

CONEXIÓN EN MOTORES ELÉCTRICOS DE INDUCCIÓN TRIFÁSICOS CON ROTOR TIPO JAULA DE ARDILLA HASTA 600 VOLTIOS

INTRODUCCIÓN

Este documento tiene como objetivo ilustrar las conexiones más frecuentes utilizadas en los motores eléctricos Trifásicos y puede ser usado como guía para la instalación eléctrica y conexión de los mismos. No obstante siempre es recomendable leer los manuales e indicaciones de placa que hacen los fabricantes antes de realizar cualquier conexión.

1. NORMALIZACIÓN

El instituto encargado de preparar, revisar y analizar las normas técnicas en la fabricación de motores eléctricos a nivel internacional es la Comisión Electrotécnica Internacional (I.E.C.), con sede en Suiza, y en los Estados Unidos de Norte América lo hace la Asociación de Fabricantes Eléctricos Nacionales (NEMA).

A nivel mundial los fabricantes de motores adoptan las normas de marcación de terminales de acuerdo con la normalización vigente en su respectivo país, derivadas principalmente de las normativas I.E.C. y NEMA. .

Destacándose que en los motores fabricados bajo norma NEMA sus cables de conexión son marcados con números desde el 1 al 12 y los fabricados bajo norma IEC tienen una marcación que combina las letras U, V, W y los números desde el 1 hasta el 6.

Los diseños incluyen las tensiones a las cuales podrán ser energizados y cada norma en particular realiza su marcación de terminales de conexión. La gran mayoría de fabricantes diseñan los motores con bobinados para operar a dos (2) tensiones de servicio, destacándose que los Motores NEMA tienen una relación de conexionado de 1 :2, es decir que una tensión es el doble de la otra. Ej. 230/460 V y en los Motores IEC se presenta un diseño con una relación de 1:1,732, Ej. 220/380 V.

Existen diseños en los cuales esto no se cumple y se fabrican motores para operar a un sólo voltaje y con una sola conexión.

2. CONEXIÓN DE MOTORES TRIFÁSICOS

En los motores eléctricos trifásicos con rotor Jaula de Ardilla podemos encontrar las conexiones que se ilustran en la tabla No.1.

TABLA No. 1 - CONEXIÓN DE MOTORES

SIMBOLOGÍA DE LA CONEXIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA CONEXIÓN	OBSERVACIONES
Y	ESTRELLA	Generalmente usada en motores NEMA para la tensión más alta y en potencias hasta 20 HP. Usada en motores IEC para la mayor tensión.
YY	ESTRELLA DOBLE O ESTRELLA PARALELA	Generalmente usada en motores NEMA para la menor tensión y potencias hasta 20 HP y en motores IEC para la menor tensión y en potencias hasta 9 HP.
Δ	TRIÁNGULO	En motores IEC usada para la menor tensión en cualquier potencia para motores NEMA usada para la mayor tensión y en potencias mayores que 20 HP.
Δ Δ	TRIÁNGULO DOBLE O TRIÁNGULO PARALELO	En motores IEC usada para la tensión menor y potencias mayores que 9 HP y en motores NEMA para la menor tensión y potencias mayores que 20 HP.

De acuerdo con la tabla No. 1 los fabricantes efectúan combinaciones de estas conexiones para que los motores puedan funcionar con las dos tensiones de servicio a las cuales fueron diseñados, Como se puede observar en la tabla No. 2.

TABLA No. 2: COMBINACIÓN DE CONEXIONES

SIMBOLOGÍA DE LA CONEXIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA CONEXIÓN	OBSERVACIONES
	TRIÁNGULO PARA LA MENOR TENSIÓN ESTRELLA PARA LA MAYOR TENSIÓN	Muy poco usada en motores NEMA y muy frecuente en motores IEC. Posibilita que el motor pueda arrancar en Estrella Triangulo en la menor tensión. También usada en motores de una sola tensión de servicio que arrancan en estrella triangulo.
	ESTRELLA DOBLE PARA LA MENOR TENSIÓN ESTRELLA PARA LA MAYOR TENSIÓN	Usada en motores NEMA hasta 20 HP e IEC hasta 9 HP.
	TRIÁNGULO PARA LA MAYOR TENSIÓN TRIÁNGULO DOBLE PARA LA MENOR TENSIÓN	Usada en motores IEC con potencias mayores que 7.5 HP y motores NEMA con potencias mayores que 20 HP

NOTA: Las tablas No.1 y No. 2 han sido elaboradas teniendo como base el análisis de un gran número de motores reparados.

3. CANTIDAD DE TERMINALES DE CONEXIÓN

La cantidad de terminales de conexión varía de acuerdo con los diseños específicos realizados por los fabricantes y con las formas en las cuales pueden ser arrancados los motores (directo, estrella, triángulo, entre otros). De conformidad con lo anterior es posible construir la tabla No. 3.

TABLA No. 3 TERMINALES DE CONEXIÓN

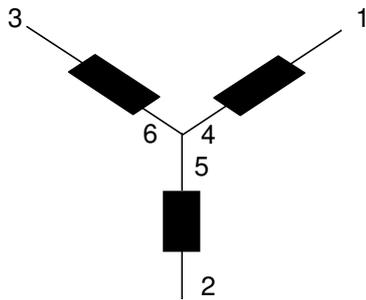
ITEM	CONEXIÓN	CANTIDAD DE TERMINALES DE CONEXIÓN	DE DE	COMENTARIOS Y OBSERVACIONES
1	INTERIOR	3		Motor para ser energizado únicamente a una sola tensión de servicio. La conexión es interna: Arranque directo.
2	Δ	6		Es posible realizar arranque estrella-triángulo. Motor para conectar a un voltaje único.
3	Δ / Y	6		Ver descripción y observaciones tabla No. 2 El motor puede ser arrancado estrella-triángulo en la menor tensión.
4	YY / Y	9		Ver descripción y observaciones tabla No. 2 Motor solo para arranque directo en cualquier voltaje.
5	$\Delta \Delta / \Delta$	9		Idem Item No. 4
6	YY / Y	12		Idem Item No. 5
7	$\Delta \Delta / \Delta$	12		Ver descripción y observaciones tabla No. 2. En la mayoría de casos el motor puede ser arrancado estrella-triángulo en ambas tensiones.

4. MARCACIÓN DE TERMINALES DE CONEXIÓN

A continuación se ilustran la marcación de terminales según la norma americana NEMA y de acuerdo con la cantidad de terminales de conexión.

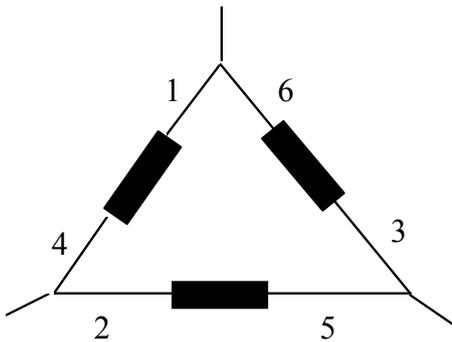
4.1 SEIS TERMINALES

4.1.1 Conexión Y : Norma NEMA



Unir 4-5-6 y aislar
Conectar L1-L2 y L3 a los
terminales 1-2-3

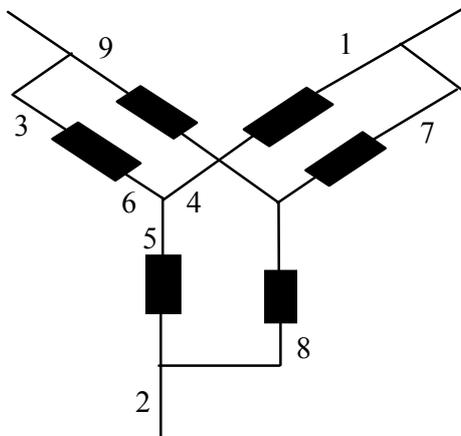
4.1.2 Conexión Triangulo: norma NEMA



Unir 1-6 y Alimentar con L1
Unir 2-4 y Alimentar con L2
Unir 3-5 y Alimentar con L3

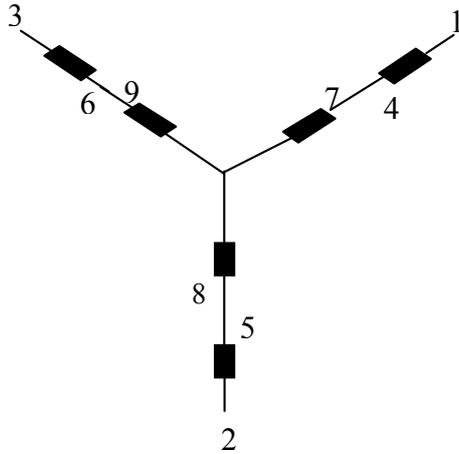
4.2 NUEVE TERMINALES

4.2.1 Conexión YY : norma NEMA



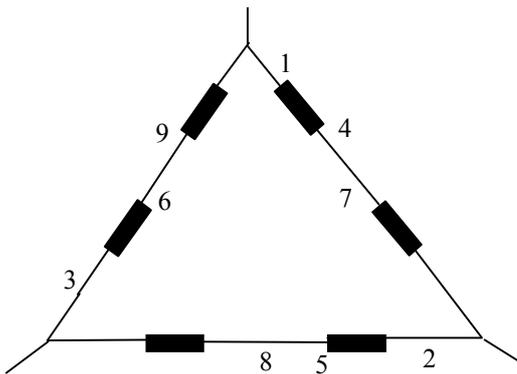
Unir 4-5-6 y Aislar
Unir 1-7 y Alimentar con L1
Unir 2-8 y Alimentar con L2
Unir 3-9 y Alimentar con L3

4.2.2 Conexión Y: norma NEMA



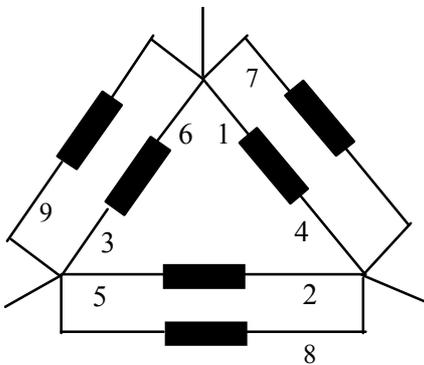
Unir 4-7 y Aislar
 Unir 5-8 y Aislar
 Unir 6-9 y aislar
 Conectar L1,L2 y L3 a los
 terminales 1,2 y 3 respectivamente

4.2.3 Conexión Triángulo: norma NEMA



Unir 4-7 y Aislar
 Unir 5-8 y Aislar
 Unir 6-9 y Aislar
 Alimentar por 1 con L1
 Alimentar por 2 con L2
 Alimentar por 3 con L3

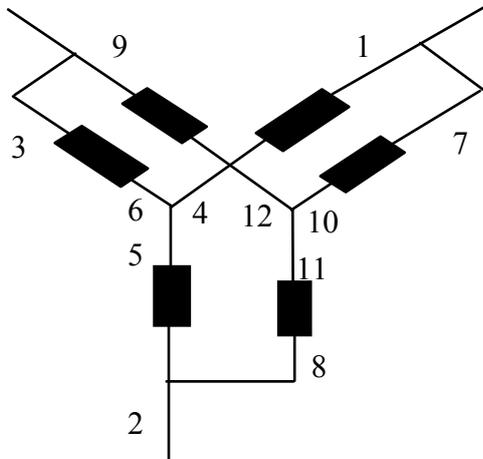
4.2.4 Conexión Doble Triángulo: norma NEMA



Unir 1-6-7 y Alimentar con L1
 Unir 2-4-8 y Alimentar con L2
 Unir 3-5-9 y Alimentar con L3

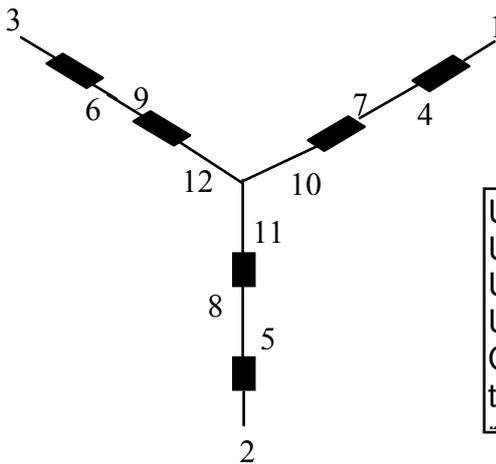
4.3 DOCE TERMINALES

4.3.1 Conexión YY : norma NEMA



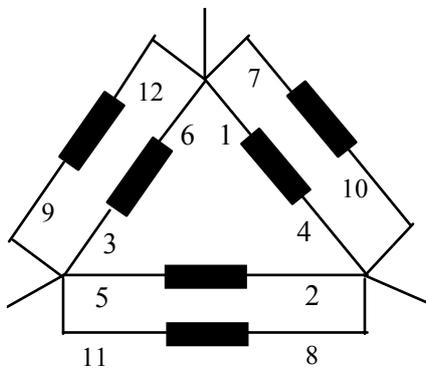
Unir 4-5-6 y Aislar
Unir 10-11-12 y Aislar
Unir 1-7 y Alimentar con L1
Unir 2-8 y Alimentar con L2
Unir 3-9 y Alimentar con L3

4.3.2 Conexión Y : norma NEMA



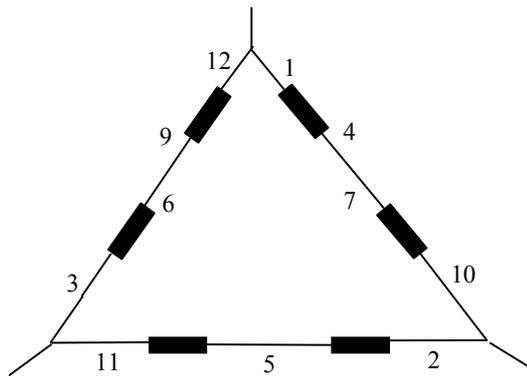
Unir 10-11-12 y Aislar
Unir 4-7 y Aislar
Unir 5-8 y Aislar
Unir 6-9 y Aislar
Conectar L1, L2 y L3 a los
terminales 1, 2 y 3
respectivamente

4.3.3 Conexión $\Delta \Delta$: norma NEMA



Unir 1-6-7-12 y Alimentar con L1
Unir 2-4-8-10 y Alimentar con L2
Unir 3-5-9-11 y Alimentar con L3

4.3.4 Conexión Δ : norma NEMA



Unir 4-7 y Aislar
Unir 5-8 y Aislar
Unir 6-9 y Aislar
Unir 1-12 y Alimentar con L1
Unir 2-10 y Alimentar con L2
Unir 3-11 y Alimentar con L3

Los anteriores diagramas son aplicables a motores que arrancan en forma directa. Para ampliación de conceptos recomendamos consultar las normas internacionales IEC-34-8 y NEMA MG-1, como también leer y analizar en profundidad los manuales e indicaciones de los fabricantes ya que existen conexiones especiales como la de Devanado Partido, conexión Estrella-Triángulo, y las de motores de doble velocidad, las cuales no se encuentran en este documento.

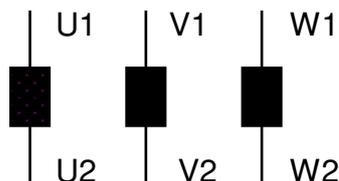
5. EQUIVALENCIAS

Para efectos de equivalencias, a continuación presentamos un símil entre la marcación de terminales según norma NEMA MG-1 y según norma IEC-34-8.

5.1 DEVANADOS CON SEIS TERMINALES - NORMA IEC

EQUIVALENCIA ENTRE NORMAS

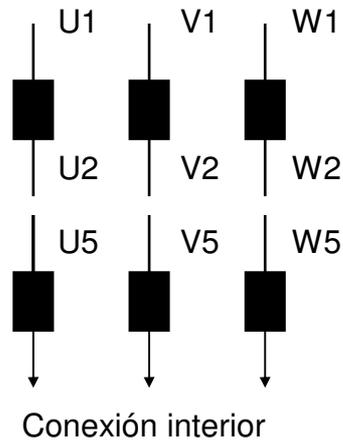
NORMA	MARCACIÓN DE TERMINALES					
NEMA	1	2	3	4	5	6
IEC	U1	V1	W1	U2	V2	W2



5.2 DEVANADOS CON NUEVE TERMINALES-NORMA IEC

EQUIVALENCIA ENTRE NORMAS

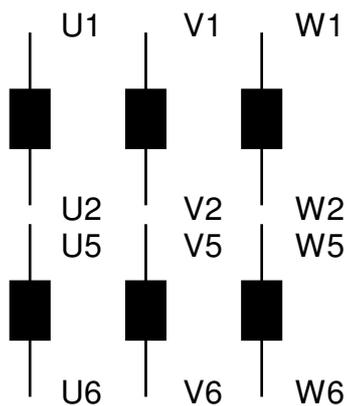
NORMA	MARCACIÓN DE TERMINALES								
NEMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
IEC	U1	V1	W1	U2	V2	W2	U5	V5	W5



5.3 DEVANADOS CON DOCE TERMINALES-NORMA IEC

EQUIVALENCIA ENTRE NORMAS

NORMA	MARCACIÓN DE TERMINALES											
NEMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
IEC	U1	V1	W1	U2	V2	W2	U5	V5	W5	U6	V6	W6



CARLOS HERNANDO RAMIREZ
 e-mail: petronila1966@hotmail.com