

SD	Sistemas Distribuidos
17/18	Práctica no guiada
	Control invernaderos Sockets y RMI

Preámbulo

El objetivo de esta práctica es que los estudiantes extiendan y afiancen sus conocimientos sobre el uso de tecnologías de comunicación básicas como sockets y RMI, estudiadas durante las sesiones de teoría.

Los sockets son la base de las comunicaciones entre computadores y suponen el punto de enlace básico entre nuestra aplicación e Internet, utilizando muy pocos recursos de red. Como contrapartida, las aplicaciones que utilizan sockets como mecanismo de comunicación deben interpretar los mensajes que intercambian entre sí, es decir, deben establecer un protocolo o acuerdo de comunicación entre ellos. Esta necesidad implica un fuerte acoplamiento entre las aplicaciones distribuidas que utilizan sockets como mecanismo de comunicación, ya que todas las partes deben conocer de antemano la estructura de los mensajes que serán intercambiados y codificarlo en su programación.

Por otro lado, la utilidad de RMI es similar a los sockets, aunque supone un nivel de abstracción superior al trabajar a nivel de objeto Java, con las ventajas e inconvenientes que eso conlleva, ya que se transfieren objetos remotos al cliente, aunque los métodos se ejecutan en el servidor. Esto hace que la comunicación sea más costosa, pero aumenta la productividad en el desarrollo de aplicaciones distribuidas, ya que los clientes de estos objetos solo deben invocar los métodos y esperar un resultado de tipo conocido.

Esta práctica establece el marco inicial de un desarrollo que se ampliará durante el cuatrimestre y que permitirá al estudiante crear una aplicación similar a las que se desarrollan hoy en día en los entornos empresariales, pero poniendo el foco en el uso e integración de distintos paradigmas de comunicación susceptibles de ser utilizados.

Especificación

El objetivo de la práctica es el diseño de un sistema distribuido de gestión de invernaderos que habilita la monitorización y el control de diferentes sensores y actuadores a través de internet. Para ello, se pretende simular mediante procesos, un entorno de control de sondas de humedad, temperatura y riego que sea capaz de regular, mediante los correspondientes actuadores, el clima de una serie de invernaderos domotizados.

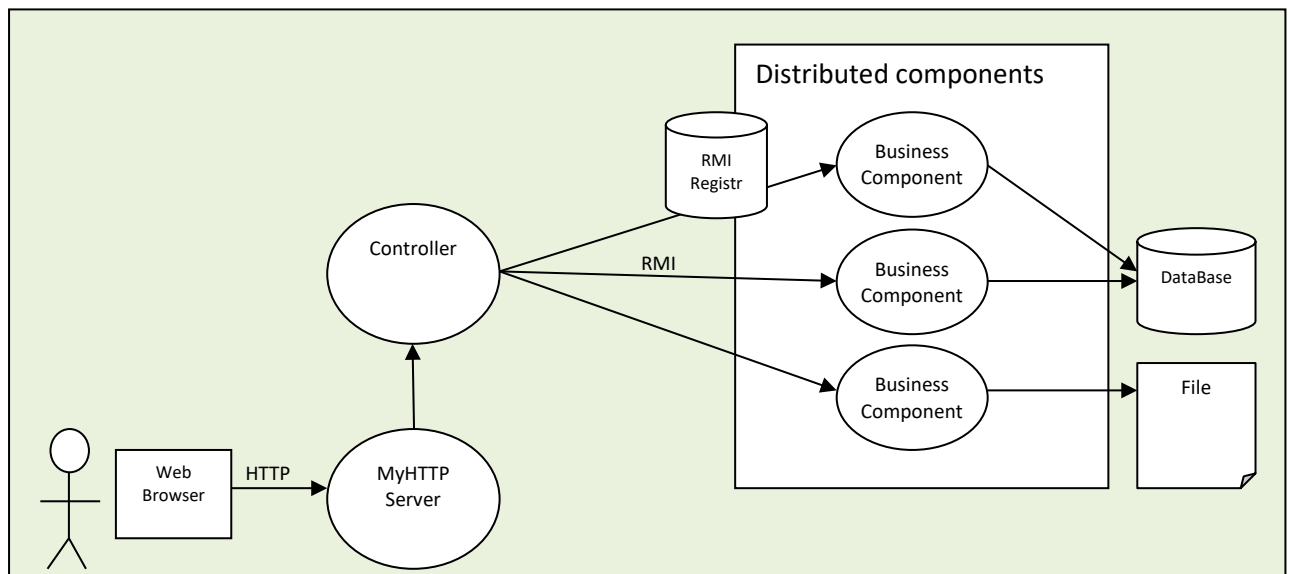
Cuando una empresa ofrece un servicio, lo habitual es que ésta intente llegar al máximo de clientes posibles, y para ello no es extraño que implemente diferentes mecanismos de comunicación haciendo uso de diversas tecnologías para facilitar la integración de su sistema con los sistemas de terceros. En esta práctica se van a emplear dos tecnologías que serán revisadas en profundidad en clases de teoría:

- Sockets: los sockets son un sistema de comunicación entre procesos de diferentes máquinas y ofrecen un punto de comunicación por el cual un proceso puede emitir y recibir información.
- RMI: es un mecanismo ofrecido por Java exclusivamente para invocar un método de manera remota, proporcionando un mecanismo simple para la comunicación entre aplicaciones.

El objetivo es el desarrollo de un sistema que permita explotar las infraestructuras de sensorización permitiendo la monitorización de cualquier invernadero en el que sean instaladas.

En la siguiente figura se puede ver la arquitectura general de la práctica donde aparecen los componentes mínimos que debe tener la aplicación:

- Servicio Web MiniHTTP
- Controlador
- Componentes de negocio distribuidos RMI



Aplicación WEB – Sockets y RMI

Se propone al estudiante implementar un sistema distribuido compuesto de los siguientes componentes software:

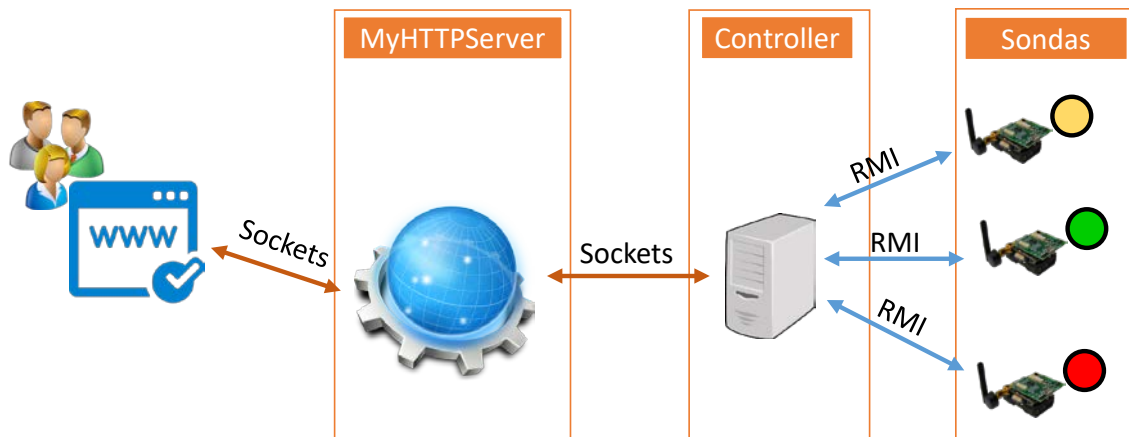


Figura 2. Esquema conceptual del Sistema software distribuidos y paradigmas de interconexión.

Los componentes software que el estudiante ha de desarrollar son los siguientes:

- MyHTTPServer: el acceso al sistema de información de los invernaderos se realizará a través de una aplicación web que permitirá a cualquier usuario, utilizando un simple navegador web, acceder al sistema y poder ver la información de cualquier sensor. Este componente implementará una versión reducida del protocolo HTTP estándar para que sea posible interactuar a través de un navegador web convencional.
- Controller: este componente se encarga de comunicarse con todas los componentes sensor-sonda desplegados y acceder a sus métodos bajo demanda del componente MyHTTPServer.
- Sonda: componente que implementa un sensor del invernadero capaz de devolver un valor de uno de los sensores o modificar el valor del actuador correspondiente utilizando RMI.

A continuación se especifica más detalladamente cada componente.

MyHTTPServer

El acceso al sistema se realiza mediante un navegador web haciendo uso de una aplicación que implemente una versión reducida del protocolo HTTP. Esta aplicación será **MyHTTPServer**. La aplicación utilizará el API de Sockets de Java y debe ser capaz de atender peticiones según las siguientes especificaciones.

El servidor MyHTTPServer debe ser capaz de atender peticiones de forma concurrente, es decir, que puede atender peticiones de distintos usuarios que se conectan a través de un navegador de forma simultánea. El número de conexiones simultáneas debe ser **parametrizable** (es decir, limitar el número de conexiones que pueden ser atendidas de forma concurrente, por ejemplo si este número es 5, el 6º intento de conexión quedaría a la espera hasta que pueda ser atendido).

El servidor MyHTTPServer debe poder escuchar en un puerto configurable. Normalmente los servidores web utilizan el puerto 80 para escuchar peticiones HTTP, pero en nuestro caso, y dado que nuestra aplicación podría convivir con otras, es necesario que se pueda indicar en que puerto atiende el servidor las solicitudes HTTP. Eso quiere decir que cuando arranquemos el servidor MyHTTPServer, uno de los argumentos que recibirá es el puerto de escucha. El servidor abrirá un socket en ese puerto y esperará peticiones HTTP que provendrán de un navegador web.

El servidor aceptará peticiones HTTP y devolverá respuestas HTTP (solo un subconjunto de estas peticiones/respuesta). En ningún caso se ha de implementar el protocolo HTTP completo, solo un subconjunto de comandos que conformaran un protocolo **MiniHTTP**. En caso de que reciba una petición con algún comando no soportado, debe devolver una respuesta del tipo “comando no soportado”.

Peticiones de entrada HTTP

Cada petición MiniHTTP estará compuesta por tres partes como se muestra en la siguiente tabla siguiendo el estándar HTTP pero acotando las opciones:

Línea inicial	Define el método HTTP, la url de acceso al recurso y la versión del protocolo HTTP. Un salto de línea indica su fin y dónde comienza la sección <i>cabecera</i> del mensaje. Sintaxis: MétodoHTTP+EspacioEnBlanco+URIAccesoRecurso+EspacioEnBlanco+HTTPVersion+SaltoDeLínea Ejemplo: GET /prueba.html HTTP/1.1	Métodos a implementar: GET
Cabecera	Directivas que indican características adicionales de la petición y que pueden influir en el tratamiento de dicha petición por parte del servidor. Cada directiva de cabecera estará separada por un salto de línea. Se debe incluir una línea en blanco antes del cuerpo del mensaje para separarlo.	Tipo de URI: Abs_path
Cuerpo	Información necesaria en algunos casos para realizar la operación definida en la línea inicial.	

Tabla 2. Resumen del detalle de PETICION del protocolo HTTP reducido a utilizar.

Línea inicial

Sólo se deben aceptar peticiones realizadas mediante el método GET. Aunque existen 4 tipos de URI de acceso a recursos, en el protocolo se implementará la más habitual (absolute path). En ella se indica la ruta absoluta para localizar el recurso. La dirección del servidor se indicará en la directiva de cabecera Host. Esta directiva es usada normalmente cuando el servidor soporta hosts virtuales o permite referenciar al servidor por varios nombres. En este caso, las rutas a los recursos pueden repetirse y deben ser diferenciadas por el nombre del servidor.

En nuestro caso, no será necesario el uso de la directiva Host.

Cabecera

Para simplificar la práctica y la implementación del servidor HTTP no se van a tener en cuenta las cabeceras de las peticiones.

Cuerpo del mensaje

Al implementar únicamente el método GET, este elemento deberá ignorarse.

Respuesta de salida MiniHTTP

La respuesta HTTP que se debe implementar está compuesta por tres partes:

Línea de estado	Indica el estado del servidor como respuesta a la petición realizada. Sintaxis: HTTPVerión+EspacioEnBlanco+CódigoDeEstado+EspacioEnBlanco+DescripciónEstado+SaltoDeLínea Ejemplo: HTTP1.1 200 OK Los códigos de estados pueden ser consultados en: http://www.w3.org/Protocols/rfc2616/rfc2616-sec6.html#sec6
Cabecera	Directivas que indican características adicionales de la respuesta y que pueden influir en el tratamiento de dicha respuesta por parte del navegador. Cada directiva de cabecera estará separada por un salto de línea. Se debe incluir una línea en blanco antes del cuerpo del mensaje para separarlo.
Cuerpo	Contenido HTML que será mostrado al cliente a través del navegador.

Tabla 3. Resumen del detalle de RESPUESTA del protocolo HTTP reducido a utilizar

Línea de estado

Utilizaremos la versión HTTP1.1. Cuando el servidor reciba durante una petición algún método no soportado deberá devolver un código de estado “405” “Method Not Allowed”.

Cabecera

La sintaxis es:

```
Directiva: valor
Directiva: valor
Directiva: valor
...
```

A continuación se describen las cabeceras que se deben incluir en la respuesta HTTP.

Connection	Indica el tipo de conexión, si el servidor soporta conexiones persistentes o no. En este caso no se soportarán conexiones persistentes por lo que en todas las respuestas se enviará el valor close.
Content-Length	Longitud del contenido del cuerpo del mensaje. El tamaño es indicado en número de bytes contenidos.
Content-Type	Indica el tipo de información enviada en el cuerpo del mensaje y la codificación del mensaje (charset).
Server	Incluye información sobre el servidor.

Tabla 4. Resumen del detalle de CABECERAS DE RESPUESTA del protocolo HTTP reducido a utilizar

Cuerpo del mensaje

Contendrá el código HTML que será mostrado por el navegador mostrando la información de los sensores o la descripción de la operación realizada por el actuador. Destacar aquí que MyHTTPServer sólo devuelve el contenido de los recursos solicitados, es decir que si se solicita un .txt se devolverá su contenido, si es un .html igual, y así para todo. El servidor no formatea, adapta ni transforma ningún contenido, solo sirve los recursos solicitados o en caso de que no pueda acceder a ellos simplemente devolverá una página de error (la página de error 404 será una página HTML más del sistema pero al devolverla en la cabecera se incluirá el código de error 404).

Ante cualquier duda se deberá seguir la especificación estándar de HTTP que puede encontrarse en <http://www.w3.org/Protocols/rfc2616/rfc2616.html>

Funcionamiento general de MyHTTPServer

El funcionamiento general de la aplicación MyHTTPServer será muy similar a la de un Servidor Web convencional (como Apache, IIS, nginx...). El servidor recibirá una petición solicitando un recurso (por ejemplo "index.html"). Este recurso solicitado puede ser de dos tipos:

- O bien un recurso estático, con lo que el servidor comprobará si posee este recurso y lo servirá o en caso de no poseerlo devolverá un mensaje de error del tipo "recurso no encontrado".
- Un recurso dinámico, es decir, acceder a uno de los componentes de la gestión de invernaderos para obtener o establecer un valor, con lo que MyHTTPServer deberá conectarse con Controller y hacer la petición adecuada, recibir respuesta y esta respuesta transmitirla al usuario. A continuación se muestra el flujo de trabajo en la solicitud de recursos dinámicos. La identificación del recurso dinámico se realiza mediante la URL requerida, esto se explica en el apartado "Controller".

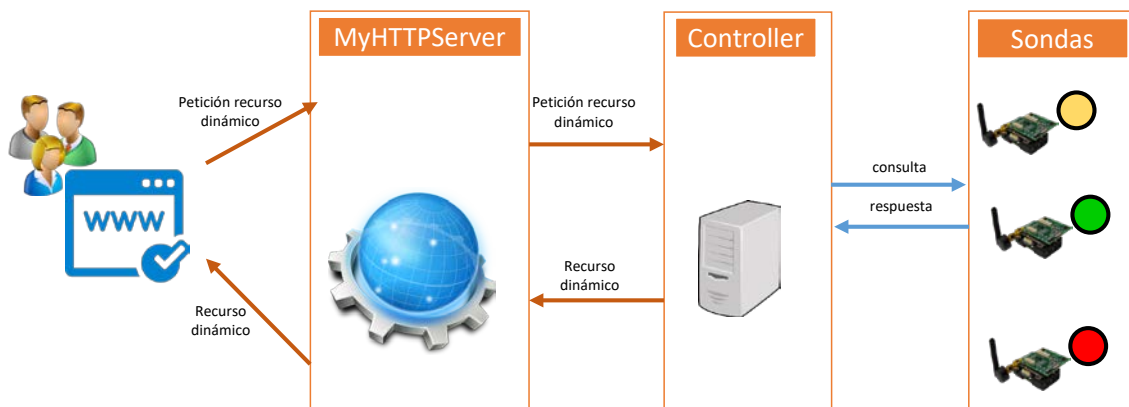


Figura 3. Ejemplo de flujo de actividad en la solicitud de recursos dinámicos.

Para el servidor MyHTTPServer, el estudiante debe crear un recurso por defecto index.html que en caso de no especificar ningún recurso (es decir, el usuario introduce <http://IP:puerto>) se utilice como página por defecto, permitiendo así una navegación cómoda.

Errores

Los errores que debe detectar y manejar adecuadamente el servidor son los siguientes (es decir, que debe devolver un mensaje que indique cada uno de ellos junto con su correspondiente código de error HTTP):

- Recurso no accesible: se solicita un recurso estático que no existe, error 404.
- No hay conexión con controlador: si no se ha podido establecer una conexión con el controlador, error 409.
- Método no permitido: si se utiliza otro método que no sea GET, error 405

Cuando la respuesta sea un contenido correcto, el servidor debe devolver el contenido junto con el código 200 para que cualquier navegador pueda interpretar que el contenido ha sido encontrado.

Controller

La aplicación MyHTTPServer mediante el protocolo HTTP estándar únicamente permite el acceso a recursos estáticos a través de la red. Para acceder a recursos dinámicos, que pueden ser aplicaciones ejecutables, en el lado del servidor es necesaria la introducción de algún elemento que extienda y haga posible la invocación de aplicaciones ejecutables. En nuestro caso lo haremos a través de un elemento controlador denominado **controller**.

La función del controlador es dar acceso a los diferentes módulos funcionales que nos ofrecen los dispositivos (sensores y actuadores) y que son encapsulados a través de componentes de negocio distribuidos haciendo uso de RMI. Para ello, el controlador será invocado cada vez que la URL del recurso invocado cumpla un patrón previamente definido en el servidor MyHTTPServer. En concreto, el servidor MyHTTPServer detectará el acceso a un recurso dinámico cuando la URL tenga el patrón siguiente:

<http://IPServer:Port/controladorSD/...>

Todas las URLs que contengan este patrón deberán invocar a un recurso dinámico del controller. Es decir, URLs invocando recursos estáticos como estas:

<http://IPServer:Port/index.html>

<http://IPServer:Port/page1.html>

<http://IPServer:Port/error.html>

devolverán el recurso estático solicitado (index.html, page1.html, error.html). Mientras que cualquier url que contenga tras la IP del servidor y el puerto de escucha la palabra “controladorSD” deberá invocar a **controller**.

Una vez que el servidor Web detecte este patrón, encapsulará los datos de la petición y se los pasará al controlador haciendo uso de sockets. Un ejemplo de encapsulación de datos podrías consistir en la siguiente tabla, ante una petición con la siguiente url:

<http://192.168.1.1:3000/controladorSD/obtenerTemperatura?invernadero=1&sonda=1>

Objeto Request	Descripción	Ejemplo
ResourcePath	Ruta al recurso a continuación de controladorSD	obtenerTemperatura
Parameters []	Colección de parámetros incluidos en la petición GET	invernadero=1 sonda=1
Headers []	Colección de directivas de cabecera que soporta el servidor	

Tabla 5. Ejemplo de encapsulación de datos para que desde MyHTTPServer se invoque a Controller

Esto quiere decir, que el servidor web detecta las variables, el invernadero y la sonda a la que quiere acceder y realiza una petición a controlador. El protocolo de comunicación entre servidor y controlador no tiene por qué cumplir con ningún estándar concreto (no es HTTP), pudiendo determinarlo el estudiante.

A partir de la petición recibida, el controlador debe ser capaz de invocar al componente distribuido Java RMI correcto. Para ello deberá realizar una búsqueda en el registro con la información recibida, obtener el *stub* correspondiente e invocar al componente.

Posteriormente, el controlador, debe generar el contenido HTML con la información obtenida, este HTML será enviado al servidor Web para que se lo presente éste a su vez lo envía al navegador web del usuario. A continuación se muestran varios ejemplos con la secuencia de acciones que ocurren ante varias peticiones:

Ejemplo 1. Solicitud de un recurso estático.

- El servidor web MyHTTPserver recibe la petición “get /index.html HTTP 1.1”
- El servidor detecta que el patrón de recurso dinámico (la subcadena “controladorSD”) no está en la petición, por tanto es un recurso estático.
- El servidor comprueba si en su sistema está el recurso solicitado (si posee el archivo “index.html”):
 - o En caso de que si existe, accede a su contenido y lo devuelve en una respuesta HTTP al solicitante.
 - o En caso de no existir devuelve una respuesta de error

Ejemplo 2. Solicitud de un recurso dinámico **que Sí existe**.

- El servidor recibe la petición “get /controladorSD/obtenerTemperatura?invernadero = 1&sonda=1 HTTP 1.1”
- El servidor detecta el patrón de recurso dinámico (la subcadena “controladorSD”), por tanto es un recurso dinámico.
- El servidor encapsula en un mensaje una petición para controller indicando que desea obtener la temperatura del sensor registrado como 1 en el invernadero registrado como 1. Se conecta a controlador y le envía la petición, quedando a la espera de respuesta.
- El controlador recibe la petición de servidor, detecta los parámetros de la petición e invoca al componente distribuido adecuado para obtener respuesta. El controlador recibe la respuesta de la sonda=1 del invernadero 1 (por ejemplo 25°C), con este valor compone una página web HTML válida y lo devuelve en un mensaje de respuesta al servidor MyHTTPServer.
- El servidor recibe la respuesta y la envía a su vez al usuario que originalmente realizó la petición.

Ejemplo 3. Solicitud de un recurso dinámico **que NO existe**.

- El servidor recibe la petición “get /controladorSD/distancia?invernadero=1&sonda=1 HTTP 1.1”
- El servidor detecta el patrón de recurso dinámico (la subcadena “controladorSD”), por tanto es un recurso dinámico.
- El servidor encapsula en un mensaje una petición para controller indicando que desea obtener el valor “distancia” del sensor registrado como 1. Se conecta a controlador y le envía la petición, quedando a la espera de respuesta.
- El controlador recibe la petición de servidor, detecta los parámetros de la petición, detecta que no es uno de los parámetros correctos y devuelve un error del tipo “variable no valida”. Este error es una página web HTML válida.
- El servidor recibe la respuesta y la envía a su vez al usuario que originalmente realizó la petición.

Cada componente distribuido encapsulara la funcionalidad de los sensores y actuadores los cuales son descritos a continuación.

Sondas-sensores

Consiste en una serie de procesos que, según su naturaleza (sensor de humedad o sensor de temperatura) envía, ante una petición del módulo controlador, un conjunto de datos conteniendo los siguientes elementos:

- Identificador de sensor (asociado a un invernadero concreto)
- Tipo de sensor (temperatura o humedad)
- Valor de la lectura (humedad en el rango: 0%-100%; temperatura en el rango: -10º a 45º)
- Fecha y Hora de la lectura

Actuadores

Consiste en una serie de procesos que actuarán ante una petición del cliente para mantener los parámetros de humedad y temperatura dentro de los rangos adecuados. Se trata de la simulación de un sistema de climatización que podrá ponerse en modo “reducir” o en modo “aumentar” los niveles de humedad y temperatura, respectivamente, del invernadero donde se encuentren.

- Función (humedad o temperatura)
- Modo (aumento o decremento)

Habrà que generar las URLs y parámetros necesarios para acceder a dichas funcionalidades desde el controlador tanto para obtener el estado (GET) como para actuar (SET).

El operario que monitoriza los invernaderos debe cumplir con una serie de especificaciones de comportamiento:

- La humedad debe mantenerse entre el 40% y 75% en el invernadero correspondiente al sensor. Si baja de 40% se debe activar el goteo hasta que se regularice la situación. Si la humedad sube de 75% se debe activar el deshumidificador de ese invernadero.
- La temperatura debe mantenerse entre 25º C y 35º C en el invernadero correspondiente al sensor. Si baja de 25º C se debe activar el calefactor hasta que se regularice la situación. Si la temperatura sube de 35º C se debe activar el sistema de ventilación y la apertura de ventanas.

Consideraciones sobre Controller

Como puede verse, el controlador es un intermediario entre el servidor web que atiende las peticiones HTTP y los componentes distribuidos Sonda. Se encarga de recibir una petición del servidor, comprobar que el recurso y acción solicitados son correctos, invocar el método adecuado para obtener un resultado, crear una página web HTML de respuesta y devolverla al servidor. Siempre responde con una página HTML con el contenido de la respuesta, ya sea un error o sea el resultado de una acción.

El servidor web MyHTTPServer por su parte NO crea páginas web HTML, solo accede a recursos estáticos (un documento html, jpg, gif, doc...) o realiza peticiones al controlador. Eso quiere decir que igual que en un servidor web convencional las páginas de error son páginas

HTML estáticas que ya existen y que son devueltas por defecto cuando se produce un error del tipo “recurso no encontrado”.

Por otro lado, Sonda, tras acceder a un objeto y obtener el valor de uno de los sensores, se devuelve dicho valor (nunca una página web HTML u otro documento), siendo el controlador el que al recibir dicha respuesta, compone una página HTML de respuesta que envía al servidor (el documento que el servidor devolverá al usuario).

Se deja a criterio del estudiante proporcionar la utilidad de tener una URL del servidor que permita obtener un listado de todas las sondas junto con el acceso a todas las variables, por ejemplo si el usuario introduce la url: <http://IP:puerto/controladorSD/index> , que esta url produzca como resultado una página HTML con la lista de todas las sondas registradas y el acceso a cada variable. De esta forma, el uso de la aplicación es mucho más intuitivo.

El objeto **controller** no realiza tareas en segundo plano, solo consulta a las sondas o activa un actuador cuando recibe una petición, no tiene autonomía y solo trabaja bajo demanda.

Errores

Los errores que debe detectar y manejar adecuadamente (es decir, que debe devolver un mensaje que indique cada uno de ellos) el controlador son los siguientes:

- Variable no válida: se solicita información de una variable del sensor que no existe, por ejemplo “radiacionUVA”.
- El sensor no existe: se solicita información de un sensor que no existe, por ejemplo “sensor=123” si esta no ha sido registrada.

Sobre los sensores y actuadores: persistencia

Cada componente distribuido encapsulara la funcionalidad de los sensores y actuadores. El valor de los sensores debe poder ser obtenido en cualquier momento bajo petición, y el valor de los actuadores debe poder ser además establecido con la URL adecuada. Como no tenemos un dispositivo físico real al que acceder, el funcionamiento del sensor será simulado mediante un archivo que almacena su estado de funcionamiento y cuyo contenido se corresponderá con los datos que se pueden obtener de él. Igualmente para el caso de los actuadores, cuyo contenido podrá cambiarse (función y modo) bajo demanda del operario, mediante la URL correspondiente.

Estos archivos pueden haber sido creados manualmente antes de lanzar el sistema o pueden ser creados por defecto al arrancar la aplicación (se recomienda que los objetos Sensor y Actuador, al registrarlos, comprueben si existe el archivo y en caso negativo lo cree por defecto con unos valores estableciendo el nombre del archivo según el nombre con el que ha sido registrado el sensor).

Nota: estos archivos solo tienen el objetivo de simular que existe un recurso físico que sería consultado o actuado desde Sensor.

Guía mínima de despliegue

Para la correcta evaluación de la práctica es necesario comprobar que la aplicación distribuida solicitada es desplegada en un entorno verdaderamente distribuido. Es por ello que para su

prueba es necesario al menos 3 PCs distintos en los que se desplegarán los componentes solicitados. Al menos se ha de desplegar junto con el servidor y el controlador, 2 componentes de sensores y actuadores de dos invernaderos distintos:

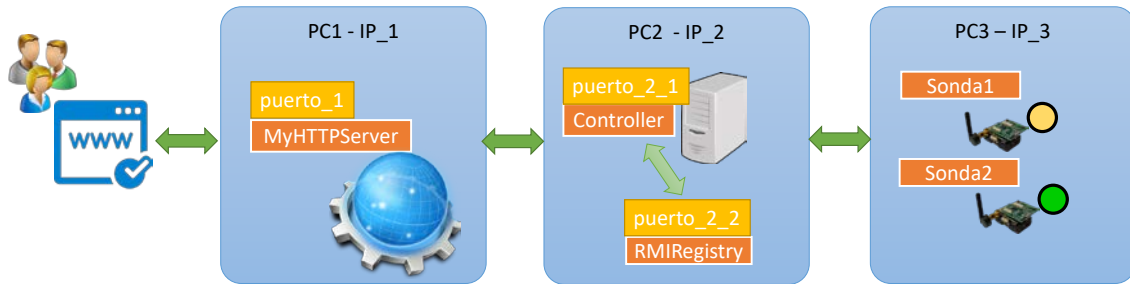


Figura 4. Ejemplo de escenario físico mínimo para el despliegue de la práctica.

Por supuesto las Sondas y Actuadores podrían ser desplegadas cada una en un PC distinto, pero al menos se ha de poder comprobar que se pueden utilizar de forma separada el servidor en un PC, el controlador en otro PC y las sondas y actuadores en otro.

Para facilitar al estudiante el despliegue se permite el uso de máquinas virtuales, por lo que el estudiante podría utilizar un único PC físico en el que arranque dos máquinas virtuales más, lo que le permitiría desplegar uno de los componentes sobre el PC real, y los otros sobre las dos máquinas virtuales.

Finalmente, para desplegar la aplicación, en general se deberá seguir la siguiente secuencia de arranque:

- Iniciar el registro RMI (consultar las prácticas y ejemplos no guiados de RMI)
- Registrar las sondas y actuadores.
- Iniciar el controlador indicando puerto de escucha y conexión al registro RMI
- Iniciar servidor indicando puerto de escucha del servidor y puerto de conexión al controlador.

Entregables y evaluación

La evaluación de la práctica se realizará en los laboratorios. El estudiante debe desplegar él mismo la práctica que resuelve el enunciado anterior. Debe desplegar un sistema completo, es decir, un servidor, un controlador y por lo menos dos sondas y actuadores de dos invernaderos, todos ellos interconectados entre sí. **Este es el requisito indispensable para poder realizar la corrección.** Además deben poderse evaluar positiva o negativamente todos los apartados que aparecen en la Guía de corrección (ver documento de guía de corrección de la práctica de Sockets y RMI). Cada uno de los apartados puntúa de forma independiente, por tanto cada apartado no implementado o que no pueda comprobarse su correcto funcionamiento no podrá ser tenido en cuenta y por tanto no puntuará. El estudiante deberá presentar para la evaluación el documento “Guía de corrección” cumplimentado para que el profesor pueda validar los apartados implementados.

El estudiante deberá entregar, además, por tutoría virtual a su profesor de prácticas, una memoria de prácticas, un documento donde se detalle la siguiente información:

- Portada con el nombre, apellidos y DNI del estudiante, turno de prácticas al que asiste, año académico y el título de la práctica.
- Una informe donde se indique el nombre de los componentes software desarrollados y una descripción de cada uno de ellos, indicando además del servidor, controlador y estaciones, otros códigos como registros o generador de HTML... Cualquier archivo .java de código que el estudiante haya creado debe indicarlo y describirlo.
- El detalle, paso a paso, de una guía de despliegue de la aplicación, que deberá ser la misma que utilice cuando haga la corrección de la práctica.
- Capturas de pantalla que muestren la página de inicio de la aplicación, la página de inicio que produce el controlador con todas las estaciones registradas, las páginas de resultados al consultar alguna variable de un sensor y las páginas de error implementadas.

El formato es libre pero debe ser un documento ordenado y debidamente formateado, cuidando la redacción y ortografía.

Cada profesor de prácticas podrá solicitar a los estudiantes cualquier otra evidencia que considere adecuada para poder formalizar la evaluación al igual que podrá hacer cualquier pregunta sobre el código que implementa la práctica.