

Demonstrační elektrotechnické stavebnice ve výuce (s akcentem na pevné mechanické spoje a kvalitní elektrické spoje) a demonstrační akustické zkoušečky fáze (bez vnitřního zdroje napětí)

OTTO JANDA

Radioklub lázeňského města Karlovy Vary

1. Úvodní informace a upozornění

Demonstrační pokusy s napětím 230 V NESMÍ provádět žáci. Je nutné důsledně rozlišovat pojmy a situace [1]:

Demonstrační pokusy elektrotechnicky kvalifikovaného učitele a žákovské pokusy (modelování) elektrotechnicky nekvalifikovaných žáků ([3], s. 54 - 59, s. 64 - 69, s. 75), obsluha elektrického zařízení a práce na elektrickém zařízení, práce bez napětí a práce pod napětím, malé napětí mn (do 50V) a nízké napětí nn (nad 50 V do 600V).

Demonstrováné pokusy byly sestavovány BEZ napětí, teprve po sestavení obvodů byly tyto připojeny ke zdroji napětí ([1], odst. 9.- Práce bez napětí). Většina pokusů na ZŠ i SS je prováděna se zdroji malého napětí.

2. Zkoušečky fáze

Pro ověřování beznapětového (či napětového) stavu elektrických zařízení se v praxi používají např. doutnavkové nebo akustické (se zdrojem mn) zkoušečky fáze. Přezkoušení přítomnosti napětí (v zásuvce, v objímce žárovky ...) odborně zhotovenou zkoušečkou, jako je např. doutnavková tužková zkoušečka (nebo jiná obdobná zkoušečka), je obsluhou elektrického zařízení ([2], s. 112). Zkoušečky musí vyhovovat normám ([3], s. 79) a technickým požadavkům na elektrická zařízení a podléhají před použitím kvalifikovanému přezkoušení. Garance výrobce a prodejce zkoušečky je vyjádřena v tzv. prohlášení o shodě (důležitý právní pojem), které musí na požádání vydat každý prodejce. Kupující elektrotechnických výrobků by měl prohlášení o shodě od prodávajícího vyžadovat.

3. Akustické zkoušečky fáze (bez vnitřního zdroje napětí)

Autor tohoto příspěvku byl inspirován akustickou fázovkou s diakem ([4], s. 75, obr. 3.19). Avšak po zapojení tato zkoušečka fungovala JEN po připojení vývodů L a N do zásuvky. Nefungovala však jako tužková zkoušečka fáze při zasunutí vývodu L do levé dutinky zásuvky a dotyku prstem na vývod N zkoušečky. V uvedeném obvodu je zapojena jen jedna dioda, která neumožňuje průtok nepatrnému kapacitnímu proudu ([3], s. 79, obr. 115). Po nahrazení diody usměrňovacím můstkem (RB 157/B 250, 1000 V, 1 A) nebo usměrňovačem se čtyřmi diodami (1N 4007, 1000 V, 1 A) funguje uvedená zapojení jako akustická tužková zkoušečka fáze- oscilátor- i s nepatrným

kapacitním proudem protékajícím lidským tělem. Lidské tělo MUSÍ být zařazeno ve střídavé části elektrického obvodu akustické zkoušečky. Funkce oscilátoru je v lit. ([4], s. 75) popsána, schéma viz. obr. 3 tohoto příspěvku. Tato zkoušečka byla na konferenci DIDFYZ 2008 [1] nově prezentována jako demonstrační akustická zkoušečka fáze v průhledné PET lahvi od mléka. Novost je v použití můstkového usměrňovače. Nově je dále předkládáno (viz. obr. 4) zapojení akustické zkoušečky na principu zdvojovače napětí se dvěma kondenzátory ([7], s. 120), ve vodorovné stejnosměrné části můstku jsou paralelně (jako dvojpól) zapojeny piezoměnič a diak. (Potřebné součástky: piezoměnič, diak ER 900, 2x R M27, 2x D 1N 4007, 2x C 3n3).

Rezistory omezují proudy na bezpečné hodnoty i při současném dotyku druhou rukou na ochranný kolík zásuvky. Umístění zkoušečky do průhledné PET lahve snižuje hlasitost, avšak zvyšuje bezpečnost zkoušečky.

Izolované lidské tělo a okolní země představují dvě elektrody kondenzátoru o kapacitě asi 63 pF ([5], s. 7).

Podle výšky tónu při zapojování různých kondenzátorů známé kapacity místo lidského těla ([3], s. 79) odhadují kapacitu sestavy (lidské tělo - země) na asi 100 pF. Je to kapacita malá, při daném napětí 230 V bude proto kapacitní proud procházející lidským tělem nepatrný a bezpečný. Uvážíme-li, že piezoměnič je rozezníván střídavým proudem menším než 10 μ A, jsou popsané akustické zkoušečky fáze (bez vnitřního zdroje napětí) fascinující. Tato technická zařízení (bez vnitřního zdroje napětí) s tak malým proudem mohou i fungovat!!

4. Elektrotechnické stavebnice obecně

Elektrotechnické stavebnice jsou v didaktice elektrotechniky neopomenutelným materiálním didaktickým prostředkem (MDP). V učebnici ([3], s. 51) jsou uvedeny stavebnice s volnými součástkami i stavebnice s pevně uchycenými součástkami. Tyto stavebnice lze doplnit zejména o univerzální pružinové kontaktní desky ([6], s. 44- 49), které se používají jako univerzální nepájivá kontaktní pole (NKP), ale i o další typy stavebnic (viz. následující text).

Elektrické obvody (jako soustavy) mají obecně tyto části: součástky, vodiče a uzly (uzly jsou realizované např. pomocí svorkovnic, pružin...). Podle toho, které tyto části obvodu primárně mechanicky uchytíme (či neuchytíme) na základní desku stavebnice, lze stavebnicové základní desky rozřadit do čtyř skupin:

- Prázdné desky bez uchycení částí elektrických obvodů, např. elektrotechnická stavebnice Z3/III., Polytronik (z bývalé NDR)...
- Desky se součástkami, např. stavebnice typu Logitronik, MEZ Elektronik ...
- Desky s vodiči (i s plošnými spoji), např. jednoúčelové stavebnice s hotovými deskami s plošnými spoji (DPS), štitkové soupravy [7] ...
- Desky s uzly (např. šroubové svorkovnice, pružiny různého provedení ...), např. nepájivá kontaktní pole [8], nepájivá kontaktní pole s elektrickými uzly s předpruženými ležícími pružinami ([6], s. 48, obr. 9) ...

Základní desky bývají zpravidla neprůhledné (obr. 1), ale mohou být i průhledné (z plexiskla, rámy se sítí ze silonových vlasců – viz. obr. 2, 3, 4). Jako neprůhledné i jako průhledné mohou být používány desky pro stavebnice žákovské i stavebnice demonstrační.

5. Didaktické převody mezi schématy

Obdobně jako u stavebnic s volnými součástkami ([3], s. 51), umožňují pružinová nepájivá kontaktní pole (NKP- desky s elektrickými uzly) - viz. dále uváděné fotografie- provádět jednoduché didaktické převody mezi obvodovými a situačními schématy ([3], s. 22, 52). Většina obvodových schémat v učebnici [3] je koncipována jako soustava děličů napětí ([6], s. 44- 45). Takové obvody jsou jednoduché a názorné. Situační schémata jsou z didaktického hlediska pro žáky obtížnější, ale vychází z technické praxe.

6. Kvalitní elektrické spoje

S ohledem na kvalitu (přechodové odpory) a rychlost realizovaných spojů vyhovují pro předkládané stavebnice jako elektrické spoje ležící předpružené pružiny- nově publikováno viz. ([6], s. 48, obr. 9). Vývod součástky má spolehlivý kontakt, je sevřený mezi závitů pružiny ve 4 bodech (tedy 4 kontakty paralelně). Toto spojení vyhovuje pro vývodové součástky i pro SMD součástky (připájené k hlavičce špendlíku na straně jedné a ke kablíku na straně druhé).

7. Pevné mechanické spoje

U demonstračních stavebnic ve svislé rovině je nutné součástky o velké hmotnosti (např. transformátory, reproduktory, velké svorkovnice, pojistky E27, jističe, nulový můstek ...) pevně uchytit k rámu (viz. obr 2, 3) nebo k základní desce. Pro toto upevnění vyhovují jako nově navrhované řešení odřezaná hrdla a víčka od PET lahví od mléka. Závitové spojení je velmi pevné a rychlé. Další průhledné závitů (neomezují viditelnost podkladových schémat) jsou umístěny v uzlech sítí realizovaných ze silonových vlasců (uvnitř rámu viz. obr. 2, 3, 4) nebo na plexiskle. Na závitů lze velmi rychle a pevně umístit víčka se součástkami, s pružinovými uzly ...

Průhlednost neosazených závitů je patrná z obr. 4 (viz. pruhovaná košile demonstující osoby za rámem a za závitů). Průhledné neosazené závitů neruší vizuálně ostatní části obvodu s osazenými závitů (viz. též obr. 2, 3 - schéma ve velkém rámu).

8. Krycí karty, krycí štítky se schématy, podkladová schémata, průhledné základní desky

Elektrotechnické stavebnice bývají často doplňovány o krycí karty se situačními nebo obvodovými schématy ([3], s. 86- 90, 96- 99, 104). Místo pojmu karty se užívá též pojem štítky [7]. Nevýhodou krycích karet (štítků) je jejich výrobní náročnost, protože je nutné je přesně děrovat a přesně umísťovat na základní desku stavebnice.

Nově jsou navrhovány PRŮHLEDNÉ základní desky z plexiskla nebo rámy se síti silonových vlasců (a mechanickými uzly s průhlednými závity od PET lahví a s elektrickými pružinovými uzly na víčkách od PET lahví) - viz. obr. 2, 3, 4 - které umožňují umístit schémata místo nad základní desku POD ZÁKLADNÍ DESKU. Podkládací papírové karty (štítky) se schémata už není nutné děrovat a NOVĚ lze velká množství schémat promítnout i pomocí obrazovky počítače, kterou umístíme ZA (nebo POD) průhlednou základní desku stavebnice. Průhlednost základních desek (těž rámu) nově umožňuje spojení tzv. virtuálních stavebnic (simulace elektrických obvodů na obrazovce počítače) s reálnými součástkami a s reálnými stavebnicemi. Počet kombinací spojení virtuálních schémat s reálnými součástkami je prakticky neomezený. Spojení (virtuální a reálná) lze realizovat pomocí obrazovky počítače (nebo pomocí interaktivní tabule) a pomocí předkládaných stavebnic demonstračních i stavebnic pro žákovské pokusy. Tok informací vizuálních i akustických je tak doplnění i o haptické (hmatové) informace ([9], s. 30-31) nejen o virtuálních modelech, ale zejména o reálných objektech (skutečné součástky a el. obvody, které si lze opravdu osahat v reálném 3D prostoru). To má pozitivní vliv na rozvíjení senzomotorických dovedností žáků a i na získání jejich zájmu o elektrotechniku.

Závěr

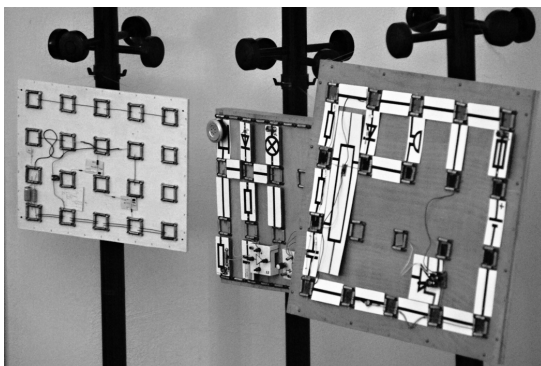
Uvedené MDP umožňují prakticky realizovat jednoduše, názorně, rychle a levně většinu elektrických obvodů zařazených do výuky na základní i na střední škole a tím napomoci při výuce fyziky a znovunavrácení technické výchovy do učebních plánů ([10], s. 77- 83). Zapojení více smyslů žáků při pokusech ve výuce je jednoznačně žádoucí. Praktické experimenty jsou motivující. Ve 2D rovině na obrazovce počítače nelze haptické vnímání informací realizovat, u 3D součástek a u 3D elektrických obvodů je haptické vnímání informací snadné.

Praktické ověření vlastností součástek a elektrických obvodů, modelování činnosti elektrických zařízení a následný přechod od stavebnic k 3D výrobkům (tvořivosti) jsou už dalšími logickými didaktickými kroky.

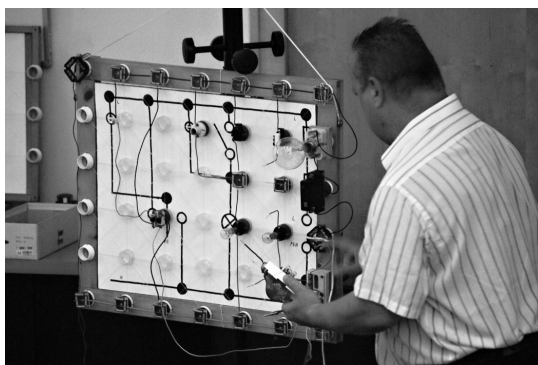
Přehled nápadů popsanych v tomto příspěvku:

1. zapojení akustické zkoušečky fáze s můstkovým usměrňovačem
2. zapojení akustické zkoušečky fáze s kondenzátory (na principu zdvojovače napětí)
3. realizace akustických zkoušeček fáze v demonstrační formě
4. didaktické a technické rozřídění základních desek elektrotechnických stavebnic
5. doplnění stávajících stavebnic o univerzální pružinové kontaktní desky jako nepřájivá kontaktní pole (NKP)
6. použití NKP pro didaktické převody mezi schémata
7. použití ležících předpružených pružin jako kvalitních a rychlých elektrických spojů stavebnic

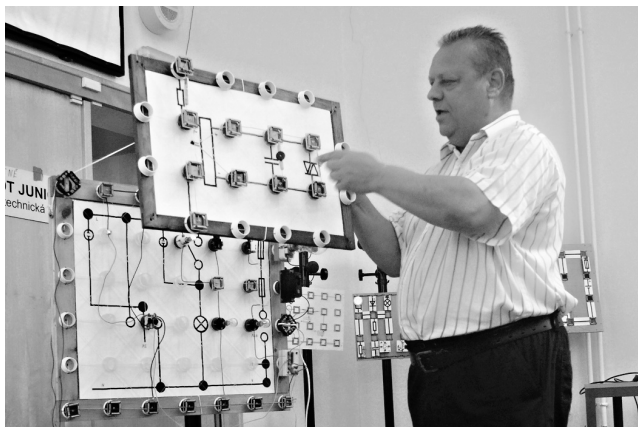
8. použití závitových hrdel a víček od PET lahví jako rychlých a pevných mechanických spojů stavebnic
9. využití průhledných PET závitových hrdel pro možnost umístění schémat na krycích kartách jako výrobně jednoduchá podkladová schémata (která už není nutné děrovat)
10. spojení virtuálních stavebnic (na obrazovce počítače nebo interaktivní tabule) s reálnými stavebnicemi s průhlednými NKP
11. možnost rozvoje senzomotorických dovedností žáků při zapojení maximálního množství smyslů ve výuce umožněných integrací informací vizuálních, akustických i haptických



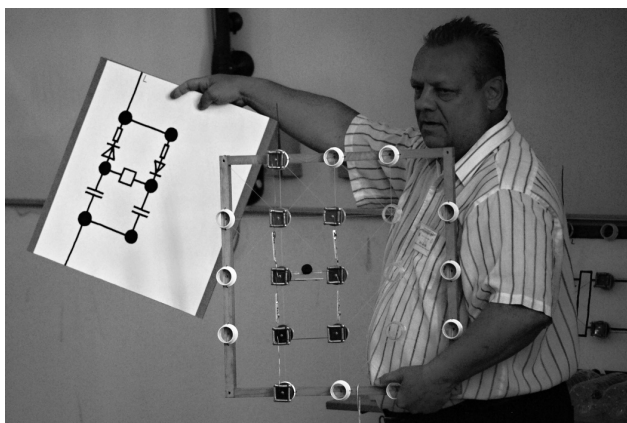
obr. č. 1: Neprůhledné desky stavebnic (vlevo pro žákovské pokusy, vpravo pro demonstrační pokusy).



obr. č. 2: Velká demonstrační stavebnice (rám se sítí a průhlednými PET uzávěry, schéma na podkladové kartě), ověřování beznapěťového či napěťového stavu elektrického zařízení.



obr. č. 3: Demostrační akustická zkoušečka fáze s můstkovým usměrňovačem (příklad použití demostrační stavebnice).



obr. č. 4: Demostrační akustická zkoušečka fáze s kondenzátory (příklad použití demostrační stavebnice), oddělené schéma (na podkladové kartě) od rámu a sítě se součástkami

Literatura

- [1] Janda, O.: Bezpečné nebo nebezpečné elektrotechnické pokusy se zdroji napětí mn nebo nn, ověřovací figurky. In.: Zborník z konferencie DIDFYZ 2008, 14.-18. october 2008, Univerzita Konštantina Filozofa v Nitre, Nitra 2009. ISBN 978-80-8094-496-4.
- [2] Soukup, F.: Základní kurz elektrotechniky. Praha, SNTL 1962.
- [3] Janda, O.: Elektrotechnika kolem nás. Praktické činnosti., Učebnice pro 6.- 9. ročník ZŠ. Praha, Fortuna 2008. ISBN 978-80-7373-031-4

- [4] Šedý, V.: Rozeberte si PC. Praha, BEN 2003. ISBN 80-7300-016-4.
- [5] Autor neuveden: Měřič elektrického náboje. In.: Časopis Praktická elektronika, A Radio, č. 8/2009, str. 7. Praha, AMARO, 2009.
- [6] Janda, O.: Pružinové elektronické stavebnice nově. In.: Veletrh nápadů učitelů fyziky IX. Sborník z konference, svazek druhý. Brno, Pedagogická fakulta MU, srpen 2004.
- [7] Baník, R.: Metodický sprievodca k štítkovej súprave pre elektrinu. Banská Bystrica, Učebné pomôcky, 1974.
- [8] Prause, P.: Experimentální deska. In.: Časopis Praktická elektronika, A Radio, č. 11/2008, str. 7. Praha, AMARO, 2008
- [9] Jesenský, J.: Hmatové vnímání informací s pomocí tyflografiky. Praha, SPN, 1988.
- [10] Janda, O.: Absence techniky a technické výchovy v učebních plánech pro základní vzdělávání. In.: Trendy ve vzdělávání 2009. Sborník mezinárodní konference. Olomouc. Pedagogická fakulta UP, 2009. ISBN 978-80-7220-316-1.