

DESIGN OF THREE-PHASE SYNCHRONOUS ALTERNATOR

Ondrej Šulák

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xsulak03@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Ondřej Víték

E-mail: viteko@feec.vutbr.cz

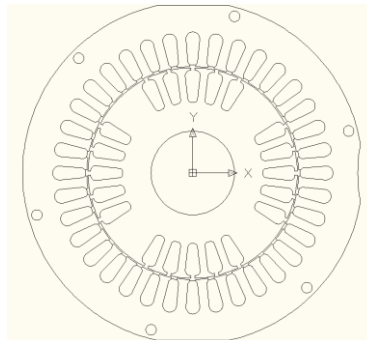
Abstract: My work will not inform you only about the issue of magnetic field, but also with the design complications and their solutions in the design of electrical machine.

Keywords: Synchronous generator

1. ÚVOD

Cieľom mojej práce bolo navrhnuť a analyzovať 3 fázový generátor, ktorého analýzu podložím výpočtom a objasnením prebiehajúceho magnetického deja. Taktiež sa snažím popísať môj postup návrhu, či už sa jedná o vinutie statora alebo rotora, konštrukcia rotora atď.

2. SYNCHRÓNNY GENERÁTOR



Obrázok 1 Schéma statoru a rotora stroja

Uvažovaný predpoklad parametrov stroja: Efektívna dĺžka stroja $l=100\text{mm}$, hladký rotor $2p=4$ pričom $1/3$ rotora je hladká a v $2/3$ sú drážky pre budiace vinutie. Stredná hodnota indukcie vo vzduchovej medzere medzi hladkým pólom a statorom $B_\delta=0,6\text{ T}$ a šírka vzduchovej medzere $\delta=0,5\text{mm}$. Za materiál statora a rotora si volím M700-50A, kde vďaka B-H charakteristike vieme zistiť intenzitu póla v danej časti magnetického obvodu. Predpokladajme zapojenie vinutia do hviezdy $U_n=42\text{V}$. $S=500\text{VA}$.

3. STATOR STROJA A VÝPOČET INDUKOVANÉHO NAPÄTIA

Magnetický tok sprážený s vinutím má sínusový priebeh. Maximálna hodnota spráženého simulovaného priebehu je $\phi_{sm}=18\text{mWb}$. Indukované napätie získam

$$u_i = \frac{d\phi_s}{dt} \quad (2)$$

u_i je indukované napätie vo vinutiach statora [V], ϕ_s sprážený magnetický tok [Wb].

Spražený tok je

$$\Phi_s = \Phi_{sm} \sin \omega t \Rightarrow u_i = \Phi_{sm} \cdot \omega \cdot \cos \omega t \quad (3)$$

ω je uhlová frekvencia [rad.s⁻¹].

Ak $\cos \omega t = 1$ tak je $u_i = \max$

$$u_{im} = \Phi_{sm} \omega = \Phi_{sm} 2\pi f \quad (4)$$

u_{im} je maximálne indukované napätie [V],

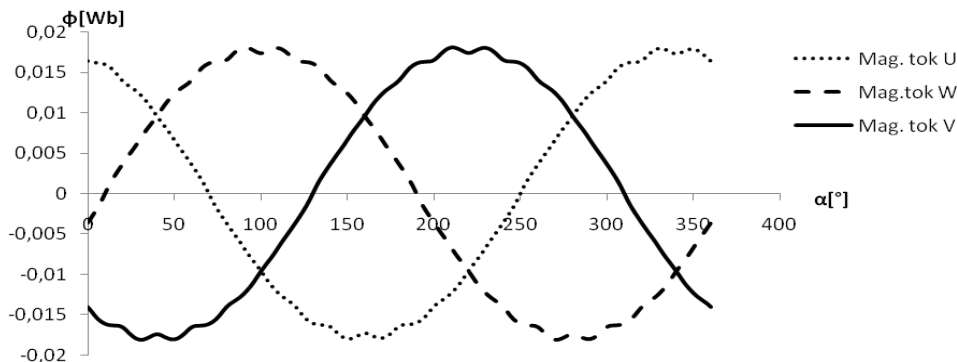
f = frekvencia [Hz].

Efektívna hodnota indukovaného napätia (spražený mag. tok už zahŕňa závit)

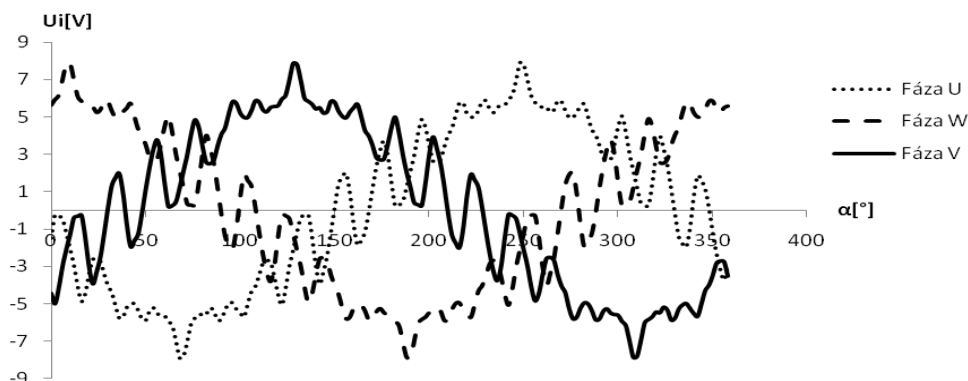
$$U_i = \frac{2\pi f \Phi_s}{\sqrt{2}} = 4,44 \cdot f \cdot \Phi_s = 4,44 \cdot 50 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 3,996V \quad (5)$$

Pre 6 závitov na fázu (2x- 3 závitov na fázu a jednu pólovú dvojicu) dostaneme 4V. Keďže potrebujeme fázové napätie $U_n = \frac{42}{\sqrt{3}} = 24,25$ V, trojčlenkou dostaneme potrebný počet závitov na fázu a to je 36 závitov/fázu. 6 závitov na drážku.

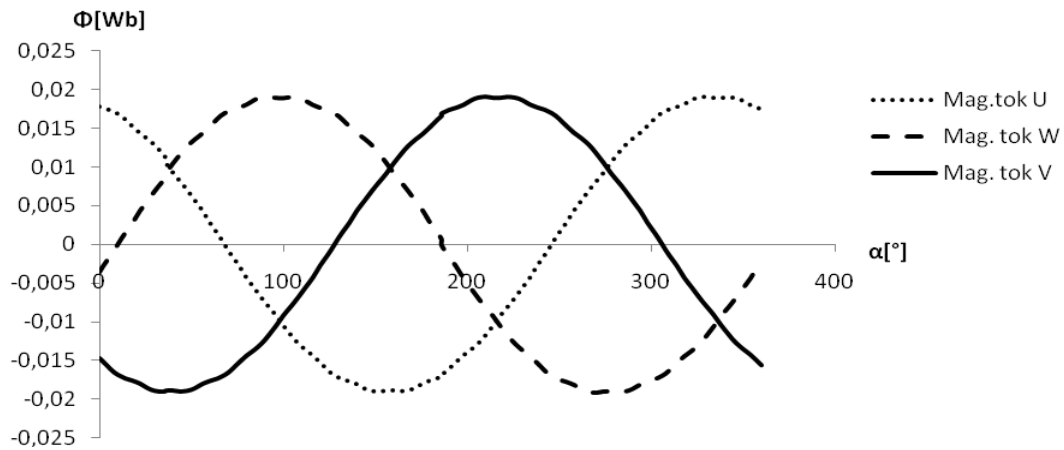
Pre lepšiu predstavu „závislosti“ indukovaného napätia na spráženom magnetickom toku cievkami, si ukážeme priebehy indukovaných napätí. Ako názornú ukážku použijem prvú verziu stroja a jeho následnú vylepšenú verziu. Prvá vykonaná analýza má znázornené priebehy na **Obrázok 2** a **Obrázok 3**.



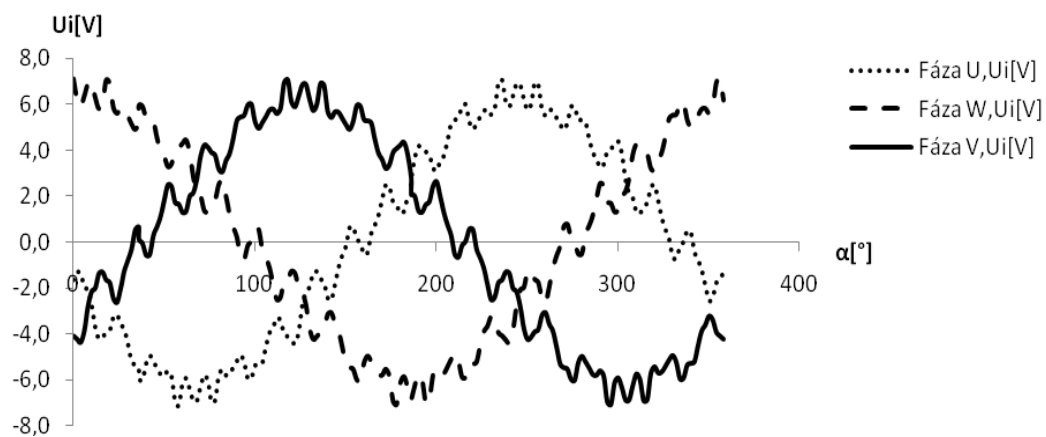
Obrázok 2 Priebeh spráženého toku danými cievkami v statore



Obrázok 3 Indukované napätia v statorových cievkach



Obrázok 4 Priebeh spráženého toku danými cievkami v statore



Obrázok 5 Indukované napätia v statorových cievkach

4. ZÁVER

Analýzu som vykonal v programe FEMM ktorú som podložil vhodným matematickým výpočtom. Priebehy spráženého toku na **Obrázok 2** a **Obrázok 4** pripomínajú sínusový priebeh, ale malé výkyvy spôsobili značné zdeformovanie indukovaného napätia (viz **Obrázok 3** a **Obrázok 5**). Tieto zmeny sú spôsobené zlým rozložením magnetickej indukcie vo vzduchovej medzere v pozdĺžnom smere. Korekcia spočívala vo zväčšení plochy hlavičky zuba rotoru, čím som dosiahol lepšie rozloženie magnetickej indukcie vo vzduchovej medzere. Pri tejto optimalizácii som dbal na zachovanie plochy drážky pre umiestnenie budiaceho vinutia s tým, že po pripojení generátora do záťaže, bude treba regulovať budiaci prúd. Taktiež som znížil reluktančný moment rozložením zubov. Maximálny nameraný reluktančný moment bol na upravenom rotore 1,22N.

REFERENCE

- [1] Cigánek, Ladislav. *Stavba elektrických strojů*. Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 1958. 714 s.
- [2] Klepl, Václav. *Základní kvalifikační učebnice : elektrotechnika silnoprůdů*. Praha : [s.n.], 1971. Magnetický obvod, s. 208.
- [3] Petrov, G.N. *Elektrické stroje 2 : Asynchronní stroje - synchronní stroje*. 2. opravené a doplnené vydání. Moskva : Energija, 1963. 722 s.