

8 - POSIBLES APLICACIONES

8.1 - Generalidades sobre las posibilidades de aplicación.

Las aplicaciones posibles dependen bastante de las características del inducido. Las pruebas en los prototipos se han realizado con inducidos sólidos. Si se pretende impulsar inducidos de tipo líquido, esto no es imposible, pero la potencia absorbida de estos motores es muy elevada, y dependerá de la resistividad de cada líquido.

Al ser motores de inducción, por el inducido líquido circulará corriente alterna, lo que quizás nos haga descartar la posibilidad de aplicación para impulsar sangre para posibles transfusiones.

En general, donde se aplique la magnetohidrodinámica (MHD) también podrá aplicarse la magnetohidrodinámica inducida (IMHD)

8.2 - Propulsión naval.

La magnetohidrodinámica inducida (IMHD) para la propulsión marítima es la continuación natural de la MHD con las limitaciones actuales de la utilización de los superconductores de alta temperatura para corriente alterna.

La propulsión MHD para impulsar barcos se está estudiando desde los años 60, y actualmente está despertando otra vez su interés debido a la posibilidad de utilizar material superconductor de alta temperatura para la construcción de los motores.

8.3 - Propulsión de metales líquidos.

Quizás donde los motores IMHD tengan una aplicación con un futuro más inmediato es para impulsar metales líquidos debido a una conductividad eléctrica ($\sigma \sim 10^6$ S/m) del orden de 10^5 más grande que los otros líquidos (por ejemplo agua de mar ($\sigma < 10$ S/m)).

El motor lineal puede impulsar el metal líquido pudiendo separar la escoria de la fundición.

8.4 - Propulsión de líquidos para consumo humano.

Algunos líquidos para consumo humano que sean conductores de la electricidad pueden ser impulsados y a la vez pueden ser esterilizados debido al paso de la corriente.

9 - CONCLUSIONES

- 1 - Las dificultades para estudiar la IMHD, en líquidos, son tan grandes que el estudio se realizará primero en conductores laminares.
- 2 - Hace falta profundizar más en conocimientos de los fenómenos de disolución y electroquímica asociados, para estudiar los fenómenos con agua marina.
- 3 - Es viable construir motores lineales tubulares con devanados de estructura plana y en un futuro ésta parece ser la mejor solución para los motores lineales superconductores.
- 4 - Las ventajas de la estructura de diente y ranura en su aplicación a motores lineales no son evidentes.
- 5 - Las dificultades constructivas y de medida pueden ser una de las razones de la falta de desarrollo de los motores lineales.
- 6 - En especial los balances de energía y pérdidas son especialmente difíciles de considerar. No se encuentran en la literatura y otros equipos independientes del nuestro han tenido dificultades similares.
- 7 - La estructura de rotor laminar, específico de estos motores, puede ser la responsable de estas dificultades. Algo similar al hecho de que los superconductores tengan muchas pérdidas en corriente alterna.
- 8 - Otro hecho importante puede ser el enorme entrehierro necesario, y la dificultad real de conseguir una onda senoidal en el entrehierro.
- 9 - No se ha considerado oportuno realizar un trabajo más exhaustivo de medidas, porque antes se deben ensayar nuevas estructuras magnéticas desarrolladas por el mismo equipo.
- 10- Se ha visto que las espiras de sombra en motores lineales tubulares pueden ser viables por indicios observados sobre el prototipo Fénix y simulaciones de la f.m.m. en el entrehierro. No se ha conseguido construir prototipos que lo demuestre, ya que queda fuera del alcance del presente trabajo.
- 11- La utilización de frecuencias elevadas de trabajo en estos tipos de motores nos lleva a velocidades de sincronismo elevado, esto repercute en una necesidad mayor de consumo de energía para mover el inducido, además en un motor con un inducido líquido (IMHD) al sobrepasar cierta velocidad entrará en régimen turbulento aumentando las pérdidas por rozamiento.

10 - FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

10.1 - Propuesta de construcción de nuevos prototipos

Si se quiere impulsar un líquido que sea conductor de la electricidad, y que no sea Mercurio o Sodio líquido, se necesitará una potencia eléctrica elevada que será proporcional a la conductividad eléctrica. Si el líquido a impulsar es agua de mar, esta potencia sería de 1500 kVA como mínimo.

Como hemos visto el factor de potencia es del orden de 0,3, por lo que parte de esta potencia se puede suministrar con equipos de condensadores.

También se ha visto que con inducciones elevadas, del orden de 15 Tesla, la eficiencia de estos motores puede aumentar mucho, con lo cual la potencia eléctrica para impulsar un fluido también disminuirá mucho.

Del prototipo M-1 podemos sacar como principal conclusión, que la tensión influye de una forma decisiva a la hora de obtener una fuerza útil.

Se debe plantear la construcción de un motor tubular trifásico alimentado en una tensión superior a las utilizadas, 380V o 660V, con una potencia absorbida de unos 150 kVA. Se debería estudiar la fuerza realizada, consumos, factor de potencia, temperaturas, y comprobar si su comportamiento es el esperado para rectificar y proponer posteriormente otro prototipo que podría estar alimentado en alta tensión, 3 kV o 6 kV, según se disponga.

La tecnología para construir estos prototipos ya existe en el mercado. Si estos nuevos prototipos funcionasen según lo esperado y la tecnología de la superconductividad permitiera la utilización de superconductores para corriente alterna, con una corriente elevada, se podría plantear la construcción de un prototipo con una potencia adecuada para impulsar agua de mar (propulsión marítima).

Los nuevos prototipos deberían tener un equipo de adquisición de datos para realizar medidas simultáneas de parámetros eléctricos, magnéticos, fuerza, velocidad, temperaturas, etc.

La construcción de otros prototipos debe hacerse con la colaboración técnica y económica con empresas privadas o públicas y el soporte de un equipo humano.

10.2 - Accionamientos eléctricos.

Si se trabaja con inducidos sólidos, una aplicación de los motores lineales podría ser el accionamiento lineal en toda su gama, es decir como pistón eléctrico (todo o nada) o como motor lineal paso a paso.

11 – APORTACIONES

- Se ha definido un método de cálculo paramétrico específico para este tipo de motores (capítulo 2) a partir del método de cálculo empleado por Juan Corrales Martín¹⁸. En la literatura sobre el tema existe una información muy parcial, inconexa y poco metódica, que se limita a los aspectos teóricos, sin entrar en los aspectos constructivos concretos.
- Se define la zona de la relación entre el “factor de saturación” k_s y el factor relativo de amplitud K_M para máquinas de inducción lineales (apartado 2.1.1).
- Es posible abandonar la estructura de diente y ranura en motores lineales, para adoptar un inductor sin dientes, excitado por una capa de corriente, después de haber construido y ensayado el prototipo M-2 (capítulo 4).
- La potencia aparente en bornes en máquinas lineales es proporcional a la superficie del inductor en el entrehierro para una velocidad V_s dada, en vez del volumen como ocurre en las máquinas rotativas. Esto es válido tanto en los de rotor plano como en los de tipo tubular y permite reducciones de peso muy importantes respecto a las máquinas clásicas (apartados 2.2 y 2.6).
- El devanado del prototipo M-1 tiene más flujo de dispersión en la ranura que el devanado del prototipo M-2. Este segundo sin optimizar ya tiene una dispersión unas 6 veces más pequeño (apartado 3.4.1 y 4.3.1).
- Se ha definido un factor de corrección multiplicador para las ecuaciones del cálculo paramétrico de los motores lineales, al que se le ha llamado factor de Massagués ($M_f = f(?)$), que aproxima la potencia teórica a la potencia en bornes medida (capítulo 6).
- Se ha definido una potencia mínima para este tipo de motores, para impulsar agua saturada de sal, del orden de 7.500 kVA, con la tecnología actual (apartado 3.8).
- Se han representado dos nuevos esquemas eléctricos de los devanados correspondientes a los dos motores lineales tubulares M-2 y M-3 (apartado 4.2.1.1 y apartado 5.2.1.1).