

THE RESEARCH OF AUTOMATIC EXCITATION REGULATORS ON HYBRID MODELING COMPLEX REAL-TIME OF ELECTRIC POWER SYSTEM

А.Е. Ильина, С.В. Свечкарев
ТПУ, ЭНИН, кафедраЭСиЭ

The vast majority of the equipment, and in particular controls the excitation of synchronous machines, is a dynamic elements. Research and designing of them is a difficult task due to the complexity of timely and reliable information about the processes occurring in them. Setting parameters of excitation regulators affect the processes in equipment and modes in the network, and their improper adjustment may result in the loss of stability of synchronous machines, occurrence of overvoltage and others unacceptable for operation modes [1]. Therefore, the problem of investigating the processes that occur in the excitation controller of synchronous machines, and setting their parameters is an actual from the point of view of their impact on the network mode. Purpose of work is research the transient characteristics of automatic excitation regulator of strong action and evaluation of the impact of adjusting the coefficients on the parameters of the network in various modes using hybrid modeling complex real-time of electric power systems.

Mathematical model of automatic excitation regulator of strong action, which is developed in labs "Modeling of electric power systems," Energy Institute of TPU is the object of the research. It is presented below:

$$U_f = k_U \Delta U_{\Gamma} + k_{\Pi} \int \Delta U_{\Gamma} dt + k'_U U'_{\Gamma} + k_f \Delta'_f + k'_f f' + k'_I I'_f + k_{CT} I_p, \quad (1)$$

Where k_U , k'_U , k_f , k'_f , k'_I , k_{Π} , k_{CT} - the transmission coefficients of regulator on the relevant regulating effect. [2]

The research of transitional characteristics of all links produced on specialized software, whose main task is the automatic compilation of the program text of a system of differential equations on the language "C". A feature of the program is created subject to the restrictions connected with integer representation of the values of parameters and variables regimes. Specialized software and simulation tools developed in the transient environment Microsoft Visual Studio.

Example of results of the transition process on the channel dU is shown in Figure 1.

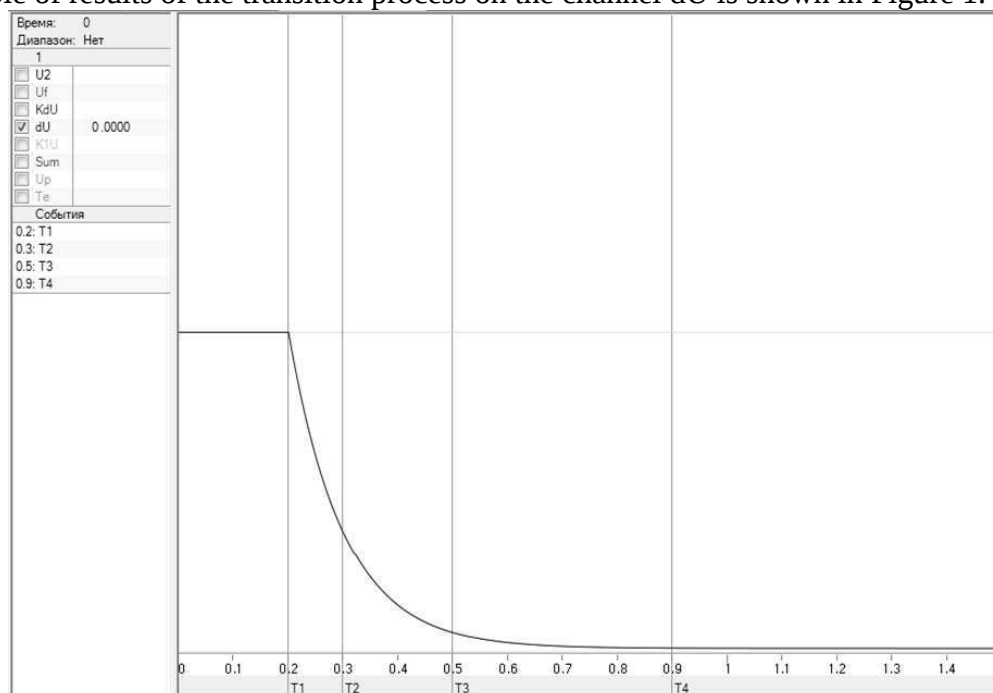


Fig. 1. Transient response on the channel dU

The research of transitional characteristics of all links of the mathematical model of automatic excitation regulator of strong action is necessary to determine the error of the solution in the whole range of the tuning parameters and transmission coefficients.

Table 1 shows the calculation accuracy of the theoretical and experimental values dU.

Table 1 - Accuracy in the theoretical and experimental values dU

	t ₁ =0,2sec	t ₂ =0,3sec	t ₃ =0,5sec	t ₄ =0,9sec
U _{outp} практическое, о.е.	0,0	0,314	0,475	0,499
U _{outp} теоритическое, о.е.	0,0	0,314	0,476	0,499
δ, %	0	0	0,002	0

The calculation was performed using the formula:

$$U_{outp} = U_{inp}(1 - e^{-\frac{t_i}{\tau}}) \quad (2)$$

Where $\tau=0,1$ – time constant; t_i –time in seconds; U_{outp} – the value dU to output; U_{inp} – the value dU to input;

Accuracy is calculated by the formula:

$$\delta = \frac{U_{outp theory} - U_{outp pract}}{U_{outp theory}} \cdot 100\% \quad (3)$$

An important point in the research of automatic excitation regulator is to research the influence of its parameters on the processes in the network. Tool for obtaining complete and accurate information about the influence of the parameters of automatic excitation regulator of strong action on the processes in the network is hybrid modeling complex real-time of electric power systems.

All elements included in the modeling scheme of hybrid modeling complex real-time, such as generators, excitation systems and their primary motors, asynchronous and synchronous motors, transformers and autotransformers with voltage control, power lines, shunting reactor, equivalent loads, are modeled full hybrid mathematical models, solution of systems are carried out in real time.

With the help of hybrid modeling complex real-time of electric power systems can obtain complete and accurate information about normal and abnormal processes in equipment and EPS for all possible modes of operation. The resulting information can be used to effectively solve many problems in the design, research and exploitation of EPS. [3]

To display the current mode parameters and interactive control in hybrid modeling complex real-time of EPS uses forms.

Form displays the state of the circuit-modal elements or EPS as a whole and include the software tools for interactive control the parameters of the simulated components, and for short-circuit condition, including the phase segregated, as well as for various display values and states of variables and parameters.

The form with the image main electrical circuit shown in Figure 2.

In addition to the main form with the image an electric circuit, when you click on any element, you can open the form of the element.

Scripts dynamics or scripts transients setting user-defined procedure and conditions for the various actions, including algorithms for relay protection and automation. In the script you can turn the oscilloscope, which displays a list of selected variables defined in the script.

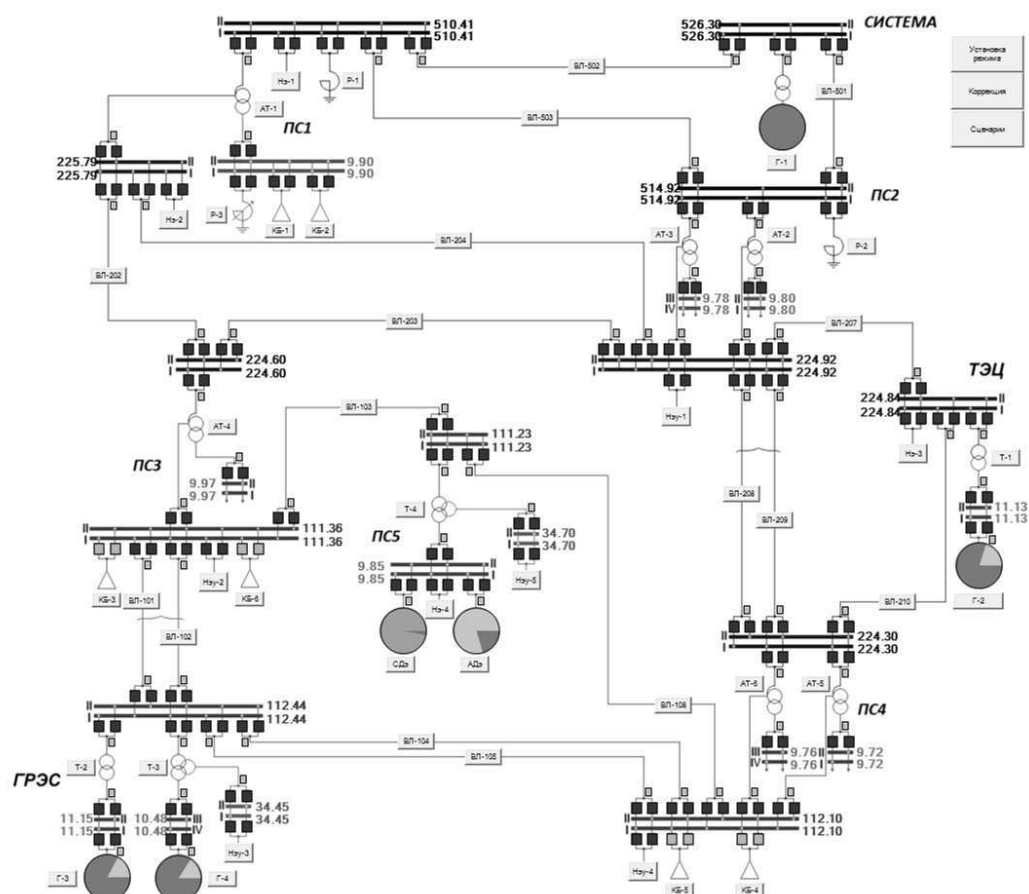


Fig. 2. The main electric circuit

Example script of the dynamics and the resulting oscillograms for the parameter $K_{if}'=2$, are shown in Figures 3 and 4.

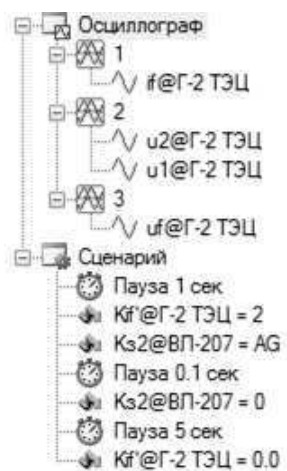


Fig. 3. Script dynamics at $K_{if}'=2$

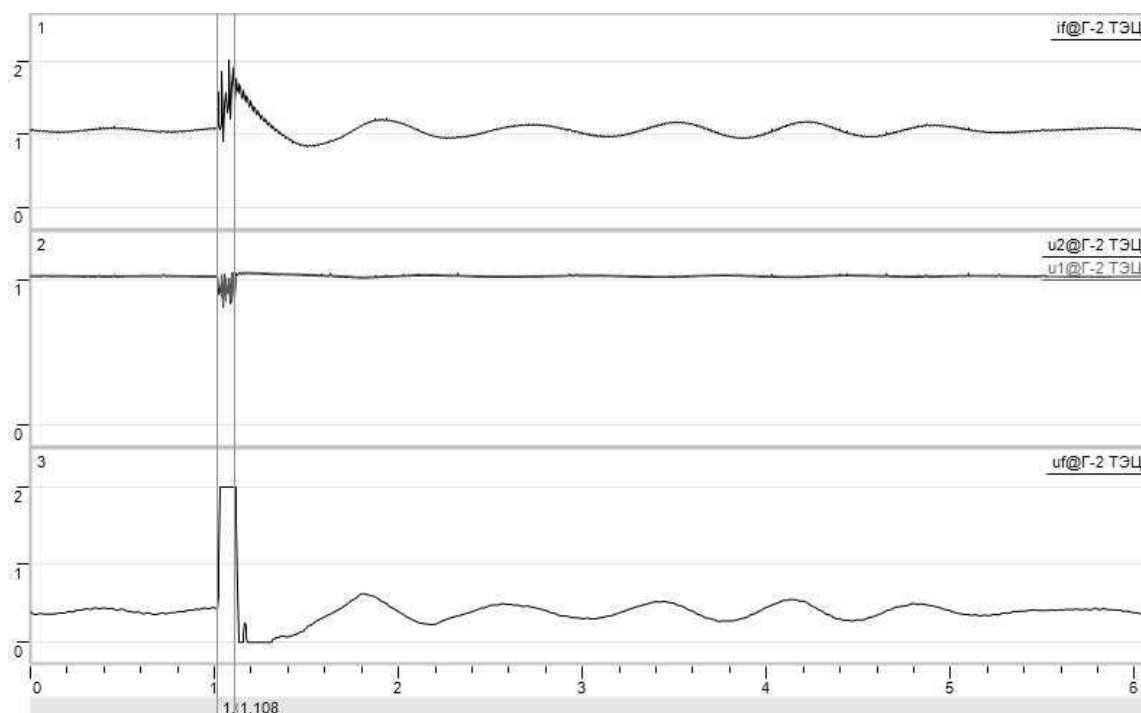


Fig.4. Resulting oscillogram at $K_{if}'=2$

From the obtained results we can make a conclusion about the stability of the system for a given parameter, after some time will damped oscillations, and also to see the settings in relative or named units.

In the work was conducted research the impact of changes tuning parameters of automatic regulators excitation of generators on the network. Examples of dependencies are shown in Figures 5 - 6.

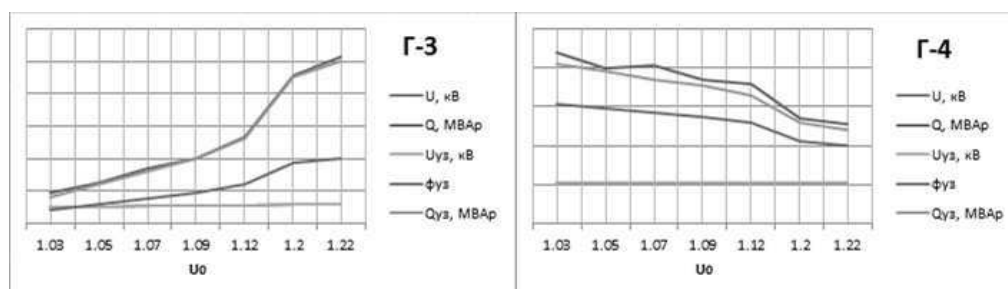


Fig.5. The dependence of the parameters Г-3 and Г-4 from changing the U_0 in Г-3

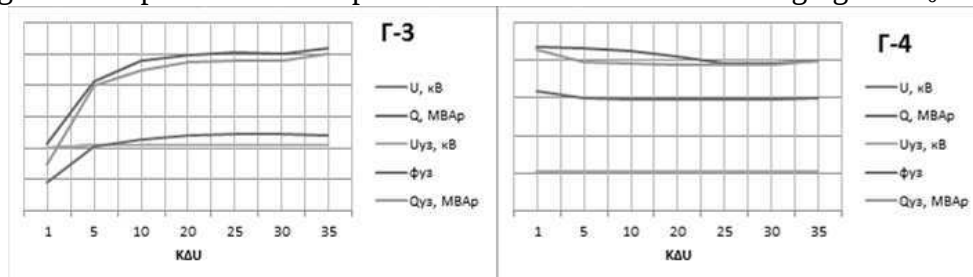


Fig. 6. The dependence of the parameters Г-3, Г-4 from changing the $K\Delta U$ вГ-3

REFERENCES:

1. Юрганова А. А., Кожевников В. А. Регулирование возбуждения синхронных генераторов. — СПб.: Наука, 1996. — 138 с.
2. Овчаренко Н.И. Автоматика энергосистем : учебник для вузов. — 3-е изд., исправленное / Н.И. Овчаренко ; под ред. чл.-корр. РАН, докт. техн. наук, проф. А.Ф. Дьякова. — М. : Издательский дом МЭИ, 2009. — 476 с.
3. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ВМК РВ ЭЭС.

Научный руководитель: С.В. Свечкарев, к.т.н., старший преподаватель кафедры электроэнергетических систем Энергетического института Томского политехнического университета.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПОВРЕЖДЕННОГО УЧАСТКА НАБЛЮДАЕМОЙ РАЗВЕТВЛЕННОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

А.А. Белянин

ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», ООО
«Исследовательский центр «Бреслер»

Распределительные сети 6-35 кВ являются наиболее протяжёнными среди сетей 0,4-110 кВ и занимают значительную часть в инфраструктуре передачи и распределения электроэнергии. Однако их эксплуатация сопряжена со значительными издержками, обусловленными аварийными перебоями в энергоснабжении и необходимостью проведения профилактических и ремонтных работ.

Обеспечение надёжной работы сетей 6-35 кВ невозможно без использования селективной защиты от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ), так как именно этот вид повреждения является наиболее частым в распределительных сетях (67-92 % от общего числа электрических повреждений) [1]. Существует множество таких защит, различающихся своими алгоритмами и соответствующей информационной базой [2]. В качестве информационных величин могут выступать напряжение нулевой последовательности, составляющая промышленной частоты тока нулевой последовательности (возможно ещё напряжения), «наложенный» ток с частотой, отличной от промышленной, высокочастотные составляющие в токе нулевой последовательности и, наконец, ток и напряжение нулевой последовательности в переходном процессе ОЗЗ. Последний способ зарекомендовал себя как наиболее универсальный [1, 2].

Однако даже применение современных защит от ОЗЗ не позволяет решить проблему замыканий на землю в распределительных сетях в комплексе. Это объясняется тем, что для уменьшения времени ликвидации последствий повреждений и восстановления питания потребителей требуется совершенствование методов локации повреждений. Под локацией понимается определение места ОЗЗ. На настоящий момент существует множество методов определения места повреждения [3]. При этом локационные и волновые методы, широко используемые в сетях высокого и сверхвысокого напряжения, практически не пригодны для определения мест повреждений в радиальных распределительных сетях. Также стоит отметить, что методы локации в распределительных сетях, применяемые на практике, являются малоприспособленными для определения мест кратковременных самоустраняющихся замыканий. В то же время, в месте самоустранившегося замыкания на землю ухудшается изоляция, что впоследствии приводит к устойчивому замыканию на землю, и своевременное определение места линии с ослабленной изоляцией позволило бы не допустить аварийного режима.

В рамках настоящей работы показано развитие способа локализации ОЗЗ в сетях 6-35 кВ, позволяющего на первом этапе выделить повреждённое присоединение, на втором – повреждённый участок присоединения, а на третьем – определить конкретное место замыкания на землю.

В основе способа лежат алгоритмическое моделирование и принцип компенсации. Для исследования процессов, происходящих в энергообъекте, используется дискретно-аналоговая модель объекта целиком или модели отдельных его частей, позволяющие