

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Mecánica

Profesor Patrocinante
Dr. Emilio Dufeu Delarze

**SISTEMA PARA REMOVER PERNOS DE
REVESTIMIENTO DE MOLINOS SAG**

JAIME BÖHME FUENTEALBA

Informe de Memoria de Título
para optar al Título de

Ingeniero Civil Mecánico

Agosto 2002

SUMARIO

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar conceptualmente un sistema que permita remover los pernos de sujeción de revestimientos metálicos en molinos semiautógenos, cuya operación en principio será de forma manual pero con posibilidades de una automatización posterior.

Para el logro de este objetivo se realizó una recopilación de información principalmente en la empresa de servicios mineros High Service [4]m quienes durante algún tiempo han tratado de dar solución al problema de reducción de tiempo de recambio de revestimiento.

Se realizó una visita a Compañía Minera los Pelambres para conocer en terreno el problema, estimar tiempo de remoción de pernos y visualizar ventajas y desventajas del actual sistema de recambio.

En este trabajo se realiza primeramente una descripción de los molinos semiautógenos [1] [2], su principio de funcionamiento, sistemas de accionamiento y se realiza un catastro de la cantidad de molinos existentes actualmente en Chile. Con respecto a la visita a Compañía Minera los Pelambres se hace un levantamiento de las áreas de producción de esta planta y se hacen observaciones durante el período de recambio de revestimiento.

En función de la información recopilada se plantean cuatro alternativas de solución al problema, las cuales posteriormente son evaluadas y, se escoge una de ellas para proceder a su diseño conceptual.

Las etapas del diseño contemplan; cálculo de la carga necesaria para provocar la remoción de un perno, determinar mecanismos de remoción, definición de parámetros para el dimensionamiento del circuito de accionamiento, establecimiento del modo de operación y finalmente se hace una introducción de la teoría necesaria para un posterior automatización completa del sistema.

El desarrollo de este trabajo permite concluir que la implementación de las propuestas planteadas en este trabajo permiten disminuir de manera considerable el tiempo de recambio de revestimientos, lo que implica una disminución de los costos de mantención y una disminución del tiempo muerto del equipo.

INDICE.	Página
SUMARIO.....	1
INDICE.....	2
INTRODUCCION.....	5
1 MOLIENDA SEMIAUTÓGENA Y DESCRIPCIÓN DE MOLINOS	
SEMIAUTOGENOS.....	6
1.1 Molienda semiautógena.....	6
1.2 Accionamientos de molinos.....	8
1.3 Descripción del proceso de molienda.....	11
1.3.1 Principio operativo molino SAG.....	12
1.4 Tamaño óptimo de medios de molienda.....	14
1.5 Descripción de molinos SAG.....	15
2 PROCESO DE MOLIENDA EN MINERA LOS PELAMBRES (MPL).....	18
2.1 Diagrama general del proceso de molienda en MPL.....	18
2.1.1 Sistema de transporte de mineral.....	18
2.1.2 Alimentación a molienda.....	18
2.1.3 Planta de molienda.....	18
2.1.4 Planta de flotación.....	19
2.2 Evaluación de visita a minera los pelambres	20
2.2.1 Objetivo de la visita.....	20
2.2.2 Problemática del cambio de revestimientos.....	20
2.2.3 Etapas del proceso de mantención.....	21
2.2.4 Desventajas del proceso.....	22
2.2.5 Estimación de tiempos de remoción de pernos.....	23
2.2.6 Conclusiones de la visita.....	24
3 GENERACION DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION.....	25
3.1 Alcances de la solución	25
3.2 Descripción de alternativas de solución.....	26
3.2.1 Alternativa N°1: Sistema porta-power.....	26
3.2.2 Alternativa N°2: Sistema de ataque simultáneo a un lifter mediante porta-powers.....	27
3.2.3 Alternativa N°3: Sistema de néndulo.....	28

3.3 Elección de la alternativa de solución.....	30
3.3.1 Evaluación de la alternativa N°1.....	30
3.3.2 Evaluación de la alternativa N°2.....	30
3.3.3 Evaluación de la alternativa N°3.....	31
3.3.4 Evaluación de la alternativa N°4.....	31
4 ANALISIS TECNICO DEL SISTEMA MANIPULADOR.....	32
4.1 Análisis de impacto.....	32
4.1.1 Esfuerzos de impacto por el método de la energía.....	33
4.2 Análisis de esfuerzos en el alojamiento.....	37
4.2.1 Carga necesaria para producir corte.....	37
4.3 Diseño del manipulador.....	39
4.3.1 Alcances del diseño.....	39
4.3.2 Longitud de eslabones.....	40
4.3.3 Diseño de la base.....	44
4.3.4 Diseño de rieles y tracción.....	47
4.4 ELEMENTOS PARA EL ACCIONAMIENTO Y CONTROL DE POSICION.....	49
4.4.1 Ventajas en la utilización de válvulas proporcionales.....	50
4.4.2 Válvulas proporcionales direccionales.....	51
4.4.2.1 Histéresis.....	52
4.4.2.2 Exactitud de repetición.....	52
4.4.2.3 Corredera.....	52
4.4.2.4 Curvas características del caudal.....	52
4.4.2.5 Función temporal de la corredera.....	53
4.5 Montajes típicos y recomendados.....	53
4.6 Criterios para el dimensionamiento de circuitos hidráulicos comandados por válvulas proporcionales.....	55
4.6.1 Frecuencia natural.....	57
4.7 Cálculo de las dimensiones para cilindros y motores para comandos con válvulas direccionales de 4 vías.....	58
4.7.1 Cálculo del área del cilindro necesaria para comandos por estrangulaciones.....	58
4.7.2 Influencia de la frecuencia natural en sistemas hidráulicos.....	63
4.7.3 Determinación de frecuencia natural de cilindros hidráulicos.....	64

4.7.4 Determinación de la frecuencia natural de accionamientos con motores hidráulicos.....	65
4.8 Modo de operación del sistema.....	66
CONCLUSION.....	67
BIBLIOGRAFIA.....	68
ANEXO N°1.....	69
ANEXO N°2.....	96
ANEXO N°3.....	99