

Выполнение ЛР 3

Для выполнения ЛР 3 вам понадобится установка программ Mathcad (ссылки <https://disk.yandex.ru/d/fAn85a1eVI-Ykw> или же вторая ссылка с гугл диска https://drive.google.com/file/d/1ftWsFUAAaDmtt86xv2_eZCcG37Jpfyi76/view)

и Mathtype <https://disk.yandex.ru/d/FcXC3uMhjug7-w>

Для установки маткада качаем папку всю, там ищем setup и нажимаем правой кнопкой мыши установить от имени администратора, после установки открываем папку Crack копируем Mathcad.exe и перемещаем его в папку, куда установился сам маткад (как правило диск C, ProgramFiles и ищем папку Mathcad, и в неё вставляем скопированный файл с заменой)

Выбрать пункт: Unlock MathType with a valid product key

First name: Design

Last name: Science Inc.

Organization: Design Science Inc.

Product Key: MTWE691-011524-958zu

E-mail: не указывать

Для установки Mathtype всё проще, главное закрыть на компьютере все средства микрософт (ворд, презентации, outlook почту итд) и тогда программа без проблем установится. Данные для установки лицензии справа (сфотографируйте, ведь презентацию нужно будет закрыть при установке)

Галочку убрать

1) Смотрим свой вариант

№	ФИО	№ подгруппы	Точка КЗ*	Вар ЛР**	X _N ***
1.	АФАНАСЬЕВ Максим Алексеевич	2	К1	1	0,4

* К1-К3 точка, в которой произошло короткое замыкание

** 1-10 номер варианта, данные берем из таблицы Р (представлена в файле с вариантами)

*** 0,1-1 сопротивление нейтрали трансформатора, необходимое в третьем этапе работы

2) Выбираем папку с соответствующей варианту точкой КЗ

№	ФИО	№ подгруппы	Точка КЗ*	Вар ЛР**	X_N ***
1.	АФАНАСЬЕВ Максим Алексеевич	2	К1	1	0,4

* К1-К3 точка, в которой произошло короткое замыкание

** 1-10 номер варианта, данные берем из таблицы Р (представлена в файле с вариантами)

*** 0,1-1 сопротивление нейтрали трансформатора, необходимое в третьем этапе работы

3) Открываем файл Mathcad с первым этапом работы выбрав необходимый по варианту тип нейтрали (смотрим таблицу Р и пояснения к ней, выбираем в зависимости от этого изолированную или заземленную нейтраль)

Имя	Дата изменения	Тип	Размер
 ПП к1 1 этап — изолированная нейтраль	10.11.2021 12:26	Mathcad XML Docu...	942 КБ
 ПП к1 1 этап — заземленная нейтраль	10.11.2021 12:24	Mathcad XML Docu...	973 КБ
 ПП к1 2,3 этап — изолированная нейтраль	03.11.2021 17:43	Mathcad XML Docu...	1 002 КБ
 ПП к1 2,3 этап — заземленная нейтраль	03.11.2021 14:19	Mathcad XML Docu...	1 045 КБ
 пример ЛРЗ К1	02.11.2021 21:20	Документ Microsoft ...	2 245 КБ

4) Вводим исходные данные согласно варианту

Не забудьте верно внести значение U_b , они приведены в маткаде и обведены синим на данном рисунке, вставляем значение согласно данному по варианту классу напряжения, сохраняем изменения.

Mathcad - [ПП к1 1 этап — заземленная нейтраль]

File Edit View Insert Format Tools Symbolics Window Help

Normal Arial 10 B I U

Signal Processing Go

+ Исходные данные генератора и линии

$P_{nG} := 531$ $\cos\varphi_n := 0.9$ $U_{nG} := 15.75$ $x_{2d} := 0.19$ $x_{g2} := 0.25$ $x_d := 1.173$

Исходные данные трансформаторов и энергосистемы

$S_{nT} := 250$ $U_{vn} := 242$ $U_{nn} := 15.75$ $U_{k\%T} := 11$

$I_1 := 50$ $x_{ud} := 0.4$ $U_1 := 220$ $U_{cp.n220} := 230$ $U_{cp.n110} := 115$ $U_{cp.n330} := 340$

$S_c := \infty$

Расчет симметричного трехфазного КЗ

Пункт 1.1

Расчет параметров и преобразования схемы замещения

$S_{nG} := \frac{P_{nG}}{\cos\varphi_n} = 590$ $S_b := S_{nG} = 590$

$U_b := U_{cp.n220} = \bullet$

5) Опускаемся в самый конец файла, откуда начинаются значения, выделенные фиолетовым цветом и вводим их в программу Lab3. Для начала вводим исходные данные

ВВОД ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

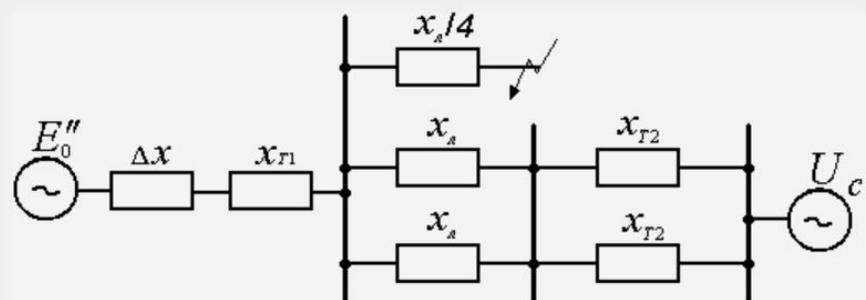


Схема замещения

Введите данные элементов электрической системы:

Турбогенератор:	Трансформаторы:	Линия:
P_H (МВт) <input style="width: 50px;" type="text"/>	S_H (МВА) <input style="width: 50px;" type="text"/>	l (км) <input style="width: 50px;" type="text"/>
\cos <input style="width: 50px;" type="text"/>	U_B (кВ) <input style="width: 50px;" type="text"/>	U_H (кВ) <input style="width: 50px;" type="text"/>
U_H (кВ) <input style="width: 50px;" type="text"/>	U_H (кВ) <input style="width: 50px;" type="text"/>	
x''_d <input style="width: 50px;" type="text"/>	U_K (%) <input style="width: 50px;" type="text"/>	
x_2 <input style="width: 50px;" type="text"/>		
x_d <input style="width: 50px;" type="text"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/>	

б) Опускаемся в самый конец файла, откуда начинаются значения, выделенные фиолетовым цветом и вводим их в программу Lab3. Вводим расчетные данные ЧЕРЕЗ ЗАПЯТУЮ

Введите расчетные данные:

Базисные величины: Сопротивления отдельных последовательностей: Эквивалентная ЭДС:

S_b (MVA)

X_1 (о.е.)

E'' (о.е.)

I_b (кА)

X_2 (о.е.)

U_b (кВ)

X_0 (о.е.)

ИТОГО

Базисные величины

$$S_b = 590$$

$$I_b = 1.481$$

$$U_b = 230$$

Сопротивления отдельных последовательностей

$$x_{\Sigma 1} = 0.213$$

$$x_{\Sigma 2} = 0.22$$

заземлнейтр $x_{\Sigma 0} = 0.315$

Эквивалентная ЭДС

$$E_{\Sigma 1} = 1.034$$

7) Вводим расчетные данные для однофазного КЗ ЧЕРЕЗ ЗАПЯТУЮ

Введите расчетные данные для однофазного короткого замыкания:

Составляющая тока прямой последовательности (о.е.)	<input type="text"/>
Составляющая тока обратной последовательности (о.е.)	<input type="text"/>
Составляющая тока нулевой последовательности (о.е.)	<input type="text"/>
Составляющая напряжения прямой последовательности (о.е.)	<input type="text"/>
Составляющая напряжения обратной последовательности (о.е.)	<input type="text"/>
Составляющая напряжения нулевой последовательности (о.е.)	<input type="text"/>

Расчетные данные для однофазного КЗ

Составляющая тока прямой пос-ти (о. е) $I_{k1.1} = 1.383$

Составляющая тока обратной пос-ти (о. е) $I_{k2.1} = 1.383$

Составляющая тока нулевой пос-ти (о. е) $I_{k0.1} = 1.383$

Составляющая напряжения прямой пос-ти (о. е) $U_{k1.1} = 0.739$

Составляющая напряжения обратной пос-ти (о. е) $U_{k2.1} = -0.304$

Составляющая напряжения нулевой пос-ти (о. е) $U_{k0.1} = -0.436$

8) А вот здесь начнутся пляски с бубном... В коде программы при введении формулы остаточного напряжения прямой последовательности была допущена ошибка, поэтому методом подбора начинаем искать U_{G1}, его значение начинается с единицы, очень часто равно 1,05, но может достигать и 1.5. Поэтому в программе вводим сначала 1, и смотрим подходят ли значения нажав «далее», если показывает погрешность более 5 процентов, пробуем 1,05 (не забывая заменить и в маткаде U_{G1}, чтоб пересчиталось значение и для фазы В). Когда погрешность будет устранена продолжаем работу

Введите расчетные данные для однофазного короткого замыкания:
на шинах генератора

Составляющая остаточного напряжения прямой последовательности (о.е.)

Составляющая остаточного напряжения обратной последовательности (о.е.)

Составляющая остаточного напряжения нулевой последовательности (о.е.)

Величина остаточного напряжения фазы В (кВ)

Расчетные данные для однофазного КЗ на шинах генератора

Составляющая остаточного напряжения прямой пос-ти (о. е)

$$U_{G1} := 1$$

вводим значения 1, 1.051.5 и
смотрим подходит ли по
погрешности в программе

Составляющая остаточного напряжения обратной пос-ти (о. е)

$$U_{G2.1} = -0.111$$

Составляющая остаточного напряжения нулевой пос-ти (о. е)

$$U_{G0.1} := 0$$

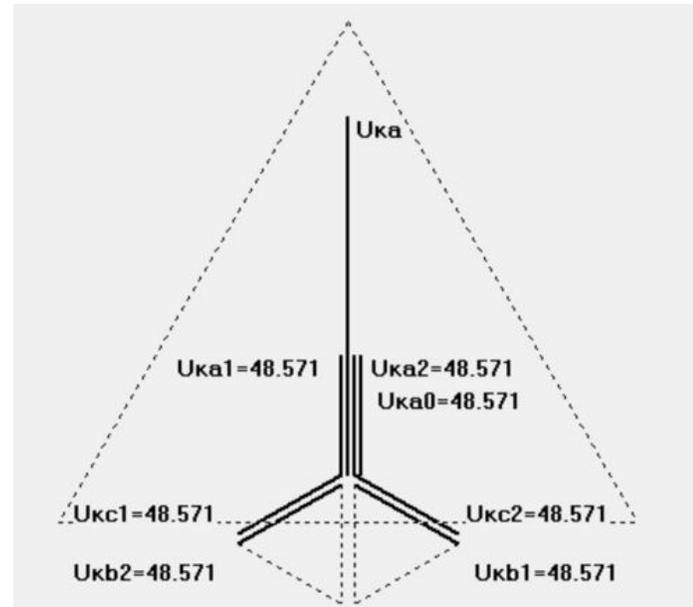
Величина остаточного напряжения фазы В (кВ)

$$U_{GB} := a^2 \cdot e^{-i \cdot 30 \text{deg}} \cdot \frac{U_{nG} \cdot U_{G1}}{\sqrt{3}} + a \cdot e^{-i \cdot 30 \text{deg}} \cdot U_{2.1kV} = -10.104i$$

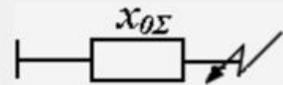
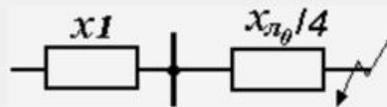
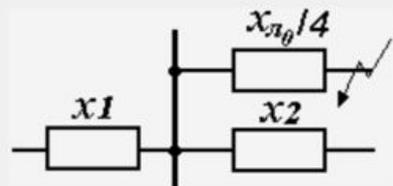
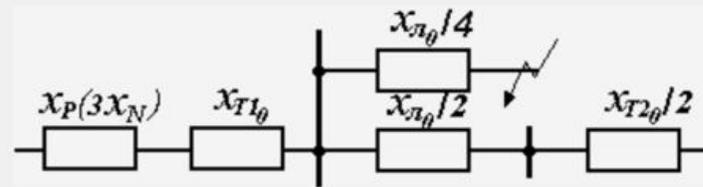
$$|U_{GB}| = 10.104$$

9) Скриним КАДЖЫЙ «слайд» программы 1 и 2 этапов. Это необходимо, чтобы проверить правильность расчетов, а также некоторые значения необходимо будет внести в **пример выполнения** в таблицы в конце этапов.

10) **ВЕКТОРНЫЕ ДИАГРАММЫ ВСТАВЛЯЕМ В ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗ ЛР**, так как пример расчета был выполнен случайными цифрами в исходных данных, то мне программа отстроить векторки не смогла бы, и поэтому у меня они построены в визио, вы же просто берете их из скринов, вставляете **ОБРЕЗАВ РИСУНОК**, занимаемся этим уже после выполнения работы, а пока продолжим



11) Когда дойдете до третьего этапа, читаем теорию и скриним тоже, это понадобится на защите. Когда дойдете до такого окна – вставляйте значение X_N выданное вам по варианту (последний столбик таблицы с вариантом)



$X_n(0, \dots, 1)$ **1**

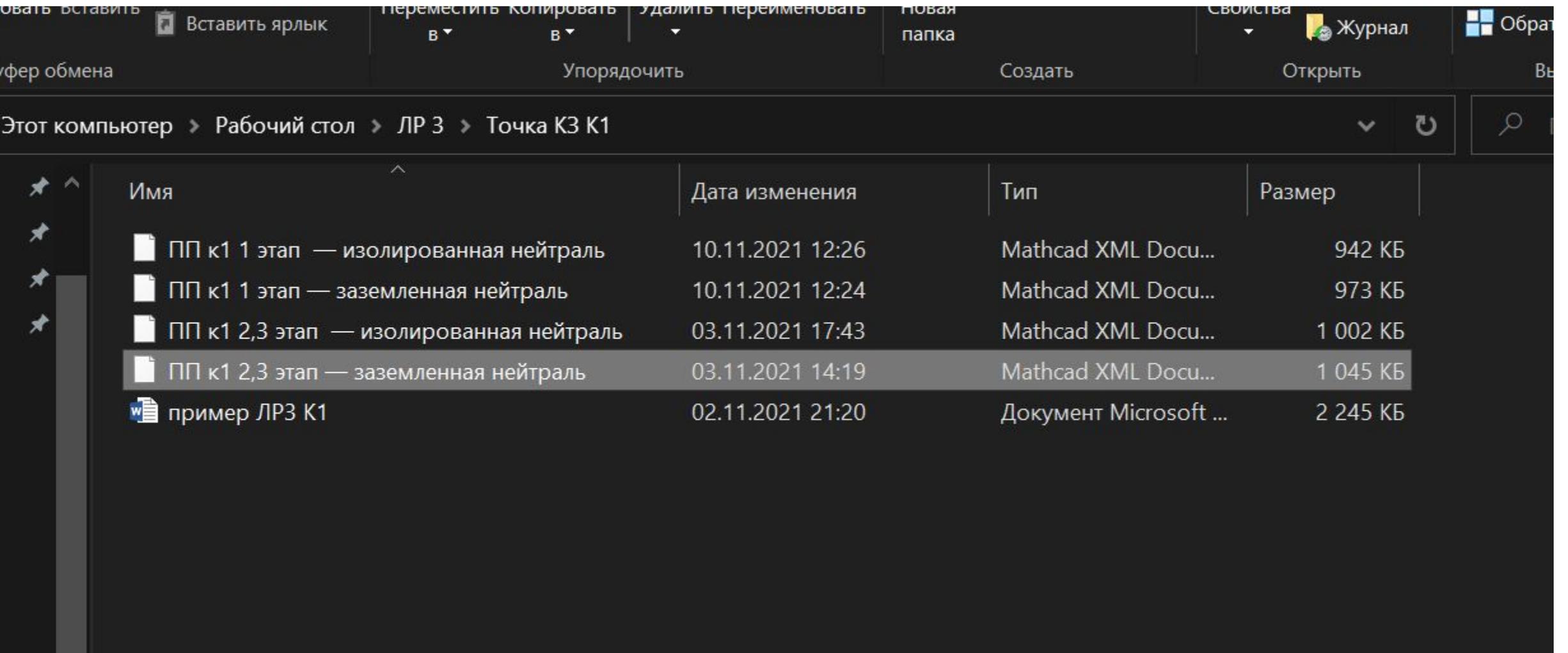
$$x_1 = x_p + x_{T1,0} =$$

$$x_2 = \frac{x_{n0}}{2} + \frac{x_{T2,0}}{2} =$$

$$x_3 = \frac{x_1 \cdot x_2}{x_1 + x_2} =$$

$$x_{0\Sigma} = x_3 + \frac{x_{n0}}{4} =$$

12) Вам будет необходимо заполнить весь файл примера и все три этапа туда внести. Для этого для расчетов используем файлы маткад. Файл первого этапа у вас уже готов при выполнении ЛР, открывайте 2 и третий этап (не забываем про тип нейтрали)



13) Снова вводим исходные данные согласно варианту

Не забудьте верно внести значение U_b , они приведены в маткаде и обведены синим на данном рисунке, вставляем значение согласно данному по варианту классу напряжения, сохраняем изменения.

Mathcad - [ПП к1 1 этап — заземленная нейтраль]

File Edit View Insert Format Tools Symbolics Window Help

Normal Arial 10 B I U

Signal Processing Go

+ Исходные данные генератора и линии

$P_{nG} := 531$ $\cos \varphi_n := 0.9$ $U_{nG} := 15.75$ $x_{2d} := 0.19$ $x_{g2} := 0.25$ $x_d := 1.173$

Исходные данные трансформаторов и энергосистемы

$S_{nT} := 250$ $U_{vn} := 242$ $U_{nn} := 15.75$ $U_{k\%T} := 11$

$I_1 := 50$ $x_{ud} := 0.4$ $U_1 := 220$ $U_{cp.n220} := 230$ $U_{cp.n110} := 115$ $U_{cp.n330} := 340$

$S_c := \infty$

Расчет симметричного трехфазного КЗ

Пункт 1.1

Расчет параметров и преобразования схемы замещения

$S_{nG} := \frac{P_{nG}}{\cos \varphi_n} = 590$ $S_b := S_{nG} = 590$

$U_b := U_{cp.n220} = \blacksquare$

14) Прокручиваем до пункта 2.7. Здесь необходимо будет внести значения данных из первого этапа пункта 1.6, остальное рассчитается и на этом закончится второй этап. Переходим к третьему.

2.7 Отношение одноименных токов для установившегося начального режимов;

Токи из 1.6

$$I_{\Sigma 1.6} := 7.194 \quad I_{k.1kA1.6} := 6.147 \quad I_{k.1.1kA1.6} := 6.747 \quad I_{k.2kA1.6} := 6.133$$

трехфазный к трехфазному

$$\frac{I_{\Sigma 1A}}{I_{\Sigma 1.6}} = 0.88$$

однофазный к однофазному

$$\frac{I_{k.1kA}}{I_{k.1kA1.6}} = 1.018$$

двухфазный к двухфазному

$$\frac{I_{k.2kA}}{I_{k.2kA1.6}} = 0.974$$

двухфазный на землю к двухфазному на землю

$$\frac{I_{k.1.1kA}}{I_{k.1.1kA1.6}} = 0.948$$

15) В третьем этапе вводим ваше значение X_N , и расчеты будут завершены. **Вносим всё это в пример выполнения** в течение двух недель, и на следующую пару заходим, и я буду проверять ваши работы и допускать вас к защите (если дистант высылайте на почту, если очно - приносим на флешке), защита будет через месяц после сегодняшнего занятия

Normal Arial 10 B I U

Signal Processing Go = < > ≤ ≥ ≠ ↶ ↷ ⊕

III этап работы – Оценка влияния токоограничивающего реактивного сопротивления в нейтрали Г1

+

Схема замещения нулевой последовательности при заземлении нейтрали

$x_N := 1 \quad x_p := 3 \cdot x_N = 3$

$x_{02} := x_2 \cdot 0.85 = 0.221 \quad x_2 = 0.26$

$x_{05} := x_{02} = 0.221$

$x_{06} := x_{02} = 0.221$

$x_{0ud} := x_{ud} \cdot 3 = 1.2$

$x_{03} := x_{0ud} \cdot 11 \cdot \frac{S_b}{U_b^2} = 0.669$

$x_{04} := x_{03} = 0.669$

$x_{07} := x_{0ud} \cdot \frac{11}{4} \cdot \frac{S_b}{U_b^2} = 0.167$

$x_{08} := x_p + x_{02} = 3.221$

$x_{09} := \frac{x_{03} + x_{05}}{2} = 0.445$

$x_{010} := \frac{x_{08} \cdot x_{09}}{x_{08} + x_{09}} = 0.391$

$x_{\Sigma 0} := x_{010} + x_{07} = 0.558$