



316595

Memoria descriptiva

para solicitar PATENTE DE INVENCION

a nombre de

MASCHINENFABRIK OERLIKON, entidad suiza,

establecida en Zürich-Oerlikon (Suiza), por:

"UNA MAQUINA ASINCRONA TRIFASICA CON ROTOR DE JAULA"

Desde hace algún tiempo se emplean cada vez más las instalaciones de mando de redes con la frecuencia del sonido. Para ello se superponen a la red de 50 ciclos impulsos de frecuencia sonora, lo cual hace posible el mando a distancia de objetos diversos, por ejemplo, del alumbrado de calles, de contadores, de hornos, de acumuladores de agua caliente, etc. Se sabe también que las máquinas asíncronas pueden provocar perturbaciones de tales instalaciones de mando. Como los devanados de las máquinas están distribuidos en ranuras, al girar el rotor se producen fluctuaciones de impedancia de modo que, a la corriente de 50 ciclos del motor, se superponen armónicos superiores cuyas frecuencias están aproximadamente entre 500 y 2.000 ciclos. Ahora bien, si el motor está conectado a una línea larga, entonces aparece una caída de tensión con frecuencia sonora que puede alcanzar algunos voltios. Además, si la frecuencia de mando de las instalaciones de mando de redes coincide aproximadamente con la frecuencia



de perturbación, se llega entonces a mandos erróneos, ya que la tensión de respuesta del relé a accionar asciende aproximadamente a 1,5 V. Con el fin de obviar los inconvenientes descritos, se ha hecho ya la propuesta de biselar las ranuras.

5 Normalmente, este biselado asciende a un paso de las ranuras del estator o a un paso de las ranuras del rotor. Sin embargo, la experiencia ha mostrado que también las máquinas asíncronas con ranuras biseladas pueden causar perturbaciones en las instalaciones de mando de redes.

10 Partiendo de minuciosas investigaciones teóricas y prácticas, se ha visto que no es simplemente el biselado de las ranuras sino únicamente un biselado completamente definido que, de modo relativamente complicado depende del número de ranuras del estator, del número de ranuras del rotor,  
15 del número de pares de polos, del paso del devanado, etc., lo que puede aportar un remedio decisivo.

El presente invento se caracteriza porque el biselado de las ranuras está dimensionado, al menos aproximadamente, de modo que los máximos armónicos superiores de la  
20 tensión que resultan de la ecuación:

$$b_E = 300 \left(1 + \frac{bZ_2}{p}\right) \left(\frac{pZ_2}{p_k}\right)^2 \cdot \sum_{\nu} \frac{\nu_k \left(\sin \nu \frac{\pi}{Z_2}\right)^{\nu} \nu_n \cdot \mu_k \left(\sin \mu \frac{\pi}{Z_2}\right)^{\mu} \mu_n}{\nu^2 \mu^2}$$

y que se cierran sobre la red, tengan sus valores aproximadamente mínimos, siendo  $b$  el número de magnitud de los armónicos superiores,  $b_E$ ;  $Z_2$ , el número de ranuras del rotor;  $p$ , el  
25 número de pares de polos;  $p_k$ , el factor de arrollamiento del campo principal;  $\nu_k$ , el factor de arrollamiento para el campo superior  $\nu$ -ésimo;  $\nu_n$  el número de pares de polos de los campos superiores del estator;  $\nu_n$  el factor de biselado para el campo superior  $\nu$ -ésimo;  $\mu_k$ , el factor de devanado para el campo superior  $\mu$ -ésimo;  $\mu$ , el número de pares de polos de los  
30



campos superiores del rotor; y  $\mu_k$ , el factor de biselado para el campo superior  $k$ -ésimo.

El número de magnitud puede tomar los valores  $i_1, i_2, i_3, \dots$  y el signo es decisivo para la sucesión de las fases.  $p_k$  resulta de la ecuación:

$$p_k = \frac{\text{sen } \frac{\pi}{b}}{q \text{ sen } \frac{\pi}{bq}} \text{ sen } \frac{\pi}{2} \frac{y}{\tau_p}$$

donde  $y/\tau_p$  representa la anchura  $y$  de las bobinas, referida al paso  $\tau_p$  de los polos,  $q$  es el número de ranuras del estator por polo y cordón. Para  $\nu_k$  y  $\mu_k$ , son válidas las relaciones:

$$\nu_k = \frac{\text{sen } \frac{\nu}{p} \frac{\pi}{b}}{q \text{ sen } \frac{\nu \pi}{p bq}} \text{ sen } \frac{\nu \pi}{p} \frac{y}{2 \tau_p}, \quad \mu_k = \frac{\text{sen } \frac{\mu}{p} \frac{\pi}{b}}{q \text{ sen } \frac{\mu \pi}{p bq}} \text{ sen } \frac{\mu \pi}{p} \frac{y}{2 \tau_p}$$

Las magnitudes  $\nu$  y  $\mu$  pueden determinarse según las expresiones  $\nu = p(ba + 1)$ ,  $\mu = bz_2 + \nu$ . Aquí,  $a$  puede ser igual a 0,  $\pm 1$ ,  $\pm 2$ ,  $\pm 3, \dots$  Finalmente, las relaciones para  $\nu_k$  y  $\mu_k$  son las siguientes:

$$\nu_k = \text{sen } \nu \frac{\pi}{h} / \nu \frac{\pi}{h}, \quad \mu_k = \text{sen } \mu \frac{\pi}{h} / \mu \frac{\pi}{h}$$

y  $h$  determina el biselado de las ranuras.

De la fórmula para  $b_E$ , de acuerdo con los experimentos, resulta que se producen varios armónicos superiores de los que sólo uno o dos son peligrosos en su magnitud para la red. Si se busca ahora el punto 0 o el mínimo de los armónicos superiores máximos por variación de  $h$ , puede averiguarse el biselado más favorable. Se ve entonces que en algunos casos, las ranuras rectas pueden ser mejores que las biseladas. Con los motores de acuerdo con el invento pueden evitarse las perturbaciones de mando de las redes. Pueden anularse también los momentos de giro parásitos que, como es sabido, impiden la puesta a velocidad del motor. Se obtiene en conjunto un curso ventajoso de la curva de los momentos de giro.

**316595**

El objeto del invento se explicará todavía con más detalle con referencia a un ejemplo. Sea dado un motor con



$2p=4$ ,  $Z_1=36$ ,  $Z_2=28$ , y  $\zeta_p=3/9$ ; de ello se deduce  $q=Z_1/(2pm_1)=3$ , si  $Z_1$  representa el número de ranuras del estator y  $m_1=3$ , el número de fases.

5 Con estos valores pueden averiguarse ahora, para valores determinados de  $b$  al variar  $h$ , teniendo en cuenta las relaciones anteriores, las tensiones de los armónicos superiores  ${}^b E$ . El resultado puede verse en el dibujo en el que las abscisas representan una magnitud que caracteriza el biselado de las ranuras y en las ordenadas se ha representado la tensión  ${}^b E$  de los armónicos superiores con  $b$  como parámetro en  
10 porcentaje de la tensión en bornes para la carga nominal.

A los diversos valores de  $b$  pertenece una determinada frecuencia que se sigue de la ecuación  ${}^b f = \sqrt{1 + bZ_2(1-s)/p} \cdot f_N$ , siendo  $f_N$  la frecuencia de la red y  $s$  el deslizamiento. Se supone, para simplificar, que la máquina marcha en  
15 vacío, que  $s$  es por tanto 0 y con ello son válidas las frecuencias indicadas en el dibujo.

Las funciones  ${}^b E = (h)$  permiten deducir que, para  $b = \pm 2$ , los armónicos superiores de la tensión siguen siendo despreciablemente pequeños. El armónico con  $b = \pm 1$ , no requiere biselado de las ranuras, ya que cumple la condición  $bZ_2 \neq 2p=7$ , y puede demostrarse que siempre, cuando es satisfecha la ecuación  $bZ_2/2p = \pm 1, -2, \pm 4, -5, \pm 7 \dots (= 3g \pm 1)$  (siendo  $g$  un número entero positivo o negativo), el armónico superior  
20 se anula al conectar la máquina en estrella y, en la conexión en triángulo, se cierra sobre el devanado, y no sobre la red. Caso de que faltaran otros armónicos superiores que se cierran sobre la red, el biselado de las ranuras habría de elegirse teniendo en cuenta el paso por cero de la curva con  $b =$   
25  $\pm 1$ . Con  $b = -1$ , sin embargo, es la magnitud  $bZ_2 \neq 2p = -7$ . Se



1.

trata, por consiguiente, de un armónico superior de la red que debe ser anulado. Al pasar por 0,  $b = -1$ ,  $h = 27,5$ . Esto quiere decir que el biselado de las ranuras debe ascender a  $(1/27,5)$ avo de la periferia de las ranuras, o  $\frac{z_1}{h} \tau_{N1} = \frac{36}{27,5} \cdot \tau_{N1} = 1,3.$ , de los pasos de las ranuras del estator. Es indiferente a este respecto que el biselado se realice en el rotor o en el estator.

NOTA

Los puntos de propia invención son los siguientes:

1<sup>o</sup> - Una máquina asíncrona trifásica con rotor de jaula, caracterizada porque el biselado de las ranuras, al menos aproximadamente, está dimensionado de modo que los mayores armónicos superiores de la tensión que resultan de la relación:

$$b_E = 360 \left(1 + \frac{b^2 z_2}{p} \right) \left( \frac{p z_2}{\pi^2 p_k} \right)^2 \cdot \sum_{\nu}^{\infty} \frac{\nu_k (\text{sen} \nu \frac{\pi}{z_2} \nu_n)}{\nu^2} \cdot \frac{\mu_k (\text{sen} \mu \frac{\pi}{z_2} \mu_n)}{\mu^2}$$

y que se cierran sobre la red tengan aproximadamente sus valores mínimos, siendo  $b$  el número de magnitud de los armónicos superiores  $b_E$ ,  $z_2$  el número de las ranuras del rotor;  $p$  el número de pares de polos,  $p_k$ , el factor de arrollamiento para el campo principal;  $\nu_k$ , el factor de arrollamiento para el campo superior  $\nu$ -ésimo;  $\nu$  el número de pares de polos de los campos superiores del estator,  $\nu_n$  el factor de biselado para el campo superior  $\nu$ -ésimo,  $\mu_k$  el factor de devanado para el campo superior  $\mu$ -ésimo;  $\mu$  el número de pares de polos de los campos superiores del rotor; y  $\mu_n$  el factor de biselado para el campo superior  $\mu$ -ésimo.

2<sup>o</sup> - Una máquina según el punto 1, caracterizada porque el máximo armónico superior de la tensión  $b_E$  que se cierra dentro de la conexión en triángulo de la máquina es, al menos aproximadamente, igual a cero.

3<sup>o</sup> - UNA MÁQUINA ASÍNCRONA TRIFÁSICA CON ROTOR DE JAULA.

En esencia como se ha descrito en esta Memoria que consta

316595



de seis páginas mecanografiadas por una sola cara.

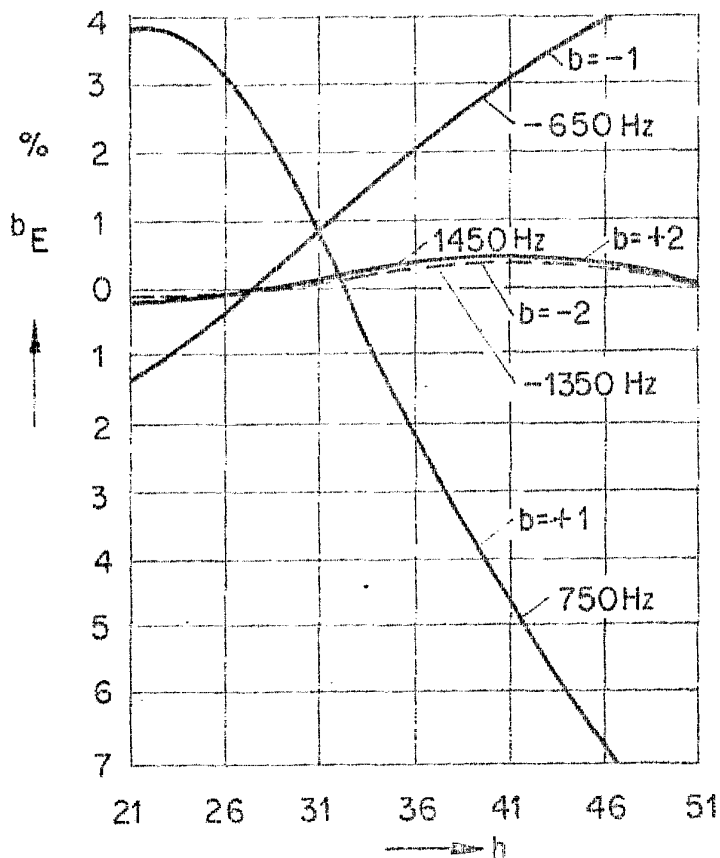
Madrid, 18 Agosto 1965.

P. a.

Juan Manuel

316595

316595



( Escala variable )  
 Madrid 19 de Agosto 1965.  
 P. a.

*Juan Morales*