



# Sistema de alta eficiencia para el bombeo de agua

**Iñaki Calvo** responsable de Productos Sumergibles de Likitech

## 1. Introducción

Según estudios efectuados por Franklin Electric durante una horquilla de utilización de entre 7 y 10 años, el 90% del coste del ciclo de vida de un sistema hidráulico sumergible corresponde al consumo de energía. El gasto de energía es, por tanto, el 'caballo de batalla' para mejorar. Como solución, de las manos de Likitech, proveedor de soluciones para distintos sectores del agua, nace el nuevo sistema de bombeo de alta eficiencia, desarrollado para consumir menos energía y ofrecer mayor flexibilidad y más posibilidades de utilización.

Dado que para mejorar y dar mayor fiabilidad a una aplicación es imprescindible actuar sobre todos sus elementos, el sistema lo componen un motor síncrono su-

mergible Franklin Electric de acero inoxidable AISI 304, un variador de frecuencia de alta gama, un filtro de salida para el mismo y un cuerpo hidráulico sumergible E-Tech de alto rendimiento. Seguidamente se describe cada uno de los elementos por separado. Por el momento, únicamente se ofrece en 6", aunque con previsión de lanzamiento de motores de 8" de hasta 93 kW para 2015.

## 2. Motor síncrono 6"

El motor de este sistema de bombeo, completamente en acero inoxidable AISI 304 (disponible también en AISI 316 o 904L), es síncrono rebobinable de cuatro polos con rotor de imanes permanentes, estator bobinado en PE2/PA (dos capas de polietileno y una de poliamida: hasta



90 °C y 1.000 V) y cierre mecánico de carburo de silicio. A pesar de ser idóneos para su aplicación en motores eléctricos, los imanes tienen dos inconvenientes que les pueden hacer perder su capacidad para contribuir a generar movimiento: son sensibles a la corrosión y a la temperatura. Para contrarrestar estos puntos débiles se ha dotado a los paquetes de imanes permanentes con cinco capas de protección, con lo que se consigue que mantengan sus propiedades magnéticas.

El rendimiento del motor aumenta en 10 puntos, lo que equivale a un 30% más de eficiencia en condiciones de plena carga respecto a un motor asíncrono. Además, mantiene su eficiencia a carga parcial prácticamente inalterada, a diferencia de lo que ocurre con los motores asíncronos, los cuales (con o sin variador de frecuencia) sufren una disminución notable de eficiencia a medida que trabajan más alejados de las condiciones óptimas de trabajo.

Las características de los motores de imanes permanentes permiten utilizar un mismo motor para un rango de potencias, con lo que se ofrecen dos motores desde 4 kW hasta 37 kW, frente a los diez escalones habitualmente necesarios en motores asíncronos (**Figura 1**).

El motor se calienta entre 10 y 15 grados menos que uno convencional, mientras que el bobinado en PE2/PA del estator garantiza una mayor calidad y mayor aislamiento y resistencia a la sobretensión, lo que aumenta su vida útil (se ha comprobado que una disminución de temperatura de 10 °C en un motor equivale a doblar su vida útil). En la **Figura 2** puede verse una comparación de la evolución del aislamiento (%) en función de la temperatura alcanzada por el cable, entre un bobinado en PE2/PA y uno en PVC.

El motor se ha diseñado de forma que pueden desmontarse la parte superior y la inferior para facilitar el rebobinado en caso necesario; además, cumple las prin-

cipales normativas europeas sobre agua potable, dispone de conexión estándar según NEMA, así como de líquido interno refrigerante no contaminante. La alimentación estándar es a 400V 50Hz, con cierta tolerancia, aunque también puede alimentarse a voltajes especiales e incluso a 60Hz. Además, se puede montar sensor de temperatura de tipo PT100 (que, a su vez, puede conectarse al variador de frecuencia mediante una placa específica).

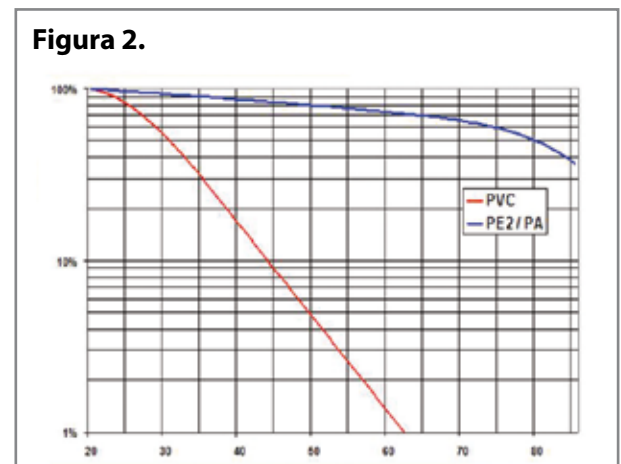
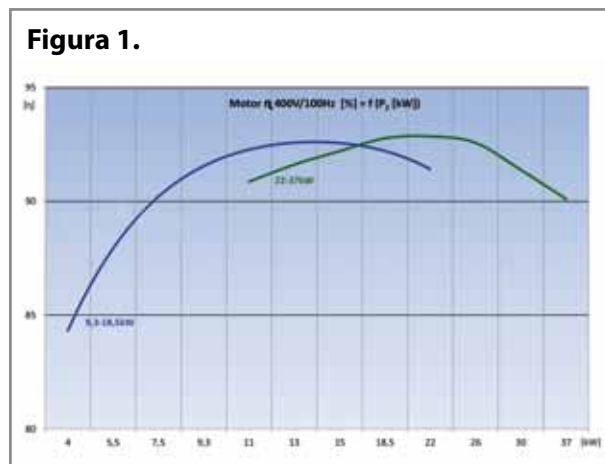
### 3. Variador de frecuencia y filtro de salida

Para arrancar el motor, protegerlo y mejorar su rendimiento, es necesario un variador de frecuencia cuyo software, diseñado por Franklin Electric específicamente para esta aplicación, permite que la mayor parte de parámetros controlados se adapten perfectamente a las especificidades del motor.

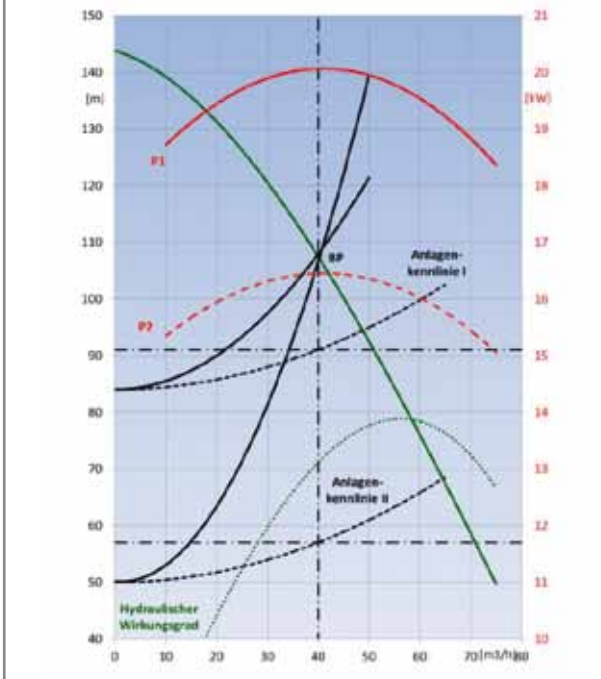
Mediante su uso, se consigue limitar la corriente de arranque a un valor entorno a 1,5-1,8 veces la nominal, frente a las tres veces con un arrancador progresivo. De alta eficiencia, dispone de comunicación Modbus, aunque opcionalmente puede suministrarse una tarjeta Profibus.

Para reducir la influencia de armónicos y ruido eléctrico generados por el variador (importantes picos de tensión que atacan directamente al bobinado) y garantizar el funcionamiento y durabilidad del motor, se incorpora un filtro a la salida del mismo. Se ofrecen dos tipos de filtro a instalar: uno de tipo dU/dt y otro senoidal. El senoidal es muy efectivo y necesario para longitudes de cable superiores a ciento veinte metros. El dU/dt es algo menos eficaz, pero adecuado para distancias menores. Ambos generan pérdidas en torno a un 2-3% (en el caso del dU/dt) y a un 8% (senoidal).

Se ofrecen dos tipos de envoltorio para variador y filtro: una para montaje en exteriores con clase de protección IP66 e IP54; y otra para montaje en cuadro con clase de protección IP21 e IP00, respectivamente.



**Figura 3.**



**4. Cuerpo hidráulico**

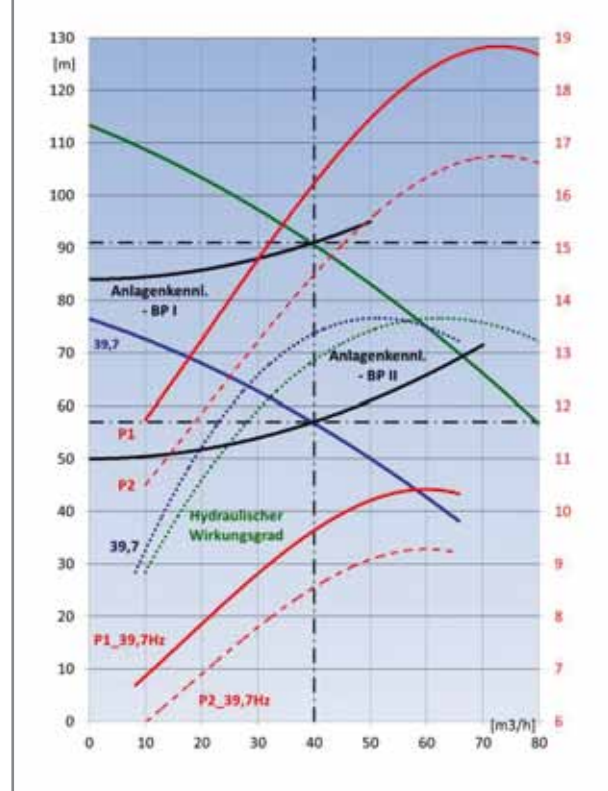
Franklin Electric ha elegido para el sistema un cuerpo hidráulico E-Tech de la serie VS, una gama de equipos capaces de obtener muy alta presión (hasta 120 m³/h a 50 Hz) y con un acabado de gran calidad: acero inoxidable y válvula antirretorno para la protección contra golpes de ariete. No obstante, puede incorporarse cualquier cuerpo hidráulico con acoplamiento según norma NEMA y que ofrezca buen rendimiento.

**5. Ventajas del sistema**

El desarrollo del sistema completo con componentes seleccionados específicamente para esta aplicación garantiza la perfecta interacción de todos ellos, lo que permite obtener un ahorro de un 20% de energía o superior. Este ahorro deriva, a su vez, en una amortización del sobrecoste del mismo respecto al de una instalación en continuo funcionamiento con motor asíncrono en menos de 2 años. Existe también una serie de ventajas adicionales:

- Posibilidad de controlar la velocidad del motor, lo que redundará en un rendimiento óptimo y una mayor durabilidad (dado que se evitan calentamientos innecesarios).
- El arranque progresivo lo realiza el variador.
- En un motor asíncrono, menos caudal y menos altura significa menos potencia, reduciendo el coseno de phi;

**Figura 4.**



en un síncrono, el factor de potencia se mantiene inalterable y muy próximo a la unidad, lo que prácticamente elimina la potencia reactiva consumida y, por tanto, reduce la potencia a contratar o generar.

- Ideal para aplicaciones alimentadas con energía solar.

Puede concluirse que el sistema de bombeo de alta eficiencia de Franklin Electric es ideal para aquellas aplicaciones que requieran de un funcionamiento continuo, flexibilidad en los puntos de trabajo al más alto rendimiento y aplicaciones con energía solar.

**6. Caso práctico: instalación del sistema en una compañía de aguas en Alemania**

En diciembre de 2012 se instaló y puso en servicio un sistema de alta eficiencia de 6" y 15 kW formado por un motor sumergible síncrono NEMA en AISI 304 (3.000 rpm), un variador de frecuencia con protección IP66 y un filtro de salida du/dt con protección IP54.

**6.1. Situación inicial**

En la instalación, operada vía satélite desde la sala de control, había un motor asíncrono sumergible con un cuerpo hidráulico de diez etapas para 60 m³/h a 31 m de profundidad. El pozo (Ø 400 mm, 50 m de profundi-

dad) estaba equipado con un filtro OBO. Una camisa de refrigeración garantizaba el flujo mínimo requerido.

Dadas las características tanto del pozo como geológicas (calidad del agua y del pozo), la electrobomba debía suministrar constantemente 400 m<sup>3</sup>/h a un colector. La presión variaba entre 57 y 91 m, afectada por los pozos adicionales conectados. Como estos puntos de servicio requeridos no estaban directamente relacionados en la curva Q/H, el volumen tenía que regularse mecánicamente. Durante los años 2011 y 2012, la bomba funcionó aproximadamente 200 horas al mes con P1= ~20 kW (**Figura 3**).

### 6.2. Nueva instalación

En diciembre de 2012 se instaló el sistema de alta eficiencia con una camisa de refrigeración existente y un cuerpo hidráulico de cinco etapas de 60 m<sup>3</sup>/h a 31 m de profundidad. Dado el limitado espacio, el equipamiento electrónico (VDF con IP66 y filtro du/dt con IP 54) se montó directamente en pared. A una velocidad de 48,2 Hz, la nueva electrobomba da servicio en el punto de trabajo I de 40 m<sup>3</sup>/h a 91 m (curva continua verde de la **Figura 4**).


La referencia de proceso preseleccionada de 40 m<sup>3</sup>/h (leída por el caudalímetro existente) ajusta la velocidad en caso de cambio de las condiciones de operación/alturas a superar. El punto de trabajo II se encuentra a 39,7 Hz para 40 m<sup>3</sup>/h a 57 m (curva continua azul de la **Figura 4**).

Dada la reducida velocidad, la curva de eficiencia 'se mueve' hacia la derecha, dando como resultado una eficiencia hidráulica mejorada, comparándola con la carga nominal (curva discontinua azul de la **Figura 4**). Estos dos puntos de trabajo pueden alcanzarse con una potencia P1 = 9,5 y 16,2 kW, respectivamente.

### 6.3. Conclusión

Con esta nueva aplicación, la electrobomba trabaja ahora a una potencia media P1 = ~10,3 kW, por lo que el consumo de energía se reduce a la mitad (reducción de ~ 80% debida al control de velocidad y ~20% gracias a la nueva tecnología del motor).

La influencia de la nueva tecnología del motor se debe a la excelente y constante eficiencia en todo el rango, así como a los componentes electrónicos perfectamente dimensionados.

La puesta en servicio fue rápida y sencilla gracias al software del variador de frecuencia, específicamente desarrollado para este sistema de alta eficiencia de bombeo. 

Suscríbase a  
[www.tecnoaqua.es](http://www.tecnoaqua.es)  
y descárguese  
los artículos técnicos  
más interesantes  
del sector