

CAPITULO IV

Protocolos para Enlaces Satelitales



1. Protocolos de Asignación de canal de comunicación para enlaces satelitales
2. Notas Bibliográficas

4.1. PROTOCOLOS DE ASIGNACION DE CANAL DE COMUNICACIÓN PARA ENLACES SATELITALES

4.1.1. Descripción General

Existen ciertos tipos de redes WAN basadas en comunicación satelital, las mismas que utilizan canales de acceso múltiple. Uno de los puntos clave del diseño es la manera de repartir los canales del transponder, sin embargo, a diferencia de las redes LAN, es imposible la detección de portadora, debido al retardo de propagación de 270 mseg. aproximadamente. Cuando una estación detecta el estado de una canal de enlace descendente, escucha lo que ocurrió hace 270 mseg. La detección del canal de enlace ascendente generalmente es imposible. Como resultado, los protocolos CSMA/CD no pueden usarse con los satélites. Es por eso la necesidad de otros protocolos que permiten realizar ciertas actividades diferentes a las que se realizan en las redes Lan.

El problema principal es con el canal de enlace ascendente, ya que en el enlace descendente sólo tiene un transmisor que es el satélite y por tanto no tiene el problema de reparto del canal.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de algunos de los métodos de reparto de canal más importantes.

METODO	DESCRIPCION
FDM	Dedica una banda de frecuencia a cada estación
TDM	Dedica una ranura de tiempo a cada estación
ALOHA puro	Transmisión no sincronizada en cualquier momento
ALOHA ranurado	Transmisión aleatoria en ranuras de tiempo bien definidas
MACA, MACAW	Protocolos LAN inalámbricos
GSM	FDM más TDM para radio celular
CDPD	Radio en paquetes con un canal AMPS
CDMA	Todos hablan a la vez, pero en idiomas diferentes
DQDB	Encolamiento distribuido en una MAN de dos canales
FDDI	Token ring de fibra óptica
Canal de fibra	Barras cruzadas usando fibra óptica
SPADE	FDM con reparto dinámico del canal
ACTS	TDM con reparto centralizado de ranuras
Binder	TDM con ALOHA cuando el dueño de la ranura no está interesado
Crowther	ALOHA en el que el dueño de la ranura la conserva
Roberts	Tiempo de canal reservado por adelantado con ALOHA

Tabla 4.1 Métodos de Reparto del canal

Se emplean cinco clases de protocolos en el canal de acceso múltiple de enlace ascendente:

- Sondeo
- ALOHA
- FDM
- TDM
- CDMA

4.1.2. Sondeo

La forma tradicional de repartir un solo canal entre usuarios competidores es que alguien los sondee. Hacer que el satélite sondee por turno cada estación para ver si tiene un marco es prohibitivamente caro. Sin embargo, si todas las estaciones de tierra también están conectadas a una red de conmutación de paquetes generalmente de poco ancho de banda, es concebible una variación menor de este concepto.

La idea es disponer de todas las estaciones en un anillo lógico, de modo que cada estación conozca su sucesor. Por este anillo terrestre circula una ficha. El satélite nunca ve la ficha. Sólo permite a una estación transmitir por el enlace ascendente cuando ha capturado la ficha. Si el número de estaciones es pequeño y constante, el tiempo de transmisión de la ficha es corto y las ráfagas enviadas por el canal de enlace ascendente son mucho más grandes que el tiempo de rotación de la ficha, el esquema es moderadamente eficiente.

- ✓ **Sondeo por lista.**- El Sondeo por lista es la forma clásica de sondeo, consiste en que el controlador "**pasa lista**" a cada uno de los terminales, presentándoles si tienen información para transmitir, mediante un mensaje de sondeo con el código de dirección correspondiente al terminal. Si éste tiene algún mensaje grabado, lo transmite, en caso contrario, rechaza la gestión a transmitir y el controlador pasa a sondear el siguiente terminal de la lista.
- ✓ **Sondeo con prueba.**- Cuando la actividad de los terminales es baja y su número es elevado, el controlador desperdicia mucho tiempo en sondear terminales que casi nunca tienen información para transmitir. Una alternativa más eficiente, en esas circunstancias, es el sondeo con prueba, que consiste en agrupar a los terminales en diferentes grupos, de modo que cada terminal reconoce dos direcciones: una individual y otra de grupo. Al reconocer un

terminal su dirección de grupo, si tiene información pendiente transmite una indicación, en caso contrario permanece en silencio. El controlador al sondear un grupo, envía su dirección global; si algún terminal tiene información se activará la línea y entonces el controlador efectuará un sondeo individualizado dentro del grupo; en caso contrario, ningún terminal tiene información; la línea permanece inactiva y el controlador procede a sondear otro grupo.

- ✓ **Sondeo Circular.**- En el sondeo por lista los mensajes de sondeo recorren cada vez el trayecto desde el controlador hacia el terminal; si éstos están distribuidos a lo largo de una extensa línea de transmisión, con un retardo de propagación elevado, se desperdicia mucho tiempo, pues los mensajes de sondeo sucesivos recorren largos trayectos, que coinciden en su mayor parte.

Una solución más eficiente, es el sondeo circular conocido como **hub polling**, que consiste en empezar el ciclo de sondeo enviando un mensaje de sondeo a un terminal, y éste, se vacía una vez si es que no estaba ya vacío, envía un mensaje de sondeo a otro terminal y se repite el proceso hasta que el último terminal envía un mensaje de sondeo al controlador.

Con protocolos orientados a bit se ha realizado una eficiente forma de sondeo circular, asociada a una red en bucle que utiliza como mensaje de sondeo el octeto 01111111.

De forma que, cuando un terminal recibe este octeto, si no tiene nada que transmitir lo retransmite con un retraso de un bit, pero si tiene un mensaje preparado invierte el último bit y el mensaje de sondeo se orienta en el guión de apertura de trama, 01111110, y a continuación envía el mensaje; los demás terminales retransmiten el mensaje hacia el controlador.

Se ha descrito las técnicas de sondeo circular utilizando un campo de aplicación clásico, las redes de acceso a un recurso central. No obstante, su fundamento operativo, es decir, el paso de un testigo para ceder el turno de transmisión, también es identificable en ciertos sistemas de acceso múltiple como son el **Token passing bus**, **Token passing ring** usados en el ámbito de redes locales.

La diferencia de matiz estriba en el hecho de poder transmitir a cualquier otro interlocutor conectado a la línea y no sólo al recurso central; pero sigue siendo necesaria la presencia de un controlador o, mejor dicho, de un supervisor que

evite el bloqueo del sistema al extraviarse el testigo, por ejemplo por caída del terminal que detenta el turno de transmisión.

4.1.3. ALOHA

"Es un método para resolver reparto de canal"⁴³, inventado en los años 70 por Abramson en Universidad Hawai, usando radiotransmisores en tierra, es aplicable a cualquier sistema con un canal. Existen dos tipos de Aloha y se detallan a continuación:

- ✓ **ALOHA puro.**- Es fácil de implementar ya que cada estación simplemente envía cuando quiere. El problema es que la eficiencia del canal es de sólo 18%. En general, un factor de uso tan bajo es inaceptable para satélites que cuestan decenas de millones de dólares cada uno. Se toman en cuenta las siguientes características:

- ☞ Se transmiten tramas en cualquier instante
- ☞ Si hay colisiones las tramas se destruyen
- ☞ El emisor cuando detecta las colisiones, se encarga de retransmitir.

El siguiente gráfico muestra la transmisión de tramas por medio de Aloha Puro:

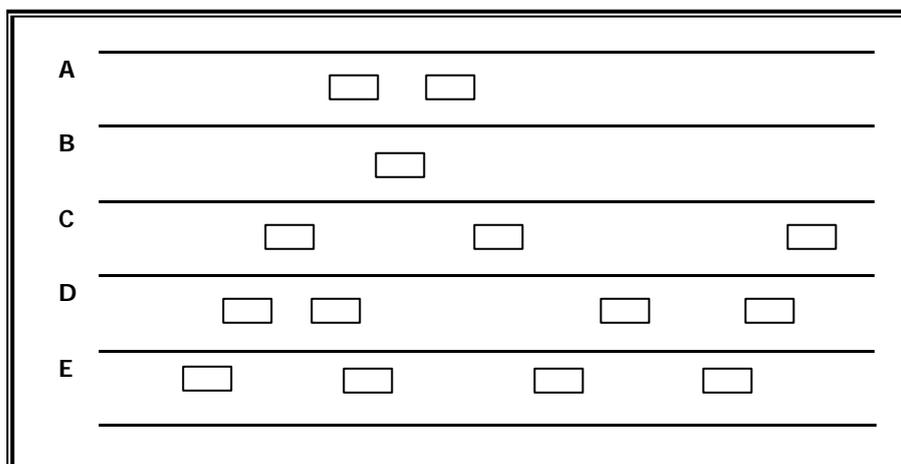


Figura 4.2 Transmisión de tramas en tiempos arbitrarios

- ✓ **ALOHA dividido.**- Es un método para duplicar la capacidad del sistema ALOHA, este se encarga de dividir el tiempo en intervalos discretos sincronizados. En cuanto a rendimientos tenemos que brinda un 37% de

⁴³ Ref: <http://www.ing.unp.edu.ar/asignaturas/rytd/archivoslan/lansaltavelocidad.htm#n1>

intervalos vacíos al igual que de tramas transmitidas con éxito, y un 26% de colisiones. Se detallan las siguientes características:

- ☐ Divide el tiempo en intervalos discretos
- ☐ Cada intervalo corresponde a una trama
- ☐ Los usuarios están de acuerdo en los límites del intervalos
- ☐ Se transmiten las tramas únicamente al inicio de los intervalos.

A continuación se muestra una figura comparativa de los dos tipos de ALOHA.

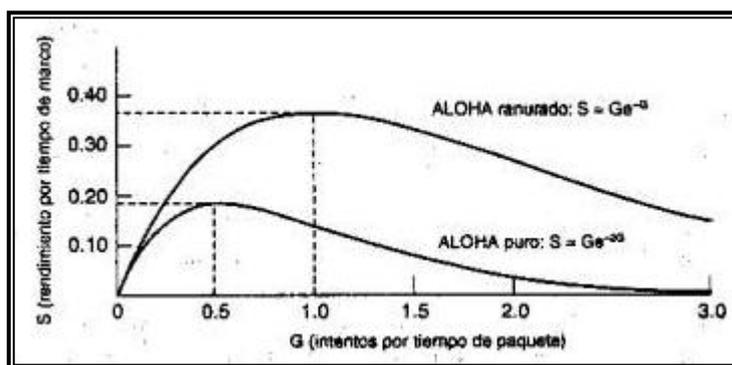


Figura 4.1 Rendimiento del Aloha puro y del Ranurado

4.1.4. FDM: Multiplexión por división de frecuencia

Para poder efectuar una comunicación satelital real, las señales llegan a los receptores transmisores del satélite a través de canales, los mismos que están divididos en subcanales que poseen diferentes frecuencias, separados por bandas de protección, con la finalidad de no permitir que existan interferencias entre ellos.

Cuando un usuario desea enviar información al satélite desde una estación terrena, hace una llamada telefónica, a la cual se le asigna un subcanal. Este subcanal se usa exclusivamente por esa llamada telefónica durante todo el tiempo que dure la transmisión, al final de la cual se libera.

Es importante recalcar que todo el ancho de banda de este subcanal, es únicamente para esa llamada determinada.

FDM presenta ciertos problemas y son los siguientes:

- Necesita separar las bandas, es decir tratar de utilizar el ancho de banda no utilizado
- Necesidad de controlar cuidadosamente la energía transmitida, podría pasar a otras bandas, o lo que es lo mismo controlar la interferencia.
- Técnica analógica, no muy bien implementada en SW

Si el número de estación es fija y pequeña se pueden asignar los canales de manera previa, mientras que si el número de canales varía rápidamente existe la necesidad de asignar bandas de frecuencia dinámicamente.

4.1.5. TDM: Multiplexión por división de Tiempo

Este protocolo tiene la particularidad de asignar particiones tiempo, esto quiere decir "asigna a cada usuario un enésimo intervalo de tiempo"⁴⁴ funciona de manera centralizada o descentralizada. Las características principales son:

- Asignación dinámica
- Asume que hay más particiones que estaciones
- Cada estación tiene una partición base
- Particbnes extra se asignan a cualquiera
- Si una partición no se usa queda disponible
- El dueño puede recuperar su "slot"⁴⁵

Además TDM se encarga de que cuando una estación hace una transmisión exitosa en la participación, tiene derecho a seguir utilizándola, así como si una partición queda sin uso, las estaciones pueden competir para utilizarla.

De igual se encuentra que algunas estaciones piden canal antes de transmitir, se tienen mini-particiones de reservación, entonces si la reservación es exitosa, se toma la partición, en otros casos las estaciones necesitan llevar pista de cuanto tiempo reservaron la partición para saber cuando se desocupa.

A diferencia del protocolo FDM, aquí los canales no se dividen en subcanales por frecuencia, sino por tiempo. Así, cada cual se divide en ranuras agrupadas en tramas,

⁴⁴ Ref: <http://www.ing.unp.edu.ar/asignaturas/rytd/archivoslan/lansaltavelocidad.html>

⁴⁵ Slot: Referente a ciertos zócalos a especie de pedestal que especifica un lugar en especial.

y la información puede ser colocada en un ancho de banda de una sola ranura, basándose en un esquema de división de tiempo.

4.1.6. CDMA: *Code Division Multiple Access*

Asigna un código diferente a cada nodo. Los nodos diferentes realizan su transmisión simultáneamente, utilizando una codificación única.

Los receptores saben su esquema de codificación respectivo y reciben correctamente los bits, a pesar de que ciertas transmisiones son interferidas por las de otros nodos. En este caso las colisiones se suman, y el esquema de decodificación del receptor recupera el original de un emisor dado. Es muy utilizado por los militares porque es de espectro amplio, muy difícil de detectar y de congestionar.

Actualmente se lo está utilizando por la presencia de teléfonos celulares digitales. CDMA se caracteriza por no tener problemas de "sincronización"⁴⁶ ni de asignación de canal, pero posee ciertas desventajas que se indican a continuación.

- Capacidad en presencia de ruido y estaciones no coordinadas es más baja que la de TDM
- No es muy conocido
- Utilizado por militares
- Se está utilizando más en aplicaciones comerciales

⁴⁶ **Sincronización:** Referente al hecho de permitir que coincidan en el tiempo dos o más movimientos o fenómenos.

4.2. NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

Este capítulo contiene una breve descripción de los Protocolos que se utilizan para los Enlaces satelitales, así como la forma como se distribuye el canal de comunicación el momento de realizar una transmisión satelital. La información encontrada ha sido puesta en conocimiento de los lectores de una forma específica, tratando de indicar los aspectos más importantes de cada uno de los protocolos encontrados.

Para ampliar la información de este tema se recomiendan los siguientes sitios:

- <http://www.inf.uct.cl/~amellado/archivos/redes1.pdf>
- <http://herodes.redes.upv.es/itd/Teoria/Tema%20Introd.htm>
- http://ccc.inaoep.mx/~cferegrino/cursos/redscomp/Filminas_4_Maestria.pdf
- http://www.ing.unp.edu.ar/asignaturas/rytd/Web_ApunteIngGallardo/archivos_redestrytransmision/