



Česká metrologická společnost, z.s.

Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1

tel/fax: 221 082 254

e-mail: cms-zk@csvts.cz

www.csvts.cz/cms

Metodika provozního měření

MPM 4.1.3/03/19

INDIKAČNÍ 3,5 DIG. LEVNÉ DMM (ŘADA DT380)

(Metodika měření s digitálními multimetry pro privátní použití)

Praha

říjen 2019



Vzorový metodický postup byl zpracován a financován ÚNMZ v rámci Plánu standardizace – Program rozvoje metrologie 2019
Číslo úkolu: VII/3/19

Zadavatel: Česká republika – Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, organizační složka státu

Řešitel: Česká metrologická společnost, z.s.

© ÚNMZ, ČMS

Neprodejné: Metodika je volně k dispozici na stránkách ÚNMZ a ČMS. Nesmí však být dále komerčně šířena.

1 Předmět metodiky

Tento metodický postup se vztahuje na běžná nejjednodušší měření stejnosměrného a střídavého elektrického napětí, proudu a odporu levnými multimetry a měření dalších funkcí v domácnosti nebo kanceláři, případně dílně.

Jedná se o základní, začátečnická měření jen v oblastech bezpečného signálu v prostředí CATI a CATII podle ČSN EN 61010-1.

Tato metodika je určena převážně pro začátečníky a pro běžná kontrolní měření v domácnosti. Nabídka typů a funkcí i měřicí rozsah je u 3,5 dig DMM velmi široká, rozsahy používané v praxi v domácnosti jsou omezeny požadavky bezpečnosti.

V této metodice jsou uvažována jen měření v oblastech bezpečného signálu. Uvažované funkce a rozsahy měření v této metodice:

- DCU 1 mV až cca 60 V,
- ACU 1 mV až cca 30 V_s, 20 Hz až 10 kHz,
- DC R 1 mΩ až 2 MΩ,
- DCI 1 mA až 20,00 A.

I malé a levné dig DMM, mají vestavěné základní ochrany, ale i s vestavěnými ochranami vyžadují správné a opatrné používání.

2 Související normy a metrologické předpisy

Ochrana před úrazem elektrickým proudem, [L1]

dostupné na <https://cs.wikipedia.org/>

Účinky elektrického proudu na organismus, [L2]

dostupné na <https://www.wikiskripta.eu>

Electropedia: The World's Online Electrotechnical Vocabulary, [L3]

dostupné na <http://www.electropedia.org/>

Poznámka: další podrobnosti ke kalibraci a použití DMM jsou uvedeny v dalších metodikách ČMS:

- KP 4.1.2/06/11/N Číslicový multimetr,
- KP 4.1.2/09/10/N Digitální ohmmetry (s rozlišením nejvýše 4,5 digitů),
- KP 4.1.2/13/06/N Univerzální číslicový měřicí přístroj U, I, R, C, f 3,
- MPM 4.1.2/03/18 Metodika provozního měření s digitálními multimetry,
- MPM 4.1.3/04/19 Metodika měření s digitálními multimetry pro privátní použití.

3 Kvalifikace pracovníků provádějících měření

DMM jsou velmi dostupné přístroje, prodávané i v běžných prodejnách elektrozařízení i v hobymarketech a jsou často předmětem reklamy výrobce a prodejce. Je ale vždy nezbytná

základní elektrotechnická kvalifikace uživatele DMM, protože nesprávné použití DMM může být životu nebezpečné.

DMM jsou v desítkách typů velmi dostupné, ale pro lepší využití vyžadují větší základní kvalifikaci uživatele, viz také literatura MPM 4.1.3/04/19. Metodika měření s digitálními multimetry pro privátní použití.

Prioritou je vždy bezpečnost uživatele. Uvažováno v této metodice je jen měření proudu napájecích zdrojů, měření proudu uvnitř pracujícího zapojení může jeho funkci ovlivnit a proto se u tohoto postupu nepředpokládá. AC I jednoduché DMM neměří.

Nikdy nezapojujeme DMM ke zdroji nebezpečného napětí, kterým může být například síťová zásuvka.

Uživatel DMM, který musí mít základní kvalifikaci a znalosti v oblasti elektrických veličin, se seznámí s tímto metodickým postupem a [L1] a [L2].

Metodika je určena jen pro práce ve vnitřních prostorách a mimo možné zdroje nebezpečného napětí a proudu.

Nyní již historická řada 3,5 dig DM DT 380 (DT 830) rozlišením do 2000 používající integrovaný obvod ICL 7106 je nesmrtelná a vyrábí se ročně v milionových sériích už téměř 50 let a dobře slouží k převážné většině běžných privátních kontrolních, pracovních a provozních měření v domácnosti nebo kanceláři.

Je překvapivé a pro uživatele atraktivní, že DMM tohoto typu se prodávají i s příslušenstvím za 2 USD až 5 USD i s vestavěnou 9 V napájecí baterií 6F9V, která má sama na trhu cenu 2 USD. Tyto multimetry při tom plní základní bezpečnostní požadavky a mají vyhovující přesnost a rozsahy pro běžné použití.

4 **Názvosloví, definice,**

Názvosloví a definice jsou obsaženy v příslušných normách (viz [L3]) a v publikacích věnovaných metrologické terminologii.

Tento měřič odpovídá normě IEC61010 v imisním limitu 2, přepěťová kategorie CAT I (1000V), nebo CATII (600V) a má dvojitou izolaci.

Používejte měřič pouze způsobem uvedeným v návodu, jinak může dojít ke snížení ochrany poskytnuté přístrojem.

V tomto návodu jsou jako „**Varování**“ označeny podmínky a činnosti, které ohrožují uživatele nebo mohou poškodit měřidlo nebo testované zařízení.

Jako „**Poznámka**“ jsou uvedeny informace, kterým je třeba věnovat pozornost

Bezpečné napětí je napětí (jmenovité), které s ohledem na svou nízkou hodnotu nemůže způsobit úraz elektrinou. Bezpečné napětí má odlišnou hodnotu vzhledem k:

- druhu přístrojů (vnější vlivy),

- druhu napětí (střídavé, jednosměrné),
- dotyku částí (živých, neživých).

Tento MPM uvažuje použití jen v oblasti bezpečných napětí.



Abyste se vyhnuli úrazu elektrickým proudem nebo zranění a zabránili případnému poškození přístroje nebo měřeného obvodu, dodržujte následující pravidla:

- Před použitím přístroje zkontrolujte jeho kryt. Nepoužívejte přístroj s poškozeným krytem. Věnujte zvýšenou pozornost hlavně izolaci v okolí konektorů. Hledejte plast. Ulomené části krytu nebo chybějící část plastu upozorňují na možný problém.
- Zkontrolujte měřicí přívody, zda nemají poškozenou izolaci nebo odhaleny vodivé části, Zkontrolujte je, zda vodiče nejsou přerušeny.
- Poškozené měřicí přívody před měřením nahradte přívody stejného typu nebo specifikace,
- měřte až po důkladné úvaze co, kde a jak budete měřit.
- Rozsah přístroje nastavte podle očekávané hodnoty nebo na rozsah větší.
- Používají se vždy originální kabely, které nesmí být poškozené.
- Sondy držíme vždy na určeném místě tak, aby byly ruce chráněny před sklouznutím terčíky na sondách.
- Ruce, držící sondy, nesmí být mokré. Mokrý nebo zapocené ruce před měřením utřeme.
- Multimetr je malý a lehký, proto předem rozmyslíme, jak bude položen, aby nespadl.
- Nepřivádějte na přístroj napětí, pokud neměříte.
- Otočný prepínač by měl být nastaven do požadované polohy před spuštěním měření a změna rozsahu by neměla být prováděna v průběhu měření. Vyhněte se tím poškození přístroje.
- Abyste se vyhnuli úrazu elektrickým proudem nebo poškození přístroje, nepřivádějte mezi svorky a uzemnění větší napětí než 60VDC nebo 30 Vrms (AC).
- Při měření používejte správné svorky, režim a rozsah pro dané měření.
- Přístroj nepoužívejte ani neskladujte v prostředí s vysokou teplotou nebo vlhkostí, ve výbušném nebo hořlavém prostředí nebo v silném magnetickém poli.
- Ve vlhku může dojít ke zhoršení vlastnosti přístroje.
- Vyměňte baterii ihned poté, co se objeví indikace slabé baterie na displeji.
- S vybitou baterií může přístroj udávat neplatné hodnoty, které mohou vést k úrazu elektrickým proudem a zranění.
- Před otevřením krytu přístroje odpojte měřicí přívody a přístroj vypněte.
- Při opravě používejte pouze náhradní díly stejného typu nebo specifikace.
- Vnitřní obvody přístroje by neměly být svévolně upravovány, aby se předešlo poškození přístroje a úrazu.
- DMM je určen jen pro vnitřní použití (v bytě)
- Pro čištění povrchu použijte měkký hadřík a slabý roztok čisticího prostředku.
- K čištění nepoužívejte abrazivní prostředky nebo rozpouštědla. Vyhněte se tím korozi, poškození a úrazu.
- Pokud přístroj nepoužíváte, vypněte jej. Před delším nepoužíváním vyjměte baterii.
- Pravidelně kontrolujte baterii, která může po delší době používání začít vytékat. Vytékající baterii ihned vyměňte, protože by mohla poškodit přístroj.











Důležité symboly

 Vybitá baterie.

Vyměňte baterii ihned poté, co se objeví tato indikace. S vybitou baterií může přístroj udávat neplatné hodnoty, které mohou vést k úrazu elektrickým proudem a zranění.

 Nebezpečné napětí
Varuje obsluhu před možným nebezpečím.

Základní mezinárodně používané symboly u DMM

	AC (Střídavý proud)
	DC (Stejnoseměrný Proud)
	AC nebo DC
	Zemění
	Dvojitá Izolace
	Upozornění. Odkazuje na provozní Manuál
	Vybitá Napájecí Baterie
	Kontinuity Test, Diody
	Nebezpečí vysokého Napětí
	Je ve shodě s normami Evropské Unie

5 Měřidla a pomocná měřicí zařízení

Malé 3,5 dig. DMM (například typy řady 380) a jejich běžné využití v domácnosti



Obr. č. 1: Pohled na panel různých provedení 3,5 dig. DMM



Obr. č. 2: Ukázka různých vnitřních provedení 3,5 dig DMM.

Cca do roku 1970 byly téměř všechny multimetry analogové. Teprve rozvoj integrovaných obvodů umožnil navrhnout číslicový voltmetr jako základ DMM, dostatečně málo složitý a za vyhovující cenu.

DMM modely řady 380 až 890 z Číny ukazují velmi levný a jednoduchý DMM, s přesností asi 1 % a rozlišením 0,05 % plného rozsahu. (To znamená, že můžete měřit změny napětí o dvě tisíce z maxima rozsahu, ale skutečná přesnost měření je pouze jedna setina z maxima rozsahu.) Model 380B je vyráběn několika výrobci a prodává se pod mnoha značkami a roční výroba je několik milionů kusů. Může být nazýván jako DT-380B, M-380B, DT-830B nebo jiné varianty a jeho provedení může být v provedení panelu žluté (nejčastější), černé nebo dokonce ještě jiné i exotické barvy. Je k dispozici z Číny nebo Hongkongu za koncovou cenu o něco víc než 50 Kč (£ 2, \$ 3, € 2,5). Navzdory své a jednoduchosti je přístroj 380B velmi užitečný - může měřit napětí (AC i DC), odpor a stejnosměrný proud. V průměrné domácnosti jsou tři důležitá využití:

- kontrola vodičů a kabelů na zkratky nebo přerušené (otevřené) obvody,
- kontrola baterií a napájecích zdrojů různé elektroniky,
- kontrola pojistek a žárovek.

Je snadné provést s jednoduchým DMM všechna taková měření a mohou se tím ušetřit hodiny frustrace a přemýšlení.

Každá domácnost, dílna nebo kancelář by měla mít jeden malý multimetr, tak jako má například šroubovák.

Konstrukce levných DMM

V ceně je malého DMM je dekodér, sedmsegmentový displej, ovladače, referenční zdroj a hodiny. Nejčastější a nejstarší integrovaný obvod pro DMM ICL7106 je určen pro rozhraní s

tekutými krystaly (provedení LCD), varianta ICL7107 může přímo řídit světlo emitující diodový (LED) displej. ICL7106 a ICL7107 dokáže spojit kombinaci vysoké přesnosti, všestrannosti a skutečné ekonomiky. Je vybaven automatickým nulováním (Autozero) na méně než $10\mu\text{V}$, teplotní posuv nuly je menší než $1\mu\text{V}/^\circ\text{C}$, vstupní klidový proud 10pA (max.), chyba je méně než jeden digit. To postačí pro všechna běžná měření v domácnosti. Ekonomické je užití jen jednoho napájecího zdroje, které umožňuje postavit vysoce výkonný (i panelový) voltmetr, který může být zapojen s přidáním pouhých 10 pasivních součástek a displeje. Takto jsou dělány i nejlevnější DMM, jako je řada DT 380 i řada M830 (DT830), řada (DT860), M266C, M266F, M300, M3900, M890C+ (DT-890B+), M890D (DT-890D), M890F (DT-890F), M890G (DT-890G), M93, M93A, M9502, MY-61, MY-64. Tyto velmi levné přístroje vyrábí výrobny, které se nachází hlavně v Zhangzhou High a New Technology Center v Zhangzhou, provincie Fujian, což je asi 70 kilometrů od Xiamen zvláštní ekonomické zóny u Hogkongu a ročně se vyrobí cca 2 000 000 kusů těchto multimetrů, takže se jedná o celosvětově nejrozšířenější DMM.

Popsané postupy i zásady jsou uvedeny pro běžné užití DMM jako dílenský nástroj pro jednoduchá testování bez nároků na přesnost a jsou samozřejmě použitelné i pro jakýkoliv jiný typ DMM. U dražších typů DMM se ale předpokládá jejich využití pro náročnější aplikace.

6 Obecné podmínky měření – veličiny ovlivňující výsledky měření

Pro popisované 3,5 dig DMM obsahující v konstrukci elektroniku obvykle výrobce měřidel určuje rozsah použití referenční teploty v rozmezí $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$, což je běžné prostředí v bytě. Pro teploty mimo tento rozsah se zhorší přesnost a výrobce určuje tzv. teplotní koeficient, který je nutné připočítat při výpočtu nejistoty měření, ale v tomto MPM se užití mimo rozsah $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ neuvažuje.

7 Metrologické meze využití metody měření

V tomto postupu je uvažováno jen měření v rozsahu bezpečného napětí. Rozsahy měření jsou dány rozsahem použitého měřidla. V žádném případě není přípustné měření nebezpečných napětí, napětí sítě a podobně nekvalifikovaným uživatelem.

Měřidla je nutné používat s příslušenstvím dodaným nebo doporučeným výrobcem měřidla. Používají se jen originální měřicí šňůry z příslušenství multimetru.

Nevhodné měřicí šňůry nebo jiné měřicí sondy mohou ovlivnit výsledek měření.

Nesprávné pochopení nebo použití této metodiky může způsobit vážné zranění

Upozornění.

1. Aby nedošlo k úrazu elektrickým proudem nebo poškození přístroje, nepokoušejte se měřit napětí, které může být nebezpečné, to je obvykle napětí, které může přesáhnout 60 voltů (neodpovídá specifikaci přístrojů).
2. Před použitím DMM vždy zkontrolujte jednotlivé části přístroje (např. vodiče, konektory apod.).

3. Při použití multimetru DT-830 je třeba přesně dodržet návod k použití. V opačném případě se přístroj může vyhořet nebo způsobit úraz.

4. Varování "HV", které svítí v levém horním rohu, signalizuje nastavení rozsahu na nejvyšší úroveň signálu při měření. Vyšší napětí vyžadují při práci s přístrojem zvýšenou kvalifikaci a opatrnost, i když multimetr DT-830 plní požadavky norem na bezpečné provedení. Měření malých napětí na vyšších rozsazích (HV) je možné, ale s nižším rozlišením a nižší přesností.

5. Pro měření aktuální hodnoty proudu na rozsahu 10 A je třetí zásuvka, ve které by měl být zapojen červený vstupní vodič. Indikaci výsledku na rozsahu 10 A je třeba provést během několika sekund, při delším měření se přístroj přehřívá.

8 Kontrola měřidla před použitím a příprava na měření

Měřicí přístroj se připraví pro měření **v souladu s technickou dokumentací** nebo údaji uvedenými na přístroji. Proveďte se vnější prohlídka přístroje, zda:

- kryt přístroje a kryt stupnice displeje nejsou poškozeny,
- přístroj je vybaven všemi součástkami a příslušenstvím potřebným k měření,
- všechny technické údaje o přístroji uvedené na stupnici, přepínači rozsahů, svorkách a krytu přístroje jsou zřetelné.

Dále se **provede kontrola provozuschopnosti** zda:

- přípojovací svorky jsou spolehlivě upevněné a nepoškozené,
- přepínače měřicích rozsahů jsou funkční a mají správnou aretaci odpovídající zvolenému měřicímu rozsahu,
- zjistí se, zda všechny ovládací prvky mechanicky správně pracují,
- zjistí se, zda přístroj na všech jeho uvedených funkcích elektricky správně pracuje,
- zjistí se, zda je možné nastavit nulový údaj, případně dovolenou odchylku od nuly,
- na všech měřicích rozsazích a ve všech funkcích přístroje.

Pokud je to možné, je vhodné před vlastním měřením vyzkoušet zda svítí všechny segmenty displeje (při poruše sedmsegmentového displeje může snadno dojít k záměně číslic 0 a 8 nebo 5 a 6).

Měřidlo, které vykazuje nedostatky, nelze dále k měření používat.

Instalace baterie do DMM

Před použitím měřiče musí být vybaven malou 9 V baterií, která je obvykle součástí dodávky DMM. Nejlépe je použit alkalický typ, protože má delší životnost a je méně pravděpodobné, že zkoroduje. Takové baterie jsou někdy známé jako baterie pro tranzistorová rádia, nebo podle čísla typů jako je PP3, MN1604, 6LR61 nebo 6LF22. Pro výměny baterie na DMM 380 odšroubujte dva malé šrouby umístěné v zadní části pouzdra a uvolněte spodní část pouzdra, aby se vešla dovnitř nová baterie. Před výměnou zadní části a šrouby zkontrolujte, zda je také v pořádku pojistka uvnitř multimetru. Pojistka by měla být namontována v zásuvce (podrobnosti viz níže).

Spotřeba proudu DMM je asi 1 mA a dobrá alkalická baterie PP3 má kapacitu přibližně (500-600) mAh. Mějte na paměti, že když je měřič vypnutý, není zobrazen žádný viditelný displej - obrazovka je jednotně šedá. Když je třeba vyměnit baterii (pokud klesne napětí na přibližně 7 V), varovný symbol BAT se automaticky objeví v horní levé části displeje kromě běžného

údaje displeje, když je přístroj zapnutý a ohlásí tím automaticky nutnost výměny baterie.

Životnost baterie je dva až tři roky při příležitostném používání DMM, ale pouze po dobu dvou až tří týdnů, pokud je měřič ponechán zapnutý - proto by měl být skladován vždy vypnutý, pokud není používán a to otočením přepínače tak, aby šipka ukazovala nahoru.



Obr. č. 3: Symbol vybité baterie na displeji DMM

Nejběžnějším důvodem pro vybití baterie multimetru je nastavení otočného přepínače režimu měření na špatnou polohu a ponecháním multimetru omylem zapnutým. Toto je usnadněno špatným čtením ukazatele na otočném spínači, zejména v podmínkách zhoršené viditelnosti. Doporučuje se viditelnost polohy přepnutí zvýraznit kontrastní barvou, například kapkou bílé barvy, jak ukazuje obrázek.



Obr. č. 4: Úprava kapkou barvy zvyšující viditelnost nastavené polohy přepínače

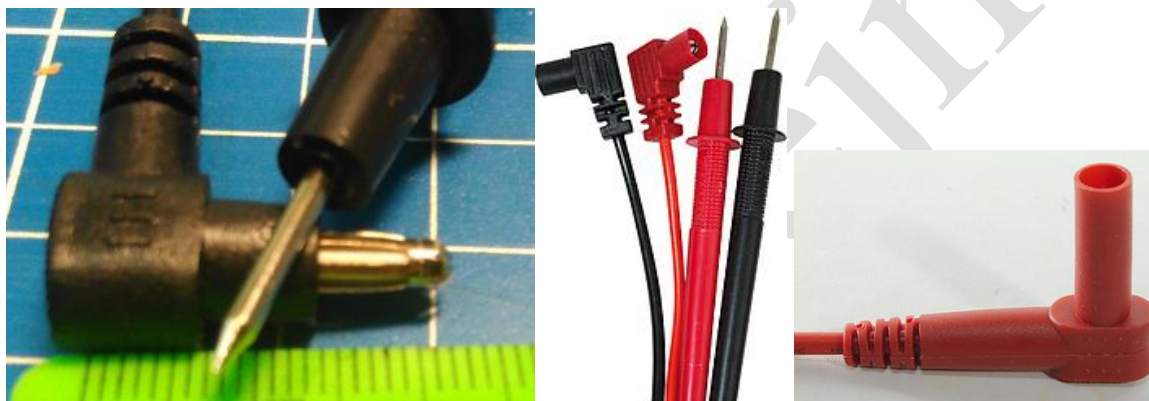
Přívodní vedení.

Během používání jsou používány vždy vodiče dodané s DMM.

Černý vodič je zapojen do nejnižší ze tří zásuvek (černý) a červený vedení do střední zásuvky (dolní ze dvou červených zásuvek). Červené vedení by nikdy nemělo být zapojeno do jiné červené zásuvky, s výjimkou měření velkých stejnosměrných proudů (až 10 ampérů). Je možné (i když nepravděpodobné), že nesprávné připojení červeného vedení může způsobit poškození kontrolovaných baterií nebo samotného měřiče.

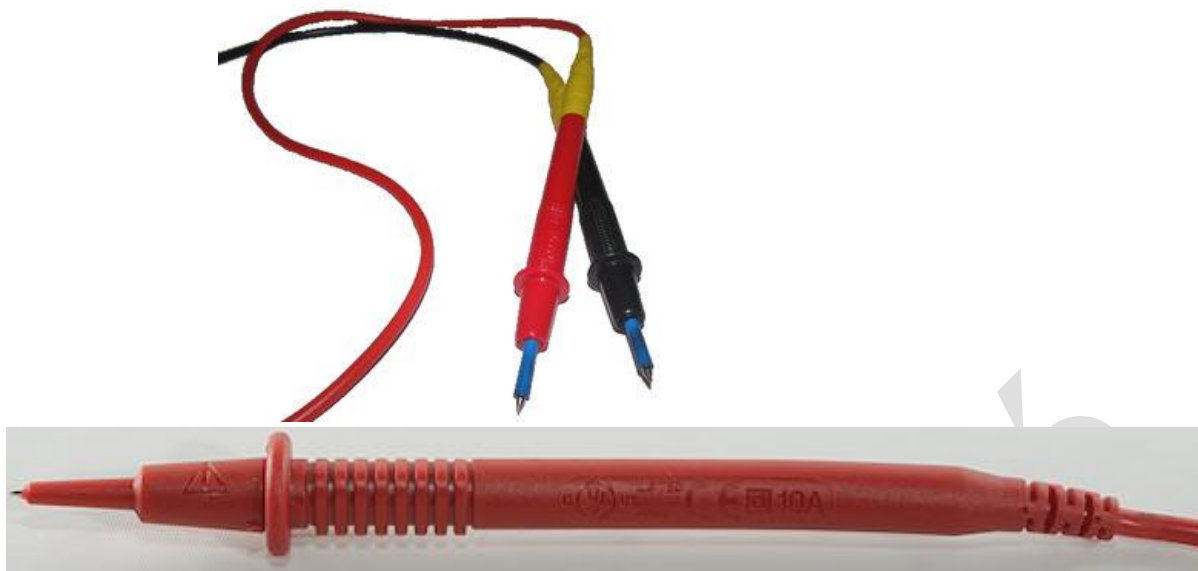


Obr. č. 5: Originální přívody jsou sice deklarované jako bezpečné ale v žádném případě se nedoporučuje se na to spoléhat.



Obr. č. 6: Ukázka dvou provedení banáneků, s kratší ochranou proti dotyku (vlevo) a provedení s delší ochranou proti dotyku (uprostřed) a dražší provedení (vpravo)

Další častou, ale ne tak fatální poruchou multimetru je zlomení pájeného spoje vedení sond z místa jejich připojení (pájení) k hrotu v sondě. To je způsobeno skutečností, že při měření se sondy často otáčejí vzhledem k jejich ose, zatímco spojovací vodič zůstává stacionární. V důsledku konstantního zkroucení a odvíjení se časem poškodí měděné jádro kabelu a připojovací kabel je odlomen v místě pájení. Abyste tomu zabránili, stačí upravit připojovací kabel s fixováním s ohledem na sondu, například pomocí izolační pásky nebo smršťovací hadičky, jak je znázorněno na fotografii.



Obr. č. 7: Zlepšením fixace vodiče v tělese sondy zvýšíme její životnost a spolehlivost, dole je ukázáno dokonalejší provedení z dražšího DMM, které ukazuje fixaci vodiče v sondě provedenou už ve výrobě.

Pouzdro přístroje

Krabička, ve které je přístroj vestavěn, obvykle černá nebo jasně žlutá, plní všechny bezpečnostní a funkční požadavky, ale nevyniká mechanickou odolností. Proto je s přístrojem vždy třeba zacházet opatrně. Pokud po delší době provozu přestává být přepínání spolehlivé, je to většinou způsobeno mechanickým uvolněním ve skřínce a bývá to snadno odstranitelné.

9 Postup měření

Měření v domácnosti, v dílně, nebo kanceláři

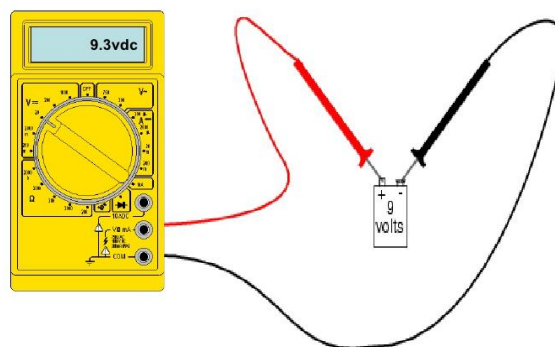
DMM řady DT 380 (DT830) se používají jako běžné nářadí v domácnosti pro měření jen v rozsahu bezpečného pro obsluhu.

9.1 Měření elektrických veličin

Měření stejnosměrného napětí.

DCV

1. Připojte červený konec vodiče k svorce "V Ω mA", černé s "COM".
2. Nastavte přepínač do požadované polohy DCV; pokud není naměřené napětí předem přibližně známo, přepněte spínač na horní hranici a spouštějte jej na měření přístroje.
3. Připojte vodiče paralelně k měřeným bateriím, přístrojům nebo jinému měřenému obvodu.
4. Zapněte přístroj a na elektronickém displeji se objeví měřená hodnota napětí společně s polaritou napětí.



Obr. č. 8: Měření napětí DCV – princip připojení

Měření střídavého napětí.

ACV

1. Červený vodič "V, Ω , mA", černý s "COM".
2. Nastavte přepínač do zvolené polohy ACV.
3. Připojte vodiče paralelně k měřeným bateriím, přístrojům nebo jinému měřenému obvodu.
4. Přečtěte si aktuální informace na displeji.

Upozornění - malá napětí pod cca 0,5 V přístroj neměří.

Upozornění - ACV měříme pro zdroje s frekvencí cca 50 Hz až 1 kHz.

Měření stejnosměrného proudu.

DCA

1. Červený vodič "V, Ω , mA", černý s "COM".
2. Nastavte přepínač do zvolené polohy ACV nebo DCA.
3. Pro měření mezi 220 mA a 10 A připojte červený vodič se zdírkou 10 A. Otevřete měřicí obvod a zapojte kabely sériově s vnitřním zařízením.
4. Přečtěte si aktuální informace na displeji.



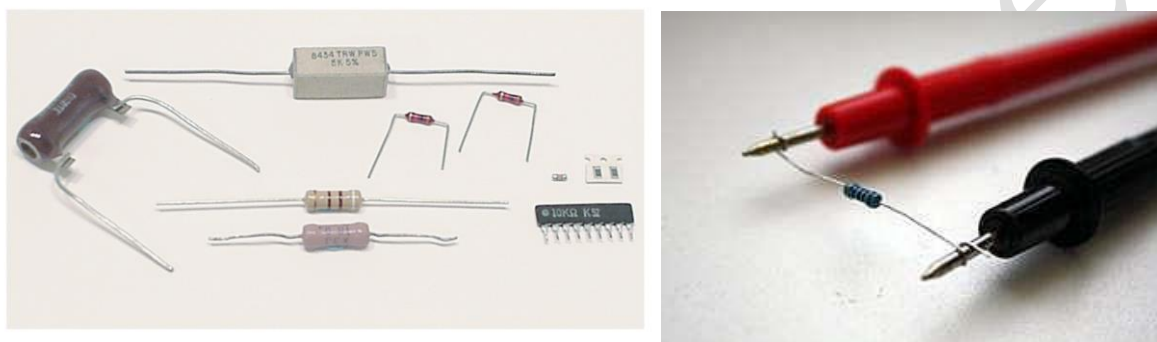
Obr. č. 9: Kontrolu střídavého napětí provádíme jen na nízkourovňovém vývodu zdroje.

Měření odporu

1. Připojte červený konec vodiče k svorce "V Ω mA", černé s "COM".
2. Nastavte přepínač do požadované polohy Ω .

3. Pokud není naměřený odpor předem přibližně známa, přepněte spínač na horní hranici a spouštějte jej na měření přístroje.
4. Připojte vodiče k měřenému odporu nebo vývodům, měřeného obvodu.
5. Pokud ohmmetr ukáže 1, zvolte nižší rozsah.
6. Pokud ohmmetr ukáže číslo pod 20, zvolte vyšší rozsah.
7. Na rozsahu 200Ω při spojených hrotech sond ukáže ohmmetr odpor přívodů.
8. Odpor přívodů se při přesnějších měřeních odečítá od naměřené hodnoty.

Nejrozšířenější pasivní součástkou je elektrický odpor (rezistor) a malý DMM umožní jeho rychlé změření. Pozor na připojení, pokud držíme měřený odpor na svorkách rukama, změříme současně i odpor těla mezi těmito rukama. Obr. č. 13 vpravo ukazuje spolehlivé připojení součástky k sondám měřiče.



Obr. č. 10: Kontrola součástky měřením odporu, vlevo různá provedení, vpravo připojení při měření.

Rozsahy DMM přepínáme, tak, aby bylo čtení s nejvyšším rozlišením.

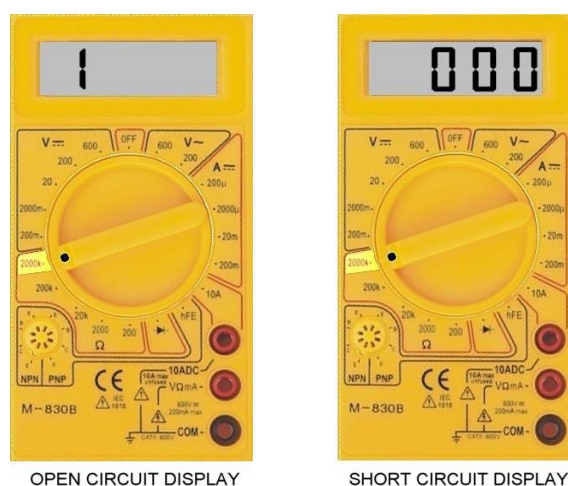
Malé odpory DMM změří jen orientačně, odpory nad $2\,000\,000 \Omega$ jsou nad rozsah měření. Tyto velké hodnoty odporu jsou ale v praxi používány méně často.

9.2 Použití v praxi

9.2.1 Použití v praxi - Kontrola vodičů a kabelů - měřením odporu

Nikdy neprovádějte kontrolu vodivosti drátu nebo kabelu, pokud je tento připojen k něčemu, zejména ke zdroji energie.

Chcete-li zkontrolovat kontinuitu (tj. vnitřní propojení), nastavte DVM na rozsah 2000Ω a postupujte stejným způsobem jako při testování pojistky. Pokud nejsou vodiče připojeny na cokoli, měli byste vidět displej s otevřeným okruhem a jestliže se vodiče dotýkají dohromady a testují měřič, měli byste vidět displej mezi nulou a 2Ω , což je odpor přívodních vodičů. Nyní se dotkněte vodičů na opačném konci kabelu (na hrotech). Pokud vidíte odpor mezi $(0 \text{ až } 10) \Omega$, je to dobré, pokud je otevřený obvod, je vodič vadný. Jednoduché testované kabely obsahují jeden vodič a testují se jedním měřením odporu. Mnoho kabelů obsahuje dva nebo více vodičů a kontinuita každého z nich musí být testována odděleně. Pokud jsou všechny dobré, měli byste zkontrolovat zkrat mezi vodiči kabelu. Nastavte DVM na rozsah $2000 \text{ k}\Omega$ ($2\,000\,000 \Omega$ nebo $2 \text{ M}\Omega$). Opět zkontrolujte správnou funkci - pokud nejsou vodiče připojeny k něčemu, měli byste vidět zobrazení na otevřeném obvodu a pokud se dotýkáte vodičů dohromady, měli byste vidět nulový displej.



Obr. č. 11: Mezní stavy při měření odporu (pro otevřený obvod na vstupu a zkrat na vstupu).

9.2.2 Použití v praxi - Kontrola zkratů

Nyní zkontrolujte zkrat. Je třeba zkontrolovat možné zkratky mezi každým párem vodičů v kabelu - pokud jsou použity pouze dva nebo tři dráty, je to snadné, ale pokud existuje větší počet vodičů, je důležité metodicky zajistit, aby žádný pár nebyl přehlédnut. Nejlepším způsobem je spojit všechny vodiče elektricky dohromady, potom odpojte každý vodič a zkontrolujte zase zkrat mezi ním a ostatními. Jakmile je zkontrolován každý drát, zůstane odpojen (může být znovu připojen, ale je snadnější ověřit, že jste vyzkoušeli každý kabel tím, že jej odpojíte jeden po druhém a necháte je odpojené - pokud je pouze jeden kabel, jste hotovi). Pokud zjistíte zkrat, měli byste zkontrolovat, zda je v samotném kabelu nebo v konektoru. Někdy je možné opravit zkrat v konektoru (pokud není konektor na kabel zalisován), ale kabel se zkratem by měl být okamžitě vyhozen. Někdy, pokud se dotýkáte konců obou testovacích vodičů, může dojít k průtoku malého proudu rukama kůží - to je docela neškodné, ale v takovém případě nemusí být vidět displej s otevřeným okruhem, ale zobrazení mnoha stovek tisíc ohmu odporu mezi rukama připojeného operátora. To je stále dobrý signál, že nedošlo ke zkratu.

Poruchy u kabelů bývají nejčastěji u jejich připojení na výstupy. Proto bývá výhodné při kontrole zkoušet i vliv mírného ohybu zkoušeného kabelu.

9.2.3 Použití v praxi - Kontrola žárovky

DMM nelze použít ke kontrole moderních LED nebo kompaktních fluorescenčních žárovek, ale můžete použít k ověření, zda stará žárovka (klasická nebo halogenová žárovka) už zemřela. Chcete-li to provést, nastavte DMM na rozsah 2000 Ω , jako při testování pojistky. Stejně jako při této zkoušce, když nejsou vodiče připojeny k něčemu, měli byste vidět displej s otevřeným obvodem a pokud jsou vodiče spojeny dohromady, měli byste vidět zobrazení odporu mezi nulou a 2 Ω .

Tyto pokyny jsou nutně nepřesné - při velmi nízkých příkonech (jaké jsou při měření malým DMM) může odpor překročit 300 Ω , u velmi vysokých výkonových nebo nízkonapěťových žárovek může být měřený odpor nižší než 20 Ω .

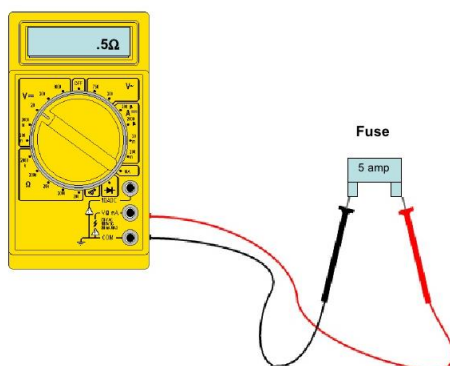


Obr. č. 12: Kontrola žárovky (vpravo halogenová žárovka).

9.2.4 Použití v praxi - Kontrola pojistky

Pomocí přístroje DVM zkontrolujte, zda je vypálena tavná pojistka, která je na řadě přístrojů umístěna, obvykle v zašroubovaném pouzdru. Nastavte DVM na rozsah 2000Ω (2000Ω). Pokud nejsou vodiče připojeny k něčemu, měli byste vidět otevřený okruh. Pokud se vodiče dotýkají dohromady a testují měřič, měli byste vidět zobrazení mezi nulou a 2Ω , což je odpor přívodních vodičů. Nyní se dotkněte vodičů na protilehlých koncích pojistky. Pokud vidíte odpor mezi 0Ω a 10Ω , pojistka je dobrá, je-li okruh otevřený, je mrtvá a měla by být vyměněna. (Vyhoďte ji ihned - je snadné zaměnit a zkuset použít spálenou pojistku a namísto nové). Před montáží nové pojistky zkontrolujte, zda je skutečně dobrá.

Dráty a kabely DVM lze použít k prověření, zda jsou vodiče a kabely v pořádku měřením nebo testem se zvukem, pokud je DMM touto funkcí vybaven, je to pohodlnější než měření. Spoje mohou selhat dvěma způsoby - mohou se uvnitř zlomit buď na konektoru nebo někde, kde byly namáhány, (u DMM typu 380 se přívodní kabel po delší době použití poruší nejčastěji v pájeném spoji k jehlovému kontaktu nebo mohou vytvořit zkrat (tj. nežádoucí spojení) mezi dráty, které by neměly být navzájem spojeny. DVM může zkontrolovat oba problémy, ale vodiče musí být při testování izolovány.



Obr. č. 13: Kontrola pojistky

9.2.5 Použití v praxi - Kontrola baterie

Jedním z nejčastějších důvodů, proč zařízení s baterií nebo akumulátorem přestane pracovat, je vybitá baterie. Měřič vám umožňuje kontrolovat baterii, když něco přestane fungovat, a také zkontrolovat stav nové baterie před její montáží, protože malé, ale nezanedbatelné

procento nových baterií je už při zakoupení mrtvých.

Chcete-li měřit napětí baterie, přepněte přepínač na napětí DC Volts - rozsah 2000 milivoltů (2 volty) pro jednočláňkové baterie (s výjimkou lithiových - viz níže) nebo rozsah 20 voltů pro většinu vícečláňkových baterií. Pro velmi málo baterií s výstupním napětím větším než 20 voltů použijte rozsah 200 voltů. Poté se dotkněte sondy na koncích vodičů na připojení baterie. V ideálním případě by kladné vedení (červené) mělo jít na kladnou svorku I a naopak, ale na tom příliš nezáleží - pokud jsou vodiče obráceny, napětí se také změní a napětí se bude zobrazovat jako záporné. Na 2000 milivoltovém rozsahu (2 volty) je odečet v milivoltech (tisíciny voltů) a neexistuje žádná desetinná tečka (čtená hodnota například je 1546 mV, což se rovná 1,546 V). Ostatní rozsahy mají desetinnou tečku a zobrazují volty (s výjimkou rozsahu 200 mV, který ukazuje milivolty). Pokud používáme baterii v nějakém zařízení s větším odběrem, pokud je možné připojit multimetr na zapnuté zařízení, je kontrola baterie pře zatížení vhodnější naprázdno.



Obr. č. 14: Vyjádření měřeného napětí na displeji



Obr. č. 15: Kontrola baterie 9 V.

Vyměnitelné (nenabíjecí alkalické a leclanché) baterie.

Společné vyměnitelné baterie pro domácí spotřebiče s bateriemi budou nejčastěji alkalické a text na obalu by měl říkat "alkalická", (uvedené někde na obalu nebo na baterii). Lacině baterie, které neříkají, že jsou "alkalické", jsou pravděpodobně horší nebo starší typy, které fungují poměrně dobře, ale mají kratší životnost a častěji se vybijí. Jejich napětí je stejné jako u alkalických.

Nová alkalická baterie s jedním článkem by měla mít napětí mezi (1,5 a 1,65) V (čtení bude mezi 1500 a 1650).

Nová baterie s napětím nižším než 1,5 voltů je podezřelá a lze očekávat krátkou životnost. Pokud zařízení používá několik jednočládkových baterií, je nejlepší použít sadu stejného typu a zkontrolujte, zda mají všechny, když jsou instalovány, podobné (ne nutně přesně totožné) napětí.

Vícečládkové alkalické baterie mohou mít jmenovité napětí 4,5 V, 6 V, 9 V, 12 V nebo výjimečně dokonce i více. Při novém napětí by měly být (4,5 - 5) V, (6 - 6,6) V, (9 - 10) V nebo (12 - 13,2) V. U alkalické baterie se napětí postupně snižuje po celou dobu její životnosti. Pokud testujete alkalické baterie ze zařízení, které nefunguje, a zjistíte, že jednotlivé články mají napětí nižší než 1,2 V a nižší než 3,6 V, 4,8 V, 7,2 V nebo 9,6 V pro napětí 4,5 V, 6 V, 9 V nebo 12 V baterii (jinými slovy pod 80 % jmenovitého napětí), je pravděpodobné, že příčinou problému je vybitá baterie a měla by být vyměněna.

Mnoho zařízení bude fungovat při mnohem nižším napětí baterie, pravděpodobně až do 60 % jmenovitého napětí, ale pokud zařízení nefunguje a napětí jeho baterie je nižší než 80 % nominální hodnoty, měla by být baterie vyměněna.



SINGLE CELL ALKALINE BATTERIES

Obr. č. 16: Ukázky provedení baterií pro běžné použití.

Knoflíkové články.

Knoflíkové články jsou malé buňkové jednočládkové baterie (znázorněné na základě výše uvedených jednočládkových alkalických baterií), které se často používají v malých elektronických zařízeních s malým výkonem. Existuje obrovský počet různých velikostí, o kterých se zde nebudeme zabývat, ale jsou čtyři různé technologické typy: alkalické, stříbrné, zinko-vzduchové a lithiové (používaly se také články s rtuťovými elektrodami, ale již nejsou vyráběny, protože byly uznány za příliš toxické).

Stříbrné a alkalické baterie.

stříbrné a alkalické knoflíkové články mají oba typy počáteční napětí (1,5 až 1,65) voltů a konec jejich životnosti je nižší než 1,2 voltů. Rozdíl je v tom, že napětí článků na bázi stříbra zůstává po většinu života poměrně konstantní a pak náhle klesá, zatímco články alkalických knoflíků se chovají jako libovolné jiné alkalické články a mají napětí, které při použití pomalu klesá.

Zátkové články zinku a vzduchu (pro sluchadlo).

Knoflíkové články zinku a vzduchu se používají pro sluchadla. Jakmile se buňka otevře do ovzduší tím, že odstraní adhezivní štítek z článku, má životnost pouze několik týdnů, ať jsou nebo nejsou skutečně používány. Jejich počáteční napětí je asi 1,4 voltů a konec života je těsně pod 1 voltem.

Lithiové knoflíkové baterie.

Lithiové knoflíkové články (které mají téměř vždy čísla typu CR $\times\times\times$ nebo CR $\times\times\times\times$, kde \times je číslice) a mají mnohem vyšší napětí na jeden článek. Nové lithiové knoflíkové články mají napětí (3 až 3,5) voltů a jejich konečné napětí je o něco více než 2 volty. Pokud nejsou používány, mají lithiové články obvykle velmi dlouhou životnost - někdy až 15 let. Normální baterie (AA, AAA, PP3 atd.) se někdy vyrábějí s technologií lithia z důvodu této dlouhé životnosti. Jednotlivé články budou mít vyšší napětí (3 V - 3,5 V) než odpovídající alkalické články, ale baterie s více články mají normálně stejná napětí.

Jednorázové lithiové baterie.

Tyto baterie se dají použít i při extrémně nízkých teplotách a jejich skladovatelnost je nad 10 let. To z nich může opravdu činit velice spolehlivý zdroj.

Moderní baterie, zejména pro svítilny.

Od klasických AA a AAA článků, takzvaných tužkových a mikrotužkových baterií dnes už zastaralé technologie NiCd a NiMH se dnes už výrazně ustupuje. Nahrazují je v mnoha směrech lepší a výkonnější baterie. Li-ion články jsou zatím to nejlepší, co známe. Mají až dvaapůlkrát vyšší hustotu energie než dnes už zastaralé NiMH.

Asi nepraktičtější variantou jsou dnes dobíjecí články, spousta běžeckých svítilen čelovek už bývá osazena i interním akumulátorem, který pro nabíjení stačí připojit ke standardnímu USB/micro USB nebo USB-C kabelu.



Obr. č. 17: (Vlevo) Rozměry článků na obr vlevo rozhodují i o jeho možné kapacitě v mAh.

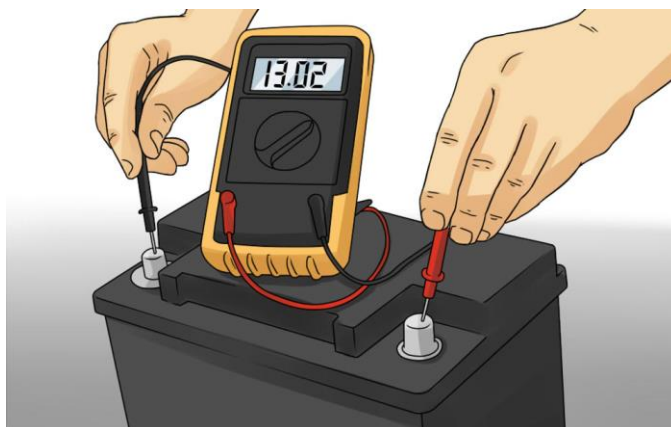
Obr. č. 18: (Vpravo) vpravo ukazuje, že pomocné a ochranné obvody se umísťují do prodloužení článku, aby nebyla zmenšena jeho kapacita zmenšením délky článku.

Lithium-iontové akumulátory.

Poskytují vysoké nominální napětí kolem (3,6 - 3,7) V a jsou schopné dodat vysoké proudy. Netrpí samovybíjením ani paměťovým efektem, takže je lze dobíjet v podstatě kdykoli. Vydrží vysoký počet nabíjecích cyklů, jako minimum se uvádí 500 nabití. V současnosti představují to nejlepší z hlediska výdrže, hmotnosti, proudového odběru i poměru kapacita/velikost článku. Nejvíce zastoupený je v tomto segmentu článek s **typovým označením 18650**. Například i elektromobil Tesla jezdí na články tohoto provedení. Typové označení 18650 popisuje rozměry článku. První dvě čísla XX650 označují průměr článku v milimetrech. Třetí a čtvrté číslo 18XX0 označuje jeho délku v milimetrech. Kvalitní akumulátory osazené elektronikou bývají o malinko delší. Je to dáno tím, že se i ochranné obvody musejí někam vměstnat, aniž by přišel o své místo samotný akumulátor. Mírně prodloužený článek nepůsobí většinou žádný problém. Výrobci spotřebičů už s něčím takovým počítají a jeden, případně oba póly napájení koncipují do kónických pružin, které se dokáží přizpůsobit jak zcela standardním rozměrům, tak i větší délce akumulátorů osazených nejrůznější elektronikou.

Nejdiskutovanějším parametrem článků typu 18650 je jejich kapacita. Na trhu najdete i podezřelé články honosící se kapacitním údajem někde kolem 10 000 mAh. Takzvaná hustota energie je fyzikálně daná a nikdo nemůže do stejné velikosti článku nacpat dostatek třikrát tolik energie co ostatní, to je maximálně zhruba 3500 mAh. Všechno, co se honosí většími čísly, je podezřelé. Výrobci osazují své články všemožnou ochrannou elektronikou. Moderní akumulátor je chráněn proti zkratování, proti přebíjení (kdyby se vám třeba zbláznila nabíječka, aby to celé nevybuchlo) i proti takzvanému podbití (pokud se článek dostane pod napětí (2,5 až 2,8) V, mohl by se poškodit. U článků kontrolujeme jejich napětí.

Olověné akumulátory



Obr. č. 19: Měření napětí akumulátoru

Stav nabití je základní parametr, který zajímá uživatele akumulátoru. Otočte měřič na nastavení DC V rozsah 20 voltů. Správně by mělo být měření provedeno při zatíženém akumulátoru, například klasickou autožárovkou dálkových světel. Protože je to nepohodlné, postačí většinou měření nezatížené baterie.

Hodnoty napětí baterie jsou následující:

- 12,66 voltů = 100 % nabití,
- 12,45 voltů = 75 % nabití,
- 12,24 voltů = 50 % nabití,
- 12,06 voltů = 25 % nabití,
- 11,89 voltů = 0 % nabití.

Tato měření jsou udána pro baterii při 26 °C.

Interpretujte výsledky. Je-li baterie napětí větší než 12,45 voltů, je dostatečně nabitá. Všechno pod ním by mělo být dobíjeno a testováno pomocí profesionálních zkušebních zařízení.

Poznámka: Test stavu nabití neindikuje, zda je baterie dobrá nebo špatná. Označuje pouze aktuální stav nabíjení. Baterie, která má nízký stav nabití, může být i po nabití dobrá. Dobrá baterie je ta, která bude držet náboj. Špatná baterie je taková, která nebude. Olověná baterie s časem stárne a zmenšuje svoji kapacitu, to se ale lépe pozná, pokud je měřeno napětí baterie zatížené. Smysl měření akumulátoru bez zátěže voltmetrem s vysokým vstupním odporem je sporný.

9.2.6 Použití v praxi - Napájecí zdroje



Obr. č. 20: Měření zdroje provádíme vždy na nízkonapěťové straně

10 Stanovení nejistoty měření (příklad výpočtu)

Převážná většina měření v domácnosti nemá požadavky na přesnost.

3,5 dig. DMM řady DT 380 mají klasickou specifikaci udanou jako accuracy (přesnost).

Při přechodu se specifikace DMM na přístrojovou nejistotu vynásobíme údaj specifikace číslem 1,15.

Specifikace je udaná pro $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$, vlhkost do 75 % po dobu 1 roku. Proto si vždy u DMM necháme poznámku, kdy byl zakoupen jako základní údaj k posouzení jeho stáří a tím i možné potřeby kontroly.

Ostatní výrobci postupují při specifikaci obdobně jako je u DT 380.

Specifikace záleží na nastavené funkci a na rozsahu, přesnost je pro DC U největší, pro ostatní funkce je horší.

Stárnutí a s tím i možná změna parametrů nejsou ovlivněny tím, jak často je DMM v provozu. Obvykle se malé 3,5 dig DMM řady 380 používají jen pro orientační měření a proto kalibrace těchto DMM se ekonomicky nevyplatí a postačí orientačně uvažovat přesnost podle specifikace DMM. Prakticky v celém rozsahu měření je chyba měření pro DC U pod 2 %. V dlouhodobé stabilitě se uplatní hlavně specifikace a její dlouhodobá stabilita. U činnosti všech přístrojů je nutno očekávat, že mění svoje výstupní hodnoty v průběhu času. Drift v průběhu času, pro malé DMM obvykle lze očekávat pomalý a počáteční kalibrace u výrobce postačí pro celou dobu použití multimetru. Změny stavu mohou být více náhodného charakteru v relativně dlouhé časové periodě. Importovaná nejistota, která je nejistotou přístroje přiřazená hodnotě v kalibračním listu přístroje, která dále přispívá ke složkám vyhodnocení následné nejistoty je pro malé DMM obvykle zanedbatelná.

Je obvykle levnější malý multimetr vyměnit za nový, než jej nechat kalibrovat.

U měření střídavých signálů se uplatní silně zkreslení signálu a proto je měření střídavých signálů jen velmi orientační. Specifikace multimetru platí pro nezkraslený harmonický signál. Malé střídavé signály pod cca 5 % z rozsahu DMM neměří. Používané signály na 50 Hz, odvozené z napájecí sítě mají obvykle zkreslení 3 % a více a to snižuje přesnost o 1 % až cca 3 %. Měření na malém DMM mají z hlediska měření zanedbatelné zkreslení, ale malá DMM se nehodí pro vyšší frekvence nad cca 1 kHz. Pro měření amplitudy digitálních signálů se malá DMM nehodí.

„Digitální chybu zaokrouhlení“ $\pm 0,5$ digitu se zde uplatní ve všech případech, ale je většinou zanedbatelně malá proti specifikaci.

Malých DMM se může uplatnit i správnost a stabilita přepínače funkcí a rozsahů, který je přímo na plošném spoji přístroje. Trochu tomu napomáhá poměrně malá pevnost skřínky přístroje.

Uvedení příkladu výpočtu nejistoty měření malého DMM je z výše uvedených důvodů irelevantní.

11 Záznamy o měření

Obvyklé je orientační měření bez zvláštních požadavků na uvádění výsledků.

Pokud je potřeba stanovit konkrétní záznamy o měření, využijí se postupy obvyklé v metrologii. Úroveň záznamu je dána důležitostí měřicí operace a jeho rozsah stanoví uživatel.

Tyto záznamy mohou obsahovat například:

- a) identifikace pracoviště provádějícího měření,
- b) pořadové číslo záznamu, očíslování jednotlivých stran, celkový počet stran,
- c) informace o měřidle,
- d) veličiny ovlivňující měření v okamžiku měření a způsob jejich kompenzace,
- e) název výrobní operace,
- f) datum měření, (případně i čas),
- g) označení použité metodiky měření (v našem případě např. MPM 4.1.3/03/19),
- h) měřidla použitá při měření,
- i) obecné vyjádření o návaznosti výsledků měření,
- j) výsledky měření a s nimi spjatou rozšířenou nejistotu měření a/nebo prohlášení o shodě s danou technologickou tolerancí,
- k) jméno pracovníka, provádějícího měření, jméno a podpis odpovědného (vedoucího) pracovníka, razítko pracoviště.

12 Péče o metodický postup

Originál metodického postupu je uložen u jeho uživatele DMM, obvykle u návodu a specifikace měřidla

13 Rozdělovník, úprava a schválení, revize

Uvedený příklad je pouze orientační a platí pro organizace a majitel měřidla si může tuto dokumentaci upravit podle interních předpisů o řízení dokumentů.

13.1 Rozdělovník

Metodický postup		Převzal		
Výtisk číslo	Obdrží útvar	Jméno	Podpis	Datum

13.2 Úprava a schválení

Metodický postup	Jméno	Podpis	Datum
Upravil			
Úpravu schválil			

13.3 Revize

Strana	Popis změny	Zpracoval	Schválil	Datum

Upozornění Tento metodický postup je třeba považovat za vzorový. Doporučuje se, aby jej majitel přizpůsobil svým požadavkům s ohledem na konkrétní podmínky.

14 Přílohy – jen pro informaci

DT 380 a DT830 zobrazení do 1999, čip ICL7106. cena od \$ 2 do cca \$ 5. 3,5 dig DMM s čipem ICL7106 je základní klasika provedení číslicového DMM. Je možné ho chápat i jako nesmrtelný historický artefakt, který je stále živý a ve velmi velkém počtu vyráběný v Číně. Je stále nepostradatelnou památkou, připomínkou z minulého století, ale provede až 95 % typických začátečnických úkolů, kde bude muset měřit U / I / R. Přesnost (0,5 až 1) % v režimu stejnosměrného napětí (napětí) pouze za (2 až 5) USD (již s vestavěnou 9 V baterií (typ 6F22), která se obvykle prodává za \$ 2), a to je opravdu vynikající cena pro domácnosti a začátečníky.

Doporučuje se použít model DT-832 (který má i zvukový signál při kontrole spojení) nebo DT-838 (má i měření teploty pomocí kompletního termočlánu).

Termočlánek typu K je součástí sady M890C.

Sada při koupi DMM obsahuje: instrukce, sadu sond, vestavěnou 9 V baterii typu „6F22“. Velký 19 polohový otočný prepínač pro volbu funkce a rozsahů měření i zapínání přístroje. Všechny multimetry těchto modelů mají společné funkce:

Metoda měření ADC s dvojitou integrací:

- 3,5 bitový LCD displej (čísla 1999 s automatickou polaritou a měrnou jednotkou),
- indikátor vybití baterie "BAT",
- indikaci přetížení na vstupu "1",
- ochrana proti přetížení.

Na displeji LCD se zobrazí číslice do 3 1/2 míst (maximální zobrazené číslo 1999).

Aktualizace měření (2-3) krát / s.

Vysoká citlivost (100 μ V).

Automatická indikace polarity.

Ochrana všech měřicích rozsahů.

Sada obsahuje: instrukce, sadu sond, 9 V baterii typu „6F22“ uvnitř přístroje.

Multimetry DT 830 / DT 831 / DT 832 / DT 838 jsou určeny pro měření:

- stejnosměrné napětí: 200mV / 2 V / 20 V / 200 V / 1000 V,
- střídavé napětí: 200 V / 750 V,
- stejnosměrný proud: 200 μ A / 20mA / 200mA, 10 A,
- odpory: 200 Ω / 2 k Ω / 20 k Ω / 200 k Ω , 2 M Ω ,
- tranzistory zesílení, s výjimkou DT-831,
- kontroluje diody,
- kontrola spojení kromě DT-830C,
- teplota pouze u DT-838,
- zdroj obdélníkových kmitů s kmitočtem 50 Hz pouze u DT-832.

Multimetry DT890B / M890C / M890D / M890F jsou určeny pro měření:

- stejnosměrné napětí: 200 mV / 2 V / 20 V / 200 V / 1000 V,
- střídavé napětí: 200 mV / 2 V / 20 V / 200V / 1000V,
- stejnosměrný a střídavý proud: 2 mA / 20mA / 200mA / 10 A,
- odpor: od 0,1 Ω do 200 M Ω ,
- test tranzistoru při pevném základním proudu 100 μ A,

- kondenzátory od 1 pF do 20 μ F,
- test diod při pevném proudu 1 mA,
- kontrola spojení,
- teploty s termočlánkem a bez termočlánku (pouze M890C),
- kmitočty do 2 KHz / 20KHz pouze M890F.

Multimetry DT860E

Hlavní výhodou této řady je velký displej.

Hlavní rysy multimetrové funkce všech typů.

Multimetr pracuje se dvěma sondami, jejichž holé špičky se dotýkají kontaktů, zásuvek, přepínačů, vodičů a tak dále. Pro přijímání elektrotechnických měření. Po připojení sond je nutné přepnout spínač do požadované polohy odpovídající typu a rozsahu měření.

Upozornění

Nejvyšší rozsah proudu není dimenzován pro dlouhodobé zatížení. údaj čteme cca za 10 s.

Základní specifikace pro nejjednodušší 3,5 dig. DMM

Přesnost je zaručena po dobu nejméně 1 roku při teplotě 23 ± 5 °C a relativní vlhkosti nejvýše 75 %. Uvedena je specifikace nejlevnějších typů, obvyklá nabídka nových DMM má specifikaci stejnou nebo lepší.

DC napětí

ROZSAH	ROZLIŠENÍ	specifikace pro (18 – 28) °C
200 mV	100 μ V	± 0.25 % ± 2 D
2 V	1 mV	± 0.5 % ± 2 D
20 V	10 mV	
200 V	0.1 V	
1000 V	1 V	

Ochrana proti přetížení: 200 V eff. pro rozsah 200 mV a 1000 V nebo 750 V rms pro další rozsahy.

AC napětí

Měření: Měření efektivní hodnoty sinusového střídavého napětí.

Rozsah provozních kmitočtů: (45 – 450) Hz

ROZSAH	ROZLIŠENÍ	specifikace pro (18 - 28) °C
200 V	0,1 V	± 1.2 % ± 10 D
750 V	1 V	± 1.2 % ± 10 D

Ochrana proti přetížení: 1000 V nebo 750 V eff. pro všechny rozsahy.

DC proud

ROZSAH	ROZLIŠENÍ	specifikace pro (18 ÷ 28) °C
200 μ A	100 nA	$\pm 1,0$ % ± 2 D
2000 μ A	1 μ A	
20 mA	10 μ A	
200 mA	100 μ A	$\pm 1,2$ % ± 2 D
10 A	10 mA	± 2.0 % ± 2 D

Ochrana proti přetížení: 200 mA / 250 V pojistka.
Pokles napětí při měření: 200 mV.

Odpor

ROZSAH	ROZLIŠENÍ	specifikace pro 18 °C ÷ 28 °C
200 Ω 2 KΩ 20 KΩ 200 KΩ	0,1 Ω 1 Ω 10 Ω 100 Ω	±0,8 % ±2 D
2000 KΩ	1 KΩ	±1,0 % ±2 D

Napětí při měření: přibližně 2,8 V.

Propojení (M830, M832, M838)

•) Pípnutí při odporu menším než 1 kΩ

Ochrana proti přetížení: 220 V eff. AC proud po dobu 15 sekund.

Teplota (M838, K-termočlánek)

ROZSAH	ROZLIŠENÍ	specifikace pro 18 °C ÷ 28 °C
-20 °C... +1370 °C	1 °C	±3 % ±2D (do150 °C) ±3 % (nad150 °C)

Příklady porovnání multimetrů s rozlišením 3,5 digit (zobrazení do 2000dig).

V textu byl uvažován nejjednodušší typ, DT 380, DT 830 nebo M830.

Ostatní typy mají obvykle něco navíc (další funkce, větší displej a podobně).

Model	digit	DC V	AC V	DC A	AC A	R	C	Frekvence do
M830B	2000	0,1 mV – 1000 V	0,1 V – 750 V	0,1 μA – 10 A	-	0,1 Ω – 2 MΩ	-	-
M832	2000	0,1 mV – 1000 V	0,1 V – 700 V	1 μA – 10 A	-	0,1 Ω – 2 MΩ	-	-
M838	2000	0,1 mV – 1000 V	0,1 V – 700 V	1 μA – 10 A	-	0,1 Ω – 2 MΩ	-	-
M890D	2000	0,1 mV – 1000 V	0,1 mV – 700 V	1 μA – 20 A	10 μA – 20 A	0,1 Ω – 200 MΩ	1 pF – 20 μF	-
M890F	2000	0,1 mV – 1000 V	0,1 mV – 700 V	1 μA – 20 A	10 μA – 20 A	0,1 Ω – 200 MΩ	1 pF – 20 μF	20 kHz
M890C+	2000	0,1 mV – 1000 V	0,1 mV – 700 V	1 μA – 20 A	10 μA – 20 A	0,1 Ω – 200 MΩ	1 pF – 20 μF	-
DT-830G	2000	0,1 mV – 1000 V	0,1 mV – 700 V	1 μA – 20 A	10 μA – 20 A	0,1 Ω – 20 MΩ	1 pF – 20 μF	20 kHz
M9502	2000	0,1 mV – 1000 V	0,1 mV – 700 V	0,1 μA – 20 A	0,1 μA – 20 A	0,1 Ω – 200 MΩ	1 pF – 20 μF	-
M93	2000	1 mV – 400 V	0,1 V – 400 V	0,1 mA-200 mA	-	1 Ω – 2 MΩ	-	-
M93A	2000	1 mV – 400 V	0,1 V – 400 V	-	-	1 Ω – 2 MΩ	-	-
Innova3320	2000	0,1 mV – 600 V	1 mV – 600 V	10 μA – 10 A	10 μA – 100 mA	0,1 Ω – 20 MΩ	-	-
M300	2000	1 mV – 500 V	0,1 V – 500 V	0,1 mA-200 mA	-	1 Ω – 2 MΩ	-	-
M3211D	2000	0,1 mV – 500 V	1 mV – 500 V	0,1 mA-200 mA	0,1 mA – 200 mA	0,1 Ω – 20 MΩ	-	-
M3900	2000	0,1 mV – 1000 V	0,1 mV – 700 V	10 μA – 20 A	10 μA – 20 A	0,1 Ω – 20 MΩ	-	-
MY-61	2000	0,1 mV – 1000 V	0,1 mV – 700 V	1 mA – 20 A	1 mA – 20 A	0,1 Ω – 200 MΩ	1 pF – 20 μF	-
MY-62	2000	0,1 mV – 1000 V	0,1 mV – 700 V	1 mA – 20 A	1 mA – 20 A	0,1 Ω – 200 MΩ	1 pF – 20 μF	-
MY-63	2000	0,1 mV – 1000 V	0,1 mV – 700 V	1 mA – 20 A	1 mA – 20 A	0,1 Ω – 200 MΩ	1 pF – 20 μF	20 kHz
MY-64	2000	0,1 mV – 1000 V	0,1 mV – 700 V	1 mA – 20 A	1 mA – 20 A	0,1 Ω – 200 MΩ	1 pF – 20 μF	20 kHz