

Auditoría energética

Tema 6.2 Control con retroalimentación

Arizona State University

Dr. Ryan Milcarek

Dr. Pat Phelan

Dr. Luis Bocanegra

Radhika Khosla

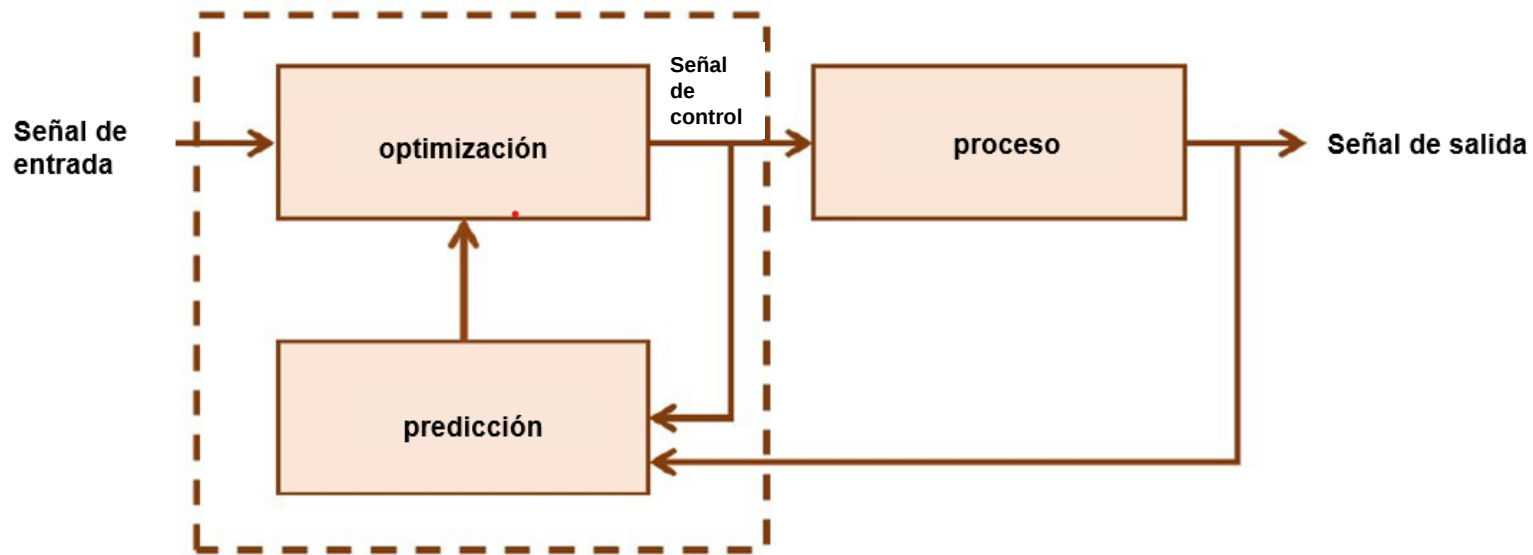
Angel Martinez

Objetivos

- Describir los sistemas de automatización de edificios (BAS) y los sistemas de información energética (EIS)
- Descripción de la submedición
 - Modos de control con retroalimentación
 - Control digital directo
 - Control basado en modelos

Modos de control de retroalimentación

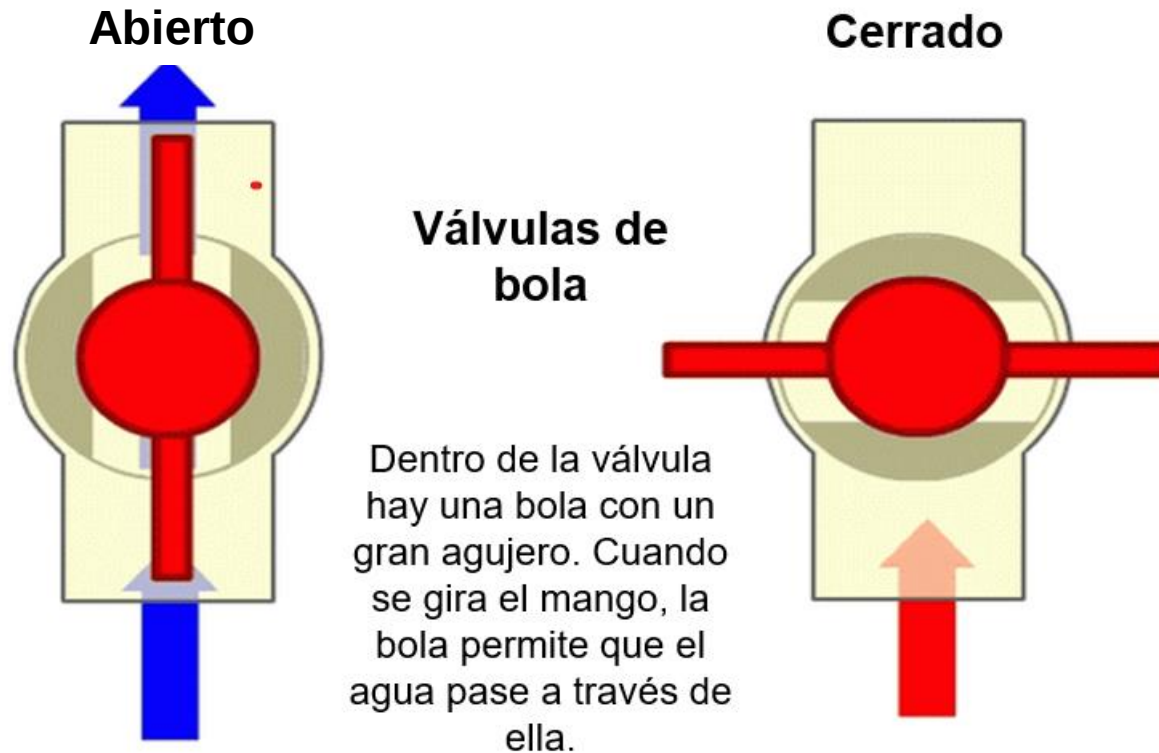
- Dos posiciones (encendido/apagado)
- Proporcional (P)
- Integral (I)
- Derivativo (D)
- o alguna combinación, generalmente PI o PID



INNOVATIONS IN SENSORS AND CONTROLS FOR BUILDING ENERGY MANAGEMENT: Research and Development Opportunities Report for Emerging Technologies, DOE/GO-102019-5234, February 2020

Control de dos posiciones

El actuador está completamente encendido o completamente apagado (ejemplo: la válvula de control de bola está completamente abierta o completamente cerrada)



<https://www.plbg.com/forum/read.php?1,542405>

Control proporcional

La posición del actuador es linealmente proporcional a la diferencia entre la variable controlada y el punto de ajuste (el error)

$$V = V_o + K_p e$$

Donde:

V = salida del controlador

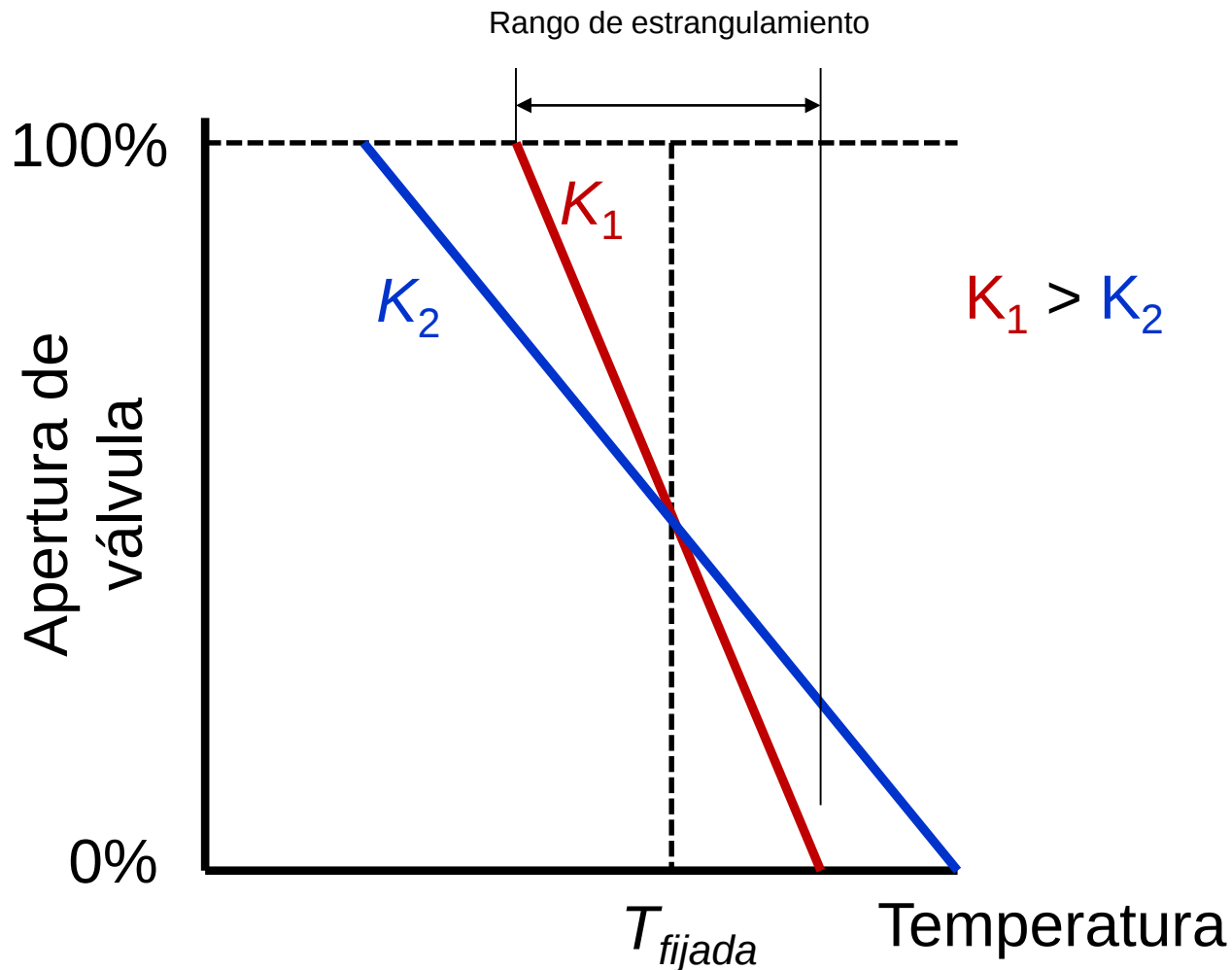
V_o = salida constante del controlador para error cero

e = error = $T_{\text{fijada}} - T_{\text{registrada}}$

K_p = ganancia

Control proporcional: Rango de apertura

La desventaja del control proporcional es que siempre se producirá un desplazamiento debido al rango de limitación.



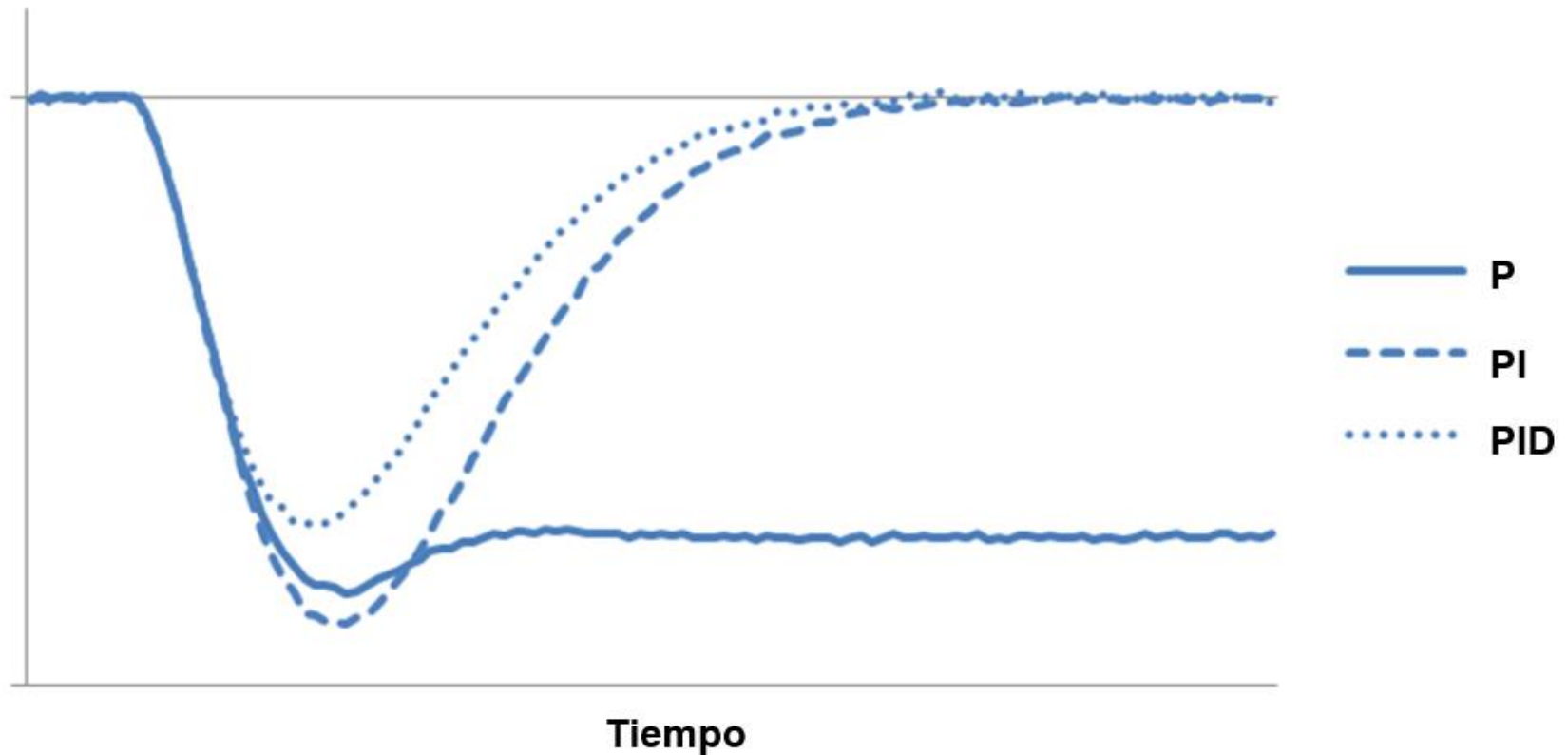
Control Proporcional + Integral + Derivativo (PID)

$$V = V_o + K_p e + K_i \int e dt + K_d \frac{de}{dt}$$

El término integral corregirá V siempre que $e \neq 0$.

La adición del término derivativo disminuye el tiempo de respuesta del control.

Respuesta P, PI y PID para el control de retroalimentación



<http://blog.opticontrols.com/archives/344>

Control digital directo (DDC)

Ciclo entrada-proceso-salida



¿Qué es un 'punto (de control)'?

Un punto es cualquier dispositivo de entrada o salida utilizado para controlar el rendimiento del equipo, o de los dispositivos de salida relacionados con el equipo.

AI

Entrada analógica - Un sensor que monitorea datos físicos, como la temperatura, el flujo o la presión.

DI

Entrada discreta - Un sensor que monitorea el estado. Los interruptores momentáneos y mantenidos, el estado del equipo de encendido y apagado y los pulsos digitales de los medidores de flujo y energía eléctrica son discretos inputs

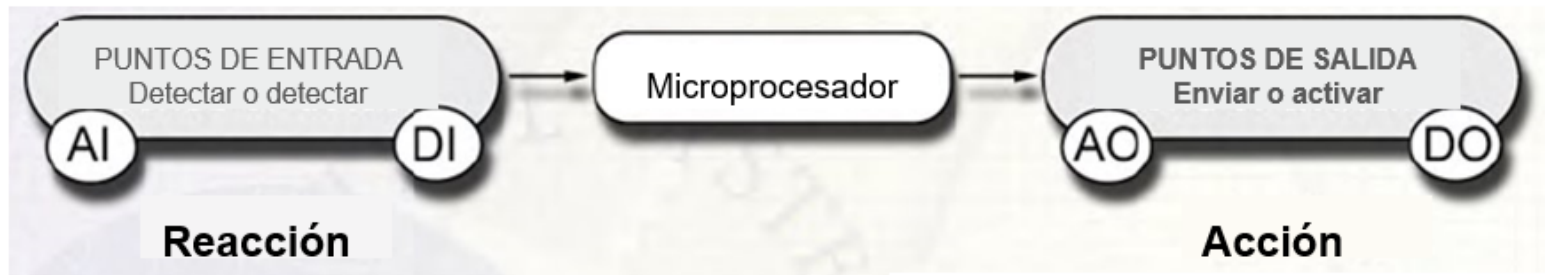
AO

Salida analógica - Una acción física de un dispositivo proporcional en el equipo controlado, por ejemplo, el actuador abre la compuerta de aire del 20% al 40%, otras compuertas, válvulas, paletas guía de entrada, etc.

DO

Salida discreta - Cambia o mantiene el estado del dispositivo. Realiza conmutación momentánea o mantenida para el arranque/parada de bombas, ventiladores, amortiguadores de dos posiciones y control de encendido/apagado.

DDC: Registros de entrada y Acciones



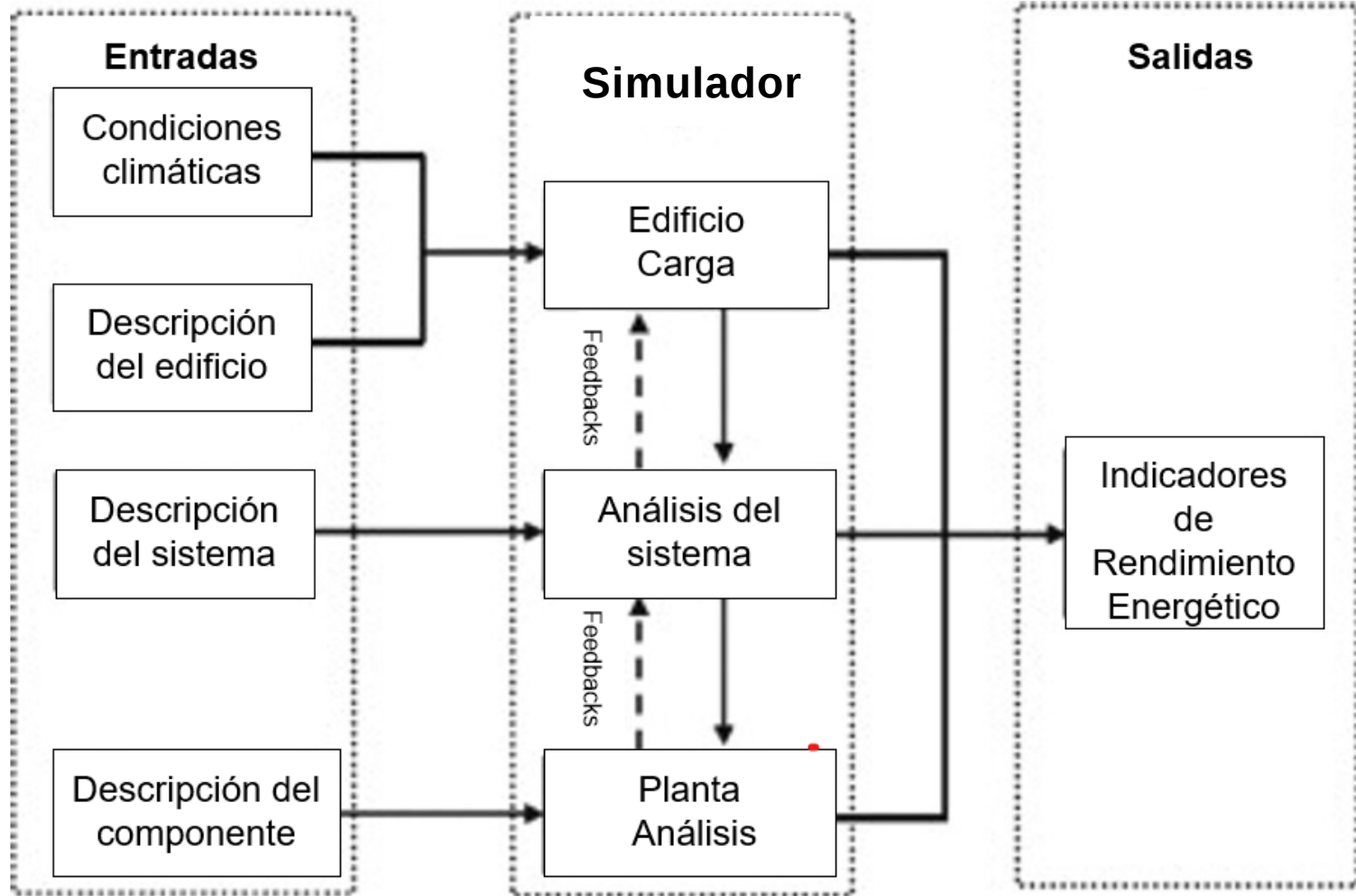
Los sensores de entrada y los dispositivos de estado reaccionan a los cambios en las condiciones. Las condiciones incluyen la carga interna, la temperatura del aire exterior y las acciones de salida.

Los dispositivos de salida actúan en función de las reacciones del sensor y del dispositivo de estado.

Ex. 1: Abra la válvula del serpentín de enfriamiento (acción de salida). El sensor de temperatura del aire de suministro SAT detecta (reacción de entrada) la disminución de la temperatura

Ex. 2: Los filtros de un controlador de aire se ensucian (condiciones). El interruptor de aire reacciona cerrando el contacto para la alarma de "filtro sucio".

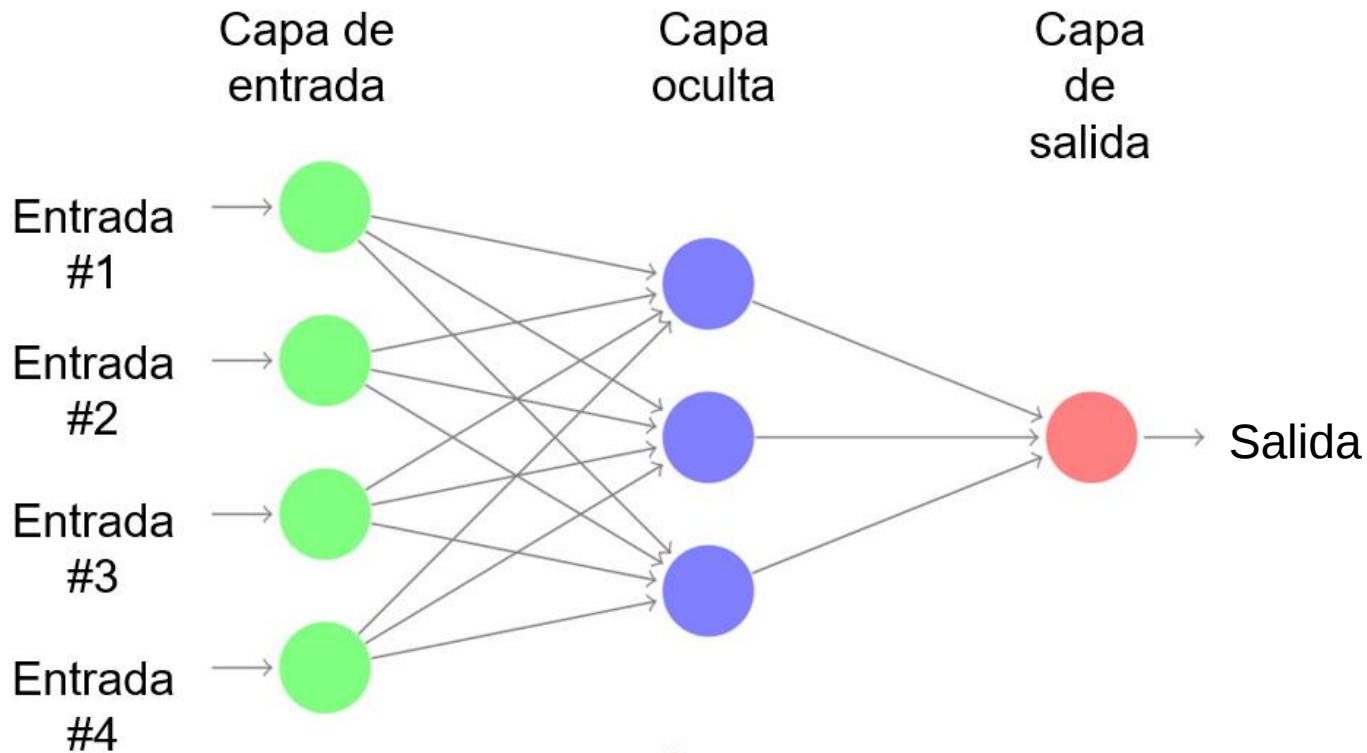
Control de edificios basado en modelos



Li and Wen, 2014, "Review of Building Energy Modeling for Control and Operation," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 37, pp. 517-537.

Controles avanzados

- Aprendizaje automático
- Lógica difusa
- Redes neuronales
- ????



<https://www.otexts.org/fpp/9/3>

Fuente

- Phelan, P. (2024). *MAE 494/576 Energy Efficiency Week 11; Video 11.2 Feedback Control* [PowerPoint Slides]. School for Engineering of Matter, Transport and Energy, Arizona State University.