

COMUNICACIONES DIGITALES

CLASE DE EJERCICIOS

SOLEMNE 1 -- SEMESTRE 1-2022

Tipo de pregunta

Teóricas.

- Recomendaciones: revisar PDFs de las clases

Preguntas modelo:

1. En un sistema digital:

- ☐ Ninguna de las demás respuestas
- ☐ El ancho de banda del repetidor se acumula con la distancia
- ☒ El ruido **NO** se acumula de repetidor a repetidor en sistemas de larga distancia
- ☐ El ruido **SI** se acumula de repetidor a repetidor en sistemas de larga distancia

1. El organismo internacional que regula las telecomunicaciones es:

- ☒ La International Telecommunications Union
- ☐ La Federal Communications Commission
- ☐ La International Telecommunications and Information Administration
- ☐ Ninguna de las demás respuestas

Tipo de pregunta

Teóricas.

2. La cantidad de errores detectables es:

- ☐ Ninguna de las demás respuestas
- ☐ menor o igual a los corregibles
- ☐ indistinta a la cantidad de corregibles
- ☒ mayor o igual a los corregibles

3. El peso de una palabra de código binaria está definida por la cantidad de:

- ☐ Ninguna de las demás respuestas
- ☐ Ceros que tiene
- ☒ Unos que tiene
- ☐ Transiciones de Cero a Uno que tiene

3. La propagación por Linea de Vista se produce cuando la frecuencia es:

- ☐ Ninguna de las demás respuestas
- ☐ Menor a $2MHz$
- ☒ Mayor a $30MHz$
- ☐ Menor a $30MHz$ pero mayor a $2MHz$

Tipo de pregunta

Teóricas.

4. Para lograr una velocidad de información con una tasa de error que se aproxime a cero:

- ☐ Debe cumplirse con la fórmula de Nyquist
- ☒ Debe cumplirse con la fórmula de Capacidad de Shannon
- ☐ Ninguna de las demás respuestas
- ☐ Debe cumplirse con la fórmula de Hartley

5. En una señal con frecuencia mayor a $30MHz$:

- ☐ No requiere de la elevación de la antena para transmitir a larga distancia
- ☒ Se puede aprovechar la propagación ionosférica
- ☐ Ninguna de las demás respuestas
- ☐ El horizonte es un obstáculo

5. La relación de eficiencia R de un código está dado por:

- ☒ k/n
- ☐ n/k
- ☐ $(n-k)$
- ☐ Ninguna de las demás respuestas

Tipo de pregunta

Teóricas.

6. La medida de la información depende solo de la:

- ☐ Ninguna de las demás respuestas
- ☐ Longitud

- ☒ Probabilidad
- ☐ Significado

$$I_j = \frac{-1}{\log_{10}(2)} \log_{10}(P_j) \text{ bits}$$

9. La relación señal a ruido en la fórmula de capacidad de Shannon debe escribirse como:

- ☒ Una expresión lineal (Watt/Watt)
- ☐ Una expresión en Hertz
- ☐ Ninguna de las demás respuestas
- ☐ Una expresión en dB

$$SNR = \frac{S}{N} = \frac{P_{señal}}{P_{ruido}} = 10^{dB/10}$$

10. La técnica ARQ consiste en:

- ☐ El envío de bits de redundancia para corrección en el destino
- ☒ La retransmisión de un paquete con error
- ☐ Ninguna de las demás respuestas
- ☐ La retransmisión solo de los bits de redundancia

Tipo de pregunta

Teóricas.

10. Un código lineal de grupo:

- ☐ No contiene la palabra nula
- ☒ Contiene la palabra nula
- ☐ Ninguna de las demás respuestas
- ☐ Contiene una cantidad infinita de palabras posibles

11. La longitud de onda de una señal es:

- ☒ Inversamente proporcional a la frecuencia de la señal
- ☐ Equivalente al producto de la frecuencia de la señal por la velocidad de la luz
- ☐ Ninguna de las demás respuestas
- ☐ Directamente proporcional a la frecuencia de la señal

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad [m]$$

12. La decodificación por síndrome se basa en la desigualdad en donde la probabilidad de t errores es:

- ☐ Ninguna de las demás respuestas
- ☐ mucho mayor que la probabilidad de t-1 errores
- ☐ mucho menor que la probabilidad de t+1 errores
- ☒ mucho mayor que la probabilidad de t+1 errores

Problemas. Radioenlace

Un radioenlace se debe instalar entre dos torres de vigilancia en un bosque, separadas 90Km entre sí. La primera estación está sobre una torre ubicada en una colina a 350m de altura, mientras que la segunda estación está a 120m de altura. No hay obstáculos entre las estaciones. Las frecuencias utilizadas pueden ser 433MHz y 710MHz. El equipo que utiliza 433MHz tiene una sensibilidad de -90dBm y el equipo que utiliza 710MHz tiene una sensibilidad de -105dBm. La potencia máxima de transmisión de ambos equipos es de 0,25W. La ganancia de antena es de 14dB. Es posible el radioenlace? Si no es así, cuántos enlaces secuenciales (o encadenados) se requieren para lograr este objetivo?

Datos:

Distancia = 90 Km

h1 = 350 m

h2 = 120 m

f1 = 433 MHz

f2 = 710 MHz

S1 = -90 dBm

S2 = -105 dBm

P1 = 0.25 W

P2 = 0.25 W

G = 14 dB

Transformaciones necesarias:

Sensibilidades dBm -> Watt

$$S1 = 10^{\frac{-90-30}{10}} = 10^{-12} W = 1 pW$$

$$S2 = 10^{\frac{-105-30}{10}} = 10^{-135/10} = 10^{-13.5} W = 0.0316 pW$$

$$P(W) = 1W \times \frac{10^{\frac{P(dBm)}{10}}}{1000} = 10^{\frac{P(dBm)-30}{10}}$$

Problemas. Radioenlace

Un radioenlace se debe instalar entre dos torres de vigilancia en un bosque, separadas 90Km entre sí. La primera estación está sobre una torre ubicada en una colina a 350m de altura, mientras que la segunda estación está a 120m de altura. No hay obstáculos entre las estaciones. Las frecuencias utilizadas pueden ser 433MHz y 710MHz. El equipo que utiliza 433MHz tiene una sensibilidad de -90dBm y el equipo que utiliza 710MHz tiene una sensibilidad de -105dBm. La potencia máxima de transmisión de ambos equipos es de 0,25W. La ganancia de antena es de 14dB. Es posible el radioenlace? Si no es así, cuántos enlaces secuenciales (o encadenados) se requieren para lograr este objetivo?

Datos:

Distancia = 90 Km

$h_1 = 350 \text{ m}$

$h_2 = 120 \text{ m}$

$f_1 = 433 \text{ MHz}$

$f_2 = 710 \text{ MHz}$

$S_1 = -90 \text{ dBm}$

$S_2 = -105 \text{ dBm}$

$P_1 = 0.25 \text{ W}$

$P_2 = 0.25 \text{ W}$

$G = 14 \text{ dB}$

Si en un enlace ambas antenas se logran ver por LOS, entonces es posible transmitir una señal. Esta señal pierde potencia a medida que avanza en el medio por ello su potencia al ser recibida equivale a:

$$P_r = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi d)^2} \quad [\text{W}]$$



P_t : Potencia de transmisión en Watts

G_t : Ganancia de la antena transmisora en dB

G_r : Ganancia de la antena receptora en dB

Además recordemos que para que se reciba correctamente la señal se debe cumplir que $P > \text{Sensibilidad}$. Como se busca maximizar la distancia mientras se mantiene la recepción de la señal entonces la ecuación anterior, despejando "d" queda:

$$d < \frac{\sqrt{\frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{S}}}{4\pi}$$

Problemas. Radioenlace

Un radioenlace se debe instalar entre dos torres de vigilancia en un bosque, separadas 90Km entre sí. La primera estación está sobre una torre ubicada en una colina a 350m de altura, mientras que la segunda estación está a 120m de altura. No hay obstáculos entre las estaciones. Las frecuencias utilizadas pueden ser 433MHz y 710MHz. El equipo que utiliza 433MHz tiene una sensibilidad de -90dBm y el equipo que utiliza 710MHz tiene una sensibilidad de -105dBm. La potencia máxima de transmisión de ambos equipos es de 0,25W. La ganancia de antena es de 14dB. Es posible el radioenlace? Si no es así, cuántos enlaces secuenciales (o encadenados) se requieren para lograr este objetivo?

Datos:

Distancia = 90 Km

h1 = 350 m

h2 = 120 m

f1 = 433 MHz

f2 = 710 MHz

S1 = -90 dBm

S2 = -105 dBm

P1 = 0.25 W

P2 = 0.25 W

G = 14 dB

Calculemos la longitud de onda para las frecuencias planteadas:

$$\lambda = c/f$$

$$\lambda_1 = \frac{3 \cdot 10^8}{433 \cdot 10^6} = 0.69m$$

$$\lambda_2 = \frac{3 \cdot 10^8}{710 \cdot 10^6} = 0.42m$$

Al reemplazar valores en la ecuación de "d":

$$d_1 < \frac{\sqrt{\frac{0.25 \cdot 14 \cdot 14 \cdot (0.69)^2}{1 \cdot 10^{-12}}}}{4\pi} = 384359.5m$$

$$d_2 < \frac{\sqrt{\frac{0.25 \cdot 14 \cdot 14 \cdot (0.42)^2}{0.0316 \cdot 10^{-12}}}}{4\pi} = 1315642.3m$$

$$d1_max = 384.3 \text{ km} , \quad d2_max = 1315.6 \text{ km}$$

Problemas. Radioenlace

Un radioenlace se debe instalar entre dos torres de vigilancia en un bosque, separadas 90Km entre sí. La primera estación está sobre una torre ubicada en una colina a 350m de altura, mientras que la segunda estación está a 120m de altura. No hay obstáculos entre las estaciones. Las frecuencias utilizadas pueden ser 433MHz y 710MHz. El equipo que utiliza 433MHz tiene una sensibilidad de -90dBm y el equipo que utiliza 710MHz tiene una sensibilidad de -105dBm. La potencia máxima de transmisión de ambos equipos es de 0,25W. La ganancia de antena es de 14dB. Es posible el radioenlace? Si no es así, cuántos enlaces secuenciales (o encadenados) se requieren para lograr este objetivo?

Datos:

Distancia = 90 Km

$h_1 = 350 \text{ m}$

$h_2 = 120 \text{ m}$

$f_1 = 433 \text{ MHz}$

$f_2 = 710 \text{ MHz}$

$S_1 = -90 \text{ dBm}$

$S_2 = -105 \text{ dBm}$

$P_1 = 0.25 \text{ W}$

$P_2 = 0.25 \text{ W}$

$G = 14 \text{ dB}$

Altura Relativa:

$$A_{\text{rel}} = 350 - 120 = 230 \text{ m}$$

Recordemos que para que dos antenas en línea de vista se vean por sobre el horizonte se debe cumplir:

$$d \leq \sqrt{2rh_1} + \sqrt{2rh_2}$$

$$d \leq \sqrt{2 \cdot 8497000 \cdot 230} + \sqrt{2 \cdot 8497000 \cdot 0}$$

$$d \leq 62518.9 \text{ m} \rightarrow 62.5 \text{ km} < 90 \text{ km}$$

NO SE PUEDE REALIZAR
EL RADIOENLACE !!

Problema 2.

1. A partir de la matriz de chequeo de paridad (H) provista en la Figura 1, calcule la tabla de síndrome asociada.
2. Si se recibe 0001111, verifique si es correcto, y si no lo es, establezca cuál podría ser la palabra transmitida, si es posible.

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Primero, debemos analizar la matriz H con las reglas de detección de errores:

- Tiene alguna columna de solo valores 0? No.
- Tiene 2 columnas iguales? No.
- son binarios? si.

Como se cumple la última condición y las primeras 2 no, la distancia (d) mínima es ≥ 3 .

Si decimos que $d=3$, podemos detectar $(d - 1)$ bits (2 bits) y corregir $(d - 1)/2$ (1) bits erróneos.

Luego, debemos generar la tabla de síndrome con un código de 3 bits (la distancia d) y posición de bit errado de 7 (por las filas de la matriz H).

Problema 2.

1. A partir de la matriz de chequeo de paridad (H) provista en la Figura 1, calcule la tabla de síndrome asociada.
2. Si se recibe 0001111, verifique si es correcto, y si no lo es, establezca cuál podría ser la palabra transmitida, si es posible.

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Una tabla de síndrome se construye suponiendo que se transmite la palabra nula:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Y luego buscando todos los patrones de 1 bit de error posibles asociados a esa palabra.

Patrón de Error

Síndrome

0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	1

0 0 0

Problema 2.

1. A partir de la matriz de chequeo de paridad (H) provista en la Figura 1, calcule la tabla de síndrome asociada.
2. Si se recibe 0001111, verifique si es correcto, y si no lo es, establezca cuál podría ser la palabra transmitida, si es posible.

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2. Encontramos el síndrome para esa palabra

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ? \\ ? \\ ? \end{bmatrix}$$

Luego buscamos ese valor en la tabla de síndromes:

Corresponde a: ?

Finalmente: $c = r \oplus e$

$$r = 0001111$$

$$e = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$c =$$