

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ VLC ДЛЯ ПОБУДОВИ МЕРЕЖ LI-FI ТА ПРИНЦИП ЇЇ ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

Романов А.І., Федюшина Д.М., Донг Т.Т.

Інститут телекомунікаційних систем, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: a_i_romanov@ukr.net

The using of the VLC as a basic technology for building Li-Fi systems

Further development of wireless systems requires the solution for many issues related to energy efficiency or limited frequency resources. One possible way to overcome such issues is using the Li-Fi technology. This work describes the basic architecture of the Li-Fi system based on VLC technology.

У зв'язку зі збільшенням кількості технологічних розробок телекомунікаційних пристроїв, зростання різноманітності числа додатків, їх номенклатури і якості послуг, що надаються користувачам, значно зросли вимоги до швидкості передачі даних. Тому, мережі передачі даних в переважній більшості будуються за допомогою оптоволоконних ліній, що дозволяють досягти швидкості передачі даних порядку Тб/с. Проте, не завжди корисно і можливо розгортати кабельну інфраструктуру між кінцевими користувачами. Таким чином, важливість бездротового зв'язку збільшується із кожним днем. У наш час він широко використовується на останній милі, вдома, в офісних приміщеннях, тощо. У даній роботі розглянуто спосіб побудови мережі Li - Fi на базі технології VLC (visible light communication) для забезпечення користувачів бездротовим зв'язком в таких середовищах, як літаки, лікарні, тощо, де незручно та небезпечно використовувати радіочастотні хвилі [1]. Дана технологія використовує сигнали в інтервалі 380-780 нм. Таким чином можна домогтися одночасно і освітлення, і передачі даних за допомогою світлодіодних ламп [2].

На рис. 1 приведена структурно-функціональна схема системи зв'язку на базі технології VLC. Основними елементами системи VLC є передавач (набір світлодіодів), приймач (фотодетектор), блоки модуляції та демодуляції, тощо [3].

Розглянемо призначення і функції елементів системи бездротового доступу. Система складається з двох частин - тракту передачі і тракту прийому.

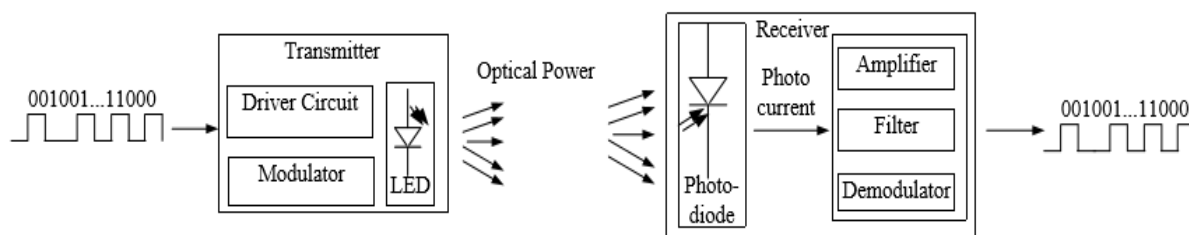


Рис. 1. Схематична архітектура мережі Li Fi на базі VLC.

Тракт передачі:

Існують різні джерела світла, які зручно використовувати для освітлення. Однак, найбільш популярними вважаються лазерні діоди (LD) та світлодіоди (LED). Основна відмінність між LD і LED є те, що лазерні діоди є когерентним джерелом світла, а світлодіоди - некогерентним. Оскільки в даній роботі підтримується концепція одночасного освітлення і передачі даних, обговорення LDs виходить за рамки даної роботи. Отже, проаналізувавши рис. 1., маємо: при передачі інформації від першого користувача до другого, сигнал буде проходити через спеціальну схему керування джерелом світла, вираженого у вигляді набору LED ламп. Згадана схема керування (Driver circuit) використовується для живлення світлодіодних ламп. Вона повинна забезпечити достатній струм, щоб надати світлодіоду необхідну яскравість, при цьому не пошкодивши сам світлодіод.

Блок модуляції відповідає за вкладення інформаційної складової у сигнал. На сьогодні вибір способу модуляції доволі широкий: амплітудна маніпуляція, широтно-імпульсна, модуляція кольором, тощо. На сьогодні, найлегший спосіб – це On-Off модуляція, що має два інформаційних значення потужності, відповідних включеному і виключеному стану передавача. Дані модуляції закладаються у світло, при цьому, під час передачі та її відсутності, сигнали матимуть різну скважність, тому спостерігатиметься невелика зміна яскравості сигналу. Щоб уникнути неприємних для людського ока відчуттів, використовують компенсуючі паузи: при відсутності передачі, зверху вводяться паузи щоб зберегти яскравість освітлення на відносно сталому рівні.

Тракт прийому:

Фотодетектор поглинає фотони, що падають на його поверхню в зовнішньому інтерфейсі та генерує електричний сигнал. Перетворення фотонної енергії в електричну може бути досягнуто і альтернативним способом. Існує багато типів фотоприймачів, наприклад фоторезистори чи фототранзистори, що володіють специфічними якостями. Проте, фотодіоди вважаються найбільш поширеними у ролі фотоприймача через їх малий розмір, високу чутливість та швидку реакцію. P-I-N (PIN) і лавинний фотодіод (APD) є типовими прикладами використання фотодіодів як фотоприймачів. Існує кілька важливих вимог, яким має відповідати фотоприймач:

- чутливість, пов'язана з інтервалом довжин хвиль;
- тривалий термін експлуатації, надійність;
- мінімальний вплив температурних коливань;
- мати невеликі розміри;
- уміння подавляти шум (навколишнього середовища, затемнення і т.д.), тощо.

Після прийняття оптичного сигналу та його перетворення у електричний за допомогою фотодетектора, цей сигнал далі відфільтровується від завад та підсилюється за допомогою відповідних пристроїв.

У даному випадку було описано структуру передачі та прийому односпрямованої мережі на базі VLC. Можлива також двобічна передача в системі Li-Fi, для цього вводять у мережу додатковий пристрій: розгалужувач (duplexer). Duplexer використовується для підтримки двобічного зв'язку шляхом

поділу переданого і прийнятого сигналу. Можливий варіант загальної структурної схеми такої мережі приведена на рис. 2.

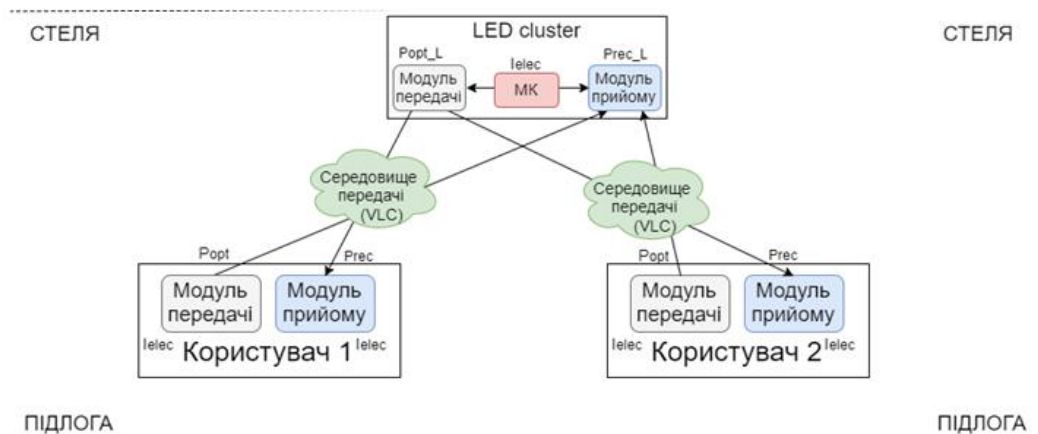


Рис. 2. Загальна структура мережі Li Fi.

Найбільш важливими елементами такої системи є модуль прийому та модуль передачі, на рис.3 приведена їх деталізація: показаний приблизний перелік елементів та їх функціональне призначення.

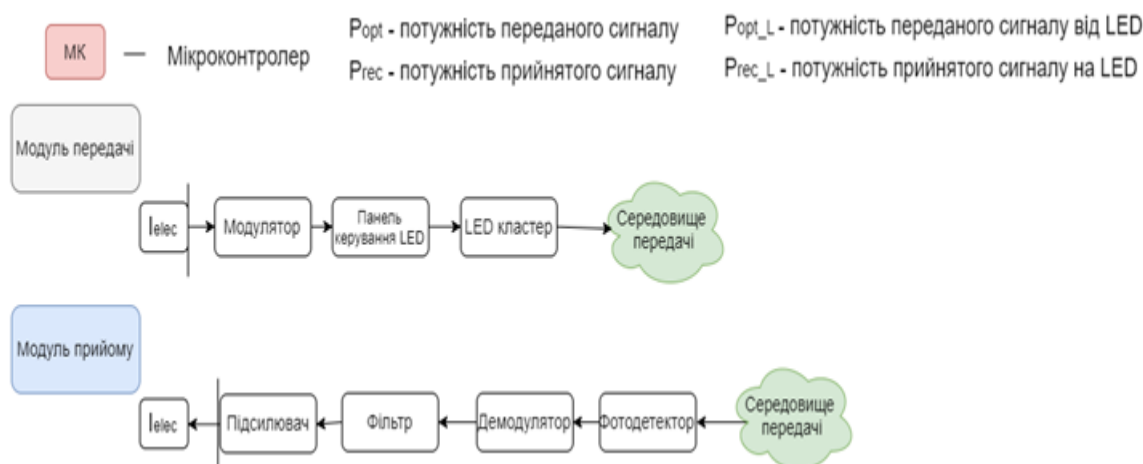


Рис. 3. Структурна схема модулів передачі і прийому мережі Li Fi.

Таким чином, використання технології Li Fi дозволяє значно підвищити пропускну спроможність і якість бездротових телекомунікаційних мереж. Практична реалізація таких мереж та їх фізичного рівня не дуже складна, однак вимагає значних організаційних зусиль і зміни підходів до їх організації.

Література

1. Taner Cevik and Serdar Yilmaz "An overview of visible light communication system" International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC) Vol.7, No.6, November 2015.
2. Farooq Aftab, Muhammad Nafees Ulfat khan, Shahzad Ali «Light fidelity (Li-Fi) based indoor communication system» International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC) Vol.8, No.3, May 2016.
3. Романов А.И., Федюшина Д.М, Донг Т.Т. Использование VLC в качестве базовой технологии при построении беспроводных Li-Fi сетей. Материалы XXII МНТК «Современные средства связи», Минск, Респ. Беларусь ; 2017, С17-19.