



Simulación de Enrutamiento y Reenvío en Papel

Carlos Vicente
José Domínguez

Servicios de Redes
Universidad de Oregon

Modificado del original de Geert Jan de Groot (AFNOG 2004)



Simulación incluye:

- Reenvío salto a salto
- DV – Enrutamiento tipo Vector Distancia (como RIP)
- LS – Enrutamiento tipo Estado del Enlace (como OSPF)
- “Ping” - Echo request, echo reply, unreachable.



Topología

- Cada grupo sabe acerca de su propia conexión con otros grupos
- Los grupos desconocen las conexiones de otros grupos entre sí
- Cada grupo obtiene un diagrama diferente



Reenvío salto a salto

- Tiene una tabla de reenvío que contiene el destino y el próximo salto
- Los mensajes tienen la dirección origen, la dirección destino y el cuerpo del mensaje
- Si el destino es usted, lea el mensaje y responda
- Si el mensaje no es para usted, decremente el TTL y páselo al próximo salto
- Descarte el mensaje si el destino es desconocido



Reloj Central

- Se le dirá:
 - Cuándo preparar las actualizaciones para enviar a sus vecinos
 - Cuándo enviar las actualizaciones a los vecinos
 - Cuándo actualizar su tabla de rutas con la información recibida de sus vecinos.
- Por favor, no envíe actualizaciones en ningún otro momento
- Los protocolos reales no utilizan ningún reloj central. Esto es sólo un ejercicio

Simulación de Vector Distancia (RIP)

- Los instructores pasan información sobre la topología
- Cada grupo sabe sobre sus vecinos inmediatos, pero no sobre otros grupos



Vector Distancia: Crear una tabla de rutas

- Crear una tabla de vector de distancia con las rutas a todos los destinos conocidos
- La tabla contendrá:
 - Destino (A, B, C, ...)
 - Costo (0 para usted, 1 para sus vecinos inmediatos, más para destinos remotos)
 - Próximo salto (Usted o un vecino inmediato, nunca alguien más alejado)



Vector distancia: Su tabla de rutas

- Su localización: K
- Sus vecinos: W y X
- Aún no sabe nada más

| Destino | Distancia | Próximo salto |
|---------|-----------|---------------|
| K | 0 | (usted) |
| W | 1 | W |
| X | 1 | X |



Vector Distancia: Enviar copias a sus vecinos

- Haga copias de su tabla vector distancia
 - Pero deje fuera el próximo salto. Sólo incluya el destino y el costo
- Dé una copia a cada uno de sus vecinos
- Espere una copia de la tabla de rutas de cada uno de sus vecinos



Vector Distancia: Lo que usted envía a sus vecinos

- Su localización: K
- Envíe la tabla a sus vecinos (W y X), pero no el próximo salto

| Destino | Distancia |
|---------|-----------|
| K | 0 |
| W | 1 |
| X | 1 |

Vector Distancia: Lo que su vecino (W) le envía

- Su localización: K
- Usted recibe esto de su vecino (W)

| Destino | Distancia |
|---------|-----------|
|---------|-----------|

| | |
|---|---|
| W | 0 |
|---|---|

| | |
|---|---|
| K | 1 |
|---|---|

| | |
|---|---|
| Q | 1 |
|---|---|

(Usted no recibe información del próximo salto de su vecino)



Vector Distancia: Lo que su vecino (X) le envía

- Su localización: K
- Usted recibe esto de su vecino (X)

| Destino | Distancia |
|---------|-----------|
|---------|-----------|

| | |
|---|---|
| X | 0 |
|---|---|

| | |
|---|---|
| P | 1 |
|---|---|

| | |
|---|---|
| W | 1 |
|---|---|

(Usted no recibe información del próximo salto de su vecino)

Vector distancia: Actualizar la tabla



- Añada 1 a cada costo enviado por su vecino
- Si recibe destinos nuevos que no tenía, añádalos a su tabla (el próximo salto es el vecino que se lo envió)
- Si su vecino puede alcanzar el destino a un costo menor que el suyo, actualice su tabla con el nuevo costo y el próximo salto



Vector distancia: Lo que usted aprende de su vecino (W)

- Su localización: K
- Añada 1 a los costos de su vecino (W)
- Anote rutas nuevas o mejores

| Destino | Distancia | Próximo salto es su vecino |
|---------|-----------|--|
| W | $0+1=1$ | W << El mismo que antes |
| K | $1+1=2$ | W << La distancia es peor. No cambiar |
| Q | $1+1=2$ | W << Este es nuevo. Agregar a la tabla |



Vector distancia: Su nueva tabla luego de la actualización de W

- Su localización: K
- Sus vecinos: W y X
- Actualice su tabla luego de recibir la actualización de W

| Destino | Distancia | Próximo salto |
|---------|-----------|--------------------|
| K | 0 | (usted) |
| W | 1 | W |
| X | 1 | X |
| Q | 2 | W << Este es nuevo |



Vector distancia: Lo que usted aprende de su vecino (X)

- Su localización: K
- Añada 1 a los costos de su vecino (X)
- Anote rutas nuevas o mejores

| Destino | Distancia | Próximo salto es su vecino |
|---------|-----------|-----------------------------|
| X | $0+1=1$ | X << El mismo que antes |
| P | $1+1=2$ | X << Este es nuevo |
| W | $1+1=2$ | X << Este es peor que antes |



Vector distancia: Su nueva tabla luego de la actualización de X

- Su localización: K
- Sus vecinos: W y X
- Actualice su tabla luego de recibir la actualización de X

| Destino | Distancia | Próximo salto |
|---------|-----------|--|
| K | 0 | (usted) |
| W | 1 | W |
| X | 1 | X |
| Q | 2 | W << Este vino de W |
| P | 2 | X << Este es nuevo luego de hablar con X |



Vector Distancia: Repetición

- Una vez por minuto, envíe una copia de su tabla a sus vecinos
- Mantenga registro de los tiempos en que recibió las tablas
- Si pasan 4 minutos sin recibir tablas de un vecino, considérela muerto
- Borre las entradas en su tabla que contengan un vecino muerto como próximo salto



Simulación de Estado del Enlace (OSPF, IS-IS, etc)

- Olvide todo lo relacionado a la topología de la simulación anterior
- Los instructores pasan nueva información sobre la topología
- Cada grupo conoce a sus vecinos inmediatos, pero no a otros grupos



Estado del enlace: Crear la tabla de enlaces

- Construya la tabla de estado de enlaces con todos los enlaces que conoce
- La tabla contendrá:
 - Identificación del enlace (A a B, H a K, ...)
 - El diagrama muestra sus enlaces
 - Costo del enlace (cualquier número entero)
 - Elija cualquier costo para sus enlaces directos y escríbalos en su diagrama
 - Cada sentido tiene un costo, y éstos pueden ser diferentes. “de A a B” no es igual a “de B a A”.



Estado del enlace: Su tabla de enlaces

- Su localización: K
- Sus vecinos: W y X

| Enlace de/a | Costo |
|-------------|-------|
| K a W | 12 |
| K a X | 32 |



Su tabla de camino más corto

- Su localización: K
- Sus vecinos: W y X

| Destino | Costo | Camino más corto |
|---------|-------|------------------|
| K | 0 | K (usted) |
| W | 12 | K - W |
| X | 32 | K - W |



Enviar copias a sus vecinos

- Haga copias de su tabla de estado de enlaces
- Dé una copia a cada uno de sus vecinos
- Espere recibir una copia de cada uno de sus vecinos
- Envíe copias completas. No deje nada fuera



Qué enviar a sus vecinos

- Su localización: K
- Envíe esto a sus vecinos (W y X)

| Enlace de/a | Costo |
|-------------|-------|
| K a W | 12 |
| K a X | 32 |



Lo que su vecino le envía

- Su localización: K
- Usted recibe esto de su vecino (W)

| Enlace de/a | Costo |
|-------------|-------|
| W a X | 3 |
| W a Q | 6 |
| W a K | 10 |



Actualice la tabla

- Mezcle los estados de cada enlace que ya tiene con los que le envían sus vecinos



Su tabla luego de la actualización

- Su localización: K
- Sus vecinos: W y X
- Su tabla actualizada luego de recibir el anuncio de W:

| Enlace de/a | Costo |
|-------------|-------|
| K a W | 12 |
| K a X | 32 |
| W a X | 3 |
| W a Q | 6 |
| W a K | 10 |



Utilice la tabla de enlaces para elaborar la tabla del camino más corto

- Su tabla de enlace le indica sobre todos los enlaces que conoce.
- Direcciones diferentes se tratan como enlaces diferentes: "A a B" no es igual que "B a A"
- En muchas ocasiones habrá más de una vía para llegar a un destino. Escoja el camino con el costo total menor.
- Haga una tabla con todos los destinos, cómo llegar a ellos, y el costo total

Su nueva tabla de camino más corto

- Su localización: K
- Sus vecinos: W y X

| Destino | Costo Total | Camino más corto |
|---------|-------------|-----------------------------------|
| K | 0 | K (usted) |
| W | 12 | K - W |
| X | $12+3 = 15$ | K - W - X ← Este es mejor que K-X |
| Q | $12+6 = 18$ | K - W - Q |



Estado de enlace: Repetición

- Siempre que algo cambie, envíe una actualización a sus vecinos
 - Los cambios pueden ser nuevos enlaces, cambios en el costo, enlaces desactivados (fallos)
- En realidad, OSPF no reenvía información que ya le haya enviado a un vecino
- En este ejercicio, envíe una copia completa de su tabla de estado de enlaces

Actualización: Qué enviar a sus vecinos

- Su localización: K
- Envíe una copia completa de su tabla de enlaces
- No envíe su tabla de rutas

| Enlace de/a | Costo |
|-------------|-------|
| K a W | 12 |
| K a X | 32 |
| W a X | 3 |
| W a Q | 6 |
| W a K | 10 |



Nota a los Coordinadores

- Los instructores conocen la topología completa
- Los estudiantes reciben distintos diagramas, mostrando sólo las conexiones a sus vecinos, nada más
- Al imprimir estas notas, recuerde que las siguientes diapositivas de aquí en adelante se tratan de forma diferente
 - De la primera página hasta la anterior, utilice como una presentación normal.
 - Esta página no se imprime.
 - Cada grupo de estudiantes necesitará alrededor de 10 copias de los mensajes de DV y LS, y una o dos copias de las plantillas de mensaje *echo request*, *echo reply* y *unreachable*.
 - Cada grupo de estudiantes necesitará una copia grande de su propia topología parcial, y una o dos copias de sus tablas de rutas.
 - Los instructores necesitarán 1 o dos copias de la topología completa.



Tabla de Rutas de Vector Distancia para _____

Hora: _____

| Destino | Costo Total | Próximo salto |
|---------|-------------|---------------|
| | | |

Instrucciones: Empiece con usted mismo y sus vecinos. Cuando reciba anuncios de sus vecinos, actualice esta tabla.



Tabla de Estado de enlaces para _____

Hora: _____

| Enlace de/a | Costo |
|-------------|-------|
| | |

Instrucciones:

1. Comience llenando los costos de cada uno de los enlaces locales.
2. Cuando obtenga anuncios de sus vecinos, actualice esta tabla

Mensaje de _____ para _____

Tipo: Actualización de rutas (DV)

Hora: _____

| Destino | Costo Total |
|---------|-------------|
| | |

Instrucciones para el emisor:

1. Complete el origen, destino y hora.
2. Copie su tabla de rutas DV, pero deje fuera la columna del próximo salto.
3. Envíelo a su vecino.

Instrucciones para el receptor:

1. Agregue 1 a cada costo.
2. Si hay algún costo menor al anterior, actualice el costo y el próximo salto en su tabla.
3. Similarmente para agregar nuevos destinos.



Mensaje de _____ para _____

Tipo: Actualización de rutas (LS)

Hora: _____

| Enlace de/a | Costo |
|-------------|-------|
| | |

Instrucciones para el emisor:

1. Complete el origen, destino y hora.
2. Copie su tabla de rutas LS, no deje nada fuera.
3. Envíe a su vecino.

Instrucciones para el receptor:

1. If any costs have changed for links that you already knew, update your routing table.
3. Similarly for any new links.



Mensaje de _____ para _____

Tipo: Echo Request

TTL: _____ Request ID: _____

Instrucciones para el emisor original:

1. Complete el origen, destino, TTL, ID.
2. Consulte su tabla de rutas para determinar el próximo salto.
3. Envíe al próximo salto.

Instrucciones para el receptor:

1. Si el mensaje está dirigido a usted, envíe de vuelta el Echo Reply.
2. Si el mensaje no está dirigido a usted: Decremente el TTL,
3. Si el TTL es cero, envíe de vuelta el error: TTL Excedido.
4. Consulte su tabla de rutas para elegir el próximo salto.
5. Si el destinatario es desconocido, envíe de vuelta el error: Host Unreachable
6. Envíe el mensaje al próximo salto.



Mensaje de _____ para _____

Tipo: Echo Reply

TTL: _____ ID Original: _____

Instrucciones para el emisor original:

1. Complete el origen, destino, TTL, ID Original (Copiado del Request).
2. Consulte su tabla de rutas para determinar el próximo salto.
3. Envíe al próximo salto.

Instrucciones para el receptor:

1. Si el mensaje es para usted: Recibió un Reply! Felicidades!
2. Si el mensaje no es para usted: Decremente el TTL,
3. Si el TTL es cero, descarte el paquete. No envíe ningún error.
4. Consulte su tabla de rutas para determinar el próximo salto.
5. Si el destinatario no es conocido, descarte el paquete. No envíe mensaje de error.
6. Envíe el mensaje al próximo salto.

Mensaje de _____ para _____

Tipo de Error: _____

TTL: _____ ID Orig: _____ Destino Orig. : _____

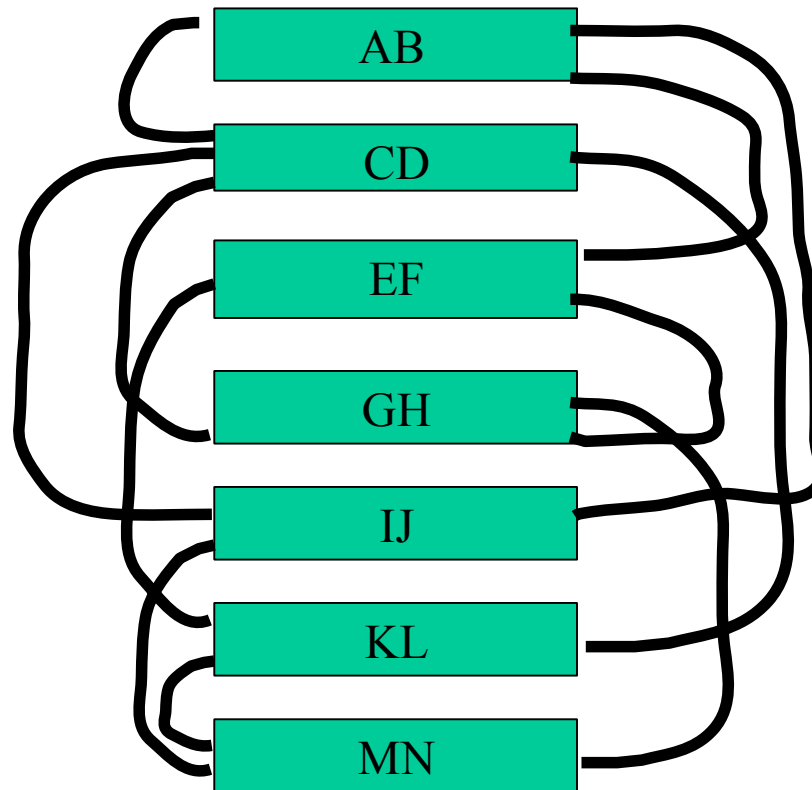
Instrucciones para el emisor original:

1. Complete el origen, destino, TTL, ID Original, Destino Original.
2. Consulte su tabla de rutas para determinar el próximo salto.
3. Envíe al próximo salto.

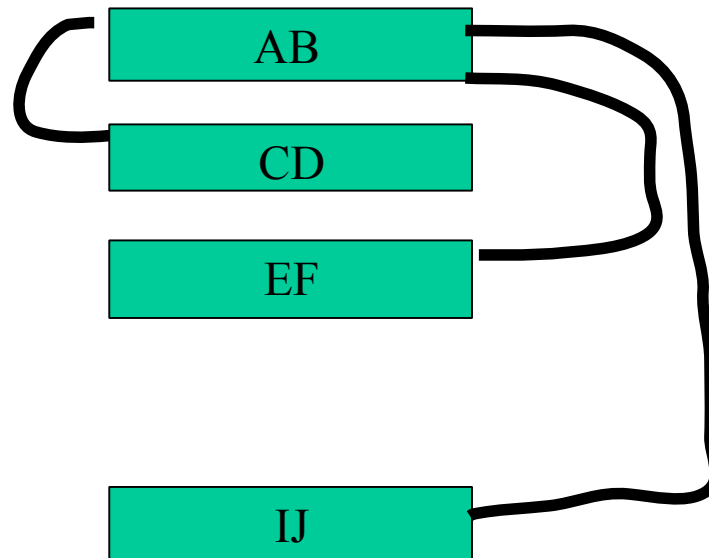
Instrucciones para el receptor:

1. Si el mensaje es para usted: ¡Hubo un error! ¡Lo sentimos!
2. Si el mensaje no es para usted: Decremente el TTL,
3. Si el TTL es cero, descarte el paquete. No envíe ningún error.
4. Consulte su tabla de rutas para determinar el próximo salto.
5. Si el destino es desconocido, descarte el paquete. No envíe ningún error.
6. Envíe el mensaje al próximo salto.

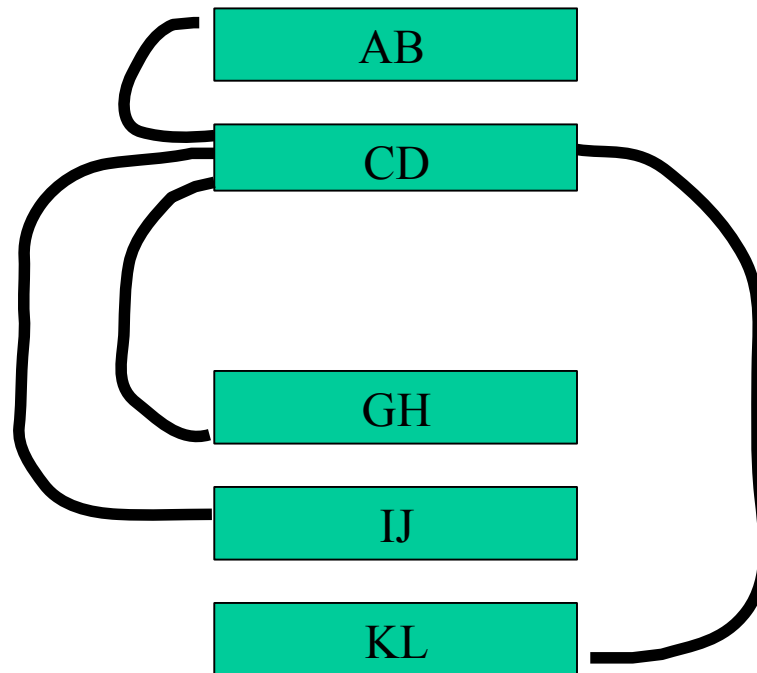
Topología completa como es vista por los Instructores



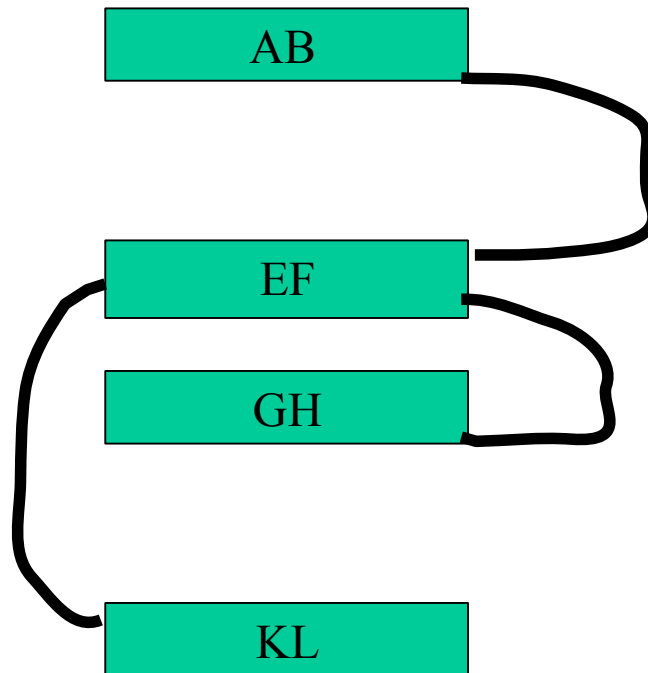
Topología parcial como es vista por el grupo AB



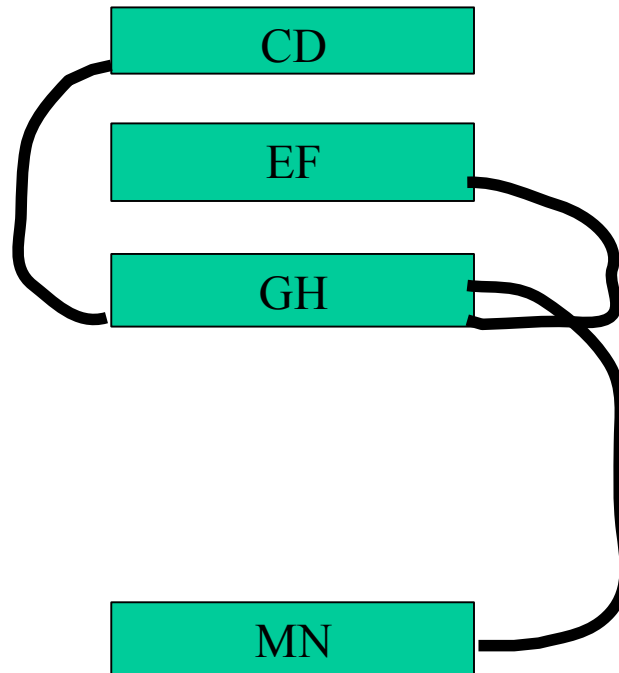
Topología parcial como es vista por el grupo CD



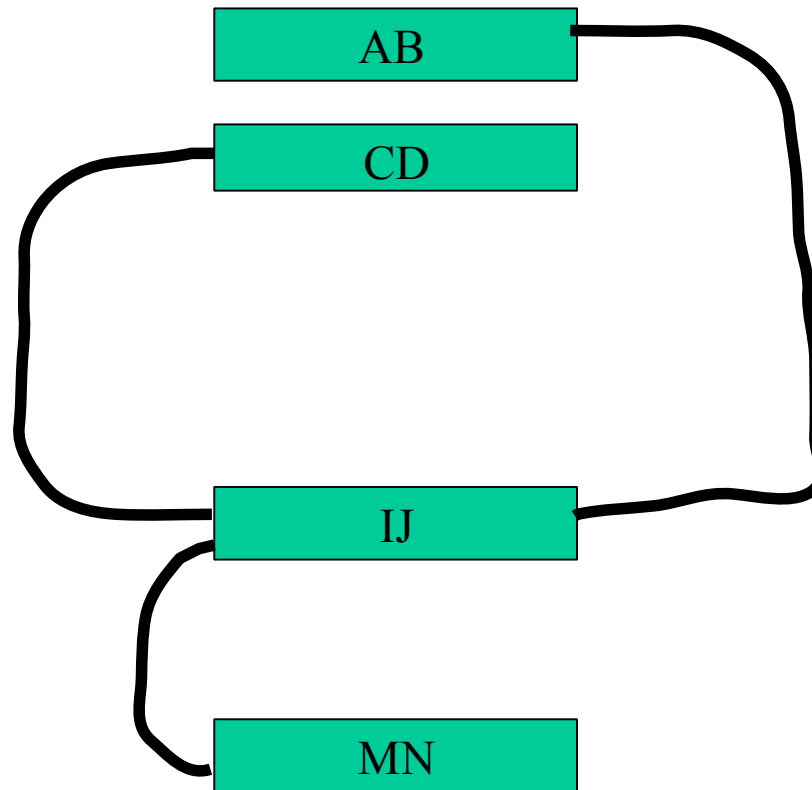
Topología parcial como es vista por el grupo EF



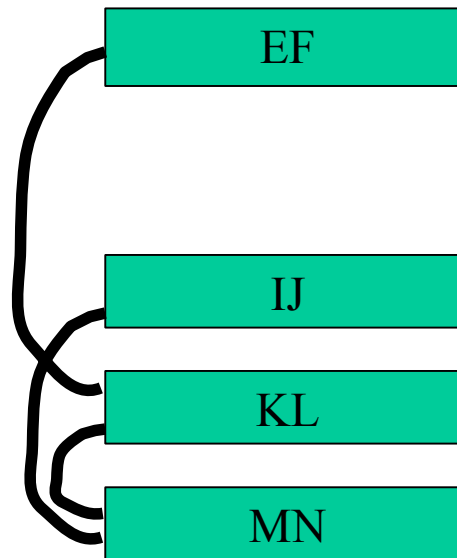
Topología parcial como es vista por el grupo GH



Topología parcial como es vista por el grupo IJ



Topología parcial como es vista por el grupo KL



Topología parcial como es vista por el grupo MN

