## UN POQUITO DE TEORÍA

El concepto de socket y de programación con sockets se desarrolló en los años ochenta en el entorno UNIX como la Interfaz de *Sockets de Berkeley.*

Un socket, por su traducción al Castellano, es un **"enchufe"**, es decir, una conexión con otro ordenador que nos permitirá intercambiar datos. Por así decirlo, cuando quiere conectarse a una pagina web, el navegador, que es un programa, crea un socket, que contendrá información acerca del servidor, información suficiente para poder realizar una asociación, y de esta manera poder ejercer una conexión.

La definición y utilización de los sockets es clara:

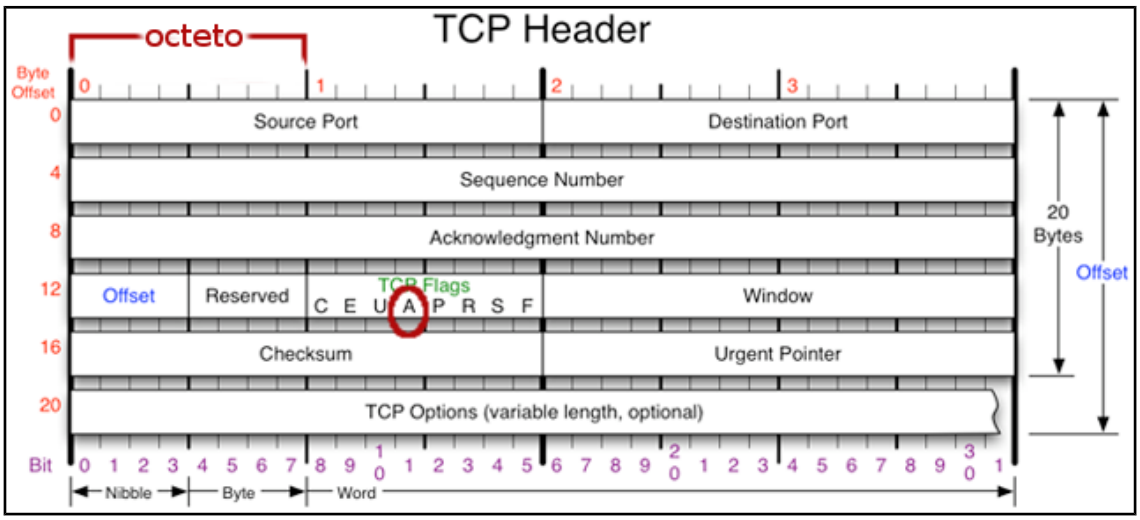
'Conectar dos ordenadores para que puedan comunicarse entre ellos de forma remota o local.'

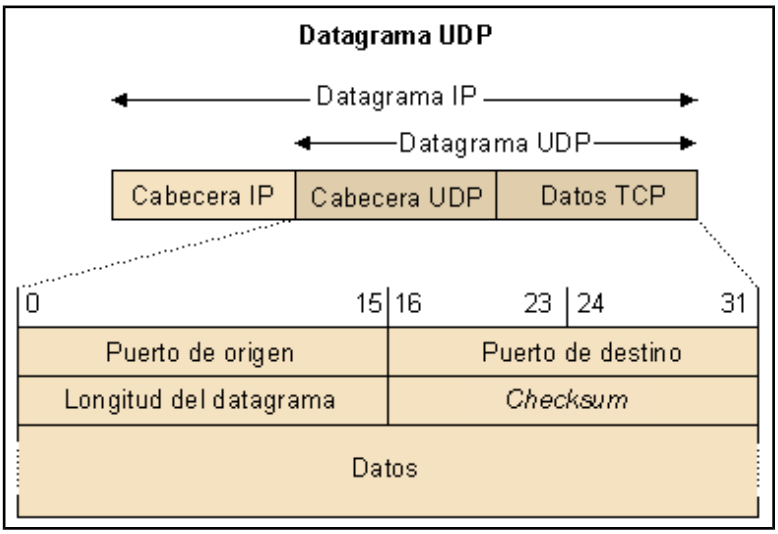
## UN POQUITO MÁS …

Un socket permite la comunicación entre un proceso cliente y un proceso servidor y puede ser orientado a conexión o no orientado a conexión. Una vez que han entrado en comunicación los sockets, los dos computadores pueden intercambiar datos. Normalmente, los computadores con servidores basados en sockets mantienen abierto un puerto *TCP o UDP*, preparado para llamadas entrantes no planificadas.

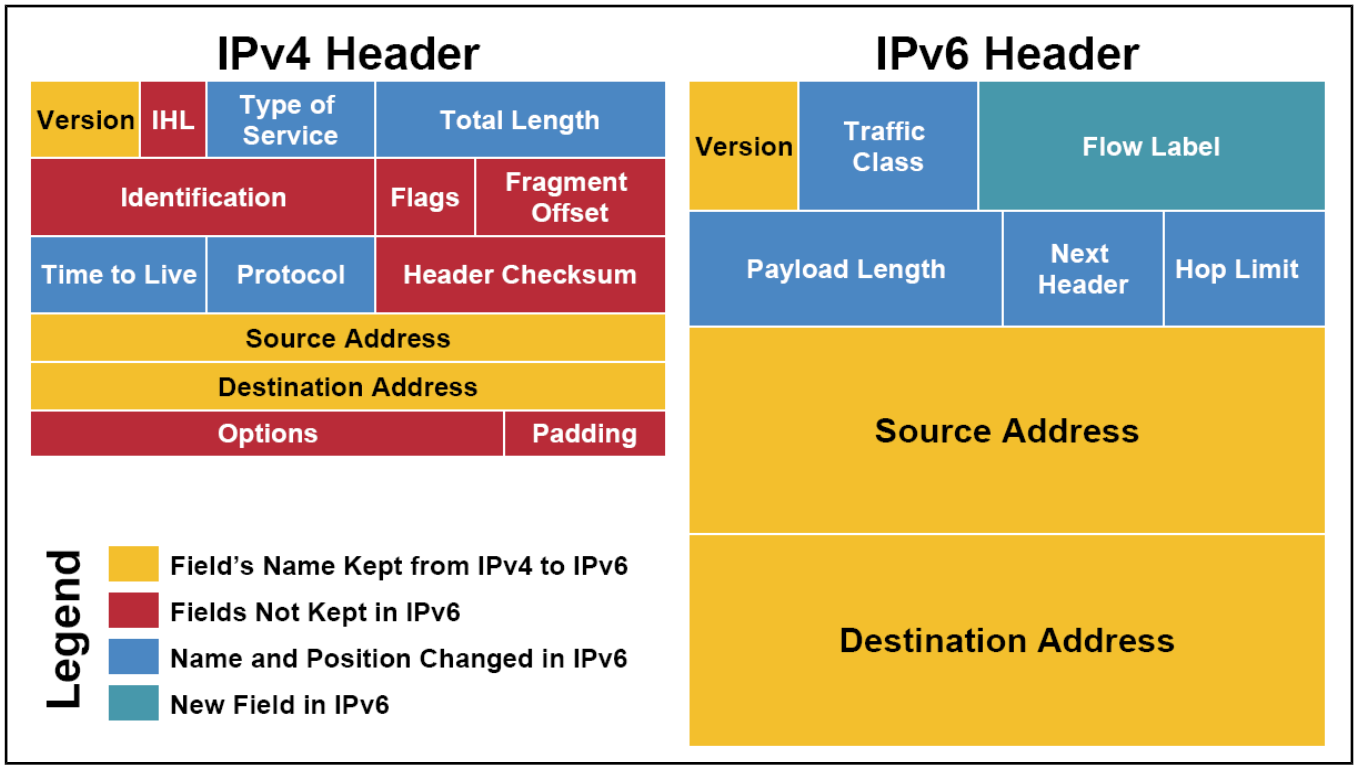
La **Berkeley Sockets Interface** es el API (Interfaz de Programación de Aplicaciones) estándar para el desarrollo de aplicaciones de red, en un amplio rango de sistemas operativos. **Windows Sockets** (WinSock) está basado en la especificación de Berkeley.

Recordar que cada cabecera **TCP** y **UDP** incluye los campos del puerto origen y puerto destino. Estos valores de puerto identifican a los respectivos usuarios (aplicaciones) de las dos entidades.






Además, cada cabecera IPv4 e IPv6 incluye los campos con las direcciones origen y destino, estas direcciones IP identifican a los respectivos sistemas.




La concatenación de un valor de puerto y una dirección IP forma un socket, que es único en Internet.

Correspondiéndose con los dos protocolos, el API de Sockets reconoce dos tipos de sockets: **sockets stream** y **sockets datagrama.**

***Los socket stream*** hacen uso de TCP y proporcionan una transferencia de datos fiable orientada a conexión. Por tanto, con sockets stream, se garantiza que todos los bloques de datos enviados entre un par de sockets llegan en el orden en que se enviaron.

***Los sockets datagrama***, hacen uso de UDP, que no proporciona las características orientadas a conexión de TCP. Por tanto, con sockets datagrama, ni se garantiza la entrega, ni que se mantenga el orden.

(Esto no significa que uno sea mejor o peor, no hay que caer en eso, significa que cada tipo de socket tiene su uso)

Hay un tercer tipo de sockets proporcionados por el API de Sockets: **sockets raw**.
Los sockets raw permiten acceso directo a las capas más bajas del protocolo, tales como IP.

Y ahora... empecemos a darle caña!

# SOCKETS OR DIE
# PART I

Con el fin de hacer más comprensible la implementación, la dividiremos en fases.

1. ***Configuración o puesta a punto del Socket:*** para crear nuestro socket haremos uso de la llamada a la función **socket()**. Dicha función posee 3 parámetros:

    - La familia del Protocolo: que dependerá del tipo de conexiones que utilicemos, existen dos que son las mas relevantes: **AF_INET** para conexiones a Internet, y **AF_UNIX** que es un tipo de conexión que se utiliza para conexiones internas de la máquina.

    - El Tipo: que dependerá del tipo de socket que deseamos utilizar, ya sea **socket stream** o **datagrama**. (para TCP o UDP)

    - El Protocolo: se diseñó para permitir nuevos protocolos de nivel de transporte en futuras implementaciones. Por defecto nosotros lo estableceremos a **0** para usar un sólo protocolo.

*Servidor.c* y *Cliente.c*

```
33
34      /*Validaciones con la creacion y apertura del socket*/
35      if((recsocket = socket(AF_INET, SOCK_STREAM,0)) == -1){
36          printf("\n[!]Error abriendo el socket\n");
37          exit(-1);
38      }
39
```

La función socket() devuelve un valor entero que identifica este socket, es similar a un **descriptor de fichero** UNIX.

2. ***Bindeado o asociación del socket a su estructura:*** pero antes de ello, debemos conocer la estructura del socket (la información para diferenciarlo de otros), que es la que se pasará a la función bind():

   La estructura es: ***struct sockaddr_in***. Esa estructura contiene 4 elementos principales:

   - **sin_family** -> Protocolo para la conexión (AF_INET o AF_UNIX).
   - **sin_port** -> Puerto sobre el que aceptará las peticiones.
   - **struct in_addr sin_addr** -> Estructura que contiene un elemento:
     - **unsigned long s_addr** -> Elemento que refiere a la IP del Host.
   - **unsigned char sin_zero[8]** -> Relleno de ceros.

*Server.c*

```
40  /*Rellenando datos del Servidor*/
41  servidor.sin_family = AF_INET;          // Socket para conexiones a internet
42  servidor.sin_port = htons(PUERTO);      // Convertir el puerto a formato de Bytes de Red
43  servidor.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY;  // Coloca IP automaticamente
44  memset(servidor.sin_zero,0,8);          // Relleno de ceros
45
46
```

*Cliente.c*

```
48  /*Rellenando datos para la conexión con el Servidor*/
49  servidor.sin_family = AF_INET;                      //Socket no interno, sino a internet
50  servidor.sin_port = htons(PUERTO);                  //Puerto a Bytes de Red
51  servidor.sin_addr = *((struct in_addr *)rec->h_addr); //Coloca la IP (resuelta por gethostbyname)
52  memset(servidor.sin_zero,0,8);                      //Todo a ceros
```

### *¿Por qué esta estructura?*

Porque en primer lugar, C necesita saber de que tipo de socket se trata (si es un stream socket o un datagrama), en segundo lugar necesita saber el puerto que pone a la escucha (y como va a ser del tipo ***Ordenación de Bytes para Redes*** con *htons()* ).

Accediendo al elemento de la estructura **in_addr**, ira la IP del Host, en formato entero largo sin signo (**unsigned long**) que obtendremos con inet_addr() . Y finalmente, rellenamos con ceros el elemento restante. Con **INADDR_AN** en el **server.sin_addr.s_addr** nos coloca la dirección IP automáticamente.

### *¿Y por qué no usar Sockaddr?*

La estructura sockaddr no se utiliza ya que es mucho mas sencillo manejar e introducir los datos necesarios con la estructura **sockaddr_in**, que ya viene con sus elementos del struct organizados.
El tamaño de ambas estructuras va a ser el mismo, ya sea de sockaddr y de sockaddr_in:

- ***Tamaño de sockaddr:*** **2 bytes** del unsigned short, y **14** del array de char (*1 byte por cada char*) = **16 bytes.**

- ***Tamaño de sockaddr_in:*** **2 bytes** del short int, **2** del unsigned short int, el struct es igual a la suma del tamaño de todos sus elementos, en este caso tenemos un unsigned long (IP) que son **4 bytes**, y por último un array de unsigned char de 8 elementos (a rellenar con 0), es decir, **8 bytes** = total de **16 bytes.**

Fíjate que si no rellenáramos los 8 bytes con ceros de la estructura sockaddr_in, nos faltarían para llegar al tamaño de la estructura sockaddr. De esta forma, igualamos la cantidad de bytes de cada una de las estructuras. No obstante puedes comprobarlo.

Programa de apoyo: ***estructurastam.c*** (muestra tamaño en bytes de ambas estructuras)


**http://decsai.ugr.es/~jfv/ed1/c/cdrom/cap2/cap24.htm** *(Tamaños en Bytes de cada variable)*

Entonces, tenemos dos estructuras, del mismo tamaño, con los campos, en un principio, similares, ya que tenemos el primer elemento igual, que serían 2 bytes para el protocolo, y luego 14 bytes restantes para los datos adicionales.

Pero hay una diferencia, y es que **bind()** solicita un **struct sockaddr*** es decir, *un puntero a una estructura del tipo sockaddr*, por ello no nos basta tan sólo con meter la dirección de memoria del struct sockaddr_in (**&** sockaddr_in), por el que queremos sustituir, ya que, si a pesar de que ambos contienen una dirección/posición de memoria, no apuntan al mismo elemento, es decir no es lo mismo un puntero a **x** que un puntero a **y**. Intentando hacer esta asignación nos daría un warning como una casa o puede que un error. Así que por ello hacemos esa **recoversión forzosa** o ***cast***.

***Forzamos a convertir a un puntero de struct sockaddr a la dirección de memoria de la variable del struct sockaddr_in*** (esto último es lo que haces con el operador **&**). Quedando así:

**(struct sockaddr *) &servidor;** (siendo **servidor** nuestra estructura sockaddr_in)

Es necesario concretar una serie de ***funciones de conversión*** para establecer estos valores correctamente cuando rellenemos nuestra estructura del socket para llamar a bind():

- La función gethostbyname() nos permitirá, pasando le un **dns** o **nombre de dominio** (not DeNegacion de Servicio), obtener la dirección IP del host al que nos referimos.
  Pero como citan en las **páginas MAN**, esta función se encuentra obsoleta, en su lugar recomiendan usar: getaddrinfo(), que podéis consultar vosotros, aunque para la simple acción de resolver un dns, nosotros nos serviremos de gethostbyname.

  A pesar de lo anterior, recalcar que ***The gethostbyname() function returns a structure of type hostent for the given host name***, de donde podemos acceder al campo **char *h_name** para obtener el dns. Para que esta función se pueda utilizar se ha de añadir la librería **<netdb.h>** en las cabeceras.

- La función gethostname() (no confundir con la anterior), nos proporciona el nombre de la máquina local. Requiere de 2 parámetros: **una cadena** (ya que char* es similar a char[]) {*1}, y **el tamaño de dicha cadenas** decir, establecer un *sizeof()* de la cadena que guardará el nombre del equipo.

Una vez formada la estructura del socket, procedemos a su bindeado, para ello usaremos la función **bind()**, que posee 3 parámetros:

- **Descriptor del Socket:** es el entero que nos devuelve la función socket(). Recordamos la frase de: ***"En Linux todo es un archivo"***, teniendo esta en cuenta, 'al utilizar las funciones de E/S para ejecutar operaciones en un archivo, el archivo se identifica mediante la utilización de punteros. *Al utilizar las funciones C del sistema de archivos integrado, el archivo se identifica especificando un descriptor de archivo*. Un descriptor de archivo es un entero positivo que debe ser **exclusivo en cada trabajo**. El trabajo utiliza un descriptor de archivo para **identificar un archivo abierto** al realizar operaciones sobre el archivo`.

  Fragmento extraído de ***www.ibm.com***.

  Sabiendo lo anterior, podemos darnos cuenta que un descriptor hace referencia a un archivo abierto, aportándonos una serie de información de dicho archivo y permitiendo su manipulación.{*2}

- **Puntero a nuestra estructura del socket:** este es el caso que hemos citado y explicado anteriormente en la sección de ***¿Y por qué no usar Sockaddr?*** Para utilizar la re-conversión y referencia a nuestra estructura sockaddr_in.

- **El tamaño de la estructura Sockaddr:** no es más que una medida de seguridad, se le pasa un sizeof() con la estructura sockaddr y pista.

*Server.c* (sólo en el Servidor, en el Cliente utilizamos connect para conectarnos al Servidor)

```
45
46
47      /*Validacion de la asociacion con el puerto de la máquina*/
48      if(bind(recsocket,(struct sockaddr*) &servidor, lensckadd) == -1){
49          printf("\n[!]Error en la fase de asociacion\n");
50          exit(-1);
51      }
```

La función bind() nos devolverá un **-1** en el caso de ocurrir algún **error**. Por eso se debe verificar el retorno.

* Hay que recordar que **TODOS los puertos menores al 1024 SÓLO SE PODRÁN ASOCIAR CON PERMISOS DE SUPERUSUARIO**. Se podrá establecer un puerto, siempre que esté entre 1024 y 65535 (y siempre que no estén siendo usados por otros programas).

3. Una vez tenemos nuestro socket asignado a un puerto (resumen del funcionamiento de bind), procedemos a **ponerlo a la escucha**, es decir, utilizando **listen()**, que nos pedirá 2 parámetros:

   - **Descriptor del Socket:** recordamos que es el entero que nos devuelve la función socket().
   - **El BackLog{*3}:** el backlog es el *número de conexiones no aceptadas que podemos tener en cola*. Por defecto se encuentra en **/proc/sys/net/ipv4/tcp_max_syn_backlog**. Se mantiene en cola hasta que no haces un accept, en ese momento, la conexión pasa a tener su propio descriptor de fichero y se sale del backlog.

*Server.c*

```
52
53
54      /*Validacion por si falla la puesta en escucha*/
55      if(listen(recsocket,Ncox) == -1){
56          printf("\n[!]Error en la fase de escucha\n");
57          exit(-1);
58      }
59
60
```

De igual forma que bind(), si falla, nos retornará **-1**, así que ya sabéis que hacer. Recordar que la función bind() es opcional, sino se hace, se asignará un puerto por defecto.

En este momento, tenemos nuestro puerto a la escucha. Podríamos comprobarlo añadiendo un simple bucle infinito, y una vez compilado y ejecutado, haciendo un ***sudo netstat -putona*** (para las conexiones de la máquina) y obtendríamos que, entre otros puertos, el que hemos especificado nosotros, estaría en **LISTEN**.

En esta captura lo podemos ver claramente, junto con el puerto que hemos abierto (**10000**) y el estado **LISTEN** junto con el **PID** del proceso (de nuestro programa server) **6478.**

```
[zero@x11 server]$ sudo netstat -putona | grep server
Active Internet connections (servers and established)
tcp        0      0 0.0.0.0:10000           0.0.0.0:*               LISTEN      6478/./server       off (0.00/0/0)
[zero@x11 server]$ gnome-screenshot -a
```

4. Pero... si intentamos conectarnos a él, veremos que no podemos, porque sólo esta a la escucha, no hay ninguna forma de permitir que se establezca dicha conexión (esto daría **CONNECTED** en netstat) y empezar a recibir datos. Para ello necesitamos ver una función que es **accept()**, que precisa de 3 parámetros:

   - **Descriptor del Socket:** el de siempre, el de toda la vida. Esto se debe a que podemos poner varios sockets a la escucha, y por tanto necesitamos especificarle cual, con su descriptor.

- **<u>Puntero a nuestra estructura sockaddr:</u>** ahora viene la gracia; los sockets se conectan con otros sockets, y por tanto, vamos a recibir la estructura de dicho socket en el accept. Recordamos que nosotros teníamos una estructura sockaddr_in, que identificaban a nuestro socket, es decir, al **Socket Servidor**, pues ahora, necesitamos tener otra estructura de este tipo, que identificará al **Socket Cliente**. Y como es un puntero que contiene una dirección de memoria, pues ejecutamos el mismo paso que en bind().

- **<u>Tamaño de la estructura sockaddr:</u>** lo mismo de bind(), le pasamos el sizeof de sockaddr.

*Server.c*

```
60
61      /*A la espera de una conexion*/
62      while(!conectado){
63          printf("\n[/]Esperando conexion...\n");
64
65          /*Validacion por si hay problemas con el recibimiento de conexión*/
66          if((recsock = accept(recsocket,(struct sockaddr *) &cliente, &lens)) == -1){
67
68              printf("\n[!]Error en la fase de aceptacion\n");
69              exit(-1);
70          }else{
71              printf("\n> %s",ctime(&ttime));
72              printf("  [*]Se conectó un cliente con IP:%s\n",inet_ntoa(cliente.sin_addr));
73
74
```

Y esta función también retorna **-1** en el caso de fallar, pero, si no lo hace, y la conexión es correcta, **<u>retornará el descriptor que identificará a la conexión con nuestro cliente</u>**, por ello hay que obtener dicho valor retornado y comprobarlo.

5. Y sobretodo no podemos olvidarnos de la función que nos permitirá **<u>establecer la conexión desde el cliente al servidor</u>**, y no me refiero a otra que **connect()**. Para esta función le pasaremos:

   - **<u>Descriptor del Socket:</u>** el respectivo al programa del Cliente (ya que connect se ejecuta desde el código del Cliente).

   - **<u>Estructura del Servidor:</u>** en esta le pasaremos, de la forma que hemos explicado antes, la estructura que albergará la información del socket del Servidor.

   - **<u>Tamaño de la estructura:</u>** igual que hemos utilizado en bind().

*Cliente.c*

```
54
55  /*Conectandose al servidor*/
56  if(connect(fd,(struct sockaddr *) &servidor, sizeof(struct sockaddr)) == -1){
57    printf("\nError intentar conectar\n");
58    exit(-1);
59  }
60
```

Si falla, como en las anteriores, nos devolverá **-1**. En caso contrario, podríamos ver, ejecutando un netstat, algo parecido a la siguiente captura (el LISTEN porque hemos puesto 2 de Backlog):


Una vez conectado un cliente, procederemos a mostrar las dos **funciones esenciales para comunicarnos**, que son: send() y recv().

6. La función **send()** se utiliza para **enviar un mensaje al cliente que se ha conectado / o al servidor al que nos hemos conectado**. Para ello se requieren:

   - **Descriptor del Socket del Cliente**, es decir, el retornado por la función accept().
   - **Puntero a void:** es decir, un puntero al dato que se quiera enviar. Por ello es void, porque puedes enviar un carácter, una cadena de caracteres, un entero, etc.
   - **Tamaño:** en bytes de/del dato/datos que se van a enviar. Sizeof() a nuestro mensaje y pista.
   - **Flag:** se establecerá a **0**, por defecto no vamos a utilizar ningún flag, sin embargo, pueden leerse cada uno de ello usando **man 2 send** . En el apartado de '*The flags argument*'.

*Ejemplo 1 (el usado desde el servidor, pero es independiente)*

```
73
74
75          /*Enviar mensaje de bienvenida*/
76          send(recsock,"Bienvenido al Eagle14!\n",24,0);
77
78
79
```

*Ejemplo 2 (el usado desde el cliente, pero es independiente)*

```
77
78      /*Enviando mesaje*/
79      if((send(fd, sent, sizeof(sent), 0)) == -1){
80        printf("\nError al enviar el mensaje\n");
81        exit(-1);
82      }
83
```

Al igual que todas las demás llamadas que hemos visto, send() devuelve **-1** en caso de error, o **el número de bytes enviados en caso de éxito**.

7. La función **recv()** la utilizaremos para **recibir datos del cliente que se ha conectado a nuestro socket / o para recibir datos del servidor al que nos hemos conectado**. Para ello la función requiere de los siguientes parámetros:

   - **Descriptor del Socket del Cliente**.
   - **Puntero a void**: como en send, solo que esta vez se utilizará como buffer del mensaje a recibir.
   - **Tamaño** en bytes del mensaje a recibir.
   - **Flag:** se establecerá a **0** como antes.

*Server.c* *(Igual que en el Cliente.c)*

```
76          while(!right){
77
78            recvresp = recv (recsock, &buffer, sizeof (buffer), 0);
79
80            /*Comprobacion de recepcion de clave*/
81            if(recvresp < 0){
82              printf("\n[!]Error al recibir datos\n");
83              exit(-1);
84            }else{
85              printf("\n> [%s]: %s",inet_ntoa(cliente.sin_addr), buffer);
86
```

Análogamente a send(), recv() devuelve el **número de bytes leídos en el buffer**, o **-1** si se produjo un error.

8. Y finalmente, si se ha realizado lo anterior de forma correcta, **la forma de finalizar la comunicación es cerrando el descriptor de los sockets** (Cliente y Servidor), usando la función **close()**, con un único parámetro y es el *descriptor del socket que deseamos cerrar*.

Aprovecharé para destacar algo importante:

Una alternativa al uso de las funciones send() y recv(), son las funciones **write()** y **read()**, respectivamente. Pero, ya no sólo en el tema de sockets, sino que, estas funciones, se utilizan generalmente para leer cualquier tipo de fichero o archivo (cabe recordar la filosofía de Linux).

La diferencia de estas, con, por ejemplo, fwrite() y fread(), son varias:

-En primer lugar, hacer hincapié en que **no nos sirven para sockets fread() y fwrite()**, ya que estas **sólo sirven para leer y escribir en archivos abiertos con fopen()**, que retorna el tipo FILE*, (‘*the standard C way of handling file IO’*). Por tanto, no puedes usar estas dos funciones con sockets, pero si sobre ficheros normales (los acostumbrados a manejar como pueden ser textos, imágenes, etc), ya que fread() y fwrite() pueden tratar con bits (al igual que read y write), la diferencia es a la hora de acceder al disco: fread() utiliza de un buffer intermedio, mediante el cual, realiza retiradas de bloques de tamaño 8KB al buffer, y luego te ira dando los segmentos que tu le vas pidiendo hasta que se le vacía el buffer y pide mas al disco.

**https://softwareengineering.stackexchange.com/questions/171315/optimal-buffer-size-for-fread-fwrite**

- En segundo lugar, te beneficia usar read para archivos grandes, ya que podrás utilizar un tamaño de bloque superior al que puede utilizar fread(), y por tanto cubrir más bloques por acceso a disco. Y de igual forma, con mismo tamaño de bloque, fread() siempre hará un acceso más, que no es más que el de pasarlo al buffer de donde tú iras solicitando pedazos.

La función **read()**, como podemos ver, posee 3 parámetros:

- **int fildes:** descriptor de archivo, aquél del que tanto hemos hablado.
- **void *buf:** un puntero al buffer donde almacenaremos el mensaje que leamos.
- **size_t nbyte:** número de bytes a leer del socket, recomendable que sea proporcional al tamaño del buffer de nuestro mensaje.

*Ejemplo en server.c (TransferFile)*

```
/*
 *  Se hace una lectura continua de bloques de 1024 bytes.
 *  Una buena practica es utilizar este tamaño o bloques de
 *  512 bytes, para no tener problemas a la hora de transmitir
 *  los bloques hacia el cliente.
 */
while((bytesread = read(descriptor,mensaje,(long)1024)) != 0){

  // Le mando el bloque de bytes que leo, que, por defecto son 1024 bytes, aunque pueden ser menos (en el último bloque).
  send(recsock,mensaje,bytesread,0);

  printf("-");
}
```

read() devuelve el **número de bytes leídos** del descriptor del archivo.

De forma muy similar a la anterior, la función **write()**, opera con los siguientes parámetros:

- **int fildes:** descriptor de archivo, aquél del que tanto hemos hablado.
- **const void *buf:** puntero a un constante, esto se debe a que **C precisa de la correctitud o inmutabilidad**, que hace referencia a la adecuada declaración de una variable. El mensaje no puede modificarse al tiempo de escribirlo. De ahí el const requerido.
- **size_t nbyte:** número de bytes a leer del socket, recomendable que sea proporcional al tamaño del buffer de nuestro mensaje.

*Ejemplo en cliente.c (TransferFile)*

```
// Validando la apertura/creacion del archivo de destino.
outcriptor = open("doc.htm", O_WRONLY|O_CREAT|O_APPEND, 0666);  // Ejemplo de nombre de archivo.
if(outcriptor < 0){
  printf("\nError al crear el archivo de destino\n");
  exit(-1);
}

// Validando la escritura de bytes sobre el archivo destino
writer = write(outcriptor,blockB,sizebytes);
if(writer < 0){
  printf("\nError al escribir en el archivo\n");
  exit(-1);
}

memset(blockB,0,1024);
```

write() devuelve el **número de bytes escritos** sobre el descriptor del archivo.

***REFERENCIAS:***

**http://es.tldp.org/Tutoriales/PROG-SOCKETS/prog-sockets.html**
**https://es.wikibooks.org/wiki/Programaci%C3%B3n_en_C/Sockets**
**http://wiki.elhacker.net/programacion/cc/articulos/introducion-a-los-sockets-en-ansi-c**
**http://informatica.uv.es/iiguia/R/apuntes/laboratorio/Uso.pdf**
**Libro Unix Programación Avanzada Ra-Ma**

**Revisado y ampliado en Febrero, 14 de 2018**

Para concluir, espero que os haya servido mucho y gracias a Fran por ayudarme con la recopilación y estudio. Y al compañero L por la paciencia infinita que hay que tener con este servidor.
Os deseo lo mejor, By ***Secury***

*Hasta la próxima!*