

# Tester akumulátorů, primárních článků, a napájecích zdrojů

Miloš Zajíc

Každý uživatel primárních článků, akumulátorů i jejich baterií potřebuje často rychle vyhodnotit v jaké stavu jsou, nebo v jakém stavu je zdroj proudu. Tento přístroj dokáže rychle posoudit stav baterií od malé knoflíkové do hodinek až po baterie třeba 10 Ah. Změří rychle i síťový zdroj neznámých vlastností.

## Základní technické parametry

Rozsah měření napětí: 0,5 až 30 V.  
Rozsah proudu: 1 mA až 10 A  
(max. 150 W impuls).

Doba měření: asi 0,5 s.  
Měření náboje (kapacity):

0,0 mAh až 9,9 Ah  
(trvale max. 5 W).

Zobrazení:  
2x 16 znaků podsvícený LCD.  
Napájení: 5,5 až 15 V, 9V baterie.  
Spotřeba: max. 25 mA.  
Rozměry: 92 x 147 x 36 mm.

## Úvod

Akumulátory a primárními články se zabývám velmi dlouho díky svému druhému koníčku modelářství. Prošel jsem si celým vývojem elektropohonu letadel od sintrovaných NiCd až po dnešní Li-pol. Za tu dobu jsem nasbíral mnoho i velmi draze nabýtých zkuše-

ností. Zkonstruoval jsem několik různých nabíječů, analyzátorů i měřič vnitřního odporu. Stále mi však chyběl přístroj, který by dokázal rychle vyhodnotit stav nejrůznějších baterií. I když by se na první pohled mohlo zdát, že měřič vnitřního odporu postačí, není to pravda. Způsob jeho měření není standardizován, takže hodnoty nejsou nikak porovnatelné. Vnitřní odpor také nemusí být vždy stejný při různých proudech. Je to složitá problematika přesahují rámcem tohoto popisu.

Proto vznikl tento tester s unikátním principem, který během okamžiku změří VA charakteristiku zdroje proudu. Nemusí jít jen o primární články a akumulátory, ale i o různé napáječe a síťové zdroje. U těch síťových navíc přístroj změří zvlnění výstupního napětí naprázdno a při zatížení. To je také jeden z důležitých parametrů zdrojů proudu. Pro mě-

VYBRALI JSME NA  
OBÁLKU

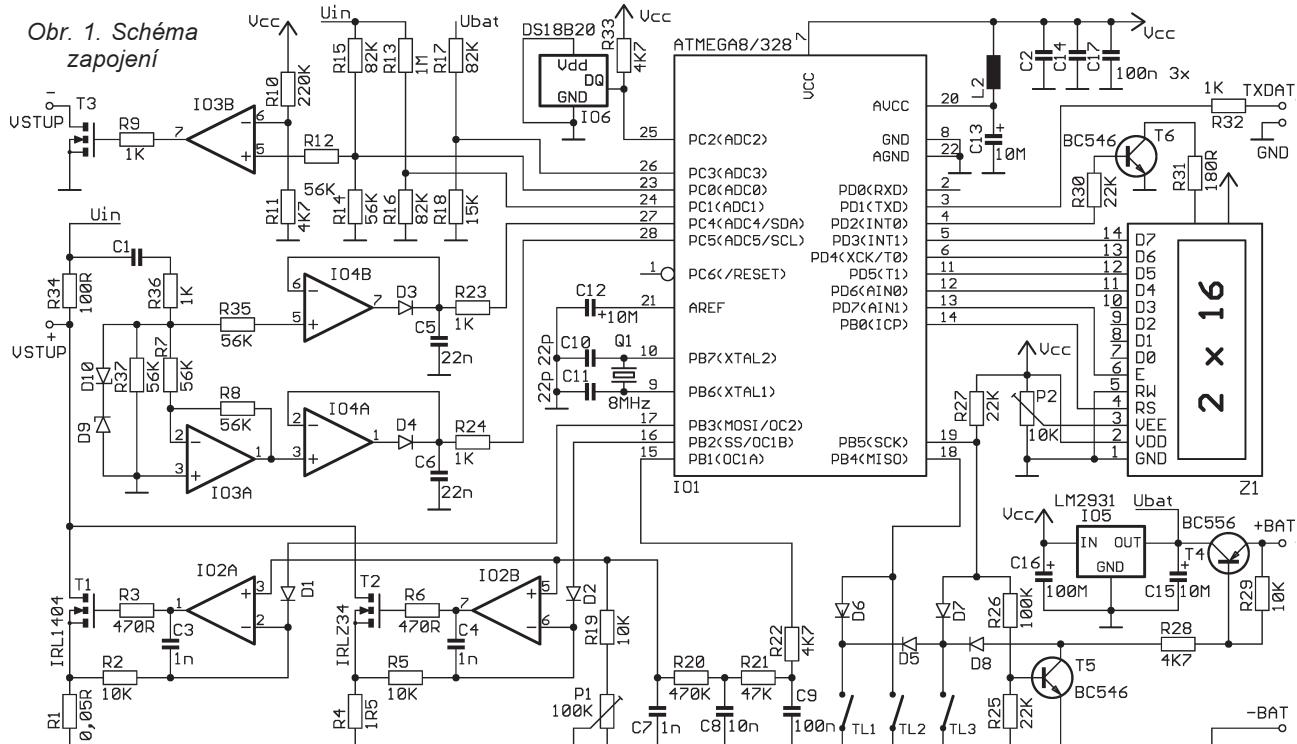


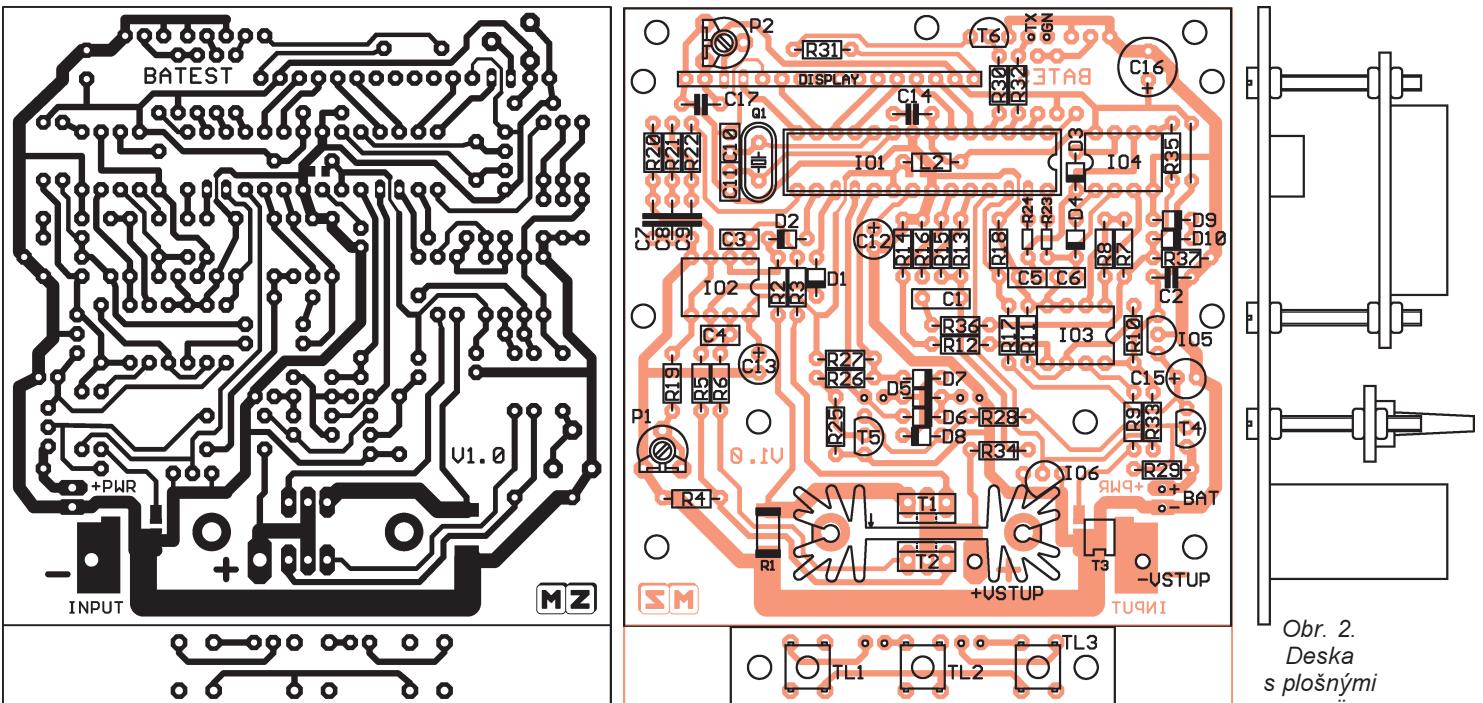
Druhou funkcí přístroje je měření náboje (kapacity) baterií. Zde se používá klasické měření vybíjením baterie zvoleným proudem po dobu než napětí baterie poklesne pod zvolenou mez.

## Popis zapojení

Přístroj se skládá z několika hlavních částí: zátěžové zdroje proudu, měření napětí, měření zvlnění a měření teploty. Vše je řízeno mikroprocesorem IO1 s příslušným programem. Zdroje proudu jsou dva, jeden do 0,3 A a druhý do 10 A - z důvodu větší přesnosti. Řídící napětí se získává pomocí modulace PWM (vývod OC1A) s rozlišením 10 bit. Kmitočet PWM je odfiltrován třínásobným filtrem R20 až R22 a C7 až C9. Dále následují řídící OZ IO2, které budí přímo zátěžové tranzistory T1 a T2. Vypínání a zapínání zdrojů proudu je pomocí D1, D2 z procesoru. Pro mě-

Obr. 1. Schéma zapojení





Obr. 2.  
Deska  
s plošnými  
spoji

ření napětí jsou použity dva vstupy IO1 a to AD0 a AD1. Přepínání rozsahu je automatické podle změněné hodnoty. Děliče R13 až R16, potom určují dva měřicí rozsahy napětí do 6 a do 30 V. Pro měření napájecího napětí slouží vstup AD3 a dělič R17, R18. Aby nemusely být použity trimry, tak přesně nastavujeme změnou kalibračních konstant v menu. Přístroj též měří špičkové zvlnění napětí měřeného zdroje. Protože zvlnění může mít libovolný i nesymetrický průběh, nelze použít běžné zapojení usměrňovače, ale musí být použity dva špičkové detektory IO4A,B. Jeden měří kladné špičky a jeden záporné převedené na kladné pomocí IO3A. Kondenzátory C5, C6 slouží jako paměťové pro měření krátkých impulsů. IO1 potom obě změřená napětí sečeť a zobrazí celkovou hodnotu.

Pro měření teploty chladiče je použit klasický obvod DS18B20. U tohoto přístroje je to důležité, protože při provozu může vznikat velké oteplení. Informace o teplotě vyhodnotí program a při výrazném oteplení přeruší měření.

Další částí zapojení je obvod pro ochranu při přepólování. IO3B při správné polaritě napětí při asi 0,5 V připojí pomocí T3 měřený zdroj k testru. Pro ovládání přístroje slouží tlačítka TL1 až TL3, která zároveň slouží pro zapnutí. Toto se děje pomocí D8 a T4. V provozu potom udržuje tester zapnutý T5 a při automatickém vypnutí procesor přes něj vypne celý přístroj. Stabilizaci napájecího napětí zajišťuje IO5 (stabilizátor s malým úbytkem). Pro zobrazení údajů je použit standardní displej 2x 16 znaků ve zjednodušeném 4bitovém režimu. Ovládání podsvětlení je pomocí T6.

## Stavba

Vzhledem k tomu, že mám dlouhodobé zkušenosti se stavebnicemi, volil jsem raději klasickou konstrukci s minimem SMD součástek. I běžné kvalitní pájení je stále pro dost lidí docela problém. Taktéž mechanická konstrukce je přizpůsobena amatérské výrobě.

Nejprve rozdělíme odlomením hlavní desku a desku tlačítek. Osazování začneme jednou drátovou propojkou na desce. Potom postupně osazujeme součástky od nejnižší po nejvyšší. Většina aktivních součástek je v provedení CMOS, proto dodržujeme pokyny pro práci s nimi. Procesor IO1 je v objímce. Pokud ta má uprostřed příčku, tak ji stranovými štípačkami odštípneme, aby se do ní vešla tlumivka L2. IO3 a R1 jsou SMD a pájí se ze strany spojů. Pocínujeme též část širokého spoje bez masky kvůli zmenšení odporu plošného spoje. Zapojíme konektor displeje, a také chladič. Na něj přišroubujeme T1 a T2 a až potom zapojíme jejich vývody do desky.

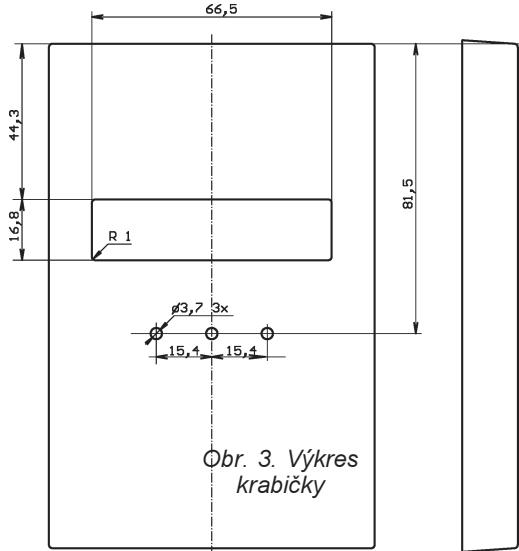
Důležitou částí přístroje je snímač teploty IO6. Zapojíme ho do desky mírně pootočený, aby se plochou s označením co nejlépe dotýkal žebra chladiče. Pro zlepšení kontaktu můžeme použít teplovodivou pastu. Při špatném kontaktu se může tepelně přetížit T1 a tím i zničit.

Desku tlačítek zmenšíme odlomením krátkých kousků na okrajích. Osadíme tlačítka TL1 až TL3. Do desky zapojíme též 4 ks propojek s hlavní deskou. Použijeme buď zbylé vývody od součástek nebo kousky kablíku. Měly by být o kousek delší, než požadovaná výška nad základnou, aby

deskou tlačítek bylo možné případně odmontovat. Avšak není to nutné, součástky pod deskou jsou přístupné i tak. Nyní do hlavní desky připevníme šrouby M2,5 x 25, dva pro desku tlačítek a 4 pro displej. Použité řešení s kontramaticemi není nijak elegantní, ale oproti sloupkům má jednu obrovskou výhodu, že výšku lze přesně nastavit, aby vše správně pasovalo do krabičky. Větší otvory v deskách umožňují i malou stranovou korekci, aby displej i tlačítka lícovaly proti vrchnímu dílu. Nastavíme výšku desky tlačítek tak, aby tlačítka vyčnívala nad čelním panelem podle potřeby a zapojíme 4 propojky tlačítek do hlavní desky. Dále si připravíme lišty 2x 6 vývodů s kolíky. Umístěny jsou na krajích (uprostřed zůstanou 4 vývody D0 až D3 volné nezapojené!).

## Mechanická konstrukce

Přestože je na trhu velké množství krabiček, sehnat vhodnou pro LCD 2x 16 a baterii 9 V za přijatelnou cenu je problém. První prototyp byl v jiné krabičce, která se ukázala jako nevhovující. Nakonec po koupi několika různých typů jsem musel zvolit tuto. Ve stavebnici je vrchní díl již strojně vyfrézován podle obr. 3. Dále je na spodním dílu snížena výška sloupků o 1,5 mm. Sami musíme uskutečnit ještě několik drobných úprav. Na spodním dílu vyvrátáme otvory 2,5 mm pro upevnění desky. Dva spodní jsou v nálitcích a dva horní mimo nálitky. Můžeme použít i jen jeden horní otvor uprostřed desky. Zespodu zahlobíme pro zapuštěné šrouby. Na horním dílu odstraníme případné nálitky u otvoru pro displej, aby mohl displej dobře dosednout na čelní panel ze-



Obr. 3. Výkres krabičky

vnitř. Nakonec ještě ve spodním zálepce vyvrtáme jeden nebo dva otvory pro testovací kablíky.

Nejprve připevníme desku na spodní díl. Kontrolujeme přitom, zda sedí správně na spodním dílu, tzn. aby její vzdálenost od dna byla stejná dole i nahoru. Pokud nedosedá správně na horní straně, seřízneme mírně nožem z boku nepoužité nálitky pod deskou. Nyní přístroj cvičně celý se stavíme a seřídíme pomocí kontramatric displej a desku tlačítek. Až když vše „sedí“, zapojíme propojovací lišty s kolíky na displeji. Nakonec zbývá připojit napájecí kablík pro baterii a přívodní silikonové kabely pro měřicí svorky.

### Oživení

Nejprve důkladně zkontrolujeme osazenou desku. Zatím neosazujeme procesor a displej. Laboratorní zdroj nastavíme na omezení asi 50 mA a postupně zvyšujeme napětí až asi na 7 V a stiskneme TL3. Zvýšený odběr proudu znamená většinou zkrat nebo opačně osazený obvod. Pokud je vše v pořádku i při napětí zdroje 7 V, změříme napětí na objímce pro-

cesoru mezi vývody 7 a 8. Pokud je v rozsahu 4,9 až 5,1 V, osadíme procesor a displej. Trimr P1 nastavíme do poloviny a P2 na doraz k 0 V. Po zapnutí zdroje a stisku TL3 by měl být odběr do 30 mA. Displej svítí a pomocí P2 nastavíme kontrast tak, aby nebylo vidět pozadí matrice bodů. Vyzkoušíme ovládání tlačítka a pokud je vše v pořádku, můžeme přistoupit ke kalibraci. Ta je potřeba vzhledem k toleranci odporů v dělících napětí a hodnotě referenčního napětí v procesoru. Tester nyní už budeme napájet z baterie a laboratorní zdroj použijeme pro nastavení. Přejdeme do menu nastavení (viz návod) a zvolíme kalibraci rozsahu 1. Laboratorní zdroj připojíme – pólém na GND testeru. Ne na vstupní kabel, protože zde kvůli ochraně přepólování nelze měřit napětí menší jak 0,5 V. Plus pól zdroje připojíme na kabel +Vstup. Nyní nastavíme na zdroji asi 6 V a změnou kalibrační konstanty se snažíme dosáhnout nejlepší shody s hodnotou na laboratorním zdroji, kterou kontrolujeme ještě raději multimetrem. Potom zmenšíme napětí na malou úroveň (méně jak 0,1 V) a případnou chybu opravíme pomocí ofsetu rozsahu 1. Potom ještě jednou překontrolujeme hodnoty pro 6 V. Stejně zkalibrujeme i rozsah 2 při napětí asi 29 V, ofset nemusíme. Dále zkalibrujeme hodnotu napájecího napětí. Multimetrem měříme napájecí napětí testeru a případně dodládime příslušnou hodnotou. V paměti procesoru jsou z výroby nahrány výchozí hodnoty kalibračních konstant, takže tester bude fungovat i bez provedené kalibrace, ale měření bude méně přesné. Po skončení této operace si vlastní nastavené hodnoty pojmenujeme někam do zápisníku. Ve výjimečných případech se může stát, že se hodnoty v paměti eeprom procesoru smžou nebo poškodí.

### Tester baterií, akumulátorů a zdrojů



Obr. 4. Čelní štítek přístroje

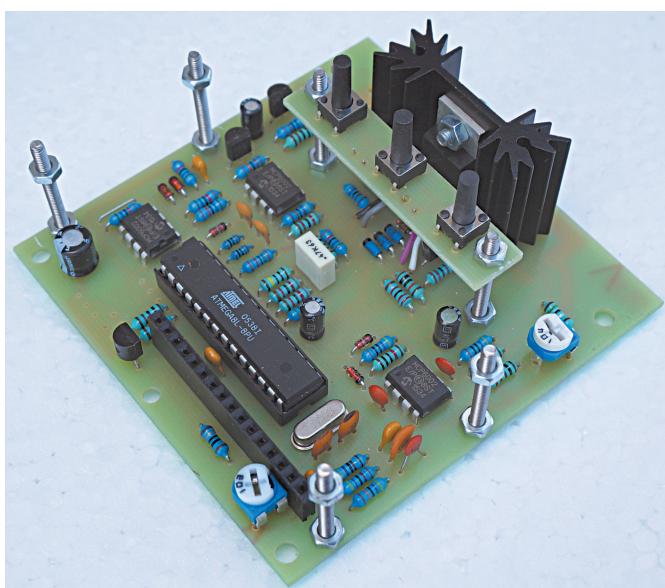
Nakonec zbývá uskutečnit kalibraci proudu. Ta se nastavuje trimrem P1. V základním menu přístroje nastavíme proud pro měření náboje 1 A (nebo max 3 A, podle výkonu laboratorního zdroje), na zdroji nastavíme asi 4 až 5 V. Do serie se zdrojem zapojíme ještě kontrolní ampérmetr. Nyní již použijeme oba vstupní kably testeru. Zvolíme funkci měření náboje a zapneme měření. Trimrem P1 nastavíme proud, aby odpovídal nastavené hodnotě. Měříme krátce (několik sekund a přestávka), protože se rychle zahřívá T1. Na displeji se bude zobrazovat výkonové přetížení „Max. PWR“. Tím je nastavení skončeno a můžeme vyzkoušet měření. Nakonec vše smontujeme do krabičky a nalepíme samolepící štítek.

### Napájení

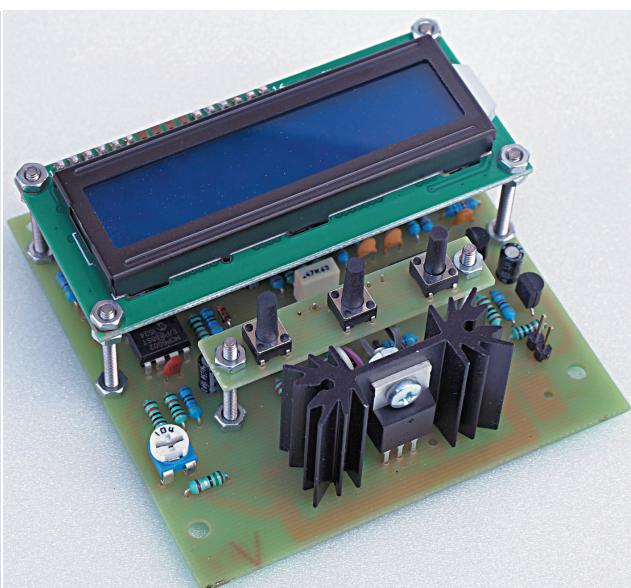
Základním napájecím zdrojem testeru je 9V baterie. Ta vyhoví pro občasné měření. Podstatně lepší je použít akumulátor 9 V buď NiMh nebo v současné době čínské Li-ion 7,2 V s nabíjením přes USB. Baterii v testeru umístíme do horní části (daleko od chladiče) a utěsníme kouskem molitanu. Pokud bychom využívali častěji měření náboje, které může trvat delší dobu, je vhodné doplnit tester konektorem pro připojení externího zdroje.

### Návod k obsluze

K ovládání přístroje slouží 3 tlačítka s označením [▼] [▲] [✓]. Tlačítka



Obr. 5. Osazená deska



Obr. 6. Deska s displejem

[▲] slouží k posuvu v menu nahoru nebo ke zvyšování hodnoty při editaci. [▼] slouží k posuvu v menu dolů nebo snižování hodnoty. [✓] slouží při krátkém stisku ke spuštění měření nebo posuvu dekády při editaci. Dlouhý stisk slouží k změně funkce nebo k zahájení nebo ukončení edice hodnoty. Při editaci je hodnota, která se mění zvýrazněna blikáním.

Zapnutí přístroje je možné stiskem tl. [▲] nebo [✓], vypnutí je automatické po nastaveném čase.

### Měření maximální zátěže

Je to hlavní funkce testeru. Připravenost k měření je signalizována na displeji „Připraven“. Pokud je přitomno na vstupu napětí v rozsahu 0,5 až 30 V se správnou polaritou, automaticky se spustí měření. To probíhá rychle max. do 1 s. V záplídí jsou zobrazeny výsledky měření. Jednak jednoduchým sloupcovým grafem a krajními hodnotami napětí naprázdno a proudu a napětí při maximální zátěži. Grafické zobrazení ukazuje průběh napětí při zvyšující se zátěži. Na první pohled je vidět „tvrdost“ zdroje. Časem při měření stejného typu baterií (zdrojů) získáme přehled, a budeme snadno vyhodnocovat zobrazené údaje.

Při stisku tlačítka [▼] [▲] potom můžeme listovat všemi změřenými hodnotami VA charakteristiky, včetně hodnoty zvlnění při chodu naprázdno a při zatížení. U většiny běžných zdrojů je hodnota zvlnění při měření naprázdno nulová. Při zátěži (Uz) se může objevit hodnota i u zdroje, který má malé zvlnění, ale špatnou odevzdu na impulsní zátěž.

Stiskem tlačítka [✓] můžeme kdykoliv spustit nové měření. Často se stane, že první měření je zkresleno nedokonalým kontaktem při automatickém spuštění. Projeví se to na grafu, který je „rozházený“. Proto je vhodné měření opakovat při již dokonalém kontaktu s měřeným objektem.

Protože při větším napětí a proudu je absorbovaný výkon již příliš velký, je od napětí asi 16 V zmenšen maximální zatěžovací proud na 5 A. Měření není možné spustit, pokud je vstupní napětí větší jak 30 V a nebo je teplota chladiče příliš velká. Obě situace jsou signalizovány na displeji.

Dlouhým stiskem tl. [✓] přejdeme do základního menu. Zde můžeme přejít k 2. funkci Měření náboje nebo k nastavení některých parametrů.

### Porovnávací měření

Pro účely třídění většího množství baterií neobornou obsluhou tester umožňuje tzv. porovnávací měření.

V menu nastavíme referenční napětí při zvoleném proudu podle dobré

baterie. Při měření potom tester tuto hodnotu bere jako 100 procent a zobrazuje procentuální odchylku od referenční úrovně napětí. Obsluze potom stačí vyhodnotit tuto jednu hodnotu a nemusí znát žádné další podrobnosti.

Další zjednodušení mnohonásobného měření umožňuje funkce Auto-start. Její aktivaci odstraníme potřebu mačkat tlačítko pro zahájení měření. Další měření se spustí automaticky po zvolené době.

### Měření náboje

Hlavní funkce testeru nám rychle určí v jakém stavu zhruba baterie je. Tato funkce slouží pro skutečné měření kapacity baterií a akumulátorů. Měření je to sice zdlouhavé, ale je to jediný způsob, jak zjistit kolik energie je baterie schopná skutečně vydat.

Před zahájením měření je výběrem v základním menu nutné nastavit min. vybíjecí napětí a vybíjecí proud.

Vybereme funkci měření náboje a potvrďme dlouhým stiskem [✓]. Tlačítka [▲] a [▼] ho můžeme kdykoliv spustit a zastavit i opakovaně. V tomto režimu se energie z baterie mění v teplo, proto se značně zahřívá chladič. Maximální hodnota trvalého výkonu je asi 4 až 5 W. Velikost vybíjecího proudu v závislosti na napětí musí být zvolena tak, aby výkon nebyl překročen. Jeho překročení je signalizováno již před spuštěním nápisem „PWR MAX“. Na spuštění funkce nemá tento signál vliv, je jen informativní. Po spuštění již potom záleží na oteplení chladiče. Při výrazně zvýšené teplotě se nejprve zobrazí hlášení „Pozor teplota!“ a při dalším zvýšení se měření zastaví. Maximální hodnota je možné zvýšit použitím výrazně většího chladiče nebo taky přidáním malého větráčku.

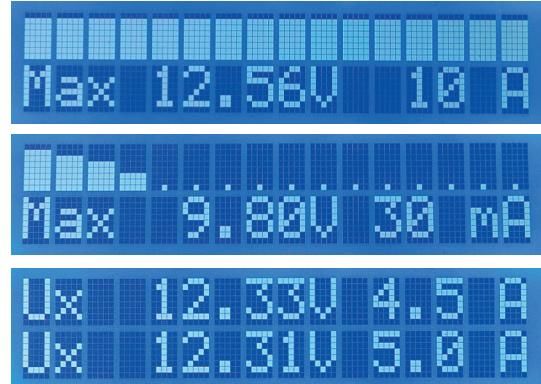
Při normálním průběhu měření vše probíhá až do okamžiku poklesu napětí pod zvolenou mez. Při zastavení můžeme změnit proud i vypínací napětí a pokračovat v měření. Změněná hodnota se vynuluje až dlouhým stiskem tlačítka [▼].

### Uživatelské parametry v menu

*Umin pro náboj* - Nastavuje se hodnota minimálního napětí, do kterého se bude vybíjet při měření náboje. Hodnota je různá podle typu baterie a samozřejmě podle počtu článků. Při měření více článků musíme mít na paměti, že vzhledem k seriovému zapojení kvalitu baterie určuje bohužel ten nejhorší článek.

*Iout pro náboj* - Nastavení vybíjecího proudu. Pozor na omezení vybíjecího výkonu podle napětí.

*Měření na pokles Uo* - Při základním měření tato hodnota určuje, do jaké-



Obr. 7. Příklady menu

ho poklesu napětí se bude zdroj zatěžovat. Výchozí hodnota je 70 procent a znamená, že měřený objekt se bude zatěžovat až do poklesu napětí pod 70 procent hodnoty na prázdro. Je tak zajištěno, že měřený objekt nebude přetížen příliš velkým proudem. Samozřejmě může nastat situace, kdy měření může způsobit problém. Například velmi tvrdý zdroj chráněny nevratnou pojistkou. Hodnota by měla být v rozsahu 50 až 90 procent.

*Informace* - V tomto menu jsou zobrazeny některé ze důležitých informací. Například verze software, napájecí napětí a teplota chladiče. Nic se zde nenastavuje.

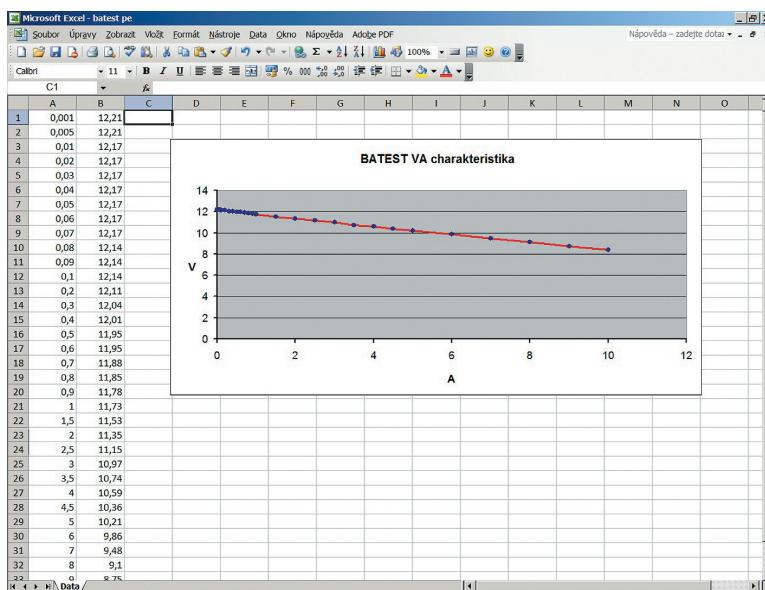
*Prorovnej při I* - Nastavuje se proud, při kterém se bude porovnávat napětí baterie při srovnávacím měření. Neměla by to být maximální změřená hodnota. Pokud jsou hodnoty na hranici mezi rozsahy, může se maximální hodnota proudu o jeden rozsah měnit. Proto ji volíme minimálně o 1 stupně menší než je maximální změřená. *Porovnej s Uref* - Je to hodnota referenčního napětí pro zvolený srovnávací proud. Tento údaj je potom ekvivalentní zobrazené hodnotě 100 procent. Při nastavení 0 je porovnávací měření vypnuto.

*Nastavení Zap/Vyp* - Volba slouží pro přechod do režimu nastavení zvláštních parametrů a zpět. Dlouhým stiskem tlačítka [✓].

*Doba měření* - Hodnota určuje dobu měření v ms pro každý proud. Standardní hodnota je 5. Jde o nejkritičtější parametr přístroje. Důvodem je velké výkonové zatížení T1 při vysokých napětích. Při delší době jak 5 ms vzniká při napětí přes 20 V již průraz T1 a také přerušení R1. Proto je také programově omezen maximální měřicí proud nad 16 V na 5 A. Při jeho změně doporučují velkou opatrnost. Prodloužení doby měření může dávat lepší výsledky pouze u zdrojů proudu se špatnou odevzdu na změnu zátěže.

*Pauza měření* - Doba v ms mezi měřením následující hodnotou proudu. Je nutná pro ustálení proudu po změně. Standardně je 15 ms. Při delší pauze se prodlužuje doba měření.

*Autostart sec* - Pro zjednodušení obsluhy při velké četnosti měření slouží funkce automatického spuštění dalšího měření po zvolené době. Odpadá



Obr. 8.

tak nutnost stisknout tlačítko. Doba je v sekundách a neměla by být menší než asi 3 s, aby obsluha stačila přečíst výsledek měření. Při hodnotě 0 je funkce autostart vypnuta.

*Pauza zvl. X 10 ms* - Při měření zvlnění nastávají při změně zátěže u méně výkonných baterií velké napěťové skoky. Obvod měření zvlnění potřebuje určitý čas na ustálení. Pokud je doba krátká, může být ovlivněna změnou hodnoty přechodovým jevem ze změny výstupního napětí. Prodloužením této doby lze tento jev eliminovat. Protože delší doba však prodlužuje měření, může si uživatel nastavit hodnotu, jaká mu vyhovuje. Standardně je to 5, tj. 50 ms. Maximálně to může být až 250, tj. asi 2,5 s.

*Kalibrace rozsahu 1* - Kalibrace pro měření napětí. Nastavuje se konstanta pro měření napětí do 6 V. Zobrazuje se současně aktuální změněná hodnota, která se však nemění při editaci. Výchozí hodnota je asi 6,300. *Offset rozsahu 1* - Pro přesné doladění je možné kalibrovat i offset příslušného vstupu. V praxi bývá několik jednotek. Výchozí hodnota je 0. Rozsah může být až  $\pm 100$ .

*Kalibrace rozsahu 2* - Kalibrace měřicího rozsahu do 30 V. Výchozí hodnota je asi 33,000.

*Offset rozsahu 2* - Korekce offsetu vstupu pro rozsah 2. Není nutné nastavovat, protože ve výsledku se v podstatě neuplatní. Rozsah 2 neměří od 0 V, ale až do asi 6 V. Rozsah může být až  $\pm 100$ .

*Kalibrace Unap* - Nastavení kalibracní konstanty pro měření napájecího napětí testeru. Výchozí hodnota asi 16,500.

*Korekce přívodů* - Je určena pro korekci úbytku na připojovacích vodičích. Uplatňuje se až při velkých proudech. Hodnota je 1 digit odpovídá korekci odporu 10 m $\Omega$ . Standardní hodnota je 1.

*Tovární nastavení* - Nastavením na 1, se vrátí všechny konstanty do výchozích hodnot. Po zapsání se objeví hodnota 0, a tím signalizuje provedení inicializace.

*Doba podsvětlení* - Doba podsvětlení displeje v sekundách pokud nebylo stisknuto žádné tlačítko. Max hodnota je 250 s. Při 0 se nevypíná.

*Doba aut.* *Vypnutí* - Doba automatického vypnutí při nečinnosti. Maximálně je 250 s. Při 0 a při spuštěné funkci Měření náboje se nevypne!

#### Poznámka

U většiny menu nejsou nastavené parametry kontrolovány na rozsah. Při jejich nesprávných hodnotách může se může přístroj poškodit!

#### Výstup dat pro PC

Výstup změřených dat seriovou linkou je od verze software 1.2. Převodník usb-com propojíme s testrem vývody GND a Tx. Některé převodníky mají malý vstupní odpor, na který výstup z testera nestačí. Potom musíme snížit odpor rezistoru R32 až na 100  $\Omega$ . Tento odpor má hlavně funkci ochrannou, takže jeho zmenšením se sníží stupeň ochrany výstupu Tx.

Parametry jsou 19 200 bd, bez parity, 1 stop bit. Komunikace je pouze jednosměrná. Výstupem je soubor csv, který lze snadno zpracovat např. v Excelu. Příklad dat:  
0.06,3.72(cr,lf) - proud (A), napětí (V) v režimu měření max. zátěže  
125,3.56,1023.2(cr,lf) - čas měření (s), napětí (V), kapacita (mAh) v režimu měření kapacity

Ukázka změřené charakteristiky pomocí makra přímo do programu Excel je na obr. 8.

#### Závěr

Přístroj si neklade za cíl konkurovat profesionálním měřícím testérům na olověné Pb autobaterie v cenách desítek tisíc, které dokáží zjistit i okamžitý stav nabité. Toto bohužel není možné u jiných typů baterií. Omezení na 10 A max. měřicího proudu bylo zvoleno záměrně. Pro větší hodnoty již by bylo nutné 4vodičové připojení, což by stavebnici výrazně komplikovalo.

Proud 10 A vystačí na kontrolu často používaných gelových akumulátorů s kapacitou do asi 10 Ah.

I přesto v domácnosti nebo i při finančním měření a třídění malých akumulátorů tento tester přináší výrazné zjednodušení a zrychlení práce.

Stavebnici je možné si objednat na [www.zajic.cz](http://www.zajic.cz), e-mail: [milos@zajic.cz](mailto:milos@zajic.cz), tel.: 321 785 510. Cena za kompletní verzi stavebnice (frézovaná krabička a samolepící štítek) je 1180 Kč. Možné jsou i jiné varianty nebo celý hotový oživený přístroj.

#### Seznam součástek

R1	0,05 $\Omega$ /3 W, SMD
R2, R5, R19, R29	10 k $\Omega$
R3, R6	470 $\Omega$
R4	1,5 $\Omega$
R7, R8, R12, R14, R35, R37	56 k $\Omega$
R9, R32, R36	1 k $\Omega$
R10	220 k $\Omega$
R11, R22, R28, R33	4,7 k $\Omega$
R13	1 M $\Omega$
R15, R16, R17	82 k $\Omega$
R18	15 k $\Omega$
R20	470 k $\Omega$
R21	47 k $\Omega$
R23, R24	1 k $\Omega$ , (rm5)
R25, R27, R30	22 k $\Omega$
R26	100 k $\Omega$
R31	180 $\Omega$
R34	100 $\Omega$
P1	100 k $\Omega$
P2	10 k $\Omega$
C1	470 nF/63 V, foliový
C2, C9, C14, C17	100 nF
C3, C4, C7	1 nF
C5, C6	22 nF
C8	10 nF
C10, C11	22 pF
C12, C13, C15	10 $\mu$ F/25 V
C16	100 $\mu$ F/10 V
L2	10 $\mu$ H
T1	IRL1404
T2	IRLZ34
T3	IRF7413, SMD
T4	BC556
T5, T6	BC546
D1, D2, D3, D4, D8	1N4148
D5,6,7	BAT43
D9,10	BZX83 4V7
IO1	ATMEGA8/328 (programovaný)
IO2, IO3, IO4	MCP6002
IO5	LM2931Z5
IO6	DS18B20
Q1	8,0 MHz
Z1	displej 2x 16 zn.
TL1 až TL3	mikrotlačítko

#### Mechanické díly:

Chladič, objímka 28U, Konektor displeje, kolíky, šrouby M2,5 x 25, šrouby M2,5 x 12, matice M2,5; šroub M3x 12, matice M3, kabel bat 9 V, silikonové kabely, svorky, krabička KP42.