



# **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
UNIDAD TICOMAN**

**“IMPLEMENTAR LA METODOLOGÍA DEL REGLAJE DE LOS CONTROLES  
DE VUELO PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE TÓPICOS SELECTOS  
DE INGENIERÍA DEL HELICÓPTERO ECUREUIL AS350B”**

**T E S I N A**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN AERONÁUTICA**

**PRESENTAN:**

**FLORES AMBROSSI JESÚS**

**MARTÍNEZ MIJANGOS CARLOS**

**GUTIÉRREZ NAVA JORGE DANIEL**

**ASESORES:**

**ING. RUBÉN OBREGÓN SUÁREZ**

**ING. MARCOS FRAGOSO MOSQUEDA**

**ING. EDUARDO BRAVO GARCÍA**



**MEXICO, D.F. 2010**

# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
UNIDAD TICOMÁN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN:  
DEBERÁN PRESENTAR:

INGENIERO EN AERONÁUTICA  
CURRICULAR  
LOS CC. PASANTES:  
**FLORES AMBROSSI JESÚS**  
**MARTÍNEZ MIJANGOS CARLOS**  
**GUTIÉRREZ NAVA JORGE DANIEL**

**“IMPLEMENTAR LA METODOLOGÍA DEL REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE TÓPICOS SELECTOS DE INGENIERÍA DEL HELICÓPTERO ECUREUIL AS350B”**

CAPÍTULO I  
CAPÍTULO II  
CAPÍTULO III  
CAPÍTULO IV  
CAPÍTULO V

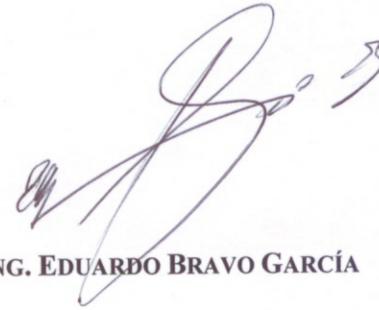
ACRÓNIMO Y TÉRMINOS TÉCNICOS  
PLANTEAMIENTO DE INVESTIGACIÓN  
MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL  
METODOLOGÍA  
PROCEDIMIENTO  
ANÁLISIS DE RESULTADOS  
CONCLUSIONES  
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS  
ANEXOS

México, DF., a 26 de enero de 2010.

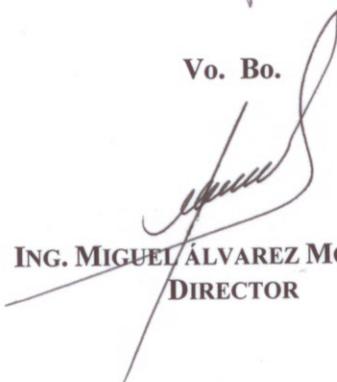
**A S E S O R E S**

  
ING. RUBÉN OBREGÓN SUÁREZ

  
ING. MARCOS FRAGOSO MOSQUEDA

  
ING. EDUARDO BRAVO GARCÍA

Vo. Bo.

  
ING. MIGUEL ÁLVAREZ MONTALVO  
DIRECTOR



## ÍNDICE

ACRÓNIMOS Y TÉRMINOS TÉCNICOS	
Acrónimos	3
Términos técnicos	4
INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO I.- PLANTEAMIENTO DE INVESTIGACIÓN	
Planteamiento del problema	7
Objetivo general	7
Objetivos específicos	7
Justificación	8
Alcance	8
CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL	
Control de pedales	12
Control cíclico	14
Control colectivo	15
Reglaje	16
Componentes rotor principal	
Palanca control cíclico	17
Control cíclico	18
Palanca colectiva	19
Componentes rotor de cola	20
Herramienta	21
CAPITULO III.- METODOLOGÍA	
Mantenimiento correctivo	23
Mantenimiento preventivo	23
Mantenimiento predictivo	23
Reglaje controles de vuelo principales	24
Reglaje controles de vuelo rotor de cola	28
Formato de práctica para el departamento de laboratorio y talleres	30
CAPITULO IV.- PROCEDIMIENTO	31
CAPITULO V.- ANÁLISIS Y RESULTADO	57
Práctica comparativa	58
CONCLUSIONES	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS	
ANEXO I.- ALAMBRE DE SEGURIDAD	74
ANEXO II.- SERVO MANDOS DEL ROTOR PRINCIPAL	76
ANEXO III.- SERVO MANDO ROTOR DE COLA	77
ANEXO IV.- HERRAMIENTA ESPECIAL	78
ANEXO V.- DIBUJOS TÉCNICOS DE LAS HERRAMIENTAS ESPECIALES	79

## ACRÓNIMOS Y TÉRMINOS TÉCNICOS

### ACRÓNIMOS

- AC** Advisory circular (Circular Aeronáutica.)
- CASP** Programa Cooperativo de Seguridad de la Aviación.
- Cm** Par motor.
- CR** Par de reacción.
- FAA** Federal Aviation Administration (Administración federal de Aviación EUA).
- Fn** Fuerza de levantamiento o sustentación.
- FS** Fuera de Servicio.
- Fy** Fuerza giratoria natural del helicóptero convencional.
- G** Centro de gravedad.
- h** Altura
- L** Longitud.
- N/P** Número de parte
- MGB** Main Gear Box (Caja de Engranajes Principales).
- MTBF** Mean Time Between Failures (Tiempo Promedio entre Fallas).
- RCM** Reliability Centred Maintenance (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad).
- Ty** Fuerza de empuje del rotor de cola.

## **TÉRMINOS TÉCNICOS**

### **AZIMUT**

Ángulo de desfase de las magnitudes inducidas por los controles en el eje de las palas.

### **BANQUEO**

Ángulo creado entre el plano de las palas y el horizonte.

### **CENTRO DE GRAVEDAD**

El centro de gravedad de un cuerpo es el punto respecto al cual las fuerzas que la gravedad ejerce sobre los diferentes puntos materiales que constituyen el cuerpo producen un momento resultante nulo. El centro de gravedad de un cuerpo no corresponde necesariamente a un punto material del cuerpo.

### **FUERZA**

Toda acción o influencia capaz de modificar el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo, o bien deformarlo.

### **FUERZA DE SUSTENTACIÓN**

Es la fuerza generada sobre un cuerpo que se desplaza a través de un fluido, de dirección perpendicular a la de la velocidad de la corriente incidente.

### **HELICÓPTERO**

Aeronave de ala rotativa que proporciona sustentación, propulsión y control que permiten a la aeronave mantenerse en vuelo estacionario sin necesidad de una velocidad de vuelo que genere estas fuerzas. Posee una gran movilidad y versatilidad.

### **PAR MOTOR**

El par motor es el momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia. La potencia desarrollada por el par motor es proporcional a la velocidad angular del eje de transmisión.

### **PAR DE REACCIÓN**

Es el momento de una fuerza aplicada en un punto determinado con respecto a un punto de origen, dada por el producto vectorial del punto determinado con respecto al punto de origen por el vector de la fuerza aplicada.

### **PRE-TRACKING**

Es conocido también como reglaje inicial, el cual consiste en colocar la pala amarilla al frente del helicóptero y verificar con una referencia el ángulo entre la pala y el plato universal para determinar si se efectúa o no el reglaje.

## INTRODUCCIÓN

Los controles de vuelo del helicóptero pueden modificar el ángulo de paso de las palas del rotor principal y del rotor de cola, de esta manera el piloto puede controlar la actitud, la velocidad y el rumbo del helicóptero.

La configuración de un solo rotor principal con un rotor de cola, presenta la ventaja de tener un solo rotor grande, y por lo tanto, un solo sistema principal de controles y una sola transmisión verticalmente. El rotor de cola requiere también una pequeña transmisión, pero debido a que este rotor no se le transmite una gran potencia, su transmisión es relativamente sencilla y ligera.

Las actividades de mantenimiento en el medio aeronáutico deben estar muy bien organizadas y definidas, lo que ha obligado a la industria aérea a elaborar programas de mantenimiento que nos permitan mantener una elevada confianza en la seguridad de las operaciones aéreas, pero además nos deben garantizar un medio productivo. Ante esto, los programas de mantenimiento han evolucionado en la historia, esta evolución la podemos ver separada en tres etapas cronológicas significativas que están delimitadas por la Primera y Segunda Guerra Mundial.

El personal de mantenimiento se ve obligado a adoptar maneras de pensar completamente nuevas, actuar como ingenieros y como gerentes. Al mismo tiempo las limitaciones de los sistemas de mantenimiento se hacen cada vez más evidentes, sin importar cuánto se haya sistematizado.

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, o RCM (Reliability Centred Maintenance) Si es aplicado correctamente, el RCM transforma las relaciones entre quienes lo usan, los activos son puestos en servicios con gran efectividad, rapidez y precisión.

**CAPÍTULO I**  
**PLANTEAMIENTO DE LA**  
**INVESTIGACIÓN**

## IMPLEMENTAR LA METODOLOGÍA DEL REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE TÓPICOS SELECTOS DE INGENIERÍA DEL HELICÓPTERO ECUREUIL AS350B

### Planteamiento:

En un helicóptero convencional el rotor principal permite la sustentación y tracción del helicóptero, el rotor de cola permite anular el par de reacción del rotor principal y controlar el eje de guiñada. Por lo tanto es muy importante darle el adecuado mantenimiento a los controles de vuelo, dentro del cual se encuentra el reglaje de los controles de vuelo y que es efectuada por toda compañía o persona poseedora de un helicóptero.

Actualmente la Escuela Superior de Ingeniería y Mecánica Unidad profesional Ticomán posee un helicóptero, por lo que consideramos es necesario realizar este tipo de prácticas.

### Objetivo general:

Implementar la metodología para la elaboración de prácticas del laboratorio de tópicos selectos de ingeniería I y II en el helicóptero Ecureuil AS350B, mediante el proceso de reglaje de los controles de vuelo utilizando los procedimientos dictados por el manual de mantenimiento del helicóptero.

### Objetivo específico:

- Elaborar un formato para prácticas que proporcione el procedimiento de reglaje para los controles de mando del rotor principal y de cola.
- Efectuar cualquier corrección de libre desplazamiento o atoramiento en el sistema.

### Justificación:

Se posee en las instalaciones del hangar de la ESIME TICOMÁN un helicóptero Ecureuil AS 350B, el cual puede utilizarse como laboratorio de prácticas que simule las condiciones laborales que el alumno encontrará en el ámbito profesional; se espera que este proyecto sea un método más adecuado de llevar a cabo este tipo de prácticas, con los cuales el alumno interactúe de una forma más dinámica con la aeronave de ala rotativa y aplicar sus conocimientos adquiridos en clases.

Es importante la realización de este proyecto, debido a que los alumnos que están por egresar de la escuela podrían trabajar con empresas relacionadas con los helicópteros y que podrían enfrentarse una situación similar en el ambiente laboral.

### Alcance:

El presente proyecto pretende dejar un manual de prácticas en el cual se describa el procedimiento para reglaje de los sistemas de control de vuelo, así dejarlos en óptimas condiciones de funcionamiento, complementando el proyecto de la puesta en marcha del rotor principal. Con ayuda del manual de mantenimiento del helicóptero AS350B realizaremos una inspección específica, para corregir y permitir el correcto funcionamiento de los controles de vuelo.

# **CAPITULO II**

## **MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL**

El rotor de cola, además de compensar el par motor, da un medio muy efectivo de control direccional ya que se puede aumentar o disminuir el ángulo de paso colectivo del rotor de cola, adicionalmente tiene un efecto estabilizador direccional.

El ángulo de paso de las palas de los rotores es el ángulo medido entre la cuerda de levantamiento nulo (que en los perfiles simétricos es también la cuerda geométrica) y el plano perpendicular al eje de rotación del rotor.

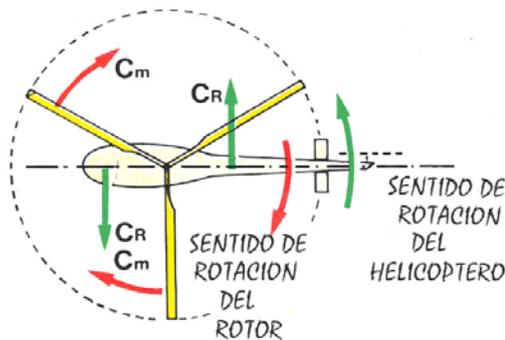


FIGURA 4-1

Para girar, el mástil rotor en el cual está aplicado el par motor se apoya en la estructura del helicóptero accionada en sentido contrario del rotor por un par de reacción ( $C_R$ ) igual y opuesto al par motor ( $C_m$ ).

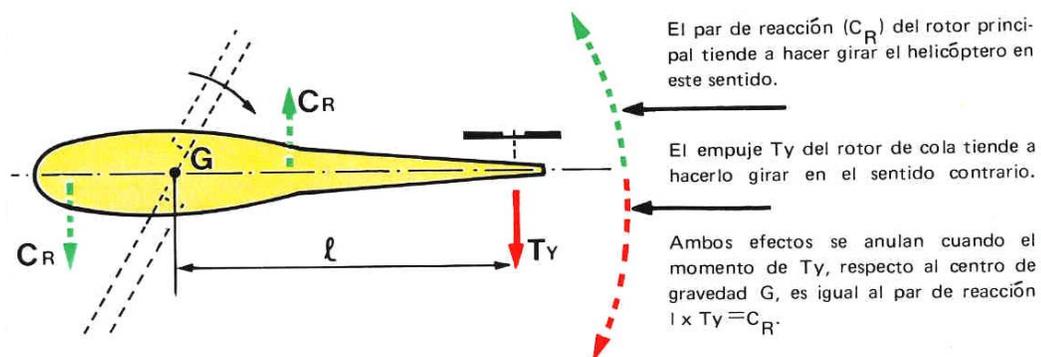


FIGURA 4-2

En general:

Cuando  $L \cdot T_Y = C_R$  el helicóptero está en equilibrio.

Cuando  $L \cdot T_Y < C_R$  el helicóptero gira a la izquierda.

Cuando  $L \cdot T_Y > C_R$  el helicóptero gira a la derecha.

Se entiende porque los helicópteros necesitan una cola tan larga con el objeto de tratar de reducir el valor  $T_Y$  que consume la potencia.

La inclinación del plano de rotación del rotor principal se obtiene por la variación del paso cíclico lateral. Para evitar pilotear permanentemente con este mando, se utilizan dos medios:

- El mástil rotor principal está, por construcción, levemente inclinado en el sentido opuesto a  $T_Y$ .
- La palanca de paso cíclico está descentrada por un ajuste apropiado respecto al varillaje de mando de tal manera que, con la palanca de posición vertical, el plato oscilante este levemente inclinado y provoque la inclinación lateral del disco del rotor.

El ángulo de inclinación del mástil rotor y el descentrado de la palanca están determinados para compensar  $T_Y$  en las condiciones normales de vuelo.

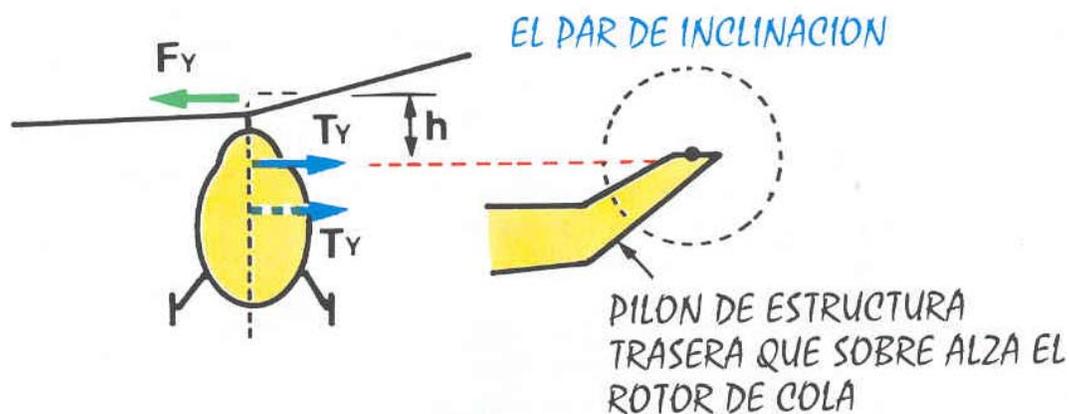


FIGURA 4-3

Pero no se anulan tan fácilmente las consecuencias del empuje del rotor de cola. La inclinación del rotor principal compensa efectivamente el movimiento de deriva pero quedan dos fuerzas iguales y opuestas ( $F_Y$  y  $T_Y$ ), o sea, un par de momento  $h \times F_Y$  que tiende a inclinar el helicóptero. Para disminuir el par de inclinación, se actúa sobre la longitud  $h$  del brazo de palanca, especialmente sobrealzando el eje de rotación del rotor de cola a fin de que  $h$  sea lo más reducido posible.

## CONTROL DE PEDALES

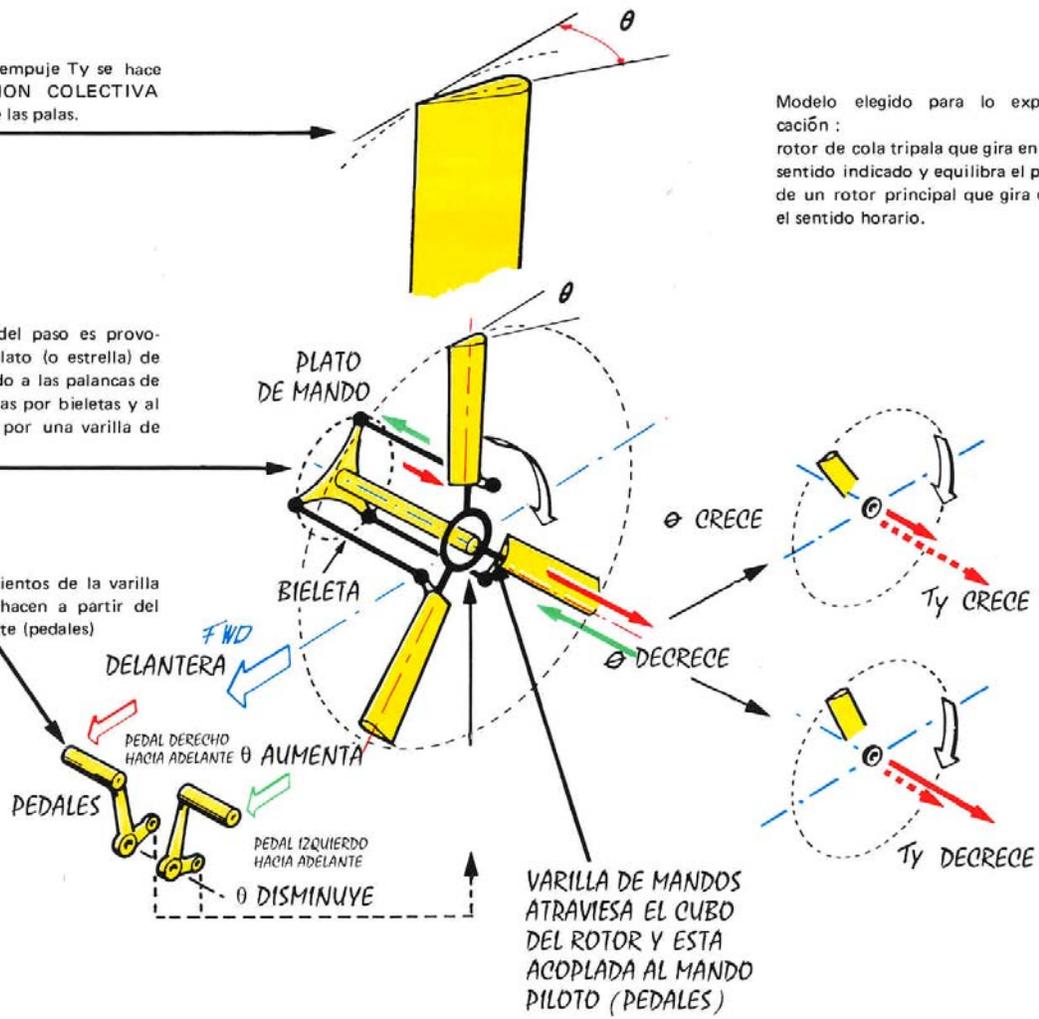
Los pedales controlan el ángulo de paso colectivo del rotor de cola y para un helicóptero en que el rotor principal gira en el sentido de las manecillas del reloj, visto desde arriba, la tracción del rotor tiene que ser a la derecha con respecto al piloto. El movimiento hacia enfrente del pedal izquierdo aumenta el paso colectivo del rotor de cola, incrementando su tracción y su momento alrededor del centro de gravedad del helicóptero.

El movimiento hacia enfrente del pedal derecho, que lleva hacia atrás al izquierdo, reduce el paso del rotor de cola y su momento alrededor del centro de gravedad. En vuelo estacionario los pedales también se utilizan para obtener control direccional. En vuelo translacional, no es normalmente conveniente utilizar los pedales para obtener control direccional, ya que esto provocaría una disminución de potencia entregada y una disminución de las revoluciones del rotor principal, además de un banqueo opuesto al viraje. Sin embargo, si en vuelo translacional se desea obtener un viraje especialmente rápido y se puede coordinadamente controlar o nulificar la disminución de la potencia entregada al rotor principal y el banqueo opuesto, puede usarse pedal izquierdo para virar en ese sentido o bien utilizarse pedal derecho, lo cual obliga solamente controlar el derrape por banqueo inadecuado. Desde luego que se puede haber ocasiones en que sea más importante hacer un viraje muy ceñido, aunque sea descoordinado, en cuyo caso se puede justificar el uso del pedales. En general se requiere una coordinación entre el mando colectivo, el control de acelerador y los pedales.

El control del empuje  $T_y$  se hace por VARIACION COLECTIVA del ángulo  $\theta$  de las palas.

La variación del paso es provocada por un plato (o estrella) de mando acoplado a las palancas de paso de las palas por bieletas y al mando piloto por una varilla de mando.

Los desplazamientos de la varilla de mando se hacen a partir del mando del piloto (pedales)



Modelo elegido para lo explicación : rotor de cola tripala que gira en el sentido indicado y equilibra el par de un rotor principal que gira en el sentido horario.

FIGURA 4- 5

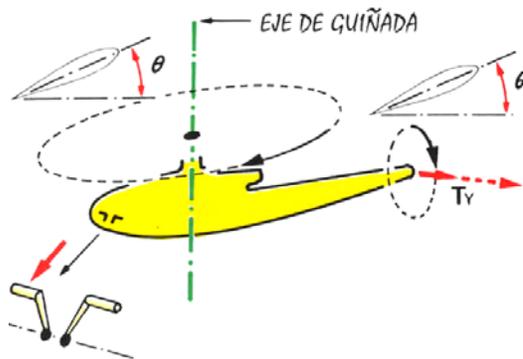
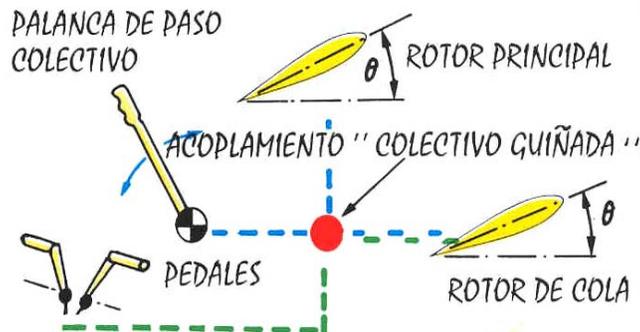


FIGURA 4-6

Para mantener el helicóptero en equilibrio alrededor de su eje de guiñada, el piloto tiene que dosificar el valor de empuje  $T_y$  con arreglo al valor del par motor.

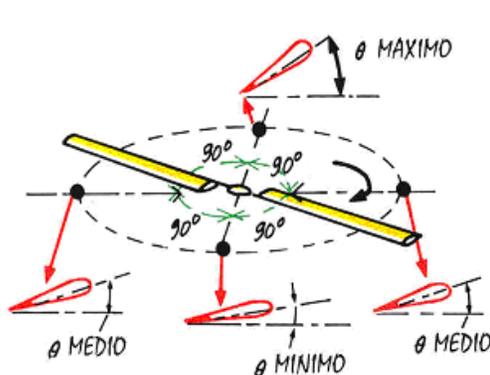
El acoplamiento “paso colectivo” rotor principal – paso rotor de cola (colectivo guiñada) permite liberar al piloto de esta sujeción. Para una posición de los pedales, cualquier acción del piloto en la palanca de paso colectivo hace variar simultáneamente y en el mismo sentido  $\theta$  rotor principal y  $\theta$  rotor de cola, de manera que el empuje TY equilibre automáticamente el par de reacción del rotor principal sea cual fuere el valor  $\theta$  del rotor principal.



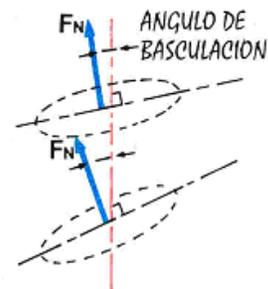
## CONTROL CÍCLICO

FIGURA 4-7

Es un bastón ubicado enfrente y centrado al piloto, su movimiento inclina el eje de control paralelamente, inclinando el plano de las puntas de las palas y la tracción del rotor en la dirección y sentido deseado. El bastón cíclico se utiliza en vuelo estacionario para producir momentos y fuerzas, alrededor y a lo largo respectivamente del eje longitudinal y del eje lateral; por tanto, en vuelo estacionario se utiliza para obtener control horizontal. En vuelo translacional el bastón cíclico es usado para obtener control direccional alrededor de la perpendicular de la trayectoria de vuelo.



Hay variación cíclica del paso cuando el ángulo de paso  $\theta$  varía con arreglo al azimut de las palas, y pasa para una revolución completa de una pala (y a cada revolución de pala) por un valor máximo y un valor mínimo; obteniéndose estos valores extremos en azimut opuestos. La variación cíclica del paso (mandada por el piloto) provoca, naturalmente, una variación cíclica de la sustentación de las palas que tiene por efecto inclinar el plano de rotación del rotor y esto, tanto más cuanto mayor sea la diferencia:  $\theta$  MAXIMO –  $\theta$  MINIMO.



La variación cíclica de paso hace variar la dirección de  $F_N$  (que queda siempre perpendicular al plano de rotación) pero no tiene efecto sobre su intensidad.

FIGURA 4-8

Cuando el piloto desplaza la palanca en un sentido, el plano de rotación del rotor se inclina en este mismo sentido. Vamos a ver como se obtiene este resultado.

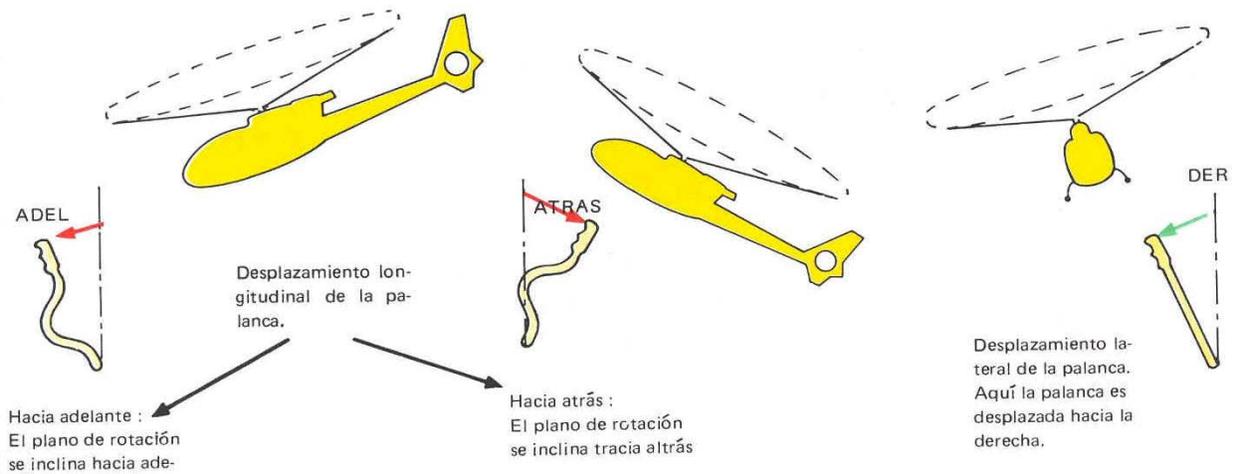
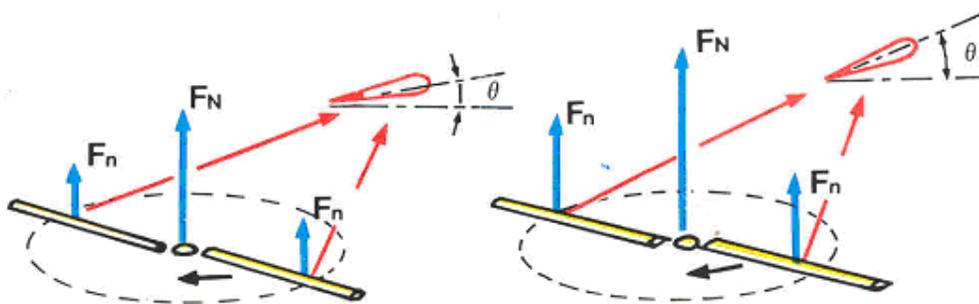


FIGURA 4-9

## CONTROL COLECTIVO

Normalmente a la izquierda del piloto, es una palanca que aumenta el ángulo de paso de todas las palas del rotor simultáneamente cuando se sube el bastón y se reduce respectivamente cuando se baja la palanca. El piloto utiliza normalmente el bastón colectivo para establecer la potencia requerida del rotor principal. En condiciones de vuelo de máxima potencia se utiliza para controlar las revoluciones. Por lo tanto el control cíclico controla el ascenso y descenso del helicóptero y coordinadamente con el cíclico la velocidad translacional, y la potencia entregada al rotor principal.

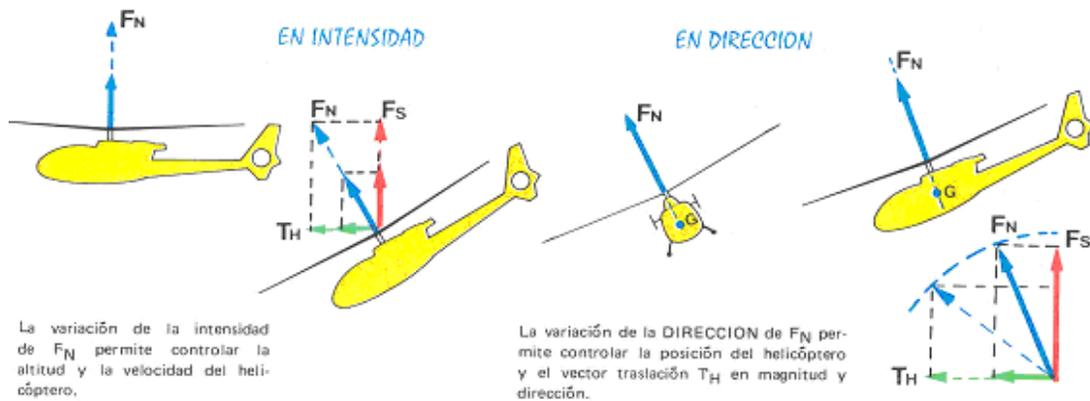


Hay variación colectiva del paso cuando el ángulo de paso  $\theta$  de todas las palas varía simultáneamente en un mismo valor independiente del azimut de las palas.

La variación colectiva del paso hace variar la intensidad de  $F_N$  pero sin efecto sobre su dirección.

FIGURA 4-10

Trabajando en conjunto con la palanca cíclica:



## REGLAJE CONTROLES DE VUELO

El reglaje es una tarea de mantenimiento delicada que se realiza para ajustar los toques de los controles de la palanca colectiva, cíclica, y los pedales para asegurar una óptima actitud del helicóptero, el cual nos podrá ofrecer una gran maniobrabilidad y versatilidad que lo caracteriza.

El reglaje se efectúa por diferentes condiciones, las cuales pueden ser:

- Reportes de los pilotos por motivo de una no correcta funcionalidad de los controles de vuelo.
- Si se realiza algún trabajo de mantenimiento, en el cual se vea afectado el correcto ajuste de los controles de vuelo de la aeronave de ala rotativa, ejemplo: overhaul.

## COMPONENTES ROTOR PRINCIPAL

### PALANCA CÍCLICA

1. Palanca cíclica piloto
2. Placa de obturación del copiloto
3. Palanca cíclica
4. Tuerca de ajuste de fricción
5. Arandela elastómera
6. Tapa esférica
7. Casco móvil
8. Casco inferior
9. Componente esclavo
10. Rosca
11. Anillo de retención
12. Seguro
13. Tuerca encastillada
14. Arandela
15. Espaciador
16. Arandela
17. Anillo O
18. Tornillo
19. Soporte palanca control cíclica
20. Mango palanca cíclica
21. Botón de presión negro
22. Sujeción mango
23. Conector
24. Conector
25. Conector
26. Interruptor paso a paso
27. Botón de presión negro
28. Botón de presión negro
29. Botón de presión rojo
30. Botón de presión rojo

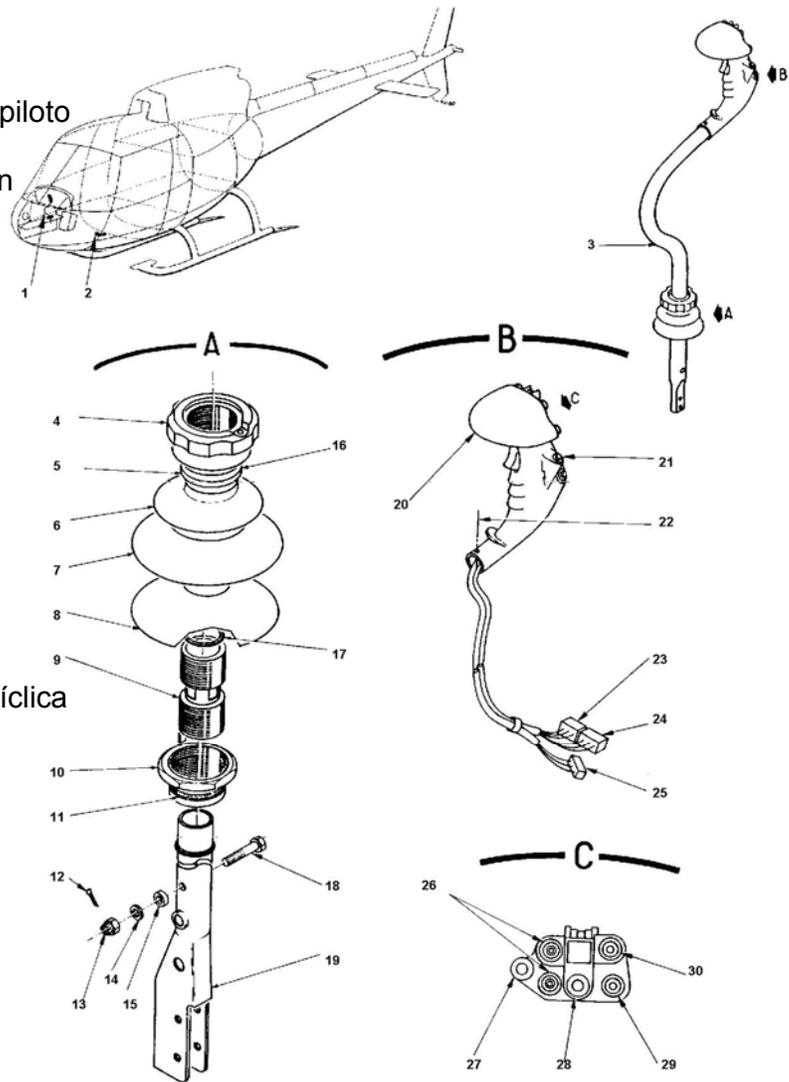
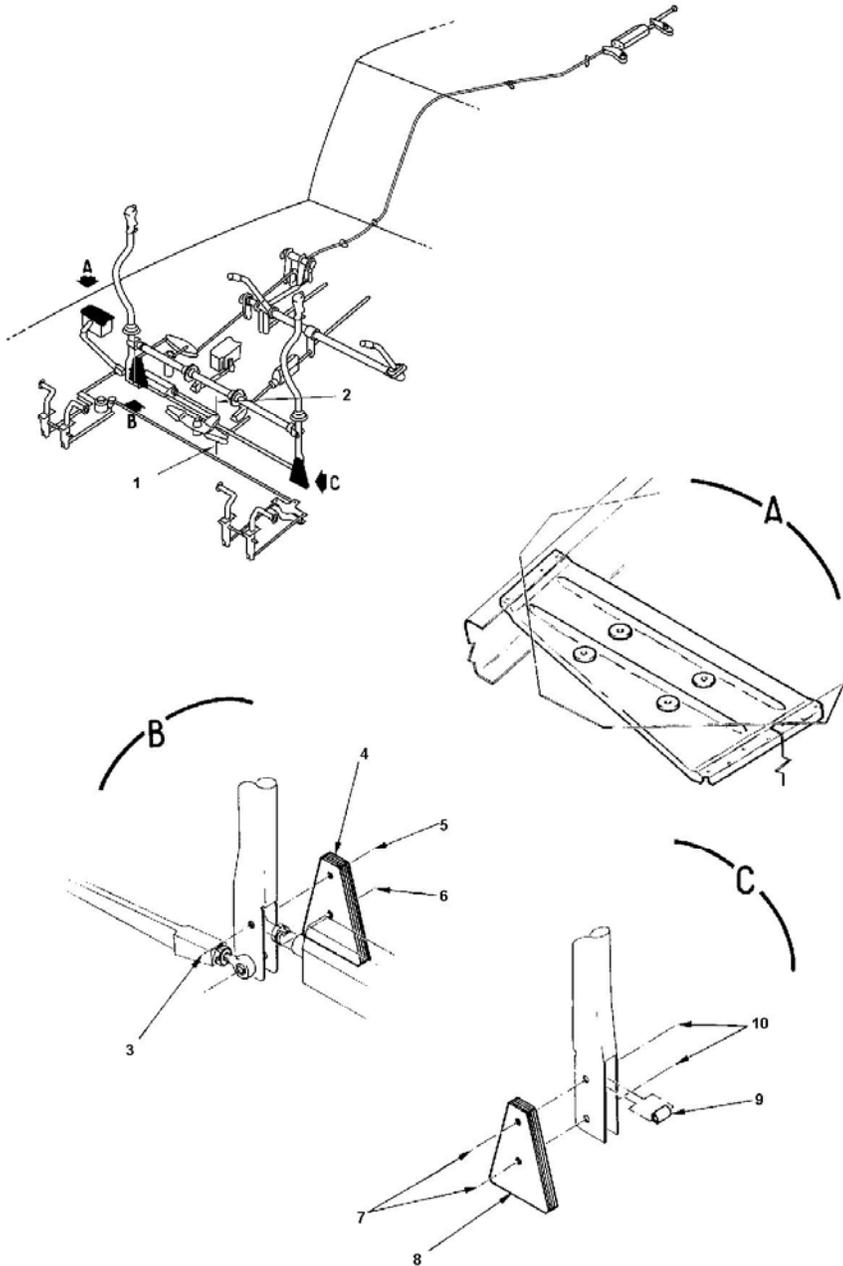


FIGURA 4-12

## CONTROL CÍCLICO



1. Tuerca encastillada, seguro
2. Arandela, tornillo
3. Pasador de bisagra hendido
4. Masas de equilibrio del piloto
5. Arandela, tornillo
6. Arandela, tornillo
7. Pasador de bisagra hendido, tuerca y tornillo
8. Masas de equilibrio del co-piloto
9. Espaciador
10. Arandela, tornillo

FIGURA 4-13

## PALANCA COLECTIVA

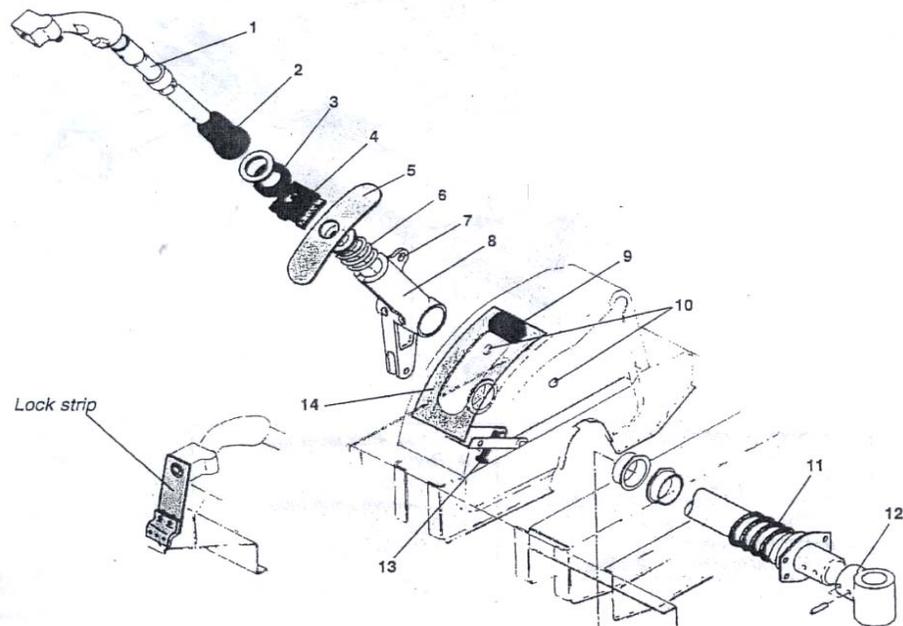


FIGURA 4-14

- 1.- Palanca colectiva
- 2.- Sujetador ajustable por fricción
- 3.- Arandela muelle elastómera, comprimida por el sujetador (2) para generar una presión de fricción.
- 4.- Ensamble cojinete de fricción con 2 cojinetes de rozamiento (14)
- 5.- Banda de cubierta
- 6.- Resorte de retención de la banda de cubierta
- 7.- Hueco aparejo
- 8.- Final palanca colectiva con palanca acodada
- 9.- Tope máximo paso colectivo
- 10.- Huecos aparejo
- 11.- Resorte de compresión
- 12.- Final control copiloto
- 13.- Tope mínimo paso colectivo ajustable
- 14.- Banda de Fricción

# COMPONENTES ROTOR DE COLA

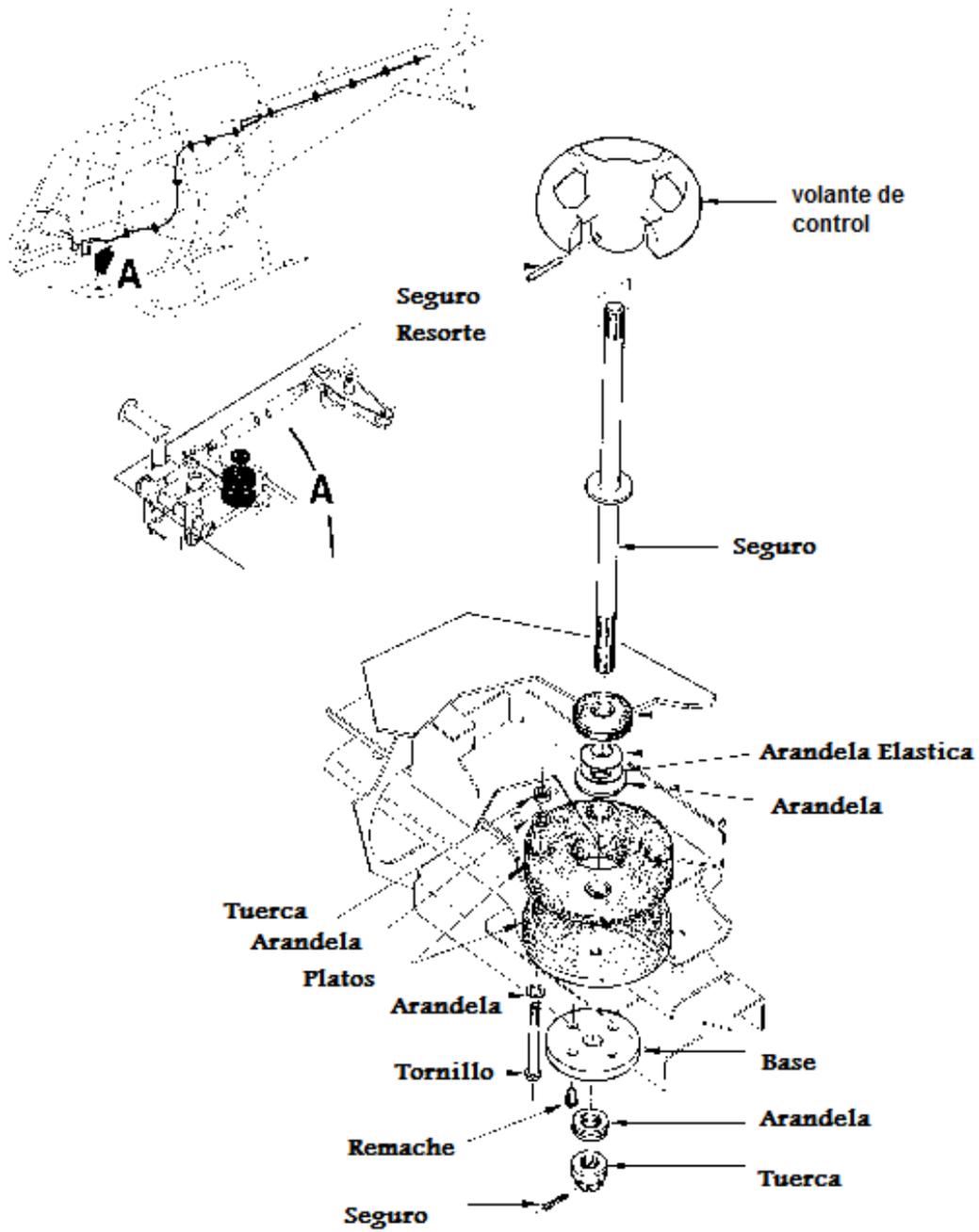


FIGURA 4-15

## HERRAMIENTA

### HERRAMIENTA ESPECIAL, NUMERO DE PARTE 350A94.2700.06

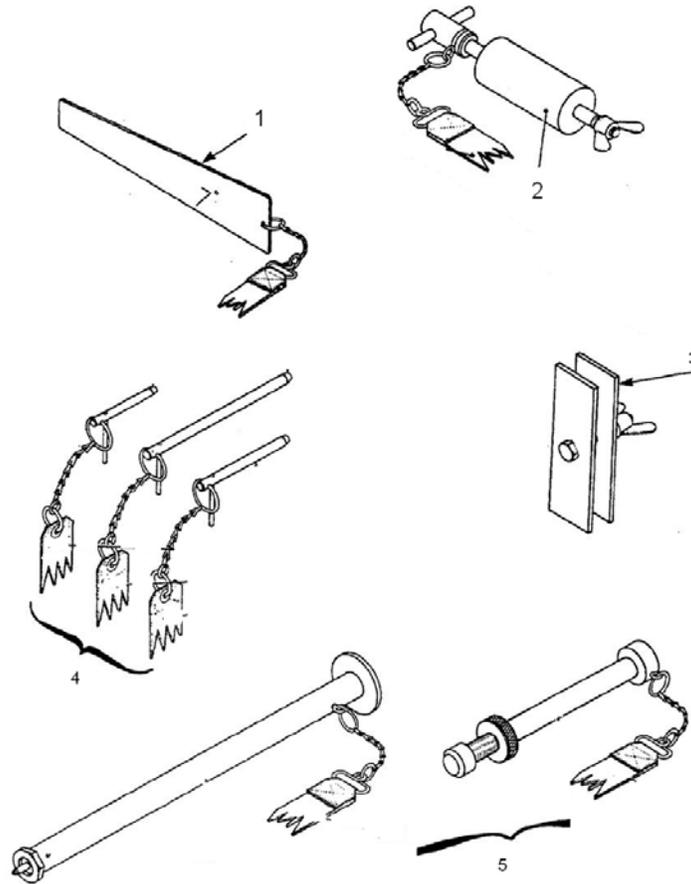


FIGURA 4-16

- 1.- Regleta a 7°.
- 2.- Poste de aseguramiento rotor de cola
- 3.- Herramienta bloqueo de pedales
- 4.- Juegos de seguros.
- 5.- Postes de aseguramiento del plato universal

NUMERO PARTE
350A94-3701-00
350A94-2708-00
350A94-2704-00
350A94-2706-00
350A94-2710-00

# **CAPÍTULO III**

## **METODOLOGÍA**

## **Mantenimiento Correctivo**

Comprende el que se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipo. El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores. Debe efectuarse con urgencia ya sea por una falla imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer

## **Mantenimiento Planeado:**

Se sabe con anticipación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto. La diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro

## **Mantenimiento Preventivo:**

Cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de:

Prevenir la ocurrencia de fallas. Se conoce como Mantenimiento Preventivo Directo o Periódico por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo. Se basa en la Confiabilidad de los Equipos (MBTF) sin considerar las peculiaridades de una instalación dada. Ejemplos: limpieza, lubricación, recambios programados.

Para el desarrollo de un programa de confiabilidad que ayude en la coordinación del mantenimiento se deberá de desarrollar tomando en cuenta la información, proporcionado por la entidad regulatoria del país fabricante de la aeronave en este caso la Administración Federal de Aviación (FAA) en las regulaciones de la circular AC 120-7A, establecido el 27 de Marzo de 1978, donde se menciona que el control del mantenimiento debe de llevarse a través de métodos de confiabilidad que se explicaran posteriormente.

El FAR 121.373 especifica que las aerolíneas deben mantener un programa de vigilancia y análisis continuo conocido como (CASP) para el mantenimiento, inspección, alteraciones de fuselaje, motores, aplicaciones y equipos de emergencia.

Actualmente el crecimiento en la mecanización y la automatización han convertido a la confiabilidad y a la disponibilidad en factores clave en el sector Aeronáutico.

## CONTROLES DE VUELO PRINCIPALES

### REGLAJE CONTROLES PRINCIPALES VERSIÓN “SIN PILOTO AUTOMÁTICO”

#### 1 Equipo Requerido

##### 1.1 Herramientas y materiales

- Kit de Reglaje de Controles de vuelo
- Regleta 7°
- Juego de seguros
- Postes frenado
- Etiqueta
- .08m (0.31 in) alambre de frenado
- Autocele
- Desamador plano
- Desarmador cruz

#### 2 Consideraciones preliminares

**Precaución:** Usar la herramienta correspondiente para la aeronave, llevar a cabo el reglaje con una persona en la cabina de piloto para el ajuste de los topes.

- Los Valores del reglaje deben ser estrictamente observados
- Cumplir con las Instrucciones generales.
- Instalar medios de acceso (plataformas de mantenimiento).
- Abrir las Compuertas del MGB (caja principal engranes) y las puertas de compartimiento.
- Remover la compuerta inferior de la estructura.

*Durante el seguimiento del proceso del reglaje todos los controles de vuelo deben estar instalados pero no ajustados.*

*Cuando los servo mandos no son suministrados con la presión hidráulica, la conexión de la palanca se cancela con el seguro.*

#### 3 Reglaje del control principal del rotor

*Nota: Los seguros utilizados deben de estar lubricados antes de su uso, nunca deben ser forzados, se debe buscar la causa por el cual no entren libremente, y deben ser manejados con cuidado.*

### **3.1 Instalación y reglaje de los servo-mandos de las conexiones de varillas**

- Desconectar los conectores de las varillas de los servo-mandos
- Instalar las herramientas para la inmovilización del plato universal de soporte
- Asegurar los servo-mandos principales:
- Poner el seguro izquierdo y derecho de los servo-mandos “DUNLOP”
- El servo-mando “GOODRICH” no debe ser asegurado.
- Asegurar la palanca cíclica y la palanca colectiva
- Ajustar los 3 servo-mandos en las conexiones de las varillas, se deben instalar sin presión.
- Revisar la inserción del final de los componentes en el cuerpo de la varilla (asegurarse que las marcas rojas en la rosca no sean visibles)
- Revisar el correcto movimiento de las varillas
- Conexiones del los servo-mandos
- \*\* Ajustar la contra tuerca al torque (1.9 a 2.2 Nm / 168 a 194 lbf in)
- \*\* Asegurar las contra tuercas y tensionar sobre la varilla con el alambre de seguridad.

### **3.2 Ajuste de los topes de la palanca colectiva**

- Desconectar los 3 servo-mandos de las conexiones de las varillas
- Mantener las 3 varillas verticales en la parte superior y dejarlas paralelas con el servo-mando.
- Instalar la herramienta de verificación de desplazamiento:
  - colocar un indicador en el anillo de la caja principal de engranes
  - colocar una etiqueta en las varillas izquierdas y derechas
  - marcar una línea de referencia en la etiqueta a la altura del indicador
- *leer y anotar las dimensiones del desplazamiento de ambas varillas*
- Quitar el seguro colectivo

#### **3.2.2 Ajuste de los topes de ángulo de paso bajo**

- Colocar la palanca colectiva posición ángulo de paso bajo.
- Ajustar el tornillo de tope de ángulo paso bajo, sosteniendo la palanca del mando colectivo hacia abajo sin empujar hasta que la siguiente dimensión sea obtenida en la conexión de la varilla en el servo-mando.

$$A = 22\text{mm} \pm 0.03\text{mm} (0.866 \text{ in} \pm 0.012\text{in})$$

- Después ajustar los topes de paso bajo

\*\*Apretar las contra tuercas del tornillo de topes de bajo ángulo al torque (1.9 a 2.2 Nm / 168 a 196 lbf in).

\*\* Asegurar la contra tuerca con el alambre de seguridad

### **3.2.3 Ajuste de los topes del paso de ángulo alto**

– Colocar la palanca colectiva posición de paso alto.

– Ajustar los topes de paso alto sosteniendo la palanca del mando colectivo hacia arriba sin empujar hasta que la siguiente dimensión sea obtenida en la conexión de la varilla en el servo-mando izquierdo (referirse a la figura 9 para la localización del área B).

$$B = 22\text{mm} \pm 0.3\text{mm} (0.866 \text{ in} \pm 0.012\text{in})$$

*Nota: Esta dimensión es obtenida mediante el ajuste del panel o la instalación y ajuste de un tope en la parte superior.*

### **3.3 Ajuste de los topes giratorios (palanca cíclica en posición lateral)**

*Nota: como sea requerido, realizar el paso 3.1*

–Colocar el seguro colectivo

–Quitar seguro cíclico lateral

– Tener la palanca cíclica en contacto con el tope izquierdo y revisar la posición de la palanca dentro de la cabina.

–Ajustar el tornillo de tope laterales sosteniendo la palanca cíclica hacia la izquierda sin empujarla, hasta que la siguiente dimensión sea obtenida en la conexión de la varilla en el servo-mando izquierdo

$$A = 17\text{mm} \pm 0.3\text{mm} (0.699 \text{ in} \pm 0.012 \text{ in})$$

–llevar la palanca cíclica en contacto con el tope derecho y revisar la posición de la palanca adentro de la cabina.

–Ajusta el tornillo de tope lateral sosteniendo la palanca cíclica hacia la derecha sin empujarla, hasta que la siguiente dimensión sea obtenida en la conexión de la varilla en el servo-mando izquierdo

$$B = 24\text{mm} \pm 0.3\text{mm} (0.945 \text{ in} \pm 0.012 \text{ in})$$

–Después del ajuste

\*\* Apretar la contra tuerca del tornillo de los topes laterales al torque (1.9 a 2.2 Nm / 168 a 194 lbf in)

\*\* Asegurar con el alambre de seguridad

### **3.4 Ajuste de los topes de paso (palanca Cíclica en desplazamiento longitudinal)**

- Colocar seguro cíclico lateral.
- Quitar seguro desplazamiento longitudinal.
- Tener la palanca cíclica en contacto con el tope inferior y revisar la posición del mando en la cabina
  - Ajustar el tornillo del tope y sostener el mando cíclico hacia enfrente sin empujarlo, hasta que la siguiente dimensión sea obtenida en la conexión de la varilla en el servo-mando delantero

$$A = 37.5\text{mm} \pm 0.3\text{mm} (1.476\text{in} \pm 0.013\text{in})$$

3.4.6 Llevar la palanca cíclica en contacto con el tope superior y revisar la posición del mando en la cabina.

3.4.7 Ajustar el tornillo de tope longitudinal y sostener el mando cíclico hacia atrás sin empujarlo, hasta que la siguiente dimensión sea obtenida en la conexión de la varilla en el servo-mando delantero.

$$B = 27.4\text{mm} \pm 0.3\text{mm} (1.709 \text{ in} \pm 0.012 \text{ in})$$

- Después del ajuste
- \*\* Apretar la contra tuerca del tornillo del tope torque longitudinal al torque (1.9 a 2.2 Nm / 168 a 194 lbf in)
- \*\* Asegurar con el alambre de seguridad

## **4 ÚLTIMOS PASOS**

- Remover todas las herramientas de revisión de las varillas de entrada del lado izquierdo y frontal de los servo-mandos.
- Remover todos los seguros, herramientas de inmovilización
- Conectar las 3 varillas en los servo-mandos
- Cerrar todas las puertas de acceso y la cubierta del MGB.
- Instalar el fuselaje posterior de la estructura
- Desengarzar todos los accesos.
- Verificar que no haya ninguna herramienta en el helicóptero
- Guardar correctamente el equipo y material utilizado

**REGLAJE CONTROLES DE VUELO ROTOR DE COLA  
ROTOR DE COLA  
VERSIÓN “SIN PILOTO AUTOMÁTICO”**

## **1 Herramientas**

Kit de reglaje  
-poste rotor de cola  
-herramienta bloqueadora pedales  
Vernier  
Torquímetro (0 a 5 N / 0 a 11 lbf)  
Tensiómetro (0 a 2N)  
Autocle  
Desarmador plano  
Desarmador cruz

### **2.1 Pasos preliminares**

- Instalar accesos
- Remover el fuselado inferior del helicóptero
- Abrir el compartimiento de la caja de engrane principal

### **3 Ajustes preliminares del control del chicote**

#### **3.1 verificaciones antes del ajuste el eje de guiñada**

- El chicote instalado en la aeronave desconectado en ambas terminales.
- Revisar a través de todo el control en ambas direcciones:
  - \*\* Por alguna dobladura
  - \*\* Medir con un tensiómetro la carga deslizante siempre sea menor a 2 N (4.49 lbf)
  - \*\* Si la carga operante es mayor a 2 N cambiar el chicote
- Control intermedio, ajustes preliminares de las tolerancias de la caja de control chicote
  - \*\*Buscar contratueras flojas
  - \*\*Apretar o desapretar las tuercas sobre el soporte para asegurar una idéntica dimensión en ambos lados

$$X = X1$$

- Con el control chicote desconectado
  - \*\* Llevar el pedal derecho a la posición delantera máxima
  - \*\* Revisar que la tolerancia (G) es correcta:

$$G = 6 \text{ a } 10 \text{ mm (0.24 a 0.39 in)}$$

- Ajustar la dimensión x como sea requerida
- conectar la terminal del control del chicote a la leva intermedia
- Instalar el tornillo, rondana y tuerca sin apretarlos o asegurarlos

### 3.2 Ajustes preliminares del eje de guiñada

- bloquear el servo-mando DUNLOP , no bloquear el GOODRICH  
Ajuste preliminar del eje de guiñada
- Bloquear el servo-mando trasero.
- Alinear los pedales usando la herramienta especial.
- Inmovilizar las palas del rotor de cola a 7° ángulo de incidencia usando la herramienta especial.
- Ajustar el control chicote final del control trasero, ajustando sin esfuerzo sobre el nivel de entrada del servo-mando; ajustando su posición con las tuercas sobre el soporte del control chicote.  
Como sea requerido, reajustar la posición de alineación del componente con el nivelador desenroscando de 0 a 1 vuelta.
- Conectar las puntas de unión al servo-mando trasero, instalando el tornillo, rondana y tuerca, sin apretarlos o asegurarlos.
- Apretar las tuercas de seguridad en los soportes del control del chicote (nivel intermedio y servo-mando trasero).

### 3.3 Ajuste de los topes y verificación del control de guiñada

- Medir la dimensión “M” entre el tope del alojamiento del balero y el tope de la transmisión del rotor de cola con calibrador.
- Remover la herramienta de bloqueo de las palas del rotor de cola y la herramienta de alineación de pedales.
- desconectar las varillas de cambio de paso del rotor de cola.

### 3.4 Ajuste de los topes

- Ajustar los topes debajo del piso de la cabina moviendo el pedal derecho e izquierdo hacia delante para obtener la dimensión M dada en la tabla:

<b>PEDAL IZQ.</b>	<b>M – 18.2 ± 0.1 mm / M – 0.713 ; 0.720 in</b>
<b>PEDAL DER.</b>	<b>M + 17.5 ± 0.1 mm / M + 0.686 ; 0.692 in</b>

- Conectar las varillas de paso del rotor de cola al torque.
- Quitar la herramienta de bloque del servo-mando trasero.

#### **4 Últimos pasos**

- Revisar que todas las herramientas de inmovilización y bloqueo fueron retiradas.
- realizar inspección del chicote.
- cerrar todos los accesos.
- Realiza la prueba de los mandos, que se muevan libremente.

### **FORMATO DE PRÁCTICA PARA EL DEPARTAMENTO DE LABORATORIOS Y TALLERES**

Hoja de identificación y autorización

Contenido

Consideraciones teóricas para la práctica

Equipo y materiales

Desarrollo de la práctica

Contenido del reporte de la práctica

- Portada
- Consideraciones teóricas
- Desarrollo de la práctica
- Resultados
- Conclusiones
- Referencias bibliográficas

# **CAPÍTULO IV**

## **PROCEDIMIENTO**



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
UNIDAD PROFESIONAL TICOMÁN  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO Y TALLERES  
LABORATORIO DE HELICÓPTEROS



## HOJA DE IDENTIFICACIÓN Y AUTORIZACIÓN

### TÓPICOS SELECTOS DE INGENIERÍA I Y II

#### PRÁCTICA:

### REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

AUTORIZÓ:

\_\_\_\_\_  
ING. MARIO ALFREDO BATTA FONSECA  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FORMACION  
PROFESIONAL ESPECIFICA

ELABORÓ:

\_\_\_\_\_  
MARTÍNEZ MIJANGOS CARLOS

\_\_\_\_\_  
FLORES AMBROSSI JESÚS

\_\_\_\_\_  
GUTIÉRREZ NAVA JORGE DANIEL

REVISÓ:

\_\_\_\_\_  
MBA MARCOS FRAGOSO MOSQUEDA  
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE  
MATERIALES

\_\_\_\_\_  
ING RUBÉN OBREGÓN SUÁREZ  
JEFE DE LABORATORIO DE  
HELICÓPTEROS



# REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

## 2.0 CONTENIDO

	SUBTÍTULOS
1.0	HOJA DE IDENTIFICACIÓN Y AUTORIZACIÓN
2.0	CONTENIDO
3.0	DEFINICIÓN DE REGLAJE
4.0	EQUIPO Y MATERIALES
5.0	CONSIDERACIONES PARA LA PRÁCTICA DE REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B
6.0	DESARROLLO DE LA PRÁCTICA
6.1	Pre-Tracking
6.2	Instalación y reglaje de los servo-mandos de las conexiones de las varillas
6.3	Ajuste de los topes de la palanca colectiva
6.4	Ajuste de los topes giratorios (palanca cíclica en posición lateral)
6.5	Ajuste de los topes de paso (palanca Cíclica en desplazamiento longitudinal)
6.6	ROTOR DE COLA
6.6	ÚLTIMOS PASOS
7.0	CONTENIDO DEL REPORTE DE LA PRÁCTICA
8.0	BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTA PRÁCTICA
	ANEXOS
	I.- Alambre de seguridad
	II.- Servo mandos principales
	III.- Servo mandos rotor de cola
	IV.- Herramienta especial



## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

### 3.0 DEFINICIÓN DE REGLAJE

El reglaje es una tarea de mantenimiento delicada que se realiza para ajustar los topes de los controles de la palanca colectiva, cíclica, y los pedales para asegurar una óptima actitud del helicóptero, el cual nos podrá ofrecer una gran maniobrabilidad y versatilidad que lo caracteriza.

El reglaje se efectúa por diferentes condiciones, las cuales pueden ser:

- Reportes de los pilotos por motivo de una no correcta funcionalidad de los controles de vuelo.
- Si se realiza algún trabajo de mantenimiento, en el cual se vea afectado el correcto ajuste de los controles de vuelo de la aeronave de ala rotativa, ejemplo: overhaul.

### 4.0 EQUIPO Y MATERIALES

- Kit de Reglaje de Controles de vuelo (ver anexo IV)
- Alambre de frenado calibre 0.08 mm (0.031 in)
- Etiqueta
- Calibrador
- Torquímetro
- Tensiómetro
- Desarmador de cruz
- Desarmador plano
- Autocle mm



## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

### 5.0 CONSIDERACIONES PARA LA PRÁCTICA DE REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

Herramienta	Usar la herramienta correspondiente para la aeronave Los seguros utilizados nunca deben ser forzados, y deben ser manejados con cuidado.
Personal	Llevar a cabo el reglaje con una persona en la cabina de piloto para el ajuste de los topes.
Mediciones	Los Valores del reglaje deben ser estrictamente observados.
Seguimiento	Cumplir con las Instrucciones generales Durante el seguimiento del proceso del reglaje todos los controles de vuelo deben estar instalados pero no ajustados. Cuando los servo mandos no son suministrados con la presión hidráulica, la conexión de la palanca se cancela con el seguro.
Medios de acceso	Abrir las Compuertas de la caja principal de engranes y las puertas de compartimiento. Remover las compuertas inferiores del helicóptero Remover las compuertas inferiores del helicóptero.
Condiciones de las zonas	Tener buena iluminación para obtener la mayor sensibilidad de inspección.

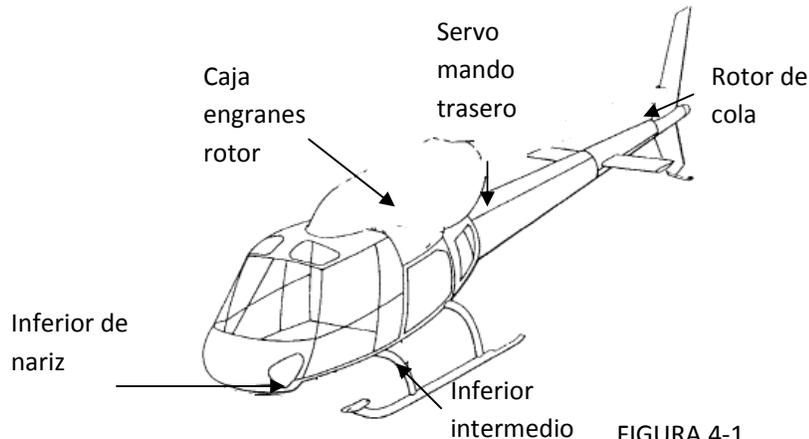


## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

### 6.0 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA Pre-tracking

Para saber si el helicóptero necesita o no la realización del reglaje debemos colocar la pala amarilla al frente del helicóptero y colocar la regla entre la pala amarilla y el plato universal, si toca perfectamente la pala a lo largo no hay necesidad de hacer el reglaje.

Antes de empezar hay que remover todos los paneles de acceso del helicóptero.

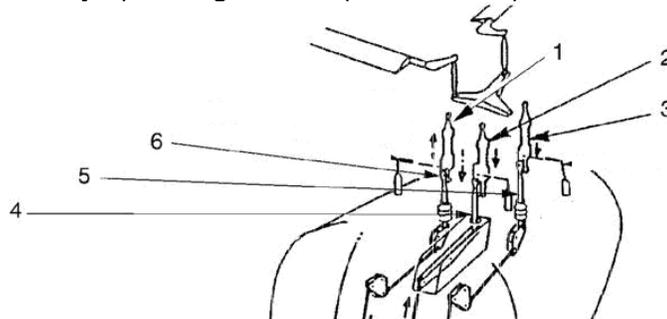


Localización de los paneles o fuselados de acceso

FIGURA 4-1

### 6.1 Instalación y reglaje de los servo-mandos de las conexiones de las varillas

Desconectar los conectores de las varillas (dibujos 4, 5 y 6) de los servo-mandos (dibujos 2, 3 y 1), ver figura 4-2. (Ver anexo II)



Localización servo-mandos principales

FIGURA 4-2



## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

Instalar los postes para la inmovilización del plato universal de soporte (ver figura 4-3).

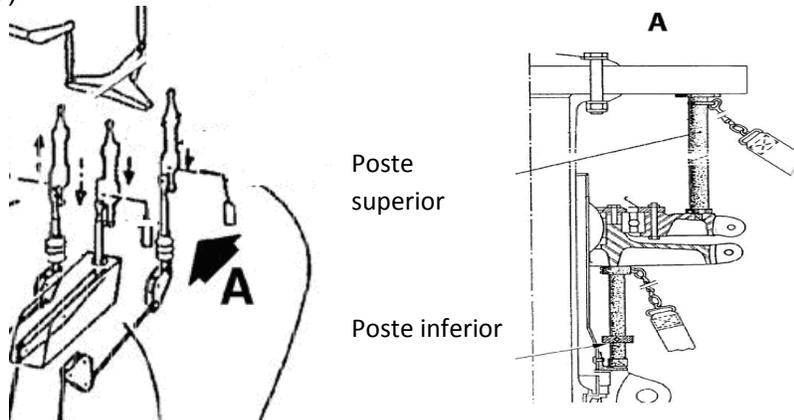
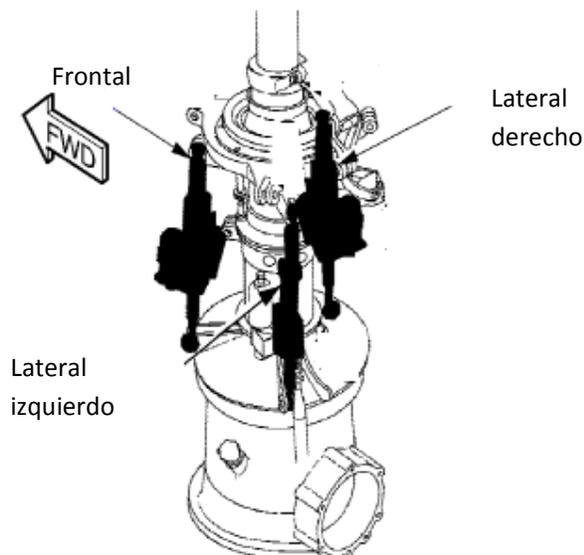


FIGURA 4-3

Localización postes de inmovilización del plato universal de soporte

Asegurar los servo-mandos principales:  
Poner el seguro izquierdo y derecho de los servo-mandos “DUNLOP”



Localización gráfica servo-mandos principales

FIGURA 4- 4



## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

Asegurar la palanca cíclica y la palanca colectiva con los seguros (ver figura 4-5).

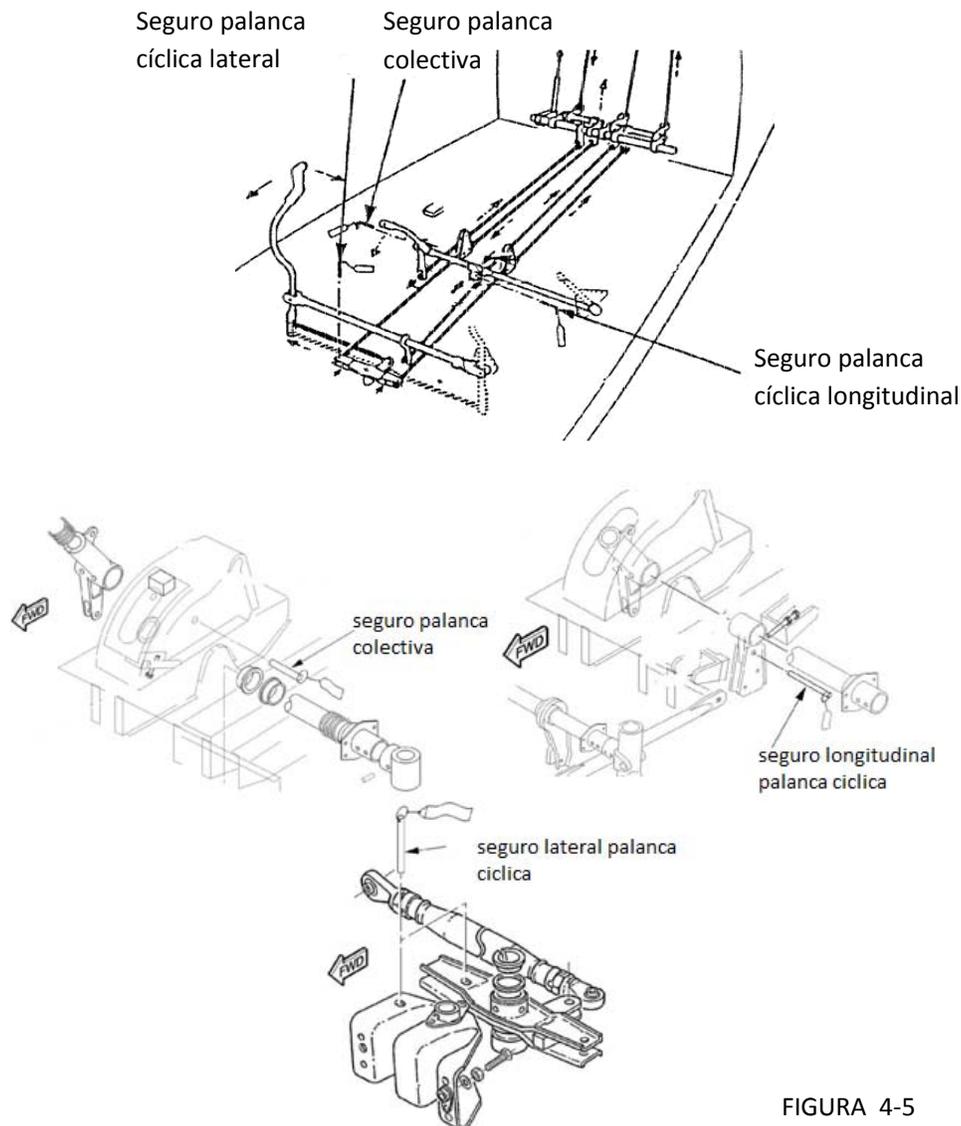


FIGURA 4-5

Ubicación seguros controles principales de vuelo



# REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

Ajustar los 3 servo-mandos en las conexiones de las varillas, se deben instalar sin presión; verificando la inserción del final del cuerpo de la varilla asegurándose que las marcas rojas en la rosca no sean visibles.

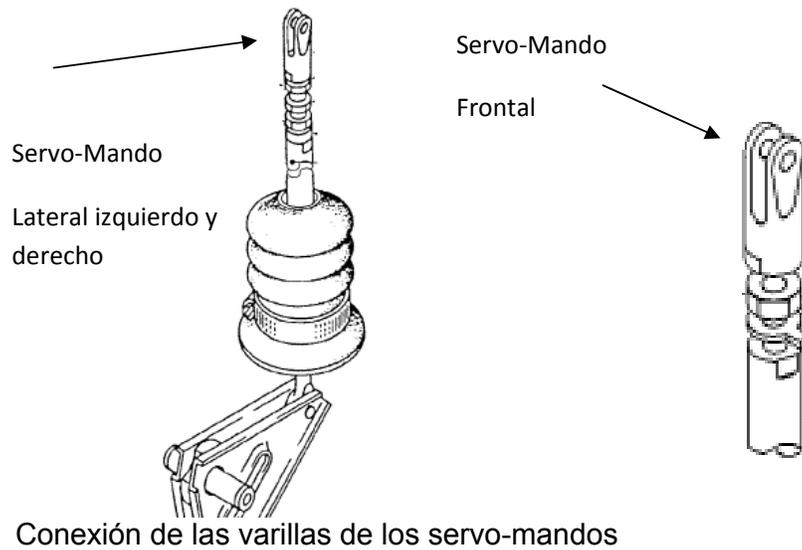


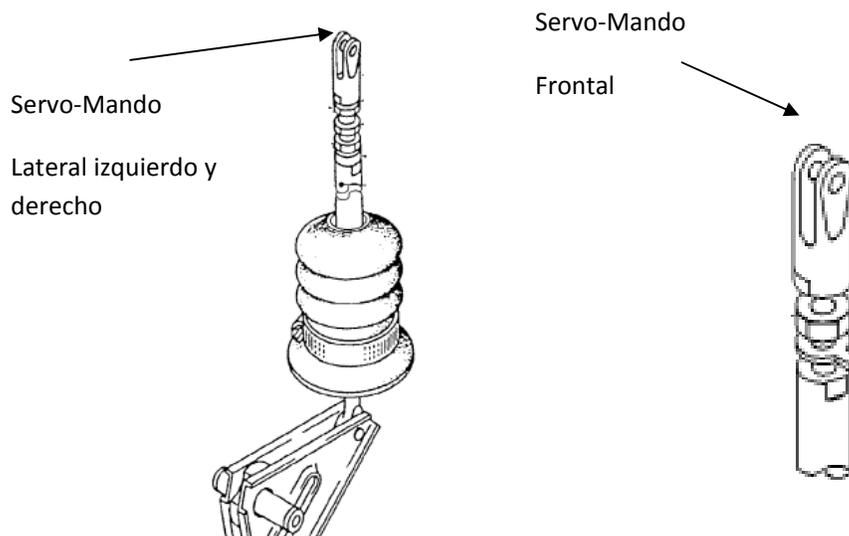
FIGURA 4-6

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

### 6.2 Ajuste de los topes de la palanca colectiva

Desconectar los 3 servo-mandos de las conexiones de las varillas, y remover seguros y postes.



Conexión de las varillas de los servo-mandos

FIGURA 4- 7

Debemos sostener las 3 varillas verticales en la parte superior y dejarlas paralelas con el servo-mando.

Hay que instalar la herramienta de referencia en el anillo de la caja principal de engranes en las varillas de los servo-mandos frontal y lateral izquierdo, luego colocar un etiqueta en ambas varillas y con un lápiz dibujar una línea de referencia para medir el desplazamiento de las palanca cíclica y colectiva durante su reglaje como lo muestra la figura 4-8



## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

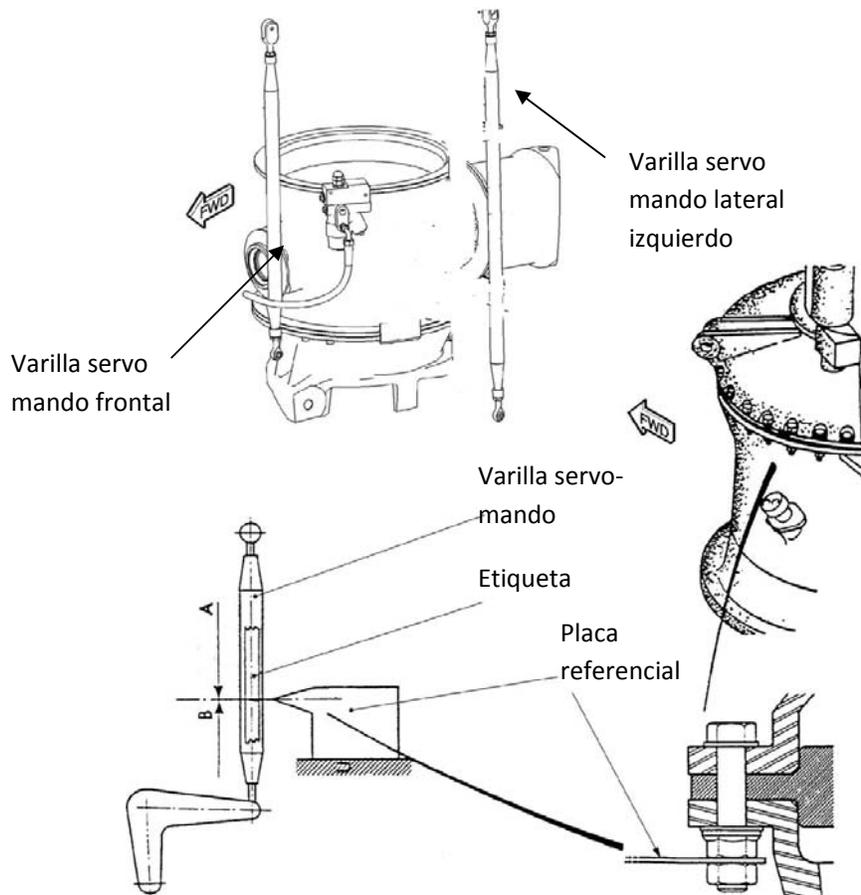


FIGURA 4-8

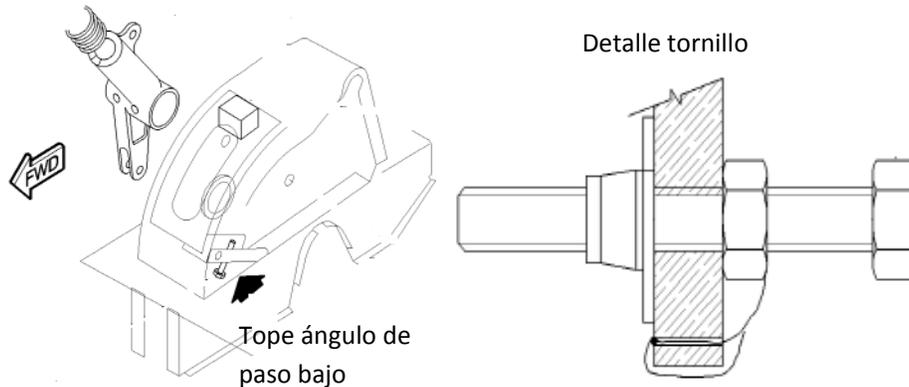
Herramienta medición desplazamiento de las varillas de los servo-mandos lateral izquierdo y frontal

Quitar el seguro colectivo (ver figura 4-5), para el ajuste de los topes de ángulo de paso bajo del colectivo. Hay que colocar la palanca colectiva en posición de ángulo de paso bajo.

Ajustamos el tope del tornillo de ángulo paso bajo del colectivo (El tornillo que no tiene protección), sosteniendo la palanca del mando colectivo hacia abajo sin empujar hasta que la dimensión  $A = 22mm \pm 0.3mm (0.866 in \pm 0.012in)$  sea obtenida en la conexión de la varilla en el servo-mando.



## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B



Tope de ángulo de paso bajo palanca colectiva

FIGURA 4-9

Dimensión A: \_\_\_\_\_ Si la dimensión no está en el Rango debemos de ajustar la distancia del tornillo. Nueva Dimensión obtenida con ajuste realizado \_\_\_\_\_.

*Para alargar la distancia se afloja el tornillo, para acortarla se le da torque al tornillo (1/4, 1/2 o una vuelta a la vez).*

Después de ajustar los topes de paso bajo debemos apretar la contra tuerca del tornillo de tope de bajo ángulo al torque (1.9 a 2.2 Nm / 168 a 196 lbf in). Al final solo aseguraremos la contra tuerca con el alambre de seguridad (ver anexo I).

Para el ajuste del tope máximo del colectivo debemos colocar la palanca colectiva posición de paso alto.

Ajustamos los topes de paso elevado sosteniendo la palanca del mando colectivo hacia arriba sin empujar, hasta que la dimensión **B = 22mm ± 0.3mm (0.866 in ± 0.012in)** sea obtenida en la conexión de la varilla en el servo-mando izquierdo (referirse a la figura 4-9 para la localización del área B).

## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

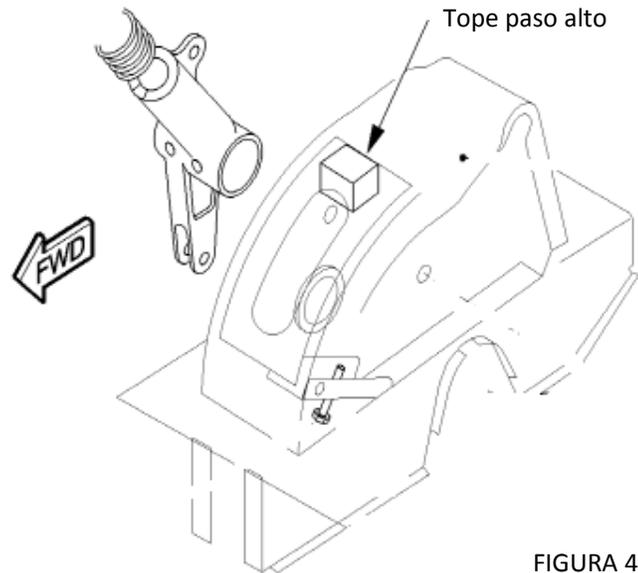


FIGURA 4-10

Tope máximo ángulo de paso palanca colectiva

Dimensión B: \_\_\_\_\_, Si la dimensión no corresponde con el rango se debe ajustar el tope superior del colectivo. Nueva Dimensión obtenida con el ajuste realizado \_\_\_\_\_.

*Para alargar la distancia hay que lijar con una lija suave ligeramente (mm) el tope superior, si excediera hay que colocar un nuevo tope.*

### 6.3 Ajuste de los topes giratorios (palanca cíclica en posición lateral)

Debemos colocar nuevamente el seguro colectivo (4-5) y remover el seguro lateral de la palanca cíclica (ver figura 4-5).

Asegurar que la línea de referencia está calibrada.

Revisar la posición de la palanca dentro de la cabina, y colocar la palanca cíclica en contacto con el tope izquierdo.

Ajustar el tornillo de tope lateral, sosteniendo la palanca cíclica hacia la izquierda sin empujarla, hasta que la dimensión **A = 17mm ± 0.3mm (0.699 in ± 0.012 in)** sea obtenida en la conexión de la varilla en el servo-mando izquierdo (ver figura 4-9 y 4-11).

## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

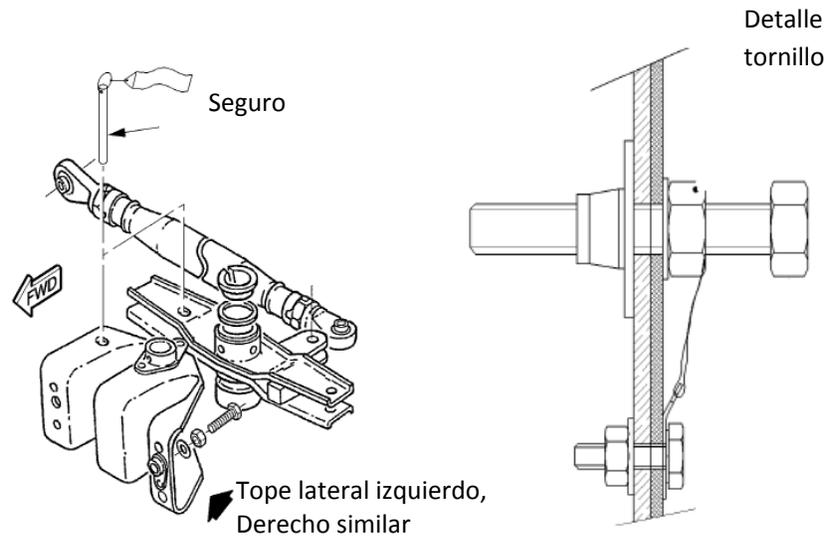


FIGURA 4-11

Tope palanca cíclica movimiento lateral

Dimensión A: \_\_\_\_\_ Si la dimensión no corresponde con el rango debemos de ajustar la distancia del tornillo. Nueva Dimensión obtenida con en el ajuste realizado \_\_\_\_\_.

*Para alargar la distancia se afloja el tornillo, para acortarla se le da torque al tornillo (1/4, 1/2 o una vuelta a la vez).*

Revisar la posición de la palanca adentro de la cabina y colocar la palanca cíclica en contacto con el tope derecho. Ajustamos el tornillo de tope lateral sosteniendo la palanca cíclica hacia la derecha sin empujarla, hasta que la dimensión **B = 24mm ± 0.3mm (0.945 in ± 0.012 in)** sea obtenida en la conexión de la varilla en el servo-mando izquierdo (ver figura 4-9 y 4-11).

Dimensión B: \_\_\_\_\_ Si la dimensión no corresponde con el rango debemos de ajustar la distancia del tornillo. Nueva Dimensión obtenida con en el ajuste realizado \_\_\_\_\_.

*Para alargar la distancia se afloja el tornillo, para acortarla se le da torque al tornillo (1/4, 1/2 o una vuelta a la vez).*

Al final apretamos la contra tuerca del tornillo de los topes al torque (1.9 a 2.2 Nm / 168 a 194 lbf in) y aseguramos con el alambre de seguridad (ver anexo I).

## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

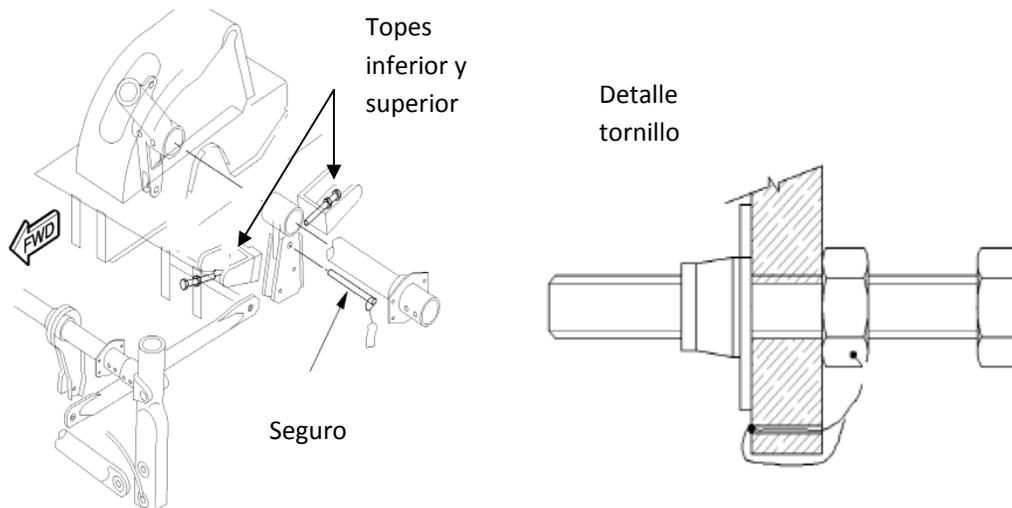
### 6.4 Ajuste de los topes de paso (palanca Cíclica en desplazamiento longitudinal)

Colocamos nuevamente el seguro lateral de la palanca cíclica (ver figura 4-5), remover el seguro longitudinal de la palanca cíclica (ver figura 4-5).

Revisar la posición del mando en la cabina y colocar la palanca cíclica en contacto con el tope inferior; ajustamos el tornillo del tope sosteniendo el mando cíclico hacia enfrente sin empujarlo, hasta que la dimensión **A = 37.5mm ± 0.3mm (1.476in ± 0.013in)** sea obtenida en la conexión de la varilla en el servo-mando delantero (ver figura 4-8, 4-9 y 4-12).

Dimensión A: \_\_\_\_\_ Si la dimensión no corresponde con el rango debemos de conseguirla ajustando la distancia del tornillo. Nueva Dimensión obtenida con en el ajuste realizado \_\_\_\_\_.

*Para alargar la distancia se afloja el tornillo, para acortarla se le da torque al tornillo (1/4, 1/2 o una vuelta a la vez).*



Tope palanca cíclica longitudinal

FIGURA 4-12



## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

Revisar la posición del mando en la cabina y llevar la palanca cíclica en contacto con el tope superior. Ajustamos el tornillo de tope longitudinal sosteniendo el mando cíclico hacia atrás sin empujarlo, hasta que la dimensión **B = 27.4mm ± 0.3mm (1.709 in ± 0.012 in)** sea obtenida en la conexión de la varilla en el servo-mando delantero (ver figura 4-8, 4-9 y 4-12).

Dimensión B: \_\_\_\_\_ Si la dimensión no corresponde con el rango debemos de ajustar la distancia del tornillo. Nueva Dimensión obtenida \_\_\_\_\_.

*Para alargar la distancia se afloja el tornillo, para acortarla se le da torque al tornillo (1/4, 1/2 o una vuelta a la vez).*

Al final apretamos la contra tuerca del tornillo del tope torque longitudinal al torque (1.9 a 2.2 Nm / 168 a 194 lbf in) y asegurar con el alambre de seguridad (ver anexo I).

Finalizado el reglaje de los controles de vuelo principales se deben remover las herramientas de verificación de desplazamiento, instalar las varillas de los servo-mandos (ver figura 4-2, 4-3, 4-4, 4-6) y asegurarlos con el alambre de seguridad (ver 1 y 2), remover todos los seguros (ver figura 4-5).

## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

### 6.5 ROTOR DE COLA

Antes de ajustar el control de guiñada, debemos verificar que el chicote instalado en la aeronave está desconectado en ambas terminales.

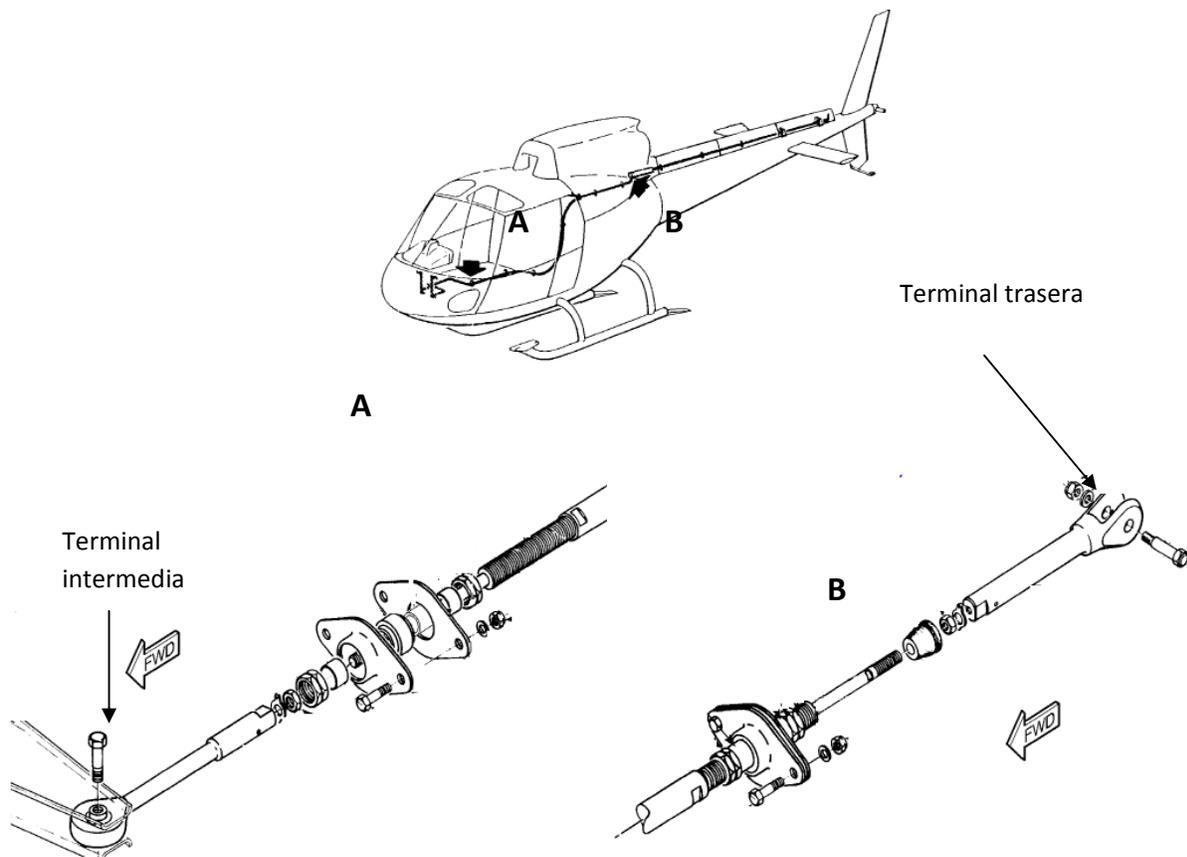


FIGURA 4-14

Terminales control del chicote rotor de cola

También se debe revisar a través de todo el control en ambas direcciones, por alguna dobladura, que la carga deslizante siempre sea menor a 2 N (4.49 lbf). Si la carga operante es mayor a 2 N anotarla en la tabla siguiente:

# REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

OBSERVACIONES

Para el ajuste preliminar de las tolerancias de la caja de control chicote, hay que buscar contratuercas flojas, y apretar o desapretar las tuercas sobre el soporte para asegurar una idéntica dimensión en ambos lados (ver figura 4-15).

$$X = X1$$

X = \_\_\_\_\_ número de hilos

X1 = \_\_\_\_\_ número de hilos

*Para que la dimensión  $X = X1$ , hay que fijarse en el número de hilos de cada cuerda en ambos lados de los tornillos, aflojando o dándole torque a las 2 tuercas para que queden ambas dimensiones parejas.*

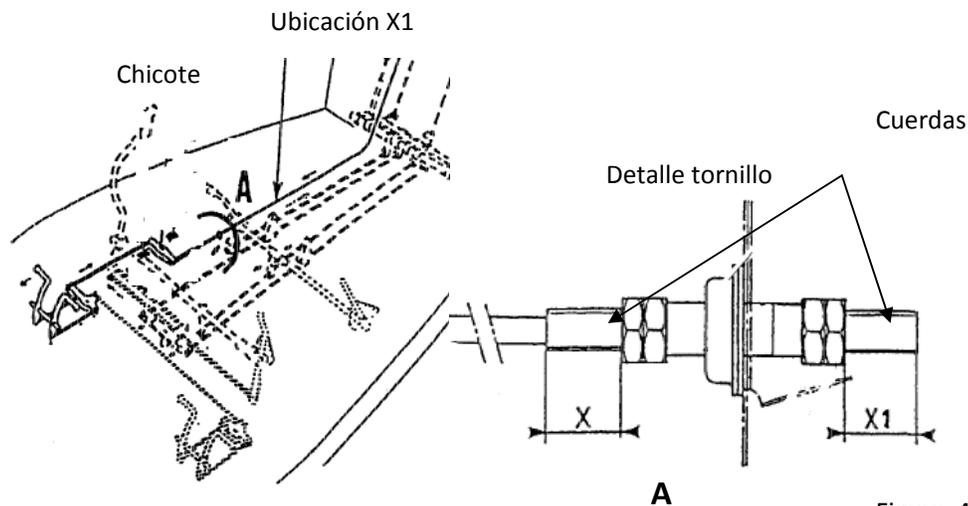


Figura 4-15



## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

Con el control chicote desconectado, llevar el pedal derecho a la posición delantera máxima y verificamos que la tolerancia (G) es correcta (ver figura 4-16).

$G = 6 \text{ a } 10 \text{ mm (0.24 a 0.39 in)}$

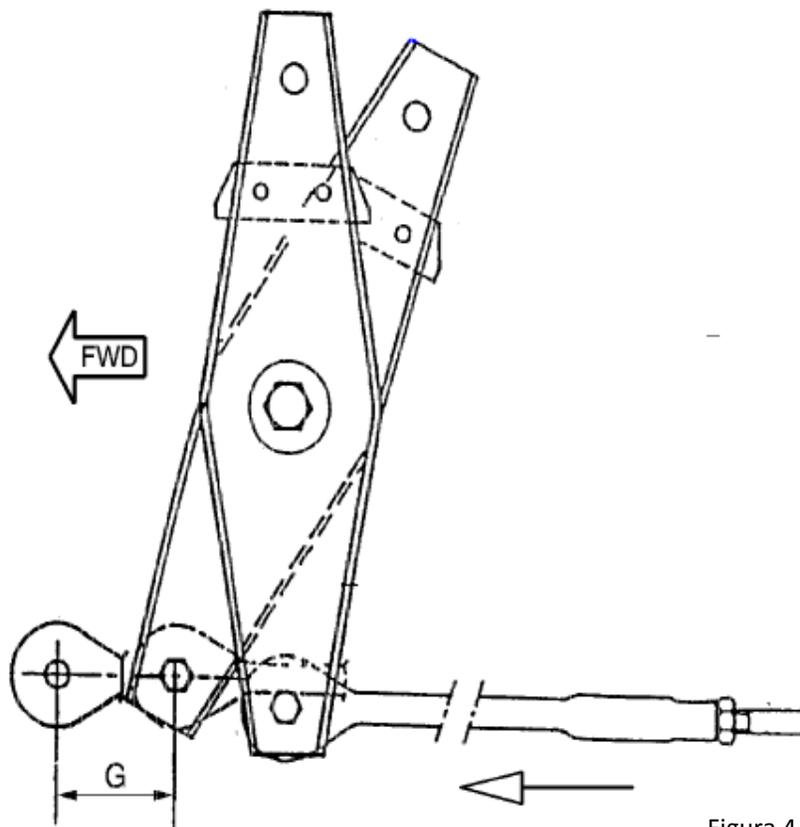


Figura 4- 16

Leva rotor de cola

G = \_\_\_\_\_.

*Para medir esta tolerancia, se puede apoyar con el uso de etiqueta para medir el desplazamiento desde el origen.*



## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

Ajustamos X y X1 hasta conseguir la dimensión G:

X = \_\_\_\_\_ número de hilos

X1 = \_\_\_\_\_ número de hilos

Instalar la terminal del control chicote a la leva intermedia, e instalar el tornillo, rondana y tuerca si apretarlos o asegurarlos.

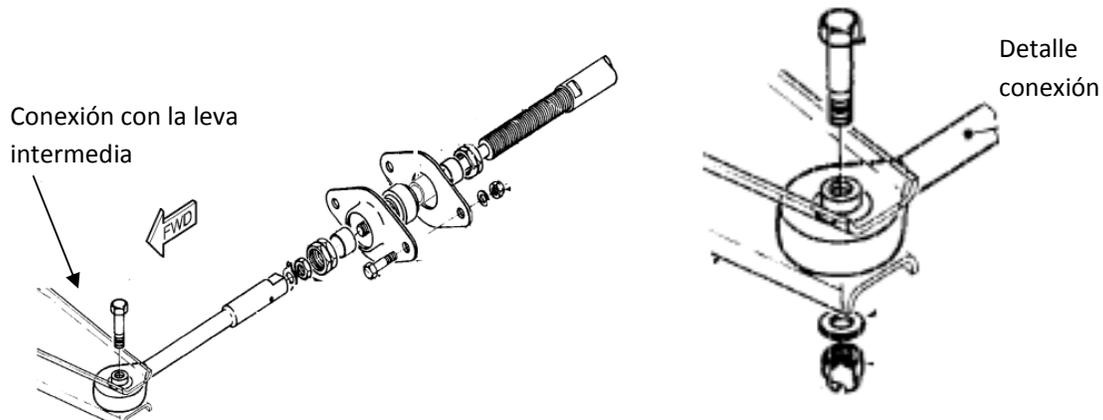
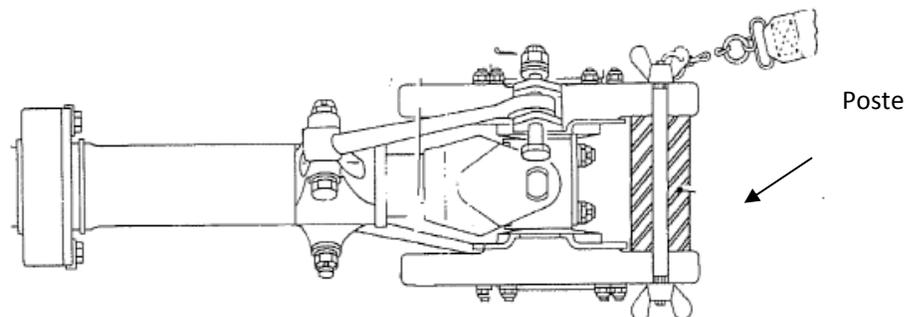


Figura 4-17

Conexión del chicote rotor de cola intermedio

Para el ajuste preliminar del eje de guiñada, bloquear el servo-mando trasero (ver figura 4-19), alinear los pedales usando la herramienta inmovilizadora e inmovilizar las palas del rotor de cola a 7° ángulo de incidencia usando el poste de bloqueo de rotor de cola (figura 4-18).



Poste inmovilizador del rotor de cola

Figura 4-18

## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

Ajustar la conexión del chicote del control trasero, ajustando sin esfuerzo sobre el nivel de entrada del servo-mando su posición con las tuercas sobre el soporte del control chicote (ver anexo III). (Ver figura 4-19); como sea requerido, reajustar la posición de alineación del componente con el nivelador desenroscando de 0 a 1 vuelta.

Conectar las puntas de unión al servo-mando trasero, instalando el tornillo, rondana y tuerca, sin apretarlos o asegurarlos (Ver figura 4-19).

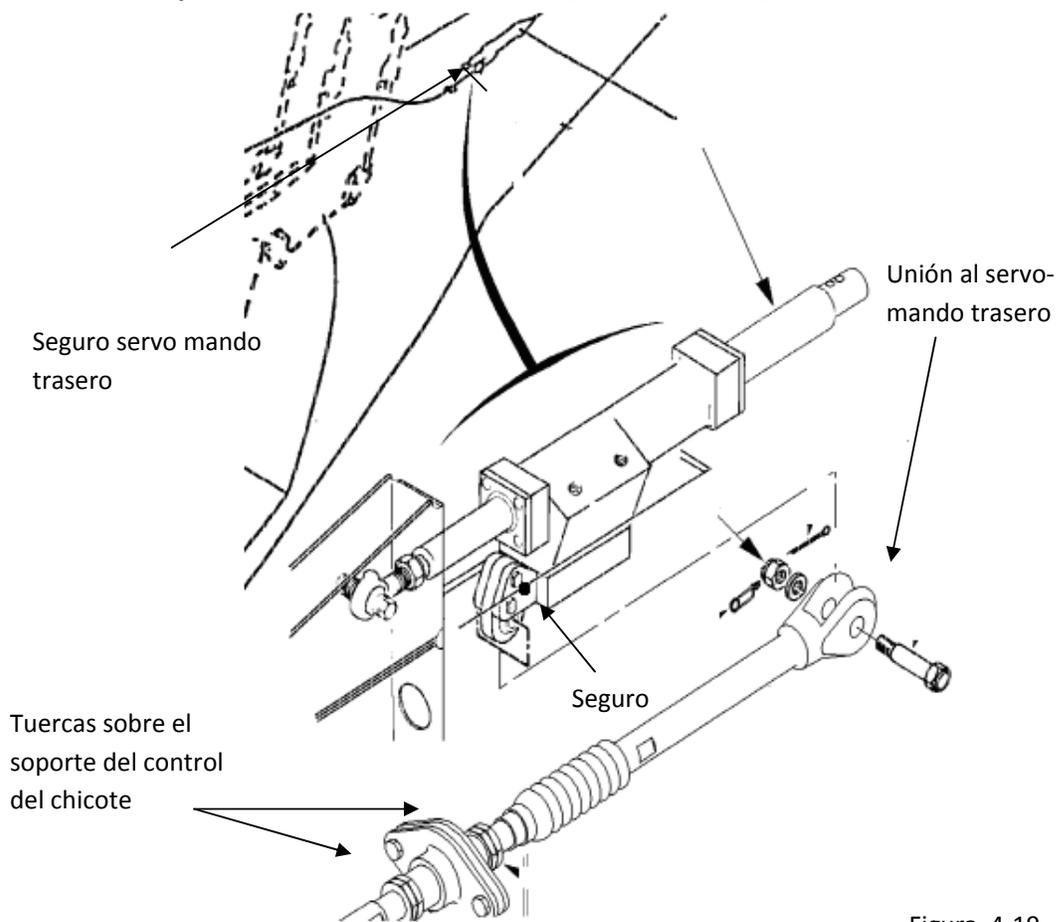


Figura 4-19

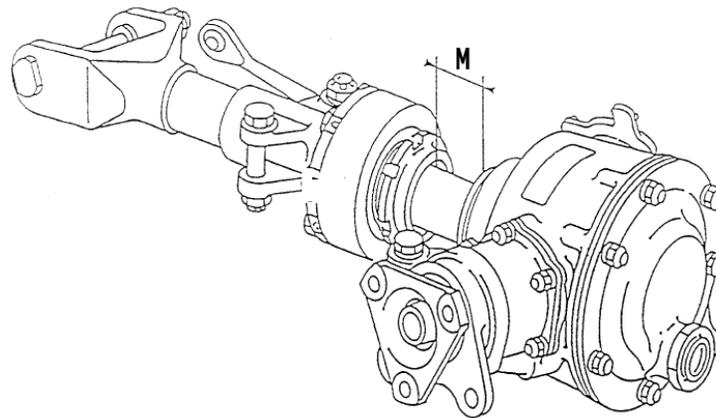
Servo-mando del rotor de cola



## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

Apretar las tuercas de seguridad en los soportes del control chicote (nivel intermedio y servo-mando trasero).

Para el ajuste de los topes y verificación del control de guiñada hay que medir la dimensión "M" entre el tope del alojamiento del balero y el tope de la transmisión del rotor de cola (ver figura 4-20).



Detalle dimensión M

Figura 4-20

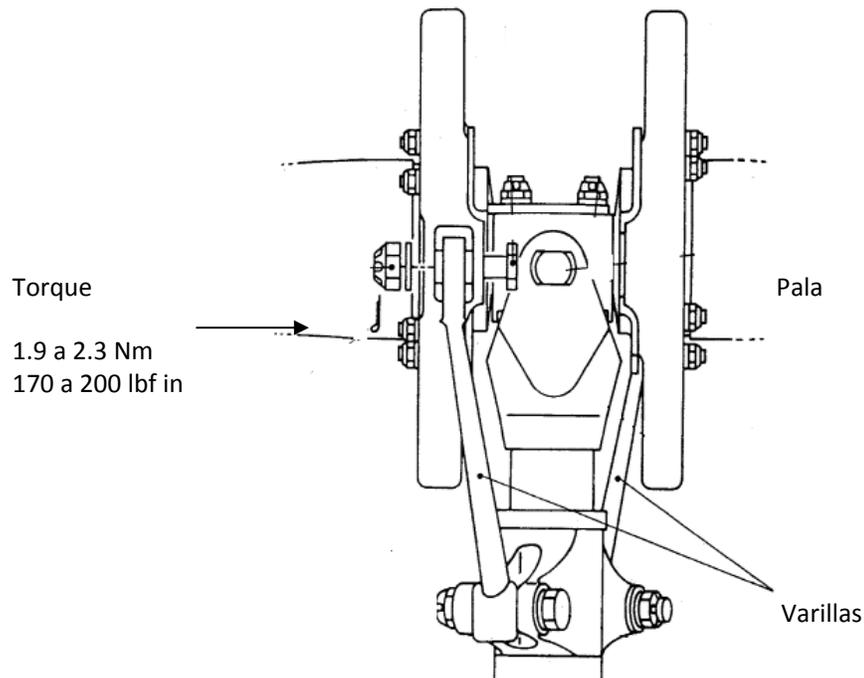
M = \_\_\_\_\_

Removemos el poste de bloqueo de las palas del rotor de cola y la herramienta de alineación de pedales y desconectamos las varillas de cambio de paso del rotor de cola (ver figura 4- 21)

*Las varillas de cambio de paso de rotor de cola se deben asegurar cuando son removidas de modo que queden paralelamente a su unión, para esto podemos ayudarnos fijándolas con cinta adhesiva.*



## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B



Varillas cambio de paso rotor de cola

Figura 4- 21

Para el ajuste de los topes, ajustar los topes debajo del piso de la cabina moviendo el pedal derecho e izquierdo hacia delante para obtener la dimensión M dada en la tabla:

<b>PEDAL IZQ.</b>	<b>M – 18.2 ± 0.1 mm / M – 0.713 ; 0.720 in</b>
<b>PEDAL DER.</b>	<b>M + 17.5 ± 0.1 mm / M + 0.686 ; 0.692 in</b>

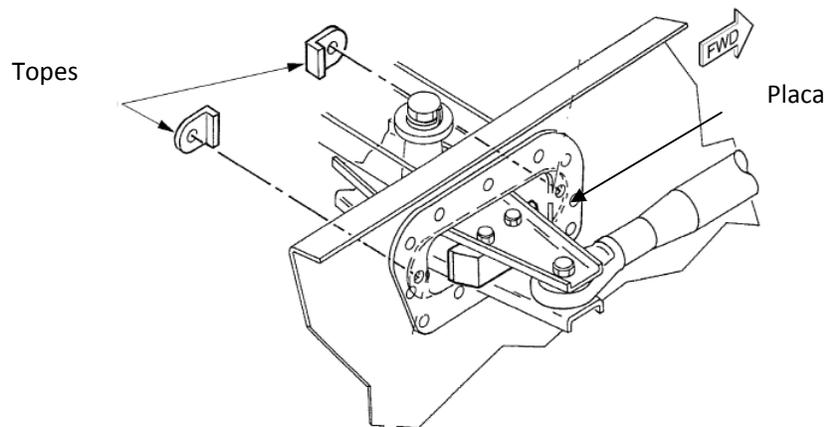
Dimensión M pedal izquierdo = \_\_\_\_\_.

Dimensión M pedal derecho = \_\_\_\_\_.



## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

*Si no se consigue este rango hay que ajustar el tope de los pedales desgastando milimétricamente la placa reforzante de los pedales o colocando una placa de mínimo grosor de 3mm (0.81 in). Ver figura 4-22*



Ajuste topes de los pedales del rotor de cola

Figura 4- 22

Nuevas dimensiones:

Dimensión M pedal izquierdo = \_\_\_\_\_.  
Dimensión M pedal derecho = \_\_\_\_\_.

Conectar las varillas de cambio de paso del rotor de cola (ver figura 4-21 para el correcto torque) y quitar el seguro del servo-mando trasero.

### 6.6 ÚLTIMOS PASOS

Verificar que todos los seguros fueron removidos.

Cerrar todas las puertas de acceso y la cubierta de la caja de engranes principal, instalar el fuselaje posterior de la estructura, desengarzar todos los accesos, verificar que no haya ninguna herramienta en el helicóptero y guardar correctamente el equipo y material utilizado

Realizar una prueba en los mandos para verificar su libre desplazamiento.



## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

### 7.0 CONTENIDO DEL REPORTE DE LA PRÁCTICA

El reporte de práctica obligatoriamente deberá tener el contenido siguiente:

#### PORTADA

En esta deberán aparecer mínimo los siguientes datos:

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
UNIDAD PROFESIONAL TICOMÁN  
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO Y TALLERES  
LABORATORIO DE TÓPICOS SELECTOS DE INGENIERÍA

NOMBRE DE LA PRÁCTICA  
NÚMERO DE LA PRÁCTICA  
NOMBRE DEL ALUMNO (S)  
GRUPO DEL ALUMNO Y/O SECCIÓN EN SU CASO  
FECHA DE ELABORACIÓN DE LA PRÁCTICA  
NOMBRE DEL PROFESOR QUE IMPARTE LA PRÁCTICA

#### CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Esta parte es el fundamento teórico de la práctica que se está estudiando, es el conocimiento básico que es necesario para la comprensión del tema. El alumno deberá investigar los aspectos teóricos con base a una bibliografía.

#### DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

El alumno debe describir lo que hizo en el laboratorio, incluyendo metodología, características del equipo, materiales empleados y fotografías en general.

#### CONCLUSIONES

Indicar los aspectos concretos a los cuales llegó después de realizar la práctica.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Indicar la bibliografía consultada para las consideraciones teóricas y conclusiones que el alumno describe.



## REGLAJE DE LOS CONTROLES DE VUELO AS 350B

### 8.0 BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTA PRÁCTICA

- Manual de mantenimiento de la aeronave AS 350 B (revisión 34, 2009-06-11)
- Manual de partes y componentes de la aeronave AS350 B (revisión 34, 2009-06-11)
- Manual de procedimientos y descripciones de la aeronave AS 350 B (revisión 34, 2009-06-11)
- Mario Carlos Herrera Alaminos, Aerodinámica del helicóptero. 1990
- Roger Raletz , Teoría elemental del helicóptero. Eurocopter. 1999

# **CAPÍTULO V**

## **ANÁLISIS Y RESULTADOS**

## PRÁCTICA REFERENCIAL



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA  
Y ELÉCTRICA  
UNIDAD PROFESIONAL TICOMÁN  
LABORATORIO DE HELICÓPTEROS**



### **PRÁCTICA #1:**

REGLAJE CONTROLES DE VUELO

### **PROFESOR:**

RUBÉN OBREGÓN SUÁREZ

### **ALUMNOS:**

MARTÍNEZ MIJANGOS CARLOS  
GUTIÉRREZ NAVA JORGE DANIEL  
FLORES AMBROSSI JESÚS

### **GRUPO:**

8AM1

### **FECHA:**

06-ENERO-2010

## **MARCO TEÓRICO**

Los controles de vuelo pueden modificar el ángulo de paso de las hélices del rotor principal y del rotor de cola de esta manera el piloto puede controlar la altitud, la velocidad y el rumbo del helicóptero.

La configuración de un solo rotor principal con un rotor de cola, presenta la ventaja de tener un solo rotor grande, y por lo tanto, un solo sistema principal de controles y una sola transmisión verticalmente. El rotor de cola requiere también una pequeña transmisión, pero debido a que este rotor no se le transmite una gran potencia, su transmisión es relativamente sencilla y ligera.

### **CONTROL DE PEDALES**

Los pedales controlan el ángulo de paso colectivo del rotor de cola y para un helicóptero en que el rotor principal gira en el sentido opuesto a las manecillas del reloj, visto desde arriba, la tracción del rotor tiene que ser a la derecha con respecto al piloto. El movimiento hacia enfrente del pedal izquierdo aumenta el paso colectivo del rotor de cola, incrementando su tracción y su momento alrededor del centro de gravedad del helicóptero. El movimiento hacia enfrente del pedal derecho, que lleva hacia atrás al izquierdo, reduce el paso del rotor de cola y su momento alrededor del centro de gravedad.

### **CONTROL CÍCLICO**

Este control se ubica enfrente y centrado al piloto, es un bastón, la inclinación del mismo inclina el eje de control paralelamente, inclinando el plano de las puntas de las alas y la tracción del rotor en la dirección y sentido deseado. El bastón cíclico se utiliza en vuelo estacionario para producir momentos y fuerzas, alrededor y a lo largo respectivamente del eje longitudinal y del eje lateral; por tanto, en vuelo estacionario se utiliza para obtener control horizontal. En vuelo translacional el bastón cíclico es usado para obtener control direccional alrededor de la perpendicular de la trayectoria de vuelo.

### **CONTROL COLECTIVO**

Normalmente a la izquierda del piloto, es una palanca que aumenta el ángulo de paso de todas las palas del rotor simultáneamente cuando se sube el bastón y se reduce respectivamente cuando se baja la palanca. El piloto utiliza normalmente el bastón colectivo para establecer la potencia requerida del rotor principal. En condiciones de vuelo de máxima potencia se utiliza para controlar las revoluciones. Por lo tanto el control cíclico controla el ascenso y descenso del helicóptero y coordinadamente con el cíclico la velocidad translacional, y la potencia entregada al rotor principal.

El reglaje se realiza para ajustar los controles de vuelo, para prevenir pérdidas de mando y una óptima respuesta del helicóptero.

## **DESARROLLO DE LA PRÁCTICA**

### **OBJETIVO**

Adquirir conocimientos prácticos y procedimentales del reglaje y funcionamiento de los controles de vuelo de un helicóptero convencional para aplicar las bases teóricas de los controles de vuelo de una aeronave de ala rotativa, en su mantenimiento programado

### **HERRAMIENTAS**

- Kit de Reglaje de Controles de vuelo
- Alambre de frenado calibre 0.08 mm (0.031 in)
- Cinta adhesiva
- Calibrador
- Torquímetro (0 a 5 N / 0 a 11 lbf)
- Tensiómetro
- Desarmador de cruz
- Desarmador plano
- Autocle mm

### **REPORTE**

Lo primero que hay que hacer para estar seguros de hacer el reglaje adecuadamente, es poner la regleta de 7° entre el plato universal y la pala



Pre-Tracking



Figura 5-1

Nota.- Si la regleta no ajusta adecuadamente es necesario efectuar el reglaje, procediendo a abrir todos los paneles de accesos del helicóptero: los de la caja de engrane principal, la parte inferior de la cabina del piloto y los del rotor de cola.



Remoción de los fuselados

Figura 5-2

Con todos los paneles abiertos, colocamos los postes que bloquean el plato universal, el seguro de los servo-mandos laterales izquierdo y derecho, desconectamos las conectores de las varillas de los 3 servo-mandos, y la palanca colectiva y cíclica.



Localización del poste del plato universal

Figura 5-3

Figura 5-4



Localización del seguro de los servo-mandos y la desconexión de una varilla



Ubicación seguro palanca cíclica



Figura 5-5



Ubicación seguro palanca colectiva

Figura 5-6



Seguro

Figura 5-7

Quitamos el seguro de los servo-mandos y los aseguramos los servo-mandos paralelamente con ayuda de la cinta adhesiva. Atornillamos la herramienta referencial en la caja de engrane principal y colocamos una cinta adhesiva en la varilla frontal y lateral izquierda haciéndole una referencia inicial en donde se encuentra la herramienta referencial y medimos las distancias de movimiento tanto de la palanca cíclica la colectiva.



Servo-mando frontal y lateral izquierdo

Figura 5-8

Con las mediciones de la varilla del servo-mando lateral izquierdo obtenemos el desplazamiento de la palanca colectiva y el desplazamiento de la palanca cíclica en su movimiento lateral, y con la varilla del servo-mando frontal obtenemos el desplazamiento de la palanca cíclica en su movimiento longitudinal.

Palanca colectiva:

Desconectamos el seguro colectivo y verificamos la posición de la palanca en la cabina, la llevamos hacia abajo para obtener su paso mínimo y hacia arriba para su paso máximo. Medimos ambas dimensiones y checamos su rango de tolerancia para saber si necesita o no reglaje:

Paso bajo, dimensión A = 21mm  
Paso alto, dimensión B = 22.7mm

Debido a que el rango de tolerancia es de  $22\text{mm} \pm 0.3\text{mm}$  para ambas dimensiones es necesario efectuar el reglaje, para el tope de paso bajo aflojamos el tornillo para que se alargue la dimensión en la varilla del servomando; y para la dimensión B colocamos un nuevo tope en la carcasa del mando.

Nuevas dimensiones después del reglaje:

Paso bajo, dimensión A = 22.1mm  
Paso alto, dimensión B = 22.3mm

Una vez realizado el reglaje apretamos la contratuerca del tornillo del tope de paso bajo al torque y los aseguramos con el alambre de frenado.

Palanca cíclica:

Colocamos nuevamente el seguro colectivo y quitamos el seguro lateral de la palanca cíclica, también nos aseguramos que nuestra referencia se encuentre calibrada. Movemos la palanca cíclica en los topes izquierdos y derechos y medimos su desplazamiento:



Tope izquierdo y derecho respectivamente de la palanca cíclica      Figura 5-9

Tope izquierdo, dimensión A = 17.4mm  
Tope derecho, dimensión B = 23.6mm

Para el tope izquierdo la tolerancia es de  $17\text{mm} \pm 0.3\text{mm}$ , y la tolerancia del tope derecho  $24\text{mm} \pm 0.3\text{mm}$ ; por lo tanto hay que hacerle reglaje. Para el tope izquierdo se afloja el tornillo y para el tope derecho se le da torque al tornillo hasta obtener las dimensiones correctas.

Nuevas dimensiones:

Tope izquierdo, dimensión A = 17mm

Tope derecho, dimensión B = 23.7mm

Una vez realizado el reglaje apretamos las contra tuercas al torque y los aseguramos con el alambre de frenado.

Para el desplazamiento longitudinal colocamos nuevamente el seguro removido, y quitamos el seguro cíclico longitudinal verificando su desplazamiento hacia delante y hacia atrás:



Tope superior e inferior palanca cíclica

Figura 5-10

Tope inferior, dimensión A = 37.1mm

Tope superior, dimensión B = 27mm

Para el tope inferior su tolerancia es de  $37.5\text{mm} \pm 0.3\text{mm}$  y del superior  $27.4\text{mm} \pm 0.3\text{mm}$ , por lo que hay que realizar el reglaje correspondiente.

Para ambas dimensiones se consiguen dándole toque a los tornillos hasta obtener la dimensión.

Nuevas dimensiones:

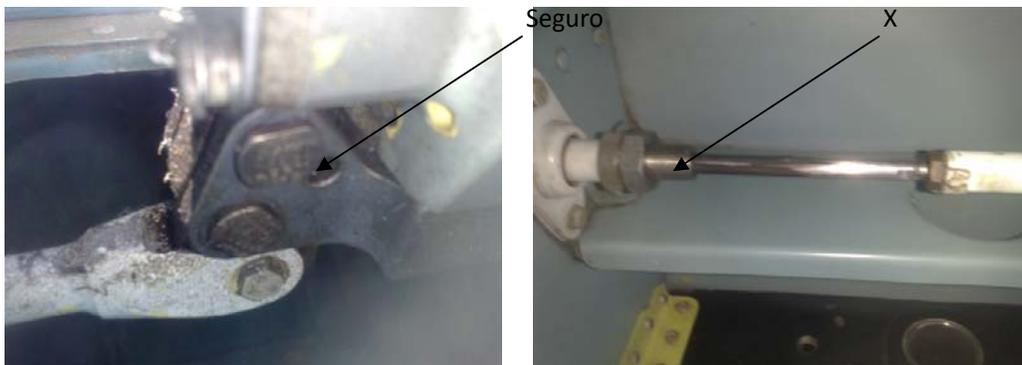
Tope inferior, dimensión A = 37.5mm

Tope superior, dimensión B = 27.2mm

Como anteriormente se hizo, se aprietan las contra tuercas al torque y se aseguran con el alambre de frenado. Se quitamos todos los seguros e instalamos los servos principales.

Rotor de cola:

Desinstalamos el chicote en ambas terminales, y verificamos todo el control en el cual no encontramos ningún daño y su tensión medida con el tensiómetro es de 1.8N. en la caja del chicote no encontramos ninguna contra tuerca floja, así que procedimos a calibrar las dimensiones de los tornillos X, X1, debido a que el espacio es reducido y no entra ninguna herramienta de medición esta calibración la realizamos contando el número de cuerdas en ambos lados:



Terminal superior e intermedio control chicote

Figura 5-11



Dimensión X

Figura 5-12

X= 10 número de hilos  
X1= 14 número de hilos

Para equilibrar las dimensiones aflojamos los tornillos  
X= 12 número de hilos  
X1 = 12 número de hilos

Una vez completado esto, nos damos a la tarea a medir la tolerancia G de la leva intermedia con ayuda de la cinta adhesiva para ver su desplazamiento:

Se mide el desplazamiento de la leva respecto a su posición inicial



Dimensión G en leva intermedia rotor de cola Figura 5-13

G = 5mm

El rango de la tolerancia G es de 6 a 10mm, por lo que hay que ajustar las dimensiones X, X1 para que esté dentro del rango. Aumentamos la distancia de X por que le hace falta más desplazamiento a la distancia G:

X= 11 número de hilos

X1= 13 número de hilos

Con esto nuestra distancia G es de 6.8mm por lo que entra dentro del rango, así que ya podemos instalar la conexión de la leva intermedia y la aseguramos.

Después alineamos los pedales y le colocamos su herramienta especial, y en el rotor de cola colocamos el poste inmovilizador.



Poste inmovilizador rotor de cola, y herramienta de pedales

Figura 5-6



Ubicación del orificio para el poste

Figura 5-7

Una vez realizado esto conectado el otro extremo del chicote, como le faltaba se tuvo que alargar desenroscando 2 vueltas, y lo aseguramos.

Una vez realizado estos reglajes procedemos a realizar los reglajes de los topes de los pedales hay que medir la dimensión M que es única en cada helicóptero:



Medición dimensión M

Figura 5-8

Dimensión M = 39.1 mm

Una vez obtenida la dimensión M quitamos la herramienta inmovilizadora de los pedales y el poste del rotor de cola, y procedemos a quitar las varillas de cambio de paso de rotor de cola, las fijamos con la ayuda de la Etiqueta para evitar que se dañen las conexiones.



Conexión de las varillas de cambio de paso

Figura 5-9

Cálculo tolerancia de los pedales:

Pedal izquierdo =  $M - 18.2 \pm 0.1 \text{ mm}$

$39.1\text{mm} - 18.2 \pm 0.1 \text{ mm} = 20.9 \pm 0.1 \text{ mm}$

Pedal derecho =  $M + 17.5 \pm 0.1 \text{ mm}$

$39.1\text{mm} + 17.5 \pm 0.1 \text{ mm} = 56.6 \pm 0.1 \text{ mm}$

Esto es debido a que el tope del alojamiento del balero contrae su distancia hacia el tope de la transmisión del rotor cuando se presiona el pedal izquierdo, y alarga su distancia cuando se presiona el pedal derecho.

Desplazamiento de los pedales:

Izquierdo = 20.7mm

Derecho = 56.4 mm

Debido a que no están dentro de la tolerancia se desbasta con precisión milimétrica la palca reforzante de los pedales.

Izquierdo = 20.8mm

Derecho = 56.5mm

Una vez completado el reglaje de los pedales se vuelven a instalar las varillas de cambio de paso del rotor de cola, se quitan todos los seguros y herramientas, y se colocan nuevamente todos los paneles de acceso removidos.

Se mueven las palancas cíclicas y colectivas así como los pedales para verificar su correcto desplazamiento.

## **CONCLUSIÓN**

El reglaje de los controles de vuelo es una práctica muy detallada en el que hay que tomar muy minuciosamente las dimensiones ya que las tolerancias de errores son en décimas de milímetros y eso puede afectar en las demandas de los mandos de los controles de vuelo. Es una práctica integral debido a que se siguen procedimientos establecidos y que si no se siguen al pie no podemos realizar los ajustes correspondientes , así como también requiere de una mano de obra calificada por que los servo-mandos son delicados así como sus conexiones.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Mario Carlos Herrera Alaminos, Aerodinámica del helicóptero.

Roger Raletz , Teoría elemental del helicóptero. Eurocopter. 1999

Wikipedia

## CONCLUSIONES

El tiempo de parada de una aeronave siempre ha afectado la capacidad de producción de los activos fijos, al reducir la producción, aumentan los costos operacionales, y afectan el servicio al cliente.

Cada vez aparecen fallas que acarrearán serias consecuencias para la seguridad operacional principalmente en las aeronaves de ala rotativa por su avance y desarrollo tecnológico principalmente en los controles de vuelo que requieren especiales cuidados para mantener la gran maniobrabilidad y versatilidad de estas aeronaves por lo que es de suma importancia efectuar los reglajes siendo esencial en el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería adquirir estos conocimientos para una mejor aplicación en el campo laboral en cualquier parte del mundo.

Al mismo tiempo el no efectuar de manera programada y preventiva el mantenimiento de estas aeronaves provoca altos costos de mantenimiento y de helicópteros FS por falta de reglaje en controles de vuelo, elevándose los costos de operación por lo que nosotros como futuros ingenieros es nuestro deber procurar el eficiente funcionamiento de las aeronaves de ala rotativa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Manual de mantenimiento de la aeronave AS 350 B (revisión 34, 2009-06-11)
- Manual de partes y componentes de la aeronave AS350 B (revisión 34, 2009-06-11)
- Manual de procedimientos y descripciones de la aeronave AS 350 B (revisión 34, 2009-06-11)
- Mario Carlos Herrera Alaminos, Aerodinámica del helicóptero. 1990
- Roger Raletz , Teoría elemental del helicóptero. Eurocopter. 1999

# ANEXOS

## ANEXO I ALAMBRE DE SEGURIDAD

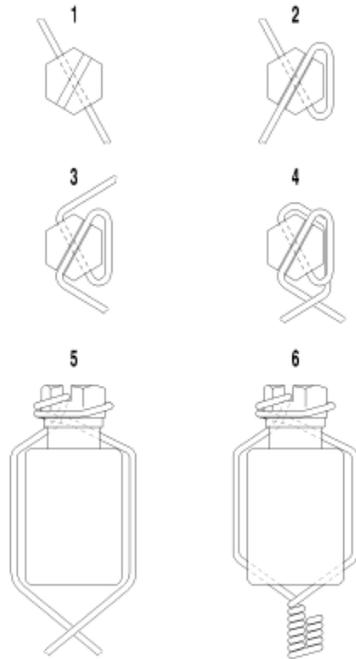


FIGURA 1.- PASOS PARA REALIZAR UN AMARRE DE ASEGURAMIENTO

### Principios de aseguramiento

- El alambre debe estar siempre perfectamente tensado entre las partes a asegurar y los puntos de unión (figura 2-1).
  - La tensión aplicada debe contrarrestar el aflojamiento (figura 2-2).
  - Los extremos del alambre deben torcerse en espiral, aproximadamente 10 mm de largo por lo menos 4 vueltas; el espiral debe ser doblado a lo largo de una de las partes aseguradas (figura 2-3).
  - una vez colocado, el alambre no debe tener defectos como marcas de herramienta o fracturas.
- El alambre debe ser nuevo en cada ocasión.

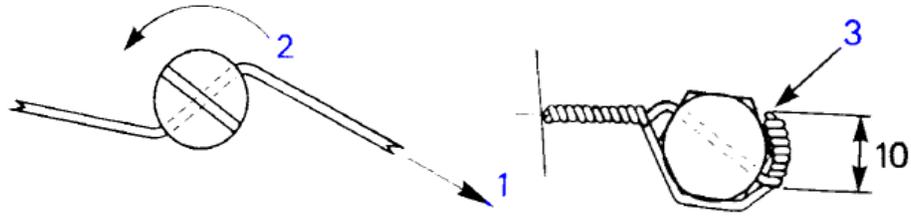


FIGURA 2 PRINCIPIOS DE ASEGURAMIENTO

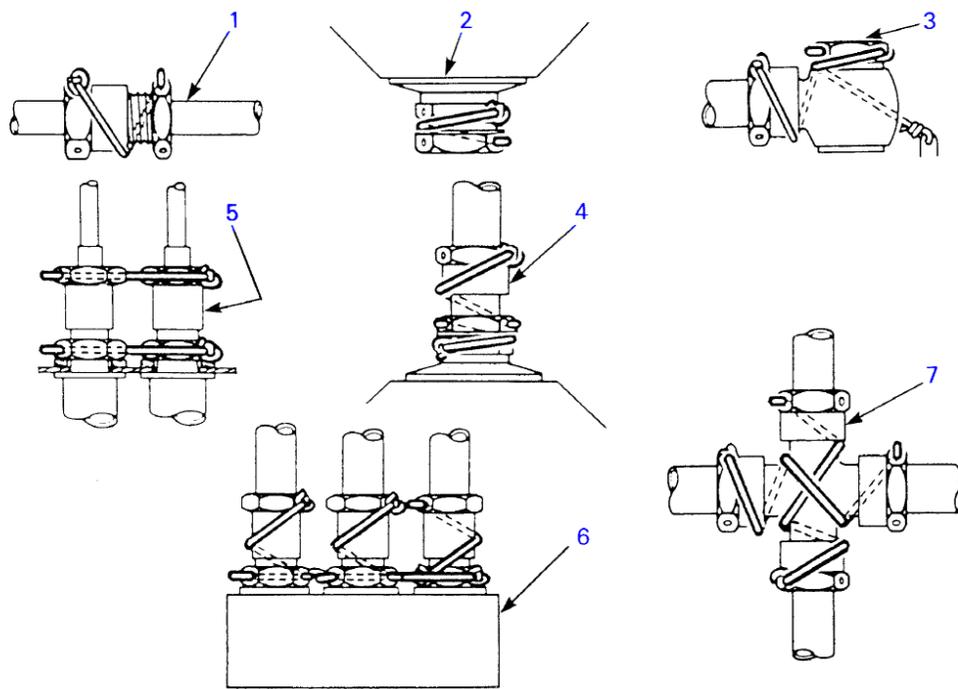


FIGURA 3.- TIPOS DE AMARRES DE ASEGURAMIENTO

- 1.- Unión recta
- 2.- Enchufe
- 3.- Unión recta direccionable
- 4.- Unión directa al montaje
- 5.- Unión múltiple 1
- 6.- Unión múltiple 2
- 7.- Unión cruzada

# SERVO MANDOS DEL ROTOR PRINCIPAL

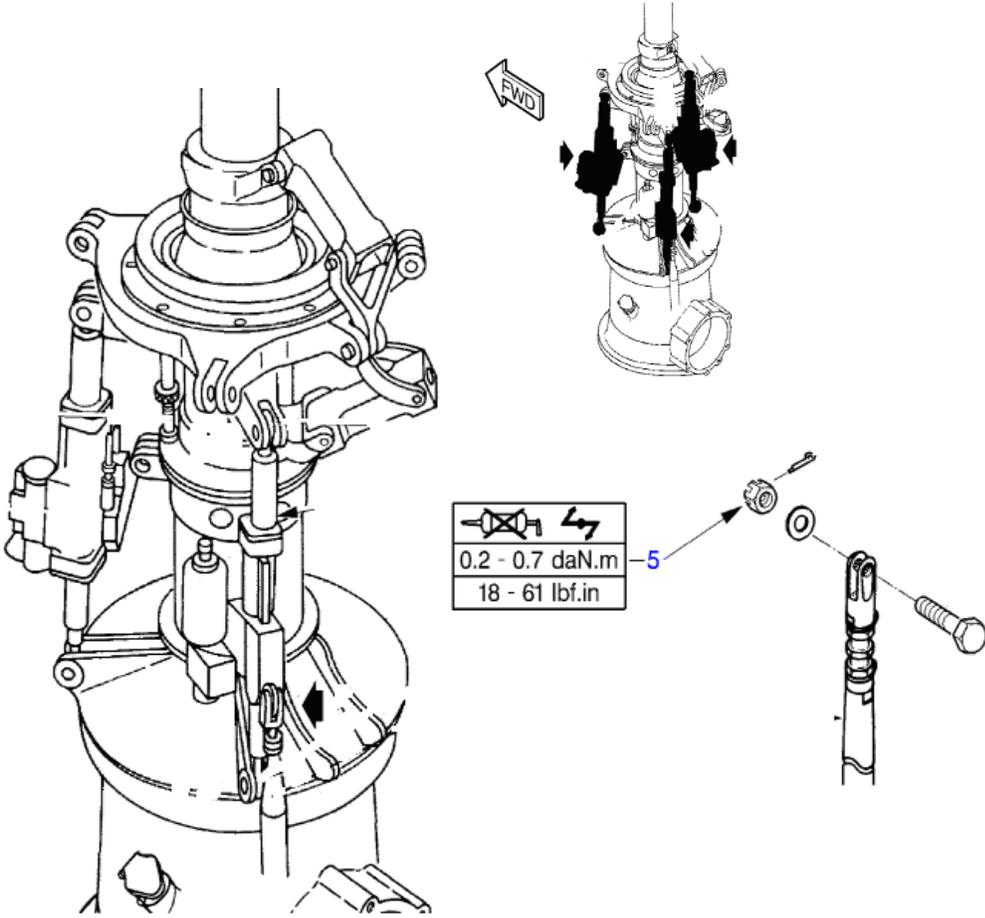
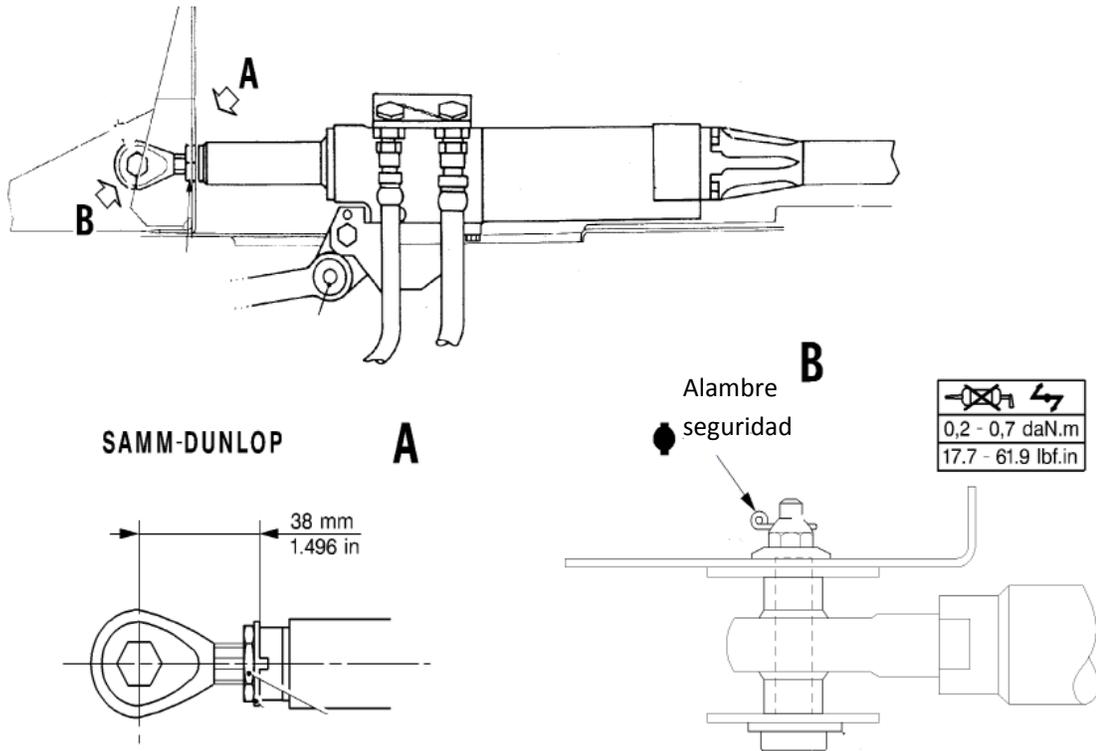


FIGURA 1.- LOCALIZACIÓN SERVO MANDOS PRINCIPALES EN SU CONEXIÓN DE VARILLA

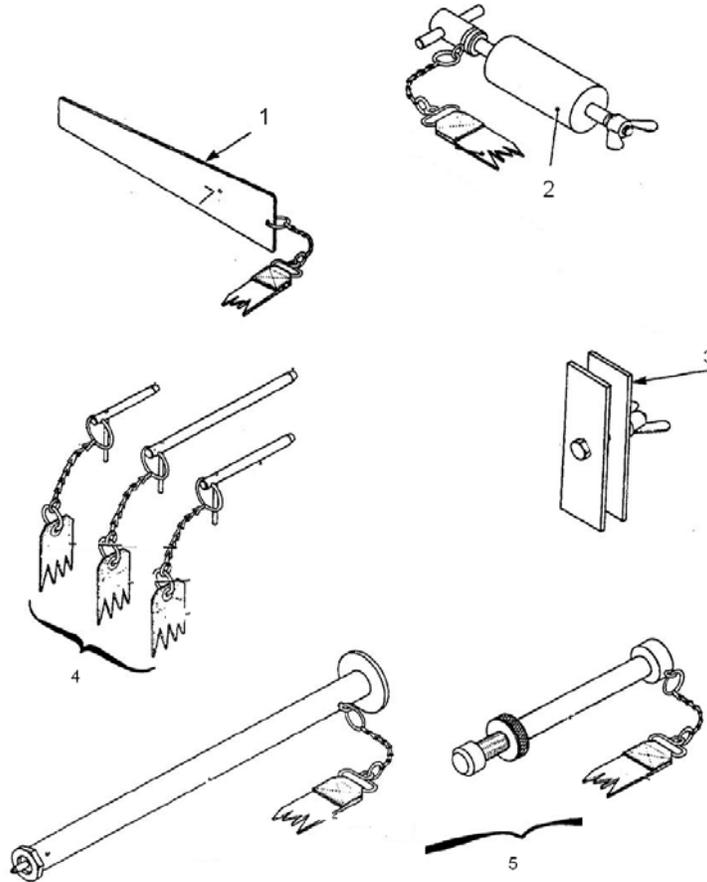
**ANEXO III**  
**SERVO MANDO ROTOR DE COLA**



**FIGURA 1- CONEXION SERVO MANDO ROTOR DE COLA**

**ANEXO IV  
HERRAMIENTA ESPECIAL**

**NUMERO DE PARTE 350A94.2700.06**



**FIGURA 1.- KIT ESPECIAL DE REGLAJE**

	NUMERO PARTE
1.- Regleta a 7°.	350A94-3701-00
2.- Poste de aseguramiento rotor de cola	350A94-2708-00
3.- Herramienta bloqueo de pedales	350A94-2704-00
4.- Juegos de seguros.	350A94-2706-00
5.- Postes de aseguramiento del plato universal	350A94-2710-00

ANEXO V

DIBUJOS TÉCNICOS DE LAS HERRAMIENTAS ESPECIALES

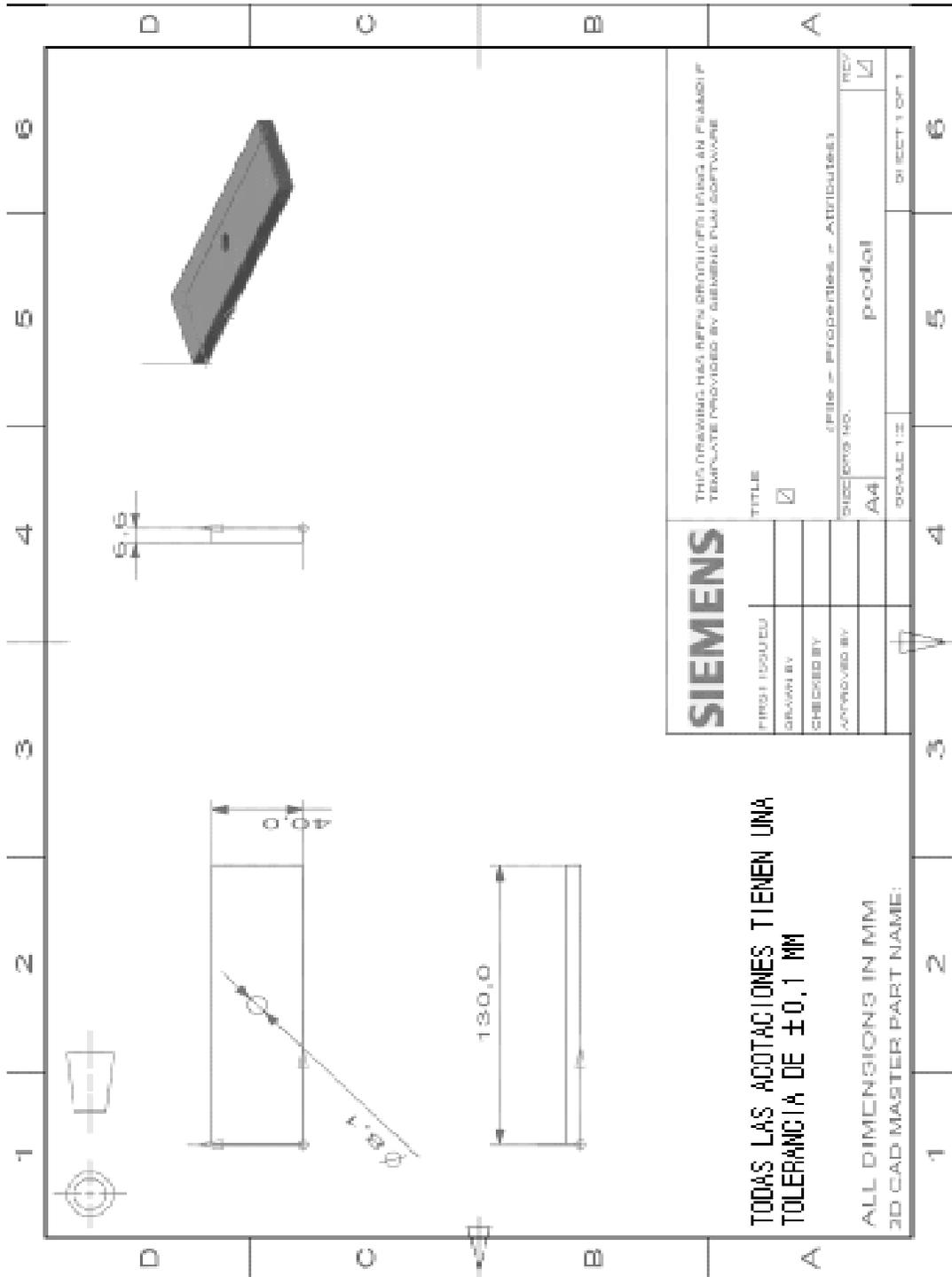


FIGURA 1.- HERRAMIENTA BLOQUEO DE PEDALES (CANTIDAD 2)  
N/P 350A94-2704-00

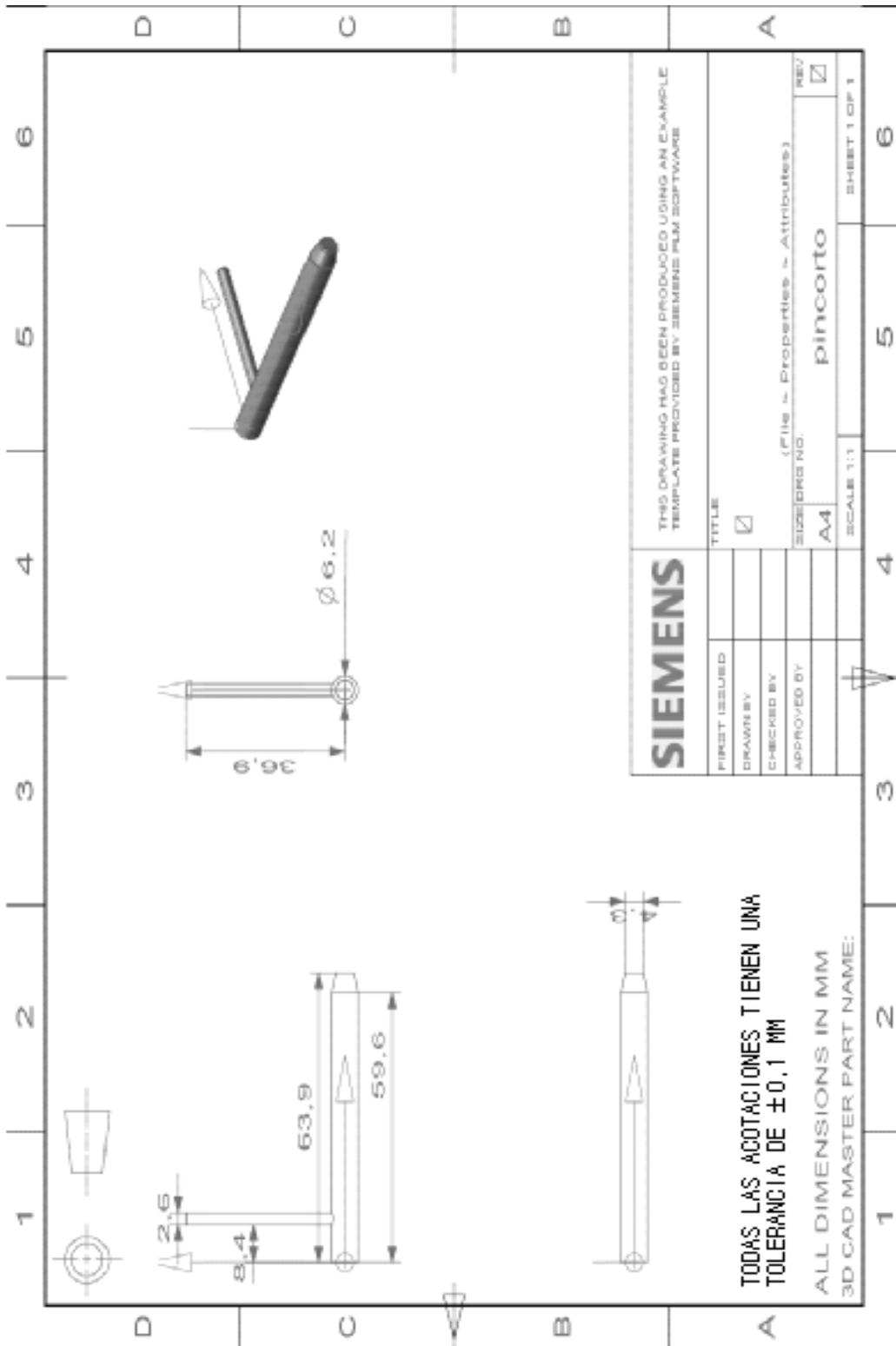


FIGURA 2.- SEGUROS (CANTIDAD 3)  
N/P 350A94-2706-00

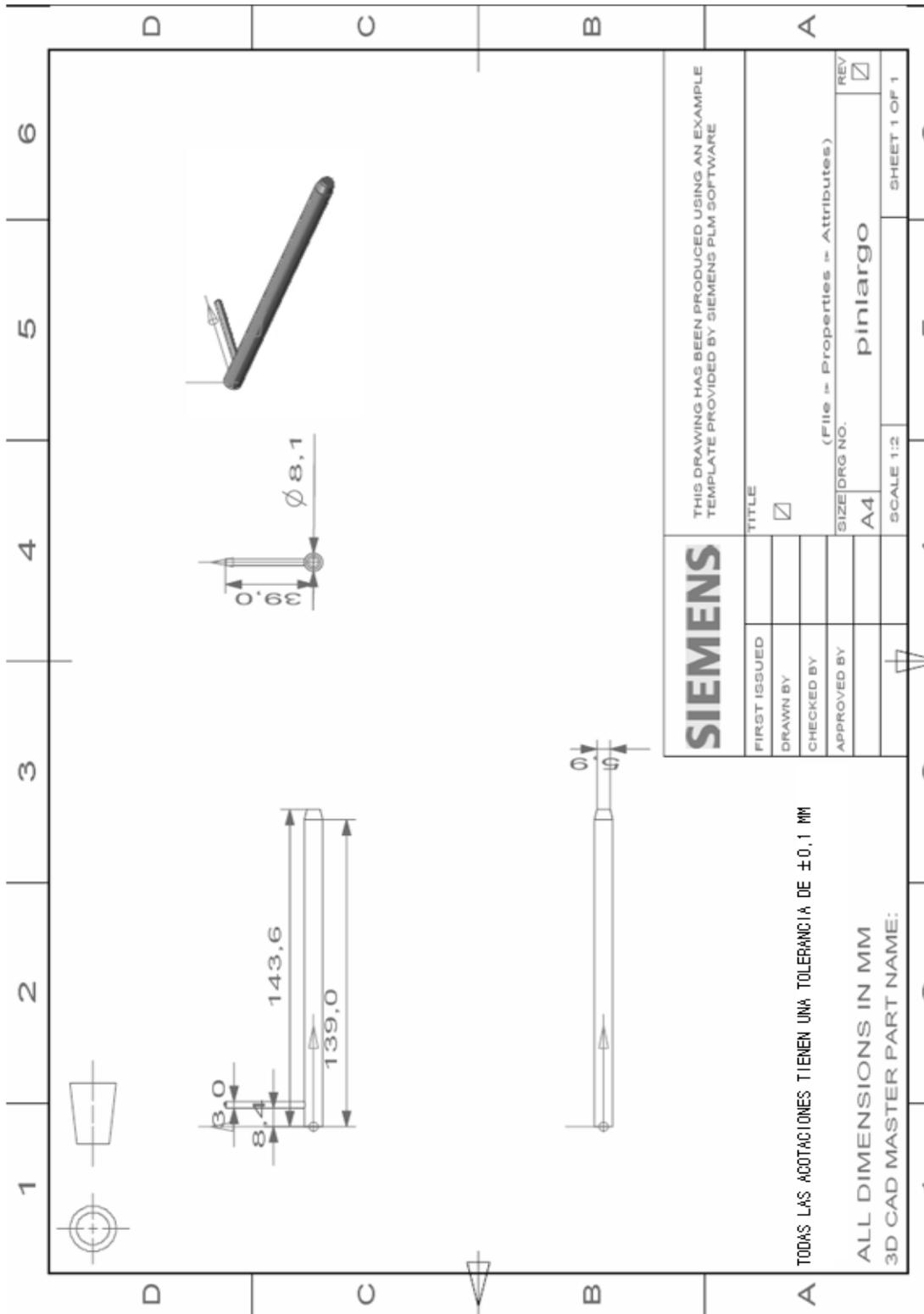


FIGURA 3.- SEGUROS SERVO-MANDOS LATERALES (CANTIDAD 2)  
 N/P 350A94-2706-00

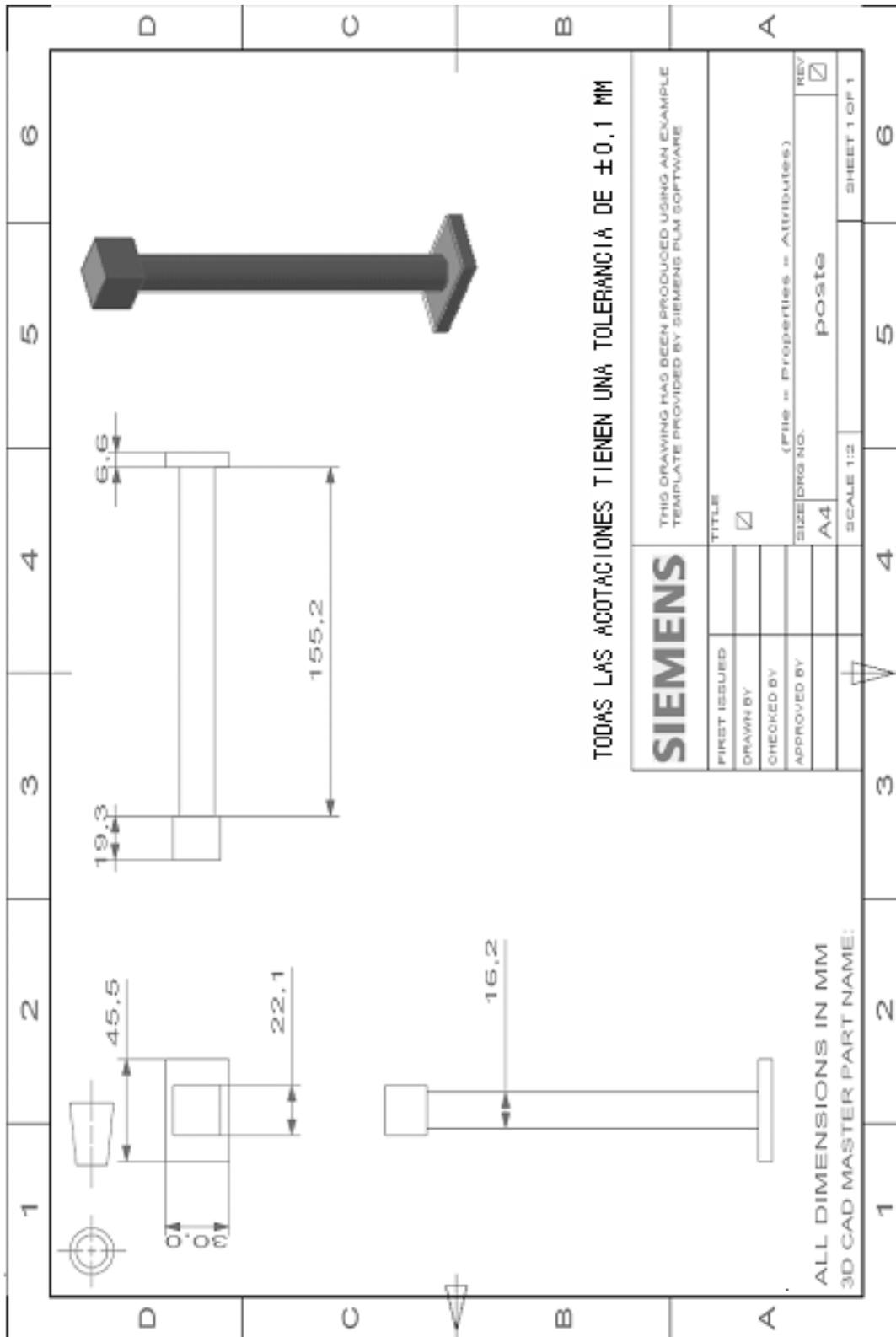


FIGURA 4.- POSTE INFERIOR PLATO UNIVERSAL (CANTIDAD 1)  
 N/P 350A94-2710-00

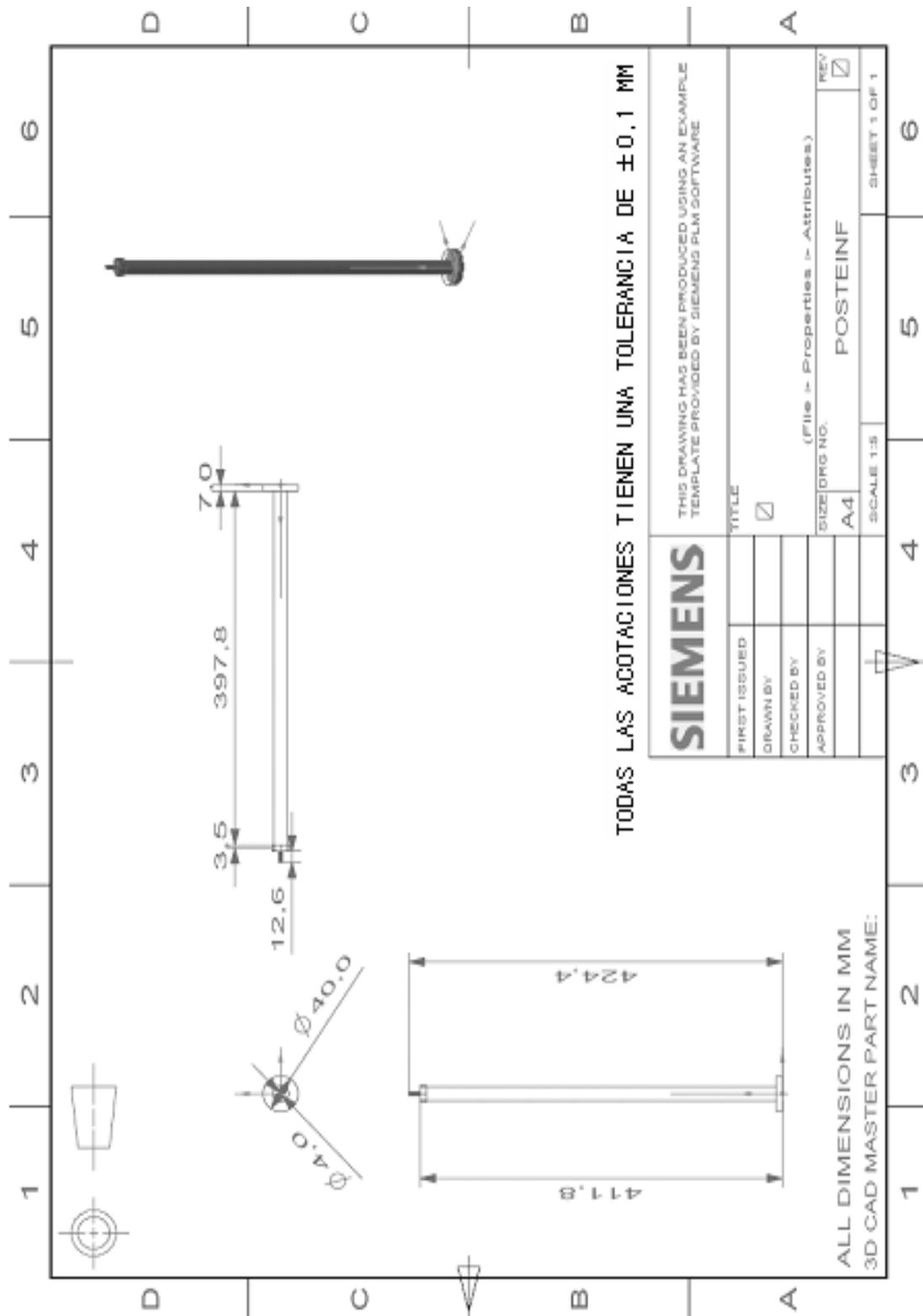


FIGURA 5.- POSTE SUPERIOR PLATO UNIVERSAL (CANTIDAD 1)  
 N/P 350A94-2710-00

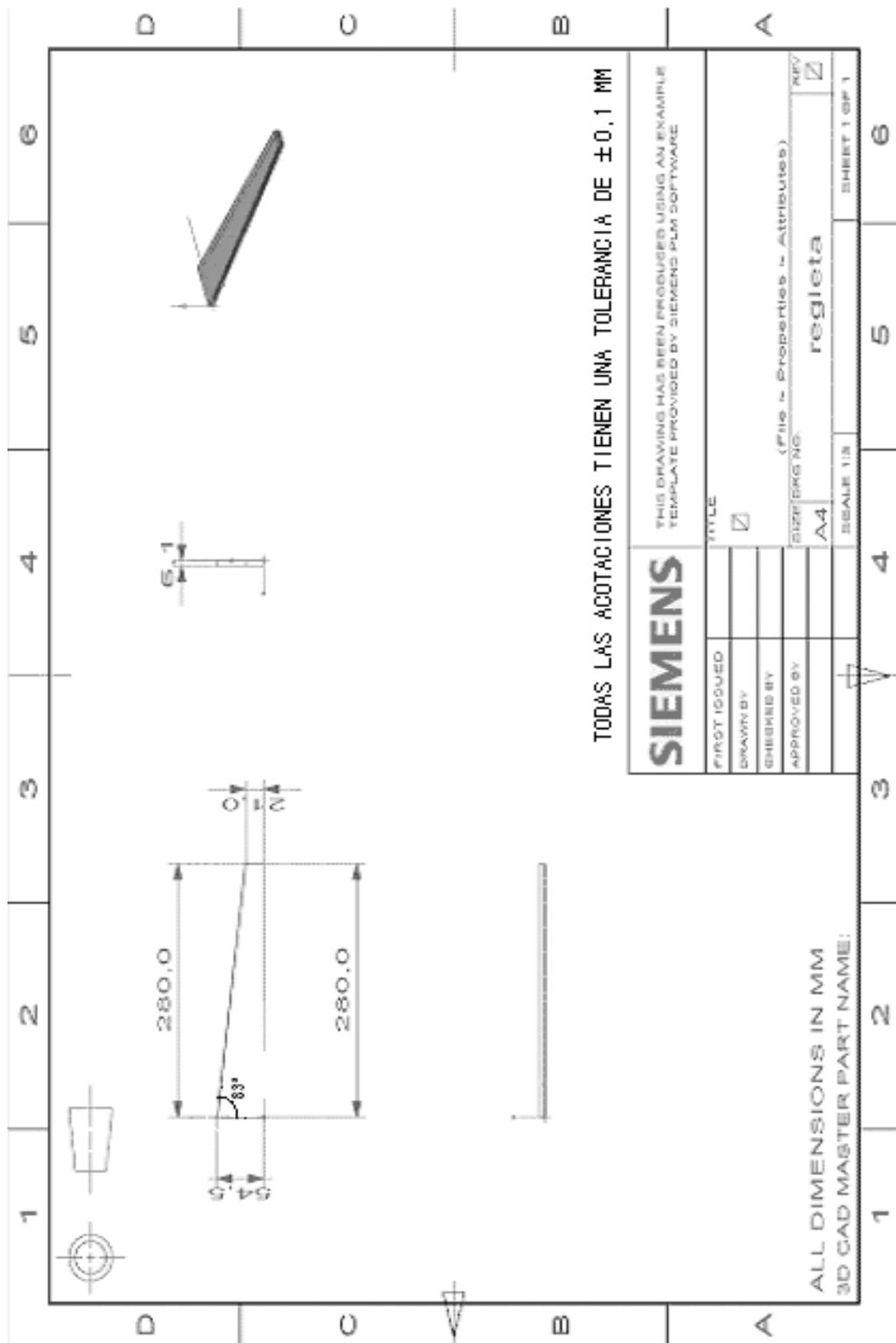


FIGURA 6.- REGLETA 7° (CANTIDAD 1)  
 N/P 350A94-3701-00

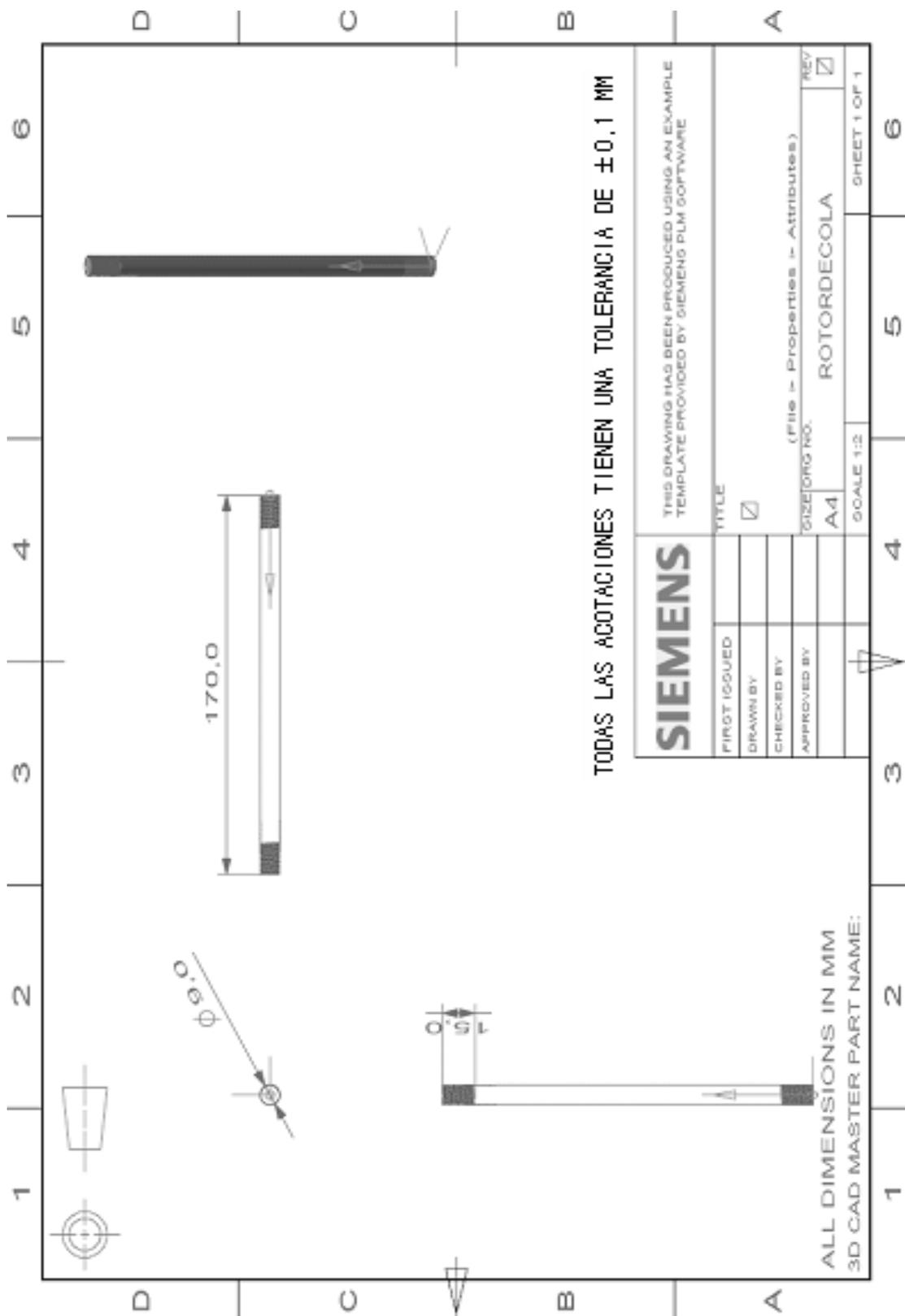


FIGURA 7.- POSTE ROTOR DE COLA (CANTIDAD 1)  
N/P 350A94-2708-00