

УДК 621.316.729(088.8)

Б.Т. Кононов, О.М. Малиш, В.М. Щека

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ЗОННІ СИНХРОНІЗАТОРИ

Викладені нові технічні рішення, реалізація яких забезпечує підвищення точності відробітку команди на включення вимикача генератора при синхронізації і зменшення часу, що витрачається на виконання цієї операції.

Ключові слова: синхронізація дизель-генераторів, параметри синхронізації, зонний синхронізатор.

Вступ

Постановка проблеми. Для локалізації дефіциту потужності в системах електропостачання необхідно забезпечити своєчасне вмикання генераторів на паралельну роботу. Чим швидше виконана операція синхронізації, тим менше негативні наслідки затягування процесу синхронізації, пов'язані з погіршенням показників якості електричної енергії, перш за все, зменшенням відхилень напруги і частот від номінальних значень. Зменшення часу, що витрачається на здійснення синхронізації, є актуальним науково-технічним завданням, рішення якого слід шукати як шляхом розробки нових способів здійснення процесу синхронізації, так і вдосконаленням відомих пристроїв синхронізації.

Аналіз літератури. Докладний опис відомих способів синхронізації і застосування для їх реалізації технічних рішень викладений в [1]. Виходячи з необхідності здійснення процесу синхронізації так, щоб виключити при цьому збурення, пов'язані з появою кидків струму і провалів напруги, перевага в [1] надано способу точної синхронізації, проте, не заперечуючи цей висновок, слід зазначити, що технічні рішення, викладені в [1], ґрунтуються на забезпеченні при реалізації цього способу синхронізації нульового кута зсуву фаз між напругами, що синхронізуються, у момент замикання контактів вимикача генератора. Дійсно, у відомих пристроях команда на вмикання вимикача генератора повинно бути подано, якщо виконані наступні співвідношення:

$$\delta = \delta_{\text{РАСЧ}}(\omega_s t_{\text{ВКЛ}}), \quad (1)$$

де δ , $\delta_{\text{РАСЧ}}$ – поточний і розрахунковий кути зсуву фаз між напругами генератора і мережі; ω_s – кутова швидкість ковзання; $t_{\text{ВКЛ}}$ – час включення вимикача генератора.

Враховуючи, що команда на включення повинна бути подана в перебігу обмеженого відрізка часу, коли не порушено умову (1), не виключена можливість пропуску команди, а тим самим і затягування процесу синхронізації ще на один період биття, що небажано, особливо при малих частотах ковзання.

Мета статті. Викладення нових технічних рішень, реалізація яких забезпечить зменшення часу, що витрачається на процес синхронізації.

Основна частина

Використовуючи співвідношення, приведені в [1], можливо набути граничного значення кута

включення δ і кутової частоти ковзання, при яких забезпечується при включенні генератора необхідна якість напруги. На рис. 1 жирною лінією в координатах ковзання-кут показана гранична фазова траєкторія 1, звичайно звана сепаратрисой, вибрана для спрощення побудови у вигляді ламаної лінії.

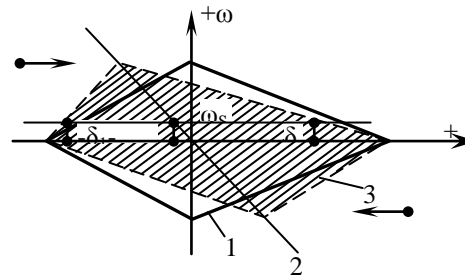


Рис. 1. Побудова зони включення

Виграш в часі досягається у разі, якщо забезпечити включення генератора у всьому діапазоні значень кутової швидкості ковзання, що допускають успішну синхронізацію, після того, як точка фазової траєкторії попаде в зону включення, визначена наступним співвідношенням:

$$+\delta(\omega_s) - \omega_s t_{\text{ВКЛ}} > \delta > -\delta(\omega_s) + \omega_s t_{\text{ВКЛ}}, \quad (2)$$

де $\pm\delta(\omega_s)$ – кут зсуву фаз між напругами генератора і мережі, що забезпечує попадання в область успішної синхронізації з необхідною якістю електричної енергії.

Пряма, що проходить через початок координат на рис. 1., є лінією включення 2, що відповідає виразу $\delta_{\text{РАСЧ}} = \omega_s t_{\text{ВКЛ}}$. Абсциси межі зони включення 3 (на рис. 1. ця зона заштрихована) для будь якого значення ординати ω_s знаходять шляхом підсумовування абсцис сепаратриси і лінії включення, відповідних цьому ж значенню ординат. Стрілками позначені напрям фазових траєкторій у верхній ($\omega_s > 0$) і нижньої ($\omega_s < 0$) напівплощинах. Гранична фазова траєкторія є неоднозначною функцією, тому у виразі (2) слід розрізняти її ліву і праву гілці: $+\delta(\omega_s)$ і $-\delta(\omega_s)$ відповідно.

Одна з можливих фазових траєкторій зображена штрихпунктирною лінією. Дана траєкторія відповідає швидкості ковзання ω_{s1} , при цьому розрахунковий кут рівний $\delta_{\text{РАСЧ}}$, і успішна синхронізація можлива у всьому діапазоні поточних значень кута δ від δ_1 до δ_2 . Схема синхронізатора, що реалізує цей,

названий нами "зонним" способом синхронізації, приведена на рис. 2.

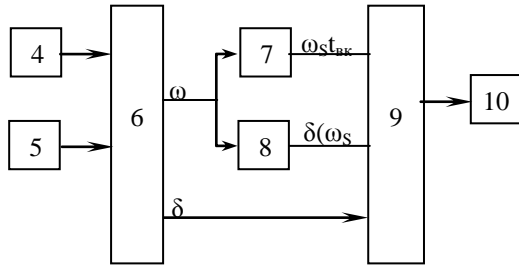


Рис. 2. Схема зонного синхронизатора ($\xi_s = 0$)

На схемі показані генератор 4, мережа 5, функціональний блок 6, одержуючий інформацію про стан генератора і мережі і що видає інформацію про швидкість ковзання і вугілля між напругами генератора і мережі у будь-який момент часу; перетворювач 7 побудови лінії включення; функціональний перетворювач 8 швидкості ковзання у відповідні їй по сепаратрисе кути; логічний блок 9, що фіксує попадання поточного кута δ в зону включення і що дає команду на включення вимикача генератора 10 при виконанні умови (2). Виконання синхронізації із дотриманням цієї умови еквівалентного розширенню лінії включення 2 до зони включення 3, що забезпечує прискорення проведення цієї операції. Виграш в часі, що досягається при застосуванні зонного способу синхронізації, можливо оцінити по величині відрізка $(-\delta_1, \delta_2)$, що лежить в межах зони включення (рис. 1).

Цей виграш прямо пропорційний ширині зони включення і обернено пропорційний швидкості ковзання, при якій здійснюється синхронізація.

Розглянутий пристрій, що реалізовує зонний спосіб синхронізації, незадовільно працює при змінній кутовій швидкості ковзання. Із-за прискорення ковзання, що особливо сильно виявляється при зрівнюванні частот напруг, що синхронізуються, перетворювач побудови лінії включення працює із помилкою, спричиненою тим, що не враховується можлива зміна поточної швидкості ковзання за час включення вимикача генератора. Крім того, значення кутів, що отримуються на виході функціонального перетворювача швидкості ковзання, відповідають не очікуваній швидкості ковзання, а поточної, що в свою чергу збільшує погіршеність спрацювання синхронізатора. На рис. 3. приведена схема синхронізатора, що дозволяє врахувати можливу зміну швидкості, пов'язану з прискоренням ковзання.

ЗОННЫЕ СИНХРОНИЗАТОРЫ

Б.Т. Кононов, А.Н. Малыш, В.Н. Щека

Изложены новые технические решения, реализация которых обеспечивает повышение точности отработки команды на включение выключателя генератора при синхронизации и уменьшения времени, которое тратится на выполнение этой операции.

Ключевые слова: синхронизация дизель-генераторов, параметры синхронизации, зонный синхронизатор.

AREA SYNCHRONIZERS

B.T. Kononov, A.N. Malysh, V.N. Shcheka

New technical decisions, realization of which provides the increase of exactness of working off a command on including of switch of generator during synchronization and diminishing of time which is outlaid on implementation of this operation, are expounded.

Keywords: synchronization of diesel-generators, parameters of synchronization, area synchronizer.

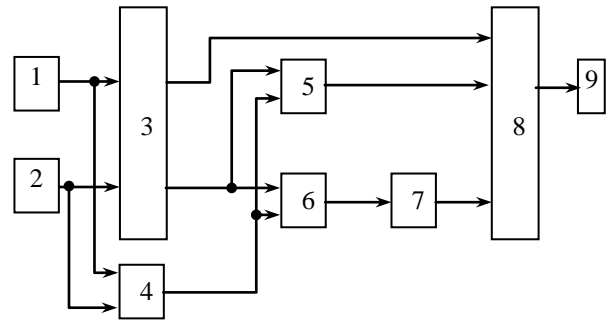


Рис. 3. Схема зонного синхронизатора $\xi_s \neq 0$

На схемі показані генератор 1, мережа 2, функціональний блок 3, що видає інформацію про величину швидкості ковзання ω_s і кута зсуву фаз δ між напругами генератора і мережі, функціональний блок 4, що видає інформацію про величину прискорення ковзання, перетворювач 5 побудови лінії включення, блок 6 побудови швидкості ковзання $\omega_s + \xi_s t_{вкл}$; функціональний перетворювач 7 швидкості, логічний блок 8 і блок включення 9 вимикача генератора.

Команда на включення генератора може бути подана лише тоді, коли поточний кут зсуву фаз між напругами, що синхронізуються, який одержується на виході функціонального блоку 3, попадає в зону включення, визначувану по граничній фазовій траєкторії "ковзання-кут зсуву фаз" для очікуваної швидкості ковзання, що обчислюється з урахуванням прискорення ковзання.

Висновки

1. Запропонований зонний спосіб синхронізації забезпечує при його реалізації прискорення процесу включення генераторів на паралельну роботу і тим самим знижує можливі негативні наслідки, що спричиняються затягуванням цієї операції.

2. Для підвищення точності формування команди на включення вимикача генератора при синхронізації необхідно враховувати можливу зміну швидкості ковзання, пов'язану з прискоренням ковзання.

Список літератури

1. Кононов Б.Т., Самойленко Б.Ф., Кононов В.Б. *Релейний захист та автоматика в системах електропостачання військових об'єктів. Підручник.* – Х.: ХУ ПС, 2007. – 384 с.

Надійшла до редколегії 16.01.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Чинков, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.