

INDUCTION GENERATOR IN THE INDEPENDENT GRID

Tomáš LÁNÍČEK, Master Degree Programme (5)
Dept. of Power Electrical and Electronic Engineering, FEEC, BUT
E-mail: xlanic02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Ing. Vladimír Kutnohorský

ABSTRACT

A basic view on problems of the operation of a stand alone induction generator is given in this project. A way of calculating the operational states is described. The aim of measurement was the experimental checking of the principle of self-exciting induction generator isolated from main grid. An influence of generator variable loading on the voltage using the BK 550 analyzer was studied.

1 ÚVOD

Navzdory tomu, že elektrická energie je nejvhodnější formou energie k transportu, je stále nedostupná ve vzdálených nebo řídko osídlených oblastech. Také potřeba záložních zdrojů energie rychle stoupá následkem nestability veřejné sítě. Značné distribuční ztráty a investice do rozvodné sítě vedou k hledání nezávislých zdrojů elektřiny. Pro tyto a další aplikace lze využít asynchronní generátor, který je konstrukčně jednoduchý, odolný, spolehlivý a cenově dostupný. Ke své činnosti však potřebuje zdroj jalové energie pro vytvoření magnetického pole, který v izolované síti zajišťuje nejčastěji kondenzátorová baterie. Na rozdíl od synchronního generátoru s kroužky a kartáči, nevyžaduje opakovanou údržbu způsobenou mechanickým opotřebením.

Cílem této práce je popis chování a praktické možnosti využití asynchronního generátoru v autonomním provozu. Při měření byl použit mimo jiné také analyzátor sítí BK 550 pro hlubší rozbor výstupních napětí, proudů a přechodových dějů v různých provozních stavech indukčního generátoru.

2 ROZBOR

2.1 NABUZENÍ ASYNCHRONNÍHO GENERÁTORU

Jestliže se stroj otáčí rychlostí n a je k němu připojena kondenzátorová baterie o velikosti C , prochází jeho vinutím a kondenzátorem proud, který odpovídá remanentnímu napětí. Tento budící proud vybudí odpovídající magnetické pole, které indukuje ve vinutí větší napětí. Napětí zvětší proud a celý proces se opakuje, až dojde k rovnováze mezi napětím

generátoru $U_0 = I_{1\mu} \cdot X_{11}$ a napětím na kondenzátoru $U_0 = I_{1C} \cdot X_C$. Při stálé kapacitě C a při zvýšení rychlosti otáčení rotoru dochází ke zvětšení reaktance X_{11} , kdežto kapacitní reaktance $X_C = 1/\omega_1 \cdot C$ klesá. Proto se stroj vybudí na vyšší napětí při vyšším kmitočtu.

2.2 VLIV ZATÍŽENÍ ASYNCHRONNÍHO GENERÁTORU

Nabuzený indukční generátor pracující do samostatné zátěže popisuje (Obr. 1) a z něj odvozené rovnice. Na rozdíl od paralelní spolupráce generátoru s tvrdou sítí, není v tomto případě napětí a kmitočet konstantní, proto volíme poměrný kmitočet jako referenční veličinu, s jejíž pomocí můžeme sledovat vliv na ostatní veličiny. Uvažujeme, že indukční generátor je navrhnutý na jmenovitý kmitočet f_n , ale jeho skutečná frekvence při zatížení je f_1 , pak tuto

změnu vyjádříme poměrnou frekvencí f^* dle vztahu: $f^* = \frac{f_1}{f_n}$ (1)

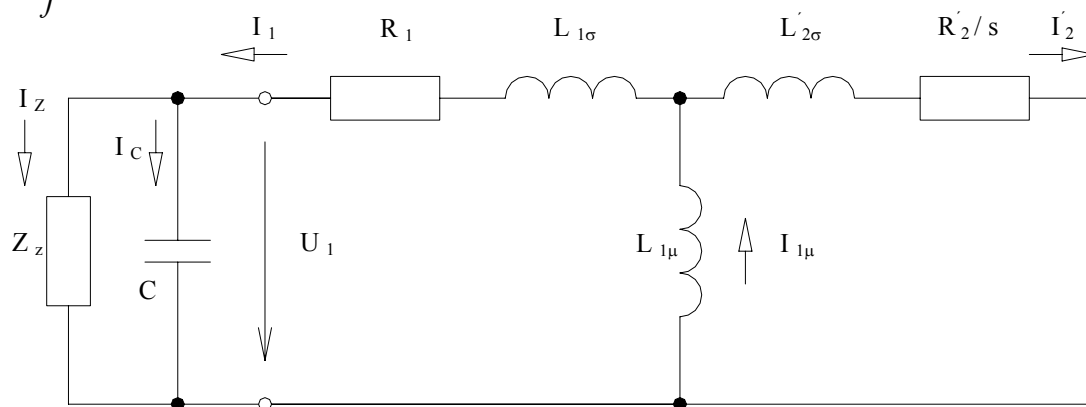
Podobně pro poměrnou mechanickou rychlost otáčení generátoru platí: $\Omega^* = \frac{n_1}{n_n}$ (2)

kde n_1 je skutečná rychlost otáčení rotoru,

n_n je rychlost otáčení rotoru pro výstupní kmitočet f_n .

Skluž vyjádříme s pomocí rovnic (1) a (2) ve tvaru:

$$s = \frac{f^* - \Omega^*}{f^*} \quad (3)$$



Obr. 1: Náhradní schéma jedné fáze zatíženého asynchronního generátoru

Rovnice popisující chování asynchronního stroje jako samostatně pracujícího generátoru v ustáleném stavu jsou:

$$\overline{U}_1 = -R_1 \overline{I}_1 - jf^* \omega_n L_{1\sigma} \overline{I}_1 - jf^* \omega_n L_{1\mu} (\overline{I}_1 + \overline{I}'_2) \quad (4)$$

$$0 = \frac{R'_2}{s} \overline{I}'_2 + jf^* \omega_n L'_{2\sigma} \overline{I}'_2 + jf^* \omega_n L_{1\mu} (\overline{I}_1 + \overline{I}'_2) \quad (5)$$

$$\text{Zátěž připojená na svorky generátoru je z obecného hlediska dána: } \overline{Z}_z = R \pm jX \quad (6)$$

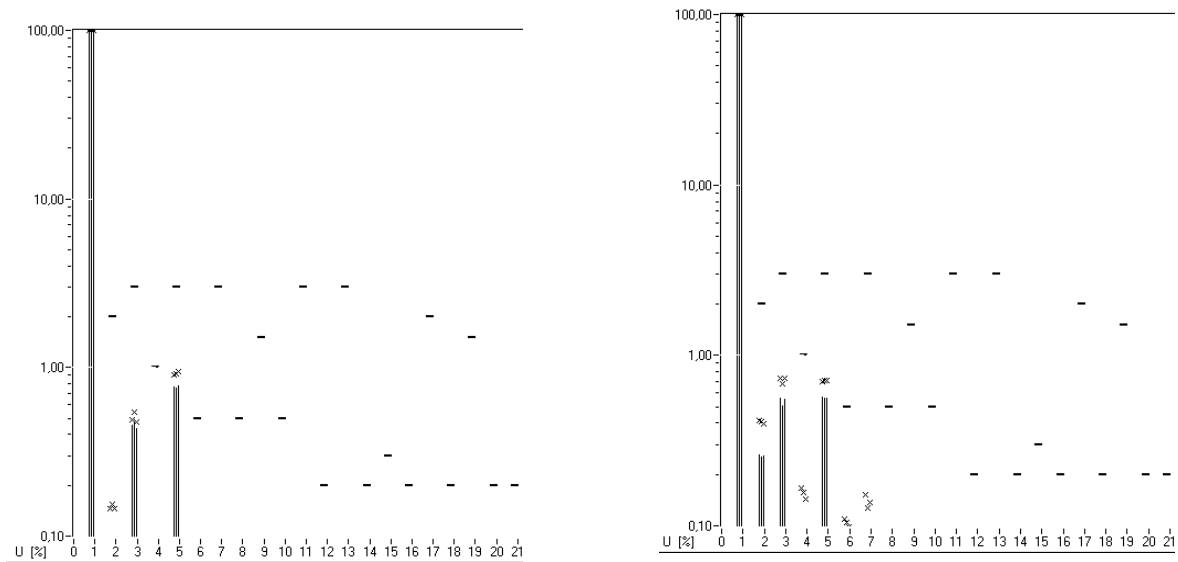
Potom je možné pro výslednou impedanci paralelní kombinace zátěže a budící kapacita psát:

$$\bar{Z} = \frac{\pm X - jR}{f^* \omega_n RC + j(\pm f^* \omega_n XC - 1)} \quad (7)$$

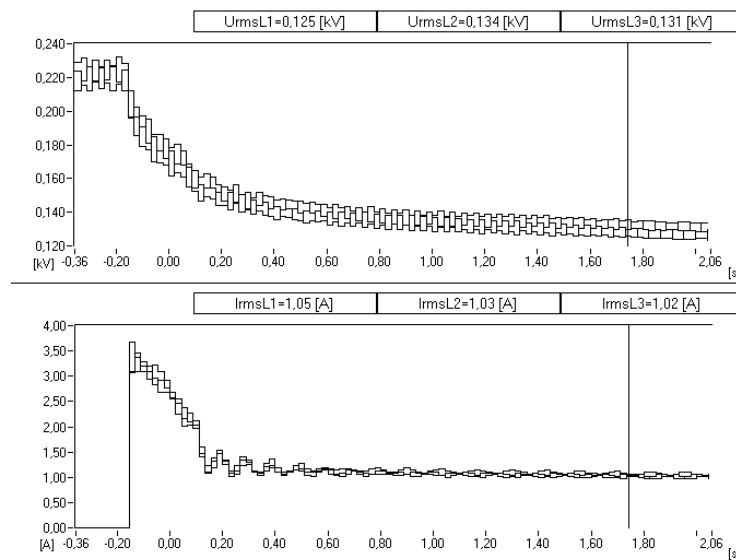
Z Obr. 1 a rovnice (7) lze určit další podmínku pro řešení:

$$\bar{U}_1 = \bar{Z} \cdot \bar{I}_1 = -\bar{Z}_{AG} \cdot \bar{I}_1, \quad \text{kde } \bar{Z}_{AG} \text{ je impedance asynchronního generátoru} \quad (8)$$

Řešením předchozích rovnic lze získat všechny potřebné veličiny pro stanovení provozních stavů asynchronního generátoru. Pro přesnější výpočet lze rovněž uvažovat ztráty v železe a skutečnou závislost magnetizační reaktance na magnetizačním proudu.



Obr. 2: Harmonická analýza napětí při chodu naprázdno a čistě odporové zátěži



Obr. 3: Připojení zátěže (rozběh AM 1,1kW naprázdno) se zařazeným R v sérii