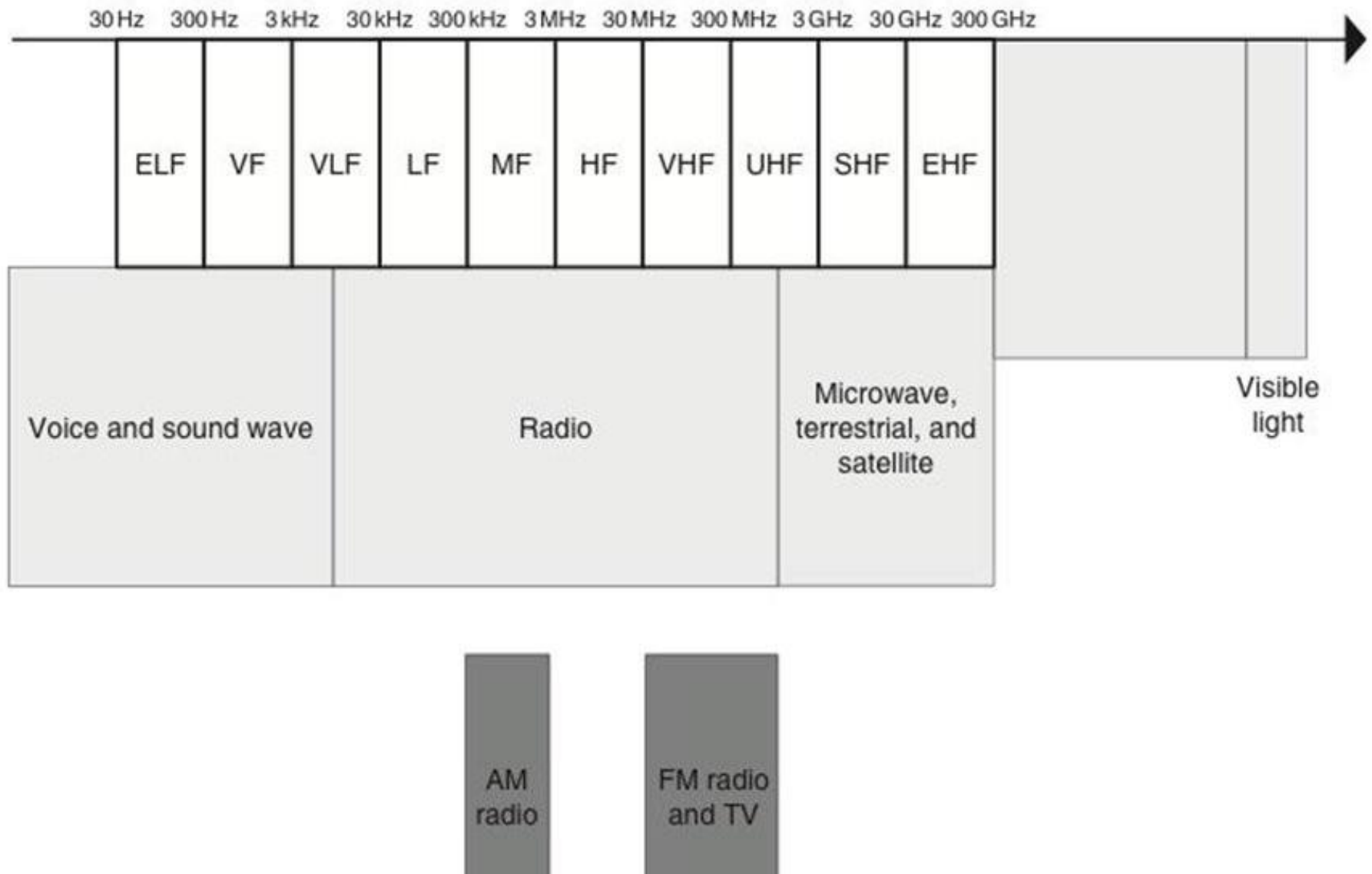


# **Uvod u bežične telekomunikacije**

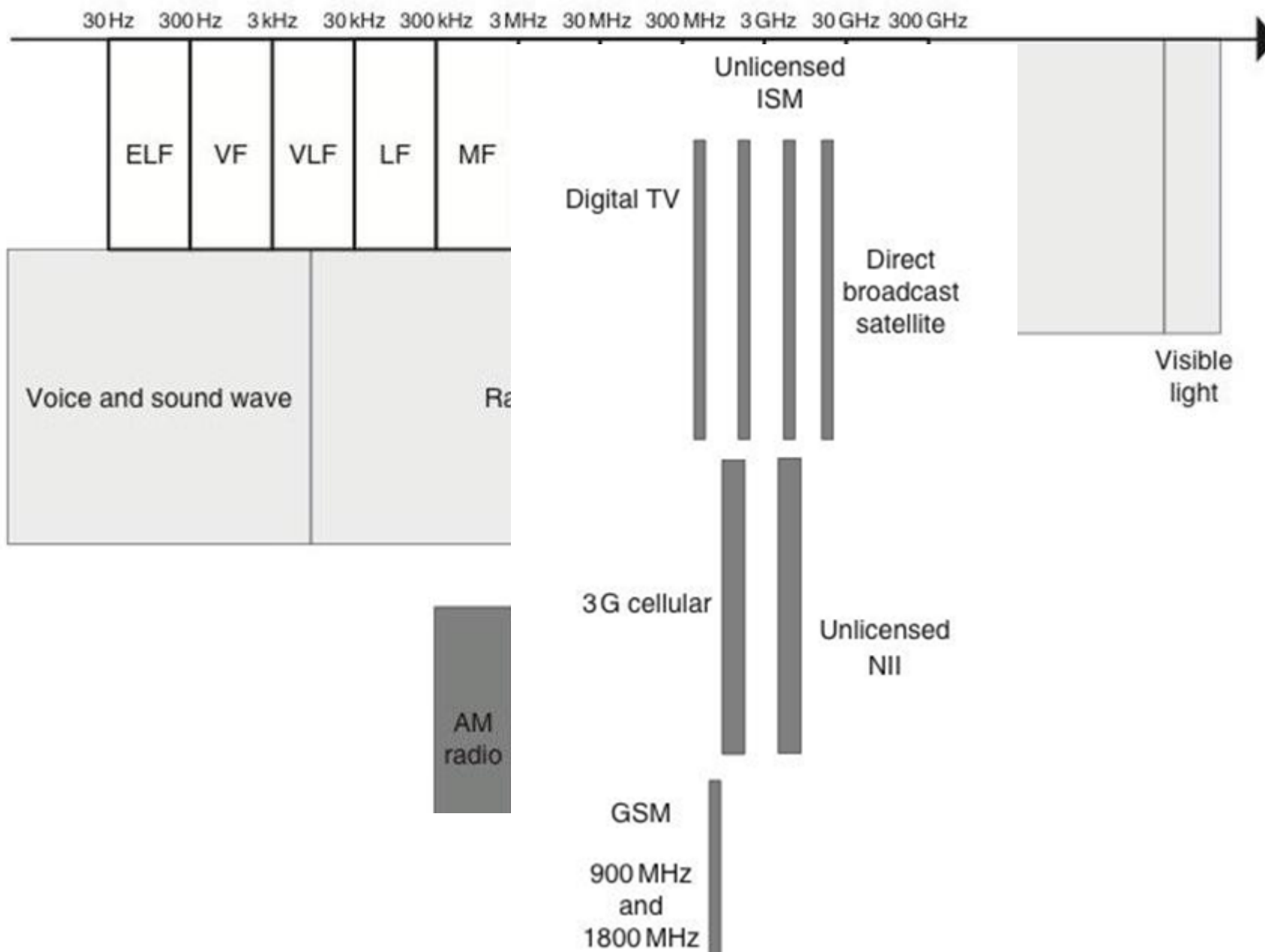
# Bežične telekomunikacije

- Guglielmo Marconi – pronalazak bežične telegrafije 1896.g.
  - komunikacija kodovanjem alfanumeričkih znakova u analognom signalu
  - prenos telegrafskih signala preko Atlantskog okeana
- Telekomunikacioni sateliti – od 1960.g.
- Razvoj bežičnih tehnologija
  - Radio, televizija, mobilna telefonija, telekomunikacioni sateliti
- Aktuelne tehnologije
  - satelitske telekomunikacije, bežično umrežavanje, ćelijski mobilni sistemi

# Elektromagnetski spektar



# Elektromagnetski spektar



# Bežične tehnologije

- Personalne računarske mreže (PAN): Bluetooth
- Lokalne računarske mreže (LAN): Wi-Fi
- Širokopojasne mreže: mobilne mreže
- Satelitske mreže
- Senzorske mreže
- Mreže u vozilima (vehicular networks)
- Mesh mreže

# Različite mrežne karakteristike

## Short Range: Low Power, Wireless Personal Area Network (WPAN)

- Bluetooth (1 Mbps)
- Ultra Wideband (UWB)  
(>100 Mbps)
- Sensor Networks
- IEEE 802.15.4, Zigbee

## Long Distance: High Power, Wireless Wide Area Networks (WWAN)

- 2G
  - GSM (9.6 kbps)
  - PDC
  - GPRS (114 kbps)
  - PHS (64 kbps, up to 128 kbps)
- 3G (cdma2000, WCDMA) (384 kbps to 2 Mbps)

## Middle Range: Medium Power, Wireless Local Area Network (WLAN)

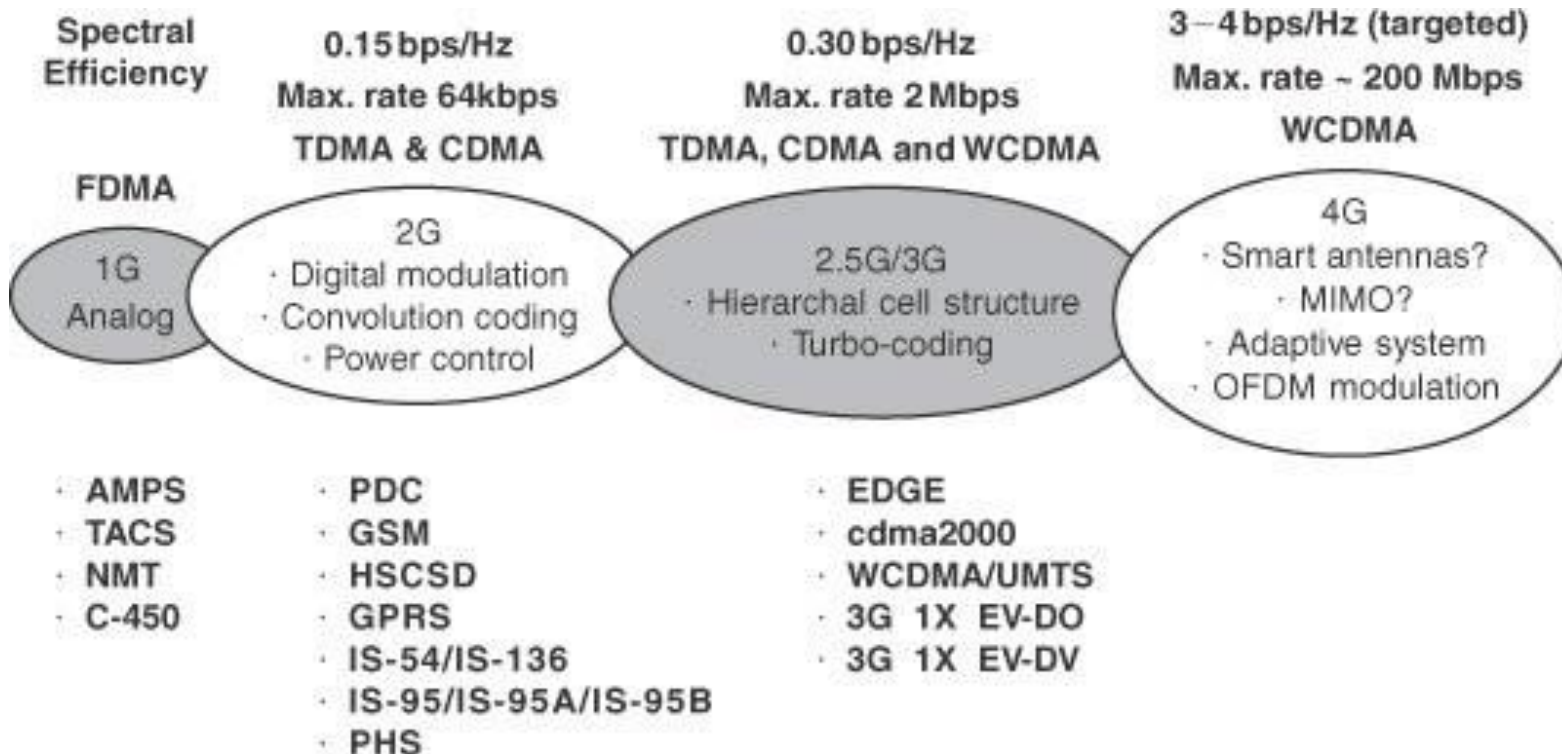
- Home RF (10 Mbps)
- IEEE802.11a,b,g (108 Mbps) [802.11a based proprietary 2x mode]

PDC: Personal Digital Cellular (Japan)

GPRS: General Packet Radio Service

PHS: Personal Handy Phone System (Japan)

# Razvoj ćelijskih mobilnih sistema



PHS: Personal handy phone system (Japan)

MIMO: Multi-input and multi-output

OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiple Access

# Izazovi u bežičnim telekomunikacijama

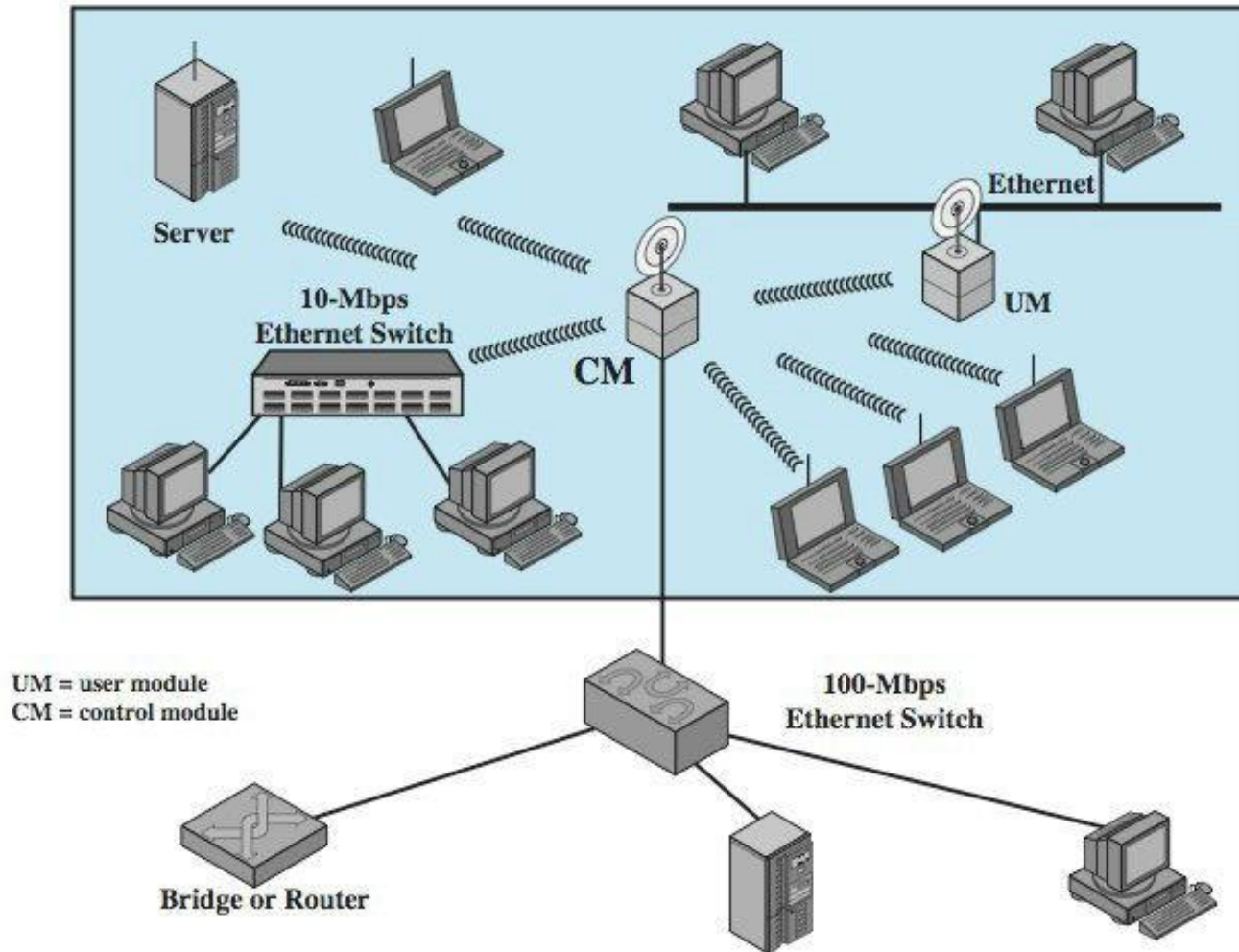
- Bežični prenos inherentno podrazumijeva broadcast prenos i dijeljeni medijum (shared medium)
  - Problem interferencije
  - Ograničen kapacitet
  - Licenciranje spektra, kolizije u nelicenciranim dijelovima spektra
- Specifičnost medijuma prenosa
  - Dinamičan
  - Mobilnost uređaja
  - Slabljenje raste sa udaljenošću, problem multipatha, veći BER, nepredvidiv kanalni odzivi
- Ograničenja uređaja, npr. kapacitet baterije ili veličina ekrana
- Nekompatibilnost standarda



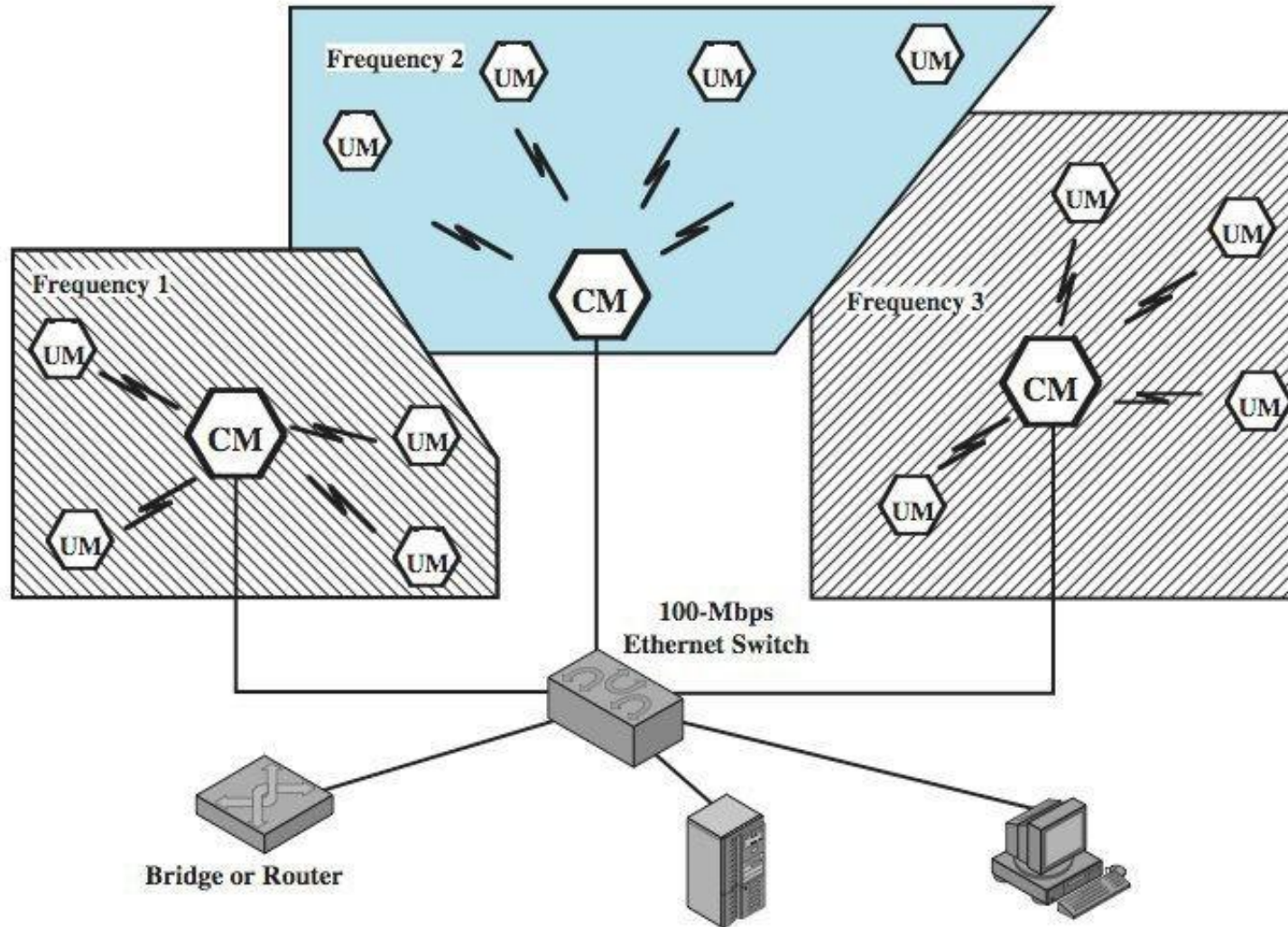
# Bežični LAN

- Bežični prenosni medijum
- Ključne oblasti primjene:
  - proširenja LAN
  - povezivanje objekata
  - pristup u kampusima (nomadski pristup)
  - ad hoc umrežavanje

# “Single Cell” LAN proširenje



# “Multi Cell” LAN proširenje



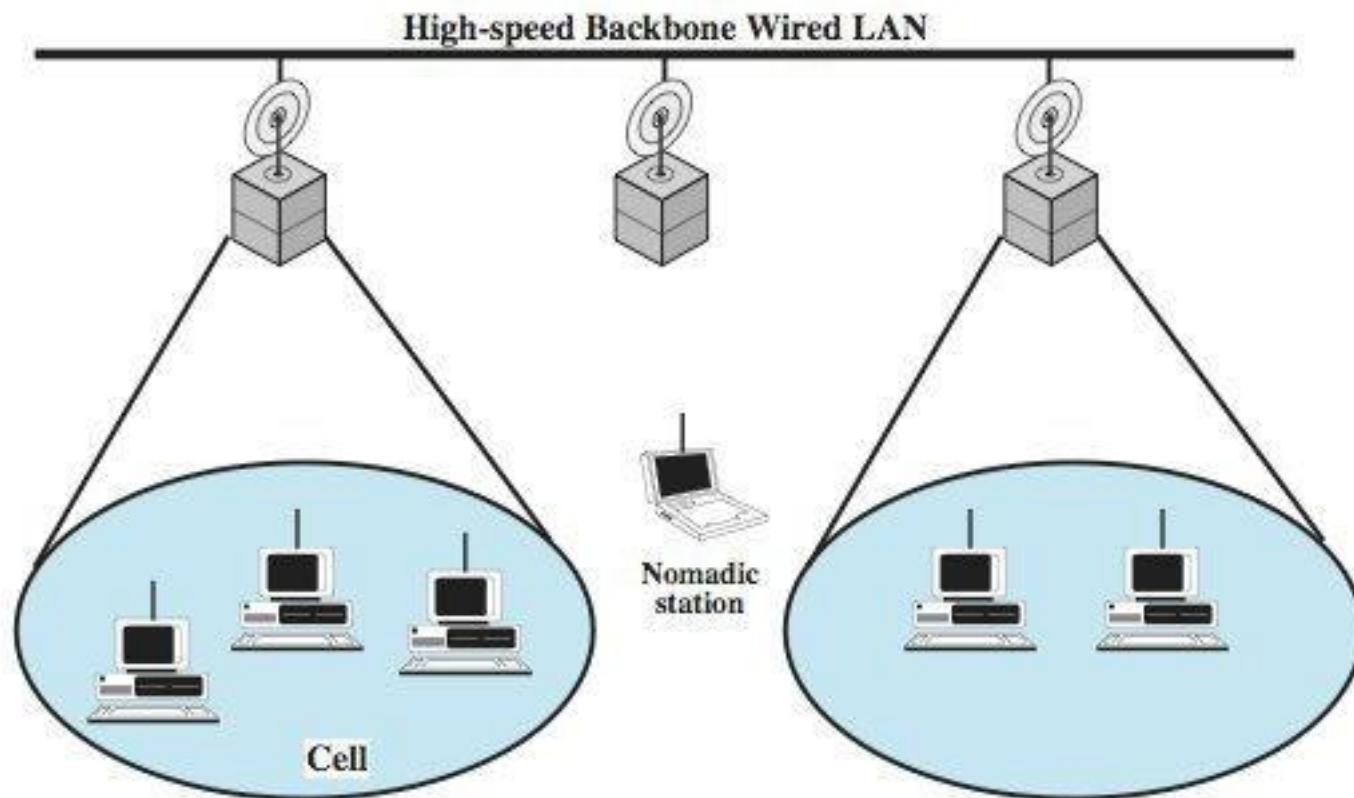
# Povezivanje LAN-ova

- Povezuje LAN-ove u susjednim zgradama
- Point-to-point bežični link
- Povezuje mostove ili rutere

# Nomadski pristup

- Povezuje LAN hub i mobilni terminal
  - omogućava prenos korisničkih podataka od prenosnih računara do servera
- Korisna primjena u okruženjima kao što su kampovi ili klasteri zgrada
  - povezivanje na servere u žičnim LAN

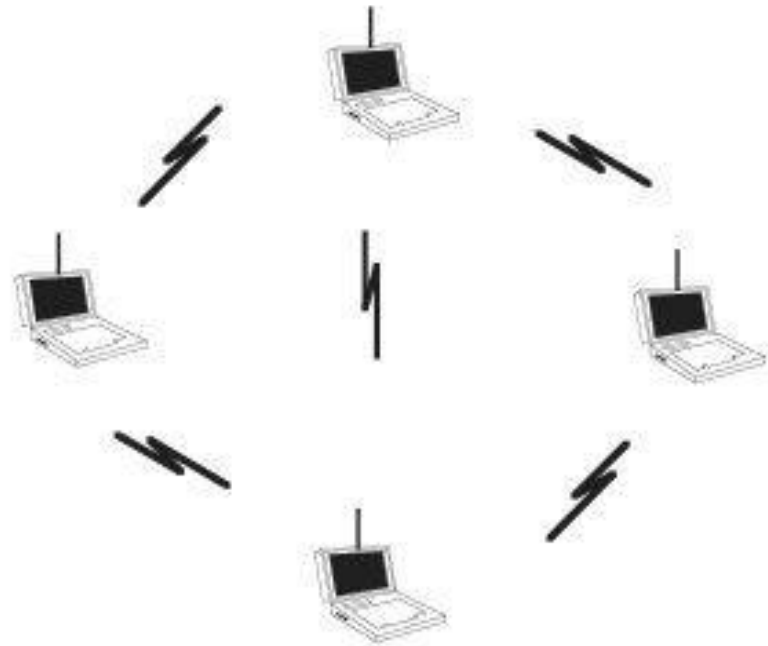
# Infrastrukturni bežični LAN



(a) Infrastructure Wireless LAN

# Ad Hoc umrežavanje

- Privremena peer-to-peer mreža



(b) Ad hoc LAN

# Zahtjevi u bežičnim LAN

- Korisni protok – određuje efikasnost korišćenja bežičnog medijuma
- Broj čvorova – stotine čvorova u velikom broju ćelija
- Veza sa kičmenim LAN – primjenom kontrolnih modula (CM)
- Servisno područje - 100 do 300 m
- Mala potrošnja – za duži životni vijek baterije
- Robusnost i pouzdanost prenosa
- Raspodeljene mrežne operacije: ako mreže rade u istom području, može nastati ometanje. Ova ometanja mogu poremetiti rad MAC algoritma.
- "License-free" operacije
- Handover/roaming
- Dinamička konfiguracija



# Tehnologije

- Infracrveni (IR) LAN
  - pojedinačna ćelija IR LAN ograničena je na prostor jedne sobe
  - IR svjetlost ne prolazi kroz prepreke/zidove i ne ometa uređaje u drugim prostorijama
- Spread spectrum LAN-ovi
  - uglavnom rade u ISM (industrial, scientific, and medical) opsezima

# Infracrveni LAN-ovi

- Za prenos se koristi infracrveni dio spektra
- Prednosti
  - omogućava velike brzine prenosa
  - posjeduje neke osobine vidljive svjetlosti
    - Refleksije pokrivaju površinu sobe, zidovi izoluju mreže
  - Jeftina i jednostavna tehnologija
- Nedostaci
  - Zračenje iz okruženja, npr. Sunčevo zračenje, unutrašnje (vještačko) zračenje
  - ograničena snaga

# Karakteristike bežičnih LAN

	Infracrveni		Prošireni spektar		Radio
	Difuzni	Direktivni snop	Frekvencijsko skakanje	Direktna sekvenca	Uskopojasni mikrotalasni
<b>Protok (Mb/s)</b>	1 do 4	1 do 10	1 do 3	2 do 20	10 do 20
<b>Mobilnost</b>	Stacionarni/ mobilni	Stacionarni (opt. vidljiv.)	Mobilni	Stacionarni / Mobilni	Stacionarni/ mobilni
<b>Mogućnost otkrivanja</b>	Zanemariva	Zanemariva	Mala	Mala	Postoji
<b>Talasna dužina/ Frekvencija</b>	800 nm do 900 nm	800 nm do 900 nm	902 MHz do 928 MHz 2,4 GHz do 2,4835 GHz 5,725 GHz do 5,85 GHz		902-928MHz 5,2GHz do 5,775GHz 18,825GHz do 19,205GHz
<b>Modulacija</b>	ASK	ASK	FSK	QPSK	FS/QPSK
<b>Izračena Snaga</b>	-	-	< 1W	< 1W	25 mW
<b>Metod Pristupa</b>	CSMA	Token Ring, CSMA	CSMA	CSMA	Rezervacija ALOHA CSMA
<b>Potrebna dozvola</b>	Ne	Ne	Ne	Ne	Da