

THYRISTOR AUTOMATIC VOTAGE REGULATOR STRÖMBERG

Todor Lazarov, PhD

Department Electrical Engineering,
Nikola Vaptsarov Naval Academy, Varna
Tel.: 0886 135246
E-mail: toдор_lazarov@yahoo.com

Abstract: Automatic voltage regulators are used to increase the accuracy of the regulation of the voltage in the compound systems. As the load of the generator changes the necessary correction compensates the magnetization of the generator, the speed of the magnetization and the temperature changes of the coils. The tests with the generators show that after loading there is an improvement of the transition period in the excitation system with automatoc voltage regulator, i.e. the time of restoration of the voltage is shortened.

Keywords: AVR, synchronous generator, excitation coil of synchronous generator, възбудителна намотка на СГ; current transformer, external rheostat

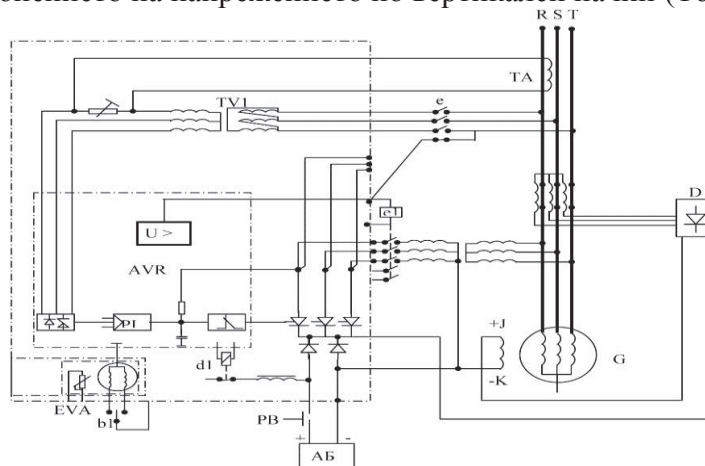
ВЪВЕДЕНИЕ

Статорната намотка на безчетковия синхронен генератор е разположена в метални канали на статора и представлява три намотки, свързани в "звезда".

БЧГ е конструктивно обединен с възбудителя и изправителната група в един агрегат. Отличителна особеност на БЧГ е липсата на контактни пръстени и четки. Възбудителят представлява обърнат трифазен синхронен генератор, при който възбудителната намотка е неподвижна и се захранва непосредствено от автоматичния регулатор на напрежението. В някои генератори възбудителната намотка на възбудителя се състои от две части: основна и управлявана от АРН, което осигурява по-надеждно първоначално възбуждане. Трифазната роторна намотка на възбудителя, свързана "звезда", е включена към роторната намотка на генератора през трифазен блок въртящи се силициеви изправители. Изправителният блок се намира между тези две намотки, по-близо до възбудителя, в специално монтиран изолационен пръстен. Пръстенът и клапаните (вентилите) се въртят заедно с роторите на генератора и възбудителя и са разположени на общия вал. Трифазният променлив ток, генериран при въртенето в роторната намотка на възбудителя, се изправя от трифазен силициев изправител, разположен на роторната намотка на възбудителя, като постоянното напрежение постъпва към роторната намотка на генератора.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Системата е унифицирана затворена и представлява импулсно-фазово управление на тиристорите на отклонението на напрежението по вертикален начин (Tolstov, A., 2006).



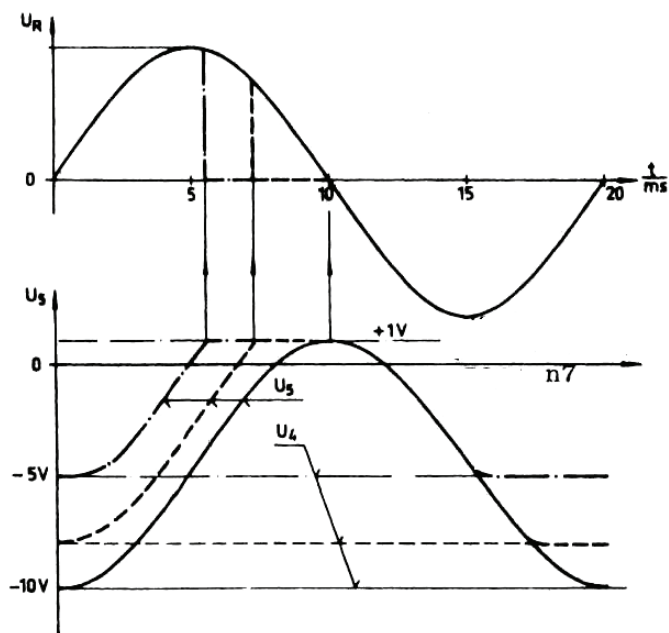
Фиг. 1. Функционална схема

G — синхронен генератор;

дълго, тиристорният блок увеличава напрежението на възбуждане (следователно и тока), което в общия случай води до повишение на напрежението на генератора.

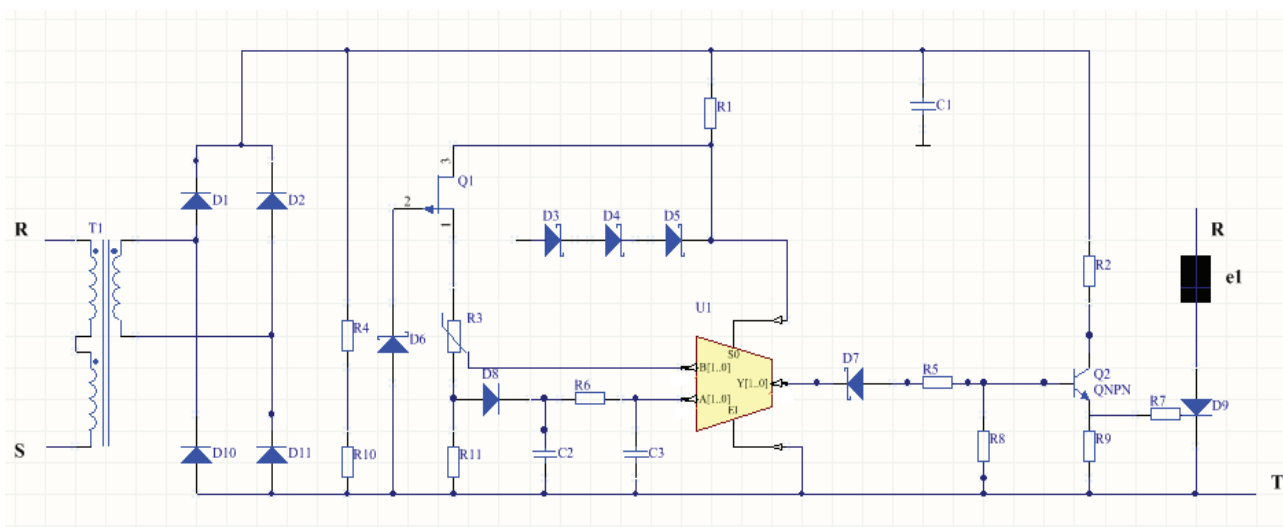
По този начин изходното напрежение на усилвателния блок при различни товари регулира тока на възбуждане в такива граници, че напрежението на генератора да се поддържа в зададените стойности.

На фиг.3 са показани кривите на влияние на изходното напрежение ΔU на усилвателя върху напрежението на кондензатора, $K9 - U_5$ и ъгъла на запалване на тиристора. Минималното напрежение на усилвателя — 10 В. Ако генераторът работи на празен ход, напрежението на усилвателя ще бъде 8 В. Ако генераторът работи при номинален товар, напрежението на усилвателя е -5 В. (в зависимост от типа на регулатора).



Фиг. 3. Графично определяне на ъгъла на отпушване на тиристора

Защита от пренапрежение (фиг. 4). Блокът за защита от пренапрежения представлява отделна електронна верига на общата карта на регулатора. Защитата може да бъде настроена в границите 0,8 – 1,5 U_n и предназначена за изключване на генератора при превишаване на напрежението на генератора или отделните вериги на регулатора.



Фиг. 4. Схема на защитата от пренапрежение

Захранващото напрежение постъпва от трансформатора m2, изправителя n9 и се стабилизира от група стабилитрони n12, а напрежението за обратна връзка — от изправителя

през делител r_{20} , r_{21} . Напрежението за сравнение за усилвателя постъпва по веригата: полеви транзистор P1 с канал N – тип и стабилитрон n_{10} . Това напрежение може да се регулира с потенциометър r_{22} . Усилвателят i_2 сравнява напрежението за обратна връзка с еталонното. Във веригата за обратно напрежение е включен филтър $k_{10} - r_{25} - k_{11}$, който осигурява задръжка на времето около 600 мс.

Ако обратното напрежение на клемата 3 на усилвателя относително потенциал A15 е по-голямо от напрежението за сравнение на клемата 2, напрежението на усилвателя се увеличава приблизително до ± 10 В и токът започва да тече през стабилитрон n_{14} , като отваря транзистор p_2 и сигналът постъпва в управляващия електрод на тиристора n_{15} .

Спомогателната бобина на изключвателя e_1 се захранва и регулаторът се изключва от генератора. Контактите на този изключвател в същото време захранват автоматичния изключвател на генератора и той се изключва от веригата. По време на пускането и засилването на ДГ регулаторът поддържа максималното възбуждане докато напрежението на статора не превиши (в пропорционално отношение) определената големина на еталонното напрежение. След това възбуждането се намалява за сметка на съкратяване на времето за включване на тиристорите.

Времето за колебания в напрежението е в границите на 0,3 – 0,5 с. Пренапрежението, възникващо по време на пуска се колебае от 1,1 – 1,3 U_n и зависи от генератора и неговия двигател. Филтърът $k_{10} - r_{25} - k_{11}$ играе ролята на демпфер за сработване на защитата от пренапрежения. Компонентите на филтъра се подбират така, че във всеки отделен случай да бъде осигурено нормално пускане на ДГ без сработване на защитата. Съответни (подобни) колебания на напрежението се наблюдават при изключване от генератора на натоварване. В дадения случай пиковете на напрежението зависят само от конструкцията на генератора и не могат да бъдат отстранени с никакъв регулатор. Големината на пиковете на напрежението при изключване на натоварването се колебае в границите 1,1 – 1,2 U_n .

ИЗВОДИ

За сигурността на първоначалното възбуждане на генераторите е предвидено устройство за предварително възбуждане от акумулаторите чрез краткотрайно натискане на бутон РВ при работещ дизел-генератор.

При изключване на АСВ, когато генераторът не работи, се включва подгриване (heater), с което се осигурява добро състояние на съпротивлението на изолацията на намотките на генератора.

Системите за възбуждане с ТРН осигуряват поддържане на постоянно напрежение с точност ± 1 % в целия диапазон на изменение на товара при стойности $\cos \varphi = 0,5 \div 1,0$ и изменение на честотата на дизела ± 5 % от номиналната.

REFERENCES

- Vilanova, R. & Visioli, A. (2012). *PID Control in the Third Millennium*. Springer-Verlag, 599.
- Vagia, M. (2012). *PID Controller Design Approaches – Theory, Tuning and Application to Frontier Areas*. InTech, 296.
- Sekera, T. & Matausek, M.. *PID Controller Tuning Based on the Classification of Stable, Integrating and Unstable Processes in a Parameter Plane*.
- Rajabi, H. & Shانهchi, H. & Lucas, A. (1994). *A Robust Power System Stabilizer*. Proceedings of the 9th International Power System Conference. Saint Petersburg, 110-120.
- Rotstein, H. & Desages, A. & Romagnoli, J. (1989). *Robustness Consideration in Reduced-Order Controllers*. IEEE Transactions on Automatic Control, 457-459.
- Rozenvasser, E. & Yusopov, R. (1981). *Control Systems Sensitivity*. Moscow, Nauka, 464.
- Tolstov, A. (2006). *Ustroistvo I ekspluatatsia sudovuih sinhronuih generatorov. Odesa. (Оригинално заглавие: Толстов А.,(2006), Устройство и эксплуатация судовых синхронных генераторов, Одеса)*