

## Calculo del número de espiras para motores trifásicos de hasta 50 HP

Datos necesarios requeridos:

$D_i$  = Diámetro interno del estator, en centímetros

$L$  = Largo del estator, en centímetros

$P$  = Número de polos

$N$  = Número de ranuras del estator

$B$  = Inducción estimada del entrehierro, en KGs. (Tomar 4 para motores antiguos o 5 para modernos)

$f$  = Frecuencia de la red, en Hz.

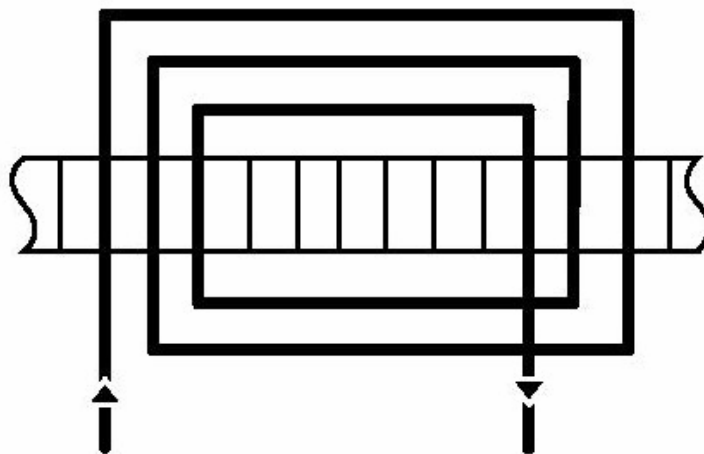
$V$  = Tensión de la red, en Volts.

$k$  = 1 para bobinados de dos capas (dos haces por ranuras), o 2 para bobinados de una capa (una haz por ranuras)

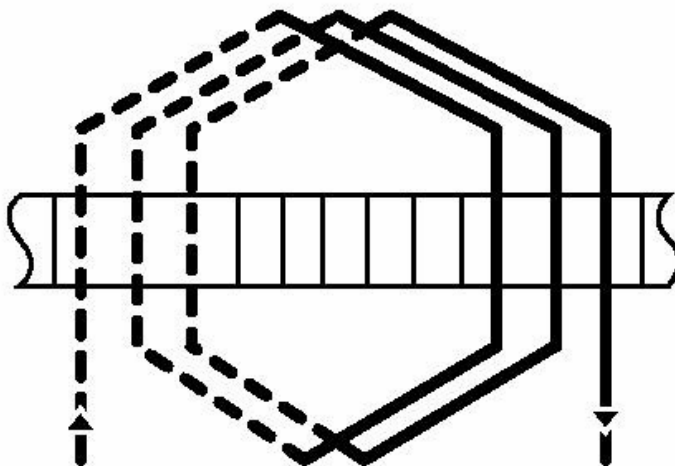
$k_1$  = Número de ramas en paralelo determinadas

$k_2$  = 1 para conexión triángulo, o 1,73 para conexión estrella.

Como primer paso, se elige el esquema a ser utilizado y se determina el paso medio del bobinado, teniendo en cuenta que, por ejemplo, para un esquema concéntrico de pasos 1:8:10:12 como el de la siguiente figura:



su equivalente para un esquema imbricado es de paso medio 1:10, como el de la siguiente figura:



Una vez elegido el paso medio, determinar el Factor de Bobinado  $\xi$ , según la siguiente tabla (más adelante se verá el significado de los porcentajes de las columnas indicadas con Z):

Nro. Ranuras del estator				p	Z	$\xi$	p	Z	$\xi$	p	Z	$\xi$
2 polos	4 polos	6 polos	8 polos									
12	24	36	48	1:7 1:4	0% 41,2%	0,966 0,684	1:6	3,6%	0,934	1:5	15,4%	0,837
18	36	54	72	1:10 1:7	0% 15,2%	0,96 0,832	1:9 1:6	1,5% 30,8%	0,945 0,735	1:8	6,4%	0,902
24	48	72	96	1:13 1:10 1:7	0% 8,2% 41%	0,958 0,885 0,678	1:12 1:9	1,2% 15,4%	0,946 0,83	1:11 1:8	3,6% 26%	0,926 0,76
30	60	90		1:16 1:13 1:10	0% 5,1% 23,6%	0,957 0,91 0,774	1:15 1:12 1:9	1% 9,5% 35%	0,947 0,874 0,71	1:14 1:11	2,3% 15,2%	0,935 0,829
36	72			1:19 1:16 1:13	0% 3,5% 15,2%	0,956 0,923 0,829	1:18 1:15 1:12	0,8% 6,3% 22%	0,948 0,898 0,783	1:17 1:14 1:11	1,5% 10,2% 30,8%	0,942 0,866 0,732
48	96			1:25 1:22 1:19 1:16	0% 1,9% 8,2% 20,2%	0,955 0,937 0,881 0,794	1:24 1:21 1:18 1:15	0,8% 3,3% 11,4% 26%	0,948 0,923 0,856 0,757	1:23 1:20 1:17 1:14	1,2% 6% 15,2% 33,1%	0,944 0,902 0,827 0,716

A continuación se calcula el Paso Polar  $t_P$ :

$$t_P = \frac{\pi \cdot D_i}{P}$$

Luego el Flujo Magnético estimado  $\phi$ :

$$\phi = \frac{B \cdot t_P \cdot L}{1000}$$

A partir de estos valores, se determina el número de espiras por fase  $Z_f$ :

$$Z_f = \frac{50 \cdot V \cdot k \cdot k_1}{2,22 \cdot \phi \cdot f \cdot \xi \cdot k_2}$$

Por último, se determina el número de espiras por bobina  $Z$ :

$$Z = \frac{3 \cdot Z_f}{N}$$

Para determinar la sección  $S$  del alambre que se utilizará, se utiliza la siguiente fórmula:

$$S = \frac{I \cdot k_2}{\delta \cdot 1,73 \cdot k_1}$$

teniendo en cuenta que  $S$  resultará en  $\text{mm}^2$ , cuando la Intensidad de corriente  $I$  (elegida a partir de la chapa de identificación del motor) esté expresada en Amperes y la densidad de corriente  $\delta$  sea expresada en  $\text{A/mm}^2$ .

Para motores menores o iguales a 10 HP, tomar una  $\delta = 7 \text{ A/mm}^2$

Para motores de 10 a 50 HP, tomar una  $\delta = 5,5 \text{ A/mm}^2$

### Acortamiento del paso

Muchas veces, se acorta el paso de ranura para obtener campos más regulares, mejorar la forma de onda de la f.e.m., reducir el espacio que ocupan las partes exteriores del bobinado y favorecer el enfriamiento y asimismo reducir o suprimir armónicos.

Con un moderado acortamiento del paso en una o dos ranuras, respecto al paso diametral, se pueden lograr notables ventajas porque, mientras el factor del bobinado varía poco, se reduce eficazmente la longitud de las espiras y por consiguiente se reducen las pérdidas en el cobre al mismo tiempo que se favorece la refrigeración.

Pero, como al acortar el paso diametral la f.e.m. resultante es ligeramente menor, para obtener el mismo resultados sin mayores riesgos, habrá que modificar en número de espiras activas de cada bobina, aumentándolas en determinado porcentaje indicado en las columnas  $Z$  de la tabla más arriba indicada.

Por ejemplo:

Si se acortara el paso de ranura de un bobinado de un motor de 36 ranuras y 4 polos - cuyo paso diametral corresponde a 1:10- en dos ranuras, es decir 1:8, el número de espiras calculado deberá aumentarse en un 6,4%.

