ТИПОВЫЕ РЕШЕНИЯ
407-0-108

Схемы защиты трёхпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кв с расчетом параметров защиты

Рабочие чертежи

Альбом II
Чертежи

gost.e-ecolog.ru

ТИПОВЫЕ РЕШЕНИЯ
407-0-108

Схемы защиты трёхпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кв с расчетом параметров защиты

Рабочие чертежи

Состав проектных материалов

Альбом I — Пояснительная записка
Альбом II — Чертежи

Альбом II

Разработаны
институтом „Энергосетьпроект"
Минэнерго СССР

Утверждены и введены в действие
Минэнерго СССР с 17 ноября 1971 г.
Решение № 372 от 17 ноября 1971 г.

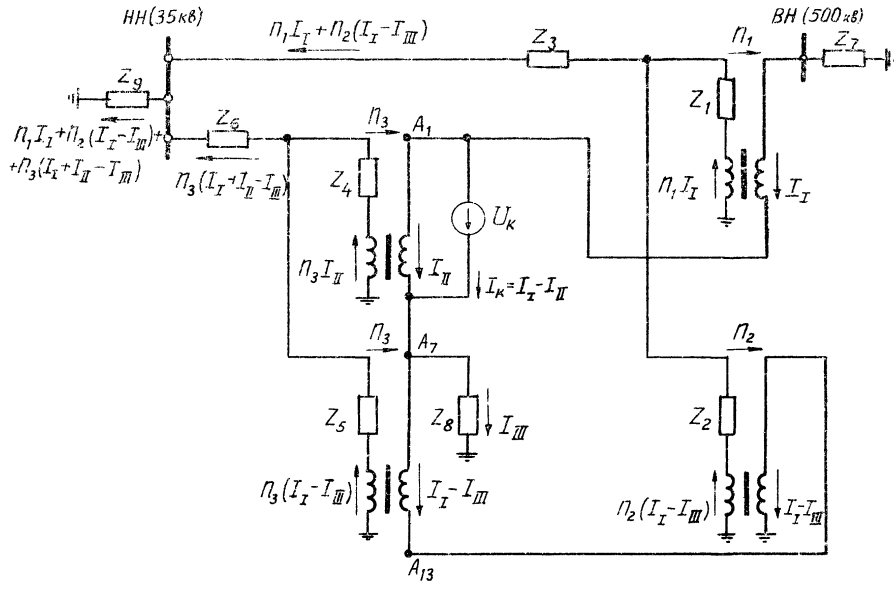
Наименование листа	Номер листа	Страница
Перечень листов	ЭВ-II-1	
Расчетная схема при работе ответвления A_7 и коротком замыкании между A_1 и A_7 и соответствующие коэффициенты уравнений (4)÷(6)	ЭВ-II-2	
Расчетная схема при работе ответвления A_1 и коротком замыкании между A_7 и A_{13} и соответствующие коэффициенты уравнений (4)÷(6)	ЭВ-II-3	
Расчетная схема при работе ответвления A_{13} и коротком замыкании между A_1 и A_7 и соответствующие коэффициенты уравнений (4)÷(6)	ЭВ-II-4	
Расчетная схема при работе ответвления A_{13} и коротком замыкании между A_1 и A_{13} и соответствующие коэффициенты уравнений (4)÷(6)	ЭВ-II-5	
Расчетная схема при работе ответвления A_1 и коротком замыкании между A_1 и A_7 и соответствующие коэффициенты уравнений (4)÷(6)	ЭВ-II-6	
Расчетная схема при работе ответвления A_7 и коротком замыкании между A_1 и A_{13} соответствующие коэффициенты уравнений (4)÷(6)	ЭВ-II-7	
Расчетная схема при работе ответвления A_7 и коротком замыкании между A_7 и A_{13} и соответствующие коэффициенты уравнений (4)÷(6)	ЭВ-II-8	
Расчетная схема при работе ответвления A_{13} и коротком замыкании между A_7 и A_{13} и соответствующие коэффициенты уравнений (4)÷(6)	ЭВ-II-9	
Расчетная схема при работе ответвления A_1 и коротком замыкании между A_1 и A_{13} и соответствующие коэффициенты уравнений (4)÷(6)	ЭВ-II-10	
Расчетные схема и соотношения для короткого замыкания между зажимами A_7 и A_{13} при $Z_8=\infty$ и $Z_9=\infty$ в прямой последовательности и $Z_9=0$ в нулевой последовательности	ЭВ-II-11	
Расчетные схема и соотношения для короткого замыкания между зажимами A_1 и A_7 при $Z_8=\infty$ и $Z_9=\infty$ в прямой последовательности и $Z_9=0$ в нулевой последовательности	ЭВ-II-12	
Расчетные схема и соотношения для короткого замыкания между зажимами A_1 и A_{13} при $Z_8=\infty$ и $Z_9=\infty$ в прямой последовательности и $Z_9=0$ в нулевой последовательности.	ЭВ-II-13	
Расчетная схема и соотношения для короткого замыкания между зажимами A_1 и A_7 при $Z_7=\infty$ и $Z_9=\infty$ в прямой последовательности и $Z_9=0$ в нулевой последовательности	ЭВ-II-14	
Расчетная схема и соотношения для короткого замыкания между зажимами A_7 и A_{13} при $Z_7=\infty$ и $Z_9=\infty$ в прямой последовательности и $Z_9=0$ в нулевой последовательности.	ЭВ-II-15	
Расчетная схема и соотношения для коротких замыканий между зажимами A_1 и A_{13} при $Z_7=\infty$ и $Z_9=\infty$ в прямой последовательности и $Z_9=0$ в нулевой последовательности.	ЭВ-II-16	
Результаты расчета токов короткого замыкания при повреждениях ввода автотрансформаторов 3х167мва.	ЭВ-II-17	
Защита трехпроводного ввода автотрансформатора с использованием токов нулевой последовательности.	ЭВ-II-18	
Схема пофазной защиты трехпроводного ввода	ЭВ-II-19	
Результаты опытов короткого замыкания, проводимых на Запорожском трансформаторном заводе	ЭВ-II-20	
Результаты опытов короткого замыкания, проводимых на Запорожском трансформаторном заводе	ЭВ-II-21	
Результаты опытов короткого замыкания, проводимых на Запорожском трансформаторном заводе.	ЭВ-II-22	
Результаты опытов короткого замыкания, проводимых на Запорожском трансформаторном заводе.	ЭВ-II-23	
Схема для выполнения измерений и таблица измерений выполненных на Троицкой ГРЭС	ЭВ-II-24	
Расчет защиты трехпроводного ввода автотрансформатора АОДЦТН-167000/500	ЭВ-II-25	
Расчет защиты трехпроводного ввода автотрансформатора АОДЦТН-167000/500	ЭВ-II-26	
Схема расположения обмоток автотрансформаторов 3х167мва 500/230±6х2% / 11÷38,5кв.	ЭВ-II-27	

5446тм-II-3

Энергосетьпроект ОРЗАУМ г. Москва

Нач. СРЗ — Рибель
Ст. инж. — Бергер
Исполнит. — Ярославцева

1971г	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500 кв с расчетом параметров защиты	Перечень листов	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-1



а) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

$$C_1 = П_1^2 Z_1 + \frac{П_1^2 \cdot П_2^2}{(П_2 + П_3)^2} \cdot Z_2 + \frac{П_1^2 \; П_3^2}{(П_2 + П_3)^2}(Z_3 + Z_5 + Z_6) + Z_7 + \frac{(П_1 + П_2 + П_3)^2}{(П_2 + П_3)^2} \cdot Z_8 = 50{,}8 + Z_7 + 4{,}16 Z_8 \; ;$$

$$C_2 = D_1 = \frac{П_1 П_2^2 \cdot П_3}{(П_2 + П_3)^2} \cdot Z_2 - \frac{П_1 П_2 \cdot П_3^2}{(П_2 + П_3)^2}(Z_3 + Z_6) + \frac{П_1 \; П_3^3}{(П_2 + П_3)^2} \cdot Z_5 + \frac{(П_1 + П_2 + П_3) П_3}{(П_2 + П_3)^2} \cdot Z_8 = -2 + 0{,}25 Z_8 \; ;$$

$$D_2 = \frac{П_2^2 \; П_3^2}{(П_2 + П_3)^2}(Z_2 + Z_3 + Z_6) + П_3^2 Z_4 + \frac{П_3^4 \; Z_5}{(П_2 + П_3)^2} + \frac{П_3^2}{(П_2 + П_3)^2} \cdot Z_8 = 2 + 0{,}015 Z_8 \; .$$

Нулевая последовательность

$$L_1 = П_1^2 Z_1 + (П_1 + П_2) П_1 Z_3 + Z_7 = 99 + Z_7 \; ;$$

$$L_2 = 0 \; ;$$

$$L_3 = П_1 П_2 Z_3 - Z_8 = 22{,}3 - Z_8 \; ;$$

$$M_1 = П_3^2 Z_6 = 1{,}53 \; ;$$

$$M_2 = П_3^2 (Z_4 + Z_6) = 2{,}18 \; ;$$

$$M_3 = П_3^2 Z_6 = 1{,}53$$

$$N_1 = П_2^2 Z_2 + (П_1 + П_2) П_2 Z_3 + П_3^2 (Z_5 + Z_6) = 40{,}3 \; ;$$

$$N_2 = П_3^2 Z_6 = 1{,}53$$

$$N_3 = П_2^2 (Z_2 + Z_3) + П_3^2 (Z_5 + Z_6) + Z_8 = 19{,}15 + Z_8 \; .$$

б) Расчетные соотношения

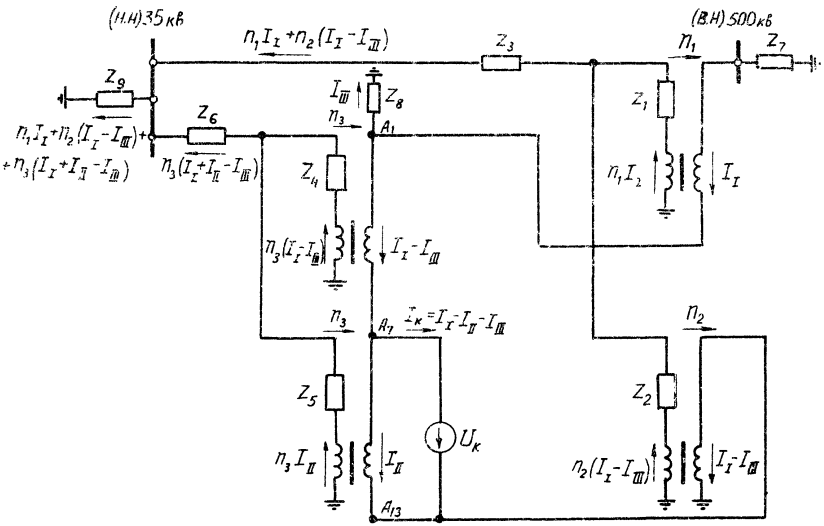
1971 г.	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кв с расчетом параметров защиты	Расчетная схема при работе ответвления A_7 и коротком замыкании между A_1 и A_7 и соответствующие коэффициенты уравнений (4)÷(6).	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-2

5446тм-II-4

Ст. инженер Д.Т.Н. Нач. СРЗ

Бергер Чернин Рибель

ОРЗАУМ г. Москва 1971 г.



а) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

$$C_1 = -\left[n_1(n_2+n_3)Z_1 + \frac{n_1 n_2^2 Z_2}{n_2+n_3} + \frac{n_1 n_3^2}{n_2+n_3}(Z_3+Z_4+Z_6) + \frac{n_2+n_3}{n_1}\cdot Z_7 + \frac{(n_1+n_2+n_3)^2}{n_1(n_2+n_3)}\cdot Z_8\right] = -49{,}1 - 9{,}5 Z_7 - 4{,}04 Z_8;$$

$$C_2 = -\left[\frac{n_2^2 n_3}{n_2+n_3}\cdot Z_2 - \frac{n_2 n_3^2}{n_2+n_3}(Z_3+Z_6) + \frac{n_3^3}{n_2+n_3} Z_4 + \frac{(n_1+n_2+n_3)n_3}{(n_2+n_3)n_1}\cdot Z_8\right] = 1{,}8 - 0{,}24 Z_8;$$

$$D_1 = -\left[n_1 n_3 Z_1 + \frac{n_1 n_3^2}{n_2+n_3}(Z_3+Z_6) + \frac{n_3}{n_1} Z_7 + \frac{(n_1+n_2+n_3)n_3}{(n_2+n_3)n_1}\cdot Z_8\right] = -7{,}96 - 0{,}118 Z_7 - 0{,}24 Z_8;$$

$$D_2 = \frac{n_2 n_3^2}{n_2+n_3}(Z_3+Z_6) + n_3^2 Z_5 - \frac{n_3^2}{(n_2+n_3)n_1}\cdot Z_8 = 1{,}6 - 0{,}015 Z_8;$$

Нулевая последовательность

$$L_1 = n_2^2 Z_2 + n_3^2 (Z_4+Z_6) + (n_1+n_2) n_2 Z_3 = 41{,}55;$$

$$L_2 = n_3^2 Z_6 = 1{,}53;$$

$$L_3 = n_2^2 (Z_2+Z_3) + n_3^2 (Z_4+Z_6) + Z_8 = 19{,}29 + Z_8;$$

$$M_1 = n_3^2 Z_6 = 1{,}53;$$

$$M_2 = n_3^2 (Z_5+Z_6) = 1{,}46;$$

$$M_3 = n_3^2 Z_6 = 1{,}53;$$

$$N_1 = n_1^2 Z_1 + n_1(n_1+n_2) Z_3 + Z_7 = 99{,}2 + Z_7;$$

$$N_2 = 0;$$

$$N_3 = n_1 n_2 Z_3 - Z_8 = 22{,}3 - Z_8.$$

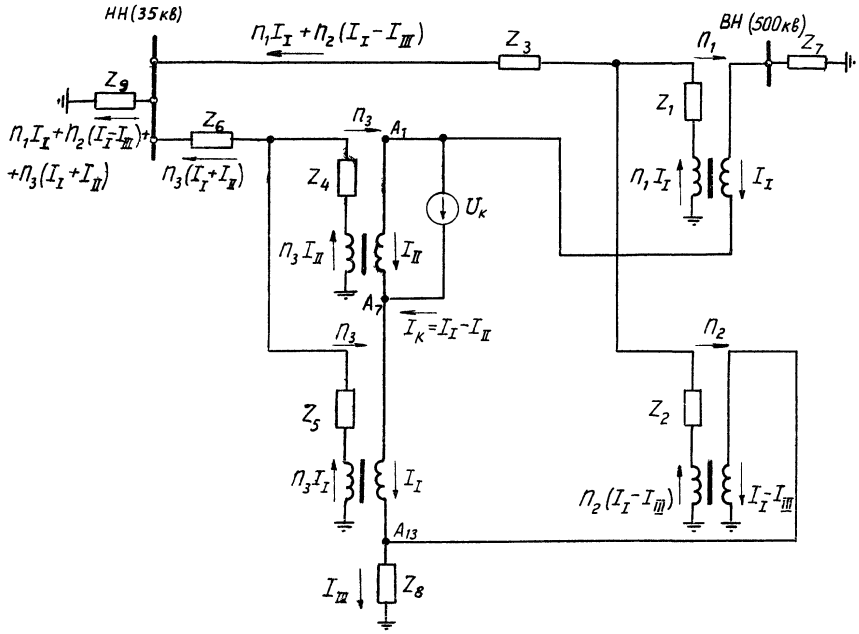
б) Расчетные соотношения

1971г.	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кв с расчетом параметров защиты	Расчетная схема при работе ответвления A_1 и коротком замыкании между A_7 и A_{13} и соответствующие коэффициенты уравнений (4) ÷ (6)	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-3

5446тм-II-5

Ст. инженер | Бергер
Док. тех. наук | Чернин
Нач. СРЗ | Рибель

ОРЗАУМ
г. Москва 1971г.



а) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

$$C_1 = П_1^2 Z_1 + (П_1 + П_3)^2 Z_2 + П_3^2 (Z_3 + Z_5 + Z_6) + Z_7 + \frac{(П_1 + П_2 + П_3)^2}{П_2^2} Z_8 = 49{,}6 + Z_7 + 5{,}45 Z_8 ;$$

$$C_2 = (П_1 + П_3) П_3^2 \cdot Z_2 + П_3^2 (Z_3 + Z_6) + \frac{(П_1 + П_2 + П_3) П_3}{П_2^2} \cdot Z_8 = 1{,}6 + 0{,}33 Z_8 ;$$

$$D_1 = C_2 = 1{,}6 + 0{,}33 Z_8 ;$$

$$D_2 = П_3^2 (Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_6) + \frac{П_3^2}{П_2^2} \cdot Z_8 = 2{,}5 + 0{,}02 Z_8 ;$$

Нулевая последовательность

$$L_1 = П_1^2 Z_1 + (П_1 + П_2) П_1 Z_3 + П_3^2 (Z_5 + Z_6) + Z_7 = 100{,}76 + Z_7 ;$$

$$L_2 = П_3^2 Z_6 = 1{,}53$$

$$L_3 = П_1 П_2 Z_3 - Z_8 = 22{,}3 - Z_8 ;$$

$$M_1 = П_3^2 Z_6 = 1{,}53 ;$$

$$M_2 = П_3^2 (Z_4 + Z_6) = 2{,}19 ;$$

$$M_3 = 0 ;$$

$$N_1 = П_2^2 Z_2 + (П_1 + П_2) П_2 Z_3 = 39{,}5 ;$$

$$N_2 = 0 ;$$

$$N_3 = П_2^2 (Z_2 + Z_3) + Z_8 = 17{,}1 + Z_8 .$$

б) Расчетные соотношения

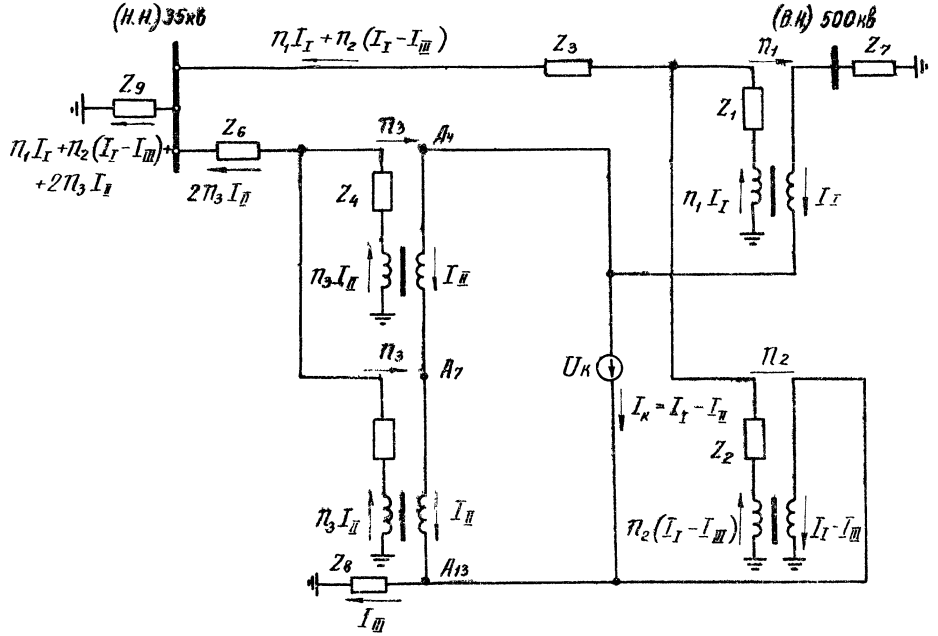
1971г.	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кв с расчетом параметров защиты	Расчетная схема при работе ответвления A_{13} и коротком замыкании между A_1 и A_7 и соответствующие коэффициенты уравнений (4) ÷ (6)	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-4

5446тм-II-6

Бергер
Чернин
Рибель

Ст. инженер
А.Т.Н
Нач. СРЗ

ОРЗАУМ
г. Москва 1971г.



а) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

$$C_1 = n_1^2 (Z_1 + Z_2) + Z_7 + \left(\frac{n_1 + n_2}{n_2}\right)^2 \cdot Z_8 = 48 + 4{,}82 Z_8 + Z_7;$$

$$C_2 = 2 n_1 n_3 Z_2 + 2 \frac{(n_1 + n_2) n_3}{n_2^2} \cdot Z_8 = -0{,}52 + 0{,}62 Z_8;$$

$$D_1 = C_2 = -0{,}52 + 0{,}62 Z_8;$$

$$D_2 = 4 n_3^2 (Z_2 + Z_3 + Z_6) + n_3^2 (Z_4 + Z_5) + 4 \left(\frac{n_3}{n_2}\right)^2 \cdot Z_8 = 8{,}1 + 0{,}08 Z_8;$$

Нулевая последовательность

$$L_1 = n_1^2 Z_1 + n_2^2 Z_2 + (n_1 + n_2)^2 Z_3 + Z_7 = 138{,}8 + Z_7;$$

$$L_2 = 0;$$

$$L_3 = n_2^2 Z_2 + (n_1 + n_2) n_2 Z_3 = 39{,}4;$$

$$M_1 = 0;$$

$$M_2 = n_3^2 (Z_4 + Z_5 + 4 Z_6) = 6{,}65;$$

$$M_3 = 0;$$

$$N_1 = n_2^2 Z_2 + (n_1 + n_2) n_2 Z_3 = 39{,}4;$$

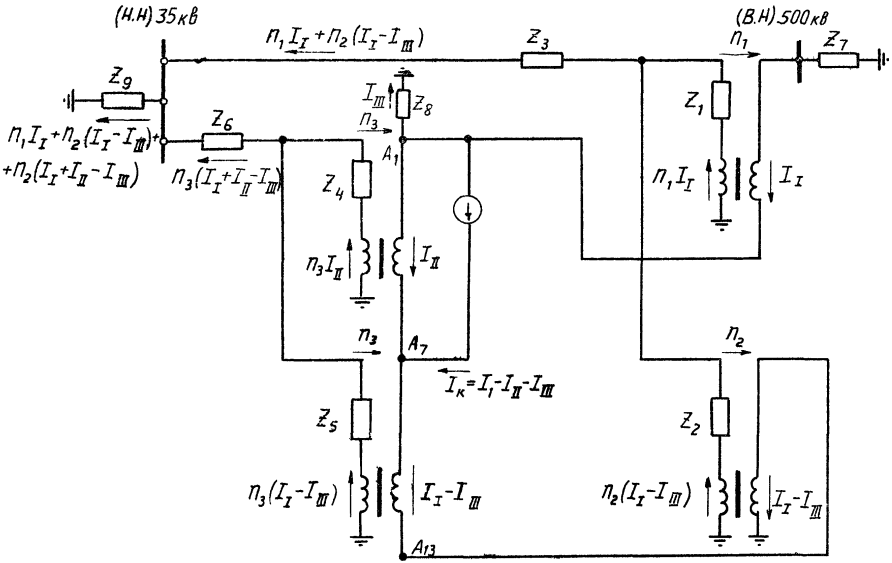
$$N_2 = 0;$$

$$N_3 = n_2^2 (n_2 + Z_3) + Z_8 = 17{,}1 + Z_8.$$

б) Расчетные соотношения

1971г	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 330кВ с расчетом параметров защиты	Расчетная схема при работе ответвления A_{13} и коротком замыкании между A_1 и A_3 и соответствующие коэффициенты уравнений (4) ÷ (6)	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-5

ОРГЭНЕРГО г. Москва 1971г
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №
Разраб. Черных
Гл. инженер проекта Шварцман
Нач. ОРЗ Шварцман



а) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

$$C_1 = -\left[n_1(n_2+n_3)Z_1 + \frac{n_1 \cdot n_2^2}{n_2+n_3} Z_2 + \frac{n_1 \cdot n_3^2}{n_2+n_3}\left(Z_3+Z_5+Z_6\right) + \right.$$

$$\left. + \frac{n_2+n_3}{n_1} Z_7 + \frac{(n_1+n_2+n_3)^2}{(n_2+n_3)n_1} \cdot Z_8\right] = -48{,}3 - 0{,}95 Z_7 - 4 Z_8 ;$$

$$C_2 = \frac{n_2 \cdot n_3^2}{n_2+n_3}\left(Z_3+Z_6\right) - \frac{n_2^2\, n_3}{n_2+n_3} \cdot Z_2 - \frac{n_3^3\, Z_5}{n_2+n_3} -$$

$$- \frac{(n_1+n_2+n_3)n_3}{(n_2+n_3)n_1} \cdot Z_8 = 1{,}88 - 0{,}24 Z_8 ;$$

$$D_1 = -\left[n_1\, n_3 Z_1 + \frac{n_1\, n_3^2}{n_2+n_3}\left(Z_3+Z_6\right) + \frac{n_3}{n_1} \cdot Z_7 + \right.$$

$$\left. + \frac{(n_1+n_2+n_3)}{(n_2+n_3)n_1} \cdot Z_8\right] = -8{,}3 - 0{,}12 Z_7 - 0{,}24 Z_8 ;$$

$$D_2 = \frac{n_2\, n_3^2}{n_2+n_3}\left(Z_3+Z_6\right) + n_3^2 Z_4 - \frac{n_3^2 \cdot Z_8}{(n_2+n_3)n_1} = 2{,}2 - 0{,}015 Z_8 ;$$

Нулевая последовательность

$$L_1 = n_2^2 Z_2 + (n_1+n_2) n_2 Z_3 + n_3^2 (Z_5+Z_6) = 40{,}7 ;$$

$$L_2 = n_3^2 Z_6 = 1{,}53 ;$$

$$L_3 = n_2^2 (Z_2+Z_3) + (Z_5+Z_6) n_3^2 + Z_8 = 18{,}56 + Z_8 ;$$

$$M_1 = n_3^2 Z_6 = 1{,}53 ;$$

$$M_2 = n_3^2 (Z_4+Z_6) = 2{,}19 ;$$

$$M_3 = n_3^2 Z_6 = 1{,}53 ;$$

$$N_1 = n_1^2 Z_1 + (n_1+n_2) n_1 Z_3 + Z_7 = 79{,}2 + Z_7 ;$$

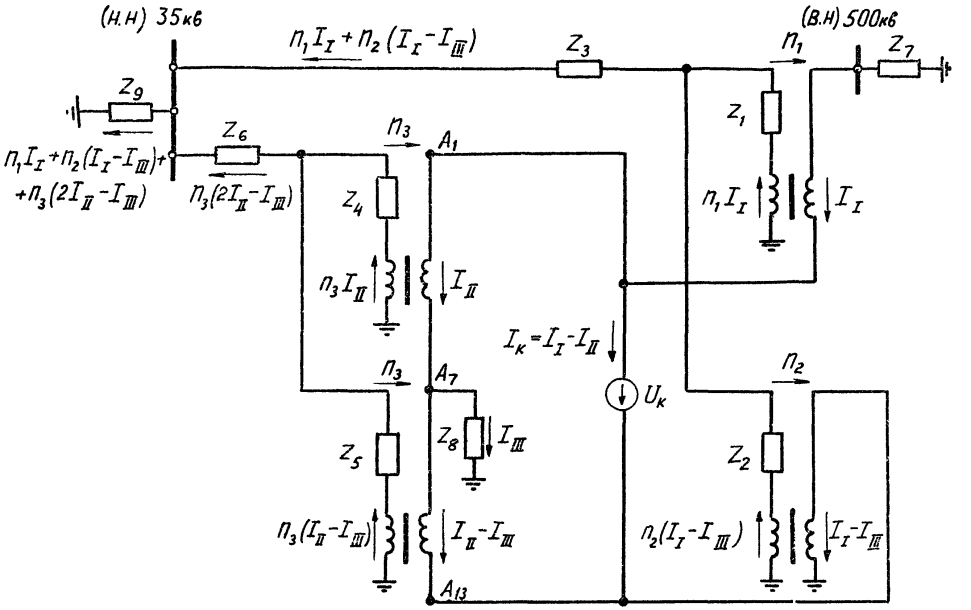
$$N_2 = 0 ;$$

$$N_3 = n_1 n_2 Z_3 - Z_8 = 22{,}3 - Z_8$$

б) Расчетные соотношения

1971г.	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кв с расчетом параметров защиты	Расчетная схема при работе ответвления A_1 и коротком замыкании между A_1 и A_7 и соответствующие коэффициенты уравнений (4) ÷ (6).	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-6

5446тм-II-8
ОРГЭНЕРГО г. Москва 1971г.
Ст. инж. Бергер
Конструктор Чернин
Нач. СРЗ Рубель



а) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

$$C_1 = n_1^2 Z_1 + \frac{(n_1 - n_3)^2 n_2^2}{(n_2 + n_3)^2} \cdot Z_2 + \frac{(n_1 + n_2)^2 n_3^2}{(n_2 + n_3)^2} (Z_3 + Z_5 + Z_6) + \frac{(n_1 + n_2)^2}{(n_2 + n_3)^2} \cdot Z_8 + Z_7 = 55{,}8 + 3{,}68 Z_8 + Z_7;$$

$$C_2 = \frac{2(n_1 - n_3) n_2^2 \cdot n_3}{(n_2 + n_3)^2} \cdot Z_2 - \frac{2(n_1 + n_2) n_2 n_3^2}{(n_2 + n_3)^2} (Z_3 + Z_6) + \frac{(n_1 + n_2)(n_3 - n_2) n_3^2}{(n_2 + n_3)^2} \cdot Z_5 + \frac{2(n_1 + n_2) n_3}{(n_2 + n_3)^2} \cdot Z_8 = -6{,}78 + 0{,}474 Z_8;$$

$$D_1 = C_2 = -6{,}78 + 0{,}474 Z_8;$$

$$D_2 = \frac{4 n_2^2 \cdot n_3^2}{(n_2 + n_3)^2} \cdot (Z_2 + Z_3) + n_3^2 Z_4 + \frac{(n_2 - n_3)^2 n_3^2}{(n_2 + n_3)^2} \cdot Z_5 + \frac{4 n_2^2 n_3^2 Z_6}{(n_2 + n_3)^2} + \frac{4 n_3^2 \cdot Z_8}{(n_2 + n_3)^2} = 6{,}38 + 0{,}0614 Z_8;$$

Нулевая последовательность

$$L_1 = n_1^2 Z_1 + n_2^2 Z_2 + (n_1 + n_2)^2 Z_3 + Z_7 = 138{,}46 + Z_7;$$

$$L_2 = 0;$$

$$L_3 = n_2^2 Z_2 + (n_1 + n_2) n_2 Z_3 = 39{,}36;$$

$$M_1 = 0;$$

$$M_2 = n_3^2 (Z_4 + Z_5 + 4Z_6) = 6{,}75;$$

$$M_3 = n_3^2 (Z_5 + 2Z_6) = 2{,}32;$$

$$N_1 = n_2^2 Z_2 + (n_1 + n_2) n_2 Z_3 = 39{,}36;$$

$$N_2 = n_3^2 (Z_5 + 2Z_6) = 3{,}01;$$

$$N_3 = n_2^2 (Z_2 + Z_3) + n_3^2 (Z_5 + Z_6) + Z_8 = 18{,}46 + Z_8.$$

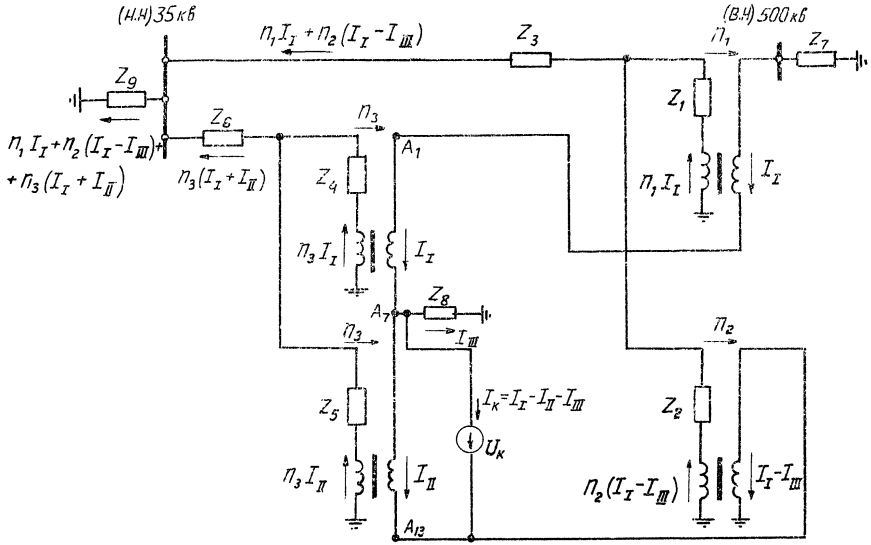
б) Расчетные соотношения

1971г.	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кв с расчетом параметров защиты	Расчетная схема при работе ответвления A_7 и коротком замыкании между A_1 и A_{13} и соответствующие коэффициенты уравнений (4) ÷ (6)	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-7

5446тм-II-9

Исполнитель: Ст. инженер, Зак. техн. наук, Нач. СРЗ — Ярославцев, Бергер, Чернин, Рибель

энергосетьпроект ОРЗАУМ г. Москва 1971г.



а) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

$$C_1 = -\left[\frac{n_1^2 n_2 Z_1}{n_1 + n_3} + n_2 (n_1 + n_3) Z_2 + \frac{n_2 \cdot n_3^2}{n_1 + n_3}(Z_3 + Z_4 + Z_6) + \frac{n_2}{n_1 + n_3} Z_7 + \frac{(n_1 + n_2 + n_3)^2}{(n_1 + n_3) n_2} \cdot Z_8\right] =$$

$$= -37{,}7 - 0{,}75 \cdot Z_7 - 4{,}08 Z_8 \ ;$$

$$C_2 = -\left[n_2 n_3 Z_2 + \frac{n_2 n_3^2}{n_1 + n_3}(Z_3 + Z_6) + \frac{(n_1 + n_2 + n_3)}{(n_1 + n_3) n_2} \cdot Z_8\right] =$$

$$= -1{,}22 - 0{,}246 Z_8 \ ;$$

$$D_1 = -\left[\frac{n_1^2 n_3}{n_1 + n_3} \cdot Z_1 - \frac{n_1 n_3^2}{n_1 + n_3}(Z_3 + Z_6) + \frac{n_3^3}{n_1 + n_3} Z_4 + \frac{n_3}{n_1 + n_3} \cdot Z_7 + \frac{(n_1 + n_2 + n_3) n_3}{(n_1 + n_3) n_2} \cdot Z_8\right] =$$

$$= -4{,}54 - 0{,}1 Z_7 - 0{,}248 Z_8 \ ;$$

$$D_2 = \frac{n_1 n_3^2}{n_1 + n_3}(Z_3 + Z_6) + n_3^2 Z_5 - \frac{n_3^2 \cdot Z_8}{(n_1 + n_3) n_2} = 1{,}63 - 0{,}015 Z_8$$

Нулевая последовательность

$$L_1 = n_2^2 Z_2 + (n_1 + n_2) n_2 Z_3 = 4{,}22;$$

$$L_2 = 0 \ ;$$

$$L_3 = n_2^2 (Z_2 + Z_3) + Z_8 = 17{,}1 + Z_8 \ ;$$

$$M_1 = n_3^2 Z_6 = 1{,}53 \ ;$$

$$M_2 = n_3^2 (Z_5 + Z_6) = 1{,}46;$$

$$M_3 = 0 \ ;$$

$$N_1 = n_1^2 Z_1 + (n_1 + n_2) n_1 Z_3 + n_3^2 (Z_4 + Z_6) + Z_7 = 101{,}5 + Z_7 \ ;$$

$$N_2 = n_3^2 Z_6 = 1{,}53 \ ;$$

$$N_3 = n_1 n_2 Z_3 - Z_8 = 22{,}3 - Z_8 \ .$$

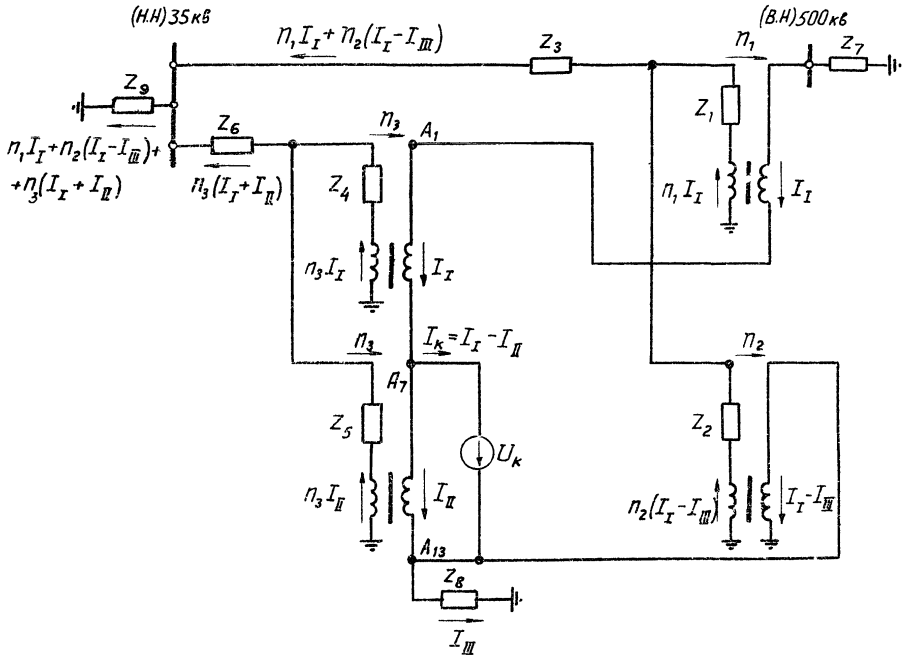
б) Расчетные соотношения

1971 г.	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500 кв с расчетом параметров защиты	Расчетная схема при работе ответвления A_7 и коротком замыкании между A_7 и A_{13} и соответствующие коэффициенты уравнений (4) ÷ (6).	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-8

Энергосетьпроект ОРЗАУМ г. Москва 1971 г.

5446тм-II-10

Исполнитель: Ст. инженер: Док. тех. наук: Нач. СРЗ: Бровлевцева, Бергер, Чернин, Рибель



а) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

$$C_1 = n_1^2 Z_1 + (n_1 + n_3)^2 Z_2 + n_3^2 (Z_3 + Z_4 + Z_6) + \frac{(n_1 + n_2 + n_3)^2}{n_2^2} \cdot Z_8 + Z_7 = 50{,}2 + 5{,}44 Z_8 + Z_7 \;;$$

$$C_2 = (n_1 + n_3) n_3 Z_2 + n_3^2 (Z_3 + Z_6) + \frac{(n_1 + n_2 + n_3) n_3}{n_2^2} \cdot Z_8 = 1{,}63 - 0{,}33 Z_8 \;;$$

$$D_1 = C_2 = 1{,}63 - 0{,}33 Z_8 \;;$$

$$D_2 = n_3^2 (Z_2 + Z_3 + Z_5 + Z_6) + \frac{n_3^2}{n_2^2} \cdot Z_8 = 1{,}8 + 0{,}02 Z_8 \;;$$

Нулевая последовательность

$$L_1 = n_1^2 (Z_1 + Z_3) + n_1 n_2 Z_3 + n_3^2 (Z_4 + Z_6) + Z_7 = 101{,}5 + Z_7 \;;$$

$$L_2 = n_3^2 Z_6 = 1{,}53 \;;$$

$$L_3 = n_1 n_2 Z_3 - Z_8 = 22{,}3 - Z_8$$

$$M_1 = n_3^2 Z_6 = 1{,}53$$

$$M_2 = n_3^2 (Z_5 + Z_6) = 1{,}46$$

$$M_3 = 0$$

$$N_1 = n_2^2 Z_2 + (n_1 + n_2) n_2 Z_3 = 39{,}36$$

$$N_2 = 0$$

$$N_3 = n_2^2 (Z_2 + Z_3) + Z_8 = 17{,}1 + Z_8 \;.$$

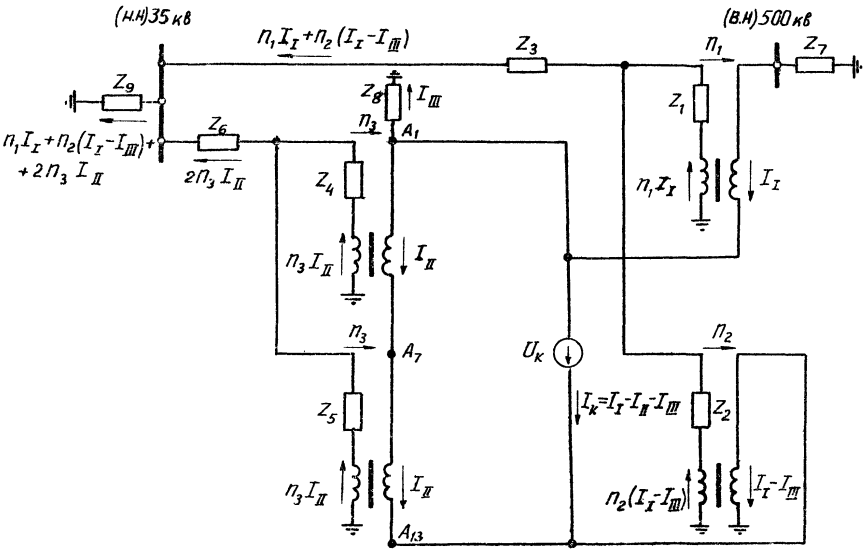
б) Расчетные соотношения

1971г	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кв с расчетом параметров защиты	Расчетная схема при работе ответвления A_{13} и коротком замыкании между A_7 и A_{13} и соответствующие коэффициенты уравнений (4) ÷ (6)	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-9

Энергосетьпроект ОРЗУМ г. Москва 1971г

Исполнитель Ярославцева
Ст. инженер Бергер
Зак. тех. конс. Чернин
Нач. СРЗ Рибель

5446тм-II-11



а) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

$$C_1 = -\left[n_1 n_2 (Z_1 + Z_2) + \frac{n_2}{n_1} \cdot Z_7 + \frac{(n_1 + n_2)^2}{n_1 n_2} \cdot Z_8\right] =$$

$$= -40{,}2 - 0{,}84 Z_7 - 4 Z_8 \ ;$$

$$C_2 = -\left[2 n_2 n_3 Z_2 + \frac{2(n_1 + n_2) n_3}{n_1 n_2} \cdot Z_8\right] = +0{,}435 - 0{,}518 Z_8 \ ;$$

$$D_1 = -\left[2 n_1 n_3 Z_1 + \frac{2 n_3}{n_1} \cdot Z_7 + \frac{2(n_1 + n_2) n_3}{n_1 n_2} \cdot Z_8\right] =$$

$$= -11{,}9 - 0{,}236 Z_7 - 0{,}518 Z_8 \ ;$$

$$D_2 = 4 n_3^2 (Z_3 + Z_6) + n_3^2 (Z_4 + Z_5) - \frac{4 n_3^2}{n_1 n_2} \cdot Z_8 =$$

$$= 8{,}24 - 0{,}067 Z_8 \ ;$$

Нулевая последовательность

$$L_1 = n_1^2 Z_1 + n_2^2 Z_2 + (n_1 + n_2)^2 Z_3 + Z_7 = 139 + Z_7 \ ;$$

$$L_2 = 0 \ ;$$

$$L_3 = n_2^2 Z_2 + (n_1 + n_2) n_2 Z_3 = 39{,}36 \ ;$$

$$M_1 = 0 \ ;$$

$$M_2 = n_3^2 (Z_4 + Z_5 + 4 Z_6) = 6{,}7 \ ;$$

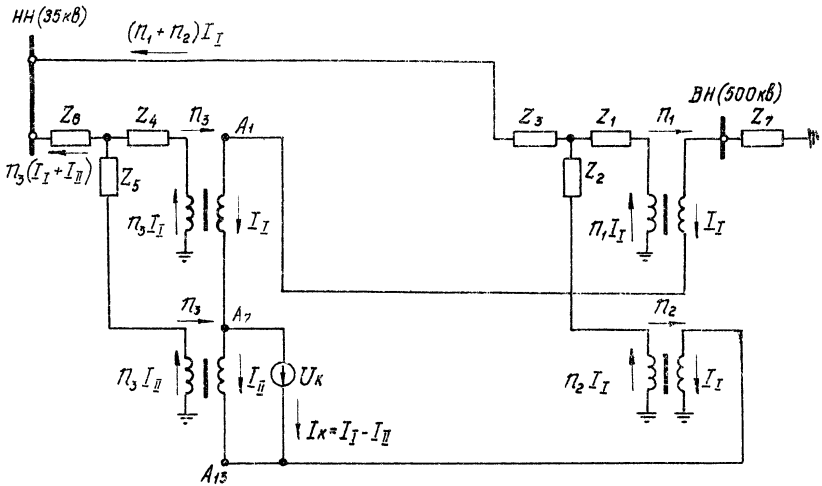
$$M_3 = 0 \ ;$$

$$N_1 = n_1^2 Z_1 + (n_1 + n_2) n_1 Z_3 + Z_7 = 99{,}2 + Z_7 \ ;$$

$$N_2 = 0$$

$$N_3 = n_1 n_2 Z_3 - Z_8 = 22{,}3 - Z_8 \ .$$

б) Расчетные соотношения



а) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

$$I_{II} = -\left(\frac{n_1+n_2+n_3}{n_3}\right) I_I$$

$$\frac{n_1+n_2+2n_3}{n_3}\cdot U_K =$$

$$=\left[n_1^2 Z_1 + n_2^2 Z_2 + (n_1+n_2)^2 (Z_3+Z_6) + n_2^2 Z_4 + (n_1+n_2+n_3)^2 Z_5 + Z_7\right] I_I$$

Нулевая последовательность

$$I_{II} = -\left[\frac{U_K}{n_2^2(Z_5+Z_6)} + \frac{Z_6}{Z_5+Z_6} I_I\right] U_K \left[1+\frac{Z_6}{Z_5+Z_6}\right] =$$

$$=\left[n_1^2 Z_1 + n_2^2 Z_2 + (n_1+n_2)^2 Z_3 + n_3^2 Z_4 + \frac{n_3^2 Z_5 Z_6}{Z_5+Z_6} + Z_7\right] I_I$$

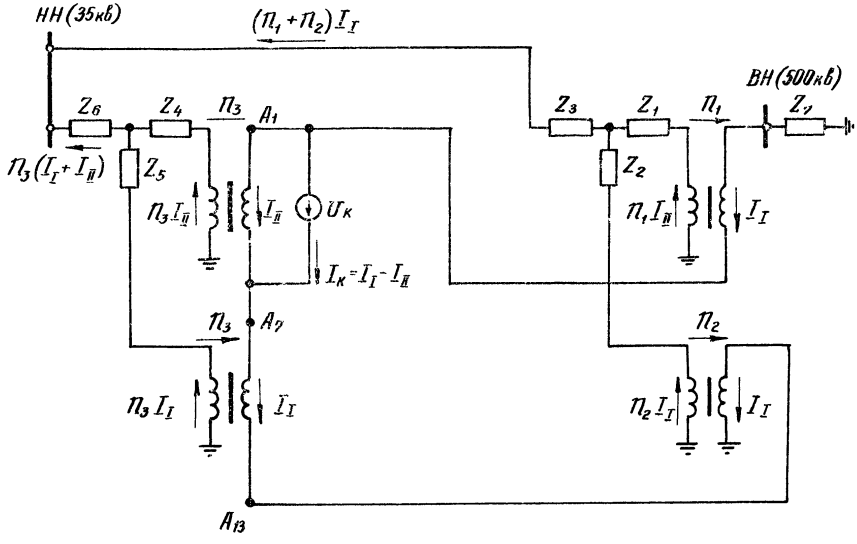
б) Расчетные соотношения

1971г.	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кв с расчетом параметров защиты	Расчетные схема и соотношения для короткого замыкания между зажимами A_7 и A_{13} при $Z_8=\infty$ и $Z_9=\infty$ в прямой последовательности и $Z_9=0$ в нулевой последовательности	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-11

Энергосетьпроект ОРЗАУМ г. Москва 1971г

Исполнитель Ярославцева
Ст. инженер Чернин
Нач. СРЗ Бергер
Рибель

5446 тм-II-13



а) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

$$\underline{I}_{II} = -\frac{n_1 + n_2 + n_3}{n_3}\,\underline{I}_I$$

$$\frac{n_1 + n_2 + 2n_3}{n_3}\cdot U_K = \Big[n_1^2 Z_1 + n_2^2 Z_2 + (n_1+n_2)^2 (Z_3+Z_6) + (n_1+n_2+n_3)^2 Z_4 + n_3^2 \cdot Z_5 + Z_7\Big]\underline{I}_I$$

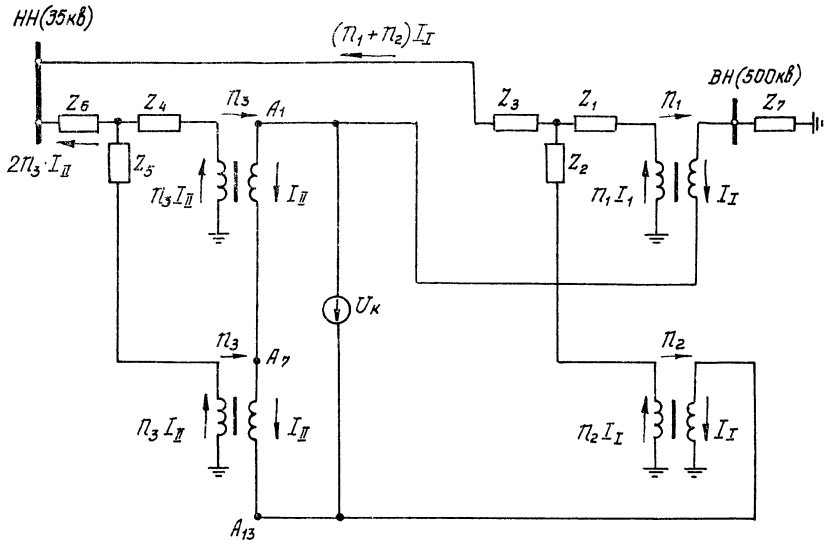
Нулевая последовательность

$$\underline{I}_{II} = -\left[\frac{U_K}{n_3^2 (Z_4+Z_6)} + \frac{Z_6\,\underline{I}_I}{Z_4+Z_6}\right]$$

$$\left|1+\frac{Z_6}{Z_4+Z_6}\right| U_K = \left| n_1^2 Z_1 + n_2^2 Z_2 + (n_1+n_2)^2 Z_3 + n_3^2 Z_5 + \frac{n_3^2 \cdot Z_4 \cdot Z_6}{Z_4+Z_6} + Z_7 \right| \underline{I}_I$$

б) Расчетные соотношения

Исполнитель Ярославцева; Гл. инженер проекта Чернин; Нач. отд. 023 Бергер; Нач. отд. 023 Рибель	Энергосетьпроект ОРЗАУМ г. Москва 1971г.	1971г. Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кВ с расчетом параметров защиты	Расчетные схема и соотношения для короткого замыкания между зажимами A_1 и A_7 при $Z_8=\infty$ и $Z_9=\infty$ в прямой последовательности и $Z_9=0$ в нулевой последовательности	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-12



а) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

$$I_{II} = -\frac{n_1+n_2}{2n_3}\cdot I_I\ ;$$

$$\frac{n_1+n_2+2n_3}{2n_3}\,U_к = \Big[n_1^2 Z_1 + n_2^2 Z_2 + (n_1+n_2)^2(Z_3+Z_6) + \frac{(n_1+n_2)^2}{4}(Z_4+Z_5) + Z_7\Big] I_I\ .$$

Нулевая последовательность

$$U_к = -n_3^2(Z_4+Z_5+4Z_6)\,I_{II}\ ;$$

$$U_к = \Big[n_1^2 Z_1 + n_2^2 Z_2 + (n_1+n_2)^2 Z_3 + Z_7\Big] I_I\ .$$

б) Расчетные соотношения

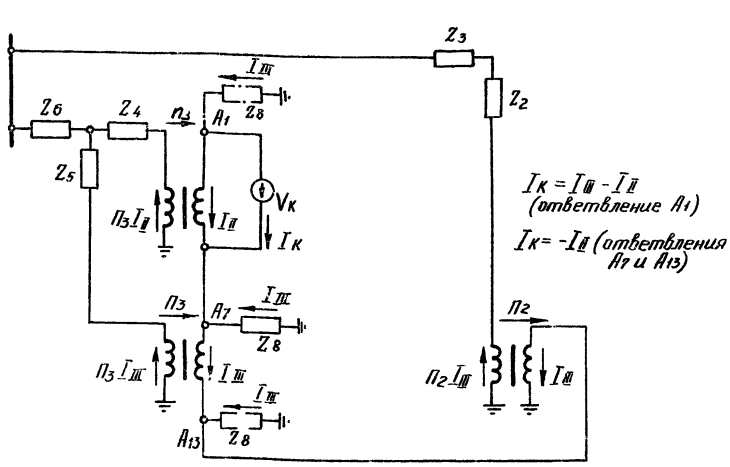
1971г.	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кв с расчетом параметров защиты	Расчетные схема и соотношения для короткого замыкания между зажимами A_1 и A_{13} при $Z_8=\infty$ и $Z_9=\infty$ в прямой последовательности и $Z_9=0$ в нулевой последовательности	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-13

Энергосетьпроект ОРЗАУМ г. Москва 1971г

Исполнитель Докт. техн. наук Ст. инженер Нач. СРЗ

Проверил Черник Бергер Рибель

5446 тм-II-15



а) Расчетная схема

	Прямая (обратная) последовательность	
Отв. A7	$(n_2+n_3)U_к = n_3\left[n_2^2(Z_2+Z_3)+(n_2+n_3)^2 Z_4 + n_3^2 Z_5 + n_2^2 Z_6 + Z_8\right] I_{ш}$	(1)
	$I_{п} = -\frac{n_2+n_3}{n_3} I_{ш}$	(2)
Отв. A13	$n_2 U_к = n_3\left[n_2^2(Z_2+Z_3)+n_2^2 Z_4 + n_2^2 Z_6 + Z_8\right] I_{ш}$	(3)
	$I_{п} = -\frac{n_2}{n_3} I_{ш}$	(4)
Отв. A1	$(n_2+2n_3)U_к = n_3\left[n_2^2(Z_2+Z_3)+(n_2+n_3)^2 Z_4 + n_3^2 Z_5 + n_2^2 Z_6 + Z_8\right] I_{ш}$	(5)
	$I_{п} = -\frac{n_2+n_3}{n_3} I_{ш}$	(6)
	Нулевая последовательность	
Отв. A7	$\frac{Z_6}{Z_4+Z_6} U_к = \left[n_2^2(Z_2+Z_3)+n_3^2 Z_4 \frac{Z_6}{Z_4+Z_6} + n_3^2 Z_5 + Z_8\right] I_{ш}$	(7)
	$I_{п} = -\left\vert \frac{U_к}{n_3^2(Z_4+Z_6)} + \frac{Z_6}{Z_4+Z_6} I_{ш} \right\vert$	(8)
Отв. A13	$I_{ш} = 0$	(9)
	$U_к = -n_3^2 (Z_4+Z_8) I_{п}$	(10)
Отв. A1	$\frac{Z_4+Z_6}{Z_4+Z_8} U_к = \left[n_2^2(Z_2+Z_3)+n_3^2 Z_4 \frac{Z_6}{Z_4+Z_6} + n_3^2 Z_5 + Z_8\right] I_{ш}$	(11)
	$I_{п} = -\left[\frac{U_к}{-n_3^2(Z_4+Z_6)} + \frac{Z_6}{Z_4+Z_6} I_{ш}\right]$	(12)

б) Расчетные соотношения

Энергосетьпроект ОРЗАУМ г. Москва

Нач. сект. Д. Т.Н. Ст. инжен. Исполнит.

Работал: Чернин, Берггер, Ярославцева

1971г.

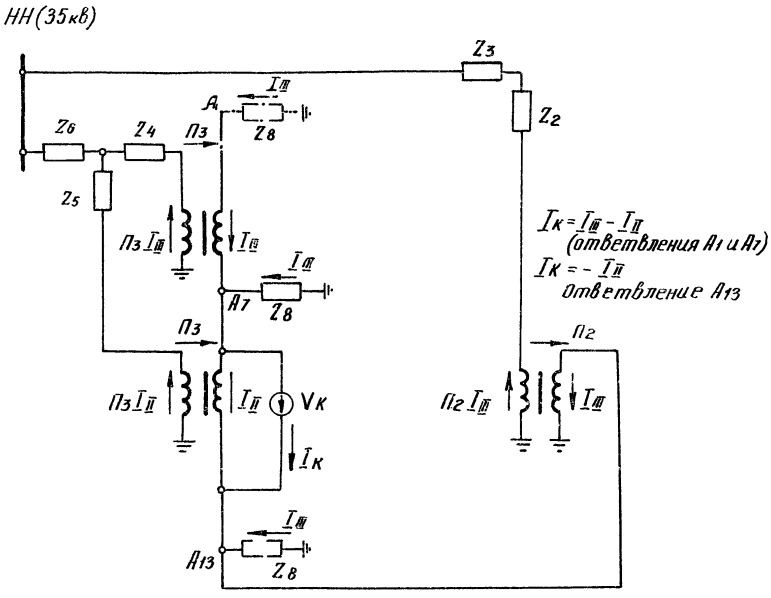
Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кВ с расчетом параметров защиты.

Расчетная схема и соотношения для короткого замыкания между зажимами A_1 и A_7 при $Z_7=\infty$ и $Z_9=\infty$ в прямой последовательности и $Z_9=0$ в нулевой последовательности.

Типовые решения 407-0-108

Альбом II

Лист ЭВ-Й-14



а) Расчетная схема

	Прямая (обратная) последовательность	
Отв. A7	$(n_2+n_3)U_к = n_3[n_2^2(Z_2+Z_3+Z_5+Z_6)+Z_8]\,I_{III}$	(1)
	$I_{II} = -\frac{n_2}{n_3}\,I_{III}$	(2)
Отв. A13	$n_2 U_к = n_3[n_2^2(Z_2+Z_3+Z_5+Z_6)+Z_8]\,I_{III}$	(3)
	$I_{II} = -\frac{n_2}{n_3}\,I_{III}$	(4)
Отв. A1	$(n_2+2n_3)U_к = n_3[n_2^2(Z_2+Z_3)+n_3^2 Z_4+(n_2+n_3)^2 Z_5+n_2^2 Z_6+Z_8]\,I_{III}$	(5)
	$I_{II} = -\frac{(n_2+n_3)}{n_3}\,I_{III}$	(6)
	Нулевая последовательность	
Отв. A7	$U_к = [n_2^2(Z_2+Z_3)+Z_8]\,I_{III}$	(7)
	$U_к = -n_3^2(Z_5+Z_6)\,I_{II}$	(8)
Отв. A13	$I_{III} = 0$	(9)
	$U_к = -n_3^2(Z_5+Z_6)\,I_{II}$	(10)
Отв. A1	$\frac{Z_5+2Z_6}{Z_5+Z_6}U_к = [n_2(Z_2+Z_3)+n_3^2 Z_4+n_3^2 Z_5\cdot\frac{Z_6}{Z_5+Z_6}+Z_8]\,I_{III}$	(11)
	$I_{II} = -\left[\frac{U_к}{n_3^2(Z_5+Z_6)}+\frac{Z_6}{Z_5+Z_6}\,I_{III}\right]$	(12)

$I_к = I_{III} - I_{II}$ (ответвления A1 и A7)

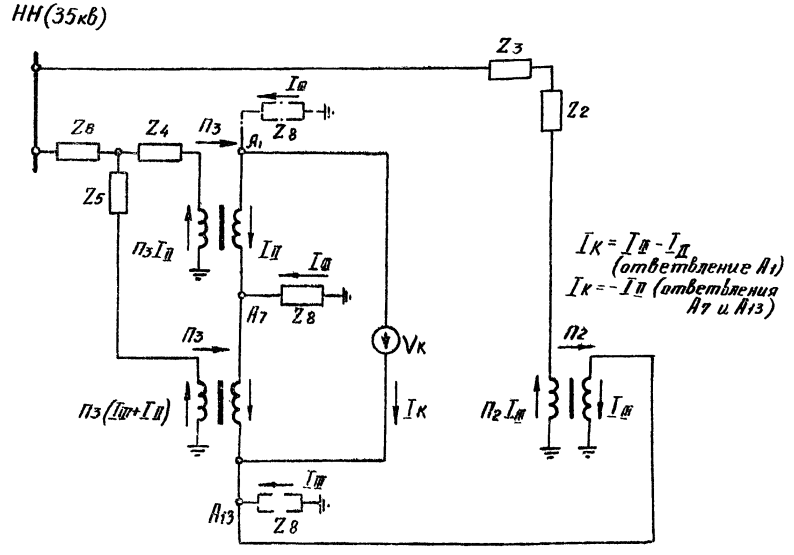
$I_к = -I_{II}$ ответвление A13

б) Расчетные соотношения

Нач. ОРЗ — Т Г Н
Гл. инжен. — Чернин
Испытат. — Бергер
Работа выполнена — Застольцева

Энергосетьпроект ОРЗАУМ г. Москва

1971г	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кв с расчетом параметров защиты.	Расчетная схема и соотношения для короткого замыкания между зажимами A7 и A13 при $Z_7=\infty$ и $Z_9=\infty$ в прямой последовательности и $Z_9=0$ в нулевой последовательности	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист 36-II-15



а) Расчетная схема

	Прямая (обратная последовательность)	
Отв. A7	$(n_2+n_3)U_к = 2n_3\left[n_2^2(Z_2+Z_3)+\frac{(n_2+n_3)^2}{4}Z_4+\frac{(n_2-n_3)^2}{4}Z_5+n_2^2Z_6+Z_8\right]I_{III}$	(1)
	$I_{II} = -\frac{n_2+n_3}{2n_3}I_{III}$	(2)
Отв. A13	$n_2U_к = 2n_3\left[n_2^2(Z_2+Z_3)+\frac{n_2^2}{4}(Z_4+Z_5)+n_2^2Z_6+Z_8\right]I_{III}$	(3)
	$I_{II} = -\frac{n_2 I_{III}}{2n_3}$	(4)
Отв. A1	$(n_2+2n_3)U_к = 2n_3\left[n_2^2(Z_2+Z_3)+\frac{n_2^2}{4}(Z_4+Z_5)+n_2^2Z_6+Z_8\right]I_{III}$	(5)
	$I_{II} = -\frac{n_2 I_{III}}{2n_3}$	(6)
	Нулевая последовательность	
Отв. A7	$\frac{(Z_5+2Z_6)U_к}{Z_4+Z_5+4Z_6} = \left[n_2^2(Z_2+Z_3)+\frac{n_3^2(Z_4+2Z_6)Z_5}{Z_4+Z_5+4Z_6}+\frac{n_3^2(Z_4-Z_5)Z_6}{Z_4+Z_5+6Z_6}+Z_8\right]I_{III}$	(7)
	$I_{II} = -\left[\frac{U_к}{n_3^2(Z_4+Z_5+4Z_6)}+\frac{Z_5+2Z_6}{Z_4+Z_5+4Z_6}I_{III}\right]$	(8)
Отв. A13	$I_{III} = 0$	(9)
	$U_к = -n_3^2(Z_4+Z_5+4Z_6)I_{II}$	(10)
Отв. A1	$U_к = \left[n_2^2(Z_2+Z_3)+Z_8\right]I_{III}$	(11)
	$U_к = -n_3^2(Z_4+Z_5+4Z_6)I_{II}$	(12)

б) Расчетные соотношения

Энергосетьпроект ОРЗАУМ г. Москва

Нач. отд. Д.Гуд
Гл. инженер
Исполнитель

Рисовал Черняк
Проверил Серегер
Проверил Виноградова

1971г

Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500 кв. с расчетом параметров защиты

Расчетная схема и соотношения для коротких замыканий между зажимами A1 и A13 при $Z_7=\infty$ и $Z_9=\infty$ в прямой последовательности и $Z_9=0$ в нулевой последовательности

Типовые решения 407-0-108

Альбом II

Лист ЭВ-II-16

Питание	Место к.з.	Полож. перекл.	$X_{1\Sigma}$ (ом)	$X_{0\Sigma}$ (ом)	$I_{1кз} = I_{2кз} = I_{0кз}$ (а)	I_{0I} (а)	$I_{1ф}$ (а)	I_{0II} (а)	$I_{IIф}$ (а)	I_{0III} (а)	$I_{IIIф}$ (а)	Uнн. = 38,5кв. $I_{0ко}$ (а)	Uнн. = 38,5кв. $I_{фко}$ (а)	Uнн. = 11кв $I_{0ко}$ (а)	Uнн. = 11кв $I_{фко}$ (а)
А-х	1-7	—	2,28	2,17	2440	60	340	2380	6980	—	—	980	2820	3450	9900
А-х	7-13	—	1,64	1,41	3500	60	460	3440	10040	—	—	1440	4070	5040	14200
А-х	1-13	—	7,35	6,46	1550	63	413	1487	4237	—	—	1260	3600	4250	12600
Ат-х	1-7	1	2,25	1,98	2530	—	—	-2405	-6910	125	680	970	2650	3400	9300
		7	3,22	2,02	1910	—	—	-1910	-5730	40	578	795	2200	2790	7670
		13	3,52	2,18	1780	—	—	-1780	-5340	0	500	757	2270	2650	7950
Ат-х	7-13	1	1,78	1,39	3320	—	—	-3195	9107	125	853	1310	3510	4570	12300
		7	2,18	1,48	2810	—	—	-2747	-7675	63	755	1170	3260	4100	11400
		13	2,84	1,50	2280	—	—	-2280	-6840	0	645	970	2910	3400	10200
Ат-х	1-13	1	7,35	6,1	1580	—	—	-1440	-3906	140	834	1230	3320	4300	11600
		7	7,9	6,64	1460	—	—	-1397	-3597	63	783	1160	2720	4080	9530
		13	10,8	6,75	1115	—	—	-1115	-3345	0	630	945	2840	3320	10000
А-х Ат-х	1-7	1	2,1	2,08	2610	45	255	-2370	-7210	-195	-365	905	2800	3180	9830
		7	2,18	2,05	2560	54	307	-2506	-7373	-197	-277	960	2890	3360	10100
		13	2,29	2,1	2450	60	340	-2390	-7010	-185	-185	990	2840	3470	9900
	7-13	1	1,6	1,42	3550	42	342	-3290	-9780	-308	-528	1250	3800	4400	13300
		7	1,68	1,4	3440	60	480	-3120	-9640	-290	-230	1180	3800	4130	13300
		13	1,72	1,41	3380	68	448	-3312	-9692	-318	-318	1380	3940	4850	13800
	1-13	1	7,29	6,5	1560	37	293	-1250	-3930	-273	-457	1060	3330	3730	11700
		7	7,23	6,46	1570	60	370	-1510	-4340	-260	-366	1170	3530	4110	12400
		13	7,25	6,46	1570	70	430	-1500	-4280	-270	-270	1280	3640	4470	12750

Примечание:

Все токи и сопротивления приведены к своему напряжению каждый

1971 г	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500 кв с расчетом параметров защиты.	Результаты расчета токов короткого замыкания при повреждениях ввода автотрансформаторов 3×167 мва	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-17

Энергосетьпроект ОРЗАУМ г. Москва

Нач. СРЗ | Ст. инжен. | Исполнит. | Рибель | Бергер | Прославцева

5446 тм-II-19

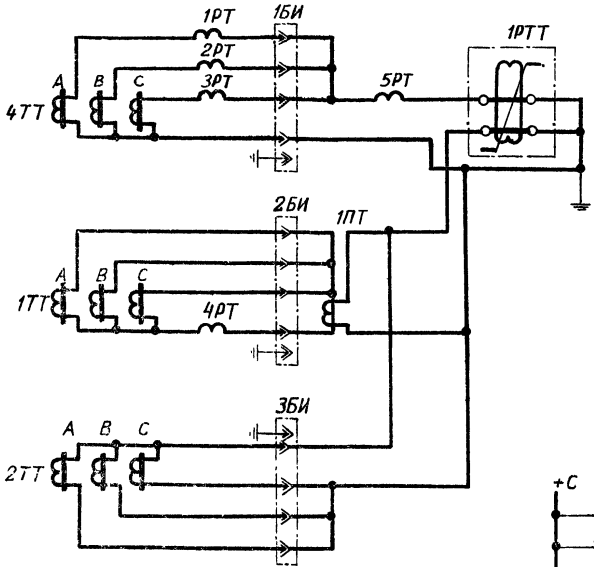


Схема цепей переменного тока

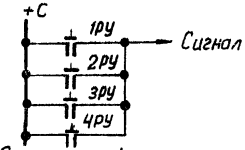


Схема цепей сигнализации

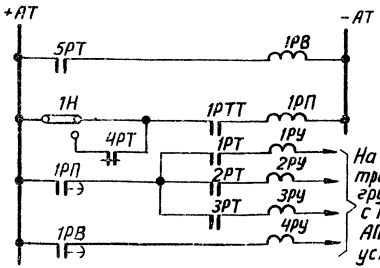


Схема цепей постоянного тока

Перечень элементов

Позиц. обознач.	Наименование	Тип	Техническ. характ-ка	К-во	Примечание
1РТТ	Реле тока с торможен.	МЗТ-11		1	
1РТ÷3РТ	Реле тока	РТ-40/□		3	
4РТ	Реле тока	РТ-40/□		1	
5РТ	Реле тока	РТ-40/□		1	
1РВ	Реле времени	ЭВ-134		1	
1РП	Реле промежуточное	РП-251		1	
1ру-4ру	Реле указательное	РУ-21/□		4	
1Н	Накладка	НКР-3		1	
1БИ÷3БИ	Блок испытательный	БИ-6		3	

Примечания

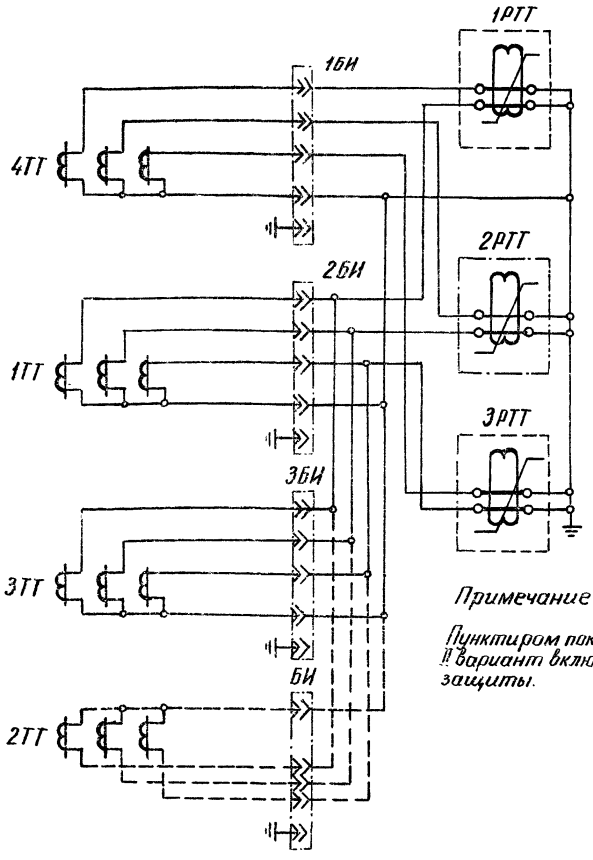
1. Номера трансформаторов тока соответствуют номерам на листе ЭВ-Т-27.
2. 1ПТ - промежуточный трансформатор.

Энергосетьпроект г. Москва ОРЗАУМ	1971г.	Схемы защиты трёхпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кв с расчётом параметров защиты	Защита трехпроводного ввода автотрансформатора с использованием токов нулевой последовательности	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-Т-18

Исполнители: Ст. инженер Бергер; Нач. СРЗ Рабель

Перечень элементов

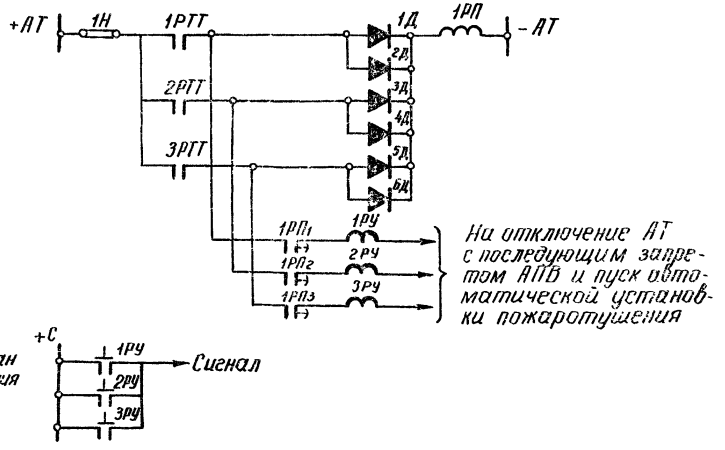
Поз. обознач.	Наименование	Тип	Техническ. хар-ка	К-во	Примечание
1РТ-3РТТ	Реле тока с торможением	МЗТ-11		3	
1РП	Реле промежуточное	РП-251		1	
1РУ-3РУ	Реле указательное	РУ-21/о		3	
1Н	Накладка	НКР-3		1	
1БИ-3БИ	Блок испытательный	БИ-6		3	
1Д-6Д	Диод	Д-226		6	



Примечание:

Пунктиром показан II вариант включения защиты.

Схема цепей переменного тока



Схемы цепей постоянного оперативного тока, отключения и сигнализации

1971г.	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кв с расчетом параметров защиты.	Схема пофазной защиты трехпроводного ввода	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-19

Энергосетьпроект ОРЗАУМ г. Москва

Нач. СРЗ — Рибель
Ст. инж. — Бергер
Исполнит. — Ярославцева

5446тм-II-21

NN опыта	АОДЦТН-167000/500											
	Питание	Закоротка	Полож. переключ.	$I_{вн}$	$I_{сн}$ (обм)	$I_{сн}$ (лин)	$I_{ко}=I_{нн}$	I_1	I_7	I_{13}	I_{1-7}	I_{7-13}
3.1.1	А-Х	1-7	—	425	425	—	9900	7500	7500	—	7075	425
3.1.2	А-Х	7-13	—	585	585	—	13700	—	10400	10400	585	9815
3.1.3	А-Х	1-7 7-13	—	585	585	—	13700	400	10400	10400	—	—
3.1.4	А-Х	1-13	—	540	540	—	12600	4700	—	4700	4160	4160
3.2.1	A_m-Х	1-7	1	—	1100	1100	11700	10000	10000	—	8900	1100
			7	—	980	980	10400	7900	7900	—	7900	980
			13	—	910	910	9700	6500	6500	—	6500	—
3.2.2	A_m-Х	7-13	1	—	1660	1660	17600	—	15100	15100	1660	13440
			7	—	1480	1480	15700	—	11950	11950	—	10470
			13	—	1300	1300	13800	—	9200	9200	—	9200
3.2.3	A_m-Х	1,7 7,13	1	—	1640	1640	17400	1300	12300	13160	340	11960
			7	—	1450	1450	15350	550	12700	12150	550	10700
			13	—	1275	1275	13500	500	10000	9500	500	9500
3.2.4	A_m-Х	1-13	1	—	1500	1500	15900	6800	—	6800	5300	5300
			7	—	1300	1300	13800	5250	—	5250	5250	3950
			13	—	1160	1160	12300	4100	—	4100	4160	4100

NN опыта	АОДЦТН-267000/500											
	Питание	Закоротка	Положен. перекл.	$I_{вн}$	$I_{сн}$ (обм)	$I_{сн}$ (лин)	$I_{ко}=I_{нн}$	I_1	I_9	I_{17}	I_{1-9}	I_{9-17}
	А-Х	1-9	—	1030	1030	—	24000	19600	19600	—	18570	1030
	А-Х	9-17	—	1030	1030	—	24000	—	19600	19600	1030	18570
	А-Х	1-9 9-17	—	1030	1030	—	24000	9800	—	9800	8770	8770
	А-Х	1-17	—	1030	1030	—	24000	9800	—	9800	8770	8770
	A_m-Х	1-9	1	—	2520	2520	26900	24600	24600	—	22080	2520
			9	—	2360	2360	25200	20700	20700	—	20700	2360
			17	—	2100	2100	22300	16200	16200	—	16200	—
	A_m-Х	9-17	1	—	2520	2520	26900	—	24600	24600	2520	22080
			9	—	2260	2260	24200	—	19800	19800	—	17540
			17	—	2110	2110	22400	—	16300	16300	—	1630
	A_m-Х	1-9 9-17	1	—	2880	2880	30700	14000	—	14000	11120	11120
			9	—	2600	2600	27700	12500	—	10100	12500	7500
			17	—	2300	2300	24600	8900	—	8900	8900	8900
	A_m-Х	1-17	1	—	2900	2900	31000	14100	—	14100	11200	11200
			9	—	2570	2570	27500	11300	—	11300	11300	8730
			17	—	2270	2270	24300	8830	—	8830	8830	8830

Примечание: Все токи и сопротивления приведены к своему напряжению каждый.

ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ ОРЗАУМ г. Москва 1971 г.

Исполнит. Ст. инженер Нач. СРЗ

Ярославцева Бергер Рибель

5446-ТМ-II-22

1971 г	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500 кв с расчетом параметров защиты	Результаты опытов короткого замыкания проводимых на Запорожском транспортном заводе	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-20

№ опыта по программе	Питание	Закоротка	Положение переключателя	I_1	I_7	I_{13}	I_{1-7}	I_{7-13}	$I_{КО}$	$I_{НН}$ (обм)	$I_{НН}$	$I_{ВН}$	$I_{СН}$ (обм)	$I_{СН}$ (линии)
АОДЦТН - 167000/500														
3.3.1	1-7	А-Х	1	11400	11400	—	9470	1930	11300	11300	—	720	1930	2650
		$А_m$-Х	7	7900	7900	—	7820	1060	10200	10200	—	80	1060	
			13	7400	7400	—	6850	550	9600	9600	—	550	250	
3.2.2	7-13	А-Х	1	—	16300	16800	2750	14050	17000	17000	—	950	2750	3700
		$А_m$-Х	7	—	11600	11600	150	10000	15200	15200	—	150	1660	
			13	—	10100	10100	720	9380	13000	13000	—	720	360	360
3.3.5	1-13	А-Х	1	7850	—	7850	5200	5260	15800	15800	—	950	1650	3600
		$А_m$-Х	7	5100	—	5100	5200	3730	13300	13300	—	100	1370	1470
			13	4700	—	4700	4030	4030	12100	12100	—	670	335	
3.4.1	1-7	А-Х	—	7850	7850	—	7650	200	11100	4600	6500	200	200	—
3.4.2	7-13	а-х	—	—	11500	11500	240	11200	16500	5500	11000	240	240	—
3.4.3	1-13		—	5160	—	5160	4920	4920	14650	5520	9130	240	240	—
3.5.1	1-7	$А_m$-Х	1	10150	10150	—	8000	1550	10500	16300	5800	—	1550	1550
		а-х	7	7920	7920	—	7920	650	10900	6800	4100	—	650	650
			13	7600	7600	—	7600	—	11500	500	11000	—	150	150
3.5.2	7-13	$А_m$-Х	1	—	14650	14650	1800	850	16600	19060	2460	—	1800	1800
		а-х	7	—	11970	11970	—	11020	16800	10100	640	—	950	950
			13	—	11000	11000	—	11000	16800	600	16200	—	60	60
3.5.3	1-13	$А_m$-Х	1	6140	—	6740	4890	4890	14700	19600	4960	—	1850	1850
		а-х	7	5270	—	5270	5270	4450	14500	8700	5800	—	820	820
			13	4800	—	4800	4820	4860	14400	—	—	—	~30	~30

Примечание
см. лист ЭВ-II-20

5446тм-Т-23

Энергосетьпроект
ОРЗЭУМ
г. Москва
1971г.

Ст. инженер Берегер
Нач. СРЗ Рубель

1971г.	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кв с расчетом параметров защиты	Результаты опытов короткого замыкания, проводимых на Запорожском трансформаторном заводе	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-21

NN опыта по программе	АОДЦТН-267 000/500/220													
	Питание	Закоротка	Полож. перекл.	I_1	I_9	I_{17}	I_{1-9}	I_{9-17}	$I_{ко}$	$I_{нн}$ (обм.)	$I_{нн}$	$I_{вн}$	$I_{сн}$ (обм)	$I_{сн}$ (лин.)
3.3.1	1-9	A-X	1	27300	2730	—	23250	4050	26200	26200	—	1350	4050	5400
			9	19400	19400	—	19280	2320	23200	23200	—	120	2320	2440
		A_m-X	17	17400	17400	—	16800	800	21700	21700	—	800	800	—
3.32	9-17	A-X	1	—	27300	27300	4050	23250	26200	26200	—	1350	4050	5400
			9	—	20500	20500	380	17720	25000	25000	—	380	2780	3160
		A_m-X	17	—	17400	17400	800	16500	21700	21780	—	800	800	—
3.33	1-17	A-X	1	16100	—	16100	11300	11300	31000	31000	—	1610	4800	6410
			9	11300	—	11800	11030	8400	27500	27500	—	270	2900	3170
		A_m-X	17	9700	—	9700	8700	8700	24000	24000	—	1000	1050	50
3.4.1	1-9	A-X	—	19100	19100	—	18700	400	24900	9250	15030	400	400	-
3.4.2	9-17		—	—	19100	19100	400	18700	24900	9250	15650	400	400	—
3.4.3	1-17	a-X	—	10600	—	10600	10160	10160	27800	10300	17500	440	440	—
3.5.1	1-9	A_m-X	1	25300	25300	—	21720	3580	25000	38200	13200	—	3580	3580
			9	19760	19760	—	19760	1610	25000	17300	7700	—	4610	4610
		a-X	17	18400	18400	—	18460	—	25490	900	24500	—	85	85
3.5.2	9-17	A_m-X	1	—	24800	24800	3540	21260	24400	37900	13560	—	3540	3540
			9	—	19760	19700	—	18100	24900	17300	7600	—	1610	1610
		a-X	17	—	18400	18400	—	18400	25300	900	24400	—	85	85
3.5.3	1-17	A_m-X	1	14400	—	14400	10300	10300	28200	43900	15700	—	4100	4100
			9	10300	—	10300	10300	8420	25700	20100	5600	—	1830	1880
		a-X	17	10200	—	10200	10260	10200	28200	1100	27100	—	100	100

Примечание
см. лист ЭВ-II-20

1971г.	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кв с расчетом параметров защиты	Результаты опытов короткого замыкания проводимых на Запорожском трансформаторном заводе	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-22

ОРЗАУМ г. Москва 1971г.

Ст. инженер Нач. СРЗ

Бергер Рибель

5446тм-II-24

NN опыта по программе	АОДЦТН - 167 000/500													
	Питание	Закоротка	Полож. перекл.	I_1	I_7	I_{13}	I_{1-7}	I_{7-13}	$I_{КО}$	$I_{НН}$ (обм)	$I_{НН}$	$I_{ВН}$	$I_{СН}$ (обм)	$I_{СН}$ (линии)
3.61	1-7	A-X	1	12 000	12 000	—	9400	2600	10 200	17400	7 200	750	2550	3300
		A_m-X	7	7900	7 900	—	7900	640	10 900	6 800	4100	—	640	640
		a-X	13	8500	8500	—	7900	600	11 000	800	11800	600	800	1400
3.62	7-13	A-X	1	—	7200	7 200	3 000	14 700	16 700	20 100	3 400	900	3 000	3900
		A_m-X	7	—	12 000	12 000	—	11 050	11 660	10 000	6 500	—	950	950
		a-X	13	—	12 700	12 700	750	11 950	16 900	900	17500	750	980	1730
3.63	1-13	A-X	1	8 100	—	8 100	4 800	4 800	14 500	20 800	6 300	1150	3300	4450
		A_m-X	7	5 700	—	5300	5300	4450	14 660	8 900	5 700	—	850	850
		a-X	13	5650	—	5650	4 900	4 900	14 700	1600	16 300	750	1050	1800

NN опыта по программе	АОДЦТН - 267 000/500													
	Питание	Закоротка	Полож. перекл.	I_1	I_9	I_{17}	I_{1-9}	I_{9-17}	$I_{КО}$	$I_{НН}$ (обм)	$I_{НН}$	$I_{ВН}$	$I_{СН}$ (обм)	$I_{СН}$ (линии)
3.61	1-9	A-X	1	28 200	28 200	—	16 750	5450	23 700	40 000	16 300	1450	5 450	6900
		A_m-X	9	19 800	19 800	—	18 030	1770	22 200	18 900	3300	—	1770	1770
		a-X	17	20300	20300	—	19 230	1070	25 000	2200	2720	1070	1480	2550
3.62	9-17	A-X	1	—	27000	27000	6300	21780	22 800	38500	10 300	1380	5 220	6600
		A_m-X	9	—	20 600	20 600	400	18 050	24 300	22 000	2 300	400	2550	2950
		a-X	17	—	20 200	20 200	1060	19140	24 800	2600	27400	1060	1490	2550
3.63	1-17	A-X	1	16 800	—	16 800	10300	10 300	28 200	48000	19800	1700	6 500	8 200
		A_m-X	9	11350	—	11350	11600	8 940	28 200	22 800	5 400	240	2420	2660
		a-X	17	11450	—	11 450	10250	10250	28 100	2 500	30 600	1200	1650	2850

Примечание см. лист ЭВ-II-20

5446тм-II-25

Исполнитель [signature] Ярославцева

Ст. инженер [signature] Бергер

Нач. СРЗ [signature] Рибель

Энергосетьпроект ОРЗАУМ г. Москва 1971г.

1971г.	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кв с расчетом параметров защиты	Результаты опытов короткого замыкания, проводимых на Запорожском трансформаторном заводе	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-23

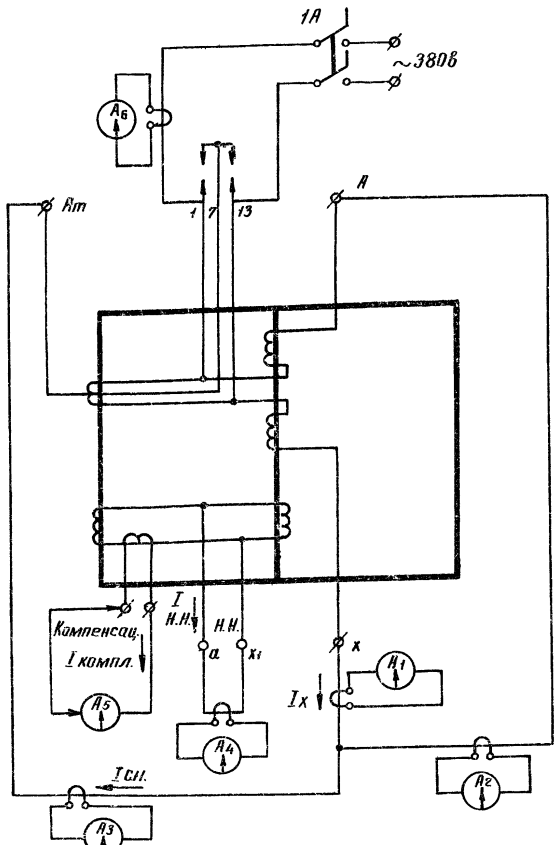


Таблица измерений

Обмотка В.Н.	Обмотка С.Н.	Обмотка Н.Н.	Полож. РПН	$I_{к\ 1-13}$ (а) А6	$I_{в.н.}$ (а) А2	$I_{с.н}$ (а) А3	$I_{н.н.}$ (а) А4	$I_{х}$ (а) А1	$I_{компен.}$ (ма) А5 $n_т = \frac{600}{5}$
Закор. А-Х	—	—	I	57,5	6,6	—	—	6,6	365
Закор. А-Х	—	—	7	57,5	6,6	—	—	6,6	365
Закор. А-Х	—	—	13	59,5	6,6	—	—	6,6	370
Закор. А-Х	Закор. Ат-Х	—	I	90,0	11,0	42,5	—	31,5	450,5
Закор. А-Х	Закор. Ат-Х	—	7	67,5	0,55	17,5	—	16,2	400
Закор. А-Х	Закор. Ат-Х	—	13	59,5	3,7	8,2	—	4,5	357,5
Закор. А-Х	Закор. Ат-Х	закор.	I	95,0	11,25	50,0	25	38,8	420
Закор. А-Х	Закор. Ат-Х	закор.	7	65,0	0,26	11,5	18,2	11,0	425
Закор. А-Х	Закор. Ат-Х	закор.	13	70,0	8,8	20	54	12	425
—	—	закор.	I	62	—	—	46,0	—	425
—	—	закор.	7	62	—	—	52,5	—	425
—	—	закор.	13	62,5	—	—	52,5	—	430

Напряжение питания 380в.

5446 тм-II-26

Рибель
Берер
Ярославцева

Нач. СРЗ
Ст. инжен.
Исполнит.

Энергосетьпроект ОРЗАУМ г. Москва

1971г	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500 кв с расчетом параметров защиты.	Схема для выполнения измерений и таблица измерений, выполненных на Троицкой ГРЭС	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-24

Таблица 1. Токораспределение в АТ при внешних к.з

Точка и вид к.з.			3I₀ по обмоткам АТ				фазные токи по обмоткам АТ							
			1		2		1				2			
			К(1)		К(1)		К(1)		К(3)		К(1)		К(3)	
Режим работы			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Ток на стороне 500кв. АТ		$I_{вн}$	2170	1755	1050	360	2033	1375	1695	1000	1574	862	1490	860
Ток на стороне 230кв. АТ		$I_{сн}$	2680	1685	5850	3600	3733	2282	3680	2180	4610	2814	3240	1870
Ток в общей обмотке АТ		$I_{оо}$	510	70	4800	3240	1700	907	1985	1180	3036	1952	1750	1010
Максимальный ток в регулировочной об-ке		$I_{оо\ макс.}$	2170	1755	4800	3240	2033	1375	1985	1180	3036	1952	1750	1010
Ток в рабочей обмотке реле		$i_р = \frac{I_{р0\ макс.} \cdot W_{р0}}{П_{ТТ\ к0} \cdot W_{к0}}$	5,6	4,52	12,35	8,35	5,24	3,55	5,12	3,04	8,67	5,04	4,52	2,6
Тормозной ток по вариантам	а	$i_{Та} = \left\lvert \frac{I_{сн}}{П_{2ТТ}} - \frac{I_{вн}}{П_{1ТТ}} \right\rvert$	4,85	3,44	6,9	3,96	3,9	2,52	3,54	2,09	3,88	2,27	3,11	1,8
	б	$i_{Тб} = \left\lvert \frac{I_{сн}}{П_{2ТТ}} + \frac{I_{оо}}{П_{3ТТ}} \right\rvert$	1,85	0,77	7,23	5,04	3,57	2,05	3,83	2,27	5,34	3,36	3,37	1,96
Отношение рабочего и тормозного тока по вариантам	а	$K_а = \frac{i_р}{i_{Та}}$	1,15	1,3	1,79	2,1	1,35	1,41	1,46	1,45	2,23	2,22	1,45	1,44
							1,47	1,73	1,34	1,34	1,62	1,5	1,34	1,33

Примечание:

Таблицы составлены на основании отчета Горьковского отделения ЭСП Инв. № 9755 ТМ

Таблица 2. Расчет витков реле защит трехпроводного ввода

№№ п/п	Расчетная величина	Обозначение и расчетное выражение	Числовое значение: Защита, включенная на токи нулевой последовательн.	Числовое значение: Защита, включенная на фазные токи	
1.	Максимальный рабочий ток в компенсационной обмотке /по данным завода/	$I_{к.о\ макс}$ (о)	1810		
2.	Ток срабатывания реле, отстроенный от максимального рабочего тока	$i_{ср.} = K_н \frac{I_{ко\ макс.}}{П_{ТТ4}}$ (а)	$1,3 \frac{1810}{600015} = 1,96$		
3.	Витки рабочей обмотки реле из условия недействия при обрыве тормозной цепи		$\frac{100}{1,96} = 51$		
4.	Принятое число витков рабочей обмотки реле ДЗТ-11/2		51		
5.	Витки тормозной обмотки с учетом обеспечения селективности по вариантам:	$W_{торм} = K_н \cdot K_{макс} \cdot \frac{W_{раб.}}{tg\alpha}$	$W_{раб.} = 51$; $K_н = 1,3$; $tg\alpha = 0,87$		
	а) при включении тормозной обмотки на разность токов сторон 230 и 500 кв.	$K_{макс.} = \left(\frac{i_р}{i_т}\right)_{макс}$	$W_{торм.} = 1,3 \cdot 2,1 \cdot \frac{51}{0,87} = 160$	$W_{торм} = 1,3 \cdot 2,23 \cdot \frac{51}{0,87} = 170$	
	б) при включении тормозной обмотки на сумму токов общей обмотки АТ и стороны 230 кв.			$W_{торм.} = 1,3 \cdot 1,73 \cdot \frac{51}{0,87} = 99$	
6.	Принятое число витков тормозной обмотки реле ДЗТ-11/2	WT (вит)	вариант „а" 165 (через ПТТ 2/1)	вариант „а" 175	вариант „б" 105

1971г	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кв. с расчетом параметров защиты	Расчет защиты трехпроводного ввода автотрансформатора АОДЦТН-167000/500	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-25

5446ТМ-II-27

Рибель, Бергер, Ярославцева

Нач. СРЗ, Ст. инжен., Исполнит.

Энергосетьпроект ОРЗАУМ г. Москва

Таблица 3

Расчет рабочих и тормозных намагничивающих сил реле защиты трехпроводного ввода при опробовании со стороны СН.

Возбуждение	Фазное напряжение питания (в)	Вид К.З.	Положение РПН	Ток источника питания (а)	Ток КО (а)	$I_{СН}$ (а) $I_{пит.}$ = 230кв.	$I_{КВ}$ (а) $I_{пит.}$ = 230кв.	$I_{НН}$ опыт (а)	$I_{НН}$ $I_{пит.}$ = 230кв (а)	Защита нулевой последовательности $I_{W раб.}$ $W_{раб}$=51	Защита нулевой последовательности $I_{W торм.}$ $W_{торм}$=290	Защита с включением на фазные токи $I_{W раб.}$ $W_{раб}$=51	Защита с включением на фазные токи $I_{W торм.}$ вариант „а" $W_{торм}$=175	Защита с включением на фазные токи $I_{W торм.}$ вариант „б" $W_{торм}$=105
СН трехфазное	241	РО1-7	1	1,9	18	1045	9900	3	1650	422	152	422	92	55
			7	1,6	19,2	880	10600	2,58	1390	450	128	450	77	46
			13	1,4	20,4	770	11250	6,5	3580	479	112	479	67	41
		РО7-13	1	2,75	24,6	1520	13550	1,2	660	575	220	575	133	80
			7	2,7	27,6	1490	15200	3,85	2120	640	216	640	131	78
			13	1,98	28,8	1090	15900	9	4960	675	158	675	96	57
		РО1-13	1	2,5	22,8	1380	12550	2,28	1250	533	200	533	121	73
			7	2,1	25,2	1155	13900	3,25	1790	590	167	590	101	61
			13	1,8	26,4	990	14550	8,1	4460	617	144	617	87	52
		РО1-7-13	1	2,6	25,2	1430	13900	1,32	725	590	208	590	125	75
			7	2,36	28,8	1300	15850	3,83	2120	675	189	675	114	68
			13	1,96	28,8	1080	15850	9	4950	675	157	675	95	57

Таблица 4.

Расчет рабочих и тормозных намагничивающих сил реле защиты трехпроводного ввода опробования со стороны В.Н.

Возбуждение	Напряжение питания (в)	Вид К.З.	Ток источника питания (а)	Ток КО (а)	$I_{ВН}$ (а) $I_{пит.}$ = 500кв.	$I_{КО}$ (а) $I_{пит.}$ = 500кв	Защита нулевой последовательности $I_{W раб.}$ $W_{раб}$=51	Защита нулевой последовательности $I_{W торм.}$ $W_{торм}$=290	Защита с включением на фазные токи $I_{W раб.}$ $W_{раб}$=51	Защита с включением на фазные токи $I_{W торм.}$ вариант „а" $W_{торм}$=175	Защита с включением на фазные токи $I_{W торм.}$ вариант „б" $W_{торм}$=105
ВН фаза А	230	РО1-7	0,36	7,8	452	9800	416	131	416	79	47
		РО7-13	0,49	11	615	13850	590	178	590	108	65
		РО1-13	0,45	9,8	565	12300	525	164	525	99	59
		РО1-7-13	0,49	11	615	13850	590	178	590	108	65

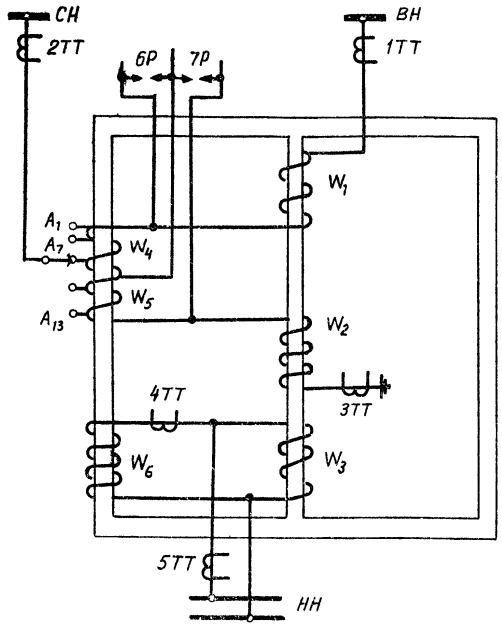
Таблица 5

Наименьшие коэффициенты чувствительности трехпроводного ввода

Тип защиты	Вариант включения тормозной катушки	Наименьшие коэффициенты чувствительности в режиме опробования (опытные данные) Кч мин.	Возбуждение	Вид К.З	Положение РПН
Защита с включением на фазные токи	а)	3,3 / 3,2	СН	РО1-7	1 / 7
	б)	3,7 / 3,2			
	а)	3,3 / 4	ВН	РО1-7	—
	б)	3,5 / 4			
Защита нулевой последовательности	а)	3 / 3,4	СН	РО1-7	1 / 13
		2,9 / 4,4	ВН	РО1-7	—

Примечание:

1. Описание вариантов включения тормозных витков реле приведено в таблице 2.
2. См. примечание на листе ЭВ-Т-25
3. В определение коэффициента чувствительности в числителе дроби приведены опытные значения, в знаменателе — расчетные



Обмоточные данные автотрансформатора
500/230 ± 6 × 2% /11 кв, мощностью 3 × 167 Мва

W_1 = 406 витков W_2 = 339 витков
W_3 = 31 виток $W_4 + W_5$ = 192 витка
W_6 = 62 витка

Обмоточные данные автотрансформатора
500/230 ± 6 × 2% /38,5 кв

W_1 = 406 витков W_2 = 339 витков
W_3 = 112 витков $W_4 + W_5$ = 192 витка
W_6 = 224 витка

W_1 - число витков обмотки высшего напряжения автотрансформатора
W_2 - число витков общей части обмотки автотр-ра
W_3 - число витков обмотки низшего напряжения автотр-ра
W_4 - часть витков регулируемой обмотки между точками A_7 и A_1.
W_5 - часть витков регулируемой обмотки между точками A_7 и A_{13}
W_6 - число витков компенсационной обмотки автотрансформатора
6Р; 7Р - защитные разрядники

1971г.	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кв с расчетом параметров защиты	Схема расположения обмоток автотрансформаторов 3 × 167 Мва 500/230 ± 6 × 2% /11 ÷ 38,5 кв	Типовые решения 407-0-108	Альбом II	Лист ЭВ-II-27

Энергосетьпроект
г. Москва
Ст. инженер Бергер
Нач. СРЗ Рибель
1971г.
5446тм-II-29

gost.e-ecolog.ru