

Selección de cadenas para equipos de transporte continuo.

F. Aguilar Parés.

Departamento de Mecánica Aplicada.
 Instituto Superior Politécnico *José Antonio Echeverría*.
 Calle 114 esq. 127, Marianao 15, Ciudad de la Habana, Cuba
 Telefono: (537) 20 2267 Fax: (537) 27 1208
 E – mail: aguilar@mecanica.ispjae.edu.cu.

(Recibido el 23 de septiembre de 1999, aceptado el 14 de enero del 2000)

Resumen

El diseño de transportadores y elevadores, que usan cadenas como órgano motor, es algo común en la industria. Un elemento esencial para el buen funcionamiento del equipo es seleccionar correctamente la cadena. Los fabricantes de cadenas disponen de una amplia gama de cadenas y aditamentos para satisfacer cualquier requerimiento del equipo diseñado, pero precisamente ante tal universo de cadenas es que surge la necesidad de establecer un procedimiento que contemple:

- Tipo de equipo diseñado (transportador de tablillas o de rastrillos o elevador de cangilones).
- Requerimientos de transportación (capacidad, velocidad de transportación, características del material, etc.).
- Condiciones de transportación (sobrecarga, condiciones de operación, horas de trabajo, etc.).

El procedimiento antes descrito resulta ser engorroso porque hay etapas en que una decisión implica ajustes a cálculos anteriores y porque como en cualquier proceso de diseño se puede obtener más de una solución. Por tal motivo se acometió la realización del programa de computación SELCAD. El programa está concebido para que se obtengan resultados por personas que no son expertas en el diseño y selección de equipos de transporte continuo, pudiéndose usar también para valorar si una cadena dada está bien empleada. La base de datos fue obtenida de un catálogo de la Link Belt Industrial Chain Division en que se valoran el uso de 14 tipos de cadenas, con un promedio de 15 modelos por tipo de cadena, las cuales disponen de 40 tipos de aditamentos diferentes. Algunas características del programa son:

- Ambiente fácil para el usuario (programado en Visual Basic versión 5).
- Sistema de ayudas a lo largo del programa.
- Brinda las características del órgano portador y de la rueda motriz.
- Permite visualizar, mediante fotos, la forma real de la cadena y del aditamento seleccionado.
- Análisis rápido de variantes diferentes

Palabras claves Cadenas de transportación, transportadores de tablillas, transportadores de rastrillos, elevadores de cangilones.

1. Introducción

En el mercado actual se encuentran una gran gama de tipos de cadenas diseñadas especialmente para ser usadas en las máquinas de transporte continuo, que emplean cadenas como órgano de tracción. Ante tal diversidad, un usuario no experto desconoce algunos

factores que invalidan una selección hecha solamente sobre la base de que la cadena resista. Estos son:

- Algunos tipos de cadenas sirven solamente para un tipo específico de equipo.
- Un aspecto esencial es la determinación del paso de la cadena, el cual tiene que ser un múltiplo entero del paso del órgano portador, que a su vez tiene características propias para su cálculo ya que depende del tipo de equipo diseñado.

- Influencia de las condiciones de explotación, que se valoran mediante coeficientes que inciden directamente en la capacidad tractiva de la cadena.
- Valoración del aspecto dinámico, no referido propiamente al arranque sino al funcionamiento normal de la cadena debido al movimiento oscilante que surge entre la cadena y la rueda motriz. Dicho efecto también se valora mediante un coeficiente que influye en la selección final de la cadena y que depende del número de dientes y del diámetro de la rueda motriz.

A continuación se explicará un procedimiento que tiene en cuenta los aspectos anteriores, y que se plasmará en un programa de computación, de fácil acceso para usuarios no expertos.

2. Desarrollo.

El programa consta de cinco pantallas principales que tienen como nombres: datos, portador, explotación, cadenas y resultados.

Figura 1.- Muestra general de la pantalla datos

Pantalla datos. Es la pantalla inicial del programa y solicita a que tipo de máquina de transporte continuo se le va seleccionar la cadena.

Ejemplo 1.- Si estando en tablillas, se escoge la opción de transportar bultos, entonces sólo se podrá acceder a la opción de tablillas sin guarderas.

Ejemplo 2.- Si se escoge un transportador de rastrillos, no se podrá acceder a ningún tipo de tablillas, ni a la transportación por bultos.

Ejemplo 3.- Si se escoge un elevador de cangilones, solo se accederá a material a granel, y los tipos de tablillas son sustituidos por tipos de descarga: centrífuga, positiva y continua, además, tampoco se podrá acceder a los ángulos de reposo, ni de inclinación.

En fin, la pantalla esta programada de forma tal que el usuario pueda ver en todo momento las posibilidades reales que le brinda el programa. Al activar el comando **Aceptar** se desarrollan algoritmos cuyo fin es calcular el parámetro fundamental del equipo seleccionado, que será el largo de la tablilla, el largo del rastrillo o el volumen del cangilón. Posteriormente el parámetro fundamental se compara con una base de datos de valores normalizados, escogiéndose siempre el inmediato superior que será el resultado inicial que se brinda en la próxima pantalla. El comando **Aceptar** también tiene al inicio un bloque de programación que impide cualquier dato ilícito o fuera de rango que se introduzca, mandando una señal de aviso al usuario para que modifique el error. Este comentario es valido para todos los comandos Aceptar del resto de las pantallas.

Pantalla portador.- Es la pantalla que dimensiona al órgano portador. Consta de dos partes, en la primera se reflejan los resultados de la pantalla de datos que son las dimensiones del órgano portador y la velocidad ajustada que difiere de la propuesta originalmente porque se emplearon valores normalizados. La segunda parte permite al usuario proponer sus propias dimensiones. Un ejemplo de esta pantalla, hecha para un transportador de tablillas con guarderas fijas, se muestra en la figura 2.

Figura 2. - Muestra particular de la pantalla portador de un transportador de tablillas con guardera fija.

Nótese que para el caso del ejemplo, los resultados de la primera parte son el largo y la altura de la tablilla, además de la velocidad ajustada. Para continuar

corriendo el programa, el usuario tiene que introducir tres nuevos elementos:

- El ancho de la tablilla.
- La separación entre tablillas.
- El peso de la tablilla.

Si el usuario está de acuerdo con los resultados que aparecen en la primera parte, activa el comando Confirmar y agiliza la operación porque traslada inmediatamente dichos resultados a la segunda parte. Como el peso del órgano portador generalmente se desconoce en esta parte del cálculo, se ha estimado pertinente hacer una pantalla auxiliar que permite calcularlo. La pantalla auxiliar se activa haciendo doble click en la entrada de datos del peso del órgano portador, cuya configuración se refleja en la figura 3.



Figura 3. - Muestra de la pantalla auxiliar para calcular el peso del órgano portador.

Nótese que en esta pantalla se introduce el espesor del órgano portador y se escoge un material. Al activar el comando **Aceptar** se calcula el peso del órgano portador sobre la base del volumen que ocupa, reflejándose inmediatamente en la entrada de datos del peso del órgano portador de la pantalla portador. Los algoritmos que se desarrollan al activar el comando **Aceptar** de la pantalla portador tienen como objetivo calcular el paso del órgano portador, que depende de dos aspectos esenciales:

- Tipo de equipo seleccionado.
- Dimensiones del órgano portador.

A partir del paso del órgano portador se determina el paso aproximado de la cadena, que invariablemente será un múltiplo entero del paso del órgano portador.

Debido a lo anterior y/o cambios introducidos por el usuario en las dimensiones del parámetro fundamental del órgano portador diferente a las propuestas por el programa conducirán a una nueva velocidad ajustada.

Pantalla explotación.- En esta pantalla se recogen todas las condiciones de explotación que valora el programa. La configuración se muestra en la figura 4.

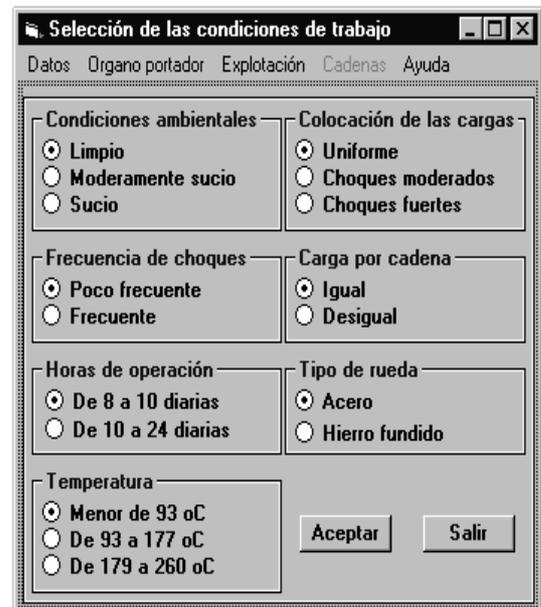


Figura 4. - Muestra general de la pantalla explotación.

Al activar el comando **Aceptar** se calcula un coeficiente de explotación total que tiene en cuenta los valores de los coeficientes particulares producto de las opciones que seleccione el usuario. Al final se invoca la **pantalla cadenas**.

Pantalla cadenas. Es la pantalla en si, donde se realiza la selección de la cadena y en ella se reflejan dos resultados obtenidos en pantallas anteriores, que son:

- Paso aproximado de la cadena.
- Velocidad ajustada.

La pantalla cadenas es también la más compleja en el sentido que es en donde aparece la mayor cantidad de información. Ver figura 5.

Nótese que aparece inicialmente una lista de cadenas, que se usan para un transportador de tablillas. Si la opción inicial hubiera sido transportador de rastrillos o elevador de cangilones, la lista inicial de cadenas hubiera sido diferente.

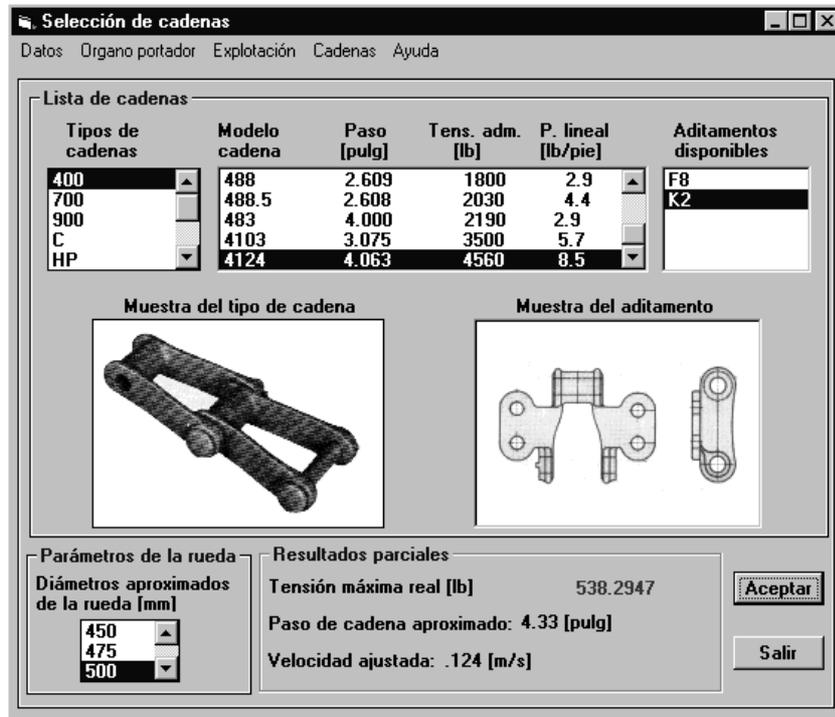


Figura 5. - Muestra particular de la pantalla cadenas para un transportador de tablillas.

Observe que aparecen como resultado el paso de la cadena propuesto y la velocidad ajustada.

Al activar una cadena dada suceden tres cosas:

- Se muestra la foto de la cadena seleccionada.
- Aparece una lista de modelos de la cadena.
- Aparece el valor estimado de la tensión en la cadena.

El valor estimado de la tensión de la cadena depende de la capacidad transportada, de las características del material y de la traza, del peso y el paso del órgano portador, y del peso lineal aproximado de la cadena seleccionada. Tanto el peso como la tensión aproximada de la cadena sirven de guía para una selección inicial más ajustada a la realidad. Posteriormente de activar un modelo de cadena suceden dos cosas: Se muestra un listado de aditamentos que se ofertan con ese modelo.

Aparece el valor real de la tensión en la cadena que tiene en cuenta el peso lineal real del modelo de cadena seleccionada. Aquí ya el usuario puede darse cuenta que si la tensión real en la cadena es mayor que la tensión admisible, debe cambiar para otro modelo que tenga una tensión admisible mayor. Al seleccionar un modelo de aditamento se muestra una foto del aditamento.

También se debe seleccionar un diámetro inicial de la catalina, ya que en el comando **Aceptar** en su primera parte tiene un bloque de programación que no permite seguir corriendo el programa si falta por activar alguno de los elementos mostrados en la pantalla. En la figura 5, se muestra la configuración inicial teniendo en cuenta que se está trabajando en un transportador de tablillas, con el tipo de cadena 400 (foto mostrada), con el modelo 4124, que usa el aditamento K2 (foto mostrada) y con un diámetro de rueda de 500 mm. El algoritmo que se activa con el comando **Aceptar** tiene como objetivo valorar el aspecto dinámico del funcionamiento de la cadena y realizar los ajustes en la velocidad y dimensiones del órgano portador ya que el paso de la cadena seleccionada no tiene porque coincidir con el paso aproximado de la cadena. Entre mayor sea el número de dientes de la catalina menor es el efecto dinámico, ya que el por ciento de variación entre las velocidades máxima y mínima de la cadena disminuye. El programa está hecho para un rango de número de dientes entre 10 a 20 dientes que se corresponde respectivamente a 5 y 1 % de variación de velocidad.

Al final del algoritmo se invoca la **pantalla resultados**.

Pantalla resultados.- Esta pantalla tiene tres partes (ver figura 6), en la primera se muestra las características de la cadena seleccionada, la segunda se refiere a la rueda motriz y en la tercera se brindan las dimensiones del órgano portador.

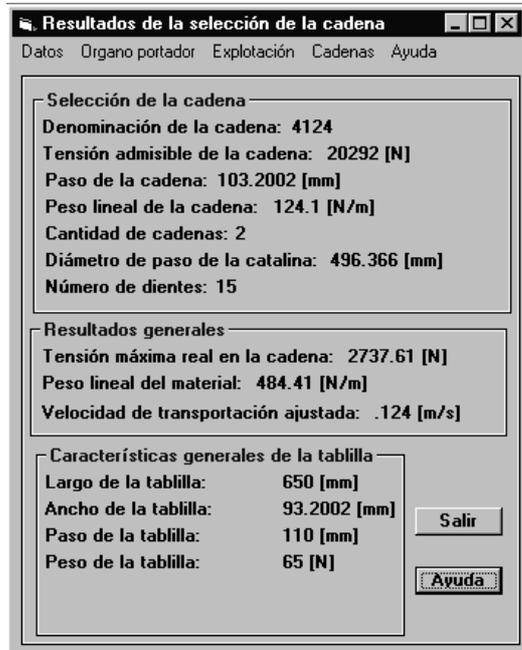


Figura 6.- Muestra de la pantalla resultados de un transportador de tablillas.

En cada pantalla se puede invocar a la **Ayuda** que tiene una configuración mostrada en la figura 7. El programa para hacer la ayuda fue el HELP MAGICIAN, versión 2.0

La ayuda tiene siete tópicos esenciales, los cuales al invocarlos aclaran cualquier duda que pueda tener un usuario no experto.

En la ayuda operacional se han agrupado las operaciones que no aparecen explícitas en el programa.

Ejemplos:

- Al doble click en la entrada del peso del órgano portador de la pantalla portador (figura 2) aparece la pantalla peso (figura 3).
- Al dar doble click sobre cualquier resultado que se exprese en el Sistema Internacional, los resultados cambian y se expresan en el Sistema Inglés

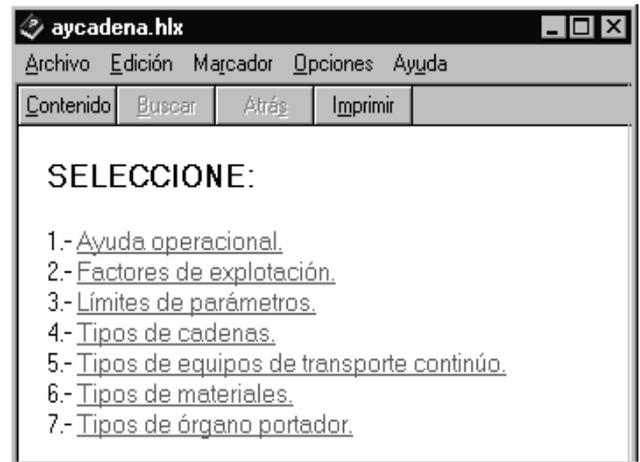


Figura 7.- Muestra de la Ayuda del programa SELCAD.

3. Conclusiones.

- El programa SELCAD puede ser empleado en transportadores de tablillas, de rastrillos y en elevadores de cangilones
- Los límites de funcionamiento para cada equipo aparecen en la Ayuda (Límites de parámetros).
- Cada tipo de equipo tiene acceso sólo a la parte del universo de cadenas que le corresponde.
- Cada modelo de cadena tiene acceso sólo a la parte del universo de aditamentos que le corresponde.
- Los resultados se pueden expresar tanto en el Sistema Internacional, como en el Inglés.
- El programa tiene en cuenta la influencia dinámica en el funcionamiento de la cadena.

4. Bibliografía.

1. Colijn H. Mechanical Conveyors for Bulk Solids. Elsevier Science Publishers, 1987.
2. Link Belt Chain Division. Chains and Sprockets for drives, conveyors and elevators, USA, 1991.
3. American Chain Association e Editors. Chain for Power Transmission and Material Handling, 1997.

Chain selection software for continuous conveyors.

Abstract:

The design of conveyors and elevators that employ chains as driving member is commonly used in industry. An essential element for well functioning is the correct chain selection. There are a great variety of chains and attachments that accomplish any requirements at manufacturers disposal. In order to supply these requirements there is a need to establish a procedure that considers the following aspects:

- Type of equipment (slat conveyor, flight conveyor, bucket conveyor, etc.).
- Transportation requirements (capacity, transportation velocity, material characteristics, etc.).
- Transportation conditions (overload, operation conditions, exploitation time, etc.).

The resulting procedure is very annoying because there are stages in which a decision implies accommodation to late calculations and as usual there is more than one solution. Therefore the SELCAD computation program is conceived for the use by non experts in design and selection of continuous conveyors equipments. The program use data base from Link Belt Industrial Chain Division catalog in which 14 types of chains are appraise with an average of 15 models for each and more than 40 different attachments. Some of the program characteristics are:

- User friendly environment (Visual Basic programation, version 5).
- Help available at any moment.
- Point out the characteristics of both driving member and gear.
- Allows visualization of the selected real chain shape and attachment by photos.
- Quick analysis of different variations.

Key words: Transportation chain, slat conveyors, flight conveyor, bucket conveyor.