

Proyecto de red de acceso FTTH

Nombre: **Andrés Ruz Nieto**

Proyecto 2

Usted decide crear una empresa para explotar redes de acceso fijo basadas en tecnología óptica (FTTH).

T1.1

En una primera ronda de financiación para su empresa acude a un *elevator pitch* con inversores. Exponga de forma razonada las dos ventajas que considere más relevantes de usar tecnología óptica para la red de acceso frente a otras alternativas para convencer a un inversor.

Las principales ventajas que tiene el uso de usar tecnologías ópticas son el coste y el ancho de banda. Muchos de los elementos que se usan en una red óptica no necesitan un continuo mantenimiento y además al ser elementos pasivos no necesitan ningún tipo de alimentación por lo que en este aspecto se ahorra mucho en los costes de estas redes. Además las redes ópticas tienen un ancho de banda mucho más alto que las redes de cobre. Una red óptica puede proporcionar un ancho de banda 1000 veces mayor a una distancia de 100 veces más. En redes ópticas las centrales son más pequeñas y además en menor cantidad con respecto a las ópticas. Las redes ópticas son más fiables en cuanto al ruido electromagnético.

Una vez conseguida la financiación decide desplegar en su red el estándar G.984 (GPON) con una velocidad de bajada de 2.5 Gbps y de subida de 1.25 Gbps.

T2.1

Exponga razones a favor y en contra de desplegar este estándar.

Es una tecnología que en la actualidad se usa mucho, por lo que es muy conocida. En caso de un problema sería más fácil de solucionar. Permite hasta 64 clientes a un máximo del 20km de distancia. GPON es más eficiente que EPON (el ancho de banda eficiente es mayor), esto hace que las compañías puedan ofrecer un mejor servicio al usuario a un menor coste.

Cabe destacar que la red GPON es más compleja que la EPON.

T2.2

Determine los siguientes parámetros del estándar que ha elegido desplegar.

Parámetro		Valor recogido en estándar
Codificación de canal (RZ, NRZ...)		Scrambled NRZ
Relación de extinción mínima		+10dB
Tasa binaria	bajada	2488Gbps
	subida	1244Gbps
FEC	bajada	RS(255,239)
	subida	RS(255,239)
BER (después FEC)	bajada	10^{-12}
	subida	10^{-10}
Margen de seguridad		2dB

Nota: Los estándares están disponibles en PoliformaT.

T2.3

¿Qué información se codifica en el campo Plend? ¿Y por qué se codifica dos veces?.

Indica la longitud del campo BWmap, este campo indica el ancho de banda asignado a cada T-CONT.

Este campo se envía dos veces para dar robustez al mensaje ante un error.

La gestión de los ONTs en FTTH la realiza el OLT. La información OAM se intercambia mediante tres canales: los campos que ya vienen definidos dentro de la propia estructura de las tramas para el intercambio de la información más continua; el canal PLOAM; y finalmente las tramas específicas de gestión siguiendo el protocolo OMCI (G.988). En general la gestión se controla mediante máquinas de estados finitos.

Como ejemplo vamos a estudiar el proceso de activación de una nueva ONU, que se describe en el estándar G.984.3. Lea los distintos estados en los que puede encontrarse una ONU y el diagrama de estados.

T2.4a

Indique en que estado recibe la ONU el identificador. ¿Qué evento induce a la ONU a pasar al estado de operación normal?

La ONU recibe su identificador en el estado O3. Una vez la ONT ha enviado su SN a la OLT, la OLT le asigna una ID a la ONT.

La ONU pasará a O5 (Operation State) cuando recibe el mensaje de Ranging_Time, que es el retardo que requiere la ONT para sincronizarse con la OLT

--

A continuación, después de realizar una comparativa del mercado decide trabajar con los siguientes equipos:

Equipo	Fabricante	Modelo
OLT	Titan Photonics	GPON SFP OLT Transceiver
ONT	Titan Photonics	GPON SFF ONU Transceiver
Fibra óptica	Corning Inc.	SSMF-28

Nota: Los catálogos de los equipos están disponibles en PoliformaT.

Obtenga los siguientes parámetros del estándar:

T3.1			
Determine los siguientes parámetros de los catálogos de los componentes:			
Parámetro		Valor recogido en catálogo	
		OLT	ONT
Longitud de onda	Transmisor	1490nm	1310nm
	Receptor	1310nm	1490nm
Potencia transmitida (dBm)		1.5 - 5dBm	0.5 - 5dBm
Sensibilidad (dBm)		-7/-28dBm	-28dBm
Tiempo de subida (ps)	Transmisor	150ps	260ps
	Receptor	150ps	260ps
Tasa binaria	Transmisor	2.488Gbps	1.244Gbps
	Receptor	1.244Gbps	2.488Gbps
Tasa binaria mínima por usuario	Bajada	38.8Mbps	
	Subida	19.43Mbps	
RIN (dB/Hz)		-120dB	-120dB
Ancho espectral de la fuente (nm)		1nm	1nm
Relación de extinción (dB)		10dB	10dB
Potencia máxima de entrada (dBm)			10dBm
Pérdidas de exceso del divisor (dB)		0.7	
Atenuación de la fibra	Bajada	0.024 dB/km	
	Subida	0.035 dB/km	
Dispersión cromática	Bajada	18.0ps/(nm·km)	
	Subida	0ps/(nm·km)	

Con la información previa se desea dar servicio al sector de la figura donde se consideran como objetivo los cuatro edificios marcados donde en cada bloque hay además del número de viviendas indicado un local comercial.



Figura 2.- Zona de despliegue.

T4.1

Divida el sector objetivo en clústeres e indíquelos mediante un dibujo:



- Clúster 1
- Clúster 2

Su empresa, como la mayoría de otros operadores, hará uso de los recursos del operador incumbente, Telefónica, para minimizar la obra civil nueva y así reducir el coste. Para ello su empresa tramitará una solicitud de uso compartido (SUC) de registros y canalizaciones de Telefónica.

T4.2

Diseñe la red FTTH mediante un esquema detallado. Asuma una tasa de enganche del 40% y dimensione la red de distribución y alimentación. Indique claramente los niveles de división y las fibras requeridas.

Encontramos 2 clústeres de 64 Uls

$$64 \cdot 0.4 = 25.6 \approx 26 \text{ hogares}$$

$$26 / 16 = 1.625 \approx 2 \text{ divisores}$$

Para el 100%

$$64 / 16 = 4 \text{ divisores}$$

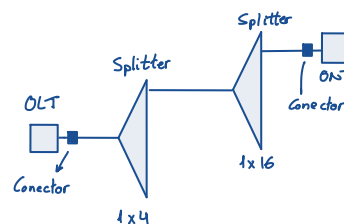
2 FO activas

2 FO en reserva

4 FO oscuras

Cable de 8 fibras

Para la red de distribución se necesitan 16 FO por lo que se requieren 4 divisores y 4 FO para la red de alimentación (+ 4 FOs). Es decir 1 cable de 8 FO



Vamos a determinar el balance de potencia (presupuesto óptico) para comprobar que el sistema es viable a nivel físico con los componentes elegidos. Para ello tenga en cuenta todos los efectos y degradaciones que pueden afectar al sistema.

Considere que el FEC está activado y que el preámbulo usando en GPON es de 64 bits.

La UI más lejana dentro de la red de dispersión se encuentra a 40 metros. En la red de distribución son necesarios 150 metros para llegar a la UI más alejada. La distancia de fibra de la red de alimentación hasta la sala OBA donde se situará el OLT es de 3 km. Además hay que tener en cuenta el tramo de fibra solicitado a Telefónica en la sala OBA (SUC de OBA) que suma 60 m. Asuma que en la red de distribución y alimentación hay que incluir 6 derivadores en total donde cada empalme se hace de forma mecánica con unas pérdidas de 0.2 dB. Tenga en cuenta también los conectores y asuma unas pérdidas por conector de 0.25 dB. Considere que se realiza un empalme por fusión en casa del abonado con unas pérdidas de 0.1 dB por fusión. Para tener en cuenta el envejecimiento de los componentes, asuma un margen de seguridad de 2 dB.

T4.3

Realice el balance de potencias de la red PON. Calcule tanto el enlace de subida como de bajada e indique cual es más restrictivo.

Balance de potencia

$$P_t - L_c - M_s \geq P_r \Rightarrow L_c = L_{\text{prop}} + L_{\text{dist}} + L_{\text{empalmes}} + L_{\text{conect}}$$

Downlink

$$L_{\text{prop}} = (0.040 + 0.15 + 3 + 0.060) \cdot 0.24 = 0.78 \text{ dB}$$

$$L_{\text{dist}} = 2 \cdot 0.7 + 10 \log(4) + 10 \log(16) = 19.46 \text{ dB}$$

$$L_{\text{empalmes}} = 6 \cdot 0.2 + 1 \cdot 0.1 = 1.3 \text{ dB}$$

$$L_{\text{conect}} = 4 \cdot 0.25 = 1 \text{ dB}$$

$$15 \text{ dBm} - 22.54 - 2 = -23.04 \text{ dBm} \geq -28 \text{ dBm (sens)}$$

Uplink

$$L_{\text{prop}} = (0.040 + 0.15 + 3 + 0.060) \cdot 0.35 = 1.375 \text{ dB}$$

$$L_{\text{dist}} = 2 \cdot 0.7 + 10 \log(4) + 10 \log(16) = 19.46 \text{ dB}$$

$$L_{\text{empalmes}} = 6 \cdot 0.2 + 1 \cdot 0.1 = 1.3 \text{ dB}$$

$$L_{\text{conect}} = 4 \cdot 0.25 = 1 \text{ dB}$$

$$0 \text{ dBm} - 22.8975 - 2 = -24.8975 \text{ dBm} \geq -28 \text{ dBm (sens)}$$

T4.4

Calcule las penalizaciones de potencia. Indique si afectan de forma significativa y si alteran el resultado del ejercicio T4.3.

$$L_{\text{penalizaciones}} = P_{\text{ER}} + P_{\text{RIN}} + P_{\text{CD}} + P_{\text{RAFAGA}}$$

$$P_{\text{ER}} = -10 \log_{10} \left(\frac{r_e - 1}{r_e + 1} \right) \rightarrow \text{Uplink : Downlink} \Rightarrow r_e = 10$$

$$P_{\text{ER}} = -10 \log_{10} \left(\frac{9}{11} \right) = 0.871 \text{ dB}$$

$$P_{\text{RIN}} = -10 \log_{10} \left(1 - (R_{\text{IN}} \cdot \Delta f_{\text{eq}}) q^2 \right)$$

$$R_{\text{IN}} = -120 \text{ dB/Hz}$$

$$\Delta f_{\text{eq}}/2 = 2488/2 = 1244$$

$$q_{\text{BER}} = 7$$

$$R_{\text{IN}} = -120 \text{ dB}$$

$$\Delta f_{\text{eq}}/2 = 1244/2 = 622$$

$$q_{\text{BER}} = 7$$

$$P_{\text{RIN}} = 0.2731 \text{ dB}$$

$$P_{\text{RIN}} = 0.1344 \text{ dB}$$

$$P_{\text{CD}} = -5 \log_{10} \left(1 - (4BLDD\Delta\lambda)^2 \right) = 0.0018 \text{ dB}$$

$$L = 3.25$$

$$B = 1244$$

$$D = 18$$

$$\Delta\lambda = 1 \cdot 10^{-10}$$

$$P_{\text{rafaga}} = 0.25 \text{ dB}$$

No afecta a los resultados
obtenidos anteriormente

T4.5

Realice el balance de tiempos detallado de la red PON descrita en la cuestión T4.1. Tenga en cuenta todos los efectos que puedan afectar a las prestaciones de la red. Recuerde calcular tanto el enlace de subida como de bajada.

$$T_r = \sqrt{T_{Tx}^2 + T_{Mod}^2 + T_{CD}^2 + T_{PMO}^2 + T_{Rx}^2}$$

$T_{Tx} = 150 \text{ ps}$
 $T_{Rx} = 260 \text{ ps}$
 $T_{CD} = 101 \cdot L \cdot \Delta L = 58 \text{ ns}$
 $T_{Mod} = 0$
 $T_{PMO} = \text{Despreciable}$

$T_r = 305'81 \text{ ps}$
 $T_r = \frac{0.7}{1'244} = 562 \text{ ps}$

$T_{Tx} = 260 \text{ ps}$
 $T_{Rx} = 150 \text{ ps}$
 $T_r = 300'16 \text{ ps}$
 $T_r = \frac{0.7}{2'488} = 281'3 \text{ ps}$

No se cumple

T4.6

Dado el balance de potencias calculado, comente de forma razonada si sería interesante activar o no el FEC.

Como el balance de potencias se cumple, no es necesario activar el FEC.

Finalmente se realizará una estimación de la viabilidad de la red. Detalle las aproximaciones que haga.

T5.1

Realice una estimación del CAPEX de la red PON. Dada la tasa binaria por usuario, ¿estime un posible valor de ARPU? Para una tasa de enganche del 40% y un margen gross del 45%, ¿Cuál será el pay-back period? Nota: En PoliformaT dispone de un listado con los costes de los componentes.

Componente		Coste	Total
Central	48 Volts DC Rectifier (para 4 PONs)	625 €	625 €
	Sistema de alimentación ininterrumpida	325 €	325 €
	Cables cortos de fibra (patchcords)	100 €	100 €
	Mini-OLT (para 4 PONs)	750 €	750 €
Componente		Coste	Total
AGG	Housing Cost	400 €	2.000,00 €
	Chasis Cost	20 €	100,00 €
	Cost per input port	5 €	25,00 €
Cable Cost	MAN to AGG (€ per km)	160 €	560,00 €
	AGG to USER (€ per km)	80 €	1.075,20 €
Trenching Cost	AGG to MAN (€ per km)	6.000 €	0,00 €
	USER to AGG (€ per km)	6.000 €	0,00 €
Slice/Tap Cost	Splice Cost (€ per km)	10 €	1.360,00 €
	Tap Cost (€ per km)	8 €	1.544,00 €
ONT	Install Cost	75 €	4.800,00 €
	Component	60 €	3.840,00 €
CAPEX:		17.104 €	

$$\text{Payback} = \frac{\text{Inv. Inc.}}{\text{Ret. per.}}$$

$$= \frac{\text{CAPEX}}{(12 \cdot \text{ARPU} \cdot \text{T} \cdot \text{N} \cdot 64)}$$

$$= \frac{17104}{(12 \cdot 50 \cdot 0'4 \cdot 0'45 \cdot 64)} = 2'47 \text{ años}$$

T6.1

¿Qué se entiende por calidad de servicio (QoS) y que utilidad tiene?.

QoS es un mecanismo utilizado para asegurar la priorización del tráfico y la garantía de un ancho de banda mínimo para distintos servicios. En el mundo empresarial se puede emplear para llamadas VO-IP, videoconferencias o para trabajar con datos sensibles al retardo.

T6.2

Describe brevemente que es una VLAN en Ethernet

Es una tecnología que permite crear redes lógicas independientes empleando la misma red física. El principal uso es para segmentar la red y usar cada subred de forma independiente. Por ejemplo, en una empresa se podrían crear subredes para VO-IP, seguridad, servidores, distintas redes WiFi y departamentos, etc...

VLAN está basada en el estándar 802.1Q basándose en etiquetas VLAN. Dentro de la trama Ethernet se añaden 4 bytes en el encabezado. Los puertos del Switch o Router habrá que configurarlos como "tagged" o "untagged".