

ний будь-який режим системи, що відповідає вимозі врівноважування амплітуд живлять струмів. Завдяки цьому знаходиться не єдиний глобальний мінімум, а будь-який локальний, до якого зводиться рішення.

Після закінчення пошукової оптимізації від вектора початкових значень параметрів оптимізації [500 200 50]. За показами віртуальних приладів значення цільової функції складає величину $N_{ev}=1,478e-6$, що свідчить про високу точність знаходження оптимуму. Амплітуди струмів у всіх трьох лініях складає 7,858 А. Фаза А віддає 390,1 Вт активної потужності та -47,21 Вар – реактивної. Наявність реактивної потужності, свідчить про те, що при знайдених в процесі рішення параметрів компенсую чого пристрою, компенсація реактивної потужності здійснюється не повністю. Про це свідчить і значення кута зсуву струму відносно напруги який складає 6,901. Величини ємностей представлена вектором рішення $x=[572,2710 \ 192,4647 \ 44,6162]$.

Для порівняння с режимом повної компенсації реактивної потужності в моделі до суматора був підведений четвертий зв'язок. При цьому цільову функцію доповнено кутом зсуву струму в фазі А по відношенню до фазної напруги. Відповідно значення цільової функції визначається наступним чином:

$$X = \sqrt{(I_A - I_B)^2 + (I_B - I_C)^2 + (I_C - I_A)^2 + \varphi_A^2}$$

Результати отримані в режимі повної компенсації реактивної потужності будуть наступними: значення цільової функції $N_{ev}=3,009e-6$; амплітуди струмів складають -7,754 А; Фаза А віддає 387,7 Вт активної потужності та 6,166e-7 Вар – реактивної. Величини ємностей представлена вектором рішення $x=[562,1197 \ 182,3135 \ 34,4649]$.

На підставі отриманих результатів можна зробити висновок про те що запропонований метод розрахунку параметрів симетрокомпенсуючого пристрою є доцільним. Використання при оптимізації критерію врівноваження амплітуд струмів дозволяє спростити рішення, оскільки при цьому відшукується будь-який локальний оптимум.

ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ТЕЛЕМЕХАНІКИ НА ЕЛЕКТРИЧНИХ ПІДСТАНЦІЯХ

Булгаков О.Ф.

Наукові керівники – Маляренко В.А., д-р техн. наук, професор,

Бородін Д.В., ст. викладач

Метою телемеханізації електричних підстанції є забезпечення можливості диспетчерського управління цією підстанцією, тобто ди-

станційного вимірювання сигналів на ПС та дистанційного управління (телеуправління) виконавчими механізмами, в першу чергу вимикачами. Телемеханізація ПС є основою «інтелектуальних електромереж» - SmartGrid.

Сигнали, які повинні передаватися з ПС на диспетчерський пункт, діляться на 2 групи – телесигнали (ТС, DI – Digital Input) та телевимірювання (ТВ, AI – Analog Input). Телесигнали є дискретними двопозиційними величинами, які представляють положення комутаційних апаратів на ПС, стан релейних та інших захистів, тощо. Аналогові сигнали представляють значення струмів, напруги, потужності на шинах на приєднаннях ПС. Прилади для збору сигналів та передачі їх на диспетчерський пункт, а також прийому команд управління – контрольовані пункти телемеханіки, мають за кордоном назву RTU – Remote Terminal Unit, термін співпадає з назвою приладів мікропроцесорних релейних захистів та інших «польових» елементів розподілених систем збору даних або управління в енергетиці. Пристрої телемеханіки повинні відповідати високим вимогам щодо функціональності, надійності, строку експлуатації, підтримки з боку розробників, кібербезпеки, сумісності з світовими стандартами.

Серед зарубіжних спеціалізованих телемеханічних пристроїв, призначених для використання на ПС, найбільш розповсюджені прилади виробництва компаній ABB (RTU211, RTU5xx) та Siemens (SICAM TM/AK 1703) рис. 1. В Україні найбільш відомі ABB RTU560 (більш 20000 пристроїв в світі).

Пристрої телемеханіки мають моноблочну (ABB RTU211/511) або модульну конструкцію, максимальна кількість сигналів може складати от 136 для TM 1703 міс до 32000 для TM 1703 АСР. Тип пристрою, склад та кількість модулів залежить від розміру ПС та вимог диспетчерського управління.

Для зв'язку з диспетчерським пунктом використовуються дротові або бездротові вузько- або широкополосні канали зв'язку, підтримуються протоколи передачі даних MEK-870-5-101, MEK-870-5-104. Деякі пристрої мають модулі обміну даними за протоколами «цифрової підстанції» MEK-61850. Є можливість використання годинника реального часу для старших моделей.



а)



б)



в)

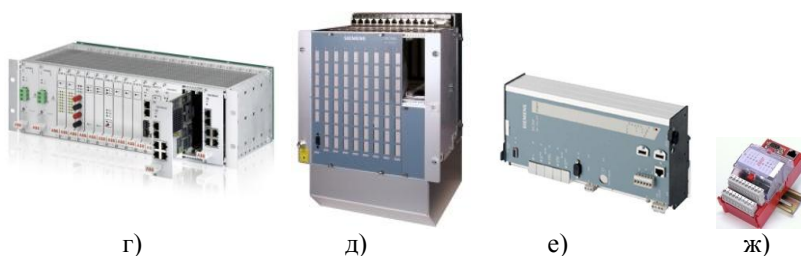


Рисунок 1 — Зовнішній вид пристроїв ABB (а – RTU211/511, б – RTU520, в – RTU-540, г – RTU-560) та Siemens (д – АК 1703 АСР, е – ТМ 1703 АСР, ж – ТМ 1703 mic)

Як правило, виробники пристроїв телемеханіки передбачають використання фірмового програмного забезпечення диспетчерського управління – ABB MicroSCADA, ABB Ability™ Symphony® Plus, Siemens SICAM 230, але сумісність з стандартними галузевими комунікаційними протоколами дозволяє використовувати і інше програмне забезпечення верхнього рівня.

В табл.1 наведені характеристики ефективності ABB RTU560.

Таблиця 1 — Характеристики ефективності ABB RTU560

Характеристика	Значення	Клас IEC 60870-4
Середній час напрацювання на відмову (Mean Time Between Failures)	MTBF≥8760 год.	R3
Коефіцієнт готовності	A≥99.95%	A3
Середній час відновлення	MTTR≤12 год	M3
Середній час ремонту	MRT≤1 год	RT4
Імовірність порушення цілісності даних	IE≤10 ⁻¹⁰	I2
Точність визначення мітки часу	TR≤1 мс	TR4
Похибка вимірювання аналогових сигналів	E≤0.5%	A4

МОДЕРНІЗАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ 330/110КВ

Лясоцький О.М.

Науковий керівник – Дьяков Є.Д., канд. техн. наук, доцент

Актуальність теми. Основою сучасних електричних систем являються теплові і атомні електростанції. Виробка ресурсу їх основного обладнання досягла 70-90% і тому на сьогодні є актуальним питання