



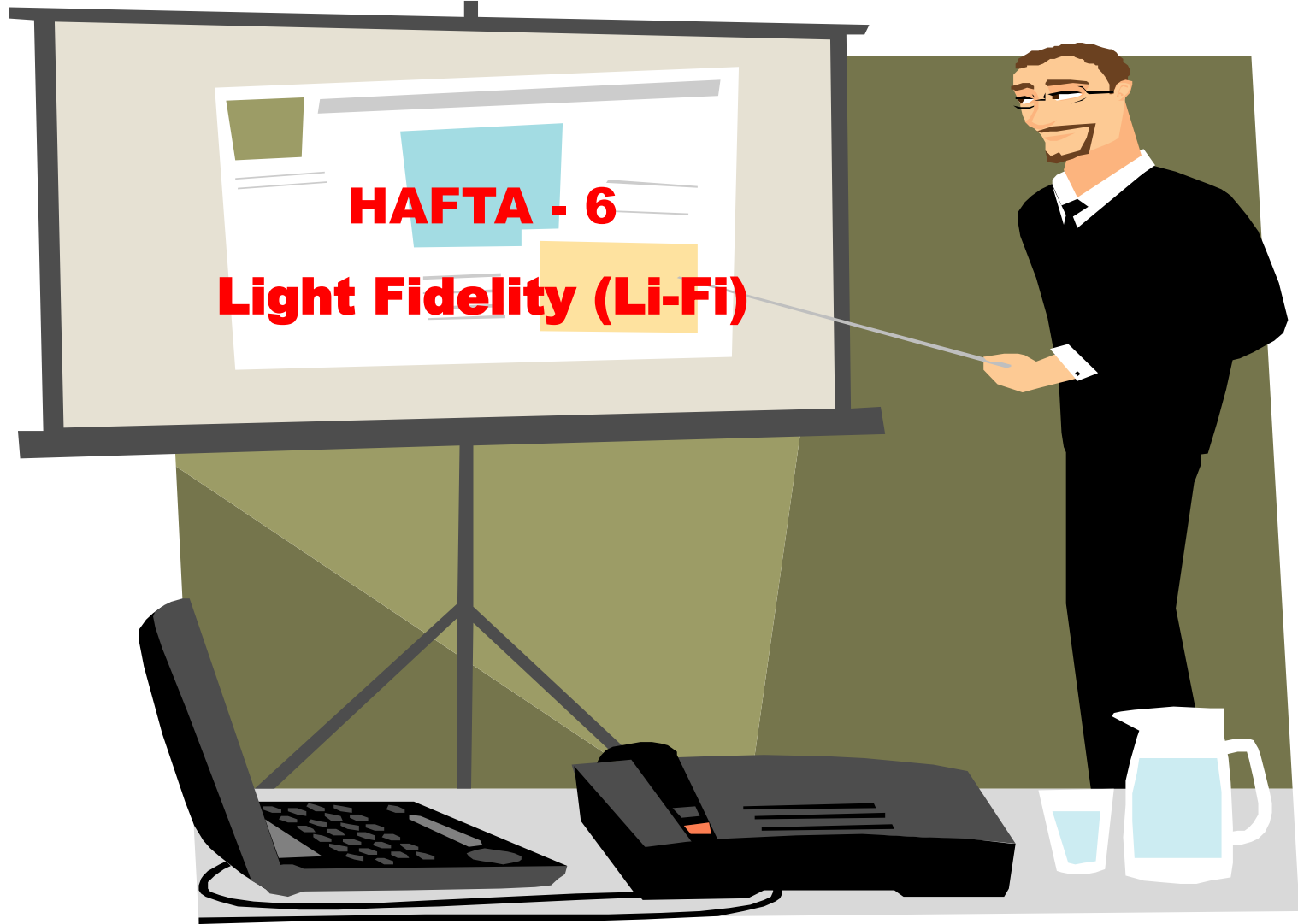
FEE316 - Bilgisayar Mühendisliğinde İleri Konular
HAFTA-6 (26 Mart 2025)
Light Fidelity (Li-Fi)

Ders

FEE 316-BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİNDE İLERİ KONULAR

Dönem

2024 -2025 BAHAR DÖNEMİ



Li -Fi Kitabı

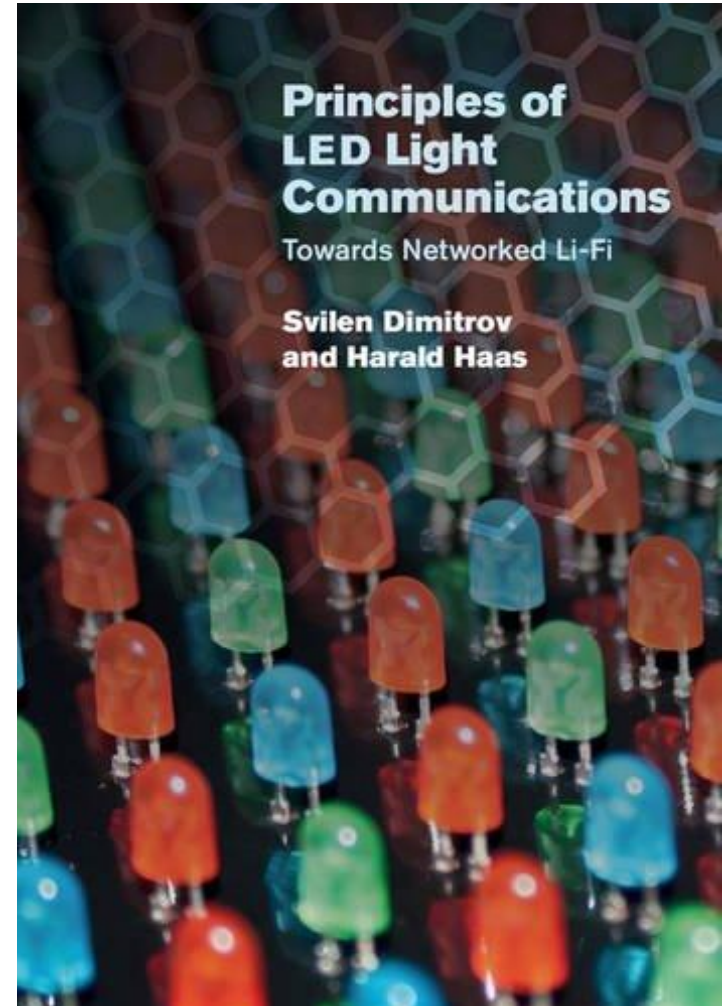
Kitap Bilgisi:

Yazar(lar): Svilen Dimitrov, Harald Haas

Yayımcı: Cambridge University Press, Yıl: 2015

ISBN: 1107049423,9781107049420

Kitabın Konusu: Kitap, **KABLOSUZ İLETİŞİM (OWC)** sistemleri oluşturmak için gereken temel prensipleri açıklamaktadır.



Prof. Dr. Harald Haas - Edinburgh Üniversitesi Mobil İletişim
Bölüm Başkanı.



Edinburgh Üniversitesi Mobil İletişim
Kürsüsü Başkanı ve pureVLC Ltd. Baş
Bilim Sorumlusu

Li-Fi Teknolojisi, ilk olarak Time
Dergisi'nin 2011'in En İyi 50 İcadı
listesinde yer almış ve BBC, NPR,
CNBC, New York Times, Wired
UK, NewScientist ve The
Economist gibi uluslararası
medya kuruluşlarında da yer
almıştı.

Bölümün Alt Başlıkları (7 Alt Başlık)

| | | |
|-------|--------------------|----|
| 1 | Introduction | 1 |
| 1.1 | History of OWC | 1 |
| 1.2 | Advantages of OWC | 3 |
| 1.3 | Application areas | 4 |
| 1.4 | Li-Fi | 5 |
| 1.4.1 | Modulation | 5 |
| 1.4.2 | Multiple access | 6 |
| 1.4.3 | Uplink | 7 |
| 1.4.4 | The attocell | 8 |
| 1.4.5 | Cellular network | 9 |
| 1.5 | Challenges for OWC | 9 |
| 1.6 | Summary | 11 |

Bu sunumda kitabın yalnızca birinci bölümü ele alınacaktır.

Giriş

- * **Optik Haberleşme (OC):** İletim ortamı olarak ışığın kullanıldığı her türlü telekomünikasyondur.
- * **Optik Kablosuz İletişim (OWC):** Kızılötesi (IR) veya morötesi (UV) ışığın bir sinyali taşımak için kullanıldığı optik iletişim.
- * **Görünür Işık İletişimi (VLC):** Görünür bantta (390–750 nm) çalışan OWC sistemleri. Ayrıca aydınlatma gereksinimini de karşılar. LED'in ortaya çıkmasıyla görünür ışık spektrumunun yüksek hızlı veri iletişimi için kullanılması mümkün hale geldi.
- * **Li-Fi:** Ağ bağlantılı, mobil, yüksek hızlı OWC çözümü.

Li - Fi TEKNOLOJİSİ

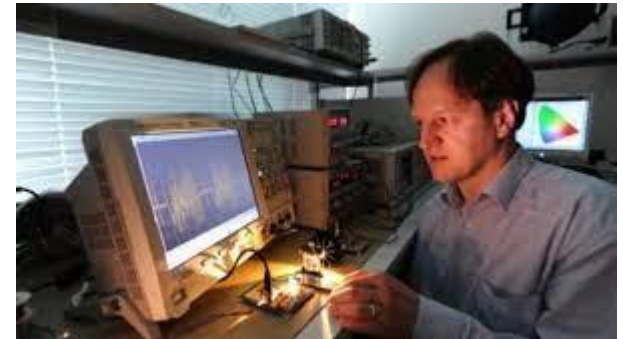
- Li - Fi (ışık sadakati), verileri LED veya kızılötesi ışık yoluyla ileten çift yönlü bir kablosuz sistemdir.
- İlk kez 2011 yılında tanıtılan Li - Fi teknolojisi , radyo frekansı kullanan Wi -Fi'nin aksine, ışık dalgaları aracılığıyla internet sinyalini iletmek için yalnızca çipli bir ışık kaynağına ihtiyaç duyuyor.
- Bu, günümüz Kablosuz Ağlarına göre olağanüstü bir ilerlemedir. Li - Fi, Wi -Fi , 3G ve 4G'nin
- İkincisi ise sınırlı kapasiteye sahip olup, kullanıcı sayısı arttıkça doygunluğa ulaşarak çökmelere, hızların düşmesine ve hatta bağlantının kesilmesine neden olabiliyor.

Li - Fi TEKNOLOJİSİ

- Li - Fi ise 200.000 GHz'lik bant frekansı ile, wifi'nin maksimum 5 GHz'ine kıyasla 100 kat daha hızlı ve saniyede çok daha fazla bilgi iletebiliyor.
- Eindhoven Üniversitesi'nin 2017 yılında yaptığı bir araştırmada, en iyi Wi-Fi'nin 300 Mbit/s'ye ancak ulaştığı , 2,5 metre yarıçapındaki kızılötesi ışıkla 42,8 Gbit/s'lik bir indirme hızı elde edildi.

Li-Fi

- Radyo frekansı yerine LED ışık dalgalarının kullanılmasıyla veri transferine olanak sağlayan bir bağlantı ve iletişim teknolojisi.
- Optik kablosuz iletişimde (OWC), ışık yayan diyotun (LED) ışık yoğunluğu bir mesaj sinyaliyle modüle edilir.
- Li-Fi, 380-780nm / 384-789THz arasındaki görünür ışık spektrumunu kullanır.



Li-Fi

- Li-Fi, veriyi ışık kullanarak iletmek için fiber optiğin yerine LED ampullerin kullanılmasıdır (Şekil 1'de gösterildiği gibi).



Fig 1: LED light Li-Fi Bulb

LI-FI TEKNOLOJİSİ



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | C |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | C |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | C |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | C |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | C |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | C |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | C |



Fig 5: Li-Fi Transmission

LI-FI TEKNOLOJİSİ

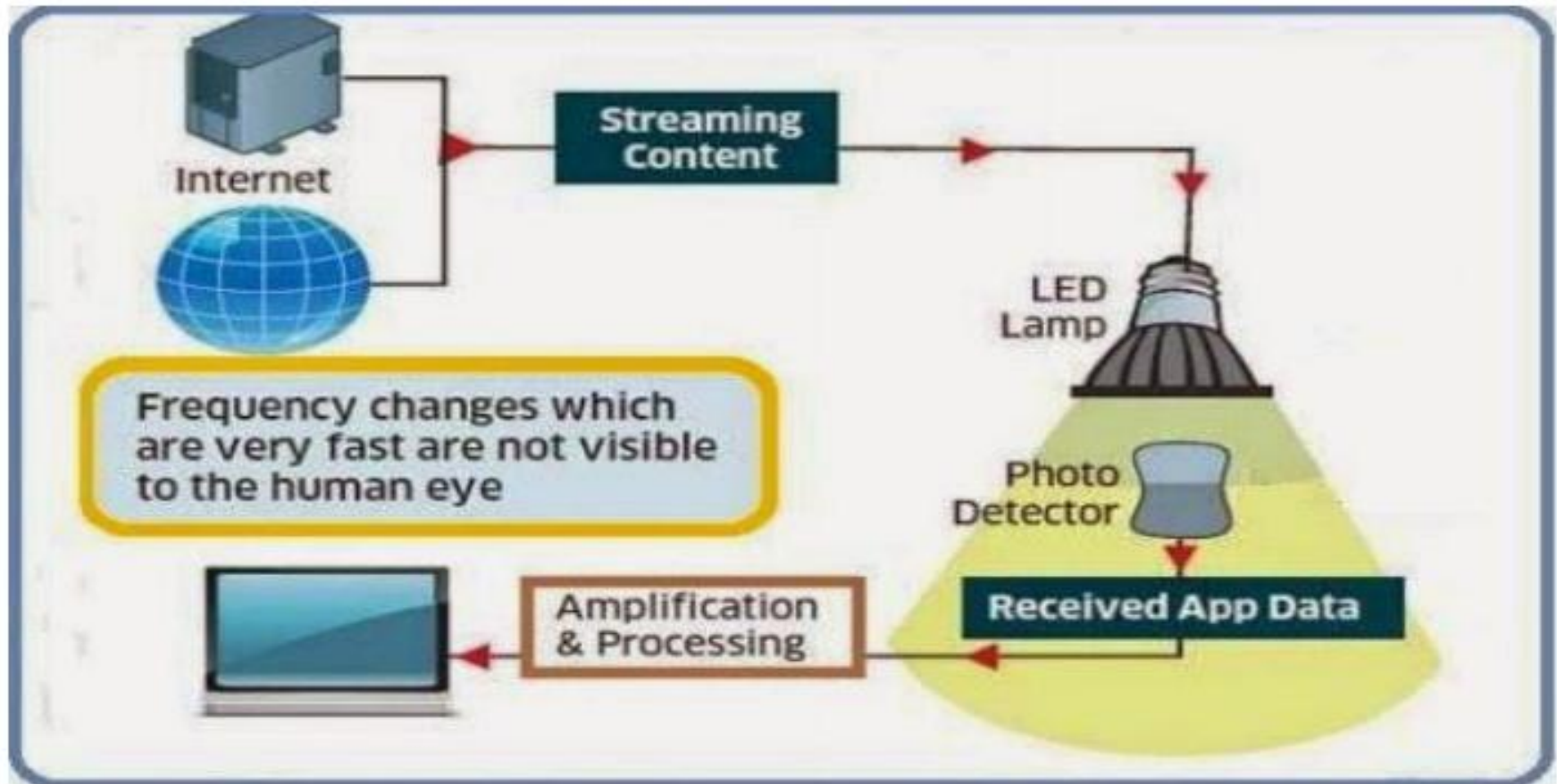


Fig 6: Block diagram of Li-Fi Sub System

LI-FI TEKNOLOJİSİ

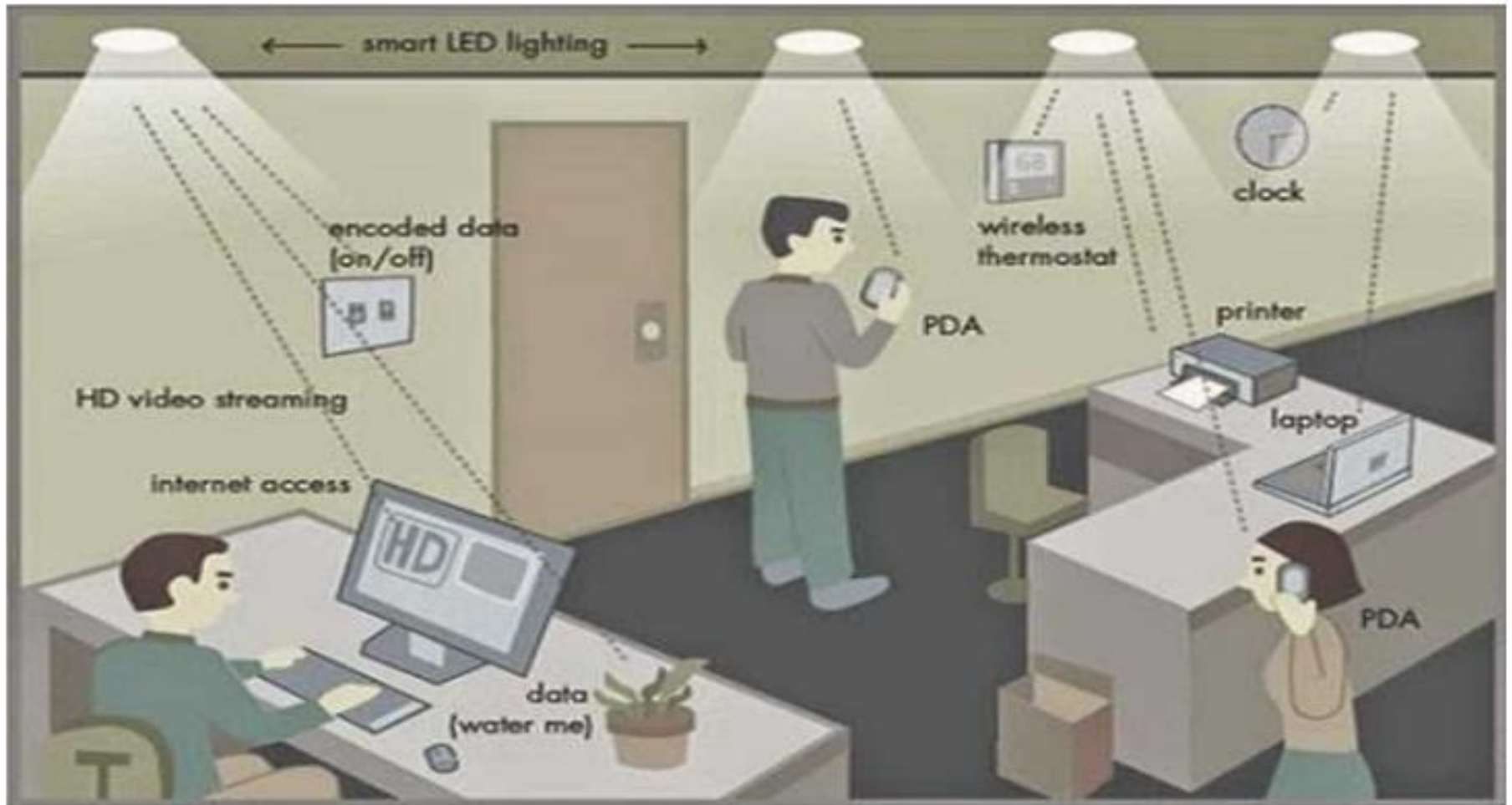
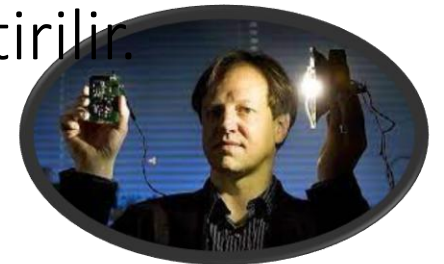


Fig 7: Li-Fi system connecting devices in a room

Li-Fi

- İlk kez 2011 yılında Dr. Harald Haas tarafından gündeme getirildi.
- Veriler, görünür ışığın modülasyonu yoluyla kablosuz olarak iletilir.
- Genellikle LiFi, yoğunluk modülasyonlu (IM) iletim için LED'leri kullanır ve sinyal, bir fotodiyot ile doğrudan algılama (DD) prensibi kullanılarak algılanır.
- VLC'deki noktadan noktaya iletişimin aksine, Li-Fi ağlarında çok noktalı iletişim, ışık yayan diyotlar (LED'ler) kullanan erişim noktaları (AP'ler) aracılığıyla gerçekleştirilir.



| Özellik | Wi -Fi | Li -Fi |
|-----------------------|--|--|
| Avantajları | Daha fazla girişim, deniz suyundan geçemez, daha az yoğun bölgelerde çalışır | Daha az parazit, tuzlu deniz suyundan geçer, yoğun bölgelerde çalışır |
| Kullanım | İnternet gezintisi aracılığıyla Wi -Fi etkin noktaları | Havayolları, deniz altı, hastaneler, ofisler ve evler için veri aktarımı ve tarama |
| Kapsam Mesafe | Yaklaşık 32 metre (güce ve anten tipine göre değişir) | Yaklaşık 10 metre |
| Veri Yoğunluğu | Daha az yoğun ortamlarda çalışır vadesi dolmuş ile parazit yapmak | Yüksek yoğunluklu ortamlarda çalışır |
| Parazit yapmak | Radyo paraziti nedeniyle bozulabilir | Radyo dalgalarından kaynaklanan parazit yok |
| Operasyon | Radyo dalgalarını ve WiFi yönlendiricilerini kullanır | Işık kaynaklarını kullanır (şu anda LED'ler) |
| Mahremiyet | Sinyalin duvarlardan geçmesi nedeniyle daha az güvenli | Daha güvenli , çünkü ışık engellendi ile duvarlar |

Li-Fi Teknolojisi

-Li-Fi, 5G'nin karşılaştığı zorlukları çözmede anahtar rol oynayan bir kablosuz teknolojidir. Li-Fi, birden fazla gigabit hızında iletim yapabilir, daha güvenilirdir, neredeyse parazitsizdir ve Wi-Fi veya hücresel gibi radyo teknolojilerinden benzersiz bir şekilde daha güvenlidir.

LiFi is a mobile wireless technology that uses light rather than radio frequencies to transmit data. The technology is supported by a global ecosystem of companies driving the adoption of LiFi, the next generation of wireless that is ready for seamless integration into the 5G core.

802.11 bb

Li-Fi

- Li-Fi verici sistemi dört ana alt montajdan oluşur:
 - Ampul
 - RF Güç Amplifikatörü Devresi (PA)
 - Baskılı Devre Kartı (PCB)
 - Muhafaza.

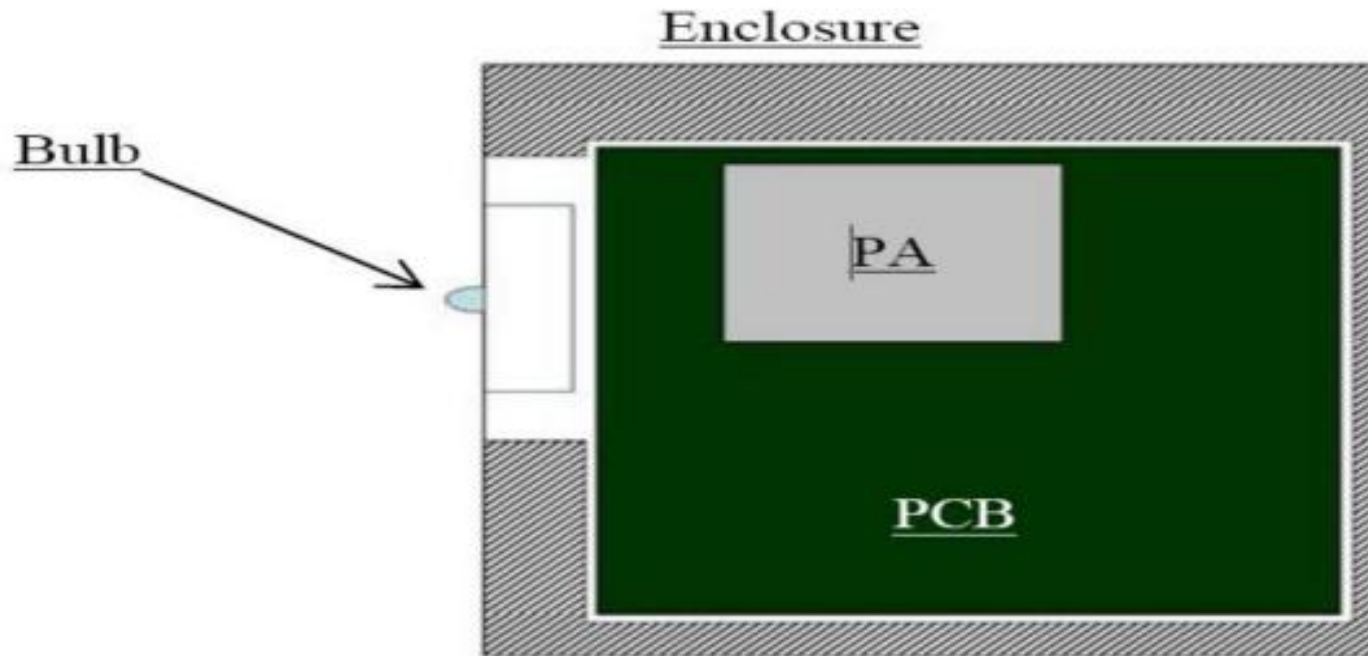


Fig 2: Block Diagram of Li-Fi sub-assemblies.

Li-Fi

- Şekil 3 ampulün alt montajını göstermektedir.

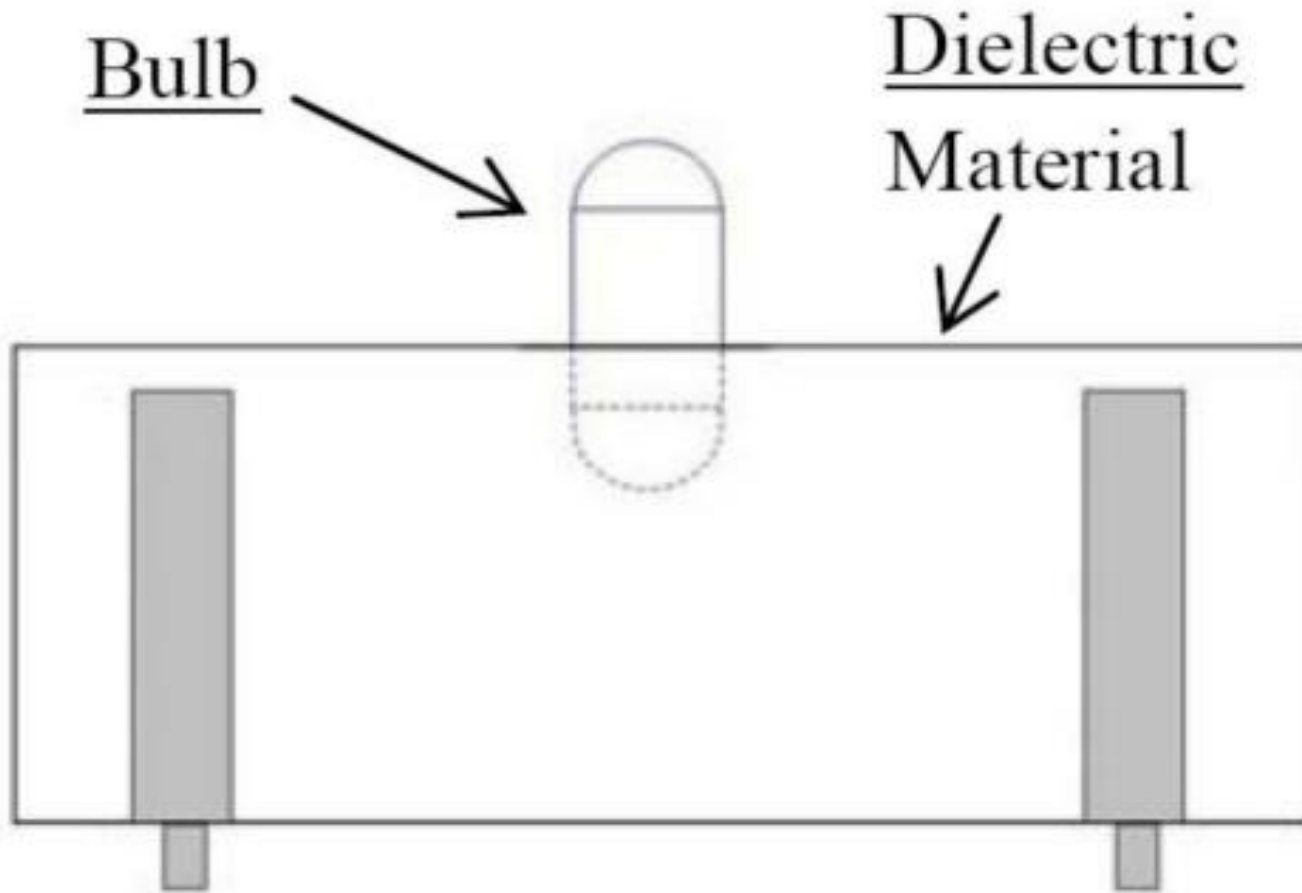
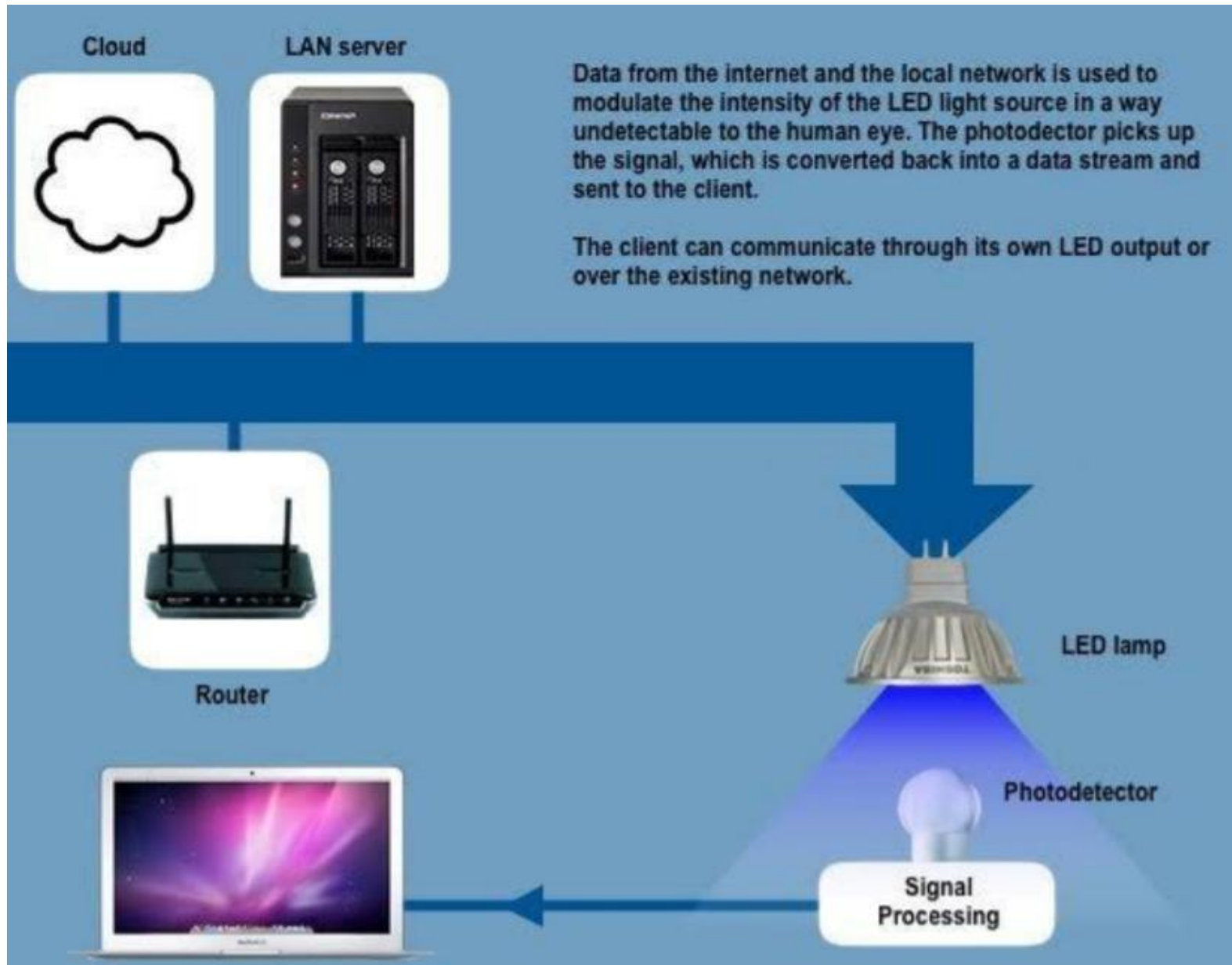


Fig 3: Bulb Sub Assembly

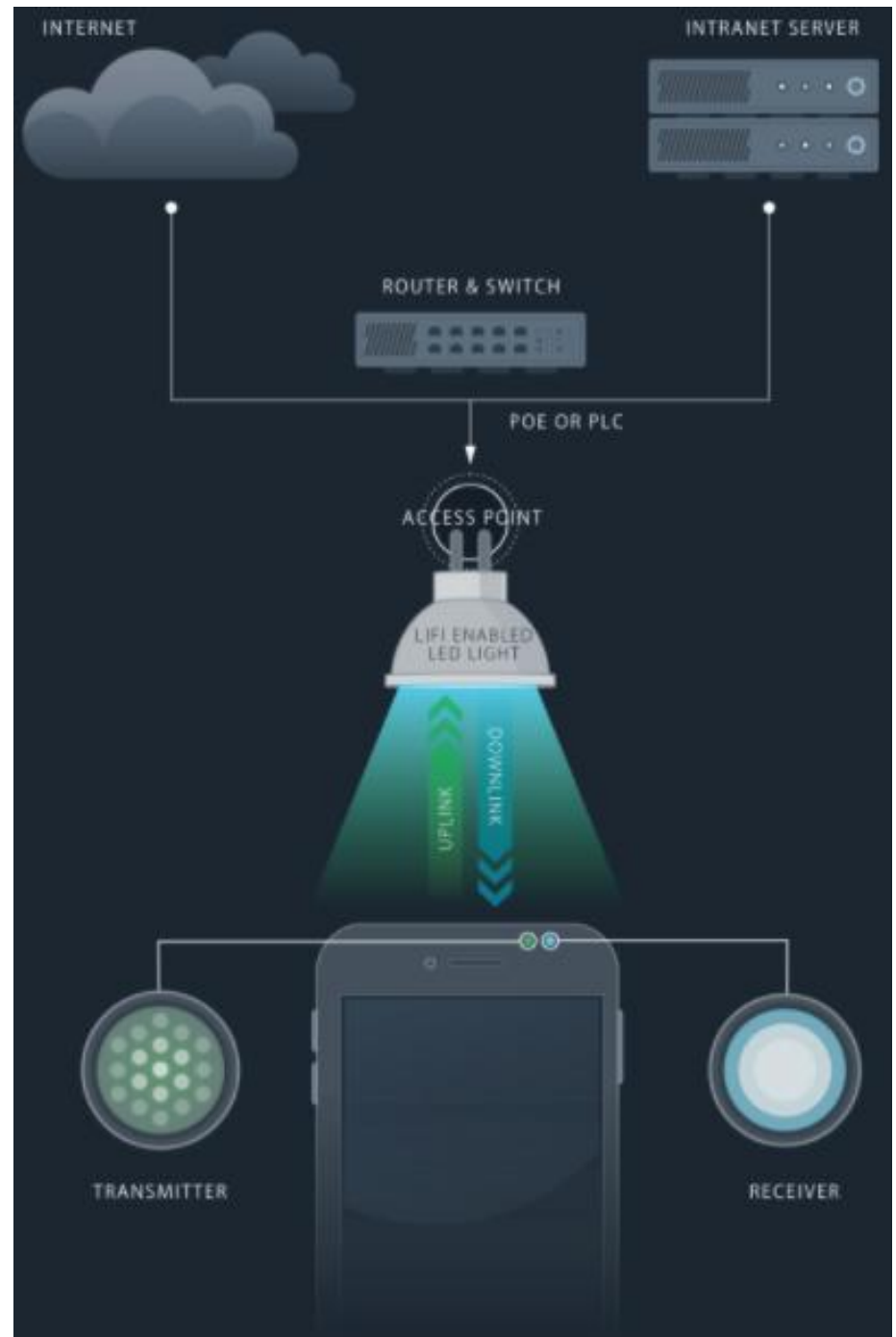
Li-Fi Teknolojisi



Li-Fi Teknolojisi

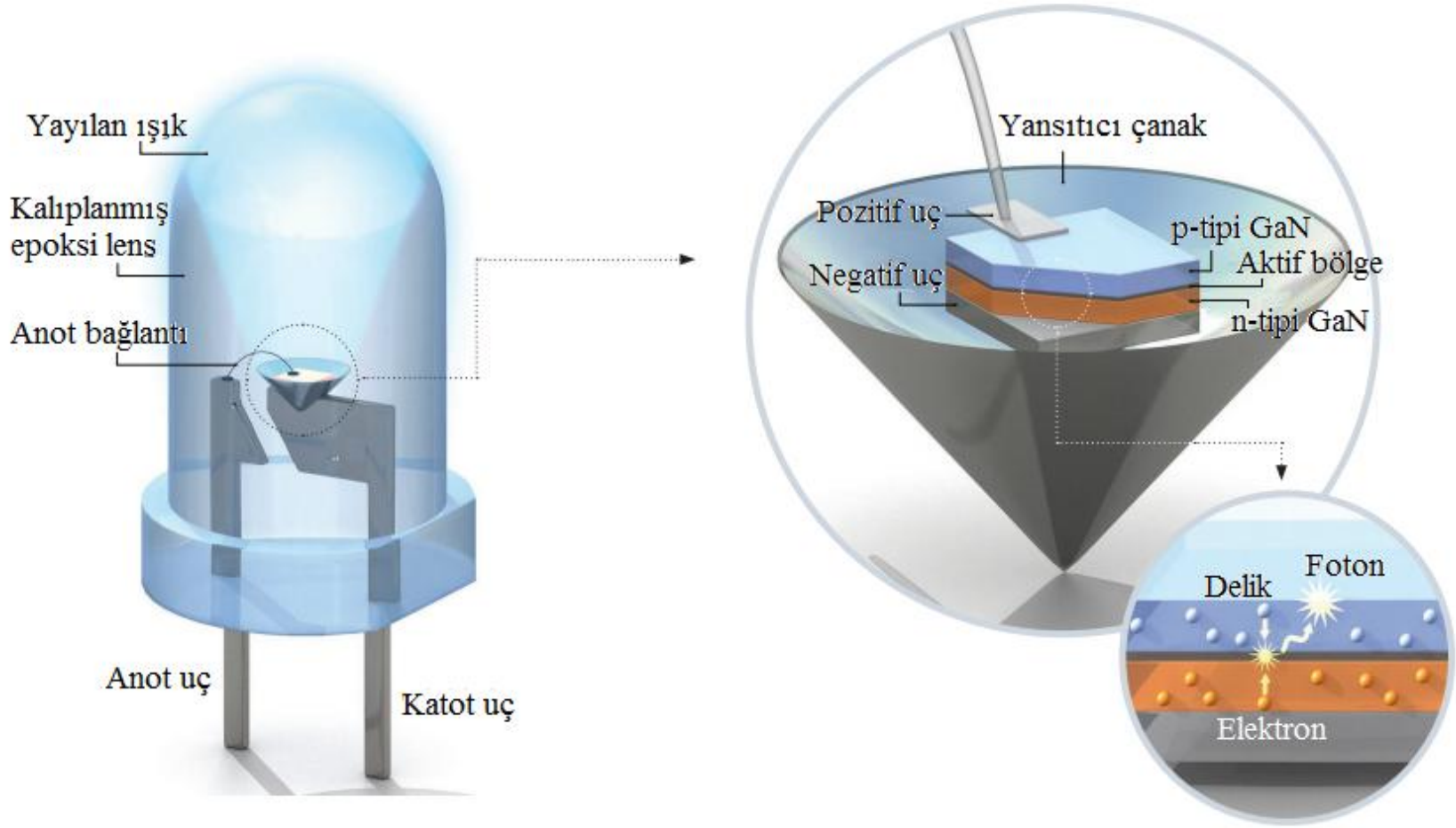
-Radyo frekansı iletişimi radyo devreleri, antenler ve karmaşık alıcılar gerektirirken, Li-Fi çok daha basittir ve uzaktan kumanda üniteleri gibi düşük maliyetli kızılötesi iletişim cihazlarında kullanılanlara benzer doğrudan modülasyon yöntemlerini kullanır.

-LED ampuller yüksek yoğunluğa sahip oldukları için çok yüksek veri hızlarına ulaşabilirler.



LED Teknolojisi

-LED'ler, VLC sistemlerinde radyasyon yoluyla ışığın üretilmesi ve iletilmesinde en popüler optoelektronik ışık kaynaklarıdır.



Fotodedektörler

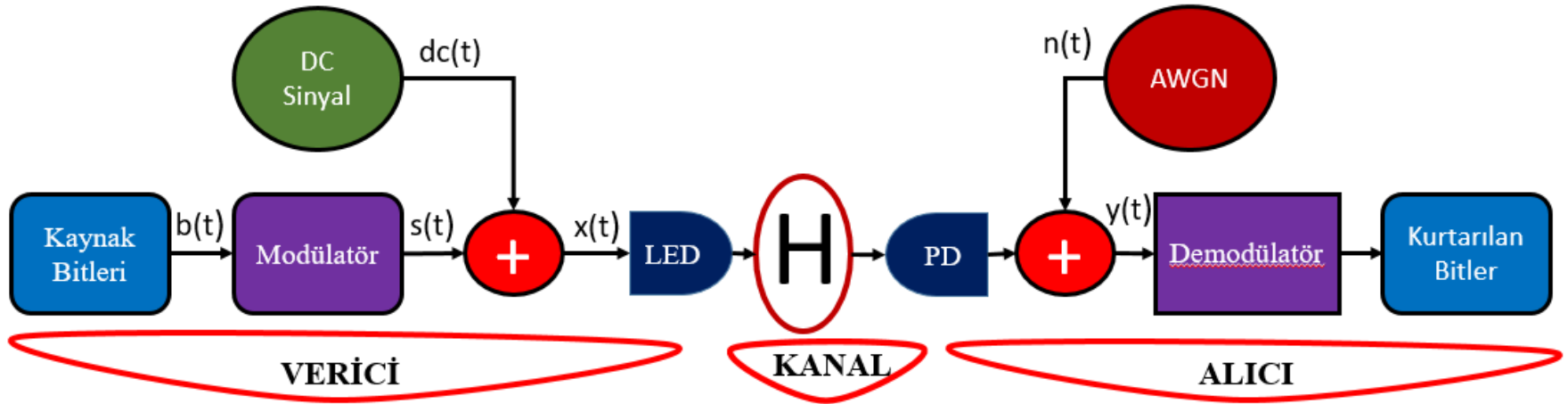
-VLC'de, ışık kablosuz optik kanala gönderildikten sonra yoğunluğu fotodedektörler tarafından algılanır.

Fotodedektörler, üzerlerine düşen ışığın yoğunluğuna göre değişen bir çıkış akımı üretir.

-Bu şekilde optik sinyali elektrik sinyaline dönüştürürler (O/E dönüşümü).

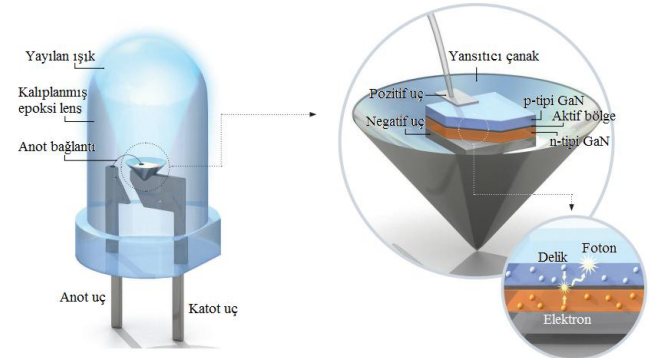
VLC Sistem Modeli

- Yukarıda belirtilen LED'lerin ve fotoelektrik sensörlerin özellikleri dedektörler VLC'yi aydınlatma ve haberleşme fonksiyonlarını bir arada sağlayan bir sistem haline getirir.



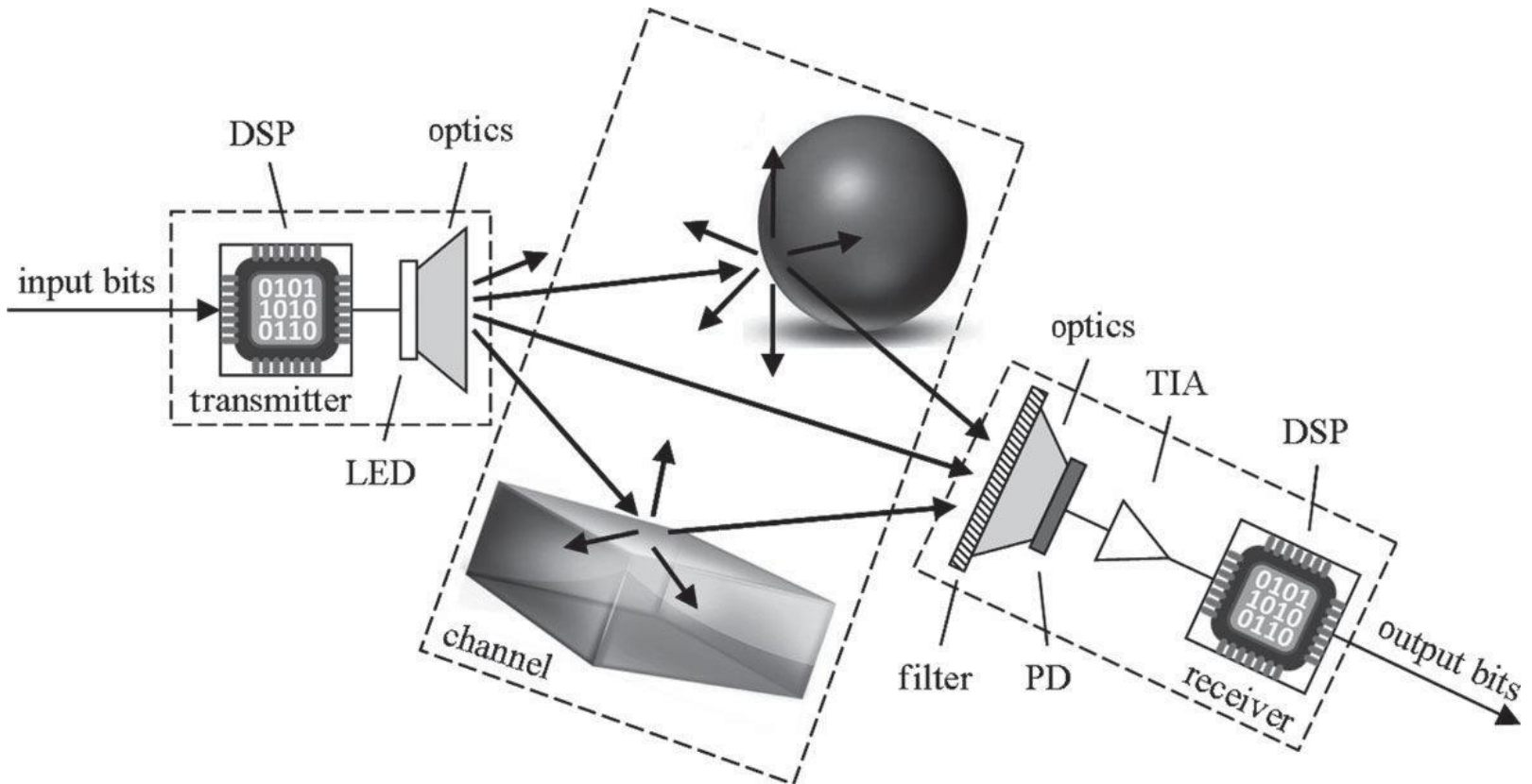
LED Teknolojisi

- Elektriksel bant genişliği yaklaşık 20 MHz'dir,
- Uzun kullanım süresi,
- Diğer aydınlatma cihazlarına göre neme karşı dayanıklılıkları daha iyidir,
- Üretimlerinde cıva kullanılmamaktadır.
- Kompakt boyutlar,
- Yüksek aydınlatma verimliliği,
- Çok fazla ısı üretmezler,
- Düşük güç tüketimi,
- Basit yapı ve düşük maliyet,
- Hızlı açma ve kapama özellikleri



İletim Bağlantısı

-Verici ve alıcının genel yapı taşları Şekil 'de sunulmuştur. Optik kablosuz kanal, kurulumda birkaç ışık huzmesi ve yansıtıcı nesneler dahil olmak üzere gösterilmiştir.



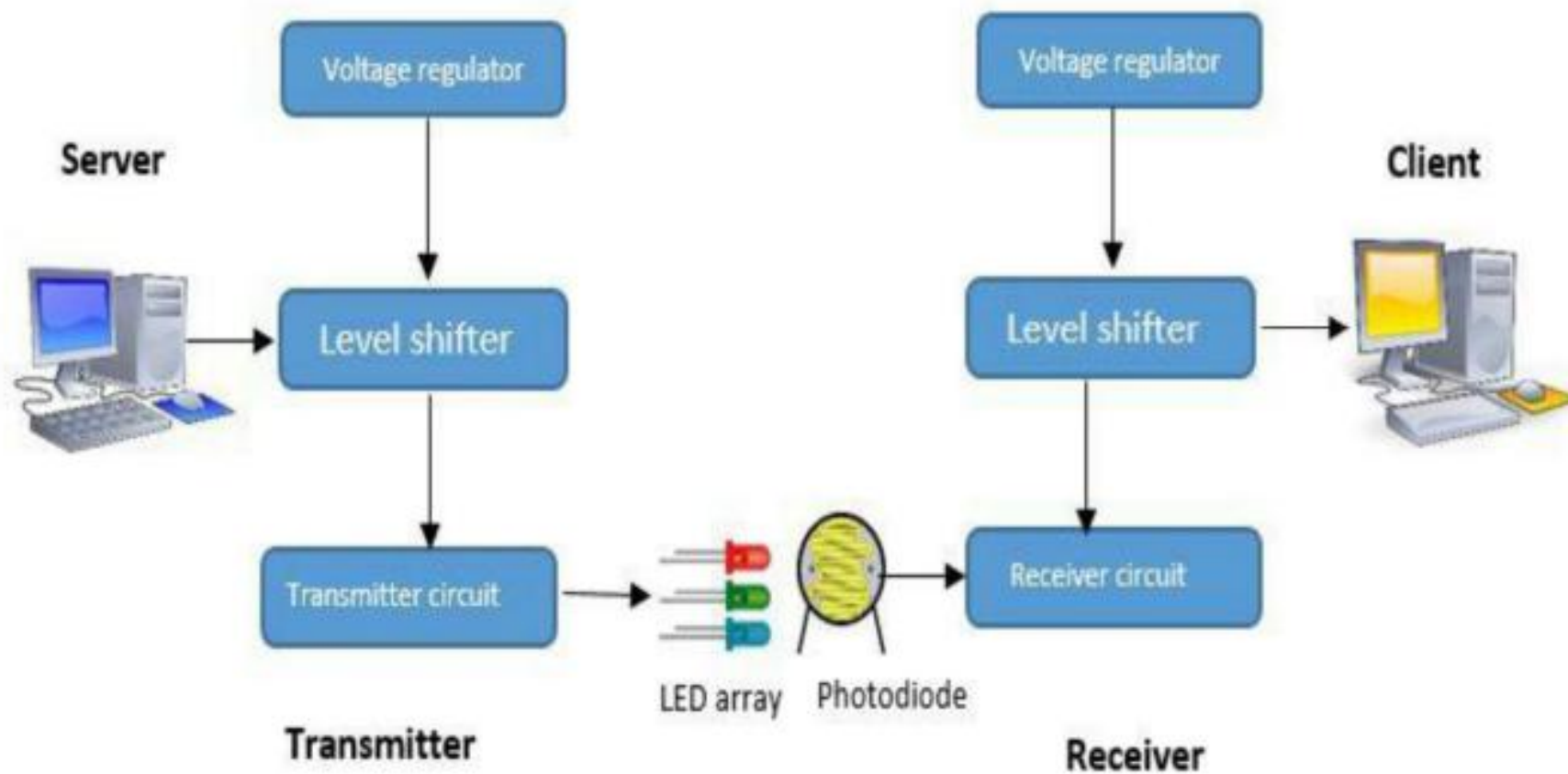


Fig 4: Construction of Li-Fi System

Tarihçe

* Optik haberleşme ilk kullanılan haberleşme yöntemlerindendir.

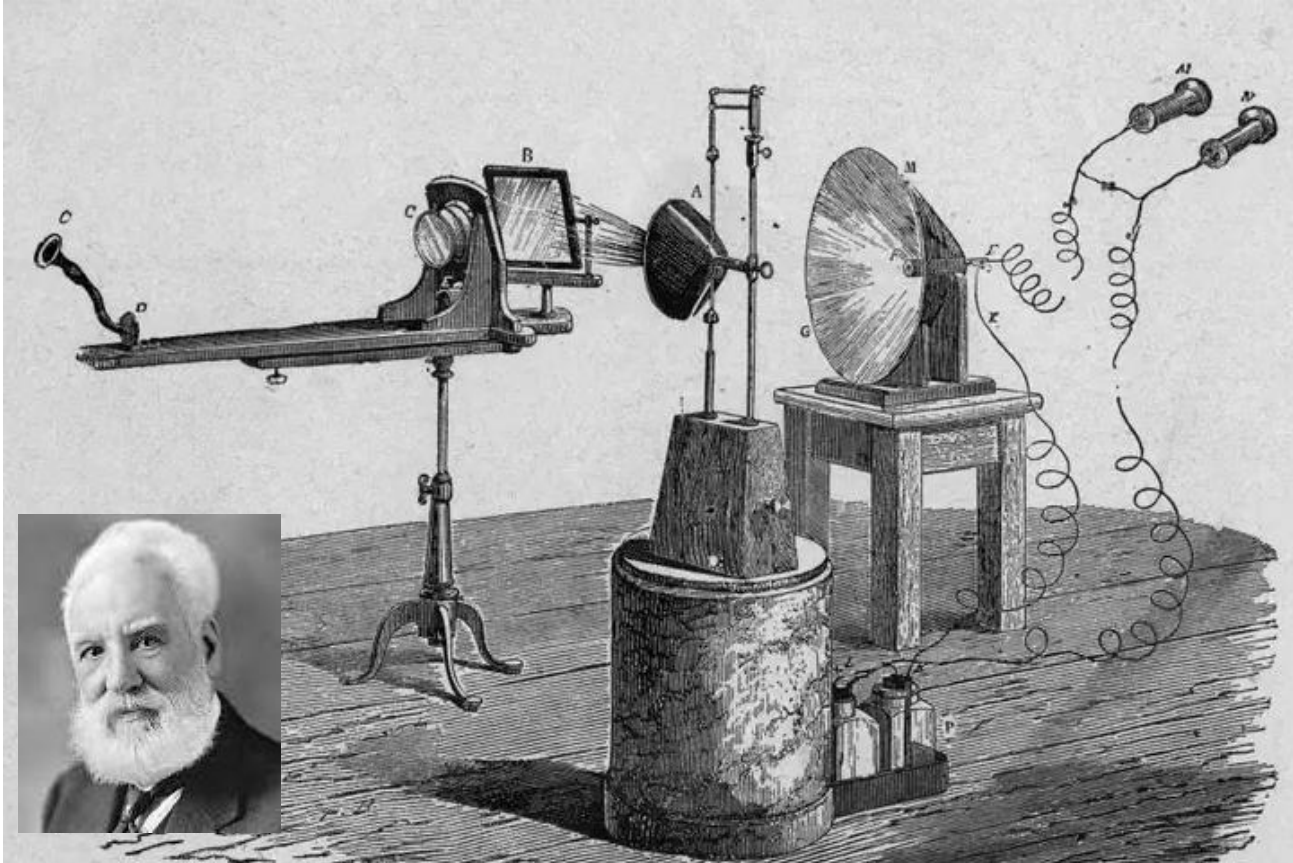
- Tarihte kullanılan ayna-güneş ışığı,
- 1792 Claude Chappe - Mekanik Telgraf Sistemi,
- 1880 - Alexander Graham Bell – Fotofon,
- 1902 - Marconi - İlk uzun mesafeli kablosuz iletişim
- 1960'ların sonu - Uyarılmış Radyasyon Emisyonu ile Işık Amplifikatörünün (LASER) keşfi
- 20. yüzyılın sonu - Fiber optik teknolojisinde devrim.

Tarihçe

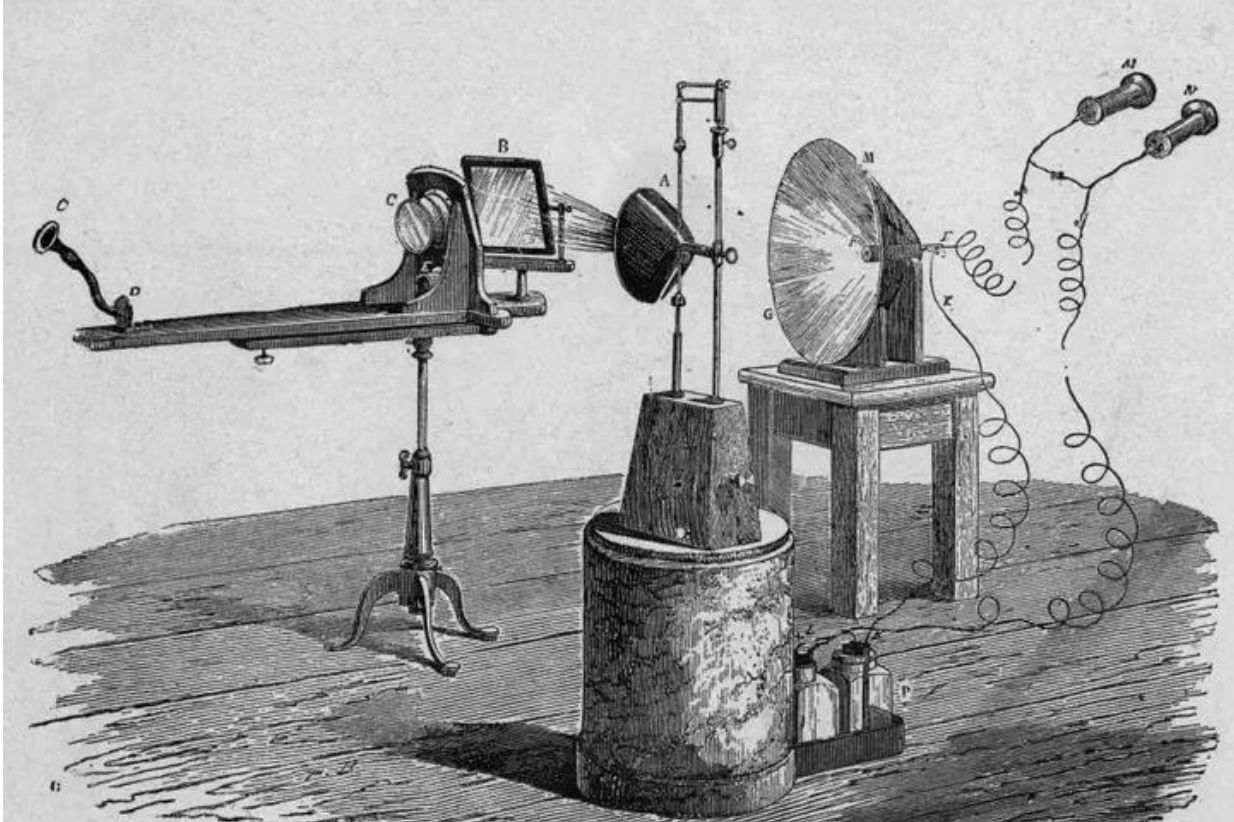
- 1970'ler - Kapalı alanlarda kablosuz optik iletişim üzerine araştırmalar,
- Işık yayan diyot (LED), lazer diyot (LD), PIN fotodiyot vb. gibi ucuz ve maliyet etkin çözümler arayın.
- R. Gfeller ve U. Bapst'ın bunu optik emisyon için bir sinyal taşıyıcısı olarak kullanma önerisi,
- Son yıllarda yeni bir kablosuz optik haberleşme yöntemi olan ışık iletişiminde (VLC) LED'ler ve fotodedektörler ön plana çıkmaktadır.

Tarih

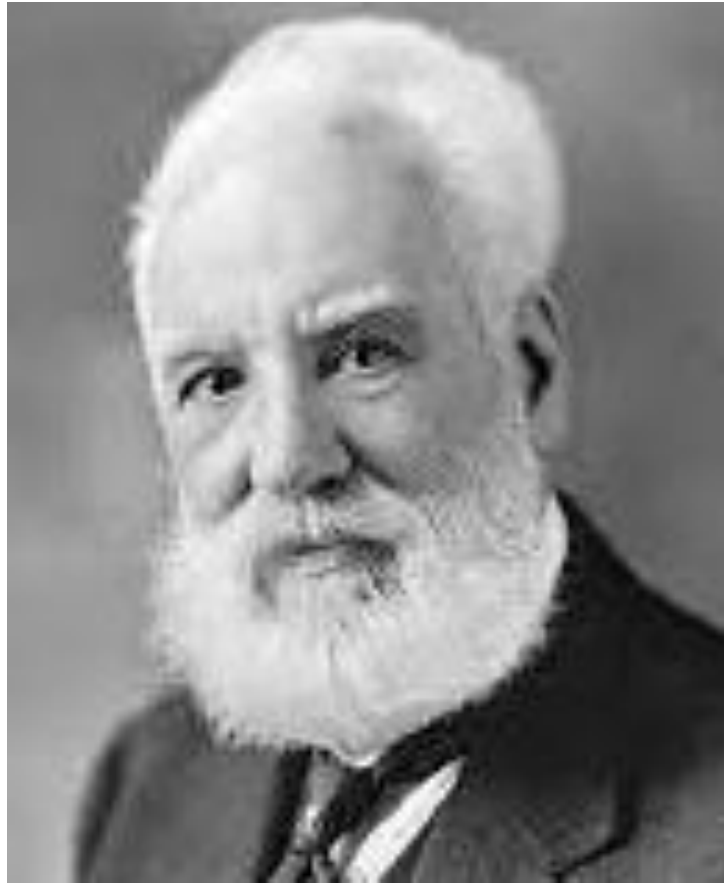
* **Fotofon** : Sesin ışık huzmesi yoluyla iletilmesini sağlayan cihaz.



* **Fotofon** : Fotofon, ışık ile sesli iletişim sağlayan bir cihazdır. Işık dalgaları, bir mikrofon aracılığıyla ses sinyallerine dönüştürülür ve bu sinyaller bir alıcı tarafından tekrar ışığa dönüştürülerek sesli iletişim sağlanır.



* **Fotofon** : İlk olarak 1880'lerde Alexander Graham Bell tarafından icat edilmiştir ve bu teknoloji, optik iletişim sistemlerinin temellerinden biri olarak kabul edilir.



Li - Fi

- RF spektrum krizine potansiyel bir çözüm olabilir.
- Mevcut aydınlatma teknolojilerinin iletişim teknolojileriyle birleştirilmesiyle maliyet tasarrufu ve karbon ayak izi azaltımı sağlanabilir.
- LED'lerle çok yüksek veri hızları.
- RF teknolojisine tamamlayıcı bir teknoloji.
- Çok geniş ve lisans gerektirmeyen bir yelpazede çalışma imkânı.
- Daha sağlıklı bir teknoloji olabilirdi.
- 5G'nin karşı karşıya olduğu zorlukları çözmek için önemli bir kablosuz teknoloji olarak kullanılabilir.

Avantajları

- Işık opak nesnelerden/duvarlardan yayılmaz. Optik kablosuz sinyaller bir oda içerisinde tutulabilir.
- OWC'de sinyal, görünür ışık spektrumunda 380 nm ile 750 nm ve/veya "Yakın Kızılötesi (NIR)" spektrumunda 750 nm ile 2,5 μm arasındaki lisanssız dalga boylarını işgal edebilir.
- Toplam kullanılabilir bant genişliği kaynağı yaklaşık 670 THz'dir ve bu, 60 GHz bandı da dahil olmak üzere RF spektrumundan 10.000 kat daha büyüktür .
- Li-Fi, spektrum sıkıntısının çözümüne katkıda bulunabilecek, orta menzilli iç mekan veri iletimi için uygun bir aday haline geldi.

Dezavantajları

- Sürekli ağ bağlantısı için görünür ışık kaynaklarının her zaman aktif ve erişilebilir olması gerekir.
- Güneş ışığı sinyali bozar.
- Duvar, nesne vb. gibi bir engel veri iletimini engelliyor.
- Laboratuvarlarda hala geliştirilme aşamasında olan yeni bir teknolojidir.
- Sistemin enerji verimliliği, belirli bir hizmet kalitesi (QoS) için gereken elektrik gücü miktarıyla ölçüldüğünden, çıkış optik gücüyle bir ilişki kurulmalıdır. Optik-elektrik (O/E) sinyal dönüşümünün matematiksel ayrıntıları gereklidir.

Li-Fi : Kullanım Alanları

- * Optik radyasyon diğer elektromanyetik dalgaları veya hassas elektronik ekipmanları etkilemez. Bu nedenle, elektromanyetik radyasyonun yasak olduğu veya engellendiği alanlarda güvenli veri iletimi için kullanılabilir:
 - Bunların arasında havacılık, askeri sistemler, iç güvenlik, hastaneler ve sağlık hizmetleri, ayrıca petrokimya ve nükleer santraller yer alıyor .
 - Radyo dalgaları su altında zayıflatılır ve su altı RF iletimi engellenir. Ancak ışık su içinde yayıldığı için OWC su altı iletişimi için kullanılabilir .

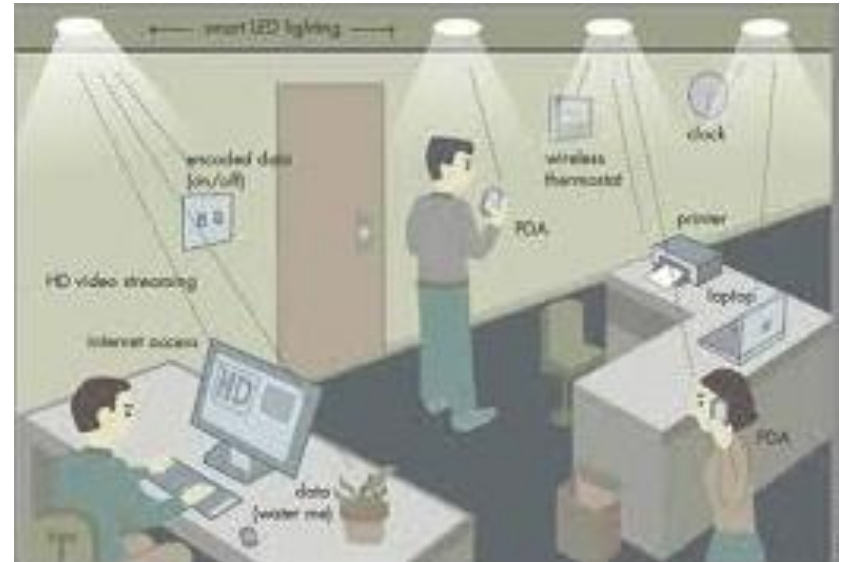
Li-Fi: Kullanım Alanları

* Cep Telefonları



Li-Fi Vizyonu

- Li-Fi kablosuz ağı , mevcut heterojen RF kablosuz ağlarını tamamlayacaktır.
- Hücresel ve kablosuz (Wi-Fi) sistemlerin kablosuz veri trafiğinin önemli bir kısmını boşaltmasına olanak tanır.



Modülasyon

- * **RF Sistemleri:** RF sistemlerinde elektromanyetik dalgaların frekansı, genliği veya fazı bilgi taşımada kullanılabilir.

- * **VLC Sistemleri:** Kullanılan yöntem, bilgiyi ışık yoğunluğuna göre modüle etmektir. Veriyi ışık yoğunluğuna göre modüle etmeye yoğunluk modülasyonu (IM) denir.

IM/DD (Intensity Modulation/Direct Detection)

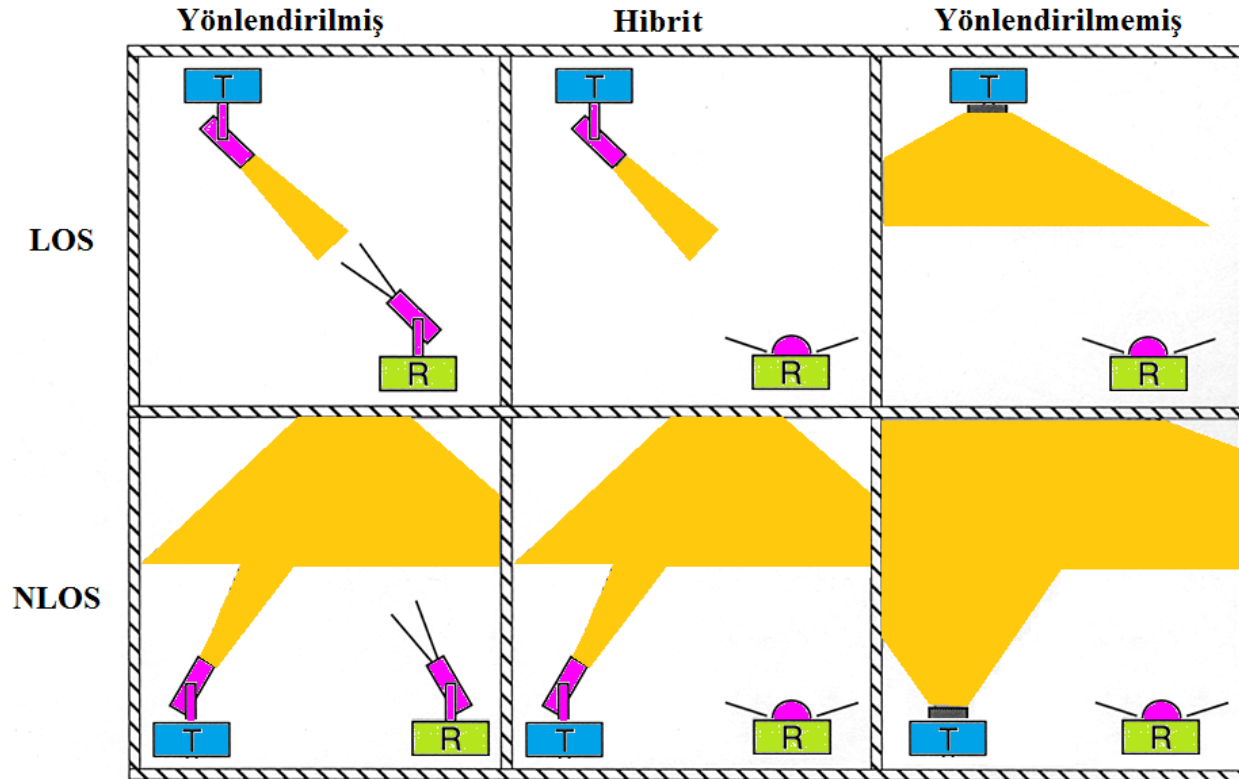
- IM: Işık yoğunluğunun modüle edilmesi. LED çıkışındaki anlık optik güç, LED girişine sürülen bilgi taşıyan sinyal tarafından modüle edilir.
- DD: Alıcı taraftaki bir fotodedektör yardımıyla ışık şiddetine göre modüle edilmiş verilerin elde edilmesi doğrudan algılama (DD) prensibine göre yapılır.

UPLINK

- pureLiFi Şirketi , uplink için IR ışığı kullanan ilk ticari Li-Fi modemi duyurdu .
- Ayrıca, uplink için RF iletişimini kullanma seçeneği de vardır. Bu yapılandırmada, Li-Fi, veri trafiğinin büyük bir kısmını RF ağından boşaltmak için kullanılabilir.

VLC bağlantı yöntemleri

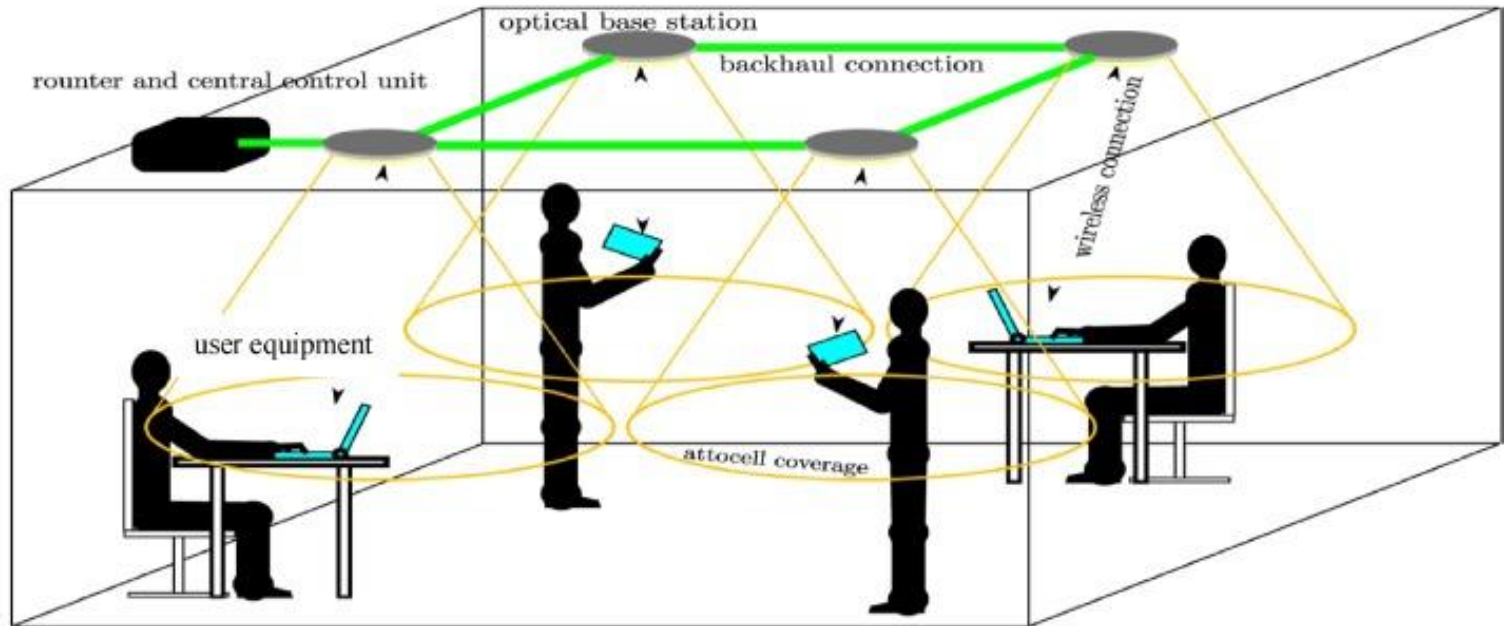
- LED'in odaklanmış ışığı yönlendirilmiş bir şekilde gönderdiği duruma yönlendirilmiş kuplaj denir. Geniş açılı emisyonu yönlendirilmemiş kuplaj denir. Alıcının yönü görüş açısı (FOV) tarafından belirlenir.



Attosel

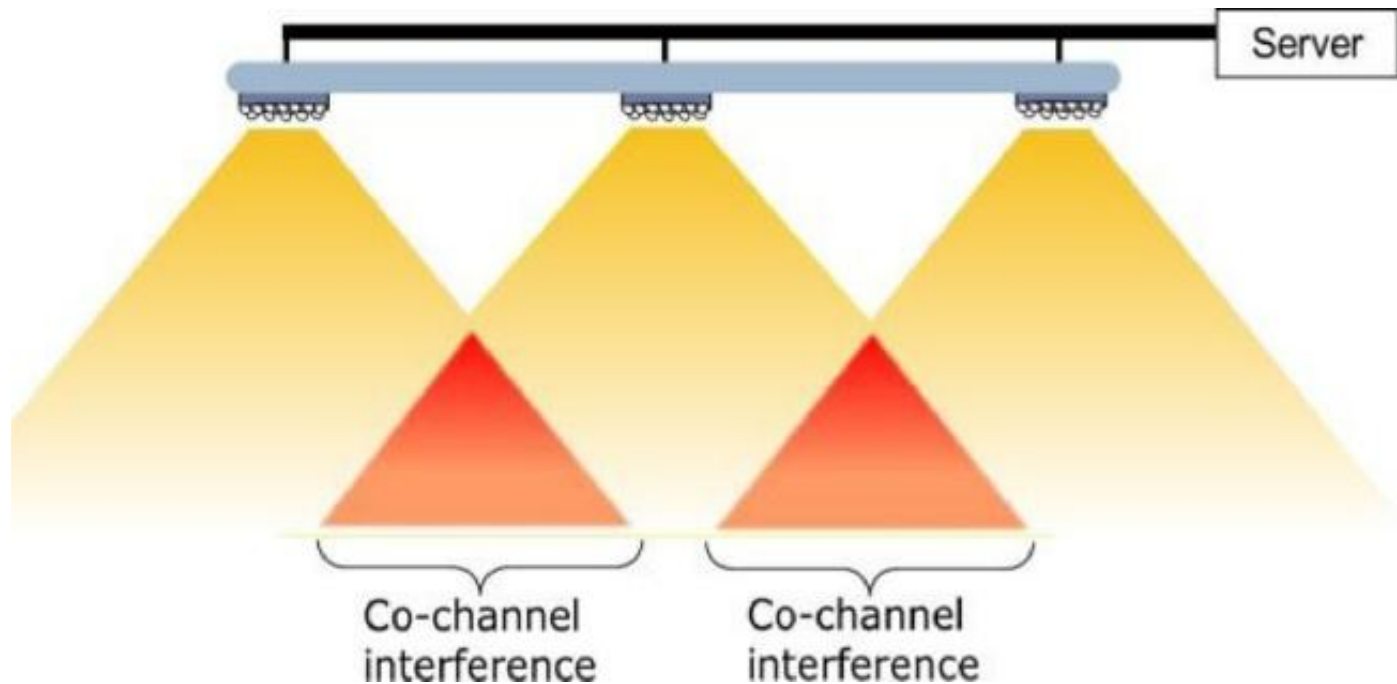
- Li-Fi atto hücreleri, ışık dalgalarının doğal özelliklerinden dolayı son derece yoğun bant genişliğinin tekrar kullanılmasına olanak sağlıyor.
- Şekilde Li-Fi attocell ağı konsepti gösterilmektedir.

LiFi Networking



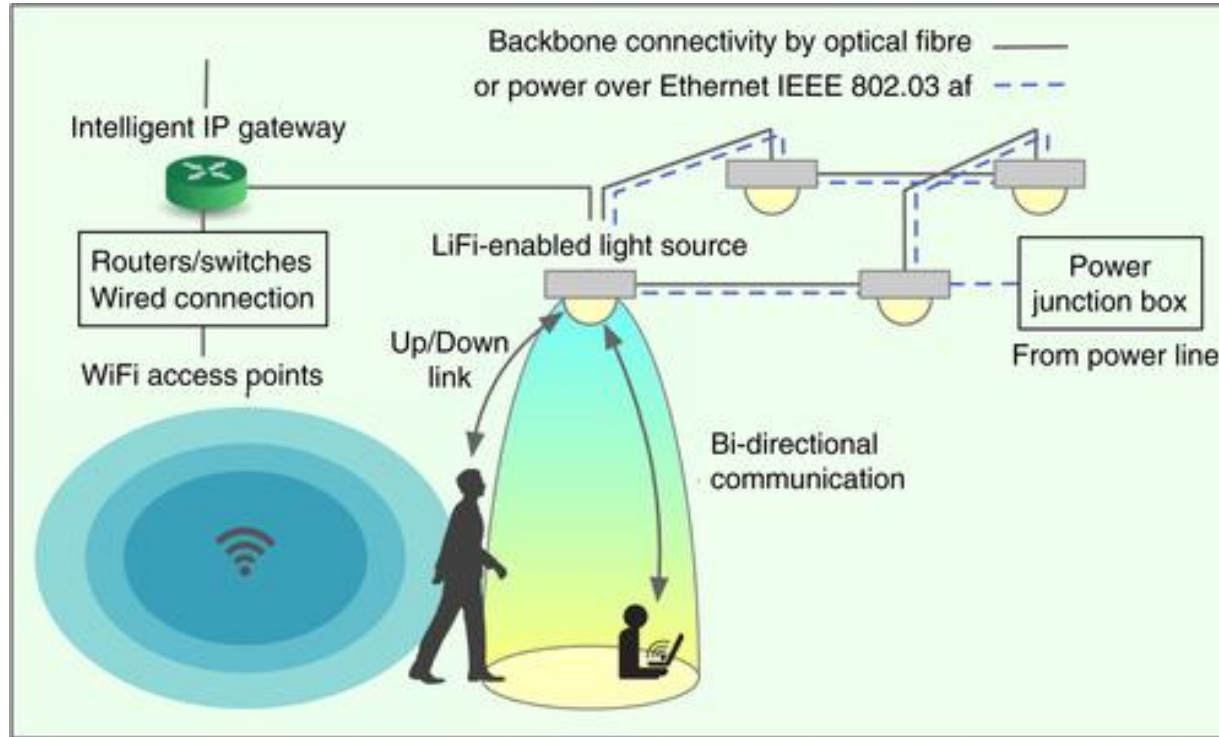
Attosel

- CCI (Ortak Kanal Girişimi), komşu AP'lerin (Erişim Noktası) aynı ışık spektrumu örtüşme bölgesinde olması ve bu AP'lerin veri kodlaması için aynı modülasyon bant genişliğini kullanması durumunda oluşur.



Hibrit Yaklaşım

- Hibrit Li-Fi/Wi-Fi kablosuz ağ modeli: Kanal durum bilgisine bağlı olarak, statik veya mobil kullanıcılar Li-Fi erişim noktası veya Wi-Fi erişim noktası üzerinden kablosuz veri iletebilir ve alabilirler.



Li-Fi Güvenliği

* pureLiFi WEB SİTESİ'nden:

KRACK Attack Near Impossible with LiFi, pureLiFi to Introduce the Latest LiFi Product

- pureLiFi's technology is hack resistant to the KRACK outbreak that is affecting traditional Wi-Fi connections
- pureLiFi will unveil its first certified commercial LiFi product on Monday, October 23

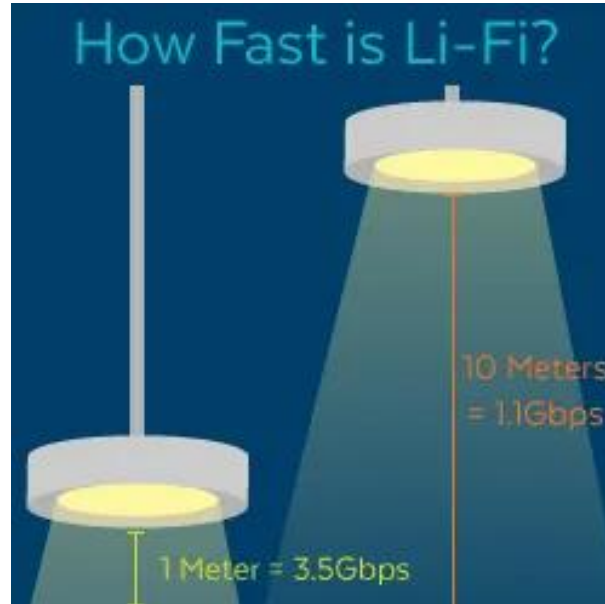
<https://www.businesswire.com/news/home/20171019005794/en/KRACK-Attack-Near-Impossible-with-LiFi-pureLiFi-to-Introduce-the-Latest-LiFi-Product>

Prof. Harald Haas of pureLiFi comments:

"LiFi is inherently more secure than Wi-Fi. All you need to do is shut your door and draw your curtains to secure your wireless network. It's so simple everyone could secure a LiFi network."

Li-Fi - Hız

- Li-Fi, ışıkla veri iletimi sağlayan bir teknoloji olup, yüksek hızlar sunma potansiyeline sahiptir. Örneğin, 5 mW güçle tek renkli bir LED'den 3,5 Gbps hız elde edilebilirken, 5 mW güçle 10 metrelik bir mesafede 1,1 Gbps hızda veri iletimi gerçekleştirilebilmektedir. Bu, Li-Fi'nin yüksek veri hızları sunarak, özellikle yoğun veri iletimi gereksinimlerinde etkili bir çözüm sunduğunu göstermektedir.



LiFi / Nesnelerin İnterneti

- Oppo, LiFi destekli bir telefon üzerinde çalışıyor.

Oppo'nun LiFi Özellikli Akıllı Telefonu, WiFi'den Binlerce Kat Daha Hızlı Olacak

• 15 Ağustos 2020

0 242 Bir dakikadan daha az



Li-Fi – (Kitap - İnceleme)

- Li-Fi, Light'ın benzersiz fiziksel özellikleri sayesinde oldukça yoğun, yüksek hızlı ağ bağlantıları sunmayı vaat ediyor.
- Çift yönlü bağlantının gerçekleştirilmesi de ilk ticari çift yönlü noktadan noktaya Li-Fi sistemlerinin kullanıma sunulmasıyla başarıyla gerçekleştirilmiş gibi görünüyor.
- Li-Fi, kablosuz iletişimin bir sonraki dalgası için yepyeni bir sektörün kalbinde yer alabilir.

Potansiyel uygulamalar

- **Ev ve Bina Otomasyonu:** Yüksek hızları ve güvenlik avantajları nedeniyle Li-Fi'nin uzaktan ağ saldırılarını sınırlaması nedeniyle evlerde kullanılması bekleniyor.
- **Sualtı Uygulaması:** Li-Fi, ışığı kullanarak uzaktan kumandalı su altı araçlarına daha fazla hareketlilik sağlayabilir, ancak menzili ışığın sudan nüfuz etmesiyle sınırlıdır.
- **Havacılık:** Li-Fi, radyo dalgalarına dayanan ekipmanlara müdahale etmeden uçaklarda verimli veri iletişimi sağlayabilir.

Potansiyel uygulamalar

- **Hastane:** Li-Fi, hastanelerde düşük gecikmeli veri iletimini iyileştirebilir, uzaktan muayene ve tıbbi prosedürlerde fayda sağlarken, tıbbi cihazlardaki paraziti azaltabilir.
- **Araçlar:** Li-Fi, araçlar arası iletişimi mümkün kılarak ve yol bilgisi için trafik sinyallerini kullanarak yol güvenliğini artırabilir.
- **Açık Hava Kullanımı:** Li-Fi sistemleri son derece yönlü olabilir ve binadan binaya iletişim gibi açık hava uygulamaları için düşük ışın açılarıyla güvenli veri iletimi sağlayabilir.

Potansiyel uygulamalar

- **Endüstriyel Otomasyon:** Li-Fi, endüstriyel ortamlarda geleneksel kablolu sistemlerin yerini alabilir ve otomasyon için gerçek zamanlı, zamana duyarlı veri iletimi sunabilir.
- **Reklam:** Sokak lambaları, yoldan geçenlerin cihazlarında konum bazlı tanıtımlar sağlayan reklamlar gösterebilir.
- **Depolama:** Li-Fi'nin görünür ışığı, depolarda iç mekan konumlandırma ve navigasyona yardımcı oluyor ve robotların hassas konum takibi yapmasına yardımcı oluyor.



Education

Empowering schools and universities with faster, more secure connectivity.



Offices

Boost productivity with secure, high-bandwidth LiFi networking.



Government & Defense

Strengthen national security with unhackable LiFi data transmission.



Industry & Transportation

Optimize operations with uninterrupted, high-speed LiFi communication.



Healthcare

Advance patient care with secure, interference-free LiFi technology.



Aerospace

Elevate aerospace capabilities with fast, secure LiFi data links.



Gaming

Achieve ultra-responsive gaming with zero-lag LiFi technology.



EMF-sensitive environments

Enjoy safer connectivity with minimal EMF exposure through LiFi.



AR & VR

Unlock immersive experiences with seamless, high-speed LiFi connectivity.



Smart Home

Create a smarter, more connected home environment with LiFi technology.



Finance

Secure instant data transfer for dynamic financial operations.



Retail & Advertising

Enhance customer engagement with interactive, LiFi-powered displays.



Agriculture & Smart Farms

Boost farm efficiency with precise, LiFi-enabled data transmission.



Aviation

Revolutionize in-flight communication with reliable, high-speed LiFi.



Industry 4.0

Drive smart manufacturing with robust, reliable LiFi connectivity.



Automotive

Drive into the future with seamless LiFi integration for vehicles.



Museums & Public Spaces

Enrich visitor experiences with interactive LiFi-powered exhibits.



Coworking

Enhance collaboration with reliable, high-speed LiFi in shared spaces.

Sorular ve Cevaplar

* Soru - 1: Li-Fi (Light Fidelity) teknolojisini kısaca açıklayınız?

Cevap: Li-Fi, radyo frekansı yerine LED ışık dalgalarını kullanarak veri iletimi sağlayan bir bağlantı ve iletişim teknolojisidir. Veri, görünür ışığın modülasyonu yoluyla kablosuz olarak iletilir. Genel olarak, Li-Fi yoğunluk modülasyonlu (IM) iletim için LED'leri kullanır. Sinyal, doğrudan algılama (DD) ilkesi kullanılarak bir fotodiyot kullanılarak algılanır.

Sorular ve Cevaplar

* Soru - 2: Li-Fi (Light Fidelity) teknolojisinin üç avantajını açıklayınız:

Cevap :

- RF spektrum krizine potansiyel bir çözüm olabilir.
- Maliyet tasarrufu ve karbon ayak izi azaltımı sağlanabilir.
- LED'ler ile düşük maliyetle çok yüksek veri hızları.
- RF teknolojisine tamamlayıcı bir teknoloji olabilir.
- Çok geniş ve lisans gerektirmeyen bir yelpazede çalışma imkânı.
- Daha sağlıklı bir teknoloji olabilirdi.
- 5G'nin getirdiği zorlukların çözümünde kullanılabilir.
- Işık opak cisimlerden/duvarlardan yayılmaz.
- Optik kablosuz sinyalleri bir odada tutulabilir.
- Lisans gerektirmeyen dalga boyları kullanılabilir.
- Toplam kullanılabilir bant genişliği kaynağı yaklaşık 670 THz'dir.

Sorular ve Cevaplar

* Soru - 3: Li-Fi (Light Fidelity) bağlantı tiplerini açıklayınız:

Cevap: Bağlantı tiplerini gruplandırırken alıcı ve vericinin konumuna göre doğrudan görüş hattı (LOS) veya doğrudan görüş hattı olmayan (NLOS) özellikleri dikkate alınır. LOS haberleşme bağlantısı, vericiden gelen sinyallerin alıcı ve verici arasında herhangi bir engel olmadan doğrudan alıcıya ulaştığı bir haberleşme yapısıdır. NLOS haberleşme bağlantısı ise vericiden gelen sinyallerin yansıma, saçılma ve/veya kırılma yoluyla alıcıya ulaştığı bir bağlantı tipidir. Verici tarafında LED, ışığı belirli bir alana odaklayabilir veya geniş açıyla yayarak yayabilir. LED'in odaklanmış ışığı yönlendirilmiş bir şekilde göndermesi durumu yönlendirilmiş bağlantıyı oluşturur. Geniş açıyla yapılan yayım ise yönlendirilmemiş bağlantıyı oluşturur. Alıcının yönlendirilmiş durumu görüş açısı (FOV) ile belirlenir. Görüş alanı (FOV), “Görüş Alanı” anlamına gelir. Verici tarafına gönderilen odaklanmış ışık alıcıda yüksek sinyal enerjisi oluştururken, alıcı tarafında FOV açısının küçülmesi farklı kaynaklardan gelen girişim sinyalini azaltır. Yönlendirilmiş LOS bağlantısı alıcıda güçlü bir sinyal ve geniş uyumluluk bandına sahip bir kanal oluşturur. Ayrıca mobilite için çok uygun değildir, bağlantı kolayca engellenebilir ve aydınlatma gereksinimlerini homojen bir şekilde karşılayamaz. Yönlendirilmemiş NLOS bağlantısı aydınlatma gereksinimlerini karşılar, mobilite için uygundur ve bağlantı sürekliliği açısından güvenli iletişim sağlar. Ancak alıcıda elde edilen iletişim sinyalinin sinyal-gürültü oranı düşüktür ve oluşturulan kanalın tutarlılık bant genişliği dardır.



Ders Sonu

FEE316 - Bilgisayar Mühendisliğinde İleri Konular

HAFTA-6 (26 Mart 2025)

Light Fidelity (Li-Fi)