

## PROGRESUL TEHNOLOGIEI Li-Fi (LIGHT FIDELITY) CA O ALTERNATIVĂ POTENȚIALĂ LA Wi-Fi

**Daniela GUȚU**

Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice, grupa IMTC-231,  
Facultatea Electronică și Telecomunicații, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Rep. Moldova

\*Autorul corespondent: Daniela Guțu, [daniela.gutu@tse.utm.md](mailto:daniela.gutu@tse.utm.md)

Îndrumător/coordonator științific: **Serghei ANDRONIC**, dr., conf. univ., FET, UTM

**Rezumat.** În lucrare se expune istoria apariției și progresul tehnologiei Li-Fi (Light Fidelity) ca o potențială alternativă a tehnologiei Wi-Fi, evidențiind punctele ei forte. Sunt prezentate avantajele sale semnificative în comparație cu tehnologia Wi-Fi. Se abordează perspectivele și oportunitățile de dezvoltare ale tehnologiei Li-Fi în viitorul telecomunicațiilor și în alte sfere.

**Cuvinte cheie:** Li-Fi, Wi-Fi, tehnologie nouă, viteză de transmisie, bandă de frecvențe, acoperire.

### Introducere

Societatea modernă este tot mai dependentă de rețelele wireless (fără fir) - acestea sunt sisteme de comunicație, care permit transmiterea datelor fără cabluri sau alte conexiuni fizice. De obicei rețelele de comunicații folosesc unde radio sau semnale de lumină infraroșie pentru a permite transmiterea datelor fără necesitatea unor conexiuni fizice prin cabluri sau alte mijloace tangibile. Rețelele fără fir sunt folosite în toate aspectele vieții noastre, de la comunicațiile personale și sociale până la accesul la informații și servicii online. Oamenii depind de Wi-Fi (Wireless Fidelity), care se referă la tehnologia de comunicație fără fir, utilizată pentru rețelele locale (LAN) fiind o tehnologie folosită pentru a conecta dispozitivele într-o locație geografică restrânsă. Acesta permite dispozitivelor să comunice între ele și să acceseze Internetul fără a fi nevoie de cabluri fizice pentru a se conecta la Internet, a-și verifica e-mailurile, a accesa rețelele sociale și a utiliza diverse aplicații și servicii online. În această dependență tot mai mare, orice limitare sau obstacole întâlnite în tehnologia Wi-Fi pot avea un impact semnificativ asupra funcționării și eficacității. Potrivit unor studii se estimează că volumul traficului global al rețelei va crește în medie cu 30% anual. Până în 2035, acesta va crește de 30 de ori față de nivelurile din anii trecuți [8]. Rețelele wireless sunt supraîncărcate din cauza creșterii numărului de dispozitive conectate și a amplitudinii fluxurilor de informații. Acest lucru îi încetinește funcționarea.

### Prezentarea tehnologiei Li-Fi și avantajele asociate

Li-Fi este o tehnologie de comunicație fără fir care utilizează lumină, funcționând prin utilizarea unui semnal în spectrul optic de la 400 la 800 de Teraherți (THz). Un bec cu LED (Light-emitting diode) dotat cu un cip special face transformarea informației în cod binar și o transmite către dispozitivul utilizatorului, echipat cu fotoreceptoare. Modularea datelor - adică transformarea semnalului - are loc la o viteză de peste 60 de Hz, astfel încât acest proces este inaccesibil ochiului uman [1].

În 2011, fizicianul german Harald Haas a avut ideea inovatoare de a utiliza o lampă cu LED în loc de un router. În condiții de laborator, acesta a obținut rezultate remarcabile - viteza de transfer a datelor a atins 224 Gb/s, echivalentul a aproximativ 10 filme în Full HD descărcate în doar o secundă [1,7]. Tehnologia Li-Fi se bazează pe transmisia datelor prin intermediul undelor electromagnetice din spectrul luminii vizibile (Visible Light Communications - VLC). Un sistem VLC are două componente de calificare:

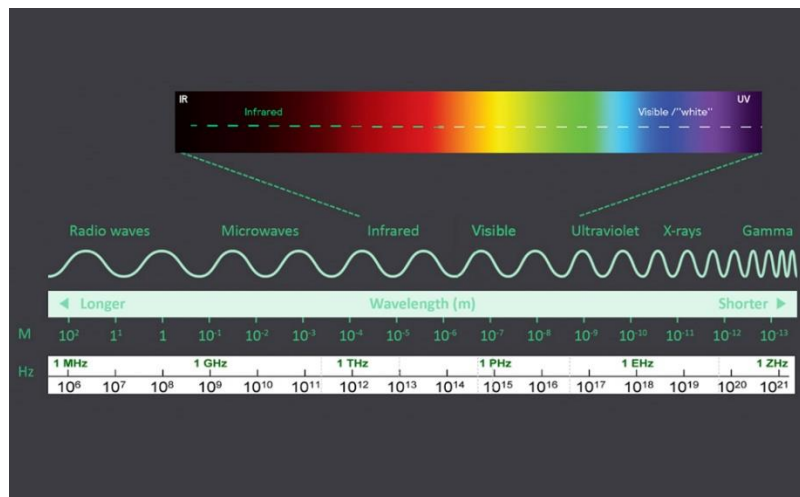
1. Cel puțin un dispozitiv, care conține o fotodiodă pentru a recepționa semnale luminoase.
2. O sursă de lumină echipată cu o unitate de procesare a semnalului pentru transmiterea datelor.

Sursa de lumină VLC poate fi sub forma unui bec fluorescent sau a unei diode emițătoare de lumină. Cu toate acestea, becurile cu LED sunt cea mai optimă sursă de lumină VLC, deoarece un sistem Li-Fi robust necesită rate extrem de ridicate de ieșire a luminii. Becurile fluorescente emit lumină într-o bandă mult mai largă de lungimi de undă, ceea ce o face o sursă de lumină relativ mai puțin eficientă decât LED. LED, pe de altă parte, este o sursă de lumină care emite lumină într-o bandă foarte îngustă de lungimi de undă, făcându-l o sursă de lumină mai eficientă.

LED este, de asemenea, un dispozitiv cu semiconductori, ceea ce înseamnă că poate amplifica intensitatea luminii și poate efectua comutații rapide. Aceasta este o calitate importantă de căutat într-o sursă de lumină VLC, deoarece Li-Fi se bazează pe fluxul constant de fotoni emiși ca lumină vizibilă pentru transferul de date. Pentru a atinge un echilibru între sursa de lumină VLC și iluminarea casnică, acest curent, precum și ieșirea optică sunt modulate la viteze extrem de mari, făcându-l detectabil de dispozitivul cu fotodiodă și transformat înapoi în curent electric, dar neperceptibil de ochiul uman. Odată ce aceste semnale sunt primite și demodulate, ele pot fi acum transformate într-un flux continuu de date binare, care conțin videoclipuri, imagini, audio, text sau aplicații, care sunt ușor de consumat pe orice dispozitiv compatibil cu Internet. Tehnologia Li-Fi are domeniul de frecvență cuprins între 400 la 800 de Teraherți (THz). Pe când pentru consumatorii Wi-Fi, există trei benzi de frecvență: 2,4 GHz, 5 GHz și 6 GHz. Diferența de frecvență între Li-Fi și Wi-Fi este:

$$(400000 \text{ GHz}) / (6 \text{ GHz}) = 66\ 666 \text{ ori.} \quad (1)$$

Deci, frecvența Li-Fi este de aproximativ 66 666 de ori mai mare decât frecvența Wi-Fi. Această diferență mare de frecvență explică de ce Li-Fi poate oferi viteze de transfer de date extrem de rapide comparativ cu Wi-Fi. Li-Fi utilizează spectrul de lumină vizibilă (VLC) și infraroșu (IR), după cum se observa în figura 1.



**Figura 1. Banda de frecvență și spectrul electromagnetic**

Deoarece tehnologia Li-Fi este încă la începutul său relativ, există încă mult loc pentru inovație în creștere. O inovație propusă pentru tehnologia existentă include crearea unui sistem de comunicații bidirecționale similar cu bandă largă convențională și Wi-Fi. Acest lucru se poate face prin interschimbarea luminii vizibile și a luminii infraroșii de la un fotodetector, permițând dispozitivelor mobile conectate să trimită date înapoi la sursa de lumină pentru o legătură în sus. Prin "legătură în sus", se referă la capacitatea dispozitivelor mobile de a transmite date înapoi către sursa de lumină, astfel încât să se realizeze o conexiune bidirecțională. Acest lucru poate

permite, de exemplu, transmiterea de feedback sau de informații de la dispozitivul mobil către sursa de lumină, cum ar fi date despre starea și performanța unui sistem sau comenzi de control.

O altă inovație propusă este reproiectarea LED RGB multicolore pentru a trimite și primi date pe un interval mai larg de semnale decât LED albe acoperite de o singură culoare [2].

Li-Fi și Wi-Fi reprezintă două tehnologii revoluționare în comunicarea fără fir. Se vor analiza utilizările, diferențele și potențialul viitor al Li-Fi în comparație cu Wi-Fi:

*Viteza*- una dintre cele mai semnificative diferențe dintre Li-Fi și Wi-Fi este în ceea ce privește viteza. Li-Fi oferă viteze de transfer de date de neegalat, atingând până la 224 Gb/s, depășind cu mult maximul de 1 Gbps care se poate realiza de obicei cu Wi-Fi tradițional. Această viteză incredibilă face ca Li-Fi să fie ideal pentru sarcini cu lățime de bandă largă cum ar fi streaming video 4K, realitate virtuală și transferuri mari de fișiere.

*Acoperirea* este un aspect în care Wi-Fi își depășește rivalul. Datorită naturii sale, undele radio utilizate de Wi-Fi pot traversa pereții, ceea ce permite o acoperire mai mare într-o locație. Pe de altă parte, Li-Fi are o acoperire limitată deoarece lumina vizibilă nu poate traversa pereți, ceea ce limitează zona de acoperire la încăperile în care sunt instalate sursele de lumină Li-Fi.

*Securitatea* este un alt domeniu în care Li-Fi excelează. Utilizarea de către Li-Fi a undelor luminoase care nu pot pătrunde în pereți reduce drastic riscul de interceptare a datelor de către utilizatorii neautorizați în afara camerei. Această caracteristică face Li-Fi foarte potrivit pentru medii sigure, cum ar fi birourile guvernamentale și instituțiile financiare.

*Interferența*- dispozitivele Li-Fi nu interferează între ele în rețea datorită naturii lor de comunicare prin lumină vizibilă. Fiecare dispozitiv Li-Fi utilizează un canal de comunicație separat, bazat pe modularea luminii LED sau a altor surse de lumină, pentru a transmite și recepționa date

*Instalarea*-instalațiile Li-Fi sunt ușoare și discrete. În industrii precum transportul aerian, Li-Fi poate reduce semnificativ greutatea echipamentelor de comunicații, reducând astfel emisiile de CO<sub>2</sub> și costurile operaționale. Integrarea sa în sistemele de iluminat existente face din Li-Fi o alegere convenabilă și eficientă [3,4].

### **Puncte slabe ale tehnologiei Li-Fi**

Deși tehnologia Li-Fi există, nu este încă disponibilă pentru consumatorii obișnuiți și vor trece mulți ani până acest lucru se va întâmpla. Este o tehnologie încă experimentală și chiar dacă pare ceva minunat, să nu se uite ca există și dezavantaje, dintre acestea se poate de menționat:

Undele de lumină nu trec prin obiecte, așa cum fac undele radio, deci dacă există o interferență, semnalul se pierde.

Distanța maximă între două dispozitive Li-Fi este de maxim 10 metri și numai dacă între acestea există vizibilitate directă.

Este sensibilă la interferențele provocate de lumina naturală sau cea artificială provenită de la becurile clasice [3].

### **Perspective de viitor ale tehnologiei Li-Fi**

Tehnologia Li-Fi are potențialul de a fi utilizată în diverse aplicații și prezintă perspective interesante pentru viitorul conectivității și comunicațiilor. Iată câteva aplicații și perspective în viitor pentru tehnologia Li-Fi:

- *Iluminat inteligent*: Iluminatul privat sau public, inclusiv lămpile de stradă, poate fi utilizat pentru a furniza hot-spots Li-Fi și aceeași infrastructură de comunicații și senzori poate fi utilizată pentru a monitoriza și controla iluminatul și datele.
- *Conectivitate mobilă*: Telefoanele inteligente, tabletele, laptopurile și alte dispozitive mobile pot interconecta direct folosind Li-Fi. Utilizarea legăturilor pe distanțe scurte oferă rate de date foarte mari și, de asemenea, furnizează securitate.
- *Evitarea RF (Radiofrecvența)*: Unii oameni insistă că sunt hipersensibili la frecvențele radio și caută o alternativă. Li-Fi este o soluție bună la această problemă.

- *Servicii bazate pe locație (LBS-* este un sistem de localizare prin intermediul semnalului celular, localizarea făcându-se în raport cu antenele de semnal GSM ale operatorilor locali de rețele de telecomunicații GSM). Servicii extrem de precise de informații specifice locației
- *Educație:* Li-Fi este tehnologia de vârf care îmbunătățește viteza de acces la Internet cu lățime de bandă mare. Prin urmare, instituțiile de învățământ și organizațiile pot folosi această tehnologie pentru accesul la Internet cu viteză rapidă pentru videoconferințe, descărcări de tutoriale digitale și învățare online.
- *Medii periculoase:* Li-Fi oferă o alternativă sigură la interferența electromagnetică din comunicațiile cu frecvență radio în medii precum minele și uzinele petrochimice.
- *Spital și îngrijire medicală:* Li-Fi nu creează interferențe electromagnetice și, prin urmare, nu interferează cu instrumentele medicale, nici nu este interferată de scanerul MRI (imagică prin rezonanță magnetică).
- *Console de jocuri:* O idee modernă ar fi să se pună senzori pe un televizor pentru a primi informații de la consolele de jocuri. Acest lucru ar permite unității să fie plasată literalmente într-un loc din cameră atât timp cât există o linie directă de vedere către senzor.
- *Comunicații subacvatice:* Datorită absorbției semnalelor puternice în apă, utilizarea frecvențelor radio este nepotrivită. Undele acustice au cea mai mică lățime de bandă și perturbă viața marină. Li-Fi oferă o soluție pentru comunicările pe distanțe scurte [5,6].

### Concluzii

În această lucrare sau elucidat unele aspecte ale tehnologiei Li-Fi în comparație cu Wi-Fi. Pe baza acestui articol s-a determinat că Li-Fi este un domeniu în curs de dezvoltare, care necesită investigații suplimentare. A fost prezentată o scurtă istorie a apariției acestei tehnologii, modul de funcționare, avantajele sale în comparație cu Wi-Fi, dar și unele puncte slabe. Este evident că multe dintre aceste elemente necesită cercetări mai complexe pentru a oferi oportunități de dezvoltare a tehnologiei Li-Fi.

### Referințe

- [1] <https://iks.ru/news/chto-takoe-li-fi-i-kak-rabotaet-tehnologiya>
- [2] <https://lifi.co/how-lifi-works/>
- [3] <http://1234g.ru/novosti/li-fi>
- [4] <https://lifi.co/lifi-vs-wi-fi-understanding-the-differences-and-benefits/>
- [5] [https://hal.science/hal03371883/file/The%20Next%20Generation%20of%20Wireless%20Communication%20Using%20%20Li-Fi%20\(Light%20Fidelity\)%20Technology%20\(1\).pdf](https://hal.science/hal03371883/file/The%20Next%20Generation%20of%20Wireless%20Communication%20Using%20%20Li-Fi%20(Light%20Fidelity)%20Technology%20(1).pdf)
- [6] A Review on LiFi Network Research: Open Issues, Applications and Future Directions
- [7] The Next Generation of Wireless Communication Using Li-Fi (Light Fidelity) Technology [https://hal.science/hal03371883/file/The%20Next%20Generation%20of%20Wireless%20Communication%20Using%20%20Li-Fi%20\(Light%20Fidelity\)%20Technology%20\(1\).pdf](https://hal.science/hal03371883/file/The%20Next%20Generation%20of%20Wireless%20Communication%20Using%20%20Li-Fi%20(Light%20Fidelity)%20Technology%20(1).pdf)
- [8] <https://sber.pro/digital/publication/luch-sveta-chto-takoe-li-fi-i-chem-luchshe-wi-fi/>