../.. Continua

MEDICIONES DE DENSIDAD DE FLUJO EN UN MOTOR DE ESTATOR CORTO ROTATORIO

R. Silva C.; W. Ziehlmann O.; O. Ojeda R.
Departamento de Ingeniería Eléctrica
Universidad de Santiago de Chile

RESUMEN

El objetivo de este trabajo, es establecer si es posible representar mediante un motor de inducción rotatorio de estator corto doble lado, el comportamiento de un motor lineal de las mismas características.

El prototipo construido es brevemente descrito, así como las pruebas experimentales destinadas a obtener las distribuciones de campo magnético en el entrehierro. Los resultados son presentados en forma de gráficos.

Finalmente se entregan las conclusiones obtenidas a partir del análisis de los valores experimentales, señalándose los alcances y limitaciones del prototipo rotatorio.

1. INTRODUCCION

El estudio experimental de los motores lineales adolece de grandes limitaciones, debido a la imposibilidad de realizar mediciones en régimen permanente de corriente alterna, sin tener que recurrir a complicados y costosos sistemas de medición.[1] Esto ha motivado el desarrollo de prototipos rotatorios que simplifican enormemente el estudio experimental y que comparativamente tienen un costo mucho menor.

Los prototipos rotatorios desarrollados para el motor de inducción de estator corto doble lado, están formados básicamente por un par de estatores idénticos en forma de sector angular, entre los que se desplaza con velocidad angular "ω" un rotor de material conductor en forma de anillo de circunferencia.

En la figura N° 1 se muestra el prototipo utilizado, sus principales partes constitutivas, y sus dimensiones relevantes.

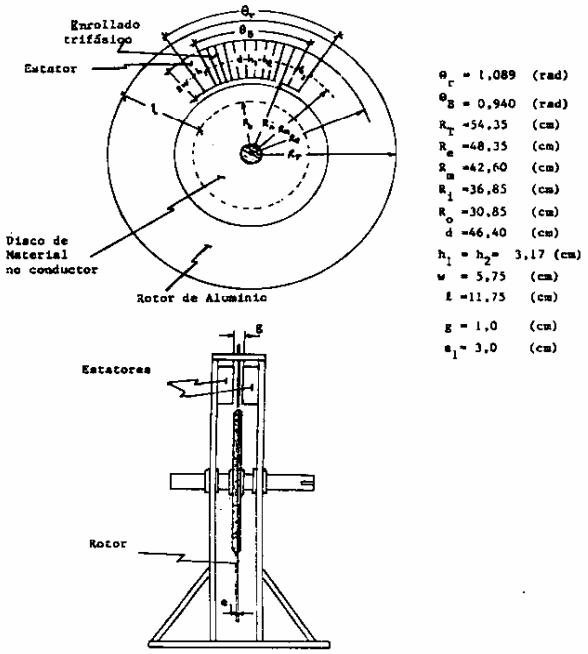


Figura N° 1. Motor de inducción de Estator corto Rotatorio.

Las principales características que ofrece este prototipo son:

- Rotor sólido de fácil construcción .
- Estatores fijos.
- Facilidad para obtener régimen permanente de C.A.
- Simplicidad en la realización de medidas experimentales.
- Bajo costo.

2. DESCRIPCION DEL PROTOTIPO

El prototipo consta de dos estatores construidos en hierro silicoso laminado, los que alojan en su parte central un devanado trifásico sin acortamiento, distribuido en un total de 18 ranuras. Las ranuras tienen una profundidad de 10 (mm) y un ancho de 9 (mm). El diente tiene un ancho medio de 14 (mm).

Los devanados poseen 150 vueltas de conductor calibre Nº 17 AWG por fase y son de dos polos. En la fotografía de la figura Nº 2 se muestra cada uno de los estatores.

El rotor fue construido en un disco de Al de 3 (mm) de espesor y de radios interior y exterior de 308,5 (mm) y 543.5 (mm) respectivamente, el cual se fijó a un eje mediante discos de material no conductor. En la fotografía de la figura Nº 3 se muestra el rotor y la estructura en la que se montaron los componentes.

Fig. 2 Estatores del Prototipo

3. PRUEBAS EXPERIMENTALES

Se realizaron mediciones experimentales del campo magnético en el entrehierro, utilizando un medidor de efecto Hall, con el objetivo de obtener las distribuciones de campo en las zonas de mayor interés; y con bobinas exploradoras, para obtener el comportamiento global del campo en el sentido del movimiento.

Las mediciones se realizaron considerando corrientes de 1, 2 y 3 (A) por fase, con el objetivo de analizar la linealidad del circuito magnético; y con frecuencias de 20, 25 y 30 (Hz), para observar la influencia de este parámetro en la distribución del campo magnético en el entrehierro.

En los párrafos siguientes se presenta un resumen de los resultados obtenidos en el proceso de mediciones experimentales.

Los gráficos presentados en las figuras Nº 4 y Nº 5 muestran las curvas obtenidas para la distribución del campo magnético en los bordes de entrada y salida para F = 20 (Hz), deslizamiento S=1,0 y corrientes de 1, 2 y 3 (A). Las curvas están referidas a su respectivo valor de corriente a fin de facilitar la comparación.

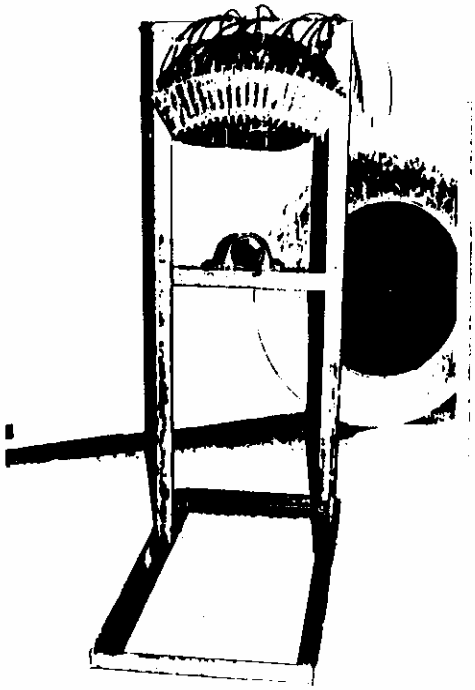


Fig. 3 Estructura y Rotor del Prototipo

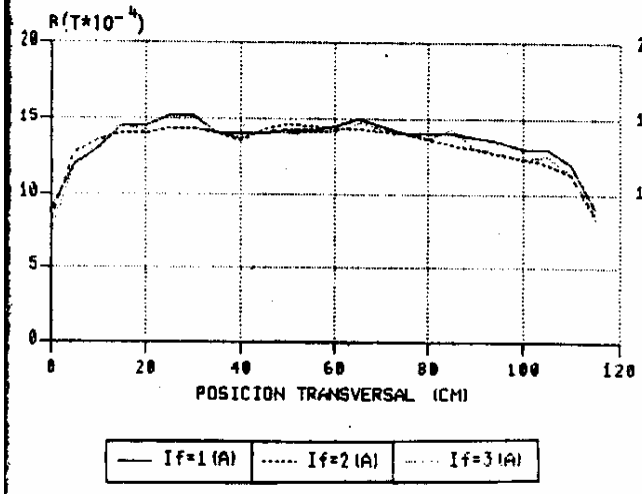


Fig. 4 Distribución del campo magnético en el borde de entrada a distintas corrientes.

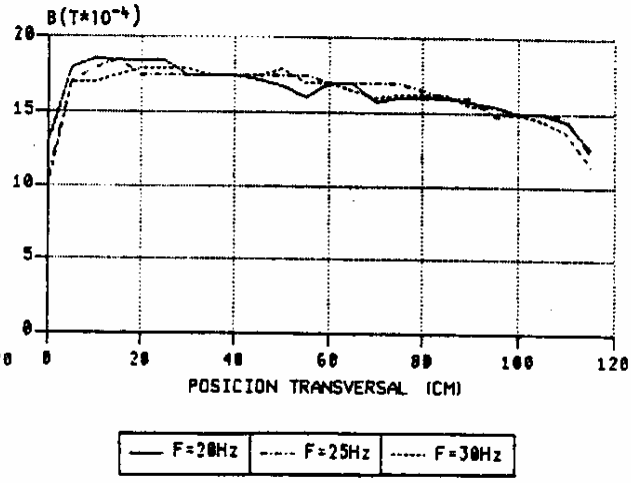


Fig. 6 Distribución del Campo Magnético en el borde de comienzo del bobinado a frecuencias distintas.

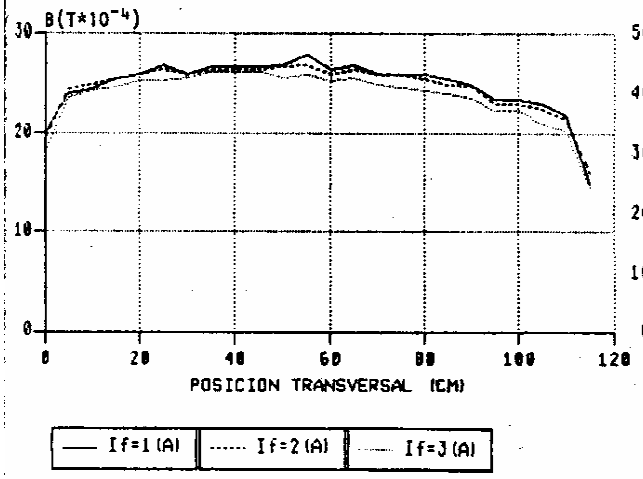


Fig. 5 Distribución del campo magnético en el borde de Salida a distintas corrientes.

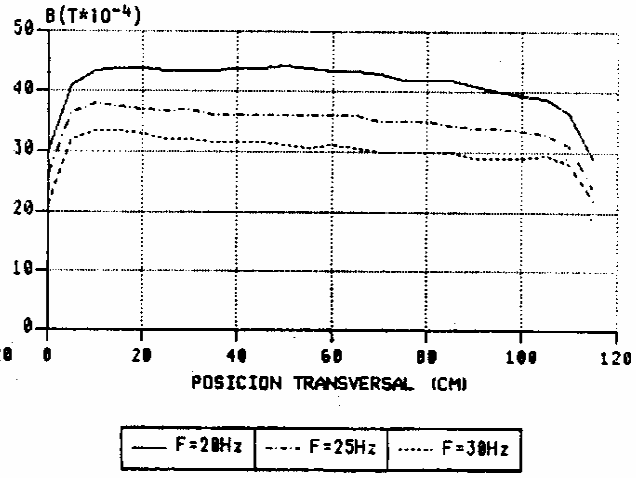


Fig. 7 Distribución del campo magnético en el borde final del bobinado a frecuencias distintas.

Los gráficos presentados en las figuras Nº 6 y Nº 7 muestran las curvas obtenidas para S=1.0, I= 1(A) y frecuencias de 20, 25 y 30 (Hz), para los bordes de comienzo y final del bobinado.

El gráfico presentado en la figura Nº 8 muestra las curvas obtenidas con F = 20 (Hz) e I = 1.0 (A) para los perímetros generados por los radios Ri, Rm y Re. La posición de origen corresponde al borde de entrada.

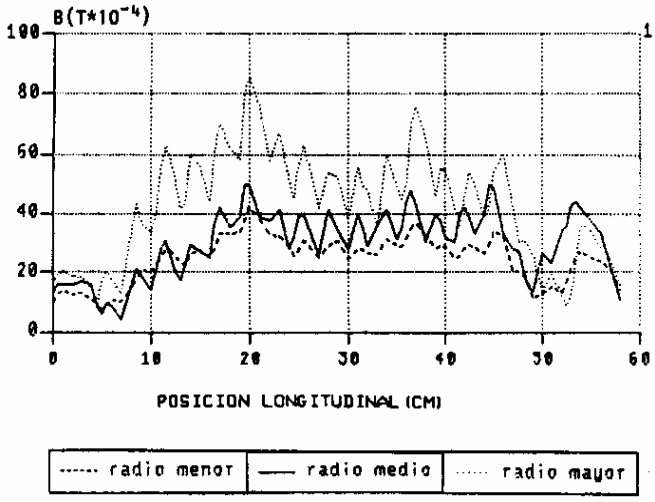


Fig. 8 Distribución del campo magnético en el sentido del movimiento en distintos perímetros.

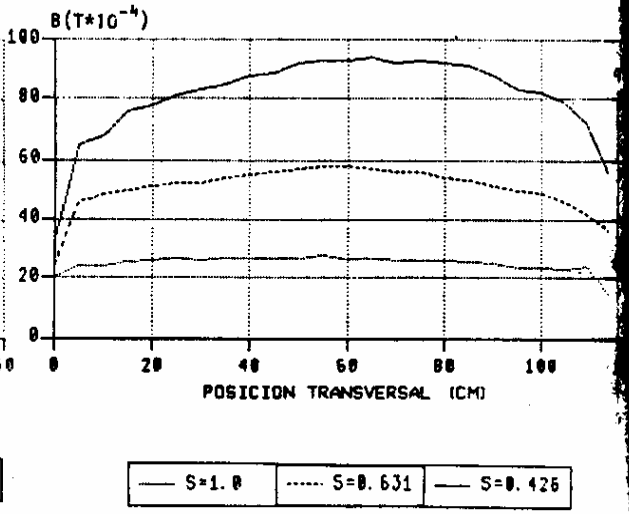


Fig. 10 Distribución del campo magnético en el borde de salida a distintos deslizamientos.

Los gráficos mostrados en las figuras Nº 9 y Nº 10 presentan las curvas obtenidas con F = 20 (Hz), I=1(A) y distintos deslizamientos para los borde de entrada y salida.

El gráfico mostrado en la figura Nº 11 muestra las curvas obtenidas para el comportamiento global del campo en el sentido del movimiento, considerando F=20 (Hz), I = 3 (A) y deslizamientos diferentes.

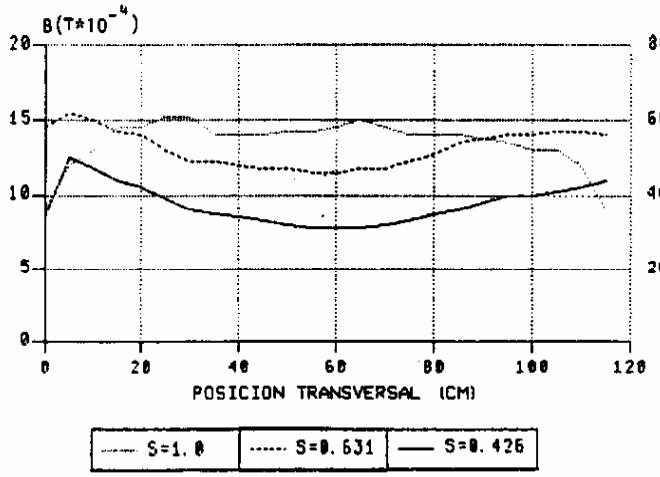
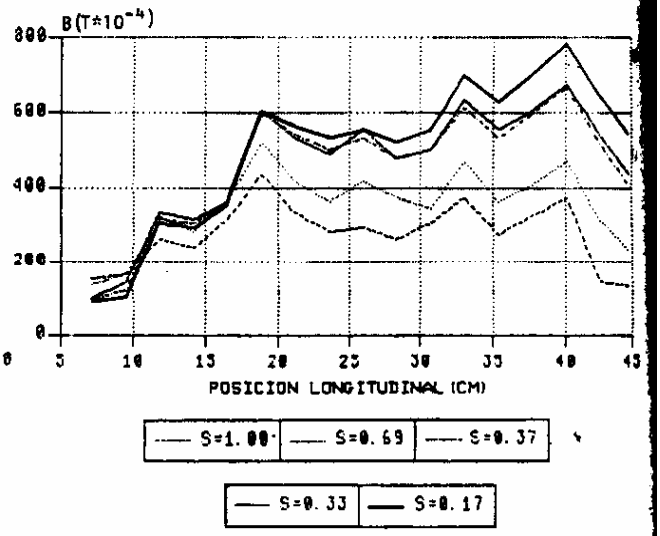


Fig. 9 Distribución del campo magnético en el borde de entrada a distintos deslizamientos.



11. Distribución global del campo en el sentido del movimiento a distintos deslizamientos.

4. CONCLUSIONES

De acuerdo a las curvas presentadas en las figuras Nº 4 y Nº 5 se observa que el campo magnético es directamente proporcional a la magnitud de la corriente, por lo que se puede concluir que dentro de los rangos observados el circuito magnético tiene un comportamiento totalmente lineal.

Al modificar la frecuencia en los valores señalados se observa que la distribución del campo magnético en el entrehierro sufre notorias modificaciones (ver figuras Nº 6 y Nº 7), lo que establece la naturaleza distribuida del fenómeno, concluyéndose así que no es posible representar esta máquina por un modelo en parámetros concentrados.

Del gráfico mostrado en la figura Nº 8, se observa que las distribuciones de campo magnético en los perímetros generados a partir de los radios menor y mayor presentan una diferencia en magnitud de relativa importancia, en consecuencia que en una máquina lineal no debía existir.

Al procesar estos valores para las mismas posiciones angulares, se observa que la curva de radio exterior difiere, aproximadamente, de la curva de radio interior por una constante de proporcionalidad del orden de 1,8. Esto permite concluir que la geometría del prototipo no afecta la forma de la distribución del campo en el sentido del movimiento.

En las curvas obtenidas con el rotor en movimiento (ver figuras Nº 9 y Nº 10), se observa claramente la presencia de los efectos de entrada y salida. En el borde de entrada la distribución del campo en el sentido transversal presenta sus máximos en los radios interior y exterior, y mínimo en el radio medio. En el borde de salida el campo presenta su máximo en el radio medio. Se observa también que estas características hacen más notorias al aumentar la velocidad del rotor. Se concluye, por lo tanto, que el fenómeno que produce los efectos de entrada y salida no actúa en forma homogénea a lo ancho de todo el estator, observándose que el "arrastre" del campo es mayor hacia la línea de simetría de los estatores.

De las pruebas realizadas con bobinas exploradoras se observó que la densidad del campo magnético aumenta hacia el borde de salida, a medida que el deslizamiento disminuye, lo que es coincidente con otros estudios experimentales (ver figura Nº 11).

Se observó también, que al aumentar la frecuencia la magnitud del campo magnético disminuye.

Puede concluirse que el prototipo experimental permite estudiar el comportamiento de un motor lineal de las mismas características, teniendo en cuenta que la geometría de éste afecta las magnitudes del campo en el sentido del movimiento, por lo que no es posible comparar valores teóricos[2] y experimentales obtenidos puntualmente, sin embargo, puede obtenerse valiosa información respecto a la forma de las curvas.

En lo referente al comportamiento global del campo, el prototipo entrega valores de precisión suficiente para ser comparados con los entregados por cualquier método teórico.

Obviamente que mientras menor sea el ancho de los estatores con respecto al radio medio, la aproximación obtenida se acercará más a la realidad.

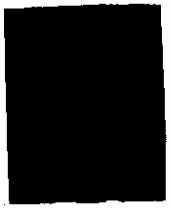
BIBLIOGRAFIA

1. Wilfredo Ziehlmann O., Osvaldo Ojeda R., Juan Zolezzi C.
   "Prototipo de un Sistema de Tracción impulsado con motor de Inducción Lineal", Anales de las Jornadas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Electrica, Quito - Ecuador, Junio de 1984, Vol. 5, pág. 95-98.

2. Wilfredo Ziehlmann O., Juan Zolezzi C., "Análisis bidimensional del Motor de Inducción Lineal de Estator Corto considerando Longitud finita del hierro", Anales de las Jornadas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Quito - Ecuador, Marzo 1983, Vol. 4, pág. 115-126.

BIOGRAFIAS

SILVA CASANUEVA, ROBERTO. Nació en Santiago, Chile, el 20 de Julio de 1959. Obtuvo el Título de Ingeniero de Ejecución Electricista en la Universidad de Santiago de Chile en 1982, y Título de Ingeniero Civil Electricista en la Universidad de Santiago de Chile en 1986. En la actualidad se desempeña como profesor a Jornada Parcial en el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Santiago de Chile.



ZIELHMANN OJEDA, WILFREDO. Nació en Lanco, Chile, el 24 de abril de 1940. Obtuvo el Título de Ingeniero Civil Electricista en la Universidad de Santiago de Chile (Ex- Universidad Técnica del Estado) en 1962. En 1970 recibió el grado de Master en Ciencias Aplicadas en la Universidad de Toronto, Canadá. Desde 1963 a la fecha es profesor a Jornada Completa del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Santiago de Chile, donde actualmente es Jefe del Area de Sistemas de Potencia. Se desempeñó como experto de la O.E.A. en la Escuela Politécnica Nacional de Quito, Ecuador, durante el año 1974. Fue Presidente del IV Congreso Chileno de Ingeniería Eléctrica en 1981. Es autor de varias publicaciones presentadas en reuniones científicas nacionales e internacionales.

OJEDA REYES, OSVALDO. Nació en Santiago, Chile, el 4 de octubre de 1942. Obtuvo el título de Ingeniero Civil Electricista en la Universidad de Santiago de Chile (Ex- Universidad Técnica del Estado) en 1970. Desde 1972 a la fecha es profesor a Jornada Completa del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Santiago de Chile, dedicado a la docencia e investigación en máquinas eléctricas. Tiene publicaciones en Congresos chilenos y extranjeros.