

Una Introducción al Control de Flujo en la Comunicación

M. en C. Mauricio Olguín Carvajal
M. en C. Israel Rivera Zárate
Profesores del CIDETEC

Silvia Nora Chávez Morones
Fernando Mancilla Téllez
Imelda Vázquez Rojas
Alumnos de la especialidad en redes de
computadoras, UNITEC Campus Sur

El siguiente trabajo muestra, desde un punto de vista informático, un panorama general del funcionamiento de los protocolos de control de flujo que operan en la capa 2 del **Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos "OSI"**.

COMUNICACIÓN

¿Te has preguntado alguna vez como sería la comunicación entre los seres humanos si no existieran reglas para establecer dicha comunicación?

Como te podrás imaginar, si no existieran reglas de comunicación (en el caso de un idioma: sintaxis, semántica, gramática, etc.), todos hablaríamos al mismo tiempo, no sabrías si la persona a la que quieres dirigir el mensaje te está escuchando a ti o está conversando con alguna otra persona, y no podrías confirmar si el mensaje que enviaste llegó correctamente o fue escuchado por alguien indebido, etc.

Por lo tanto, para evitar esta situación contamos con nuestro sistema

de comunicación, en donde existe un emisor, un medio a través del cual comunicarnos, (teléfono, papel, aire, etc.), un mensaje y un receptor.

Otra premisa que se debe considerar para lograr establecer una comunicación es el idioma utilizado. Por ejemplo, si estamos en un grupo en el que cada participante habla en diferente idioma, es necesario establecer el idioma que se utilizará y que sea entendible para todos.

Ahora bien, ¿que pasaría si este concepto lo aplicamos al ámbito informático?

En los sistemas de comunicación basados en computadoras, los datos se representan con unidades de información binaria (o bits) producidos y procesados en forma de ceros y unos.

Para que la transmisión de datos sea posible, los dispositivos de comunicación deben ser parte de un sistema de comunicación formado por 5 componentes: mensaje, emisor, receptor, medio, y protocolo.

Como te podrás dar cuenta, en el ámbito informático se adicionó el concepto protocolo que quiere decir "conjunto de reglas que gobiernan la transmisión de datos".

Como sabes, existen diferentes proveedores de equipos de cómputo, y se requiere establecer los protocolos

para comunicarse. Esto se asemeja al grupo de personas que hablan diferentes idiomas por lo que es necesario establecer uno solo.

Para poder lograr este objetivo la Organización Internacional de Estandarización (ISO), creó un estándar denominado "Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI)", el cual permite que dos sistemas diferentes se puedan comunicar independientemente de su arquitectura.

El modelo OSI está integrado por 7 capas, de las cuales analizaremos únicamente las 2 primeras, para comprender como se da el proceso de comunicación.

La 1^{er} capa es la capa física, que coordina las funciones necesarias para adecuar el medio a través del cual se transmitirá la información.

La 2^a capa del modelo OSI, es la capa de enlace de datos; a través de esta capa se lograrán los siguientes objetivos:

Entrega: El sistema debe entregar los datos en el destino correcto. Es decir los datos deben ser recibidos por el dispositivo o usuario adecuado y solamente por él.

Exactitud: El sistema debe entregar los datos con exactitud. Los datos que se alteran en la transmisión son incorrectos y no se pueden utilizar.

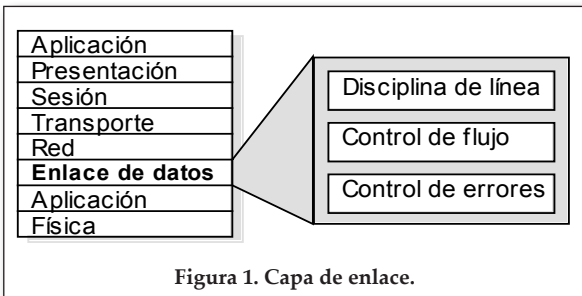


Figura 1. Capa de enlace.

¿Cómo logra la capa de enlace de datos cumplir con dichos objetivos?

La capa de enlace de datos se subdivide en las siguientes funciones, mostradas en la **Figura 1**.

Disciplina de línea: Se encarga de determinar que dispositivo puede enviar información y cuando puede hacerlo. Los métodos que utiliza para lograr esto son:

Sondeo/reconocimiento (ENQ/ACK).

Este método se utiliza en enlaces dedicados, únicamente existen en el medio 2 dispositivos, uno para enviar y otro para recibir. Cualquier estación de enlace puede empezar una sesión siempre y cuando ambas tengan el mismo rango; por ejemplo, una impresora no puede empezar una comunicación con una CPU.

El dispositivo que inicia la transmisión envía una trama denominada solicitud (ENQ), preguntando si el receptor está disponible para recibir datos. El receptor debe responder con una trama de reconocimiento (ACK) si está listo para recibir, o con una trama de reconocimiento negativo (NAK).

Si el transmisor no recibe un ACK o NAK, dentro de un límite de tiempo especificado, se asume que la trama ENQ se ha perdido en la transmisión, se desconecta y envía un reemplazo.

Un sistema que inicia la conexión

realiza 3 intentos para establecer el enlace antes de abandonar. Si la respuesta a ENQ es negativa para los 3 intentos, el equipo se desconecta y reinicia el proceso en otro momento. Si la respuesta es positiva, la conexión está lista para enviar datos. Una vez que el transmisor termina de enviar todos sus datos envía una trama de **fin de transmisión (EOT)**

Sondeo/selección (Poll/Select). Este método se utiliza en sistemas multipuntos, en donde uno de los dispositivos ha sido designado como estación primaria y los otros dispositivos son estaciones secundarias (**Figura 2**).

Siempre que un enlace multipunto este formado por un dispositivo primario y múltiples dispositivos secundarios que usan una única línea de transmisión, todos los intercambios se deben hacer a través del dispositivo primario.

Cuando el equipo primario está disponible para recibir datos, les pregunta a los secundarios si tienen algo que enviar, a esto se le denomina **sondeo**, si el primario quiere enviar datos, le indica al secundario destino que se prepare para recibir datos, a esto se le llama **selección**.

Sondeo: Para iniciar la sesión, el equipo primario envía una trama ENQ al equipo secundario preguntando si tiene datos que enviar, si se responde con una trama NAK, quiere decir que no tiene nada que enviar y se continúa preguntando al siguiente dispositivo, hasta que la respuesta es positiva, en este caso el primario inicia la

transmisión de datos y cuando ya no tiene algo que enviar envía una trama EOT, de fin de transmisión.

Selección: Se utiliza siempre que el primario tenga algo que enviar; el primario envía una trama SEL, incluyendo la dirección del equipo al que van dirigidos los datos, el dispositivo secundario únicamente abre la trama y lee los datos cuando reconoce su propia dirección.

La segunda disciplina de la capa de enlace de datos es:

Control de flujo: Se encarga de determinar cuantos datos se pueden enviar antes de saturar la capacidad de los dispositivos, para lo cual deben considerarse los siguientes aspectos:

- 1.- El flujo de datos no debe saturar al receptor; los receptores tienen una velocidad límite para procesar los datos que llegan y una cantidad de memoria limitada en donde guardar los datos que llegan. El receptor debe avisar al transmisor que detenga el envío de datos antes de llegar a estos límites y de pedir al dispositivo transmisor que envíe menos tramas o que pare temporalmente. La información que llega debe ser procesada y comprobada antes de usarse y esta tarea es más lenta que la velocidad de transmisión para el envío de la información. Por esta razón los equipos tienen

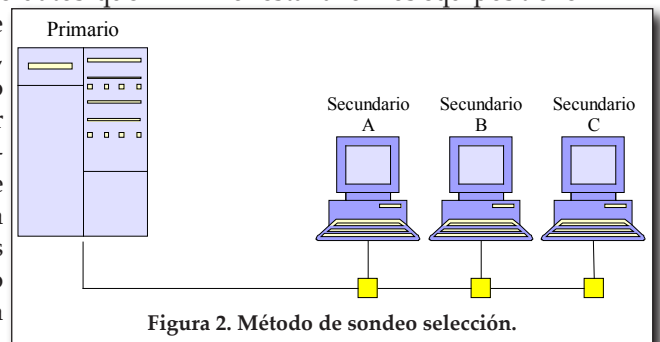


Figura 2. Método de sondeo selección.

un bloque de memoria llamado “buffer”, reservado para almacenar la información que llega antes de ser procesada. Si el buffer comienza a llenarse, el receptor debe ser capaz de decirle al emisor que pare la transmisión hasta que vuelva a ser capaz de recibir

2.- Cuando una trama llega, ya sea individualmente o en grupo, notifica su recepción con un reconocimiento; si una trama llega dañada el receptor envía un mensaje de error NAK.

Se han desarrollado dos métodos para controlar el flujo de datos a través de enlaces de comunicación: Parada y espera, y ventana deslizante (Figura 3).

1.- Stop and Wait (parada y espera). Aquí, el emisor espera un reconocimiento después de cada trama que envía. Solamente se envía la siguiente trama cuando se ha recibido un reconocimiento. Este proceso de enviar y recibir alternativamente se repite hasta que el emisor envía una trama de fin de transmisión (EOT).

La ventaja de este método es su sencillez: cada trama es comprobada y reconocida antes de que se envíe la siguiente. La desventaja es su ineficiencia: la parada y espera es muy lenta, debido a que cada trama debe recorrer el camino hasta el receptor y un reconocimiento debe viajar del receptor al emisor antes de poder enviar la trama siguiente. Por lo tanto, cada trama está sola en la línea. Cada trama enviada y recibida usa todo el tiempo necesario para atravesar el enlace; si la distancia entre los dispositivos es larga, el tiempo que se gasta esperando un reconocimiento entre cada trama puede ser una parte importante del tiempo total de transmisión.

2.- Ventana deslizante. En este método, el emisor puede transmitir varias tramas antes de necesitar un reconocimiento.

Las tramas se pueden enviar una detrás de otra, lo que significa que el enlace puede transportar varias tramas de una vez y que su capacidad se puede usar de forma más eficiente. La palabra window en el término “sliding window”, se refiere a un buffer extra creado tanto por el transmisor como el receptor. Las tramas se pueden retener en cualquier extremo antes de enviar un reconocimiento.

Para llevar control de la cantidad de tramas enviadas y recibidas se introduce una identificación basada en el tamaño de la ventana. La ventana deslizante usa unas cajas imaginarias en el emisor y el receptor. Esa ventana puede mantener tramas en cualquiera de los dos extremos y proporciona un límite superior en el número de tramas que se pueden transmitir antes de recibir un reconocimiento. Las tramas pueden ser reconocidas en cualquier momento sin esperar hasta que la ventana se llene y pueden ser transmitidas mientras que la ventana no está todavía llena.

Para saber qué tramas se han transmitido y cuáles se han recibido, la ventana deslizante introduce un esquema de identificación basado en el tamaño de la ventana, es decir, las tramas son numeradas como módulo- n , o sea de 0 hasta $n-1$.

Ejemplo: si $n=8$ las tramas se numeran 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 0, 1,.....

El tamaño de la ventana es $n-1$; en este caso es 7.

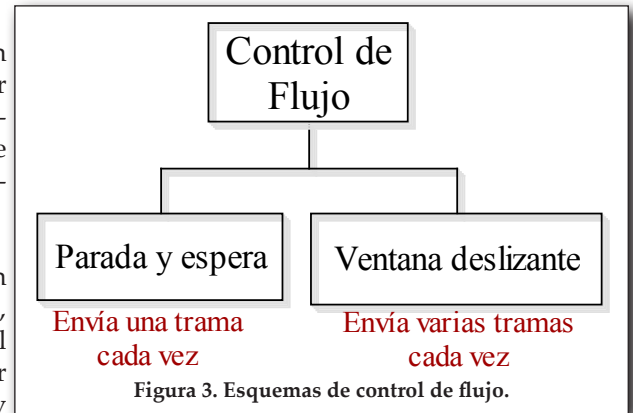


Figura 3. Esquemas de control de flujo.

Cuando el receptor envía un ACK incluye el número de la trama que espera recibir; o sea, si recibimos un grupo de tramas que terminaron con la trama 4 envía un ACK con el número 5.

Al principio de la transmisión la ventana del emisor contiene la trama $n-1$. A medida que se envían las tramas, el límite izquierdo de la ventana se mueve hacia adentro, reduciendo el tamaño de la misma. Dada una ventana de tamaño w , si se han transmitido 3 tramas desde el último reconocimiento, el número de tramas que quedan en la ventana es $w-3$. Una vez que llega un (ACK), la ventana se extiende para permitir entrar un número de tramas igual al número de tramas reconocidos por el (ACK).

Dada una ventana de tamaño 7, si se han enviado las tramas del 0 al 4 y no se ha recibido ACK la ventana sólo contiene dos tramas, 5 y 6.

Si se recibe un ACK con el número 4 quiere decir que se recibieron las tramas del 0 al 3 sin daño y la ventana del transmisor se expande para incluir las próximas 4 tramas; así, la ventana tendrá seis tramas (5 y 6 más 7, 0, 1 y 2). Si el ACK recibido hubiera llegado con el número 2, la ventana se hubiera expandido únicamente por dos tramas y tendría un total de 4 tramas (5 y 6 más 7 y 0).

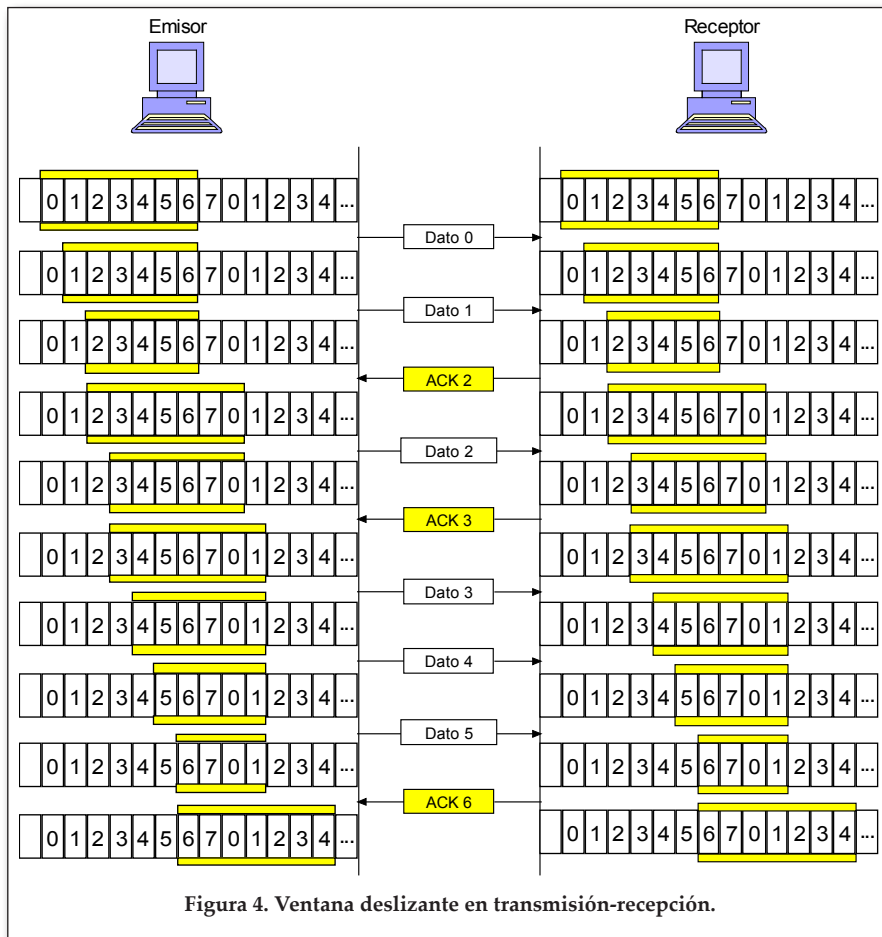


Figura 4. Ventana deslizante en transmisión-recepción.

VENTANA DESLIZANTE RECEPTORA

Al inicio de una transmisión, la ventana transmisora no contiene $n-1$ tramas, sino $n-1$ espacios para tramas. A medida que llegan nuevas tramas el tamaño de la ventana de recepción se encoge. Por tanto, la ventana del receptor no representa el número de tramas recibidos sino el número que todavía se pueden recibir antes de enviar un reconocimiento (ACK).

Para una ventana de tamaño w , si se han recibido tres tramas sin devolver un reconocimiento (ACK), el número de espacios en la ventana es de $w-n$. En cuanto se envíe un reconocimiento, el tamaño de la ventana se expande para incluir lugares para los números de tramas iguales a los números de tramas reconocidas.

Para una ventana del receptor de tamaño 7, la ventana contiene espacios para 7 tramas, indicando que se pueden recibir antes de enviar un ACK. Con la llegada de la primera trama, la ventana del receptor se encoge, moviendo su frontera del espacio 0 al 1. La ventana se ha encogido 1, por lo que el receptor puede todavía aceptar 6 tramas antes de que tenga que enviar un ACK. Si han llegado tramas de la 0 a la 3 pero no se han reconocido, la ventana contendrá 3 espacios para tramas.

Cada vez que se envía un ACK la ventana receptora se expande para incluir espacios en función a la cantidad de tramas declarados más recientemente, menos la cantidad de tramas declaradas previamente. En una ventana con 7 tramas, si el ACK previo fue para la trama 2 y el ACK actual es para el trama 5, la ventana se expande 3 posiciones (5-2).

Otro caso, si el ACK anterior fue de la trama 3 y el actual es de la trama 1, la ventana se expande 6 lugares (1+8-3).

En el ejemplo que se utiliza, la ventana deslizante tiene siete tramas, las cuales llegan todas correctamente.

En el método de control de flujo de ventana deslizante, el tamaño de la ventana es una unidad menor que el rango del módulo, por lo que no hay ambigüedad en el reconocimiento de las tramas recibidas. Si el método nos indicara que el tamaño del marco es el mismo que el tamaño de la ventana, existiría el error siguiente.

Continuando con el ejemplo, si el marco fuese de 8 y el tamaño de la ventana también, si se envía la trama 0 y se recibe un ACK1, el emisor expande su ventana y envía las tramas 1,2,3,4,5,6,7 y 0. Si recibe de nuevo un ACK1, no está seguro de si es un duplicado del ACK anterior (duplicado por la red), o un ACK1 nuevo que confirma la recepción de las ocho tramas enviadas recientemente. Pero si el tamaño de la ventana es 7 (en lugar de 8), este escenario no puede suceder. En la Figura 4 puede verse un esquema general de una ventana deslizante para transmisión-recepción.

EJEMPLO DE VENTANA DESLIZANTE

Hasta ahora nos hemos enfocado a los métodos de envío de datos, pero que pasa con los errores que se presentan durante la transmisión?

La 3a. función de la capa de enlace es el control de errores, la cual consiste en lo siguiente:

En la capa el término control de errores se refiere a los métodos de

detección de errores y retransmisión. Cada vez que un error es detectado se envía un reconocimiento negativo "NAK" y las tramas son retransmitidas. Este proceso se llama "Automatic Repeat Request" (ARQ). Se solicita un ARQ por ruido en los datos o tramas perdidos.

CONCLUSIONES

Aunque retransmitir únicamente las tramas dañadas o las tramas perdidas puede parecer más eficiente que reenviar también tramas correctas, de hecho no es así.

Debido a la complejidad asociada a la ordenación y al almacenamiento necesario en el receptor y a la lógica extra necesaria en el emisor para seleccionar las tramas específicas para su retransmisión, el rechazo selectivo con ARQ es caro y no se usa a menudo. En otras palabras, el rechazo selectivo da mejores prestaciones, pero en la práctica se suele descartar a favor de la vuelta atrás por la sencillez de la implementación de este último.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] <http://www.monografias.com>
- [2] Behrouz A. *Transmisión de Datos y Redes de Comunicaciones*. 2a. Edición.