

**Determinação de Capacidade de Anéis
BLSR-2 e BLSR-4**

João Rabuge (98509)
&
Gonçalo Lobato (98624)
Grupo 8

Engenharia de Telecomunicações e Informática
(ET-C1 & ET-C2)

Redes de Telecomunicações

1º Semestre
2022/23

Professor:
Dr. Adolfo da Visitação Tregreira Cartaxo,
ISCTE-Instituto Universitário de Lisboa

2 de dezembro, 2022

Índice

Introdução	
Explicação.....	i
Objetivo	i
Valores Usados	i
 Parte 1	
Alínea a)	1
Alínea b)	2
 Parte 2.....	
Alínea a)	8
Alínea b)	9
 Parte 3.....	
Alínea a)	10
Alínea b)	11

Introdução

Explicação: Neste projeto de Redes de Telecomunicações iremos realizar a resposta de cada alínea com imagens e cálculos necessários à compreensão da mesma. As figuras colocadas estarão devidamente identificadas para fácil compreensão das mesmas. Neste projeto, temos como objetivo o estudo de uma possível rede de telecomunicações. Esta rede de telecomunicações teria demonstradas as suas ligações numa Matriz de Tráfego, com diversos valores de ligações. O valor de cada ligação variava de grupo para grupo (R's) e E3 e E4 (iguais para todos os grupos), e seria necessário a conversão dos débitos binários em Gbit/s para contentores virtuais (VC-3 ou VC-4), tendo em conta o que tivesse melhor desempenho para a ligação específica. Após esta conversão, realizaríamos primeiramente um Grafo das ligações lógicas asseguradas pelo anel e posteriormente com base na Matriz de Tráfego, e para o estado de funcionamento normal do anel, desenharíamos todos os caminhos assegurados pelo mesmo e finalmente calcularíamos a sua capacidade. Essa capacidade variava consoante o caso, se o anel SDH usasse 2 fibras com proteção partilhada ao nível da secção de multiplexagem ou se o anel SDH usasse 4 fibras com proteção partilhada ao nível da secção de multiplexagem.

Objetivo: Este projeto tem como objetivo a realização prática da matéria exposta na Unidade Curricular de Redes de Telecomunicações sobre proteção em SDH.

Valores Usados: Sendo o grupo 8, neste projeto utilizámos a **Matriz de Tráfego C** e os valores dos R's são:

R1 = 8.5 Gbit/s

R2 = 7 Gbit/s

R3 = 6.5 Gbit/s

R4 = 0.75 Gbit/s

Parte 1

Alínea a)

Após observação da Matriz de Tráfego C (**Figura 1.**), o Grafo das ligações lógicas asseguradas pelo anel é o seguinte (**Figura 2.**) e tem uma topologia lógica de **malha incompleta**.

Identificador Nó	Destino					
	A	B	C	D	E	F
A	-	6.5 Gbit/s	34.368 Mbit/s	0	8.5 Gbit/s	7 Gbit/s
B	6.5 Gbit/s	-	0	0	139.264 Mbit/s	0
C	34.368 Mbit/s	0	-	0	0.75 Gbit/s	0
D	0	0	0	-	0	0
E	8.5 Gbit/s	139.264 Mbit/s	0.75 Gbit/s	0	-	6.5 Gbit/s
F	7 Gbit/s	0	0	0	6.5 Gbit/s	-

Figura 1.
Matriz de tráfego do Grupo 8

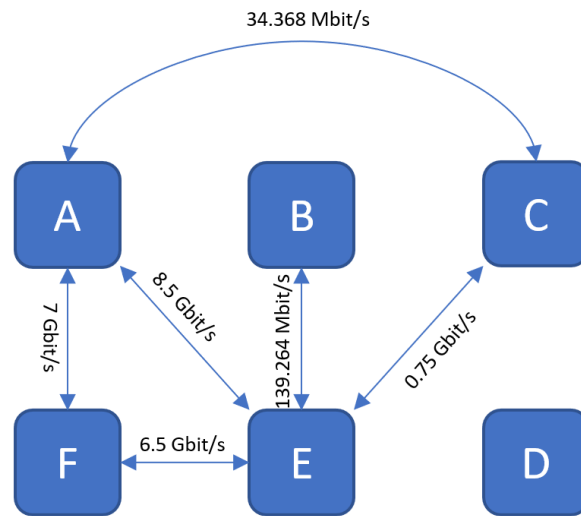


Figura 2.
Grafo da rede de Telecomunicações do Grupo 8 –
Topologia Lógica em Malha Incompleta

Alínea b)

Para determinar que contentores devem ser utilizados para assegurar de forma **mais eficiente** possível os serviços da Matriz de Tráfego C, teríamos que verificar o débito de cada um dos R's e como poderia ser acomodado em VC-3 ou VC-4 (dependendo do mais eficiente) através de concatenação virtual.

R1 = 8.5 Gbit/s:

Para verificar quantos contentores virtuais de VC-4 e VC-3 são necessários para acomodar o débito do R1, temos que:

$$C_4 = 260 * 9 * 64 \text{Kbit/s} \text{ e } R_{b,57C-4} = 57 * 260 * 9 * 64 \text{Kbit/s}.$$

$$C_3 = 84 * 9 * 64 \text{Kbit/s} \text{ e } R_{b,176C-3} = 176 * 84 * 9 * 64 \text{Kbit/s}.$$

$$\frac{8.5 \text{ Gbit/s}}{84 * 9 * 64 \text{Kbit/s}} = 175.68 \rightarrow \mathbf{176 VC - 3}$$

$$\frac{8.5 \text{ Gbit/s}}{260 * 9 * 64 \text{Kbit/s}} = 56.76 \rightarrow \mathbf{57 VC - 4}$$

Calculando agora o rendimento para o débito de 8.5Gbit/s, com ambos os contentores virtuais **176VC-3** e **57VC-4**:

$$\eta_{176VC-3} = \frac{8.5 \text{ Gbit/s}}{176 * 84 * 9 * 64 \text{Kbit/s}} * 100 \Leftrightarrow \eta = \mathbf{99.82\%}$$

$$\eta_{57VC-4} = \frac{8.5 \text{ Gbit/s}}{57 * 260 * 9 * 64 \text{Kbit/s}} * 100 \Leftrightarrow \eta = \mathbf{99.57\%}$$

Assim o contentor virtual escolhido para o **R1 seria 176 VC-3**

R2 = 7 Gbit/s:

Para verificar quantos contentores virtuais de VC-4 e VC-3 são necessários para acomodar o débito do R2, temos que:

$$C_4 = 260 * 9 * 64 \text{Kbit/s} \text{ e } R_{b,47C-4} = 47 * 260 * 9 * 64 \text{Kbit/s}.$$

$$C_3 = 84 * 9 * 64 \text{Kbit/s} \text{ e } R_{b,145C-3} = 145 * 84 * 9 * 64 \text{Kbit/s}.$$

$$\frac{7 \text{ Gbit/s}}{84 * 9 * 64 \text{Kbit/s}} = 144.7 \rightarrow \mathbf{145 VC - 3}$$

$$\frac{7 \text{ Gbit/s}}{260 * 9 * 64 \text{Kbit/s}} = 46.7 \rightarrow \mathbf{47 VC - 4}$$

Calculando agora o rendimento para o débito de 7 Gbit/s com ambos os contentores virtuais **145VC-3** e **47VC-4**:

$$\eta_{145VC-3} = \frac{7 \text{ Gbit/s}}{145 * 84 * 9 * 64 \text{Kbit/s}} * 100 \Leftrightarrow \eta = \mathbf{99.77\%}$$

$$\eta_{47VC-4} = \frac{7 \text{ Gbit/s}}{47 * 260 * 9 * 64 \text{Kbit/s}} * 100 \Leftrightarrow \eta = \mathbf{99.45\%}$$

Assim o contentor virtual escolhido para o **R2** seria **145 VC-3**

R3 = 6.5 Gbit/s:

Para verificar quantos contentores virtuais de VC-4 e VC-3 são necessários para acomodar o débito do R3, temos que:

$$C_4 = 260 * 9 * 64 \text{Kbit/s} \text{ e } R_{b,44C-4} = 44 * 260 * 9 * 64 \text{Kbit/s}.$$

$$C_3 = 84 * 9 * 64 \text{Kbit/s} \text{ e } R_{b,135C-3} = 135 * 84 * 9 * 64 \text{Kbit/s}.$$

$$\frac{6.5 \text{ Gbit/s}}{84 * 9 * 64 \text{Kbit/s}} = 134.3 \rightarrow \mathbf{135 VC - 3}$$

$$\frac{6.5 \text{ Gbit/s}}{260 * 9 * 64 \text{Kbit/s}} = 43.4 \rightarrow \mathbf{44 VC - 4}$$

Calculando agora o rendimento para o débito de 6.5 Gbit/s com ambos os contentores virtuais **135VC-3** e **44VC-4**.

$$\eta_{135VC-3} = \frac{6.5 \text{ Gbit/s}}{135 * 84 * 9 * 64 \text{Kbit/s}} * 100 \Leftrightarrow \eta = \mathbf{99.51\%}$$

$$\eta_{44VC-4} = \frac{6.5 \text{ Gbit/s}}{44 * 260 * 9 * 64 \text{Kbit/s}} * 100 \Leftrightarrow \eta = \mathbf{98.64\%}$$

Assim o contentor virtual escolhido para o **R3** seria **135 VC-3**

R4 = 0.75 Gbit/s:

Para verificar quantos contentores virtuais de VC-4 e VC-3 são necessários para acomodar o débito do R4, temos que:

$$C_4 = 260 * 9 * 64 \text{Kbit/s} \text{ e } R_{b,6C-4} = 6 * 260 * 9 * 64 \text{Kbit/s}.$$

$$C_3 = 84 * 9 * 64 \text{Kbit/s} \text{ e } R_{b,16C-3} = 16 * 84 * 9 * 64 \text{Kbit/s}.$$

$$\frac{0.75 \text{ Gbit/s}}{84 * 9 * 64 \text{Kbit/s}} = 15.5 \rightarrow \mathbf{16 \text{ VC} - 3}$$

$$\frac{0.75 \text{ Gbit/s}}{260 * 9 * 64 \text{Kbit/s}} = 5.01 \rightarrow \mathbf{6 \text{ VC} - 4}$$

Calculando agora o rendimento para o débito de 0.75 Gbit/s com ambos os contentores virtuais **16VC-3** e **6VC-4**:

$$\eta_{16VC-3} = \frac{0.75 \text{ Gbit/s}}{16 * 84 * 9 * 64 \text{Kbit/s}} * 100 \Leftrightarrow \eta = \mathbf{96.9\%}$$

$$\eta_{6VC-4} = \frac{0.75 \text{ Gbit/s}}{6 * 260 * 9 * 64 \text{Kbit/s}} * 100 \Leftrightarrow \eta = \mathbf{83.5\%}$$

Assim o contentor virtual escolhido para o **R4** seria **16 VC-3**

E3 = 34.369 Mbit/s:

Sendo o E3 um trama de 3ª hierarquia europeia, o seu débito é de 34.69Mbit/s sendo empacotado num Contentor 3(C-3), que por sua vez também será empacotado num Contentor Virtual 3(VC-3).

$$C_3=84*9*64Kbit/s \text{ e } R_{b,1C-3} = 1*84*9*64Kbit/s.$$

$$\eta_{1VC-3} = \frac{34.369 \text{ Mbit/s}}{1*84*9*64Kbit/s} * 100 \Leftrightarrow \eta = 71.03\%$$

E4 = 139.264 Mbit/s:

Sendo o E4 um trama de 4ª hierarquia europeia, o seu débito é de 139.264Mbit/s, sendo empacotado num Contentor 4(C-4), que por sua vez também será empacotado num Contentor Virtual 4(VC-4).

$$C_4=260*9*64Kbit/s \text{ e } R_{b,1C-4} = 1*260*9*64Kbit/s.$$

$$\eta_{1VC-4} = \frac{139.264 \text{ Mbit/s}}{1*260*9*64Kbit/s} * 100 \Leftrightarrow \eta = 92.99\%$$

	Destino					
Identificador Nó	A	B	C	D	E	F
A	-	135 VC-3	1 VC-3	0	176 VC-3	145 VC-3
B	135 VC-3	-	0	0	1 VC-4	0
C	1 VC-3	0	-	0	16 VC-3	0
D	0	0	0	-	0	0
E	176 VC-3	1-VC4	16 VC-3	0	-	135 VC-3
F	145 VC-3	0	0	0	135 VC-3	-

Figura 3.
Matriz de Tráfego do Grupo 8 –
com Contentores Virtuais

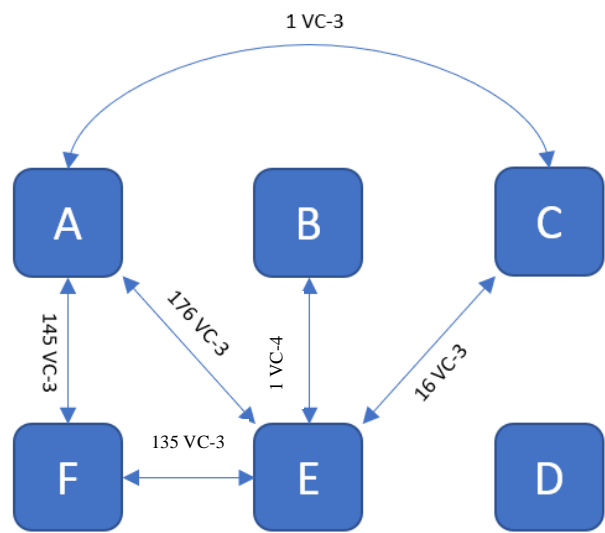


Figura 4.
Grafo da rede de Telecomunicações do Grupo 8 –
Topologia Lógica em Malha Incompleta – com
Contentores Virtuais

Parte 2

Alínea a)

Sendo o anel SDH bidirecional com 2 fibras (1 de serviço e 1 de proteção), cada fibra transporta tráfego numa direção e ambas servem para tráfego em funcionamento normal e tráfego em modo proteção. Para o estado de funcionamento normal do anel, e tendo em conta a Matriz de Tráfego (**Figura 3.**), este é o desenho de todos os caminhos (**Figura 5.** e **Figura 6.**).

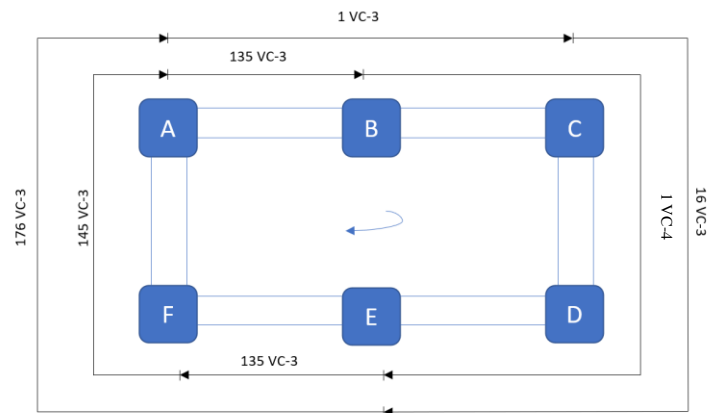


Figura 5.

Caminhos para o estado de funcionamento normal do Anel BLSR-2(Sentido Horário)

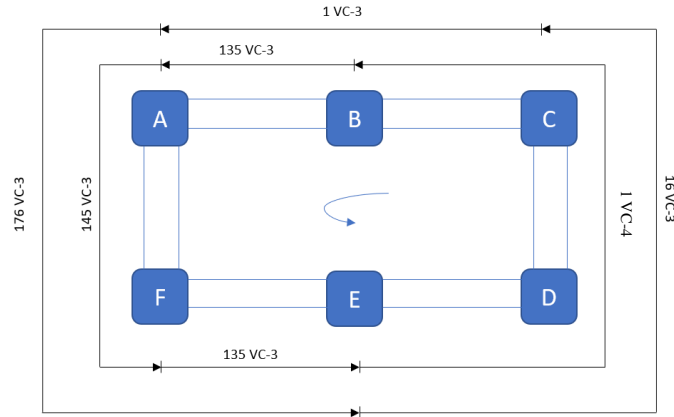


Figura 6.
Caminhos para o estado de funcionamento normal
do Anel BLSR-2(Sentido Anti-Horário)

Alínea b)

Após observação do anel, conseguimos concluir que o arco F-A é o mais exigente em termos de capacidade e requer, em funcionamento normal, $321 \text{ VC-3} \Leftrightarrow 107 \text{ VC-4}$.

Tendo em conta a duplicação de capacidade necessária para o funcionamento em modo de proteção, a capacidade requerida deve conseguir suportar $107 \text{ VC-4} * 2 = 214 \text{ VC-4}$, isto é, cada fibra com capacidade de **STM-256**.

Se:

STM-1 = $1 \text{ VC-4} < 214 \text{ VC-4}$, Logo não tem capacidade.

STM-4 = $4 \text{ VC-4} < 214 \text{ VC-4}$, Logo não tem capacidade.

STM-16 = $16 \text{ VC-4} < 214 \text{ VC-4}$, Logo não tem capacidade.

STM-64 = $64 \text{ VC-4} < 214 \text{ VC-4}$, Logo não tem capacidade.

STM-256 = $256 \text{ VC-4} > 214 \text{ VC-4}$, Logo **tem capacidade**.

Parte 3

Alínea a)

Sendo o anel SDH bidirecional com 4 fibras: 2 fibras (de serviço) transportam tráfego, uma em cada direção e ambas servem para tráfego em funcionamento normal. As outras 2 fibras (de proteção) transportam tráfego, uma em cada direção, em modo proteção. Para o estado de funcionamento normal do anel, e tendo em conta a Matriz de Tráfego (**Figura 3.**), este é o desenho de todos os caminhos (**Figura 7. e Figura 8.**).

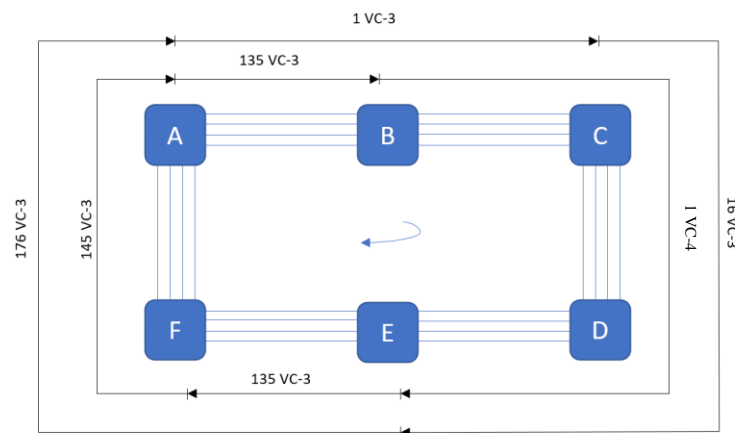


Figura 7.

Caminhos para o estado de funcionamento normal do Anel BLSR-4(Sentido Horário)

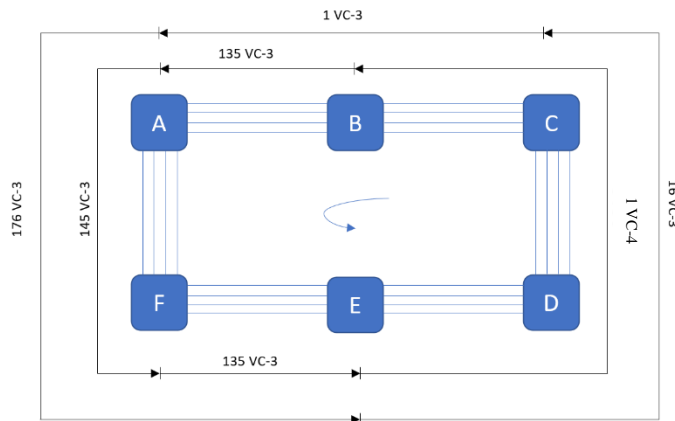


Figura 8.

Caminhos para o estado de funcionamento normal do Anel BLSR-4 (Sentido Anti-Horário)

Alínea b)

Após observação do anel, conseguimos concluir que o arco F-A é o mais exigente em termos de capacidade e requer, em funcionamento normal, 321 VC-3 \Leftrightarrow **107 VC-4**.

Esta carga necessita de um sinal STM-256 em cada fibra, uma vez que a proteção é assegurada por uma outra fibra (de proteção). Assim, cada fibra tem que ter capacidade de **STM-256**.

Se:

STM-1 = 1 VC-4 < 107 VC-4, Logo não tem capacidade.

STM-4 = 4 VC-4 < 107 VC-4, Logo não tem capacidade.

STM-16 = 16 VC-4 < 107 VC-4, Logo não tem capacidade.

STM-64 = 64 VC-4 < 107 VC-4, Logo não tem capacidade.

STM-256 = 256 VC-4 > 107 VC-4, Logo **tem capacidade**.