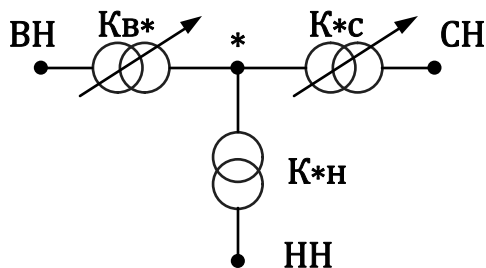


1. Регулятор вузлової напруги
2. Регулятор секційних навантажень
3. Регулятор реактивної потужності
4. Регулятор конфігурації розрізів

1. Межі регулятора: $N_t(1, \dots, N_{opt}, \dots, N_{max})$

$F(крит.) = \Delta P (K_{тр} (dN (N)))$



Номинальні параметри:

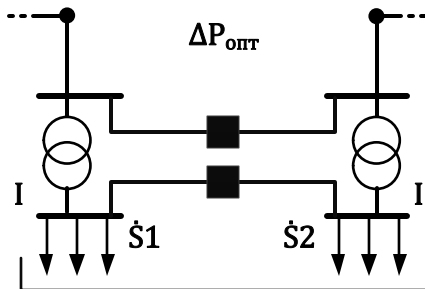
$K_{сн} = U_{вн} / U_{сн}; K_{нн} = U_{вн} / U_{нн}.$

$A_{в} = (dU \cdot dN) / (K_{сн} - [1 + dU \cdot dN]);$

$A_{с} = (dU \cdot dN \cdot K_{сн}) / (K_{сн} - [1 - dU \cdot dN]).$

2. Межі регулятора: $N_t(0, \dots, N_{opt}, \dots, N_{max})$

$F(крит.) = \Delta P (S_1, S_2 (N))$



S_{sum}, N_{max}

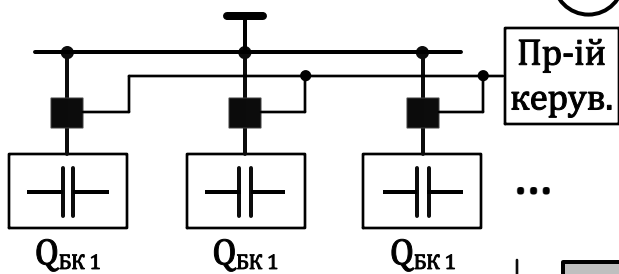
$S_1 = \Delta S \cdot N_t;$

$S_2 = \Delta S \cdot (N_{max} - N_t);$

$\Delta S = S_{sum} / N_{max}.$

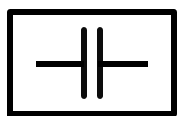
3. Межі регулятора: $N_t(0, \dots, N_{opt}, \dots, N_{max})$

$F(крит.) = \Delta P (Q_{ку} (\Delta Q_{БК} (N)))$



$Q_{БК}, N_{max}$

$Q_{ку} = Q_{БК} \cdot N_t.$



Блок БСК

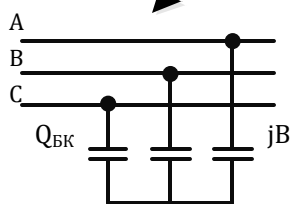


Схема «Зірка»

$Q_{БК} = U^2 B$

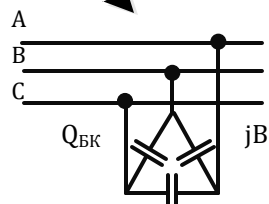
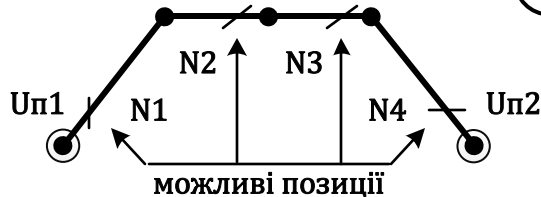


Схема «Трикутник»

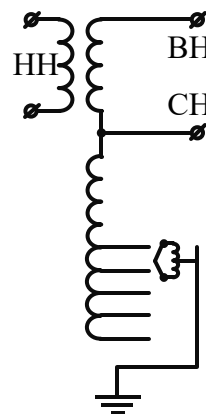
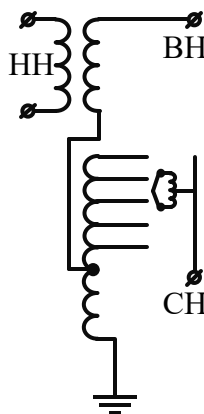
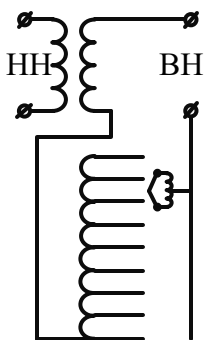
$Q_{БК} = 3U^2 B$

4. Межі регулятора: $N_t(1, \dots, N_{opt}, \dots, N_{max})$

$F(крит.) = \Delta P (Конфиг. (Y (N)))$



Тр-р. з РПН	АТ з РПН-СН	АТ з РПН-НТ
$K_{в*} = 1 + dU \cdot dN$	$K_{в*} = 1$	$K_{в*} = [1 + A_{в}]$
$K_{*с} = K_{сн}$	$K_{*с} = K_{сн} / [1 + dU \cdot dN]$	$K_{*с} = K_{сн} / [1 + A_{с}]$
$K_{*н} = K_{нн}$	$K_{*н} = K_{нн}$	$K_{*н} = K_{нн}$



Доказ залежності результатів пофакторних оптимізаційних заходів від порядку їх реалізації

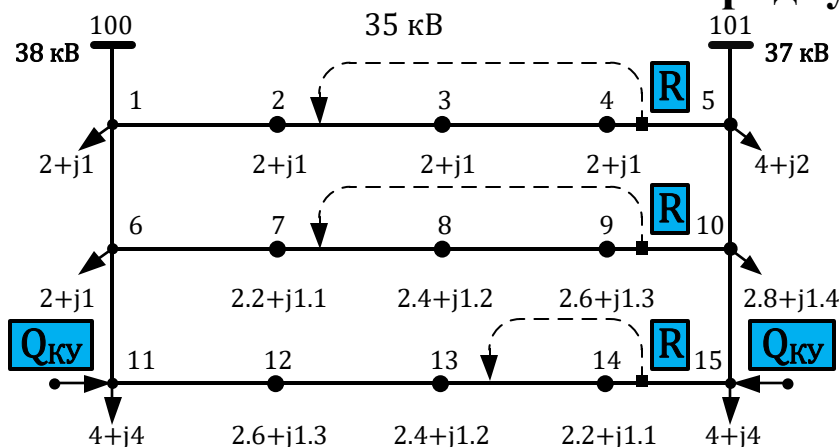


Схема GAR3

- 5 км АСУ-120: 100-1, 101-5;
- 2 км АС-50: 1-2, ..., 4-5, 6-7, ..., 9-10, 11-12, ..., 14-15;
- 3 км АС-95: 1-6, 5-10;
- 3 км АС-70: 6-11, 10-5;
- Q_{KU} ÷ вузли рег. 11, 15.

Діаграма RQ, RR

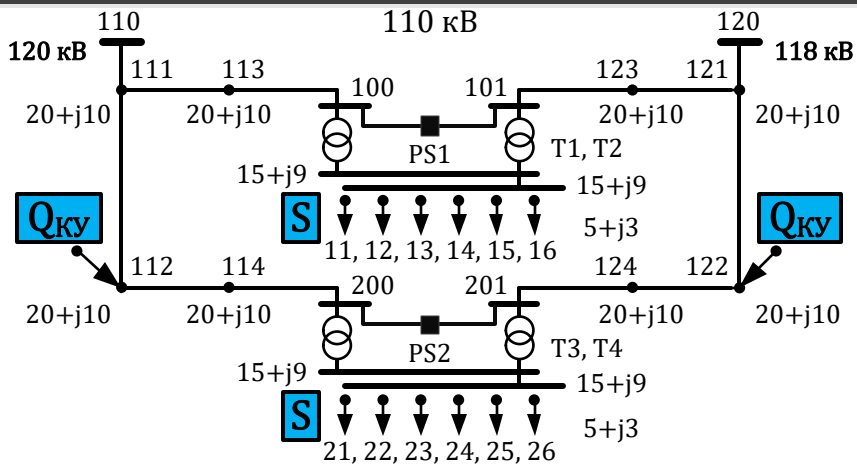
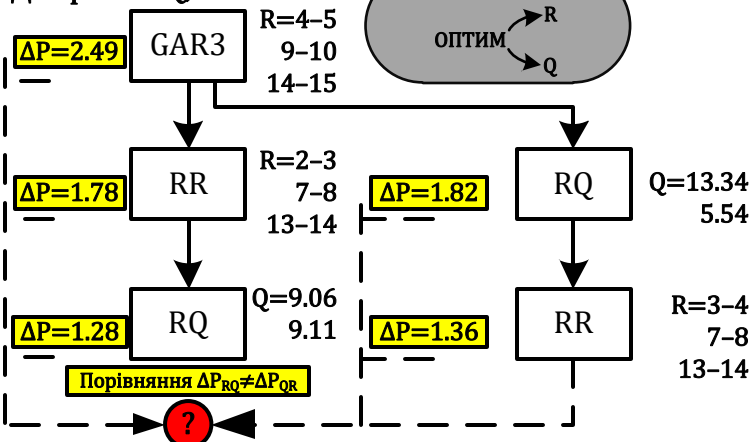
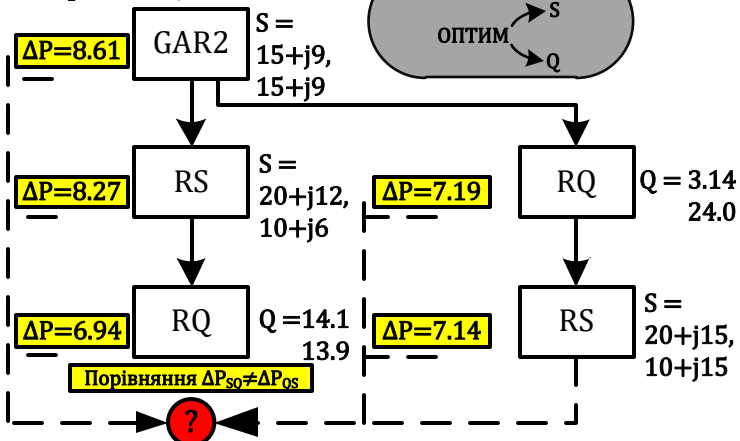


Схема GAR2

- T1, T2, T3, T4: ТДТН 25000-115/11;
- 20 км АСО-150: 110-111, 111-112, 111-113, 112-114;
- 30 км АСО-150: 121-122, 121-123, 122-124;
- 30 км АСО-185: 120-121;

Діаграма RQ, RS

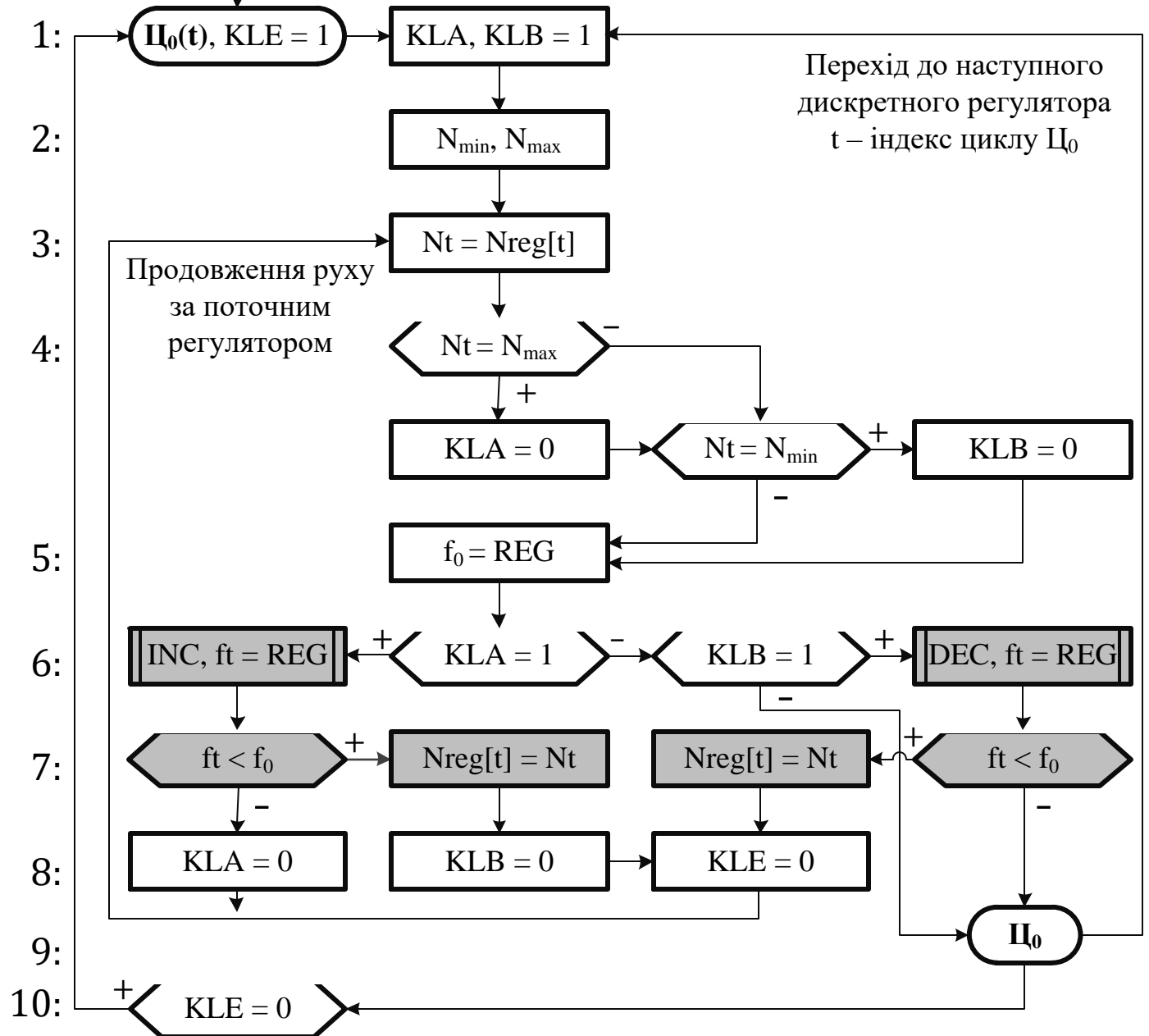


Висновки:

1. Застосовані різні програми оптимізації.
2. Результати оптимізації залежні від порядку запуску програм.
3. Результати оптимізації різні.

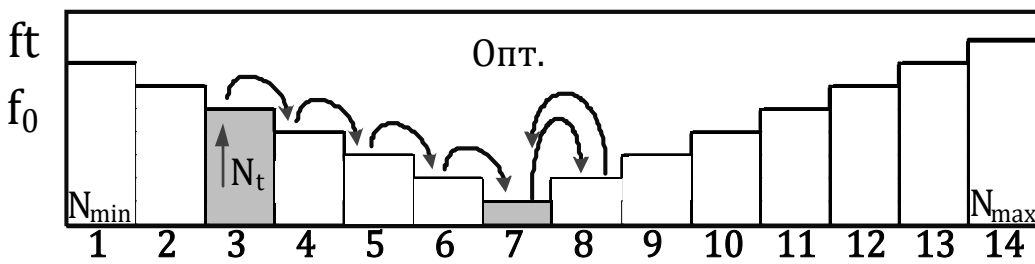
Універсальний алгоритм дискретного спуску. Діаграми пошуку оптимального знач. параметру

***** Вхід

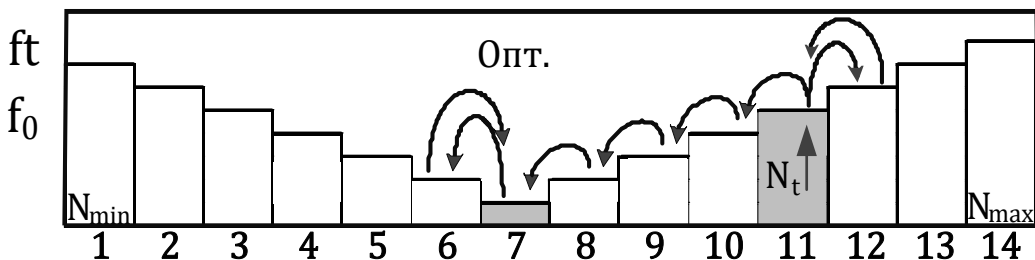


Перехід до наступного дискретного регулятора t – індекс циклу Ψ_0

Продовження руху за поточним регулятором



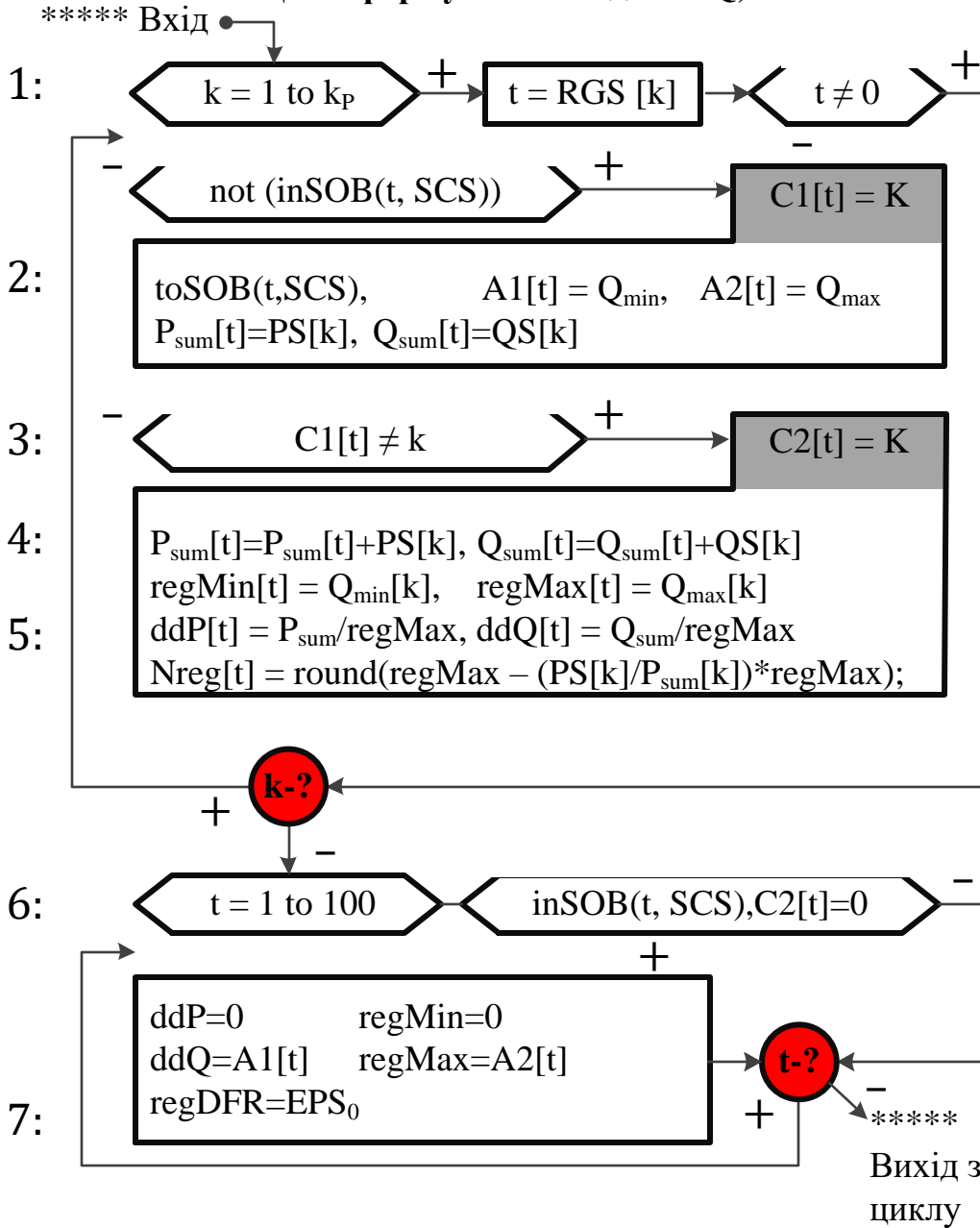
Діаграма DS
Nt-3,4,5,6,7,8,7;
Рух INC



Діаграма DS
Nt-11, 12, 11, 10,
9, 8, 7, 6, 7;
Рух DEC

Алгоритм формування моделі RQ, RS. Процедура кроку. Вхідна та оптимізаційна модель RQ, RS

Цикл формування моделі RQ, RS



Файл UZL, PNT

	Q_{min}	Q_{max}	RGS

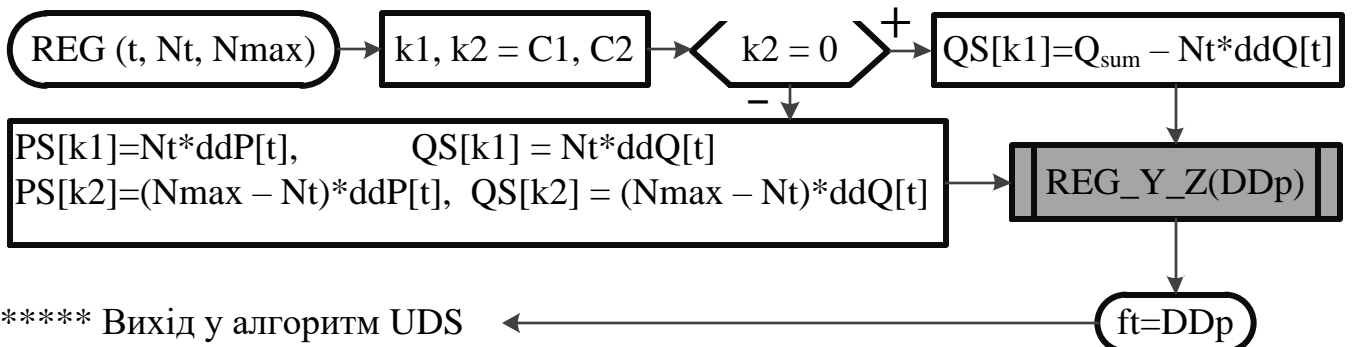
	ddQ	regMax	t_1

	0	0	t_2

	regMin	regMax	t_3

Inf. Модель Optim:

- C1, C2 – зв'язок RQ, RS з UZL;
- P_{sum}, Q_{sum} – сумарне навантаження PS;
- regMin, regMax – межі D-регуляторів;
- ddP, ddQ – фізичний крок у базі режиму;
- Nreg – поточний номер регулятора DS;
- regDFT – точність кроку DS;
- SCS – тип множини.



***** **DDP = 8.0350**

Proc DS(1)

t	Nuz	Nt	DP	Ntn	DPn
1	7	0	8.0350	30	7.3690
3	14	0	7.3690	16	7.1962
5	202	203	6 7.1904	3	7.1632
6	302	303	16 7.2265	8	6.9209
20	11	0	6.9209	20	6.7069

====> – успішний крок DS;

Proc DS(2)

t	Nuz	Nt	DP	Ntn	DPn
1	7	30	6.7069	25	6.6882
3	14	16	6.6882	21	6.6728
5	202	203	3 6.6728	4	6.6716
6	302	303	8 6.6716	10	6.6618
20	11	20	6.6618	22	6.6592

DP, DPn – втрати до та після успішного кроку DS;

Proc DS(3)

t	Nuz	Nt	DP	Ntn	DPn
1	7	25	6.6592		
3	14	21	6.6592	19	6.6567
5	202	203	4 6.6567		
6	302	303	10 6.6567		
20	11	22	6.6567		

Ntn – результуючий стан індексу шкали дискретного регулятора.

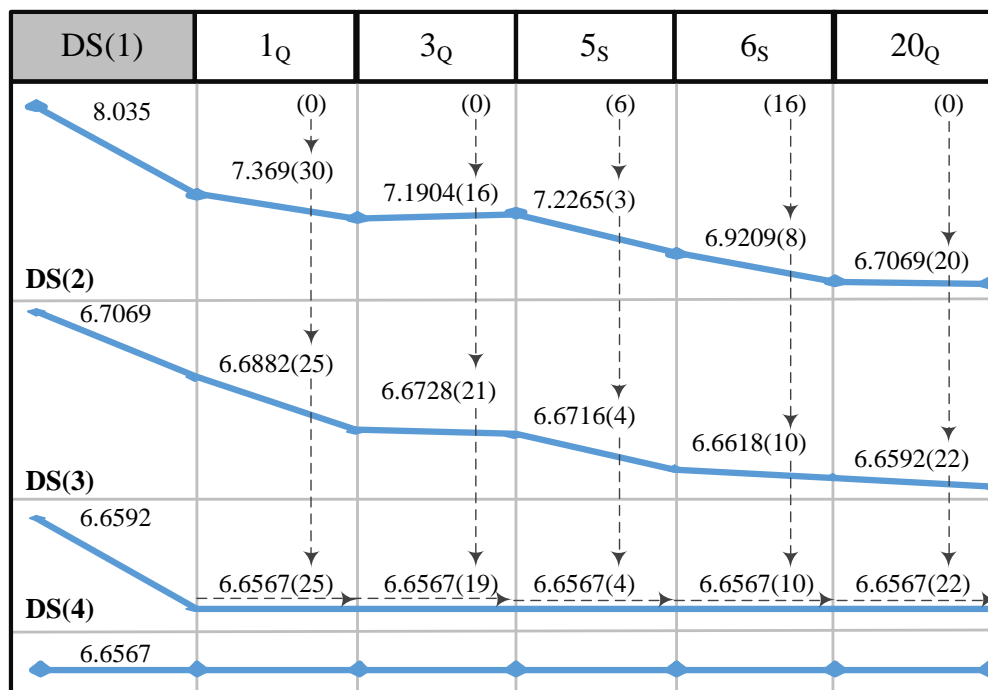
Proc DS(4)

t	Nuz	Nt	DP	Ntn	DPn
1	7	25	6.6567		
3	14	19	6.6567		
5	202	203	4 6.6567		
6	302	303	10 6.6567		
20	11	22	6.6567		

Загальні характеристики оптимального режиму

*****	1	7	25	6.6567	ПОТРЕБЛЕНИЕ	229.0000	105.0000
*****	3	14	19	6.6567	ГЕНЕРАЦИЯ	-237.0350	-117.4130
*****	5	202	203	4 6.6567	ПОТОК БП	1.3783	3.1929
*****	6	302	303	10 6.6567	ПОТЕРИ SSS(2.91 %)	6.6567	9.2201
*****	20	11	22	6.6567			
End DS(4)					БАЛАНС СХМ	0.0000	0.0000

Діаграма DS (кількість ітерацій – 4)



№ регулятору;

Процес $\Delta P(Nt)$;

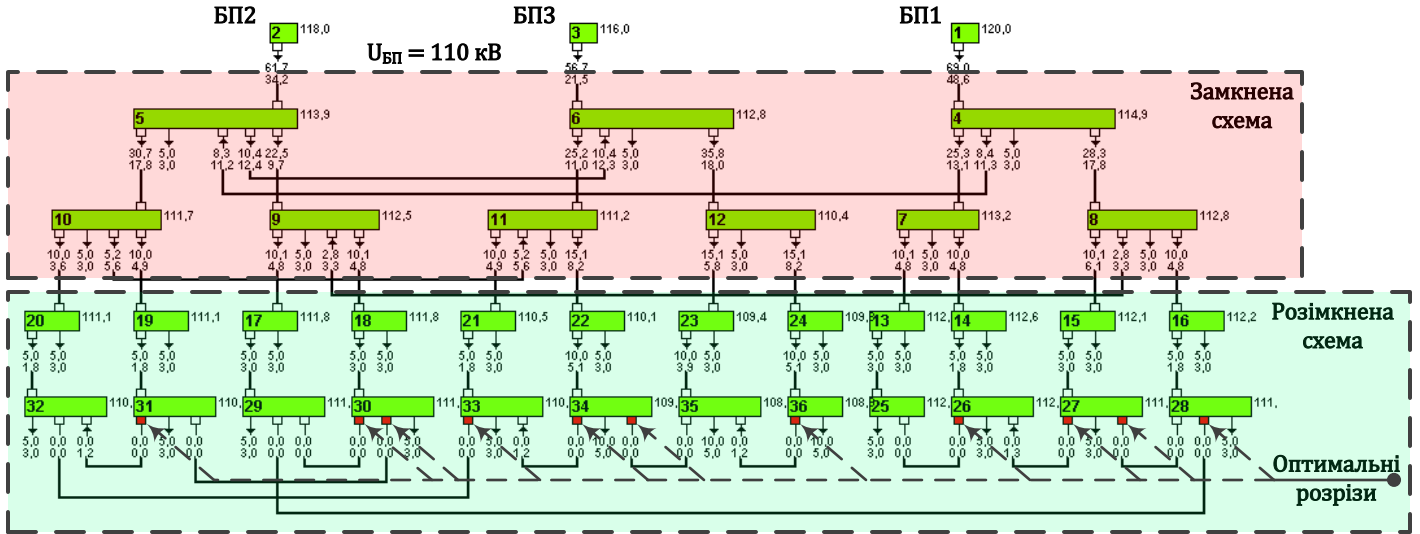
8.036 – 6.707;

6.707 – 6.659;

6.659 – 6.657;

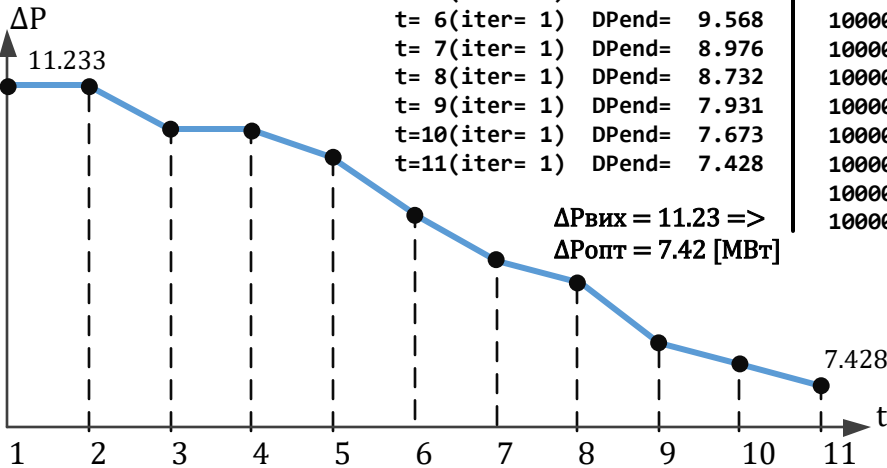
6.657 – Const;

Ілюстрація оптимізації розрізів багатоконтурної схеми



Скорочена документація

Prno = 1



t	DPend
t=1(iter=1)	11.233
t=2(iter=1)	11.233
t=3(iter=1)	10.683
t=4(iter=1)	10.683
t=5(iter=1)	10.298
t=6(iter=1)	9.568
t=7(iter=1)	8.976
t=8(iter=1)	8.732
t=9(iter=1)	7.931
t=10(iter=1)	7.673
t=11(iter=1)	7.428

Вхідний розріз	Кінцевий розріз	Втрати ΔP
1000036 t=1	====>2000034	DPend= 7,428
1000034 t=2	====>2000033	DPend= 7,425
1000032 t=3	====>1000030	DPend= 7,425
1000027 t=4	====>1000027	DPend= 7,425
1000031 t=5	====>1000033	DPend= 7,425
1000028 t=6	====>2000027	DPend= 7,425
1000023 t=7	====>1000035	DPend= 7,424
1000020 t=8	====>1000031	DPend= 7,424
1000018 t=9	====>1000028	DPend= 7,424
1000017 t=10	====>2000030	DPend= 7,424
1000013 t=11	====>1000026	DPend= 7,424

Prno = 0

Повна документація

Ітерація 1
ΔP = 11,331 => 7.428

Ітерація 2
ΔP = Const

```

!!!! DDP= 11.331
****1000036-35==>35-34==>34-22
!!!! DDP= 11.233
!!!! DDP= 12.308
STOP3
****2000034-22==>1000022-34 ##### DDP= 12.313
!!!! DDP= 11.233
****2000034-35==>35-36==>36-24==>24-12
t= 1(iter= 1) DDPend= 11.233
.....
!!!! DDP= 7.673
****1000013-7==>7-4
STOP4
****1000013-7==>1000007-13 ##### DDP= 7.652
!!!! DDP= 7.487
!!!! DDP= 7.428
!!!! DDP= 7.483
****1000026-14==>1000014-26 ##### DDP= 7.483
!!!! DDP= 7.428
****1000026-25==>25-13==>13-7==>7-4
t=11(iter= 1) DDPend= 7.428
    
```

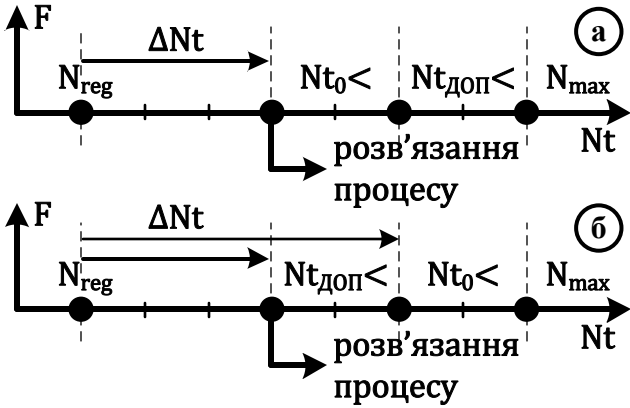
```

!!!! DDP= 7.428
****2000034-35==>35-23==>23-12
!!!! DDP= 7.673
****1000035-23==>1000023-35 ##### DDP= 7.678
!!!! DDP= 7.428
!!!! DDP= 7.858
STOP3
****2000034-22==>1000022-34 ##### DDP= 7.863
!!!! DDP= 7.428
****2000034-35==>35-23==>23-12
t= 1(iter= 2) DDPend= 7.428
.....
!!!! DDP= 7.428
****1000026-25==>25-13==>13-7==>7-4
!!!! DDP= 7.487
****1000025-13==>1000013-25 ##### DDP= 7.487
!!!! DDP= 7.428
!!!! DDP= 7.483
****1000026-14==>1000014-26 ##### DDP= 7.483
!!!! DDP= 7.428
****1000026-25==>25-13==>13-7==>7-4
t=11(iter= 2) DDPend= 7.428
    
```

- Матрична модель Z_Regim (блоч.конт. метод);
 * Функції F (струморозп., режим напруг);
 * Оптимальна індексація контурів схеми;
 * Графіка, Сервіс, Експорт, Імпорт, Опт.

$$\dot{U}_n^{(t+1)} = \dot{U}_0 + F(i_n^{(t+1)} \mp i_k^{(t+1)}); \quad i_k^{(t+1)} = i_k^{(t)} + \Delta i_k^{(t+1)}$$

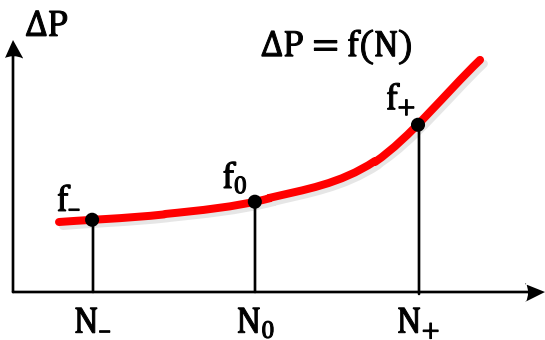
$$i_n^{(t+1)} = d(\hat{U}^{-1})^{(t)} \cdot \hat{S}_n + d\hat{Y}_n \cdot (U_n^2)^{(t)}; \quad \Delta i_k^{(t+1)} = \dot{Z}_k^2 \cdot E_v^{(t)}$$



- Матрична модель Z_Regim (вузл. метод);
 * Подвійна факторизація BIFACTOR;
 * Оптимальна індексація вузлів схеми;
 * Акценти розімкнених мережевих графів.

$$\dot{U}_n^{(t+1)} = \dot{U}_0 + Z_{nn} \cdot [d(\hat{U}^{-1})^{(t)} \cdot \hat{S}_n + d\hat{Y}_n \cdot (U_n^2)^{(t)}]$$

DS другого порядку: Квадратична апроксимація



$$F = A \cdot N^2 + B \cdot N + C; \quad N^{opt} = -round\left(\frac{B}{2A}\right);$$

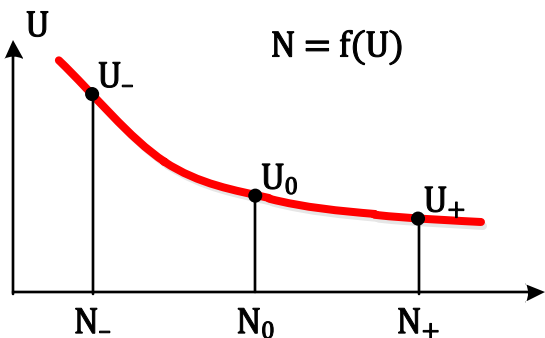
$$A = \left[\frac{f_+ - f_-}{N_+ - N_-} - \frac{f_0 - f_-}{N_0 - N_-} \right] / (N_+ - N_0);$$

$$B = \frac{f_0 - f_-}{N_0 - N_-} - A \cdot (N_0 + N_-);$$

$$C = f_0 - (B + A \cdot N_0) \cdot N_0;$$

При $N_- = N_0 - 1; N_+ = N_0 + 1 \rightarrow dNt = \frac{0.5(f_- - f_0)}{f_- + f_+ - 2f_0}; Nt_0 = Nt + dNt.$

Бар'єрна функція



Δ - крок DS процесу RQ; $U^* = \sqrt{U_0^2 + U_N^2}$

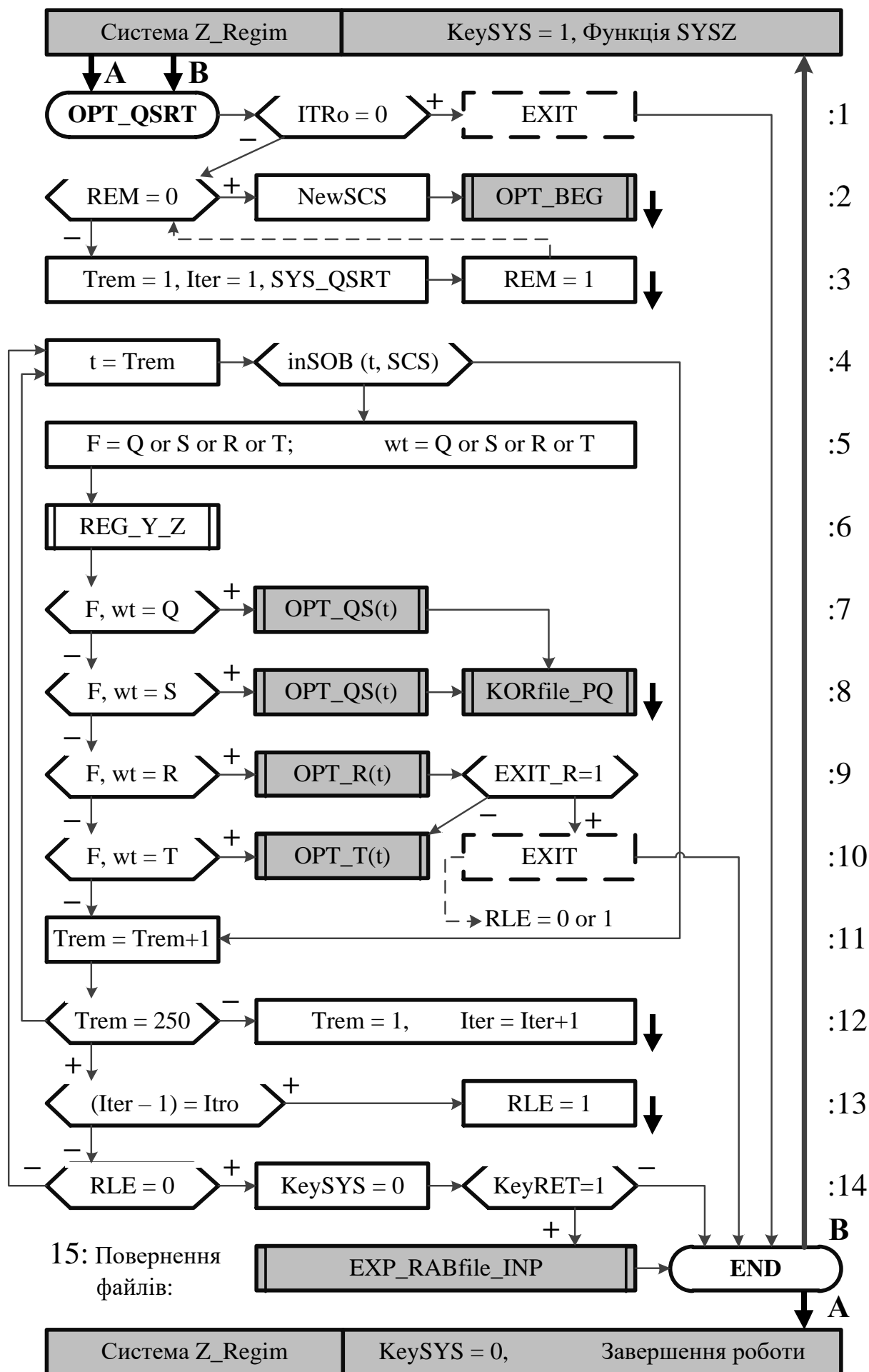
f	U_-^*	U_0^*	U_+^*	арг
арг	N_-	N_0	N_+	f

$$N = f(U^*)$$

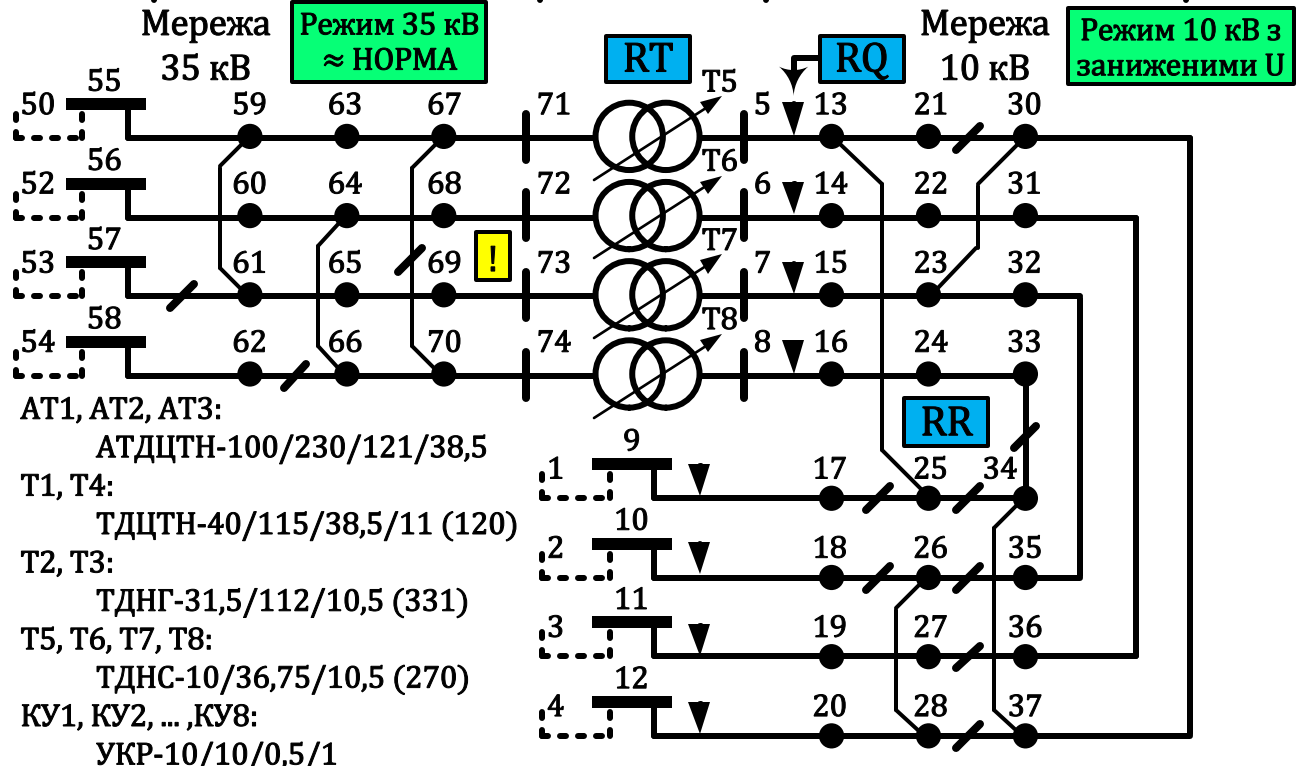
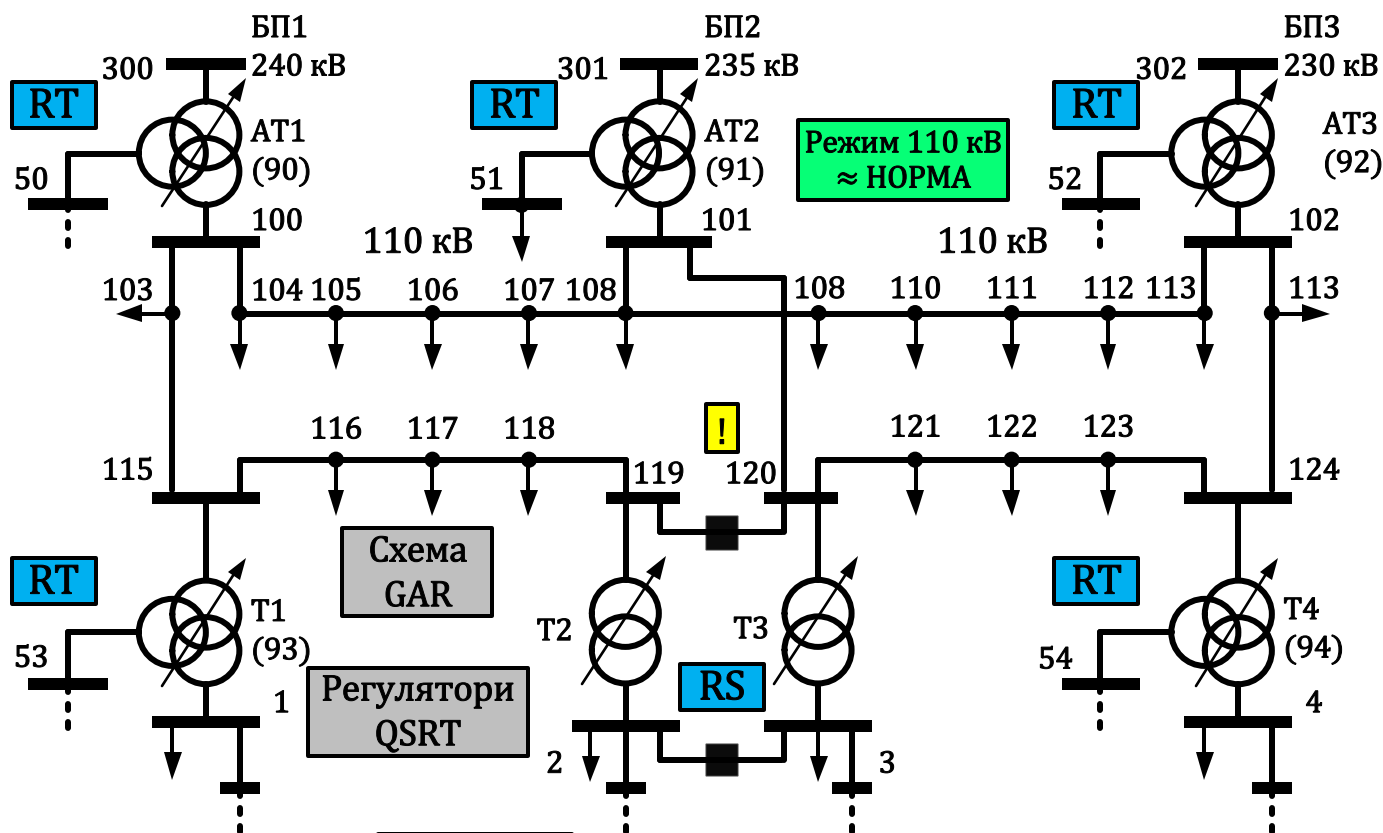
$$U^* = f(N)$$

$$N_{доп} = f(U_{доп}) \rightarrow N_{min} \leq N^{opt} \leq N_{max}$$

Блок-схема програмного комплексу GAR_QSRT_OPT



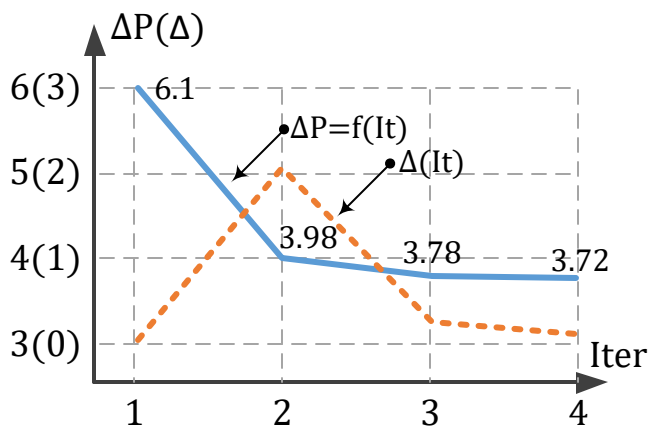
Контрольний приклад поліфакторної оптимізації



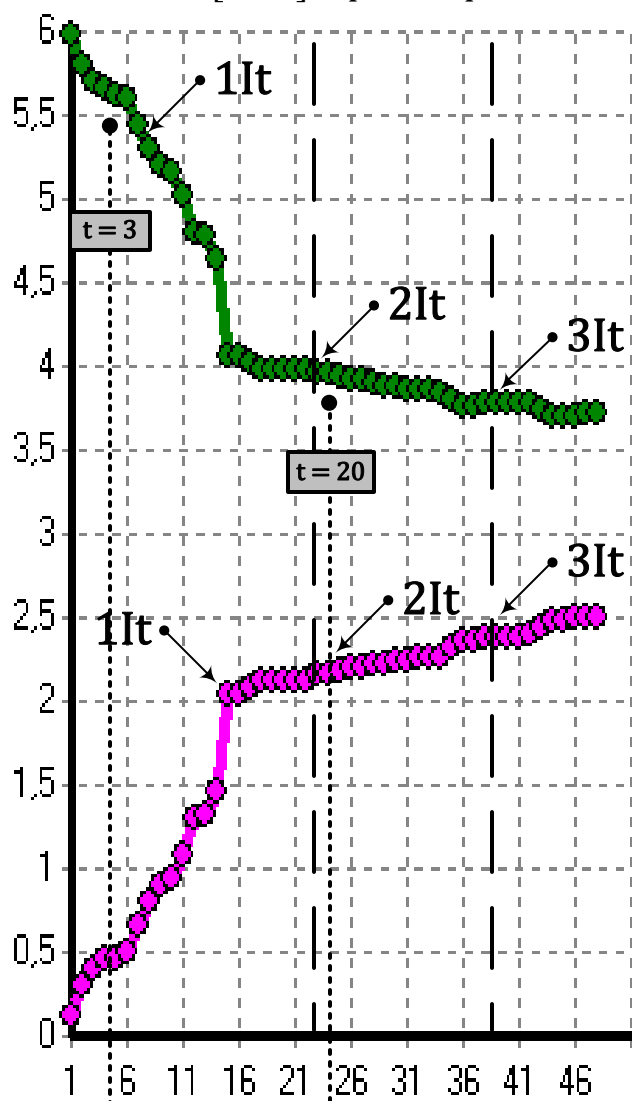
RR: : Розрізи мереж 10, 35 кВ. Т = 1-11;
 RQ: : КУ1 - КУ8. Nmax = 20. ПС 35/10 (5,6,7,8), РП (9,10,11,12). Т = 15 - 22;
 RT: : АТ1, АТ2, АТ3 (РПН-СН), Т1 - Т8 (РПН-ВН). Т = 50, 51, 52, ..., 59, 60;
 RS: ПС(Т2,Т3) : Psum = 14, Qsum = 8, Nmin = 0, Nmax = 20. Т = 25;
 Загально 31 регулятор. ΔР = 6.100 МВт (2.93%). Найвні занижені рівні напруг (U-).

[МВт] Траекторія ОПТ.

	Iter1		Iter2		Iter3	
	ΔP	Δ	ΔP	Δ	ΔP	Δ
RR	5.60	0.50	3.92	0.06	-	0
RQ	4.64	0.96	3.86	0.04	-	0
RS	4.06	0.58	-	0	-	0
RT	3.98	0.08	3.78	0.07	3.72	0.06
	2.12		0.17		0.06	

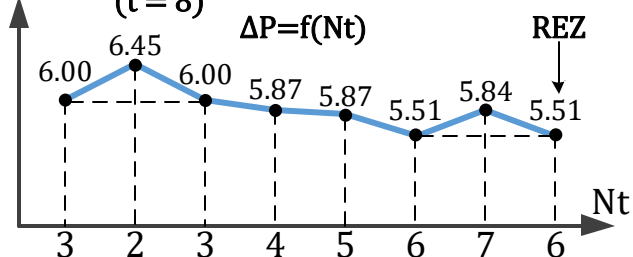


■ R1 ■ R2 [МВт] Траекторія ОПТ.



t	Nt→Nt0	K _{TR}	Q _{KV}	S _n	U
15	0→11		5.5		10.97
16	0→9	Nt0	4.5	Nt0	10.94
17	0→9	↓	4.5	↓	10.97
18	0→10	Q _{KV}	5.0	S1, S2	10.94
19	0→11	↓	5.5	↓	10.96
20	0→11	Regim	5.5	Regim	10.97
21	0→9	↓	4.5	↓	10.82
22	0→13	ΔP	6.5	ΔP	11.00
25	14→0	14-j8(3), 0+j0(2)			10.91
50	3→4	1.95	Tr-ри		120.40
51	3→4	1.95			120.44
52	3→6	1.85			119.92
53	9→12	1.04	Nt0		38.11
54	9→12	1.04	↓		38.40
55	8→9	10.67	KTR		10.91
56	8→9	10.67	↓		10.85
57	5→11	3.61	Regim		10.97
58	5→9	3.50	↓		10.94
59	5→10	3.55	ΔP		10.97
60	5→10	3.55			10.94

RR 37-28 → 24-16 (Nt = 3→6)
(t = 8)



RQ Траекторії Nt при DS1 та DS2
(t = 20)

