

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Пояснювальна записка

до бакалаврської роботи

на тему: “АНАЛІЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ
ОБЛАДНАННЯ PowerLine”

Виконав: студент 4 курсу, групи
ТСД-48
спеціальності

172 Телекомунікації і радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

Єрошенко А.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____

ВСТУП

Мережа Powerline або зв'язок по лінії Powerline - це форма зв'язку, в якій використовується електрична мережа для передачі даних і джерела змінного струму (АС) через існуючу електричну інфраструктуру. Мережа Powerline може мати безліч застосувань. У домашніх умовах він в основному використовується для домашньої автоматизації і доступу в Інтернет, але він також використовується в промислових і комерційних умовах, наприклад, комунальними підприємствами для виконання таких завдань, як віддалене зчитування показань лічильників. Лінія електропередачі може передавати дані за допомогою накладення інформаційного сигналу з низьким енергоспоживанням на хвилю потужності, що означає, що вони можуть проходити один через одного без перешкод.

Дані передаються з частотою мінімум 3 кГц, щоб хвиля потужності не заважала сигналу даних. Електромережа в будинку здатна передавати сигнали на самих різних частотах. Електрика зазвичай передається з частотою 50/60 Гц, а це означає, що дані можуть використовувати одні і ті ж дроти, але з набагато більш високою частотою, так що вони не впливають один на одного.

Для установки мережі Powerline в будинку необхідні два спеціальних адаптера. Перший адаптер лінії електропередачі буде підключений до існуючого маршрутизатора дротової локальної мережі, а другий адаптер буде підключений до пристрою з підтримкою Ethernet, наприклад комп'ютера або телевізора.

Коли обидва адаптера підключені, внутрішнє мережеве з'єднання буде встановлено через електромережу між двома настінними розетками, а це означає, що крім кабелю живлення для підключення пристрою до маршрутизатора не потрібно ніяких додаткових проводів. Його можна використовувати для бездротового друку, відтворення музики на віддалених динаміках, спільного використання файлів в домашніх умовах з декількома комп'ютерами, підключення телевізорів до Інтернету та ігор.

У системах домашньої автоматизації зв'язок по електромережі може використовуватися для управління освітленням, опаленням, кондиціонуванням повітря, камерами і системами безпеки. Концепція розумного будинку існує з 1970-х років, коли шотландська компанія винайшла X10, систему, яка дозволяла сумісним домашнім пристроям обмінюватися даними за існуючою проводці. Передавач, такий як клавіатура або пульт дистанційного керування, може відправити повідомлення в цифровому коді за існуючою мережею на приймач, наприклад, щоб вимкнути лампу (приймач) в іншій кімнаті. Повідомлення, відправлене по проводці, буде включати, на яке хтось надіслав повідомлення, і команду для пристрою. Пристрої X10 можуть отримувати ряд команд, таких як виключення всіх пристроїв, включення всього світла або приглушене освітлення.

Система досі використовується в багатьох будинках, мережі Powerline декілька пристроїв можуть бути підключені до Інтернету через їх дроти живлення.

У промислових і комерційних умовах мережі Powerline використовуються по-різному. Він використовувався в інтелектуальній мережі для розширеного управління енергоспоживанням, виявлення шахрайства, автоматичного зчитування показань лічильників, управління вуличним освітленням, а також віддаленого обліку та виставлення рахунків.

1 ІСТОРІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇЇ ВПРОВАДЖЕННЯ

1.1 Зв'язок через лінії електропередач

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 (англ. Broadband over Power Lines - широкопasmова передача через лінії електропередачі), що забезпечує передачу даних зі швидкістю до 500 Мбіт/с, і NPL (англ. Narrowband over Power Lines - вузькопasmовий передача через лінії електропередачі) зі значно меншими швидкостями передачі даних до 1 Мбіт/с.

1.1.1 Використання зв'язку через ЛЕП для управління енергосистемою

Ще на зорі розвитку енергомереж постало питання про передачу диспетчерської інформації від одного енерговузла до іншого. Використання для цих цілей телефонних і телеграфних ліній, що прокладаються паралельно ЛЕП, вважалося нераціональним, 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.

Передача диспетчерської інформації по дротах 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).

1.1.2 Використання ЛЕП в інших сферах зв'язку

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 перешкодозахищеність були найбільш вузьким місцем даної технології. Поява більш потужних DSP-процесорів (цифрові сигнальні процесори) дало можливість використовувати більш складні способи модуляції сигналу, такі як OFDM-модуляція, що дозволило значно просунутися вперед в реалізації технології PLC.

У 2000 році кілька великих лідерів на ринку телекомунікацій об'єдналися в HomePlug Powerline Alliance з метою спільного проведення наукових досліджень і практичних випробувань, а також прийняття єдиного стандарту на передачу даних по системам електроживлення. Прототипом PowerLine є технологія PowerPacket фірми Intellon, покладена в основу для створення єдиного стандарту HomePlug1.0 (прийнятий альянсом HomePlug 26 червня 2001 року), в якому визначено швидкість передачі даних до 14 Мб/с.

Однак на даний момент стандарт HomePlug AV підняв швидкість передачі даних до 500 Мбіт/с.

1.1.3 Застосування PLC-технології

Підключення до інтернету

В даний час переважна більшість кінцевих підключень здійснюється за допомогою прокладки кабелю від високошвидкісної лінії до квартири або офісу користувача. Це найбільш дешеве і надійне рішення, але якщо прокладка кабелю неможлива, то можна скористатися наявною в кожному будинку системою силових електричних комунікацій. При цьому будь-яка електрична розетка в будинку може стати точкою виходу в Інтернет. Від користувача потрібно тільки наявність PowerLine-модему для зв'язку з аналогічним пристроєм, встановленим, як правило, в електрощитовій будинку і підключеним до високошвидкісного каналу. PLC може бути хорошим рішенням «останньої милі» в котеджних

селищах і в малоповерховій забудові, в зв'язку з тим, що традиційні проводи коштують у кілька разів дорожче PLC.

Малий офіс (SOHO)

PowerLine-технологія може бути використана при створенні локальної мережі в невеликих офісах (до 10 комп'ютерів), де основними вимогами до мережі є простота реалізації, мобільність пристроїв і легка розширюваність. При цьому як вся офісна мережу, так і окремі її сегменти можуть бути побудовані за допомогою PowerLine-адаптерів.

Часто зустрічається ситуація, коли необхідно включити у вже існуючу мережу віддалений комп'ютер або мережевий принтер, розташований в іншій кімнаті або в іншому кінці будівлі. Така проблема легко вирішується за допомогою PowerLine-адаптерів.

Домашні комунікації

PowerLine-технологія може бути використана при реалізації ідеї «розумного будинку», де вся побутова електроніка пов'язана в єдину інформаційну мережу з можливістю централізованого управління.

Автоматизація

У зв'язку з тим, що PLC використовує готові комунікації, PowerLine-технологія може бути використана в автоматизації технологічних процесів, пов'язуючи блоки автоматизації по електродротам або іншим видам проводів.

Системи безпеки

У зв'язку з тим, що PLC може працювати на різних дротах (не обов'язково електричних), застосування в ОПС цілком піддається реалізації також і для систем відеоспостереження об'єктів.

1.1.4 Переваги та недоліки

Переваги

- Простота використання - не потрібна для мережі окремого кабелю.
- 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 разі, якщо якимось чином є вплив на якісь частоти, в PLC-обладнанні передбачений механізм придушення сигналу в заданому діапазоні.

Недоліки

- Пропускна здатність мережі по електромережі 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 електромережі, 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 для перешкод із загальних електромереж і невідповідності нормам по електромагнітної сумісності як по прийому (вразливість для перешкод з електромережі, сигналів КВ передавачів), так і з передачі сигналів (створення перешкод в електромережу та КВ приймачів).
- Створює перешкоди в короткохвильовому діапазоні, що особливо відчутно для служби аматорського радіозв'язку (ЛСР), враховуючи, що ЛСР використовує КВ частоти виключно на офіційній та дозвільній основі в державних органах, ЛСР має безумовний пріоритет перед PLC.

Більшість зазначених недоліків можуть бути виключені застосуванням шумоподібних сигналів з великою базою з кодовою доступом до мережі.

1.2 HomePlug

HomePlug - це сімейство різних специфікацій зв'язку по лініях електропередачі під позначенням HomePlug, кожна з яких пропонує унікальні можливості продуктивності і співіснування або сумісність з іншими специфікаціями HomePlug.

Деякі специфікації HomePlug націлені на широкосмугові додатки, такі як домашнє поширення IPTV з низькою швидкістю передачі даних, ігри та Інтернет-контент, в той час як інші орієнтовані на низьке енергоспоживання, низьку пропускну здатність і розширені робочі температури для таких додатків, як інтелектуальні лічильники потужності і домашня зв'язок між електричними системами і приладами. Всі специфікації HomePlug були розроблені HomePlug Powerline Alliance, якому також належить торгова марка HomePlug.

18 жовтня 2016 року HomePlug Alliance оголосив, що всі його специфікації будуть передані в суспільне надбання і що інші організації будуть робити

майбутні дії, пов'язані з розгортанням існуючих технологій. В оголошенні не було згадки про подальший розвиток технологій в співтоваристві HomePlug.

1.2.1 Історія

Альянс HomePlug Powerline Alliance був створений для розробки стандартів і технологій, що дозволяють пристроям обмінюватися даними один з одним і з Інтернетом по існуючій структурі/домашньої електромережі.

Однією з найбільших технічних проблем було знайти спосіб знизити чутливість до електричних шумів, присутнім в лініях електропередач. HomePlug вирішив цю проблему, збільшивши несучі частоти зв'язку, щоб сигнал передавався по нейтральному провіднику, який є загальним для всіх фаз.

Перша специфікація HomePlug, HomePlug 1.0, була випущена в червні 2001 року. Специфікація HomePlug AV (для аудіо-відео), випущена в 2005 році, збільшила пікову швидкість передачі даних фізичного рівня (PHY) з приблизно 13,0 Мбіт/с до 200 Мбіт/с. Специфікація HomePlug Green PHY була випущена в червні 2010 року і націлена на додатки Smart Energy і Smart Grid в якості взаємодіє «брата» HomePlug AV з більш низькою вартістю, менше енергоспоживання і зменшеною пропускнуною спроможністю.

У 2010 році IEEE 1901 був схвалений, а HomePlug AV в якості базової технології для FFT- OFDM PHY в рамках стандарту і став міжнародним стандартом. HomePlug Powerline Alliance є органом по сертифікації продуктів IEEE 1901. Три основних специфікації, опубліковані HomePlug (HomePlug AV, HomePlug Green PHY і HomePlug AV2), сумісні і сумісні.

У 2011 році специфікація HomePlug Green PHY була прийнята Ford, General Motors, Audi, BMW, Daimler, Porsche і Volkswagen в якості стандарту підключення для підключаються електромобілів.

Станом на 2017 рік, є принаймні шість постачальників чіпів судноплавні HomePlug AV чіпсети з IEEE 1901 специфікації підтримки: Broadcom, Qualcomm Atheros, Sigma Designs, Intellon, SPiDCOM і Mstar.

Нові версії HomePlug підтримують використання Ethernet в топології шини через модуляцію OFDM, що дозволяє декільком різним носіям даних співіснувати в одному дроті. Крім того, технологія OFDM HomePlug може відключати (маскувати) будь-які піднесуть, які перекривають раніше виділений радіочастотний спектр в даному географічному регіоні, тим самим запобігаючи перешкоди. У Північній Америці, наприклад, HomePlug AV використовує тільки 917 з 1155 піднесуть.

1.2.2 Використання

Мережа Powerline в цілому означає, що мережа може бути створена з використанням існуючої електромережі в приміщенні. Для зарядки електромобілів стандартне підключається зарядний пристрій для електромобілів SAE J1772 також вимагає HomePlug Green PHY для встановлення зв'язку по лінії електропередачі, перш ніж автомобіль зможе почати споживати зарядну потужність.

Всі комерційні реалізації HomePlug відповідають стандарту шифрування AES-128, встановленого FERC США для розширеної інфраструктури вимірювання. Відповідно, ці пристрої підходять для використання в якості готових лічильників комунального рівня з відповідним програмним забезпеченням.

Станом на кінець 2012 року найбільш широко вживаними пристроями HomePlug є «адаптери», які являють собою автономні модулі, які підключаються до розеток (або мережевих фільтрів (але не мережевих фільтрів) або подовжувач) і надають один або кілька портів Ethernet. У простій домашньої мережі інтернет-шлюз-маршрутизатор підключається через кабель Ethernet до адаптера лінії електропередач, який, в свою чергу, підключається до найближчої розетки.

Другий адаптер, підключений до будь-якої іншої розетки в будинку, підключається через кабель Ethernet до будь-якого пристрою Ethernet (наприклад, комп'ютера, принтера, IP-телефону).

Потім зв'язок між маршрутизатором і пристроями Ethernet передається по існуючій домашній електромережі. Більш складні мережі можуть бути реалізовані шляхом підключення додаткових адаптерів в міру необхідності.

Адаптер Powerline також можна підключити до концентратора або комутатора, щоб він підтримував кілька пристроїв Ethernet, що перебувають у спільній кімнаті.

Все частіше функціональні можливості автономних адаптерів вбудовуються в кінцеві пристрої, такі як центри управління живленням, цифрові медіа-адаптери і камери Інтернет-безпеки. Очікується, що мережеві функції Powerline будуть вбудовані в телевізори, телеприставки, цифрові відеореєстратори і іншу побутову електроніку, особливо з появою глобальних мережевих стандартів Powerline, таких як стандарт IEEE 1901, ратифікований у вересні 2010 року

Деякі виробники продають пристрої, що включають 802.11n, HomePlug і чотири порти для підключення до гігабітної мережі Ethernet, за ціною менше 100 доларів США. Деякі з них, оголошені на початок 2013 року, також включають можливість підключення по стандарту 802.11ac, комбінація якого з HomePlug продається Qualcomm Atheros як гібридна мережева технологія Hi-Fi, реалізація IEEE P1905. Це дозволяє пристрою використовувати дротову мережу Ethernet, Powerline або бездротовий зв'язок, якщо вони доступні, для забезпечення надлишкового та надійного перемикавання при відмові, що особливо важливо в споживчих додатках, де зазвичай немає фахівців з налагодження з'єднань на місці.

1.2.3 Версії стандарту HomePlug

HomePlug 1.0

Перша специфікація HomePlug, HomePlug 1.0, забезпечує пікову фізичну швидкість 14 Мбіт/с. Вперше він був представлений в червні 2001 року і з тих пір був замінений на HomePlug AV. 28 травня 2008 року Асоціація телекомунікаційної індустрії (ТІА) включила технологію Powerline HomePlug 1.0 в недавно опублікований міжнародний стандарт ТІА-1113. ТІА-1113 визначає

роботу модему з електромережею в приміщенні користувача. Новий стандарт є першим в світі стандартом зв'язку по лініях електропередач з декількома мегабітами, схваленим організацією, акредитованою Американським національним інститутом стандартів (ANSI).

MAC-рівень HomePlug 1.0 використовує доступ до каналу на основі множинного доступу з контролем несучої і запобіганням конфліктів (CSMA/CA) для передачі даних довжиною від 46 до 1500 байтів з інкапсульованих кадрів IEEE 802.3 в якості службових блоків даних MAC (MSDU) (тому не підтримує jumbo-кадри). Нижче відображено адаптер на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Адаптер HomePlug 85 Мбіт/с

Адаптери HomePlug 1.0 Turbo відповідають специфікації HomePlug 1.0, але використовують більш швидкий приватний режим, який збільшує пікову фізичну швидкість до 85 Мбіт/с. Турбо-модеми HomePlug 1.0 були доступні тільки від Intellon Corporation.

HomePlug AV

Специфікація HomePlug AV, представлена в серпні 2005 року, забезпечує достатню смугу пропускання для таких додатків, як HDTV і VoIP. HomePlug AV пропонує пікову швидкість передачі даних 200 Мбіт/с на фізичному рівні і

близько 80 Мбіт/с на рівні MAC. Пристрої HomePlug AV повинні співіснувати і, при необхідності, взаємодіяти з пристроями HomePlug 1.0.

На фізичному рівні використовуються несучі OFDM, рознесені на 24,414 кГц, з несучими від 2 до 30 МГц. Залежно від відносини сигнал і шум система автоматично вибирає з BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM, 256 QAM і 1024 QAM для кожної несучої.

Використання адаптивної модуляції на аж до 1155 OFDM піднесуть, турбо згортальних кодів для виправлення помилок, два рівня MAC обрамлення з ARQ та інших методів, HomePlug AV можна досягти майже теоретичної максимальної пропускної спроможності через заданий шлях передачі.

З міркувань безпеки, специфікація включає методи розподілу ключів і використання 128-бітного шифрування AES. Крім того, адаптивні методи специфікації створюють перешкоди для підслуховування і кібератак.

Деякі адаптери на базі Qualcomm Atheros відповідає його технічним характеристикам HomePlug AV, але використовують пропрієтарне розширення, яке збільшує РНУ-швидкість до 500 Мбіт/с, головним чином за рахунок використання більш широкого спектра.

HomePlug AV HomePlug AV - це стандарт, який все ще використовують багато продуктів Powerline на ринку. Специфікація HomePlug AV, яка була представлена в серпні 2005 року, забезпечує достатню пропускну здатність для таких додатків, як HDTV і VoIP. HomePlug AV забезпечує максимальну швидкість передачі даних 200 Мбіт/с на фізичному рівні і близько 80 Мбіт/с на рівні MAC. На фізичному рівні використовуються несучі OFDM, розташовані на відстані 24.414 кГц, з носіями від 2 до 30 МГц. Залежно від відносини сигналу/шуму система автоматично вибирає з BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM, 256 QAM і 1024 QAM. Деякі адаптери на базі Qualcomm Atheros відповідає його технічним характеристикам HomePlug AV, але використовують пропрієтарне розширення, яке збільшує швидкість РНУ до 500 Мбіт/с, в першу чергу, з використанням більш широкого спектра.

HomePlug AV2 Безпосередньо спостережувана різниця між HomePlugAV і HomePlugAV2 - це робота на швидкостях гігабітного класу. Однак, щоб уточнити, швидкість гігабіта знаходиться на рівні PHY, який насправді просто означає, що можна отримати гігабітний зв'язок, а не пропускну здатність 1 Gbps.

До іншим ключовим досягненням відносяться:

- Збільшення смуги пропускання за рахунок використання спектра вищих частот

- MIMO

- Функціональні можливості ретранслятора

- Енергозберігаючий режим AV2 дозволяє використовувати кілька потоків HD і більш інтенсивно використовувати смугу пропускання.

HomePlug AV2 також використовує діаграму спрямованості, що дозволяє поліпшити налаштування каналу передачі, такі як OFDM. Крім того, MIMO дозволяє адаптера Powerline використовувати будь-які два дроти в трехштирькових розетки для передачі, тоді як HomePlug AV завжди використовує нейтральну лінію. Розширене покриття також можливо, не набуваючи додатковий адаптер Powerline, оскільки кожен вузол AV2 має вбудовані функції ретранслятора.

З точки зору ефективності адаптери Powerline, побудовані відповідно до специфікації HomePlug AV2, мають сплячий режим, щоб запобігти непотрібне енергоспоживання. До активації передачі даних адаптер Powerline переходить в стан очікування з зазначеними значеннями часу для пробудження щоб перевірити будь-які запити на передачу даних. Powerline Wi-Fi hotspots Деякі адаптери Powerline мають додаткові функції Wi-Fi. Такі адаптери створюють точку доступу Wi-Fi в кімнатах по всьому будинку. Вони використовують той же Інтернет-доступ, який ви отримуєте від свого бездротового маршрутизатора, але в кожній кімнаті створюють абсолютно нову точку доступу, щоб не втратити силу сигналу на відстані від маршрутизатора.

Деякі електричні прилади можуть створювати перешкоди для роботи такої мережі. Але, як показує практика, це не значний мінус. Хіба що в момент запуску

якогось приладу, можуть бути перешкоди. Самі адаптери, так само можуть створювати перешкоди на електричні прилади. В основному, це радіо пристрій. Адаптери не працюють через мережеві фільтри і стабілізатори. Для роботи стандарту HomePlug AV2 потрібно проводка з заземленням. Всі адаптери повинні працювати в одній фазі. Для з'єднання адаптерів на різних фазах (якщо дві фази) можна використовувати комутатор, або міжфазовий ретранслятор. В інтернеті є інструкції по налаштуванню таких схем. Електромережа повинна бути якісною. Якщо в будинку стара проводка, неякісні кабелі, багато з'єднань, це буде впливати на роботу PowerLine мережі, і на швидкість. Якщо гарна мережа і добре налаштована, то проблем з вибором PowerLine-адаптерів і налаштуванням мережі не виникне.

HomePlug AV2

Специфікація HomePlug AV2 була представлена в січні 2012 року. Вона сумісна з пристроями HomePlug AV і HomePlug GreenPHY і відповідає стандарту IEEE 9001. Він має фізичну швидкість гігабітного класу, підтримку MIMO PHY, повторювані функції і режими енергозбереження. Додатково може використовуватися діапазон від 30 до 86 МГц. Перше покоління зазвичай вважається на 20% швидше, ніж HomePlug AV 500, воно часто продається як HomePlug 600. Вони не підтримують MIMO, а підтримують лише окремі потоки через архітектури набору мікросхем Atheros (QCA7450/AR1540). Жовтень 2013 р Qualcomm анонсувала QCA7500 з підтримкою 2x2 MIMO, що імовірно подвоїть швидкість передачі даних. У 2014 році Qualcomm почала виробництво QCA7500. Це пристрій забезпечувало необроблені PHY швидкості 1300 Мбіт/с з результуючими швидкостями передачі даних 550 Мбіт/с UDP і 500 Мбіт/с TCP, повний MIMO. Зв'язок здійснюється як по парам «лінія - нейтраль», так і «лінія - земля». Компанія Devolo з Німеччини внесла власні удосконалення в стандарт і використовує дріт заземлення на додаток до фази (також відомої як гарячий або активний) і нульовий (також відомої як нейтраль).

HomePlug Green PHY

HomePlug GreenPHY - це протокол зв'язку, який використовується в міжнародному стандарті зарядки електромобілів CCS. Специфікація HomePlug Green PHY - це підмножина HomePlug AV, призначене для використання в інтелектуальній мережі. Він має пікову швидкість 10 Мбіт/с і призначений для використання в інтелектуальних лічильниках і невеликих приладах, таких як термостати HVAC, побутова техніка і підключаються до електромережі електромобілі, так що дані можуть бути передані по домашньої мережі і за допомогою корисність. Для таких програм не потрібна широкопasmовий зв'язок з високою пропускнуою здатністю; найбільш важливими вимогами є низька потужність і вартість, надійний зв'язок і компактний розмір. GreenPHY споживає до 75% менше енергії, ніж AV.

Альянс HomePlug Powerline Alliance працював з виробниками комунальних послуг та лічильників над розробкою цієї 690-сторінкової специфікації. Пристрої HomePlug Green PHY повинні бути повністю сумісні з пристроями, заснованими на специфікації HomePlug AV, HomePlug AV2 і IEEE 1901, яка розглядається. Щоб перешкоджати їх енергоспоживання і зниженню витрат. Виробник мікросхем HomePlug Qualcomm анонсував комерційно доступний кремній Green PHY в грудні 2011 року.

HomePlug Access BPL

Доступ до широкопasmового лінії електропередачі (BPL) відноситься до технології широкопasmового доступу в домашніх умовах. Альянс HomePlug сформував робочу групу HomePlug Access BPL, першим статутом якої була розробка Документа ринкових вимог (MRD) для специфікації HomePlug Access BPL. Альянс надіслав відкритого запрошення індустрії BPL взяти участь в розробці MRD або внести свій вклад в його розгляд. Після декількох місяців співпраці між комунальними підприємствами, інтернет-провайдерами та іншими галузевими групами BPL, MRD був завершений в червні 2005 року. Робота HomePlug над Access BPL була згодом внесена і об'єднана в стандарт IEEE 1901.

1.2.4 Безпека

Оскільки сигнали можуть виходити за межі будинку або офісу користувача і бути перехопленими, HomePlug включає можливість установки пароля шифрування. Специфікація HomePlug вимагає, щоб для всіх пристроїв був встановлений стандартний пароль за замовчуванням, хоча і загальний.

Користувачі повинні змінити цей пароль. Якщо пароль не змінений, зломисник може використовувати власний пристрій Homeplug для виявлення сигналів користувачів, а потім використовувати пароль за замовчуванням для доступу та установок, таких як використовуваний ключ шифрування.

На багатьох нових адаптерах Powerline, які поставляються в вигляді пари в штучної упаковці, вже встановлений унікальний ключ безпеки, і користувачеві не потрібно міняти пароль, за винятком випадків їх використання з існуючими адаптерами Powerline або додавання нових адаптерів в існуючу мережу.

Деякі системи підтримують кнопку аутентифікації, що дозволяє додавати адаптери в мережу всього двома натисканнями кнопок (по одному на кожному з пристроїв).

Щоб спростити процес налаштування паролів в мережі HomePlug, кожен пристрій має вбудований майстер-пароль, довільно обраний виробником і захищений в пристрій, який використовується тільки для установки паролів шифрування. Надрукованої етикетці пристрою можна знайти його головний пароль.

Стандарт HomePlug AV використовує 128-бітний AES, тоді як більш старі версії використовують менш безпечні протоколи DES. Це шифрування не впливає на дані, які користувач відправляє або отримує, і тому протоколи і системи більш високого рівня, такі як TLS, як і раніше повинні використовуватися.

Оскільки пристрої HomePlug зазвичай працюють як прозорі мережеві мости, комп'ютери під управлінням будь-якої операційної системи можуть використовувати їх для доступу до мережі. Однак деякі виробники поставляють програмне забезпечення для установки пароля тільки у версії Microsoft Windows;

іншими словами, для включення шифрування потрібно комп'ютер під управлінням Windows. Після настройки пароля шифрування будь-який пристрій, що підтримує специфікацію Ethernet, буде працювати з адаптером.

1.2.5 Сумісність

HomePlug AV, GP і AV2 повністю сумісні, а також будуть взаємодіяти з пристроями IEEE 1901. Пристрої HomePlug 1.0 не взаємодіють з пристроями HomePlug AV. Хоча технічно можливо досягти такої зворотної сумісності, це недоцільно з економічної точки зору через високу вартість схеми, яка повинна підтримувати різні методи прямого виправлення помилок (FEC) і набори функцій. HomePlug пристрій не взаємодіє з пристроями, які використовують інші технології PowerLine, такі як універсальна Powerline асоціація (УПА), HD-PLC або G.hn. Однак IEEE 1901 дозволяє співіснувати в рамках одного розгортання HomePlug AV і HD-PLC через свій міжсистемний протокол (ISP). G.hn також підтримує провайдера. Пристрої HomePlug несумісні з деякими подовжувачами, мережевими фільтрами і джерелами безперебійного живлення з вбудованими фільтрами, які блокують високочастотний сигнал. У таких випадках установник повинен включати пристрої безпосередньо в електричні розетки. Якщо запасної розетки немає, у багатьох випадках можна використовувати подвійний адаптер з несумісним пристроєм з одного боку і пристроєм HomePlug з іншого.

1.2.6 Проблеми електромагнітних завад

Одна з проблем з усіма системами Powerline в порівнянні з виділеної розводкою даних полягає в тому, що маршрут проводки не відомий заздалегідь і, як правило, вже оптимізований для передачі енергії. Це означає, що будуть ситуації, коли система буде випромінювати значну частину енергії у вигляді радіочастотних перешкод або буде вразлива для проникнення зовнішніх сигналів.

З огляду, на короткохвильовий діапазон використовується як малопотужної телеметрією дальньої дії, так і потужними організаціями мовлення сигналами, це потенційно серйозний недолік. Щоб спробувати мінімізувати вплив входять перешкод і частотно-залежних втрат в тракці, стандарт HomePlug вимагає, щоб кожен вузол підтримував поновлення «тональних карт» під час роботи, щоб обладнання «навчалось», щоб уникнути певних проблемних частот і передати більше даних на ті частоти, які демонструють низькі втрати. Однак, незважаючи на те, що це знижує проникнення, якщо поблизу знаходиться чутливе приймаюче устаткування, немає простого способу вказати пристрою HomePlug «зменшити» випромінюються перешкоди.

У порівнянні з прийнятими сигналами в обладнанні радіозв'язку рівні сигналів в системі Powerline досить високі. Зазвичай щільність потужності становить -50 дБм на Гц, оскільки кожна несуча займає канал 24 кГц, кожна несуча вводиться на рівні -6,6 дБм, що робить загальну повну потужність каналу 24 дБм. Типова чутливість короткохвильового радіоприймача становить -100 дБм (десяті частки піковат), якщо поблизу знаходиться чутливе приймальне обладнання, то немає простого способу сказати пристрою HomePlug «зменшити» випромінюються перешкоди. Рівні сигналу в системі Powerline досить високі.

1.3 Область застосування технології Powerline, питання забезпечення безпеки та технічні основи

1.3.1 Теорія

В основі передачі інформації по електромережі лежить принцип частотного поділу сигналу: високошвидкісний потік даних розбивається на кілька більш повільних потоків, кожен з яких передається в окремій смужі частот, накладаючись на несучу частоту 50 Гц (в США 60 Гц), і на іншому кінці лінії об'єднується до загального сигнал.

Проблема загасання сигналу на певній частоті вирішується шляхом динамічного включення і виключення передачі. На практиці пристрій HomePlug AV в режимі реального часу стежить за каналом передачі даних і в разі виявлення ділянки частотного спектра з загасаючим сигналом тимчасово припиняє його використання. Саме тому адаптери HomePlug AV не можуть працювати через мережеві фільтри (але випускаються фільтри, сумісні з HomePlug) і джерела безперебійного живлення, а вимагають включення безпосередньо в розетку електромережі.

Підвищення швидкості з'єднання досягається приблизно також, як в мережах Wi-Fi 802.11n, збільшенням ширини використовуваного діапазону, при цьому, на відміну від бездротових мереж, розробникам не доводиться займатися пошуком вільних частот і їх ліцензуванням, значення мають лише фізичні характеристики електромережі.

1.3.2 Установка і використання мережі Powerline

Стандарт HomePlug має на увазі наявність двох і більше powerline-адаптерів. Адаптери можна придбати окремо без прив'язки до виробника або купити комплект містить відразу два адаптера (найчастіше, таким чином, ціна за один адаптер виходить нижче).

Кожен адаптер HomePlug AV підключається до розетки, до нього за допомогою мережевого кабелю Ethernet підключаються мережеві пристрої (наприклад: роутер, точка доступу, комп'ютер, ноутбук, телевізор). Якщо в будинку або офісі використовується мережевий маршрутизатор, один HomePlug адаптер може бути підключений до маршрутизатора, щоб всі пристрої підключені до HomePlug AV отримали доступ в Інтернет.

Для підтримки мобільних пристроїв, таких як ноутбуки, планшети і смартфони, деякі адаптери HomePlug, мають Wi-Fi адаптер, таким чином ними можна розширити зону покриття Wi-Fi мережі.

1.3.3 Безпека

Оскільки сигнали по електричній мережі можуть виходити за межі квартири або офісу, адаптери HomePlug AV використовують шифрування (алгоритм шифрування AES з 128 бітовим ключем). У всіх адаптерах використовується унікальний ключ безпеки і користувачеві не потрібно піклуватися про безпеку переданих даних. Багато виробників адаптерів HomePlug AV оснащують свої пристрої кнопками, натиснувши на які, адаптери підключаються між собою автоматично і встановлюють безпечне зашифроване з'єднання.

Технологія PLC (Power Line Communication) - нова телекомунікаційна технологія, що базується на використанні силових електромереж для високошвидкісного інформаційного обміну. Експерименти з передачі даних по електромережі велися досить давно, але низька швидкість передачі і слабка перешкодозахищеність були найбільш вузьким місцем даної технології.

Але прогрес не стоїть на місці, і поява більш потужних DSP - процесорів (цифрові сигнальні процесори) дали можливість використовувати більш складні способи модуляції сигналу, такі як OFDM модуляція (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), що дозволило значно просунутися вперед в реалізації технології PLC.

Пару років тому кілька великих лідерів на ринку телекомунікацій об'єдналися в альянс, який отримав назву HomePlug Alliance, з метою спільного проведення наукових досліджень і практичних випробувань, а також прийняття єдиного стандарту на передачу даних по системам електроживлення.

Прототипом PowerLine є технологія PowerPacket фірми Intellon, покладена в основу для створення єдиного стандарту HomePlug1.0 specification (прийнятий альянсом HomePlug 26 червня 2001 р.), в якому визначено швидкість передачі даних до 14 Мб/с.

1.3.4 Технічні основи технології PLC

Основою технології PowerLine є використання частотного поділу сигналу, при якому високошвидкісний потік даних розбивається 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 84 піднесучі частоти в діапазоні 4-21 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.

Існує також проблема виникнення імпульсних перешкод (до 1 мікросекунди), джерелами яких можуть виступати галогенні лампи, а також включення і виключення потужних побутових електроприладів, обладнаних електричними двигунами. Існують технічні методи вирішення цієї проблеми.

Пристрій, який розширює мережу Ethernet або USB-з'єднання до іншої кімнати в будинку або офісі, використовує настінні розетки змінного струму та електричну систему будівлі. Адаптери Powerline використовуються парами; по одному на кожному кінці. Існують розетки і електрична система використовуються для розширення мереж Ethernet або підключень до USB-пристроїв в інші кімнати.

2 ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Головна різниця між пристроями Powerline і підсилювачами Wi-Fi сигналу

Існують також підсилювачі сигналу Wi-Fi, але їх принцип дії зовсім інший. Підсилювач встановлюється зазвичай на кордоні зони дії точки доступу або роутера, ловить сигнал і, посиливши його за допомогою власних антен, роздає вже в межах своєї зони. І прийом, і передача даних при цьому відбувається по бездротовому протоколу, а загальна протяжність зони дії мережі обмежена сумарною довжиною: зона роутера + зона підсилювача.

Нижче розташована таблиця 2.1. з різницею між пристроями Powerline і підсилювачами Wi-Fi.

Таблиця 2.1.

Різниця між пристроями Powerline і підсилювачами Wi-Fi

	Підсилювачі	Адаптери Powerline
Переваги	Гнучке розміщення; Не потрібні порти і кабель Ethernet; Якість сигналу не залежить від якості електромережі	Plug and Play; Можливість передачі стабільних сигналів по електромережі; Не потрібно свердлити стіни або прокладати дроти; Є розетка - є інтернет; Відправлення сигналу на далекі відстані незалежно від товщини стін
Недоліки	Якість сигналу падає при наявності товстих стін і великих фізичних перешкод	Якість сигналу залежить від якості і протяжності електромережі

2.2 Роботоздатність мережі Powerline

Як я вже писав вище, за допомогою спеціальних PowerLine-адаптерів можна передавати дані по електромережі, яка прокладена в будинку.

Розповідаю на прикладі. Підключений інтернет, і є роутер, або модем. Інтернет потрібно протягнути наприклад в якусь далеку кімнату, або на другий (третій) поверх. Де буде встановлено ще один роутер, або підключено інтернет до комп'ютера, телевізора, IPTV приставки і т. д. Це цілком стандартна ситуація. Можна поступити наступним чином:

Перший варіант: прокласти звичайний мережевий кабелю (кручену пару). Це дасть хорей і стабільне з'єднання. Але, в більшості випадків, прокласти кабель не виходить, або це не дуже зручно.

Другий варіант: можна налаштувати бездротове з'єднання між двома роутерами, або використовувати репітери. Але, знову ж, бездротове з'єднання може бути не дуже стабільним. А якщо і буде все працювати, то будуть пристойні втрати в швидкості. До того ж, можливо знадобитися установка декількох репітерів, якщо велика дистанція, або погано буде пробиватися сигнал.

Третій варіант: використовувати ці самі PowerLine-адаптери, котрим присвячується означена ця стаття. Біля роутера, або модему, підключається в розетку один з адаптерів, і з'єднується мережевим кабелем. Потім, в потрібних нам кімнатах, до електромережі треба підключити інші адаптери, до яких можна підключити пристрої з мережевого кабелю, або ще один роутер. Де це необхідно, можна встановити адаптери, які вмiє роздавати Wi-Fi. Точніше, розширювати зону покриття Wi-Fi, по електромережі.

Потрібно зауважити, що обов'язково повинен бути встановлений і налаштований модем, або роутер. Так як PowerLine-адаптери не вмiють встановлювати з'єднання з провайдером. Вони створені виключно для розширення вже існуючої мережі.

Адаптери і підсилювачі Powerline повинні встановлюватися по два і більше пристроїв і повинні бути підключені до одного електричного кола. Адаптери

використовують електромережу як засіб для відправки даних відповідно до стандарту HomePlug, розробленим альянсом HomePlug Powerline Alliance. В даний час використовуються стандарти HomePlug AV і HomePlug AV2.

Стандарт HomePlug AV дозволяє досягати швидкості до 600 Мбіт/с, надаючи підвищену в порівнянні з попередніми стандартами пропускну здатність для HDTV і домашнього кінотеатру. HomePlug AV пропонує простими недорогими рішення для домашнього HDTV без прокладки нової проводки. Однак новітнім вимогливим додаткам потрібна ще більш висока пропускну здатність, ніж запропонована стандартом HomePlug AV.

Ось тут і вступає в гру HomePlug AV2, сумісний з іншими стандартами HomePlug. HomePlug AV2 забезпечує гігабітну фізичну швидкість завдяки технології MIMO, що створює кілька одночасних підключень для поліпшення швидкості передачі даних, стабільності і покриття - ідеальний вибір для відео 4K Ultra HD, онлайн-ігор і інтернету речей (IoT). Тепер підключити постійно зростаючу кількість мережевих пристроїв стало значно легше. Нижче розташована таблиця 2.2. із різницею між стандартами Home Plug.

Таблиця 2.2.

Різниця між стандартами HomePlug

Стандарт	Швидкість	Застосування
HomePlug AV	До 600 Мбіт/с	HDTV, Домашній кінотеатр
HomePlug AV2	До 1 Гбіт/с	Відео 4K Ultra HD, багатокімнатний IPTV, онлайн-ігри

На відміну від підсилювачів Wi-Fi сигналу, пристрої Powerline головним чином розширюють дротову інтернет-мережу. Але є і пристрої Powerline, які здатні розширювати і бездротову мережу. Нижче представлена таблиця 2.3.

Таблиця 2.3.

Обладнання які розширюють бездротову мережу

Параметри	Powerline-обладнання TP-Link	
Швидкість Powerline	Висока	4 серія Наприклад : TL-WPA4220 KIT, TL-PA4010P KIT.
	Дуже висока	7 серія Наприклад: TL-WPA7510 KIT, TL-PA7017P KIT.
		8 серія Наприклад: TL-WPA8631P KIT, TL-PA8010P KIT.
	Ультрависока	9 Серія Наприклад: TL-WPA9610 KIT, TL-PA9020P KIT.
Підсилювач Wi-Fi (для підсилювач Wi-Fi)	Ні (тільки провідне підключення)	Наприклад: TL-PA9020P.
	Висока	Наприклад: TL-WPA220 KIT.
	Ультрависока	Наприклад: TL-WPA8631P KIT.
Passthrough (з додатковою розеткою)	Ні	Наприклад: TL-PA9020 KIT.
	Так	З додатковою розеткою, наприклад: TL-WPA8630P KIT.
Порти Ethernet	Кількість	1 порт, наприклад: TL-WPA9610.

	портів	2 порти, наприклад: TL-PA9020P. 3 порти, наприклад: TL-WPA8631P.
	Швидкість портів	Порт Fast Ethernet, наприклад: TL-WPA4220 KIT. Порт Gigabit Ethernet, наприклад: TL-PA9020P KIT.
Powerline с OneMesh™	Так	Наприклад: TL-WPA8631P;
	Очікується	У майбутньому все бездротове Powerline-обладнання TP-Link буде підтримувати OneMesh™

2.3 Принцип дії пристрою

У Powerline-адаптерів інший принцип дії. Якщо опустити особливості технічної реалізації, то процес виглядає наступним чином. Дані, отримані на вході через кабель Ethernet, перетворюються адаптером в високочастотні імпульси, що направляються адаптером в мережу змінного струму.

З протилежного боку «локальної електромережі» адаптер приймає ці імпульси і перетворює їх в дані, які отримує пристрій, підключений кабелем Ethernet.

Конфігурація електромережі не грає особливої ролі, головне, щоб дроти з'єднувалися в одній точці. Виробник не рекомендує включати адаптери в подовжувачі і мережеві фільтри - характеристики тракту, а значить і його пропускна здатність при цьому падає.

Зрозуміти, чи стане в нагоді для того чи іншого будинку або квартири пристрій, простіше, якщо розібратися, як воно працює:

1. Адаптер отримує сигнал від точки доступу. З'єднання між ними - виключно проводового типу.

2. Девайс видозмінює сигнал, адаптує його до трансляції по електромережі.
3. Приймаючий Powerline модифікує формат отриманих даних і передає підключеного пристрою за допомогою кручений пари або вай-фай.

Для підключення до мережі Powerline треба придбати базовий комплект, до якого входять два адаптера Powerline і два коротких кабелю Ethernet. Один з кабелів Ethernet підключений до маршрутизатора, а інший - до першого адаптера. Потім підключити його до найближчої розетки. Підключити другий кабель Ethernet до задньої панелі HD-телевізора і до другого адаптера. Потім треба підключити другий адаптер до найближчої розетки.

Адаптери призначені для автоматичного визначення один одного (без драйверів, без тривалого процесу настройки) і автоматичного підключення, що дозволяє пакетам даних передаватися від маршрутизатора до телевізора по кабелю Ethernet, в перший адаптер, через електричну проводку в стіни, в другий адаптер і в телевізор.

Стандартна комплектація PLC-перехідника на кшталт PL-N12 складається з двох пристроїв - передавача і приймача. Стандартна схема (рис.2.2.) налаштування відображена нижче.

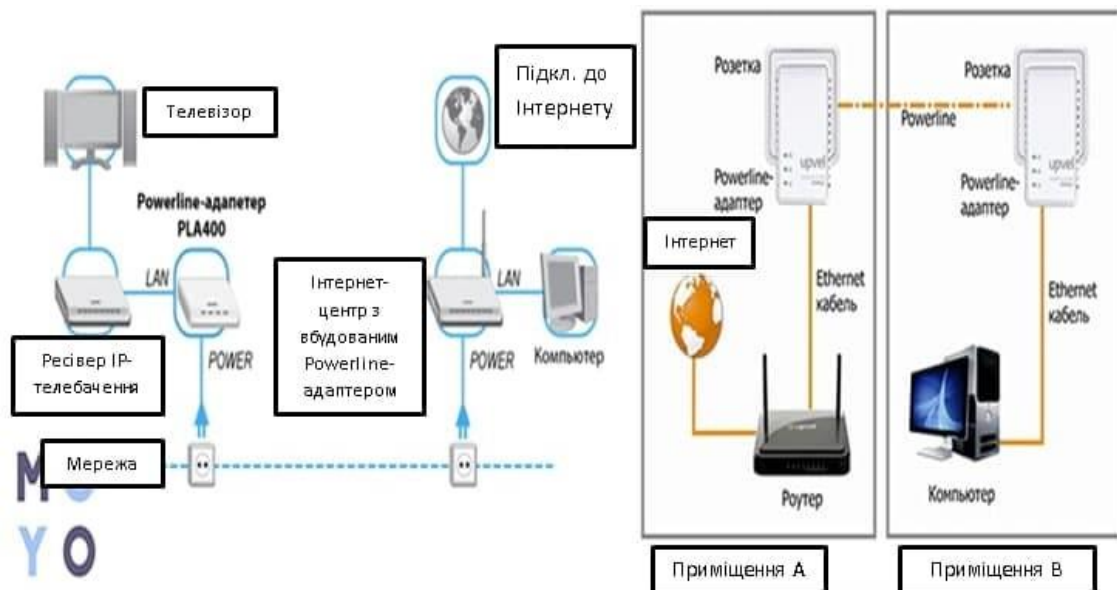


Рис. 2.2. Схема підключення мережі Powerline

Важливо: Підключати перехідники до подовжувача або ІБП - заборонено.

Якщо в будинку або квартирі більше двох приміщень, в яких повинен бути зв'язок, можна придбати додаткові приймачі. Причому для безперебійної роботи рекомендується докуповувати пристрої тієї ж фірми, що і основний комплект.

Ось, наприклад, проста роздача інтернету (рис. 2.3.) з кімнати А в кімнати В і С:

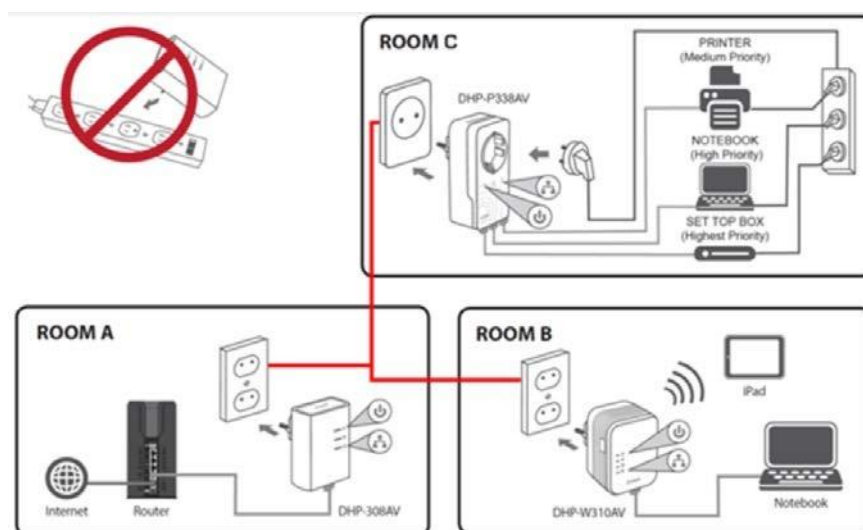


Рис. 2.3. Роздача інтернету з кімнати А в кімнати В і С

Закреслений мережевий фільтр - адаптери можна підключати через нього (як і через UPS).

Ось мережа в багатоповерховому котеджі, зображена на рис.2.4. Червоними лініями позначений кабель електромережі, жовтим - мережевий.

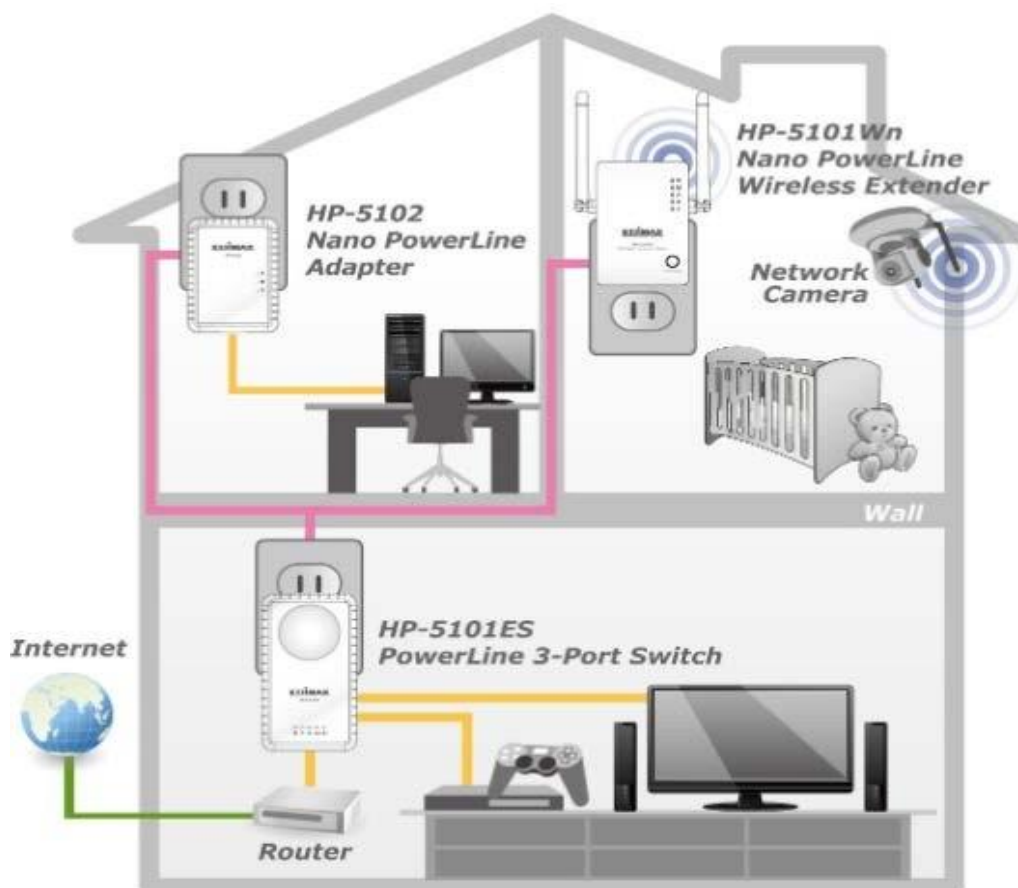


Рис. 2.4. Мережа в багатоповерховому котеджі

2.4 Технічні характеристики пристрою

Особливості Powerline

Порти Ethernet для провідних підключень

Завдяки портам Ethernet у адаптерів Powerline може бути кілька надійних швидкісних дротових підключень, одночасно для пристроїв, таких як Smart TV, ПК і ігрових консолей, тому можна підключити кілька пристроїв.

Базовий HomePlug матиме один порт Ethernet, але деякі моделі пропонують кілька мережевих підключень. БагатопоРТові адаптери зазвичай трохи дорожче і того варті, навіть якщо вам не потрібні ці порти відразу.

В іншому випадку, щоб додати більше портів, потрібно буде або замінити адаптер, або використовувати мережевий комутатор.

Швидкість роботи (70%)

Для тестування використовується утиліта iperf. Два комп'ютери з гігабітними мережевими адаптерами підключалися кожен до свого адаптера PowerLine. Адаптери включаються в розетки на протилежних сторонах кімнати в квартирі з якісною мідною проводкою. У дві сусідні розетки також увімкнено два адптери (ті результати, які не мають практичної цінності відзначені на діаграмі зіркою). Нижче розташована шкала з порівнянням пропускної здатності на рис. 2.5.

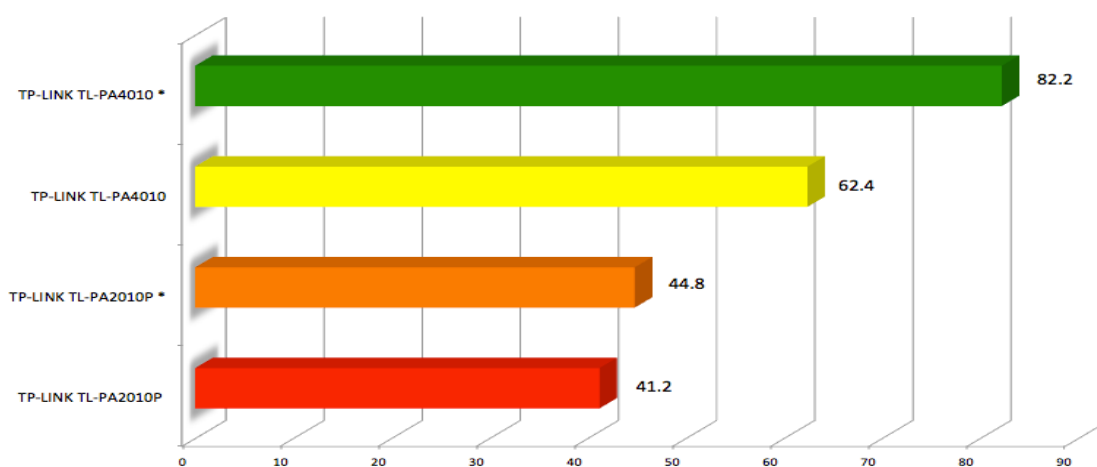


Рис.2.5. Пропускна здатність, Мбіт/с

Варто відзначити, що навіть 200-мегабітні адаптери забезпечують в квартирі пропускну здатність приблизно в півтора рази вище, ніж Wi-Fi на частоті 2.4 ГГц, а 500-мегабітні вже цілком можна порівняти із 100-мегабітним Ethernet. І того, й іншого більш ніж достатньо для стрімінга FullHD-відео. При цьому PowerLine практично не залежить від стану ефіру. Ранні моделі HomePlug були здатні забезпечувати лише незначну швидкість передачі 14 Мбайт, але сучасні моделі початкового рівня пропонують 200 Мбайт або 500 Мбайт, а новітнє обладнання може похвалитися швидкістю 1200 і більше Мбайт.

Завдяки сучасній технології HomePlug AV/AV2 пристрої Powerline забезпечують стабільну високошвидкісну передачу даних в будь-якому місці, де є

розетка. Створювати HD-стрім, грати в онлайн-ігри і завантажувати великі файли без затримок завдяки надійному підключенню Powerline.

Ключовою відмінністю, яке слід враховувати при виборі адаптера Powerline, є швидкість передачі даних.

Більшість бездротових моделей Powerline підтримують Wi-Fi стандарт AC (Wi-Fi 5), що дозволить без праці розширити Wi-Fi мережу для всіх наявних Wi-Fi пристроїв будинку або в офісі.

Проте, до рекламаним швидкостям слід ставитися з недовірою. Адаптер на 1200 Мбайт насправді забезпечує продуктивність в кращому випадку 100-120 Мбайт, тоді як моделі на 500 Мбайт забезпечують близько 60 Мбайт, а адаптери на 200 Мбайт зазвичай забезпечують близько 30-40 Мбайт.

Якщо використовувати адаптери Powerline в основному для перегляду веб-сторінок, то адаптера на 200 МБ буде цілком достатньо. Але якщо планувати транслювати відео високої чіткості або часто передавати великі файли, то варто інвестувати в більш швидкі адаптери.

Взяти до уваги і швидкість широкопasmового доступу, інакше можна виявити, що продуктивність знижується при використанні підключення до електромережі. Будь-який, у кого є оптоволоконний широкопasmовий доступ, захоче отримати пристрій Powerline зі швидкістю 500 Мб або швидше. Якщо є швидке з'єднання, таке як оптоволокно Virgin Media 518 Мб, то слід використовувати найшвидші адаптери Powerline, щоб уникнути обмеження продуктивності широкопasmового доступу.

Нарешті, важливо перевірити мережевий інтерфейс на своїх пристроях. Протягом довгого часу стандартна швидкість проводового мережевого підключення становила 100 МБ, і багато комп'ютерів та інше обладнання будуть обмежені цією швидкістю. Але нове обладнання може підтримувати більш швидкий гігабітний Ethernet.

Якщо не планувати використовувати мережу Powerline для швидкостей понад 100 МБ, то необхідно переконатися, що є гігабітне з'єднання.

Максимальна швидкість передачі даних Powerline - це фізичний максимум згідно специфікаціям стандартів HomePlug AV/AV2. Фактична пропускна здатність і зона охоплення Powerline не гарантовано і будуть варіюватися в залежності від умов мережі і факторів навколишнього середовища, включно з перешкодами електромережі, обсяг мережевого трафіку і затримки мережі, вимикач AFCI, і розташування пристрою Powerline в окремій ланцюга.

Максимальна швидкість бездротового сигналу - це фізичний максимум згідно специфікаціям стандарту IEEE 802.11. Фактична пропускна здатність і покриття бездротової мережі не гарантуються і будуть варіюватися в залежності від умов мережі, обмежень клієнта і факторів навколишнього середовища, включаючи будівельні матеріали, фізичні перешкоди, обсяг і щільність трафіку, а також місце розташування клієнта.

Новий стандарт для більшої швидкості

Нові адаптери, що працюють за стандартом Homeplug AV2, використовують більш широкий діапазон частот, а деякі з них задіють не тільки фазний і нульовий дроти електромережі, як колишні пристрою, але і додатково дріт заземлення.

Сучасні адаптери обчислюють, на якому з трьох проводів сигнал сильніше, і використовують саме його. Як і у випадку з Wi-Fi, розробники просувають таке рішення на ринку під ім'ям MIMO (Multiple Input Multiple Output). На ділі цей принцип дійсно може істотно підвищити швидкість передачі даних, особливо на далекі відстані, оскільки нульовий провід і дріт заземлення використовують одні й ті ж лінії для всього будинку.

Додаткова розетка для пристроїв

Вбудована розетка означає, що Powerline може використовуватися як звичайна розетка - приєднуються пристрої або подовжувачі, так як на звичайній розетці.

Багато виробників випускають адаптери з розеткою. Тобто при включенні пристрою в мережу використовуюча розетка, фактично, залишається вільною. Наприклад, TP-Link TL-PA551KIT (відображений нижче на рис.2.6.).



Рис.2.6. TP-Link TL-PA551KIT

Обмеження

Існує обмеження на довжину електричних проводів - 300 метрів, при 80 забезпечується можливість роботи більш ніж двох адаптерів.

Фазних ж кабелів може бути як один, так і три: в останньому випадку вони, як правило, покривають різні ділянки квартири. Передача між двома традиційними адаптерами, підключеними до електромережі в різних фазах, можлива, але при дотриманні ряду умов і на зниженій швидкості.

Протяжність мережі на основі Powerline адаптерів обмежується тільки довжиною домашньої або офісної електромережі (до лічильника або трансформатора). Таким чином, Інтернет можна провести в такі віддалені приміщення, куди Wi-Fi сигнал від роутера ніколи не дістав би, а кількість підсилювачів було б просто невігідним.

Оснащення (25%)

Тут оцінюється кількість LAN-портів і їх характеристики (гігабітні або на 100 Мбіт). Додаткові очки адаптер може отримати за наявність інтегрованої розетки, світлодіодних індикаторів, методів шифрування даних і кнопки на корпусі пристрою для сполучення, скидання налаштувань, а також включення-виключення.

Суміжність енергії (5%)

У даній тестовій категорії виміряється рівень споживання електроенергії адаптером Powerline - як в стані спокою, так і в процесі передачі даних - чим менше при всіх наших маніпуляціях витрачається електрики, тим більше балів отримує випробувані пристрій.

Адаптери Powerline навіть в несприятливих умовах стали досить швидкі, щоб без затримок транлювати HD-відео з мережевого сховища або комп'ютера на пристрій відтворення контенту, що знаходиться зовсім в іншій точці квартири.

З іншого боку, ця технологія при копіюванні великих масивів даних з гріхом навпіл порівнянна по швидкості з гігабітною провідною мережею, причому тільки в тому випадку, якщо не потрібно долати великі відстані, а на шляху немає джерел перешкод - інакше краще використовувати мережевий кабель.

2.5 Створення мереж за допомогою адаптера - ASUS PL-X52P

Стандарт HomePlug, за суті, є різновидністю технологій PLC (Power Line Communication), яка використовує лінії електромережі для передачі даних або голосової інформації. Принцип роботи технологій PLC для комп'ютерних мереж схожих з роботою DSL-обладнання. Головною перевагою цих пристроїв є можливість використання вже існуючої провідної інфраструктури, завдяки чому немає необхідності складати додаткові кабелі. У обох випадках різні типи даних передаються на різні частоти по одному і тому же проводу, підключене до нього обладнання, відфільтровані отримані сигнали в залежності від заданих частот, далі працює тільки з вибраним сигналом. Серія HomePlug у більшій мірі відноситься до стандартів домашніх мереж типу Wi-Fi та HomePNA. При цьому якість зв'язку за порівнянням з безпроводними технологіями Wi-Fi кілька разів вище. У той час для якісної зв'язку за технологіями PLC необхідно відповідати провідному з'єднанню, а саме наявності хорошого мідного кабелю без круток та

переходів від одного типу проводу до іншого (наприклад, з алюмінієм на міді). У більшості домів наших країн, у яких для проводів електричного кабелю використовуються алюмінієві проводи, якість прокладки залишається притчею в мовах.

Не можна обійти увагою і особливість роботи цієї технології при декількох адаптерах, що працюють в одній електромережі. У найперших пристроях на базі цього стандарту пропускна здатність каналу ділилася між учасниками мережі порівну. І якщо в такій мережі знаходилися не два, а п'ять чи десять активних адаптерів, це значно зменшувало швидкість передачі даних кожного клієнта. Якість сигналу може варіюватися в залежності від кількості активних побутових приладів, підключених до електромережі, які можуть створювати перешкоди і знижувати швидкість передачі даних між клієнтами мережі PowerLine. Для пристроїв мережі PowerLine критичним також є підключення «ненажерливих» приладів типу обігрівача або зварювального апарату. Через особливості проходження високочастотного сигналу мережу PowerLine не працюватиме, якщо один з адаптерів підключений до подовжувача, джерело безперебійного живлення або стабілізатор.

Пристрій ASUS PL-X52P підтримує специфікації HomePlug AV2, офіційно затверджені як стандарт IEEE 1901 в кінці 2010 року. Незважаючи на те що стандарт існує вже більше двох років, про які базуються на ньому нових пристроях стало відомо відносно недавно, оскільки чіпи з такими параметрами з'явилися на ринку не відразу. 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 набагато нижче і характеризується величиною порядку 200-250 Мбіт/с. Це обумовлено як застосуванням шифрування, так і досить великою кількістю вторинної службової інформації. Для передачі даних використовуються частоти в межах від 2 до 100 МГц. Тут варто відзначити, що стандарт IEEE 1901 має на увазі дві можливі реалізації на

фізичному рівні - IEEE 1901 FFT і IEEE 1901 Wavelet. Обидві використовують частоти для передачі даних від 2 до 30 МГц, але є і відмінності.

Перша (IEEE 1901 FFT) є похідною від специфікацій технологій HomePlug AV і застосовується в пристроях на базі HomePlug. Вона передбачає застосування OFDM-модуляції і опціональне використання двох додаткових діапазонів частот 30-50 і 50-68 МГц. Друга (IEEE 1901 Wavelet) базується на технологіях HD-PLC, активно просувається такими компаніями, як Panasonic, і орієнтована більшою мірою на мережі Smart Grid і операторів останньої милі. IEEE 1901 Wavelet призначена насамперед для корекції помилок коду Ріда-Соломона, а також в якості опціональної можливості - коду LDPC. В кінцевому рахунку, завдяки розробці стандарту IEEE 1901, технології та специфікації HomePlug Access BPL перенесені в реалізацію IEEE 1901 Wavelet, а HomePlug Green PHY залишилася в складі стандарту IEEE 1901 FFT і специфікацій HomePlug AV/AV2.

З'єднання між клієнтами мереж HomePlug AV2 шифрується за допомогою 128-бітного ключа по алгоритму AES. Як і більшість сучасних технологій передачі даних, HomePlug AV2 дозволяє застосовувати правила QoS (Quality of Service) для пріоритезації трафіка, тим самим покращуючи якість зв'язку для всіх сервісів. Пристрої, що використовують специфікацію HomePlug AV2, перетворюють надходять через порт Ethernet дані в високочастотний сигнал по поширеною схемою цифровий модуляції OFDM із застосуванням технологій MIMO. Додавання MIMO в HomePlug AV2 дозволило отримати приріст швидкості при передачі даних в кілька потоків. Варто відзначити, що мультиплексування з ортогональним частотним розділенням каналів (OFDM) використовується в бездротових мережах Wi-Fi, WiMAX, LTE, а також провідних кабельних телевізійних мережах і ADSL/VDSL.

Основою цього алгоритму є поділ доступного спектра частот на кілька вузьких зон, по яких передаються сигнали з відносно низькою швидкістю, але при цьому в сумі дається можливість отримати більш високу швидкість. Кожна з частотних зон спектра модулюється для передачі даних різними способами з різним частотним діапазоном. І оскільки дані кодуються в високочастотному

діапазоні, то основними перешкодами для передачі є різання або гасіння корисного сигналу в мережевих фільтрах, перетворювачах і стабілізаторах напруги. Не можна обійти увагою шуми і перешкоди на лінії, що створюються побутовою технікою, лампами тощо. В результаті сигнал може бути сильно спотворений і ослаблений, що призведе до зниження швидкості передачі даних. Для боротьби з шумами і спотвореннями сигналу при передачі цифрової інформації по каналу зв'язку використовуються алгоритми каналної адаптації, корекції помилок (Forward Error Correction - FEC) на базі паралельного каскадного блокового систематичного коду, здатного виправляти помилки. Оскільки амплітуда сигналу, що передається не перевищує декількох вольт, звичайні електроприлади не реагують на включення подібних адаптерів в розетку, так як їх вплив можна порівняти з природними перешкодами і коливаннями напруги в домашньої електричної мережі.

Мережевий адаптер ASUS PL-X52P



Рис. 2.7. Мережевий адаптер ASUS PL-X52P

На відміну від інших пристроїв на базі стандарту HomePlugAV, дана модель має не один, а цілих чотири порти RJ-45 для підключення до локальної мережі або пристроїв, зображено на рис.2.7. Причому передача даних через крайній лівий

порт з написом «VIP», згідно з описом, відбудеться набагато швидше в порівнянні з іншими портами, що, по всій видимості, обумовлено правилами QoS, встановленими в прошивці пристрою. Нижче на рис.2.8. розташована нижня частина адаптеру.



Рис.2.8. Нижня частина адаптеру

На правій бічній панелі пристрою є спеціальна кнопка для швидкого створення зашифрованої мережі між двома адаптерами і кнопка скидання на заводські настройки. Інші бічні панелі адаптера мають невеликі прорізи, які виконують функцію решітки пасивної вентиляції, так як при активній роботі ці пристрої помітно нагріваються. На тильній стороні пристрою під виделкою розміщена інформаційна наклейка з серійним номером, MAC-адресою, номером моделі і назвою пристрою. Крім цього тут же можна знайти заводський пароль для роботи пристрою в мережі PowerLine. Розміри ASUS PL-X52P становлять 140 × 75 × 42,4 мм, а вага кожного адаптера – 220 г. Нижче відображено внутрішню плату пристрою з основної сторони на рис.2.9.



Рис.2.9. Внутрішня плата пристрою

У середині кожного адаптера встановлені дві невеликі друковані плати, з'єднані декількома контактними групами. На основній платі встановлено чіп Atheros AR7400-AC2C четвертого покоління, який забезпечує підтримку Powerline частині 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 адаптері встановлений п'ятипортовий гігабітний комутатор на базі мікросхеми Atheros AR8326. Оперативна пам'ять представлена мікросхемою EtronTech EM6A9160TSA-5G, що працює на частоті 200 МГц, і обсягом всього 16 Мбайт. Крім основних елементів на платах розташовані також допоміжні фільтри та інші компоненти. Нижче відображено на рис.2.10.



Рис.2.10. Допоміжні фільтри та інші компоненти на одній із платі

Методика тестування

Для тестування моделі ASUS PL-X52P використовували електромережу офісу, яка йде по кабель-каналах, а також кілька подовжувачів, послідовно з'єднаних між собою. В якості двох пристроїв, між якими відбувався обмін даними, використовувалися два комп'ютери з гігабітними мережевими адаптерами Intel 10/100/1000 Pro. За допомогою двох адаптерів ASUS PL-X52P обидва стаціонарних ПК з'єднувалися між собою по дротах електромережі будівлі в кількох віддалених одна від одної точках.

Для тестування застосовувався тестовий пакет Ixia Chariot, який дозволяє вимірювати мережевий трафік між численними точками за допомогою спеціальних утиліт, встановлюваних на комп'ютери-клієнти. Для вимірювання швидкості використовувалися три пресета, які відправляли трафік в протилежних напрямках між клієнтами. Графіки швидкості і загальної пропускної здатності мережі PowerLine наведені на рис. 2.11. Ось точки виміру, при яких запускався тестовий пакет.

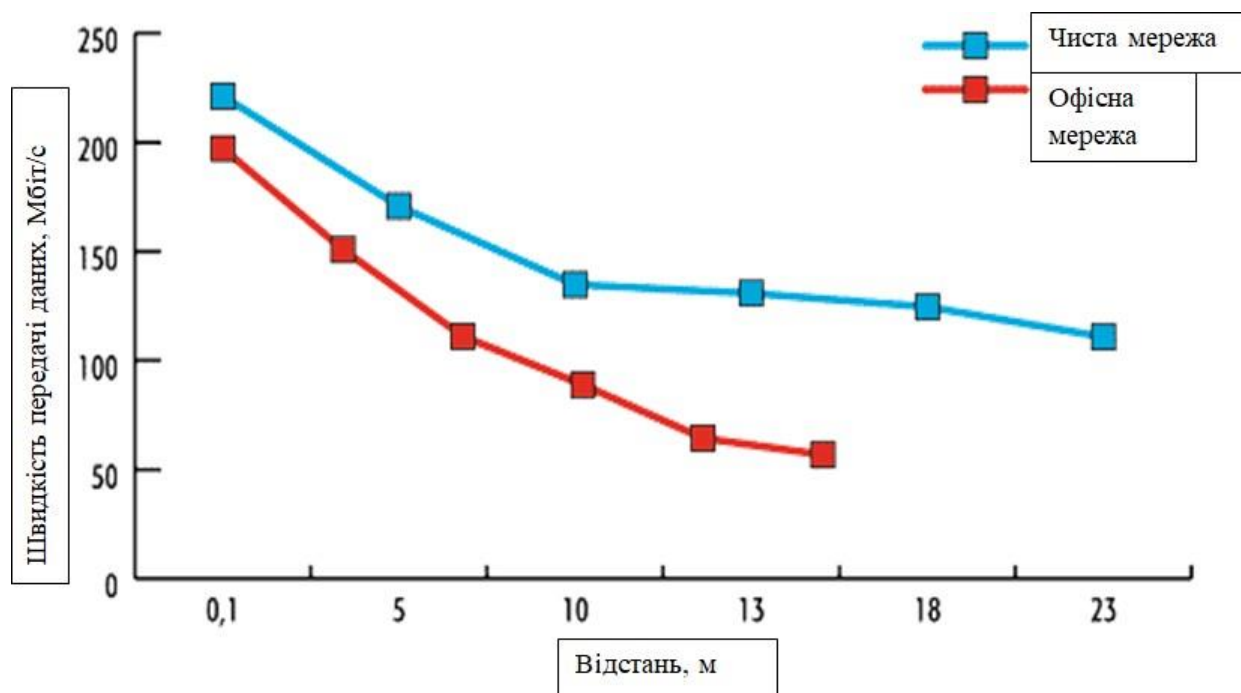


Рис.2.11. Падіння швидкості передачі даних при збільшенні відстані між адаптерами

Точки виміру швидкості розділені на дві групи: офісна мережа з підключеними працюють пристроями та окрема електрична мережа, що складається з подовжувачів. Для обох груп першою точкою виміру були дві окремо стоять розетки з мідною проводкою без підключених в них інших побутових приладів.

Для першої групи вимірів, для якої використовувалася офісна мережа, друга точка передбачала віддалення двох адаптерів між собою на відстань 3,5 м. Третя точка заміру - 6,3 м. Четверта точка - 8,8 м. У п'ятій точці виміру відстань між адаптерами становило 13,5 м, а в шостий трохи більше 16 м. Під час тестування цієї групи в електричну мережу були включені майже десять комп'ютерів, а також лазерний принтер, який працює електрочайник та інші прилади. Для другої групи використовувалися типові подовжувачі з мідною проводкою. У другій точці виміру відстань між адаптерами становило 5 м, потім, для третьої точки виміру, був приєднаний ще один п'ятиметровий подовжувач. Четверта точка заміру - 13 м, п'ята - 18 м. В останній, шостий точці виміру відстань склало 23 м. Експерименту заради адаптери були протестовані в звичайній двокімнатній квартирі загальною площею 55 м². Результати в цьому випадку були несуттєво вище, ніж при стресовому тестуванні в офісі, тому наводити ще один графік не будемо, а лише зазначимо, що в домашніх умовах швидкість передачі даних в середньому становила понад 120 Мбіт/с.

При тестуванні виявилася одна особливість, яку можна охарактеризувати як поява зайвих сигналів в електромережі при підключенні або відключенні адаптера живлення від IP-камери, а також при включенні декількох люмінесцентних ламп. Сигнал між адаптерами ASUS PL-X52P в цьому випадку на деякий час припинявся, що призводило до втрати пакетів протягом хвилини. Крім того, помічено, що сигнал між адаптерами повністю губився, якщо дроти між ними були довші 60 м, що, втім, не дивно, адже навіть в специфікації до стандарту IEEE 1901 заявлено відстань не більше 100 м.

На рис. 5 показані два графіка: синій відображає дані вимірів у другій групі, а перший - виміри швидкості в офісній мережі. Як видно з графіка, швидкість

передачі даних між адаптерами в першій точці практично не відрізняється і є максимальною при використанні двох таких адаптерів. Нагадаємо, що вона отримана при обміні трафіком між двома адаптерами ASUS PL-X52P, коли обидва підключені в сусідні розетки і ніяких інших працюючих електроприладів поруч з ними не встановлено, що в реальності відбувається вкрай рідко. Середнє значення максимальної швидкості передачі даних становить практично половину від величини максимальної теоретичної швидкості. На графіку наочно показано різке падіння швидкості зі збільшенням відстані на 5 м між адаптерами. У цьому випадку швидкість передачі даних знизилася в середньому на 50 і 70 Мбіт/с відповідно. При цьому падіння швидкості передачі даних при використанні офісної мережі з підключеними активними приладами виражено більш сильно, ніж в умовах «чистої» мережі без підключених приладів. Більш того, при збільшенні відстані між адаптерами на 10 м і більше різниця в швидкості між двома групами вимірів безумовно очевидна. Виходячи з специфікації стандарту HomePlug AV, це високий показник, оскільки теоретична швидкість з активованим шифруванням за стандартом може досягати 500 Мбіт/с - адже частка службового трафіку складає більше 50%.

Включення адаптерів через джерела безперебійного живлення навіть на мінімальній відстані між ними призводило до втрати сигналу. Підключення адаптерів до старого і багаторазово переробленого подовжувача значно зменшило швидкість передачі даних, тому для такого типу пристроїв не рекомендується використовувати старі подовжувачі. Вибір Vp-порту практично не впливав на швидкісні показники, навіть якщо в мережі передавалися інші дані через інші порти. Судячи з усього, пріоритет для цих портів виставляється при використанні інших видів трафіку або протоколів передачі даних. Швидкість передачі даних між клієнтами одного адаптера ASUS PL-X52P склала протокольну швидкість для гігабітних комутаторів класу SOHO. Підключення до мережі PowerLine, заснованої на адаптерах ASUS, мережевих пристроїв інших виробників, що підтримують цю специфікацію, практично не вплинуло на отримані результати. Це свідчить про те, що більшість мережевих пристроїв на базі Atheros 7400 в

цьому плані повністю сумісні між собою. Проте не можна не відзначити зменшення швидкості передачі даних при підключенні ще одного клієнта до мережі PowerLine. У цьому випадку швидкість зменшилася в два і більше разів навіть на адаптерах, що знаходяться поруч на одному подовжувачі.

Виходячи з результатів тестування можна відзначити, що пристрої ASUS PL-X52P є для користувачів вельми цікавим рішенням. Швидкість передачі даних між двома точками мережі може досягати 150 Мбіт/с, що вище показників звичайної локальної мережі Ethernet 10/100 Base-TX і вище реальної швидкості передачі даних по бездротовому з'єднанню стандарту 802.11n. Розглянуті пристрої забезпечують просте і зручне підключення комп'ютерів до локальної мережі в будь-якій точці будинку або невеликого офісу без прокладки додаткових мережевих кабелів. Важливою особливістю є набагато менша кількість можливих перешкод в PowerLine-мережі в порівнянні з бездротовою, яка критична до наявності інших бездротових пристроїв в зоні роботи.

3 АНАЛІЗ ОБЛАДНАННЯ POWERLINE

3.1 Переваги та недоліки мережевого обладнання

Переваги використання PLC-адаптерів

- Проста установка. Адаптери Powerline не вимагають монтажу і прокладання проводів: для установки пристрою досить підключити його до електричної мережі приміщення, встроївши в розетку 220В.
- Мобільність. Цей плюс випливає з попереднього пункту. Завдяки простоті установки, розташування адаптерів нескладно змінювати. Мережа, заснована на технології PLC, легко масштабується: для збільшення її покриття не потрібні ніякі інші пристрої, крім ще одного адаптера.
- 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.
- У разі, якщо якимось чином є вплив на якісь частоти, в PLC-обладнанні передбачений механізм придушення сигналу в заданому діапазоні.
- Робота в складних умовах. Товсті стіни і екрановані приміщення створюють перешкоди для побудови мережі на основі Wi-Fi: послаблюється або навіть пропадає сигнал, знижується швидкість.

Недоліки Powerline-з'єднання

Але при всіх своїх зручностях, які створюють перехідники, вони також мають свої мінуси:

- При включенні/виключенні в електромережу енергоємних приладів може на деякий час падати швидкість Інтернет-з'єднання;
- Powerline адаптери можна підключати через фільтри харчування, що може бути незручним;
- функціонування мережі можливо тільки в межах одного лічильника;

- пристрій сумісний виключно з електромережею однофазного типу;
- підключати адаптери до подовжувача і UPS - не можна;
- з підключенням кожного додаткового приймача стартова пропускна здатність каналу, який надходить від роутера, ділиться на всіх;
- підключення до електромережі енерговитратній техніки може створювати перешкоди і знижувати швидкість сигналу.
- Швидкість. Одним з головних мінусів пристрою Powerline є знижена пропускна здатність: найчастіше до 500 МБ / с в наслідок того, що мережа ділить пропускну здатність між усіма користувачами.
- Залежність від електропроводки. Так як пристрій безпосередньо підключається до електричної мережі приміщення, якість і швидкість мережі багато в чому залежать від якості електропроводки. Тому, якщо вам необхідний швидкий доступ до Інтернету в приміщенні зі старою електропроводкою, вам варто подумати про інший варіант підключення до всесвітньої павутини, наприклад, через Wi-Fi або Ethernet-кабель.

Використання Powerline-пристроїв може бути кращим рішенням для організації локальної мережі в багатоповерхових котеджах і великих офісах, особливо якщо немає бажання або можливості прокласти кабель живлення. Сучасні адаптери компактні, зручні і надають непогану швидкість з'єднання.

Технологія домашніх мереж Powerline є альтернативний спосіб підключення цих пристроїв, який пропонує деякі унікальні переваги.

Установка пристрою на зразок TL-PA4010KIT має такі плюси:

1. У житлових і офісних приміщеннях з двома і більше кімнатами, в яких необхідна наявність доступу інтернету, використання адаптера позбавить від проведення та комутації великої кількості кручених пар.

Це означає, що не доведеться свердлити стіни, прокладати дроти або плутатися в кабелі на підлозі. Навіть в будівлях в стані ремонту або новобудовах вийде забезпечити всіх мережею оперативно і надійно.

2.Перехідник гарантує високошвидкісну і безперебійну передачу даних незалежно від кількості перегородок. Тоді як для роботи роутера товсті стіни і стелі створюють перешкоди, заглушаючи сигнал.

3.Відстань, на яке поширюється роздача мережі, обмежує тільки протяжність і розташування електричної проводки. Тому організувати отримання сигналу в віддаленому приміщенні через адаптер вигідніше, ніж докупувати і встановлювати прилади для посилення трансляції з маршрутизатора або тягнути кілька десятків метрів кабелю.

4.Моделі на кшталт DHP-P338AV оснащують розеткою, тому не створюють незручностей в приміщеннях, де число «гнізд» обмежена або недостатньо.

Для передачі даних по електромережі не потрібно прокладати по квартирі, котеджу або офісу окремих мережевий кабель - свердлити стіни, зривати плінтус і т.д. З тієї ж причини адаптери можна використовувати, наприклад, на об'єктах, що будуються, де ще нічого немає, крім електромережі.

Сигнал Wi Fi, натикаючись на перешкоди у вигляді стін, меблів і т.п. слабшає, і тому в приміщеннях з великою кількістю кімнат, а також багатопверхових, складно забезпечити доступом в Інтернет з гарною швидкістю віддалені пристрої. Powerline адаптери вирішують цю проблему.

Багато виробників випускають адаптери з розеткою. Тобто при включенні пристрою в мережу використовуюча розетка, фактично, залишається вільною.

Протяжність мережі на основі Powerline адаптерів обмежується тільки довжиною домашньої або офісної електромережі (до лічильника або трансформатора). Таким чином, Інтернет можна провести в такі віддалені приміщення, куди Wi-Fi сигнал від роутера ніколи не дістав би.

3.2 Тестування обладнання

Домашня мережа по електромережі: тест Powerline-адаптерів

Майже всі протестовані адаптери підтримують стандарт Homeplug AV2, але тільки модель AVM FritzPowerline 1000E працює з номінальною швидкістю в 1

Гбіт/с. Незважаючи на те що цей адаптер на практиці не продемонстрував заявлений показник, все одно він став найшвидшим серед інших учасників, обійшовши їх в цьому відношенні в середньому більш ніж на 50%.

Зокрема, коли адаптери на контрольній точці №5 повинні були справитися з великими відстанями, іншим фазним проводом і джерелами перешкод, комплект АVM сильно відірвався від суперників і єдиний досяг рівня майже в 100 Мбіт/с.

Для отримання результатів, близьких до реальних, тестуються адаптери які встановлені в приватній квартирі на вихідній точці 1 і в чотирьох різних контрольних точках 2-5. Нижче наведена схема на рис.3.1. Результати тестових вимірювань всіх адаптерів наведені в таблиці 3.1.

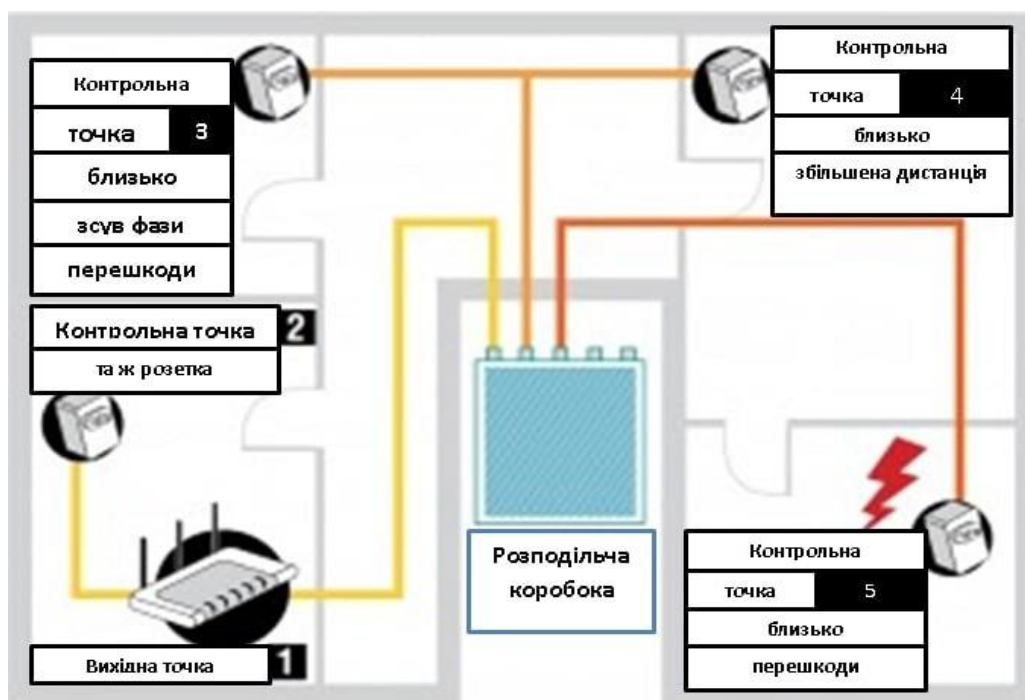


Рис. 3.1. Схема розташування обладнання при тестуванні

У першому тестовому сценарії проводиться замер в «оптимальних умовах»: обидва адаптера знаходяться в одного ланцюга, відстань між ними короткий і в навколишньому середовищі майже немає перешкод.

При напрузі 220-230 В модулюється сигнал, який передає дані. Таким чином, в кожній кімнаті, де є звичайна розетка, у вашого проводового або навіть

бездротового (WLAN) пристрої буде доступ як в локальну мережу, так і в Інтернет.

Другий сценарій вже набагато ближче до реальних умов: адаптери знаходяться в різних ланцюгах, дистанція стає більше, на лінії з'являється кілька перешкод.

У третьому тесті дистанція між адаптерами збільшує ще більше, але адаптери знаходяться в одного ланцюга, а поблизу від адаптера Powerline є кілька перешкод.

Четвертий сценарій відповідає найважчим умов експлуатації: адаптери підключені на великій відстані один від одного в двох різних колах, в електромережі є багато різних перешкод. Кожен вимір проводиться по три рази і триває по 30 секунд. Результат усереднюється за цими 30 секундам, що в підсумку і дає уявлення про середню швидкість передачі даних.

Цікавим варіантом для будинку було б об'єднання високій швидкості стандарту Homeplug AV2 в пристроях посилення сигналу Wi-Fi і швидкого ac-Wi-Fi.

Гальмування в роботі мережі Powerline

Між вихідною точкою 1 і контрольною точкою 2 зв'язок - однакова фаза і ніяких перешкод. Контрольна точка 3 знаходиться в іншій фазі, що викликало зсув фази А. Контрольна точка 4 знаходиться на видаленні, а в точці 5 присутні перешкоди В. У тому місці, де фазові дроти знаходяться поруч, наприклад, в розподільному щиті, кабель виступає в якості (поганий) передавальної антени, сигнал від якої приймається другим кабелем. Нижче наведена схема (рис.3.2.).

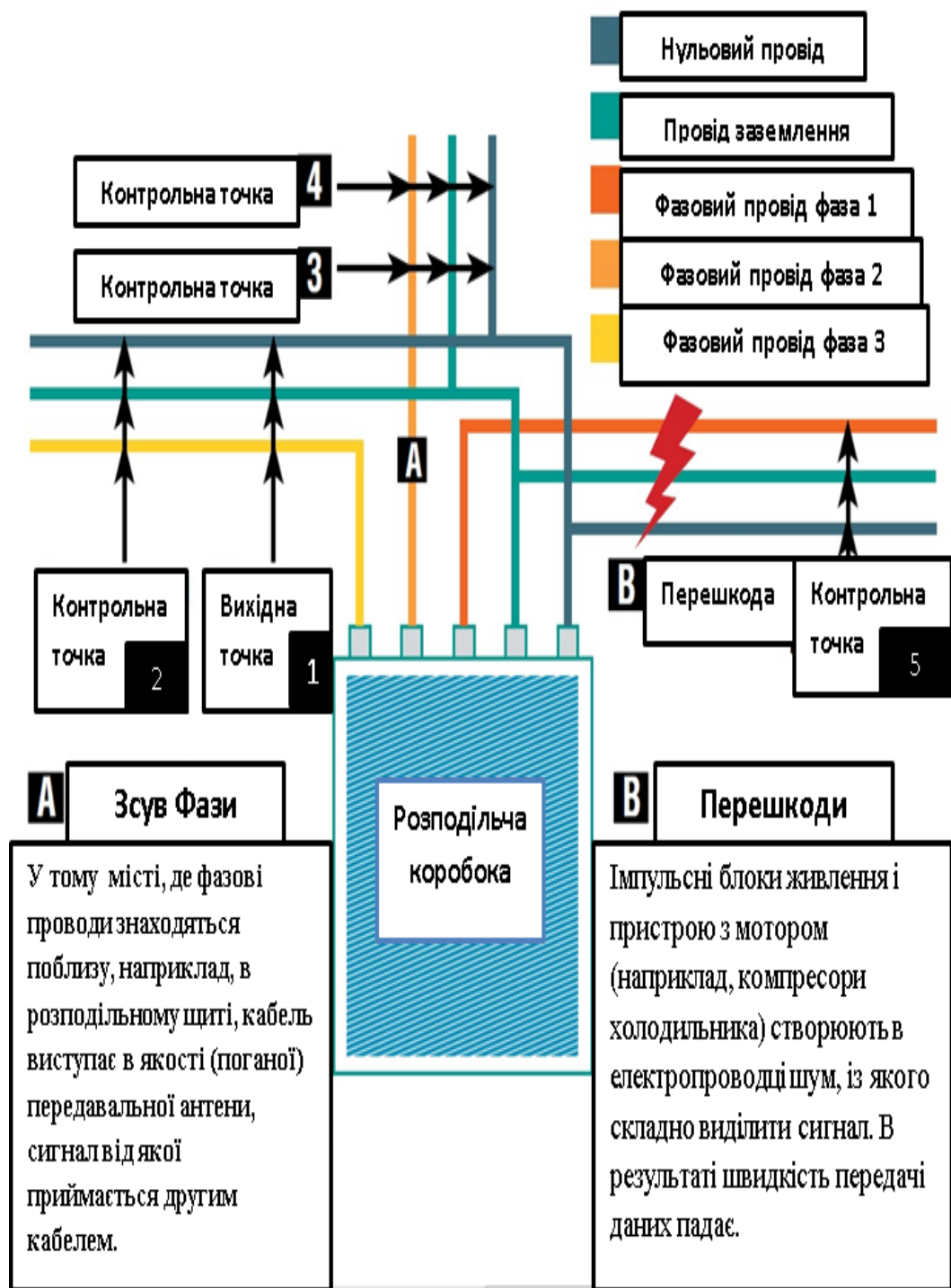


Рис. 3.2. Схема підключення з наведенням перешкод для роботи обладнання

Переможцем тесту стає адаптер AVM FritzPowerline 1000E (нижче рис.3.3). Серед учасників тесту він єдиний забезпечує високу продуктивність до 1000 Мбіт/с. При цьому він споживає найменше електроенергії.



Рис. 3.3. AVM FRITZ Powerline 1000E

За співвідношенням ціна/якість перемагає Zyxel PLA5215 (нижче рис.3.4.). Це недорогий пристрій демонструє пристойну швидкість і оснащений вбудованою розеткою.



Рис.3.4. Zyxel PLA5215

Таблиця 3.1.

Результати Powerline у порівнянні

Powerline у порівнянні	AVM FRITZ POWERLINE 1000E	DEVOLO DLAN 650 TRIPLE+ STARTER KIT	ZYXEL PLA5215-EU0101F KIT	EDIMAX HP-6002ACK KIT	ALLNET ALL16860 0 DOUBLE	TP-LINK TLPA6010 KIT
Місце	1	2	3	4	5	6
Ціна	3800	6000	2500	3200	2400	2100
Оцінка	98,4	79,8	72,2	71,9	58	52,4
Швидкодія (60%)	100	67	54	54	33	23
Ергономічність(20%)	100	100	99	100	99	100
Оснащення (20%)	92	100	99	99	93	92
ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ						
Адаптер Powerline	FRITZPowerline 1000E	dlan 650+ (2532)	PLA5215	HP-6002AC	ALL16860 0	TLPA6010
Стандарти Powerline	Home Plug AV2 MIMO	Home Plug AV2 MIMO	Home Plug AV2 MIMO	Home Plug AV2 MIMO	Home Plug AV2 SISO	Home Plug AV
Швидкість/шифрування	600Мбіт/с/ AES 128 біт	600Мбіт/с/А ES 128 біт	600Мбіт/с/А ES 128 біт	600Мбіт/с/А ES 128 біт	600Мбіт/с/ AES 128 біт	500Мбіт/с/ AES 128 біт
LAN-порти	1x1000 Мбіт/с	1x1000 Мбіт/с	1x1000 Мбіт/с	1x1000 Мбіт/с	1x1000 Мбіт/с	1x1000 Мбіт/с
Розміри (ШхДхТ)	114x67x28 мм	131x65x41 мм	121x66x39 мм	131x66x41 мм	82x57x34 мм	63x46x40 мм
Вбудована розетка	немає	є	є	є	немає	немає
Кнопка вкл./таймер	немає	немає	немає	немає	немає	немає
РЕЗУЛЬТАТИ ВИМІРЮВАНЬ						
Контрольна точка 2	296 Мбіт/с	203 Мбіт/с	223 Мбіт/с	227 Мбіт/с	228 Мбіт/с	242 Мбіт/с
Контрольна точка 3	83 Мбіт/с	63 Мбіт/с	43 Мбіт/с	41 Мбіт/с	43 Мбіт/с	30 Мбіт/с
Контрольна точка 4	171 Мбіт/с	101 Мбіт/с	81 Мбіт/с	85 Мбіт/с	45 Мбіт/с	17 Мбіт/с
Контрольна точка 5	83 Мбіт/с	53 Мбіт/с	47 Мбіт/с	45 Мбіт/с	4 Мбіт/с	4 Мбіт/с



Рис. 3.5. Powerline адаптер devolo dLAN 1200+

Якщо використовувати технологію Powerline в якості заміни Wi-Fi для великих відстаней, то потрібно придивитися до одного з наборів, які посіли перші чотири місця.

Новий devolo dLAN 1200+ (який зображений на рис.3.5.), з вбудованою розеткою продемонстрував майже ту ж швидкість передачі даних, що і AVM, однак з'єднання було вкрай нестабільно.

Протестовані комплекти обладнання Powerline складаються з одного або двох адаптерів (в стартовому комплекті), кожен з яких оснащений гігабітним портом Ethernet. Таким чином, два адаптера замінюють один довгий мережевий кабель при підключенні комп'ютера на верхньому поверсі до роутера на першому.

Протестоване обладнання не оснащено функцією Wi-Fi, таким чином, щоб поліпшити бездротовий зв'язок в важкодоступних місцях, доведеться підключати маршрутизатор, конфігурований в якості точки доступу, або використовувати замість звичайного адаптера Powerline спеціальний підсилювач сигналу Wi-Fi.

Багато, щоб адаптер був оснащений вбудованою розеткою, як, наприклад, моделі devolo, Zyxel і Edimax. Завдяки цьому можна використовувати її для підключення інших приладів. Адаптер також буде фільтрувати що виходять від цих пристроїв перешкоди.

3.3 Область застосування і підключення

Всі протестовані адаптери легко привести в дію. Щоб спростити перший запуск, спочатку потрібно вставити обидва адаптера в сусідні розетки, при необхідності - в подовжувач. Коли пристрої будуть готові до роботи, натисніть на кнопку «Pair» на першому адаптер і утримуйте її секунду, щоб перевести апарат в режим з'єднання, а потім проведіть таку ж процедуру з другим адаптером протягом двох хвилин.

Теоретично в одній мережі допускається використовувати до 250 адаптерів Powerline, які будуть, однак, ділити між собою наявний канал. Тому ми рекомендуємо підключати якомога менше адаптерів, а додаткові відгалуження реалізовувати за допомогою LAN-комутаторів і Wi-Fi для кожного окремого адаптера.

Якщо пристроїв в одному приміщенні або на одному поверсі багато, краще підключити їх за допомогою LAN-кабелю до гігабітного LAN-комутатора, який в свою чергу з'єднаний з маршрутизатором за допомогою адаптера Powerline.

Обладнання, що поставляється разом з адаптерами ПО для комп'ютера використовувати не обов'язково. В першу чергу програма дає уявлення про мережу Powerline і номінальну швидкість конкретних пристроїв, що входять в цю мережу, також можна застосовувати ПО для виявлення оптимальної розетки для адаптера в приміщенні. Крім того, воно призначене для оновлення прошивки приладу.

Не варто забувати також і про споживану потужність пристроїв: оскільки зазвичай адаптер постійно включений в розетку, таким чином витрата електроенергії при роботі декількох адаптерів підсумовується.

Прилади стали набагато економніше в порівнянні з попередніми поколіннями і відключаються одночасно з приєднаним до них LAN-пристроєм. Це позбавить від зайвих витрат на електроенергію і мотків дротів у квартирі.

3.4 Тестування Powerline адаптеру TP-LINK AV2010KIT

Міні-тестування проводилося в звичайній квартирі з досить старої (12 років) електромережі, зробленої звичайним двожильним проводом з жилами з мідного сплаву. Історія замовчує про їх діаметри, але при ремонті він був обраний достатнім для роботи побутових пристроїв зі споживанням 10А. Проводка зроблена за схемою «зірка», тобто всі кабелі сходяться на монтажній колодці в одній точці, у лічильника електроенергії. На кожен кабель йде автоматичний запобіжник/вимикач, розрахований на відповідну навантаженні силу струму. Нижче зображено адаптер на рис.3.6.



Рис. 3.6. Powerline адаптер TP-LINK AV2010KIT

У домашню електромережу постійно включені різні споживачі, включаючи холодильник і мікрохвильову піч, а освітлення зроблено на енергозберігаючих електролюмінесцентних лампах. Про них можна сказати лише те, що це продукція китайських компаній, не найдешевша, але і не з розряду Hi-End, куплена в київських супермаркетах в різні роки, у міру заміни згорілих ламп розжарювання.

Процес налаштування TP-LINK TL-PA2010KIT зводиться до фізичного підключення кабелів і спаровування адатерів. Для цього треба натиснути одночасно єдину кнопку на їх корпусі.

Дані всередині електромережі захищаються шифруванням з 128-бітовим ключем, що з оглядкою на складність фізичного підключення до проводці можна вважати адекватним заходом забезпечення безпеки. Можливість проходження інформації за лічильник електроенергії не досліджувалася.

Як матеріал для визначення реальної швидкості використовувався відеофайл розміром 2 ГБ і папка з 1500 маленьких файлів загальним розміром 555 МБ. Тестування проходило далеко не на нових, але справно працюють ноутбуці і нетбуці. Конфігурація не грає особливої ролі, оскільки цікаві не абсолютні значення швидкості, а тенденції їх зміни.

Відеофайлу знадобилося 4 хвилини 12 секунд щоб перекочувати з жорсткого диска одного комп'ютера на інший. При цьому Windows 7 повідомляла про швидкість в середньому 8,2 МВ/с.

В ході тесту були задіяні 14 ламп, причому вони підключені до різних відводів від лічильника. Швидкість, як і слід було очікувати, впала. Windows 7 говорила про 7,9 МВ/с, а часом збільшилася до 4 хвилин 20 секунд. Результат явно виходить за рамки статистичної похибки, але різниця настільки неприципова для щоденного використання, що нею можна знехтувати.

Вибрати іншу розетку для комп'ютера-одержувача. Для відеофайлу швидкість стала 6,2 МВ/с, а часом збільшилася до 5 хвилин 30 секунд. Під лампами показники такі - швидкість не завжди дотягувала до 5 МВ/с, час склало майже 7 хвилин.

Пора перейти до передачі інформації дрібними порціями. Для папки з файлами швидкість в «кращій» розетці склало 2,5 МВ/с, час - 4 хвилини. Під лампами відповідно 2,3 МВ/с і 4 хвилини 15 секунд. У «гіршою» результат ідентичний.

Параметр PING важливий для тих, хто грає в мережеві ігри, а в організації домашнього кінотеатру він практично не грає ніякої ролі. У «кращій» розетки Windows показало 3 мс при вимкнених лампах. Якщо увімкнути освітлення, перше звернення давало трохи більшу затримку, від 4 до 9 мс, інші три - як і раніше 3 мс. У «гіршій» розетці ці показники не змінилися.

ВИСНОВКИ

Уявивши такий сценарій: є широкосмуговий маршрутизатор в читальному залі і смарт-телевізор високої чіткості у вітальні. Смарт-телевізор також не підтримує бездротовий зв'язок, тому єдиний спосіб дивитися телевізор на ньому - це використовувати кабель Ethernet, що з'єднує маршрутизатор з телевізором. Вид кабелю в вітальні не дуже приємний, доводиться його приховувати. Як впливає з назви, мережа Powerline використовує електромережу в квартирі для створення мережі. Це не вимагає нової проводки, а мережа не збільшує ваші рахунки за електроенергію, тому мережа по лініях електропередачі - один з найдешевших способів підключення комп'ютерів в різних кімнатах.

Використання Powerline-пристроїв може бути кращим рішенням для організації локальної мережі в багатоповерхових котеджах і великих офісах, особливо якщо немає бажання або можливості прокласти кабель живлення. Сучасні адаптери компактні, зручні і надають непогану швидкість з'єднання - можна дивитися відео у високій роздільній здатності, наприклад.

Powerline - це технологія мережевих комунікацій, адаптована для передачі даних по існуючих лініях електропередач, звідси і назва. Інститут інженерів з електротехніки та електроніки (IEEE) і організації HomePlug Alliance створили робочі групи і стандарти HomePlug для технології Powerline, які можуть застосовуватися до домашніх електричних мереж.

Таким чином, можна подумати, що Powerline networking (HomePlug), який використовує електромережу в будинку в якості провідної мережі передачі даних, є застарілою і надлишковою технологією. Так, Wi-Fi зручний і швидкий - технологія 802.11n широко поширена, і новітні маршрутизатори класу 802.11ac, обіцяють навіть крутіші швидкості з'єднання - до 1300 Мбіт/с. Тим не менш, є простота і надійність, які Powerline тримає на такому рівні, якого бездротова технологія все ще не може відповідати. Але, Powerline не призначений для заміни мережі Wi-Fi. Передбачається, що він буде доповнювати її. Адаптери Powerline навіть в несприятливих умовах стали досить швидкі, щоб без затримок

транслявати HD-відео з мережевого сховища або комп'ютера на пристрій відтворення контенту, що знаходиться зовсім в іншій точці квартири.

З іншого боку, ця технологія при копіюванні великих масивів даних з гріхом навпіл порівнянна по швидкості з гігабітною провідною мережею, причому тільки в тому випадку, якщо не потрібно долати великі відстані, а на шляху немає джерел перешкод - інакше краще використовувати мережевий кабель. Цікавим варіантом для будинку було б об'єднання високій швидкості стандарту Homeplug AV2 в пристроях посилення сигналу Wi-Fi і швидкого ac-Wi-Fi. Пристрої Powerline - це простий і швидкий спосіб розширення домашньої мережі. Вони доступні і для них не потрібно прокладати додаткові кабелі. Електромережа в звичайному будинку може підтримувати різні частоти. Оскільки електрику за допомогою сигналів 50/60 Гц, додаткові дані можуть передаватися по тій же проводці на набагато більш високих частотах, не викликаючи додаткових перешкод. Powerline, PowerLAN або навіть DLAN: технологія з різними назвами, але завжди з однаковим принципом дії. За допомогою цих адаптерів можна «розподілити» домашню або офісну мережу по існуючій електромережі. Адаптери випускають більшість виробників мережевого устаткування - D-Link, Asus, Edimax, TP-Link, в асортименті яких є продукція для SOHO сегмента. Багато виробників випускають адаптери з розеткою. Тобто при включенні пристрою в мережу використовується розетка, фактично, залишається вільною. Мережевий пристрій Powerline стане надійним і вигідним рішенням для власників приватних будинків, багатокімнатних квартир і офісних будівель. Для підключення декількох приладів в одному приміщенні краще зупинитися на моделях з вай-фай. Якщо ж в планах використовувати мережу, підключивши один пристрій з фіксованим місцем розташування - досить і стандартного примірника з LAN-роз'ємом.

Використання адаптера Powerline можливо в різних комбінаціях, в тому числі і з класичним Wi-Fi.