

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 13305

(13) С1

(46) 2010.06.30

(51) МПК (2009)

H 02P 9/10

H 02P 9/14

(54)

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ СИНХРОННОЙ МАШИНЫ

(21) Номер заявки: а 20071249

(22) 2007.10.16

(43) 2009.06.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Калентионюк Евгений Васильевич; Филипчик Юрий Дмитриевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) SU 434555, 1974.

RU 2074499 C1, 1997.

SU 1107245 A, 1984.

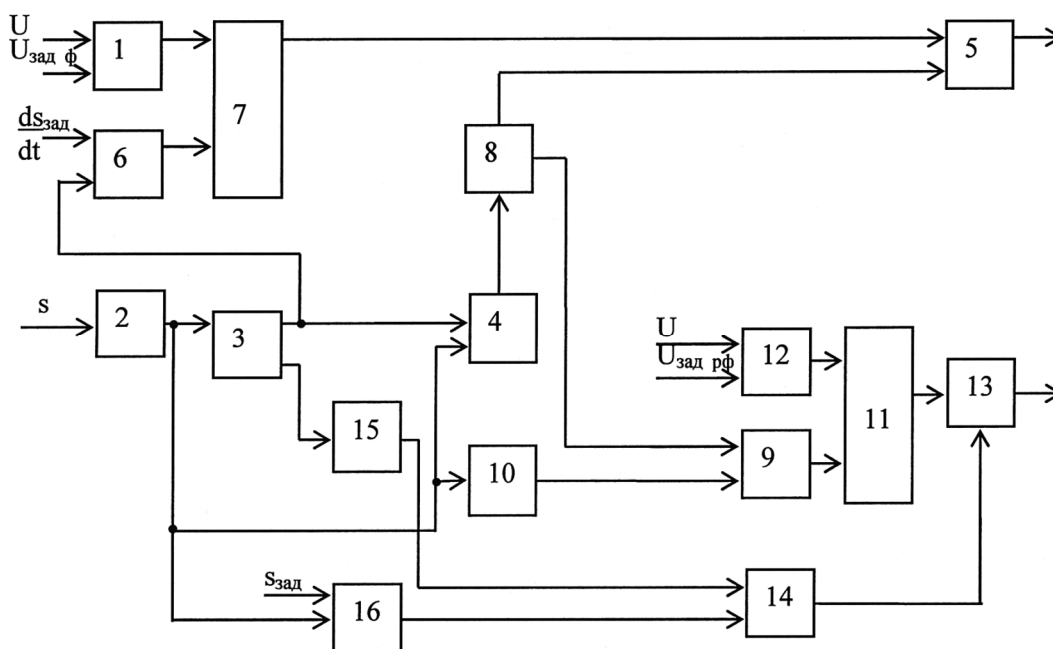
JP 62296800 A, 1987.

WO 03/041266 A1.

CA 1091768 A1, 1980.

(57)

Устройство для регулирования возбуждения синхронной машины, содержащее первый блок сравнения текущего значения напряжения с заданным, измеритель скольжения, дифференциатор, сумматор, релейный элемент включения и отключения форсировки, блок сравнения текущего значения ускорения с заданным, один из входов которого соединен с выходом дифференциатора, а выход - с блоком включения релейного элемента, вход дифференциатора соединен с выходом измерителя скольжения, с которым соединен первый вход сумматора, второй вход которого соединен с выходом дифференциатора, а выход через первый нуль-орган - с релейным элементом включения и отключения форсировки,



Фиг. 1

ВУ 13305 С1 2010.06.30

**отличающееся** тем, что содержит релейный элемент включения и отключения расфорсировки, блок включения релейного элемента включения и отключения расфорсировки, второй блок сравнения текущего значения напряжения с заданным, второй и третий нуль-органы, блок сравнения текущего значения скольжения с заданным, первый и второй элементы И, причем первый вход первого элемента И соединен с выходом первого нуль-органа, второй вход через второй нуль-орган соединен с выходом измерителя скольжения, а выход - с первым входом блока включения релейного элемента включения и отключения расфорсировки, второй вход которого соединен с выходом второго блока сравнения текущего значения напряжения с заданным, а выход - с первым входом релейного элемента включения и отключения расфорсировки, второй вход которого соединен с выходом второго элемента И, первый вход которого через третий нуль-орган соединен со вторым выходом дифференциатора, а второй вход - с выходом блока сравнения текущего значения скольжения с заданным, один из входов которого соединен с выходом измерителя скольжения.

---

Изобретение относится к электроэнергетике, а именно к области регулирования возбуждения синхронных машин.

Известно устройство автоматического регулирования и форсировки возбуждения синхронных машин, содержащее автоматический регулятор возбуждения, устройство быстродействующей форсировки, блок ограничения форсировки возбуждения, блок ограничения минимального возбуждения, гибкую и жесткую обратные связи [1].

Недостатком данного устройства является включение форсировки возбуждения только при снижении напряжения, хотя известны ситуации, не связанные с понижением напряжения, при которых необходимо проводить форсировку возбуждения.

Наиболее близким по технической сущности к данному изобретению является устройство для форсировки возбуждения синхронных машин, содержащее блок сравнения текущего значения напряжения с заданным, измеритель скольжения, дифференциатор, сумматор, релейный элемент включения и отключения форсировки, блок сравнения текущего значения ускорения с заданным, один из входов которого подключен к выходу дифференциатора, а выход - к блоку включения релейного элемента, причем вход дифференциатора присоединен к выходу измерителя скольжения, к которому подключен один из входов сумматора, второй вход которого соединен с выходом дифференциатора, а выход через нуль-орган подключен к релейному элементу включения и отключения форсировки [2].

Недостатками такого устройства являются низкое качество переходных процессов в энергосистеме в аварийных ситуациях и возможность нарушения устойчивости синхронной машины электростанции в третьем цикле качаний.

Задачей изобретения является повышение устойчивости функционирования электростанции и улучшение качества переходных процессов в энергосистеме в аварийных ситуациях.

Сущность изобретения заключается в том, что устройство для регулирования возбуждения синхронной машины, содержащее первый блок сравнения текущего значения напряжения с заданным, измеритель скольжения, дифференциатор, сумматор, релейный элемент включения и отключения форсировки, блок сравнения текущего значения ускорения с заданным, один из входов которого соединен с выходом дифференциатора, а выход - с блоком включения релейного элемента, вход дифференциатора соединен с выходом измерителя скольжения, с которым соединен первый вход сумматора, второй вход которого соединен с выходом дифференциатора, а выход через первый нуль-орган - с релейным элементом включения и отключения форсировки, дополнительно содержит релейный элемент включения и отключения расфорсировки, блок включения релейного элемента включения и отключения расфорсировки, второй блок сравнения текущего значения на-

## ВУ 13305 С1 2010.06.30

пряжения с заданным, второй и третий нуль-органы, блок сравнения текущего значения скольжения с заданным, первый и второй элементы И, причем первый вход первого элемента И соединен с выходом первого нуль-органа, второй вход через второй нуль-орган соединен с выходом измерителя скольжения, а выход - с первым входом блока включения релейного элемента включения и отключения расфорсировки, второй вход которого соединен с выходом второго блока сравнения текущего значения напряжения с заданным, а выход - с первым входом релейного элемента включения и отключения расфорсировки, второй вход которого соединен с выходом второго элемента И, первый вход которого через третий нуль-орган соединен со вторым выходом дифференциатора, а второй вход - с выходом блока сравнения текущего значения скольжения с заданным, один из входов которого соединен с выходом измерителя скольжения.

Сущность изобретения поясняется чертежом, где на фиг. 1 представлена функциональная схема устройства для регулирования возбуждения синхронной машины в аварийных ситуациях, на фиг. 2 и 3 - угловые характеристики синхронной машины.

Устройство, реализующее способ, состоит из блока 1 сравнения текущего значения напряжения с заданным, измерителя 2 скольжения, дифференциатора 3, сумматора 4, релейного элемента 5 включения и отключения форсировки, блока 6 сравнения текущего значения ускорения с заданным, один из входов которого подключен к выходу дифференциатора 3, а выход - к блоку 7 включения релейного элемента. Вход дифференциатора 3 присоединен к выходу измерителя 2 скольжения, к которому подключен один из входов сумматора 4, второй вход которого соединен с выходом дифференциатора 3, а выход через нуль-орган 8 - с релейным элементом 5 включения и отключения форсировки. На первый вход элемента И 9 поступает выходной сигнал от нуль-органа 8, а второй вход через нуль-орган 10 соединен с выходом измерителя 2 скольжения. Выходной сигнал от элемента И 9 подается на первый вход блока 11 включения релейного элемента включения и отключения расфорсировки, на второй вход которого подается выходной сигнал от блока 12 сравнения текущего значения напряжения с заданным, а выход - на один из входов релейного элемента 13 включения и отключения расфорсировки. Второй вход релейного элемента 13 соединен с выходом элемента И 14, первый вход которого через нуль-орган 15 соединен со вторым входом дифференциатора 3, а второй вход - с выходом блока 16 сравнения текущего значения скольжения с заданным, вход которого присоединен к выходу измерителя 2 скольжения.

Устройство работает следующим образом.

При снижении напряжения на шинах генератора ниже заданного уровня уставки форсировки напряжения на входе блока 1 сравнения текущего значения напряжения с заданным или при превышении напряжения, пропорционального ускорению ротора генератора, на входе блока 6 сравнения текущего значения ускорения с заданным, на входе блока 7 включения и отключения релейного элемента 5 образуется сигнал, вызывающий срабатывание релейного элемента 5 включения и отключения форсировки, на выходе которого появляется форсирующее напряжение.

Сигнал, пропорциональный величине ускорения, с дифференциатора 3 поступает на первый вход сумматора 4, а напряжение, пропорциональное скольжению, поступает непосредственно с выхода измерителя 2 скольжения на второй вход сумматора 4. На выходе сумматора 4 образуется сигнал, который воздействует на нуль-орган 8, отключает релейный элемент 5 включения и отключения форсировки и снимает напряжение форсировки в момент времени, функционально зависящий от интеграла избыточного момента на валу ротора. При этом форсировка снимается не в момент прохождения скольжения через нуль, а несколько раньше. Время опережения зависит от коэффициентов усиления сигналов скольжения и ускорения ротора генератора, которые подаются на вход сумматора 4, а также от частоты собственных колебаний ротора генератора.

## ВУ 13305 С1 2010.06.30

Одновременно при снятии напряжения форсировки на первый вход логического элемента И 9 подается выходной сигнал от нуля-органа 8, а на второй вход, в момент прохождения скольжения ротора генератора через нуль, подается выходной сигнал от нуля-органа 10, вход которого присоединен к выходу измерителя 2 скольжения. При появлении сигнала на выходе логического элемента И 9 или при превышении напряжения на шинах генератора выше заданного уровня уставки расфорсировки напряжения на входе блока 12 сравнения текущего значения напряжения расфорсировки с заданным, на выходе блока 11 включения и отключения релейного элемента 13 образуется сигнал, вызывающий срабатывание релейного элемента 13 включения и отключения расфорсировки, на выходе которого появляется напряжение расфорсировки.

Если величина скольжения ротора генератора станет меньше заданной, то на выходе блока 16 сравнения текущего значения скольжения с заданным появляется сигнал, который поступает на один из входов элемента И 14, на второй вход которого через нуля-орган 15 поступает выходной сигнал от дифференциатора 3. Сформированный сигнал подается на второй вход релейного элемента 13 включения и отключения расфорсировки, и производится снятие напряжения расфорсировки.

Повышение устойчивости функционирования электростанций энергосистемы и улучшение качества переходного процесса при реализации предлагаемого устройства можно показать с использованием угловых характеристик синхронного генератора. На фиг. 2 показан переходный процесс при наличии только форсировки возбуждения. В момент короткого замыкания суммарное сопротивление схемы сети уменьшается и генератор переходит с угловой характеристики I на угловую характеристику II в точку 2 и под действием механического момента турбины начинает ускоряться. После некоторого запаздывания, определяющегося участком 2-3, срабатывает форсировка возбуждения и ток возбуждения начинает увеличиваться, что приводит к увеличению электрической мощности (участок 3-4). При угле  $\delta_{отк}$  происходит отключение короткого замыкания и генератор переходит на послеаварийную характеристику III (линия 4-6). Энергия при ускорении ротора генератора равна площадке 1-2-3-4-5-1. Участок 6-7 соответствует времени нарастания тока возбуждения до максимального (потолочного) значения. Форсировка возбуждения снимается не в момент прохождения скольжения ротора генератора через нуль, а несколько раньше (точка 8). Время снятия форсировки функционально зависит от интеграла избыточного момента на валу машины. Энергия при торможении ротора генератора равна площадке 5-6-7-8-9-10-5.

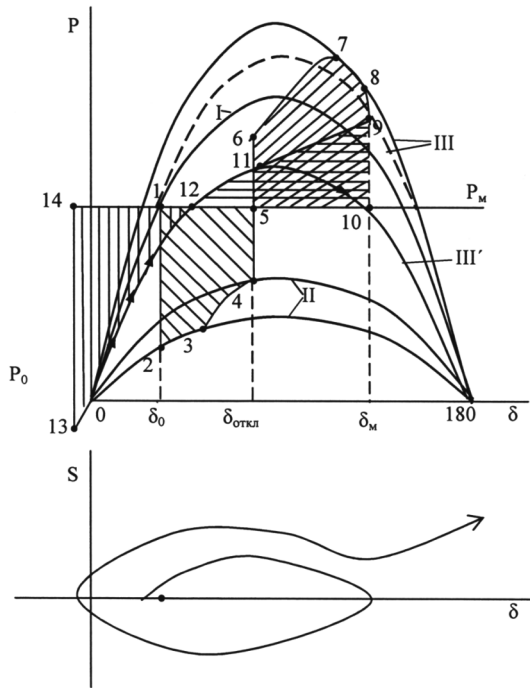
Когда скольжение станет равно нулю (точка 9), режим генератора постепенно перейдет на характеристику III', которая соответствует номинальному току возбуждения в послеаварийном режиме. Площадка отрицательного торможения во втором цикле качаний будет равна площадке 9-10-5-12-11-9, а площадка отрицательного ускорения - 12-13-14-1-12. Из фиг. 2,а видно, что в третьем цикле качаний площадка ускорения 12-13-14-1-12 больше возможной площадки торможения 12-11-10-5-12 и синхронный генератор выпадет из синхронизма.

На фиг. 3 представлен переходный процесс с использованием предлагаемого устройства. Начальный этап переходного процесса аналогичен уже рассмотренному на фиг. 2. В момент прохождения скольжения ротора генератора через нуль (точка 9) происходит включение расфорсировки возбуждения. Это приводит к уменьшению отрицательной площадки торможения, которая во втором цикле качаний будет равна 9-10-11-9. Когда ускорение станет равно нулю (точка 11), произойдет отключение расфорсировки возбуждения и режим генератора постепенно перейдет на характеристику III'. В этих условиях площадка отрицательного ускорения - 11-12-13-1-5-11. В результате действия расфорсировки возбуждения площадка отрицательного торможения и площадка отрицательного ускорения значительно сокращаются, что приводит к уменьшению размаха и сохранению устойчивости синхронной машины.

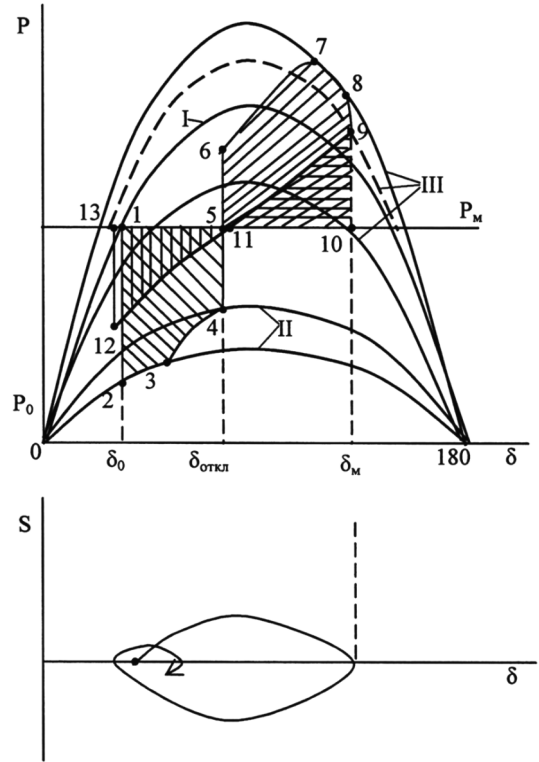
# BY 13305 C1 2010.06.30

Источники информации:

1. Беркович М.А., Комаров А.Н., Семенов В.А. Основы автоматики энергосистем. - М.: Энергоатомиздат, 1981. - С. 214-226.
2. А.с. СССР 434555, МПК Н 02 р 9/10. 1974.



Фиг. 2



Фиг. 3