



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura

Cátedra: Comunicaciones de Datos

Año:2024

Trabajos Prácticos 1ra. Parte

Alumnos:

- Aguado, Axel Tomas: 53500
- Villalba, Mauricio Emmanuel: 55958
- Canteros Julio Osvaldo: 53145
- Rabadán Gabriel: 47653
- Antinori, Ariel 55287
- Márquez, Abel 48247

## Trabajo Práctico N° 5 – Medios de Transmisión

### 1- Línea de vista en km para una antena de 110 metros de altura

Considerando un factor  $k$ , que considera la refracción de las microondas con la curvatura de la tierra, de  $\frac{4}{3}$

$$d = 3,57 \cdot (k \cdot h)^{\frac{1}{2}}$$

Entonces:

$$d = 3,57 \cdot \left(\frac{4}{3} \cdot 110 \text{ m}\right)^{\frac{1}{2}} = 43,235 \text{ km}$$

### 2- Antena parabólica de reflexión, con un diámetro de 3,5 metros, funcionando a una frecuencia de 12,5 GHz.

a) Ganancia de una antena

Dada el área  $A = \pi \cdot (1,75)^2 \cong 9,62$

Luego, la longitud de onda sería:  $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}}{12,5 \cdot 10^9 \text{ Hz}} = 0,024 \text{ m}$

Por lo tanto, la ganancia de la antena sería:

$$G = \frac{7 \cdot A}{\lambda^2} = \frac{7 \cdot 9,62}{0,024} = 116909,72$$

Y en decibels:  $G(\text{dB}) = 10 \cdot \log_{10} G = 50,68 \text{ dB}$

b) Si no hay obstáculos intermedios, la distancia máxima en kilómetros entre antenas de 120 metros de altura es:

$$d_{\max} = 7,14 \left(\frac{4}{3} \cdot 120 \text{ m}\right)^{\frac{1}{2}} = 90,31 \text{ km}$$

### 3- Pérdida en el espacio libre de una antena isotrópica a 4 GHz para establecer una conexión punto a punto a 45 km. de distancia.

La longitud de onda a 4GHz es de  $\lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}}{4 \cdot 10^9 \text{ Hz}} = 0,075 \text{ m}$

Por lo tanto, la pérdida es:

$$L(\text{dB}) = -20 \cdot \log_{10} 0,075 + 20 \cdot \log_{10}(45 \cdot 10^3 \text{ m}) + 21,98 \text{ dB} = 137,54 \text{ dB}$$

#### 4- Energía irradiada

- i. Potencia transmitida = 140 W
- ii. Ganancia de la antena de transmisión 15 dB y
- iii. Atenuación del cable 1,5 dB.

La potencia isotrópica irradiada o PIRE sería:

$$P_t(dBm) = 10 \cdot \log_{10}(140W \cdot 1000) = 51,46 \text{ dBm}$$

$$PIRE = P_t(dBm) - A_t(dB) + G_t(dBi) = 51,46 \text{ dBm} - 1,5 \text{ dB} + 15 \text{ dB} = 64,96 \text{ dBm}$$

#### 5- Atenuación

- a. Distancia 80Km y longitud de onda 2 metros

$$L(dB) = 10 \cdot \log \left[ \left( \frac{4 \cdot \pi \cdot 80 \cdot 10^3 \text{ m}^2}{2 \text{ m}} \right) \right] = 114,03 \text{ dB}$$

- b. Distancia 110Km y longitud de onda 10cm

$$L(dB) = 10 \cdot \log \left[ \left( \frac{4 \cdot \pi \cdot 110 \cdot 10^3 \text{ m}^2}{0.1 \text{ m}} \right) \right] = 142,81 \text{ dB}$$

- c. Distancia 70Km y atenuación 120 dB

$$\begin{aligned} L(dB) &= 10 \cdot \log \left( \frac{4 \cdot \pi \cdot D}{\lambda} \right) \rightarrow \frac{L(dB)}{10} = \log \left[ \left( \frac{4 \cdot \pi \cdot D}{\lambda} \right) \right] \rightarrow 10^{\frac{L(dB)}{10}} = \left( \frac{4 \cdot \pi \cdot D}{\lambda} \right) \\ \rightarrow \sqrt[10^{\frac{L(dB)}{10}}]{} &= \frac{4 \cdot \pi \cdot D}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{4 \cdot \pi \cdot D}{\sqrt[10^{\frac{L(dB)}{10}}]{} } \\ \lambda &= \frac{4 \cdot \pi \cdot 70 \cdot 10^3 \text{ m}}{\sqrt[10^{\frac{120}{10}}]{} } = \frac{879645,943}{1000000} = 0,88 \text{ m} \end{aligned}$$

6- Factibilidad de un enlace de 50 km operando a 2,4 GHz, con las siguientes características:

- a. Salida del transmisor 15 dBm.
- b. Pérdida en cables y conectores 3 dB.
- c. Ganancia antena de transmisión 24 dBi.
- d. Pérdida en el espacio libre 134 dB.
- e. Ganancia de la antena receptora 24 dBi.
- f. Cables y conectores 3 dB.
- g. Sensibilidad del receptor – 85 dBm

Sitio A	Sitio B
$P_t = 15dBm$	-
$A_t = 3dB$	$A_r = 3dB$
$G_t = 24 dBi$	$G_r = 24dBi$
$FSL = 134 dB$	$Sensibilidad = -85dBm$

$$margen (dBm) = P_t (dBm) - A_t (dB) + G_t (dBi) - FSL(dB) + G_r (dBi) - A_r (dB) + sensibilidad (dBm)$$

$$margen(dBm) = 15 dBm - 3 dB + 24 dBi - 134 dB + 24 dBi - 3dB + 85 dBm = 8 dB$$

En estas condiciones el enlace no resulta factible.

### 7- Red WIFI (LAN inalámbrica) con las siguientes características:

- Access Point cuya potencia de salida es de 52 mW,
- En el otro extremo una placa de red inalámbrica cuya sensibilidad (threshold) es de -85 dB,
- En el sitio A, la altura de la torre es de 12 metros, la distancia total de la placa a la antena es de 13 metros.
- En el sitio B, no hay torre, la distancia total de la placa a la antena es de 3 metros.
- El cable empleado en el sitio A, tiene una pérdida de 0,75 dB por metro.
- El cable empleado en el sitio B, tiene una pérdida de 0,55 dB por metro.
- Pérdida en el espacio de 114 dB. (constante).
- La ganancia de la antena del sitio B es de 12 dBi.
- La ganancia de la antena del sitio A es de 15 dBi.

Sitio A	Sitio B
$P_t = 17,16 dBm$	-
$A_t = 9,75 dB$	$A_r = 1,65 dB$
$G_t = 15 dBi$	$G_r = 12dBi$
$FSL = 114 dB$	$Sensibilidad = -85dB$

a. Factibilidad del enlace:

$$margen(dBm) = 17,16 dBm - 9,75 dB + 15 dBi - 114 dB + 12 dBi - 1,65dB + 85 dBm = 3,76 dB$$

En estas condiciones el enlace no es factible.

b. Posibles Mejoras

Sitio A	Sitio B
$P_t = 17,16 dBm$	-
$A_t = 2.6 dB$	$A_r = 0,6 dB$
$G_t = 15 dBi$	$G_r = 12dBi$
$FSL = 114 dB$	$Sensibilidad = -85dB$

Con utilizar cables con un diseño superior y baja pérdida de 0,2 dB por metro en ambos sitios, se puede mejorar el enlace hasta un margen de 11,96dBm aumentando el grado de la confiabilidad del enlace.

$$\text{margen}(dBm) = 17,16 \text{ dBm} - 2,6 \text{ dB} + 15 \text{ dBi} - 114 \text{ dB} + 12 \text{ dBi} - 0,6 \text{ dB} + 85 \text{ dBm} = 3,76 \text{ dB}$$

c. Sitio B con conductor que tiene una pérdida de 1,5dB por metro

Sitio A	Sitio B
$P_t = 17,16 \text{ dBm}$	-
$A_t = 9,75 \text{ dB}$	$A_r = 4,5 \text{ dB}$
$G_t = 15 \text{ dBi}$	$G_r = 12 \text{ dBi}$
$FSL = 114 \text{ dB}$	$\text{Sensibilidad} = -85 \text{ dB}$

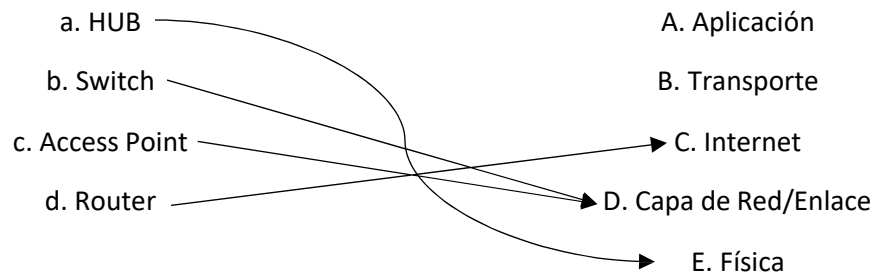
$$\text{margen}(dBm) = 17,16 \text{ dBm} - 9,75 \text{ dB} + 15 \text{ dBi} - 114 \text{ dB} + 12 \text{ dBi} - 4,5 \text{ dB} + 85 \text{ dBm} = 0,91 \text{ dB}$$

Entonces, si se reemplaza en el sitio B un conductor con una pérdida de 1,5 dB por metro se disminuye el margen por lo tanto obteniendo menos factibilidad.

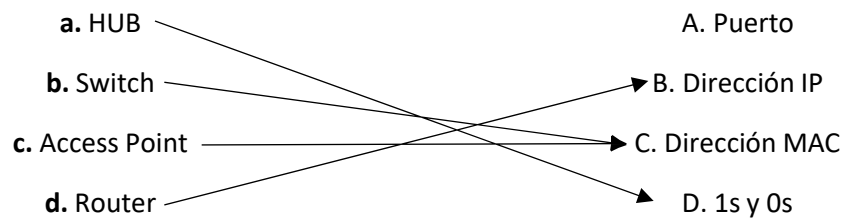
## Trabajo Práctico N° 6 –

### Diseño de Redes. Dominios de Colisión. Dominios de Broadcast

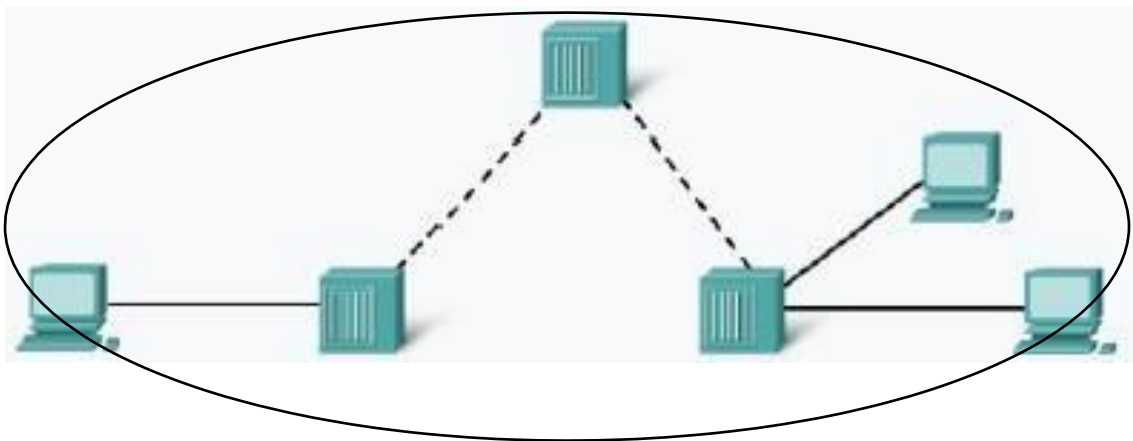
1- Relacionar los siguientes dispositivos con la capa adecuada del modelo o arquitectura de referencia.



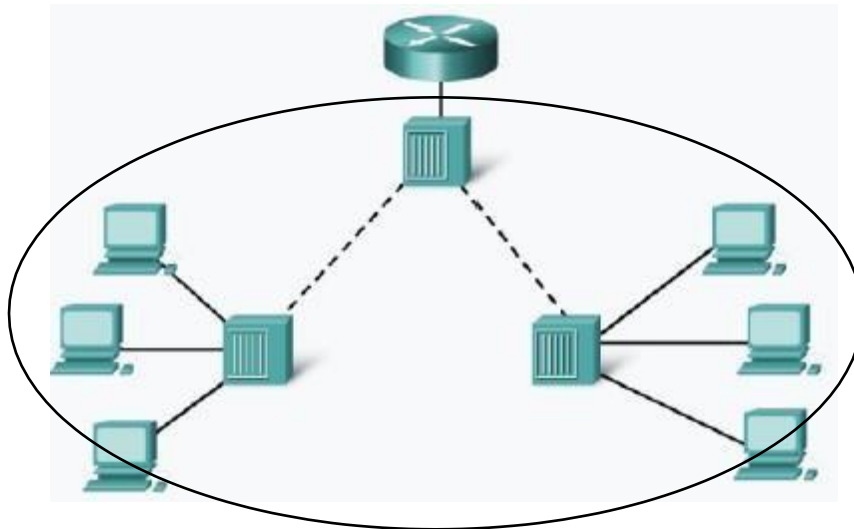
2. Relacionar los siguientes dispositivos con el tipo de direccionamiento utilizado.



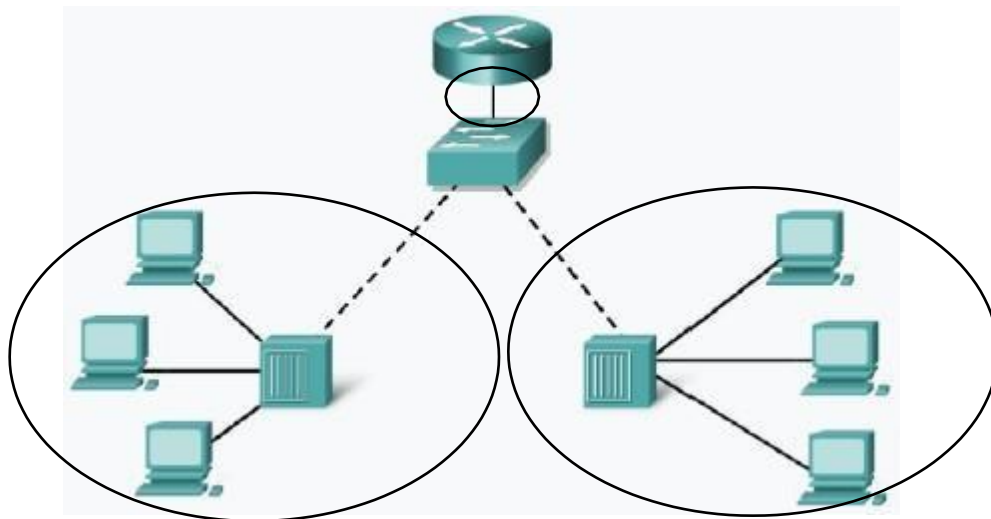
3. Para el diagrama de red siguiente, indique con círculos cuantos dominios de broadcast existen.



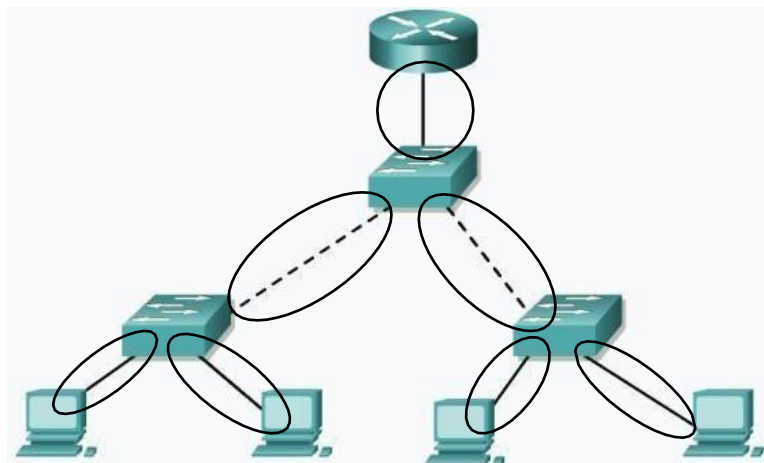
4. Para el diagrama de red siguiente, indique con círculos cuantos dominios de broadcast existen.



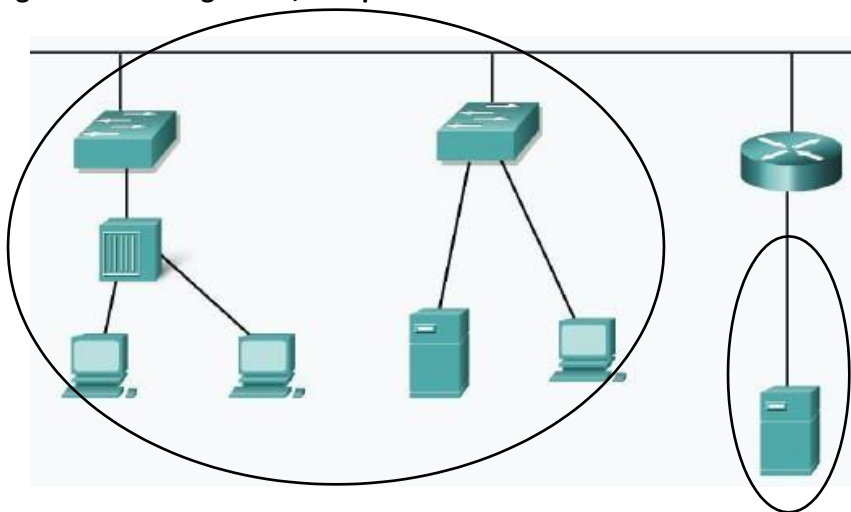
5. Para el diagrama de red siguiente, indique con círculos cuantos dominios de colisión existen.



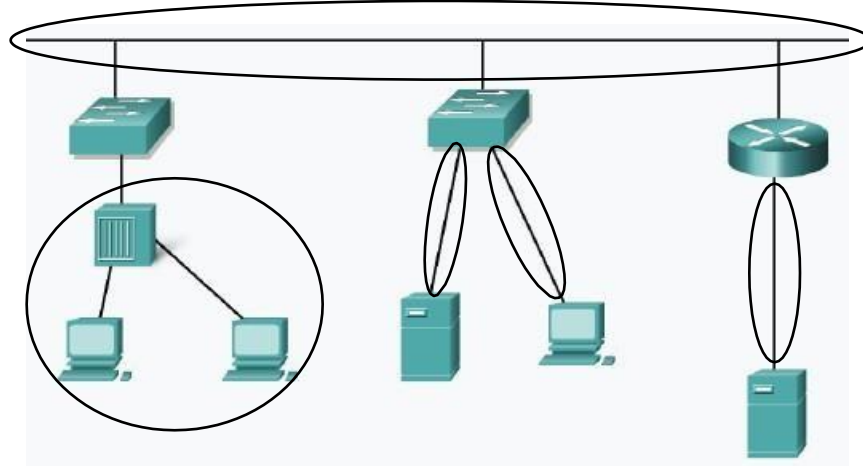
6. Para el diagrama de red siguiente, indique con círculos cuantos dominios de colisión existen.



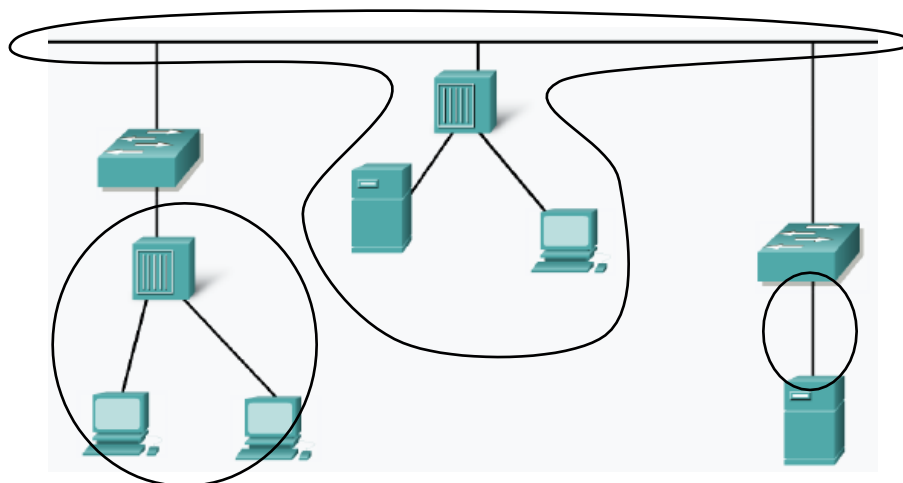
7. Para el diagrama de red siguiente, indique con círculos cuantos dominios de broadcast existen.



8. Para el diagrama de red siguiente, indique con círculos cuantos dominios de colisión existen.



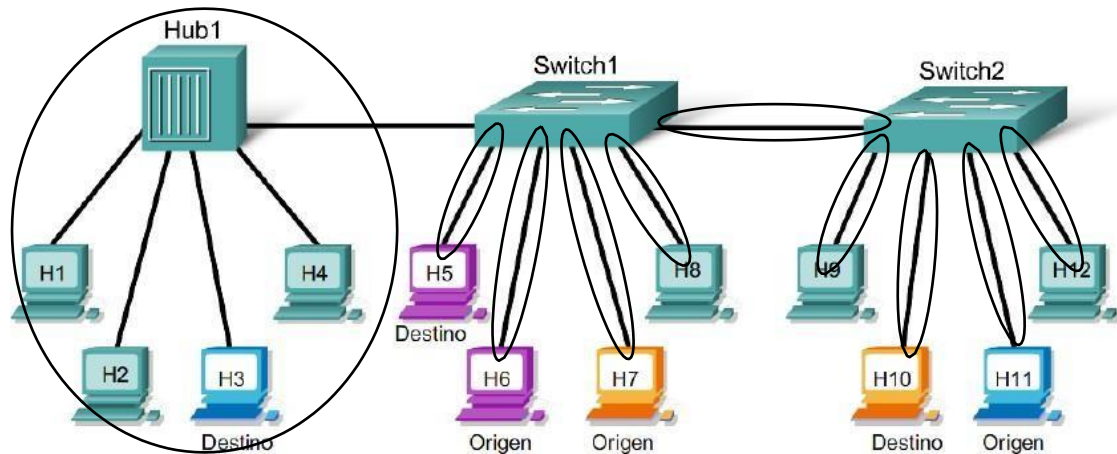
9. Para el diagrama de red siguiente, indique con círculos cuantos dominios de colisión existen.





10. Para el diagrama siguiente, indique:

- Cuantos dominios de colisión existen en esta red.
- Explique su respuesta anterior y detalle en una tabla, que dispositivos y hosts se incluyen en el o los dominios existentes.
- Explique qué sucede si el host 5 y el host 6 envían un mensaje en el switch 1 al mismo tiempo.



a. Existen en esta red 10 dominios de colisión.

b. Tabla de colisión

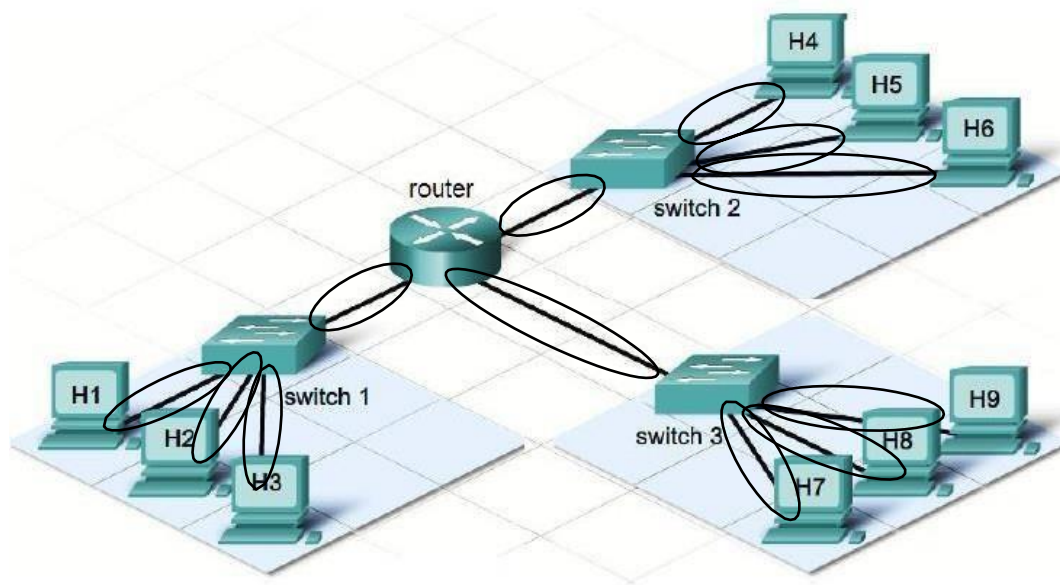
Dominio de colisión	Dispositivos
1	HUB 1 - H1 - H2 - H3 - H4
2	Switch 1 - H5
3	Switch 1 - H6
4	Switch 1 - H7
5	Switch 1 - H8
6	Switch 1 - Switch 2
7	Switch 2 – H9
8	Switch 2 – H10
9	Switch 2 – H11
10	Switch 2 – H12

c. Si el host 5 y el host 6 envían un mensaje en el switch 1 al mismo tiempo, no habrá una colisión ya que es switch se encarga de crear dominios de colisión distintos para cada host.

11. Para el diagrama de red siguiente, indique:

- Cuantos dominios de colisión existen.
- Cuantos dominios de broadcast existen.

- c. En el caso del dominio de broadcast, explique su respuesta y detalle en una tabla, que dispositivos y hosts se incluyen en dichos dominios.



a. Existen 12 dominios de colisión.

b. Existen 3 dominios de broadcast.

c. Tabla de dominios de broadcast

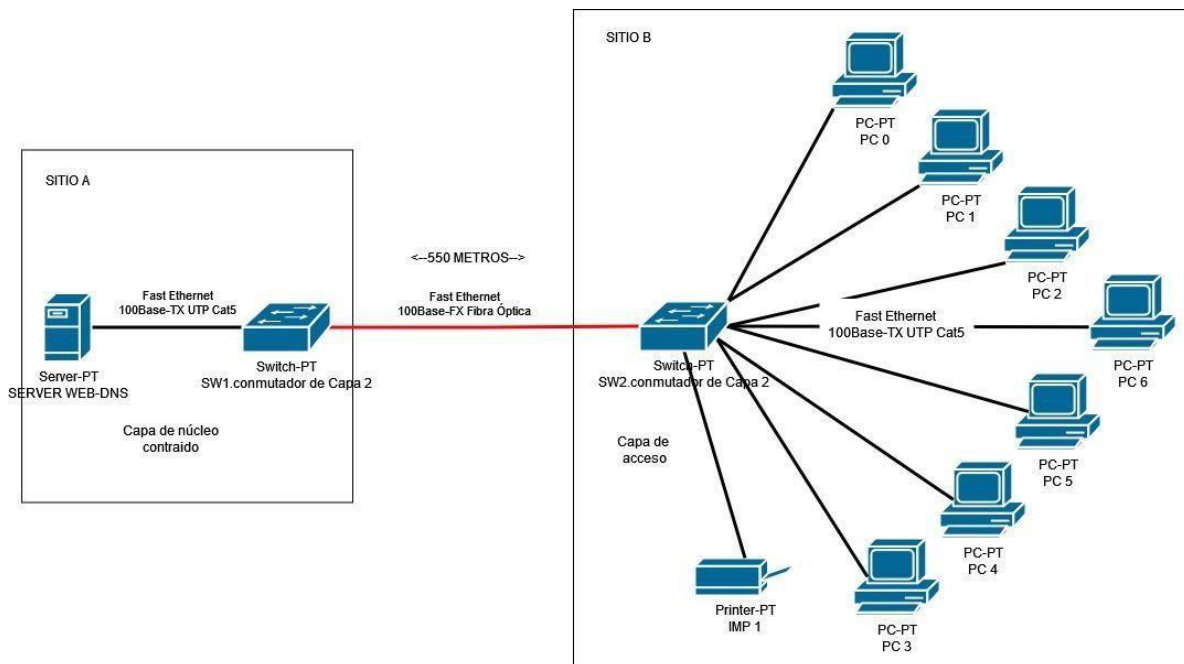
Dominio de broadcast	Dispositivos
1	Router – Switch 1 – H1 – H2 – H3
2	Router – Switch 2 – H4 – H5 – H6
3	Router – Switch 3 – H7 – H8 – H9

## Trabajo Práctico N° 7 – Diseño de Redes

### Escenario 1:

1) Se tiene un servidor con servicio de páginas WEB y DNS en la ubicación geográfica "A", y se desea conectar al mismo un grupo de 7 PC's y 1 impresora basadas en Ethernet en la ubicación "B". Diseñar y especificar medios y tecnologías de comunicación a utilizar para realizar dicha conexión sabiendo que:

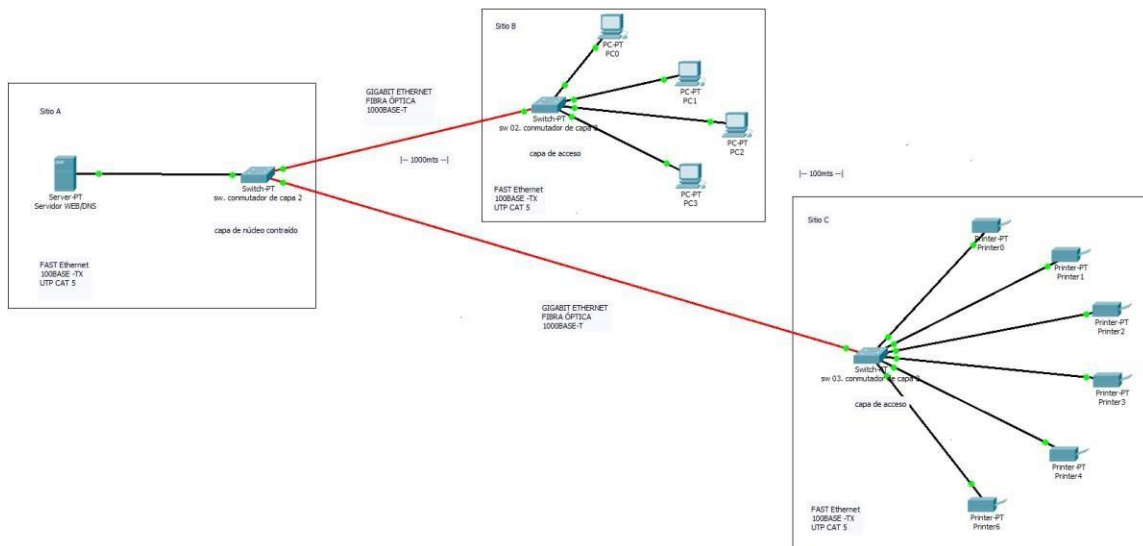
- Se requiere alta velocidad entre los sitios.
- La distancia entre ambos puntos es de 550 metros
- Se pretende un dominio de colisión controlado.
- Existen limitaciones presupuestarias.



### Escenario 2:

2) Se tiene un servidor con servicio de páginas WEB y DNS en la ubicación geográfica "A", y se desea conectar al mismo un grupo de 4 PC's basadas en Ethernet en el punto "B" y de 6 impresoras Ethernet en el punto "C". Diseñar y especificar el medio y tecnología de comunicación a utilizar para realizar dicha conexión si:

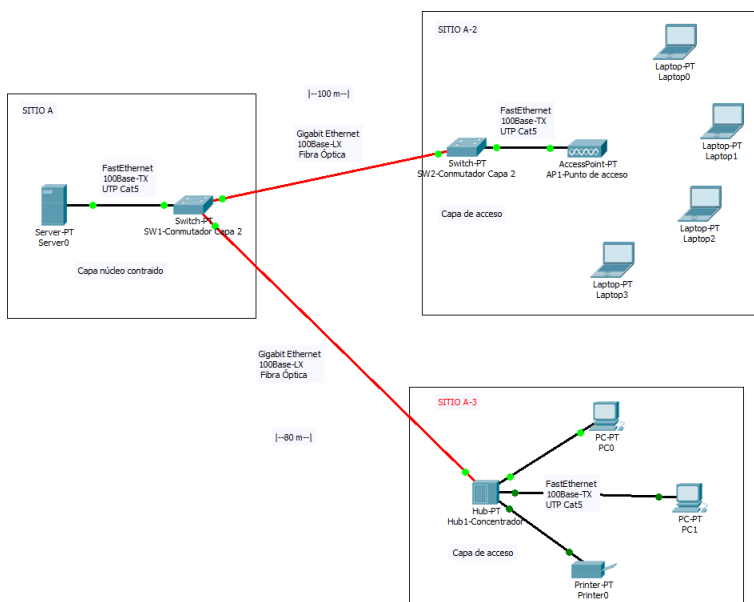
- La distancia entre los puntos "A" y "B" es de 1000 mts.
- La distancia entre los puntos "B" y "C" es de 100 mts.
- Se pretende un dominio de colisión controlado.
- No existe limitaciones presupuestarias.



### Escenario 3:

3) Se tiene un host con servicio de páginas WEB y DNS en la ubicación geográfica "A", y se desea conectar al mismo un grupo de 4 Notebooks basadas en Wi-Fi LAN Ethernet a 54 Mbps en la ubicación "A-2", y 2 PCs y 1 impresora de red en la ubicación "A-3". Todas las ubicaciones pertenecen a un mismo lugar o sitio. Diseñar y especificar medios y tecnologías de comunicación a utilizar para realizar dicha conexión teniendo en cuenta:

- Se necesita alta velocidad de datos.
- La distancia entre el Sitio A y el Sitio A-2 ambos puntos es de 100 m.
- La distancia entre el Sitio A y el Sitio A-3 ambos puntos es de 80 m.
- Para el sitio A-3 se pretende una red de medio compartido (dominio de colisión).



#### Escenario 4:

#### 4) Realizar el diseño de red que satisfaga las siguientes condiciones:

1. En el lugar A, se encuentra el centro de cableado principal o MDF en donde se ubica el servidor de aplicaciones de la empresa. Dicho lugar posee dos plantas principales en donde se desea:
  - En la Planta 0 se tiene: 1 server, 6 PCs, de las cuales 2 son inalámbricas, y 3 impresoras de red wi-fi.
  - En la Planta 1 se tiene un ambiente todo inalámbrico conformado por 3 PCs y 3 impresoras.

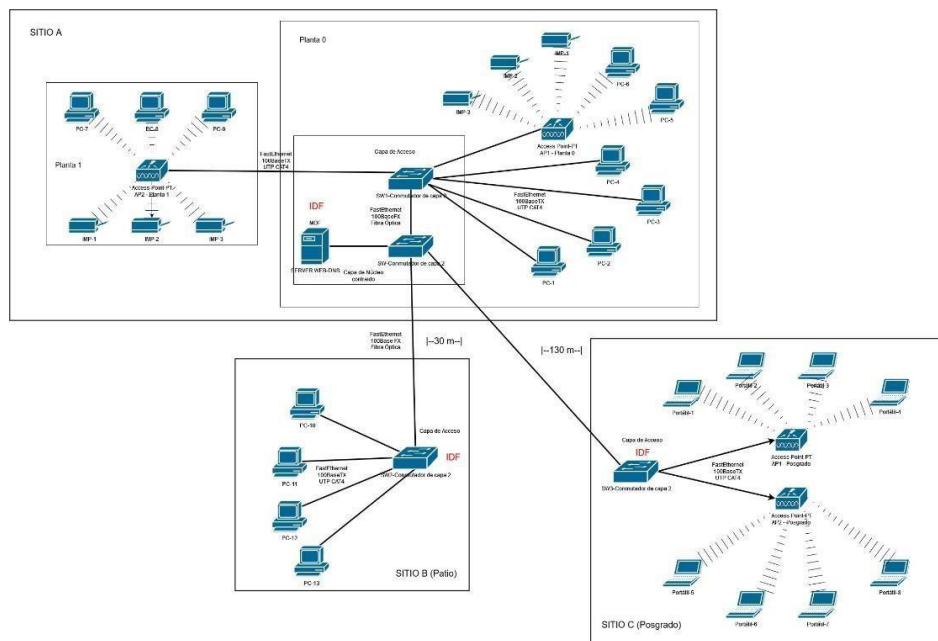
Cada planta en el Sitio A debe tener al menos un Access Point de servicio con su propia clave compartida.

2. En el lugar B, un patio de comidas, a una distancia de 30 mts. del Lugar A, se requiere dar cobertura a por lo menos 4 estaciones de trabajos fijas.
3. En el lugar C, una sala para cursos de posgrado, distante a 130 mts. del Lugar A, se quiere dar cobertura a al menos a 8 computadoras portátiles.

En el lugar C, separar la carga en al menos 2 Access Point, cada uno con su clave compartida.

Se pretende, además:

- Que identifique, las capas de diseño jerárquicas intervinientes.
- Que cada lugar tenga su propio armario de telecomunicaciones (IDF).
- Que identifique los dominios de colisión y de broadcast existentes y se arme una planilla con los dispositivos y host intervinientes.
- Que para el lugar B se identifique y arme la tabla de direcciones MAC utilizadas.



<b>Dominio de colisión</b>	<b>Dispositivos</b>
1	Server – Switch
2	Switch – Switch 1
3	Switch 1 – AP1-Planta 0
4	Switch 1 – AP2-Planta 1
5	Switch 1 – PC1
6	Switch 1 – PC2
7	Switch 1 – PC3
8	Switch 1 – PC4
9	Switch – Switch 2
10	Switch 2 – PC10
11	Switch 2 – PC11
12	Switch 2 – PC12
13	Switch 2 – PC13
14	Switch – Switch 3
15	Switch 3 - AP1-Posgrado
16	Switch 3 – AP2-Posgrado

<b>Dominio de broadcast</b>	<b>Dispositivos</b>
1	Server – Switch – Switch 1 – PC1 – PC2 – PC3 – PC4 – Switch 2 – PC10 – PC11 – PC12 – PC13 – Switch 3
2	AP1-Planta 0 – PC5 – PC6 - IMP1 – IMP2 - IMP3
3	AP2-Planta 1 – PC7 – PC8 – PC9 – IMP4 – IMP5 – IMP6
4	AP1-Posgrado – Portátil1 – Portátil2 – Portátil3 – Portátil4
5	AP2-Posgrado – Portátil5 – Portátil6 – Portátil7 – Portátil8

Direcciones MAC utilizadas en el Lugar B (tabla de direcciones MAC):

<b>Dispositivo</b>	<b>Dirección MAC</b>
PC-10	00:11:22:33:44:55
PC-11	00:11:22:33:44:56
PC-12	00:11:22:33:44:57
PC-13	00:11:22:33:44:58

## Trabajo Práctico N° 8 – Protocolo HDLC

1. Obtener para los siguientes ejercicios los valores de “eficiencia del protocolo” y de ocupación del enlace”.

### **Escenario 1:**

- Módem de 256 Kbps.
- Latencia del medio: 23 ms.
- Cantidad de latencias en el medio: 20.
- Longitud fija del campo de datos: 64 bytes.
- Bits útiles: 16 tramas; 64 bytes.
- Bits totales: 25 tramas; 64 Bytes + 6 control; 15 tramas de control.
- Cantidad de temporizadores: 50.
- Duración de temporizadores: 5 ms.

### Eficiencia del protocolo

$$Eficiencia = \frac{\text{bits útiles}}{\text{bits totales}} = \frac{16 \cdot 64 \cdot 8}{(25 \cdot 70 \cdot 8) + (15 \cdot 6 \cdot 8)} = \frac{8192}{14720} = 0,56$$

**Eficiencia 56%**

### Ocupación del enlace

*tiempo total = tiempo de latencia + tiempo de modulación + tiempo de temporizadores*

$$\text{tiempo de latencia} = 23 \text{ ms} \cdot 20 = 460 \text{ ms}$$

$$\text{tiempo de trama de información} = \frac{(64 + 6) \cdot 8 \text{ bits}}{256 \cdot 10^3 \text{ bps}} = 0,0022 \text{ seg} \rightarrow 2,19 \text{ ms}$$

$$\text{tiempo de trama de control} = \frac{6 \cdot 8 \text{ bits}}{256 \cdot 10^3 \text{ bps}} = 0,00019 \text{ seg} \rightarrow 0,19 \text{ ms}$$

$$\text{tiempo de modulación} = 25 \cdot 2,19 \text{ ms} + 15 \cdot 0,19 \text{ ms} = 57,6 \text{ ms}$$

$$\text{tiempo de temporizadores} = 50 \cdot 5 \text{ ms} = 250 \text{ ms}$$

$$\text{tiempo total} = 460 \text{ ms} + 57,6 \text{ ms} + 250 \text{ ms} = 767,60 \text{ ms}$$

$$\text{bits potenciales} = \text{velocidad de modulación} \times \text{tiempo total}$$

$$\text{bits potenciales} = 256 \cdot 10^3 \text{ bps} \cdot 0,7676 \text{ seg} = 196505,6 \text{ bits}$$

$$\text{Ocupación} = \frac{\text{bits totales}}{\text{bits potenciales}} = \frac{14720 \text{ bits}}{196505,6 \text{ bits}} = 0,075$$

**Ocupación es de 7,5%**

## Escenario 2:

- Módem de 512 Kbps.
- Latencia del Medio: 20 ms.
- Cantidad de latencias en el medio: 20.
- Longitud fija del campo de datos: 64 bytes.
- Bits útiles: 18 tramas; 64 bytes.
- Bits totales: 25 tramas; 64 Bytes + 6 control; 16 tramas de control.
- Cantidad de temporizadores: 40.
- Duración de temporizadores: 5 ms

### Eficiencia del protocolo

$$Eficiencia = \frac{\text{bits útiles}}{\text{bits totales}} = \frac{18 \cdot 64 \cdot 8}{(25 \cdot 70 \cdot 8) + (16 \cdot 6 \cdot 8)} = \frac{9216}{14768} = 0,62$$

**Eficiencia 62%**

### Ocupación del enlace

$$\text{tiempo de latencia} = 20 \text{ ms} \cdot 20 = 400 \text{ ms}$$

$$\text{tiempo de trama de información} = \frac{70 \cdot 8 \text{ bits}}{512 \cdot 10^3 \text{ bps}} = 0,0011 \text{ seg} \rightarrow 1,10 \text{ ms}$$

$$\text{tiempo de trama de control} = \frac{6 \cdot 8 \text{ bits}}{512 \cdot 10^3 \text{ bps}} = 0,0001 \text{ seg} \rightarrow 0,1 \text{ ms}$$

$$\text{tiempo de modulación} = 25 \cdot 1,1 \text{ ms} + 16 \cdot 0,1 \text{ ms} = 29,1 \text{ ms}$$

$$\text{tiempo de temporizadores} = 40 \cdot 5 \text{ ms} = 200 \text{ ms}$$

$$\text{tiempo total} = 400 \text{ ms} + 29,1 \text{ ms} + 200 \text{ ms} = 629,1 \text{ ms}$$

$$\text{bits potenciales} = 512 \cdot 10^3 \text{ bps} \cdot 0,6291 \text{ seg} = 322099,2 \text{ bits}$$

$$\text{Ocupación} = \frac{\text{bits totales}}{\text{bits potenciales}} = \frac{14768 \text{ bits}}{322099,2 \text{ bits}} = 0,046$$

**Ocupación es de 4,6%**



### Escenario 3:

- M3d3m de 320 Kbps.
- Latencia del Medio: 25 ms.
- Cantidad de latencias en el medio: 10.
- Longitud fija del campo de datos: 64 bytes.
- Bits 3tiles: 16 tramas; 64 bytes.
- Bits totales: 25 tramas; 64 Bytes + 6 control; 15 tramas de control.
- Cantidad de temporizadores: 40.
- Duraci3n de temporizadores: 5 ms

### Eficiencia del protocolo

$$Eficiencia = \frac{\text{bits 3tiles}}{\text{bits totales}} = \frac{16 \cdot 64 \cdot 8}{(25 \cdot 70 \cdot 8) + (15 \cdot 6 \cdot 8)} = \frac{8192}{14720} = 0,56$$

**Eficiencia 56%**

### Ocupaci3n del enlace

$$\text{tiempo de latencia} = 25 \text{ ms} \cdot 10 = 250 \text{ ms}$$

$$\text{tiempo de trama de informaci3n} = \frac{70 \cdot 8 \text{ bits}}{320 \cdot 10^3 \text{ bps}} = 0,002 \text{ seg} \rightarrow 1,75 \text{ ms}$$

$$\text{tiempo de trama de control} = \frac{6 \cdot 8 \text{ bits}}{320 \cdot 10^3 \text{ bps}} = 0,00015 \text{ seg} \rightarrow 0,15 \text{ ms}$$

$$\text{tiempo de modulaci3n} = 25 \cdot 1,75 \text{ ms} + 15 \cdot 0,15 \text{ ms} = 46 \text{ ms}$$

$$\text{tiempo de temporizadores} = 40 \cdot 5 \text{ ms} = 200 \text{ ms}$$

$$\text{tiempo total} = 250 \text{ ms} + 46 \text{ ms} + 200 \text{ ms} = 496 \text{ ms}$$

$$\text{bits potenciales} = 320 \cdot 10^3 \text{ bps} \cdot 0,496 \text{ seg} = 158720 \text{ bits}$$

$$Ocupaci3n = \frac{\text{bits totales}}{\text{bits potenciales}} = \frac{14768 \text{ bits}}{158720 \text{ bits}} = 0,09$$

**Ocupaci3n es de 9%**