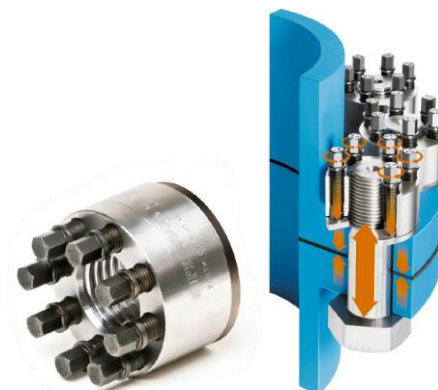

SUPER BOLT

El invento con mayor innovación para empernado controlado

Desarrollado en 1984, desde entonces su tecnología ha permitido solucionar con éxito los graves problemas de ensamblaje que se presentan en los elementos de máquina que deben permanecer unidos con una fuerza de sujeción totalmente confiable.

La fuerza de sujeción no la crea el diseñador de juntas ni el fabricante de piezas de mejor calidad, la crea un mecánico, en la línea de montaje o en el lugar de trabajo, utilizando herramientas, procedimientos y condiciones de trabajo que le han sido proporcionadas.



La fuerza de sujeción se genera cuando la energía en la herramienta se transfiere y se almacena como energía potencial en los pernos, el creador y responsable final de controlar la fuerza de sujeción es el mecánico, la creación se da en el momento del montaje, por esta razón el mecánico debe tener el control absoluto sobre el perno, por esta realidad, solamente "Super-Bolt" le permite al mecánico:

- ✓ Controlar la fuerza de sujeción con una variación de +/-1% sobre los valores especificados de fuerza de sujeción.
- ✓ Hacer el montaje o desmontaje de los pernos 10 veces más rápido comparado con los sistemas de tensionado hidráulico y 50 veces más que las llaves de torque.
- ✓ Confiar en la fuerza de sujeción creada y dejada en la junta, porque, la tensión en el perno principal es totalmente confiable.
- ✓ Disminuir los riesgos laborales (RPN<50).
- ✓ Minimizar los recursos económicos destinados para las actividades de mantenimiento, logrando un importante ahorro de dinero, hasta un 40% menos.

¿Por qué "Super-Bolt" permite controlar la fuerza de sujeción del perno principal con +/-1% de desviación?

Porque, la fuerza de sujeción del superbolt es directa y totalmente controlable, cuando se tensiona un "Super-Bolt" no se requiere de una tensión extra para fijar la elongación especificada en los manuales del fabricante, es decir, la elongación del perno principal es proporcional al torque en los Jackbolts, ese torque viene especificado, probado y certificado por el fabricante del "Super-Bolt", por esta razón cada "Super-Bolt" se certifica y se entrega con un manual de montaje.

Con "Super-Bolt" se eliminan las fuentes de incertidumbre generadas cuando se usa tensionadores hidráulicos para precargar un perno, un perno precargado con un tensionador hidráulico requiere de hasta un 15% más de presión en la bomba para poder

mover la tuerca, luego, liberar esa presión hasta que el perno quede en una elongación aceptable.



Esta operación triplica los tiempos de montaje, porque la relación presión de la bomba no coincide con la elongación especificada a esa presión, es aquí donde el supervisor o jefe de mantenimiento toma una decisión, creerle al manual del fabricante o al reloj comparador.

¿Por qué “Super-Bolt” es 10 veces más rápido que los sistemas de tensionado hidráulico?

Porque, la fuerza de sujeción proporcionada por un Super-Bolt se la hace con una fracción de la fuerza principal y de manera directa, esto permite que un mecánico use llaves manuales de bajo poder para apretar los “Jack-Bolts” de la tuerca de expansión, por ejemplo; un “Super-Bolt” M110x3 diseñado para una fuerza de sujeción de 3400 KN, se tensiona con un torque de 255 N.m en cada “Jack-Bolt” de la tuerca de expansión y esa operación demanda 8 minutos de tiempo para el montaje y 4 minutos para el desmontaje.



Acople de un eje de turbina con Super-Bolt, tensionado con llave de torque manual

¿Por qué “Super-Bolt” es de confiabilidad absoluta?

Los pernos precargados pueden perder tensión por varias causas, sin embargo, las más frecuentes son las altas vibraciones mecánicas y al aplastamiento de los materiales unidos.

“Super-Bolt” supera este problema, porque el conjunto incluye una arandela endurecida, que permite conservar y transferir la fuerza y a su vez proteger el área del material base que está en contacto. El tratamiento térmico de la arandela es ligeramente más suave que los Jackbolts, lo que permite un marcado no mayor a 0.1 mm.

Por esta razón “Super-Bolt” asegura la confiabilidad hasta un nivel **totalmente confiable**

¿Por qué “Super-Bolt” disminuye los riesgos laborales hasta valores RPN<50?

Porque, “Super-Bolt” no requiere de equipos y herramientas de alta energía, como son las llaves de torque o tensionadores hidráulicos que dependen de unidades de poder de alta presión (hasta 4000 bares), mangueras, tensionadores que pueden llegar a pesar hasta 60 Kg o más.

“Super-Bolt” solamente requiere de una pequeña herramienta de torque para ser tensionado, lo que permite mitigar el riesgo.

De acuerdo con ISO 45001

$$\text{Riesgo} = \text{SP} \times \text{P} \times \text{F} \times \text{NP} \quad (\text{ec. 1})$$

¿Por qué los elementos de máquina sujetados con “Super-Bolt” generan ahorro a los propietarios de los activos?

Para responder esta pregunta, tomemos como ejemplo la Hidroeléctrica Minas San Francisco, ubicada en Ecuador, propiedad de la EP CELEC, donde se pueden generar hasta 270 MW con 3 turbinas de 90 MW. De acuerdo con los presupuestos del 2023 destinados para mantenimiento de las

donde;

(SP) POTENCIAL DE SEVERIDAD	(P) PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	(F) - FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN	(NP) - NUMERO DE PERSONAS EN RIESGO
15 Fatalidad	15 Casi Seguro / Certo (No hay controles)	5 Exposición Constante al peligro durante la actividad.	12 Mas de 50 personas
10 Incapacidad permanente crítica	8 Posible (Solo Controles Administrativos)	4 Exposición Intermittente al peligro durante la actividad (múltiples ocasiones).	8 16-50 personas
6 Incapacidad permanente grave	2 Poco Probable (Controles de Ingeniería)	2.5 Expuesto solo una vez al peligro durante la actividad.	4 8-15 personas
4 Incapacidad permanente			2 3-7 personas
2 Lesión grave			1 1-2 personas
1 Lesión menor			

El peso de las variables para Super -Bolt son: SP = 1; P = 2; F = 5; NP = 4

Por lo tanto; Riesgo = 40

De acuerdo con la matriz de nivel de riesgo ISO 45001, el riesgo entre 0 a 50 se clasifica como “riesgo bajo”.

unidades de generación, cada día de parada de un generador cuesta aproximadamente \$300,000.00, en promedio las jefaturas de mantenimiento solicitan 12 días de parada cuando se requiere hacer un cambio de rodete, inspeccionar la linealidad de los ejes, desgaste de los cojinetes, etc. Lo que termina constando \$3'600.000,00 para los 12 días.



Rodete de la central Minas San Francisco

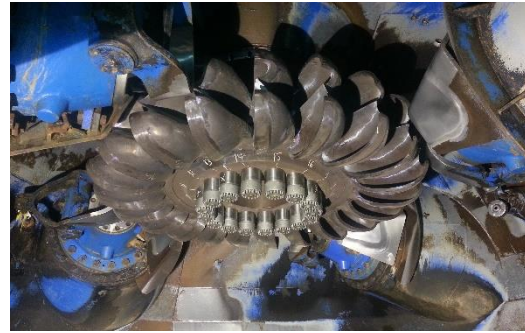
De los 12 días requeridos para el mantenimiento, se destinan 4 días para temas de soltar y volver a ensamblar 18 pernos M90x6, en términos globales el costo asociado a esa actividad sería de \$1'200,000,00

Con "Super-Bolt" se disminuye el tiempo requerido para las actividades de ensamblaje y desensamble, de 4 días a 1 día, es decir 1/3 del día para soltar los pernos y 2/3 del día para tensionarlos, en términos globales, con "Super-Bolt" el departamento de mantenimiento necesita de un solo día para una actividad que le toma 4 días hacer con tensionadores hidráulicos, esto significa un ahorro de \$900,000.00 es decir un 25% menos del presupuesto global.

En este contexto el próximo mantenimiento para inspección será en 2 años más, para lo cual el departamento de mantenimiento

Cabe destacar que con el 50% del ahorro generado por disminuir los días para paradas de mantenimiento, EP CELEC podría hacer la actualización de todos los pernos críticos de las 3 unidades de la central.

volverá a solicitar 4 días para las actividades de inspección si lo va a hacer con herramientas de tensionado, probablemente requiera volver a comprar tensionadores, pero si las unidades estuvieran sujetadas con "Super Bolt", esa actividad solo requeriría de 1.5 horas para inspeccionar la tensión residual de los pernos, lo que genera otro ahorro de \$900,000.00.



Rodete actualizado con 16 Super-Bolt M110x3

En esta primicia el propietario del activo, en este caso EP CELEC tendría un ahorro de 37.5%