



INSTRUMENTO DE VUELO Y DE MOTOR

CLASE 2



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 de las instrumentos de medidores de presión y sus principales características.
- ✓ Que el alumno comprenda e interprete las indicaciones de los instrumentos y las pueda relacionar con las condiciones de vuelo en las que se encuentra.

Reseña:

- ✓ <https://manualvuelo.es/>

ISEAP
AERONAUTICAL ACADEMY



Temario

INSTRUMENTOS MEDIDORES DE PRESIÓN

TIPOS DE PRESIONES

APLICACIONES COMUNES

ESCALAS Y CONVERSIÓN DE UNIDADES

PRESIÓN ABSOLUTA DE ADMISIÓN O PAA

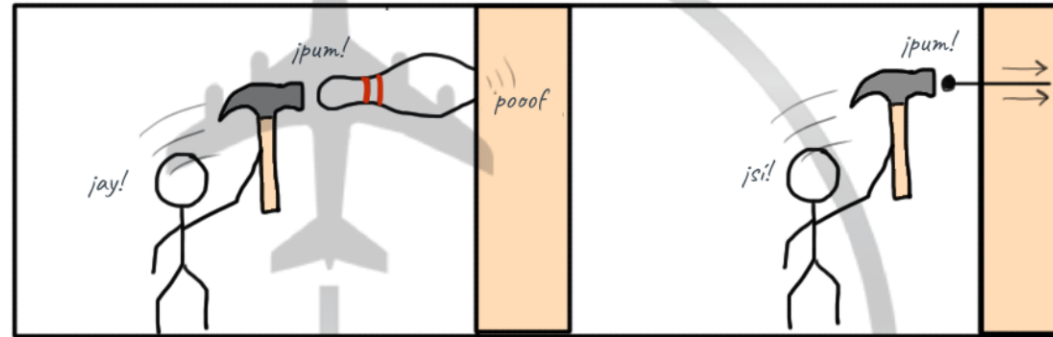
TURBINA DE GAS: RELACION DE PRESION DEL MOTOR (ERP)

¿Qué es la Presión?



¿Qué es la Presión?

Cantidad de fuerza ejercida por unidad de área/superficie



FORMULA:

$$P = F/A = \text{N} / \text{m}^2 = \text{Pascal}$$

$$P = \text{presión} = \text{kg} / \text{m}^2 = \text{g} / \text{cm}^2$$

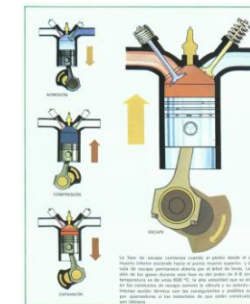
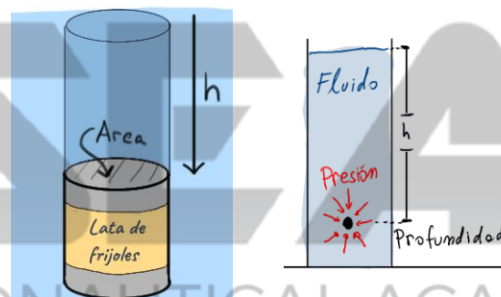
$$F = \text{fuerza} = \text{kg m/s}^2 = 1 \text{ N}$$

$$A = \text{área} = \text{m}^2$$

¿solamente un solido ejerce presión?

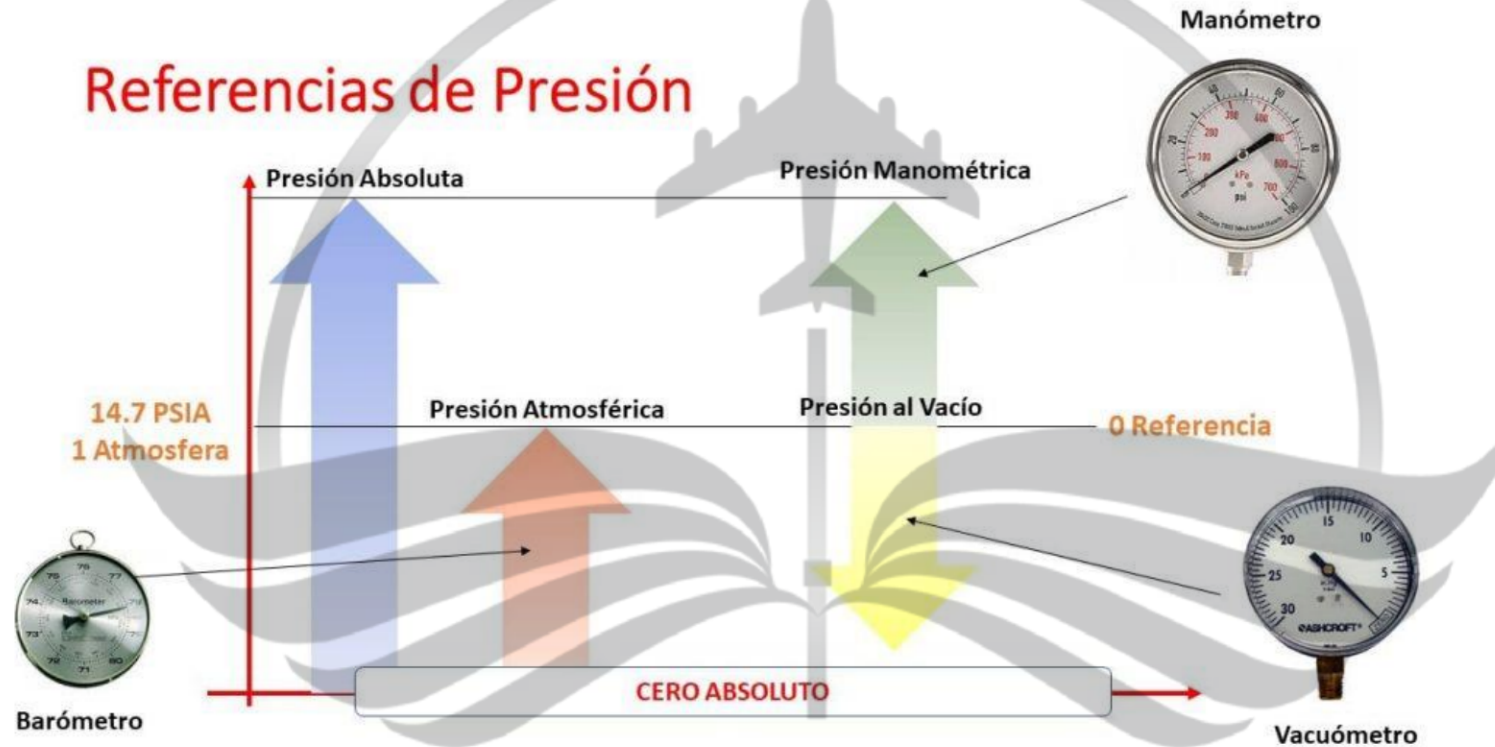
Líquidos

Gases



Reseña:

✓ <https://concepto.de/presion-2/>



Vuelo



Motor

Presión de aceite



Flujo de combustible



Presión de entrada



Presión del combustible



Temperatura de gases de escape

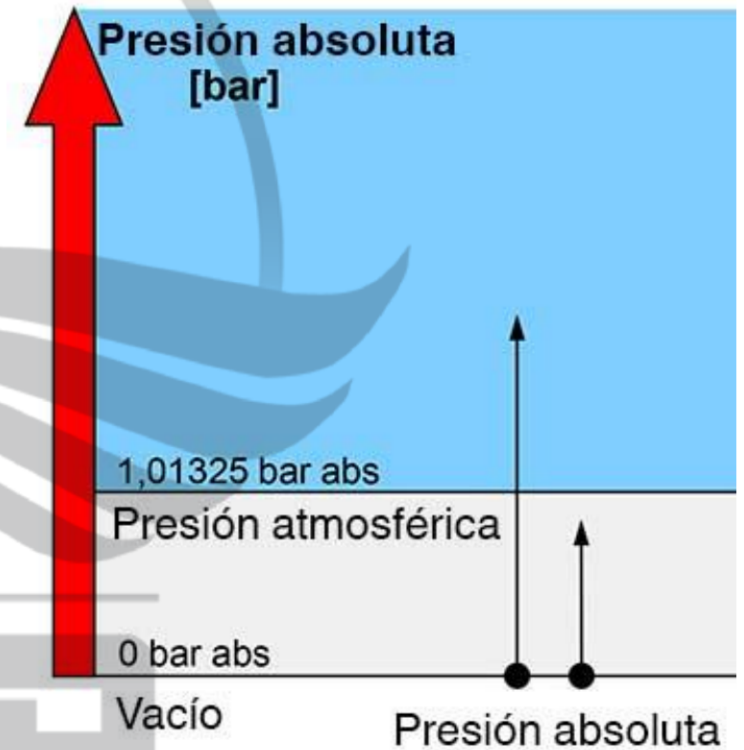


Tipos de presiones

Presión Absoluta

Es la presión que se ejerce sobre un cuerpo por la acción de algún elemento, más la presión atmosférica que sufre (todos cuerpos en el planeta están sometidos a la presión atmosférica).

Fuente: <https://concepto.de/presion-2/#ixzz7xpcwvcJj>



QFE

Reseña:

✓ <https://www.cenam.mx/FYP/Presion/Pre1.aspx>

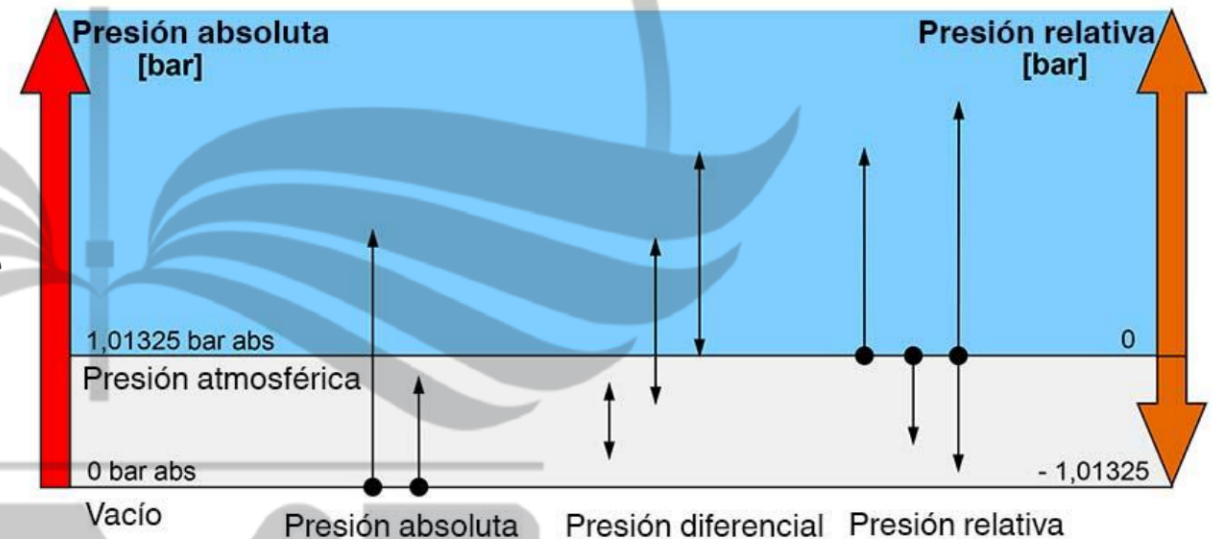
Tipos de presiones

Presión diferencial

La diferencia entre dos presiones p_1 y p_2 se llama presión diferencial $\Delta p = p_1 - p_2$

En los casos en que la diferencia entre dos presiones representa la propia variable medida se refiere brevemente a la presión diferencial $p_{1,2}$

Sólo si los valores medidos difieren entre sí, se indicará una presión diferencial



Reseña:

✓ https://www.wika.es/landingpage_differential_pressure_es_es.WIKA

Anemómetro

Variómetro

Altímetro

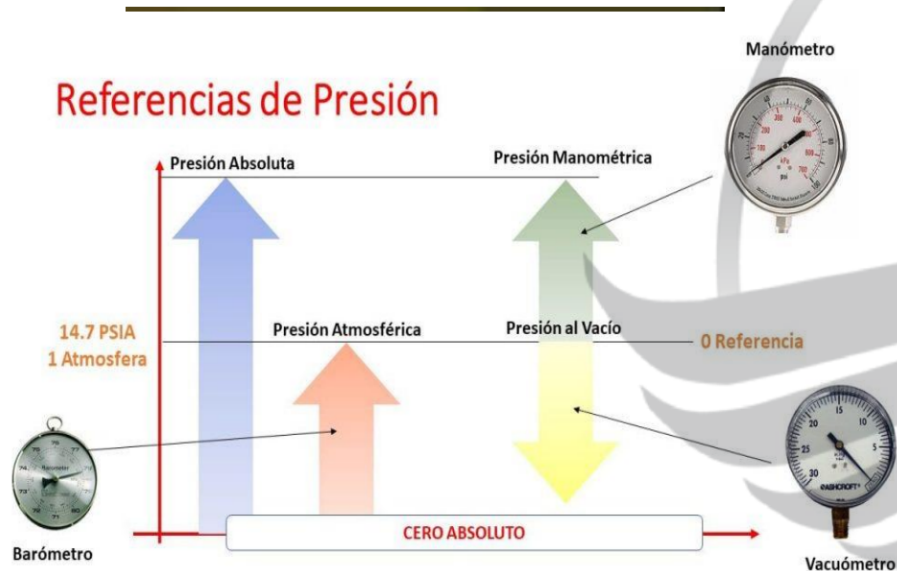
Presión diferencial



Fig.222 - Sistema de pitot, presión de impacto y presión estática.

- ✓ Tanto el variómetro como el altímetro necesitan presión estática para compararla con la presión con la que han sido calibrados y esta presión diferencial mostrarla en forma de altura o tasas de ascenso/descenso.
- ✓ En el caso del anemómetro, el objetivo es regular la presión dada por el tubo pitot, ofreciendo una medición de la presión dinámica proporcional a la velocidad del avión.

Depresión



- ✓ Presión medida por debajo de la presión atmosférica barométrica diaria
- ✓ Presión ambiente de referencia
- ✓ La presión medida siempre es menor que la presión de referencia

Vacío

es la diferencia de presiones entre la presión atmosférica existente y la presión absoluta, es decir, es la presión ,medida por debajo de la atmosférica

Reseña:

✓ https://manualvuelo.es/2inst/22_instr.html

Anemómetro

- ✓ Anemómetro, Indicador de velocidad aerodinámica, velocímetro o Indicador de velocidad horizontal.
- ✓ Instrumento que mide la velocidad relativa del avión con respecto a la masa de aire en que se encuentra.
- ✓ MPH / Knots (1 nudo=1 NM/h)

ARCO BLANCO		RANGO DE OPERACIONES Y/O EXTENSIÓN DE FLAPS
Límite inferior	V _{SO}	Velocidad de pérdida con peso máximo y full flaps
Límite superior	V _{FE}	Velocidad máxima permitida con flaps extendidos
ARCO VERDE		RANGO DE OPERACIONES Y VELOCIDADES NORMALES
Límite inferior	V _{S1}	Velocidad de pérdida con flaps retraídos
Límite superior	V _{NO}	Velocidad máxima de operación normal
ARCO AMARILLO		RANGO DE OPERACIONES CON RIESGO ESTRUCTURAL
Límite inferior	V _{NO}	Velocidad máxima de operación normal
Límite superior	V _{NE}	Velocidad de nunca exceder
LÍNEA ROJA		V _{NE} Velocidad de nunca exceder

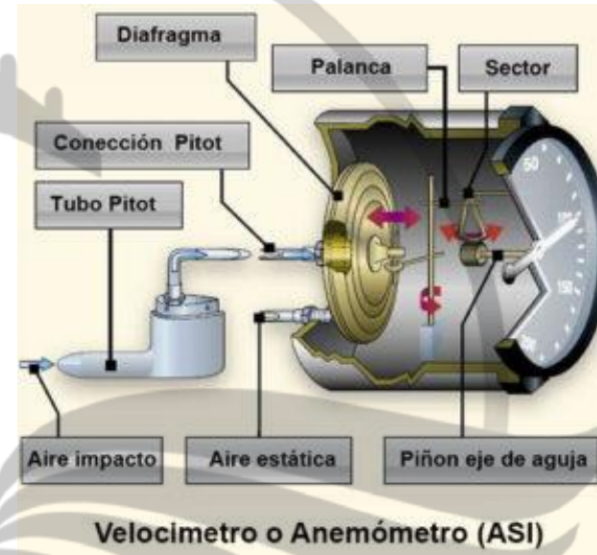
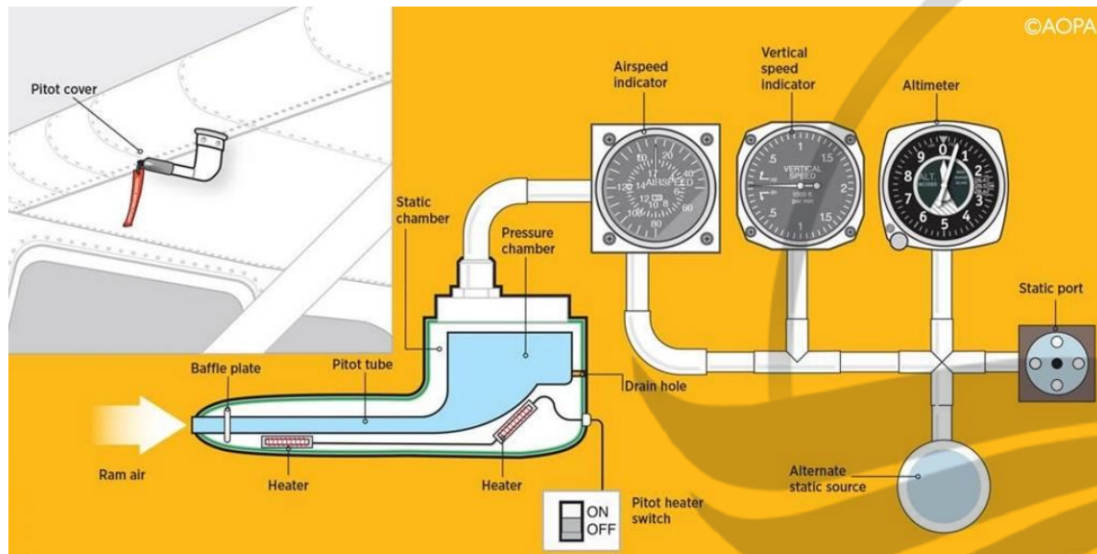
manualvuelo.com



Reseña:

- ✓ https://manualvuelo.es/2inst/22_instr.html

Anemómetro



- ✓ El Sistema Pitot-estático está conformado por el tubo Pitot y la(s) entrada(s) de **presión estática**. El tubo Pitot es una pequeña boquilla que tiene dos orificios, uno por donde recibe toda la **presión del impacto del aire** cuando la aeronave se encuentra en vuelo y el ultimo tiene la finalidad de drenar agua en caso de ingresar por la entrada principal.

Reseña:

- ✓ <https://www.pasionporvolar.com/velocimetro-anemometro-o-indicador-de-velocidad-asi/>

Anemómetro

- ✓ El velocímetro (anemómetro) cuenta con algunos errores los cuales debemos tener conocimiento, y tener consideración durante el vuelo para aumentar la seguridad operación



1.- **Error de densidad.** Cuando la aeronave vuela en diferentes condiciones de temperatura y presión varía la densidad del aire.

2.- **Error de instalación o posición,** es el resultado de disturbios en el flujo de aire alrededor del tubo Pitot y/o entradas estáticas.

3.- **Error de compresibilidad,** este es producido gracias a que el aire se comprime en la toma de presión de impacto del tubo Pitot, causando lecturas superiores en el instrumento

Reseña:

- ✓ <https://aereolatinoamerica.wordpress.com/2021/01/13/como-funciona-el-velocimetro-del-avion/>



INSTRUMENTOS MEDIDORES DE PRESIÓN

Anemómetro

Velocidad indicada (IAS): es la obtenida directamente, sin corregir por variaciones en la densidad atmosférica, errores de instalación, o error del instrumento. Las velocidades de despegue, aterrizaje, y pérdida que figuran en el manual son velocidades indicadas y normalmente no varían con la altitud o la temperatura.

✓ Tipos de velocidades

Velocidad calibrada (CAS): IAS corregida por error de instalación y error del instrumento. Este error es mayor generalmente a bajas velocidades. En crucero y mayores rangos de velocidad, IAS y CAS son aproximadamente las mismas.

Velocidad verdadera (TAS): CAS corregida por altitud y temperatura no estándar. Debido a que la densidad del aire disminuye con el aumento de altitud, un avión debe volar más rápido a mayores altitudes para producir la misma diferencia de presión entre la presión de impacto y la estática.



Reseña:

✓ <https://www.pasionporvolar.com/velocimetro-anemometro-o-indicador-de-velocidad-asi/>

Variómetro

El variómetro o Indicador de Velocidad Vertical, muestra al piloto dos cosas:

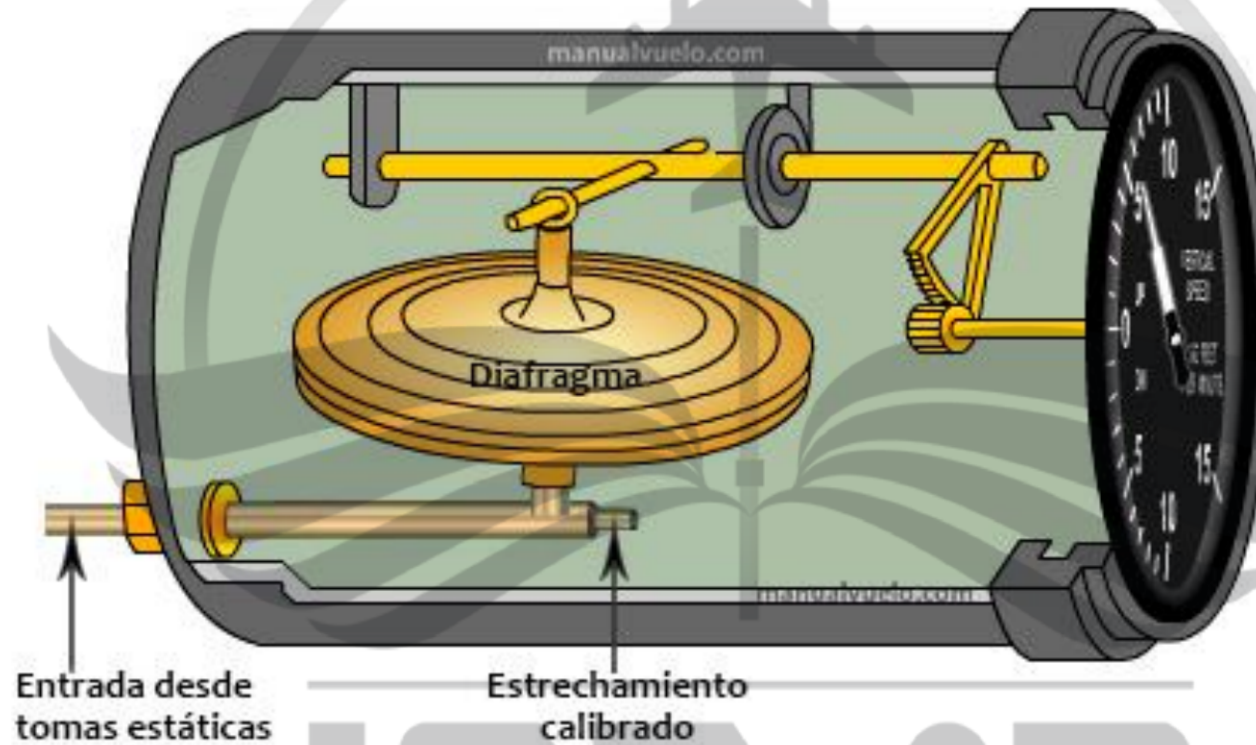
- ✓ Si el avión esta ascendiendo, descendiendo o esta nivelado
- ✓ La velocidad vertical o régimen, normalmente en pies por minuto.



Reseña:

- ✓ <https://www.pasionporvolar.com/velocimetro-anemometro-o-indicador-de-velocidad-asi/>

Variómetro



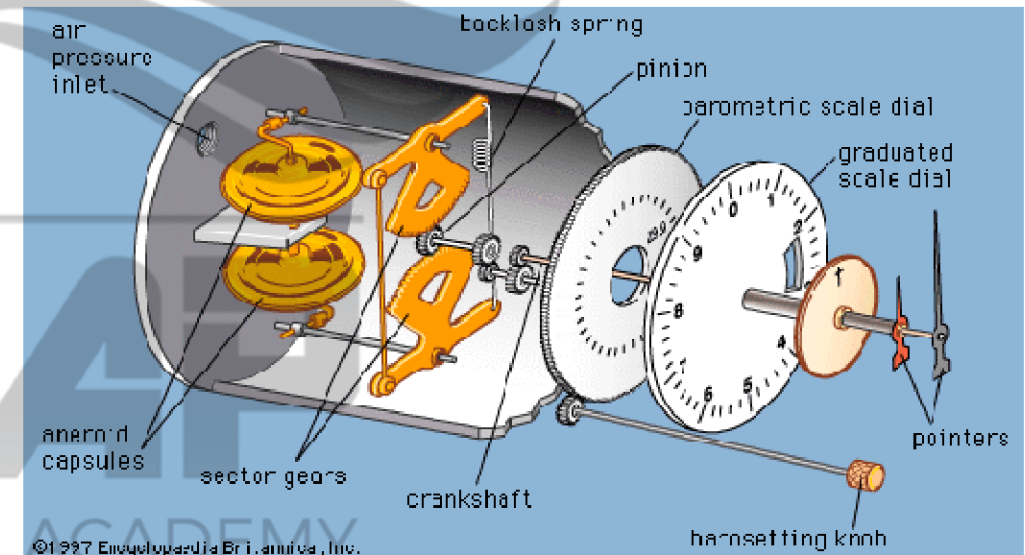
Reseña:

✓ <https://www.pasionporvolar.com/velocimetro-anemometro-o-indicador-de-velocidad-asi/>

Altímetro

El altímetro muestra la altura a la cual está volando el avión

- ✓ Mide la presión atmosférica permanentemente, a través de las tomas estáticas.
- ✓ Su principio de funcionamiento está basado en la variación de presión debida a la altura.
- ✓ El instrumento incluye un sistema mecánico que transforma la indicación de presión en altura, normalmente pies.

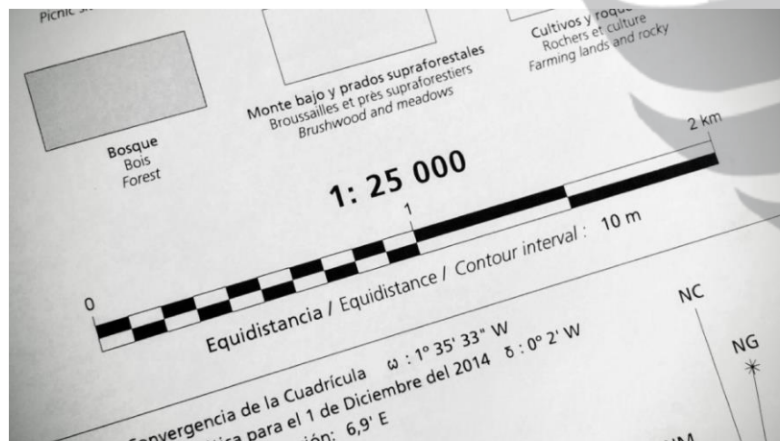


Reseña:

- ✓ <https://www.pasionporvolar.com/altimetro-indicador-de-altura/>

Escala

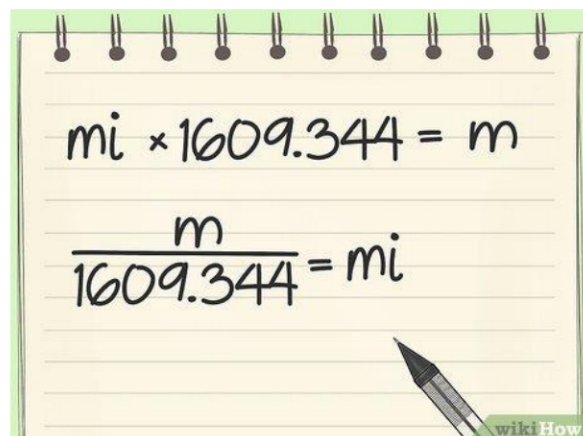
En la física, la escala es una graduación utilizada en diversos instrumentos para posibilitar la medición de una magnitud.



MAGNITUD / MAGNITUDE	UNIDADES DE TABLA OACI / UNITS IN ICAO TABLE
Altitudes, elevaciones y alturas Altitudes, elevations and heights	Metros y pies Metres and feet
Distancia utilizada en navegación Distance used in navigation	Millas náuticas Nautical miles
Distancia relativamente corta (menos de 4000 m) Relatively short distance (less than 4000 m)	Metros Metres
Velocidad horizontal, incluso la velocidad del viento Horizontal speed, including wind speed	Nudos o Mach Knots or Mach
Velocidad vertical / Vertical speed	Pies por minuto / Feet per minute
Dirección del viento para el despegue y aterrizaje Wind direction for landing and taking off	Grados magnéticos Magnetic degrees
Dirección del viento excepto para el despegue y aterrizaje Wind direction except for landing and taking off	Grados geográficos True degrees
Visibilidad, alcance visual en pista Visibility, runway visual range	Kilómetros y metros cuando sea inferior a 5 km Kilometres and metres when less than 5 km
Reglaje de altímetro / Altimeter setting	Hectopascales (Milibares) / Hectopascals (Milibars)
Temperatura / Temperature	Grados Celsius / Celsius degrees
Peso / Weight	Kilogramos / Kilogrammes
Tiempo / Time	Horas y minutos / Hours and minutes

Reseña:

✓ <https://www.pasionporvolar.com/unidades-de-medida-y-tablas-de-conversion-en-la-aviacion/>



Unidades	Unidades Métricas
1 PULGADA	2,54 CENTIMETROS
1 PIES	30,48 CENTIMETROS
1 YARDA	0,914 METROS
1 MILLA	1,609 KILOMETROS

Tabla de referencia rapida

Milla Nautica	Kilometro
1	1,852
2	3,704
3	5,556
4	7,408
5	9,26
6	11,112
7	12,964
8	14,816
9	16,668
10	18,52
15	27,78
20	37,04
25	46,3
30	55,56
35	64,82
40	74,08
45	83,34
50	92,6
60	111,12
70	129,64
80	148,16
90	166,68
100	185,2
150	277,8
200	370,4
250	463
500	926
1000	1852

Kilometro	Milla Nautica
1	0,539956803455723
2	1,07991360691145
3	1,61987041036717
4	2,15982721382289
5	2,69978401727862
6	3,23974082073434
7	3,77969762419006
8	4,31965442764579
9	4,85961123110151
10	5,39956803455723
15	8,09935205183585
20	10,7991360691145
25	13,4989200863931
30	16,1987041036717
35	18,8984881209503
40	21,5982721382289
45	24,2980561555076
50	26,9978401727862
60	32,3974082073434
70	37,7969762419006
80	43,1965442764579
90	48,5961123110151
100	53,9956803455724
150	80,9935205183585
200	107,991360691145
250	134,989200863931
500	269,978401727862
1000	539,956803455724



ESCALAS Y CONVERSIÓN DE UNIDADES

USGAL	LITROS	hpa	mmHg	Mph	Knots
10	38	990	29,23	80	70
12	45	991	29,26	82	71
14	53	992	29,29	84	73
16	61	993	29,32	86	75
18	68	994	29,35	88	77
20	76	995	29,38	90	78
22	83	996	29,41	92	80
24	91	997	29,44	94	82
26	98	998	29,47	96	84
28	106	999	29,50	98	85
30	114	1000	29,53	100	87
32	121	1001	29,56	102	89
34	129	1002	29,59	104	90
36	136	1003	29,61	106	92
38	144	1004	29,64	108	94
40	151	1005	29,67	110	96
42	159	1006	29,70	112	97
44	167	1007	29,73	114	99
46	174	1008	29,76	116	101
48	182	1009	29,79	118	103
50	189	1010	29,82	120	104
52	197	1011	29,85	122	106
54	204	1012	29,88	124	108
56	212	1013	29,91	126	110
58	220	1014	29,94	128	111
60	227	1015	29,97	130	113
62	235	1016	30,00	132	115
64	242	1017	30,03	134	117
66	250	1018	30,06	136	118
68	257	1019	30,09	138	120
70	265	1020	30,12	140	122
72	273	1021	30,15	142	124
74	280	1022	30,18	144	125
76	288	1023	30,21	146	127
78	295	1024	30,23	148	129
80	303	1025	30,26	150	131
82	310	1026	30,29	152	132
84	318	1027	30,32	154	134



PRESIÓN ABSOLUTA DE ADMISIÓN (MP)

- ✓ Barómetro que mide la presión absoluta de la mezcla aire-combustible en el conducto de admisión
- ✓ Utilizada en motores recíprocos con hélice de paso variable
- ✓ Mide potencia entregada por el motor
- ✓ Depende de la relación aire-combustible en la cámara de combustión
- ✓ A unas determinadas RPM existe un valor de presión de admisión a no exceder

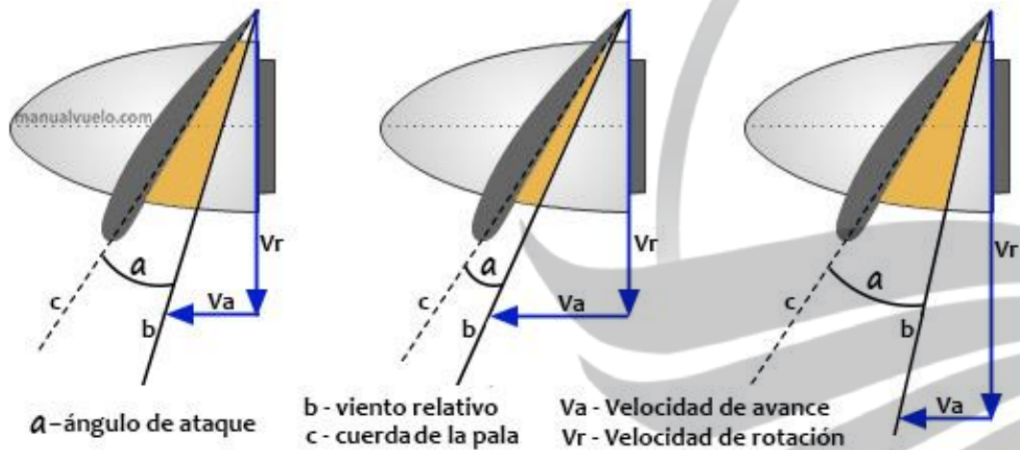


Reseña:

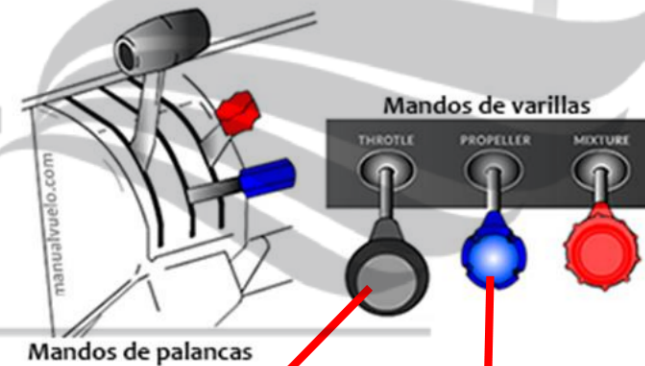
- ✓ [https://manualvuelo.es/3sifn/33_ctrlp.html#:~:text=El%20indicador%20de%20presi%C3%B3n%20de%20admisi%C3%B3n%20\(manifold%20pressure\)%2C%20es,unidades%20de%20pulgadas%20de%20mercurio.](https://manualvuelo.es/3sifn/33_ctrlp.html#:~:text=El%20indicador%20de%20presi%C3%B3n%20de%20admisi%C3%B3n%20(manifold%20pressure)%2C%20es,unidades%20de%20pulgadas%20de%20mercurio.)

<https://www.youtube.com/watch?v=pW28GGrEhZU>

Hélice de paso variable



- ✓ La capacidad de propulsión depende de la velocidad de rotación de la hélice y del paso de la misma (Paso fijo – RPM)
 - ✓ Mando de gases controla la potencia mediante la presión de admisión en el manifold (múltiple)
- > apertura de gases > presión de admisión > potencia motor



Potencia
Acelerador

RPM
Marchas

<https://www.youtube.com/watch?v=pW28GGrEhZU>

Reseña:

- ✓ [https://manualvuelo.es/3sifn/33_ctrlp.html#:~:text=El%20indicador%20de%20presi%C3%B3n%20de%20admisi%C3%B3n%20\(manifold%20pressure\)%2C%20es,unidades%20de%20pulgadas%20de%20mercurio.](https://manualvuelo.es/3sifn/33_ctrlp.html#:~:text=El%20indicador%20de%20presi%C3%B3n%20de%20admisi%C3%B3n%20(manifold%20pressure)%2C%20es,unidades%20de%20pulgadas%20de%20mercurio.)

PRESIÓN ABSOLUTA DE ADMISIÓN (MP)



ASCENSO NORMAL

Condiciones de vuelo:

- Velocidad: 100 a 120 MPH
- Potencia: 23"/ 2.450 RPM
- Mezcla: RICA
- Flaps de capot ABIERTOS

Reseña:

✓ [https://manualvuelo.es/3sifn/33_ctrlp.html#:~:text=El%20indicador%20de%20presi%C3%B3n%20de%20admisi%C3%B3n%20\(manifold%20pressure\)%2C%20es,unidades%20de%20pulgadas%20de%20mercurio.](https://manualvuelo.es/3sifn/33_ctrlp.html#:~:text=El%20indicador%20de%20presi%C3%B3n%20de%20admisi%C3%B3n%20(manifold%20pressure)%2C%20es,unidades%20de%20pulgadas%20de%20mercurio.)

<https://www.youtube.com/watch?v=pW28GGrEhZU>

PRESIÓN ABSOLUTA DE ADMISIÓN (MP)

UTILIZACION CONJUNTA DEL TACOMETRO y DEL INDICADOR DE PRESION DE ADMISION.

- ✓ Lo que es perjudicial para el motor es: ALTA PRESION DE ADMISION CON BAJAS RPM.
- ✓ Para evitar estas situaciones, el Piloto deberá proceder como sigue:
- ✓ Para reducir potencia, reducir PRIMERO la presión de admisión y DESPUES las RPM.
- ✓ Para aumentar potencia, PRIMERO AUMENTAR LAS RPM, y DESPUES la presión de admisión.
- ✓ La máxima indicación que es posible esperar de este indicador será de 28 a 29 pulgadas.
- ✓ Volvamos a repetir que la potencia del motor debe ajustarse usando el “manifold” y el tacómetro

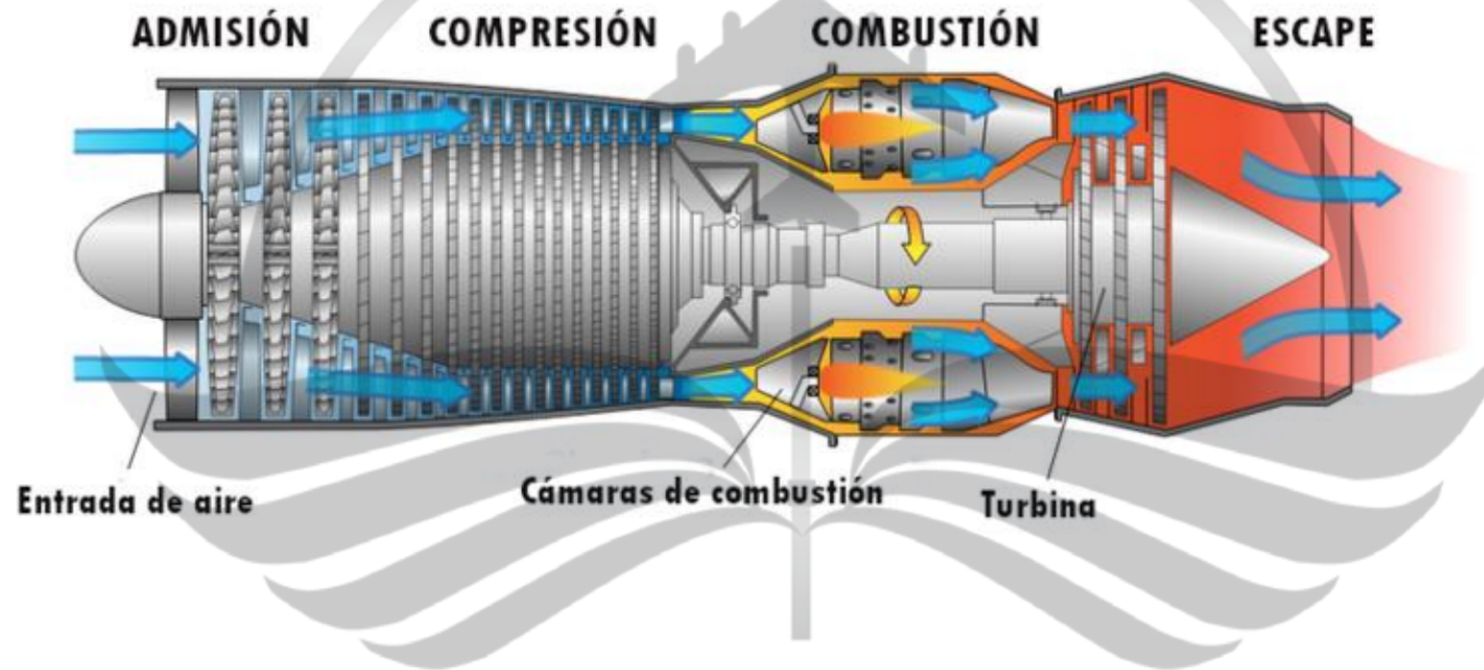


Reseña:

- ✓ [https://manualvuelo.es/3sifn/33_ctrlp.html#:~:text=El%20indicador%20de%20presi%C3%B3n%20de%20admisi%C3%B3n%20\(manifold%20pressure\)%2C%20es,unidades%20de%20pulgadas%20de%20mercurio.](https://manualvuelo.es/3sifn/33_ctrlp.html#:~:text=El%20indicador%20de%20presi%C3%B3n%20de%20admisi%C3%B3n%20(manifold%20pressure)%2C%20es,unidades%20de%20pulgadas%20de%20mercurio.)

<https://www.youtube.com/watch?v=pW28GGrEhZU>

TURBINA DE GAS: RELACION DE PRESION DEL MOTOR (ERP)



Reseña:

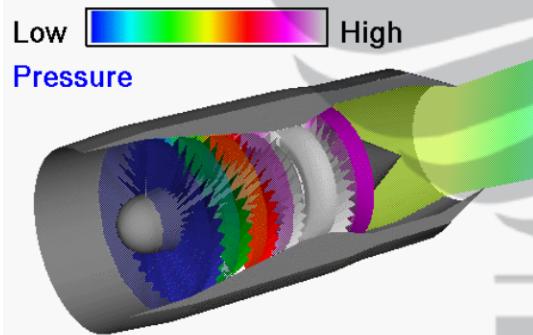
- ✓ https://prezi.com/hmiug_jqlpvn/egt-temperatura-de-gases-de-escape/



TURBINA DE GAS: RELACION DE PRESION DEL MOTOR (ERP)

ENGINE/EXHAUST PRESSURE RATIO (EPR)

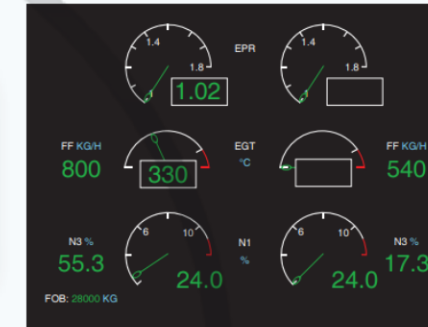
- ✓ Este indicador compara la presión total de escape con la presión del aire de ariete en la entrada del motor.
- ✓ El indicador EPR presenta una indicación del empuje que desarrolla el motor.



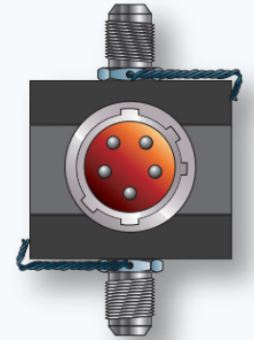
Engine Pressure Ratio Gauges



A. Un medidor de EPR analógico de un motor de turbina



B. Una indicador digital de EPR y otros parámetros del motor de turbina en una pantalla digital de la cabina.



C. Transductor de la relación de presión del motor

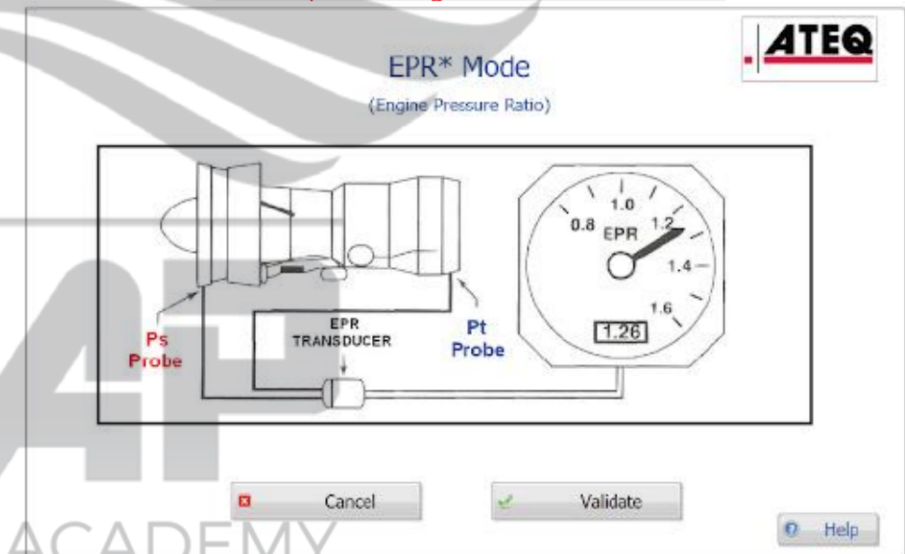


Exhibit 74: EPR Mode plugging

Reseña:

- ✓ <https://www.aprendamos-aviacion.com/2022/01/engine-pressure-ratio-epr.html>

TEMPERATURA DE LOS GASES DE ESCAPE (EGT)



<https://www.youtube.com/watch?v=hSLvGjGoUq4>

Reseña:

- ✓ https://prezi.com/hmiug_jqlpvn/egt-temperatura-de-gases-de-escape/

- ✓ el avión y su interacción con el medio aéreo se trata de presiones. Para interpretar la interacción de nuestra aeronave con el medio aire, es necesario que interpretemos correctamente los conceptos de presión y los efectos que produce en nuestra aeronave principalmente en nuestro motor y en los instrumentos de vuelo.
- ✓ Es necesario reconocer los errores en la medición, ya sea por los instrumentos o por interpretación para poder minimizar los errores.
- ✓ Es necesario agilizar la transición, interpretación y conversión de las escalas y unidades que se emplean para medir la presión en la aviación.
- ✓ reconocer los dos principales instrumentos indicadores de potencia y empuje en los motores de reacción y motor alternativo.



¿Preguntas?

Teodoro Ramón MAZA

teomaza@outlook.com
261-6006796