



# Statické zdroje pro zkušebnictví - cesta k úsporám elektriny

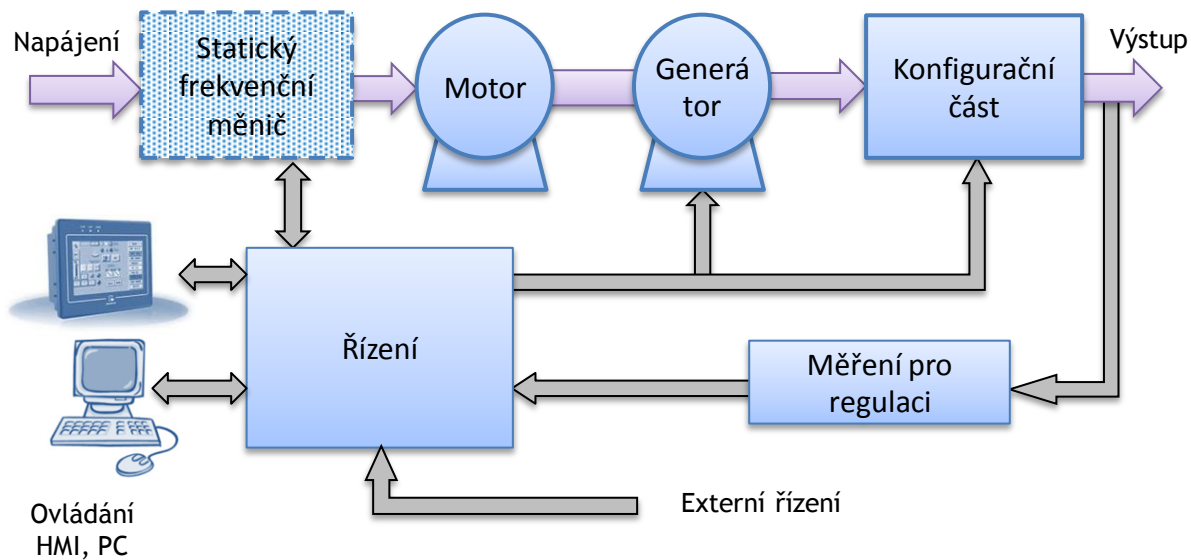
*Dr. Ing. Tomáš Bůbela*  
ELCOM, a.s.

# Zdroje ve zkušebnictví

- Rotační zdroje, soustrojí, rotační měniče:
  - stále ještě nejčastěji používané napájecí zdroje v oblasti zkušebnictví
- Transformátory
  - natáčivé transformátory (boostery)
  - transformátory s kombinovanými odbočkami
- Statické zdroje:
  - založené na polovodičových měničích

# Rotační soustrojí

## Koncepce standardního rotačního zdroje



# Rotační zdroje

Způsoby napájení zkušebních pracovišť pomocí rotačních soustrojí má mnoho provozních nevýhod:

1. Relativně nízká účinnost provozu napájecích soustav rotačních zdrojů. V řetězci napájecí soustavy je potřeba sečíst ztráty všech dílčích ztrát a podle typu a stáří komponent se může účinnost pohybovat v rozmezí 70-80%.
2. Kvalita dodávané elektrické energie je závislá na použitých komponentech systému, především regulátoru otáček a napětí. V případě použití natáčivých transformátorů je patrný vliv stability napájecí sítě.
3. Další podstatnou nevýhodou rotačních zdrojů je i vysoká hlučnost a potřeba trvalé údržby rotačních částí soustrojí.

# Rotační zdroje

Způsoby napájení zkušebních pracovišť pomocí rotačních soustrojí má mnoho provozních nevýhod:

4. Možnosti regulace jsou omezené, typická je malá dynamika systému, to znamená pomalá odezva na změny zátěže, omezení rozsahu a přesnosti regulace, v případě ruční regulace je frekvence a efektivní hodnota výstupního napětí soustrojí závislá na lidském faktoru.
5. Problémy jsou i s vysokým zkreslením výstupního napětí, především při napájení nelineární zátěže. Problematickou zátěží může být například transformátor jako typický netočivý elektrický stroj při zkoušce naprázdno.
6. V některých případech omezené možnosti rekuperace energie.

# Typická strojovna rotačních zdrojů



# Rotační zdroje



Jsou i oblasti, kde tyto zdroje dosud nachází uplatnění, jsou to třeba **zkratové zkoušky** elektrických přístrojů a strojů velkých výkonů, kde se s výhodou uplatní značné setrvačné hmoty napájecího soustrojí.

<http://www.energy.siemens.com>

# Statické zdroje

## Proč statické zdroje?

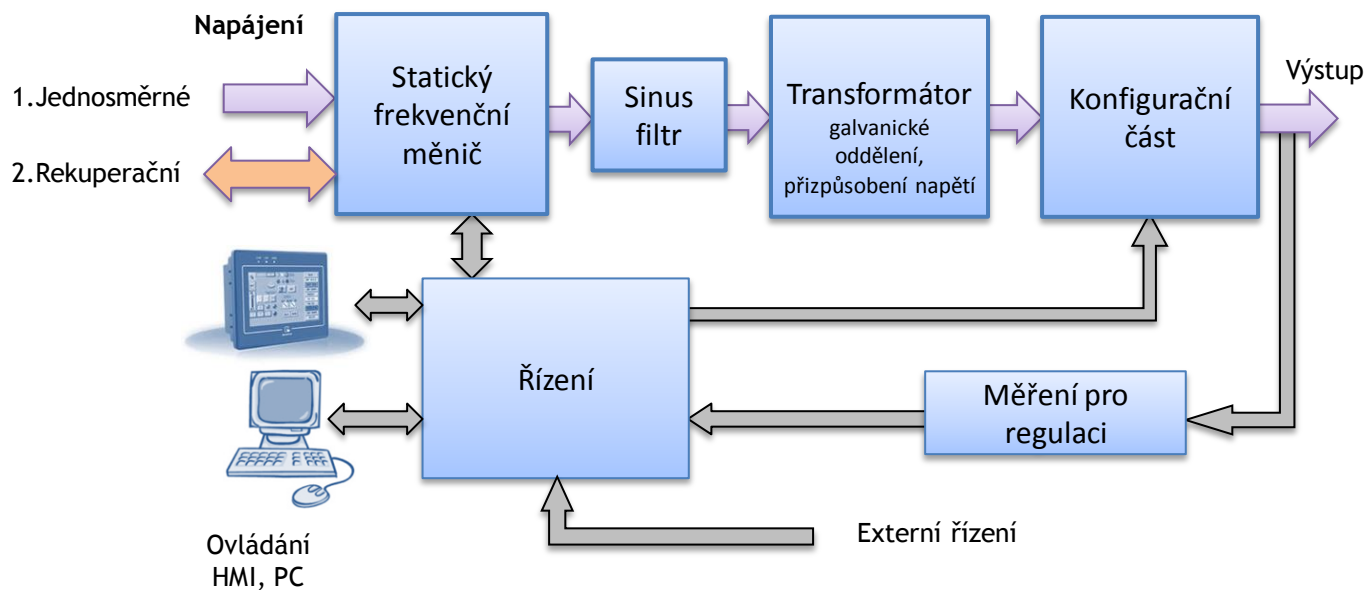
- rostoucí požadavky na stabilitu frekvence
- možnosti regulace výstupního napětí
- možnosti zkoušení v širokém rozsahu proudu i napětí
- kompaktnost, snížení hlučnosti
- široké možnosti způsobu řízení
- vysoká účinnost
- spolehlivost chodu a další

Na rozdíl od rotačních zdrojů dochází u statických zdrojů k čistě elektrické konverzi energie prostřednictvím polovodičového frekvenčního měniče a doplňujících magnetických komponentů, jako jsou transformátory a tlumivky.



# Statické zdroje

## Koncepce typického statického AC zdroje



# Statické zdroje

Mezi základní charakteristické rysy statických zdrojů patří podle požadavku aplikace:

- Široký rozsah instalovaných výkonů kW, MW
- Regulace napětí v rozsahu 0 ..  $U_n$  v několika rozsazích
- Regulace a vysoká stabilita frekvence
- Regulace výstupního proudu 0 ..  $I_n$
- Řízené změny napětí, proudu, frekvence
- Možnost regulace zdroje na základě externího parametru (např. stabilita  $\cos \varphi = 1$ )
- Proudová přetížitelnost např.  $2I_n$ ,  $3I_n$  po definovanou dobu
- Regulace tvaru výstupní vlny, nízké zkreslení sinusového napětí
- Volitelní regulace amplitudy, fáze, možnost uživatelského rozvážení symetrie
- Možnost kompenzace úbytků a vektorových složek napájecích tras
- Proudová limitace, výstup odolný zkratu, elektronická pojistka
- Tok energie, řízení v 2- nebo 4- kvadrantovém režimu.

# Statické zdroje

Zdroje určené pro zkušební stroje lze rozčlenit podle několika hledisek:

1. Podle druhu výstupního napětí - stejnosměrné, střídavé a tzv. multinapěťové zdroje s více různými napěťovými soustavami.
2. Zdroje s pevným nebo regulovaným výstupním napětím a frekvencí.

**Příklad zdroje s pevným výstupním napětím:**

*Zdroje napětí o kmitočtu 60Hz - nachází uplatnění u výrobců strojů a zařízení určených na některé mimoevropské trhy.*

# Statické zdroje

Typické elektrické parametry statického zdroje pro zkušebnu elektrických točivých strojů:

- Výkon v rozsahu standardně 1 kVA ... 1,5 MVA
- Napájecí napětí 3 x 400V, případně u vyšších výkonů 3 x 690V
- Výstupní napětí - více rozsahové:
- příklad rozsahů zdroje nn, 100 V, 300 V, 500 V, 700 V, 900 V
- Stabilita výstupního napětí: 0,1% až 1 % v závislosti na požadavcích
- Výstupní frekvence: 0 - 200 Hz
- Zkreslení výstupního napětí THD < 2 %
- Tok energie: typicky 2Q, s aktivním vstupním usměrňovačem 4Q
- Účinnost: >93%

# Statické zdroje pro zkoušení el. motorů



Z produkce ELCOM, a.s.

# Univerzální napájecí zdroje



Z produkce ELCOM, a.s.

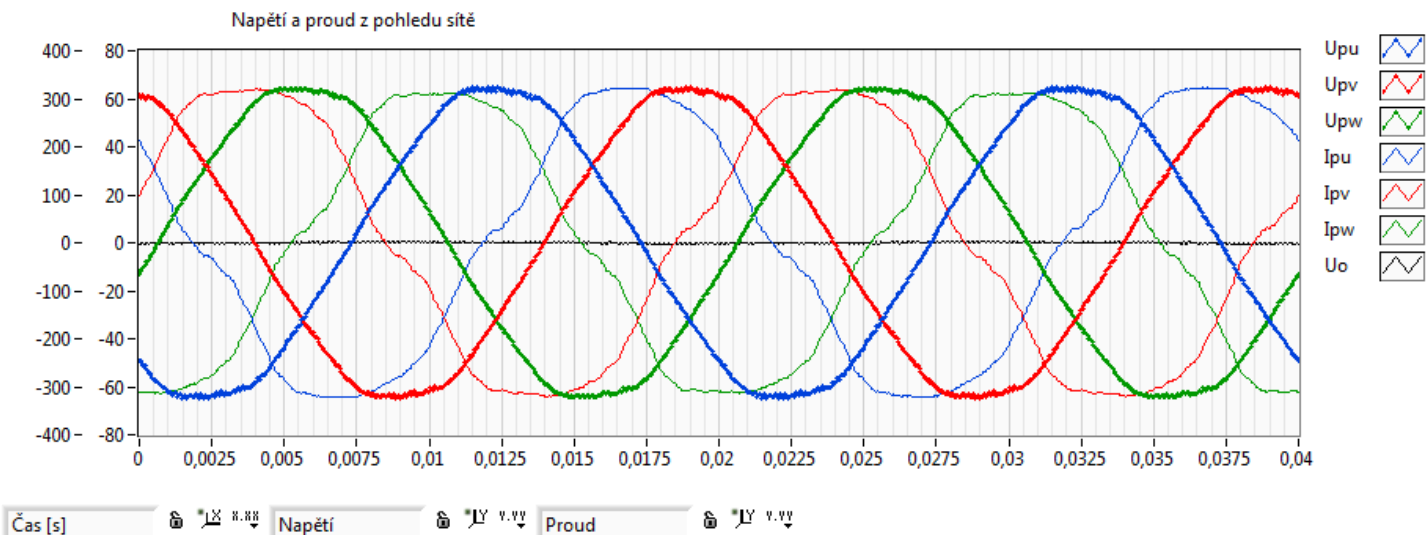
# Statický zdroj pro zkoušení turbodmychadel



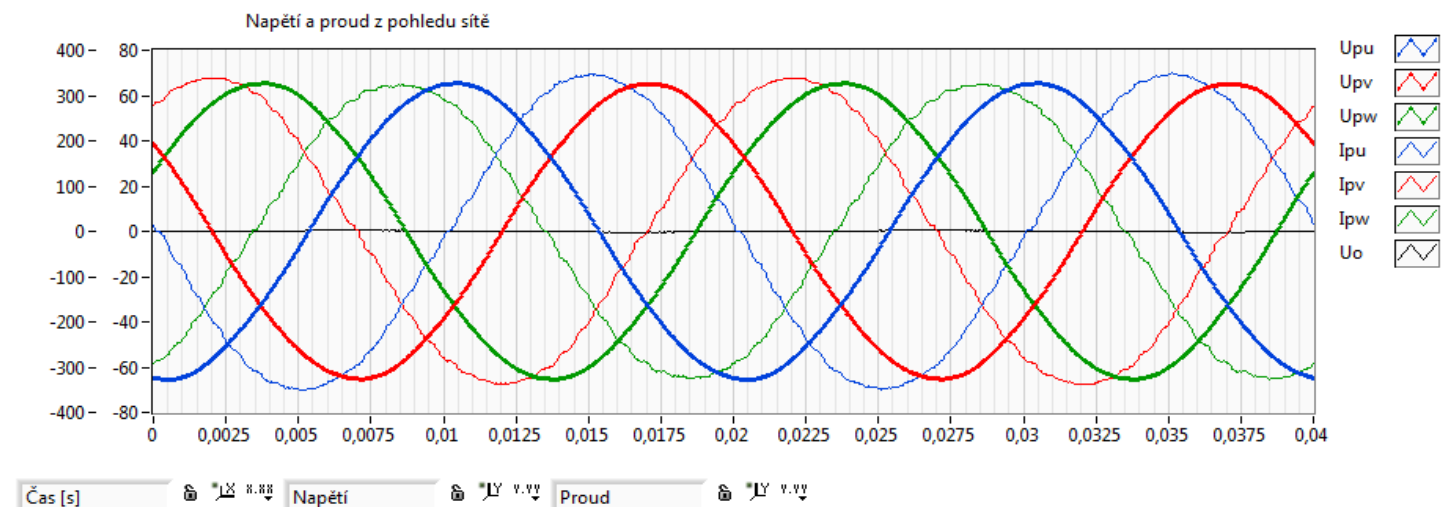
Z produkce ELCOM, a.s.

# Porovnání rotačních a statických zdrojů

Příklad průběhů napětí a proudů na svorkách zkušeneho stroje při napájení z rotačního soustrojí



Příklad průběhů napětí a proudů na svorkách zkušeneho stroje při napájení z rotačního soustrojí

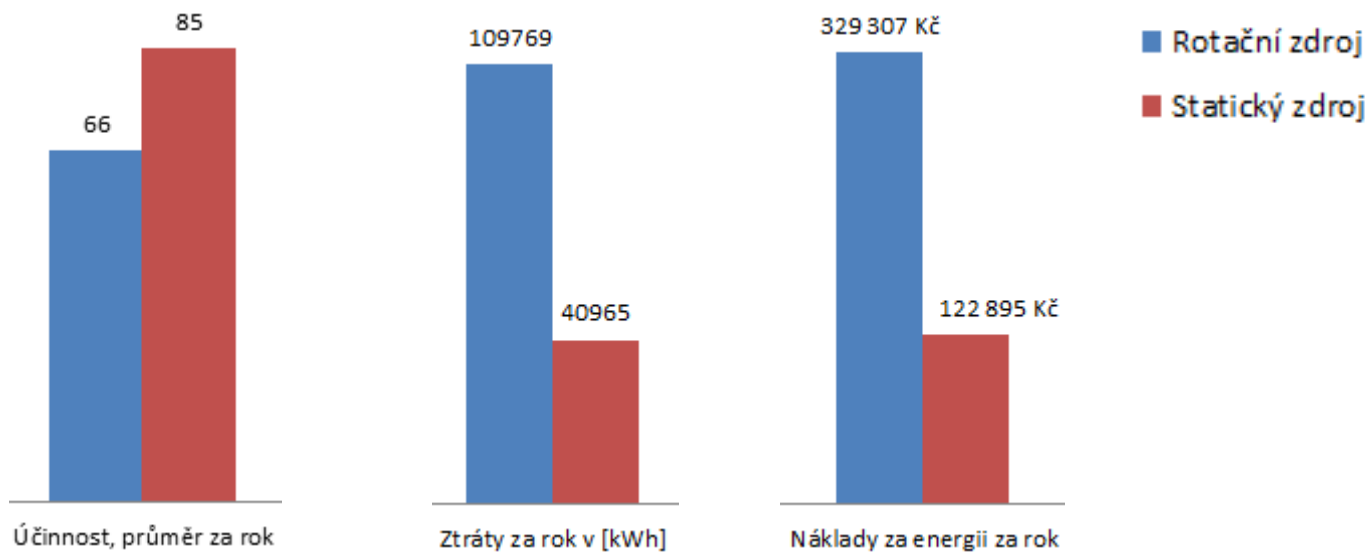




# Ekonomické srovnání

Zkušebna asynchronních motorů

- rotační zdroj 630kVA
- statický zdroj 1000kVA



Úspora za el. energii 206 tis. Kč za rok

# Závěr

- Statické zdroje představují nejen plnohodnotnou náhradu zdrojů rotačních, ale mají také jednoznačný přínos v úsporách elektrické energie.
- Jejich vlastnosti umožňují provádět takové typy zkoušek, které dříve nebyly myslitelné.
- Jejich technické parametry splňují i ty nejnáročnější požadavky na kvalitu elektrické energie, stabilitu frekvence, napětí i dalších technických parametrů.
- Řídicí jednotka umožňuje pružné přizpůsobení řídicích a regulačních parametrů dané aplikaci.
- Zkušenosti z jejich provozu přesvědčily některé konzervativní zastánce tradičních řešení a tím se stala tato oblast více perspektivní.