

---

## **ЦИФРОВ РЕГУЛАТОР ЗА ВЪЗБУЖДАНЕТО НА СИНХРОННИ ГЕНЕРАТОРИ**

**Славчо Давидов, Красимир Кръстев**  
[davidov1@abv.bg](mailto:davidov1@abv.bg)

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”,  
ул. „Гео Милев” № 158, гр. София 1574,  
БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** синхронни генератори, фактор на мощност, аналогов и цифров регулатор*

***Резюме:** Регулирането на възбудането на синхронните генератори е определящ момент от тяхната работа. Регулирането е с цел поддържане на номинално напрежение на изходите на генератора. Съществуват два режима за регулиране: работен и форсировъчен. В публикацията е предложена една възможна схема на цифров регулатор за синхронен генератор с безчетково възбуждане. Цифровото регулиране е с по-големи възможности от аналоговото такова.*

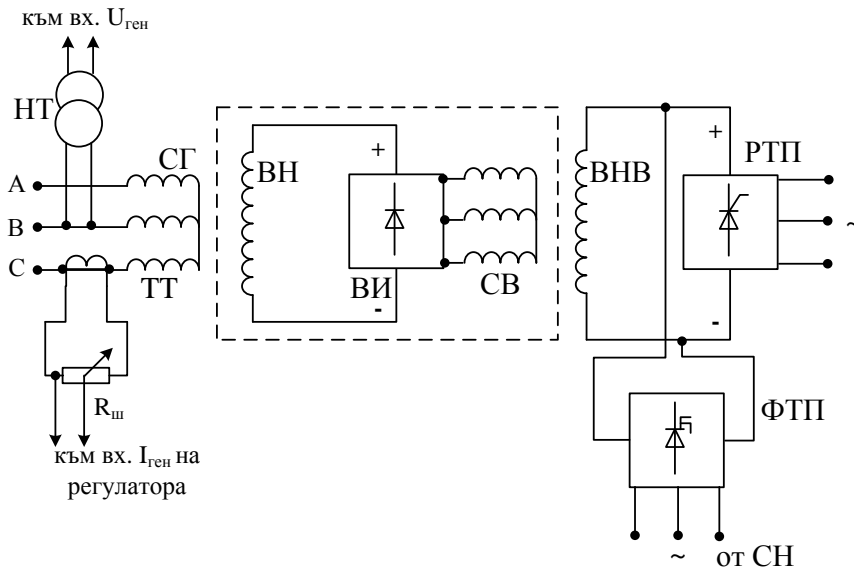
### **УВОД**

Регулирането на възбудането с цел поддържане на (най-често постоянна стойност на напрежение) се извършва ръчно или автоматично. За лабораторни цели то е ръчно, но за нуждите на експлоатацията се извършва автоматично. Известни са схемни решения на автоматично регулиране на възбудането (АРВ) в аналогово изпълнение [1, 2]. По-големи възможности дава АРВ в цифрово изпълнение [3]. В такъв регулатор се реализира начина за преработване на информацията в цифров вид (двоичен код). В настоящата публикация е представена една възможност за цифрово регулиране на бечетков синхронен генератор с електромагнитно възбуждане.

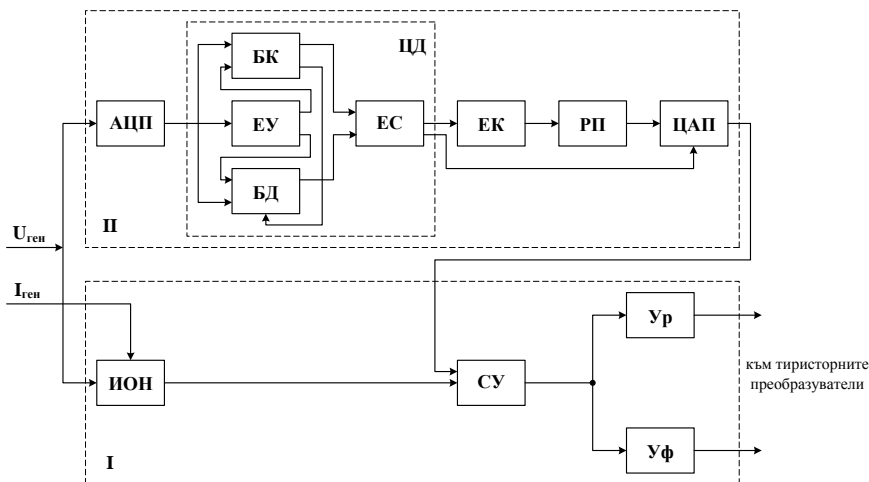
### **ИЗЛОЖЕНИЕ**

Изходната схема на бечетковия генератор, към който се свързва цифров регулатор за възбудането е показана на фиг. 1.

Във веригата на възбудителната намотка на възбудителя се използвани два тиристорни преобразуватели – работен РТП и форсиращ ФТП. Сигналите по ток и напрежение на генератора се вземат от напрежителен трансформатор НТ (за  $U_{ген}$ ) и от шунт  $R_{ш}$  към токов трансформатор ТТ (за  $I_{ген}$ ). На фиг. 2 е показана блоковата схема на цифровия регулатор.



Фиг. 1



Фиг. 2. Блокова схема на цифровия регулатор

Означенията са следните:

1) **I** – аналогова част за регулиращо въздействие по изменение на напрежението  $U_{ген}$  и се състои от:

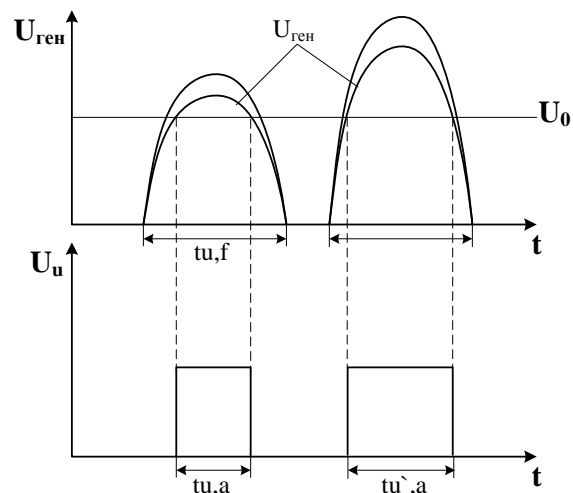
- ИОН – измерителен орган за  $U_{ген}$ ;
- СУ – операционен сумиращ усилвател;
- Ур – изходен усилвател за работния тиристорен преобразувател;
- Уф – изходен усилвател за формирувачния тиристорен преобразувател.

2) **II** – цифрова част на регулатора и съдържа:

- АЦП – аналого-цифров преобразувател;
- ЦД – цифров диференциатор, състоящ се от: БК и БД – броя кодиращ и брояч декодиращ, ЕУ – елемент за управление на броячите; ЕС – елемент за сравнение;
- ЕК – елемент за самоконтрол на ЦД;
- РП – разширител на продължителността на време-импулсия сигнал на ЦД;
- ЦАП – цифрово-аналогов преобразувател.

В зависимост от големината и характера на товара се променят величините  $U_{ген}$  и  $I_{ген}$ . От тук следва, че за да се регулира напрежението трябва автоматично да се изменя възбудителният ток на генератора (синхронната машина).

Преобразуването на сигнала по напрежението  $U_{ген}$  и тока  $I_{ген}$  се извършва в АЦП. Принципа се основава на прякото преобразуване с използване на време-импулсна модулация. За преобразуването на амплитудите на  $U_{ген}$  и  $I_{ген}$  в импулс с продължителност се прави сравнение на моментните им стойности с някакво еталонно постоянно напрежение  $U_0$ . така например  $U_{ген} = U_{мген} \cdot \sin \omega t$  се сравнява с  $U_0$  – фиг. 3. Пада на напрежение  $u_{ш}$  в  $R_{ш}$  е пропорционално на  $i_{ген}$  и се сравнява с друго еталонно постоянно напрежение  $U_0'$ .

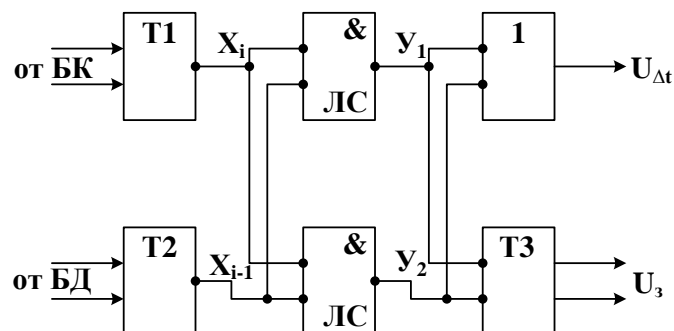


Фиг. 3

Времената  $t_{u, a}$  и  $t_{u', a}$  се получават като нелинейна функция на  $U_{ген}$  на напрежението и зависят от честотата  $f$ .

В АЦП амплитудно-честотните параметри  $t_u$  се преобразуват в брой импулсни цифрови сигнали. Това става чрез запълване на интервала  $t_u$  със стандартен брой напреженови импулси от генератора на брояча на импулси. АЦП може да се реализира с дискретни елементи или чрез интегрални схеми.

Блоквата схема на цифровия диференциатор ЦД е следната – фиг. 4.



Фиг. 4. Блокова схема на цифровия диференциатор

В тригерите  $T_1$  и  $T_2$  постъпват сигнали от кодирания БК и декодирания БД броячи. След това следват логическите елементи ЛС и изходните тригери  $T_3$ .

В резултат се получават сигнали от изходните усилватели  $U_p$  и  $U_f$  за работния и форсиращия тиристорни изправители. Регулира се автоматично възбудителят ток на възбудителя  $I_{вв}$ , а от там този на възбудителната намотка на генератора, при което:

- осъществява се непрекъсната обратно пропорционално на напрежението на генератора регулиране на възбудяването. С това се поддържа приблизително константно напрежението във възела на товара;

- регулира се и свързаната с това реактивна мощност.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Разглежданият цифров регулатор за възбудяването на синхронни генератори е едно възможно съвременно решение. То е в процес на синтез и реализация и последващо изпитване.

### **ЛИТЕРАТУРА**

[1] Глебов И.А. Системи възбуждения мощных синхронных машин. Наука, Л, 1989.

[2] Давидов С.М. Електронно управление на електрически машини, НДЕТ, София, 2009

[3] Соловьев И.И. Автоматические регуляторы синхронных генераторов. Энергоиздат, М, 2001

## **DIGITAL CONTROLLER FOR EXCITATION SYNCHRONOUS GENERATOR**

**Slavcho Davidov, Krasimir Krustev**

[davidov1@abv.bg](mailto:davidov1@abv.bg)

*Todor Kableshkov University of Transport*

*158 Geo Milev Str., Sofia 1574*

**BULGARIA**

**Key words:** *synchronous generators, power factor, analog and digital controller*

**Abstract:** *Excitation of synchronous generators is a defining moment in their work. Regulation is to maintain nominal terminal voltage of the generator. There are two modes of regulation: working and forced. The publication is offered one possible scheme of a digital controller for synchronous generator with brushless excitation. The digital regulation with greater opportunities than analog one.*