



# Elektrochemické akumulátory

## Úvod do ověřování parametrů



Ing. Pavel Jandura, Ph.D.  
Laboratoř bateriových systémů a emobility

+420 734 398 489  
[pavel.jandura@tul.cz](mailto:pavel.jandura@tul.cz)

## Obsah cvičení

- ❑ práce s dokumentací k článkům
- ❑ **4W measurement** (Kelvinova metoda)
- ❑ přesnost měření a kalibrace přístroje
- ❑ ověření měrné hustoty energie (VED, GED)
  - standardizovaný test nominální kapacity
- ❑ měření vnitřního odporu metodou ACIR a DCIR
- ❑ dlouhodobé zkoušky životnosti

@ *praktický příklad 1*

@ *praktický příklad 2*

@ *praktický příklad 3*

@ *praktický příklad 4*

# Práce s dokumentací k článkům

## Identifikace článku a jeho klíčových parametrů

- ☐ Určete model vzorku článku z popisu na jeho obalu
- ☐ Pokuste se vyhledat dokumentaci k vašemu vzorku článku

elearning složka  
„Datasheety vzorků“

Znalost nutná pro  
nastavení zkoušek!

- **Datasheet** najděte **napět'ové limity** pro nabíjení a vybíjení  
najděte předpis **testu nominální kapacity**
- **MSDS** zkuste najít **složení aktivního materiálu elektrod**
- **UN38.3 report** ověřte **výsledek testů bezpečnosti**

### ➤ Vyhodnocení

- Jaké informace jsou obvykle uvedeny na pouzdře článku?
- Které bezpečnostní testy jsou předepsány dle UN38.3?

# Vliv absence čtyřvodičové metody na měření

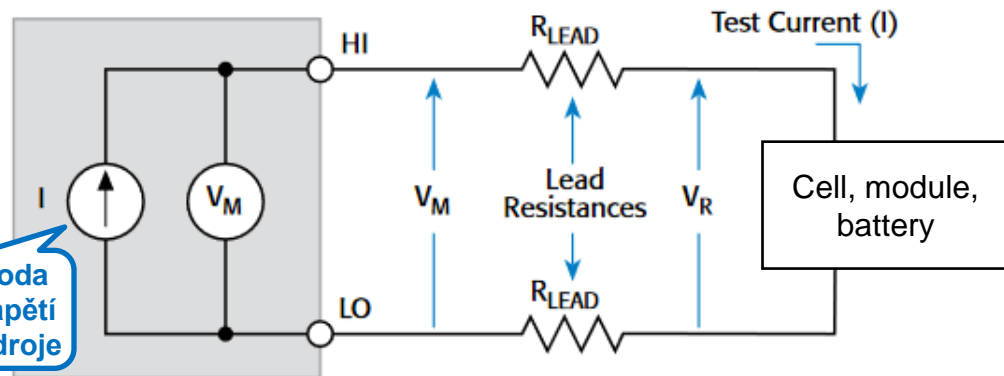
## Dvou vodičová metoda (2W)

- “Hystereze” – při nabíjení je měřené napětí vyšší, než skutečné a naopak
- **Čím vyšší zatěžovací proud, tím větší chyba měření!**

$$V_M = V_R + 2R_L I_{Test}$$

- Při měření OCV se chyba neprojevuje  
( $I_{Test} = 0$ )

2W metoda  
měří i napětí  
zátěže/zdroje



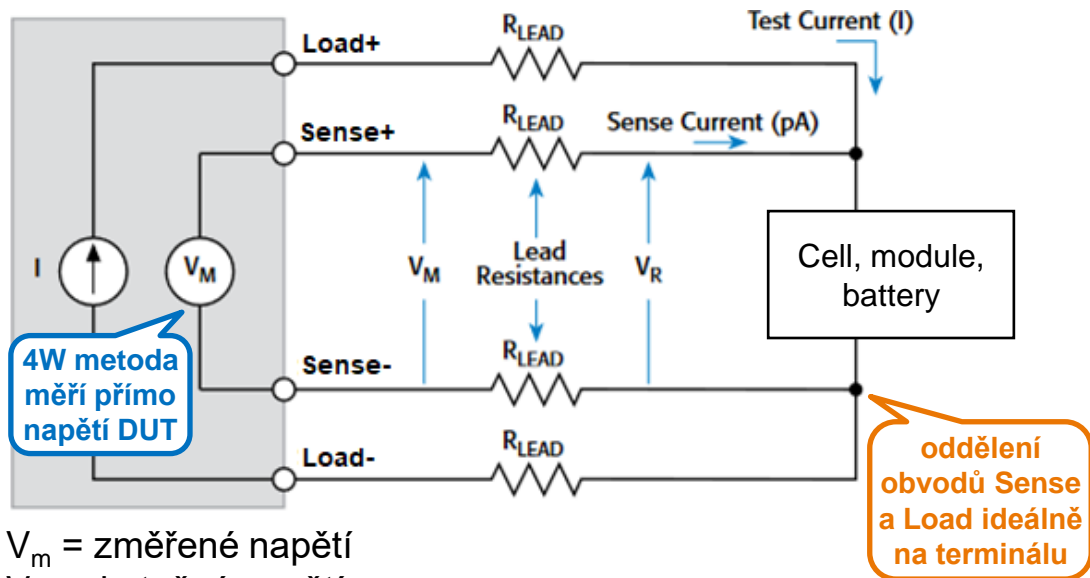
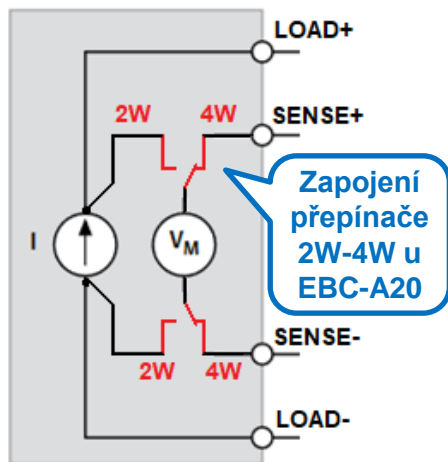
$V_m$  = změřené napětí

$V_r$  = skutečné napětí

Zdroj: Tektronix

## Čtyřvodičová metoda (4W)

$$V_M = V_R + 2R_L I_{Sense}$$



$V_m$  = změřené napětí  
 $V_r$  = skutečné napětí  
Zdroj: Tektronix



## Praktický příklad 1

EBC-A20 limity  
5A nabíjení  
20A vybíjení

Pozor, pracujete s živými  
elektrochemickými články, v  
případě zkratu hrozí nebezpečí!

- ☐ Připojte tester EBC-A20 k softwarové aplikaci ZKETECH
- ☐ Připojte tester EBC-A20 k univerzálnímu 4W držáku cylindrických článků
- ☐ Změřte a zaznamenejte hodnoty **napětí** vždy pro **2W** a **4W** metodu:

přepínačem na  
EBC-A20 je třeba  
přepínat svižně

Nabíjení  
metoda C-CV  
v EBC-A20

$I_{\text{Load}}$ (C-CV)	$U_{2W}$ [V]	$U_{4W}$ [V]
0 A (off)		
0,1 A		
0,5 A		
1 A		
5 A		

Vybíjení  
metoda D-CC  
v EBC-A20

$I_{\text{Load}}$ (D-CC)	$U_{2W}$ [V]	$U_{4W}$ [V]
0 A (off)		
0,1 A		
0,5 A		
1 A		
5 A		
10 A		

### ➤ Vyhodnocení

- zhodnoťte chybu měření při použití 2W metody a její důsledky



# Přesnost měření a kalibrace přístroje



## Praktický příklad 2

Pozor na paralelní připojení  
ampérmetru k držáku (okamžitý zkrat!)

Zde všechna měření proběhnou  
v 4W metodě (ověřte správnou  
polohu přepínače na EBC-A20)

- ☐ Do zapojení z předchozí úlohy připojte „přesný“ ampérmetr do **Load obvodu**
- ☐ Změřte a zaznamenejte hodnoty **proudu** z aplikace a ampérmetru

Nabíjení  
metoda C-CV  
v EBC-A20

I (C-CV)	$I_{\text{aplikace}} [\text{A}]$	$I_{\text{ampérmetr}} [\text{A}]$
0 A (off)		
0,1 A		
0,5 A		
1 A		
5 A		

Vybíjení  
metoda D-CC  
v EBC-A20

I (D-CC)	$I_{\text{aplikace}} [\text{A}]$	$I_{\text{ampérmetr}} [\text{A}]$
0 A (off)		
0,1 A		
0,5 A		
1 A		
5 A		
10 A		

Pozor na nastavení rozsahu a  
limit ampérmetru (zde max 10A!)

### ➤ Vyhodnocení

- zhodnoťte přesnost měření přístroje EBC-A20 a jeho důsledky

# Ověření měrné hustoty energie (VED, GED)



## Praktický příklad 3

Pozor na zkrat mezi terminály při použití kovového posuvného měřítka!

- ☐ Změřte **rozměry** a **hmotnost** vašeho vzorku cylindrického článku
- ☐ Naprogramujte test **nominální kapacity / energie** článku v aplikaci ZKETECH

Z časových / organizačních důvodů  
nebudeme vlastní test článku provádět  
a využijeme dostupná data

- hodnoty nominální kapacity / energie vyčtete ze složky „Datasety vzorků“ na elearningu (obvykle 5. nebo 6. řádek **CC Discharge**)

### ➤ Vyhodnocení

- Určete **VED** [Wh/l] a **GED** [Wh/kg] vašeho vzorku cylindrického článku
- Uveďte v protokolu předpis (tabulkou) testu nominální kapacity vzorku

# Měření vnitřního odporu metodou ACIR a DCIR



## Praktický příklad 4

Před měřením si  
zapište hodnotu  
OCV článku

měření proběhnou  
v 4W metodě

- ☐ Změřte **ACIR 1 kHz** vzorku cylindrického článku předloženým **ACIR metrem**
- ☐ Naprogramujte test **DCIR10s** v aplikaci ZKETECH

$$DCIR10s = \frac{U_0 - U_{10s}}{I_{Load}}$$

V aplikaci ZKETECH spustíte  
1min vybíjení proudem 0,5C a  
ze zaznamenaných dat vyčtete  
hodnotu napětí pro 10 sec

- hodnoty naměřené DCIR10s vyčtete ze složky „Datasety vzorků“ na elearningu (řádek **DCIR\_1 Discharge**)

### ➤ Vyhodnocení

- Určete hodnoty ACIR a DCIR10s
- Porovnejte zjištěné hodnoty s datasheetem

# Dlouhodobé zkoušky životnosti



## Ukázka

❑ TBD





# Děkuji za pozornost



Ing. Pavel Jandura, Ph.D.  
Laboratoř bateriových systémů a emobility

+420 734 398 489  
[pavel.jandura@tul.cz](mailto:pavel.jandura@tul.cz)