

308917

10
205



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

**ESTUDIO Y PROPUESTAS PARA LAS OPERACIONES,
DISEÑO Y MANTENIMIENTO DE AVIONES
ULTRALIGEROS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA: INGENIERIA INDUSTRIAL
P R E S E N T A :
JAVIER CURIEL HINOJOSA

REVISOR: FIS, MARIANO ROMERO VALENZUELA

MEXICO, D. F.,

1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCION | 1 |
| CAPITULO I. GENERALIDADES | 3 |
| I.1 DEFINICION DEL ESTUDIO Y AVIONES ULTRALIGEROS | 4 |
| I.2 COMPONENTES DEL AVION ULTRALIGERO | 5 |
| I.2.1 FUSELAJE | 5 |
| I.2.2 ALAS | 5 |
| I.2.3 ESTABILIZADORES HORIZONTALES | 6 |
| I.2.4 ESTABILIZADOR VERTICAL | 6 |
| I.2.5 TREN DE ATERRIZAJE | 6 |
| I.2.6 POSTE | 6 |
| I.2.7 MOTOR | 6 |
| I.2.8 HELICE | 7 |
| I.2.9 CABINA | 7 |
| I.3 LEYES PARA EL USO DE AVIONES ULTRALIGEROS | 8 |
| I.4 SEGURIDAD EN EL AVION ULTRALIGERO | 9 |
| I.4.1 MOTOR | 9 |
| I.4.2 SISTEMAS DE REDUCCION | 10 |
| I.4.3 HELICE | 10 |
| I.4.4 CONTROLES DE VUELO | 10 |
| I.4.5 ASIENTO DEL PILOTO | 10 |
| I.4.6 SISTEMA ELECTRICO | 10 |
| I.4.7 TANQUE DE COMBUSTIBLE | 10 |
| I.4.8 RECUBRIMIENTO PLASTICO DEL AVION | 10 |
| I.4.9 CABLES DE CONTROL, TUBERIAS Y POLEAS | 10 |
| I.4.10 TREN DE ATERRIZAJE | 11 |
| I.4.11 RONDANAS, TUERCAS Y TORNILLOS | 11 |
| I.5 EQUIPO DE SEGURIDAD PARA EL PILOTO | 11 |
| I.5.1 PARACAIDAS | 11 |
| I.5.2 CASCO | 14 |
| I.5.3 GOGGLES | 14 |
| I.5.4 LUCES | 15 |

| | |
|---|-----------|
| I.6 ROPA UTILIZADA PARA EL VUELO | 15 |
| I.6.1 HIPOTERMIA | 16 |
| I.6.2 TRAJES PARA VUELO | 17 |
| I.6.3 GUANTES | 18 |
| I.6.4 CALZADO | 18 |
| I.6.5 EQUIPO EN GENERAL | 19 |
| I.6.6 PROTECTORES AUDITIVOS | 19 |

CAPITULO II. INSTRUMENTOS DE VUELO Y MOTOR 22

| | |
|--|-----------|
| II.1 INSTRUMENTOS DE VUELO | 23 |
| II.1.1 INDICADORES DE VELOCIDAD DE AIRE | 23 |
| II.1.2 ALTIMETRO | 26 |
| II.1.3 BRUJULA | 27 |
| II.1.4 INDICADOR DE VIRAJES | 28 |
| II.1.5 INDICADOR DE ANGULO DE ATAQUE | 29 |
| II.1.6 INDICADOR DE LA VELOCIDAD VERTICAL | 30 |
| II.1.7 PANEL DE INSTRUMENTOS | 31 |
| II.1.8 COMUNICACIONES | 32 |
| II.1.8.1 RADIOS | 32 |
| II.1.8.2 INTERCOMUNICADORES | 34 |
| II.2 EL MOTOR DEL AVION ULTRALIGERO | 35 |
| II.2.1 OPERACION DE LOS MOTORES DE DOS TIEMPOS | 35 |
| II.2.1.1 ADMISION | 35 |
| II.2.1.2 TRANSFERENCIA | 36 |
| II.2.1.3 COMPRESION E IGNICION | 37 |
| II.2.1.4 EXPANSION | 39 |
| II.2.1.5 ESCAPE | 39 |
| II.2.2 ACCESORIOS DEL MOTOR | 40 |
| II.2.3 SISTEMAS DE ESCAPE | 41 |
| II.2.4 BUJIAS | 43 |
| II.2.5 ACCESORIOS DEL CARBURADOR | 44 |
| II.2.6 CAJAS DE REDUCCION | 45 |

| | |
|---|----|
| II.2.6.1 BANDA EN "V" | 46 |
| II.2.6.2 BANDA DENTADA | 46 |
| II.2.6.3 BANDA "POLI V" | 46 |
| II.2.7 COPLES FLEXIBLES | 48 |
| II.2.8 HELICE | 48 |
| II.2.9 TANQUES DE COMBUSTIBLE | 52 |
| II.2.10 GASOLINA Y ACEITE | 54 |
| II.2.11 INSTRUMENTOS DEL MOTOR | 55 |
| II.2.11.1 TACOMETROS | 55 |
| II.2.11.2 MEDIDOR DE TEMPERATURA DE LA CABEZA DEL CILINDRO | 56 |
| II.2.11.3 MEDIDOR DE TEMPERATURA DEL SISTEMA DE ESCAPE | 56 |
| II.2.11.4 CONTADOR DE TIEMPO | 58 |
| II.2.11.5 MEDIDOR DE GASOLINA | 58 |

CAPITULO III. AERODINAMICA BASICA Y OPERACION EN VUELO 59

| | |
|---|----|
| III.1 AERODINAMICA BASICA DEL AVION ULTRALIGERO | 60 |
| III.1.1 FUERZAS QUE ACTUAN SOBRE EL AVION ULTRALIGERO | 60 |
| III.1.1.1 SUSTENTACION | 61 |
| III.1.1.2 GRAVEDAD | 62 |
| III.1.1.3 IMPULSO | 62 |
| III.1.1.4 ARRASTRE | 62 |
| III.1.2 EL ALA DEL AVION ULTRALIGERO | 62 |
| III.1.3 ANGULO DE ATAQUE | 63 |
| III.1.4 LOS TRES EJES DEL AVION ULTRALIGERO | 64 |
| III.1.5 TIMON DEL AVION ULTRALIGERO | 66 |
| III.1.6 TIMON - ELEVADOR | 67 |
| III.1.7 ELEVADORES Y ESTABILIZADORES DEL AVION ULTRALIGERO | 68 |
| III.1.8 ALERONES Y DEFLECTORES EN EL AVION ULTRALIGERO | 69 |
| III.1.9 ESTABILIDAD EN LOS TRES EJES | 70 |

| | |
|--|----|
| III.1.9.1 EJE LATERAL | 70 |
| III.1.9.2 EJE LONGITUDINAL | 71 |
| III.1.9.3 EJE VERTICAL | 73 |
| III.1.10 FACTOR DE CARGA | 74 |
| III.1.11 FACTOR DE CARGA DEL ALA | 74 |
| III.1.12 ESTABILIDAD ESTATICA Y DINAMICA | 75 |
| III.1.13 ARRASTRE | 76 |
| III.1.13.1 PARASITO | 77 |
| III.1.13.2 INDUCIDO | 77 |
| III.1.14 FUERZA DE GRAVEDAD | 78 |
| III.1.15 IMPULSO | 79 |

CAPITULO IV. MANTENIMIENTO Y SOPORTE EN TIERRA 81

| | |
|---|----|
| IV.1 MANTENIMIENTO Y SOPORTE EN TIERRA | 82 |
| IV.2 MANTENIMIENTO GENERAL | 82 |
| IV.3 HANGARES | 83 |
| IV.4 CUBIERTAS DE PROTECCION | 84 |
| IV.5 AGENTES LIMPIADORES | 85 |
| IV.6 ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE | 86 |
| IV.7 CONOS DE VIENTO | 87 |
| IV.8 AMARRES EN TIERRA | 88 |
| IV.9 OPERACIONES TERRESTRES | 89 |
| IV.10 REVISIONES PREVIAS AL VUELO | 90 |
| IV.11 REVISIONES RECOMENDADAS | 90 |
| IV.12 ELECCION DE UN AERODROMO ADECUADO | 96 |

| | |
|------------------------------------|-------------------|
| IV.13 BUSQUEDA DEL SERVICIO | 96 |
| <u>CONCLUSIONES</u> | <u>105</u> |
| <u>BIBLIOGRAFIA</u> | <u>110</u> |
| GLOSARIO | 112 |
| FOTOGRAFIAS AEREAS | 116 |

INTRODUCCION

El avión es sin duda uno de los inventos más importantes en este siglo 20. Es increíble ver al paso del tiempo los avances tecnológicos en dichos aparatos.

Si regresamos unos 5 ó 6 años, encontraremos un tipo de avión que revolucionó a la industria aeronáutica; el avión ultraligero.

Estos aviones son sumamente parecidos en estructura a los utilizados durante la Primera Guerra Mundial, aunque con sistemas muy modernos.

Cualquier persona puede volar un avión ultraligero, debido a esta razón he desarrollado un estudio sobre estos aparatos.

El trabajo realizado en esta tesis pretende proporcionar un conocimiento general y específico sobre las operaciones, el diseño y el mantenimiento de los ultraligeros, presentando propuestas para que, dentro de un marco de seguridad, se desarrollen las actividades antes mencionadas.

Los estudios y propuestas están enfocadas a pilotos y aficionados al vuelo de aviones ultraligeros.

Con estos estudios he desarrollado varias propuestas que van enfocadas al diseño, mantenimiento, seguridad y operación de los aviones ultraligeros.

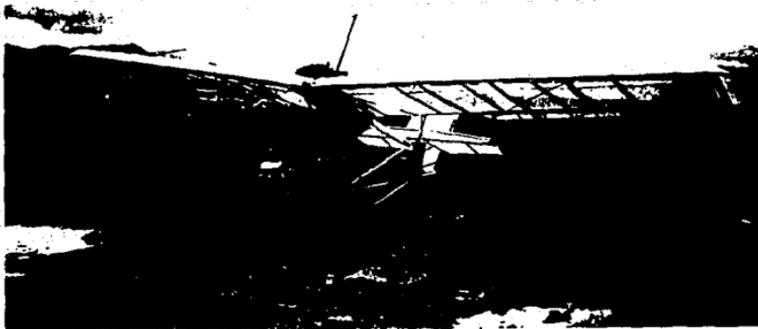
No olvidemos lo importante que es el conocimiento total de los aparatos para que el piloto aficionado o el piloto profesional, posean un control sobre cualquier tipo de situación que pudiera presentarse, ya sea en tierra o en el aire.

A lo largo de la Tesis se encontrarán estudios sobre mantenimiento, seguridad y operación de dichos aviones, así como propuestas y recomendaciones para estar en óptimas condiciones de vuelo:

- Hangares recomendados para aviones ultraligeros
- Entrenamiento necesario para pilotos
- Taller mecánico con almacén de refacciones
- Pistas para despegue y aterrizaje

- Soporte terrestre para operaciones
- Seguridad para aviones ultraligeros
- Motor e instrumentos de vuelo
- Aerodinámica básica y operación durante el vuelo
- Mantenimiento y soporte en tierra

Debido a que en nuestro país el vuelo de estos aparatos es relativamente nuevo, la Tesis proporcionará información de suma importancia para poder difundir entre la gente el uso de los aviones ultraligeros; no sólo con fines recreativos o deportivos, ya que se puede desarrollar una nueva tecnología para fumigación de plantaciones.



CAPITULO I. GENERALIDADES

CAPITULO I. GENERALIDADES

I.1 DEFINICION DEL ESTUDIO:

El trabajo realizado en esta tesis, es una serie de estudios sobre aviones ultraligeros. Con estos estudios, he desarrollado varias propuestas que van enfocadas al diseño, mantenimiento, seguridad y operación de los aviones ultraligeros. No olvidemos lo importante que es el conocimiento total de los aparatos para que el piloto aficionado o el piloto profesional, posean un control sobre cualquier tipo de situación que pudiera presentarse, ya sea en tierra o en el aire.

A lo largo de la tesis, se encontrarán estudios, mantenimiento, seguridad y operación de dichos aviones; así como propuestas y recomendaciones para estar en óptimas condiciones de vuelo:

- Hangares recomendados para aviones ultraligeros
- Entrenamiento necesario para pilotos
- Taller mecánico recomendable con almacén de refacciones
- Mantenimiento para aviones ultraligeros
- Pista para despegue y aterrizaje
- Soporte terrestre para operaciones
- Seguridad para aviones ultraligeros

Este trabajo está integrado por varios estudios que mencionaré a continuación:

- Generalidades y seguridad
- Motor e instrumentos de vuelo
- Aerodinámica básica y operación durante el vuelo
- Mantenimiento y soporte en tierra
- Recomendaciones para la elección de un aeródromo
- Resumen de propuestas y recomendaciones

DESCRIPCION DE AVIONES ULTRALIGEROS

Un avión ultraligero es un aparato que vuela debido a la acción dinámica del viento sobre sus alas.

Los prototipos de estos aviones se empezaron a construir a principios de los 80's, pero no se comercializarían sino hasta hace unos 5 ó 6 años.

Una de las primeras presentaciones de estos aparatos fue en una Conferencia Aeroespacial (Aerospace Conference) en Orlando, Florida.

En este evento se observó un aparato construído por He Nuski que despegaba en un área parecida a un campo de fútbol.

Estos aviones están contruídos con varios materiales como lo son madera, aluminio, acero, diversos plásticos y tela.

Ahora nos preguntaremos quién vuela aviones ultraligeros, pues en varias escuelas dedicadas a este negocio, los estudiantes tienen entre 17 y 40 años de edad.

Estas escuelas son baratas comparadas con las de aviación general y utilizan casi el mismo sistema de enseñanza.

Podemos afirmar, que estos aviones, son muy parecidos a los de principios de siglo en cuanto a estructura se refiere.

I.2 COMPONENTES DEL AVION ULTRALIGERO

A continuación se enlistarán los componentes estructurales del avión ultraligero:

I.2.1 FUSELAJE:

En la mayoría de los casos, esta estructura es de aluminio aunque lleva partes de madera, acero inoxidable e incluso plásticos.

Sobre esta parte se ensamblarán todos los demás componentes, es decir, es la parte central del avión.

I.2.2 ALAS:

Son las partes más importantes para el vuelo del avión. En este caso, las alas tienen un armazón interior o esqueleto que da la forma característica de la misma.

Para el recubrimiento se utilizan diferentes tipos de plástico dependiendo de su localización en el ala.

Estas estructuras cuentan además con alerones que sirven para dirigir al avión en vuelo.

I.2.3 ESTABILIZADORES HORIZONTALES:

Se encuentran en la parte posterior del fuselaje.

Su función específica es elevar o hacer descender al aparato. La construcción es similar a la de las alas.

I.2.4 ESTABILIZADOR VERTICAL:

Al mover el timón que se encuentra en este estabilizador, el avión dará vuelta hacia la derecha o hacia la izquierda.

Su construcción es similar a la de las alas y estabilizadores horizontales.

I.2.5 TREN DE ATERRIZAJE:

Permite al avión el despegue y el aterrizaje sobre la pista. Generalmente se utilizan llantas de hule sujetas a un bastidor de acero reforzado, aunque dependiendo de las condiciones del terreno, puede ser modificado con deslizadores para nieve o flotadores en el caso de agua.

Al utilizar un tren de aterrizaje con ruedas, se deberá tener un sistema de frenos.

I.2.6 POSTE:

Esta pieza sirve para tensar las alas manteniéndolas fijas a vibraciones, dándole una mayor resistencia a toda la estructura del avión ultraligero.

I.2.7 MOTOR:

El material utilizado en la fabricación de los motores, es el acero fundido en moldes de arena.

La potencia de estos motores varía de 40 a 50 caballos de fuerza, y operan a dos tiempos con un tipo de gasolina especial.

I.2.8 HELICE:

Esta parte recibe el torque del motor produciendo un impulso a todo el avión.

Los materiales pueden ser distintos tipos de maderas o aleaciones metálicas o combinación de ambas (Corazón de metal con recubrimiento en madera).

I.2.9 CABINA:

Estrictamente no es una cabina como la conocemos, es simplemente un asiento hecho de material plástico donde están montados todos los instrumentos de vuelo.

En ocasiones, encontramos parabrisas de acrílico transparente o coberturas en fibra de vidrio para el asiento y los instrumentos.

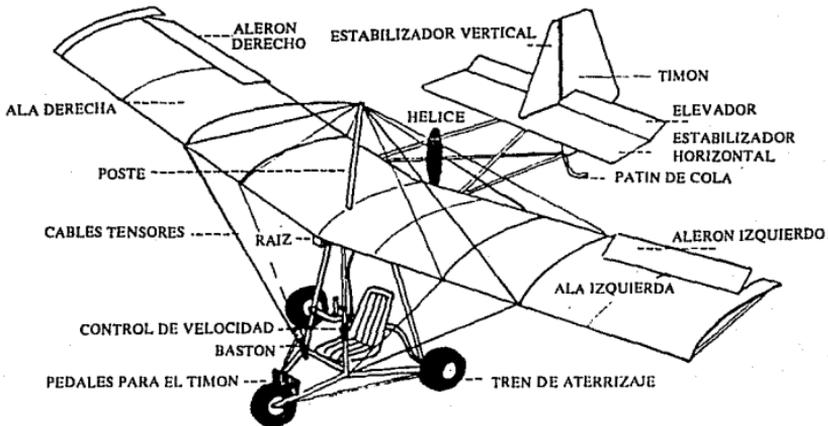


FIG. 1 COMPONENTES DE UN AVION ULTRALIGERO

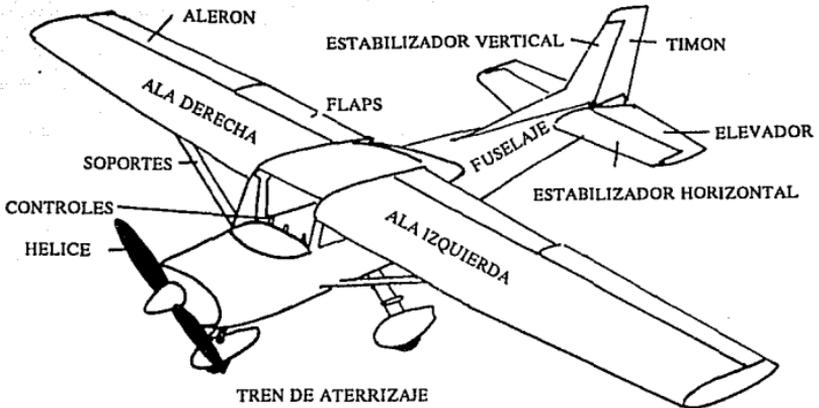


FIG. 2 COMPONENTES DE UNA AVIONETA

I.3 LEYES PARA EL USO DE AVIONES ULTRALIGEROS

Se tienen restricciones para el uso de los aviones ultraligeros:

- 1.No debe pesar mas de 254 libras (115 kilogramos)
- 2.La velocidad máxima no debe sobre pasar los 100 kilometros por hora
- 3.No se permite el vuelo del avión ultraligero en zonas residenciales
- 4.No podemos entrar en propiedad privada y sobre volarla

5. Sólo se permite el uso del avión ultraligero con fines recreativos o deportivos
6. No son necesarios los conocimientos complejos en aeronáutica (sólo básicos)
7. No es necesaria ningún tipo de licencia de piloto
8. No se necesita registrar el avión para poder volarlo
9. Queda estrictamente prohibido lanzar objetos desde el aire
10. Queda prohibido cualquier tipo de maniobra que ponga en peligro al personal en tierra o al piloto mismo
11. No es permitido el vuelo antes del amanecer o después del ocaso, siempre deberá haber luz solar durante las maniobras
12. El avión ultraligero deberá estar equipado con una luz estroboscópica anti colisión, visible a 5 kilómetros de distancia
13. No se permite volar cerca de áreas urbanas por el posible tráfico aéreo en dicha zona

I.4 SEGURIDAD EN EL AVION ULTRALIGERO

La seguridad es primero, especialmente en la aviación ultraligera.

Si nos encontráramos volando a 300 metros de altura, no tendríamos tiempo para pensar si apretamos bien una tuerca o si están bien calibrados todos nuestros instrumentos de vuelo.

Es muy importante revisar el avión detalladamente antes y después de cada vuelo, tomando en cuenta todas las situaciones que pudieran ser de emergencia como algún aterrizaje forzoso; llevando un control de cada vuelo en una libreta.

A continuación enlistaremos los puntos más comunes a revisar antes y después de cada vuelo de nuestro avión:

I.4.1 MOTOR:

Revisión de la velocidad, carburación, bujías en buen estado, cables fijos a la estructura y equipo de enfriamiento en buen estado.

I.4.2 SISTEMA DE REDUCCION:

Tensión adecuada en las bandas, cajas de engranes, anillos y ejes bien lubricados.

I.4.3 HELICE:

Verificar que no existan cuarteaduras o rayaduras en la superficie, montaje adecuado y alineación correcta.

I.4.4 CONTROLES DE VUELO:

Movimiento libre de las superficies de control (Timón, estabilizadores etc.), deberán estar bien lubricados y moverse en la dirección correcta para el vuelo.

I.4.5 ASIENTO DEL PILOTO:

Cuidar que el sol no dañe los cinturones de seguridad y revisar que el asiento se encuentre balanceado en la estructura de acuerdo al peso del piloto.

I.4.6 SISTEMA ELECTRICO:

Revisar que los cables se encuentren bien aislados, tener cuidado con los cables sueltos o conexiones separadas. Batería en buen estado.

I.4.7 TANQUE DE COMBUSTIBLE:

Revisión de la mezcla gasolina-aceite, el tanque deberá estar libre de agua o polvo, la línea de combustible deberá estar abierta cuando el vuelo sea próximo y el tanque bien instalado en el fuselaje del aparato.

I.4.8 RECUBRIMIENTO PLASTICO DEL AVION:

Revisión de posibles roturas o deterioro por agentes naturales a la estructura.

I.4.9 CABLES DE CONTROL, TUBERIAS Y POLEAS:

Revisión y cambio en el caso de cables rotos, lubricación y movimiento libre de las poleas hacia las superficies de control.

I.4.10 TREN DE ATERRIZAJE:

Revisión de los rines y sistema de frenos, llantas bien infladas, piernas y soportes del tren de aterrizaje en buen estado.

I.4.11 RONDANAS, TUERCAS Y TORNILLOS:

No utilizar cualquier tipo en caso de reparaciones de emergencia; éstas deberán estar diseñadas para soportar las condiciones de vuelo. Revisión de remaches rotos.

I.5 EQUIPO DE SEGURIDAD DEL PILOTO

Así como se hace una revisión completa al avión ultraligero, es de igual importancia contar con el equipo de piloto y revisarlo antes del vuelo.

A continuación enlistaremos dicho equipo de seguridad:

I.5.1 PARACAIDAS:

Son compactos y muy ligeros; los dividimos en dos grupos:

- Paracaídas activados a mano
- Paracaídas activados por explosión

Activados a mano:

Este paracaídas se coloca en el pecho del piloto y también se asegura a la estructura del avión ultraligero.

En caso de existir alguna falla estructural mayor en el aparato, éste caerá a tierra junto con el piloto sostenido por el mismo paracaídas (fig.3).

Activados por explosión:

Este paracaídas cuenta con un recipiente cilíndrico con una carga explosiva pequeña.

Este paracaídas está instalado en la estructura del avión ultraligero y está apuntando hacia arriba en la parte posterior del aparato.

La carga explosiva se encargará de lanzar el paracaídas lejos del avión.

Al realizar este movimiento, transcurren alrededor de 3 segundos para que el paracaídas se infle y será efectivo siempre y cuando se active a 30 ó 40 metros del suelo.

En el momento de la emergencia, deberá apagarse el motor y buscar un área despejada para poder aterrizar.

(Fig.3)

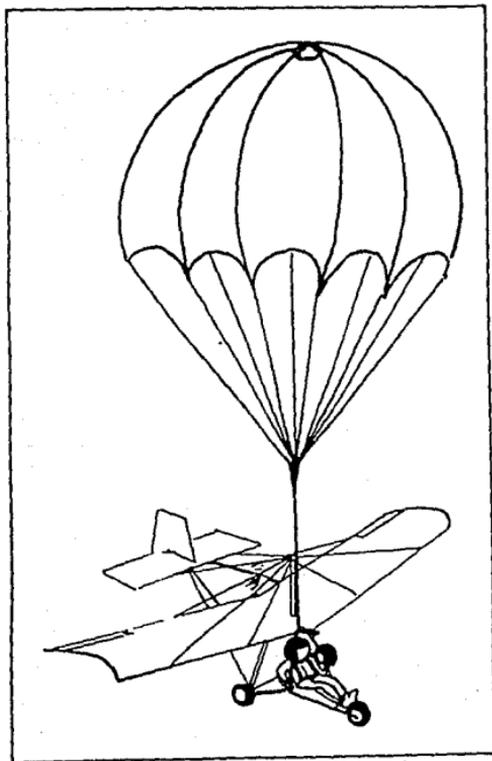


FIG. 3 PARACAIDAS

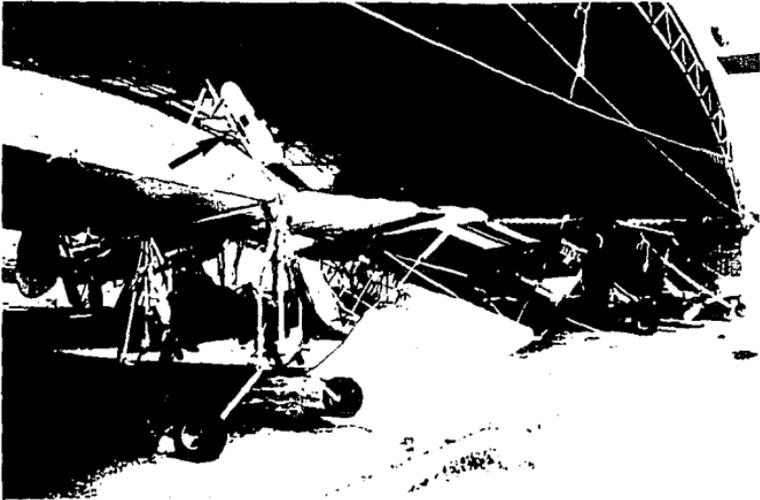


FIG. 3A PARACAIDAS BALISTICO

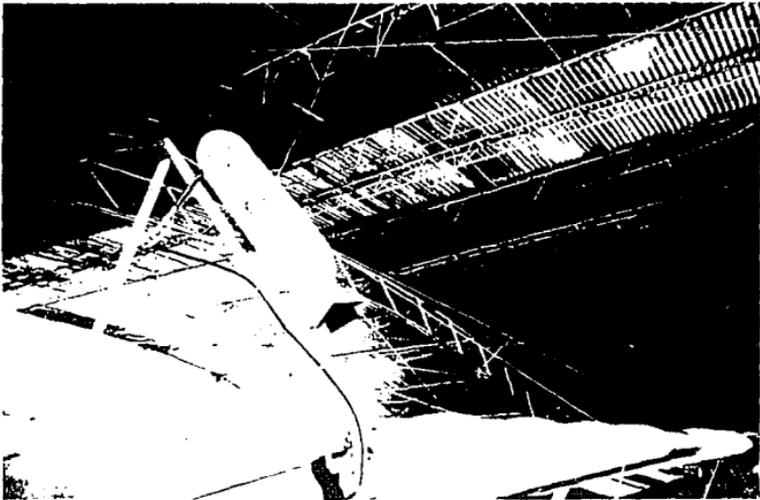


FIG. 3B PARACAIDAS BALISTICO

Debemos recordar que el avión ultraligero vuela a baja altura, por lo que es recomendable el paracaídas activado por explosión, debido a su rápida respuesta a una emergencia.

Algunos de estos sistemas presentan un doble medio de accionamiento para la carga explosiva.

Como una precaución, es muy importante desempacar y volver a doblar el paracaídas después de cada vuelo para que éste permanezca en óptimas condiciones de seguridad.

El paracaídas de tipo explosión, no necesita ser desempacado, sino revisado unas dos veces anualmente por el fabricante o distribuidor.

I.5.2 CASCO:

Existen muchas clases de cascos en el mercado actual.

El material más común es la fibra de vidrio aunque un nuevo material conocido como KEVLAR (usado en equipos militares) es más ligero y tan resistente como el acero, se está haciendo muy popular.

El problema con el kevlar es que es bastante caro.

Otro material muy usado es el policarbonato moldeado; en el interior del casco se usa hule espuma o materiales usados para aislamiento térmico.

El casco distribuye el golpe en toda su superficie y el interior aminora el impacto contra la cabeza.

Los tipos de casco son dos: el abierto y el completo.

El casco abierto es parecido al que se usa en ciclismo, pero no es tan seguro como un casco completo, ya que éste cubre toda la cabeza.

Para seleccionar estos cascos, es importante revisar que en su interior esté la aprobación de la A.N.S.I. (The American National Standards Institute) o del D.O.T. (Department Of Transportation) que reglamenta en Estados Unidos su fabricación (Recordemos que en México no se fabrican este tipo de cascos).

I.5.3 GOGGLES:

La mayoría de la gente no los usa o lo hace sin casco.

Es muy importante esta protección para los ojos.

Deben ser confortables y ventilados para evitar que se nublen.

I.5.4 LUCES:

Estas deben ser intermitentes para avisar la posición del ultraligero en el aire.

Esta unidad emite la luz cada 2 ó 3 segundos.

La potencia de estas luces estroboscópicas, está dada en Julios y operan por medio de baterías recargables o por un generador conectado a la hélice, parecido al sistema utilizado en las bicicletas.

Cuando el sistema de luces emplea baterías, es muy importante llevar repuestos en vuelo para cualquier emergencia.

Estas luces deberán estar instaladas en lugares visibles del avión, por ejemplo el poste, alas y timón.

Las luces estroboscópicas pueden ayudar a hacer al ultraligero visible por otros aviones o avionetas en el área que se está volando.

I.6 ROPA UTILIZADA PARA EL VUELO

El volar aviones ultraligeros es un deporte, un pasatiempo.

Es muy importante considerar la comodidad del piloto al efectuar cualquier vuelo.

Si no estamos con la ropa adecuada, nuestro viaje de placer puede convertirse en un martirio.

A muy altas velocidades y altura, habrá mucho frío, lluvia, etc.

Claro que antes de volar debemos ver el estado del tiempo para reducir estos problemas.

Curiosamente, el mejor tiempo para volar es el de frío; esto se debe a que el aire es más denso y el ultraligero maniobra mejor en este clima.

1.6.1 HIPOTERMIA:

En los meses de calor, no nos encontramos con este problema, porque la temperatura baja unos 3 grados centígrados cada 300 metros.

Hipotermia es cuando el cuerpo humano no es capaz de generar o encontrar una fuente exterior de calor para mantener su temperatura interna de 37 grados centígrados.

Esta situación es muy probable durante el invierno o si estuvimos expuestos a temperaturas muy bajas durante el vuelo del ultraligero.

La mayoría de nosotros, hemos experimentado por lo menos la primera de las cinco etapas de la hipotermia.

Esta primera etapa es cuando el frío nos hace temblar.

En la segunda etapa, esta sensación es más violenta y la temperatura corporal puede descender a 33 grados centígrados.

La víctima empezará a perder el habla, y posiblemente sufrirá amnesia, además la respuesta motora del cuerpo se entorpece.

Durante la tercera etapa, la temperatura corporal puede descender hasta los 30 grados centígrados, originando que la piel se ponga azulada.

Los músculos estarán ya completamente rígidos.

La persona se da cuenta vagamente de lo que ocurre a su alrededor.

En la cuarta etapa, la persona queda inconsciente y su temperatura corporal desciende hasta 26 grados centígrados.

En la quinta etapa, la persona sufre un ataque cardíaco, y es muy probable que muera, sobre todo si la temperatura sigue bajando.

En el caso de estar volando un ultraligero, es importante bajar a tierra si se presentan síntomas de hipotermia.

Una vez en tierra, podemos esperar a que las condiciones climatológicas mejoren, o en otro caso, debemos abrigarnos mejor.

Para tratar la hipotermia en la primera etapa, debemos hacer un poco de ejercicio pero sin llegar a la transpiración, pues de esta manera perderíamos calor corporal.

Si este estado continúa ,es muy importante entrar a algún lugar cubierto porque de continuar así, caeríamos inconscientes.

Las personas que se hagan cargo de nosotros, deben alimentarnos con comida y bebidas calientes.

Dependiendo de las condiciones del tiempo, nuestras ropas pueden estar mojadas; hay que cambiarlas inmediatamente por prendas secas y cubrirse con varias sábanas o una bolsa para dormir.

Sin embargo, es prudente llamar al médico para cualquier emergencia.

Otro problema que acompaña a la hipotermia,es el congelamiento de labios,nariz oídos ,manos y cualquier parte de nuestra piel que esté expuesta.

Las áreas afectadas presentan dolor y si se les toca, éste es peor.

Este congelamiento,lo podemos tratar calentando estas partes con alguna prenda; en el pasado se frotaba la parte afectada con nieve; nunca debemos seguir esta práctica.

Si el congelamiento prosigue, se pierde la sensibilidad en la piel; y es muy probable que el tejido muera.

No debemos calentar el área afectada con fuego directamente, o frotando; lo ideal es sumergir en agua a unos 40 grados centígrados dicha área.

I.6.2 TRAJES PARA VUELO:

Tenemos distintos trajes de vuelo; desde sencillos hechos con telas muy delgadas, hasta trajes con calefacción eléctrica.

La ventaja de tener un traje con calefacción, es que evitamos colocarnos varias prendas encima.

Se recomienda el uso de ropa interior térmica, para una mejor protección contra las condiciones climatológicas.

Por raro que parezca, esta ropa interior previene que el piloto sufra un sobrecalentamiento por el uso del traje térmico.

Esto es debido a que si los elementos de calefacción se encuentran muy cerca de la piel, ésta empezará a transpirar provocando que el cuerpo pierda su calor a lo largo del vuelo.

En el caso de adquirir un traje ligero sin aislamiento o calefacción ,deberá ser lo suficientemente grande para que el piloto pueda llevar varias prendas debajo.

Además es importante revisar que tengamos libertad de movimientos con todo el equipo puesto.

Los trajes utilizados para los vehículos de nieve, son muy recomendados para el vuelo en los ultraligeros.

1.6.3 GUANTES:

Las manos son una de las partes más críticas para mantener a una temperatura adecuada.

Sin unos guantes adecuados, la movilidad de los dedos se verá muy afectada.

Los guantes utilizados deben tener buena protección contra el viento y mucha flexibilidad, además de permanecer a una buena temperatura.

Los guantes de nylon tienen un aislamiento térmico excelente, pero las fibras utilizadas en ellos los hacen muy rígidos.

En este deporte, los controles se mantienen sujetos por mucho tiempo y un guante inapropiado no será confortable y podría cortarnos la circulación.

El tipo ideal para usar son los guantes de cuero con aislamiento de fibras naturales (lana por ejemplo).

La desventaja de este tipo es el costo, aunque nos ofrecen una excelente flexibilidad y confort en bajas temperaturas.

Unos guantes de este tipo, pero con la manga larga, nos serán mucho más útiles, pues podremos colocarlos sobre el traje.

1.6.4 CALZADO:

Dependiendo de las condiciones del tiempo, podemos utilizar desde sandalias hasta botas térmicas.

El vuelo en tiempo frío es otra cosa, tendríamos el mismo problema que con las manos.

Unas botas de cuero con unas dos ó tres calcetas de lana, pueden hacer muy buen trabajo.

No debemos olvidar la comodidad en los pies, pues podríamos también tener problemas con la circulación de la sangre.

El pantalón del traje, debe estar introducido en las botas para evitar filtraciones de aire al piloto; la mayoría de los trajes cuentan con los tobillos ajustables para poder sellar bien.

Las botas que se elijan, deberán tener suela de hule para tener buena tracción con los pedales o controles del avión ultraligero.

1.6.5 EQUIPO EN GENERAL:

La ropa que se utilice debe estar de acuerdo con el tipo de vuelo que estamos haciendo, el tipo de avión y el clima.

Es recomendable llevar ropa extra para cambios repentinos de temperatura (al anochecer por ejemplo); si sentimos calor lo de menos será quitarnos ropa y guardarla en alguna mochila.

Es sumamente importante el uso del casco durante el vuelo, no importa que el clima sea demasiado caluroso y nos sintamos incomodos; la seguridad es primero.

Durante el invierno es muy común que el parabrisas del avión y nuestros goggles se empañen o se hielen; para evitar esta situación, existen varios aerosoles comerciales.

En el caso de los goggles, la mejor manera de evitar estos problemas, es que cuenten con ventilación.

1.6.6 PROTECTORES AUDITIVOS:

Los motores de los aviones ultraligeros, cuentan con mofles y otros reductores de ruidos, aunque una vez volando a máxima potencia, puede haber bastante.

Aunque los ultraligeros actuales son silenciosos, después de algunos meses pueden existir daños al oído si no tomamos las precauciones adecuadas.

La mejor manera de prevención, es el uso de protectores auditivos.

En el mercado hay diferentes tipos, incluso existen unos protectores auditivos que permiten oír la voz, pero mantienen fuera el sonido del motor.

Este tipo es algo voluminoso y puede no ser muy confortable si se utiliza con un casco.

Lo mas práctico son los protectores de hule espuma.

Estos protectores, toman la forma del oído aislando perfectamente el ruido del motor.

A continuación tenemos el equipo más importante para el piloto:

(Fig. 4)



FIG. 4 TRAJE DE VUELO DEL PILOTO



FIG. 4A CASCO Y LENTES PARA EL PILOTO



FIG. 4B CASCO PARA EL PILOTO

CAPITULO II. INSTRUMENTOS DE VUELO Y MOTOR

CAPITULO II. INSTRUMENTOS DE VUELO Y MOTOR

II.1 INSTRUMENTOS DE VUELO

Los aviones ultraligeros son muy simples de volar, debido a esto, necesitan muy pocos instrumentos de vuelo.

Con estos instrumentos, el viaje será más confortable y seguro.

II.1.1 INDICADORES DE VELOCIDAD DEL AIRE (A.S.I.):

Este instrumento es el velocímetro del avión e indica que tan rápido está pasando el aparato a través del aire.

En un automóvil, 100 kilómetros por hora indican la distancia que recorreremos en este tiempo; en el caso de los aviones no es así necesariamente, esta velocidad es relativa al aire que está pasando por el avión.

Si el indicador marca 100 kilómetros por hora, esta velocidad puede ser mayor o menor con respecto a tierra.

Si tenemos un viento de 40 kilómetros por hora en la cola del avión, nuestra velocidad con respecto al suelo será de 140 kilómetros por hora; en cambio si tenemos el viento en contra, la velocidad disminuirá hasta 60 kilómetros por hora con respecto al suelo.

El indicador de la velocidad del aire, es el instrumento más importante para el avión ultraligero.

Existen varios tipos:

TIPO HALL:

Es un tubo de plástico calibrado con un disco conectado a un resorte que flota debido a la presión del aire.

La velocidad del aire se mide de acuerdo a la posición del disco.

TIPO RELOJ:

Es un manómetro donde la aguja se mueve dentro de la escala debido a la presión que el aire ejerce sobre un disco calibrado.

TIPO HELICE:

Es muy parecido al velocímetro de un automóvil, la diferencia está en que el chicote que mueve la aguja en la escala es activado por una hélice pequeña que recibe toda la corriente del aire.

(Fig.5)

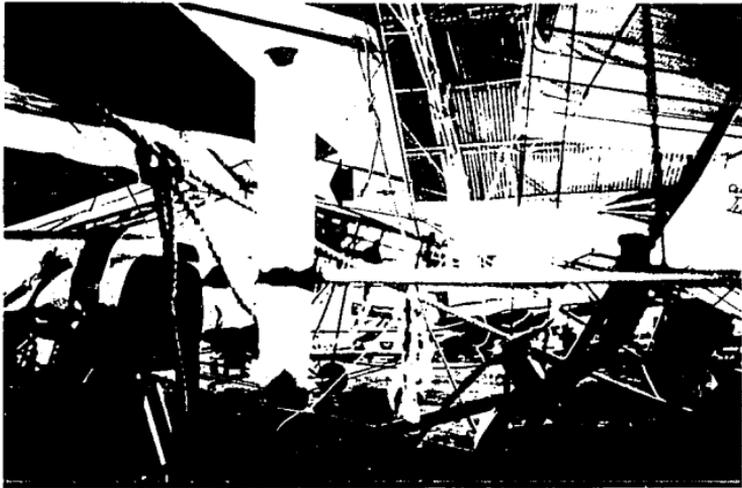


FIG. 5 INDICADOR DE LA VELOCIDAD DEL AIRE



FIG. 5A TIPO HALL



FIG. 5B TIPO RELOJ



FIG. 5C INDICADOR DE LA VELOCIDAD DEL AIRE FUNCIONANDO EN VUELO



FIG. 5D INDICADOR DE LA VELOCIDAD DEL AIRE FUNCIONANDO EN VUELO

II.1.2 ALTIMETRO:

Mientras más nos elevamos en el avión ultraligero, es más difícil suponer nuestra altura con respecto al suelo; para esto se inventó el altímetro.

En pocas palabras, el altímetro es un barómetro.

La carátula está calibrada en pies; la aguja grande marca miles y la aguja pequeña marca cientos.

El aeropuerto local tendrá su elevación basada en el nivel del mar; para los ultraligeros este instrumento nos indicará la distancia a tierra sobre la que volamos; no al nivel del mar como en el caso de la aviación general. (Fig.6).

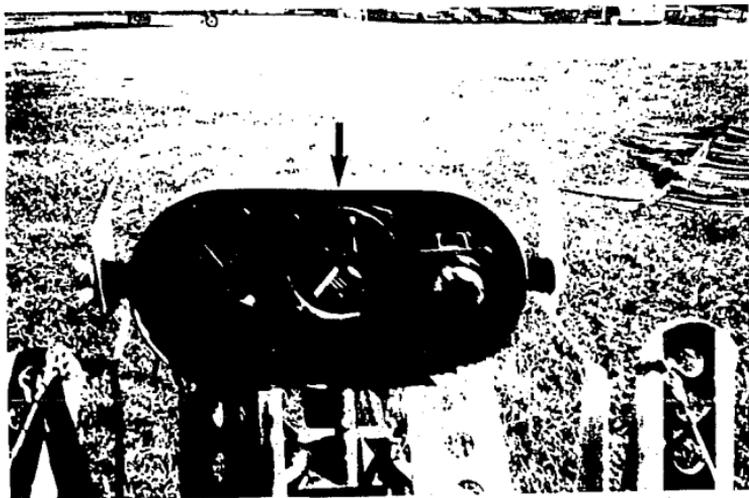


FIG. 6 ALTIMETRO

II.1.3 BRUJULA:

Cuando uno es nuevo referente a aviones ultraligeros, es sorprendente como se ve todo desde el aire.

Es posible que se crea que tomando un punto de referencia, nos podremos orientar, aunque realmente esto no es tan fácil.

Si no nos familiarizamos bien con el terreno, es muy probable que nos perdamos.

Para evitar este problema, debemos contar entre nuestros instrumentos de navegación con una brújula.(Fig.7).

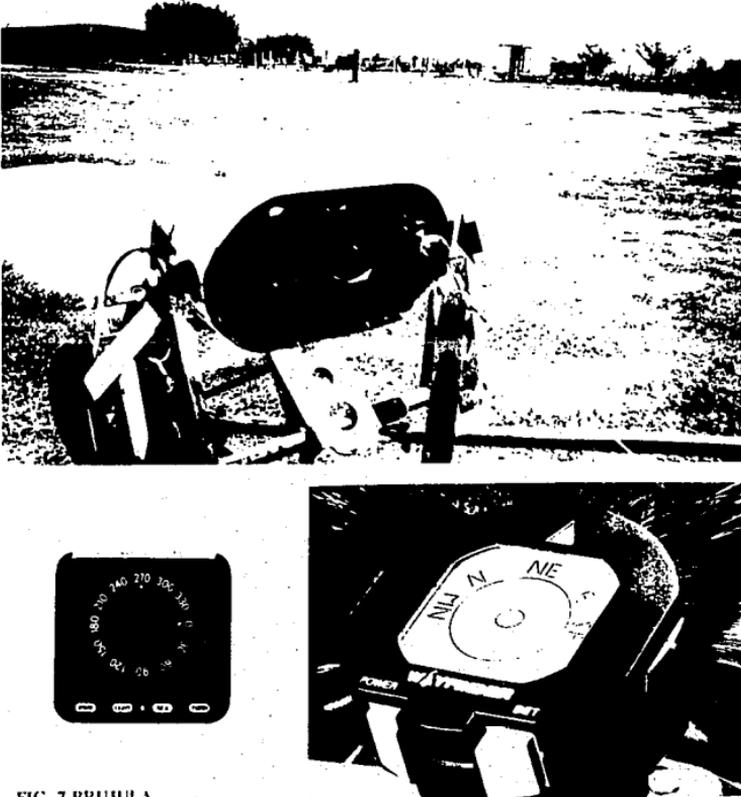


FIG. 7 BRUJULA

II.1.4 INDICADOR DE VIRAJES:

En términos de aviación , un viraje es cuando el avión da vuelta a la izquierda o a la derecha.

Este instrumento determina que tan coordinados son nuestros virajes (vueltas) durante el vuelo; la construcción es muy simple.

Consta de un tubo curvo de plástico con un fluido espeso y una bolita de metal; si el viraje está bien hecho, la bolita debe permanecer en el centro.

Para corregir el viraje si la bolita se desplaza hacia el lado izquierdo, el timón deberá ser movido en esa dirección; en el caso de moverse hacia la derecha, entonces el timón se moverá en esta otra dirección.(Fig.8).

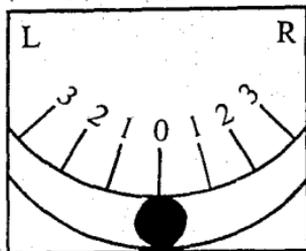
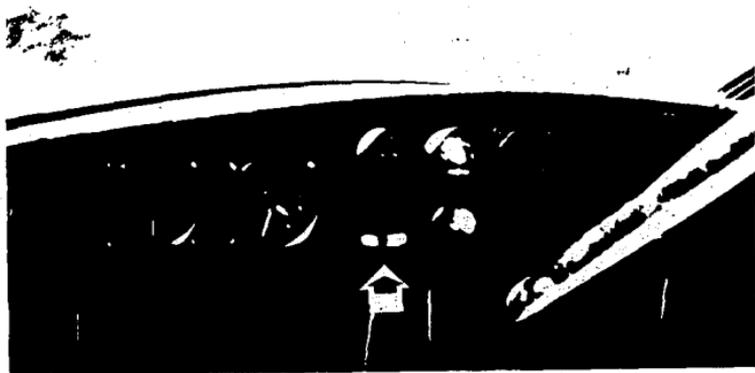


FIG. 8 INDICADOR DE VIRAJES

II.1.5 INDICADOR DEL ANGULO DE ATAQUE:

El ángulo de ataque es el ángulo que se forma entre el eje de simetría del ala y la corriente de aire que entra por la parte frontal de la misma.

Este ángulo de ataque es el elemento más importante para el vuelo; si el ala del avión excede dicho ángulo, entonces el aparato estará en peligro de irse en picada.

Cada tipo de avión tiene un ángulo crítico dado por el fabricante.

El indicador nos mostrará cómo está nuestro ángulo de ataque para poder corregirlo en caso de acercarnos al crítico. (Fig. 9).

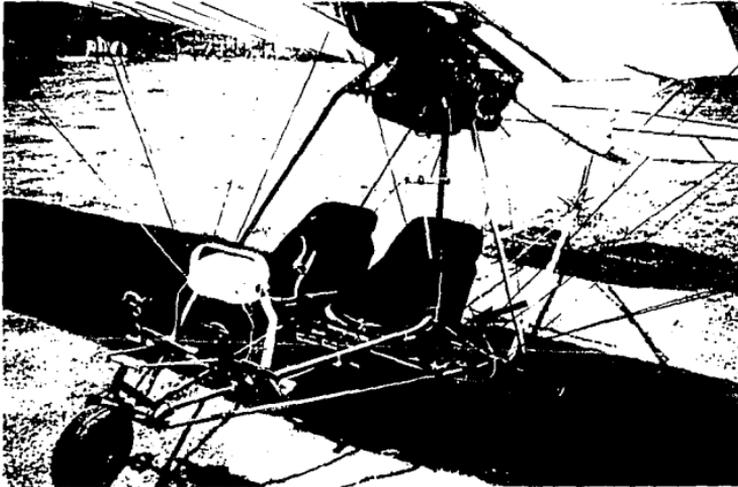


FIG. 9 INDICADOR DE ANGULO DE ATAQUE

II.1.6 INDICADOR DE LA VELOCIDAD VERTICAL (V.S.I.):

Este instrumento nos da la velocidad por minuto de ascenso o descenso.

En el disco de la escala, la aguja marcará cero cuando nuestro vuelo sea nivelado (No ascendemos ni descendemos); ésta se moverá hacia arriba cuando el ultraligero suba y hacia abajo cuando descendemos.

Otro aparato con uso igual es el variómetro; éste consiste en dos tubos verticales con un balón en cada uno.

Un lado nos indica la velocidad ascendente y el otro la descendente. (Fig.10).



FIG. 10 INDICADOR DE LA VELOCIDAD VERTICAL.

II.1.7 PANEL DE INSTRUMENTOS:

Muchos de los ultraligeros de la nueva generación, poseen cabinas cerradas o semi cerradas incluyendo ésta un panel con todos los instrumentos ya descritos.

En algunos casos, el usuario puede instalar los instrumentos que necesita; el objeto de esto, es tenerlos a la vista y al alcance del piloto, ya que dependiendo del modelo del avión, estará la orientación de los mismos.

Al colocar los instrumentos y montarlos en la cabina es muy importante utilizar aislamientos para evitar vibraciones.

Los paneles están fabricados de fibra de vidrio o de plásticos moldeados.(Fig. 11).

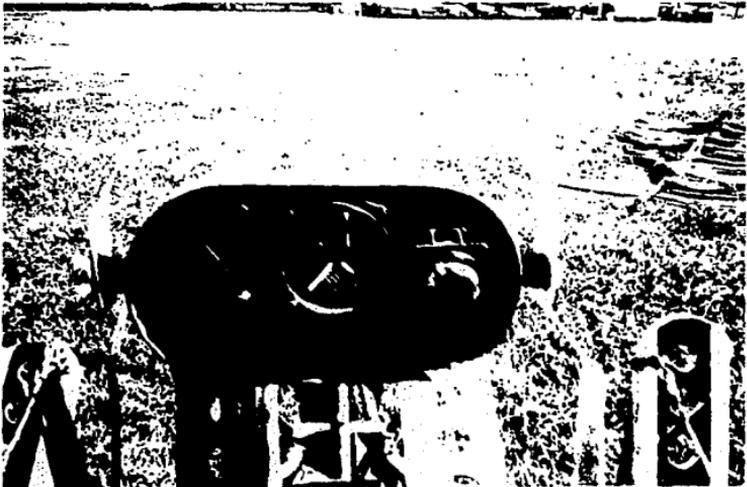


FIG. 11 PANEL DE INSTRUMENTOS

II.1.8 COMUNICACIONES:

Esta cuestión va de la mano con el deporte del avión ultraligero; debemos tener comunicación con nuestro instructor, si nos encontramos en la fase del entrenamiento.

Inicialmente se emplearon pequeños radios de dos vías, antes de que se utilizaran los aviones de dos plazas; de esta manera, el alumno podía recibir instrucciones del instructor desde tierra.

Después surgieron los ultraligeros de dos plazas que son exclusivos para entrenamiento.

En el caso de volar este tipo de avión una sola persona, se está violando el reglamento.

II.1.8.1 RADIOS:

Los radios transmisores-receptores pueden ser utilizados para entrenamiento y comunicación con tierra o con otro aparato y para pedir información sobre el estado del tiempo.

El micrófono de este aparato está construido dentro de la unidad y solamente se necesita una mano para poder operarlo; en condiciones normales solamente oprimimos un botón para transmitir.

Incluso se puede adquirir este tipo de radio instalado en el casco.

Es muy importante considerar que también estamos recibiendo la señal.

Dependiendo del viento y de la interferencia del motor, algunos radios no generan suficiente volumen.

El número de frecuencias disponibles para aviones ultraligeros es desde 1 hasta 720 canales de comunicación.

Dependiendo del uso que se le de al avión ultraligero, será el número de canales necesarios.

Por ejemplo, para un propietario de varios aparatos para renta, será muy recomendable un número alto de canales.

Para un particular, no será necesario sino sólo unos cuantos.

Es muy importante al escoger un radio ,estudiar detenidamente que tan ergonómico es el diseño y su durabilidad , porque lo estaremos utilizando a varios cientos de metros sobre el suelo.

Al montarse en la cabina, también se deberá fijar con un cable de emergencia por si llega a desprenderse de su lugar.(Fig.12).

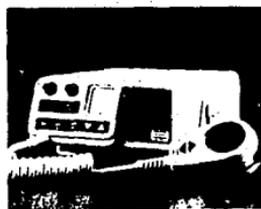


FIG. 12 RADIOS

II.1.8.2 INTERCOMUNICADORES:

La aplicación de estos equipos la encontramos en los aviones de dos plazas y son muy apreciados por los estudiantes.

Generalmente, requieren de cascos con el sistema ya incluido de tal manera el piloto y el estudiante estarán en contacto permanente.

La localización de este equipo en el avión puede ser en el panel de instrumentos, o en el caso de los compactos, en la misma ropa de los ocupantes.(Fig.13).

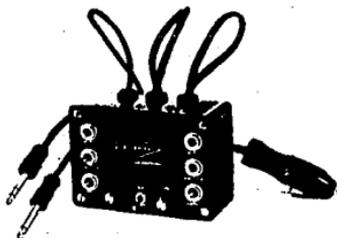


FIG. 13 INTERCOMUNICADORES

II.2 EL MOTOR DEL AVION ULTRALIGERO

El motor del avión ultraligero es una simple planta de poder de muy fácil mantenimiento y muy confiable.

Desde el principio, este tipo de aparatos ha usado motores de 2 tiempos y de 40 a 50 caballos de fuerza.

Estos motores son pequeños y muy potentes para su tamaño.

II.2.1 OPERACION DE LOS MOTORES DE DOS TIEMPOS:

La operación se divide en:

ADMISION

TRANSFERENCIA

COMPRESION / IGNICION

EXPANSION

ESCAPE

II.2.1.1 ADMISION:

Es el primer paso en el ciclo de la máquina, se toma la mezcla aire-combustible del carburador.

Para llevar esta mezcla hasta el cilindro, se tiene una entrada con válvula para abrir y cerrar.

En la mayoría de los motores de dos ciclos, el mismo pistón actúa como válvula.

Cuando el pistón comienza a moverse hacia arriba en el cilindro, se crea un vacío parcial o un área de baja presión.

Mientras el pistón sigue subiendo, destapa un orificio en el cilindro que es el puerto de entrada.

La mezcla entra por debajo del cilindro y de la flecha , lubricándolos.(Fig.14).

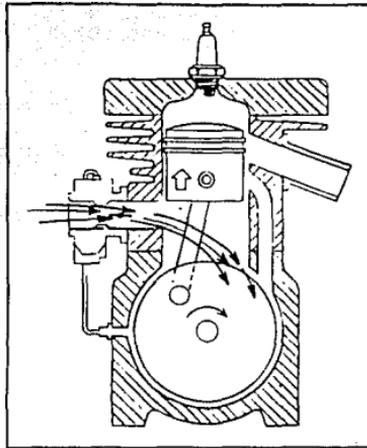


FIG. 14 ADMISION

II.2.1.2 TRANSFERENCIA:

El segundo paso , es la transferencia del combustible fresco de la flecha y engranajes hacia el cilindro.

Mientras el pistón comienza a descender, la mezcla aire-combustible se comprime.

Cuando el pistón pasa por el puerto de transferencia, la mezcla es forzada a pasar hacia un área de baja presión en el cilindro.

Esto continúa hasta que los puertos están completamente descubiertos y el pistón se encuentra en su punto muerto inferior.

El puerto de transferencia tiene dos funciones muy importantes:

- 1-Este puerto debe mover la mezcla de la flecha y engranajes hacia el cilindro.
- 2-Este puerto debe hacerse cargo de los gases de escape del cilindro.

Antes de que el puerto de transferencia opere correctamente, los gases de escape son expulsados del cilindro cuando la presión interna iguale a la presión externa (Presión ambiental); así pues, este puerto se encuentra colocado de tal manera que la mezcla de combustible puede remover algún residuo de los gases de combustión.

La forma y tamaño de este puerto son críticas; si es demasiado grande existirá mucho combustible dentro del cilindro, en cambio, si es muy pequeño se restringirá el paso de combustible.(Fig.15).

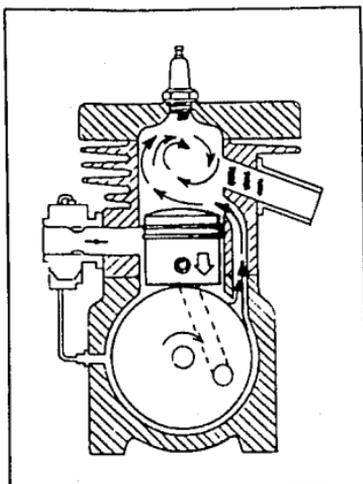


FIG. 15 TRANSFERENCIA

II.2.1.3 COMPRESION E IGNICION:

Este es el tercer paso del ciclo.

La compresión sólo ocurre cuando todos los puertos en la parte superior del cilindro están cerrados.

En este punto, la mezcla está comprimida por el pistón que se desplazó hacia arriba; llegando al punto muerto superior.

Cuando esto sucede, una chispa saltará proveniente de la bujía entre el espacio que queda entre el pistón y la cabeza del cilindro.

Esto provoca que la mezcla se inflame, empujando el pistón hacia abajo.

A una velocidad normal, la chispa ocurre un poco antes de que el pistón llegue al punto muerto superior.

La chispa puede ser adelantada, dependiendo del sistema de ignición utilizado.
(Fig. 16)

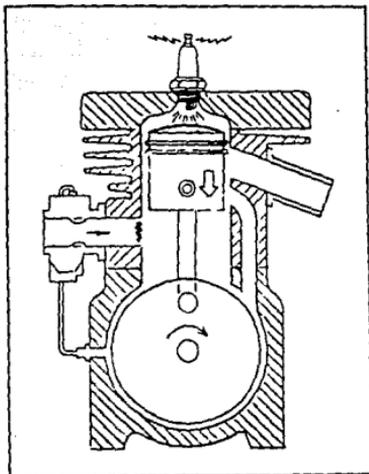


FIG. 16 COMPRESION E IGNICION

COMPARACION DE UN MOTOR DE DOS TIEMPOS CONTRA OTRO DE CUATRO TIEMPOS.

| OPERACION | 2 TIEMPOS | 4 TIEMPOS |
|--------------------|---|------------------------|
| POTENCIA | <i>MENOR</i> | <i>MAYOR</i> |
| TEMPERATURA | <i>MENOR</i> | <i>MAYOR</i> |
| ACEITE | <i>+ CANTIDAD</i> | <i>- CANTIDAD</i> |
| COMBUSTION | <i>+ HIDROCARBUROS</i> <i>- OXIDO DE NITROGENO</i> | <i>- HIDROCARBUROS</i> |

II.2.1.4 EXPANSION:

La fase de la potencia, comienza inmediatamente después de la ignición de la mezcla de combustible.

Los gases de combustión se expanden, y obligan al pistón a bajar.

Esta fuerza descendente se transmite a través de los engranes y la flecha, convirtiéndose en un movimiento radial.

Un motor de dos tiempos producirá una potencia específica mayor con una menor velocidad de la máquina.

II.2.1.5 ESCAPE:

El paso final en el ciclo, es la expulsión de los gases quemados por el puerto de escape.

La mayoría de los gases de escape son expulsados, aunque pueden permanecer pequeñas cantidades en el cilindro.

Este problema se soluciona cuando la nueva mezcla aire-combustible entra al cilindro y obliga a remover estos gases restantes.(Fig. 17).

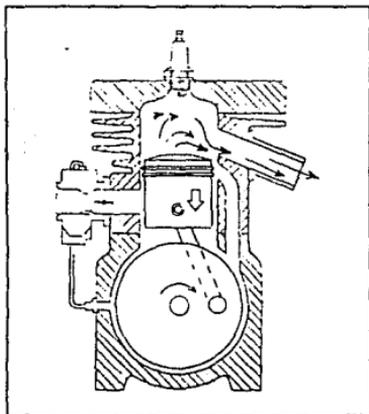


FIG. 17 ESCAPE

II.2.2 ACCESORIOS DEL MOTOR:

Lo que buscamos con el motor del avión ultraligero es confiabilidad, economía y rendimiento.

Obtener al máximo estos beneficios, depende de los accesorios que instalemos en nuestra máquina.

Es muy importante hacer notar que estos tres factores no están aislados; por ejemplo deseamos que el motor alcance grandes velocidades con una ascensión rápida.

Lo anterior, no será posible si nuestro motor no se encuentra bien afinado, lo que repercutirá seguramente en una baja economía del combustible y un desgaste mayor a todos los componentes del mismo.

Así pues, una máquina que no se encuentra en buen estado no será confiable y puede llegar a ser muy peligrosa.

Por cuestiones de seguridad, es muy importante respetar siempre las recomendaciones del fabricante; por ejemplo el tipo de combustible y de lubricantes, mantenimiento del equipo, etc.

Si escogemos cuidadosamente todos los accesorios para nuestro motor, el avión permanecerá más tiempo en vuelo con menos reparaciones en tierra.

II.2.3 SISTEMAS DE ESCAPE:

En una máquina de cuatro tiempos podemos instalar casi cualquier tipo de sistema de escape.

Sin embargo, debemos recordar que el motor del avión ultraligero será siempre de dos tiempos, por lo que estos sistemas son muy delicados.

Un sistema de escape para una máquina de dos tiempos operará como un turbocargador y éste deberá ser ajustado junto con el motor; ya que este accesorio está fabricado "a la medida". (Fig. 18).



FIG. 18 SISTEMAS DE ESCAPE

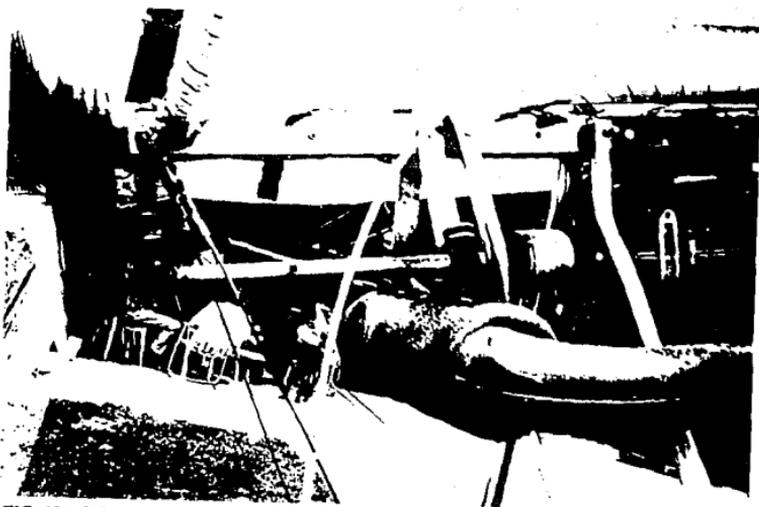


FIG. 18A SISTEMAS DE ESCAPE

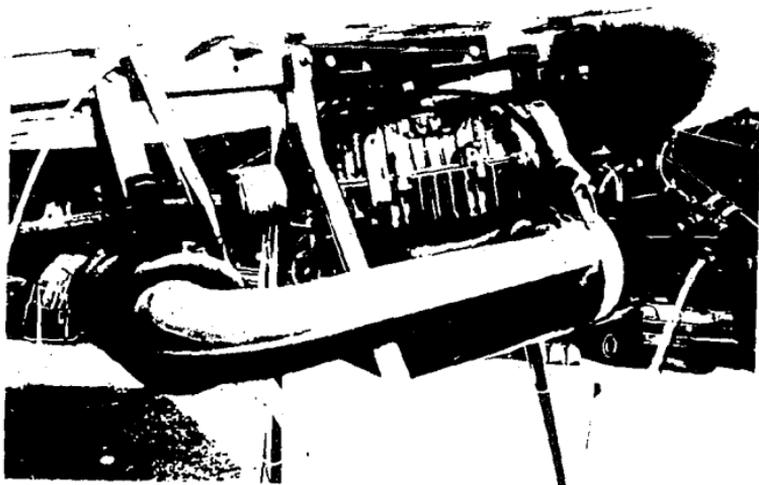


FIG. 18B SISTEMAS DE ESCAPE

Un sistema adecuado funciona de la siguiente manera:

El puerto de escape se abre para dejar escapar los gases calientes, cuando esto sucede, corre a lo largo del mofle una presión elevada.

Cuando termina la expulsión del gas, la presión en el mofle disminuye y corre en sentido contrario hasta llegar a la válvula de escape.

Con esta diferencia de presiones, los conductos de expulsión son limpiados perfectamente.

II.2.4 BUJIAS:

Las bujías tienen una función muy sencilla, encender la mezcla aire-combustible dentro del cilindro.

Para su fabricación, el proceso es muy complejo.

Una bujía se enfrenta a diferencias extremas de temperatura; la parte exterior expuesta al aire estará a unos cientos de grados centígrados.

La temperatura en la punta (Cámara de combustión) puede alcanzar más de 800 grados centígrados, así que un extremo sufre más dilatación que el otro.

Debido a la razón anterior, las bujías son fabricadas con una combinación de sílice y óxido de aluminio, montados en acero.

Las bujías se comercializan con distintos rangos de temperatura, este rango es la temperatura que se registra en la punta.

Una falla en las bujías se puede registrar cuando la temperatura desciende hasta 350 grados centígrados.

Un problema muy común, es la preignición.

Esto puede dañar mucho al motor y se origina cuando la temperatura en la punta de la bujía es de 800 grados centígrados; la temperatura normal de operación está en 600 grados centígrados.

Los fabricantes venden la bujía con una abertura determinada del electrodo, es necesario que nosotros al instalarlas en el motor las volvamos a calibrar, para que la operación sea la adecuada.

Cuando instalamos una bujía, es muy importante no apretarla demasiado pues podríamos romper la cuerda dentro del monoblock (Fabricado generalmente en aleaciones de aluminio); en contraparte, la bujía no deberá estar suelta pues se perdería compresión en el motor.

Es importante que al tener un motor nuevo, se utilice un compuesto que no permita la adherencia de los metales cuando instalemos las bujías.(Fig.19).

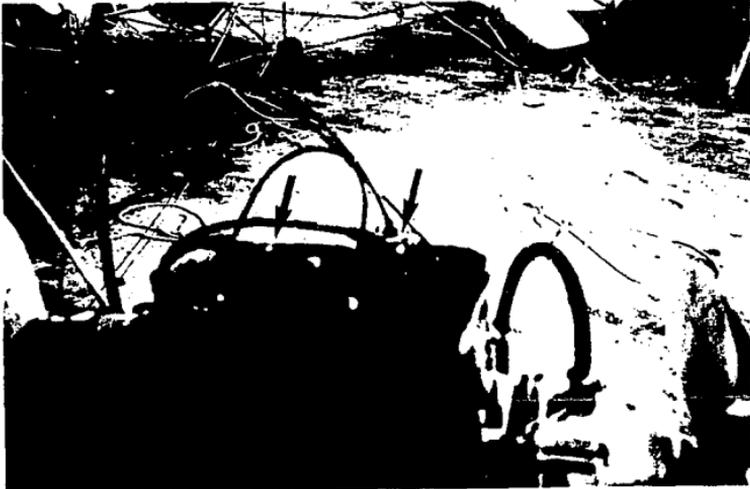


FIG. 19 BUJIAS

II.2.5 ACCESORIOS DEL CARBURADOR:

Es necesario algún tipo de control para la velocidad del avión ultraligero.

La mayoría son chicotes que son movidos por una palanca desde la cabina.

Estos chicotes deberán estar lubricados en sus dos extremos y hay que asegurarse que no interfiera con otro sistema del motor.

En algunos modelos de ultraligeros, se cuenta con dos chicotes:

Uno se utiliza para regular la velocidad del motor y el otro es usado para el ahogador.(Fig.20).

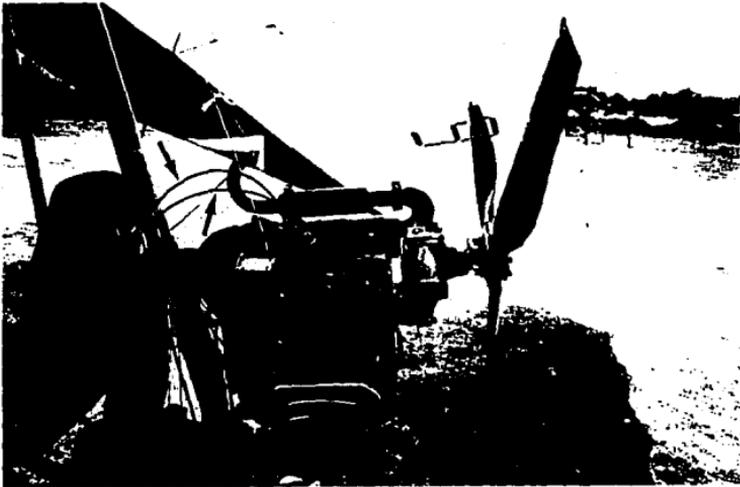


FIG. 20 CHICOTES DE CONTROL

II.2.6 CAJAS DE REDUCCION:

Un gran paso en la aviación ultraligera fue la creación de estas cajas de reducción.

El pionero en este campo es Chuck Slusarczyk que patentó y fabricó el primer sistema de reducción para aviones ultraligeros.

Los primeros motores usados en los aviones ultraligeros fueron motores de dos tiempos de sierras mecánicas.

Estos pequeños motores, desarrollaban entre 8000 y 10000 R.P.M. y no duraban mucho tiempo en servicio, debido a las condiciones de operación.

Una caja de reducción, simplemente reduce la velocidad de giro de la hélice.

Para la transmisión se utilizan bandas, engranes planetarios y cadenas.

Por ejemplo, tenemos la reducción 2:1, que es la más común.

Si el motor está girando a 6000 R.P.M., la caja de reducción hará girar la hélice a 3000 R.P.M.

Una vuelta de hélice de mayor diámetro a menor velocidad, es más eficiente que una vuelta de hélice con menor diámetro y a mayor velocidad. (Un helicóptero normal mantiene su motor a 300 ó 500 R.P.M.).

Con la instalación de estos sistemas de reducción en el avión ultraligero se aumenta la vida del motor, porque éste no será operado al máximo de sus revoluciones permisibles reduciendo en gran parte el ruido generado por el mismo.

El tipo más utilizado de sistemas de reducción es el de bandas. Existen tres tipos principalmente:

II.2.6.1 BANDA EN "V":

Son las que se utilizan generalmente en los automóviles.

Deberán ser cambiadas todas al mismo tiempo dado el desgaste que presentan.

II.2.6.2 BANDA DENTADA:

Existen de distintos tamaños; presentan "dientes" que la atraviesan a lo ancho.

Con estas bandas se transmite el movimiento del motor a la hélice.

La tensión no es tan importante, lo que es vital es la alineación de las poleas.

II.2.6.3 BANDA "POLI V":

Son similares a las bandas tipo "V" pero son dentadas.

Igual que las bandas dentadas, la tensión no es tan importante como la alineación de las poleas.

Es muy importante la revisión continua de las bandas y darles mantenimiento.

En el caso de la transmisión por cadena, éstas deberán estar bien lubricadas y la tensión adecuada es muy importante.(Fig.21).



FIG. 21 CAJA DE REDUCCION



FIG. 21A CAJA DE REDUCCION SIN LA HELICE MONTADA

II.2.7 COPLES FLEXIBLES:

Estos aditamentos se utilizan para absorber las vibraciones originadas en la transmisión a la hélice.

El cople consiste en un disco de metal colocado sobre la flecha de la hélice, con una cubierta también metálica.

Esta cubierta metálica está atornillada a la flecha del motor.

Cuando el motor se pone en marcha, la fuerza centrífuga hacen que el disco y la cubierta metálica se unan transmitiendo el movimiento a la hélice.(Parecido a un clutch de automóvil).(Fig.22).

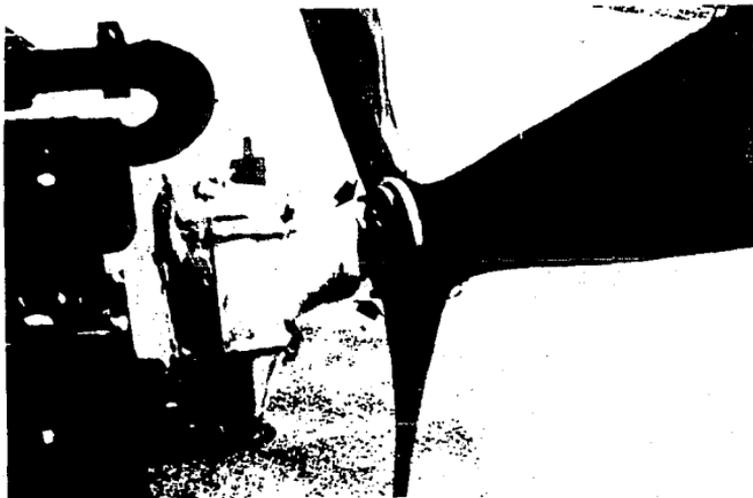


FIG. 22 COPLES FLEXIBLES

II.2.8 HELICE:

Una hélice es un tipo de ala que crea una sustentación que empuja o jala al avión.

Esta fuerza es conocida como impulso.

Una hélice grande girando a pocas revoluciones es más efectiva que una pequeña girando rápido.

Generalmente, la distancia mínima que debe existir entre la punta de la hélice y el suelo, debe ser de 30 cm.

Según su colocación, la hélice es de tipo:

TRACTOR: La hélice está en la nariz del avión y lo "jala".

IMPULSOR: La hélice está en la cola del avión y lo "empuja".

El inconveniente en la hélice tractora es que sería lo primero en impactarse en caso de un accidente.

La hélice impulsora sufre daños por la erosión del agua y arena que lleva el aire.

La mayoría de los fabricantes de aviones ultraligeros, equipan sus aviones con hélices de 1.30 o 1.40 metros de diámetro ya que estas dimensiones han demostrado ser las más adecuadas para el óptimo desempeño del motor.

En caso de necesitar reemplazo, es muy fácil encontrarlas y montarlas.

El diámetro de la hélice afecta el número máximo de R.P.M. a las que puede girar; mientras más grande es el diámetro de la hélice, a más revoluciones girará.

El arrastre de las aspas aumenta considerablemente, cuando las puntas de la hélice se acercan a la velocidad del sonido (340 m/s).

Esto origina una pérdida de potencia muy grande en el motor.

Debido a esta disminución de potencia, es muy importante elegir el diámetro adecuado de la hélice para permitir la operación a velocidades inferiores a la del sonido.

Si la velocidad en la punta de la hélice es de 300 m/s, la eficiencia será muy buena.

Lo ideal son 270 m/s.

En el momento de exceder estas velocidades mencionadas con anterioridad, el impulso de la hélice disminuirá en un 10 a 20%.

El Pitch en la hélice es la distancia en pulgadas que ésta recorre con una revolución, es decir ,entre mayor sea este pitch mayor será la distancia recorrida en una vuelta.

La madera es el material más utilizado para la manufactura de hélices para aviones ultraligeros.

Los tipos de madera más utilizados son el maple, caoba y abedul.

Las hélices se laminan con varias capas de madera (10 ó más).

Otro material también utilizado es el aluminio y el acero.

La ventaja de este tipo de hélice está en el rápido cambio de un aspa que resulte dañada.

En el caso de madera, la hélice se tendría que reemplazar por otra nueva.

La fibra de vidrio no ha demostrado ser muy buena para la fabricación de hélices.

Debido a su flexibilidad, el pitch varía constantemente mientras la hélice está en operación.

En cambio, si cubrimos una hélice de madera con varias capas de fibra de vidrio, obtendremos excelentes resultados.

Otro material utilizado, aunque muy costoso, es la fibra de carbón.

Para su fabricación se emplean matrices de nylon por lo que la hélice es casi indestructible.

El número de aspas de la hélice es variable, lo más común son 2, sin embargo , también se utilizan 3 ó 4 aspas.

Incluso se llegó a diseñar una hélice con una sólo aspa; ésta tenía en el lado opuesto un contrapeso para balancearla, la ventaja que presentó fue la variedad de posiciones que el pitch puede adoptar.

Este tipo de hélice no es comercial.

Como mantenimiento a la hélice, es indispensable que ésta se encuentre libre de cuarteaduras o rajaduras en la superficie, especialmente cuando están fabricadas de madera.

Se considera que la hélice es peligrosa si presenta cuarteaduras o rajaduras de más de 6 mm. de profundidad, en este caso, la hélice deberá ser reemplazada inmediatamente. (Fig.23).

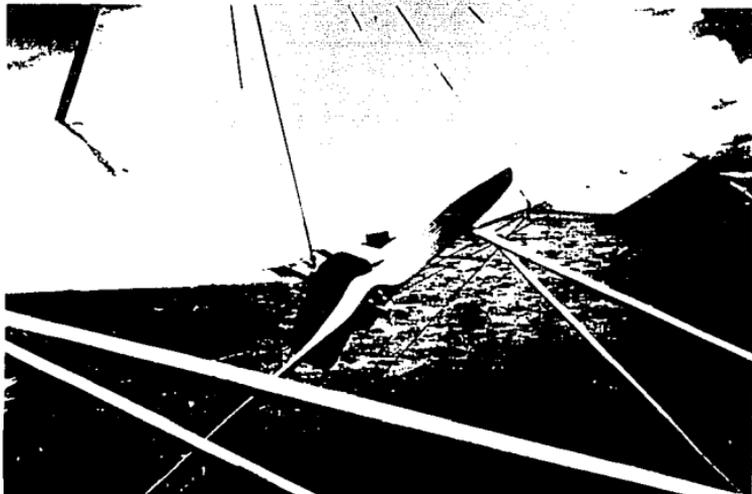


FIG. 23 HELICE DE DOS ASPAS



FIG. 23A HELICE DE CINCO ASPAS

II.2.9 TANQUES DE COMBUSTIBLE:

La mayoría de estos tanques están fabricados de plástico y pueden almacenar de 10 a 20 litros de combustible (Más de 20 litros constituye una violación al reglamento).

Lo más popular es un tanque de combustible que está moldeado junto con el asiento en plástico muy resistente o en fibra de vidrio.

Otro tipo muy utilizado, son tanques montados en las alas del avión ultraligero.

La tubería que conduce la gasolina deberá estar alejada de las partes calientes del motor y los sujetadores de esta tubería deben encontrarse perfectamente aislados.

En ocasiones, esta tubería se fabrica en plástico; esto es algo muy delicado pues con el tiempo se pueden llegar a romper.

También es de suma importancia la instalación de filtros que no son caros y son muy fáciles de cambiar.(Fig.24).



FIG. 24 TANQUE DE COMBUSTIBLE DETRAS DEL ASIENTO



FIG. 24A TANQUE DE COMBUSTIBLE SOBRE EL ASIENTO

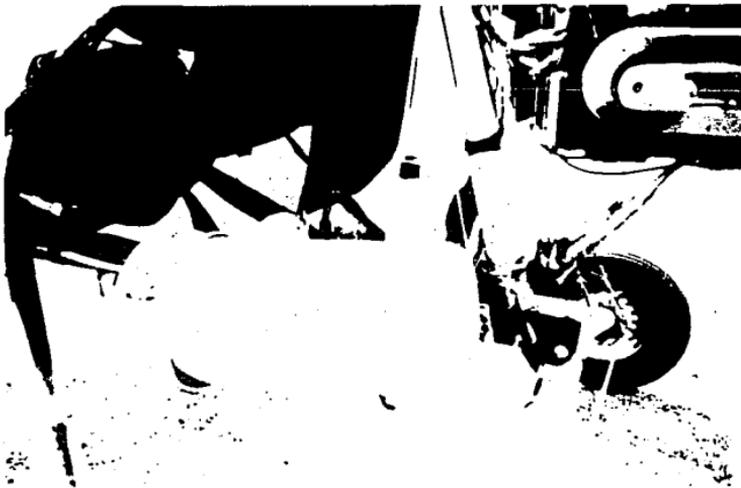


FIG. 24B TANQUE DE COMBUSTIBLE DEBAJO DEL ASIENTO

II.2.10 GASOLINA Y ACEITE:

La mayoría de los motores utilizados en los aviones ultraligeros, son de dos tiempos y requieren una mezcla de gasolina y aceite.

Las gasolinas utilizadas en los ultraligeros son las mismas que usamos en nuestros automóviles (Con o sin plomo).

Lo más importante es elegir el octanaje adecuado que nos indica el fabricante.

Al utilizar una gasolina con octanaje menor al recomendado, dañaremos el motor con el tiempo, porque este bajo nivel de octanaje produce la preignición.

En cambio si el octanaje es mayor, el rendimiento y confiabilidad del motor aumentarán.

El octanaje de la gasolina se aumenta adicionando tetra etilo de plomo; compuesto que además funciona como lubricante.

Si empleamos en el avión ultraligero gasolina sin plomo, no existirá ningún problema, ya que la lubricación la proporcionará la mezcla gasolina-aceite.

Si tenemos un motor que presenta detonaciones, lo mejor será utilizar una gasolina con mayor octanaje.

Algunos aditivos comerciales pueden elevar este nivel hasta en 100 octanos.

Una mezcla de gasolina con 10% de alcohol (llamado Gasohol) es excelente, pues el alcohol tiene un efecto refrigerante en el sistema de admisión ayudando al motor a desaparecer la preignición.

El único inconveniente es que el gasohol puede carcomer cierto tipo de hules y plásticos utilizados en empaques del motor, por lo que debemos ser cuidadosos con los materiales que elegimos en el aparato.

Es importante que si tenemos guardado el avión por largo tiempo, cambiemos la gasolina vieja por fresca.

Esto se debe hacer por los asentamientos que presenta el combustible.

Se presenta un problema en el tanque de gasolina; la condensación de agua.

Si éste no se encuentra totalmente lleno, existe tal riesgo.

El agua es más pesada que la gasolina y se asentará en el fondo del tanque precisamente donde se encuentra la toma de combustible hacia el motor.

Al haber agua dentro de la tubería de gasolina, pueden pasar varios minutos antes de que el carburador la absorba y el motor se detenga por completo; lo cual sería extremadamente peligroso si el aparato se encontrara volando.

Para corregir el problema se debe drenar el agua del tanque de combustible antes de volar el avión.

En cuanto al aceite, se utilizan los mismos tipos para motocicletas o trineos de nieve.

Estos aceites están especialmente diseñados para motores de dos tiempos.

Se ha popularizado cada vez más el uso de aceites sintéticos en estos motores.

Estos aceites se producen con ésteres, hidrocarburos sintetizados, compuestos orgánicos animales y vegetales.

Los aceites sintéticos necesitan más aditivos que los convencionales, pero lubrican mejor y soportan temperaturas más altas.

Al utilizar estos productos sintéticos, es muy importante que nunca se mezclen con derivados del petróleo, porque el resultado sería un barniz pegajoso que afectará al motor.

Si el motor del avión ultraligero utilizó aceites sintéticos desde nuevo, siempre deberemos utilizar dichos aceites (Toda la vida del motor).

II.2.11 INSTRUMENTOS DEL MOTOR:

II.2.11.1 TACOMETROS:

Se utilizan los electrónicos, funcionan al recibir corriente alterna del magneto que envía pulsaciones eléctricas a un voltímetro que convierte esta corriente en directa y se lee en la carátula como R.P.M. con una aguja o pantalla.(Fig.25).



FIG. 25 TACOMETRO DIGITAL.



FIG. 25A TACOMETRO DE AGUJA

II.2.11.2 MEDIDOR DE TEMPERATURA EN LA CABEZA DEL CILINDRO:

Se tiene una pantalla que marca la escala entre 40 y 400 grados centígrados y se encuentra conectado a la cabeza del cilindro.

Este instrumento es necesario cuando se afina la máquina, además de que nos alertará en el caso de que el motor esté demasiado caliente.

II.2.11.3 MEDIDOR DE TEMPERATURA DEL SISTEMA DE ESCAPE:

Este medidor es similar al anterior, sólo que la escala marca de 400 a 900 grados centígrados.

La ventaja que este medidor ofrece, es que podemos detectar de inmediato cualquier cambio en la temperatura de operación del motor.

(Fig. 26).

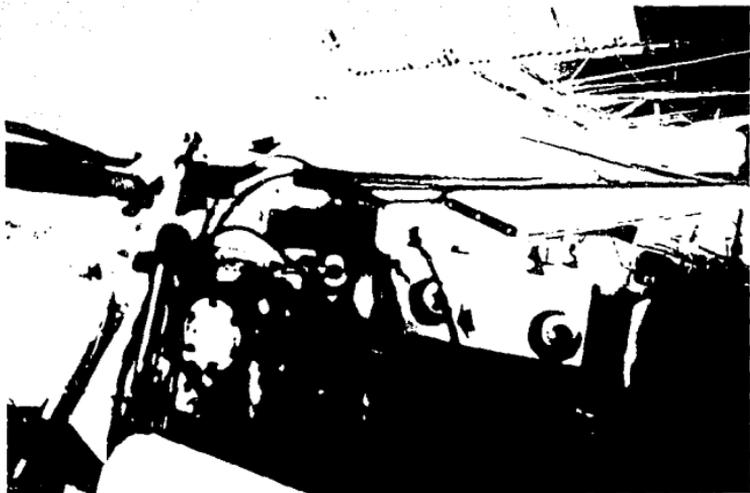


FIG. 26 SENSORES DEL MEDIDOR DE TEMPERATURA DEL SISTEMA DE ESCAPE

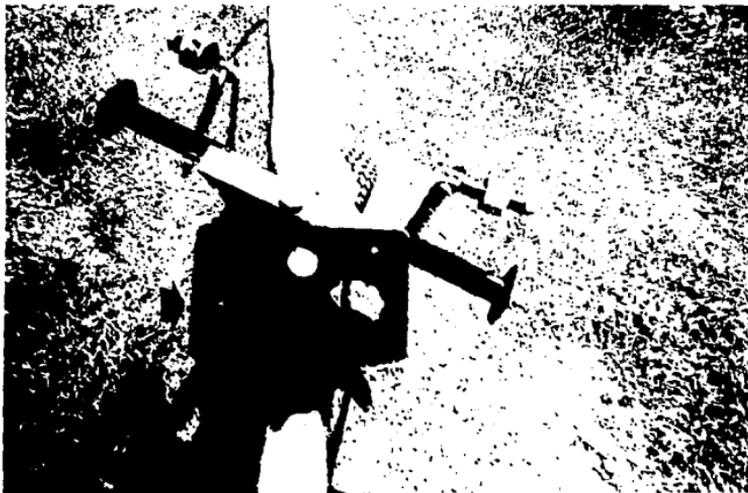


FIG. 26A MEDIDOR DE TEMPERATURA DEL SISTEMA DE ESCAPE

II.2.11.4 CONTADOR DE TIEMPO:

Simplemente se trata de un reloj que avanzará solamente cuando el motor está en marcha.

Con esto registramos las horas de vuelo del avión ultraligero y nos sirve de control para los mantenimientos preventivos.(Fig.27).

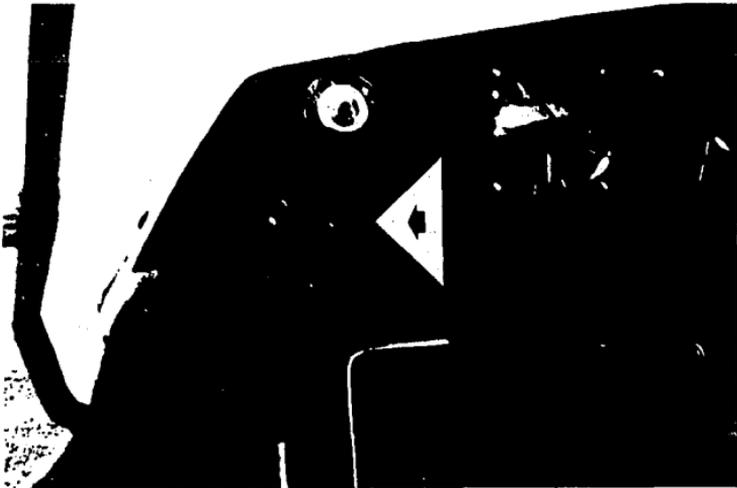


FIG. 27 CONTADOR DE TIEMPO MECANICO

II.2.11.5 MEDIDOR DE GASOLINA:

La función de este aparato es la medición de la cantidad de combustible que se encuentra presente en nuestro tanque.

La mayoría son del tipo mecánicos y eléctricos con flotador.

Se localiza en el tablero de instrumentos del avión ultraligero y es importante su calibración periódica pues con todas las maniobras en el aire, puede marcar cantidades diferentes a los niveles reales en el tanque.

(Fig. 28).

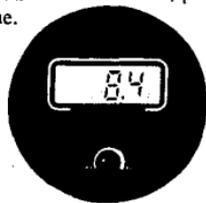


FIG. 28 MEDIDOR ELECTRONICO DE GASOLINA

CAPITULO III. AERODINAMICA BASICA Y OPERACION EN VUELO

CAPITULO III. AERODINAMICA BASICA Y OPERACION EN VUELO

III.1 AERODINAMICA BASICA DEL AVION ULTRALIGERO

La aerodinámica en el avión ultraligero es igual que en cualquier otro tipo de avión.

Existen cuatro fuerzas que actúan sobre el en vuelo.

Dos de estas fuerzas son naturales y dos son artificiales.

III.1.1 FUERZAS QUE ACTUAN SOBRE EL ULTRALIGERO:

Estas fuerzas son:

SUSTENTACION

GRAVEDAD

IMPULSO

ARRASTRE

(Fig.29)

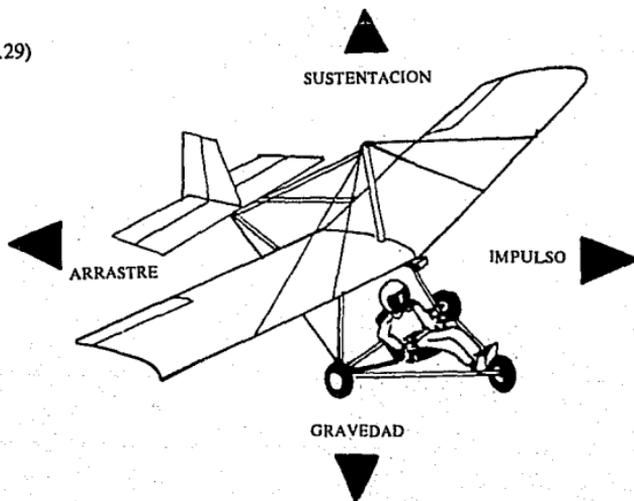


FIG. 29 FUERZAS QUE ACTUAN SOBRE EL AVION ULTRALIGERO

Sustentación, gravedad, impulso y arrastre son las cuatro fuerzas que actúan sobre nuestro avión ultraligero.

La sustentación y el impulso son producidas por artefactos que dinámicamente reaccionan con el aire al desplazarse el avión a través de él.

La gravedad y el arrastre son fuerzas naturales que inevitablemente nos afectarán.

III.1.1.1 SUSTENTACION:

La sustentación es el secreto del vuelo y un evento científico originó dicho fenómeno.

Estamos hablando del efecto VENTURI descubierto por el científico suizo Daniel Bernoulli.

El efecto venturi es como sigue:

Tenemos un tubo con un estrechamiento en la parte media donde la entrada y la salida poseen el mismo diámetro.

Al pasar por el un flujo de aire en el estrechamiento aumentará la velocidad de dicho fluido y disminuirá su presión.

Con esto obtenemos la ley: "A mayor velocidad, menor presión".
(Fig.30).

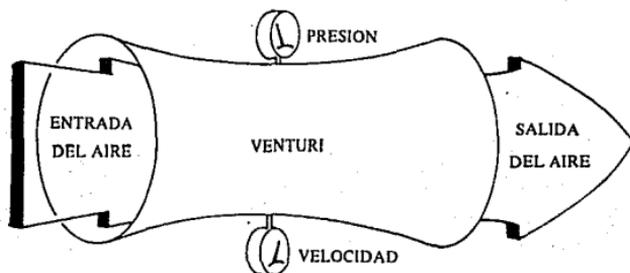


FIG. 30 EFECTO VENTURI

III.1.1.2 GRAVEDAD:

Es la atracción de los cuerpos hacia el centro de la tierra con una aceleración de 9.81 metros por segundo cuadrado.

III.1.1.3 IMPULSO:

Es la fuerza originada por el motor del ultraligero la cual desplaza el aparato por el aire.

III.1.1.4 ARRASTRE:

Es la turbulencia creada al paso del avión ultraligero por el aire.

Esta fuerza se resiste al movimiento hacia adelante del avión.

III.1.2 EL ALA DEL AVION ULTRALIGERO:

Según la definición oficial de avión, éste es un aparato que se mantiene en vuelo debido a la acción aerodinámica del ala contra el viento.

El ala es la superficie que mantiene el vuelo del avión debido al principio de Bernoulli:

Debido a su forma, el aire que pasa por ella, se divide en dos partes.

La parte de aire que pasa por arriba, pasará más rápido que la corriente que pasa por debajo.

Esto es porque la parte superior del ala tiene una longitud mayor y la parte inferior, tiene una menor.

De esta manera habrá una presión menor en la parte superior del ala por lo que el avión se elevará; cosa que se opone a la gravedad y recibe el nombre de sustentación.

Aproximadamente el 70 % de la sustentación la proporciona la parte superior del ala.

Existen cuatro formas de aumentar la fuerza de sustentación durante el vuelo:

AUMENTANDO LA VELOCIDAD

AUMENTAR EL ANGULO DE ATAQUE

AUMENTAR LA CURVATURA SUPERIOR DEL ALA

AUMENTAR EL AREA DEL ALA

III.1.3 ANGULO DE ATAQUE:

Este ángulo está dado por la dirección relativa del viento contra el eje de simetría del ala.(Fig.31).



FIG. 31 ANGULO DE ATAQUE

Aunque no exista corriente de aire, el motor impulsará al avión y esto creará el viento relativo al desplazarse.

Así pues, el viento relativo se desplazará en dirección contraria al desplazamiento del avión.

ANGULO DE ATAQUE DURANTE EL DESPEGUE: (Fig. 32)

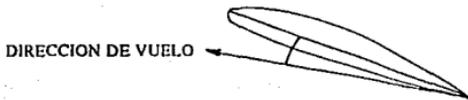


FIG. 32 DESPEGUE

Con esto aumentaremos la fuerza de sustentación.

ANGULO DE ATAQUE DURANTE EL ATERRIZAJE: (Fig. 33)

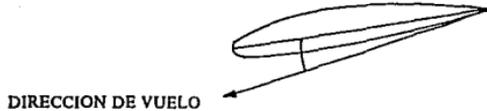


FIG. 33 ATERRIZAJE

Este ángulo hará frenar al avión pues el arrastre aumentará.

Existe un punto en el cual el ala no será capaz de sostenerse, es decir, perderá la sustentación.

Durante el despegue, el ángulo de ataque es alto, si se excede el avión se desplomará.

Este desplome significa solamente que el avión comenzará a descender.

III.1.4 LOS TRES EJES DEL AVION ULTRALIGERO:

Los movimientos que realiza el avión ultraligero en vuelo son sobre estos tres ejes: (Fig. 34)

LONGITUDINAL

VERTICAL

LATERAL

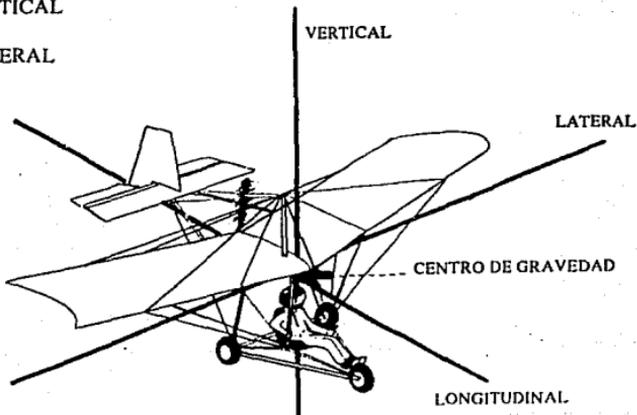


FIG. 34 EJES DEL AVION ULTRALIGERO

El eje longitudinal es el que atraviesa al avión de adelante hacia atrás.
(Fig. 35)

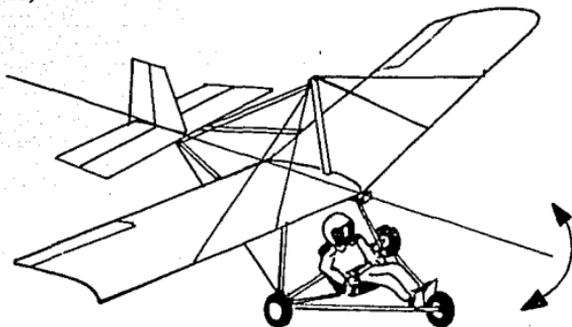


FIG. 35 MOVIMIENTO SOBRE EL EJE LONGITUDINAL
El movimiento sobre este eje es conocido como balance.

El eje lateral recorre al avión de punta de ala a punta de ala.
(Fig. 36)

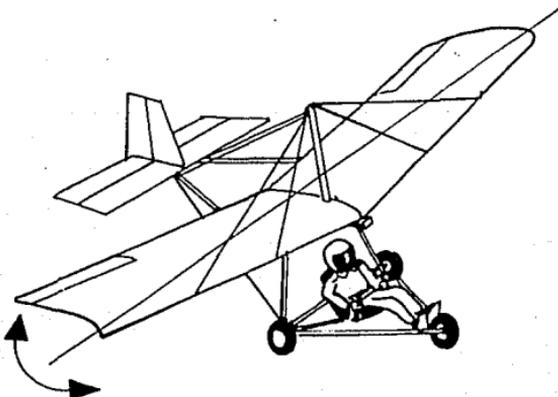


FIG. 36 MOVIMIENTO SOBRE EL EJE LATERAL
El movimiento sobre este eje es conocido como el ángulo de inclinación del avión.

El eje vertical es el que pasa al avión de la parte superior a la parte inferior.

(Fig. 37)

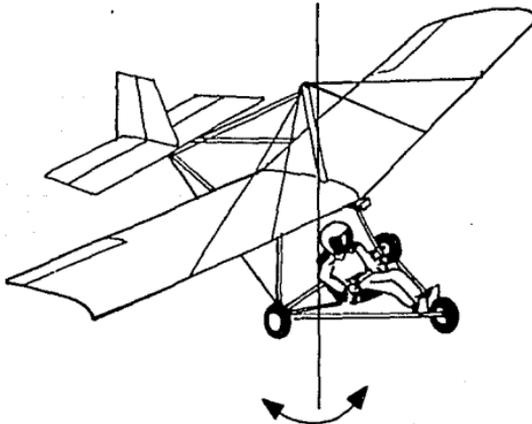


FIG. 37 MOVIMIENTO SOBRE EL EJE VERTICAL
El movimiento sobre este eje es conocido como viraje.

Sabemos que con ciertos movimientos de las superficies de control, el avión se moverá en distintas direcciones.

Los elevadores harán la nariz del avión subir o bajar, el timón hará que se mueva hacia la izquierda o hacia la derecha.

Si el avión está equipado con alerones, el movimiento de éstos hará que el avión gire hacia la derecha o hacia la izquierda sobre el eje longitudinal.

III.1.5 TIMON DEL AVION ULTRALIGERO:

En un avión equipado con un control convencional de tres ejes, el timón hará que la nariz del aparato gire hacia la derecha o hacia la izquierda sobre el eje vertical y es conocido como viraje.(Fig.38).

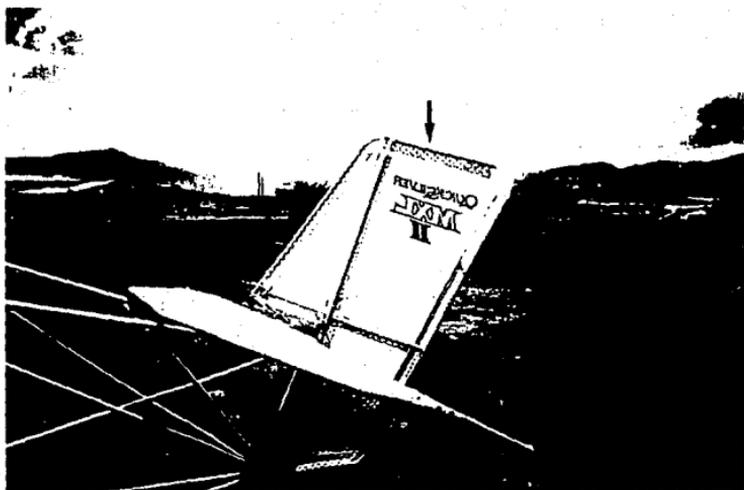
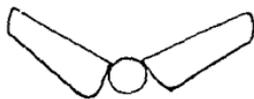


FIG. 38 TIMON

III.1.6 TIMON-ELEVADOR:

Esta es una variación que podemos encontrar en el avión ultraligero; es una combinación de timón y elevador.

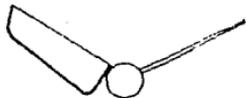
La ventaja que obtenemos con este sistema, es la eliminación de una superficie de control y por consiguiente se reducirá el arrastre del avión. (Fig.39).



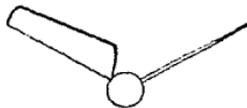
EL AVION DESCENDE



EL AVION ASCIENDE



EL AVION VIRA A LA DERECHA



EL AVION VIRA A LA IZQUIERDA

FIG. 39 TIMON - ELEVADOR

III.1.7 ELEVADORES Y ESTABILIZADORES DEL AVION ULTRALIGERO:

Los elevadores producen la inclinación al avión sobre el eje lateral; usualmente estos se encuentran sobre los estabilizadores horizontales y se mueven hacia arriba o hacia abajo de acuerdo al bastón de dirección.

El movimiento de los elevadores hará al avión inclinarse hacia arriba o hacia abajo.(Fig.40).

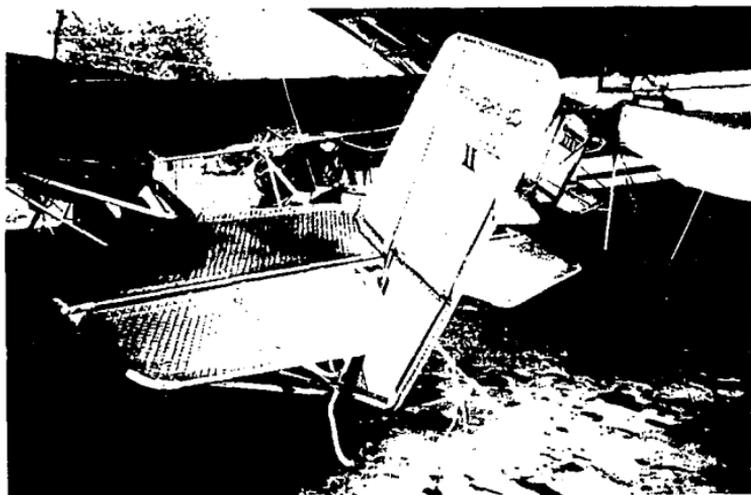


FIG. 40 ELEVADORES

Esencialmente, los elevadores son los que controlan el ángulo de ataque del avión ultraligero.

En otros casos, tenemos una combinación de estabilizador con elevador.

Otra superficie de control muy importante, es conocida como ala CANARD.

Esta es una ala montada en la parte delantera del avión, que soporta parte del peso del aparato.

La canard está montada con un ángulo de incidencia mayor que el del ala principal; y además podrá ser movida para inclinar al avión hacia arriba o hacia abajo.

Bajo condiciones normales, el ala canard funcionará evitando que el avión sufra un desplome total al exceder el ángulo de ataque, por lo que ayuda a la sustentación.(Fig.41).

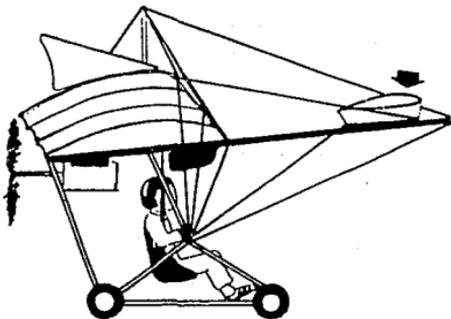


FIG. 41 ALA CANARD

III.1.8 ALERONES Y DEFLECTORES EN EL AVION ULTRALIGERO:

Para balancear al avión en el eje longitudinal, el piloto deberá accionar los alerones.

Algunos aviones cuentan con deflectores que provocan la desviación de la corriente de aire que pasa por el ala ,originando que ésta se levante en la punta opuesta.

Con esto ,una ala bajará y la otra subirá.

Cuando el deflector es accionado ,existe una pérdida de sustentación en el ala.

Si activamos los dos deflectores al mismo tiempo, el avión se lanzará en picada sin ganar velocidad.

Esto es una gran ventaja cuando se inicia la aproximación para el aterrizaje. (Fig.42).

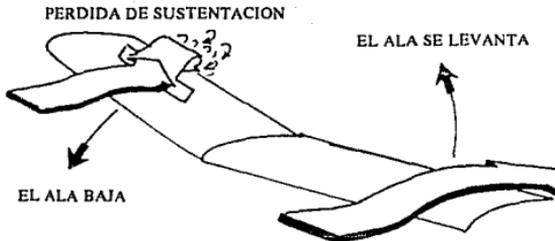


FIG. 42 ALERONES Y DEFLECTORES EN EL ALA

III.1.9 ESTABILIDAD EN LOS TRES EJES:

El avión ultraligero se comportará de diferente manera en vuelo, esto depende de las condiciones atmosféricas y las maniobras que el piloto realice.

III.1.9.1 EJE LATERAL:

Si el avión ultraligero se encuentra volando tranquilamente, las fuerzas que actúan sobre él estarán en equilibrio. (Fig.43).

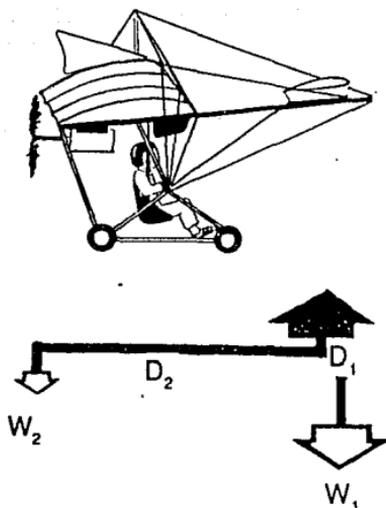


FIG. 43 FUERZAS EN EQUILIBRIO

Del diagrama anterior obtenemos la siguiente ecuación:

$$W_1 * D_1 = W_2 * D_2$$

donde:

W_1 = PESO EN EL CENTRO DE GRAVEDAD DEL AVION

W_2 = PESO EN LA COLA DEL AVION

D_1 = DISTANCIA DEL CENTRO DE GRAVEDAD AL CENTRO DE LA FUERZA DE SUSTENTACION

D_2 = DISTANCIA DEL CENTRO DE LA FUERZA DE SUSTENTACION A LA COLA DEL AVION

III.1.9.2 EJE LONGITUDINAL:

Ahora estudiaremos las fuerzas generadas cuando el avión está virando.

El ultraligero siempre tiende a regresar al vuelo en línea recta, no obstante que haya iniciado algún viraje. (Fig.44).

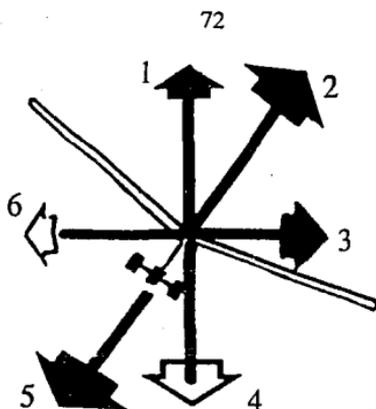


FIG. 44 FUERZAS GENERADAS DURANTE UN VIRAJE

1-COMPONENTE DE LA FUERZA DE SUSTENTACION ACTUANDO CONTRA EL PESO

2-RESULTANTE DE LA SUSTENTACION

3-COMPONENTE DE LA SUSTENTACION QUE ACTUA CONTRA LA FUERZA CENTRIFUGA

4-PESO DEL AVION ULTRALIGERO

5-FUERZA RESULTANTE DE LA GRAVEDAD

6-FUERZA CENTRIFUGA

Como podemos observar en un viraje, la fuerza de la sustentación está dividida entre la contra-acción del peso del aparato y la fuerza centrífuga.

Es importante recordar que la fuerza de sustentación actúa perpendicular al viento relativo y a la envergadura del avión.

Los productores de aviones ultraligeros, incorporan a sus aparatos lo que se conoce como "ángulo diedro", para dar una mayor estabilidad en el eje longitudinal.

El ángulo diedro es el que se forma entre la raíz del ala y su punta.

Así es como trabaja:

El ala que se encuentra abajo genera más sustentación que la que se encuentra arriba, así pues habrá una tendencia de mover el avión a su posición original de vuelo.

Mientras más grande sea el ángulo diedro, más estable será el aparato sobre el eje longitudinal. (Fig.45).

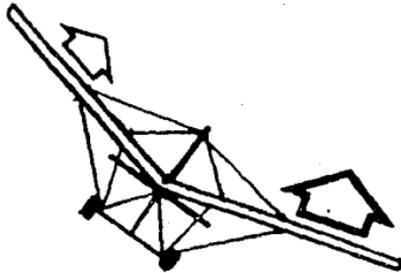


FIG. 45 ESTABILIDAD DIEDRICA

III.1.9.3 EJE VERTICAL:

Si el piloto vira el avión hacia la izquierda, el ala izquierda se moverá hacia atrás, y el ala derecha hacia adelante.

De esta manera, la velocidad del viento relativo aumentará en el ala derecha y disminuirá en el ala izquierda; por esta razón la mayoría de los aviones ultraligeros no están equipados con alerones. (Fig.46).

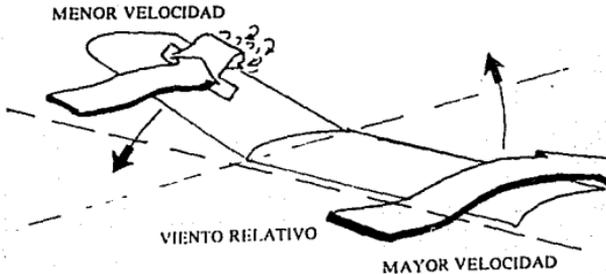


FIG. 46 ESTABILIDAD EN EL EJE VERTICAL

III.1.10 FACTOR DE CARGA:

La fuerza centrífuga agrega peso al avión, como es en el caso de un viraje o vuelta.

Si dicha vuelta es de 60 grados constantes, el peso del avión se duplicará; esto es conocido como factor de carga.

Si viramos a 30 grados y el avión permanece nivelado y balanceado, la sustentación necesaria para soportar un aparato de 150 kilogramos deberá ser de 172 kilogramos y así pues el factor de carga será de 1.10 Gs (Donde Gs es la atracción de la tierra sobre la masa del cuerpo).

Regresando a la vuelta de 60 grados, tenemos que el factor de carga es 2.

Entonces:

$$\text{RAIZ CUADRADA DEL FACTOR DE CARGA} = \frac{\text{ATRACCION DE LA TIERRA}}{\text{SOBRE LA MASA DEL CUERPO (Gs)}}$$

El resultado de esta raíz cuadrada es 1.414; entonces multiplicando este factor por la velocidad del avión ultraligero obtendremos la velocidad final a la que maniobramos.

Por ejemplo, si normalmente estamos volando a 40 kilómetros por hora, nuestra velocidad en picada o en un viraje será de 56.56 kilómetros por hora (40 Km/H * 1.414).

Debemos tener mucha precaución con la velocidad de nuestro vuelo ya que al aumentar el factor de carga, el avión acelerará dificultando quizá las maniobras.

Otro problema originado por el factor de carga se da durante el despegue.

El avión necesitará toda la potencia del motor para vencer la fuerza de gravedad, en caso de que ésta fallara, debemos aterrizar inmediatamente porque al haber un decremento de la velocidad, nos desplomaríamos.

III.1.11 FACTOR DE CARGA DEL ALA:

Al multiplicar la envergadura del ala por su anchura, obtendremos el área de la misma.

Dividiendo el peso total del avión ultraligero más el piloto, entre el área de las alas obtendremos el factor de carga del ala.

En otras palabras, este factor nos dará la carga por cada unidad de área del ala.

Por ejemplo, si tenemos un avión ultraligero que pesa 200 kilogramos y el área de sus alas es de 16 metros cuadrados, el factor de carga del ala será de 12.5 kilogramos por metro cuadrado de superficie.

III.1.12 ESTABILIDAD ESTÁTICA Y DINÁMICA:

Como estabilidad entendemos una forma de equilibrio y un cuerpo positivamente estable se resistirá al desplazamiento.

La estabilidad negativa se da cuando el cuerpo no puede permanecer inmóvil; pudiendo desplazarse en cualquier dirección.

La estabilidad neutra se da cuando al cabo de un poco de movimiento el cuerpo se detiene quedando completamente inmóvil.

La estabilidad dinámica positiva se da porque el avión ultraligero tiende a seguir su trayectoria original aunque puede presentar algunas oscilaciones. (Fig.47).

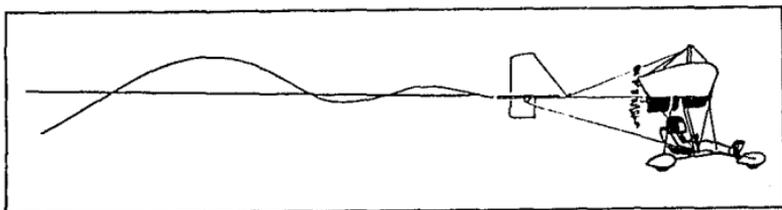


FIG. 47 ESTABILIDAD DINÁMICA POSITIVA

En la estabilidad dinámica neutra, el avión se mantiene oscilando en forma constante.

No existe ninguna variación en las oscilaciones. (Fig.48).

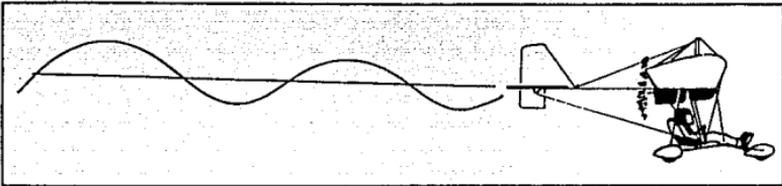


FIG. 48 ESTABILIDAD DINAMICA NEUTRAL

En la estabilidad dinámica negativa, el avión estará constantemente oscilando y dichas oscilaciones aumentarán su amplitud.(Fig.49).

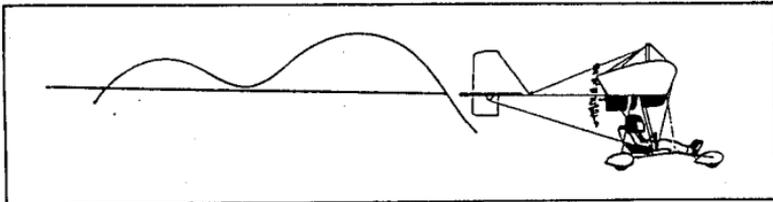


FIG. 49 ESTABILIDAD DINAMICA NEGATIVA

III.1.13 ARRASTRE:

El arrastre es una fuerza con la que el ultraligero se enfrenta cada vez que está en vuelo.

El aire es una masa de moléculas, y cuando un cuerpo pasa a través de éste, crea turbulencias; dichas turbulencias crean el arrastre.(Fig.50).

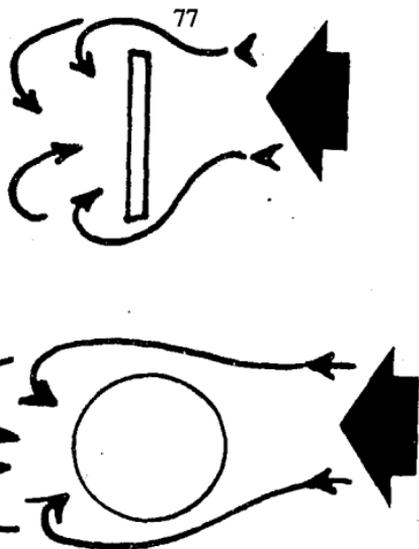


FIG. 50 ARRASTRE GENERADO POR UN CUERPO
El arrastre se presenta en dos formas básicas:

III.1.13.1 PARASITO:

Se debe a los cables, textura de las superficies y la interferencia entre los componentes del ultraligero.

Existen varios factores que originan este fenómeno.

Primero tenemos la densidad del aire, ya que ésta es mayor (Aire más pesado) al nivel del mar y va disminuyendo conforme nos elevamos.

Otro factor es el área que choca contra el flujo de aire, de modo que si el impulso desaparece, el avión se detendrá por completo.

III.1.13.2 INDUCIDO:

Se debe a la sustentación o al empuje que produce el ala del avión ultraligero, ya que en las puntas de las alas se crean remolinos.

Al aumentar la velocidad del avión ultraligero, el arrastre parásito aumentará, y en cambio el arrastre inducido disminuirá. (Fig.51).

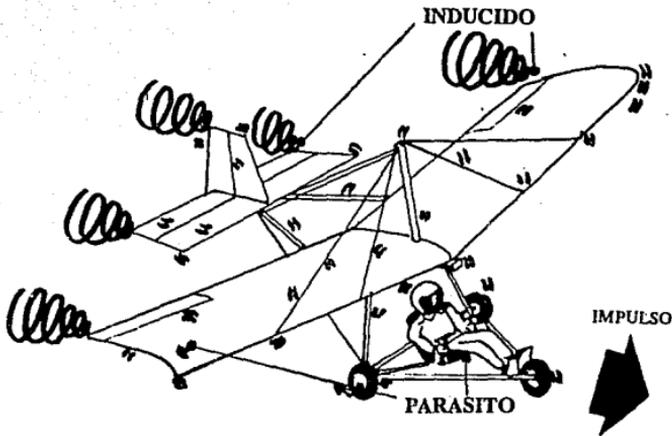


FIG. 51 ARRASTRE PRODUCIDO POR EL AVION ULTRALIGERO

III.1.14 FUERZA DE GRAVEDAD:

En la tierra todos los cuerpos tienen peso y su masa es atraída al centro de la tierra, la aceleración de la gravedad es de 9.81 metros por segundo cuadrado.

En el caso de la aviación, existen distintos pesos:

PESO VACIO:

Peso del avión sin carga, gasolina, aceite o piloto.

PESO TOTAL:

Peso máximo permisible (incluyendo al piloto) recomendado por el fabricante.

CARGA:

Es el peso total menos el peso vacío del avión.

Es muy importante como piloto conocer la carga que puede llevar el avión ultraligero, debemos tomar en cuenta que un avión sobrecargado es muy peligroso, ya que las maniobras de vuelo cambiarían porque el centro de gravedad puede estar desplazado con el exceso de peso y la aceleración sería completamente distinta.

III.2.15 IMPULSO:

La hélice es una especie de ala que está "levantando hacia adelante" al avión.

De hecho la hélice presenta todas las características de ésta: Angulo de ataque, área y operación.

Cuando la hélice gira, se encuentra con el viento relativo y esto crea el impulso hacia adelante.

Si alguna condición atmosférica está afectando las alas del ultraligero, seguramente lo estará haciendo con la hélice.

Por ejemplo, con el calor se adelgaza el aire; con esto la eficiencia del motor y la sustentación disminuirán.

Como sucede con el ala si la hélice excede el ángulo de ataque, no podrá proporcionarnos el impulso.

Si observamos de cerca la hélice, nos daremos cuenta que el ángulo de ataque de las aspas varía del centro a la punta.

Dicho ángulo disminuye al acercarse a la punta.

La hélice está diseñada de esta manera, pues el aire se comportará diferente debido a la variación de revoluciones en las distintas partes de la misma. (Fig.52).

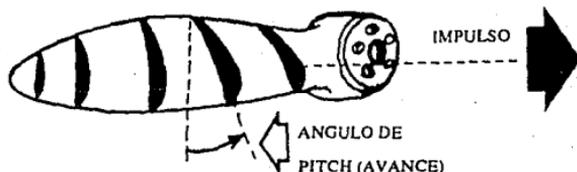


FIG. 52 VARIACION DEL ANGULO DE AVANCE EN LA HELICE

Existen hélices que fueron diseñadas para ser más efectivas durante el despegue; éstas son conocidas como hélices para ascensión.

El tipo convencional es conocido como hélice de crucero.

La hélice siempre girará en sentido contrario a las manecillas del reloj (Visto el avión de frente).(Fig.53)



FIG. 53 SENTIDO DE ROTACION DE LA HELICE

CAPITULO IV. MANTENIMIENTO Y SOPORTE EN TIERRA

CAPITULO IV. MANTENIMIENTO Y SOPORTE EN TIERRA

IV.1 MANTENIMIENTO Y SOPORTE EN TIERRA:

En el servicio que prestará el aeródromo, se encuentran los mantenimientos y soporte terrestre para que los pilotos puedan tener la seguridad necesaria al volar sus aviones ultraligeros.

IV.2 MANTENIMIENTO GENERAL:

Es muy importante mantener al avión ultraligero en buenas condiciones para volar.

Debido a esto, es necesario conocer algunos aditamentos que nos harán más fácil el mantenimiento de estos aparatos.

Existe el deterioro natural por el uso; por ejemplo tenemos variaciones en la estructura de aluminio por impactos, los cables y chicotes pierden su tensión, el recubrimiento de las alas puede sufrir rasgaduras u otra clase de daños; los tornillos llegan a aflojarse o a desprenderse.

Para evitar todas estas situaciones, es vital el mantenimiento regular del avión; no debemos olvidarnos de guardar el aparato en un hangar o cochera cuando no se está utilizando.

El mismo cuidado deberá seguirse al transportarse en remolques al lugar del vuelo.

El avión ultraligero debe permanecer limpio no sólo por estética o apariencia, sino porque de esta manera será más sencillo encontrar cualquier defecto o problema en su superficie.

Debemos señalar que el avión permanece en tierra la mayor parte del tiempo; si nos preguntamos cuanto lo volaremos, la respuesta sería "poco tiempo".

Quizá en los días festivos o los fines de semana, si las condiciones climatológicas lo permiten.

En promedio, el avión ultraligero volará unas 100 horas anualmente.

Tenemos 8760 horas en un año; de modo que el avión estará en tierra una 8600 horas.

Con esto ;nos damos cuenta que el mantenimiento y el soporte terrestre son muy importantes.

Si dejamos el avión a la intemperie anclado con cables, el aire puede dañarlo en un alto grado.

Lo ideal es guardarlo siempre bajo techo.

IV.3 HANGARES:

Un hangar es un refugio para los aviones.

Los aviones ultraligeros necesitan esta protección más que los aviones comunes, dado su peso y tipo de construcción.

Tomando en cuenta que el ultraligero despegue a unos 50 Km/h, hay que imaginar lo que sucedería con una brisa de 30 ó 40 Km/h.

La mayoría de estos aparatos están cubiertos con DACRON o materiales similares; estos recubrimientos están diseñados para durar varios años, pero si se dejan mucho tiempo a la intemperie no pasará más de un año sin que el acabado presente problemas.

Esto resulta costoso y sumamente peligroso.

Dependiendo del lugar en el que estemos volando, podemos hacer arreglos con algún aeropuerto local para poder guardar allí nuestro avión.

La mayoría de los hangares fabricados para aviones ultraligeros, son ligeros y portátiles.

Presentan un armazón metálico y plegable con una cubierta de dacron o algún otro material similar.

Los costos de estos hangares son aproximadamente una tercera parte del avión nuevo.

En otros casos, resulta más económico su construcción con madera y lámina, aunque éstos no sean portátiles.(Fig.54).



FIG. 54 HANGAR CON ESTRUCTURA METALICA

IV.4 CUBIERTAS DE PROTECCION:

Nos referimos con estas cubiertas a protecciones para las alas, hélice y motor.

Usualmente se fabrican con materiales similares a los utilizados en la construcción de las alas de ultraligeros.

El propósito principal, es protegerlo de los elementos a los que está expuesto en la intemperie, o incluso dentro del hangar cuando está guardado por largos períodos de tiempo.

Al adquirir estas cubiertas, es muy importante que estén fabricadas a la medida del modelo que tenemos para una protección efectiva.

(Fig.55).



FIG. 55 CUBIERTAS DE PROTECCION

IV.5 AGENTES LIMPIADORES:

Para las partes metálicas con o sin pintura ,pueden utilizarse cualquier tipo de limpiador e incluso ceras para automóvil.

Las partes sucias de aceite, deben ser limpiadas con solventes como gasolina o aguarrás.

Nunca se debe fumar al efectuar estas operaciones.

Las partes de aluminio anodizado, pueden ser limpiadas con productos diseñados para este material; incluso podemos pulirlo.

Para los recubrimientos de las alas, se utiliza daeron; este material es muy resistente.

Los rayos ultravioleta del sol pueden dañarlo a largo plazo; por esto ,existen tratamientos que se aplican con atomizadores sobre toda la superficie.

Este tipo de tratamientos son costosos, pero vale la pena la protección que proporcionan al aparato.

Cualquier mancha de aceite deberá ser removida de inmediato; de otra manera el recubrimiento puede dañarse.

En el caso de manchas de óxido, éstas podrán ser removidas con ácido oxálico.

Después debemos enjuagar el área con suficiente agua y secarla.

IV.6 ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE:

La manera más sencilla, es levantar el contenedor de gasolina y con ayuda de un embudo, llenar el tanque de combustible.

Algunos aviones ultraligeros podrán alimentarse con este método.

Otros tienen el tanque arriba del asiento del piloto o debajo de éste.

Generalmente, podemos adquirir en comercios, algún tipo de bombas para llenar nuestros tanques y así evitar derrames de combustible.

Los contenedores más comunes para transportar combustible son latas de 20 litros; esto es muy fácil de manejar y sólo pesa unos 15 kilos.

Existe una combinación de contenedor con manguera y bomba con capacidad de 40 o 50 litros.

Este equipo tiene ruedas y es portátil.

Además es muy útil cuando se tiene al servicio de varios aviones.

Las bombas utilizadas para estas unidades pueden ser eléctricas o manuales.

La de tipo manual es muy parecida a la utilizada para pasar combustible de un vehículo hacia otro.

En el caso de tener una bomba eléctrica y no tener ningún contacto, existen adaptadores para la batería del automóvil o para el ultraligero.

Este tipo de unidades pueden bombear unos 20 litros por minuto.

Como medida de seguridad, es importante recordar que el sistema eléctrico de la bomba puede causar alguna explosión; por esto, debemos ser muy cuidadosos con esta operación.

Nunca debemos fumar al efectuar estas operaciones.(Fig.56).



FIG. 56 ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE

IV.7 CONOS DE VIENTO:

Es muy importante para el avión ultraligero, determinar la dirección y la velocidad del viento.

Si nos encontramos en pleno vuelo, será de mucha utilidad observar el cono de viento para pensar como debe ser nuestro aterrizaje.

Estos conos están fabricados generalmente de tela y están montados en un mástil que les permite un movimiento libre.

Además es portátil.

Los conos de viento comerciales están calibrados.

De esta manera seremos capaces de determinar la velocidad y dirección del viento con sólo observar la caída del cono.

Por ejemplo, si el cono se encuentra completamente extendido, la velocidad será de 30 ó 35 Km/h; claro que depende del modelo.

Es muy buena idea tener el cono de viento instalado en la pista; el viento estará más calmado en la mañana y conforme avanza el día, habrá más corrientes.

Existe una analogía entre el cono de viento y el cocodrilo:

"Si nos acercamos por la cola todo estará bien; si lo hacemos por la boca, tal vez estemos en problemas".

El viento entrará por la boca y saldrá por la cola; esta es la dirección que deberemos seguir en el momento del despegue o del aterrizaje.(Fig.57).

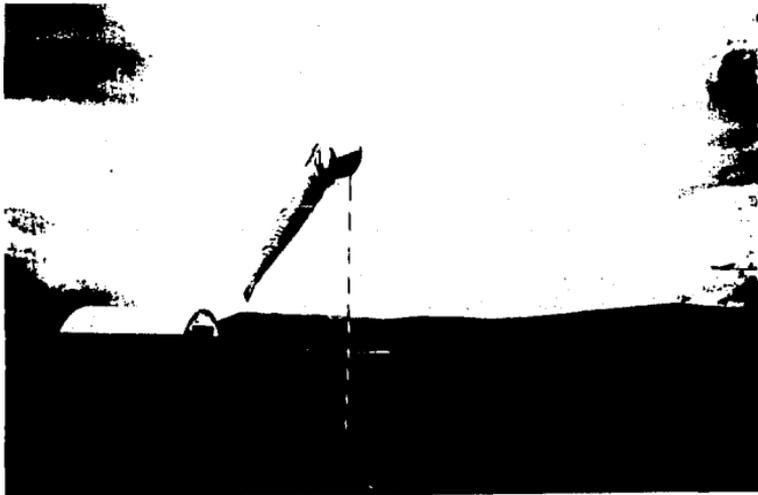


FIG. 57 CONO DE VIENTO EN EL AERODROMO

IV.8 AMARRES EN TIERRA:

No tomará mucho tiempo a una ráfaga de viento dañar a nuestro avión estacionado.

Necesitamos alguna manera para asegurar el aparato al estar en tierra.

Simplemente colocaremos estacas en el suelo con cuerdas que sostendrán al avión.

Estas estacas son fabricadas en acero inoxidable y son parecidas a tornillos.

Este tipo funcionará mejor que las estacas que simplemente se clavan en el suelo.

Los amarres se colocan hacia la cola, nariz y las alas del avión; de hecho algunos de estos aparatos cuentan con argollas destinadas a estas funciones.(Fig.58).

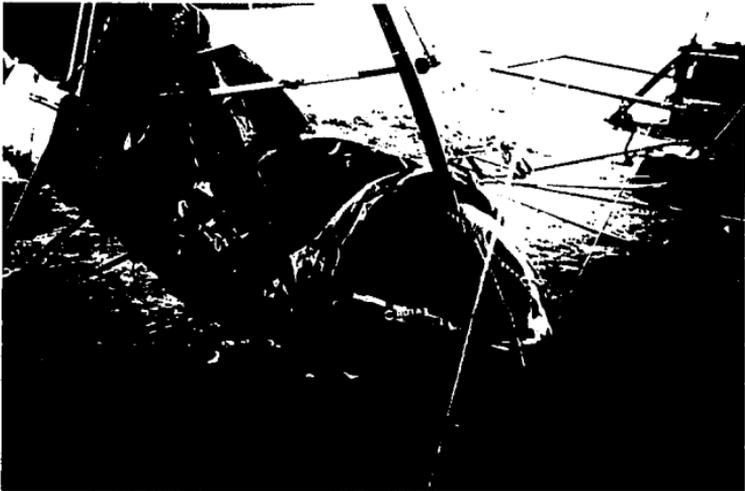


FIG. 58 AMARRES EN TIERRA DEL AVION ULTRALIGERO

IV.9 OPERACIONES TERRESTRES:

Se puede dar el caso de una persona que no tiene entrenamiento en vuelo de ultraligeros que compre el aparato; lo lleve a la pista y lo vuele sin haber tomado en cuenta todas las revisiones de seguridad.

Como las leyes no exigen registro del avión, esta situación es muy factible.

La falta de conocimientos en la seguridad de estos aparatos, puede causar accidentes.

IV.10 REVISIONES PREVIAS AL VUELO:

La revisión integral del avión ultraligero, hará que el vuelo sea seguro y agradable.

Es muy importante la revisión de toda la estructura, así como defectos presentes en ésta.

Si algún defecto puede ser peligroso para la integridad del avión; no deberemos volarlo hasta reparar dicha falla.

IV.11 REVISIONES RECOMENDADAS:

1-Controles del avión: Buen funcionamiento, movimiento libre, conexiones bien hechas.

2-Movimiento de las superficies de control: Timón, elevadores y deflectores.

3-Poleas y cables que van hacia el motor y superficies de control.

4-Asiento del piloto fijo a la estructura.

5-Estructura del avión ultraligero.

6-Tren de aterrizaje y sistema de frenos.

7-Cables de refuerzo de la estructura.

8-Recubrimiento en alas, timón y estabilizadores.

9-Bisagras de las superficies de control.

10-Hélice: Bien sujeta en su lugar, libre de golpes.

11-Sistema de reducción: Poleas, bandas en buen estado, tensión.

12-Poste y todos los cables estructurales.

13-Línea para combustible.

14-Filtro para gasolina.

15-Arrancador del motor.

16-Bujías y cables, batería.

17-Paracaídas.

18-Equipo de seguridad del piloto: Traje, casco, guantes.

19- Nivel de combustible.

(Fig. 59).



FIG. 59 REVISION DE LOS CABLES TENSORES

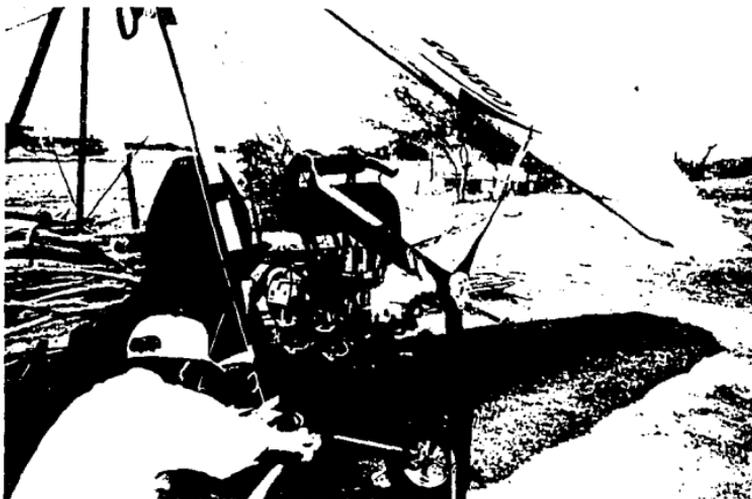


FIG. 59A REVISION DE LAS BUJIAS

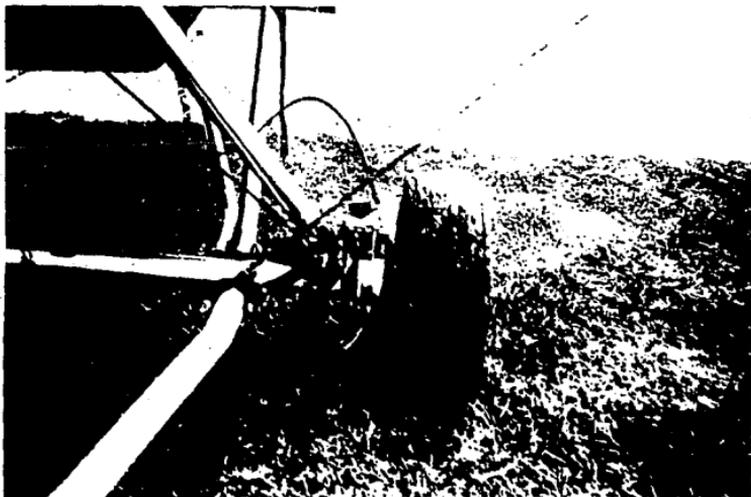


FIG. 59B REVISION DEL SISTEMA DE FRENOS



FIG. 59C REVISION DE ALERONES



FIG. 59D REVISION DEL POSTE

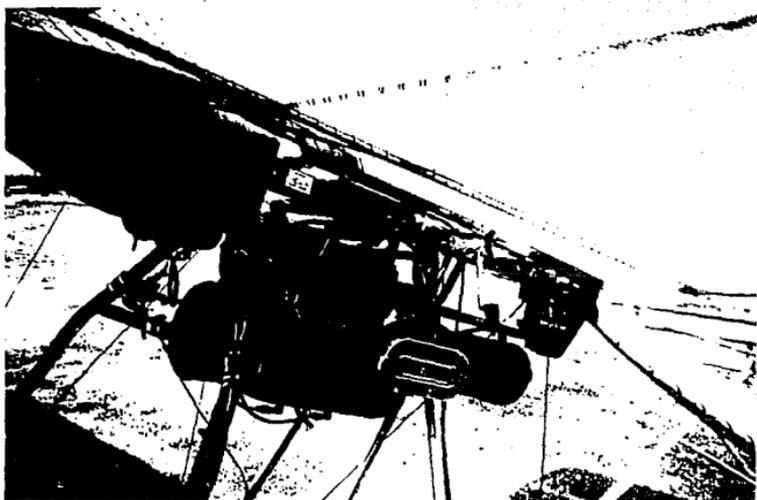


FIG. 59E REVISION DEL MOTOR



FIG. 59F REVISION DE CABLEADO ELECTRICO

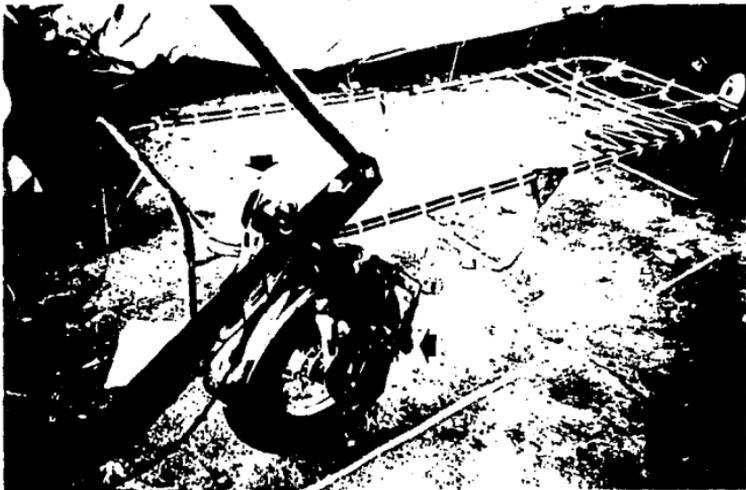


FIG. 59G REVISION DE LOS PEDALES DE CONTROL



FIG. 59H REVISION DEL TREN DE ATERRIZAJE

IV.12 ELECCION DE UN AERODROMO ADECUADO:

Es muy importante la selección del aeródromo (Aeropuerto) en que todos los servicios nos serán prestados.

Para esto, un estudio del mercado existente se encargará de la cuantificación y determinación de las opciones de aeródromos para los aviones ultraligeros.

Cuando se han determinado estos parámetros, podremos evaluar las diferentes alternativas para elegir la más conveniente.

Un adecuado estudio de los aeródromos, nos permitirá tener bases sólidas para la selección de un servicio óptimo para nuestros aviones ultraligeros.

IV.13 BUSQUEDA DEL SERVICIO:

La compañía que elegiremos, debe encargarse de dar servicio a aviones ultraligeros; aunque también se encargará del manejo de varias refacciones para estos aparatos, por lo que también contará con productos a comercializar. (No olvidemos que si no se tienen las refacciones necesarias, el avión puede estar en tierra sin ser usado.).

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO:

Existe desde hace unos años, un aumento en la venta de aviones ultraligeros en México, así como de aficionados a este deporte.

Varias tiendas especializadas en artículos deportivos, importaron en 1985 alrededor de 10 aparatos en todo el territorio nacional; la gente no conocía este tipo de aviones, pero al viajar por ejemplo a Cuernavaca o Tequesquitengo en el estado de Morelos, se dieron cuenta que éstos se rentaban por cuartos de hora.

De esta manera, la gente con posibilidades económicas adquirió sus propios aviones ultraligeros. Para 1990 existían alrededor de 550 aparatos registrados.

El aeródromo que buscamos, deberá incluir los siguientes servicios al cliente:

- Personal para entrenamiento en el vuelo de aviones ultraligeros
- Personal capacitado con conocimientos de aeronáutica
- Mecánicos con conocimientos de motores de dos tiempos

- Cursos de seguridad y emergencias durante el vuelo y en tierra
- Soporte en tierra para operaciones
- Mantenimiento de los aparatos
- Hangares para protección contra la intemperie
- Pista para operaciones
- Mecánica general con refaccionaria

El servicio se proporciona al avión ultraligero, para esto es necesario contar con un almacén con las refacciones necesarias para mantener estos aparatos en vuelo.

La mayor parte de las refacciones son de importación, debido a lo especializado de estas piezas.

Se debe buscar un local que tenga en el almacén:

- Hélices
- Medios motores
- Bujías
- Llantas
- Sistemas de frenos
- Sistemas de reducción
- Combustible y aceites
- Instrumentos de vuelo
- Trajes de vuelo
- Equipos de seguridad
- Radios
- Piezas del fuselaje
- Sistemas de escape
- Cilindros
- Empaques diversos
- Pintura acrílica

AERODROMOS RECOMENDABLES DISPONIBLES:

En el valle de Cuernavaca, en el estado de Morelos, cerca de Tepoztlán y en Tequesquitengo existen aeródromos que podrían ser utilizados por los aviones.

En los alrededores del valle, tenemos algunos campos pequeños para estas operaciones; algunos de ellos carecen de las instalaciones adecuadas y del personal para el adiestramiento en el vuelo de estos aparatos.

A lo largo del país existen varios campos pequeños, especialmente en lugares turísticos como Acapulco, Valle de Bravo y Cancún.

Una vez estudiados detalladamente, el campo que más recomiendo es el de Tequesquitengo; ya que además de su cercanía con el Distrito Federal, cuenta con magníficas instalaciones para las operaciones de aviones ultraligeros.

Este aeródromo está localizado a unos dos kilómetros de la entrada del pueblo. (Fig. 60).



FIG. 60 VISTA AEREA DEL AERÓDROMO DE TEQUESQUITENGO MORELOS

DEMANDA:

La demanda para el valle de Cuernavaca es muy grande, ya que existen muchos propietarios de aviones ultraligeros con las siguientes necesidades:

- Almacenamiento de sus aviones
- Refacciones en México
- Entrenamiento profesional
- Mantenimiento y seguridad en tierra

-Pista de aterrizaje y despegue

-Accesorios para los aviones

En el valle de Cuernavaca, existen alrededor de 100 aviones ultraligeros, por lo que tenemos una demanda muy buena, y los aeródromos se esforzarán por dar un buen servicio.

Se recomiendan varios mantenimientos, por ejemplo, es necesario un mantenimiento menor semanal y un mantenimiento mayor unas dos veces al año.

En el caso de los propietarios particulares, no tendrían que dejarlo a la intemperie y se les podrá hacer el mantenimiento con regularidad.

A continuación se presentan datos sobre las demandas de los propietarios de aviones ultraligeros:

| CLIENTE | NUM. DE AVIONES | SERVICIOS / MES |
|-------------------|-----------------|-----------------------------------|
| TEPOZTLAN | 20 AVIONES | 80 MANT. MENOR 20 MANT. MAYOR |
| TEQUESQUITENGO | 30 AVIONES | 120 MANT. MENOR 30 MANT. MAYOR |
| CUERNAVACA Y D.F. | 40 AVIONES | 160 MANT. MENOR 40 MANT MAYOR |

DEMANDA TOTAL MENSUAL CONOCIDA:

*MANTENIMIENTOS MENORES: 360
MANTENIMIENTOS MAYORES: 90*

LOCALIZACION RECOMENDADA DEL AERODROMO:

Los edificios y el equipo son componentes importantes para nuestras instalaciones de servicio.

El encargado del lugar deberá tener los conocimientos de aeronáutica y de ingeniería, para manejar a satisfacción de la clientela dichas instalaciones (No olvidemos que la seguridad es sumamente importante en esta clase de negocio). Debemos buscar personal completamente capacitado.

LUGAR PARA LA EDIFICACION:

Las características del lugar deben adecuarse a las instalaciones de un aeródromo.

Un lugar amplio destinado a la construcción de pistas de aterrizaje y despegue, además de las bodegas, oficinas y salones para entrenamiento.

Es importante la proximidad de carreteras, drenajes, energía eléctrica, agua potable, mano de obra disponible etc.

Inclusive, debemos fijarnos si las instalaciones están diseñadas de tal manera que sea posible una expansión a futuro (Horizontal y vertical).

Para el desecho de los residuos de los servicios (Gasolinas y aceites) será necesario darles un tratamiento para evitar accidentes y explosiones.

LOCALIZACION Y ORIENTACION DE LAS INSTALACIONES:

Para la localización del aeródromo, se deben tomar en cuenta que existan carreteras cercanas, así como los servicios que las instalaciones necesitan para operar.

Debido a los materiales y sustancias usados, es muy importante que las bodegas estén localizadas fuera del alcance directo del sol; y también lejos de fuertes corrientes de aire. Estas recomendaciones son sumamente importantes en nuestra elección.

Es muy importante revisar que la orientación de las pistas sea adecuada, para que las corrientes dominantes de la región no queden cruzadas contra ellas, ya que sería muy difícil y también peligroso maniobrar con los aviones.

PISOS Y SUPERFICIES EN LAS INSTALACIONES:

Las superficies deberán ser lo suficientemente amplias para poder maniobrar con los aviones ultraligeros y para poder darles el mantenimiento necesario, así como lugares para su almacenaje (Hangares).

Los tanques de almacenamiento son un punto importante a considerar. Debemos cerciorarnos de su localización con respecto a flamas abiertas o peligros latentes.

De preferencia, los tanques empleados para gasolina, deberán estar contruidos en acero inoxidable.

Los tanques para gasolina deben encontrarse localizados cerca de la pista, pero lejos de las instalaciones generales.

Los pisos de las instalaciones del aeródromo tendrán que ser resistentes a gasolina, aceites y solventes generalmente utilizados para los mantenimientos y limpiezas generales del lugar.

Es importante que se cuente con una pendiente para evitar asentamientos de agua o de otras substancias y un sistema de drenajes adecuado.

El declive sugerido para el piso es de un centímetro por cada medio metro de piso con dirección hacia el drenaje.

PAREDES DE LAS INSTALACIONES:

El acabado de las paredes deberá ser liso para una buena limpieza, no se debe permitir ningún tipo de acumulaciones, porque podría resultar peligroso.

El techo más recomendable es liso y horizontal, con la iluminación empotrada en él (Los colgantes son más sucios).

En el caso de las ventanas, éstas deberán ser grandes para proporcionar un buen nivel de iluminación y ventilación.

HABITACIONES EN EL AERODROMO:

Es importante que las áreas comunes estén separadas, por ejemplo las oficinas y salones de entrenamiento estarán próximos; en cuanto a las refacciones y taller mecánico, se localizarán en otra área del aeródromo.

Debemos buscar que las oficinas y salones de entrenamiento, se localicen donde el nivel de ruido sea mínimo, y deberá estar a la entrada de las instalaciones.

Los servicios sanitarios se deben encontrar en oficinas, salón de entrenamiento, taller mecánico y almacén de refacciones y bodega. (Fig. 61).



FIG. 61 VISTA DEL EDIFICIO PRINCIPAL DEL AERODROMO

PISTAS PARA EL DESPEGUE Y ATERRIZAJE:

La longitud de las pistas es un aspecto de los más importantes, mínimo son necesarios 250 metros para poder maniobrar el avión ultraligero.

El material utilizado más recomendado es el concreto, ya que el asfalto desgasta muy rápido el hule de las llantas del avión ultraligero.

Es obligatorio que las pistas cuenten con iluminación cada 2 metros; así como con cono de viento para poder observar la dirección de las corrientes de aire.

La longitud de la pista puede llegar a un kilómetro si en el aeródromo se realizan también operaciones con avionetas pequeñas.

Es importante que la pista cuente con un número en el inicio de la misma para indicar al avión que se está aproximando al aterrizaje, la dirección de entrada.

(Fig.62).



FIG. 62 ATERRIZAJE DEL AVION ULTRALIGERO



FIG. 62A DESPEGUE DEL AVION ULTRALIGERO

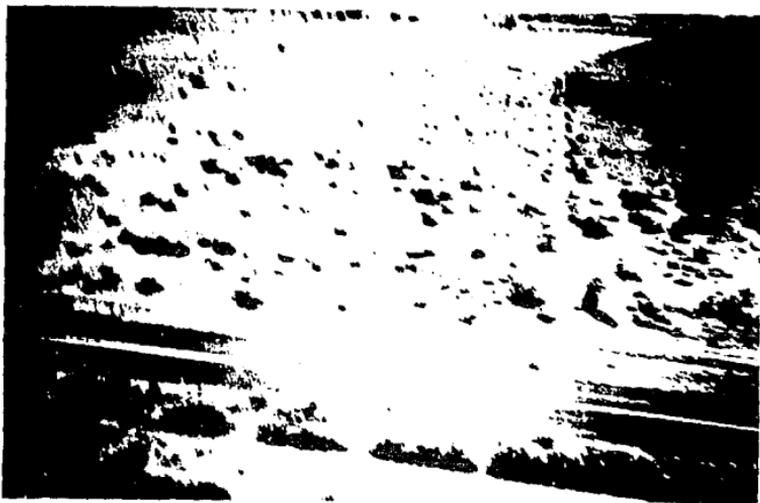


FIG. 62B APROXIMACION A LA PISTA



FIG. 62C VISTA AEREA DE LA PISTA DEL AERODROMO DE TEQUESQUITENGO
MORELOS

CONCLUSIONES

En el trabajo presentado en esta Tesis se han realizado varios estudios, recomendaciones y propuestas a los distintos aspectos que están involucrados en los aviones ultraligeros.

Es importante recordar que a lo largo de la Tesis, se enfocaron todas las actividades desde un punto de vista de seguridad antes que nada.

El capítulo I nos proporciona una introducción detallada al mundo de los aviones ultraligeros; para esto se emplearon descripciones generales para los componentes y operación de los aviones ultraligeros. Se habló de los conceptos generales de seguridad para el piloto y para el aparato, aunque más adelante serían detalladas en los siguientes capítulos.

La Tesis está dirigida a cualquier persona, por esta razón, se empleó un lenguaje fácilmente entendible tanto para principiantes como para aficionados a este deporte tan interesante. La información que se maneja fue resultado de una intensa investigación en campo, pues este tipo de aviones es desconocido por la mayor parte de las personas.

En el capítulo II se hace un estudio detallado de la operación del motor; este estudio incluye también la parte de refacciones y accesorios indispensables para un motor en buen estado.

En la primera parte se desarrolló una introducción a los motores de dos tiempos, que siempre impulsarán a nuestro aparato. Considero de mucha importancia el conocimiento detallado en la operación y los componentes del motor, ya que sin la propulsión que éste proporciona, sufriríamos un accidente o un buen susto.

El estudio de la máquina continúa con la explicación y funcionamiento de los instrumentos que están a cargo del control del motor y del avión. Es importante conocer bajo que condiciones operan, para poder tener conocimiento en una situación de emergencia o de mantenimiento de rutina.

En el capítulo III se explicaron a detalle las operaciones en vuelo y la aerodinámica a la que se encuentra sujeto nuestro avión ultraligero.

Conforme fue avanzando el estudio sobre la aerodinámica básica del avión, el lector pudo conocer fácilmente todos los secretos fascinantes y los porqués del vuelo; para la explicación del principio más importante en la aviación se utilizó el "Principio de Bernoulli", del cual se derivan las demás leyes y principios que apoyan al vuelo.

Aunque esta Tesis no indica al piloto cómo volar al avión ultraligero, se hizo un estudio de las situaciones más comunes que se presentarían en el vuelo, incluyendo algunas situaciones de emergencia y propuestas para atacarlas con seguridad.

Es recomendable que si el lector quiere llegar más allá, deberá sin duda contactar una escuela de vuelo, donde un curso completo le será impartido.

Bajo ningún concepto trate de volar un avión ultraligero si no tiene los conocimientos necesarios y sobre todo la práctica; que generalmente se adquiere volando con el instructor en un avión de dos plazas.

El capítulo IV se encargó de proporcionar información general sobre el mantenimiento del avión ultraligero en tierra. Se hicieron las propuestas para los mantenimientos preventivos, correctivos y de emergencia.

Una parte muy importante en este capítulo, fueron las recomendaciones que hago personalmente para los aficionados al vuelo de aviones ultraligeros, en la elección exitosa de un aeródromo donde puedan ser efectuadas las actividades de vuelo y mantenimientos recomendados.

Se han hecho varias propuestas y recomendaciones para las revisiones previas y posteriores al vuelo del avión. Al final de las conclusiones se encontrarán las revisiones recomendadas para antes y después del vuelo, a manera de cuadros fácilmente entendibles y un glosario con los términos más usuales en la aeronáutica.

Estoy seguro que con la información presentada en esta Tesis, todos los aficionados, y los que aún no lo son; tendrán una excelente ayuda e inicio para el fascinante mundo de los aviones ultraligeros.

No debemos olvidar que para volar un avión, deberemos acudir siempre a los profesionales.

El enfoque que se hace en algunas de las recomendaciones, es algo estricto y por esta razón sólo uno de los aeródromos estudiados cumplen con todas las características de seguridad que son necesarias.

El aeródromo que recomiendo ampliamente es el localizado en Tequesquitengo, Morelos; las instalaciones del lugar son muy buenas y el clima facilita la labor de aprendizaje ya que no existen corrientes muy bruscas y al volar sobre el lago casi desaparecen por completo.

El personal con que cuenta el aeródromo está calificado para poder proporcionar entrenamiento sobre el vuelo y conocimientos generales de aviación ultraligera. Se localiza unos dos kilómetros antes de entrar al pueblo.

Para la investigación y el desarrollo de la Tesis, fue necesario que un servidor volara en varias ocasiones los aviones ultraligeros.

La primera vez que uno vuela en estos aparatos se tiene un poco de temor; al elevarse se siente la oposición de la fuerza de gravedad con una ligera "compresión" que desaparece cuando el ultraligero se nivela.

Cuando el vuelo es nivelado, a unos 400 ó 500 metros sobre el suelo, parece que vamos en una "silla voladora" pues sentimos todo el viento contra nosotros y una sensación de libertad incomparable.

En el aire pregunté al piloto sobre qué sucedería si el motor se apagara; para disipar mi duda lo apagó... ¡ el avión seguía volando sin ningún problema! , debido a sus características aerodinámicas tiene la capacidad de planear.

Una vez en tierra, aunque algo nervioso y muy emocionado por la experiencia, comprobé lo sencillo que es volar los aviones ultraligeros; realmente cualquier persona puede aprender en muy poco tiempo.

Al final de la Tesis encontrarán algunas fotografías que tomé desde el aire, es increíble como se ve todo desde arriba.

| MOTOR | |
|--|---|
| VELOCIDAD CARBURACION BUJIAS CABLES ELECTRICOS SISTEMA DE ENFRIAMIENTO | 1 |

| SISTEMA DE REDUCCION | |
|---|---|
| BANDAS TENSION EN BANDAS CAJA DE ENGRANES LUBRICACION ANILLOS EJES | 2 |

| HELICE | |
|--|---|
| MONTAJE ALINEACION CUARTEADURAS BALANCE | 3 |

| CONTROLES DE VUELO | |
|---|---|
| MOVIMIENTO LIBRE LUBRICACION CALIBRADOS | 4 |

| ASIENTO DEL PILOTO | |
|--|--|
| 5 CINTURONES DE SEGURIDAD MONTAJE A LA ESTRUCTURA LIBRE DE ROTURAS | |

| SISTEMA ELECTRICO | |
|--|--|
| 6 CABLES AISLADOS BATERIA CONEXIONES | |

| TANQUE DE COMBUSTIBLE | |
|---|--|
| 7 MEZCLA ACEITE-GASOLINA LIBRE DE AGUA Y POLVO LINEA DE COMBUSTIBLE MONTAJE DEL TANQUE | |

| RECUBRIMIENTO | |
|---|--|
| 8 REVISION DE ROTURAS TENSION DETERIORO | |

| CABLES DE CONTROL Y POLEAS | |
|---|--|
| 9 REVISION DE CABLES LUBRICACION MOVIMIENTO DE POLEAS | |

| TREN DE ATERRIZAJE | |
|---|--|
| 10 RINES Y LLANTAS PIERNAS Y SOPORTES SISTEMA DE FRENOS | |

REVISIONES DE SEGURIDAD PARA EL VUELO

109

| |
|---------------------|
| PARACAIDAS |
| MONTAJE REVISION |

11

| |
|---|
| CASCO |
| SUPERFICIE CORREAS FORRO INTERIOR |

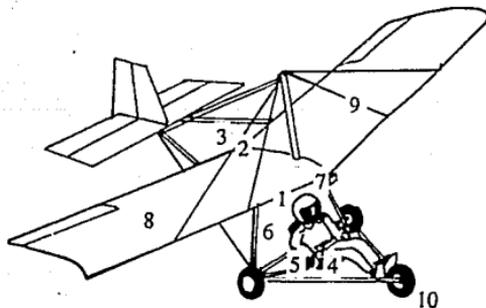
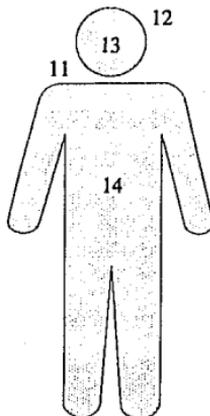
12

| |
|-----------------------|
| GOGGLES |
| CORREA VISIBILIDAD |

13

| |
|---|
| ROPA |
| ROPA TERMICA PANTALON CHAMARRA BOTAS GUANTES PROTECTORES AUDITIVOS |

14



BIBLIOGRAFIA**TESIS:**

AUTOR: ADIB KARAM KURI
TITULO: MOTOR RADIAL - CONCEPTOS
GENERALES DE MOTORES DE AVION Y
FABRICACION
EDICION: PRIMERA
EDITORIAL: I.P.N.
LUGAR DE IMPRESION: MEXICO D.F.
FECHA DE IMPRESION: 1970

AUTOR: FIDEL OTAKE
TITULO: PROYECTO AERODINAMICO DE UN AVION
BIMOTOR Y ANALISIS SOBRE FUNCIONES
DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL EN LA
INDUSTRIA AERONAUTICA MODERNA
EDICION: PRIMERA
EDITORIAL: I.P.N.
LUGAR DE IMPRESION: MEXICO D.F.
FECHA DE IMPRESION: 1970

LIBROS:

AUTOR: ROBERT B. PARKE
TITULO: BACK TO BASICS (BY THE FLYING
MAGAZINE)
EDICION: SEGUNDA
EDITORIAL: VAN NOSTRAND REINHOLD COMPANY
LUGAR DE IMPRESION: ESTADOS UNIDOS
FECHA DE IMPRESION: 1977

AUTOR: HAL ADKINS
TITULO: THE ULTRALIGHT ACCESSORY BOOK
EDICION: PRIMERA
EDITORIAL: TAB BOOKS INC.
LUGAR DE IMPRESION: ESTADOS UNIDOS
FECHA DE IMPRESION: 1986

PUBLICACIONES:

FLYING MAGAZINE
OCTUBRE 1990
ESTADOS UNIDOS

PLANE AND PILOT
JULIO 1991
ESTADOS UNIDOS

FLYING MODELS
DICIEMBRE 1989
ESTADOS UNIDOS

GLOSARIO

AERODINAMICA

Leyes sobre las fuerzas que actúan sobre un cuerpo que se encuentra moviendo en el aire.

AEROPLANO

Aparato con alas y motor más pesado que el aire, soportado en vuelo debido a la acción dinámica del viento sobre sus alas.

ACELERACION

Tasa de aumento de velocidad de cualquier cuerpo.

AIRE, INDICADOR DE VELOCIDAD DEL

Instrumento que mide la velocidad relativa del viento. También se utiliza para determinar la velocidad del avión a través del aire.

ALA

Superficie primaria de sustentación del avión.

ALERONES

Superficies de control que se encuentran en las alas cuya función es hacer girar al avión (hacer que de vuelta).

ALTIMETRO

Instrumento para medir la altitud del avión, basándose en las diferencias de la presión existente a distintas alturas.

ALTITUD

Elevación vertical sobre el nivel del mar; no debe ser confundida con la altura del avión a la tierra.

ANGULO DE ATAQUE

Es el ángulo formado por el eje de simetría del ala y la dirección del viento relativo hacia ella.

ARRASTRE

Son las fuerzas que se resisten al movimiento del avión en el aire.

CANARD

Diseño especial de ala montado en la parte frontal del avión, para lograr una mayor sustentación.

CENTRO DE GRAVEDAD

Toda la fuerza que la gravedad ejerce sobre un cuerpo , se concentra en ese punto. Si apoyáramos al avión sobre este lugar, permanecería en equilibrio total.

CONTROLES

Medios mecánicos y eléctricos para poder operar el aparato.

COLA

Parte posterior del avión.

CONO DE VIENTO

Cono fabricado de tela para determinar la dirección y la velocidad (según la caída de éste) del viento.

DEFLECTOR

Superficie de control que al ser activadas disminuyen la sustentación del ala, haciendo que el avión descienda.

DENSIDAD

Masa por unidad de volumen de un cuerpo.

DESPEGUE

Acción de levantar al avión en vuelo.

EJE LONGITUDINAL

Eje imaginario que cruza al avión de la nariz a la cola, pasando por el centro de gravedad.

EJE LATERAL

Eje imaginario que cruza al avión de punta de ala a punta de ala.

EJE VERTICAL

Eje imaginario que cruza al avión de la parte superior a la parte inferior.

ELEVADORES

Superficies de control que hacen al avión ascender o descender.

ENVERGADURA

Es la distancia existente de la punta de un ala hasta la otra.

FACTOR DE CARGA DEL ALA

Relación entre el peso del avión y del área de las alas.

FACTOR DE CARGA

Es la suma de todas las cargas (fuerzas) que afectan un cuerpo. se expresa en Gs.

FLAPS

Superficies de control utilizadas para maniobras a baja velocidad, se encuentran localizadas en las alas.

FUSELAJE

Cuerpo principal del avión donde se encuentran ensamblados todos los demás elementos.

GRAVEDAD

Atracción que la Tierra ejerce sobre la masa de los cuerpos.

HELICE

Superficie aerodinámica operada por el motor que produce el impulso del avión.

IMPULSO

Es la fuerza propulsora creada por el motor del avión.

INESTABILIDAD

Condición del ultraligero de no permanecer en vuelo nivelado.

NARIZ

Parte delantera del avión.

PARABRISAS

Superficie de material transparente para proteger al piloto de los elementos de la naturaleza.

POSTE

Mástil rígido en la parte superior del avión que soporta los cables tensores de las alas para darles una solidez estructural.

RAIZ DEL ALA

Parte del ala empotrada al fuselaje.

SISTEMA DE REDUCCION

Mecanismo para disminuir las revoluciones de la hélice para evitar la velocidad excesiva de la misma que produciría vibraciones.

SUPERFICIE DE SUSTENTACION

Area total de las partes que generan la sustentación en el avión (alas, estabilizadores etc.)

TIMON

Superficie de control que hará virar al avión (moverlo hacia la derecha o izquierda).

TORQUE

Fuerza de rotación producida por el trabajo del motor del avión.

**FOTOGRAFIAS AEREAS DE
TEQUESQUITENGO MORELOS**

