



INSTRUMENTO DE VUELO Y DE MOTOR

CLASE 8



Objetivos

- ✓ Objetivo Principal: Capacitar al alumno para la interpretación técnica de las indicaciones de los diversos instrumentos, de acuerdo a sus características básicas y de operación.
- ✓ Objetivos Particulares: Introducir sobre los fundamentos de los instrumentos giroscópicos.
- ✓ Objetivos Particulares: Introducir sobre la operación en el vuelo por instrumentos y los errores comunes.

ISEAP
AERONAUTICAL ACADEMY



Temario

FUNDAMENTO DE LOS INST. GIROSCÓPICOS.

EMPLEO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS GIRÓSCOPOS.

SISTEMA DE ACECIONAMIENTO.

CLASIFICACION Y COMPONENTES
FUNDAMENTALES

OPERACIÓN EN EL VUELO POR INSTRUMENTOS.

ERRORES Y FALLAS COMUNES.

AERONAUTICAL ACADEMY



Temario

FUNDAMENTO DE LOS INST. GIROSCÓPICOS.

EMPLEO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS GIRÓSCOPOS.

SISTEMA DE ACECIONAMIENTO.

CLASIFICACIÓN Y COMPONENTES FUNDAMENTALES.

OPERACIÓN EN EL VUELO POR INSTRUMENTOS.

ERRORES Y FALLAS COMUNES.

AERONAUTICAL ACADEMY

¿Qué es un giróscopo?

Cualquier objeto que gira presenta propiedades giroscópicas. Una rueda o rotor diseñado y montado para utilizar estas propiedades se llama giroscopio o giróscopo.



Dos características importantes del diseño de un instrumento giroscópico

- ✓ gran peso para su tamaño, o alta densidad
- ✓ rotación a alta velocidad con cojinetes de baja fricción

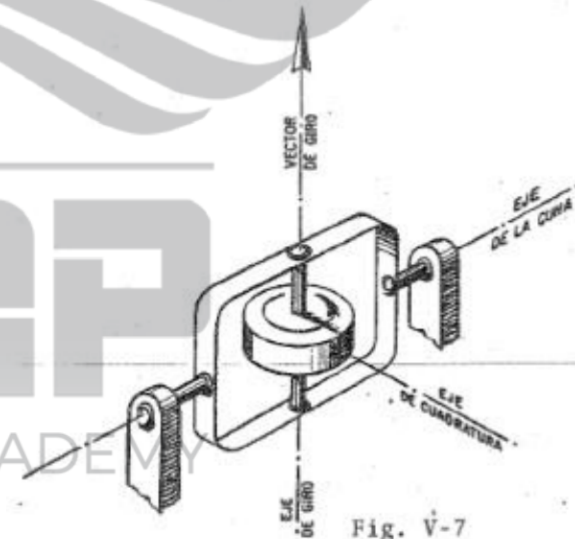


Tipos de montaje

giróscopo libre o con montaje universal es libre de girar en cualquier dirección alrededor de su centro de gravedad



restringidos o en montajes semi-rígidos son los que se montan de modo que uno de los planos de libertad se mantiene fijo en relación con la base.





FUNDAMENTO DE LOS INST. GIROSCÓPICOS

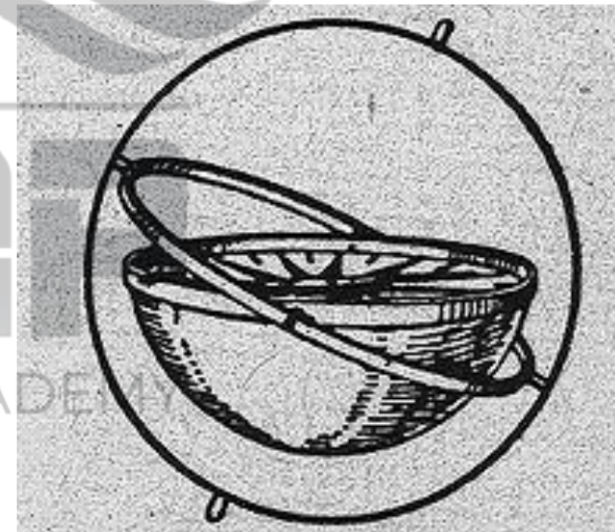
Cuidados que requiere un giróscopo

- ✓ Protección física: sensibles a los golpes y vibraciones.
- ✓ Calibración regular: deben ser calibrados regularmente para garantizar su precisión y minimizar el error.
- ✓ Mantenimiento: asegurarse de que todas las partes móviles estén limpias y libres de suciedad o daño.
- ✓ Control ambiental: sensibles a los cambios de temperatura, humedad y presión, por lo que deben ser operados en un ambiente controlado.
- ✓ Almacenamiento adecuado: ser almacenados en un ambiente seco, fresco y protegido de la luz solar directa.
- ✓ Uso correcto: utilizados según las instrucciones del fabricante y sólo por personas capacitadas para su uso.

Suspensión cardánica

La suspensión cardán (del francés cardan, por alusión a Girolamo Cardano, 1501-1576, médico y escritor italiano) es un mecanismo de suspensión consistente en dos aros concéntricos cuyos ejes forman un ángulo recto, lo cual permite mantener la orientación de un eje de rotación en el espacio aunque su soporte se mueva.

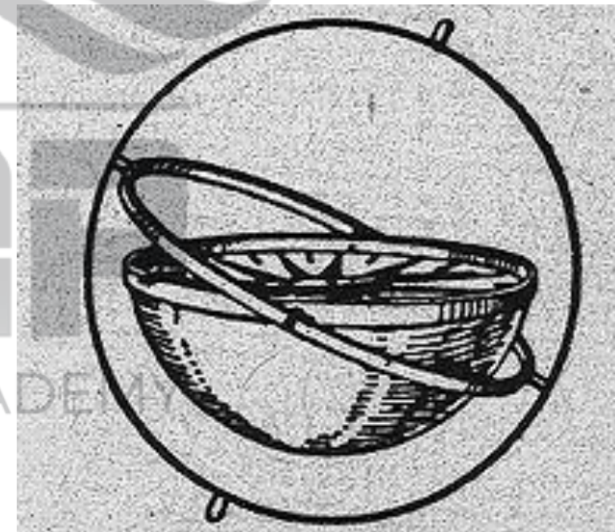
Se utiliza para montar giróscopos (masas rotatorias) sobreeste, con el propósito de orientar sus ejes de rotación en cualquier dirección del espacio.



Suspensión cardánica

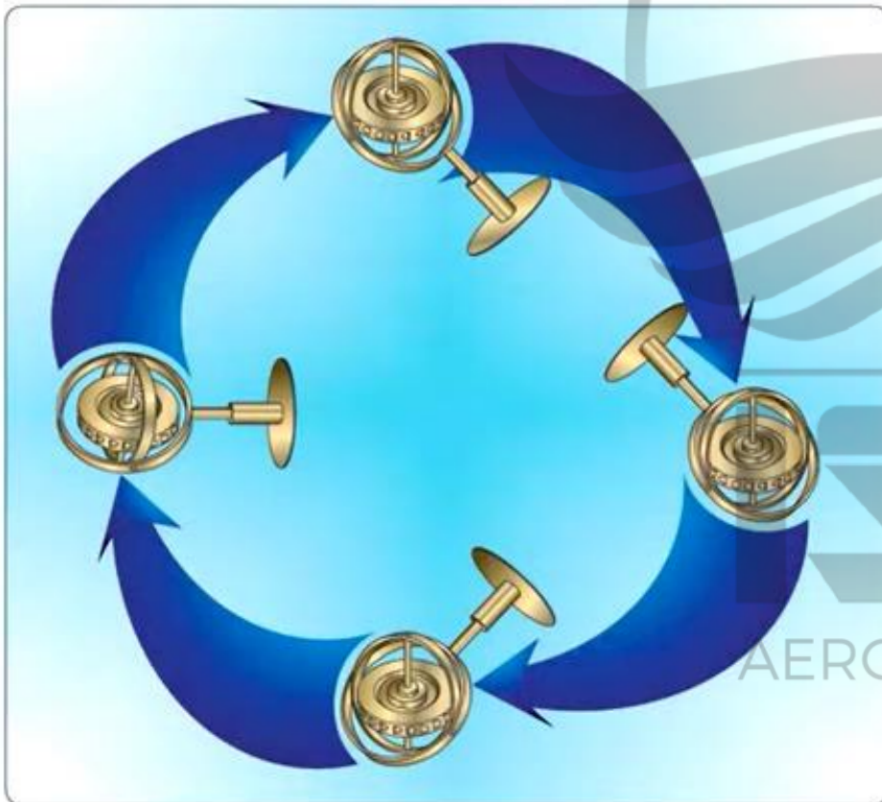
La suspensión cardán (del francés cardan, por alusión a Girolamo Cardano, 1501-1576, médico y escritor italiano) es un mecanismo de suspensión consistente en dos aros concéntricos cuyos ejes forman un ángulo recto, lo cual permite mantener la orientación de un eje de rotación en el espacio aunque su soporte se mueva.

Se utiliza para montar giróscopos (masas rotatorias) sobreeste, con el propósito de orientar sus ejes de rotación en cualquier dirección del espacio.

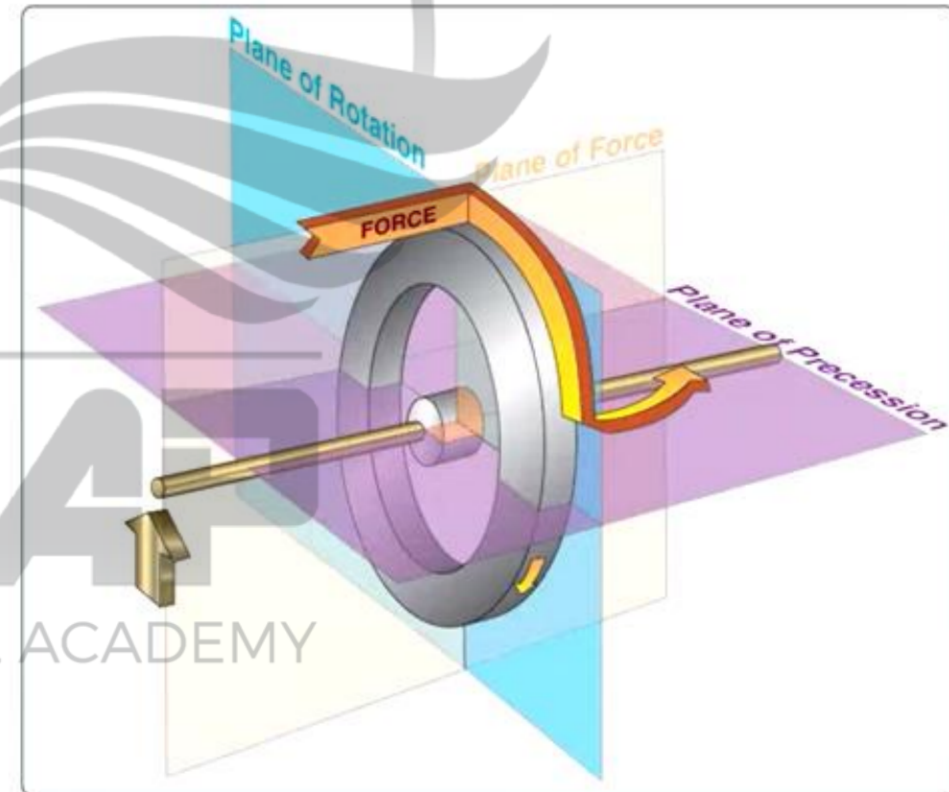


Principios Giroscópicos

Rigidez giroscópica



Precesión

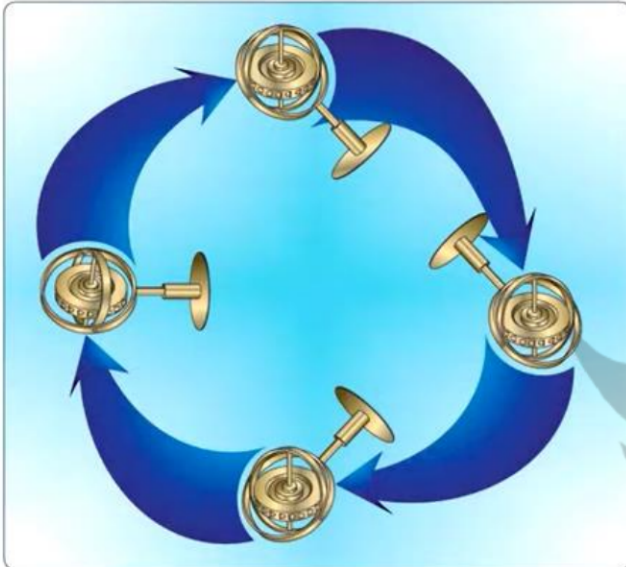


Principios Giroscópicos

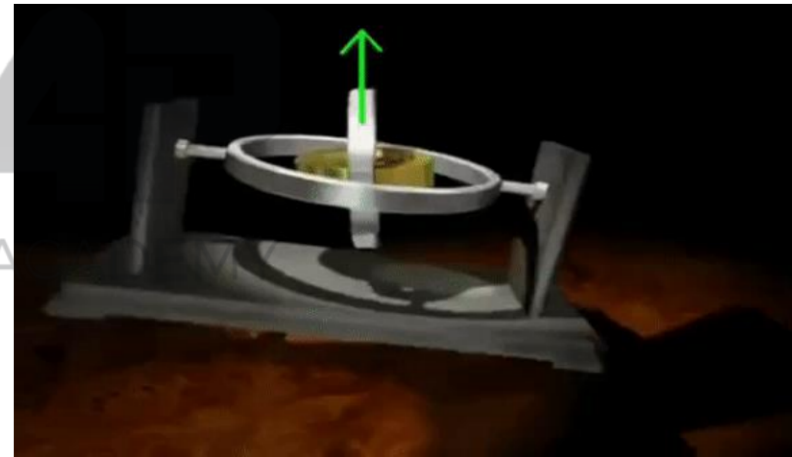
Rigidez giroscópica

Al rotar, un giróscopo permanece en una posición fija en su plano de rotación, independientemente del movimiento de los soportes o el marco

Por lo tanto, si las cunas se inclinan, rotan, o se mueven de otra manera, el giróscopo permanece en el plano en el que giraba originalmente.



ISEA
AERONAUTICAL A



Rigidez giroscópica

RPM

Mientras mas rápido gire un giróscopo mas rigidez en el espacio tendrá



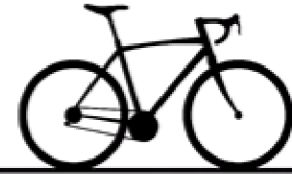
Cuando las ruedas de bicicleta aumentan la velocidad, se vuelven más y más estables en su plano de rotación

muy inestable y muy maniobrable a baja velocidad y muy estable y menos maniobrable a velocidades más altas.

Rigidez giroscópica

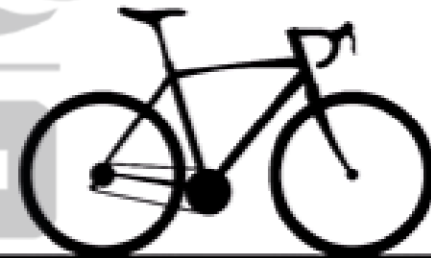
Momento de
inercia

Mientras mayor sea la masa y el radio efectivo del giróscopo, mayor rigidez en el espacio tendrá



Ruedas pequeñas = menor rigidez

ISEAP
AERONAUTICAL ACADEMY

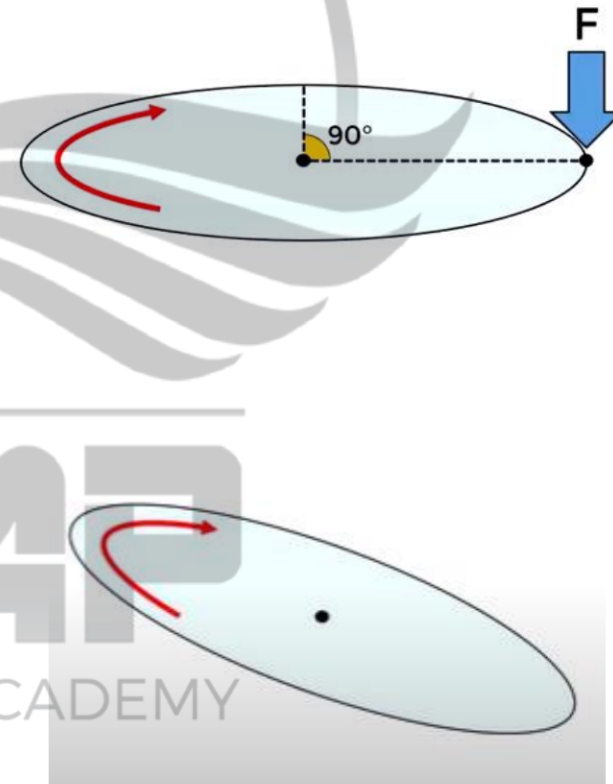
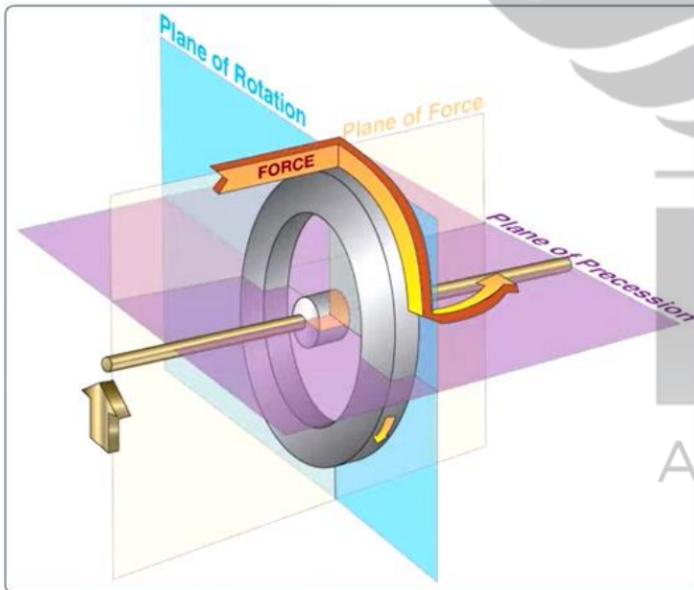


Ruedas grandes = Mayor rigidez

Principios Giroscópicos

Precesión

Toda fuerza aplicada perpendicularmente sobre el plano de rotación de un giróscopo se vera reflejada a 90° en el sentido de la rotación

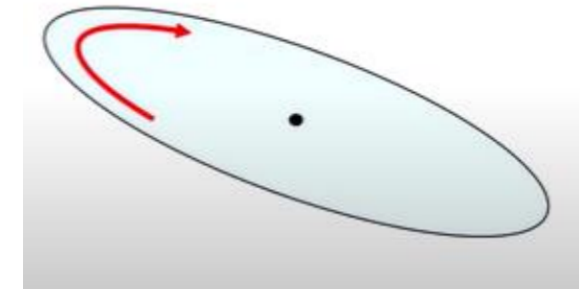
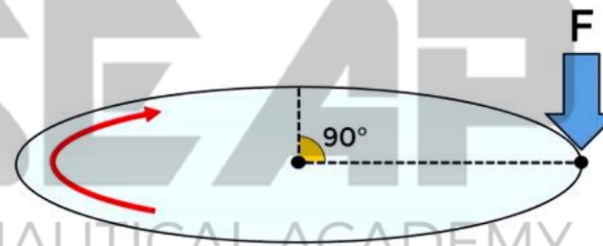
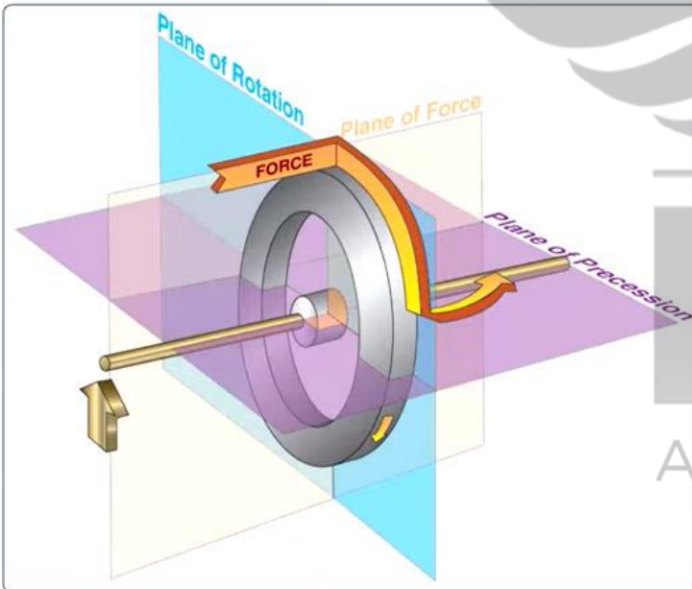


Principios Giroscópicos

Precesión

Toda fuerza aplicada perpendicularmente sobre el plano de rotación de un giróscopo se vera reflejada a 90° en el sentido de la rotación

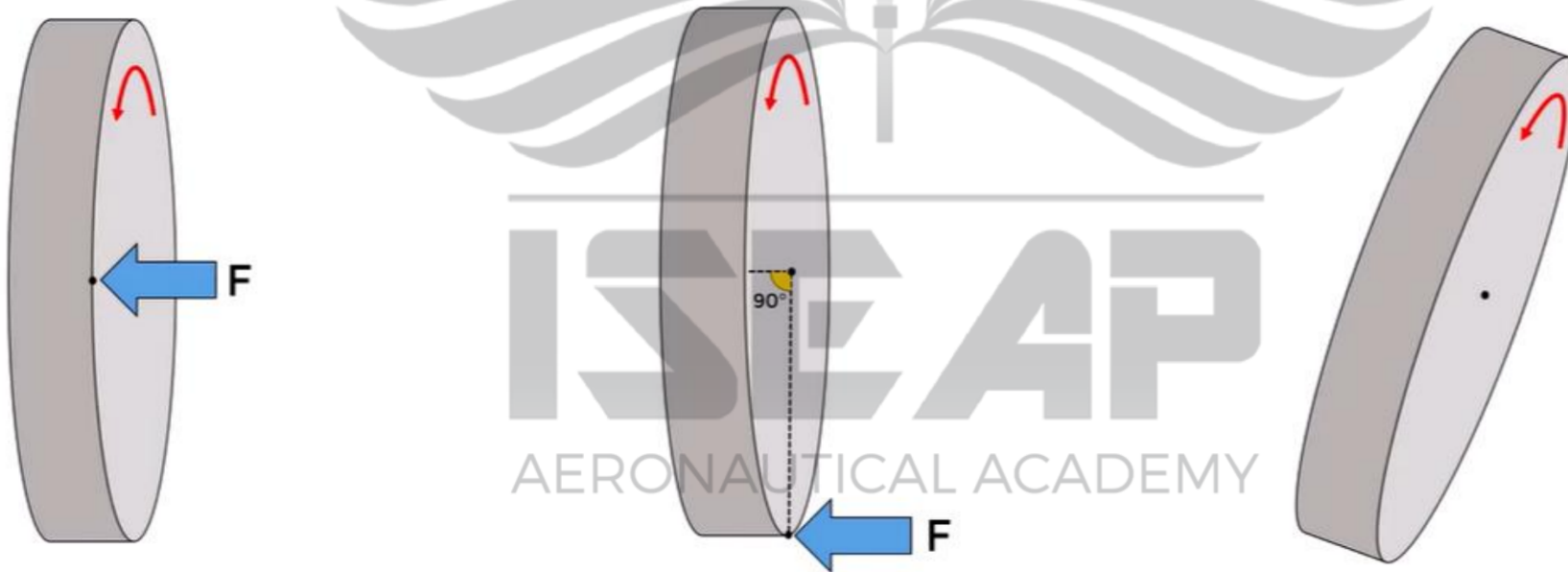
Es la respuesta que tiene el giróscopo cuando se le aplica una fuerza en otro sentido que NO sea el de rotación.



Precesión

la precesión actúa en las ruedas con el fin de permitir que la bicicleta gire.

A velocidad normal, no es necesario girar el manubrio en la dirección del giro deseado. Un ciclista se inclina simplemente en el sentido que él o ella desea seguir.



FUNDAMENTO DE LOS INST. GIROSCÓPICOS

Precesión

Real

Se refiere al cambio en la dirección de la aguja de un instrumento debido a la aplicación de una fuerza, como la fuerza centrífuga que actúa sobre el giróscopo en un indicador de actitud o dirección.

Aparente

En los instrumentos de aviación, la precesión aparente se debe a la rotación de la Tierra y se produce en el girocompás, un tipo de giróscopo utilizado para medir la dirección de la aeronave. La precesión aparente hace que la dirección indicada por el girocompás se desvíe de la dirección real de la aeronave debido a la rotación de la Tierra.

es el movimiento del eje de giro el giróscopo desde su alineación original en el espacio.

Fricción de los cojinetes, fricción del aire, fluctuaciones en la fuente de energía, mecanismos de erección

Esta precesión se presenta cuando el giróscopo se traslada grandes distancias o producto de la rotación de la tierra.



Temario

FUNDAMENTO DE LOS INST. GIROSCÓPICOS.

EMPLEO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS GIRÓSCOPOS.

SISTEMA DE ACECIONAMIENTO.

CLASIFICACIÓN Y COMPONENTES FUNDAMENTALES.

OPERACIÓN EN EL VUELO POR INSTRUMENTOS.

ERRORES Y FALLAS COMUNES.

AERONAUTICAL ACADEMY

PROPIEDADES DE LOS GIROSCOPOS

Estabilidad direccional: mantienen su eje de rotación fijo en una dirección constante en el espacio, independientemente de la orientación de la aeronave. Esto permite que los giróscopos sean **utilizados en sistemas de dirección y control de vuelo**, como el giroscopio direccional o la brújula giroscópica.

Resistencia a la aceleración: son capaces de resistir cambios en su orientación causados por aceleraciones y cambios bruscos en la dirección de la aeronave. **Esto hace que sean útiles en sistemas de navegación inercial**, que se utilizan para determinar la posición, la velocidad y la dirección de una aeronave basándose en la medición de la aceleración.

Precisión: son instrumentos altamente precisos y pueden medir con precisión pequeños cambios en la orientación y el movimiento de una aeronave. Esto los hace **útiles en sistemas de referencia de actitud**, como el indicador de actitud y el horizonte artificial.



Temario

FUNDAMENTO DE LOS INST. GIROSCÓPICOS.

EMPLEO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS GIRÓSCOPOS.

SISTEMA DE ACECIONAMIENTO.

CLASIFICACIÓN Y COMPONENTES FUNDAMENTALES.

OPERACIÓN EN EL VUELO POR INSTRUMENTOS.

ERRORES Y FALLAS COMUNES.

AERONAUTICAL ACADEMY

SISTEMA DE ACECIONAMIENTO

FUENTES DE ALIMENTACION O ENERGÍA

De vacío o presión
(neumáticos)

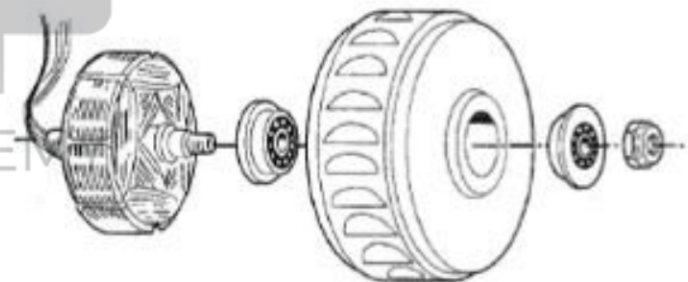
Eléctrico

El giróscopo se instala en el interior de la caja del instrumento, la cual tiene dos orificios, uno se conecta a una bomba de succión o vacío, mientras que el otro deja paso al aire filtrado proveniente del exterior

La velocidad angular del mismo se mantiene constante por medio de un pequeño motor electrico.

El rotor del motor eléctrico es el mismo cuerpo del giróscopo

ISEAP
AERONAUTICAL ACADEMY

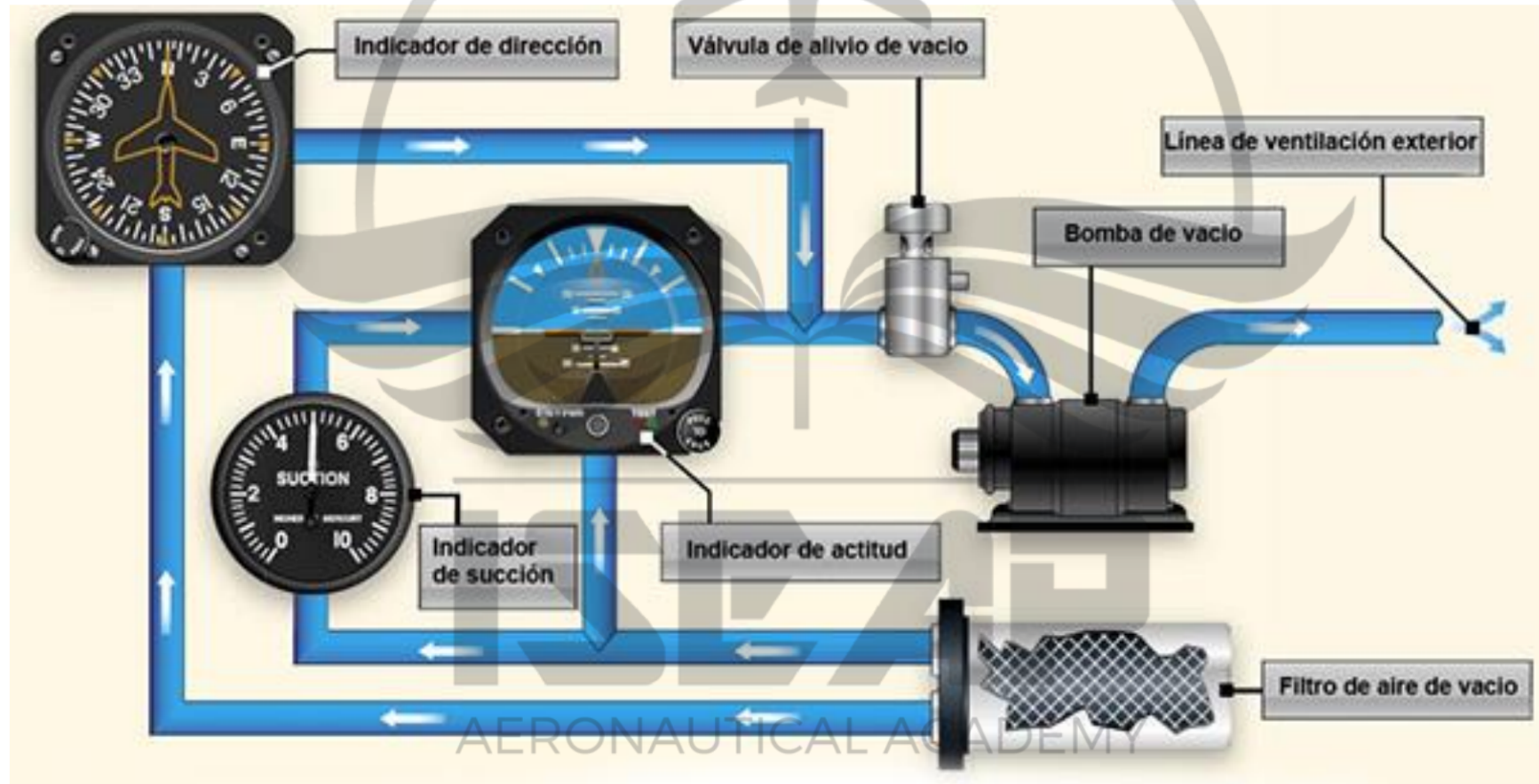


De vacío o presión (neumáticos)

El sistema de vacío o presión hace girar el giróscopo pasando una corriente de aire por los álabes del rotor para girar este rotor a alta velocidad, al igual que la operación de una rueda hidráulica o turbina. La cantidad de vacío o presión necesaria para el funcionamiento del instrumento varía, pero generalmente está entre 4,5 "Hg y 5,5 "Hg.

- A mayores altitudes la densidad es menor por lo que se hace mas difícil mantener el numero de RPM.
- Dificultad de mantener sistemas de vacío en cabinas presurizadas.
- posibilidad de contaminación por humedad o suciedad de los elementos internos.

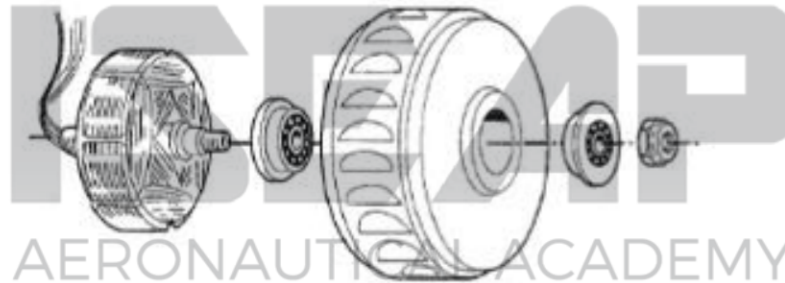
De vacío o presión
(neumáticos)



Sistema de vacío típico

Eléctrico

- Con este dispositivo se sitúa la masa en la periferia y se adquieren velocidades de giro de 20 a 23000 RPM, consiguiendo así un mayor momento de inercia = >precisión
- Los cuerpos o cajas se encuentran cerradas herméticamente





Temario

FUNDAMENTO DE LOS INST. GIROSCÓPICOS.

EMPLEO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS GIRÓSCOPOS.

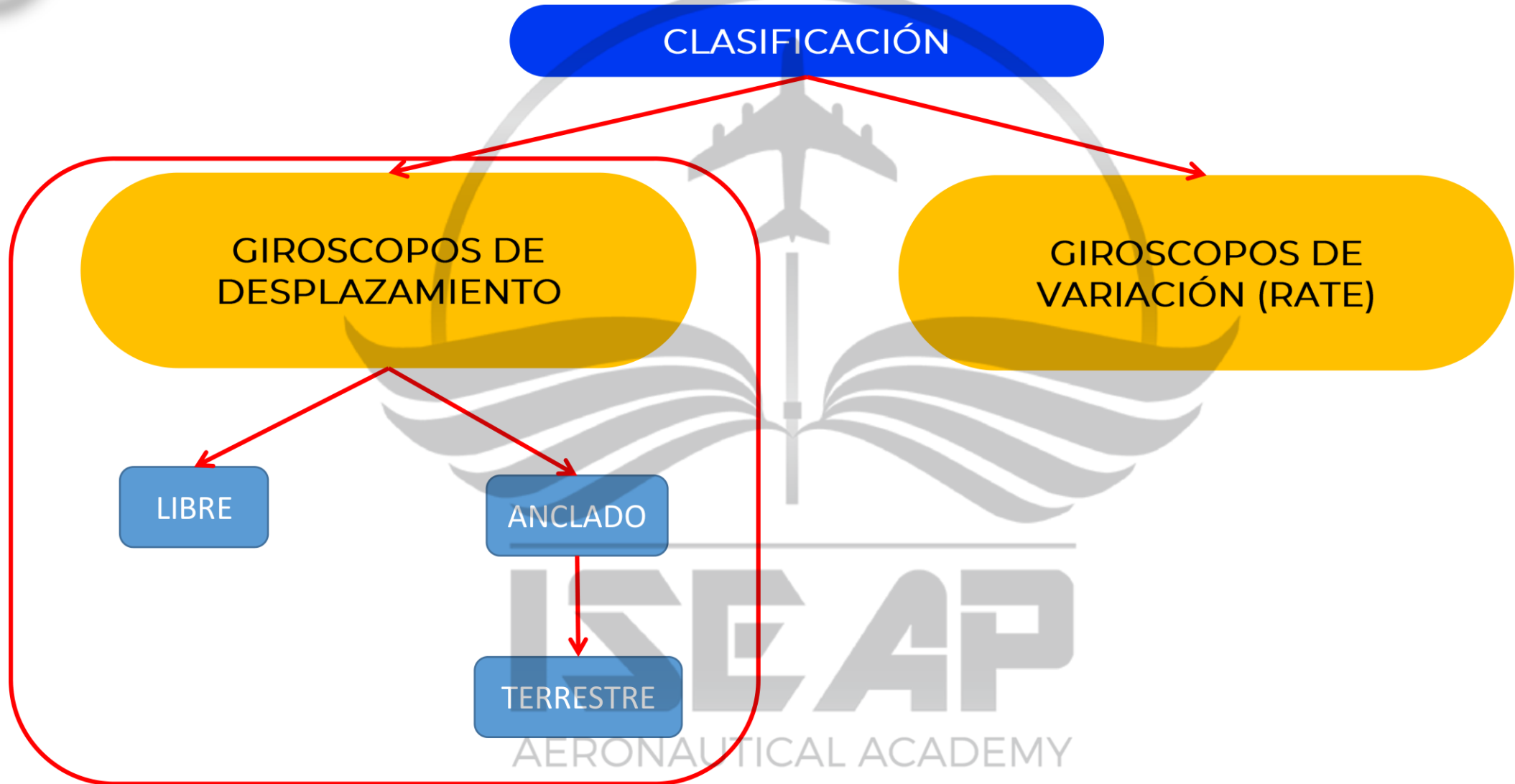
SISTEMA DE ACECIONAMIENTO.

CLASIFICACION Y COMPONENTES
FUNDAMENTALES

OPERACIÓN EN EL VUELO POR INSTRUMENTOS.

ERRORES Y FALLAS COMUNES.

AERONAUTICAL ACADEMY



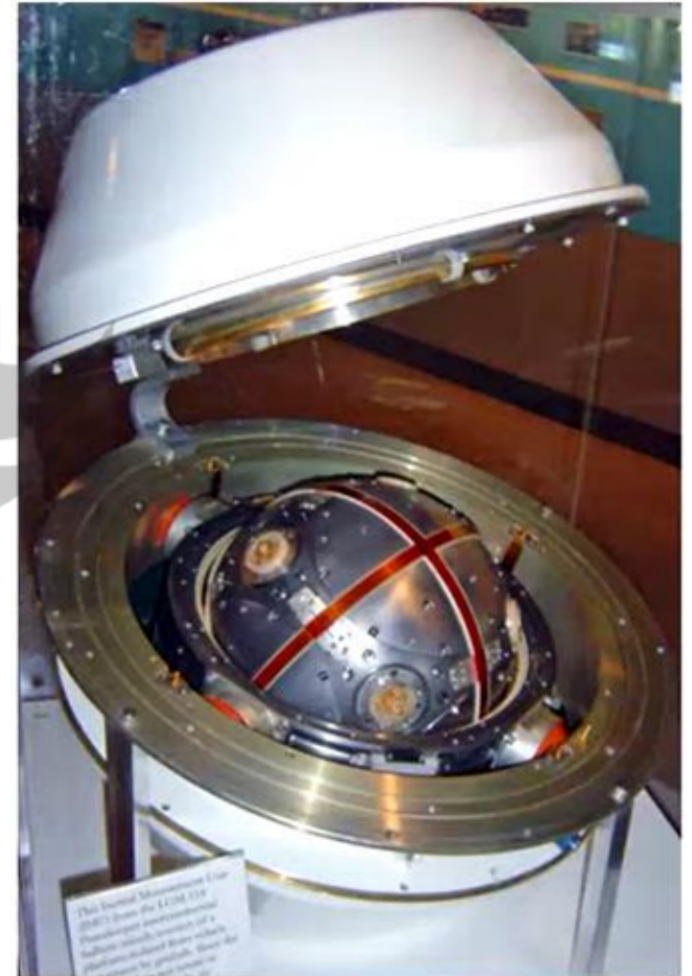
LIBRE

- ✓ Este giróscopo cuenta con los 3 grados de libertad
- ✓ Puede girar libremente en torno a los 3 ejes



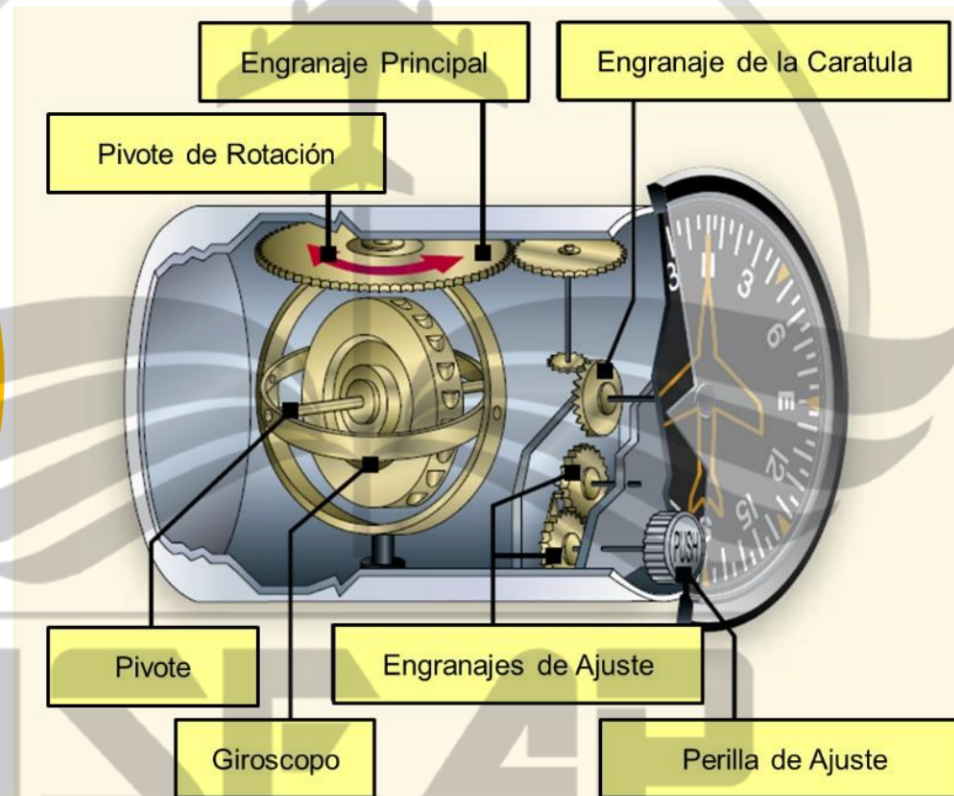
Utilizados en los sistemas de referencia inerciales (IRS)

ISEAP
AERONAUTICAL ACADEMY



ANCLADO

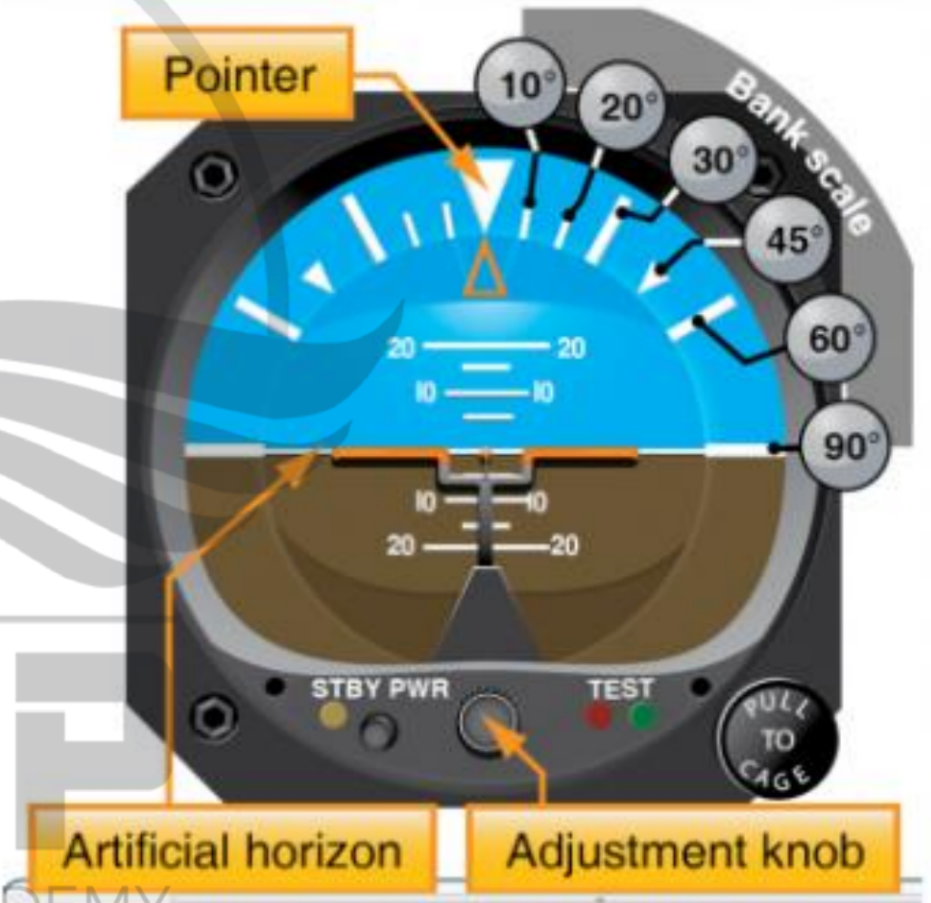
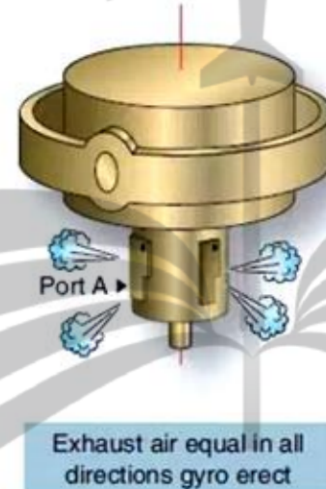
- ✓ Este giróscopo cuenta con los 3 grados de libertad
- ✓ Incorpora un sistema de control que se encarga de mantener el eje de rotación en una posición en particular



El rotor gira en el plano vertical y está unido al rotor de la cartilla de rumbo, como el rotor se mantiene fijo (rigidez espacial) los puntos de la cartilla mantienen la misma posición en el espacio respecto del giro en el eje vertical del rotor. El avión y la estructura del instrumento giran alrededor del giróscopo y el piloto puede apreciar el rumbo en la cartilla de forma precisa.

TERRESTRE

- ✓ Este es esencia un giróscopo anclado
- ✓ Incorpora un sistema de control que usa la gravedad terrestre que se encarga de mantener el eje de rotación en una posición en particular



El giróscopo del indicador de actitud mantiene el eje de rotación alineado perpendicularmente con el horizonte

TERRESTRE

- ✓ Instrumentos modernos trabajan con plataformas inerciales lásericas
- ✓ ARHS (attitude an heading Reference System) mandando la señal a la PDF (Primary Flight Display)



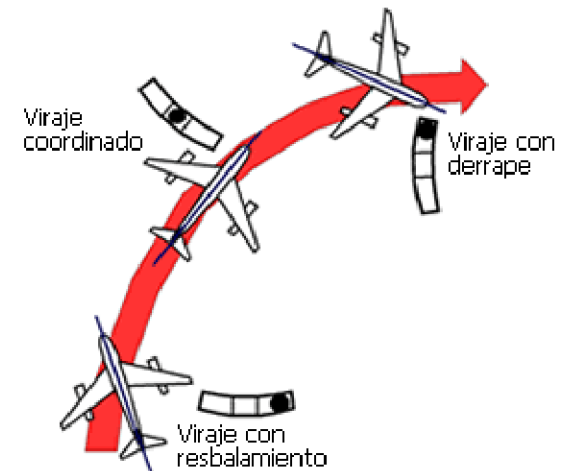
GIRÓSCOPOS DE VARIACIÓN (RATE)

- ✓ Sólo cuenta con dos grados de libertad
- ✓ Al intentar rotar en el plano que esta restringido, el giróscopo experimentará precesión, la cual puede ser medida por un sistema de resortes obteniendo así el régimen de variación angular



GIRÓSCOPOS DE VARIACIÓN (RATE)

- ✓ Darán una noción del régimen de viraje (clase I o estándar 3° por seg. Clase II o medio estándar $1,5^\circ$ por seg) y coordinación de maniobra mediante el tubo con la bola negra





Temario

FUNDAMENTO DE LOS INST. GIROSCÓPICOS.

EMPLEO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS GIRÓSCOPOS.

SISTEMA DE ACECIONAMIENTO.

CLASIFICACIÓN Y COMPONENTES FUNDAMENTALES.

OPERACIÓN EN EL VUELO POR INSTRUMENTOS.

ERRORES y FALLAS COMUNES.

AERONAUTICAL ACADEMY

OPERACIÓN EN EL VUELO POR INSTRUMENTOS.

En vuelo por instrumentos, los mismos se pueden clasificar en:

INSTRUMENTOS DE CONTROL

- ACTITUD DE VUELO (ADI, HA, GIRO,)
- POTENCIA (Tacómetro, Flujo de Comb., Torque, etc.)

INSTRUMENTOS DE COMPORTAMIENTO

- ALTÍMETRO
- VELOCÍMETRO
- VARIÓMETRO
- INDICADOR DE RUMBO
- INDICADOR DE ÁNGULO DE ATAQUE
- INDICADOR DE GIROS Y LADEOS
- MACHÍMETRO

INSTRUMENTOS DE NAVEGACIÓN

- INDICADORES DE RUMBO
- INDICADORES DE SITUACIÓN HORIZONTAL
- INDICADORES DE DISTANCIA
- INDICADORES DE RUTA

MÉTODO DE CONTROL Y COMPORTAMIENTO

1. **Ajuste** la **potencia** o la **actitud** en los instrumentos de control de manera de provocar el comportamiento deseado.
2. **Compense** para aliviar presiones en los comandos.
3. **Efectúe la comprobación cruzada** de los instrumentos de comportamiento para determinar si la actitud o los ajustes de potencia establecidos están rindiendo el comportamiento deseado
4. **Reajuste** la potencia o la actitud en los instrumentos de control según sea necesario.

✓ El comportamiento del avión se obtiene controlando su ACTITUD y POTENCIA

MÉTODO DE CONTROL Y COMPORTAMIENTO

✓ EL CONTROL DE ACTITUD

1. Control de **INCLINACIÓN LONGITUDINAL (PITCH)**
 - Controla básicamente los cambios de **ALTITUD** y **REGÍMENES** de ascenso y descenso.
 - Se logra con cambios definidos del avión miniatura (HA, ADI), estos cambios están referidos a “**ANCHOS O FRACCIONES DE BARRA**” (Aprox. 2°/3°)
2. Control de **INCLINACIÓN LATERAL (BANK)**
 - Permite mantener un **RUMBO DESEADO** o el **ÁNGULO DESEADO DE INCLINACIÓN** durante los virajes.
 - Los instrumentos tienen marcas a 10°, 20°, 30°, 60° y 90°

IMPORTANTE

En vuelo por instrumentos, la **INCLINACIÓN MÁXIMA PERMITIDA** **ES 30°**

MÉTODO DE CONTROL Y COMPORTAMIENTO

✓ EL CONTROL DE POTENCIA

1. Me brinda la capacidad de **establecer y mantener la velocidad** indicada deseada, en coordinación con los cambios de actitud
2. Los cambios de potencia se efectúan ajustando **el mando de potencia** (acelerador) del avión, y consultando los indicadores respectivos

Un ajuste de potencia para una actitud conocida, le permitirá obtener una **VELOCIDAD DESEADA**



Temario

FUNDAMENTO DE LOS INST. GIROSCÓPICOS.

EMPLEO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS GIRÓSCOPOS.

SISTEMA DE ACECIONAMIENTO.

CLASIFICACIÓN Y COMPONENTES FUNDAMENTALES.

OPERACIÓN EN EL VUELO POR INSTRUMENTOS.

ERRORES y FALLAS COMUNES.

AERONAUTICAL ACADEMY



ERRORES y FALLAS COMUNES

Minimizar el error

Indicador de Rumbos

- La precesión causada por fricción hace que sufra variaciones respecto de su posición seteada (Rodamientos sucios o falta de lubricación)

- La tierra rota alrededor de 15° por hora, si descontamos el error por fricción, el indicador tendrá un error de 15° por hora

Indicador de Giro

- este instrumento No indica la cantidad de grados de inclinación.

- cuando hablamos de régimen de viraje debemos tener en cuenta la velocidad para determinar los grados de inclinación.

Indicador de actitud

- Los límites de inclinación y actitud varían entre 110° de inclinación y entre $60/70^\circ$ de actitud.

- cuando se superan esos límites la rueda volverá a sus límites con demora.

- causan degradación de los instrumentos.

Sistema de erección rápida



Minimizar el error

¡Atención!

- ✓ Es importante controlar la presión de vacío durante el vuelo, debido a que los indicadores de actitud y rumbo no proporcionan una información confiable cuando la presión de succión es baja.
- ✓ El manómetro de vacío o succión, está generalmente marcado para indicar el rango normal. Algunos aviones están equipados con una luz de advertencia que se enciende cuando la presión de vacío cae por debajo del nivel aceptable.
 - ✓ Cuando la presión de vacío cae por debajo del rango normal de funcionamiento, los instrumentos giroscópicos pueden volverse inestables e inexactos. Cruzar la información de los instrumentos en forma habitual es un buen hábito para desarrollar.



¿Preguntas?

Teodoro Ramón MAZA

teomaza@outlook.com
261-6006796