

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано в системах электроснабжения с бесконтактными асинхронными генераторами, возбуждаемыми с помощью конденсаторов.

Наиболее близким по технической сущности (прототипом) является устройство, которое содержит асинхронную машину с силовыми выводами, подсоединенными к конденсаторам, входным выводам тиристорного компенсатора реактивной мощности (ТКРМ) и блока импульсно-фазового управления ТКРМ.

Оно имеет следующие недостатки; установленная мощность конденсаторной батареи (КБ) максимальна и равна суммарной, реактивной мощности, потребляемой генератором и нагрузкой. Обычно эта мощность численно в 2 - 3 раза превышает номинальную мощность генератора. Мощность тиристорного компенсатора реактивной мощности составляет приблизительно 80% установленной мощности КБ, а общая установленная мощность источников реактивной мощности в 3,5 - 5 раз численно превышает номинальную мощность генератора, что существенно увеличивает массу и габариты энергоустановки. В режиме средних и малых нагрузок генератора между КБ и ТКРМ циркулируют значительные реактивные токи, превышающие номинальный ток генератора, что является источником дополнительных потерь генератора, и снижает его КПД.

Задачей настоящего изобретения является создание генераторного источника электроэнергии путем использования асинхронной машины, возбуждение которой осуществляется управляемым вентильным компенсационным преобразователем с высокой эффективностью использования конденсаторов, благодаря чему достигается снижение установленной мощности конденсаторной батареи системы возбуждения асинхронного генератора (которая в предложенном решении минимизируется до батареи начального возбуждения), снижение массы и габаритов всей системы возбуждения в целом, повышение КПД установки.

Поставленная задача решается следующим образом.

В генераторном источнике электроэнергии, содержащем асинхронную машину с силовыми выводами; подсоединенными к конденсаторам батареи начального возбуждения, нагрузке и блоку импульсно-фазового управления компенсационным преобразователем, согласно изобретению, параллельно конденсаторной батарее начального возбуждения включен управляемый вентильный компенсационный преобразователь по мостовой схеме, в каждом плече которого включены последовательно управляемые и неуправляемые вентили, к точкам соединения которых в смежных плечах подключены две первичные трехфазные обмотки трансформатора, во вторичной обмотке которого включены коммутирующие конденсаторы, соединенные в треугольник, причем одна из первичных обмоток, подключенная к анодам управляемых вентилей, включена согласно со вторичной обмоткой трансформатора, а другая - встречно, выходные зажимы моста закорочены дросселем.

Достижение нового технического результата в предложенном генераторном источнике электроэнергии заключается в том, что благодаря использованию для возбуждения асинхронного генератора управляемого вентильного компенсационного преобразователя с высокоэффективным использованием конденсаторов, уменьшается установленная мощность конденсаторной батареи системы возбуждения асинхронного генератора до величины необходимой для начального возбуждения генератора при отключенной нагрузке, вследствие чего уменьшаются массо-габаритные показатели системы возбуждения в целом и увеличивается КПД установки.

Предложенный генераторный источник электроэнергии реализуется по схеме, представленной на чертеже (фиг.).

На чертеже показаны: электромашинный генератор 1, для реализации которого используется асинхронная машина; батарея начального возбуждения 2; управляемый вентильный компенсационный преобразователь 3; трансформатор 4; коммутирующие конденсаторы 5; неуправляемые вентили (диоды) 6; дроссель 7; нагрузка 8; блок импульсно-фазового управления компенсационным преобразователем 9.

К силовым выводам асинхронной машины электромашинного генератора 1 подключены: батарея начального возбуждения 2, конденсаторы которой соединены в треугольник; входные выводы управляемого вентильного компенсационного преобразователя 3; нагрузка 8; входные выводы блока импульсно-фазового управления компенсационным преобразователем 9. Управляемый вентильный компенсационный преобразователь 3 выполнен по мостовой схеме, где в каждом плече включены последовательно управляемые и неуправляемые вентили (диоды) 6, к точкам, соединения которых в смежных плечах подключены две первичные трехфазные обмотки трансформатора 4, во вторичной обмотке которого включены коммутирующие конденсаторы 5, соединенные в треугольник, причем одна из первичных обмоток, подключенная к анодам управляемых вентилей, включена согласно со вторичной обмоткой трансформатора, а другая - встречно, выходные зажимы моста закорочены дросселем 7.

Такое включение обмоток трансформатора приводит к тому, что частота тока вторичной обмотки в два раза превышает частоту тока первичных обмоток (последняя равна частоте выходного напряжения генератора), что обеспечивает высокую эффективность использования коммутирующих конденсаторов.

Устройство работает следующим образом.

Самовозбуждение асинхронной машины электромашинного генератора осуществляется в режиме холостого хода за счет конденсаторной батареи начального возбуждения при отсутствии токов в управляемом вентильном компенсационном преобразователе (УВКП). При достижении номинальных оборотов электромашинного генератора напряжение на силовых выходах асинхронной машины достигает ~0,9 номинального; после чего включается блок импульсно-фазового управления компенсационным преобразователем (БИФУКП),

который в свою очередь обеспечивает вступление в работу УВКП, последний генерирует в цепь реактивную мощность, необходимую генератору для установления на его выходе номинального напряжения. С ростом нагрузки генератора напряжение на его выходе имеет тенденцию к снижению. Для поддержания при этом номинального напряжения генератора в БИФУКП вырабатывается сигнал, обеспечивающий увеличение тока УВКП, а следовательно и генерируемой им реактивной мощности. С уменьшением нагрузки генератора ток (реактивная мощность) УВКП будет соответственно снижаться. Таким образом, осуществляется автоматическое изменение величины реактивной мощности системы возбуждения генератора, необходимое для поддержания номинального напряжения генератора с заданным статизмом внешней характеристики при изменении нагрузки.

Емкостная реактивная мощность Q , генерируемая непосредственно УВКП (т.е. без учета реактивной мощности батареи начального возбуждения), подсчитывается по формуле

$$Q = 3Q_{\phi} = -3 \cdot I_{\phi(1)} \cdot U_{\phi} =$$

$$= -3 \cdot \frac{18 \cdot n^2 \cdot U_{\phi m}^2 \cdot f \cdot C}{\psi}, \quad (1)$$

где Q_{ϕ} - реактивная мощность, генерируемая одной фазой УВКП;

$I_{\phi(1)}$ - действующее значение первой гармоники фазного тока УВКП;

$U_{\phi m}$ - амплитуда фазного напряжения на выходе генератора, $U_{\phi} = U_{\phi m} / \sqrt{2}$;

f - частота напряжения генератора;

C - емкость коммутирующего конденсатора;

n - коэффициент трансформации;

$\psi = \alpha_d - \alpha_t$ ($0 \leq \psi \leq 2\pi/3$), α_d - угол естественного отпирания неуправляемых вентилей ($\alpha_d = -\pi/2 = \text{const}$), α_t - угол управления управляемыми вентилями ($-\pi/6 \leq \alpha_t \leq -\pi/2$, α_t - varia, значение этого угла задается БИФУКП), углы α_d и α_t отсчитываются от точек пересечения синусоид фазных напряжений генератора.

Минимальное значение разностного угла ψ , при котором в УВКП отсутствуют срывы коммутации управляемых вентилей, $\psi_{\min} = 3\delta_t$, где $\delta_t = \omega t_b$ - угол восстановления запирающих свойств управляемых вентилей, $\omega = 2\pi f$, t_b - время восстановления запирающих свойств управляемых вентилей (паспортное данное вентилей).

Минимальное допустимое значение емкости коммутирующего конденсатора в предложенной схеме УВКП определяется по формуле

$$C_{\min} = \frac{\delta_t \cdot Q_{\max}}{18 \cdot n^2 \cdot f \cdot U_{\phi m}^2} = \frac{\pi \cdot \delta_t}{2 \cdot n^2} \cdot C_6, \quad (2)$$

где Q_{\max} - максимальное значение реактивной мощности, генерируемой УВКП;

C_6 - емкость конденсатора, включенного между фазами генератора, т.е. в стороне треугольника конденсаторов КБ системы возбуждения в схеме прототипа, необходимая там для обеспечения максимального значения

реактивной

мощности

$$Q_{\max}, C_6 = Q_{\max} / 9U_{\phi m}^2 \pi f.$$

Установленная мощность коммутирующего конденсатора S_c в УВКП при $C = C_{\min}$ определяется соотношением

$$S_c = \frac{2}{3} \delta_t \left(\frac{2\pi}{3} - 3\delta_t \right) \cdot Q_{\max} =$$

$$= 2 \delta_t \left(\frac{2\pi}{3} - 3\delta_t \right) \cdot S_{c6}, \quad (3)$$

где S_{c6} - установленная мощность конденсатора в одной стороне треугольника КБ системы возбуждения в схеме прототипа.

Для наиболее часто используемых классов тиристоров ТЧ и Т, у которых параметр δ_t принимает значения соответственно $\approx 0,005$ рад. ($\approx 0,3$ град.эл.) и $\approx 0,0314$ рад. ($\approx 1,8$ град.эл.) соотношения (2) и (3) в случае $n = 1$ принимают вид:

1) для тиристоров класса ТЧ

$$C \approx 0,008 C_6$$

$$S_c \approx 0,0225 C_6$$

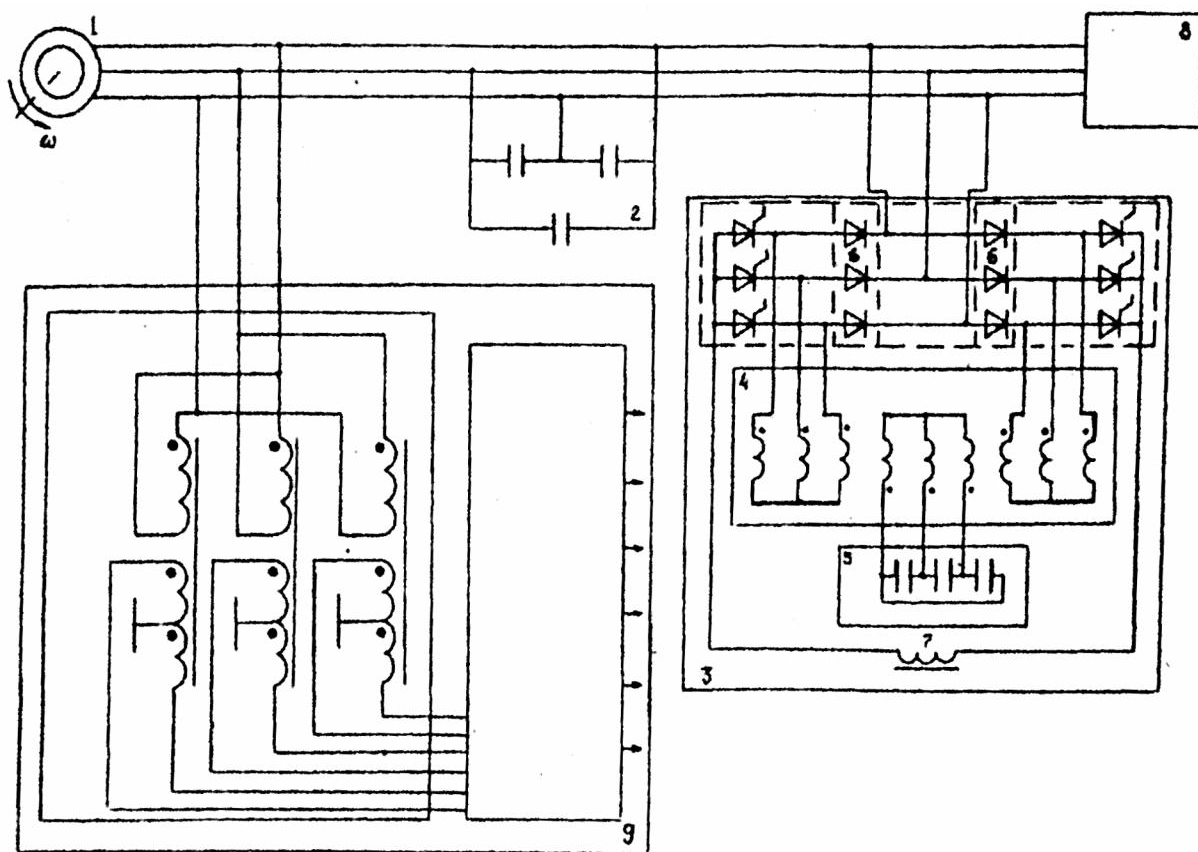
2) для тиристоров класса Т

$$C \approx 0,49 C_6$$

$$S_c \approx 0,126 S_{c6}$$

Таким образом, использование УВКП в системе возбуждения асинхронного генератора позволяет в сравнении с устройством-прототипом существенно снизить емкость и установленную мощность используемых конденсаторов и системы возбуждения в целом.

Внедрение изобретения "Генераторный источник электроэнергии" в сравнении с прототипом обеспечит значительный народно-хозяйственный эффект в энергетической и электротехнической отраслях промышленности. Например, электростанции на базе таких генераторов используются для питания потребителей в полевых условиях (фермерские хозяйства, пастбища, геологические экспедиции, стройкомплексы, предприятия лесной промышленности) при отсутствии централизованного электроснабжения и изменении нагрузки в широких пределах как по величине так и по характеру. На промышленных и сельхозпредприятиях эта разработка является гарантированным источником электропитания (холодильные установки, птицефермы, животноводческие комплексы), перерывы электропитания на которых приводят к большим потерям. Реализация установки может быть выполнена на отечественных предприятиях без изменения существующих технологических циклов.



Фиг.