

# ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ САМОЗБУДЖЕННЯ АВТОНОМНОГО АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА З СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ НАПРУГОЮ НА ОСНОВІ ЕЛЕКТРОННОГО РЕГУЛЯТОРА НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ РОБОТІ НА АКТИВНО-ІНДУКТИВНЕ НАВАНТАЖЕННЯ

Тригуб А.О., студентка, Гузинський А.С., магістрант, Пушкар М. В., к.т.н., ст. викладач.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

**Вступ.** Асинхронні генератори з самозбудженням (АГ) знайшли широке застосування в системах електропостачання на основі вітро- та гідрогенераторів, через здатність генерувати електричну енергію в широкому діапазоні обертів. Серед останніх тенденцій в розробці систем керування напругою АГ найбільшого розвитку отримали системи на основі електронних регуляторів навантаження (ЕРН), статичних компенсаторів (STATCOM) [1,2], та векторно-керовані системи на базі інверторів [3]. Тому саме цим системам потрібно приділяти найбільшу увагу при експериментальному дослідженні та моделюванні автономних систем генерації електричної енергії на базі АГ. Водночас робочі режими цих систем при активно-індуктивному характері навантаження потребують глибокого аналізу

**Мета роботи.** Провести дослідження процесу самозбудження системи АГ-ЕРН при роботі з активно-індуктивним навантаженням.

**Матеріали і результати досліджень.**

Функціональна схема системи керування напругою АГ, за допомогою ЕРН на рисунку 1.

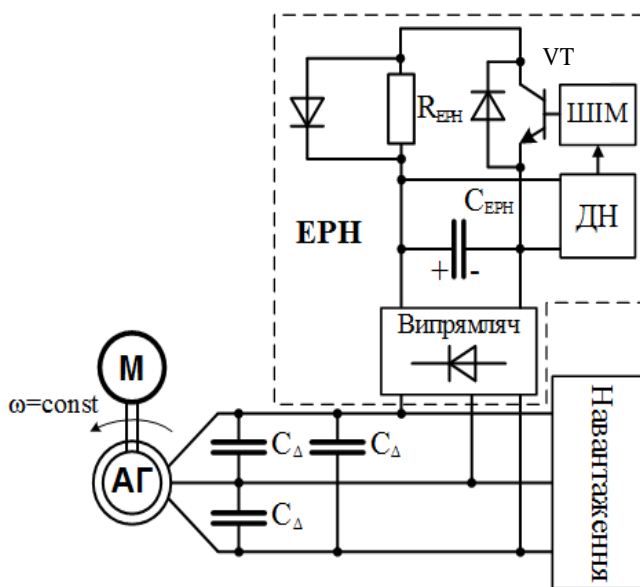


Рисунок 1 – Функціональна схема системи керування напругою АГ за допомогою ЕРН

Асинхронний генератор АГ приводиться в обертання за допомогою привідного двигуна М, швидкість обертання якого підтримується постійною. Для самозбудження АГ використовується паралельна батарея конденсаторів С, включених в трикутник.

Генератор підключено до навантаження, яке під час роботи може змінюватись в діапазоні від 0% до 100% від номінального значення. Паралельно до навантаження та генератора підключається електронний регулятор навантаження, який

складається з випрямляча, фільтруючого конденсатора  $C_{EPH}$ , та баластного резистора  $R_{EPH}$ , який в залежності від навантаження на АГ комутується за допомогою електронного ключа VT по алгоритму представленому в [4,5].

Сигнали керування ключем поступають від ШІМ контролера, який в залежності від величини напруги, отриманої з датчика напруги ДН, дає сигнал на замикання ключа. Конденсаторна батарея  $C_{\Delta}$  в таких системах розраховується так, щоб АГ самозбудився від неї при підключеному номінальному навантаженні. Завданням електронного регулятора навантаження є підтримка сталого навантаження АГ, що в свою чергу робить сталою і величину генерованої напруги АГ. У випадку коли величина навантаження змінюється, підключається баластне навантаження RELC, так щоб величина загальної потужності на генераторі залишалася незмінною [3].

Було розроблено модель системи АГ-ЕРН в середовищі Simulink/MATLAB, яка представлена на рисунку 2.

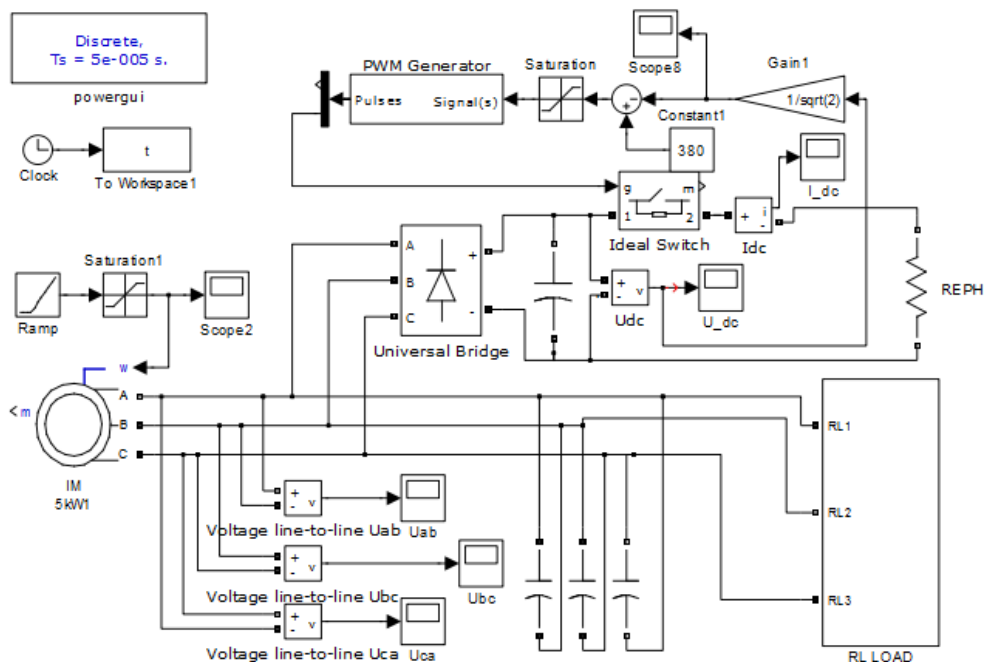


Рисунок 2 – Модель системи АГ-ЕРН з активно-індуктивним в Simulink/MATLAB

Дослідження проводилися для АГ побудованого на базі трифазного асинхронного двигуна АІР112М4У3 потужністю 5,5 кВт, номінальною напругою 380 В, частотою 50 Гц, кількість пар полюсів – 2. Наступні параметри генератора було отримано експериментально  $R_s = 0.94$  Ом,  $R_r = 0.7$  Ом,  $L_{\sigma s} = L_{\sigma r} = 0.124$  Гн,  $L_m = 0.118$  Гн.

Спочатку генератор був розігнаний до номінальної швидкості, в момент часу 1.6 с починається самозбудження. В кожній фазі підключене навантаження із опору 30 Ом та паралельного дроселю індуктивністю  $3,2 \times 10^{-4}$  Гн. Отримані графіки, представлені на рисунку 3, підтверджують працездатність системи.

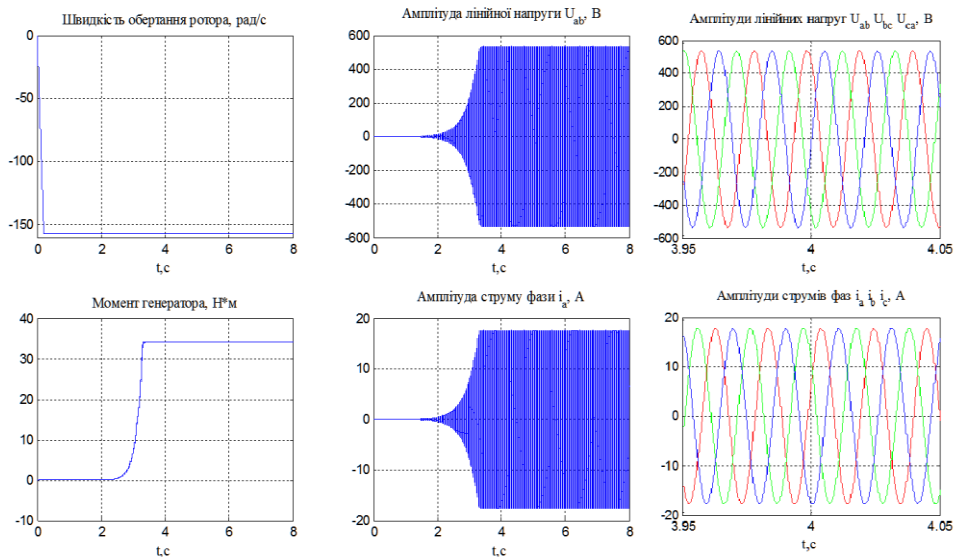


Рисунок 3 – Результати моделювання системи АГ-ЕРН

В результаті відмічено, що самозбудження двигуна відбувається в момент часу 1.6 с що швидше на 0.5-0.7 с ніж при активному навантаженні [5], тобто процес спонтанного наростання напруги за рахунок індуктивності є форсованим. При моделюванні системи з різним активним та індуктивним навантаженнями було встановлено, що збільшення індуктивної складової зменшує час самозбудження, а збільшення активної складової призводить до збільшення часу самозбудження.

**Висновки.** Моделювання системи АГ-ЕРН показало, що вплив індуктивної складової навантаження на процес самозбудження АГ потребує більш досконалого дослідження. Необхідно встановити співвідношення між активною і індуктивною складовою навантаження АГ, при якому в межах границь самозбудження цей процес відбуватиметься за найменший час. Це надасть змогу точно визначати момент самозбудження, що буде корисним при розробці нових систем керування АГ.

#### Перелік посилань.

1. Chauhan Y.K., Jain S.K., Singh B. A prospective on voltage regulation of self-excited induction generators for industry applications// IEEE Trans. Industry Applications, vol.46, no.2, 2010, pp.720-730.
2. Singh B., Murthy S.S., Gupta S. Analysis and design of STATCOM-based voltage regulator for self-excited induction generators// Energy Conversion, IEEE Transactions on , vol.19, no.4, 2004, pp.783–790.
3. S. Peresada, Feedback linearizing field-oriented control of induction generator: theory and experiments / S. Peresada, S. Kovbasa, S. Korol, N. Zhelinskyi // Tekhnichna Elektrodynamika. – 2017. no.2 pp. 48–56.
4. Singh B., Murthy S.S., Gupta S. Analysis and implementation of an electronic load controller for a self-excited induction generator// IEE Proceedings Generation Transmission and Distribution. Vol.151, No.1.2004, pp. 51–60.
5. Печеник М.В., Бовкунович В.С., Пушкар М.В Регулювання напруги асинхронного генератора із самозбудженням за допомогою електронного регулятора навантаження// Електромеханічні і енергозберігаючі системи.– Кременчук: КрНУ– Вип.3/2015 - с.82-87.