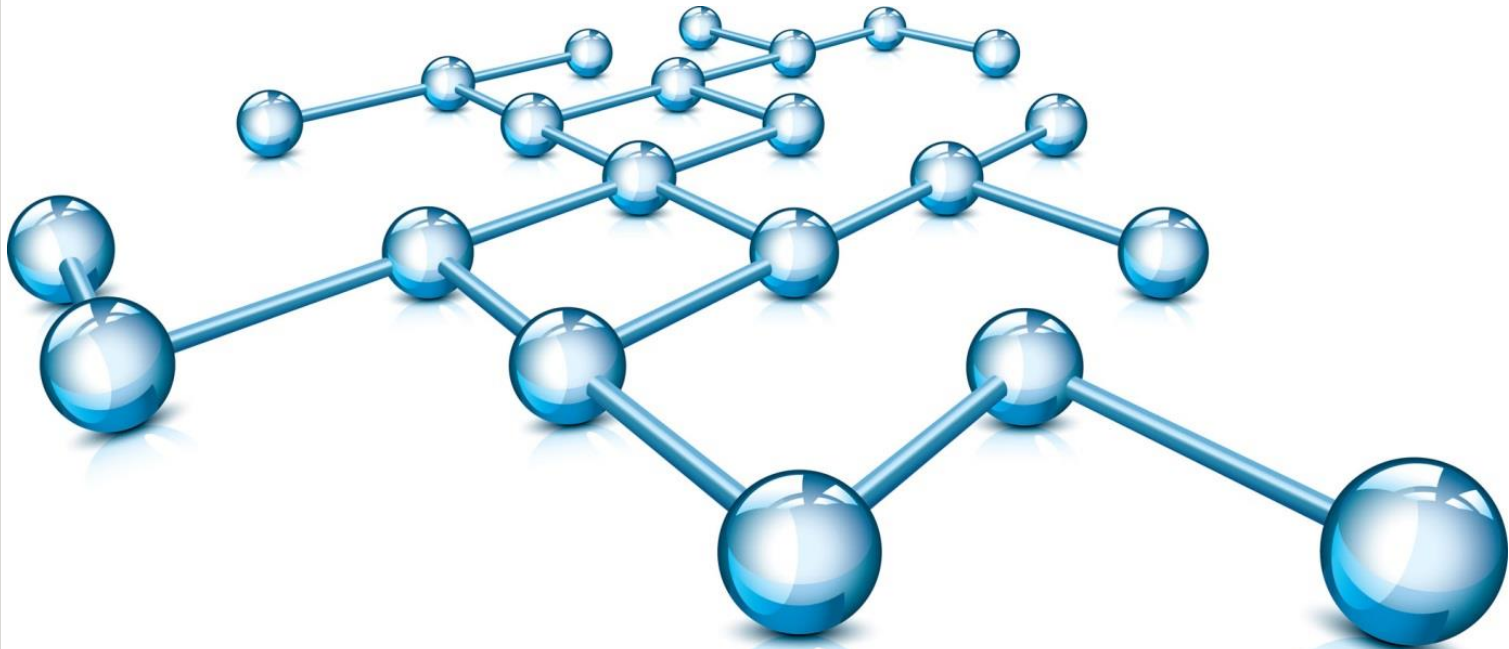


Comunicación entre Procesos

Profesor:

Dr. J. Octavio Gutiérrez García

octavio.gutierrez@itam.mx



Comunicación entre Procesos

Aplicaciones, Servicios

Invocación remota, comunicación indirecta

Primitivas subyacentes de comunicación entre procesos:
Sockets, paso de mensajes, empaquetado y
representación de datos.

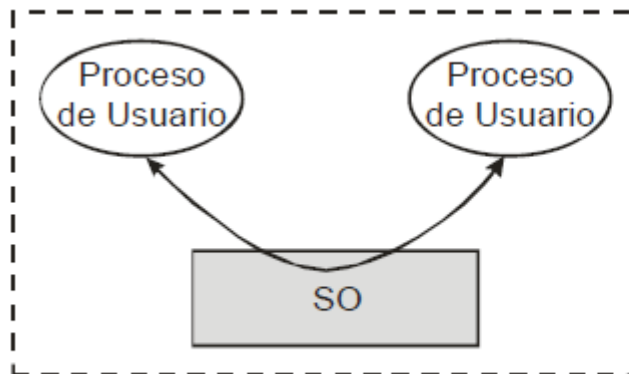
UDP y TCP

Comunicación entre Procesos: Primitivas

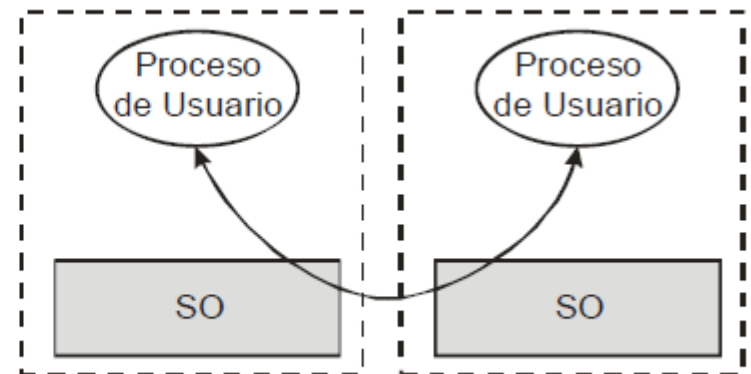


Emisor:
`send(destino, mensaje)`

Receptor:
`receive(origen, mensaje)`



Un computador



Dos computadores

Clasificación de la comunicación

Síncrona

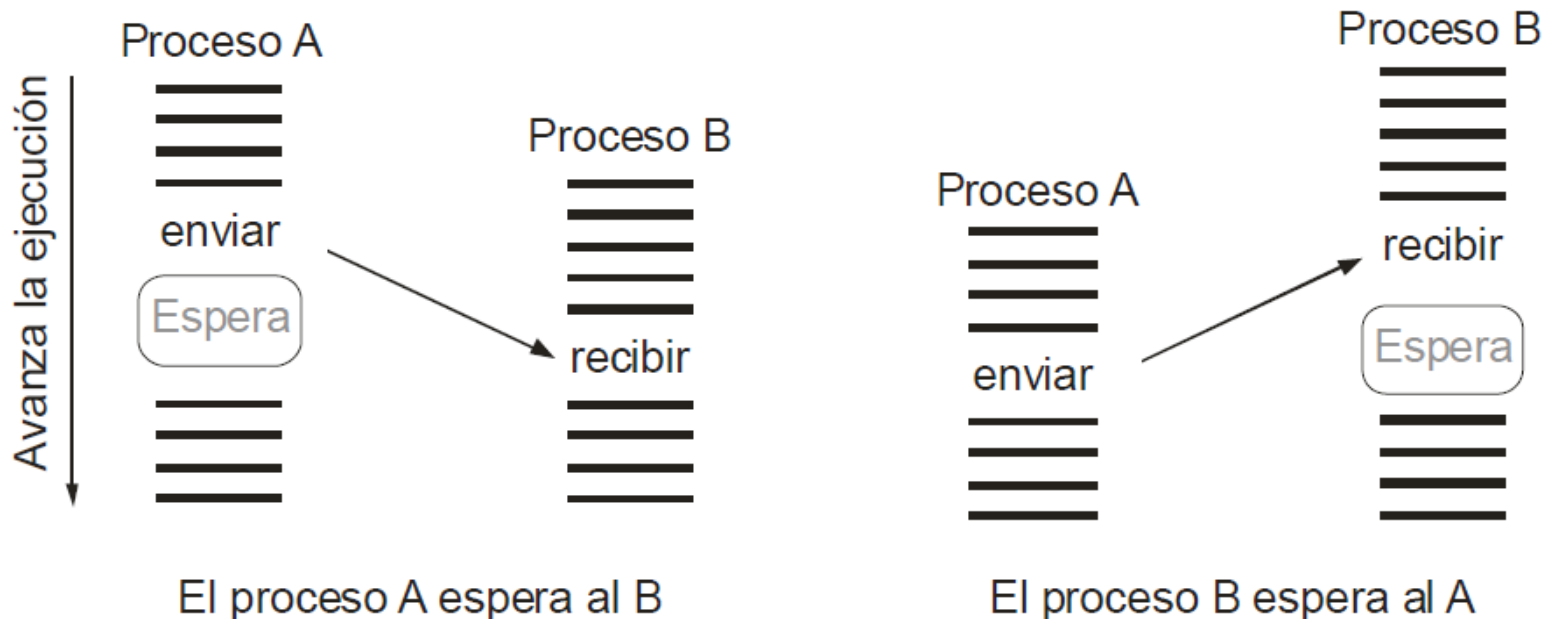


Asíncrona



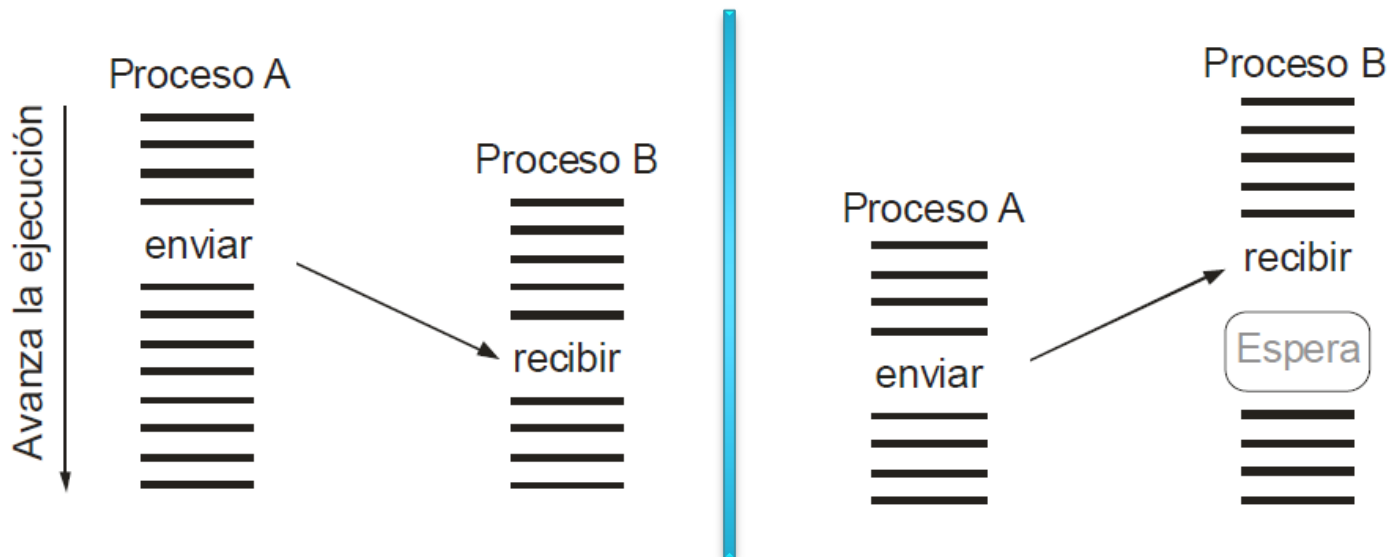
Clasificación de la comunicación

- Síncrona (**bloqueante**)
 - Enviar() y Recibir() son operaciones de bloqueo



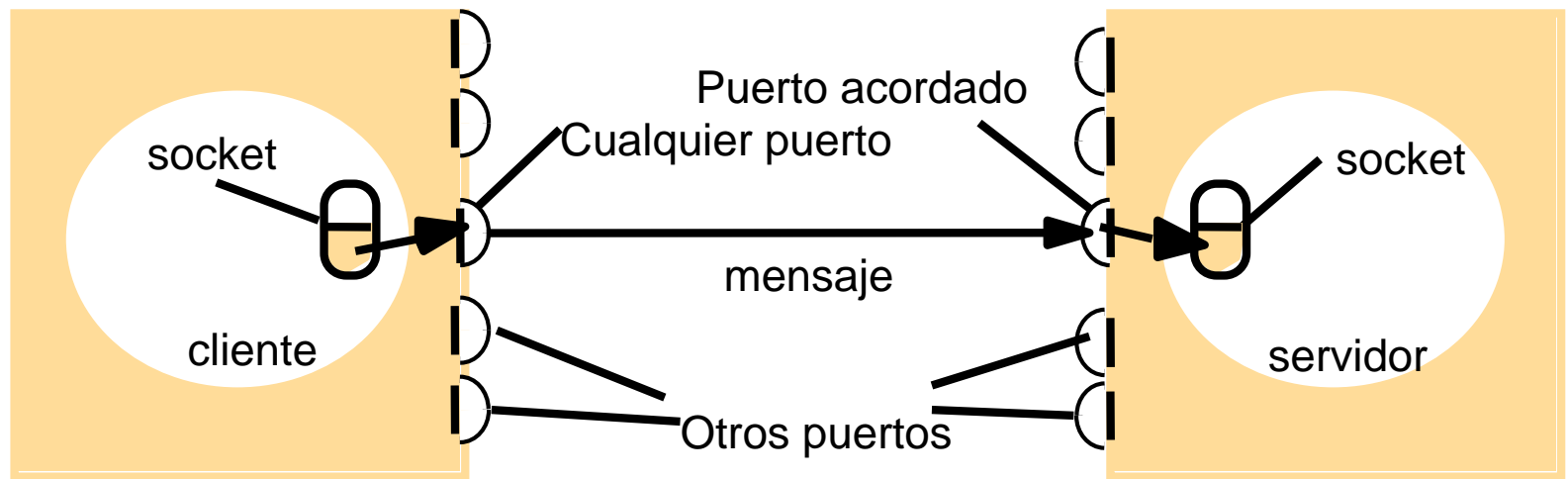
Clasificación de la comunicación

- Asíncrona (**No bloqueante**)
 - Enviar() es no bloqueante
 - Recibir() puede ser bloqueante o no bloqueante.



Sockets

- Tanto UDP como TCP utilizan la abstracción de Sockets.



Dirección IP = 138.37.94.248

Dirección IP = 138.37.88.249



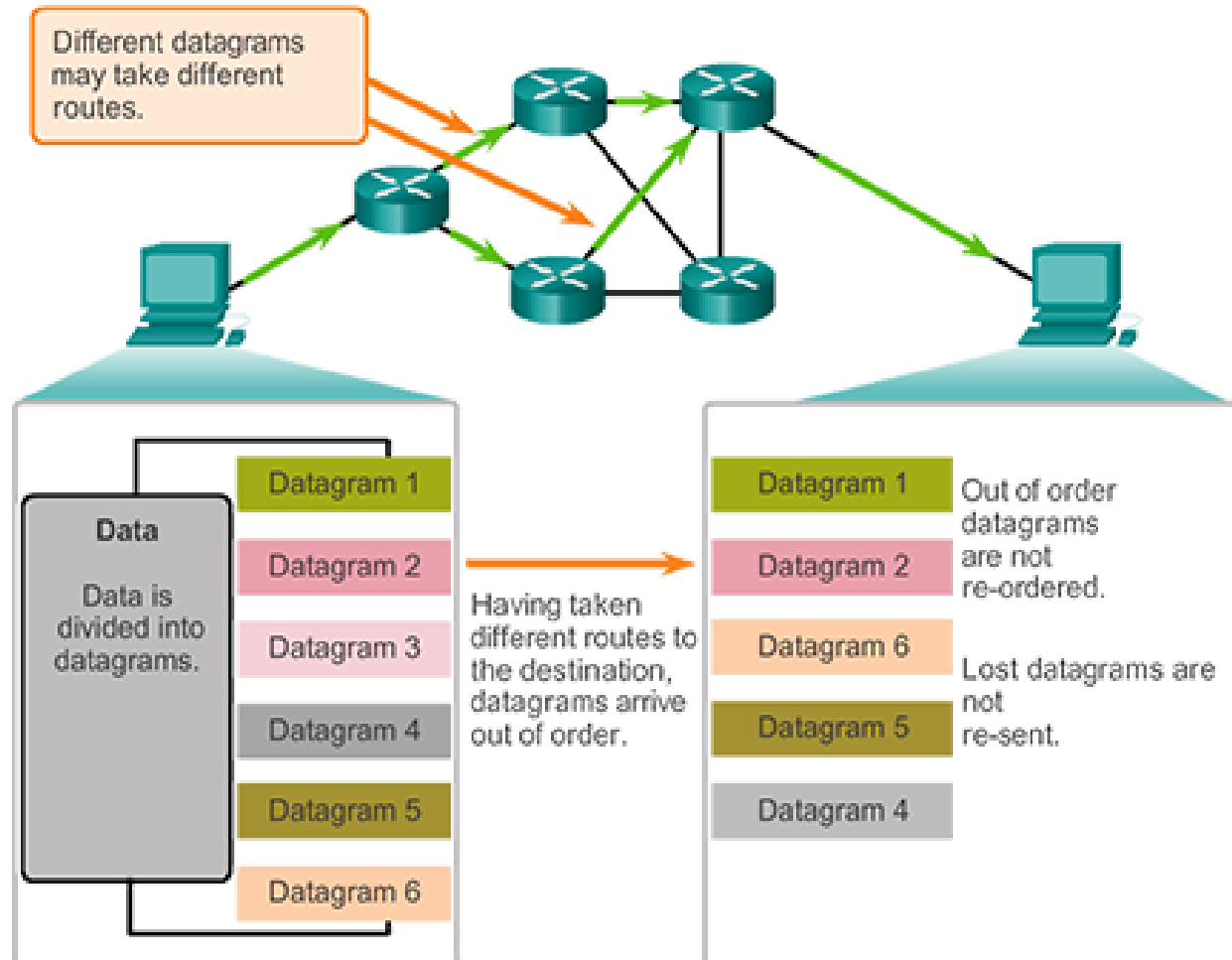
Puertos

- Reservados
 - Puertos ≤ 1023
- Registrados - ICANN
 - $1024 \leq \text{Puertos} \leq 49151$
- Libres
 - $49152 \leq \text{Puertos} \leq 65535$



User Datagram Protocol (UDP)

UDP: Connectionless and Unreliable



Comunicación de datagramas UDP

- Cuestiones importantes para la comunicación de datagramas usando Sockets:
 - El proceso de **recepción** debe de **especificar un arreglo de bytes** (de un tamaño en particular) en el cual se recibirá el mensaje (≤ 8 Kb)



Comunicación UDP en Java

- **Librerías**

- `java.net.*;`
- `java.io.*;`

- **Classes**

- DatagramSocket(serverPort)
- DatagramPacket(m, m.length, aHost, serverPort) // envío
- DatagramPacket(buffer, buffer.length) // recepción
- InetAddress



Comunicación de datagramas UDP

- Cuestiones importantes para la comunicación de datagramas usando Sockets:
 - **Bloqueo**
 - Enviar() no bloqueante
 - Recibir() bloqueante – opción otro Hilo.
 - Se puede definir un tiempo límite de espera (Timeouts)



Comunicación de streams (flujos) TCP

- Orientado a conexión.
- La abstracción de streams oculta las siguientes características de la red:
 - La aplicación puede elegir la cantidad de datos que quiere escribir o leer del stream
 - Los mensajes perdidos son detectados vía acuse de recibo y son reenviados.

Comunicación de streams (flujos) TCP

- La abstracción de streams oculta las siguientes características de la red:
 - Control de flujo. TPC **ajusta las velocidades** de los procesos que leen y escriben en un stream.
 - **Duplicación** de mensajes y **ordenamiento** es controlado vía identificadores incrustados en los mensajes.
 - Destino de los mensajes. Los procesos establecen una **conexión** para comunicarse mediante un **stream**.

Comunicación TCP en Java

- **Librerías**

- `java.net.*;`
- `java.io.*;`

- **Clases**

- `Thread`
- `ServerSocket(serverPort)`
- `Socket`
- `Connection(Socket)`
- `DataInputStream`
- `DataOutputStream`



Comunicación de streams (flujos) TCP

- Cuestiones importantes para la comunicación de streams TCP
 - **Concordancia** de elementos de datos **escritos** y **leídos** del stream.

Comunicación de streams (flujos) TCP

- Cuestiones importantes para la comunicación de streams TCP
 - Bloqueo. **Datos escritos** en el stream se quedan en una **cola** en el Socket destino.
 - Cuando un proceso intenta leer, obtiene datos de la cola, si **no hay datos se bloquea** hasta que haya datos.
 - El proceso que **escribe puede ser bloqueado** (por el mecanismo de control del TCP) si el socket del otro lado tiene **llena la cola de entrada**.

Comunicación de streams (flujos) TCP

- Cuestiones importantes para la comunicación de streams TCP
 - Los servidores crean **hilos** por cada **cliente**.



Comunicación de streams (flujos) TCP

- Práctica de Laboratorio
 - Consulta un servidor agenda vía Sockets TCP
 - Recibe número id de persona
 - Si el id es válido
 - Busca en AddressBook
 - Regresa el nombre de la persona
 - Si no
 - Se apaga
 - Medir tiempo de respuesta promedio y desviación estándar para **n** clientes y **m** solicitudes por cliente
 - ¿Cuántos clientes soporta?



```
long startTime = System.currentTimeMillis();
```

```
// ... instrucciones ...
```

```
long spentTime = System.currentTimeMillis() - startTime;
```



Comunicación de streams (flujos) TCP

- Práctica de Laboratorio

Código en el servidor:

```
addressBook = new AddressBook();  
addressBook.getRecord(key).getName()
```



- ▼ mx.itam.packages.tcpsockets_lab
 - ▼ client
 - ClientThread
 - Launcher
 - TCPClient
 - ▼ server
 - AddressBook
 - Person
 - ▼ TCPServer.java
 - Connection
 - TCPServer

Clave enviada
por el cliente
al servidor

El servidor regresa el
nombre correspondiente
a la clave

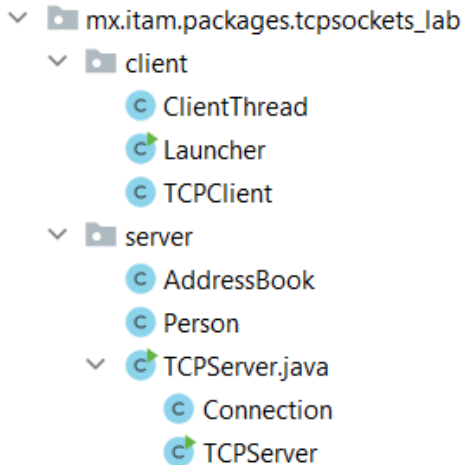


Comunicación de streams (flujos)

TCP

- Implementar lanzador de clientes

Instanciar **n** hilos usando un ciclo



```
public class Launcher {
```

```
    public static void main (String args[]) {  
        ClientThread clientThread = new ClientThread();  
        clientThread.start();  
    }
```

```
}
```

```
class ClientThread extends Thread {
```

```
    public ClientThread () {  
    }  
    public void run(){  
    }  
}
```

Debe Instanciar a TCPClient



Código adicional

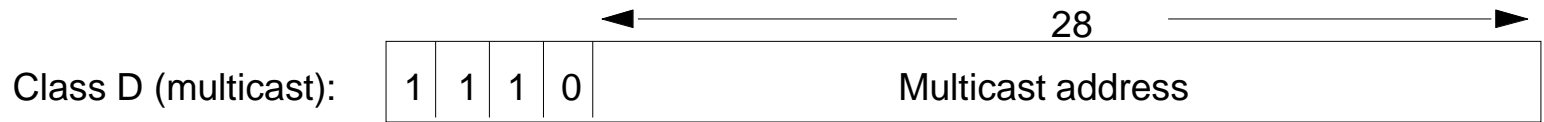
```
private double stdDev(long[] list){  
    double sum = 0.0;  
    double num = 0.0;  
  
    for (int i=0; i < list.length; i++)  
        sum+=list[i];  
  
    double mean = sum / list.length;  
  
    for (int i = 0; i < list.length; i++)  
        num += Math.pow((list[i] - mean), 2);  
  
    return Math.sqrt(num / list.length);  
}
```

Comunicación Multicast

- **Comunicación en grupo**, de un proceso a un grupo de procesos
- Utilidad:
 - **Tolerancia a fallos** en servicios replicados
 - Descubrimiento de servicios
 - **Mejor rendimiento** a través de datos replicados
 - Propagación de **notificaciones**

Multicast IP

- Grupo multicast - > dirección multicast



De 224.0.0.0 a 239.255.255.255

- Grupos son **dinámicos**

Multicast IP

- Sólo disponible vía UDP
- Una computadora se une a un grupo multicast cuando uno o más de sus procesos tiene sockets que pertenecen al grupo.
- Time to live (TTL). Número de routers que el mensaje puede pasar (0..255)
- Internet Assigned Numbers Authority (IANA)

Multicast IP

- **Librerías**

- `java.io.IOException`
- `java.net.DatagramPacket`
- `java.net.InetAddress`
- `java.net.MulticastSocket`
- `java.net.SocketException`

- **Clases**

- `InetAddress`
- `DatagramPacket(buffer, buffer.length) // recibir`
- `DatagramPacket(buffer, buffer.length, group, 6789) // enviar`
- `MulticastSocket`
 - `joinGroup`
 - `receive`
 - `send`
 - `leaveGroup`

Multicast IP

- **Práctica de Laboratorio**

- Servidor “reloj”

- Envía mensajes multicast a clientes conteniendo la hora actual.
- Siempre está en ejecución

- Cliente

- Se inscribe al grupo multicast del “reloj” para actualizar su hora.
- Recibe la actualización y termina su ejecución.

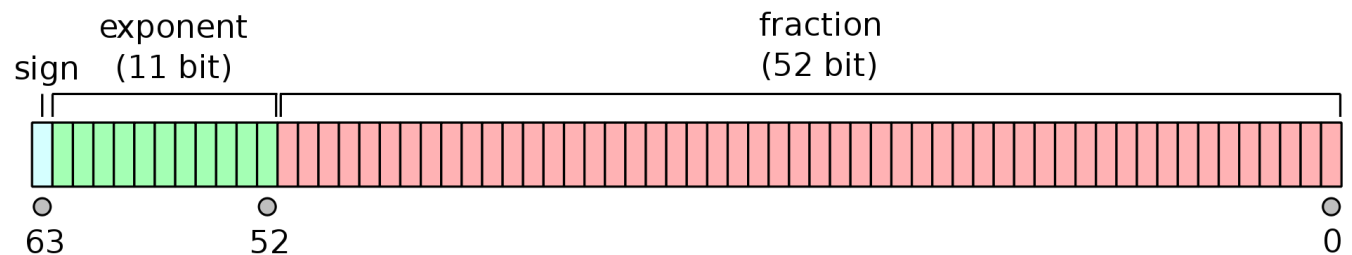
- **Tips**

- `String currentDate = (new Date()).toString();`
- `byte [] m = currentDate.getBytes();`
- `Thread.sleep(2000);`



Representación externa de datos

- **Datos** en programas están en **estructuras de datos**.
- Transmisión y Recepción: Conversión a **secuencia de bytes**
- Diferentes dispositivos, **diferentes formas** de almacenar datos, ejemplo: números de punto flotante.



Representación externa de datos

- Mecanismos para intercambiar datos entre computadoras de cualquier tipo.
- 1 Utilizar una **representación externa de datos** para su transmisión.
 - 2 Transmitir los datos en el **formato del emisor** e **indicar** que **formato** se utilizó.

Empaquetamiento

- Proceso que toma una **colección** de elementos de **datos** y los **ensambla** de un modo adecuado para su **transmisión**.



Representación externa de datos

- **Representación común de datos de CORBA**
(Common Object Request Broker Architecture)
- Serialización de objetos en Java
- XML (Extensible Markup Language)
- Json (JavaScript Object Notation)

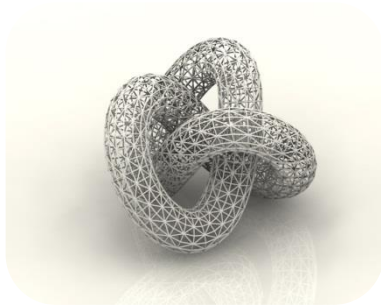


Representación común de datos de CORBA



- **Tipos primitivos**

- short, long, unsigned short, unsigned long, float, double, char, boolean, octet, any.



- **Tipos compuestos**

- String, array, struct, enumerated, union, sequence

Representación común de datos de CORBA

struct Person con valor: {'Smith', 'London', 1984}

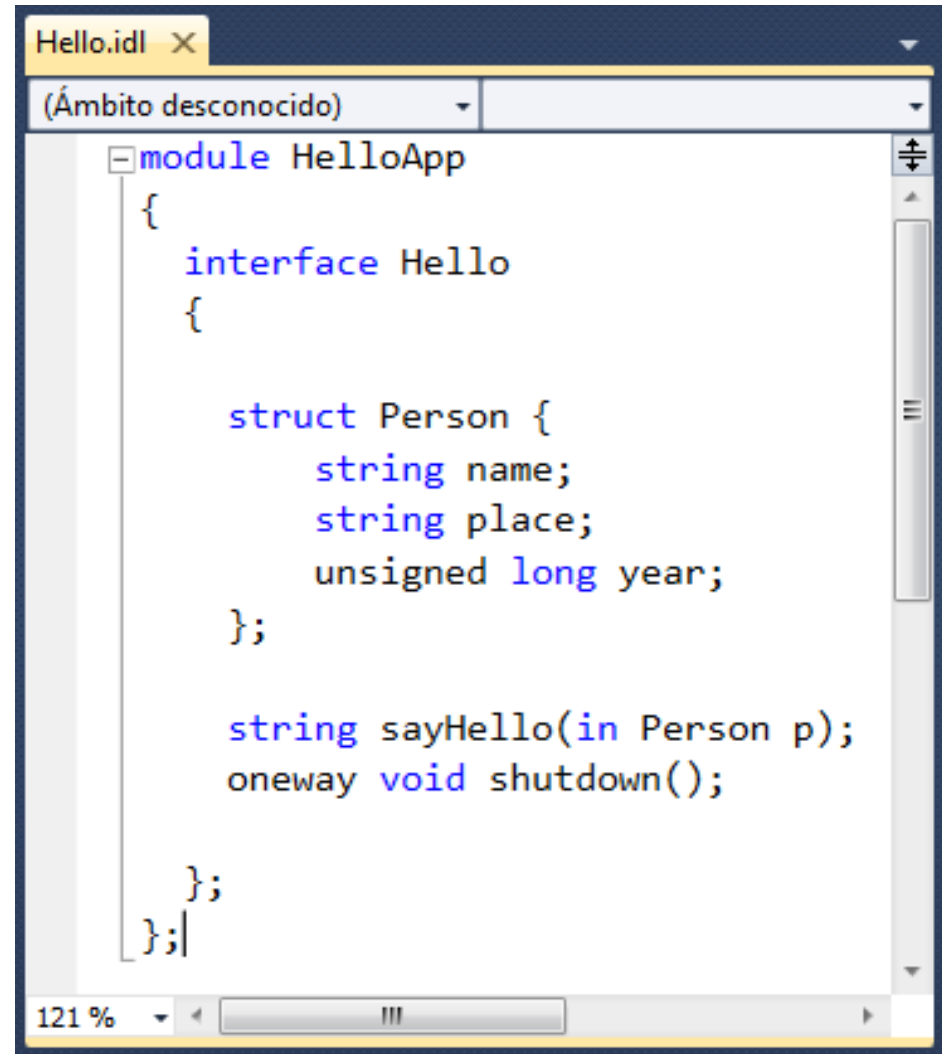
*Indice en
Secuencia de bytes* ← 4 bytes →

0-3	5
4-7	"Smit"
8-11	"h "
12-15	6
16-19	"Lond"
20-23	"on "
24-27	1984

Empaquetamiento en CORBA

- CORBA IDL

Interface
definition
language



```
Hello.idl x
(Ámbito desconocido)
module HelloApp
{
    interface Hello
    {

        struct Person {
            string name;
            string place;
            unsigned long year;
        };

        string sayHello(in Person p);
        oneway void shutdown();

    };
};
```

The screenshot shows a text editor window titled 'Hello.idl'. The editor contains CORBA IDL code. At the top, there is a dropdown menu showing '(Ámbito desconocido)'. The code defines a module 'HelloApp' which contains an interface 'Hello'. Inside the 'Hello' interface, there is a 'struct Person' with three attributes: 'string name', 'string place', and 'unsigned long year'. Below the struct, there are two operations: 'string sayHello(in Person p);' and 'oneway void shutdown();'. The module definition ends with '};'. The editor has a scrollbar on the right and a status bar at the bottom showing '121 %'.

Representación externa de datos

- Representación común de datos de CORBA
- **Serialización de objetos en Java**
- XML (Extensible Markup Language)
- Json (JavaScript Object Notation)



Serialización de objetos en Java

Valores serializados

Person	8-byte version number		h0
3	int year	java.lang.String name	java.lang.String place
1984	5 Smith	6 London	h1

```
public class Person {  
    private String name;  
    private String place;  
    private int year;
```

...

Serialización de objetos en Java

```
import java.io.Serializable;
```

```
public class Person implements Serializable {  
    private String name;  
    private String place;  
    private int year;  
    public Person(String aName, String aPlace, int aYear){  
        name = aName;  
        place = aPlace;  
        year = aYear;  
    }  
    // seguido de los métodos para acceder  
    // a los valores de los atributos  
}
```

Serialización de objetos en Java

- Librería
 - `java.io.Serializable`
- Clases y métodos
 - implements `Serializable`
 - `DataInputStream` ❌ ➡ `ObjectInputStream`
 - `DataOutputStream` ❌ ➡ `ObjectOutputStream`
 - `writeUTF` ❌ ➡ `writeObject`
 - `readUTF` ❌ ➡ `readObject`

Serialización de objetos en Java

- **Práctica de Laboratorio**
 - Enviar y recibir objetos (Person) vía Sockets TCP (Utilizar proyecto JavaTCPSockets)
 - Lectura y escritura de objetos en Streams
 - Usar flujos **Object**OutputStream
 - `Person me = new Person("Octavio", "Jalisco", 1980);`
 - `out.writeObject(me);`
 - `me = (Person) in.readObject();`

Representación externa de datos

- Representación común de datos de CORBA
- Serialización de objetos en Java
- XML (Extensible Markup Language)
- Json (JavaScript Object Notation)



XML (Extensible Markup Language)

- Especificación/**lenguaje** diseñado especialmente para documentos web.
 - **Datos**
 - **Estructura** de los datos
- Los diseñadores crean sus **propias etiquetas**, permitiendo la definición, transmisión, validación e interpretación de datos entre aplicaciones y entre organizaciones.

XML: Elementos y atributos

```
<person id="123456789">  
  <name>Smith</name>  
  <place>London</place>  
  <year>1984</year>  
  <!-- a comment -->  
</person>
```

XML: Elementos y atributos

`<person id="123456789">`

`<name>Smith</name>`

`<place>London</place>`

`<year>1984</year>`

`<!-- a comment -->`

`</person>`

Conflictos en los nombres

- Archivo XML con información de una **tabla HTML**

```
<table>
  <tr>
    <td>Apples</td>
    <td>Bananas</td>
  </tr>
</table>
```

- Archivo XML con información **de mesas**

```
<table>
  <name>African Coffee Table</name>
  <width>80</width>
  <length>120</length>
</table>
```

XML Namespace

Un archivo XML puede contener elementos o atributos de más de un vocabulario XML. El uso de Namespace permite **resolver la ambigüedad**.

```
<pers:person pers:id="I23456789" xmlns:pers = "http://any.url.com/person">  
  <pers:name> Smith </pers:name>  
  <pers:place> London </pers:place >  
  <pers:year> 1984 </pers:year>  
</pers:person>
```

XML Namespace

```
<pers:person pers:id="123456789" xmlns:pers = "http://any.url.com/person">  
  <pers:name> Smith </pers:name>  
  <pers:place> London </pers:place >  
  <pers:year> 1984 </pers:year>  
</pers:person>
```

XML Esquemas

Un esquema XML (.xsd) describe la **estructura** de un archivo XML

```
<xs:schema xmlns:xs = "http://any.url.com/MyXMLSchema">
```

```
  <xs:element name= "person" type ="personType" />
```

```
  <xs:complexType name="personType">
```

```
    <xs:sequence>
```

```
      <xs:element name = "name" type="xs:string"/>
```

```
      <xs:element name = "place" type="xs:string"/>
```

```
      <xs:element name = "year" type="xs:positiveInteger"/>
```

```
    </xs:sequence>
```

```
    <xs:attribute name= "id" type = "xs:positiveInteger"/>
```

```
  </xs:complexType>
```

```
</xs:schema>
```

Esquemas: Restricciones en Valores

```
<xs:element name="age">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:integer">
      <xs:minInclusive value="0"/>
      <xs:maxInclusive value="120"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```




Esquemas: Restricciones en Valores

```
<xs:element name="car">  
  <xs:simpleType>  
    <xs:restriction base="xs:string">  
      <xs:enumeration value="Audi"/>  
      <xs:enumeration value="Golf"/>  
      <xs:enumeration value="BMW"/>  
    </xs:restriction>  
  </xs:simpleType>  
</xs:element>
```




Esquemas: Restricciones en Valores

```
<xs:element name="letter">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:pattern value="[a-z]"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```




```
<xs:element name="initials">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:pattern value="[A-Z][A-Z][A-Z]"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```




Esquemas: Restricciones en Valores

```
<xs:element name="initials">  
  <xs:simpleType>  
    <xs:restriction base="xs:string">  
      <xs:pattern value="[a-zA-Z][a-zA-Z][a-zA-Z]"/>  
    </xs:restriction>  
  </xs:simpleType>  
</xs:element>
```




```
<xs:element name="choice">  
  <xs:simpleType>  
    <xs:restriction base="xs:string">  
      <xs:pattern value="[xyz]"/>  
    </xs:restriction>  
  </xs:simpleType>  
</xs:element>
```




Esquemas: Restricciones en Valores

```
<xs:element name="prodid">  
  <xs:simpleType>  
    <xs:restriction base="xs:integer">  
      <xs:pattern value="[0-9][0-9][0-9][0-9][0-9]"/>  
    </xs:restriction>  
  </xs:simpleType>  
</xs:element>
```




```
<xs:element name="gender">  
  <xs:simpleType>  
    <xs:restriction base="xs:string">  
      <xs:pattern value="male|female"/>  
    </xs:restriction>  
  </xs:simpleType>  
</xs:element>
```




Esquemas: Restricciones en Valores

```
<xs:element name="password">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:pattern value="[a-zA-Z0-9]{8}"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```




Esquemas: Restricciones en Valores

```
<xs:element name="password">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:length value="8"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```



```
<xs:element name="password">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:minLength value="5"/>
      <xs:maxLength value="8"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```



Esquemas: Restricciones en Valores

```
<xs:element name="letter">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:pattern value="([a-z])*"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```



* = 0 ó +

```
<xs:element name="letter">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:pattern value="([a-z][A-Z])+"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```

"sToP"



+ = 1 ó +

Hacer referencia a un Esquema XML

- <nt:note

xmlns:xsi="<http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance>"> 

xmlns:nt= "<http://any.url.com>" 

xsi:schemaLocation="<http://any.url.com> note.xsd">

<nt:to>Juan</nt:to>

<nt:from>Pedro</nt:from>

<nt:priority>Alta</nt:priority>

<nt:date>2015-03-16 <nt:date>

<nt:heading>Recordatorio</nt:heading>

<nt:body>¡Estudiar para el examen de SD!</nt:body>

</nt:note>

XML Types

<http://www.w3.org/TR/xmlschema-0/#simpleTypesTable>

Representación externa de datos

- Representación común de datos de CORBA
- Serialización de objetos en Java
- XML (Extensible Markup Language)
- **Json (JavaScript Object Notation)**



Json (JavaScript Object Notation)

```
<html>
<body>
<h2>Creación de un Objeto Json en JavaScript</h2>
<p>
    Name: <span id="jname">    </span> <br/>
    Place: <span id="jplace">  </span> <br/>
    Year: <span id="jyear">    </span> <br/>
</p>
<script>
    var JSONObject= {
        name:"Smith",
        place:"London",
        year:1984};
    document.getElementById("jname").innerHTML=JSONObject.name
    document.getElementById("jplace").innerHTML=JSONObject.place
    document.getElementById("jyear").innerHTML=JSONObject.year
</script>
</body>
</html>
```



...to be continued