
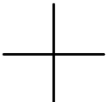



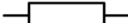





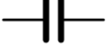

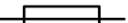


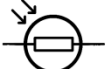
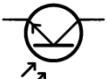
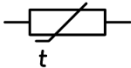




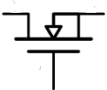
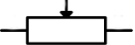

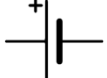


Milí studenti,

tyto učební materiály vznikají průběžně v době zákazu vaší osobní přítomnosti ve škole. Jejich smyslem je umožnit vám studovat i přesto, že nebudete smět být přítomni na hodinách. Čtete je jako knihu – od začátku do konce, výkladové partie s porozuměním, ideálně s přepisováním základních poznámek do sešitů, příklady postupně řešte a jejich řešení klasicky pište s postupy, obecnými vzorci a číselnými dosazeními. Tentokrát ovšem, prosím, posílejte fotografie/skeny řešení elektronicky, e-mailem. Deadline pro nastudování a odevzdání řešení bude vždy poslední den rozmezí uvedeného v hlavičce materiálu (v tomto případě 22. 3. 2020).

Schematické značky

Nejprve si dokončíme přehled schematických značek, které budeme (nejen) ve zbytku tématu elektrických obvodů používat. Řadu součástek již máme nakreslenou ze školy, takže doplňte do zápisu pouze ty, které ještě nemáte.

vodič	křížení bez vodivého spojení	uzel
		
spínač	tlačítko	rezistor
		
žárovka	dioda	LED
		
voltmetr	ampérmetr	kondenzátor
		
cívka	pojistka	mikrofon
		
fotodioda	fotorezistor	fototranzistor
		
termistor	reproduktor	piezoměnič
		
tranzistor NPN	tranzistor PNP	polem řízený tranzistor
		
potenciometr	zdroj	článek
		

Obr. 1 – Schematické značky součástek

Měření elektrických veličin

Máme již představu o významu jednotlivých veličin – víme, že elektrické napětí je „síla“, kterou jsou elektrony (nebo jiné nabitě částice) tlačeny obvodem; že elektrický proud je množství elektrického náboje, který daným místem obvodu projde za jednotku času; a konečně, že elektrický odpor je jakousi konstantou úměrnosti – protože „Čím více nabitých částic má za jednotku času projít daným místem obvodu, tím větší silou je musíme pohánět.“, což, jak již víme, lze matematicky zapsat Ohmovým zákonem: $U = RI$ – a jako každá přímá úměrnost, i tato má svoji konstantu, zde pojmenovanou R – elektrický odpor – která udává sklon přímky, jež je grafem úměrnosti. Tedy: čím větší odpor, tím větší napětí potřebujeme pro vyvolání stejného proudu. Jak ale tyto veličiny v obvodu skutečně měříme?

K tomuto účelu používáme přístroje, které se nazývají **voltmetr**, **ampérmetr** a **ohmmetr**. Dnes je obvyklé, že všechny tyto přístroje jsou sloučeny v jediném – tzv. **multimetru**. To je přístroj, který umí měřit celou řadu elektrických veličin – např. stejnosměrné a střídavé napětí, stejnosměrný a střídavý proud, odpor, někdy i elektrickou kapacitu, zesilovací činitel tranzistorů, frekvenci signálu, nebo třeba teplotu. Přepínání mezi jednotlivými veličinami a měřeními rozsahy zajišťuje nejčastěji otočný volič – viz Obr. 2.

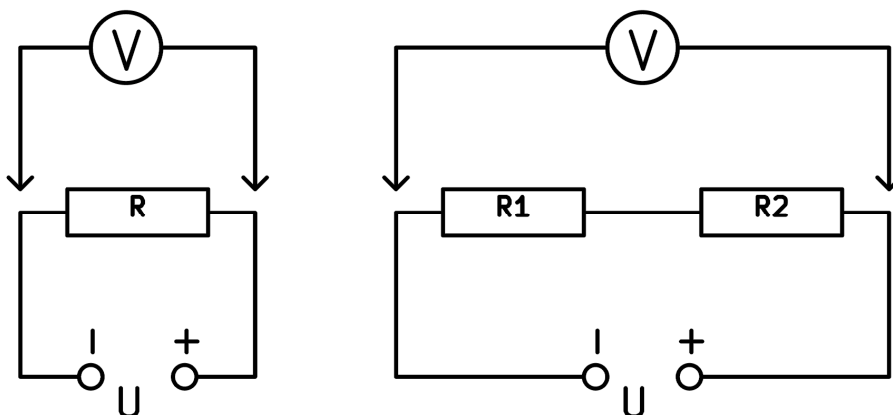


Obr. 2 – Digitální altimetr (obrázek z <http://www.chinaexpress.cz/cs/Item/new-dt9205a-digital-multimeter-test-ac-dc-ampere-volt-resistance-capacitance-ammeter-voltmeter-lcd-display-portable/32428059745.html>)

Zpočátku však budeme přístroje zkoumat odděleně – byť jsou všechny spojeny v jediném balení a k přepínání mezi nimi stačí pootočit volič (a při některých změnách přepojit měřicí kabely do příslušné zdířky). Každý z přístrojů totiž má trochu jiné vlastnosti a jiné zásady pro používání – a při nesprávném zapojení může v některých případech dojít ke zničení přístroje či připojeného obvodu. Začneme tedy voltmetrem.

Měření napětí

Chceme-li změřit napětí na nějaké součástce či mezi nějakými dvěma body v obvodu, připojujeme voltmetr **paralelně**, jak ukazuje Obr. 3. Měřicí kabely jsou naznačeny šipkami – povšimněte si, že kabely pouze přikládáme, do obvodu není třeba nijak zasahovat.



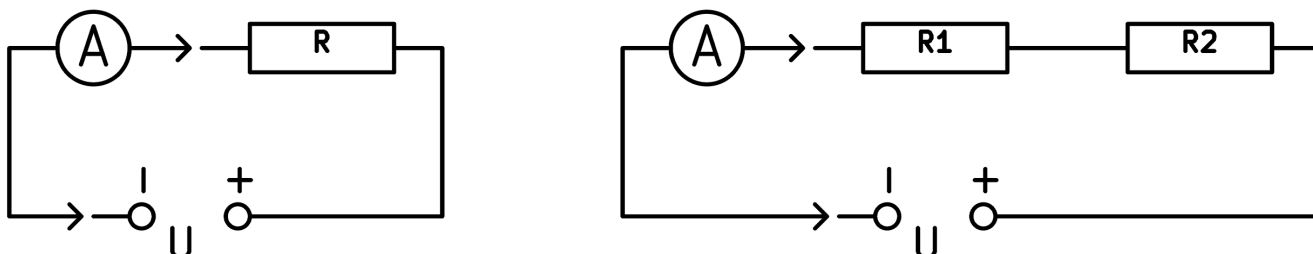
Obr. 3 – Způsob připojení voltmetru

V dnešní době již obvykle není třeba řešit polaritu kabelů, protože vnitřní obvody multimetrů dokážou měřit v obou polaritách a uživatele na polaritu upozorní. Ve standardním zapojení patří červený kabel na kladnou stranu a černý kabel na zápornou stranu měřeného obvodu – v tomto případě přístroj ukazuje kladné hodnoty. Pokud je červený kabel na záporné a černý kabel na kladné straně měřeného obvodu, přístroj ukazuje záporné hodnoty.

Při měření napětí vždy se nejprve ujistíme, že měřicí kabely jsou připojeny ve správných zdírkách: černý kabel ve zdířce COM, červený pak ve zdířce V/ Ω . Dále zvolíme nejvyšší možný rozsah (v případě DT9205A je to 1000 V) a opatrně přiložíme měřicí kabely na požadovaná místa v obvodu. Je-li zobrazený údaj velmi malý (nebo dokonce 0 V), odpojíme kabely a přepneme přístroj na nižší rozsah. Znovu připojíme kabely a odečteme hodnotu. Je-li stále příliš nízká, postup opakujeme, dokud nedostaneme hodnotu mezi stávajícím a dalším rozsahem (třeba 8,52 V na rozsahu do 20 V). Poté můžeme měření ukončit – vždy nejprve odpojíme měřicí kabely, teprve poté vypneme přístroj.

Měření proudu

Při měření proudu procházejícího nějakou součástkou či částí obvodu připojujeme ampérmetr vždy **sériově**, jak ukazuje Obr. 4. Měřicí kabely jsou opět označeny šipkami. Povšimněte si, že tentokrát musíme udělat zásah do obvodu samotného – v místě, kde chceme měřit proud, musíme obvod přerušit.



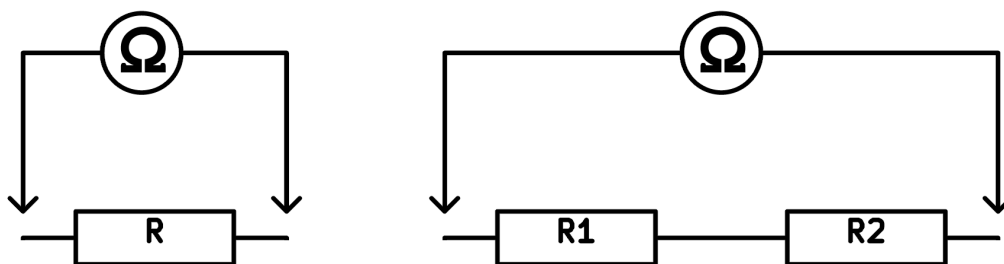
Obr. 4 – Způsob připojení ampérmetru

Postup při měření proudu je analogický postupu při měření napětí – prvním krokem je ubezpečit se, že měřicí kabely jsou ve správných zdírkách (černý v COM a červený v mA nebo 20A – podle toho, jak velké proudy hodláme měřit). Dvě zdíčky pro měření proudu jsou tu proto, že velké proudy (jako třeba jednotky až desítky ampér) vyžadují trochu jinou vnitřní konstrukci měřicího přístroje, než proudy malé (nejvýše stovky miliampér) – proto každá tato kategorie

má svoji vlastní zdířku. Dále se budeme zabývat pouze měřením malých proudů, protože pro zdířku 20 A existuje jen jediný rozsah. Nyní postupujeme stejně jako u měření napětí – nastavíme nejvyšší možný rozsah proudu a připojíme kabely. Je-li údaj příliš malý, odpojíme kabely, přepneme přístroj na nižší rozsah a znovu připojíme kabely. Tento krok opakujeme, dokud naměřená hodnota není mezi současným a dalším rozsahem, nebo dokud nenastavíme nejnižší možný rozsah. Polaritu u moderních přístrojů opět netřeba řešit – je-li červený kabel na kladné straně a černý na záporné straně obvodu, je zobrazený údaj kladný; je-li zapojení opačné, je zobrazený údaj záporný.

Měření odporu

Nejpřímochařejší měření je měření elektrického odporu. Zde je černý kabel ve zdířce COM a červený ve zdířce V/ Ω . Odpor obvykle měříme na samostatné součástce, kterou před tím musíme vyjmout z obvodu (kdybychom ji ponechali v obvodu, neměříme pouze její odpor, ale i odpor zbytku obvodu) – situaci ukazuje Obr. 5.



Obr. 5 – Způsob připojení ohmmetru

Tentokrát nejprve nastavíme nejnižší rozsah (u DT9205A je to 200 Ω), přístroj zapneme a přiložíme měřicí kabely. Pokud přístroj neukazuje hodnotu (v tomto případě svítí jen „1“ na začátku displeje), přepneme na vyšší rozsah. Toto opakujeme, dokud nedostaneme smysluplnou hodnotu.

Souhrnná upozornění

Je třeba mít na paměti, že aby měřicí přístroje fungovaly, jak mají, musejí co možná nejméně ovlivnit svoji činností měřený obvod. Když se vrátíme ke schémátům na Obr. 3 a Obr. 4, můžeme konstatovat, že aby voltmetr co možná nejméně ovlivnil měřený obvod, musí mít co možná nejvyšší odpor (aby jím tekla co možná nejmenší, tzv. parazitní, proud). Naproti tomu ampérmetr musí mít odpor co možná nejnižší (aby co možná nejméně omezoval proud, který by za normálních okolností procházel obvodem). Z této skutečnosti ovšem plyne také velké nebezpečí.

Kdybyste zapojili voltmetr sériově (jako ampérmetr), obvod by s největší pravděpodobností vůbec nefungoval, protože voltmetr by drasticky omezil proud, který jím může procházet. Naproti tomu, kdybyste zapojili ampérmetr paralelně (jako voltmetr), díky jeho mizivému odporu by v obvodu došlo ke zkratu, který může zničit jak samotný obvod a jeho zdroj, tak i měřicí přístroj. Je tedy velmi důležité se před měřením vždy přesvědčit, že máme přístroj správně zapojený a nastavený!

V případě měření odporů musíme dbát na to, abychom měřenou součástku či obvod nadrželi holými rukama, případně se jich nedotýkali jiným vodivým předmětem – tím bychom totiž zkreslili naměřené výsledky. Toto doporučení platí obecně - tím, že se vyvarujete dotyku s vodivými částmi obvodu, chráníte nejen výsledky měření, ale především svoji bezpečnost.

Zatím jsme jen zmínili, že skutečné měřicí přístroje nejsou ideální – tedy že voltmetr má sice veliký, nikoli však nekonečný, odpor, zatímco ampérmetr má maličký, nikoli však nulový odpor. V některých případech – když chceme provádět velmi přesná měření – musíme i tuto skutečnost zahrnout do svých výpočtů. Tehdy narazíme na pojmy jako „předřadník“ a „bočník“ či „vnitřní odpor přístroje“ – prozatím však pro jednoduchost budeme považovat měřicí přístroje za ideální – to znamená, že při správném zapojení nebudou ovlivňovat obvod vůbec.

Vaším úkolem nyní bude vypočítat, jaké údaje by ukázaly přístroje zapojené v obvodech níže. Svá řešení (včetně postupů!), prosím, nafotíte/naskenujete a pošlete mi je na e-mail hnyk@gybroumov.cz. Nápověda: Ve schématech je užíváno obvyklé značení hodnot odporu, které potkáte ve velké části technické literatury. V tomto značení chybí symbol Ω , tedy např.: „100k“ = 100 k Ω , „2M“ = 2 M Ω , a samotné Ohmy bez předpony se značí písmenkem R, tedy např.: „33R“ = 33 Ω . Tímto způsobem lze zapsat i desetinné hodnoty, např.: „2R2“ = 2,2 Ω , „4k7“ = 4,7 k Ω atd.

