

## Практическое занятие №15-17

### Расчет параметров режима при устойчивом ОЗЗ

**Цель практической работы:** Освоить расчет параметров режима при устойчивом ОЗЗ средствами пакета Excel.

#### Пример практического решения:

**Условие задачи:** Построить график зависимости  $I_3$ , А от  $R_{п}$ , Ом, используя пакет Excel, если известны  $E_{ф} = 10\text{кВ}$ ,  $G_{ф} = 0$ ,  $C_{ф} = 0,1\text{ мкФ}$ ,  $\omega = 314\text{рад/с}$ ,  $I_3 = 0,05; 0,1; 0,15 \dots 1\text{ А}$ .

#### Решение задачи:

1) Из зависимости  $I_3 = \frac{E_{ф}}{R_{п} + \frac{1}{3G_{ф} + 3j\omega C_{ф}}}$  выделим  $R_{п}$ :  $R_{п} = \frac{E_{ф}}{I_3} - \frac{1}{3G_{ф} + 3j\omega C_{ф}}$

Следовательно, построим в Excel столбец тока с интервалом 0,05А.

Также обозначим известные данные:  $E_{ф} = 10\text{кВ}$ ,  $G_{ф} = 0$ ,  $C_{ф} = 0,1\text{ мкФ}$ ,  $\omega = 314\text{рад/с}$ .

	A
1	$I_3$ , А
2	0,05
3	0,1
4	0,15
5	0,2
6	0,25
7	0,3
8	0,35
9	0,4
10	0,45
11	0,5
12	0,55
13	0,6
14	0,65
15	0,7
16	0,75
17	0,8
18	0,85
19	0,9
20	0,95
21	1

B	C
$E_{ф},\text{В}$	10000
$G_{ф}$	0
$C_{ф},\text{Ф}$	0,000001
$\omega,\text{рад/с}$	314

Рассчитаем значения сопротивлений  $R_{II}$  для каждого тока, используя выведенную формулу.

- 2) Для простоты сначала рассчитаем значение  $\frac{E_{\phi}}{I_3}$  для каждого тока по формуле:  $=\$C\$1/A2$ , где C1 – фиксированное значение  $E_{\phi}$ , а A2 – значение  $I_3$ .

D2     f_x = \$C\$1/A2			
A	B	C	D
Iз, A	Eф,В	10000	Eф/Iз
0,05	Gф	0	200000
0,1	Cф,Ф	0,000001	100000
0,15	w,рад/с	314	66666,66667
0,2			50000
0,25			40000
0,3			33333,33333
0,35			28571,42857
0,4			25000
0,45			22222,22222
0,5			20000
0,55			18181,81818
0,6			16666,66667
0,65			15384,61538
0,7			14285,71429
0,75			13333,33333
0,8			12500
0,85			11764,70588
0,9			11111,11111
0,95			10526,31579
1			10000

- 3) Далее рассчитаем постоянную составляющую, которая содержит мнимую часть. Знаменатель рассчитаем по формуле  $=КОМПЛЕКСН(3*C2;3*C3*C4)$ , где C2 – активная проводимость Gф, C3 – емкость фаз Cф, C4 – круговая частота промышленного тока, w.

f_x = КОМПЛЕКСН(3*C2;3*C3*C4)	
B	C
Eф,В	10000
Gф	0
Cф,Ф	0,000001
w,рад/с	314
Комп. часть	0,000942i

Затем найдем вычитаемое в общей формуле:  $=МНИМ.ДЕЛ(1;C5)$ , где  $C5 = 3G_{\phi} + 3jwC_{\phi}$  (Комп. часть).

В	С
Еф,В	10000
Gφ	0
Сф,Φ	0,000001
w,рад/с	314
Комп.часть	0,000942i
1/комп.часть	-1061,57112526539i

- 4) Для вычисления искомого  $R_{II}$  вычтем полученные значения по формуле:  $=\text{МНИМ.РАЗН}(D2;\$C\$6)$ , где D2 – все вычисленные значения  $\frac{E_{\phi}}{I_3}$ , а C6 – фиксированное значение  $\frac{1}{3G_{\phi}+3jwC_{\phi}}$ .

E2		=МНИМ.РАЗН(D2;\$C\$6)			
	A	B	C	D	E
1	Iз, А	Еф,В	10000	Еф/Iз	Rп, Ом
2	0,05	Gφ	0	200000	200000+1061,57112526539i
3	0,1	Сф,Φ	0,000001	100000	100000+1061,57112526539i
4	0,15	w,рад/с	314	66666,66667	66666,6666666667+1061,57112526539i
5	0,2	Комп.часть	0,000942i	50000	50000+1061,57112526539i
6	0,25	1/комп.часть	-1061,57112526539i	40000	40000+1061,57112526539i
7	0,3			33333,33333	33333,3333333333+1061,57112526539i
8	0,35			28571,42857	28571,4285714286+1061,57112526539i
9	0,4			25000	25000+1061,57112526539i
10	0,45			22222,22222	22222,2222222222+1061,57112526539i
11	0,5			20000	20000+1061,57112526539i
12	0,55			18181,81818	18181,8181818182+1061,57112526539i
13	0,6			16666,66667	16666,6666666667+1061,57112526539i
14	0,65			15384,61538	15384,6153846154+1061,57112526539i
15	0,7			14285,71429	14285,7142857143+1061,57112526539i
16	0,75			13333,33333	13333,3333333333+1061,57112526539i
17	0,8			12500	12500+1061,57112526539i
18	0,85			11764,70588	11764,7058823529+1061,57112526539i
19	0,9			11111,11111	11111,1111111111+1061,57112526539i
20	0,95			10526,31579	10526,3157894737+1061,57112526539i
21	1			10000	10000+1061,57112526539i

5) Найдем модуль полученного сопротивления по формуле:  
 $=\text{МНИМ.АВС}(E2)$ , где E – комплексная форма сопротивления.

F2		=МНИМ.АВС(E2)				
	A	B	C	D	E	F
1	Из, А	Еф,В	10000	Еф/Из	Рп, Ом	Рп , Ом
2	0,05	Гф	0	200000	200000+1061,57112526539i	200002,817
3	0,1	Сф,Ф	0,000001	100000	100000+1061,57112526539i	100005,635
4	0,15	ω, рад/с	314	66666,66667	66666,6666666667+1061,57112526539i	66675,1181
5	0,2	Комп.часть	0,000942i	50000	50000+1061,57112526539i	50011,2681
6	0,25	1/комп.часть	-1061,57112526539i	40000	40000+1061,57112526539i	40014,0842
7	0,3			33333,33333	33333,3333333333+1061,57112526539i	33350,233
8	0,35			28571,42857	28571,4285714286+1061,57112526539i	28591,1431
9	0,4			25000	25000+1061,57112526539i	25022,5285
10	0,45			22222,22222	22222,2222222222+1061,57112526539i	22247,5638
11	0,5			20000	20000+1061,57112526539i	20028,1535
12	0,55			18181,81818	18181,8181818182+1061,57112526539i	18212,7825
13	0,6			16666,66667	16666,6666666667+1061,57112526539i	16700,4404
14	0,65			15384,61538	15384,6153846154+1061,57112526539i	15421,1972
15	0,7			14285,71429	14285,7142857143+1061,57112526539i	14325,1026
16	0,75			13333,33333	13333,3333333333+1061,57112526539i	13375,5266
17	0,8			12500	12500+1061,57112526539i	12544,9963
18	0,85			11764,70588	11764,7058823529+1061,57112526539i	11812,5034
19	0,9			11111,11111	11111,1111111111+1061,57112526539i	11161,7079
20	0,95			10526,31579	10526,3157894737+1061,57112526539i	10579,7097
21	1			10000	10000+1061,57112526539i	10056,1888

б) По полученным данным построим точечный график зависимости Из, А от Рп, Ом по столбцам А и F.

