

## Teoría de las Comunicaciones

### Práctica 2: Protocolos punto a punto

#### Temas

Framing, Eficiencia de un Frame, Control de Errores, Stop and Wait, Sliding Window, Eficiencia de un Protocolo.

#### Definiciones

##### Eficiencia de un frame:

$$\eta_{frame} = \frac{\text{largo de los datos}}{\text{largo total del frame}}$$

##### Eficiencia de un protocolo punto a punto confiable y sin errores de transmisión:

$$\eta_{proto} = \frac{T_{tx}}{RTT} \text{ Con } T_{tx} \text{ el tiempo de transmisión de una ventana y } RTT \text{ el tiempo de ida y vuelta.}$$

##### Tamaño de una ventana de emisión óptima:

$$SWS = V_{tx} * RTT / |Frame|$$

##### Tamaño de la ventana de recepción:

$$RWS = \begin{cases} SWS & \text{Si hay SACK} \\ 1 & \text{Si no} \end{cases}$$

##### Cantidad frames para secuenciar:

$$\#frames \geq SWS + RWS$$

##### Tiempo de Propagación de un bit

$T_{prop}[\text{seg}] = D/V$  con  $D$  la distancia del enlace y  $V$  la velocidad de propagación de la forma de onda en el medio físico.

##### Delay

$$\text{Delay}(\text{datos})[\text{seg}] = T_{tx}(\text{datos}) + T_{prop}$$

---

#### Ejercicio 1

Dado un enlace punto a punto a la luna de 1Mbps con un delay de 1.25 segundos

- ¿Cuántos bits entran en el enlace?
- Asumiendo que se separan los bits en frames de largo fijo de 1Kb ¿Cuántos Frames entran en el enlace?

#### Ejercicio 2

Calcule la eficiencia del frame tomando en cuenta sólo el overhead impuesto por las siguientes técnicas de framing:

- Largo fijo
- Campo de 16 bits en el encabezado indicando el largo del frame
- Delimitadores de 8 bits usando bit stuffing

#### Ejercicio 3

Diseñe posibles conjuntos de frames de largo fijo para los siguientes tipos de protocolos, asumiendo que se detectan errores usando CRC. (No hace falta explicitar el largo de los campos ni del frame)

- a. Stop & Wait
- b. Sliding Window con GoBackN usando Piggybacking
- c. Sliding Window con ACK Selectivo

#### Ejercicio 4

Un protocolo sobre un enlace punto a punto de 1Mbps y 0.25 segundos de delay, trabaja con Stop & Wait usando frames de largo fijo 2Kb y un CRC de 16bits para detectar errores.

- a. Calcule cuánto tiempo es necesario para transmitir 20Mb de datos asumiendo que no hay errores.
- b. Idem para un enlace con el mismo delay y 1 Gbps.
- c. Idem para un enlace con la misma velocidad de transmisión y 0.1 segundos de delay.

#### Ejercicio 5

Un protocolo sobre un enlace punto a punto de 1Mbps y 0.25 segundos de delay, trabaja con ventana deslizante con GoBackN usando frames de largo fijo 2Kb y un CRC de 16bits para detectar errores.

- a. Calcule cuáles son los tamaños de ventana de emisión y recepción óptimos.
- b. ¿Cuántos bits hacen falta para secuenciar los frames?
- c. Calcule cuánto tiempo es necesario para transmitir 20Mb de datos asumiendo que no hay errores.

#### Ejercicio 6

Dado un protocolo que usa ventana deslizante con ACK Selectivo, no usa piggybacking y asumiendo la velocidad de transmisión y el delay como constantes:

- a. Derive una fórmula para expresar la eficiencia de un frame en función del tamaño del frame.
- b. Grafique la eficiencia del frame en función del tamaño del frame.

#### Ejercicio 7

Un canal tiene una velocidad de transmisión de 4Kbps y un tiempo de propagación de 20ms. Usando un protocolo Stop & Wait, ¿Qué rango de tamaños de frame presenta una eficiencia de protocolo de por lo menos 50%?

#### Ejercicio 8

Un protocolo usa frames de largo fijo de 1Kb sobre un enlace satelital con una velocidad de transmisión de 1Mbps y una latencia de 270ms. Calcule la eficiencia del protocolo si se usara ventana deslizante con ACK Selectivo, con los siguientes tamaños de ventana:

- a.  $WS = 7$
- b.  $WS = 127$
- c.  $WS = 255$

## Ejercicios de Parcial

### Ejercicio 9

Un protocolo punto a punto de capa de enlace usa ventana deslizante con un esquema de reconocimiento de acknowledge selectivo (SACK). Usa frames de largo fijo de 2Kb y el campo de número de secuencia es de 4 bits.

- ¿Cuál es la máxima eficiencia que se puede alcanzar sobre un enlace de 10Kbps y 1 seg de delay?
- En una conexión establecida usando este protocolo, el emisor envía los frames 4, 5, 6 y 7 seguidos, arribando con errores de CRC el frame 4 y el 6. Realice el diagrama de intercambio de paquetes que sucede entre emisor y receptor hasta recuperarse de ese error.

### Ejercicio 10

Dado el siguiente protocolo  $P_1$ , con tramas de largo fijo de 2Kb, diseñado para maximizar la eficiencia en un enlace  $E_1$ .

#SEQ (10bits); #ACK (10bits); #SACK (10bits); Datos; Checksum (16bits)

- ¿Cuál es el tamaño de las ventanas de emisión y recepción?
- Si se usara  $P_1$  en un enlace  $E_2$  con el doble de distancia que  $E_1$ , ¿cómo repercutirá este dato en la eficiencia del frame? ¿Y en la eficiencia del protocolo?
- Se sabe que la velocidad de transmisión del enlace  $E_1$  es de 1Mbps. Calcule el tiempo necesario para transmitir 20Mb de datos asumiendo que no hay errores en la transmisión.

### Ejercicio 11

Un satélite artificial que será enviado para orbitar Marte usa un protocolo de ventana deslizante sobre un enlace de 60 Mbps. El satélite sólo envía datos y, desde la tierra, se usa un frame de reconocimiento de 1024 bits con la siguiente estructura:

#ACK (16bits); #SACK (16bits); Padding; Checksum (16bits)

- ¿Cuál es el tamaño de las ventanas de emisión y recepción?
- Proponga un frame del mismo largo para el satélite y calcule su eficiencia de frame.
- Dado que el delay a Marte es de 6 minutos, ¿cuál sería la eficiencia del protocolo asumiendo que no hay errores de transmisión?

### Ejercicio 12

Dado un enlace con una velocidad de transmisión de 1Mbps, un delay de 0,25 seg y un timeout fijo de 0,6 seg. Se pide:

- Diseñe un protocolo de ventana deslizante *GoBackN* con frames de largo fijo (2kb) que maximice la eficiencia del protocolo.
- Sabiendo que en el enlace se corrompe exactamente el segundo frame de cada ventana, calcule el tiempo que toma transmitir 10Mb de datos.
- Justifique, en base al escenario del punto b, si el protocolo tiene un desempeño similar, mejor o peor que un protocolo *stop & wait* respecto a la eficiencia.

## Bibliografía

**Computer Networks: A Systems Approach Fifth Edition. Larry L. Peterson and Bruce S. Davie. 2012 Elsevier, Inc.** Capítulo 2: Direct Link Networks (secciones 2.1 a 2.5).

**Comunicaciones y Redes de Computadores. 6ta Edición. William Stallings.** Capítulo 7: Control del enlace de datos.

**Redes de Computadoras. Quinta edición. Andrew S.Tanenbaum & David J.Wetherall. PEARSON EDUCACIÓN, México, 2012.** Capítulo 3. La capa de enlace de datos.