

Sección 1—Descripción

INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LA TURBINA

CLIENTE: CARTONAJES ESTRELLA S.A. de C.V.
PROYECTO: FÁBRICA DE PAPEL TIZAYUCA
LUGAR: TIZAYUCA, MÉXICO
TIPO DE TURBINA: GRUPO TURBOGENERADOR EN TIERRA FIRME (Accionamiento directo)
TURBINA N°: 155436 **N° DE SERIE DEL GENERADOR:** 316X970
SALIDA NOMINAL: 35 MW **VELOCIDAD NOMINAL:** 3600 r.p.m.
SISTEMA DE REGULACIÓN: SISTEMA DE CONTROL DE TURBINA MARK V TMR
 (Modular de triple redundancia)

CONDICIONES DE VAPOR:

PRESIÓN DE ENTRADA 81.4 kg/cm² (1160 PSIA)
TEMPERATURA DE ENTRADA 510°C (950°F)
PRESIÓN DE ESCAPE 3.2 kg/cm² (45 PSIA)
EXTRACCIÓN (CONTROLADA) 10.2 kg/cm² (145 PSIA)

CONDICIONES DE DISPARO Y ALARMA

ELEMENTO	AJUSTE DE ALARMA	AJUSTE DE DISPARO
VIBRACIÓN ALTA (GRUPO TURBOGENERADOR)	0.102 MM (0.004 PULGADAS)	0.152 MM (0.006 PULGADAS)
POSICIÓN AXIAL DEL ROTOR	0.254 MM (0.010 PULGADAS) VER PÁG. 1-7	0.508 MM (0.020 PULGADAS) VER PÁG. 1-7
PRESIÓN BAJA DE ACEITE DE LUBRICACIÓN	55.16 KPA (8 PSIG) PRESIÓN DECRECIENTE INFERIOR A PRESIÓN NORMAL A P1508	68.95 KPA (10 PSIG) PRESIÓN DECRECIENTE INFERIOR A PRESIÓN NORMAL A P1508
DIFERENCIA DE PRESIÓN A TRAVÉS DEL FILTRO DE ACEITE DE LUBRICACIÓN	137.90 KPA (20 PSIG) CRECIENTE Δ P	—
DIFERENCIA DE PRESIÓN A TRAVÉS DEL FILTRO DE ACEITE DE CONTROL	241.32 KPA (35 PSIG) CRECIENTE Δ P	—
NIVEL DE ACEITE DEL TANQUE ALTO-BAJO	VER LISTA DE MATERIALES (FIG. A23)	—
PRESIÓN DE ESCAPE ALTA	317.16 KPA (46 PSIG) PRESIÓN CRECIENTE	344.74 KPA (50 PSIG) PRESIÓN CRECIENTE
PRESIÓN DE EXTRACCIÓN CONTROLADA	1034.21 KPA (150 PSIG) PRESIÓN CRECIENTE.	—
SOBREVELOCIDAD PRIMARIA (ELÉCTRICA)	—	3888 R.P.M.
SOBREVELOCIDAD DE EMERGENCIA (ELÉCTRICA)	—	3960 R.P.M.
BOTÓN DE DISPARO MANUAL (ubicado en el tablero del medidor y frente estándar de la turbina) Y BOTÓN DE DISPARO DE EMERGENCIA EN EL PANEL MARK V. VER LISTA DE MATERIALES, FIG. A23, PARA OBTENER DETALLES SOBRE EL DISPARO DE DETECTOR DE TIEMPO POR RESISTENCIA Y AJUSTES DE ALARMA E INFORMACIÓN COMPLETA DE AJUSTES.		

DISPOSICIÓN GENERAL

La unidad que se describe aquí es un grupo de turbogeneradores de turbina de 35 MW conectado directamente, diseñado y fabricado para Cartonajes Estrella S.A. de C.V., proyecto de Fábrica de papel Tizayuca. El accionamiento de la turbina es una unidad montada de base no condensadora de 12 etapas, diseñada para funcionar con condiciones de vapor, tal como se indica en "Información general acerca de la turbina" a comienzos de esta sección. La disposición general del grupo de turbogeneradores de turbina se encuentra en los esquemas mecánicos, Fig. A01 y HA2. El diseño interno del accionamiento de la turbina está en el montaje de la misma, Fig. K22. El sistema de aceite que está montado en la base de la turbina se describe separadamente en la sección 5. Referirse a la "Lista de ilustraciones" en el índice para la lista completa de planos de referencia del sistema de aceite y turbina contenidos en este manual en Tab 6. Las instrucciones e ilustraciones del generador se incluyen en la sección "Generador" de este manual.

El accionamiento de la turbina está directamente acoplado a través de una pieza de carrete al campo del generador. El alcance combinado del rotor está sostenido por cuatro cojinetes de fricción, dos en el generador y dos en la turbina. El rotor de la turbina, ver Fig. K22, está sostenido en la posición horizontal con cojinetes radiales de placa de inclinación en el frente estándar (cojinetes de AP [de alta presión]) y en el extremo de escape (BP) (baja presión). El rotor está ubicado axialmente en la carcasa por medio de un par de montajes de cojinetes de empuje de placa de inclinación en el frente estándar. La turbina está sostenida en la base por dos juegos de soportes, un juego en el extremo de alta presión de la carcasa de la turbina y un juego en el extremo de baja presión (escape). La carcasa de alta presión está sostenida por patas flexibles a través del frente estándar. Una pata flexible única separada sostiene el extremo del lado externo de la caja de control. Estos soportes son rígidos en el eje cruzado y en la dirección vertical pero son flexibles en la dirección axial, lo cual permite que la carcasa y el rotor de la turbina se muevan con cambios de temperatura en dirección paralela al rotor. El extremo de baja presión (escape) de la carcasa de la turbina está axialmente fijo y sostenido por el soporte del cojinete de BP montado en el pedestal de la base de la turbina.

El vapor de entrada ingresa a la turbina a través de un filtro de vapor que es interno a la válvula de paro de entrada y alternativamente pasa a través de la válvula y de las válvulas de control (de regulación) y luego a la caja de la boquilla de primera etapa. El vapor se expande en etapas* sucesivas desde presión inicial a presión final (escape).

La válvula de paro de entrada (FV400) se suministra con un cilindro hidráulico para brindar potencia a la abertura de la válvula en el arranque, después de que se reinicializa el disparo de la turbina. En los disparos de emergencia, todas las válvulas se cierran inmediatamente para impedir la entrada del flujo de vapor a la turbina en funcionamiento del sistema de disparo de emergencia.

La turbina está controlada por un Sistema de control de turbina Mark V TMR. Los componentes hidráulicos del sistema están montados en la turbina. En el arranque inicial, el Mark V controla la velocidad de la turbina. Una vez que se ha sincronizado el generador a la línea y se ha cargado la máquina, se puede poner la turbina en el modo de control de presión de escape y de extracción, variando la carga del generador. Se debe notar que el regulador de velocidad actuará como gobernador de preemergencia en caso de haber una abertura en el interruptor del circuito del generador. Para una obtener una descripción más detallada de los procedimientos del funcionamiento, ver la sección "Funcionamiento", Tab 3.

CARCAZA DE LA TURBINA

La carcasa de la turbina es una fundición de dos piezas con el integral de carcasa de escape (ver Fig. K22). La carcasa combinada está dividida en la línea de centro horizontal para brindar acceso al rotor y a las piezas internas. El orificio de la carcasa está maquinado para sostener la caja de la boquilla, la carcasa interna y los diafragmas interetapas. Los anillos de la empaquetadura tipo laberinto se montan en sujetadores de empaquetadura en el orificio de la carcasa, a cada extremo de la misma. Las tapas del cuerpo de válvulas de extracción y de entrada se montan contra superficies con brida situadas en la mitad superior de la carcasa de la turbina. La carcasa de escape posee una abertura ascendente para el vapor de escape proveniente de la carcasa de la turbina. Una conexión de la carcasa con brida está ubicada en la mitad inferior de la carcasa; CONN "SX11" (12"-300#) para la extracción. Se proveen conexiones de drenaje para el drenaje de prearranque de la mitad inferior de la carcasa en la primera etapa (CONN "SD31") y drenaje de línea de reentrada (CONN "SR11"). Un drenaje de carcasa de escape (CONN "SD71") proporciona drenaje continuo en el punto bajo de la carcasa de la turbina. Esta conexión debe estar conectada a un drenaje a cargo del cliente sin válvula en la línea, ver instrucciones sobre Drenajes del sistema de turbinas de vapor, GEK32979a, ubicadas en la sección Boletín de este manual.

* Una etapa se define como un juego de álabes fijo (o boquillas) que dirige el vapor a un juego de álabes giratorio (o paletas fijas). Se produce trabajo en cada etapa para proporcionar la energía necesaria para accionar el generador.

El extremo de AP de la carcaza de la turbina está espigado al soporte del cojinete de alta presión en dos almohadillas de soporte que se extienden una a cada lado de la carcaza. Una disposición de chavetas entre el extremo de AP de la carcaza y el soporte del cojinete está ubicada en la línea de centro vertical inferior de la pared frontal de la carcaza. La disposición de chavetas en la línea de centro vertical y de soporte mantiene la alineación interna entre la carcaza y el soporte del cojinete. Un soporte fabricado, ver Fig. K22, sostiene el soporte del cojinete de AP y el extremo de AP de la carcaza en la base de la turbina. El soporte está diseñado para permitir que el rotor y la carcaza de la turbina se expandan con cambios de temperatura.

El extremo de la carcaza de escape de la carcaza de la turbina está sostenido en la base por el soporte del cojinete de BP montado en el pedestal que está fijado a la carcaza de escape en dos lugares de las almohadillas de junta horizontal de la mitad inferior, a ambos lados de la línea de centro vertical, ver Fig. L03. El método de fijación (bulones separadores a resorte y chavetas) permite que haya movimiento relativo entre los dos componentes, lo cual permite a la carcaza de escape expandirse radialmente hacia afuera desde la línea de centro de la flecha. La separación axial entre los dos componentes se mantiene por barras separadoras soldadas situadas arriba y abajo de la línea de centro vertical. El ajuste de altura se logra en la fábrica mediante suplementos entre la mitad inferior del soporte de cojinete de BP y el pedestal de base.

CAJA DE BOQUILLA Y CARCAZA INTERNA

Una caja de boquilla de acero fundido, Fig. L12, ubicada en una ranura maquinada en el orificio de la carcaza interna (ver Fig. K22) provee entrada de vapor a la primera etapa de la turbina. La carcaza es un anillo hueco con forma de rosquilla con aberturas que se extienden hacia arriba en dirección al cuerpo de válvula del montaje del mecanismo de la válvula de entrada. Las aberturas están maquinadas para tomar los asientos de válvula de entrada de vapor, con anillos de fijación y sellado instalados entre los asientos y las aberturas. Dos anillos de empaquetadura tipo laberinto (ver Fig. D43 y Fig. K22) están instalados en una caja de empaquetadura de caja de boquilla para retrasar la fuga de vapor a lo largo de la flecha de turbina a este punto. Una chaveta se ajusta al fondo de la caja de boquilla para mantener la caja de boquilla en alineación vertical dentro de la carcaza de la turbina. Dado que no tiene división horizontal, la caja de boquilla está montada sobre el extremo de la flecha del rotor de la turbina y el rotor y caja de boquilla están montados dentro de la carcaza de la turbina como una unidad.

Una serie de álabes soldados en la tobera se extiende por el respaldo de primera etapa de la caja de boquilla. El vapor entra a la caja de boquilla hueca a través de los asientos de válvula del montaje del mecanismo de la válvula y pasa hasta la rueda de primera etapa a través de los álabes soldados en la tobera. Los álabes están espaciados y ajustados en el ángulo preciso en un anillo de modo que el vapor se dirige contra los álabes de la rueda de primera etapa (también llamadas álabes) para que el rotor de la turbina rote en la dirección requerida.

La carcaza interna está ubicada en una ranura maquinada en el orificio de la carcaza de AP (ver Fig. K22). La carcaza está dividida en la línea de centro horizontal y está dispuesta verticalmente por soportes de línea de centro ajustables que encajan en cavidades maquinadas a la mitad inferior de la brida de junta horizontal de la carcaza de AP. La carcaza interior provee soporte para los diafragmas de la segunda a la cuarta etapa y junto con la faldilla de caja de boquilla, forma un límite de presión que evita la exposición de la carcaza externa a las presiones de carcaza de la primera a la tercera etapa.

DIAFRAGMAS DE BOQUILLA INTERETAPA

Los diafragmas de boquilla interetapa (montaje de diafragma, Fig. FA1) sirven de particiones entre las ruedas de las distintas etapas de la turbina y tienen álabes que remiten el flujo de vapor desde los álabes de la rueda (paletas fijas) de una etapa hacia los álabes de la rueda de la siguiente etapa sucesiva en el ángulo y velocidad adecuada. (Ver Fig. K22 para obtener información sobre las ubicaciones montadas de los diafragmas en las carcazas de la turbina.)

Los diafragmas de boquilla interetapa están sostenidos en la carcaza de la turbina por lengüetas y tornillos prisioneros (ver Fig. FA1), instalados en la junta horizontal proporcionando así verdadero apoyo de línea de centro de los diafragmas en la carcaza de la turbina. Esta disposición de apoyo hace que el diafragma permanezca esencialmente concéntrico con el rotor de la turbina bajo todas las condiciones de temperatura. Los diafragmas están fijados con puntos soldados de compresión axial soldadura en la brida de montaje y los puntos de compresión proporcionan un ajuste deslizante cerrado de los anillos montados del diafragma en las ranuras de la carcaza.

Un anillo de empaquetadura que retrasa la fuga de vapor de etapa en etapa por la flecha del rotor está montado en el orificio de cada diafragma y sostenido por resortes en la posición radial correcta. Cada diafragma y anillo de empaquetadura está dividido en la línea de centro horizontal y montado de modo tal que la mitad superior se levantará como unidad con la mitad superior de la carcasa de la turbina.

El diafragma de etapa de control de extracción V2 (etapa 9) es similar en construcción a los diafragmas de interetapa excepto que tiene una serie de asientos de válvula de carrete montados en el lado aguas arriba. Antes de quitar la mitad superior de la carcasa de la turbina, se deben quitar las tapas en el lado aguas abajo del cuerpo de válvula V2 y desconectar las varillas de carrera de la válvula de las válvulas de extracción, para permitir a los montajes de válvula permanecer en la mitad inferior con el diafragma de extracción cuando la mitad superior de la carcasa de la turbina y el mecanismo de la válvula V2 está elevado, ver Fig. C06.

ROTOR

La flecha del rotor está maquinada de una forjadura de aleación sólida de acero. Las ruedas son parte integral de la flecha. El rotor tiene una brida de acoplamiento maquinada en el extremo de BP. El montaje del rotor, Fig. EA1, completo con álabes (también llamados paletas fijas), bandas y guarniciones (ruedas de empuje, tornaflecha, engranaje anular, etc.) se balancea a alta velocidad en la fábrica. Las ranuras de equilibrio están maquinadas en las caras de la ruedas de todas las etapas, tal como se ilustra en la Fig. EA1, para adicionar pesos de tipo cuña durante el balanceado del rotor en fábrica.

Los anillos de equilibrio también están para adicionar pesos de equilibrio tipo tornillo. (Ver Fig. EA1 para obtener información sobre la ubicación.) El equilibrio de campo del rotor se puede lograr, si es necesario, adicionando pesos a estos anillos de equilibrio. En la carcasa de la turbina se proveen aberturas de acceso externo a estos anillos de equilibrio.

Los álabes de la rueda (paletas fijas) son de acero resistente a la corrosión y están unidos a las ruedas por colas de milano. Los álabes están espaciados por faldillas montadas como parte integral de cada álabe. Las piezas de fijación están unidas a la cola de milano de la rueda para fijar los álabes en la rueda. Los álabes están unidos en secciones por tapas de acero (bandas de bloques térmicos) martilladas sobre los álabes.

EMPAQUETADURA DE LA FLECHA

Los anillos de empaquetadura metálica están instalados alrededor de la flecha del rotor de la turbina en los puntos donde la flecha se proyecta a través de la carcasa de turbina. Las empaquetaduras se incluyen en estos puntos para minimizar la fuga de vapor hacia afuera de la turbina o la fuga de aire a la turbina. Los anillos de empaquetadura también están colocados en cada orificio del diafragma para reducir la fuga de vapor por la flecha en estos puntos. Los anillos de empaquetadura se ilustran en sus ubicaciones montadas en la Fig. K22.

La empaquetadura de alta presión (AP) incluye cuatro anillos dentados por laberinto montados en sujetadores de empaquetadura situados en el orificio de la carcasa, más dos anillos de empaquetadura montados en un sujetador de empaquetadura en el orificio de la caja de boquilla, tal como se ve en la Fig. D43. Los orificios de cada anillo están maquinados en un laberinto dentado por pasos; es decir, el orificio de empaquetadura tiene proyecciones alternadas altas y bajas de diente que encajan sobre secciones y ranuras alternadas maquinadas en la flecha. Cada anillo está maquinado en cuatro segmentos adaptados que se sostienen contra resaltes concéntricos en sus cajas por resortes montados radialmente. Se trata de evitar que los anillos de empaquetadura roten por medio de tornillos de resalto ubicados en sus cajas. El anillo exterior es a resorte axialmente para mantener el anillo contra la cara de asiento externa de su caja.

Los anillos de empaquetadura del extremo de baja presión (escape) (Fig. D45) son similares en construcción.

Los anillos de empaquetadura interetapa (Fig. D44) también son anillos dentados por laberinto. Cada anillo está dividido en segmentos y se monta a una ranura maquinada en el orificio del diafragma. Los resortes montados detrás de los anillos sostienen los anillos contra resaltes concéntricos en la ranura del diafragma. Un pasador de tope montado en el diafragma evita que el anillo de empaquetadura rote.

SELLO DE VAPOR DE EMPAQUETADURA Y SISTEMA DE DRENAJE

Las empaquetaduras de BP y AP de la turbina están conectadas a un sistema de tubería que provee un medio para disponer del vapor que se fuga de los anillos de empaquetadura. El vapor de fuga del mecanismo de la válvula de extracción y de entrada está también entubado a este sistema. Un diagrama esquemático del sistema de sellado se ilustra en la Fig. A54, hoja 6.

El sistema de evacuación de vapor de escape de los prensaestopas impide que el vapor sellador escape de los anillos de empaquetadura de flecha externos a la atmósfera en cada extremo del rotor de la turbina. Si se mantiene un ligero vacío en la cámara de fuga externa entre los anillos de empaquetadura del extremo, el sistema lleva continuamente una mezcla de este vapor sellador y aire (que tiende a entrar a la turbina por la flecha del rotor) al condensador de prensaestopa (CGL400) y descarga el condensado resultante a un drenaje adecuado.

El sistema de evacuación de vapor de escape de los prensaestopas montado en bastidores consiste en un ventilador soplador accionado por motor (B400) y el condensador de prensaestopa (CGL400). Una válvula mariposa (HV479) está situada en la entrada del ventilador soplador. La válvula se usa para regular el vacío del sistema. Para mayor información acerca del funcionamiento y mantenimiento del sistema de evacuación del vapor de escape de los prensaestopas referirse a la sección 3 y a la sección Boletín de este manual.

COJINETE DE BP Y SOPORTE DEL COJINETE DE AP

El cojinete de fricción del extremo de baja presión (BP), Fig. L03, es un cojinete de placa de inclinación (también llamado zapata). El cojinete consiste en cinco almohadillas alineadas de metal blando de acero (zapatas montadas en un anillo de alineación de asiento recto). Las almohadillas del cojinete están posicionadas dentro del anillo de alineación por placas de retención montadas a cada extremo del anillo de alineación. Las almohadillas están dispuestas de modo tal que brindan una acción de inclinación leve en el cojinete para compensar cualquier cambio leve en la pendiente de fricción o desviaciones de flecha que pueden ocurrir en funcionamiento y brindan una acumulación de cuña de aceite (efecto almohadilla de presión) por la superficie del cojinete de una almohadilla. El anillo de alineación y las placas de retención están divididas horizontalmente y sostenidas juntas por espigas y tornillos de sombrerete. El anillo de alineación de la mitad superior, el montaje retén y las dos almohadillas superiores se pueden quitar para facilitar la extracción del rotor de la turbina. Una espiga montada en el anillo de alineación de la mitad inferior se proyecta adentro de una ranura en el soporte del cojinete de BP para impedir que el montaje del cojinete rote.

El aceite de lubricación se alimenta desde el soporte del cojinete de BP hasta el área de almohadilla a través de orificios perforados en el anillo de alineación. El aceite que entra al área de almohadilla se transporta alrededor de la fricción por la rotación de la flecha. La acción de inclinación de las almohadillas provoca aumento de presión de aceite tipo cuña en una almohadilla al aumentar la velocidad de la flecha y brinda una fuerza estabilizadora en la flecha.

La estructura de caja del cojinete es un componente separado que se monta sobre un pedestal fabricado en la placa de base de la turbina, ver Fig. L09. La mitad superior de la caja del cojinete tiene medios para montar el tornaflecha y las sondas de vibración de BP, (VXE102 y VYE103) ver Fig. JC5. El extremo externo de la caja del cojinete de BP provee montaje para la guarda de acoplamiento.

FRENTE ESTÁNDAR

El montaje frente estándar, Fig. B02, incluye: estándar de cojinete de AP fabricado con sombrerete extraíble, caja del cojinete de empuje, montaje de control y caja de instrumentos.

El frente estándar suministra montaje para ambos conjuntos de cojinete de empuje positivo y negativo y cojinete de fricción que soporta el extremo de alta presión del rotor de la turbina. El estándar también soporta el extremo de alta presión de la caja de la turbina. El diseño incorpora una serie de patas flexibles que proveen la rigidez necesaria tanto en dirección vertical como transversal al aceptar el movimiento axial producido por el crecimiento termal de la caja de la turbina. El sombrerete extraíble del cojinete provee montaje para las sondas de vibración de la flecha de extremo de alta presión, (VXE100 y VYE101), ver Fig. B02-3.

El conjunto de control, Fig. B02-1, incluye una caja fabricada con una tapa extraíble. La caja se abulona al frente estándar de la turbina (ver Fig. K22) y encierra al extremo de AP del rotor de turbina y al conjunto detector

magnético (toma de velocidad) Fig. B02-5. El conjunto detector incluye seis tomas de velocidad (de SE101a SE103 y de SE105 a SE107) para brindar señales de referencia de velocidad al Sistema de control de turbina Mark V. El conjunto de control también suministra montaje para las sondas de posición del rotor axial (ZE100 y ZE101) y la sonda KEYPHASOR (ZE103), Fig. B02-4.

La caja de instrumentos, Fig. B02-7, brinda montaje para la caja de conexiones eléctricas y AP.

COJINETE DE AP Y CONJUNTO DE COJINETES DE EMPUJE

El conjunto de cojinetes, ver Fig. L02, incluye el cojinete de fricción de AP montado a una caja de cojinete junto con cojinetes de empuje activos e inactivos.

El cojinete de fricción de AP consiste en cinco almohadillas alineadas de metal blando de acero (zapatas) montadas en un anillo de alineación de asiento recto. Las almohadillas de cojinete están posicionadas dentro del anillo de alineación por placas de retención montadas a cada extremo del anillo de alineación. Las almohadillas están dispuestas de modo tal que brindan una acción de inclinación leve en el cojinete para compensar cualquier cambio leve en la pendiente de fricción o desviación de flecha que pueden ocurrir durante el funcionamiento y proveen una acumulación de cuña de aceite (efecto almohadilla de presión) por la superficie del cojinete de una almohadilla. El anillo de alineación y las placas de retención están divididas horizontalmente y sostenidas juntas por espigas y tornillos de sombrero. El anillo de alineación de la mitad superior, el montaje retén y las dos almohadillas superiores se pueden quitar para facilitar la extracción del rotor de la turbina. Una espiga montada en el anillo de alineación de la mitad inferior se proyecta adentro de una ranura en el soporte del cojinete de AP para impedir que el conjunto de cojinetes rote.

El conjunto de cojinetes de empuje activo e inactivo (también llamado positivo y negativo) consiste en dos cojinetes, cada uno tiene un conjunto de almohadillas alineadas de metal blando montadas en el anillo de base, con una serie de eslabones niveladores superiores e inferiores montados entre las almohadillas y el anillo de base. Con esta disposición, las cargas de empuje aplicadas contra una almohadilla hacen que la almohadilla presione contra un eslabón nivelador superior inmediatamente detrás de ella. Cada eslabón nivelador superior, alternativamente, está sostenido sobre un borde de dos eslabones niveladores inferiores adyacentes, de los cuales los bordes externos intervienen en la sujeción de los siguientes eslabones niveladores superiores a ambos lados. Con esta disposición, cualquier exceso de empuje sobre alguna almohadilla es compartido inmediatamente por la interacción de los eslabones niveladores por las almohadillas adyacentes. Esta interacción y compartimiento de carga se distribuye por todo el círculo de modo que todas las almohadillas automáticamente reciban igual carga.

Detrás de cada cojinete de empuje se brindan suplementos y se maquinan para obtener los espacios libres del cojinete de empuje álabes a boquilla adecuados. Estos suplementos no deben ser remaquinados para ajustarse a los espacios libres. Si se reemplazan las piezas de empuje, se necesitarán nuevos suplementos y los espacios libres se deben verificar nuevamente, ver Fig. A09.

El aceite presurizado que va al cojinete de fricción se alimenta desde el soporte del cojinete a una ranura maquinada en la superficie externa del anillo de alineación. Los orificios perforados en el anillo de distribución distribuyen el aceite al área de almohadilla de cojinete de fricción. El aceite se transporta en la fricción y las almohadillas por la rotación de la flecha. La acción de inclinación de las almohadillas permite que una presión de aceite tipo cuña aumente por una almohadilla mientras la velocidad de flecha se incrementa y brinda una fuerza estabilizadora en la flecha. El aceite se descarga desde los extremos del cojinete por la flecha.

Las clavijas del orificio ubicadas en el frente estándar controlan el aceite que va a los cojinetes de empuje activos e inactivos. El aceite ingresa detrás de cada anillo base del cojinete, fluye hacia la flecha por ranuras en la parte posterior del anillo base y fluye por la flecha hacia las ruedas de empuje y los bordes internos de las almohadillas de empuje. El aceite fluye exteriormente y en círculo con la rotación de las ruedas de empuje y flecha y se transporta por el área del cojinete de las almohadillas, formando una película de aceite en forma de cuña entre cada almohadilla y la rueda de empuje. El aceite escapa desde los bordes posteriores de las almohadillas hacia el soporte de cojinete.

ALARMA DE LA SONDA DE POSICIÓN DEL ROTOR Y AJUSTES DE DISPARO

Las sondas de posición del rotor brindan protección al equipo vía el Mark V en caso de falla del cojinete de empuje. Al comprender la dinámica del sistema de posición del rotor se obtiene un correcto ajuste de los puntos de alarma y disparo en Mark V, tal como se describe a continuación.

Cuando se monta la turbina, tiene aproximadamente de 0.254 mm (0.010 pulgadas) a 0.381 mm (0.015 pulgadas) de flotador entre los cojinetes de empuje positivos y negativos. Después de que la turbina se pone en servicio, los cojinetes de empuje desarrollan un ajuste permanente o asiento, de las piezas de empuje. Este ajuste permanente puede adicionar de 0.051 mm (0.002 pulgadas) a 0.153 mm (0.006 pulgadas) al flotador total del rotor. Además del permanente ajuste de las piezas hay desviaciones elásticas de las piezas cuando la carga de empuje se aplica al cojinete de empuje. La desviación es proporcional a la carga y puede aumentar de 0.178 mm (0.007 pulgadas) a 0.356 mm (0.014 pulgadas) al flotador total del rotor.

Debido a que la cantidad de asiento de las piezas de ajuste y la cantidad de desviación elástica bajo carga varía con cada turbina individual, no es práctico ajustar los puntos de alarma y disparo hasta después de que la turbina haya funcionado durante varias horas a carga completa. En ese momento se ha observado el valor de carrera del rotor bajo carga completa y los puntos de disparo y se pueden determinar los puntos de disparo y alarma. Se recomienda que el punto de alarma sea de 0.254 mm (0.010 pulgadas) más allá del máximo de carrera del rotor observada y que el punto de disparo sea de 0.254 mm (0.010 pulgadas) más allá del punto de alarma.

El croquis de la siguiente página representa gráficamente el posible flotador del rotor y la lectura de salida observada del monitor de posición de empuje.

MECANISMO DE LA VÁLVULA DE ENTRADA Y OPERADOR ELECTROHIDRÁULICO

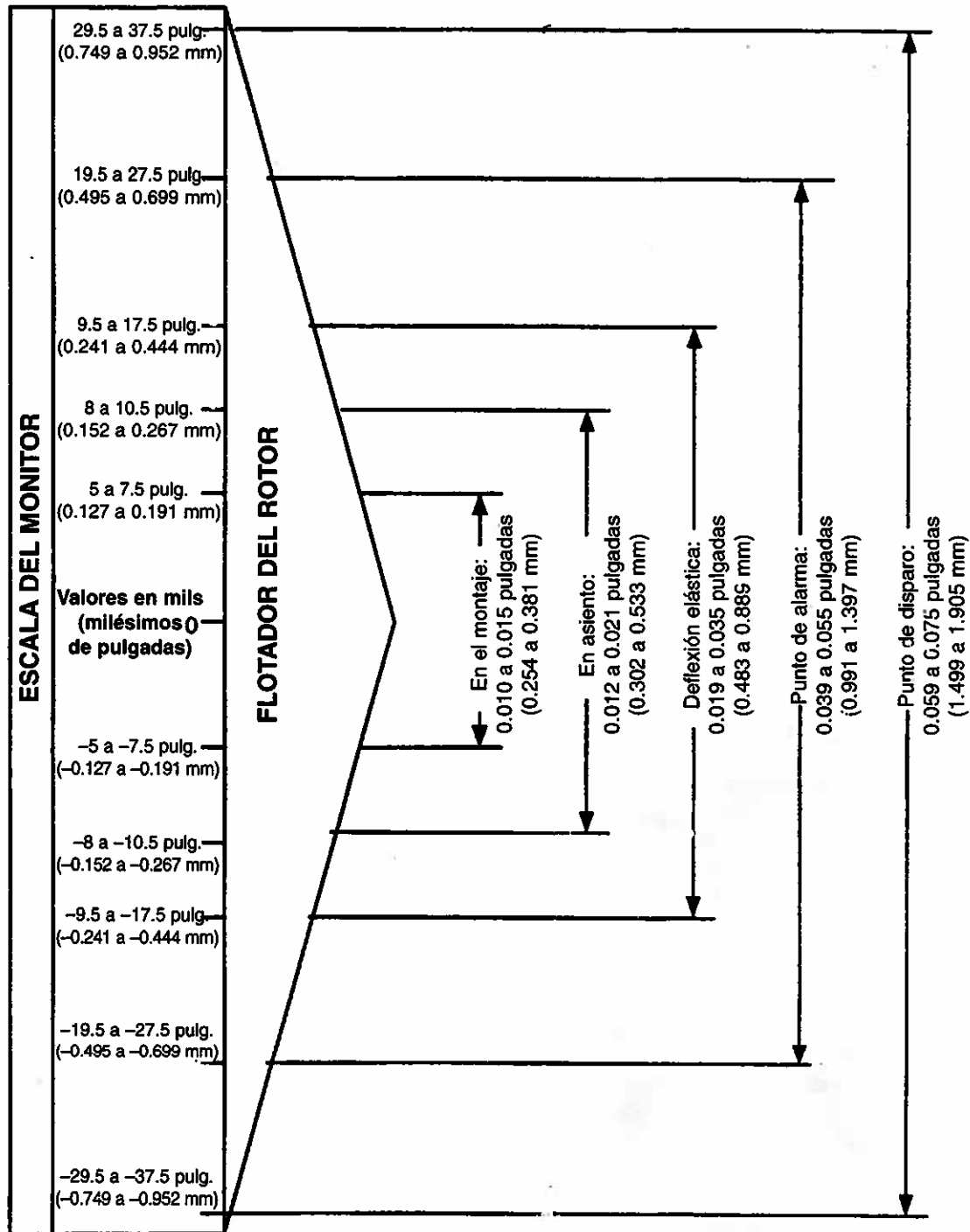
La tasa del flujo de vapor de alta presión en el extremo de la cabeza de la turbina es determinada por la posición de levante de las válvulas en el montaje del mecanismo de la válvula, Fig. C05. El operador electrohidráulico, Fig. B27-1, controlado por el Sistema de control digital Mark V ubica el mecanismo de la válvula. El Mark V detecta cualquier variación en la presión de vapor de entrada y/o velocidad de turbina y a través del operador electrohidráulico, ajusta la posición del mecanismo de la válvula para proveer el flujo de vapor correcto. El pistón de cilindro en funcionamiento provee la energía necesaria para superar las fuerzas de reacción del vapor en las válvulas.

El mecanismo de levante de leva del mecanismo de la válvula, Fig. C05, incluye el árbol de levas (28); una serie de levas actuantes de (15) a (19), enchavetadas (21) y engrapadas al árbol de levas; el mecanismo (22) que también está enchavetado (23) al árbol de levas; los bloques del cojinete de soporte del árbol de levas (40); las palancas seguidoras de leva (52) y rodillos (48) y el resorte (55) eslabones polarizados (39) y asientos a resorte (43) que conectan las palancas seguidoras a las válvulas. El mecanismo de árbol de levas está encajado por un rack de engranaje que está conectado al operador electrohidráulico.

El montaje de mecanismo de la válvula se monta en la caja de la turbina de la mitad superior, con las válvulas y los asientos de válvula abulonados incluidos en el cuerpo de válvula (1), Fig. C05. Las válvulas son válvulas de levante simples. Una válvula montada incluye una válvula esférica espigada al vástago de válvula. Los vástagos de válvula pasan a través de bujes selladores (31) montados en el cuerpo de válvula (1) y, tal como se describió anteriormente, están conectados a palancas seguidoras de leva polarizado de resorte. Cada palanca seguidora es accionada por una leva específica, encajada y posicionada en el árbol de levas para levantar cada válvula en la secuencia de abertura correcta, tal como se ilustra en la Fig. C05.

Con el vapor que entra al cuerpo de válvula, pero con las válvulas asentadas, el vapor fluirá hacia el espacio que está arriba de una válvula. La presión de vapor aumentará por arriba de la válvula y tenderá a mantener la válvula sobre su asiento. Las palancas polarizadas de resorte del mecanismo de levante de válvula también ejercen una fuerza descendente en el vástago de válvula y tienden a mantener la válvula sobre su asiento. Cuando el mecanismo de levante de válvula funciona para levantar una válvula, la fuerza de resorte se supera y la válvula se levanta de su asiento permitiendo que el vapor pase a la turbina a través del asiento. Tan pronto como la válvula se levanta de su asiento, la caída de presión de vapor a través de la válvula se reduce, reduciendo así la presión de sujeción sobre la válvula. Al continuar funcionando el mecanismo de levante para subir más la válvula, aumenta el flujo de vapor hacia la turbina.

El operador electrohidráulico (V1), Fig. B27-1, es un montaje que consiste en los siguientes elementos principales: un cilindro hidráulico de doble accionamiento (1); un transductor de posición (5) montado paralelo al cilindro hidráulico y conectado a la varilla de pistón del cilindro hidráulico; un distribuidor de aceite (2) y una servoválvula electrohidráulica (3).



NOTA: LAS DIMENSIONES ENTRE PARÉNTESIS ESTÁN EXPRESADAS EN EL SISTEMA MÉTRICO (mm).

POSICIÓN AXIAL DEL ROTOR AJUSTES DE ALARMA Y DISPARO

El movimiento del montaje de mecanismo de la válvula (V1) se logra con el cilindro electrohidráulico que trabaja a través de una disposición de engranaje y rack. La dirección de rotación del árbol de levas se determina por el movimiento del pistón en el cilindro hidráulico. La servoválvula electrohidráulica V1 (ZY500), Fig. A54, controla la posición del pistón alternativamente actuando sobre señales del Sistema de control de turbina Mark V. El transductor de posición (ZT500) provee una señal de retroalimentación eléctrica de posición de válvula (V1) al Sistema de control. Los diagramas de alambrado para el transductor de posición (ZT500) y la servoválvula electrohidráulica (ZY500) se ilustran en el esquema eléctrico, Fig. A37.

Para mayor información de sobre detalles y mantenimiento acerca de la servoválvula electrohidráulica, referirse a la sección Boletín de este manual (GEK 106759).

MECANISMO DE LA VÁLVULA DE EXTRACCIÓN (V2) Y OPERADOR ELECTROHIDRÁULICO

La tasa del flujo de vapor a través de las etapas de la turbina aguas abajo que proviene de las válvulas de control de extracción V2 se determina por la posición de levante de las válvulas en el montaje de mecanismo de la válvula, Fig. C06. Este mecanismo de la válvula está posicionado por el operador electrohidráulico controlado por el Sistema de control de turbina Mark V.

Las válvulas de control de extracción V2 están ubicadas aguas abajo de la etapa ocho que es la etapa de la turbina de la que se extrae el vapor. Estas válvulas controlan el flujo de vapor a través de las etapas sucesivas hacia el escape de la turbina. La abertura de extracción en la caja de la turbina está situada inmediatamente aguas arriba desde las válvulas de control de extracción V2.

El conjunto de mecanismo de las válvulas de extracción V2 (Fig. C06) es un mecanismo de levante por leva que incluye el montaje de árbol de leva que está sostenido por seis bloques de cojinete (4 y 12) montados a la tapa del cuerpo de válvula (1) que alternativamente está montado a la mitad superior de la carcasa de turbina. El montaje de árbol de levas consiste en cuatro levas actuantes y un piñón diferencial enchavetado y ajustado a la flecha. Cada leva engrana un conjunto de rodillo (20) y palanca (17) seguidor de leva complementaria que está unido a una varilla (54) de levante de vástago de válvula polarizada a resorte (44) que se proyecta a través de un buje sellador (52) montado en la tapa del cuerpo de válvula.

El conjunto de válvulas (Fig. C06-2) incluye ocho conjuntos de válvulas tipo carrete (17 y 18) y asientos de válvula (19 y 20) que están montados a la cara aguas arriba de la quinta etapa del diagrama de extracción. Las válvulas están montadas en pares en cuatro vástagos de válvula de longitudes diferentes que están acoplados a las varillas de levante del montaje de mecanismo de la válvula. (Fig. C06). Las válvulas se abren y se cierran cuando rota el árbol de levas, lo que hace que cada palanca de seguidor de leva sea accionada por una leva determinada. La secuencia correcta de abertura de válvula se obtiene al posicionar las cuatro levas y las tuercas de levante sobre los vástagos de válvula. La rotación del árbol de levas la logra el rack del engranaje del operador electrohidráulico al engranar el piñón diferencial sobre el árbol de levas.

El operador electrohidráulico de extracción (V2) (Fig. B28-1) es un montaje que consiste en los siguientes elementos principales: un cilindro hidráulico de doble acción (1) con un rack de engranaje (58) fijado a la varilla de pistón del cilindro; un transductor de posición (6) montado arriba del cilindro hidráulico y conectado al rack de engranaje; un distribuidor de aceite (3) y una servoválvula electrohidráulica (4B).

Como se estableció anteriormente, el movimiento del montaje de mecanismo de la válvula de extracción se logra cuando el cilindro electrohidráulico trabaja a través de un rack de engranaje y una disposición de engranaje. La dirección de rotación del árbol de levas es determinada por el movimiento del pistón en el cilindro hidráulico. La posición del pistón alternativamente la controla la servoválvula electrohidráulica (ZY501), Fig. A54, actuando sobre señales provenientes del Sistema de control de turbinas Mark V. El transductor de posición (ZT503) provee una señal de retroalimentación eléctrica de posición de válvula (V2) al Sistema de control. Los diagramas de alambrado para el transductor de posición (ZT503) y la servoválvula electrohidráulica (ZY501) se muestran en el esquema eléctrico (Fig. A37).

Referirse a la sección Boletín de este manual para obtener mayor información de detalles y mantenimiento sobre la servoválvula electrohidráulica.

SISTEMA DE REGULACIÓN

El funcionamiento de los dos grupos del mecanismo de válvula (V1 y V2) está correlacionado y controlado por el Sistema de control de turbina Mark V, de modo que cualquier desviación en la velocidad de turbina, en la presión de vapor de entrada y/o en la presión de extracción/escape es detectada por el sistema de control, el cual reacciona automáticamente para mantener las condiciones de funcionamiento del ajuste. Los circuitos electrónicos en el sistema de control están alambrados a las servoválvulas electrohidráulicas (ZY500 y ZY501) para levantar o bajar las válvulas de entrada (V1) y de extracción (V2), según se requiera para controlar el flujo de vapor a través de la turbina para mantener las condiciones de "ajuste".

Para obtener mayores detalles acerca del Sistema de control de turbina Mark V, referirse a la sección 3 y a la sección Boletín de este manual.

VÁLVULA DE PARO DE ENTRADA

La válvula de paro de entrada Gimpel de 12"-1500 psig (FV400) que se provee con la turbina está montada con bridas directamente a la carcasa de la turbina como se muestra en la Fig. A01. Un filtro de vapor se provee con esta válvula para impedir la entrada de material extraño de un tamaño que pudiera dañar los componentes del paso de vapor de turbina. Antes de conectar las líneas de vapor a la válvula de paro, asegurarse de que el interior de la tubería esté limpio y libre de partículas que, de otro modo, se podrían alojar sobre la pantalla del filtro y obstruir las aberturas del filtro o causar daño de impacto. El filtro de vapor incluido en el montaje de válvula de paro se inserta en la cámara de entrada de vapor del cuerpo de la válvula de paro, sobre el cabezal móvil de la válvula. El filtro se puede quitar, limpiar y volver a armar sin romper las conexiones de vapor de la válvula de paro, quitando la cubierta de la válvula de paro. Debe reemplazarse el empaque flexitálico al volver a montar la cubierta. Para la limpieza de la tubería de vapor en la instalación inicial, también se provee una cubierta de purga.

PRECAUCIÓN

Antes de quitar la cubierta de válvula, referirse al "Procedimiento de torque y retiro de sujetador GC-268" que se encuentra en el material de lectura de Gimpel en la sección Boletín de este manual.

Un filtro de vapor de inicio (un filtro de malla fina soldado por puntos sobre el filtro de curso permanente) se provee con la válvula para utilizarse durante el funcionamiento inicial de esta unidad. El tiempo de funcionamiento de inicio debe limitarse a un mes, incluyendo un período de no más de una semana en cargas de hasta $\frac{1}{2}$ e incluyendo carga completa, con un funcionamiento en carga completa durante un período de 24 horas como mínimo. La caída de presión por el filtro de inicio no debe exceder el 10%. Si se observa una caída de presión de 10% o más, inmediatamente se debe quitar el filtro y debe limpiarse. Cuando se haya completado el período de inicio, quitar el filtro de inicio del filtro de curso normal.

La válvula de paro está equipada con un cilindro hidráulico que proporciona potencia de abertura para superar la combinación de presión de vapor y fuerza de resorte que actúan para cerrar la válvula. En los disparos de emergencia, la válvula está diseñada para cerrar el disparo en menos de 0.25 segundos sobre la pérdida de presión de aceite en el circuito de disparo. Una vez restablecida la presión de aceite en el circuito de disparo, la válvula de paro se reinicializa y se abre automáticamente.

La válvula de paro está equipada con una válvula de ejercitador solenoide operada a remoto (vía Mark V) para verificar la libertad de las piezas móviles. También se provee un pulsador para el funcionamiento local. Para obtener una descripción más detallada y mayor información sobre la instalación, el funcionamiento y el mantenimiento de esta válvula, por favor referirse a la información del proveedor en la sección Boletín de este manual.

La turbina debe detenerse por disparo manual cuando lo permiten las condiciones de funcionamiento. Esto brinda la oportunidad de verificar la acción de cierre del mecanismo de válvula.

SISTEMA DE DISPARO DE EMERGENCIA

El sistema de disparo de emergencia protege al generador de turbina del daño causado por sobrevelocidad no controlada u otras condiciones de emergencia, cerrando rápidamente la válvula de paro de entrada, las válvulas de retención de extracción (sólo asistida por aire) y las válvulas de control de extracción y las de entrada. Una señal de disparo desenergizará las válvulas solenoide de disparo redundante (PVN500 y PVN501), ver Fig. A54, depositando aceite del colector de disparo y haciendo que la válvula de paro de entrada (FV400) se cierre. La pérdida de presión de aceite en el circuito de disparo también hace que la válvula relé de disparo hidráulico (PYN200) deposite el suministro de presión de aire hacia las válvulas de retención de extracción, haciendo que el pistón asistido por aire de las válvulas se cierre. El pistón de cierre de aire en NRV se cierra un segundo después del disparo. Las condiciones de emergencia que conducen a un disparo de turbina se detallan en "Información general de turbinas" al comienzo de esta sección.

Durante el funcionamiento normal, el Sistema de control de turbina Mark V, actuando a través de los operadores electrohidráulicos de las válvulas de control de vapor V1 y V2, limitará la velocidad de turbina al máximo ajuste de velocidad controlada.

Si se presenta una situación anormal, en la cual el sistema de control falla para limitar la velocidad al ajuste de velocidad máximo, funcionará un circuito independiente de disparo eléctrico primario en el Mark V aproximadamente a un 110% de velocidad nominal activando el sistema de disparo de emergencia primario que rápidamente cerrará todas las válvulas de vapor de emergencia y control. El circuito de disparo emplea dos de cada tres lógicas electrónicas para minimizar la probabilidad de disparo falso debidas a falla en la toma de velocidad. Esto constituye el segundo nivel de defensa contra la sobrevelocidad de turbina. El ajuste de disparo de sobrevelocidad primario se brinda en la instrucción de ajuste, Fig. A39.

Si el sistema de disparo de sobrevelocidad primario falla para limitar la velocidad antes de alcanzar el ajuste de sobrevelocidad de emergencia, funcionará un circuito independiente de disparo eléctrico de emergencia en el Mark V aproximadamente a 112-113% de velocidad nominal activando el sistema de disparo de emergencia que rápidamente cerrará todas las válvulas de vapor de emergencia y control. El circuito de disparo de emergencia utiliza un equipo separado de sondas de velocidad (SE105, SE106 y SE107) montadas en el extremo de AP de la turbina. Este sistema también emplea dos de cada tres lógicas electrónicas para minimizar la probabilidad de disparo falso debidas a falla en la toma de velocidad. Esto constituye el tercer nivel de defensa contra la sobrevelocidad de turbina.

TORNAFLECHA

El tornaflecha se incluye para proveer un giro de baja velocidad del rotor de turbina (no se admite vapor a la carcasa de la turbina), mientras enfría el rotor de turbina y la carcasa antes de la parada completa o para rotación prearranque del rotor de turbina antes de dejar entrar el vapor a las ruedas de la turbina. Cuando se aplica vapor a las ruedas de la turbina y aumenta la velocidad de turbina sobre la velocidad del tornaflecha, éste se desenganchará automáticamente y el motor del tornaflecha se debe parar si no se ha cerrado automáticamente en el desenganche.

El tornaflecha está montado a la mitad superior del soporte de cojinete de BP, ver Fig. K22 y está conectado con embrague a la brida de acoplamiento en el extremo de BP del rotor de turbina. Una palanca operada manualmente se usa para que el mecanismo de choque de tornaflecha ponga la turbina en tornaflecha. Una manivela de llave de tubo se provee con las herramientas para girar el rotor cuando no hay energía disponible.

Un presostato (PSH518) se incluye con el tornaflecha para cerrar el motor del tornaflecha si la presión de aceite hacia los cojinetes fallara durante el funcionamiento del tornaflecha. El presostato también evita que el motor del tornaflecha arranque a menos que se haya comprobado presión de aceite hacia los cojinetes. La lubricación para el tornaflecha proviene del colector principal de aceite de lubricación que provee aceite de lubricación a los cojinetes de la turbina y del generador, ver Fig. A54. Se debe abrir una válvula manual en la línea de suministro de aceite desde el colector del cojinete antes de que el tornaflecha arranque. El tornaflecha se provee con las siguientes características para su funcionamiento local-manual:

- A. Palanca de engrane manual de tornaflecha.
- B. Válvula manual de línea de suministro de aceite y presostato de arranque permisivo (PSH518).
- C. Se puede disponer de contacto de velocidad cero de turbina del Mark V para arrancar automáticamente el motor del tornaflecha cuando la velocidad del rotor de turbina cae por debajo de un valor preestablecido (3 RPM).
- D. Interruptores de fin de carrera de embrague (ZS200) y desenganche (ZS201).

Para obtener mayor información sobre el funcionamiento y el mantenimiento del tornaflecha, referirse a la sección Boletín de este manual.

SISTEMA DE MONITOREO DE TURBINA

El Sistema de control de turbina Mark V provee capacidad extensa para monitorear datos vitales de funcionamiento del equipo de generador de turbina. Referirse a la sección 3 (Funcionamiento) para obtener una lista completa de funciones de monitoreo provistas con esta aplicación.