

PAR - Unidad 4

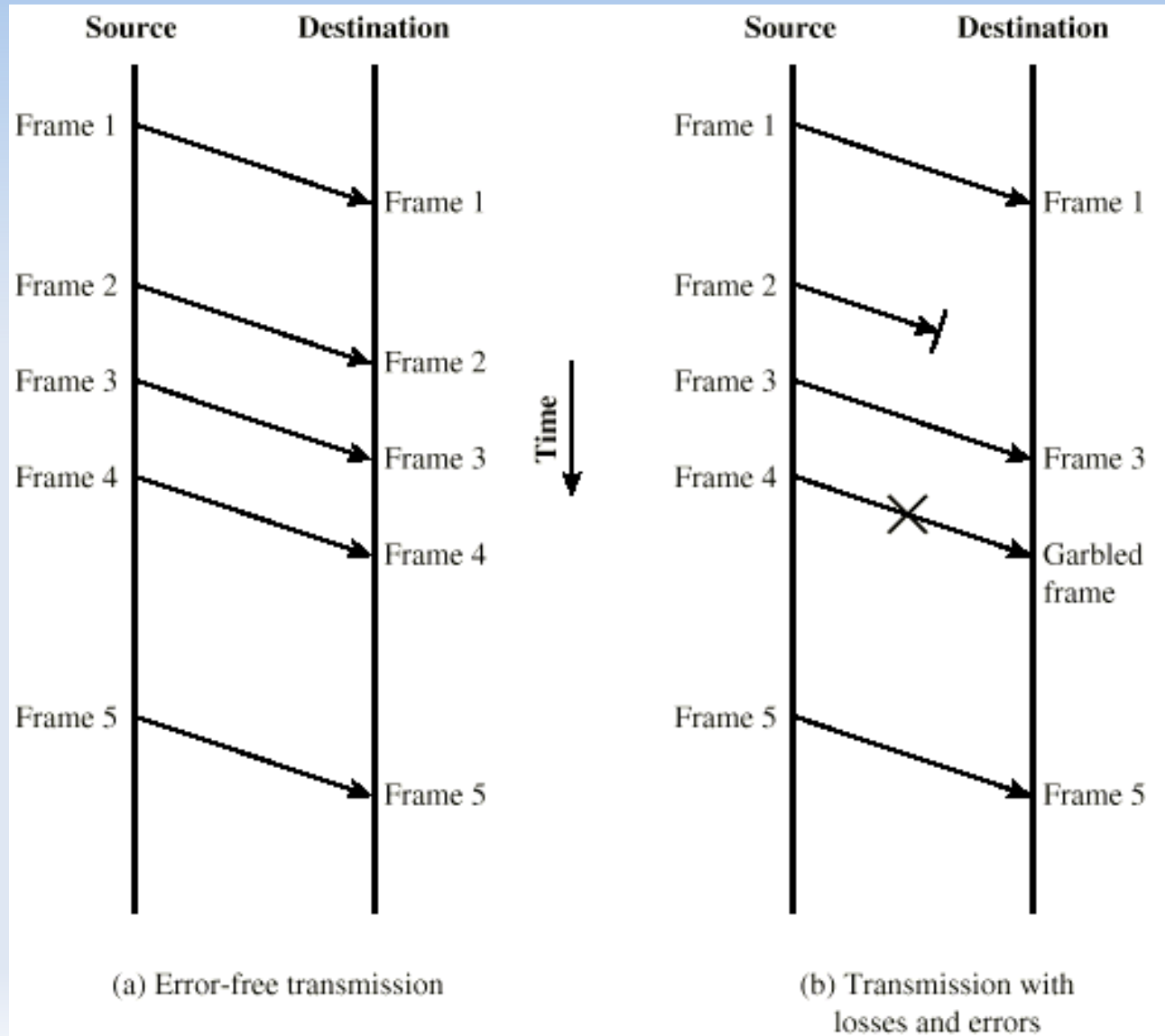
LA CAPA DE ENLACE DE DATOS:

SUBCAPA LLC

LLC - Control de flujo

- Necesario únicamente si se pretende que la capa de enlace ofrezca *servicios fiables* a la capa de red (ya sean orientados o no a la conexión).
- El control de flujo puede ofrecerse también en alguna de las capas superiores.
- **Objetivos:**
 - asegurar que la entidad emisora no satura a la receptora, **previniendo la pérdida de tramas**.
 - aprovechar al máximo la capacidad del canal.
- **Mecanismos**
 - parada y espera:
 - una trama *por turno*.
 - ventana deslizante:
 - varias tramas *por turno*.

Modelo de transmisión de trama



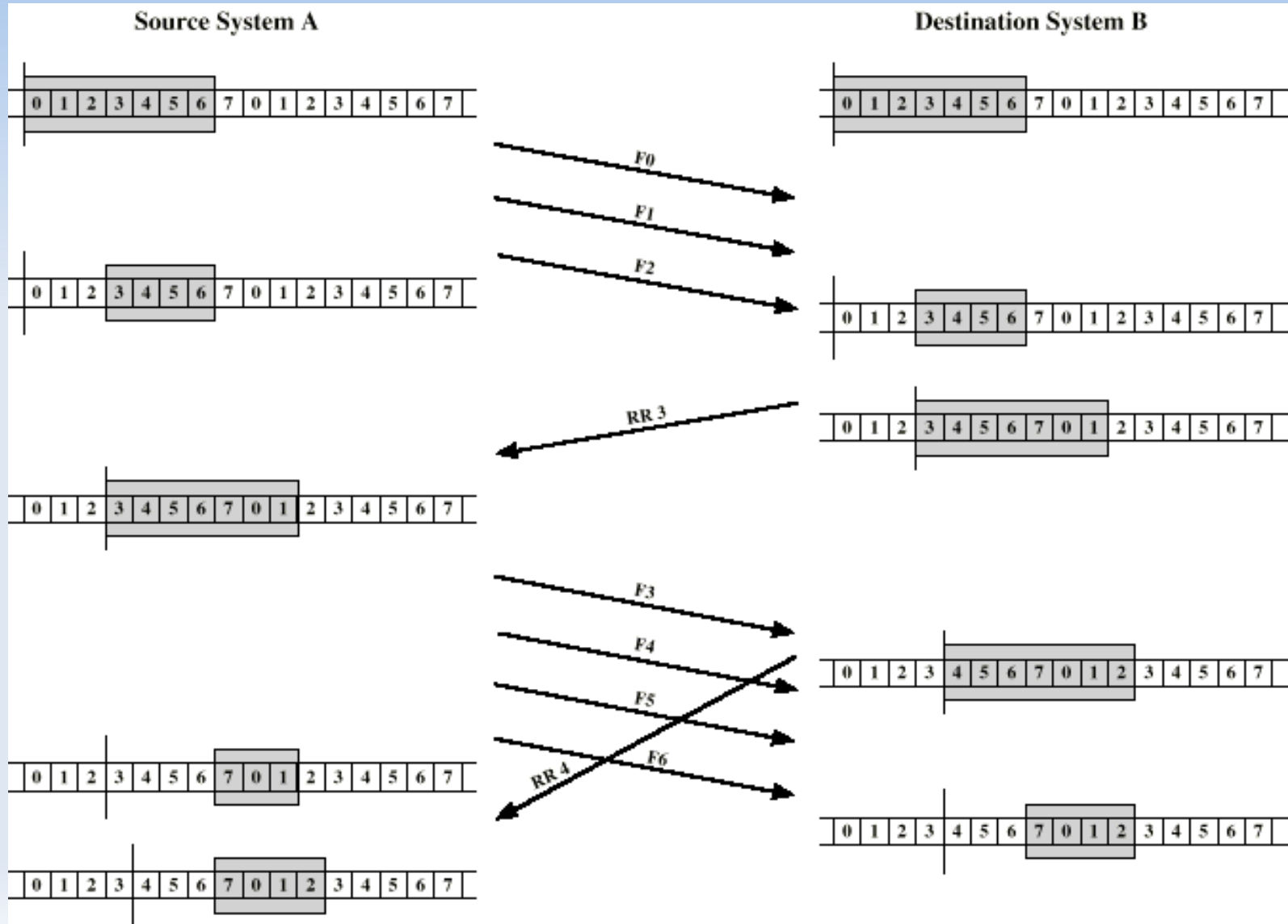
Parada y espera (sin errores)

- La *fuentes* transmite una trama.
- El *destino* recibe la trama y responde con una confirmación (ACK) para indicar que está dispuesto a recibir una nueva trama.
- La *fuentes* espera una ACK antes de enviar la siguiente trama.
- El *destino* puede detener el flujo no enviando una ACK.
- Funciona bien para unas pocas tramas de gran tamaño.

Ventana deslizante (sin errores)

- Permite que haya múltiples tramas en tránsito.
- El *receptor* tiene un búfer para almacenar W tramas.
- El *transmisor* puede enviar hasta W tramas sin recibir una ACK o RR (*Receive Ready*).
- Cada trama tiene un número de secuencia.
- La ACK incluye el nº de secuencia de la siguiente trama esperada.
- W está limitado por el tamaño del campo de nº de secuencia: si k bits $\Rightarrow W=2^k - 1$

Ventana deslizante - Ejemplo



Ventana deslizante - Mejoras

- El *receptor* puede confirmar las tramas recibidas, pero sin permitir más transmisiones: RNR (*Receive Not Ready*)
 - y enviar una confirmación normal para retomar la transmisión.
- Si la comunicación es duplex, se puede enviar la ACK *piggy-backed* (“a cabrito”) de los datos:
 - si hay datos que enviar, se envía la ACK junto con ellos.
 - si no hay datos para enviar, se envía una trama de ACK.

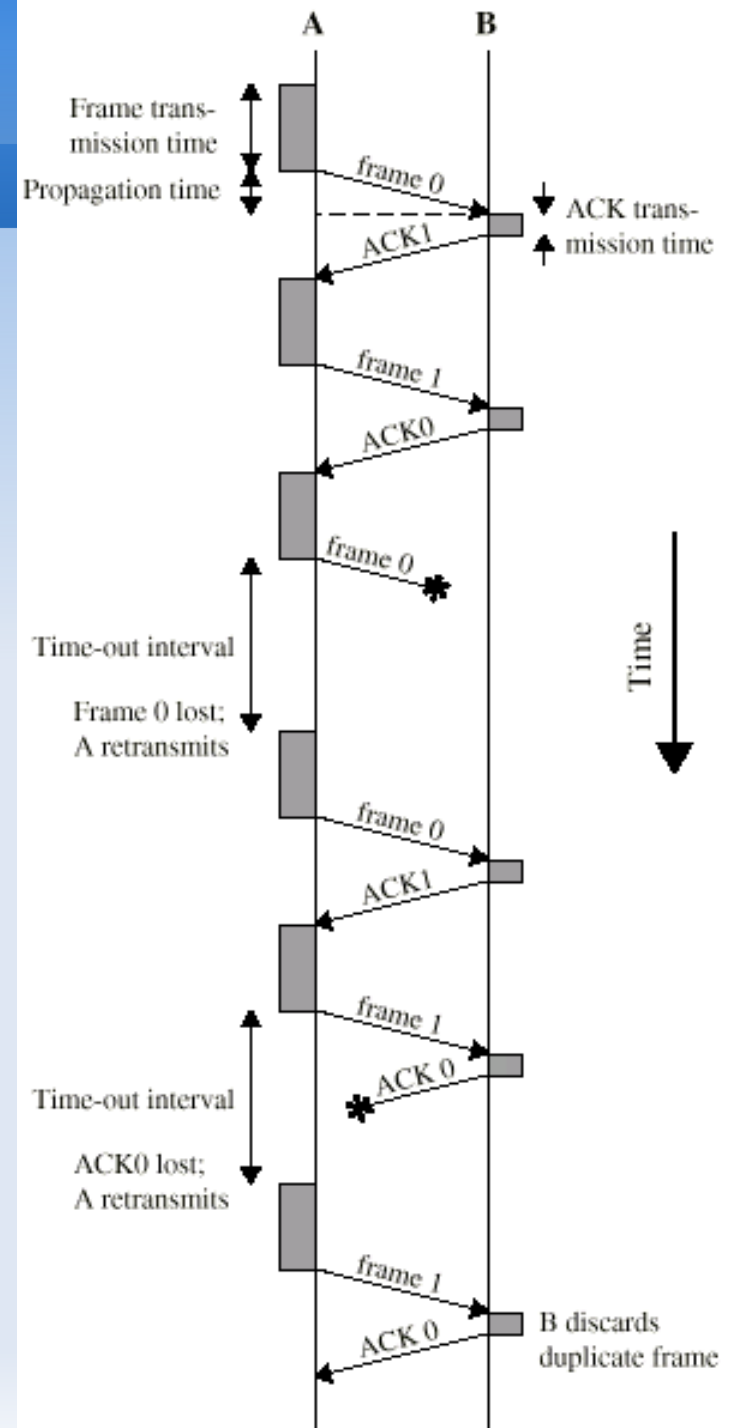
LLC - Control de errores

- Dos tipos de problemas: pérdidas y daños de tramas.
- La **detección de tramas dañadas** (con errores) suele hacerse ya sea el servicio fiable o no:
 - si se trata de un protocolo *no fiable*, simplemente se descarta la trama.
- La **corrección de errores**, se hace sólo si se trata de un protocolo *fiable*.
- Para la recuperación de *tramas dañadas*, tenemos:
 - códigos de corrección hacia delante (*FEC*, en la subcapa MAC).
 - solicitud de repetición automática (*ARQ*, en la subcapa LLC).
- Para las *tramas perdidas* sólo disponemos de ARQ

ARQ - Parada y espera

- El *transmisor* envía una trama, pone en marcha un **temporizador** y espera la ACK.
- Si al *receptor no le llega* (el temporizador llega a cero) o le llega *una trama dañada* y, por tanto, la descarta,
 - el *transmisor* no recibe la ACK antes de que expire el temporizador y retransmite la trama.
- Si *se pierde o daña la ACK* enviada por el receptor, el transmisor no la recibe o no la valida:
 - el transmisor retransmite la trama (cumplido el tiempo).
 - el receptor tiene dos copias de la trama.
 - se usa un número de secuencia de 1 bit (ACK0 y ACK1) para distinguirlas y descartar una de ellas.
- Protocolo simple, pero ineficiente.

Parada y espera - Diagrama



ARQ - Retroceso N

- Basado en la *ventana deslizante*:
 - usa una ventana para el control del número de tramas pendientes.
 - usa número de secuencia para identificar las tramas.
 - usa la *ACK $i+1$* para confirmar todas las anteriores pendientes de confirmación y para solicitar la trama *$i+1$* .
- Si *no hay error*, se envía la ACK como es usual con el número de la siguiente trama esperada.
- Si *hay error* (pérdida o daño), no se confirma:
 - se descarta la trama dañada y las siguientes y se espera a recibir la trama correcta.
 - el transmisor debe volver a retransmitir dicha trama, así como las siguientes (todas las tramas no confirmadas).

Retroceso N- Problema con trama

- Si recibe la trama i dañada o no la recibe, pero sí recibe la trama $i+1$, es decir, fuera de secuencia,
 - no envía ACK- i (o envía REJ- i , rechazo i).
- Si el *transmisor* agota el tiempo de espera (o recibe REJ- i),
 - vuelve a enviar la trama i y las siguientes.

Retroceso N – Problema con ACK

- El *receptor* recibe una trama i y envía una ACK $(i+1)$ que se pierde:
 - como las ACKs son acumulativas, puede llegar otra ACK $(i+n)$ antes de que expire el tiempo de espera de la ACK de la trama i , que resolvería la pérdida.
- Si el *transmisor* agota la espera, vuelve a enviar todas las tramas a partir de la i .

ARQ - Rechazo Selectivo

- También llamada retransmisión selectiva.
- Las únicas tramas que se retransmiten son las que se confirman negativamente o las que agotan el tiempo de espera de confirmación.
- Las tramas siguientes son aceptadas por el receptor y almacenadas.
- Minimiza las retransmisiones.
- El receptor debe mantener un búfer suficientemente grande.
- Lógica más compleja en el transmisor.

High Level Data Link Control

- HDLC: ISO 33009, ISO 4335.
- Origen en SDLC de IBM usado en los primeros *mainframes*.
- Protocolo orientado a bit con multitud de variantes:
 - LAP de X.25, LAPB de *Framerelay* y LAPD de RDSI.
 - LLC de IEEE 802.2.
 - LAPM de v.42 (*modems*).
 - LAPX del teletexto.
 - PPP.

Protocolo Punto a Punto (PPP)

- El protocolo PPP permite establecer una comunicación a nivel de enlace entre dos computadoras.
- Se suele usar, p. ej., para conectar un usuario doméstico a un ISP mediante módem RTB:
 - realiza el entramado y la detección de errores,
 - da soporte a múltiples protocolos de red,
 - permite la negociación de direcciones de red,
 - gestiona la **autenticación** en el momento de la conexión,
 - ofrece servicios orientados a la conexión.
- Engloba dos protocolos:
 - protocolo de control de enlace (LCP).
 - protocolo de control de red (NCP).

PPP – Diagrama (1)

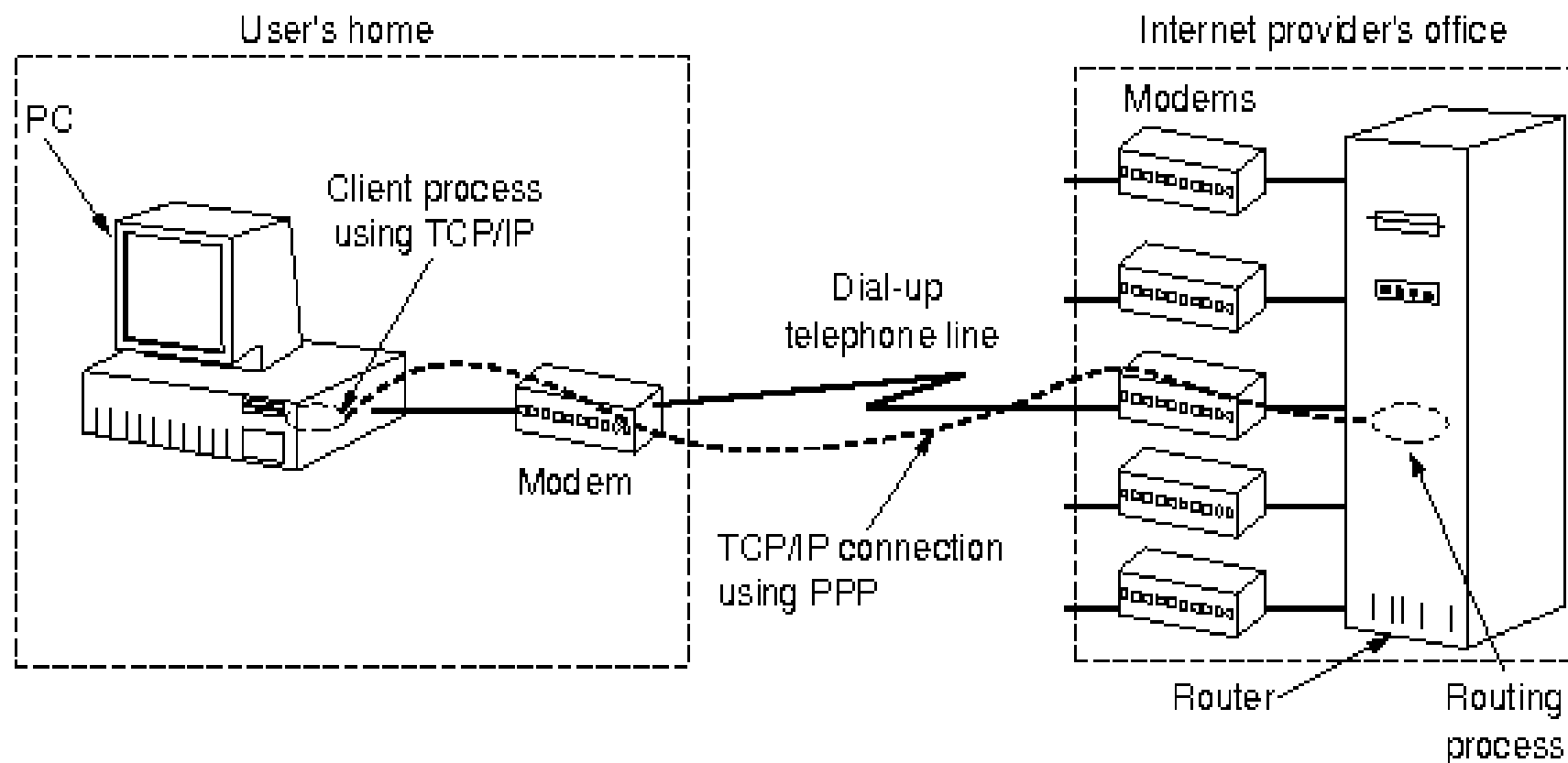


Fig. 3-26. A home personal computer acting as an Internet host.

PPP – Diagrama (2)

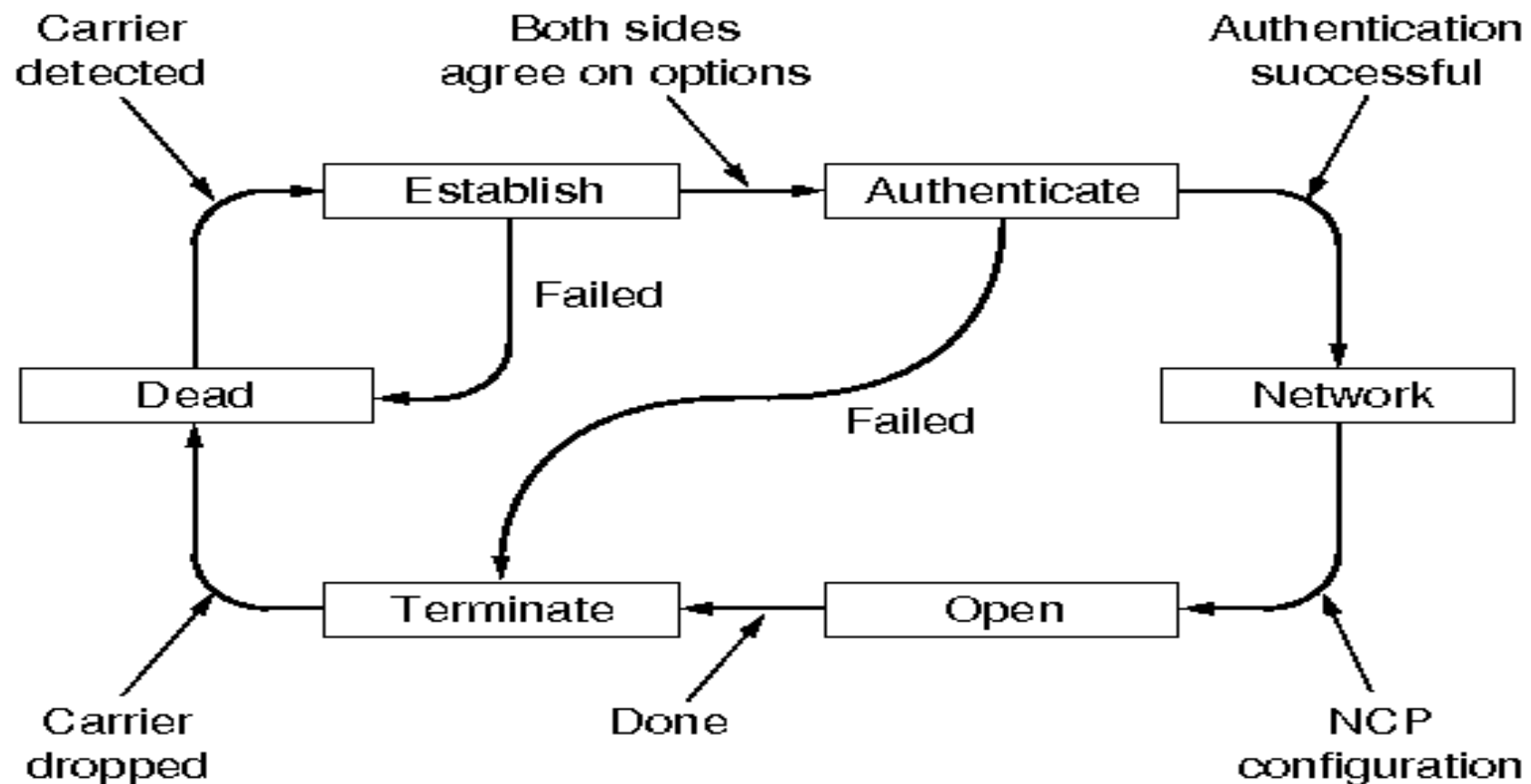


Fig. 3-28. A simplified phase diagram for bringing a line up and down.

PPP encapsulado

- **PPPoE** (*PPP over Ethernet*)
 - encapsula tramas PPP dentro de tramas Ethernet.
 - reúne los beneficios de los dos protocolos:
 - medio compartido y rapidez de Ethernet.
 - servicios orientados a la conexión y seguridad.
 - los usuarios pueden establecer una conexión punto a punto con el ISP sobre una red Ethernet, pudiendo además autenticarse.
- **PPPoA** (*PPP over ATM*)
 - encapsula tramas PPP dentro de tramas ATM.
- Si tienes conexión a Internet con ADSL, ¿cuál de estos protocolos utiliza tu ISP?