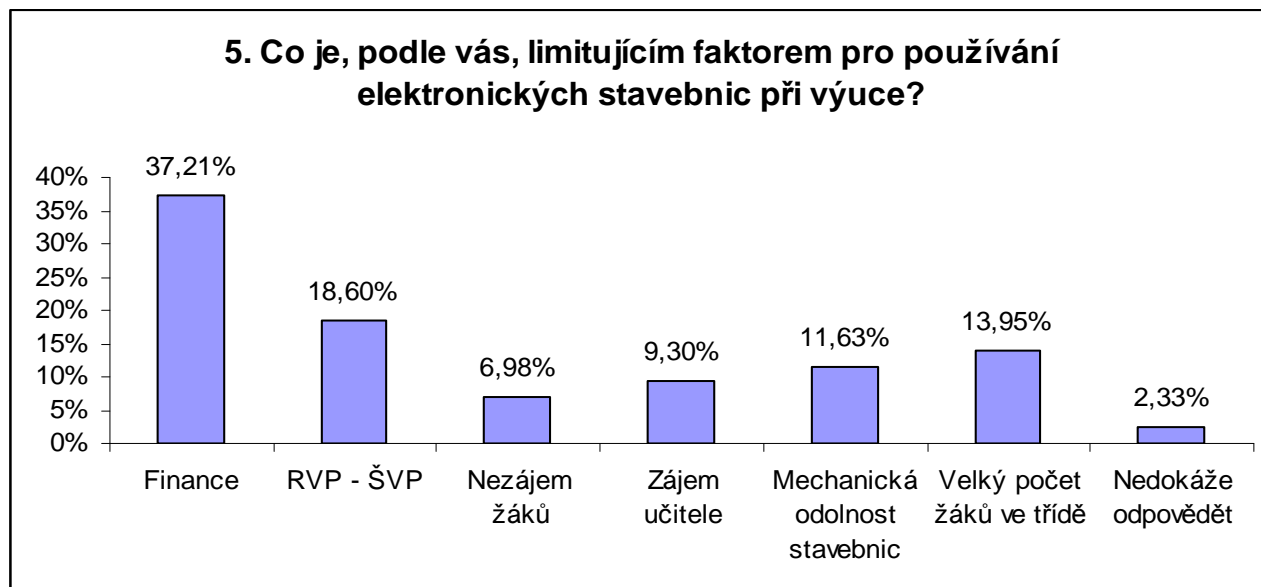
Graf 9 Grafické zobrazení názorů respondentů na vhodnost elektronických stavebnic jako učebních pomůcek

5. *Co je, podle vás, limitujícím faktorem pro používání elektronických stavebnic při výuce?*

Z odpovědí respondentů vyplývá, že hlavním limitujícím faktorem, který ovlivňuje používání elektronických stavebnic při výuce jsou finance. S tímto faktorem úzce souvisí další dva, a to velký počet žáků ve třídě a mechanická odolnost stavebnic. Pokud je žákůvských stavebnic málo, ztrácí jejich využití ve výuce smysl, protože se žák k práci se stavebnicí za vyučovací jednotku ani nedostane. Čím víc stavebnic by byla škola nucena koupit, tím více finančních prostředků na to potřebuje. Mechanická odolnost je rozhodně

důležitým parametrem každé stavebnice, protože málo odolná stavebnice může velice snadno vykazovat závady vzniklé vlivem svého špatného mechanického stavu. Co je však ještě horší, mechanicky málo odolná stavebnice může svým případným vlastním poškozením způsobit i zranění žáka případně učitele, a to je zcela nepřijatelné. Takovou stavebnici je pak nutné vyřadit a místo ní zakoupit novou a tím se dostáváme opět k faktoru financí.

Graf 10 ukazuje procentuálně vyjádřené odpovědi na poslední otázku ankety.



Graf 10 Grafické zobrazení limitujících faktorů ovlivňujících používání elektronických stavebnic při výuce

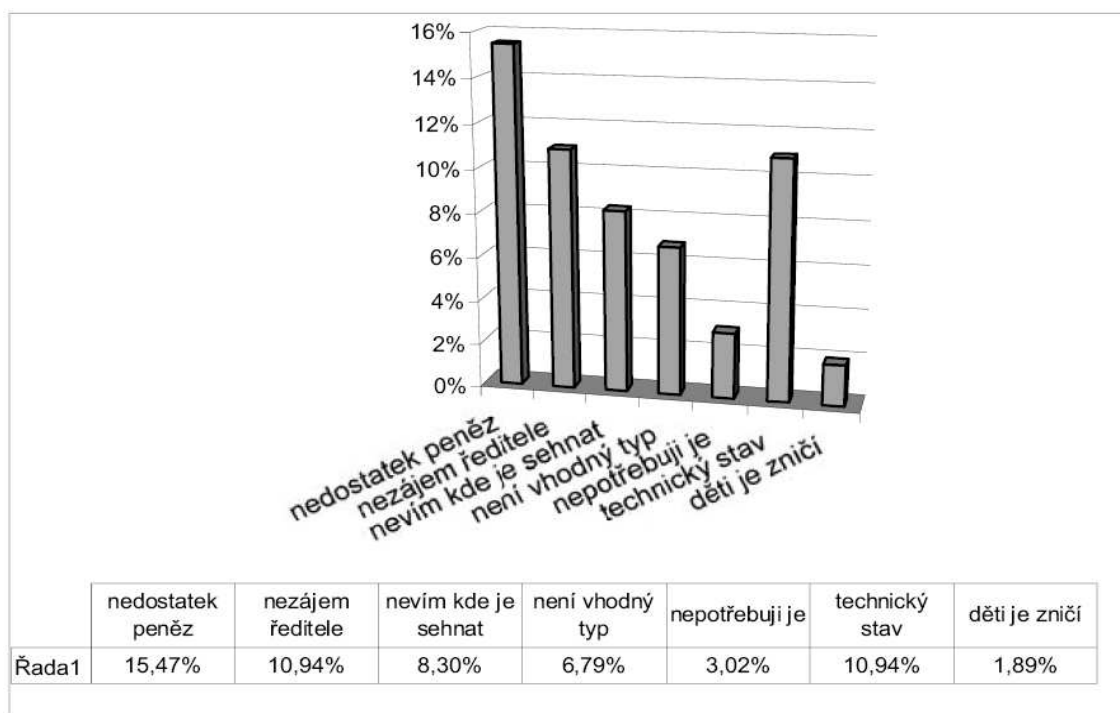
Faktor RVP ZV – ŠVP bohužel ukazuje, že někteří učitelé předmětu Praktické činnosti a dokonce i ředitelé škol neznají RVP ZV příliš dobře, protože uvádějí, že se pro elektronické stavebnice v těchto kurikulárních dokumentech vůbec nenašlo místo a přitom jsou výslovně uvedeny jako učivo v tematickém okruhu Design a konstruování. Na druhou stranu je třeba říci, že pokud škola nemá zájem tento tematický okruh vyučovat, pak jej vyučovat nemusí a žáci se tak s elektřinou setkají jen v hodinách fyziky. S tím úzce souvisí právě faktor zájmu učitele. Zde je zřejmé, že pokud je učitelem předmětu Praktické činnosti zapálený radioamatér, pak je také šance, že se do výuky zařadí tematický celek Design a konstruování, který bude zaměřen na elektrotechniku a činnosti spojené s elektronickými stavebnicemi. V této souvislosti bych rád poukázal na zahraniční aktivity, konkrétně na společný workshop žáků základní školy St. Andrews a Victoria University v Austrálii, kde žáci základní školy dostali příležitost postavit a ověřit funkčnost jednoduchého FM vysílače, a to pod vedením elektroinženýra Johna Chlonda a místopředsedy sdružení Young Engineers Australia ve státě Victoria Phillipa Vrettakise. Sdružení Young Engineers Australia si klade za cíl popularizovat technické vzdělání a obory na základních a středních školách [20]. Domnívám se, že obdobné aktivity by jistě zatraaktivily výuku také na našich školách.

Ze získaných odpovědí je patrný jeden velmi potěšující fakt. Totiž nejméně respondentů (pokud pominu odpovědi, ve kterých nedokázali respondenti žádný faktor konkrétně uvést) jako limitující faktor uvedlo nezáměr žáků. Z toho se dá usuzovat, že žáci by elektronické stavebnice ve výuce neodmítali, naopak z odpovědí bylo patrné, že je práce se stavebnicemi baví.

Podobný výzkum zpracoval a prezentoval Č. Serafín v [21]. Výzkum se týkal základních škol v Olomouckém kraji. Z výsledků výzkumu vyplývá, že elektrotechnické sta-

vebnice ve výuce používá 42,64 % základních škol. Z respondentů, kteří odpověděli, že elektrotechnické stavebnice při výuce nepoužívají, jich 25,66% uvedlo, že na škole elektrotechnické stavebnice vůbec nejsou.

Č. Serafín v [21] dále uvádí, že dle výsledků jeho výzkumu je nejčastějším důvodem nepoužívání elektrotechnických stavebnic ve výuce nedostatek finančních prostředků. Graf 11 znázorňuje hlavní příčiny nepoužívání elektrotechnických stavebnic ve výuce.

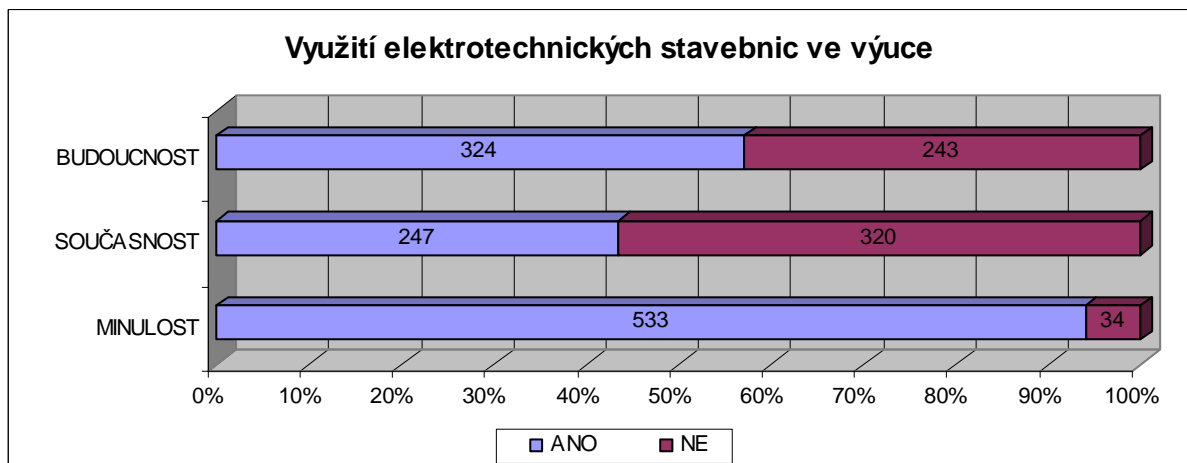


Graf 11 Hlavní příčiny nepoužívání elektrotechnických stavebnic ve výuce, převzato a upraveno z [21]

Jak je z grafů 10 a 11 patrné, otázka financí je tou zásadní, která ovlivňuje využívání elektronických stavebnic ve výuce jak v Jihočeském kraji, tak v Olomouckém kraji.

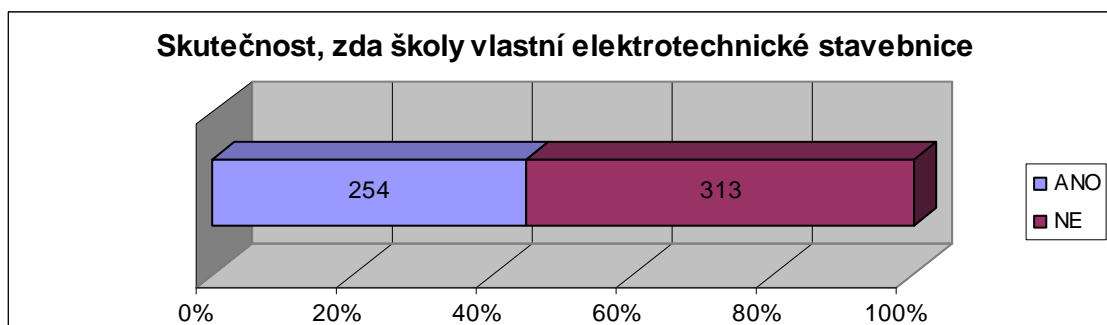
Č. Serafín se v [21] rovněž zabýval otázkou, kolik žáků základních škol nastupuje na střední průmyslovou školu elektrotechnickou nebo do učňovského oboru zaměřeného na elektrotechniku v závislosti na tom, zda na základní škole používají elektrotechnické stavebnice nebo ne. Zjistil, že rozdíl byl necelé 4% ve prospěch základních škol, na kterých elektrotechnické stavebnice používají. Nepodařilo se tedy zcela jednoznačně prokázat souvislost mezi používáním elektrostavebnic a budoucí volbou povolání.

Rovněž J. Dostál věnoval část své práce [11] výsledkům výzkumu aktuálního stavu využívání elektrotechnických stavebnic ve výuce na základních školách. Do svého výzkumu zařadil vzorek 567 škol z celé ČR. J. Dostál např. uvádí trendy ve využívání elektrotechnických stavebnic ve výuce. Jak je patrné z grafu 12, v minulosti byly elektrotechnické stavebnice využívány ve výuce v daleko větší míře než je tomu v současnosti. Výhled do budoucna ukazuje, že se předpokládá využití elektrotechnických stavebnic ve větší míře, než je tomu v současnosti. Bohužel stále je patrné, že i v budoucnu se počítá s menším využíváním elektrotechnických stavebnic, než tomu bylo v minulosti. Domnívám se, že je to zapříčiněno především RVP ZV, protože jak již bylo uvedeno výše, předchůdce RVP ZV, kterým byl VP ZŠ, zahrnoval tematický celek Elektrotechnika kolem nás (včetně učebnic určených právě pro tento tematický celek) a ještě dříve zahrnovala učebnice pracovního vyučování pro technické práce v 8. ročníku základních škol kapitoly Elektrotechnické práce a Elektronika a automatizace [22].



Graf 12 Trendy ve využívání elektrotechnických stavebnic, převzato a upraveno z [11]

Zde je dobré se pozastavit nad otázkou, zda školy, které uvedly že elektrotechnické stavebnice ve výuce nepoužívají, tyto stavebnice vůbec nevlastní nebo je vlastní a jejich nevyužívání je dáno jinými aspekty.



Graf 13 Skutečnost, zda školy vlastní elektrotechnické stavebnice či nikoli, převzato a upraveno z [11]

Z obrázku vyplývá, že jsou školy, které sice elektrotechnické stavebnice vlastní, ale při výuce je nepoužívají. Důvodů může být několik, např. špatný technický stav stavebnic, nezájem žáků, nezájem učitelů (viz grafy 10 a 11).

5.4 Přínos využívání elektronických stavebnic v edukačním procesu

Přínos využívání elektronických stavebnic v edukačním procesu na základní škole (ale ne jen tam) je dle mého názoru značný a odpovídá naplňování klíčových kompetencí dle RVP ZV, uvedených v kapitole 5.2 a charakteru technické výchovy v obecné rovině uvedené v kapitole 5.1.

Rozvoj vědomostí

Elektronické stavebnice přispívají k vytváření a trvalému osvojení vědomostí. Charakteristické pro činnosti s elektronickou stavebnicí je objevování nových poznatků samotnými žáky na základě vlastní aktivní práce, při níž zároveň dochází k podstatnému upevňování získaných vědomostí. V [11] je uveden příklad, kdy žák na základě vlastního experimentování získá a upevní si své vědomosti o podstatě funkce pojistky, či jističe a tyto vědomosti je pak schopen využít v dalším vzdělávání i v běžném životě. Když žáci

řeší zajímavou úlohu s využitím elektronické stavebnice, dokáží si trvale zapamatovat více poznatků, než když je jejich úkolem jen samotné zapamatování těchto poznatků. Jen samotné vědomosti však nestačí a je potřeba vytvořit také patřičné dovednosti, aby žák dokázal, v našem případě přetavenou pojistku či spadlý jistič vyměnit či znovu zapnout, aby dokázal nejen zjistit, že nastala porucha, ale aby tuto poruchu byl schopen také odstranit.

Rozvoj dovedností

Samotné zapamatování faktů a jejich pouhá reprodukce by neměla být cílem výuky obecně, tím méně výuky technických předmětů. Žák se musí naučit praktickému využití vědomostí a vykonávání pracovních činností. Elektronické stavebnice umožňují žákům aktivní práci, mohou manipulovat s jednotlivými prvky stavebnice za současného využití osvojených vědomostí, což má zásadní význam pro vytváření dovedností. Dovednost můžeme chápat jako učení získanou dispozici ke správnému, rychlému a úspornému plnění určitého úkolu konáním určité činnosti vhodnou metodou [11].

To, že žák ví, jak zapojit určitý obvod a dokáže si vybavit jeho schéma zapojení, ještě neznamená, že jej dokáže také prakticky zrealizovat. Vedle osvojených vědomostí je nutné rozvíjet také dovednosti. Práce s elektronickými stavebnicemi rozvíjí dovednosti ve čtení a kreslení elektrotechnické dokumentace (schémat a náčrtů), dovednosti v navrhování pracovních postupů, senzomotorické dovednosti, dovednosti v měření a kontrolování zapojení obvodů, dovednosti ve zjišťování závad a jejich příčin a v návrhu opatření jejich odstranění a dovednosti konstrukční a technologicko-organizační [11].

Rozvoj technické tvořivosti

S elektronickými stavebnicemi lze ve výuce rozvíjet technickou tvořivost žáků, ovšem záleží na přístupu učitele, jak žáky ve výuce vede k jejich využívání. I elektronické stavebnice lze využívat netvořivě. Především na začátku výukového procesu, kdy se nejprve zpravidla plní typové úlohy kopírováním schémat. V takovém případě lze činnost žáků považovat za netvořivou [11].

Cílem technické tvořivosti je vytvoření nového produktu, kterým může být nový poznatek, materiální výtvar, nová vlastnost nebo nový způsob konání. Tvořivý žák musí umět proniknout k podstatě věci, k pochopení principu [11].

Výchova k zájmové činnosti žáků a k volbě povolání

Mimo školní vyučování je žádoucí zabývat se také zájmovou činností žáků, protože některé obory elektrotechniky, např. radioelektronika patří mezi výrazné zájmové oblasti a je možné se často setkávat s elektrotechnickými, různě zaměřenými zájmovými kroužky. Možnost ovlivňování využití volného času dětí a mládeže v době mimo vyučování je důležitou oblastí výchovného působení. V rámci zájmové činnosti žáků pod vedením pedagoga je možné diagnostikovat a efektivně rozvíjet jejich specifické zájmy a schopnosti a je zde daleko větší prostor pro uplatňování individuálního přístup k dítěti, než by tomu bylo možné při běžné výuce. Zájmová pracovní a technická tvořivost a aktivita učí děti technicky myslet a tvořit.

O zájmovou činnost se v ČR starají především Domy dětí a mládeže (DDM). V Jihočeském kraji jich je 11, z toho některé mají další pobočky v menších městech [23]. Z těchto 11 DDM mělo ve své nabídce pro školní rok 2011/2012 elektrotechnické kroužky 7 DDM. Elektrotechnické kroužky neměly v nabídce DDM Tábor, DDM Český Krumlov, DDM Jindřichův Hradec a DDM Kaplice. Především u okresních měst je toto zjištění závažnější.

Činnosti žáků s elektronickými stavebnicemi, ať už ve školním nebo mimoškolním prostředí, přispívají také k poznávání povolání elektrotechnického směru. Činnosti, při kte-

rých žáci provádějí montážní a demontážní práce, lze chápat jako modelování skutečné práce v zaměstnání. Žák tak má možnost lépe poznat přibližnou podstatu příslušného povolání, o které by mohl jevit zájem. Cílem je zefektivnění výběru a volby budoucího povolání v souladu s možnostmi a individuálními předpoklady žáka se zřetelem na společenskou poptávku [11].

Vnášení herních aktivit do edukačního procesu

Elektronické stavebnice jsou bezesporu prostředkem, který umožňuje vnášet herní aktivity do edukačního procesu a tím vytvořit pro žáky mnohem atraktivnější a přirozenější edukační prostředí a podmínky. Je ovšem potřeba zásadně rozlišit činnosti jako je hraní a řízené učení, protože také elektronické stavebnice jsou pro tyto činnosti odlišné. Učební a pracovní činnosti se od hry liší především tím, že v nich jde o plnění určitých povinností, kdežto při hře jde pouze o zábavu. V optimálním případě se učební a pracovní činnosti vyvíjejí z dětských her a mají charakteristiku herních, silně motivovaných a uspokojujících činností [11].

Technický experiment ve výuce

Jedním z úkolů výuky technické výchovy je umožnit žákům seznámení se základními praktickými postupy a metodami práce v příslušném oboru techniky. Do této oblasti lze zařadit také experimentální činnost žáků ve výuce. Experiment je jednou ze základních poznávacích metod a lze jej definovat jako záměrně vyvolaný proces v relativně přesně kontrolovaných podmínkách, který slouží k získávání nebo ověřování zkušeností, poznatků, vědeckých teorií a hypotéz. Experimentální činnost žáků s elektronickými stavebnicemi lze považovat za činnost komplexního charakteru. Nestačí zde pouze zapamatované vědomosti, žáci zde musí uplatnit i praktické dovednosti a návyky (analyzovat zadání a požadavky na funkci elektrického obvodu, vybrat potřebné součástky, navrhnout schéma zapojení, vytvořit technickou dokumentaci, realizovat elektrický obvod, provést funkční zkoušky, změřit fyzikální veličiny a zpracovat výsledky do protokolu). Experimentální činnost rovněž vytváří prostor pro rozvoj užívání správné technické terminologie, což je důležitý prvek technické výchovy [11].

Neméně důležité jsou podle [11] také výchovné aspekty technického experimentu, a to především tyto:

- Rozvíjí samostatnou a tvořivou činnost a logické myšlení.
- Žák získá přesné vědeckotechnické představy o objektu či jevu.
- Rozvíjí pozitivní a realistické postoje žáků k praxi a technice.
- Rozvíjí vyjadřovací schopnosti žáků, žáci se učí vystihovat podstatu věci.
- Umožňuje odhalování zákonitostí, verifikaci teorie, poznání na vyšším stupni.

Technický experiment využívá všechny matematické, fyzikální, chemické, technické, ekonomické, sociální a ekologické poznatky a tím vytváří velmi žádoucí mezipředmětové vazby, podporuje rozvoj technických zájmů a směřuje pozornost a zájem žáků na technické novinky, čímž podporuje jejich zájem o sledování technického pokroku a využívání nových technologií [11].

6 Elektronická stavebnice v systému didaktických prostředků

Jestliže hovořím o elektronické stavebnici jako o didaktickém prostředku, je třeba si tento pojem více přiblížit. Didaktickým prostředkem je vše, co učitel a žáci mohou využít k dosažení výukového cíle [24]. Pod pojmem didaktický prostředek si lze představit např. metodu výuky, vyučovací formu, didaktickou zásadu, ale také třeba školní tabuli, učebnici, učební prostor apod. Svým charakterem jsou jednotlivé didaktické prostředky rozdílné, a proto je lze následně dělit na didaktické prostředky nemateriální (sem bych zařadil metody výuky, vyučovací formy, ...) a na didaktické prostředky materiální (to jsou právě ty učebnice, tabule, ...). Podle [24] dále vyplývá funkce didaktických prostředků materiálních ze skutečnosti, že 80% informací získáváme zrakem, 12% informací získáváme sluchem, 5% informací získáváme hmatem a 3% informací získáváme ostatními smysly. Tomuto však neodpovídá zapojení smyslů žáků v našich školách, kde 12% informací získávají zrakem, 80% informací je získávají sluchem, 5% informací získávají hmatem a 3% informací získávají ostatními smysly. Z tohoto pohledu je jistě zajímavé staré čínské přísloví, které říká, že vidět znamená zapomenout, vidět a slyšet znamená znát, vidět, slyšet a dělat znamená umět viz [24]. Ale není potřeba chodit až do Číny, stačí si připomenout našeho J. A. Komenského a některé jeho didaktické zásady ve kterých říká, že vše je třeba se učit vlastními smysly a rozmanitě nebo to, co se musíme naučit, ať se učíme vlastní prací. Jednoduše se dá říct, že čím více smyslů žák zapojí do poznávacího procesu, tím trvalejší budou jeho získané vědomosti.

Elektronické stavebnice se tedy svým charakterem řadí mezi didaktické prostředky materiální. Ovšem i tato klasifikace je značně obecná a zaslouží si proto další rozbor.

6.1 Klasifikace didaktických prostředků materiálních

Následující klasifikace materiálních didaktických prostředků je převzata z [25] a poslouží k přesnému zařazení elektronické stavebnice do systému didaktických prostředků.

I. Učební pomůcky

1. Originální předměty a reálné skutečnosti

- a) přírodniny - v původním stavu (minerály, rostliny)
- upravené (vycpaniny, lihové preparáty)
- b) výtvořky a výrobky - v původním stavu (vzorky výrobků, přístroje, umělecká díla)
- c) jevy a děje - fyzikální, chemické, biologické, aj.

2. Zobrazení a znázornění předmětů a skutečností

- a) modely - statické, funkční, stavebnicové
- b) zobrazení – prezentované přímo (školní obrazy, fotografie, mapy)
– prezentované pomocí didaktické techniky (statické, dynamické)
- c) zvukové záznamy – magnetické, optické

3. Textové pomůcky

- a) učebnice – klasické, programované
- b) pracovní materiály – pracovní sešity, studijní návody, sbírky úloh, tabulky, atlasy
- c) doplňková a pomocná literatura – časopisy, encyklopedie

4. Pořady a programy prezentované didaktickou technikou

- a) pořady – diafonové, rozhlasové, televizní
- b) programy – pro vyučovací stroje, výukové soustavy či počítače

5. Speciální pomůcky

- žákovské experimentální soupravy
- pomůcky pro tělesnou výchovu

II. Technické výukové prostředky

1. Auditivní technika

- magnetofony
- gramofony
- školní rozhlas
- FM přijímač
- sluchátková souprava
- CD přehrávače
- MP3 přehrávače

2. Vizuální technika

- pro diaprojekci
- pro zpětnou projekci
- pro dynamickou projekci

3. Audiovizuální technika

- pro projekci diafonu
- filmové projekty
- videorekordéry
- videotechnika, televizní technika
- multimediální systémy na bázi počítačů

4. Technika řídicí a hodnotící

- zpětnovazební systémy
- výukové počítačové systémy
- osobní počítače
- тренаžéry

III. Organizační a reprografická technika

- fotolaboratoře
- kopírovací a rozmnožovací stroje
- rozhlasová studia
- video studia
- počítače a počítačové sítě
- databázové systémy

IV. Výukové prostory a jejich vybavení

- učebny se standardním vybavením
- učebny se zařízením pro reprodukci audiovizuálních pomůcek
- odborné učebny
- počítačové učebny
- laboratoře
- dílny, školní pozemky
- tělocvičny, hudební a dramatické sály

V. Vybavení učitele a žáka

- psací potřeby
- kreslicí a rýsovací potřeby
- kalkulátory, přenosné počítače
- cvičební úbor, pracovní oděv

Dle této poměrně již podrobné klasifikace lze elektronické stavebnice zařadit mezi učební pomůcky.

Například [26] uvádí, že elektrotechnické stavebnice se jako učební pomůcky vyznačují těsností svého vztahu k obsahu výuky a v procesu výuky působí na učební činnost žáka přímo svými didaktickými funkcemi. Zařazení elektrotechnických stavebnic do klasifikace učebních pomůcek pak může být následující:

1. **Originální předměty a reálné skutečnosti** – výtvary a výrobky (jsou součástí elektrotechnických stavebnic, např. motůrky, integrované obvody, jednotlivé elektronické součástky, měřicí přístroje, apod.)
2. **Zobrazení a znázornění předmětů a skutečností** – modely a zobrazení (model vodní nebo větrné elektrárny, schéma zapojení obvodu, atd.)
3. **Textové pomůcky** – pracovní materiály (návody na sestavení obvodů)
4. **Pořady a programy prezentované didaktickou technikou** – programy (vizualizační software spolupracující se stavebnicí)
5. **Speciální pomůcky** – žákovské experimentální soupravy (to jsou v podstatě konkrétní typy elektrotechnických stavebnic)

6.2 Klasifikace elektronických stavebnic

Vyučování lze chápat jako soubor zásad sloužících pro stanovení cílů a úkolů vyučování, jeho obsahu a metod. Z těchto zásad vychází koncepce učebnic, metodických příruček i učebních pomůcek. Protože elektronické stavebnice řadíme mezi učební pomůcky – materiálně didaktické prostředky výuky, musí splňovat určité didaktické zásady ve vzta-

hu k výuce. Tyto didaktické zásady byly formulovány postupně na základě zobecňování zkušeností učitelů vycházející již z pojetí J. A. Komenského. V současnosti se lze setkat se dvěma termíny, které byly v minulosti ztotožňovány, jsou to pedagogické principy a didaktické zásady. Podle [26] představují didaktické zásady hierarchický systém tvořený obecnými didaktickými zásadami (nejobecnější pak přechází v principy) a specifickými didaktickými zásadami (uplatňují se především ve vzdělávání dospělých).

O pedagogických principech hovoří [27], ale např. [25] a [26] hovoří ve stejných souvislostech o didaktických zásadách. Za pedagogické principy se podle [27] považují:

Princip vědeckosti – vyžaduje, aby vyučování bylo po všech stránkách na vědecké úrovni, předávání vědeckých poznatků za využití badatelské práce žáků je samozřejmě dáno přístupem pedagoga.

Princip spojení teorie s praxí – polytechnické vzdělání je založeno na tomto principu a elektronické stavebnice mu napomáhají.

Podrobnější rozpracování těchto principů ve vyučovacím procesu pak lze klasifikovat jako didaktické zásady (zásada uvědomělosti a aktivity, zásada názornosti, zásada přiměřenosti, zásada soustavnosti a zásada trvalosti). Zde je třeba poznamenat, že mnozí jiní autoři, např. [25] nebo [26], nehovoří v této souvislosti o principu vědeckosti nebo principu spojení teorie s praxí, ale hovoří o zásadách (vědeckosti a spojení teorie s praxí).

Jak dále uvádí [27], kromě principů a zásad se uplatňují při práci s elektronickými stavebnicemi ve výuce ještě další tři základní předpoklady:

1. osobnost učitele
2. předpoklady žáka
3. materiální a organizační zabezpečení

Současný vývoj učebních pomůcek směřuje k postupnému vytváření komplexního komunikačního systému v praktické výuce, jehož prostřednictvím se realizuje rychlejší a snazší interakce člověka a techniky.

Podle [27] může každá učební pomůcka navodit dynamiku poznávacího procesu ve spojení s didaktickou činností a může také různou měrou působit na emocionální a volní sféru rozvoje osobnosti žáka. Celou řadu názorných prostředků lze žákům přiblížit přímo v objektech při praktickém vyučování, někdy však také zprostředkovaně pomocí učebních pomůcek, jakou je třeba elektronická stavebnice.

Ve výukovém procesu jsou elektronické stavebnice využívány jako prostředek k dosažení výukových cílů, dochází tak k interakci mezi učitelem, žákem a elektronickou stavebnicí, realizovanou různými způsoby např. verbálně, neverbálně, prací apod. Vhodnou aplikací a využitím edukačního potenciálu elektronické stavebnice se výuka stává efektivnější, ale samotná elektronická stavebnice samozřejmě není zárukou efektivní výuky. Učební pomůcky obecně se vyznačují svým těsným vztahem k obsahu výuky. Ve vyučovacím procesu působí na učební činnosti žáka přímo svými didaktickými funkcemi. Jsou tak součástí přenosového kanálu mezi učitelem a žákem.

Podle [3] by se měl učitel při používání učebních pomůcek řídit následujícími zásadami, které však nemusí mít všeobecnou platnost:

- nepopisujeme slovem to, co je žákům z pomůcky zcela zřejmé
- podle druhu pomůcky zvolme takovou didaktickou techniku, aby se daná pomůcka použila co nejúčinnějším způsobem, bez zbytečných časových ztrát
- aktivizujeme žáky a snažme se o to, aby pokud možno sami získali co nejvíce

informací vložených do učební pomůcky

- usměrňujeme žákovu pozornost a jeho učení zamýšleným směrem vhodně zvoleným doprovodným slovem
- učební pomůcku žákům předkládáme až v době, kdy chceme zaměřit pozornost na dané učivo
- kde je potřeba zdůraznit složitost jevu, vzájemné vztahy a souvislosti, dynamiku procesu, ponechejme možnost pro dotváření pomůcky během výkladu
- přenosový kanál volme podle požadavku na efektivnost přenosu informací a interakce mezi učitelem a žákem, ale i z hlediska hygieny duševní práce

Elektronické stavebnice jsou vítanou učební pomůckou při realizaci učiva o elektrotechnice a elektronice, která slouží ke zvýšení názornosti a usnadnění učení a napomáhá tak dosahování cílů technické výchovy v oblasti elektrotechniky a elektroniky. Toto učivo je samo o sobě pro žáky svým charakterem velmi abstraktní. Elektřina není vidět ani slyšet, nelze ji ochutnat ani cítit. Jediné, co lze, je pozorovat její účinky. Ty mohou být pak vnímány různými smysly. Elektronické stavebnice jsou takto vhodným prostředkem pro zvýšení názornosti výuky (naplňují didaktickou zásadu názornosti – viz výše) a tím také usnadňují proces učení. Jejich přínos je v podpoře a vytváření technické gramotnosti, technického myšlení, k rozvoji dovedností i technické tvořivosti [19].

V současnosti si snad ani nelze představit výuku bez učebních pomůcek. Použitím učebních pomůcek při realizaci výuky lze aplikovat ve vyučovacím procesu efektivnější výukové metody a výuka je tak pro žáky mnohem vhodnější a přínosnější, a to platí i pro učitele. Žáci a učitelé mohou tak dosahovat snadněji svých vytýčených cílů.

6.3 Funkce elektronických stavebnic

Funkce materiálních didaktických prostředků obecně shrnuje [24] do následujících bodů:

Funkce základní - funkce informační, funkce formativní, funkce instrumentální.

Funkce didaktické - plnění zásady názornosti a možnost vícekanálového vnímání informací, funkce motivační a stimulační, funkce racionalizační, funkce zpevňovací nově získaných informací jejich přiměřeným opakováním, funkce systematizační (obsah je v programu uspořádán tak, že dochází k jeho začleňování do soustavy dříve získaných poznatků, funkce kontrolní a řídicí.

Funkce ergonomické a řídicí - snižování podílu neproduktivních časů učitele i žáků, objektivizace zpětné vazby, zpětnovazebních informací a plné využití pro řízení výuky, individualizace regulací vlastního tempa učení podle stupně dispozic i okamžitého stavu psychiky.

Funkce elektronických stavebnic jako učební pomůcky můžeme podle [27] charakterizovat následujícím výčtem:

Funkce motivačně stimulační - elektronické stavebnice navozují vnitřní vztah žáka k učení, k řešení problémů a problémových situací podporujících tvořivé hledání, objevování a jednání. Mohou být zdrojem nových poznatků, na které pak může učitel navazovat při další výuce, a to nejen v předmětu Praktické činnosti, ale také

v předmětech Fyzika nebo Informatika.

Funkce informačně expoziční - elektronické stavebnice by měly kvalitně prezentovat obsahové a interpretační informace. Významným je jejich přínos znázorňování teorie. Elektronické stavebnice zprostředkovávají jevy a děje jinak těžko přístupné nebo nebezpečné a skutečnosti, které jsou pro lidské vnímání nedostupné a neznázornitelné.

Funkce procvičovací - elektronické stavebnice přispívají k procvičení a upevnění probraného učiva na nových příkladech a v nových souvislostech. Uplatní se při opakování a systematizaci učiva.

Funkce aplikační - elektronické stavebnice se uplatňují při aplikaci učiva do praxe, při ověřování získaných poznatků v praxi a při jejich zařazování do širších souvislostí. Elektronické stavebnice spojují školu s praxí.

Funkce kontrolní - kontrola je spjata s řídicí činností učitele. Pro učitele i žáka je důležitá zpětná vazba ve vyučovacím procesu. Elektronické stavebnice pomáhají při získávání, zpracování a včasné poskytování kvalitních zpětnovazebních informací učiteli i žákům.

Funkce komunikační - elektronické stavebnice vystupují při prezentaci učiva jako komunikační prostředek, vytvářejí předpoklady pro všestranné zkvalitnění tradiční formy výukové komunikace a pro realizaci její vyšší formy.

Funkce racionalizační - obecně tato funkce představuje souhrn organizačních a technických opatření vedoucích k co nejúčinnějšímu využití pracovní síly, výrobního zařízení, surovin a materiálů pro zvýšení produktivity práce. Při komplexní racionalizaci vyučovacího procesu mají elektronické stavebnice velký význam, protože poskytují široké možnosti využití. Elektronické stavebnice umožňují realizovat diferencovaný přístup k žákům a tím realizovat individualizaci výuky.

Proto, aby učební pomůcky mohly plnit výše zmíněné funkce, je potřeba, aby učitel dodržoval určité zásady práce s těmito učebními pomůckami. Tyto zásady samozřejmě platí nejen pro práci s elektronickými stavebnicemi, ale obecně se všemi učebními pomůckami.

- Je třeba ověřit a zajistit bezchybné fungování učebních pomůcek před samotnou výukou.
- Jedná-li se o zcela novou učební pomůcku, měl by se s ní učitel dokonale seznámit, a to jak po stránce funkčnosti, tak po stránce případné údržby.
- Učitel by měl s učebními pomůckami pracovat především z pohledu jejich funkčního začlenění do výuky. Je třeba si uvědomit, že využívání učebních pomůcek není cílem výuky, ale prostředkem výuky.
- Při práci s učebními pomůckami je třeba za všech okolností dbát na bezpečnost práce a ochranu zdraví.

7 Kategorizace elektronických stavebnic

Elektronické stavebnice prošly dlouhou cestou vývoje a tato cesta ještě z daleka není ukončena. Vždyť proto, aby elektronická stavebnice splňovala své funkce v edukačním procesu, musí její vlastnosti a konstrukční řešení reagovat na změny požadavků, které sebou přináší rozvoj edukačního procesu.

Jak je uvedeno v [3], lze elektronické stavebnice kategorizovat podle následujících kritérií:

- způsob využití ve výuce
- oblast určení
- úroveň vzdělání uživatele
- charakter elektrického proudu
- výrobce
- zaměření elektroniky
- typ uživatele
- umístění součástek
- typy spojů mezi prvky
- reálnost sestavování obvodů a součástek
- oblast aplikace
- možnost doplňování a rozšiřování součástkové základny

V [2] se uvádí další kategorie, podle které je možné elektronické stavebnice rozdělovat, a to:

- podle možnosti rozšiřování a doplňování součástkové základny

Způsob využití stavebnice ve výuce

Podle způsobu využití ve výuce dělíme elektronické stavebnice na:

- demonstrační
- žákovské (některé prameny hovoří o frontálních stavebnicích viz [2])

Oba typy stavebnic jsou ve výukovém procesu důležité a plní svou specifickou úlohu. Na obr. 12 je vlevo demonstrační stavebnice a vpravo žákovská stavebnice obě od rakouské firmy NTL.



Obr. 12 Vlevo demonstrační stavebnice, převzato a upraveno z [28] a vpravo žákovská stavebnice rakouského výrobce firmy NTL, převzato a upraveno z [29]

Demonstrační elektronické stavebnice jsou takové, které jsou vhodně uzpůsobeny pro demonstraci zapojovaných obvodů. Tuto demonstraci provádí především učitel, ale s výhodou lze zapojit také žáky, což je v mnoha ohledech považováno za žádoucí.

Optimální je, pokud je demonstrační stavebnice stejného typového provedení jako stavebnice, které používají žáci v lavicích. Jak dále uvádí [2], pro širší využitelnost je potřeba, aby demonstrační stavebnice měly k dispozici větší množství součástek a funkčních bloků než je tomu u odpovídajících stavebnic žákovských.

Demonstrační elektronické stavebnice by měly být přehledné a všechny prvky určené k zapojování by měly být dobře viditelné pro všechny žáky. Zpravidla jsou jednotlivé nosné prvky zapojovaných jednotek (kostky, destičky, ...) vhodně zvětšeny a k nim jsou uchyceny jednotlivé součástky. Nosné prvky obsahují rovněž vhodně zvětšené schématické značky daných součástek. Protože nelze zvětšit samotné součástky, žáci vnímají především schématické značky a ne součástky, které jsou malých rozměrů.

Z didaktického hlediska lze využití demonstrační elektronické stavebnice ve výuce považovat za velmi důležité.

Vzhledem k všestrannému rozvoji žáků je také žádoucí rozvoj jejich samostatné činnosti při vyučování, to platí obecně a v technicky zaměřených předmětech obzvláště. Takový požadavek je ovšem stěží splnitelný pouze s využitím demonstračních elektronických stavebnic. Demonstrační stavebnice se zpravidla ve výuce vyskytuje pouze v jednom exempláři. Proto jsou do výuky nasazovány žákovské (frontální) elektronické stavebnice. Tyto stavebnice se tak stávají přímými objekty aktivní činnosti žáků.

Vzhledem ke svému použití je třeba u těchto stavebnic zajistit co možná nejlepší odolnost proti poškození úmyslnému i neúmyslnému, a to jak mechanického, tak elektrického charakteru.

Oblast určení stavebnice

Elektronické stavebnice mohou obsahovat prvky pouze pro jednu oblast elektroniky nebo mohou zahrnovat více oblastí elektroniky, dělíme je tedy na:

- monotematické (jednooborové)
- polytematické (víceoborové)



Obr. 13 Monotematická stavebnice FM Radio a polytematická stavebnice ElectroLab, převzato a upraveno z [28]

Úroveň vzdělání uživatele

Elektronické stavebnice nejsou využívány jen na základních školách, ale využívají se také na středních a vysokých školách. Proto lze elektronické stavebnice rozdělit na stavebnice pro:

- základní vzdělávání
- středoškolské vzdělávání
- vysokoškolské vzdělávání

V [1] je uvedena ještě jedna kategorie:

- stavebnice pro předškolní vzdělávání

Charakter elektrického proudu

Elektrický proud je základní elektrotechnickou veličinou. Členění elektrotechniky na slaboproudou a silnoproudou je již dnes spíše historickou záležitostí. Málo kdy je možné pro svou složitost o nějakém elektrotechnickém zařízení jednoznačně říct, že se jedná o slaboproudou nebo silnoproudou. Přesto i v dnešní době je v edukační oblasti toto členění stále aktuální. Vždyť i jednotlivé elektrotechnické obory nesou názvy jako elektrikář – slaboproud, či elektrikář – silnoproud apod. Proto i elektrotechnické (elektronické) stavebnice lze rozdělit na stavebnice:

pro slaboproudou elektrotechniku (zde se často používá výraz elektronická stavebnice [1])

pro silnoproudou elektrotechniku (zde se používá výraz elektrotechnická stavebnice)

Další možné členění v rámci této kategorie nabízí [16], kde hovoří o slaboproudé elektrotechnice jako o **informační** a o silnoproudé elektrotechnice hovoří jako o **výkonové**. Toto členění používá také [14] ovšem s tím, že pojmy slaboproudá a silnoproudá elektrotechnika považuje již za historické a naopak pojmy informační a výkonová elektrotechnika za současné.

Jak uvádí [14], na základní škole se s ohledem na bezpečnost smí pracovat pouze se střídavým napětím do 12 V (hranici bezpečného střídavého proudu představuje hodnota 10 mA) nebo se stejnosměrným napětím do 25 V (hranici bezpečného stejnosměrného proudu představuje hodnota 25 mA). Tato bezpečná napětí se používají také na základních školách např. při práci s elektromontážními soupravami (obr. 14), které představují rozvod elektrické energie v domácnostech. Bezpečné hodnoty napětí a proudů nesmí být za žádných okolností překročeny.

Pokud hovořím o kategorizaci elektronických stavebnic podle charakteru elektrického proudu, bylo by možné zavést dělení na stavebnice pracující:

- se stejnosměrným proudem
- se střídavým proudem

V praxi se však takové dělení nepoužívá, protože elektronické stavebnice pracují jak se stejnosměrnými proudy, tak s proudy střídavými (co se týče zpracovávaných signálů) a napájení stavebnic je řešeno zpravidla pomocí baterií nebo pomocí zdrojů s usměrněným (stejnosměrným) výstupním proudem.



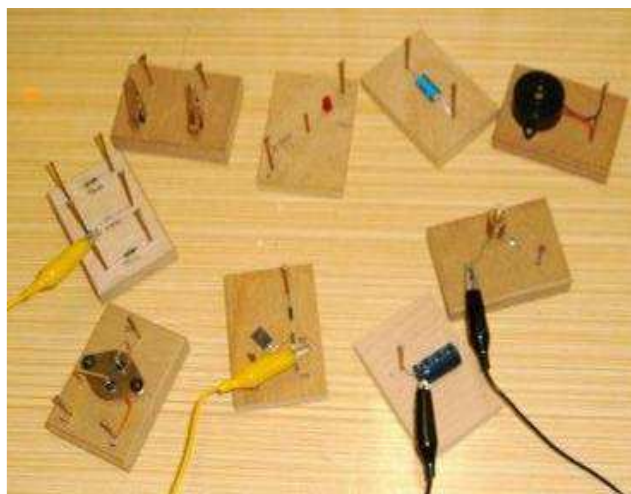
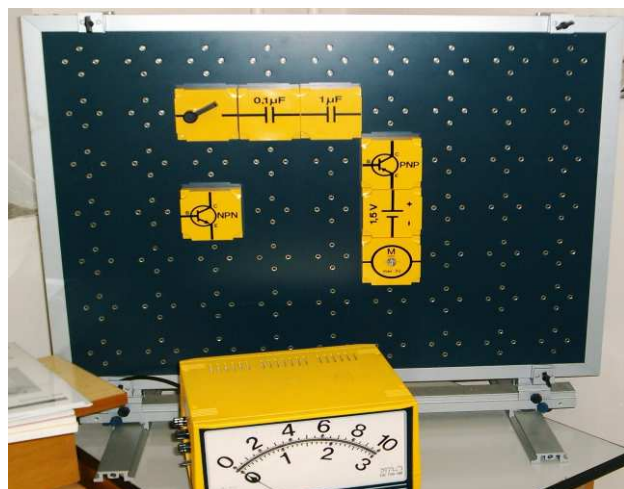
Obr. 14 Vlevo stavebnice pro slaboproudou elektrotechniku Propojovací pole 33 v 1 a vpravo stavebnice pro silnoproudou elektrotechniku Elektromontážní souprava, převzato a upraveno z [28]

Výrobce

Tato kategorie nerozděluje elektronické stavebnice podle konkrétních firem, které se zabývají jejich výrobou, ale dělí je podle toho, zda jsou vyrobeny profesionálně firmou nebo amatérsky, tj. zda jsou vyrobeny např. samotnou školou. Rozlišují se tedy elektronické stavebnice:

- profesionální
- amatérské

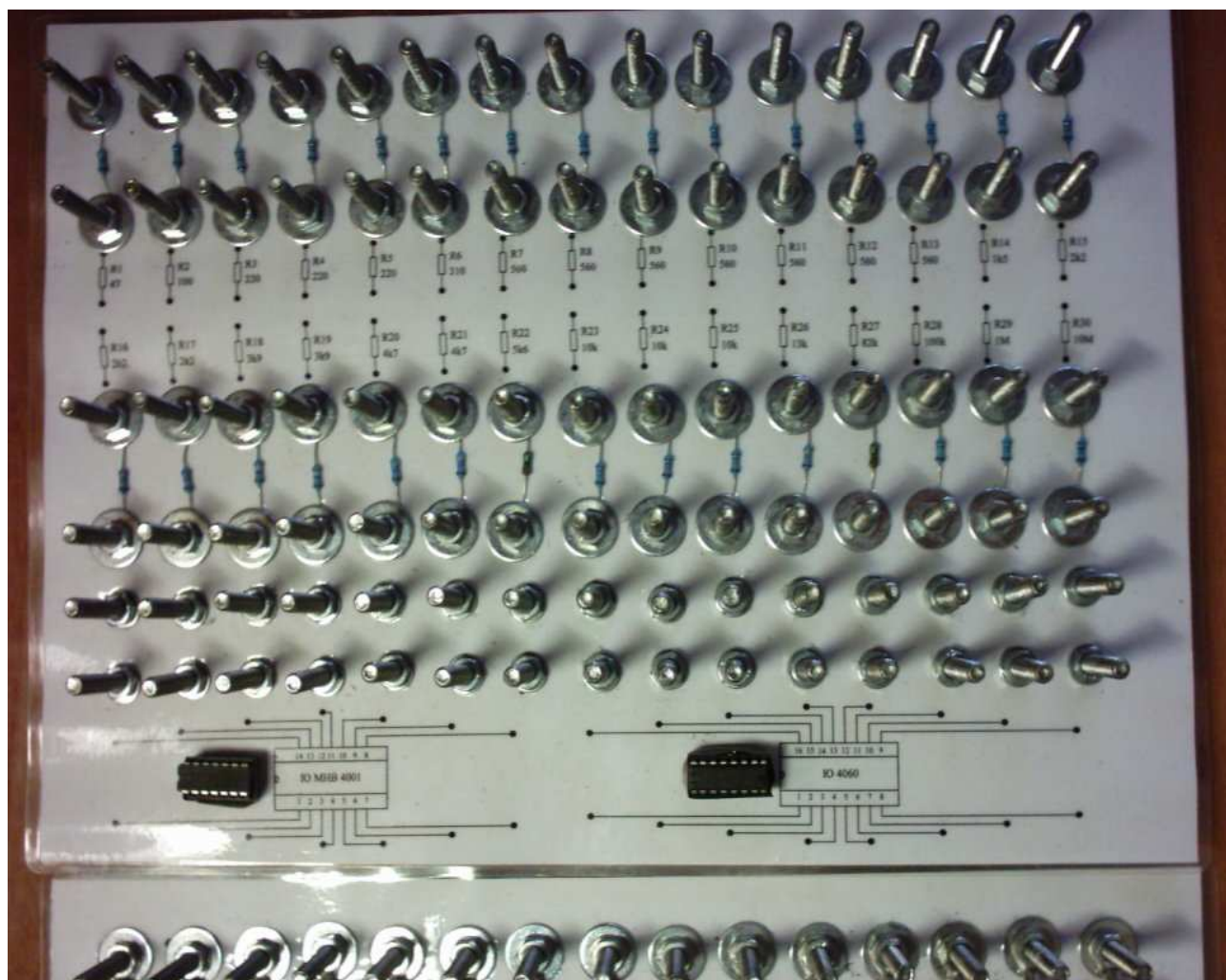
Elektronické stavebnice konstruované a vyrobené na profesionální úrovni vynikají zpravidla (ovšem i zde se najdou výjimky) kvalitním zpracováním, a to jak po technické stránce, tak po stránce estetické. Výrobce musí dodržovat platné normy a proto by tyto výrobky měly splňovat veškeré požadavky na bezpečnost práce a zdravotní nezávadnost použitých materiálů. Tyto vesměs pozitivní vlastnosti jsou ovšem vykoupeny mnohdy značnou cenou a takové stavebnice se pak pro školy stávají z finančních důvodů velmi těžko dostupné.



Obr. 15 Vlevo profesionální elektronická stavebnice DIDAKTIK a vpravo amatérská destičková elektronická stavebnice, převzato a upraveno z [28]

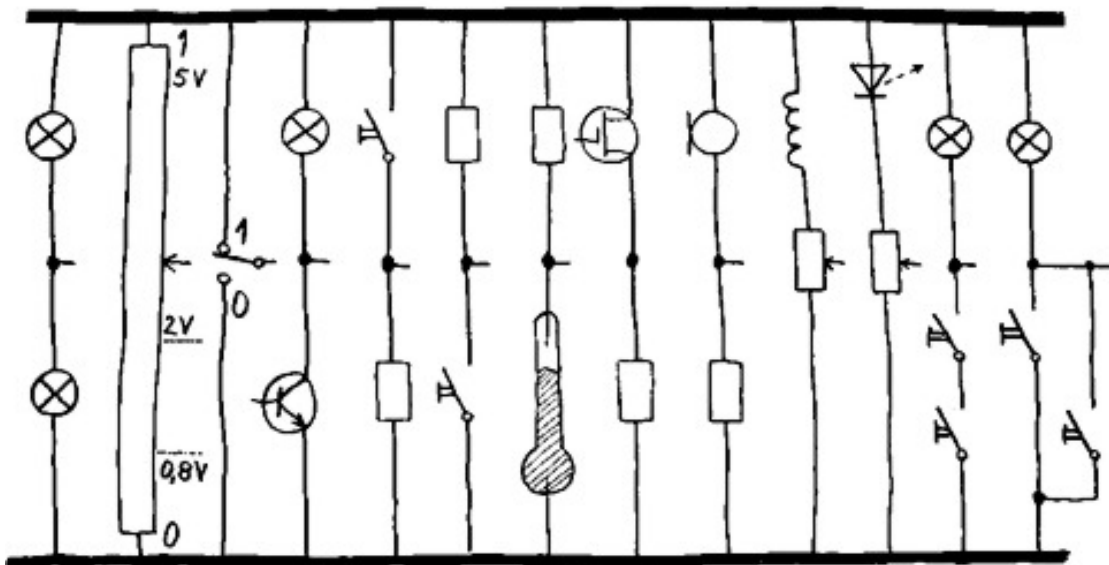
Některé školy přistoupily k řešení cenového problému elektronických stavebnic vlastní amatérskou výrobou. Takové amatérské stavebnice nemohou dosahovat estetické kvality profesionálních stavebnic, ale s ohledem na edukační proces mohou být do jejich výroby zapojeni sami žáci v rámci praktických činností. Rámcový vzdělávací program (RVP) pro základní školy ve vzdělávací oblasti Člověk a svět práce zahrnuje na 2. stupni také tematický okruh Design a konstruování. Velký důraz při amatérské výrobě elektronických stavebnic je ovšem třeba klást na bezpečnost, a to jak při samotné výrobě, tak při následném používání stavebnic.

Ovšem nejen školy, ale také jednotlivci (zpravidla učitelé) se pouští do vlastních návrhů a výroby elektronických stavebnic. Zajímavým počinem je například projekt elektronické stavebnice Logotronic autora M. Procházky [30]. M. Procházka uvádí, že tato stavebnice je určena především pro zájmové kroužky elektroniky, či pro výuku volitelných předmětů zahrnujících elektroniku, ale není vyloučeno její použití přímo při výuce předmětu Praktické činnosti. Cílovou skupinou uživatelů stavebnice jsou žáci ve věku 13 až 15 let. Na obr. 16 je detail integrovaných obvodů stavebnice Logotronic. Projekt obsahuje také pracovní listy pro výuku témat obsažených ve stavebnici (Tranzistor jako spínač, Tranzistor jako zesilovač, Tranzistorový kmitavý obvod, apod.) [30].



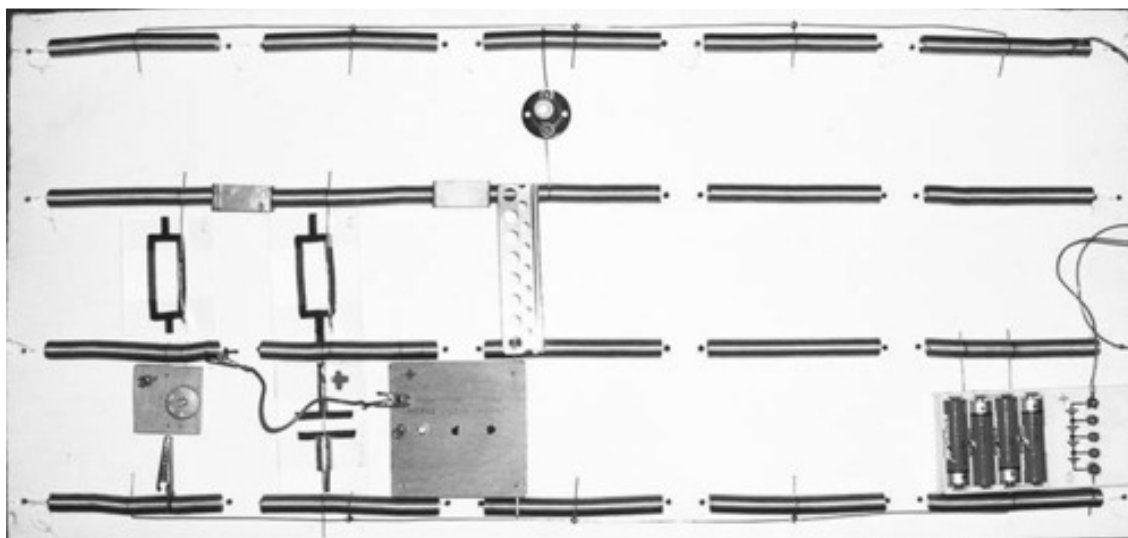
Obr. 16 Detail integrovaných obvodů stavebnice Logotronic, převzato a upraveno z [30]

Dalším počinem v oblasti návrhu a konstrukce elektronické stavebnice v amatérských podmínkách je Pružinová stavebnice O. Jandy, která vychází z myšlenky, že každý obvod lze chápat jako soustavu napěťových děličů. Na obr. 17 je uvedena celá řada příkladů částí různých elektrických obvodů, které si lze představit jako děliče napětí [31].



Obr. 17 Části elektrických obvodů, které je možno si představit jako děliče napětí, převzato a upraveno z [31]

Konkrétní realizaci obvodů lze provést na různě připravených deskách s pružinkami. Na obr. 18 je základní deska se čtyřmi řadami pružin, do kterých lze zasouvat jak jednotlivé součástky, tak i konkrétní moduly. Příkladem takového modulu může být univerzální zesilovač. Na vyobrazené desce je s tímto zesilovačem provedena konstrukce blikáče [31].



Obr. 18 Konstrukce blikáče realizovaná na základní desce s pružinkami, převzato a upraveno z [31]

Zaměření prezentované elektroniky

Elektronické stavebnice existují v mnoha provedeních. Elektronika je sama o sobě velmi členitý a neustále se rozvíjející obor, a proto kromě obecně zaměřených stavebnic lze tyto rozdělit podle jejich specifického zaměření na stavebnice z oborů:

- analogové techniky
- digitální techniky
- automobilové techniky

- mikroprocesorové techniky
- telekomunikační techniky
- měřicí a regulační techniky
- řídicí a automatizační techniky
- obecné elektroniky a elektrotechniky
- výroby a rozvodu elektrické energie
- elektrických strojů
- výkonové elektroniky
- elektroinstalace

V mnoha případech se ovšem typy stavebnic vzájemně prolínají a doplňují a jejich striktní kategorizace ani není možná.

Typ uživatele

Elektronické stavebnice lze také rozdělit do skupin podle typu uživatele, pro kterého jsou určeny. Zde se rozlišují kategorie:

- začátečníci
- pokročilí
- velmi pokročilí

Takto charakterizované stavebnice se liší především počtem součástek, ale také svou celkovou koncepcí.

Tuto kategorii lze doplnit ještě rozdělením stavebnic podle věku uživatele, které výrobci stavebnic často používají. Jako příklad lze uvést řadu stavebnic VOLTÍK [32]. Tato řada se skládá ze tří samostatných stavebnic:

VOLTÍK I (určena dětem od 6 let, umožňuje sestavit nejméně 35 elektronických modelů podle jednoduchých návodu, které jsou součástí stavebnice)

VOLTÍK II (určena dětem od 10 let, umožňuje sestavit 50 elektronických modelů podle návodu, které jsou součástí stavebnice)

VOLTÍK III (určena dětem od 12 let, umožňuje sestavit 50 digitálních modelů podle návodu, který je součástí stavebnice)

Na obr. 19 jsou zobrazeny všechny tři typy stavebnice řady VOLTÍK.



Obr. 19 Elektronické stavebnice řady VOLTÍK, převzato a upraveno z [32]

Umístění součástek

Osazení elektronických součástek u elektronické stavebnice je základním didaktickým aspektem. V zásadě rozlišujeme tři typy osazení elektronických součástek:

osazení na pevno – pevné osazení na základní nosnou desku (všechny součástky na jedné desce)

osazení na nosné prvky – součástky jsou umístěny např. na štítky, kostky, destičky apod. (jedna součástka = jeden nosný prvek)

volné součástky – součástky se zapojují v propojovacích polích

Jak je patrné z obr. 20, existují rovněž stavebnice (např. elektronická stavebnice TASK, 500 v 1 a další), které kombinují výše uvedené možnosti osazení elektronických součástek.

Každý z výše uvedených typů osazení má své přednosti a nedostatky. Osazení součástek na pevno neumožňuje doplňovat stavebnici o další nové prvky, vytváření elektrických obvodů se děje pomocí propojovacích vodičů a u složitějších obvodů je zapojení nepřehledné. Tuto nevýhodu lze odstranit použitím stavebnice s kombinovaným osazením elektronických součástek. Výhodou je, že se jednotlivé prvky (kromě propojovacích vodičů) nepoztrácí.

Osazení součástek na nosné prvky umožňuje větší variabilitu zapojování obvodů, lepší přehlednost i u složitějších obvodů, možnost doplňování nových modulů se součástkami. Nevýhodou může být delší doba při sestavování obvodů, protože součástky na modulech nejsou zpravidla tak přehledně umístěny v balení jako pevně osazené součástky na základnové desce.

Volné součástky umožňují bezprostřední kontakt žáků s reálnou elektronickou součástkou a v podstatě neomezenou variabilitu zapojení. Nevýhodou je, že zapojování takových součástek na kontaktním poli při realizaci složitějšího obvodu může být poměrně nepřehledné. Jednotlivé součástky lze velmi snadno poztrácet.



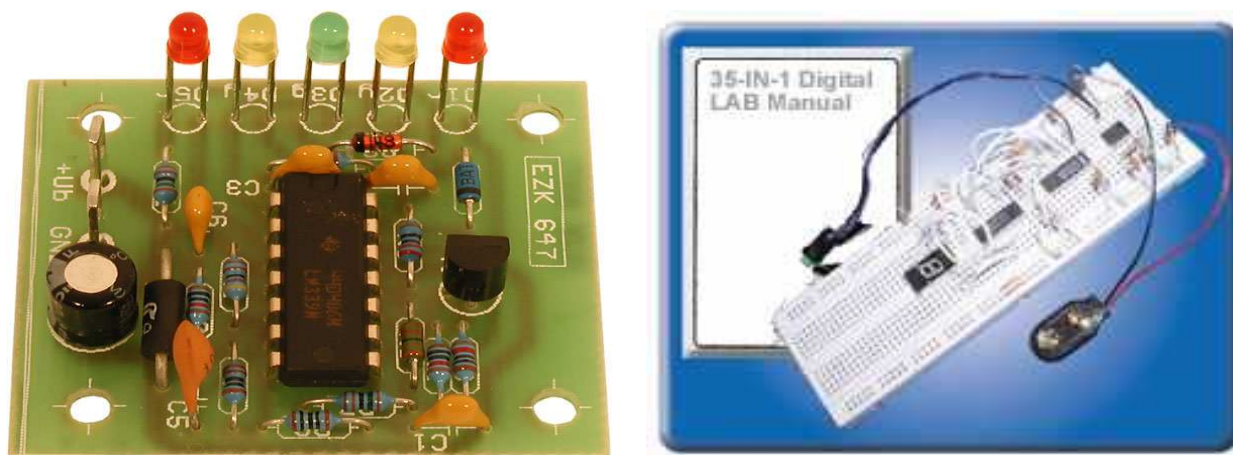
Obr. 20 Elektronická stavebnice TASK, převzato a upraveno z [28]

Typ spojů mezi prvky

Elektronické stavebnice lze v tomto případě dělit do dvou základních skupin:

- s nerozebíratelnými spoji
- s rozebíratelnými spoji

Pro nácvik zapojování elektrických obvodů jsou na základních školách používány prakticky výhradně stavebnice s rozebíratelnými spoji. Stavebnice s nerozebíratelnými spoji našly své uplatnění převážně v mimoškolním prostředí (doma, v zájmových kroužcích atd.).



Obr. 21 Vlevo příklad stavebnice s nerozebíratelnými spoji (Blikač), vpravo stavebnice s rozebíratelnými spoji (Propojovací pole 35 v 1), převzato a upraveno z [28]

Elektronické stavebnice s rozebíratelnými spoji je možné dále rozčlenit dle konstrukčního řešení spojů:

- s ovíjenými spoji
- s magnetickými spoji
- s pružinovými spoji
- se šroubovými spoji
- se zásuvkovými spoji

Jednotlivé typy spojů mají vliv na spolehlivost celé elektronické stavebnice.

Reálnost sestavování obvodů a užitých součástek

Elektronické stavebnice lze také klasifikovat podle toho, jakým způsobem se sestavuje elektrický obvod:

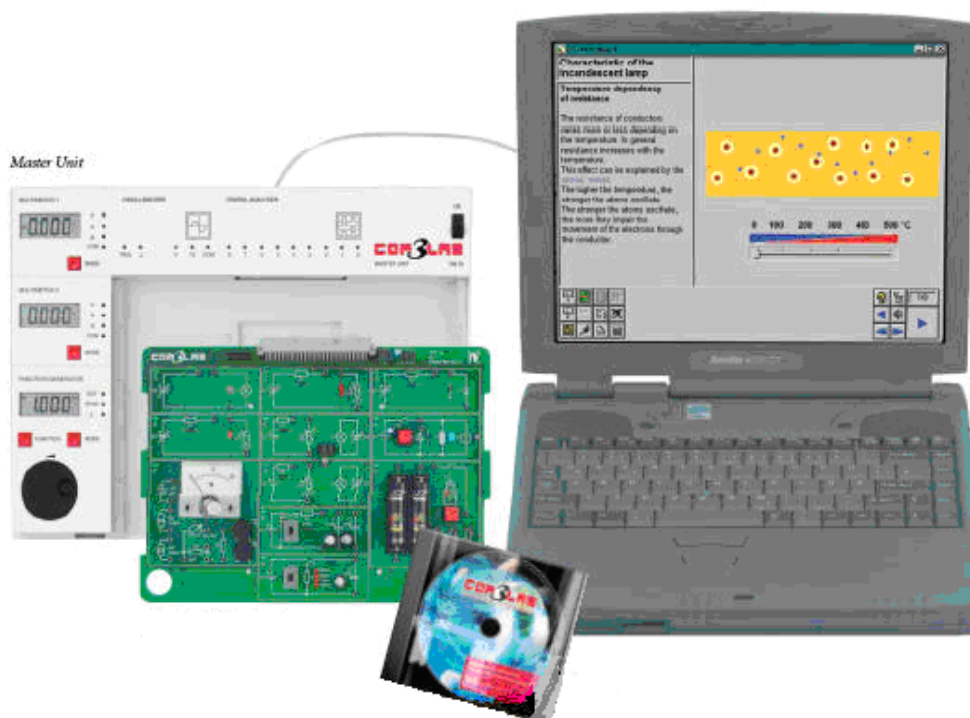
- fyzicky z reálných součástek
- simulovaně prostřednictvím počítače

Vzhledem k rychlému a neustálému rozvoji elektroniky je stále patrnější trend, kdy k řízení, ovládání, měření veličin či k regulaci různých systémů je využíváno počítačů. Na tento trend musí samozřejmě reagovat i edukační prostředí, jehož je elektronika v didakticky transformované podobě součástí. Do škol se tak dostávají elektronické stavebnice, které jsou určeny k propojení s počítačem a v mnoha případech dochází k nahrazování elektronické stavebnice jako takové počítačovým simulátorem.



Obr. 22 Stavebnice simulovaná počítačem (simulační program EDISON), převzato a upraveno z [28]

Propojení elektronické stavebnice s počítačem lze označit za přínosné, protože žáci díky tomuto spojení mohou získat řadu nových poznatků a dovedností. Zároveň se takovým propojením naplňuje požadavek mezipředmětových vztahů ve vzdělávacích oblastech Člověk a svět práce a Informační a komunikační technologie.



Obr. 23 Stavebnice COM 3 LAB – ukázka propojení fyzické stavebnice a počítače, převzato a upraveno z [28]

Problematické však je plné nahrazení fyzické elektronické stavebnice simulovaným prostředím počítače. V takovém případě chybí přímý kontakt žáka s jednotlivými elektronickými prvky, jsou tak kladeny větší nároky na abstraktní myšlení a představivost žáka. Za zmínku jistě stojí i fakt, že počítačová simulace bere v úvahu elektronické součástky s prakticky ideálními vlastnostmi, ty se ovšem v praxi nevyskytují a často se stává, že i velmi jednoduchý obvod (např. tranzistorový zesilovač) se na počítačovém simulátoru chová dle předpokladů, kdežto reálně sestavený obvod třeba vůbec nefunguje nebo nefunguje správně.

Oblast aplikace

Z hlediska oblasti aplikace a užití elektronických stavebnic lze rozdělit na stavebnice pro:

- obecně technické vzdělání
- profesní vzdělání
- volný čas

Možnost doplňování a rozšiřování součástkové základny

Dalším hlediskem třídění stavebnic je možnost jejich doplňování a rozšiřování z pohledu součástkové základny a z pohledu možnosti vytváření nových zapojení. Stavebnice pak jsou:

- s otevřeným systémem
- s uzavřeným systémem

8 Konstrukční řešení elektronických stavebnic

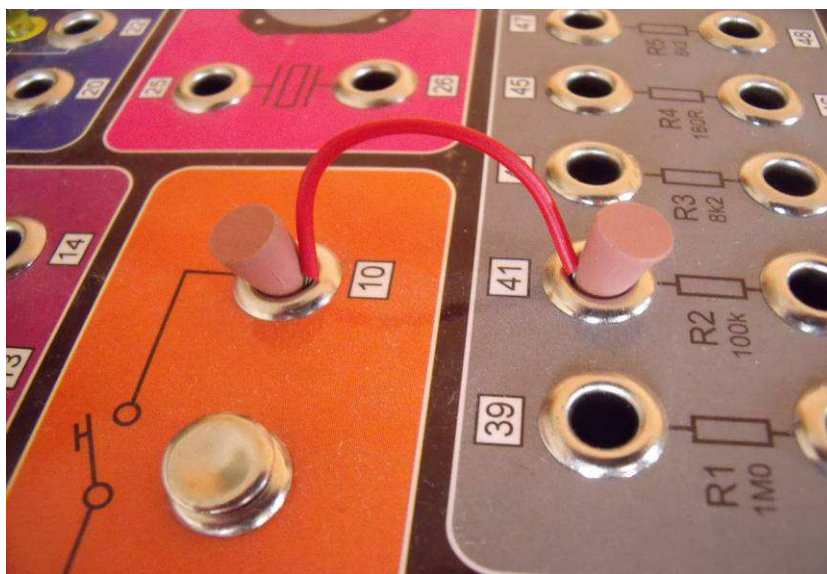
Konstrukční řešení jednotlivých typů elektronických stavebnic vychází z jejich kategorizace, přičemž každé konstrukční řešení má své technické, didaktické, estetické, ale také finanční aspekty. J. Dostál v [3] uvádí následujících pět konstrukčních trendů, kterými se ubírá současný vývoj elektronických stavebnic:

- stacionární součástkový soubor
- součástky na zapojovacích jednotkách
- propojovací pole
- pájené spoje
- simulace pomocí počítače

8.1 Stacionární součástkový soubor

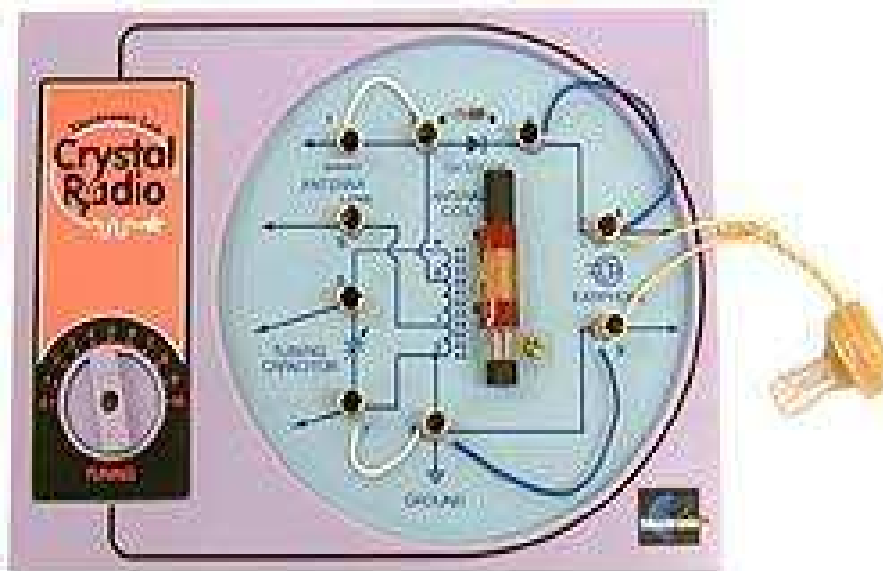
Tento trend je charakterizován pevným umístěním jednotlivých součástek na společné základně. Součástky jsou umístěny na základně zespoda nebo seshora a jsou vodičově připojeny k propojovacím kontaktům. Tyto kontakty jsou pak připevněny do základny, která je zpravidla ve formě desky a je vyrobena z nevodivého materiálu (plast, papír, apod.). Tato základnová deska je pak umístěna v krabici, kufříku nebo může být používána bez jakéhokoli „obalového“ materiálu. Z didaktického hlediska je optimální, aby žák při práci se stavebnicí viděl reálnou konkrétní elektronickou součástku, kterou zapojuje do obvodu a aby viděl zároveň její schematickou značku. Toho bohužel nelze dosáhnout, pokud jsou součástky umístěny pod základnou vyrobenou z neprůhledného materiálu. V takovém případě musí být kontakty příslušné součástky zřetelně a jednoznačně označeny na základnové desce schematickou značkou součástky. Velmi důležitou funkční částí stavebnice jsou propojovací kontakty, jejichž mechanické vlastnosti do značné míry ovlivňují kvalitu celé stavebnice. Možné způsoby jejich provedení jsou uvedeny v kapitole 6.9 Kategorizace podle typů spojů mezi prvky.

K propojování jednotlivých součástek při sestavování elektrického obvodu se používají vodiče, zpravidla ve formě lanka či drátu izolované bužírkou, které jsou na svých koncích odizolovány a k propojovacím kontaktům se připojují přímo (např. u pružinových kontaktů) nebo pomocí speciálních prostředků (např. gumové kolíčky viz obr. 24 detail stavebnice VOLTÍK II) nebo jsou opatřeny banánky, krokosvorkami či fastony pro přímé připojení ke kontaktům.



Obr. 24 Detail propojení elektronických součástek stavebnice VOLTÍK II

Elektronické součástky jsou zpravidla u tohoto konstrukčního řešení stavebnic umístěny na základnové desce v blocích. Každý blok obsahuje jeden typ součástek (např. jeden blok obsahuje rezistory, druhý blok obsahuje kondenzátory, třetí blok obsahuje tranzistory apod.). Blok může obsahovat také jen jednu součástku např. integrovaný obvod. Pro snazší orientaci bývají jednotlivé bloky barevně odlišeny. Jak uvádí [3], realizace elektrických obvodů u tohoto konstrukčního řešení stavebnic je pro žáky náročná, což je dáno podstatou stacionárního rozmístění součástek. Při sestavování obvodů prakticky vždy nastává situace, kdy dochází ke křížení vodičů, protože není možné součástky na základně přestavovat podle potřeb sestavovaných elektrických obvodů. Propojovací vodiče tak v závislosti na množství začnou vytvářet poměrně nepřehlednou zmeť „drátů“. Rušivým momentem při sestavování elektrických obvodů mohou být také „přebytečné“ součástky, které do konkrétního obvodu nezapojujeme, ale které také nemůžeme ze základny odstranit pro větší přehlednost. Toto sebou přináší zhoršení orientace žáků v zapojeném elektrickém obvodu a s tím spojené potíže při odhalování a odstraňování případných poruch a chyb v zapojení. Zástupcem tohoto konstrukčního typu stavebnic je např. sada stavebnic VOLTÍK I, VOLTÍK II a VOLTÍK III (viz obr. 19, str. 45). Druhým, méně obvyklým způsobem rozmístění součástek na základnové desce je uspořádání vzhledem k přehlednosti obvodu. Tento způsob se uplatňuje pouze u monotematických elektronických stavebnic [3].

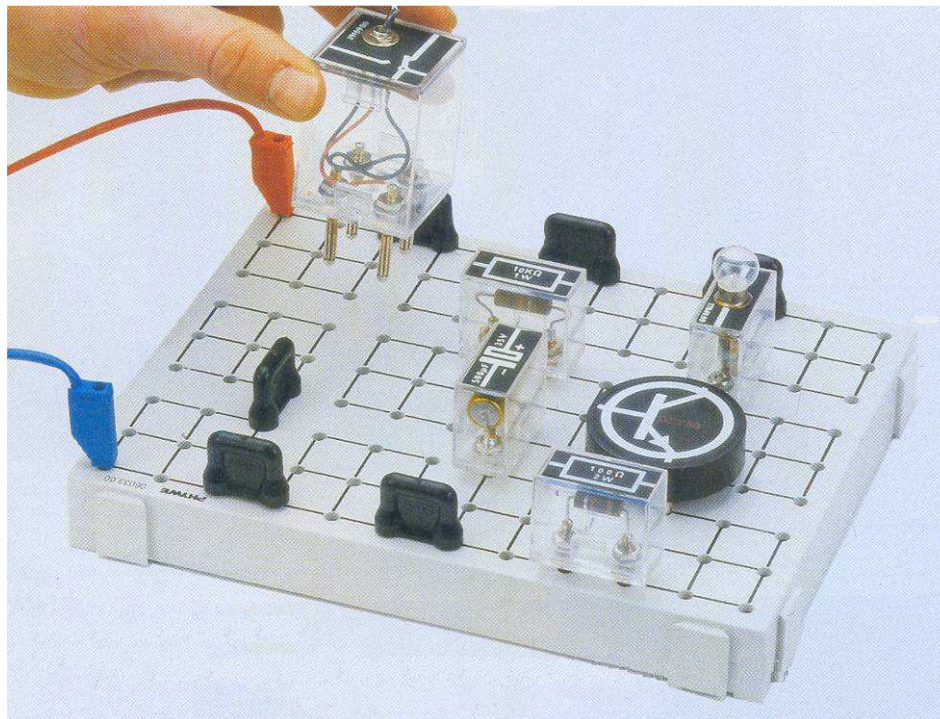


Obr. 25 Monotematická stavebnice Crystal Radio, převzato a upraveno z [28]

Podle [3] je důvodem pro výrobu těchto typů stavebnic je jejich cena. Při konfrontaci s edukačními požadavky nedochází ke shodě a jsou zde zřetelné rozpory. Tvůrci učebnic ve svých učebnicích [16] a [14] upozorňují na to, že zapojování obvodů je v takto konstrukčně řešených stavebnicích náročné a obtížně se hledají závady. Naopak jako pozitivum chápou to, že procvičí paměť, orientaci v zapojovaném obvodu a učí žáky soustředit se na práci. O. Janda [14] navíc uvádí, že tento typ stavebnic rozvíjí dovednost převádět obvodová schémata na schémata situační (při zapojování obvodu) a dovednost převádět schémata situační na schémata obvodová (při hledání závad a chyb v zapojení). Takové dovednosti ocení především budoucí konstruktéři či opraváři technických zařízení. Pro svou cenovou dostupnost a výše uvedené vlastnosti nacházejí uplatnění zejména při volnočasových aktivitách.

8.2 Součástky na zapojovacích jednotkách

Tento vývojový trend do značné míry odstraňuje nedostatky pevného uchycení součástek na základnové desce a proto jej [16] i [14] doporučují pro školské účely. Elektronické součástky jsou zpravidla připevněny na nosný materiál tvořený destičkou, kostkou či jiným modulem. Nosným materiálem je nejčastěji plast nebo dřevo. Zajímavým řešením je umístění elektronické součástky přímo do průhledného modulu (obr. 26).



Obr. 26 Součástky umístěné v průhledných plastových modulech – stavebnice německé firmy PHYWE, převzato a upraveno z [28]

Propojování jednotlivých elektronických součástek je možné pomocí vodičů mezi zapojovacími jednotkami nebo pomocí zasunutí kontaktu do předem propojených zásuvek v zapojovacím panelu. Obě možnosti jsou patrné z obr. 26.

Výhodou tohoto konstrukčního řešení je větší přehlednost zapojovaných obvodů a snazší možnost identifikace chyb v zapojení. To jsou podle [3], [16] i [14] vlastnosti, které jsou preferované u stavebnic pro školní použití. Rovněž je možné stavebnici připravit pro konkrétní výuku tím, že se odstraní „přebytečné“ součástky a žák jimi není při výuce rozptylován.

Samozřejmě jsou i nevýhody. Mezi ně patří náročnější výroba a z toho plynoucí vyšší cena. Opominout nelze ani ten fakt, že díky volnosti jednotlivých modulů se zvyšuje možnost jejich ztráty.

8.3 Propojovací pole

Při realizaci tohoto konstrukčního řešení stavebnice je kladen důraz na bezprostřední manipulaci s elektronickými součástkami. Tím se činnosti žáků při práci s takovou stavebnicí velmi přibližují skutečné praxi. Součástky nejsou uchyceny na žádných nosných prvcích a pro jejich propojování se používá tzv. propojovací pole jehož možné provedení je na obr. 27. Propojovací pole je tvořeno podle velikosti různým množstvím zásuvných kontaktů, do kterých se zasouvají jednotlivé součástky, jak je patrné na obr. 27. Určitá část těchto zásuvných kontaktů je vodivě propojena a proto je možné vzájemně propojovat jednotlivé součástky bez použití propojovacích vodičů. Při konstrukci složitějších obvodů se

však bez pomocných propojovacích vodičů nelze obejít.

Konstrukční řešení stavebnice ve formě propojovacího pole má výhodu v tom, že žák pracuje se skutečnými součástkami, jednotlivá propojovací pole lze vzájemně spojovat do větších celků, čímž se zajistí, že stavebnice „roste“ se svým žákem, s jeho znalostmi a dovednostmi. Součástková základna je u takovýchto stavebnic téměř neomezená. Rovněž cena takto řešené stavebnice je příznivá.

Určitou nevýhodou je, že při složitějších obvodech, kdy je nutné používat pomocné propojovací vodiče, se obvod stává méně přehledným. Rovněž žák nemá u součástky znázorněnu její schematickou značku. Také je třeba dbát zvýšené pozornosti a pečlivosti, aby v sestaveném obvodu nedošlo při práci s ním k nežádoucímu dotyku vývodů jednotlivých součástek, což by mohlo vést k chybnému fungování obvodu nebo dokonce ke zničení těchto součástek.



Obr. 27 Vlevo propojovací pole, vpravo detail zapojení součástek na propojovacím poli

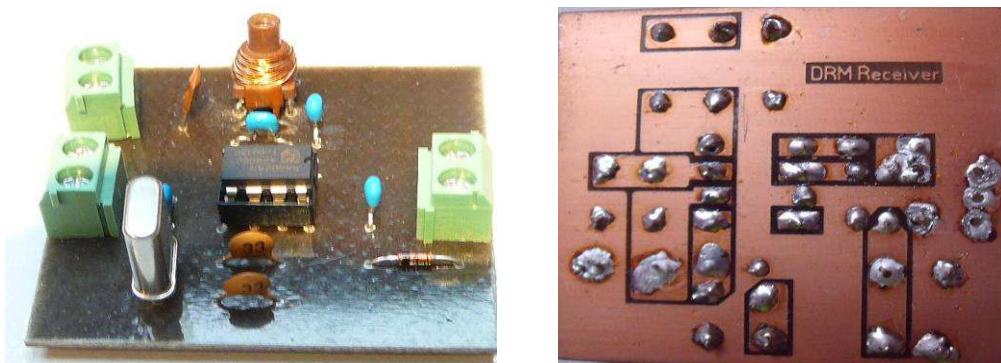
8.4 Pájené spoje

Toto konstrukční řešení elektronických stavebnic je charakteristické svou značnou blízkostí s elektrotechnickou praxí. Stejně jako u propojovacích polí žáci přímo manipulují se součástkami. Součástky se osazují na již předpřipravenou desku s plošnými spoji, která zajišťuje propojení jednotlivých součástek a tyto součástky se k plošnému spoji přidělávají pájením. Pájení je řazeno mezi nerozebíratelné spoje. Tímto svým charakterem jsou takto řešené stavebnice vhodné pro realizaci jednorázového výrobku.

Výhodou tohoto typu stavebnic je především to, že se žáci naučí pájet a dokonce je možné, aby se naučili realizovat plošné spoje. Bohužel, obě tyto činnosti spadají dnes prakticky výhradně do mimoškolní oblasti.

Za nevýhodu lze považovat možnost zničení součástek při pájení a jistou nevýhodou je jednorázovost obvodu, který je takovýmto typem stavebnic realizován.

Práce s těmito stavebnicemi jsou v podstatě nejvyšší metou dosaženou při práci s elektronickými stavebnicemi.



Obr. 28 Vlevo sestavený obvod vř přijímače, vpravo detail pájení a plošného spoje

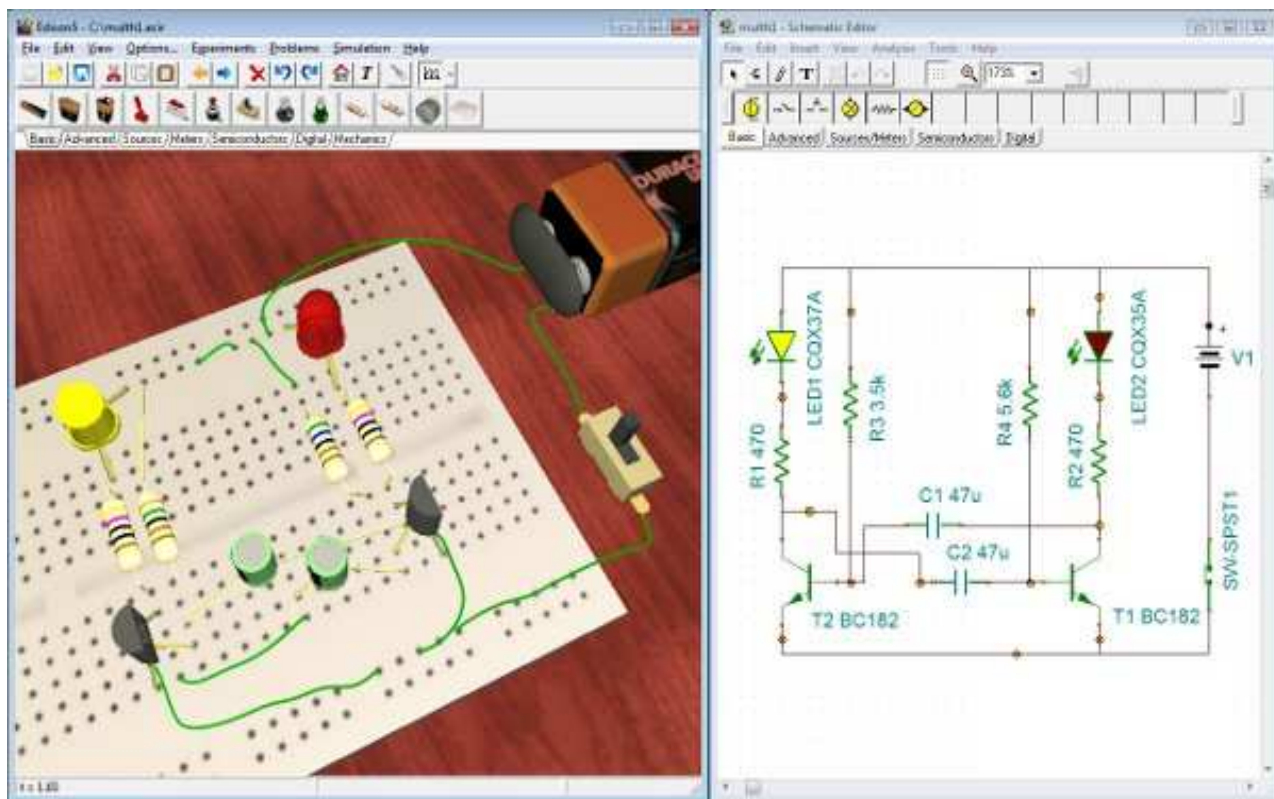
8.5 Simulace pomocí počítače

S obrovským rozvojem výpočetní techniky ve světě i u nás dochází k tomu, že jsou klasické elektronické stavebnice obsahující skutečné, reálné elektronické součástky nahrazovány počítačovými programy umožňujícími simulovat sestavování elektrických obvodů s výběrem prakticky neomezené součástkové základny, propojování součástek, ožívování obvodů, měření veličin apod. Vzhledem k tomu, že prakticky v každé domácnosti je počítač a v každé škole jsou počítače, je otázka simulace elektrických obvodů jen otázkou vhodného simulačního programu. Takový program, který umí prakticky „vše“, je pak také finančně méně náročný než elektronické stavebnice, které by měly mít stejné možnosti. Proto nepřekvapí, že dochází k nahrazování klasických elektronických stavebnic právě softwarovými produkty a výpočetní technikou.

Simulace zapojování elektrických obvodů a další práce s nimi má velká pozitiva v tom, že nelze zničit součástky, nelze zničit měřící techniku a žáci tak mohou ztratit ostych a obavy z práce s reálnými součástkami a měřící technikou. Rovněž odpadají problémy s tím, že je nějaká součástka, kontakt nebo spoj poškozený a sestavený obvod funguje špatně nebo nefunguje vůbec a tím se šetří čas pro samotnou výuku. Jak bylo zmíněno v předchozím odstavci, nezanedbatelná je i menší finanční náročnost.

Simulací řešené sestavování elektrických obvodů má však také svá negativa. Žák nepracuje s reálnými součástkami, což z hlediska edukačního není ideální stav, protože se tím vzdaluje od elektrotechnické praxe (v simulačním programu pracujeme s ideálními prvky, v praxi s reálnými, které se v závislosti na vnějších vlivech mohou chovat trochu jinak než ideální prvky). Navíc práce s reálnými součástkami a měřící technikou více podporuje rozvoj technických dovedností i myšlení.

Určitým kompromisem může být kombinace reálné elektronické stavebnice a výpočetní techniky, která simuluje různé generátory signálu nebo měřící techniku. Taková kombinace se pak jeví téměř jako ideální při realizaci a ožívování složitějších elektrických obvodů.



Obr. 29 Simulační software EDISON 5 od maďarské firmy DesignSoft, převzato a upraveno z [33]

8.6 Komplex hodnotících kritérií – nástroj pro hodnocení elektronických stavebnic

V současné době je nabídka elektronických stavebnic různých kategorií a konstrukčních typů opravdu bohatá a tak vyvstává problém, jakou stavebnici do portfolia učebních pomůcek vlastně zvolit. Problém je o to složitější, že kromě ryze didaktických a psychologických hledisek je třeba zohledňovat také hledisko ekonomické.

Proto, aby bylo možné provést takové hodnocení elektronických stavebnic, které bude mít jistou vypovídající hodnotu, je nutné stanovit jednotná hodnotící kritéria. Stanovení jednotných kritérií umožňuje provést relativně objektivní hodnocení různých druhů stavebnic a tím napomáhá při výběru vhodné stavebnice a jejímu následnému zařazení do systému učebních pomůcek. Pokud nebudou stanovená jednotná hodnotící kritéria, pak může nastat situace, kdy jedna a ta samá stavebnice bude hodnocena zcela rozdílně (samozřejmě na základě různých hodnotících kritérií) a rozhodovací proces o jejím zařazení do souboru učebních pomůcek se tím místo zjednodušení značně zkomplikuje. Na tuto problematiku upozorňuje J. Dostál v [34], kde uvádí rovněž příklady různých autorů a jejich rozdílných souborů požadavků na hodnocení elektrotechnických stavebnic.

Vymezení jednotlivých hodnotících kritérií ovšem není triviální záležitostí. J. Dostál v [34] rozčlenil hodnotící kritéria do šesti základních skupin:

Pedagogická kritéria – patří mezi stěžejní kritéria hodnocení, protože elektrotechnické stavebnice jsou učebními pomůckami. Jejich aplikace a využívání musí být opodstatněné vzhledem k cílům výuky a musí napomáhat jejich dosahování.

Psychologická kritéria – výuka jako celek je založena na uplatňování pedagogicko-psychologických zákonů, protože v jejím rámci dochází k interakcím mezi učitelem a žáky a mezi žáky navzájem. Elektrotechnická stavebnice je tak prostředkem působení na žáka a jeho osobnost. Do tohoto působení je zapotřebí zapojit co nejvíce smyslů, aby byla upoutána žákova pozornost, aby byla rozvíjena jeho kreativita, aby v něm byly vyvolávány kladné emoce a pocity štěstí a úspěchu.

Technická kritéria – elektrotechnická stavebnice je technickým objektem, který slouží určitému účelu, a proto musí splňovat řadu technických požadavků. Především každá používaná stavebnice musí být pro žáky naprosto bezpečná. Aby stavebnice mohla být běžně ve výuce používána, musí vykazovat také určitou míru spolehlivosti.

Kritéria pro metodickou příručku pro učitele – u elektronických stavebnic určených pro školské účely je metodická příručka de facto nezbytností. K dosažení cílů výuky je potřeba vždy volit promyšlené metodické postupy. Takové postupy k zajištění optimálních podmínek jsou náročné a je dobré, pokud je učitelům poskytnuta kvalitní podpora pro vedení efektivní výuky.

Kritéria pro příručku pro žáky – je velmi žádoucí, aby taková příručka byla k dispozici u každé elektronické stavebnice. Žáci tak mají oporu pro zapojování elektrických obvodů a současně se tak učí pracovat s technickou literaturou. Požadavkem na takovou příručku je i její didaktické zpracování.

Provozně-pořizovací kritéria – tato kritéria zahrnují požadavky související s pořízením a následným provozem elektronických stavebnic. Klíčovým kritériem bývá cena.

Na základě výsledků výzkumu v oblasti hodnocení elektrotechnických stavebnic, který realizoval J. Dostál a který je podrobně popsán v [34], mohl vzniknout nástroj pro

hodnocení elektrotechnických stavebnic, který má svou praktickou využitelnost.

V [11] J. Dostál uvádí, že je nutné od samého počátku brát zřetel na uživatele takto vznikajícího nástroje, kterými budou zejména učitelé, ředitelé škol, konstruktéři, výrobci a prodejci elektronických stavebnic, ale také rodiče. Proto musí být takový nástroj pro hodnocení elektronických stavebnic diferencovaný pro různé skupiny uživatelů, aby zajišťoval pohodlné a spolehlivé využití. Bylo tedy nutné vytvořit nástroje na několika úrovních:

- základní
- doplňkové
- rozšiřující

Všechny tři úrovně na sebe navazují. Celý nástroj se skládá ze soustavy hodnotících kritérií, které hodnotitel posuzuje u daného typu stavebnice.

8.7 Základní úroveň

Užití základní úrovně nástroje pro hodnocení elektrotechnických stavebnic se předpokládá u všech zmiňovaných skupin uživatelů. Základní úroveň obsahuje 27 hodnotících kritérií, které byly při výzkumu podle [34] považovány za nejdůležitější. Tato úroveň umožňuje rychlé a snadné zhodnocení vhodnosti elektrotechnické stavebnice pro daný účel a plně postačí pro rodiče a pro běžnou potřebu učitelů a ředitelů škol.

- Bezpečnost
- Spolehlivost
- Odolnost vůči nesprávné manipulaci či úmyslnému zničení
- Přehlednost realizovatelných elektrických obvodů
- Přítomnost metodické příručky pro učitele
- Přítomnost didakticky zpracované příručky pro žáky
- Snadná opravitelnost
- Přítomnost měřících přístrojů
- Snadná diagnostika a odstraňování závad na žáky zapojených obvodech
- Uvedení úloh pro zapojení el. obvodů v příručce pro žáky
- Rozvoj kreativity žáků
- Životnost
- Přítomnost námětů na samostatnou práci žáků v příručce pro učitele
- Umožnění aplikace stavebnice v souladu s cíli výuky
- Uvedení typových úloh v příručce pro učitele
- Přiměřenost dosaženému věkovému stupni žáka
- Přítomnost problémových úloh v příručce pro žáky
- Pořizovací cena
- Délka záruční doby
- Existence stavebnice v provedení demonstrační a žákovské
- Čas potřebný pro sestavování elektrického obvodu
- Inovovatelnost a rozšiřitelnost o prvky odpovídající novým trendům
- Možnost vyzkoušet před nákupem novou stavebnice přímo ve výuce
- Přítomnost nezbytného montážního nářadí
- Možnost snadného a rychlého úklidu stavebnice
- Přítomnost obrazového materiálu v příručce pro žáky
- Počet sestavitelných elektrických obvodů

8.8 Doplnková úroveň

Může se stát, že se vyskytnou stavebnice, u kterých bude třeba provést důkladnější zhodnocení. Pro takové případy je připravena doplňková úroveň nástroje hodnocení elektrotechnických stavebnic. Ta obsahuje 16 hodnotících kritérií a měla by být bezpodmínečně používána výrobci stavebnic.

- Využitelnost stavebnice v integrované výuce
- Didaktické zpracování textu v příručce pro žáky
- Provedení kontaktů a spojů
- Schopnost vyvolání kladných emocí u žáků
- Rozvoj nadání a specifických zájmů žáků
- Schopnost přiblížit žákovi užití elektrického obvodu v praxi
- Schopnost upoutat a udržet žákův zájem
- Schopnost upoutat pozornost žáků
- Užití skutečných prvků z praxe
- Schopnost rozvíjet kooperaci žáků
- Schopnost vytvářet reálné představy o elektrických zařízeních
- Design
- Skladovatelnost
- Možnost realizovat školní experimenty
- Možnost realizace téhož elektrického obvodu různými způsoby
- Možnost realizovat elektrické obvody z více oblastí elektrotechniky

8.9 Rozšiřující úroveň

Při výrobě stavebnic by měly být hodnoceny ještě další aspekty. Pro toto hodnocení je vhodné použít rozšiřující úroveň, která obsahuje kritéria navazující na předchozí (viz kapitoly 8.1 a 8.2) a vhodně je doplňuje. Tato úroveň obsahuje 12 hodnotících kritérií a je určena pro konstruktéry a výrobce elektrotechnických stavebnic.

- Ergonomičnost
- Využitelnost elektrotechnické stavebnice ve fyzice
- Zapojení více smyslů do vnímání
- Kontaktní adresa na výrobce v příručce pro učitele
- Provedení obalu pro uchování stavebnice
- Rozměry, hmotnost
- Reference o výrobci (kvalita jeho předchozích produktů ...)
- Polohová nastavitelnost montážní plochy
- Zpracování stavebnice vzhledem k handicapovaným žákům
- Způsob napájení elektrickým proudem
- Uvedení vybraných prodejen v příručce pro učitele, kde je možné zakoupit náhradní díly
- Propojitelnost s počítačem

8.10 Ergonomické požadavky pro práci s elektronickými stavebnicemi

Elektronické stavebnice se uplatňují na všech stupních škol, od základní přes střední až po vysoké školy. Z toho logicky vyplývá různost požadavků na stavebnice určené pro jednotlivé stupně škol, a to jak z hlediska technického (možnost sestavování různě složitých zapojení), tak z hlediska ergonomického (fyzická a motorická vyspělost žáků různých stupňů škol).

Ergonomické požadavky obecně ovlivňují konstrukci veškerých technických zařízení, kde dochází k vzájemné interakci technického zařízení a jeho uživatele. Vhodné ergonomické řešení technických zařízení má především omezit nebo dokonce zcela odstranit působení negativních vlivů na uživatele. Proto je u elektrotechnických stavebnic cílem ergonomického řešení vytvořit takové učební podmínky, aby nedocházelo k nadměrné zátěži žáků a učitele.

J. Dostál [35] zavádí pojem **Ergonomický systém žák – elektrotechnická stavebnice – výukové prostředí**. Tento systém pak zahrnuje tři své prvky, kterými jsou žák, elektronická stavebnice a výukové prostředí. Podle tohoto systému je třeba problematiku ergonomického řešení pojmut komplexně a nevztahovat ji jen na jeden prvek systému, protože mezi jednotlivými prvky dochází ke vzájemné interakci.

Žák

Žák je v edukačním prostředí prvkem základním a určujícím. Z hlediska ergonomických požadavků je potřeba na žáka pohlížet z biologického i psychologického hlediska.

Pro biologické hledisko jsou podle [35] zásadní tyto parametry:

Rozměrové – zdroji somatických rozměrů žáků jsou periodické antropologické výzkumy. Při návrhu a tvorbě elektronických stavebnic je potřeba přihlídnout k rozměrům žáků, kteří s nimi budou ve výuce pracovat.

Pohybové – při práci s elektronickou stavebnicí žák provádí celou řadu manipulačních úkonů. Při projektování a hodnocení elektrostavebnic je potřeba respektovat pohyblivost částí těla žáka a jeho manipulační možnosti. Pohyby by rozhodně neměly být nepřirozené.

Hmotnostní – význam mají hmotnosti jednotlivých částí těla, především rukou. Jednotlivé konstrukční díly elektrostavebnice musí být dimenzovány tak, aby společně odolaly neúmyslnému poškození.

Svalová síla a práce – maximální svalová síla je asi 80 až 100 N.cm⁻² svalového průřezu. Odtud vyplývají hmotnostní maxima pro samotnou manipulaci se stavebnicí. Zejména zásuvné kontakty působí pro žáky prvního stupně základních škol problémy, jejich zapojování a rozpojování může být vlivem tření poněkud obtížné.

Senzorické – tyto parametry jsou reprezentovány především zrakem, sluchem a čichem.

Zrak – potisky konstrukčních prvků (např. schematické značky, hodnoty součástek, názvy součástek apod.) musí mít patřičnou velikost, aby nepůsobilo problémy jejich čtení. Zrakem lze rovněž diagnostikovat funkční stav elektrického obvodu (LED dioda svítí/nesvítí a pod.).

Sluch – sluchem je možné rovněž diagnostikovat funkční stav elektrického obvodu (např. u spínače sepnuto/rozepnuto apod.).

Čich – rovněž čichem je možné detekovat některé poruchové stavy elektrického obvodu.

Pro oblast psychologie jsou důležité temperamentové vlastnosti žáka. Nejvhodnějším uživatelem elektronické stavebnice flegmatik (je rozvážený, vyrovnaný, obezřetný, pasivní). Nejméně vhodným uživatelem je pak choleric. Každý typ temperamentu má své

výhody a nevýhody a učitel jich může vhodně využít při skupinové výuce žáků [35].

Elektronická stavebnice

K tomu, aby elektronická stavebnice plnila svou funkci, musí být v souladu s ergonomickými zásadami. Jedině tak bude výukový proces efektivní a předejde se možným zdravotním následkům a pracovním úrazům. Podle [35] patří mezi ergonomická kritéria u elektrostavebnic:

Poloha – nejčastějšími polohami elektrostavebnic, při nichž je prováděno sestavování obvodů, jsou polohy horizontální a vertikální. Horizontální poloha je příznačná pro žákovské stavebnice, vertikální poloha pak pro demonstrační stavebnice. Na této poloze pak závisí poloha těla žáka, který s elektrostavebnicí pracuje, tzn. žák stojí nebo sedí. Z fyziologického hlediska je výhodnější sed, protože je pro žáky energeticky méně náročný, dolní končetiny nejsou trvale zatíženy a umožňuje větší soustředění.

Výška montážní plochy – žák, pro něhož je elektrostavebnice určena musí bez problémů dosáhnout na libovolné místo této plochy. U vertikálně umístěné montážní plochy elektrostavebnice je optimální takové provedení, kdy lze plynule nastavovat výšku montážní plochy a tím ji přizpůsobovat jednotlivým žákům. Elektrostavebnice s horizontální pracovní plochou jsou zpravidla umístovány na stoly, které jsou uzpůsobeny pro potřeby psaní. Montážní plocha však bývá vyvýšena díky např. kufříkovému provedení elektrostavebnice. Práce na takové montážní ploše pak bývá namáhavá, často vyžaduje nepřírozené držení těla z čehož mohou rezultovat špatné návyky pro držení těla. Problém by odstranily výškově stavitelné sedáky židlí či výškově stavitelná plocha stolu.

Hmotnost a rozměry – hmotnost elektrostavebnice by neměla převyšovat povolené limity pro manipulaci žáků s břemeny, v opačném případě takovou stavebnici může přemísťovat jen učitel. Rozměry by měly zajišťovat funkční využitelnost elektrostavebnice a neměly by být překážkou pro manipulaci se stavebnicí.

Montážní nástroje – realizace elektrických obvodů mnohdy vyžaduje využití nářadí a montážních pomůcek, které bývají součástí elektrostavebnice. Takové nářadí a pomůcky musí respektovat rozměry, síly, anatomii, kinematiku a fyziologii té části těla, která s nástroji pracuje. Někteří autoři elektronických stavebnic se snaží vyhnout se potřebě používat nástroje při sestavování elektrických obvodů vhodně vytvořenými kontakty pro elektrické spoje (např. pružinovými či zásuvnými).

Bezpečnost a hygiena – elektrostavebnice, ani její jednotlivé části nesmějí být zdrojem úrazů či onemocnění. Výrazným nebezpečím je používání ostrých nástrojů k odizolování vodičů, což je možné eliminovat použitím speciálních kleští.

Estetika – pokud je elektrostavebnice řešena esteticky kvalitně, je žák lépe a snáze motivován a podává lepší a trvalejší učební výkon. Je třeba podotknout, že estetické vnímání je subjektivní a značně podléhá času. Do kategorie estetiky spadá také volba materiálů a kvalit povrchů. Při konstrukci elektrostavebnice je třeba se zaměřit na velikost, tvar, členitost, dominanty, harmonii, kontrast, rovnováhu, symetrii, dynamičnost apod.

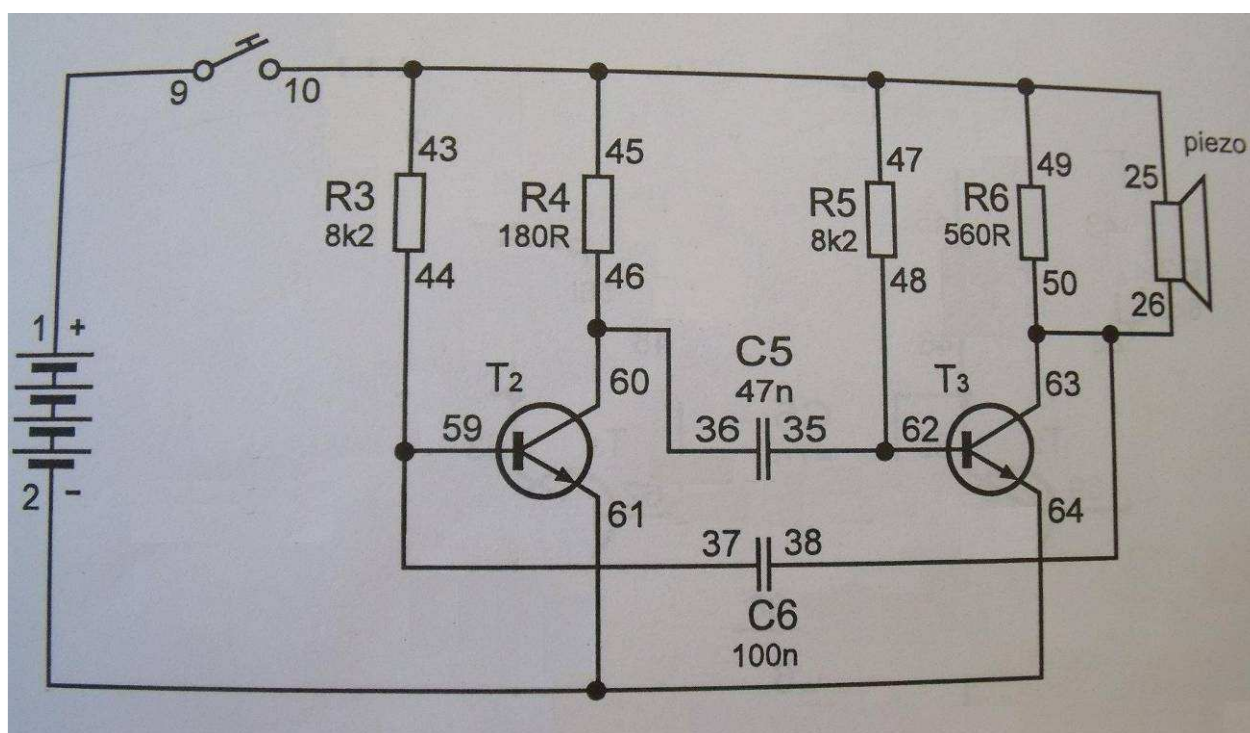
Výukové prostředí

Na tento prvek ergonomického systému nejsou pro oblast využití elektronických stavebnic kladeny žádné speciální nároky. Je třeba ovšem zajistit kvalitní osvětlení a dostatečný prostor pro práci se stavebnicí [35].

9 Porovnání vybraných typů elektronických stavebnic

Hodnocení elektronických stavebnic na základě hodnotících kritérií uvedených v kapitole 9 této diplomové práce je užitečné především při výběru nově pořizovaných stavebnic, kdy lze porovnávat jednotlivá kritéria navzájem, ovšem zajímavé je také srovnání starších typů elektronických stavebnic, které jsou na základních školách zastoupeny (např. Elektronik I) se současnými typy elektronických stavebnic (např. VOLTÍK II), které jsou nabízeny v obchodní síti. Při praktickém porovnávání na základě hodnotících kritérií nástroje pro hodnocení elektronických stavebnic vyvstal zásadní problém, současné stavebnice nabízené v obchodní síti jsou určeny především pro mimoškolní činnost žáků, proto u nich zcela chybí metodické příručky pro učitele a příručky pro žáky (tyto položky jsou nahrazeny návody na použití, které nejsou zpravidla tvořeny na základě didaktických požadavků). Dále tyto elektronické stavebnice nejsou v provedení demonstračním a žákovským, ale jen v provedení žákovském. Při srovnávání starších stavebnic s novými je problémem hodnotit pořizovací cenu, protože u starších a na škole již používaných stavebnic je pořizovací cena prakticky nulová, a to samé lze konstatovat ohledně záruky, která je u starších stavebnic rovněž nulová. S tím souvisí také váha jednotlivých kritérií, která může být pro každého posuzovatele různá (např. jistě velkou váhu bude mít v mnoha případech pořizovací cena, zatímco přítomnost měřících přístrojů bude mít váhu menší).

Přes výše uvedené skutečnosti jsem se rozhodl porovnat tři typy elektronických stavebnic, které se mezi sebou liší především způsobem zapojování konkrétních elektrických obvodů. Pro posouzení přehlednosti zapojených obvodů jsem zvolil zapojení bzučáku z obr. 30 a toto zapojení jsem realizoval se všemi porovnávanými stavebnicemi.



Obr. 30 Schéma zapojení tranzistorového oscilátoru – bzučáku
převzato a upraveno z [36]

9.1 VOLTÍK II

Tato elektronická stavebnice je zástupcem stavebnic s tzv. stacionárním součástkovým souborem.

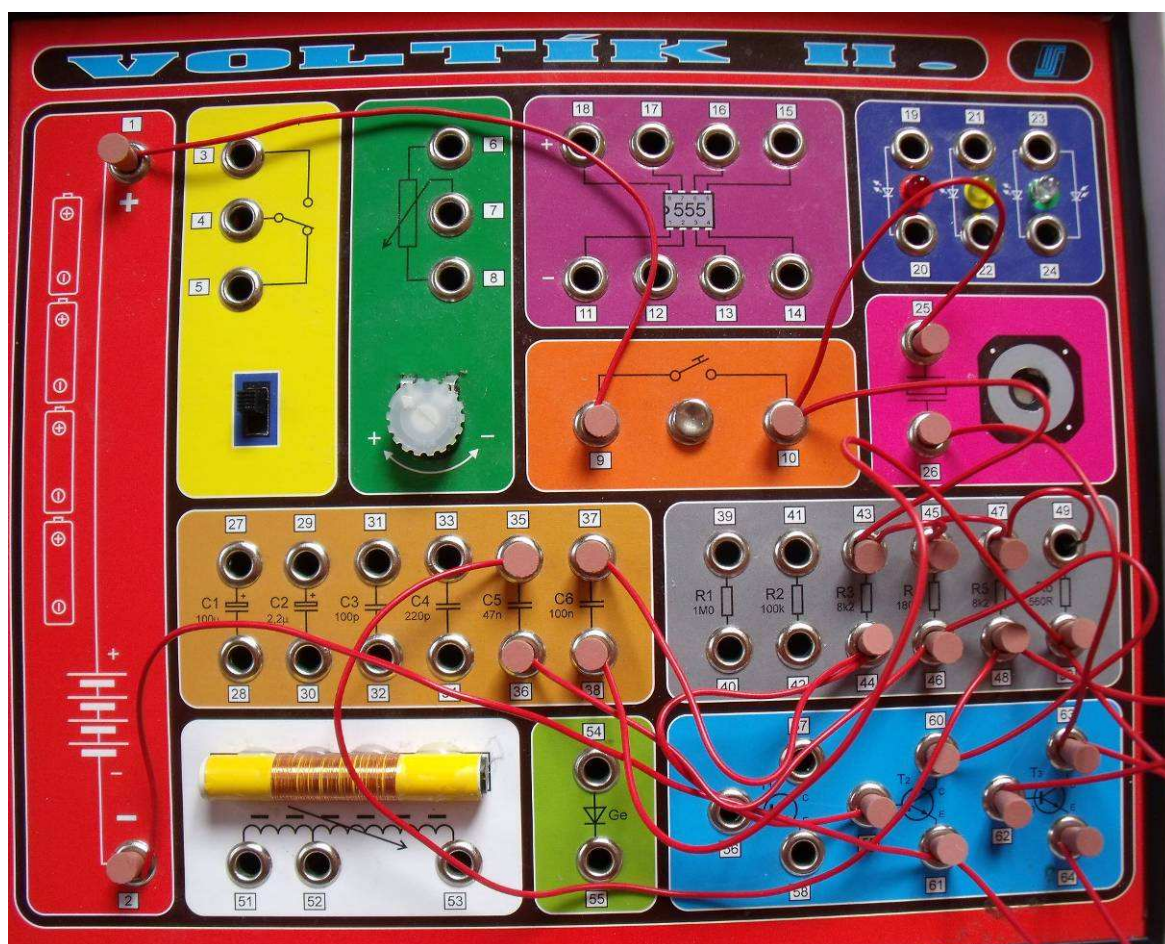
Základní úroveň hodnotících kritérií

Bezpečnost – stavebnice je malá a lehká, nemá žádné ostré hrany, napájení je řešeno 4 tužkovými bateriemi 1,5 V.

Spolehlivost – propojovací zdířky jsou pevně zabudovány v základní desce, jedná se o mechanicky nenamáhané kontakty a pokud se propojovací vodiče upevňují dle návodu spoj je dostatečně pevný.

Odolnost vůči nesprávné manipulaci či úmyslnému zničení – úmyslnému zničení stavebnice se vyhnout nejde, ale úmysl je v takovém případě zcela zjevný, špatným zapojením obvodu, např. přepólováním napájecího zdroje, lze zničit některé součástky (tranzistor, LED dioda).

Přehlednost realizovaných el. obvodů – zde platí, že čím je obvod složitější, tím hůře se v zapojení kdokoli orientuje a hůře se hledají případné chyby v zapojení, jak je patrné z obr. 31.



Obr. 31 Realizované zapojení el. obvodu pomocí stavebnice VOLTÍK II

Přítomnost metodické příručky pro učitele – metodická příručka pro učitele neexistuje, k dispozici je pouze návod.

Přítomnost didakticky zpracované příručky pro žáky – speciální příručka pro žáky neexistuje, je však k dispozici Průvodce stavebnicí, kde jsou uvedeny jak bezpečnostní pokyny pro práci se stavebnicí, tak návody a schémata pro jednotlivá zapojení. Vše je řazeno od nejjednodušších zapojení po složitější a u všech zapojení je uvedeno schéma zapojení,

postup zapojení a popis činnosti zapojovaného el. obvodu s vysvětlením potřebných pojmů, jako je Ohmův zákon, logické funkce AND a OR, sériové a paralelní řazení rezistorů. Zde je potřeba zmínit, že v návodu se používá pojem „odpor“ místo pojmu „rezistor“, což je didakticky nevhodné. Dále se místo použité elektronické součástky, kterou je „*rezistorový trimr*“ uvádí, že se jedná o „*potenciometr*“, což opět shledávám didakticky nevhodným. Dále se domnívám, že při sledování návodu při zapojování el. obvodu žák nesleduje, jaké elektronické prvky v obvodu spojuje, ale je nucen soustředit se na propojování jednotlivých propojovacích bodů, které jsou v návodu uvedeny. Je zcela evidentní, že se jedná o návod na použití a nikoli o didakticky zpracovanou příručku pro žáky.

Snadná opravitelnost – zde je zajímavý počín výrobce, který uvádí: „*Zavazujeme se vyměnit Vám ve Vaší stavebnici VOLTÍK jakoukoliv elektronickou součástku čtyřikrát zdarma, bez ohledu na dvouletou záruční lhůtu.*“ [32]. Jinak je oprava možná pouze po odříznutí vrchní plastové desky se součástkami a opětovným přilepením. To je z hlediska životnosti stavebnice dost problematické řešení, protože každý takový zásah jednoznačně snižuje životnost stavebnice.

Přítomnost měřících přístrojů – stavebnice neobsahuje žádné měřící přístroje.

Snadná diagnostika a odstraňování závad na žáky zapojených obvodech – jak bylo uvedeno výše, vzhledem k nižší přehlednosti zapojení především složitějších el. obvodů, je také zhoršena diagnostika a odstraňování závad na žáky zapojených obvodech. U jednoduchých obvodů to není takový problém. Velmi často se může stát, že žáci do propojovacích zdířek připojí vodič za izolaci a při větším počtu propojů se tím hledání chyby komplikuje.

Uvedení úloh pro zapojení el. obvodů v příručce pro žáky – jak bylo uvedeno výše, příručka pro žáky jako taková není k dispozici, ale návod obsahuje různých 50 zapojení, na kterých si mohou žáci ověřit své znalosti a dovednosti a navíc obsahuje zajímavý návod pro využití citronu jako zdroje el. energie.

Rozvoj kreativity žáků – domnívám se, že stavebnice VOLTÍK II rozvíjí u žáků kreativitu, protože umožňuje realizovat spoustu zajímavých zapojení, ale jako zásadní omezení vidím v malé počtu el. součástek, které jsou součástí stavebnice. Lze samozřejmě využít systém propojovací pole a zkombinovat oba typy stavebnic, ale pak užití samotné stavebnice VOLTÍK II ztrácí smysl.

Životnost – životnost této stavebnice je jistě dlouhá, protože neobsahuje žádné mechanicky namáhané prvky, bohužel však nejde rozšiřovat o moderní elektronické součástky.

Přítomnost námětů na samostatnou práci žáků v příručce pro učitele – jak bylo již uvedeno, příručka pro učitele není k dispozici, případné náměty na samostatnou práci žáků si musí učitel připravit sám.

Umožnění aplikace stavebnice v souladu s cíli výuky – domnívám se, že stavebnice toto kritérium zcela splňuje.

Uvedení typových úloh v příručce pro učitele – samostatná příručka pro učitele není k dispozici, ale návod, který stavebnice obsahuje, zahrnuje celou řadu zapojení, která jsou typická pro dané realizované funkce.

Přiměřenost dosaženému věkovému stupni žáka – stavebnice je určena pro děti od 10 let, takže její využití na 2. stupni základní školy vidím jako naprosto reálné.

Přítomnost problémových úloh v příručce pro žáky – návod problémové úlohy pro žáky neobsahuje.

Pořizovací cena - na e-shopu výrobce byla dne 13.11.2011 uvedena cena 763,- Kč s DPH [37].

Délka záruční doby – výrobce nabízí prodlouženou záruku nad rámec zákonné povinnosti [32].

Existence stavebnice v provedení demonstračním a žakovským – výrobce nenabízí.

Čas potřebný pro sestavování el. obvodu – vzhledem ke zpracovanému návodu není čas pro zapojení obvodu nijak dlouhý a obvod se nechá realizovat relativně rychle.

Inovovatelnost a rozšiřitelnost o prvky odpovídající novým trendům - jedná se o stavebnici se stacionárním součástkovým souborem, inovovatelnost a rozšiřitelnost je prakticky nemožná.

Možnost vyzkoušet novou stavebnici přímo ve výuce před nákupem – výrobce tuto možnost standardně nenabízí.

Přítomnost nezbytného montážního nářadí – vzhledem k tomu, že žádné montážní nářadí není pro realizaci el. obvodů v této stavebnici zapotřebí, není ve stavebnici přítomno.

Možnost snadného a rychlého úklidu stavebnice – toto kritérium je velmi dobře splněno.

Přítomnost obrazového materiálu v příručce pro žáky – pokud pomínou neexistenci příručky pro žáky, tak v samotném návodu jsou zobrazena všechna schémata zapojení uváděných v návodu.

Počet sestavitelných el. obvodů – návod uvádí celkem 50 + 1 sestavitelný el. obvod, reálně je však možné jich sestavit více.

9.2 Elektronik I

Tato elektronická stavebnice je zástupcem stavebnic se součástkami na tzv. zapojovacích jednotkách (v tomto případě se jedná o kostky).

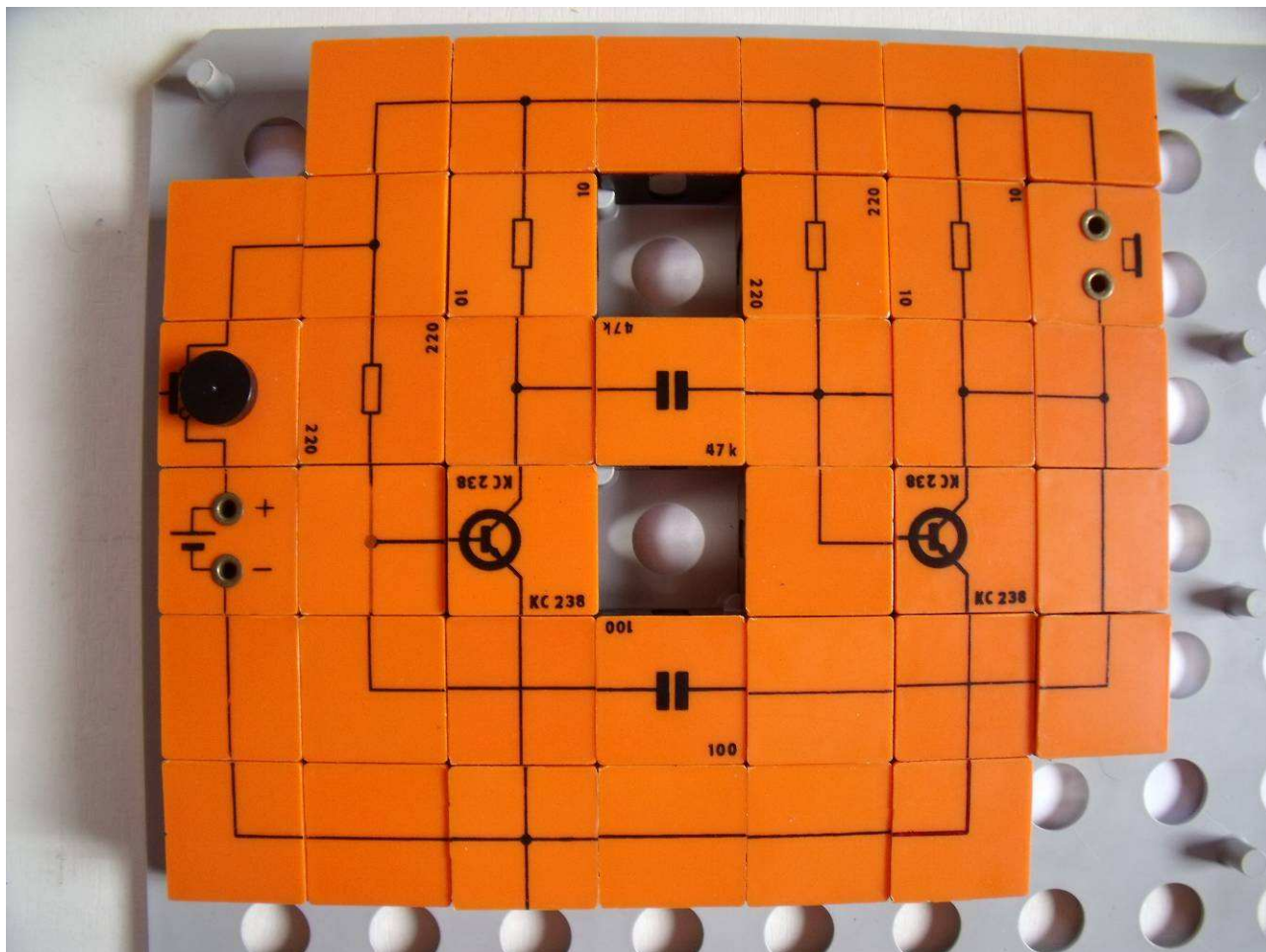
Základní úroveň hodnotících kritérií

Bezpečnost – stavebnice je rozměrově prakticky dvakrát rozměrnější než stavebnice VOLTÍK II, ale je lehká, nemá žádné ostré hrany, napájení je řešeno z externího zdroje, kterým může být plochá baterie či stabilizovaný el. zdroj.

Spolehlivost – každý prvek stavebnice je ve formě plastové kostky, kde propojování jednotlivých kostek je realizováno plechovým pérkem, které lze kdykoli v případě potřeby napružit. Jedná se o mechanicky namáhané kontakty, ale jejich případná únava se nechá snadno odstranit.

Odolnost vůči nesprávné manipulaci či úmyslnému zničení – toto řešení stavebnice je dle mého názoru dobře odolné po všech stránkách.

Přehlednost realizovaných el. obvodů – realizovaná zapojení jsou velmi dobře přehledná, jak je patrné z obr. 32.



Obr. 32 Realizované zapojení el. obvodu pomocí stavebnice Elektronik I

Přítomnost metodické příručky pro učitele – metodická příručka pro učitele není k dispozici, k dispozici je pouze návod a volné listy, které obsahují schéma jednotlivých zapojení včetně popisu zapojovaného obvodu.

Přítomnost didakticky zpracované příručky pro žáky – speciální příručka pro žáky neexistuje, je však k dispozici návod, který obsahuje popis (včetně jednotek) jednotlivých elektronických prvků obsažených ve stavebnici a jejich funkci. Dále stavebnice obsahuje sadu volných listů (viz odstavec výše).

Snadná opravitelnost – domnívám se, že případné výměny součástí, které jsou umístěny v kostkách by neměly činit žádné problémy, totéž platí o opravě propojovacích kontaktů.

Přítomnost měřících přístrojů – stavebnice neobsahuje žádné měřící přístroje.

Snadná diagnostika a odstraňování závad na žáky zapojených obvodech – vzhledem k velmi dobré přehlednosti zapojovaných obvodů by diagnostika a následné odstranění závady nemělo činit žádné problémy.

Uvedení úloh pro zapojení el. obvodů v příručce pro žáky – jak bylo uvedeno výše, příručka pro žáky jako taková není k dispozici, ale návod obsahuje různých 36 zapojení,

na kterých si mohou žáci ověřit své znalosti a dovednosti.

Rozvoj kreativity žáků – domnívám se, že částečně stavebnice rozvíjí u žáků kreativitu, protože umožňuje realizovat spoustu zajímavých zapojení a může velmi dobře evokovat u žáků potřebu měnit různé rezistory a kondenzátory v zapojeních a zjišťovat tak změny v chování obvodu. Ovšem pokud budou žáci chtít vyzkoušet zapojení podle jiných schémat, než podle těch, která jsou uvedena na kartách ve stavebnici, narazí na problém, jak umístit jednotlivé kostky do základnové desky, ne vždy budou kostky s jednotlivými el. prvky v dostatečném množství k dispozici pro realizaci vybraného zapojení apod. Zde vidím zásadní limit pro rozvoj kreativity žáků u této stavebnice.

Životnost – životnost této stavebnice je jistě dlouhá, dokonce je možné zastaralé součástky umístěné v kostkách vyměňovat za novější, modernější typy. Problém samozřejmě je zařadit do stavebnice elektronické součástky, pro které není k dispozici kostka pro umístění.

Přítomnost námětů na samostatnou práci žáků v příručce pro učitele – jak bylo již uvedeno, příručka pro učitele není k dispozici, případné náměty na samostatnou práci žáků si musí učitel připravit sám.

Umožnění aplikace stavebnice v souladu s cíli výuky – domnívám se, že stavebnice toto kritérium zcela splňuje.

Uvedení typových úloh v příručce pro učitele – samostatná příručka pro učitele není k dispozici, ale návod, který stavebnice obsahuje, zahrnuje celou řadu zapojení, která jsou typická pro dané realizované funkce.

Přiměřenost dosaženému věkovému stupni žáka – stavebnice je určena pro žáky základních škol

Přítomnost problémových úloh v příručce pro žáky – návod problémové úlohy pro žáky neobsahuje.

Pořizovací cena - tato stavebnice se již nenabízí, je však zastoupena v inventáři základních škol.

Délka záruční doby – vzhledem k tomu, že se již v obchodní síti stavebnice nenabízí, nemá žádnou záruční dobu.

Existence stavebnice v provedení demonstračním a žákovským – výrobce nenabízí.

Čas potřebný pro sestavování el. obvodu – vzhledem ke zpracovanému návodu není čas pro zapojení obvodu nijak dlouhý a obvod se nechá realizovat relativně rychle.

Inovovatelnost a rozšiřitelnost o prvky odpovídající novým trendům - je možné poměrně jednoduše nahrazovat starší elektronické součástky novými, ale není možné zařazovat do stavebnice zcela nové el. součástky (např. integrované obvody).

Možnost vyzkoušet novou stavebnici přímo ve výuce před nákupem – vzhledem k tomu, že stavebnice již není v obchodní síti nabízena a je v inventáři základních škol, není toto kritérium hodnocení relevantní.

Přítomnost nezbytného montážního nářadí – vzhledem k tomu, že žádné montážní

nářadí není pro realizaci el. obvodů v této stavebnici zapotřebí, není ve stavebnici přítomno.

Možnost snadného a rychlého úklidu stavebnice – toto kritérium je splněno.

Přítomnost obrazového materiálu v příručce pro žáky – pokud pominu neexistenci příručky pro žáky, tak v samotném návodu jsou zobrazena všechna schémata zapojení uváděných v návodu.

Počet sestavitelných el. obvodů – počet volných karet se schématy el. obvodů je celkem 36, reálně je však možné jich sestavit více.

9.3 ES-M01

Tato elektronická stavebnice je zástupcem stavebnic typu propojovací pole.

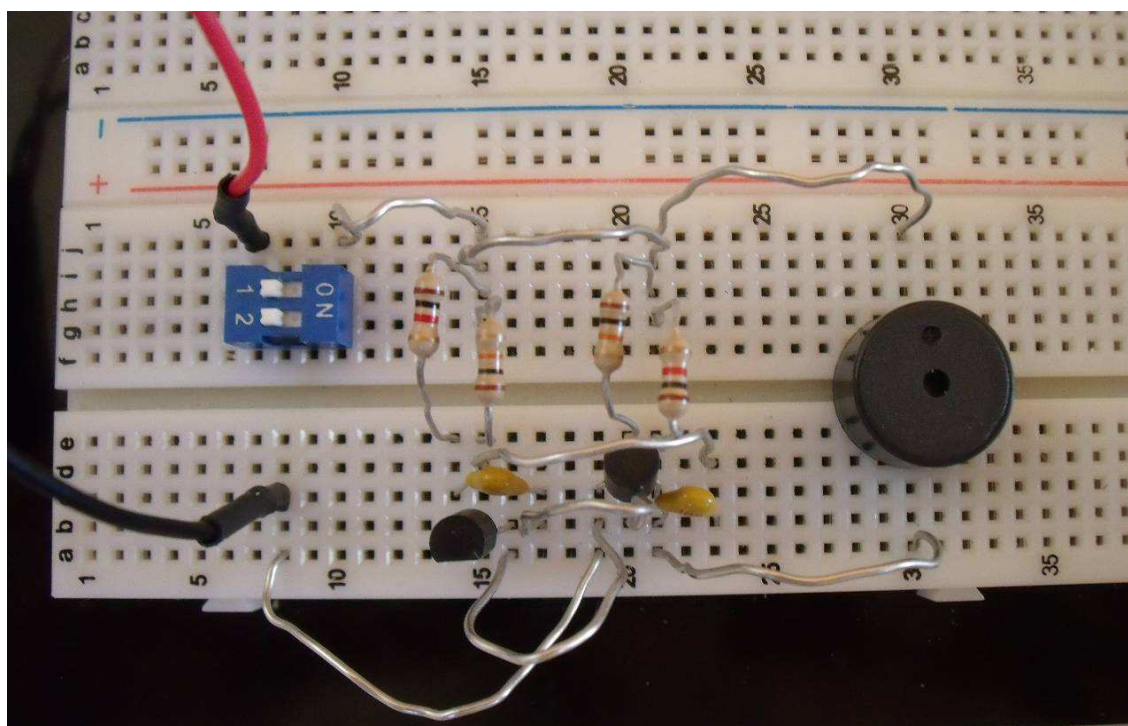
Základní úroveň hodnotících kritérií

Bezpečnost – stavebnice je zpravidla velmi malá a lehká, je naprosto bezpečná.

Spolehlivost – do plastové podložky s otvory se připojují přímo samotné součástky, spolehlivost je vysoká.

Odolnost vůči nesprávné manipulaci či úmyslnému zničení – toto řešení stavebnice je náročnější na pozornost žáků při sestavování el. obvodů. Snáze může dojít k poškození elektronické součástky chybným zapojením.

Přehlednost realizovaných el. obvodů – u složitějších obvodů klesá přehlednost, a je zapotřebí propojovat součástky drátovými propoji viz obr. 33.



Obr. 33 Realizované zapojení el. obvodu pomocí stavebnice ES-M01

Přítomnost metodické příručky pro učitele – metodická příručka pro učitele není

k dispozici, k dispozici je pouze dokumentace s vyobrazením součástek obsažených ve stavebnici včetně jejich názvu, schematické značky a popisu jejich vlastností. Dále je v dokumentaci uvedeno 20 zapojení včetně schéma zapojení a jeho popisu.

Přítomnost didakticky zpracované příručky pro žáky – speciální příručka pro žáky neexistuje, ostatní viz předchozí odstavec.

Snadná opravitelnost – opravitelnost u tohoto typu stavebnic znamená nahrazení vadné součástky novou, a to bez nutnosti jakýchkoli dalších činností (pájení, šroubování, atd.).

Přítomnost měřících přístrojů – stavebnice neobsahuje žádné měřící přístroje.

Snadná diagnostika a odstraňování závad na žáky zapojených obvodech – u některých složitějších zapojení může být vzhledem k horší přehlednosti sestaveného el. obvodu obtížnější diagnostika závady, ovšem odstranění případné závady je pak velice jednoduché.

Uvedení úloh pro zapojení el. obvodů v příručce pro žáky – jak bylo uvedeno výše, příručka pro žáky jako taková není k dispozici, ale dokumentace obsahuje různě složitá zapojení, na kterých si mohou žáci ověřit své znalosti a dovednosti.

Rozvoj kreativity žáků – tento typ stavebnice velmi podporuje kreativitu žáků, protože umožňuje rychlé nahrazování původně předepsaných součástek v dokumentaci jinými (rezistory s různými odpory, kondenzátory s různými kapacitami, zařazování dalších el. součástek do stavebnice, rozložení součástek na nepájivém kontaktním poli).

Životnost – životnost této stavebnice je téměř nekonečná.

Přítomnost námětů na samostatnou práci žáků v příručce pro učitele – jak bylo již uvedeno, příručka pro učitele není k dispozici, případné náměty na samostatnou práci žáků si musí učitel připravit sám.

Umožnění aplikace stavebnice v souladu s cíli výuky – domnívám se, že stavebnice toto kritérium zcela splňuje.

Uvedení typových úloh v příručce pro učitele – samostatná příručka pro učitele není k dispozici, ale dokumentace, kterou stavebnice obsahuje, zahrnuje celou řadu zapojení, která jsou typická pro dané realizované funkce.

Přiměřenost dosaženému věkovému stupni žáka – stavebnice je určena pro žáky základních škol a středních škol. Pro žáky základních škol může být práce s tímto typem stavebnice náročnější.

Přítomnost problémových úloh v příručce pro žáky – dokumentace problémové úlohy pro žáky neobsahuje.

Požizovací cena - tato stavebnice je výrobcem nabízena za 699,- Kč s DPH [38].

Délka záruční doby – délka záruční doby je standardních 24 měsíců.

Existence stavebnice v provedení demonstračním a žákovským – toto řešení výrobce ve své nabídce nemá.

Čas potřebný pro sestavování el. obvodu – zpočátku může tento typ stavebnice dělat žákům problémy, ale pokud si na práci s ní zvyknou, je realizace el. obvodu rychlou záležitostí.

Inovovatelnost a rozšiřitelnost o prvky odpovídající novým trendům - toto kritérium je stavebnicemi tohoto typu velmi dobře splněno.

Možnost vyzkoušet novou stavebnici přímo ve výuce před nákupem – není výrobcem nabízena.

Přítomnost nezbytného montážního nářadí – vzhledem k tomu, že žádné montážní nářadí není pro realizaci el. obvodů v této stavebnici zapotřebí, není ve stavebnici přítomno.

Možnost snadného a rychlého úklidu stavebnice – toto kritérium vyžaduje po žácích určitou pečlivost.

Přítomnost obrazového materiálu v příručce pro žáky – pokud pomínu neexistenci příručky pro žáky, tak v samotné dokumentaci jsou zobrazena všechna schémata zapojení obvodů uváděných v návodu.

Počet sestavitelných el. obvodů – stavebnice obsahuje 50 diskretních součástek (tento počet lze velmi snadno navýšit dle potřeby), dokumentace obsahuje 22 zapojení el. obvodů, počet sestavitelných obvodů je tedy značný.

9.4 Vyhodnocení

Pro mou další práci má zásadní význam vyhodnocení porovnání výše uvedených kritérií pro jednotlivé elektronické stavebnice. Abych mohl výsledky nějakým způsobem kvantifikovat, provedl jsem tabulkový zápis jednotlivých kritérií, která jsem následně obojoval dle následujícího klíče:

ANO (kladné hodnocení) = 1 bod
ČÁSTEČNĚ (neutrální hodnocení) = 2 body
NE (záporné hodnocení) = 3 body

Bodování je postaveno tak, že čím nižší bodový součet, tím lépe vychází bodovaná stavebnice. Pořadí srovnávaných stavebnic jsem sestavil následovně:

1. až 2. Elektronika I a ES-M01 (47 bodů)
3. VOLTÍK II (52 body)

Jako zcela zásadní výhodu u stavebnice ES-M01 vidím možnost manipulace s reálnými součástkami, přiblížení se skutečným pracovním podmínkám, protože v praxi vývojáři také pracují s propojovacími poli. Další velkou výhodou tohoto řešení je možnost využití široké součástkové základny a tím rozvoj kreativity žáků. Jednotlivé součástky jsou pak podstatně levnější než např. moduly se součástkami. Poškozená součástka se dá snadno nahradit novou, bez nutnosti zapracovávat takovou součástku do nějakého modulu, což samozřejmě šetří čas především učitelům, kteří opravu provádí. Jako pozitivum vnímám také možnost snadného užití měřících přístrojů, se kterými je možné se dostat prakticky do každého bodu v zapojení el. obvodu. To je např. nemožné u stavebnice Elektronika I. Výsledky jsou uvedeny v tabulkách 1, 2 a 3.

Elektronická stavebnice VOLTÍK II

Základní úroveň

Kritérium	Body
Bezpečnost	1
Spolehlivost	1
Odolnost vůči nesprávné manipulaci či úmyslnému zničení	2
Přehlednost realizovaných el. obvodů	3
Přítomnost metodické příručky pro učitele	3
Přítomnost didakticky zpracované příručky pro žáky	3
Snadná opravitelnost	3
Přítomnost měřících přístrojů	3
Snadná diagnostika a odstraňování závad na žáky zapojených obvodech	2
Uvedení úloh pro zapojení el. obvodů v příručce pro žáky	1
Rozvoj kreativity žáků	2
Životnost	1
Přítomnost námětů na samostatnou práci žáků v příručce pro učitele	3
Umožnění aplikace stavebnice v souladu s cíli výuky	1
Uvedení typových úloh v příručce pro učitele	1
Přiměřenost dosaženému věkovému stupni žáka	1
Přítomnost problémových úloh v příručce pro žáky	3
Požizovací cena	2
Délka záruční doby	1
Existence stavebnice v provedení demonstrační a žákovské	3
Čas potřebný pro sestavování el. obvodu	2
Inovovatelnost a rozšiřitelnost o prvky odpovídající novým trendům	3
Umožnění výrobcem vyzkoušet před nákupem nové stavebnice přímo ve výuce	3
Přítomnost nezbytného montážního nářadí	1
Možnost snadného a rychlého úklidu stavebnice	1
Přítomnost obrazového materiálu v příručce pro žáky	1
Počet sestavitelných el. obvodů	1
CELKEM	52

Tab. 1 Základní úroveň hodnotících kritérií stavebnice VOLTÍK II

Elektronická stavebnice ELEKTRONIK I

Základní úroveň

Kritérium	Body
Bezpečnost	1
Spolehlivost	1
Odolnost vůči nesprávné manipulaci či úmyslnému zničení	1
Přehlednost realizovaných el. obvodů	1
Přítomnost metodické příručky pro učitele	3
Přítomnost didakticky zpracované příručky pro žáky	3
Snadná opravitelnost	1
Přítomnost měřících přístrojů	3
Snadná diagnostika a odstraňování závad na žáky zapojených obvodech	1
Uvedení úloh pro zapojení el. obvodů v příručce pro žáky	1
Rozvoj kreativity žáků	2
Životnost	1
Přítomnost námětů na samostatnou práci žáků v příručce pro učitele	3
Umožnění aplikace stavebnice v souladu s cíli výuky	1
Uvedení typových úloh v příručce pro učitele	1
Přiměřenost dosaženému věkovému stupni žáka	1
Přítomnost problémových úloh v příručce pro žáky	3
Pořizovací cena	1
Délka záruční doby	3
Existence stavebnice v provedení demonstrační a žákovské	3
Čas potřebný pro sestavování el. obvodu	2
Inovovatelnost a rozšiřitelnost o prvky odpovídající novým trendům	2
Umožnění výrobcem vyzkoušet před nákupem nové stavebnice přímo ve výuce	3
Přítomnost nezbytného montážního náradí	1
Možnost snadného a rychlého úklidu stavebnice	1
Přítomnost obrazového materiálu v příručce pro žáky	1
Počet sestavitelných el. obvodů	2
CELKEM	47

Tab. 2 Základní úroveň hodnotících kritérií stavebnice ELEKTRONIK I

Elektronická stavebnice ES-M01

Základní úroveň

Kritérium	Body
Bezpečnost	1
Spolehlivost	1
Odolnost vůči nesprávné manipulaci či úmyslnému zničení	2
Přehlednost realizovaných el. obvodů	2
Přítomnost metodické příručky pro učitele	3
Přítomnost didakticky zpracované příručky pro žáky	3
Snadná opravitelnost	1
Přítomnost měřících přístrojů	3
Snadná diagnostika a odstraňování závad na žáky zapojených obvodech	2
Uvedení úloh pro zapojení el. obvodů v příručce pro žáky	1
Rozvoj kreativity žáků	1
Životnost	1
Přítomnost námětů na samostatnou práci žáků v příručce pro učitele	3
Umožnění aplikace stavebnice v souladu s cíli výuky	1
Uvedení typových úloh v příručce pro učitele	1
Přiměřenost dosaženému věkovému stupni žáka	1
Přítomnost problémových úloh v příručce pro žáky	3
Pořizovací cena	2
Délka záruční doby	2
Existence stavebnice v provedení demonstrační a žákovské	3
Čas potřebný pro sestavování el. obvodu	1
Inovovatelnost a rozšiřitelnost o prvky odpovídající novým trendům	1
Umožnění výrobcem vyzkoušet před nákupem nové stavebnice přímo ve výuce	3
Přítomnost nezbytného montážního náradí	1
Možnost snadného a rychlého úklidu stavebnice	2
Přítomnost obrazového materiálu v příručce pro žáky	1
Počet sestavitelných el. obvodů	1
CELKEM	47

Tab. 3 Základní úroveň hodnotících kritérií stavebnice ES-M01

10 Návrh a realizace elektronické stavebnice ESTA

Elektronická stavebnice ESTA (viz obr. 34) vychází konstrukčně ze stavebnice ES – M01. Tomuto konstrukčnímu řešení dávám jednoznačně přednost před jiným řešením, protože umožňuje bezprostřední kontakt žáka s jednotlivými elektronickými součástkami a žák tak získává zcela jasnou představu o tom, jak některé elektronické součástky reálně vypadají.

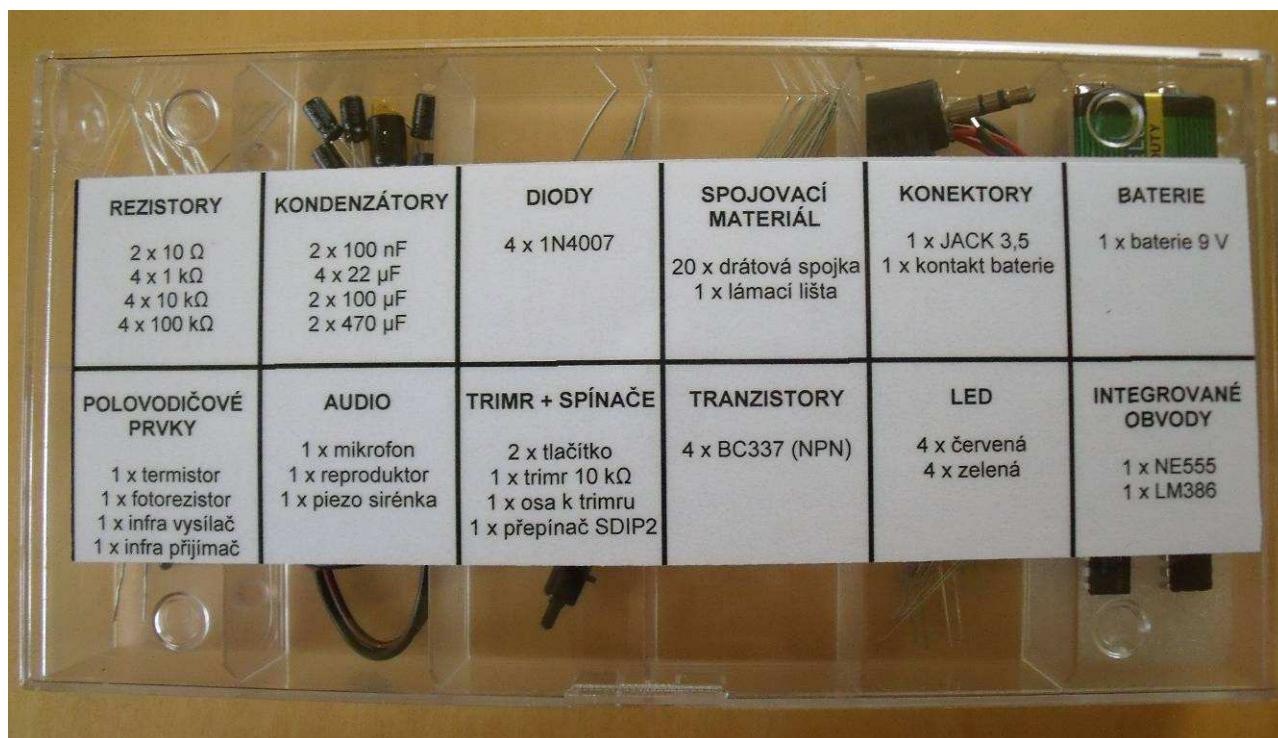


Obr. 34 Elektronická stavebnice ESTA

Pro školní využití má ovšem stavebnice ES – M01 zcela nevhodný návod, který se kromě schémat zapojení omezuje pouze na velmi stručný popis toho, co se stane po sepnutí spínače, ale nevysvětluje princip zapojení a případné důvody, proč obvod nefunguje a co je třeba udělat, aby fungoval. Takový návod je použitelný pouze pro zkušeného učitele s kladným vztahem k elektronice. Za zcela zásadní věc jsem tedy považoval zpracování vhodného didaktického materiálu (návodu) ke stavebnici ESTA, který by zjednodušil a zpříjemnil výuku jak učitelům, tak samotným žákům. Stavebnice ESTA bude nabízena v naší obchodní síti a lze předpokládat, že si ji zakoupí zájemci o elektroniku, kteří nebudou mít ještě velké znalosti tohoto oboru. Proto je návod strukturován do čtyř hlavních částí:

- Podrobný popis bezpečného používání stavebnice včetně seznamu použitých součástek s jejich schématickými značkami a fotografiemi.
- Více jak třicet různých zapojení od nejjednodušších obvodů, na kterých jsou demonstrovány vlastnosti základních elektronických součástek (rezistoru, kondenzátoru, diody, LED, tranzistoru), ale i dalších součástek (fotorezistor, infra dioda, termistor, integrovaný obvod, mikrofon, ...). U každého zapojení je vysvětlena jeho funkce.
- Práce s měřícím přístrojem.
- Zapojení pro ověření znalostí žáků včetně správného řešení.

Obsah stavebnice ESTA je koncipován tak, aby stavebnice mohla být využita i v hodinách fyziky (rezistory, diody, měřící přístroj, ...), čímž se zvyšuje využitelnost stavebnice ve výuce a fakticky se tak stavebnice z pohledu ekonomického zlevňuje. Konkrétní typy součástek jsem volil s ohledem na pokrytí potřeb výuky podle učebnice [14], ale také s ohledem na využití zajímavých součástek (termistor, infra dioda, fotorezistor – viz obr. 35). U řady zapojení je v návodu uvedeno i možné praktické využití takových zapojení.



Obr. 35 Krabička se součástkami ve stavebnici ESTA

Konstrukční řešení stavebnice s volnými součástkami a s kontaktním nepájivým polem umožňuje snadné selektivní rozšiřování stavebnice. To znamená, že v případě, kdy je učitelem předmětu Praktické činnosti fanoušek elektroniky, může za minimálních finančních nákladů doplnit základní stavebnici ESTA např. o vybrané logické integrované obvody a rozšířit tak pro zájemce základní výuku nebo využít doplněnou stavebnici při výuce v zájmovém kroužku.

Elektronická stavebnice ESTA ovšem může sloužit také jako inspirace pro učitele. Součástková skladba stavebnice používané při výuce může být jiná, především co se týká a počtů součástek týká. Tím může být dosaženo i velmi zajímavých finančních relací.

Přesto, že jsem se zabýval také myšlenkou modulového řešení elektronické stavebnice, nakonec jsem tuto myšlenku opustil. Pokud by se takového řešení ujaly komerční subjekty, byla by cena takové stavebnice poměrně vysoká, což by bránilo jejímu využití. Pokud by se takového řešení ujal samotný učitel, a k tomu v současné době také dochází, bude to pro něj znamenat poměrně dost práce a časového zatížení navíc oproti běžným pracovním povinnostem a zpravidla bez výrazného finančního efektu. Do takové činnosti se pustí pouze člověk, pro kterého je elektronika koníčkem.

Konstrukční řešení s volnými součástkami tak nabízí jednoduché a variabilní řešení problému volby vhodné elektronické stavebnice pro výuku elektroniky v rámci předmětu Praktické činnosti.



Obr. 36 Součástky v elektronické stavebnici ESTA

11 Návod elektronické stavebnice ESTA

Výběr součástek je důležitou etapou při návrhu a realizaci elektronické stavebnice a s tímto výběrem jde ruku v ruce také volba zapojení obvodů z těchto vybraných součástek. Za nejdůležitější ovšem považuji zpracování didakticky kvalitního návodu. Návod lze rozdělit do tří základních částí:

- úvodní část
- jednotlivá zapojení
- závěrečná část

Veškerá elektrotechnická schémata uvedená v návodu jsem kreslil v grafickém editoru schémat EAGLE 5.0.0 Light Edition.

Úvodní část

Úvodní část začíná motivačním odstavcem, který by měl u žáků vyvolat zájem o problematiku, protože jim stavebnice umožní poznat základní elektronické prvky, které jsou obsaženy v jim tak blízkých elektronických zařízeních.

Na úvodní motivační odstavec navazují pokyny pro bezpečnou práci se stavebnicí. Zásadní bezpečnostní informace je z výrazněna velikostí písma a symbolem „!“.

Úvodní část je zakončena seznamem použitých součástek s jejich schématickou značkou a fotografií, která usnadní uživateli orientaci v součástkách obsažených ve stavebnici.

Jednotlivá zapojení

U jednotlivých zapojení jsem volil postup od nejjednoduššího ke složitějšímu. Začínám tedy od základních součástek (rezistor, LED, kondenzátor, ...), vysvětluji jejich funkci v elektronických obvodech a tuto funkci demonstruji konkrétním zapojením součástky v obvodu. Důležité věci jsem zvýraznil jednak velikostí písma a symboly „?“ pro otázku a „!“ pro odpověď nebo pro bezpečnostní informaci, přitom jsem vycházel z vlastní zkušenosti. A protože v elektronice se nelze obejít bez určitých znalostí matematiky a fyziky, jsou v některých kapitolách zahrnuty také výpočty. Výpočtů je ale v celém návodu uvedeno skutečně minimum a pouze doplňují vědomosti získané žáky v hodinách fyziky a matematiky. Každé zapojení jsem doplnil popisem funkce obvodu a seznamem součástek použitých při realizaci zapojení.

Jisté dilema jsem řešil při návrhu schémat zapojení, kdy jsem zvažoval možnost doplnit schémata o indexy bodů na kontaktním nepájivém poli. V praxi by pak žák zapojoval např. rezistor dle osazovacího plánu R1: a5, a10. To by podle mého názoru ovšem vedlo k tomu, že by sice sestavený obvod byl velmi dobře přehledný, ale žák by o zapojování součástek do obvodu nepřemýšlel a zapojování by pak prováděl zcela mechanicky. Z didaktického hlediska považuji řešení bez indexace bodů a bez osazovacího plánu za vhodnější a pro samotné žáky v konečném důsledku za přínosnější. Další důvod, proč jsem nakonec indexaci bodů nepoužil, je větší přehlednost schémat bez indexovaných bodů.

Závěrečná část

Závěrečnou část věnuji problémovým úlohám a námětu na laboratorní úlohu. Pokud žáci dokáží tyto úlohy řešit, lze konstatovat, že porozuměli základním vztahům v elektronice a že jsou schopni číst schémata zapojení a realizovat podle nich obvody. A odtud už je jen malý krůček k realizaci vlastních nápadů a zapojení.

Návod elektronické stavebnice

ESTA



elektronická stavebnice pro každého

Obsah

11.1	Úvod	78
11.2	Seznam použitých součástek ve stavebnici	80
11.3	Rezistor	83
11.4	Rezistorový trimr	85
11.5	Zapojování rezistorů	87
11.6	Svítivá dioda (svítivka, LED)	89
11.7	Polovodičová dioda	91
11.8	Kondenzátor	92
11.9	Tranzistor	94
11.10	Integrovaný obvod	96
11.11	Laditelný bzučák	98
11.12	Schodišťové osvětlení	99
11.13	Výstražný blikač	100
11.14	Bistabilní klopný obvod	101
11.15	Monostabilní klopný obvod s IO NE555	102
11.16	Soumrakový spínač	103
11.17	Teplotní spínač	104
11.18	Infra spínač	105
11.19	Dotykový senzor	106
11.20	Zapnutí a vypnutí jedním tlačítkem	107
11.21	Hlukový spínač	108
11.22	Blikač s integrovaným obvodem	109
11.23	Běžící světlo (svítí dvě LED)	110
11.24	Losovací zařízení „Panna nebo orel“	111
11.25	Tranzistorový zesilovač	112
11.26	Metronom	113
11.27	Hladinový spínač	114
11.28	Detektor osvětlení s LED	115
11.29	Zesilovač s LM386	116
11.30	Blikač s fotorezistorem	118
11.31	Měřicí přístroje a základní měření	119
11.32	Logické obvody a funkce	123
11.33	Zkoušečka polovodičových diod	126
11.34	Proč ten blikač neblinká?	127
11.35	Trochu počítání a měření	128
11.36	Správné odpovědi	129
11.37	Použité zdroje	130

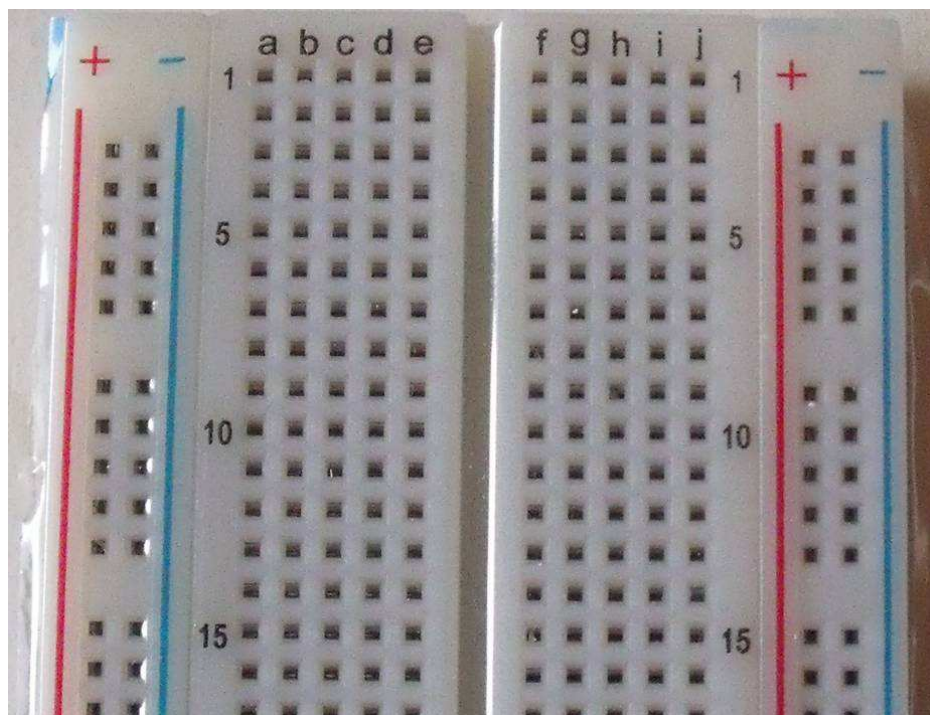
11.1 Úvod

Máte před sebou stavebnici, která vás provede tajemstvím elektroniky. Poznáte různé elektronické součástky, které jsou jinak skryté uvnitř počítačů, televizorů, mobilních telefonů, herních konzolí, MP3 přehrávačů a dalších vám blízkých elektronických zařízeních. Budete si moci tyto součástky sami osahat a vyzkoušíte si celou řadu zajímavých zapojení.

Než se pustíte do práce, je potřeba si říct pár informací, jak se stavebnicí zacházet, aby vám bez problémů sloužila co nejlépe a co nejdéle:

- **K napájení používejte jen 9 V baterii nebo zdroj ss (stejnoseměrného) napětí o velikosti 9 V**, větší napětí by mohlo způsobit zničení součástek, nižší napětí může způsobit špatné fungování sestaveného obvodu.
- **Při sestavování obvodů pracujte velice pečlivě**, dbejte na to, aby se jednotlivé součástky svými vývody nikde spolu nedotýkaly a nezpůsobily tak zkrat. Zkrat může způsobit zničení součástek.
- **Než připojíte 9 V baterii nebo zdroj ss napětí 9 V**, překontrolujte správnost celého zapojení. Pokud zapojujete složitější obvod s větším počtem součástek, provádějte kontrolu správnosti zapojení i během zapojování.
- **Pokud jste si po kontrole jisti správností celého zapojení**, připojte napájení a vyzkoušejte funkci obvodu.
- **Pokud sestavený obvod nefunguje tak**, jak je uvedeno v návodu, odpojte napájení. Nesprávné fungování obvodu může znamenat chybu v zapojení a mohlo by dojít ke zničení součástek.

Při realizaci jednotlivých zapojení se součástky umísťují do tzv. **nepájivého kontaktního pole**. Toto pole je tvořeno kontakty, které jsou seřazeny do sloupců označených písmeny (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j) a řádků označených číslicemi (1, 5, 10, ...), jak je patrné z obr. 37.




































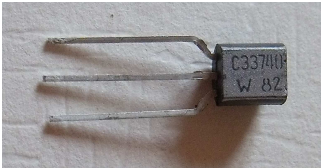


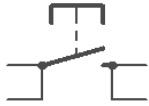

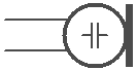






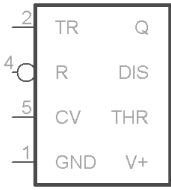

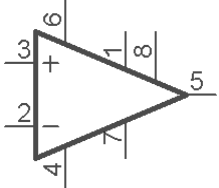

Obr. 37 Detail nepájivého kontaktního pole

V každém řádku je vždy pět bodů propojených (např. 1 – a, b, c, d, e nebo 2 – f, g, h, i, j). Kontakty ve sloupci označeném červeným pruhem a symbolem „+“ jsou propojeny v celém sloupci, stejně tak kontakty ve sloupci označeném modrou barvou a symbolem „-“ jsou propojeny. Tyto kontakty je výhodné použít pro napájení obvodu. Součástky je nutno zasouvat do kontaktů opatrně, bez užití velké síly, aby nedošlo k jejich poškození.

! Nikdy nepřipojujte sestavené obvody na elektrickou zásuvku nebo k jinému elektrickému zařízení. Mohli byste se smrtelně zranit!

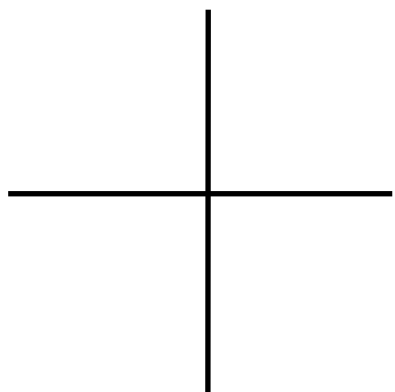
11.2 Seznam použitých součástek ve stavebnici

název	typ	schématická značka	obrázek	počet ks
rezistor 10 Ω /0,6W	R0207			4
rezistor 1 k Ω /0,6W	R0207			4
rezistor 10 k Ω /0,6W	R0207			4
rezistor 100 k Ω /0,6W	R0207			4
rezistorový trimr 10 k Ω	CA9MV			1
keramický kondenzátor	TK100n			2
elektrolytický kondenzátor	ELRA 22M/16V			4
elektrolytický kondenzátor	ELRA 100M/25V			2
elektrolytický kondenzátor	ELRA 470M/16V			1
usměřňovací dioda	1N4007			4
svítivá dioda LED červená \varnothing 5 mm	L53LID			4
svítivá dioda LED zelená \varnothing 5 mm	L53LGD			4
vysílací infradioda \varnothing 3 mm	L934F3BT			1
přijímací infradioda	LTR516			1
fotorezistor	VT93N1			1
termistor	TER640 15k			1

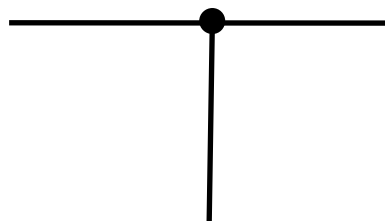
název	typ	schématická značka	obrázek	počet ks
tranzistor NPN	BC337			4
dvojitý spínač	SDIP2			1
tlačítko	TM050			2
elektretový mikrofón	M9765			1
sirénka	SA003			1
reproduktor	Rep 32 Ω 0,25W			1
konektor jack 3,5	KSSW 35	AUDIO IN ←		1
integrováný obvod - časovač	NE555			1
integrováný obvod - nf zesilovač	LM386			1

Nepájivé kontaktní pole 165 x 55 mm 1 ks
 Drátové spojky \varnothing 0,6 mm 25 ks
 Oboustranný kolík 10 pinů 1 ks
 Digitální multimetr UT20B 1 ks
 Baterie 9 V 1 ks
 Kontakt baterie 9 V 1 ks
 Návod 1 ks

Jednotlivá zapojení se realizují podle schémat zapojení uvedených v jednotlivých kapitolách. Kromě součástek je každý elektrický obvod tvořen také různými spoji (vodiči), které se mohou vzájemně křížit a také dotýkat, jak je patrné na obr. 38 a 39.



Obr. 38 Křížení vodičů bez spojení



Obr. 39 Spojení vodičů

11.3 Rezistor

Rezistory patří mezi nejpoužívanější prvky elektrických obvodů. Vlastností rezistoru je, že klade odpor protékajícímu proudu v elektrickém obvodu (proto se můžete setkat s tím, že se místo názvu součástky rezistor používá nesprávně název odpor). Základní jednotkou odporu je jeden ohm (čti óm – značka Ω). Funkcí rezistoru je upravovat napětí a proud v elektrickém obvodu na určené hodnoty.

Rezistory se značí písmenem R a vyrábějí se s různou velikostí odporu. V praxi se můžete setkat také s různým zápisem velikosti odporu rezistoru, jak je patrné z tab. 4:

Zápis velikosti odporu rezistoru	Velikost odporu v základních jednotkách
220 Ω	220 Ω
390R	390 Ω
1k	1 k Ω = 1 000 Ω
5k6	5,6 k Ω = 5 600 Ω
5,6k	5,6 k Ω = 5 600 Ω
M22	0,22M Ω = 220 k Ω = 220 000 Ω
1M	1M Ω = 1 000 000 Ω

Tab. 4 Značení velikosti odporu rezistorů

Když se podíváte do stavebnice, najdete tam několik různých rezistorů. Jak poznáte, jaký odpor mají? Na každém rezistoru jsou barevné proužky. A podle těchto proužků dokážete s pomocí tab. 5 určit velikost odporu.

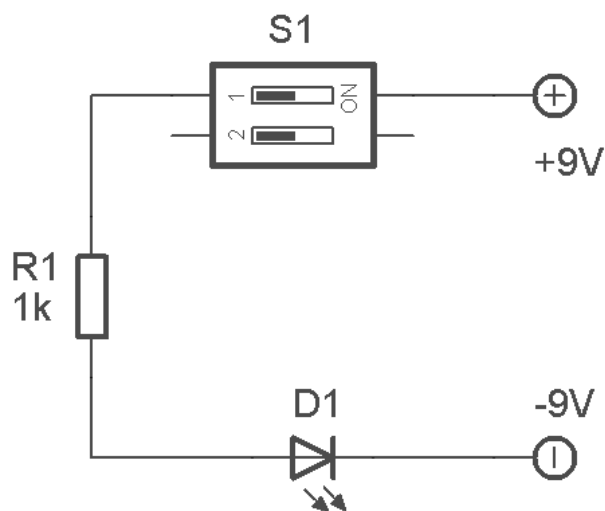
BARVA	1. PRUH	2. PRUH	3. PRUH	NÁSOBEK	TOLERANCE
černá	0	0	0	1	
hnědá	1	1	1	10	$\pm 1\%$
červená	2	2	2	100	$\pm 2\%$
oranžová	3	3	3	1k	
žlutá	4	4	4	10k	
zelená	5	5	5	100k	$\pm 0,5\%$
modrá	6	6	6	1M	$\pm 0,25\%$
fialová	7	7	7	10M	$\pm 0,1\%$
šedá	8	8	8		$\pm 0,05\%$
bílá	9	9	9		
zlatá				0,1	$\pm 5\%$
stříbrná				0,01	$\pm 10\%$

Tab. 5 Značení rezistorů pomocí barevných proužků

? Někdy ale výrobce na rezistor nakreslí jen 4 proužky, jak se potom určí hodnota odporu?

! Řešení je jednoduché, místo 3. proužku bude násobek a 4. proužek bude tolerance.

Zapojte obvod podle schéma zapojení na obr. 40. Překontrolujte správnost svého zapojení a sepněte spínač S1 do polohy ON. LED D1 se rozsvítí.



Seznam součástek:

R1	1 kΩ
D1	LED
S1	spínač DIP2
± 9V	baterie 9V

Obr. 40 Schéma zapojení obvodu s rezistorem

? Co se stane, když místo rezistoru s odporem $R1 = 1 \text{ k}\Omega$ zapojíte do obvodu rezistor s odporem $R2 = 10 \text{ k}\Omega$ nebo $R3 = 100 \text{ k}\Omega$? Vyzkoušejte to.

! Když do obvodu zapojíte rezistor s odporem $R2 = 10 \text{ k}\Omega$, bude D1 svítit méně, protože větší odpor způsobí, že obvodem bude protékat menší proud. Při odporu $R3 = 100 \text{ k}\Omega$ bude D1 svítit již jen velice slabě.

Chování obvodu, které jste právě pozorovali, popisuje tzv. Ohmův zákon, který říká, že elektrický proud se při stálém napětí mění s velikostí odporu:

$$I = \frac{U}{R} \text{ [A]} \quad (\text{A} - \text{čti ampér} - \text{základní jednotka elektrického proudu})$$

Váš první obvod je tvořen baterií 9 V, rezistorem s odporem $R1 = 1 \text{ k}\Omega$, spínačem S1 (v sepnutém stavu nemá prakticky žádný odpor) a LED D1 (pro jednoduchost její odpor zanedbáme). Jaký proud protéká obvodem?

$$U = 9 \text{ V}$$

$$R = 1 \text{ k}\Omega = 1\,000 \Omega$$

$$I = ? \text{ A}$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{9}{1000} = 0,009 \text{ A} = 9 \text{ mA}$$

Obvodem protéká proud 9 mA.

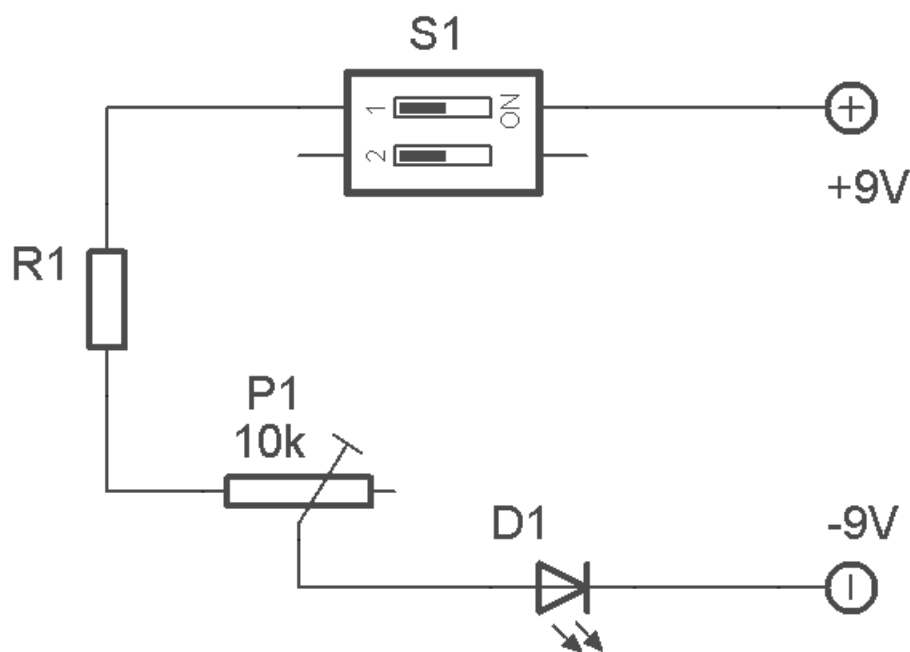
11.4 Rezistorový trimr

Rezistorový trimr je elektronická součástka s proměnným odporem, která se v elektronických obvodech používá pro nastavení proudu nebo jako dělič napětí. Hodnota maximálního odporu je uvedena přímo na součástce (např. 10k, což znamená, že můžete měnit odpor trimru v rozmezí $0 \Omega - 10\,000 \Omega$).

Když se na trimr podíváte, zjistíte, že oproti rezistoru má tři vývody. Proč tomu tak je? Ze schématické značky se dá vyčíst, že krajní vývody se budou chovat jako klasický rezistor, tzn. pokud je na trimru uveden odpor 10k, bude mezi těmito vývody odpor 10 k Ω . Ale co ten třetí, prostřední vývod? Ten je spojen s otočným středem trimru, který se pohybuje po odporové dráze a mění tak odpor mezi prostředním vývodem a oběma krajními vývody.

V předchozí kapitole jste si vyzkoušeli funkci rezistoru. Zjistili jste, že LED svítí tím méně, čím větší odpor měl rezistor zapojený do obvodu. Svícení se však nedalo regulovat. Pokud do obvodu z obr. 40 přidáte rezistorový trimr, získáte možnost plynule regulovat jas LED.

Zapojte obvod podle schéma zapojení na obr. 41. Překontrolujte správnost svého zapojení a sepněte spínač S1 z polohy 1 do polohy ON. LED D1 se rozsvítí. Pomalu otáčejte jezdcem trimru na jednu stranu a pozorujte, jak se mění jas LED D1.

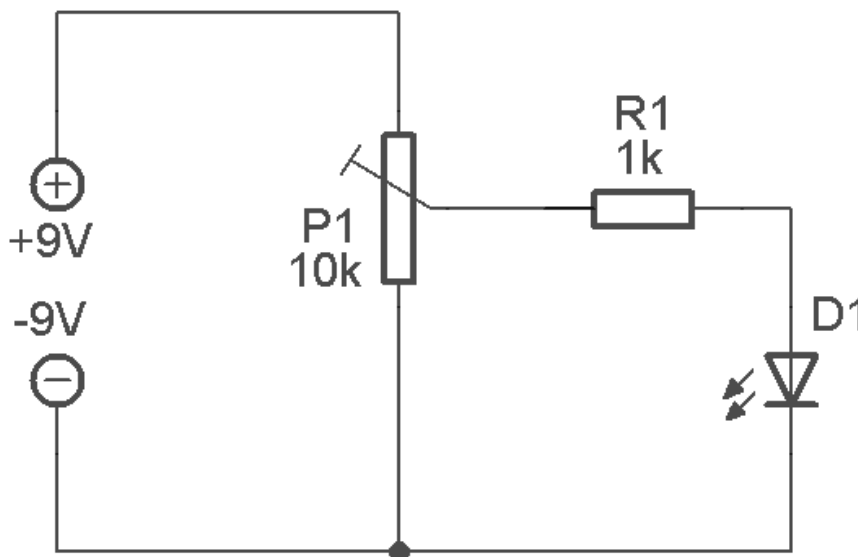


Obr. 41 Schéma zapojení obvodu s trimrem

Seznam součástek:

R1	1 k Ω
P1	10k Ω
D1	LED
S1	spínač SDIP2
$\pm 9V$	baterie 9V

Rezistorový trimr ovšem může fungovat také jako dělič napětí. Zapojte obvod podle schéma zapojení na obr. 42. Překontrolujte správnost svého zapojení a sepněte spínač S1 z polohy 1 do polohy ON. V tomto zapojení budete moci regulovat jas LED D1 až do jejího úplného zhasnutí.



Obr. 42 Schéma zapojení trimru jako děliče napětí

Seznam součástek:

R1	1 k Ω
P1	10k Ω
D1	LED
\pm 9V	baterie 9V

V praxi se můžete také setkat se součástkou, které se říká potenciometr. Potenciometr, stejně jako trimr, umožňuje plynulou změnu svého odporu. Potenciometry se využívají např. pro nastavování hlasitosti u audio zařízení (HiFi systémy, autorádia, atd.). Obecně lze říci, že trimr se používá při nastavování parametrů obvodu odborníkem (zpravidla při ožívování obvodu), potenciometr se používá při nastavování parametrů obvodu běžným uživatelem (ovládání zařízení). A protože potenciometr je funkčně velice podobný trimru, má i podobnou schématickou značku, jak je patrné z obr. 43. Na obr. 44. je pak potenciometr vyobrazen.



Obr. 43 Schématická značka potenciometru



Obr. 44 Potenciometr

11.5 Zapořádání rezistorů

V technické praxi se často setkáte s problémem, kdy budete potřebovat do obvodu zapojit rezistor s takovým odporem, který zrovna nemáte po ruce. Naštěstí existuje jednoduché řešení. Když budete potřebovat zařadit do obvodu rezistor s větším odporem, než který máme k dispozici, zapojíme stávající rezistory do série (nebo také sériově, či „za sebou“). Výsledný odpor sériově zapojených rezistorů je pak dán součtem jejich jednotlivých odporů. Podívejte se na malý příklad.

Ve stavebnici máte rezistory s odporem 1 k Ω a potřebujete do obvodu zapojit rezistor s odporem 2 k Ω .

$$R1 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R2 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R = ? \text{ k}\Omega$$

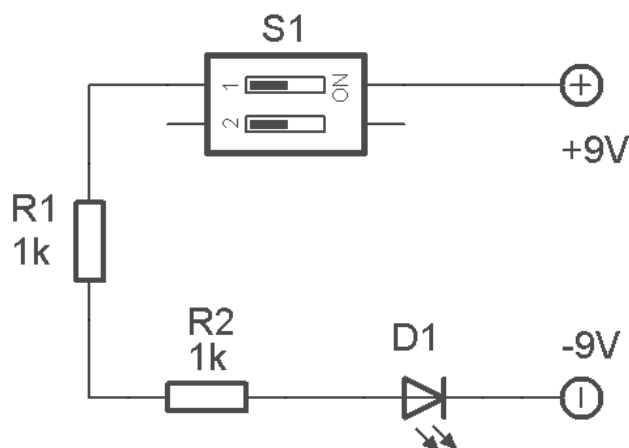
$$R = R1 + R2$$

$$R = 1 + 1$$

$$R = 2 \text{ k}\Omega$$

Jak vidíte, je to velice jednoduché. Protože už o rezistorech víte hodně věcí, zkuste odhadnout, jak se změní jas LED D1 v zapojení na obr. 45 oproti zapojení na obr 40. Svůj odhad si ověřte praktickou realizací obou zapojení.

Zapojte obvod podle schéma zapojení na obr. 45. Překontrolujte správnost svého zapojení a pokud je vše v pořádku, sepněte spínač S1 z polohy 1 do polohy ON. Jas diody D1 bude v tomto zapojení menší než v zapojení podle obr. 40.



Obr. 45 Schéma zapojení sériového řazení rezistorů

Seznam součástek:

R1, R2	1 k Ω
D1	LED
S1	spínač SDIP2
$\pm 9V$	baterie 9V

Co když budete potřebovat do obvodu zařadit rezistor s menším odporem, než máte k dispozici, např. 500 Ω? I tady je samozřejmě řešení. Rezistory tentokrát zapojíme paralelně (nebo se také říká „vedle sebe“). Převrácená hodnota výsledného odporu je pak dána součtem převrácených hodnot jednotlivých odporů. Pro ilustraci se podívejte na následující příklad.

Ve stovebnici máte rezistory s odporem 1 kΩ a potřebujete do obvodu zapojit rezistor s odporem 500 Ω.

$$R1 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R2 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R = ? \text{ k}\Omega$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}$$

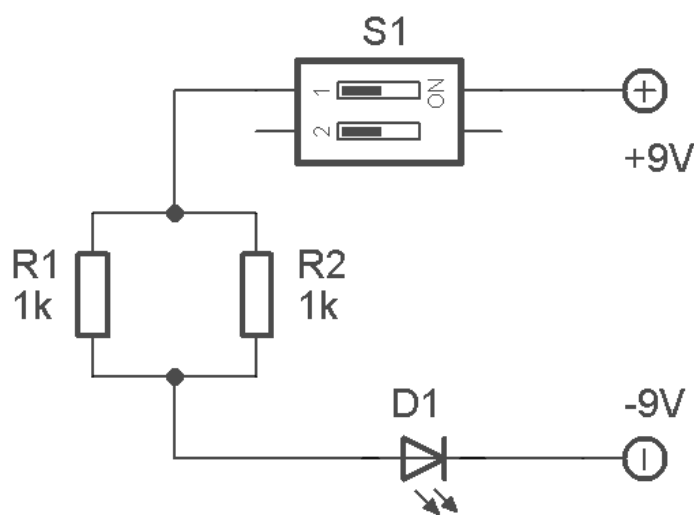
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{1} + \frac{1}{1} = 2$$

$$R = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ k}\Omega = 500 \text{ }\Omega$$

! *Pamatujte si, že celkový odpor paralelně spojených rezistorů bude vždy menší, než je odpor rezistoru s nejmenší hodnotou.*

Opět se pokuste určit, jak se změní jas LED D1 v zapojení na obr. 46 oproti zapojení uvedenému na obr. 40. Svůj odhad si ověřte praktickou realizací obou zapojení.

Zapojte obvod podle schéma zapojení na obr. 46. Překontrolujte správnost svého zapojení a sepněte spínač S1 z polohy 1 do polohy ON.



Seznam součástek:

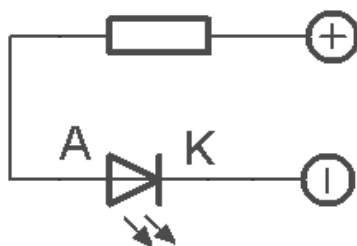
R1, R2	1 kΩ
D1	LED
S1	spínač SDIP2
± 9V	baterie 9V

Obr. 46 Schéma zapojení paralelního řazení rezistorů

11.6 Svítivá dioda (svítivka, LED)

Svítivá dioda nebo také LED či svítivka je elektronická součástka, která, pokud je zapojena v tzv. propustném směru, přeměňuje procházející el. proud na světlo. Proto se používá jako náhrada signalizačních žárovek a také jako úsporná náhrada klasických žárovek v osvětlovacích tělesech, jako jsou domácí svítidla, reflektory automobilů a další. Pokud je zapojena v tzv. nepropustném směru, funguje jako klasická usměrňovací dioda a el. proud nepropouští. Pojďte si tedy na svítivé diody trochu posvítit.

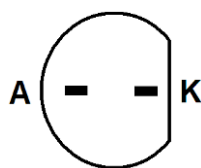
Už víte, že LED lze do obvodu zapojit v propustném a nepropustném směru. To, v jakém směru bude LED zapojena určuje zapojení jejích vývodů v obvodu. Na rozdíl od rezistorů, kde je jedno, který vývod bude připojen na kladný pól a který na záporný, u LED to jedno není. Pokud tedy chcete, aby LED svítila (aby byla zapojena v propustném směru), musíte ji zapojit vývodem zvaným ANODA (A) na kladný pól a vývodem zvaným KATODA (K) na záporný pól, jak je vidět na obr. 47.



Obr. 47 Správné zapojení LED

? *Jak poznáte, který z vývodů je anoda a který katoda?*

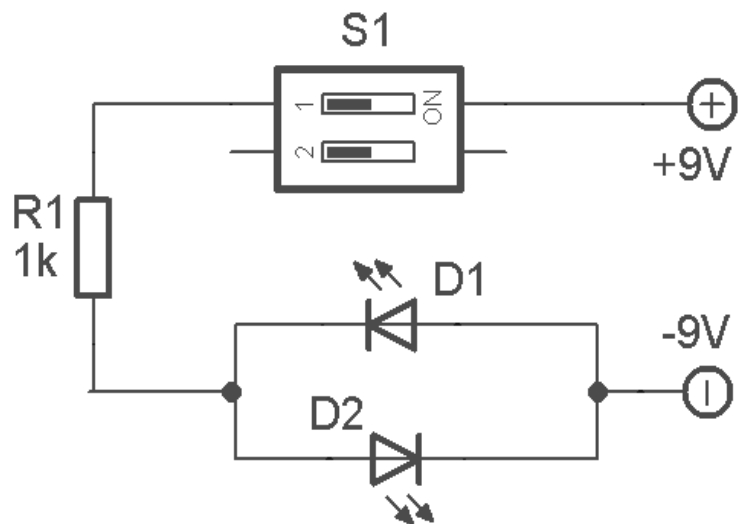
! *U nových LED je vždy jeden vývod delší a druhý kratší. Delší vývod je anoda, kratší vývod je katoda. Pokud nelze vývody určit podle jejich délky podívejte se na LED zespona na pouzdro. Obrys pouzdra bude mít tvar, jako je na obr. 48. Anodu (A) a katodu (K) pak už snadno určíte.*



Obr. 48 Obrys pouzdra LED – spodní pohled

V následujícím zapojení si prakticky ověříte funkci LED. Než sestavíte obvod podle obr. 49, pokuste se odhadnout, která z diod D1 a D2 bude svítit, když baterii zapojíte podle schématu na obr. 49 a která z diod bude svítit, když prohodíte póly napájecí baterie.

Zapojte obvod podle schéma zapojení na obr. 49 a zkontrolujte správnost vašeho zapojení. Pokud je vše v pořádku, sepněte spínač S1 do polohy ON. Rozsvítí se ta z LED, která je zapojena v propustném směru (dáno způsobem připojení napájecí baterie).



Obr. 49 Schéma zapojení obvodu s LED

Seznam součástek:

R1	1 k Ω
D1	červená LED
D2	zelená LED
S1	spínač SDIP2
\pm 9V	baterie 9V

! *Nikdy nezapojujte LED do obvodu bez ochranného rezistoru (viz obr. 47). Mohlo by dojít k jejímu zničení!*

11.7 Polovodičová dioda

Polovodičová dioda (zkráceně se obecně nazývá dioda) se v elektrickém obvodu chová jako ventil, tzn. pokud je zapojena v propustném směru, prochází jí el. proud, pokud je zapojena v nepropustném směru, tak jí neprochází prakticky žádný proud.

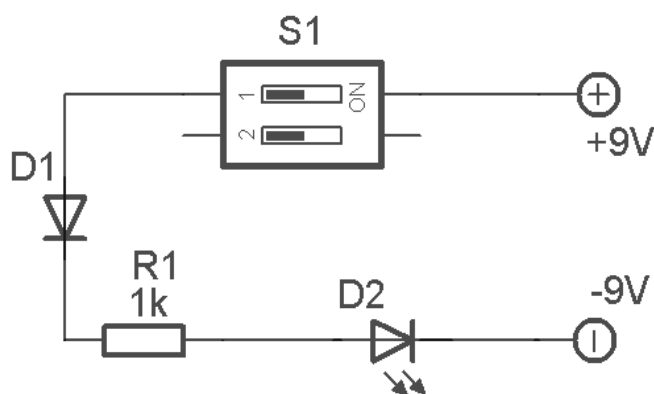
Podobně jako tomu je u LED, je dioda zapojena v propustném směru tehdy, když je vývodem zvaným ANODA připojena ke kladnému pólu zdroje napětí a vývodem zvaným KATODA k zápornému pólu. V nepropustném směru bude na katodu připojen kladný a na anodu záporný pól zdroje. Jak je patrné z textu, pro správnou funkci obvodu bude důležité správně diodu do obvodu zapojit. Kde je na schématické značce anoda a kde katoda, je patrné z obr. 50.



Obr. 50 Vývody u polovodičové diody

! *Pamatujte si, že u polovodičových diod se katoda označuje proužkem u příslušného vývodu diody. Na rozdíl od LED, polovodičová dioda nepotřebuje ochranný rezistor.*

V tomto zapojení si prakticky ověříte funkci polovodičové diody zapojené v obvodu s LED. Polovodičová dioda může v elektrických obvodech zastávat funkci ochrany obvodu proti přepólování napájecího napětí. Popište, co se stane, když přepólujete napájecí napětí. Zapojte obvod podle schéma zapojení na obr. 51 a zkontrolujte správnost vašeho zapojení. Pokud je vše v pořádku, sepněte spínač S1 z polohy 1 do polohy ON.



Seznam součástek:

R1	1 k Ω
D1	1N4007
D2	LED
S1	spínač SDIP2
$\pm 9V$	baterie 9V

Obr. 51 Schéma zapojení obvodu s polovodičovou diodou

11.8 Kondenzátor

Kondenzátor je elektronická součástka, která je schopna uchovávat elektrický náboj. Pokud tedy ke kondenzátoru připojíte zdroj napětí, kondenzátor se nabije a podrží si napětí i po odpojení zdroje. V praxi se kondenzátory používají k oddělování stejnosměrných napětí od střídavých, k odvádění střídavého napětí k dalšímu použití nebo do zkratu.

Kondenzátory mají dva vývody, mezi kterými je tzv. dielektrikum. Dielektrikem může být např. papír, slída, keramika, ale i vzduch. U těchto kondenzátorů je jedno, jaký vývod připojíme na kladné a jaký na záporné napětí.

Existují však kondenzátory, u kterých je potřeba dodržet správné zapojení vývodů na kladné a záporné napětí., protože jinak by došlo k jejich poškození. Tyto kondenzátory se nazývají elektrolytické a mají zpravidla vývod zapojovaný na záporné napětí označen symbolem “-“ a tento vývod je u nových kondenzátorů kratší než vývod druhý, zapojovaný na kladné napětí.

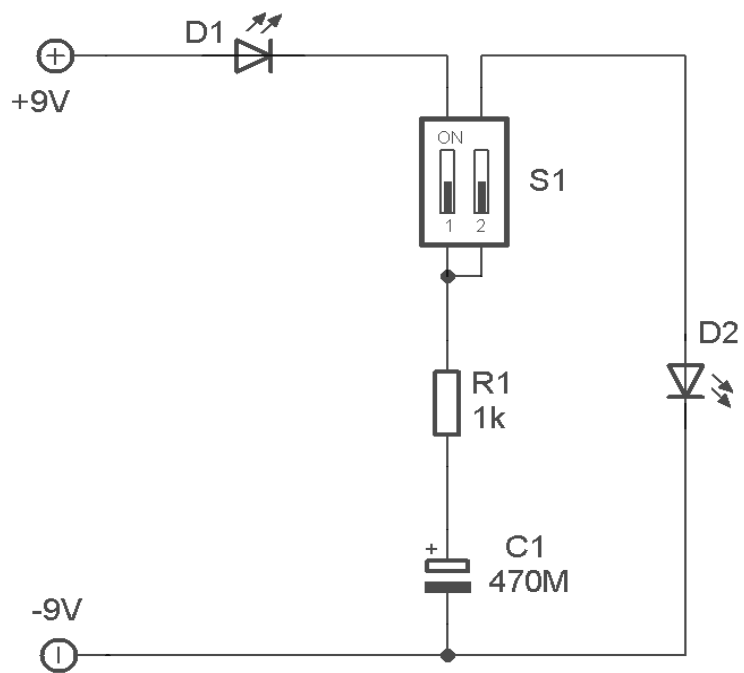
Jak už víte, kondenzátor slouží může sloužit jako zásobárna el. energie. To, jak dlouho je kondenzátor schopen po svém nabití dodávat el. energii závisí na tom, jak velkou má kapacitu a jak velkým proudem je vybíjen. Doba nabíjení kondenzátoru je pak dána opět jeho kapacitou a velikostí nabíjecího proudu.

Jak při nabíjení, tak při vybíjení kondenzátoru je tedy důležitým parametrem jeho kapacita. Základní jednotkou kapacity je 1 F (Farad). V praxi se však často používají kondenzátory s kapacitou mnohonásobně menší, jako jsou 1 pF (čti pikofarad), 1 nF (čti nanofarad), 1 μ F (čti mikrofaraad) a 1 mF (čti milifarad). Přitom platí, že 1 pF < 1 nF < 1 μ F < 1 mF < F.

Zápis velikosti kapacity na kondenzátoru	Velikost kapacity kondenzátoru
220 p	220 pF
5n7	5,7 nF = 5 700 pF
47 n	47 nF = 47 000 pF
22 μ (22M)	22 μ F = 22 000 000 pF
1m0	1 mF = 22 000 000 000 pF
10 ⁴	100 000 pF = 100 nF

Tab. 6.1 Značení velikosti kapacit kondenzátorů

V tomto zapojení si prakticky ověříte funkci kondenzátoru jako zásobníku energie. Sestavte obvod podle schématu na obr. 52. Po překontrolování správnosti zapojení, sepněte na spínači S1 kontakt 1 do polohy ON. Obvodem začne protékat proud, který bude nabíjet kondenzátor C1, dokud jej nenabije na napětí zdroje, v našem případě 9 V. Můžete pozorovat, jak se zelená LED (D1) po sepnutí spínače rozsvítí a jak se bude kondenzátor C1 nabíjet, bude pomalu pohasínat. Až dosáhne napětí na kondenzátoru C1 napětí zdroje 9 V, tak zelená LED zhasne. Poté na spínači S1 rozepněte kontakt z polohy ON do polohy 1 a následně sepněte kontakt na spínači S1 z polohy 2 do polohy ON, tím jste vyřadili baterii jako zdroj napětí a přesto se rozsvítí červená LED. To je proto, že nám jako zdroj napětí posloužil nabitý kondenzátor C1. Jas červené LED postupně klesá, až zhasne úplně, kondenzátor se vybil. Zkuste místo R1 = 1k zapojovat do obvodu rezistory s větším i menším odporem. Co pozorujete?



Obr. 52 Schéma zapojení obvodu s kondenzátorem

Seznam součástek:

R1	1 k Ω
C1	470 μ F
D1	zelená LED
D2	červená LED
S1	spínač SDIP2
\pm 9V	baterie 9V

11.9 Tranzistor

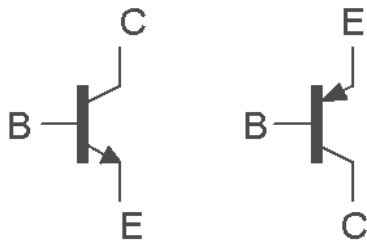
Tranzistor je aktivní polovodičová součástka. To znamená, že má schopnost zesilovat elektrický signál. Má zpravidla tři vývody, které se nazývají báze (B), kolektor (C) a emitor (E). V praxi se můžete setkat se dvěma typy tranzistorů, NPN a PNP. Jejich schématické značky jsou na obr. 53 a 54., na obr. 55 jsou pak označeny vývody tranzistorů typu NPN a PNP a na obr. 56 je označení vývodů tranzistoru BC337, který je ve stavebnici.



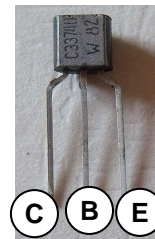
Obr. 53 Schématická značka tranzistoru NPN



Obr. 54 Schématická značka tranzistoru PNP



Obr. 55 Označení vývodů tranzistorů typu NPN a PNP



Obr. 56 Vývody tranzistoru BC337

Aby tranzistor NPN fungoval, musí být jeho kolektor a báze připojeny na kladné napětí vzhledem k emitoru. U tranzistorů PNP je naopak emitor připojen na kladné napětí vzhledem ke kolektoru a bázi.

Nejčastěji se tranzistor využívá jako zesilovač el. proudu. V praxi to znamená, že malé změny proudu I_B tekoucího do báze tranzistoru vyvolávají velké změny proudu I_C tekoucího do kolektoru tranzistoru. Běžné tranzistory zesilují i více než 100 krát, tedy změní-li se proud tekoucí do báze tranzistoru o 1 mA, změní se proud tekoucí kolektorem o 100 mA. Proudové zesílení tranzistoru je charakterizováno tzv. proudovým zesilovacím činitelem β .

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

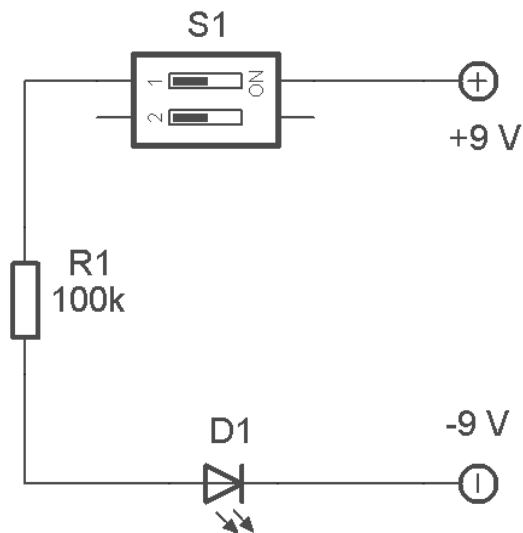
Tranzistor BC337 má proudový zesilovací činitel $\beta = 250$. Jak se změní proud protékající kolektorem, jestliže proud protékající bází se zvětší o 1,5 mA?

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \Rightarrow I_C = \beta \cdot I_B = 250 \cdot 1,5 = 375 \text{ mA}$$

Proud protékající kolektorem se zvětší o 375 mA.

! *Pamatujte si, že proud do báze tranzistoru musí téct vždy přes rezistor. Jinak by mohlo dojít ke zničení tranzistoru velkým proudem!*

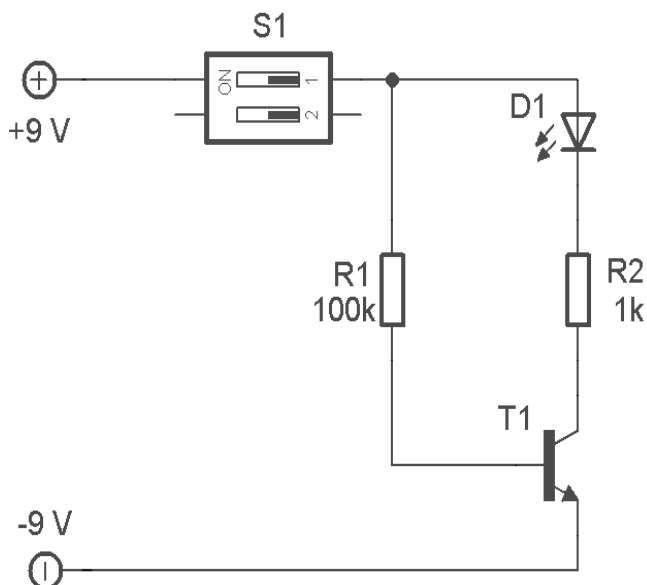
V tomto zapojení si vyzkoušíte, jak takový tranzistor vlastně může fungovat. Nejprve zapojte obvod podle schéma zapojení na obr. 57. Když sepnete spínač zjistíte, že LED sotva žhne. Je to způsobeno tím, že rezistor R1 má velký odpor a obvodem protéká malý proud, v tomto případě pouhých 0,09 mA. V zapojení na obr. 58 však stačí i tento malý proud k tomu, aby se otevřel tranzistor T1 a umožnil tak rozsvícení LED.



Seznam součástek:

R1	100 k Ω
D1	LED
S1	spínač SDIP2
$\pm 9V$	baterie 9V

Obr. 57. Schéma zapojení obvodu bez tranzistoru



Seznam součástek:

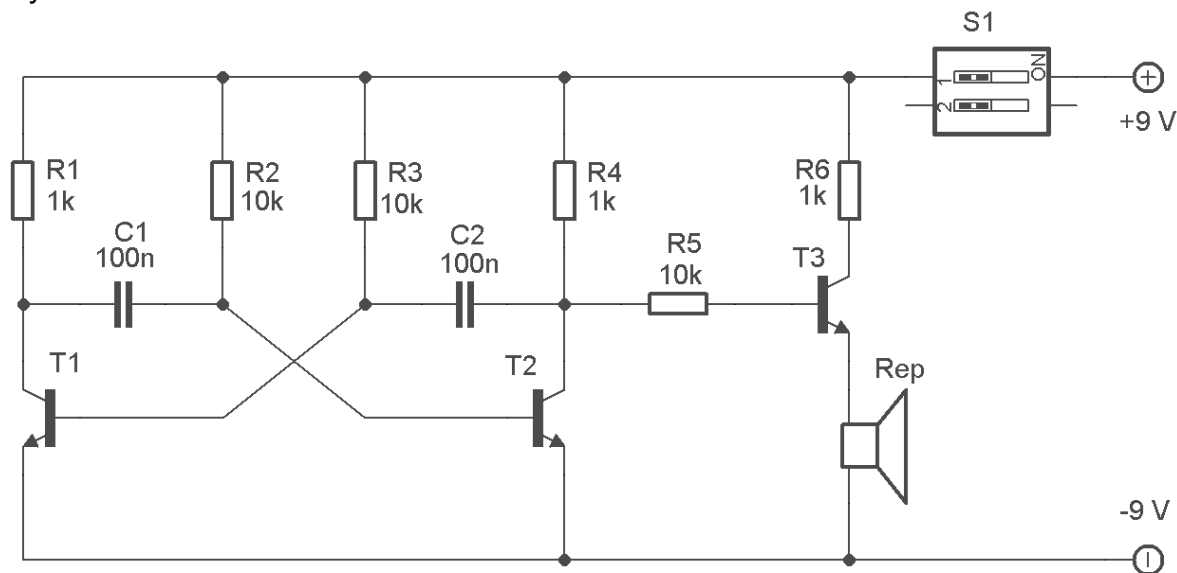
R1	100 k Ω
R2	1 k Ω
T1	BC337
D1	LED
S1	spínač SDIP2
$\pm 9V$	baterie 9V

Obr. 58. Schéma zapojení obvodu s tranzistorem

11.10 Integrovaný obvod

Integrovaný obvod je polovodičová součástka, která v jednom pouzdře sdružuje (integruje) velké množství elektronických součástek a dokonce celé obvody. Použitím integrovaných obvodů se výrazně zmenšují elektrické obvody a tím i celé výrobky.

Vyzkoušejte si následující zapojení. Podle schéma zapojení z obr. 59 potřebujete kromě baterie, spínače a reproduktoru 11 součástek. Pokud jste obvod zapojili správně, po sepnutí spínače S1 do polohy ON začne reproduktor vydávat tón. Postavili jste vlastně takový bzučák.

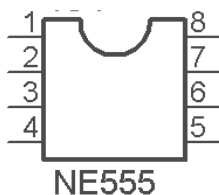


Obr. 59 Schéma zapojení obvodu s tranzistory

Seznam součástek:

R1, R4, R6	1 k Ω
R2, R3, R5	10 k Ω
C1, C2	100 nF
T1, T2, T3	BC337
Rep	reproduktor
S1	spínač SDIP2
$\pm 9V$	baterie 9V

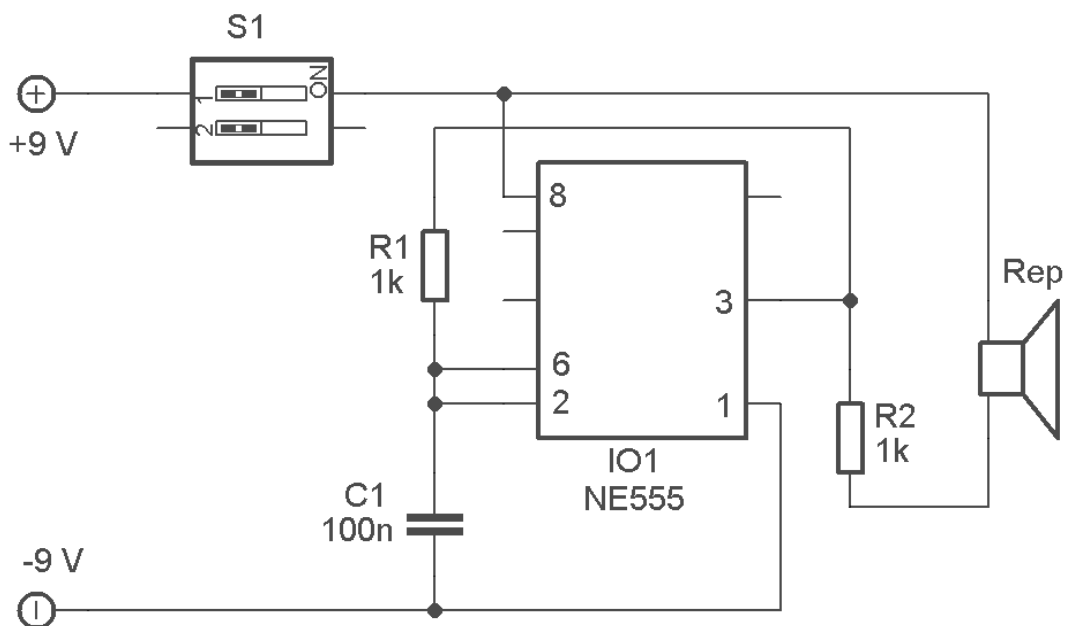
Aby jste mohli dobře zapojit integrovaný obvod, musíte vědět, jak jsou očíslovány jednotlivé vývody integrovaného obvodu. Tyto informace konstruktér získá z katalogového listu součástky. Vy tyto informace získáte z obr. 60.



Obr. 60 Číslování vývodů IO NE555

Nyní vyzkoušejte sestavit obvod podle schéma zapojení na obr. 61. Pokud jste obvod zapojili správně, začne se po sepnutí spínače S1 do polohy ON ozývat z reproduktoru

tón. Výsledek je podobný jako v předchozím zapojení, ale potřebovali jste méně součástek. Kromě baterie, spínače a reproduktoru jste potřebovali jen 4 součástky. Ostatní součástky (rezistory, kondenzátory a tranzistory jsou schovány (integrovány) právě v použitém integrovaném obvodu. Díky použití integrovaného obvodu je celé zapojení jednodušší, přehlednější a dokonce i levnější.



Obr. 61 Schéma zapojení obvodu s integrovaným obvodem

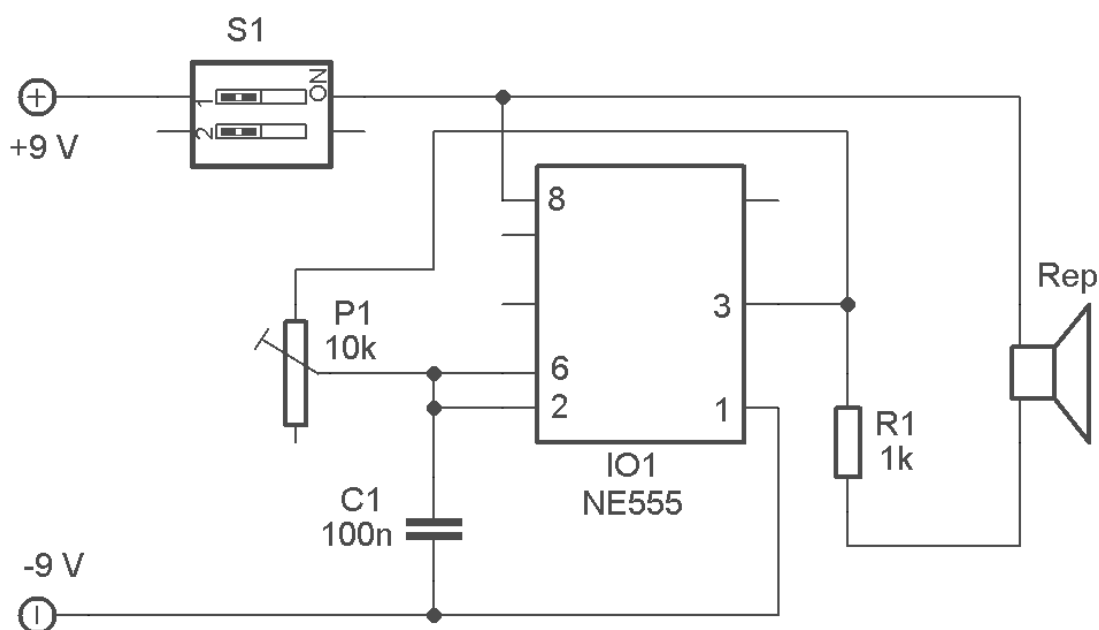
Seznam součástek:

R1, R2	1 kΩ
C1	100 nF
IO1	NE555
Rep	reproduktor
S1	spínač SDIP2
± 9V	baterie 9V

11.11 Laditelný bzučák

V předchozím zapojení na obr. 61 jste využili výhod integrovaného obvodu a postavili jste jednoduchý bzučák. Sestavený bzučák byl schopen vydávat pouze jeden konkrétní tón, který byl dán odporem rezistoru R1 a kapacitou kondenzátoru C1. Pokud by jste chtěli měnit výšku tónu bzučáku, máte dvě možnosti. Jedna možnost by byla měnit kapacitu kondenzátoru C1 a druhá možnost, kterou si hned vyzkoušíte, by byla měnit velikost odporu rezistoru R1. Aby bylo možné měnit výšku tónu plynule, zapojte do obvodu trimr P1 místo rezistoru R1.

Sestavte obvod podle schéma zapojení na obr. 62 a překontrolujte správnost svého zapojení. Pokud je zapojení v pořádku, sepněte spínač S1 do polohy ON. Bzučák bude vydávat tón podle polohy jezdcy trimru P1.



Obr. 62. Schéma zapojení laditelného bzučáku

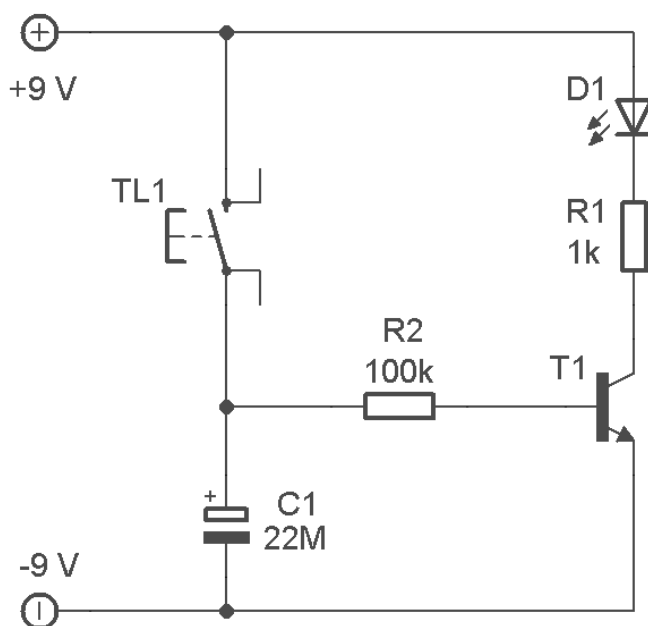
Seznam součástek:

R1	1k Ω
P1	10 k Ω
C1	100 nF
IO1	NE555
Rep	reproduktor
S1	spínač SDIP2
$\pm 9V$	baterie 9V

11.12 Schodišťové osvětlení

Jistě jste se již setkali v činžovních domech s osvětlením, které po zapnutí nějakou dobu svítlo a pak se samo zhaslo. Na stejném principu pracuje obvod na obr. 63. Obvod zapojte dle schéma zapojení a proveďte kontrolu správnosti zapojení.

Po smáčknutí tlačítka TL1, se D1 rozsvítí, protože přes rezistor R2 začne téct proud do báze tranzistoru T1 a ten se otevře. Zároveň se nabije kondenzátor C1. Nabití kondenzátoru proběhne velice rychle, protože nabíjecí proud z baterie není omezen žádným odporem. Po uvolnění tlačítka se začne kondenzátor C1 vybíjet přes rezistor R2 a tak zůstane tranzistor T1 otevřen a dioda D1 bude i nadále svítit. Jak se bude kondenzátor C1 vybíjet, bude na něm postupně ubývat napětí a bude se zmenšovat proud tekoucí přes rezistor R2 do báze tranzistoru. Tím se začne tranzistor T1 zavírat a dioda D1 bude svítit čím dál méně. V určitou chvíli bude napětí na kondenzátoru C1 tak malé, že proud tekoucí do báze tranzistoru T1 již nebude stačit na udržení tranzistoru v otevřeném stavu, tranzistor se zavře a dioda D1 zhasne.



Obr. 63. Schéma zapojení schodišťového osvětlení

Seznam součástek:

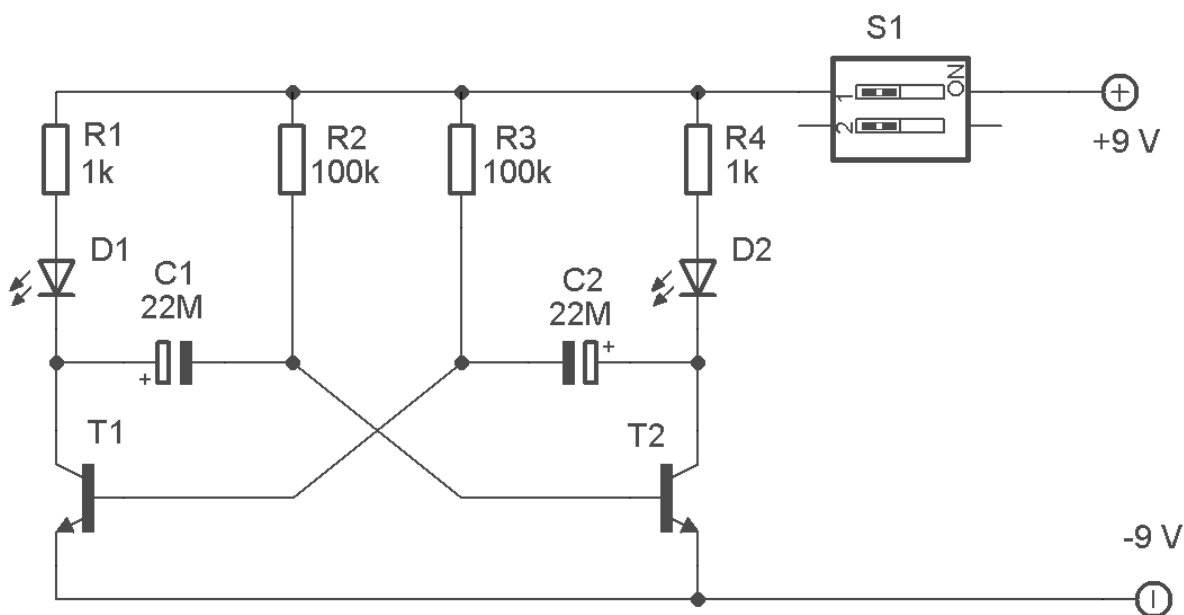
R1	1 k Ω
R2	100 k Ω
C1	22 μ F
T1	BC337
D1	LED
TL1	tlačítko M050
\pm 9V	baterie 9V

11.13 Výstražný blikač

Všimli jste si, jak blikají výstražná červená světla u železničního přejezdu? Vy si taková světla můžete také postavit. Zapojte obvod podle obr. 64 a proveďte kontrolu správnosti zapojení.

Po sepnutí spínače S1 do polohy ON začnou diody D1 a D2 střídavě blikat podle toho, který z tranzistorů bude právě otevřen. Protože diody stále blikají, světlo se „překlápí“ ze strany na stranu, nazývá se takový obvod jako astabilní klopný obvod (AKO).

Pokud chcete, aby blikač blikal pravidelně, musí mít rezistory R2, R3 stejný odpor a kondenzátory C1, C2 musí mít stejnou kapacitu. Rezistory R1 a R4 mají vliv na jas diod. Vyzkoušejte si chování obvodu, když rezistor R2 bude mít odpor 10 k Ω .



Obr. 64 Schéma zapojení výstražného blikače

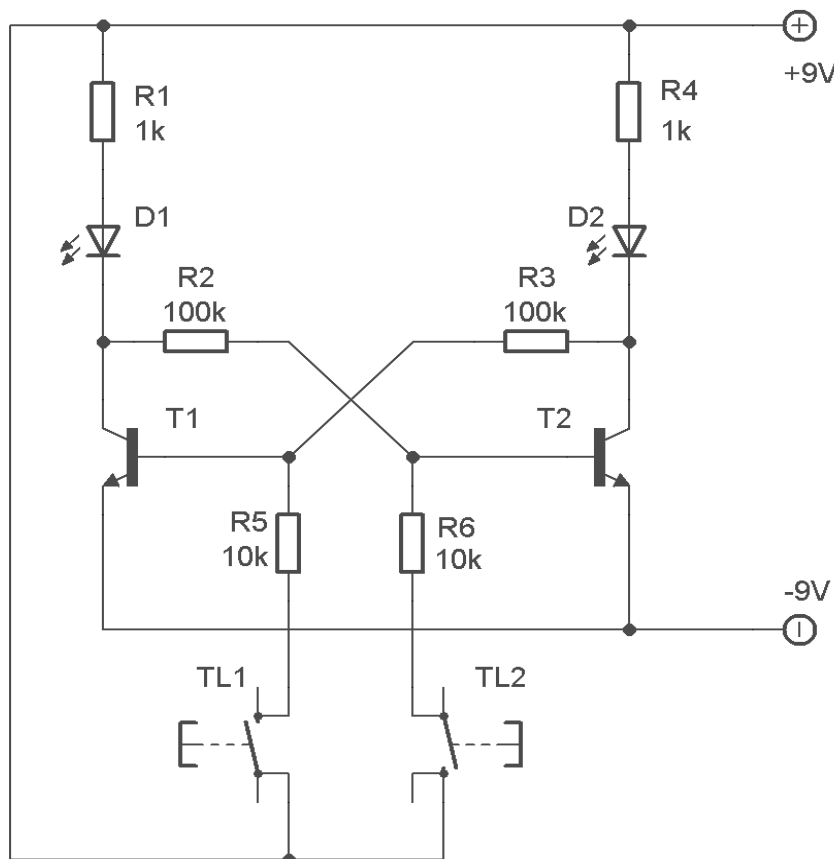
Seznam součástek:

R1, R4	1 k Ω
R2, R3	100 k Ω
C1, C2	22 μ F
T1, T2	BC337
D1, D2	červená LED
S1	spínač SDIP2
\pm 9V	baterie 9V

11.14 Bistabilní klopný obvod

V předchozím zapojení jste poznali tzv. astabilní klopný obvod (AKO). Dalším z řady základních klopných obvodů je bistabilní klopný obvod (BKO). Bistabilní klopné obvody nabývají dvou stabilních stavů. Mezi těmito stavy lze přepínat pomocí signálů přivedených na vstupy obvodu. V praxi se BKO používají jako paměťové prvky.

Zapojte obvod podle schéma zapojení na obr. 65 a překontrolujte správnost svého zapojení. Obvod funguje tak, že pokud přivedete smáčknutím tlačítka TL1 kladný impuls do báze tranzistoru T1, ten se otevře a rozsvítí se dioda D1. Pokud přivedete smáčknutím tlačítka TL2 kladný impuls do báze tranzistoru T2, otevře se a rozsvítí se dioda D2.



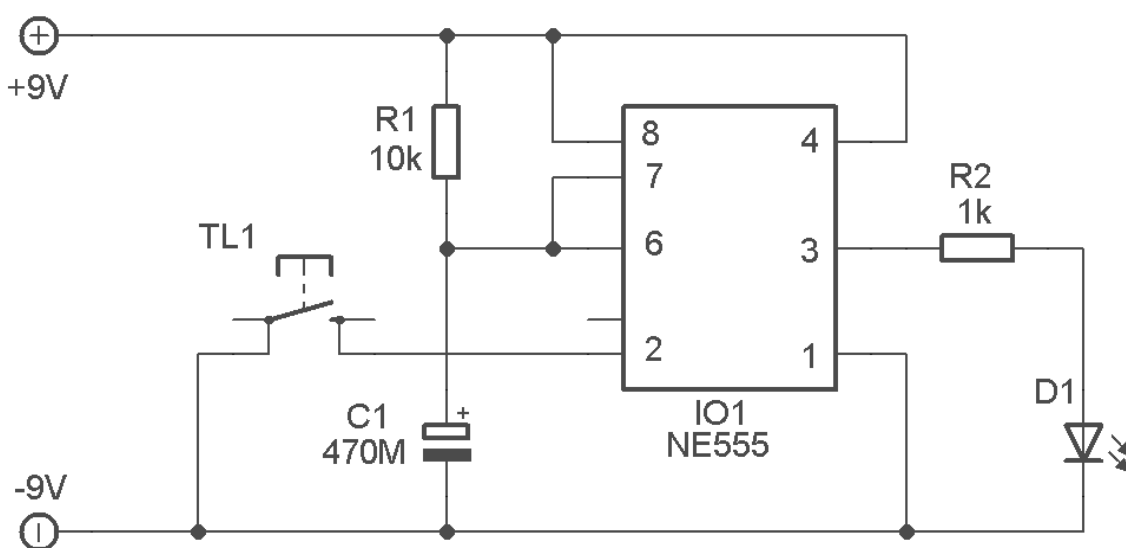
Obr. 65 Schéma zapojení BKO

Seznam součástek:

R1, R4	1 k Ω
R2, R3	100 k Ω
R5, R6	10 k Ω
T1, T2	BC337
D1	zelená LED
D2	červená LED
TL1, TL2	tlačítko TM050
$\pm 9V$	baterie 9V

11.15 Monostabilní klopný obvod s IO NE555

Mezi klopné obvody patří též monostabilní klopný obvod (MKO). Klopné obvody lze realizovat také pomocí integrovaných obvodů, jak je vidět na obr. 66. Monostabilní klopný obvod má pouze jeden stabilní stav. Ze stabilního stavu jej lze přepnout do stavu nestabilního, v tomto zapojení přivedením záporného impulsu na vstup IO (pin 2) smáčknutím tlačítka TL1. MKO se po uvolnění tlačítka TL1 sám vrátí do svého stabilního stavu. Doba, po kterou MKO setrvá v nestabilním stavu, je dána velikostí odporu rezistoru R1 a velikostí kapacity kondenzátoru C1. Čím větší odpor a kapacita, tím déle trvá nestabilní stav. Sestavte obvod podle schéma zapojení na obr. 66 a překontrolujte správnost zapojení. Vyzkoušejte, jak se projeví změny kapacity kondenzátoru C1 a odporu rezistoru R1 na délce nestabilního stavu. V praxi se MKO používají např. jako generátory impulsů s pevně definovanou délkou.



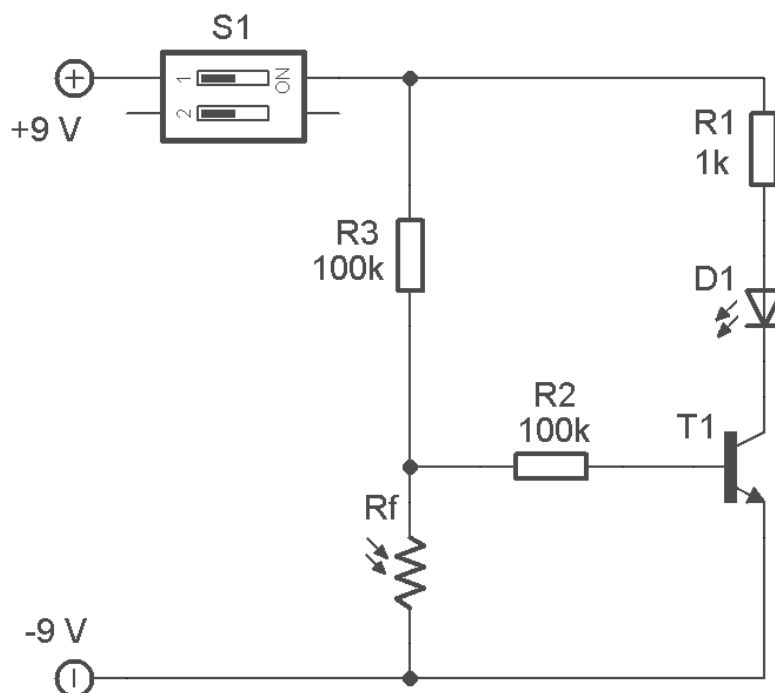
Obr. 66 Schéma zapojení MKO

Seznam součástek:

R1	10 k Ω
R2	1 k Ω
C1	470 μ F
D1	LED
TL1	tlačítko TM050
\pm 9V	baterie 9V

11.16 Soumrakový spínač

Každý den, když se setmí, se rozsvítí na ulicích veřejné osvětlení. A ráno, když už je dostatek světla, se toto osvětlení zhasne. Dříve veřejné osvětlení rozsvěcoval a zhasínal člověk, dnes ho nahradila elektronika. Zařízení, které dokáže zapínat a vypínat veřejné osvětlení, se nazývá soumrakový spínač nebo také fotobuňka. Soumrakový spínač obsahuje světlocitlivou součástku, které se říká fotorezistor (R_f). Jedná se o polovodičovou součástku, na kterou čím méně dopadá světla, tím větší má odpor a opačně. Zapojte obvod podle obr. 67 a proveďte kontrolu správnosti zapojení. Po sepnutí spínače S1, pokud bude dostatek světla, poteče proud z kladného pólu baterie přes rezistor R3 a fotorezistor R_f k zápornému pólu baterie. Když však zakryjete fotorezistor R_f , aby na něj dopadalo co nejméně světla, jeho odpor se zvětší nad hodnotu odporu rezistoru R2 a proud začne protékat právě přes rezistor R2 do báze tranzistoru T1, ten se otevře a rozsvítí diodu D1.



Obr. 67 Schéma zapojení soumrakového spínače

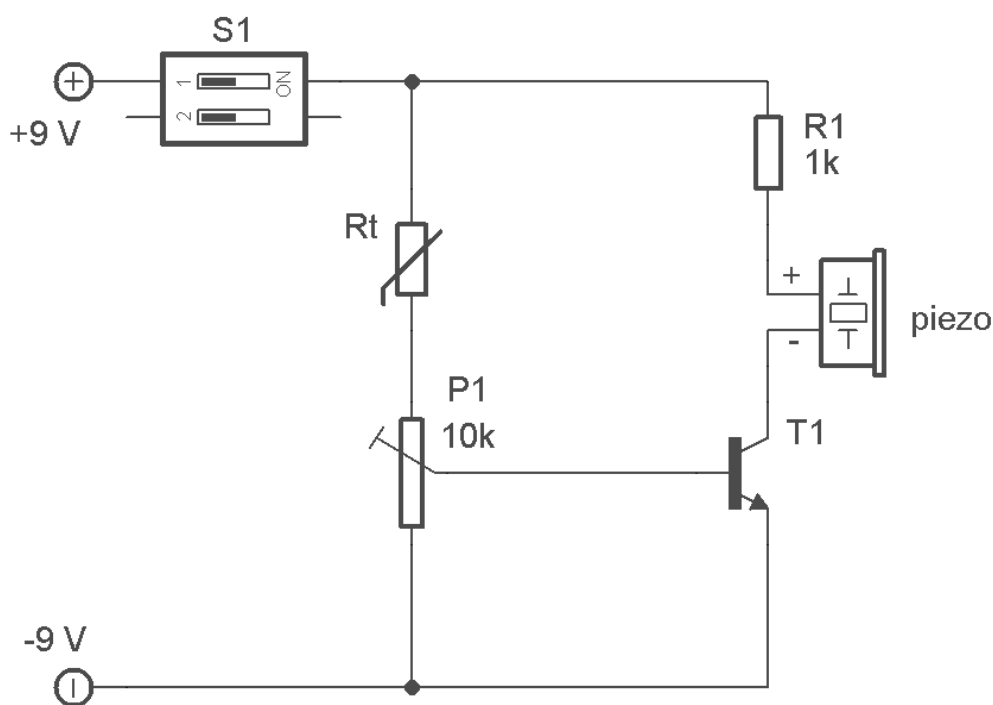
Seznam součástek:

R1	1 k Ω
R2, R3	100 k Ω
R_f	fotorezistor VT93N1
T1	BC337
D1	LED
S1	spínač SDIP2
$\pm 9V$	baterie 9V

11.17 Teplotní spínač

U mnoha technických zařízeních je potřeba zajistit jejich chlazení. Je to např. u počítačů, kdy je třeba chladit procesor, u automobilů, kdy je třeba zajistit chlazení motoru, u ledniček kdy je třeba zajistit stálou teplotu v chladicím prostoru. Ve všech uvedených případech je zapotřebí zajistit, aby po dosažení určité teploty došlo k sepnutí zařízení, které zajistí ochlazení daného prostředí (ventilátoru, čerpadla, kompresoru, ...). Ke spínání se používají teplotní spínače a vy si takový spínač můžete sami postavit podle obr. 68.

V teplotním spínači využijete novou součástku, které se říká termistor. Termistor má takovou vlastnost, že při zvyšování teploty jeho odpor buď klesá (termistor NTC) nebo stoupá (termistor PTC). V zapojení podle obr. 68 je použit termistor NTC. Po sestavení a kontrole správnosti zapojení obvodu sepněte spínač S1 a trimr P1 nastavte do takové polohy, kdy sirénka právě přestane pískat. Po ohřátí termistoru se zmenší jeho odpor, tím se zmenší celkový odpor báze tranzistoru T1 a bázi začne protékat proud, který dokáže otevřít tranzistor T1 a sirénka začne pískat. Po ochlazení termistoru sirénka pískat přestane.



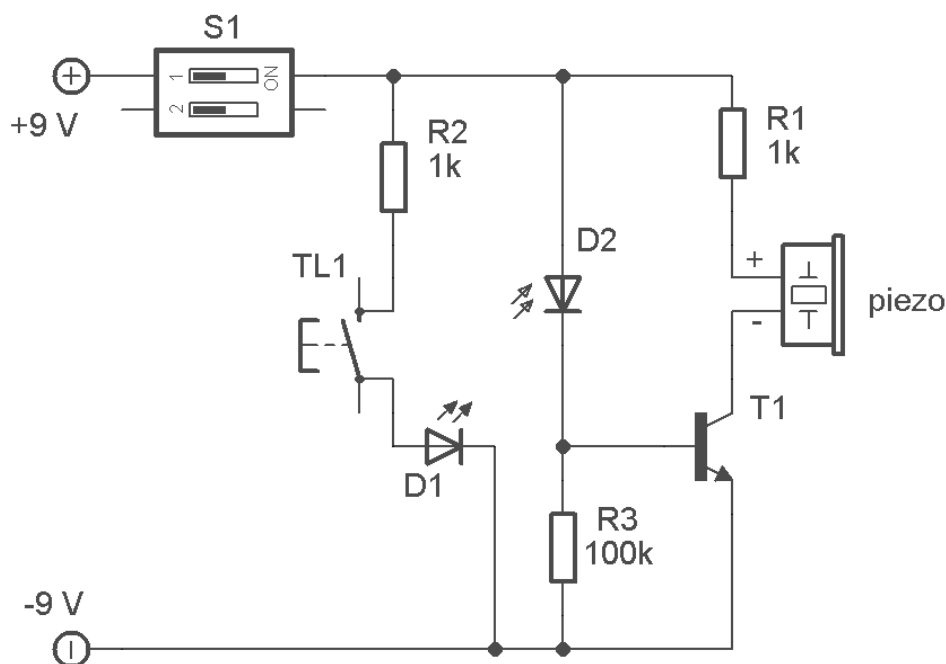
Obr. 68 Schéma zapojení teplotního spínače

Seznam součástek:

R1	1 k Ω
P1	10 k Ω
R _T	300 k Ω
T1	BC337
piezo	sirénka SA003
S1	spínač SDIP2
\pm 9V	baterie 9V

11.18 Infra spínač

Dnešní domácnosti jsou plné dálkových ovladačů k televizi, videu, DVD přehrávačům, k HiFi systémům a k dalším zařízením. Tato dálková ovládání fungují na principu vysílání a přijímání infračerveného (IR) paprsku. Takový jednoduchý vysílač a přijímač infračerveného paprsku si můžete postavit podle obr. 69. Po sestavení obvodu (infradiodu D1 nasměrujte na fotodiodu D2) a kontrole správnosti zapojení sepněte spínač S1. Pokud bude sirénka pískat a obvod je správně zapojen, znamená, to, že na fotodiodu D2 dopadá příliš světla z okolí. Pokuste se fotodiodu co nejvíce zastínit tak, aby sirénka přestala pískat. Pak stiskněte tlačítko TL1 a sirénka by měla pískat po celou dobu, kdy je tlačítko smáčkuté. Po uvolnění tlačítka sirénka pískat přestane. Vyzkoušejte místo infradiody D1 dálkový ovladač např. k dataprojektoru. Zapojením infra spínače můžete realizovat jednoduchou zkoušečku IR dálkových ovladačů.



Obr. 69 Schéma zapojení infra spínače

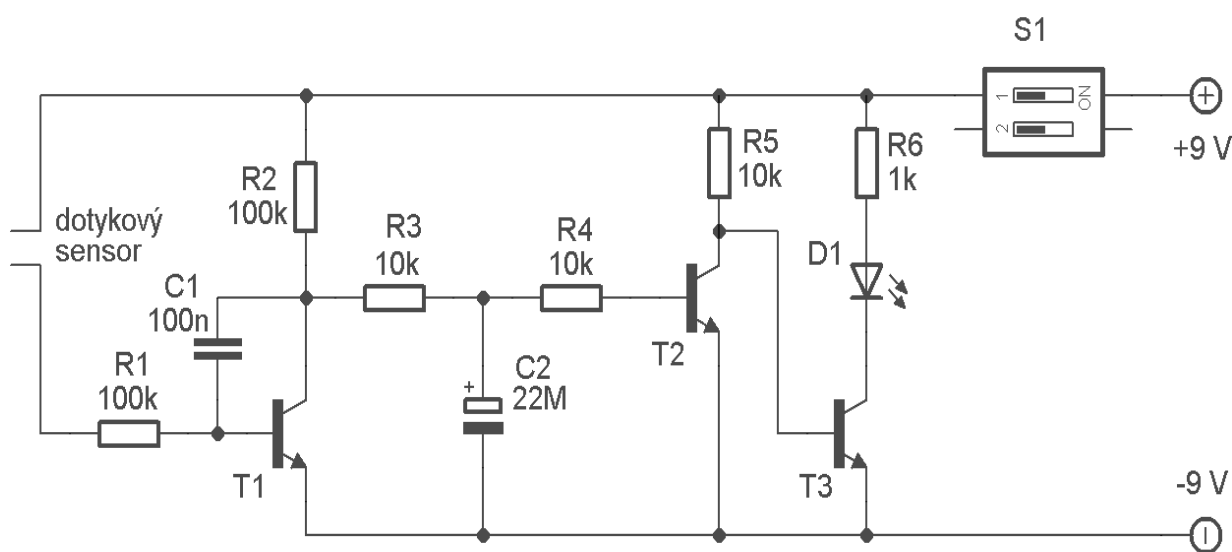
Seznam součástek:

R1, R2	1 k Ω
R3	100 k Ω
D1	infradioda L934F3BT
D2	fotodioda LTR516
T1	BC337
piezo	sirénka SA003
S1	spínač SDIP2
TL1	tlačítko TM050
$\pm 9V$	baterie 9V

11.19 Dotykový senzor

Celá řada materiálů kolem vás patří mezi elektrické vodiče. Také lidské tělo vede elektrický proud. O tom se může přesvědčit v zapojení podle obr. 70. Sestavte obvod podle schéma zapojení a překontrolujte správnost svého zapojení.

Sepněte spínač S1 do polohy ON. Pak se dotkněte dotykového senzoru. D1 se rozsvítí a bude svítit celou dobu, po kterou se budete senzoru dotýkat. Naše tělo zafungovalo jako vodič (přesto, že má určitý odpor) a došlo k uzavření elektrického obvodu a tím přes odpor R1 a odpor právě našeho těla začal do báze tranzistoru T1 téct proud a tranzistor se otevřel. Otevření tranzistoru T1 způsobí otevření tranzistoru T2 a nabití kondenzátoru C2. Otevřený tranzistor T2 způsobí otevření tranzistoru T3 a tím dojde k rozsvícení diody D1. Jakmile se přestanete dotýkat dotykového senzoru, tranzistor T1 se uzavře, kondenzátor C2 se vybijí a dioda D1 zhasne. Jako dotykový senzor vám mohou posloužit vývody rezistorů R1 a R2 nebo drátové propojky.



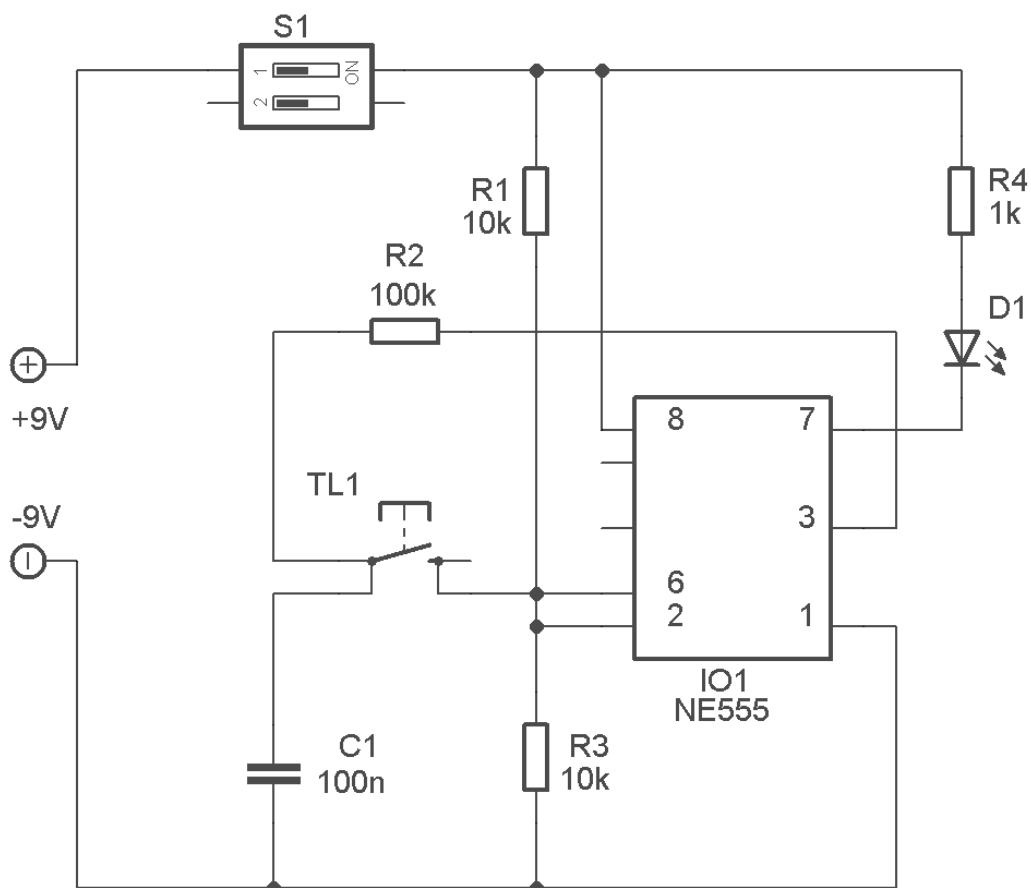
Obr. 70 Schéma zapojení dotykového senzoru

Seznam součástek:

R1, R2	100 k Ω
R3, R4, R5	10 k Ω
R6	1 k Ω
C1	100 nF
C2	22 μ F
D1	červená LED
T1, T2, T3	BC337
S1	spínač SDIP2
\pm 9V	baterie 9V

11.20 Zapnutí a vypnutí jedním tlačítkem

Zapojení podle obr. 71 vám umožní pomocí jednoho tlačítka zapnout a vypnout LED. Je to další příklad využití integrovaného obvodu. Sestavte obvod podle schématu a překontrolujte správnost zapojení. Pokud jste pracovali pečlivě, tak po sepnutí spínače S1 do polohy ON se rozsvítí dioda D1. Smáčknete-li tlačítko TL1, pak dioda D1 zhasne a pokud tlačítko TL1 smáčknete znovu, opět se dioda D1 rozsvítí.



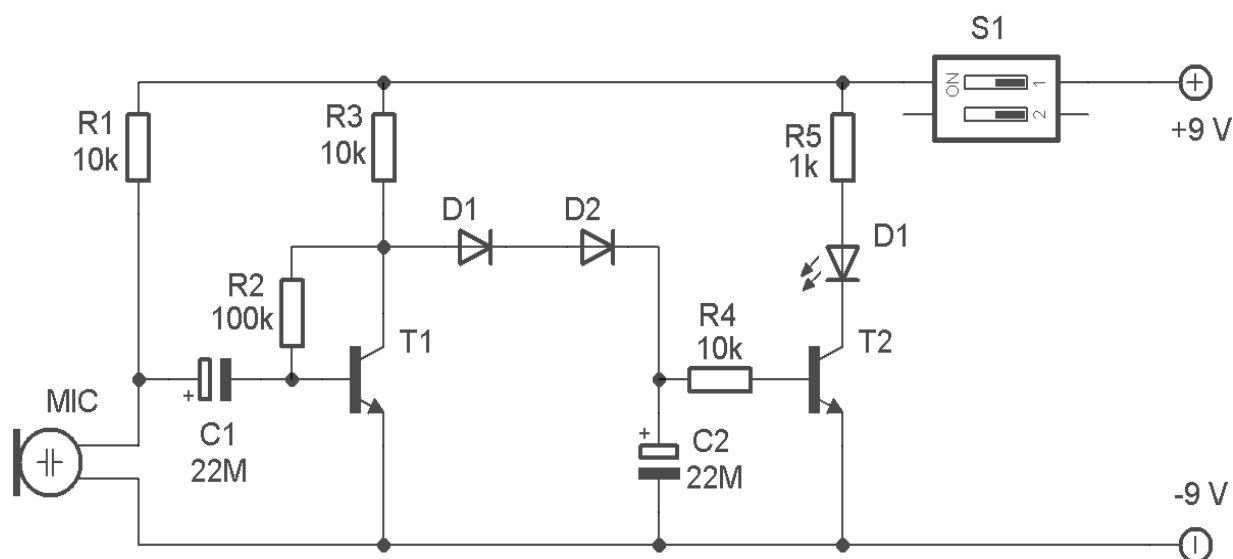
Obr. 71 Schéma zapojení obvodu pro zapínání a vypínání jedním tlačítkem

Seznam součástek:

R1, R3	10 k Ω
R2	100 k Ω
R4	1 k Ω
C1	100 nF
D1	zelená LED
IO1	NE555
S1	spínač SDIP2
TL1	tlačítko TM050
$\pm 9V$	napájecí baterie 9V

11.21 Hlukový spínač

Už jste poznali, že se dá postavit spínací obvod, který spíná v závislosti na světle, teplotě, infračerveném záření. Nyní si vyzkoušíte obvod, který dokáže spínat na základě hluku. Zapojte obvod podle schéma zapojení na obr. 72 a překontrolujte správnost svého zapojení. Pokud jste pracovali pečlivě, stačí do mikrofonu promluvit nebo písknout a rozsvítí se D3. Jak je to možné? Mikrofon je zařízení, které převádí akustický tlak vzniklý mluvením na elektrický signál. Tento signál je zesílen tranzistorem T1 a přes diody D1, D2 je veden na bázi tranzistoru T2 a zároveň nabíjí kondenzátor C2. Jakmile přestanete mluvit, mikrofon přestane dávat elektrický signál a dioda D3 bude svítit jen tak dlouho, než se vybijí kondenzátor C2. Čím větší kapacitu bude kondenzátor C2 mít, tím delší dobu po ukončení mluvení bude dioda D3 svítit. Vyzkoušejte si to.



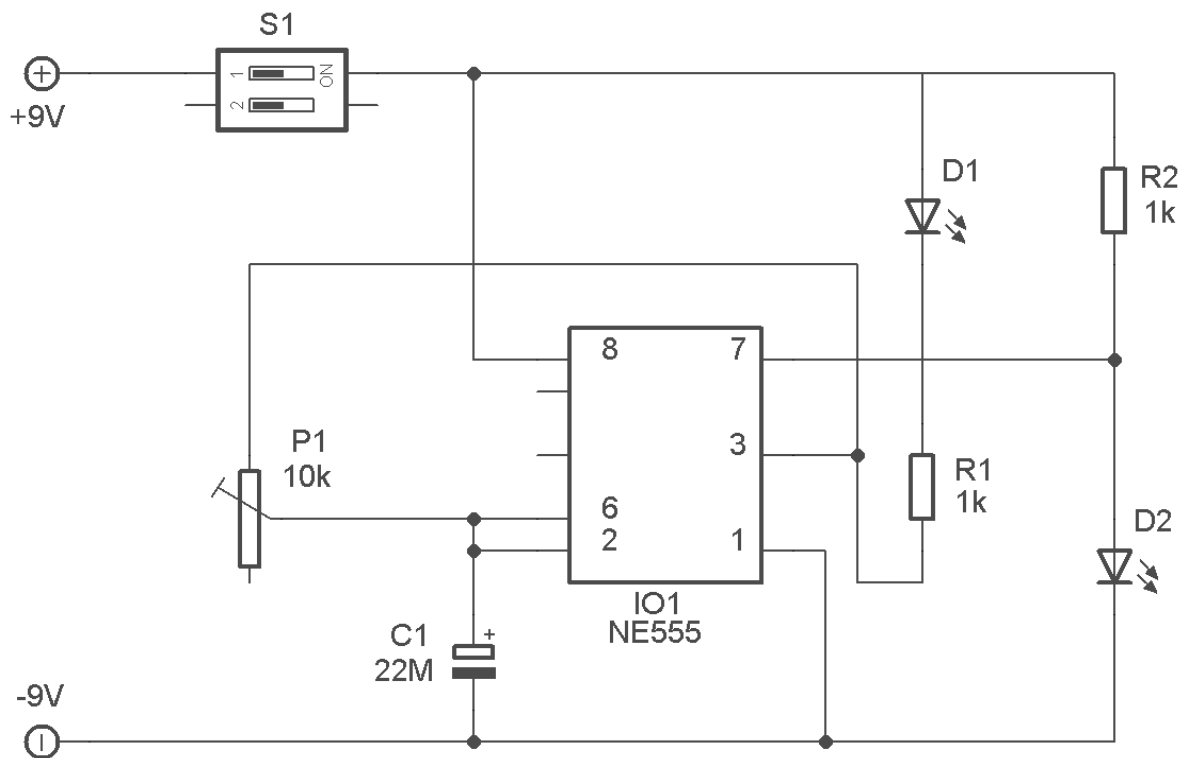
Obr. 72 Schéma zapojení hlukového spínače

Seznam součástek:

R1, R3, R4	10 k Ω
R2	100 k Ω
R5	1 k Ω
C1, C2	22 μ F
D1, D2	1N4007
D3	LED
MIC	elektretový mikrofon
S1	spínač SDIP2
\pm 9V	baterie 9V

11.22 Blikač s integrovaným obvodem

Sestavte obvod podle schématu na obr. 73 a překontrolujte správnost zapojení. Pokud je vše v pořádku, sepněte spínač S1 do polohy ON. Střídavě bude blikat žlutá a červená LED. Díky rezistorovému trimru P1 můžete měnit rychlost blikání.



Obr. 73 Schéma zapojení blikače s integrovaným obvodem

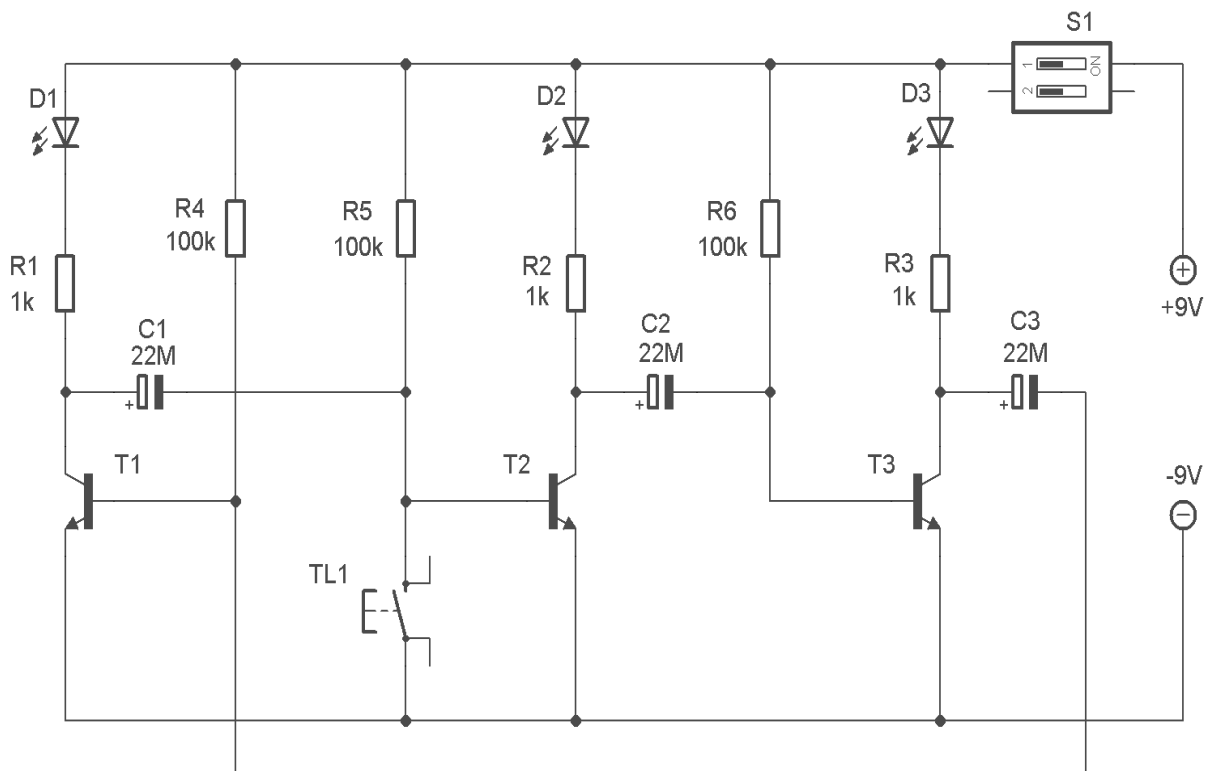
Seznam součástek:

R1, R2	1 k Ω
P1	10 k Ω
C1	22 μ F
IO1	NE555
D1	červená LED
D2	zelená LED
S1	spínač SDIP2
\pm 9V	baterie 9V

11.23 Běžící světlo (svítí dvě LED)

Sestavte obvod podle schématu na obr. 74 a překontrolujte správnost svého zapojení. Pokud je vše v pořádku, sepněte spínač S1 do polohy ON. Rozsvítí se dvě LED a po cca 2 s se rozsvítí třetí LED a jedna z rozsvícených LED zhasne. Toto se bude stále opakovat, vznikne dojem běžícího světla dvou LED.

Pokud se při zapnutí rozsvítí všechny tři LED, obvod přivedete do správného režimu stiskem tlačítka TL1.



Obr. 74 Schéma zapojení běžícího světla

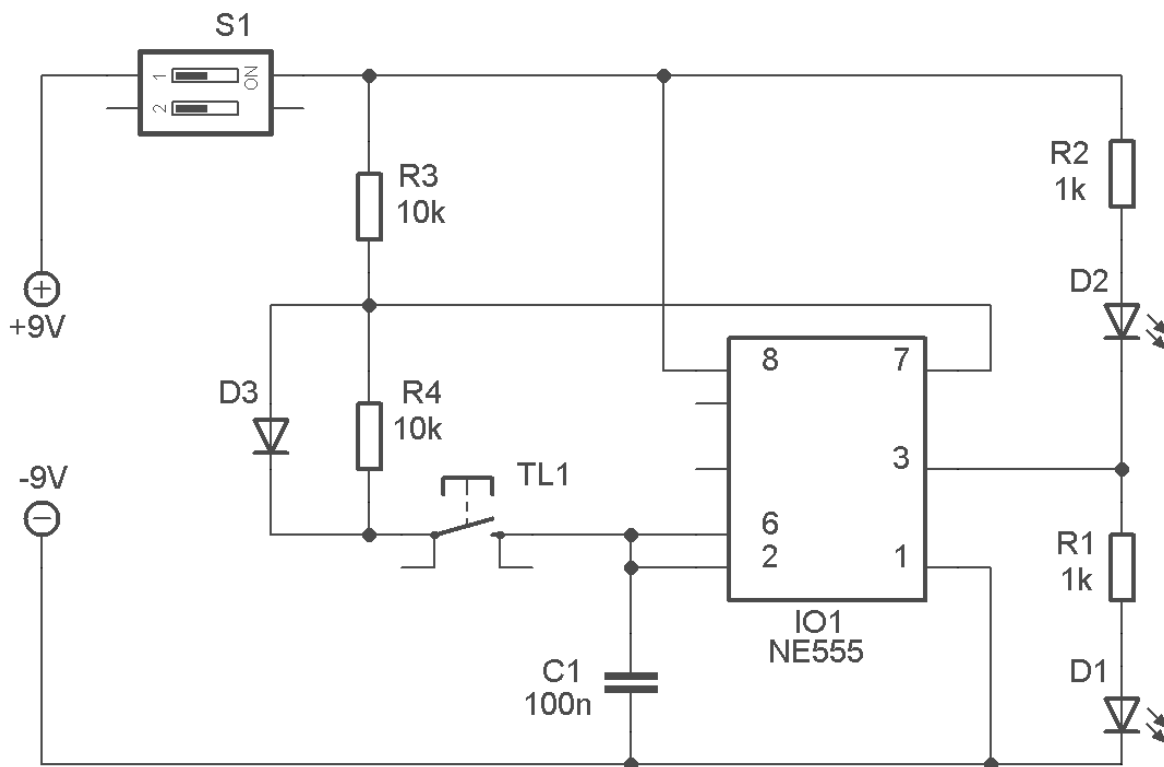
Seznam součástek:

R1, R2, R3	1 k Ω
R4, R5, R6	100 k Ω
C1, C2, C3	22 μ F
T1, T2, T3	BC337
D1, D2, D3	červená LED
S1	spínač SDIP2
TL1	tlačítko TM050
\pm 9V	baterie 9V

11.24 Losovací zařízení „Panna nebo orel“

Všichni jistě znáte situaci, kdy je třeba vybrat ze dvou možností, často se také říká „hodit si korunou“. Je to třeba losování stran před fotbalovým zápasem, kdy rozhodčí hází mincí. Minci v takovém případě můžete nahradit tímto losovacím zařízením.

Sestavte obvod podle schéma zapojení na obr. 75 a překontrolujte správnost svého zapojení. Pokud je vše v pořádku, sepněte spínač S1 do polohy ON. Jedna ze dvou LED se rozsvítí. Když smáčknete tlačítko TL1, rozsvítí se i druhá LED, ale obě budou svítit slaběji – právě probíhá losování. Pustíte-li tlačítko TL1, zůstane rozsvícena jedna LED, druhá zhasne – právě padla panna nebo orel.



Obr. 75 Schéma zapojení losovacího zařízení

Seznam součástek:

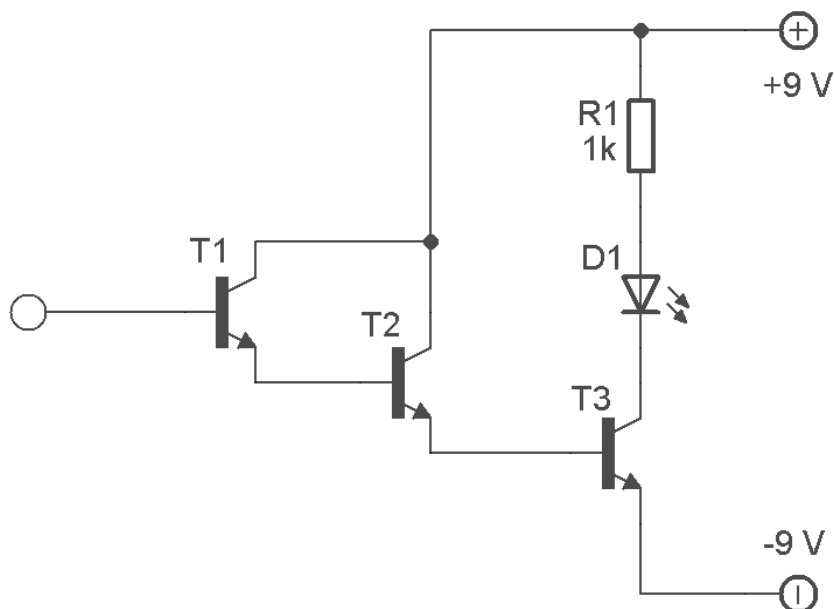
R1, R2	1 k Ω
R3, R4	10 k Ω
C1	100 nF
IO1	NE555
D1	červená LED
D2	zelená LED
D3	1N4007
S1	spínač SDIP2
TL1	tlačítko TM050
\pm 9V	baterie 9V

11.25 Tranzistorový zesilovač

Často se v praxi stává, že potřebujete zesílit signál, který je ovšem příliš slabý na to, aby dokázal sepnout tranzistor. V takovém případě je potřeba zapojit několik tranzistorů za sebou, aby se dosáhlo většího zesílení signálu. Obvod, kde je využito tzv. Darlingtonovo zapojení tranzistorů T1 a T2, si můžete postavit podle obr. 76. Zapojte obvod podle schéma zapojení, překontrolujte správnost svého zapojení a připojte napájení. Když se dotknete bodu v bázi tranzistoru T1 a přiblížíte se k nějakému elektrickému spotřebiči nebo k elektrické zásuvce, bude dioda D1 svítit. Svit ovšem nebude nijak velký a bude dosti kolísat podle toho, jak se budete pohybovat.

Jak je možné, že se dioda D1 rozsvítí, když se budete dotýkat bodu v bázi tranzistoru T1? Je to proto, že vaše tělo funguje jako anténa pro okolní elektromagnetické pole a když se dotknete bodu v bázi tranzistoru T1, přivedete do báze velice malý proud, který ale stačí k otevření tranzistoru T1. Tento proud je tedy zesílen tranzistorem T1 a vstupuje do báze tranzistoru T2, kde je opět zesílen. A tento zesílený proud již stačí k sepnutí tranzistoru T3 a rozsvícení diody D1.

Podobný princip se využívá u zařízení k vyhledávání elektrického vedení ve zdech budov pod omítkou. Místo lidského těla se jako antény používá cívka.



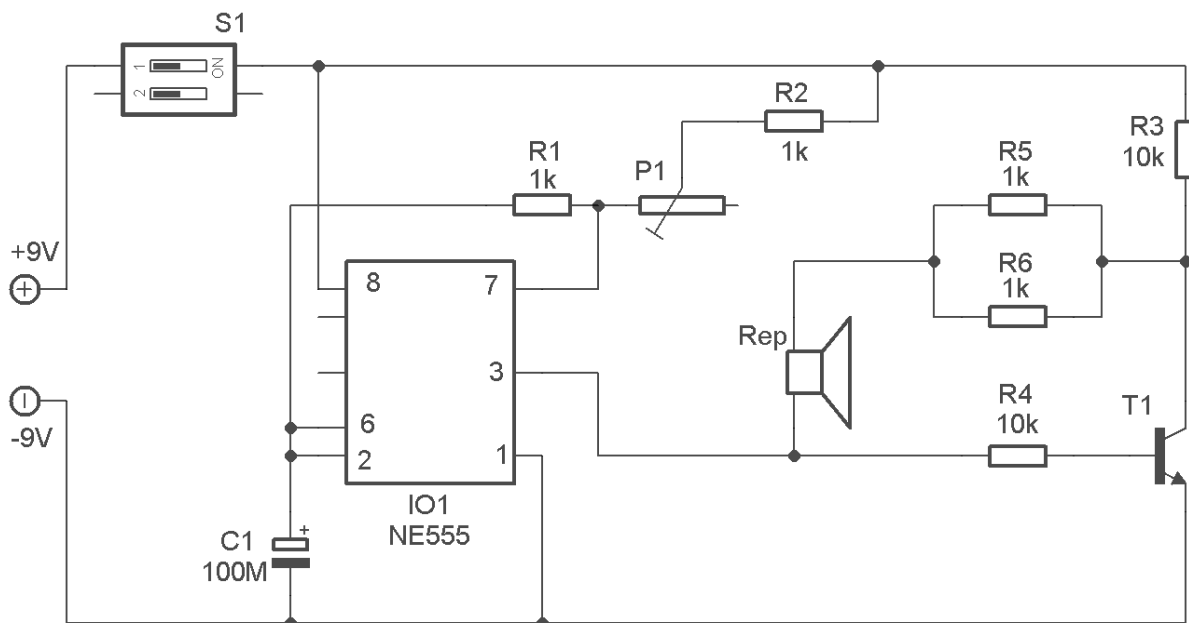
Obr. 76 Schéma zapojení tranzistorového zesilovače

Seznam součástek:

R1	1 k Ω
D1	červená LED
T1, T2, T3	BC337
$\pm 9V$	baterie 9V

11.26 Metronom

Metronom je zařízení, které slouží hudebníkům k udržení rytmu při nacvičování skladeb. Takové zařízení si můžete také postavit. Sestavte obvod podle schéma zapojení na obr. 77 a překontrolujte správnost svého zapojení. Pokud je vše v pořádku, sepněte spínač S1 do polohy ON. Z reproduktoru se začne ozývat pravidelné klepání. Toto klepání bude sice slabé, ale pokud si budete podle metronomu jen pískat, bude jeho hlasitost dostačovat. Rychlost klepání si můžete upravovat trimrem P1.



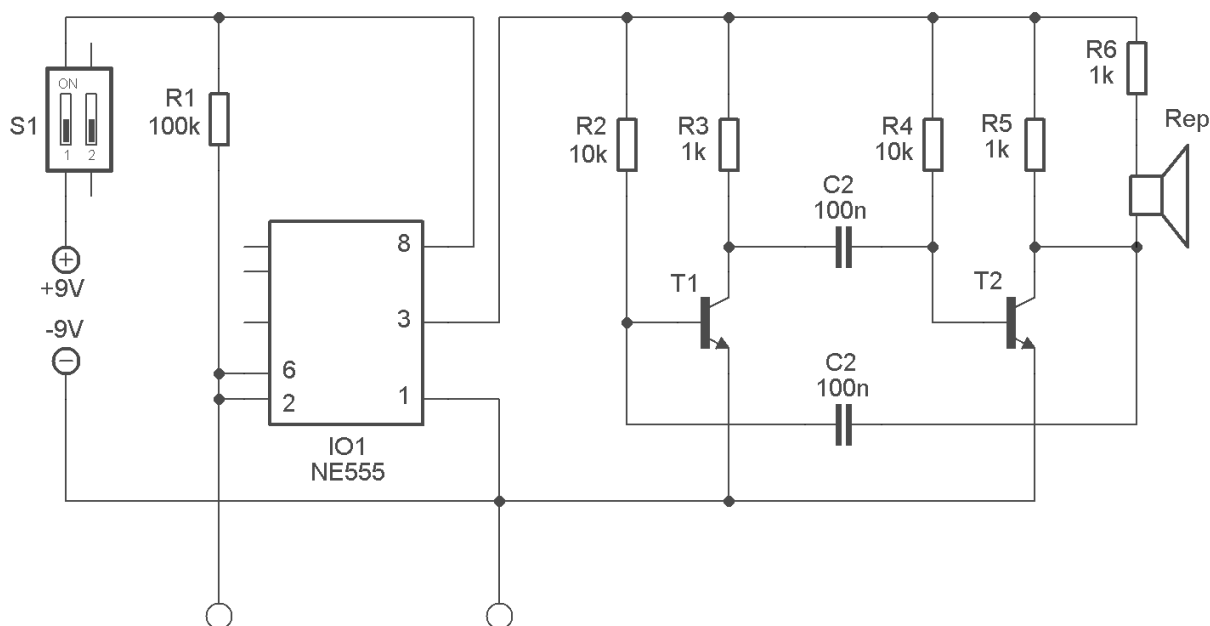
Obr. 77 Schéma zapojení metronomu

Seznam součástek:

R1, R2, R5, R6	1 k Ω
R3, R4	10 k Ω
P1	10 k Ω
C1	100 μ F
T1	BC337
IO1	NE555
S1	spínač SDIP2
\pm 9V	baterie 9V

11.27 Hladinový spínač

V praxi se často vyskytne požadavek na hlídání hladiny různých kapalin. Pokud hladina dosáhne určité výšky je třeba zajistit spuštění varovného signálu nebo samočinné vypnutí nebo zapnutí čerpadla (to podle toho, zda čerpadlo čerpá kapalinu do nádoby nebo z nádoby). Zařízení, které dokáže akusticky signalizovat dosažení určité výšky hladiny, si můžete také sami postavit. Sestavte obvod podle schéma zapojení na obr. 78 a překontrolujte správnost svého zapojení. Pokud je vše v pořádku, sepněte spínač S1 do polohy ON. Nebude se dít nic. Pokud však ponoříte oba kontakty do kapaliny, začne reproduktor pískat. Reproduktor by mohl být nahrazen nějakým spínacím obvodem, kterým by se mohlo zapínat či vypínat čerpadlo.



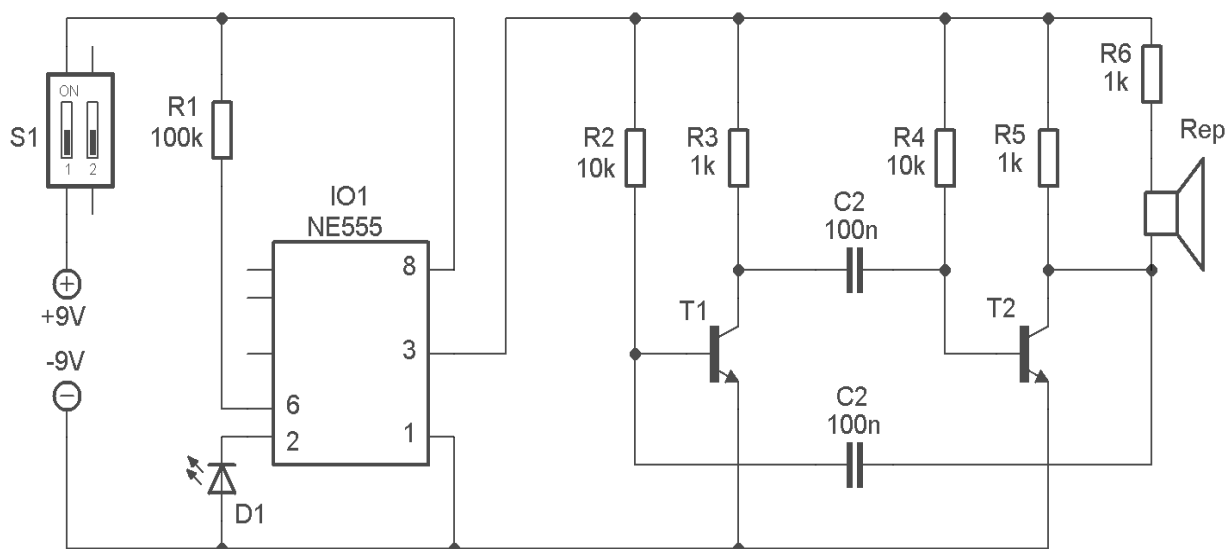
Obr. 78 Schéma zapojení hladinového spínače

Seznam součástek:

R1	100 k Ω
R2, R4	10 k Ω
R3, R5, R6	1 k Ω
C1, C2	100 nF
T1, T2	BC337
IO1	NE555
Rep	reproduktor
S1	spínač SDIP2
$\pm 9V$	baterie 9V

11.28 Detektor osvětlení s LED

To, že se LED do obvodů zapojují tak, aby svítily, vás jistě nepřekvapí (koneckonců se jim přece říká svítivky). Ale LED lze využít také trochu neobvyklým způsobem, a to jako světlocitlivého prvku. Zapojte obvod podle schéma zapojení na obr. 79 a překontrolujte správnost svého zapojení. Pokud je vše v pořádku, sepněte spínač S1 do polohy ON. Po svítkte na horní plochu LED baterkou a rozezvučí se reproduktor. Pokud by reproduktor začal pískat hned po sepnutí spínače S1, bude třeba LED zastínit. Jestliže na LED přestane svítit, případně ji ještě zastíníte, tak reproduktor umlkne.



Obr. 79. Schéma zapojení detektoru osvětlení s LED

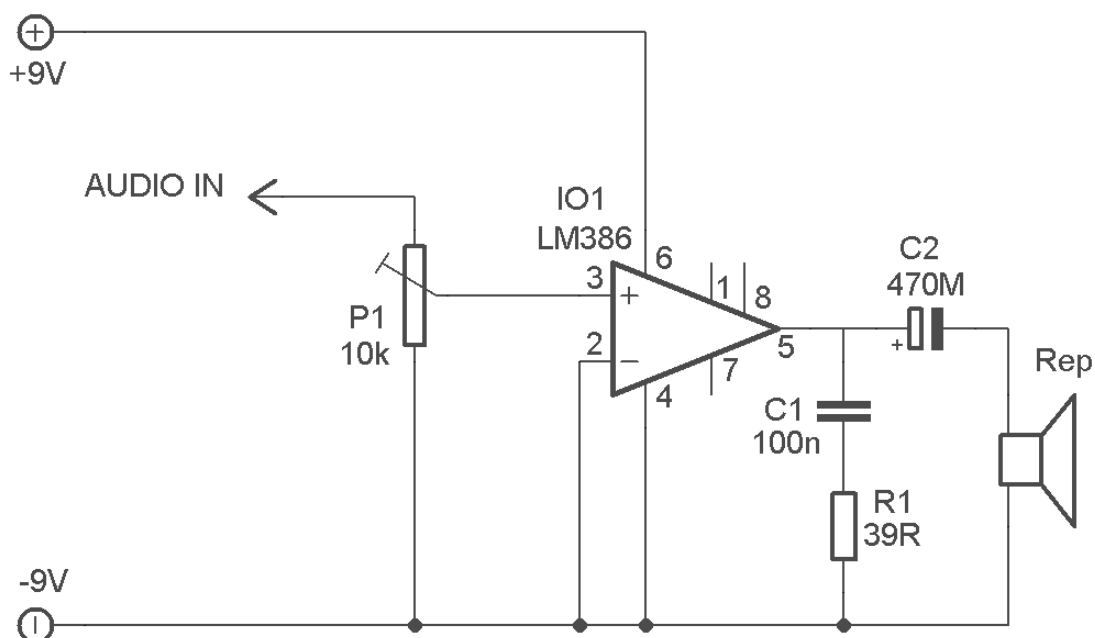
Seznam součástek:

R1	100 k Ω
R2, R4	10 k Ω
R3, R5, R6	1 k Ω
C1, C2	100 nF
D1	červená LED
T1, T2	BC337
IO1	NE555
Rep	reproduktor
S1	spínač SDIP2

11.29 Zesilovač s LM386

Jistě jste zaznamenali, že stavebnice obsahuje kromě integrovaného obvodu NE555 ještě jeden integrovaný obvod. Ten sice vypadá na první pohled stejně, ale slouží pro úplně jiné obvody. Zatímco NE555 můžeme nazvat časovačem, integrovaný obvod LM386 je zesilovačem, a to zesilovačem nízkofrekvenčním (NF). Takové NF zesilovače najdete např. v televizích, počítačích, rozhlasových přijímačích, mobilních telefonech, ale také v MP3 přehrávačích. Vy si můžete takový jednoduchý zesilovač, který se v praxi používá, také postavit. Když pak na vstup (V_{IN}) připojíte jako zdroj signálu k tomuto zesilovači váš MP3 přehrávač (červeno-černý vývod konektoru jack zapojte na vstup V_{IN} , černý vývod konektoru jack připojte na záporný pól zdroje), můžete hudbu poslouchat místo ve sluchátkách z připojeného reproduktoru. S reproduktorem, který je součástí stavebnice, však nebude poslech nijak kvalitní.

Zapojte obvod podle schéma zapojení na obr. 80 a překontrolujte správnost svého zapojení. Pokud je vše v pořádku, připojte napájení a zdroj signálu.

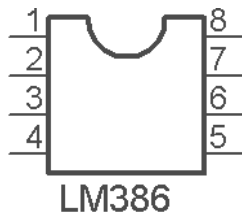


Obr. 80 Schéma zapojení zesilovače s LM386

Seznam součástek:

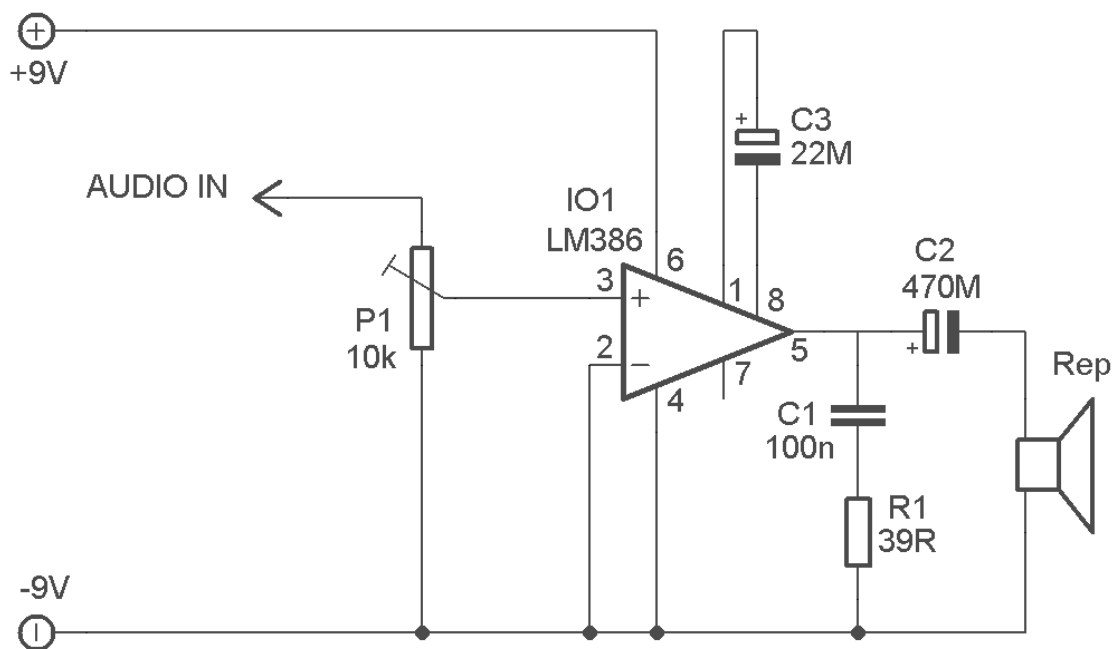
R1	39 Ω
P1	trimr 10 kΩ
C1	100 nF
C2	470 μF
IO1	LM386
Rep	reproduktor
± 9V	baterie 9V

Aby jste mohli dobře zapojit integrovaný obvod, musíte vědět, jak jsou očíslovány jednotlivé vývody integrovaného obvodu. Tyto informace konstruktér získá z katalogového listu součástky. Vy tyto informace k obvodu LM386 získáte z obr. 81.



Obr. 81 Zapojení vývodů integrovaného obvodu LM386

Na obr. 82 je také zapojení zesilovače s integrovaným obvodem LM386. Dokážete najít, v čem se obě zapojení liší?



Obr. 82 Schéma zapojení zesilovače s LM386

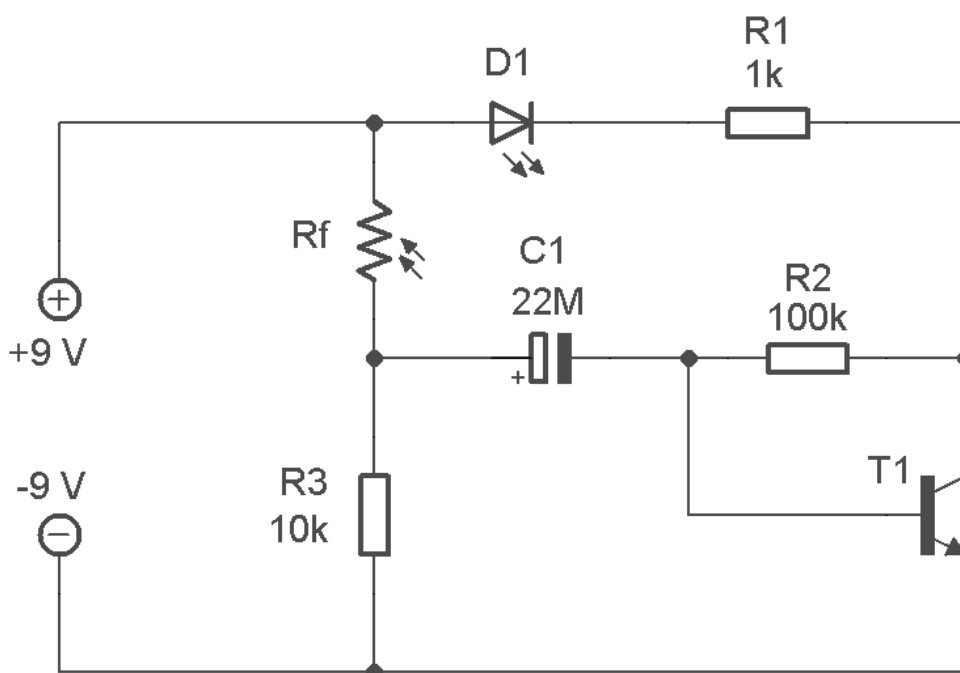
Pokud jste odpověděli, že rozdíl je v kondenzátoru C3, pak jste odpověděli správně. Díky tomuto kondenzátoru je zisk zesilovače z obr. 27.3 zvětšen z hodnoty 20 na hodnotu 200.

Najděte ještě další zapojení s integrovaným obvodem LM386 a vyzkoušejte je.

11.30 Blikač s fotorezistorem

Zajímavý blikač si můžete postavit podle schéma zapojení na obr. 83. LED D1 a fotorezistor Rf zavádějí v zesilovači s tranzistorem T1 kladnou zpětnou vazbu, což způsobí kmitání obvodu. Po připojení napájení sepne tranzistor T1, rozsvítí se LED D1 a fotorezistor Rf má odpor cca 6 k Ω . Kondenzátor C1 se začne přes fotorezistor Rf a přechod B-E tranzistoru T1 nabíjet. Po nabití kondenzátoru C1 se tranzistor T1 přivře a vlivem kladné zpětné vazby se následně zcela vypne. Tím dojde ke zhasnutí LED D1 a fotorezistor Rf tak bude mít značný odpor (řádově stovky k Ω). Kondenzátor C1 se začne vybíjet přes rezistory R1, R2, R3 a LED D1. Po vybití kondenzátoru C1 se tranzistor T1 otevře, rozsvítí se LED D1 a kondenzátor C1 se začne znovu nabíjet. Tento děj se pak neustále opakuje.

Zapojte obvod podle schéma zapojení na obr. 83 a překontrolujte správnost svého zapojení. Pokud je vše v pořádku, připojte napájení. Pokud nebude blikač fungovat a LED D1 bude trvale svítit, pokuste se fotorezistor Rf důkladně zastínit, aby na něj nedopadalo okolní světlo.



Obr. 83 Schéma zapojení blikače s fotorezistorem

Seznam součástek:

R1	1 k Ω
R2	100 k Ω
R3	10 k Ω
Rf	fotorezistor VT93N1
C1	22 μ F
D1	červená LED
T1	BC337
\pm 9V	baterie 9V

11.31 Měřicí přístroje a základní měření

Ke sledování a zjišťování elektrických veličin se používají měřicí přístroje. Také v této stavebnici jeden takový měřicí přístroj najdete. Říká se mu digitální multimetr. Digitální proto, že ukazuje naměřenou hodnotu na displeji ve formě číslic a nikoli na stupnici ručičkou, multimetr proto, že dokáže měřit více veličin např. napětí, proud i odpor.

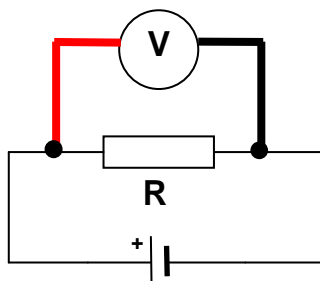
Měření napětí

Pro měření napětí použijte měřicí přístroj v režimu voltmetru, tzn. že nastavíte otočný přepínač na vhodný rozsah měření v sekci označené symbolem V_{\dots} pro měření stejnosměrného (DC) napětí nebo na vhodný rozsah měření v sekci V_{\sim} pro měření střídavého (AC) napětí. Tato stavebnice pracuje výhradně se stejnosměrným (DC) napětím. Pro měření stejnosměrného (DC) napětí můžete použít rozsahy: 200 mV, 2000 mV, 20 V, 200V a 300V.

! *Pamatujte si, že při měření napětí se připojuje měřicí přístroj (voltmetr) ke spotřebiči paralelně (vedle sebe).*

Pro měření stejnosměrného (DC) napětí postupujte takto:

1. Nastavte otočný přepínač na vhodný rozsah do polohy V_{\dots} .
2. Pokud neznáte přibližnou hodnotu měřeného napětí, zvolte vždy největší rozsah.
3. Připojte měřicí sondy k měřenému zařízení a to tak, že červenou sondu připojíte na kladný pól a černou sondu připojíte na záporný pól (viz obr. 84).
4. Na displeji se zobrazí naměřená hodnota.



Obr. 84 Připojení voltmetru k měřenému zařízení

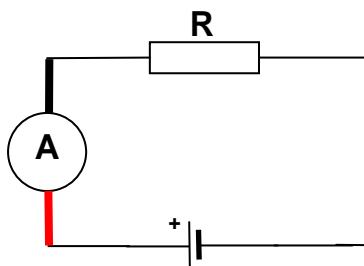
Měření proudu

Pro měření proudu použijte měřicí přístroj v režimu ampérmetru, tzn. že nastavíte otočný přepínač na vhodný rozsah měření v sekci označené symbolem A_{\dots} pro měření stejnosměrného (DC) proudu. Tato stavebnice pracuje výhradně se stejnosměrným (DC) proudem. Pro měření stejnosměrného (DC) proudu můžete použít rozsahy: 2000 μ A, 20 mA a 200 mA.

! *Pamatujte si, že při měření proudu se připojuje měřicí přístroj (ampérmetr) ke spotřebiči do série (za sebou).*

Pro měření stejnosměrného (DC) proudu postupujte takto:

1. Vypněte zařízení, u kterého budete měřit proud.
2. Nastavte otočný přepínač na vhodný rozsah do polohy **A $\overline{\dots}$** .
3. Pokud neznáte přibližnou hodnotu proudu, zvolte vždy největší rozsah.
4. Přerušete v místě měření zapojení obvodu a připojte multimetr do série tak, že červenou sondu připojíte do místa s vyšším potenciálem a černou do místa s nižším potenciálem (viz obr. 85).
5. Zapněte zařízení, u kterého měříte proud.
6. Naměřená hodnota je zobrazena na displeji.



Obr. 85 Připojení ampérmetru do měřeného obvodu

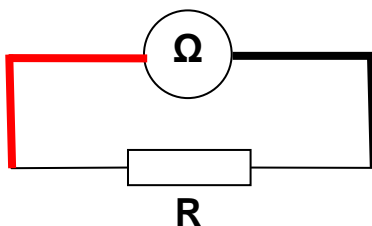
Měření elektrického odporu

Pro měření elektrického odporu použijte měřící přístroj v režimu ohmetru (čti ómetru), tzn. že nastavíte otočný přepínač na vhodný rozsah měření v sekci označené symbolem Ω pro měření elektrického odporu.

Pro měření elektrického odporu můžete použít rozsahy: 200 Ω , 2000 Ω , 20 k Ω , 200 k Ω a 2000 k Ω .

Pro měření elektrického odporu postupujte takto:

1. Nastavte otočný přepínač do polohy Ω
2. Připojte měřící sondy k měřené součástce (viz obr. 86)
3. Naměřená hodnota je zobrazena na displeji.



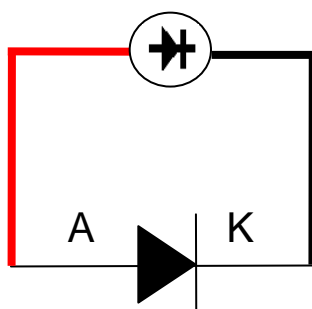
Obr. 86 Připojení ohmetru k měřené součástce

Měření diod

Měření diod můžete použít pro test diod a tranzistorů. Ve zvoleném režimu bude přes polovodičový přechod měřicí přístroj propouštět proud a zároveň bude měřit úbytek napětí na tomto přechodu. Správná hodnota napětí u křemíkového polovodičového přechodu je 0,5 V až 0,6 V.

Pro měření diod postupujte takto:

1. Nastavte otočný přepínač do polohy $\rightarrow+$.
2. Při měření v propustném směru připojte měřicí sondy k měřené součástce podle obr. 87.
3. Naměřená hodnota je zobrazena na displeji.



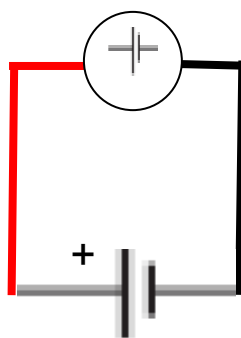
Obr. 87 Připojení měřícího přístroje k měřené součástce

Měření baterií

Měřicí přístroj umožňuje otestovat baterie o napětí 1,5 V a 9 V

Pro měření baterií postupujte takto:

1. Nastavte otočný přepínač do polohy $\text{---}||\text{---}$ a zvolte hodnotu 1,5 V nebo 9 V.
2. Při měření dbejte na správnou polaritu viz obr. 89.
3. Naměřená hodnota je zobrazena na displeji.




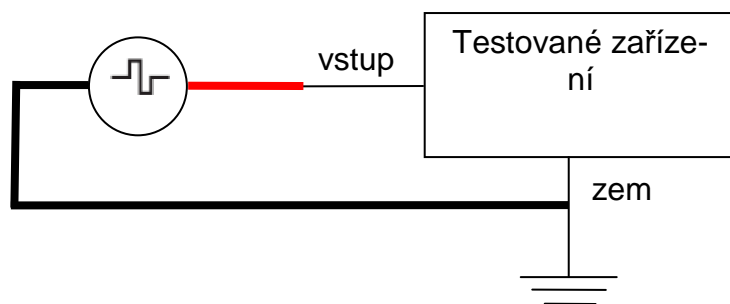
Obr. 89 Připojení měřícího přístroje k měřené baterii

Výstup pravouhlého signálu

Měřicí přístroj umožňuje generovat napětí obdélníkového průběhu. Frekvence tohoto napětí je 50 Hz a velikost tohoto napětí je vyšší než 3 V při zátěži 1 M Ω .

Pro generování obdélníkového napětí postupujte takto:

1. Nastavte otočný přepínač do polohy  .
2. Měřicí hroty přiložte k testovanému zařízení viz obr. 90.



Obr. 90 Připojení měřícího přístroje k testovanému zařízení

11.32 Logické obvody a funkce

Logické obvody a jimi realizované logické funkce jsou v současné elektronice bohatě zastoupeny a přesto si možná ani neuvědomujete, kde všude se s nimi můžete setkat. Tak např. když potřebujete napsat na počítači velké písmeno na začátku slova. Jak to uděláte? Jednou z možností je smáčkнуть klávesu Shift a klávesu s příslušným písmenem, např. s písmenem W. To, zda počítač zobrazí písmeno W bude tedy záležet na aktuálním stavu dvou kláves, zda budou zrovna smáčkнутy nebo ne. Celou situaci je dobré si pro přehlednost zapsat do tzv. funkční tabulky viz tab. 6.

klávesa Shift	klávesa W	zobrazí W
není smáčkнuta	není smáčkнuta	ne
není smáčkнuta	je smáčkнuta	ne
je smáčkнuta	není smáčkнuta	ne
je smáčkнuta	je smáčkнuta	ano

Tab. 6 Funkční tabulka

Pro zjednodušení můžeme situaci, kdy je smáčkнuta klávesa označit výrokem „ano“ a situaci, kdy klávesa smáčkнutá není výrokem „ne“, viz tab. 7.

klávesa Shift	klávesa W	zobrazí W
ne	ne	ne
ne	ano	ne
ano	ne	ne
ano	ano	ano

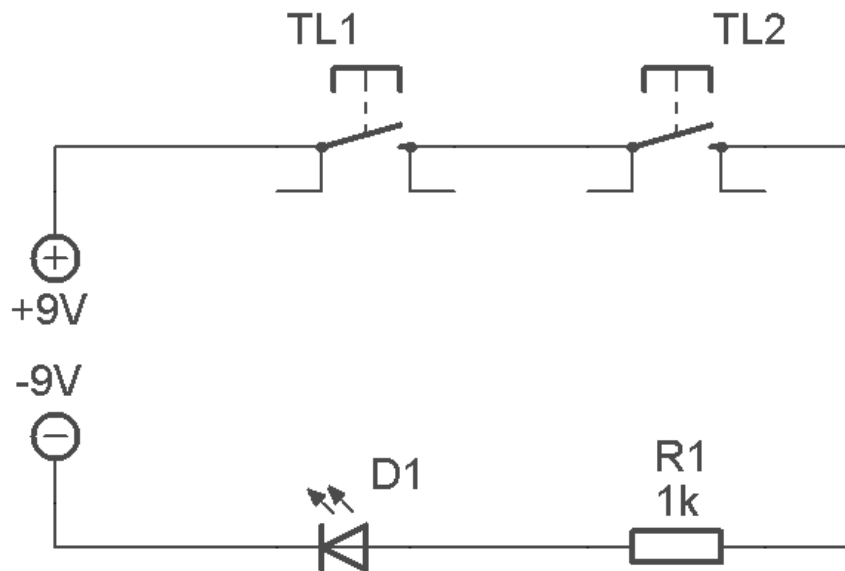
Tab. 7 Přehlednější funkční tabulka

V praxi se pak výrok „ano“ prezentuje hodnotou logická „1“ a výrok „ne“ hodnotou logická „0“. Výsledná hodnota funkce závisí na vstupních podmínkách, které jsou v našem případě stav klávesy Shift a klávesy W. Vstupní podmínky se v praxi označují písmeny a, b, výstup se označuje písmenem y. Výsledná funkční tabulka bude mít pro zobrazení písmene W na monitoru počítače podobu tab. 8.

a	b	y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tab. 8 Výsledná funkční tabulka logické funkce „A“ (AND)

Logická funkce reprezentovaná funkční tabulkou tab. 8 se nazývá „A“ (AND) a bude nabývat hodnoty logická „1“ vždy, když budou splněny všechny vstupní podmínky, tzn. když všechny vstupy budou nabývat hodnot logická „1“. Logickou funkci „A“ můžete realizovat pomocí dvou tlačítek zapojených do série, jak je patrné ze schéma zapojení na obr. 91. Dioda D1 bude svítit jen tehdy, budou-li smáčkнuta obě tlačítka TL1 a TL2.



Obr. 91 Logická funkce „A“ realizovaná dvěma tlačítky

Seznam součástek:

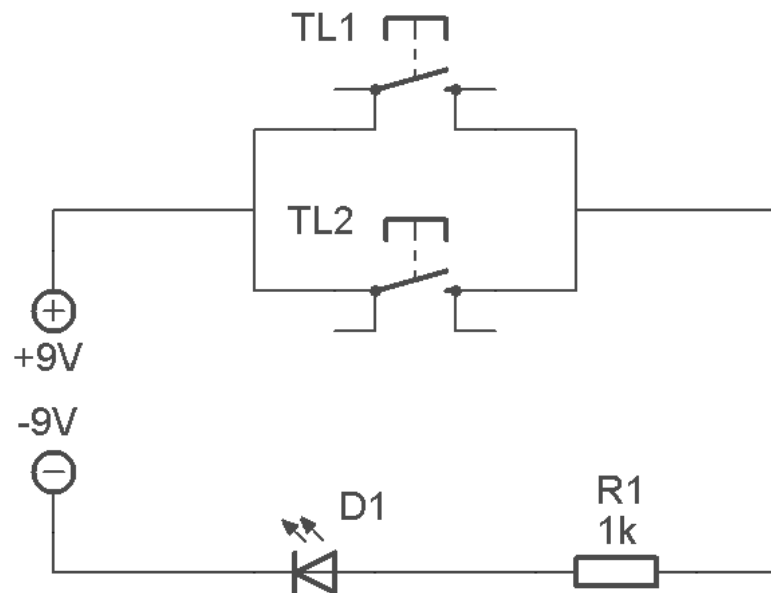
R1	1 k Ω
D1	červená LED
TI1, TI2	tlačítko
$\pm 9V$	baterie 9V

Další logickou funkcí je funkce „NEBO“ (OR), která je charakterizována tím, že nabývá hodnoty logická „1“ tehdy, když alespoň jeden ze vstupů bude mít hodnotu logická „1“. V praxi touto funkcí lze popsat situaci, kdy jedete na kole a musíte náhle zastavit. Při zastavování můžete brzdit jen přední brzdou ($a=1$) nebo můžete brzdit jen zadní brzdou ($b=1$) nebo můžete brzdit oběma brzdami najednou ($a=b=1$) a výsledkem bude zastavení kola ($y=1$). Tab. 9 je funkční tabulkou logické funkce „NEBO“.

a	b	y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Tab. 9 Funkční tabulka logické funkce „NEBO“ (OR)

Logickou funkci „NEBO“ můžete realizovat pomocí dvou tlačítek zapojených paralelně, jak je patrné ze schéma zapojení na obr. 92. Dioda D1 bude svítit tehdy, bude-li smáčknuťo alespoň jedno tlačítko TL1 nebo TL2.



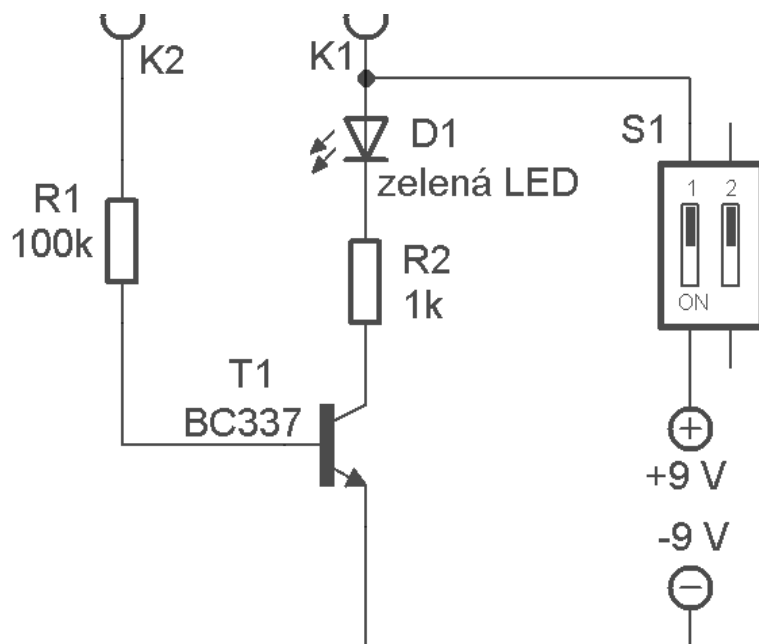
Obr. 92 Logická funkce „NEBO“ realizovaná dvěma tlačítky

Seznam součástek:

R1	1 k Ω
D1	červená LED
TI1, TI2	tlačítko
$\pm 9V$	baterie 9V

11.33 Zkoušečka polovodičových diod

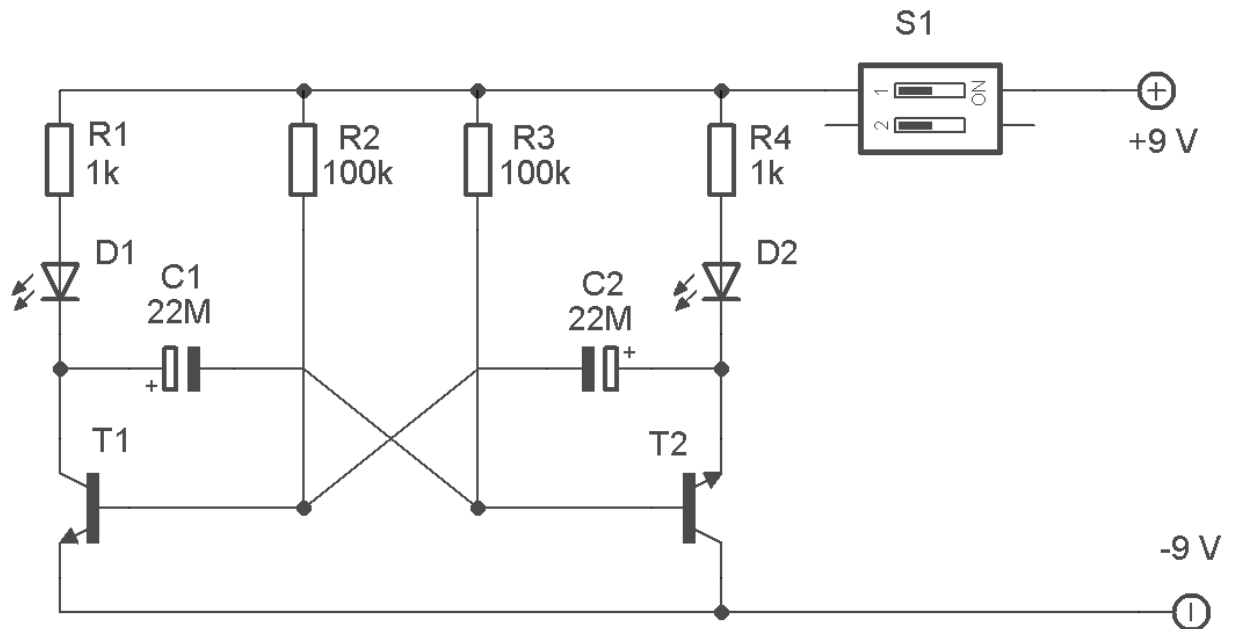
Popište, jak bude fungovat zkoušečka polovodičový diod podle schéma zapojení na obr. 93? Lze touto zkoušečkou testovat také LED? Zkoušená dioda se vkládá mezi kontakty K1 a K2. Správné odpovědi najdete v kapitole s příznačným názvem Správné odpovědi.



Obr. 93 Schéma zapojení zkoušečky diod

11.34 Proč ten blikáč neblinká?

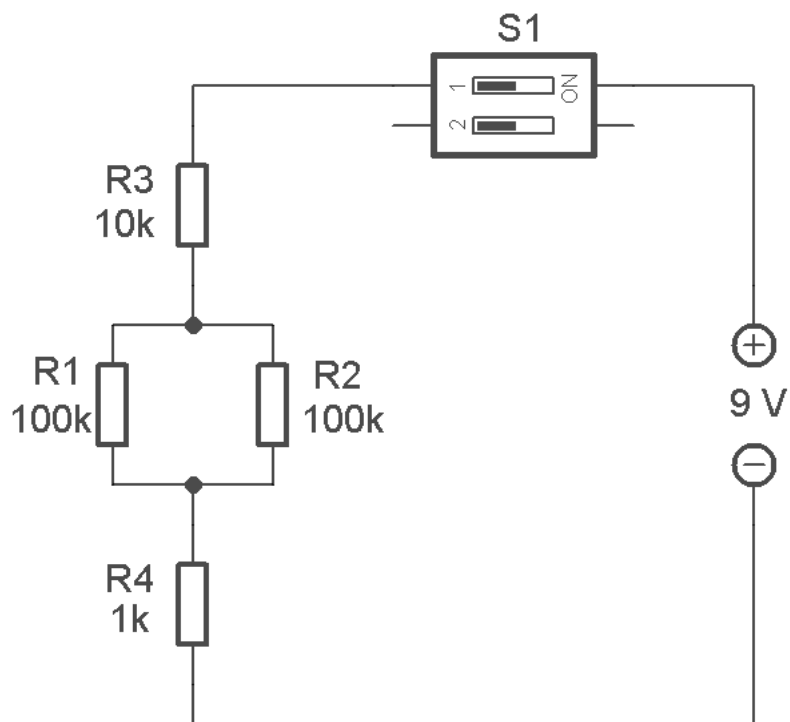
František si chtěl postavit blikáč a tak navrhl schéma zapojení viz obr. 94. Blikáč ale nefungoval. Dokážete Františkovi poradit, jak zapojení upravit, aby blikáč fungoval? Přitom víte, že diody D1 a D2 jsou červené LED, jaké jsou v této stavebnici a tranzistory T1 a T2 jsou typu BC337. Správné odpovědi najdete v kapitole s příznačným názvem Správné odpovědi.



Obr. 94 Schéma zapojení neblinkajícího blikáče

11.35 Trochu počítání a měření

Sestavte obvod podle schéma zapojení na obr. 95. Jaký bude celkový odpor rezistorů R1, R2, R3 a R4? Jaký poteče celkový proud obvodem? Jaké napětí bude na rezistoru R3? Nejprve se pokuste získat odpovědi výpočtem a potom své výsledky ověřte měřením. Správné odpovědi najdete v kapitole s příznačným názvem Správné odpovědi.



Obr. 95 Schéma zapojení

11.36 Správné odpovědi

V této kapitole naleznete správné odpovědi na otázky z kapitol 11.33, 11.34 a 11.35.

Správná odpověď z kapitoly 11.33

Zkoušečka diod z obr. 93 funguje tak, že když umístíte zkoušenou diodu katodou do kontaktu K1 a anodu do kontaktu K2, nebude dioda D1 svítit, protože dioda nepropustí proud do báze tranzistoru T1 a ten se neotevře. Pokud však zkoušenou diodu umístíte anodou do kontaktu K1 a katodou do kontaktu K2, bude přes zkoušenou diodu procházet proud do báze tranzistoru T1, ten se otevře a dojde k rozsvícení diody D1. Ovšem takto to bude platit pouze tehdy, bude-li zkoušená dioda v pořádku. Pokud by dioda D1 svítila vždy, bez ohledu na polaritu zkoušené diody, znamenalo by to, že zkoušená dioda je vadná (po průrazu) a nelze ji použít. Zkoušečkou lze samozřejmě testovat také LED.

Touto zkoušečkou také můžete určit katodu a anodu u diody, u které to není na první pohled zřejmé z označení.

Správná odpověď z kapitoly 11.34

Blikač na obrázku 94 nefunguje proto, že tranzistor T2 je špatně zapojen. Protože se jedná o tranzistor typu NPN, musí být emitor zapojen vůči bázi a kolektoru k zápornému pólu zdroje.

Správná odpověď z kapitoly 11.35

Celkový odpor rezistorů R1, R2, R3 a R4 v zapojení podle obr. 95 je dán jejich sério-paralelním zapojením.

$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{100} + \frac{1}{100} = \frac{2}{100} \Rightarrow R_{12} = \frac{100}{2} = 50 \text{ k}\Omega$$

$$R_{123} = R_{12} + R_3 = 50 + 10 = 60 \text{ k}\Omega$$

$$R_c = R_{1234} = R_{123} + R_4 = 60 + 1 = 61 \text{ k}\Omega$$

Celkový odpor rezistorů R1, R2, R3 a R4 je 61 kΩ.

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow I_c = \frac{U}{R_c} = \frac{9}{61000} = 0,000148 \text{ A} = 0,148 \text{ mA}$$

Celkový proud protékající obvodem je 0,148 mA.

$$U = I \cdot R \Rightarrow U_3 = I_c \cdot R_3 = 0,000148 \cdot 10000 = 1,48 \text{ V}$$

Napětí na rezistoru R3 je 1,48 V.

11.37 Použité zdroje

269 integrovaných obvodů, Nakladatelství HEL, 1. české vydání, Ostrava, 1996, ISBN 80-902059-1-6

Frohn, M., Oberthür, W., Siedler, H.-J., Wiemer, M., Zastrow, P., ELEKTRONIKA – Polovodičové součástky a základní zapojení, BEN – technická literatura, 1. české vydání, Praha, 2006, ISBN 80-7300-123-3

Svoboda, I., Svobodová, R., Průvodce stavebnicí VOLTÍK II, SVOBODA, Ostrava – Petřkovice, 1997

Šrait, P., Od krystalky k modelům s tranzistory, SNTL – Nakladatelství technické literatury, Třetí, upravené vydání, Praha, 1985, ISBN neuvedeno

12 Závěr

Elektronické (elektrotechnické) stavebnice mají v našem školství značnou tradici. Současnost ovšem elektronickým stavebnicím ve výuce nepřeje. Výsledky dotazníkové akce, kterou jsem v rámci této diplomové práce uskutečnil na území Jihočeského kraje, nejsou bohužel příliš průkazné, protože své odpovědi zaslala necelá pětina respondentů. Nicméně v kontextu s výsledky výzkumů provedených Č. Serafínem [21] a J. Dostálem [11] lze konstatovat, že v současnosti se elektronické stavebnice používají zhruba na 40% základních škol. Domnívám se, že takový výsledek není zrovna potěšující. Většina učitelů se domnívá, že elektronická stavebnice je vhodnou učební pomůckou. Jistě, elektronická stavebnice je jednoznačně kreativním prvkem ve výuce, rozvíjejícím jak mentální, tak motorické schopnosti žáka. Přesto nedostává prostor ve výuce ani na polovině základních škol. Z výzkumů také vyplývá, že největším problémem nasazení elektronických stavebnic do výuky se jeví finance. Pokud vezmu v úvahu cenu stavebnice ESTA 665,- Kč bez DPH, pak při nákladech 20 000,- Kč bez DPH je možno pořídit 30 ks těchto stavebnic a toto množství ve většině případů postačí pro všechny žáky v jedné třídě, v případě půlených hodin je tato bilance ještě příznivější. Domnívám se, že uvedené hodnocení jednotlivých elektronických stavebnic podle pravidel, která uvádí J. Dostál v [34], je z pohledu učitelů velmi užitečné při úvahách o výběru co nejvhodnějšího typu elektronické stavebnice pro výuku, protože poskytuje jisté kvalitativní vodítko a zároveň poskytuje argumentační oporu učitelů při jednání s vedením školy o pořízení elektronické stavebnice jako učební pomůcky. Jsem přesvědčen, že se mi v první, teoretické části, podařilo vystihnout vývoj elektronické stavebnice jako učební pomůcky s poměrně dlouhou historií, bohužel s ne příliš dobrou současností, ale rozhodně s pozitivní budoucností.

K pozitivní budoucnosti elektronických stavebnic na našich základních školách by také mohla přispět praktická část mé diplomové práce, která seznamuje s elektronickou stavebnicí ESTA. Tato stavebnice může sloužit přímo pro potřeby výuky, a to jak na školách, tak při zájmové činnosti žáků mimo vyučování, případně také jako pomůcka vhodná pro samostudium elektroniky pro všechny zájemce. Zároveň může posloužit jako inspirace pro učitele předmětu Praktické činnosti k realizaci vlastní stavebnice a vlastního didaktického textového materiálu ke stavebnici.

Přesto, že stavebnice ESTA nepřináší z pohledu konstrukce nic nového, jsem přesvědčen, že se mi podařilo sestavit komplexní stavebnici, která dokáže zájemce o elektroniku seznámit se základními elektronickými součástkami, jejich vlastnostmi a funkcemi v elektrickém obvodu. Zároveň ukazuje cestu od nejjednodušších elektrických obvodů až po obvody složitější. Všechna schémata zapojení jsem prakticky realizoval a tak, jak jsou v návodu uvedena, jsou funkční. Domnívám se, že návod je napsán srozumitelně i pro začátečníka, který by se chtěl elektronice věnovat jako samouk. Návod je též doplněn úlohami, při jejichž řešení si uživatel ověří, zda plně pochopil předchozí zapojení, zda se orientuje ve schématech zapojení a zda ovládá nutný minimální matematický aparát potřebný pro návrh a realizaci elektrických obvodů. Kromě elektronických součástí se uživatel seznámí také s prací s digitálním měřicím přístrojem (digitálním multimetrem). Stavebnice ESTA se tak nabízí nejen pro výuku elektroniky v předmětu Praktické činnosti, ale také jako doplněk při výuce fyziky např. při realizaci laboratorních cvičení zaměřených na elektřinu.

13 Použitá literatura a zdroje

- [1] Dostál, J., Zařazení elektrotechnických stavebnic do systému elektrostavebnic, e-Pedagogium (on-line), 2004, roč. 4, č. 1. Dostupné na www: <<http://epedagog.upol.cz/eped1.2004/index.htm>>. ISSN 1213-7499
- [2] Serafín, Č. Kreativní prvek ve výuce - elektronické stavebnice. e-Pedagogium (on-line), 2002, roč. 2, č. 2. [cit. 2011-8-4]. Dostupné na www: <<http://epedagog.upol.cz/eped2.2002/clanek04.htm>>. ISSN 1213-7499.
- [3] Dostál, J. Speciální didaktické praktikum 2 [online]. Olomouc: UP – Pedagogická fakulta, 2009. Dostupné z: <http://www.kteiv.upol.cz/uploads/soubory/dostal/specialni_didakticke_praktikum_2/index.htm>, 10.7.2011
- [4] <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrotechnika>>, 7.8.2011
- [5] <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektronika>>, 7.8.2011
- [6] <<http://www.merkurtoys.cz/historicke-stavebnice>>, 10.7.2011
- [7] <<http://www.bastlerbeutel.de/html/kaesten/kaesten1.htm>>, 10.7.2011
- [8] <http://www.retrothing.com/2007/03/electronic_domi.html>, 10.7.2011
- [9] <<http://www.elektrotechnickestavebnice.xf.cz/fotogalerie.htm>>, 10.7.2011
- [10] Serafín, Č. Technické myšlení ve vztahu k výuce podporované a realizované elektrotechnickými stavebnicemi, JTIE (on-line), 2009, roč. 1, č. 2. [cit. 2011-9-17]. Dostupné na www: <http://www.jtie.upol.cz/clanky_2_2009/serafin.pdf>. ISSN 1803-6805.
- [11] Dostál, J., Elektrotechnické stavebnice (teorie a výsledky výzkumu), vydalo nakladatelství Votobia Olomouc, 2. vydání, Olomouc, 2008, ISBN 978-80-7220-308-6
- [12] Pecina, P., Malá, S. Možnosti rozvoje kreativity žáků v technickém vzdělávání na druhém stupni základních škol, JTIE (on-line), 2009, roč. 1, č. 3. [cit. 2011-9-21]. Dostupné na www: <http://www.jtie.upol.cz/clanky_3_2009/pecina.pdf>. ISSN 1803-6805.
- [13] Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. [cit. 2011-09-01]. Dostupné z www: <http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV_2007-07.pdf>
- [14] Janda, O.: Praktické činnosti – Elektrotechnika kolem nás, 2. v, vydalo nakladatelství Fortuna, 2. vydání, v Praze roku 2008, ISBN 978-80-7373-031-4
- [15] Dostál, J., Speciální didaktické praktikum z elektrotechniky – vytváření dovedností didaktické analýzy elektrotechnických stavebnic. In Trendy soudobé výuky didaktických disciplín na vysokých školách. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, 2003, ISBN 80-70-44-495-9.
- [16] Křenek, M. a kolektiv: Praktické činnosti – Elektrotechnika kolem nás, vydalo nakladatelství Fortuna, 1. vydání, v Praze roku 1999, ISBN 80-7168-466-X

- [17] Havelka, M. Dílčí posouzení stavu realizace výuky vzdělávací oblasti Člověk a svět práce na základních školách na základě analýzy školních vzdělávacích programů vybraných škol, JTIE (on-line), 2010, roč. 2, č. 2. [cit. 2011-9-3]. Dostupné na [www: <http://www.jtie.upol.cz/clanky_2_2010/havelka.pdf>](http://www.jtie.upol.cz/clanky_2_2010/havelka.pdf). ISSN 1803-6805.
- [18] Alamäki, A., Technology Education in the Finnish Primary Schools, Journal of Technology Education [online], Fall 1999, Volume 11, Number 1, Dostupné z: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v11n1/alamaki.html>, [cit. 2011-15-10].
- [19] Serafín, Č. Elektromontážní soupravy v technickém vzdělání, JTIE (on-line), 2010, roč. 2, č. 1. [cit. 2011-9-2]. Dostupné na [www: <http://www.jtie.upol.cz/clanky_1_2010/serafin.pdf>](http://www.jtie.upol.cz/clanky_1_2010/serafin.pdf). ISSN 1803-6805.
- [20] <http://www.engineersaustralia.org.au/ieaust/index.cfm?602947D7-D46F-9793-09FB-F76DBDAF16A5>, 5.10.2011
- [21] Serafín, Č., Využití elektrotechnických stavebnic na základních školách. e-Pedagogium, č. 1, roč. 2005, str. 92 ÷ 100. Dostupné z: http://www.pdf.upol.cz/fileadmin/user_upload/PdF/e-pedagogium/e-ped_1-2005.pdf, [cit. 2011-8-4]. ISSN 1213-7799
- [22] Pracovní vyučování, Technické práce v 8. ročníku základní školy. SPN, Praha, 1983, ISBN neuvedeno
- [23] <http://www.firmy.cz/Institute-a-urady/Vzdelavaci-institute/Domy-deti-a-mladeze/reg/kraj-jihocesky>, 30.9.2011
- [24] Kalhous, Z., Obst, O. a kol. Školní didaktika, vydalo nakladatelství Portál, s.r.o., 1. vydání, v Praze roku 2002, ISBN 80-7178-253-X
- [25] Kalhous, Z., Obst, O. Didaktika sekundární školy, 1. vydání, Olomouc: UP, 2003, ISBN 80-244-0599-7
- [26] Mach, P., Didaktika odborných předmětů [online]. Plzeň: ZČU – Pedagogická fakulta, 2010. str. 15, Dostupné z: <http://www.zcu.cz/fpe/kmt/kat/cv/download/dop/Elpodpora10.DOC>, 14.7.2011.
- [27] Serafín, Č., Elektrotechnické stavebnice jako materiálně didaktický prostředek výuky. e-Pedagogium, č. 1, roč. 2005, str. 80 ÷ 91, ISSN 1213-7799. Dostupné z: http://www.pdf.upol.cz/fileadmin/user_upload/PdF/e-pedagogium/e-ped_1-2005.pdf, 13.7.2011.
- [28] <http://www.elektrotechnickestavebnice.xf.cz/fotogalerie.htm>, 5.8.2011
- [29] http://www.ntl.at/shop/index.php?artikel_id=2570, 5.8.2011
- [30] <http://logotronic.webzdarma.cz/index.php?id=0>, 15.10.2011
- [31] Janda, O., Pružinové elektronické stavebnice nově [online], Dostupné z: http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_09/09_18_Janda.html, 15.10.2011
- [32] <http://voltik.cz/voltik.htm>, 5.8.2011

- [33] <<http://www.edisonlab.com/English/edison/>>, 11.8.2011
- [34] Dostál, J., Hodnocení elektrotechnických stavebnic. e-Pedagogium, č. IV, roč. 2005, str. 7 ÷ 27, ISSN 1213-7499. Dostupné z: <http://www.pdf.upol.cz/fileadmin/user_upload/PdF/e-pedagogium/e-ped_4-2005.pdf>, 13.7.2011.
- [35] Dostál, J., Ergonomičnost – významné kritérium pro hodnocení elektrotechnických stavebnic z hlediska jejich užití ve výuce, Dostupné z: <<http://www.elektrotechnicke.stavebnice.xf.cz/ERGO.pdf>>, 30.8.2011.
- [36] Svoboda, I., Svobodová, R., Průvodce stavebnicí VOLTÍK II, SVOBODA, Ostrava – Petřkovice, 1997
- [37] <<http://e-shop.voltik.cz/stavebnice-voltik/12-voltik-ii-8594011650047.html>>, 13.11.2011
- [38] <<http://www.ezk.cz/e-shop/select.php>>, 13.11.2011
- [39] 269 integrovaných obvodů, Nakladatelství HEL, 1. české vydání, Ostrava, 1996, ISBN 80-902059-1-6
- [40] Frohn, M., Oberthür, W., Siedler, H.-J., Wiemer, M., Zastrow, P., ELEKTRONIKA – Polovodičové součástky a základní zapojení, BEN – technická literatura, 1. české vydání, Praha, 2006, ISBN 80-7300-123-3
- [41] Šrait, P., Od krystalky k modelům s tranzistory, SNTL – Nakladatelství technické literatury, Třetí, upravené vydání, Praha, 1985, ISBN neuvedeno