Fundamentos de Software de Comunicaciones

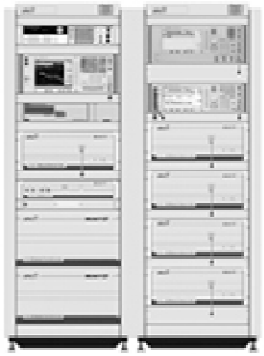
Tema 1

Introducción

Características del software de comunicaciones

- Los sistemas de comunicaciones son totalmente dependientes del software
  - Centrales de conmutación
  - Nodos de conmutación en redes de datos (routers de Internet)
  - Estaciones base de redes móviles y equipos de certificación
  - Teléfonos móviles, puntos de acceso WIFI, etc.





Características del software de comunicaciones

- El comportamiento de los protocolos siempre ha sido complejo y difícil de implementar para conseguir los requisitos deseados

- Algunas características que lo hacen complicado
  - Empotrado en hardware específico (complica el test)
  - Comportamiento reactivo (no termina)
  - Con información de estado (sesiones)
  - Sistema de tiempo real (cumplimiento de tiempos)
  - Sistema distribuido (múltiples nodos heterogéneos)

Requisitos del software de comunicaciones

- 5 requisitos del software y/o metodología de desarrollo
  - Disponibilidad
  - Fiabilidad
  - Escalabilidad
  - Capacidad
  - Productividad

Requisitos del software de comunicaciones (II)

- Disponibilidad
  - Medida del tiempo en servicio (-> tiempo no disponible)
    - 99% -> 87 horas y 36 minutos año
    - 99,9% -> 8 horas y 46 minutos año
    - 99,99% -> 52 minutos y 32 segundos año
    - 99,999% -> 5 minutos y 15 segundos año (6 seg. semana)
    - 99,9999% -> 32 segundos año (< 1 segundo semana)
  - Diferentes exigencias según el tipo de servicio
    - Servidores de información o reserva
    - Central telefónica
    - ADSL doméstico
    - Router de punto neutro

Requisitos del software de comunicaciones (III)

- Fiabilidad
  - Funcionamiento correcto, libre de errores de ejecución
  - Su efecto depende del servicio
    - Fallo en una llamada telefónica
    - Error en transferencia de mensajes a nivel IP
    - Fallo en transacción financiera
  - Tema central de muchas herramientas y métodos de desarrollo

Requisitos del software de comunicaciones (IV)

- Escalabilidad
  - Facilidad para incrementar el número de usuarios
  - Ejemplo:
    - Gestionar un sistema de 100000 usuarios es menos costoso que gestionar 10 sistemas de 10000 usuarios
  - Es necesario que se pueda incrementar el sistema cambiando configuraciones o incrementando el número de elementos
- Capacidad
  - El incremento en las prestaciones puede suponer nuevas necesidades de procesamiento u otros recursos
  - Problemas cuando las actualizaciones requieren más recursos hardware
- Productividad
  - La metodología empleada debe permitir el trabajo de generación del software en un corto plazo, paralelizando su desarrollo
  - Conceptos de marcos de trabajo, división en capas, componentes, etc.
  - Definición clara de interfaces

Estrategias para abordar la complejidad

- Organización en capas
- Normas de protocolos e interfaces
- Técnicas, herramientas y metodologías de desarrollo

Organización en capas

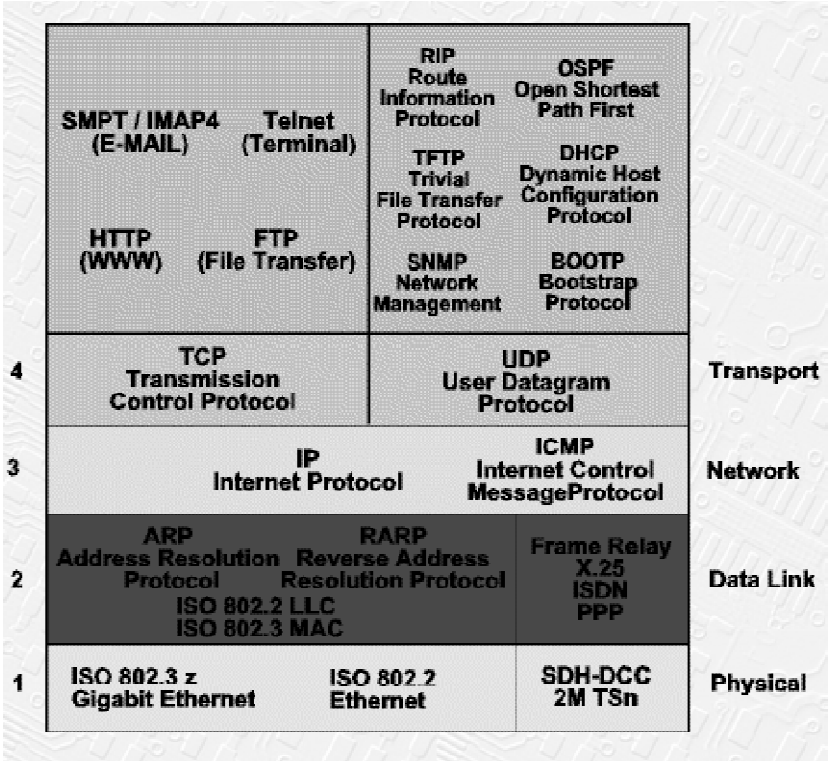
- Organización en capas:
  - La organización en capas permite separar funciones de manipulación de datos y de control

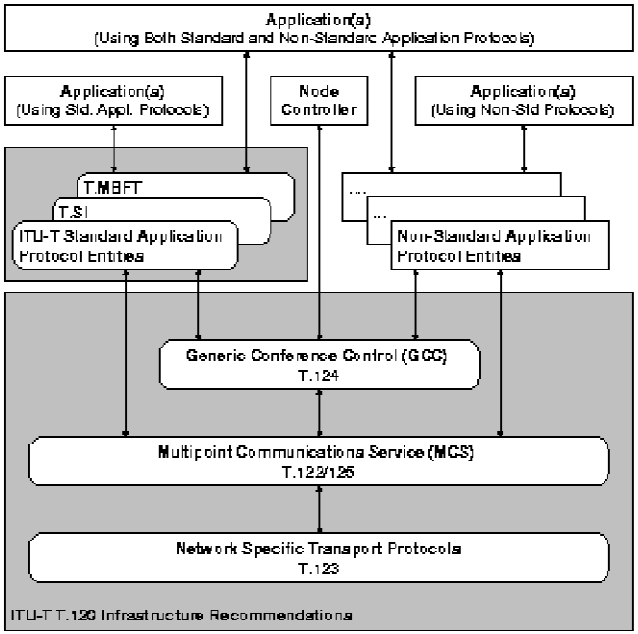
Layer	Data manipulation	Transfer control
Application	copying to appl. address space	
Presentation	encryption, formatting	
Session		
Transport	buffering for retransmission	congestion control, ACKs detection of transmission problems
Network		
Data Link	error detection and correction, buffering	flow control, framing, ACKs
Physical	network access	Multiplexing

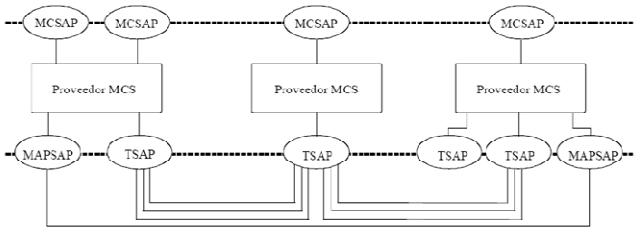
[D. Clark, D. Tennenhouse: "Architectural considerations for a new generation of protocols", Computer Communication Review, 20(4), 1990]

Organización en capas

Organización en capas (TCP/IP izqda., norma OSI drcha.)







Normas de protocolos

- Normas de protocolos
  - Documentos en lenguaje natural, no formales
  - Diferentes organismos y tipo de normas
    - Internet – RFCs
    - Redes públicas fijas – CCITT, ITU-T
    - Rede móviles – 3GPP, ETSI

- Ejemplos de normas
  - RFC SMTP- Protocolo para correo electrónico
  - Protocolos de señalización en redes de telefonía móvil

Estrategias para abordar la complejidad

- Técnicas y herramientas y de soporte para el desarrollo
  - Diseño del protocolo a partir de la definición de su objetivo o función
  - Descripción o modelado previo a la programación (informal o con lenguaje normalizado)
  - Programación o generación automática de código
  - Testing, depuración, validación
  - Análisis de prestaciones/rendimiento

- La selección de técnicas y herramientas da lugar a un enfoque de desarrollo diferenciado (metodología), que suele ajustarse a un dominio de aplicación concreto (servicios para la web, protocolos en el núcleo del S.O., ..)

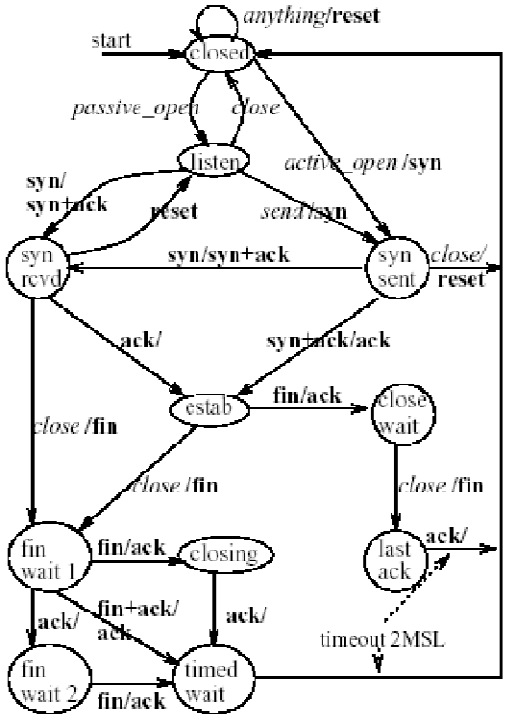
Técnicas y herramientas de desarrollo

- Diseño del protocolo a partir de la definición de su objetivo o función
  - La solución debe ser simple, evitando sobre especificación o falta de funcionalidad
  - Hay que asegurar que cumple su función correctamente (evitar bloqueos y otros errores)

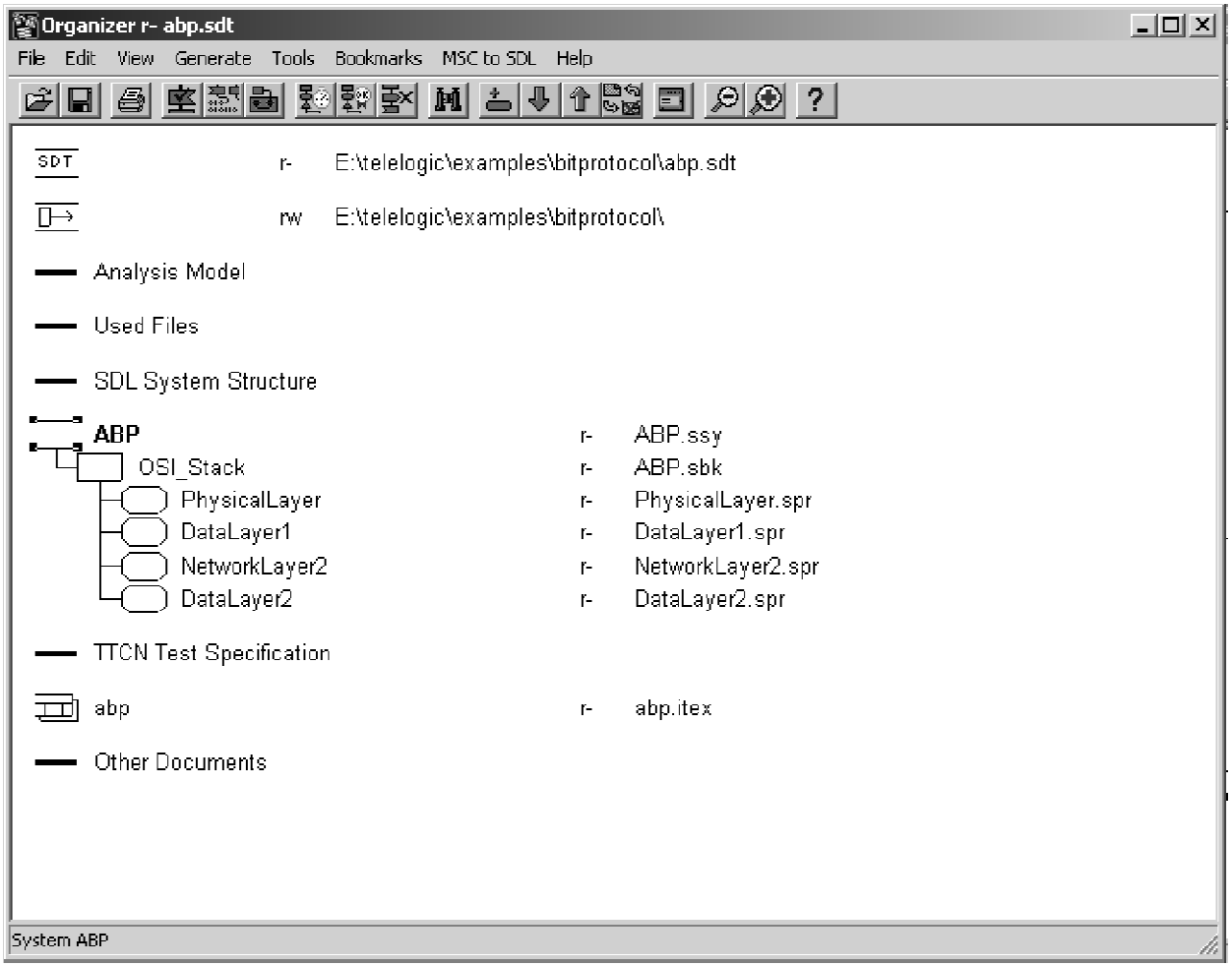
Técnicas y herramientas de desarrollo

- Descripción o modelado previo a la programación (informal o con lenguaje normalizado)
  - Las normas de los organismos de estandarización pueden considerarse no formales
  - Los lenguajes normalizados cambian mucho respecto a su aceptación y herramientas que los soportan (máquinas de estado, UML, SDL, ..)

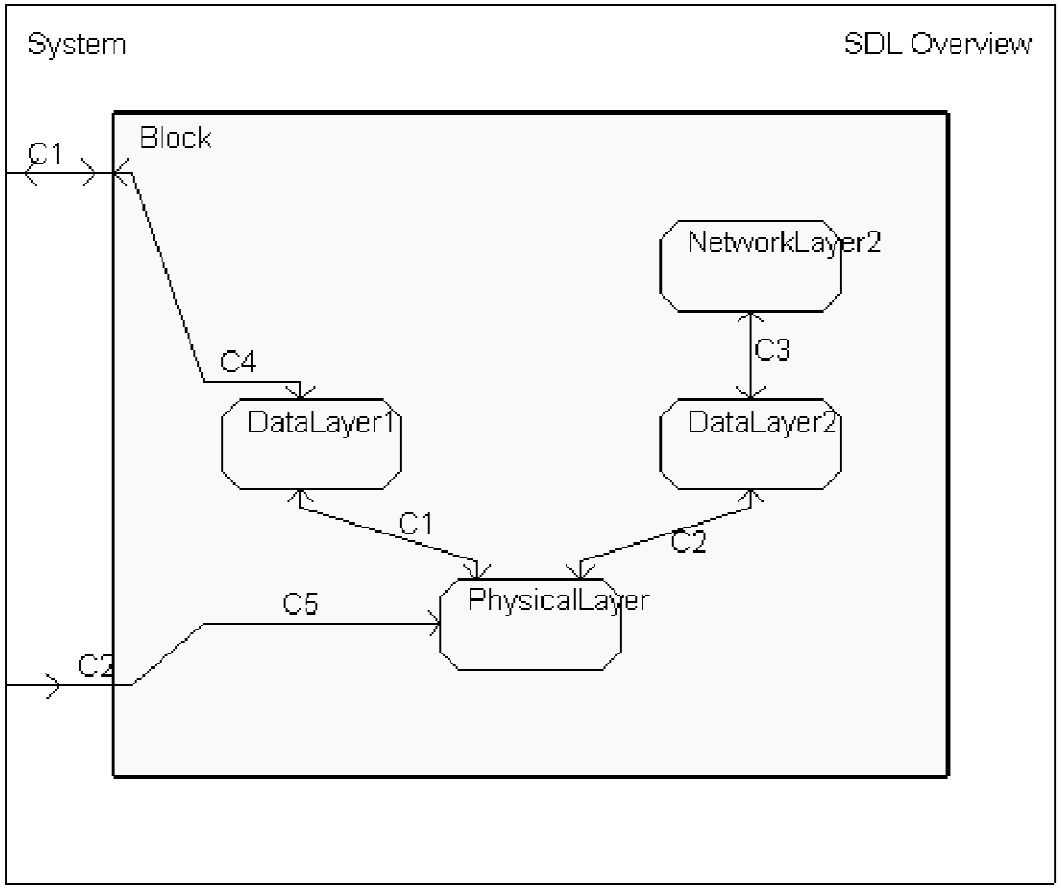
Esquema de TCP con máquina de estados



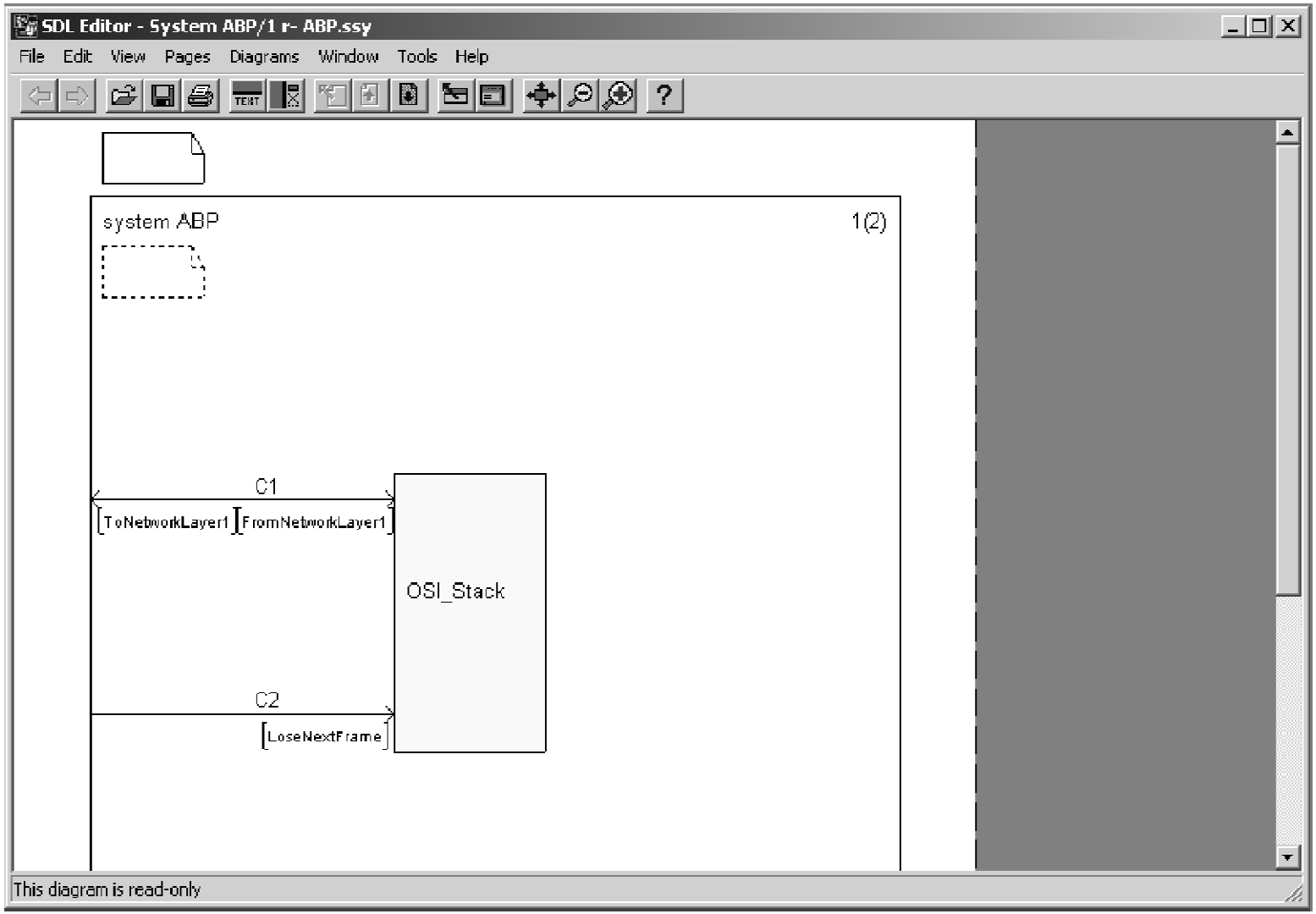
Protocolo descrito en SDL



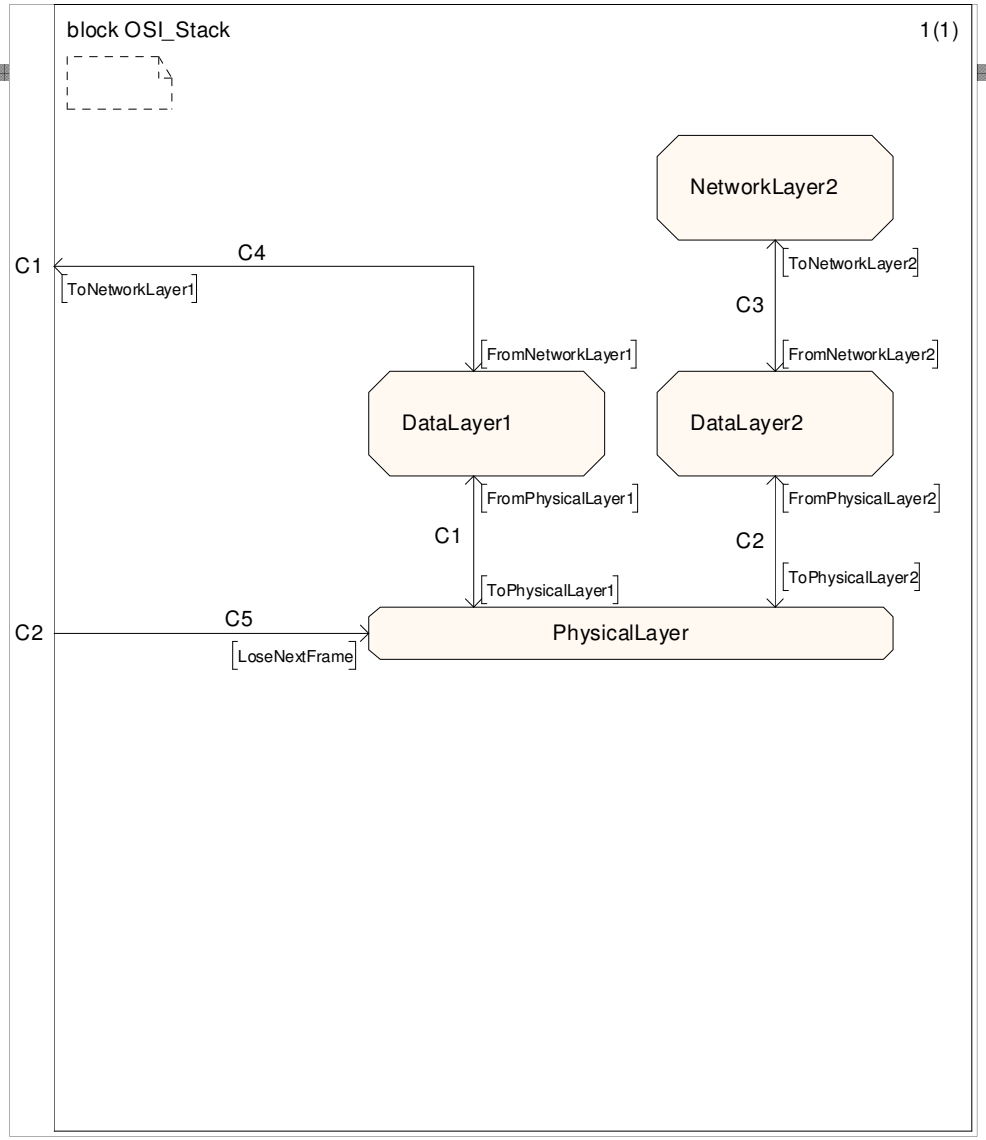
Protocolo descrito en SDL



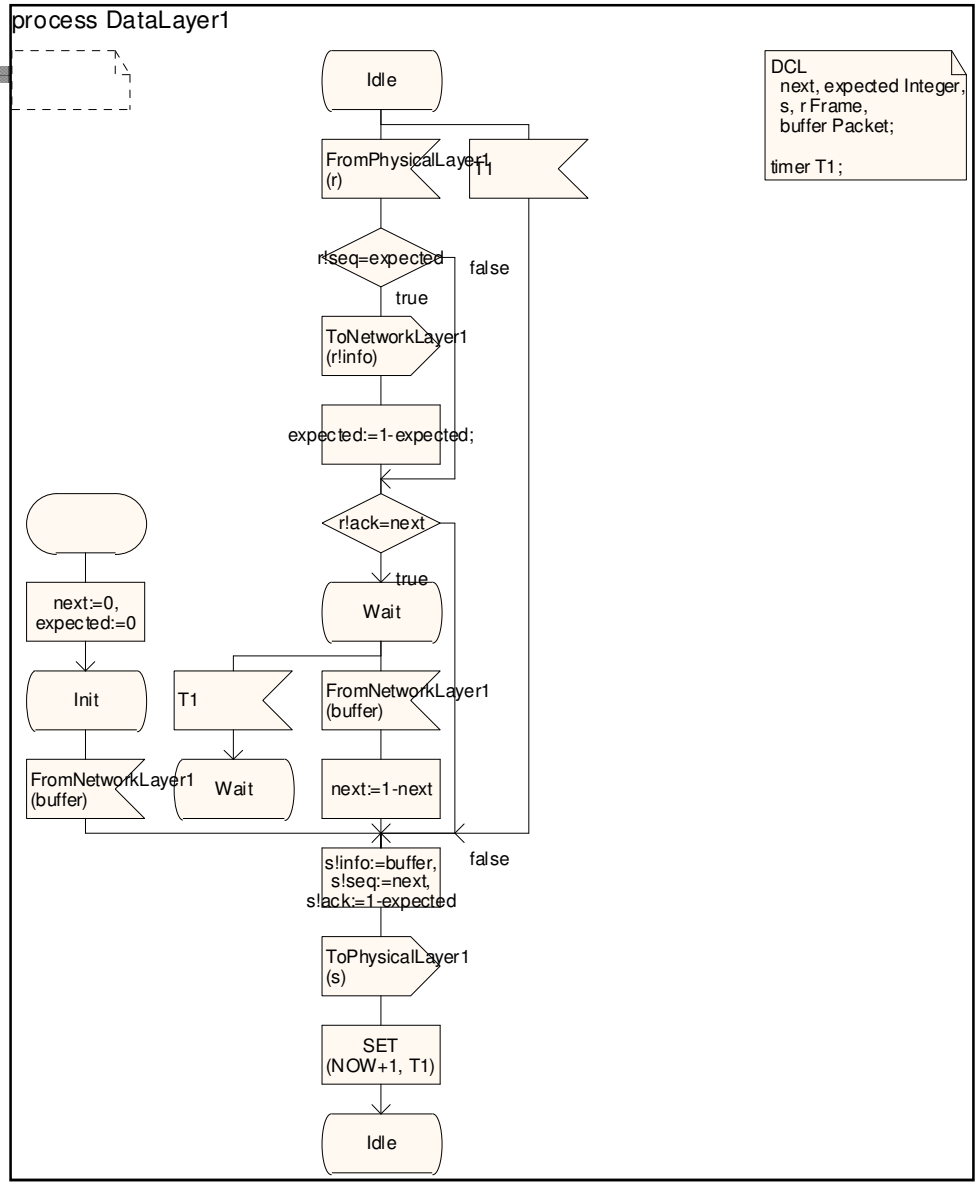
Protocolo descrito en SDL



Protocolo descrito en SDL



Protocolo descrito en SDL



Técnicas y herramientas de desarrollo

- Programación o generación automática de código
  - Elección de modelos de programación (lenguaje estructurado tipo C++ y APIs de sistema operativo, eventos, ..
  - Técnicas específicas para estructuración en capas, implementación de interfaces, manipulación
  - Marcos de trabajo específicos para programar protocolos sobre ellos
  - Herramientas de generación automática de código desde modelos

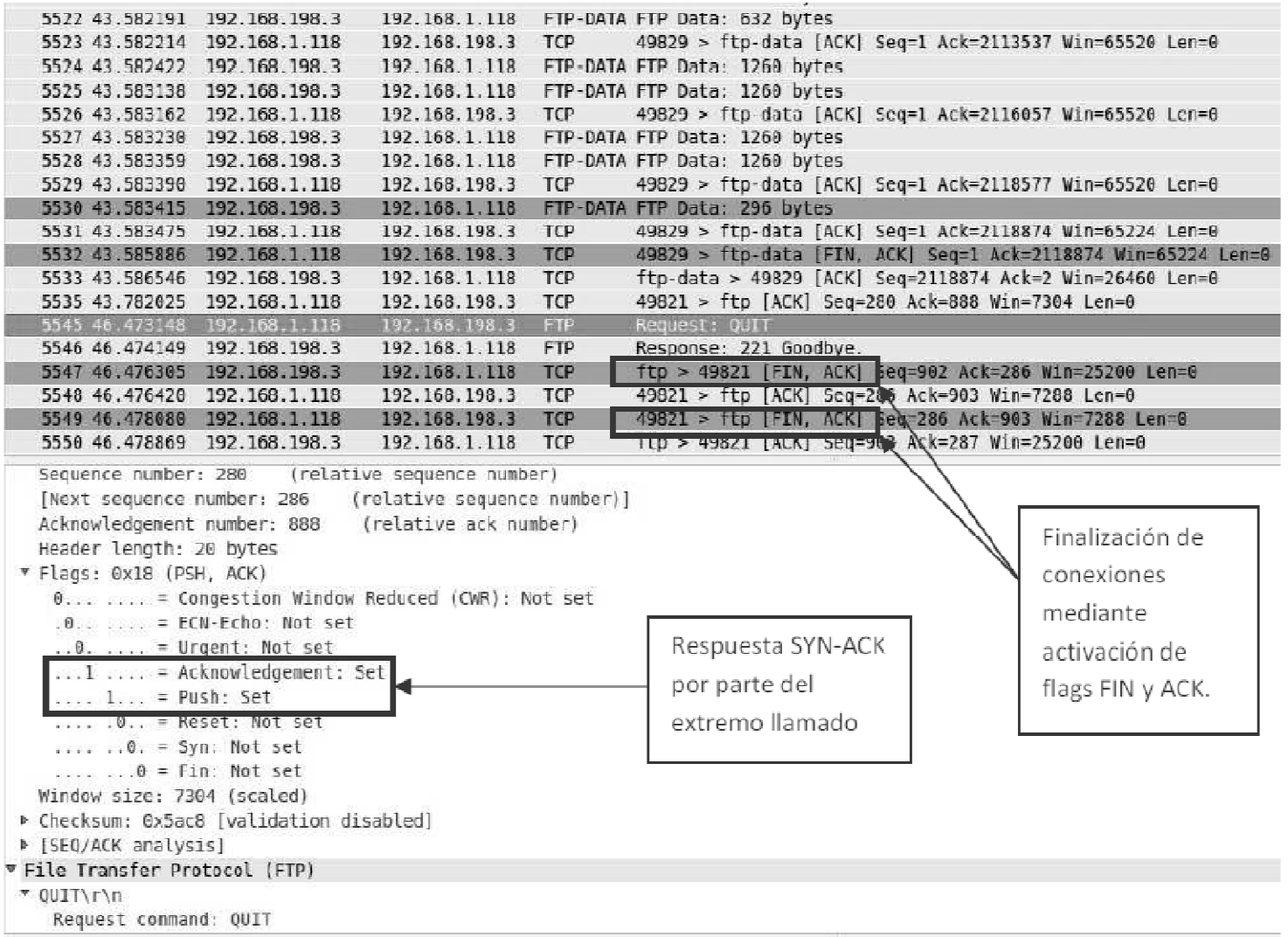
Programas (aplicaciones de Internet)

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <netdb.h>
#include "socks5.h"

main() {
   int                 sockfd,n,result;
   struct sockaddr_in     serv_addr;
   char                 buf[1024],serv_host_addr[30],username[255], passwd[255];

 printf("Direccion IP del servidor: ");
  gets(serv_host_addr);

 if ((sockfd=socket(PF_INET,SOCK_STREAM,0))<0) {
      perror("cliente no puede abrir stream socket\n");
      return -1;
      }
   /*inicializacion de la variable serv_addr*/
   serv_addr.sin_family=AF_INET;
   serv_addr.sin_addr.s_addr=inet_addr(serv_host_addr);
   serv_addr.sin_port=htons(SERV_PROX_PORT);
    bzero(buf,sizeof(buf));

   /*conexion activa desde el cliente */
   if (connect(sockfd,(struct sockaddr*) &serv_addr,sizeof(serv_addr))!=0) {
      perror("cliente no puede conectar con servidor\n");
      return-1;
      }
```

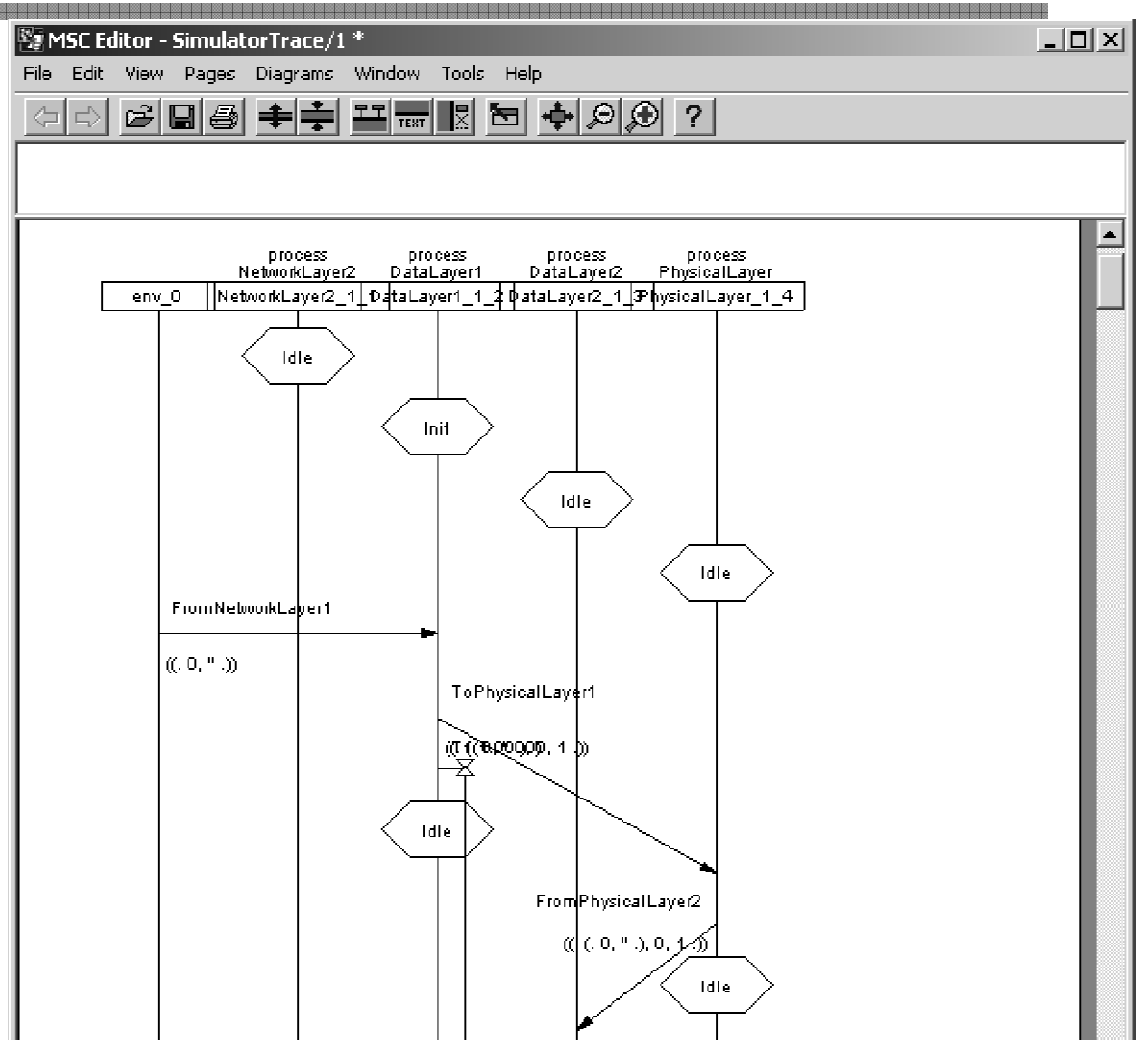
Técnicas y herramientas de desarrollo

- Testing, depuración, validación
  - Hay que evitar problemas de uso de memoria, bloqueos, ciclos y otros errores,
  - Para lenguajes de programación
    - Básico: depuradores
      - tipo gdb,
      - herramientas tipo netstat, ping ,
      - análizadores de protocolos tipo wireshark
    - Avanzado: herramientas automáticas de chequeo del código como Valgrind,
  - Para lenguajes de modelado tipo SDL o UML
    - Básico: simulación visual
    - Avanzado: validación automática (exhaustiva), testing

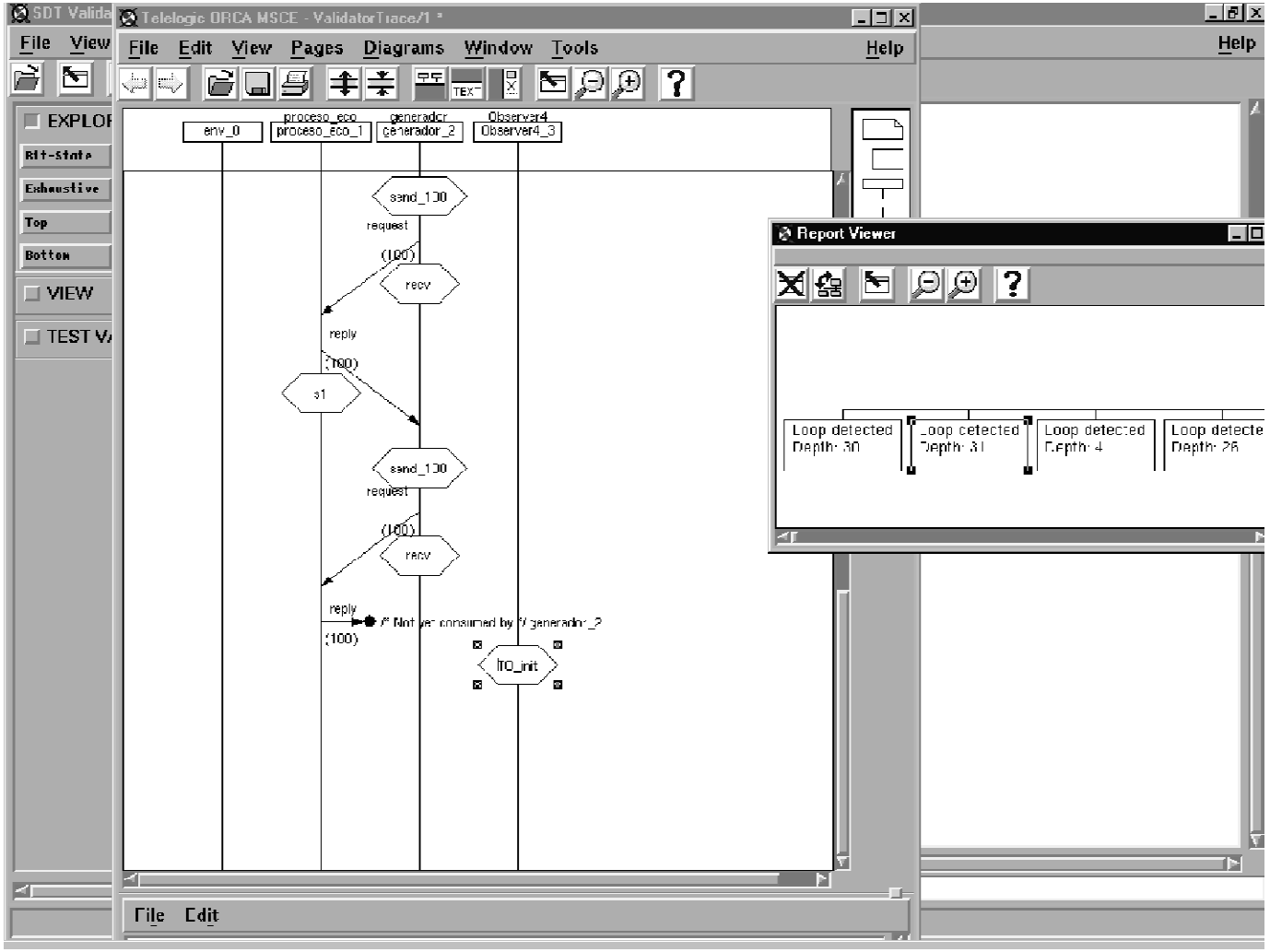
Captura con Wireshark



Simulación (ejemplo en SDL)



Validación (ejemplo en SDL)

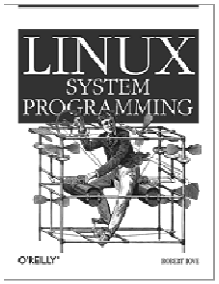


Técnicas y herramientas de desarrollo

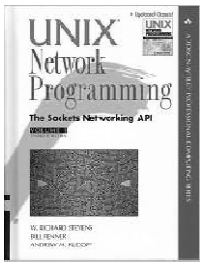
- Análisis de prestaciones/rendimiento
  - Hay que asegurar
    - Que se cumplen los tiempos de respuesta
    - Que se puede atender el número de peticiones o de tráfico
    - Que se mantiene el límite de uso de recursos (memoria, CPU, energía,..)
  - Algunas posibilidades
    - Simuladores de red tipo ns-2, ns-3, OPNET (en diseño)
    - Pruebas de carga (varios clientes contra un servidor)
    - Herramientas de "profiling" sobre el código
    - Monitorización de tráfico y post-procesado (Wireshark)

Bibliografía

- Robert Love. "Linux System Programming", O'Reilly, 2007



- Richard Stevens et al. "Unix Network Programming Volume 1: The Sockets Networking API (3rd Edition)", Addison Wesley, 2003



- BEHROUZ A. FOROUZAN , TRANSMISION DE DATOS Y REDES DE COMUNICACIONES (4ª ED.), McGraw-Hill, 2007