

¿Qué es el ancho de banda... Cómo se calcula... Qué parámetros necesito...?

El cálculo del ancho de banda (BW, por sus siglas en inglés), de un canal de comunicaciones para transmitir video se hace con simples fórmulas matemáticas, que aquí aprenderemos fácilmente.



- ¿Cuál es la información primaria a tener en cuenta?

Debemos basarnos en información que nos suministran los fabricantes y en aspectos que deben definirse de acuerdo a nuestra experiencia y las necesidades del usuario final. Pero aquí hay un valor agregado: resulta que el ancho de banda está estrechamente relacionado con la capacidad del disco duro, donde se almacena la información de video. Por lo tanto, gran parte de los datos requeridos para determinar el ancho de banda son necesarios para saber la capacidad del disco duro.

- ¿En qué se mide el ancho de banda?

Aquí hay que repasar algunos conceptos básicos, pero claves para la comprensión de este tema: el ancho de banda se mide en *bps* (bits por segundo, unidad de velocidad digital), mientras que la capacidad del disco duro se mide en *Bytes*, unidad de almacenamiento digital. Recordemos que un bit es igual a la octava parte de un Byte. Desde el otro punto de vista, un Byte es igual a 8 bits. Las notaciones de K (Kilo), M (Mega), G (Giga), T (Tera), P (Peta), Z (Zeta), se usan para determinar miles, millones, miles de millones y así sucesivamente. Por lo tanto, *KB* expresará KiloBytes o miles de Bytes mientras que *Gbps* querrá decir miles de millones de bits por segundo. Debemos tener en cuenta que, como son notaciones binarias, un K son 1024 y no 1000 unidades, como ocurre en el sistema decimal. Igual, un M son 1024 K y un T son 1024 G. Esto es útil para pasar de una unidad a otra.

- ¿Qué es el ancho de banda?

El ancho de banda representa la velocidad de un canal de transmisión. Sin embargo, en realidad es la cantidad de información que puede transmitirse en un segundo por ese medio de comunicación. Esto depende de la capacidad de manejar los bits (unos y ceros) de manera eficiente

y de la velocidad de los circuitos electrónicos para administrar esta información de una manera organizada y segura. Es común creer que un canal de 2MHz (medida de frecuencia en el espectro electromagnético) tiene un ancho de banda de 2Mbps, aunque esto no es necesariamente cierto: depende de los circuitos electrónicos y de la pericia del hardware, firmware y software para administrar mejor la información.

- ¿Qué provoca la variación de frecuencia o ancho de banda?

En la actualidad, los algoritmos de transmisión, por un lado, y los caracteres de control del protocolo a utilizar, por el otro, restan y suman bits y entonces no es directa la proporción entre la frecuencia de la onda portadora o del reloj básico y el ancho de banda.

Aquí pueden definirse dos tipos de velocidades de los canales de transmisión de datos: la Nominal y la Efectiva, siempre menor que la primera. Es la Efectiva la que realmente nos interesa, ya que determina la cantidad REAL de datos que el canal está transmitiendo, mientras que la Nominal determina la máxima velocidad pero mantiene asociados caracteres de

control que no aportan nada real para el mensaje, aunque son necesarios para dar seguridad y confiabilidad al canal. Adicionalmente, puede manejar colisiones, fallas, errores y pérdidas que a la postre reducen sustancialmente la velocidad Efectiva del canal de comunicación.

- ¿Cómo se hace para discriminar la velocidad efectiva de la nominal?

No hay una fórmula para determinar si la velocidad es efectiva o nominal. Sin embargo, para nuestro caso (transmisión de video), podemos suponer que la velocidad efectiva es solo un 40% de la velocidad nominal, en la gran mayoría de casos, en redes de datos tipo LAN/WAN.

Por ejemplo, cuando alguien nos dice que la red local (LAN) de nuestra oficina es 100BaseT, nos está diciendo que está basada en par trenzado o cable UTP y que la velocidad nominal de la red es de 100Mbps. Entonces, por esa red, no podemos esperar que realmente viajen más de $100 \times 40\% = 40$ Mbps.

Si, por ejemplo, hemos determinado que una cámara requiere 2 Mbps, pues entonces no podremos colocar en esa red más de: $40\text{Mbps} / 2 \text{ Mbps} = 20$ cámaras. Así de sencillo.

Ancho de banda en señales analógicas

Para señales analógicas, el ancho de banda es la longitud, medida en Hz, del rango de frecuencias en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal. Puede ser calculado a partir de una señal temporal mediante el análisis de Fourier. También son llamadas frecuencias efectivas las pertenecientes a este rango.

La frecuencia es la magnitud física que mide las veces por unidad de tiempo en que se repite un ciclo de una señal periódica. Una señal periódica de una sola frecuencia tiene un ancho de banda mínimo. En general, si la señal periódica tiene componentes en varias frecuencias, su ancho de banda es mayor, y su variación temporal depende de sus componentes frecuenciales.

Normalmente las señales generadas en los sistemas electrónicos, ya sean datos informáticos, voz, señales de televisión, etc., son señales que varían en el tiempo y no son periódicas, pero se pueden caracterizar como la suma de muchas señales periódicas de diferentes frecuencias.

De igual manera, si la velocidad de mi enlace a Internet es de 6Mbps nominal, entonces efectivo tengo $6 \times 40\% = 2,4$ Mbps. Por lo tanto ese enlace me alcanza para una sola de las cámaras anteriores.

Entonces, debe diseñarse y trabajar de esta manera escenarios y situaciones más críticas, para garantizar que siempre va a poder transmitirse por el medio de comunicación mencionado esa señal de video y que nunca va a sufrir retrasos, bajas de calidad o disminución en la velocidad (cuadros por segundo).

- ¿Qué parámetros son necesarios?

Revisemos la siguiente fórmula del ancho de banda, expresado en bps:

$BW = \text{Velocidad} \times \text{Tamaño de cada imagen en promedio} \times \% \text{ de actividad} \times 8$

A continuación, explicaremos cada variable, aunque para ello se requiere definir varios aspectos en una cámara de video digital. Entre ellos:

• Velocidad de las imágenes

Es la cantidad de cuadros y se expresa en frames por segundo (FPS). Esto significa el número de cuadros que deseo transmitir para ver en el sitio remoto. El estándar americano NTSC definió este valor en 30 FPS. Sin embargo, el ojo humano puede fácilmente ver a velocidades de 24 FPS sin presentar molestias. Entre menos FPS transmita, menor información envía, menor resolución dinámica obtiene y finalmente corre el riesgo de no ver el instante preciso que se necesita. En este punto es necesario recordar que, aunque parezca muy divertido y nunca se le preste la atención necesaria, existe la Ley de Murphy y que en seguridad electrónica el capítulo es muy, muy largo... Por lo tanto, simplemente NO dé la oportunidad de que las cosas salgan mal: no se arriesgue a perder la imagen perfecta de un ilícito o de un siniestro simplemente porque redujo la velocidad de transmisión para ahorrarse algo de dinero.

• Tamaño promedio de cada imagen

Se expresa en Bytes. El tamaño depende



del fabricante del dispositivo que envía las señales por la red, que puede ser un DVR o NVR, un encoder, un video server o una cámara de red, entre otros. Depende del algoritmo de compresión que se esté usando y de la resolución estática de la imagen de video que se desea enviar, así como también de la escena que se esté observando.

Como puede apreciarse, el tamaño de cada imagen depende de muchas cosas que varían constantemente. Por lo tanto, siempre hablamos de un tamaño promedio para determinadas circunstancias. No es necesario hacer un tratado en este punto para explicar resolución estática y dinámica, algoritmos de compresión, teoría del color, submuestreo y demás, conceptos que el instalador o integrador seguramente tendrá plenamente incorporados.

En conclusión, es el fabricante el que nos debe orientar sobre el tamaño promedio en Bytes de un cuadro tradicional. Muchas veces encontramos cuadros que nos indican parámetros de resolución y calidad versus algoritmos usados. En otras ocasiones, los fabricantes tienen calculadoras en sus sitios web, que permiten averiguar con mucha precisión estos datos dependiendo de los parámetros.

• Resolución

Obviamente entre mayor resolución estática tenga la imagen a transmitir, mayor tamaño promedio tendrá cada cuadro, sin importar el algoritmo de compresión. Al respecto, vale la pena recordar que debe transmitirse y almacenarse en la mejor resolución estática posible, preferentemente, y como mínimo, la resolución nativa que la cámara pueda ofrecer. Por ejemplo, si es una cámara de 520 TVL con salida IP que nos ofrece sin recortar o reajustar el tamaño de la imagen una resolución digital D1, de 720x480 píxeles, es precisamente a esa resolución a la que debemos almacenarla y enviarla para sacar su mejor provecho.

En el mundo analógico es normal ver que las cámaras pueden dar una resolución digital nativa bastante elevada y

sin embargo las reducen a un formato VGA (4 CIF) que es 640x480 o similar, perdiendo negligentemente valiosa información que mejora la nitidez de la señal.

• Algoritmos de Compresión

Debemos entender que los fabricantes, en la actualidad, están compitiendo por los mejores algoritmos y formatos de compresión. En este momento podríamos mencionar cuatro de tipo genérico:

1. *JPEG*, de buena calidad pero con poco nivel de compresión.
2. *MPEG-2* de excelente calidad pero muy bajo nivel de compresión.
3. *MPEG4 Layer 2*, de buena calidad y buen nivel de compresión, es el más utilizado a nivel mundial.
4. *MPEG4 Layer 10*, mejor conocido como *H.264*, de buena calidad y excelente nivel de compresión.

Sin embargo, existen muchos otros de carácter privado (propietario) que sacan el mejor provecho de las diversas tendencias e investigaciones. Finalmente, no interesa que formato se use; lo importante es comprimir a su máxima expresión un video sin sacrificar mucho la calidad que el ojo humano puede apreciar.

• Tipo de escena

En este caso, el tamaño promedio de cada cuadro cambia constantemente dependiendo de cuán compleja, brillante o colorida sea la escena que forma la imagen digital. Entre más colores existan, más se incrementa el tamaño; cuanto más oscura sea la escena, más aumenta; cuantos más bordes y cambios de color existan, más grande será el tamaño promedio.

Si vemos un solo cuadro, notaremos que los cambios de tamaño son pequeños (5-10%). Sin embargo, cuando sumamos estos cambios a nivel de objetos y layers en los algoritmos de las familias Wavelet, MPEGx y H.264, nos daremos cuenta que los resultados son muy distintos. En este caso, el factor de tolerancia o de margen de error promedio que nos da cada fabricante toma importancias ■

