

10. STŘÍDAVÝ PROUD V ENERGETICE

Primárními zdroji elektrické energie jsou



uhlí



zemní plyn



ropa



voda



slunce, vítr



jaderné palivo

Postupy získávání primárních zdrojů a jejich přeměna na elektrickou energii nepříznivě ovlivňují životní prostředí

- spalování uhlí,
- výstavba velkých vodních přehrad,
- nehody reaktoru.

Alternativní zdroje elektrické energie jsou založené na využití

- sluneční energie,
- geotermální energie (energie nitra Země).

Přeměna energie primárních zdrojů na energii elektrickou se uskutečňuje v elektrárnách.

Generátory

= | – dynama

~ | – alternátory

Generátory střídavého napětí jsou stroje, které slouží k přeměně mechanické energie v energii elektrickou a využívají k tomu elektromagnetickou indukci.

V energetice se využívá střídavé napětí o frekvenci 50 Hz, které se rozvádí do míst spotřeby pomocí elektrické rozvodné sítě.

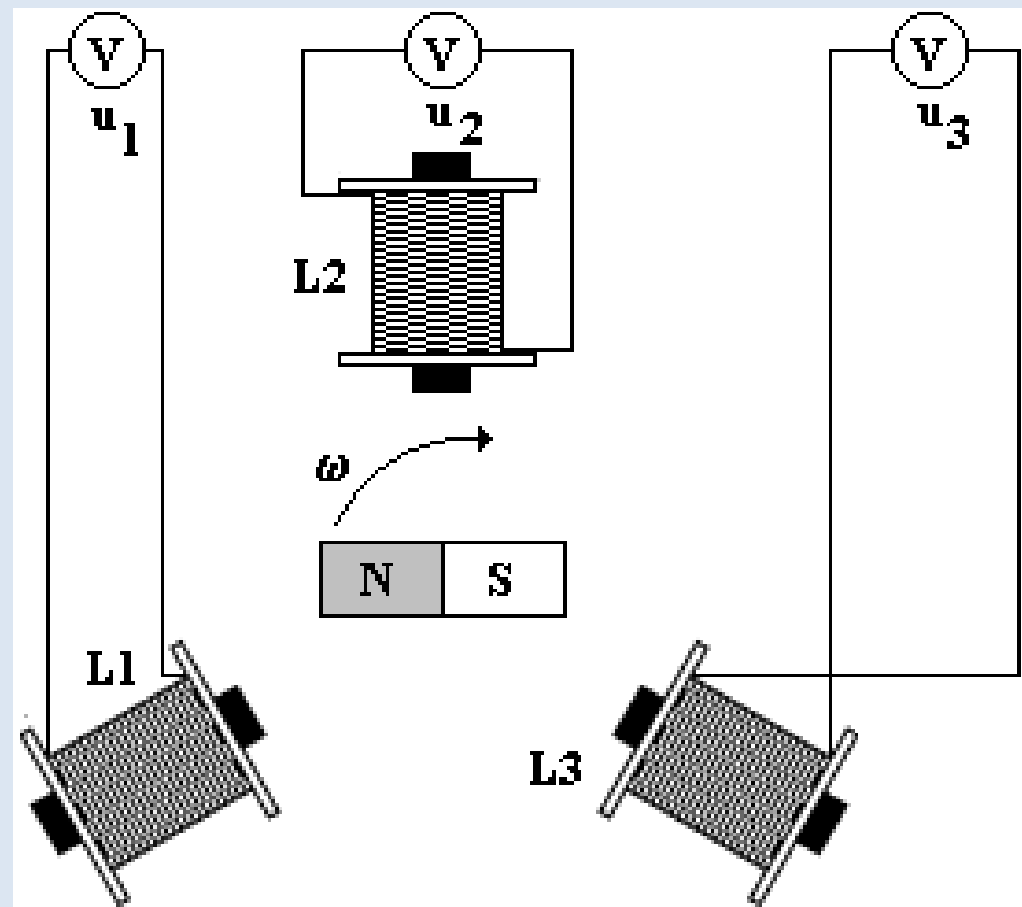
10. 1. GENERÁTOR STŘÍDAVÉHO PROUDU

Princip – otáčení vodivé smyčky v magnetickém poli.

Alternátor používaný v elektrárnách má 2 části:

1. **rotor** – koná rotační pohyb – elektromagnet
2. **stator** – soustava cívek, ve kterých se indukují střídavé napětí,

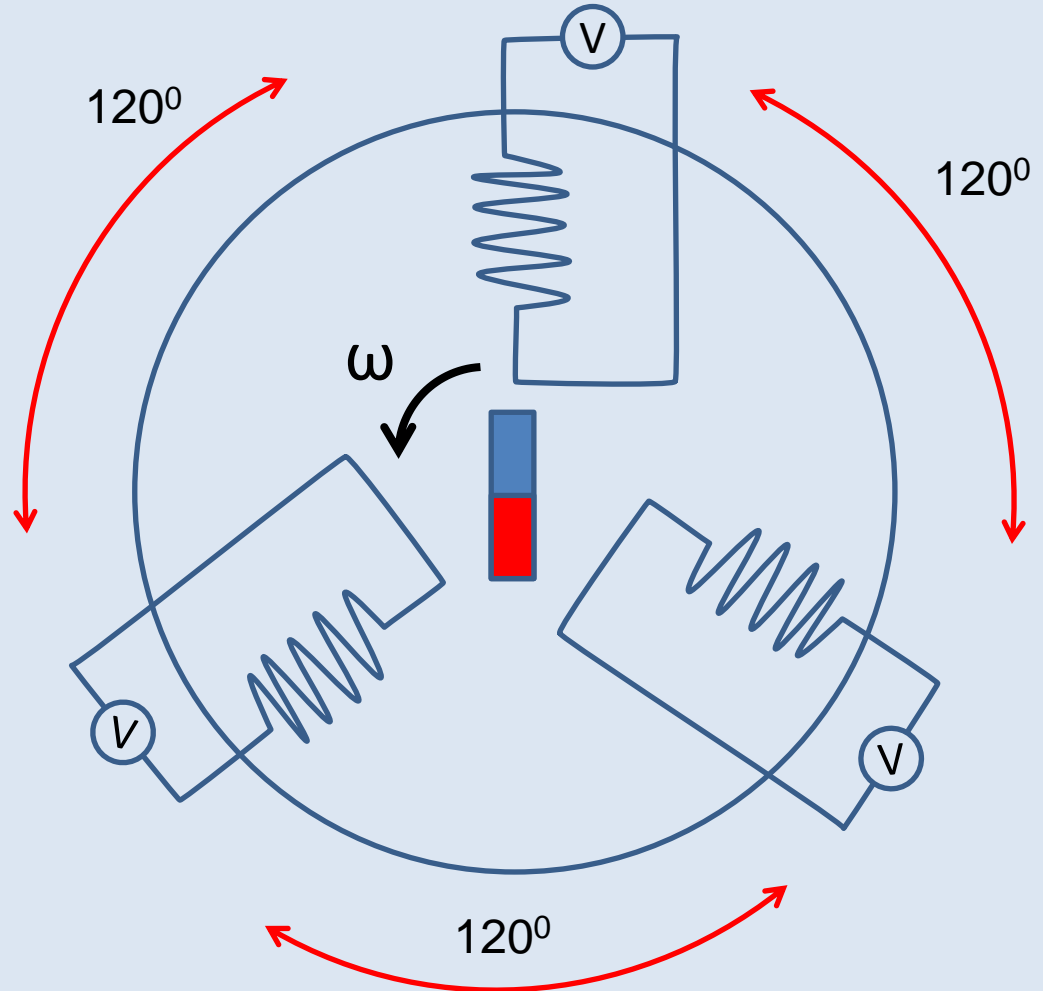
Proud se odvádí pevnými svorkami, což je jednodušší než z rotoru.



V elektrárnách se používá **trojfázový alternátor**,

Stator je tvořen třemi cívkami, jejichž osy svírají vzájemně úhel 120° .

Rotor - magnet otáčející se mezi cívkami (3000 otáček/min = 50 Hz).



V cívkách se indukují střídavá napětí, posunutá o $1/3 T$.

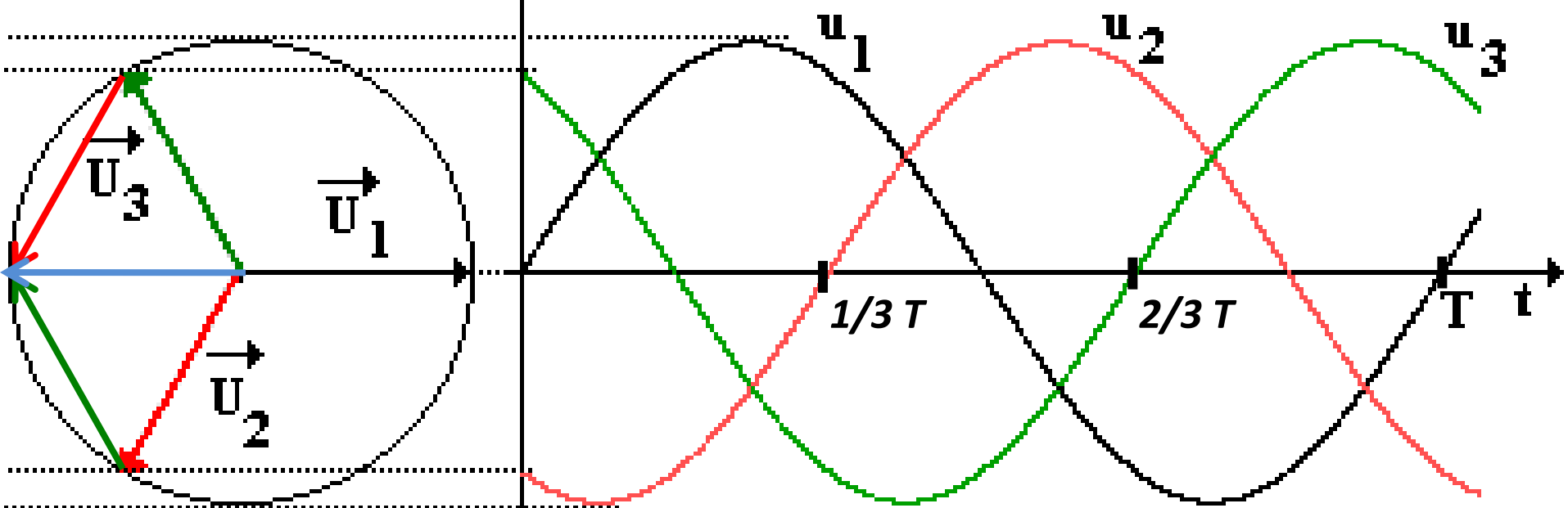
Mají stejnou amplitudu a stejnou frekvenci .

Fázorový diagram:

součet okamžitých

hodnot napětí je nulový

$$(u_1 + u_2 + u_3 = 0) \quad \mathbf{u}$$



$$u_1 = U \sin \omega t$$

$$u_2 = U \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right)$$

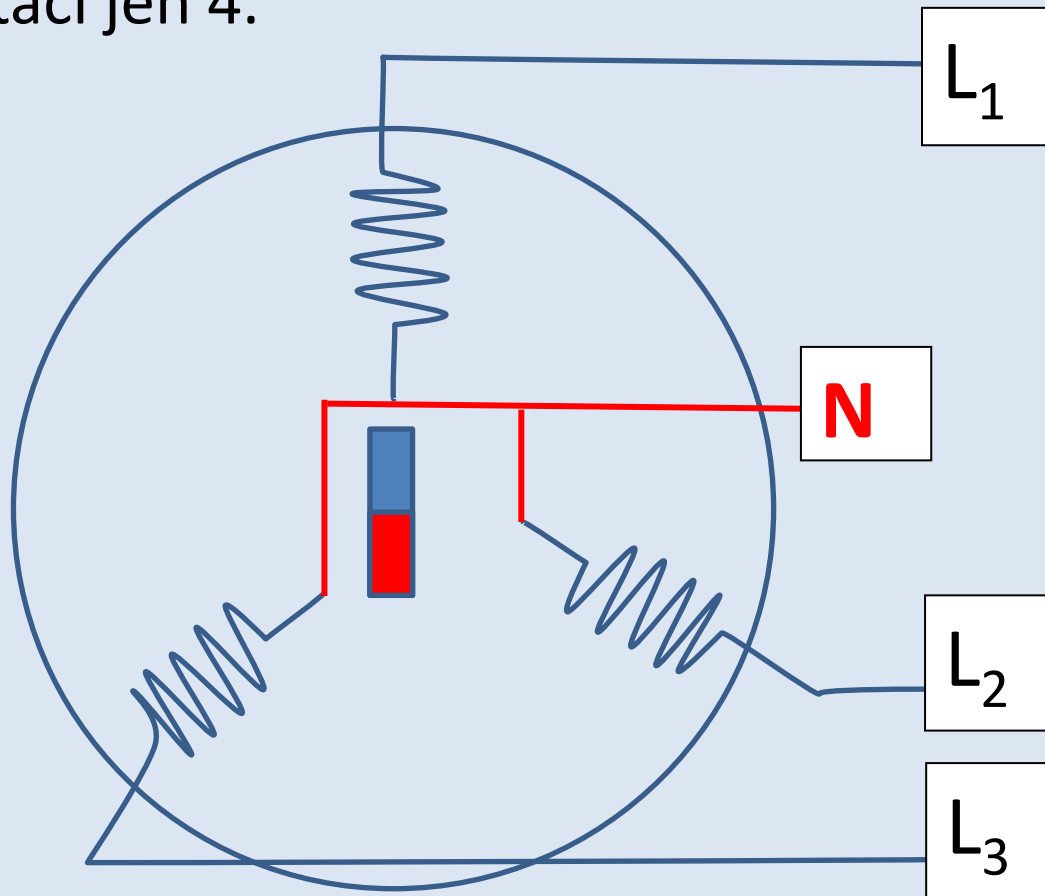
$$u_3 = U \sin \left(\omega t - \frac{4\pi}{3} \right)$$

K rozvodu napětí
nepotřebujeme 6 vodičů.

fázové napětí u_1 u_2 u_3
mezi fázovým a nulovým vodičem

Využívá se rozvodná síť,
vodiče jsou propojeny
a stačí jen 4.

sdužené napětí u_{12} u_{23} u_{13}
mezi fázovými vodiči



L – fázové vodiče

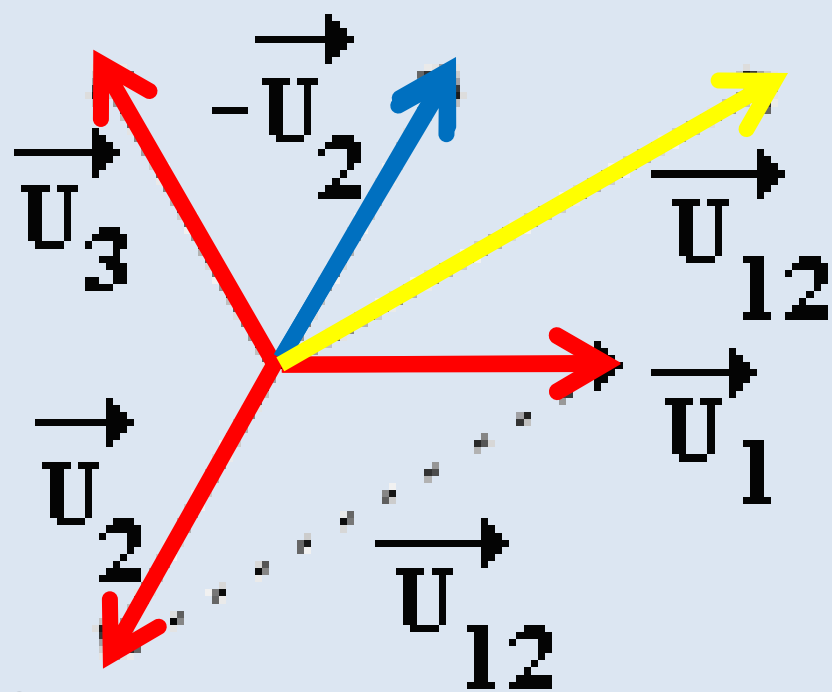
N – nulový vodič

Velikost sdruženého napětí je $\sqrt{3}$ x větší, než fázového napětí.

$$U_s = U_f \sqrt{3}$$

fázové $U_1 = 230 \text{ V}$

sdružené $U_{12} = 230 \cdot \sqrt{3} \text{ V} = 400 \text{ V}$



- Při symetrickém zatížení trojfázové soustavy neprotéká nulovým vodičem žádný proud.
- V praxi není zatížení jednotlivých fází stejné a nulovacím vodičem prochází určitý malý proud.
- Nulovací vodič bývá tvořen drátem s menším průměrem, čímž se dosahuje úspor.



Zapojení zásuvky - do zásuvky jsou přivedeny tři vodiče:



FÁZOVÝ VODIČ — mezi ním a zemí je napětí 230 V.

V zásuvce musí být vždy vlevo a **zapojen musí být vodičem s černou izolací**.

V případě, že se ho dotknete, budete zasaženi elektrickým proudem!

Elektrikáři ho hovorově nazývají "fáze".

NULOVÝ VODIČ — mezi ním a fázovým vodičem je napětí 230 V, proti zemi 0 V.

V zásuvce musí být vždy vpravo a **zapojen musí být vodičem s modrou izolací**.

Spolu s fázovým vodičem tvoří dva póly, na které se připojují spotřebiče.

Elektrikáři ho hovorově nazývají "nulák".

OCHRANNÝ VODIČ — mezi ním a fázovým vodičem je napětí 230 V, proti zemi 0 V.

V zásuvce je připojen na kolík a **zapojen musí být vodičem se žlutozelenou izolací**.

Je určen k tomu, aby se na něj připojil kryt kovových spotřebičů. V případě, že by se na tento kryt dostalo (např. poruchou spotřebiče) elektrické napětí, zajistí, aby bylo svedeno do země.

I přesto, že spotřebič bez něj bude fungovat, je velice důležitý, protože tě ochrání v případě poruchy spotřebiče od zásahu elektrickým proudem!

Spotřebiče s kovovým krytem nesmí být bez ochranného vodiče provozovány!

10. 2. ELEKTROMOTOR

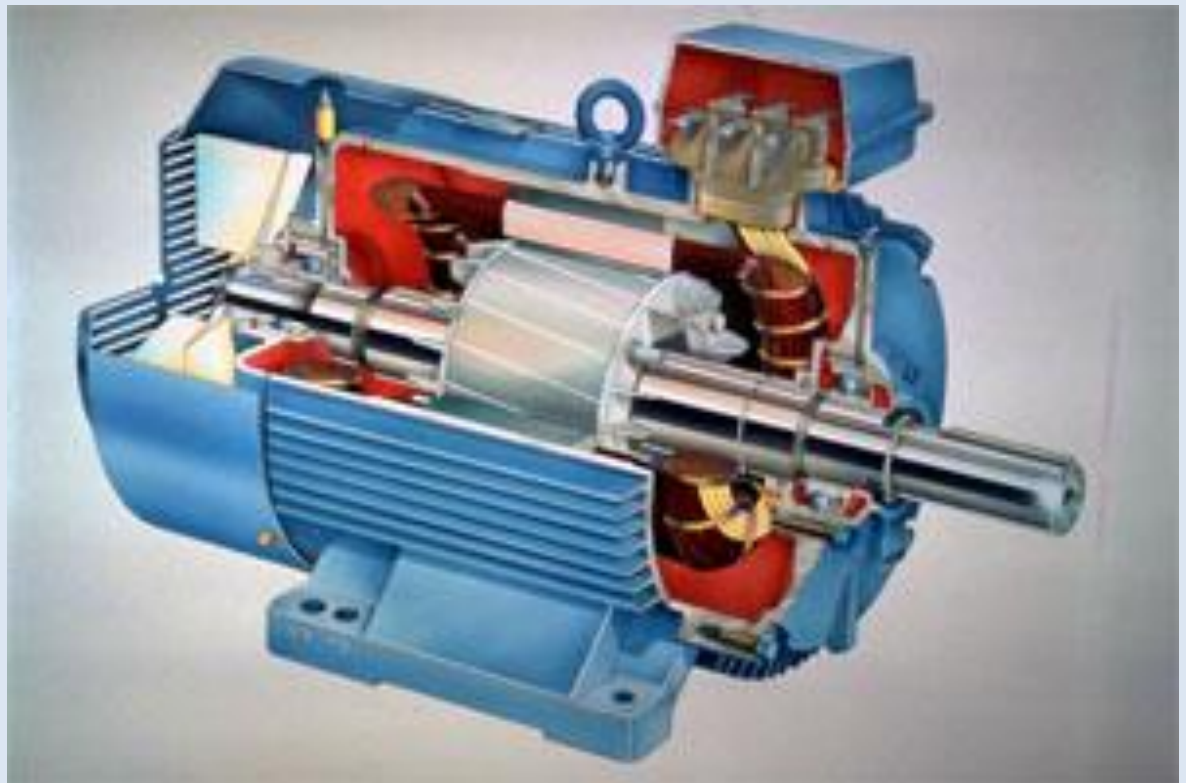
Elektrická energie se mění na mechanickou.

Rozdělení:

Motory založené na točivém poli

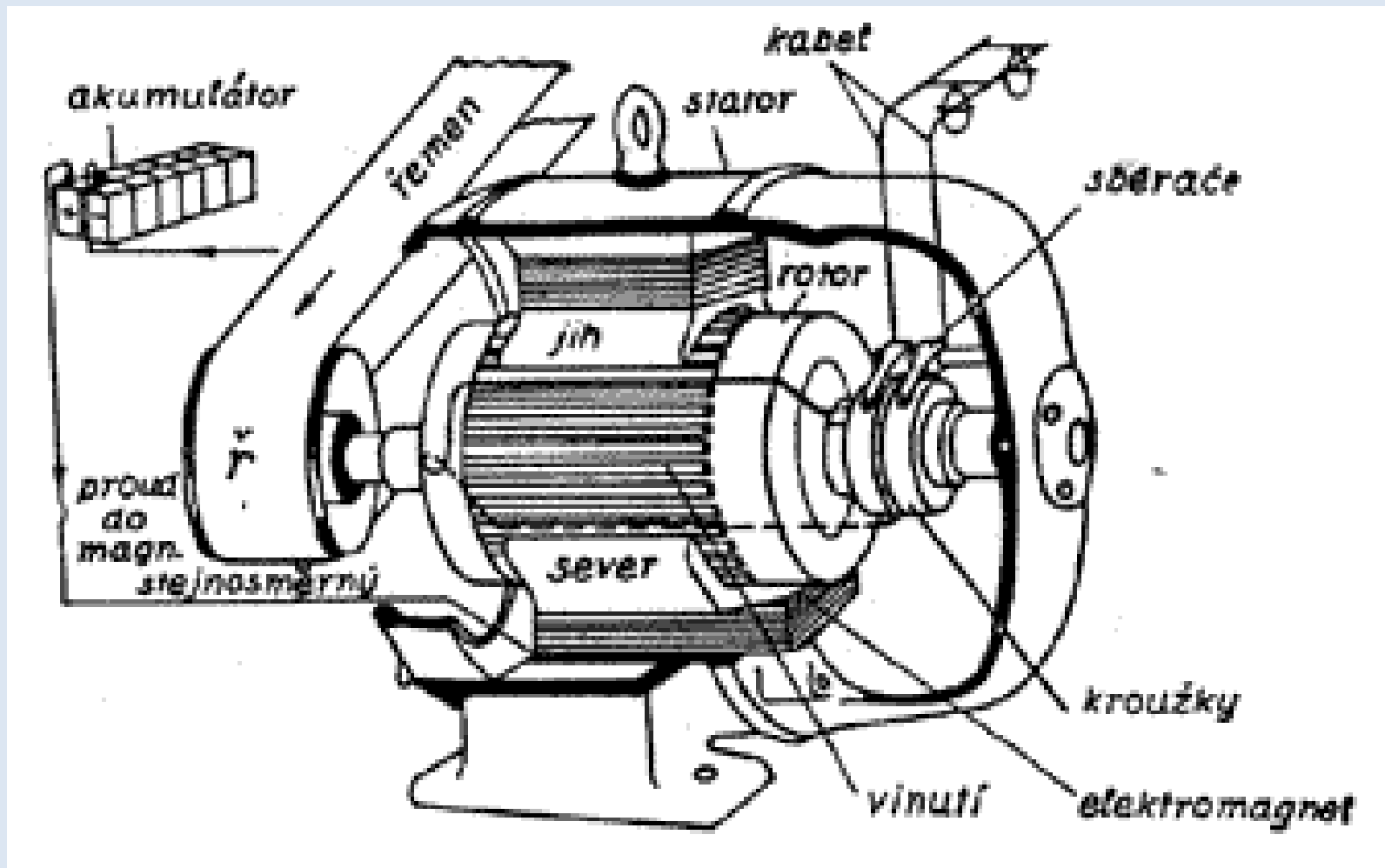
- synchronní
- asynchronní

- jednofázový
- třífázový



10. 2. ELEKTROMOTOR NA TROJFÁZOVÝ PROUD

Elektrická energie se mění na mechanickou.



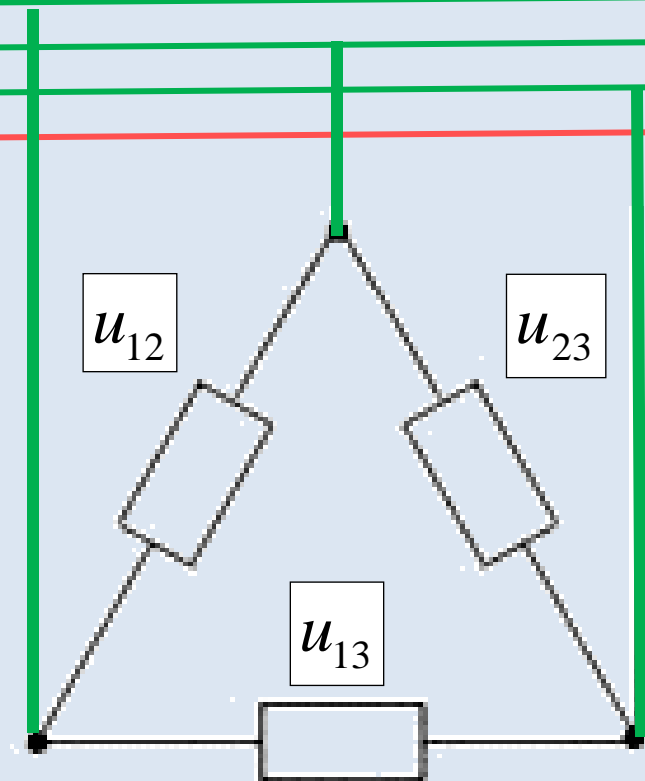
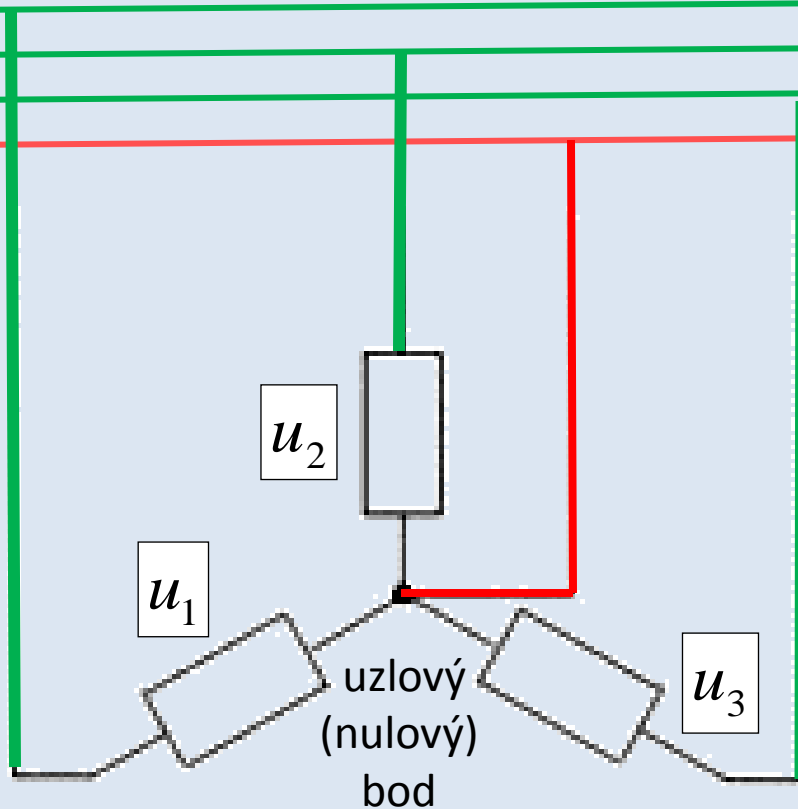
Elektromotor na větší výkon se připojuje současně ke všem fázovým vodičům.

zapojení do hvězdy

jednotlivé spotřebiče jsou připojeny k fázovému napětí

zapojení do trojúhelníka

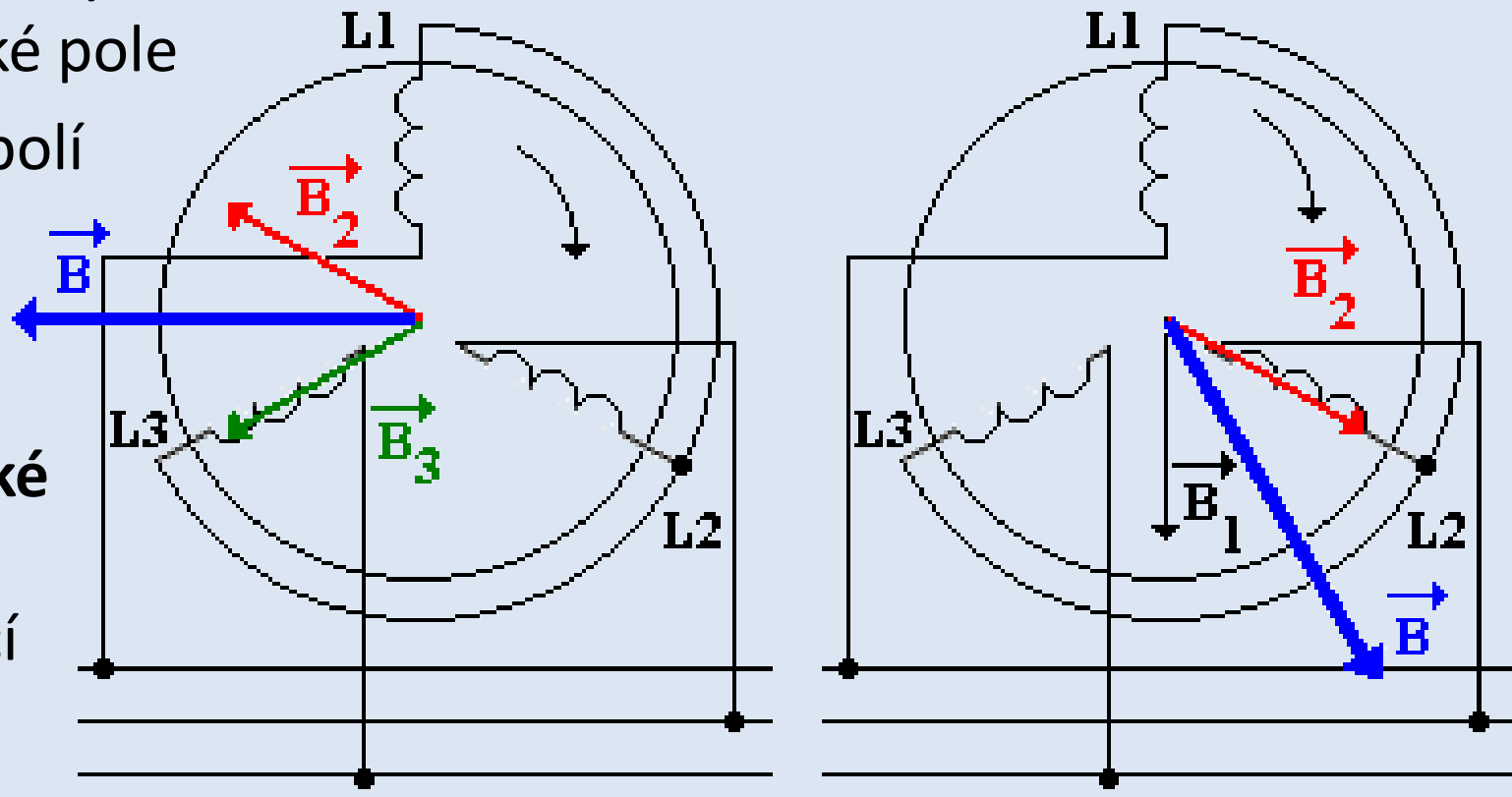
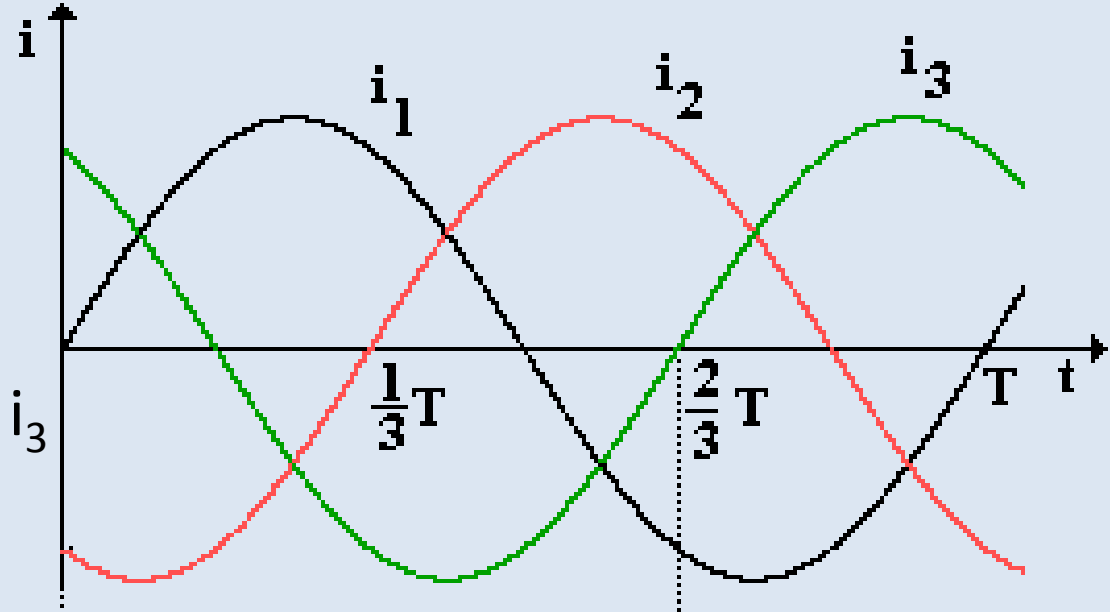
k napětí sdruženému.
(výkon spotřebiče je větší)



ASYNCHRONNÍ

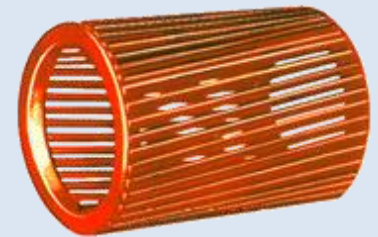
stator – 3 cívky spojené
do hvězdy nebo
do trojúhelníka

- prochází jím proudy i_1, i_2, i_3
posunuté o $1/3$ periody
- každá cívka vytváří
magnetické pole
- složením polí
vzniká
výsledné
točivé
magnetické
pole
s frekvencí
 $\sim |$



ASYNCHRONNÍ

- **rotor** – klecová kotva - klec ze silných hliníkových tyčí v čele spojených Al prstencem (žádné přívodní vodiče)
- točivé magnetické pole indukuje ve vinutí velké proudy, vzniká magnetická síla (Lenzův zákon), která roztočí rotor
- rotor se otáčí s jinou (menší) frekvencí, než točivé mag. pole – asynchronně
- **trojfázové asynchronní elektromotory**
- **Veličina** charakterizující chod se nazývá **skluz**.
 - f_p – frekvence otáčení točivého mg. pole
 - f_r – frekvence otáčení rotoru.
Skluz je možné vyjádřit v procentech.
- V praxi bývá skluz při plném zatížení elektromotoru 2 % až 5 %.

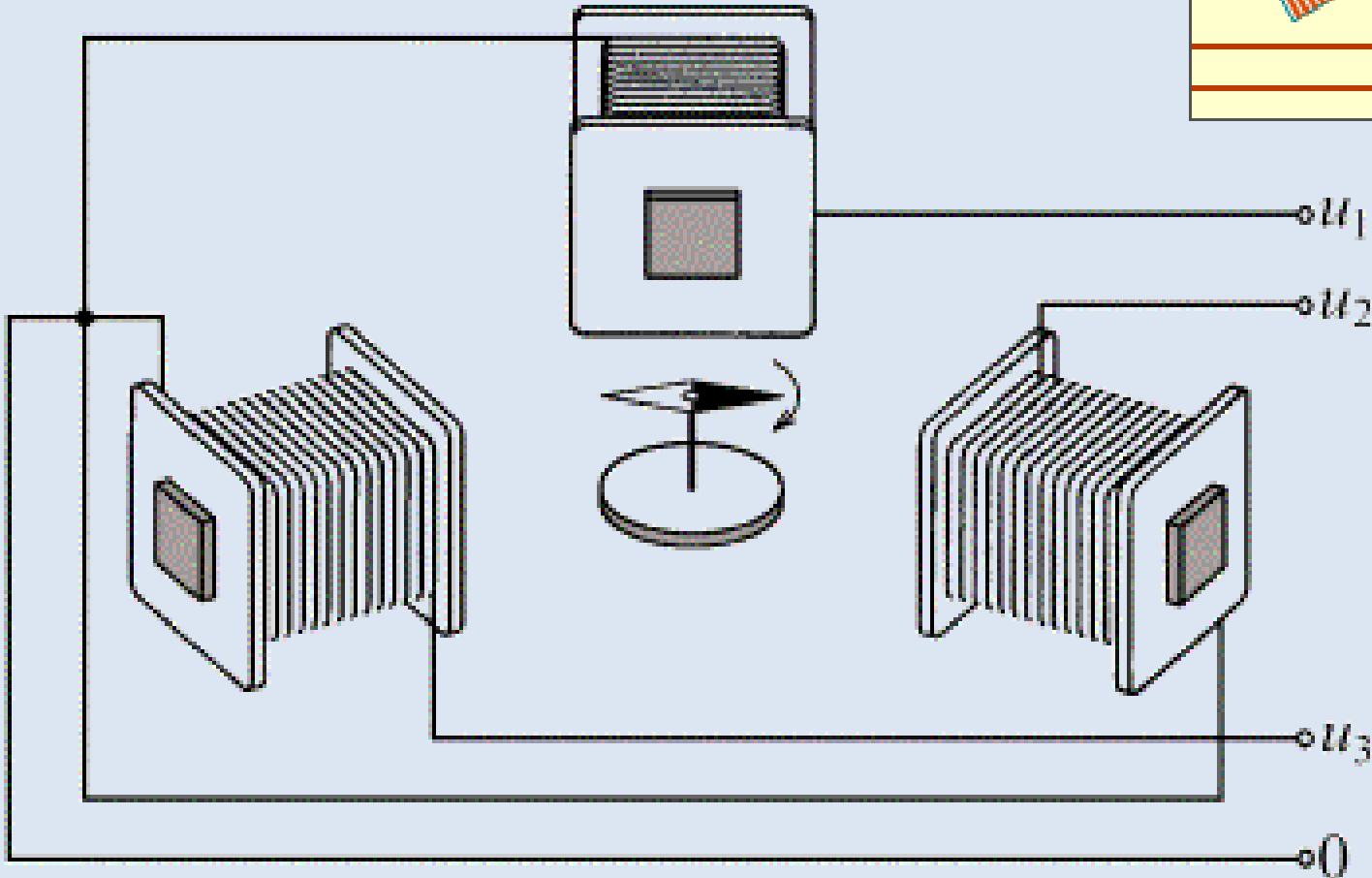
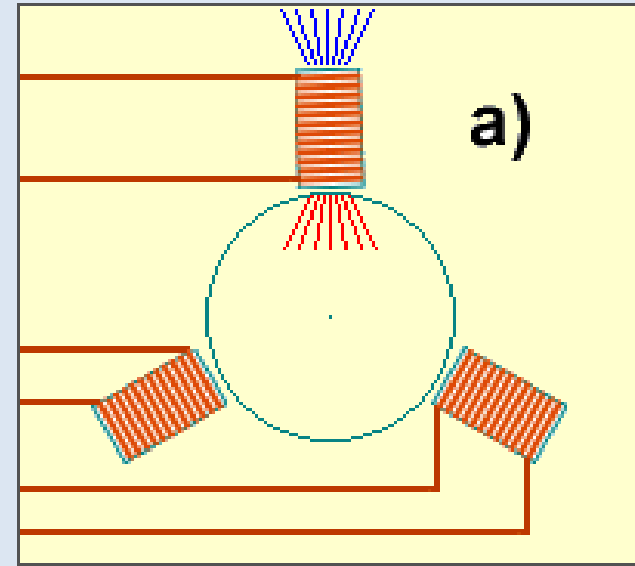


$$s = \frac{f_p - f_r}{f_p}$$

SYNCHRONNÍ

Vznik točivého magnetického pole

Magnetka se otáčí synchronně, tedy se stejnou frekvencí jakou má střídavý proud.



SYNCHRONNÍ MOTOR

Stator má stejnou konstrukci jako stator asynchronního motoru.

Je tvořen elektrotechnickými plechy naskládanými na sebe do tvaru dutého válce.

Po vnitřním obvodu jsou drážky.

V drážkách je uloženo třífázové vinutí vzájemně posunuté o 120° .

Rotor je tvořen permanentním magnetem, nebo elektromagnetem připevněným na hřídeli elektromotoru.

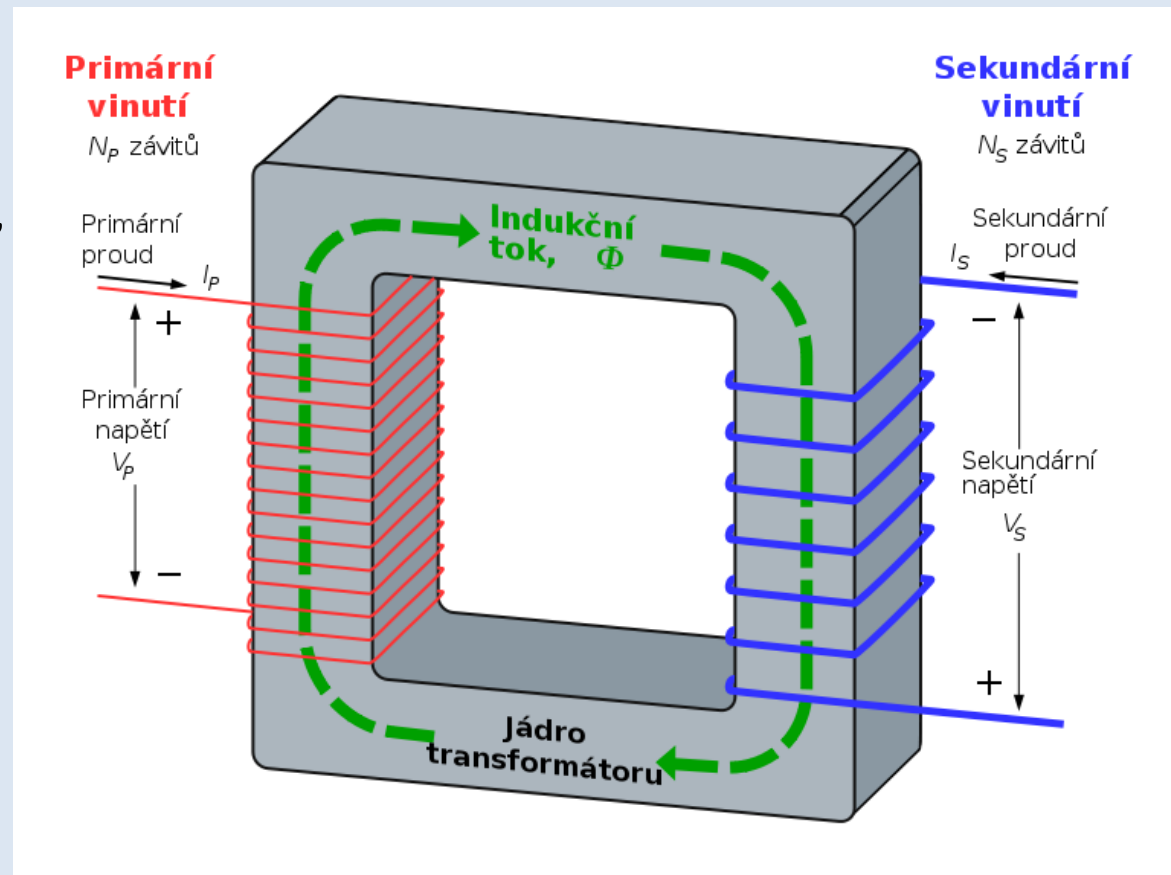
Je třeba ho roztočit na pracovní otáčky jiným strojem.

10. 3. TRANSFORMÁTOR

Je zařízení měnící velikost napětí střídavého proudu.
Princip je založen na elektromagnetické indukci.

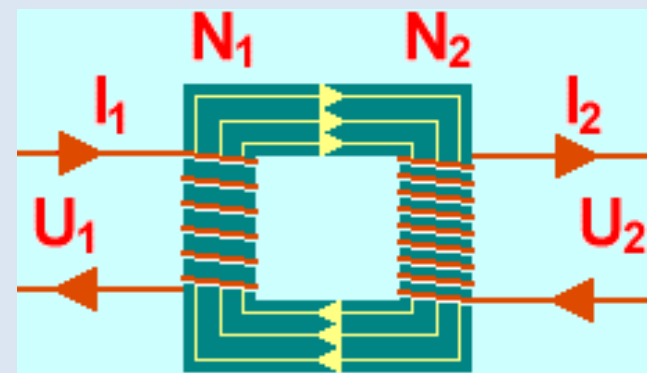
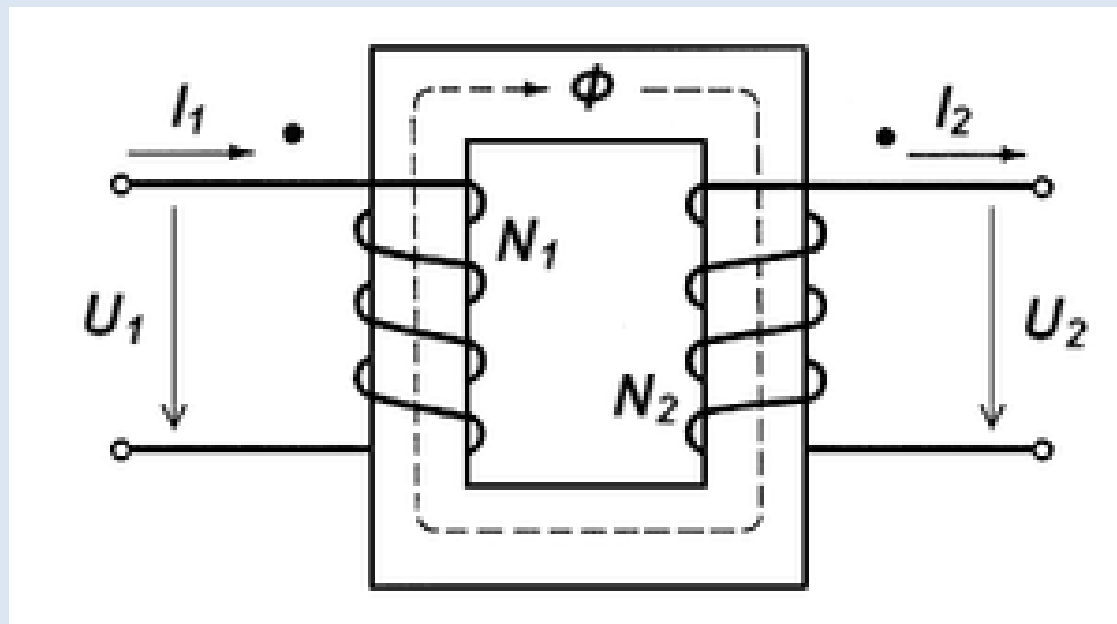
Jednofázový transformátor je tvořen dvěma cívkami

- primární N_1 (vstup)
- sekundární N_2 (výstup), které jsou umístěny na společném ocelovém jádře z měkké oceli. To zesiluje magnetickou indukci v cívkách.



10. 3. TRANSFORMÁTOR

Jednofázový transformátor je tvořen dvěma cívkami



- První cívkou prochází střídavý proud, který v jádře transformátoru vytváří nestacionární magnetické pole,
- které je příčinou vzniku indukovaného napětí v druhé cívce.
- Indukované napětí je tím větší, čím rychleji se v cívce mění magnetický indukční tok a čím větší je počet závitů 2. cívky.

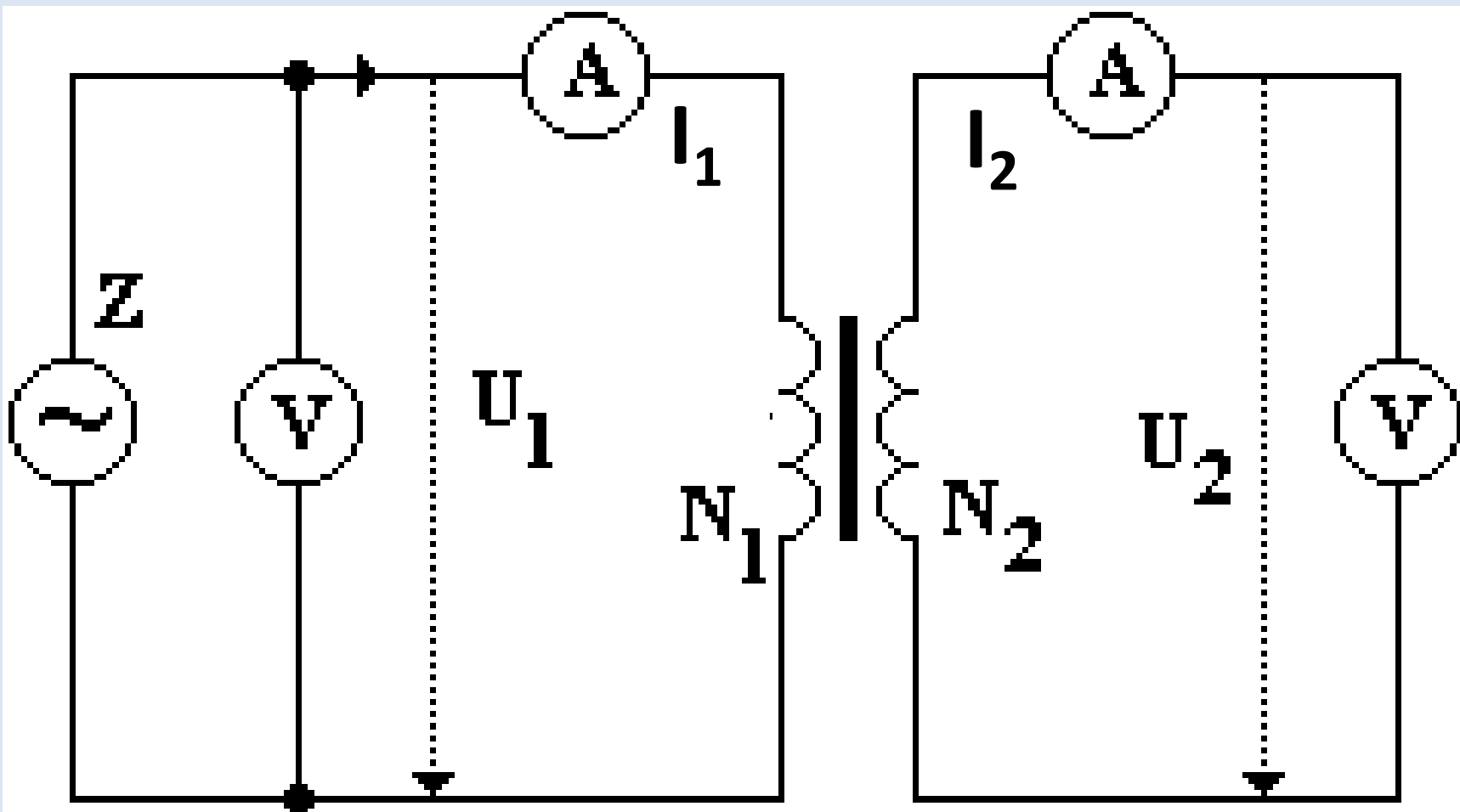
$$U_1 = -N_1 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$U_2 = -N_2 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = k$$

k – transformační poměr

Proudy se transformují v obráceném poměru k počtu závitů.



P1 – příkon transformátoru

P2 – výkon v sekundární části

jestliže zanedbáváme ztráty – platí ZZE

$$\begin{aligned} P_1 &= P_2 \\ U_1 I_1 &= U_2 I_2 \end{aligned}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = k$$

transformace nahoru

$$\begin{aligned} N_1 &< N_2 \\ U_1 &< U_2 \\ I_1 &> I_2 \\ k &> 1 \end{aligned}$$

transformace dolů

$$\begin{aligned} N_1 &> N_2 \\ U_1 &> U_2 \\ I_1 &< I_2 \\ k &< 1 \end{aligned}$$

Třífázový transformátor – k transformaci trojfázového proudu.
má tři jednofázová primární a tři jednofázová sekundární vinutí.
Transformátory pro velké výkony se značně zahřívají a proto je třeba je chladit.

10. 4. PŘENOS ELEKTRICKÉ ENERGIE

Dálkový přenos se uskutečňuje při vysokém napětí 110 kV, 220 kV, 400 kV.

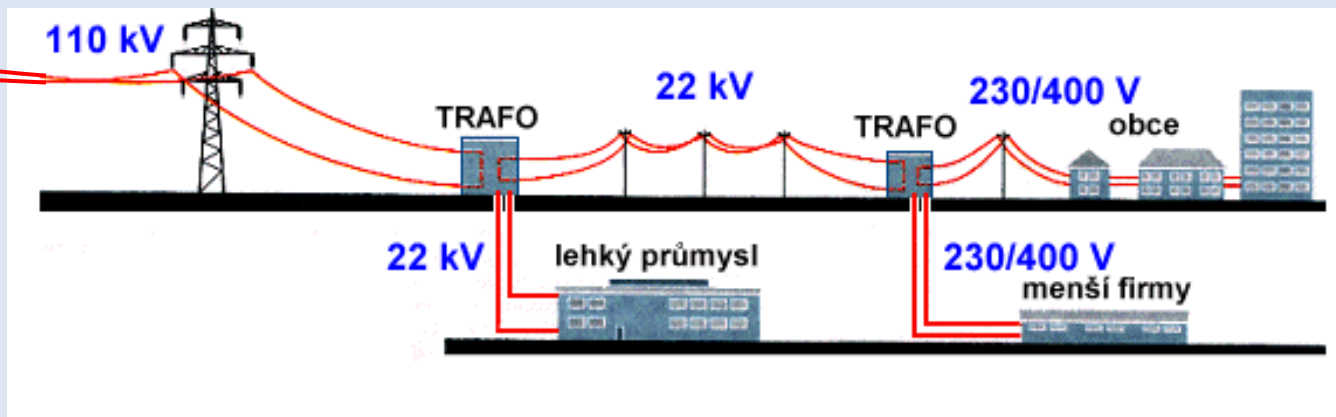
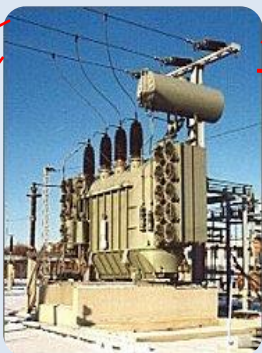
Vlivem ztrát se přenášený výkon snižuje o hodnotu $P = I^2 \cdot R$ (neboť práce $W = I^2 R t$ se mění ve vodiči v Joulovo teplo),

I – proud ve vodičích vedení,

R – odpor.

- Chceme-li docílit minimálních ztrát, musí být Joulovo teplo minimální.
- Toho je možné dosáhnout menším proudem ve vedení (při daném odporu vedení) a tedy větším napětím.

- Na menší vzdálenosti (**blízký přenos**) se elektrická energie přenáší menším napětím (22 kV), které se získává transformací v rozvodnách napojených na dálkový přenos.
- Přenosovou soustavu ukončují transformační stanice, v nichž se získává trojfázové napětí, které se rozvádí k jednotlivým spotřebitelům.



Elektrárny:

elektrická energie se získává přeměnou
z jiných forem energie:

1. uhelné elektrárny (tepelné elektrárny)

- alternátory jsou poháněny parními turbínami
- potřebná energie se získává spalováním uhlí, oleje, plynu, ...
- spalování probíhá v kotli se soustavou trubek, kterými proudí voda a mění se v páru o vysokém tlaku (10 MPa) a teplotě (500⁰C)
- u nás 70 % elektrické energie



2. jaderné elektrárny

- energie potřebná pro výrobu páry se získává přeměnou jaderné energie
- základem je jaderný reaktor, v němž probíhá proces štěpení jader paliva
- při tom se uvolňuje značná energie, která se přenáší nejčastěji vodou do výměníku tepla, který zajišťuje, že radioaktivní látky z reaktoru neproniknou do páry, která pohání turbínu.
- Dukovany byly dokončeny v roce 1988. s výkonem 1760 MW.
- Od roku 2002 je největší jadernou elektrárnou u nás Temelín, 2x981MW.
- v ČR – 27 % .



3. vodní elektrárny 3 %

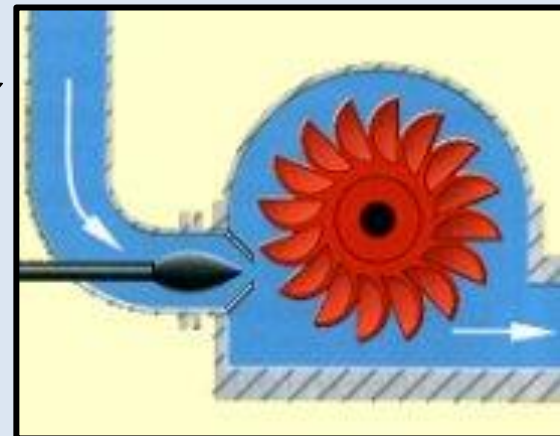
- jsou založeny na využití energie vodního toku.
- alternátor je poháněn vodní turbínou



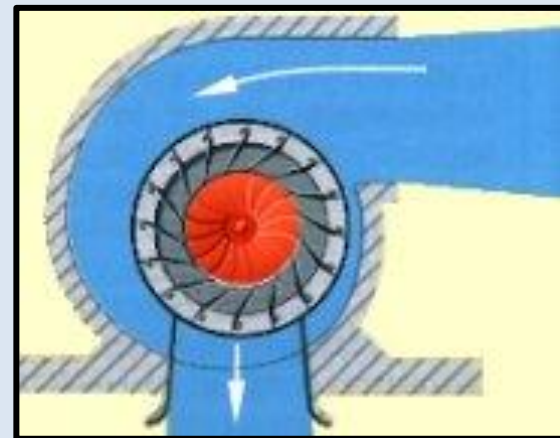
- Typ turbíny určuje způsob, jakým se energie vody přeměňuje na kinetickou energii.

- **Peltonova** - používá se pro větší výkony, velký spád a menší průtok vody. Voda se přivádí hubicí ve směru tečny k obvodu kola a dopadá na lopatky rotoru.

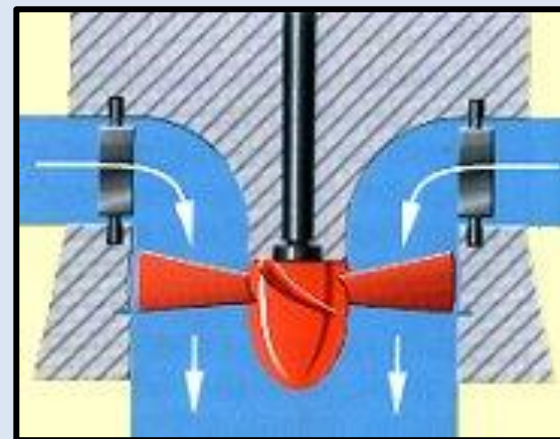
Výkon se reguluje kuželem v hubici.



- **Francisova** - používá se pro velký rozsah spádů i průtoků a je dnes nejrozšířenější přetlakovou turbínou. Voda proudí do spirálové skříně turbíny, protéká rozváděcím kolem, naráží na lopatky oběžného kola a odtéká sací troubou. Výkon se reguluje natáčením lopatek rozváděcího kola.



- **Kaplanova** je to vrtulová turbína, která má natáčivé lopatky rozváděcího i oběžného kola. Je vhodná pro vodní elektrárny s kolísavým průtokem a spádem. Předností tohoto typu jsou vysoké otáčky, což umožňuje používat generátory jednodušší konstrukce.

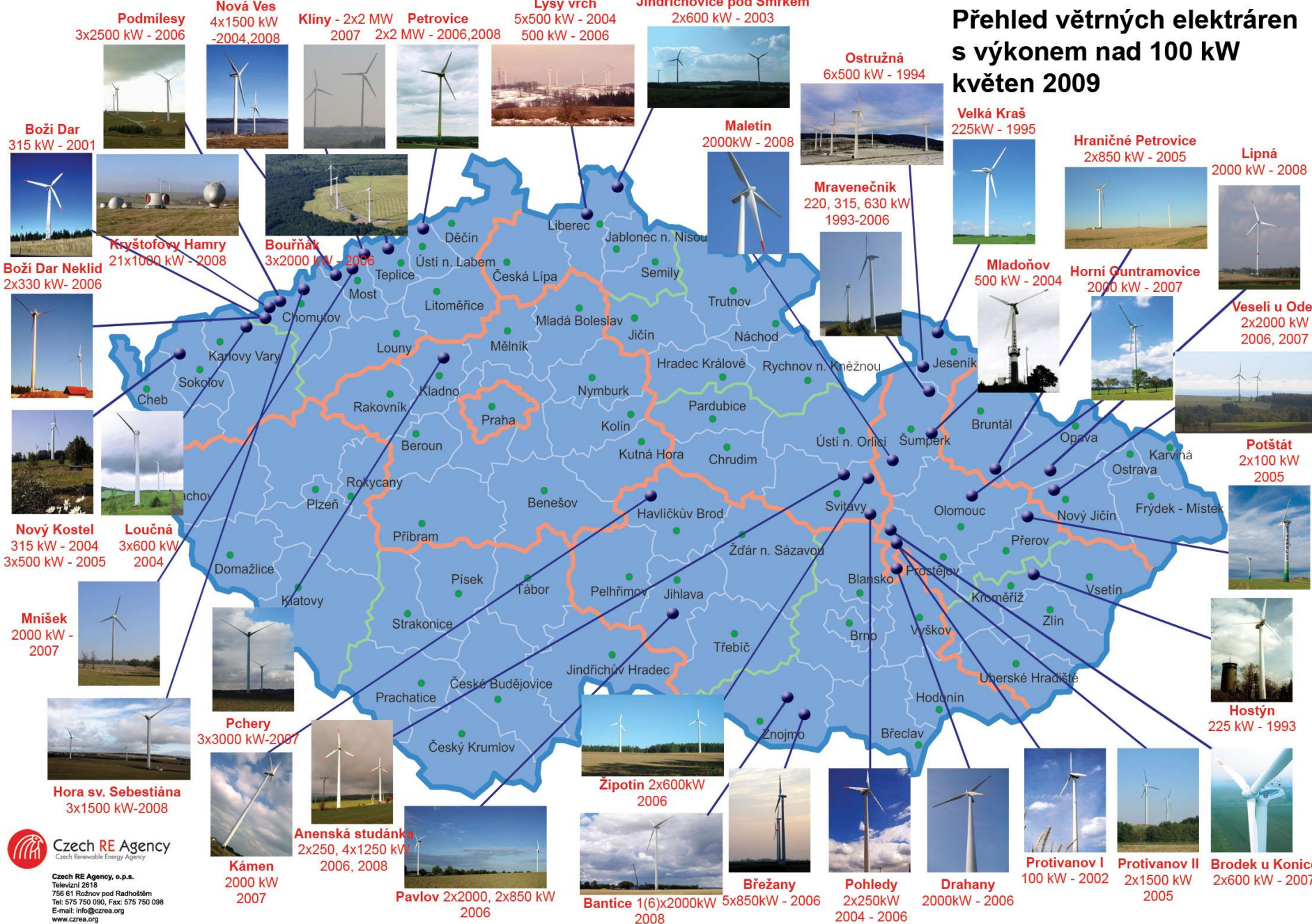


4. větrné elektrárny

- První větrná elektrárna o výkonu 315 kW byla uvedena do zkušebního provozu v roce 1993 v Krušných horách.
- V roce 1998 byla uvedena do trvalého provozu farma větrných elektráren na Mravenečníku v Koutech nad Desnou (Jeseníky), která se skládá ze tří elektráren o výkonech 220 kW, 315 kW a 630 kW.



Přehled větrných elektráren s výkonem nad 100 kW květen 2009



5. Geotermální elektrárny

6. Solární elektrárny

