

Infokommunikációs rendszerek

10. előadás

Rádiós adathálózatok

Radio based data networks

Bluetooth, ZigBee, WiFi, 4G, HSPA, WiMAX,

Takács György

Pótzárthelyi

Written test No2.

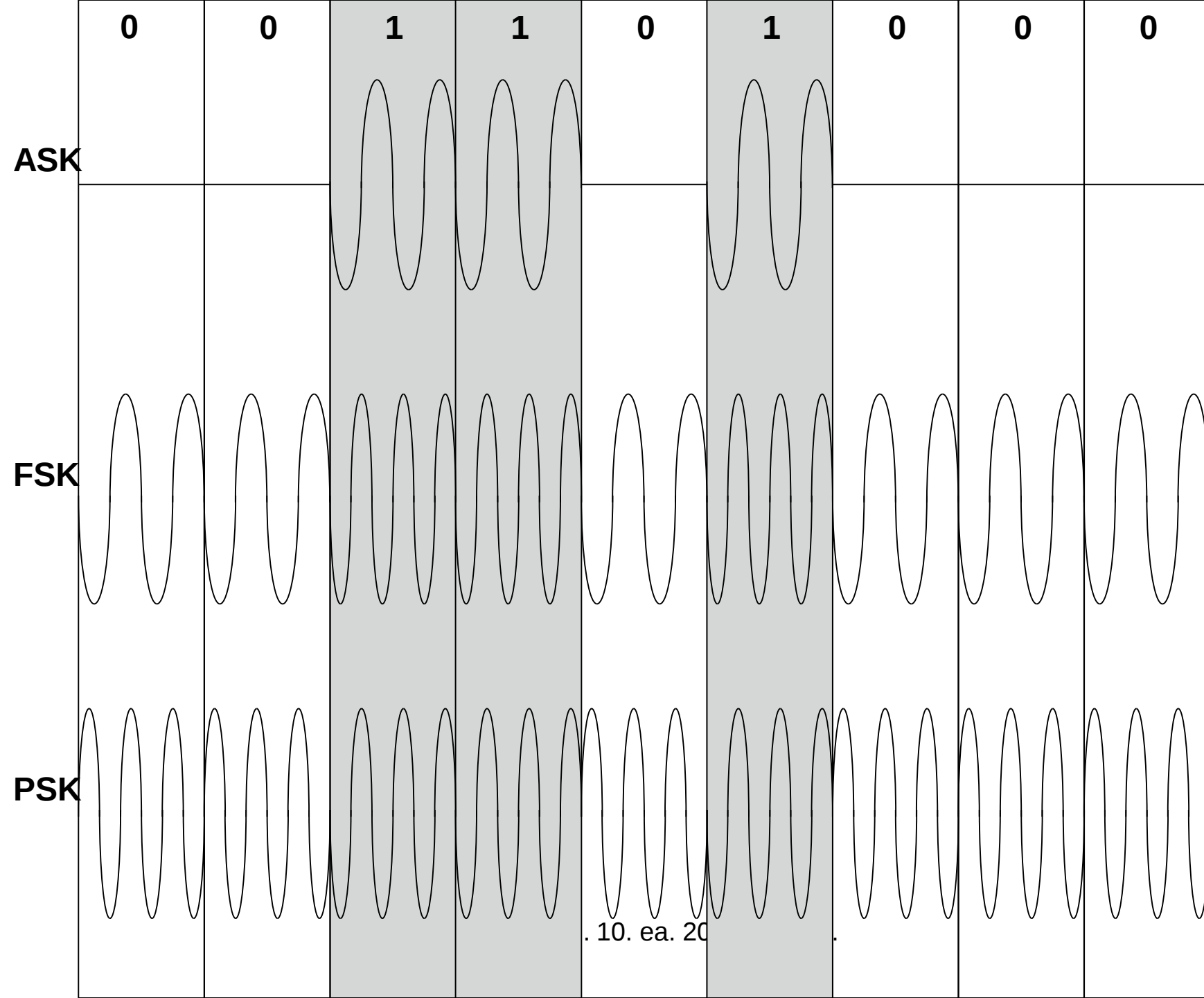
- **2018. december 10. 11:15-12:00 319. gyakorlati terem -- az 1-10 előadás anyagából**

NEPTUN vizsgaidőpontok

- dec. 19. szerda 10:00 és 13:00
 - jan. 4. péntek 10:00 és 13:00
 - jan. 8. kedd 10:00 és 13:00
 - jan. 16. szerda 10:00 és 13:00
 - jan. 21. hétfő 10:00 és 13:00
 - Jan. 23. szerda 10:00 és 13:00
-
- alkalmanként max. 6 fő
 - szóbeli vizsga, angol nyelven
 - 408. szoba

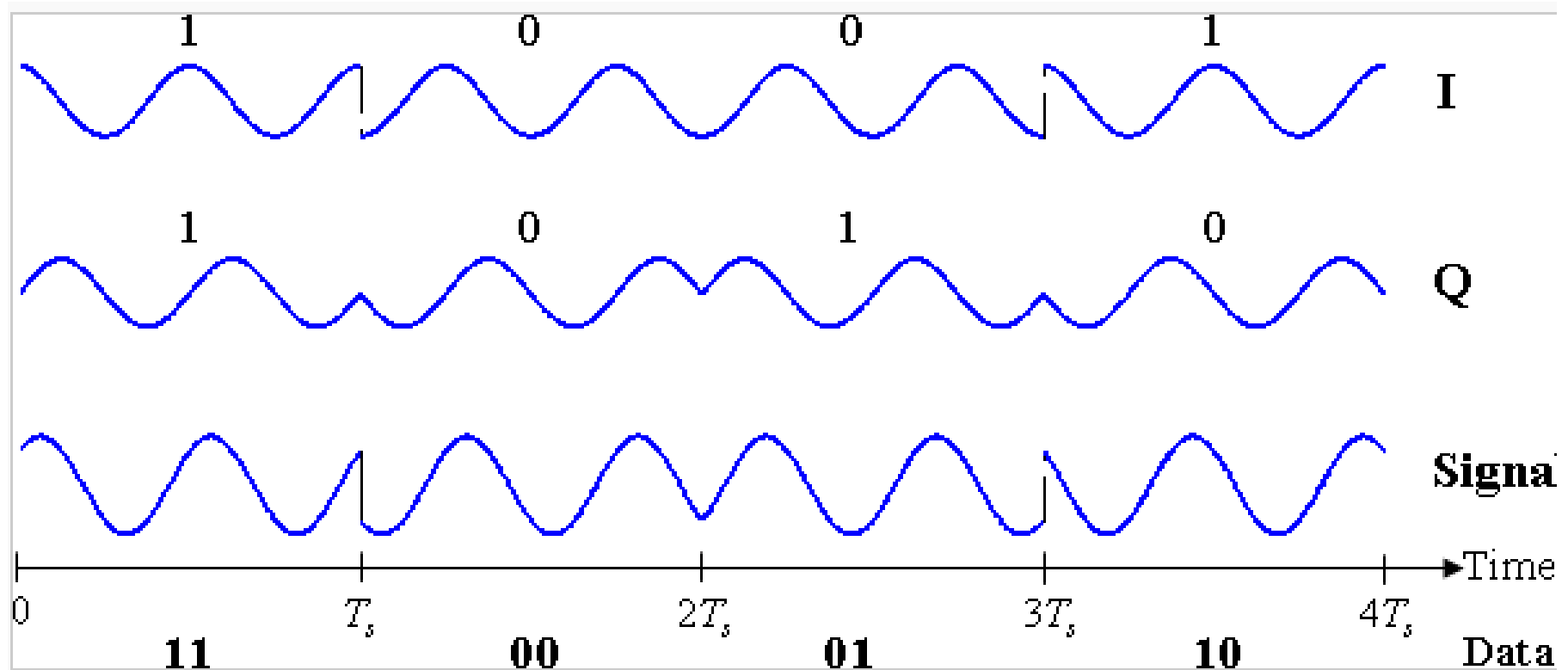
Közös ismételés

- Az átviteli közeg (levegő is) analóg jelek átvitelére alkalmas
- A digitális jeleket modulációs technikákkal kell az átviteli közegre illeszteni
- Amplitúdó billentyűzés / ASK
- Frekvencia billentyűzés /FSK
- Fázis moduláció / PSK / BPSK / QPSK
- Kombinált moduláció / QAM / 16QAM /64QAM

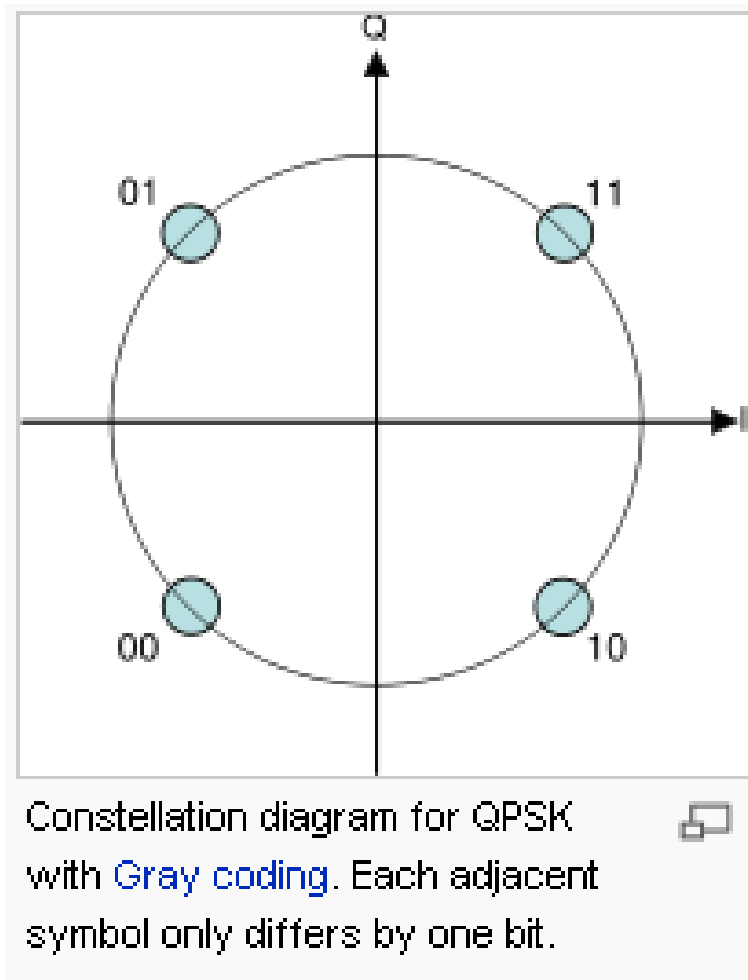


. 10. ea. 20 .

Digital modulation methods – Quadrature Phase Shift Keying (QPSK)



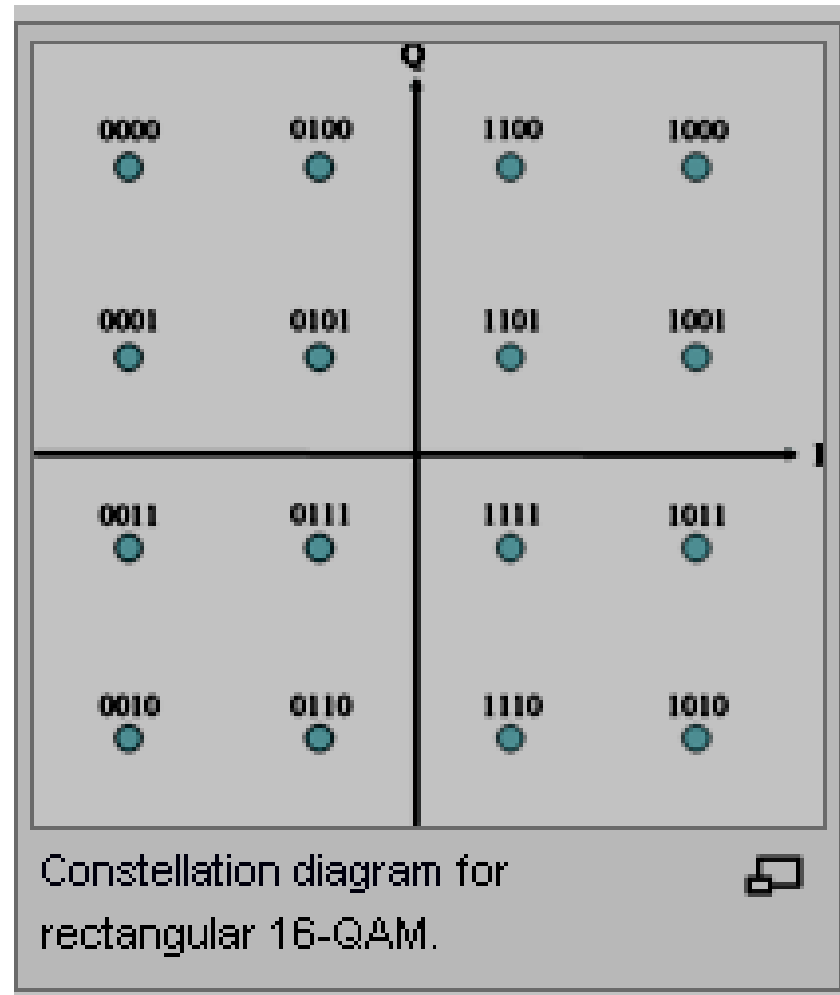
Digital modulation methods –Qadrature Phase Shift Keying (QPSK)



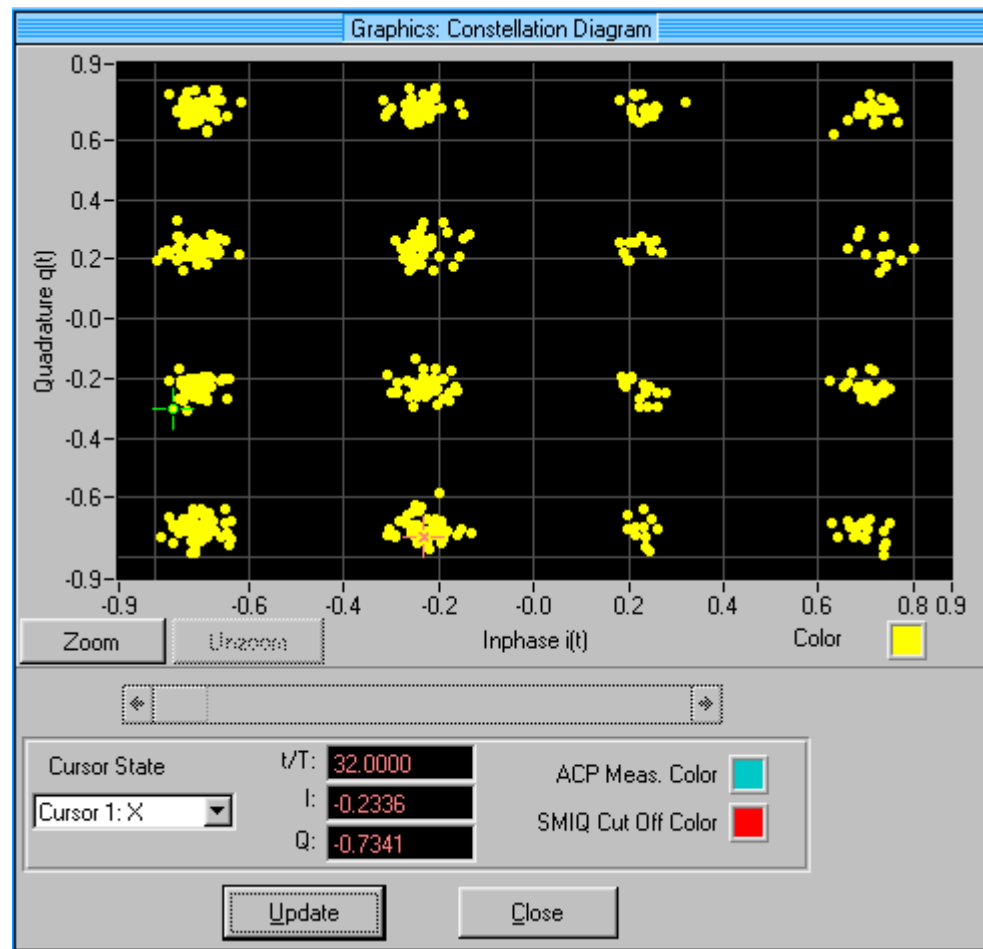
Digital modulation methods –Qadrature Amplitude Modulation (QAM)

- Two carriers: sine wave (Q) and cosine wave (I)
- The modulated signal is the sum of the two components
- Different amplitude and differnt phase values for one symbol
- 16QAM means: one symbol is four bits

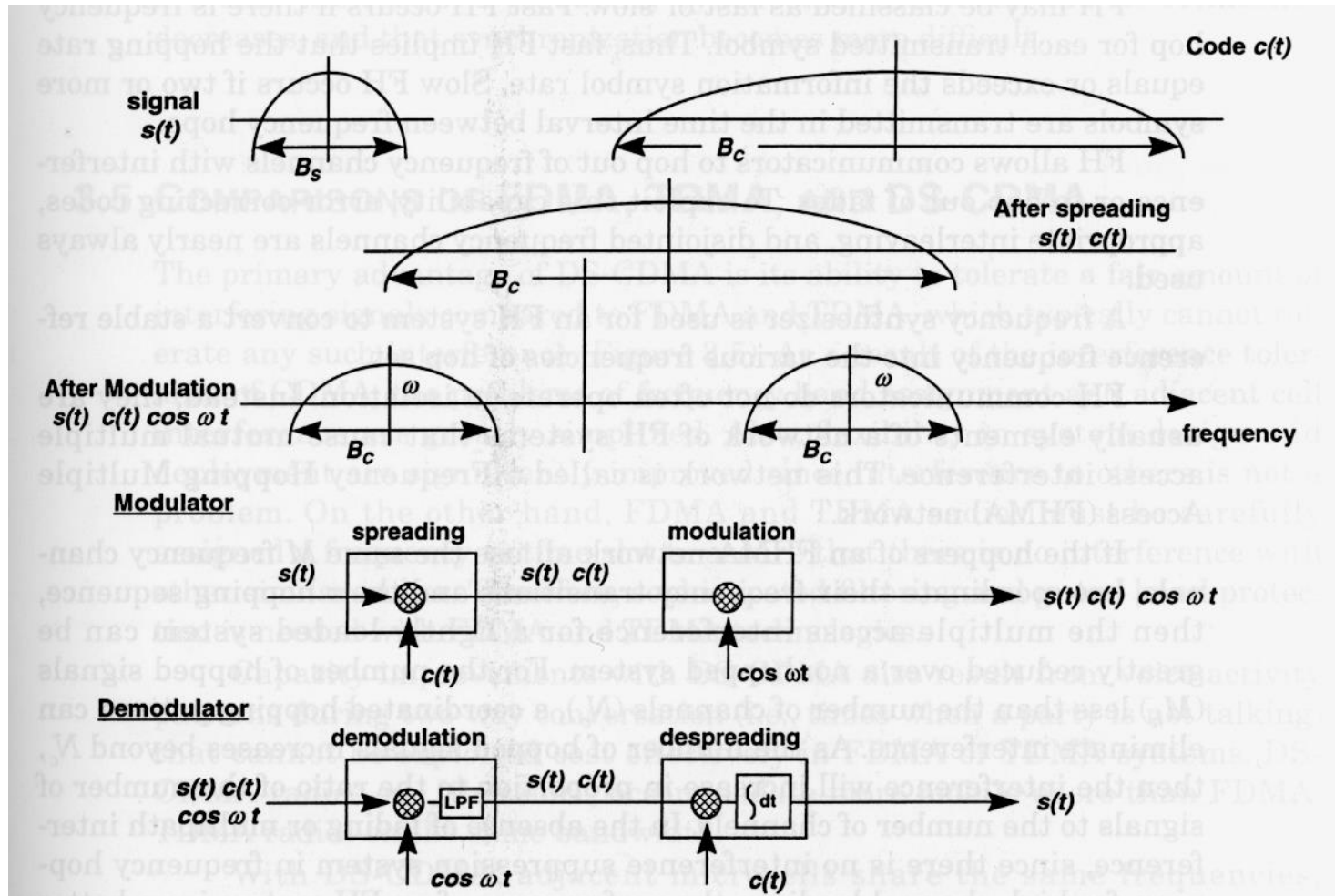
Digital modulation methods – Quadrature Amplitude Modulation (16QAM)

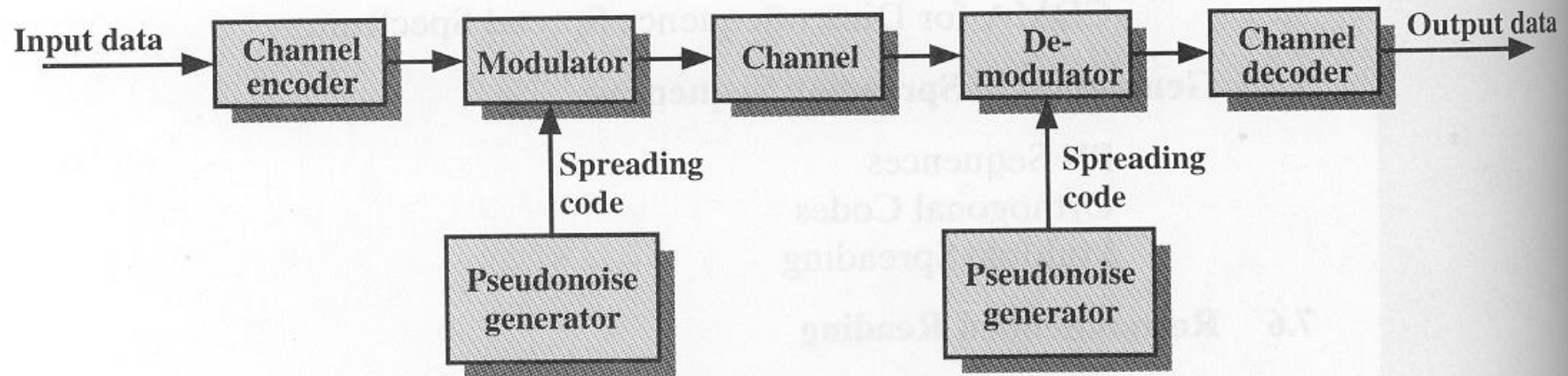


Digital modulation methods –Qadrature Amplitude Modulation with channel noise

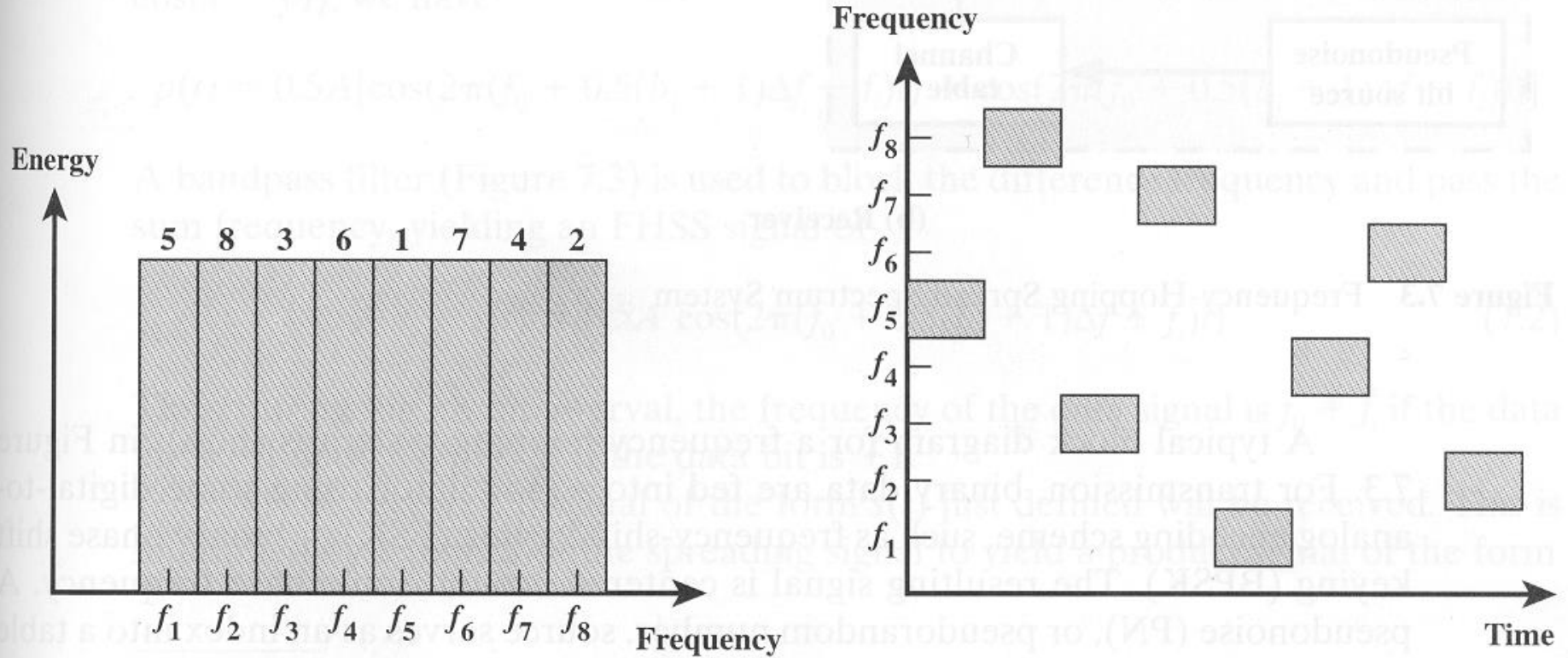


The Spread Spectrum Concept





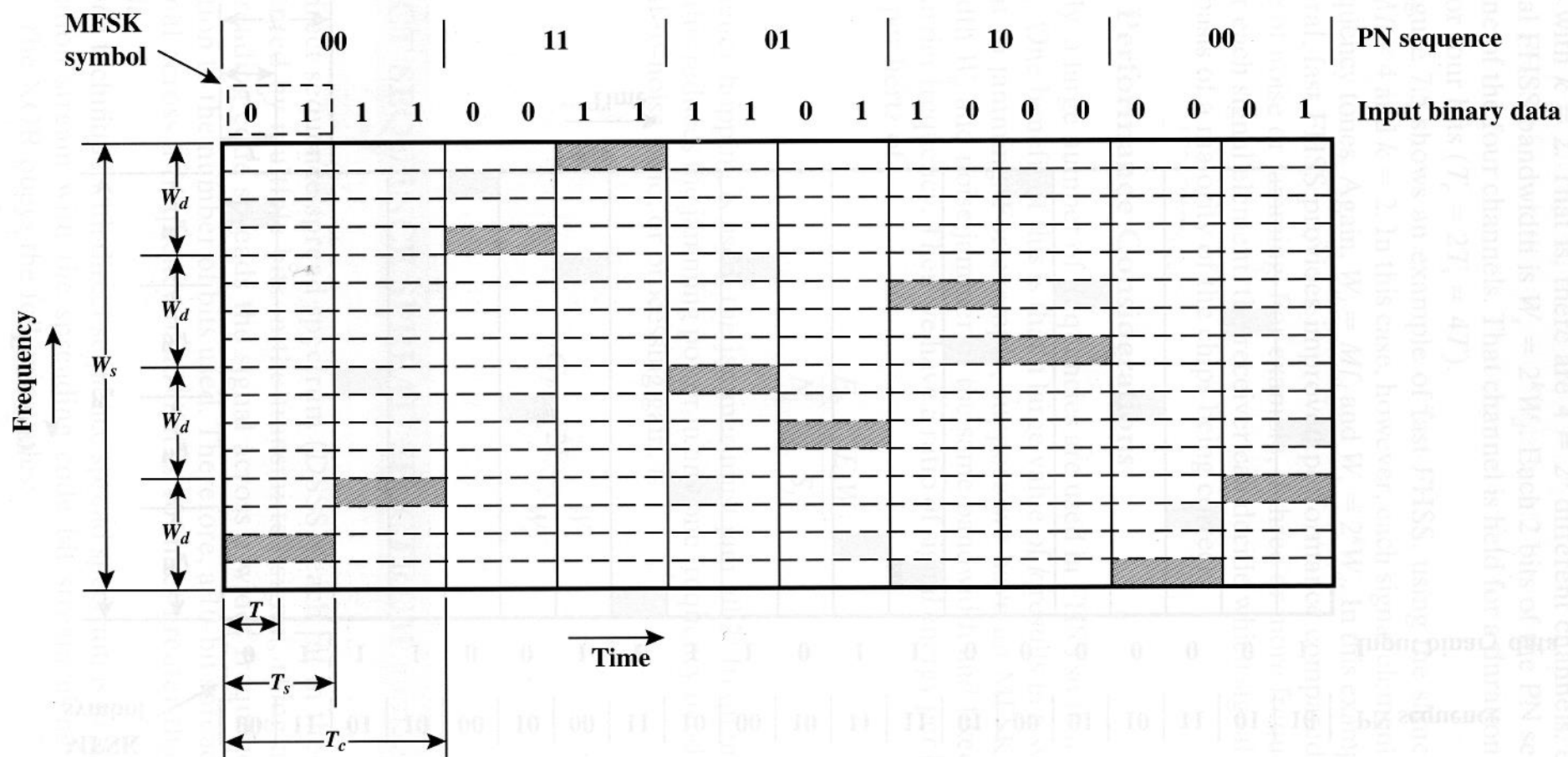
General Model of Spread Spectrum Digital Communication System



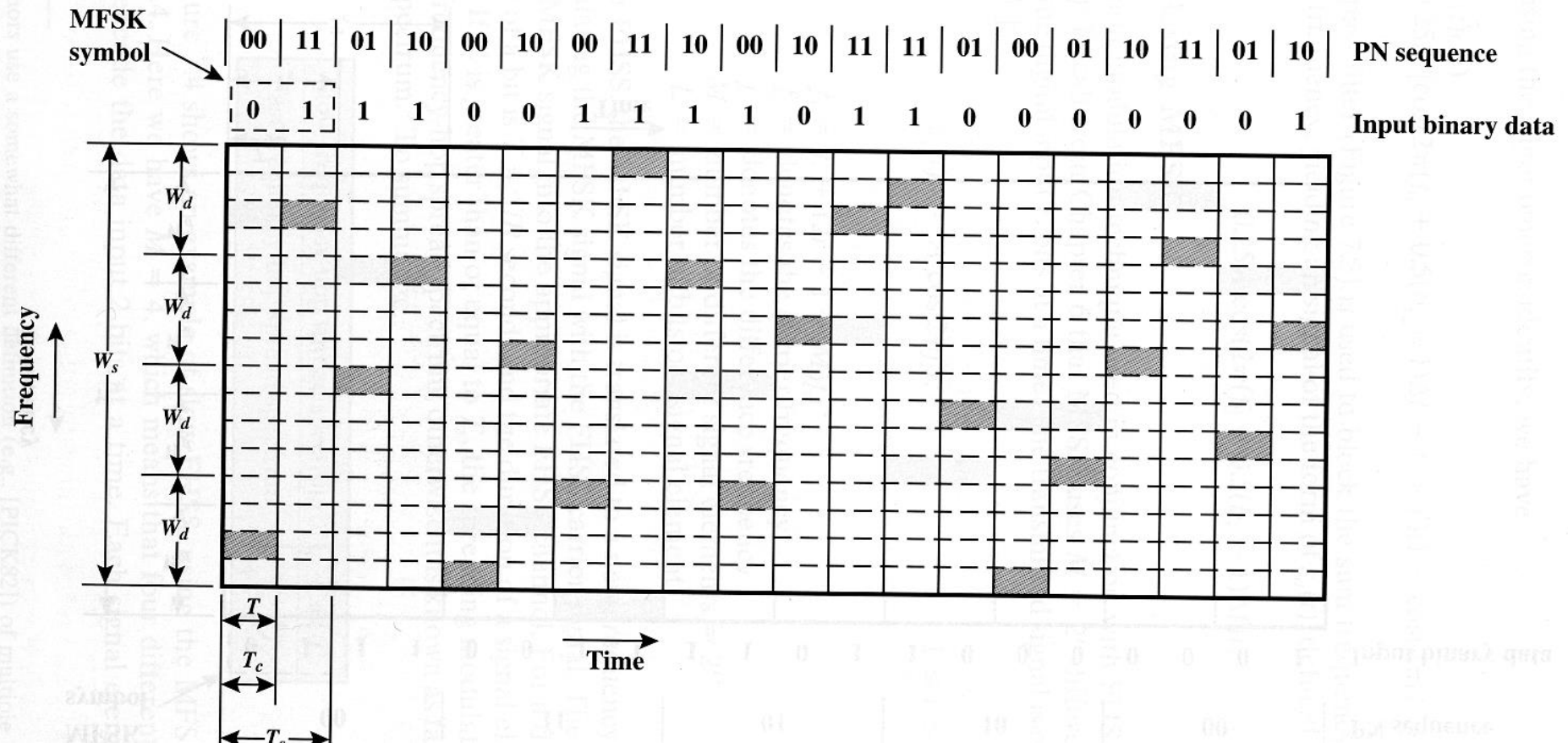
Frequency-Hopping Spread Spectrum FHSS

FHSS

- A number of channels are allocated for FH
- The transmitter operates in one channel at a time for fixed time interval (T_c)
- During that interval, some number of bits or a fraction of a bit are transmitted (signal elements)
- The time interval of signal elements T_s
- The sequence of the channels used is dictated by spreading code
- Both transmitter and receiver use the same code to tune into a sequence of channels in synchronisation



**Slow FHSS using Multi Frequency Shift Keying $T_c > T_s$
(in this case 4 subfrequencies for 2 bits)**



**Fast FHSS using Multi Frequency Shift Keying $T_c < T_s$
(in this case 4 subfrequencies for 2 bits)**

Ki találta fel a leglényegesebb elemeket?
Who was the inventor of the most important elements?



Figure 1.1: Hedy Lamarr in Her Hollywood Days

Aug. 11, 1942.

H. K. MARKEY ET AL
SECRET COMMUNICATION SYSTEM
Filed June 10, 1941

2,292,387

2 Sheets-Sheet 2

Fig. 7.

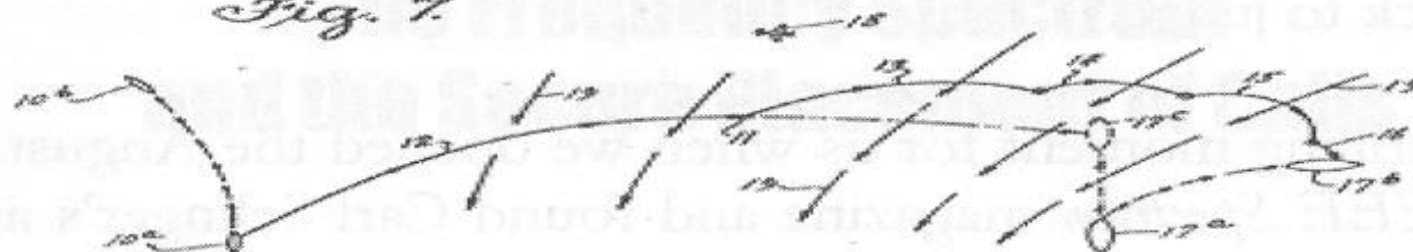


Fig. 4.

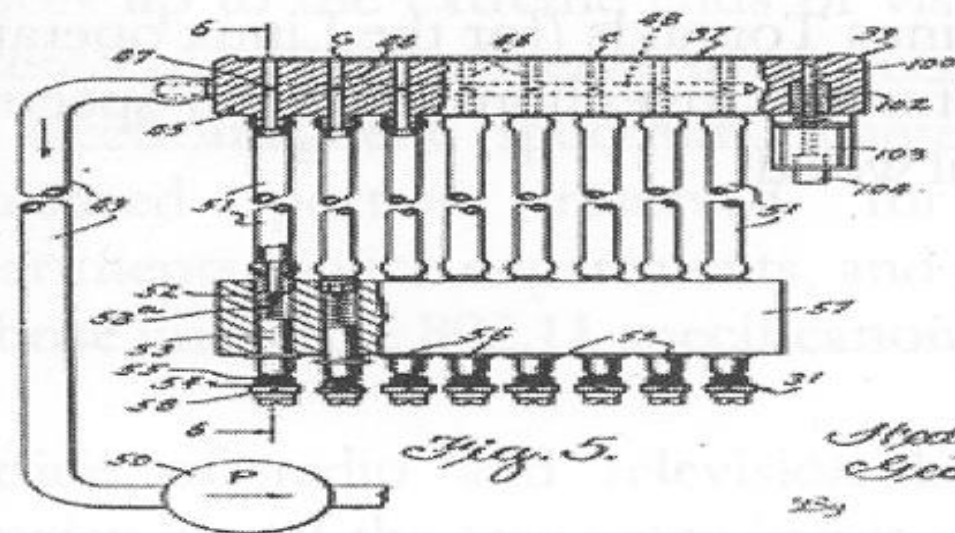
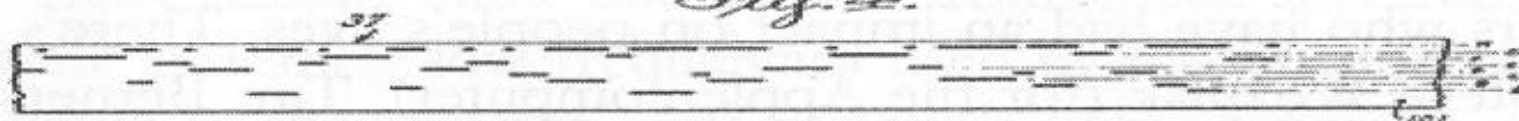


Fig. 5.

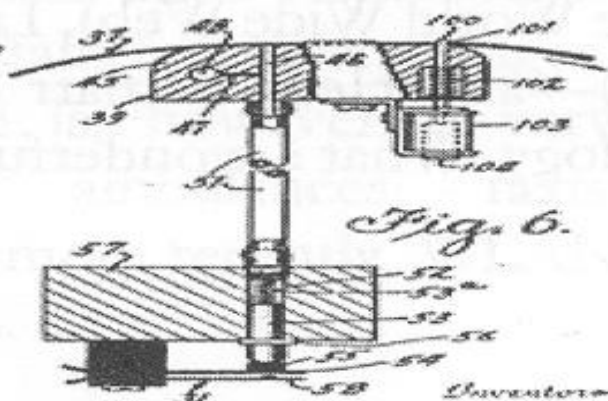
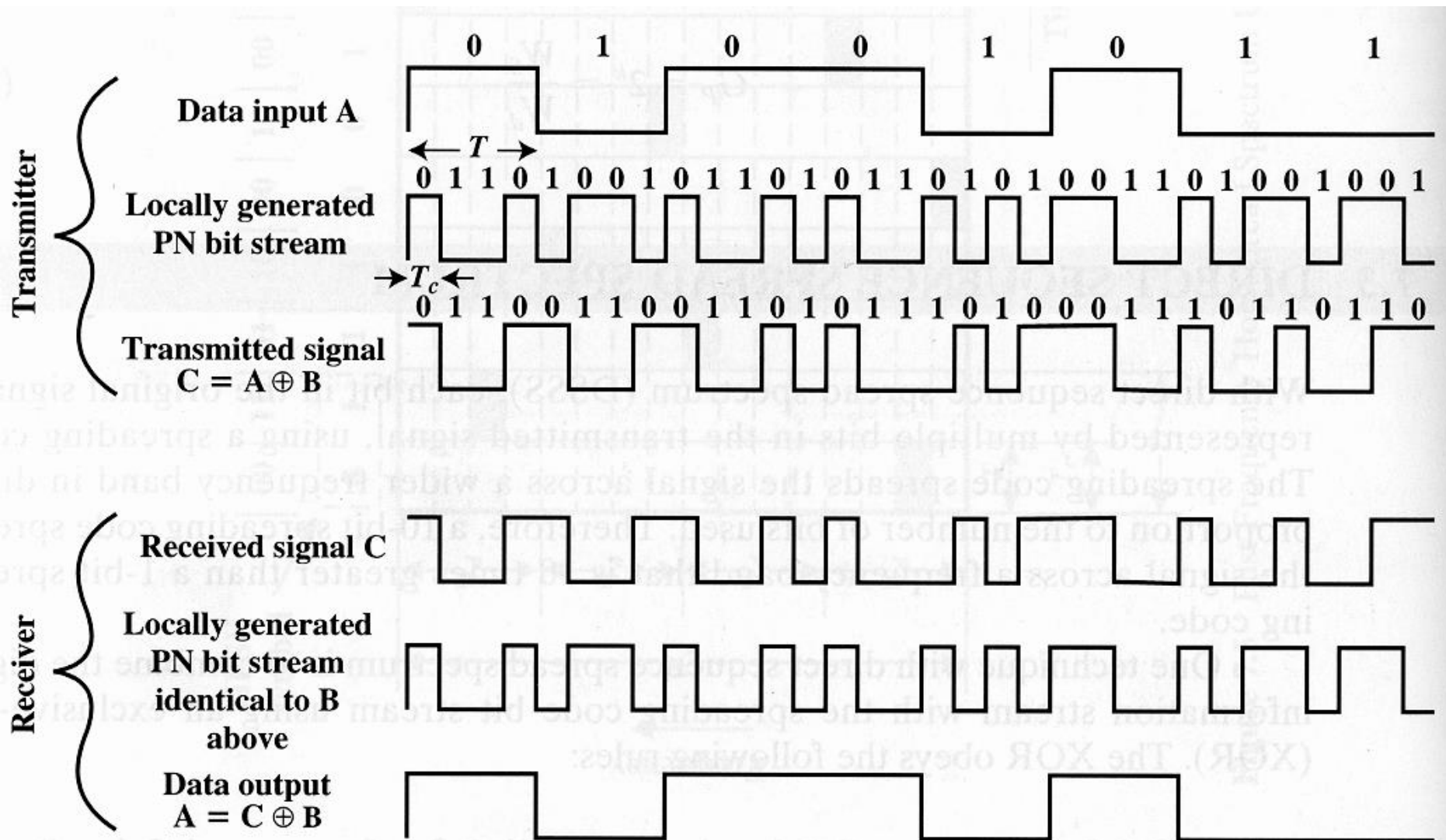


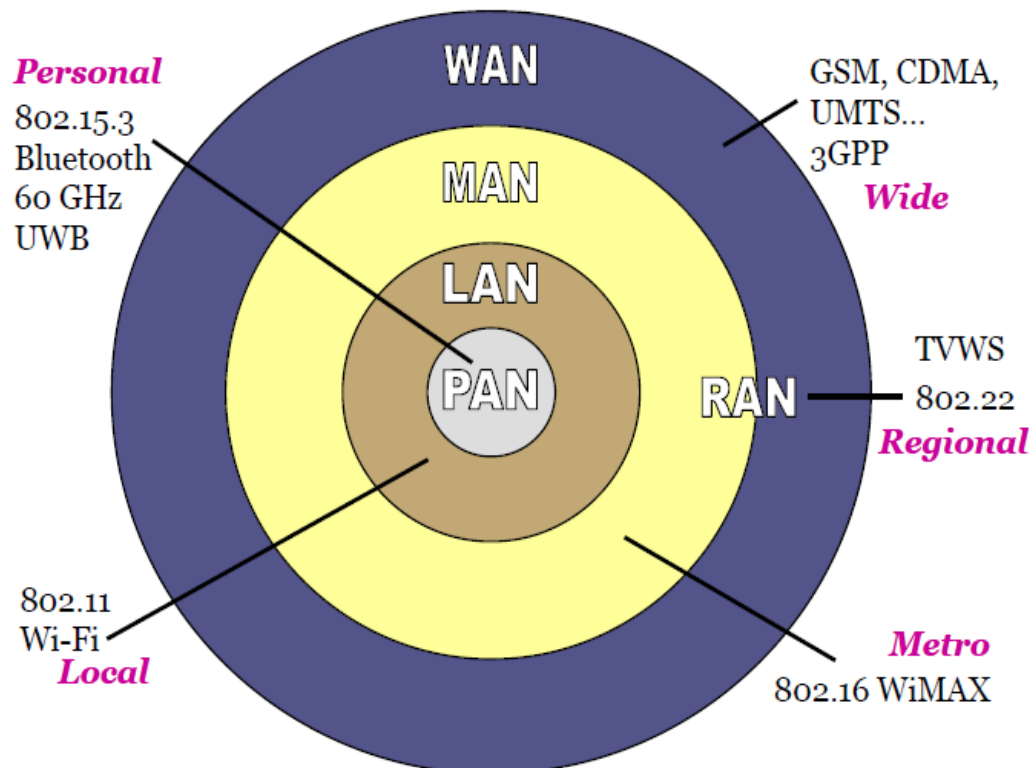
Fig. 6.

Hedy Kiesler Markey
George Anthell
Lyons & Lyon Attorneys

Figure 1.2: The Core Design of Hedy's Patent as Drawn by Hedy



Example of Direct Sequence Spread Spectrum DSSS



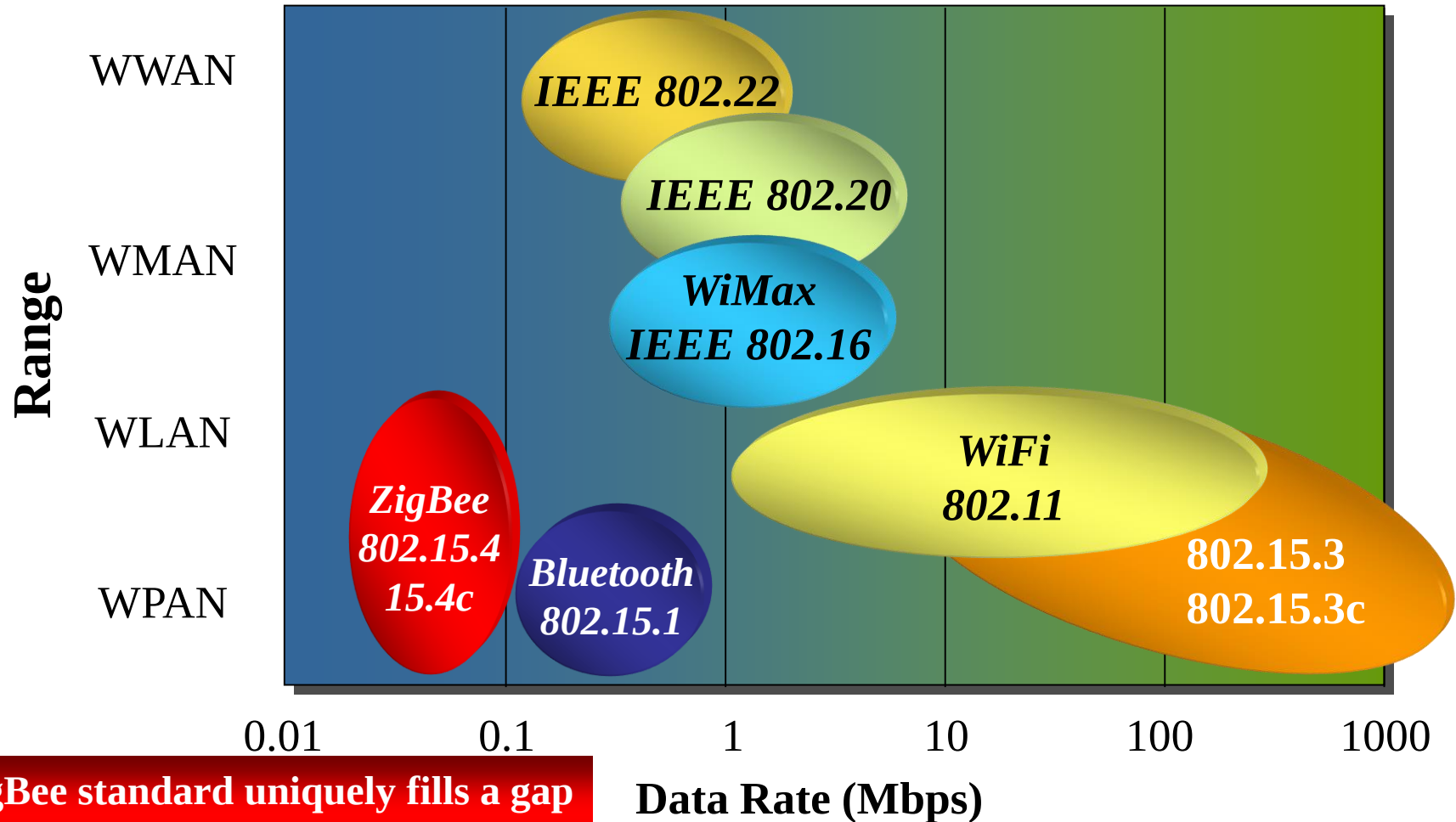
WPAN – Wireless Personal Access Networks < 10m

WLAN – Wireless Local Area Networks < 150m

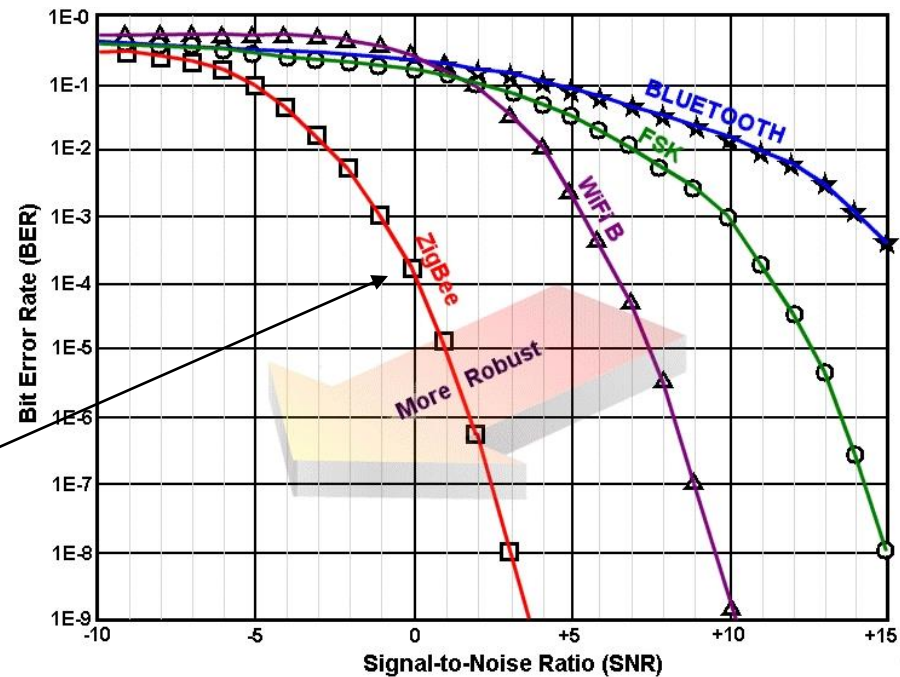
WMAN -- Wireless Metropolitan Network < 50km

WAN -- Wireless Access Network – Large, nationwide

The IEEE 802 Wireless Space



Basic Radio Characteristics



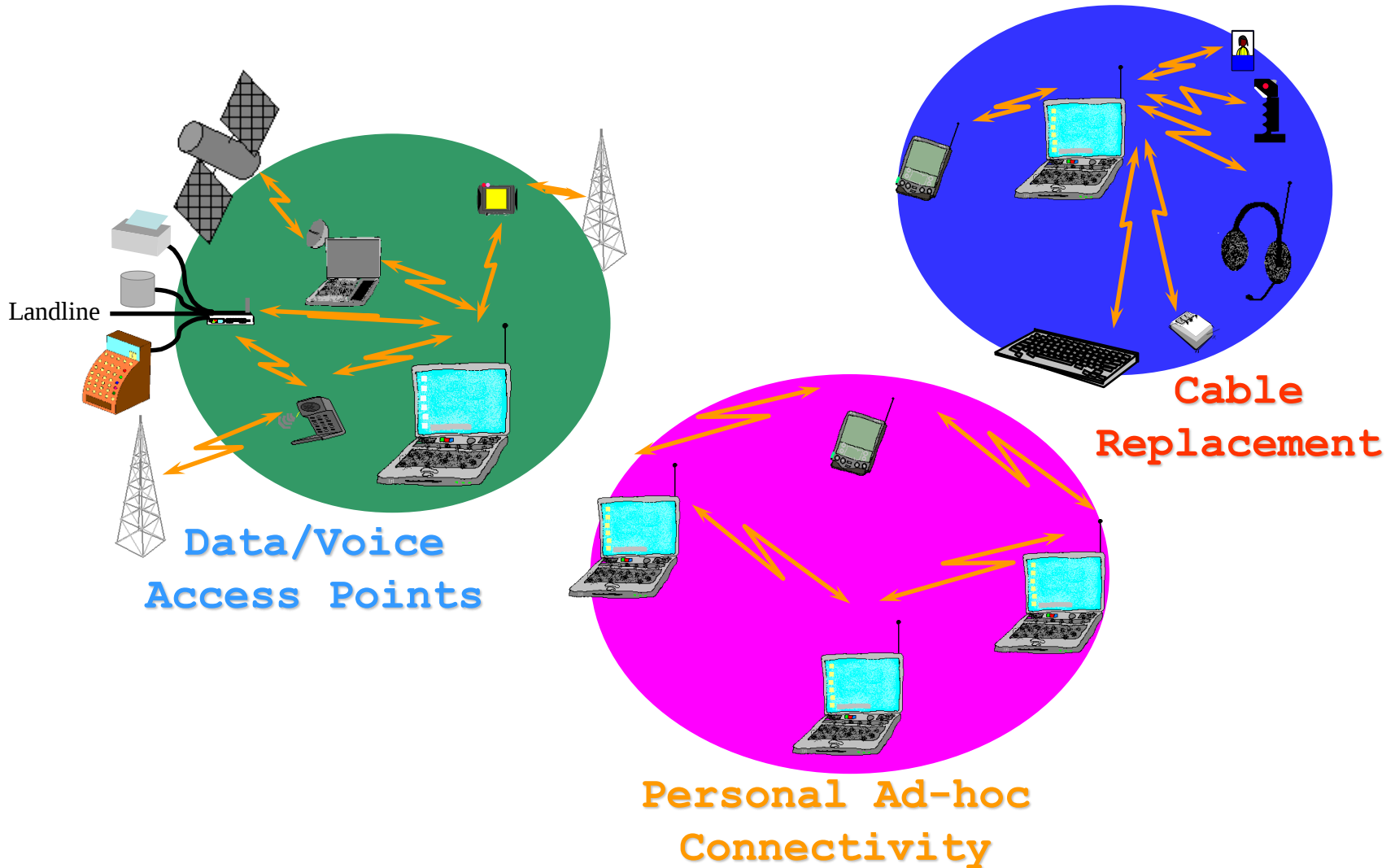
ZigBee technology relies upon IEEE 802.15.4, which has excellent performance in low SNR environments

Frequency Band	License Required?	Geographic Region	Data Rate	Channel Number(s)
868.3 MHz	No	Europe	20kbps	0
902-928 MHz	No	Americas	40kbps	1-10
2405-2480 MHz	No	Worldwide	250kbps	11-26

WPAN (Wireless Personal Access Network, Rádiós személyi hozzáférési hálózat)

- Short distance radio communication among devices
- Distance is less than 10m.
- Typical standard: IEEE 802.15.
- Typical solution: Bluetooth, ZigBee

What does Bluetooth do for me?



Usage scenarios: Headset



User benefits

- Multiple device access
- Cordless phone benefits
- Hand's free operation

Wireless Freedom...

Infokom. 10. ea. 2018. dec. 3.

Usage scenarios: Synchronization



User benefits

- Proximity synchronization
- Easily maintained database
- Common information database

Sharing Common Data...

Usage scenarios: Data access points



User benefits

- No more connectors
- Easy internet access
- Common connection experience

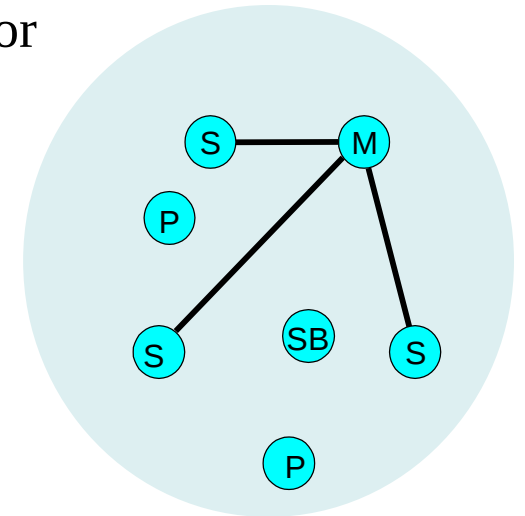
Remote Connections...

Bluetooth characteristics

- Operates in the **2.4 GHz** band at a data rate of **720Kb/s**.
- Uses **Frequency Hopping (FH) spread spectrum**, which divides the frequency band into a number of channels (2.402 - 2.480 GHz yielding 79 channels).
- Radio transceivers **hop** from one channel to another in a **pseudo-random fashion, determined by the master**.
- Supports up to **8 devices in a piconet** (1 master and 7 slaves).
- **Piconets** can combine to form **scatternets**.

What is a Piconet?

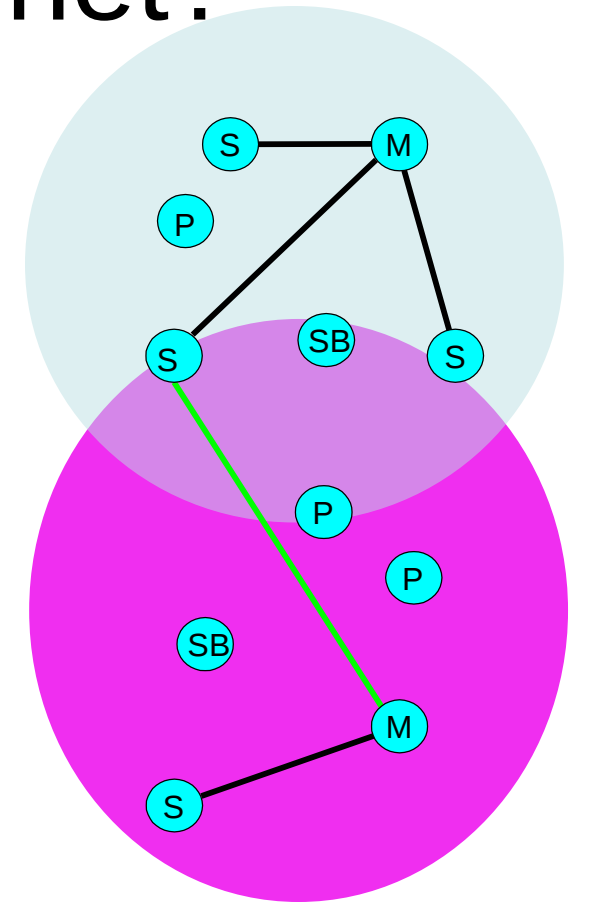
- A **collection** of devices connected in an **ad hoc** fashion.
- One unit will act as a **master** and the others as **slaves** for the duration of the piconet connection.
- **Master** sets the **clock** and **hopping** pattern.
- Each piconet has a **unique hopping pattern/ID**
- Each **master** can connect to **7 simultaneous** or **200+ inactive (parked) slaves** per piconet



M=Master P=Parked
S=Slave SB=Standby

What is a Scatternet?

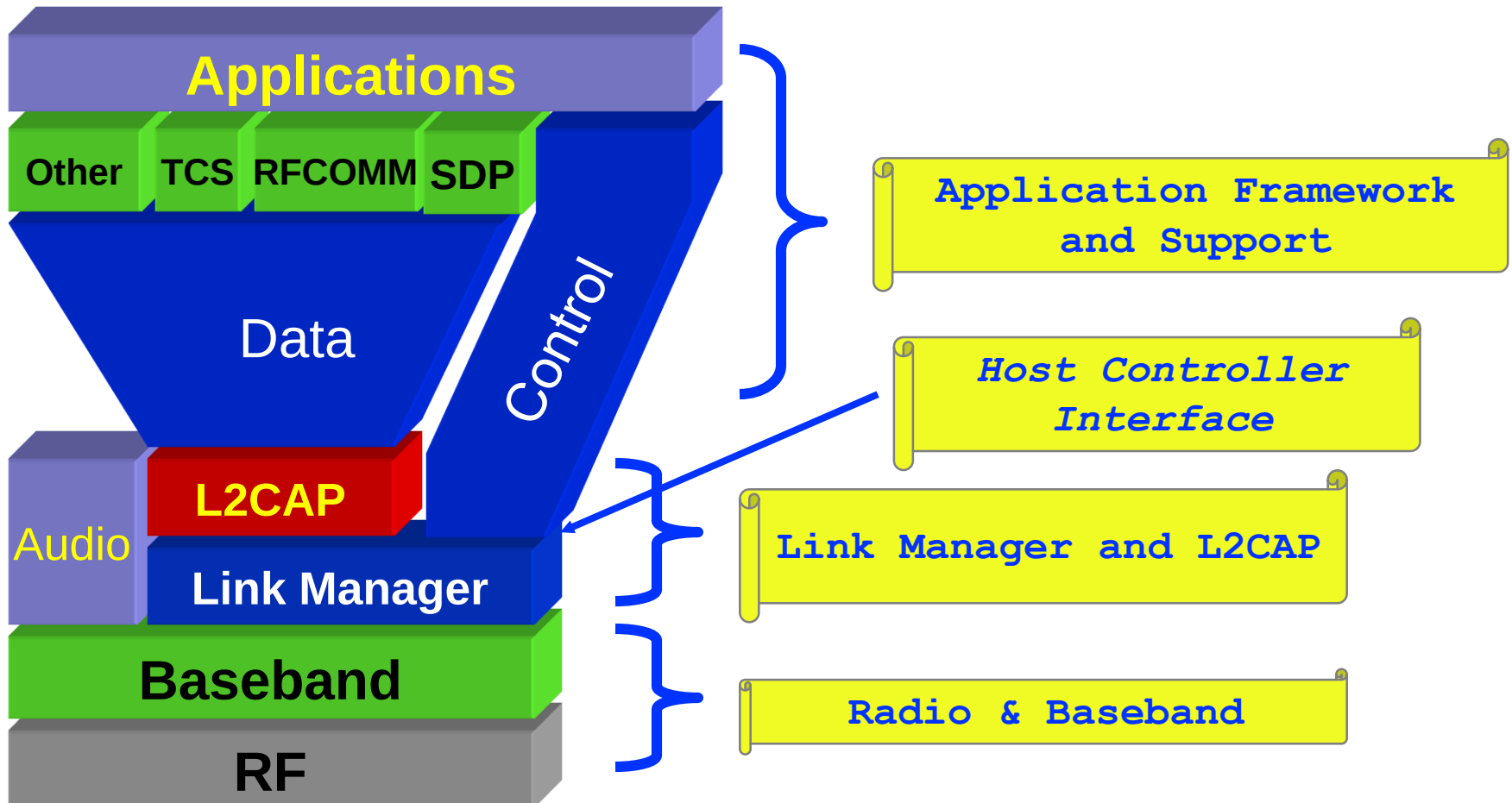
- A **Scatternet** is the **linking** of multiple **co-located piconets** through the sharing of common master or slave devices.
- A device can be both a **master** and a **slave**.
- Radios are **symmetric** (same radio can be master or slave)
- **High capacity system**, each piconet has maximum capacity (720 Kbps)



M=Master
S=Slave

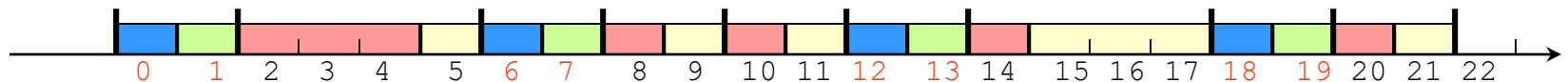
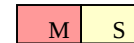
P=Parked
SB=Standby

Bluetooth Architecture

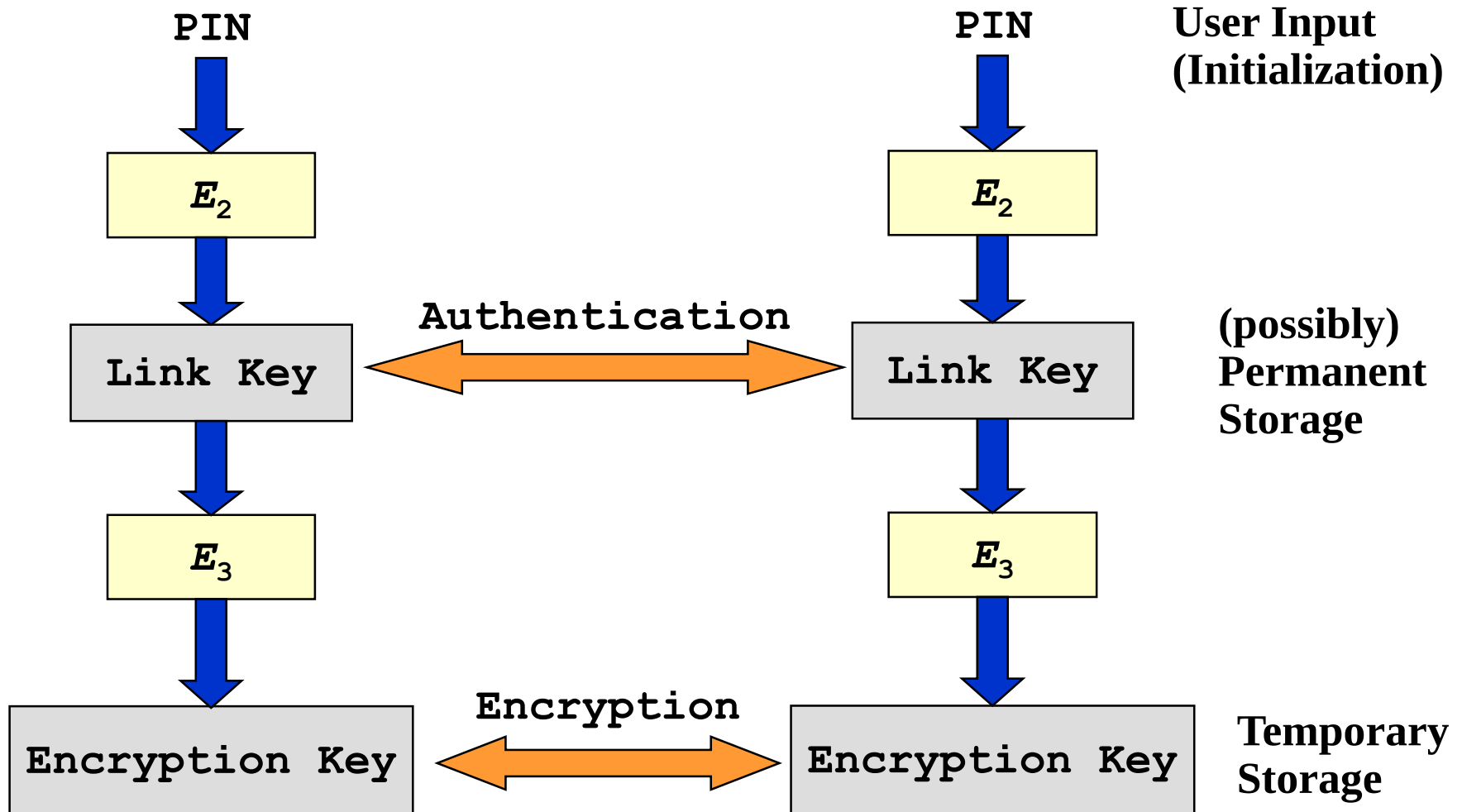


Baseband link types

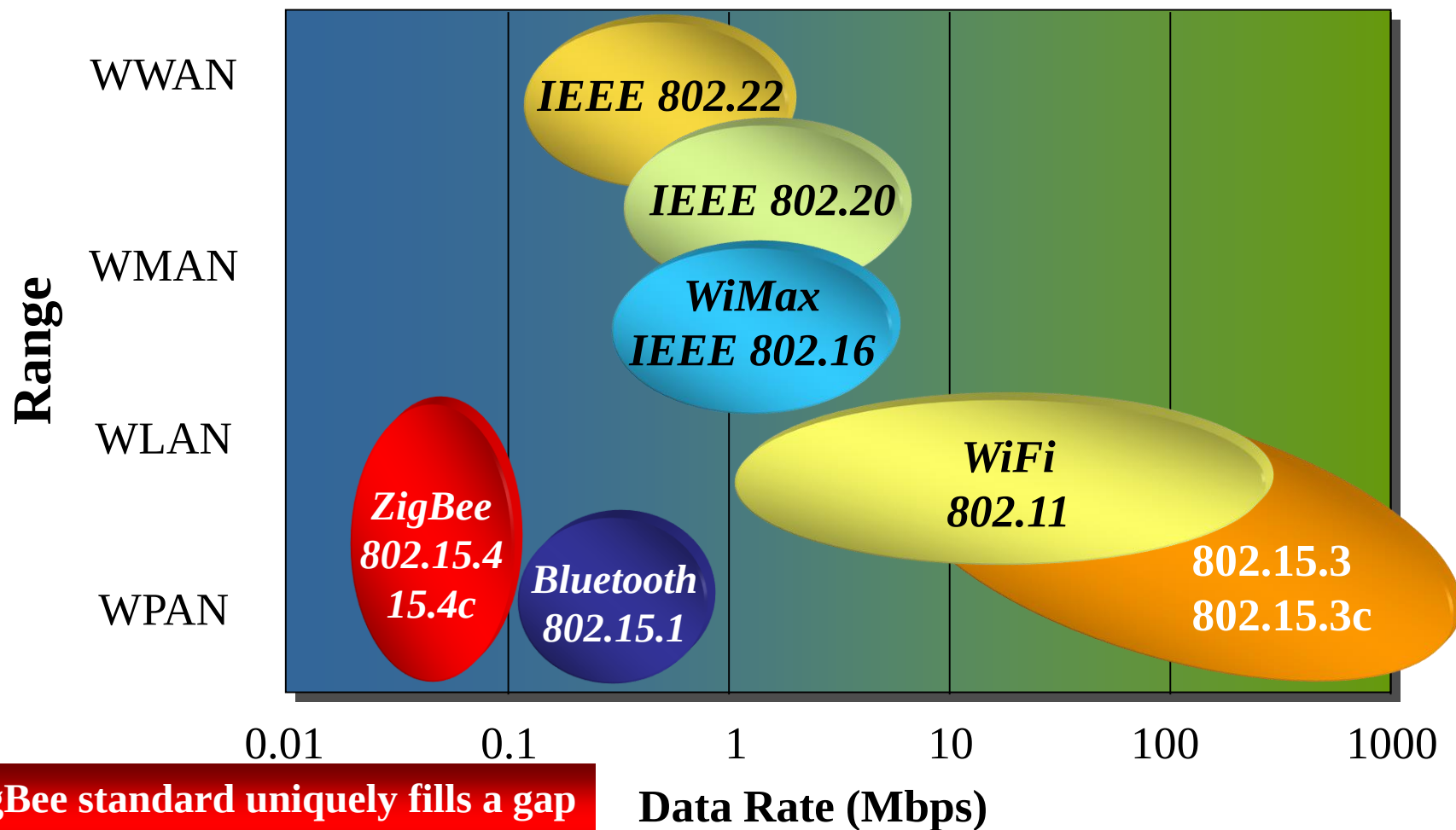
- Polling-based (TDD) packet transmissions
 - 1 slot: 0.625msec (max 1600 slots/sec)
 - master/slave slots (even-/odd-numbered slots)
- Synchronous connection-oriented (SCO) link
 - “circuit-switched”, periodic single-slot packet assignment
 - symmetric 64Kbps full-duplex
- Asynchronous connection-less (ACL) link
 - packet switching
 - asymmetric bandwidth, variable packet size (1,3, or 5 slots)
 - max. 721 kbps (57.6 kbps return channel)
 - 108.8 - 432.6 kbps (symmetric)



Security: Key generation and usage



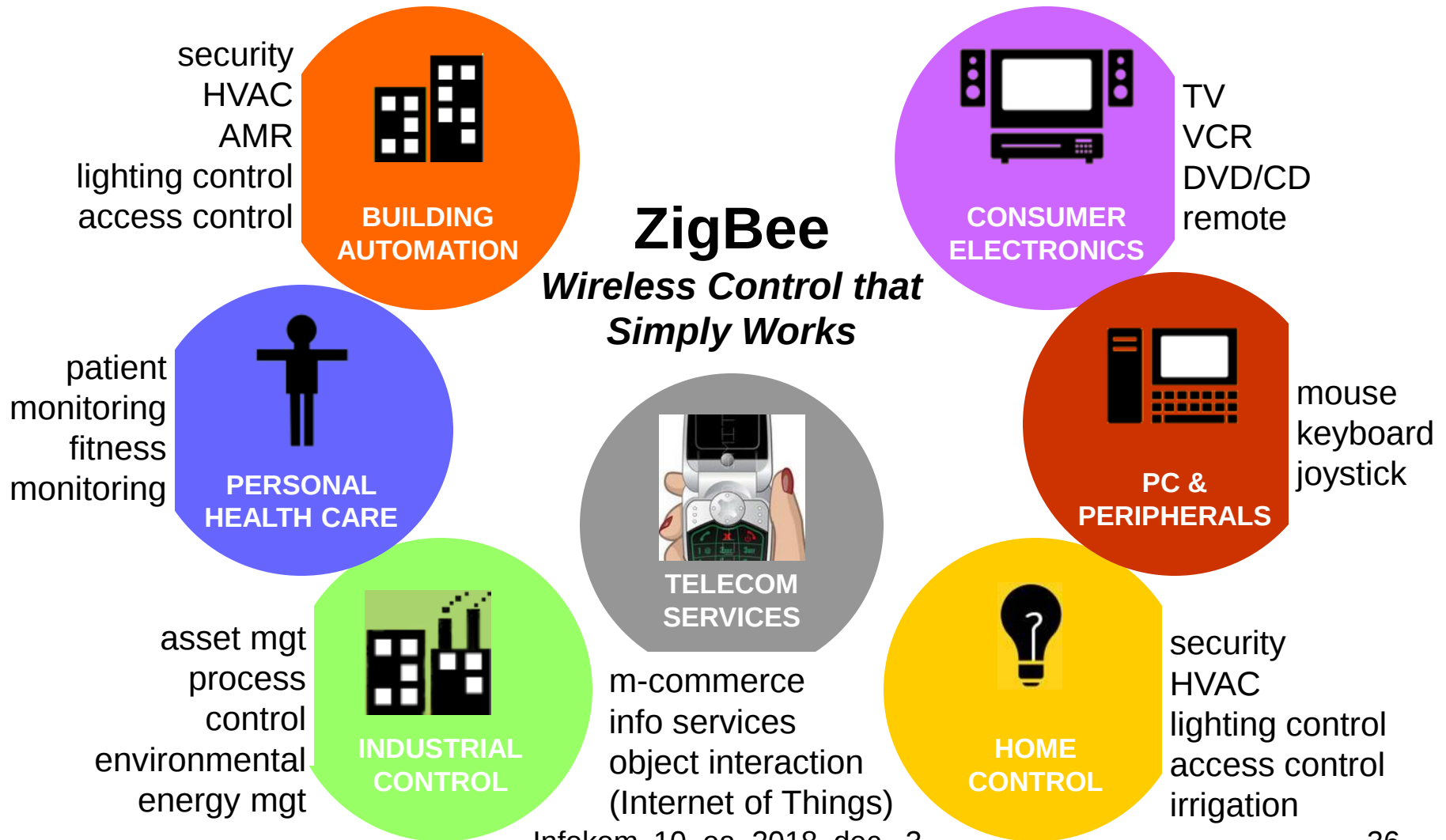
The IEEE 802 Wireless Space



ZigBee Alliance Overview

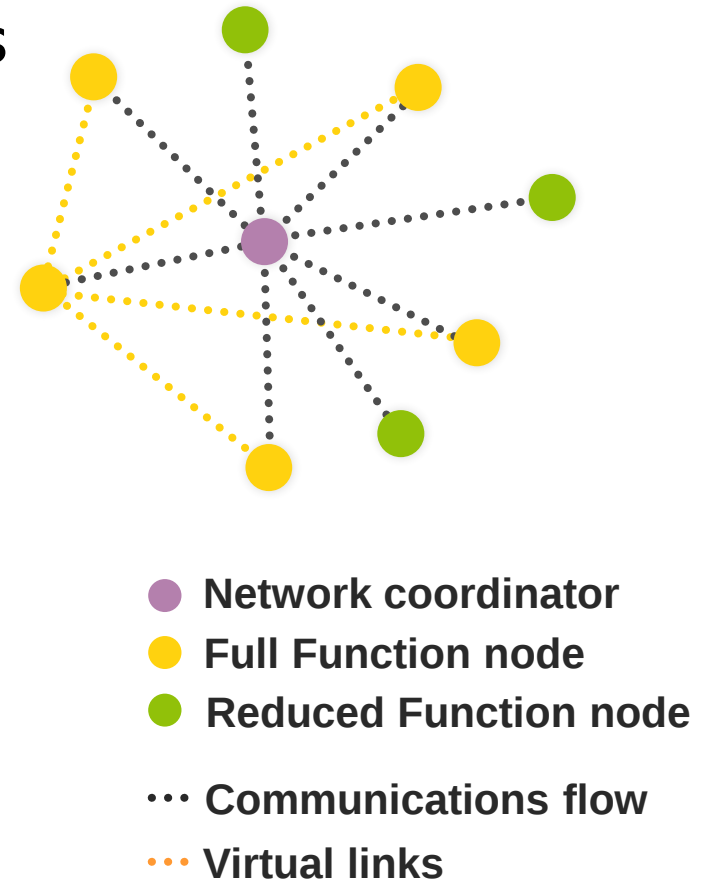
- Organized as an independent, neutral, nonprofit corporation in 2002
- Open and global
 - Anyone can join and participate
 - Membership is global
- Activity includes
 - Specification creation
 - Certification and compliance programs
 - Branding, market development, and user education

ZigBee Applications

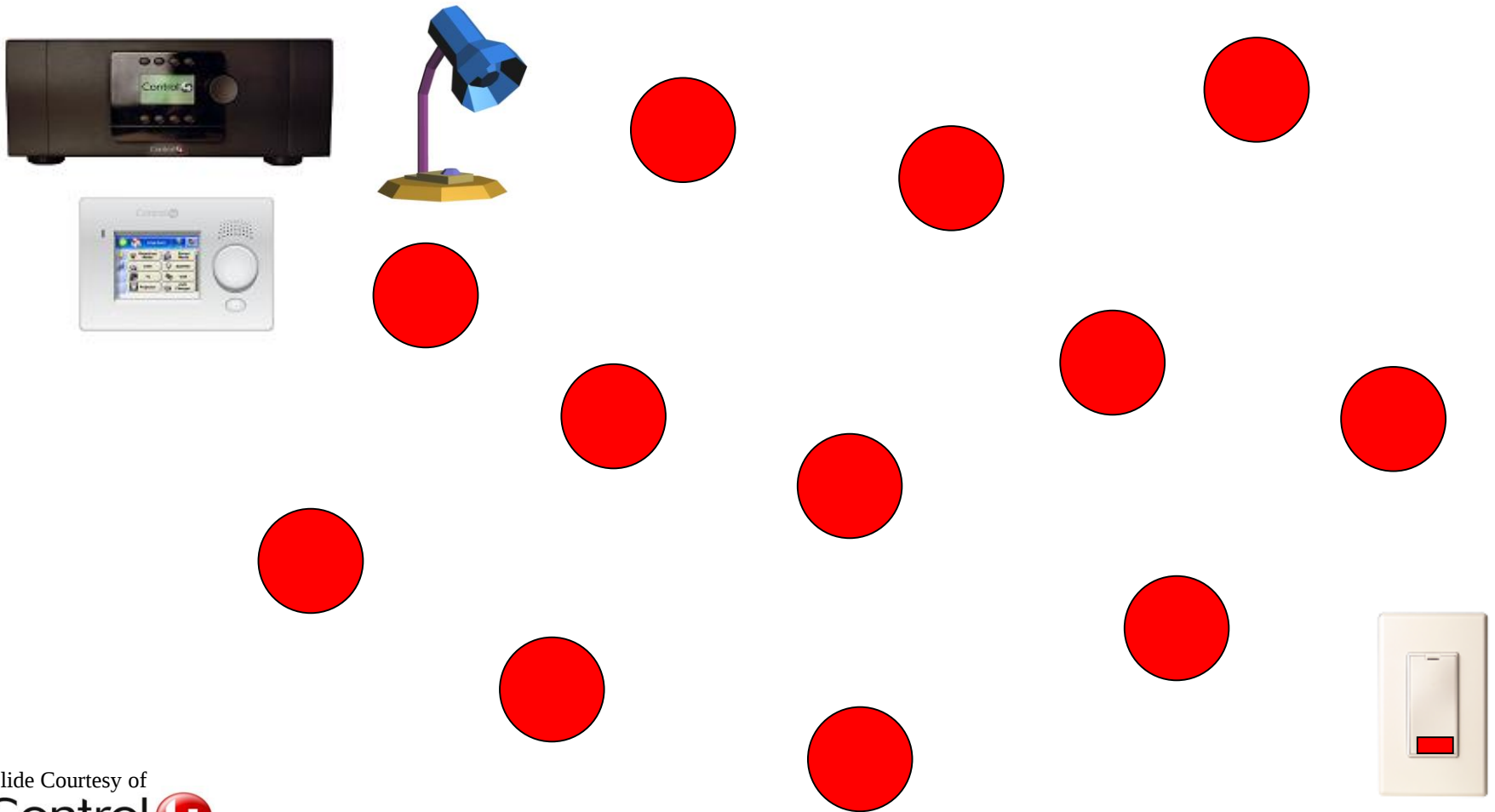


Basic Network Characteristics

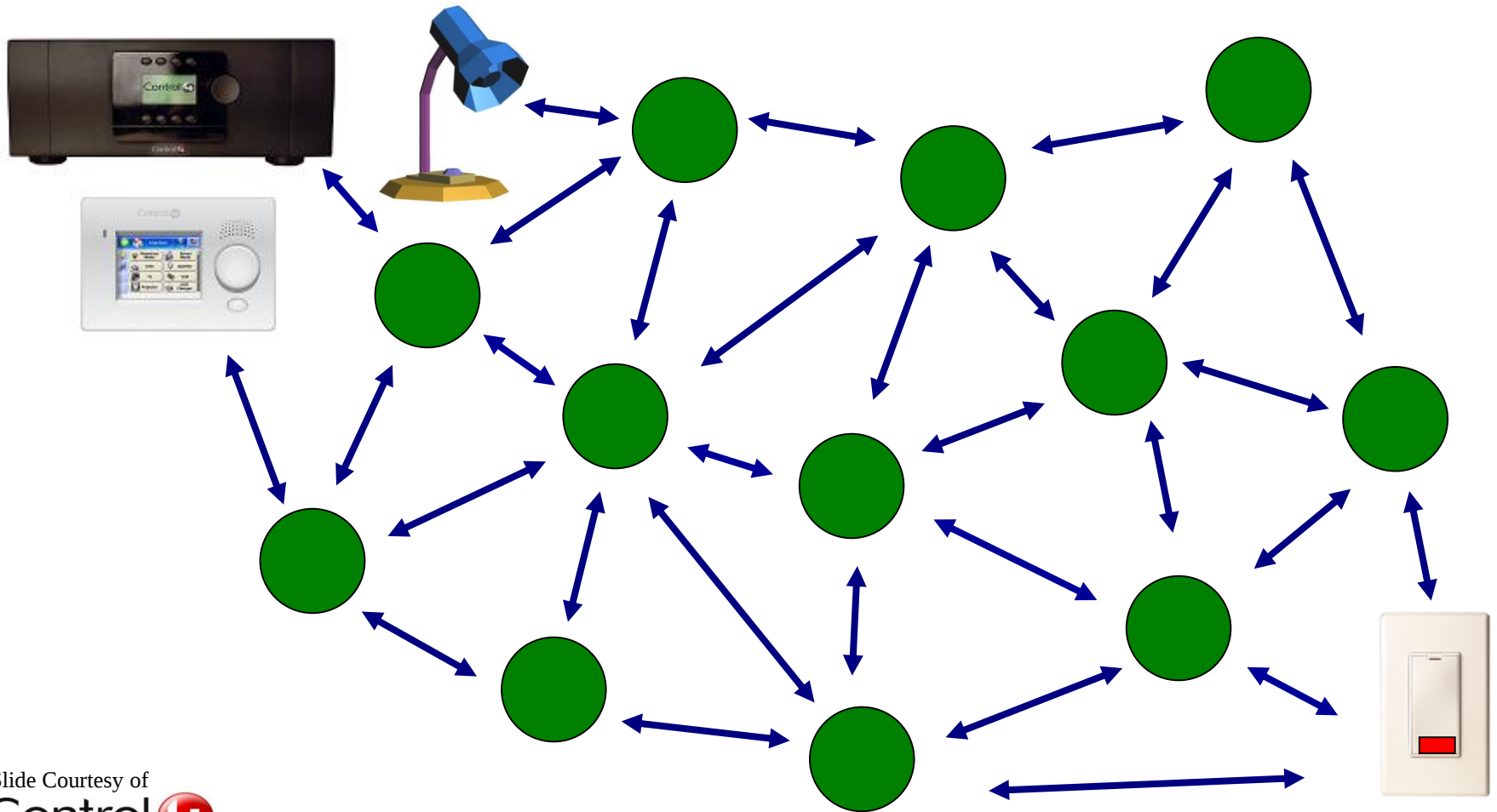
- 65,536 network (client) nodes
- 27 channels over 2 bands
- 250Kbps data rate
- Optimized for timing-critical applications and power management
- Full Mesh Networking Support



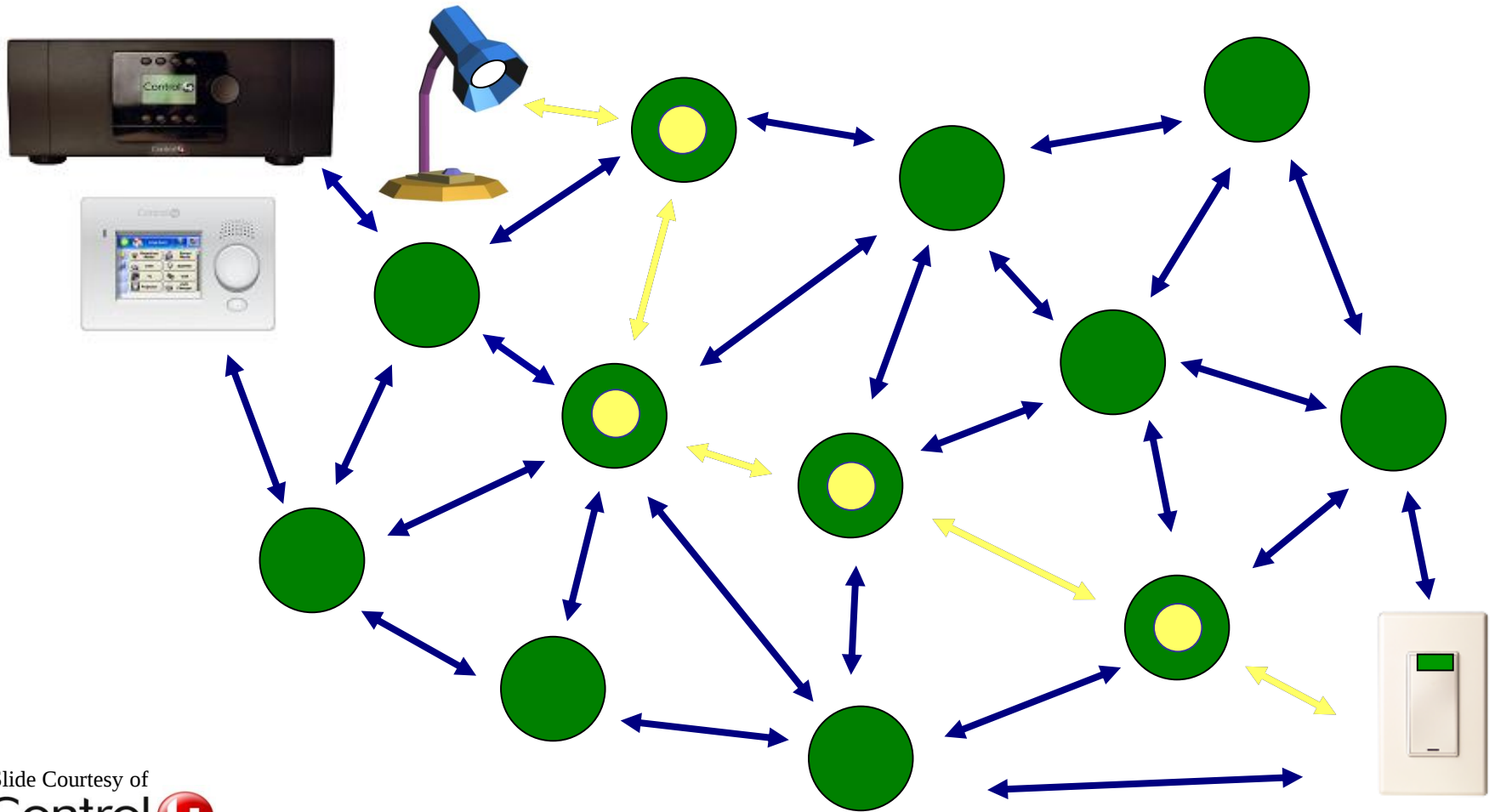
ZigBee Mesh Networking



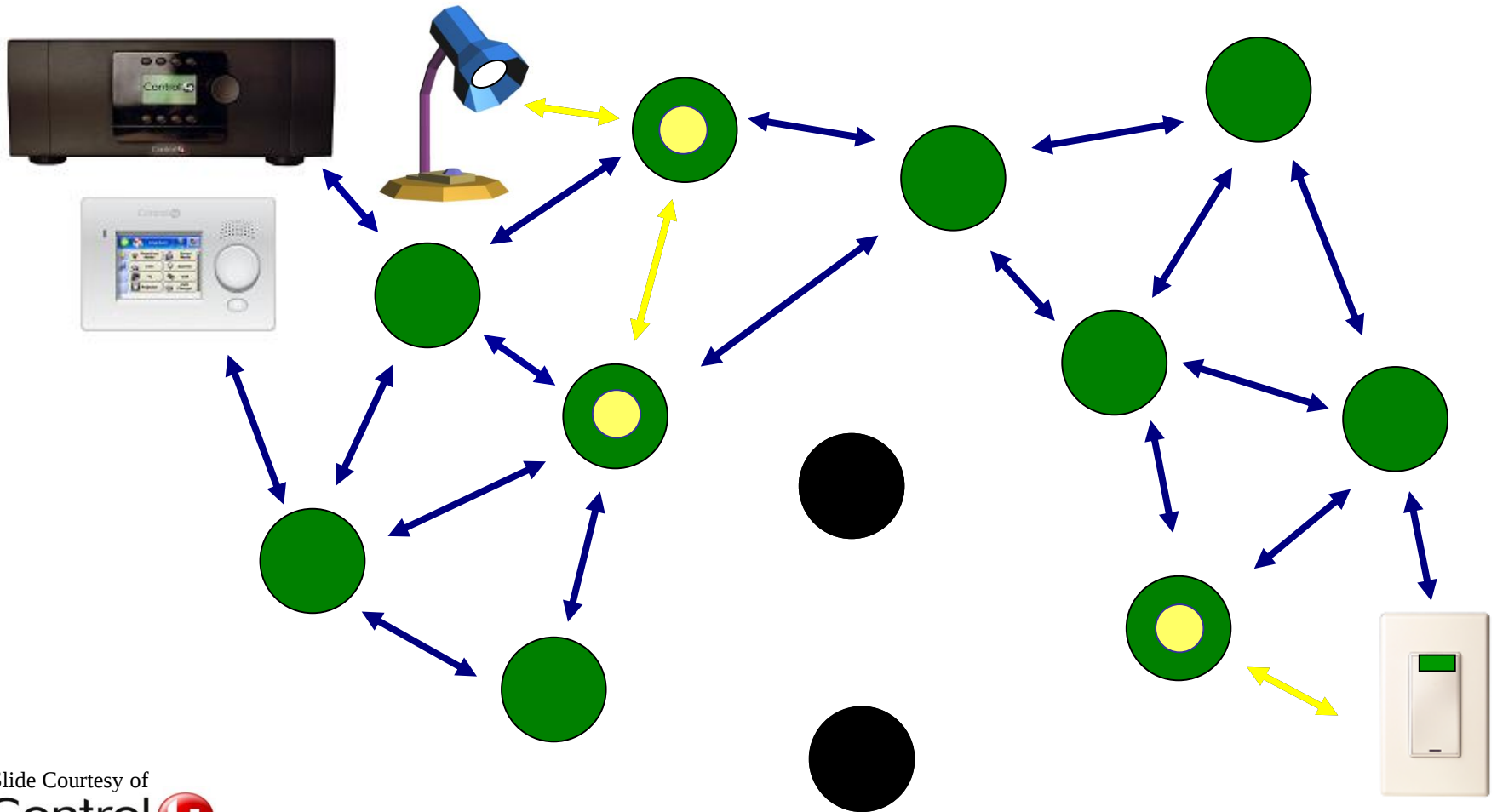
ZigBee Mesh Networking



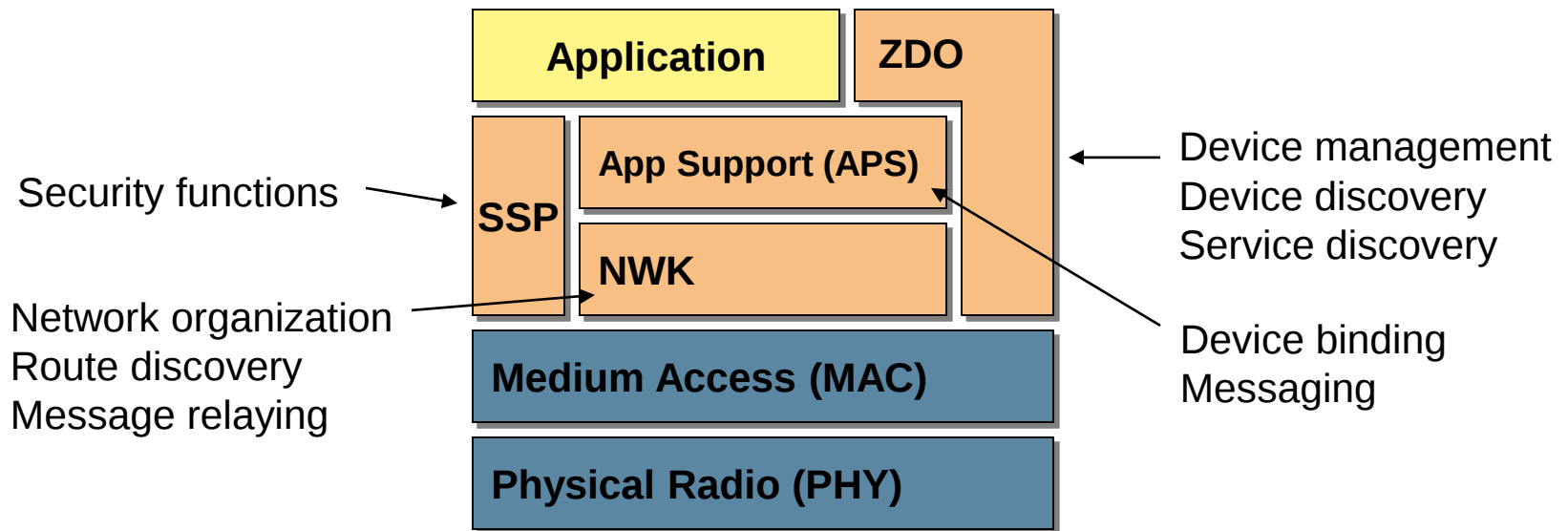
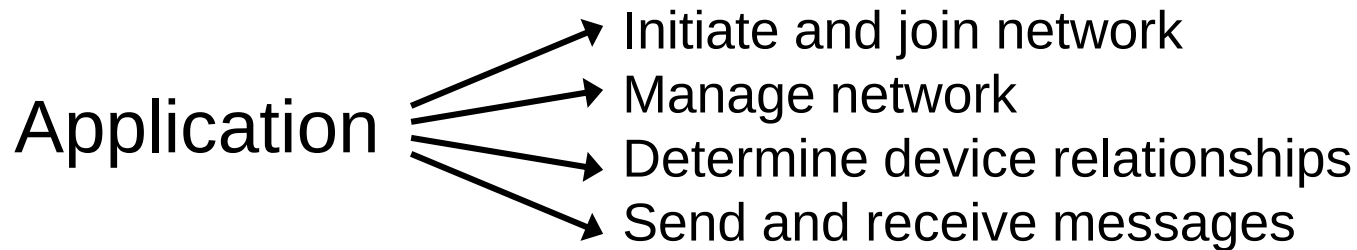
ZigBee Mesh Networking



ZigBee Mesh Networking

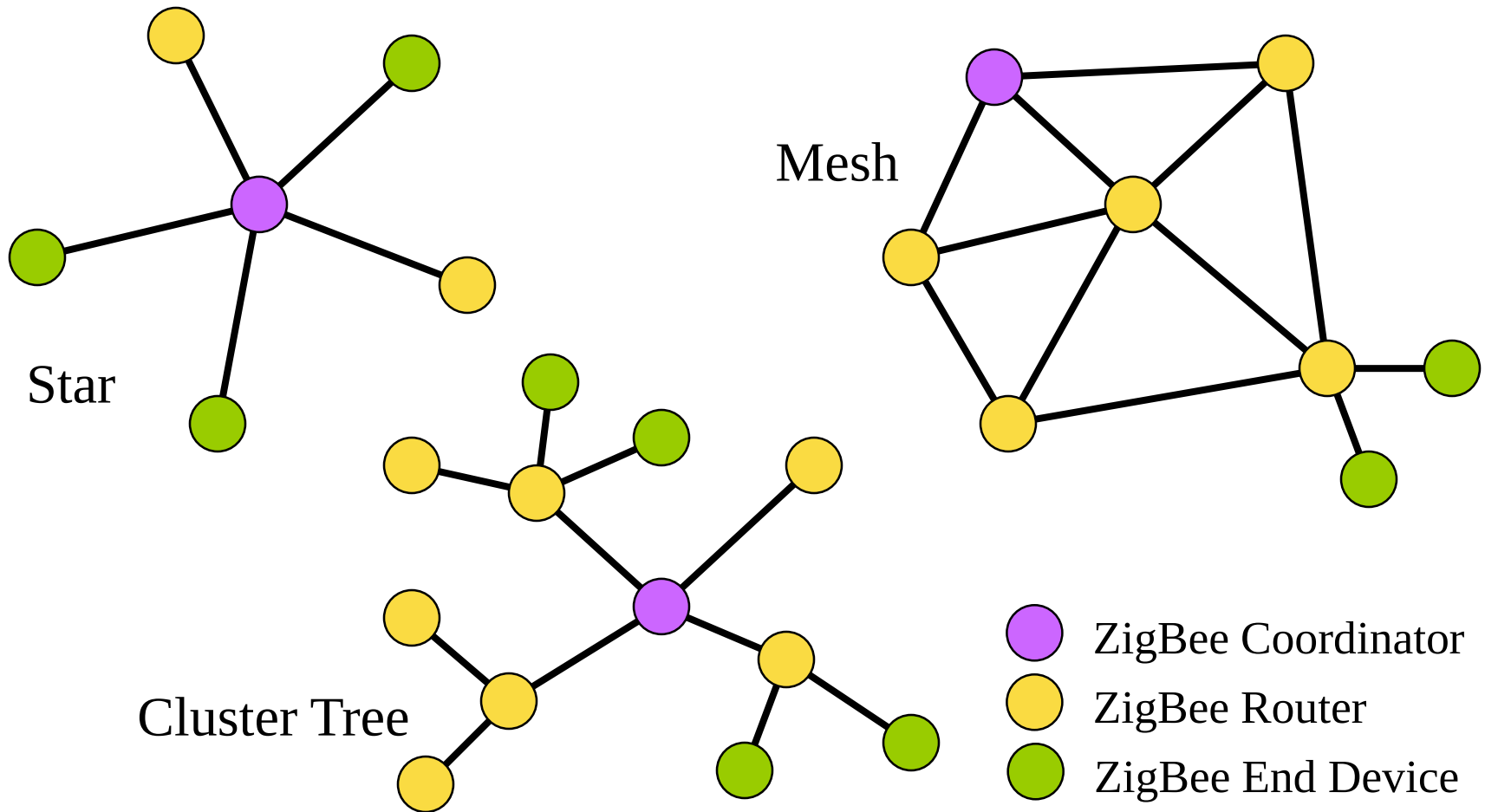


ZigBee Stack Architecture



ZigBee Device Types

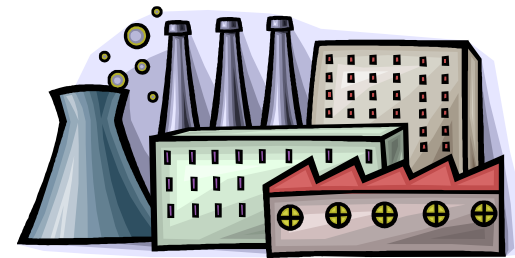
- ZigBee Coordinator (ZC)
 - One required for each ZB network.
 - Initiates network formation.
- ZigBee Router (ZR)
 - Participates in multihop routing of messages.
- ZigBee End Device (ZED)
 - Does not allow association or routing.
 - Enables very low cost solutions



Some Application Profiles

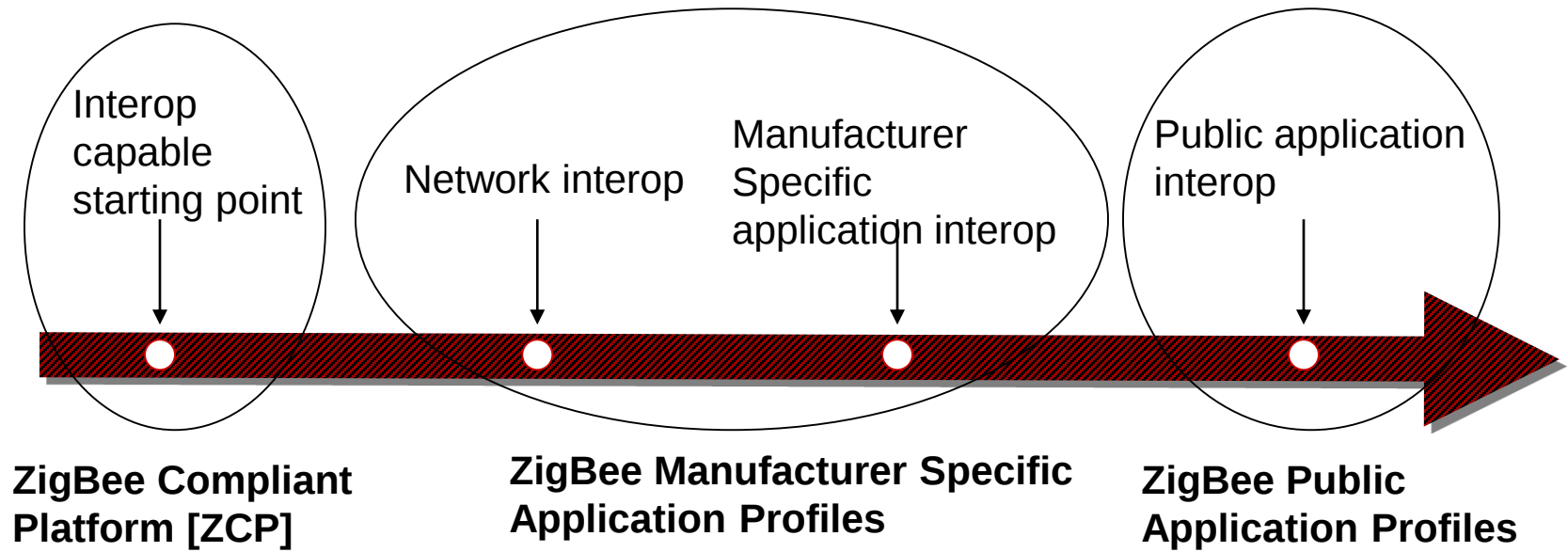


- Home Automation [HA]
 - Defines set of devices used in home automation
 - Light switches
 - Thermostats
 - Window shade
 - Heating unit
 - etc.



- Industrial Plant Monitoring
 - Consists of device definitions for sensors used in industrial control
 - Temperature
 - Pressure sensors
 - Infrared
 - etc.

Interoperability Summary



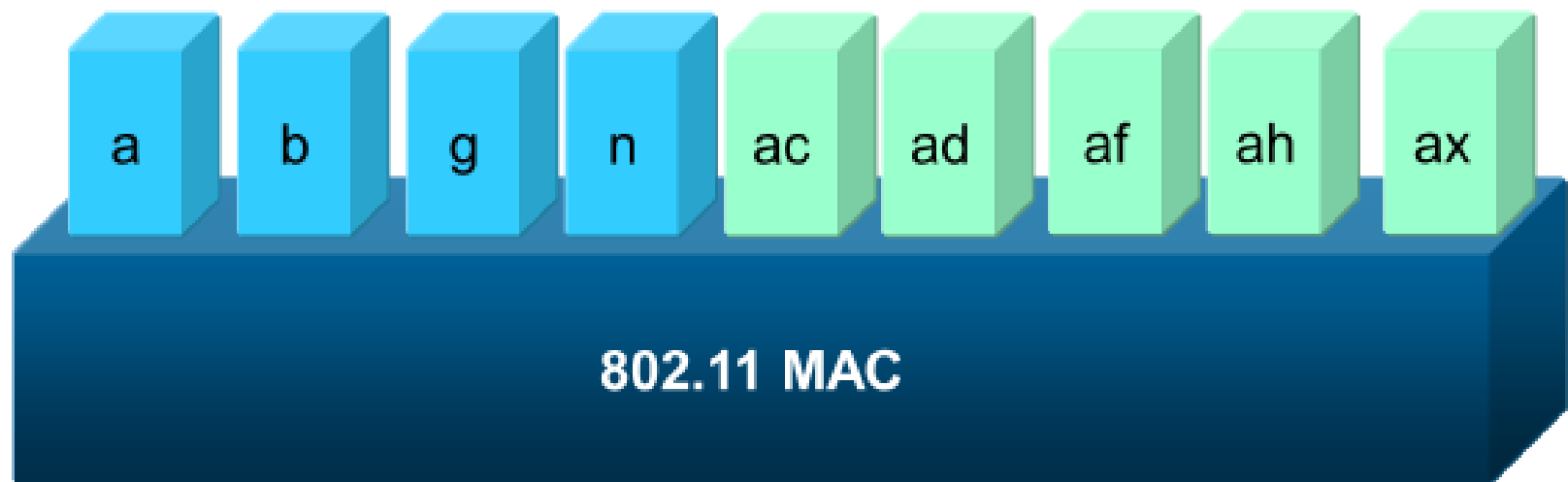
- Devices built on ZigBee interoperate on different levels
- Wide spectrum of interoperability choices
- It's a designer choice on level of vendor interoperability to support

RLAN (Radio LAN, Rádiós helyi hálózat más néven WLAN)

- In-door communication
- Distance: 150 m or less
- **LAN** (Local Area Network, Helyi hálózat) – Communication of near computers or devices by radio
- **WiFi** (Wireless Fidelity) – Commercial name of RLAN fit to IEEE 802.11 standard operating in frequency band 2,4 GHz (2400 – 2483,5 MHz) or in band 5,6 GHz or in band 60 GHz

802.11 Architecture Overview

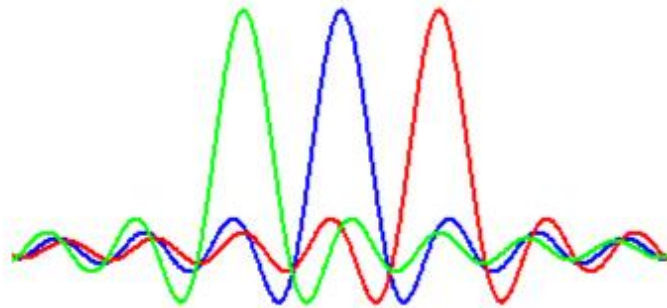
- › Multiple Over the Air PHY options
- › One common MAC based on CSMA/CA



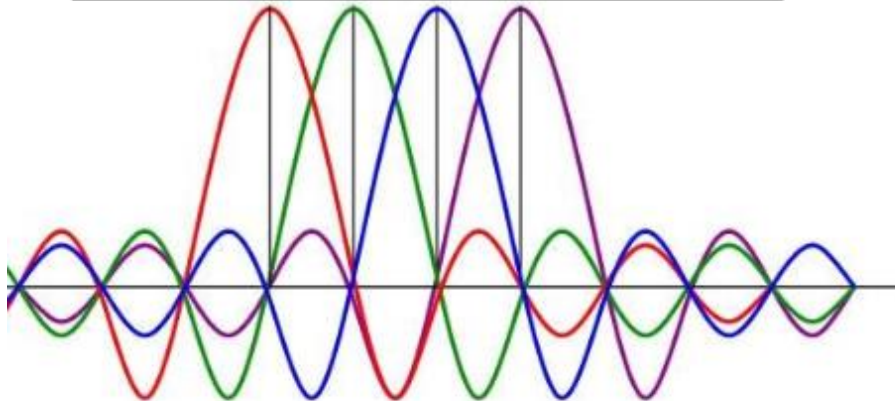
	Szabv. elfogadva	Frekvencia GHz	Adatseb Mbps	MIMO	Moduláció	Beltéri táv m	Kültéri táv m
a	1999	5	54		OFDM	35	120
b	1999	2,4	11		DSSS	35	120
g	2003	2,4	54		OFDM	35	120
n	2009	2,4/5	135	4	OFDM	70	250
ac	2014	5	780	8	OFDM	35	115
ad	2013	60	6000		OFDM	10	
ah	2017?	0,9	0,347				1000
aj	2017?	45/60					
ax	2018?	2,4/5	10.530		OFDM	60	
ay	2019?	60	100.000	4	OFDM		
az	2020?	60	Szabványosítás				19

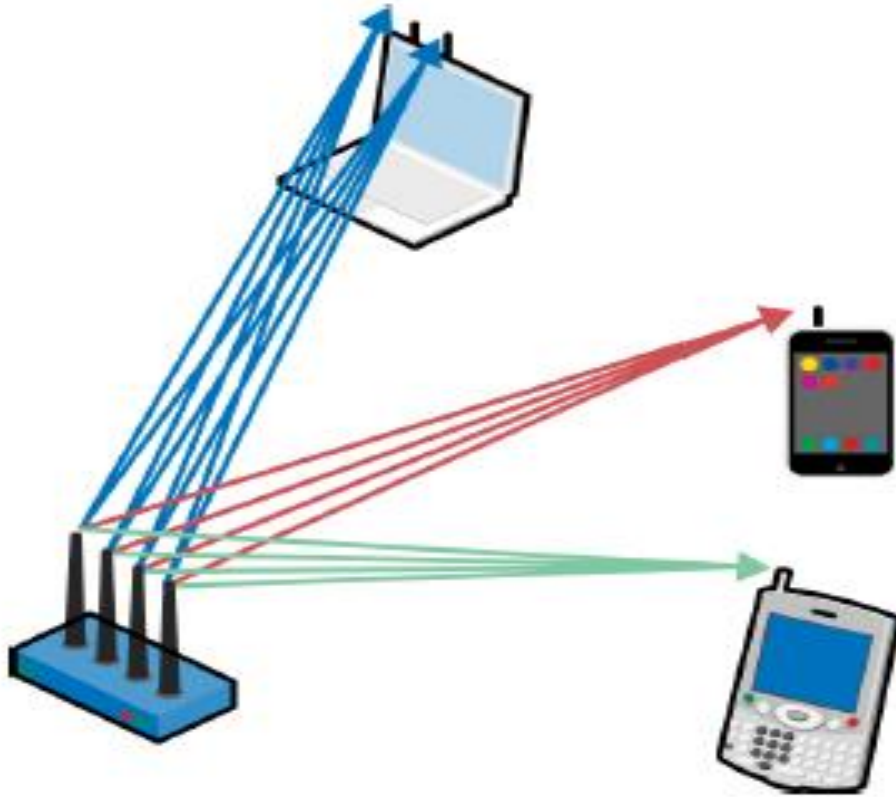
Orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM)

Nem ortogonális frekvenciák esetében



Ortogonal frekvenciák esetében





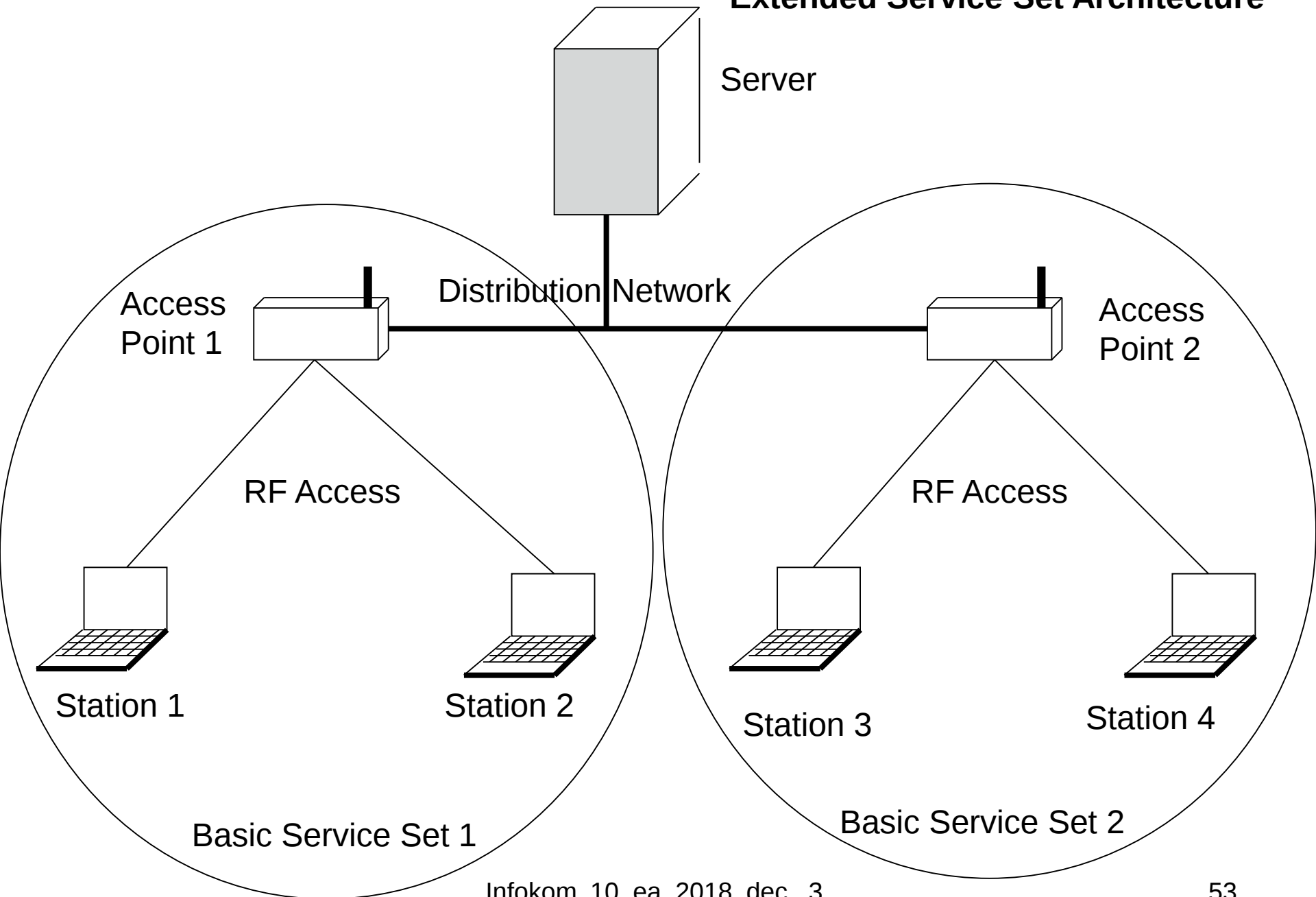
4x2 and 4x1 MU-MIMO application

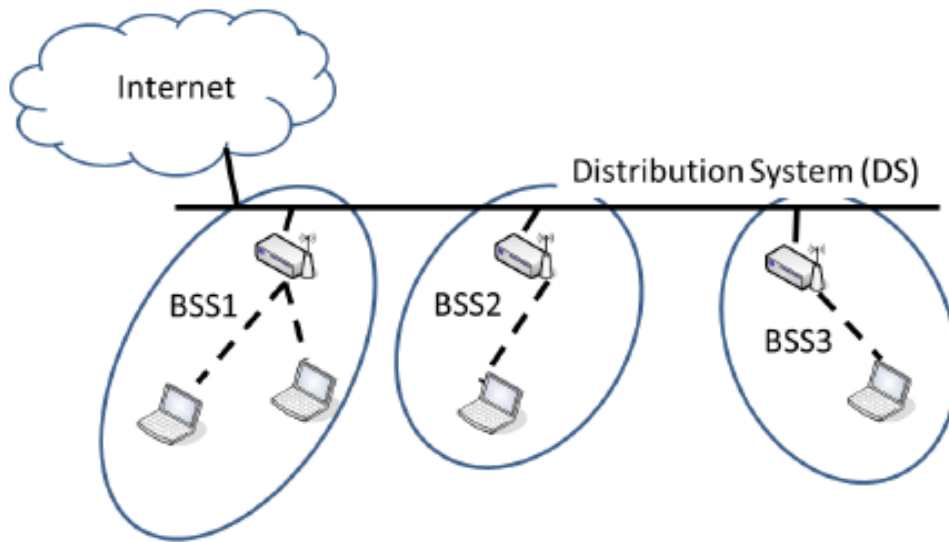
Several users can be served simultaneously in the same frequency band.

The 802.11 Architecture

- User Stations (laptop PCs and PDAs)
- Access Points (APs)
- Backbone Network (*Distribution System*, DS)
- The User Stations competing for access over a shared medium is termed the *Basic Service Set* (BSS).
- Two or more of these BSSs are interconnected by a DS network.
- The complete set of BSSs and the interconnecting network are termed an *extended service set* (ESS).

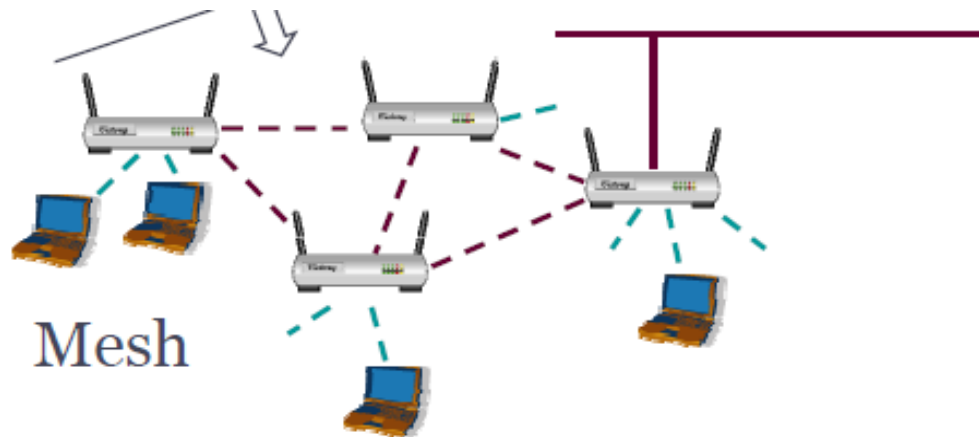
Extended Service Set Architecture





Traditional WiFi structure

- Cellular network – BSS
- Controlled by AP (Access Point)
- Interconnected by wires

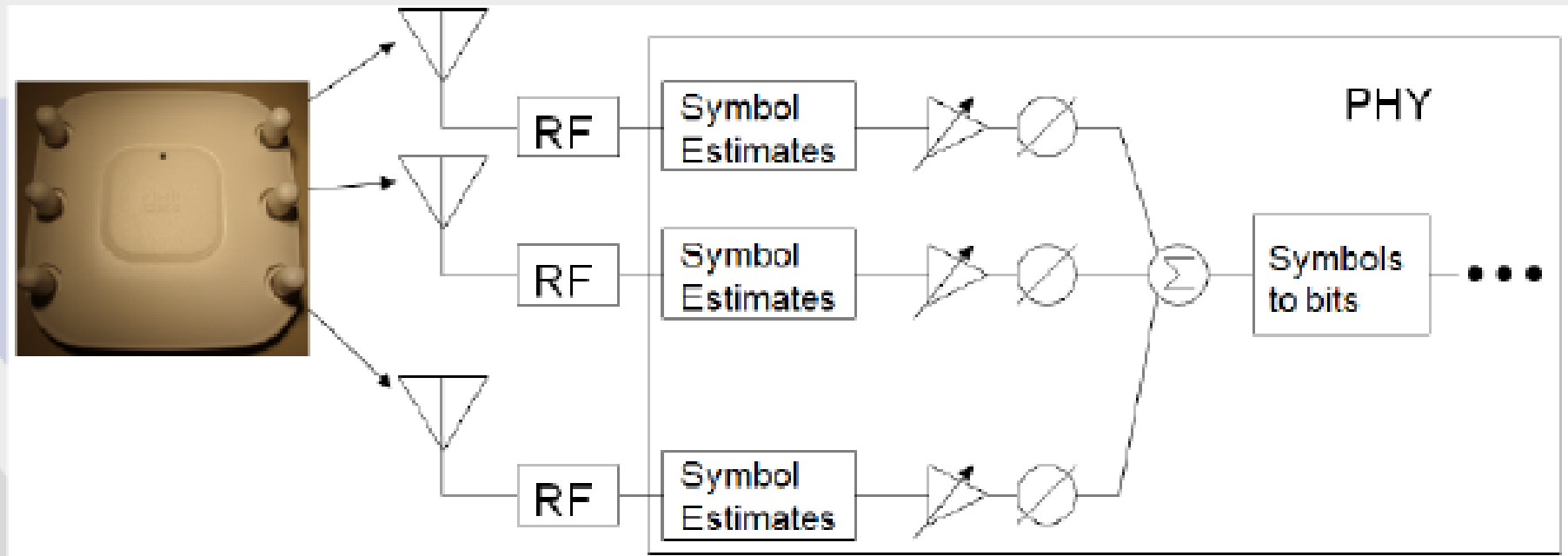


802.11.s WiFi structure

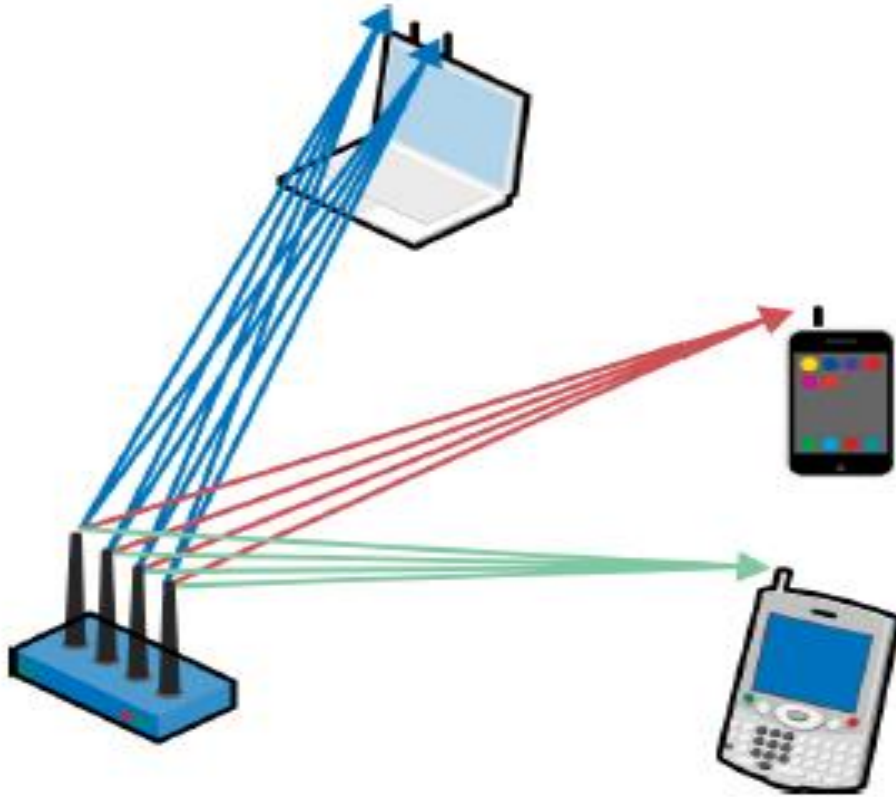
- meshed radio interconnection
- traffic dependent routing

Multipath and Diversity (MIMO)

MRC Maximal Ratio Combining (three radios)



- Multiple antennas and multiple RF sections are used in parallel
- MRC uses DSP techniques to increase SNR
- This is a significant benefit over traditional 802.11a/b/g diversity where only one radio is used



4x2 and 4x1 MU-MIMO application

Several users can be served simultaneously in the same frequency band.

Frequency regulation in Hungary

- Az egyedi engedélyezési kötelezettség alóli mentesség egyúttal a frekvenciadíj alóli mentességet is jelenti. Using of WiFi bands is free from individual licensing and no frequency fee.
- Az egyedi engedélyezési kötelezettség alóli mentesség estén is be kell tartani a sávhasználat műszaki normáit, mindenek előtt a kisugárzásra előírt teljesítmény korlátozást. In the case of free frequency usage the technical specifications have to be considered, especially the transmission power limits.

A **nemzeti frekvenciafelosztás megállapításáról** szóló rendelet szerint a 2400–2483,5 MHz, 5150–5350 MHz, 5470–5725 MHz és az 57–66 GHz sáv a kis hatótávolságú eszközök (SRD-k) szélessávú adatátviteli alkalmazásai részére harmadlagos jelleggel kijelölt frekvenciasáv,

Rádióalkalmazás	Frekvenciasáv	Dokumentum
Szélessávú adatátviteli rendszerek és vezeték nélküli hozzáférési rendszerek (WAS), beleértve a rádiós helyi hálózatokat (RLAN) is	2400–2483,5 MHz	Bizottság 2006/771/EK Határozata és 2011/829/EU végrehajtási határozata
Vezeték nélküli hozzáférési rendszerek (WAS), beleértve a rádiós helyi hálózatokat (RLAN) is	5150–5350 MHz	Bizottság 2005/513/EK Határozata és az ECC/DEC/(04)08 Határozat
	5470–5725 MHz	
Több gigabites WAS/RLAN rendszerek	57–66 GHz	Bizottság 2006/771/EK Határozata és 2011/829/EU végrehajtási határozata

A frekvenciahasználat szabályozása Magyarországon

2,4 GHz-es sávú RLAN használat

- Frekvenciasáv: 2400 – 2483,5 MHz
- **a) A sáv általános használata és zavarviszonyai**
- A sávot kijelölték ipari, tudományos és orvosi eszközök működtetésére.
- Az ipari használat jellegzetes példája az a nagyszámú háztartási mikrohullámú sütő, ami a 2,4 GHz-es sávban működik. Az ipari berendezések mikrohullámú zavarkisugárzása a sávhasználat alapvető meghatározója.
- A 2,4 GHz-es sávot kijelölték továbbá kis hatótávolságú eszközök (távirányítók, riasztók, stb.) működtetésére. Ezek az eszközök tovább növelik a nem ellenőrizhető zavar szintet.
- Ebben a kisugárzásokkal erősen terhelt frekvenciasávban megengedett a kis hatótávolságú rádiótávközlés is. Tudatában kell azonban lenni annak, hogy a távközlő eszközök működtetése során mindig lehet zavaró interferenciára számítani.

A frekvenciahasználat szabályozása Magyarországon

- A távközlési sávhasználat prioritási foka harmadlagos. Ez azt jelenti, hogy a berendezések nem tarthatnak igényt interferenciavédelemre más eszközök zavarásával szemben.
- A 2,4 GHz-es távközlés az egyszerűség és könnyű megvalósíthatóság miatt népszerű. Az elterjedt használat és az állomások nagy száma következtében mostanra már a 2,4 GHz-es távközlési összeköttetések kölcsönös egymásra hatása vált a zavarok elsődleges okozójává.

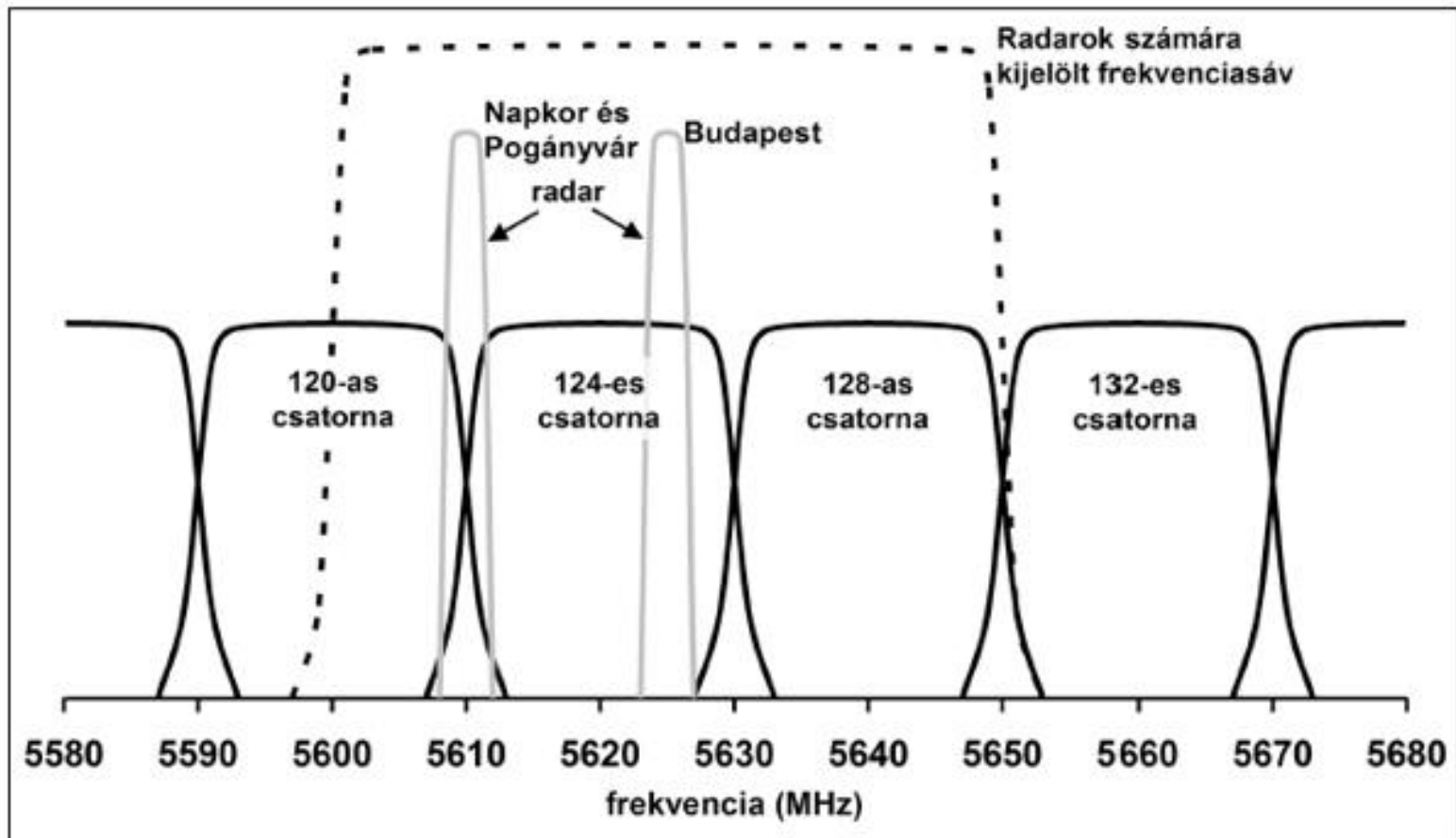
IEEE 802.11 szabvány előírásai

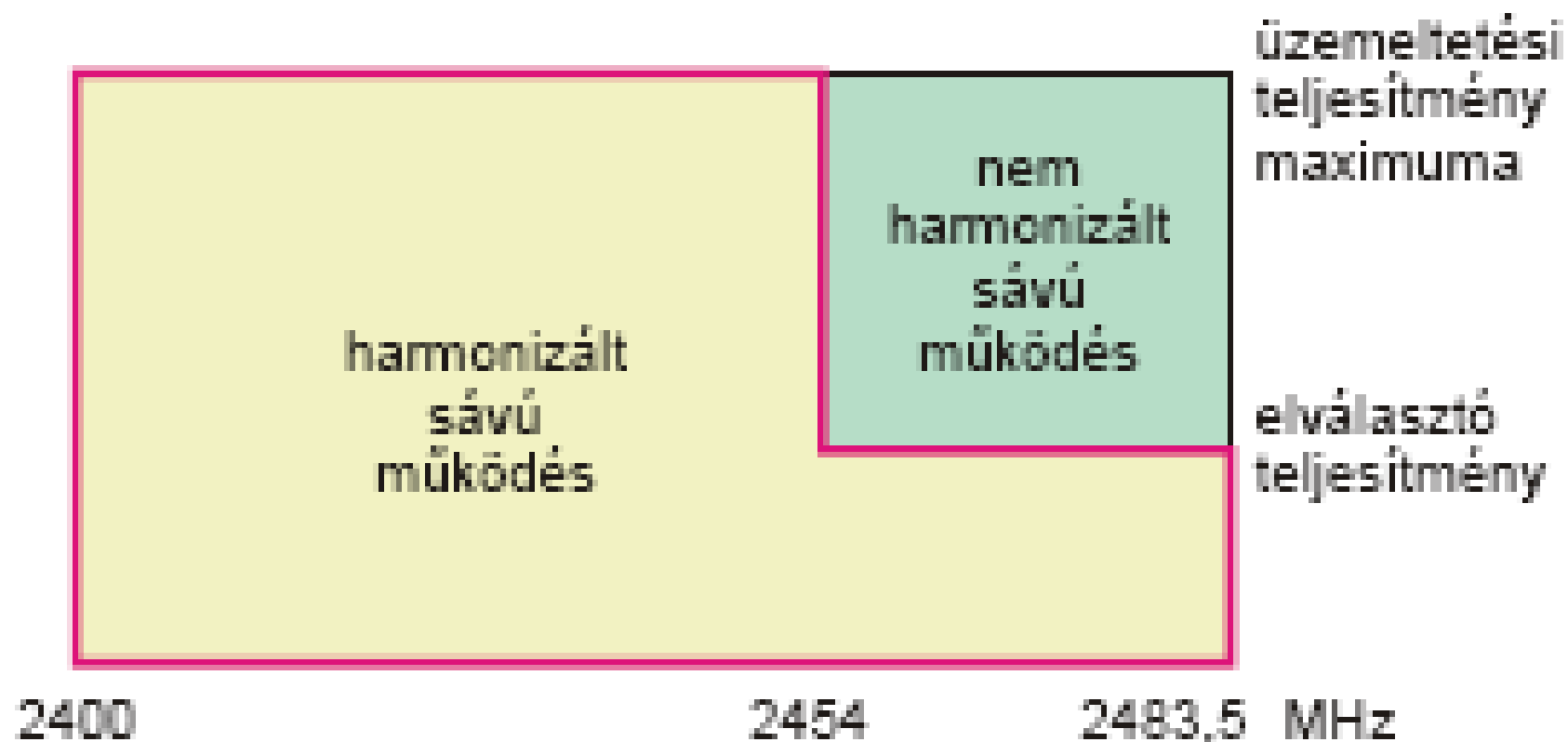
2.4 GHz

Csatorna száma	Frekvencia MHz	Csatorna száma	Frekvencia MHz
1.	2412	8.	2447
2.	2417	9.	2452
3.	2422	10.	2457
4.	2427	11.	2462
5.	2432	12.	2467
6.	2437	13.	2472
7.	2442		

Frekvencia és teljesítmény korlátozások:

- Magyarországon három meteorológiai radar működik 5600 – 5650 MHz sávban az európai előrejelző rendszer részeként. (Budapest XVIII. Gilice tér 39., Napkor, Pogányvár/Dióskál). Ezek a radarok rendkívül fontosak a vihar és árvízveszély esetén a riasztások megalapozott kiadásához. A radarok működését zavarni szigorúan tilos. A hálózatüzemeltetők és berendezésszállítók felelősek azért, hogy ebben a WiFi sávban a meteorológiai radarokat ne zavarják.
- A nemzeti frekvenciafelosztás megállapításáról szóló rendelet tartalmazza azon települések listáját, ahol a meteorológiai radarok zavarásának kérdéseire különös figyelemmel kell lenni és a WiFi berendezéseket kizárólag beltérben és a teljesítménykorlátok szigorú betartásával lehet alkalmazni.

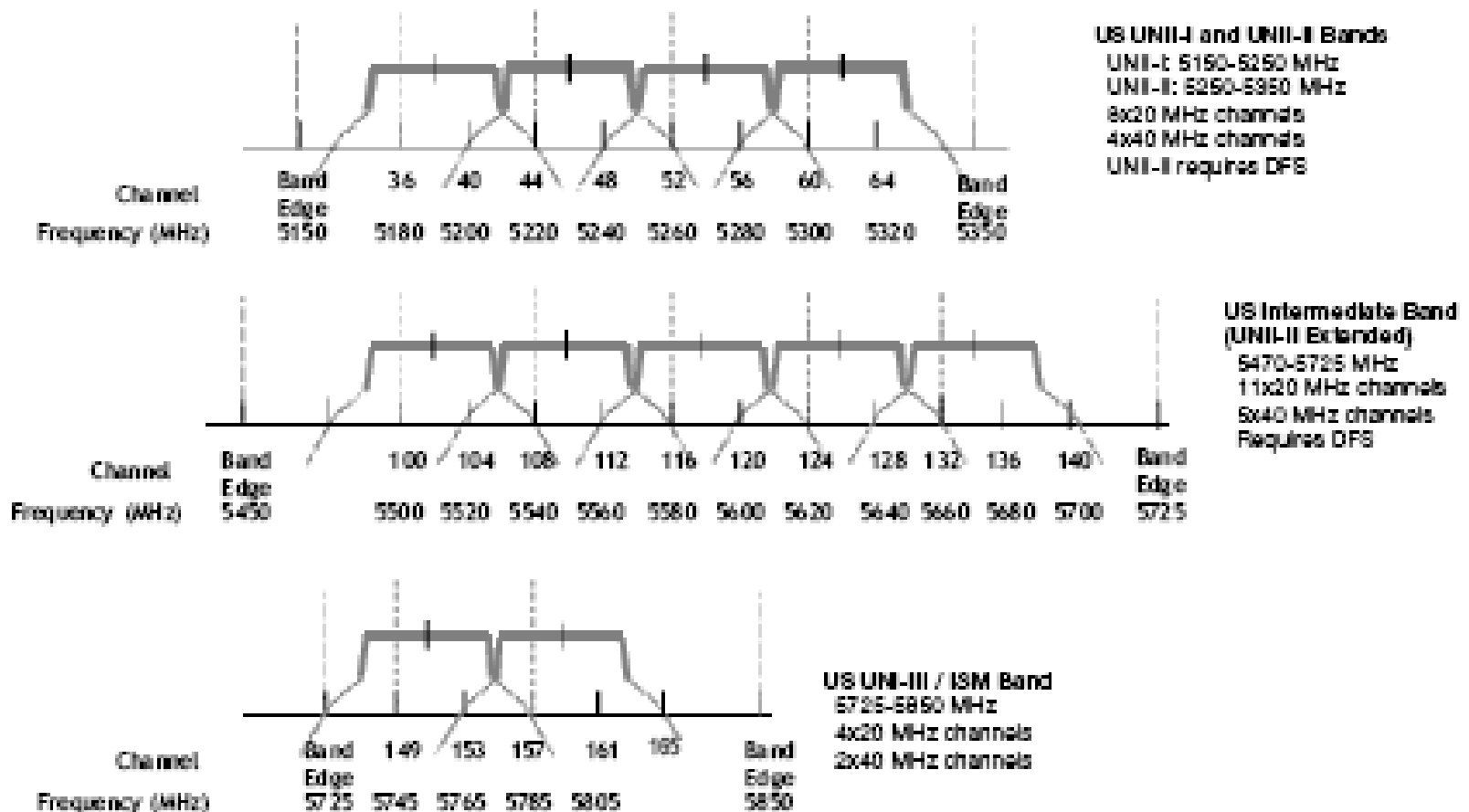




1. ábra
A harmonizált sávú működés tartománya

Figure 5 5-GHz Nonoverlapping Channels

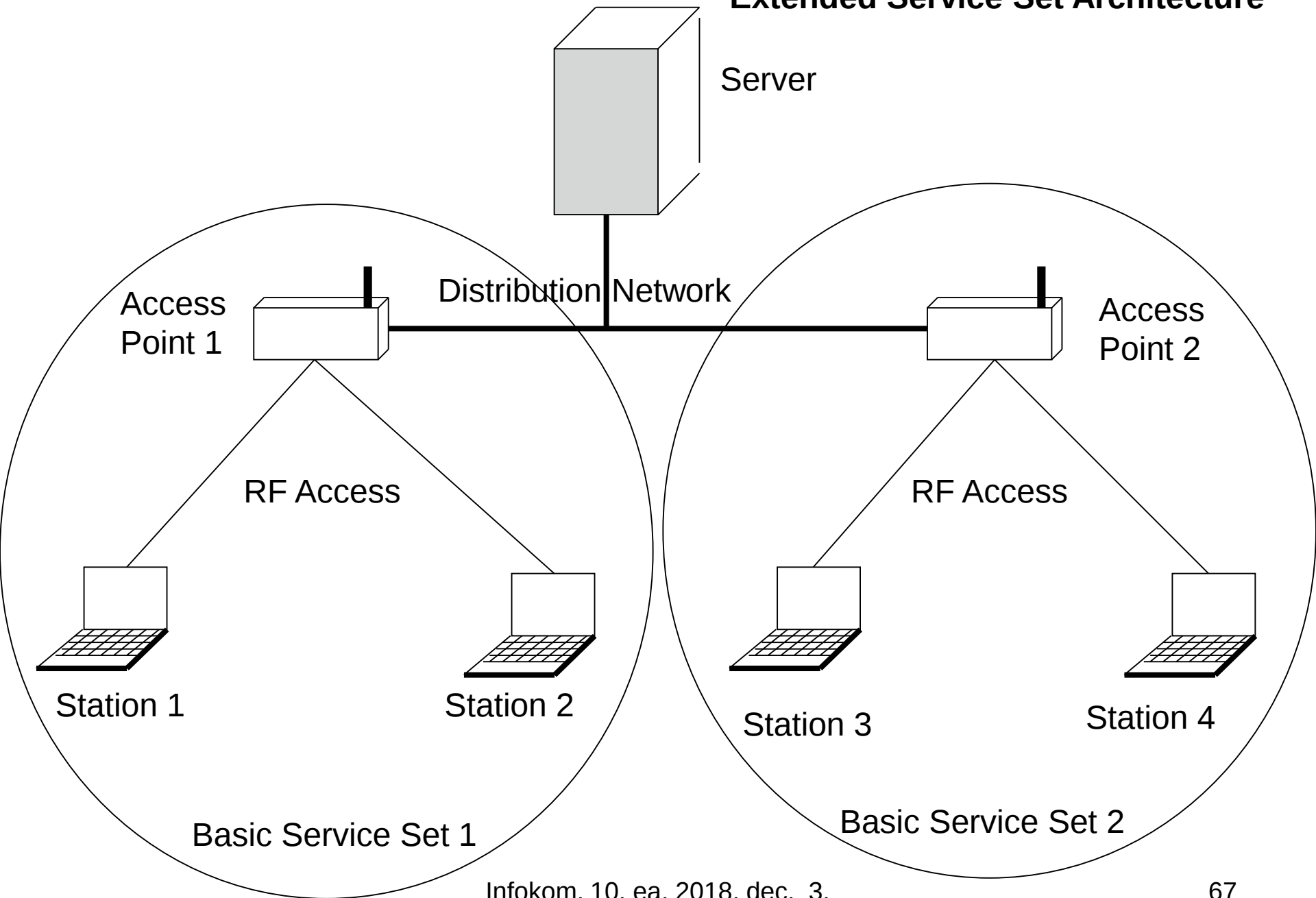
Channels defined for 5-GHz Band (US Regulations), Showing Common 20-MHz Channel Plan and 40-MHz Options



The 802.11 Architecture

- User Stations (laptop PCs and PDAs)
- Access Points (APs)
- Backbone Network (*Distribution System*, DS)
- The User Stations competing for access over a shared medium is termed the *Basic Service Set* (BSS).
- Two or more of these BSSs are interconnected by a DS network.
- The complete set of BSSs and the interconnecting network are termed an *extended service set* (ESS).

Extended Service Set Architecture



Media Access Control (MAC)

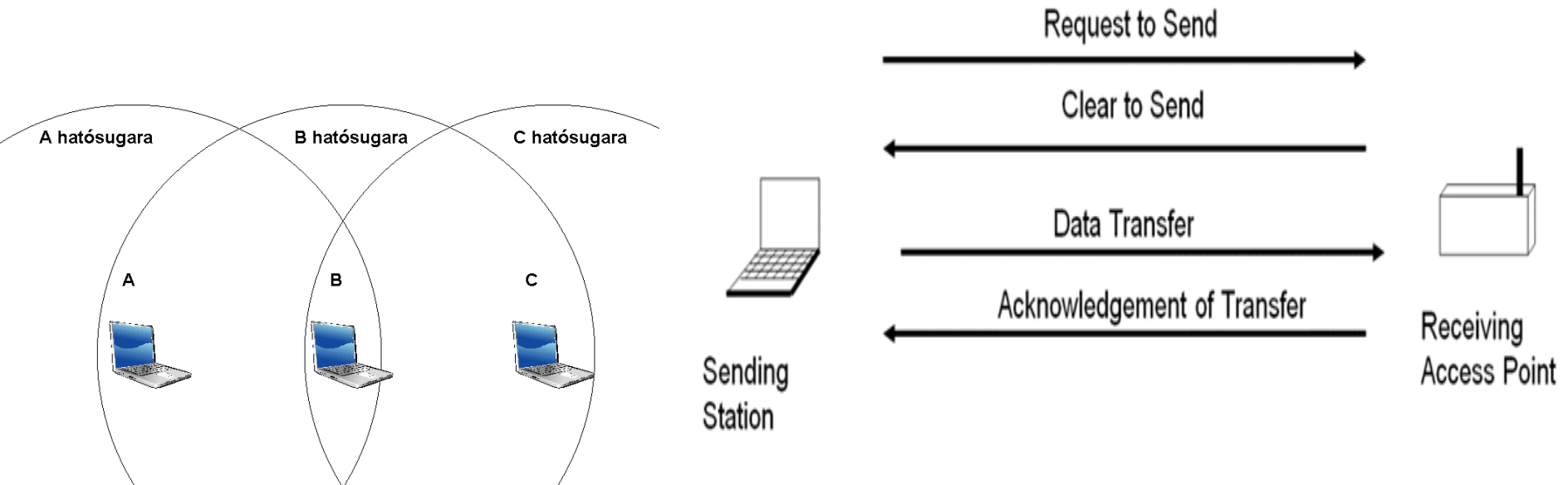
- MAC is mandatory for all stations
- MAC is to assemble data into a frame including local address and error detection field
- MAC checks the frame address, perform error correction on the frame, disassemble the frame and passes it to the Logical Link Control.
- The LLC identifies higher layer programs to handle the data and provides an interface to these higher-layer programs while performing flow and error control.

Collision Avoidance Approach

- The access method differs from the wired Ethernet's CSMA/CD (Carrier Sensing Media Access and Collision Detection) operation.
- 802.11 networks use a collision avoidance approach (CSMA/CA)
- Collisions are avoided rather than detected.
- This avoidance approach requires each station to listen for transmission from the others.
- If the channel is idle, this indicates that no one else is currently transmitting and thus the station can now transmit.

Four Way Access and Transmission Sequence

(used to further ensure transmission reliability)



Request to send message containing a source address, destination address, duration of the transaction

Clear to send message containing the same information or a denial message

Timing and Power

- All station clocks within a BSS are synchronized by means of the periodic transmission of a time stamped beacon signal received from the APs.
- Stations employ two power-saving modes: the awake and doze modes.
- In the awake mode, stations are fully powered and can receive packets at any time.
- Stations must inform the AP before entering the doze mode.
- In the doze mode, stations cannot receive packets.
- Each stations wake up periodically to listen for beacon signals to indicate whether the AP have messages for it.

Beaconing

- Every 100 ms, all APs send out a 50 byte frame containing an ID for its specific WLAN and a time stamp that is used by all stations that intend to access the network and transmit through a wireless AP.
- The time stamp is used to synchronize each station's local clock.
- The beacon message includes the speeds supported by the AP and the supported modulation technique.
- The User Stations listen to all the beacons received on every channel from a number of APs in the building and choose the one that has the strongest signal.

Media Access Methods for Control of Access to the Network

1. The distributed access control where each mobile unit makes access decision independently
2. The centralised decision making (polling) approach where a central access protocol controls which stations can access the network by means of a centralized polling mechanism

WiFi certification labels

Logo / Tagline	Eligible Client Devices	Eligible AP Devices
	All Wi-Fi CERTIFIED n devices	
	- Two spatial streams (receive) 1 transmit, 2 receive 2 transmit, 2 receive 2 transmit, 3 receive - Transmit A-MPDU 40 MHz channels in 5 GHz (if 5GHz supported)	- Two spatial streams (transmit and receive) 2 transmit, 2 receive - Transmit- A-MPDU 40 MHz channels in 5 GHz (if 5GHz supported) - Transmit STBC
	- Three or more spatial streams (transmit and receive) 3 transmit, 3 receive 3 transmit, 4 receive 4 transmit, 4 receive - Transmit A-MPDU 40 MHz channels in 5 GHz (if 5GHz supported)	- Three or more spatial streams (transmit and receive) 3 transmit, 3 receive 4 transmit, 4 receive - Transmit- A-MPDU 40 MHz channels in 5 GHz (if 5GHz supported) - Transmit STBC



802.11n? Yes but
only on 2.4GHz



ROUTER - NETGEAR AD7200 NIGHTHAWK X10 R9000-100EUS SMART WIFI ROUTER

 Facebook  Twitter  Google+  Pinterest



Webshop ár:

Nettó: 120.784,- Ft/db

Bruttó: 153.396,- Ft/db

3 db-os Webshop ár:

Nettó: 120.480,- Ft/db

Bruttó: 153.010,- Ft/db

1

 Kosárba!

Pcland kód: 289607

Gyártó: [NetGear](#)

Gyártói cikkszám: R9000-100EUS

Jótállás: 2 év

Utolsó frissítés: 2018.12.02 19:36:37

Mikor kaphatom meg? Ha most megrendeli, akkor:



JÁSZ UTCAI ÜZLETÜNKBEN:

2018.12.05



FOXPOST AUTOMATÁBÓL:

2018.12.06

Termék leírás

Technikai jellemzők

Vélemény

Wifi tulajdonság

AD7200 WiFi (800 + 1733 + 4600)

Ethernet port száma

(7) 10/100/1000 Mbps Gigabit Ethernet ports (1 WAN & 6 LAN)

Dual Gigabit Ethernet Port

USB:

Van

USB 3.0

Titkosítás

standard szabott ingyenes URL az

FTP beállításához.

VPN support távoli hozzáférés

Vendég hálózat elkülönített & biztonsági

WiFi Védelem® (WPA/WPA2PSK)

Tűzfal védelem (SPI and NAT)

Dos támadás megelőzése

Memory

512MB NAND flash and 1GB DDR3 SDRAM

Wi-Fi sebesség: 7133 Mbit/s

Működési frekvencia 2.4 / 5GHz

WAN port szám: 1

WAN sebesség: 10/100/1000 Mbit/s

LAN port szám: 6 db

WiFi modulok M2M és IoT alkalmazásokra

IEEE 802.11 b/g and IEEE 802.11n (single stream) WLAN interface (2.4 GHz only)
Kettő darab soros CMOS Port (3.3V,vagy 5V)
USB 2.0 port
24mm x 16.5mm x 5.64mm
2,5g



ESP8266 Serial WIFI Wireless Transceiver Module

Jellemzők:

802.11 b / g / n

SDIO 2.0, SPI, UART

az adatforgalom kikapcsolt állapotában áramfelvétele

10uA

24.8*14.3mm



Cisco 5520 Series Wireless LAN Controller

- ACisco 5520 típusú Series Wireless LAN Controller nagymértékben skálázható, sokféle szolgáltatást támogató, megbízható, rugalmas platform közepes és nagyvállalatok, valamint egyetemi kampuszok WiFellátásának támogatására.
- A Cisco egységes hozzáférési megoldásainak (Unified Access Solution) részeként már a következő generációjú rádiós adathálózatok szempontjai szerint (802.11ac Wave 2.)

A Cisco 5520 alapvető jellemzői:

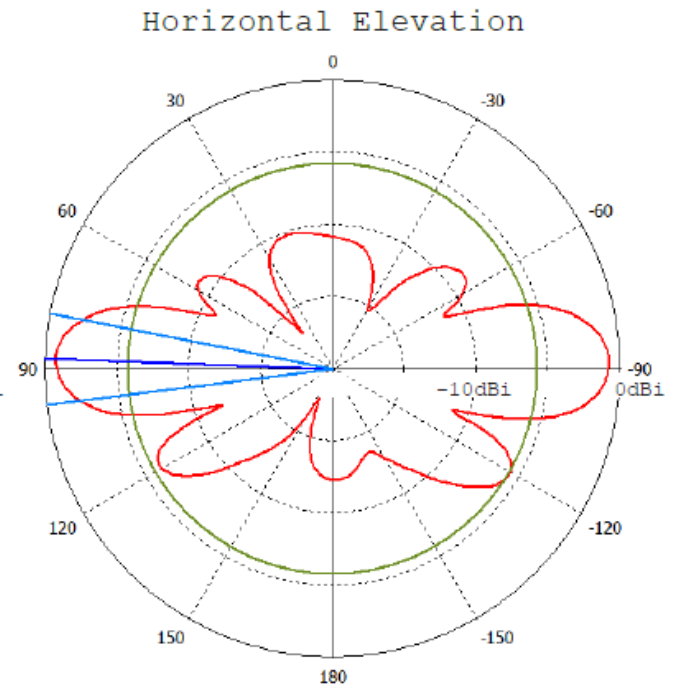
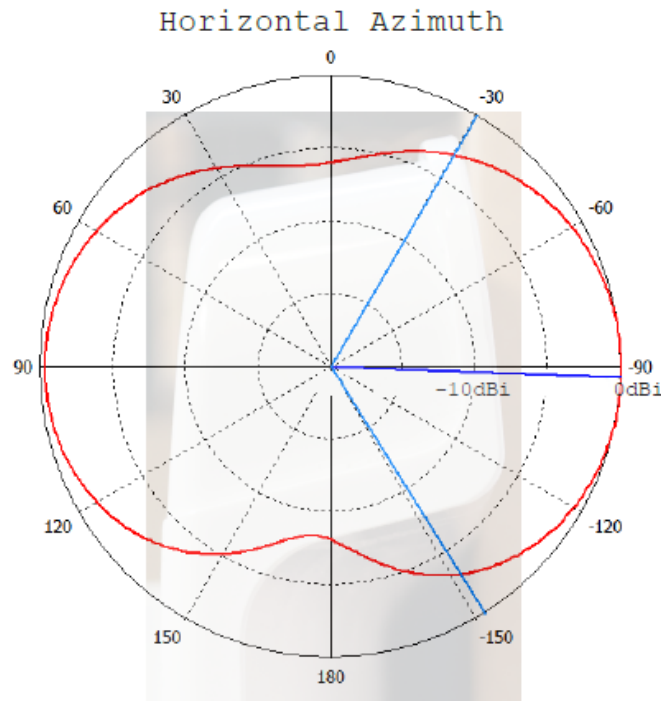
- Támogatott AP-k száma (max) 1500
- Felhasználók száma (max) 20,000
- Üzem módok Centralized, Cisco FlexConnect, and Mesh
- Kialakítás 1 fiók(RU)
- I/O interfész Dual 1-Gb or 10-Gb ports with Link Aggregation Group
- Áramellátás AC kiegészíthető szünetmentes tápegységgel
- Garancia 3 év



A Cisco 5520 Rádiófrekvenciák menedzselése

- Előrelátóan azonosítja és csökkenti a rádiófrekvenciás interferenciákat a hatékonyabb teljesítmény érdekében
- Valós idejű és naplózott adatokat szolgáltat a rádiófrekvenciás interferenciákról és az egész rendszerről.
- Folyamatosan ellenőrzi a rendszert anélkül, hogy a teljesítményét csökkentené.
- Pontosan azonosítja az interferencia forrását, helyét és kiterjedését.
- Automatikusan beavatkozik a pillanatnyi és a hosszú távú interferenciák csökkentése érdekében és ezeket teljes részletességgel naplózza.

Example of outdoor AP



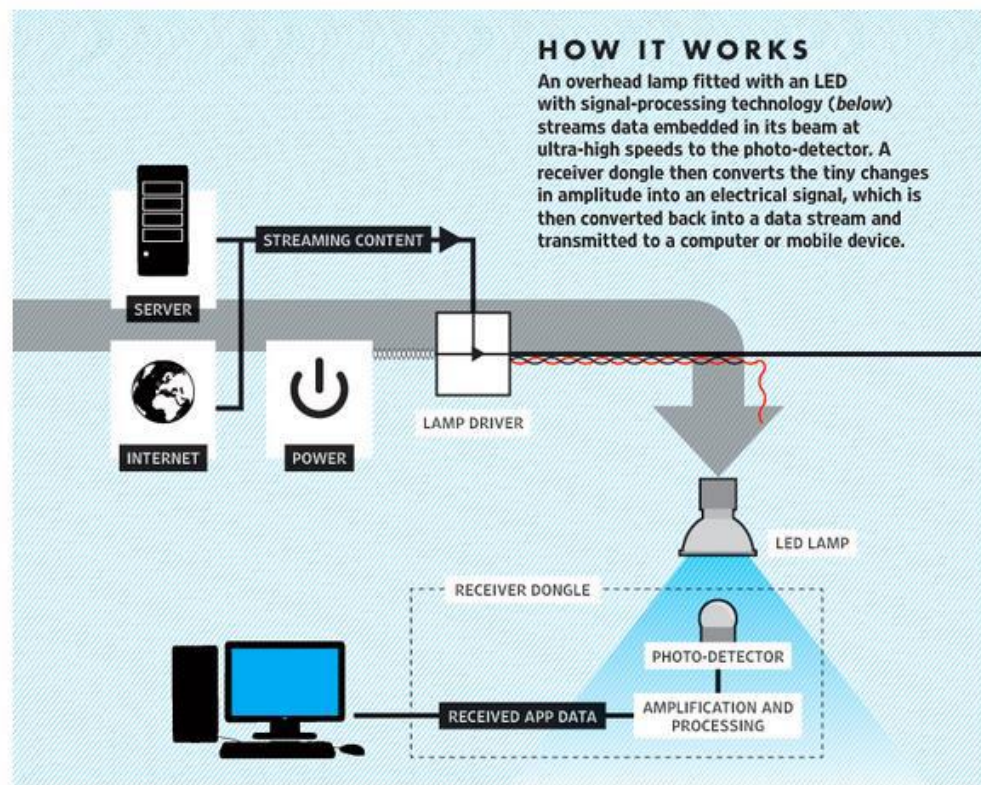
Mi jöhet még a WiFiután? LiFi!

Li-Fi / Wi-Fi comparison

Parameter	Li-Fi	Wi-Fi
Speed	***	***
Range	*	**
Data density	***	*
Security	***	**
Reliability	**	**
Power available	***	*
Transmit/receive power	***	**
Ecological impact	*	**
Device-to-device connectivity	***	***
Obstacle interference	***	*
Bill of materials	***	**
Market maturity	*	***

* low ** medium *** high

Comparing Li-Fi and Wi-Fi



T-mobile coverage map 4G/LTE Dec. 2018.



Ha már ilyen a 4G/LTE lefedettség – minek a WiFi?

A 4G alapú adatszolgáltatás igénybe vételéhez az alábbiakra van szükség:

- Telekom által használt sávokat támogató 4G-képes eszköz,
- 4G-képes havi vagy időszakos díjas díjcsomag

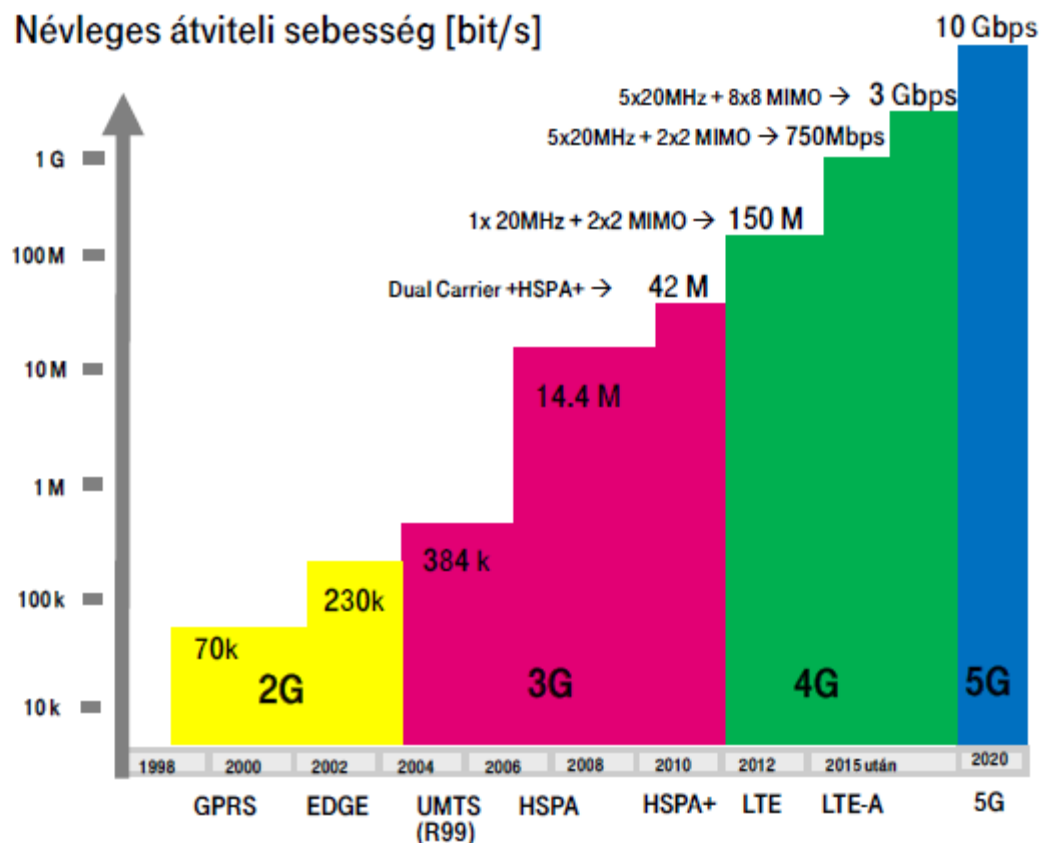
Az új, 4. generációs mobilhálózat számos olyan tulajdonsággal rendelkezik, amellyel az ügyfelek gyorsabb és még több lehetőséget kínáló mobilinternet-szolgáltatást vehetnek igénybe:

- letöltési sebesség: **akár** 300 Mbit/s; feltöltési sebesség: **akár** 50 Mbit/s (a le- és feltöltési sebesség a díjcsomagtól és a lefedettségtől is függ),
- a lefedettségi területen az esetek 80%-ában véletlenszerűen mérve tapasztalható letöltési sebesség: 2000 kbit/s; feltöltési sebesség: 500 kbit/s

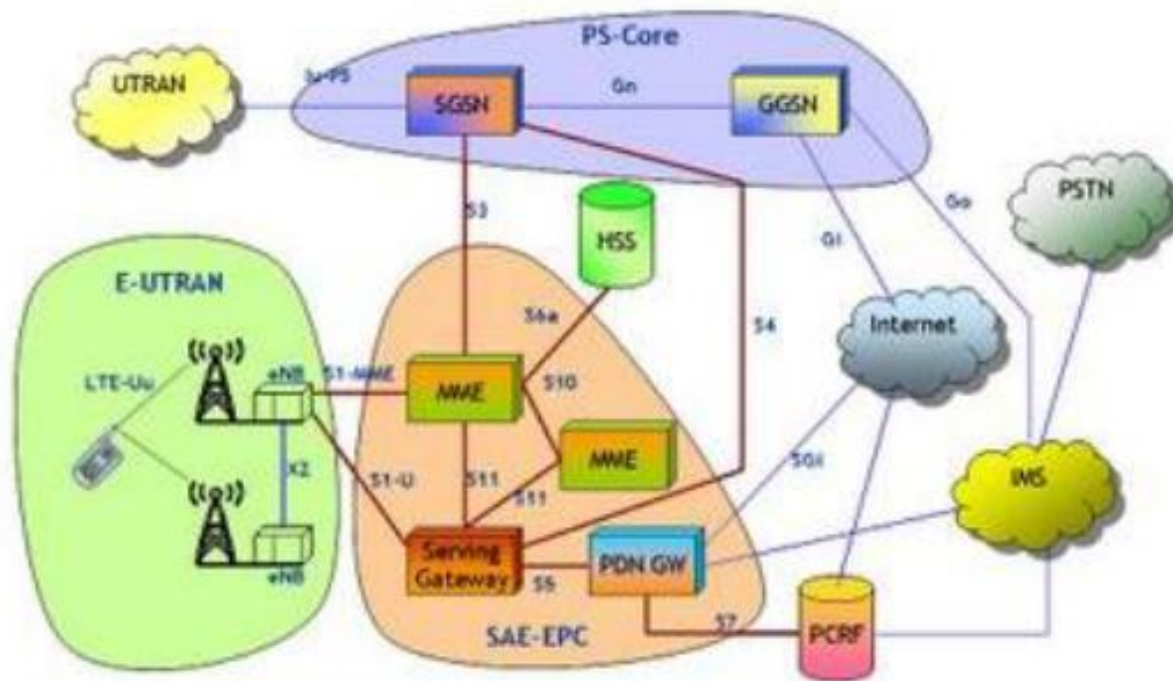
- 1) További információ a 4G képességről az [Általános szerződési feltételekben](#).
- 2) A lefedettségi terület egészére garantált sebesség 0/0 Mbit/s minden adathálózatunkra.

A mobilhálózatok adatsebessége exponenciálisan növekszik, amire szükség lesz...

- 1G – NMT
 - Analóg rendszer
 - Csak hang, CS adat
- GSM (2G)
 - Hang
 - GPRS, EDGE
- UMTS/HSPA (3G):
 - Hang
 - Videotelefon
 - R99, HSPA, HSPA+
- LTE (4G)
 - Csak adat
 - Hang (CSFB/VoLTE)
- 5G
 - Szabványosítás alatt



- eNB – Enhanced NodeB
- MME – Mobility Management Entity
- Serving GW – Serving Gateway
- PDN GW – Packet Data Network Gateway

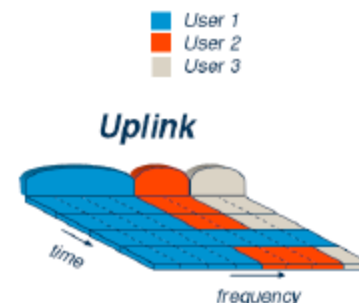
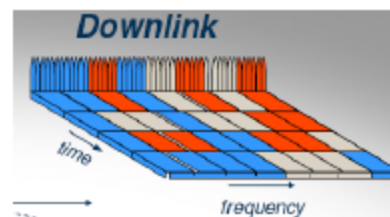


- Sáv szélesség:



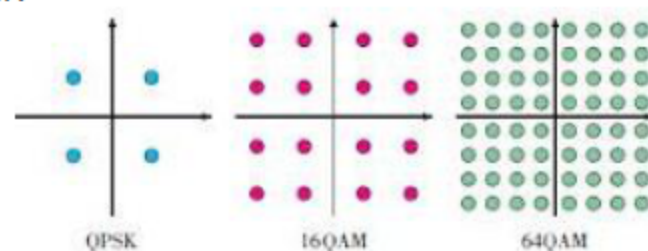
- Technológia:

- OFDMA - Orthogonal Frequency Division Multiple Access
- SC-FDMA - Single Carrier FDMA
- 15kHz-es alvivők



- Moduláció

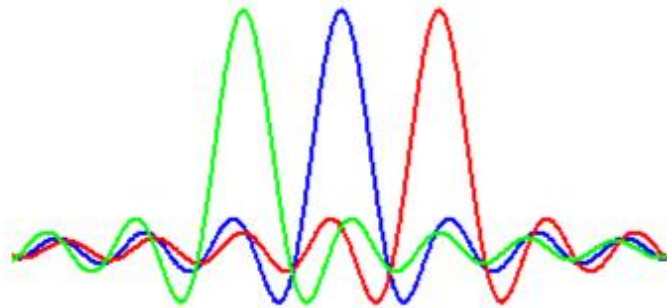
- Rádiós viszonytól függően automatikusan változik
- QPSK – 2bit/symbol
- 16QAM – 4bit/symbol
- 64QAM – 6bit/symbol



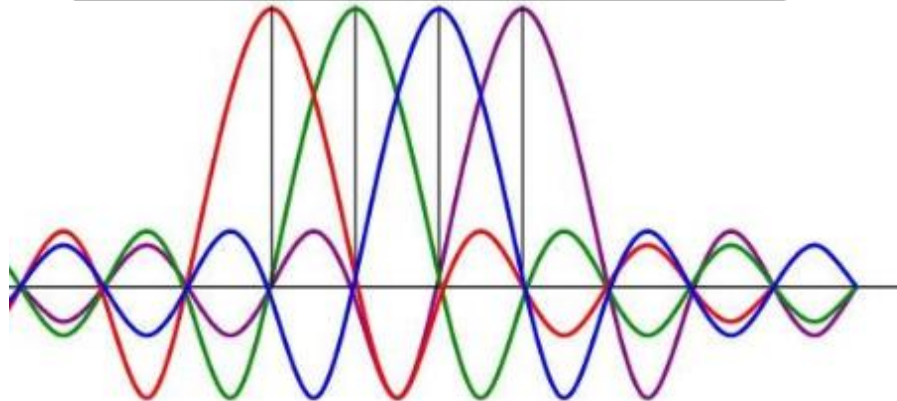
- $15000 \text{ [szimbólum/s /alvivő]} * 6 \text{ [bit/szimbólum 64QAM-en]} * 1200 \text{ [alvivő]} = 108 \text{ Mbps}$

Orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM)

Nem ortogonális frekvenciák esetében



Ortogonalális frekvenciák esetében



Dynamic Control of HS-DSCH Transmission Parameters I.

- HSDPA handsets take measurements of the downlink physical channel quality, and transmit the channel quality indicator (CQI) in the uplink control channel to the WCDMA basestation (called Node B in UMTS).
- dynamically varies the number of physical channels, the modulation scheme and the code rate.
- The Node B calculates these parameters based on the CQI (channel Quality Indicator) values it receives from the mobile device.
- When channel conditions deteriorate, the modulation scheme drops from 16QAM to QPSK, the number of physical channels used can be decreased and the effective code rate can be reduced through lower puncturing rates.

Dynamic Control of HS-DSCH Transmission Parameters II.

- to vary the data rate sent to the mobile device in response to changes in the channel quality removes the need for the HS-PDSCHs channels to be power controlled.
- The CQIs also enable the Node B to optimize the transmission to every user. An opportunistic scheduling algorithm can use the CQIs to transmit at the highest data rate to the users with the best channel quality.

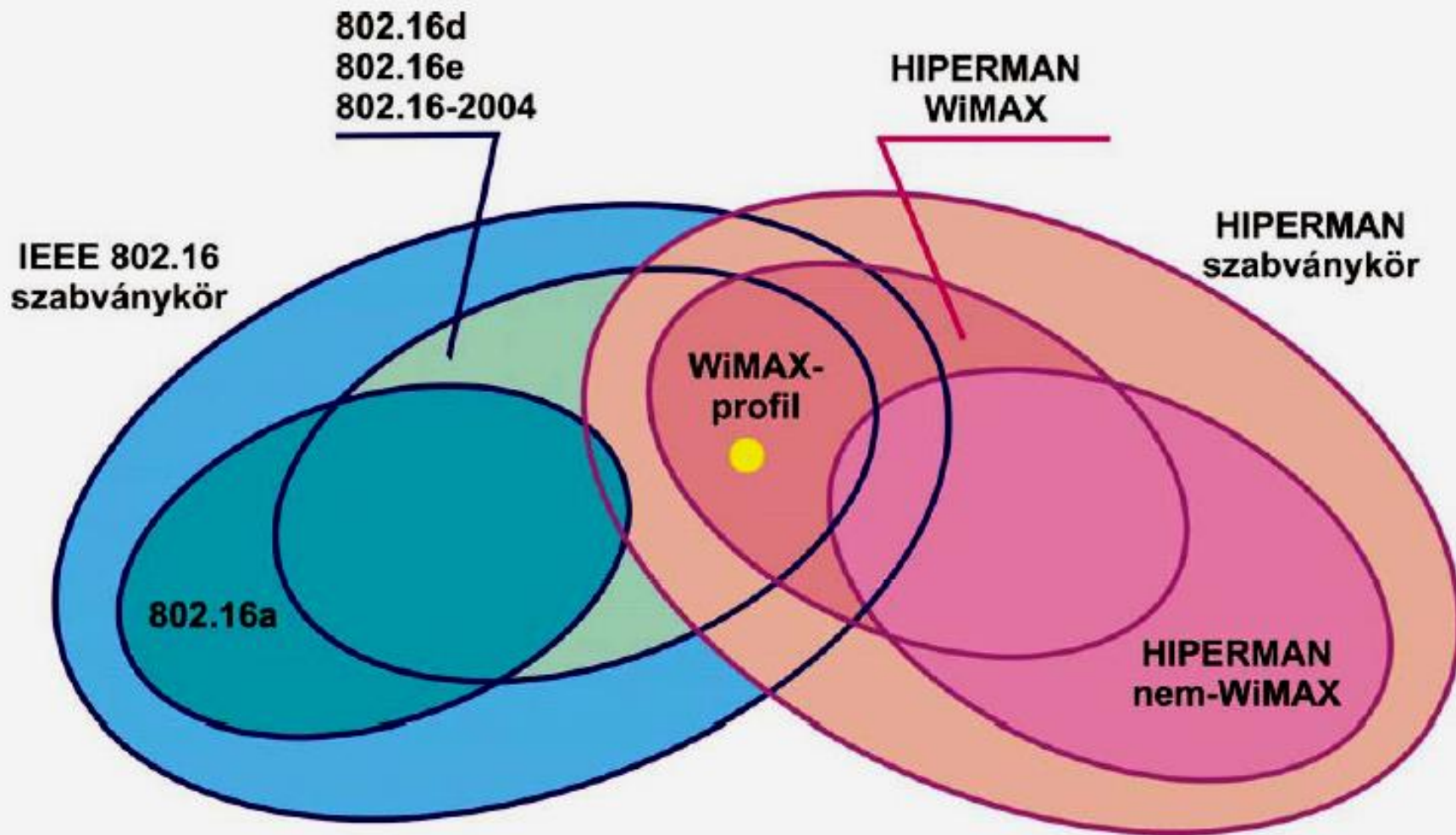
WMAN (Wireless MAN, Rádiós MAN)

- MAN rendszer rádiós megoldása.
- **MAN** (Metropolitan Area Network, Városi hálózat): Olyan számítógépes hálózat, amelynek lefedési területe egy nagyváros méretével összevethető.
- WMAN-t megvalósító szabványok:
 - – IEEE 802.16, valamint
 - – ETSI HiperMAN
- Mindkét szabványnak van olyan alelete, ami nem elégíti ki a WiMAX követelményeket (pl. IEEE 802.16a) és van olyan alelete, ami teljesíti a WiMAX-profil előírásait
- Jellegzetes átviteli távolság: 50 km vagy nagyobb

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access Világ méretben csereszabatos mikrohullámú hozzáférés)

Olyan WMAN, amire a csereszabatosítást biztosító u.n. WiMAX-profil teljesül, és a kijelölt laboratórium tanúsítványt ad.

- Az IEEE 801.16d, IEEE 801.16-2004 és IEEE 802.18e szabványoknak megfelelő berendezéseknél megvan annak a lehetősége, hogy teljesítsék a WiMAX-profil előírásokat
- Az ETSI HiperMAN szabványnak is van olyan opciója, ami lehetővé teszi a WiMAX követelmények teljesítését.
- **WiMAX-profil** -- Azon járulékos tulajdonságok együttese, amelyekkel valamely WMAN rendszernek rendelkeznie kell, hogy teljesítse a WiMAX minősítéshez szükséges műszaki feltételeket.
- A WiMAX-profil paramétereit a WiMAX Fórum nemzetközi szervezet határozza meg.



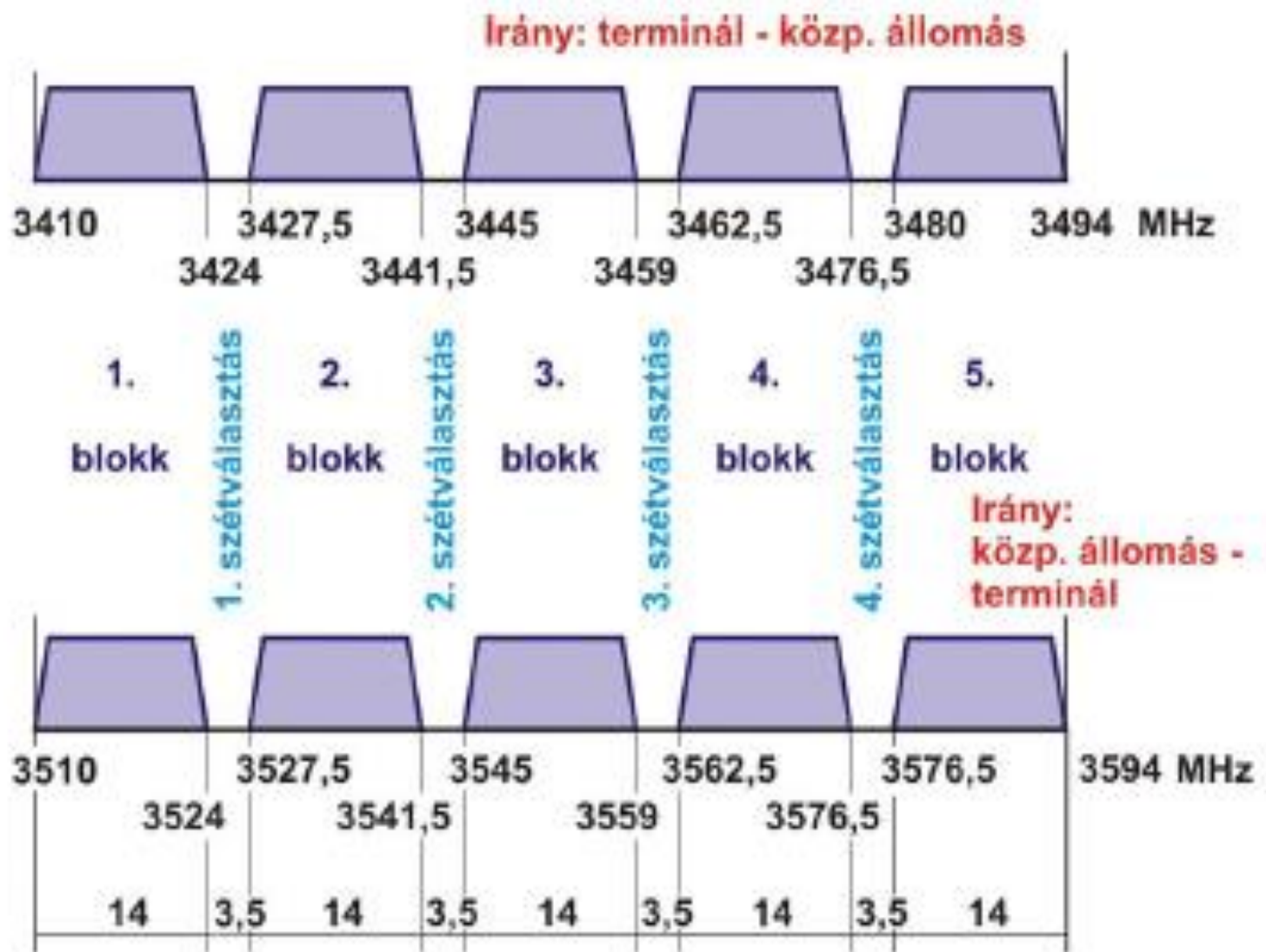
6. ábra
WMAN és WiMAX

3,5 GHz-es sávú WMAN és WiMAX használat

Frekvenciasávok: 3410 – 3494 MHz és 3510 – 3594 MHz

A sávhasználat szabályai

- A 3,5 GHz-es frekvenciasáv állandó és változó telephelyű pont-többpont struktúrájú digitális rádiórendszerek céljára használható. A pont-többpont rendszer terminál állomásai jelen esetben csakis végfelhasználói terminálok lehetnek. A frekvenciasáv nem használható mobil infrastruktúra céljára, tehát mobil távközlő rendszerek (pl. mobil telefon rendszerek, vagy RLAN hálózatok) bázisállomásait ilyen módon nem szabad összekapcsolni más állomásokkal a mobil távközlő rendszer működtetése végett.
- A 3,5 GHz-es sáv FDD használatú, 5 darab kétirányú (duplex) blokkra van felosztva. Az egyenként 14 MHz-es sáv szélességű blokkok között 3,5 MHz-es szélességű szétválasztás van



3. ábra
A 3,5 GHz-es sáv blokkfelosztása

A sáv szabályozási státusza

- A pont-többpont rendszerek központi állomásai egyedi engedélyeztetésre kötelezettek. A frekvenciahasználati jogosultsággal rendelkezők a központi állomásokat egyedi rádióengedély birtokában üzemeltethetik. Ugyancsak egyedi engedélyre kötelezett az átjátszó állomások üzemeltetése. A p-mp rendszerek terminál állomásai nem engedély-kötelezettek és bejelentésre, nyilvántartásba vételre sincsenek kötelezve.
- (2) A 3,5 GHz-es sávú pont-többpont állomások az állandóhelyű rádiószolgálat keretében működnek, a rádióalkalmazási prioritás elsődleges. Ez nem csak fix telepítésű, hanem hordozható (portabilis) terminálokra is érvényes, amelyekre azért állandó helyűek, mert működés közben nem mozognak. Hordozható terminálokkal u.n. 'nomadikus' hozzáférés valósítható meg.

A 3,5 GHz-es sáv blokk-felhasználási jogosultjai

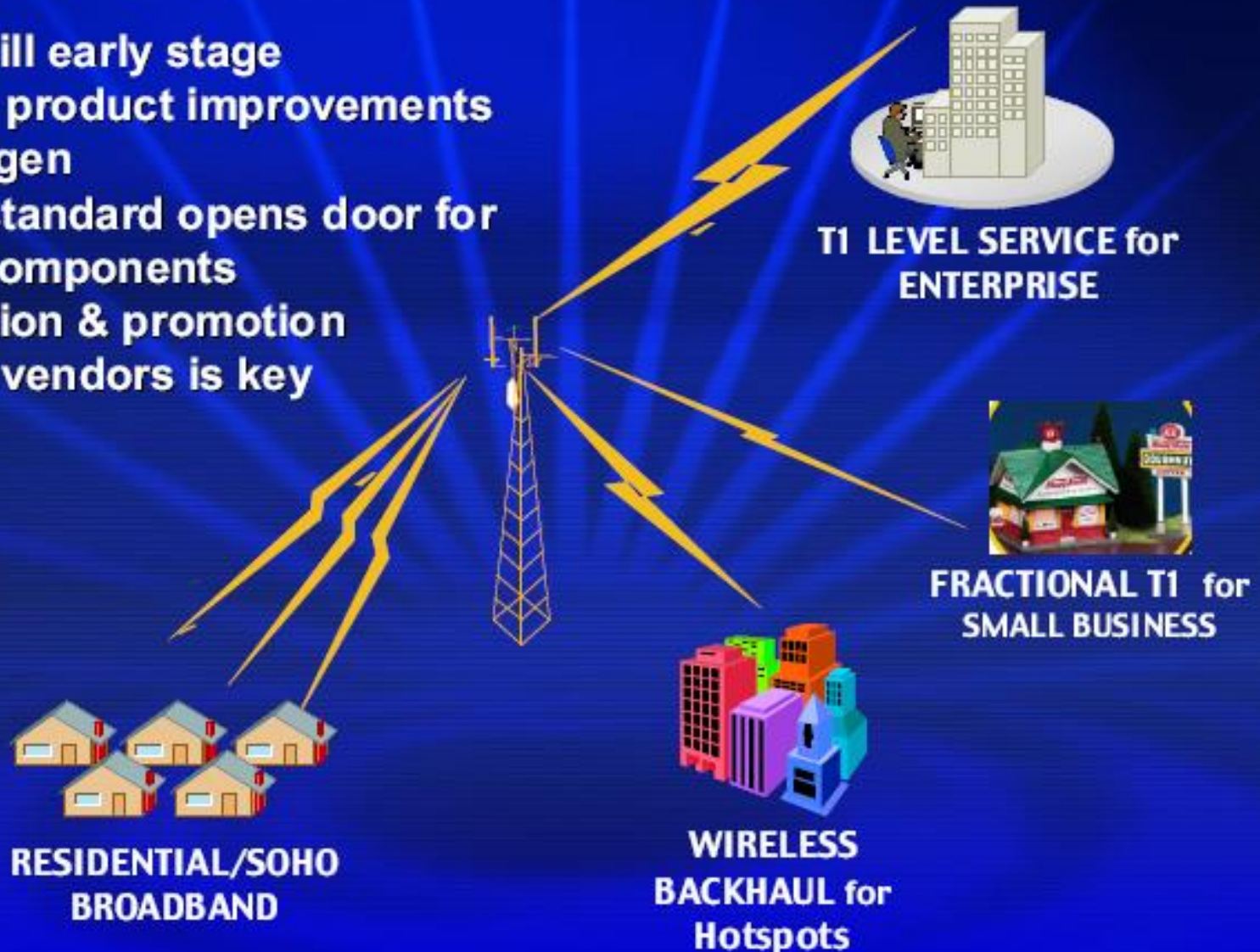
	Frekvenciasávok	Jogosult
1. blokk	3410 – 3424 MHz 3510 – 3524 MHz	Invitel
2. blokk	3427,5 – 3441,5 MHz 3527,5 – 3541,5 MHz	GTS Magyarország
3. blokk	3445 – 3459 MHz 3545 – 3559 MHz	Antenna Hungária
4. blokk	3462,5 – 3476,5 MHz 3562,5 – 3576,5 MHz	Magyar Telekom
5. blokk	3480 – 3494 MHz 3580 – 3594 MHz	Pantel

WMAN és WiMAX a 3,5 GHz-es sávban

- A 3,5 GHz-es pont-többpont rádióstruktúra használata technológia-független. Így lehetőség van arra is, hogy a p-mp hálózatok az IEEE 802.16 szabvány, illetve az ETSI HiperMAN szabvány szerint valósuljanak meg. Ilyen módon a 3,5 GHz-es sávban a jogosultak WMAN hálózatokat is létrehozhatnak.
- A 3,5 GHz-es sáv WiMAX-sávként van deklarálva. A profil-követelmények teljesülése esetén WiMAX is létrehozható.
- A 3,5 GHz-es WMAN és WiMAX működés csakis FDD duplexitású lehet.
- Minthogy a 3,5 GHz-es sáv engedélyköteles, ezért az itt megvalósított WMAN és WiMAX hálózatok is engedélykötelesek. Éppen ebben rejlik a 3,5 GHz-es WiMAX használat nagy jelentősége. Minőségi garancia ugyanis szabad hozzáférésű sávra nem biztosítható, ehhez engedélyköteles frekvenciasávra van szükség.
- A 3,5 GHz-es WiMAX rendszerek egyaránt lehetnek fixen telepítettek, vagy nomádikusak.

802.16a Last Mile Market Segments

- Market still early stage
- Dramatic product improvements since 1st gen
- 802.16a standard opens door for volume components
- Cooperation & promotion amongst vendors is key

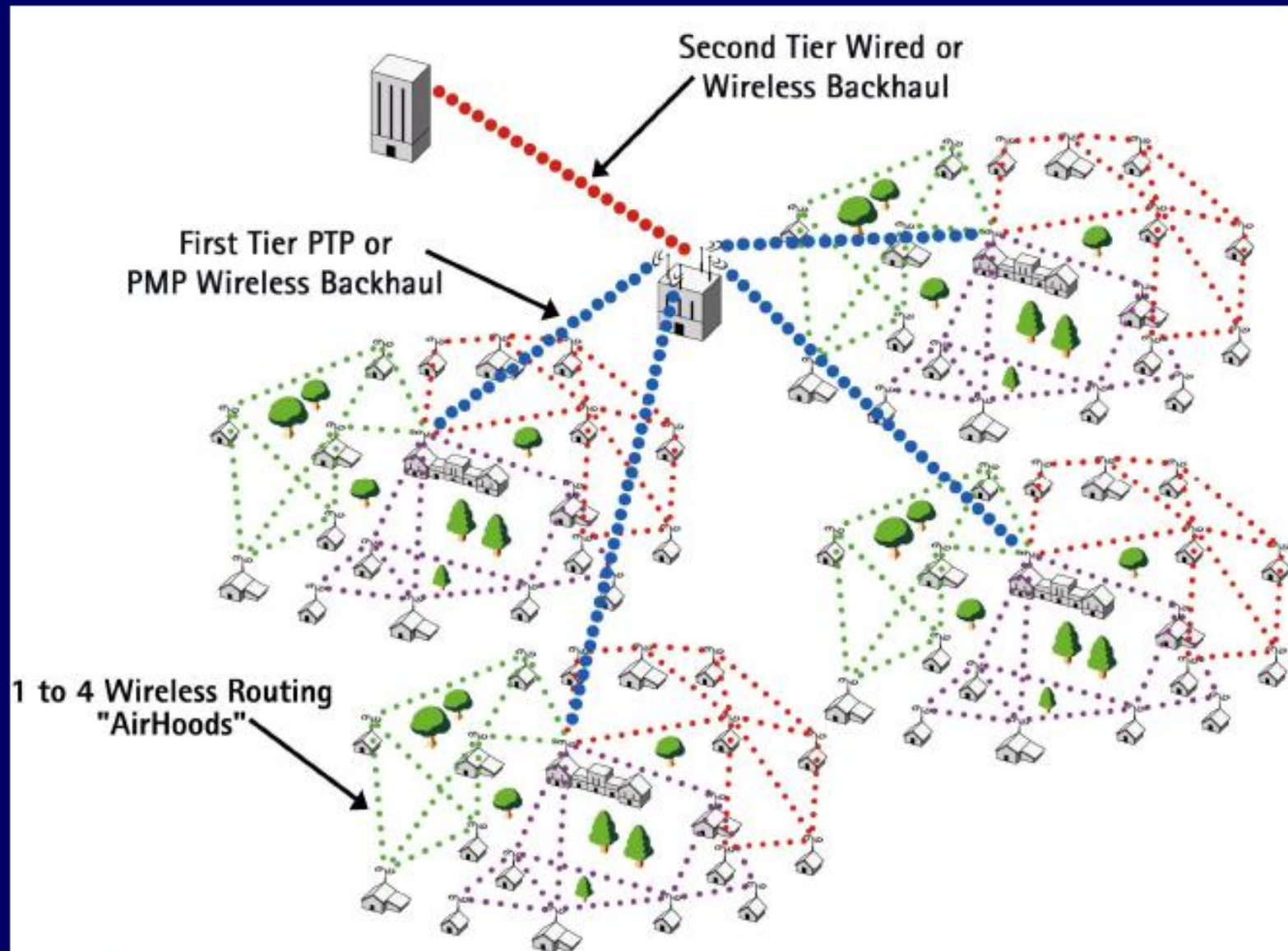


WiMAX Forum

- **WiMAX: Worldwide Interoperability for Microwave Access**
- **Mission:** *To promote deployment of BWA by using a global standard and certifying interoperability of products and technologies.*
- **Principles:**
 - Support IEEE 802.16
 - 2-66 GHz
 - Propose access profiles for the IEEE 802.16 standard
 - Guarantee known interoperability level
 - Promote IEEE 802.16 standard to achieve global acceptance
 - Open for everyone to participate
- **Developing & submitting baseline test specs**

- **Point-to-Multipoint**
- **Metropolitan Area Network**
- **Connection-oriented**
- **Supports difficult user environments**
 - High bandwidth, hundreds of users per channel
 - Continuous and burst traffic
 - Very efficient use of spectrum
- **Protocol-Independent core (ATM, IP, Ethernet, ...)**
- **Balances between stability of contentionless and efficiency of contention-based operation**
- **Flexible QoS offerings**
 - CBR, rt-VBR, nrt-VBR, BE, with granularity within classes
- **Supports multiple 802.16 PHYs**

Mesh-based WirelessMAN



Conclusion

IEEE 802.16 WirelessMAN standards are:

- **open in development and application**
- **addressed at worldwide markets**
- **engineered as optimized technical solutions**
- **significantly complete**
 - **With test spec documents in development**
- **being enhanced for expanded opportunities**