**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИСТЕТ»**



Отделение электроэнергетики и электротехники

Инженерной школы энергетики

Задание №1

Модуль: [Электрическая часть электростанций](https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2284#section-7)

**ИССЛЕДОВАНИЕ БАЛАНСА МОЩНОСТЕЙ**

Вариант

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Исполнитель:** |  | | | | |
| студент |  |  | Иванов И.И. |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **Руководитель:** |  | | | | |
| к.т.н., доцент ОЭЭ ИШЭ | |  | Колчанова В. А. |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

Томск 2022

Исходные данные для варианта – бланк исходных данных станции

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Генераторы** | | | **Энергосистема** | | | | **Нагрузки потребителей** | | | | | | | |
| **Присоединения U1** | | | | **Присоединения U2** | | | |
|  | Число  и мощность | Напряжение | Мощность | Напряжение | Реактивное  сопротивление | Количество  линий связи | U1 | Число и  мощность  линий | Коэффициент системы | Коэффициент мощности | U2 | Число и  мощность  линий | Коэффициент системы | Коэффициент мощности |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|  | Шт.× МВт | кВ | МВА | кВ | % | Шт. | кВ | Шт.× МВт | - | - | кВ | Шт.× МВт | - | - |
| пример | 6\*320 | 20 | 2600 | 500 | 700 | 2 | 220 | 6\*150 | 0.87 | 0.85 | 500 | 2\*520 | 0.82 | 0.85 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Генераторы** | | | **Энергосистема** | | | | **Нагрузки потребителей** | | | | | | | |
| **Присоединения U1** | | | | **Присоединения U2** | | | |
| **N задания** | Число  и мощность | Напряжение | Мощность | Напряжение | Реактивное  сопротивление | Количество  линий связи | U1 | Число и  мощность  линий | Коэффициент системы | Коэффициент мощности | U2 | Число и  мощность  линий | Коэффициент системы | Коэффициент мощности |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|  | Шт.× МВт | кВ | МВА | кВ | % | Шт. | кВ | Шт.× МВт | - | - | кВ | Шт.× МВт | - | - |
|  | 5\*60 | 10.5 | 4000 | 220 | 300 | 2 | 10.5 | 4\*7  20\*3 | 0.78 | 0.9 | 110 | 4\*40 | 0.84 | 0.85 |
|  | 4\*60 | 10.5 | 3600 | 220 | 1000 | 2 | 10.5 | 10\*8  10\*6 | 0.8 | 0.9 | 110 | 2\*30 | 0.78 | 0.85 |
|  | 2\*30  2\*60 | 6.3 | 580 | 110 | 240 | 2 | 6.3 | 10\*5 | 0.77 | 0.9 | 35 | 2\*33 | 0.75 | 0.85 |
|  | 4\*60 | 10.5 | 400 | 110 | 150 | 2 | 10.5 | 10\*7  10\*5 | 0.85 | 0.9 | 35 | 3\*20 | 0.8 | 0.85 |
|  | 3\*60 | 6,3 | 2000 | 220 | 200 | 2 | 6,3 | 12\*5  5\*6 | 0,82 | 0,9 | 110 | 3\*24 | 0,85 | 0,85 |
|  | 5\*100 | 10,5 | 4000 | 220 | 800 | 2 | 10,5 | 10\*7  4\*6 | 0,74 | 0,9 | 110 | 3\*75 | 0,82 | 0,85 |
|  | 4\*200 | 15.75 | 4000 | 500 | 950 | 2 | 220 | 4\*80 | 0.81 | 0.9 | 500 | 2\*200 | 0.86 | 0.85 |
|  | 5\*100 | 10.5 | 900 | 220 | 350 | 2 | 110 | 3\*40 | 0.85 | 0.9 | 220 | 3\*120 | 0.93 | 0.85 |
|  | 4\*100 | 10.5 | 1900 | 220 | 500 | 2 | 110 | 3\*40 | 0.8 | 0.85 | 220 | 3\*58 | 0.83 | 0.87 |
|  | 5\*100 | 10.5 | 2600 | 220 | 700 | 2 | 110 | 3\*45 | 0.87 | 0.85 | 220 | 3\*120 | 0.93 | 0.85 |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** | ***11*** | ***12*** | ***13*** | ***14*** | ***15*** |

1. **Общий баланс активных мощностей станции**

Установленная мощность электростанции, равная суммарной мощности генераторов, предназначенных к установке:

где ***i*** =1,2… – номер генератора мощностью ***P*Г*i***;

***n*** – количество ***i***-ых генераторов.

Нагрузка потребителей на напряжении ***U*2 = 220 кВ:**

где – коэффициент системы для потребителей на напряжении ***U*1**;

***i*** = 1, 2…– номер потребителя мощностью ***Рi***;

***ni*** – количество ***i***-ых потребителей.

Нагрузка потребителей на напряжении ***U*2****= 500кВ**:

где – коэффициент системы для потребителей на напряжении ***U*2**.

Суммарная мощность, отдаваемая внешним потребителям:

Баланс активной мощности в нормальном режиме составляет резерв мощности электростанции:

где – расход мощности на собственные нужды (с.н.) электростанции, согласно дополнительным условиям задания – 810 %.

Потребность в аварийном резерве определяется при выходе из работы наиболее мощного генератора (***Р***Гmax):

где – расход мощности на с.н. отключенного генератора (принимается равным 4% от мощности генератора).

Знак «минус» свидетельствует о том, что недостаток мощности будет покрываться за счет энергосистемы.

1. **Выбор схемы КЭС**



* 1. Рисунок – 1.1 Схема КЭС

1. **Описание структурной схемы станции**

В схеме станции **2** распределительных устройства (РУ):

Распределительное устройство **высшего напряжения (РУВН)**: кВ;

Нагрузка на **РУВН**:

* мощность на одну линию

МВт;

* число линий
* коэффициент мощности

;

* коэффициент одновременности или коэффициент системы

;

К распределительному устройству высокого напряжения подключены 3 генератора  
 G1-G3 в блоке с трансформатором блока Т1-Т3, мощность каждого генератора  
 МВт.

Распределительное устройство **среднего напряжения** (**РУСН**): кВ;

Нагрузка на РУ СН:

* мощность на одну линию

МВт;

* число линий
* коэффициент мощности
* коэффициент одновременности

К **РУСН** подключены 3 генератора G4-G6 мощностью МВт в блоке с трансформатором блока Т4-Т6.

Распределительное устройство низшего напряжения (**РУНН или ГРУ**): кВ;

Нагрузка на **ГРУ**:

* мощность на одну линию

МВт;

* число линий
* коэффициент мощности
* коэффициент одновременности

К главному распределительному устройству (**ГРУ**) подключены 2 генератора, мощность которых равна МВт.

**Связь между РУ** осуществляется через **трансформаторы связи**, а на напряжение 110 и выше – через автотрансформаторы (АТ1, АТ2).

1. **Выбор турбогенераторов**
   1. Выбор синхронных турбогенераторов осуществляем по [1, стр. 76-81]:

Таблица 3.1 Параметры турбогенератора

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип турбогенераторов | Pном,  МВт |  |  |  |
| ТВВ - 320 – 2ЕУЗ | 320 | 20 | 0,85 | 0,173 |

* 1. Турбогенератор, с водородно-водяным охлаждением, 320 МВт, 4 полюса, принадлежащий к единой унифицированной серии, для районов с умеренным климатом в закрытом помещении.

**Система возбуждения**: тиристорная система независимого возбуждения.

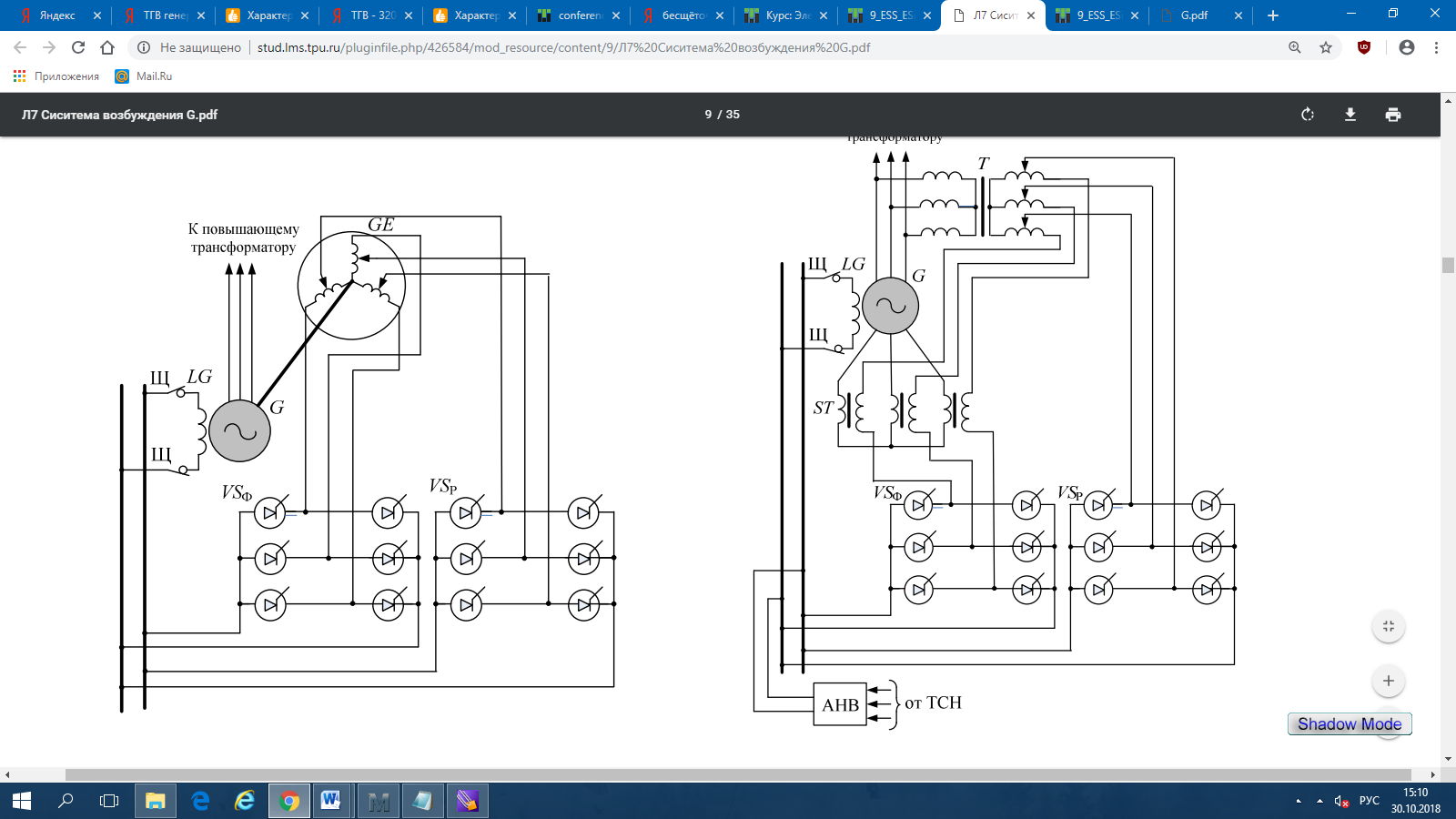


Рисунок 2.1 - Схема тиристорной системы независимого возбуждения

Наиболее существенной особенностью систем возбуждения этого вида является то, что элементы для регулирования тока возбуждения (управляемые тиристорные выпрямители) находятся непосредственно в цепи обмотки возбуждения генератора. В зависимости от используемого для питания управляемых выпрямителей источника переменного тока тиристорные системы прямого управления подразделяются на две группы: системы независимого возбуждения и системы зависимого возбуждения (самовозбуждения).

В этой системе первичным источником энергии для питания цепи возбуждения является вспомогательный синхронный трехфазный генератор (GE), вырабатывающий ток с частотой 50 Гц. Ротор вспомогательного генератора находится на одном валу с ротором основного генератора. Обмотка статора этого генератора имеет промежуточный вывод, примерно от середины обмотки.

Далее от промежуточного вывода и от всей обмотки питаются две группы управляемых тиристорных выпрямителей VSР и VSФ.

Те из них, которые питаются от промежуточного вывода (VSР), образуют рабочую группу вентилей, которая используется для регулирования возбуждения в нормальном режиме. Вторая группа питается от всей обмотки и образует форсировочную группу вентилей (VSФ), которые в нормальном режиме практически полностью закрыты и открываются только при введении форсировки возбуждения.

На выходе токи выпрямителей суммируются и направляются в обмотку возбуждения генератора (LG). Благодаря тому, что управляемые тиристоры являются практически безынерционными элементами, достигается высокая скорость регулирования напряжения возбуждения (***U***f).

Сигнал от АРВ в данном случае представляет собой последовательность импульсов тока, подаваемых на управляющие электроды тиристоров. Среднее значение выпрямленного тока изменяется за счет изменения фазы этих импульсов относительно переменного напряжения, приложенного к выпрямителям. Эта система является независимой, так как для ее питания используется генератор, режим работы которого практически не зависит от электрического режима работы главного генератора. Вспомогательный генератор GE также имеет свою систему возбуждения, как правило, на базе генератора постоянного тока

**Литература**

1. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справоч­ные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учебное пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 608 с.:ил. и более поздний год издания.
2. Справочник по электрическим машинам. / Под общ. ред. И.П. Копылова. Т.1. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 456 с.:ил.
3. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. - М.: Энергоатомиздат, 1987. -648с.: ил.
4. Макаричев Ю.А., Овсянников В.Н. М 15 Синхронные машины: учеб.пособ./ Ю.А. Макаричев, В.Н. Овсянников. –Самара. Самар.гос.техн.ун-т, 2010. - 156с.: ил.
5. <http://forca.ru/knigi/arhivy/elektricheskaya-chast-elektrostanciy-6.html>
6. Коломиец Н.В. Электрическая часть электростанций и подстанций: учебное пособие / Н.В. Коломиец, Н.Р. Пономарчук, В.В. Шестакова – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 143 с.
7. ГОСТ 17544-85 «Трансформаторы силовые масляные общего назначения классов напряжения 220, 330, 500 и 750 кВ. Технические условия»