



Universidad de Córdoba
Escuela Politécnica Superior
Grado en Ingeniería Informática
Bases de datos



Documento de Prácticas

COMPORTAMIENTO DE USUARIOS MÓVILES (C.U.M)

Gregorio Corpas Prieto
Teófilo Rojas Mata
Diciembre 2016

Lista de Cambios

Núm	Cambio realizado	Autor
1	Modificación tabulado de Lista de tablas a 17 cm	Teófilo Rojas Mata
2	Modificación tabulado de Lista de tablas a 17 cm	Teófilo Rojas Mata
3	Modificación tabulado de Índice a 17 cm	Teófilo Rojas Mata
4	Añadido espaciado después del párrafo en texto del cuerpo a 13 pt	Teófilo Rojas Mata
5	Añadida sangría 1 cm a primera línea del cuerpo	Teófilo Rojas Mata
6	Añadido espacio después del párrafo en viñetas de 13 pt	Teófilo Rojas Mata
7	Añadido salto de página a títulos de segundo nivel	Gregorio Corpas Prieto
8	Margen inferior disminuido a 1,5 cm	Gregorio Corpas Prieto
9	Margen superior aumentado a 2,5 cm	Gregorio Corpas Prieto
10	Añadido punteado en Lista de Figuras	Gregorio Corpas Prieto
11	Añadido punteado en Lista de Tablas	Gregorio Corpas Prieto
12	Texto de Lista de Cambios a 12pt	Gregorio Corpas Prieto
13	Texto de Lista de Figuras a 12pt	Teófilo Rojas Mata
14	Texto de Lista de Tablas a 12pt	Gregorio Corpas Prieto

Lista de Figuras

Figura 1-01. Sensor de señal CAM-105W	5
Figura 1-02. Dispositivo RaspBerry-Pi3.....	6
Figura 1-03. Esquema general del sistema C.U.M.....	6
Figura 1-04. Diagrama WBS del sistema C.U.M	7
Figura 3-01. Descripción gráfica de la entidad Proyecto.	16
Figura 3-02. Descripción gráfica de la entidad Receptor.....	18
Figura 3-03. Descripción gráfica de la entidad Dispositivo	19
Figura 3-04. Descripción gráfica de la entidad Señal	20
Figura 3-05. Modelo entidad - relación.	22

Lista de Tablas

Tabla 3.01. Identificación de las clases y atributos	15
Tabla 3.02. Definición de la clase proyecto.....	16
Tabla 3.03. Especificación de la clase Proyecto	17
Tabla 3.04. Definición de la clase Receptor.....	18
Tabla 3.05. Especificación de la clase Receptor.....	18
Tabla 3.06. Definición de la clase Dispositivo	19
Tabla 3.07. Especificación de la clase Dispositivo	19
Tabla 3.08. Definición de la clase Señal	20
Tabla 3.09. Especificación de la clase Señal	20
Tabla 3.10. Matriz de validación de requisitos de información y entidades.	24
Tabla 3.11. Matriz de correspondencia	25
Tabla 4.01. Tabla proyecto	28
Tabla 4.02. Tabla receptor.....	29
Tabla 4.03. Tabla señal	29
Tabla 4.04. Tabla dispositivo	30
Tabla 4.05. Tabla de relaciones	31
Tabla 5.01. Tabla de resumen de modelo relacional.....	32
Tabla 5.02. Código sql de eliminación de tablas.....	32
Tabla 5.03. Código sql de creación de tabla proyecto e inserción de datos	33
Tabla 5.04. Código sql de creación de tabla receptor e inserción de datos.....	34
Tabla 5.05. Código sql de creación de tabla dispositivo e inserción de datos	34
Tabla 5.06. Código sql de creación de tabla señal e inserción de datos	34
Tabla 5.07. Código sql de creación de tabla interrelación receptor - señal e inserción de datos	35

Índice de contenido

Capítulo 1. ESPECIFICACIÓN DEL SISTEMA	1
1.1. Introducción	1
1.2. Descripción del Sistema / Problema	2
1.2.1. Descripción General.....	2
1.2.2. Objetivos	2
1.3. Descripción de la Solución	3
1.3.1. Funcionalidad General	3
1.3.2. Tablero de control online.	3
1.3.3. Sistema de almacenamiento de datos.	4
1.3.4. Sistema colector de datos.	5
1.3.5. Esquema general del sistema C.U.M.....	6
1.3.6. Descomposición Funcional (WBS).....	7
1.4. Antecedentes.....	8
1.4.1. Antecedentes del Tablero de control online.	8
1.4.2. Antecedentes al sistema de almacenamiento de datos.	8
1.4.3. Antecedentes al sistema colector de datos.....	10
Capítulo 2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	11
2.1. Introducción	11
2.2. Requisitos Usuario (RU-X.Y).....	12
2.3. Requisitos del sistema	13
2.3.1. Requisitos funcionales (RF-X.Y)	13
2.3.2. Requisitos de la información (RI-X.Y)	14
2.3.3. Requisitos No funcionales (RNF-X.Y).....	14
Capítulo 3. DISEÑO DEL MODELO E-R	15
3.1. Análisis de la Información Estructural	15
3.1.1. Descomposición de las Clases - Elementos	15
3.1.1.1. Clase Proyecto	16
3.1.1.2. Clase Receptor	18
3.1.1.3. Clase Dispositivo.....	19
3.1.1.4. Clase Señal	20
3.2. Modelo Entidad - Relación	21
3.3. Validación SUP-X / Entidades.	23
3.3.1. Introducción.....	23
3.3.2. Matriz de validación.	24
3.3.3. Matriz de correspondencia.....	25

Capítulo 4. MODELO RELACIONAL.....	26
4.1. Diseño Relacional.	27
4.1.1. Entidad Proyecto.....	27
4.1.1.1. Código	27
4.1.1.2. Nombre	27
4.1.1.3. Fecha_contrato	27
4.1.1.4. Fecha_inicio	27
4.1.1.5. Fecha_finalización	28
4.1.1.6. Coste	28
4.1.2. Entidad Receptor.....	28
4.1.2.1. Id	28
4.1.3. Entidad Señal.....	29
4.1.3.1. IMEI	29
4.1.3.2. Tipo	29
4.1.4. Entidad Dispositivo.....	30
4.1.4.1. IMEI	30
4.1.4.2. MAC	30
4.1.5. Tablas de Relaciones.	30
Capítulo 5. SCRIPTS SQL.....	32
5.1. Tabla Resumen de modelo relacional.	32
5.2. Eliminación previa de tablas de coincidencia.....	32
5.3. Creación de tabla proyecto.	33
5.4. Creación de tabla Receptor.....	33
5.5. Creación de tabla Dispositivo	34
5.6. Creación de tabla Señal.....	34
5.7. Creación de tabla interrelación Receptor-Señal.....	34
Bibliografía.....	36

Capítulo 1.

ESPECIFICACIÓN

DEL SISTEMA

1.1. Introducción

Este documento es una resolución a un determinado problema de hardware más software indicado por la asignatura de Bases de Datos en el Grado de Ingeniería Informática de la Universidad de Córdoba, curso 2016 - 2017.

Dicho documento se realiza para atender a la parte de prácticas de la asignatura y consiste en un análisis y diseño de una solución software para dar respuesta a unos requisitos y objetivos perseguidos por un cliente que en este caso corresponde a una empresa de marketing.

El cliente requiere un sistema informático capaz de rastrear el posicionamiento y movilidad de determinados usuarios a través de sus dispositivos mientras que se estén utilizando unas determinadas tecnologías inalámbricas.

Este tipo de sistemas buscan obtener información sobre el comportamiento del usuario utilizando diversas metodologías de localización de dispositivos.

Para realizar esta solución se requieren una serie de tecnologías de rastreo las cuales, mediante la aplicación de algoritmos de triangulación, podrán ubicar en una posición determinada al usuario de las tecnologías inalámbricas, haciendo uso de la potencia en dB con la que se establece la conexión con los puntos de escucha.

1.2. Descripción del Sistema / Problema

1.2.1. Descripción General

Una empresa de marketing desea estudiar el comportamiento de los usuarios de dispositivos móviles con respecto a sus movimientos y uso de sus dispositivos. Para ello se dispone de unos sistemas de captación de señales de radio frecuencias que trabajan con las frecuencias Bluetooth, 3G, 4G y WiFi y que pueden detectar cualquier señal activa de un dispositivo en un rango no mayor de 50 metros.

El sistema final de captación de RF capta la información de los dispositivos móviles determinando el identificador, MAC, IP, del dispositivo que emite la señal y el tipo de señales RF que está emitiendo.

La información interceptada, será almacenada por el sistema de base de datos junto con la fecha y hora en que se capta la señal. Para gestionar el volumen de información, el sistema software almacenará la información cada cierto intervalo de tiempo. Valor que será parametrizable y dependerá del proyecto en cuestión, además de poder ser editable durante la actividad del proyecto.

1.2.2. Objetivos

Como resultado final, se desea analizar la densidad de población de usuarios móviles en el escenario en que se desarrolla el proyecto, así como la base de datos para obtener información de:

- Densidad de población/franja horarios.
- Distribución de densidad de población/uso de tecnología inalámbrica.
- Solapamiento de uso de tecnologías.
- Obtener información que permita realizar estudios del comportamiento de los usuarios en los escenarios.

De manera específica se destacan los siguientes objetivos:

- OBJ-01. Cuantificar la densidad de población por franja horaria.
- OBJ-02. Cuantificar la distribución de la densidad de población mediante el uso de la tecnología inalámbrica utilizada.
- OBJ-03. Cuantificar el solapamiento del uso de tecnologías.
- OBJ-04. Obtener información que pueda definir comportamiento de usuarios.

1.3. Descripción de la Solución

Una vez realizado el análisis del problema a enfrentar, se propone la siguiente solución que satisfará las necesidades y requisitos del cliente. Para ello en primer lugar mediante un elevado nivel de abstracción se indicará la funcionalidad general del sistema resultante.

En segundo lugar, se realizará una descomposición funcional del sistema indicando los subgrupos o bloques y su correspondiente motivo de existencia o función.

1.3.1. Funcionalidad General

Realizada la descripción del problema, se determinará la funcionalidad requerida por la correspondiente solución.

Se realizará un sistema capaz de otorgar capacidad de resolver una solución de seguimiento de dispositivos / usuarios, en el que se tendrán en cuenta la lectura de señales de radiofrecuencia por receptores o antenas, la gestión de la información (esas consiguientes lecturas recibidas junto con datos añadidos tipo fecha de recepción, duración, etc.) por medio de un sistema servidor con su correspondiente base de datos especializada en dicho dominio del problema.

En la parte del servidor se identificarán dos partes, la correspondiente a la correcta obtención de nueva información y la correspondiente a la gestión, manejo y utilización de la información ya existente.

En la parte de la obtención de nueva información, se controlará toda la comunicación con los dispositivos receptores de señales, así como el correcto almacenamiento de nuevas recepciones de señales identificadas por los dispositivos antenas situados a tal efecto.

En la parte de gestión, manejo y utilización de la información ya existente se trabajará con los datos obtenidos en momentos anteriores al actual, y se podrá aislar información correspondiente a los objetivos OBJ-01, OBJ-02, OBJ-03 y OBJ-04.

Concretamente, para realizar correctamente la solución del sistema requerido, se puede realizar la división explicativa en tres grandes módulos o componentes principales que sería recomendable abordar de manera individual y que como información general obtienen características que se describirán a continuación.

1.3.2. Tablero de control online.

Es el eslabón que conecta al usuario administrador con el sistema de almacenamiento de datos, actuando como interfaz única mediante la que se brinda al ad-

ministrador la posibilidad de visualización, control y gestión de la información capturada por los nodos de recepción de señales del sistema.

El tablero de control online es una aplicación software que de forma transparente al usuario administrador, es capaz de leer la información que almacena el sistema de almacenamiento de datos, mostrarla y ordenarla o aislarla (cumpliendo siempre los objetivos OBJ-01, OBJ-02, OBJ-03 y OBJ-04) de la forma que el administrador a cargo estime oportuno.

Además, a través del tablero de control online se podrán añadir y configurar los nuevos nodos que se vayan conectando a la red del sistema C.U.M, así como observar su estado y comprobar si existen incidencias concretas en cada uno de ellos.

Al ser de naturaleza software y generado mediante aplicación, no se requerirá un sistema hardware específico para utilizarlo, de manera que podrá ser utilizada a través de un PC, un smartphone o una tableta.

1.3.3. Sistema de almacenamiento de datos.

El sistema de almacenamiento de datos será un conjunto hardware-software gestionado directamente en la nube, que a su vez tendrá subapartados independientemente configurables para cada proyecto, de manera que dependiendo de los permisos del usuario que acceda, se pueda listar la información correspondiente a un solo proyecto o la de todos los proyectos.

De otra forma, el sistema de almacenamiento de datos será el encargado de notificar las diferentes incidencias que aparezcan en nodos receptores o en cualquier otra parte destacable del sistema C.U.M.

De manera concreta, para el sistema de almacenamiento de datos y gestión de la información, estará formado por dos equipos diferentes. Un equipo servidor de 8GB de RAM, 200GB de disco duro con conexión de ethernet + internet, y un equipo switch que será el encargado de suministrar las comunicaciones recibidas por red al equipo servidor.

En el equipo servidor se instalará un sistema gestor de bases de datos, una aplicación interfaz para el uso del administrador y un software autónomo que se encargue de realizar las peticiones de información a los equipos nodo cada vez que el planificador lo requiera, en los lapsos de tiempo que hayan sido parametrizados.

La comunicación del sistema estará totalmente ligada al proyecto en concreto, de manera que de forma general se realizará mediante tecnología cableada, siendo posible en casos determinados de aparición de dificultades arquitectónicas utilizar comunicaciones inalámbricas.

En este último caso, la decisión será totalmente consensuada, identificando todos los beneficios y perjuicios existentes en cada situación.

1.3.4. Sistema colector de datos.

El sistema colector de datos está formado por la unión de sensores receptores de señal y de equipos nodo para una correcta identificación de señal y su correspondiente comunicación al sistema de almacenamiento de datos.

Los sensores receptores de señal serán dispositivos desplegados a través de la zona supervisada a estudiar. Su función es la de detectar dispositivos WiFi, 4G, 3G o Bluetooth activos, recopilando la dirección MAC identificadora y la potencia de la señal.

Para realizar una correcta triangulación y su correspondiente posicionamiento, cada dispositivo debe ser detectado por tres o más nodos, de manera que resulte una ubicación estimada correcta, de lo contrario, simplemente se conocerá su presencia.

De manera concreta, en esta solución como sensores se utilizará el hardware marca y modelo CAM-105W que realiza la tarea de detectar y localizar transmisiones de tecnologías de dispositivos móviles, smartphones y PDAs.



FIGURA 1-01. SENSOR DE SEÑAL CAM-105W

Este modelo de dispositivo permite la transferencia del registro de eventos a un usb, o mediante una transferencia directa a un PC, a través de equipos Raspberry-Pi3, que a petición de un hardware servidor será el encargado de solicitar información nueva al dispositivo de escucha.

Por lo tanto, la opción escogida como nodo para la solución de este trabajo será de un equipo Raspberry-Pi3, que será el dispositivo encargado de comunicarse con el switch del sistema de almacenamiento de datos.

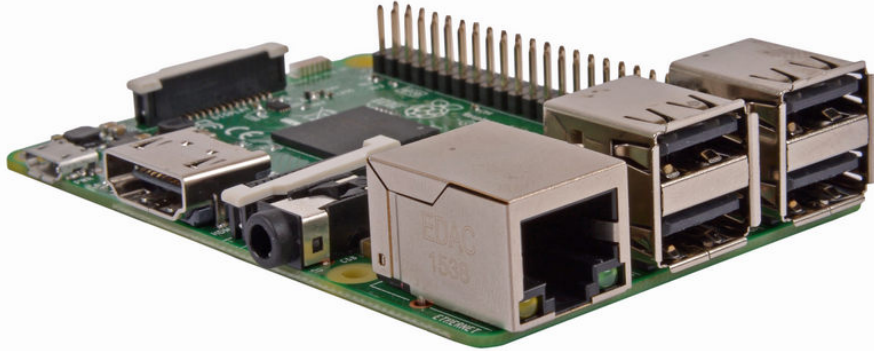


FIGURA 1-02. DISPOSITIVO RASPBERRY-PI3

De esta manera, se podrá hacer uso de su compacidad y favorecer al proyecto de la extrema portabilidad del producto. Así se consigue evitar el exceso uso de cableado intermedio o fuentes de emisión inalámbricas que puedan concurrir en una mayor tasa de interferencias con las señales a detectar.

1.3.5. Esquema general del sistema C.U.M.

El esquema general del sistema de comportamiento de usuarios móviles describe la estructura del sistema completo al nivel de abstracción más alto posible.

Cabe destacar, que este esquema general no es el esquema de la base de datos del sistema, simplemente es una idea aproximada de la combinación del software y el hardware necesario para resolver el problema presentado.

De manera que a groso modo, la solución general en cada proyecto queda reflejada en la siguiente figura:

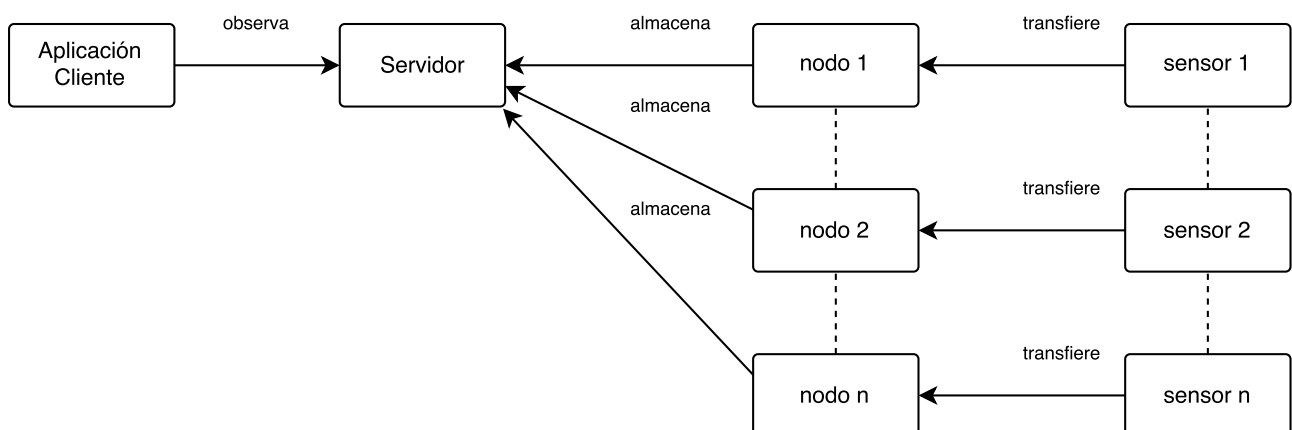


FIGURA 1-03. ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA C.U.M

1.3.6. Descomposición Funcional (WBS)

La descomposición funcional en general se realiza con el propósito de conocer la identidad de los componentes, o con el propósito de obtener una representación comprimida de la función global, una tarea que sólo es posible cuando los procesos constituyentes poseen cierto nivel de modularidad.

La descomposición funcional tiene un papel destacado en la programación de equipos informáticos, donde uno de los objetivos principales es modularizar procesos en la mayor medida posible.

Por ejemplo, un sistema de gestión de categorización de productos puede ser dividido en un módulo de inventario, un módulo de información, y un módulo de evaluación.

En las primeras décadas de la programación de equipos informáticos, se ha puesto de manifiesto como el "arte de subrouting".

De esta forma y tras definir la descripción del problema y la funcionalidad esperada en apartados anteriores, a continuación se muestra la especificación de los siguientes bloques funcionales en los que se descompone el sistema a desarrollar.

Para ello, en el siguiente diagrama WBS aparecen los diferentes bloques así como sus relaciones.

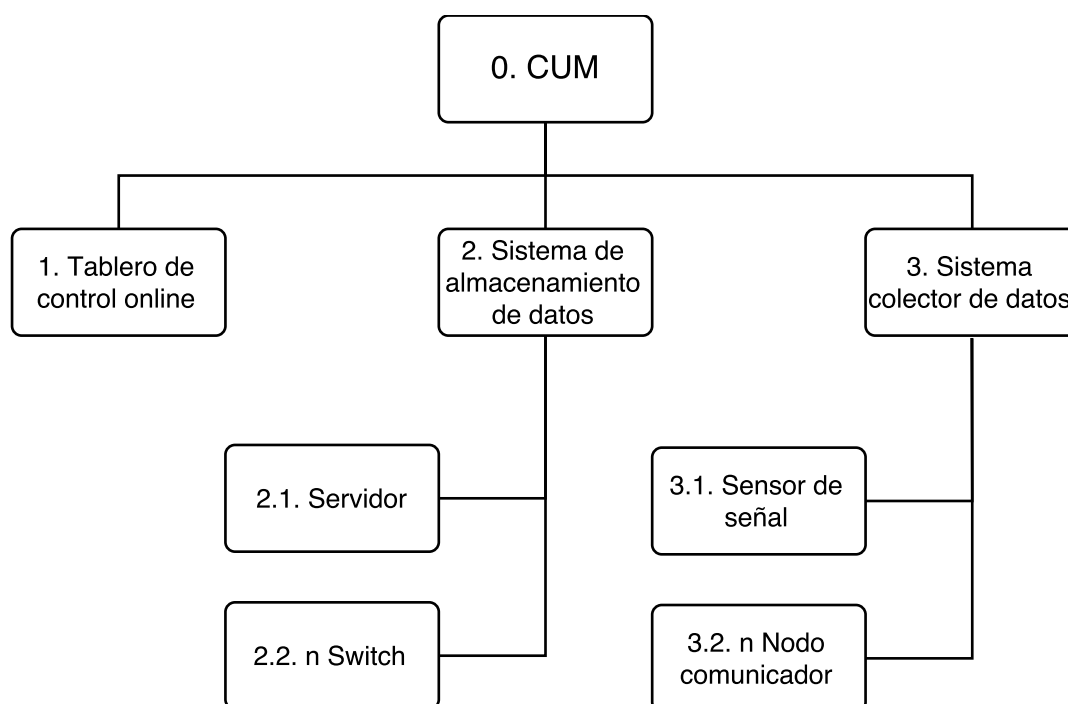


FIGURA 1-04. DIAGRAMA WBS DEL SISTEMA C.U.M

1.4. Antecedentes.

El sistema de Comportamiento de Usuarios Móviles tiene como objetivo cuantificar la ubicación y el desplazamiento de determinados usuarios que acceden a determinadas zonas concretas.

Como se ha comunicado hasta ahora, el sistema se divide en tres grandes bloques, el Tablero de control online, el sistema de almacenamiento de datos y el sistema colector de datos. Para cada uno de estos subsistemas se han localizado los siguientes antecedentes.

1.4.1. Antecedentes del Tablero de control online.

El tablero de control será una evolución de lo que en Ingeniería Industrial se denomina SCADA, acrónimo de sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos, y es un concepto que se emplea para realizar un software para ordenadores que permita controlar y supervisar procesos industriales a distancia.

Estos sistemas facilitan la retroalimentación en tiempo real con los dispositivos de campo (sensores y actuadores), y controlan el proceso automáticamente.

Además se provee de toda la información que se genera en el proceso productivo (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.) y permite su gestión e intervención.

La realimentación, también denominada retroalimentación o feedback es, en una organización, el proceso de compartir observaciones, preocupaciones y sugerencias, con la intención de recabar información, a nivel individual o colectivo, para mejorar o modificar diversos aspectos del funcionamiento de una organización. La realimentación tiene que ser bidireccional de modo que la mejora continua sea posible, en el escalafón jerárquico, de arriba para abajo y de abajo para arriba.

En la teoría de control, la realimentación es un proceso por el que una cierta proporción de la señal de salida de un sistema se redirige de nuevo a la entrada. Esto es de uso frecuente para controlar el comportamiento dinámico del sistema. Los ejemplos de la realimentación se pueden encontrar en la mayoría de los sistemas complejos, tales como ingeniería, arquitectura, economía, sociología y biología.

1.4.2. Antecedentes al sistema de almacenamiento de datos.

Como sistema de almacenamiento de datos se contempla un servidor y un switch.

Un servidor es una aplicación en ejecución capaz de atender las peticiones de un cliente y devolverle una respuesta en concordancia. Los servidores se pueden ejecutar en cualquier tipo de computadora, incluso en computadoras dedicadas a las cuales se les conoce individualmente como «el servidor».

En la mayoría de los casos una misma computadora puede proveer múltiples servicios y tener varios servidores en funcionamiento. La ventaja de montar un servidor en computadoras dedicadas es la seguridad. Por esta razón la mayoría de los servidores son procesos diseñados de forma que puedan funcionar en computadoras de propósito específico.

Los servidores operan a través de una arquitectura cliente-servidor. Los servidores son programas de computadora en ejecución que atienden las peticiones de otros programas, los clientes. Por tanto, el servidor realiza otras tareas para beneficio de los clientes. Ofrece a los clientes la posibilidad de compartir datos, información y recursos de hardware y software. Los clientes usualmente se conectan al servidor a través de la red pero también pueden acceder a él a través de la computadora donde está funcionando. En el contexto de redes Internet Protocol (IP), un servidor es un programa que opera como oyente de un socket.

Comúnmente los servidores proveen servicios esenciales dentro de una red, ya sea para usuarios privados dentro de una organización o compañía, o para usuarios públicos a través de Internet. Los tipos de servidores más comunes son servidor de base de datos, servidor de archivos, servidor de correo, servidor de impresión, servidor web, servidor de juego, y servidor de aplicaciones.

Un gran número de sistemas usa el modelo de red cliente-servidor, entre ellos los sitios web y los servicios de correo. Un modelo alternativo, el modelo red peer-to-peer permite a todas las computadoras conectadas actuar como clientes o servidores acorde a las necesidades.

Por otro lado, un switch es un dispositivo digital lógico de interconexión de equipos que opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI. Su función es interconectar dos o más segmentos de red, de manera similar a los puentes de red, pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red y eliminando la conexión una vez finalizada esta.

Son utilizados cuando se desea conectar múltiples tramos de una red, fusionándolos en una sola red. Al igual que los puentes, dado que funcionan como un filtro en la red y solo retransmiten la información hacia los tramos en los que hay el destinatario de la trama de red, mejoran el rendimiento y la seguridad de las redes de área local (LAN).

1.4.3. Antecedentes al sistema colector de datos.

Como se observa en apartados anteriores, este apartado depende de dos dispositivos, que son Raspberry Pi y el equipo CAM-105W.

Raspberry Pi es un dispositivo de placa reducida, placa única o placa simple (SBC) de bajo coste desarrollado en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas.

El Raspberry Pi no viene con reloj en tiempo real, por lo que el sistema operativo debe usar un servidor de hora en red, o pedir al usuario la hora en el momento de arrancar el computador. Sin embargo se podría añadir un reloj en tiempo real (como el DS1307) con una batería mediante el uso de la interfaz I²C.

El Raspberry Pi usa mayoritariamente sistemas operativos basados en el núcleo Linux. Raspbian, una distribución derivada de Debian que está optimizada para el hardware de Raspberry Pi, se lanzó durante julio de 2012 y es la distribución recomendada por la fundación para iniciarse.

Usa una arquitectura ARM cuya relativa simplicidad los hace ideales para aplicaciones de baja potencia. Como resultado, se han convertido en dominante en el mercado de la electrónica móvil e integrada, encarnados en microprocesadores y microcontroladores pequeños, de bajo consumo y relativamente bajo costo. En 2005, alrededor del 98% de los más de mil millones de teléfonos móviles vendidos utilizaban al menos un procesador ARM.

Desde 2009, los procesadores ARM son aproximadamente el 90% de todos los procesadores RISC de 32 bits integrados, cabe hacer mención que no existe una tabla de equivalencias de rendimiento entre las distintas tecnologías de procesadores y se utilizan generalmente en la electrónica de consumo, incluyendo PDA, tabletas, teléfonos móviles, smartphones, relojes inteligentes, videoconsolas portátiles, calculadoras, reproductores digitales de música y medios (fotos, vídeos, etc.), y periféricos de ordenador como discos duros y routers.

Capítulo 2.

ANÁLISIS DE LA

INFORMACIÓN

2.1. Introducción

A continuación se pasará a describir los requisitos necesarios para poder abordar la solución del problema de triangulación de dispositivos. Para dicha enumeración se ha respaldado en la información del enunciado de la práctica y en el análisis de dicho problema incluyendo medios técnicos e infraestructuras necesarias para poder llevar a cabo dicho fin.

Para este capítulo cabrá destacar sobre el desarrollo del sistema de triangulación un statu quo que se rija por sus correspondientes requisitos. Estos requisitos serán identificados con la notación “RU-X.Y”, siendo X el número del apartado del capítulo, e Y el orden cronológico numérico del requisito en cuestión.

Dicha notación deberá ser genérica, a excepción de la vocal U, que será correspondiente al determinado requisito; en cuestión se tendrá, ‘U’ para usuario, ‘F’ para funcional, ‘I’ para requisitos de información, ‘NF’ para no funcionales, y por último ‘INT’ para requisitos de interfaz.

2.2. Requisitos Usuario (RU-X.Y)

- RU-2.01. Es necesario que el usuario tenga en propiedad al menos un dispositivo que emita algún tipo de señal de la que es posible capturar, que serán señales 4G, 3G, Wifi, o Bluetooth.
- RU-2.02. Es necesario que el/los dispositivo/s propiedad del usuario que se requieran localizar funcionen de manera correcta.
- RU-2.03. Es necesario que como mínimo el usuario con su/s dispositivo/s deambule por la zona correspondiente a la triangulación con sus dispositivos.
- RU-2.04. Es necesario que el usuario mantenga encendido/s el/los dispositivo/s en todo momento para una correcta triangulación de ese dispositivo.
- RU-2.05. Es necesario que en la zona de instalación del sistema C.U.M, el dispositivo propiedad del usuario realice uso de señales que puedan ser captadas, estas serán 4G, 3G, Wifi, o Bluetooth.

2.3. Requisitos del sistema

Los requisitos funcionales de un sistema describen lo que éste debe hacer. La especificación de requisitos funcionales debe estar completa y ser consistente.

La completitud significa que todos los servicios solicitados por el usuario deben estar definidos.

La consistencia significa que los requerimientos no deben tener definiciones contradictorias. En la práctica, para sistemas grandes y complejos, es prácticamente imposible ya que es fácil cometer errores y omisiones.

2.3.1. Requisitos funcionales (RF-X.Y)

- RF-2.01. Es necesario que el sistema almacene toda la información correspondiente a la dirección MAC perteneciente a los dispositivos capturados.
- RF-2.02. Es necesario que se utilicen dispositivos capaces de capturar señales tipo 4G, 3G, Wifi, o Bluetooth.
- RF-2.03. Es necesario que para la correcta triangulación de usuarios, los dispositivos capturadores de señales se sitúen cubriendo el área completa de la zona a tratar.
- RF-2.04. Es necesario que para la correcta triangulación de usuarios, los dispositivos capturadores de señales estén situados con intersecciones en su radio de actuación de mínimo otros dos dispositivos más.
- RF-2.05. Es necesario que los dispositivos capturadores de señales estén en todo momento correctamente alimentados.
- RF-2.06. Es necesario que exista un sistema de colección y almacenamiento de datos.
- RF-2.07. Es necesario un sistema de comunicación entre el sistema de colección de datos (dispositivos) y el sistema de almacenamiento de datos (servidor).
- RF-2.08. Es necesario que el sistema de comunicación tenga un alto nivel de protección de interferencias.
- RF-2.09. Es necesario un sistema software capaz de coordinar la colección de datos de los dispositivos receptores y el almacenamiento de datos en el sistema de almacenamiento de datos.
- RF-2.10. Es necesario un sistema software capaz de manipular la información almacenada en el sistema de almacenamiento de datos, capaz de aislar y mostrar la información correspondiente a OBJ-01, OBJ-02, OBJ-03 y OBJ-04.

- RF-2.11. Es necesario que exista un equipo Raspberry-PI3 correctamente cableado con cada nodo.
- RF-2.12. Es necesario que cada equipo Raspberry-PI3 esté correctamente alimentado.
- RF-2.13. Es necesario que exista un equipo switch entre el servidor y todos los nodos.
- RF-2.14. Es necesario que el equipo switch esté correctamente configurado y cableado tanto a los nodos como al servidor.

2.3.2. Requisitos de la información (RI-X.Y)

- RI-2.01. Es necesario que la información almacenada cumpla con la LOPD de manera totalmente estricta.
- RI-2.02. Es necesario que la información almacenada lo sea de forma íntegra.
- RI-2.03. Es necesaria una distribución de la información de manera que la base de datos permita la obtención y aislamiento de datos tal y como se requiere en OBJ-01, OBJ-02, OBJ-03 y OBJ-04.

2.3.3. Requisitos No funcionales (RNF-X.Y)

- RNF-2.01. Las actualizaciones del sistema C.U.M serán prefijada por la empresa dueña del desarrollo.
- RNF-2.02. Se considerará lectura fallida cuando se detecte una señal con una duración por debajo de 2 segundos.
- RNF-2.03. Se considerará lectura correcta y almacenable cuando se detecte una señal con una duración por encima de 2 segundos.
- RNF-2.04. Se considerará una lectura triangulizable cuando se detecte en al menos tres dispositivos de recepción de manera simultánea. De lo contrario no será posible detectar la ubicación.

Capítulo 3.

DISEÑO DEL MODELO E-R

3.1. Análisis de la Información Estructural

Siguiendo la metodología descrita en el Lenguaje Unificado de Modelado se analizarán las diferentes clases que actúan en el sistema de estudio. Para ello se pasará a continuación a descomponer de manera metódica cada una de las clases o elementos detectados en el sistema C.U.M.

3.1.1. Descomposición de las Clases - Elementos

Según la información desglosada en apartados anteriores, se concluye que para poder diseñar una correcta solución del problema, son requeridas al menos cuatro clases.

Estas clases serán las responsables de brindar una correcta integridad entre el dominio del problema y la solución deseada. Además, al relacionar estas clases entre sí en los apartados a posteriori, se podrá obtener una correcta descripción del dominio del problema y sus consecuentes restricciones.

Las cuatro clases que se entienden necesarias para lo comentado anteriormente y que serán desgranadas a continuación son:

Clase	Atributos
Proyecto	código, nombre, fecha_contrato, fecha_inicio, fecha_finalización, coste
Receptor	id
Dispositivo	IMEI, MAC
Señal	MAC, tipo

TABLA 3.01. IDENTIFICACIÓN DE LAS CLASES Y ATRIBUTOS.

3.1.1.1. Clase Proyecto

Representa a un proyecto concreto para la empresa de marketing.

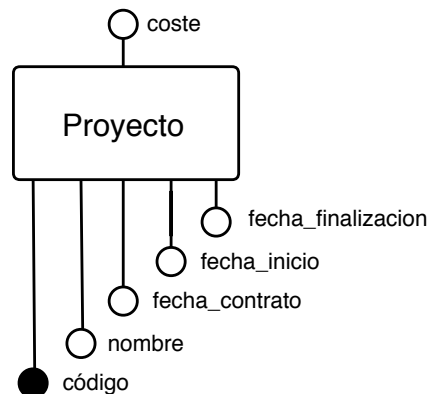


FIGURA 3-01. DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA ENTIDAD PROYECTO.

Proyecto	
	-código : string -nombre : string -fecha_contrato : datetime -fecha_inicio : datetime -fecha_finalizacion : datetime -coste : real
	+registrarProyecto(código : string) +modificarProyecto(código : string) +eliminarProyecto(código : string) +buscarProyecto(código : string)

TABLA 3.02. DEFINICIÓN DE LA CLASE PROYECTO

Nombre de la clase	Proyecto
Descripción	Clase que representa a un único proyecto en concreto.
Atributos	<ul style="list-style-type: none"> • código: Identificador único del proyecto. • nombre: Nombre dado al proyecto en concreto. • fecha_contrato: Fecha en la que se realiza el contrato. • fecha_inicio: Fecha en la que se comienza el proyecto. • fecha_finalizacion: Fecha en la que se finaliza el proyecto. • coste: Precio final del proyecto.

Nombre de la clase	Proyecto
Operaciones	<ul style="list-style-type: none">• registrarProyecto: Registra un nuevo proyecto en el sistema.• modificarProyecto: Posibilidad de realizar una modificación en los datos de un proyecto.• eliminarProyecto: Elimina un proyecto existente en el sistema.• buscarProyecto: Realiza una búsqueda de un determinado proyecto del sistema.

TABLA 3.03. ESPECIFICACIÓN DE LA CLASE PROYECTO

3.1.1.2. Clase Receptor

Representa a un sistema colector de datos utilizados para recoger información de las señales recibidas por los distintos dispositivos.

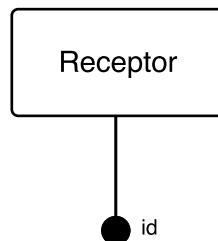


FIGURA 3-02. DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA ENTIDAD RECEPTOR.

Receptor
-id : string
+anyadirReceptor(id : string) +modificarReceptor(id : string) +eliminarReceptor(id : string) +buscarReceptor(id : string)

TABLA 3.04. DEFINICIÓN DE LA CLASE RECEPTOR

Nombre de la clase	Receptor
Descripción	Clase que representa a un sistema colector de datos (nodo + sensor). Los receptores son los encargados de recibir la/s señal/es (3.1.1.4) generadas por los dispositivos (3.1.1.3) de los usuarios.
Atributos	<ul style="list-style-type: none"> • id: Identificador único del receptor.
Operaciones	<ul style="list-style-type: none"> • anyadirReceptor: Añade un nuevo receptor al sistema. • modificarReceptor: Posibilidad de realizar una modificación en los datos de un receptor. • eliminarReceptor: Elimina un receptor existente en el sistema. • buscarReceptor: Realiza una búsqueda de un determinado receptor del sistema.

TABLA 3.05. ESPECIFICACIÓN DE LA CLASE RECEPTOR

3.1.1.3. Clase Dispositivo

Representa a un dispositivo capaz de generar una onda de radiofrecuencia (4G, 3G, Wifi o Bluetooth) capturable por la clase receptor.

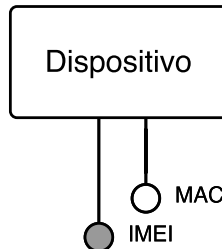


FIGURA 3-03. DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA ENTIDAD DISPOSITIVO

Dispositivo
-MAC : string -IMEI : long long
+anyadirDispositivo(MAC : string, IMEI : long long) +eliminarDispositivo(MAC : string, IMEI : long long) +buscarDispositivo(MAC : string, IMEI : long long)

TABLA 3.06. DEFINICIÓN DE LA CLASE DISPOSITIVO

Nombre de la clase	Dispositivo
Descripción	Clase que representa a un dispositivo emisor de señal (3.1.1.4) de radiofrecuencia capturable.
Atributos	<ul style="list-style-type: none"> • IMEI: Identificador único del dispositivo. • MAC: Identificador alterno del dispositivo.
Operaciones	<ul style="list-style-type: none"> • anyadirDispositivo: Añade un nuevo dispositivo al sistema. • eliminarDispositivo: Elimina un dispositivo existente en la base de datos. • buscarDispositivo: Realiza una búsqueda de un determinado dispositivo del sistema.

TABLA 3.07. ESPECIFICACIÓN DE LA CLASE DISPOSITIVO

3.1.1.4. Clase Señal

Representa a una señal que se puede coleccionar por uno o varios receptores a la vez.

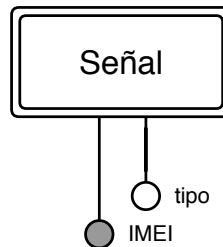


FIGURA 3-04. DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA ENTIDAD SEÑAL

Señal
-IMEI : string -tipo : string
+anyadirSenyal(IMEI : string, tipo : string) +eliminarSenyal(IMEI : string, tipo : string) +buscarSenyal(IMEI : string, tipo : string)

TABLA 3.08. DEFINICIÓN DE LA CLASE SEÑAL

Nombre de la clase	Señal
Descripción	Clase que representa a una señal producida por un dispositivo (3.1.1.3) de usuario, que puede ser recibida por uno o varios receptores.
Atributos	<ul style="list-style-type: none"> • IMEI: Identificador alternativo del dispositivo (3.1.1.3) emisor de la señal. • tipo: Tipo de señal generada, esto es 4G, 3G, Wifi o Bluetooth
Operaciones	<ul style="list-style-type: none"> • anyadirSenyal: Añade una señal a la colección de datos. • eliminarSenyal: Elimina una señal existente en la base de datos. • buscarSenyal: Realiza una búsqueda de una determinada señal en la base de datos.

TABLA 3.09. ESPECIFICACIÓN DE LA CLASE SEÑAL

3.2. Modelo Entidad - Relación

Una vez realizada la transcripción gráfica de cada elemento o clase y sus requerimientos, el siguiente paso es generar un esquema conceptual para la base de datos mediante un modelo de datos conceptual de alto nivel.

El esquema conceptual contiene una descripción detallada de los requerimientos de información, y contiene descripciones de los tipos de datos, relaciones entre ellos y sus correspondientes restricciones.

Así pues el modelo de entidad - relación es el modelo conceptual más utilizado para el diseño conceptual de bases de datos. Este modelo logra representar objetos del mundo real de una manera muy completa.

El esquema conceptual para el modelo de base de datos a desarrollar para el sistema C.U.M se muestra en la siguiente figura.

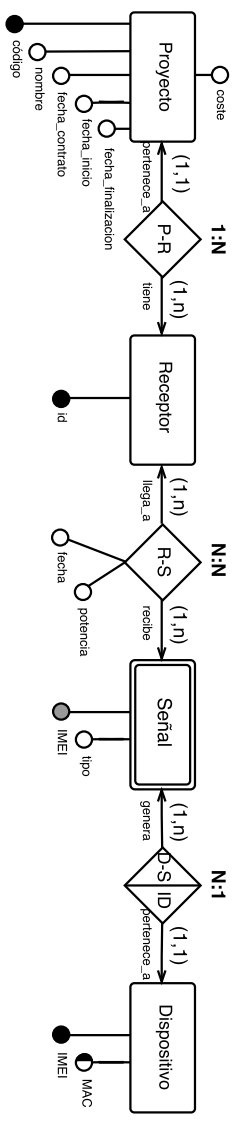


FIGURA 3-05. MODELO ENTIDAD - RELACIÓN.

3.3. Validación SUP-X / Entidades.

3.3.1. Introducción.

Validar las clases de entidad es el proceso de confirmar que los valores especificados en los objetos de datos cumplen las restricciones en el esquema de un objeto, además de las reglas establecidas para la aplicación.

Se recomienda validar los datos antes de enviar las actualizaciones a la base de datos subyacente para reducir los errores. De este modo, también se reduce el número de viajes de ida y vuelta entre una aplicación y la base de datos.

Además de comprobar los valores durante los cambios, también puede validar los datos cuando se intenta actualizar una clase de entidad completa. La validación durante un intento de actualización permite comparar los valores de varias columnas si lo requieren las reglas del negocio. En el procedimiento siguiente se muestra cómo validar cuando se intenta actualizar una clase de entidad completa.

Concretamente en este apartado se proporcionarán las validaciones de todos los requisitos con las entidades existentes.

3.3.2. Matriz de validación.

	Proyecto	Receptor	Señal	Dispositivo
RU-2.01		✓	✓	✓
RU-2.02				✓
RU-2.03	✓			
RU-2.04	✓	✓	✓	✓
RU-2.05	✓		✓	✓
RF-2.01		✓		
RF-2.02				✓
RF-2.03	✓	✓		
RF-2.04	✓			
RF-2.05		✓		
RF-2.06	✓			
RF-2.07	✓	✓		
RF-2.08	✓			
RF-2.09	✓	✓		
RF-2.10	✓			
RF-2.11		✓		
RF-2.12		✓		
RF-2.13	✓			
RF-2.14	✓			
RI-2.01	✓			
RI-2.02	✓			
RI-2.03	✓			
RNF-2.01	✓			
RNF-2.02		✓		
RNF-2.03		✓		
RNF-2.04	✓			

TABLA 3.10. MATRIZ DE VALIDACIÓN DE REQUISITOS DE INFORMACIÓN Y ENTIDADES.

3.3.3. Matriz de correspondencia.

En este apartado se desglosará la correspondencia entre el tipo de requisito existente y la propia entidad o clase.

	RF	RNF	RI
RU-2.01	RF-2.02, RF-2.03, RF-2.04, RF-2.05,	RNF-2.02, RNF-2.03, RNF-2.04	
RU-2.02		RNF-2.02, RNF-2.03, RNF-2.04	
RU-2.03	RF-2.02, RF-2.03, RF-2.04, RF-2.05,	RNF-2.02, RNF-2.03, RNF-2.04	
RU-2.04	RF-2.01, RF-2.02, RF-2.03, RF-2.04, RF-2.05, RF-2.06, RF-2.07, RF-2.08, RF-2.09, RF-2.10, RF-2.11, RF-2.12, RF-2.13, RF-2.14	RNF-2.02, RNF-2.03, RNF-2.04	RI-2.01, RI-2.02, RI-2.03
RU-2.05	RF-2.01, RF-2.02, RF-2.03, RF-2.04, RF-2.05, RF-2.06, RF-2.07, RF-2.08, RF-2.09, RF-2.10, RF-2.11, RF-2.12, RF-2.13, RF-2.14	RNF-2.02, RNF-2.03, RNF-2.04	RI-2.01, RI-2.02, RI-2.03

TABLA 3.11. MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Capítulo 4.

MODELO

RELACIONAL

El modelo relacional, para el modelado y la gestión de bases de datos, es un modelo de datos basado en la lógica de predicados y en la teoría de conjuntos.

Tras ser postuladas sus bases en 1970 por Edgar Frank Codd, de los laboratorios IBM en San José (California), no tardó en consolidarse como un nuevo paradigma en los modelos de base de datos.

Su idea fundamental es el uso de relaciones. Estas relaciones podrían considerarse en forma lógica como conjuntos de datos llamados tuplas. Pese a que esta es la teoría de las bases de datos relacionales creadas por Codd, la mayoría de las veces se conceptualiza de una manera más fácil de imaginar, pensando en cada relación como si fuese una tabla que está compuesta por registros (cada fila de la tabla sería un registro o "tupla") y columnas (también llamadas "campos").

Debido a esto, y una vez presentado el Modelo de entidad - relación en el capítulo anterior, se puede pasar a estudiar las tablas que se generarán en torno a las entidades existentes en el dominio del problema.

Estas tablas se describirán a continuación, y deberán tener consecuencia con su correspondiente esquema relacional que será reflejado en el último apartado del capítulo.

4.1. Diseño Relacional.

4.1.1. Entidad Proyecto.

La entidad de nombre Proyecto representa a cada uno de los proyectos de estudio de la empresa de marketing.

Su cardinalidad es 1:N con la **4.1.2. Entidad Receptor** y no tiene herencia de ninguna otra entidad, quedando su lista de atributos como se describe a continuación.

4.1.1.1. Código

- **Atributo identificador.**
- Descripción: Representa el código numérico del proyecto
- Dominio: Su dominio son caracteres numéricos
- Restricciones: Intervalo de valores (0,20), lista de valores 0{*secuencia numérica de caracteres decimal*}20

4.1.1.2. Nombre

- Descripción: Representa el nombre propio del proyecto
- Dominio: Su dominio son caracteres alfanuméricos
- Restricciones: Intervalo de cantidad de caracteres (0,50)

4.1.1.3. Fecha_contrato

- Descripción: Representa la fecha originaria de la firma del contrato del proyecto
- Dominio: Su dominio son caracteres con formato de fecha (YYYY-MM-DD)
- Restricciones: De 0001-01-01 a 31.12.99

4.1.1.4. Fecha_inicio

- Descripción: Representa la fecha de inicio del funcionamiento del proyecto
- Dominio: Su dominio son caracteres con formato de fecha (YYYY-MM-DD)
- Restricciones: De 0001-01-01 a 31.12.99

4.1.1.5. Fecha_finalización

- Descripción: Representa la fecha fin del funcionamiento del proyecto
- Dominio: Su dominio son caracteres con formato de fecha (YYYY-MM-DD)
- Restricciones: De 0001-01-01 a 31.12.99

4.1.1.6. Coste

- Descripción: Representa el precio total de la implementación del proyecto
- Dominio: Su dominio son caracteres numéricos
- Restricciones: De $-3,40E + 38$ a $-1,18E - 38$, 0 y de $1,18E - 38$ a $3,40E + 38$

Por tanto y de manera concreta se obtiene que la tabla Proyecto se forma a partir del tipo de **4.1.1. Entidad Proyecto**, quedando de la siguiente manera:

Proyecto(codigo, nombre, fecha_contrato, fecha_inicio, fecha_finalizacion, coste)

TABLA 4.01. TABLA PROYECTO

4.1.2. Entidad Receptor.

La entidad de nombre Receptor representa a cada uno de los receptores instalados para un proyecto de estudio de la empresa de marketing.

Su cardinalidad es N:1 con la **4.1.1. Entidad Proyecto** y N:N con la **4.1.3. Entidad Señal** y no tiene herencia de ninguna otra entidad, quedando su lista de atributos como se describe a continuación.

4.1.2.1. Id

- **Atributo identificador**
- Descripción: Representa el código numérico de serie del receptor
- Dominio: Su dominio son caracteres numéricos
- Restricciones: Intervalo de valores (0,20), lista de valores $0\{\text{*secuencia numérica de caracteres decimal*}\}20$

Por tanto y de manera concreta se obtiene que la tabla Receptor se forma a partir del tipo de **4.1.2. Entidad Receptor**, quedando de la siguiente manera:

Receptor(codigo, **proyecto**_[NOT NULL])
Receptor(proyecto) → Proyecto(codigo)

TABLA 4.02. TABLA RECEPTOR

4.1.3. Entidad Señal.

La entidad de nombre Señal representa a cada una de las señales captadas por los receptores instalados para un proyecto de estudio de la empresa de marketing y que a su vez son emitidas por dispositivos que aparecen en el recinto de estudio del propio proyecto.

Su cardinalidad es N:N con la **4.1.2. Entidad Receptor** y N:1 con la **4.1.4. Entidad Dispositivo**, además esta entidad posee herencia sobre la entidad 4.1.4. del identificador IMEI, quedando su lista de atributos como se describe a continuación.

4.1.3.1. IMEI

- **Atributo identificador**
- Descripción: Representa el código numérico de IMEI del dispositivo emisor de la señal
- Dominio: Su dominio son caracteres numéricos
- Restricciones: Intervalo de valores (0,15), lista de valores 0{*secuencia numérica de caracteres decimal*}15

4.1.3.2. Tipo

- Descripción: Representa el tipo de señal (3G, 4G, Bluetooth o Wifi)
- Dominio: Su dominio son caracteres alfanuméricos
- Restricciones: Intervalo de valores [3G, 4G, Bluetooth, Wifi]

Por tanto y de manera concreta se obtiene que la tabla Señal se forma a partir del tipo de **4.1.3. Entidad Señal**, quedando de la siguiente manera:

Senal(**IMEI**_[NOT NULL], tipo)
Senal(IMEI) → Dispositivo(IMEI)

TABLA 4.03. TABLA SEÑAL

4.1.4. Entidad Dispositivo.

La entidad de nombre Dispositivo representa a cada una de los dispositivos que en el recinto acotado por un proyecto de estudio de la empresa de marketing, generan una señal captable por la **4.1.2. Entidad Receptor**.

Su cardinalidad es 1:N con la **4.1.3. Entidad Señal**, quedando su lista de atributos como se describe a continuación.

4.1.4.1. IMEI

- **Atributo identificador**
- Descripción: Representa el código numérico de IMEI del dispositivo emisor de la señal
- Dominio: Su dominio son caracteres numéricos
- Restricciones: Intervalo de valores (0,15), lista de valores 0{*secuencia numérica de caracteres decimal*}15

4.1.4.2. MAC

- Descripción: Representa el código MAC de la antena emisora de señal del dispositivo.
- Dominio: Su dominio son caracteres alfanuméricos
- Restricciones: Intervalo de valores (0,12), lista de valores 0{*secuencia alfanumérica de caracteres decimal*}12

Por tanto y de manera concreta se obtiene que la tabla Dispositivo se forma a partir del tipo de **4.1.4. Entidad Dispositivo**, quedando de la siguiente manera:

Dispositivo(<u>IMEI</u> , <u>mac</u>)

TABLA 4.04. TABLA DISPOSITIVO

4.1.5. Tablas de Relaciones.

Por tanto y de manera concreta se obtiene que la tabla Dispositivo se forma a partir del tipo de **4.1.4. Entidad Dispositivo**, quedando de la siguiente manera:

<p>Receptor_senal(receptor_[NOT NULL], senal_[NOT NULL], fecha, potencia)</p> <p><i>Receptor_senal</i>(receptor) → <i>Receptor</i>(codigo)</p> <p><i>Receptor_senal</i>(senal) → <i>Senal</i>(IMEI)</p>

TABLA 4.05. TABLA DE RELACIONES

Capítulo 5.

SCRIPTS SQL

5.1. Tabla Resumen de modelo relacional.

Agrupando las relaciones y las tablas observadas en el capítulo 4, se observa el siguiente modelo relacional global:

```
Proyecto(codigo, nombre, fecha_contrato, fecha_inicio, fecha_finalizacion, coste)
Receptor(codigo, proyecto[NOT NULL])
Senal(IMEI[NOT NULL], tipo)
Dispositivo(IMEI, mae)
Receptor_senal(receptor[NOT NULL], senal[NOT NULL], fecha, potencia)

Receptor(proyecto) → Proyecto(codigo)
Senal(IMEI) → Dispositivo(IMEI)
Receptor_senal(receptor) → Receptor(codigo)
Receptor_senal(senal) → Senal(IMEI)
```

TABLA 5.01. TABLA DE RESUMEN DE MODELO RELACIONAL

5.2. Eliminación previa de tablas de coincidencia.

De manera que en primer lugar se realizan las primeras operaciones de borrado de tablas:

```
drop table receptor_senal;
drop table senal;
drop table receptor;
drop table dispositivo;
drop table proyecto;
```

TABLA 5.02. CÓDIGO SQL DE ELIMINACIÓN DE TABLAS

5.3. Creación de tabla proyecto.

A continuación se prosigue insertando la tabla proyecto y unos datos de ejemplo iniciales, en los que se simulan 3 instalaciones en distintas partes de la ciudad de Córdoba.

```
create table proyecto(  
    codigo number(20) primary key,  
    nombre varchar2(50) not null,  
    fecha_contrato date not null,  
    fecha_inicio date not null,  
    fecha_finalizacion date not null,  
    coste real not null  
);  
  
insert into proyecto values(1,'Turistas en Judería', '10-10-2016', '15-10-2016',  
'20-12-2016', 4570);  
insert into proyecto values(2,'Clientes en C.C. El Arcangel ', '4-10-2014',  
'20-10-2014', '20-10-2015', 7520);  
insert into proyecto values(3, 'Clientes en C.C. Sierra ', '14-11-2014', '24-12-2014',  
'20-5-2015', 2320);
```

TABLA 5.03. CÓDIGO SQL DE CREACIÓN DE TABLA PROYECTO E INSERCIÓN DE DATOS

5.4. Creación de tabla Receptor

Mismo procedimiento para la inserción de receptores en el sistema.

```
create table receptor(  
    codigo number(20) primary key,  
    proyecto number(20) not null,  
    constraint receptor_pro_fk foreign key (proyecto) references proyecto (codigo)  
);  
  
insert into receptor values(1,1);  
insert into receptor values(2,1);  
insert into receptor values(3,1);  
  
insert into receptor values(4,2);  
insert into receptor values(5,2);  
insert into receptor values(6,2);  
insert into receptor values(7,2);  
  
insert into receptor values(8,3);  
insert into receptor values(9,3);
```

```
insert into receptor values(10,3);
```

TABLA 5.04. CÓDIGO SQL DE CREACIÓN DE TABLA RECEPTOR E INSERCIÓN DE DATOS

5.5. Creación de tabla Dispositivo

El siguiente paso es para la tabla dispositivo.

```
create table dispositivo(  
    imei number(15) primary key,  
    mac varchar2(12) unique not null  
);  
  
insert into dispositivo values(1,'FAF3A3C233E4');  
insert into dispositivo values(2,'FAF6A3C113E1');  
insert into dispositivo values(3,'FABBA3C1AAE1');
```

TABLA 5.05. CÓDIGO SQL DE CREACIÓN DE TABLA DISPOSITIVO E INSERCIÓN DE DATOS

5.6. Creación de tabla Señal.

El siguiente turno es para la tabla señal y sus valores.

```
create table senal(  
    imei number(15) primary key,  
    tipo varchar2(10) check( tipo IN ('3G','4G','Bluetooth','Wifi')),  
    constraint senal_mac_fk foreign key (imei) references dispositivo (imei)  
);  
  
insert into senal values(1,'3G');  
insert into senal values(2,'Wifi');
```

TABLA 5.06. CÓDIGO SQL DE CREACIÓN DE TABLA SEÑAL E INSERCIÓN DE DATOS

5.7. Creación de tabla interrelación Receptor-Señal

Y por último la tabla de interrelación receptor - señal.

```
create table receptor_senal(  
    receptor number(20) not null,  
    senal number(15) not null,
```



```
    fecha timestamp not null,  
    potencia real not null,  
    constraint receptor_senal_pk primary key (receptor,senal,fecha),  
    constraint receptor_senal_rec_fk foreign key (receptor) references receptor  
(codigo),  
    constraint receptor_senal_sen_fk foreign key (senal) references senal(imei)  
);  
  
insert into receptor_senal values(1,2,'24-12-2016 18:20:03',57.5);  
insert into receptor_senal values(1,1,'24-12-2016 18:20:03',53.5);  
insert into receptor_senal values(2,2,'24-12-2016 18:20:03',43.5);  
insert into receptor_senal values(2,1,'24-12-2016 18:20:03',23.5);  
insert into receptor_senal values(3,2,'24-12-2016 18:20:03',22.5);  
insert into receptor_senal values(1,2,'24-12-2016 18:22:03',63.2);  
insert into receptor_senal values(2,2,'24-12-2016 18:22:03',12.2);  
insert into receptor_senal values(3,2,'24-12-2016 18:22:03',22.2);  
insert into receptor_senal values(1,2,'24-12-2016 18:24:03',51.2);  
insert into receptor_senal values(2,2,'24-12-2016 18:24:03',12.2);
```

TABLA 5.07. CÓDIGO SQL DE CREACIÓN DE TABLA INTERRELACIÓN RECEPTOR - SEÑAL E INSERCIÓN DE DATOS

Bibliografía

Irene Luque Ruiz - Miguel Ángel Gómez Nieto - Enrique López Espinosa - Gonzalo Cerruela García:

«Bases de Datos. Desde Chen hasta Codd con ORACLE, 2001. ISBN: 8478974784».

Irene Luque Ruiz:

«Apuntes de la asignatura Ingeniería del Software».

Roger S. Pressman:

«Ingeniería del Software, Un Enfoque Práctico México:McGraw-Hill, 2006. ISBN:9701054733».

María José Peña Carrilero:

«Proyecto Fin de Carrera. Desarrollo de una herramienta para la gestión de configuración de software para el seguimiento de los trabajos prácticos de los alumnos de informática de la universidad de córdoba. 2008».

Antonio Osuna Caballero:

«Sistema de gestión de empresa de transportes. 2013».

Bernardo Palacios Bejarano:

«Sistema de control de vehículos. 2012».

Microsoft:

«Diagramas de casos de uso de UML: Referencia»:

<https://msdn.microsoft.com/es-es/library/dd409427.aspx>

«Diagramas de componentes de UML: Referencia»:

<https://msdn.microsoft.com/es-es/library/dd409390.aspx>

«Diagramas de secuencia de UML: Instrucciones»:

<https://msdn.microsoft.com/es-es/library/dd409389.aspx>

«Diagramas de secuencia UML: Referencia»:

<https://msdn.microsoft.com/es-es/library/dd409377.aspx>

«Cómo: Agregar validación a clases de entidad»:

<https://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb629296.aspx>

«Validar datos»:

[https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ee707335\(v=vs.91\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ee707335(v=vs.91).aspx)

«Tutorial: Agregar validación a clases de entidad»:

<https://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb629301.aspx>

«Real en sql»:

<https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms173773.aspx>

CV-Foundation:

«Tracking People and Their Objects»:

http://www.cv-foundation.org/openaccess/content_cvpr_2013/papers/Baumgartner_Tracking_People_and_2013_CVPR_paper.pdf

MPI:

«People-Tracking-by-Detection and People-Detection-by-Tracking»:

https://www.mpi-inf.mpg.de/fileadmin/inf/d2/andriluka/andriluka_cvpr08.pdf

Accuware:

«Accuware Wi-Fi location monitor»:

<https://www.accuware.com/products/locate-wifi-devices/>

Wikipedia:

«SCADA»:

<https://es.wikipedia.org/wiki/SCADA>

«Switch»:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Conmutador_\(dispositivo_de_red\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Conmutador_(dispositivo_de_red))

«Servidor»:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Servidor>

«Raspberry Pi»:

https://es.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi

«Descomposición Funcional»:

https://es.wikipedia.org/wiki/Modelos_de_Función#Descomposici.C3.B3n_Funcional

«Modelo Relacional»:

https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_relacional

Draw.io:

«Draw.io Online User Manual»:

<https://support.draw.io/display/DO/Draw.io+Online+User+Manual>