

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE SOFTWARE Y
SISTEMAS INFORMÁTICOS**

INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS - 31105132

**APLICACIÓN PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS FÍSICOS DE UNA
SALA DE REUNIONES**

JENNY BEATRIZ RODRIGUEZ PINILLA

DIRECTOR: JOSE ANTONIO CERRADA SOMOLINOS

**2014-2015
SEPTIEMBRE**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE SOFTWARE Y
SISTEMAS INFORMÁTICOS**

INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS - 31105132

**APLICACIÓN PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS FÍSICOS DE UNA
SALA DE REUNIONES**

TRABAJO ESPECÍFICO PROPUESTO POR EL ALUMNO

JENNY BEATRIZ RODRIGUEZ PINILLA

DIRECTOR: JOSE ANTONIO CERRADA SOMOLINOS

AUTORIZACIÓN

Autorizo/amos a la Universidad Nacional de Educación a Distancia a difundir y utilizar, con fines académicos, no comerciales y mencionando expresamente a sus autores, tanto la memoria de este Trabajo Fin de Máster, como el código, la documentación y/o el prototipo desarrollado.

Firma del/los Autor/es

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por ser mi apoyo incondicional en todo momento.

A Dios por ser mi luz y guía en la vida.

A mi madre, a mi esposo y a mi hijo por ser mi razón de seguir soñando.

RESUMEN

Para optimizar el desempeño laboral de los empleados de una compañía es necesario valorar las herramientas necesarias para desempeñar sus tareas, que muchas ocasiones van más allá de un ordenador personal en un sitio físico, y que incluyen numerosos escenarios de reuniones y encuentros indispensables para la discusión de temas profesionales.

Con el continuo avance tecnológico en el que nos vemos envueltos actualmente, y con los diversos elementos y dispositivos que tenemos a nuestro alcance, se ha propuesto en el presente trabajo realizar una integración de dichas tecnologías para crear una aplicación de gestión de recursos físicos en espacios cerrados, como lo son las salas de reuniones o conferencias, donde se controlen sus recursos físicos de manera automática o manual a través de dispositivos móviles, de tal forma que los participantes de las sesiones centren su atención en la finalidad de la reunión, disminuyendo los puntos de distracción y tiempos inutilizados, incrementando de esta forma su productividad laboral.

PALABRAS CLAVE: Inmótica, IoT, Control recintos cerrados, Aplicaciones móviles, Reuniones empresariales.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	11
2. OBJETIVOS.....	11
3. ALCANCE	12
4. INMOTICA Y UBICUIDAD	13
5. REUNIONES INTELIGENTES.....	16
6. PLANTEAMIENTO DE LA APLICACIÓN	18
7. DEFINICIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA.....	20
7.1 OBJETIVOS	20
7.2 REQUISITOS DE ALMACENAMIENTO	22
7.3 ACTORES QUE INTEVIENEN EN EL SISTEMA.....	26
7.4 REQUISITOS FUNCIONALES	28
7.5 CASOS DE USO	36
8. DISEÑO FÍSICO DE LA APLICACIÓN.....	44
8.1 ARQUITECTURA	44
8.1.1 SOFTWARE DE LA APLICACIÓN.....	45
8.1.2 HARDWARE DE LA APLICACIÓN	46
8.1.3 ESQUEMA GENERAL DE LA APLICACIÓN.....	47
8.2 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES	47
8.3 MODELO DE DATOS.....	48
8.4 INTERFAZ GRÁFICA.....	49
9. CONCLUSIONES	51
10. SIGLAS.....	51
11. REFERENCIAS	51
ANEXO	54

LISTADO DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Interacción de actor Controlador.....	27
Diagrama 2. Interacción de actor Usuario Organizador	28
Diagrama 3. Casos de uso de actor Usuario Organizador	37
Diagrama 4. Casos de uso de actor Controlador.....	40

LISTADO DE IMAGENES

Imagen 1. Esquema general del proyecto	13
Imagen 2. Porcentaje de reducción de consumo de energía.....	15
Imagen 3. Ejemplo de funcionamiento del sistema de control de salas	19
Imagen 4. Definición lógica del sistema. Comunicación Software - Hardware.....	44
Imagen 5. Escenario de Software.....	45
Imagen 6. Escenario de Hardware	46
Imagen 7. Esquema general de la aplicación	47
Imagen 8. Diagrama de actividades del sistema	48
Imagen 9. Diagrama Entidad Relación de la Base de Datos	49
Imagen 10. Interfaz gráfica de los recursos de una sala.....	50
Imagen 11. Interfaz gráfica con recursos activos	50

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Objetivo general.....	20
Tabla 2. Objetivo específico – OBJ-001	21
Tabla 3. Objetivo específico – OBJ-002	21
Tabla 4. Objetivo específico – OBJ-003	22
Tabla 5. Requisito de información – RI-001 Salas	23
Tabla 6. Elemento Sensor	23
Tabla 7. Elemento Actuador	23
Tabla 8. Requisito de información – RI-002 Dispositivo.....	24
Tabla 9. Requisito de información – RI-003 Usuarios.....	24
Tabla 10. Requisito de información – RI-004 Dispositivos por Sala.....	25
Tabla 11. Requisito de información – RI-005 Reuniones por Sala	25
Tabla 12. Requisito de información – RI-006 Usuarios por Reunión	26
Tabla 13. Actor – ACT-001 Controlador	27
Tabla 14. Actor – ACT-002 Usuario organizador.....	27
Tabla 15. Precondición – PRC-001 Almacenamiento de información	28
Tabla 16. Requisito Funcional – RF-001 Ingresar a la aplicación de control de salas desde un dispositivo móvil	29
Tabla 17. Requisito Funcional – RF-002 Consultar el estado de los dispositivos de una sala	30
Tabla 18. Requisito Funcional – RF-003 Modificar el estado de los dispositivos de una sala	31
Tabla 19. Requisito Funcional – RF-004 Activar los recursos de una sala para una reunión próxima a iniciar.....	33
Tabla 20. Requisito Funcional – RF-005 Monitorear de manera autónoma los recursos de una sala durante una reunión	34
Tabla 21. Requisito Funcional – RF-006 Desactivar los recursos de una sala al finalizar una reunión	36
Tabla 22. Actividad – Leer magnitudes físicas	36
Tabla 23. Actividad – Modificar elemento final	37
Tabla 24. Caso de Uso – CU-001 Ingresar a la aplicación de control de salas	38
Tabla 25. Caso de Uso – CU-002 Consultar el estado de dispositivos.....	39
Tabla 26. Caso de Uso – CU-003 Modificar el estado de un dispositivo	39
Tabla 27. Caso de Uso – CU-004 Activar los recursos de una sala para una reunión próxima a iniciar.....	41
Tabla 28. Caso de Uso – CU-005 Monitorear el estado de los recursos de una sala durante una reunión.....	42
Tabla 29. Caso de Uso – CU-006 Desactivar recursos de una sala cuando finaliza una reunión	44

1. INTRODUCCION

El uso de la tecnología en las empresas es actualmente un pilar fundamental para el desarrollo de las actividades propias de la compañía, para el apoyo de las tareas de los empleados y así mismo para la gestión integral de los procesos de toda la organización. La utilización de las redes internas fijas, inalámbricas e internet es un claro ejemplo de los enormes beneficios y ventajas que proporciona la adopción de sistemas tecnológicos en las empresas, en este caso, a través de las redes se potencia el flujo de información entre los empleados y las distintas áreas de la compañía de manera instantánea y fiable.

Para que las empresas estén en permanente ventaja competitiva y mejoren sus resultados, es necesario que de manera constante se analicen en detalle los procesos organizativos para crear estrategias que permitan efectuar el mismo trabajo que se realiza actualmente pero de una mejor manera, más eficiente y segura, ayudándoles así a sobresalir en su campo. En muchas ocasiones para implementar dichas estrategias es necesario acoger nuevas tecnologías con las que se puedan apoyar las actividades laborales de los empleados y sus procesos de toma de decisiones, proporcionándoles información clara evitando confusiones y múltiples puntos de atención que no están vinculados con sus funciones, incluso automatizando su entorno mediante sistemas inmóticos que le eviten distracciones innecesarias y que le proporcionen un ambiente agradable de trabajo.

Dentro del estudio de la adopción de tecnologías no sólo se tiene en cuenta el ciclo de los procesos organizativos, sino que aparecen nuevas variables a examinar como las herramientas a utilizar, el coste de su implantación en la institución, la curva de aprendizaje de los usuarios, el cambio de cultura en la organización, la gestión óptima de recursos, la reducción de costes y el aumento de la productividad entre otros.

Con el fin de implementar nuevas tecnologías en las empresas generando el menor impacto económico y social en los empleados, es posible pensar en la integración de sistemas tecnológicos ubicuos, incluyendo la tecnología en el entorno empresarial de tal forma que no interfiera en las labores cotidianas de los usuarios y que a su vez proporcionen ambientes colaborativos e inteligentes que le brinden información relevante y que automaticen procesos ajenos a las funciones propias de los empleados.

2. OBJETIVOS

A continuación se detallan los objetivos generales del proyecto:

- Estudiar las soluciones tecnológicas que existen actualmente para la gestión de recursos en espacios de reuniones y salas de conferencias.
- Plantear el diseño de una aplicación de gestión de recursos de salas de reuniones que ofrezca a los usuarios un control automático en función de sus necesidades, o bien manual a través de dispositivos móviles.
- Implementar un prototipo de la aplicación planteada apoyado en la integración de diferentes tecnologías y dispositivos existentes.

3. ALCANCE

Con este proyecto se realizará una documentación de la evolución de los sistemas de apoyo de sala de reuniones y conferencias para la gestión de recursos físicos y también se detallarán las actuales soluciones tecnológicas que pueden ser utilizadas para solventar vacíos existentes en dichos sistemas.

Se presentará a su vez el diseño de una aplicación de apoyo para la gestión de recursos físicos de una sala de reuniones que opere de forma automática en función de la planificación de los encuentros que se llevarán a cabo y a su vez permitirá un manejo manual inalámbrico a través de dispositivos móviles. Dentro del análisis del sistema se detallará el perímetro de funcionamiento presentando los casos de uso asociados y detallando sus características y comportamiento en cada situación.

Se realizará la implementación de la aplicación definida en un prototipo con servidor web que servirá de sistema central de gestión y se apoyará en una base de datos que almacenará la información de los componentes físicos. Para operar sobre los elementos de gestión se utilizará tecnología Arduino que a su vez servirá para efectuar el manejo inalámbrico de los dispositivos.

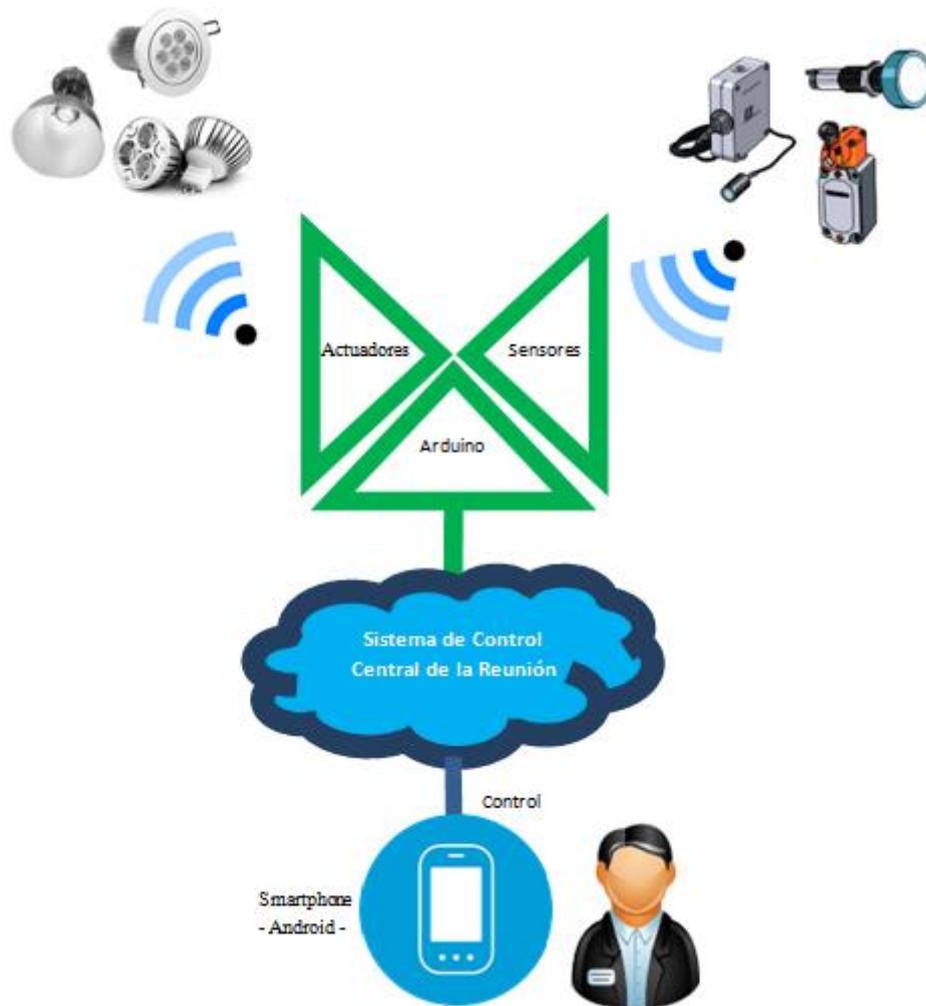


Imagen 1. Esquema general del proyecto

4. INMOTICA Y UBICUIDAD

La computación ubicua es un término introducido en la informática por Mark Weiser con la finalidad de referirse a la incorporación perfecta de la tecnología en el mundo físico, o lo que es lo mismo, a la integración de los ordenadores y la informática en el entorno de las personas de tal forma que sean imperceptibles.

Esta propuesta plantea una interacción con la tecnología de manera diferente a la que comúnmente se conoce donde una máquina es utilizada por muchos usuarios, como es el caso de los ordenadores personales. En su lugar, la computación ubicua describe la idea de tener muchas máquinas trabajando para un sólo usuario, sugiriendo una integración del sistema en el que todos los dispositivos operen de forma coordinada para ejecutar las tareas en las que deben intervenir. De esta forma, la computación ubicua centra su atención en el individuo y en adaptar su entorno a las necesidades que éste pueda tener,

siempre de una manera transparente y no invasiva, ya sea mediante el uso de dispositivos empotrados, embebidos o elementos de uso común para el usuario.

La finalidad de la computación ubicua es ofrecer a los usuarios sistemas en los que las tecnologías y ordenadores formen parte del mundo real, siendo los propios dispositivos los que se adapten al entorno del usuario, ofreciendo disponibilidad en cualquier momento, lugar y optimizando su entorno. Algunos de estos sistemas se han venido desarrollando para campos especializados como la medicina o colectivos de personas con discapacidades creando ambientes colaborativos, como en [1], [2] o [3], aunque también es posible encontrar otros ejemplos de sistemas ubicuos más genéricos como los utilizados para la gestión de recursos de espacios habitables, tales como la domótica e inmótica, y los cuales son de nuestro interés para este proyecto.

A través de la domótica se crean ambientes ubicuos incorporando sistemas automatizados dentro de infraestructuras físicas de viviendas, pudiendo controlar dispositivos y elementos capaces de modificar el entorno creando ambientes de confort. De igual forma, la Inmótica utiliza el mismo enfoque, pero extendiéndose desde las estructuras residenciales a los edificios de uso terciario e industrial, con el propósito de administrar recursos y crear espacios inteligentes. Ya que estos conceptos de espacios inteligentes son conocidos desde la década de los 60s, era de esperar que hoy en día estuviesen más difundidos en nuestro entorno tal como ha sucedido con sistemas y servicios de comunicación como la telefonía móvil e internet, sin embargo su implementación en la sociedad se ha realizado lentamente y según la CEA (Consumer Electronics Association), actualmente en Estados Unidos sólo un 10% de los hogares son domóticos [7].

Las principales causas de la lenta integración de la domótica e inmótica en nuestra sociedad, surgen en gran medida por el elevado coste de su implementación y la falta de estandarización existente en sus diferentes plataformas, pese a esto, poco a poco las empresas y comercios han adoptando ciertos dispositivos colaborativos con la finalidad de optimizar sus recursos físicos, integrar sus diferentes sistemas de información, afianzar los procesos de seguridad y a su vez reducir costes e impactos medio ambientales. Esto ha provocado que en lugar de encontrar estructuras completamente automatizadas, existan numerosos pero a la vez aislados espacios que poseen dispositivos automáticos concretos que se encargan de controlar ciertos recursos, por ejemplo para encender las luces cuando se detecta movimientos, pero sin pertenecer a un sistema centralizado de control, dinámico y preparado para adecuarse a las necesidades de cada usuario.

Paralelo a este moderado incremento de los entornos domóticos e inmóticos, desde 1999 con la aparición del concepto IoT (Internet of Things), han crecido sectores dedicados a los accesorios y gadgets de que ofrecen una amplia gama de dispositivos que se interconectan con redes de diferentes tipos, ya sean fijas, inalámbricas, locales e internet, y que permiten a los usuarios conocer

información de estos elementos y realizar su control remoto mediante software para de esta manera crear sus propios sistemas inteligentes. Gran parte de estos productos de consumo se están desarrollando para el uso personal y doméstico, con objetos como electrodomésticos, bombillas, cámaras fotográficas, termostatos o incluso cerraduras, pero muchas veces funcionando como módulos aislados de un sistema y conservando el inconveniente del alto costo, obstáculo que a su vez se ha ido reduciendo progresivamente en la última década gracias a la disminución de los precios de tecnologías [7] como por ejemplo sensores o microcontroladores, grandes capacidades de procesamiento, mayores anchos de banda, conectividad inalámbrica con WiFi o Bluetooth, dispositivos de soporte como smartphones o tablets y plataformas de hardware libre como Arduino [8].

Las perspectivas de desarrollo de IoT indican que sus servicios y aplicaciones incrementarán en los próximos años teniendo un número de sesiones de máquinas móviles mayor al número de sesiones entre personas [9] y con conexiones enfocadas a establecerse en plataformas y no en módulos [6]. Según Gartner, se estima que en el año 2020 estarán instalados 26 millones de dispositivos IoT [10], donde los contenidos para la automatización de edificios serán de las aplicaciones más exitosas puesto que será el foco de la industria al potenciar la reducción de consumo de energía tal como lo muestra el siguiente gráfico de Goldman Sachs Global Investment Research [7]:

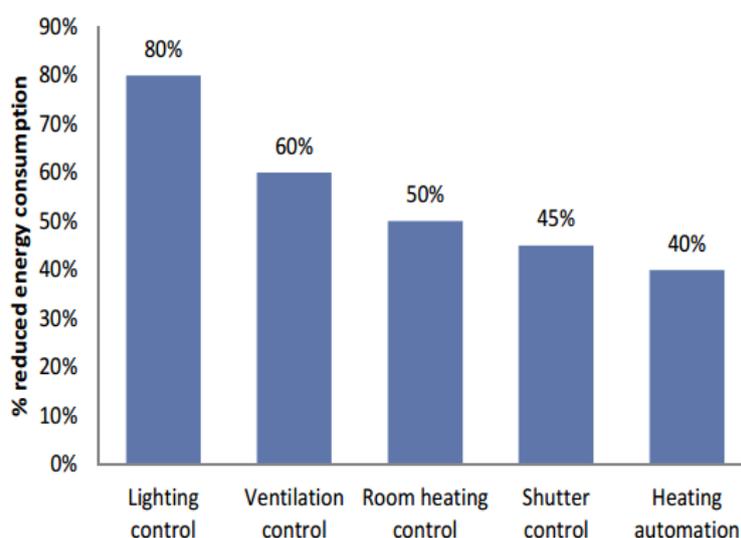


Imagen 2. Porcentaje de reducción de consumo de energía

En la actualidad podemos comprobar esta tendencia con el dinamismo del mercado por ejemplo con grandes compañías como Samsung, Google o Apple y su asociación con empresas de automatización como Nest [4] [5], apostando por la evolución y expansión de los servicios de IoT apoyados en los dispositivos de comunicación existentes como teléfonos, pdas, tablets,

ordenadores, relojes, etc, y así difundir su uso basado en la telefonía móvil no sólo para a nivel personal sino también empresarial.

5. REUNIONES INTELIGENTES

Las reuniones empresariales son mecanismos esenciales de las compañías para intercambiar información, exponer puntos de vista, efectuar la toma de decisiones y promover el trabajo en grupo, razones por las cuales deben ser eficaces y productivas. Investigaciones señalan que la frecuencia con la cual se realizan este tipo de actividades en las organizaciones está en continuo incremento [13], por lo que es necesario evaluar cuáles de ellas son indispensables y ofrecer a aquellas que se lleven a cabo de forma presencial, espacios aptos para su ejecución, brindando a los participantes herramientas de apoyo como ordenadores, teléfonos, proyectores, altavoces y en general ofreciendo un entorno de confort que permita mantener centrada la atención de los asistentes logrando encuentros más provechosos.

A consecuencia de las necesidades de un entorno con múltiples funcionalidades, las salas de conferencias y reuniones se han convertido en un área de interesante explotación para la creación de entornos ubicuos, siendo a su vez uno de los ambientes de trabajo más complejos principalmente en aspectos de usabilidad y facilidad de manejo (user-friendly) [15]. Dicha dificultad nace al emplear tecnologías diferentes de forma simultánea, como aplicaciones multi usuario, aplicaciones en tiempo real, herramientas de videoconferencias, automatización de espacios, pizarras y mesas interactivas, dispositivos multimedia o herramientas de software para compartir información, todo con la finalidad de permitir a los participantes mantener una comunicación fluida con los elementos del entorno y entre ellos mismos, pudiendo estar o no físicamente en el mismo lugar para poder mantener así las conexiones sociales fundamentales para la gestión.

Es este último punto, la situación geográfica distribuida de las personas pertenecientes a un grupo de trabajo, el que ha dado origen a la investigación de salas mutlimediales con soluciones para la conexión de áreas separadas físicamente. Desde la década de los 80's se han presentado propuestas de salas de reuniones con herramientas especializadas como el Media Space, nacido en el laboratorio de Xerox PARC, donde se emplearon equipos de video y audio para realizar conexiones remotas y crear entornos de telepresencia [11], o aplicaciones que disponen de opciones diseñadas especialmente para controlar las presentaciones en tiempo real, pudiendo seleccionar segmentos claves de las reuniones, detenerlas y volverlas a reproducir [12].

En la actualidad, las nuevas metodologías de trabajo como el teletrabajo y el constante desplazamiento físico de los empleados, han provocado que se sigan utilizando técnicas de teleconferencias y se profundice en las aplicaciones on-line para poder realizar las tareas de trabajo en grupo de manera virtual y no

presencial. Según LogMeIn y Ovum, hoy en día, el 30% de las reuniones que se llevan a cabo por los empleados son virtuales [13], lo que implica el uso de herramientas especializadas en conexiones remotas. Con el incremento de estas prácticas laborales nace la demanda de la evolución de las aplicaciones de conferencias web tradicionales, esperando que se adapten a los requerimientos de los trabajadores modernos y también a sus dispositivos colaborativos como los smartphones o tablets. Por ejemplo en investigaciones como [18], se presenta un entorno de colaboración avanzada ACE en salas de reuniones para realizar video conferencias de alta calidad y ofreciendo gran usabilidad a los participantes utilizando elementos como guantes para el manejo de modelos 3D, pantallas de gran tamaño con alta resolución y laser de colores como punteros de las mismas. Esta evolución también se puede ver en herramientas comerciales como Join.me de la empresa LogMeIn, especializada en apoyar reuniones de carácter on-line, con la posibilidad de utilizar pantallas compartidas de manera instantánea y segura, emplear chats, compartir ficheros, realizar llamadas por internet, entre otras funciones de fácil uso para los participantes [14].

Aunque este tipo de aplicaciones cubre un amplio grupo de necesidades en la gestión de procesos de reuniones en una empresa, permitiendo a los participantes establecer una comunicación virtual eliminando la noción de distancia e introduciéndolos en la ubicuidad, existen otros aspectos importantes a tener en cuenta durante los encuentros, como lo es la automatización de elementos del ambiente con los que se proporciona a los participantes entornos inteligentes ayudándoles a dejar de lado el cuidado de elementos físicos del recinto y brindándoles ambientes de confort.

Apoyados en tecnologías como la inmótica, las salas de reuniones y conferencias no sólo se pueden beneficiar del control automático de sistemas de iluminación o calefacción que operan en función del número de asistentes y de su ubicación en el recinto, sino que gracias al manejo de dispositivos físicos de la salas como proyectores, cámaras o muebles interactivos, se pueden desarrollar aplicaciones que ayuden a reducir la complejidad de las reuniones y que aporten a los participantes información relevante para la gestión de sus tareas. En investigaciones como [16], se ha utilizado tecnología embebida en el inmobiliario de los recintos de conferencias para detectar el inicio y fin de una reunión a través de sensores de presión y movimientos en sillas, aunque con limitaciones a causa de la complejidad del problema que aumenta al tener en cuenta variables como el tipo de reunión, que puede ser una conferencia, una cátedra docente, un seminario, una reunión empresarial o una charla informal. No obstante, estas propuestas han servido de base para otras investigaciones como la desarrollada en [17], en donde también se propone un algoritmo para detectar el inicio y fin de una reunión, pero acotando los casos de uso a características como requerir al menos dos personas en la sala, la posibilidad de tener un interlocutor principal o controlar los periodos de tiempo de silencio y de movimiento.

En la actualidad, la utilización de la inmótica en entornos empresariales es mayormente utilizada para realizar el control y gestión de recursos como luces, calefacción, aire acondicionado, cámaras, etc., y no es común encontrar espacios inteligentes con funciones más especializadas, pues que el coste de su implementación es elevado. Sin embargo, al estar ya instalado en salas de reuniones un sistema de gestión de recursos, se puede aprovechar para utilizarlo como subsistemas de sistemas complejos de computación ubicua, que interactúen a su vez con otros subsistemas para amplificar su campo de operación, ofreciendo espacios que incrementen la experiencia de los participantes, facilitando sus tareas, aportando información relevante y adecuándose a sus hábitos cambiantes tanto de gestión empresarial como en el manejo de nuevas herramientas de trabajo, como laptops, smartphones o tablets.

En el proyecto expuesto en este documento se plantea dicha integración de subsistemas como lo son los sistemas de gestión de recursos físicos de recintos cerrados para conferencias y reuniones, con la tecnología utilizada por los empleados de una empresa para su desempeño laboral, como lo son dispositivos portátiles. Mediante la comunicación de estos dos subsistemas se espera crear una aplicación que apoye las labores de los empleados, realizando actividades automatizadas que son ajenas a sus funciones pero necesarias para la ejecución de las mismas, como es el caso de la planificación de reuniones, la reserva de salas y la gestión de los recursos físicos del recinto en el que se llevarán a cabo. De esta forma, al integrar diversas tecnologías existentes es posible implementar un entorno inteligente y colaborativo que ofrezca ventajas a los empleados de las empresas, facilitando sus tareas y adelantándose a sus necesidades.

6. PLANTEAMIENTO DE LA APLICACIÓN

La aplicación de control de salas planteada tiene como finalidad realizar la gestión óptima de recursos y dispositivos del recinto de reunión antes, durante y después una sesión.

Para realizar esta administración de manera inteligente se realiza una interacción con los usuarios a través de sus dispositivos móviles, en los cuales, gracias a una aplicación puede encontrar la información detallada de una reunión programada, tanto la fecha y hora, los participantes citados a la sesión, los documentos que se estudiarán durante la reunión o la sala física en la cual se llevará a cabo. A través de dicha aplicación móvil, el empleado que ha convocado la reunión, podrá conocer las características propias del recinto donde se realizará la sesión, obteniendo información de todos los dispositivos físicos con los que cuenta la sala y el estado de cada uno de ellos en cada momento, por ejemplo las luces, los proyectores, las persianas, el aire acondicionado, etc. Una vez el usuario ha accedido a estos datos y si lo desea,

puede modificar el estado de los dispositivos de la sala a través de instrucciones enviadas desde la aplicación móvil, o bien, puede escoger que sea el sistema central quien de forma automática realice la gestión de dichos elementos. Para efectuar la implementación del sistema de gestión de dispositivos es posible crear un diseño que utilice nuevas tecnología de hardware de fácil acceso, personalización y económicas, como es el caso de Arduino.



Imagen 3. Ejemplo de funcionamiento del sistema de control de salas

El sistema central será el encargado de monitorizar y controlar de manera óptima los recursos de la sala de reuniones en tres momentos diferentes: previo al inicio de la sesión, mientras se está llevando a cabo la sesión y cuando se termina la sesión y se desocupa el recinto. El control que efectúa el sistema central en cada instante se realiza analizando diversas situaciones por ejemplo si la sala está desocupada, si en el recinto se percibe presencia de personas, si se está llevando a cabo otra reunión, si la luz ambiental es insuficiente, entre otras, para así ofrecer un manejo inteligente de los elementos del recinto. De igual forma y con el fin de proporcionar libertad y autonomía al usuario, el sistema podrá recibir instrucciones de su parte para cambiar el estado de los dispositivos en cualquier momento. En estos casos el sistema central efectuará las modificaciones solicitadas por el usuario y utilizará dichos cambios como medio de retroalimentación para conocer las necesidades de los usuarios.

En los siguientes apartados se describirán en detalle las funcionalidades del sistema y de cada uno de los actores que intervienen en él.

7. DEFINICIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA

A continuación se detallarán los requisitos funcionales y diseño del sistema correspondiente a la aplicación de gestión y administración de recursos de salas de reuniones.

7.1 OBJETIVOS

El objetivo principal de la aplicación es elaborar un sistema ubicuo que realice la gestión de los recursos físicos de una sala de reuniones bien sea de manera automática o a través de órdenes proporcionadas por un usuario a través de un dispositivo móvil, de tal forma que permita al ponente de la reunión tener un fácil control y a su vez optimizar los recursos disponibles, permitiendo que los participantes de la sesión centren su atención en la finalidad de la reunión sin dispersarse en asuntos externos ajenos a la misma.

Objetivo General - Control autónomo y manual de los recursos de una sala de reuniones	
Descripción	<p>La aplicación consistirá en un sistema de control automático que gestione de manera óptima los recursos físicos de una sala de reuniones previendo las necesidades de los usuarios y adelantándose a sus acciones, evitando así que los participantes de la sesión dispersen su atención en factores externos a la reunión.</p> <p>Esta aplicación a su vez podrá ser controlada manualmente gracias a órdenes enviadas por el ponente de la reunión a través de un dispositivo móvil.</p>

Tabla 1. Objetivo general

Este sistema deberá administrar de forma autónoma, y no invasiva los recursos físicos y tecnológicos de la sala de reuniones, efectuando tareas específicas que normalmente realizan los participantes de la reunión, lo cual permitirá que las sesiones sean más dinámicas y no se dilaten por factores ambientales ajenos a su finalidad. Así, el sistema centralizado inteligente se deberá encargar de gestionar los recursos de la sala de reunión de forma óptima, adelantándose a las necesidades de los participantes, proporcionando alternativas útiles al ponente y evitando la dedicación de lapsos de tiempo a la preparación y administración de recursos como por ejemplo el ajuste de persianas, regulación de luz y aire acondicionado, conexión de proyectores, conexión con ordenadores, acceso a aplicaciones, traspaso de archivos e información entre participantes, entre otras. Esta gestión del sistema central

de la sala de reuniones deberá por tanto mantener una supervisión continua antes, durante y una vez finalizada la reunión, para activar, controlar y desactivar los recursos implicados en la sesión.

OBJ-001	<i>Gestionar los recursos de la sala</i>
Descripción	<p>El sistema debe tener un comportamiento autónomo capaz de identificar las variables de entorno detectadas por los sensores, validarlas, procesarlas y gestionarlas para determinar el estado ideal de los actuadores de la sala en cada momento.</p> <p>En caso de ser necesario ejecutar acciones sobre los actuadores para cambiar su estado, será el propio sistema quien se encargue de realizar su control y regularización de forma automática.</p>

Tabla 2. Objetivo específico – OBJ-001

Otro objetivo específico del sistema es proporcionar al usuario información sobre los recursos de una sala y su estado actual, advirtiéndole de posibles situaciones futuras y proponiéndole acciones a tomar. Por ejemplo, en el caso de estar próxima a iniciar una sesión, el sistema deberá informar al usuario o ponente de la reunión que la hora programada de inicio se acerca, por lo cual se empezarán a activar dispositivos como aire acondicionado, calefacción, encendido de luces o elementos como ordenadores y proyectores. De esta forma el usuario estará al tanto del estado del recinto y podrá prepararlo con antelación de forma automática.

OBJ-002	<i>Aportar información al usuario acerca de los dispositivos de la sala</i>
Descripción	<p>El funcionamiento del sistema antes, durante y tras una reunión debe mostrar al usuario información de los dispositivos existentes en la sala, ofreciéndole propuestas para ajustarlos según sus necesidades, permitiéndole así modificar el estado de dichos recursos de manera automática o manual.</p>
Comentarios	ninguno

Tabla 3. Objetivo específico – OBJ-002

Así mismo, el sistema planteado tiene como objetivo ofrecer al usuario una plataforma de comunicación que pueda ser utilizada sobre dispositivos móviles, la cual será la interface mediante la que se reciba y envíe información

desde el sistema de control de la sala y el ponente de la reunión. A través de esta aplicación el usuario podrá consultar el estado de los recursos de la sala, recibirá las notificaciones que le envíe el sistema de control, podrá aceptar o rechazar dichas notificaciones y también tendrá la posibilidad de realizar cambios de los estados de los dispositivos de forma manual en cualquier momento.

OBJ-003	<i>Crear una comunicación entre los dispositivos móviles de usuarios y los actuadores de la sala</i>
Descripción	El sistema permitirá establecer una comunicación entre los dispositivos móviles de los usuarios con los recursos físicos (actuadores/sensores) de una sala de reuniones. Gracias a esta comunicación, el sistema de control podrá comunicarse con los usuarios para enviarle notificaciones y a su vez podrá recibir órdenes para modificar el estado de los recursos físicos.
Comentarios	El diseño del sistema debe ser flexible de tal forma que ante cambios físicos en las salas de reuniones, tales como eliminación o instalación de nuevos dispositivos, no implique grandes modificaciones en el software de los dispositivos móviles de los usuarios.

Tabla 4. Objetivo específico – OBJ-003

7.2 REQUISITOS DE ALMACENAMIENTO

Para realizar la gestión eficiente de la información que interviene en el sistema de control de la sala de reuniones, la aplicación a desarrollar debe tener registro de datos con los cuales pueda identificar las reuniones planificadas en cada sala, el usuario organizador, y los dispositivos con los cuenta cada una ellas.

Como primer requisito de almacenamiento de información se debe tener detalle de los datos de cada una de las salas, como su nombre, ubicación y capacidad.

RI-001	<i>Salas</i>
Descripción	Información general correspondiente a las salas gestionadas por el sistema.
Objetivos asociados	OBJ-001 Gestionar los recursos de la sala
	OBJ-002 Aportar información al usuario acerca de los dispositivos de la sala

Datos específicos	Identificador de sala
	Nombre de sala
	Edificio
	Planta
	Número de sala
	Capacidad de la sala
	Descripción

Tabla 5. Requisito de información – RI-001 Salas

En cuanto a los dispositivos de la estructura física que utiliza el sistema para realizar la gestión del ambiente, se deben considerar dos tipos de elementos: *Sensores* y *Actuadores*. Los *Sensores* son los elementos utilizados por el sistema para detectar y leer las diferentes magnitudes físicas de la sala. Con la información obtenida de los sensores, el sistema puede obtener la temperatura del ambiente, el nivel de luz que existe en el recinto o por ejemplo puede detectar la presencia de personas en la sala.

Elemento Sensor	
Descripción	Dispositivo encargado de detectar y leer las diferentes magnitudes físicas del recinto donde se encuentre instalado. Los sensores pueden ser de temperatura, presencia, luz, acústicos o táctiles en función de las necesidades de la sala.

Tabla 6. Elemento Sensor

Los *Actuadores* son los dispositivos encargados de activar los elementos físicos finales de la sala. A través de estos elementos el sistema puede por ejemplo encender luces, bajar y subir persianas o activar el aire acondicionado del recinto.

Elemento Actuador	
Descripción	Dispositivo encargado de activar un elemento final de control en la sala. Los actuadores pueden ser de tipo electrónico, eléctrico, hidráulico o neumático en función de las necesidades de la sala.

Tabla 7. Elemento Actuador

El detalle de estos dispositivos físicos del entorno debe ser almacenado por la aplicación para así poder identificarlos. De cada uno de ellos se deben conocer sus características físicas como tipo, modelo, fabricante y su estado.

RI-002	Dispositivos
Descripción	Información de los dispositivos existentes en las salas, los cuales pueden ser sensores o actuadores.
Objetivos asociados	OBJ-001 Gestionar los recursos de la sala
	OBJ-002 Aportar información al usuario acerca de los dispositivos de la sala
Datos específicos	Identificador de dispositivo
	Tipo (Actuador/Sensor)
	Marca
	Modelo
	Fabricante
	Estado (Disponible/No disponible)

Tabla 8. Requisito de información – RI-002 Dispositivo

En cuanto a la información de los usuarios organizadores de las reuniones, se debe tener registro de su nombre, identificador de la empresa y sus datos personales.

RI-003	Usuarios
Descripción	Información del empleado que será el usuario controlador de la sala.
Objetivos asociados	OBJ-002 Aportar información al usuario acerca de los dispositivos de la sala
	OBJ-003 Crear una comunicación entre los dispositivos móviles de usuarios y los actuadores de la sala
Datos específicos	Identificador del usuario
	Datos personales del usuario
	Área, Cargo, Empresa
	Correo Electrónico
	Usuario y contraseña

Tabla 9. Requisito de información – RI-003 Usuarios

Para identificar los dispositivos que controlará el sistema en una sala de reuniones específica, es necesario tener conocimiento de todos los sensores y actuadores de cada espacio, ya que todas las salas de reuniones de una

oficina pueden no tener el mismo número de dispositivos, ya sea por amplitud o por la finalidad de la sala en sí, por ejemplo auditorio, sala para proyecciones o sala para videollamadas.

RI-004	<i>Dispositivos por Sala</i>
Descripción	Información de los dispositivos que tiene una sala.
Objetivos asociados	OBJ-002 Aportar información al usuario acerca de los dispositivos de la sala
	OBJ-003 Crear una comunicación entre los dispositivos móviles de usuarios y los actuadores de la sala
Datos específicos	Identificador de Sala
	Identificador de Dispositivo
	Indicador de activación (Activado/ No Activado)
	Valor

Tabla 10. Requisito de información – RI-004 Dispositivos por Sala

Con el propósito de que el sistema tenga una autonomía de control y gestione los dispositivos de las reuniones que se llevarán a cabo en un recinto, debe tener conocimiento de las reuniones planificadas en cada sala, de esta forma es posible identificar el inicio y la duración de cada sesión.

RI-005	<i>Reuniones</i>
Descripción	Información general de las reuniones que están programadas en una sala.
Objetivos asociados	OBJ-002 Aportar información al usuario acerca de los dispositivos de la sala
	OBJ-003 Crear una comunicación entre los dispositivos móviles de usuarios y los actuadores de la sala
Datos específicos	Identificador de Sala
	Identificador de Reunión
	Asunto, Detalle
	Fecha y hora inicio
	Fecha y hora fin

Tabla 11. Requisito de información – RI-005 Reuniones por Sala

Finalmente, para cada reunión se tendrá asociado un listado de asistentes y será necesario identificar el tipo al que corresponde cada uno, ya sea convocado u organizador, para que de esta forma el sistema conozca al usuario controlador y sea a él a quien envíe la información de la sala.

RI-006	<i>Usuarios por Reunión</i>
Descripción	Información de la relación de usuarios convocados a una reunión.
Objetivos asociados	OBJ-002 Aportar información al usuario acerca de los dispositivos de la sala
	OBJ-003 Crear una comunicación entre los dispositivos móviles de usuarios y los actuadores de la sala
Datos específicos	Identificador de Reunión
	Identificador usuario Controlador
	Tipo de empleado (Convocado / Controlador)

Tabla 12. Requisito de información – RI-006 Usuarios por Reunión

Para todos los requisitos de almacenamiento de información que se han definido es posible incluir nuevos campos como Datos Específicos con el propósito de tener un detalle más definido de los componentes, actores y eventos que hacen parte del sistema.

7.3 ACTORES QUE INTEVIENEN EN EL SISTEMA

Es posible identificar dos actores que intervienen en la aplicación y mediante los cuales fluirá la información. Estos son: El *Sistema Controlador* y el *Usuario Organizador*.

El actor *Controlador* es un usuario informático que corresponde con el sistema encargado de analizar la información almacenada por la aplicación y evaluar las variables de entorno para tomar decisiones de gestión y administración de los recursos de las salas.

ACT-001	<i>Controlador</i>
Descripción	Actor que representa al sistema encargado de controlar los recursos de la sala de forma automática.
Rol	Este actor es el encargado de gestionar de manera automática y óptima los recursos de una sala de reuniones. Para realizar dicha gestión, este actor interactúa de manera bidireccional con el sistema, obteniendo los valores de las magnitudes físicas leídas por los sensores y enviando acciones a los actuadores, a través de los cuales se modifica el estado de los dispositivos finales del recinto.

Comentarios	Los dispositivos físicos del sistema pueden ser de diferentes tipos en función de las necesidades de la sala. Por ejemplo, los sensores pueden ser de temperatura, presencia, luz, acústicos o táctiles, y los actuadores pueden ser de tipo electrónico, eléctrico, hidráulico o neumático.
--------------------	--

Tabla 13. Actor – ACT-001 Controlador

Su interacción con el sistema es bidireccional puesto que lee datos de la aplicación para su análisis y validación, y en función de sus reglas preestablecidas envía mensajes al sistema para modificar los estados de los actuadores.

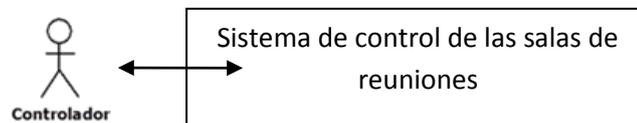


Diagrama 1. Interacción de actor Controlador

El *Usuario Organizador* corresponde al actor usuario de la aplicación y que comúnmente es el ponente de la reunión. Es la persona que realiza la reserva de la sala y quien interactúa con el sistema recibiendo información y enviando solicitudes.

ACT-002	<i>Usuario organizador</i>
Descripción	Actor que representa al usuario controlador de la sala u organizador de la reunión.
Rol	Este actor tiene una interacción bidireccional con el sistema central a través de un dispositivo móvil. Puede recibir información desde el sistema central para conocer el estado de las variables de entorno y puede enviar a su vez información al sistema central solicitando la modificación de dichas variables.
Comentarios	Generalmente este actor corresponde con el ponente de la reunión.

Tabla 14. Actor – ACT-002 Usuario organizador

Este actor tiene una comunicación bidireccional con el sistema ya que a través del dispositivo móvil consulta el estado de los elementos físicos de una sala, modifica el estado su o recibe notificaciones y sugerencias enviadas por el sistema.

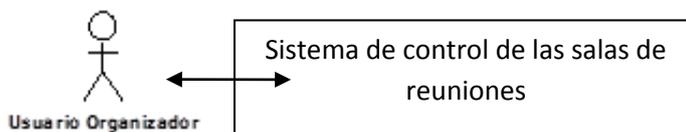


Diagrama 2. Interacción de actor Usuario Organizador

7.4 REQUISITOS FUNCIONALES

Para la definición funcional del sistema se requiere que exista la información de las salas, de los actuadores y captadores, los dispositivos que se encuentran instalados en cada uno de los recintos, los datos de los usuarios y la agenda de las reuniones que se llevarán a cabo. La operativa del sistema no tiene como finalidad el alta ni mantenimiento de dicha información, sino que su funcionamiento se basa en el tratamiento y estudio de estos datos, por lo que se define la siguiente precondition de almacenamiento de información:

PRC-001	<i>Almacenamiento inicial de información</i>
Requisitos de Almacenamiento de Información	RI-001 Salas
	RI-002 Dispositivos
	RI-003 Usuarios
	RI-004 Dispositivos por Sala
	RI-005 Reuniones
	RI-006 Usuarios por Reunión

Tabla 15. Precondición – PRC-001 Almacenamiento de información

Para el sistema de control de salas los requisitos funcionales inician con el ingreso del usuario a la aplicación móvil de gestión de salas. En esta actividad un usuario, con la aplicación previamente descargada en su dispositivo móvil, podrá tener acceso al sistema autenticándose con nombre de usuario y contraseña. Será el sistema quien se encargará de la seguridad y validará los datos ingresados por el usuario.

RF-001	<i>Ingresar a la aplicación de control de salas desde un dispositivo móvil</i>	
Objetivos asociados	OBJ-003 Crear una comunicación entre los dispositivos móviles de usuarios y los actuadores de la sala	
Asociación	RI-003 Usuarios	
Descripción	El usuario ingresa a través de un dispositivo móvil a la aplicación de control de salas. El sistema debe verificar el usuario de acceso y su contraseña.	
Precondición	El usuario controlador debe tener instalada en su dispositivo móvil la aplicación de control de salas.	
Secuencia	Paso	Acción
	1	El usuario ingresa a la aplicación de control de salas desde su dispositivo móvil
	2	El sistema solicita la información de usuario y contraseña
	3	El usuario ingresa el usuario y contraseña para su validación
	4	El sistema autentica el usuario y contraseña ingresados
Postcondición	Se ingresa a la aplicación de control de salas	
Excepciones	Paso	Acción
	4.1	El sistema no autentica correctamente la información ingresada por lo que se notifica al usuario de un error en la validación de datos y se sugiere un reintento de la operación
Frecuencia esperada	1 vez	
Importancia	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 16. Requisito Funcional – RF-001 Ingresar a la aplicación de control de salas desde un dispositivo móvil

Una vez el usuario ha accedido a la aplicación de gestión de salas podrá consultar información de los dispositivos, modificar su estado y recibir notificaciones por parte del sistema de control. En el caso de la consulta, el usuario seleccionará una sala y la aplicación le proporcionará el listado de los dispositivos existentes en el recinto. Igualmente el usuario podrá visualizar las características y el estado actual de cada uno de ellos.

RF-002	<i>Consultar el estado de los dispositivos de una sala</i>	
Objetivos asociados	OBJ-002 Aportar información al usuario acerca de los dispositivos de la sala	

	OBJ-003 Crear una comunicación entre los dispositivos móviles de usuarios y los actuadores de la sala	
Asociación	RI-002 Dispositivos	
	RI-004 Dispositivos por Sala	
	RI-006 Usuarios por Reunión	
Descripción	El usuario consulta a través de un dispositivo móvil las características de un recurso de una sala. Entre ellas se encuentra el estado actual del dispositivo (Sensor/Actuador) y su valor de referencia.	
Precondición	El usuario controlador se encuentra autenticado dentro de la aplicación de gestión de salas.	
Secuencia	Paso	Acción
	1	El usuario selecciona la sala que desea consultar
	2	La aplicación despliega un listado con los dispositivos que posee la sala seleccionada, con su correspondiente estado y valor.
	3	El usuario selecciona un dispositivo del listado
	4	La aplicación despliega un listado con las características detalladas del dispositivo, entre ellas el nombre, sus especificaciones, el estado actual (Activado-Desactivado) y su valor de referencia actual.
Postcondición		
Excepciones	Paso	Acción
Frecuencia esperada	El usuario puede realizar todas las consultas que necesite	
Importancia	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 17. Requisito Funcional – RF-002 Consultar el estado de los dispositivos de una sala

Desde la aplicación de gestión de salas el usuario podrá realizar modificaciones al estado de los actuadores de una sala específica, pudiendo controlar de forma manual la iluminación del recinto, el cierre o apertura de persianas, control de temperatura, entre otros. Para esto el usuario deberá consultar en la aplicación el estado actual del dispositivo e ingresar el nuevo valor deseado. El sistema de control será el encargado de recibir la solicitud del usuario, procesar la información y enviar el mensaje al actuador para que cambie su estado.

RF-003	Modificar el estado de los dispositivos de una sala
---------------	--

Objetivos asociados	OBJ-003 Crear una comunicación entre los dispositivos móviles de usuarios y los actuadores de la sala	
Asociación	RI-004 Dispositivos por Sala	
Descripción	El usuario modifica el estado de un dispositivo (actuador) a través de la aplicación de control de salas que posee en un dispositivo móvil	
Precondición	El usuario controlador se encuentra consultando el estado del dispositivo de una sala	
Secuencia	Paso	Acción
	1	El usuario cambia el valor de referencia del dispositivo
	2	El sistema central identifica el dispositivo físico seleccionado por el usuario
	3	El sistema central envía al dispositivo seleccionado el nuevo valor de referencia ingresado por el usuario
	4	El dispositivo actuador modifica su estado y valor de referencia
	5	El sistema central lee el nuevo valor de referencia del dispositivo y se actualiza su valor en la aplicación del usuario
Postcondición	El valor del dispositivo físico es modificado en función de los valores que ha ingresado el usuario y se actualiza su valor en la aplicación del dispositivo móvil	
Excepciones	Paso	Acción
	4.1	El dispositivo actuador no puede modificar su valor de referencia (por ejemplo por daños físicos)
	5.1	El sistema central detecta error en la actualización del nuevo valor de referencia, por lo que envía un mensaje de alerta al usuario.
Frecuencia esperada	El Cliente puede realizar todas las modificaciones que necesite	
Importancia	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 18. Requisito Funcional – RF-003 Modificar el estado de los dispositivos de una sala

Adicional a las modificaciones manuales de los actuadores solicitadas por los usuarios, el sistema debe tener un control automático de los dispositivos, gestionándolos de manera óptima y ecológica antes, durante y después de una reunión, y de igual forma, debe ser capaz de ofrecer al usuario sugerencias de cambios y ajustes del entorno adelantándose así a situaciones futuras.

Para cumplir con estos objetivos se define como un requisito funcional la activación de los recursos de la sala antes de que inicie una reunión, para lo

cual el sistema debe consultar los datos almacenado de las reuniones programadas e identificar aquellas que están próximas a iniciar para notificar a su usuario organizador de la activación de los recursos del recinto. En esta actividad se deben tener en cuenta diferentes factores como por ejemplo que la sala esté siendo utilizada porque la reunión anterior a la identificada aún no ha finalizado, que la reunión que está próxima a iniciar se cancele o que haya un retraso en la hora de inicio de la sesión.

RF-004	Activar los recursos de una sala para una reunión próxima a iniciar	
Objetivos asociados	OBJ-001 Gestionar los recursos de la sala	
	OBJ-002 Aportar información al usuario acerca de los dispositivos de la sala	
	OBJ-003 Crear una comunicación entre los dispositivos móviles de usuarios y los actuadores de la sala	
Asociación	RI-003 Usuarios	
	RI-004 Dispositivos por Sala	
	RI-005 Reuniones por Sala	
	RI-006 Usuarios por Reunión	
Descripción	El sistema detecta que una reunión está próxima a iniciar en una sala por lo cual envía un mensaje de alerta al usuario organizador a través de la aplicación móvil informándole del inicio de la sesión y solicitando autorización para activar los recursos de la sala.	
Precondición	El usuario controlador se encuentra autenticado dentro de la aplicación de gestión de salas.	
Secuencia	Paso	Acción
	1	El sistema controlador comprueba que en un lapso de 10 minutos con respecto a la fecha y hora actual está programada una reunión en una sala específica y que actualmente no está en uso
	2	El sistema controlador identifica el usuario organizador que ha reservado la sala para la reunión
	3	El sistema controlador envía un mensaje de alerta al usuario organizador de la reunión, notificándole que acerca la hora de inicio de su sesión programada
	4	El usuario organizador recibe el mensaje de alerta en la aplicación de su dispositivo móvil y lo acepta
	5	El sistema controlador envía un mensaje al usuario organizador pidiendo autorización para mostrarle los recursos de la sala
	6	El usuario organizador recibe el mensaje de autorización en la aplicación de su dispositivo móvil y lo acepta

	7	El sistema controlador despliega la información de los dispositivos de la sala para que la visualice el usuario
Postcondición	Se activan los recursos físicos de la sala	
Excepciones	Paso	Acción
	1.1	Si el sistema detecta que actualmente la sala está ocupada, envía adicionalmente un mensaje de alerta al usuario organizador de la reunión actual indicando que la hora fin de la reunión está próxima
	4.1	El usuario organizador puede a través del mensaje de alerta cancelar la reunión, por lo cual se finaliza el flujo de la actividad
	5.1	Si el sistema detecta que actualmente la sala está ocupada, en el mensaje que se envía al usuario organizador se indica que no es necesario iniciar la activación de dispositivos puesto que la sala está siendo actualmente utilizada. En este caso se finaliza el flujo de la actividad
	6.1	El usuario organizador puede denegar la visualización de los recursos de la sala, por ejemplo porque se retrase la hora de inicio, en tal caso se finaliza el flujo de la actividad
Frecuencia esperada	1 Vez	
Importancia	Alta	
Comentarios	El lapso de tiempo sugerido para detectar el inicio de una reunión puede ser parametrizado en la aplicación.	

Tabla 19. Requisito Funcional – RF-004 Activar los recursos de una sala para una reunión próxima a iniciar

Otro requisito funcional definido para la correcta operativa de la aplicación es el control automático de los recursos de la sala. En esta actividad el sistema debe supervisar de manera constante las variables de entorno leídas por los sensores y debe analizar y validar dicha información para determinar si cumple con los criterios de control óptimos preestablecidos en el sistema, los cuales pueden diferir en función del escenario en el que se encuentre el recinto, por ejemplo si la sala está vacía, si se está en el transcurso de una reunión o si una sesión está próxima a iniciar. De esta forma es posible ofrecer al usuario un entorno inteligente que sea capaz de adaptarse a cada una de las condiciones ambientales.

RF-005	<i>Monitorear de manera autónoma los recursos de una sala durante una reunión</i>
Objetivos asociados	OBJ-001 Gestionar los recursos de la sala

Asociación	RI-004 Dispositivos por Sala	
	RI-005 Reuniones por Sala	
Descripción	El sistema controlador gestiona de manera automática los recursos físicos de la sala mientras se esté llevando a cabo una reunión	
Precondición	La sala está siendo actualmente utilizada	
Secuencia	Paso	Acción
	1	El sistema de control verifica que actualmente se está utilizando la sala
	2	El sistema de control lee la información de los dispositivos sensores o captadores de la sala
	3	El sistema de control trata la información recibida evaluando los valores de los sensores con respecto a parámetros y condiciones previamente establecidas
	4	Si el sistema de control detecta diferencias entre los valores leídos y los valores preestablecido, se envía a los actuadores o accionadores un mensaje para modificar su valor
Postcondición		
Excepciones	Paso	Acción
	1.1	Si el sistema de control verifica que la sala no está siendo utilizada, se envía un mensaje a los actuadores para desactivar los recursos físicos
Frecuencia esperada	Este requisito se debe cumplir mientras que una reunión se esté llevando a cabo y para todos los dispositivos que posea la sala	
Importancia	Alta	
Comentarios	Para que el sistema efectúe el tratamiento de la información, los valores de validación y condiciones ambientales ideales de la sala en cada momento deben estar predefinidas en el sistema de control de manera inteligente teniendo en cuenta variables como capacidad de la sala, tamaño del recinto, necesidad de refrigeración de equipos existentes en la sala, etc.	

Tabla 20. Requisito Funcional – RF-005 Monitorear de manera autónoma los recursos de una sala durante una reunión

Tal como en el caso de la activación de dispositivos al iniciar una reunión, el sistema debe tener la capacidad de detectar la finalización de una sesión programada para desactivar los recursos físicos del recinto. Para realizar el control automático de este evento, el sistema debe interactuar con el usuario organizador verificando la hora fin de la reunión y solicitando su autorización para desactivar los dispositivos que ya no serán necesarios cuando la sala se encuentre vacía.

RF-006	<i>Desactivar los recursos de una sala al finalizar una reunión</i>	
Objetivos asociados	OBJ-001 Gestionar los recursos de la sala	
	OBJ-002 Aportar información al usuario acerca de los dispositivos de la sala	
	OBJ-003 Crear una comunicación entre los dispositivos móviles de usuarios y los actuadores de la sala	
Asociación	RI-003 Usuarios	
	RI-004 Dispositivos por Sala	
	RI-005 Reuniones por Sala	
	RI-006 Usuarios por Reunión	
Descripción	El sistema detecta que una reunión está próxima finalizar por lo cual envía un mensaje de alerta al usuario organizador a través de la aplicación móvil informándole del fin de la sesión y solicitando autorización para desactivar los recursos de la sala a la hora fin.	
Precondición	El usuario controlador se encuentra autenticado dentro de la aplicación de gestión de salas.	
Secuencia	Paso	Acción
	1	El sistema controlador comprueba que en un lapso de 5 minutos con respecto a la fecha y hora actual finalizará la reunión de la sala que está en uso
	2	El sistema controlador identifica el usuario organizador que se encuentra utilizando la sala
	3	El sistema controlador envía un mensaje de alerta al usuario organizador de la reunión, notificándole que acerca la hora fin de su sesión programada
	4	El usuario organizador recibe el mensaje de alerta en la aplicación de su dispositivo móvil y lo acepta
	5	El sistema controlador envía un mensaje al usuario organizador pidiendo autorización para desactivar los recursos de la sala a la hora fin
	6	El usuario organizador recibe el mensaje de autorización en la aplicación de su dispositivo móvil y lo acepta
	7	El sistema controlador realiza la desactivación de los dispositivos de la sala a la hora fin programada
Postcondición	Se desactivan los recursos físicos de la sala	
Excepciones	Paso	Acción

	1.1	Si el sistema detecta que no se está utilizando actualmente la sala al no detectar movimiento, envía un mensaje de alerta al usuario organizador de la reunión actual preguntando si ha finalizado la reunión y se pueden desactivar los recursos.
	1.2	Si el usuario acepta el mensaje de alerta y desactivación, se continúa con el paso 7. Si el usuario rechaza el mensaje se continúa con el paso 5.
	4.1	El usuario organizador puede rechazar el mensaje de alerta, por lo cual se finaliza el flujo de la actividad.
	6.1	El usuario organizador puede denegar la autorización de la desactivación de recursos de la sala, en tal caso se finaliza el flujo de la actividad.
Frecuencia esperada	1 Vez	
Importancia	Alta	
Comentarios	El lapso de tiempo sugerido para detectar el fin de una reunión puede ser parametrizado en la aplicación.	

Tabla 21. Requisito Funcional – RF-006 Desactivar los recursos de una sala al finalizar una reunión

7.5 CASOS DE USO

Para cubrir los requisitos funcionales de la aplicación correspondiente al control de salas, primero es necesario identificar las actividades implícitas de los elementos Sensores y Actuadores, con las que se realizará la obtención del estado actual de las magnitudes físicas y también su modificación.

En cuanto a los Sensores, su actividad consiste en detectar las variables ambientales del recinto y enviar su lectura al sistema.

Actividad	<i>Leer magnitudes físicas</i>
Elemento Relacionado	Sensor
Descripción	El dispositivo físico correspondiente a un sensor realiza la lectura de la magnitud física y la envía al sistema. La magnitud leída por el sensor corresponderá con su naturaleza ya sea de movimiento, de luz, de temperatura, etc.

Tabla 22. Actividad – Leer magnitudes físicas

Por otro parte, los dispositivos Actuadores reciben un valor desde el sistema y con él modifican un elemento final por ejemplo luz, aire acondicionado, o persianas, entre otros.

Actividad	Modificar elemento final
Elemento Relacionado	Actuador
Descripción	El dispositivo físico correspondiente a un actuador cambia su estado físico con el valor recibido desde el sistema. La modificación del actuador corresponderá con su naturaleza ya sea de accionamiento eléctrico, hidráulico, etc.

Tabla 23. Actividad – Modificar elemento final

Una vez definidas las actividades implícitas utilizadas para abarcar los requisitos funcionales, se han detectado los principales casos de uso para cada uno de los actores del sistema y se describen a continuación.

Para el actor *Usuario Organizador*, se pueden identificar tres casos de uso los cuales corresponden a su interacción manual con la aplicación móvil. Entre estos se consideran el acceso a la aplicación mediante usuario y contraseña, la consulta de una sala y sus dispositivos, y la modificación manual de los valores de los dispositivos.

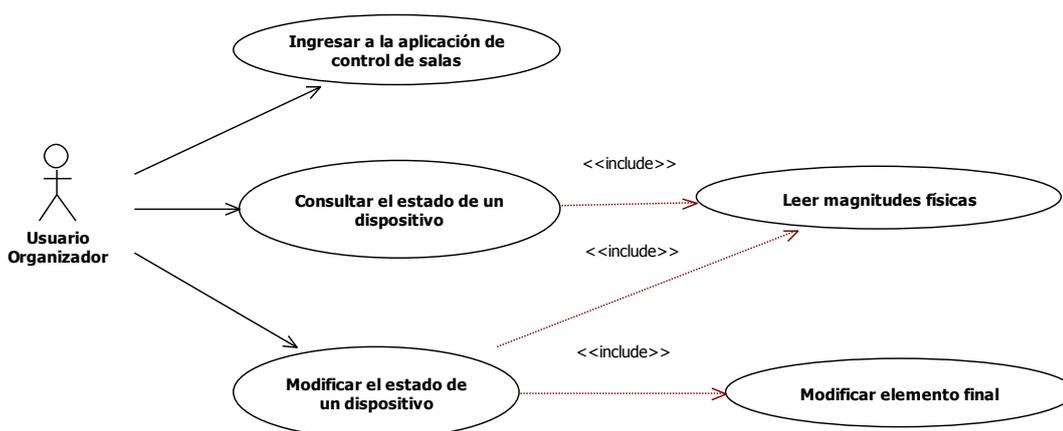


Diagrama 3. Casos de uso de actor Usuario Organizador

El primer caso de uso del actor Usuario Organizado corresponde al ingreso a la aplicación. Para ejecutar esta acción, el usuario debe tener instalada la aplicación de control de salas en su dispositivo móvil y debe ingresar los datos de nombre de usuario y contraseña que previamente han sido dados de alta en el sistema. Es el sistema el encargado de verificar la información ingresada por el usuario y permitir o no su acceso a la aplicación.

CU -001	<i>Ingresar a la aplicación de control de salas</i>
Descripción	Un usuario accede a la aplicación de control de salas a través de su dispositivo móvil
Actor	ACT-002 Usuario Organizador
Precondición	Usuario dado de alta en la base de datos Aplicación de control de salas instalada en el dispositivo móvil del usuario
Secuencia Normal	1. El actor se identifica en la aplicación de control de salas desde un dispositivo móvil 2. El sistema verifica el usuario y contraseña 3. Se presenta la aplicación de control de salas
Secuencia Alternativa	2.1 Si el usuario no existe o no se puede hacer la validación de la contraseña, el sistema envía un mensaje al usuario solicitando nuevamente la identificación.
Postcondición	
Importancia	Alta

Tabla 24. Caso de Uso – CU-001 Ingresar a la aplicación de control de salas

Una vez el actor Usuario Organizador ha ingresado en la aplicación de control de salas, visualiza las salas que ha reservado y realiza la consulta del estado de los dispositivos existentes. El sistema realiza una lectura de las magnitudes físicas de los sensores asociados a la sala en cuestión, y retorna al usuario los valores obtenidos.

CU -002	<i>Consultar el estado de dispositivos</i>
Descripción	Un usuario consulta el estado actual de un elemento físico de la sala
Actor	ACT-002 Usuario Organizador
Precondición	Dispositivo dado de alta en la base de datos Actor dentro de la aplicación de control de salas
Secuencia Normal	1. El actor ingresa a la sala que desea consultar 2. El sistema verifica el listado de los dispositivos instalados en la sala seleccionada por el usuario 3. El sistema obtiene las magnitudes físicas de los dispositivos instalados en la sala y presenta su valor en la aplicación 4. El usuario visualiza los dispositivos de sala y su estado actual

Secuencia Alternativa	3.1 Si el sistema no puede realizar la lectura de las magnitudes físicas del sensor, se notifica un mensaje de error al usuario.
Postcondición	
Importancia	Alta

Tabla 25. Caso de Uso – CU-002 Consultar el estado de dispositivos

Al haber consultado el estado de los dispositivos, el actor Usuario Organizador puede realizar la modificación de sus valores. Para esto, ingresa en la aplicación el nuevo valor con el que desea modificar un elemento físico. El sistema recibe los datos ingresados por el usuario y realiza la modificación del estado del elemento final a través de los actuadores asociados. Para actualizar los valores de los dispositivos que se muestran al usuario en la aplicación, el sistema debe volver a realizar la lectura de las magnitudes físicas implicadas para que la información recibida con el usuario sea verídica.

CU -003	<i>Modificar el estado de un dispositivo</i>
Descripción	Un usuario modifica el estado actual de un elemento físico de la sala
Actor	ACT-002 Usuario Organizador
Precondición	Dispositivo dado de alta en la base de datos Actor consultando el estado actual de los dispositivos de una sala
Secuencia Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor modifica el valor del estado de un dispositivo de una sala que está consultando 2. El sistema efectúa la modificación del estado del dispositivo o elemento final 3. El sistema obtiene las magnitudes físicas del dispositivo y lo valida con respecto al valor ingresado por el usuario 4. El sistema actualiza el valor del estado del dispositivo
Secuencia Alternativa	<ol style="list-style-type: none"> 2.1 Si el sistema no puede realizar la modificación del elemento final, se notifica un mensaje de error al usuario. 4.1 Si el sistema detecta una inconsistencia en los valores del dispositivo y el ingresado por el usuario, se notifica un mensaje de error al usuario
Postcondición	
Importancia	Alta

Tabla 26. Caso de Uso – CU-003 Modificar el estado de un dispositivo

En cuanto al actor *Controlador*, su caso de uso principal corresponde al control automático del estado de los recursos de una sala durante una reunión generando un entorno inteligente donde los usuarios no tengan que

dedicar tiempo en la administración física del recinto donde se lleva a cabo la sesión.

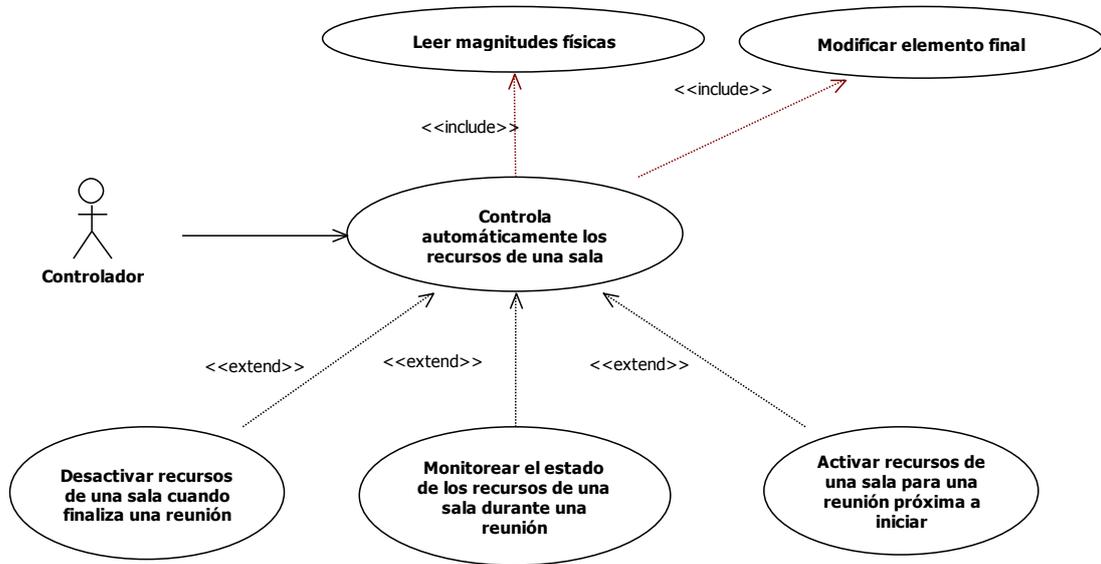


Diagrama 4. Casos de uso de actor Controlador

Dentro de este caso de uso principal se pueden identificar tres casos necesarios para el control automático de la sala tales como la activación de recursos de una sala próxima a iniciar, la administración de recursos durante una reunión, y la desactivación de los recursos al finalizar una reunión. Adicionalmente a la interacción con los elementos físicos de las salas, es importante tener en cuenta que para ofrecer al usuario una aplicación amigable y acorde con sus necesidades, durante el flujo de los casos de uso se puede mantener una comunicación con el usuario organizador, para notificarle de situaciones y solicitar permisos de cambios en el entorno.

Para el caso de uso correspondiente a la activación de recursos de una reunión próxima a iniciar, el usuario Controlador debe identificar a partir de la información del sistema las sesiones que empezarán en una sala específica, y le enviará un alerta al Usuario Organizador para comprobar que la reunión empezará a la hora programada y si se autoriza la activación de los recursos de la sala. Para iniciar la activación de los recursos de la sala, el actor Controlador identificará los dispositivos disponibles en la sala y analizará el estado y valor inicial que debe tener cada uno de ellos al iniciar una sesión. Los datos correspondientes a los valores de cada elemento se enviarán al sistema para que a través de los actuadores se modifique el estado de los dispositivos.

CU -004	<i>Activar los recursos de una sala para una reunión próxima a iniciar</i>
Descripción	El sistema controlador detecta que una sesión está próxima a iniciar, por lo cual activa los recursos del recinto
Actor	ACT-001 Controlador ACT-002 Usuario Organizador
Precondición	Información de reuniones por salas almacenada en la base de datos Información de dispositivos por salas almacenada en la base de datos Actor Organizador involucrado dentro de la aplicación de control de salas
Secuencia Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El controlador consulta las reuniones planificadas en una franja horaria (intervalo de tiempo en función de la hora actual) 2. El sistema retorna la información de las reuniones planificadas según los filtros solicitados. 3. El controlador detecta que una reunión está próxima a iniciar en una sala, y que no existe una sesión en curso en el mismo recinto. 4. El sistema envía un mensaje de alerta al usuario organizador de la reunión próxima a iniciar 5. El usuario organizador recibe el mensaje de alerta en la aplicación móvil y lo acepta 6. El sistema consulta el estado de los dispositivos y retorna la información de su estado al usuario 7. El usuario solicita la modificación del valor de un dispositivo 8. El sistema modifica el estado de los actuadores de la sala en función de la información recibida.
Secuencia Alternativa	<ol style="list-style-type: none"> 3.1 El controlador detecta que una reunión está próxima a iniciar en una sala y que actualmente existe otra sesión en curso. Se continúa con el flujo 4.1 4.1 El sistema envía un mensaje de alerta al usuario organizador de la reunión próxima a iniciar y envía un mensaje de alerta al usuario organizador de la reunión que está en curso y próxima a finalizar. Se continúa con el flujo 5. 5.1 El usuario rechaza el mensaje de notificación, indicando que se cancela la reunión. En tal caso se finaliza el flujo del caso de uso
Postcondición	
Importancia	Alta

Tabla 27. Caso de Uso – CU-004 Activar los recursos de una sala para una reunión próxima a iniciar

Para realizar la gestión de los recursos físicos de una sala durante una reunión, el usuario Controlador debe monitorizar el estado de los dispositivos de la sala analizando el valor de las magnitudes físicas leídas por los sensores del recinto, y tomando decisiones para modificar sus valores en función de las variables de control preestablecidas en el sistema. De esta forma el sistema se comporta como un sistema ubicuo, proporcionando a los usuarios un entorno capaz de adaptarse a cada situación.

CU -005	<i>Monitorizar el estado de los recursos de una sala durante una reunión</i>
Descripción	El sistema controlador verifica de forma continua el estado de los dispositivos del recinto y los modifica en función de las reglas establecidas para un control óptimo de recursos
Actor	ACT-001 Controlador
Precondición	Información de reuniones por salas almacenada en la base de datos Información de dispositivos por salas almacenada en la base de datos Variables óptimas de control almacenadas en el sistema
Secuencia Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El controlador consulta las reuniones planificadas en una franja horaria (intervalo de tiempo en función de la hora actual) 2. El sistema retorna la información de las reuniones planificadas según los filtros solicitados. 3. El controlador detecta que una reunión está en curso y consulta el estado de los dispositivos de la sala 4. El sistema retorna la información de los dispositivos de la sala 5. El controlador analiza los valores de los estados de los dispositivos en función de las condiciones de control preestablecidas 6. El controlador determina los valores con los cuales se debe modificar cada dispositivo y envía el listado al sistema 7. El sistema modifica el estado de los actuadores de la sala en función de la información recibida y se retorna al flujo 1.
Secuencia Alternativa	
Postcondición	
Importancia	Alta

Tabla 28. Caso de Uso – CU-005 Monitorizar el estado de los recursos de una sala durante una reunión

En cuanto al caso de uso correspondiente a la desactivación de recursos de una reunión que finaliza, el usuario Controlador debe identificar a partir de los datos del sistema la hora de finalización de una sesión en una sala específica, y le enviará un mensaje de alerta al Usuario Organizador para

informarle del fin de la reunión y solicitar autorización para desactivar los recursos de la sala en la hora programada. Si el Usuario Organizador lo autoriza, el actor Controlador identificará los dispositivos disponibles en la sala y efectuará su desactivación en la hora fin utilizando los actuadores instalados en el recinto.

CU -006	<i>Desactivar recursos de una sala cuando finaliza una reunión</i>
Descripción	El sistema controlador detecta que una sesión está próxima a finalizar por lo cual desactiva los recursos del recinto
Actor	ACT-001 Controlador ACT-002 Usuario Organizador
Precondición	Información de reuniones por salas almacenada en la base de datos Información de dispositivos por salas almacenada en la base de datos Actor Organizador involucrado dentro de la aplicación de control de salas
Secuencia Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El controlador consulta las reuniones planificadas en una franja horaria (intervalo de tiempo en función de la hora actual) 2. El sistema retorna la información de las reuniones planificadas según los filtros solicitados. 3. El controlador detecta que una reunión está próxima a finalizar en una sala 4. El sistema envía un mensaje de alerta al usuario organizador de la reunión próxima a finalizar 5. El usuario organizador recibe el mensaje de alerta en la aplicación móvil y lo acepta 6. El controlador detecta que no existe una sesión próxima a iniciar 7. El sistema envía un mensaje al usuario organizador pidiendo autorización para realizar la desactivación de los dispositivos físicos de la sala a la hora fin programada 8. El usuario organizador recibe el mensaje de alerta en la aplicación móvil y lo acepta 9. El controlador consulta los dispositivos de la sala 10. El sistema retorna la información de los dispositivos de la sala 11. El controlador determina los valores con los cuales se debe modificar cada dispositivo y envía el listado al sistema a la hora fin programada 12. El sistema modifica el estado de los actuadores de la sala en función de la información recibida.

Secuencia Alternativa	6.1 El controlador detecta que existe una sesión próxima a iniciar en el mismo recinto. Se continúa con el flujo 7.1 7.1 El sistema envía un mensaje de alerta al usuario organizador de la reunión indicando que existe otra sesión próxima a iniciar. Se finaliza el flujo del caso de uso 8.1 El usuario rechaza el mensaje de notificación. Se finaliza el flujo del caso de uso
Postcondición	
Importancia	Alta

Tabla 29. Caso de Uso – CU-006 Desactivar recursos de una sala cuando finaliza una reunión

8. DISEÑO FÍSICO DE LA APLICACIÓN

En este apartado se realiza la definición del diseño físico de la aplicación, describiendo su estructura lógica y planteando su la arquitectura.

8.1 ARQUITECTURA

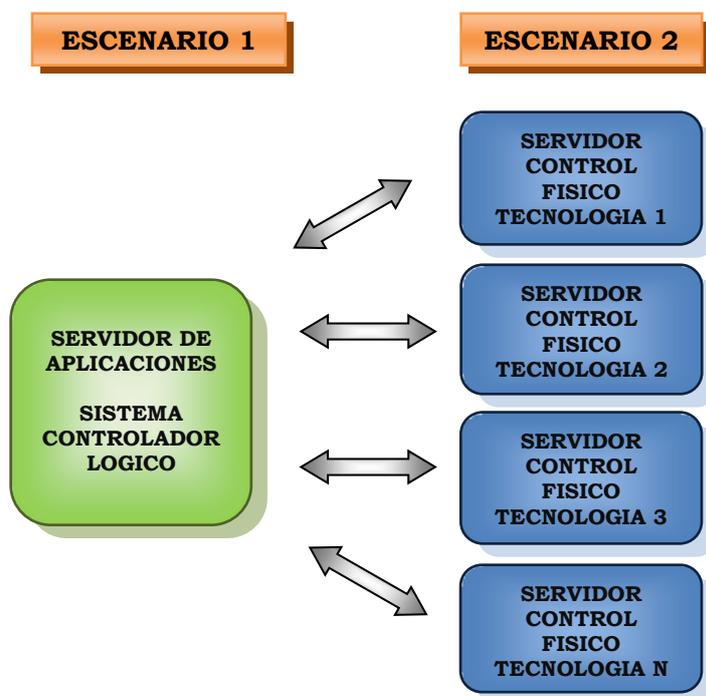


Imagen 4. Definición lógica del sistema. Comunicación Software - Hardware

La definición lógica del sistema se basa en un esquema de dos escenarios que se comunicarán entre sí: Software y Hardware. El primer escenario corresponde a la aplicación de reuniones ofrecida por un servidor que contiene toda la lógica del sistema y gestiona sus datos. El segundo hace referencia a la parte física de la aplicación y corresponde con uno o varios servidores que controlan los dispositivos de cada recinto.

8.1.1 SOFTWARE DE LA APLICACIÓN

En el escenario correspondiente al entorno del software de la aplicación, el flujo de información se efectúa directamente entre el usuario, a través de dispositivos móviles, y el servidor central, quien a su vez se comunica con una base de datos para administrar la información del sistema.

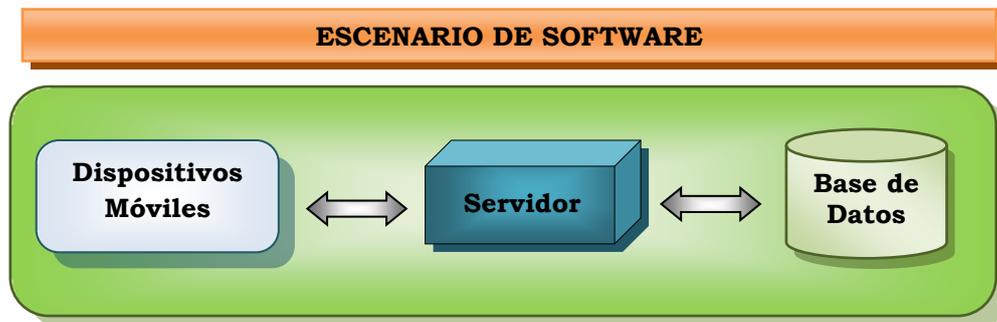


Imagen 5. Escenario de Software

La funcionalidad principal del servidor es analizar y evaluar los datos de usuarios y las variables de estado de los dispositivos físicos de la sala para enviar eventos de control a los servidores del escenario de hardware. Como tecnología para su implementación se ha propuesto el uso de Node JS que gracias a la ejecución de código JavaScript desde el Servidor y al manejo de eventos asíncronos, se ajusta a las necesidades de la aplicación planteada. Adicionalmente, Node JS tiene otras características que han sido importantes para su selección, entre ellas se puede destacar que permite realizar múltiples operaciones simultáneamente, configurar lógicas complejas, y su rapidez, la cual permite tratar operaciones en tiempo real aumentando la experiencia de los usuario.[19]

Para la gestión de la información del sistema se puede realizar la implementación con una base de datos de naturaleza relacional o no relacional que sea admitida por el servidor. En este caso se sugiere utilizar MySQL para realizar la definición de un modelo relacional y efectuar la administración de datos a través de sentencias SQL. También es posible utilizar tecnologías no relacionales como MongoDB que al tener características

de alta velocidad de consulta podría aportar agilidad a las funciones de la aplicación.

En cuanto al ámbito del usuario, a la aplicación se accederá a través de dispositivos móviles como smartphones o tablets, por lo que se plantea que inicialmente desarrollarla para el sistema operativo Android y luego adaptarla a otras tecnologías.

8.1.2 HARDWARE DE LA APLICACIÓN

El segundo escenario de la aplicación es el asociado al espacio físico donde se efectuarán las reuniones. Para su arquitectura se define un servidor correspondiente con una plataforma de hardware que se encargará de recibir los eventos del servidor de aplicaciones y realizará a su vez el control de los dispositivos físicos conectados a él.

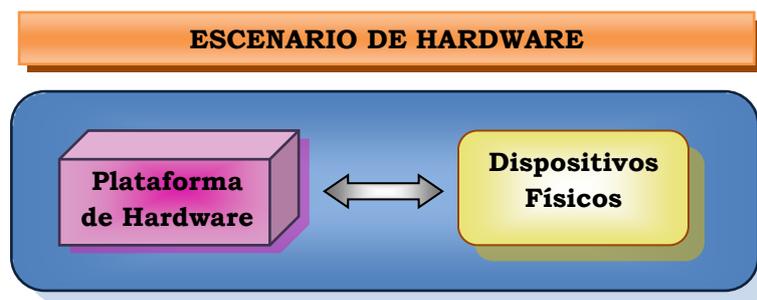


Imagen 6. Escenario de Hardware

Como plataforma de hardware se propone el uso de placas Arduino, con las que se puede implementar un entorno de control físico de manera simple sin necesidad de tener conocimientos avanzados en componentes electrónicos y con la que se puede realizar su desarrollo a través de lenguaje C.

También es posible utilizar otras tecnologías de hardware como lo es Raspberry para realizar el control físico de dispositivos de un recinto, incluso se pueden emplear tecnologías diferentes para realizar el control de los dispositivos de cada espacio, permitiendo el dinamismo en el momento de implementar la aplicación o incluso adaptando entornos domóticos existentes para que puedan ser administrados por la aplicación.

Los dispositivos físicos a controlar en cada recinto se definirán en función de los requerimientos de cada espacio. En general, los dispositivos comunes serán los correspondientes a la iluminación, como luces, persianas y sensores de luz, los necesarios para controlar la temperatura ambiental, como aire,

calefacción y sensores de temperatura, y los asociados a los elementos propios para presentaciones como proyectores y micrófonos.

8.1.3 ESQUEMA GENERAL DE LA APLICACIÓN

Con el siguiente diagrama se presenta el esquema general de la aplicación donde se visualiza la interacción entre los dos escenarios y el detalle de cada tecnología propuesta para su desarrollo.

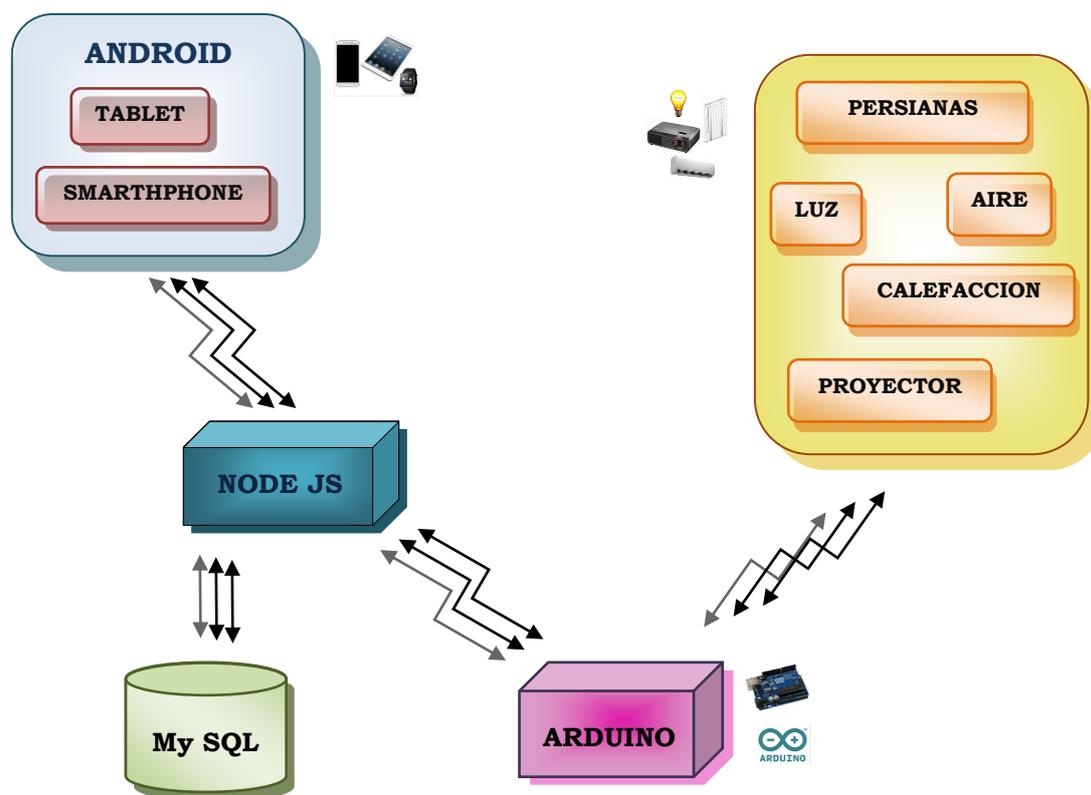


Imagen 7. Esquema general de la aplicación

La imagen muestra la arquitectura definida para un único servidor de control físico, es decir para el control de una única sala de reunión, que puede extenderse con más servidores de controles físicos, incluso de diferentes tecnologías, para la administración de recursos de otros recintos.

8.2 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación se muestra el diagrama de actividades que define la lógica del sistema y de cada uno de sus actores.

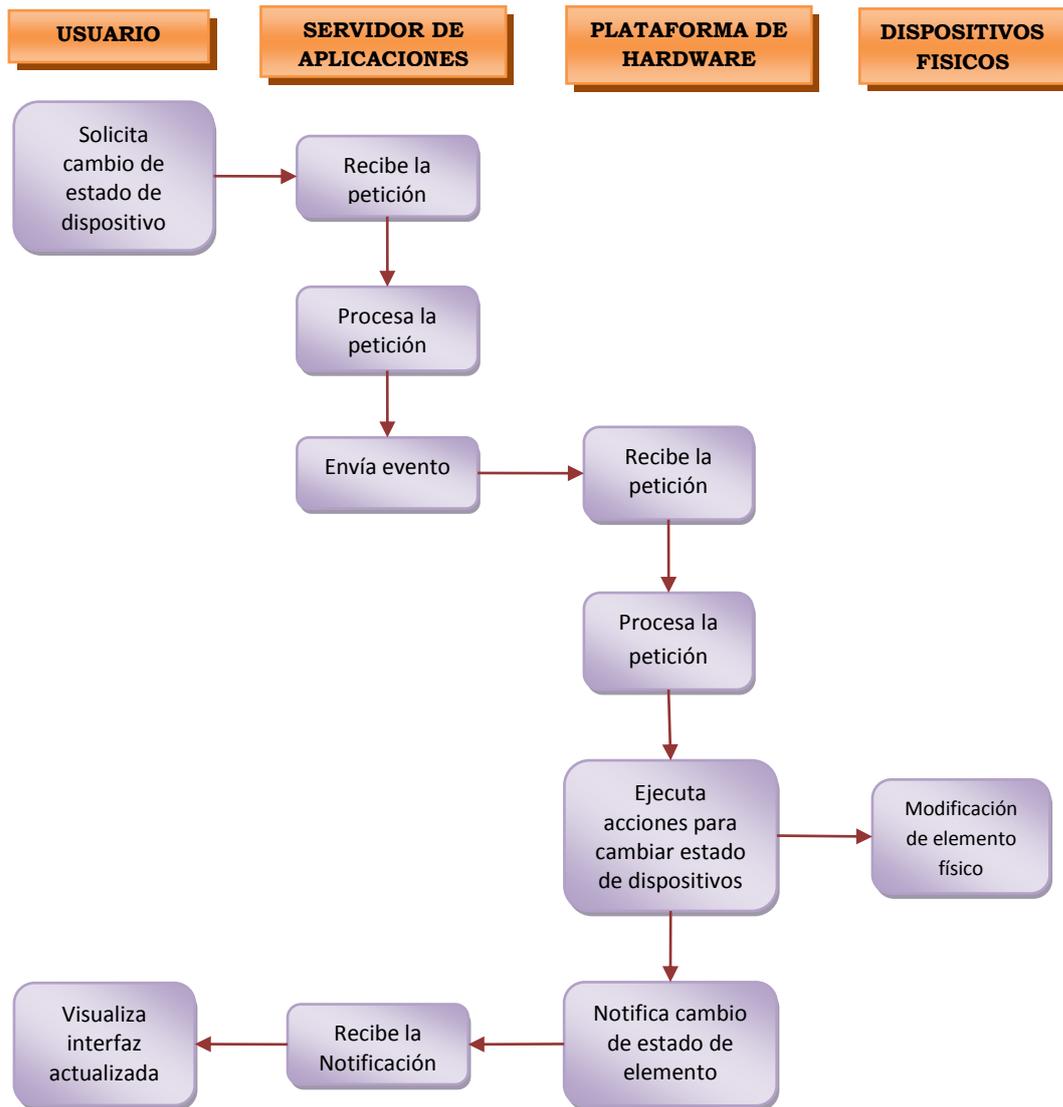


Imagen 8. Diagrama de actividades del sistema

8.3 MODELO DE DATOS

Teniendo en cuenta los requisitos de almacenamiento de la aplicación se ha definido el siguiente modelo entidad relación de la base de datos.

Aunque para la implementación de la aplicación se utilizarán los datos de todas las entidades definidas en el diagrama, se tiene como pre requisito el almacenamiento de previo de información que se gestionará por una aplicación paralela pero que no es definida dentro del planteamiento de este documento.

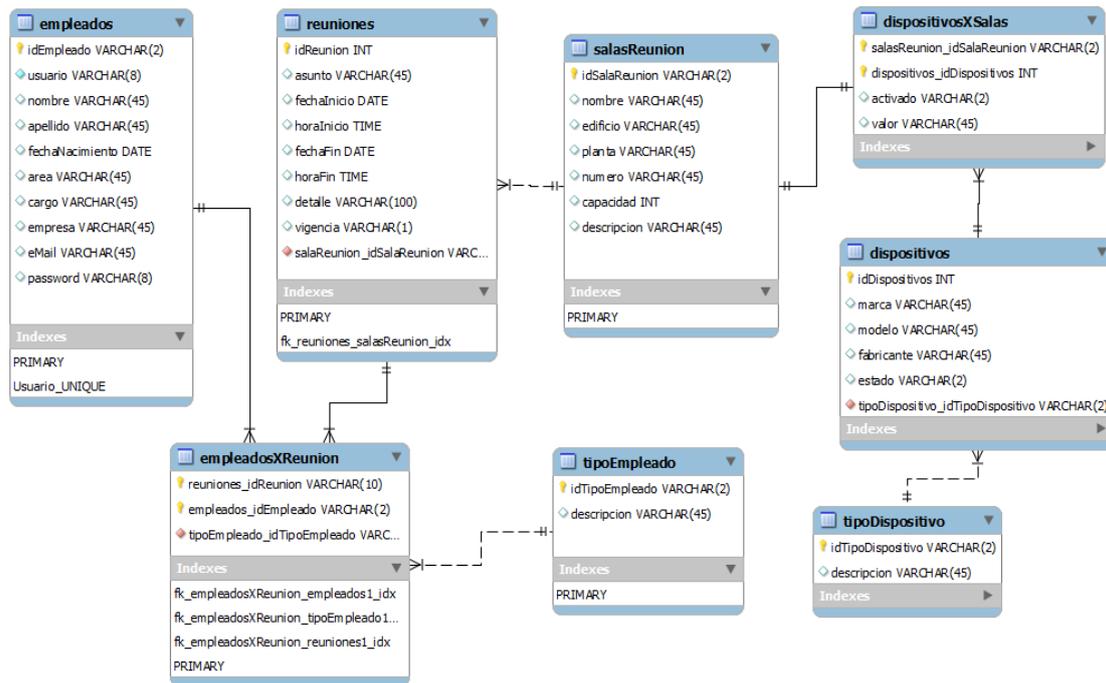


Imagen 9. Diagrama Entidad Relación de la Base de Datos

8.4 INTERFAZ GRÁFICA

La interfaz gráfica de la aplicación se define en función de cada recinto a controlar ya que cada uno está dotado de diferentes dispositivos. Por ejemplo, para el caso de un auditorio pueden existir numerosos elementos a controlar a causa de su amplia extensión y sus múltiples usos, mientras que una pequeña sala de reuniones puede ser un reducido espacio con el mínimo de elementos a controlar como iluminación y temperatura.

El diseño de la página de control de salas debe exponer de manera clara al usuario los dispositivos que existen en el espacio a controlar, siendo una interfaz interactiva e intuitiva para que pueda ser manejada correctamente sin un conocimiento previo de la aplicación. Es necesario que el usuario visualice de forma gráfica los componentes que puede modificar y ver su estado en cada momento.

A continuación se muestra una propuesta de interfaz gráfica de un recinto pequeño con dispositivos de iluminación, control de temperatura y un proyector.

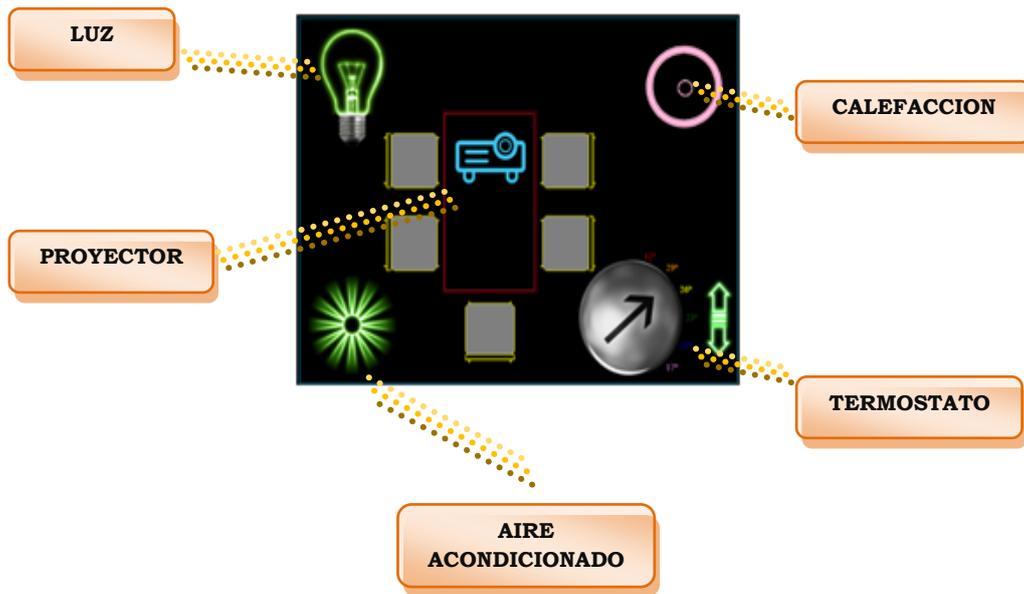


Imagen 10. Interfaz gráfica de los recursos de una sala

Cuando el usuario interactúe con la aplicación modificando el estado de los dispositivos de una sala, la interfaz gráfica debe cambiar su aspecto de tal forma que se visualice la variación del estado de los elementos afectados, así el usuario será capaz de conocer de manera natural la situación actual del espacio.

En la siguiente imagen se muestra la misma sala pero en este caso con los dispositivos activados. Aquí es posible apreciar que con el cambio de aspecto de los elementos el usuario puede reconocer el estado de cada dispositivo.

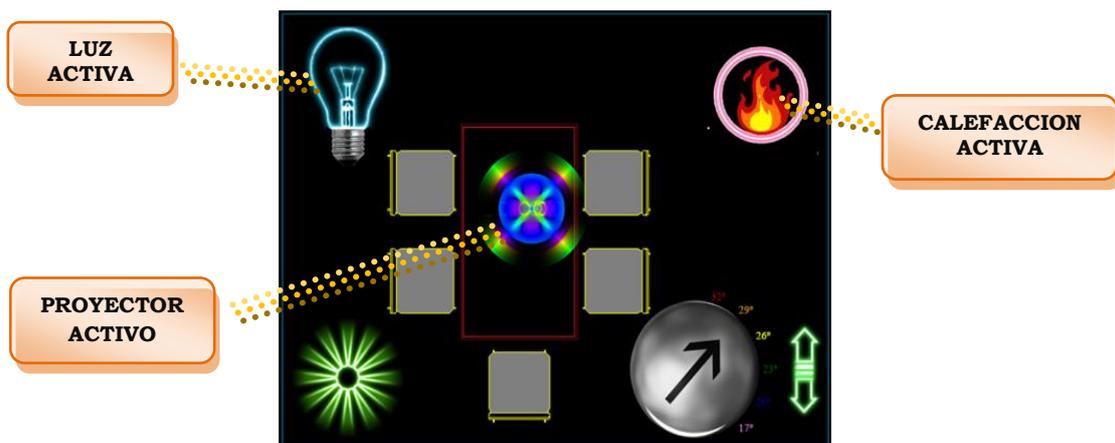


Imagen 11. Interfaz gráfica con recursos activos

9. CONCLUSIONES

El proyecto planteado ha tenido como propósito estudiar el estado actual de las aplicaciones empresariales dedicadas a la gestión de reuniones y plantear una alternativa realizando la integración de diferentes tecnologías existentes en un único sistema capaz de ofrecer una experiencia ubicua al usuario tanto por su funcionamiento como por los dispositivos utilizados.

Gracias a su desarrollo he fortalecido las habilidades de investigación al buscar, recolectar y analizar las propuestas ante la problemática de las reuniones que se ha estudiado durante los últimos años y las evoluciones que han tenido hasta la fecha. De igual forma he podido estudiar otras tecnologías actuales como IOT y las soluciones que ofrecen hoy en día para diversos fines personales, culturales o de ocio, y que pueden ser utilizadas en conjunto con otros sistemas para crear aplicaciones empresariales que son el interés de este trabajo.

Con el desarrollo de la parte práctica de esta propuesta he podido reforzar los conocimientos de análisis del sistema, toma de requisitos y diseño de la aplicación, así como el estudio de diferentes tecnologías para efectuar una propuesta de una arquitectura robusta capaz de ofrecer un entorno parametrizable y adaptable a diferentes tecnologías tanto de Software como de Hardware.

Igualmente, al profundizar en los requisitos y funcionalidades del sistema he visto que la posibilidad de ampliar los servicios de la aplicación planteada se incrementan al visualizar las soluciones que se pueden ofrecer a los usuarios para que su experiencia con el sistema sea de una forma dinámica y natural y que a su vez pueda recibir beneficios para la ejecución de su trabajo diario.

10. SIGLAS

CEA: Consumer Electronics Association

IOT: Internet of Things

ACE: Advanced Collaboration Environments

11. REFERENCIAS

[1] Freitas, Leandro., Librelotto, Giovanni. Et al. Applying pervasive computing in an architecture for homecare environments. 9th International Conference on Ubiquitous Intelligence and Computing and Autonomic and Trusted Computing. 2012.

- [2] Postolache, Octavian et al. Smart Sensors and Pervasive Computing for Healthcare. The 4th IEEE International Conference on E-Health and Bioengineering. Romania, November 2013.
- [3] Zaragoza, Irener., Guixeres, Jaime., et al. Ubiquitous monitoring and assessment of childhood obesity. Personal and Ubiquitous Computing, Volume 17, Issue 6, pp 1147-1157. London, August 2013.
- [4] Rogers, Matt. Nest, Google and you. January 13, 2014. URL: <https://nest.com/blog/2014/01/13/nest-google-and-you/>
- [5] Google Inc. Google to Acquire Nest. Mountain View, CA. January 13, 2014. URL: <https://investor.google.com/releases/2014/0113.html>
- [6] ParStream. ParStream Announces 2015 Predictions for Internet of Things. Cupertino, California. Diciembre. 16, 2014. URL: <https://www.parstream.com/press/parstream-announces-2015-predictions-internet-things/>
- [7] Jankowski, Simona., Covello, James., Bellini, Heather., Ritchie, Joe., Costa, Daniela. The Internet of Things: Making sense of the next mega-trend. Macroeconomic Insights. Septiembre 3, 2014. URL: <http://www.goldmansachs.com/our-thinking/outlook/internet-of-things/iot-report.pdf>
- [8] Harvey, Cynthia. Datamation Magazine. 35 Open Source Tools for the Internet of Things. Agosto 21, 2014. URL: <http://www.datamation.com/open-source/35-open-source-tools-for-the-internet-of-things-1.html>
- [9] Gutiérrez Mesa, José Antonio. Panorama de la Computación Ubicua. Novática: Revista de la Asociación de Técnicos de Informática. España. Septiembre - Octubre 2005.
- [10] Gartner, Inc., Gartner Says the Internet of Things Will Transform the Data Center. Stamford, Conn., USA. Marzo 19, 2014. URL: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2684616>
- [11] Bly, Sara., Harrison, Steve., Irwin, Susan. Media spaces: bringing people together in a video, audio, and computing environment. Communications of the ACM, Vol. 36. No 1. Pag. 28-46. New York, USA. Enero, 1993.
- [12] Goldberg, David., Nichols, David., Minneman, Scott., Harrison, Steve. Method for controlling real-time presentation of audio/visual data on a computer system. USA. Noviembre, 1997.
- [13] LogMeIn, Inc. Research Reveals Pervasive Growth in the Volume and Types of Modern Meetings. Boston, USA. Agosto, 2014. URL: <https://investor.logmein.com/about-us/investors/news/press-release-details/2014/Ovum--LogMeIn-Study-Finds-Late-Meetings-Cost-Executives-5-1-2-Days-Per-Year-/default.aspx>

- [14] Morantes Sánchez, Elfar Didier. Herramientas para reuniones o sesiones virtuales: JOIN.ME. Universidad Tecnológica de Bolívar. Boletín informativo Edición 03. Colombia. Mayo, 2014.
- [15] Back, Maribeth., Lahlou, Saadi., Ballagas, Rafael., Lertsithichai, Surapong., Inagaki, Masatomi., Horikiri, Kazunori., Huang, Jeffrey. Usable ubiquitous computing in next-generation conference rooms: design, evaluation, and architecture. Ubicomp 2006. Orange County (CA), USA. Septiembre, 2006.
- [16] Wang, Jue., Chen, Guanling., Kotz, David. A sensor-fusion approach for meeting detection. The second international conference and mobile systems, applications and services.USA. 2004
- [17] Ahmed, Shameem., Sharmin, Moushumi., Ahamed, Sheikh. A smart meeting room with pervasive computing technologies. Sixth International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing, 2005 and First ACIS International Workshop on Self-Assembling Wireless Networks. USA. Mayo, 2005
- [18] Kim, JongWon. Toward Advanced Collaboration Environment with HighQuality Media and User-Friendly Interaction. 2006
- [19] Manuel Kiessling. The Node Beginner Book, A comprehensive Node.js tutorial. Kindle Edition. 2012

ANEXO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Para la implementación del prototipo es necesario configurar el servidor de base de datos MySQL, el servidor de aplicaciones NodeJS, la placa de hardware de Arduino y el circuito de control de los dispositivos físicos.

A continuación se detalla el procedimiento para poner en marcha el prototipo indicando las especificaciones de cada una de las tecnologías utilizadas y la forma en la que se ha desarrollado. Adicionalmente se incluye con este anexo el código fuente del prototipo en formato digital.

Servidor de aplicaciones

Para efectuar la configuración del servidor de aplicaciones se debe realizar la instalación del software de NodeJS que se puede descargar de la página <https://nodejs.org/en/#download>.

Después de tener instalado el servidor, es necesario configurar las siguientes librerías que son las que proporcionan las funcionalidades que se han utilizado dentro del prototipo desarrollado:

- **Express:** Es el framework web de NodeJS que ofrece las funcionalidades de creación de servidor, manejo de rutas, etc.
- **Body-Parser:** Librería para realizar el parseo de las llamadas post y acceder al contenido del cuerpo de los mensajes.
- **MySQL:** Librería utilizada para realizar la conexión con la base de datos de MySQL y ejecutar las sentencias de lenguaje de manipulación de datos (DML) - Select, Insert, Update, Delete.
- **Socket.io:** Librería para realizar la comunicación bidireccional en tiempo real entre el cliente y el servidor mediante sockets.

- **Pixi:** Librería utilizada para realizar el renderizado 2D de forma rápida y sencilla.

La estructura de las páginas web y servicios de la aplicación que se ha seguido es la siguiente:

- **Directorio raíz:**
 - *App.js:* Fichero con la definición de las características del servidor, las rutas de acceso a los estáticos, definición de funciones get y post. Este fichero es el script utilizado para iniciar el servidor.
 - **.html:* Páginas html de la aplicación. Cada una de ellas contiene la lógica del flujo de la aplicación, así como la recepción y envío de eventos necesarios para el control automático del prototipo. Se han creado las siguientes páginas:
 - *datosReunion.html*
 - *mapaSala.html*
 - *vistaAvisos.html*
- **js:** Ruta que contiene todos los ficheros JavaScript que implementan las funciones utilizadas en la aplicación.
 - *db.js:* Están definidos los accesos y funciones de administración de la información de la base de datos. Selección de estructuras complejas, actualización, inserción y eliminación de registros.
 - *io.js:* Contiene las funciones asociadas a la emisión y recepción de eventos socket del servidor. En este script están definidos los eventos que se lanzan hacia el servidor de Arduino con los que se le solicita las modificaciones físicas pertinentes.
 - *control.js:* Se definen las funciones de control automático de la aplicación que ejecuta el servidor.
 - *codigoAlerta.js:* Están definidas las funciones para añadir las alertas y avisos a los usuarios.
- **image:** Contiene todos los ficheros de las imágenes utilizadas en las páginas de las salas a controlar.

Base de Datos

El servidor de bases de datos que se ha utilizado para el proyecto es el DBMS (Database Management System,) MySQL. Es un software libre que puede ser descargado desde la página <http://dev.mysql.com/downloads/mysql/>

Para realizar la creación de la base de datos basta con ejecutar el fichero Sql que contiene las sentencias DDL (Lenguaje de definición de datos) necesarias para crear las estructuras de todas las tablas del modelo de datos. El fichero Sql, aunque está incluido dentro de los fuentes adjuntos a este trabajo, se puede obtener exportando el modelo relacional con la opción Forward Engineer.

Como requisito para el funcionamiento de la aplicación, es necesario tener precargada la información de las tablas paramétricas y transaccionales que almacenan datos que no son gestionados por la aplicación, como por ejemplo los empleados y su información personal. Aunque dentro de la aplicación se hace referencia a los usuarios, se asume que sus datos han sido ingresados previamente por un administrador externo.

Las tablas que deben estar previamente cargadas para el correcto funcionamiento de la aplicación son:

- Tipo de Empleado
- Empleados
- Sala de reuniones
- Tipo de Dispositivo
- Dispositivos
- Dispositivos por salas: Aunque un campo de esta tabla es actualizado por la aplicación, es necesario que previamente se haya definido su registro en la tabla.

Adicionalmente, los datos correspondientes a las reuniones existentes, sus asistentes y la sala en la que se efectuará la sesión, es información que se gestionará a través de otra aplicación especializada para este fin.

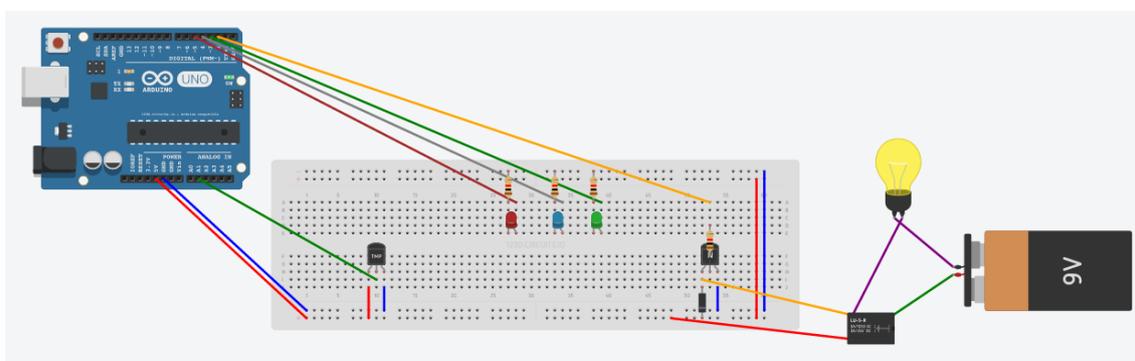
Arduino

La placa de Arduino utilizada para la implementación del proyecto ha sido Arduino UNO con una Shield de WiFi para realizar la conexión en la red de forma inalámbrica. La plataforma de Arduino se ha configurado como servidor Web y en función de los eventos recibidos se realiza la escritura o lectura de los pines conectados a cada elemento físico, como la bombilla, el ventilador o el motor.

El IDE de Arduino se puede descargar desde la siguiente página oficial <https://www.arduino.cc/en/Main/Software> y la placa Arduino UNO se debe cargar con el fichero ControlSalasReuniones.ino que se entrega con los fuentes de este documento.

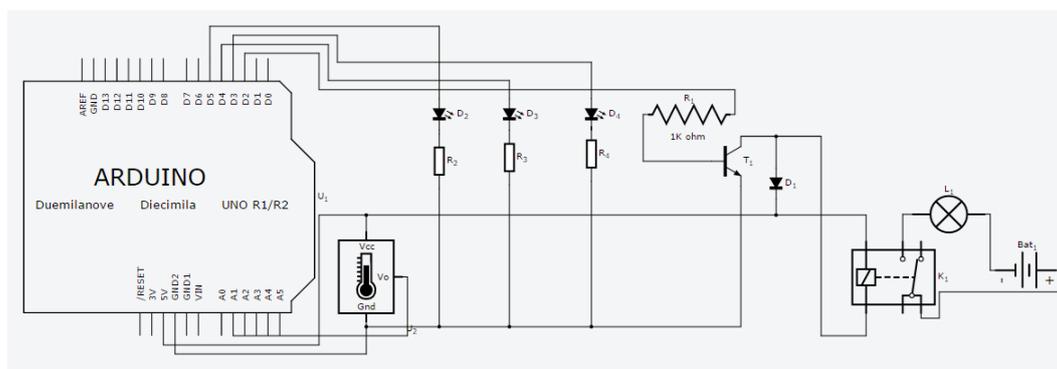
El esquema del montaje físico se ha diseñado en la herramienta online gratuita 123D Circuits, a la cual se puede acceder desde la página <https://123d.circuits.io/>

El siguiente gráfico muestra el montaje físico para el escenario del prototipo, teniendo en cuenta que la alimentación de la bombilla puede cambiarse de 9V a una conexión de 220V y que la señal de los leds puede utilizarse como el ejemplo de la bombilla para realizar un encendido y apagado de otros dispositivos:



Montaje físico del prototipo

El esquema electrónico del montaje se muestra a continuación:



Esquema electrónico del prototipo