

ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ PLC

В статті показано тенденції розвитку технології Power Line Communication – сучасної технології передачі інформації по мережі силових ліній. Застосування технології PLC дозволяє розв'язати задачу створення локальної мережі передачі даних із високою швидкістю розгортання, високою швидкістю передачі даних. Показано, що технологія PLC має широке практичне застосування, а тому для її застосування стає необхідним виконувати задачі технічного контролю стану силових провідних ліній, з метою виявлення їх деградації.

Ключові слова: силова лінія, зв'язок.

K.L. HORIASCHENKO, O.P. VOITIUK, S.L. KUSHNIRUK, O.V. SHEVCHUK
Khmelnytsky national university, Ukraine

IMPLEMENTATION OF PLC TECHNOLOGIES

The article shows the trends of technology Power Line Communication - modern technology of data transmission over the network of power lines. The application of PLC technology allows to solve the problem creating a local data network with high speed deployment, high speed data transmission. It is shown that PLC technology has wide application, and therefore to apply it becomes necessary to perform maintenance tasks wired control of power lines in order to identify their degradation.

Keywords: power line communications.

Зв'язок через ЛЕП, PLC (англ. Power line communication) - термін, який описує кілька різних систем для використання ліній електропередачі (ЛЕП) для передачі голосової інформації або даних. Мережа може передавати голос і дані, накладаючи аналоговий сигнал поверх стандартного змінного струму частотою 50 Гц або 60 Гц. PLC включає BPL (Broadband over Power Lines - широкополосна передача через лінії електропередачі), що забезпечує передачу даних зі швидкістю до 500 Мбіт / с, і NPL (англ. Narrowband over Power Lines - вузькополосний передача через лінії електропередачі) зі значно меншими швидкостями передачі даних до 1 Мбіт / с.

Ще на зорі розвитку енергомереж постало питання про передачу диспетчерської інформації від одного енерговузла до іншого [2]. Використання для цих цілей телефонних і телеграфних ліній, що прокладаються паралельно ЛЕП, вважалось нерациональним, тому вже на початку 20-го століття в мережах постійного струму в США застосовувалася передача телеграфних сигналів безпосередньо по дротах ЛЕП. Пізніше, з розвитком засобів радіозв'язку, подібна методика стала застосовна і для мереж змінного струму.

Типова схема передачі диспетчерської інформації по проводах ліній електропередач широко застосовується, як один з основних видів зв'язку. Приймач підключається до ЛЕП через фільтр приєднання, утворений з конденсатора малої місткості (2200 - 6800 пікофарад) і високочастотного трансформатора (автотрансформатора). Подібна система дозволяє передавати як голосову інформацію, так і дані телеметрії і телекерування.

Діапазон частоти ВЧ-каналів зв'язку - від десятків до сотень кГц. Високочастотний зв'язок організовується між двома суміжними підстанціями, які з'єднані лінією електропередач напругою 35кВ і вище. Для того щоб змінний струм частотою 50 Гц потрапляв на шини розподільного пристрою підстанції, а сигнали зв'язку на відповідні комплекти зв'язку, використовують високочастотні загороджувачі і конденсатори зв'язку.

ВЧ-загороджувач має невеликий опір на струмі промислової частоти і великий опір на частоті каналів високочастотного зв'язку. Конденсатор зв'язку - навпаки: має великий опір при частоті 50 Гц, а на частоті каналу зв'язку - малий опір. Таким чином, забезпечується потрапляння на шини підстанції виключно струму частотою 50 Гц, на комплект ВЧ-зв'язку - тільки сигналів на великій частоті.

Для прийому і обробки сигналів ВЧ-зв'язку на обох підстанціях, між якими організована ВЧ-зв'язок, встановлюють спеціальні фільтри, приймачі сигналів і комплекти обладнання, які здійснюють певні функції. Нижче розглянемо, які саме функції можуть реалізовуватися із застосуванням ВЧ-зв'язку.

Найбільш важлива функція - використання ВЧ-каналу в пристроях релейного захисту та автоматики обладнання підстанції. ВЧ-канал зв'язку використовується в захистах ліній 110 і 220кВ - диференціальної-фазної захисту і направлено-високочастотного захисту. По обох кінцях ЛЕП встановлюють комплекти захистів, які мають зв'язок між собою по ВЧ-каналу зв'язку. Завдяки надійності, швидкодії і селективності, захисту з використанням ВЧ-каналу зв'язку використовуються в якості основних для кожної ПЛ 110-220кВ.

Існують також пристрої, які з використанням ВЧ-каналу зв'язку, визначають місце пошкодження ліній електропередач. Крім того, ВЧ-канал зв'язку може використовуватися для передачі сигналів обладнання телемеханіки, SCADA, САУ та інших систем обладнання АСУ ТП. Таким чином, по каналу високочастотного зв'язку можна здійснювати контроль над режимом роботи устаткування підстанцій, а також передавати команди управління вимикачами і різними функціями пристроїв РЗА.

Ще одна функція - функція телефонного зв'язку. ВЧ-канал можна використовувати для оперативних переговорів між суміжними підстанціями. У сучасних умовах ця функція не актуальна, так як існують більш

зручні способи зв'язку між обслуговуючим персоналом об'єктів, але ВЧ-канал може служити резервним каналом зв'язку в разі виникнення надзвичайної ситуації, коли буде відсутня мобільна або дротова телефонний зв'язок.

ВЧ-канали можуть використовувати для зв'язку з оперативно-виїзними бригадами, які здійснюють ремонт ділянок пошкоджених ліній електропередач, ліквідують пошкодження в електроустановках. Для цієї мети використовують спеціальні переносні приймачі. Технологія PLC базується на використанні силових електромереж для високошвидкісного інформаційного обміну. Експерименти з передачі даних по електромережі велися досить давно, але низька швидкість передачі і слабка перешкодозахисність

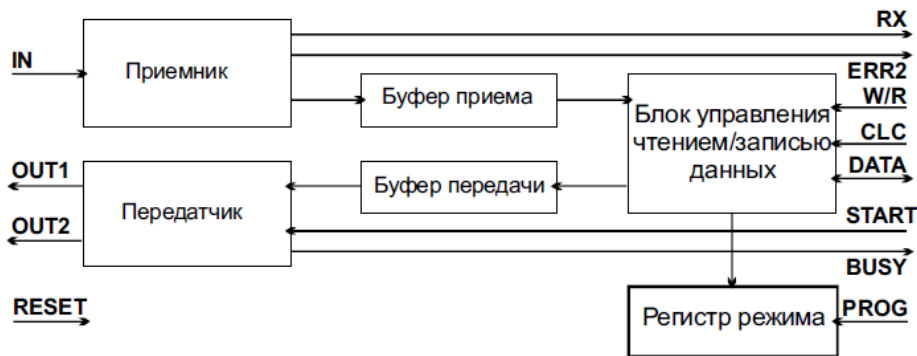


Рис. 1. Мікросхема KP1446XK1

Технічні основи технології PLC

Основою технології PowerLine є використання частотного поділу сигналу, при якому високошвидкісний потік даних розбирається на кілька відносно низькошвидкісних потоків, кожен з яких передається на окремій частоті з подальшим їх об'єднанням в один сигнал. Реально в технології PowerLine використовуються 1536 поднесущие частоти з виділенням 84 найкращих в діапазоні 2-34 МГц.

При передачі сигналів по побутової електромережі можуть виникати великі загасання в передавальній функції на певних частотах, що може привести до втрати даних. В технології PowerLine передбачений спеціальний метод вирішення цієї проблеми - динамічне включення і виключення передачі сигналу (dynamically turning off and on data-carrying signals). Суть даного методу полягає в тому, що пристрій здійснює постійний моніторинг каналу передачі з метою виявлення ділянки спектра з перевищенням певного порогового значення загасання. У разі виявлення даного факту, використання цих частот на час припиняється до відновлення нормального значення загасання, а дані передаються на інших частотах.

Існує також проблема виникнення імпульсних перешкод (до 1 мікросекунди), джерелами яких можуть бути галогенні лампи, а також включення і виключення потужних побутових електроприладів, обладнаних електричними двигунами.

Стандарти HomePlug AV

Є два основні стандарти. HomePlug AV і HomePlug AV2 [4]:

- HomePlug AV адаптери можуть працювати на різній швидкості. Може бути: 200 Мбіт / с (AV200), 500 Мбіт / с (AV500) і 600 Мбіт / с (AV600). Реальна швидкість звичайно ж буде нижче. Приблизно 100, 240, і 280 Мбіт / с. Обов'язково, врахуйте це при виборі PowerLine-адаптерів. Все залежить від того, для яких цілей ви будете використовувати мережу. Якщо це перегляд відео, онлайн ігри і т. Д., То краще вибрати найшвидші адаптери.

- Стандарт HomePlug AV2 - швидкість до 1200 Мбіт / с. У реальних умовах, ця швидкість звичайно ж нижче, приблизно 600 Мбіт / с. Правда, новий стандарт дуже вимогливий до якості проводки, і необхідно заземлення. Для досягнення такої швидкості, вона повинна бути мідною, і дуже хорошої якості.

По суті, стандарт HomePlug є різновидом технології PLC (Power Line Communication), яка використовує лінії електропередач для передачі даних або голосової інформації. Вперше такі системи стали застосовувати більш століття назад, як тільки з'явилися самі лінії електропередач. У той час по дротах між підстанціями передавали телеграфний сигнал, а вже потім, у зв'язку з ростом числа високовольтних ліній електропередач, кількості підстанцій та інших елементів електричної проводки, почали впроваджувати системи високошвидкісного зв'язку для телефонії та телеметрії. Дані в цьому випадку передавалися шляхом накладення аналогового сигналу з іншого частотою, відмінною від частоти змінного струму. Варто відзначити, що довгий час існувала проблема загасання сигналу, викликаного перешкодами на лінії, так як будь-яка електропроводка характеризується високим рівнем шумів і швидким загасанням високошвидкісного сигналу. Вирішити проблему загасання сигналу дозволило застосування алгоритмів широкосмугового модуляції сигналу, що, в свою чергу, підвищило вартість такого обладнання, тому тривалий час дані технології не отримували широкого поширення. Зараз технологія PLC використовується для передачі інформаційно-технічних даних в енергосистемах і на залізницях.

На рис. 2. Показання адаптер TP-LINK TL-PA551.



Рис. 2. Адаптер TP-LINK TL-PA551.

Усередині адаптера встановлені дві невеликі друковані плати, з'єднані між собою декількома контактними групами. На основній платі встановлено чіп Atheros AR7400-AC2C, що відноситься до четвертого покоління і забезпечує підтримку PowerLine-частини пристрою. Чіп на апаратному рівні підтримує модуляції OFDM 4096/1024/256/64/16/8 QAM, QPSK, BPSK і ROBO. В якості допоміжного чіпа використовується мікросхема Atheros AR1500. Оскільки новий стандарт передбачає передачу даних на швидкості 500 Мбіт / с, в цьому адаптері встановлений гігабітний мережевий контролер на базі мікросхеми Atheros AR8021. Оперативна пам'ять представлена мікросхемою Zentel A3S28D40FTP об'ємом 16 Мбайт. Крім цих основних елементів, на платах розташовані допоміжні фільтри та інші компоненти.

Виходячи з специфікації цього стандарту, на фізичному рівні швидкість передачі даних між адаптерами HomePlug AV2 може досягати 500 Мбіт/с. Однак на MAC-рівні швидкість істотно нижче - близько 200-250 Мбіт/с.

На рис. 3. показано приклад побудови мережі з використанням PLC адаптерів.

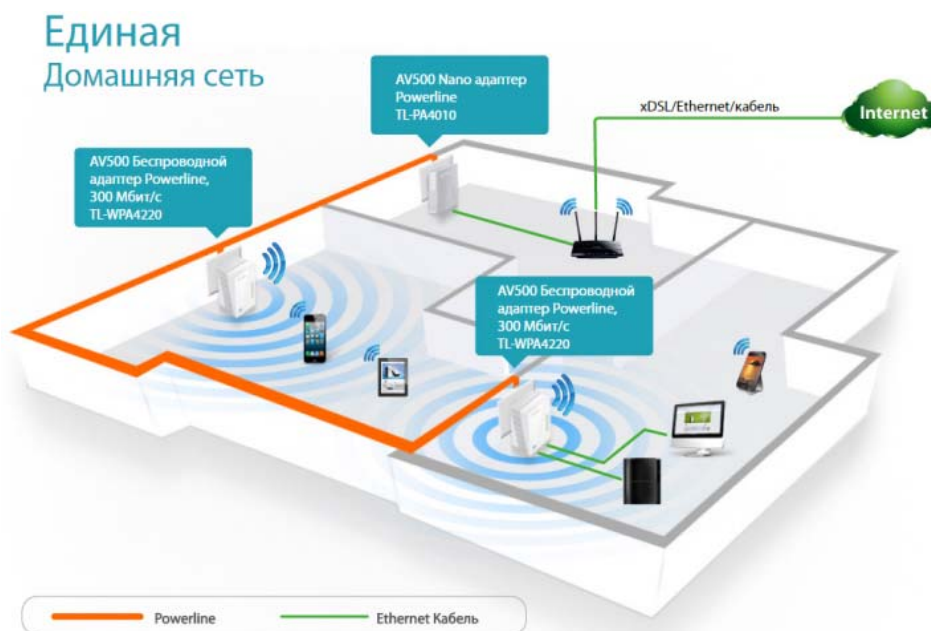


Рис. 3. Приклад побудови мережі з використанням PLC адаптерів [3]

Висновки

Переваги технології PLC

- Простота використання - не потрібно прокладка окремого кабелю.
- Можна використовувати будь-які інші дроти, в тому числі і контактні мережі електротранспорту і метро.
- Оперативність при розгортанні мережі передачі даних - електричні дроти є майже скрізь.
- Не потрібна реєстрація обладнання як радіочастотного, незважаючи на те, що потужність передавача становить 75 мВт, а це створює рівень перешкод, що перевищує допустимі ГОСТом норми по ЕМС.
- У випадку, якщо якимось чином є вплив на якісь частоти, в PLC-обладнанні передбачений

механізм придушення сигналу в заданому діапазоні.

Недоліки технології PLC

- Пропускна здатність мережі по електропроводці ділиться між усіма її учасниками (використовується топологія мережі «загальна шина»).

- Іноді потрібні спеціальні сумісні мережеві фільтри і ДБЖ. Сигнал може істотно послаблюватися, проходячи через багато мережеві розгалужувачі-фільтри.

- На якість, швидкість і надійність зв'язку мають негативний вплив електропобутові прилади (енергозберігаючі лампи, імпульсні блоки живлення, зарядні пристрої, вимикачі освітлення і т. П. І т. Д.). В результаті спостерігається зниження швидкості від 5 до 50%.

- На якість, швидкість і надійність зв'язку чинить негативний вплив виконання / топологія / якість електропроводки, тип / режим / потужність побутових електроприладів і пристроїв, наявність скруток. В результаті спостерігається зниження швидкості передачі даних до повного зникнення сигналу.

- Вразлива для сигналів від радіопередавальних пристроїв короткохвильового (КВ) діапазону, в тому числі і пристроїв служби аматорського радіозв'язку.

- Не може серйозно розглядатися як надійна технологія передачі даних через уразливості до перешкод із загальних електромереж і невідповідності нормам по електромагнітної сумісності як по прийому (вразливість до перешкод з електромережі, сигналам КВ передавачів), так і з передачі сигналів (створення перешкод в електромережу та КВ приймачів).

- Створює перешкоди в короткохвильовому діапазоні [1], що особливо відчутно для служби аматорського радіозв'язку (ЛСР), з огляду на що ЛСР використовує КВ частоти виключно на офіційній та дозвільній основі в державних органах, ЛСР має безумовний пріоритет перед PLC.

Література

1. Комаров С. Беда пришла, откуда не ждали... / С. Комаров // «Broadcasting». – 2005. – № 7. – С. 71.
2. Часто задаваемые вопросы по Powerline-адаптерам Zyxel HomePlug AV
3. TRENDnet TPL-402E2K — локальная сеть через розетку Новости технологий
4. Никифоров А.В. Технология PLC – телекоммуникации по сетям электропитания / А.В. Никифоров // «Сети и системы связи». – 2002. – № 5.

Рецензія/Peer review : 8.3.2017 р. Надрукована/Printed :25.4.2017 р.

Рецензент: д.т.н. Троцишин І.В.