

УДК 621.321

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ ГЕНЕРАТОРА НА СТАТИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ

Цудило Н.Ю.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Старжинский А.Л.

Статической устойчивостью принято называть способность системы самостоятельно восстанавливать исходный установившийся режим при малых возмущениях или режим близкий к исходному, если возмущение не снято. Для надежного существования режима он должен иметь определенный запас статической устойчивости. Запас статической устойчивости генератора зависит коэффициента мощности генератора.

В данной работе в пакете MATLAB/Simulink смоделирована имитационная модель энергосистемы, выполнена параметризация ее элементов с учетом особенностей схем замещения и их реализации в программе, после чего проведено моделирование и сравнение угловых характеристик активной мощности генератора с различными коэффициентами мощности генератора. Этапы выполнения работы и результаты представлены ниже.

Принципиальная схема замещения имеет следующий вид:

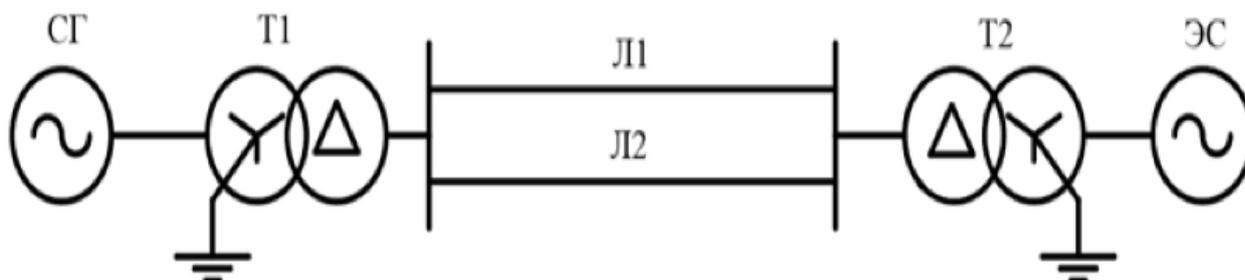


Рисунок 1. Принципиальная схема замещения.

В качестве элементов ЭЭС были выбраны генератор ТГВ-300-2У3, трансформаторы ТДЦ 400000/330-У1, ЛЭП АС 2*240/32. Параметры вышеуказанных элементов представлены ниже [1]:

Таблица 1 — Параметры синхронного генератора «СГ»

Параметр	Значение
Номинальная полная мощность «Pn(VA)»	353 МВА
Номинальное напряжение «Vn(Vrms)»	20 кВ
Частота «fn(Hz)»	50 Гц
Постоянная инерции «H(sec)»	7
Коэффициент демпфирования «Kd(pu_T/pu_W)»	10
Число пар полюсов «р»	1
Активное сопротивление «R(pu)»	0,00128
Индуктивное сопротивление «X(pu)»	2,195

Таблица 2 — Параметры силовых трансформаторов «Т1» и «Т2»

Параметр	Значение	
	«Т1»	«Т2»
Номинальная полная мощность, «Pn(VA)»	400 МВА	400 МВА
Частота, «fn(Hz)»	50 Гц	50 Гц
Параметры стороны ВН		
Схема соединения обмоток	Yg	Δ
Номинальное напряжение, «V2 Ph-Ph(Vrms)»	20 кВ	347 кВ
Активное сопротивление, «R2(pu)»	0,00099	0,00099
Индуктивность, «L2(pu)»	0,058	0,058
Параметры стороны НН		
Схема соединения обмоток	Δ	Yg
Номинальное напряжение, «V1 Ph-Ph(Vrms)»	347 кВ	110 кВ
Активное сопротивление, «R1(pu)»	0,00099	0,00099
Индуктивность, «L1(pu)»	0,058	0,058
Параметры цепи намагничивания		
Активное сопротивление, «Rm(pu)»	1333,33	1333,33
Индуктивность, «Lm(pu)»	222,22	222,22

Таблица 3 — Параметры линий «Л1» и «Л2»

Частота, fn(Hz)	50 Гц
Активное сопротивление, R1(Ohms/km)	0,06
Индуктивность, L1(H/km)	$1,054 \cdot 10^{-3}$ Гн/км
Емкость, C1(F/km)	$10,76 \cdot 10^{-9}$ Ф/км
Длина линии, (km)	150 км

Таблица 4 — Параметры системы «С»

Линейное напряжение, (Vrms)	110 кВ
Начальный сдвиг фазы «А», (degrees)	0 град.эл.
Частота, fn(Hz)	50 Гц
Режим нейтрали	Yg
Мощность трехфазного короткого замыкания, (VA)	10^{13} В·А
Базисное напряжение, (Vrms Ph-Ph)	110 кВ
Отношение X/R	7

Собранная имитационная модель ЭЭС [2,3]:

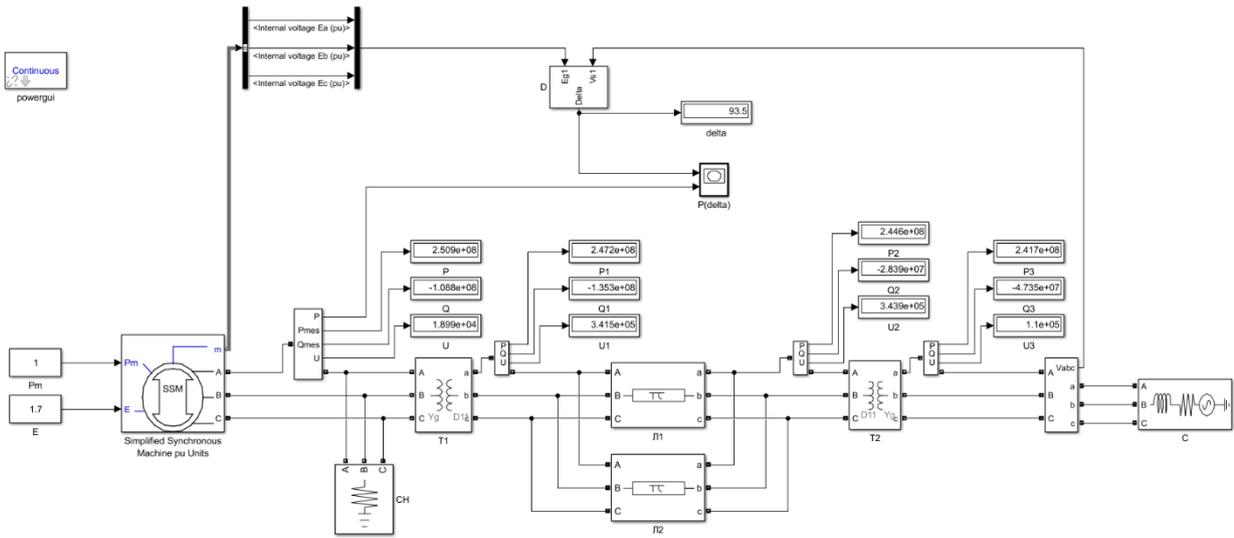


Рисунок 2. Блок-схема собранной математической модели.

Измерение угла δ осуществлялось блоком D, логическая схема которого представлена на рис. 3.

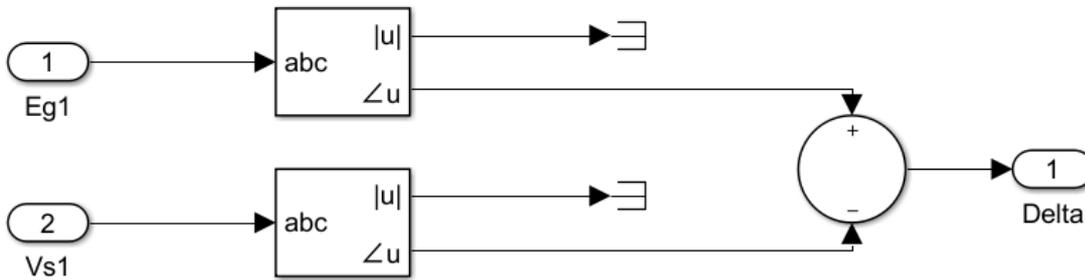


Рисунок 3. Блок измерителя угла δ цепи передачи

Были рассчитаны параметры генератора, при его различных коэффициентах мощности, отличных от номинального ($\cos = 0,5$; $\cos = 0,6$; $\cos = 0,7$; $\cos = 0,8$; $\cos = 0,9$; $\cos = 1$). По полученным данным проведено моделирование и построены графики зависимости активной и реактивной мощности от угла δ (разница между ЭДС генератора и напряжением энергосистемы).

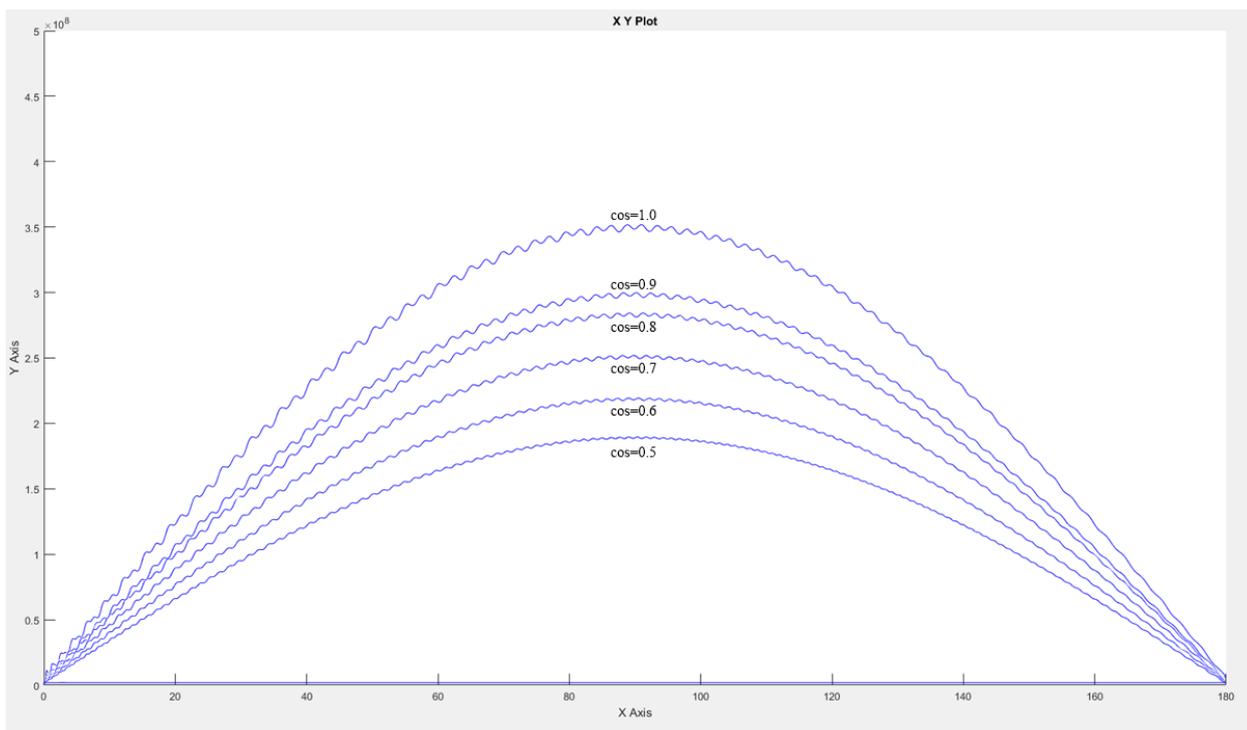


Рисунок 4. Графики зависимостей активной мощности от угла δ

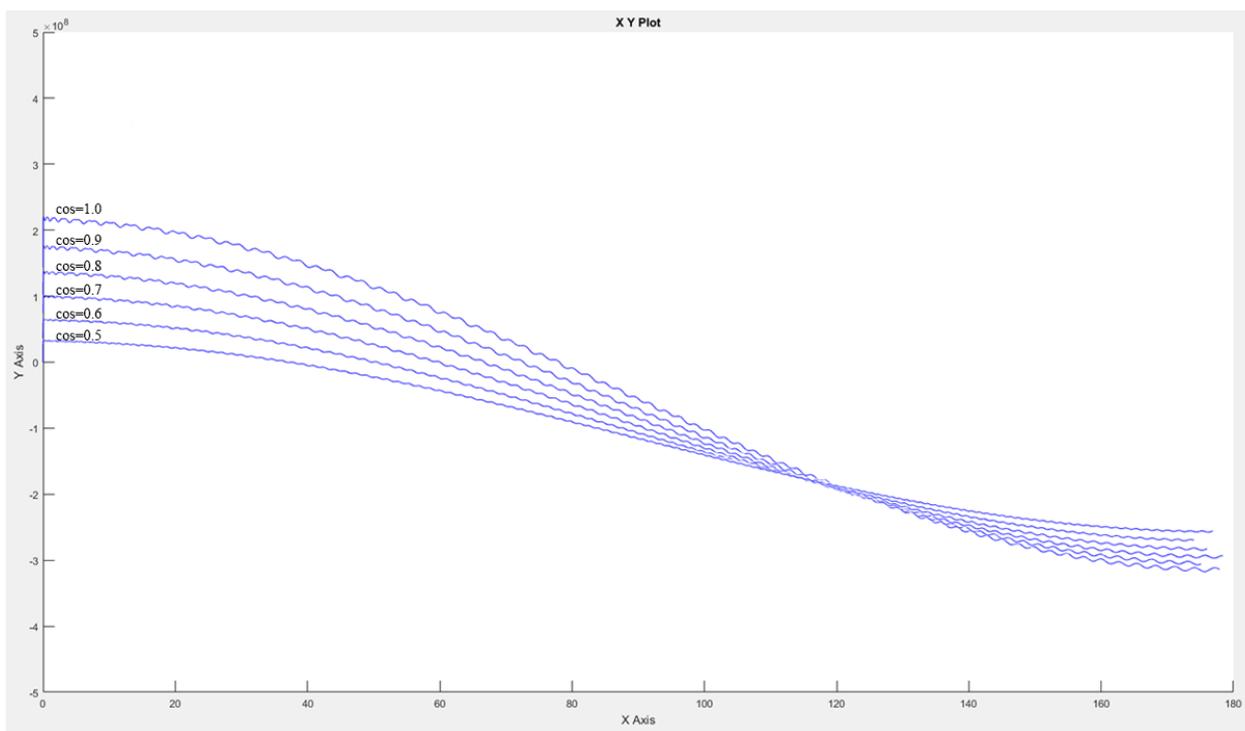


Рисунок 5. Графики зависимостей Реактивной мощности от угла δ

Полученные данные занесём в таблицу 1

Таблица 1 – Зависимость предельной передаваемой мощности от коэффициента мощности

$\cos\varphi$	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Предельная передаваемая активная мощность	160 МВт	190 МВт	230 МВт	255 МВт	290 МВт	340 МВт

Из рисунка 4 и таблицы 1 видно, что в случаях повышения коэффициента мощности генератора график зависимости $P(\delta)$ возрастает по оси $Y (P)$.

Таким образом, с помощью MATLAB/Simulink показано, что увеличение коэффициента мощности генератора ведет к возрастанию «идеального предела мощности», а значит к увеличению запаса статической устойчивости.

Литература

1. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д. Л. Файбисовича. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : ЭНАС, 2012. – 376 с.
2. Зарудная А.П. Особенности применения пакета MATLAB/Simulink для анализа статической устойчивости синхронных генераторов в энергосистеме / А.П. Зарудная, К.Е. Горшков // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2017. – Т. 17, № 3. – С. 43–54.
3. Забелло, Е. Применение прикладных программ в расчетах режимов и устойчивости работы собственных генерирующих источников при их параллельной работе с энергосистемой / Е. Забелло, В. Тополев // Энергетика и ТЭК. Наука для практики. – 2011. – № 9/10. – С. 20–22.