

Дипломна робота

на тему:

Оптимізація режимів ЕЕС з урахуванням залишкового ресурсу трансформаторів з РПН

Керівник роботи: к.т.н., доцент каф. ЕСС Писклярова А. В.

Підготував: ст. гр. ЕС – 14сп: Грищук М. О.

ВНТУ Вінниця 2015

Мета та задачі роботи

Мета: оптимізація режимів ЕЕС, з урахуванням стану трансформаторів з РПН

Задачі роботи:

- дослідити особливості конструкцій, експлуатації та пошкоджуваності силових трансформаторів;
- розрахувати коефіцієнт загального залишкового ресурсу трансформаторів з РПН;
- дослідити метод керувальних впливів на РПН СТ з урахуванням стану РПН;
- визначити оптимальні коефіцієнти трансформації трансформаторів з РПН для фрагмента схеми ПЗЕС;
- розглянути заходи забезпечення охорони праці та цивільного захисту у надзвичайних ситуаціях, під час експлуатації СТ;
- розрахувати економічні показники використання запропонованого методу визначення оптимальних коефіцієнтів трансформації трансформаторів з РПН.

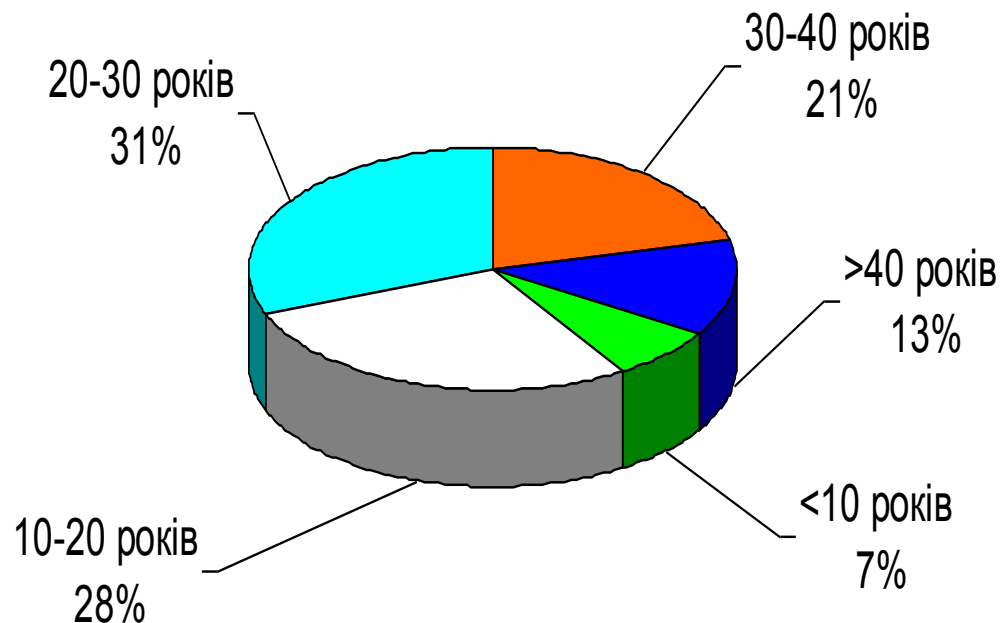
Актуальність теми

Враховуючи те, що багато високовольтного обладнання ЕЕС, пропрацювало понад 25 років (що значно перевищує їх паспортний ресурс), та зростаючу інтенсивність відмов нового обладнання, необхідною є розробка та впровадження методів та засобів керування режимами з урахуванням стану трансформаторів з РПН, як одного з ефективних засобів керування режимами.

Тому, виправданим є використання оперативного, диспетчерського керування нормальними режимами ЕЕС з урахуванням технічного стану високовольтного обладнання.



Розподіл силових трансформаторів по роках експлуатації



Результати досліджень пошкоджуваності СТ

Основними пошкодженнями за 2008 – 2014 р силових трансформаторів є:

Компонент	Кількість пошкоджень	%
Магнітопровід	47	7,472178
Високовольтні вводи	112	17,80604
РПН	68	10,81081
Бак трансформатора	57	9,062003
Основна ізоляція	177	28,1399
Система охолодження	168	26,70906
Разом	629	100

Діагностичні параметри

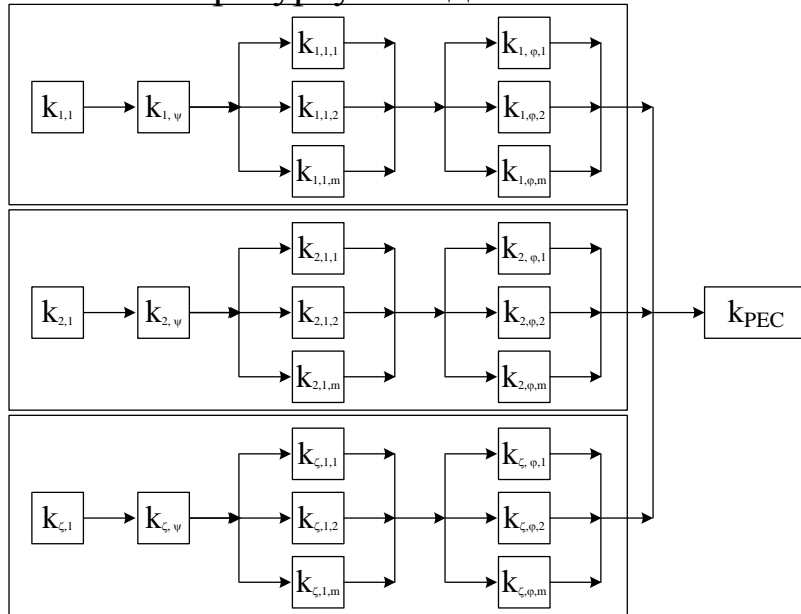
Таблиця аналізу діагностичних параметрів

Діагностичний параметр		Кількість ремонтованих СТ що мають понаднормоване значення параметра	
Позначення	Назва параметра	Штук	%
1	2	3	4
P_{xx}	втрати хх	48	7,631
C_{BB}	ємність паперово- масляної ізоляції ВВ	36	5,723
$R_{I3 BB}$	активний опір ізоляції ВВ	34	5,405
$tg\delta_{BB}$	тангенс кута діелектричних втрат в масляній ізоляції ВВ	64	10,175
$n_{абв}$	кількість вібрацій контактів контактора	36	5,723
W	накопичена енергія перемикань контактів контакторів РПН	23	3,657
$T_{вш}$	температура верхніх шарів масла баку РПН	25	3,975
$T_{к-кв}$	температура контактора	19	3,021

1	2	3	4
$T_{л.б.но.с}$	температура лобових поверхонь статора двигуна привода РПН	13	2,067
$n_{бакв}$	кількість витікань	28	4,452
$T_{бакв}$	температура баку трансформатора	37	5,882
$\Phi X A_{MET}$	фізико-хімічний аналіз трансформатора масла	56	8,903
$tg\delta_{MET}$	тангенс кута діелектричних втрат в паперово-масляній ізоляції	26	4,134
$XAPG_{MET}$	за результатами хімічного аналізу розчинених в трансформаторному маслі газів	72	11,447
Δt	різниця температур на вході і виході	53	8,426
$I_{дв.м.с}$	струм двигуна маслонаосу	59	9,38
Разом		629	100,000

Визначення моделі коефіцієнта залишкового ресурсу силового трансформатора

Структурна схема коефіцієнта залишкового ресурсу обладнання



$$k_{заг.PEC} = 1 - \sum_{\Theta=1}^{\zeta} \left\{ 1 - \left\{ \prod_{\chi=1}^{\psi} (k_{\Theta\chi}^{P_{\Theta\chi}}) \cdot \prod_{\lambda=1}^{\varphi} \left[1 - \sum_{j=1}^{m_l} [(1 - k_{\Theta\lambda j}) \cdot P_{\Theta\lambda j}] \right] \right\}^{P_{\Theta\lambda}} \right\} P_{\Theta}$$

Коефіцієнт загального залишкового ресурсу обладнання

$$k_{\delta\delta\tilde{n}\Sigma} = 1 - \sum_{j=1}^{m_l} [(1 - k_{\delta\delta\tilde{n}j}) p_j] \quad k_{i1} = \frac{x_{i1,гран} - x_{i1,ном}}{x_{i1,гран} - x_{i1,поч}}$$

$$k_{pec} = \prod_{\tau=1}^{\nu} k_{\tau}^{P_{\tau}}$$

Визначення складових коефіцієнтів схеми:

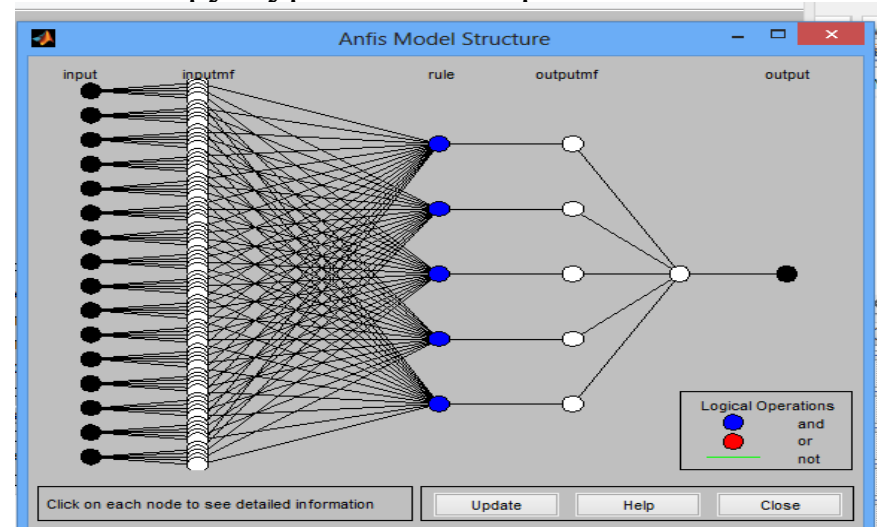
$$k_{заг.рес} = k_{xx}^{P_{xx}} \cdot k_{Cвв}^{P_{Cвв}} \cdot k_{Rізвв}^{P_{Rізвв}} \cdot k_{tg(\delta)вв}^{P_{tg(\delta)вв}} \cdot k_{пвібр}^{P_{пвібр}} \cdot k_W^{P_W} \cdot ((1 - k_{Tвш}^{P_{Tвш}})^{P_{Tвш}}) \cdot ((1 - k_{Tк-ра}^{P_{Tк-ра}})^{P_{Tк-ра}}) \times \\ \times ((1 - k_{Tлоб.пов.}^{P_{Tлоб.пов.}})^{P_{Tлоб.пов.}}) \cdot k_{Tбаку}^{P_{Tбаку}} \cdot k_{пбаку}^{P_{пбаку}} \cdot ((1 - k_{\Delta t}^{P_{\Delta t}} \cdot k_{дв.м.с.}^{P_{дв.м.с.}})^{P_{\Delta t} \cdot P_{дв.м.с.}}) \cdot k_{\Phi XA}^{P_{\Phi XA}} \cdot k_{XAPГ}^{P_{XAPГ}} \cdot k_{tg(\delta)мбт}^{P_{tg(\delta)мбт}}$$

Коефіцієнт загального залишкового ресурсу СТ

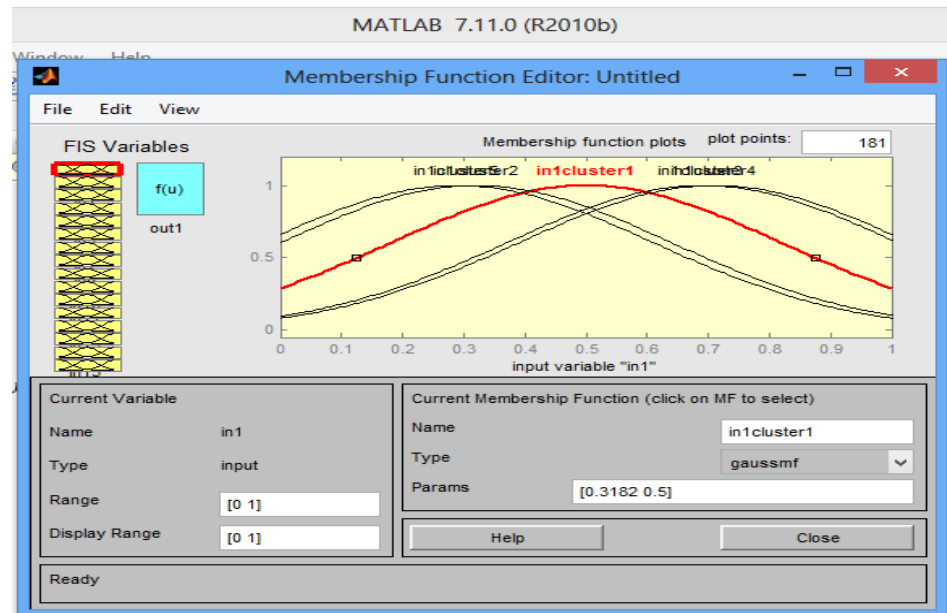
Фрагмент таблиці навчальних даних для створення нечіткої моделі

Діагностичні параметри						Коефіцієнт залишкового ресурсу СТ
k_{11} <i>в.о.</i>	k_{12} <i>в.о.</i>	k_{13} <i>в.о.</i>	k_{14} <i>в.о.</i>	k_{15} <i>в.о.</i>	k_{16} <i>в.о.</i>	
0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	0
...
0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,930063
1	1	1	0,08	0,92	1	0,653953
1	1	1	0,07	0,93	1	0,644808
1	1	1	1	0,09	0,91	0,264758
1	1	1	1	0,08	0,92	0,248279
...
1	1	1	1	1	1	0,924798
1	1	1	1	1	1	0,927788
1	1	1	1	1	1	0,93044
...
0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,940054
0,8	0,4	0,7	0,5	0,8	0,2	0,614157
0,3	0,4	0,7	0,5	0,5	0,2	0,446311
0,4	0,3	0,4	0,7	0,5	0,5	0,492952

Структура ANFIS-мережі ТС



Введення параметрів функції належності.



Функції належності

Таблиця функції належності та похибок навчання

Назва функції належності	Рівняння функції належності	Параметри рівняння	Похибка навчання, в.о.
1	2	3	4
trimf	$\mu = f_2(x; a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases}$	<p>a, b, c – довільні дійсні числа від 0 до 1, $a < b < c$</p>	0,0187
gbellmf	$\mu = f_2(x; a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{a-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases}$	<p>a, c – довільні дійсні числа від 0 до 1, $a < b < c$, але $b > 0$ та $b \leq 1$</p>	0,0152
gaussmf	$\mu_{\text{gaussmf}} = f(x_{it}; \sigma_{it}; c_{it}) = e^{-\frac{(x_{it}-c_{it})^2}{2\sigma_{it}^2}}$	<p>σ^2 – в теорії ймовірності називається дисперсією розподілу, а другий параметр c – математичним очікуванням</p>	0,0083

Функції належностей

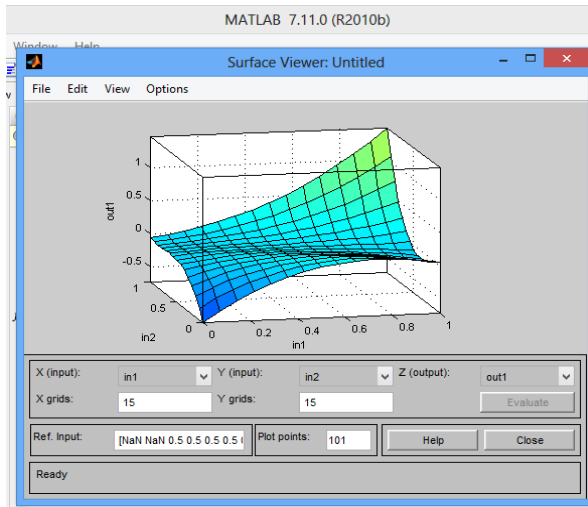
8.2

Продовження таблиці функції належності та похибок навчання

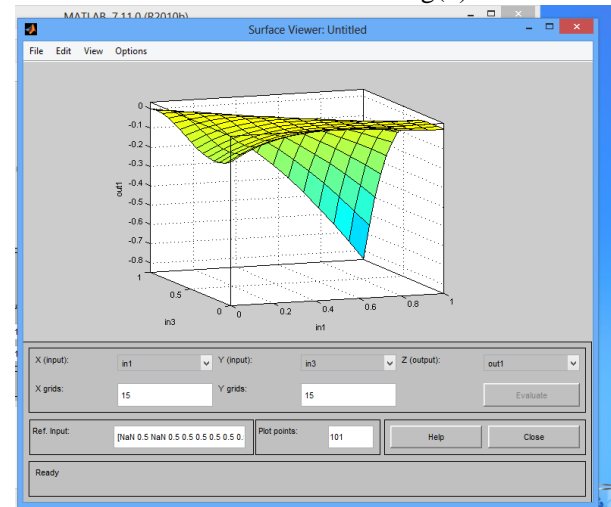
1	2	3	4
pimf	$\mu = f_2(x; a, b, c) = \left\{ \frac{1}{1 + \left \frac{x-c}{a} \right ^{0.5}} \right\}$	<p>a, b, c, d – довільні дійсні числа від 0 до 1, a < b < c < d</p>	0,027
sigmf	$\mu = f_2(x; a, b) = \left\{ \frac{1}{1 + e^{-a(x-b)}} \right\}$	<p>a, b – довільні дійсні числа</p>	0,036
smf	$\mu = f_2(x; a, b) = \left\{ \begin{array}{ll} 0, & x \leq a \\ 2 \cdot \left(\frac{x-a}{b-a} \right)^2, & a \leq x \leq \frac{a+b}{2} \\ 1 - 2 \cdot \left(\frac{b-x}{b-a} \right)^2, & \frac{a+b}{2} < x < b \\ 1, & b \leq x \end{array} \right\}$	<p>a, b – довільні дійсні числа від 0 до 1, a < b</p>	0,047
zmf	$\mu = f_2(x; a, b) = \left\{ \begin{array}{ll} 1, & x \leq a \\ 1 - 2 \cdot \left(\frac{x-a}{b-a} \right)^2, & a \leq x \leq \frac{a+b}{2} \\ 2 \cdot \left(\frac{b-x}{b-a} \right)^2, & \frac{a+b}{2} < x < b \end{array} \right\}$	<p>a, b – довільні дійсні числа від 0 до 1, a < b</p>	0,02

Графіки залежностей $k_{рес}$ від діагностичних параметрів моделі

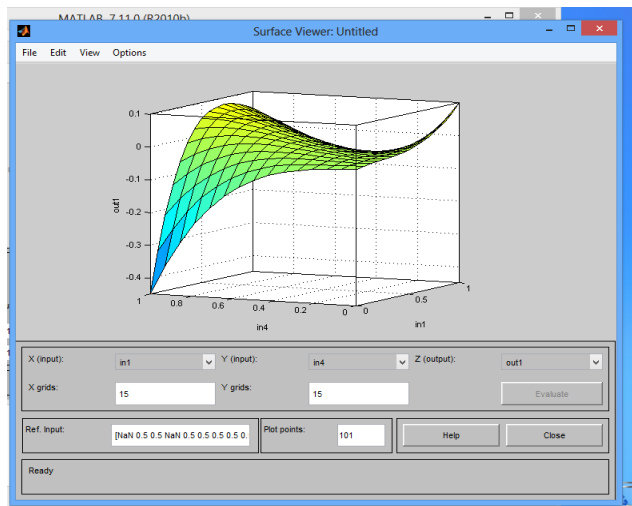
Залежність коефіцієнта залишкового ресурсу СТ від k_{PXX} та k_{CBV}



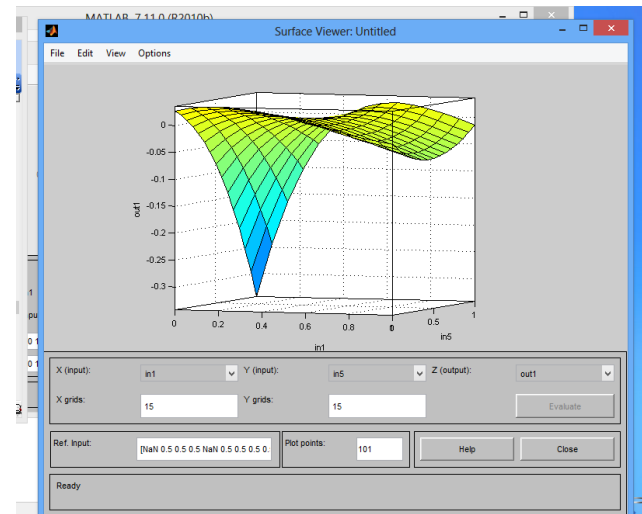
Залежність коефіцієнта залишкового ресурсу СТ від k_{PXX} та $k_{tg(\delta)BV}$



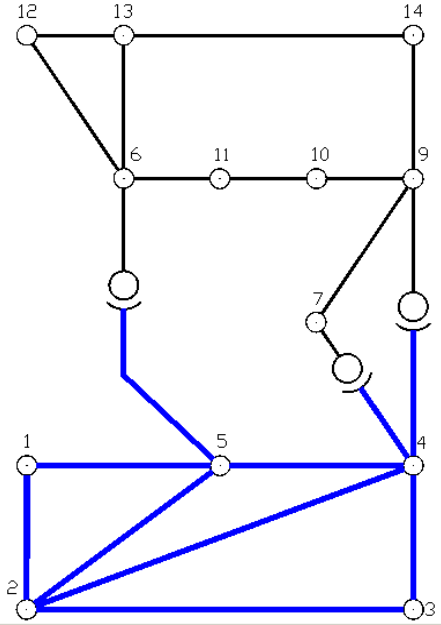
Залежність коефіцієнта залишкового ресурсу СТ від k_{PXX} та $k_{i3.BV}$



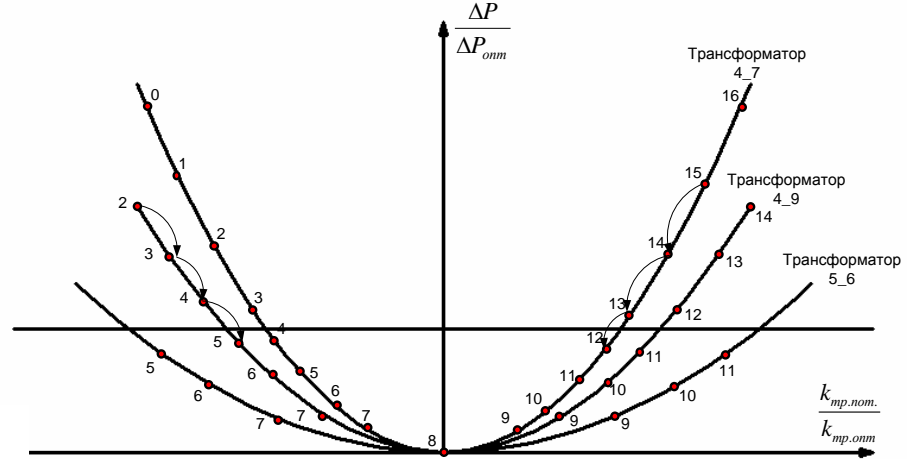
Залежність коефіцієнта залишкового ресурсу СТ від k_{PXX} та $k_{n \text{ вiбр}}$



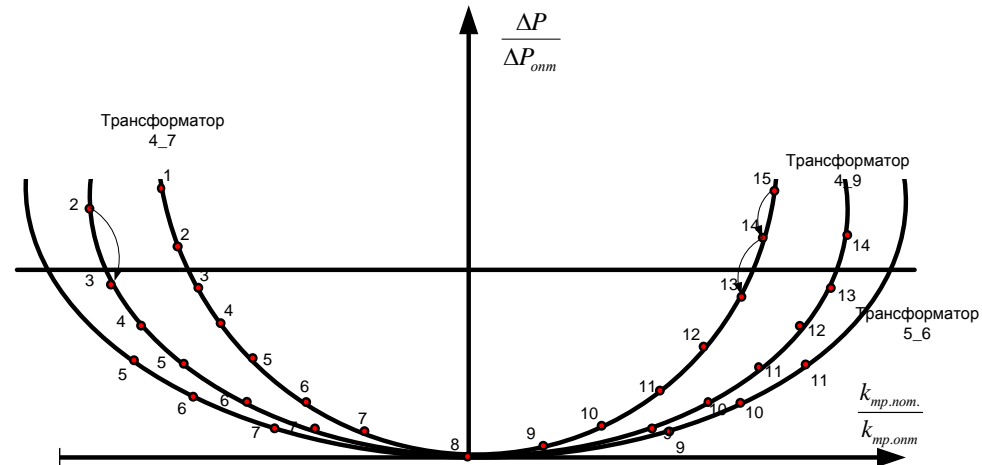
Тестова схема IEEE



Характеристики силових трансформаторів при малих навантаженнях



Характеристики силових трансформаторів при збільшеному навантаженні, з урахуванням квазі-опорів трансформаторних віток

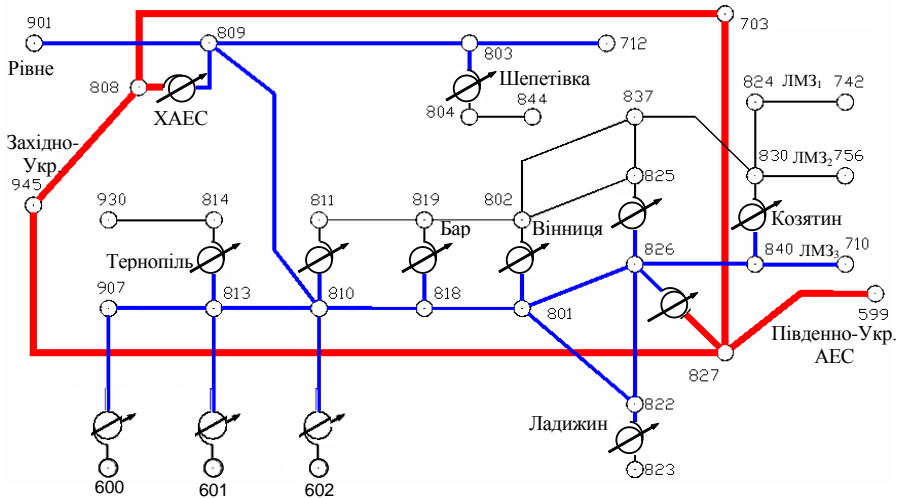


Формула визначення загальносистемних втрат потужності

$$\Delta S_{\Sigma \text{віт}} = \Delta P_{\Sigma \text{віт}} + j\Delta Q_{\Sigma \text{віт}} = 3 \cdot \sum_{j=1}^m \Delta S_{\text{віт},j}$$

Етапи оптимізації режиму ЕЕС з врахуванням вектора керувальних впливів для фрагмента схеми ПЗЕС

Фрагмент розрахункової схеми ПЗЕС

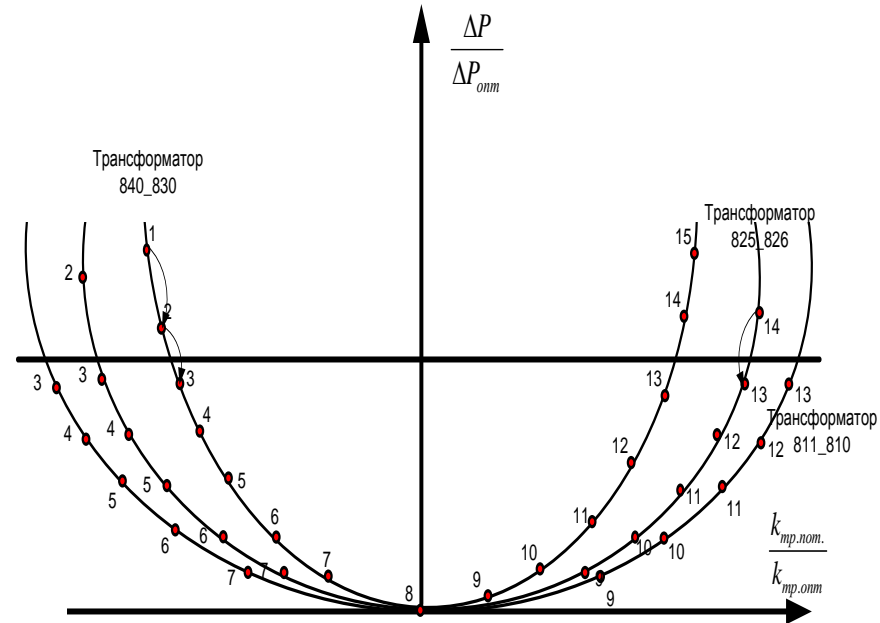
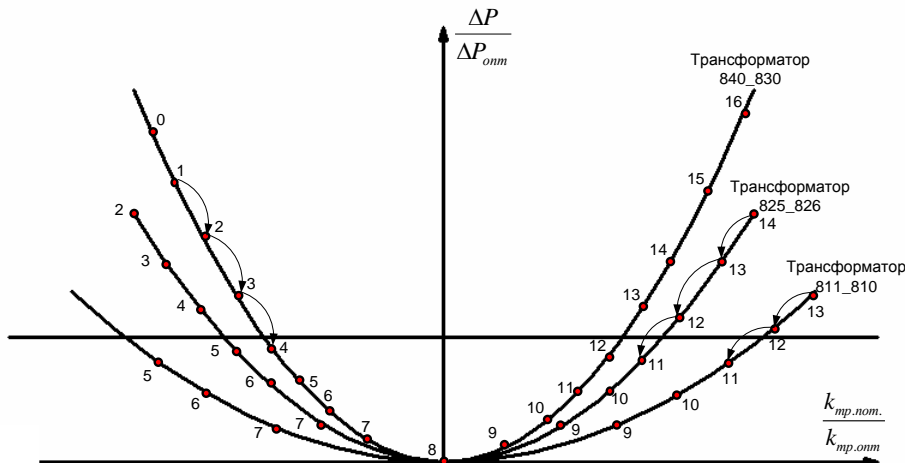


Зміна опорів віток які мають СТ

	Трансформатор 825 826	Трансформатор 811 810	Трансформатор 840 830
Опір вітки, Ом	2,404+j91,476	0,8012+j30,492	1,524+j63,979
Квазі-опір вітки, Ом	2,568+j91,044	1,25+j32,19	0,92+j54,85

Характеристики силових трансформаторів при збільшеному навантаженні, з урахуванням квазі-опорів трансформаторних віток

Характеристики силових трансформаторів при малих навантаженнях



Етапи оптимізації режиму ЕЕС з врахуванням вектора керувальних впливів для фрагмента схеми ПЗЕС

11.1

Таблиця втрат потужностей у фрагменті схеми ПЗЕС

Режим	Коефіцієнти трансформації			Номер відпайки			Втрати потужності	
	825_826	811_810	840_830	825_826	811_810	840_830	ΔP_{Σ}	ΔQ_{Σ}
Оптимальний нормальний режим	0,4821	0,4864	0,5820	14	13	1	46,728	350,543
Режим збільшення навантаження на 20%, з неоптимальними коефіцієнтами	0,4821	0,4864	0,5820	14	13	1	58,864	674,38
Режим збільшення навантаження на 20%, з оптимальними коефіцієнтами (без врахування стану СТ)	0,5011	0,5025	0,5586	11	11	4	49,087	612,63
Режим збільшення навантаження на 20%, з оптимальними коефіцієнтами (з врахуванням стану СТ)	0,4889	0,4901	0,5655	13	13	3	49,9	623,29

1. Результатом досліджень доведено, що з допомогою використання математичного апарату нейро-нечіткої моделі можна прогнозувати поточний коефіцієнт залишкового ресурсу СТ, в умовах неповноти початкових даних, про діагностичні параметри, що актуально для вирішення задач оперативного керування режимами.
2. На прикладі схеми ІЕЕЕ доведено, що врахування стану СТ дозволяє визначити оптимальні керувальні впливи на РПН та процес керування нормальними режимами ЕЕС.
3. Врахування стану СТ шляхом введення в вітки схеми ЕЕС квазі-опорів дозволяє визначити параметри режиму з урахуванням стану СТ, використовуючи відомі програмні засоби, наприклад ГРАФСКАНЕР.
4. Дослідження проведених розрахунків довели, що керувальні впливи, для режиму, доцільно здійснювати трансформатором 840_830 (Козятин (330)). Завдяки оптимізації режиму, очікується що втрати зменшаться на $8,964+j\cdot 51,09$ (МВА).
5. Досліджено охорону праці та цивільний захист під час виконання робіт технічного обслуговування, та експлуатації силового трансформатора.
6. Результати техніко – економічних розрахунків свідчать про те, що термін окупності позапланової заміни РПН силового трансформатора, складає 6 років, інвестиційні витрати складуть 5,5 млн. грн.

Дякую за увагу!