



# AERODINAMICA

# ESCUELA DE AVIACIÓN DELTA FORCE

¡Formando Talento Humano al Servicio Aeronáutico!

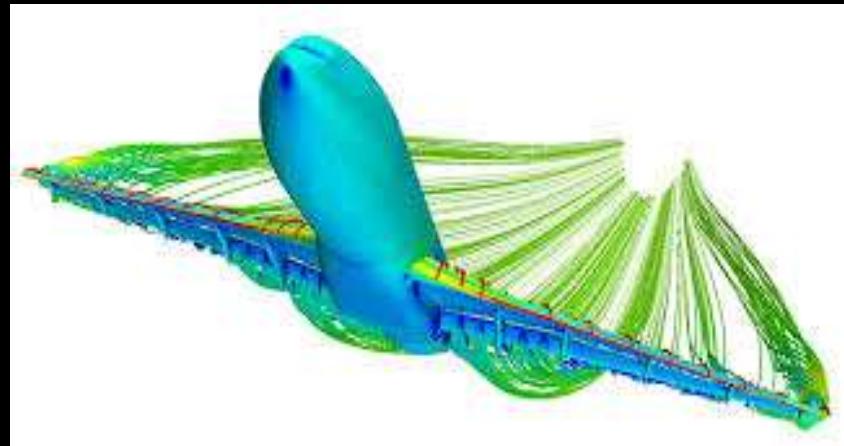
# TEMAS

- **DEFINICION AERODINAMICA**
- **PROPIEDADES DE LA ATMÓSFERA.**
- **PERFILES AERODINAMICOS**
- **FUERZAS AERODINAMICAS**
- **TEOREMA DE BERNOULLI**
- **III LEY DE NEWTON**
- **EJES DE REFERENCIA EN AERONAVES**
- **SUPERFICIES DE CONTROL**



# AERODINAMICA

- **Es la rama de la mecánica de fluidos que estudia las acciones que aparecen sobre los cuerpos sólidos cuando existe un movimiento relativo entre estos y el fluido que los baña , siendo este ultimo un gas y no un liquido , caso este que se estudia en hidrodinámica . Su estudio es básico para la sustentación y las superficies hipersustentadoras de las aeronaves. El hecho de que un avión pueda mantenerse en el aire se debe a una fuerza, la SUSTENTACION . Esta fuerza se produce por las alas(en los drones multirotores las alas son las hélices), el fuselaje y otras partes del avión. En este sentido son dos los principios teóricos que explican este fenómeno : el teorema de BERNOULLI y la tercera ley de NEWTON .**



**DELTA FORCE**  
ESCUELA DE AVIACIÓN



# LA ATMOSFERA

- **Capa gaseosa que rodea la tierra.**
- **Es una mezcla de diferentes gases.**
- **Tiene propiedades de masa y peso.**
- **Es un fluido que cambia en función de la presión.**
- **Esta compuesta por el 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 1% de otros gases.**



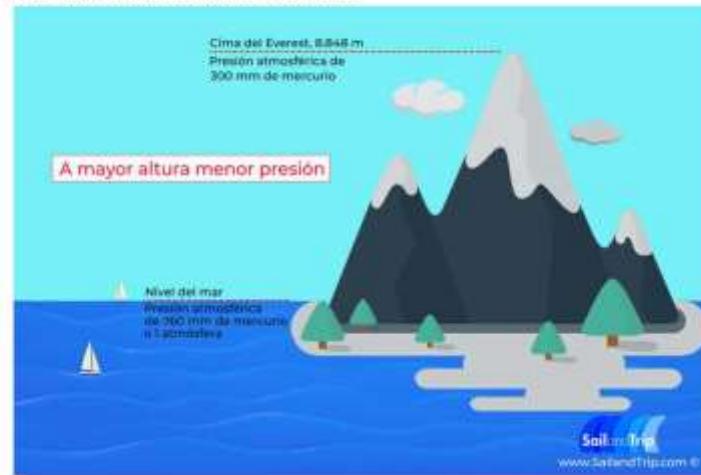
# PRESION ATMOSFERICA

- Fuerza por unidad de área que ejerce el aire sobre la superficie terrestre. Usada como referencia principal por los pilotos. Fundamental para el cambio de tiempo meteorológico. La presión atmosférica es inversamente proporcional a la altura , mayor altura menor presión. Mayor temperatura menor presión**

## PRESION ATMOSFERICA

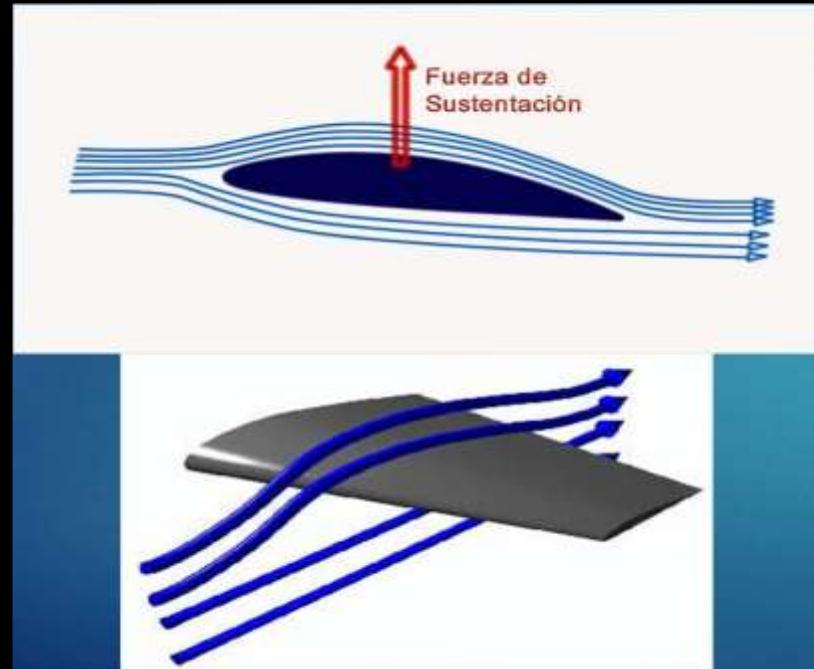
A nivel del mar, el valor normal de la presión atmosférica es de 1013 mbar o 760 mm Hg.

Este valor equivale a 1 atmósfera, una unidad de medición que no forma parte del Sistema Internacional de Unidades pero que suele utilizarse y abreviarse como atm.



# PERFILES AERODINAMICOS

- **PERFIL AERODINÁMICO.**
- **Es cualquier superficie diseñada para producir sustentación cuando el aire pasa sobre la misma.**
- **Un perfil aerodinámico, es un cuerpo que tiene un diseño determinado para aprovechar al máximo las fuerzas que se originan por la variación de velocidad y presión cuando este perfil se sitúa en una corriente de aire.**



**DELTA FORCE**  
ESCUELA DE AVIACIÓN



# PERFILES AERODINÁMICOS

- Se denomina perfil alar , perfil aerodinámico a la forma del área transversal de un elemento , que al desplazarse a través del aire es capaz de crear a su alrededor una distribución de presiones que genere sustentación. Es una de las consideraciones mas importantes en el diseño de superficies sustentadoras como las alas , o de otros cuerpos similares como los álabes de una turbina y/o compresor , palas de hélices o de rotores en helicópteros y estabilizadores . Según el propósito que se persiga en el diseño , los perfiles pueden ser mas finos o gruesos , curvos o poligonales , simétricos o no , e incluso el perfil puede ir variando a lo largo del ala .



Figura 3-7. Diseños de perfiles.



# PARTES DEL PERFIL AERODINAMICO

- **BORDE DE ATAQUE** – Porción redondeada que se proyecta dentro del flujo de viento relativo
- **BORDE DE SALIDA** – Parte trasera del perfil .
- **CUERDA** – Línea recta de referencia que se extiende desde el extremo del borde de ataque al extremo del borde de salida. Por lo tanto también se refiere al largo del perfil .
- **EXTRADOS** - Es la parte superior de un perfil, medido desde el borde de ataque hasta el borde de salida.
- **INTRADOS** - Es la parte inferior de un perfil, medido desde el borde de ataque hasta el borde de salida.
- **ESPESOR** - Es la máxima distancia entre el extradós y el intradós.
- **LÍNEA DE CURVATURA MEDIA** – Línea equidistante entre el extradós y el intradós

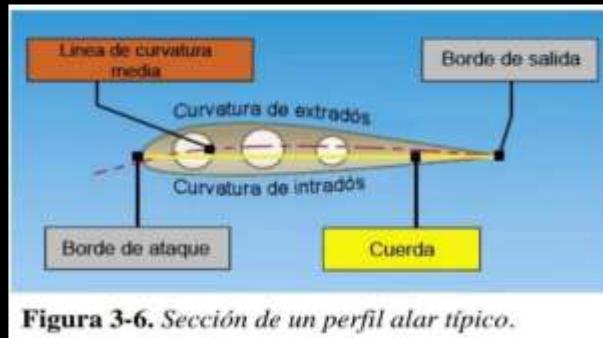
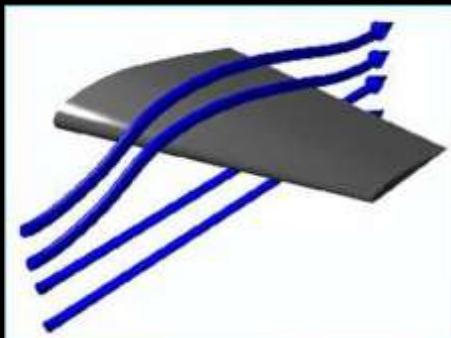


Figura 3-6. Sección de un perfil alar típico.



**DELTA FORCE**  
ESCUELA DE AVIACIÓN



# LA SUSTENTACION

- **HAY DOS TEORIAS PRINCIPALES QUE EXPLICAN LA SUSTENTACION : EL TEOREMA DE BERNOULLI Y LA III LEY DE NEWTON.**
- **TEOREMA DE BERNOULLI.**
- **"La presión interna de un fluido (líquido o gas) decrece en la medida que la velocidad del fluido se incrementa", o dicho de otra forma "en un fluido en movimiento, la suma de la presión y la velocidad en un punto cualquiera permanece constante".**
- **- Para que se mantenga esta constante k, si una partícula aumenta su velocidad v será a costa de disminuir su presión p, y a la inversa.**

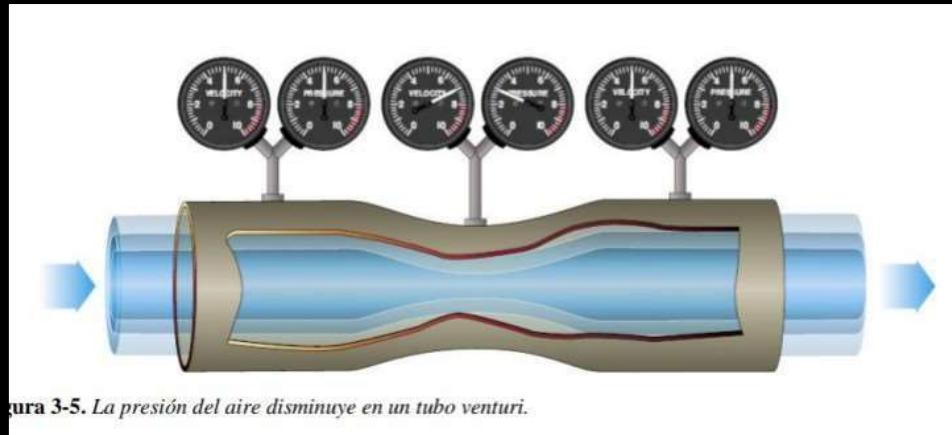


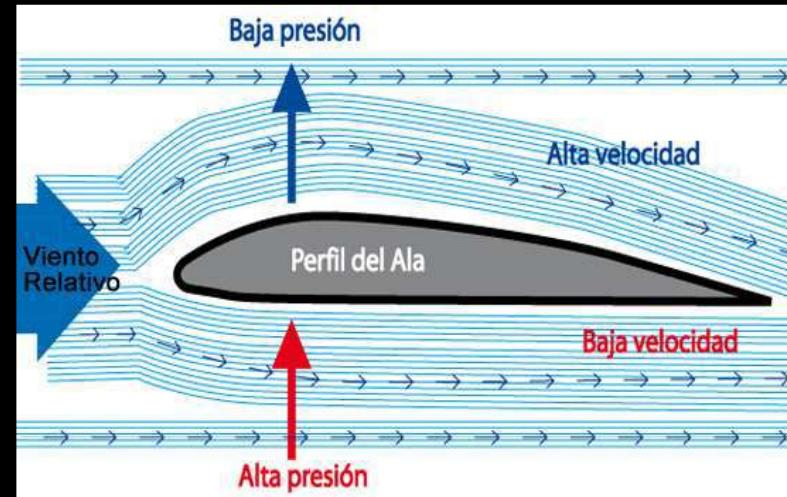
Figura 3-5. La presión del aire disminuye en un tubo venturi.

- $P + V = \text{CONSTANTE}$   $P + V = \text{CONSTANTE}$



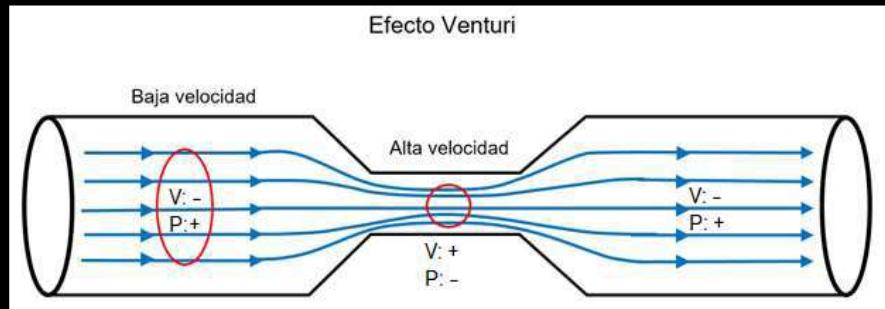
# TEOREMA DE BERNOULLI

- **Daniel Bernoulli comprobó experimentalmente que "la presión interna de un fluido (líquido o gas) decrece en la medida que la velocidad del fluido se incrementa", o dicho de otra forma "en un fluido en movimiento, la suma de la presión y la velocidad en un punto cualquiera permanece constante"**



# EFFECTO VENTURI

- Giovanni Battista Venturi, comprobó experimentalmente que al pasar por un estrechamiento las partículas de un fluido aumentan su velocidad y su presión disminuye



# LA SUSTENTACION

- **LA III LEY DE NEWTON :**
- **también conocida como principio de acción y reacción nos dice que si un cuerpo A ejerce una acción sobre otro cuerpo B , éste realiza sobre A otra acción igual y de sentido contrario.**



- **Un cohete cuando inicia la combustión genera una fuerza hacia abajo y la acción opuesta es que el cohete vaya hacia arriba**



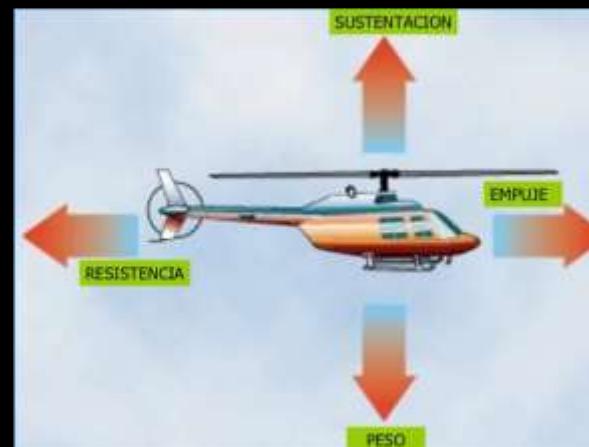
# PERFILES AERODINAMICOS

- **ALA FIJA.**
- **Perfiles aerodinámicos unidos a cada lado del fuselaje y son las principales superficies sustentadoras que mantienen al avión en vuelo.**
- **ALA ROTATORIA.**
- **Una aeronave de alas rotatorias es un vehículo en el cual las fuerzas de sustentación se logran mediante el giro de alas o palas , que forman parte del rotor , alrededor de un eje fijo**



# FUERZAS AERODINAMICAS

- De todas las fuerzas que actúan sobre una aeronave en vuelo, las básicas y principales porque afectan a todas las maniobras son cuatro:
  - Sustentación
  - Peso
  - Empuje
  - Resistencia



**DELTA FORCE**  
ESCUELA DE AVIACIÓN



# SUSTENTACION

- Es la fuerza desarrollada por un perfil aerodinámico moviéndose en el aire, ejercida de abajo hacia arriba y cuya dirección es perpendicular al viento relativo y a la envergadura del avión ( no necesariamente perpendiculares al horizonte ) . Debido a que es una fuerza , es una cantidad vectorial que tiene una magnitud y una dirección asociadas a ella . Se suele representar con la letra L , inicial del termino inglés Lift = Sustentación .



# PESO

- **Fuerza de atracción gravitatoria sobre un cuerpo, siendo su dirección perpendicular a la superficie de la tierra, su sentido hacia abajo, y su intensidad proporcional a la masa de dicho cuerpo.**
- **CENTRO DE GRAVEDAD:** Es el punto donde se considera ejercida toda la fuerza de gravedad, es decir el peso. El C.G es el punto de balance de manera que si se pudiera colgar la aeronave por ese punto específico este quedaría en perfecto equilibrio. La aeronave realiza todos sus movimientos pivotando sobre el C.G.



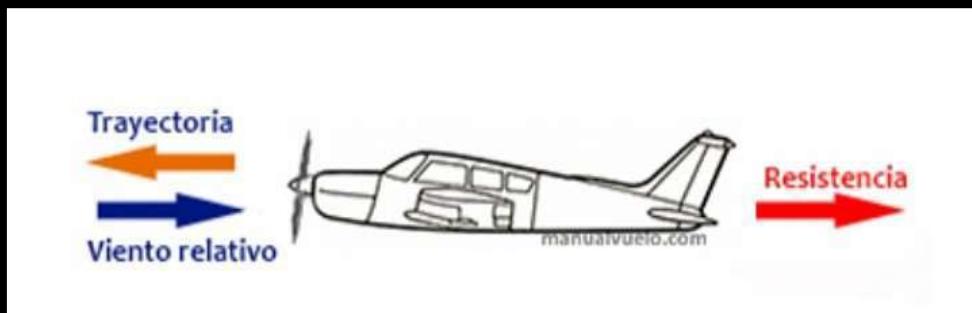
# EMPUJE O TRACCION (THRUST)

- Para vencer la inercia del avión parado , acelerarlo en la carrera de despegue o en vuelo , mantener una tasa de ascenso adecuada , vencer la resistencia al avance , etc. Se necesita una fuerza : el empuje o tracción . Esta fuerza se obtiene acelerando una masa de aire a una velocidad mayor que la del aeroplano . La reacción , de igual intensidad pero de sentido opuesto ( 3<sup>a</sup> ley del movimiento de Newton ) , mueve el avión hacia adelante . En aviones de hélice , la fuerza de propulsión la genera la rotación de la hélice , movida por el motor ( convencional o turbina ) ; en reactores ; la propulsión se logra por la expulsión violenta de los gases quemados por la turbina . Esta fuerza se ejerce en la misma dirección la que apunta el eje del sistema propulsor , que suele ser mas o menos paralela al eje longitudinal del avión aunque no siempre es así .



# RESISTENCIA

- Actúa de forma paralela y en la misma dirección que el viento relativo, aunque también podríamos afirmar que la resistencia es paralela y de dirección opuesta a la trayectoria.
- **RESISTENCIA INDUCIDA:** producto de la sustentación, se incrementa en proporción directa al incremento del ángulo de ataque.
- **RESISTENCIA PARÁSITA:** Es la producida por las demás resistencias no relacionadas con la sustentación, como son: resistencia al avance de las partes de la aeronave que sobresalen (fuselaje, tren de aterrizaje no retráctil, patines, antenas de radio, etc.)



# PERFILES AERODINAMICOS

- **ANGULO DE ATAQUE:**  
**Angulo agudo formado por la cuerda del ala y la dirección del viento relativo , o sea , el ángulo con que la cuerda del ala se enfrenta al viento relativo o viceversa .**

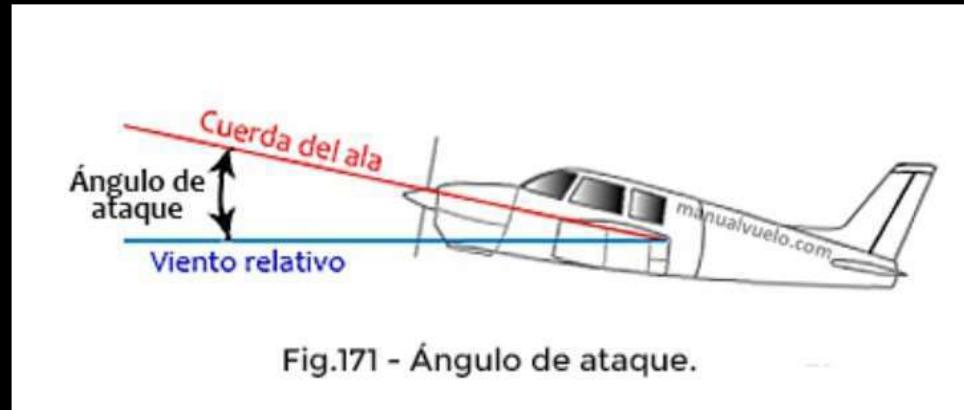


Fig.171 - Ángulo de ataque.



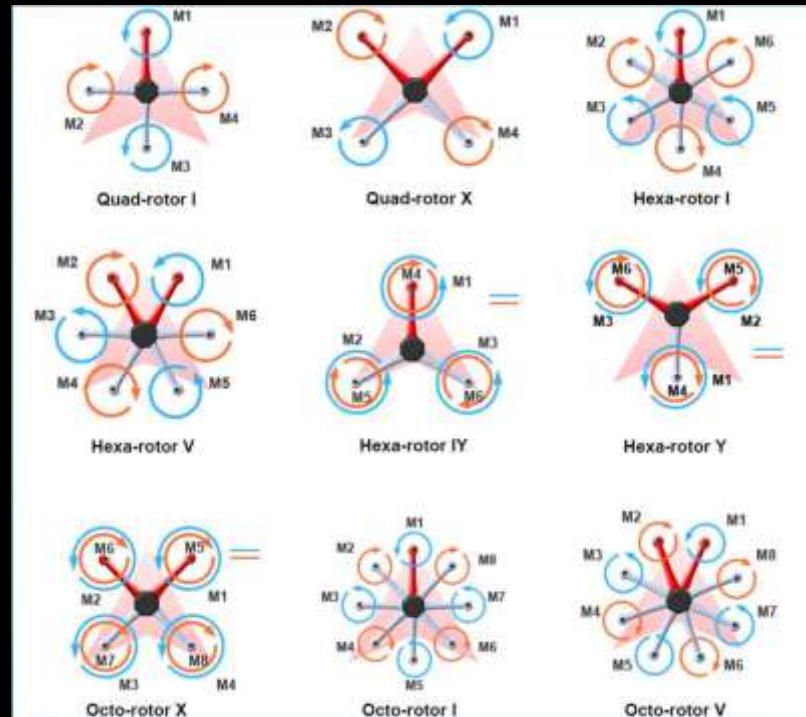
# EJES DE REFERENCIA

- Los ejes de un avión son tres líneas imaginarias que pasan a través del CG de la aeronave. Los ejes pueden ser considerados como ejes imaginarios en torno al cual gira la aeronave. Los tres ejes pasan por el centro de gravedad en ángulos de  $90^{\circ}$  entre sí.
- El eje de la nariz hasta la cola es el eje longitudinal, el eje que pasa de una punta a la otra del ala es el eje lateral, y el eje que pasa verticalmente a través de la CG es el eje vertical.

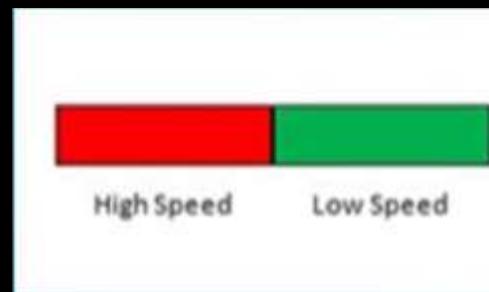
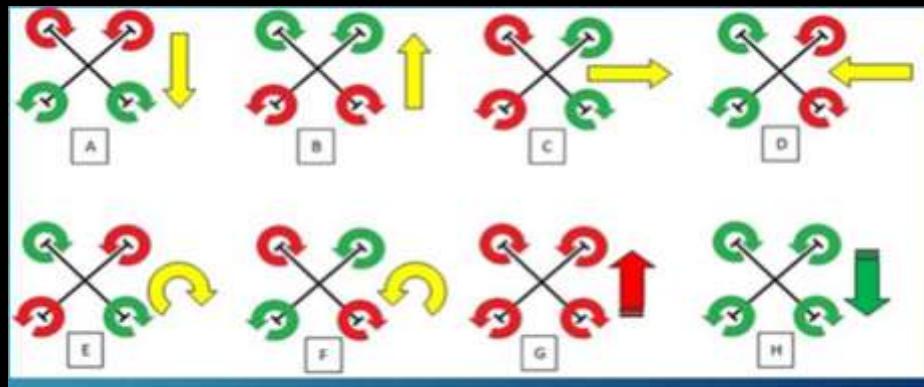


# SUPERFICIES DE CONTROL EN RPAS

- Los multirrotos, consiguen la sustentación gracias a la rotación de sus alas o hélices. Su hélices están pre anguladas por los que dependen de las revoluciones y potencia de sus motores para alcanzar dicha sustentación. Generalmente tiene motores pares, desde 4 hasta 8 motores, de los cuales, la mitad de ellos giran en un sentido y la otra mitad gira en el otro sentido, primero para cancelar el par motor o torque generado y segundo para realizar los movimientos en los 3 ejes.



# SUPERFICIES DE CONTROL EN RPAS



**DELTA FORCE**  
ESCUELA DE AVIACIÓN



# FUERZAS AERODINAMICAS

- **EMPUJE-RPAS/DRONES.**
- **Es generado por la rotación del sistema del rotor principal. Este puede ser hacia adelante, hacia atrás, lateral o vertical.**
- **En el avión es generado por el motor dependiendo de la clase de planta motriz que posea.**



**DELTA FORCE**  
ESCUELA DE AVIACIÓN



# SUPERFICIES DE CONTROL EN RPAS



- Los movimientos del **stick derecho** controlan la potencia de los motores que giran en el mismo sentido permitiendo que el MULTIROTOR se desplace en el sentido del stick.
- Los movimientos del **stick izquierdo** controlan la potencia de los motores de manera uniforme cuando se mueven adelante y atrás. Permite que el multirotor despegue y aterrice cuando se acciona. Cuando es movido a la izquierda o a la derecha, el multirotor guiña, rotando sobre el eje vertical





Sede Cali cra 100 no 15<sup>a</sup>- 45  
Ciudad Jardín

Sede Palmira diagonal 28<sup>a</sup> no 59-40  
Las Mercedes

Sede Armenia cra 14 #12n - 32 av. Bolívar  
Aeropuerto internacional  
El Eden 204

**NIT: 900.821.084-6**  
**LICENCIA AERONÁUTICA**  
**No. UAEAC-CCI-082T**



**AERONÁUTICA CIVIL®**  
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL



La movilidad  
es de todos

Mintransporte

  
EscuelaDeltaForce