

# Системийн реле хамгаалалт, автоматикийн программ хангамж /Software of relay protection and automation for electrical systems /

B222130703

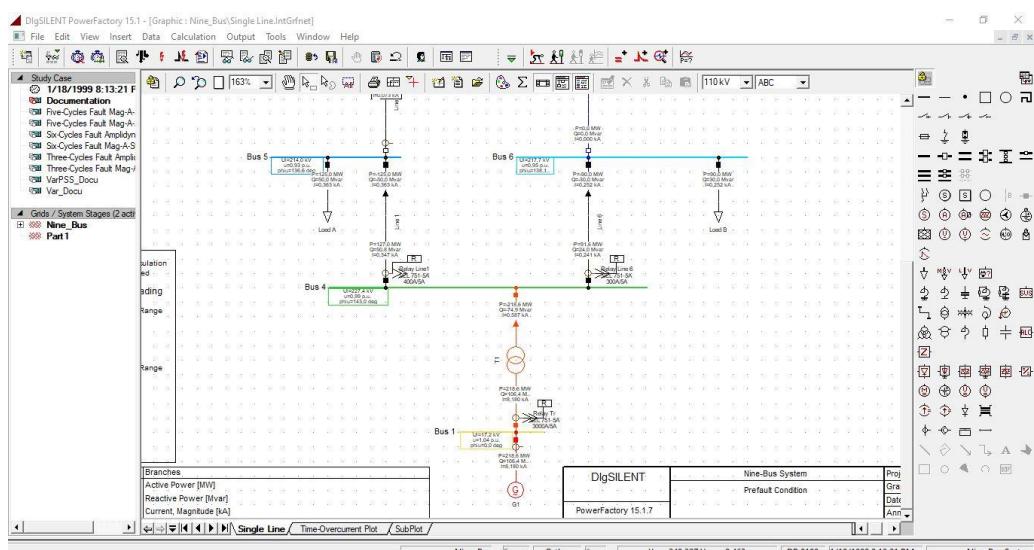
Б.Даваахүү

Гарчиг

1. Реле хамгаалалт .....2-6
2. Богино залааны тооцоо болон стандартууд.....7-13

## 1. Реле хамгаалалт

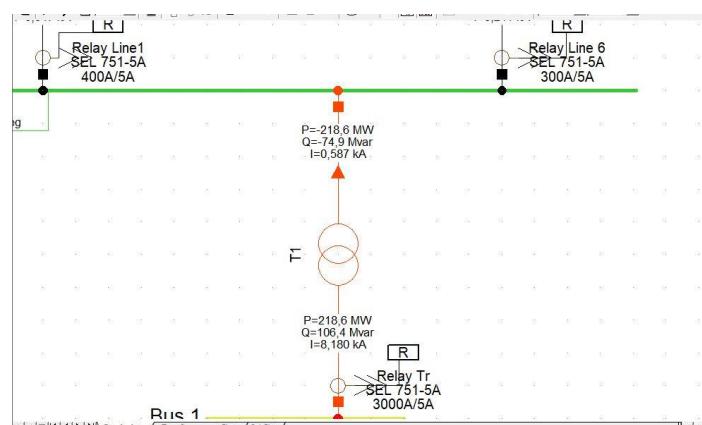
9 шинтэй системийн генератор G1-с тэжээгдэж буй ачаалал А, В-г хамгаалах хамгаалалт тооцож ажиллагааг туршиж үзэв. Ачаалал А нь L1 шугамаар В нь L2 шугамаар дамжин цахилгаан эрчим хүчээр тэжээгдэж буй 1 талаасаа тэжээлтэй шугам гэж тооцов. Зураг 1-т чадлын урсгал хийсэн үр дүнг үзүүлэв.



Зураг 1. Хамгаалалт турших хэсгийн чадлын урсгал тооцоо

Генераторын гаргалгын таслуур болон шугам 1 , шугам 6 эхлэлийн таслуурт хамгаалалтыг тавина.

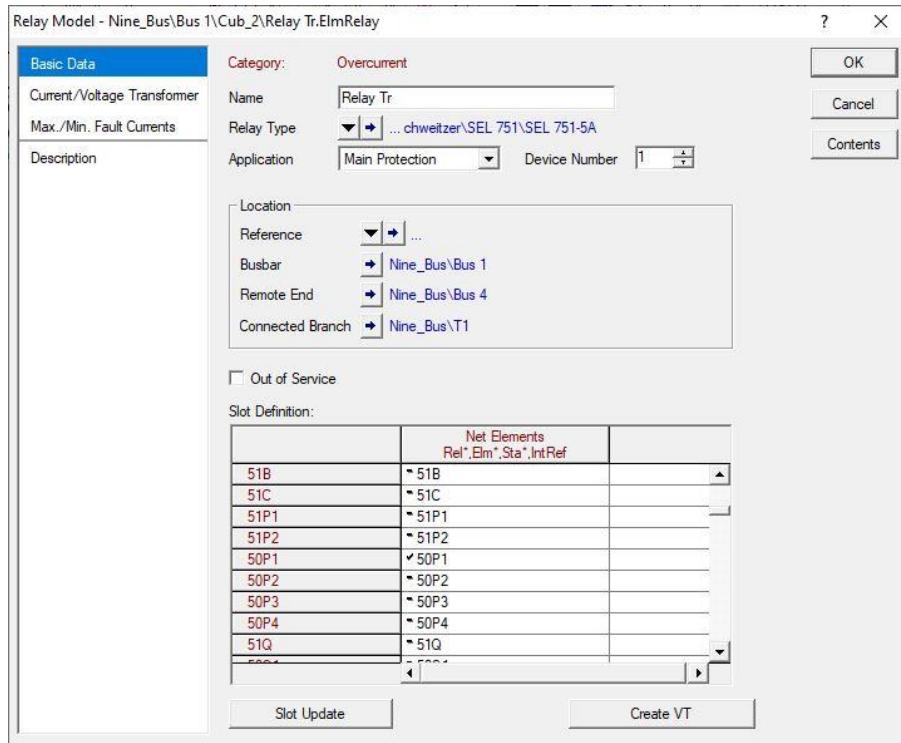
Хэвийн үеийн чадлын урсгалын тооцооноос гүйдлийн трансформаторын анхдагч



гүйдлүүдийг 300/5 , 400/5 , 3000/5 гэж тус тус сонгов.

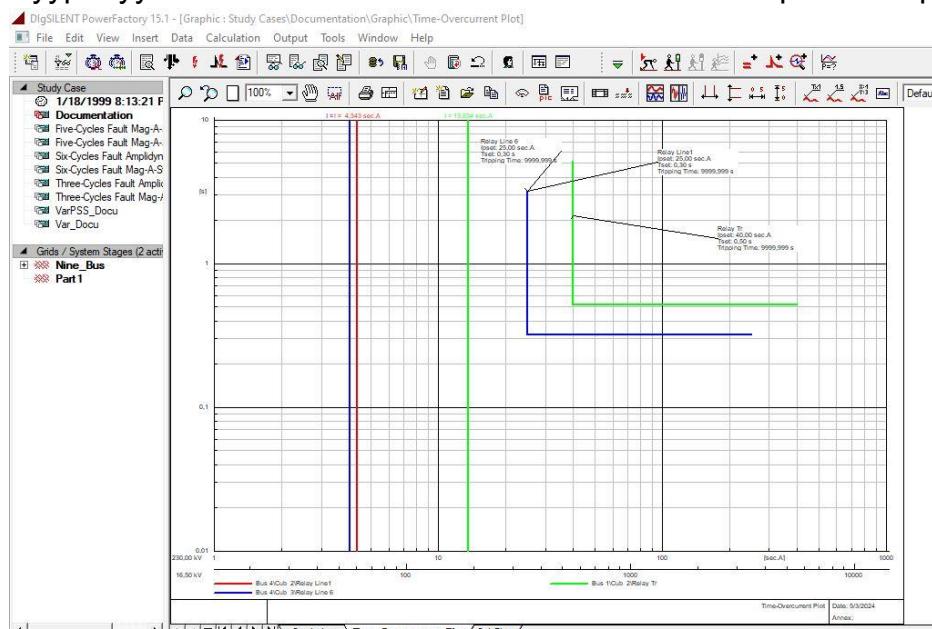
### Зураг 2.

SEL751 микропроцессорын релейний гүйдэл ихсэлтийн хамгаалалт болох 50P1-г ашиглав. Бусад функцийг out off service хийж ажиллагаанаас гаргав.



Зураг3

Зураг 4-т суурилуулсан 3 хамгаалалтын ажиллагааны хамаарамжийг үзүүлэв.



Зураг 4. Релений гүйдэл хугацааны хамаарамж

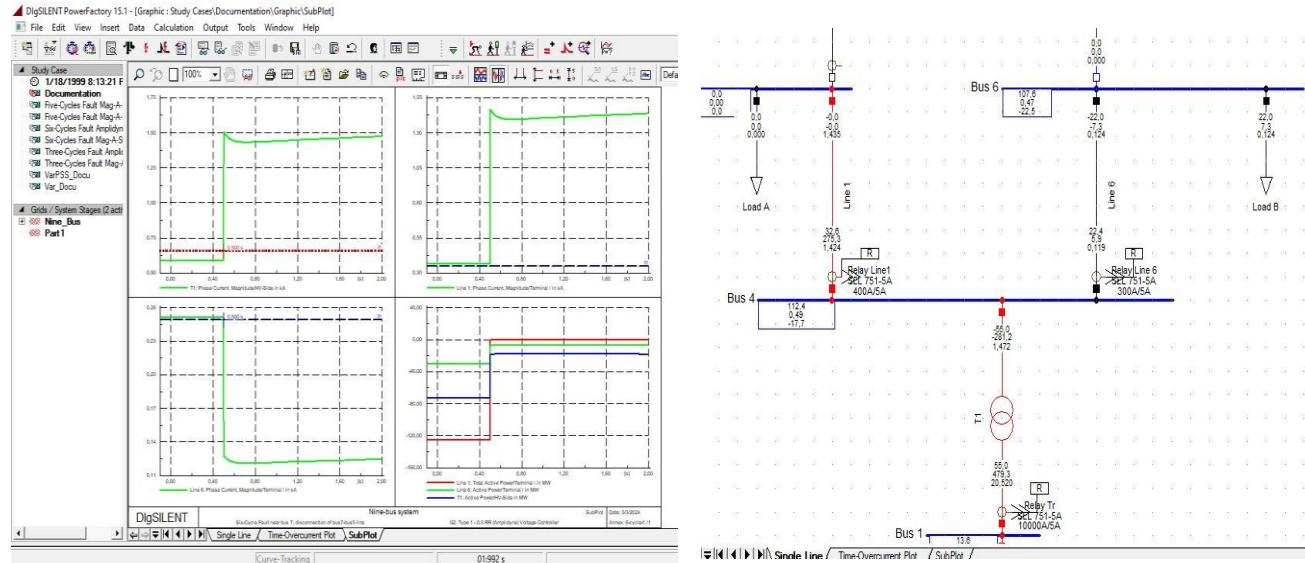
Хамгаалалтын ажиллагааг шалгахын тулд short-circuit event үүсгэж RMS/EMT

симуляци хийх шаардлагатай. Шугам 1,6 болон шин 5,6,4 дээр short-circuit event үүсгэсэн байдлыг зураг 5-т үзүүлэв.

	Name	Time	Object State/ Elm Term... Out of Service	Object modified	Object modified
1	Short-Circuit Event(2)	0.4	Line 1	<input checked="" type="checkbox"/>	5/3/2024 4:28:05 PM dawaa
2	Short-Circuit Event(3)	0.5	Bus 6	<input checked="" type="checkbox"/>	5/3/2024 4:40:50 PM dawaa
3	Short-Circuit Event(4)	0.5	Line 6	<input checked="" type="checkbox"/>	5/3/2024 4:38:54 PM dawaa
4	Short-Circuit Event(1)	0.5	Bus 5	<input checked="" type="checkbox"/>	5/3/2024 4:29:45 PM dawaa
5	Short-Circuit Event(5)	0.5	Bus 4	<input type="checkbox"/>	5/3/2024 4:40:16 PM dawaa

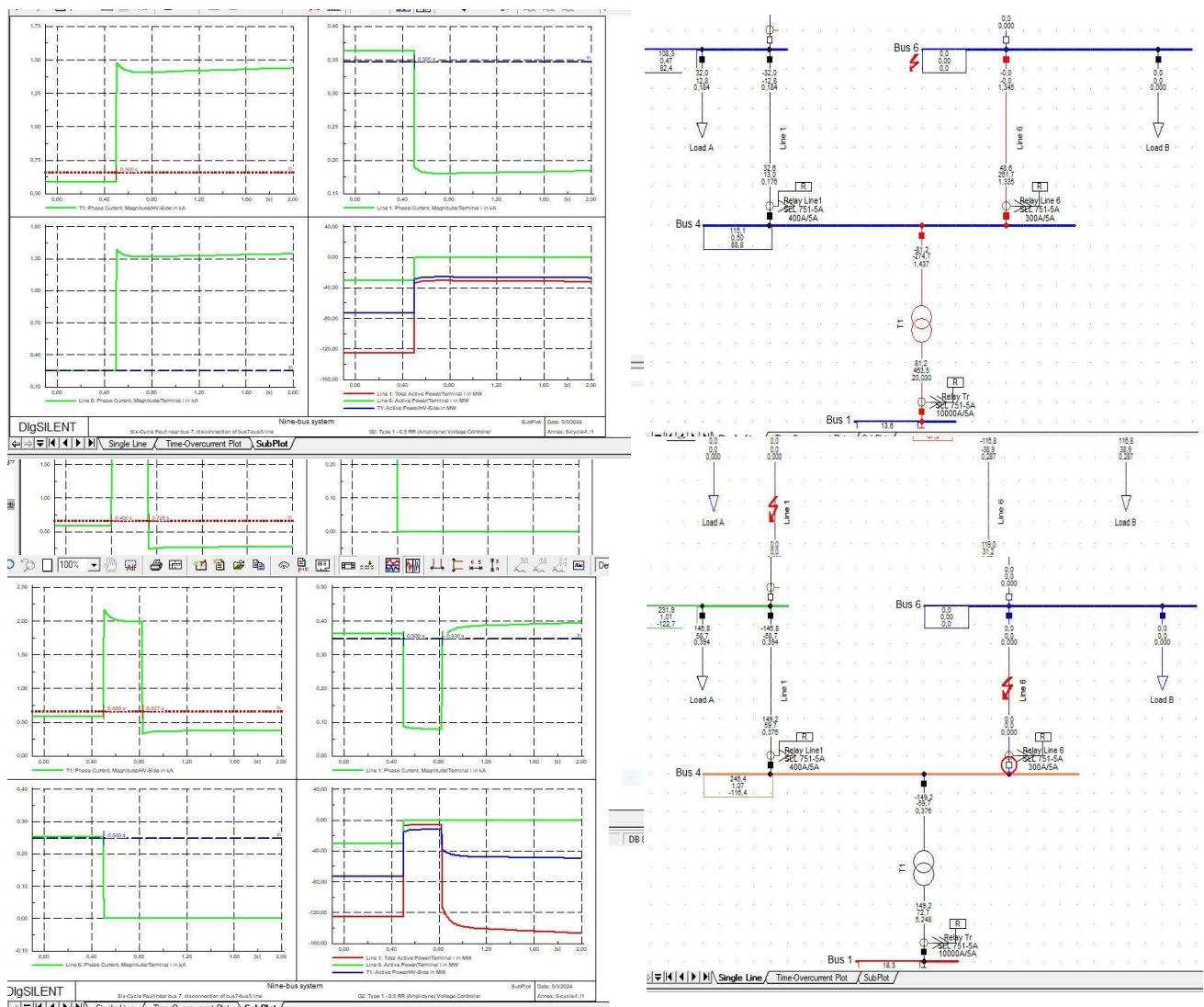
Зураг 5. Short-circuit event үүсгэсэн байдал

Үүний дараагаар event бүр дээр богино залгаа хийж зураг 6-10 т үзүүлэв.



Зураг 6. Шин 6 дээрх богино залгааны үеийн гүйдэл хугацааны хамаарамж болон таслуурын байдал.

Зураг 7. Шугам 1 (70%) дээрх богино залгааны үеийн гүйдэл хугацааны хамаарамж болон таслуурын байдал.



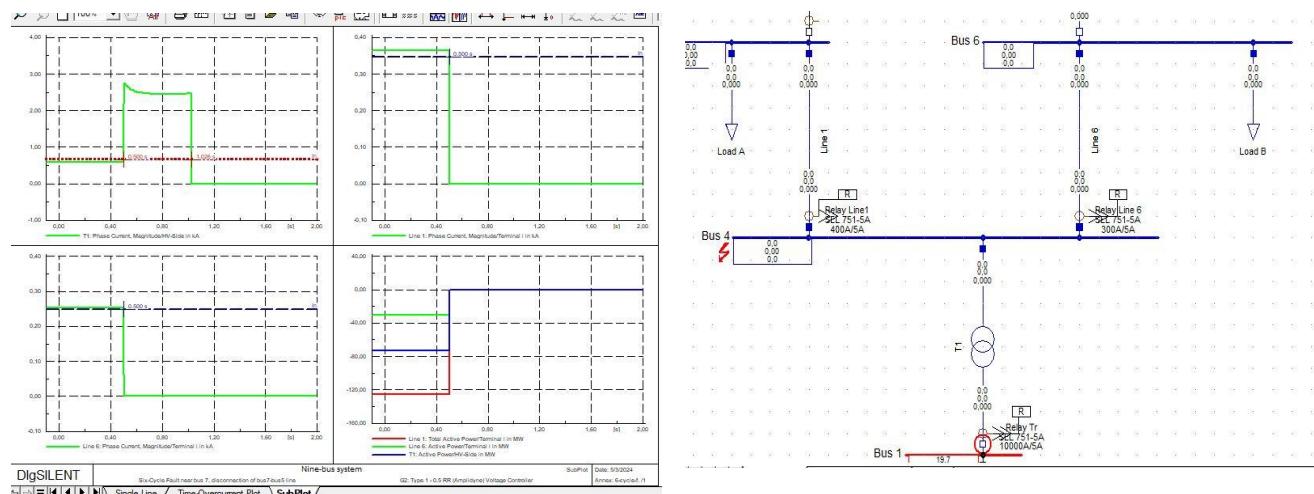
Зураг 8. Шин 6 дээрх богино залгааны үеийн гүйдэл хугацааны хамаарамж болон таслуурын байдал.

Зураг 9. Шугам 6 (70%) дээрх богино залгааны үеийн гүйдэл хугацааны хамаарамж болон таслуурын байдал

Зураг 10. Шин 4 дээрх богино залгааны үеийн гүйдэл хугацааны хамаарамж болон таслуурын байдал

Шин 5, 6 дээр богино залгаа үүсгэхэд хамгаалалт ажиллахгүй байхаар тохируулсан бөгөөд зураг 6,8-с харахад таслуур тасраагүй нь хамгаалалт зөв ажилласныг илтгэж байна.

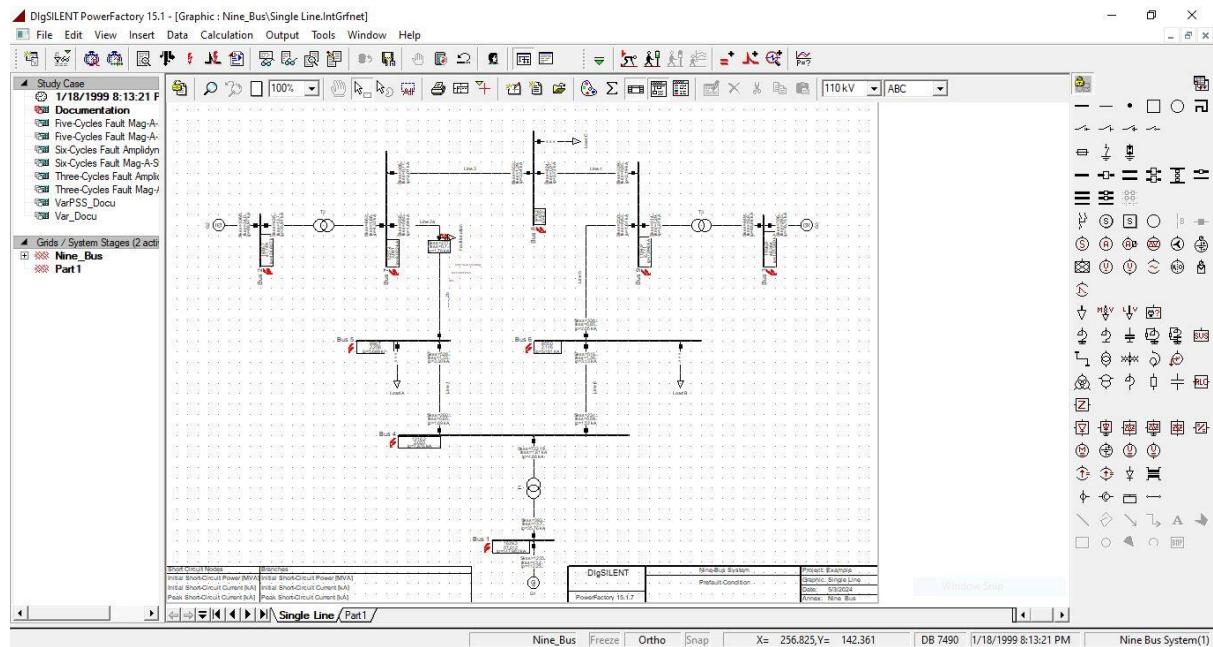
Хэрэв шугам 1 дээр богино залгаа болоход шугам 1-н таслуур тасарч гэмтэлтэй хэсгийг тусгаарлах бөгөөд ачаалал В цахилгаан эрчим хүчээр тасалдахгүй байх болно. Шугам 6 дээр богино залгаа болоход үүнтэй адил зарчмаар ажиллаж гэмтэлтэй шугамыг тусгаарлах болно.

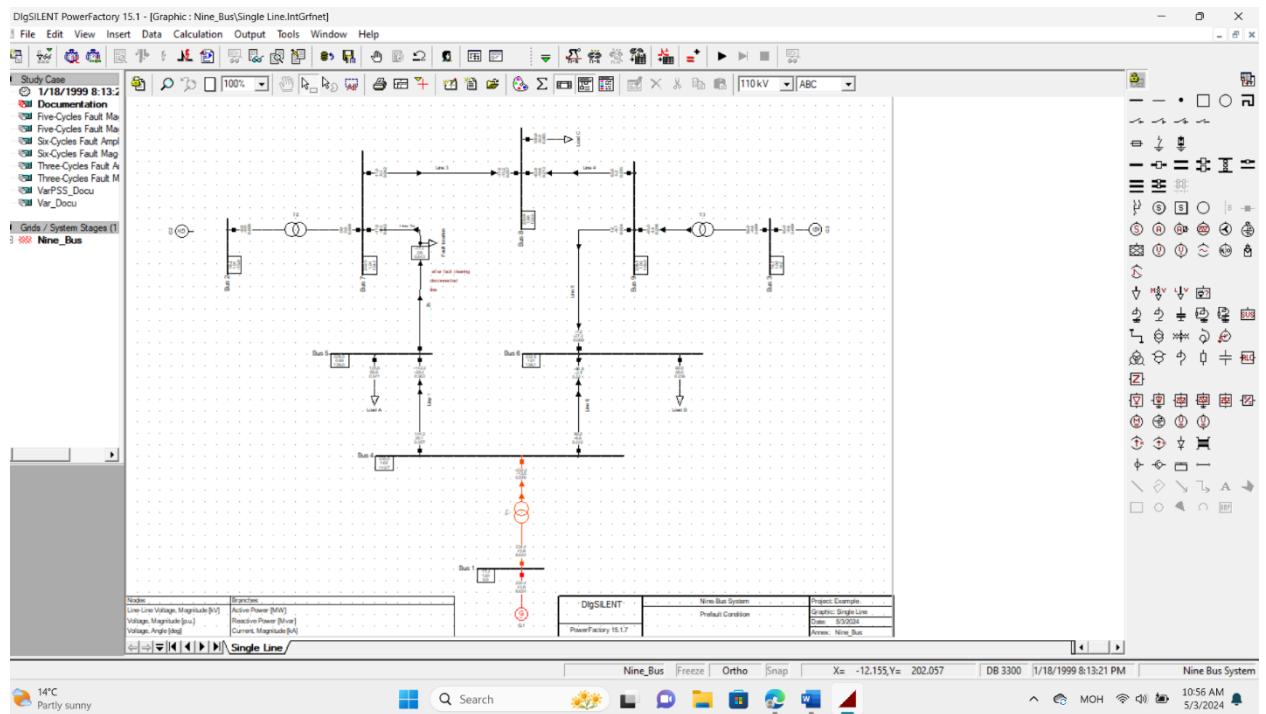
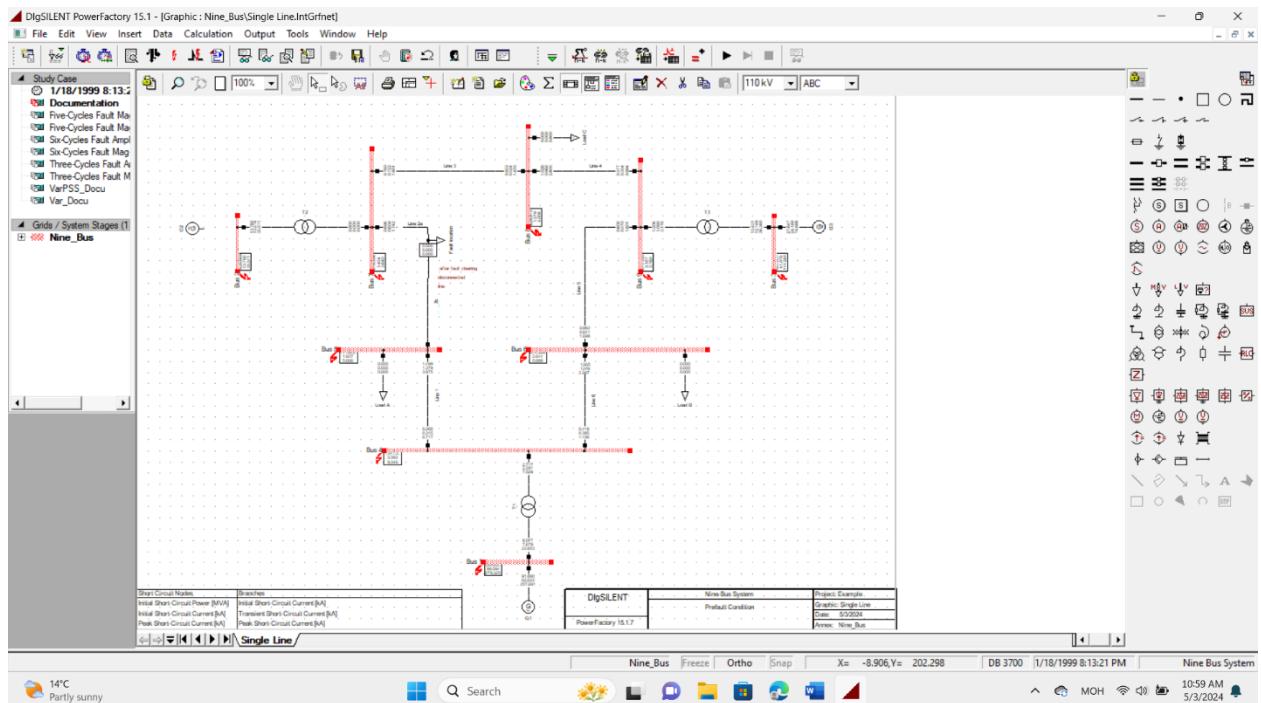


Харин шин 4 дээр богино залгаа болоход трансформаторын нам талыг таслахаар гүйдлийн тавилыг тохируулсан.

## 2. Богино залааны тооцоо болон стандартууд

- VDE 0102 стандартын дагуу бүх шин дээр хийсэн байдал





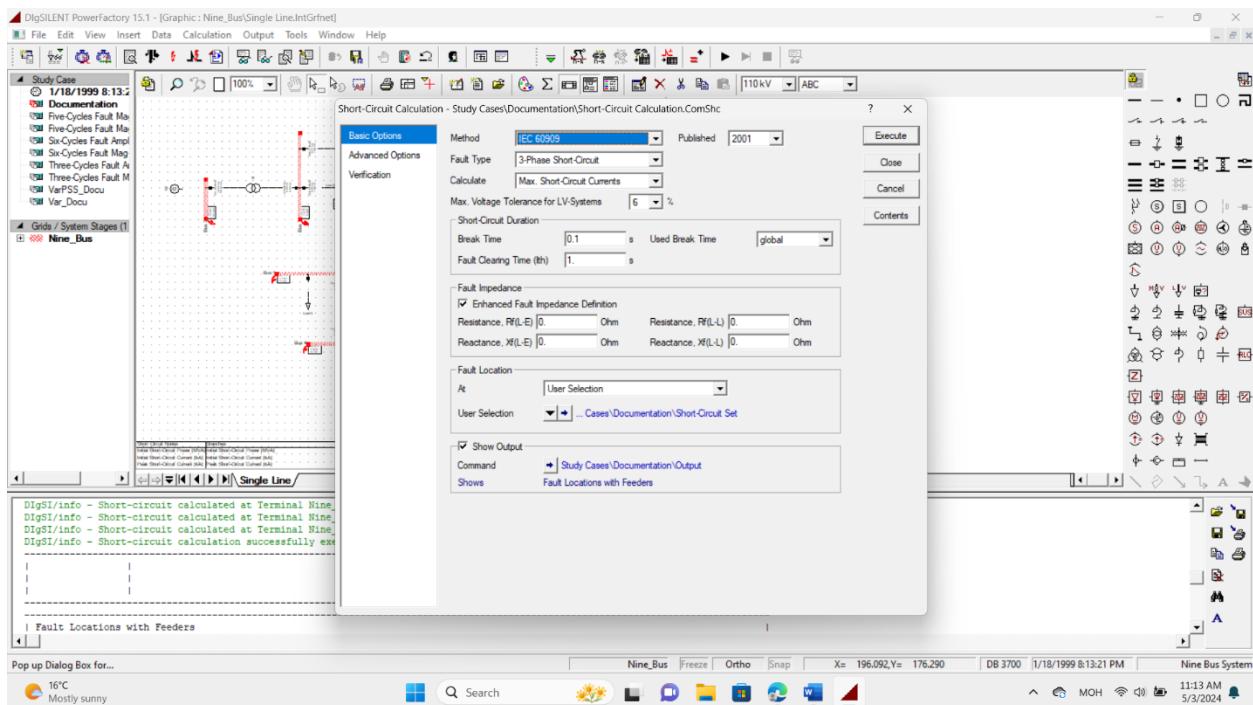
Богино залгааны тооцооны үр дүн

3-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents											
Fault Locations with Feeders			System Stage: Nine_Bus								
Short-Circuit Duration			Fault Impedance			Resistance, Rf			Reactance, Xf		
Break Time			0.10 s			0.00 Ohm			0.00 Ohm		
Fault Clearing Time (Ith)			1.00 s			Reactance, Xf			0.00 Ohm		
Grid: Nine_Bus			System Stage: Nine_Bus			Annex: / 1					
rt.d.V.	Voltage	c-	Sk"	Ik"	Ik'	Ip	Ib	ib	Ith		
[kV]	[kV]	[deg]	Factor	[MVA/MVA]	[kA/kA]	[deg]	[kA]	[kA/kA]	[kA]	[kA]	[kA]
Bus 1	16.50	0.00	0.00	1.00	2546.28 MVA	99.59 kA	-86.5	69.29	-84.9	279.33 kA	71.78
T1	Bus 4				230.53 MVA	8.08 kA	76.9	7.68	-77.4	22.65 kA	
G1					2625.83 MVA	91.88 kA	-85.1	62.02	-82.7	257.69 kA	
Bus 2	18.00	0.00	0.00	1.00	429.99 MVA	13.79 kA	-93.8	13.27	-92.8	35.57 kA	13.32
T2	Bus 7				429.99 MVA	13.79 kA	86.2	13.27	87.2	35.57 kA	
Bus 3	13.80	0.00	0.00	1.00	981.86 MVA	41.08 kA	-92.2	36.85	-91.1	111.26 kA	37.20
T3	Bus 9				321.04 MVA	13.43 kA	87.4	12.75	88.7	36.38 kA	
G3					660.83 MVA	27.65 kA	-92.0	24.10	-91.0	74.89 kA	
Bus 4	230.00	0.00	0.00	1.00	1347.36 MVA	3.38 kA	62.6	2.91	64.4	9.35 kA	2.94
T1	Bus 1				1082.55 MVA	2.72 kA	-115.1	2.28	-112.7	7.51 kA	
Line 1	Bus 5				103.42 MVA	0.26 kA	-132.6	0.25	-132.0	0.72 kA	
Line 6	Bus 6				166.68 MVA	0.42 kA	-122.9	0.39	-122.3	1.16 kA	
Bus 5	230.00	0.00	0.00	1.00	771.64 MVA	1.94 kA	63.2	1.79	64.6	5.01 kA	1.80
Line 1	Bus 4				587.34 MVA	1.50 kA	-114.8	1.38	-113.2	3.88 kA	
Line 2	Bus 7				175.99 MVA	0.44 kA	-123.8	0.42	-123.0	1.14 kA	
Load A					0.00 MVA	0.00 kA	0.0	0.00	0.0	0.00 kA	
Bus 6	230.00	0.00	0.00	1.00	814.39 MVA	2.04 kA	64.1	1.89	65.2	5.09 kA	1.90
Line 5	Bus 9				271.76 MVA	0.68 kA	-119.9	0.64	-115.2	1.70 kA	
Line 6	Bus 4				543.62 MVA	1.36 kA	-113.9	1.25	-112.5	3.40 kA	
Load B					0.00 MVA	0.00 kA	0.0	0.00	0.0	0.00 kA	
Bus 7	230.00	0.00	0.00	1.00	579.39 MVA	1.45 kA	60.5	1.38	61.6	3.64 kA	1.39
Line 2	Bus 5				277.26 MVA	0.70 kA	-117.0	0.66	-115.7	1.74 kA	
T2	Bus 2				0.00 MVA	0.00 kA	0.0	0.00	0.0	0.00 kA	
					302.65 MVA	0.76 kA	-121.8	0.72	-120.8	1.90 kA	
Bus 8	230.00	0.00	0.00	1.00	629.07 MVA	1.58 kA	61.3	1.49	62.5	4.01 kA	1.50
										2.38	1.61

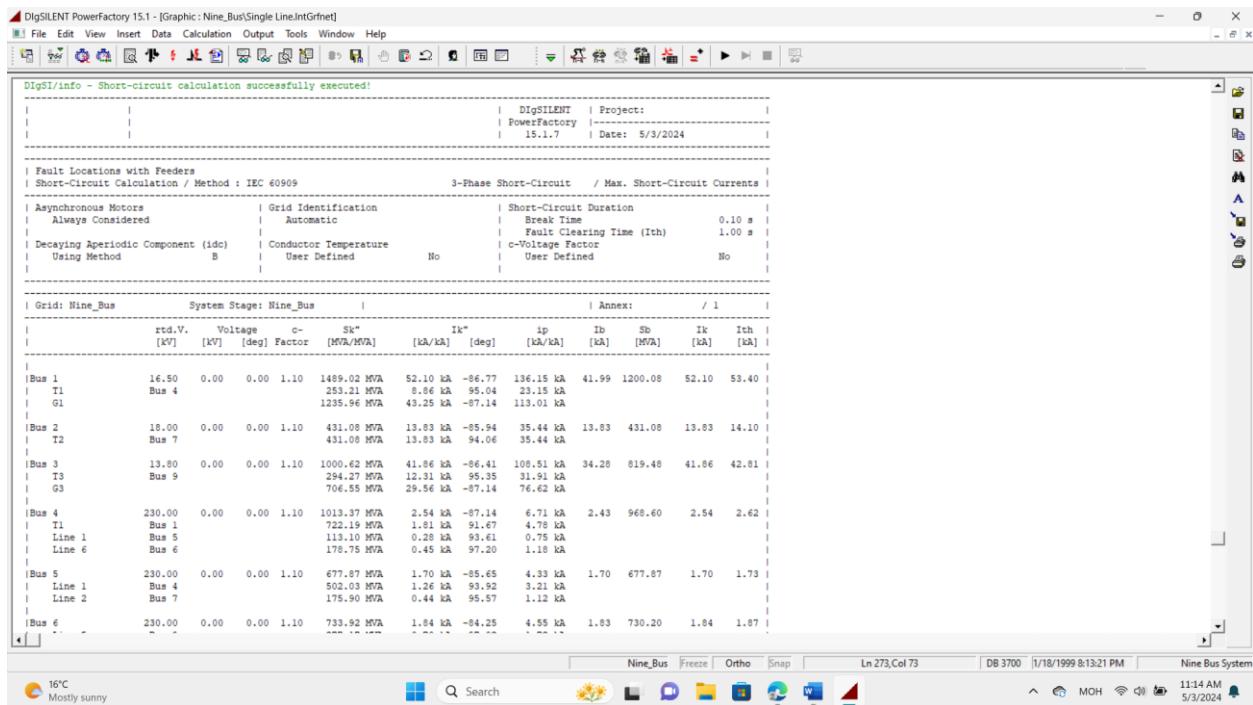
## Short-Circuit хийж харуулсан байдал хүснэгтэлсэн нь

3-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents											
Fault Locations with Feeders			System Stage: Nine_Bus								
Short-Circuit Duration			Fault Impedance			Resistance, Rf			Reactance, Xf		
Break Time			0.10 s			0.00 Ohm			0.00 Ohm		
Fault Clearing Time (Ith)			1.00 s			Reactance, Xf			0.00 Ohm		
Grid: Nine_Bus			System Stage: Nine_Bus			Annex: / 2					
rt.d.V.	Voltage	c-	Sk"	Ik"	Ik'	Ip	Ib	ib	Ith		
[kV]	[kV]	[deg]	Factor	[MVA/MVA]	[kA/kA]	[deg]	[kA]	[kA/kA]	[kA]	[kA]	[kA]
Line 3	Bus 7				220.21 MVA	0.55 kA	-118.3	0.52	-116.9	1.40 kA	
Line 4	Bus 9				408.87 MVA	1.03 kA	-118.9	0.97	-117.8	2.60 kA	
Load C					0.00 MVA	0.00 kA	0.0	0.00	0.0	0.00 kA	
Bus 9	230.00	0.00	0.00	1.00	871.10 MVA	2.19 kA	59.5	2.01	61.2	5.76 kA	2.02
T2	Bus 8				150.27 MVA	0.38 kA	-123.7	0.35	-122.3	0.99 kA	
T3	Bus 3				480.59 MVA	1.21 kA	-122.0	1.09	-121.0	3.18 kA	
Line 5	Bus 6				242.17 MVA	0.61 kA	-114.0	0.57	-112.6	1.60 kA	

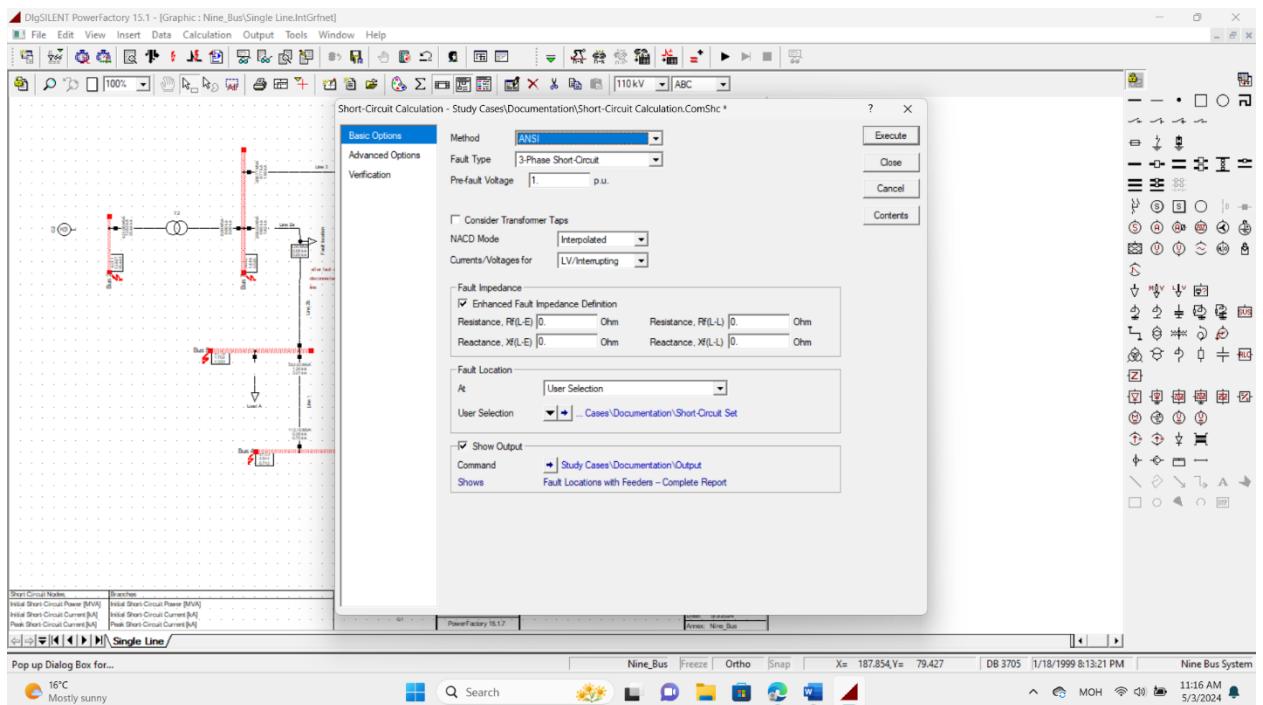
- IEC 60929 стандартын дагуу бүх шин дээр хийсэн байдал



Үр дүн



Дараагийн шин дээр ANSI



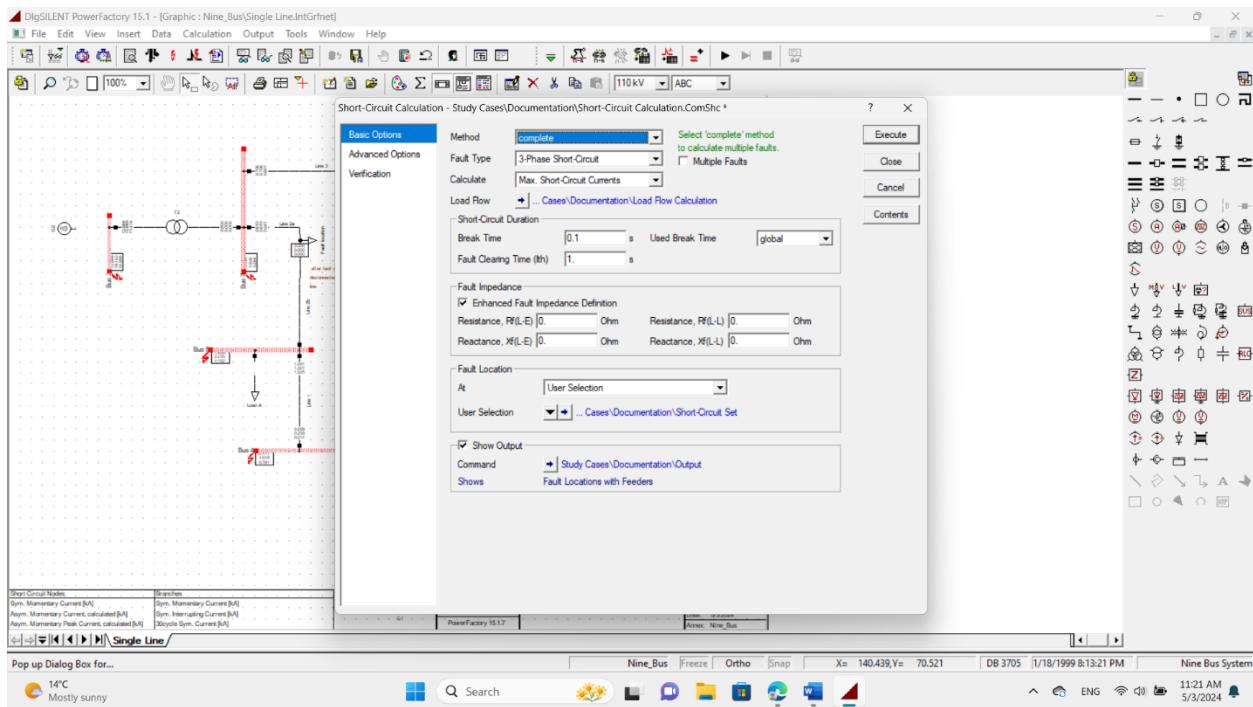
Үр дүн

Fault Locations with Feeders -- Complete Report --										
3-Phase Short-Circuit										
Fault Impedance										
Pre-fault Voltage 1.00 p.u.										
Consider Transformer Taps No										
Grid: Nine_Bus System Stage: Nine_Bus Annex: / 1										
	Rated Voltage [kV]	Equivalent Impedance R[Ohm] X[km]	Symmetrical Current [E/Z] [kA]	Apparent Power [MVA]	X/R ratio [deg]	Asym.RMS X/R based [kA]	Asym.Peak X/R based [kA]			
Bus 1 16.50										
Mom.Duty	0.006	0.186	51.316 -88.16	1466.588	39.731	84.436	139.625 [kA]	Sym.Base [kA]	Tot.Base [kA]	
Int.Duty	0.006	0.186	51.316 -88.16	1466.588	39.731		2 cycles 56.594	77.689		
30-cycle	0.009	0.267	35.669 -88.14	1019.384			3 cycles 57.929	69.338		
							5 cycles 57.067	61.881		
							8 cycles 57.176	56.951		
T1			8.038 94.86	229.725	11.756	84.436	139.625 [kA]			
	Mom.Duty	8.038	94.86	229.725	11.756		2 cycles 56.594	77.689		
	Int.Duty	8.038	94.86	229.725	11.756		3 cycles 57.929	69.338		
	30-cycle	6.817	94.32	194.811			5 cycles 57.067	61.881		
							8 cycles 57.176	56.951		
G1			43.291 -88.72	1237.193	44.893	84.436	139.625 [kA]			
	Mom.Duty	43.291	-88.72	1237.193	44.893		2 cycles 56.594	77.689		
	Int.Duty	43.291	-88.72	1237.193	44.893		3 cycles 57.929	69.338		
	30-cycle	28.860	-88.72	824.795			5 cycles 57.067	61.881		
							8 cycles 57.176	56.951		
Bus 2 18.00										
Mom.Duty	0.061	0.818	12.669 -85.72	394.988	14.157	15.143	32.268 [kA]	Sym.Base [kA]	Tot.Base [kA]	
Int.Duty	0.061	0.818	12.669 -85.72	394.988	14.157		2 cycles 12.669	16.812		
30-cycle	0.064	0.908	11.414 -85.97	355.868			3 cycles 12.669	14.563		
							5 cycles 12.669	13.392		
							8 cycles 13.063	12.867		
T2			12.669 94.28	394.988	13.372	19.143	32.268 [kA]			
	Mom.Duty	12.669	94.28	394.988	13.372		2 cycles 12.669	16.812		
	Int.Duty	12.669	94.28	394.988	13.372		3 cycles 12.669	14.563		
	30-cycle	11.414	94.03	355.868			8 cycles 12.669	14.563		

Nine_Bus System										
16°C Mostly sunny										
Search										
LN 429, Col 44										
DB 3705 1/18/1999 8:13:21 PM										
5/3/2024 11:18 AM										
Nine_Bus										
16°C Mostly sunny										
Search										
LN 530, Col 57										
DB 3705 1/18/1999 8:13:21 PM										
5/3/2024 11:18 AM										
Nine_Bus System										

	[kV]	R[Ohm]	X[Ohm]	[kA]	[deg]	[MVA]	[kA]	[kA]
Line 1								
Mom.Duty	1.201	93.73	478.263	15.340		2.435	4.102	
Int.Duty	1.201	93.73	478.263	15.340			2 cycles 1.606	2.143
30-cycle	1.025	93.37	400.355				3 cycles 1.606	1.858
							5 cycles 1.606	1.707
							8 cycles 1.663	1.637
Line 2								
Mom.Duty	0.405	95.33	161.523	10.712		2.435	4.102	
Int.Duty	0.405	95.33	161.523	10.712			2 cycles 1.606	2.143
30-cycle	0.347	94.78	138.372				3 cycles 1.606	1.858
							5 cycles 1.606	1.707
							8 cycles 1.663	1.637
Bus 6	230.00							
Mom.Duty	7.427	76.214	1.734 -84.43	690.830	10.405	2.509	4.266	Sym.Base
Int.Duty	7.427	76.214	1.734 -84.43	690.830	10.405		2 cycles 1.734	[kA] 2.156
30-cycle	7.725	90.374	1.464 -85.11	583.221			3 cycles 1.734	1.858
							5 cycles 1.734	1.749
							8 cycles 1.734	1.734
Line 5								
Mom.Duty	0.637	96.67	253.752	8.550		2.509	4.266	
Int.Duty	0.637	96.67	253.752	8.550			2 cycles 1.734	2.156
30-cycle	0.531	95.87	211.724				3 cycles 1.734	1.858
							5 cycles 1.734	1.749
							8 cycles 1.734	1.734
Line 6								
Mom.Duty	1.097	94.92	437.152	11.606		2.509	4.266	
Int.Duty	1.097	94.92	437.152	11.606			2 cycles 1.734	2.156
30-cycle	0.933	94.32	371.547				3 cycles 1.734	1.858
							5 cycles 1.734	1.749
							8 cycles 1.734	1.734
Bus 7	230.00							
Mom.Duty	9.143 100.503	1.316 -84.80	524.186	11.700	1.938	3.204	3.204	Sym.Base
Int.Duty	9.143 100.503	1.316 -84.80	524.186	11.700		2 cycles 1.316	1.679	[kA]
30-cycle	9.602 115.231	1.148 -85.24	457.491			3 cycles 1.316	1.450	
						5 cycles 1.316	1.353	
						8 cycles 1.323	1.316	
Line 2								
Mom.Duty	0.610	96.41	242.861	8.897	1.938	3.204	3.204	
Int.Duty	0.610	96.41	242.861	8.897			2 cycles 1.316	1.679
30-cycle	0.541	95.87	215.697				3 cycles 1.316	1.450
							5 cycles 1.316	1.353
							8 cycles 1.323	1.316
T2								
Mom.Duty	0.000	0.00	0.000	0.000	1.938	3.204	3.204	
Int.Duty	0.000	0.00	0.000	0.000			2 cycles 1.316	1.679
30-cycle	0.000	0.00	0.000				3 cycles 1.316	1.450
							5 cycles 1.316	1.353
							8 cycles 1.323	1.316

## Дараагийн стандарт Complete



## Үр дүн

DigSILENT PowerFactory 15.1 - [Graphic : Nine\_Bus\Single Line.IntGrfnet]

File Edit View Insert Data Calculation Output Tools Window Help

Single Line

Grid: Nine\_Bus System Stage: Nine\_Bus Annex: / 1

	rtd.V.	Voltage	C-	Sk"	Ik"	Ik'	ip	Ib	ib	Ith	Ith
	[kV]	[kV]	[deg]	Factor	[MVA/MVA]	[kA/kA]	[deg]	[kA]	[deg]	[kA/kA]	[kA]
Bus 1	16.50	0.00	0.00	1.00	2846.28 MVA	99.59 kA	-66.5	69.29	-84.9	279.33 kA	71.78
T1	Bus 4				230.83 MVA	8.08 kA	76.9	7.68	77.4	22.65 kA	
G1					2625.83 MVA	91.88 kA	-85.1	62.02	-82.7	257.69 kA	
Bus 2	18.00	0.00	0.00	1.00	429.99 MVA	13.79 kA	-93.8	13.27	-92.8	35.57 kA	13.32
T2	Bus 7				429.99 MVA	13.79 kA	86.2	13.27	87.2	35.57 kA	
Bus 3	13.80	0.00	0.00	1.00	981.86 MVA	41.08 kA	-92.2	36.85	-91.1	111.26 kA	37.20
T3	Bus 9				321.04 MVA	13.43 kA	87.4	12.75	88.7	36.38 kA	
G3					660.83 MVA	27.65 kA	-92.0	24.10	-91.0	74.89 kA	
Bus 4	230.00	0.00	0.00	1.00	1347.36 MVA	3.38 kA	62.6	2.91	64.4	9.35 kA	2.94
T1	Bus 1				1082.55 MVA	2.72 kA	-115.1	2.28	-112.7	7.51 kA	
Line 1	Bus 5				103.42 MVA	0.26 kA	-132.6	0.25	-132.0	0.72 kA	
Line 2	Bus 6				166.66 MVA	0.42 kA	-122.9	0.39	-122.3	1.16 kA	
Bus 5	230.00	0.00	0.00	1.00	771.64 MVA	1.94 kA	63.2	1.79	64.6	5.01 kA	1.80
Line 1	Bus 4				597.34 MVA	1.50 kA	-114.8	1.38	-113.2	3.88 kA	
Line 2	Bus 7				175.99 MVA	0.44 kA	-123.8	0.42	-123.0	1.14 kA	
Load A					0.00 MVA	0.00 kA	0.0	0.00	0.0	0.00 kA	
Bus 6	230.00	0.00	0.00	1.00	814.39 MVA	2.04 kA	64.1	1.89	65.2	5.09 kA	1.90
Line 5	Bus 9				271.76 MVA	0.68 kA	-119.9	0.64	-119.2	1.70 kA	
Line 6	Bus 4				543.62 MVA	1.36 kA	-113.9	1.25	-112.5	3.40 kA	
Load B					0.00 MVA	0.00 kA	0.0	0.00	0.0	0.00 kA	
Bus 7	230.00	0.00	0.00	1.00	579.39 MVA	1.45 kA	60.5	1.38	61.4	3.64 kA	1.39
Line 2	Bus 5				277.26 MVA	0.74 kA	-117.0	0.66	-116.7	1.51 kA	
T2	Bus 2				0.00 MVA	0.00 kA	0.0	0.00	0.0	0.00 kA	
Line 3	Bus 8				302.65 MVA	0.76 kA	-121.8	0.72	-120.8	1.90 kA	
Bus 8	230.00	0.00	0.00	1.00	629.07 MVA	1.58 kA	61.3	1.49	62.5	4.01 kA	1.50

Grid: Nine\_Bus System Stage: Nine\_Bus Annex: / 2

	rtd.V.	Voltage	C-	Sk"	Ik"	Ik'	ip	Ib	ib	Ith	Ith
	[kV]	[kV]	[deg]	Factor	[MVA/MVA]	[kA/kA]	[deg]	[kA]	[deg]	[kA/kA]	[kA]
Bus 1											