

ТИПОВЫЕ РЕШЕНИЯ

407 - 0 - 108

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

Рабочие чертежи

Альбом II
Чертежи

ТИПОВЫЕ РЕШЕНИЯ

407-0-108

Схемы защиты трёхпроводного ввода
регулировочных обмоток автотрансформаторов
500 кВ 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.

54467м-ІІ-3

Науч. СРЭ
Ст. инж.
Исполнит.Рудольф
Бергер
Генрих
ФранкельЭнергогенпроект
ОГРЗАУМ
г. Москва

Наименование листа	Номер листа	Страница
Перечень листов	38-ІІ-1	
Расчетная схема при работе отвертления A_7 и коротком замыкании между A_1 и A_7 и соответствующие коэффициенты уравнений (4)-(6)	38-ІІ-2	
Расчетная схема при работе отвертления A_1 и коротком замыкании между A_7 и A_3 и соответствующие коэффициенты уравнений (4)-(6)	38-ІІ-3	
Расчетная схема при работе отвертления A_3 и коротком замыкании между A_1 и A_3 и соответствующие коэффициенты уравнений (4)-(6)	38-ІІ-4	
Расчетная схема при работе отвертления A_7 и коротком замыкании между A_1 и A_7 и соответствующие коэффициенты уравнений (4)-(6)	38-ІІ-5	
Расчетная схема при работе отвертления A_1 и коротком замыкании между A_1 и A_7 и соответствующие коэффициенты уравнений (4)-(6)	38-ІІ-6	
Расчетная схема при работе отвертления A_7 и коротком замыкании между A_1 и A_3 и соответствующие коэффициенты уравнений (4)-(6)	38-ІІ-7	
Расчетная схема при работе отвертления A_7 и коротком замыкании между A_7 и A_3 и соответствующие коэффициенты уравнений (4)-(6)	38-ІІ-8	
Расчетная схема при работе отвертления A_7 и коротком замыкании между A_1 и A_7 и соответствующие коэффициенты уравнений (4)-(6)	38-ІІ-9	
Расчетная схема при работе отвертления A_1 и коротком замыкании между A_7 и A_3 и соответствующие коэффициенты уравнений (4)-(6)	38-ІІ-10	
Расчетные схемы и соотношения для короткого замыкания между зажимами A_7 и A_3 при $Z_8 = \infty$ и $Z_9 = \infty$ в прямой последовательности и $Z_g = 0$ в нулевой последовательности	38-ІІ-11	
Расчетные схемы и соотношения для короткого замыкания между зажимами A_1 и A_7 при $Z_8 = \infty$ и $Z_9 = \infty$ в прямой последовательности и $Z_g = 0$ в нулевой последовательности	38-ІІ-12	
Расчетные схемы и соотношения для короткого замыкания между зажимами A_1 и A_3 при $Z_8 = \infty$ и $Z_9 = \infty$ в прямой последовательности и $Z_g = 0$ в нулевой последовательности	38-ІІ-13	
Расчетные схемы и соотношения для короткого замыкания между зажимами A_7 и A_3 при $Z_8 = \infty$ и $Z_9 = \infty$ в прямой последовательности и $Z_g = 0$ в нулевой последовательности	38-ІІ-14	

Наименование листа	Номер листа	Страница
Расчетная схема и соотношения для короткого замыкания между зажимами A_1 и A_3 при $Z_8 = \infty$ и $Z_9 = \infty$ в прямой последовательности и $Z_g = 0$ в нулевой последовательности.	38-ІІ-15	
Расчетная схема и соотношения для коротких замыканий между зажимами A_1 и A_3 при $Z_8 = \infty$ и $Z_9 = \infty$ в прямой последовательности и $Z_g = 0$ в нулевой последовательности.	38-ІІ-16	
Результаты расчета тяговых короткого замыкания при повреждении блока полупроводниковых трансформаторов ЗЛ 167 мвт.	38-ІІ-17	
Зашиты трехпроводного входа автотрансформаторов с использованием токов нулевой последовательности.	38-ІІ-18	
Схема пофазной защиты трехпроводного входа.	38-ІІ-19	
Результаты опыта короткого замыкания, проводимых на Запорожском трансформаторном заводе.	38-ІІ-20	
Результаты опыта короткого замыкания, проводимых на Запорожском трансформаторном заводе.	38-ІІ-21	
Результаты опыта короткого замыкания, проводимых на Запорожском трансформаторном заводе.	38-ІІ-22	
Результаты опыта короткого замыкания, проводимых на Запорожском трансформаторном заводе.	38-ІІ-23	
Схема для выключения измерений и табл. 1, измерений выполненных на Григорьевской ГРЭС.	38-ІІ-24	
Расчет защиты трехпроводного входа автотрансформатора НДЦТН-157000/500	38-ІІ-25	
Расчет защиты трехпроводного входа автотрансформатора НДЦТН-157000/500	38-ІІ-25	
Схема расположения обмоток автотрансформаторов ЗЛ 107 мвт.	38-ІІ-27	

1971г Схемы защиты трехпроводного входа регулировочных обмоток автотрансформаторов 500 кВ с расчетом параметров защиты

Перечень листов

Гипибые решения 407 - 0 - 108

Лист 38-ІІ-1

Лист 38-ІІ-1

Первая (обратная) последовательность

$$C_1 = \pi_1^2 Z_1 + \frac{\pi_1^2 \cdot \pi_2^2}{(\pi_2 + \pi_3)^2} \cdot Z_2 + \frac{\pi_1^2 \cdot \pi_3^2}{(\pi_2 + \pi_3)^2} (Z_3 + Z_5 + Z_6) + Z_7^2$$

$$+ \frac{(\pi_1 + \pi_2 + \pi_3)^2}{(\pi_2 + \pi_3)^2} \cdot Z_8 = 50,8 + Z_7 + 4,16 Z_8 ;$$

$$C_2 = D_1 = \frac{\pi_1 \pi_2^2 \cdot \pi_3}{(\pi_2 + \pi_3)^2} \cdot Z_2 - \frac{\pi_1 \pi_2 \cdot \pi_3^2}{(\pi_2 + \pi_3)^2} (Z_3 + Z_6) +$$

$$+ \frac{\pi_1 \cdot \pi_3^3}{(\pi_2 + \pi_3)^2} \cdot Z_5 + \frac{(\pi_1 + \pi_2 + \pi_3) \pi_3}{(\pi_2 + \pi_3)^2} \cdot Z_8 = -2 + 0,25 Z_8 ;$$

$$D_2 = \frac{\pi_2^2 \cdot \pi_3^2}{(\pi_2 + \pi_3)^2} (Z_2 + Z_3 + Z_6) + \pi_3^2 Z_4 +$$

$$+ \frac{\pi_3^4 Z_5}{(\pi_2 + \pi_3)^2} + \frac{\pi_3^2}{(\pi_2 + \pi_3)^2} \cdot Z_8 = 2 + 0,015 Z_8 .$$

Нулевая последовательность

$$L_1 = \pi_1^2 Z_1 + (\pi_1 + \pi_2) \pi_1 Z_3 + Z_7 = 99 \div Z_7 ;$$

$$L_2 = 0 ;$$

$$L_3 = \pi_1 \pi_2 Z_3 - Z_8 = 22,3 - Z_8 ;$$

$$M_1 = \pi_3^2 Z_6 = 1,53 ;$$

$$M_2 = \pi_3^2 (Z_4 + Z_6) = 2,18 ;$$

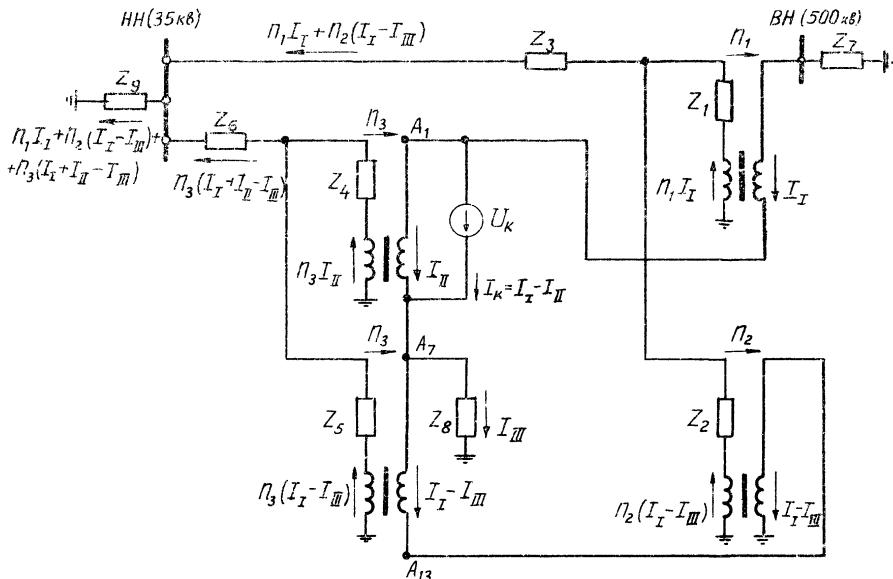
$$M_3 = \pi_3^2 Z_6 = 1,53$$

$$N_1 = \pi_2^2 Z_2 + (\pi_1 + \pi_2) \pi_2 Z_3 + \pi_3^2 (Z_5 + Z_6) = 40,3 ;$$

$$N_2 = \pi_3^2 Z_6 = 1,53$$

$$N_3 = \pi_2^2 (Z_2 + Z_3) + \pi_3^2 (Z_5 + Z_6) + Z_8 = 19,15 + Z_8 .$$

б) Расчетные соотношения



а) Расчетная схема

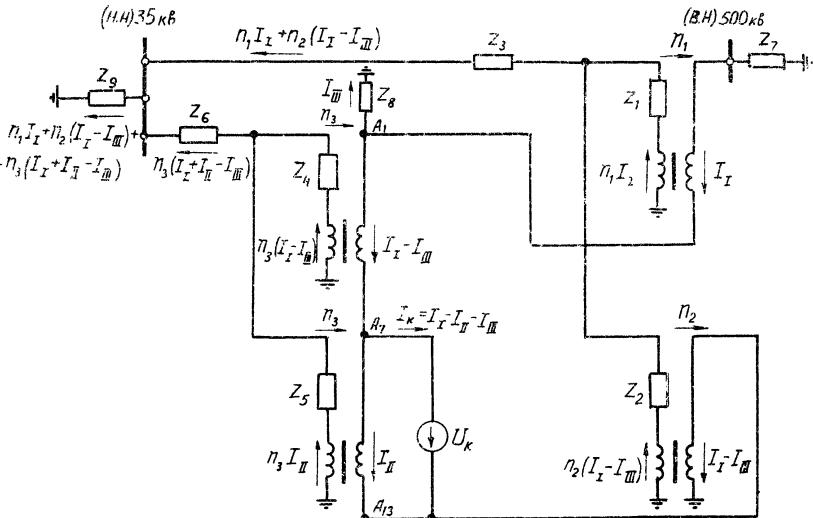
Схемы защиты трехпроводного ввода разум
ротовых обмоток автотрансформаторов 500кВ
с расчетом параметров защите

Расчетная схема при работе ответвления A_7 и коротком замыкании между A_1 и A_7 и соответствующие коэффициенты уравнений (4)÷(5).

Гиповые решения
407-0-108

Альбом
II

Лист
ЭВ-II-2



a) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

$$C_1 = - \left[n_1 (n_2 + n_3) Z_1 + \frac{n_1 n_2^2 Z_2}{n_2 + n_3} + \frac{n_1 n_3^2}{n_2 + n_3} (Z_3 + Z_4 + Z_6) + \right. \\ \left. + \frac{n_2 + n_3}{n_1} Z_7 + \frac{(n_1 + n_2 + n_3)^2}{n_1 (n_2 + n_3)} Z_8 \right] = -49.1 - 9.5 Z_7 - 4.04 Z_8;$$

$$C_2 = - \left[\frac{n_2^2}{n_2 + n_3} \cdot Z_2 - \frac{n_2}{n_2 + n_3} (Z_3 + Z_6) + \right. \\ \left. + \frac{n_3^2}{n_2 + n_3} Z_4 + \frac{(n_1 + n_2 + n_3) n_3}{(n_1 + n_3) n_4} Z_8 \right] = 1,8 - 0,24 Z_8 ;$$

$$D_1 = - \left[\eta_1 \eta_3 Z_1 + \frac{\eta_1 \eta_3^2}{\eta_2 + \eta_3} (Z_3 + Z_6) + \frac{\eta_3}{\eta_1} Z_7 + \right. \\ \left. + \frac{(\eta_1 + \eta_2 + \eta_3) \eta_3}{(\eta_2 + \eta_3) \eta_1} \cdot Z_8 \right] = -7,96 - 0,1182 \cdot Z_7 - 0,242 \cdot Z_8$$

$$D_2 = \frac{\eta_2 \cdot \eta_3^2}{\eta_2 + \eta_3} (Z_3 + Z_5) + \eta_3^2 Z_5 - \frac{\eta_3^2}{(\eta_2 + \eta_3)\eta_1} \cdot Z_8 = 1,6 - 0,015 Z_8;$$

$$L_1 = \frac{Нуле́вая последо́вательно́сть}{\Pi_1^2 Z_2 + \Pi_3^2 (Z_4 + Z_6) + (\Pi_1 + \Pi_2) \Pi_2 Z_3} = 41,55$$

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

$$L_2 = n_2^2 (Z_2 + Z_3) + n_3^2 (Z_4 + Z_6) + Z_8 = 19,29 + Z_8 ;$$

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

$$M_2 = \pi^2 (Z_5 + Z_6) = 1,46 ;$$

$$M_3 = n_3^2 Z_6 = 153;$$

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

$$N_2 = 0,$$

$$N_3 = N_1 N_2 Z_3 - Z_8 = 22,3 \cdot Z_8.$$

б) Расчетные соотношения

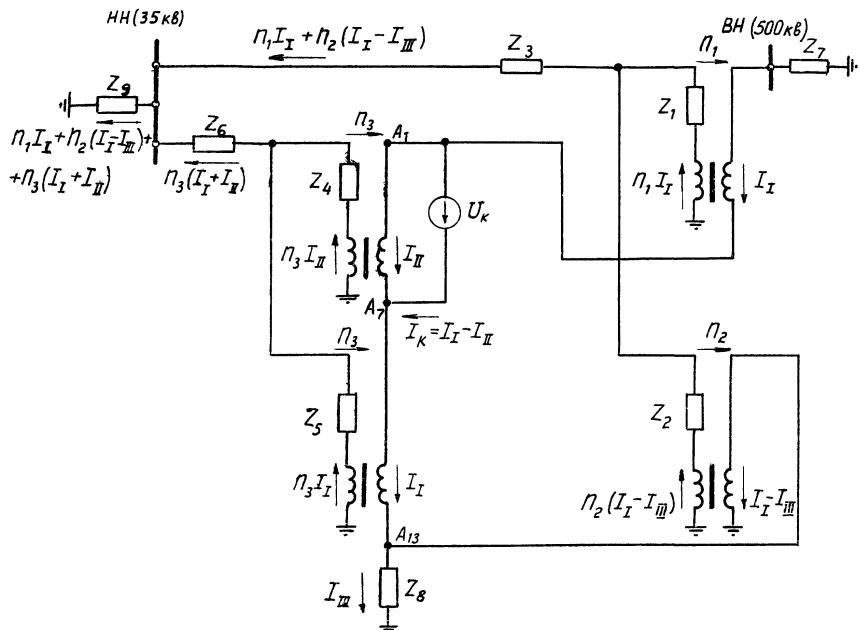
1971г. Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кВ с расчетом параметров защиты

Расчетная схема при работе отверстия A_1 и коротким замыкании между A_1 и A_{13} и соответствующие коэффициенты уравнений (4) + (6)

шловые решения
407-0-108

Альбом

11cm



a) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

$$C_1 = \eta_1^2 Z_1 + (\eta_1 + \eta_3)^2 Z_2 + \eta_3^2 (Z_3 + Z_5 + Z_6) + Z_7 + \frac{(\eta_1 + \eta_2 + \eta_3)^2}{\eta_2^2} Z_8 = 49,6 + Z_7 + 5,45 Z_8 ;$$

$$C_2 = (\eta_1 + \eta_3) \eta_3^2 Z_2 + \eta_3^2 (Z_3 + Z_6) + \frac{(\eta_1 + \eta_2 + \eta_3) \eta_3}{\eta_2^2} Z_8 = 1,6 + 0,33 Z_8 ;$$

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

$$D_2 = \eta_3^2 (Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_6) + \frac{\eta_3^2}{\eta_2^2} Z_8 = 2,5 + 0,02 Z_8 ;$$

Нулевая последовательность

$$L_1 = \eta_1^2 Z_1 + (\eta_1 + \eta_2) \eta_1 Z_3 + \eta_3^2 (Z_5 + Z_6) + Z_7 = 100,76 + Z_7 ;$$

$$L_2 = \eta_3^2 Z_6 = 1,53$$

$$L_3 = \eta_1 \eta_2 Z_3 - Z_8 = 22,3 - Z_8 ;$$

$$M_1 = \eta_3^2 Z_6 = 1,53 ;$$

$$M_2 = \eta_3^2 (Z_4 + Z_6) = 2,19 ;$$

$$M_3 = 0 ;$$

$$N_1 = \eta_2^2 Z_2 + (\eta_1 + \eta_2) \eta_2 Z_3 = 39,5 ;$$

$$N_2 = 0 ;$$

$$N_3 = \eta_2^2 (Z_2 + Z_3) + Z_8 = 17,1 + Z_8 .$$

б) Расчетные соотношения

1971г.

Схемы защиты трехпроводного обвода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500кВ с расчетом параметров защиты

Расчетная схема при работе отверстия A_{13} и коротким замыканием между A_1 и A_7 и соответствующие коэффициенты уравнений (4)÷(6)

Типовые решения
407-0-108

Альбом
IIЛист
ЭВ-II-4

Прямая (обратная) последовательность

$$\begin{aligned} C_1 &= \pi_1^2 (Z_1 + Z_2) + Z_7 + \left(\frac{\pi_1 + \pi_2}{\pi_2} \right)^2 Z_8 = \\ &= 48 + 4,82 Z_8 + Z_7; \end{aligned}$$

$$C_2 = 2\pi_1 \pi_3 Z_2 + 2 \frac{(\pi_1 + \pi_2)\pi_3}{\pi_2^2} \cdot Z_8 = -0,52 + 0,62 Z_8;$$

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

$$\begin{aligned} D_2 &= 4\pi_3^2 (Z_2 + Z_3 + Z_6) + \pi_3^2 (Z_4 + Z_5) + 4 \left(\frac{\pi_3}{\pi_2} \right)^2 Z_8 = \\ &= 8,1 + 0,08 Z_8; \end{aligned}$$

Нейтральная последовательность

$$L_1 = \pi_1^2 Z_1 + \pi_2^2 Z_2 + (\pi_1 + \pi_2)^2 Z_3 + Z_7 = 138,8 + Z_7;$$

$$L_2 = 0;$$

$$L_3 = \pi_2^2 Z_2 + (\pi_1 + \pi_2) \pi_2 Z_3 = 39,4;$$

$$M_1 = 0;$$

$$M_2 = \pi_3^2 (Z_4 + Z_5 + 4Z_6) = 6,65;$$

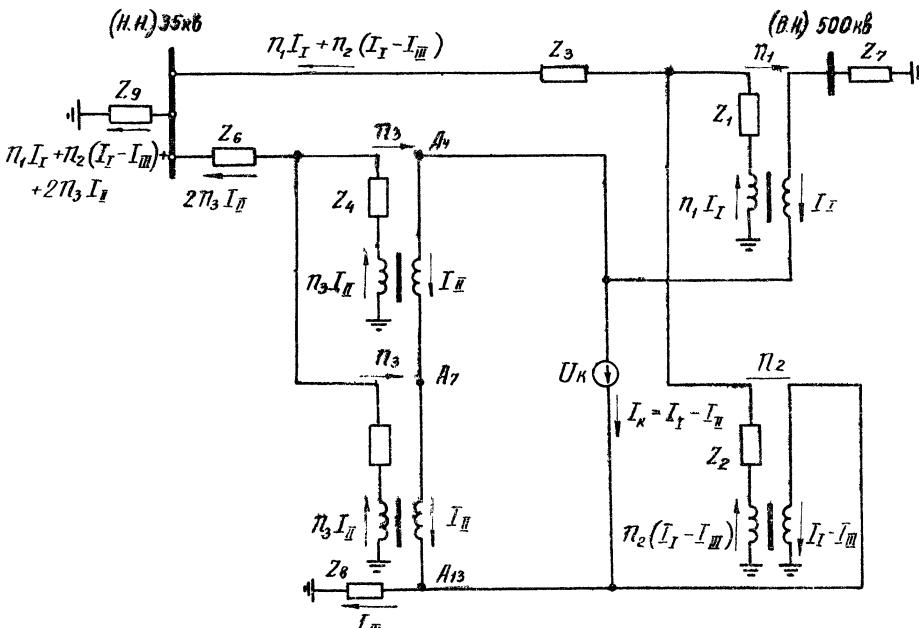
$$M_3 = 0;$$

$$N_1 = \pi_2^2 Z_2 + (\pi_1 + \pi_2) \pi_2 Z_3 = 39,4;$$

$$N_2 = 0;$$

$$N_3 = \pi_2^2 (\pi_2 + Z_3) + Z_8 = 17,1 + Z_8.$$

б) Расчетные соотношения



а) Расчетная схема

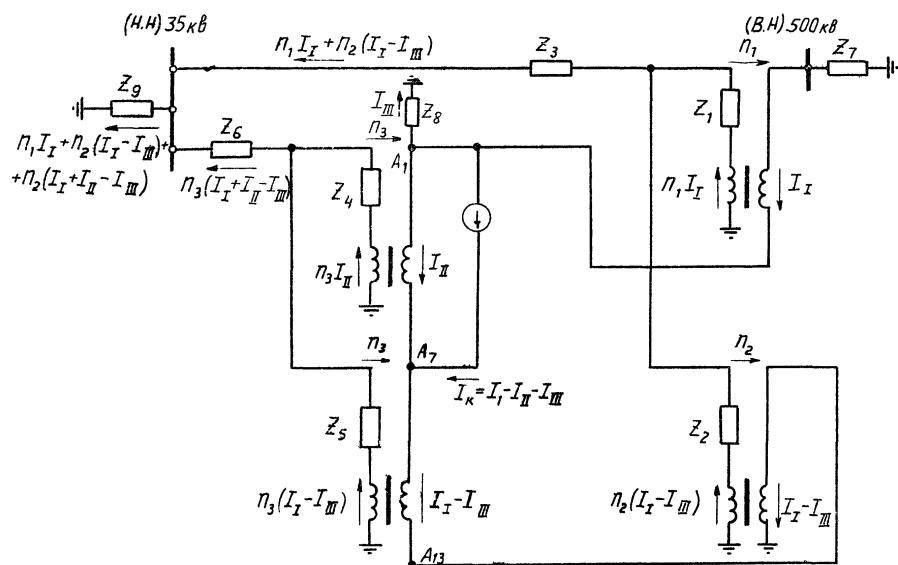
Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов зоной с расчетами параметров защиты

расчетная схема при работе отверстия A_{13} и коротком замыкании между A_1 и A_3 и соответствующие коэффициенты уравнения (4) ÷ (6)

Типовые решения
407-0-108

Альбом
II

Лист
ЗВ-II-5



a) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

$$C_1 = \left[\frac{n_1(n_2+n_3)}{n_2+n_3} Z_1 + \frac{n_1 \cdot n_2^2}{n_2+n_3} Z_2 + \frac{n_1 \cdot n_3^2}{n_2+n_3} (Z_3 + Z_5 + Z_6) + \right. \\ \left. + \frac{n_2 + n_3}{n_1} Z_7 + \frac{(n_1 + n_2 + n_3)^2}{(n_2 + n_3)n_1} Z_8 \right] = -48,3 - 0,95 Z_7 - 4 Z_8;$$

$$C_2 = \frac{n_2 \cdot n_3^2}{n_2 + n_3} (Z_3 + Z_6) - \frac{n_2^2 \cdot n_3}{n_2 + n_3} Z_2 - \frac{n_3^3 \cdot Z_5}{n_2 + n_3} - \\ - \frac{(n_1 + n_2 + n_3)n_3}{(n_2 + n_3)n_1} Z_8 = 1,88 - 0,24 Z_8;$$

$$D_1 = \left[n_1, n_3 Z_1 + \frac{n_1 \cdot n_3^2}{n_2 + n_3} (Z_3 + Z_6) + \frac{n_3}{n_1} \cdot Z_7 + \right. \\ \left. + \frac{(n_1 + n_2 + n_3)}{(n_2 + n_3)n_1} Z_8 \right] = -8,3 - 0,12 Z_7 - 0,24 Z_8;$$

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

Нулевая последовательность

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

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

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

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

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

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

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

$$N_2 = 0;$$

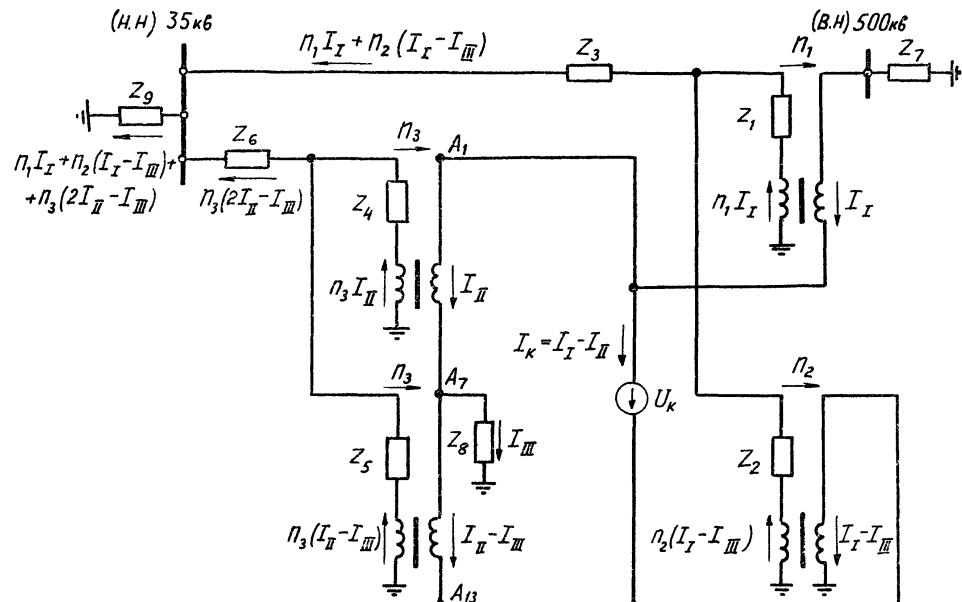
$$N_3 = n_1 n_2 Z_3 - Z_8 = 22,3 - Z_8$$

б) Расчетные соотношения

1971г.

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

расчетная схема при работе ответвления A_1 и коротком замыкании между A_1 и A_2 , и соответствующие коэффициенты уравнений (4)÷(6).Типовые решения
407 - 0-108Альбом
IIЛист
ЭВ-II-6



a) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

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

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

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

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

Нулевая последовательность

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

$$L_2 = 0;$$

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

$$M_1 = 0;$$

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

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

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

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

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

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} соответствующие коэффициенты уравнений (4) + (6)типовые решения
407-0-108альбом
IIлист
ЭВ-II-7

Прямая (обратная) последовательность

$$C_1 = - \left[\frac{\pi_1^2 \pi_2 Z_1}{\pi_1 + \pi_3} + \pi_2 (\pi_1 + \pi_3) Z_2 + \frac{\pi_2 \cdot \pi_3^2}{\pi_1 + \pi_3} (Z_3 + Z_4 + Z_6) + \right. \\ \left. + \frac{\pi_2}{\pi_1 + \pi_3} Z_7 + \frac{(\pi_1 + \pi_2 + \pi_3)^2}{(\pi_1 + \pi_3) \pi_2} \cdot Z_8 \right] = \\ = -37,7 - 0,75 \cdot Z_7 - 4,08 Z_8 ;$$

$$C_2 = - \left[\pi_2 \pi_3 Z_2 + \frac{\pi_2 \pi_3^2}{\pi_1 + \pi_3} (Z_3 + Z_6) + \frac{(\pi_1 + \pi_2 + \pi_3)}{(\pi_1 + \pi_3) \pi_2} Z_8 \right] = \\ = -1,22 - 0,246 Z_8 ;$$

$$D_1 = - \left[\frac{\pi_1^2 \pi_3}{\pi_1 + \pi_3} Z_1 - \frac{\pi_1 \pi_3^2}{\pi_1 + \pi_3} (Z_3 + Z_6) + \frac{\pi_3^3}{\pi_1 + \pi_3} Z_4 + \right. \\ \left. + \frac{\pi_3}{\pi_1 + \pi_3} \cdot Z_7 + \frac{(\pi_1 + \pi_2 + \pi_3) \pi_3}{(\pi_1 + \pi_3) \pi_2} \cdot Z_8 \right] = \\ = -4,54 - 0,1 Z_7 - 0,248 Z_8 ;$$

$$D_2 = \frac{\pi_1 \pi_3^2}{\pi_1 + \pi_3} (Z_3 + Z_6) + \pi_3^2 Z_5 - \frac{\pi_3^2 \cdot Z_8}{(\pi_1 + \pi_3) \pi_2} = 1,63 - 0,015 Z_8$$

Нулевая последовательность
 $L_1 = \pi_2^2 Z_2 + (\pi_1 + \pi_2) \pi_2 Z_3 = 4,22 ;$

$L_2 = 0 ;$

$L_3 = \pi_2^2 (Z_2 + Z_3) + Z_8 = 17,1 + Z_8 ;$

$M_1 = \pi_3^2 Z_6 = 1,53 ;$

$M_2 = \pi_3^2 (Z_5 + Z_6) = 1,46 ;$

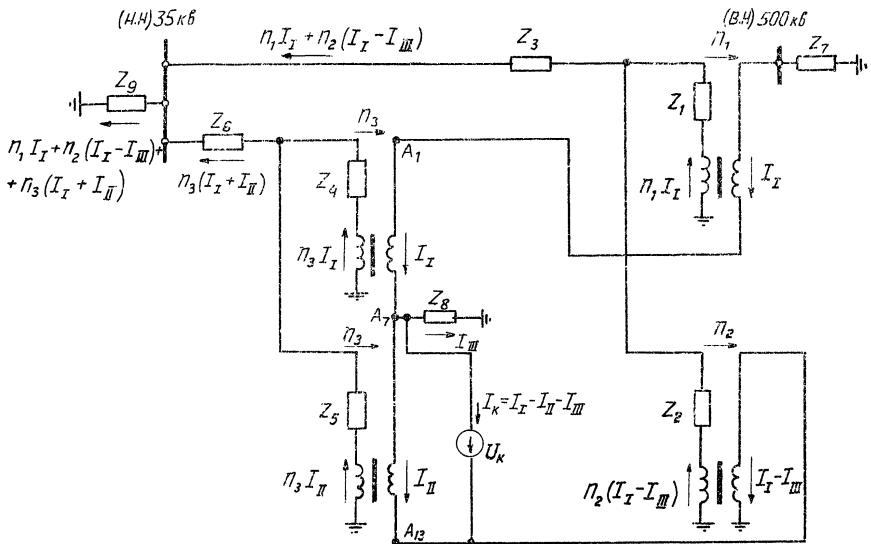
$M_3 = 0 ;$

$N_1 = \pi_1^2 Z_1 + (\pi_1 + \pi_2) \pi_1 Z_3 + \pi_3^2 (Z_4 + Z_6) + Z_7 = 10,5 + Z_7 ;$

$N_2 = \pi_3^2 Z_6 = 1,53 ;$

$N_3 = \pi_1 \pi_2 Z_3 - Z_8 = 22,3 - Z_8 .$

б) Расчетные соотношения



а) Расчетная схема

Исполнительный орган	Службы по надзору за электрическими сетями
Станция	Сети и трансформаторы
Факт	Безопасность
Чернобыль	Чернобыль
Радиоактив	Радиоактив

Маска
организации

1971 г.

Схемы защиты трехправового 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_8 соответствующие коэффициенты уравнений (4) ÷ (6).

Типовые решения Альбом Лист
407-0-108 II ЗВ-II-8

Прямая (обратная) последовательность

$$C_1 = \eta_1^2 Z_1 + (\eta_1 + \eta_3)^2 Z_2 + \eta_3^2 (Z_3 + Z_4 + Z_6) + \frac{(\eta_1 + \eta_2 + \eta_3)^2}{\eta_2^2} \cdot Z_8 + Z_7 = 50,2 + 5,44 Z_8 + Z_7 ;$$

$$C_2 = (\eta_1 + \eta_3) \eta_3 Z_2 + \eta_3^2 (Z_3 + Z_6) + \frac{(\eta_1 + \eta_2 + \eta_3) \eta_3}{\eta_2^2} \cdot Z_8 = 1,63 - 0,33 Z_8 ;$$

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

$$D_2 = \eta_3^2 (Z_2 + Z_3 + Z_5 + Z_6) + \frac{\eta_3^2}{\eta_2^2} \cdot Z_8 = 1,8 + 0,02 Z_8 ;$$

$$L_1 = \eta_1^2 (Z_1 + Z_3) + \eta_1 \eta_2 Z_3 + \eta_3^2 (Z_4 + Z_6) + Z_7 = 10,5 + Z_7 ;$$

$$L_2 = \eta_3^2 Z_6 = 1,53 ;$$

$$L_3 = \eta_1 \eta_2 Z_3 - Z_8 = 22,3 - Z_8$$

$$M_1 = \eta_3^2 Z_6 = 1,53$$

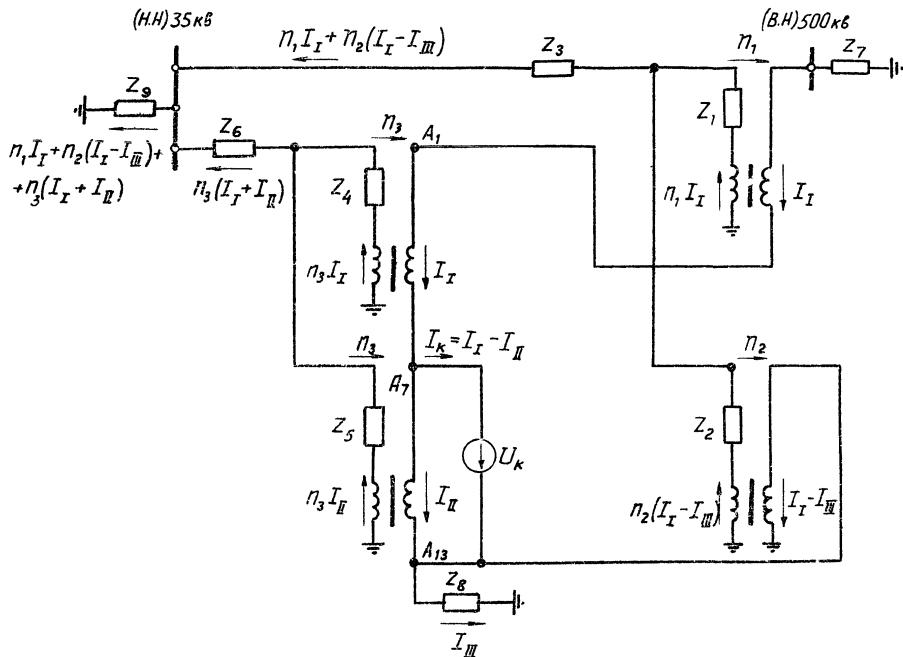
$$M_2 = \eta_3^2 (Z_5 + Z_6) = 1,46$$

$$M_3 = 0$$

$$N_1 = \eta_2^2 Z_2 + (\eta_1 + \eta_2) \eta_2 Z_3 = 39,36$$

$$N_2 = 0$$

$$N_3 = \eta_2^2 (Z_2 + Z_3) + Z_8 = 17,1 + Z_8 .$$

б) Расчетные соотношения

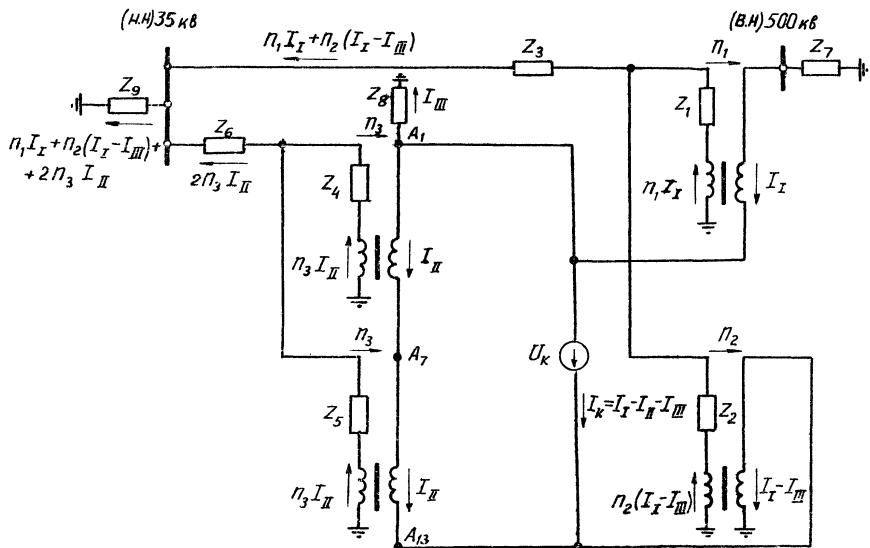
а) Расчетная схема

1971г

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

Расчетная схема при работе ответвления A13 и коротком замыкании между A7 и A13 соответствующие коэффициенты уравнений (4)-(6)

Типовые решения
407-0-108Альбом
IIЛист
ЭВ-II-9



а) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

$$C_1 = -\left[\eta_1 \eta_2 (Z_1 + Z_2) + \frac{\eta_2}{\eta_1} \cdot Z_7 + \frac{(\eta_1 + \eta_2)^2}{\eta_1 \eta_2} \cdot Z_8 \right] =$$

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

$$C_2 = -\left[2\eta_2 \eta_3 Z_2 + \frac{2(\eta_1 + \eta_2)}{\eta_1 \eta_2} \cdot Z_8 \right] = +0,435 - 0,518 Z_8 ;$$

$$D_1 = -\left[2\eta_1 \eta_3 Z_1 + \frac{2\eta_3}{\eta_1} \cdot Z_7 + \frac{2(\eta_1 + \eta_2)}{\eta_1 \eta_2} \cdot Z_8 \right] =$$

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

$$D_2 = 4\eta_3^2 (Z_3 + Z_6) + \eta_3^2 (Z_4 + Z_5) - \frac{4\eta_3^2}{\eta_1 \eta_2} \cdot Z_8 =$$

$$= 8,24 - 0,067 Z_8 ;$$

Нулевая последовательность

$$L_1 = \eta_1^2 Z_1 + \eta_2^2 Z_2 + (\eta_1 + \eta_2)^2 Z_3 + Z_7 = 139 + Z_7 ;$$

$$L_2 = 0 ;$$

$$L_3 = \eta_2^2 Z_2 + (\eta_1 + \eta_2) \eta_2 Z_3 = 39,36 ;$$

$$M_1 = 0 ;$$

$$M_2 = \eta_3^2 (Z_4 + Z_5 + 4Z_6) = 6,7 ;$$

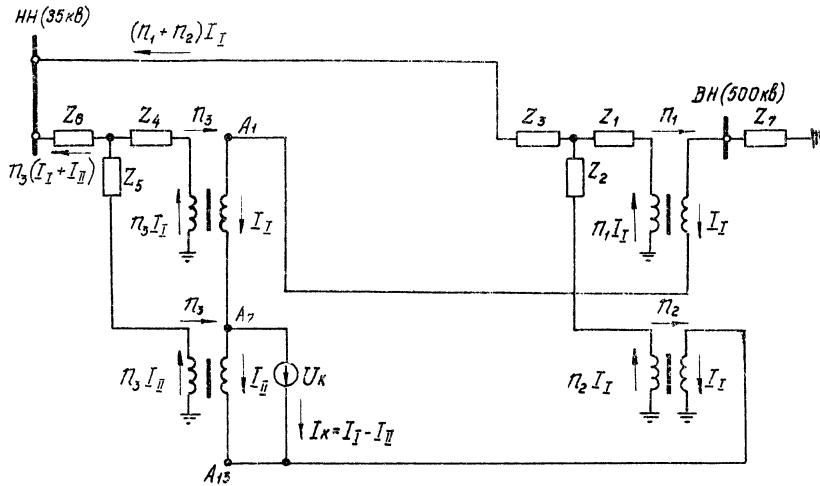
$$M_3 = 0 ;$$

$$N_1 = \eta_1^2 Z_1 + (\eta_1 + \eta_2) \eta_1 Z_3 + Z_7 = 99,2 + Z_7 ;$$

$$N_2 = 0$$

$$N_3 = \eta_1 \eta_2 Z_3 - Z_8 = 22,3 - Z_8 .$$

б) Расчетные соотношения



а) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

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

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

$$= [n_1^2 Z_1 + n_2^2 Z_2 + (n_1 + n_2)^2 (Z_3 + Z_8) + \\ + n_2^2 Z_4 + (n_1 + n_2 + n_3)^2 Z_5 + Z_2] I_I$$

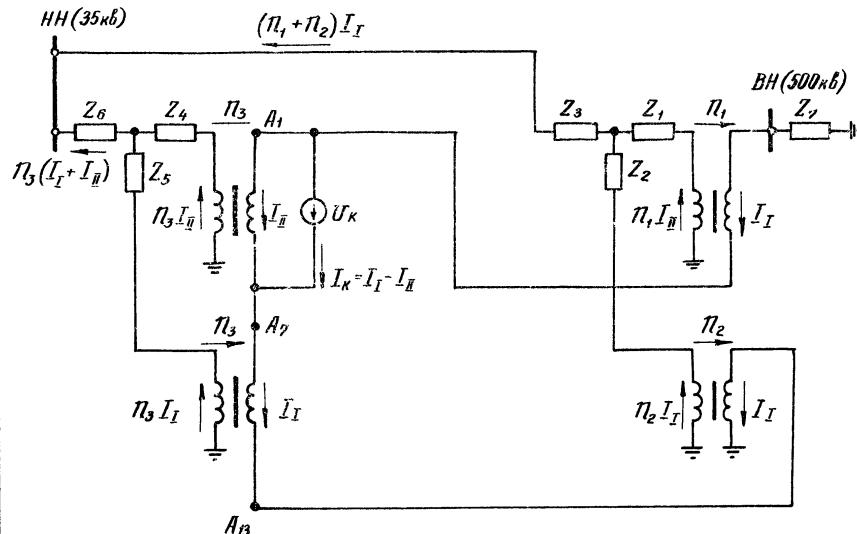
Нулевая последовательность

$$I_{II} = -\left[\frac{U_K}{n_2(Z_5 + Z_8)} + \frac{Z_6}{Z_5 + Z_6} I_I\right] U_K \left[1 + \frac{Z_6}{Z_5 + Z_6}\right] =$$

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

б) Расчетные соотношения

Исполнитель	Г. Григорьев
Доп. тех. менеджер	Чубрикин
От. инженер	Панов
Нач. ОРЭ	Борисов
Контроль	Руденко
дата	1971г.



a) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

$$I_{II} = - \frac{\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3}{\Pi_3} I_I$$

$$\begin{aligned} & \frac{\Pi_1 + \Pi_2 + 2\Pi_3}{\Pi_3} \cdot U_K = [\Pi_1^2 Z_1 + \Pi_2^2 Z_2 + \\ & + (\Pi_1 + \Pi_2)^2 (Z_3 + Z_6) + (\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3)^2 Z_4 + \Pi_3^2 Z_5 + Z_2] I_I \end{aligned}$$

Нулевая последовательность

$$I_{II} = - \sqrt{\frac{U_K}{\Pi_3^2 (Z_4 + Z_6)} + \frac{Z_6 I_I}{Z_4 + Z_6}}$$

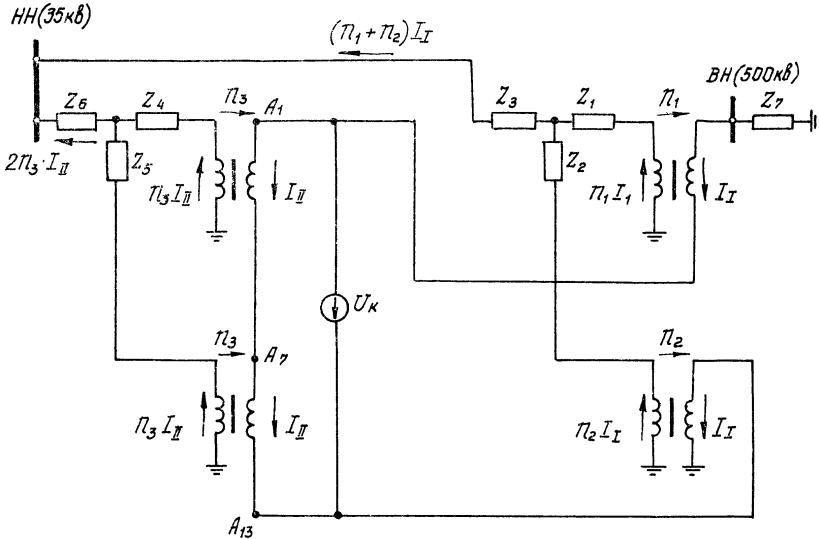
$$\left| 1 + \frac{Z_6}{Z_4 + Z_6} \right| U_K = \left| \Pi_1^2 Z_1 + \Pi_2^2 Z_2 + (\Pi_1 + \Pi_2)^2 Z_3 + \Pi_3^2 Z_5 + \right. \\ \left. + \frac{\Pi_3^2 \cdot Z_4 \cdot Z_6}{Z_4 + Z_6} + Z_2 \right| I_I$$

б) Расчетные соотношения

1971г

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

Расчетные схемы и соотношения для короткого замыкания между зажимами A_1 и A_7 при $Z_g = \infty$ и $Z_g = \infty$ в прямой последовательности и $Z_g = 0$ в нулевой последовательностиТиповые решения
407-0-108Альбом
IIЛист
ЭФ-12



a) Расчетная схема

Прямая (обратная) последовательность

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

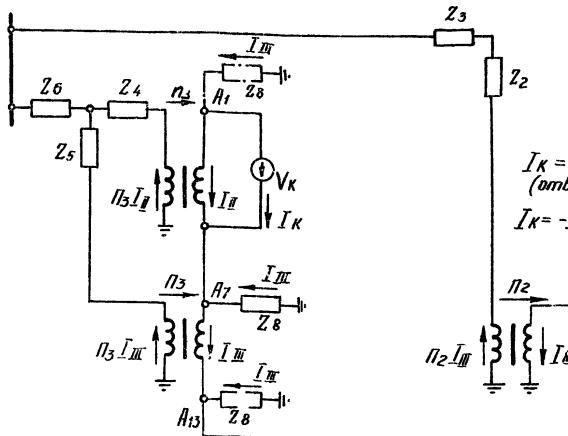
$$\begin{aligned} \frac{n_1 + n_2 + 2n_3}{2n_3} U_K = & \left[n_1^2 Z_1 + n_2^2 Z_2 + (n_1 + n_2)^2 (Z_3 + Z_7) + \right. \\ & \left. + \frac{(n_1 + n_2)^2}{4} (Z_4 + Z_5) + Z_6 \right] I_I . \end{aligned}$$

Нулевая последовательность

$$U_K = - n_3^2 (Z_4 + Z_5 + 4Z_6) I_{\bar{I}} ;$$

$$U_K = \left[n_1^2 Z_1 + n_2^2 Z_2 + (n_1 + n_2)^2 Z_3 + Z_7 \right] I_I .$$

б) Расчетные соотношения

$HH (35 \text{ кВ})$ 

a) Расчетная схема

Членство	Головка
И. ГН	А. Абрамов
Ст. инженер	Чернин
Исполнитель	Борисов
Контрольный	Лебедев

Энергосистемы проектирования
ОГРЗДУМ
г. Москва

1971 г.

Системы защиты трехпроводного щита
регулировочных выключателей афто-
трансформаторов 500 кВ с расчетом
параметров защиты.

Расчетная схема и соотношения для короткого за-
мыкания между зажимами A_1 и A_2 при $Z_7 = \infty$ и $Z_9 = \infty$
в прямой последовательности и $Z_9 = 0$ в нулевой последователь-
ности.

Прямая (обратная) последовательность	
Отв. A_7	$(\Pi_2 + \Pi_3)U_K = \Pi_3 [\Pi_2^2(Z_2 + Z_3) + (\Pi_2 + \Pi_3)^2 Z_4 + \Pi_3^2 Z_5 + \Pi_2^2 Z_6 + Z_8] I_{\text{II}}$ (1)
	$I_{\text{II}} = - \frac{\Pi_2 + \Pi_3}{\Pi_3} I_{\text{III}}$ (2)
Отв. A_{13}	$\Pi_2 U_K = \Pi_3 [\Pi_2^2(Z_2 + Z_3) + \Pi_2^2 Z_4 + \Pi_2^2 Z_6 + Z_8] I_{\text{II}}$ (3)
	$I_{\text{II}} = - \frac{\Pi_2}{\Pi_3} I_{\text{III}}$ (4)
Отв. A_1	$(\Pi_2 + 2\Pi_3)U_K = \Pi_3 [\Pi_2^2(Z_2 + Z_3) + (\Pi_2 + \Pi_3)^2 Z_4 + \Pi_3^2 Z_5 + \Pi_2^2 Z_6 + Z_8] I_{\text{II}}$ (5)
	$I_{\text{II}} = - \frac{\Pi_2 + \Pi_3}{\Pi_3} I_{\text{III}}$ (6)
Нулевая последовательность	
Отв. A_7	$\frac{Z_6}{Z_4 + Z_6} U_K = [\Pi_2^2(Z_2 + Z_3) + \Pi_3^2 Z_4 \frac{Z_6}{Z_4 + Z_6} + \Pi_3^2 Z_5 + Z_8] I_{\text{II}}$ (7)
	$I_{\text{II}} = - \left \frac{U_K}{\Pi_3 (Z_4 + Z_6)} + \frac{Z_6}{Z_4 + Z_6} I_{\text{III}} \right $ (8)
Отв. A_{13}	$I_{\text{II}} = 0$ (9)
	$U_K = - \Pi_3^2 (Z_4 + Z_6) I_{\text{II}}$ (10)
Отв. A_1	$\frac{Z_4 + Z_6}{Z_4 + Z_6} U_K = [\Pi_2^2(Z_2 + Z_3) + \Pi_3^2 Z_4 \frac{Z_6}{Z_4 + Z_6} + \Pi_3^2 Z_5 + Z_8] I_{\text{II}}$ (11)
	$I_{\text{II}} = - \left[- \frac{U_K}{\Pi_3 (Z_4 + Z_6)} + \frac{Z_6}{Z_4 + Z_6} I_{\text{III}} \right]$ (12)

б) Расчетные соотношения

Типовые решения
407 - 0 - 108

Альбом
II

Лист
ЭВ-Д-14

Прямая (обратная) последовательность

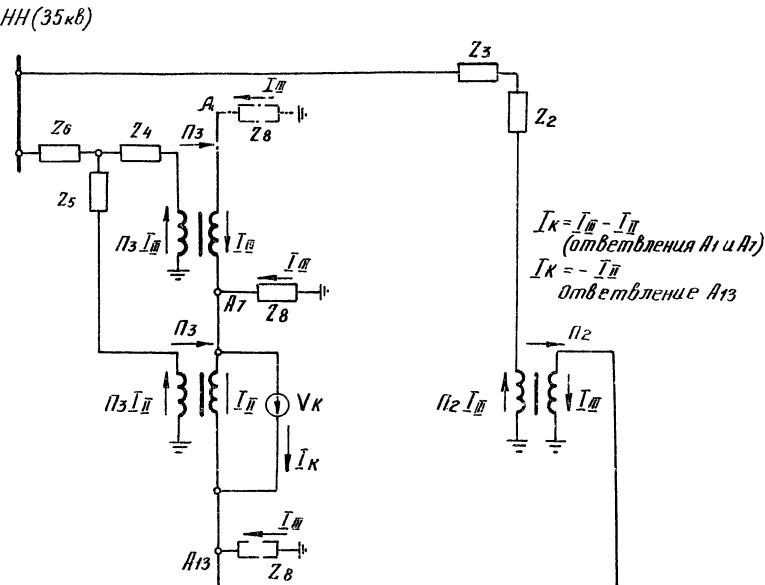
Отв. А7	$(\Pi_2 + \Pi_3) U_K = \Pi_3 [\Pi_2^2 (Z_2 + Z_3 + Z_5 + Z_6) + Z_8] I_{II}$	(1)
	$I_{II} = - \frac{\Pi_2}{\Pi_3} I_{III}$	(2)
Отв. А13	$\Pi_2 U_K = \Pi_3 \Pi_2^2 (Z_2 + Z_3 + Z_5 + Z_6) + Z_8] I_{III}$	(3)
	$I_{II} = - \frac{\Pi_2}{\Pi_3} I_{III}$	(4)
Отв. А1	$(\Pi_2 + 2\Pi_3) U_K = \Pi_3 [\Pi_2^2 (Z_2 + Z_3) + \Pi_3^2 Z_4 + (\Pi_2 + \Pi_3)^2 Z_5 + \Pi_2^2 Z_6 + Z_8] I_{III}$	(5)
	$I_{II} = - \frac{(\Pi_2 + \Pi_3)}{\Pi_3} I_{III}$	(6)

Нулевая последовательность

Отв. А7	$U_K = \Pi_2^2 (Z_2 + Z_3) + Z_8 / I_{III}$	(7)
	$U_K = - \Pi_3^2 (Z_5 + Z_6) I_{III}$	(8)
Отв. А13	$I_{II} = 0$	(9)
	$U_K = - \Pi_3^2 (Z_5 + Z_6) I_{II}$	(10)
Отв. А1	$\frac{Z_5 + 2Z_6}{Z_5 + Z_6} U_K = [\Pi_2 (Z_2 + Z_3) + \Pi_3^2 Z_4 + \Pi_3^2 Z_5 \cdot \frac{Z_8}{Z_5 + Z_6} + Z_8] I_{III}$	(11)
	$I_{II} = - \left[\frac{U_K}{\Pi_3^2 (Z_5 + Z_6)} + \frac{Z_6}{Z_5 + Z_6} I_{III} \right]$	(12)

б) Расчетные соотношения

a) Расчетная схема



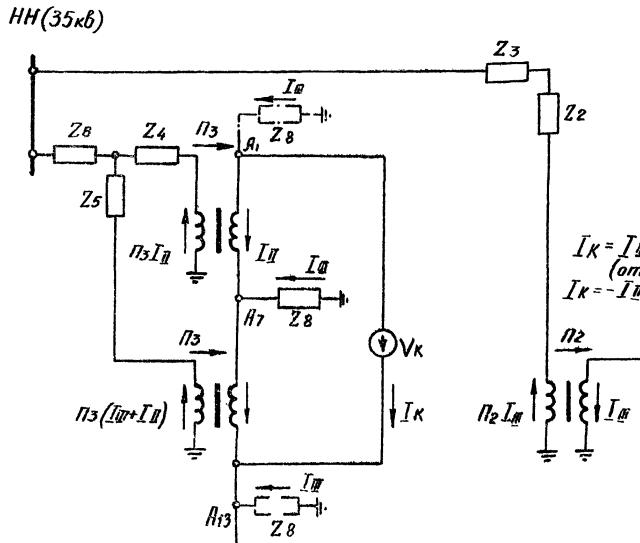
Схемы защиты трехпроводного
блока регулировочных обмоток автомо-
трансформаторов 35кВ с расче-
том параметров защиты.

Расчетная схема и соотношения для короткого замыкания
между зажимами А7 и А13 при $Z_7 = \infty$ и $Z_9 = \infty$ в прямой
последовательности и $Z_9 = 0$ в нулевой последовательности

Типовые решения
407-0-108

Лист
II

Лист
30-II-15



a) Расчетная схема

Прямая (обратная последовательность)	
Отв. A7	$(\Pi_2 + \Pi_3)U_K = 2\Pi_3 [\Pi_2^2 (Z_2 + Z_3) + \frac{(\Pi_2 + \Pi_3)^2}{4} Z_4 + \frac{(\Pi_2 - \Pi_3)^2}{4} Z_5 + \Pi_2^2 Z_6 + Z_8] I_{\text{III}}$ (1)
	$I_{\text{II}} = - \frac{\Pi_2 + \Pi_3}{2\Pi_3} I_{\text{III}}$ (2)
Отв. A13	$\Pi_2 U_K = 2\Pi_3 [\Pi_2^2 (Z_2 + Z_3) + \frac{\Pi_2^2}{4} (Z_4 + Z_5) + \Pi_2^2 Z_6 + Z_8] I_{\text{III}}$ (3)
	$I_{\text{II}} = - \frac{\Pi_2}{2\Pi_3} I_{\text{III}}$ (4)
Отв. A1	$(\Pi_2 + 2\Pi_3)U_K = 2\Pi_3 [\Pi_2^2 (Z_2 + Z_3) + \frac{\Pi_2^2}{4} (Z_4 + Z_5) + \Pi_2^2 Z_6 + Z_8] I_{\text{III}}$ (5)
	$I_{\text{II}} = - \frac{\Pi_2}{2\Pi_3} I_{\text{III}}$ (6)

Нулевая последовательность

Dmb_{A7}	$I_{\bar{II}} = - \left[\frac{U_K}{\Pi_3^2 (Z_4 + Z_5 + 4Z_6)} + \frac{Z_5 + 2Z_6}{Z_4 + Z_5 + 4Z_6} I_{\bar{II}} \right] \quad (8)$
Dmb_{A13}	$I_{\bar{II}} = 0 \quad (9)$
Dmb_{A1}	$U_K = - \Pi_3^2 (Z_4 + Z_5 + 4Z_6) I_{\bar{II}} \quad (10)$
	$U_K = [\Pi_2^2 (Z_2 + Z_3) + Z_8] I_{\bar{II}} \quad (11)$
	$U_K = - \Pi_3^2 (Z_4 + Z_5 + 4Z_6) I_{\bar{II}} \quad (12)$

б) Расчетные соотношения

Энергосистема проектирована
Д.И. Чечином
Сан. инженером
Н.П. Смирновым
Москва

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

Расчетная схема и соотношения для коротких замыканий между зажимами A_1 и A_3 при $Z_g = \infty$ и $Z_g = 0$ в прямой последовательности и $Z_g = 0$ в нулевой последовательности

Типовые решения Альбом Лист

Энергосетевое депо кп Москва	Ном. ГРЭЗ	Установка 1	Гидель
	Ст. напрян. Напрян.	СИ-5	Вендер Франкфуртская

5446 ти-Г-19

Пита- ние	Место к.в.	Полож перекл	$X_{1\Sigma}$ (ом)	$X_{0\Sigma}$ (ом)	$I_{1K3} =$ $I_{2K3} =$ ток (а)	$I_{0\Gamma}$ (а)	$I_{1\Gamma\Phi}$ (а)	$I_{0\Gamma}$ (а)	$I_{1\Gamma\Phi}$ (а)	$I_{0\Phi}$ (а)	$I_{1\Phi}$ (а)	$U_{\text{ин}} = 38,5 \text{ кВ}$		$U_{\text{ин}} = 11 \text{ кВ}$	
												$I_{0\Gamma}$ (а)	$I_{1\Gamma\Phi}$ (а)	$I_{0\Gamma}$ (а)	$I_{1\Gamma\Phi}$ (а)
A-x	1-7	-	2,28	2,17	2440	60	340	2380	6980	-	-	980	2820	3450	9900
A-x	7-13	-	1,64	1,41	3500	60	480	3440	10040	-	-	1440	4070	5040	14200
A-x	1-13	-	7,35	6,46	1550	63	413	1487	4237	-	-	1260	3600	4250	12600
Am-x	1-7	1	2,25	1,98	2530	-	-	-2405	-6910	125	680	970	2850	3400	9300
		7	3,22	2,02	1910	-	-	-1910	-5790	40	578	795	2200	2790	7670
		13	3,52	2,18	1780	-	-	-4780	-5340	0	500	757	2270	2650	7950
Am-x	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	845	970	2910	3400	10200
Am-x	1-13	1	7,35	6,1	1580	-	-	-1440	-3900	140	834	1230	3320	4300	11600
		7	7,9	6,64	1460	-	-	-1387	-3597	63	783	1160	2720	4080	9530
		13	10,8	8,75	1115	-	-	-1115	-3345	0	630	945	2840	3320	10000
A-x	1-7	1	2,1	2,08	2610	45	255	-2370	-7210	-195	-385	905	2800	3180	9830
		7	2,18	2,05	2560	54	307	-2500	-7373	-197	-277	960	2890	3360	10100
		13	2,29	2,1	2450	60	340	-2390	-7010	-185	-185	990	2840	3470	9900
Am-x	7-13	1	1,6	1,42	3550	42	342	-3290	-9780	-308	-528	1250	3800	4400	13300
		7	1,88	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
A-x	1-13	1	7,29	6,5	1580	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 каждого

1971 г

Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных агрегатов альтернативных 500 кВ с расчетом параметров защиты.

Результаты расчета токов короткого замыкания при подреждениях ввода альтернативных трансформаторов $3 \times 157 \text{ МВА}$

Типовые решения
407-0-108

Лист
II
39-Г-17

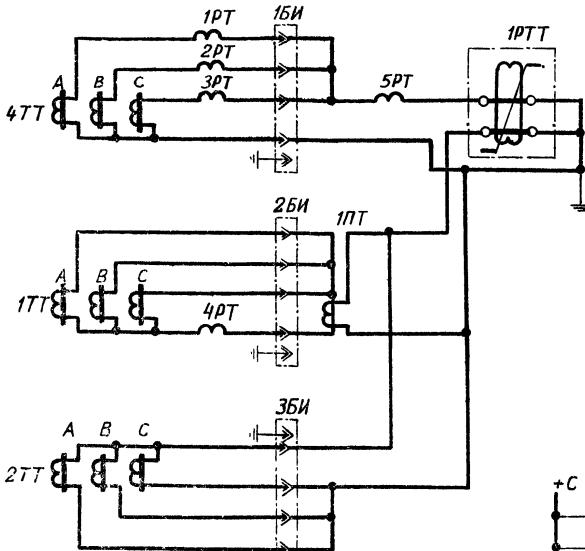


Схема цепей переменного тока

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	

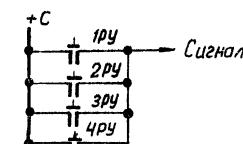


Схема цепей сигнализации

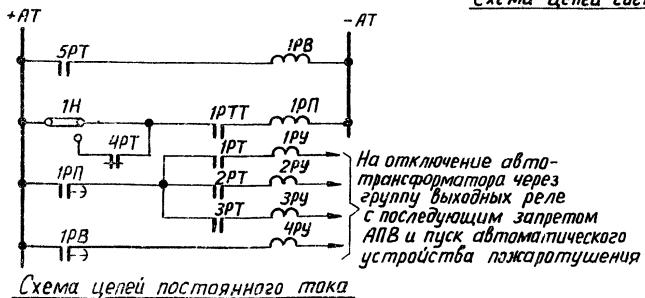


Схема цепей постоянного тока

Примечания

1. Номера трансформаторов тока соответствуют номерам на листе ЭВ-II-27.
2. 1РТ - промежуточный трансформатор.

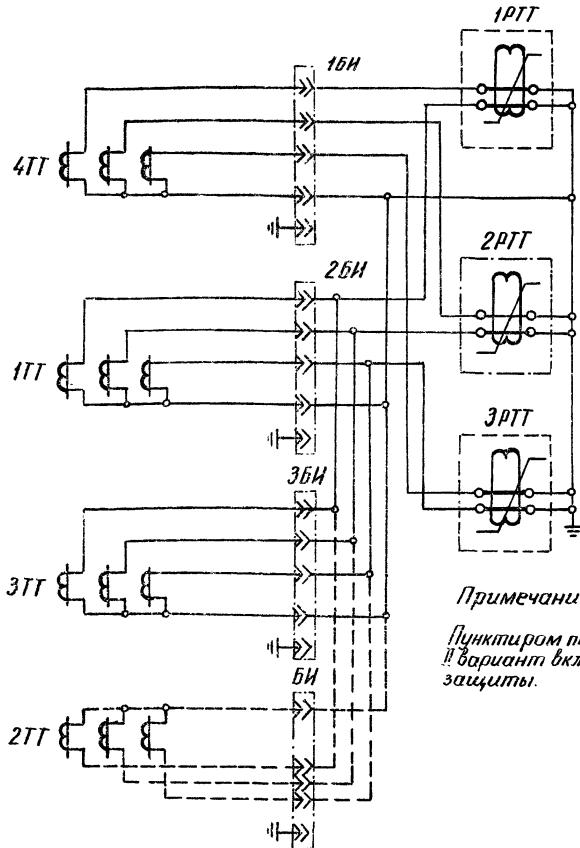
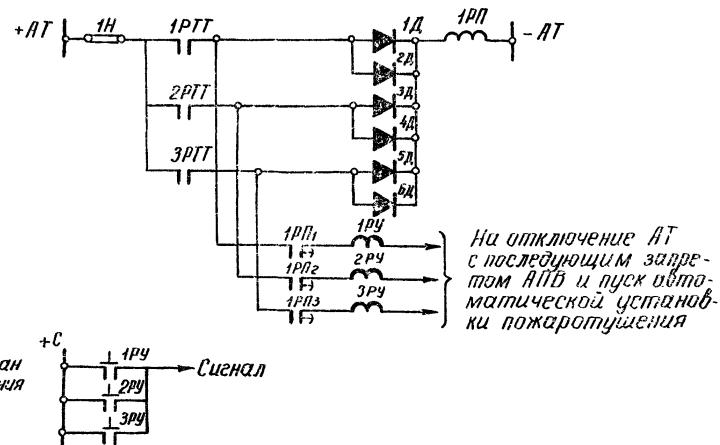


Схема цепей переменного тока

Перечень элементов					20
Поз. обознач.	Наименование	Тип	Техническ. хар-ка	К-во	Примечание
1РТ-ЗРТ	Реле тока с торможением	МЗТ-Н		3	
1РП	Реле промежуточное	РП-251		1	
1РУ-ЗРУ	Реле указательное	РУ-21/о		3	
1Н	Накладка	НКР-3		1	
1БИ-ЭБИ	блок испытательный	БИ-б		3	
1Д-6Д	Диод	Д-226		6	



Схемы цепей постоянного оперативного тока, отключения и сигнализации

1971г.	Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных щитовок автомобилей трансформаторов 500 кВ с расчетом параметров защиты.	Схема пофазной защиты трехпроводного ввода	Гиповые решения 407-0-108	Альбом II	Лист 30-II-19
--------	---	--	---------------------------	-----------	---------------

Измерительный проект организм г. Москва		АДДЦТН - 167000/500													АДДЦТН - 267000/500												
		№ опыта	Параметры	Закон работы	Параметр передачи	$I_{\text{вн}}$	$I_{\text{сн}}$ (амп)	$I_{\text{сн}}$ (кил)	$I_{\text{ко}} = I_{\text{нн}}$	I_1	I_g	I_{13}	I_{1-7}	I_{7-13}	$I_{\text{вн}}$	$I_{\text{сн}}$ (амп)	$I_{\text{сн}}$ (кил)	$I_{\text{ко}} = I_{\text{нн}}$	I_1	I_g	I_{13}	I_{1-7}	I_{7-13}				
3.1.1	A-X	1-7	—	425	425	—	9900	7500	7500	—	7075	425															
3.1.2	A-X	7-13	—	585	585	—	13700	—	10400	10400	585	9815															
3.1.3	A-X	1-7	—	585	585	—	13700	400	10400	10400	—	—															
3.1.4	A-X	1-13	—	540	540	—	12600	4700	—	4700	4160	4160															
3.2.1	A _m -X	1-7	7	—	1100	1100	11700	10000	10000	—	8900	1100															
		13	—	910	910	9700	6500	6500	—	6500	—																
3.2.2	A _m -X	7-13	7	—	1680	1680	17600	—	15100	15100	1680	13440															
		13	—	1300	1300	13600	—	9200	9200	—	9200																
3.2.3	A _m -X	1-7	7,13	—	1840	1840	17400	1300	12300	13160	340	11960															
		13	—	1450	1450	15300	550	12700	12150	550	10700																
3.2.4	A _m -X	1-13	7	—	1500	1500	15900	6800	—	8800	5300	5300															
		13	—	1300	1300	13800	5250	—	5250	5250	3950																
				—	1160	1160	12900	4100	—	4100	4160	4100															
Примечание: Все токи и сопротивления приведены к своему напряжению каждого.																											
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	Альбом	Лист	407-0-108	II	ЗД-II-20							

54467и-II-23

Персистентный проект
организм
г.МакеевкаСт. инженер
Науч. СРЗ
Науч. СРЗ
Берегов
Дубровко

1971 г.

1971 г.

Анализ по программе		АОДЦТН - 167000 / 500												
Напи- тие	Зако- нотка	Полож. переклю- чатель	I_1	I_7	I_{13}	I_{1-7}	I_{7-13}	I_{KO}	I_{HH} (абм)	I_{HN}	I_{BH}	I_{CH} (абм)	I_{CN} (линиш.)	
3.3.1	1-7	$A-X$	1	11400	11400	—	9470	1930	11300	11300	—	720	1930	2650
		A_m-X	7	7900	7900	—	7820	1060	10200	10200	—	80	1060	
3.2.2	7-13	$A-X$	13	7400	7400	—	6850	550	9500	9500	—	550	250	
		A_m-X	1	—	16300	16800	2750	14050	17000	17000	—	950	2750	3700
		A_m-X	7	—	11600	11600	150	10000	15200	15200	—	150	1560	
3.3.5	1-13	$A-X$	13	—	10100	10100	720	9380	13000	13000	—	720	360	360
		A_m-X	1	7850	—	7850	5200	5260	15800	15800	—	950	1650	3600
		A_m-X	7	5100	—	5100	5200	3730	13300	13300	—	100	1370	1470
3.4.1	1-7	$A-X$	13	4700	—	4700	4030	4030	12100	12100	—	670	335	
		$A-X$	—	7850	7850	—	7650	200	11100	4600	6500	200	200	—
		$A-X$	—	—	11500	11500	240	11200	16500	5500	11000	240	240	—
3.4.2	7-13	$A-X$	—	5160	—	5160	4920	4920	14650	5520	9130	240	240	—
		$A-X$	1-7	A_m-X	1	10150	10150	—	8000	1550	10500	16800	5800	—
		$A-X$	7	7920	7920	—	7920	650	10900	6800	4100	—	650	650
3.5.1	1-7	$A-X$	13	7600	7600	—	7600	—	11500	500	11000	—	150	150
		A_m-X	1	—	14650	14650	1800	850	16600	19060	2460	—	1800	1800
		$A-X$	7	—	11970	11970	—	11020	16800	10100	640	—	950	950
3.5.2	7-13	A_m-X	13	—	11000	11000	—	11000	16800	600	16200	—	60	60
		$A-X$	1	6140	—	6740	4890	4890	14700	19600	4960	—	1850	1850
		$A-X$	7	5270	—	5270	5270	4450	14500	8700	5800	—	820	820
3.5.3	1-13	A_m-X	13	4800	—	4800	4820	4860	14400	—	—	—	~30	~30

Примечание
см. лист ЭВ-II-20Схемы защиты трехпроводного ввода регулиро-
вочных обмоток автотрансформаторов 500 кВ
с расчетом параметров защитыРезультаты опытов короткого замыкания, проводимых
на Запорожском трансформаторном заводеТиповые решения
407-0-108Альбом
II
Лист
ЭВ-II-21

АОДЧТН - 267 000 / 500 / 220

№№ опыта по программе	АОДЧТН - 267 000 / 500 / 220													
	Литера- ние	Зако- нотка	Полож. перекл.	I_1	I_9	I_{17}	I_{1-9}	I_{9-17}	$I_{\text{ко}}$	I_{HH} (абт)	I_{HH}	I_{BH}	I_{CH} (абт)	I_{CH} (дим.)
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
			17	17400	17400	-	16800	800	21700	21700	-	800	800	-
3.3.2	9-17	$A-X$	1	-	27300	27300	4050	23250	26200	26200	-	1350	4050	5400
			9	-	20500	20500	380	17720	25000	25000	-	380	2780	3160
			17	-	17400	17400	800	16500	21700	21700	-	800	800	-
3.3.3	1-17	$A-X$	1	16100	-	16100	11300	11300	31000	31000	-	1610	4800	6410
			9	11300	-	11800	11030	8400	27500	27500	-	270	2900	3170
			17	9700	-	9700	8700	8700	24000	24000	-	1000	1050	50
3.4.1	1-9	A_m-X	-	19100	19100	-	18700	400	24900	9250	15030	400	400	-
3.4.2	9-17	$a-X$	-	-	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
			17	18400	18400	-	18460	-	25490	900	24500	-	85	85
3.5.2	9-17	A_m-X	1	-	24800	24800	3540	21260	24400	37900	13550	-	3540	3540
			9	-	19760	19760	-	18100	24900	17300	7600	-	1610	1610
			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
			17	10200	-	10200	10260	10200	28200	1100	27100	-	100	100

Примечание
см. лист ЭВ-II-20

54467М-II-24

Белор
Республика

Сталиногорск

Ноч. СРЭ

1971г.

2. Маска

Схемы защиты трехпроводного ввода регу-
лировочных абматоров автотрансформаторов 500кв с расчетом параметров защиты

результаты опытов короткого замыкания проводимых на Запорожском трансформаторном заводе

Типовые решения
407-0-108Альбом
IIЛист
ЭВ-II-22

1971г.

5446TM-II-25

10 NOV 1962
NN O 100-20262-1

АОДЦТН - 167 000 / 500

№ п/п по пробы	Пита- ние	Зако- вотка	Полож. перекл.	I_1	I_7	I_{13}	I_{1-7}	I_{7-13}	I_{KO}	I_{HH} (обм)	I_{HH}	I_{BH}	I_{CH} (обм)	I_{CH} (пик)
3.61	1-7	A-X	1	12 000	12 000	—	9 400	2 600	10 200	17 400	7 200	750	2 550	3 300
		A_m -X	7	7 900	7 900	—	7 900	640	10 900	6 800	4 100	—	640	640
		a-X	13	8 500	8 500	—	7 900	600	11 000	800	11 800	500	300	1 400
3.62	7-13	A-X	1	—	7 200	7 200	3 000	14 700	16 700	20 100	3 400	900	3 000	3 900
		A_m -X	7	—	12 000	12 000	—	11 050	11 600	10 000	6 500	—	950	950
		a-X	13	—	12 700	12 700	750	11 950	16 900	900	17 500	750	980	1 730
3.63	1-13	A-X	1	8 100	—	8 100	4 800	4 800	14 500	20 800	6 300	1 150	3 300	4 450
		A_m -X	7	5 700	—	5 300	5 300	4 450	14 680	8 900	5 700	—	850	850
		a-X	13	5 650	—	5 650	4 900	4 900	14 700	16 000	16 300	750	1 050	1 800

Примечание см.
лист ЭВ-II-20

N N O N D U

АОДЦТН - 267000 /500

Номер по порядку	Лимита- ние	Зако- нотка	Полож. перекл.	I_1	I_9	I_{17}	I_{1-9}	I_{9-17}	I_{KO}	I_{HH} (обрат.)	I_{HH}	I_{BH}	I_{CH} (обрат.)	I_{CH} запас
				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.61	1-9	A-X	1	28200	28200	—	16750	5450	23700	40000	15300	1450	5450	6900
		A_m -X	9	19800	19800	—	18030	1770	22200	18900	3300	—	1770	1770
		a-X	17	20300	20300	—	19230	1070	25000	2200	2720	1070	1480	2556
3.62	9-17	A-X	1	—	27000	27000	6300	21780	22800	38500	10300	1380	5220	6600
		A_m -X	9	—	20600	20600	400	18050	24300	22000	2300	400	2550	2950
		a-X	17	—	20200	20200	1060	19140	24800	2600	27400	1060	1490	2556
3.63	1-17	A-X	1	16800	--	16800	10300	10300	28200	48000	19800	1700	6500	8200
		A_m -X	9	11350	—	11350	11600	8940	28200	22800	5400	240	2420	2660
		a-X	17	11450	—	11450	10250	10250	28100	2500	30600	1200	1650	2850

Учебно-методическое пособие для практикантов и аспирантов

ОДНАДІЯ

Сп. унк

Б602280

6

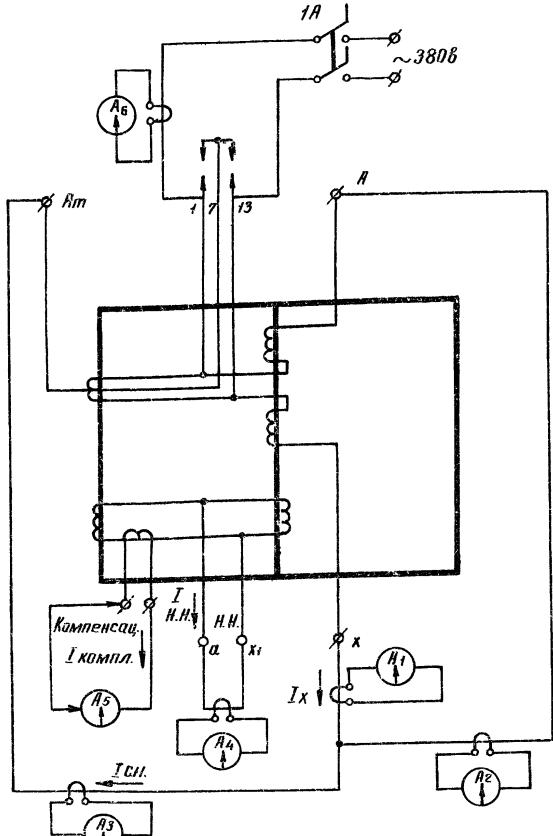
ZIT-MOT

Схемы защиты трехпроводного ввода регуляторов
1971г. обмоток автотрансформаторов
500кВ с расчетом параметров защиты

Результаты опыта короткого замыкания, проводимых на Запорожском трансформаторном заводе

Типовые решения
407-0-108

Альбом	Лист
II	ЭВ-II-22



1971г Схемы защиты трехпроводного
ввода регулировочных обмоток авто-
трансформаторов ЭДО кб с расчетом
параметров защиты.

Схема для выполнения измерений и таблица
измерений, выполненных на Троицкой ГРЭС

Таблица измерений

Обмотка В.Н.	Обмотка С.Н.	Обмотка Н.Н.	Полож. РПН	I_{K-13} (А) А6	$I_{B.H.}$ (А) А2	$I_{C.H.}$ (А) А3	$I_{H.H.}$ (А) А4	I_X (А) А1	$I_{компл.}$ (мА) А5
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	8,6	—	—	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	57,5	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.

Типовые решения 407-0-108
Альбом II
Лист ЭВ-И-24

Таблица 1. Токораспределение в АТ при внешних к.з

Точка и вид к.з.	ЭД по обмоткам АТ				фазные токи по обмоткам АТ									
	1		2		1		2		1		2			
	K(1)	K(2)	K(1)	K(2)	K(1)	K(2)	K(1)	K(2)	K(1)	K(2)	K(1)	K(2)		
Режим работы	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II		
Ток на стороне 500кВ. АТ	Ivn	2170	1755	1050	360	2033	1375	1695	1000	1574	882	1490	880	
Ток на стороне 230кВ. АТ	Icn	2680	1685	5850	3600	3733	2282	3680	2180	4610	2814	3240	1870	
Ток в общей обмотке АТ	Io0	510	70	4800	3240	1700	907	1985	1180	3038	1952	1750	1010	
Максимальный ток в регулировочной обмотке	Ioo макс.	2170	1755	4800	3240	2033	1375	1985	1180	3038	1952	1750	1010	
Ток в рабочей обмотке реле	$I_p = \frac{I_{раб} \cdot W_{раб}}{P_{раб} \cdot W_{раб}}$	5,6	4,52	12,35	8,35	5,24	3,55	5,12	3,04	8,67	5,04	4,52	2,6	
Гормозной ток по барашинам	a	$I_{тг} = \frac{I_{cn}}{P_{тг}} - \frac{I_{vn}}{P_{тг}}$	48,5	3,44	6,9	398	3,9	2,52	3,54	2,89	3,88	2,27	3,11	1,8
	b	$I_{тб} = \frac{I_{cn}}{P_{тб}} + \frac{I_{vn}}{P_{тб}}$	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	a	$K_a = \frac{I_p}{I_{тг}}$	1,15	1,3	1,79	21	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 ЭСПИИ № 9755 ГМ

Таблица 2. Расчет витков реле защиты трехпроводного ввода

№/п/п	Расчетная величина	Обозначение и расчетное выражение	Числовое значение	
			Задано включенная на токи нулевой последовательн.	Задана включенная на фазные токи
1.	Максимальный рабочий ток в компенсационной обмотке /по данным завода/	$I_{комакс}(0)$	1810	
2.	Ток срабатывания реле, отстроенный от максимального рабочего тока	$I_{ср}=K_n \frac{I_{комакс}(0)}{P_{тг}}$	1,3 $\frac{1810}{8000 \cdot 1,5} = 1,98$	
3.	Витки рабочей обмотки реле из условия недействия при срабатывании тормозной цепи		$\frac{100}{1,98} = 51$	
4.	Принятое число витков рабочей обмотки реле ДЗТ-11/2		51	
5.	Витки тормозной обмотки с учетом обеспечений селективности по барашинам: а) при включении тормозной обмотки на разность токов сторон 230 и 500 кВ.	$W_{торм}=K_n \cdot K_{таке} \frac{W_{раб}}{t_{дв}}$ $K_{таке}=(\frac{I_p}{I_t})_{макс}$	$W_{торм}=51; K_n=1,3; t_{дв}=0,87$ $W_{торм}=1,3 \cdot 2,1 \cdot \frac{51}{0,87} = 160$	$W_{торм}=1,3 \cdot 2,23 \cdot \frac{51}{0,87} = 170$
	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" 163 (через ПТГ 2/1)	вариант "а" 175 вариант "б" 105

Таблица 3

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

Возбуждение	Фазное напряжение питания (В)	Вид к.з.	Положение РПН	Ток источника питания (а)	Ток КО (а)	I_{CH} (а)	I_{KO} (а)	I _{HH}		Защита нулевой последовательности		Защита с включением на фазные токи		
								опыт	$I_{CH} = 230\text{кв}$	$I_{KO} = 230\text{кв}$	$I_{Wраб.}$	$I_{Wторм.}$	$I_{Wторм. варинт а}$	$I_{Wторм. варинт б}$
СН трехфазное	241	Р01-7	1	1,9	18	1045	9000	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	720	11250	6,5	3580	479	112	479	67	41
		Р01-13	1	2,75	24,8	1520	13550	1,2	660	575	220	575	133	80
			7	2,7	27,6	1490	15200	3,85	2120	640	210	640	131	78
			13	1,98	28,8	1090	15900	9	4960	675	158	675	96	57
		Р01-13	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
		Р01-13	1	2,6	25,2	1430	13900	1,32	725	590	298	590	125	75
			7	2,36	28,8	1300	15850	3,83	2120	875	189	675	114	68
			13	1,96	28,8	1080	15850	9	4950	875	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_{VN} (а)	I_{KO} (а)	Защита нулевой последовательности		Защита с включением на фазные токи		
							$I_{Wраб.}$	$I_{Wторм.}$	$I_{Wраб.}$	$I_{Wторм.}$	
ВН фаза А	230	Р01-7	0,36	7,8	452	9800	416	131	416	79	47
			0,49	11	615	13850	590	178	590	108	65
			0,45	9,8	565	12300	525	164	525	99	59
			0,49	11	615	13850	590	178	590	108	65

1971г.

Схемы защиты трехпроводного ввода регулировочных обмоток автотрансформаторов 500/500 с расчетом параметров защиты

Расчет защиты трехпроводного ввода автотрансформатора АОДЦТН-167000/500

Типовые решения
407-0-108

Альбом
II

Лист
ЭВ-II-26

Таблица 5

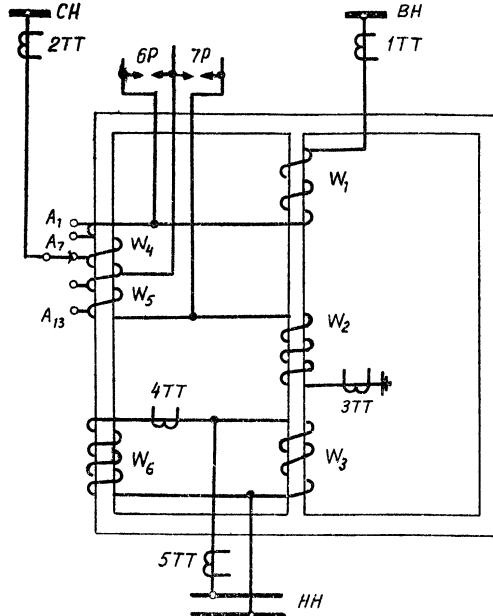
Тип защиты	Вариант включения токов	Напряжение токов	Наименование коэффициенты чувствительности в режиме опробования (опытные данные)			
			КЧмин	Возбуждение	Вид к.з.	Положение РПН
Защита с включением на фазные токи	a)	$\frac{3,3}{3,2}$	СН	Р01-7	$\frac{1}{2}$	
	b)	$\frac{3,7}{3,2}$	ВН	Р01-7	-	
Защита нулевой последовательности	a)	$\frac{3,3}{4}$	СН	Р01-7	$\frac{1}{13}$	
	b)	$\frac{3,5}{4}$	ВН	Р01-7	-	

Примечание:

1. Описание вариантов включения тормозных витков реле приведено в таблице 2.

2. См. примечание на листе ЭВ-II-25

3. В определение коэффициента чувствительности в числителе дроби приведены опытные значения, в знаменателе - расчетные



W_1 - число витков обмотки высшего напряжения автотрансформатора

W_2 - число витков общей части обмотки автотрансформатора

W_3 - число витков обмотки низшего напряжения автотрансформатора

W_4 - число витков регулируемой обмотки между точками A_7 и A_{13} .

W_5 - часть витков регулируемой обмотки между точками A_7 и A_{13}

W_6 - число витков компенсационной обмотки автотрансформатора

6P, 7P - защитные разрядники

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

$$W_1 = 406 \text{ витков} \quad W_2 = 339 \text{ витков}$$

$$W_3 = 112 \text{ витков} \quad W_4 + W_5 = 192 \text{ витка}$$

$$W_6 = 224 \text{ витка}$$

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

$$W_1 = 406 \text{ витков} \quad W_2 = 339 \text{ витков}$$

$$W_3 = 112 \text{ витков} \quad W_4 + W_5 = 192 \text{ витка}$$

$$W_6 = 224 \text{ витка}$$

Энергосеть проект
54467м-II-29

архив
1971г.
007-0-108
г. Москва

1971г.
Схемы защиты трехпроводного щетода
регулировочных обмоток автотранс-
форматоров 500кВ с расчетом па-
раметров защиты

Схема расположения обмоток автотрансформаторов
 $3 \times 167 \text{ МВА } 500/230 \pm 6 \times 2\% /11 \div 38,5 \text{ кВ}$

Типовые решения
407-0-108

Лист
II
ЭВ-II-27