

# Capítulo 1

## Piloto automático





## Lección 01 - Introducción al piloto automático

El piloto automático comenzó a aparecer en aeronaves a mediados del siglo XX, con la finalidad de reducir la carga de trabajo y gestionar el tiempo de respuesta. Años mas tarde, encontraría un sinfín de funciones mas para maximizar las capacidades de vuelo.

### Reducción de la carga de trabajo

Permitir que los sistemas automáticos vuelen la aeronave significa que la tripulación no solo está más descansada para las fases más exigentes del vuelo, sino que también permite a los pilotos concentrarse en otras tareas, como la navegación.



### Tiempo de respuesta

Un piloto automático es mucho más rápido que un ser humano y, como resultado, puede volar la aeronave con mayor precisión. Un piloto humano tarda aproximadamente 1/5 de segundo (200 milisegundos) en detectar un cambio en la actitud de la aeronave y luego implica un retraso adicional mientras decide qué control aplicar para contrarrestar la perturbación. Un piloto automático detectará una perturbación y aplicará el control necesario para corregir la perturbación en aproximadamente 50 milisegundos. Con cualquier sistema automático, es necesario protegerse contra fallas en su funcionamiento, en particular, desviaciones incontroladas. Esto se logra limitando la autoridad del actuador o la velocidad a la que el actuador puede moverse. De esta manera, el piloto



siempre debería poder anular los efectos de una falla y mantener el control de la aeronave en caso de fallo del piloto automático. A dicho sistema se le llamaría un sistema a prueba de fallas y el término se aplica a cualquier piloto automático individual.

## **Estabilización de la Aeronave**

Esta es la función clave de un piloto automático (y esto es todo lo que algunos pilotos automáticos básicos pueden lograr). Todos los modos, como el seguimiento VOR y el mantenimiento de altitud, etc., son “extras”.

Considera un diseño de aeronave antiguo. Lo que originalmente se necesitaba era un sistema que mantuviera la aeronave volando en la misma actitud una vez que el piloto estuviera satisfecho. Luego podría concentrarse en la navegación, desactivando el piloto automático según fuera necesario para corregir rumbos, etc. Para diseñar dicho sistema, se debe considerar la secuencia de eventos que deben ocurrir para mantener constante la actitud de la aeronave.

## **Lección 02 - Flujo de control**

Un piloto automático es un sistema de control que utiliza flujos de control. El flujo interno es un ejemplo clásico de un sistema de control en flujo cerrado (de ahí uno de sus títulos comunes). El flujo externo (que se describirá más adelante) a veces se describe como un “flujo abierto”. Esto no es del todo correcto, ya que aún hay retroalimentación en el sistema. El mejor nombre para ello es el flujo externo debido a cómo actúa en el flujo interno para lograr sus objetivos.

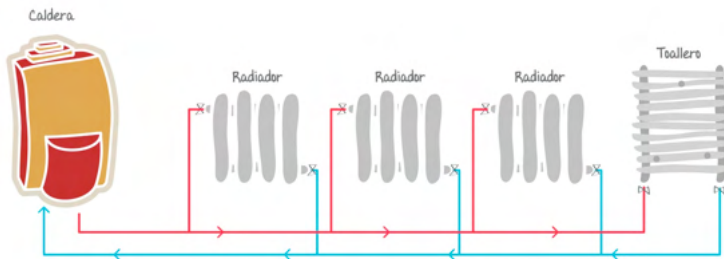
Los elementos básicos de un sistema de control en flujo cerrado se muestran en la figura siguiente y comprenden:

- Entrada
- Detector de error
- Salida
- Elemento de control
- Retroalimentación



El siguiente diagrama muestra un sistema de control en flujo abierto que no tiene retroalimentación. El controlador puede consistir en un programa preestablecido o un operador humano. Sin embargo, si se utiliza un operador humano, el sistema, en efecto, se convierte en un sistema en flujo cerrado con el humano cerrando el flujo y retro alimentando las señales de salida.

La diferencia entre los sistemas de flujo abierto y de flujo cerrado se puede ilustrar con el sistema de calefacción central doméstico. Un sistema con un controlador de tiempo pero sin termostato sería un sistema en flujo abierto, es decir, la bomba seguiría enviando agua caliente por toda la casa sin importar la temperatura de la habitación durante el período establecido en el control del temporizador. Por otro lado, un sistema con un termostato interrumpiría la circulación cuando la temperatura de la habitación alcance el nivel pre seleccionado, es decir, tiene control de retroalimentación.



Los sistemas de control de retroalimentación utilizados para el control de posición, por ejemplo, los controles de vuelo de las aeronaves, generalmente se denominan sistemas servo o servomecanismos. Una característica esencial de este tipo de sistema es que se utiliza una señal de error de baja potencia para controlar el suministro de energía a los elementos de control que consisten en servomotores neumáticos, hidráulicos o eléctricos; en otras palabras, hay algún tipo de amplificación de potencia en el sistema.

### Lección 03 - Tipos de piloto automático

Una aeronave puede estar sujeta a perturbaciones en sus tres ejes de control: longitudinal (alabeo), lateral (cabeceo) y vertical (guiñada). Por lo tanto, la estabilización debe controlarse en los mismos tres ejes. Los sistemas de piloto automático se dividen en tres canales de control básicos:



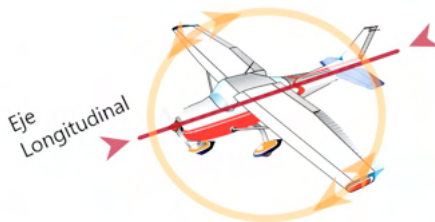
- Alabeo para controlar los alerones.

- Cabeceo para controlar los elevadores.
- Guiñada par controlar el timón.

Por lo tanto, es posible tener un piloto automático clasificado como de un solo eje, de dos ejes o de tres ejes. Habrá un flujo interno separado para cada eje de control del piloto automático. Si una aeronave tiene más de un piloto automático, habrá un flujo interno para cada eje de control para cada piloto automático.

### Un Sistema de Un Solo Eje

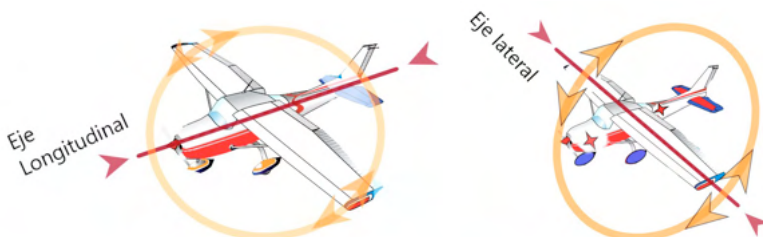
Un sistema de control de actitud de un solo eje normalmente se limitaría solo al eje de alabeo, es decir, un solo canal de piloto automático controlando los alerones. En su forma más básica, el sistema de un solo eje solo proporcionará estabilidad lateral o nivelará las alas. El eje de alabeo se conoce como el eje principal. A veces, este sistema simplemente se llama "nivelador de alas".



### Un Sistema de Dos Ejes

Un sistema de control de dos ejes controlaría la actitud de la aeronave en torno a los ejes de alabeo y cabeceo. El eje de cabeceo se conoce como el eje secundario. Hay dos canales de piloto automático que controlan los alerones y los elevadores. Los sistemas pueden variar en

complejidad, desde configuraciones bastante simples que se pueden encontrar en aeronaves más pequeñas, con solo unos pocos modos básicos de operación, hasta sistemas integrados más intrincados con modos de operación completos de perfiles de vuelo, incluidos modos de aterrizaje automático. Los sistemas de dos ejes pueden tener una alimentación cruzada entre alerones y elevadores para mantener el morro levantado en un giro.



### Un Sistema de Tres Ejes

Un sistema de tres ejes proporcionaría control de actitud en todos los ejes: alabeo, cabeceo y guiñada. El eje de guiñada es el tercer eje o eje terciario. Los canales de alabeo y cabeceo se utilizan como los canales de control primario. A estos dos canales se les suministran señales de flujo externo (se discutirá más adelante) para controlar los diversos modos. El canal del timón es básicamente un canal de estabilidad. Es común tener interacción entre el canal de alabeo y el canal de timón para ayudar en giros coordinados y para proporcionar una respuesta de estabilidad más rápida. En las aeronaves que lo requieren, se instalará un amortiguador de guiñada como un canal de timón de respaldo, pero funcionaría de manera independiente al piloto automático.