Clase 5
Networking

Autor: Esp. Ing. Ernesto Gigliotti. UTN-FRA

Sockets

- Conector a canal de comunicaciones bidireccional.
- Permiten comunicar procesos
- Usan un file descriptor

Sockets

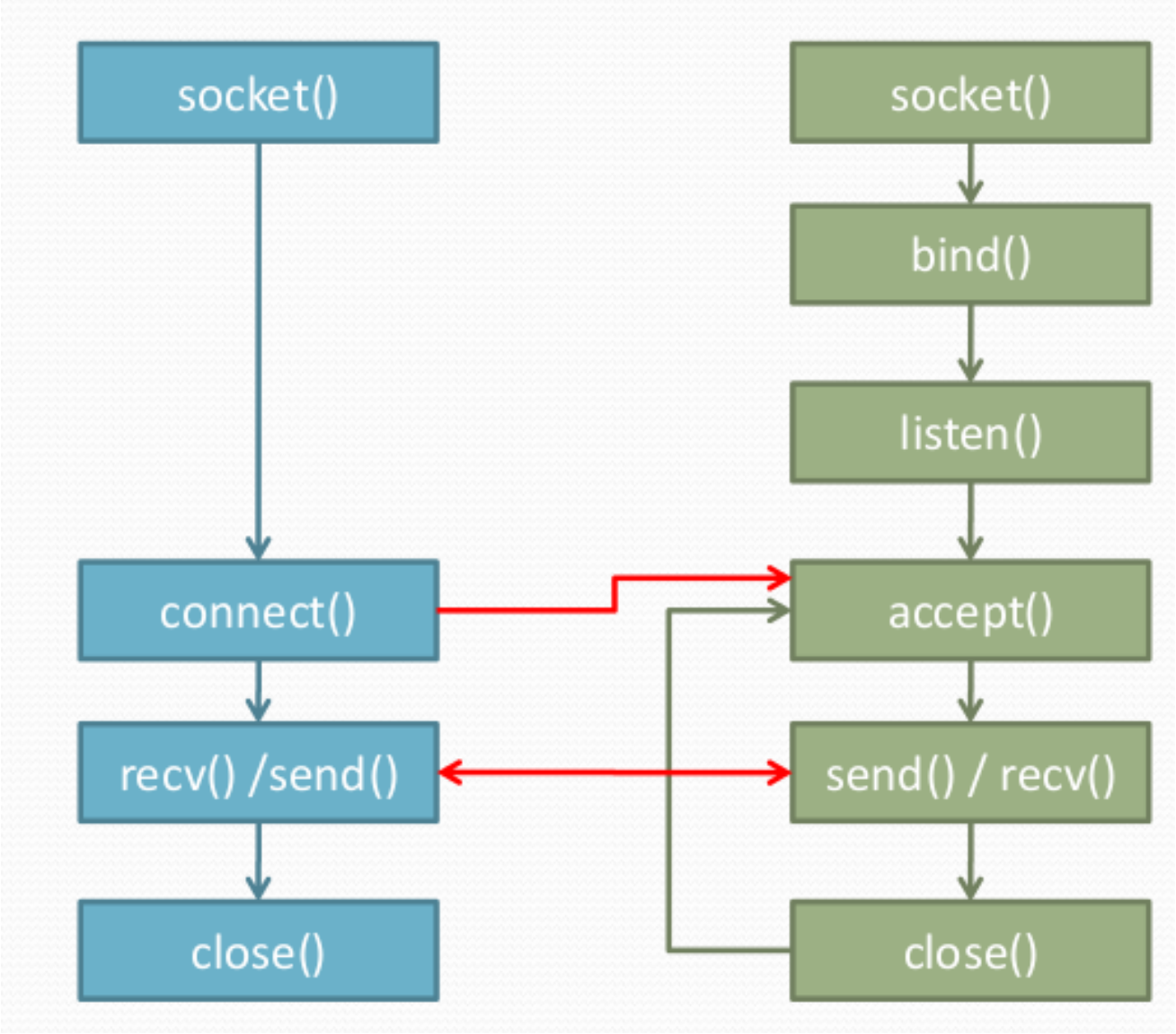
- **Internet sockets**
  - Manejan direcciones de red
  - Comunicación de sistemas distribuidos
  - Comunicación local
  - Multiplataforma

- **Unix sockets**
  - Comunicación local
  - Solo sistemas unix-like

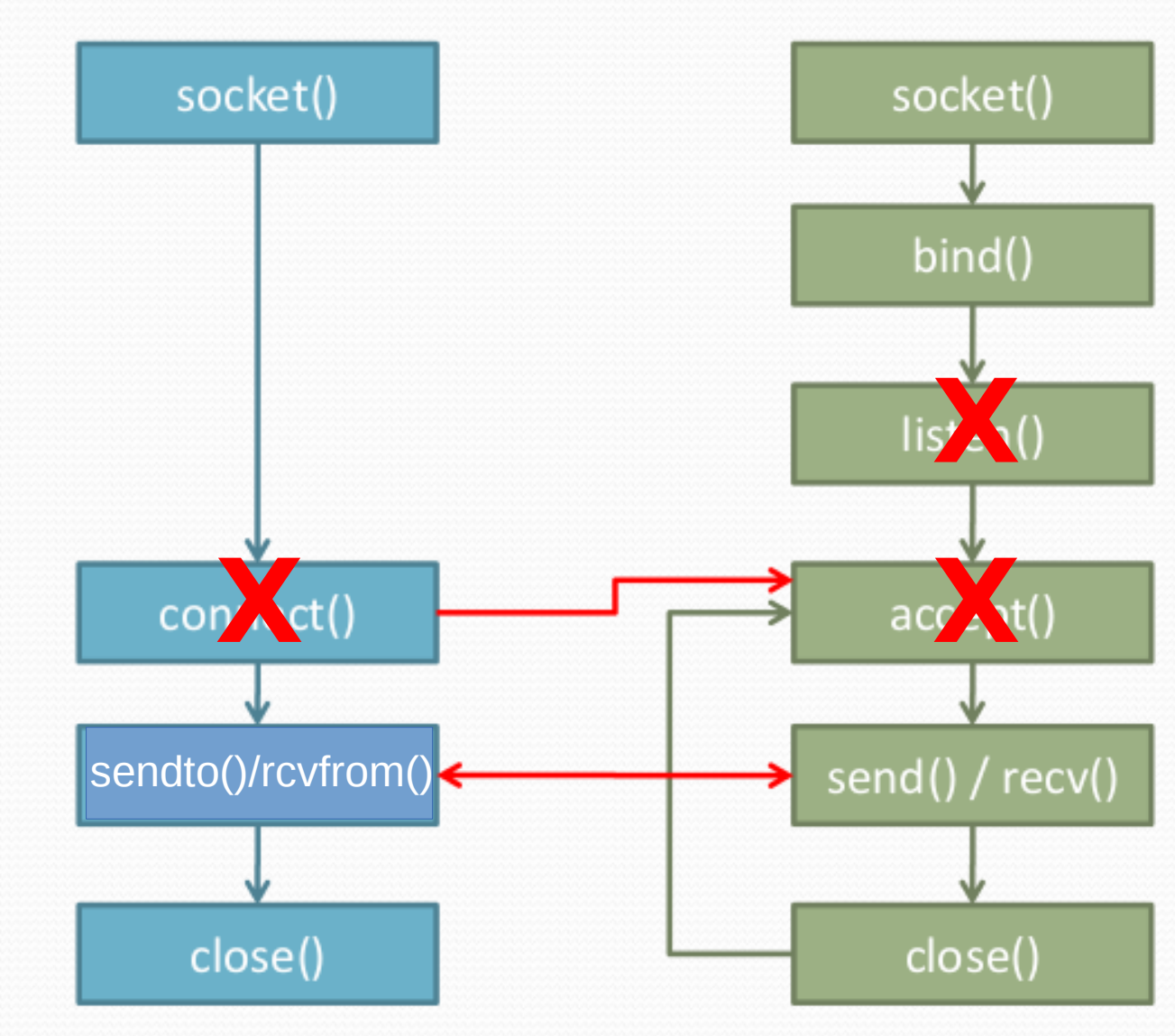
Internet Sockets

- **Stream sockets**
  - SOCK_STREAM
  - Orientado a conexión
  - Sin límite de tamaño de datos
  - TCP
- **Datagram sockets**
  - SOCK_DGRAM
  - No orientado a conexión
  - Limite en tamaño de packet
  - UDP
- **Raw sockets**
  - Sobre capa IP

API para Stream sockets



API para Dgram sockets



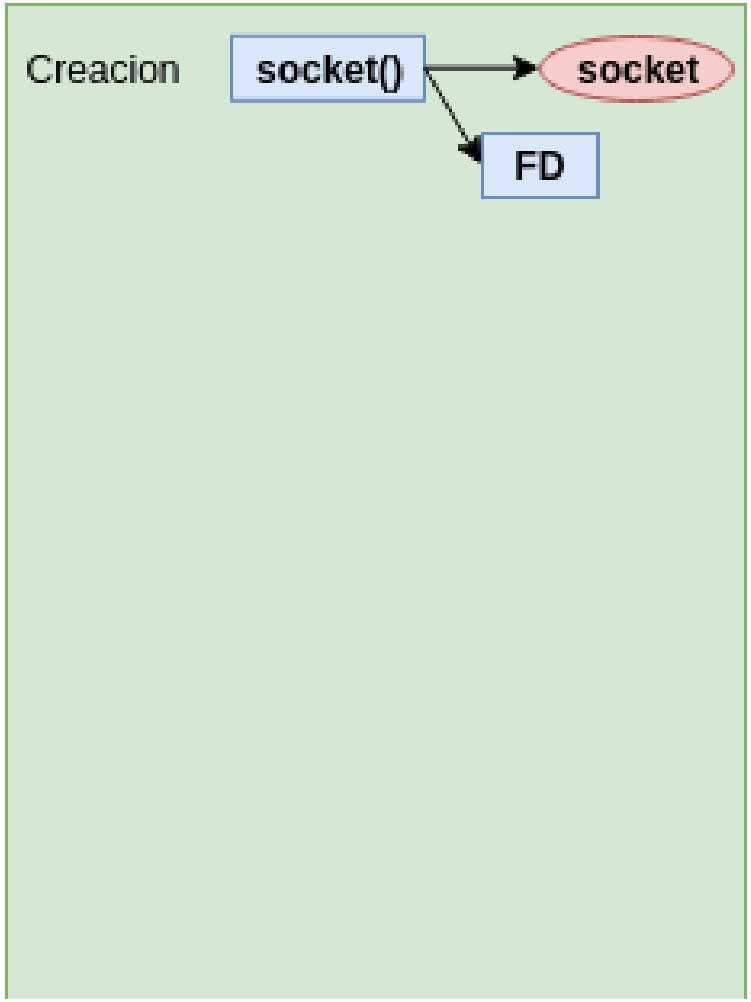
```
#include <sys/socket.h>

int socket(int domain, int type, int protocol);
```

- La función crea un socket "desconectado" en el dominio de comunicación especificado.
- Devuelve un File Descriptor

  - **domain:** Familia de protocolos P. ej. AF_INET (ipv4) o AF_INET6 (ipv6) o AF_UNIX (local), etc.
  - **type:** Tipo de socket P. ej. SOCK_STREAM (tcp) o SOCK_DGRAM (udp) o SOCK_RAW
  - **protocol:** Normalmente 0

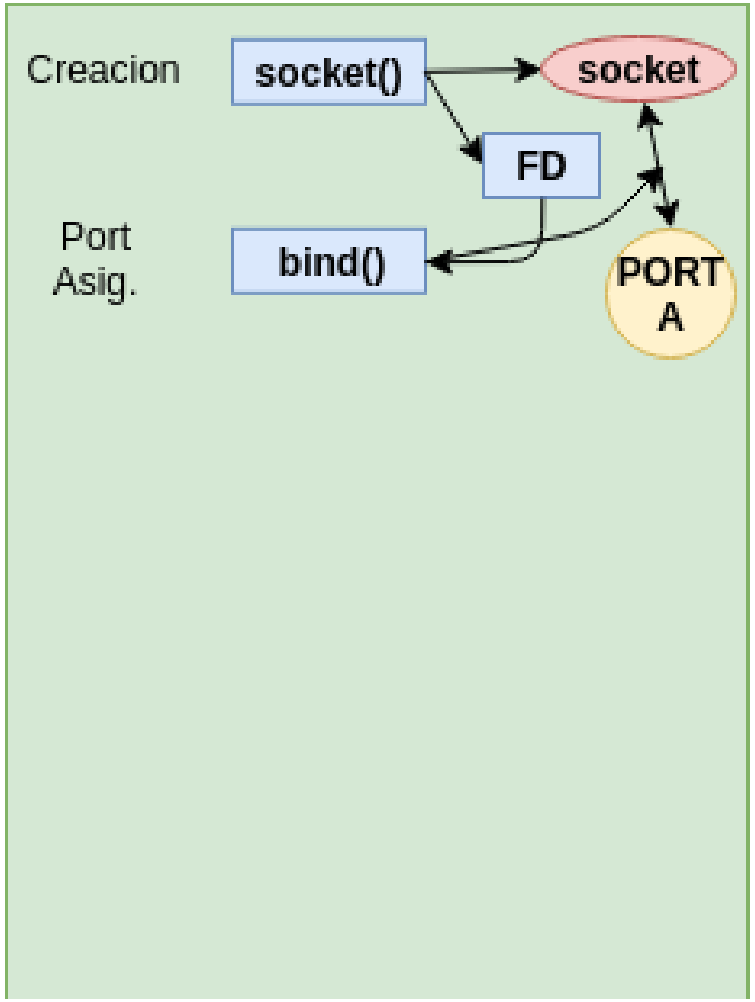
Internet

Nodo A



Internet

Nodo A

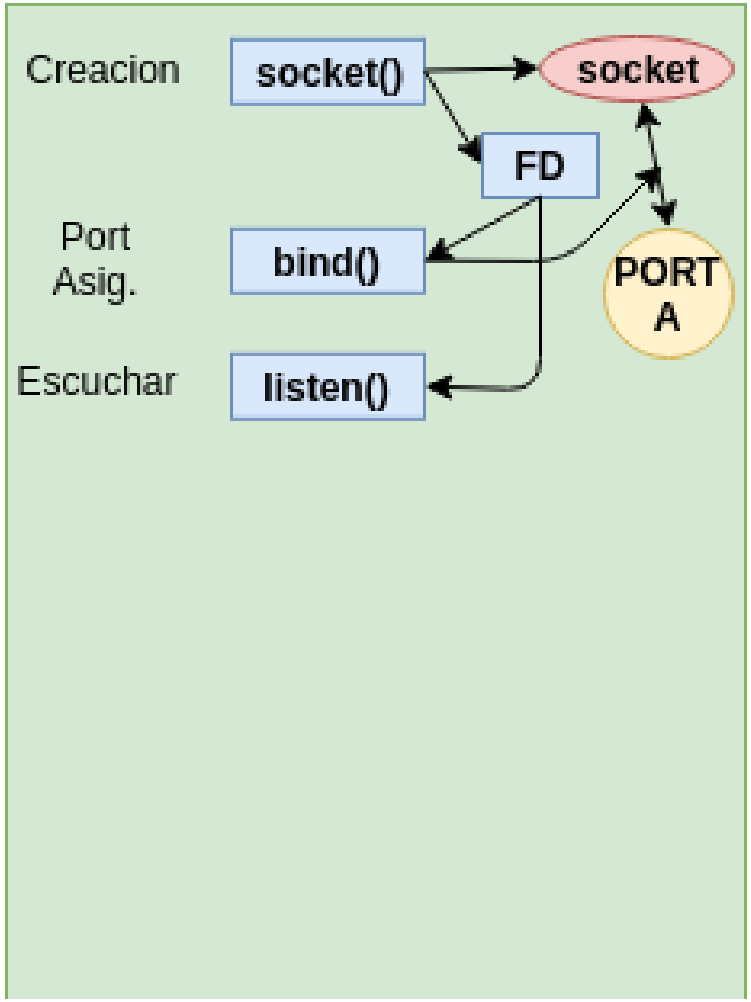


```
#include <sys/socket.h>

int bind(int socket, const struct sockaddr *address,
                     socklen_t address_len);
```

- Asigna una dirección (por ej. IP:Puerto) al socket.
  - **socket**: FD generado por socket()
  - **address**: estructura con los campos ip y puerto
  - **address_len**: Size en bytes de la struct anterior
- sockaddr es un tipo "padre" para los datos particulares de cada protocolo que en realidad se deben usar. por ej.:
  - **sockaddr_in** para ipv4
  - **sockaddr_in6** para ipv6

Internet

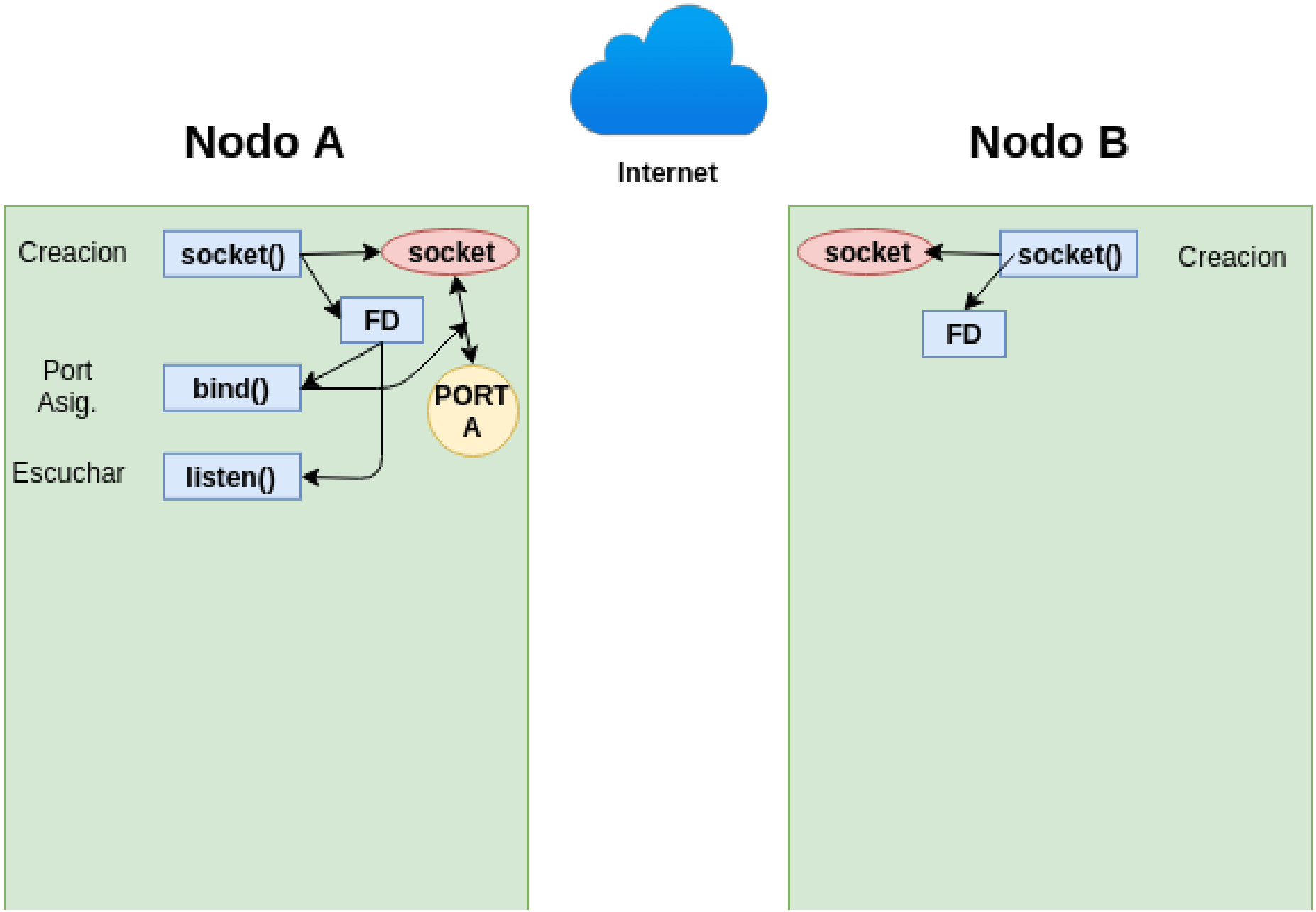
Nodo A

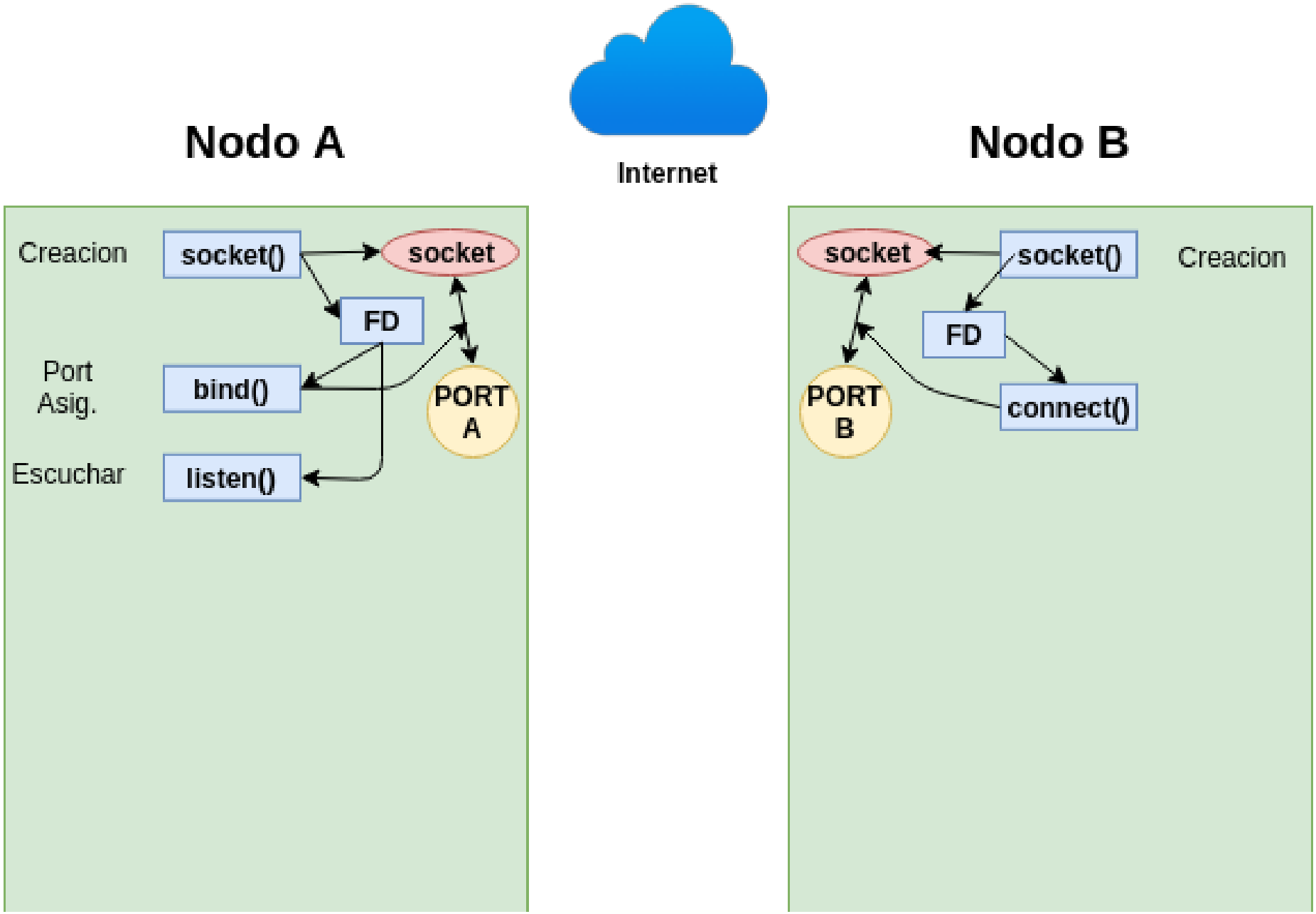


```
#include <sys/socket.h>

int listen(int socket, int backlog);
```

- Al crear un socket el mismo se encuentra en estado "activo" (listo para realizar un connect())
- La función marca al socket como "pasivo" (o en estado listening) para que pueda ser usado para escuchar conexiones entrantes y aceptarlas con la función accept().

  - **socket**: FD generado por socket()
  - **backlog**: Cantidad de pedidos de conexión que se almacenarán mientras se responde al pedido de conexión en curso de ser aceptado.

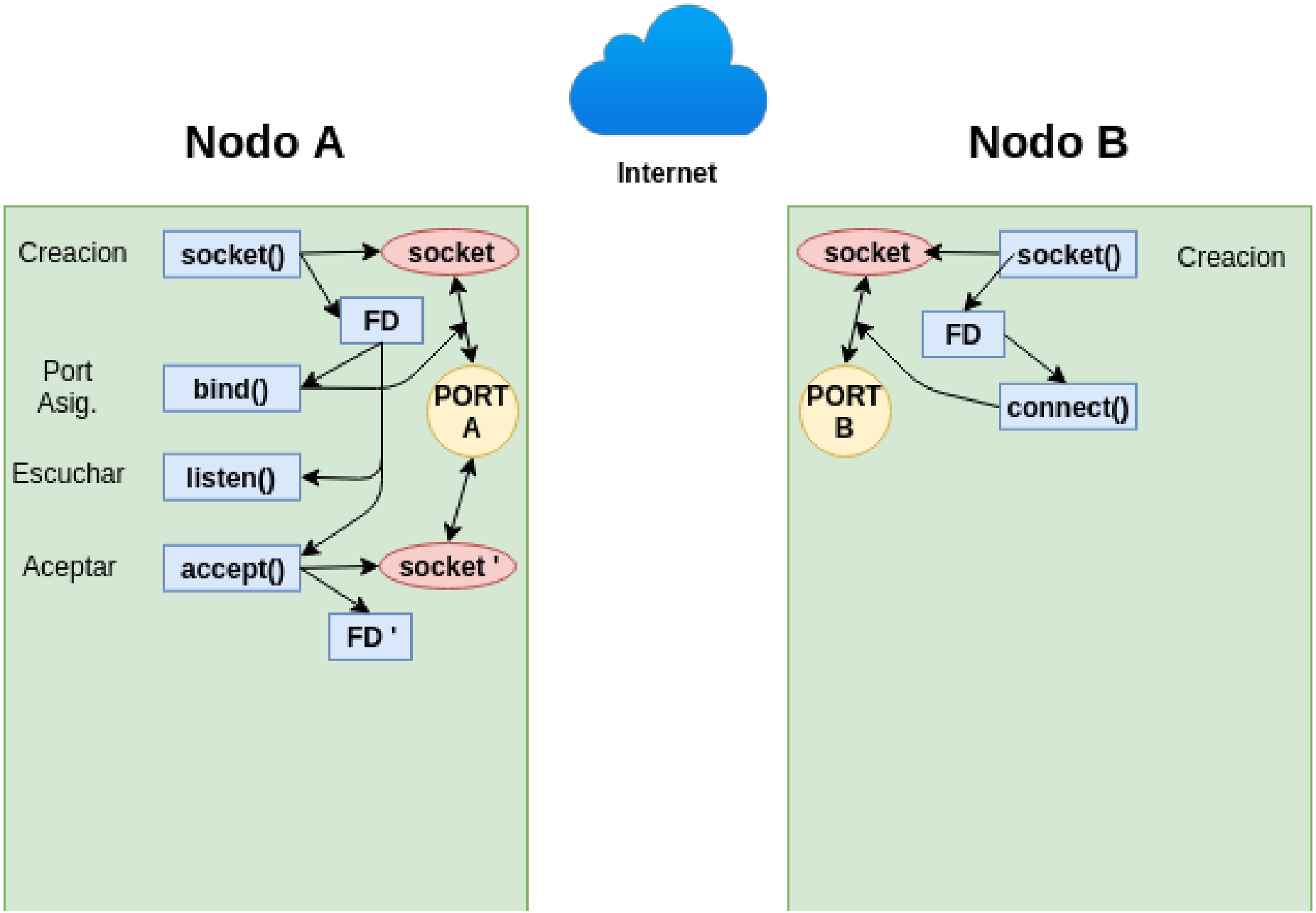

Nodo A
Internet
Nodo B
Creacion
socket()
socket
FD
Port
Asig.
bind()
PORT
A
Escuchar
listen()
socket
socket()
Creacion
FD


Nodo A
Internet
Nodo B
Creacion
socket()
socket
FD
Port
Asig.
bind()
PORT
A
Escuchar
listen()
socket
socket()
Creacion
FD
PORT
B
connect()

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

int connect(int socket,
            const struct sockaddr *address,
            socklen_t address_len);
```

- Trata de hacer una conexión sobre un socket orientado a conexión o setea los parámetros de conexión sobre un socket no orientado a conexión.

  - **socket**: FD generado por socket()
  - **address**: Par ip puerto destino
  - **address_len**: Size en bytes de la struct anterior


Nodo A
Internet
Nodo B
Creacion
socket()
socket
FD
Port
Asig.
bind()
PORT
A
Escuchar
listen()
Aceptar
accept()
socket '
FD '
socket
socket()
Creacion
FD
PORT
B
connect()

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

int accept(int socket,
           struct sockaddr* address,
           socklen_t* address_len);
```

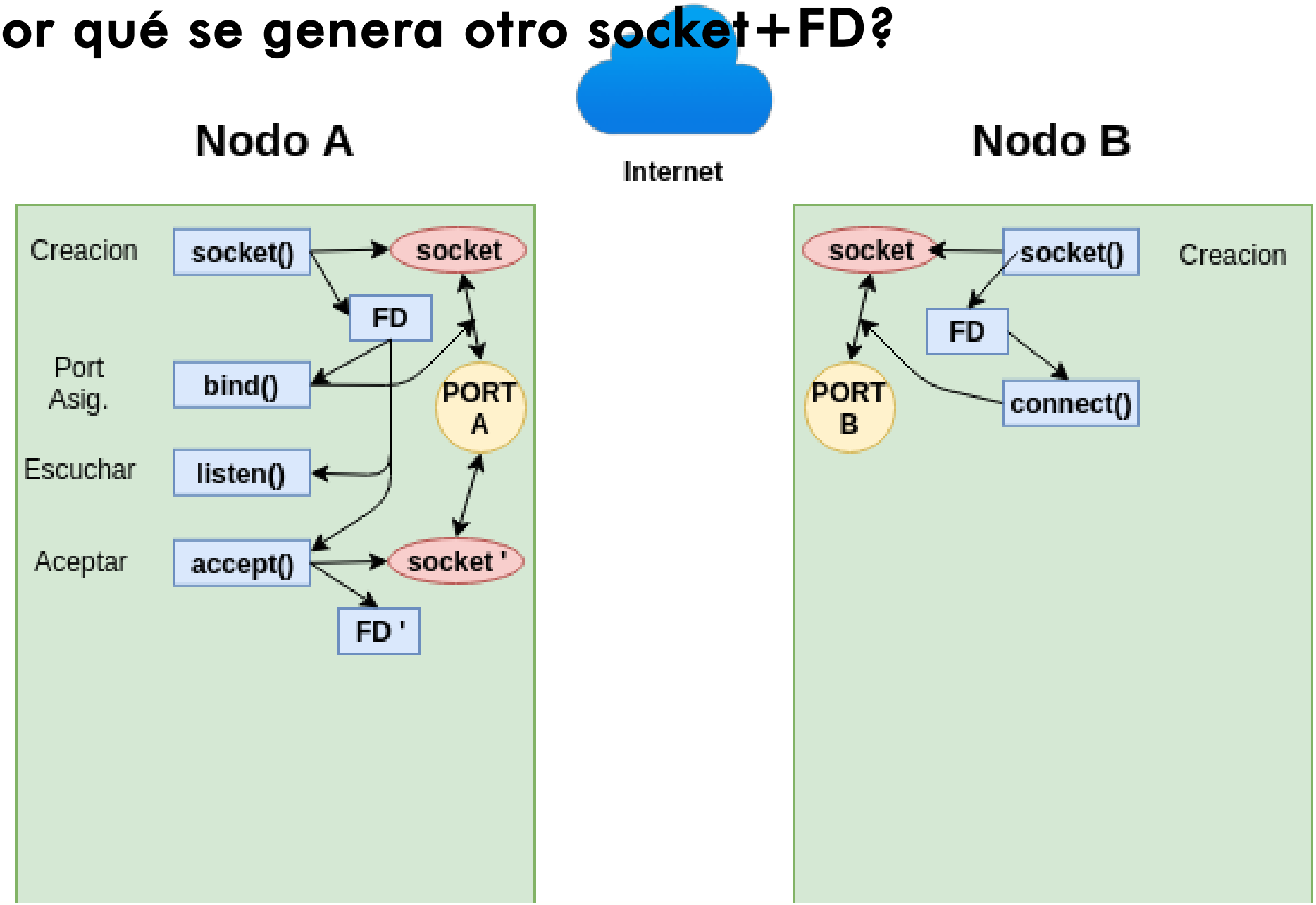
- Extrae la primera conexión de la cola de conexiones pendientes.
- Crea un nuevo socket con el mismo tipo, protocolo y familia de direcciones que el original.
- Crea un FD para el nuevo socket.

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

int accept(int socket,
           struct sockaddr* address,
           socklen_t* address_len);
```

- **socket**: FD generado por socket() (el que está en estado "listening")
- **address**: Acá se escribirán los datos del socket remoto que se conectó (ip y puerto).
- **address_len**: Es un "value-result argument"
  - Se le pasa el size en bytes de la struct anterior.
  - Devuelve el size que se escribió en dicha struct.

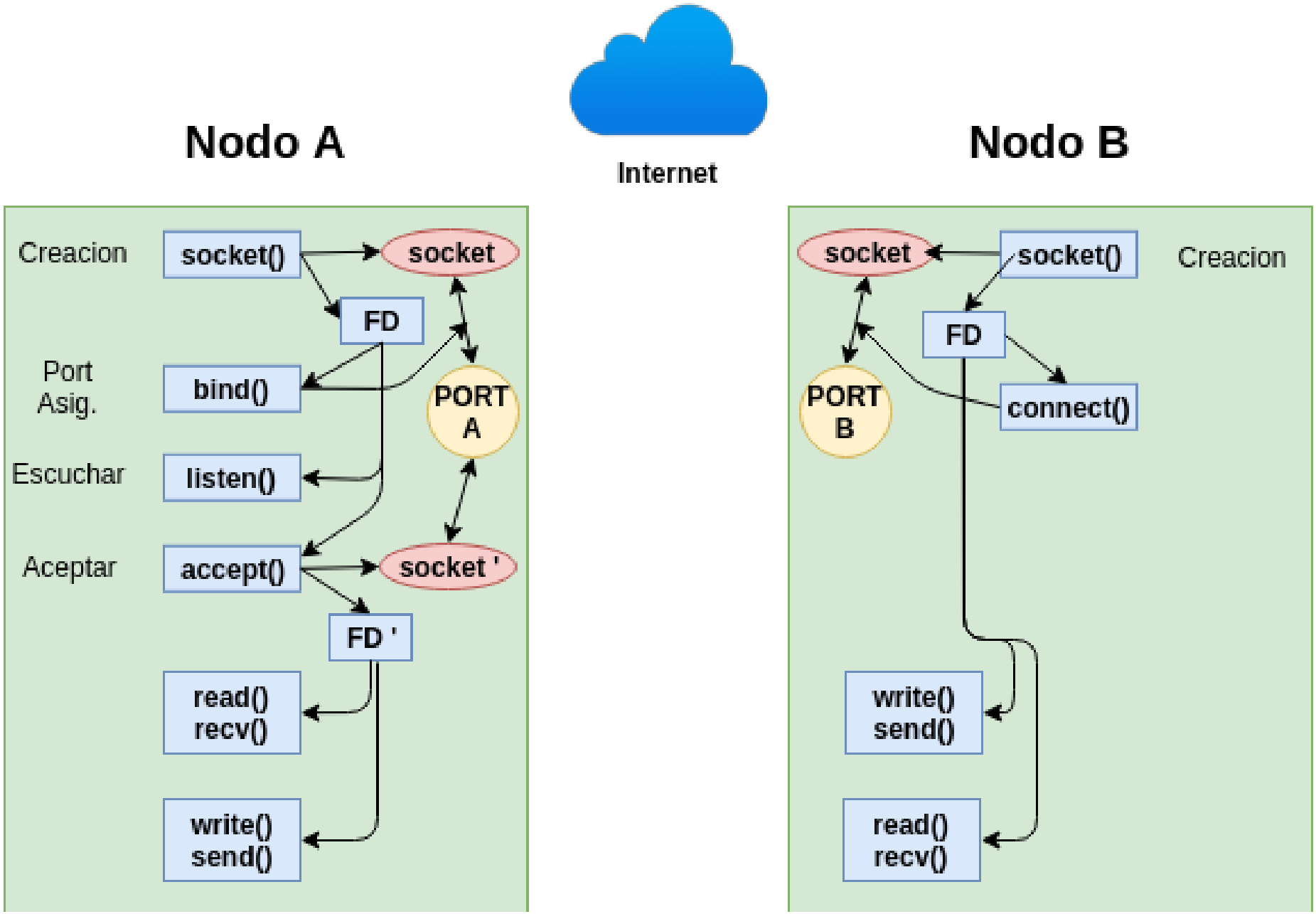
- Devuelve el FD del nuevo socket generado.

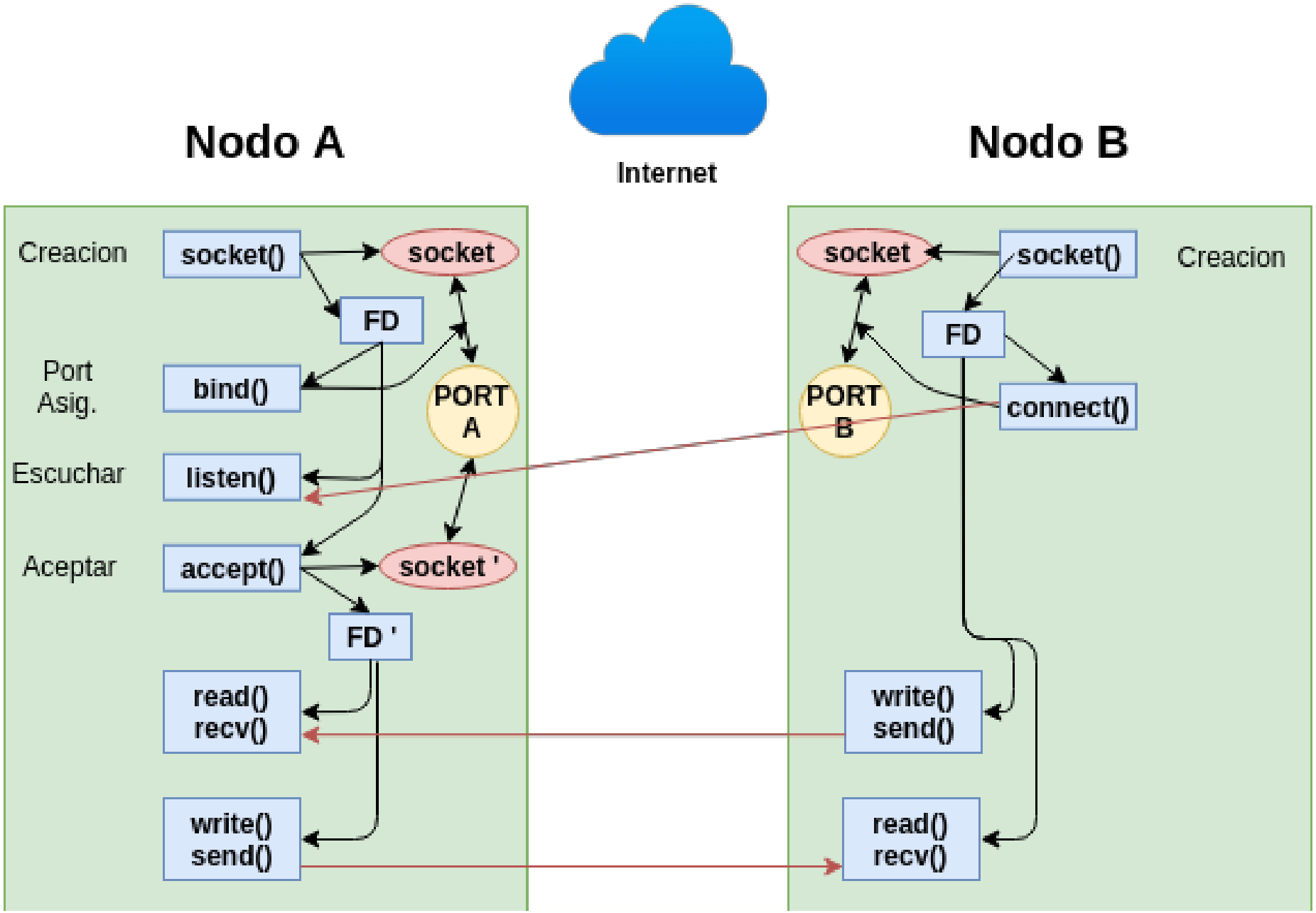
¿Por qué se genera otro socket+FD?



¿Por qué se genera otro socket+FD?

- El socket generado es "activo" no está escuchando conexiones entrantes.
- Se utilizará para enviar y recibir datos mediante el canal establecido
- Cada socket posee 4 datos:
  - IP server
  - Port server
  - IP client
  - Port client
- El socket generado estará "atado" al client que estableció la conexión y permitirá la comunicación con el mismo.


Nodo A
Internet
Nodo B
Creacion
socket()
socket
FD
Port
Asig.
bind()
PORT
A
Escuchar
listen()
Aceptar
accept()
socket '
FD '
read()
recv()
write()
send()
socket
socket()
Creacion
FD
PORT
B
connect()
write()
send()
read()
recv()


Nodo A
Internet
Nodo B
Creacion
socket()
socket
FD
Port Asig.
bind()
PORT A
Escuchar
listen()
Aceptar
accept()
socket '
FD '
read()
recv()
write()
send()
socket
socket()
Creacion
FD
PORT B
connect()
write()
send()
read()
recv()

Ejemplos TCP y UDP

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

ssize_t send(int socket, const void *buffer,
             size_t length, int flags);
```

- **socket**: FD asociado al socket.
- **buffer**: Puntero a array con bytes a transmitir.
- **length**: Cantidad de bytes a transmitir.
- **flags**: Tipo de transmisión (ver documentación)

- Solo enviará el msg si el socket está conectado.
- Devuelve el número de bytes enviados o -1.

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

ssize_t recv(int socket, void *buffer,
             size_t length, int flags);
```

- **socket**: FD asociado al socket.
- **buffer**: Puntero a array con bytes donde quedará el msg recibido.
- **length**: Cantidad de bytes max a recibir.
- **flags**: Define comportamiento (No bloqueante,etc.)

- Solo recibirá el msg si el socket está conectado.
- Devuelve el número de bytes recibidos o -1.

- No orientado a conexión: Usamos **recvfrom** y **sendto**

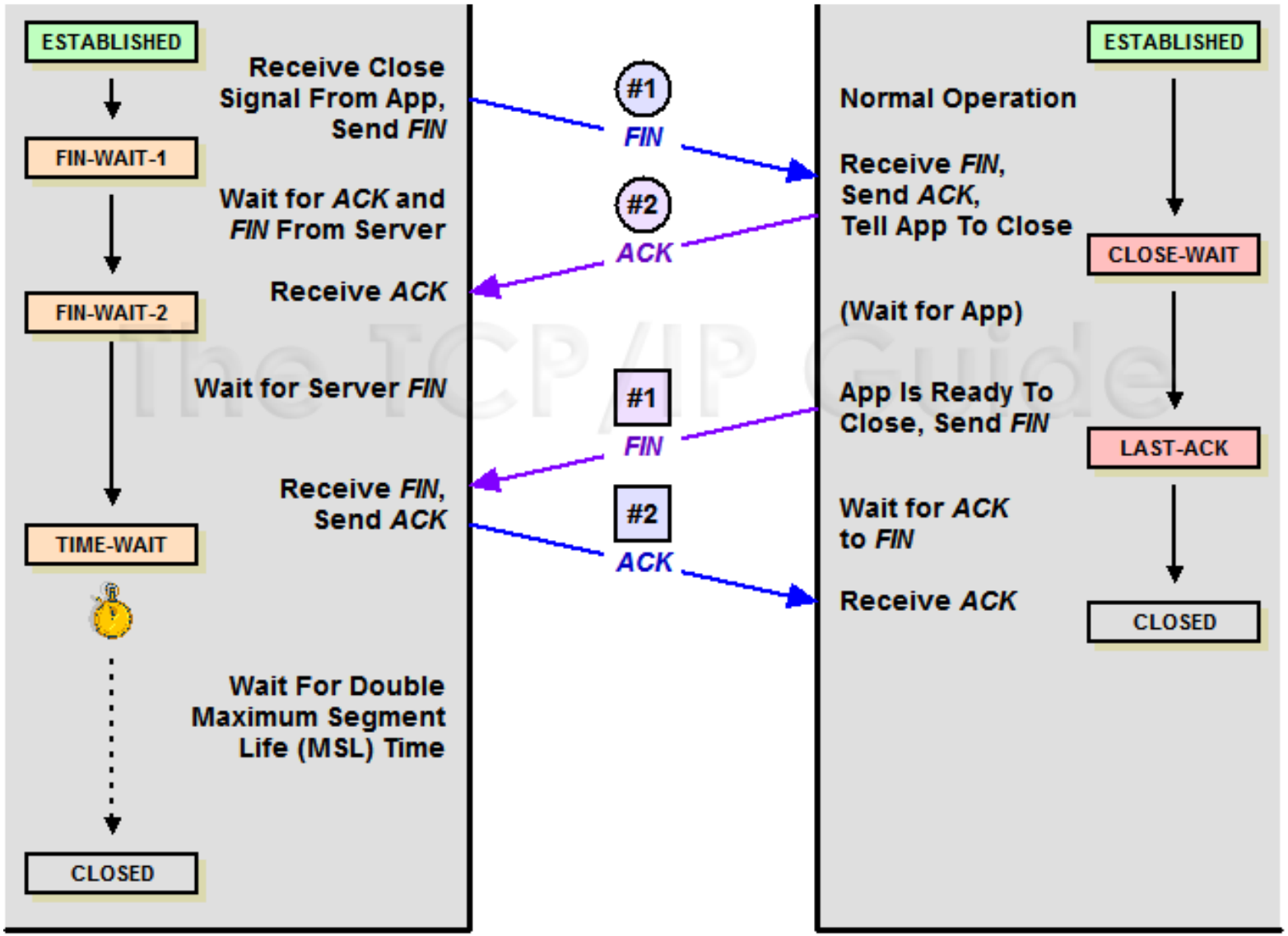
```
#include <sys/socket.h>

ssize_t recvfrom(int socket, void* buffer,
                 size_t length,int flags,
                 struct sockaddr* address,
                 socklen_t* address_len);

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

- Un socket puede cerrarse al ejecutar close() o porque el proceso con el socket asociado terminó.
- Si desde el otro lado de la conexión se ejecuta read() o recv(), se recibirá EOF.
- Si desde el otro lado de la conexión se ejecuta write() o send(), se recibirá la signal SIGPIPE y la syscall devolverá un error (EPIPE). (Esto puede no ocurrir en el 1er envío).
- Deberemos ignorar la signal y analizar el error para determinar cómo proceder en el programa. De lo contrario al recibir la signal el proceso termina.

- Si el proceso server cierra con una conexión establecida, el puerto quedará ocupado para el sistema operativo.
- Al volver a ejecutar el proceso, la syscall bind() dará el error “Puerto en uso”.
- ¿Por qué ocurre esto?

Active close

Passive close



- **Active close:** Acción de cerrar la conexión siendo el que comienza el proceso.
- **Passive close:** A quien le cierran la conexión.

- Supongamos una conexión establecida:
  - 1) El server hace un close del socket (Active close)
  - 2) El server envía FIN al client, quien contesta ACK y queda en estado CLOSE_WAIT.
  - 3) El server queda en estado FIN_WAIT2
  - 4) El cliente hace un close del socket.
  - 5) En cliente envía FIN al server, quien contesta ACK y queda en estado **TIME_WAIT**.
  - 6) El cliente queda en estado CLOSED.

- El estado **TIME_WAIT** puede durar algunos minutos.

- Mientras esté en este estado, bind() dará error de "Puerto ocupado".
- No importa si el proceso termina o no.
- **Conclusion:** Siempre el que hace el active close (el que cierra primero), queda en TIME_WAIT.
- ¿Por qué se necesita TIME_WAIT?

- **¿Por qué se necesita TIME_WAIT?**
  - Permite descartar segmentos retrasados que llegan, que pueden ser de una conexión anterior.
  - Si el último ACK (el del server) no le llega al cliente, el cliente va a reenviar el FIN: Si el server hubiera pasado a CLOSED, en vez de quedarse en TIME_WAIT, el cliente no recibiría el ACK y creería que la conexión terminó con un error en vez de creer que terminó normalmente.

- **¿Cómo evitarlo?**
  - Si el cliente termina primero.
  - Si el cliente hace un envío con la conexión cerrada, enviará un RST. Lo cual quita al server de TIME_WAIT.
  - Setear el flag SO_REUSEADDR en el socket, esto hace que el puerto esté disponible aunque el estado sea TIME_WAIT (no recomendado)

Funciones útiles: htons() y inet_pton()

```
bzero((char *) &serveraddr, sizeof(serveraddr));
serveraddr.sin_family = AF_INET;
serveraddr.sin_port = htons(4096);
inet_pton(AF_INET, "127.0.0.1",
                                &(serveraddr.sin_addr));
```

- **htons():**
  - Recibe el número de puerto y lo devuelve en el formato para el campo sin_port de la struct sockaddr.

- **inet_pton():**
  - Recibe la IP (v4 o v6) en formato texto y la devuelve en el formato para el campo sin_addr de la struct sockaddr.

Funciones útiles: inet_ntop() y ntohs()

```
inet_ntop(AF_INET, &(clientaddr.sin_addr),
                        ipClient, sizeof(ipClient));

int port = ntohs(clientaddr.sin_port);

printf(" desde ip:%s port:%d",ipClient,port);
```

- **inet_ntop():**
  - Nos devuelve en formato texto la IP. (IP v4 o v6)
- **ntohs():**
  - Se le pasa un campo sin_port de una struct sockaddr_in
  - Nos devuelve el número de puerto.

Funciones útiles: getaddrinfo() y freeaddrinfo()

```
struct addrinfo hints;
struct addrinfo* result;

memset(&hints, 0, sizeof(struct addrinfo));
hints.ai_family = AF_INET; // ipv4
hints.ai_socktype = SOCK_STREAM; // tcp
hints.ai_flags = AI_PASSIVE;// Para usar con accept

int r = getaddrinfo(NULL,"4096",&hints,&result);
                                    // NULL para localhost
if (r != 0)
{
   fprintf(stderr,"getaddrinfo:%s",gai_strerror(r));
}
```

- "result" es una lista enlazada. Usamos la 1er posición.

Funciones útiles: getaddrinfo() y freeaddrinfo()

```
if (bind(s, (struct sockaddr*)result->ai_addr,
                          result->ai_addrlen) == -1) {
     close(s);
     perror("listener: bind");
}

freeaddrinfo(result);
```

- "result" es una lista enlazada. Usamos la 1er posición para hacer el bind().
- Los datos de IP y puerto estarán cargados, a partir del hostname y port que le dimos a getaddrinfo().
- Deberemos liberar la lista con freeaddrinfo().

Bibliografía

- Brian “Beej Jorgensen” Hall. (2015). Beej's Guide to Network programming.
- Michael Kerrisk. (2010).The Linux programming interface. No Starch Press, Inc.
- The Open Group Base Specifications Issue 7, 2018 edition http://pubs.opengroup.org/onlinepubs/9699919799

- TCP Guide, http://www.tcpipguide.com

- Alejandro Furfaro (2016). Presentación Internetworking.