

Sockets TCP

3.3.3.4 TCP (Transmission Control Protocol)

És un protocol orientat a connexió, és un protocol més sofisticat i complex que l'UDP pensat per a la intercomunicació entre dos interlocutors. Això significa que dos processos que es vulguen comunicar entre sí, requeriran abans establir una connexió.

És important destacar que afegeix mecanismes de control sobre el nivell inferior (el protocol IP) que li confereixen una capa de seguretat addicional. És per això pel que el protocol TCP tot i que és més lent que el protocol UDP, és l'escollit per aplicacions que requereixen una fiabilitat en la transmissió de les dades.

Els paquets de dades enviats per TCP s'anomenen **segments** i es transmeten en forma de seqüència de bytes.

La característica que el defineix i diferencia respecte a UDP és la gestió de la transmissió, la qual implica:

- Realitzar un control d'errors de la informació enviada de forma que descarta els segments erronis que puguin haver quedat corromputs o duplicats.
- Gestionar la retransmissió dels paquets de dades que no han arribat o han arribat en errades forçant el reenviament.
- Garantitzar l'arribada dels segments ordenada, conforme s'han enviat.
- Permetre la comunicació en els dos sentits, és bidireccional, és a dir, és **full-duplex**.

Amb el control anterior, es garanteix que qualsevol segment de dades enviat, serà rebut a l'altre extrem de la connexió en l'ordre correcte i lliure de qualsevol error. En eixe sentit, per tal d'assegurar la fiabilitat de les dades, el protocol estableix que per cada segment enviat des d'un o altre dispositiu, el receptor contestarà amb un senyal especial de reconeixement (flag **ACK**) que indique a l'emissor que les dades del segment han arribat amb èxit. El senyal de reconeixement inclou un valor que identifica la porció de bytes rebuda en segments fent servir el valor del comptador de bytes.

D'aquesta manera emissor i receptor poden anar interpretant si la transmissió va tenint èxit, o si cal fer un nou reenviament d'algun segment, perquè no s'ha rebut el seu senyal de reconeixement (pèrdua parcial d'alguns segments) o perquè s'ha rebut un reconeixement amb un identificador repetit ('arribada corrupta de dades).

En qualsevol cas, és el propi protocol el qui s'encarrega de la gestió dels segments alliberant a l'usuari d'aquesta tasca.

El protocol TCP manté un diàleg permanent entre l'emissor i el receptor, en el qual ambdós extrems s'informen d'allò que van enviant i rebent. La connexió s'inicia amb una petició de connexió i es manté oberta (ambdós dispositius s'escolten mútuament) fins que un dels dos envia un senyal per finalitzar la connexió.

SEGMENT

Per a fer un enviament a TCP, cal adjuntar a les dades una **capçalera TCP**.

Tota capçalera TCP cal que incloga, entre altres:

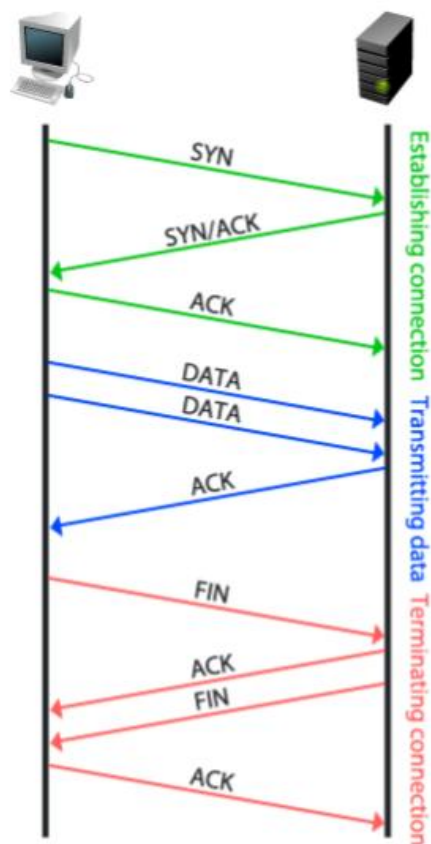
- **Port origen** del segment (2 bytes).
- **Port destí** del segment (2 bytes).
- **Comptador dades enviades** (4 bytes), serveix per a identificar el número de segment enviat i per tant l'ordenació dels diferents segments.
- **Comptador dades rebudes** (4 bytes), serveix per a confirmar la correcta arribada de les dades del segment anteriorment enviat.
- **Longitud capçalera** del segment, només la capçalera, la longitud de les dades es pot determinar usant l'identificador/comptador de dades enviades. .
- **Control**, permet donar informació extra de les dades de la capçalera (*flags* que regulen la comunicació) o de l'estat de la transmissió.
- **Checksum** de la capçalera (2bytes), és un valor de comprovació per a realitzar la verificació de la coherència de la capçalera.

Port origen		Port destí	
Comptador – identificador de dades enviades			
Comptador – identificador de dades rebudes			
longitud capçalera	reservat	Control	Quantitat bytes màxima permesa sense el reconeixement rebut
checksum			Identificació de dades urgents
Valors opcionals			
Dades			

Amb el detall de la capçalera, i centrant-nos en el camp de Control, s'està en condicions d'explicar el funcionament d'una connexió TCP.

L'establiment d'una connexió TCP entre l'emissor i el receptor consisteix en:

- Un procés receptor que es quede escoltant sol·licituds de connexió en un sòcol TCP lligat a un port X concret,
- Un procés emissor distint, inicia envia la sol·licitud de connexió (segment amb el flag **SYN** al camp de Control) a eixe port concret X des d'un port temporal Y.
- Quan el procés receptor reb la sol·licitud, l'accepta reservant un port temporal Z per a la comunicació amb el procés emissor i enviant-li un segment amb els flags **SYN** (enviament de petició de connexió en sentit contrari) i **ACK** (confirmació de la recepció de la petició de connexió de l'emissor) al camp de Control indicant-li el nou port de connexió Z per a la connexió.
- Amb l'enviament d'un tercer segment del procés emissor amb el flag **ACK** (confirmació de la recepció de la petició de connexió del receptor) al camp de Control queda establida la connexió entre el port temporal del procés emissor X i el port temporal Z del procés receptor.
- Aquesta connexió o diàleg, quedarà obert fins que algun dels dos extrems decidisca tancar comunicació amb l'enviament del flag **FIN** al camp de Control del segment. Així l'altre extrem, en rebre el flag, sabrà que cal tancar connexió.



Amb el diàleg comentat anteriorment, s'estableix una connexió bidireccional perquè **s'estableix dos canals de comunicació en cada connexió**, cada un en un sentit diferent. És a dir, es manté un canal de transmissió des del dispositiu A al dispositiu B independentment del canal de transmissió que vaja del dispositiu B al dispositiu A. En la pràctica això implica que cada dispositiu manté un registre del qual envia i rep de forma independent.

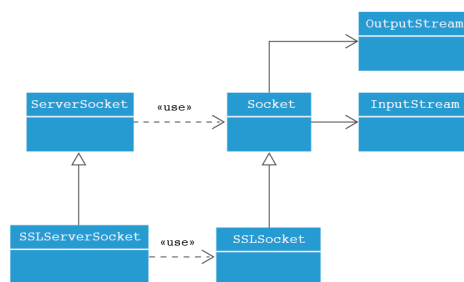
CLASSES JAVA PER A SÒCOLS TCP

Els sòcols orientats a connexió fan servir el protocol TCP.

Com s'ha dit amb anterioritat, el protocol TCP defineix que abans de començar la transmissió de dades cal fer una petició de connexió que l'altra part haurà d'acceptar. Una vegada acceptada la connexió, en ambdós costats es reservarà un port de xarxa exclusivament per a la transmissió de dades en qualsevol dels dos sentits. Recordeu que TCP és un protocol que defineix una comunicació full-duplex exclusiva entre dos dispositius.

El llenguatge Java té una manera pròpia d'implementar aquestes característiques. Dels dos dispositius a posar en contacte, un d'ells farà el paper de **servidor** esperant la demanda d'algun dispositiu, que jugarà el paper de **client**.

Les classes implicades poden veure's a aquesta jerarquia de classes:



ServerSocket realitza el procés d'establiment de la connexió a l'estar escoltant fins que un client faça una petició que gestionarà amb els mètodes.

Socket representa un extrem de la comunicació, s'usa una vegada ja s'ha establert la connexió per a l'enviament o recepció de dades.

SSLServerSocket i **SSLSocket** ofereixen la mateixa funcionalitat que **ServerSocket** i **Socket** respectivament però estan especialitzades en transmetre de forma segura usant un protocol de seguretat anomenat SSL.

ServerSocket (API)

Aquesta classe és emprada només per aquella aplicació que vaja a desenvolupar el rol de servidor a la comunicació, és a dir, es crearà una única instància de la classe **ServerSocket** específicament per atendre peticions de clients a un determinat port que caldrà especificar.

El mètode més important de la classe és el mètode **accept()**, el qual fa que el programa quedi a l'espera de peticions, quan es reba una petició, s'acceptarà la connexió i generarà una instància de tipus Socket per mantenir la comunicació full-duplex i que correspon al valor retornat pel mètode. La creació d'instància del Socket a la banda del servidor es troba automatitzat i s'obté com a retorn del mètode **accept**.

Amb el Socket retornat pel mètode, queda establida la comunicació amb el client des d'aquest nou port fins que es finalitzi la comunicació.

Mètodes de ServerSocket	Descripció
ServerSocket() ServerSocket(int port) ServerSocket(int port, int backlog) ServerSocket(int port, int backlog, InetAddress bindAddr)	Constructors de ServerSocket. Si no s'especifica un port, caldrà definir-lo més endavant amb el mètode bind() Si no s'indica una IP, es vincula a totes les interfícies actives. El sencer backlog correspon al tamany màxim de la cua de peticions de connexió de clients pendents de ser ateses.
Socket accept()	Acció de quedar a l'espera d'una petició de connexió d'un client. Una vegada rebuda, es acceptada retornant un nou Socket creat específicament per a la comunicació amb el client.
void bind(SocketAddress endpoint) void bind(SocketAddress endpoint, int backlog)	Associa el ServerSocket a un SocketAddress (IP i port) on escoltar peticions.
void close()	Tanca el ServerSocket.

SOCKET (API)

La classe Socket representa un extrem de la comunicació TCP, el qual requereix l'especificació de l'adreça i el port amb el que caldrà comunicar-se i disposa de mètodes per a l'enviament i recepció de dades. Cada extrem de la comunicació necessita d'una instància de la classe Socket.

El detall de la classe Socket pot veure's al següent quadre resum:

Mètodes de Socket	Descripció
Socket() Socket(String host, int port) Socket(InetAddress address,	Constructors de Socket. Si no s'especifica un port, caldrà definir-lo més endavant amb el mètode bind() Si

Mètodes de Socket	Descripció
int port)	no s'indica una IP, es vincula a totes les interfícies actives.
InputStream getInputStream()	Retorna el InputStream associat al sòcol, des d'aquest es pot rebre informació enviada des de l'altre extrem de la comunicació.
OutputStream getOutputStream()	Retorna el OutputStream associat al sòcol, des d'aquest es pot enviar informació cap a l'altre extrem de la comunicació.
boolean isInputShutdown()	Retorna si el flux d'entrada continua obert.
boolean isOutputShutdown()	Retorna si el flux d'eixida continua obert.
void shutdownInput()	Envia el senyal de finalització de la connexió per al flux d'entrada.
void shutdownOutput()	Envia el senyal de finalització de la connexió per al flux d'eixida.
void bind(SocketAddress bindpoint)	Associa el Socket a un SocketAddress (IP i port).
InetAddress getLocalAddress()	Retorna l'adreça IP local per al sòcol.
InetAddress getInetAddress()	Retorna l'adreça IP remota per al sòcol.
void close()	Tanca el Socket.

Per a la transmissió de dades es fa servir el concepte de **flux de dades**. Es considera que les dades flueixen de forma contínua i seqüencial des de l'origen fins al destí.

Els objectes de la classe Socket contenen associats dos fluxos de dades. A través d'un d'ells es rebran les dades (flux d'entrada) i a través de l'altre s'enviaran (flux d'eixida). En aplicacions client servidor, el flux d'eixida del servidor equival al flux d'entrada del client i el flux d'entrada del servidor coincidirà amb el d'eixida del client.

Aquestos fluxos bidireccionals es poden obtenir amb els mètodes:

- **getInputStream()**, invocat per retornar el flux d'entrada del Socket i poder rebre dades.
- **getOutputStream()**, invocat per retornar el flux d'eixida del Socket i poder enviar dades.

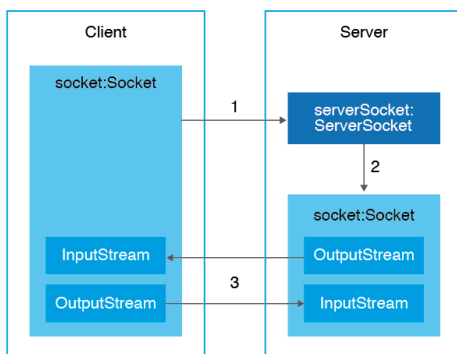
S'usaran els mètodes propis del fluxos per enviar o rebre dades a través d'ells. L'enviament a través del flux de sortida d'un dels sòcols implicarà la recepció de les mateixes dades enviades a través del flux d'entrada de l'altre sòcol.

PROGRAMACIÓ D'APLICACIONS CLIENT I SERVIDOR EN TCP

Amb tot el comentat anteriorment, ja s'està en disposició de veure el procediment de comunicació entre dos dispositius usant TCP.

Com s'ha vist i es pot deduir, la comunicació entre els dos dispositius no és exactament igual, un dels dos caldrà que desenvolupi el rol de Servidor (aquell que espera una petició TCP) i l'altre adopte el rol de Client (aquell que inicia la comunicació amb una petició TCP).

De forma esquemàtica, el procediment seguit per connectar un client TCP amb un servidor TCP de Java, es pot resumir al següent gràfic:



Els passos del gràfic son:

1. El Client crea un sòcol per demanar connectar-se a l'adreça en la qual es troba el servidor i al port on escolta una instància de `ServerSocket` del servidor.
2. El `ServerSocket` accepta la connexió i crea un sòcol a la part del servidor amb dos canals, un d'entrada i un de sortida.
3. L' `InputStream` (flux d'entrada) del sòcol de la part client es troba connectat a l' `OutputStream` (flux de sortida) del sòcol de la part servidor i el seu flux d'entrada connecta amb el flux de sortida del sòcol del client.

D'aquesta manera és possible la comunicació en ambdues direccions amb la qualitat exigida pel protocol TCP.

1. En finalitzar la comunicació cal tancar els sòcols en ambdós costats.

De forma més global, qualsevol aplicació TCP, inclou part servidora i part client, seguirà el següent cicle de vida:

A continuació es planteja un exemple que il·lustra una comunicació TCP.



Exemple 3.5:



Activitat Proposada 3.6

