

PROBLEMAS ENDÓGENOS DE LA EXPLOTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DEL RODAMIENTO

Gabriel Rivero Llerena

Departamento de Mecánica Aplicada, Facultad de Ingeniería Mecánica, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría
Calle 114 esq. 127 Marianao 15 C. de La Habana, Cuba.
e-mail: grivero@mecanica.cujae.edu.cu

Resumen

El principal propósito de este trabajo es destacar que en la explotación de los rodamientos existe una componente de carácter humano, que debe ser controlada debido a su implicación en el proceso de generación de valor para los proveedores y para los usuarios. Se destaca que el conocimiento de los usuarios sobre los factores clave de la explotación, favorece la transferencia de la tecnología del rodamiento.

Abstrac

The main purpose of this work is to highlight that in the bearing - exploitation there is a human factor that has to be taken into account that should be controlled due to its implication in the process of generation of value for the suppliers and for the users. Stands out that the knowledge of the users about the key factors of the exploitation, favors the bearing – transfer technology.

Introducción

Para el nivel de conocimiento del hombre moderno resulta un hecho trivial el colocar elementos rodantes debajo de un cuerpo con el fin de facilitar el desplazamiento, ver figura 1.

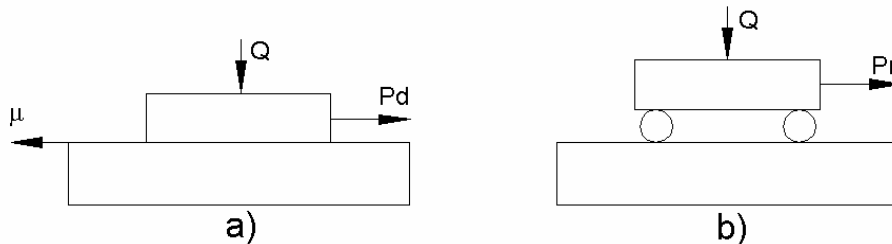


Fig. 1 Tránsito del movimiento deslizante (a) al movimiento rodante (b)

La conquista de este conocimiento marcó un hito importante para el ahorro de la energía mecánica.

Las cargas de deslizamiento son:

$$P_d = \mu Q \quad (1)$$

Las cargas de rodadura son:

$$P_r = (2f / D) Q \quad (2)$$

donde:

μ : Coeficiente de fricción por deslizamiento

P_d : Fuerza necesaria para el deslizamiento

f : Coeficiente de resistencia a la rodadura.

P_r : Fuerza necesaria para rodadura

Para componentes de acero:

$$f < \mu$$

Al comparar los términos que oponen resistencia al movimiento, bajo el efecto de igual peso Q, se aprecia que:

$$2f / D < \mu$$

Además, con los incrementos del diámetro del elemento rodante D, se acentúa esta diferencia por lo que:

$$Pr << Pd$$

Al comparar ambos tipos de movimientos se puede apreciar, con ayuda de las expresiones 1 y 2, que resulta más razonable la utilización del movimiento rodante por requerir un menor valor de fuerza P para mover igual peso. Este razonamiento constituyó un notable descubrimiento para el desarrollo de la humanidad y hoy día se ha elevado a planos superiores siendo la base para el principio de análisis de los cojinetes de rodamiento que generalmente consisten en dos aros de acero con un grupo de elementos rodantes entre ellos.

En el decursar del tiempo se han producido progresos en el dominio del movimiento rodante y su aplicación práctica, este proceso de desarrollo tuvo sus inicios en la Antigüedad y aún en nuestros tiempos se mantiene en constante actividad debido al empeño del hombre en obtener cada vez mayor utilidad de la energía que se aplica con un máximo control de su disipación.

A mediados del siglo XX se avisaron progresos en la ciencia de la tribología y en Ingeniería de materiales creándose después estructuraciones de cálculos de rodamientos, que han sido adoptadas internacionalmente. (normas ISO). En el campo de los rodamientos ha tenido lugar un constante y decisivo desarrollo caracterizado principalmente por la preocupación acerca del incremento de la eficiencia, las altas velocidades de operación y las mayores capacidades de carga. Los rodamientos de bolas y de rodillos son elementos de máquinas que han hallado aplicación en casi todas las máquinas y mecanismos con partes giratorias. Sus propiedades han contribuido con frecuencia a un extenso progreso técnico y económico en diferentes ramas de la Ingeniería, lo que ha motivado una alta demanda de los mismos.

Más recientemente ha ocurrido el vertiginoso desarrollo de la informática unido a un sostenido incremento en el dominio de los factores vinculados con la resistencia a rodadura, lo cual ha propiciado un notable progreso tecnológico que hoy permite obtener una gran diversidad de productos. La tecnología de obtención de estos productos resulta altamente compleja y también está restringida por regulaciones internacionales, lo que facilita la transferencia entre distintos países productores y receptores (transferencia Norte - Sur).

Los fabricantes han entendido la importancia que tiene la correcta instalación y control periódico del rodamiento en servicio del rodamiento así como la influencia de la lubricación, para asegurar un largo período de explotación. Por tales motivos, al margen del rodamiento propiamente, se han desarrollado otros productos.

En la actualidad existe la competencia en el mercado del rodamiento entre las grandes firmas productoras, algunas de las cuales se nombran a continuación:

SKF (Suecia), FAG (Alemania), KOYO (Japón), TIMKEN (E.U), INA (España), GPZ (Rusia), OTRAS.

Existen acuerdos internacionales entre estas firmas (normas ISO) respecto al dimensionado de sus productos lo que facilita la intercambiabilidad. Cada firma tiene sus programas tecnológicos propios y se vale de empresas que tienen un destino específico de producción.

Los tipos de producciones comercializadas por todas las firmas pueden clasificarse en dos grandes grupos: producción Bajo pedido que incluye los rodamientos en miniatura y los grandes rodamientos así como la producción Estandar. Cada firma posee un programa amplio, distribuido en su grupo de empresas, cuya finalidad es la obtención de otros productos tales como:

- Grasas y aditivos para su aplicación
- Elementos de sellaje.
- Actuadores para el movimiento lineal.
- Soportes o pedestales.
- Aplicaciones para: automóviles, maquinaria textil, husillos de bolas y rodillos, etc.
- Aplicaciones aeroespaciales.
- Bolas y rodillos sueltos.

En la época actual se vive una presión por resultados y una escasez de recursos que también afecta el propio campo de la Ciencia y la tecnología, las empresas tienen que administrar un ciclo de vida más corto de los productos, frente a una gran competitividad.

No existe Transferencia tecnológica sin la asimilación por parte de los usuarios, este es un modelo de desarrollo en el que un promotor tiene la obligación de satisfacer todas las expectativas necesarias para que el usuario la convierta en una tecnología propia. En este contexto el presente trabajo tiene el objetivo de abordar los problemas sociales que acompañan a la explotación de la tecnología del rodamiento, con el fin de establecer algunas indicaciones útiles para promotores y usuarios.

Este trabajo ha sido organizado para exponer la diversidad de la gama de los productos del rodamiento, haciendo énfasis en algunos puntos focales de su transferencia tecnológica. Se destaca la influencia negativa que tiene el desconocimiento sobre la designación del rodamiento, los ajustes en alojamientos y ejes así como la correcta lubricación, los que constituyen el factor social que generalmente acompaña a la Transferencia de la tecnología del rodamiento.

Los problemas de un uso incorrecto

Cada vez es más activo el rol de los clientes en la definición de las características de los productos del rodamiento, lo que obliga a las firmas productoras a la creación de capacidades de ingresos que resulten permanentes dentro de la competencia con las restantes firmas, esto ha compulsado a que hoy se puede contar con la garantía de una excelente calidad del rodamiento. En contradicción con esto, se produce en muchos países receptores de esta tecnología la aparición de todo tipo de actores en la función de proveedores y usuarios dentro de la actividad de los mercados.

En los países con pobre desarrollo tecnológico, una inmensa mayoría de los casos, el problema no está relacionado con la selección del rodamiento, más bien la práctica consiste en la adquisición del tipo y tamaño necesario para el conjunto mecánico existente y su utilización de manera racional para la obtención de un largo período de explotación. Para satisfacer esta exigencia es necesario poner la atención en los tres factores que se exponen en la figura 2.

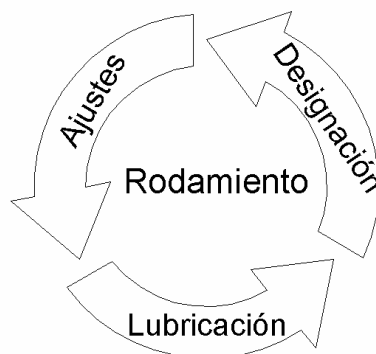


Fig.2 Factores clave para la explotación

Hoy existe un vasto universo de Rodamientos que brinda solución para la más exigente meta, estos niveles de desarrollo adquiridos han requerido de una **designación** inequívoca donde se destacan los elementos básicos y las variantes que de alguna manera difieren del diseño original o del diseño correspondiente a la norma de producción en vigor. El mayor problema se da en el caso de rodamientos con características especiales (indicadas en la designación complementaria), como son las variaciones de holgura interna, diseños específicos de jaula, precisión, agujero cónico, precarga o especificaciones de lubricación. Que al ser soslayadas por el usuario conducen a aplicaciones incorrectas con un plazo de duración reducido.

Los **ajustes** en alojamiento y eje es el otro factor de importancia pues aquí se precisa la fijación radial del rodamiento. Para una correcta elección del ajuste el usuario debe tener en cuenta las condiciones de rotación, la intensidad de carga, condiciones de temperatura, requisitos de precisión de giro, holgura interna, desplazamiento en rodamiento libre y facilidad de montaje y desmontaje. Estos ajustes de los diámetros externo e interno del rodamiento son recomendados por normas internacionales. En relación con esto existen los problemas relacionados con los métodos de montaje y desmontaje donde resulta común la práctica de “violencia” que ocasiona resultados indeseables.

En las zonas en que en el rodamiento aparecen movimientos puros de deslizamiento, como por ejemplo entre cuerpos rodantes y jaula o entre caras frontales de rodillos y aros, se hace imprescindible el uso de grasas de diferente penetración o aceites de diferente viscosidad. La **lubricación** tiene la doble función de reducir al mínimo el rozamiento en el rodamiento y evitar o al menos reducir las alteraciones de las superficies en movimiento relativo, cada caso de explotación requiere un análisis para decidir la lubricación adecuada y los períodos de relubricación del rodamiento.

Resulta significativo que, en muchos casos, los proveedores ignoran la verdadera esencia de los conceptos que existen en estos tres factores y por consiguiente no son capaces de transmitir a los usuarios la información necesaria para evitar el uso incorrecto

El ignorar estos factores clave conlleva a una inadecuada explotación del rodamiento consiguiéndose un deterioro prematuro de un elemento de máquina de probada calidad, todo lo cual es el resultado de una mala administración del conocimiento dentro de las estrategias de mercado de la organización.

Algunos puntos focales de la transferencia tecnológica

Los procesos de transferencia tecnológica son tan antiguos como el hombre, los primeros casos se dieron cuando uno vio a otro hacer un proceso productivo y lo imitó; y, cuando otro hombre pidió que le enseñaran lo que se estaba haciendo.

Desde hace varias décadas, la comprensión del proceso de transferencia de tecnologías ha despertado mucho interés entre investigadores y estudiosos del tema en toda la América Latina. A lo largo de ese período se han adelantado numerosos proyectos de investigación y elaborado incontables propuestas en la búsqueda de soluciones capaces de contribuir a cerrar las brechas tecnológicas existentes entre nuestros países y el mundo desarrollado.

Todo este proceso está generando la necesidad de abordar el tema tecnológico desde nuevas perspectivas y de inducir cambios sustantivos en la manera de adquirir conocimientos técnicos y organizativos. La profundidad del cambio que enfrenta la humanidad en el momento actual es de una magnitud tal que ella exige, para poder estar en capacidad de entender sus implicaciones, el desmontaje de toda la lógica que sustentó el desarrollo industrial a lo largo de todo el período de vigencia del modelo de producción en masa y su sustitución por un "nuevo sentido común", por una lógica totalmente nueva que se adapte a las exigencias del nuevo paradigma. La nueva práctica gerencial implica un conjunto de cambios que sugieren una estructura empresarial más ágil, flexible y adaptable a los progresos tecnológicos, donde la capacidad de anticipación y la velocidad de respuesta al transferir la tecnología determinan la supervivencia de la propia organización. En la figura 3 se puede apreciar una estrategia del actual modelo de Transferencia tecnológica.

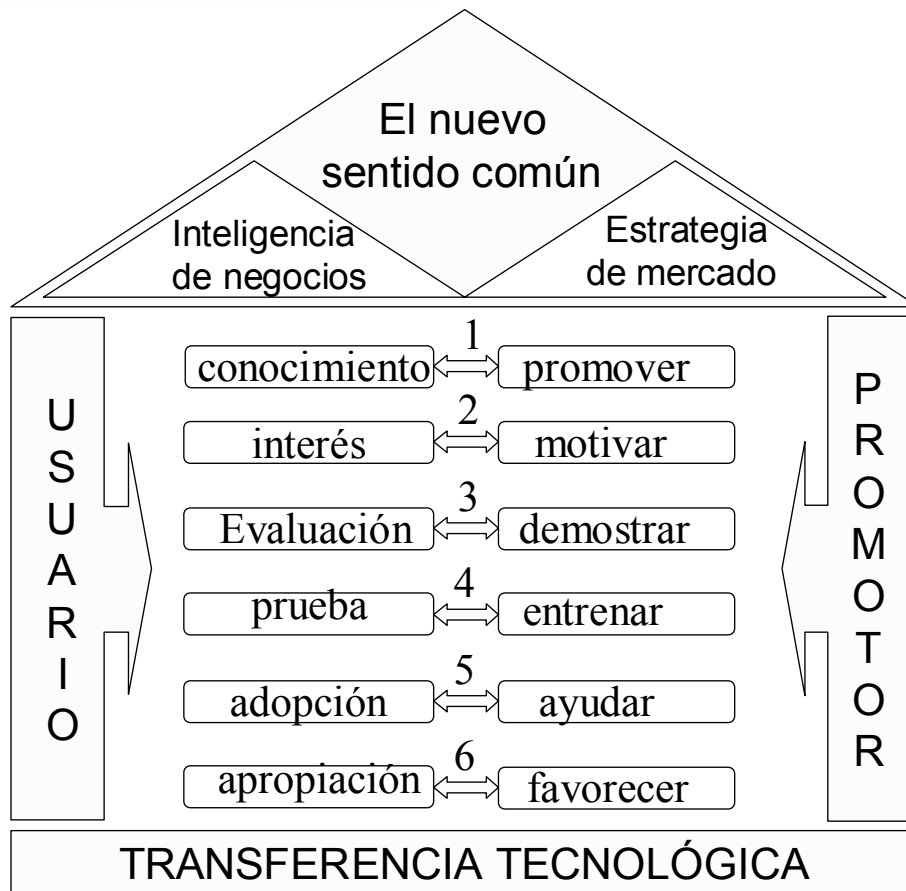


Fig.3 Estrategia de la Transferencia tecnológica

La inteligencia de negocios, o *business intelligence*, se puede definir como el esfuerzo intencional por obtener información interna y del entorno, que es de interés para una organización en general. El objetivo principal es que con esta información los tomadores de decisiones de la organización sean más asertivos. La inteligencia de negocios informáticos que contiene los nuevos conceptos como *datawarehouse* (almacén de datos) y *datamart* (tienda de datos), concentran toda la información del negocio para presentarla en formatos consolidados comparables y que faciliten la toma de decisiones.

Hoy existen organizaciones donde la capacidad de observación y el aprendizaje continuo son destrezas fundamentales para el éxito, es importante resaltar que para la administración del conocimiento, los individuos forman parte del capital humano, uno de los más importantes de la organización, el objetivo NO es hacer sistemas que piensen por las personas. La gente es y seguirá siendo un factor fundamental. Lo que se pretende es que con estos modelos y herramientas, las personas puedan tener una percepción más completa de la realidad y utilicen su creatividad en la búsqueda de soluciones a los problemas que enfrentan.

Posiblemente el factor más importante, dentro de la "orientación estratégica del mercado", es el tipo de producto y el sector del mercado hacia el cual la empresa desea orientar su proceso de transformación. Los diferentes saber hacer (tecnologías), que la empresa debe estar en condiciones de adquirir, dependen del sector del mercado en el cual ella se quiere posicionar. Se reconocen cuatro tecnologías críticas para el éxito.

1- Tecnología de procesos.

3- Tecnología de organización.

2- Tecnología de mercado.

4- Tecnología de producto.

En la tabla 1 se ilustra de manera esquemática la idea de cómo el énfasis, o punto focal, de una estrategia de adquisición de nuevas tecnologías, deberá responder al tipo de producto al cual ella apunta, aquí se hace una sugerencia de la combinación entre tipo de producto y tecnología básica, solamente para orientar al tipo de habilidades sobre las cuales se debe sustentar la estrategia de cambio. En esta tabla las cuatro tecnologías básicas indicadas definen dos niveles de "especificidad" de los productos: uno en que los parámetros de diferenciación son mínimos (Estandar) y el otro es el de producto (Bajo pedido) en el que las exigencias de diferenciación establecidas por los clientes son muy importantes.

Tabla 1 Competencias claves asociadas a cada una de las tecnologías para cada tipo de producto

TIPO DE PRODUCTO	TECNOLOGÍAS BÁSICAS			
	Proceso	Mercado	Organización	Producto
Estandar 	Efectividad de los procesos	Control de suministros, tiempos y entregas	Capacidad de respuesta y control de costos	Aseguramiento de la calidad
Bajo pedido 	Versatilidad de los procesos	Investigación de mercados	Creatividad y servicios	Creación de nuevos tipos de productos

Resulta evidente del análisis de esta tabla que al movernos entre los tipos de productos, encontramos dos organizaciones con perfiles de habilidades y destrezas diferentes. Por una parte una empresa con capacidad de producir, eficientemente y a bajo costo, grandes volúmenes de rodamientos "siempre iguales" asegurando con rigor su conformación a un conjunto mínimo de especificaciones de calidad y, por la otra, una organización capaz de conocer y complacer las exigencias de un menor número de clientes, cada uno con aspiraciones o necesidades muy propias que aceptan el costo de la diferenciación e incluso están abiertos a aceptar ideas o propuestas novedosas y quienes exigen a la empresa proveedora una muy sólida capacidad de innovación y procesos de producción de una total versatilidad.

Obviamente la tecnología tradicional fruto de la cultura local, está adaptada a su entorno y usa los insumos disponibles. Pero el incremento del conocimiento y la generación de expectativas de la gente que la practica, ejerce una enorme presión que obliga a la búsqueda de nuevos procedimientos que solucionen los problemas y aceleren la satisfacción de necesidades. En el modelo de desarrollo conocido como Transferencia tecnológica, algunos sostienen que si un grupo recibe una inyección de tecnología puede hacer uso inmediato o casi inmediato de ella. Si estudiamos los fracasos ocurridos en la transferencia de tecnología veremos que muchos de ellos se habrían evitado si se hubiera dado el tiempo necesario para el dominio de la tecnología y se hubiese permitido adaptarla a las peculiaridades del grupo con el fin de hacerla apropiada.

El proceso de transferencia de tecnología tiene dos actores principales: el Promotor y el Usuario y aunque el usuario inicialmente haga repeticiones de la práctica de la tecnología que se le ha

propuesto, no debe pensarse que la ha adoptado, está tan solo en el camino de hacerlo y el promotor debe seguir apoyándolo hasta que la incorpore a su quehacer. Muchos grupos han regresado a sus prácticas anteriores por falta de apoyo del promotor. El promotor de la transferencia tecnológica debe tener un amplio dominio tecnológico para despertar la credibilidad del usuario logrando un alto grado de afinidad entre ambos, este debe acometer las correspondientes acciones inteligentes para que el usuario potencial logre la apropiación de la tecnología, su misión es brindar la información necesaria y suficiente para una decisión correcta. En la figura 3 se observa que el proceso de adopción tiene seis etapas por las que pasa el usuario potencial.

Influencia del factor social en las fallas

En este trabajo hemos abordado intensionalmente los problemas sociales que acompañan a la explotación de la tecnología del rodamiento. Existe una relación directa entre el valor de uso del rodamiento y los valores que han sido creados en el usuario mediante el uso de bienes intangibles como son su conocimiento en este tema.

En administración del conocimiento como en la mayoría de las áreas, el éxito de implantación de una nueva herramienta tecnológica depende mayormente de factores no técnicos, como son: el factor humano, los procesos organizacionales y la cultura, sin olvidar la administración de la experiencia puesto que el conocimiento se desarrolla en el tiempo a través de la experiencia.

Las herramientas tecnológicas para la administración del conocimiento, como cualquier otra herramienta, están diseñadas para facilitar el trabajo y permitir que los recursos sean aplicados eficientemente intercambiando información y conocimiento.

Para la transferencia de la tecnología del rodamiento se destinan cuantiosos recursos a la divulgación en forma de revistas comerciales y técnicas, catálogos, versiones informatizadas, videos, etc. Dentro de este concepto es importante darse cuenta que estas herramientas tecnológicas que son etiquetadas como administración del conocimiento, no podrán ser clasificadas como tal; esto es, la mayoría de estos sistemas no manejan conocimiento sino información y entre estos dos conceptos existe gran diferencia. Información puede ser definido como “datos relacionados” mientras que conocimiento es “información razonada”.

La capacitación del usuario del rodamiento está encaminada a la adopción y apropiación de la tecnología, lo cual apoya al proceso de generación de valor de la organización, por lo que resulta necesario definir el “objeto” que será explotado, ya sea información o conocimiento.

La transferencia tecnológica está envuelta en la cultura tecnológica local, en muchos países en vías de desarrollo, como Cuba, la comunidad de beneficiarios del rodamiento posee una escasa cultura tecnológica de este producto, al extremo que el 66% de las causas de sus fallas tiene un carácter social y puede ser controlada, el otro 34% corresponde a una falla inevitable que es de carácter técnico (la fatiga). En la figura 4 se puede apreciar la influencia social en la explotación de la tecnología del rodamiento.

% de Fallas

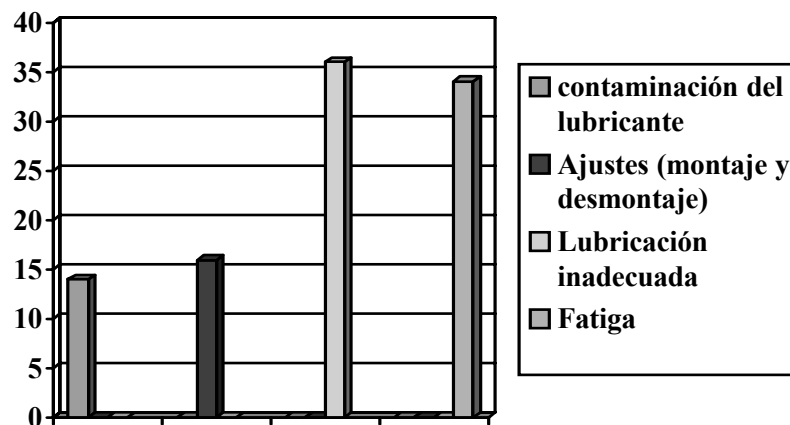


Fig. 4 Causas de fallas de los rodamientos

La Universidad es altamente competitiva en la formación y capacitación dentro del sector empresarial pues cuenta con recursos humanos con alto valor agregado en el campo del conocimiento en áreas técnicas, tecnológicas, administrativas y sociales. La universidad en este sentido tiene un triple papel: primeramente la solución inmediata de la necesidad de capacitación, en segundo la actualización de los planes de estudio en la formación de nuevos profesionales, que luego pasarán al sector empresarial con niveles más actuales de conocimiento y en tercero el de promover el desarrollo social a través de su actividad de extensión universitaria.

El vínculo con las empresas que hasta hoy ha sostenido la CUJAE en los procesos de Transferencia tecnológica, a través de la actividad de extensión, es susceptible de ser ampliado y con ello apalancar su influencia en el sector empresarial, lo que contribuirá a la reorientación de sus temas de investigación. La Facultad de Ingeniería Mecánica tiene previsto dentro de sus planes de formación profesional alguna información sobre la tecnología del rodamiento, sin embargo esta sólo llega a crear en el estudiante un acercamiento al tema.

La comunidad de beneficiarios de la tecnología del rodamiento en Cuba, se encuentra en las empresas de producción y servicios fundamentalmente, todos los ministerios del país poseen una dirección de importaciones que realiza la gestión de necesidades de rodamientos según las regulaciones establecidas.

El autor del presente trabajo, mediante las actividades de extensión, ha logrado vínculos flexibles con el Ministerio de la industria cubana siderúrgica, mecánica y electrónica para la transmisión de paquetes de conocimiento que contienen la interrelación de los elementos básicos para la asimilación exitosa de la tecnología del rodamiento a partir de la información que brindan importantes firmas comercializadoras en el mundo. Esto ha contribuido al proceso de capacitación de usuarios pertenecientes a diferentes ministerios del país los cuales asisten a la sede para la Gestión y técnicas administrativas (GESTA), del citado Ministerio.

Conclusiones

1. Existe una dependencia entre la especialidad del rodamiento y las habilidades en que se sustenta la estrategia de la tecnología como conjunto de actividad tecnológica, financiera y comercial.
2. En la explotación de la tecnología del rodamiento hay una relación directa entre el valor de uso de este y el conocimiento que posee el usuario, lo cual tiene incidencia en la reducción de los costos.
3. Como usuarios del rodamiento, los especialistas de los diversos sectores empresariales y de servicio necesitan convertir en conocimiento toda la información que brindan los fabricantes, con esto su gestión será más eficiente en la interrelación promotor - usuario.
4. En los países en vías de desarrollo se hace necesario la participación directa de los centros de formación académica en el proceso de la transferencia vertical de tecnología, por cuanto en el mundo actual la administración del conocimiento se ha convertido en un factor de ventaja competitiva.

Bibliografía

1. Armenteros, A., "Transferencia de tecnología ¿dependencia o aprendizaje?" , Tecnología y Sociedad. Tomo I, pag. 100, 1997
2. Ergos, H, "Why do some countries innovate more than others?", Centre for European Policy Studies, Bruselas, 1998
3. Nuñez, J., "La Ciencia y la Tecnología como procesos sociales", Edit. Félix Varela pag.213, Cuba 1999
4. Parisca S, "La transferencia de tecnología en el contexto de las nuevas prácticas gerenciales" IBERGECYT'96 Pág. 82
5. Rivero G. "Monografía sobre rodamientos" CUJAE, Cuba 1998
6. SKF, "Catálogo general de rodamientos" 47-61 000 . Austria,2002
7. Valerio, G. "Administración del conocimiento" Transferencia. Tec. de Monterrey , México, pag. 19 N°2 2002