

# **TORQUE Y CONSUMO DE POTENCIA EN LA CUARTA MAZA**

Juliusz Lewinski, Mattias Fredriksson, Tomas Kallin – Bosch Rexroth AB, Suecia  
Paulo Grassmann – Bosch Rexroth Brasil

## Resumen

La cuarta maza en molinos de cuatro mazas es accionada generalmente por la maza superior por medio de las coronas. En algunas aplicaciones la cuarta maza es movida por la maza cañera por medio de la cadena pero en caso de los accionamientos individuales donde se puede variar la relación de la velocidad entre la maza cañera y la superior esta opción no es muy recomendada. En casos muy aislados la cuarta maza es movida por separado por un accionamiento individual. El artículo presenta los resultados de las mediciones del torque y del consumo de potencia en la cuarta maza en los molinos accionados por los accionamientos individuales electro hidráulicos Haggglunds donde dos motores mueven la maza superior y un motor a cada una de las mazas inferiores y además la cuarta maza. Se registraron las presiones en los circuitos hidráulicos de los accionamientos y las velocidades de todos los rodillos pudiendo de esta manera determinar los torques y las potencias en cada maza. Se presentan los resultados promedios de varios días de trabajo y se concluye que el torque y consumo de potencia en la cuarta maza son en general menores de 5% del torque y potencia total del molino. La aplicación de cuatro accionamientos de la misma capacidad, dos sobre la maza superior y uno en cada una de las mazas inferiores es una manera muy práctica y eficiente de accionar el molino de cuatro mazas.

**PALABRAS CLAVE:** Hidráulica, Molino, Accionamiento, Torque, Potencia, Velocidad.

## **FOURTH ROLLER TORQUE AND POWER CONSUMPTION**

### Abstract

Fourth roller in four roll mills is commonly driven by the top roller through the pinions. In some applications the fourth roller is driven by the cane roller with the chain transmission but in case of the individual drives where the speed ratio between the cane and top rollers can vary this option is not recommended. In some cases the fourth roller is moved separately by the individual drive. The paper presents the results of the torque and power consumption measurements in the mills driven by the individual electro hydraulic drives Haggglunds where two motors move the top roller and one motor each of the inferior rollers and the fourth roller. The pressures in each hydraulic circuit of the drives and the rollers speed where registered giving in this way the possibility to determine the torque and the power in each roller. The average results from several days of mill operation are presented and the conclusion is that the torque and power consumption in the fourth roller is lower than 5% of the total torque and power. The application of the four drives of the same capacity two on the top roller and one of each inferior roller is very practical and efficient way to drive the four roll mill.

**KEYWORDS:** Hydraulic, Mill, Drive, Power, Torque, Speed.

## Introducción

La cuarta maza en molinos de cuatro mazas es accionada generalmente por la maza superior por medio de las coronas. En algunas aplicaciones la cuarta maza es movida por la maza cañera por medio de la cadena pero en caso de los accionamientos individuales donde se puede variar la relación de la velocidad entre la maza cañera y la superior esta opción no es muy recomendada. En casos muy aislados la cuarta maza es movida por separado por un accionamiento individual.

Los principales elementos de un accionamiento electro-hidráulico individual de bajas revoluciones y alto torque son una unidad de potencia, un motor de alto torque, la tubería y un sistema de control (fig 1).

Los componentes principales de la unidad de potencia son un motor eléctrico y una bomba hidráulica de caudal variable, junto con un tanque y accesorios hidráulicos tales como válvulas, enfriadores, filtros, etc. El motor hidráulico de alto torque se instala directamente sobre la flecha de la máquina que está siendo accionada. La tubería permite el posicionamiento libre de la unidad de potencia con respecto al motor, si bien debe tomarse en consideración la distancia existente entre estos componentes principales de trabajo. El sistema electrónico de control permite medir los parámetros de trabajo, y permite además la automatización de las operaciones que el molino y el tándem completo llevan a cabo, asegurando así el máximo torque de operación y, en consecuencia, la máxima extracción.

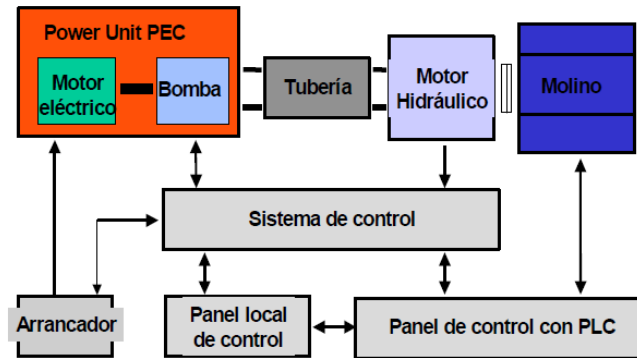


Fig. 1. Diagrama de un accionamiento electro hidráulico individual

La figura 2 presenta el funcionamiento del sistema hidráulico individual

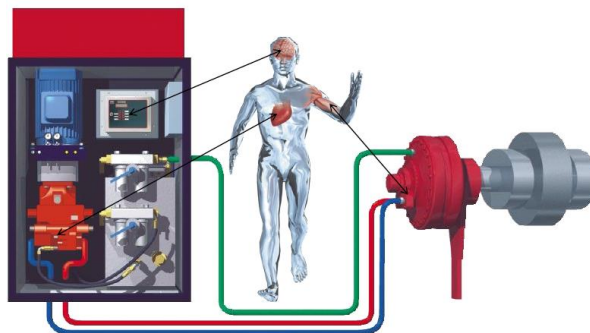


Fig. 2. Funcionamiento del accionamiento electrohidráulico

## Ingenio US Sugar

En el ingenio US Sugar el nuevo tándem está compuesto de seis molinos de cuatro mazas de 56" x 100". El accionamiento de cada molino está compuesto de 4 motores Hagglunds MB4000 colocados sobre las tres mazas del molino (dos sobre la maza superior y uno en cada una de las mazas inferiores (Fig. 3) y

un motor MB 1600 colocado sobre la cuarta maza. Los motores hidráulicos de cada molino son movidos por dos unidades de potencia dobles con cuatro bombas de desplazamiento de 501 cm<sup>3</sup> colocadas en tándem y una unidad de potencia simple con una bomba de 501 cm<sup>3</sup>. Los motores hidráulicos están colocados directamente sobre los ejes de la mazas (figura 4). Las denominaciones numéricas de los motores hidráulicos corresponden al torque específico en Nm / bar. El tándem fue diseñado para trabajar con la capacidad de 23,000 TCD (toneladas métricas por día) con la velocidad del molino 5.2 rpm y con la velocidad de la cuarta maza de 6.5 rpm.



Fig. 3. Accionamiento electrohidráulico individual directo del molino de tres mazas

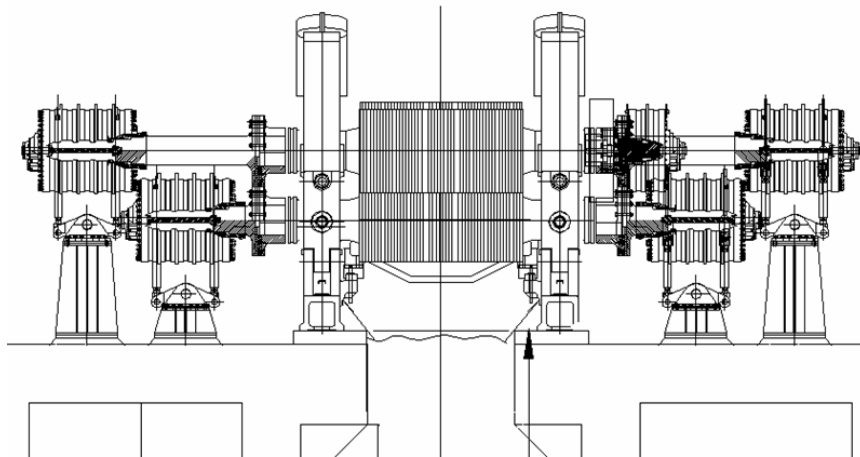


Fig. 4. Accionamiento Hidráulico individual del molino de cuatro mazas en el ingenio US Sugar

Medición del torque y de la potencia en cada maza.

La mediciones de las presiones en cada circuito hidráulico de los accionamientos electro hidráulicos y las velocidades de los motores hidráulicos colocados directamente sobra las mazas del molino fueron registradas en nueve siguientes días con la capacidad promedio de molienda de 926 TCH

El torque en cada maza del molino durante su operación puede ser calculado de la fórmula:

$$T = TS * (pt - pc) * e * i$$

donde:

T – torque en la maza [Nm]

TS – torque específico del motor hidráulico [Nm/bar]

pt – presión de trabajo [bar]

pc – presión de carga (circuito cerrado) [bar]

e – eficiencia del motor hidráulico – 0.96

i – número de motores colocados sobre la maza

Conociendo los torques y velocidades de cada maza se calcularon las potencias en las mazas correspondientes. En la tabla I se presentan las mediciones promedias de los parámetros de trabajo de cada maza y los valores de torques y de potencia en cada rodillo así como los valores totales donde P es la potencia sobre el eje correspondiente del molino, T tot y P tot son los valores totales del torque y de potencia del molino respectivamente. TR se refiere a la maza superior, CR a la maza cañera, BR a la maza bacera y FR a la cuarta maza respectivamente.

Tabla I Parametros promedios de trabajo de cada maza

MILL 1	pt	pc	n	T	T/Ttot	P	P/Ptot
TR	181	20.2	4.6	1,233,187	49.3%	600	48.6%
FR	88	15.8	6.0	111,081	4.4%	70	5.7%
BR	174	17.8	4.7	599,531	24.0%	296	23.9%
CR	162	16.9	4.6	558,641	22.3%	270	21.8%
<b>MILL 2</b>							
TR	154	16.2	4.3	1,060,359	46.9%	475	46.9%
FR	54	16.4	5.4	58,247	2.6%	33	3.2%
BR	168	16.3	4.3	582,800	25.8%	263	25.9%
CR	161	16.1	4.2	556,986	24.7%	243	24.0%
<b>MILL 3</b>							
TR	141	17.4	4.6	951,807	43.3%	460	44.3%
FR	53	17.8	5.7	54,805	2.5%	33	3.2%
BR	192	18.2	4.4	668,185	30.4%	307	29.5%
CR	154	17.9	4.4	523,560	23.8%	239	23.0%
<b>MILL 4</b>							
TR	141	17.0	4.3	951,366	42.8%	428	42.5%
FR	60	16.1	5.1	67,072	3.0%	35	3.5%
BR	192	17.3	4.3	671,899	30.2%	303	30.1%
CR	155	16.2	4.2	531,871	23.9%	240	23.9%
<b>Mill 5</b>							
TR	117	18.4	4.7	758,534	39.2%	373	39.9%
FR	61	17.5	5.8	67,116	3.5%	41	4.4%
BR	178	17.7	4.5	613,909	31.8%	289	31.0%
CR	144	16.0	4.5	491,127	25.4%	231	24.7%
<b>Mill 6</b>							
TR	130	17.6	4.3	864,878	42.8%	389	43.9%
FR	51	16.5	5.4	53,422	2.6%	30	3.4%
BR	188	18.5	4.1	649,835	32.2%	279	31.4%
CR	134	16.5	4.0	451,266	22.3%	189	21.3%

Analizando los resultados presentados en la Tabla I se puede observar que el torque en la cuarta maza oscila en promedio entre 2.5 a 4.4% del torque total y la potencia consumida en la cuarta maza oscila entre 3.2 a 5.7 como máx. de la potencia total consumida en el molino.

### **Conclusiones**

El torque y consumo de potencia en la cuarta maza son en general menores de 5% del torque y potencia total del molino. La aplicación de cuatro accionamientos de la misma capacidad, dos sobre la maza superior y uno en cada una de las mazas inferiores es una manera muy práctica y eficiente de accionar el molino de cuatro mazas.

### **Agradecimientos**

Los autores desean expresar su agradecimiento a la empresa Bosch Rexroth de Suecia y a Bosch Rexroth de Brasil por su interés en esta investigación y el apoyo económico correspondiente.