

Redes de computadoras

Solución Cuestionario Capa Física

1. Para los siguientes ejemplos, responde si el canal es (S)implex, (H)alf duplex o (F)ull duplex:

Periférico	<i>Full duplex</i>
Av. Patriotismo	<i>Simplex</i>
Ferrocarril Mx-Querétaro	<i>Half duplex</i>
Walkie-talkie	<i>Half duplex</i>

2. Una conexión *punto a punto* provee un enlace dedicado entre dos dispositivos
3. ¿Cuántos bits "cabén" en un enlace E1 (2.048 Mbps) de 300 Km? Considere una velocidad de propagación de 0.67C

El retardo de propagación en el enlace es:

$$t_p = \frac{d}{v} = \frac{300 \text{ km}}{0.67 \times 300,000 \text{ km/s}} \approx 1.49 \text{ mili seg}$$

Durante ese tiempo, a una tasa de 2.048 Mbps los bits que están en tránsito (que "cabén" en el canal) son:

$$2,048,000 \text{ b/s} \times 0.00149 \text{ s} \approx 3,056 \text{ b}$$

4. (a) Al retardo incurrido en "colocar" (transmitir) un paquete en un enlace se le llama retardo de *Serialización*
- (b) Al retardo incurrido cuando un paquete viaja del punto A al punto B en un enlace se le llama retardo de *Propagación*
5. Si una señal analógica tiene una frecuencia máxima de 7400 Hz, ¿Cuántas muestras deben tomarse durante la digitalización? *Alrededor de 15000*
6. Unos sensores ambientales generan señales con frecuencia máxima de 12 kHz. Se toman muestras de estas señales y se transmiten a través de un canal de 100 kHz. Considerando el teorema de Nyquist, ¿Cuántas señales pueden ser multiplexadas en ese canal?

$$12,000 \times 2 = 24,000 \quad \frac{100,000}{24,000} = 4.16 \approx 4$$

7. Relacione los conceptos.

La frecuencia de la señal es de 100 MHz *El periodo es de 10nSeg*

Satélite geo-estacionario *Se ubica en el cinturón de Clark*

Datagrama *Unidad de información en la capa de red*

Protocolo *Reglas para establecer una comunicación entre capas del mismo nivel*

Una señal de voz *No tiene frecuencias > 25 kHz*

Voz en formato PCM *Señal de 64000 bps*

Conversión A/D *Señal generada a partir de muestreo, cuantización, codificación*

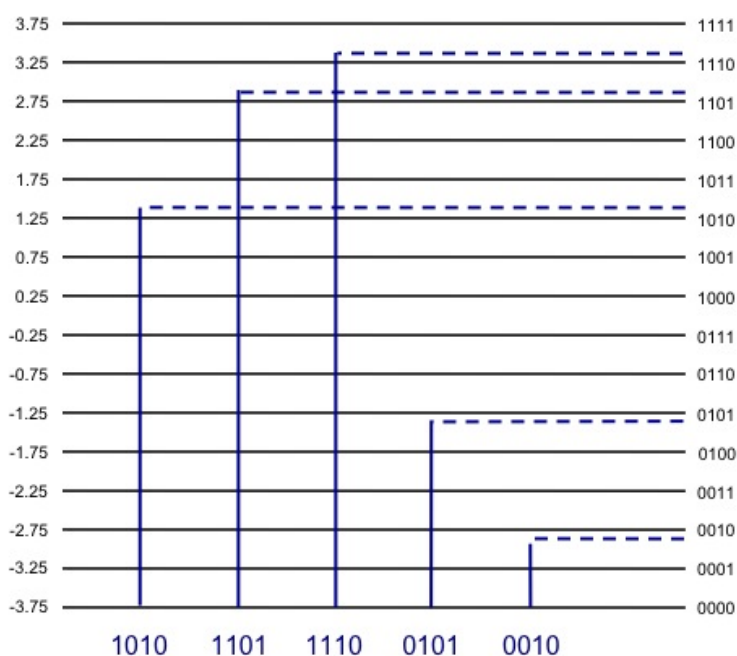
8. Imagine una fibra óptica tendida a lo largo del ecuador. Su longitud sería un poco mayor a 40,000 km. Considere únicamente t_f , el retardo de propagación en la fibra (ignorando todos los retrasos de procesamiento, regeneración, etcétera). Desde un punto en el ecuador se envía una señal por la fibra y exactamente al mismo tiempo se envía una señal a un satélite geoestacionario que la devuelve a la Tierra, El retardo de ida y vuelta al satélite es t_s . ¿Qué relación hay entre t_f y t_s ?

La distancia al satélite geoestacionario y de regreso es aproximadamente $36,000 \times 2$ km. Para simplificar el desarrollo, diremos que es aproximadamente 80,000 km. Entonces:

$$\begin{aligned}t_s &= \frac{d_s}{v_s} & t_f &= \frac{d_f}{v_f} \\d_f &= \frac{d_s}{2} & v_f &= \frac{2 \times v_s}{3} \\t_f &= \frac{d_s/2}{2v_s/3} = \frac{3d_s}{4v_s} = \frac{3}{4}t_s\end{aligned}$$

9. Una señal analógica varía su amplitud en el rango $(-4, +4)$ V. Se digitaliza con intervalos de cuantización de 0.5 V, siendo el nivel más bajo -3.75 V.

- (a) ¿Cuáles son los valores binarios de las señales muestreadas con amplitudes 1.3, 2.8, 3.3, -1.3 y -2.8 V?



- (b) Si se toman 20,000 muestras por segundo, ¿Cuál es la frecuencia máxima que se supone tiene la señal?

10 kHz

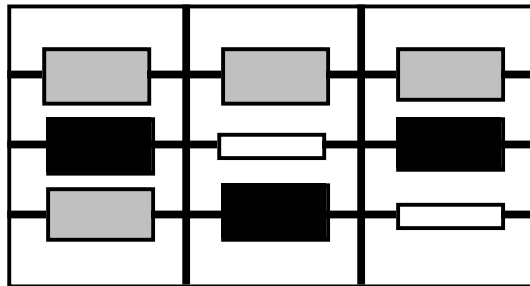
- (c) A 20,000 muestras por segundo, ¿Cuál es la tasa de transferencia en b/s que necesita el canal para enviar la señal digital?

$20,000 \times 4 = 80kb/s$

- (d) Si se utiliza una codificación QPSK, ¿Cuál es el ancho de banda necesario para enviar la señal digital?

QPSK codifica 2 bits por baudio. El ancho de banda es de 40 kHz

10. Considere las siguientes modificaciones del telégrafo óptico de Murria. Cada uno de los cuadros puede ser colocado en posición horizontal o en posición vertical del lado claro o del lado oscuro. En la figura, hay cuatro cuadros verticales claros, tres oscuros y dos horizontales. Cada combinación de posiciones de los cuadros tiene asociado un mensaje.



La transmisión de un mensaje consiste en una utilización del telégrafo, es decir, una sola combinación de cuadros. El inicio de la transmisión se marca con el encendido de una antorcha. El fin de la transmisión se indica con el apagado de la antorcha. El receptor observa la combinación y decodifica el mensaje. La transmisión de cada mensaje toma en promedio 35 segundos.

- (a) ¿Cuál es la velocidad en bps del sistema?
- (b) ¿Cuántos mensajes distintos pueden ser enviados en una utilización del telégrafo?

Conviene responder esta pregunta empezando por el inciso (b).

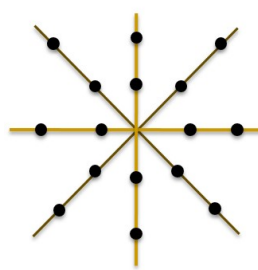
Hay 9 cuadros y cada uno puede tener tres posiciones diferentes, por lo que el número de mensajes posibles es $3^9 = 19,683$.

El inciso (a) es un poco complicado porque hay que relacionar logaritmos. Una aproximación es ésta: Si se pueden codificar 19,683 mensajes distintos, se necesitarían entre 14 bits ($2^{14} = 16,384$) y 15 bits ($2^{15} = 32,768$). Como no se pueden tener fracciones de bit, la velocidad en bps del sistema es aproximadamente 15/35 bps

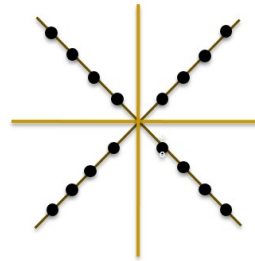
La respuesta exacta relacionando logaritmos es:

$$\text{ceil}\left(9 \times \frac{\log(3)}{\log(2)}\right) \approx 14.26 \Rightarrow 15/35 \text{ bps}$$

11. (a) Dibuje una constelación 16-QAM que reconozca ocho fases distintas
 (b) Dibuje una constelación 16-QAM que reconozca cuatro fases distintas



(a) Ocho fases



(b) Cuatro fases

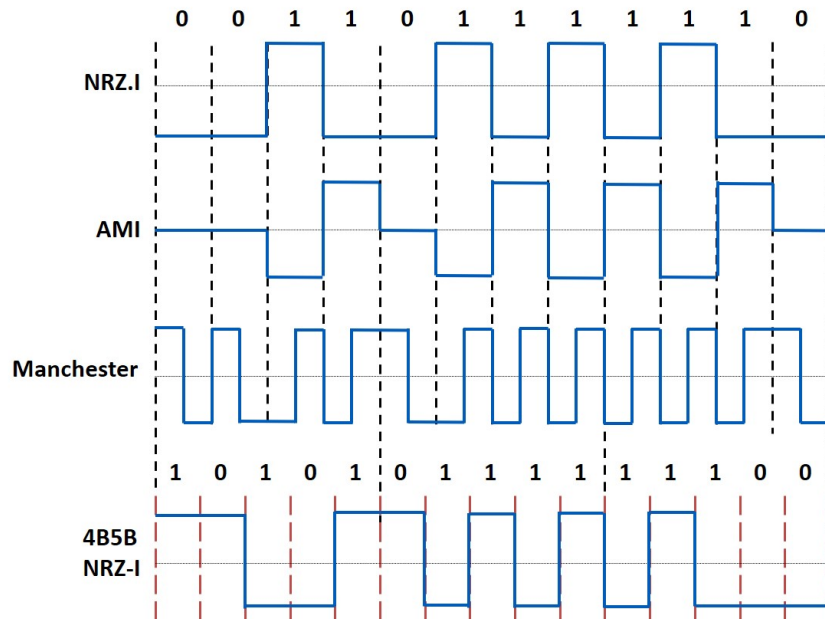
12. Las frecuencias bajas (por ejemplo, 700 MHz) se propagan mucho más lejos (tienen mayor cobertura) que las frecuencias altas (por ejemplo, 2.5 GHz), aunque suele ser más difícil conseguir un bloque grande de espectro (por ejemplo, 100 MHz) en las frecuencias bajas.

¿Qué frecuencias preferiría para desplegar una red de telecomunicaciones móviles en una zona rural, las bajas o las altas? Justifique brevemente (no más de cuatro líneas) su respuesta.

Las frecuencias bajas:

- *En una zona rural hay muy poca densidad poblacional, es decir, muy pocos usuarios, por lo que no se requiere de grandes porciones de espectro para dar servicios de telecomunicaciones con calidad aceptable.*
- *Los pobladores en las zonas rurales suelen estar relativamente alejados geográficamente. Frecuencias con mayor cobertura abarcarán un mayor porcentaje de la población.*
- *Estas localidades suelen tener usuarios con ingresos bajos. Es imperativo que el despliegue de la red sea al menor costo posible. En este caso, se busca utilizar el menor número de radio bases posible, lo que se consigue con frecuencias de mayor cobertura.*

13. Dibuje los diagramas correspondientes a las técnicas de codificación NRZ-I, AMI, Manchester, 4b5b/NRZI para la secuencia 0 0 1 1 0 1 1 1 1 1 0



14. ¿Qué determina el ángulo crítico de flexión en una fibra óptica?

El ángulo con el que la luz puede incidir en la frontera entre el núcleo y el revestimiento (cladding) antes de que el efecto de reflexión se transforme en refracción, lo que provocaría que los haces de luz se “escaparan” del núcleo

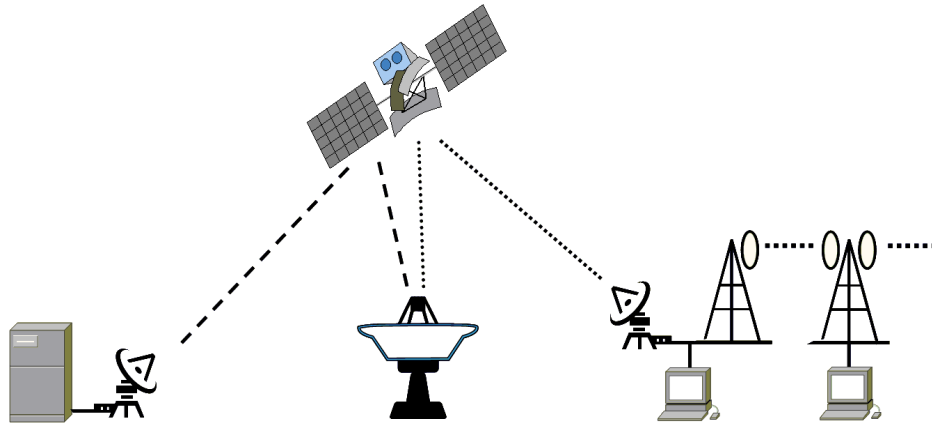
15. En ADSL, la porción más grande del ancho de banda del medio se dedica a: *La transferencia de datos desde la red*
16. Los siguientes párrafos están tomados de Johnson, D., Mikeka, C., *Bridging Africa's Broadband Divide*, IEEE Spectrum, Vol 53 No 9 (NA), p. 43 Sep 2016. Para cada pregunta, seleccione la opción correcta.

... Being part of the global digital village requires a good *fiber* backbone and highspeed *access*. But these two key technologies are still uncommon in sub-Saharan Africa, where about 60 percent of the population lives in rural areas...

Exploiting unused TV (*600MHz*) spectrum has the potential to be *cheaper* than Wi-Fi (*2.4GHz*) for rural areas. For the same amount of power, a TV signal can cover a far wider area than a Wi-Fi signal can, so you need *less* base stations.

...For TV white space networks, UHF (300MHz-3GHz) is more attractive than VHF (30MHz-300MHz) because its *shorter* wavelengths mean that *shorter* antennas can be used...

17. Una empresa debe difundir 2 kB de información periódicamente a diversos sitios. La información debe llegar estrictamente antes de un segundo a todos los sitios. La empresa puede usar tecnología VSAT con ancho de banda de 512 kbps y enlaces de microondas de 128 kbps .



El servidor desde donde se envía la información, necesariamente está conectado a una terminal VSAT. Los sitios receptores pueden tener una terminal VSAT pero por cuestiones de costo, se prefiere utilizar "cadenas" de enlaces de microondas con repetidores separados 600 km hasta llegar a un sitio con terminal VSAT. Los repetidores y las terminales VSAT introducen un retardo de procesamiento de 10 ms .

¿Cuántos sitios pueden estar "encadenados" para cumplir con la restricción de 1 seg de retardo?

Sean t_t^x , t_p^x , t_e^x los retardos de transmisión, propagación y procesamiento, respectivamente para un sistema $x \in [v : \text{vsat}, \mu : \text{microondas}]$. El retraso total permisible, R_t es:

$$R_t = t_t^v + t_p^v + t_e^v + N(t_t^\mu + t_p^\mu + t_e^\mu) \leq 1$$

$$N = \left\lfloor \frac{1 - t_t^v + t_p^v + t_e^v}{t_t^\mu + t_p^\mu + t_e^\mu} \right\rfloor$$

$$t_t^v + t_p^v + t_e^v = \frac{2 \times 1024 \times 8}{512000} + 4 \times \frac{36000}{300000} + 0.01 = 0.522\text{ s}$$

$$t_t^\mu + t_p^\mu + t_e^\mu = \frac{2 \times 1024 \times 8}{128000} + \frac{600}{300000} + 0.01 = 0.140\text{ s}$$

$$N = \left\lfloor \frac{1 - 0.522}{0.14} \right\rfloor = 3$$

18. ¿Por qué un cable coaxial no se trenza y un cable telefónico sí?

El cable coaxial tiene una malla que sirve como jaula de Faraday: Absorbe la radiación electromagnética que provoca el flujo eléctrico en el núcleo.

En un cable telefónico no se tiene esa malla, pero como está formado por un par de conductores balanceado, al trenzar los cables las emisiones electromagnéticas se cancelan entre sí.

19. Con wireshark se observan las tramas emitidas por un CODEC PCM de Voz sobre IP y se observa lo siguiente: Se transmiten 88.8 kbps . Los encabezados de Ethernet/VLAN, IP, UDP y RTP suman 62 octetos .

- (a) ¿Cuántas muestras de voz se están agregando en cada paquete?
- (b) ¿Cuántos paquetes se generan por segundo?

La voz codificada con PCM genera una tasa de 64 kbps. Si Wireshark reporta 88.8 kbps, el exceso se debe a los encabezados. Este exceso es $88,800 - 64,000 = 24,800$ bits.

Cada encabezado tiene 62 octetos = 496 bits. Por consiguiente, el número de paquetes que se están emitiendo son:

$$N = \frac{24,800}{496} = 50$$

Un valor que nos es familiar: 50 paquetes por segundo implican un intervalo de paquetización de $1/50 = 0.02$ s. Este es el valor recomendable para paquetizar Voz sobre IP.

El número de muestras en un paquete es de 160 octetos: $8000 : 1 \text{ s} :: x : 0.02 \text{ s}$.