

Campo Magnético Giratorio.

Introducción.

Campo magnético giratorio

Para realizar el análisis del campo magnético giratorio, tomaremos en consideración un estator de 6 caras polares, donde en cada una de ellas se montara una bobina con el mismo número de vueltas, las cuales serán alimentadas mediante una fuente trifásica balanceada como se muestra en la *Figura 1*.

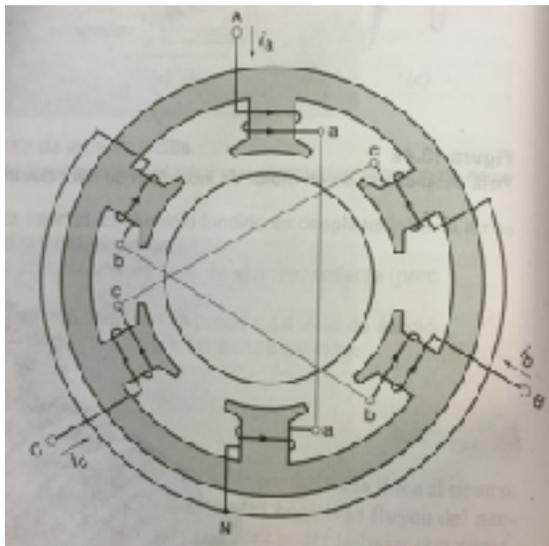


Figura 1. Conexión del estator de 6 polos.

Cada una de las bobinas producirá un campo magnético que estará cambiando de intensidad y de polaridad en concordancia con la forma de onda de la corriente que lo está generando. Sin embargo, la característica de 120° grados de desfaseamiento entre las 3 formas de onda de la fuente trifásica ocasionara una alternancia entre los campos, lo cual generara un campo magnético giratorio.

Analicemos la *Figura 2*. Donde se presentan las líneas de campo magnético que generan las corrientes instantáneas en el tiempo (1) mostrado en la *Figura 3*.

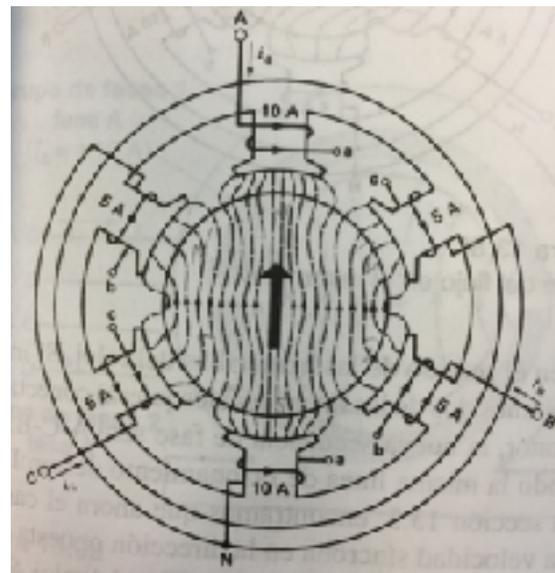


Figura 2. Campo magnético instantáneo.

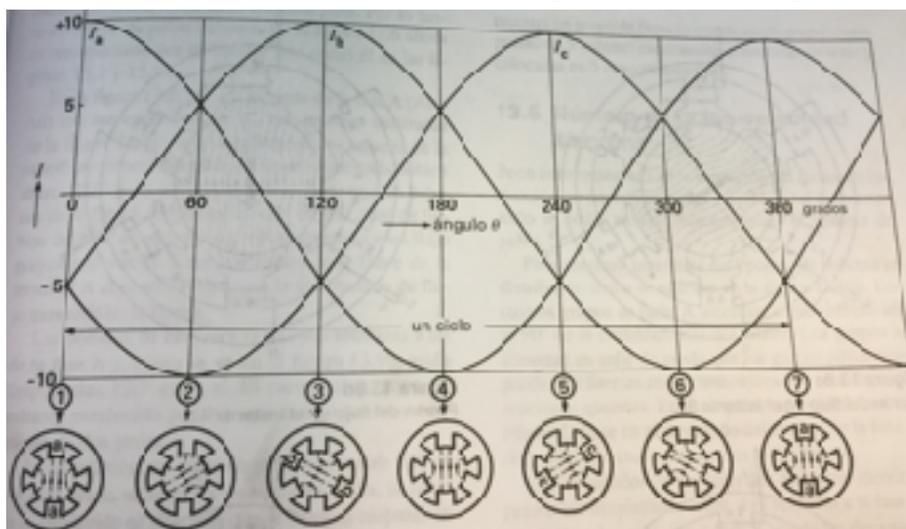


Figura 3. Ciclo

Para ello se tiene que observar el sentido de la corriente en cada una de las bobinas, para determinar el sentido y dirección del campo magnético que están produciendo. Si se hace de manera correcta, se debe llegar a la conclusión de que las seis caras polares del estator, están generando en conjunto dos polos dominantes, cuyas líneas de campo atraviesan el rotor e inducen los respectivos polos en el, como se aprecia en la Figura 2.

Si se analiza el instante de tiempo marcado en la Figura 3, como tiempo (2) que corresponde a 60° del ciclo, observamos que el campo magnético dominante se ha desplazado 60° a la derecha, esto debido a que las intensidades de las corrientes involucradas han cambiado; I_a disminuye a la mitad de la intensidad, manteniendo su polaridad; I_b se ha incrementado hasta cambiar de polaridad, lo que cambia el sentido y dirección de los campos que generaba anteriormente (ver Figura 1) y la I_c llega a su máximo valor negativo, pero manteniendo la misma polaridad. Estos cambios de intensidad y polaridad ocasionan que el campo magnético dominante parezca haberse desplazado los 60° para esta máquina de dos polos. Si continuamos el análisis de manera subsecuente para los instantes denotados como tiempo (3), tiempo (4), etc. observaremos que el campo magnético dominante continua girando, 60° por cada tiempo marcado en la Figura 3.

Con lo cual podemos establecer la manera en la cual se produce el magnético giratorio en el rotor de una máquina trifásica.

Máquina de Inducción, Control de Par por Resistencias

Introducción.

El par o momento de torsión desarrollado por un motor depende de su velocidad, pero la relación entre los dos no se puede expresar mediante una ecuación, por lo cual es preferible mostrarlo como una curva, denominada curva Par-Velocidad. Dicha curva puede ser obtenida mediante el estudio del Par eléctrico (T_e) o el Par Mecánico (T_m), dado que ambos están relacionados mediante la ecuación de oscilación:

$$\omega_r = \frac{(T_e - T_m)\omega_b}{JP} \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Donde:

ω_r	= Velocidad del rotor.
ω_b	= Velocidad del campo.
T_e	= Par eléctrico.
T_m	= Par mecánico.
J	= Inercia.
P	= Polos.

El par eléctrico se puede obtener para cada instante de tiempo mediante la solución del sistema de ecuaciones diferencial-algebraico (DAE) utilizando la fórmula:

$$T_e = \frac{3\left(\frac{P}{4}\right)\left(\frac{\omega_r}{\omega_b}\right)\left(\frac{X_M^2}{\omega_b}\right)\left(\frac{r_r}{S}\right)I_{ae}}{\left(\frac{r_r}{S}\right)^2 + \left(\frac{\omega_r}{\omega_b}\right)^2 X_{rr}^2} \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Sin embargo, como sabemos que en condiciones de estado estacionario el T_e es igual al T_m , se puede obtener la curva par velocidad para una máquina de inducción de manera experimental, tomando mediciones continuas de T_m y de la velocidad que desarrolla la máquina.

Al observar la (Ec. 2.2) se aprecia que el valor del par eléctrico está relacionado con el valor de la resistencia en el rotor r_r . Por lo cual, si se realiza un cambio en el valor de esta resistencia, se modifica el valor de T_e . Esto es posible llevarlo a cabo en una máquina de inducción de rotor devanado (MIRD), conectando en las terminales del rotor un reostato trifásico, modificando la resistencia total del circuito de la máquina y cambiando la característica par-velocidad.

Los incrementos de la r_r van a producir variaciones en las condiciones de arranque, lo que se puede utilizar para mejorar el T_m durante este periodo de operación. Aunque se mejore el par de arranque añadiendo resistencias externas, se debe tener cuidado, ya que esto, modifica el valor de deslizamiento⁽¹⁾ y ocasiona que la máquina trabaje con un factor de potencia menor al normal, por lo que las resistencias externas solo son recomendadas durante un breve tiempo en el arranque de la máquina.

⁽¹⁾ Entiéndase el deslizamiento S como la relación entre las velocidades del rotor (ω_r) y la del campo magnético giratorio (ω_b). $S = \frac{\omega_b - \omega_r}{\omega_b}$