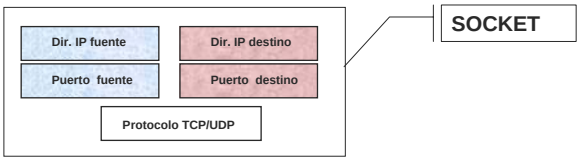
Interfaz de Sockets (2)

- El **socket** es el mecanismo de comunicación básico que encapsula la información necesaria para establecer una comunicación entre dos procesos:



- Presentan una interfaz igual a la de cualquier dispositivo UNIX (ficheros, consola, ...)

Interfaz de Sockets (3)

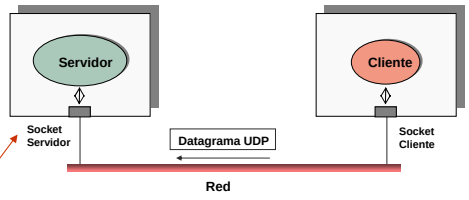
- Dominios (Protocol Family):
  - Familia de protocolos para conseguir el intercambio de datos entre sockets
  - PF_UNIX: dominio UNIX
    - Comunicación entre procesos en una misma máquina
    - Utilizan manejadores de ficheros
  - **PF_INET**: dominio INET
    - Comunicación entre procesos que pueden estar ubicados en computadores diferentes
    - Utiliza los protocolos TCP-UDP-IP
  - PF_CCITT, PF_DECnet, PF_OSI, PF_X25 .....
- Direcciones (Address Family):
  - AF_UNIX: formato UNIX
    - Tiene el mismo formato de un fichero
  - **AF_INET**: formato INET
    - Dirección IP, Puerto y Protocolo (TCP/UDP)

Interfaz de Sockets (4)

- Tipos de Comunicación:
  - **SOCK_STREAM**: comunicación orientada a la conexión (usa TCP)
  - **SOCK_DGRAM**: comunicación de tipo datagrama (usa UDP)
  - Otros tipos:
    - **SOCK_SEQPAQUET** : comunicación secuencial similar al tipo STREAM pero garantizando que se mantienen los límites entre mensajes.
    - **SOCK_RDM** : comunicación fiable sin conexión (similar al tipo DGRAM pero con control de errores)
    - **SOCK_RAW** : privilegio de ROOT. Permite acceder a los protocolos de bajo nivel.

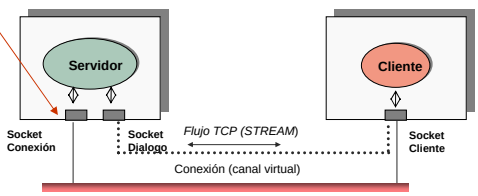
Tipos Comunicación:

- UDP



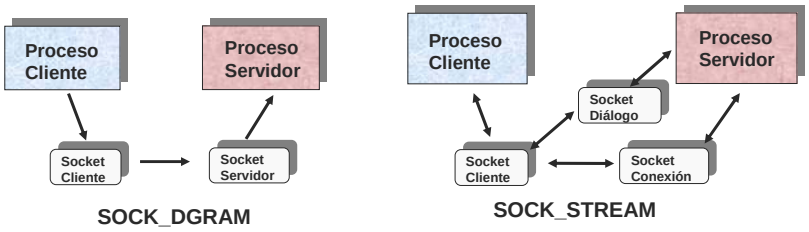
Público: IP, puerto

- TCP



Estructura de una Aplicación

- Arquitectura Cliente-Servidor
  - **Proceso Servidor**: está continuamente escuchando el socket
    - Un solo Thread: se atienden las peticiones secuencialmente
    - Multithreading: se asigna un thread por cada solicitud
  - **Proceso Cliente**: toma la iniciativa en la transmisión
  - Cliente y servidor tienen sus propias direcciones IP y puertos.
  - El **puerto del servidor** debe ser fijo, pero el puerto del cliente se asigna dinámicamente



Estructuras de Datos (1)

- Estructuras de direcciones AF_INET

```
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
```

```
/* Estructura genérica de direcciones, válida para cualquier dominio
(UNIX o INET). Las direcciones usadas deben ser forzadas a este tipo
cuando se pasan como parámetro de una función. */
struct sockaddr {
         sa_family_t sa_family; /* address family */
         char      sa_data[14]; /* up to 14 bytes of direct address */
};
```

```
/* Estructura de direcciones INET. */
struct sockaddr_in {
        sa_family_t  sin_family;             /* AF_INET */
        in_port_t      sin_port;      /* Puerto */
        struct in_addr sin_addr;    /* dirección IP */
        char    sin_zero[8];
};
```

Estructuras de Datos (2)

- Estructura para la dirección IP : **`struct in_addr`**
  #include <netinet/in.h>
- Varias opciones de acceso:

Entero 32 bits

```
struct in_addr {
      uint32_t   s_addr;
};
```

2 Palabras 16 bits

```
struct in_addr {
          struct { ushort_t s_w1, s_w2; } _S_un_w;
};
```

4 bytes

```
struct in_addr {
          struct { uchar_t s_b1, s_b2, s_b3, s_b4; } _S_un_b;
};
```


Funciones Auxiliares (1)

- Funciones para el manejo de direcciones INET
  1. Cada máquina tiene una forma de representar la información numérica por lo que se utilizan funciones de conversión a un formato estándar (“*Little Endian*”)
     #include <arpa/inet.h>

```
// convierte una cadena en formato W.X.Y.Z en una dirección IP de red
in_addr_t inet_addr (const char *);

// convierte una dirección IP de red en una cadena en formato W.X.Y.Z
char *inet_ntoa (struct in_addr);

// convierten puertos y direcciones de hosts a red  y viceversa

 in_addr_t htonl (in_addr_t hostlong);
 in_port_t htons (in_port_t hostshort);
 in_addr_t ntohl (in_addr_t netlong);
 in_port_t ntohs (in_port_t netshort);
```

Funciones Auxiliares (2)

- Conversión de nombres simbólicos a direcciones IP

```
#include <netdb.h>
#include <sys/socket.h>
```

```
struct    hostent {
          char      *h_name;  /* official name of host */
          char      **h_aliases;        /* alias list */
          int       h_addrtype;         /* host address type */
          int       h_length;           /* length of address */
          char      **h_addr_list; /* list of addresses from name server */
#define   h_addr    h_addr_list[0]      /* address, for backward compatiblity
*/};
```

```
// obtiene la estructura de direcciones   a partir del nombre simbólico DNS
struct hostent   *gethostbyname (const char *);

// Versión reentrante (Multithreading)
struct hostent   *gethostbyname_r (const char *, struct hostent *,
                                   char *, int, int *h_errnop);

// Obtiene la información de dirección/puerto de un socket local/remoto
int getsockname (int socket, struct sockaddr * addr, size_t *lenght_addr);
int getpeername (int socket, struct sockaddr * addr, size_t *lenght_addr);
```

Funciones Auxiliares (3)

- Valores de puertos y protocolo para los servicios estándar (/etc/services)

```
#include <netdb.h>
#include <sys/socket.h>
```

```
struct    servent {
          char      *s_name;  /* official service name */
          char      **s_aliases;        /* alias list */
          int       s_port;             /* port # */
          char      *s_proto; /* protocol to use */
};
```

```
/* obtiene los datos de puerto y protocolo a partir de una cadena con el
nombre del servicio */
struct servent *getservbyname (const char *name, const char *proto);
```

Funciones Manejo de sockets (1)

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
```

```
// Crea un manejador para el socket
int socket (int domain, int type, int protocol);
    domain: PF_INET
    type: SOCK_STREAM, SOCK_DGRAM
    protocol: 0 (Protocolo por omisión)
    Devuelve el manejador (<0 si es un error)

int close (int s); /* elimina el manejador del socket */
```

```
// Nombra el socket (Asigna dirección y puerto )
// Nota: El socket cliente se nombra automáticamente
int bind (int s, const struct sockaddr * name, size_t namelen);
        s: identificador del socket
        name: puntero a la estructura dirección/puerto
        (se debe hacer un cast desde la estructura sockaddr_in
        namelen : tamaño de la estructura
        devuelve 0 si es correcto (-1 si se produce un error)
```


Funciones Manejo de sockets (2)

- Sockets orientados a la conexión (TCP):

```
Servidor:
// Especifica el tamaño de la caché de solicitudes (Activa la
recepción de conexiones)
int listen (int s, int backlog);

// pone al servidor en espera de una conexión
int accept (int s, struct sockaddr *addr, size_t *addrlen);
        s: identificador del socket de escucha
        addr: almacena los datos del cliente
        addrlen : almacena el tamaño de la dirección del cliente
Si se establece una conexión devuelve un socket de diálogo
si es incorrecto devuelve -1
```

```
Cliente:
// establece una conexión
int connect(int s, const struct sockaddr *name, size_t namelen);
```

Funciones Manejo de sockets (3)

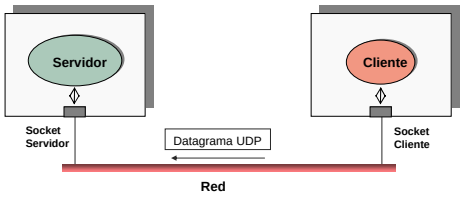
- Lectura y escritura en un socket

```
ssize_t sendto (int socket, const void *message,
       size_t length, int flags,
       const struct sockaddr *dest_addr, size_t dest_len);

//solo en modo STREAM
ssize_t send(int socket, const void *buffer,
                        size_t  length, int flags);
ssize_t write(int fildes, const void *buf, size_t nbytes;
```

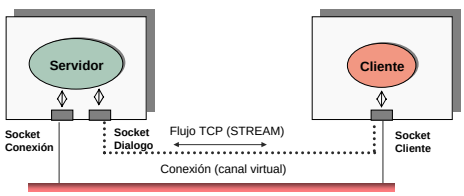
```
ssize_t recvfrom(int socket, void *message,
       size_t length, int flags,
       const struct sockaddr *dest_addr, size_t *dest_len);

// solo en modo STREAM
ssize_t recv(int socket, void *buffer, size_t length ,int flags);
ssize_t read(int fildes, void *buf, size_t nbytes);
```


Ejemplo: Tipos Comunicación

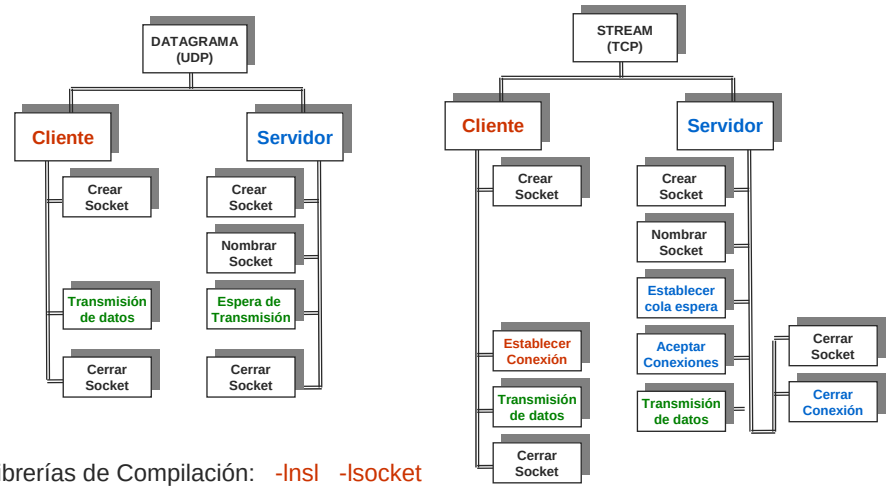
- UDP



- TCP



Etapas aplicación UDP/TCP



Librerías de Compilación: -lnsl -lsocket

Comunicación UDP

```
lorca.umh.es - PuTTY
[/u0/sitr/sitr001/sockets]
[/u0/sitr/sitr001/sockets]
[/u0/sitr/sitr001/sockets]
[/u0/sitr/sitr001/sockets]
[/u0/sitr/sitr001/sockets]
[/u0/sitr/sitr001/sockets]udpsrv1
---Servidor IP: 0.0.0.0,  Puerto: 60538---

Esperando datos....
10 bytes Recibidos desde [193.147.145.36:60539]: Mensaje 1

Esperando datos....
10 bytes Recibidos desde [193.147.145.36:60540]: Mensaje 2
[/u0/sitr/sitr001/sockets]
```

```
lorca.umh.es - PuTTY
[/u0/sitr/sitr001/sockets]
[/u0/sitr/sitr001/sockets]
[/u0/sitr/sitr001/sockets]
[/u0/sitr/sitr001/sockets]
[/u0/sitr/sitr001/sockets]
[/u0/sitr/sitr001/sockets]
[/u0/sitr/sitr001/sockets]
[/u0/sitr/sitr001/sockets]udpclt1 lorca.umh.es 60538 "Mensaje 1"
10 bytes Enviados a [193.147.145.36:60538]: Mensaje 1
---Cliente -> IP: 0.0.0.0,  Puerto: 60539---

[/u0/sitr/sitr001/sockets]udpclt1 lorca.umh.es 60538 "Mensaje 2"
10 bytes Enviados a [193.147.145.36:60538]: Mensaje 2
---Cliente -> IP: 0.0.0.0,  Puerto: 60540---

[/u0/sitr/sitr001/sockets]
```

Comunicación UDP Bidireccional

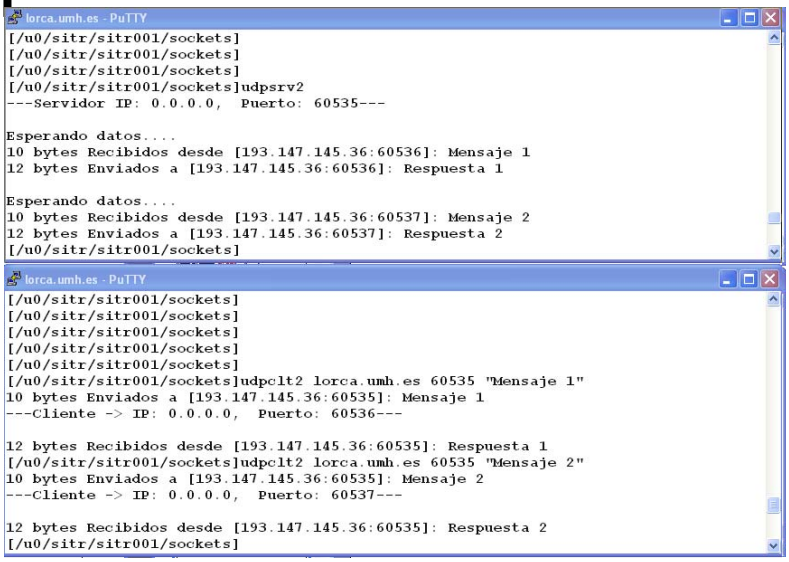
Cliente UDP

```
// Espera datos por el socket
longdir = sizeof datosSocketSrv;
res = recvfrom(socketID, mensaje, DIM, 0,
            (struct sockaddr *) &datosSocketSrv, &longdir);
if(res>0)
{   // muestra lo que ha leído
    printf("%d bytes Recibidos desde [%s:%u]: %s\n", res,
            inet_ntoa(datosSocketSrv.sin_addr),
            ntohs(datosSocketSrv.sin_port), mensaje);
}
```

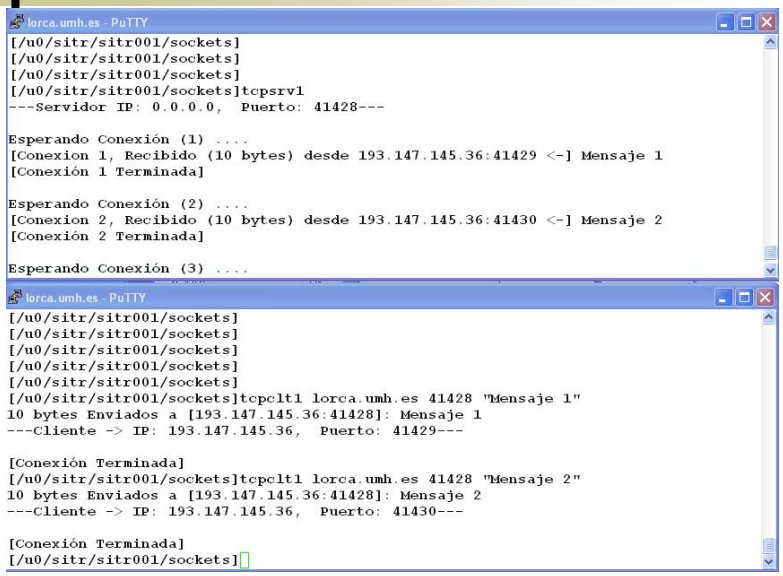
Servidor UDP

```
sprintf(mensaje, "Respuesta");
res = sendto(socketID, mensaje, strlen(mensaje)+1, 0,
                    (struct sockaddr *)&datosSocketClt,  sizeof datosSocketClt);
```


Comunicación UDP (Bidireccional)



Comunicación TCP



Comunicación TCP Bidireccional

Cliente TCP

```
// Espera datos por el socket
res = recv (socketID, mensaje, DIM, 0);
if(res>0)
{   // muestra lo que ha leído
    printf("%d bytes Recibidos desde [%s:%u]: %s\n", res,
            inet_ntoa(datosSocketSrv.sin_addr),
            ntohs(datosSocketSrv.sin_port), mensaje);
}
```

Servidor TCP

```
sprintf(mensaje, "Respuesta %d");
res = send(socketDialogo, mensaje, strlen(mensaje)+1, 0);
```

Comunicación TCP Bidireccional

```
lorca.umh.es - PuTTY
[/u0/sitr/sitr001/sockets]tcpsrv2
---Servidor IP: 0.0.0.0,  Puerto: 41431---

Esperando Conexión (1) ....
[Conexion 1, Recibido (10 bytes) desde 193.147.145.36:41432 <-] MEnsaje 1
12 bytes Enviados a [193.147.145.36:41432]: Respuesta 1
[Conexión 1 Terminada]

Esperando Conexión (2) ....
[Conexion 2, Recibido (10 bytes) desde 193.147.145.36:41433 <-] MEnsaje 2
12 bytes Enviados a [193.147.145.36:41433]: Respuesta 2
[Conexión 2 Terminada]

Esperando Conexión (3) ....
```

```
lorca.umh.es - PuTTY
[/u0/sitr/sitr001/sockets]
[/u0/sitr/sitr001/sockets]
[/u0/sitr/sitr001/sockets]
[/u0/sitr/sitr001/sockets]tcpclt2 lorca.umh.es 41431 "MEnsaje 1"
10 bytes Enviados a [193.147.145.36:41431]: MEnsaje 1
---Cliente -> IP: 193.147.145.36,  Puerto: 41432---

12 bytes Recibidos desde [193.147.145.36:41431]: Respuesta 1
[Conexión Terminada]
[/u0/sitr/sitr001/sockets]tcpclt2 lorca.umh.es 41431 "MEnsaje 2"
10 bytes Enviados a [193.147.145.36:41431]: MEnsaje 2
---Cliente -> IP: 193.147.145.36,  Puerto: 41433---

12 bytes Recibidos desde [193.147.145.36:41431]: Respuesta 2
[Conexión Terminada]
[/u0/sitr/sitr001/sockets]
```


Servidor TCP Concurrente

- **Proceso Servidor**:
  - Un **Thread** (conexión) está continuamente escuchando el socket
  - Con cada conexión aceptada se crea un **Thread** (diálogo) que se comunica con el cliente
  - El socket de dialogo se pasa como parámetro al thread