



FS TR-Line

Línea de Reductores para
Torres de Enfriamiento



Fresadora SANTANA

Rua Moxei, 236/246 - Lapa
CEP 05068-010 - São Paulo/SP
Teléfono: +55 11 3757-8444 - Fax: +55 11 3757-8400
ventas@fresadorasantana.com.br
www.fresadorasantana.com.br



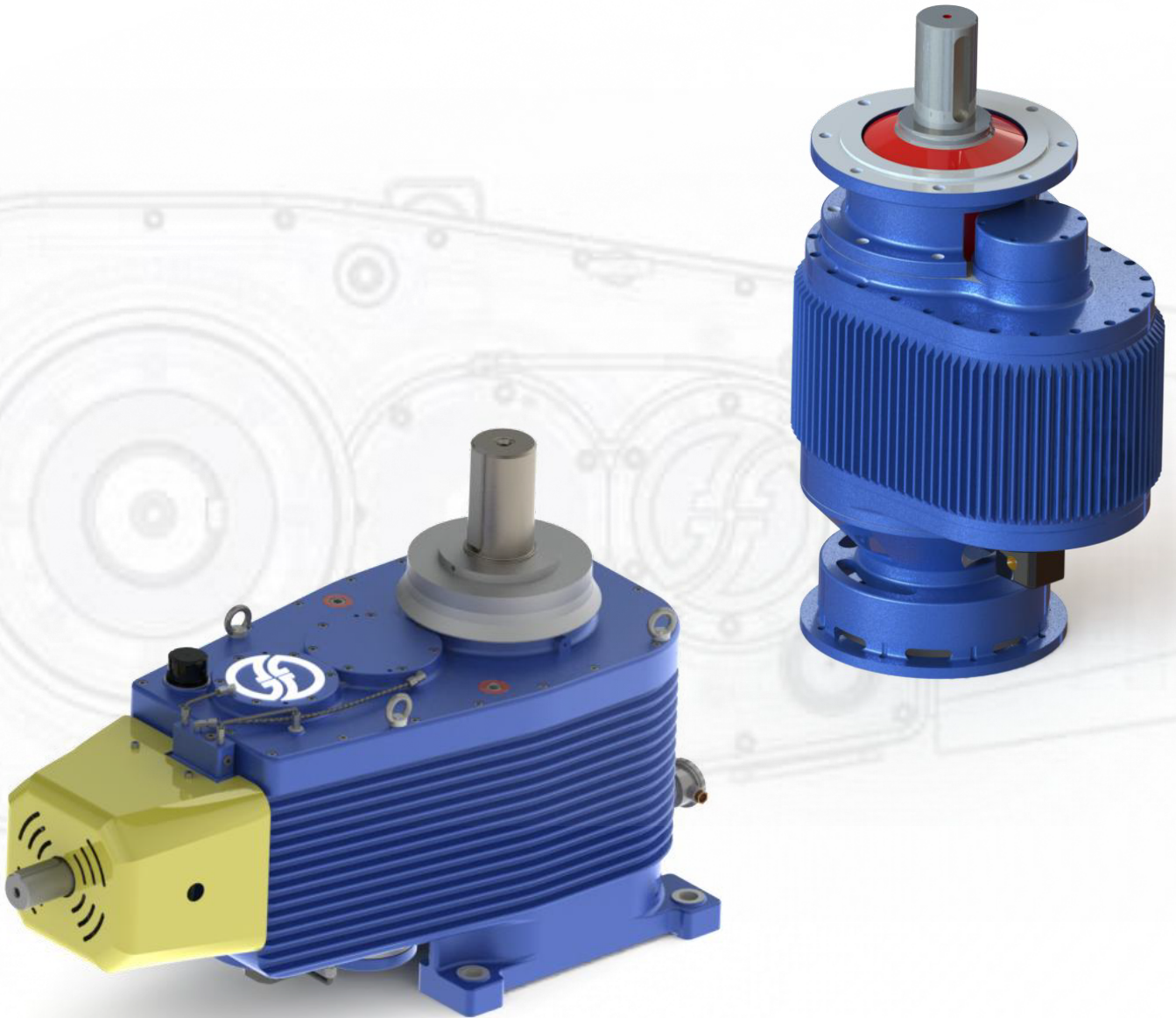
Fresadora SANTANA

Engranajes y Reductores

FS TR-LÍNEA



*Línea de Reductores
Angulares y Coaxiales
para Torres de Enfriamiento*



Fresadora SANT ANA
Engranajes y Reductores

Indice

Ventajas y Características Opcionales.....	3
Directrices para Determinación del Tamaño y Serie.....	3
Cálculo para Selección del Reductor de acuerdo al Torque de Salida	4
Determinación del Tamaño del Reductor	5
Formación del código	6
1. Serie	6
2. Tamaño	6
3. Número de etapas	6
4. Reducción.....	6
5. Variación de Sujeción.....	6
6. Variación del Eje de Salida	6
7. Sentido de giro del eje de salida *	6
8. Variación del eje de entrada	7
9. Opcionales	7
10. Torque en el eje de salida (Nm)	7
11. Potencia motriz (kW)	7
12. Rotación del eje de entrada (RPM)	7
Dimensionamiento del Reductor Serie TRC.....	8
Dimensionamiento Reductor Serie TRA.....	9
Fuerza Axial	10
Fuerza Radial	10
Datos de Aplicación para Selección de los Reductores de la línea FS TR-Line.....	11
Manual de instalación y mantenimiento	12



Informaciones Generales

- Línea completa de reductores de velocidad con alta capacidad de transmisión y precisión en el acabado, con funcionamiento silencioso, específico para Torres de Enfriamiento;
- Reductores Coaxiales o Angulares, de acuerdo a la necesidad de la aplicación;
- Engranajes cilíndricos con dientes helicoidales rectificadas;
- Engranajes cónicos espirales sistema HPG de alta precisión;
- El factor de servicio utilizado es de 3 (AGMA) (Equivalente a $k_A=4$ (DIN));
- Óptima resistencia al desgaste y fatiga;
- Alta fiabilidad de los rodamientos en los ejes de entrada y salida para soportar pequeños desalineados de cardan y desbalanceo de los álabes;
- La fuerza axial de la hélice será soportada exclusivamente con el rodamiento axial autocompensador de rodillos.
- Sello con protector de cojinete, laberinto y deflector en el eje de salida;
- Ventilador axial para incremento de la capacidad térmica, incluso en los reductores coaxiales;
- Puntas de los ejes de entrada y salida con tratamiento superficial de níquel para evitar corrosión;
- Carcasa aletada en hierro fundido nodular para una mejor capacidad térmica y mecánica;
- Bomba para lubricación forzada acoplada al eje intermedio;
- Respiradero presurizado;
- Contra vueltas para evitar el retorno de los álabes, cuando la celda esté parada.

Ventajas y Características Opcionales

- Sistema de monitoreo de vibración, temperatura y rotación en línea;
- Análisis continuo de aceite;
- Sistema de sellado con retén y laberinto;
- Control electrónico del sistema de lubricación (nivel, presostato, flujostato, termostato)
- Posibilidad de intercambio con reductores instalados de otros fabricantes;

Directrices para Determinación del Tamaño y Serie

Las tablas de potencia y torque informados en este manual, ya consideran el factor de servicio $k_A = 4$ (DIN) (AGMA 3) por tanto, no es necesario el incremento de factores adicionales para la corrección de la aplicación.

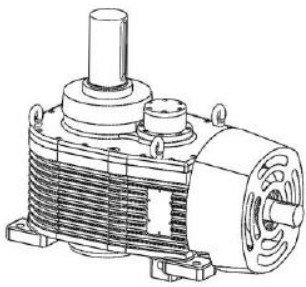
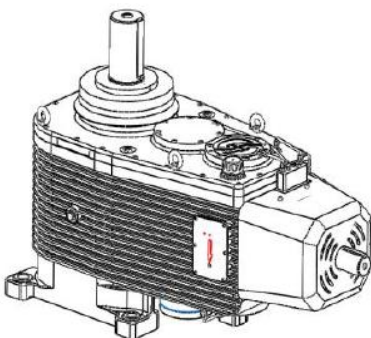
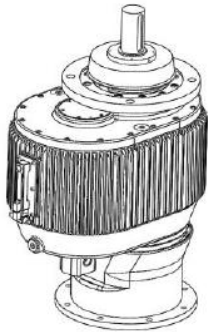
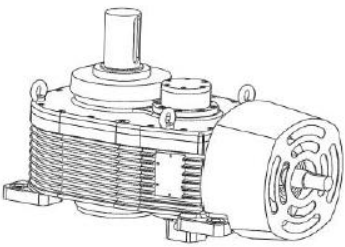
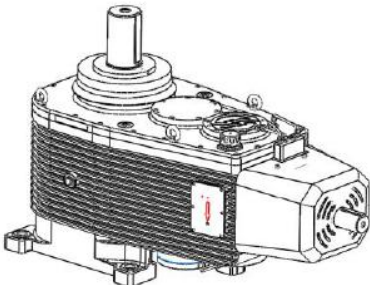
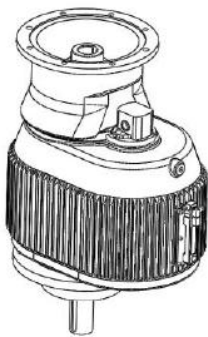
Para la línea de reductores coaxiales, los mismos pueden ser con eje de salida hacia arriba (TRC**C**) o hacia abajo (TRC**B**). Pueden ser instalados en Torres de Enfriamiento con hélice de 3,5 a 10 m de diámetro.

Para la línea de reductores existen modelos TRAA - Reductor angular estándar, que posee mejor capacidad mecánica y térmica y el modelo TRAB - Reductor compacto intercambiable con otros fabricantes, este solamente será fabricado a pedido, para sustitución de los reductores de las Torres de Enfriamiento ya instaladas.

Todos los reductores angulares fueron proyectados para operar en Torres de Enfriamiento con hélices de 6 a 18 m.



Línea de reductores FS TR-Line

FS TR-Line		
		
TRAA-2 Etapas	TRAA-3 Etapas	TRCC-2 Etapas
		
TRAB-2 Etapas	TRAB-3 Etapas	TRCB-2 Etapas

Cálculo para Selección del Reductor de acuerdo al Torque de Salida

Ejemplo:

Potencia del motor (P1) = 200 kW

Rotación del motor (n1) = 1780 rpm

Rotación de salida (n2) = 127 rpm

Rendimiento del reductor (η) = 0,97

Diámetro de la hélice = 12 m

Serie del reductor = Angular

$$\text{Cálculo de la reducción (i)} = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow \frac{1780}{127} = 14:1$$

$$\text{Cálculo del torque (T)} = 9550 \times \frac{P_1 \times i \times \eta}{n_1} \rightarrow 9550 \times \frac{200 \times 14 \times 0,97}{1780} = 14588 \text{ Nm}$$

Considerando que el torque calculado de 14588 Nm y la reducción necesaria (14:1), seleccionar el reductor, TRAA-320 y/o TRAB-360 conforme valores indicados en la tabla para Determinación del Tamaño del Reductor

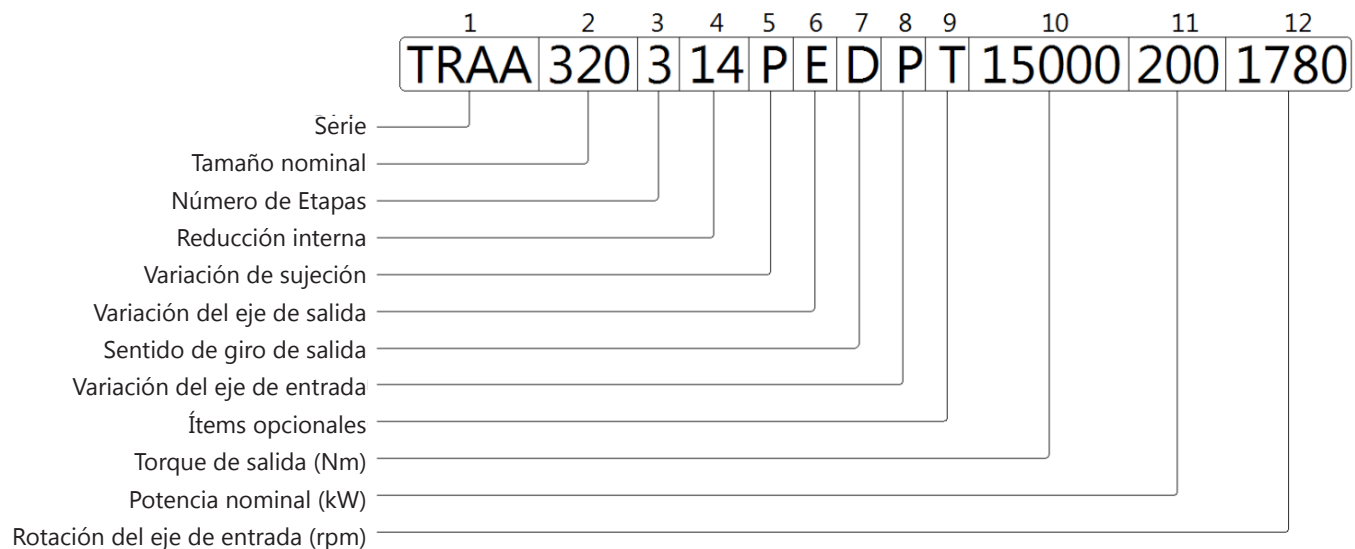


Determinación del Tamaño del Reductor

Reducciones i_r , rotaciones n_1 y n_2 , potencias nominales P_1 y torque nominal								
Tamaño de reductores								
Serie		Potencias nominales P_{1N} en kW / Torque nominal T_{N2} en Nm						
		180	200	220	250	280	320	360
Coaxial - TRC	5,2	1780	110	140	-	-	-	-
			3050	3950	-	-	-	-
	6	1780	90	120	160	240	-	-
			2950	3850	5200	7800	-	-
	7,2	1780	73	98	130	195	-	-
			2850	3800	5000	7600	-	-
	8,6	1780	60	80	105	160	-	-
			2750	3750	4900	7400	-	-
	10	1780	50	67	90	135	-	-
			2650	3600	4800	7300	-	-
	11,7	1780	40	56	75	112	-	-
			2600	3550	4700	7100	-	-
Angular - TRAA	7,2	1780	-	-	140	185	265	390
			-	-	5430	7130	10200	15200
	8,6	1780	-	-	118	155	220	330
			-	-	5430	7130	10200	15200
	10	1780	-	-	110	145	210	310
			-	-	5940	7760	1130	16700
	11,7	1780	-	-	95	124	180	265
			-	-	5940	7760	11300	16700
	14	1780	-	-	79	103	150	220
			-	-	5940	7760	11300	16700
	16,5	1780	-	-	67	88	127	190
			-	-	5940	7760	11300	16700
Angular - TRAB	7,2	1780	-	-	110	145	212	305
			-	-	4230	5650	8250	11800
	8,6	1780	-	-	90	122	180	255
			-	-	4230	5650	8250	11800
	10	1780	-	-	85	115	168	240
			-	-	4640	6180	9000	12900
	11,7	1780	-	-	74	98	143	205
			-	-	4640	6180	9000	12900
	14	1780	-	-	62	82	120	170
			-	-	4640	6180	9000	12900
	16,5	1780	-	-	52	70	100	145
			-	-	4640	6180	9000	12900



Formación del código



1. Serie

TRCC → Coaxial, eje de salida hacia arriba.

TRCB → Coaxial, eje de salida hacia abajo.

TRAA → Angular, altura del cuerpo elevado.

TRAB → Angular, altura del cuerpo bajo.

E → Sujeción con Brida especial

(Para TRCC y TRCB)

P → Sujeción con base estándar SANTANA

(Para TRAA y TRAB)

Q → Sujeción con base especial

(Para TRAA y TRAB)

2. Tamaño

Tamaño definido de acuerdo a la tabla para determinación del tamaño del reductor.

3. Número de etapas

TRCC y TRCB → 2 Etapas

TRAA y TRAB

Reducción 7,2 y 8,6 → 2 Etapas

Reducción 10 a 16,5 → 3 Etapas

6. Variación del Eje de Salida

P → Eje de salida estándar SANTANA

E → Eje de salida Especial

4. Reducción

Reducciones nominales → 5,2 / 6 / 7,2 / 8,6 / 10 / 11,7 / 14 / 16,5

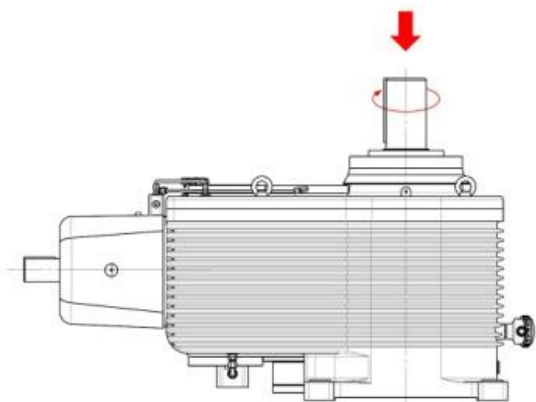
5. Variación de Sujeción

F → Sujeción con brida estándar SANTANA (Para TRCC y TRCB)

7. Sentido de giro del eje de salida *

D → Derecha (Horario)

E → Izquierda (Antihorario)



* Sentido de giro visto desde la parte superior del eje de salida.

8. Variación del eje de entrada

P → Sin linterna, punta del eje de entrada estándar.

E → Sin linterna, punta del eje de entrada especial.

L → Con linterna de sujeción en el motor, estándar SANTANA

K → Con linterna de sujeción en el motor, especial.

M → Linterna con motor (Solamente para la Serie TRC)

9. Opcionales

T → Termostato.

N → Nivel electrónico.

O → Monitoreo continuo del lubricante con análisis ferrográfico.

V → Sistema para análisis de vibraciones.

C → Monitoreo completo del lubricante, con (presostato, nivel electrónico, termostato, Sensor de vibración, flujostato y análisis del aceite).

S → Sin ninguna de las opciones.

Observación: Puede ser uno o más dígitos.

10. Torque en el eje de salida (Nm)

11. Potencia motriz (kW)

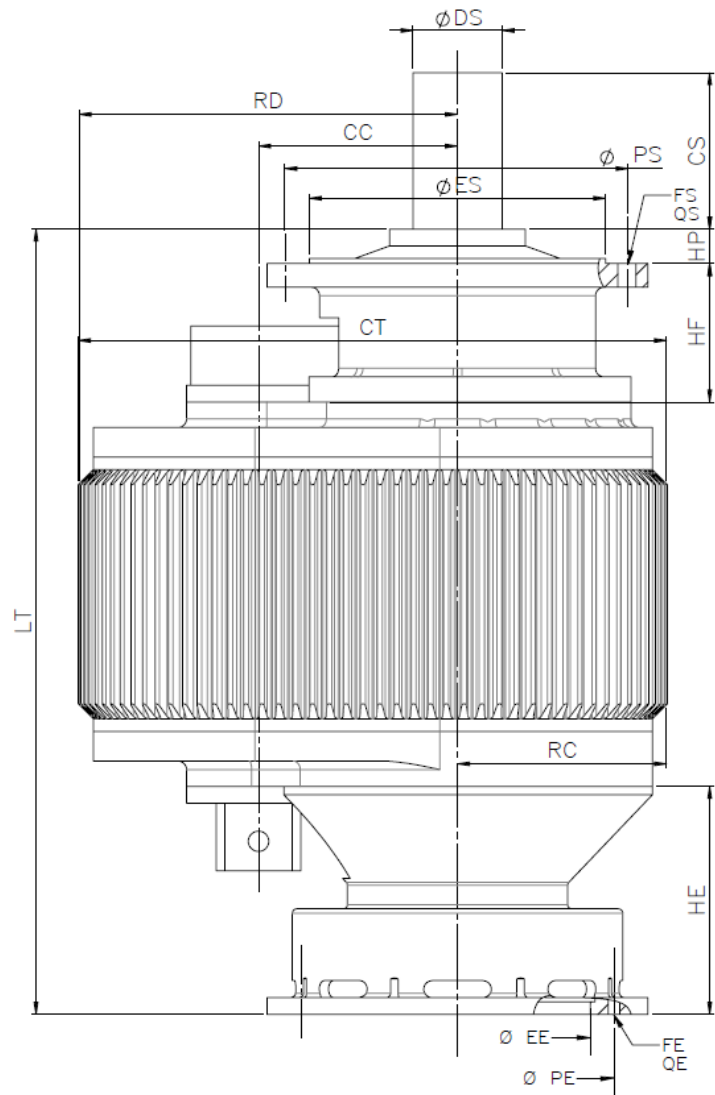
12. Rotación del eje de entrada (RPM)

Código seleccionado: **TRAA – 320 – 3 – 14 – P – ED – P – T / 15000 Nm / 200 kW / 1780 RPM**

TRAB – 360 – 3 – 14 – P – ED – P – T / 15000 Nm / 200 kW / 1780 RPM



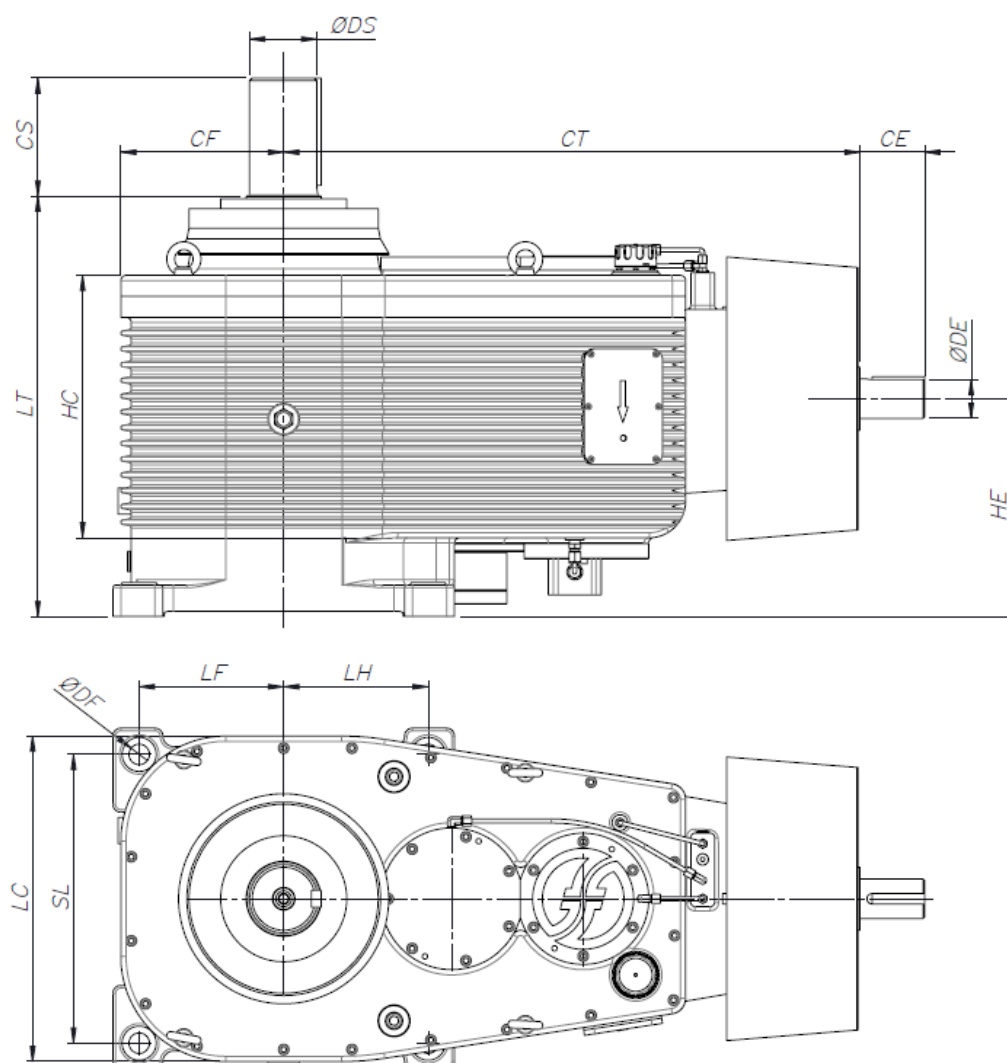
Dimensionamiento del Reductor Serie TRC



Tamaño	CC	HP	HF	HC	HE	LT	RC	RD	CT	DS	CS	PS	ES	FS	QS	PE	EE	FE	QE
180	180	30	165	385	260	840	215	380	595	90	155	300	250	18	8	350	300	M16	4
200	200	30	170	415	270	885	235	415	650	100	170	350	300	18	8	350	300	M16	4
220	220	30	175	455	280	940	255	455	710	110	185	400	350	23	8	400	350	M16	8
250	250	30	180	510	300	1020	280	510	790	120	200	500	450	23	8	500	450	M16	8

- Observaciones:
- Punta del eje provista con chaveta conforme DIN 6885 parte 1, forma A y orificios de centrado conforme DIN 332 forma DS.
 - Para reductores mayores o dudas consultar la Fresadora SANTANA.

Dimensionamiento Reductor Serie TRA



Serie	Tamaño	HE	LT	CT	CT	CF	HC	LC	DS	CS	DE	CE	SL	LF	LH	DF
				3 Etapas	2 Etapas											
TRAA	220	280	575	780	675	235	310	470	110	185	50	75	440	220	280	34
	250	300	620	875	750	260	340	520	120	200	55	80	500	250	310	34
	280	320	685	960	830	290	385	580	130	220	60	90	560	280	350	34
	320	350	760	1080	920	330	430	660	140	240	70	100	640	320	400	40
	360	390	845	1195	1015	370	480	740	160	270	80	120	720	360	450	40
TRAB	220	260	520	760	645	235	280	470	100	170	45	70	440	220	280	34
	250	280	555	840	715	260	305	520	110	185	50	75	500	250	310	34
	280	300	605	935	795	290	340	580	120	200	55	80	560	280	350	34
	320	330	670	1045	885	330	373	660	130	220	60	90	640	320	400	40
	360	360	745	1160	980	370	418	740	150	240	70	100	720	360	450	40



Fuerza Axial

Fuerza axial máxima soportada por el eje de salida del reductor

Tipo	Coaxial				Angular									
Serie	TRCC / TRCB				TRAA					TRAB				
Tamaño	180	200	220	250	220	250	280	320	360	220	250	280	320	360
Fuerza (kN)	25	28,5	37	52	28,5	33	43	54	60	27	28,5	33	43	54

Fuerza Radial

Fuerza radial máxima soportada de manera instantánea en caso de rotura de los álabes. (Trabajo estimado en 100 horas hasta la parada para mantenimiento)

Tipo	Coaxial				Angular									
Serie	TRCC / TRCB				TRAA					TRAB				
Tamaño	180	200	220	250	220	250	280	320	360	220	250	280	320	360
Fuerza (kN)	90	90	110	130	110	120	130	150	90	90	110	120	140	180



Datos de Aplicación para Selección de los Reductores de la línea FS TR-Line

Datos Básicos

Tipo de motor

Brida del motor

Potencia ☐ kW ☐ CV

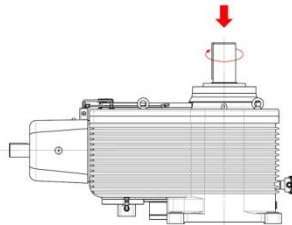
Rotación de entrada 1/min

Rotación de salida 1/min

Carga axial en el eje de salida
(Empuje de la hélice + Peso de la hélice) N

Sentido de giro
(Visto desde la parte superior del eje de salida)

☐ Horario ☐ Antihorario



Características de Aplicación

Temperatura del agua °C

Temperatura ambiente °C

Parámetros de vibración mm/sec

Diámetro de la hélice

Configuración del reductor ☐ Coaxial ☐ Angular

Base del reductor ☐ Hormigón ☐ Estructura Metálica

Requisitos para Protección Superficial

Pintura ☐ Estándar ☐ Especial (Proporcionar Especificación)

Color de la Pintura

Características del agua en suspensión

Alcalinidad Total (CaCO₃)

Dureza total (CaCO₃)

pH

Sulfatos (SO₄)

Cloruros (Cl)

Hierro (Fe)

Sólidos en suspensión

Contaminantes

En el agua

En el aire

FS TR-Línea



Fresadora SANT ANA
Engranajes y Reductores

Rua Moxei, 236/246 LAPA - CEP 05068-010 – São Paulo – SP

Telf.: +55 11 3757-8444

e-mail: vendas@fresadorasantana.com.br

Manual de instalación y mantenimiento

1. Indicaciones Generales

1.1. Todos los reductores, antes de ser despachados, son sometidos a un ensayo de Funcionamiento sin carga. El aceite lubricante usado en el ensayo garantiza, en condiciones normales de transporte y almacenamiento en local seco y abrigado de la intemperie y ambientes agresivos, una protección contra la corrosión durante 6 meses.

1.2. Las puntas de los ejes son niqueladas y/o protegidas por una capa fina de grasa o pintadas con barniz antioxidante.

1.3. Los reductores son provistos sin aceite lubricante. Solamente los cojinetes con niples para la relubricación reciben una carga inicial de grasa.

1.4. Los datos operacionales esenciales constan de las placas de identificación aseguradas en el reductor.

2. Instalación

2.1. Reductores con pies deben ser instalados sobre una base plana y rígida. Cuando el reductor esté sujeto a fuerzas externas es conveniente posicionarlo mediante guías o reglas laterales.

2.2. El apriete de los tornillos de sujeción de la carcasa deberá concluirse solamente después de una criteriosa nivelación y alineación del reductor. Eventuales desniveles existentes en las bases deben ser compensados mediante calces.

El exacto alineamiento de las puntas del eje, tanto en relación a la máquina accionada en cuanto a la máquina de accionamiento, es importante incluso cuando se utilizan acoples elásticos.

2.3. Luego de la instalación de los reductores, antes de montar la hélice de la Torre al reductor, hacer un ensayo de vibración y medir para conocer los parámetros del reductor sin la hélice. Luego del montaje de la hélice al reductor, realizar un nuevo análisis del reductor y comparar con los niveles de vibración antes del montaje de la hélice, verificando de esta forma la influencia del balanceo en el reductor, sin embargo, si es necesario, consultar nuestro departamento técnico.

2.4. Las hélices de los ventiladores de las células en el eje de salida de los Reductores, deben estar balanceadas y luego de su montaje en los reductores, durante los ensayos, se debe verificar el balanceo de las mismas y verificar la vibración del reductor, si está alterada en relación al ensayo sin la hélice. Esos reductores requieren un apoyo seguro y estable. Se debe procurar tener una unión rígida entre la carcasa del reductor y la base de sujeción. El accionamiento deberá realizarse mediante los ejes fluctuantes (ej. eje del cardan), motor bridado en el reductor o motor montado en una base solidaria al reductor.

2.5. Prever libre acceso al reductor, especialmente a la tapa de inspección y al nivel de aceite, así como a los tapones de llenado y drenaje de aceite. Para los reductores que cuentan con sistema de lubricación con tuberías de inspección con visor y llenado por gravedad fuera de la celda del ventilador, deben ser diseñados conforme tanques comunicantes, con Patm, en el reductor y fuera de la celda equivalentes.

La circulación del aire para la disipación de calor del reductor no debe ser impedida por dispositivos de protección u otros. Todo reductor de torre de enfriamiento debe poseer ventilador axial en el eje de entrada para romper el efecto invernadero alrededor del reductor.

2.6. Es de responsabilidad del cliente la protección de las piezas rotatorias contra contacto involuntario.

3. Accesorios

3.1. Bomba de aceite

3.1.1. La bomba de aceite es parte integral del reductor, considerado como accesorio obligatorio de línea y es bridada directamente al reductor.

3.1.2. La presión normal del aceite a la temperatura de servicio debe estabilizarse entre 0,7 y 2,5 kgf/cm². Para el control del flujo de aceite puede instalarse un manómetro, y/o un presostato que señale la caída de presión por debajo de un valor límite. Para tal efecto, debe ser previsto un sistema de alarma.

3.1.3. En sistemas de lubricación mediante bomba equipados con presostato, que recomendamos incluir en el esquema eléctrico de conexión del motor principal a fin de apagar el motor cuando exista una falla en el sistema de lubricación del reductor. En el caso de bombas accionadas de forma separada, el esquema eléctrico tendrá que impedir el arranque del motor principal mientras el circuito de lubricación no esté funcionando.

3.2. Refrigeración

3.2.1. Para reductores con refrigeración mediante ventilador se debe garantizar el flujo libre de aire sobre el reductor. No dejar que el reductor trabaje solamente con la hélice sin la protección, ya que la misma sirve de direccionador de aire para refrigerar la carcasa aletada del reductor.

3.2.2. Reductores con serpentín integrado interno o intercambiador de calor separado requieren conexiones de agua.

Utilizar preferentemente agua con bajo contenido de calcio. La presión máxima de agua no debe sobrepasar 6 kgf/cm²

3.3. Contra Vueltas

Todos nuestros reductores de línea TRA y TRC cuentan, por serie, con contra vueltas instalados en los ejes intermedios.

3.4. Otros Accesorios

Para reductores con otros accesorios como, sensores para análisis de vibración, nivel electrónico de aceite, sistema de monitoreo continuo para análisis ferrográfico de aceite, o incluso monitoreo completo del sistema de lubricación, es preciso considerar las instrucciones de montaje y servicio correspondientes.

4. Montaje de Acoples, Poleas etc.

4.1. El montaje de acoples, poleas, ruedas dentadas, frenos etc., deberá ser realizado mediante la utilización del orificio roscado en la punta de los ejes, o cuando sea posible, mediante calentamiento de los elementos que serán colocados.



4.2. Es inadecuado un montaje forzado mediante golpes, pudiendo ocasionar daños a los rodamientos y a otros elementos internos del reductor.

4.3. Poleas, ruedas dentadas, frenos etc., cuando son montados en puntas de eje libres deben ser posicionados lo más próximo posible de la carcasa del reductor. Consúltenos para una verificación previa de las tensiones admisibles y de la vida de los rodamientos.

4.4. Acoples tipo cardan o láminas para los reductores angulares con motores fuera de las celdas, en torres de enfriamiento, deben ser preferentemente alineados mediante sistema láser, para garantizar el mejor alineamiento posible.

5. Inicio de Funcionamiento

5.1. Antes del inicio de funcionamiento se debe verificar si el reductor fue fijado correctamente y si fueron consideradas las instrucciones de los ítems 1 a 3.

5.2 El reductor debe ser abastecido con aceite nuevo antes de ser colocado en funcionamiento. La viscosidad adecuada y el tipo de aceite, se encuentran indicados en la plaqueta de identificación del reductor. Para la selección de marcas de aceite, consulte nuestra tabla de "Lubricantes Recomendados" al final del catálogo de reductores para Torres de Enfriamiento.

5.3. El volumen exacto de aceite se indica mediante la marca superior en la varilla o mediante el tapón de nivel de aceite. Cuando cuente con visor de aceite, se debe llenar el reductor hasta la mitad del visor. La verificación del nivel de aceite debe realizarse siempre con el reductor parado. La cantidad de aceite indicada en la plaqueta de identificación o en el catálogo sirve solamente como un valor de orientación. Seguir la indicación del volumen de aceite real, en la placa del reductor.

5.4. Para reductores con lubricación mediante bomba es preciso controlar el sistema de lubricación luego del llenado con aceite. Después de apagar la bomba se debe corregir eventualmente el nivel de aceite. En caso de que el manómetro no marque la presión luego del arranque, es preciso apagar inmediatamente el reductor y efectuar un control de estanqueidad del sistema, y principalmente del sentido de rotación.

La presión de aceite al inicio del funcionamiento con aceite frío puede presentar valores muy por encima de los mencionados en el ítem 3.1.2, y debe ser, por tanto, controlada otra vez cuando el aceite esté a temperatura de servicio.

5.5. Colocado el reductor en funcionamiento, conviene operarlo sin carga (sin montar la hélice de la Torre en el eje de salida) durante algunas horas. No existiendo anomalías, se puede montar la hélice e iniciar la operación a plena carga de servicio. (Si es posible, realizar el análisis de vibración antes y después de montar la hélice de la torre en el eje de salida)

5.6. Para la circulación mediante motobomba, la misma deberá ser accionada de manera anticipada al accionamiento del reductor a plena carga o a temperatura ambiente, entre 0 y 40°C.

5.7 El calentamiento del reductor varía en función de la rotación, de la carga y de las condiciones ambientales. Temperaturas de aceite de hasta 100°C no comprometen el funcionamiento del reductor.

Se puede admitir temperaturas más elevadas cuando son previstas, utilizándose lubricantes especiales sintéticos.

5.8. Los reductores que quedan parados por un período prolongado, deben ser puestos en funcionamiento (con o sin carga) durante algún tiempo cada 3 meses. No existiendo esta posibilidad, se debe providenciar una nueva conservación del reductor, girándose manualmente hasta que el eje de salida dé una vuelta completa. Este proceso, evita que los retenes queden adheridos a los ejes y se resequen.

5.9. Cuando se trate de un reductor de varias etapas con cámaras de aceite interconectadas, se debe verificar el nivel de aceite luego de un período suficiente para la distribución e inmediatamente después completar el nivel de aceite.

5.10. Si el reductor hubiese sido almacenado completamente lleno de aceite, cuando este sea puesto en operación, el aceite excedente debe ser drenado respetándose el nivel recomendado (varilla de nivel o visor).

5.11. Verificar si el respiradero está montado, en el caso de que este haya sido removido por motivo de almacenamiento.

5.12. Eliminar suciedades que puedan existir próximos a los retenes, tanto en el eje de alta como en el de baja rotación.

6. Mantenimiento y Cambio de Lubricantes

6.1 En caso de Garantía: en un eventual servicio de mantenimiento, conviene seguir las disposiciones legales previstas en los términos y condiciones de garantía.

6.2 El mantenimiento de rutina se resume básicamente al seguimiento del comportamiento del reductor, del mantenimiento del nivel de aceite, del cambio de lubricante, limpieza del respiradero y filtro de aceite, cuando exista, y de una verificación visual periódica del estado de engranajes a través de la tapa de inspección. Merecen atención especial los componentes considerados accesorios tales como contra vueltas, sellos taconite, respiradero con ejecución especial, acoples etc.

6.3 Controlar regularmente el nivel y la temperatura del aceite, así como la presión del aceite en sistemas de lubricación mediante bomba.

6.4. Efectuar el primer cambio de aceite mineral luego de aproximadamente 500 horas de servicio. Los intervalos de los demás cambios de aceite, dependen de las condiciones de operación del reductor (solicitud y temperaturas de servicio, frecuencia de arranques, tipo de aceite y condiciones ambientales). La tabla siguiente indica valores medios de referencia para los intervalos de cambio.

Para reductores con lubricación mediante bomba se debe limpiar o sustituir el elemento filtrante cada vez que se cambie el aceite.

