

# APROTIC ELEKROLYTES FOR SUPERCAPACITORS

**Václav Musílek**

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xmusil30@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Petr Dvořák

E-mail: petr.dvorak@phd.feec.vutbr.cz

## ABSTRACT

This work deals with conductivity of aprotic electrolytes suitable for supercapacitors. Five solvents, propylencarbonate, N, N dimethylformamide, acetonitrile, ethylencarbonate, diethylencarbonate, and seven alkaline salts  $\text{LiClO}_4$ ,  $\text{NaClO}_4$ ,  $\text{KClO}_4$ ,  $\text{LiPF}_6$ ,  $\text{LiBF}_4$ ,  $\text{TEABF}_4$  and  $\text{TMABF}_4$  were investigated by impedance spectroscopy. The molar concentrations of the investigated electrolytes were 0,25M, 0,5M, 0,75M, 1M, 1,25M and 1,5M. As is shown in the paper the 1,25M  $\text{TEABF}_4$  in acetonitrile reached the highest conductivity.

## 1. ÚVOD

Superkondenzátor je elektrotechnická součástka dosahující kapacity řádově, až  $10^4$  F. Uchová až 100 krát více energie než běžný kondenzátor. Jeho hlavními přednostmi je vysoká životnost, možnost častého vybíjení a nabíjení, malý vnitřní odpor, vysoké nabíjecí a vybíjecí proudy, vysoká účinnost (98 %). Superkondenzátor má i své nevýhody: množství energie uložené na jednotku hmotnosti je nižší než u elektrochemických článků, napětí se mění v závislosti na množství uložené energie, má nejvyšší dielektrickou absorpci ze všech typů kondenzátorů.[1,2,3]

## 2. TEORETICKÝ ROZBOR

Tato práce se zabývá aprotickými elektrolyty pro superkondenzátory. Aprotické elektrolyty jsou roztokem bezvodého organického rozpouštědla a soli. Od aprotických elektrolytů požadujeme dobrou vodivost, smáčivost, velké potenciálové okno a velký rozsah pracovních teplot. Nevýhodou je nižší vodivost než v případě vodných elektrolytů. Cílem práce je porovnání vodivosti aprotických elektrolytů s různými solemi.[2,3,4]

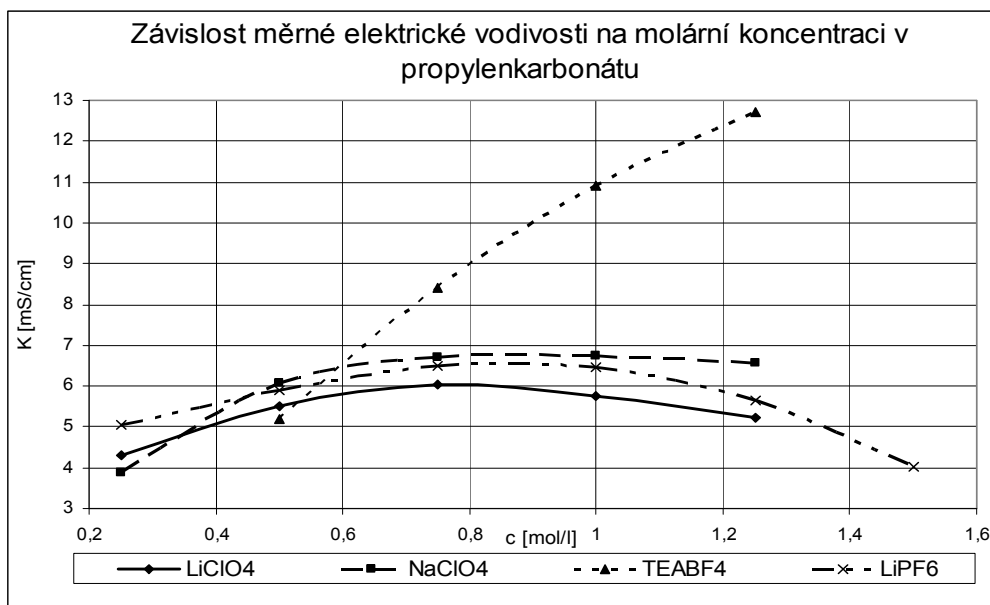
**Tabulka 1:** Bod varu, tání, permitivita a viskozita vybraných rozpouštědel

Rozpouštědlo	Bod varu	Bod tání	Permitivita	Viskozita [mPa.s]
Propylenkarbonát	241°C	-55°C	65	2,8 (25°C)
Dimethylsulfoxid	189°C	18,5°C	48	1,996 (20°C)
N, N dimethylformamid	153°C	-61°C	36,7	0,92 (20°C)
Ethylencarbonát	260°C	37°C	95	1,92 (40 °C)
Diethylkarbonát	128°C	-48°C	nenalezeno	nenalezeno
Acetonitril	82°C	-45°C	38	0,369(25°C)

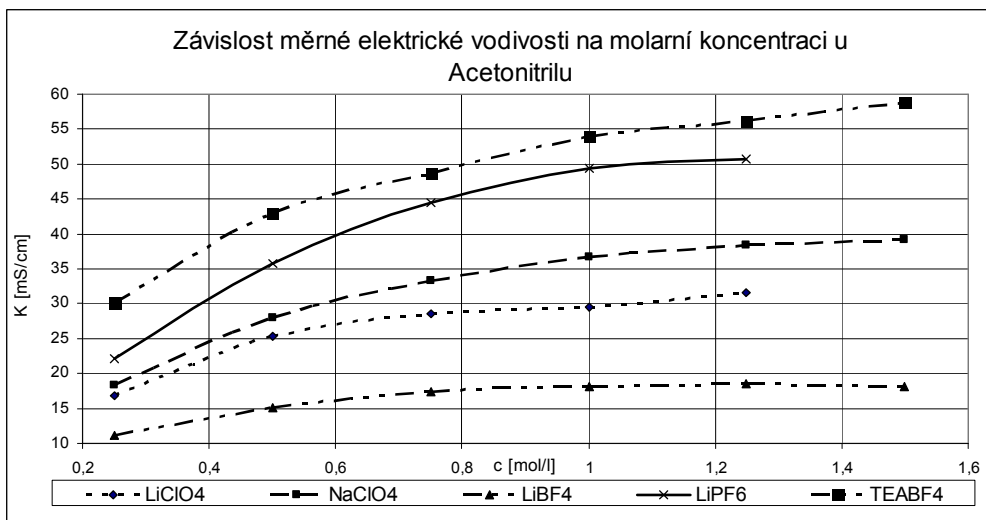
### 3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Pomocí impedanční spektroskopie byla změřena elektrická vodivost aprotických elektrolytů. Jako rozpouštědla byly použity propylenkarbonát, dimethylsulfoxid, N, N dimethylformamid, acetonitril, ethylenkarbonát a diethylkarbonát. Do jednotlivých rozpouštědel bylo přidáno vypočtené a přesně navážené množství  $\text{LiClO}_4$ ,  $\text{NaClO}_4$ ,  $\text{KClO}_4$ ,  $\text{LiPF}_6$ ,  $\text{LiBF}_4$ ,  $\text{TEABF}_4$  a  $\text{TMABF}_4$ . Bylo tak docíleno různých molarit (0,25M, 0,5M, 0,75M, 1M, 1,25M a 1,5M) pro roztoky elektrolytů. Měření probíhalo při frekvenci od 1 MHz do 100 Hz na měřicím zařízení VSP biologic. Vyhodnocení bylo provedeno v programovém prostředí EC-lab. Jako kalibrační roztok byl použit KCl rozpuštěný v destilované vodě.

Obrázek 1 znázorňuje závislost měrné elektrické vodivosti na molární koncentraci jednotlivých solí v propylenkarbonátu. V propylenkarbonátu se nepodařilo rozpustit  $\text{KClO}_4$  a  $\text{TMABF}_4$ . Nejvyšší vodivost měl  $\text{TEABF}_4$  v 1,25M roztoku a to 12,7 mS/cm.



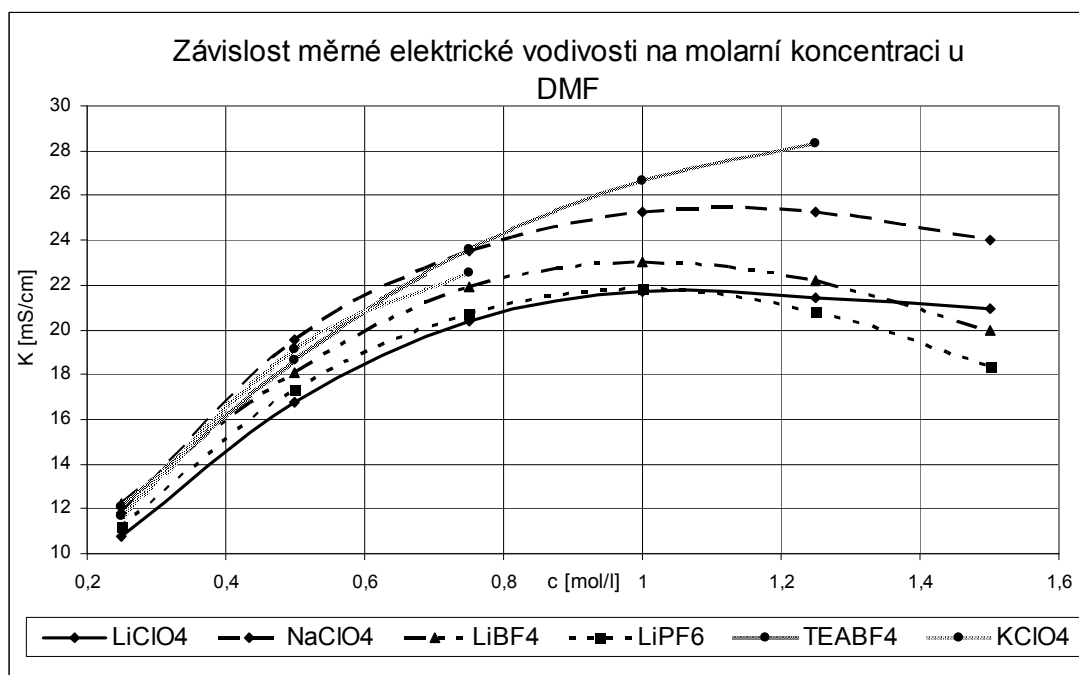
**Obrázek 1:** Závislost měrné elektrické vodivosti na molární koncentraci v propylenkarbonátu.



**Obrázek 2:** Závislost měrné elektrické vodivosti na molární koncentraci v acetonitrilu.

Obrázek 2 znázorňuje závislost měrné elektrické vodivosti na molární koncentraci jednotlivých solí v acetonitrilu. V tomto rozpouštědle se nerozpustilo  $\text{KClO}_4$  a  $\text{TMABF}_4$ . Největší vodivost měl  $\text{TEABF}_4$  v 1,25M roztoku a to 58,9 mS/cm.

Obrázek 3 znázorňuje závislost měrné elektrické vodivosti na molární koncentraci jednotlivých solí v N, N dimethylformamidu. Největší vodivost měl  $\text{TEABF}_4$  a to 28,31 mS/cm v 1,25M roztoku.



**Obrázek 3:** Závislost měrné elektrické vodivosti na molární koncentraci v N, N dimethylformamidu.

#### 4. ZÁVĚR

Nejlepší vodivosti dosáhl acetonitril s  $\text{TEABF}_4$  a to 58,9 mS/cm při 1,25M roztoku. Vodivost elektrolytů ovlivňuje vnitřní odpor superkondenzátorů a tím i maximální proudovou zatížitelnost. Dalšími kroky bude vyšetření potenciálových oken elektrolytů s největší vodivostí.

#### PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za Grantové agentury Akademie věd ČR (projekt KJB208130902).

#### LITERATURA

- [1] REITER, J., VONDRÁK, J., VELICKÁ, J., MIČKA, Z., Chemické listy 133–139 (2006) Nové elektrolyty nejen pro chemické zdroje elektrické energie.
- [2] CONWAY, B. E., *Electrochemical Supercapacitors: Scientific Fundament and Technological Application*, Kluwer Academic, New York, 1999, 698 s, ISBN 0-306-45736-
- [3] Bard, A.J., Stratmann, M., Licht, S. *Encyclopedia of Electrochemistry*, Volume VI, 2001. ISBN 3-527-30398-7.
- [4] DOLEŽEL, I. *Elektrochemie*, Vydavatelství Západočeské univerzity, 1998.