

1. Introducción

En un sentido amplio, un sistema de control tiene como objetivo lograr un comportamiento determinado en el sistema (planta) sobre el que opera, bajo determinadas condiciones. Este comportamiento determinado puede estar referido a garantizar una posición dada en una cinta transportadora, una velocidad en un eje, una concentración en un soluto, un nivel de tensión / corriente en una vía de un circuito, una temperatura en un recinto confinado, etc. Las aplicaciones de los sistemas de control van desde sistemas industriales, dispositivos electrónicos, sistemas biológicos, redes de comunicación, sistemas macroeconómicos y hasta relaciones humanas (GOODWIN et al., 2001).

En la asignatura de **Control Básico** se utilizarán como modelos sistemas dinámicos **lineales e invariantes en el tiempo**, donde tanto la entrada como la salida son de dimensión unitaria (*SISO* por single input-single output). La variable independiente de dichos modelos en general será el tiempo, pero habitualmente para el análisis y diseño de los sistemas y sus mecanismos de control, se utiliza el dominio frecuencial de la transformada de Laplace. Si bien las configuraciones pueden variar, el esquema de control por realimentación clásico de este tipo de sistemas es como se muestra en la Figura 1, donde se representan (OGATA, 2010):

- entrada de referencia o set point, habitualmente denominada como $r(t)$;
- un elemento sumador, que compara la salida de la planta en la variable de interés $y(t)$ o $Y(s)$ con respecto a la entrada deseada;
- Un bloque de control, donde se aplica la estrategia a fin de llevar la salida regulada de la planta al punto de interés;
- Un órgano de acción final (OAF), que puede ser una etapa de potencia, un dispositivo mecánico, etc;
- La planta o el sistema a controlar $G(s)$;
- Un transductor $T(s)$, que convierte la variable de interés $y(t)$ a escalas y dimensiones equivalentes $y_m(t)$ a las de $r(t)$;
- X entradas de perturbación $D(t)$;

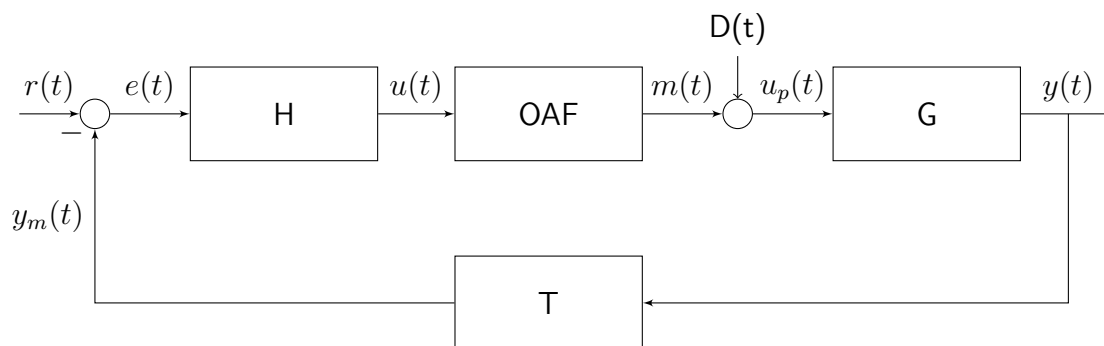


Figura 1: Esquema de control clásico

2. Caso de estudio

2.1. Descripción del problema clínico

La apnea del sueño es un trastorno común donde la respiración se interrumpe o se hace muy superficial. Estas interrupciones pueden durar desde unos pocos segundos a minutos, y frecuentemente se asocia a una obstrucción en las vías respiratorias durante el sueño. Entre las consecuencias asociadas a este trastorno, se pueden mencionar el ronquido fuerte (no en todos los casos), dolores de cabeza, irritabilidad, hipertensión pulmonar, o somnolencia diurna. Este último factor aumenta las chances de sufrir accidentes de tránsito, laborales, u otros problemas médicos (MEDLINEPLUS, 2019).

Un posible tratamiento terapéutico para este trastorno es utilizar una presión positiva en las vías aéreas. Esto requiere la presurización de las mismas, lo cual se realiza por medio de una mascarilla, de la cual existen diferentes tipos: almohada nasal, mascarilla de nariz y boca, o mascarilla con correa de barbilla. En el otro extremo del circuito neumático, un dispositivo aplica una presión regulada, superior a la atmosférica (Fig. 2). Esto produce que la lengua se haga hacia adelante, abriendo la garganta del paciente, facilitando la ventilación del paciente.

2.2. Equipo a estudiar

Uno de los equipos que se utiliza para tratar la apnea del sueño es un ventilador. En particular, en el presente trabajo de laboratorio se trabajará con el Puritan Bennett KnightStar 330 (Figura 3). Este modelo permite operar en uno de tres modos distintos: Presión positiva inspiratoria / Expiratoria (I/E PAP), Control de asistencia (A/C), o Presión positiva continua en las vías aéreas (CPAP). Cada uno de estos modos de configuración determinan en que modo se aplica la presión positiva en la vía.

Este equipo utiliza una turbina accionada por un motor eléctrico que toma aire del ambiente, lo filtra y lo envía a la mascarilla del paciente a través de una tubuladura espe-

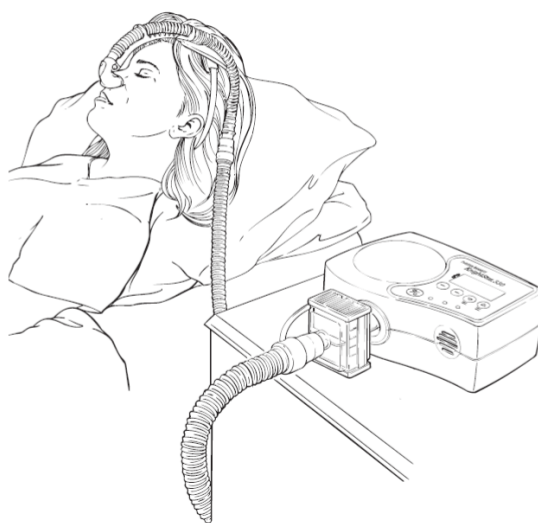


Figura 2: Esquema de tratamiento con CPAP

cialmente acondicionada. El sistema de control que posee regula la velocidad de la turbina en función de la referencia determinada para la terapia y la presión medida.



Figura 3: Ventilador Puritan Bennett KnightStar 330

3. Recursos

Para la realización del presente laboratorio deberá disponer de los siguientes recursos:

- Ventilador Puritan Bennett KnightStar 330 (provisto por la cátedra).
- Destornilladores.

- Multímetro.
- Dispositivo con acceso a internet (teléfono celular, computadora, etc.) para obtener material como hojas de datos, manuales, etc.

4. Actividades

Organizados en grupos de 4 participantes o menos, planteen las siguientes actividades:

Actividad 1. *Para el equipo que se les ha asignado busquen los manuales de usuario y de servicio y procuren determinar cuál es su principio de funcionamiento y que leyes físicas se involucran para llevar a cabo su cometido. Imaginen en que tipo de ambientes se utiliza habitualmente. Analicen cuales son las entradas, las salidas, como se regula su operación, etc.*

Actividad 2. *Retiren la cubierta del equipo e inspeccionen sus partes. Analicen la circuitería y los dispositivos mecánicos presentes y sectoricen las partes, procurando identificar:*

- *Planta o sistema a controlar. Tipo de sistema, principios físicos involucrados.*
- *Interfaces con el usuario / mecanismo de selección de la referencia.*
- *Dispositivo o área del circuito que realiza la estrategia de control.*
- *Mecanismos de seguridad eléctricos, operativos, o mecánicos.*
- *Transductores, principio de funcionamiento, dimensiones de entrada, dimensiones de salida.*
- *Etapas de potencia.*
- *Órgano de acción final.*

- *El dispositivo asignado ¿funciona con un control a lazo abierto o cerrado?*

Actividad 3. *En base al análisis previo, imagine qué hipótesis tomó quien diseñó el sistema de control de dicho dispositivo, qué requisitos operativos pueden haberle sido solicitados, y eventualmente, que modificaciones propondría a fin de complementar el dispositivo. Analice también las potenciales perturbaciones capaces de alterar el funcionamiento, en base a las hipótesis planteadas.*

Actividad 4. *Exponga oralmente frente al resto de sus compañeros de clase los resultados de las actividades en 10 minutos o menos.*

Referencias

GOODWIN, G.; GRAEBE, S. F.; SALGADO, M. E. *CONTROL SYSTEM DESIGN*. [S.I.]: Prentice Hall, 2001.

MEDLINEPLUS. *Apnea del Sueño*. 2019. Disponible en: <<https://medlineplus.gov/spanish/sleepapnea.html>>.

OGATA, K. *INGENIERIA DE CONTROL MODERNA*. [S.I.]: PRENTICE-HALL, 2010.