

# Sistema de ventilación inteligente

El concepto *Internet of things* (IoT) hace referencia a la interconexión entre dispositivos electrónicos cotidianos, generalmente a través de internet. En consecuencia, el flujo de datos permite establecer “comunicaciones entre los propios dispositivos” en base a directrices posiblemente programadas por el usuario. Si incluimos dispositivos a nanoescala, estamos hablando entonces de *Internet of Nano-Things* (IoNT) <sup>1</sup>. Esta tecnología tiene una alta aplicabilidad en multitud de áreas, como por ejemplo transporte, monitoreo ambiental y salud. La portabilidad, la capacidad de implementación en el sitio y la alta sensibilidad y selectividad, entre otros, hacen de los nanosensores una tecnología de detección muy prometedora <sup>2</sup>. En este trabajo se plantea el diseño de un sistema IoNT-compatible inteligente destinado a regular la ventilación en lugares cerrados de forma automatizada.

Poniendo el foco en entornos con una calidad del aire insalubre debido, por ejemplo, a la urbanización y al tráfico, la instalación de sistemas electrónicos inteligentes que regulen y mejoren la calidad del aire en espacios donde las personas pasan tiempos continuados largos (por ejemplo viviendas y oficinas), puede tener un impacto positivo sobre los propios individuos y en muchos aspectos relevantes como calidad de vida, concentración, eficiencia en el trabajo y salud física y mental. En este trabajo se presenta el diseño de un sistema electrónico destinado a regular la ventilación en lugares cerrados. El objetivo de este diseño es mejorar la calidad del aire ventilando los espacios y asegurando unas condiciones agradables de temperatura y humedad. El sistema regulará estos parámetros mediante la apertura y cierre automáticos de ventanas, así como el encendido y apagado automáticos de sistemas de aire acondicionado, de purificación del aire y humificación/deshumificación.

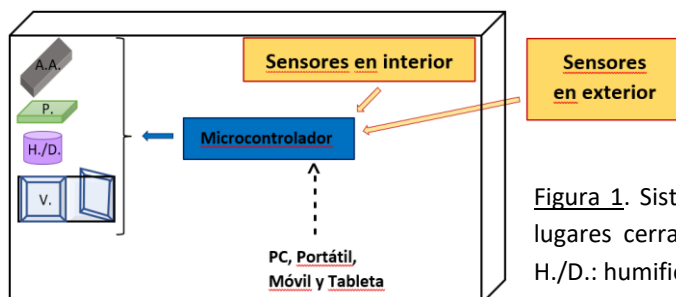


Figura 1. Sistema electrónico para regular la ventilación en lugares cerrados. A.A.: aire acondicionado; P.: purificador; H./D.: humificador/deshumificador; V.: ventana.

El sistema tiene tres componentes fundamentales: una red de sensores, un microcontrolador y un conjunto de actuadores [Figura 1]. A continuación se describen cada uno de estos componentes.

### • Sensores

Los parámetros analizados por el sistema son: la concentración de gases contaminantes en el aire ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ )<sup>3</sup>, la temperatura y la humedad, tanto interiores como exteriores.

Para la detección y medida de gases contaminantes, los sensores son químico-resistivos [Figura 2], lo que significa que la adsorción de moléculas de gas sobre la superficie entre dos electrodos, provoca una variación en la resistencia frente al paso de la corriente<sup>4</sup>. De esta forma es posible establecer una relación concentración de gas adsorbido/variación de la resistencia. Estos sensores deben tener un tamaño muy reducido y una larga vida útil, ser robustos, silenciosos y económicamente eficientes, además de mostrar una alta sensibilidad y selectividad<sup>3-6</sup>. Entre los materiales utilizados para la detección de gases se encuentran varios óxidos metálicos semiconductores (SMOs, *Semiconducting metal oxides*), materiales conductores 2D y composites conformados por SMOs o materiales conductores 2D, con metales<sup>4,6</sup>. La selectividad puede ser mejorada mediante la utilización de filtros (ver p. ej. el trabajo de Van Den Broek et al.<sup>6</sup> para una amplia variedad de filtros utilizados para mejorar la selectividad de los sensores de gas, según el material del sensor y la naturaleza del analito que se va a medir).

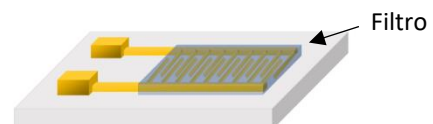


Figura 2. Sensor químico-resistivo con un filtro.

Para la medida de temperatura, los sensores son termoelectrónicos, lo que significa que un gradiente de temperatura provoca una diferencia de voltaje entre un metal y una aleación de metal<sup>7</sup> (ver p. ej. el trabajo de Rahman et al.<sup>7</sup>, quienes fabricaron sensores de temperatura flexibles de Cu/CuNi).

Para la medida de humedad, se utilizan sensores de humedad de tipo resistivo, por lo que una variación en el grado de humedad provoca una variación en la resistencia frente al paso de la corriente (ver p. ej. el trabajo de Shukla et al.<sup>8</sup>, quienes sintetizaron un nanocompuesto de  $\text{SnO}_2$  y polianilina válido para detección de humedad fundamentándose en la resistividad eléctrica).

## • Microcontrolador

El microcontrolador es el circuito que recibe señales de los sensores y genera y envía órdenes a los actuadores. El microcontrolador está conectado a un servidor web donde los algoritmos implementados llevan a cabo las comprobaciones necesarias, y las órdenes posteriores <sup>9</sup> (consulte [Figura 3] para ver un ejemplo de un posible algoritmo). Entonces, el usuario puede configurar el sistema accediendo al servidor a través de una interfaz web <sup>9</sup> desde un PC, portátil, móvil o tableta [Figura 1].

## • Actuadores

Los actuadores son los dispositivos que reciben la señal eléctrica procedente del microcontrolador y la transforman en acciones físicas (es decir, abrir o cerrar las ventanas, y encender o apagar los dispositivos para el acondicionamiento del aire).

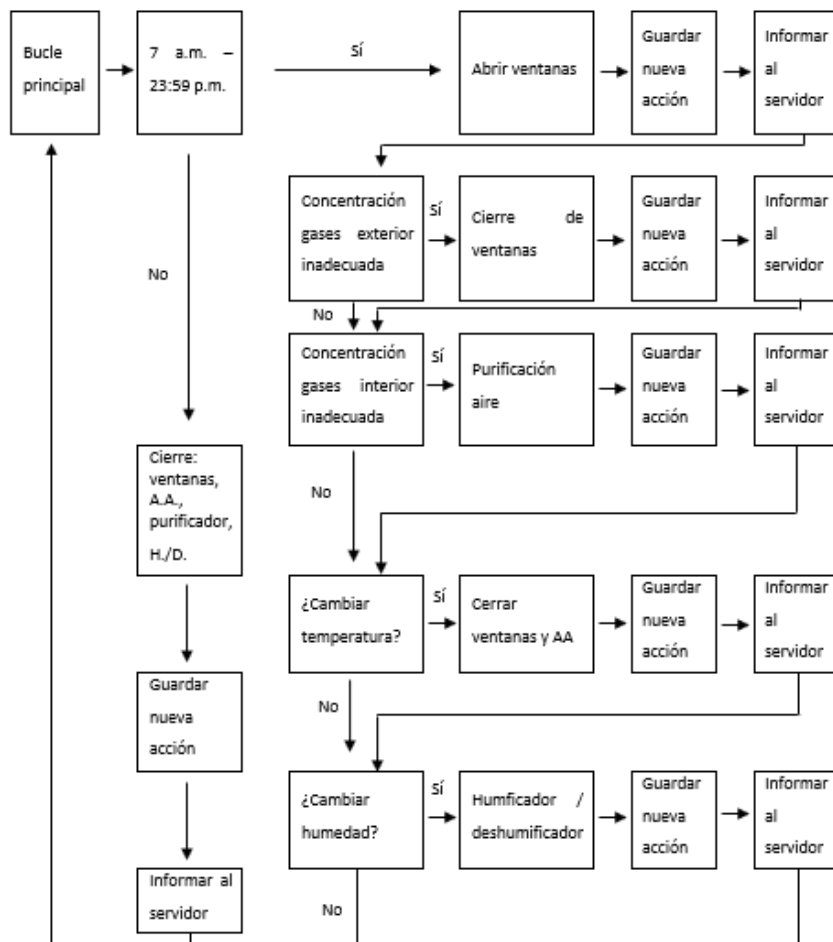


Figura 3. Posible diagrama de flujo <sup>9</sup> que muestra las comprobaciones que debe realizar el sistema de hogar inteligente y las acciones posteriores.

En conclusión, el diseño de sistemas electrónicos que se adapten a nuestras necesidades puede suponer un aumento notable en la calidad de vida. La implementación de

nanosensores como elementos fundamentales en sistemas inteligentes destinados a la automatización del hogar (o cualquier otro tipo de sistema IoT), puede tener un impacto muy positivo en términos de hábitos de las personas, así como en las condiciones físicas y mentales.

## **Bibliografía**

- (1) Akyildiz, I.; Jornet, J. The Internet of Nano-Things. *IEEE Wirel. Commun.* **2010**, *17* (6), 58–63.
- (2) Kaur, R.; Sharma, S. K.; Tripathy, S. K. *Advantages and Limitations of Environmental Nanosensors*; Elsevier Inc., 2019.
- (3) Buckley, D. J.; Black, N. C. G.; Castanon, E. G.; Melios, C.; Hardman, M.; Kazakova, O. Frontiers of Graphene and 2D Material-Based Gas Sensors for Environmental Monitoring. *2D Mater.* **2020**, *7* (3).
- (4) Jang, J. S.; Winter, L. R.; Kim, C.; Fortner, J. D.; Elimelech, M. Selective and Sensitive Environmental Gas Sensors Enabled by Membrane Overlayers. *Trends Chem.* **2021**, *3* (7), 547–560.
- (5) Schieweck, A.; Uhde, E.; Salthammer, T.; Salthammer, L. C.; Morawska, L.; Mazaheri, M.; Kumar, P. Smart Homes and the Control of Indoor Air Quality. *Renew. Sustain. Energy Rev.* **2018**, *94* (July), 705–718.
- (6) Van Den Broek, J.; Weber, I. C.; Güntner, A. T.; Pratsinis, S. E. Highly Selective Gas Sensing Enabled by Filters. *Mater. Horizons* **2021**, *8* (3), 661–684.
- (7) Rahman, M. T.; Cheng, C. Y.; Karagoz, B.; Renn, M.; Schrandt, M.; Gellman, A.; Panat, R. High Performance Flexible Temperature Sensors via Nanoparticle Printing. *ACS Appl. Nano Mater.* **2019**, *2* (5), 3280–3291.
- (8) Shukla, S. K.; Shukla, S. K.; Govender, P. P.; Agorku, E. S. A Resistive Type Humidity Sensor Based on Crystalline Tin Oxide Nanoparticles Encapsulated in Polyaniline Matrix. *Microchim. Acta* **2016**, *183* (2), 573–580.
- (9) Serrano Ferriz, D. Diseño y Prototipación de Una Vivienda Inteligente Con Arduino y Java. **2015**, 78.