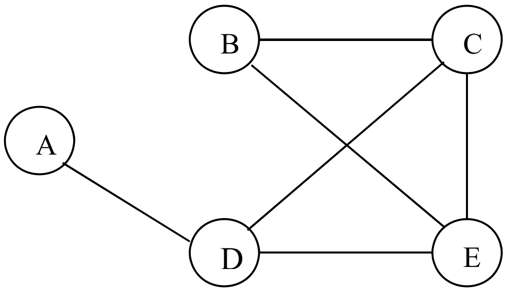
EJERCICIOS DE MODELADO Y DIMENSIONAMIENTO DE REDES

Ejercicio 4 – Modelo umbral del retardo

Considérese la red representada en el grafo adjunto.



Se propone utilizar el encaminamiento indicado en la siguiente tabla, donde también se especifica el tráfico en paquetes/segundo entre cada par de nodos fuente-destino.

	DESTINOS					
FUENTES		A	B	C	D	E
	A		10 ADCB	10 ADC	10 AD	10 ADE
	B	10 BCDA		10 BC	10 BCD	10 BCE
	C	10 CDA	10 CB		10 CD	10 CE
	D	10 DA	10 DCB	10 DC		10 DE
	E	10 EDA	10 ECB	10 EC	10 ED	

Los paquetes que circulan por la red tienen una distribución exponencial de valor medio 1000 bytes. La capacidad de todos los enlaces es de 512 Kbps.

a) Obtener el retardo medio de la red aplicando la fórmula derivada del Teorema de Jackson.

$$T = \sum_{i=1}^{M} \frac{\lambda_i}{\gamma} T_i = \sum_{i=1}^{M} \frac{\lambda_i}{\gamma} \cdot \frac{1}{\mu' C_i - \lambda_i} = \frac{1}{\gamma} \sum_{i=1}^{M} \frac{\lambda_i}{\mu' C_i - \lambda_i}$$

b) Aplicando el modelo umbral del retardo, obtener el valor de T_0, retardo medio de la red en vacío, y el valor umbral γ^* del punto de saturación de la red.

$\mu = \frac{c}{\ell} \longrightarrow \frac{1}{\mu} \equiv$ tiempo medio de servicio

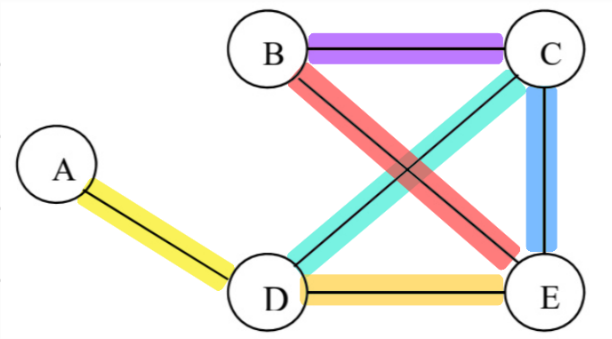
$\frac{1}{\mu} = \ell \longrightarrow \mu' = \frac{1}{\ell} = \frac{1}{8000 \text{ bits}}$

$\Big\} \; \mu = \mu' \cdot C$

$C_i = \frac{1}{512 \cdot 10^3 \text{ bits/s}}$

$\mu_i = \frac{512 \cdot 10^3 \text{ bits/s}}{8000 \text{ bits/paq}} = 64 \text{ paq/segundo}$

A) ¿T?



		DESTINOS				
FUENTES		A	B	C	D	E
	A		10 ADCB	10 ADC	10 AD	10 ADE
	B	10 BCDA		10 BC	10 BCD	10 BCE
	C	10 CDA	10 CB		10 CD	10 CE
	D	10 DA	10 DCB	10 DC		10 DE
	E	10 EDA	10 ECB	10 EC	10 ED	

$\lambda_{AD} = 40 \text{ paq/seg} = \lambda_{DA}$ $\qquad \lambda_{EC} = 20 \text{ paq/seg} = \lambda_{CE}$

$\lambda_{DC} = 40 \text{ paq/seg} = \lambda_{CD}$ $\qquad \lambda_{BC} = 40 \text{ paq/seg} = \lambda_{CB}$

$\lambda_{ED} = 20 \text{ paq/seg} = \lambda_{DE}$ $\qquad \lambda_{BE} = 0 \text{ paq/seg} = \lambda_{EB}$

$\gamma = \sum_{j=1}^{N} \sum_{k=1}^{N} \gamma_{jk} \longrightarrow \gamma = 20 \cdot 10 \text{ paq/seg} = 200 \text{ paq/seg}$

$$T = \sum_{i=1}^{M} \frac{\lambda_i}{\gamma} T_i = \sum_{i=1}^{M} \frac{\lambda_i}{\gamma} \cdot \frac{1}{\mu' C_i - \lambda_i} = \frac{1}{\gamma} \sum_{i=1}^{M} \frac{\lambda_i}{\mu' C_i - \lambda_i} = \frac{1}{\gamma} \cdot \sum_{i=1}^{M} \frac{\lambda_i}{\mu_i - \lambda_i}$$

$$T = \frac{1}{200 \text{ paq/seg}} \cdot \left(2 \cdot \frac{\lambda_{AD}}{\mu_{AD} - \lambda_{AD}} + 2 \cdot \frac{\lambda_{DC}}{\mu_{DC} - \lambda_{DC}} + 2 \cdot \frac{\lambda_{ED}}{\mu_{ED} - \lambda_{ED}} + 2 \cdot \frac{\lambda_{EC}}{\mu_{EC} - \lambda_{EC}} + 2 \cdot \frac{\lambda_{BC}}{\mu_{BC} - \lambda_{BC}} \right)$$

$$= \frac{1}{200} \cdot \left(2 \cdot \frac{40}{64-40} + 2 \cdot \frac{40}{64-40} + 2 \cdot \frac{20}{64-20} + 2 \cdot \frac{20}{64-20} + 2 \cdot \frac{40}{64-40} \right)$$

$= 0{,}05909$ segundos

B) ¿ T_0 , γ^* ?

- Relación entre el número medio de saltos y T_0

$$\lambda = \sum_{i=1}^{M} \lambda_i = \sum_{j=1}^{N}\sum_{k=1}^{N} \gamma_{jk} n_{jk} \Rightarrow \overline{n} = \frac{\lambda}{\gamma}$$

$$T_0 = \lim_{\lambda_i, \gamma \to 0} \sum_{i=1}^{M} \frac{\lambda_i}{\gamma} \frac{1}{\mu' C_i - \lambda_i} = \overline{n} \sum_{i=1}^{M} \frac{\lambda_i / \lambda}{\mu' C_i}$$

$$\bar{n} = \frac{\lambda}{\gamma} = \frac{320 \text{ paq/seg}}{200 \text{ paq/seg}} = 1{,}6 \equiv \text{saltos}$$

$$\lambda = \sum_{i=1}^{M} \lambda_i = 2 \cdot 3 \cdot 40 \text{ paq/seg} + 2 \cdot 2 \cdot 20 \text{ paq/seg} = $$

$$= 320 \text{ paq/seg}$$

$$T_0 = \frac{\bar{n}}{\lambda \cdot \mu'} \cdot \sum_{i=1}^{M} \frac{\lambda_i}{C_i} = \frac{\bar{n}}{\lambda \cdot \mu'} \cdot \left(2 \cdot \frac{\lambda_{AD}}{C_{AD}} + 2 \cdot \frac{\lambda_{DC}}{C_{DC}} + 2 \cdot \frac{\lambda_{ED}}{C_{ED}} + 2 \cdot \frac{\lambda_{EC}}{C_{EC}} + 2 \cdot \frac{\lambda_{BC}}{C_{BC}} \right)$$

$$= \frac{1{,}6}{320 \cdot \frac{1}{8000}} \cdot \frac{2}{512 \cdot 10^3} \cdot \left(40 + 40 + 20 + 20 + 40 \right) = 0{,}025 \text{ segundos}$$

γ^* ???