

УДК 621.316

Б.Т. Кононов, В.Н. Щека, Ю.М. Поздов

Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНЫХ НАГРУЗОК ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ГЕНЕРАТОРОВ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

Обоснована возможность распределения активных нагрузок при параллельной работе генераторов в энергосистеме без использования каналов связи между удаленными агрегатами.

Ключевые слова: активная нагрузка, генератор, энергосистема.

Введение

Постановка проблемы. Параллельная работа синхронных генераторов в энергосистемах является эффективным средством обеспечения бесперебойного электроснабжения электроприемников. Вместе с тем, в случае неравномерного распределения нагрузок между отдельными генераторами имеет место неэкономное расходование горюче смазочных материалов их приводными двигателями. Для повышения экономичности режимов работы источников электрической энергии необходимо обеспечить распределение нагрузок между отдельными агрегатами пропорционально их номинальным мощностям. Определение условий достижения оптимального распределения нагрузок при параллельной работе источников энергии и разработка технических средств реализации принятых решений является актуальной научно-технической задачей.

Анализ литературы. Общая характеристика параллельной работы и основные способы распределения активных нагрузок изложены в [1]. Здесь показано, что при распределении нагрузок в соответствии с наиболее распространенным способом статических характеристик частота f системы определяется из соответствия

$$f = \frac{\sum_{i=1}^n f_{0i} - P_{\text{общ}}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{S_i}}, \quad (1)$$

а активная нагрузка i -го агрегата P_i равна

$$P_i = \frac{1}{S_i} \left(f_{0i} - \frac{\sum_{i=1}^n f_{0i} - P_{\text{общ}}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{S_i}} \right), \quad (2)$$

где f_{0i} – настройка i -го агрегата, соответствующая значению частоты этого агрегата в режиме холостого хода; S_i – статизм i -го агрегата; $P_{\text{общ}}$ – общая нагрузка системы; n – число агрегатов в системе.

Если обеспечить одинаковую настройку всех

агрегатов системы, т.е. обеспечить соблюдение следующего равенства

$$f_{01} = f_{02} = \dots = f_{0i} = f_0, \quad (3)$$

то нагрузка i -го агрегата будет определяться по формуле

$$P_i = \frac{1}{S_i} \cdot \frac{P_{\text{общ}}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{S_i}}. \quad (4)$$

Из (4) видно, что в соответствии со способом статических характеристик нагрузки агрегатов распределяются обратно пропорционально их статизму, а поскольку добиться совпадения статических характеристик всех агрегатов во всем диапазоне изменения нагрузок невозможно, поскольку невозможно обеспечить экономичность работы энергосистемы, так как при малых нагрузках и при нагрузках близких к номинальной, коэффициент полезного действия агрегата меньше оптимального, определяемого для диапазона средних нагрузок. Вместе с тем, добиться оптимального или близкого к нему распределение нагрузок возможно, если обеспечить целенаправленное изменение расположения статических характеристик i -го агрегата либо путем изменения его настройки, т.е. изменение f_{0i} , либо путем изменения статизма S_i этого агрегата. В первом случае необходимо обеспечить параллельный перенос статической характеристики, а во втором случае нужно изменить ее наклон. Однако для технической реализации предложенных решений необходимо иметь не только информацию об общей нагрузке системы и нагрузке каждого из параллельно работающих агрегатов, но и возможность довести эту информацию до устройств распределения нагрузок агрегатов. Необходимость иметь каналы связи между работающими агрегатами снижает эффективность известных способов распределения нагрузок, таких как способ ведущего агрегата, способ мнимостатических характеристик и способ мнимоа статических характеристик, что особенно проявляется при большом удалении агрегатов друг от друга.

Цель статьи. Изложение новых технических решений, реализация которых обеспечит повышение

экономичности при параллельной работе генераторов в системе электроснабжения.

Основной материал

Каналы связи между параллельно работающими генераторами необходимы для сравнения нагрузки i -го агрегата с общей нагрузкой энергосистемы. Необходимость в их использовании отпадает, если для сравнения реальной нагрузки агрегата с ее требуемым значением использовать другой эталон. В качестве такого эталона можно использовать требуемое значение нагрузки параллельно работающего генератора, соответствующего реальному значению частоты энергосистемы. Действительно, частота энергосистемы является системным параметром и одинакова для всех параллельно работающих генераторов. Требуемое значение нагрузки для того или иного значения частоты может быть найдено из уравнения статической характеристики, записанного в относительных единицах

$$\bar{P}_i = \frac{\bar{f}_{oi} - \bar{f}_i}{S_i}, \quad (5)$$

где $\bar{P}_i, \bar{f}_{oi}, \bar{f}_i$ – относительные значения нагрузки, настройки и частоты i -го агрегата.

Если задать величину статизма S_i общей для всех агрегатов системы и обеспечить общую настройку всех агрегатов $\bar{f}_{oi} = \bar{f}_o$, то каждому значению частоты, выраженному в относительных единицах \bar{f} , будет соответствовать вполне определенное значение активной нагрузки \bar{P} . Теперь, имея эталон \bar{P} для данного значения частоты \bar{f} , можно осуществить подстройку реальной нагрузки к ее требуемому значению. Для реализации такого решения предполагается использовать в устройстве распределения нагрузок измеритель активной нагрузки, измеритель частоты и усилитель-сумматор.

Сигнал U_p на выходе измерителя активной нагрузки прямо пропорционален величине нагрузки т.е.

$$U_p = k_p \bar{P}, \quad (6)$$

а сигнал U_f на выходе измерителя частоты равен

$$U_f = k_f \bar{f}, \quad (7)$$

где k_p, k_f – соответствующие коэффициенты пропорциональности.

В усилителе-сумматоре происходит сравнение этих сигналов в соответствии с уравнением (5)

$$S \cdot k_f \cdot U_{pi} + (U_f - U_{f0}) k_p = \Delta = 0. \quad (8)$$

В случае, когда реальная нагрузка равна требуемой, то управляющий сигнал Δ на выходе усилителя-сумматора отсутствует и соответственно не происходит изменение подачи энергоносителя в приводной двигатель. Если баланс (8) не выполняется, то в зависимости от знака Δ происходит либо увеличение (при $U_{pi} < U_{p\text{треб}}$) либо уменьшение (при $U_{pi} > U_{p\text{треб}}$), подачи энергоносителя. Для выполнения этих команд происходит смещение реальной статической характеристики i -го агрегата таким образом, что бы эти характеристики пересекались с требуемой характеристикой в данной точке, соответствующей значению нагрузки для текущего значения частоты.

Вывод

Для поддержания баланса между вырабатываемой и потребляемой энергией необходимо обеспечивать пропорциональное распределение нагрузок между параллельно работающими генераторами. Для управления процессом распределения активных нагрузок без использования каналов связи между удаленными агрегатами необходимо в качестве эталона использовать общую для всех агрегатов статическую характеристику, выраженную в относительных единицах.

Список литературы

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

Поступила в редколлегию 11.08.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Н. Чинков, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ РОЗПОДІЛУ АКТИВНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИ ПАРАЛЕЛЬНІЙ РОБОТІ ГЕНЕРАТОРІВ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ

Б.Т. Кононов, В.М. Щека, Ю.М. Поздов

Обґрунтовано можливість розподілу активних навантажень при паралельній роботі генераторів в енергосистемі без використання каналів зв'язку між видаленими агрегатами.

Ключові слова: активне навантаження, генератор, енергосистема.

PROCESS OF DISTRIBUTING OF THE ACTIVE LOADINGS CONTROL DURING PARALLEL WORK OF GENERATORS IN A GRID

B.T. Kononov, V.M. Scheka, U.M. Pozdov

Possibility of distributing of the active loadings is grounded during parallel work of generators in a grid without the use of ductings of connection between remote aggregates.

Keywords: active loading, generator, grid.