



Análisis numérico del flujo de aire de un alerón de transporte aéreo por el método de Elemento Finito

Rolando Manuel Jose¹, Guillermo Urriolagoitia Sosa¹, Beatriz Romero Ángeles¹, Rodrigo García García¹, Carlos Elias Miguel Ruiz¹, David Esaú Carbajal López¹, Guillermo Manuel Urriolagoitia Calderón¹

RESUMEN

El trabajo abarca el estudio aerodinámico efectuado en el comportamiento de un elemento en un transporte aéreo (alerón). El objetivo es simular y mejorar el flujo aerodinámico que tiene un modelo de alerón de avión mediante un análisis numérico del comportamiento de flujo de aire, aplicando el Método de Elemento Finito (MEF). Como primera parte de trabajo, se realiza una investigación de los diferentes modelos geométricos de alerones de aviones para conocer resistencia del avance y la eficiencia del flujo de aire que estos presentan. Posteriormente se diseña una propuesta de alerón de avión, con el cual se pretende obtener el comportamiento del flujo de aire a través de la superficie del alerón del modelo propuesto mediante el análisis numérico efectuado por el software ANSYS, realizado a tres ángulos diferentes. Para finalizar con una comparación de los resultados obtenidos del modelo propuesto con cada ángulo cuando se presenta mayor, menor y nula sustentación.

ABSTRACT

The work covers the aerodynamic study conducted on the behavior of an element in an air transport (aileron). The objective is to simulate and improve the aerodynamic flow of an aircraft aileron model by means of a numerical analysis of the air flow behavior, applying the Finite Element Method (FEM). As a first part of the work, an investigation of the different geometric models of aircraft ailerons is carried out to know the advance resistance and the efficiency of the air flow that they present. Subsequently, a proposal of an aircraft aileron is designed, with which it is intended to obtain the behavior of the air flow through the aileron surface of the proposed model through the numerical analysis performed by the ANSYS software, done at three different angles. To finish with a comparison of the results obtained from the proposed model with each angle when there is greater, lesser and null lift.

Palabras claves: Diseño, Aerodinámica, Alerón, Análisis, MEF.

¹ Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de ingeniería Mecánica y Eléctrica, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Unidad Profesional Adolfo López Mateos “Zacatenco”.

rmanuelj1800@alumno.ipn.mx,
romerobeatriz97@hotmail.com,
cmiguelr1800@alumno.ipn.mx,
urrio332@hotmail.com

guiurri@hotmail.com,
rgarciag1801@alumno.ipn.mx,
dcarbajal2200@alumno.ipn.mx

INTRODUCCIÓN

El sector aeronáutico ha evolucionado a lo largo de los años, con la implementación de nuevos diseños, mejorando la aerodinámica de las aeronaves. Asimismo, la aerodinámica estudia el comportamiento del fluido alrededor de un cuerpo sólido, en este caso, el avión. Existen varios conceptos importantes en el estudio de la aerodinámica, como las fuerzas que actúan sobre el objeto (avión): levantamiento, empuje, arrastre y peso. En la construcción de un avión, el diseño del ala es indispensable, ya que en estos se incluyen componentes como el alerón, flaps y slats. El alerón es el elemento de estudio en esta investigación, lo cual hace importante mencionar que estos componentes se encuentran en los extremos de las alas del avión y que son asimétricos en su funcionamiento, controlando el balanceo de la aeronave, Núñez (2010).

Los avances computacionales han permitido estudiar el flujo de aire en cualquier dispositivo o elemento, haciendo más fácil comprender y predecir el comportamiento que tendrá un diseño, sin la necesidad de realizar experimentos fallidos. Por tal motivo, se realizará dicho análisis aerodinámico para estudiar el flujo de aire en el ala de un avión mediante el Método de Elemento Finito, con el software ANSYS.

ANTECEDENTES

El primer registro de la aviación remonta alrededor del año 400 a.C., el filósofo y matemático Arquitas de Tarento fabricó una “paloma de madera” la cual fue capaz de mantenerse suspendida en el aire, siendo un experimento para la posteridad, Calderón (2012). Siglos más tarde, Abbás Ibn Firnás fue el primer humano en fabricar un artilugio que él mismo usó para planear, el cual consistía en alas de madera cubiertas de seda y plumas, junto con una vestimenta cubiertas con el mismo material. Saltó desde un lugar elevado, con lo que logró suspenderse en el aire por algunos segundos, recorriendo gran distancia hasta el momento de aterrizaje, el cual no realizó de manera adecuada sufriendo daños severos en la espalda, Martínez (2017).

Leonardo da Vinci fue un inventor, ingeniero, arquitecto, etc., del renacimiento italiano, sus obras fueron precursoras de los avances que se tienen actualmente. Estudió el vuelo por medio del ala de las aves, y aunque no logró descifrar todo lo relacionado con el vuelo, fue un pionero del área, investigando el vuelo de manera horizontal y vertical, como también inventando el “tornillo aéreo,





máquina voladora” en el siglo XV y XVI, Tomasini (2012). Posteriormente, fueron varios los estudios efectuados por grandes científicos, investigadores, etc., como Galileo Galilei, Isaac Newton, Leonhard Euler y Daniel Bernoulli, aportando grandes descubrimientos y teorías para el estudio de la aerodinámica.

George Cayley fue un ingeniero británico, estudió la locomoción aérea, experimentó con aeromodelos, y demostró que las superficies con curvatura son mejores que las planas. Inventó el principio de diedro, el cual consiste en alas en forma de V achatada para estabilidad lateral y la cola horizontal para estabilidad longitudinal, sus estudios abarcan las cuatro fuerzas vectoriales: levantamiento, empuje, arrastre y peso. Otto Lilienthal fue un ingeniero alemán y fue el primero en demostrar las ventajas de superficies curvas en el ala de aviones, para tener una resistencia elevada de fuerzas de resistencia. En 1877 inventó un planeador similar a las alas de los pájaros. Al igual que Lilienthal, Octave Alexandre Chanute, ingeniero estadounidense, realizó inventos de aviación, con la idea de que lo primordial era conseguir el control del vuelo mecánico. Inventores como William Samuel Henson (británico) y John Stringfellow, realizaron prototipos, aunque sin obtener el éxito deseado. Asimismo, Clement Ader (ingeniero francés) e Hiram Stevens Maxim (inventor británico), realizaron igualmente sus propios inventos aéreos, sin embargo, ninguno tuvo éxito, aunque lograban recorrer distancias con pequeñas elevaciones, no eran consideradas como vuelos. Samuel Pierpont Langley (científico estadounidense) intentó fabricar un avión, siendo más pesado que el aire, sin obtener el éxito esperado, Jordan (2015).

Se puede decir que el primer vuelo a motor fue obra del inventor alemán Gustave Whitehead en 1901, quien logró despegar y aterrizar en Connecticut, llamando a su modelo *Número 21*. consiguió desplazarse más de dos kilómetros y medio a una altura de 60 metros. No obstante, los hermanos Wright en 1903 realizaron con éxito un vuelo tripulado en el *Flyer I*, nombre que le dieron a su aeronave, el cual era impulsado por un motor de combustión interna de 12 CV. Aunque su primer biplano en lograr un vuelo adecuado fue el *Flyer III*, Jordan (2015).



Figura 1.- Hermanos Wright y el *Flyer I* en 1903

La primera vez que se ocuparon alerones en un avión tripulado fue en el año 1904, adaptados en el planeador de Robert Esnault-

Pelterie. Henry Farman introdujo en su diseño un prototipo de alerones similar al que se maneja actualmente, ya que disponía de alerones articulados a la estructura alar, en su prototipo Farman III en 1909, Andrade (2014).

MARCO TEORICO

Las aeronaves se componen de elementos en común, diferenciándose en el diseño, ya que depende del uso final que la aeronave tendrá. Los elementos principales de un avión permiten que este pueda despegar, suspenderse, aterrizar y virar. El primer elemento es el fuselaje o cuerpo del avión, tiene como principal función servir de soporte a componentes como el ala, estabilizadores, mandos de vuelo, etc. El diseño de este dependerá de la finalidad a cumplir o del servicio a proporcionar. Dependiendo del diseño, la resistencia que proporcionará será menor o no, Juste (2016).



Figura 2.- Fuselaje de avión

Para que un avión pueda suspenderse en el aire necesita alas, las cuales están conformados por conjuntos de perfiles aerodinámicos que produzcan una diferencia de presiones, produciendo el efecto de sustentación, el cual se explicará posteriormente, Valverde (2013). El perfil alar será diseñado conforme a los siguientes aspectos:

- Línea de cuerda (línea roja)
- Curvatura (línea verde)
- Espesor máximo (flecha bidireccional)
- Extradós (parte superior)
- Intradós (parte inferior)

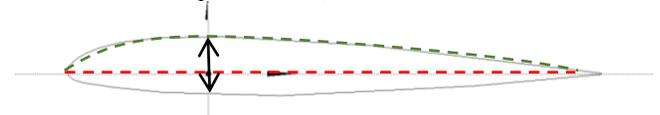


Figura 3.- Perfil alar asimétrico de un avión

De igual modo, en el momento que el avión se desplaza en el aire, la posición que genera entre la línea de cuerda y la dirección que este genera en el vuelo, se denomina ángulo de ataque (figura 4).

Los perfiles alares también pueden ser diseñados de forma simétrica o asimétrica. Los perfiles simétricos tienen la misma



superficie en las zonas extradós e intradós, facilitando su construcción.

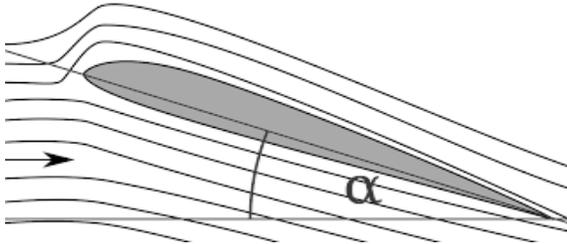


Figura 4.- Ángulo de ataque de perfil alar

Mientras que los perfiles asimétricos son lo opuesto, las superficies son diferentes, ya que una cuenta con una curvatura más pronunciada, a su vez cuentan con una mayor sustentación que los perfiles simétricos, Núñez (2010).

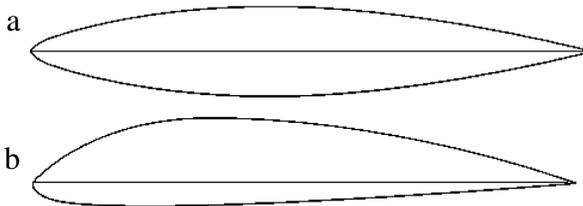


Figura 5.- Diseños de perfil alar simétrico (a) y asimétrico (b)

El diseño del perfil alar es un factor importante que influye en la sustentación del avión. El cual es una diferencia de presiones presentes en la parte superior del perfil alar (extradós) y la parte inferior (intradós). Sin embargo, el extradós debe permitir la aceleración del aire al mismo tiempo que la presión se reduzca, originando que el avión logre la sustentación. Otros factores importantes son el ángulo de ataque, la velocidad del aire y su densidad.

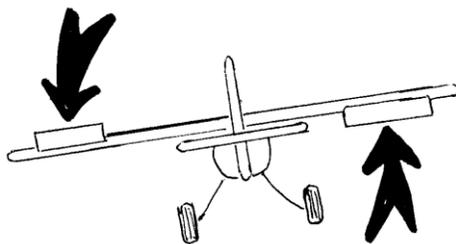


Figura 6.- Alerón izquierdo con menor sustentación y alerón derecho con mayor sustentación

Cuando el avión se encuentra en vuelo, tendrá tres ejes de rotación los cuales se denominan: eje longitudinal, eje lateral y eje vertical, todos con origen en el centro de gravedad, siendo perpendiculares

entre sí. El eje longitudinal será el punto de enfoque, debido a que este movimiento es producido por los alerones encontrados en los bordes de cada ala del avión. Los alerones se consideran superficies de mando y control, ya que permiten realizar virajes al avión mediante el alabeo.

Están diseñadas normalmente con una cara y un fondo, una curva y otra plana, en ocasiones ambas pueden ser curvadas, aunque de longitud de recorrido mayor que la otra. Ambos alerones trabajan de manera asimétrica, lo cual produce una ganancia de sustentación de un lado (elevación de alerón) y pérdida del otro (descenso de alerón). Los ángulos de recorrido de estos elementos son particularmente reducidos, en ascenso del alerón tiene un ángulo de 20°-25° y para descenso del alerón 12°-15° de movilidad, lo cual produce el giro del avión.

Para la elaboración de las alas de los aviones, comúnmente el material más ocupado es el aluminio, el cual equivale del 60 al 80% del total del material en la fabricación del avión. Sin embargo, no es el único material que puede ser ocupado, materiales como el acero, el titanio o materiales compuestos. Sobre estos materiales el aluminio posee ventajas como: costos más accesibles, fabricación poco compleja, liviano, dúctil, asimismo, es un material con propiedades adecuadas para la aeronáutica, Juste (2016).

DESARROLLO

Se diseña primeramente el perfil alar, el primero se contempla un ángulo de 0°, el segundo con un ángulo de ascenso de 25° y el último con uno de descenso de 14°. Esto debido a que son los ángulos máximos que pueden presentar los alerones del perfil alar en el instante de giro. Se diseña el perfil alar con el alerón en una misma pieza, para una mayor facilidad de análisis computacional.

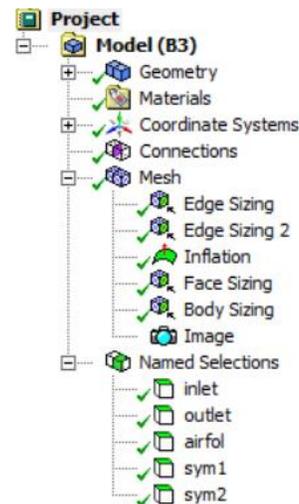


Figura 7.- Pasos efectuados para realizar el análisis del perfil alar, diseño propio



El diseño del perfil alar se exporta a ANSYS Workbench, para efectuar el discretizado. Este se realiza dentro de una figura rectangular, el cual internamente conlleva el perfil alar. Mediante las opciones que permite el programa, se sustrae el perfil alar para poder realizar las condiciones que este requiere, como lo muestra la figura 7 para las funciones ocupadas y la figura 8 para el discretizado obtenido.

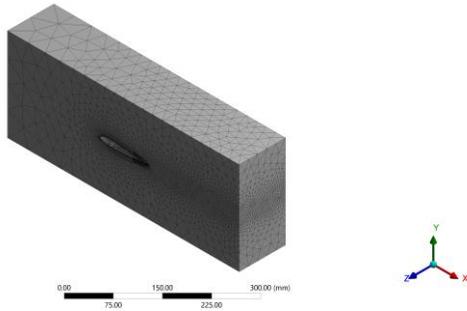


Figura 8.- Discretizado del perfil alar con ángulo de 0° , vista isométrica (elaboración propia)

Se muestran los discretizados generados de los perfiles alares con alerón, con el respectivo ángulo propuesto, el primero es referente al descenso y el segundo a la elevación que el avión genera al momento de realizar rotación en su eje longitudinal.

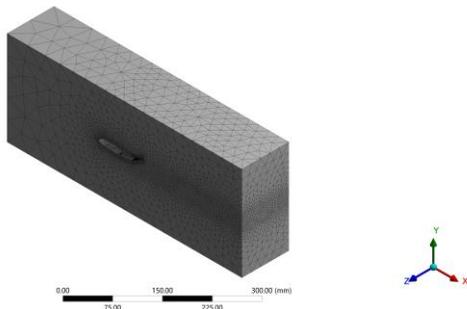


Figura 9.- Discretizado del perfil alar con ángulo de 25° , vista isométrica (elaboración propia)

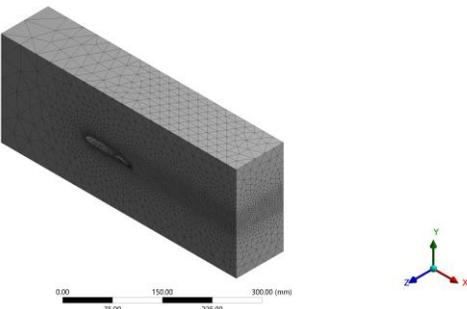


Figura 10.- Discretizado del perfil alar con ángulo de 14° , vista isométrica (elaboración propia)

Cada bloque contiene seis caras, en el eje “x” se encuentran dos caras, el primero se encontrará de parte frontal del perfil alar, el cual se denominará “inlet”, el posterior a este mismo eje será la cara “outlet”. En el eje “y”, ambas caras serán denominadas “sym 1” y en el eje “z” ambas caras se denominarán “sym 2” y las caras dentro del perfil alar se llamarán “airfoil”. Asimismo, estos pasos serán efectuados en todos los análisis, los cuales contienen los tres perfiles a estudiar.

Realizando un acercamiento del perfil, se observa que se efectuó un discretizado particular en la zona interna del perfil en referencia del bloque (figura 11,12 y 13).

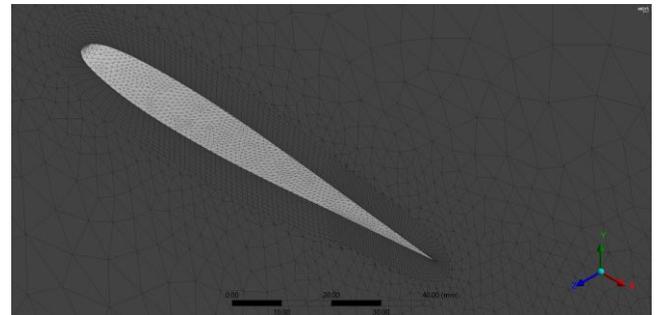


Figura 11.- Discretizado del perfil alar con ángulo de 0° (elaboración propia)

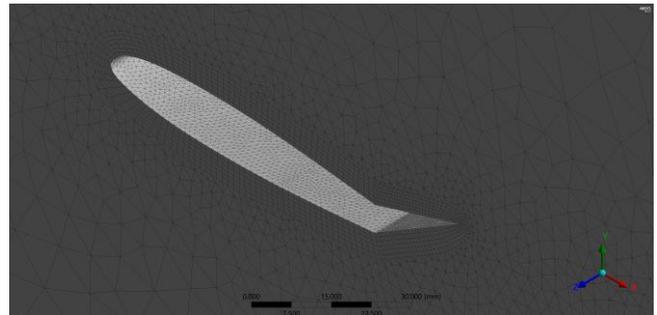


Figura 12.- Discretizado del perfil alar con ángulo de 25° (elaboración propia)

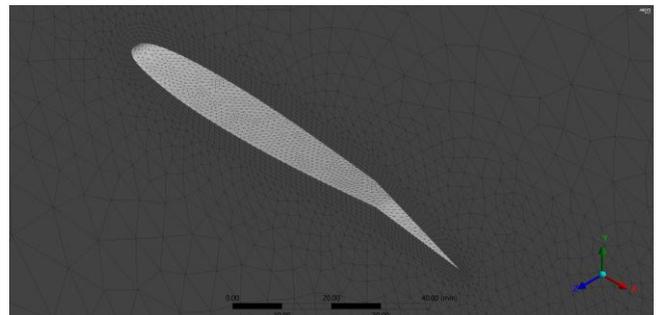


Figura 13.- Discretizado del perfil alar con ángulo de 14° (elaboración propia)



Se procede a efectuar el análisis aerodinámico mediante uso del CFD utilizando el software ANSYS Fluent. Con el análisis del perfil alar se pretende entender cómo influye el ángulo, longitud del perfil y del alerón, en tres ángulos de inclinación diferentes. Para conseguir dicho resultado se consideran los siguientes datos para efectuar el análisis, los cuales son datos estándar en el análisis.

Tabla 1.- Datos para análisis de perfil alar (elaboración propia)

| | |
|-----------|--------|
| Velocidad | 30 m/s |
| Fluido | Aire |
| Presión | 0 Pa |

RESULTADO DE SIMULACIÓN CON PERFILES AERODINÁMICOS

Se realizaron 1200 iteraciones para obtener un análisis más preciso, en los cuales se verá reflejado la velocidad y la presión que estos presentan en un momento cuando la velocidad es de 30 m/s. Es importante mencionar que todos los análisis se realizaron con un ángulo de ataque de 0°

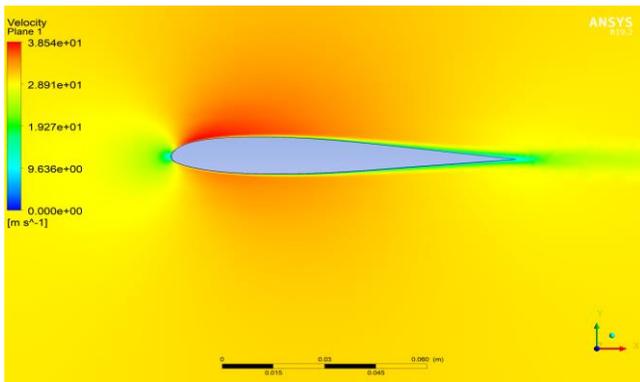


Figura 14.- Velocidad del perfil alar con ángulo de 0° (elaboración propia)

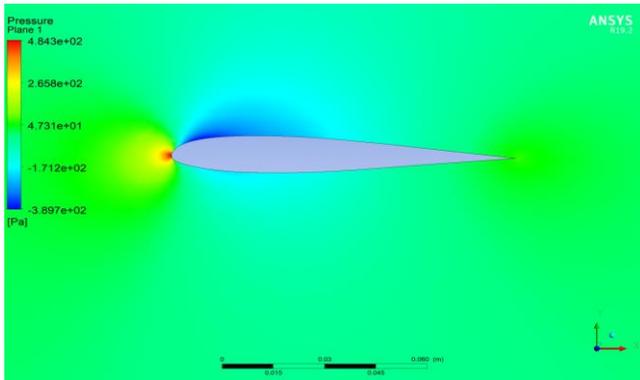


Figura 15.- Presión del perfil alar con ángulo de 0° (elaboración propia)

Se puede observar en la figura 14, cuando el alerón está en un ángulo de 0° , la velocidad máxima alcanzada es de 38.54 m/s. Por otra parte, en la figura 15 la presión máxima es de 484.3 Pa para la parte frontal del perfil y la presión en la zona superior es de -389.7 Pa, lo cual indica una presión menor a la atmosférica. Se observa que la punta del perfil alar, la presión es máxima debido a que es la zona de impacto, donde la velocidad es menor o igual a 0.

Cuando el alerón de un ala se encuentra a un ángulo de 25° , realizando una rotación en su eje longitudinal, la otra ala u otro extremo del perfil alar del avión, realiza una inclinación máxima igualmente, ya que actúan de manera opuesta, cuando el alerón de un perfil alar sube, la otra baja.

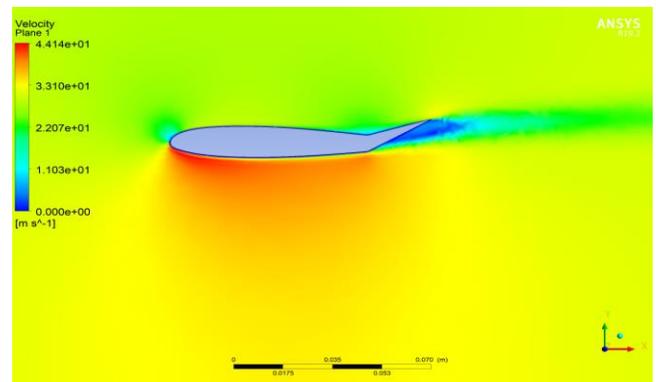


Figura 16.- Velocidad del perfil alar con ángulo de 25° (elaboración propia)

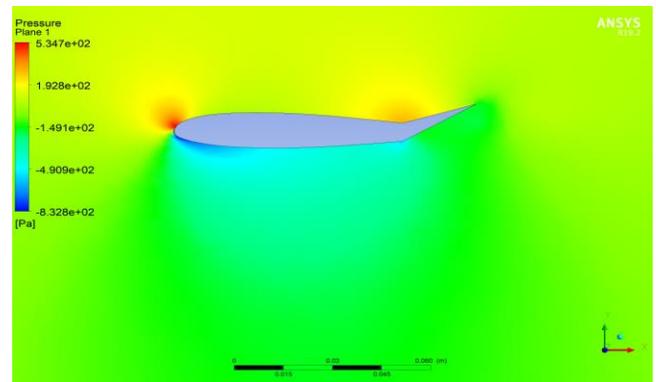


Figura 17.- Presión del perfil alar con ángulo de 25° (elaboración propia)

Como se observa en la figura 16, la velocidad máxima que se genera debido a la posición del alerón en el perfil alar propuesto es de 44.14 m/s, la cual se produce en la parte inferior. Asimismo, en la parte posterior del alerón, la velocidad es 0 o nula. La presión en la parte frontal del perfil alar es máxima, con un valor de 534.7 Pa, mientras que la parte inferior del perfil, la presión es de -490.9 Pa. Lo cual indica que la presión en la parte superior del perfil es mayor que la parte inferior.



Por el contrario, en la figura 18, es posible notar que la velocidad en la parte superior del perfil es mayor que en la parte inferior, esta cuando se genera un ángulo máximo en descenso del alerón de 14° , mientras que en la zona frontal del perfil la velocidad es menor, con valores aproximados entre 0 y 10 m/s. La presión observada en la figura 19 es máxima en la parte baja del cabezal del perfil alar, mientras que en la parte inferior es de mayor presión que la parte superior, presiones cercanas a 167.8 Pa para la zona superior y -490 Pa en la zona inferior del perfil.

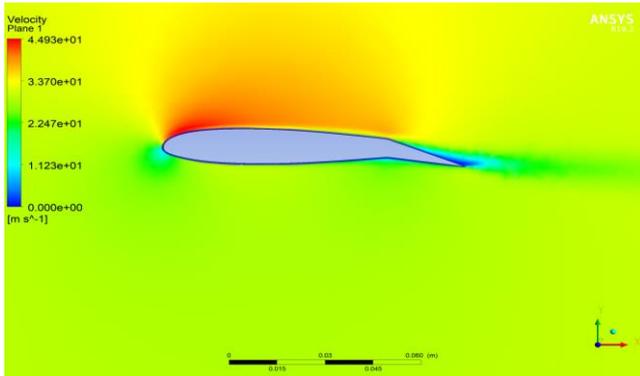


Figura 18.- Velocidad del perfil alar (elaboración propia) con ángulo de 14°

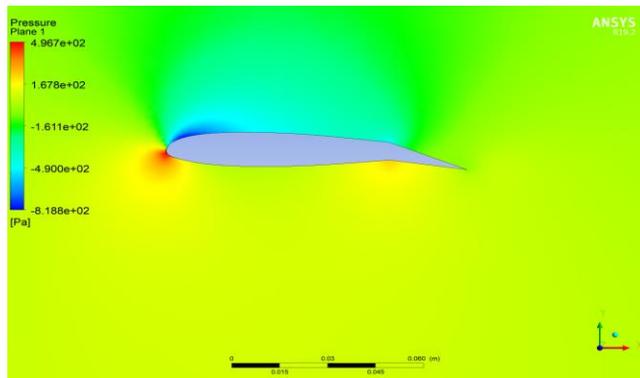


Figura 19.- Presión del perfil alar (elaboración propia) con ángulo de 14°

RESULTADOS Y CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos son valores cuando el alerón se encuentra con un ángulo de ataque de 0° . Sin embargo, la comparación de resultados es diferente debido a que los análisis efectuados son en diferentes ángulos del alerón del avión, siendo cuando se presenta una mayor, una menor y un nulo efecto de sustentación. Cada análisis permite conocer la velocidad máxima y mínima, como las presiones presentes en dicho análisis. Para ello, considerando los datos de la Tabla 1, se comparan los siguientes valores de cada análisis efectuado en distintos ángulos del alerón para entender el comportamiento.

Tabla 2.- Resultados del análisis de perfil alar (elaboración propia)

| Ángulo alerón | Velocidad máxima (m/s) | Presión máxima (Pa) |
|---------------|------------------------|---------------------|
| 0° | 38.54 | 484.3 |
| 25° | 44.14 | 534.7 |
| 14° | 44.93 | 496.7 |

Como se logra observar, para cada análisis las condiciones son las mismas, con la diferencia de la posición del alerón, el cual se estudia en tres posiciones distintas. La velocidad y la presión son los puntos a estudiar, con el cual se obtienen valores máximos y mínimos, mismos que nos indicaran el comportamiento que tendrán cuando se realice el desplazamiento del alerón desde el mando de control.

En primera instancia, el ángulo de 0° presenta una presión máxima en el radio de curvatura, mientras que en el cuerpo del perfil se crea una distribución de presiones. La velocidad aumenta en las zonas de extradós e intradós del perfil alar generando así el efecto de succión, lo cual implica una disminución de presiones.

Posteriormente, se analiza el alerón cuando realiza un giro máximo de 25° , obteniendo como resultado una presión mayor en el extradós y una presión inferior en el intradós. De mismo modo, la velocidad mayor se ubica en la misma zona donde la presión es menor, permitiendo que el perfil alar descienda sobre su eje longitudinal.

Finalizando con el ultimo análisis cuando el alerón desciende, presenta un ángulo máximo de $12^\circ - 15^\circ$. Sin embargo, el modelo presente obtiene un ángulo de 14° , donde se aprecia que la presión es mayor en la zona de intradós y menor en la zona de curvatura extradós. Asimismo, la velocidad es mayor en la zona superior. De tal forma que se permita el ascenso del perfil alar sobre su eje longitudinal.

En conclusión, la velocidad es mayor en la zona de extradós y la presión menor en la misma zona cuando el avión realiza un giro permitiendo que el perfil alar se eleve o ascienda. Por el contrario, el mismo caso se presenta cuando la velocidad es mayor en la zona del intradós y la presión menor en la misma zona, permitiendo que el perfil alar descienda y se complemente el giro. Cabe mencionar que ambos efectos se presentan en el mismo instante, presente uno en cada perfil alar del avión.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- [1] Andrade-Morales, A. A. (2014), Diseño de un avión ultraliviano con base en las normas técnicas JAR-FAR y el reglamento aéreo colombiano, Trabajo de grado, Universidad Tecnológica de Pereira, pp 32.
- [2] Calderón, W. F. (2012), Entre la mentira y la verdad pitagórica: el caso de Arquitas de Tarento, HYBRIS, Revista de Filosofía, Vol. 3, No. 2, pp 69.



- [3] Jordán-Delgado, L. F. (2015), La aerodinámica y la voluntad de volar, Revista Cultura, Ciencia y Tecnología, No. 17, pp 31-37.
- [4] Juste-Ruiz, A. (2016), Diseño de un ala de avión mediante técnicas numéricas (FEM), Trabajo fin de grado, Universidad Carlos III de Madrid, pp 25-26.
- [5] Martínez-Enamorado, V., Siles-Guerrero, F. (2017), Anejos de Takurinna, entre al-Ándalus y los inicios de la Edad Moderna, Actas del II congreso Internacional de Historia de la Serranía de Ronda, Ed. La Serranía, pp 364-365.
- [6] Núñez-Rafael, E. (2010), Diseño, Construcción, Instrumentación y Control de un Vehículo Aéreo No Tripulado (UAV), Tesis de grado, Instituto Politécnico Nacional, pp 8.
- [7] Tomasiní, M. C. (2012), Las máquinas de Leonardo da Vinci, Revista Ciencia y Tecnología, Universidad Palermo, No. 12, pp 30.
- [8] Valverde-Vega, M. F. (2013), Simulación mecatrónica del control de los alerones por interfaz gráfica, Tesis de grado, Instituto Politécnico Nacional, pp 2.

INFORMACIÓN ACADÉMICA

Rolando Manuel Jose: Alumno de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica, Instituto Politécnico Nacional, ESIME, SEPI Zacatenco, México.

Guillermo Urriolagoitia Sosa: Ingeniero Mecánico egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Adolfo López Mateos “Zacatenco”. Maestría En Ciencias en el área de Diseño Mecánico con tema en Mecánica de la Fractura en la Sección de Estudios de Posgrado e investigación en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y eléctrica del Instituto Politécnico Nacional. Maestría en Ingeniería Mecánica con tema en Fatiga por Frotamiento Egresado de la Universidad de Oxford Brookes. PhD Doctorado en filosofía con tema de Esfuerzos Residuales en la Universidad de Oxford Brookes. Actualmente Profesor Investigador de la sección de estudios de posgrado e investigación en la escuela superior e Ingeniería Mecánica y eléctrica del Instituto Politécnico Nacional.

Beatriz Romero Ángeles: Ingeniero Mecánico egresada de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Adolfo López Mateos “Zacatenco”. Maestría en Ciencias en Mecánica no Lineal en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional. Doctorado en Arresto de Grietas en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Actualmente Profesor Investigador de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional

Rodrigo García García: Alumno de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica del Instituto Politécnico Nacional, ESIME, SEPI Zacatenco México.

Carlos Elias Miguel Ruiz: Alumno de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica del Instituto Politécnico Nacional, ESIME, SEPI Zacatenco México.

David Esaú Carbajal López: Alumno de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica del Instituto Politécnico Nacional, ESIME, SEPI Zacatenco México.

Guillermo Manuel Urriolagoitia Calderón: Ingeniero Mecánico egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Adolfo López Mateos “Zacatenco”. Maestría en Ciencias, University of Stradclyde. Diplomado en Ingeniería en el Imperial College. Doctorado en Filosofía en la Universidad de Londres. Actualmente Profesor Investigador de la sección de estudios de posgrado e investigación en la escuela superior e Ingeniería Mecánica y eléctrica del Instituto Politécnico Nacional.

