

# motor tico

BOLETÍN BI-MENSUAL PREPARADO POR [WWW.MOTORTICO.COM](http://WWW.MOTORTICO.COM), COSTA RICA

SEPTIEMBRE-OCTUBRE 2016

## Especificación de Motores Eléctricos de Media Tensión - Consideraciones -

La adquisición de un motor eléctrico inicia con la selección dentro de un universo de posibilidades, la cual debe ser producto de una correcta especificación, según diversos criterios. En general, las especificaciones definirán el tamaño de la carcasa. Por ejemplo, la potencia requerida para iniciar y mover la carga determinará el tamaño de la carcasa del motor. El tamaño del motor es el principal impulsor de su costo, sin embargo, algunas especificaciones particulares pueden aumentar su tamaño y costo. Por otro lado, una mala especificación, puede reducir la confiabilidad del equipo. En este boletín se revisan algunas consideraciones a tomar en cuenta en la especificación del motor de media tensión (MT), algunas pueden extenderse a motores de baja tensión (BT), otras no, son exclusivas de las máquinas grandes.

### Tipos de recintos (Enclosure)

Un aspecto importante relacionado con el tamaño de la carcasa, aparte de la potencia y velocidad, es el tipo de **recinto**, que define el grado de protección contra el ambiente y el método de enfriamiento. El usuario debe evaluar y entender los pros y contras de cada uno para determinar las posibles soluciones, según la aplicación. A continuación se revisan algunos tipos de recintos. La Fig. 1 resume la información.

#### A. Recinto TEFC

El recinto menos costoso en motores de MT es el totalmente cerrado con enfriamiento por ventilador externo (*TEFC* por sus siglas en inglés). El recinto TEFC se considera como uno de los mayores tamaños (dimensiones) en motores de BT. Sin embargo, en motores de MT hay otros tipos de recintos con mayor tamaño. El motor TEFC está encerrado, protegido contra el ambiente, por lo que es adecuado para aplicaciones a la intemperie. Debido a que este tipo de motor tiene poco aire de refrigeración en el interior, un ventilador externo lo enfría. Pero, por la limitada refrigeración, se limita a su vez la potencia disponible en este tipo de recinto. Debido a que la mayoría de compañías utiliza la técnica de *hierro fundido* para fabricar estas carcasas, este tipo de motor tiene limitadas opciones de accesorios, y es por lo general un producto "de stock", más que de aplicación especial. Por otro lado, las carcasas fabricadas en hierro laminado se utilizan para motores en rangos de mayor potencia, y pueden ser totalmente adaptados a especificaciones especiales.

Recinto	Ventajas	Consideraciones
TEFC	Menos costoso; adecuado para exteriores.	Habilidad limitada para aplicaciones especiales a la medida; común hasta 1000HP (750kW); no aplicable a grandes tamaños.
WP II	Más costoso que TEFC; el menos costoso de los recintos fabricados en hierro laminado.	Puede ser aplicado en exteriores con ciertos resguardos; menor confiabilidad comparado con TEAAC y TEWAC; puede ser ruidoso.
TEAAC	Adecuado para exteriores; mejor confiabilidad que TEFC y WP II.	Carcasa más grande que WP II; 23-30% más costoso que WP II; puede ser ruidoso.
TEWAC	Mayor confiabilidad estadísticamente que los otros recintos evaluados.	Menos ruidos que los evaluados; 15% más costoso que WP II y 10-15% menos costoso que TEAAC.

Fig. 1 Análisis comparativo de cuatro tipos de recintos de motores de MT

## B. Recinto WP II

El recinto tipo *Protección contra Intemperie II* (WP II por sus siglas en inglés) es un recinto abierto, utilizado principalmente por la norma NEMA, y es disponible para uso al aire libre. Está abierto, pero el aire de refrigeración debe pasar por una serie de conductos antes de entrar al interior. Con este laberinto de conductos se puede mantener cualquier contaminación presente en el aire lejos de las partes internas. Este método de enfriamiento es más efectiva que el TEFC, por lo que la carcasa puede ser de menor tamaño. Este tipo de recinto puede ser menos confiable que otros, y el control del ruido puede ser difícil.

## C. Recinto TEAAC

Cuando el motor es para las siguientes características: es para uso al aire libre; es demasiado grande para usarse un recinto TEFC; y usar un tipo WP II no es aceptable por razones ambientales, se puede optar por un recinto totalmente cerrado enfriado aire-aire (TEAAC por sus siglas en inglés). El motor tiene un sistema de enfriamiento tipo aire-aire, ubicado en la parte superior. El aire caliente producido por el motor se hace circular hacia arriba y sobre el intercambiador de calor. El aire ambiente es movido por un ventilador colocado en el eje (o con un motor-ventilador), y forzado a pasar a través del intercambiador de calor. Los motores son estadísticamente más confiables que el WP II. Los recintos TEAAC no son tan eficientes en enfriamiento cuando son utilizados con aire ambiente de 40°C, por lo que el serán de mayor tamaño en comparación con un motor abierto o un WP II. Los motores tipos TEAAC también son ruidosas debido a que el aire es forzado a través de los pequeños tubos del intercambiador de calor. Este motor es típicamente más grande que un WP II.

## D. Recinto TEWAC

En muchas aplicaciones, la opción más confiable estadísticamente es el totalmente cerrado refrigerado con agua-aire (TEWAC por sus siglas en inglés), pero requiere un sistema de agua de refrigeración. La eficiencia del intercambiador de aire-agua reduce el tamaño del motor, comparado con el tipo WP II.

La Fig. 2 muestra fotografías y planos de los tipos de recintos evaluados.

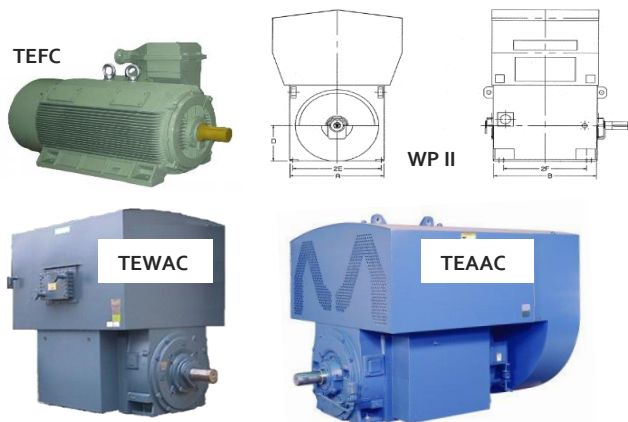


Fig. 2 Fotografías ilustrativas de los recintos en máquinas de MT

### Factor de servicio

En general, cuando se habla de factor de servicio, deben tenerse en cuenta los márgenes de seguridad para el sistema. En motores eléctricos, el *Factor de Servicio* (SF) se define diferente para motores de MT que para los motores de BT, esto según el estándar MG1 de la Asociación de Fabricantes Eléctricos (NEMA por las siglas en inglés). Esto es, en los motores de MT se debe cumplir con el valor del S.F. de forma continua. Por ejemplo, un motor de 1.000HP con S.F. de 1,15 es en realidad

diseñado como un motor de 1.150HP, lo que probablemente hará que el tamaño de la carcasa aumente.

### Requisitos de arranque o puesta en marcha

Un motor de MT incluirá típicamente una indicación 2C / 1H en la placa de características, lo que significa que tiene capacidad de dos arranques en frío o un arranque en caliente. Esto significa que el motor puede arrancarse dos veces cuando la temperatura del motor es inferior a la ambiente y una vez cuando se encuentra por encima de la ambiental, sin provocarle daños. Como regla general, el motor consume cerca del 600% de la corriente nominal (FLA), y disminuye a medida que acelera, hasta llegar a la velocidad de funcionamiento nominal. Esta corriente de entrada adicional se convierte en calor, por lo que el interior del motor se calienta rápidamente debido a los ventiladores de refrigeración no mueven suficiente aire. Si el motor arranca en una condición de carga ligera, esta especificación no tiene impacto en el tamaño del motor o de precio. Si la especificación fuera 3C / 2H (tres arranque en frío o dos arranques en caliente) y el motor no se puede descargar por completo, la única manera de adaptarse a este requisito es aumentar el tamaño del motor. Si no se necesitan varios arranques seguidos, este requisito debe ser revisado.

Tener la capacidad para iniciar 3 veces en rápida sucesión puede ser para ciertas aplicaciones, pero tiene un costo. El proveedor del motor tendrá que aumentar el tamaño de la carcasa para manejar el calor extra generado.

### Tensión de funcionamiento

Cuanto mayor sea el voltaje, mayor será el costo del motor. Este fenómeno ocurre típicamente a partir de 10.000 voltios, ya que este es el punto donde la mayoría de los sistemas de aislamiento deben añadir protección tipo corona. Además, el aislamiento de las bobinas tienen capas adicionales para que la resina pueda penetrar profundamente. A medida que el aislamiento se hace más grueso, hay menos espacio para el cobre, por lo que el núcleo y la carcasa de motores de más tensión serán mayores, para la misma potencia nominal. Tomar en cuenta que los costos de los tableros de distribución de potencia (Switchgear) suben a un voltaje superior, lo que puede ser compensado por los menores costos del cableado debido a la reducción del amperaje, aunque los materiales aislantes de los cables son igualmente especiales.

Durante los últimos 30 años, la tensión de funcionamiento del motor ha pasado de 2.300 V a 4.160 V y ahora es común que se soliciten motores para 13kV. Como la tensión se eleva, los requisitos de aislamiento para el devanado también aumentan, y los costos igual.

### Accesorios

Las opciones más comunes de accesorios en motores de MT son los calentadores y los detectores de temperatura por resistencia (RTD) en devanados y rodamientos, que se consideran estándar para la mayoría de los proveedores de motores. Algunos accesorios adicionales son los siguientes: *i*) sondas de vibración; *ii*) transformadores de corriente (CT); y *iii*) descargadores de sobretensiones.

### Conclusión

Cuando los usuarios hacen una cuidadosa consideración de los factores antes mencionados pueden controlar los costos de motores de MT de reemplazo. Sin embargo, los accesorios pueden hacer que se aumenten los costos. Si bien los accesorios o requisitos adicionales no cuestan mucho más para motores de más de 2.000 HP y más, aunque si serán importantes en motores más pequeños. La mayoría de las opciones tienen costos similares para motores de MT entre 2.000-20.000 HP (1.500kW-15.000kW).