

Лекція 6. СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ АПАРАТУРИ Й ПІДПРИЄМСТВ ЗВ'ЯЗКУ

6.1. Загальні положення

Сучасна апаратура зв'язку висуває жорсткі вимоги до якості і надійності подачі електричної енергії, необхідної для її функціонування.

Усі електроприймачі підприємств і споруд залежно від вимог до надійності подачі електричної енергії поділяють на три категорії.

До першої категорії належать електроприймачі, для яких перерва у подачі електричної енергії (вихід за припустимі межі) може викликати переривання зв'язку та мовлення, тобто порушення передачі важливої інформації. Це технологічні електроприймачі центральних підсилювальних станцій радіотрансляційних вузлів, міських АТС ємністю від 500 до 3000 номерів включно, сільських АТС, районних вузлів зв'язку для сільськогосподарських районів (РВЗ-СГ).

У цій категорії електроприймачів виділяється особлива група, що потребує підвищених вимог надійності підведення електричної енергії. До групи першої категорії належать електроприймачі, перерва у подачі електроенергії яким може викликати порушення найважливіших зв'язків, особливо важливих оповіщень, а також порушення складного технологічного процесу, що може створити загрозу життю людей. До групи першої категорії входять технологічні електроприймачі міжміських телефонних станцій, телеграфних станцій і вузлів, мережеских вузлів і вузлів автоматичної комутації (обслуговуються у підсилювальних пунктах районних вузлів зв'язку для промислових районів, міських автоматичних станцій (АТС) ємністю понад 3000 номерів), а також апаратура аварійного й евакуаційного електроосвітлення.

До другої категорії належать технологічні електроприймачі підстанцій міських телефонних мереж, опорних підсилювальних підстанцій, блоків-станцій і станцій радіотрансляційних вузлів з ламповою апаратурою, перерва у подачі електроенергії яким може викликати перерву передач місцевого мовлення.

До третьої категорії віднесені всі інші електроприймачі.

Підприємства електрозв'язку розташовують, як правило, у місцях, де вони можуть бути забезпечені надійними і дешевими джерелами електроенергії, якими є електричні мережі енергосистем. Підприємства електрозв'язку підключаються до електричних мереж енергосистем, як правило, через лінії електропередач (ЛЕП) і власні трансформаторні підстанції (ТП), що перетворюють високу напругу 10 чи 6 кВ у напругу 0,4 кВ трифазного змінного струму з частотою 50 Гц. Однак надійність електричних мереж енергосистем не завжди достатня для забезпечення необхідної надійності подачі електроенергії електроприймачам. Тому електропостачання підприємств електрозв'язку здійснюється від кількох незалежних один від одного джерел електричної енергії, якими можуть бути як електричні мережі енергосистем (джерела зовнішнього електропостачання), так і власні автоматизовані електростанції, обладнані, як правило, дизель-генераторами. Крім того, на підприємствах електрозв'язку передбачається резервування електричної енергії за допомогою акумуляторних батарей (АБ).

Необхідна кількість незалежних джерел електропостачання (зовнішніх і власних), кількість дизель-генераторів власної електростанції, а також кількість груп акумуляторних батарей і розрахунковий час розряду однієї групи встановлюється відомчими нормами технологічного проектування ВНТП. Згідно з цим документом усі електроприймачі, що належать до особливої групи першої категорії, мають бути забезпечені електропостачанням від трьох незалежних джерел електроенергії трифазного змінного струму.

Для перетворення електричної енергії, одержуваної від джерел електропостачання, її регулювання і стабілізації в заданих межах, резервування за допомогою АБ і агрегатів безперебійного живлення (АБЖ), а також розподілу і захисту на підприємстві електрозв'язку обладнується установка електроживлення (ЕЖУ), що є частиною електроустановки (ЕУ). ЕУ - це весь комплекс енергоспоруд, що забезпечує електропостачання, електроживлення апаратури зв'язку, освітлення, а також роботу різних установок (наприклад, вентиляційних, кондиціонування), від яких залежить нормальна робота апаратури й обслуговуючого персоналу. У разі розміщення в одному будинку АТС, МТС, телеграфних станцій та інших об'єктів повинно передбачатися застосування загальних ЕУ, у тому числі загальних ЕЖУ, якщо це не призводить до підвищення капітальних і експлуатаційних витрат і якщо відсутні спеціальні вимоги на живлення апаратури.

Окрім ЕЖУ виробляють електричну енергію постійного струму номінальних напруг 60 і 24 В, а також електричну енергію три- й однофазного змінного струму з частотою 50 Гц номінальної напруги (фазної) 220 В. Якісні показники електричної енергії, які виробляє ЕЖУ, встановлюються ДСТУ EN 50160 : 2014 (EN 50160 : 2010, IDT) Національний стандарт України. Електроживлення сучасної апаратури електрозв'язку, такої, наприклад, як цифрова система передачі, міська, міжміська

і телеграфна станція із програмним керуванням, здійснюється або від ЕЖУ, або безпосередньо від джерел електропостачання через власні джерела вторинного електроживлення (ДВЕЖ), що встановлені в стійках апаратури. Ці ДВЕЖ розглядаються як елементи апаратури.

Система електроживлення - це сукупність системи електро-постачання, пристроїв перетворення, регулювання, стабілізації, резервування і розподілу електричної енергії, необхідної для функціонування апаратури, а також пристроїв контролю, діагностики та захисту як самих пристроїв цієї сукупності, так і апаратури.

Системи електроживлення мають задовольняти таким основним вимогам:

- забезпечувати надійне і безперебійне електроживлення апаратури електричною енергією необхідної якості, а також тих споживачів, від яких залежить нормальна робота апаратури;
- бути економічними при будівництві й експлуатації;
- мати досить високі енергетичні показники (ККД і коефіцієнт потужності) й об'ємно-масові показники;
- бути максимально автоматизованими;
- будуватися на базі електрообладнання промислового виготовлення;
- мати великий термін служби (не менше 20 років) і передбачати можливість подальшого розвитку і модернізації протягом перших п'яти років без заміни основного силового обладнання.

6.2. Системи електроживлення підприємств електрозв'язку

Згідно з відомчими нормами технологічного проектування електроустановок підприємств і споруд зв'язку України, залежно від складу обладнання ЕЖУ і способу експлуатації АБ, системи електроживлення класифікують у такий спосіб:

- буферна система електроживлення;
- двопроменева безакумуляторна система електроживлення;
- система електроживлення з відокремленою від навантаження резервною акумуляторною батареєю.

У буферній системі живлення апаратури при нормальному електропостачанні здійснюється від стабілізованих вирівнюючих пристроїв, що забезпечують одночасно безперервне підзарядження АБ (основних груп АБ), підключених паралельно навантаженню. При перервах в електропостачанні живлення апаратури здійснюється від АБ. Оскільки напруга АБ в міру її розряду падає, то для її підтримки в заданих межах застосовуються спеціальні пристрої регулювання або стабілізації. У разі, коли апаратура допускає зміну напруги в межах $\pm 10\%$ встановленого значення, застосовується регулювання або комутація груп додаткових елементів, або комутація груп кремнієвих вентилів.

На рис. 6.1, а зображено спрощену структурну схему ЕЖУ при буферній системі живлення з комутацією груп додаткових елементів (ДЕ), підключення яких здійснюється пристроєм комутації (ПК) у міру розряду АБ. Підзарядження ДЕ здійснюється від випрямляча заряду (ВЗ), а основної групи — від буферного випрямляча (БВ). Установки електроживлення, побудовані за цим принципом, набули широкого застосування як у вітчизняній, так і закордонній практиці для живлення апаратури міських АТС декадно-крокової і координатної систем комутації, МТС, АМТС в установках прямих з'єднань телеграфних станцій тощо.

При регулюванні напруги комутацією груп кремнієвих вентилів (нелінійний елемент (НЕ) на рис. 6.1, б) ЕЖУ істотно спрощується. Однак у цьому разі при нормальному електропостачанні напругу на виході БВ необхідно підтримувати на вищому рівні, ніж цього вимагає апаратура. У зв'язку з меншою економічністю цього способу регулювання напруги він застосовується при відносно невеликій потужності, наприклад, у ЕЖУ ± 60 В при навантаженнях до 70 А.

У сучасних мережах зв'язку широко застосовують цифрові системи передачі і станції з програмним керуванням, виконані на інтегральних мікросхемах (ІМ). Незважаючи на те, що живлення ІС цієї апаратури здійснюється через індивідуальні конвертори або випрямлячі, встановлені безпосередньо в стояках апаратури, вимоги до якості електроенергії, що виробляється ЕЖУ, є жорсткішими. Так, для станцій АТСЕМТ20, 25, «Елінг» та АТС і АМТС КЕ «Кварц», «Джерело» припустиме відхилення напруги — 60 В у перехідних режимах роботи ЕЖУ складає $+10\ldots-6\%$, а пульсація напруги не повинна перевищувати 2 мВ псофометричних. Необхідна якість вироблюваної ЕЖУ електроенергії не завжди може бути забезпечена при регулюванні комутацією груп додаткових елементів акумуляторної батареї. Тому для живлення нових систем зв'язку застосовується буферна система живлення, яка забезпечує стабілізацію напруги за допомогою авторегулюючих вольто-додаткових конверторів (ВДК).

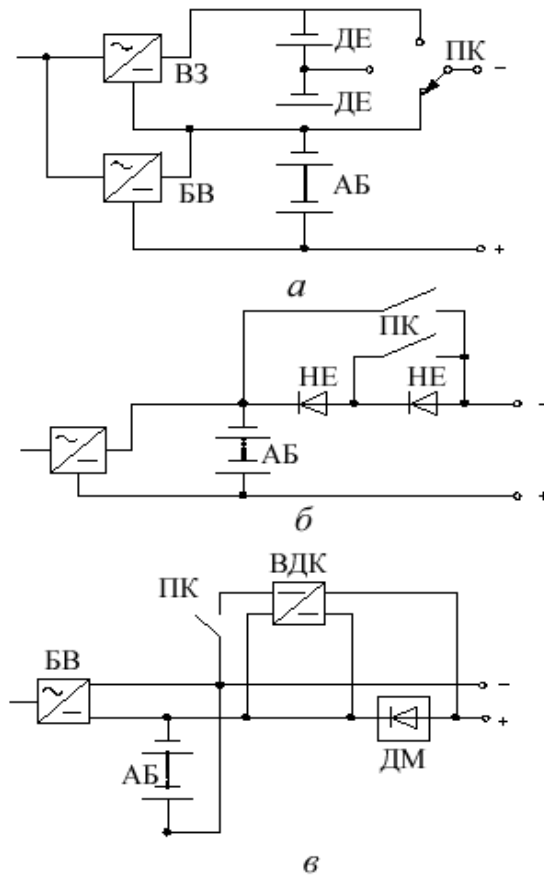


Рис. 6.1. Структурні схеми буферної системи живлення:
 а - з комутацією груп додаткових елементів;
 б - з комутацією груп кремнієвих вентилів;
 в - з автопускаючим вольтододатковим конвертором

Можливі два варіанти роботи ЕЖУ. За першим варіантом (рис. 6.1, в) при нормальному електропостачанні ВДК відключений пристроєм комутації (ПК), а його вихід зашунтований діодним мостом (ДМ) (варіант із пасивним ВДК). У разі відсутності електропостачання чи аварії в БВ ВДК автоматично вмикається і компенсує зниження напруги акумуляторної батареї. Після відновлення електропостачання і зарядки АБ до заданої напруги ВДК відключається. Згідно з другим варіантом (варіант з активним ВДК) ВДК постійно підключений до кола навантаження, що істотно підвищує якість електроенергії, що виробляється в перехідних режимах роботи ЕЖУ. Енергетичні показники другого варіанта дещо нижчі через постійну витрату енергії у ВДК.

У залежності від числа необхідних номіналів напруги живлення буферна система може бути виконана за багатобатарейним принципом (на кожен напругу постійного струму передбачається окрема ЕЖУ) чи із застосуванням однієї опорної батареї; всі інші напруги постійного і змінного струму, необхідні для живлення апаратури зв'язку, виробляються за допомогою перетворювачів чи агрегатів безперебійного живлення (АБЖ). На об'єктах зв'язку, де навантаження за окремими номіналами не можуть бути забезпечені випрямлячами, що випускаються промисловістю, а обладнання комутації АБ чи сама апаратура вимагає живлення від окремих джерел, допускається застосування двох чи більше ЕЖУ однієї напруги (децентралізований варіант буферної системи).

Переваги буферної системи електроживлення:

- забезпечення апаратури безперебійним живленням;
- можливість подальшого розширення за рахунок рівномірного ввімкнення випрямних пристроїв і ВДК.

Недоліками буферної системи живлення, насамперед, є відносно висока вартість струмозподільної мережі (СРМ) і витрати енергії в ній, особливо при низьких рівнях напруг.

Подальше впровадження інтегральної техніки в апаратуру електрозв'язку обумовлює збільшення потужності, перетвореної ДВЕЖ (у стояках апаратури), збільшення відношення конвертованої потужності до загальної потужності, що споживає апаратура. Збільшення цього відношення веде до зростання втрат енергії, погіршення економічних показників і створює труднощі з розміщенням

обладнання систем електроживлення при побудові їх за традиційною схемою на рис. 6.1, а, б чи за схемою на рис. 6.1, в.

Основні напрямки розвитку буферної системи електроживлення полягають у такому:

- відмова від пристроїв регулювання чи стабілізації напруги в колі АБ, оскільки живлення апаратури здійснюється через стабілізовані конвертори, які принципово допускають широкі межі зміни вхідної напруги;
- підвищення вихідної напруги ЕЖУ до 140...180 В з метою зниження втрат у СРМ і конверторах апаратури;
- перехід від традиційної для буферної системи магістрально-рядової СРМ до магістрально-радіальної з метою забезпечення більшого згасання між точками споживання з точки зору шумів, а також більшої гнучкості в розвитку апаратури.

У двопробеновій безакумуляторній системі електроживлення окремих груп споживачів напруги одного номіналу живлення здійснюється безпосередньо від двох чи більшої парної кількості стабілізованих випрямних пристроїв (рис. 6.2).

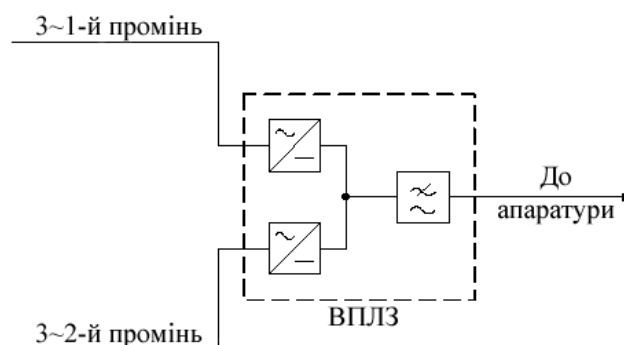


Рис. 6.2. Структурна схема двопробенової безакумуляторної системи живлення

Електропостачання кожної половини цих випрямлюючих пристроїв (одного променя системи) за нормальних умов електропостачання здійснюється від свого незалежного джерела енергії змінного струму. При цьому випрямні пристрої кожного променя завантажені не більш ніж на 50% їхньої номінальної потужності. При відключенні одного з джерел енергії змінного струму і до заміни його резервним живлення апаратури здійснюється від променя, що залишився, завантаження випрямних пристроїв якого подвоюється. Як пристрої перетворення енергії в цій системі застосовують автоматизовані установки типу ВПЛЗ-3, кожна з яких складається з двох випрямлячів типу ВЛ і загальної шафи фільтрів. Автоматизовані установки ВПЛЗ-3 встановлюють безпосередньо в апаратних підприємствах зв'язку.

Перевагою цієї системи, насамперед, є менша вартість (порівняно з першою системою СРМ), особливо при низьких рівнях напруги живлення (24В; 21,2В), оскільки розподіл енергії здійснюється за змінним струмом, і простота експлуатації ЕЖУ через відсутність кислотних акумуляторів.

Недоліками системи є:

- гірша якість електроенергії, що виробляється в перехідних режимах роботи ЕЖУ;
- необхідність у надійнішому електропостачанні підприємства зв'язку.

Згідно з ВНТП «двопробенова безакумуляторна система» може застосовуватися тільки за наявності:

- трьох незалежних джерел електропостачання, одним з яких є електростанція енергосистеми;
- двох незалежних зовнішніх джерел електропостачання і власної автоматизованої дизельної електростанції, що вмикається автоматично за відключення одного із зовнішніх джерел електропостачання за час, менший ніж 30 с.

Розглянута система набула застосування у вітчизняній практиці, наприклад, на великих МТМ і вузлах автоматичної комутації (ВАК), тобто в умовах підвищеного споживання енергії, при розташуванні споживачів на великій площі, оскільки в цьому разі істотно знижуються витрати на СРМ порівняно з буферною системою.

У системі електроживлення з відділеної від навантаження резервної АБ при нормальному електропостачанні живлення апаратури зв'язку здійснюється від стабілізованого випрямляча БВ, а АБ перебуває в режимі безперервного підзарядження від додаткового зарядного випрямляча (ЗВ) і відключена від навантаження тиристором VS (рис. 6.3, а). При зникненні у мережі змінного струму чи аварії в БВ тиристор VS підключає АБ до навантаження без перерви в живленні апаратури. Після аварійне заряджання АБ здійснюється при її відключенні від навантаження, що дає можливість

виключити зі складу ЕЖУ пристрої регулювання напруги, тобто істотно спростити ЕЖУ. Ця система застосовується для живлення апаратури, що допускає досить широкі межі зміни напруги живлення, наприклад, для АТС першого та наступних поколінь невеликої ємності (за вихідної потужності ЕЖУ до 2 кВт).

Система електроживлення з відокремленою від навантаження резервною АБ може застосовуватися також для живлення станцій із програмним керуванням при введенні в неї ВДК, що виключає зміни вихідної напруги в процесі розрядження АБ.

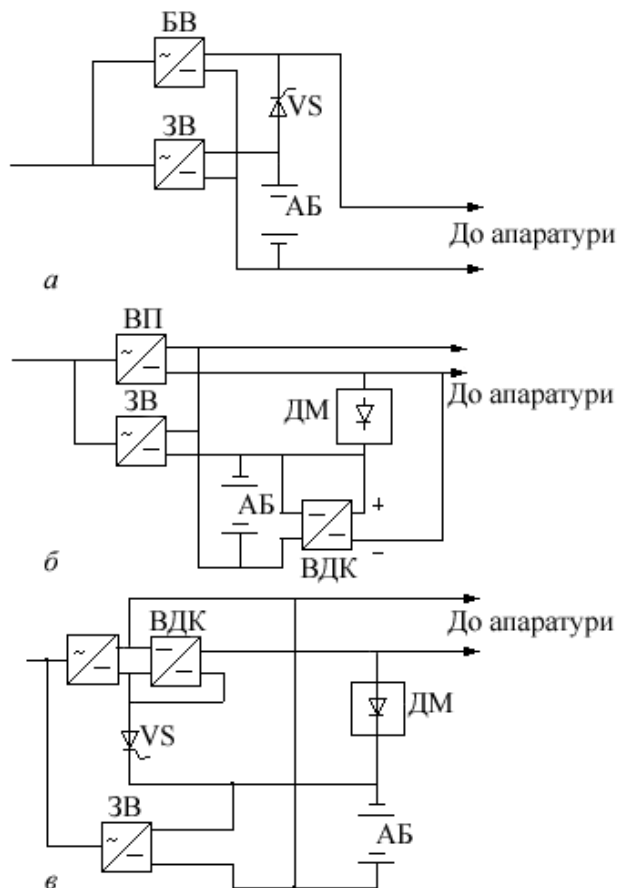


Рис. 6.3. Структурна схема електроживлення з відділеним навантаженням резервної АБ:

а - без регулювання вихідної напруги при розрядженні АБ;

б - з ненавантаженим ВДК; в - з навантаженим ВДК.

На рис. 6.3, б наведено структурну схему, яка застосовується для живлення електронної апаратури. У нормальних умовах електропостачання АБ і постійно працюючий ВДК, що підключені паралельно до виходу випрямного пристрою (ВП), у живленні апаратури не беруть участі, оскільки вихідна напруга ВП дещо вища сумарної напруги АБ і ВДК. Акумуляторна батарея відокремлена від навантаження діодним мостом (ДМ) і перебуває в режимі безперервного підзарядження від зарядного випрямляча (ЗВ). За відсутності електропостачання чи аварії у ВП живлення апаратури здійснюється стабілізованою сумарною напругою АБ і ВДК. Ця система живлення вигідно відрізняється від буферної з ВДК (рис. 6.1, в) меншими витратами енергії і великою перевантажувальною здатністю.

Заслугує уваги також система живлення з відокремленою АБ, постійно діючим ВДК і з нерегульованим випрямним пристроєм (НВП) (рис. 6.3, в). За умов нормального електропостачання тиристор VS закритий, АБ перебуває в режимі ЗВ і забезпечує обхідне коло живлення апаратури через нормально закриті ДМ. При відключенні електропостачання VS замикає коло живлення навантаження від АБ через цей ВДК без будь-якого порушення режиму живлення. Після аварійне зарядження АБ від ЗВ здійснюється при закритому VS. Зміни напруги на виході ЕЖУ в перехідних режимах не виходять за межі ± 4 В. Напруга АБ змінюється в межах 62,5...48,5 В.

Загальним недоліком систем з відокремленим навантаженням резервної АБ є те, що вона висуває більш жорсткі вимоги до динамічних характеристик ВП (ВДК плюс НВП у системі рис. 6.3, в), оскільки АБ не може виконувати функції динамічного фільтра.

6.3. Типове обладнання електроустановок підприємств електрозв'язку

Під час проектування і спорудження електроустановок підприємств електрозв'язку необхідно користуватися відомчими нормами технологічного проектування (ВНТП), загальними «Правилами експлуатації пристроїв електроустановок», вимогами ДСТУ EN 50160 : 2014, а також правилами технічної експлуатації і техніки безпеки у процесі експлуатації електроустановок споживачем.

Особливості побудови, склад обладнання і режими роботи ЕУ визначаються вимогами апаратури зв'язку, умовами зовнішнього електропостачання й обраною системою первинного електроживлення змінним і постійним струмами.

Деякі пристрої й апарати застосовуються в ЕУ незалежно від їхньої належності до тієї чи іншої галузі зв'язку, а також від умов зовнішнього електропостачання. До таких пристроїв належать трансформаторні підстанції, власні електростанції, комутаційне і розподільне обладнання в колах постійного і змінного струмів, різного роду перетворювачі електричної енергії й агрегати безперебійного живлення, акумуляторні батареї, пристрої заземлення тощо.

Будь-яке підприємство зв'язку, що належить до особливої групи першої категорії споживачів електричної енергії, як правило, обладнує власною трансформаторною підстанцією з двома чи трьома висковольтними вводами від електричних мереж енергосистем (зовнішнє електропостачання).

За наявності двох (чи одного) незалежних джерел зовнішнього електропостачання ЕУ обладнують власними резервними електростанціями (винятки складають ЕУ на вузлових АТС ємністю від 3000 до 20000 номерів і на районних мережах, для яких передбачається застосування пересувних електростанцій, що базуються на телефонних вузлах). У разі зовнішнього електропостачання від двох незалежних джерел власна резервна електростанція (за винятком мережевих вузлів і вузлів автоматичної комутації) обладнується одним дизель-генератором. Потужність дизель-генератора вибирають з розрахунку необхідності забезпечення електроенергією: споживачів, віднесених до особливої групи 1 категорії; власних витрат АДЕС (автоматизована дизельна електростанція); для післяаварійної дозаряджання АБ і звичайного освітлення. За наявності одного джерела зовнішнього електропостачання резервна АДЕС обладнується двома дизель-генераторами. Власні резервні АДЕС мережевих вузлів і вузлів автоматичної комутації обладнуються двома робочими дизель-генераторами, здатними забезпечити тривалу автономну роботу цих підприємств електрозв'язку, й одним резервним дизель-генератором, здатним автоматично замінити кожного з працюючих.

Для підприємств електрозв'язку, що належать за умовами надійності електропостачання до першої категорії споживачів, резервна АДЕС з одним дизель-генератором передбачається тільки у разі зовнішнього електропостачання від одного джерела електроенергії.

Промисловість випускає автоматизовані дизель-генераторні установки потужністю 4 кВт, 8 кВт, 16 кВт, 24 кВт, 48 кВт, 100 кВт і 500 кВт. Зазначені потужності відповідають номінальній потужності одного дизель-генератора. Якщо потужність одного агрегату недостатня для живлення всіх споживачів, що підключаються до АДЕС, допускається встановлення двох і більше агрегатів, що працюють паралельно.

Для підвищення надійності електропостачання в ЕУ широко використовується резервування шляхом переключення споживачів з пошкодженого на справно діюче джерело електроенергії змінного струму. Застосування автоматичного ввімкнення резерву (АВР) дає можливість скоротити перерви в подачі електроенергії змінного струму, а отже, зменшити кількість і потужність резервного обладнання (зменшити ємність АБ і потужність силових трансформаторів, встановлених на трансформаторній підстанції), а також дозволяє створити ЕУ, якій не потрібна присутність обслуговуючого персоналу. В ЕУ підприємств електрозв'язку АВР здійснюється на стороні низької напруги (380/220В). Для застосування АВР необхідна наявність, принаймні, двох незалежних джерел електроенергії, як ті, які можуть бути джерелами зовнішнього електропостачання, так і власна резервна АДЕС. Промисловість випускає АВР на струми 63, 100, 160, 250, 400 і 630 А.

Для розподілу електроенергії змінного струму по споживачах ЕЖУ і відключення окремих споживачів при перевантаженнях і коротких замиканнях у колах цих споживачів з метою забезпечення селективного захисту джерел електропостачання в ЕУ підприємств електрозв'язку широко застосовуються:

- автоматизовані щити змінного струму (ЩЗС);
- силові розподільні пункти і силові щити.

Для перетворення електроенергії змінного струму в електроенергію постійного струму широкого застосування в ЕУ підприємств електрозв'язку набули автоматизовані випрямні пристрої типів ВПК, ВПЛЗ-3 і ВПТ.

Нині на підприємствах електрозв'язку широко використовуються випрямні пристрої на кремнієвих некерованих вентилях типу ВПК, призначені для буферної роботи з АБ і для заряджання

цих АБ. Ці пристрої забезпечують стабілізацію вихідної напруги з точністю $\pm 2\%$ чи вихідного струму з точністю $5\ldots 10\%$ за допомогою магнітних підсилювачів із внутрішнім зворотним зв'язком, робочі обмотки яких включені послідовно в коло вентилів трифазного мостового випрямляча (схема Ларіонова).

Випрямний пристрій типу ВПЛЗ-3 складається з двох випрямних пристроїв типу ВЛ (ідентичних ВПК, за винятком схеми автоматики, сигналізації та захисту) і загальної шафи фільтрів. Пристрої ВПЛЗ-3 призначені для електроживлення апаратури зв'язку великих АМТС при двопроточній безакумуляторній системі живлення. Вони мають додаткову тиристорну приставку, що забезпечує зниження викидів вихідної напруги випрямного пристрою після виходу з ладу запобіжника (спрацювання автомата у разі короткого замикання в колі відповідного навантаження). Схему тиристорної приставки показано на рис. 6.4. Після виходу з ладу запобіжника F у колі навантаження R_n енергія, накопичена у дроселі L_1 і L_2 фільтра, забезпечує появу ЕРС самоіндукції на обмотках трансформатора, під впливом якої схема керування (СК) вмикає тиристор $VS3$, який, у свою чергу, вмикає коло розряду енергії, накопиченої в L_1 і L_2 . Максимальний викид напруги на ємності C_2 не перевищує $1,2 U_{\text{вих.ном}}$.

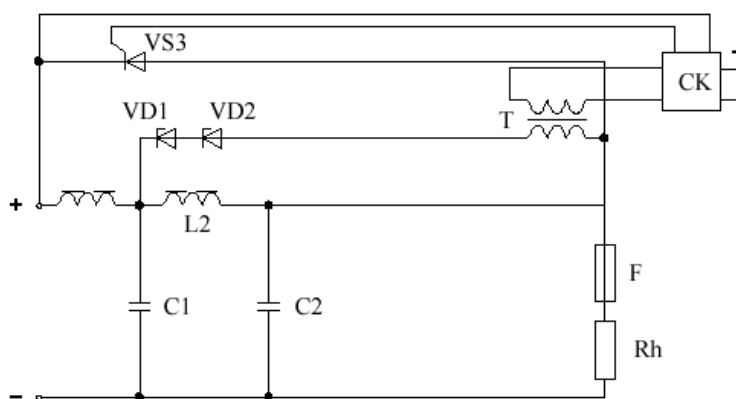


Рис. 6.4. Схема підключення приставки до ВПЛЗ-2

Промисловість випускає також випрямні пристрої типу ВУТ. У них застосовується трифазна мостова схема на тиристорах (повністю керована) й імпульсно-фазовий спосіб керування тиристорами. Вони характеризуються кращими якісними (задовольняють вимоги ДСТУ EN 50160 : 2014), енергетичними й об'ємно-масовими показниками. Мають швидкодіючий захист від перевантажень і перенапруг на виході і забезпечують повністю автоматизований заряд АБ на двох ступенях.

Для живлення апаратури АТС невеликої ємності (до 300...500 номерів) декадно-крокової і координатної систем застосовують однофазні випрямні блоки: ВБ-60/5; ВБ-60/10; ВТ-60/5; ВБ-60/15 і ВБ-60/25. Для безпосереднього живлення (без АБ) телефонних станцій ручного обслуговування застосовують випрямні блоки ВБ-24/3-3 і ВБ-24/6-3. Ці випрямні пристрої виконані за однією схемою. Силова частина складається з однофазного ферорезонансного стабілізатора, трифазного випрямного моста і дволанкового Г-подібного вихідного фільтра. Промисловість випускає однофазні випрямні блоки ВБ-60/5-3; ВТ-61/5-3; ВБ-60/10-3 і ВБ-60/15-3, у яких стабілізація вихідної напруги здійснюється зміною кута відключення тиристорів випрямного пристрою, виконаного на базі однофазної мостової схеми випрямлення (містить два тиристори і два некеровані вентиля). У модернізованих випрямних пристроях на 24В, призначених для живлення телефонних станцій невеликої ємності й інших аналогічних споживачів як у буфері з АБ, так і без неї, застосовується імпульсний метод регулювання. Схему силової частини блока ВБ-24/6-4 наведено на рис. 6.5. Силова частина блока містить: вхідний заводоподавляючий фільтр $C1, C2$; некерований випрямний пристрій ($T, VD1, VD2$ і $C3$); імпульсний стабілізатор з регулюючим елементом $VT1, VT2$ і вихідним фільтром $L1, VD3, C4$; вихідний заводоподавляючий фільтр $L2, C5$ і вихідний Г-подібний згладжувальний LC-фільтр $L3, C6$. Схему управління імпульсним стабілізатором побудовано на ІМС серії К142ЕП1А. Стабілізація вихідної напруги здійснюється методом двопозиційного управління. Випрямний пристрій має захист від підвищення вихідної напруги, а також від перевантаження і короткого замикання на виході; ККД пристрою дорівнює 70% .

В ЕЖУ підприємств електрозв'язку для резервування електричної енергії постійного струму, що виробляється за допомогою випрямних пристроїв, широко застосовуються кислотні акумуляторні

батареї. Лужні акумулятори застосовують тільки на сільських підприємствах і спорудах зв'язку, в яких навантаження кожного номіналу напруги не перевищує 25 А.

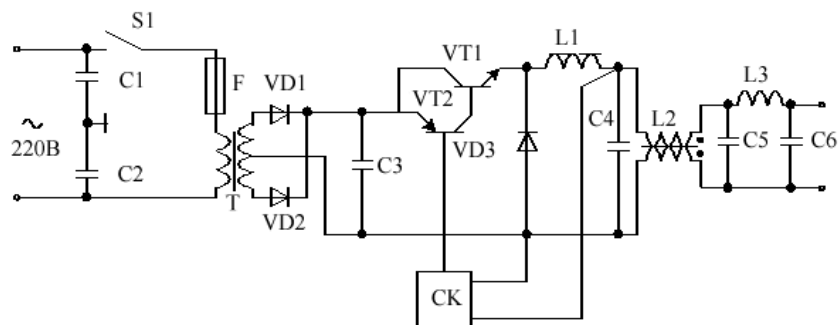


Рис. 6.5. Схема силової частини ВБ24/6-4

Згідно з ВНТП, усі ЕЖУ підприємств електрозв'язку повинні мати дві АБ на один номінал вихідної напруги. Для всіх підприємств електрозв'язку, що належать за умовами надійності електропостачання до особливої групи першої категорії споживачів, а також для РВЗ-СГ, ємність кожної групи АБ розраховують з умови забезпечення протягом 0,5 год електроживлення струмом найбільшого навантаження всіх технологічних потреб, а також мереж евакуаційного й аварійного освітлення. Винятки складають тільки ЕЖУ невузлових АТС ємністю від 3000 до 20000 номерів на районних мережах, що забезпечені зовнішнім електропостачанням від двох незалежних джерел електроенергії і не мають власної електростанції, для яких ємність кожної групи АБ розраховується на 1 год роботи. Розрахункова працездатність кожної групи АБ для сільських електромеханічних АТС - 5 років, а електронних АТС - 12 років.

Кислотні акумуляторні батареї також широко застосовуються в агрегатах безперебійного живлення (АБЖ) змінним струмом, виконаних на тиристорах або транзисторах. У ЕЖУ підприємств зв'язку застосовують стаціонарні відкриті акумулятори для тривалого розрядження типу С і для короточасних розрядів типу КР, а також закриті стаціонарні акумулятори типу СН. Останні можна експлуатувати як у режимі короточасного, так і в режимі тривалого розряду. Акумулятори типу СН випускають ємністю від 36 до 1152 А/год у режимі десятигодинного розряду.

Широкого застосування в ЕЖУ підприємств електрозв'язку при буферній системі електроживлення набувають пристрої автоматичної комутації акумуляторних батарей (АКАБ). Ці пристрої забезпечують стабілізацію вихідної напруги ЕЖУ з точністю $\pm 10\%$ у всіх її режимах роботи за рахунок автоматичної комутації числа елементів АБ, підключених паралельно навантаженню. Структурну схему пристрою АКАБ-60/1500 на максимальний струм навантаження 1500 А при напрузі 60 В показано на рис. 6.6 суцільними лініями. За наявності зовнішнього електропостачання (нормальний режим роботи ЕЖУ) живлення апаратури здійснюється безпосередньо від буферних випрямлювачів типу ВПК або ВПТ, що працюють у режимі стабілізації напруги (на рис. 6.6 показано один БВ).

Основні елементи (ОЕ) АБ кількістю 28 (або 29) елементів у кожній гілці, підключені до навантаження через замикаючі контакти 7...9 контакторів КМ1 і КМ2, перебувають у режимі підзарядження від БВ. Перша група додаткових елементів (ДЕ1) АБ з трьох акумуляторів у кожній гілці одержує підзарядження від випрямляча заряду ЗВ1. Друга група додаткових елементів ДЕ2 з двох або трьох акумуляторів у кожній гілці одержує підзарядження від ЗВ2. Випрямлячі заряду ЗВ1 і ЗВ2 входять до складу пристрою АКАБ. Зарядні випрямлячі ЗВ1 і ЗВ2, призначені для зарядження відповідно ДЕ1 і ДЕ2, у нормальному режимі роботи ЕЖУ відключені від мережі автоматикою АКАБ.

До складу АКАБ-60/1500 входять три ідентичні пристрої контролю напруги ПКН1, ПКН2 і ПКН3, що являють собою порогові пристрої, виконані на базі тригерів Шмітта. Останні через проміжні підсилювачі потужності забезпечують вмикання або вимикання електромагнітних реле, що входять до складу кожного ПКН. Електромагнітні реле ПКН через проміжні контактори керують роботою силових контакторів КМ1 і КМ2.

При зникненні у мережі змінного струму електромагнітні реле втрачають живлення в колі змінного струму ВЗ1 і ВЗ2 і своїми замкненими контактами через проміжне реле забезпечують коло живлення котушки силового контактора КМ1. У результаті цього негайно після зникнення у мережі змінного струму і спрацювання КМ1 живлення навантаження здійснюється від ОЕ і ДЕ. Безперервність живлення навантаження при розмиканні контактів 7...9 контактора КМ1 здійснюється

від ОЕ АБ через вентиль VD7 і запобіжник F3. Після замикання контактів 7, 8 KM1 вентиль VD7 замикається напругою акумуляторів ДЕ1. Підключення ДЕ1 до ОЕ матиме місце й у тому разі, коли в аварійній ситуації за наявності мережі змінного струму напруга на навантаженні знизиться до значення 58В, при якому реле пристрою контролю ПКН3 знеструлюється. Якщо після підключення ДЕ1 напруга на навантаженні в результаті розрядження АБ зменшиться до 59 В, то спрацює ПКН1, і через проміжне реле створюється коло живлення котушки контактора KM2. Контактор KM2 своїми нормально розімкненими контактами 7, 8 підключає до навантаження ДЕ2. Безперервність живлення навантаження при спрацюванні KM2 забезпечується вентилем VD8 через запобіжник F4 від ОЕ і ДЕ1.

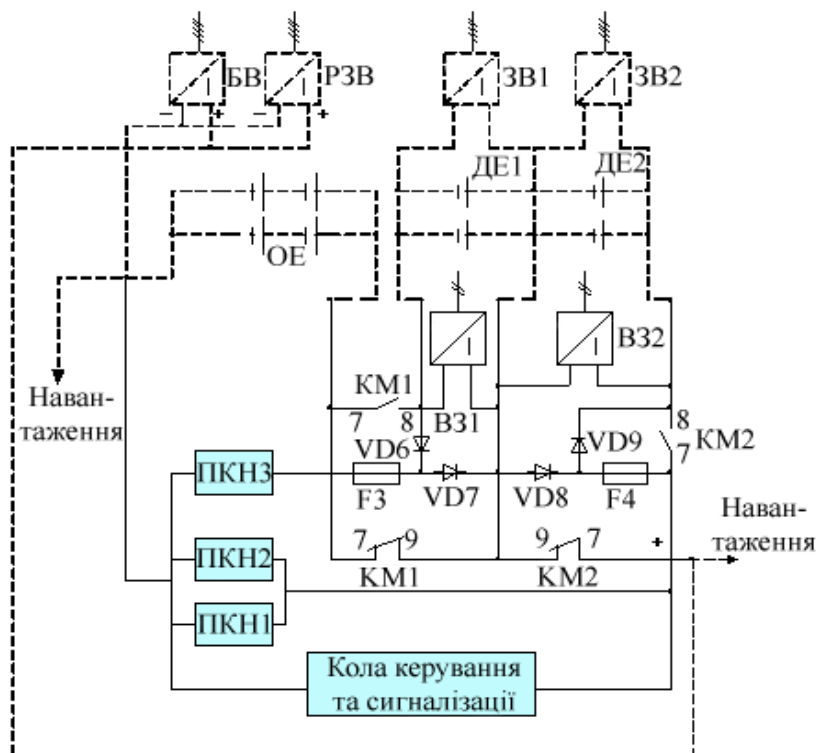


Рис. 6.6. Структурна схема АКАБ-60/1500-224

При появі напруги в мережі змінного струму БВ резервний зарядний випрямляч (РЗВ) автоматично вмикається в режим стабілізації струму для заряду всієї ДБ (ОЕ плюс ДЕ1 і ДЕ2). Напруга на АБ у процесі зарядки підвищується. При напрузі на навантаженні, що дорівнює 66 В, спрацює ПКН2, який забезпечує відмикання від навантаження ДЕ2 контактором KM2. Безобривність кола заряду всієї АБ на час спрацювання контактора KM2 забезпечується вентилем VD7 через F4. Останнє необхідно для запобігання неприпустимих перенапруг на навантаженні при спрацюванні KM2. Одночасно з вимиканням KM2 подається сигнал на вмикання ЗВ2 для роботи в режимі стабілізації струму для зарядження ДЕ2. Після відключення ДЕ2 від навантаження заряд ОЕ і ДЕ1 продовжується від БВ і РЗВ, що працюють, як і раніше, в режимі стабілізації струму, доти, доки напруга на ОЕ не досягне 59,5 В. При цій напрузі спрацює ПКН3, що забезпечує у разі повторного спрацювання ПКН2 вимикання KM1 і, отже, відключення від навантаження ДЕ1, а також вмикання ЗВ1 у режим стабілізації струму для зарядження ДЕ1. Безобривність кола заряду ОЕ і ДЕ1 від БВ і РЗВ при переключенні контактів KM1 забезпечується вентилем VD6 через F3.

Буферні випрямлячі і РЗВ заряджають акумулятори ОЕ в режимі стабілізації струму доти, доки напруга на ОЕ не досягне $2,3 \cdot 28 = 64,5\text{В}$. Після цього БВ автоматично переводяться в режим стабілізації напруги, а РЗВ вмикається. Зарядні випрямлячі ЗВ1 і ЗВ2 заряджають відповідно ДЕ1 і ДЕ2 доти, поки напруга на них не досягне 2,35 В на елемент, після чого ЗВ1 і ЗВ2 вимикаються, а ЗВ1 і ЗВ2 вмикаються. Схемою автоматики АКАБ передбачається також вимкнення ЗВ1 і ЗВ2 при вимкненні вентиляції акумуляторної.

Промисловість випускає АКАБ, які забезпечують безперервну комутацію однієї групи ДЕ, АБ, для ЕЖУ на напругу 24В: АКАБ-24/500-2 на струм до 500 А та АКАБ-24/1500 на струм до 1500 А. Для ЕЖУ на напругу 60 В випускаються АКАБ-60/800 на струми від 140 до 800 А та АКАБ-60/1500 на струми від 800 до 1500А. При струмах, менших 140 А, використовуються шафи комутації типу ШК-60/150.

Стабілізація вихідної напруги ЕЖУ може здійснюватися також за допомогою вольтододадних конверторів, що авторегулюються. На сьогодні промисловість випускає два типи транзисторних вольтододадних конверторів: КВ 12/100 з межами регулювання вихідної напруги від 1 до 12 В і КВ 6/100 із межами регулювання вихідної напруги від 1 до 6 В. Максимальне значення вихідного струму конверторів - 100 А. Мінімальне значення - 10 А. Пристрій КВ 12/100 призначений для стабілізації вихідної напруги ЕЖУ - 60 В, а КВ 6/100 для ЕЖУ - 24 В.

Для розподілу електроенергії постійного струму, що виробляється ЕЖУ, і забезпечення селективного захисту споживачів широко застосовують автоматичні вимикачі типу ВА-50, ВА-88, А-3700 та ін. Промисловість випускає розподільні щити і шафи, а також стійки живлення, укомплектовані автоматичними вимикачами. Струмоз-подільні шафи для квазіелектронних станцій типу СШ укомплектовані 84 автоматами типу А-63М. Промисловість випускає СШ на напругу 24 і 60 В.

6.4 Дистанційне електроживлення

6.4.1. Дистанційне електроживлення систем передачі

Дистанційним живленням (ДЖ) називається передача електричної енергії для електроживлення апаратури зв'язку підсилювальних (регенераційних) пунктів, що не мають власних джерел електроенергії, з використанням тих же кіл, за якими організовується зв'язок.

Збільшення кількості каналів системи передачі інформації без зміни марки кабелю вимагає скорочення відстані між двома сусідніми лінійними підсилювачами (регенераторами).

Зменшення довжини підсилювальних (регенераційних) ділянок, а також збільшення довжини самих кабельних магістралей зв'язку призводить до збільшення числа підсилювальних (регенераційних) пунктів на них. При їх великій кількості економічно невигідно обладнувати кожний з них власною ЕЖУ. Тому на кабельних магістралях зв'язку широко застосовується ДЖ підсилювальних (регенераційних) пунктів.

Підсилювальні пункти (ПП) на магістралях, ущільнених аналоговими системами передачі (АСП), або регенераційні пункти (РП) на магістралях, ущільнених цифровими системами передачі (ЦСП), що мають власні ЕЖУ, називаються підсилювальними пунктами, що обслуговуються (ППО) або регенераційними пунктами, що обслуговуються (РПО).

ПП або РП, що не обслуговуються, апаратура яких отримує електроенергію з ППО або РПО, називаються відповідно ПП, що не обслуговуються (ППН) або РП, що не обслуговуються (РПН).

Ділянка магістралі зв'язку між двома сусідніми ППО (РПО) називається секцією ДЖ. Чим довша секція ДЖ, тим вищі техніко-економічні показники магістралі, оскільки ППН (РПН) набагато дешевші ППО (РПО) як за капітальними, так і за експлуатаційними витратами.

ППН (РПН) секції ДЖ можуть отримувати електроенергію з двох сусідніх ППО (РПО), що обмежують цю секцію (ДЖ за напівсекціями) або з одного ППО (РПО) секції (ДЖ за секціями). У першому випадку секція розбивається на дві незалежні напівсекції, кожна з яких отримує ДЖ від свого ППО (РПО). Цей варіант ДЖ набув найбільшого застосування у вітчизняній і закордонній практиці, що забезпечує більшу довжину секції ДЖ.

Дистанційне живлення може здійснюватися як постійним, так і змінним струмом. Дистанційне живлення постійним струмом забезпечує повна відсутність впливу струмів ДЖ на канали зв'язку і простіші пристрої дистанційного живлення (ПДЖ) на ППН або РПН. У зв'язку з цим ДЖ постійним струмом набуло найбільшого застосування. Дистанційне живлення змінним струмом промислової частоти застосовується тільки на магістралях коаксіального кабелю, що ущільнюються АСП типу К-1920 і К-1920У, виконаних на електронних лампах.

При організації ДЖ постійним струмом можуть застосовуватися дві схеми: схема «дріт — дріт» і схема «дріт — земля». У першому випадку як зворотний дріт кола ДЖ використовується коло, складене з жил або дротів ліній зв'язку. У другому випадку як зворотний дріт використовується земля, і коло створюється через заземлення, якими обладнуються ППО і ППН.

Схема «дріт — дріт» на відміну від схеми «дріт — земля» добре захищена від сторонніх впливів (блукаючих струмів, ліній електропередач, електрифікованих залізниць) і набула найширшого застосування на сучасних АСП і ЦСП, виконаних на напівпровідникових приладах і ІС. При урахуванні гальванічного впливу довжина напівсекції ДЖ магістралі коаксіального кабелю за схемою «дріт — земля» може виявитися меншою порівняно зі схемою «дріт — дріт», незважаючи на те, що остання має приблизно вдвічі більший опір.

6.4.2. Дистанційне живлення апаратури систем передачі магістралей симетричного і низькочастотного кабелів

На магістралях симетричного кабелю застосовуються двокабельні системи передачі типу К-24П-2, К-60П, К-60П-2М, К-60П-4, К-60П-3, К-1020С і ІКМ-120.

На міських і сільських телефонних мережах застосовують системи передачі імпульсно-кодової модуляції (ІКМ). Остання може застосовуватися як на однокабельних, так і двокабельних магістралях низькочастотного кабелю.

Дистанційне живлення апаратури названих вище систем передачі здійснюється постійним струмом при послідовному включенні всіх пристроїв прийому ДЖ (ППДЖ) на ППН і РПН секції або напівсекції в загальне коло ДЖ.

На рис. 6.7 зображено схему організації ДЖ по одному з кабелів двокабельної системи К-60П. Здійснюється ДЖ за схемою «дріт - земля».

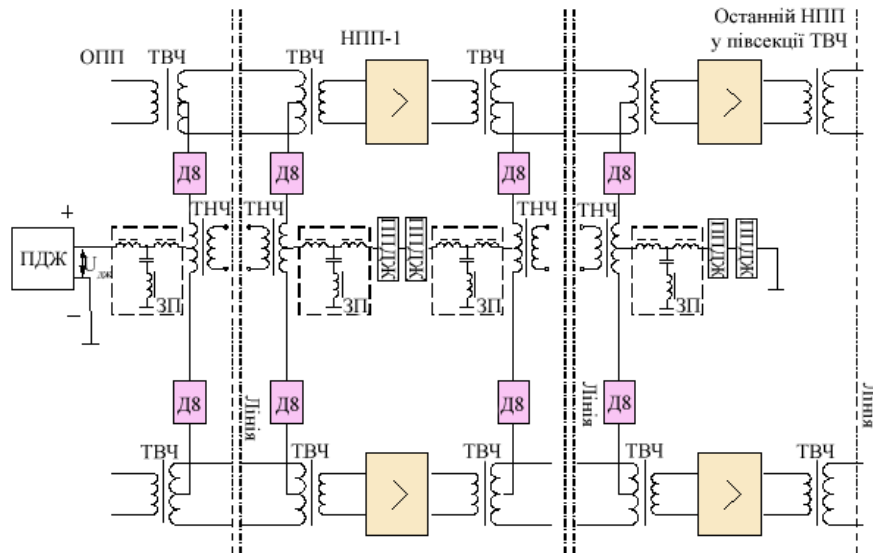


Рис. 6.7. Схема організації ДЖ по одному з кабелів двокабельної системи К-60П

Прямий провід кола ДЖ створено чотирма лінійними дротами однієї четвірки жил кабелю, включеними паралельно через середні точки високочастотних лінійних трансформаторів (ТВЧ). Для створення зворотного дроту кола ДЖ на ППО і останньому ППН напівсекції організовуються заземлення. Струм ДЖ протікає від додатного полюса ПДЖ через захисний пристрій (ЗП), первинні напівобмотки низькочастотного трансформатора (ТНЧ), роздільні фільтри (Д8), напівобмотки високочастотних трансформаторів (ТВЧ) і далі по жилах четвірки кабелю (лінії) потрапляє на напівобмотки ТВЧ, встановлені на ППН-1. На ППН-1 і всіх наступних ППН напівсекції струм ДЖ проходить через ППДЖ, від яких одержують живлення високочастотні лінійні підсилювачі, підсилювачі низької частоти, а також пристрої телемеханіки. Пристрої прийому забезпечують стабілізацію напруги на рівні 18В. При ДЖ за схемою «дріт — земля» одне коло ДЖ забезпечує живлення однієї системи ущільнення, що працює в обох напрямках.

При організації ДЖ за схемою «дріт — дріт» як зворотний дріт також використовується четвірка жил кабелю, тобто одне коло ДЖ у цьому разі забезпечує живлення двох систем ущільнення, що працюють в обох напрямках. Резервування ДЖ здійснюється від пересувних станцій живлення або від пересувних підсилювальних станцій.

Живлення кожного кола ДЖ здійснюється від індивідуального ПДЖ. Це двотактний транзисторний конвертор, що не регулюється, який живиться від стабільної напруги 21,2В. Максимальне значення стабільної вихідної напруги конвертора, а отже, і максимальна довжина секцій ДЖ обмежується електричною стійкістю ізоляції кабелю (сумарна напруга ДЖ і ЕДС, що наводиться сторонніми джерелами, не має перевищувати допустиму напругу для цього типу ізоляції кабелю). Максимальна напруга ДЖ приймається рівною 475В.

У сучасних аналогових і цифрових системах передачі на магістралях низькочастотного кабелю (ІКМ-30) і симетричного кабелю (К-120С, ІКМ-120) ДЖ здійснюється за схемою «дріт — дріт». Захисні пристрої налаштовані на частоту 50 Гц, а ті, що обмежують поздовжній струм, вимкнені із системи ДЖ, оскільки викликають різке збільшення габаритів регенераторів і ПДЖ. Стабілізація напруги в ПДЖ на ППО (РПО) замінена стабілізацією струму ДЖ.

На рис. 6.8 зображено схему однієї напівсекції ДЖ РПН системи ІКМ-120. Як видно з рис. 6.8, ДЖ здійснюється за фантомними колами четвірки симетричного кабелю типу МКС. Пристроєм прийому на кожному РПН є п'ять послідовно з'єднаних стабілітронів типу 2С147А. Напруга живлення кожного однобічного регенератора (РЛ) визначається напругою двох послідовно з'єднаних стабілітронів. Потужність, споживана на РПН однією системою ІКМ-120, складає 4,2 Вт. Пристрій ПДЖ являє собою двотактний регульований конвертор, що стабілізує вихідний струм на рівні 125 мА. Частота перетворення конвертора складає 16 кГц.

З метою збільшення довжини секції ДЖ і запобігання враження людини електричним струмом в ПДЖ створюється із штучним заземленням в середній точці. Застосування заземленої середньої точки дозволяє підвищити напругу ДЖ до 980 В, тоді як виходячи з електричної стійкості кабелю, напруга ДЖ на його жилах стосовно землі не повинна перевищувати 500...580 В. Схема однієї напівсекції ДЖ РПН системи ІКМ-120 подібна схемі на рис. 6.8.

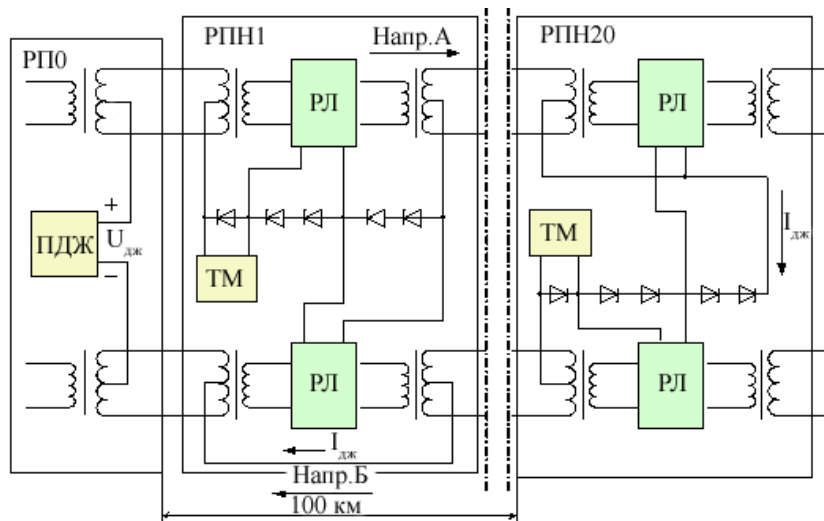


Рис. 6.8. Схема однієї півсекції ДЖ РПН системи ІКМ-120

На відміну від ІКМ-120, у системі ІКМ-30 ПДЖ виконується в двох варіантах: для коротких ліній (до двох РПН у напівсекції ДЖ) — ДЖК і для довгих ліній (до десяти РПН у напівсекції ДЖ) — ДЖ. Пристрій ДЖ є двотактним конвертором, що не регулюється, який живиться через імпульсний регулятор напруги. Останній підключається до станційної батареї — 60 В і забезпечує стабілізацію струму ДЖ. У пристрої ДЖК стабілізація струму ДЖ здійснюється лінійним транзисторним стабілізатором компенсаційного типу.

Система К-1020С призначена для заміни системи К-60П і працює з тими самими симетричними кабелями. Дистанційне живлення організується за фантомними колами пар кабелю (рис. 6.9). Залежно від довжини секції ДЖ можливі різні варіанти побудови кола ДЖ. При числі РПН у секції до 25 ДЖ може здійснюватися за фантомними колами ВЧ пар від ПДЖ, встановленого на одному з РПО, що обмежують секцію ДЖ. При числі РПН у секції до 47 ДЖ може здійснюватися також з одного РПО, але вже по двох колах ДЖ: апаратура РПН1 — РПН25 забезпечується ДЖ як і раніше по фантомних колах ВЧ-пар від ПДЖ1; друге коло ДЖ організується по фантомних колах НЧ-пар кабелю (по яких передаються сигнали службового зв'язку, телемеханіки). На 25 РПН друге коло ДЖ шлейфом переводиться на ВЧ-пари кабелю. На ділянці від РПН1 до РПН25 від другого кола ДЖ немає відбору потужності. На ділянці від 26 РПН до 47 РПН енергія для живлення апаратури передається по другому колу. При числі РПН у секції до 47 можлива організація ДЖ по напівсекціях подібна до схеми на рис. 6.7. При числі РПН у секції до 94 ДЖ може здійснюватися тільки по напівсекціях із двох суміжних РПО за наявності двох кіл ДЖ для однієї системи передачі (рис. 6.9). Така побудова кола ДЖ має велику гнучкість і при числі РПН у напівсекції, що не перевищує 70, дозволяє при двосторонньому живленні секції обходитися без пересувних станцій живлення.

Силова частина ПДЖ являє собою п'ять двотактних конверторів, виконаних за схемою із середньою точкою. Ці конвертори підключаються паралельно до одного станційного джерела електроживлення (ЕЖУ - 24В). Виходи цих конверторів з'єднані послідовно. Для підвищення напруги ДЖ до 900В створюється штучна середня точка, тому з метою забезпечення симетрії вихідної напруги ПДЖ кожний конвертор має по два незалежні виходи, що вмикаються симетрично щодо заземленої середньої точки. При цьому створюється три конвертори, що не регулюються, а два, що регулюються (з широтно-імпульсним керуванням).

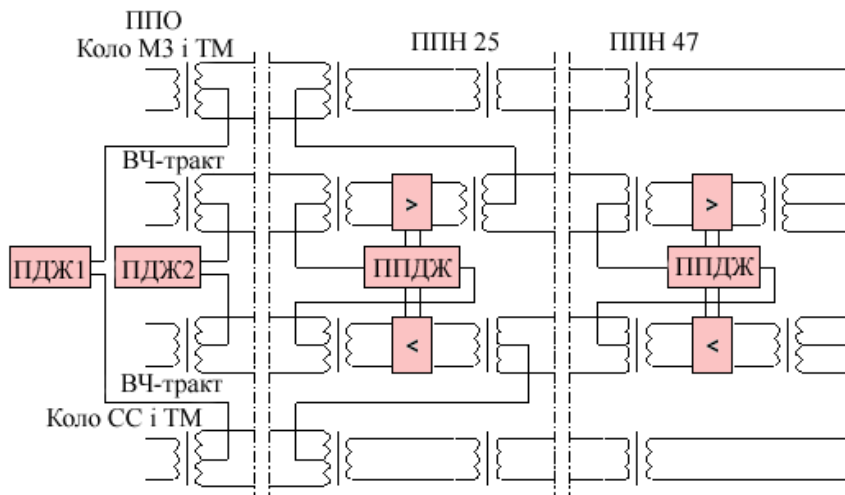


Рис. 6.9. Схема однієї напівсекції ДЖ системи К-1020С
(за числа НПП у секції понад 50)

Частота роботи всіх конверторів - 20 кГц. Паралельно кожному з виходів конверторів включені діоди. При нормальній роботі і максимальному числі НПП у напівсекції ДЖ працюють усі п'ять конверторів, але вони при цьому завантажені не на повну потужність. У разі виходу з ладу одного з конверторів чотири конвертори, що залишилися в роботі, здатні, як і раніше, стабілізувати струм ДЖ на заданому рівні (при цьому струм ДЖ протікає через діоди, включені паралельно до виходів несправного конвертора). Використання збільшеної кількості конверторів дозволяє істотно підвищити надійність ПДЖ.

6.4.3. Дистанційне живлення апаратури систем передачі магістралей по коаксіальному кабелю

Дистанційне живлення апаратури РПН (РПН) транзисторних систем передачі по коаксіальному кабелю здійснюється постійним струмом. Найпоширенішими є ДЖ за схемою «дріт — дріт», де як прямий і зворотний дроти кола ДЖ використовують центральні жили двох коаксіальних пар одного дуплексного каналу системи передачі. Дистанційне живлення за схемою «дріт — дріт», де як зворотний дріт кола ДЖ використовується екранна оболонка коаксіальної пари, застосовується тільки на магістралях з однією коаксіальною парою (система К-120). Застосування ж подібної схеми на магістралях багатопарного кабелю недоцільне через різке скорочення довжини секції ДЖ. Дистанційне живлення за схемою «дріт — земля» застосовують тільки в системі VLT-1920 у разі, коли необхідно організувати окреме коло ДЖ для кожного симплексного каналу передачі.

Пристрій на РПО (ППО) є високовольтним стабілізатором струму. Стабілізація напруги на РПН (ППН), а також захист апаратури здійснюються за допомогою або стабілітронів, або стабілізаторів напруги компенсаційного типу. Дистанційне живлення РПН (ППН) здійснюється переважно по напівсекціях.

Розглянемо як приклад організацію ДЖ апаратури ІКМ-480. Структурну схему організації ДЖ системи ІКМ-480 наведено на рис. 6.10 (показано одну напівсекцію ДЖ).

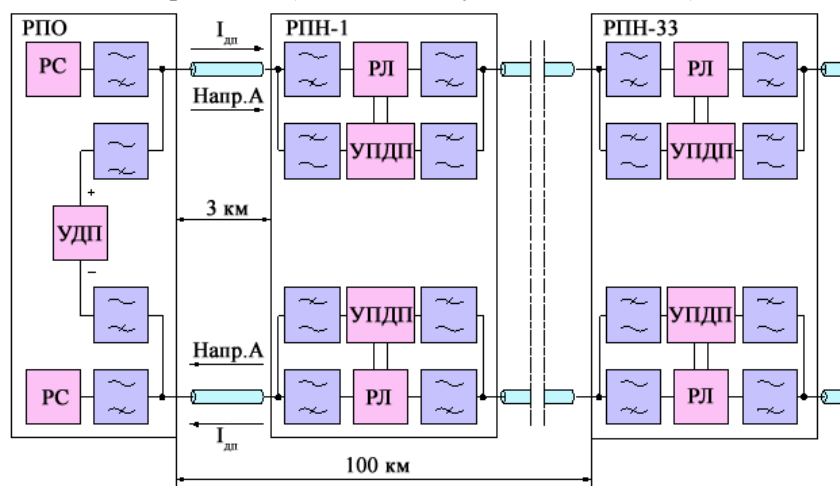


Рис. 6.10. Схема організації джерела живлення (одна напівсекція) системи ІКМ-480

Як видно з рисунка, ППДЖ на всіх РПН напівсекції вмикаються послідовно в обидва дроти кола ДЖ. Принципову схему ППДЖ показано на рис. 6.11. Стабілізація напруги здійснюється за рахунок зміни струму регулювального елемента (транзистор VT1), ввімкненого паралельно навантаженню. Керування регулюючим елементом здійснюється інтегральним стабілізатором K142EN1Б. Вихідна напруга стабілізується на рівні 10В.

Стабілітрон VD1 і резистор R1 забезпечують зниження потужності, що розсіюється на регулюючому елементі. Поряд із РЛ ППДЖ забезпечує також живлення контрольного пристрою, за допомогою якого виявляється несправний регенератор у напівсекції ДЖ. Напруга живлення цього контрольного пристрою - 5В. У будь-який момент часу в роботі перебуває контрольний пристрій тільки на одному РПН.

Пристрій ДЖ складається із шести ідентичних керованих двотактних конверторів, з'єднаних по входу паралельно, а по виходу послідовно. Широтно-імпульсне керування конверторами здійснюється на частоті 16 кГц. За нормальної роботи всі конвертори ввімкнені, але завантажені не на повну потужність. Один із конверторів забезпечує гарячий резерв. Для забезпечення безперебійного протікання струму при виході з ладу одного з конверторів паралельно виходу кожного з них включено діод.

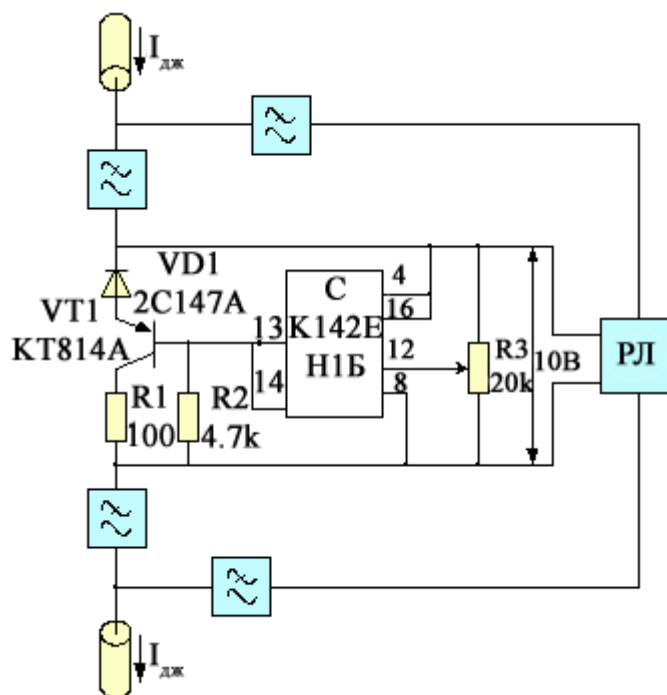


Рис. 6.11. Схема пристрою прийому ДЖ (ППДЖ) системи ІКМ-480

6.4.4. Дистанційне електроживлення по кабельних трактах

Проблема електроживлення робочих місць може бути розв'язана різними способами, один із яких — подача напруги живлення від централізованого джерела безпосередньо по кабельних трактах ЗКС без залучення для цього виділеної спеціалізованої силової проводки.

Прагнення до надання нових можливостей інформаційного обміну якнайширшому колу користувачів стимулює пошук перспективних рішень щодо розширення функціональних можливостей ЗКС і галузей їхнього використання. Домогтися цього можна, як відомо, двома основними способами. Перший полягає в розробці нової й модернізації існуючої елементної бази з метою наділення її додатковими властивостями, а другий - у впровадженні принципово нових рішень на системному рівні.

Протягом останніх років основні зусилля були зосереджені на вдосконалюванні параметрів кручених пар і волоконних світловодів як середовища передачі інформації з метою забезпечення більшої пропускної здатності ЗКС. Найпомітнішим результатом стало впровадження в практику придатних для масового використання кабелів із кручених пар і модульних з'єднань категорії 6, оптичних кабелів із широкосмуговими волокнами для лазерної передачі (класу OM3), а також малогабаритних оптичних з'єднань групи SFF.

Іншим перспективним напрямком розвитку є вдосконалювання споживчих властивостей ЗКС як частини інформаційно-обчислювальної системи. При такому підході кабельна лінія розглядається як

один з рівноправних модулів системи, причому це стосується не тільки сумісності з іншими блоками на механічному рівні, але й взаємодії на рівні обміну діагностичними й керуючими сигналами. Як приклад успіхів у цій галузі відзначимо створення й впровадження на рівні масового комерційного продукту декількох різновидів систем інтерактивного керування кабельною проводкою.

Ще одна проблема, що вимагає розв'язання, впливає з логіки розвитку технічних засобів інформаційного забезпечення користувачів. Цей об'єктивний процес веде до різкого збільшення різноманітних типів мережевих пристроїв найрізноманітнішого призначення, які взаємодіють по кабельній проводці. Внаслідок цього стає все складніше забезпечувати живлення цих пристроїв. У технічних приміщеннях завдання енергопостачання ефективно розв'язується за рахунок масового впровадження модульних рішень. Основний принцип такого підходу полягає в тому, що окремі пристрої виконуються у вигляді уніфікованих модулів стандартного розміру, які вставляються в посадкові гнізда шасі із загальним джерелом живлення.

Однак на робочому місці користувачів модульний підхід практично неможливо реалізувати. По-перше, ситуацію ускладнює значна різноманітність обладнання, з яким доводиться працювати користувачеві, а, по-друге, неможлива механічна сумісність усіх варіантів конструктивного виконання користувальницьких пристроїв, по суті, неможлива внаслідок широкого спектра дизайнерських рішень надзвичайно важливого для рядового споживача фактора.

Одним із перспективних напрямків розв'язання проблеми електроживлення на робочому місці є подача напруги від централізованого джерела безпосередньо по кабельних трактах ЗКС без залучення для цього виділеної спеціалізованої силової проводки. Це рішення ґрунтується на тому, що побудова горизонтальної підсистеми структурованої проводки в переважній більшості випадків здійснюється на базі кабелів із кручених пар зі струмопровідними жилами.

6.4.5. Варіанти організації живлення

Активне мережеве обладнання можна умовно поділити на групове та індивідуальне. Групові мережеві пристрої - офісна телефонна станція, комутатори різного рівня, дискові масиви тощо - відповідно до сформованої практики встановлюються в кросових й апаратних. Завдяки відносно невеликим розмірам цих приміщень процес побудови системи живлення, під якою у цьому контексті розуміється організація подачі напруги на різні пристрої, резервування джерел тощо, істотно спрощується. На відміну від цього користувальницькі пристрої (головним чином робочі станції й телефонні апарати) розташовуються на досить великому просторі. Так, відповідно до стандартів ЗКС, одне типово технічне приміщення нижнього рівня обслуговує до 1000 м² робочої площі, на якій може бути організовано понад 200 окремих робочих місць. Тому під час реалізації практично будь-якого проекту доводиться розробляти спеціальні технічні рішення щодо організації силового живлення термінального обладнання.

Як відомо, генерацію, розподіл і перетворення електричної енергії технічно вигідніше здійснювати при використанні змінного струму. У той же час необхідною умовою функціонування електронних схем є подача на них постійної напруги. Таким чином, живлення мережевих пристроїв, з якими безпосередньо працює користувач, може бути організоване за двома фактично альтернативними схемами (рис. 6.12). Критерієм віднесення конкретного рішення до одного з варіантів служить місце установки джерела.

Відповідно до наведеної схеми відносно висока змінна напруга промислової частоти генерується потужним груповим джерелом і за допомогою окремого кабелю доходить до місця установки користувальницьких пристроїв (робочих станцій, мережевих принтерів, факсів тощо). При виборі такого варіанта реалізації системи електроживлення на робочому місці на додаток до розеткових модулів ЗКС монтується одна або кілька силових розеток змінного струму, а кожний мережевий пристрій комплектується індивідуальним джерелом, що виробляє стабілізовану низьковольтну постійну напругу. Конструктивно таке джерело може бути реалізоване у формі вбудованого блоку. Однак не меншою популярністю користується його виконання як зовнішнього мережного адаптера, що у вигляді окремого блоку вмикається в силову розетку мережі напруги 220В.

У тих ситуаціях, коли на нижньому рівні локальної мережі застосовуються так звані інсталяційні пристрої, їхнє джерело живлення встановлюється поряд - у спеціальних коробах або в коробці, яка розташовується нижче підлоги. Його підключення до мережі 220В здійснюється в переважній більшості випадків за прихованою схемою без зовнішньої силової розетки. Потужність добирається з певним запасом таким чином, щоб, якщо потрібно, можна підтримувати працездатність одночасно декількох інсталяційних пристроїв.

Схема із централізованим живленням постійним струмом заснована на використанні групового джерела порівняно невеликої постійної напруги. Такий пристрій встановлюється в технічному приміщенні і забезпечує роботу різних термінальних мережевих пристроїв на робочих місцях.

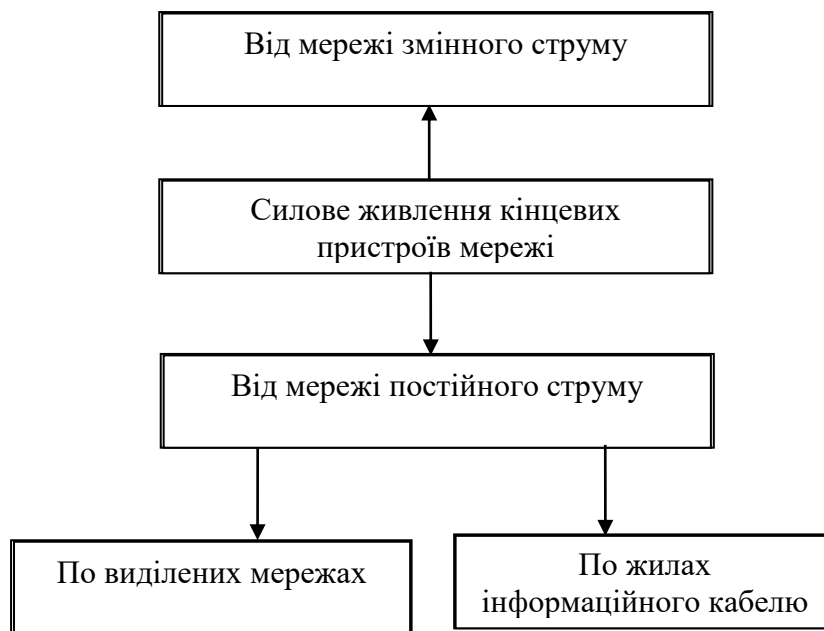


Рис. 6.12. Схема організації живлення кінцевих мережевих пристроїв

Принцип дистанційного живлення (ДЖ) кінцевих мережевих пристроїв постійним струмом із центрального пункту мережі застосовується з часу появи передачі інформації за допомогою електричних сигналів. Ще наприкінці XIX ст. це технічне рішення було впроваджено на мережах телефонного зв'язку, де отримало назву схеми живлення із центральною батареєю. Як джерело живлення сучасних АТС замість гальванічного елемента давно використовуються генератори й різні перетворювачі, однак цей термін, як і раніше, значно поширений. Застосування такого варіанта організації мережі живлення має низку переваг, серед яких можна виділити:

- покращення масогабаритних показників кінцевих абонентських пристроїв;
- спрощення й, відповідно, помітне здешевлення схем захисту персоналу від ураження електричним струмом;
- відмова від незручних в експлуатації націпних адаптерів електроживлення;
- радикальне рішення проблеми захисту кіл передачі інформаційних сигналів від завад, які наводяться мережею живлення 50 Гц;
- деяке спрощення й здешевлення нижнього рівня інформаційно-обчислювальної системи за рахунок виключення зі складу обладнання індивідуальних ДБЖ;
- простота реалізації схем резервування мережі живлення внаслідок застосування одного групового джерела замість великої кількості індивідуальних, а також - спрощення системи контролю обладнання.

Сама схема централізованого живлення постійним струмом може бути реалізована у двох принципово різних варіантах: перший передбачає застосування окремого кабелю або виділених спеціалізованих жил, інтегрованих у конструкцію інформаційного кабелю; другий передбачає передачу напруги живлення разом з інформаційним сигналом по загальних колах.

Передача постійного струму дистанційного живлення по окремих дротах і кабелях не набула помітного поширення в практиці побудови локальних мереж і ЗКС. Це обумовлено, в першу чергу, поганими економічними параметрами такого рішення, обумовленими необхідністю застосування спеціальних дротів з жилами збільшеного діаметра, а також складністю реалізації шлейфового з'єднання декількох розеток. Свідченням малої ефективності такої схеми організації силової проводки є невелика кількість розробок у цій галузі. Єдиною помітною новинкою останнього часу є поява на ринку технічного рішення системи ДЖ RCC45 швейцарської компанії Reichle & De-Massari. Його сильна сторона полягає у забезпеченні струму до 4А, тобто забезпечується повноцінна підтримка функціонування портативного комп'ютера.

Проте повної відмови від живлення термінальних пристроїв постійним струмом по окремому кабелю поки що не передбачається. Більш того, можна припустити, що використання таких схем живлення може зрости при розширенні застосування в реальних проектах рішень із групи «волокно до робочого місця».

Найбільші переваги систем дистанційного живлення виявляються в тих випадках, коли для подачі напруги живлення використовується кабель, яким передаються інформаційні сигнали. Тоді до названих вище переваг додаються такі:

- на робочому місці скорочується кількість силових розеток, які, як відомо, мають незадовільні масогабаритні й не завжди високі естетичні показники;
- повністю виключається небезпека пошкодження групового ДБЖ внаслідок підключення до розеток електроживлення таких поширених в офісі побутових приладів, як електричні чайники, вентилятори тощо;
- спрощується процес монтажу й заощадується дефіцитний внутрішній простір декоративних коробів і кабельних каналів;
- зникає необхідність застосування окремого шнура живлення.

6.4.6. Схеми побудови сучасних систем дистанційного живлення

Практика реалізації сучасних інформаційно-обчислювальних систем свідчить, що основна частка ресурсів горизонтальної підсистеми структурованої кабельної проводки використовується для підтримки функціонування робочих станцій і пристроїв телефонії (аналогові й цифрові телефонні апарати, факси та подібні їм прилади). Обладнання, що належить до другої групи, характеризується невисокою споживаною потужністю й традиційно використовує постійний струм від телефонної станції.

До останнього часу принцип дистанційного живлення постійним струмом у локальній мережі не застосовувався, що, в першу чергу, було пов'язане з високою споживаною потужністю робочих станцій і практично повною відсутністю інтелектуальних пристроїв малої потужності, що підключаються до кабельної проводки локальної мережі. Однак у процесі впровадження керуючих контролерів в усі галузі людської діяльності, зростанню кількості термінальних пристроїв IP з функціями найрізноманітнішого призначення й удосконалювання мікроелектронної елементної бази централізоване електропостачання стає все привабливішим як з економічного, так і з технічного погляду.

Ініціатива розробки принципів дистанційного живлення термінальних пристроїв локальної мережі по кручених парах лінійних кабелів ЗКС належить таким відомим компаніям, як 3Com, Intel, Nortel, Mitel та деяким іншим. У середині 1999р. до робіт зі стандартизації підключився інститут IEEE, що підготував стандарт IEEE 802.3af DTE Power via MDI (від англ. Data Terminal Power Equipment via Media Dependent Interface), офіційно ратифікований 12 червня 2003 р. Галузь його дії охоплює мережні інтерфейси Ethernet у звичайному, швидкому й гігабітовому варіантах виконання, де як середовище передачі використовується кручена пара. Відповідно до діючої редакції IEEE 802.3af, усі мережні пристрої з підтримкою цієї технології з погляду їх відносин до силової проводки (незалежно від швидкості передачі) поділяються на джерела живлення (Power Sourcing Equipment, PSE) і споживачі живлення (Powered Devices, PD).

У рамках стандарту IEEE 802.3af подача дистанційного живлення на кінцевий пристрій по кабельних трактах ЗКС може здійснюватися двома різними способами (рис. 6.13). Перший заснований на використанні окремих фізичних кіл, другий передбачає передачу по кручених парах напруги живлення разом з інформаційним сигналом шляхом їхнього накладення. В обох випадках передбачається, що генератор постійної напруги встановлюється в технічному приміщенні, а споживачі перебувають на робочих місцях користувачів.

При виборі схеми живлення по мідних жилах інформаційного кабелю мають бути взяті до уваги такі обставини:

- система електроживлення не повинна впливати на процес передачі даних у тому разі, якщо всі або частина кручених пар інформаційного кабелю одночасно використовується для зв'язку інтерфейсів і подачі напруги;
- переважна більшість сучасних кінцевих мережевих пристроїв працює із протоколом Ethernet у його варіантах на 10 або 100 Мбіт/с;
- впровадження на рівні користувачів інформаційно-обчислювальної системи інтерфейсів Gigabit Ethernet, по можливості, не повинно супроводжуватися заміною обладнання живлення.

Відповідно до першого принципу стандарт IEEE 802.3af допускає використання для передачі напруги живлення не задіяних у конкретному напрямку провідників самого інформаційного кабелю. Такий підхід надзвичайно привабливий із практичного погляду через закладену в стандарти ЗКС надмірної кількості горизонтальних кабелів за числом кручених пар: горизонтальний кабель ЗКС має чотири кручені пари, з яких у випадку Ethernet і Fast Ethernet тільки дві передають сигнали мережевих інтерфейсів. Високошвидкісний варіант інтерфейсу 1000Base використовує для інформаційного обміну всі чотири пари. Разом з тим, для передачі постійного струму з метою

збільшення допустимої потужності споживача завжди потрібно дві пари дротів. З урахуванням цих особливостей розроблювачам довелося створити дві версії джерела дистанційного живлення: спрощене, яке працює по виділених парах: ускладнена схема, що забезпечує передачу постійної напруги разом з інформаційними сигналами. Наявність обох різновидів ДБЖ передбачено нормативною частиною стандарту IEEE 802.3af.

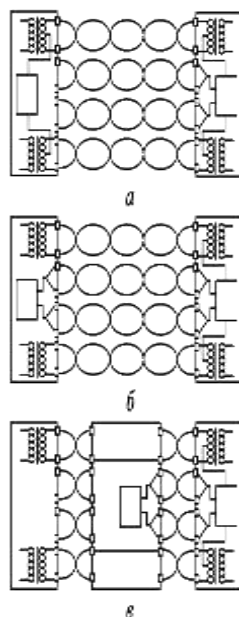


Рис. 6.13. Варіанти організації дистанційного живлення по кабельних трактах ЗКС:
а - схема живлення по фантомних колах; *б* - схема живлення по незадіяних парах;
в - схема живлення від проміжної панелі

У першому випадку (Mode A або Alternative A) реалізується принцип передачі напруги живлення разом з інформаційним сигналом по загальному фізичному колу (схема Inline Power), відповідно до якого джерело постійного струму підключається до середньої точки вторинної обмотки трансформатора гальванічної розв'язки мережного інтерфейсу. Таким чином, для подачі напруги дистанційного живлення залучається розроблений ще кілька десятиків років тому відомий принцип організації фантомних кіл (в англійській технічній літературі Phantom Power). Основною перевагою фантомної схеми є можливість дистанційного живлення пристроїв з підтримкою стандарту 1000 Base.

У другому випадку використовуються обидва провідники кручених пар 4 - 5 і 7 - 8, які не беруть участі у процесі передачі сигналу (spare pair). Через контакти модульного з'єднання вони підключаються безпосередньо до додатного і від'ємного полюсів джерела, причому пара 4 - 5 завжди підключається до додатного полюса, а пара - 7 - 8 до від'ємного потенціалу. Як опція можливе застосування джерел з автоматичною зміною полярності напруги.

Відповідно до вимог стандарту IEEE 802.3af, джерело живлення PSE працює тільки в одному з двох альтернативних режимів, що спрощує його схемотехнічне рішення. Навпаки, у конструкції приймача PD завжди передбачається підтримка одночасно обох режимів. Таким чином, при підключенні споживача до мережі приймач автоматично вибирає той, який пропонує джерело.

Відповідність полюсів джерела живлення PSE і контактів модульного з'єднання у залежності від установленого режиму роботи наведена в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 - Розподіл контактів модульного з'єднання джерела живлення PSE

RJ45	Mode A	Mode B
Контакт	MDI-X	MDI
1	—	+
2	—	+
3	+	—

4	—	+
5	—	+
6	+	—
7	—	—
8	—	—

Таким чином, дистанційне живлення кінцевих користувальницьких пристроїв малої потужності в переважній більшості випадків може бути реалізовано простим введенням відповідного обладнання на існуючу інфраструктуру кабельної проводки.

6.4.7. Варіанти ввімкнення пристроїв живлення стандарту IEEE 802.3 AF

Пристрій живлення PSE встановлюється в технічному приміщенні й може розташовуватися у двох пунктах тракту передачі інформаційного сигналу. Найзручніше його інтегрування безпосередньо в комутатор рівня робочої групи за допомогою плати розширення. В інсталяційних пристроях з підтримкою режиму Po (компаній Microsens й Diamond) джерело живлення виконане у вигляді окремого зовнішнього блоку (з міркувань забезпечення зручності монтажу), підключення якого до інсталяційного пристрою здійснюється за допомогою короткого відрізка кабелю через спеціальне гніздо додаткового з'єднання на корпусі. Незважаючи на іншу конструкцію, за призначенням і функціональними можливостями таке джерело є повним еквівалентом плати живлення розширення повномасштабних комутаторів рівня робочої групи (розрахованої на меншу кількість портів, що обслуговуються). В обох випадках говорять про інтегровані джерела живлення, які позначаються DTE PSE (від англ. Data Terminal Equipment) або Endpoint PSE. Такий підхід найбільш зручний при створенні нових інформаційно-обчислювальних систем або ж при масштабній модернізації інформаційної інфраструктури, пов'язаних з необхідністю масової заміни обладнання локальної мережі на рівні робочої групи.

При організації дистанційного живлення на нижньому рівні локальної мережі, щоб не здійснювати повну заміну активного мережного обладнання, у якому ця опція не підтримується, може бути використаний зовнішній блок живлення. Конструктивно таке джерело виконується у вигляді проміжної панелі (Midspan PSE) і монтується поряд з комутатором, причому він має до двох гнізд модульного з'єднання на кожний порт, що обслуговується. Для збільшення експлуатаційної надійності рішення в цілому в ряді панелей застосовуються екрановані варіанти гнізда модульних з'єднань. Типова ємність обладнання цього різновиду коливається в діапазоні від восьми до 24 обслуговувальних ліній. Застосування подібного пристрою можливе завдяки значному запасу щодо завадостійкості в тракті передачі. При виборі схеми організації комутаційного поля здійснюється перехід від схеми побудови interconnect до схеми cross-connect, що гарантує забезпечення необхідних якісних показників тракту передачі інформації. Такий принцип роботи кінцевих мережних пристроїв застосовується переважно тоді, коли нижній рівень локальних мереж підприємства реалізований за допомогою комутаторів, розроблених до прийняття стандарту IEEE 802.3af.

Як і встановлене в технічних приміщеннях обладнання загального користування, термінальний пристрій локальної мережі може підтримувати стандарт IEEE 802.3af або використовувати живлення лише від мережі змінного струму за традиційною схемою. У другому випадку для використання переваг системи дистанційного живлення по кабельній проводці ЗКС у робочому приміщенні користувача перед мережним пристроєм може встановлюватися додатковий пристрій за схемою «на прохід». Ця спеціалізована приставка відповідає за знімання постійної напруги із провідників горизонтального кабелю і її відокремлення від інформаційного сигналу, після чого вона подається на мережний пристрій за зовнішньою схемою. Зі схемотехнічного погляду приставка може бути реалізована відповідно за пасивним або активним регульованим принципом. Пасивний пристрій просто формує на своєму виході постійну напругу без зміни її номіналу. Регульований варіант зменшує лінійну постійну напругу до 5, 6 або 12 В і за функціональним призначенням є повним аналогом поширеного мережного адаптера, що забезпечує живлення від мережі 220 В. Для швидкої візуальної ідентифікації й механічного блокування помилкового підключення низьковольтний вихід живлення реалізується на основі гнізда шестипозиційного модульного з'єднання.

Поява в тракті передачі інформаційного сигналу на рівні горизонтальної підсистеми двох додаткових з'єднань у цьому разі не критична, оскільки приставка розрахована переважно на забезпечення роботи низькошвидкісних мережних пристроїв.

Використання нового різновиду пристроїв визначає введення відповідної термінології. Сам напрямок виник відносно недавно, і загальновизнана назва поки не встановилася. Все рішення в комплексі часто називають активним (active) Ethernet. Багатоканальні пристрої розраховані на розміщення в технічних приміщеннях з функціями проміжної панелі та мають власне джерело живлення, яке найчастіше називають інжекторами (injector). Окремі виробники застосовують для позначення таких пристроїв термін «силовий концентратор» (midspan powered hub) або «комутаційна панель живлення» (Power Patch Panel). У технічній документації компанії ADC Telecommunications для позначення панелі живлення використовується термін Midspan POE Controller. Приставки, які розміщуються у робочих приміщеннях користувачів, в англійській технічній літературі зветься Picker, Tap або Active Ethernet Splitter.

6.4.8. Максимальна споживана потужність за дистанційного живлення

Дистанційне живлення по кабельних трактах ЗКС здійснюється від централізованого джерела постійного струму, будь-який порт якого відповідно до вимог стандарту IEEE 802.3af має тривалий час забезпечувати тривалу вихідну потужність не менш ніж 15,4 Вт. Діапазон можливої зміни вихідної напруги джерела встановлюється у межах від 44 до 57 В (номінальне значення 48 В) і є типовим для телекомунікаційного обладнання колективного користування. Вибір саме такого значення напруги пов'язаний з тим, що вона може подаватися на кручені пари структурованої проводки будь-якої категорії без обмежень за тривалістю. Важливо також і те, що в умовах офісу зазначена напруга безпечна для життя користувача.

Максимальний постійний струм, що може протікати по одному провіднику крученої пари лінійного й шнурового кабелів ЗКС незалежно від особливостей їх реалізації та категорії, обмежений діючими стандартами і коливається у межах 175 мА. Для подвоєння цієї величини без порушення технічних умов виробника для передачі струму живлення в одному напрямку одночасно задіюються обидва провідники пари шляхом паралельного підключення до відповідних полюсів джерела й споживача.

У відповідності до стандарту ISO/IEC 11801:2002, максимальний опір постійного струму з боку шлейфа одиночної крученої пари, яка використовується у тракті для підтримки функціонування додатків класів від D до F, становить 25 Ом. Однак до 2000 р. в основних нормативних документах цей параметр визначався в 40 Ом. Окрім того, величина шлейфового опору в 40 Ом залишена в новій редакції міжнародного стандарту для кабельних трактів, що підтримують функціонування додатків класу C. Тому з урахуванням наявності величезного парку інстальованих раніше ЗКС, які реалізовувалися у відповідності до попередніх спрощених редакцій стандартів, а також з міркувань потенційного розширення галузей використання за межі горизонтальної підсистеми, при розрахунку максимальної потужності споживання, як базовий параметр приймається останнє значення. Завдяки цьому забезпечується модернізація існуючих локальних мереж підприємства без заміни комутаторів робочої групи та без необхідності заміни інстальованих раніше лінійних кабелів.

У системі дистанційного живлення постійним струмом по IEEE 802.3af, незалежно від схеми її організації, як прямі й зворотні провідники завжди використовуються дві кручені пари. Зважаючи на досить малу асиметрію провідників крученої пари, що, відповідно до норм міжнародних стандартів, не повинна перевищувати 3 %, очікувана величина опору по шлейфу кола подачі напруги живлення майже не відрізнятиметься від 20 Ом. Таким чином, у найгіршому випадку (мінімально допустима величина вихідної напруги джерела в 44В і максимальний споживаний струм 350мА) для забезпечення нормальних умов функціонування системи в цілому (структурованої проводки, джерела й споживача живлення) найбільша потужність пристрою живлення не повинна перевищувати $(44 - 0,35 \times 20) \times 0,35 = 12,95 \text{ Вт}$.

6.4.9. Підсистема автоматичного налагоджування джерела

У складі джерела напруги живлення стандартом IEEE 802.3 передбачається наявність блоку його автоматичного налагоджування. До переліку основних функцій блоку входить визначення класу потужності споживача, відключення джерела дистанційного живлення від розетки модульного з'єднання у разі виявлення пристроїв, що не підтримують цю опцію, а також захист від некоректного підключення.

Перед підключенням до джерела живлення навантаження його керуючий контролер має провести тестування споживача й включити поживну напругу тільки у разі відсутності небезпеки пошкодження електронних схем термінального обладнання (так званий discovery process): подача напруги живлення виконується винятково за сигналом готовності, що надходить від споживача.

Процедура автоматичного впізнання реалізується блоком Resistive Power Discovery у відповідності до певного алгоритму. У момент підключення до кабельного тракту ЗКС будь-якого

кінцевого абонентського пристрою джерело живлення PS подає на свого потенційного споживача короткотривалий тестовий сигнал невеликої потужності. Напруга сигналу зростає за східчастим законом, при цьому блок Resistive Power Discovery безперервно вимірює струм, що протікає через резистор з номінальним опором 25 кОм. Результат вимірювання дозволяє не тільки визначити необхідність подачі на пристрій дистанційного живлення, але й клас його потужності. Тривалість процесу тестування не перевищує 1с.

З метою оптимізації умов функціонування джерела живлення споживачі енергії поділяють на класи (табл. 6.2).

За замовчуванням приймається, що в момент підключення навантаження на початку процедури налагоджування споживач належить до класу 0. Установка класів 1-3 здійснюється тільки при надходженні на джерело живлення додаткового ідентифікуючого сигналу кінцевого пристрою. Для цього на приймач подається тестова напруга в інтервалі від 14,5 до 20,5В і вимірюється струм, що протікає. Клас потужності споживача встановлюється залежно від вимірюваної величини струму (табл. 6.3).

Таблиця 6.2 - Класи потужності споживачів енергії системи Po

Клас	Режим використання	Потужність джерела PSE, (Вт)	Максимальна потужність, що споживається приймачем PD, Вт
0	Основний	15,4	0,44 - 12,95
1	Опційний	4,0	0,44 - 3,84
2	Опційний	7,0	3,84 - 6,49
3	Опційний	15,4	6,49 - 12,95
4	Зарезервований для перспективних додатків	15,4	0,44 - 12,95

Таблиця 6.3 - Опорні величини струму для визначення класу потужності споживачів енергії системи Po

Клас	Прохідний струм (мА)	
	Мінімум	Максимум
0	0	4
1	9	12
2	17	20
3	26	30
4	36	44

Додатково стандарт IEEE 802.3af передбачає реалізацію функції захисту від некоректного відключення (disconnect). Процедура активізується в момент від'єднання живлення і полягає у відключенні джерела від відповідного порту. Завдяки введенню цієї опції усувається небезпека випадкового підключення іншого пристрою, не призначеного для ДЖ, до джерела живлення й пошкодження його електронних схем.

6.4.10. Галузі застосування систем дистанційного живлення

Логіка роботи системи живлення, її функціональні можливості й підтримуваний діапазон потужностей дозволяють сформувати досить значний перелік пристроїв з типовою споживаною потужністю в діапазоні 3,5-10 Вт, які вже можуть одержувати необхідну для їхнього функціонування напругу живлення безпосередньо від обладнання IEEE 802.3af по кабельних трактах ЗКС (рис. 6.14).

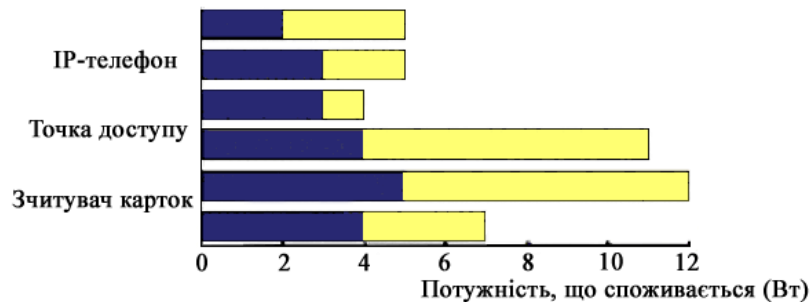


Рис. 6.14. Потужність, що споживається деякими різновидами мережного обладнання (за даними компанії Anixter)

У залежності від місця прокладання кабеля перелік необхідного обладнання змінюється в досить широких межах. У класичній офісній сфері до таких пристроїв належать малопортіві комутатори рівня робочої групи, принт-сервери, IP-телефони й охоронні системи з інтерфейсом IP, точки доступу систем безпроводового зв'язку різного призначення, персональні цифрові асистенти PDA, телевізійні камери Web.

Відповідно до логіки побудови й функціональних можливостей, мережне обладнання з підтримкою стандарту IEEE 802.3af орієнтовано переважно на застосування на рівні окремих робочих груп. Однак у певних обставинах воно є перспективним і при формуванні магістральних трактів. Американська компанія Lightpoint запропонувала обладнання відкритого оптичного зв'язку FlightLite 10, розраховуючи на канал зі швидкістю 100 Мбіт/с. Застосування принципу дистанційного живлення дозволило зменшити масу прийомо-передавача до 4 кг.

У зв'язку зі значним зростанням популярності техніки ЗКС й обладнання на базі стандарту Ethernet досить перспективними масовими пристроями з точки зору використання дистанційного живлення вважаються термінали для оплати покупок у торговельних залах супермаркетів і чутливі елементи датчиків систем автоматизації промислового призначення.

Обладнання дистанційного живлення може також набути широкого застосування й у домашніх мережах. Поряд з персональними цифровими асистентами й камерами системи спостереження воно може бути використане для підтримки функціонування побутових приладів — різних ігрових приставок, електронних музичних інструментів, годинників, будильників тощо.

Системи передачі напруги дистанційного живлення по кабельних трактах ЗКС на кінцевий користувальницький пристрій дозволять збільшити інтервал між циклами підзаряджання акумуляторів портативних комп'ютерів без використання силового мережного адаптера, причому такий комп'ютер може функціонувати як автономно, так і працювати в мережі. Наступним логічним кроком у цьому напрямку є можливість застосування інформаційних розеток ЗКС як малопотужних джерел напруги живлення для підключення до кабельних трактів будь-якого пристрою, якщо воно виготовлено у відповідності до стандарту 802.3af. При реалізації такого підходу стануть можливими підзаряджання акумулятора мобільного телефону від вільного розеткового модуля, а також живлення галогенної лампи або світлодіодів джерела місцевого освітлення.

Виходячи з сучасних особливостей побудови мереж і популярності окремих видів інформаційних сервісів, можна констатувати, що в класичній офісній сфері найбільш масовими споживачами систем ДЖ по кабельних трактах ЗКС будуть IP-телефони. Для держав Західної Європи з розвиненими системами безпроводового зв'язку характерне також дистанційне обладнання живлення точок доступу мереж безпроводового зв'язку стандартів Bluetooth й IEEE 802.11a/b.

Таким чином, нові підходи, спрямовані на розширення функціональних можливостей ЗКС і галузей їхнього використання, приносять конкретні практичні результати:

- використання принципу дистанційного живлення постійним струмом кінцевих приладів і пристроїв по кабельних трактах ЗКС дозволяє ефективно розв'язувати широке коло завдань, що виникають у процесі побудови інформаційно-обчислювальних систем не тільки офісного, але й побутового й промислового призначення;

- широке впровадження обладнання дистанційного живлення безпосередньо впливає на принцип побудови нижнього рівня інформаційно-обчислювальної системи. Разом з тим, воно не призводить до необхідності зміни нормативних документів щодо чисельних значень параметрів мідножильної частини структурованої проводки - більш того, у цій галузі зберігається наступність із редакціями стандартів 1995 р.;
- стандарт IEEE 802.3af надає в розпорядження проектувальників й обслуговуючого персоналу дуже гнучкий інструмент, що дозволяє однаково легко використовувати системи дистанційного живлення як у модернізовуваних, так і в нових створюваних інформаційно-обчислювальних системах без зміни правил побудови структурованої проводки;
- необхідною умовою реалізації принципу дистанційного живлення у вже функціонуючій інформаційно-обчислювальній системі, побудованій із застосуванням комутаторів рівня робочої групи попереднього покоління (без модернізації горизонтальної підсистеми ЗКС), є побудова комутаційного поля кросового рівня за схемою interconnect;
- впровадження обладнання дистанційного живлення за наявності в ЗКС системи інтерактивного керування проводкою в загальному випадку можливе лише при застосуванні джерела за схемою Endpoint PSE;
- масове використання обладнання з підтримкою стандарту IEEE 802.3af є потужним стимулюючим фактором впровадження IP-телефонії.