



INSTRUMENTO DE VUELO Y DE MOTOR

CLASE 7



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 conceptos básicos del variómetro.
- ✓ Objetivos Particulares: Introducir sobre los conceptos básicos de la operación del variómetro combinado con el velocímetro en vuelo por instrumentos.

ISEAP
AERONAUTICAL ACADEMY



Temario

EL VARIOMETRO

CARACTERISTICAS Y PRINCIPIO DE
FUNCIONAMIENTO

RETARDO Y ERRORES

VARIÓMETRO CON ELIMINADOR DE INCERCIA

INDICACIONES COMBINADAS (VARIOMETRO-
VELOCÍMETRO) EN IFR

AERONAUTICAL ACADEMY



Temario

EL VARIOMETRO

CARACTERISTICAS Y PRINCIPIO DE
FUNCIONAMIENTO

RETARDO Y ERRORES

VARIÓMETRO CON ELIMINADOR DE INCERCIA

INDICACIONES COMBINADAS (VARIOMETRO-
VELOCÍMETRO) EN IFR

AERONAUTICAL ACADEMY

MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD VERTICAL



Los indicadores de la velocidad vertical utilizan “el régimen de cambio de presión estática”

MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD VERTICAL

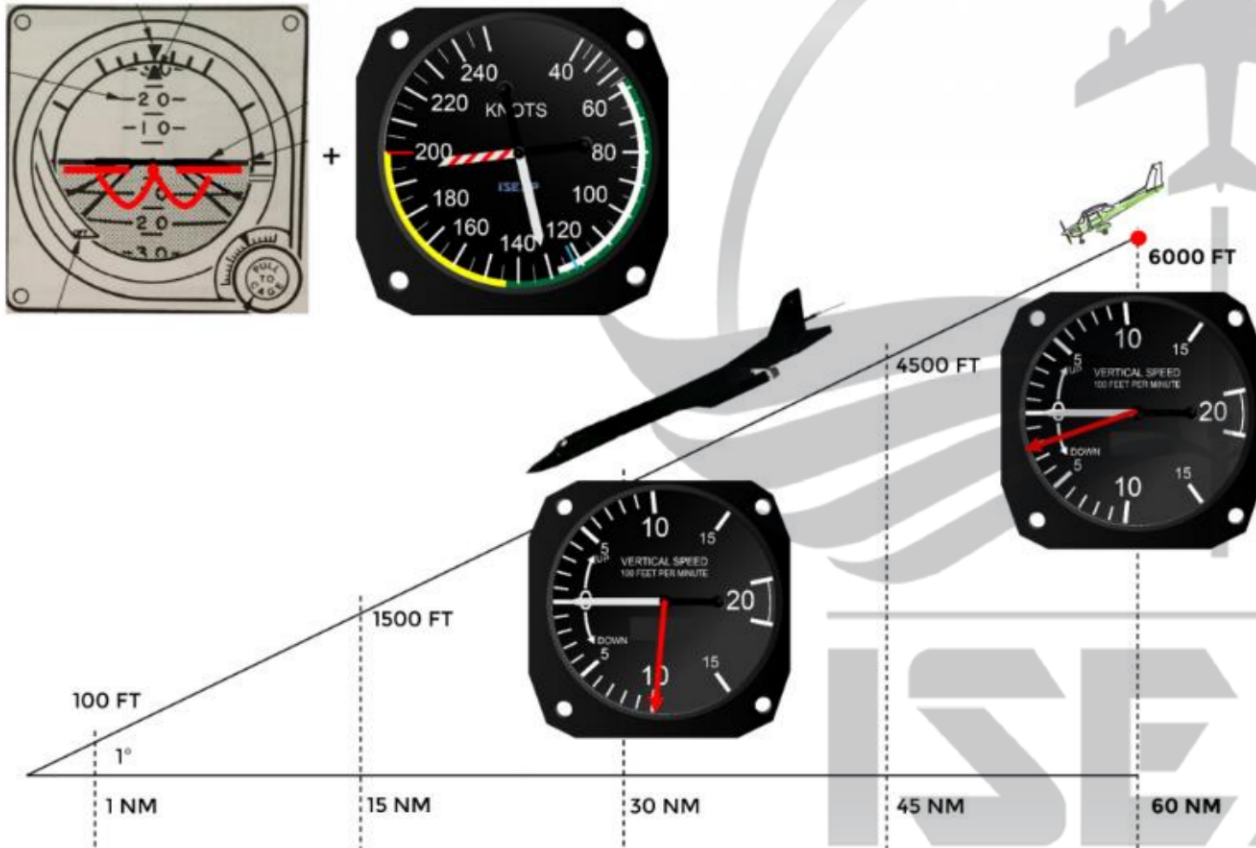


Muestra al piloto dos cosas:

- ✓ Si el avión está ascendiendo, descendiendo o está volando nivelado.
- ✓ La velocidad vertical o régimen expresado en fts/min

También conocido como VSI (vertical Speed Indicator) o VVI (Vertical Velocity Indicator)

MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD VERTICAL



Expresa la tendencia de la aeronave a ascender o descender cuando se coloca una cierta actitud y esta tendencia dependerá de la velocidad de desplazamiento de la aeronave

EXPRESA EL ESTADO DE ENERGIA QUE TIENE LA AERONAVE

Tanto el RC (rate of climb) como el RD (rate of descent) vienen expresados por la velocidad.



Temario

EL VARIOMETRO

CARACTERISTICAS Y PRINCIPIO DE
FUNCIONAMIENTO

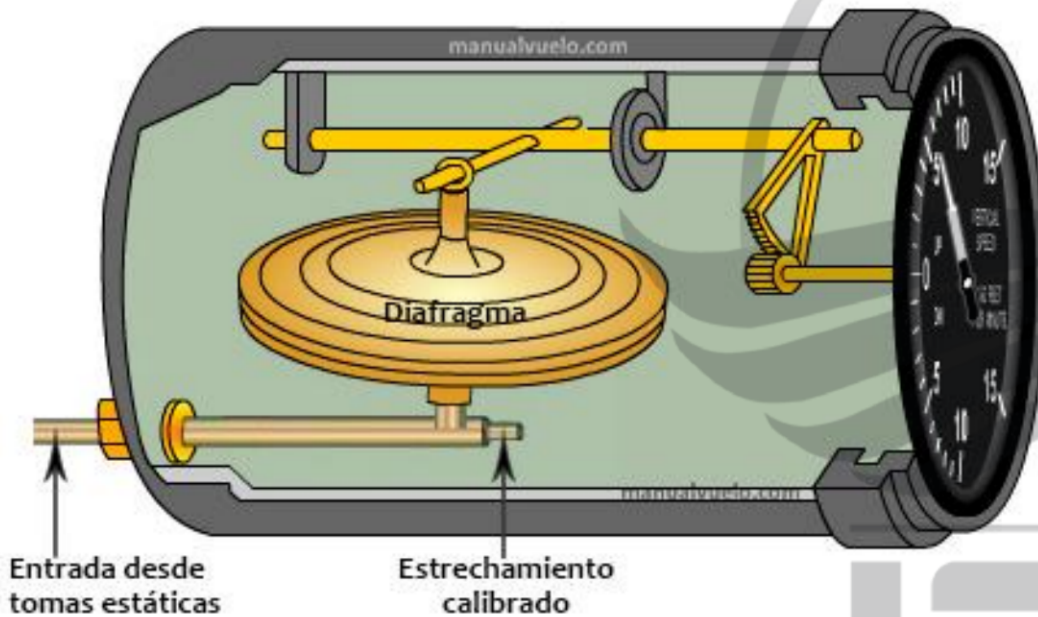
RETARDO Y ERRORES

VARIÓMETRO CON ELIMINADOR DE INCERCIA

INDICACIONES COMBINADAS (VARIOMETRO-
VELOCÍMETRO) EN IFR

AERONAUTICAL ACADEMY

CARACTERÍSTICAS Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO



✓ Parecido al altímetro

✓ Basado en la contracción/expansión de un diafragma

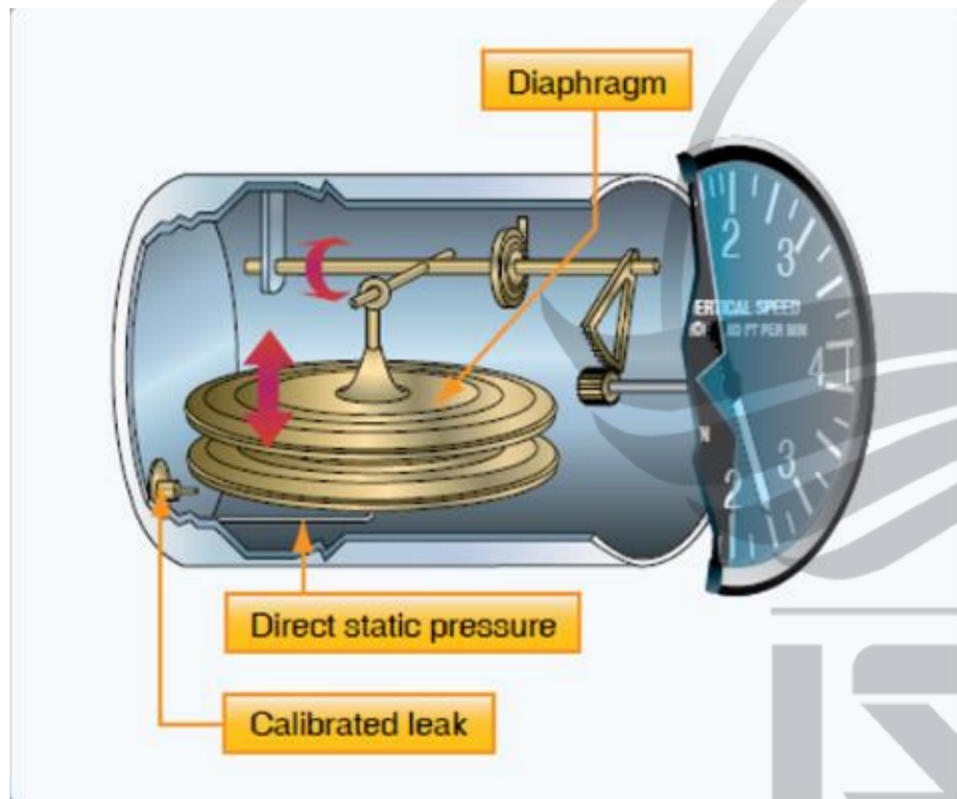
✓ La membrana no está calibrada respecto a una presión determinada

✓ Recibe la presión atmosférica tanto en el interior como el exterior.

✓ NO mide presión absoluta

✓ Registra el régimen de cambio de presión

✓ Aunque trabaja con presión diferencial



- ✓ Consiste en una caja hermética, salvo un orificio calibrado en fabrica que la conecta con el sistema de estática.
- ✓ El diafragma esta conectado al toma estática directamente.
- ✓ El resto también pero a través de un orificio de pérdida de presión restringido
- ✓ La membrana o diafragma se acopla a unas varillas y engranajes que amplifican su movimiento y lo transmite a la aguja indicadora.

✓ EN TIERRA O NIVELADO:

Presión Membrana = Presión caja = indicación de 0

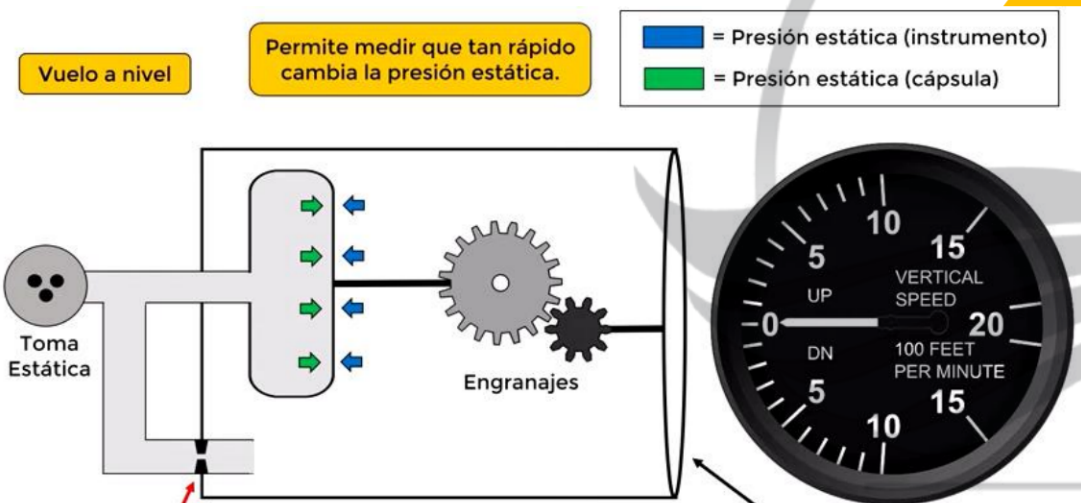
✓ ASCENSO O DESCENSO

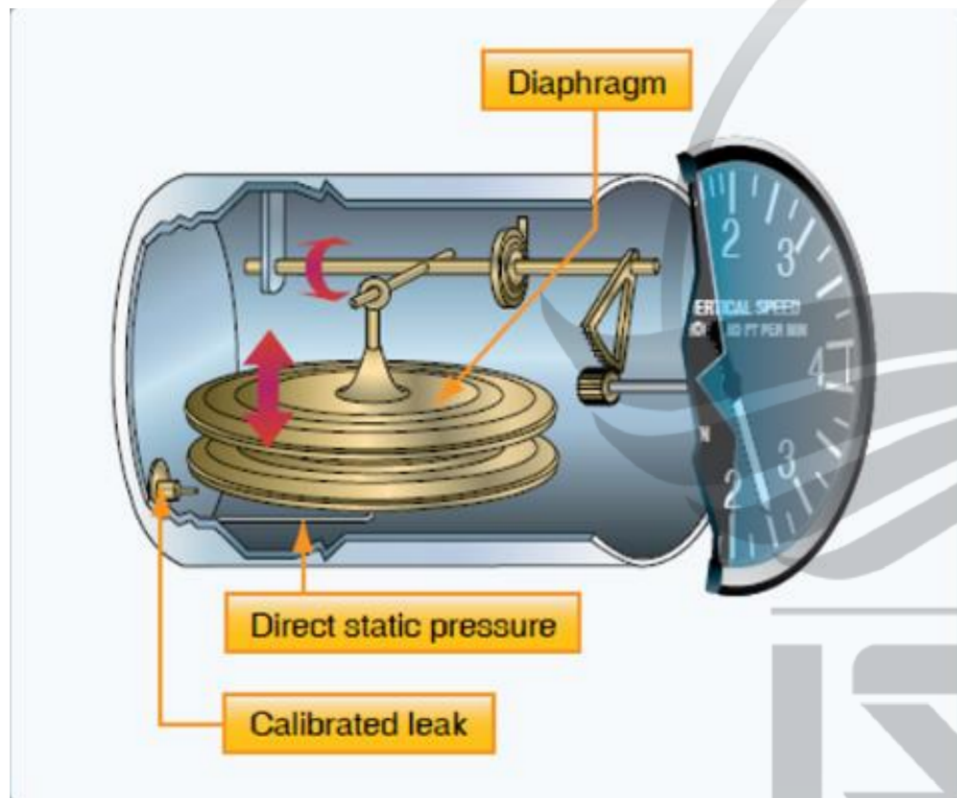
Membrana acusa recibo de inmediato
Caja cambio de manera paulatina (toma por el orificio calibrado)

Diferencial = dilatación o contracción de la membrana

✓ El resto también pero a través de un orificio de pérdida de presión restringido

✓ La membrana o diafragma se acopla a unas varillas y engranajes que amplifican su movimiento y lo transmite a la aguja indicadora.





- ✓ Otros casos
- ✓ Presión estática solo incide en el interior de la membrana y se transmite a la caja por un orificio calibrado situado en la membrana o diafragma mismo.



- ✓ Mientras continúe el ascenso o descenso seguirá existiendo diferencial de presión
- ✓ Al ir nivelando las presiones tenderán a igualarse y el instrumento marcará 0
- ✓ El dial esta graduado en cientos de fts por minuto y existe un botón a la izquierda, sirve para centrar la aguja en el valor 0



Temario

EL VARIOMETRO

CARACTERISTICAS Y PRINCIPIO DE
FUNCIONAMIENTO

RETARDO Y ERRORES

VARIÓMETRO CON ELIMINADOR DE INCERCIA

INDICACIONES COMBINADAS (VARIOMETRO-
VELOCÍMETRO) EN IFR

AERONAUTICAL ACADEMY

Lectura del Variómetro



Ascenso a 640 f.p.m.



Vuelo nivelado



Descenso a 350 f.p.m.



- ✓ Aguja única que gira sobre un dial, con escala graduada que empieza de 0 hacia la izquierda
 - ✓ Las marcas por encima del cero indican ascenso (UP)
 - ✓ Las situadas por debajo descenso (DN)
 - ✓ El cero vuelo nivelado
- ✓ En aviones de baja performance la escala se representa a una velocidad de 100 fts/min

AERONAUTICAL ACADEMY

Errores

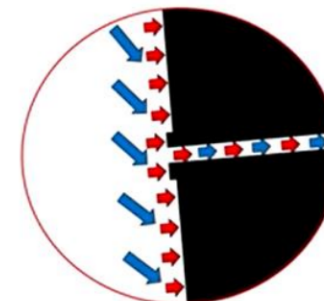
✓ Error de instalación

Pequeños desperfectos en la instalación y engranajes del instrumento

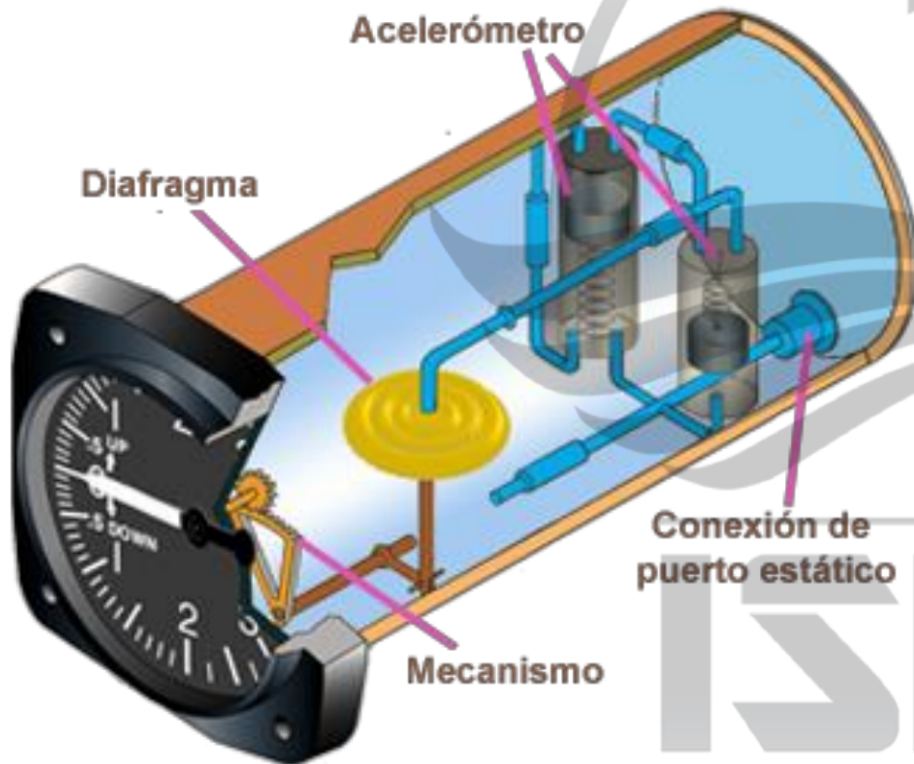


✓ Error de posición

Errores del sistema pitot-estático en la medición de la presión debidos a maniobras o cambios en la configuración del avión



Retardo



Source: www.faa.gov/handbooks_manuals/media

- ✓ Producto de la diferencia de presiones entre el diafragma y la capsula
- ✓ 5 a 10 seg. de retardo
- ✓ Retraso de variómetro o lag.
- ✓ Las condiciones de turbulencia pueden causar mayor retardo

Acelerómetro

Retardo



- ✓ A pesar del retardo la indicación de ascenso o descenso es INMEDIATA
- ✓ NO UTILIZAR EL VSI COMO REFERENCIA PRINCIPAL DE VUELO NIVELADO

Fallas o Emergencias

Toma estáticas
obstruidas

Sistema de Emergencia



Romper el cristal del
variómetro

Toma estática
alternativa



Temario

EL VARIOMETRO

CARACTERISTICAS Y PRINCIPIO DE
FUNCIONAMIENTO

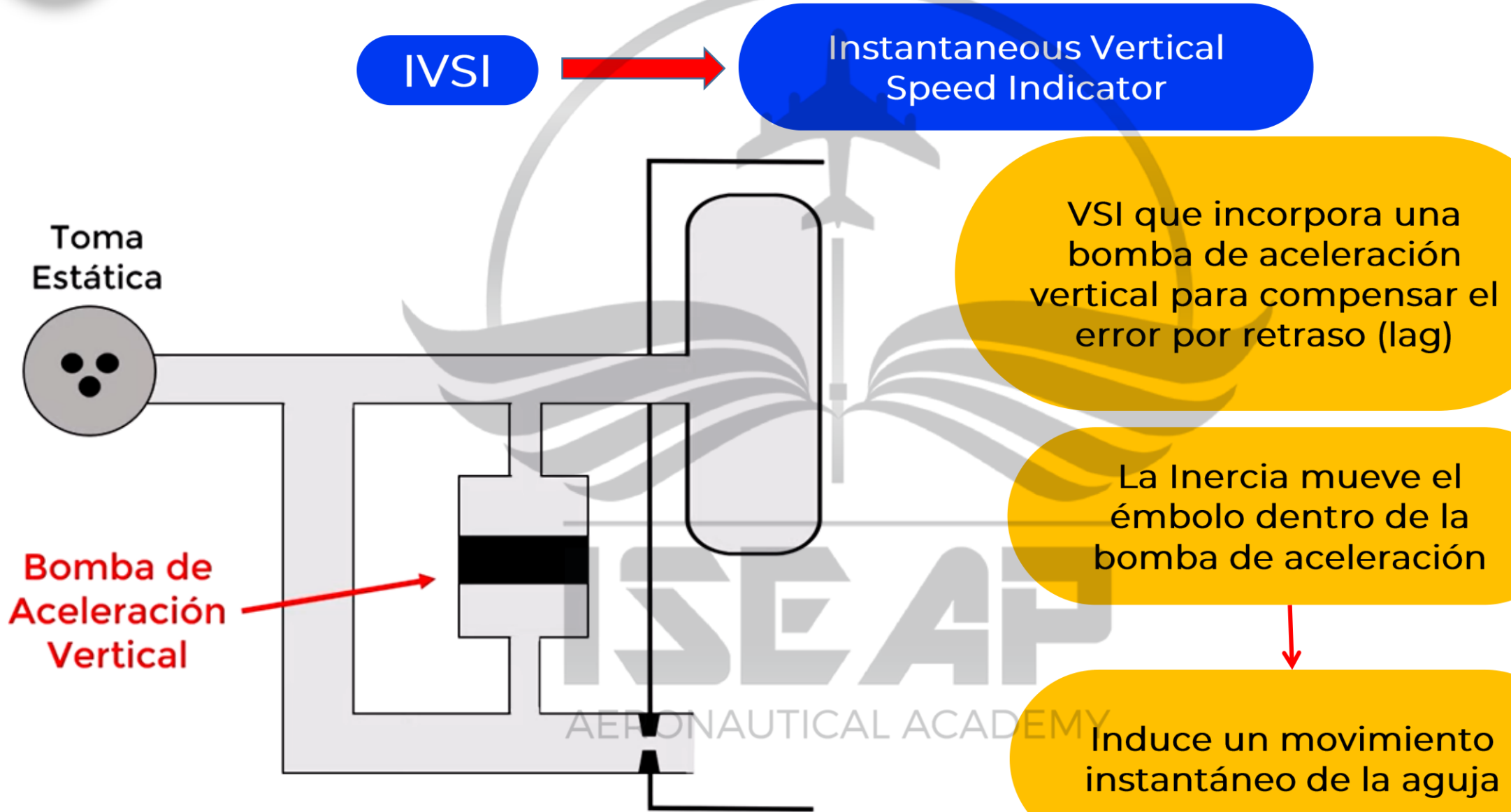
RETARDO Y ERRORES

VARIÓMETRO CON ELIMINADOR DE INCERCIA

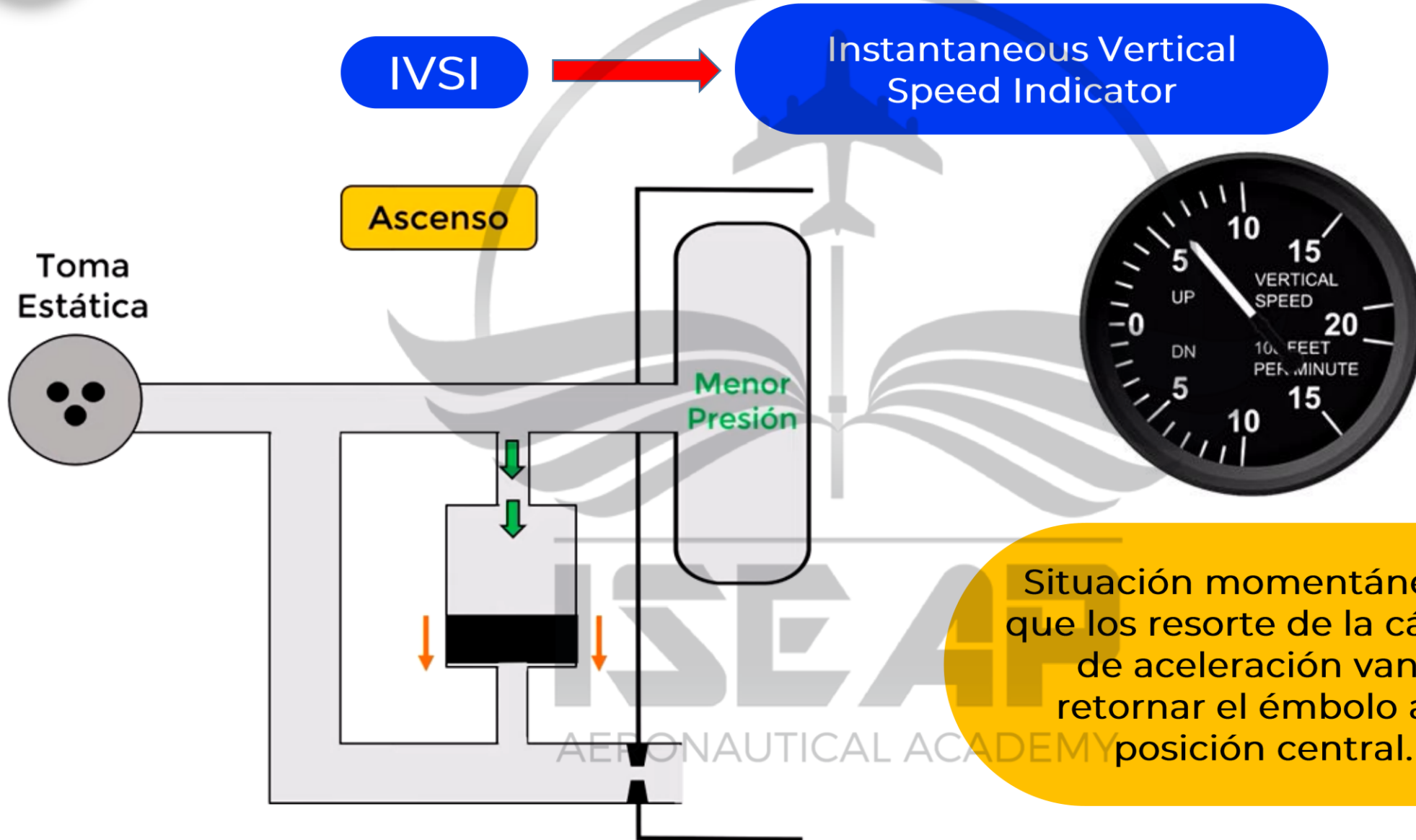
INDICACIONES COMBINADAS (VARIOMETRO-
VELOCÍMETRO) EN IFR

AERONAUTICAL ACADEMY

VARIÓMETRO CON ELIMINADOR DE INCERCIA



VARIÓMETRO CON ELIMINADOR DE INCERCIA



VARIÓMETRO CON ELIMINADOR DE INCERCIA

IVSI

Instantaneous Vertical
Speed Indicator

Descenso

Toma
Estática

Mayor
Presión



Situación momentánea ya
que los resorte de la cámara
de aceleración van a
retornar el émbolo a la
posición central.

VARIÓMETRO CON ELIMINADOR DE INCERCIA

IVSI

Instantaneous Vertical
Speed Indicator

Toma
Estática



Turbulencia

Puede dar indicaciones
erráticas o erróneas durante
maniobras y virajes
escarpados o en condiciones
de turbulencia

VARIÓMETRO CON ELIMINADOR DE INCERCIA

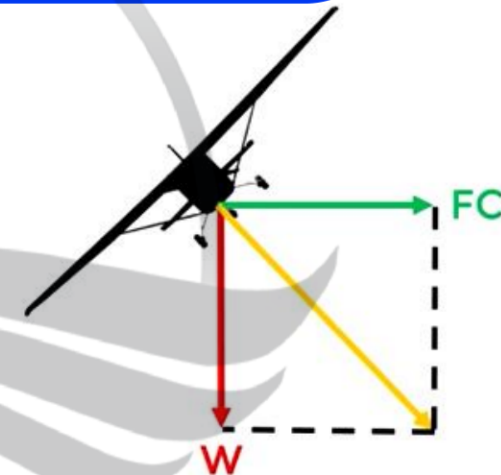
IVSI

Instantaneous Vertical
Speed Indicator

Toma
Estática



2G



Viraje escarpado

En aeronaves mas modernas
se utilizan en combinación
con los sistemas inerciales
para eliminar estos errores



Temario

EL VARIOMETRO

CARACTERISTICAS Y PRINCIPIO DE
FUNCIONAMIENTO

RETARDO Y ERRORES

VARIÓMETRO CON ELIMINADOR DE INCERCIA

INDICACIONES COMBINADAS (VARIOMETRO-
VELOCÍMETRO) EN IFR

AERONAUTICAL ACADEMY



INDICACIONES COMBINADAS (VARIOMETRO-VELOCÍMETRO) EN IFR

ASCENSOS Y DESCENSOS

En la navegación aérea IFR, se utilizan indicaciones combinadas de variómetro-velocímetro para ayudar al piloto a mantener la altitud y la velocidad correctas en las diferentes fases del vuelo.

Tanto en la fase de ascenso como descenso, el piloto utiliza el variómetro para mantener una tasa de ascenso/descenso constante y el velocímetro para mantener una velocidad de ascenso/descenso





INDICACIONES COMBINADAS (VARIOMETRO-VELOCÍMETRO) EN IFR

MANIOBRAS DE ASCENSOS Y DESCENSOS

Velocidad constante

En esta maniobra, los ascensos y descensos se efectúan manteniendo la velocidad indicada constante, sin tener en cuenta la indicación de velocidad vertical

Al acercarse a la altitud deseado tomar el anticipo necesario para el nivelado (10% de la lectura del variómetro)

Régimen constante

En esta maniobra, los ascensos y descensos se realizan manteniendo tanto la velocidad indicada como la velocidad vertical constantes

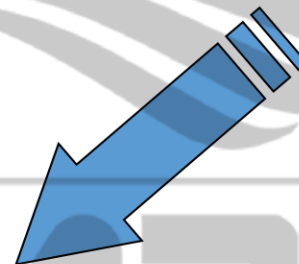
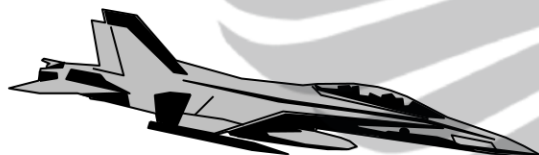
Al acercarse a la altitud deseado tomar el anticipo necesario para el nivelado (10% de la lectura del variómetro)



INDICACIONES COMBINADAS (VARIOMETRO-VELOCÍMETRO) EN IFR

MANIOBRAS DE ASCENSOS Y DESCENSOS

Una buena técnica de nivelado es anticipar el cambio de actitud longitudinal un 10% la lectura de variómetro antes del nivel deseado.



Lectura de VVI = 1000 fts/min

Anticipo = 100 fts. Antes del nivel deseado

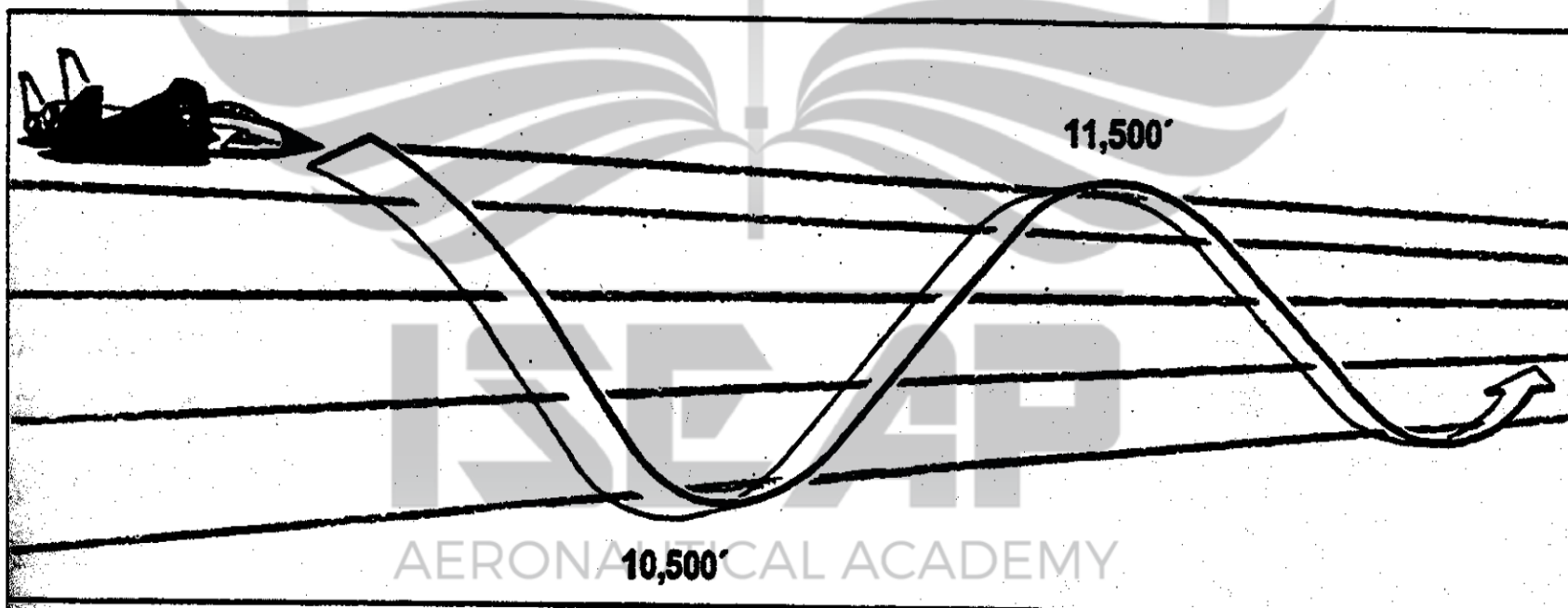
AERONAUTICAL ACADEMY



INDICACIONES COMBINADAS (VARIOMETRO-VELOCÍMETRO) EN IFR

"S" VERTICAL TIPO A

Consiste en una serie de ascensos y descensos continuos a régimen constante



- ✓ El variómetro es un instrumento sensible a la presión que indica la tasa o régimen de ascenso/descenso del avión en pies por minuto.
- ✓ Su funcionamiento esta basado en la contracción/expansión de un diafragma o membrana debido a la diferencia de presión entre el interior y el exterior de misma.
- ✓ Puede haber errores de lectura por maniobras bruscas o aire turbulento.
- ✓ En caso de avería en el sistema de estática, si no se dispone de un sistema de back up, romper el cristal de este instrumento proporciona una toma de presión estática de emergencia.
- ✓ en vuelos IFR las indicaciones combinadas de variómetro-velocímetro son una herramienta importante para ayudar a los pilotos en la navegación IFR, permitiéndoles mantener una altitud y velocidad seguras y constantes en las diferentes fases del vuelo.



¿Preguntas?

Teodoro Ramón MAZA

teomaza@outlook.com
261-6006796