

Sistema automatizado de bajo costo operado vía web para ejercer control en un auditorio

¹Saúl Antonio Pérez Pérez, ²Laura Melisa Costa Quintero, ³Jesmer Esquivia García, ⁴Carlos Gabriel Díaz Sáenz, ⁵Ivan Tovar Ospino

^{1,2,3,4,5}Grupo de Investigación GIIM, Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla, Colombia

Article History

Received Jun,04th, 2020

Accepted Jun ,16th, 2020

Published Jun ,29th, 2020



© 2020 The Authors. This article is an Open Access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution(CC-BY)license
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Abstract

El presente artículo muestra la forma como se realizó el control de un auditorio realizando Innóptica, llevando el control vía web de la iluminación, la capacidad y seguridad. Para ello se usaron luces led dimerizables, sensores en la entrada para determinar el número de personas al interior, dando alerta de auditorio lleno y cuenta con cámaras para brindar seguridad al auditorio. Se utilizó Raspberry Pi para realizar el servidor web que cuenta con una interfaz de usuario y Arduino mega con el fin de recibir las señales de los sensores y ejercer control sobre la iluminación y la capacidad del auditorio.

Keywords: Arduino, Auditorio, Control de iluminación, Innóptica, Interfaz de usuario, Raspberry Pi

INTRODUCTION

La automatización de espacios cerrados se ha convertido en una de las aplicaciones más importantes de las tecnologías digitales modernas. Los auditorios, salas de conferencias y espacios académicos requieren la coordinación constante de sistemas de iluminación, ventilación, climatización, audio, video, proyectores y otros dispositivos eléctricos. Cuando estos equipos se controlan manualmente, el personal encargado debe realizar diferentes acciones antes, durante y después de cada evento, lo que incrementa el tiempo operativo y puede generar un consumo innecesario de energía. Por esta razón, el desarrollo de un sistema automatizado de bajo costo controlado mediante una plataforma web constituye una alternativa práctica para mejorar la administración de este tipo de instalaciones. Un sistema automatizado permite integrar diferentes dispositivos electrónicos dentro de una misma infraestructura de control. Mediante microcontroladores, sensores, módulos de relé y una conexión de red, los equipos del auditorio pueden ser administrados desde una interfaz web. El usuario puede encender o apagar luces, activar el sistema de ventilación, controlar determinados equipos audiovisuales y supervisar variables ambientales sin necesidad de desplazarse físicamente hasta cada dispositivo. Este tipo de soluciones se encuentra relacionado con el concepto de Internet de las Cosas, en el cual objetos físicos se conectan a redes digitales y pueden intercambiar datos o recibir instrucciones. El bajo costo representa una característica fundamental de la propuesta. En lugar de utilizar sistemas comerciales de automatización de edificios que pueden requerir inversiones elevadas, es

posible emplear plataformas como Arduino, ESP32, ESP8266 o Raspberry Pi. Estos dispositivos son económicos, programables y compatibles con diferentes sensores y módulos electrónicos. Además, poseen suficiente capacidad para desarrollar aplicaciones básicas de automatización y comunicación a través de Internet o redes locales. El funcionamiento mediante web también mejora la facilidad de utilización. Una interfaz accesible desde un navegador puede utilizarse en computadoras, tabletas o teléfonos móviles. El administrador del auditorio puede visualizar el estado de diferentes dispositivos y ejecutar comandos desde una misma pantalla. Asimismo, pueden configurarse modos de funcionamiento específicos para conferencias, presentaciones, reuniones o eventos especiales. Otro aspecto importante es la eficiencia energética. Los sistemas automatizados pueden evitar que luces, ventiladores o equipos audiovisuales permanezcan encendidos cuando el auditorio no está siendo utilizado. El uso de sensores de movimiento, luminosidad y temperatura permite complementar el control manual con acciones automáticas. De esta forma, la automatización contribuye tanto a reducir costos operativos como a disminuir el desperdicio energético. El presente artículo analiza un sistema automatizado de bajo costo operado mediante una aplicación web para ejercer control en un auditorio. Se presentan sus principales componentes, arquitectura tecnológica, funcionamiento, mecanismos de control, aplicaciones, beneficios y posibilidades de mejora. La propuesta busca demostrar que es posible implementar automatización funcional utilizando dispositivos electrónicos accesibles y tecnologías web sencillas.

Diseño y arquitectura general del sistema automatizado

El diseño general del sistema se basa en la integración de una unidad central de procesamiento, diferentes sensores, módulos de actuación y una plataforma web de control. La unidad central puede estar constituida por una Raspberry Pi o un microcontrolador como ESP32 dependiendo de la complejidad del proyecto. Este dispositivo recibe comandos desde la interfaz web y posteriormente envía señales a los módulos de relé para activar o desactivar los diferentes equipos conectados. La arquitectura puede dividirse en tres niveles principales. El primer nivel corresponde a los dispositivos físicos instalados en el auditorio, entre los que se encuentran iluminación, ventiladores, sistemas audiovisuales, sensores y actuadores. El segundo nivel corresponde a la comunicación y procesamiento, donde los microcontroladores reciben información y ejecutan instrucciones. Finalmente, el tercer nivel corresponde a la interfaz web que permite al usuario supervisar y controlar el sistema. La utilización de una arquitectura modular facilita el mantenimiento y la expansión futura. Cada subsistema puede funcionar de manera independiente y comunicarse con el servidor principal. Por ejemplo, un controlador puede administrar la iluminación mientras otro dispositivo supervisa variables ambientales como temperatura y humedad. Esta organización evita que un fallo individual afecte completamente al sistema. La red Wi-Fi puede utilizarse como principal medio de comunicación debido a su disponibilidad y bajo costo. Los controladores pueden conectarse al mismo punto de acceso utilizado por la institución y comunicarse con el servidor mediante protocolos web. La comunicación puede realizarse utilizando HTTP, MQTT o tecnologías similares. El sistema también debe permitir el control manual. En caso de problemas con la red, los interruptores convencionales deben permanecer disponibles. Esta combinación entre automatización y control tradicional garantiza que el auditorio continúe funcionando incluso cuando exista una falla temporal de comunicación.

Componentes electrónicos y hardware de bajo costo

La selección de componentes electrónicos influye directamente en el costo y funcionamiento del sistema. Para mantener una inversión reducida pueden utilizarse dispositivos ampliamente disponibles en el mercado. El ESP32 representa una opción adecuada debido a que integra conectividad Wi-Fi y Bluetooth, múltiples entradas y salidas y capacidad suficiente para procesar señales provenientes de sensores. La Raspberry Pi también puede utilizarse como servidor central. Este dispositivo permite instalar sistemas operativos ligeros, servidores web y bases de datos. En aplicaciones más sencillas puede sustituirse por un microcontrolador, reduciendo aún más los costos. Los módulos de relé son fundamentales porque permiten utilizar señales electrónicas de bajo voltaje para controlar equipos conectados a la red eléctrica. Cada relé puede asociarse con una determinada función, como iluminación principal, iluminación del escenario, ventiladores o pantalla de proyección. También pueden instalarse diferentes sensores. Los sensores PIR permiten identificar movimiento o presencia humana. Los sensores de temperatura permiten supervisar las condiciones

ambientales, mientras que los sensores de luminosidad proporcionan información sobre la cantidad de luz disponible en el espacio.

Table 1: Componentes principales del sistema

Componente	Función	Aplicación
ESP32	Control principal y conectividad	Comunicación con sensores y relés
Raspberry Pi	Servidor central	Plataforma web y almacenamiento de datos
Módulo de relé	Activación de equipos	Control de iluminación y dispositivos eléctricos
Sensor PIR	Detección de presencia	Automatización según ocupación
Sensor de temperatura	Medición ambiental	Control de ventilación
Sensor de luz	Medición de luminosidad	Ajuste de iluminación
Router Wi-Fi	Comunicación	Conexión entre dispositivos
Interfaz web	Control del sistema	Supervisión desde computadora o móvil

La utilización de componentes modulares facilita futuras ampliaciones. Si inicialmente se automatiza únicamente la iluminación, posteriormente pueden integrarse sensores adicionales, control de climatización y sistemas audiovisuales.

Desarrollo de la interfaz web para el control del auditorio

La interfaz web representa el principal punto de interacción entre el usuario y la infraestructura automatizada. Su diseño debe ser sencillo para permitir que cualquier operador autorizado pueda manejarla sin requerir conocimientos avanzados de programación. La página principal puede mostrar diferentes botones correspondientes a los dispositivos conectados. Cada botón puede indicar mediante texto o indicadores visuales si un dispositivo está encendido o apagado. También pueden presentarse datos obtenidos de sensores, como temperatura, humedad y nivel de iluminación. El administrador puede acceder a la plataforma desde cualquier dispositivo conectado a la misma red. En configuraciones más avanzadas, el servidor puede conectarse a Internet para permitir control remoto desde ubicaciones externas. Sin embargo, cuando se habilita acceso remoto deben implementarse mecanismos de seguridad. La plataforma web también puede incorporar funciones programadas. Por ejemplo, el sistema puede apagar automáticamente las luces después de determinado horario o activar una configuración específica antes del inicio de un evento. Otra característica útil es el almacenamiento de datos. El sistema puede registrar las horas de activación y desactivación de los equipos, permitiendo posteriormente analizar los patrones de utilización y calcular periodos de consumo.

Automatización de iluminación y condiciones ambientales

La iluminación constituye uno de los sistemas más importantes dentro de un auditorio. Durante una conferencia puede ser necesario mantener una iluminación general adecuada, mientras que durante una presentación con proyector puede ser conveniente reducir la intensidad en algunas áreas. El sistema automatizado permite dividir las luces en diferentes zonas. Por ejemplo, pueden existir controles independientes para iluminación del escenario, zona del público, pasillos y entradas. De esta forma, el operador puede seleccionar únicamente aquellas luces que sean necesarias. Los sensores de movimiento permiten complementar el sistema. Cuando el auditorio no detecta presencia durante determinado tiempo, el sistema puede apagar automáticamente algunos circuitos para reducir consumo energético. También pueden incorporarse sensores de temperatura. Si la temperatura supera un valor previamente definido, el sistema puede activar ventiladores o sistemas de climatización. Cuando la temperatura disminuye, puede reducirse automáticamente el funcionamiento de estos equipos. Esta automatización permite mejorar simultáneamente la comodidad de los usuarios y el rendimiento energético del edificio.

Control de equipos audiovisuales y dispositivos auxiliares

Los auditorios utilizan diferentes equipos audiovisuales que deben coordinarse correctamente. Entre ellos se encuentran proyectores, pantallas eléctricas, amplificadores de sonido, micrófonos, computadoras y sistemas

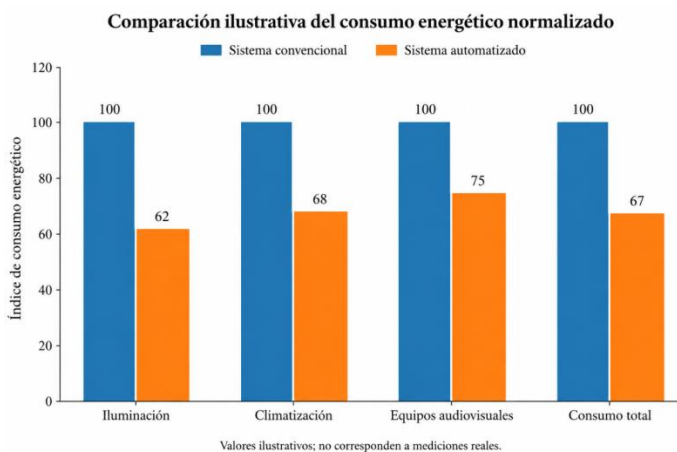
de iluminación especializada. Un sistema automatizado puede centralizar el manejo de estos dispositivos. En lugar de utilizar diferentes controles remotos, el operador puede acceder a una única plataforma desde la cual activar los equipos necesarios. Por ejemplo, al seleccionar el modo “Presentación”, el sistema puede apagar algunas luces, encender el proyector, bajar la pantalla y activar el sistema de audio. Al finalizar el evento, puede ejecutarse una secuencia inversa que desconecte los equipos de forma organizada. Esta estrategia también reduce errores humanos. Cuando los equipos se gestionan mediante secuencias programadas, existe menor posibilidad de olvidar dispositivos encendidos después de finalizar una actividad. El sistema puede igualmente incorporar alertas de funcionamiento. Si determinado dispositivo no responde correctamente, la plataforma puede mostrar un mensaje de advertencia al operador.

Eficiencia energética y reducción de costos operativos

Uno de los principales beneficios de la automatización es la reducción del consumo energético. En un auditorio convencional, algunos dispositivos pueden permanecer encendidos durante periodos innecesarios. Esto incrementa los gastos de electricidad y reduce la vida útil de los equipos. El sistema propuesto puede incorporar programación horaria y sensores de presencia para disminuir este desperdicio. Las luces pueden apagarse cuando no existe ocupación y los equipos audiovisuales pueden desconectarse automáticamente después de finalizar un evento. La climatización también puede controlarse utilizando información de temperatura. En lugar de mantener ventiladores o sistemas de aire acondicionado funcionando continuamente, estos pueden utilizarse únicamente cuando las condiciones ambientales lo requieran. La reducción del consumo depende de las características de cada auditorio. Sin embargo, incluso pequeñas disminuciones en las horas de funcionamiento de iluminación y climatización pueden representar importantes ahorros durante periodos prolongados.

Seguridad, mantenimiento y futuras mejoras del sistema

La seguridad debe considerarse tanto desde el punto de vista eléctrico como informático. Los módulos de control deben instalarse correctamente para evitar contacto directo entre circuitos de baja tensión y la red eléctrica. La interfaz web debe utilizar mecanismos de autenticación para impedir el acceso de usuarios no autorizados. Cada operador puede disponer de un nombre de usuario y contraseña. También pueden crearse diferentes niveles de permisos. El mantenimiento preventivo incluye revisar conexiones eléctricas, comprobar el funcionamiento de sensores, actualizar el software y realizar copias de seguridad de configuraciones importantes. El sistema puede ampliarse mediante nuevas tecnologías. En versiones futuras podrían integrarse cámaras, reconocimiento de ocupación, control por voz, aplicaciones móviles, almacenamiento en la nube y algoritmos de inteligencia artificial. También puede implementarse un sistema avanzado de análisis de datos que identifique patrones de utilización y recomiende configuraciones para reducir todavía más el consumo. La naturaleza modular de la solución permite realizar estas ampliaciones gradualmente sin sustituir completamente la infraestructura inicial.



Resumen

El sistema automatizado de bajo costo operado vía web constituye una solución tecnológica viable para mejorar el control y la administración de un auditorio. Su funcionamiento se basa en la combinación de microcontroladores, sensores, módulos de relé, redes inalámbricas y una interfaz web centralizada. La utilización de plataformas como ESP32, ESP8266, Arduino y Raspberry Pi permite construir sistemas funcionales sin necesidad de realizar inversiones excesivas. Estos dispositivos poseen suficiente capacidad para ejecutar tareas de automatización, obtener información de sensores y comunicarse mediante redes Wi-Fi. La interfaz web facilita la administración de iluminación, ventilación y diferentes equipos audiovisuales. Además, permite ejecutar comandos desde computadoras, tabletas o teléfonos móviles. Esta característica proporciona flexibilidad y reduce la necesidad de controlar cada dispositivo de forma individual. La incorporación de sensores mejora considerablemente las capacidades de la plataforma. Los sensores de movimiento permiten identificar ocupación, los sensores de luminosidad facilitan el control de iluminación y los sensores de temperatura pueden utilizarse para administrar sistemas de ventilación. Desde el punto de vista económico, la automatización puede reducir gastos asociados al consumo energético. El apagado automático de dispositivos, la programación horaria y la utilización eficiente de iluminación y climatización disminuyen el tiempo durante el cual los equipos permanecen activos innecesariamente. La automatización también mejora la organización durante eventos. Mediante configuraciones previamente programadas, el operador puede activar diferentes dispositivos de forma simultánea y reducir el número de acciones manuales necesarias. No obstante, la implementación debe considerar mecanismos adecuados de seguridad y mantenimiento. Los sistemas eléctricos deben instalarse mediante protecciones apropiadas y la plataforma web debe limitar el acceso únicamente a usuarios autorizados. En términos generales, la propuesta demuestra que un auditorio convencional puede transformarse progresivamente en un espacio inteligente mediante tecnologías económicas y accesibles. La combinación de automatización, conectividad web y sensores proporciona una plataforma escalable que puede mejorar la eficiencia energética, reducir costos, simplificar operaciones y preparar la infraestructura para futuras aplicaciones digitales.

Referencias

- Abbas, I., Ahmad, M., Sarfraz, H. S., Nadeem, M., & Subhan, R. (2020). Efficient and robust security implementation in a smart home using the Internet of Things. *Indian Journal of Science and Technology*, 13(15), 1563–1569.
- Chiesa, G., Di Vita, D., Ghadirzadeh, A., Muñoz Herrera, A. H., & Leon Rodriguez, J. C. (2020). A fuzzy-logic IoT lighting and shading control system for smart buildings. *Automation in Construction*, 120, 103397.
- Han, K., & Zhang, J. (2020). Energy-saving building system integration with a smart and low-cost sensing/control network for sustainable and healthy living environments. *Energy and Buildings*, 214, 109861.
- Lee, Y., Rathore, S., Park, J. H., & Park, J. H. (2020). A blockchain-based smart home gateway architecture for preventing data forgery. *Human-centric Computing and Information Sciences*, 10, 9.
- Majeed, R., Abdullah, N. A., Ashraf, I., Mushtaq, M. F., Kazmi, R., & Umer, M. (2020). An intelligent, secure, and smart home automation system. *Scientific Programming*, 2020, 4579291.
- Pipattanasomporn, M., Chitalia, G., Songsiri, J., Aswakul, C., Pora, W., Suwankawin, S., Audomvongseree, K., & Hoonchareon, N. (2020). CU-BEMS, smart building electricity consumption and indoor environmental sensor datasets. *Scientific Data*, 7, 241.
- Quinn, C., Zargar Shabestari, A., Masic, T., Gilani, S., Litoiu, M., & McArthur, J. J. (2020). Building automation system–BIM integration using a linked data structure. *Automation in Construction*, 118, 103257.
- Raza, R., Hassan, N. U., & Yuen, C. (2020). Determination of consumer behavior based energy wastage using IoT and machine learning. *Energy and Buildings*, 220, 110060.
- Said, O., Al-Makhadmeh, Z., & Tolba, A. M. R. (2020). EMS: An energy management scheme for green IoT environments. *IEEE Access*, 8, 44983–44998.

- Shah, S. K. A., & Mahmood, W. (2020). Smart home automation using IoT and its low cost implementation. *International Journal of Engineering and Manufacturing*, 10(5), 28–36.
- Zafar, U., Bayhan, S., & Sanfilippo, A. (2020). Home energy management system concepts, configurations, and technologies for the smart grid. *IEEE Access*, 8, 119271–119286.
- Alsharari, T., Alresheedi, S. S., Fatani, A., & Maolood, I. Y. (2020). Significant role of Internet of Things for designing smart home automation and privacy issues. *International Journal of Engineering and Technology*, 9(2), 28–35.