

IÉ-425

Redes de computadores

Escuela de Ingeniería Eléctrica
Universidad de Costa Rica

Enero, 2021

Clase 8



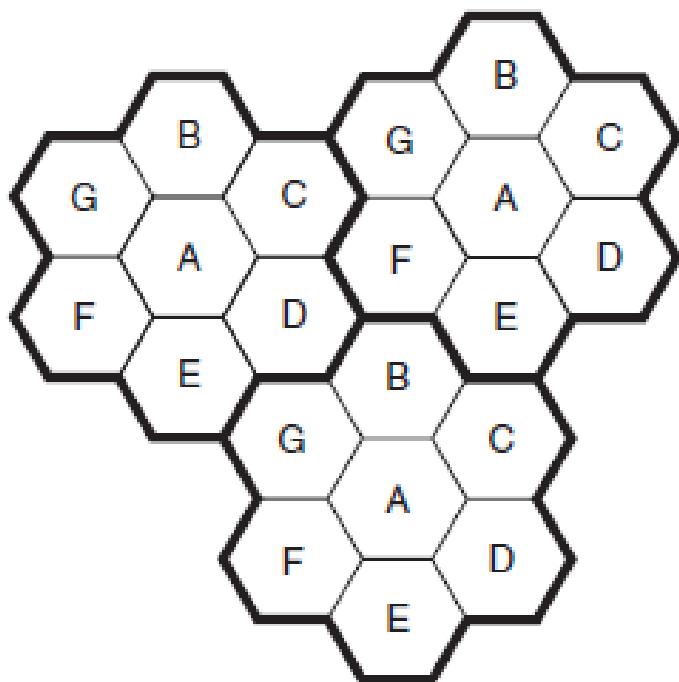
Objetivo

-Conocer los parámetros básicos a considerar en diseño de redes de computadores.

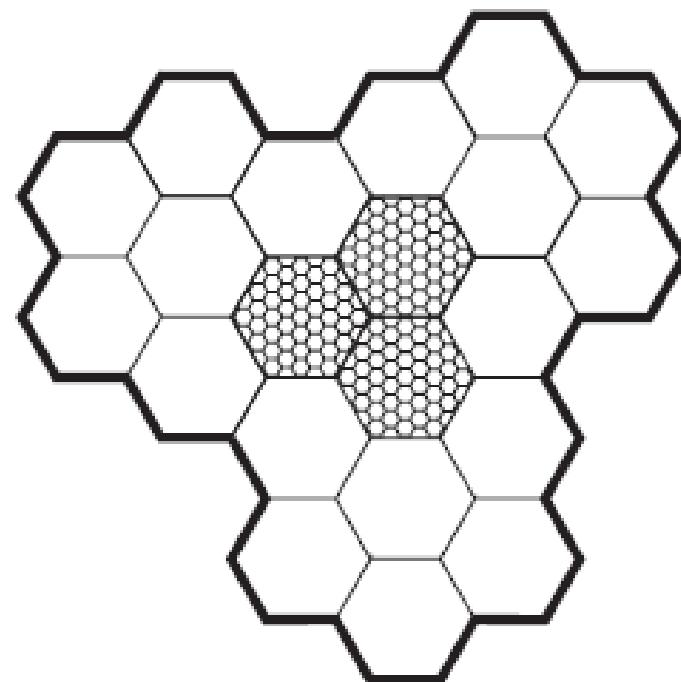
Telefonía móvil

- Tecnología de radio, PTT
- 1era generación 1G (*AMPS-Advanced Mobile Phone System*) 1982
- Celdas de 10 km a 20 km.
- Cada celda usa frecuencias que la celda adyacente no utiliza.

Reutilización de frecuencias



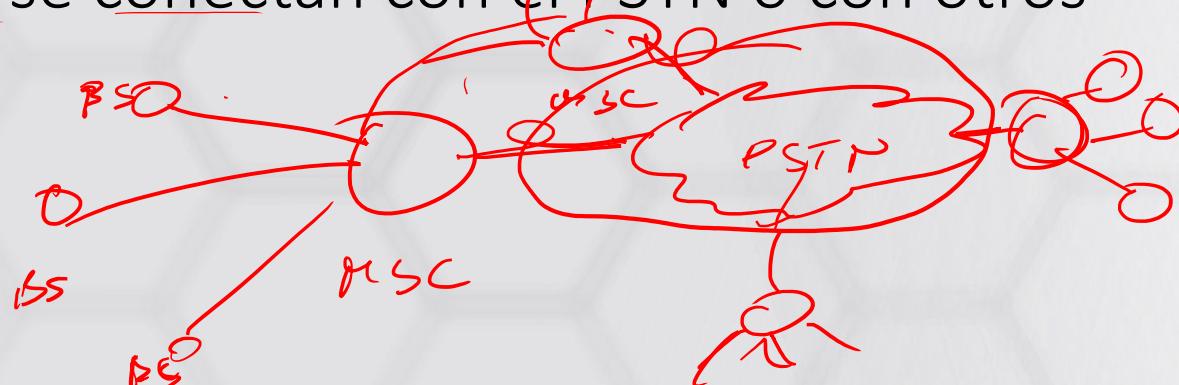
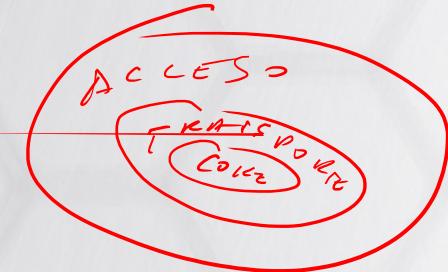
(a)



(b)

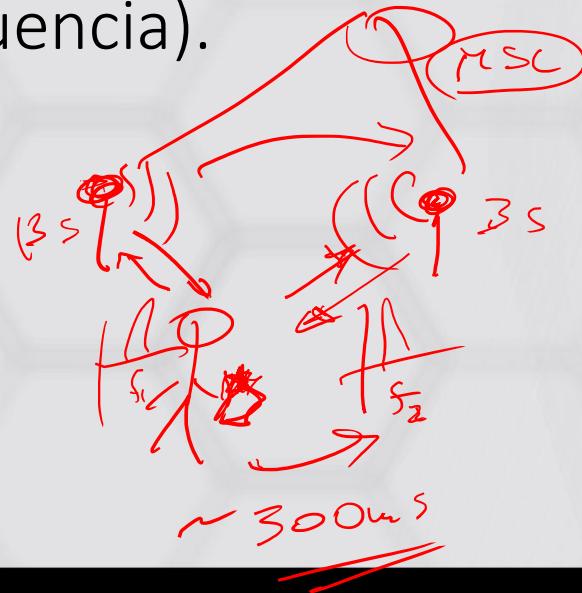
Composición de celda

- En cada celda hay una estación base
- Un equipo activo (computadora), un transmisor/receptor y una antena.
- Varias estaciones base se interconectan a un MSC (*Mobile Switching Center*) \rightarrow *conmutación*.
- Los MSC se conectan con el PSTN o con otros MSC.



Handoff

- Proceso que da éxito a los servicios móviles.
- Al caer potencia sensa si hay otra estación base BS que presente mejor potencia y se transfiere de manera transparente a otra BS (aunque hay un cambio de frecuencia).



Canales



- AMPS usa FDM con dos bandas una para transmitir y otra para recibir.
- 824 a 849 MHz (Transmite en 832 canales diferentes)
- 869 a 894 MHz (Recibe en 832 canales diferentes)
- Cuando se enciende un teléfono emite señal en 21 canales de control y se “identifica” con la BS con mejor señal.
- Cuando se recibe una llamada el MSC busca la BS y envía una señal abierta con la identificación del dispositivo en específico (número de teléfono con 34 bits y número de serie con 32 bits).

~ MAC .

↓
10 universos

Segunda generación

2G



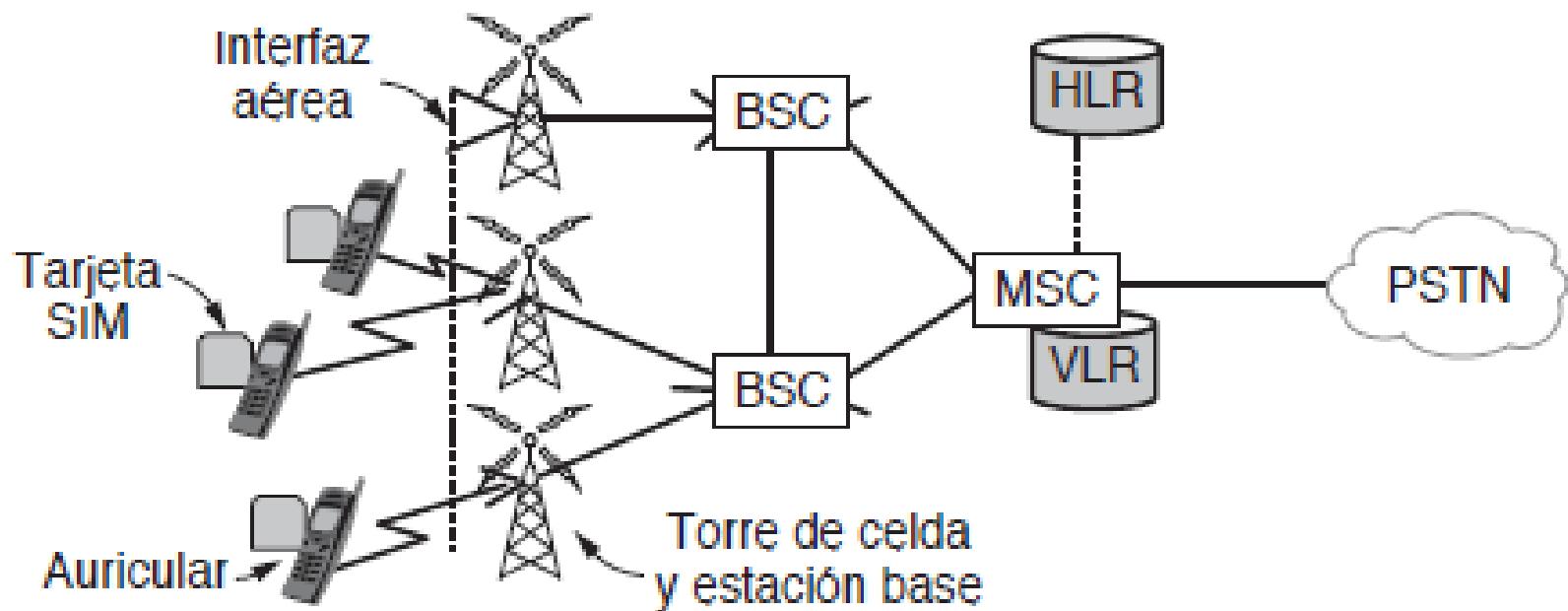
Digitalización de la voz

- Compresión de voz
- Señales cifradas (mayor seguridad)
- Permite SMS
- Utiliza FDM y TDM.
- Dos “estándares” D-AMPS y GSM (*Global System for Mobile communications*).

GSM

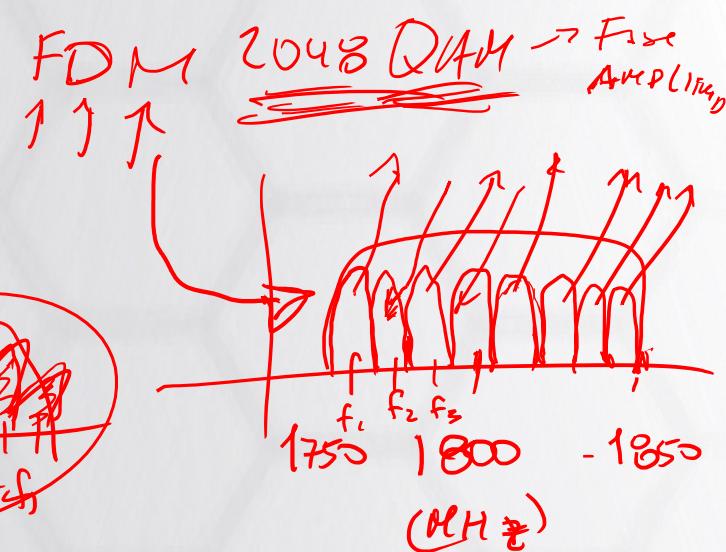
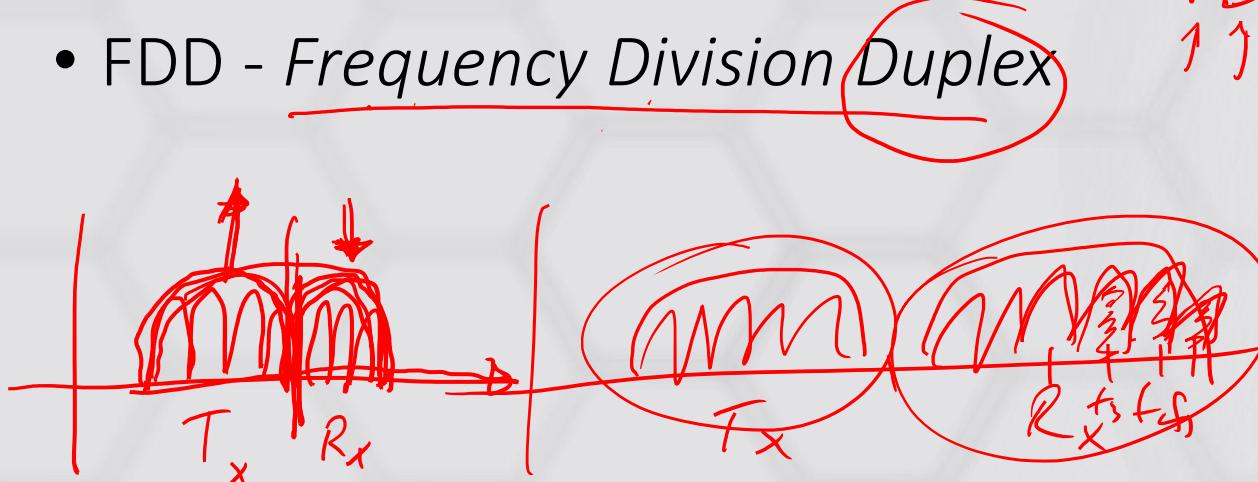
- Se implementó desde 1991 (estándar europeo iniciado desde 1980)
- Mismos principios de celdas, reutilización de frecuencias, handoff.
- Introduce el concepto de tarjeta SIM (*Subscriber Identity Module*) contiene información cifrada para comunicarse con la red

Arquitectura GSM

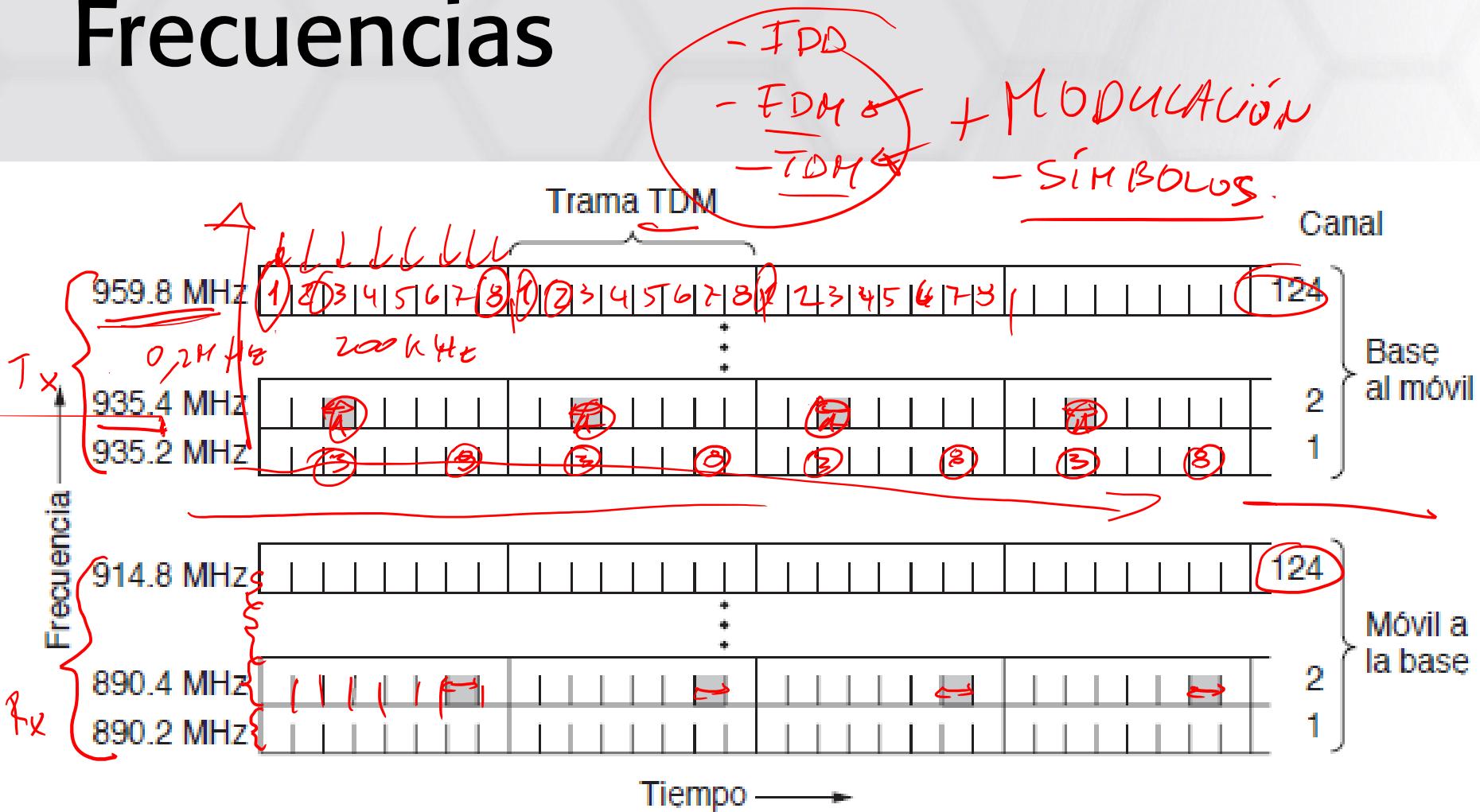


Frecuencias GSM

- Diferentes bandas cercanas a 900MHz, **1800MHz** y **1900 MHz**.
- Igual que AMPS usa FDD (un rango para transmitir y otro para recibir)
- FDD - Frequency Division Duplex



Frecuencias



Nyquist

$$2f_c = \text{Frecuencia muestreo}$$

- La tasa de transmisión bruta de cada canal es de 270 833 bps para ocho usuarios
- 24.7 kbps de carga útil por usuario antes de la corrección de errores
- 13 kbps por usuario para la voz después de corrección de errores

4000 Hz

Muestreo
 $f_m = 8000 \text{ Hz}$
 $\rightarrow 8 \text{ bits} (7 \text{ bits int } + 1 \text{ sincr.})$

13 kbps

VS.

PSTN \rightarrow 64 kbps para voz + serialización

~~13 kbps~~

~~13 kbps~~ \rightarrow ~~Compresión VQ2~~ \rightarrow ~~Vocoder~~ \rightarrow 56 kbps

Voz

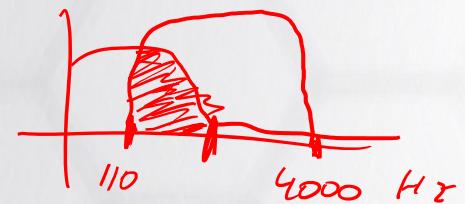
- EDGE -Tasa de Datos Mejorada para la Evolución de GSM

1) Mantener los 8 kHz de muestras.

✓ 10 sumo tendría 2 bit/símbolo

2) 13 kbps

3 bits/símbolo



~~13 kbps
8 bit/muestra~~

1625. Hz. $\Rightarrow f_c = 813 \text{ Hz}$

3G voz + datos

- ITU en 1992 – definió IMT-2000
- Objetivos:
 - 1. Transmisión de voz de alta calidad.
 - 2. Mensajería (para reemplazar al correo electrónico, fax, SMS, chat, etcétera).
 - 3. Multimedia (reproducir música, ver videos, películas, televisión, etcétera).
 - 4. Acceso a Internet (navegar por web, incluyendo las páginas con audio y video).

3G

$$2^{256}$$



- Utiliza WCDMA – comercialmente se llamó UMTS (Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles)
- Códigos variables de 4 a 256 chips, a una tasa de 3.84MChips/s
- Canales de 5MHz en bandas de 850MHz y 2100MHz
- Concepto de soft handoff (“suscripción o adquisición” antes del cambio de BS)

4G

- Tecnología LTE (Long Term Evolution del 3GPP)
- OFDMA
- Frecuencias de 1800 MHz y 2600 MHz

5G

- Massive MIMO
- Frecuencias de 1800 MHz, 2.3 GHz y 2.6GHz

Ejercicios



Concepto de códigos variables

- Si en 3G los códigos variables van de 4 a 256 chips, a una tasa de 3.84MChips/s. ¿Cuál es la tasa más baja y la tasa más alta que se pueden alcanzar?

Codificación [4; 256]

4 chips/bit

256 chips/bit

Tasa más baja = $\frac{13 \text{ kbps}}{15 \text{ bits}} = 15 \text{ kbps}$

Tasa más alta = $\frac{960 \text{ kbps}}{4 \text{ bits}} = 240 \text{ kbps}$

Cod. Relleno

- ¿Cómo se podría alcanzar una tasa de datos mayor?

utilizar otras frecuencias



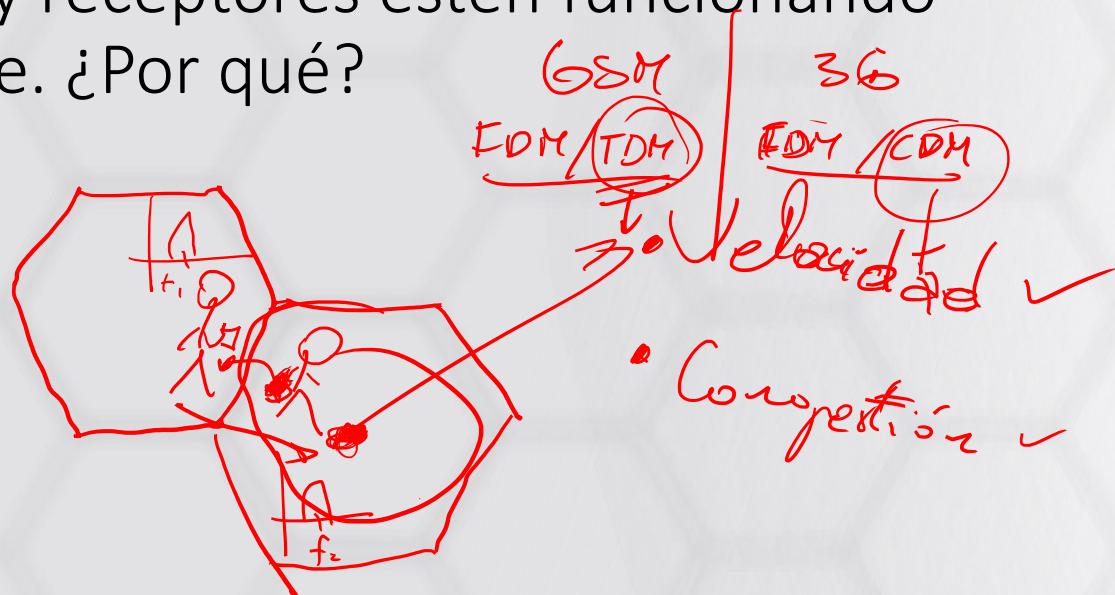
$$\begin{aligned} \text{CHIPS} &= 010010 \\ &= 0 \} \text{ bit } f(H_2) \end{aligned}$$

Bol. 2
y Sobre

~1Mbps

Ejercicio 43, pág. 163

- Algunas veces cuando un usuario móvil cruza el límite de una celda a otra, la llamada actual se termina de manera repentina, aunque todos los transmisores y receptores estén funcionando correctamente. ¿Por qué?



Ejercicio

- En un teléfono celular digite el número:

*#06#

#SERIAL . SERIAL NUMBER.

- Verifique el número de IMEI

- ¿Cuántos dígitos tiene?

- Haga una breve búsqueda sobre cómo está compuesto el número de IMEI y averigüe cómo se utiliza nivel internacional.

~(lista negra)

15 →
— TAC —
— FAC —
— SNR —
— VERIFICADOR —



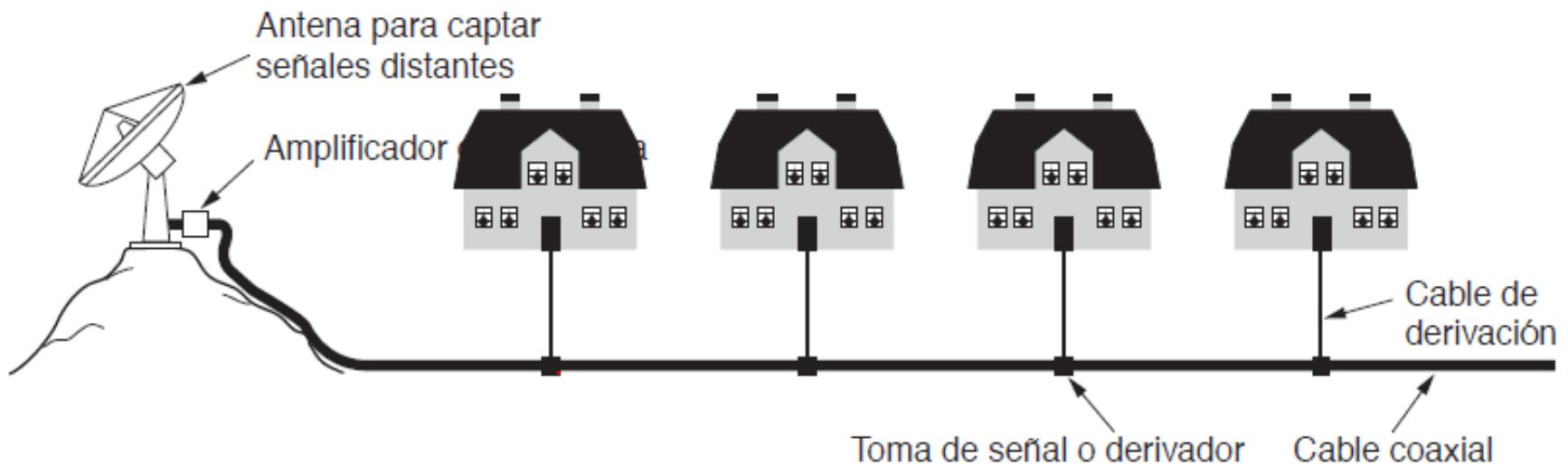
IMSI (~orac)

Kernel

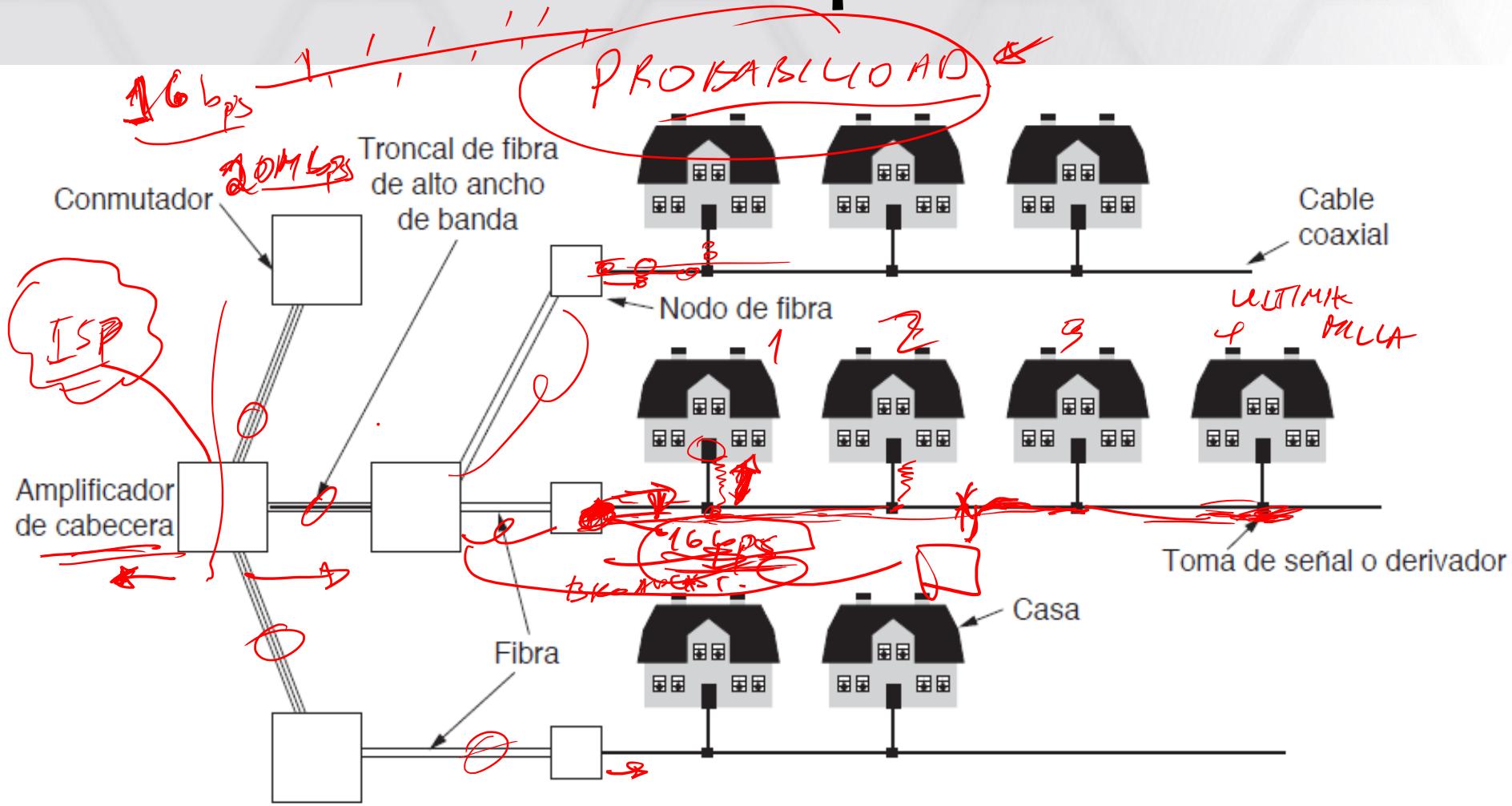
Cable-módem



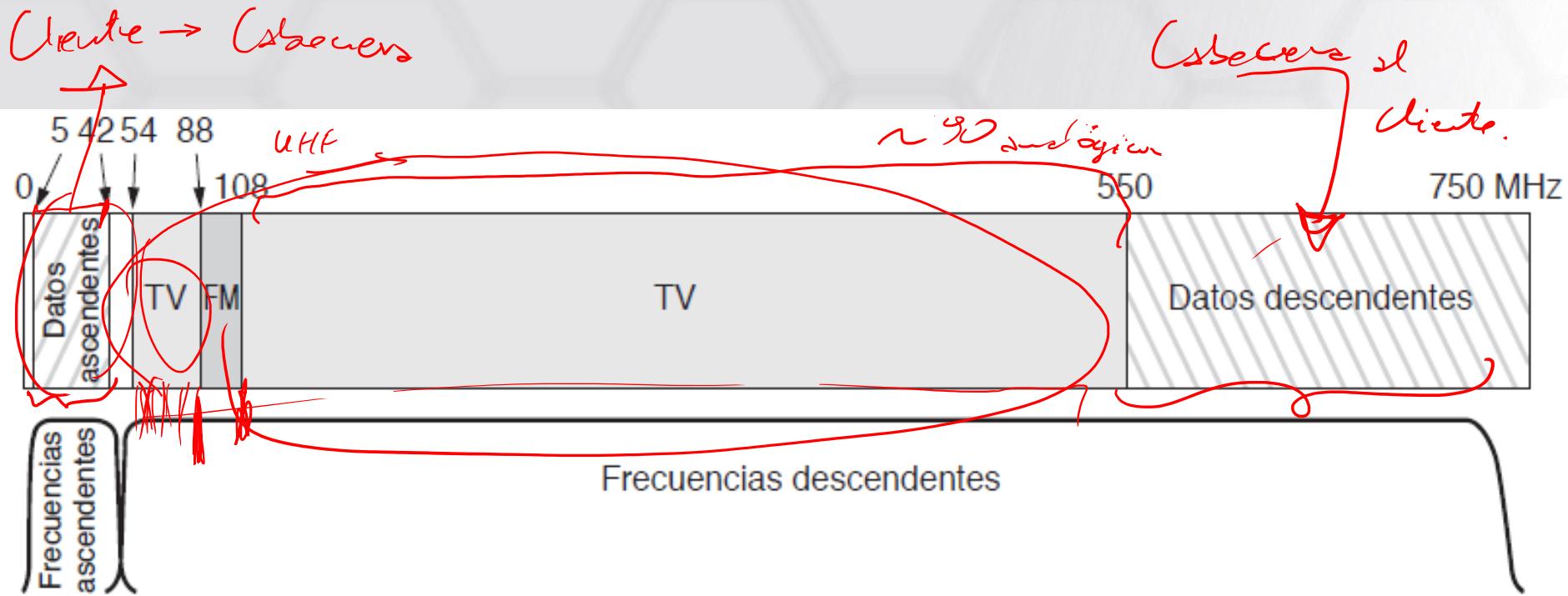
Servicios de TV por cable



Servicios de datos por cable



Frecuencias



Asimétrico servicios residenciales.

Estándar

- DOCSIS (*Data Over Cable Service Interface Specification*)
- Utiliza FDM \rightarrow Tu | 4 | 6
- En el canal utilizado desde los módem hacia la cabecera hay “contienda”.
- Por esta razón se implementa TDM y para aprovechar mejor el canal también se ha implementado CDM

v 3.0

3.1

FDM / TDM / CDM

Tema 3. (Cap 2)

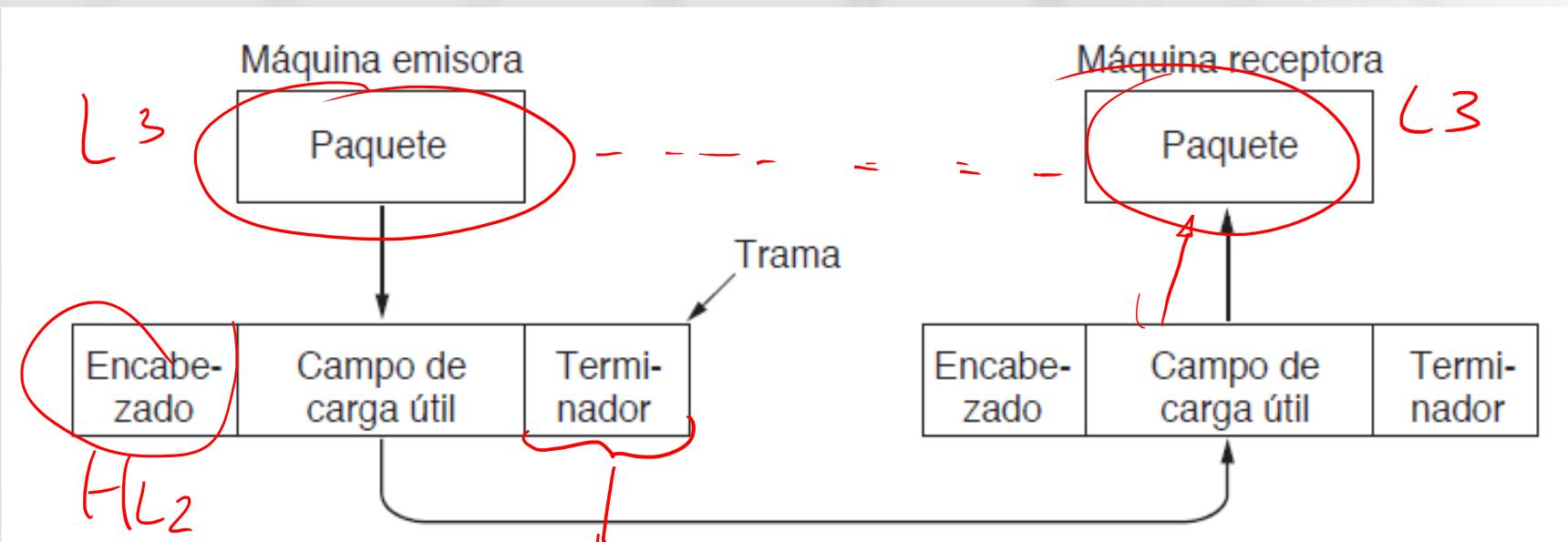
Nivel de enlace de datos y mecanismos de acceso al medio



Capa 2 (modelo OSI)

Capa más baja de TCP/IP

- Las unidades de transmisión se llaman “TRAMAS”, diferente a las unidades en capa física que son “BITS”.
~~XXXX~~
- Funciones de capa 2:
 - Interfaz entre capa física y capa de red
 - Manejo de errores de transmisión
 - Regulación del flujo de datos 

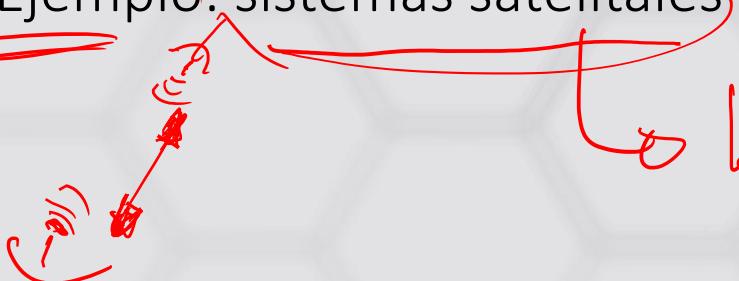


E_{L2}

Tipos de servicio de capa 2

- 1. Sin conexión ni confirmación de recepción.
 - Ejemplo: ethernet 802.3, IEEE
- 2. Sin conexión con confirmación de recepción.
 - Ejemplo: 802.11 (WiFi) IEEE
- 3. Orientado a conexión con confirmación de recepción.

- Ejemplo: sistemas satelitales



to bidireccionales.

GPS → simplex
GPS → dúplex

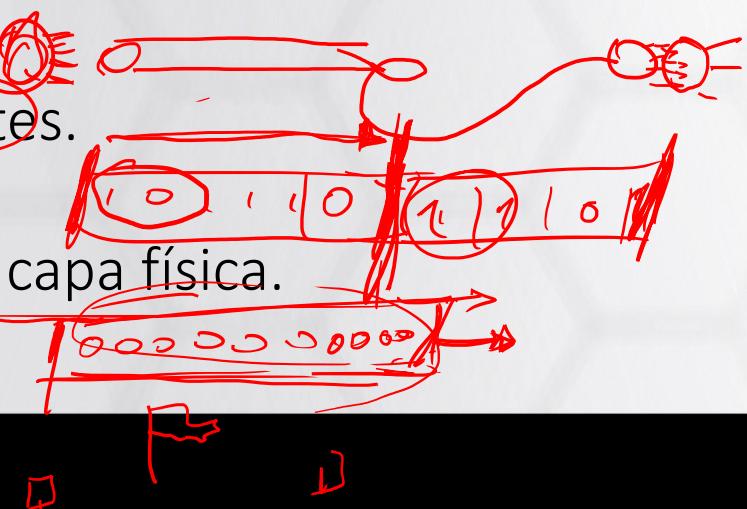
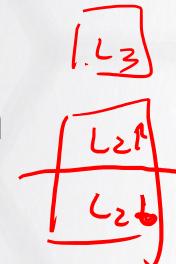
Correo, --

SPOT
OK ① SOS

Entramado



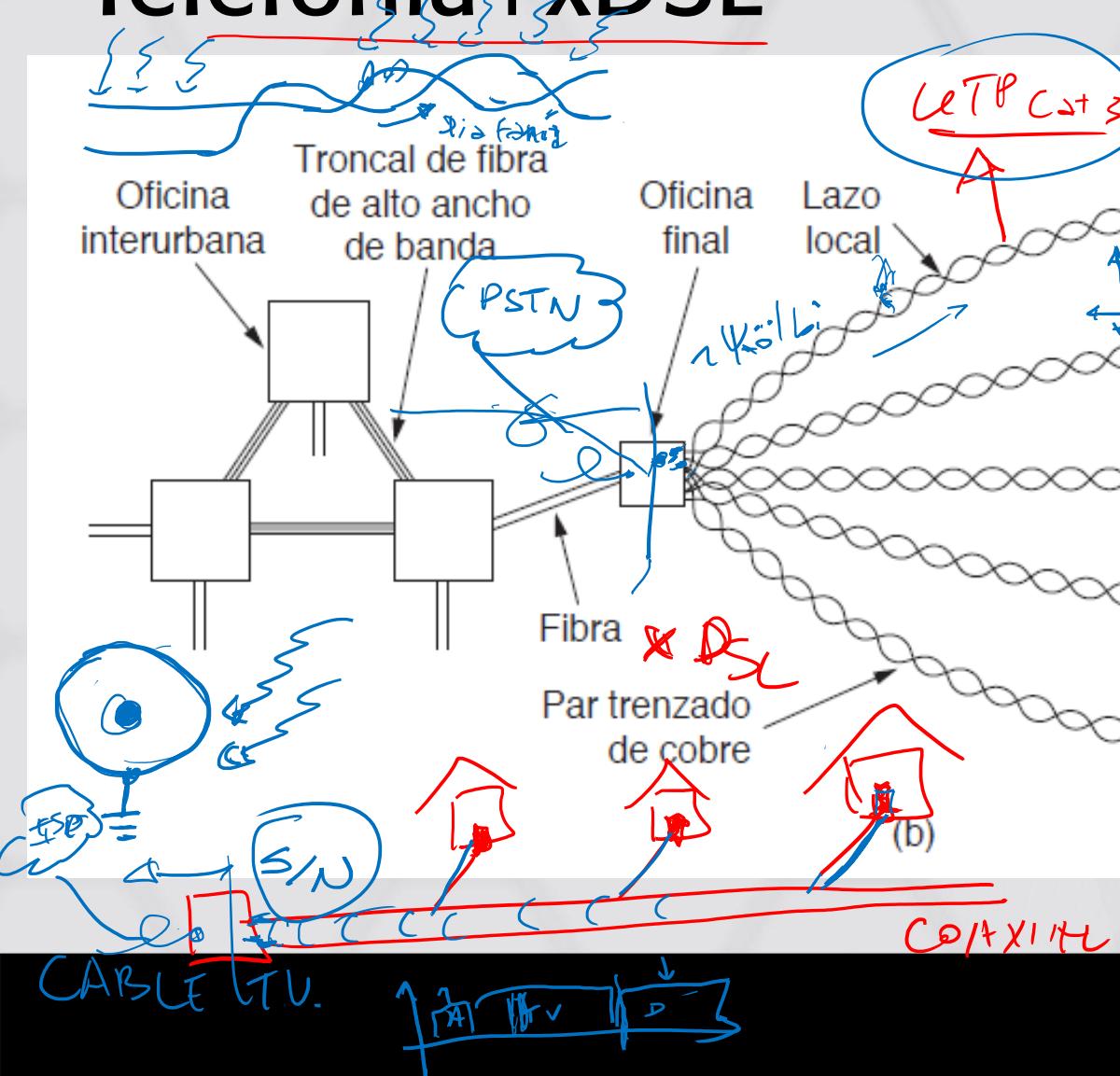
- Checksum – método de verificación de cada trama
 - Despues de verificar un error puede desechar la trama o notificar al emisor
- Para identificar las tramas en el flujo de bits es necesario implementar mecanismos (algunos son):
 1. Conteo de bytes.
 2. Bytes bandera con relleno de bytes.
 3. Bits bandera con relleno de bits.
 4. Violaciones de codificación de la capa física.



Ejercicios



Cable Módem Vs. Red de Telefonía+xDSL



Ventajas	
x DSL	Cable
- Rango de Tx	Mejor S/N
- No comparte la banda	
- Ancho de banda completo	
	Casa

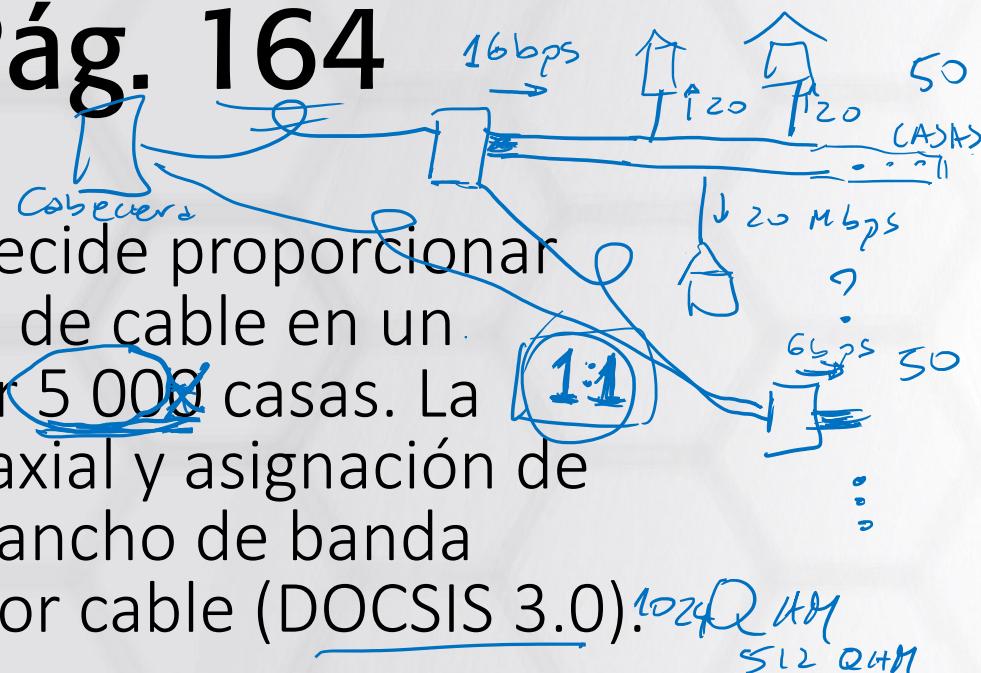


Desventajas

x DSL	Cable
Diáfragma, S/N	- Compartible
Ruidos externos	- Difícil
	Conectar A/B.
	DATOS + T.V.

~ Ejercicio 49. Pág. 164

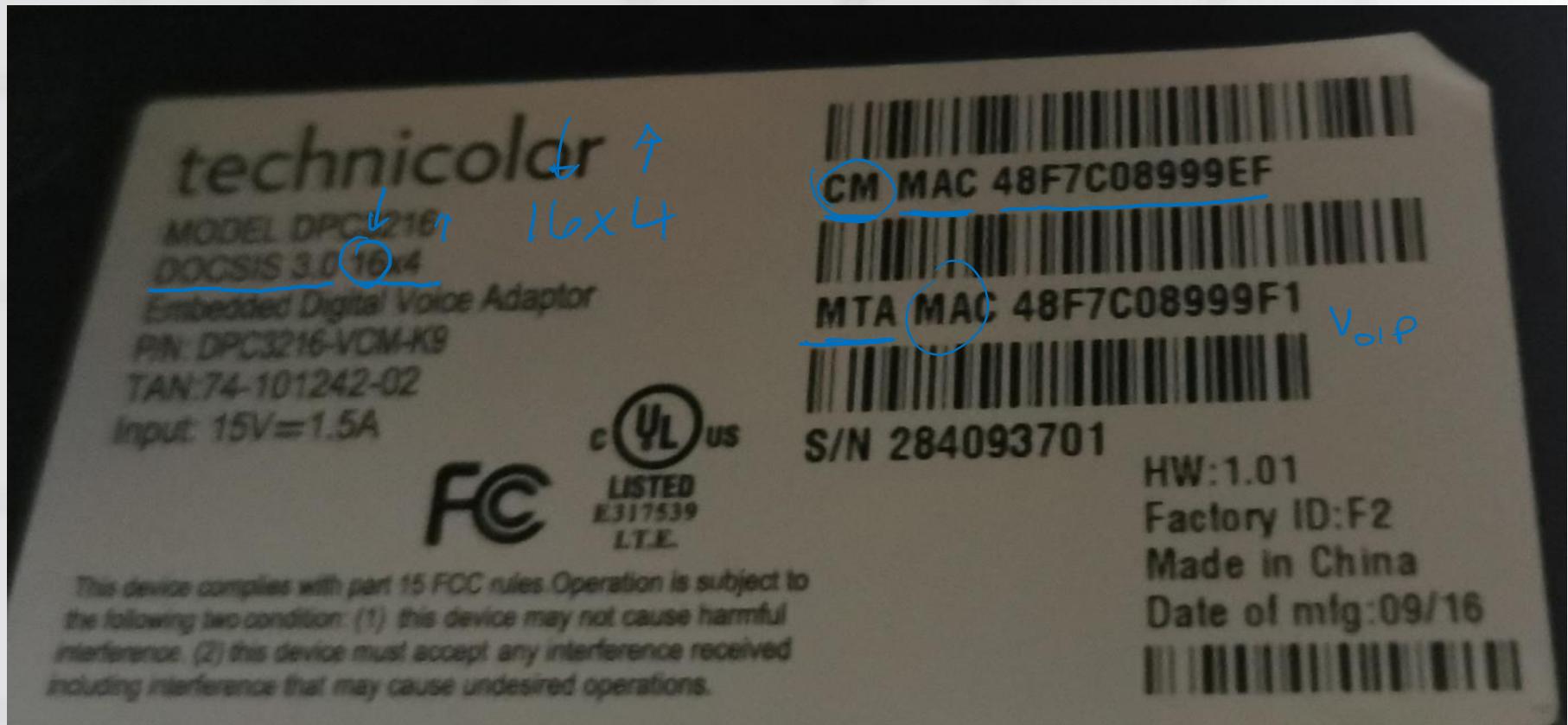
- Una compañía de cable decide proporcionar acceso a Internet a través de cable en un vecindario compuesto por 5 000 casas. La compañía utiliza cable coaxial y asignación de espectro que permite un ancho de banda descendente de 1 Gbps por cable (DOCSIS 3.0).
- Para atraer clientes la compañía decide garantizar un ancho de banda descendente de por lo menos 20 Mbps a cada casa en cualquier momento.
- Describa lo que necesita hacer la compañía de cable para ofrecer esta garantía.



Instalar 9 equipos más y segmentar la infraestructura coaxial

Ejercicio demostrativo

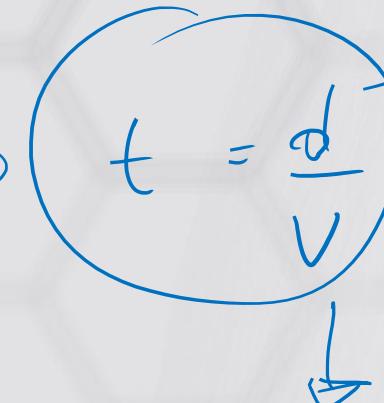
- Analizamos con la información disponible la conectividad al servicio de cable módem.



Revisión rápida del quiz 2

$$V = \frac{d}{t} \Rightarrow t = \frac{d}{V}$$

27 000 km



2×10^8



Detalles para el examen

- Respuesta y elaboración individual
- Constará de 2 partes:
 - una sincrónica, con cámara abierta durante la clase del lunes, selección única, conceptos detallados
 - una asincrónica para profundizar en temas con material de apoyo, ejecución de comandos, similar a los ejemplos demostrativos hechos en clase.

○ Lunes 1º ^{Fel} de 7 pm. a 9 pm.

Día inicio lunes 1º 9 pm.

Final miércoles 3 9 pm.

