



Universidad de los Andes

Ingeniería de Sistemas y Computación
ISIS1304 – Fundamentos de Infraestructura Tecnológica
Banco – Transmisión de datos

Capacidades evaluadas:

- *Calcula requerimientos de transmisión de datos*
- *Calcula velocidad de transmisión de un bus*
- *Determina la solución apropiada dados los requerimientos*

Se está recibiendo información transmitida a 1024 Mbit/s, y la transmisión dura 1024 segundos. Se tiene un disco duro con capacidad de 123 GiB. ¿Cabe la información recibida en el disco duro?

Un cierto bus trabaja a 100 MHz, tiene 64 líneas de datos y cada transacción necesita dos ciclos de reloj. ¿Cuántos MB/s puede transmitir?

Tome el mismo bus del punto 2, pero ahora suponga que el bus siempre realiza 4 transacciones seguidas, la primera consume dos ciclos de reloj, pero las tres siguientes consumen de a 1 ciclo cada una. ¿Cuántos MB/s puede transmitir?

Tome el bus del punto 2, pero ahora tiene 400 MHz, y 16 líneas de datos. Sin repetir los cálculos del punto 2, ¿podría decir cuántos MB/s transmite?

Se está transmitiendo llamadas telefónicas por un bus serial asíncrono; cada byte tiene el bit de *start* y dos bits de *stop*. ¿Cuántos bps debe soportar la línea para poder transmitir 10 llamadas al tiempo?

Se tiene un bus paralelo sincrónico con 64 líneas de datos, 4 ciclos por transacción y reloj de 200 MHz. La transmisión de un cierto archivo por dicho bus toma 0,2 s. Por otro lado, se tiene un bus serial asíncrono (con un bit de *start* y dos bit de *stop*) que transmite a 1 millón de bps. ¿Cuánto tiempo tomará transmitir el archivo antes mencionado por este bus?

En un cierto bus cada transferencia de datos toma 25 ns, durante la cual puede leer o escribir una palabra de 32 bits; dado que un disco Ultra SCSI transmite a máximo 40 MBytes/s, ¿cuántos discos Ultra SCSI podría soportar dicho bus?

Se desea transmitir vídeo con las siguientes características: cada imagen tiene 1024x1024 pixels, cada pixel se representa por 3 byte y se transmiten 24 imágenes por segundo.

- a) ¿Qué velocidad de transmisión, expresada en byte por segundo, se necesita para esto? Exprésela en MiByte/s o KiByte/s.

Velocidad de transmisión requerida = $1024 \cdot 1024 \cdot 3 \cdot 24 \text{ byte/s} = 1024 \cdot 1024 \cdot 3 \cdot 24 \text{ (KiB/1024)/s} = 1024 \cdot 3 \cdot 24 \text{ (MiB/1024)/s} = 72 \text{ MiB/s}$

- b) Si se está usando un bus paralelo sincrónico de 64 bits de datos, en el cual cada transacción toma 4 ciclos de reloj, ¿cuál debe ser la frecuencia del reloj en MHz para soportar el ritmo de transmisión?

Velocidad del bus = Velocidad de transmisión requerida = 64 bits * (fc/4)

72MiB/s = 64 bits * (fc/4) = 8 byte * (fc/4) = 2 byte * fc

fc = 36Mi/s = 36*1024*1024 Hz = 37.748.736 Hz = 37,75 MHz

c) Si se está usando un bus serial sincrónico, ¿Cuál debe ser la frecuencia del reloj, en MHz, para soportar el ritmo de transmisión?

En un bus serial se transmiten los bits uno detrás de otro al ritmo del reloj, dado que:

72MiByte/s = 72*8 Mibits/s = 576 Mibits/s

Como se transmite un bit por ciclo de reloj, la frecuencia requerida de transmisión es = 576 * 1024*1024 Hz = 603979776 Hz = 604 MHz

Se está haciendo transmisión serial a 100.000 bps. Suponiendo que la señal viaja a la velocidad de la luz, ¿cuánto mide un bit? Es decir, desde que se empieza a emitir un bit, hasta que se acaba de emitir, ¿cuánto alcanza a avanzar la señal?

Puesto que se transmiten 100.000 bps, el tiempo que se demora en transmitir un bit es : (1/100.000) s.

Puesto que la velocidad de la luz es 300.000 Km/s:

tamaño de un bit = (300.000 Km/s)* (1/100.000) s = 3 Km

Se tiene una fibra óptica intercontinental (10.000 Km a Europa) que puede transmitir a 1 Gb/s (Gigabit/s). La señal va a la velocidad de la luz. Si se transmite un paquete de 1 Mb, ¿qué porcentaje del cable ocupa el megabit?

Tiempo de transmisión de 1Mb = 1 Mb / (1Gb / s) = (1/1000) s

En ese tiempo la señal avanza = 300.000 Km/s * (1/1000) s = 300 Km, es decir, el 300 Km/10.000Km % = 3% del cable.

Se tiene un bus (bus A) paralelo de 32 bits, que funciona a una frecuencia de 33 MHz, y transmite cada dato en un ciclo de reloj; se tiene otro bus B de 64 bits y 66MHz. ¿Cuántos ciclos de reloj debe gastar el bus B para transmitir cada dato para que su velocidad de transmisión (Byte/segundo) sea la misma del bus A?

Velocidad Bus A = 4 byte * 33.000.000/s

Velocidad Bus B = 8 byte * (66.000.000/s) / (#ciclos por transacción)

4 byte * 33.000.000/s = 8 byte * (66.000.000/s) / (#ciclos por transacción)

#ciclos por transacción = 4

Supongamos los siguientes datos:

- Para transmitir voz digitalmente es necesario realizar 8000 muestreos por segundo de la onda de voz. Cada muestreo es de 8 bits (un número entre 0 y 255). Los muestreos se envían serialmente.
- El TiVo es un nuevo dispositivo con la misma funcionalidad de un VHS pero almacena la información en un disco duro. El TiVo puede grabar en

tiempo real, lo cual permite que esté, al mismo tiempo, grabando el programa y reproduciéndolo solo que con un desfase en el tiempo. De esta manera, es posible activar el TiVo y alejarse del televisor mientras se está emitiendo un programa, para retomar el programa en el punto en que uno se encontraba antes de alejarse.

- Una transmisión digital de televisión envía 24 imágenes/s., cada imagen tiene 1024x1024 pixels y puede representar 16 Mega colores. La transmisión se efectúa serialmente.
- En una típica conversación telefónica con Pedro “el escamoso” circulan 4800 Kbyte por la línea.

Si usted está viendo televisión, y le llega una “típica” llamada de Pedro “el escamoso”, ¿De cuánto espacio de debe disponer en el disco duro de su TiVo con el fin de que no se pierda nada del programa? Expréselo en MByte.

Velocidad de transmisión requerida para voz = $8000 * 8 \text{ bits/s} = 64000 \text{ bps} = 8000 \text{ Byte/s}$

Duración de la llamada :

$4800 \text{ KByte} = \text{tiempo} * 8000 \text{ Byte/s}$

$\text{tiempo} = (4800 \text{ KByte} / 8000 \text{ byte}) \text{ s} = 600 \text{ segundos}$

Para representra 16 Mega colores, se necesitan $\log_2 16000000 = 24 \text{ bits} = 3 \text{ byte}$

Velocidad requerida para el video = $24 * 1024 * 1024 * 3 = 75.497.472 \text{ byte/s}$

Espacio requerido : $75.497.472 \text{ byte/s} * 600 \text{ s} = 45.298.483.200 \text{ byte} = 45.298 \text{ MB}$

El USB es un bus serial que, entre otras características, permite la conexión simultánea de varios dispositivos al mismo bus.

- a) Sabiendo que el reloj de transmisión del bus USB oscila a una frecuencia de 12 MHZ, ¿Cuál es la velocidad de transmisión teórica de un bus USB? (Exprésela en MByte / s)

$12.000.000 \text{ Hz} * 1\text{bit} / \text{ciclo} = 12.000.000 \text{ bits} / \text{s} = 1,5 \text{ MByte/s}$

- b) Un bus ULTRA SCSI 2 ofrece una velocidad de transmisión teórica de 80MB/s con un ancho del bus de 16 bits y un ciclo por transacción. ¿A qué frecuencia oscila el reloj del Bus?

$\text{Velocidad de transmisión} = f_c * 2 \text{ byte} = 80 \text{ MB/s}$

$f_c = 40 \text{ MHZ}$

- c) En una videoconferencia se transmite voz y video simultáneamente hacia un auditorio. Para transmitir voz en formato digital, es necesario tomar 8000 muestreos por segundo de la onda de voz. Cada muestreo mide 8 bits. Para una transmisión de video de baja calidad se requiere el envío de 10 imágenes por segundo. Cada imagen es de 800x 600 pixels y cada pixel se representa en 1 byte. ¿Cuántas videoconferencia simultáneas se pueden transmitir a través de un bus USB y cuántas a través de un bus ULTRA SCSI 2?

Velocidad de transmisión requerida para voz = $8000 * 1 \text{ Byte/s} = 8000 \text{ Byte/s}$

Velocidad de transmisión requerida video = $10*800*600 * 1 \text{ Byte/s} = 4.800.000 \text{ Byte/s}$

Velocidad total requerida = $8000 \text{ Byte/s} + 4.800.000 \text{ Byte/s} = 4.808.000 \text{ Byte/s}$

videoconferencias bus ULTRA SCSI 2 = $80 \text{ MB/s} / (4.808.000 \text{ Byte/s}) = 16.64$

Soporta 16 videoconferencias.

videoconferencias bus USB = $1,5 \text{ MB/s} / (4.808.000 \text{ Byte/s}) = 0.3$

No puede soportar una videoconferencia.

Se tiene un disco duro con 100 sectores por pista, cada uno de 512 byte. El disco gira a 3600 RPM. A la cabeza de lectura le toma 3 ms (milisegundos) pasar de una pista a la siguiente. El disco se está leyendo continuamente (un sector tras otro y una pista tras otra).

a) ¿Cuántos byte por segundo está generando el disco?

$T_{\text{Rotación}} = 60 / 3600 = 0.0167 \text{ s}$

$T_{\text{Lectura Total}} = 0.003 + 0.0167 \text{ s} = 0.0197 \text{ s}$

Información de una pista = $512 \text{ byte/sector} * 100 \text{ sectores} = 51200 \text{ byte}$

Velocidad de transmisión = $51200 \text{ byte} / 0.0197 \text{ s} = 2.598.984,8 \text{ Byte / s}$

b) Se tiene un bus paralelo de 8 bits y con una frecuencia de reloj de 12 MHz. Cada transacción de bus toma 4 ciclos de reloj. ¿Cuál es su velocidad de transmisión (expresada en byte por segundo)?

Velocidad de transmisión bus = $1 \text{ byte} * 12\text{MHz} / 4 = 3 \text{ MByte / s}$

c) ¿Puede el bus de la parte b transportar la información generada por el disco de la parte 1 sin rezagarse o perder información?
Explique su respuesta, arguméntela y discútala.

Sí, porque $3\text{MB/s} > 2.598.984,8 \text{ Byte / s}$

Se tienen los siguientes requerimientos para la transmisión de una obra de teatro por internet: Se transmiten 40 frames por segundo, cada frame es de $1024*1024$ pixels, con 16 valores para cada componente de color (RGB); con respecto al sonido, se transmiten 6 canales, cada uno con 44100 muestras por segundo y cada muestra puede tener 256 valores diferentes. Esto es similar al esquema usado hace unos meses para la temporada de Ópera de Bogotá.

Se sabe que hay 24 teatros que quieren presentar la obra y que se tiene el cuello de botella de la transmisión es un bus con velocidad de 500 MHz y que demora 1 ciclo por transacción.

Cuál es el ancho mínimo de ese bus para satisfacer los requerimientos de calidad especificados?

Requerimientos del video:

16 valores se pueden codificar en 4 bits ($2^4 = 16$); dado que son 3 componentes de color, se requieren 12 bits para codificar cada píxel.

Cada segundo de video requiere:

$$40 \text{ frame} * 1024 * 1024 \text{ pixel/frame} * 12 \text{ bit/píxel} = 503.32 \text{ Mb}$$

En cuanto al audio, 256 valores se pueden codificar en 8 bits, luego, cada segundo de audio requiere:

$$6 \text{ canales} * 44100 \text{ muestreos/canal} * 8 \text{ bit/muestreo} = 2.12 \text{ Mb}$$

En total, cada segundo requiere: 505.44 Mb, puesto que son 24 teatros, se necesita una velocidad de transmisión de: $24 * 505.44 \text{ Mb} / \text{s} = 12130.5 \text{ Mb} / \text{s}$

dado que el reloj es de 500 MHz y se puede hacer una transacción por ciclo, se pueden realizar 500 M transacciones por segundo, luego el número de líneas es de:

$$(12130.5 \text{ Mb/s}) / (500 \text{ M transacciones} / \text{s}) = 24.26 \text{ bit} / \text{transaccion}, \text{ dado que debe ser un número entero, se necesitarían 25 líneas.}$$

Un computador está conectado a dos buses: uno de entrada y otro de salida con las siguientes características:

Bus de entrada: es un bus paralelo de 32 líneas de datos, con una frecuencia de reloj de 100MHz y cada transacción de bus toma 4 ciclos de reloj.

Bus de salida: es un bus serial que transmite a 500 Mbits/s.

El computador recibe por el bus de entrada un archivo, el cual retransmite por el bus de salida. Para precisar: apenas empieza a recibir el archivo por la entrada, inmediatamente empieza a retransmitirlo por la salida. Ahora bien, si el bus de entrada es más rápido que el de salida, el computador se verá obligado a almacenar datos en su memoria en espera de que pueda enviarlos (tendrá que hacer *buffering*).

1. ¿Cuál es la velocidad en Mbits/s del bus de entrada? ¿El computador tiene que hacer *buffering* o no?

$$\text{Velocidad de transferencia} = 100\text{MHz} * 32 \text{ bit} / 4 = 800 \text{ Mbit/s.}$$

Puesto que la velocidad de entrada (800Mbit/s) es mayor que la de salida (500Mbit/s), es necesario hacer *buffering*.

2. Si el archivo que está recibiendo es de 20 MBytes, ¿cuánto es la cantidad mínima de memoria que tendrá que utilizar para poder realizar la retransmisión?

$$800 \text{ Mbit/s} = 100 \text{ MByte/s.}$$

$$\text{El tiempo necesario para recibir el archivo es } 20\text{MB} / (100\text{MB/s}) = 0.2\text{s}$$

$$\text{En este tiempo se retransmitirá (a } 500\text{Mbit/s, es decir, } 62.5\text{MB/s): } 62.5\text{MB} * 0.2\text{s} = 12.5\text{MB}$$

En consecuencia se acumularán $20\text{MB} - 12.5\text{MB} = 7.5 \text{ MB}$, que es la memoria de la que se debe disponer.

Se desea transmitir llamadas telefónicas digitalmente. En cada llamada la frecuencia más alta permitida es 3500Hz, y cada muestreo es de 8 bits.

Las llamadas se transmiten usando un bus paralelo sincrónico de 16 bits de datos, con reloj de 100MHz, y en el cual cada transacción toma 4 ciclos de reloj.

¿Cuántas llamadas simultáneas se pueden transmitir por el bus?

Dado que la frecuencia más alta permitida en la llamada es 3500Hz, la frecuencia de muestreo debe ser $f_m = 2 \cdot f_{\max} = 2 \cdot 3500\text{Hz} = 7000\text{Hz}$

Ahora bien, cada muestreo es un byte, luego: $7000 \text{ muestreos/s} \cdot 1 \text{ Byte/muestreo} = 7000 \text{ Bytes/s}$

Por otro lado, el bus tiene un reloj de 100MHz, y cada transacción toma 4 ciclos, luego el número de transacciones/s es:

$100\text{MHz} / (4 \text{ ciclos/transacción}) = 25 \text{ M transacciones/s}$

En cada transacción se pueden mover 2 Bytes (porque el bus tiene 16 bits de datos), luego la velocidad de transferencia del bus es:

$v_{\text{trans}} = (25 \text{ M transacciones/s}) \cdot (2 \text{ Bytes/transacción}) = 50 \text{ MBytes/s}$

dado que se necesitan 7000Bytes/s por cada llamada, el bus soportaría:

$(50 \text{ MBytes/s}) / (7000 \text{ Bytes/s}) = 7142,86$

En conclusión, puede transmitir 7142 llamadas simultáneas.

Se tiene un bus paralelo sincrónico con 32 líneas de datos, 2 ciclos por transacción y reloj de 100 MHz. La transmisión de un cierto archivo por dicho bus toma 0,2 s. Por otro lado, se tiene un bus USB 2.0 con una velocidad efectiva de transmisión de 320 Mbits/s. ¿Cuánto tiempo tomará transmitir el archivo antes mencionado por el bus USB?

Se dispone de una pantalla con una resolución de 1280x1024 pixel. Cada pixel tiene 3 componentes de color (RGB), y cada componente tiene 64 valores posibles. La tasa de refresco es de 30 *frames* por segundo (es decir, se proyectan 30 imágenes diferentes por segundo).

La tarjeta de vídeo lee las imágenes de la memoria por medio de un bus con 64 líneas de datos. En este bus siempre se efectúan de a 4 transacciones seguidas: la primera toma 2 ciclos de reloj y las 3 siguientes de a 1 ciclo.

¿Cuál debe ser la frecuencia mínima del reloj del bus? Exprésela en MHz.

El número de pixels es $1280 \cdot 1024 = 1310720$

Cada componente tiene 64 valores posibles, esto se puede representar sobre $\log_2 64 = 6$ bits. Como son 3 componentes, esto es 18 bits.

Una imagen requiere: $1310720 \cdot 18 \text{ bits} = 1310720 \cdot 18/8 \text{ bytes} = 2949120 \text{ bytes}$

30 imágenes/s requieren: $2949120 \cdot 30 \text{ bytes/s} = 88473600 \text{ bytes/s}$

En cuanto al bus, en cada transacción mueve 64 bits (es decir, 8 bytes), luego en 4 transacciones seguidas moverá 32 bytes. Dado que 4 transacciones toman 5 ciclos, la velocidad de transmisión del bus es: $32 \cdot f/5$

El bus debe por lo menos soportar la velocidad que requiere la tarjeta, luego:

$88473600 \text{ bytes/s} = 32 \cdot f/5$

de donde $f = 13824000 \text{ Hz} = 13,824 \text{ MHz}$

Se tiene un sistema que consiste en un disco con una tasa de transferencia de 3,48 MiB/s conectado a un bus serial, el cual, a su vez, se conecta con un bus paralelo síncrono.

El bus serial funciona a 9500 kilobaudios, y en cada baudio puede transmitir uno de 8 estados posibles. El bus paralelo funciona a 10MHz, tiene 8 líneas de datos y cada ciclo de bus toma 5 ciclos de reloj.

¿Cuál de los tres componentes es el cuello de botella del sistema? (es decir, el componente que limita la velocidad del sistema).

velocidad bus serial = 9500 kilobaudios * $\log_2(8)$ bits/baudio = 9500 * 3 kb = 28500 kb = 28,5 Mb

velocidad bus paralelo = 8 bits * (10 MHz / 5) = 16 Mb

Velocidad disco = 3,48 MiB = $3,48 * 8 * (2^{20}/10^6)$ Mb = 29,19 Mb

El componente que limita la velocidad es el bus paralelo.