

# Una Solución Clara:

## Filtración electromagnética

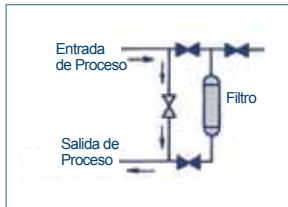


## Simplicidad de operación

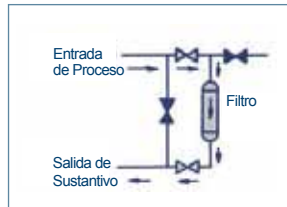
La operación de un filtro electromagnético es la simplicidad misma. La fuente de poder provee energía para la bobina magnética, creando un campo magnético en el molde del filtro. El campo magnético del molde es fuerte (>5 kilogauss) y crea áreas localizadas de intensidad más alta (gradientes magnéticos altos) dentro del molde donde las esferas hacen contacto. El molde atrae y atrapa el material magnéticamente susceptible que está suspendido en el líquido de proceso. Cuando se carga el molde, el filtro es circunvalado y descargado. La operación de descargar, que es controlada por el controlador electrónico programable en la unidad de control de poder, tarda menos de dos minutos. La frecuencia de retrolavado depende de la concentración de contaminantes magnéticamente susceptibles, pero en la mayoría de los casos, no hay que hacerlo más de una vez por semana.

El molde del FEM se compone de pequeñas bolas de acero inoxidable de tipo-430. El tamaño del material, de 20 a .08 micrones, no afecta la eficiencia del filtro; también, cuando la mayoría del material suspendido en un sistema es magnetita, la eficiencia es independiente del ritmo de flujo por la corriente hasta el máximo flujo del diseño. El FEM se descarga por medio de desmagnetización del molde e invirtiendo el flujo del líquido de proceso para que corra hacia arriba por el molde, haciendo que el lecho de esferas caiga por aproximadamente 15 segundos. Tal acción de caída delicada es imperativa para quitar el desecho acumulado en las esferas y resulta en un molde immaculado. Esta capacidad única y completa de retrolavado del molde forma parte de la razón por la cual Milhous Company puede ofrecer una garantía de rendimiento de dos años para cada FEM.

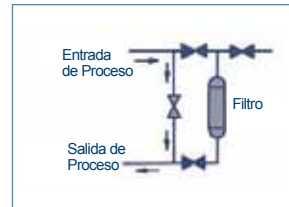
## Modalidades de operación



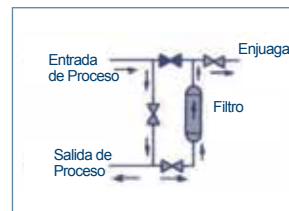
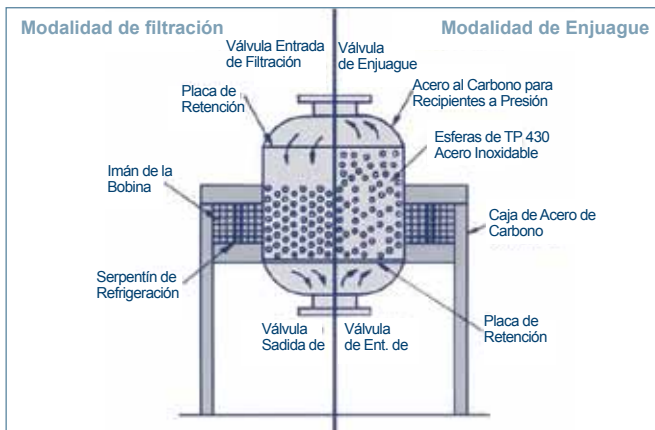
**Modalidad de desviación**  
El filtro en espera, la unidad con poder, todo listo para operación.



**Modalidad de filtración**  
El filtro en espera, la unidad con poder, todo listo para operación. El lecho de esferas magnetizadas. Gradientes de campo altos en los intersticios entre las esferas atraen las partículas magnéticas que se coleccionan en las esferas.



**Modalidad de desmagnetizar**  
El lecho de esferas está desmagnetizado. La bobina del imán está desenergizado y la corriente se invierte y reduce en pasos sucesivos para quitar magnetismo residual.



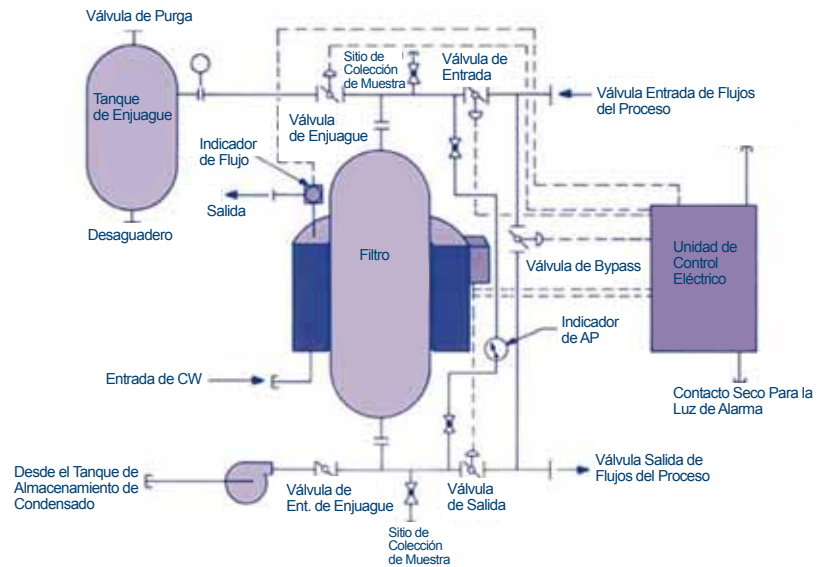
**Modalidad de enjuague**  
El lecho de esferas recibe fluido. El proceso de retumbar talla y se deshace de partículas acumuladas y luego las purga por la línea de drenaje.

## Líquido de proceso

La filtración electromagnética es un proceso sencillo y rentable para quitar material suspendido y magnético de flujos del proceso. Los filtros electromagnéticos (FEMs) fueron creados originalmente para quitar magnetita ( $Fe_3O_4$ ), la cual existe en la mayoría de los condensadores de caldera y en sistemas de energía nuclear. También se han demostrado efectivos en quitar especies poco magnéticas, como la hematita ( $Fe_2O_3$ ), el cobre y otros materiales como el cobalto, el níquel y el cromo, que, junto con la magnetita, forman cristales de espinel.

## Filtración eficiente

Los filtros electromagnéticos de Milhous Company son sumamente eficientes. Son capaces de fácilmente quitar más del 95 por ciento de la magnetita que existe en el torrente y también (dependiendo de las condiciones de la aplicación específica) pueden quitar más del 90 por ciento del hierro total y más del 50 por ciento del cobre que se encuentra condensado en una caldera típica.

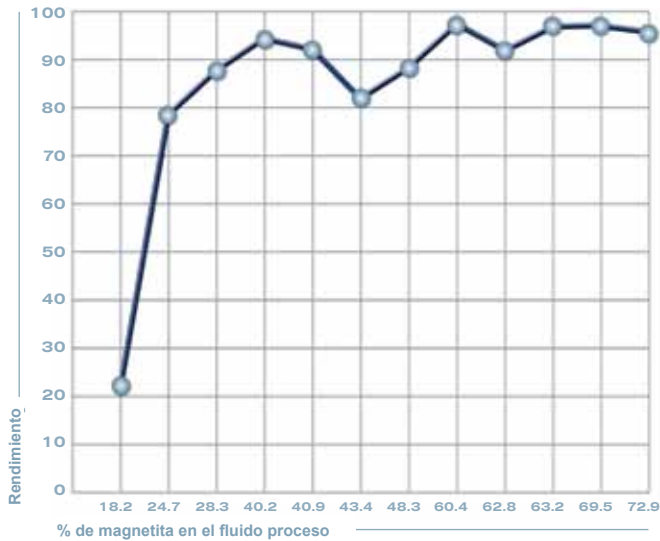


**El Filtro Electromagnético de Milhous Company, que se transporta como una unidad montada sobre una plataforma deslizante, se constituye de 6 componentes principales:**

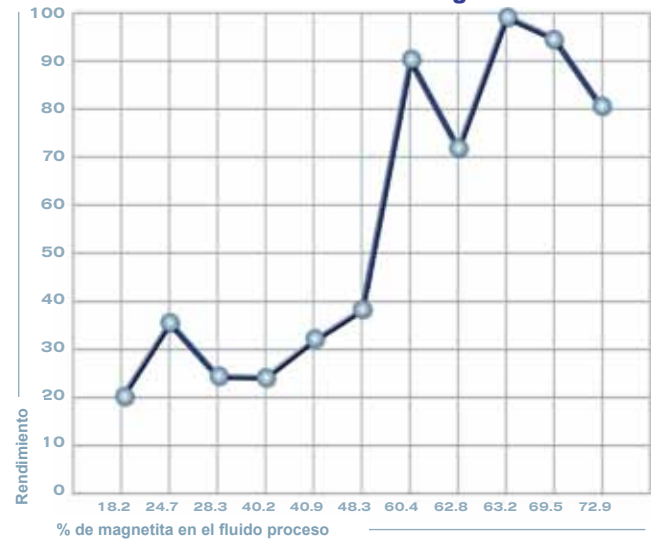
1. Un recipiente de presión que contiene el molde por el cual el líquido a filtrar debe correr.
2. El molde, que es un lecho de bolas de acero magnetizables.
3. Una bobina magnética que provee el campo magnético dentro del molde.
4. Montajes de hierro para enfocar el campo magnético dentro del molde.
5. Equipaje auxiliar necesario para la operación y drenaje del filtro, incluyendo válvulas, una fuente de poder y un sistema de poder/control.
6. Un sistema para enfriar la bobina magnética.



**Eficiencia de remoción de hierro\***



**Eliminación de cobre a bajas concentraciones de magnetita\***



\* Los datos de tres plantas diferentes (condensación de la máquina de papel) en 1987. Todas las unidades se encontraban en operación por más de tres años en el momento de la prueba.

## Rendimiento del FEM

Dado que los FEMs son aparatos magnéticos, el porcentaje de especies magnéticas o muy magnéticas presentes en el flujo fuertemente afectarán la eficiencia operativa del filtro. Se puede entender, pues, que un ambiente de reducción y de altas temperaturas crean condiciones ideales para el uso de un FEM.

El ritmo de flujo es una variable que también puede impactar las prestaciones de un filtro, especialmente cuando existe un alto porcentaje de material poco magnético, porque la fuerza magnética que atrae y atrapa el contaminante debe ser más fuerte que las fuerzas dinámicas del líquido corriente, que tiende a quitar las partículas del molde. Obviamente, un líquido con una velocidad más alta lleva una fuerza dinámica más grande, y hay que superar esta. El filtro no atrapa fuertemente partículas paramagnéticas, como  $\text{FeO}[\text{OH}]$  o  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Al tratar con especies poco magnéticas, se puede reducir el ritmo de flujo para alcanzar un rendimiento óptimo.

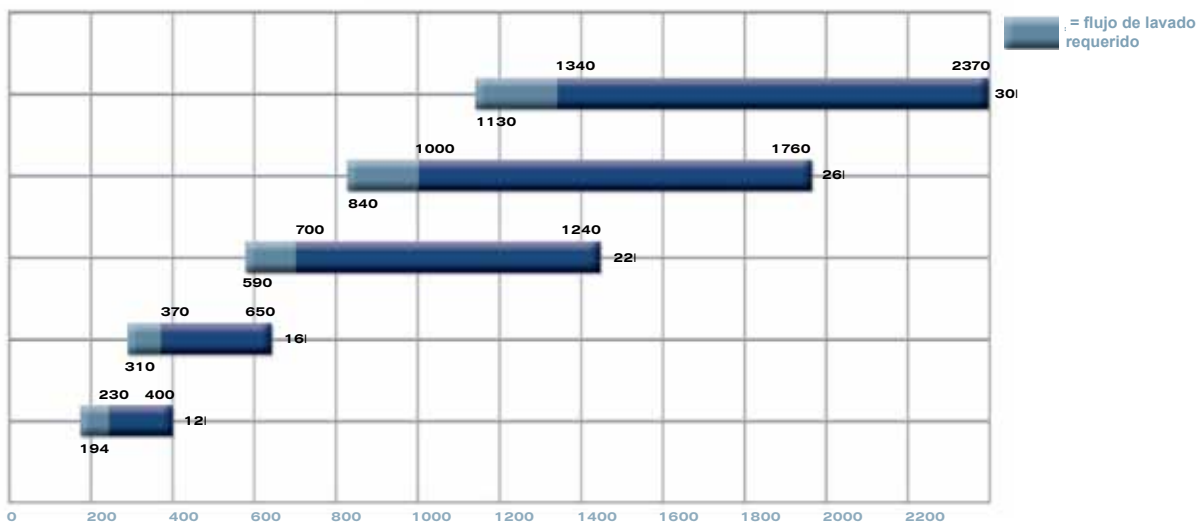
La idea de quitar especies poco magnéticas o no magnéticas suena paradójica, pero es comprensible; se sabe que algunos de los materiales poco magnéticos ferrosos se aglomerarán con las partículas muy magnéticas por lo cual se puede quitar todo junto. Parece, por el otro lado, que el cobre, el cromo y el níquel combinan químicamente con la magnetita para formar ferritas o cristales de espinel que son fuertemente magnéticos, y, por lo tanto, se pueden quitar fácilmente. El cobre elemental que existe en algunos torrentes también se elimina efectivamente, al parecer, cuando se cubre de los cristales de magnetita. La experiencia ha demostrado que un filtro esférico en un torrente, donde más de 50 por ciento del hierro es magnetita, quitará fácilmente más de 60 por ciento del cobre del torrente, pero tiene que existir suficiente magnetita para funcionar como transportador. Ningún artefacto electromagnético podrá realizar filtración efectiva en un torrente sin una especie magnética fuerte.

## Solución rentable

La rentabilidad de una instalación de un FEM depende de la aplicación. En una fábrica de papel, se debe comparar el costo entero del FEM, el poder eléctrico y el mantenimiento incidental contra los costos de desechar la condensación durante los períodos en que el nivel de contaminación es tan alto que no se puede permitir tratamiento por medio de sistemas convencionales de pulimento de condensado. Hay que añadir los costos para corregir el ensuciamiento del hierro de lechos de resina y los costos de limpieza química y más mantenimiento de caldera debido a la magnetita, que serán reducidos en gran medida con el uso del FEM.

En una planta nuclear, los costos para el uso de un FEM en un servicio de purga de generador de vapor serán balanceados por los ahorros de no usar filtración de cartucho. Los costos de filtración por cartucho incluyen normalmente los de eliminación de residuos radioactivos y el mantenimiento de lechos de resina. En cualquiera situación que hemos analizado hasta ahora, el periodo de recuperación de un FEM ha sido menos de dos años.

### Flujo en función del tamaño del filtro



Dado que el poder eléctrico es el único recurso consumible que la operación del FEM necesita, mucho esfuerzo ha sido empleado para diseñar y construir equipaje que exigirá un mínimo de poder. El resultado es un FEM que usa típicamente un tercio del poder exigido por otros diseños. Cuando se consideran los requisitos de poder tras la vida operativa entera del filtro (40 años), el equipaje de Milhous Company manifiesta una ventaja económica asombrosa sobre los diseños de la competencia. No es raro que los análisis de costo y beneficio demuestren que, tras un periodo de 10 años, la diferencia entre costos de operación del filtro de Milhous Company y un filtro de moldes de filamentos puedan cubrir completamente los costos de adquisición del filtro.

## FEM—la opción clara

A diferencia del intercambio iónico en columna, los FEMs pueden manejar temperaturas altas y, a diferencia de filtros de cartucho, pueden manejar flujos bastante grandes por un costo más razonable. Los filtros electromagnéticos no generan ningunos residuos adicionales al material que quitan. Aparte de eliminar sólidos suspendidos y magnéticamente susceptibles, un filtro electromagnético no afectará la química del agua. Puesto que los FEMs modernos operan automáticamente, y sus sistemas son tan sencillos, los requisitos de mantenimiento son mínimos.



Desde su introducción hace 30 años, el Milhous filtro electromagnético, anteriormente comercializado por Areva / Framatome, se ha convertido en la tecnología líder en la industria, la cual está justificadamente orgulloso de una larga historia fiabilidad y rendimiento.

Después de comenzar como distribuidor en el año 1984, Milhous pronto se convirtió en el fabricante de elección para el sistema completo del FEM y la compañía ha dedicado más de 20 años diseñando, construyendo y probando el sistema del FEM. En 2007, todos los derechos de propiedad de Areva / Framatome fueron trasladados a Milhous Company.



**Milhous Company, LLC**  
**P.O. Box 1080**  
**Amherst, Virginia 24521 USA**  
**Tél. : (+1) 434.946.5302**  
**[www.milhous.com](http://www.milhous.com)**  
**[EMF@milhous.com](mailto:EMF@milhous.com)**