

Conexiones Trifásicas de Máquinas Eléctricas

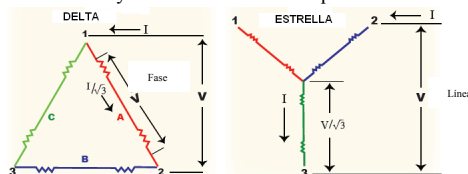
El tema de conexiones trifásicas parte del hecho que el diseñador del equipo calculó un valor de **Voltios/Vuelta** en cada bobina, esto significa que el NO respetarlo provocará que el equipo incumpla su función, o bien dañarse. El voltaje de cada Bobina se selecciona optimizando la densidad de flujo magnético, con una adecuada densidad de corriente en los conductores.



Aquí surge la primera pregunta: ¿Por qué conexión Delta (Triángulo) o Estrella? Se busca optimizar el desempeño y controlar la vida útil de la máquina. Esto lo toma en cuenta el diseñador para seleccionar una u otra, lo importante es que el usuario la respete, para que el equipo trabaje adecuadamente.

El factor $\sqrt{3}$

En máquinas trifásicas el factor $\sqrt{3}$ (Igual a 1.73) es importante, ya que es la relación entre las magnitudes de Línea y Fase. La LÍNEA es aquella externa a la máquina, y la FASE es lo que se relaciona con la fase interna. Ver la siguiente figura.



En ESTRELLA, el voltaje que experimenta la FASE es $V/\sqrt{3}$, donde V es el voltaje de LÍNEA. Pero la corriente de LÍNEA y FASE son las mismas. En esta conexión la relación **Voltios/Vuelta** es menor, con lo que el aislamiento por vuelta requiere menor exigencia, por ejemplo para un motor de media tensión. Para la DELTA (TRIÁNGULO) la corriente de LÍNEA no se divide en un factor de 2 por cada FASE, si no en un factor $\sqrt{3}$, por eso la corriente de FASE es $I/\sqrt{3}$, pero los voltajes de LÍNEA y FASE son los mismos. En este tipo de conexión la sección de conductores es menor, ya que se reduce en $\sqrt{3}$ la corriente de LÍNEA.

Numeración y cantidad de líneas

Para máquinas trifásicas se puede tener 3, 6, 9 ó 12 líneas. En el caso de NEMA se identifican con números, algunas consideraciones importantes son:

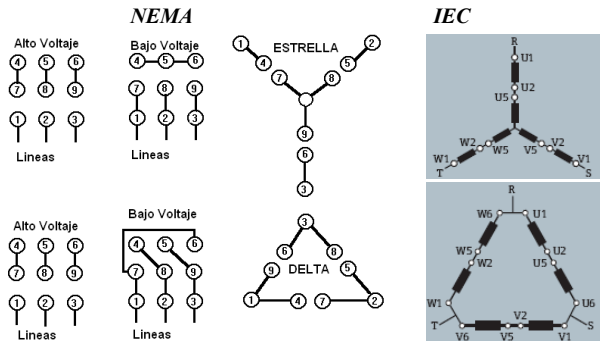
- Si son **6 líneas** identificadas como 1, 1, 2, 2, 3, 3 se trata de líneas en paralelo, salen 2 de la misma fase, máquina de un solo voltaje.
- Si son **6 líneas** identificadas como 1, 2, 3, 4, 5, 6 se trata de motor arranque Estrella-Delta, para operación en Delta.
- Si son **6 líneas** identificadas como 1, 2, 3, 7, 8, 9 se trata de un motor arranque tipo Bobinado-Partida (O Part Winding en inglés).

Para motores IEC se tienen 6 ó 12 líneas, la fase 1 es U, con inicio U1 y final U2, igual para fase 2 identificada con V y fase 3 con W. Si son 12 líneas se divide cada fase en dos partes: U1 a U2 primera parte, U5 a U6 segunda parte, lo mismo con fases V y W, para hacer conexiones de doble voltaje.

Máquinas de Doble Conexión: Para Alto y Bajo Voltaje

Máquinas con más opciones de conexión se indica en la placa de características, deben tener más de 3 líneas de salida, esto es:

- **Con 6 líneas:** En ESTRELLA para alto voltaje, DELTA para bajo voltaje, con relación entre estos en un factor de $\sqrt{3}$, por ejemplo: 380V en alto voltaje en ESTRELLA, 220V en bajo voltaje en DELTA.
- **Con 9 ó 12 líneas:** En ESTRELLA o DELTA, la relación siempre será de **2:1**. Para Alto Voltaje en conexión SERIE y Bajo Voltaje en conexión PARALELO, por ejemplo: 460V alto voltaje en SERIE y 230V bajo voltaje en PARALELO. En esta conexión la Bobina individual no sabe qué conexión tiene la máquina, ya que ésta siempre experimenta el mismo voltaje, lo que cambia es la corriente, esto es: La corriente en Conexión de Alto Voltaje es la MITAD de Bajo Voltaje, lo que permite ahorro de dinero en conductores y sistema de control, pero el desempeño será el mismo.



Diseño en Estrella o Delta: ¿Cuál es la mejor?

Los fabricantes usan una u otra de cierta forma arbitraria, sin embargo hay ciertas consideraciones, como la cantidad de circuitos paralelos internos usados. Algunos comentarios al respecto son los siguientes:

- En motores grandes, con corrientes altas, puede ser conveniente conexiones Delta, que usan más vueltas, con calibres de alambre menor, al conducir menos corriente de FASE respecto de la LÍNEA (En un factor de $\sqrt{3}$).
- En motores pequeños predominan las conexiones ESTRELLA, porque conviene menos vueltas, con calibres mayores, para efectos constructivos de las bobinas. La cantidad de vueltas por bobina es inversamente proporcional a la potencia: Entre más potencia, menos vuelta por bobina.
- El número de circuitos paralelos es importante, mientras el usuario maneja sólo dos: SERIE (1Y o 1D) y PARALELO (2Y o 2D), a nivel interno se usan más circuitos en paralelo, por ejemplo: Cuatro paralelos (4Y o 4D). La máxima cantidad de paralelos posibles no puede ser mayor que el número de polos, excepto en un diseño especial de máquinas de 2 polos. Con el número de paralelos los fabricantes manejan los **Voltios/Vuelta**, hay un máximo permitido que pueden usar con aislantes convencionales, si se excede el máximo se requieren aislantes especiales, con esto aumentan los costos.

Daños

Una conexión errónea puede provocar graves daños en la máquina, o bien podría perder potencia. Esto significa que debe ser clara antes de encender la máquina, aquella que el fabricante usó para el diseño y seguirla. No significa que se pueden hacer variaciones, pero respetando la relación: **Voltios/Vuelta**.

Conexiones Equivocadas

No. Líneas	Conexión Correcta	Conexión Realizada	Consecuencia
6	Estrella	Delta	Quemadura
6	Delta	Estrella	Pierde Potencia
9	Doble Delta	Doble Estrella	Mal funcionamiento
9	Doble Estrella	Doble Delta	Mal funcionamiento
9	Delta	Estrella	Mal funcionamiento
9	Estrella	Delta	Mal funcionamiento
12	Doble Delta	Doble Estrella	Pierde Potencia
12	Doble Estrella	Doble Delta	Quemadura
12	Delta	Estrella	Pierde Potencia
12	Estrella	Delta	Quemadura

Nota: El Mal funcionamiento puede terminar en quemadura si no se detiene.

