

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Profesor Patrocinante:

M. Aníbal Valenzuela L.

Informe de Tesis
para optar al grado de:

**Magister en Ciencias de la
Ingeniería con mención en
Ingeniería Eléctrica**

Estimación en Línea de la Carga en el Balde de una Pala Minera a partir de las Variables del Accionamiento

Resumen

En esta tesis se presenta el desarrollo paso a paso de un modelo integrado mecánico-eléctrico de una pala minera con accionamiento en corriente alterna. Este modelo se utiliza para elaborar dos métodos que permiten estimar en línea la carga en el balde basándose en señales de los accionamientos que están disponibles en el sistema de control de la pala. Tanto el modelo como los métodos de estimación son validados utilizando registros de terreno de una pala en operación en una mina de cobre.

El modelo integrado consta de una parte eléctrica y otra mecánica. Por el lado eléctrico se modelan los tres accionamientos principales de la pala: giro, levante y empuje, con sus respectivos lazos de control. La parte mecánica corresponde a un modelo dinámico de la pala que permite calcular el torque de carga de los accionamientos debido a la inercia, peso, posición, velocidad y aceleración de las partes móviles del equipo. Este modelo dinámico se desarrolla utilizando el método de Newton-Euler al considerar la pala como un manipulador robótico con cuatro grados de libertad. También se presenta un cálculo aproximado de los tensores de inercia y los centros de masa de las partes móviles de la pala.

En los algoritmos de estimación de carga en el balde se utilizan las señales de velocidad y torque de los motores de giro, levante y empuje. Se presentan dos alternativas para estimar la carga, una basada en el accionamiento de levante, y otra en el accionamiento de giro. En la primera se analiza el torque desarrollado por el motor de levante, y en la segunda, la inercia equivalente de la pala vista desde el motor de giro.

Los resultados muestran que el modelo mecánico-eléctrico es una buena aproximación de la dinámica de la pala y de los accionamientos, ya que los resultados de simulación son coherentes con los registros de terreno. De estas simulaciones se concluyó también que el efecto de la carga es más significativo en los accionamientos de levante y de giro, es por esto que se escogieron para desarrollar los algoritmos de estimación.

Respecto a los resultados obtenidos con los estimadores, se observó que ambos son capaces de estimar la carga de forma rápida y precisa utilizando los registros de terreno. Por otro lado, el hecho de que ambos estimadores entreguen resultados similares indica que los valores de carga son confiables ya que la información utilizada para estimarla proviene de fuentes diferentes, en el caso del motor de levante la información proviene del peso de la carga, y en el caso del motor de giro la información proviene de la inercia.