

Bezpečné pokusy se síťovým napětím

Otto Janda

Otto Janda, P.O.Box 241, 360 21 Karlovy Vary

Anotace

V příspěvku jsou popsány bezpečné pokusy se zkoušečkami s piezoměniči a s ověřovací figurkou s LED diodami. Příspěvek navazuje a je pokračováním práce autora, viz [1] a [2].

Akustická zkoušečka s piezoměničem, ověřovací figurka

Schéma akustické zkoušečky na napětí 230 V a ověřovací figurku s piezoměničem je uvedeno v [1]. Použity jsou větší piezoměniče, čímž se získá dostatečná hlasitost. (Je třeba použít piezoměniče bez elektronického obvodu – ne samovybuzovací). Další součástky: dva sériově zapojené rezistory 270 k Ω , + 270 k Ω , diak (ER 900), usměrňovací můstek (nebo 4 diody).

Do série s diakem lze zapojit LED diody. Pak jsou efekty nejen akustické, ale i světelné.

Příklady pokusů

Mezi zkoušečku a PE ochranný vodič (barva zeleno/žlutá) lze zapojit a demonstrovat např. tyto pokusy:

- a) Vodivost lidského těla.
- b) Vodivost vody.
- c) Vodivost země (vlhká zemina v květináči + zapíchnuté dva vodiče ... uzemnění).
- d) Vodivost samostatného diaku (ověření součástky, při měření diaku ohmmetrem je při napětí 9 V diak nevodivý).
- e) Kapacitní odpor (X_c) otočného kondenzátoru – při zasouvání desek rotoru mezi desky statoru se tón zvyšuje.
- f) Kapacita soustavy: plechovka, v ní zasunutý kelímek z PET lahve (dielektrikum), dovnitř vložen vodič a naléváme vodu. Při plnění nádoby její kapacita vzrůstá a tón se tím zvyšuje.
- g) Kapacita baterie kondenzátorů od kapacity 10 pF (!) do 220 pF – při zapojení kondenzátorů s větší kapacitou se tón zvýší, u kondenzátorů s malou kapacitou se tón sníží a na „třukání“ piezoměniče.
- h) Vodivost rezistoru o odporu 10 M Ω (!).
- i) Vodivost plamene zápalky (ionizace vzduchu). Při této demonstraci je použit můstkový dvojvodič (elektroinstalační), který má dva vodiče navzájem izolované. Když odizolované konce vodičů vložíme do plamene zápalky, ozve se tón (a to bez použití zesilovače!).
- j) Modelování nebezpečné situace pro člověka v plechové uzemněné vaně (pomocí plechové misky, tácu, lavoru...).
- k) Modelování nebezpečné situace pro člověka v plastové vaně s uzemněným a vodivým potrubím (voda obvod mezi člověkem a potrubím vodivě propojí).
- l) Modelování nebezpečné situace pro člověka v plastové neuzemněné vaně. Pod plastovou misku (model vany) vložíme plechový ták, který spojíme

s PE vodičem, ale který je spojen se zemí. Soustava: voda ve vaně + plastová vana (dielektrikum) + plech (vodivá země) tvoří kondenzátor. Při nalití vody do vany budou „nohy“ ověřovací figurky kapacitně spojeny se zemí, ozve se tón.

Zavedení pojmu „bezpečná fáze“ při pokusech s napětím 230 V

(Více viz [2].) Pomocí dvou sériově spojených rezistorů o odporu 270 k Ω , které umístíme do krytu (např. průhledné plastové trubičky, třeba od propisovací tužky) a opatříme banánkem na jedné a kovovým hrotem (např. špendlík s pružinkou) na druhé straně, vytvoříme „bezpečnou fázi“ tak, že zasuneme konec s banánkem do (nebezpečné) fázové zdířky běžné síťové zásuvky. Rezistory omezují proud na bezpečnou hodnotu.

Ve smyslu [3, str. 39] pro střídavé proudy protékající lidským tělem jsou tyto hodnoty proudů:

doporučená do 0,5 mA, **mezní bezpečná** do 3,5 mA

Autor tohoto příspěvku na základě vlastní praxe a vlastních pokusů považuje proud 1 mA (střídavý) za už citelný, avšak ještě bezpečný. Více informací viz [3, str. 32-36].

Bezpečné pokusy při napětí 24 V střídavých

Jako zdroj napětí je používán bezpečnostní transformátopek 230V/24V, 2 VA, který se často používá u rozvaděčů pro napájení signálních žárovek 24 V, 2 W. U nezátíženého trafo naměříme naprázdno sekundární napětí 32 V, po usměrnění až 43 V, takže diaku zkoušečky spolehlivě spíná (spínací napětí diaku je kolem 30 V). Kmity oscilátoru jsou ale velmi pomalé, a proto je nutné vyměnit rezistory (2x270 k Ω) za jeden rezistor 4,7 k Ω . Tím se tón zvýší. S takto upravenou zkoušečkou na 24 V (jinak zapojení zůstává stejné) lze zapojit a při napětí 24 V bezpečně demonstrovat následující pokusy (obdobně jako předchozí):

- a) Vodivost lidského těla.
- b) Vodivost vody, hladinový spínač (dva vodiče jsou při ponoření do vody vodou propojeny).
- c) Vodivost země (v květináči vlhká zemina + dva zapíchnuté vodiče ... uzemnění).
- d) Kapacita baterie kondenzátorů od kapacit 1 nF přes 10 nF do 100 nF a více. Po zapojení kondenzátorů s větší kapacitou se tón zvýší.
- e) Vodivost fotorezistorů. Při osvětlení fotorezistoru se odpor fotorezistoru sníží a tón se zvýší (tím jsme vytvořili převodník osvětlení – kmitočet).
- f) Změna odporu vodivého molitanu při jeho stlačování jako demonstrace obdoby principu uhlíkového mikrofonu. Vodivý černý molitan se používá při skladování elektrostaticky citlivých MOSFET integrovaných obvodů. Tento černý molitan lze získat v prodejnách s elektrotechnickými součástkami. Vodivý molitan vložíme mezi dva plechy, které zapojíme do obvodu se zkoušečkou. Při stlačení molitanu se jeho odpor zmenší a tón se zvýší. (Získali jsme převodník tlak – kmitočet.)
- g) Zkoušení diod. Jiný tón vydávají dobré diody, proražené (zkratované) diody, příp. přerušené diody (žádný tón).
- h) Kontrola přerušení či nepřerušení pojistek, vláken žárovek, vodičů (sňůr, kabelů), rezistorů (odpor rezistorů má vliv na výšku tónu), obdobně termis-

torů (zahřátý termistor má jiný odpor než studený a proto se výška změní), atp.

Ověřovací figurka s LED diodami

Ověřovací figurka byla (jak pro střídavé napětí 5 V, tak pro střídavé napětí 230 V) popsána v článku [2].

Závěr

Nově vzniklé učební pomůcky jsou velmi jednoduché a levné, umožňují při praktických činnostech žáků realizovat řadu nových a motivujících pokusů, přičemž všechny shora nabízené pokusy jsou pro učitele i žáky *bezpečné*.

Literatura

- [1] JANDA, O: Zkoušečky napětí. In: *Jak učím fyziku?: Vlachovice 2009: sborník příspěvků ze semináře OS FPS JČMF* [DVD-ROM]. Praha: OS pro vyučování fyzice na ZŠ při FPS JČMF, 2009. ISBN 978-80-7015-005-4
- [2] JANDA, O: Zkoušečky napětí a ověřovací figurky s piezoměniči. In: *Veletrh nápadů učitelů fyziky 16: sborník z konference*. Veletrh nápadů učitelů fyziky (konference). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011
- [3] KALÁB, P., STEINBAUER, M. a VESELÝ, M. *Bezpečnost v elektrotechnice*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav teoretické a experimentální elektrotechniky, 2007. ISBN 978-80-214-3509-4.