Estaciones de bombeo: evolución y futuro

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de bombeo suponen hoy en la actualidad casi un 20% de la demanda de energía eléctrica mundial y entre el 25 y 50% del consumo de energía en ciertas instalaciones industriales.

Dentro de estos sistemas, la proyección de una estación de bombeo representa un cúmulo de preguntas y problemas a resolver, tanto de ingeniería hidráulica, mecánica, eléctrica, electrónica etc., así como de índole económica.

Pretendemos tratar hoy aquí no tanto la resolución de muchos de estos problemas, aunque inevitablemente hablaremos de ellos, si no orientar los planteamientos en el diseño de las estaciones hacia las corrientes renovadoras que sobre ellos se están produciendo.

A través de nuestra dilatada experiencia en múltiples instalaciones en todo el mundo hemos podido constar con algunos importantes detalles que intentaremos trasmitir.

DESARROLLO

1. Factores de la evolución

1.1. Metalurgia

La calidad y precisión de la metalurgia actual desde la generalización de los hornos eléctricos de inducción (frente a los cubilotes anteriores), junto con los analizadores espectrométricos, que permiten saber con exactitud, la composición química de los metales de fusión en el momento de la colada, han conseguido una gran fiabilidad mecánica tanto en bombas, válvulas, tubas, etc.

Esta mejora de los materiales ha permitido un mejor desarrollo hidráulico, una mejora de rendimientos, un incremento de las prestaciones de caudal, presión, etc., y fundamentalmente una gran fiabilidad mecánica e hidráu-

Resumen / Abstract

Se presentan de manera comprensible los avances actuales y el papel de las nuevas tecnologías en el diseño y construcción de estaciones de bombeo. Se presentan los últimos adelantos en las esferas técnica y teórica relacionada con el diseño y operación de los equipos de bombeo. Se hace hincapié, en los adelantos e innovaciones en la gestión de la operación en consonancia con la optimización energética en dichas instalaciones. El rol imprescindible de los programas informáticos y el salto cualitativo que han logrado en la ayuda para la selección, análisis y diseño de variantes de proyectos para estaciones de bombeo, es abordado también en este trabajo.

Palabras clave: estaciones bombeo, evolución, innovación.

IRecent improvements as well as the rol of new technologies in design and construction of pumping stations are presented in a comprehensive way. Also recent advances in technical and theoretical fields are introduced as related to design and operation of pumping equipments. In all these advancements and innovations operation management as concerned with energy optimization of instalations is emphasized. The essential role of informatic software and the tremendous impulse they have achieved in assisting selection, analysis and design of project alternatives of pumping stations is considered in this work as well.

Keywords: pumping stations, evolution, innovation.

Ing. Ramón Huguet Esteve. Director Bombas Ideal S.A., Valencia, España. Email: central@bombas-ideal.com.
Ing. Yaset Martínez Valdés. Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH), CUJAE, Email: yaset@cih.cujae.edu.cu

lica de las instalaciones, reduciendo el número de incidencias y averías.

1.2. Mantenimiento

Una mejora en el mantenimiento de los equipos es una garantía de duración y calidad del servicio de las estaciones de bombeo.

La diferencia de un buen mantenimiento a un mal mantenimiento puede representar multiplicar por 10 la duración de los equipos. Este aspecto, a menudo, desgraciadamente olvidado en muchos países, incrementa los costos considerablemente cuando no se hace adecuadamente.

Un buen mantenimiento no está basado en tener más repuestos de los necesarios de las piezas de desgaste, si no fundamentalmente en la formación intensiva del personal a cargo de la estación, y en un plan sistemático de revisión de parámetros "prevención" y de mantenimientos preventivos.

Este plan de revisión debe contemplar el registro sistemático y periódico de datos como presión, consumo eléctrico, temperaturas en puntos clave, etc., así como un registro de incidencias y sus soluciones.

La limpieza, preparación del personal y los libros de registro son sinónimos de calidad en el mantenimiento.

1.3. Ahorro de energía [1] - [6]

La reducción del consumo de energía es uno de los objetivos principales a tener en cuenta en el diseño de las estaciones de bombeo.

El consumo de energía en una estación de bombeo, podrá reducirse analizando varios parámetros, como son:

1. Rendimiento de las bombas
2. Eliminación de pérdidas volumétricas innecesarias en las tuberías de aspiración e impulsión
3. Adecuando a las máquinas motrices (motor eléctrico o diesel) a sus parámetros de mejor rendimiento
4. Evitando trasformaciones innecesarias en las máquinas
5. Adecuando las bombas a los parámetros de consumo de los usuarios:
a. Estudiando las necesidades de los usuarios por horas y días
b. Estudiando las necesidades de los usuarios por estaciones
c. Ampliando el número de bombas para el bombeo de forma que se ajuste al consumo puntual real
6. Empleando variadores de frecuencia y/o arrancadores suaves:
a. Elimina consumos punta en el arranque
b. Ajustar los datos de la bomba al consumo real
c. Evitar los golpes de ariete
7. Adecuando los riegos a las necesidades de los cultivos (no programaciones fijas)
a. Utilizando sondas detectoras de humedad

1.4. Electrónica e informática [6]

Los considerables avances de la electrónica y la informática en estos últimos años, junto con la disminución de sus precios, están resultando definitivos para la implantación en las estaciones de bombeo.

Las mediciones de los parámetros fundamentales de los equipos de bombeo, tanto de servicio como de mantenimiento, así como programas que tomen decisiones de una forma lógica partiendo de estas mediciones de telecontrol, están resultando imprescindibles en la operación de una estación de bombeo.

Estas mediciones electrónicas junto con el control informático de las estaciones de bombeo:

1. Reducen cargas de trabajo de explotación
2. Reducen cargas de trabajo de mantenimiento
3. Optimizan las condiciones de explotación con una considerable disminución del consumo de energía
4. Evitan maniobras por fallo humano equivocadas y peligrosas
5. Permiten la centralización en un solo puesto de control de la operatividad y necesidades de mantenimiento de varias estaciones de bombeo.

2. Futuro de las estaciones de bombeo

2.1. Generalidades

Un proyecto de estación de bombeo requerirá de una serie de consideraciones y estudios previos [1]:

a) Determinación de los caudales necesarios por días y por horas
b) Determinación de estos caudales en el tiempo por estaciones
c) Determinación del emplazamiento
d) Determinación de las conexiones con otras estaciones
e) Determinación de los datos hidráulicos de cada estación y de cada bomba dentro de las estaciones
f) Determinación del riesgo potencial de los cultivos y/o servicios que atiende para definir los parámetros de seguridad necesarios
g) Determinación del emplazamiento del puesto de control.

2.2. Proyecto [4], [5], [6]

En la actualidad, los proyectos de estaciones de bombeo contarán con más apoyo por parte de la tecnología e introducción de nuevos conceptos y normativas que ayudarán a los especialistas a tomar decisiones y variantes

con más eficacia.

Por una parte la utilización cada vez más creciente de los programas informáticos de selección de equipos por los especialistas involucrados, ha elevado la calidad y ganancia del recurso tiempo en la proyección de estas instalaciones. Bombas Ideal cuenta su propio programa de selección de equipos BIPS, en su última versión 1.2.14 con buenos resultados de aplicación tanto en la esfera profesional como docente.

En cuanto a nuevos conceptos en la tarea de proyección, se impone la utilización de la normativa LCC (Life Cycle Cost) en todos nuestros proyectos.

El costo del ciclo de vida de cualquier equipo es el coste total durante su vida útil, que incluye la compra, instalación, funcionamiento, mantenimiento y retirada del equipo. Determinar este costo implica seguir una metodología que identifique y cuantifique todos los componentes que forman la ecuación de este costo. Al utilizarla como herramienta comparativa entre el posible diseño u otras alternativas examinadas, este método hará que sea posible obtener la solución más rentable dentro de los límites de los parámetros disponibles [7].

2.3. Emplazamiento y obra civil [6]

1. Es muy importante elegir cuidadosamente el emplazamiento de la estación de bombeo, pues su situación puede influir de forma importante en el funcionamiento y en los costos de construcción y mantenimiento.

2. Si su captación es de pozo sobre un manto freático uniforme, habrá que elegir su perforación en las proximidades de las vías de comunicación, caminos, líneas eléctricas, conductos de circulación de conexión con otras estaciones, etc.

3. Si la captación es de ríos, pantanos, embalses, deberán, además de las consideraciones anteriores, situarse lo más cerca posible del agua a captar, incluso si fuese posible sobre ella. Los conductos de aspiración deben de reducirse en la medida de lo posible. La variante de las bombas verticales se impondrá por sobre el uso de las bombas horizontales ya que estas succionan desde dentro del nivel de agua. Este tipo de bomba se hace imprescindible cuando se trata de una gran estación de bombeo.

4. La obra civil debe reducirse en lo posible pues no olvidemos que es una parte muy importante del costo de la estación. La tecnología permite que tanto bombas como motores trabajen a la intemperie o con una ligera protección. Sin embargo deberán protegerse muy bien de los elementos atmosféricos, sol, lluvia, etc., los dispositivos de medición y control, ya que la precisión y durabilidad de estos equipos electrónicos depende en gran medida del grado de protección bajo el cual estén.

5. Se protegerán en su perímetro las instalaciones para evitar riesgos de manipulación inadecuada de los equipos o de actos de vandálicos.

2.4. Aspiraciones [1], [2], [6]

1. En las captaciones naturales de ríos la velocidad del agua de aproximación a las tomas de aspiración de las bombas debe estar próxima a 0.25 m/s

2. Deben situarse de forma lateral a la corriente en el caso de los ríos para evitar la acumulación de elementos flotantes o de arrastre.

3. Es muy conveniente situar fosas de decantación tanto de flotantes, como de sólidos.

4. En las tomas sobre caudales decantados bastará con proteger a la bomba de la corriente con la reja de protección y situar la estación de bombeo sobre el caudal o de forma lateral lo más junto posible a él.

5. En las tomas de pequeños embalses o piscinas bastarán con la protección de las bombas coladores, etc.

6. Las tuberías de aspiración deberán ser siempre ascendentes hacia la bomba, no permitiendo descensos de nivel, ni para los conos de encuentro con las bocas de la bomba que deberán ser excéntricos.

7. La velocidad en la tubería de aspiración sería deseable fuese de alrededor de 1 m/s

8. Las altas velocidades disminuyen las capacidades de aspiración de las bombas considerablemente y provocan muchos problemas de destrucción prematura por cavitación.

9. Recordar siempre los siguientes términos y la condición:

a. Capacidad de succión de la bomba ($NPSH_r$)

b. Capacidad disponible de succión en la instalación ($NPSH_d$)

c. $NPSH_d > NPSH_r$ o destrucción de la bomba.

10. Aplicación de las nuevas normativas con relación a los márgenes de seguridad contra la cavitación atendiendo al tipo e importancia de la estación.

2.5. Impulsiones [1], [2], [6]

1. Tuberías lo suficiente amplias con velocidades que no deben superar los 3 m/s en las salidas de las bombas, y ser lo más bajos económicamente posibles en las redes de distribución

2. Si la velocidad baja de 0.8 m/s tendremos problemas de sedimentos lo cual tampoco es conveniente

3. Las uniones con otros colectores generales o con otras redes serán siempre cónicas de gran longitud y con uniones en el sentido de la corriente, nunca en contra de ellas

4. Las válvulas de regulación serán del mismo tamaño que las conducciones, y las de retención a ser posible de un tamaño superior

5. En las re-elevaciones se evitarán los depósitos o balsas intermedias

6. Todas las tomas de elementos de medida estarán protegidas y permitirán su desmontaje y revisión sin el paro de la estación.

2.6. Bombas [1], [2], [6]

1. Todas permitirán el desmontaje y la revisión sin el paro de la estación y sin la desconexión de las tuberías.
2. Seleccionadas con el máximo rendimiento.
3. Ajustadas a los datos de servicio
4. Con bajo mantenimiento, sellos mecánicos, etc.
5. Con sensores de temperatura en rodamientos en las grandes estaciones.

2.7. Máquinas motrices [1]

1. Los motores serán acoplados directamente a las bombas evitando elementos intermedios (reductores, poleas, correas, etc.), siempre que fuese posible.
2. Los motores eléctricos serán con protección para intemperie (IP-55) y se diseñará la estación para este tipo de motor evitando la obra civil, en las grandes estaciones estos motores deberán llevar sondas térmicas en los bobinados y en los rodamientos para poder realizar un mantenimiento preventivo.
3. Los motores diesel serán refrigerados por aire en pequeñas potencias hasta un máximo de 80/100 CV y por agua con intercambiadores en motores mayores y deberán llevar protección y sensores de control de temperatura, niveles y presión de aceite, velocidad, nivel de carga de las baterías, arranque, confirmación de arranque, lectura de la velocidad, etc.
4. Se deberán instalar grupos de emergencia (grupos de electrógenos) en los casos donde realmente se justifique dicha inversión para garantizar el servicio continuo a los usuarios.

2.8. Elementos de medida y control [1], [6]

Además de las mediciones en las máquinas motrices de cada bomba se debe controlar al menos presión en servicio, caudal de servicio o al menos en su defecto sensor de caudal.
Lo deseable sería controlar siempre de forma permanente:
a. Presión de servicio
b. Caudal
c. Temperatura de rodamientos
De forma periódica deberíamos poder controlar vibraciones en los puntos fundamentales.
Es importante que todas las mediciones se anoten bien en un libro de registro bien en un registro informático.

2.9. Centro de control

1. En el futuro de las estaciones de bombeo tanto agrícolas como de abastecimiento a las ciudades e industrias, sus costos serán elevados en el momento de la inversión inicial, pero sus ventajas en cuanto a duración de los equipos, optimización de los mismos, reducción de las intervenciones de mantenimiento, etc., hacen en la mayoría de los lugares que esta inversión, se compense con creces a lo largo de la vida útil de la instalación.
2. Los centros de control se refieren siempre por supuesto al multicontrol de varias estaciones deseablemente conectables entre sí, pero no siempre absolutamente necesarios (figura 1).

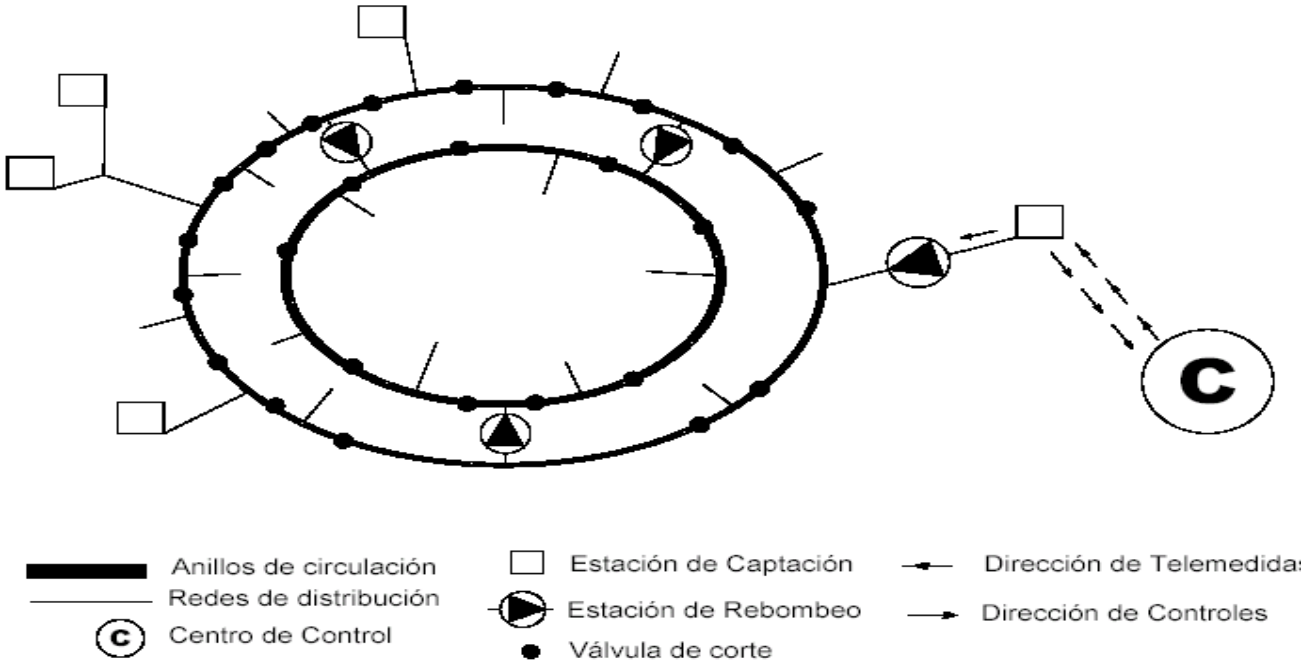

Figura 1. Esquema de operación de un centro de control de mando con varias estaciones de bombeo conectadas.

CONCLUSIONES

A modo de resumen las estaciones de bombeo deben diseñarse teniendo siempre en cuenta los siguientes parámetros:

1. Estudio muy profundo de las demandas requeridas de bombeo

2. Mínimo mantenimiento

3. Reducción del tamaño de las bombas para lograr una mejor adaptación a la demanda

4. Implementación de la automatización electrónica, telemedida, telecontrol y centros de control

5. Unión de las estaciones de captación y rebombeo en redes para alcanzar una mejor garantía en el servicio

6. Introducir los variadores de frecuencia, para obtener reducciones del consumo de energía y del coste de las redes.

7. Simplificación de las conducciones de aspiración e impulsión.

8. Considerar siempre la variante de bombas y motores para trabajo en intemperie siempre que sea posible.

REFERENCIAS

[1] Bombas Ideal S.A. Datos técnicos de Hidráulica. Bombas. Oficina de Ingeniería Bombas Ideal S.A., Ed. Signo Gráfico, S.L., Massalfassar, Valencia, España, 2005.

[2] Hydraulic Institute (HI). Hydraulic Institute Standards HI: 9.61. Iowa, USA, 1998.

[3] Hydraulic Institute (HI), European Association of Pump Manufacturers (Europump) and Departament of Energy (DOE). Variable Speed Pumping: A Guide to Successful Applications. HI, Iowa, USA, may, 2004.

[4] Hydraulic Institute (HI). Improving pumping system performance, a sourcebook for industry, 2nd Edition. HI, Iowa, U.S.A., may, 2006.

[5] Hydraulic Institute (HI). Optimizing Pumping Systems: A Guide for Improved Energy Efficiency, Reliability & Profitability. HI, Iowa, USA, january, 2008.

[6] Manual técnico Bombas Ideal S.A. Oficina de Ingeniería Bombas Ideal S.A., Massalfassar, Valencia, España, 2008.

[7] Sanz Fernández, I.: "El coste de ciclo de vida en las bombas" Anales de Mécanica y Electricidad, Revista de la Asociación de Ingenieros de la I.C.A.I., Nº 20, septiembre - octubre, pp. 16 - 24. Madrid, España, 2003.

Recibido: Noviembre del 2009
Aprobado: Diciembre del 2009