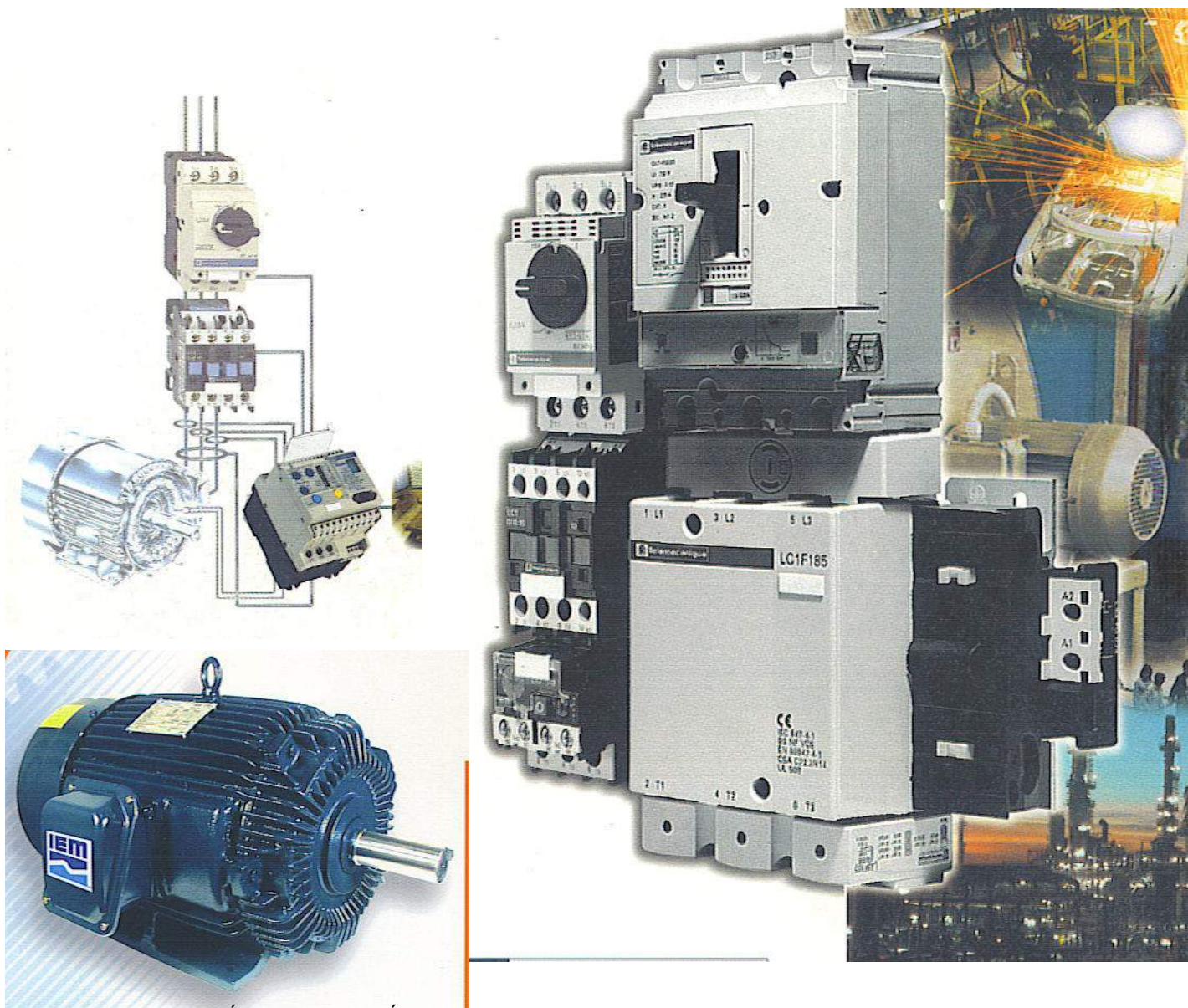


SISTEMAS DE CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS INDUSTRIALES.



RECOPILACIÓN Y REDACCIÓN:
ING. ISAÍAS CECILIO VENTURA NAVA.
INSTRUCTOR
Cedula Profesional :654329.
Reg. C.I.M.E.: 4482.
Reg. S.T.P.S. VENI-5511-22-4C8-005.
Reg. CO.NO.CER. C22666 0304102.

CONTENIDO

SUBOBJETIVOS DE APRENDIZAJE:

1. **Objetivo General.**
2. **Introducción.**
3. **Leyes Eléctricas Básicas.**
4. **Características técnicas. Datos de placa de motores.**
5. **Simbología Eléctrica NEMA Americana.**
6. **Simbología DIN Europea.**
7. **Circuito de control a dos hilos.**
8. **Circuito de control a tres hilos.**
9. **Circuitos de control en secuencia.**
10. **Circuitos de control de frenado de motores eléctricos.**
11. **Circuitos de control y de fuerza de arrancadores reversibles.**
12. **Arrancadores a tensión reducida.**
13. **Arrancadores electrónicos o de estado sólido.**
14. **Variadores ajustables de frecuencia.**
15. **P.L.C. Controladores Lógicos Programables.**
16. **Motores de polos consecuentes.**
17. **Motores de inducción de rotor devanado.**
18. **Arrancador IEC Inteligente Telemecanique TeSys U.**
19. **Timers. Relevadores de retardo de tiempo.**
20. **Multímetro.**
21. **Fórmulas Técnicas.**
22. **Tablas de consulta.**

1. OBJETIVO GENERAL.

Al final del contenido de la materia o al final del curso *CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS INDUSTRIALES*, los estudiantes o participantes del mencionado curso, leerán e interpretarán los diagramas, llevarán a cabo el cableado e instalación de los circuitos de control y de fuerza de los motores eléctricos de inducción y efectuarán las pruebas de arranque y puesta en marcha de los mismos, siguiendo las normas técnicas y los procedimientos regidos por los estándares de control NEMA americanos, así como DIN europeos, todo lo anterior para el desempeño con eficiencia de su trabajo como personas dedicadas a la instalación y el mantenimiento de circuitos de control y de fuerza de arrancadores de motores eléctricos de inducción de c.a.

2. INTRODUCCIÓN.

Desde el punto de vista técnico, el desarrollo de los motores eléctricos hasta nuestros días, ha sido notable gracias a los avances logrados en muchos campos de la ingeniería de máquinas eléctricas, tales como nuevos conceptos de diseño, nuevos procesos de manufactura y nuevos materiales disponibles. Esto ha traído como consecuencia un mejor funcionamiento y una continua reducción en tamaño.

Cuando Nikola Tesla inventó el Motor de Inducción en 1888, no se imaginó la importancia que tendría éste en el desarrollo de las transmisiones electromecánicas de las plantas industriales, porque es el de más sencilla operación, resistente construcción y poco mantenimiento.

El motor de inducción tomó su nombre del hecho de que las corrientes que fluyen en el secundario designado como rotor, se inducen por las corrientes que fluyen en el primario designado como estator. En forma más clara las corrientes del secundario se inducen por la acción de los campos magnéticos creados en el motor por el devanado del estator. No existe conexión eléctrica entre el circuito primario y el secundario.

En lo que se refiere al Control de Motores Eléctricos es un tema que ha adquirido gran importancia a partir de la automatización de los procesos industriales y de la incorporación cada vez más notoria de la electrónica y de la electrónica de potencia en el control de máquinas eléctricas.

Hoy en día en un ambiente típicamente industrial se pueden tener tecnologías convencionales (tales como los controles por relevadores y arrancadores magnéticos) combinados con tecnologías de expansión (tales como los controladores lógicos programables, los arrancadores de estado sólido) y nuevas tecnologías (como las fibras ópticas) operando todas en un sistema de manufactura, en donde se requiere programabilidad, expandibilidad, confiabilidad, mantenibilidad y versatilidad como factores de los sistemas de producción y que requieren de un conocimiento del equipo de control a nivel conceptual y de diseño.

Es de vital importancia para tener éxito que los estudiantes, los ingenieros de mantenimiento y los técnicos de mantenimiento, adquieran un conocimiento claro de todos los elementos de un sistema de control.

3. LEYES ELÉCTRICAS BÁSICAS.

LA LEY DE OHM.

Cuando hablemos de tensión o voltaje, de frecuencia o ciclos y estos términos se refieren a medidas y por tanto de las unidades de medida fundamentales en la electricidad, pero en estas notas mencionaremos cuatro, estas son: Voltio o Volt, Amperio o Ampere, Vatio o Watt y Ohmio u Ohm.

VOLT o tensión, es la presión que requiere la corriente para circular. Se abrevia “V” y cuando se habla de grandes cantidades de ellos, se emplea el término Kilovolt, que se abrevia “KV” y representa 1,000 voltios. En fórmulas eléctricas se emplea para representarlo, la inicial “E”. Su nombre se le puso en honor a Alejandro, conde de Volta, físico italiano autor de notables trabajos de electricidad e inventor de la pila que lleva su nombre. (N. 1745, M. 1836).

AMPERE o intensidad, es el flujo de la corriente, es decir, la corriente misma, la cantidad. Se abrevia “A” o amp. En las formulas eléctricas se emplea, para representar a la intensidad de la corriente la inicial “I”. Su nombre se lo debe a André Marie Ampere, matemático y físico francés que creó la electrodinámica, inventó el electroimán y el telégrafo electromagnético. (N. 1775, M. 1836).

WATT o potencia de la corriente o de los aparatos, tanto de los que la producen, como de las que la consumen. Es la mayor o menor capacidad para efectuar un trabajo mecánico, térmico o químico. Decimos que tanto de los que la producen, como de los que la consumen, porque se habrá oído hablar de una planta de tantos watts, lo cual quiere decir, que dicha planta, produce la fuerza suficiente para mover aparatos que consuman esos tantos o cuantos watts para funcionar, asimismo se dice de una plancha, una parrilla, un foco incandescente, un horno de microondas, etc., de tantos watts, o lo que es lo mismo que el aparato necesita de esos tantos watts para efectuar su trabajo. Se abrevia W.

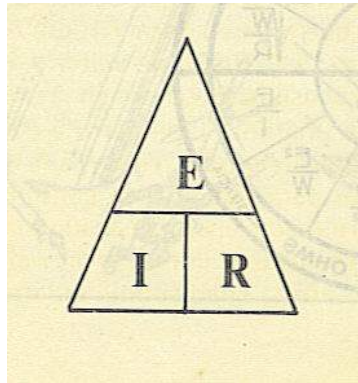
Se emplean también las iniciales KW, MW y GW que quieren decir KILOWATT, MEGAWATT y GIGAWATT y que corresponden a 1,000 watts, 1,000,000 watts y 1,000,000,000 watts respectivamente. Esa potencia es la energía que se consume o genera en la unidad de tiempo, es decir, un foco incandescente de 40 watts, consume esos 40 watts en una hora, una parrilla de 1,000 watts (1 KW), consume dichos 1,000 watts en una hora; lo que equivale a que, para que la parrilla consuma 1 KW, deberá estar prendida una hora, en cambio, para que el foco consuma esa misma cantidad de kilowatts necesitará estar prendido 25 horas, por lo tanto para medir energía consumida, es necesario unir las dos medidas, la de la energía y la de tiempo y debe decirse entonces un watt-hora, para uno y emplear las mismas iniciales y términos indicados arriba añadiéndole la letra “h”, ó sea KWH, MWH y GWH. El nombre se le puso en honor del físico inglés James Watt, el que independientemente de sus trabajos sobre electricidad, concibió el principio de la máquina de vapor. (N. 1737, M 1819).

OHM o resistencia es la mayor o menor resistencia que ofrecen los conductores al paso de la corriente, al igual que las paredes de un tubo oponen resistencia al paso del agua por la fricción que se produce entre ésta y aquellas. No tiene abreviatura; se designa con la letra “R” o con la letra griega omega (Ω). El nombre es en honor de físico alemán Jorge Ohm, que formuló las leyes fundamentales de las corrientes eléctricas. (N. 1789, M 1854).

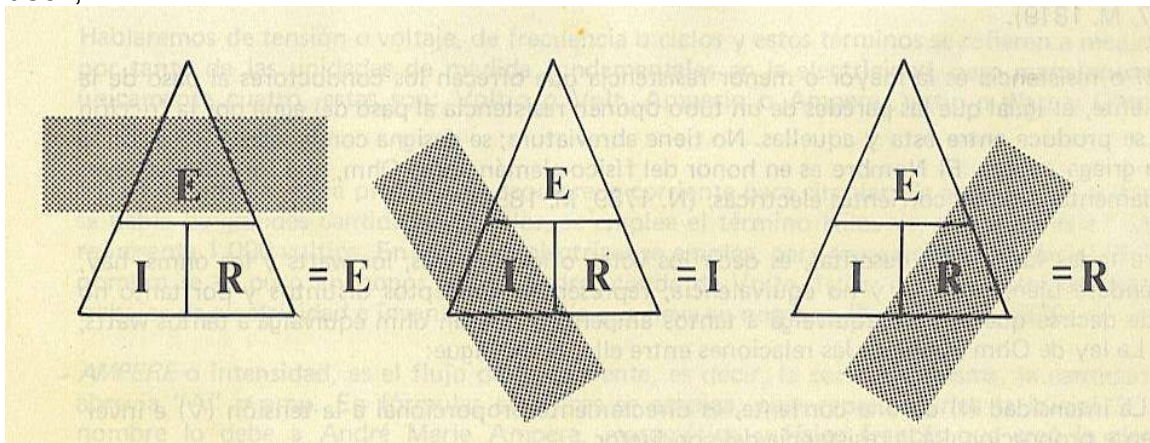
Entre todas las fuerzas descritas, es decir los volts, o los amperes, los watts y los ohms, hay, entiéndase bien, relación y no equivalencia, representan conceptos distintos y por tanto no puede decirse que un volt equivalga a tantos amperes o que un ohm equivalga a tantos watts, etc. La Ley de Ohm establece las relaciones entre ellas como sigue:

1. La intensidad (I) de una corriente, es directamente proporcional a la tensión (V) e inversamente proporcional a la resistencia (R) del conductor.
2. La tensión (V), es directamente proporcional a la resistencia (R) y a la intensidad (I).
3. La resistencia (R) es directamente proporcional a la tensión (V) e inversamente proporcional a la intensidad (I).

De lo que se deduce que si desconocemos la intensidad de una corriente debemos dividir la tensión entre la resistencia... pero vamos a abreviar; hay una fórmula que se expresa así:



y que se emplea de forma práctica suprimiendo el término que se desea conocer y efectuando la operación que indican los términos que quedan, es decir,



Por lo anterior se puede resumir que la LEY DE OHM se refiere a la relación existente entre las tres magnitudes fundamentales.

Se enuncia de la siguiente forma:

“La intensidad de la corriente es directamente proporcional a la tensión e inversamente proporcional a la resistencia”.

Matemáticamente se expresa de la siguiente forma:

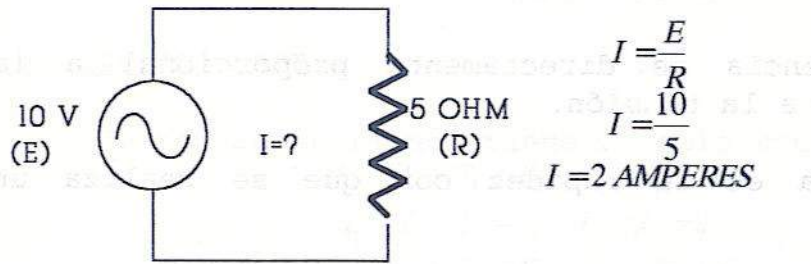
$$I = \frac{E}{R}$$

$$E = I \times R$$

$$R = \frac{E}{I}$$

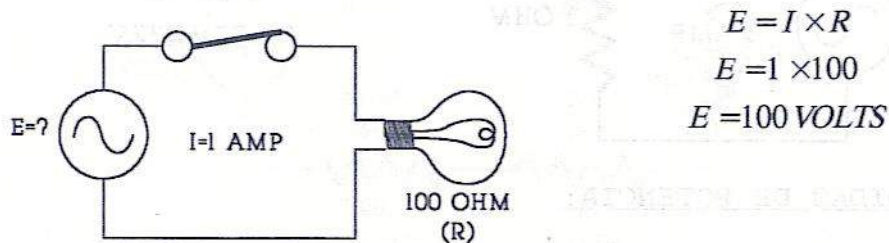
Cálculo de la corriente eléctrica.

¿Cuánta corriente producirá una tensión aplicada de 10 volts a través de una resistencia de 5 ohms?



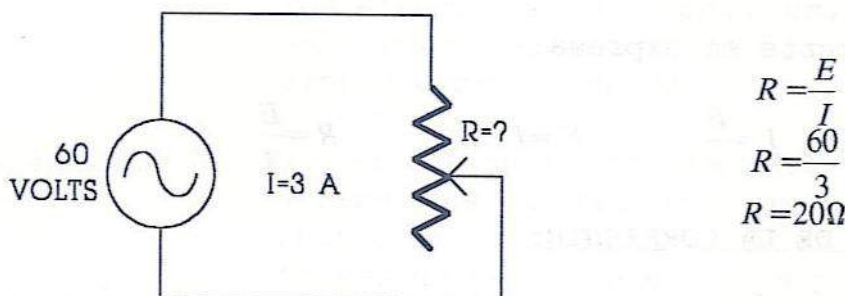
Cálculo de la Tensión.

Si el foco del circuito del diagrama tiene una resistencia de 100 ohms y una corriente de 1 ampere en el circuito cuando se cierra el interruptor ¿Cuál será la tensión de salida de la batería?



Cálculo de la Resistencia.

En el circuito del diagrama fluye una corriente de 3 amperes cuando el reostato se ajusta a la mitad de su rango. ¿A cuanto debe de ascender la resistencia del circuito?, la tensión es de 60 volts.

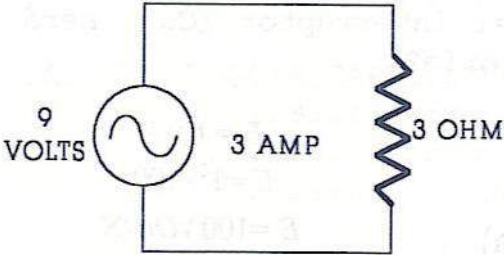


LA LEY DE WATT.

La potencia eléctrica es directamente proporcional a la intensidad de la corriente y a la tensión.

Potencia es la rapidez con que se realiza un trabajo.

Cálculo de la potencia eléctrica:

$$P = E \times I \quad E = \frac{P}{I} \quad I = \frac{P}{E}$$


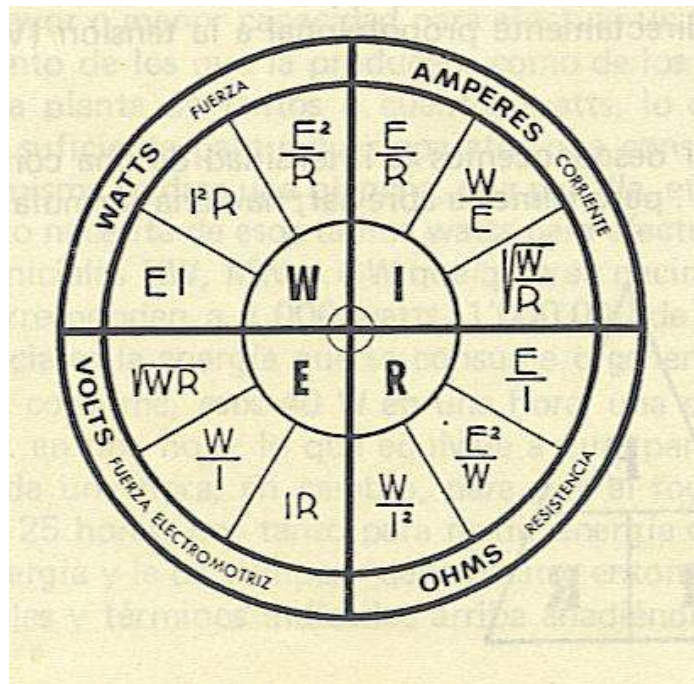
9 VOLTS 3 AMP 3 OHM

$$P = E \times I$$

$$P = 9 \times 3$$

$$P = 27 \text{ WATTS}$$

Para concluir y hacer más comprensible lo que hemos descrito vamos a verlo en la siguiente imagen que contiene todas las fórmulas de electricidad básica:



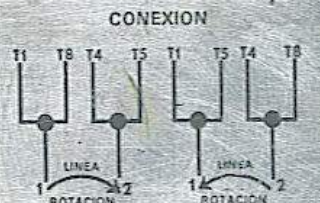

4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS. DATOS DE PLACA DE MOTORES.

Utilidad de los datos de placa para una mejor instalación y mantenimiento.

Las placas de datos o de identificación de los motores suministran una gran cantidad de información útil sobre diseño y mantenimiento. Esta información es particularmente valiosa para los instaladores y el personal electrotécnico de la planta industrial, encargado del mantenimiento y reemplazo de los motores existentes. Durante la instalación, mantenimiento o reemplazo, la información sobre la placa es de máxima importancia para la ejecución rápida y correcta del trabajo.

En la publicación NEMA MG1, sección 10.38, se expresa que los siguientes datos deben estar grabados en la placa de identificación de todo motor eléctrico: Razón social del fabricante, tipo, armazón, potencia en h.p., designación de servicio (tiempo), temperatura ambiente, velocidad en r.p.m., frecuencia en Hz., número de fases, corriente de carga nominal en Amperes, voltaje nominal en Volts, letra clave para rotor bloqueado, letra clave de diseño, factor de servicio, factor de potencia, designación de sus rodamientos y clase de aislamiento. Además, el fabricante puede indicar la ubicación de su fábrica o servicio autorizado, etc.

Casi todos los datos de placa se relacionan con las características eléctricas del motor, de manera que es importante que el instalador o encargado de mantenimiento sea ingeniero electricista o técnico electricista calificado, o bien un contratista especializado en estos trabajos.

CP 5		POLOS 4	TIPO HTCCVE	ARMAZON 213T
HERTZ	60	NOM-I	CONEXION 	
VOLTS	220			
AMPERES	22	DISEÑO CCONNIE	OPERACION HORAS 24 EFIC. 0.81 AISLAM. CLASE B F.P. 0.93	
R.P.M.	1720			
FACTOR DE SERVICIO	1.00	L.	TEMP. MAX. TOTAL Cu 130 °C SER. 190502	
AMPS. A FACTOR DE SERVICIO	22			
CLAVE KVA A ROTOR BLOQUEADO	K		MODELO 1.07032	
TEMP. AMB. 30 °C a 2300 m S.N.M. MAXIMA 40 °C a 1000 m S.N.M.				
ROD. FL. 6 INF. 6206Z7		INDUSTRIAS IEM, s.a. de c.v.		
ROD. OP. 6207ZZ		TLALNEPANTLA, MEXICO		
P.M.-201-A				

Enseguida se describe la información grabada normalmente en una placa de datos de un motor eléctrico.


Información principal:

1. **Número de serie (SER NO):** Es el número exclusivo de cada motor o diseño para su identificación, en caso de que sea necesario ponerse en comunicación con el fabricante.
2. **Tipo (TYPE):** Combinación de letras, números o ambos, seleccionados por el fabricante para identificar el tipo de carcasa y de cualquier modificación importante en ella. Es necesario tener el sistema de claves del fabricante para entender este dato.
3. **Número de modelo (MODEL):** Datos adicionales de identificación del fabricante.
4. **Potencia (H.P.):** La potencia nominal (h. p.) es la que desarrolla el motor en su eje cuando se aplican el voltaje y frecuencia nominales en las terminales del motor, con un factor de servicio de 1.0 .
5. **Armazón (FRAME):** La designación del tamaño del armazón es para identificar las dimensiones del motor. Si se trata de una armazón normalizada por la NEMA incluye las dimensiones para montaje (que indica la norma MG1), con lo cual no se requieren los dibujos de fábrica.
6. **Factor de servicio (SV FACTOR):** Los factores de servicio más comunes son de 1.0 a 1.15. Un factor de servicio de 1.0 significa que no debe demandarse que el motor entregue más potencia que la nominal, si se quiere evitar daño al aislamiento. Con un factor de servicio de 1.15 (o cualquier mayor de 1.0), el motor puede hacerse trabajar hasta una potencia mecánica igual a la nominal multiplicada por el factor de servicio sin que ocurran daños al sistema de aislamiento. Sin embargo, debe tenerse presente que el funcionamiento continuo dentro del intervalo del factor de servicio hará que se reduzca la duración esperada del sistema de aislamiento.
7. **Amperaje (AMPS):** Indica la intensidad de la corriente eléctrica que toma el motor al voltaje y frecuencia nominales, cuando funciona a plena carga (corriente nominal).
8. **Voltaje (VOLTS):** Valor de la tensión de diseño del motor, que debe ser la medida en las terminales del motor, y no la de la línea. Los voltajes nominales estándar se presentan en la publicación MG1-10.30 .
9. **Clase de aislamiento (INSUL):** Se indica la clase de materiales de aislamiento utilizados en el devanado del estator. Son sustancias aislantes sometidas a pruebas para determinar su duración al exponerlas a temperaturas predeterminadas. La temperatura máxima de trabajo del aislamiento clase B es de 130 grados centígrados; la de la

clase F es de 155 grados centígrados y la de la clase H es de 180 grados centígrados.

10. **Velocidad (RPM):** Es la velocidad de rotación (rpm) del eje del motor cuando se entrega la potencia nominal a la máquina impulsada, con el voltaje y la frecuencia nominales aplicados a las terminales del motor (velocidad nominal). Nota.- Esta velocidad también se le conoce como velocidad asíncrona en el caso de los motores eléctricos de inducción tipo rotor jaula de ardilla asíncronos.
11. **Frecuencia (HERTZ):** Es la frecuencia eléctrica (Hz) del sistema de suministro para la cual está diseñado el motor. Posiblemente ésta también funcione con otras frecuencias, pero se alteraría su funcionamiento y podría sufrir daños.
12. **Servicio (DUTY):** En este espacio se graba la indicación “intermitente” o “continuo”. Esta última significa que el motor puede funcionar las 24 horas los 365 días del año, durante muchos años. Si es “intermitente” se indica el periodo de trabajo, lo cual significa que el motor puede operar a plena carga durante ese tiempo. Una vez transcurrido éste, hay que parar el motor y esperar a que se enfríe antes de que arranque de nuevo.
13. **Temperatura ambiente (°C):** Es la temperatura ambiente máxima (°C) a la cual el motor puede desarrollar su potencia nominal sin peligro. Si la temperatura ambiente es mayor que la señalada, hay que reducir la potencia de salida del motor para evitar daños al sistema de aislamiento.
14. **Número de fases (PHASE):** Número de fases para el cual está diseñado el motor, que debe concordar con el sistema de suministro.
15. **Clave de KVA (KVA):** En este espacio se inscribe el valor de KVA que sirve para evaluar la corriente máxima (de avalancha) en el arranque. Se especifica con una letra clave correspondiente a un intervalo de valores de KVA/hp, y el intervalo que abarca cada letra aparece en la norma NEMA MG1-10.36. Un valor común es la clave G, que abarca desde 5.6 hasta menos de 6.3 KVA/hp. Es necesario comprobar que el equipo de arranque sea de diseño compatible, y consultar si la empresa suministradora de energía eléctrica local permite esta carga en su sistema.
16. **Diseño (DESIGN):** En su caso, se graba en este espacio la letra de diseño NEMA, que especifica los valores mínimos de par mecánico de rotación a rotor bloqueado, durante la aceleración y a la velocidad correspondiente al par mecánico máximo, así como la corriente irruptiva máxima de arranque y el valor máximo de deslizamiento con carga. Estos valores se especifican en la norma NEMA MG1, secciones 1.16 y 1.17.

- 17. Cojinetes (SE BEARING) (EO BEARING):** En los motores que tienen cojinetes antifricción, éstos se identifican con sus números y letras correspondientes de designación conforme a las normas de la Anti-Friction Bearing Manufacturers Association (AFBMA). Por tanto, los cojinetes pueden sustituirse por otros del mismo diseño, pues el número AFBMA incluye holgura o juego del ajuste del cojinete, tipo retención, grado de protección (blindado, sellado, abierto, etc.) y dimensiones. Se indican el extremo hacia el eje (SE, shaft end) y el extremo opuesto (EO, end opposite) en los cojinetes del árbol (flecha).
- 18. Secuencia de fases (PHASE SEQUENCE):** El que se incluya la secuencia de fases en la placa de identificación de datos permite al instalador conectar, a la primera vez, el motor para el sentido de rotación especificado, suponiendo que se conoce la secuencia en la línea de suministro. Si la secuencia en la línea es A-B-C, los conductores terminales se conectan como se indica en la placa. Si la secuencia es A-C-B, se conectan en sentido inverso al ahí señalado. Comúnmente las conexiones externas no aparecen en las placas de identificación de motores de una velocidad y de tres conductores. Sin embargo, en motores con más de tres conductores, sí aparecen dichas conexiones. En la placa de motores de doble velocidad (motores de polos consecuentes) se indican las conexiones para alta velocidad y para baja velocidad. Para funcionamiento a baja velocidad, la línea 1 debe conectarse al conductor T-1, la línea 2 al T-2, y la línea 3 al T-3; los conductores T-4, T-5 y T-6 del motor permanecen sin conexión (abiertos). Para funcionamiento a alta velocidad, la línea 1 se conecta a T-6, la línea 2 a T-4, y la línea 3 al T-5; entonces T-1, T-2 y T-3 se ponen en cortocircuito.
- 19. Eficiencia (EFF):** En este espacio figura la eficiencia nominal NEMA del motor, tomada de la tabla 12-4 de la norma MG-12.53b. Este valor de eficiencia se aplica a los motores de tipo estándar así como a los de eficiencia superior. Para los de *alta eficiencia (energy – efficient)* se indicará este dato.
- 20. Factor de potencia o coseno de ϕ (POWER FACTOR):** Es la razón entre la potencia activa medida en kilowatts que demanda el motor y la potencia aparente medida en kilovoltsamperes que demanda el motor. Si el factor de potencia inscrito en la placa de datos del motor fuera menor al especificado como mínimo aceptable por la empresa suministradora de energía eléctrica entonces se procederá a calcular la cantidad de potencia reactiva capacitiva para seleccionar el capacitor que se deberá conectar a las terminales del motor y así quede corregido su factor de potencia.



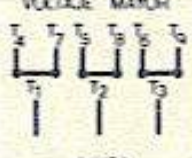
MARCA REG.

MOTOR DE CORRIENTE ALTERNA

FASES 3 POLOS 4 TPO TCCVE CP 7.5 ARMAZON 213 T	
HERTZ	60
VOLTS	220/440
AMPERES	20/10
R.P.M.	1722
FACTOR DE SERVICIO	1.10
APLIC. VAL. C. A. 2300 m S.N.M	22/11
APLIC. VAL. C. A. 1000 m S.N.M	6
TEMP. AMB. 40 C. A. 2300 m S.N.M	OPERACION HIRC 24
TEMP. AMB. 40 C. A. 1000 m S.N.M		DISENO CONNVE B +
ROD. FL. 6 INF. 6206ZZ	MODELO 140150
ROD. OP. 6207ZZ	TEMP. MAX. TOTAL C _w 130 °C
SERIE 1801001	

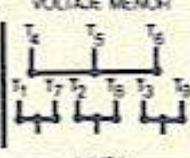
CONEXION Δ

VOLTAJE MAYOR



LINEA

VOLTAJE MENOR



LINEA

TEMP. AMB. 40 C. A. 2300 m S.N.M


TEMP. AMB. 40 C. A. 1000 m S.N.M

DISENO CONNVE B +

MODELO 140150

OPERACION HIRC 24

TEMP. MAX. TOTAL C_w 130 °C



AUT. S.I.C. D.G.E. 782 INDUSTRIAS IEM S.A. DE C.V.

PM-74-J

TLALNEPANTLA, MEXICO

TECNOLOGIA Westinghouse



MOTOR ELÉCTRICO DE INDUCCIÓN TIPO ROTOR JAULA DE ARDILLA DE CORRIENTE ALTERNA. SOBRE SU CARCASA SE LOCALIZA SU PLACA DE CARACTERÍSTICAS O PLACA DE DATOS.

Motores trifásicos

Tabla de selección

Motores trifásicos jaula de ardilla totalmente cerrados; 220/440 V, 60 Hz., ventilación exterior.

Potencia CP	No. polos	r.p.m. en 60Hz	Armazón	Tipo ¹⁾	Forma constructiva		Conex.	Aisl. clase	F.S.	Corriente nominal A		Corriente de arranque en % de la corriente nominal	Par nominal Nm ²⁾	Par de arranque en % del par nominal	Par máximo en % del par nominal	Motor estándar Peso aprox. kg.
					Normal cat. No.	Con brida C cat. No.**				220V	440V					
10	2	3490	215T	1LA3 215-2Y...	315 455	316 089	YY/Y	F	1.15	24.8	12.4	680	20.4	240	360	60
	4	1735	215T	1LA3 215-4Y...	315 645	316 229	YY/Y	F	1.15	26.6	13.3	630	41.1	240	300	61
	6	1160	256T	1LA3 256-6Y...	315 835	*	YY/Y	F	1.15	29.0	14.5	570	61.4	175	230	102
	8	860	256T	1LA3 257-8Y...	316 015	*	YY/Y	F	1.15	30.0	15.0	485	83.0	160	215	116
15 ✓	2	3510	254T	1LA3 254-2Y...	315 467	316 091	YY/Y	F	1.15	38	19.0	580	30.4	170	320	96
	4	1750	254T	1LA3 254-4Y...	315 657	316 231	YY/Y	F	1.15	44	22.0	510	61.1	190	260	94
	6 ✓	1160	284T ✓	1LA6 284-6Y...	315 847	*	ΔΔΔ	B	1.0	41	20.5	550	92.0	145	205	142
	8	860	286T	1LA6 286-8Y...	326 004	*	ΔΔΔ	B	1.0	45	22.5	520	123.0	135	210	188
20	2	3505	256T	1LA3 256-2Y...	315 479	316 104	YY/Y	F	1.15	51	25.5	560	40.6	180	320	123
	4	1750	256T	1LA3 256-4Y...	315 669	316 243	YY/Y	F	1.15	56	28.0	530	81.4	190	300	120
	6	1165	286T	1LA6 286-6Y...	315 859	316 382	ΔΔΔ	B	1.0	54	27.0	555	122.0	155	215	168
	8	870	324T	1LA6 324-8Y...	*	*	ΔΔΔ	B	1.0	55	27.5	530	164.0	130	210	220
25	2	3520	284TS	1LA6 284-2Y...	315 481	316 116	ΔΔΔ	B	1.0	62	31.0	610	51	150	240	150
	4	1755	284T	1LA6 284-4Y...	315 671	316 255	ΔΔΔ	B	1.0	64	32.0	590	101	165	210	170
	6	1170	324T	1LA6 324-6Y...	315 861	316 394	ΔΔΔ	B	1.0	67	33.5	555	152	145	205	210
	8	870	326T	1LA6 326-8Y...	*	*	ΔΔΔ	B	1.0	68	34.0	550	205	135	215	250
30	2	3525	286TS	1LA6 286-2Y...	315 493	316 128	ΔΔΔ	B	1.0	73	36.5	615	61	155	240	163
	4	1755	286T	1LA6 286-4Y...	315 683	316 267	ΔΔΔ	B	1.0	77	38.5	590	122	170	215	190
	6	1170	326T	1LA6 326-6Y...	315 873	316 407	ΔΔΔ	B	1.0	79	39.5	570	183	160	220	250
	8	875	364T	1LA6 364-8Y...	*	*	ΔΔΔ	B	1.0	81	40.5	560	244	135	215	290
40 ✓	2	3530	324TS	1LA6 324-2Y...	315 506	316 130	ΔΔΔ	B	1.0	97	48.5	620	81	135	235	240
	4	1760	324T	1LA6 324-4Y...	315 695	316 279	ΔΔΔ	B	1.0	99	49.5	605	162	165	225	255
	6	1175	364T	1LA6 364-6Y...	315 885	*	ΔΔΔ	B	1.0	102	51	580	243	140	205	310
	8 ✓	875	365T ✓	1LA6 365-8Y...	*	*	ΔΔΔ	B	1.0	106	53	570	326	135	225	357
50 ✓	2	3535	326TS	1LA6 326-2Y...	315 518	316 142	ΔΔΔ	B	1.0	120	60	625	101	145	245	265
	4	1760	326T	1LA6 326-4Y...	315 708	316 281	ΔΔΔ	B	1.0	124	62	600	202	160	220	275
	6 ✓	1175	365T ✓	1LA6 365-6Y...	315 897	*	ΔΔΔ	B	1.0	126	63	595	303	145	210	345
	8	880	404T	1LA6 404-8Y...	*	*	ΔΔΔ	B	1.0	130	65	580	406	135	230	445
60	2	3545	364TS	1LA6 364-2Y...	315 520	*	ΔΔΔ	B	1.0	142	71	635	121	130	245	320
	4	1770	364T	1LA6 364-4Y...	315 710	*	ΔΔΔ	B	1.0	148	74	610	241	160	225	335
	6	1180	404T	1LA6 404-6Y...	315 900	*	ΔΔΔ	B	1.0	150	75	590	362	135	205	432
	8	880	405T	1LA6 405-8Y...	*	*	ΔΔΔ	B	1.0	156	78	582	486	135	235	470
75 ✓	2	3545	365TS	1LA6 365-2Y...	315 532	*	ΔΔΔ	B	1.0	176	88	640	151	135	245	335
	4	1770	365T	1LA6 365-4Y...	315 722	*	ΔΔΔ	B	1.0	182	91	620	302	165	225	350
	6	1180	405T	1LA6 405-6Y...	315 912	*	ΔΔΔ	B	1.0	186	93	605	453	145	215	475
	8 ✓	880	444T ✓	1LA4 444-8Y...	*	*	ΔΔΔ	F	1.0	192	96	590	607	205	220	665
100 ✓	2	3560	405TS	1LA6 405-2Y...	315 544	*	ΔΔΔ	B	1.0	230	115	650	200	125	235	475
	4	1775	405T	1LA6 405-4Y...	315 734	*	ΔΔΔ	B	1.0	240	120	625	401	145	220	505
	6 ✓	1180	444T ✓	1LA4 444-6Y...	315 924	*	ΔΔΔ	F	1.0	250	125	600	604	210	210	640
	8	880	445T	1LA4 445-8Y...	*	*	ΔΔΔ	F	1.0	255	128	590	810	220	240	810

Motores trifásicos

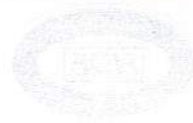
Tabla de selección

Motores trifásicos jaula de ardilla totalmente cerrados; 220/440 V, 60 Hz., ventilación exterior.

Potencia CP	No. polos	r.p.m. en 60Hz	Armazón	Tipo ¹⁾	Forma constructiva		Conex.	Aisl. clase	F.S.	Corriente nominal A		Corriente de arranque en % de la corriente nominal	Par nominal Nm ²⁾	Par de arranque en % del par nominal	Par máximo en % del par nominal	Motor estándar Peso aprox. kg.
					Normal cat. No.	Con brida C cat. No.**				220V	440V					
125	2	3560	444TS	1LA4 444-2Y...	315 556	.	ΔΔΔ	B	1.0	286	143	620	250	105	210	620
	4	1775	444T	1LA4 444-4Y...	315 746		ΔΔΔ	B	1.0	300	150	630	502	215	215	680
	6	1185	505T	1LA4 500-6Y...	325 002		ΔΔΔ	F	1.0	310	155	610	752	230	230	930
	8	880	505T	1LA4 500-8Y...	*		ΔΔΔ	F	1.0	315	158	600	1012	210	220	980
150	2	3575	445TS	1LA4 445-2Y...	315 568	.	ΔΔΔ	B	1.0	352	176	650	299	150	210	650
	4	1780	445T	1LA4 445-4Y...	315 758		ΔΔΔ	F	1.0	360	180	630	600	240	240	700
	6	1180	505	1LA4 501-6Y...	*		ΔΔΔ	F	1.0	370	185	610	906	205	205	980
	8	890	505	1LA4 501-8Y...	*		ΔΔΔ	F	1.0	375	188	600	1201	210	215	1130
200	2	3580	505S	1LA4 500-2Y...	324 973	.	ΔΔΔ	F	1.0	466	233	650	399	130	230	890
	4	1785	505	1LA4 500-4Y...	324 985		ΔΔΔ	B	1.0	480	240	630	798	240	240	980
	6	1185	505	1LA4 502-6Y...	*		ΔΔΔ	F	1.0	500	250	600	1202	185	215	1160
	8	890	508	1LA4 510-8Y...	*		ΔΔΔ	F	1.0	500	250	610	1601	200	230	1300
250	2	3580	508S	1LA4 510-2Y...	325 228	.	Δ	F	1.0	295	650	498	120	250	1400	
	4	1785	505	1LA4 501-4Y...	324 997		Δ	F	1.0	295	650	998	240	240	1060	
	6	1185	508	1LA4 510-6Y...	*		Δ	F	1.0	310	615	1503	215	220	1300	
	8	890	508	1LA4 511-8Y...	*		Δ	F	1.0	315	600	2002	200	230	1450	
300	2	3580	508S	1LA4 511-2Y...	*	.	Δ	F	1.0	355	650	597	120	250	1400	
	4	1785	508	1LA4 510-4Y...	*		Δ	F	1.0	350	650	1197	190	215	1300	
	6	1185	508	1LA4 511-6Y...	*		Δ	F	1.0	370	620	1804	220	215	1400	
350	2	3580	508S	1LA4 512-2Y...	*	.	Δ	F	1.0	410	650	697	120	250	1550	
	4	1785	508	1LA4 511-4Y...	*		Δ	F	1.0	405	650	1397	195	215	1400	
	6	1190	588	1LA4 580-6Y...	*		Δ	F	1.0	425	625	2096	200	220	2000	
400	2	3580	508S	1LA4 513-2Y...	*	.	Δ	F	1.0	470	650	796	120	250	1550	
	4	1785	588	1LA4 580-4Y...	*		Δ	F	1.0	465	650	1596	190	230	1700	
	6	1190	588	1LA4 581-6Y...	*		Δ	F	1.0	495	610	2395	190	230	2360	
450	2	3570	588S	1LA4 580-2Y...	*	.	Δ	F	1.0	500	680	898	150	230	1800	
	4	1785	588	1LA4 581-4Y...	*		Δ	F	1.0	520	650	1796	170	230	2000	
500	2	3570	588S	1LA4 581-2Y...	*	.	Δ	F	1.0	555	680	998	140	220	2000	
	4	1785	588	1LA4 582-4Y...	*		Δ	F	1.0	580	650	1995	180	240	2380	
550	2	3575	588S	1LA4 582-2Y...	*	.	Δ	F	1.0	605	680	1096	160	250	2240	

Motores trifásicos

Datos característicos típicos en 440V
Alta eficiencia, totalmente cerrados (TCVE)
Tipos RGZE, RGZESD, RGZZESD
220/440V 60 Hz. Diseño NEMA B, 40°C ambiente



HP	RPM sincrona	RPM asincrona	Armazón	Corriente (A)			Letra de código	Eficiencia nominal %			Factor de potencia %			Par			Conexión
				en vacío	plena carga	arranque		1/2	3/4	plena carga	1/2	3/4	plena carga	Nom. lb-pie	Rotor Bloq. %	Máx. %	
1	3600	3490	143T	0.8	1.4	12	K	73.7	78.3	80.0	77	86	90	1.5	280	340	Y
	1800	1745	143T	1.2	1.6	12	K	78.7	81.8	82.5	52	66	76	3.0	90	320	Y
	1200	1140	145T	1.4	1.9	9	J	76.4	78.8	80.0	42	56	62	4.6	230	290	Y
	900	860	182T	1.3	2.0	8	H	76.6	78.9	78.5	42	54	63	6.1	220	260	Y
1.5	3600	3485	143T	0.9	2.1	17	K	78.0	82.0	82.5	69	79	85	2.3	270	320	Y
	1800	1740	145T	1.5	2.3	18	K	80.7	83.5	84.0	54	67	76	4.5	290	320	Y
	1200	1160	182T	1.6	2.4	17	K	81.6	84.2	85.5	50	63	71	6.8	280	320	Y
	900	855	184T	1.9	2.7	14	H	78.0	80.4	80.0	45	58	68	9.2	220	270	Y
2	3600	3495	145T	1.2	2.6	23	K	79.9	83.2	84.0	73	83	89	3.0	270	320	Y
	1800	1735	145T	2.0	3.0	22	K	80.7	83.6	84.0	52	67	77	6.1	290	310	Y
	1200	1160	184T	2.0	3.1	23	K	84.5	86.0	86.5	50	63	72	9.1	220	300	Y
	900	865	213T	2.3	3.5	18	H	80.0	82.0	82.5	46	60	69	12	200	290	Y
3	3600	3510	182T	1.8	3.8	33	K	83.8	86.2	86.5	75	84	90	4.5	230	320	Y
	1800	1740	182T	1.9	4.1	31	K	87.5	88.0	87.5	65	76	82	9.1	260	300	Y
	1200	1165	213T	2.4	4.2	33	K	85.8	87.6	87.5	58	73	80	14	210	300	Y
	900	865	215T	3.2	4.9	27	H	82.5	84.2	84.0	48	62	71	18	190	280	Y
5	3600	3490	184T	1.9	6.1	48	J	86.5	87.8	87.5	82	89	92	7.5	260	320	Y
	1800	1730	184T	3.3	6.8	48	J	87.5	88.2	87.5	63	75	82	15	260	300	Y
	1200	1160	215T	3.5	7.1	48	J	89.0	89.7	88.5	59	71	78	23	210	300	Y
	900	865	254T	4.3	7.8	42	H	86.0	87.0	86.5	53	66	72	30	180	260	Y
7.5	3600	3515	213T	3.6	9.2	67	H	87.0	88.0	88.5	77	86	90	11	190	280	Y
	1800	1750	213T	4.4	9.9	67	H	89.0	90.0	89.5	66	77	93	23	210	270	Y
	1200	1170	254T	4.7	10	63	H	90.6	90.9	90.2	59	72	78	34	180	250	Y
	900	865	256T	6.9	13	67	H	87.0	88.0	87.5	49	61	69	46	190	260	Y
10	3600	3505	215T	4.2	13	85	H	89.0	89.8	89.5	80	89	87	15	190	260	Y
	1800	1750	215T	5.6	14	85	H	89.5	90.0	89.5	68	79	84	30	210	270	Y
	1200	1165	256T	5.2	14	78	G	91.7	91.5	90.2	65	75	80	45	170	250	Y
	900	875	284T	9.5	16	85	H	89.4	90.9	91.0	50	61	69	60	150	220	D
15	3600	3530	254T	5.2	18	121	G	88.5	90.0	90.2	84	98	92	22	190	260	Y
	1800	1760	254T	7.6	20	121	G	91.7	92.1	91.7	68	78	82	45	190	260	Y
	1200	1175	284T	10	21	121	G	91.0	91.7	91.0	57	71	77	67	160	270	D
	900	875	286T	15	24	121	G	90.1	91.4	91.0	50	60	67	90	150	220	D
20	3600	3525	256T	7.7	24	152	G	88.3	89.9	90.2	82	86	90	30	180	260	Y
	1800	1755	256T	9.5	27	152	G	92.1	92.4	91.7	67	76	80	60	190	270	Y
	1200	1175	286T	13	27	152	G	92.1	92.4	91.7	62	73	79	89	160	250	D
	900	880	324T	19	32	152	G	90.0	91.2	91.0	50	61	67	119	140	200	D
25	3600	3525	284TS	8.4	30	191	G	92.0	92.2	91.7	80	85	88	37	160	250	D
	1800	1765	284T	14	30	191	G	93.3	93.6	93.0	72	82	87	74	220	280	D
	1200	1180	324T	26	35	191	G	92.2	92.7	92.4	57	69	77	111	170	240	D
	900	880	326T	23	40	191	G	89.2	90.5	90.2	50	61	68	149	150	200	D
30	3600	3525	286TS	9.9	36	228	G	92.0	92.2	91.7	84	89	90	45	160	250	D
	1800	1765	286T	16	37	228	G	93.2	93.6	93.0	71	82	86	89	220	280	D
	1200	1180	326T	20	41	228	G	92.6	92.9	92.4	58	70	78	134	170	240	D
	900	885	364T	27	49	228	G	89.9	91.3	91.0	50	62	66	178	150	200	D

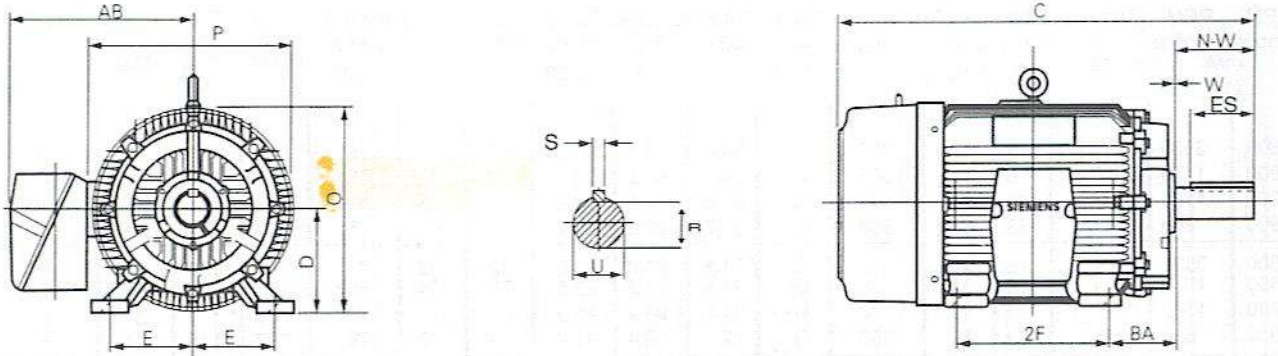
Motores trifásicos

Datos característicos típicos en 440V
Alta eficiencia, totalmente cerrados (TCVE)
Tipos RGZE, RGZESD, RGZZESD
220/440V 60 Hz. Diseño NEMA B, 40°C ambiente

HP	RPM síncrona	RPM asíncrona	Armazón	Corriente (A)			Letra de código	Eficiencia nominal %			Factor de potencia %			Par			Conexión
				en vacío	plena carga	arranque		1/2	3/4	plena carga	1/2	3/4	plena carga	Nom. lb-pie	Rotor Bloq. %	Máx. %	
40	3600	3530	324TS	13	47	303	G	94.0	94.1	93.6	80	87	89	60	150	250	D
	1800	1770	324T	16	49	303	G	94.0	94.2	93.6	77	82	76	119	190	240	D
	1200	1180	364T	25	54	303	G	93.6	93.9	93.6	59	71	62	178	170	230	D
	900	885	365T	38	66	303	G	90.7	92.0	91.7	49	60	65	237	150	200	D
50	3600	3530	326TS	16	58	380	G	94.1	94.2	93.6	82	89	91	74	150	250	D
	1800	1770	326T	19	61	380	G	94.1	94.2	93.6	77	84	86	148	190	240	D
	1200	1180	365T	31	69	380	G	94.0	94.2	93.6	60	71	76	223	170	230	D
	900	885	404T	29	70	380	G	92.3	92.4	91.7	64	73	76	297	140	200	D
60	3600	3565	364TS	20	71	455	G	93.8	94.1	93.6	80	86	88	89	160	250	D
	1800	1775	364T	22	74	455	G	93.9	94.1	93.6	74	82	85	178	160	240	D
	1200	1185	404T	27	77	455	G	94.1	94.5	94.1	70	78	81	266	150	200	D
	900	885	405T	31	82	455	G	92.3	92.4	91.7	67	76	79	356	140	200	D
75	3600	3565	365TS	23	89	568	G	94.3	94.5	94.1	81	86	88	111	160	260	D
	1800	1775	365T	28	91	568	G	94.4	94.6	94.1	74	83	85	222	155	240	D
	1200	1185	405T	36	97	568	G	85.8	94.9	94.5	68	77	80	332	150	200	D
	900	885	444T	39	98	568	G	82.5	93.3	93.0	67	76	80	445	135	200	D
100	3600	3570	405TS	20	113	758	G	94.6	94.7	94.1	90	92	92	147	120	200	D
	1800	1780	405T	31	118	758	G	95.0	95.2	94.5	80	85	87	295	160	200	D
	1200	1185	444T	40	122	758	G	94.6	94.9	94.5	75	82	85	443	140	200	D
	900	885	445T	50	129	758	G	94.2	94.5	94.1	70	78	81	593	130	200	D
125	3600	3575	444TS	33	144	949	G	94.0	94.6	94.5	85	89	90	184	120	200	D
	1800	1785	444T	44	150	949	G	95.1	95.3	95.0	78	84	86	368	160	200	D
	1200	1185	445T	46	151	949	G	94.7	94.9	94.5	77	84	86	554	140	200	D
	900	885	447T	56	159	949	G	94.1	94.2	93.6	70	79	82	742	130	200	D
150	3600	3575	445TS	39	171	1134	G	94.8	95.2	95.0	84	89	90	220	120	200	D
	1800	1785	445T	47	178	1134	G	95.7	96.0	95.8	80	85	86	441	150	200	D
	1200	1185	447T	47	178	1134	G	95.4	95.6	95.0	81	86	87	665	125	200	D
	900	885	447T	75	194	1134	G	94.1	94.5	94.1	67	76	80	890	130	200	D
200	3600	3575	447TS	42	226	1516	G	94.9	95.2	95.0	88	90	91	294	120	200	D
	1800	1785	447T	63	235	1516	G	96.0	96.1	95.8	81	86	87	588	150	200	D
	1200	1185	449T	58	236	1516	G	95.4	95.5	95.0	82	86	87	886	125	200	D
	900	885	449T	106	252	1516	G	94.8	94.9	94.5	71	79	82	1186	125	200	D
250	3600	3575	449TS	47	279	1908	G	95.3	95.6	95.4	90	92	92	368	120	200	D
	1800	1785	449T	82	294	1908	G	95.8	96.0	95.8	80	85	87	735	140	180	D
	1200	1185	449T	78	293	1908	G	95.5	95.5	95.0	82	87	88	1108	120	200	D
	900	885	S449LS	116	317	1908	G	94.5	94.8	94.5	70	78	82	1483	105	200	D
300	3600	3575	449TS	71	338	2300	G	95.2	95.8	95.8	86	90	91	441	100	200	D
	1800	1785	449T	115	362	2300	G	95.0	95.5	95.4	76	83	85	882	120	200	D
	1200	1185	S449LS	94	351	2300	G	95.5	95.5	95.0	82	87	88	1329	105	200	D
	900	885	S449LS	139	413	2666	G	95.2	95.3	95.0	77	84	87	1551	100	200	D
350	3600	3575	S449SS	70	386	2666	G	95.4	95.7	95.4	90	92	93	515	80	200	D
	1800	1785	S449LS	120	408	2666	G	95.5	95.9	95.8	79	86	88	109	100	200	D
	1200	1185	S449LS	139	413	2666	G	95.2	95.3	95.0	77	84	87	1551	100	200	D
	900	885	S449LS	184	469	3232	G	94.2	95.6	95.4	90	93	94	588	80	200	D
400	3600	3570	S449SS	84	437	3032	G	94.2	95.6	95.4	90	93	94	588	80	200	D
	1800	1785	S449LS	144	469	3232	G	95.7	96.0	95.8	79	85	87	1176	100	200	D

Motores trifásicos

Dimensiones en pulgadas



NEMA	S	ES	C	D	E	2F	BA	N-W	O	P	W	AB	U	Peso aprox. en lbs.	
														RGZE	RGZE
143T	.188	1.38	12.2	3.50	2.75	4	2.25	2.25	6.93	7.7	.13	6.46	.875	45	65
145T	.188	1.38	13.3	3.50	2.75	5	2.25	2.25	6.93	4.7	.13	6.46	+ .0000 - .0005	55	75
182T	.250	1.75	14.2	4.50	3.75	4.50	2.75	2.75	8.86	9.7	.13	7.36	1.125	85	125
184T	.250	1.75	15.2	4.50	3.75	5.50	2.75	2.75	8.86	9.7	.13	7.36	+ .0000 - .0005	100	130
213T	.313	2.38	18.0	5.25	4.25	5.50	3.50	3.38	10.62	11.2	.13	9.02	1.375	130	170
215T	.313	2.38	19.1	5.25	4.25	7	3.50	3.38	10.62	11.2	.13	9.02	+ .0000 - .0005	162	190
254T	.375	2.88	22.3	6.25	5	8.25	4.25	4	12.62	13.4	.13	9.92	1.625	250	290
256T	.375	2.88	24.1	6.25	5	10	4.25	4	12.62	13.4	.13	9.92	+ .000 - .001	295	360
284T	.500	3.25	28.8	7	5.50	9.50	4.75	4.63	14.19	15.5	.13	12.94	1.875	380	450
286T	.500	3.25	28.8	7	5.50	11	4.75	4.63	14.19	15.5	.13	12.94	+ .000 - .001	450	525
284TS	.375	1.88	27.5	7	5.50	9.50	4.75	3.25	14.19	15.5	.13	12.94	1.625	380	450
286TS	.375	1.88	27.5	7	5.50	11	4.75	3.25	14.19	15.5	.13	12.94	+ .000 - .001	450	525
324T	.500	3.88	32.0	8	6.25	10.50	5.25	5.25	15.94	17.1	.13	15.75	2.125	565	660
326T	.500	3.88	32.0	8	6.25	12	5.25	5.25	15.94	17.1	.13	15.75	+ .000 - .001	600	690
324TS	.500	2	30.0	8	6.25	10.50	5.25	3.75	15.94	17.1	.13	15.75	1.875	565	660
326TS	.500	2	30.0	8	6.25	12	5.25	3.75	15.94	17.1	.13	15.75	+ .000 - .001	600	690
364T	.625	4.25	34.2	9	7	11.25	5.88	5.88	17.81	18.5	.38	17.69	2.375	830	900
365T	.625	4.25	34.2	9	7	12.25	5.88	5.88	17.81	18.5	.38	17.69	+ .000 - .001	850	915
364TS	.500	2	32.1	9	7	11.25	5.88	3.75	17.81	18.5	.38	17.69	1.875	830	900
365TS	.500	2	32.1	9	7	12.25	5.88	3.75	17.81	18.5	.38	17.69	+ .000 - .001	850	915
404T	.750	5.63	39.5	10	8	12.25	6.625	7.25	19.90	19.6	.13	17.50	2.875	1100	1290
405T	.750	5.63	39.5	10	8	13.75	6.625	7.25	19.90	19.6	.13	17.50	+ .000 - .001	1250	1420
404TS	.500	2.75	36.5	10	8	12.25	6.625	4.25	19.90	19.6	.13	17.50	2.125	1100	1290
405TS	.500	2.75	36.5	10	8	13.75	6.625	4.25	19.90	19.6	.13	17.50	+ .000 - .001	1250	1420
444T	.875	6.88	45.6	11	9	14.50	7.50	8.50	21.9	21.7	.13	19.94	3.375	1620	1740
445T	.875	6.88	45.6	11	9	16.50	7.50	8.50	21.9	21.7	.13	19.94	+ .000 - .001	1740	1930
444TS	.625	3	41.8	11	9	14.50	7.50	4.75	21.9	21.7	.13	19.94	2.375	1620	1740
445TS	.625	3	41.8	11	9	16.50	7.50	4.75	21.9	21.7	.13	19.94	+ .000 - .001	1740	1930
447T	.875	6.88	49.1	11	9	20	7.50	8.50	21.9	21.8	.13	20.12	3.375	2000	2415
447TS	.625	3	45.4	11	9	20	7.50	4.75	21.9	21.8	.13	20.12	2.375	2000	2415
449T	.875	6.88	54.1	11	9	25	7.50	8.50	21.9	21.8	.13	20.12	3.375	2300	2625
449TS	.625	3	50.3	11	9	25	7.50	4.75	21.9	21.8	.13	20.12	2.375	2300	2625
S449LS	.875	7.5	63.7	11	9	25	7.50	9.12	23.4	25.4	.13	23.0	3.625	3050	-
S449SS	.625	3.5	59.8	11	9	25	7.50	5.25	23.4	25.4	.13	23.0	2.625	3050	-

Datos sujetos a cambio sin previo aviso.



5. SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA NEMA.

SIMBOLOS ESTANDAR PARA DIAGRAMAS LINEALES

Los símbolos mostrados fueron establecidos por N.E.M.A. y adoptados por SQUARE D de MEXICO, S. A.

I N T E R R U P T O R E S												
DESCONECTOR DE NAVAJAS	DESCONECTOR MOLDEADO	MOLDEADO C/ELEM. TERMICO	MOLDEADO C/ELEM. MAGNETICO	MOLDEADO TERMOMAGNETICO	DE LIMITE		DE PIE					
					NORMALMENTE ABIERTO	NORMALMENTE CERRADO	N.O.	N.C.				
DE PRESION Y VACIO		NIVEL DE LIQUIDO (FLOTADOR):		ACTUADO POR TEMPERATURA		DE FLUJO (AIRE, AGUA, ETC.)						
N.O.	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.	N.C.					
S E L E C T O R E S												
DE VELOCIDAD P/FRENADO		EN REPOSO DE VEL. P/ARR.		2 POSICIONES		3 POSICIONES		2 POSICIONES BOTON DE OPRIMIR				
		1.- CONTACTO CERRADO		1.- CONTACTO CERRADO		1.- CONTACTO CERRADO						
B O T O N E S												
CONTACTO MOMENTANEO			CONTACTO MANTENIDO			ILUMINADO		LAMPARAS PILOTO				
UN CIRCUITO		DOBLE CIRCUITO	CABEZA TIPO HONGO	DOS DE UN CIRCUITO		UN DOBLE CIRCUITO	ESTANDAR		OPRIMIR P/PRUEBA			
N.O.	N.C.	N.O. Y N.C.										
C O N T A C T O S												
OPERACION INSTANTANEA				DE TIEMPO. LA ACCION DEL CONTACTO ES RETARDADA DESPUES QUE LA BOBINA ES:				BOBINAS		RELEVADORES DE SOBRECARGA		INDUCTOR.
CON SUPRESOR		SIN SUPRESOR		ENERGIZADA		DESENERGIZADA		DERIVADO	SERIE	TERMICO	MAGNETICO	NUC. DE FIERRO
N.O.	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.T.C.	N.C.T.O.	N.O.T.O.	N.C.T.C.					
TRANSFORMADORES				MOTORES C. A.				MOTORES C. D.				
AUTO.	N FIERRO	N AIRE	CORR.	DOBLE VOLTAJE	UNA FASE	3 FASES	2 FASES 4 HILOS	ROTOR DEV	ARMA DURA	CAMPO DERIVADO	CAMPO SERIE	CAMPO MIXTO
										MUESTRE 4 ONDAS	MUESTRE 3 ONDAS	MUESTRE 2 ONDAS

SIMBOLOS ESTANDAR PARA DIAGRAMAS LINEALES

ALAMBRADO				CONEXIONES		RESISTENCIAS			CAPACITORES			
NO CONECTADO	CONECTADO	FUERZA	CONTROL	TERMINAL	MECANICA	FIJA	AJUSTABLE CON DERIVACIONES	REOSTATO. POT. O DER. AJUSTABLE	FIJO	VARIABLE		
				O	-----	RES	RES	RH				
				TIERRA	BLOQUEO MECANICO	H						
						ELEMENTO CALENTADOR						
ANUNCIADOR	CAMPANA	ZUMBADOR	CORNETA. SIRENA, ETC.	INST. MEDICION	DERIVADOR PARA MEDICION	RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA	RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA	BATERIA	FUSIBLE	TERMOPAR		
				TIPO INDICADO POR LETRAS								
				VM				DE POTENCIA O CONTROL				
				AM								
TUBO IGNITRON	SEMICONDUCTORES											
	DIODO	DIODO TUNEL	DIODO ZENER UNIDIRECCIONAL	DIODO ZENER BIDIRECCIONAL	FOTOCELDA	TRIAC TRIODO BIDIRECCIONAL	SCR CONTROLADO DE SILICIO	TRANSISTOR UNIJUNTA PROGRAMABLE	TRANSISTOR		TRANSISTOR UNIJUNTA	
									TIPO PNP	TIPO NPN	BASE P	BASE N
EL PUNTO INDICA EXISTENCIA GAS												

SIMBOLOS DE CONTACTOS

SPST N. O.		SPST N. C.		SPDT		TERMINOLOGIA
APERTURA SENCILLA	APERTURA DOBLE	APERTURA SENCILLA	APERTURA DOBLE	APERTURA SENCILLA	APERTURA DOBLE	
						SPST - UN POLO TIRO SENCILLO
						SPDT - UN POLO TIRO DOBLE
						DPST - POLO DOBLE TIRO SENCILLO
DPST. 2 N. O.		DPST. 2 N. C.		DPDT		DPDT - POLO DOBLE DOBLE TIRO
APERTURA SENCILLA	APERTURA DOBLE	APERTURA SENCILLA	APERTURA DOBLE	APERTURA SENCILLA	APERTURA DOBLE	
						N. O. - NORMALMENTE ABIERTO
						N. C. - NORMALMENTE CERRADO

SIMBOLOS PARA DISPOSITIVOS DE CONTROL CON APERTURA ESTATICA

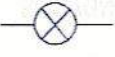



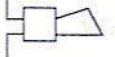



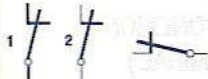




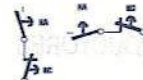



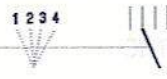
EL CONTROL DE APERTURA ESTATICA ES UN METODO PARA LA APERTURA DE CIRCUITOS ELECTRICOS SIN USAR CONTACTOS. EN ESPECIAL PARA LOS DISPOSITIVOS DE ESTADO SOLIDO. UTILICE LOS SIMBOLOS ARRIBA MOSTRADOS. EXCEPTO EL INDICADO CON FIGURA DE DIAMANTE.




EJEMPLOS "BOBINA" (ENTRADA)

N. O. (SALIDA)

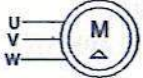
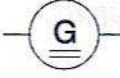






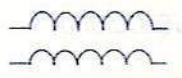

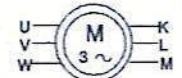


N. O. INTERRUPTOR DE LIMITE

6. SIMBOLOGÍA DIN EUROPEA.

SIMBOLOGIA ELECTRICA DIN			
SEÑALIZACION			
SIMBOLO	DESIGNACION	SIMBOLO	DESIGNACION
	LAMPARA DE SEÑALIZACION O DE ALUMBRADO		TIMBRE
	DISPOSITIVO LUMINOSO INTERMITENTE		SIRENA
	BOCINA		ZUMBADOR
CONTACTOS			
El sentido de desplazamiento de los contactos es el siguiente: de izquierda hacia la derecha y de abajo hacia arriba, representación que figura siempre en posición de reposo			
	CONTACTO "CIERRE" NA (SIMBOLO GENERAL) 1 PRINCIPAL 2 AUXILIAR		CONTACTO DE PASO CIERRE MOMENTANEO AL REPOSO
	CONTACTO "APERTRURA" NC (SIMBOLO GENERAL) 1 PRINCIPAL 2 AUXILIAR		CONTACTO A... RETARDADO (ACTUA MAS TARDE QUE LOS OTROS CONTACTOS DE UN MISMO CONJUNTO)
	CONT. DE DOS DIRECCIONES CON UN PUNTO CENTRAL EN POSICION DE APERTURA		CONTACTO TEMPORIZADO AL TRABAJO
	CONT. DE DOS DIRECCIONES SIN SOLAPADO (APERTURA ANTES QUE EL CIERRE)		CONTACTO TEMPORIZADO AL REPOSO
	CONT. DE DOS DIRECCIONES SOLAPADOS		INTERRUPTOR DE POSICION (SIMBOLO GENERAL)
	CONTACTO DE PASO CIERRE MOMENTANEO AL REPOSO		CONMUTADOR UNIPOLAR DE 4 DIRECCIONES CON DIAGRAMA DE POSICION

SIMBOLOGIA ELECTRICA DIN			
SIMBOLO	DESIGNACION	SIMBOLO	DESIGNACION
	INTERRUPTOR (SIMBOLO GENERAL)		DISYUNTOR
	INTERRUPTOR SECCIONADOR		CONTACTOR
	SECCIONADOR		RUPTOR
	SECCIONADOR FUSIBLE		
ORGANOS DE MANDO O DE MEDIDA			
	ORGANO DE MANDO		DE ACCION Y REPOSO RETARDADOS
	DE DOS ARROLLAMIENTOS		RELE DE MEDIDA O DISPOSITIVO SEMEJANTE (SIMBOLO GENERAL)
	REPRESENTACION DESARROLLADA		DE SOBREENSIDAD DE EFECTO MAGNETICO
	DE ACCION RETARDADA		DE SOBREENSIDAD DE EFECTO TERMICO
	DE REPOSO RETARDADO		DE SOBREENSIDAD DE EFECTO MAGNETOTERMICO
	DE UN RELE INTERMITENTE		DE MAXIMA INTENSIDAD
	DE UN RELE DE IMPULSO		DE MINIMA TENSION

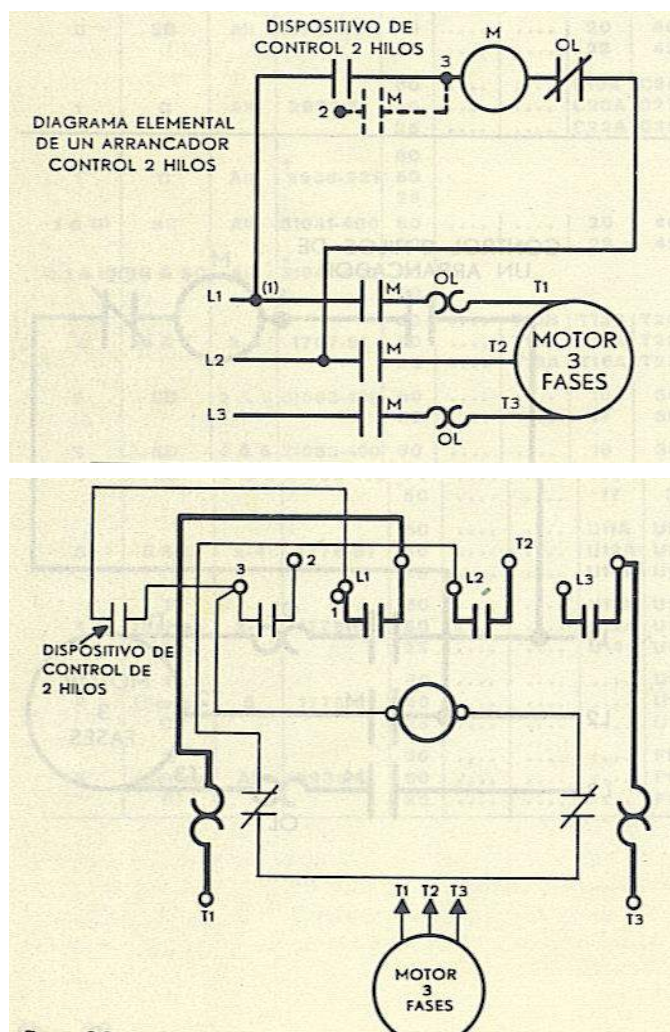
MAQUINAS ELECTRICAS GIRATORIAS

	<p>MOTOR ASINCRONICO TRIFASICO DE JAULA</p>		<p>GENERATRIZ CORRIENTE CONTINUA</p>
	<p>DE 2 ARROLLAMIENTOS ESTATORICOS SEPARADOS</p>		<p>MOTOR DE IMAN PERMANENTE</p>
	<p>6 BORNAS DE SALIDA (ACOPLAMIENTO ESTRELLA-TRIANGULO)</p>		<p>MOTOR DE CONTINUA CON EXCITACION INDEPENDIENTE</p>
	<p>POLOS CONMUTABLES (MOTOR DE 2 VELOCIDADES)</p>		<p>CONMUTATRIZ (TRIFASICA-CONTINUA EXCITACION DERIVACION</p>
	<p>DEVANADO DE EXCITACION 1.- DERIVACION 2.- SERIE</p>		<p>MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA CON EXCITACION COMPUESTA</p>
	<p>MOTOR ASINCRONO TRIFASICO ROTOR DE ANILLOS</p>		<p>MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA CON EXCITACION SERIE</p>
	<p>GENERATRIZ CORRIENTE ALTERNA</p>		

7. CIRCUITO DE CONTROL A DOS HILOS.

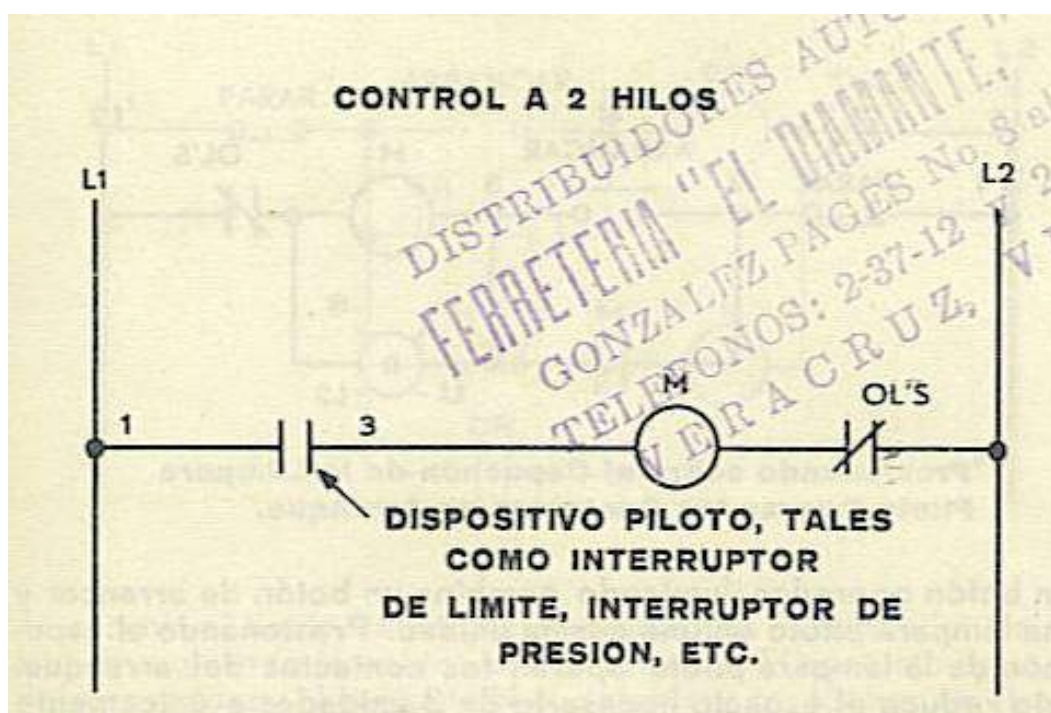
En el alambrado y diagramas elementales, dos hilos conectan el dispositivo de control (el cual puede ser un interruptor de temperatura o termostato, un interruptor de flotador, un interruptor de límite, un interruptor de presión u otro dispositivo de control mantenido) a la bobina del arrancador magnético. Cuando se cierran los contactos del dispositivo de control, completan el circuito de la bobina del arrancador, motivando que conecte este el motor a la línea. Cuando los contactos del dispositivo de control se abren, la bobina del arrancador queda desenergizada y para el motor. El control a dos hilos o de dos hilos provee el disparo o apertura por bajo voltaje pero no protección por bajo voltaje. Como es ilustrado, el alambrado del arrancador permite funcionar automáticamente de acuerdo a la señal del dispositivo de control, sin la atención de un operador.

La parte punteada que se muestra en el diagrama elemental representa el circuito sostenido del contacto auxiliar que está en el arrancador, pero no utilizado en el control a dos hilos o de dos hilos. Para mayor simplicidad esta parte se omite del diagrama elemental convencional de dos hilos.



DISPARO POR BAJO VOLTAJE.

Este esquema es un control a dos hilos, utilizando un dispositivo piloto con contacto mantenido, conectado en serie con la bobina del arrancador magnético. Este esquema es utilizado cuando un arrancador es requerido para funcionar automáticamente sin la atención de un operador. Si ocurriera una falla en el circuito de fuerza mientras que los contactos del dispositivo piloto están cerrados, los contactos de fuerza del arrancador abrirán. Cuando el circuito de fuerza es restaurado, el arrancador cerrará automáticamente a través de los contactos cerrados del dispositivo piloto. El término "control a dos hilos" surge de la realidad que en un circuito básico, únicamente son requeridos dos hilos para conectar el dispositivo piloto a el arrancador magnético.



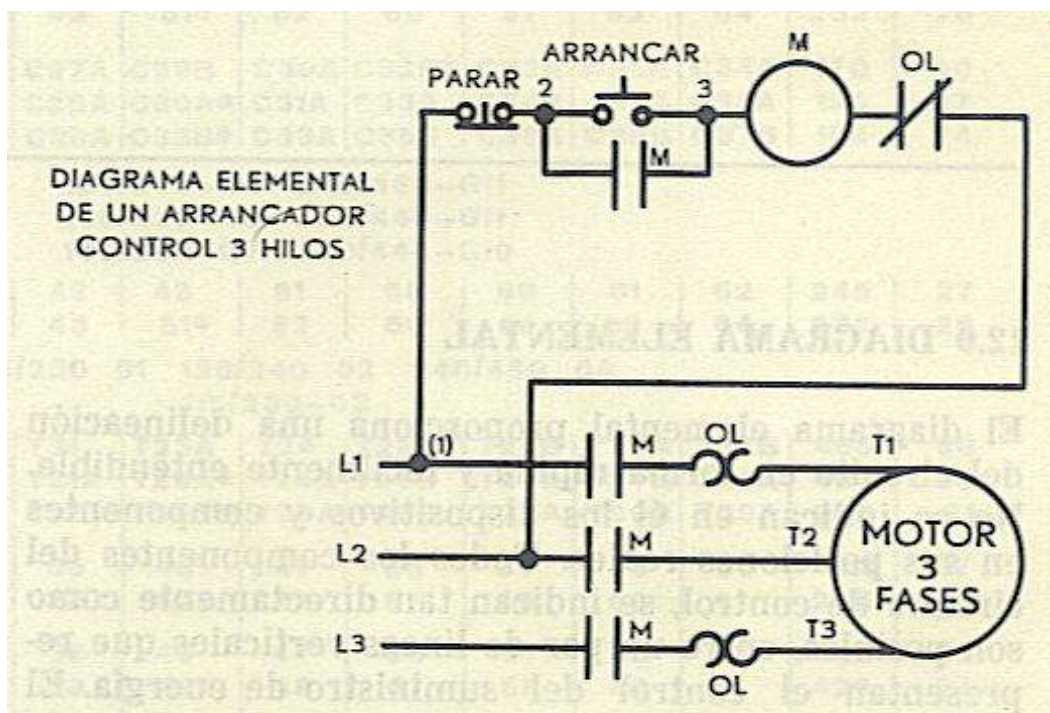
8. CONTROL A TRES HILOS O CONTROL DE TRES HILOS.

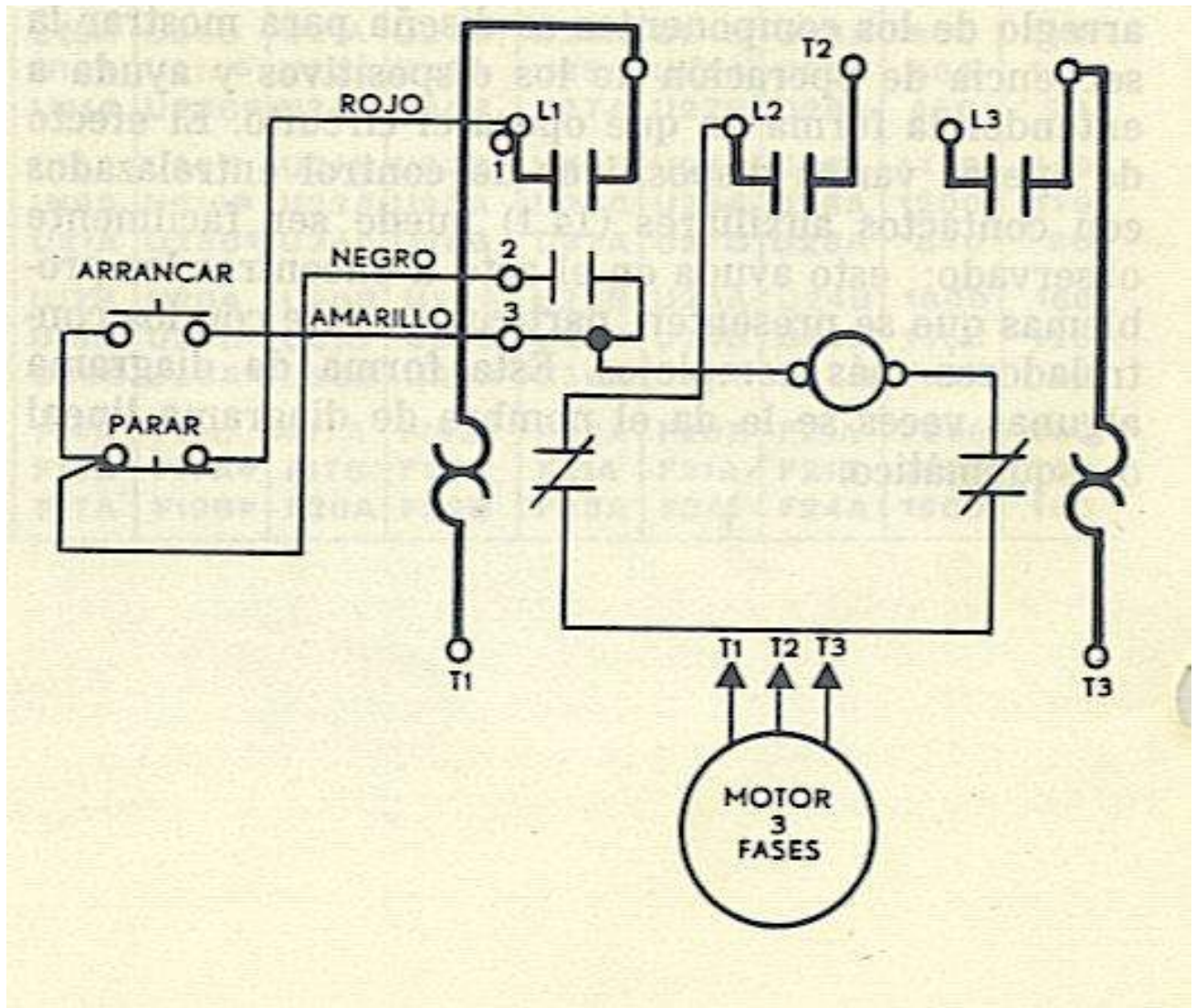
Un circuito de control a tres hilos o de tres hilos utiliza contactos momentáneos en los botones pulsantes de “arrancar – parar” y un circuito sostenido de contactos auxiliares alambrado en paralelo con el botón de “arranque” para mantener el circuito.

Presionando el botón de “arrancar” se completa el circuito a la bobina. Los contactos del circuito de energía en las líneas 1, 2 y 3 se cierran completando de esta manera el circuito al motor y el contacto del circuito sostenido (mecánicamente ligado con los contactos de energía) también se cierra. Una vez que el arrancador ha cerrado, el botón de “arrancar” puede dejarse libre ya que ahora el contacto auxiliar está cerrado y proporciona el paso de la corriente eléctrica hacia la bobina del arrancador magnético. Este contacto auxiliar conectado en paralelo con el botón N. A. de “arrancar” es llamado también “contacto auxiliar de retención” o “contacto auxiliar de enclavamiento”.

Presionando el botón de “parar” N. C. se abrirá el circuito de la bobina causando que el arrancador abra el circuito de alimentación del motor. Una condición de sobrecarga que hace que el contacto de sobrecarga se abra, una falla de energía o una baja de voltaje, menor que el valor de sellado, también hará que el arrancador quede desenergizado. Cuando el arrancador abre el circuito, el contacto auxiliar se abre nuevamente y los pasos de la corriente eléctrica a la bobina a través del botón de “arrancar” y los contactos auxiliares están ahora abiertos.

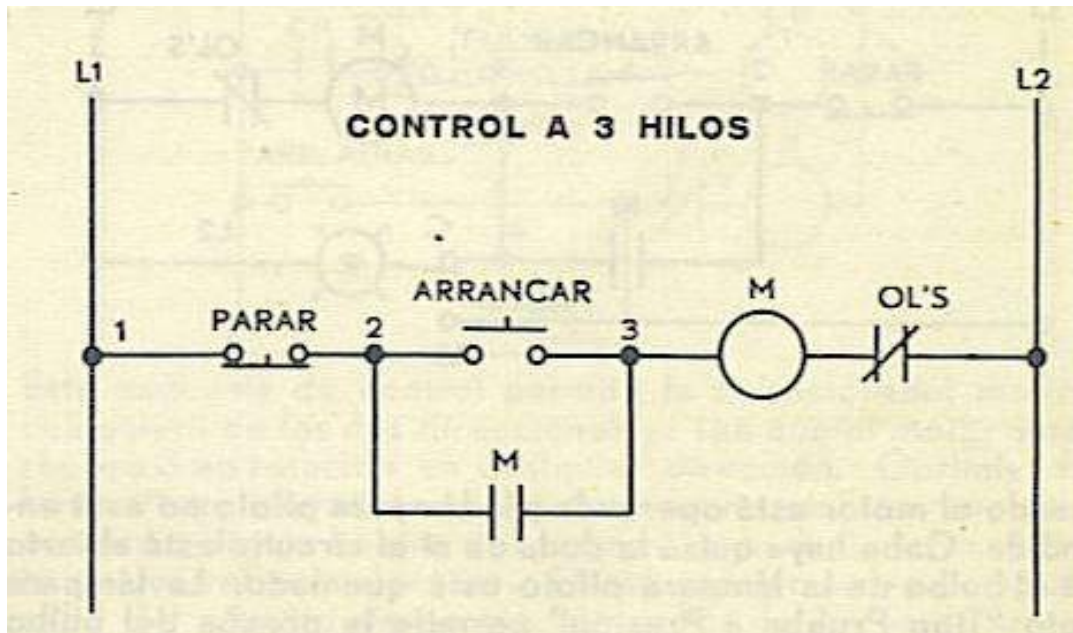
Como los tres hilos de la estación de botones de “arranque” y “paro” están conectados dentro del arrancador en los puntos 1 (L1), 2 y 3; este esquema de alambrado es comúnmente conocido como control a tres hilos o control de tres hilos.





PROTECCIÓN POR BAJO VOLTAJE O PROTECCIÓN POR SUBTENSIÓN.

Este esquema es un control a tres hilos utilizando una estación de botones con contacto momentáneo ó dispositivos piloto similares, para energizar la bobina del arrancador magnético. Este esquema es utilizado para prevenir el inesperado arranque de los motores, pudiendo resultar un posible daño a los operadores de las máquinas ó peligro para el manejo de la maquinaria. El arrancador es energizado por presión del botón de "arrancar". Un contacto auxiliar para el sostén del circuito montado sobre el arrancador forma un circuito paralelo alrededor de los contactos del botón de arranque sosteniendo el arrancador energizado después de que el botón se suelta. Si ocurriera una falla en el circuito de fuerza el arrancador abrirá y por consiguiente se abrirá también el contacto auxiliar de sostén o también llamado contacto auxiliar de retención o contacto de enclavamiento. En la restauración del circuito de fuerza, el botón de "arrancar" debe de ser operado otra vez para que el motor nuevamente opere. El término "control a tres hilos" surge de la realidad que en un circuito básico son requeridos al menos tres hilos para conectar los dispositivos piloto al arrancador.



CONTACTO DE CIRCUITO DE SOSTEN O CONTACTO AUXILIAR DE RETENCIÓN.

El contacto del circuito de sostén o contacto auxiliar de retención es un contacto auxiliar normalmente abierto que se encuentra en los arrancadores magnéticos normales y en los contactores. Se cierra cuando la bobina del arrancador está energizada o excitada para formar un circuito sostenido en el arrancador, después de que el botón de "arranque" haya sido liberado. Los contactores de acción vertical y los arrancadores de tamaño NEMA más pequeños (tamaño 0, tamaño 1) tienen un contacto auxiliar que es físicamente del mismo tamaño que el de los contactos de energía o de fuerza.

ARRANCADORES A TENSIÓN PLENA O PLENO VOLTAJE (A TRAVÉS DE LA LÍNEA).

Como su nombre lo indica, un arrancador de tensión plena denominado también a voltaje pleno o a través de la línea, directamente conecta al motor a las líneas. El arrancador puede ser manual o magnético.

Un motor conectado en esta forma, demanda una corriente alta transitoria de arranque y desarrolla un máximo par mecánico de arranque que acelera la carga mecánica acoplada al eje del motor a plena velocidad en el tiempo más corto posible. El arranque a través de la línea o tensión plena puede ser utilizado donde esta corriente elevada transitoria (corriente de arranque) y el par de arranque no sean objetables.

Con algunas cargas, el alto par de arranque podría dañar por ejemplo las bandas o correas de transmisión mecánica, engranes de un reductor de velocidad y acoplamientos, así como el material que esté en proceso. Una alta corriente transitoria puede repetir altas y bajas de tensión en la línea, lo que

causaría centelleos y disturbios a otras cargas. Las corrientes de arranque más bajas y los pares de torsión son por lo tanto, requeridas a menudo y se lleva a cabo con arranque a tensión reducida.

El arranque a tensión plena o arranque de un motor a través de la línea, es el sistema de arranque más económico para arrancar un motor conectándolo a través de un arrancador apropiado, directamente a la línea de alimentación.

Las ventajas de este sistema, además de la economía ya apuntada, es que el motor desarrollará sus plenos pares tanto de arranque como máximo; por lo cual, la carga se arrancará y se acelerará en forma rápida y segura.

Por otro lado las desventajas de este sistema de arranque también son múltiples y se refieren al hecho de que un motor de inducción toma entre cinco y seis veces el valor de la corriente de plena carga o corriente nominal al ser arrancado a plena tensión. Esta fuerte demanda de energía y de corriente, aunque momentáneamente, puede ser indeseable por la elevada caída de tensión que se produce en las líneas de alimentación, causando parpadeo en las luces o disturbios en equipo sensible a las variaciones de voltaje. También puede ser objetable desde el punto de vista de las limitaciones de demanda de potencia en K. V. A. que establece la empresa suministradora de energía eléctrica, o bien la propia subestación. Otro aspecto indeseable puede constituirlo la carga misma, que requiera una aceleración suave, paulatina y amortiguada. Por lo general, el arranque directo sobre la línea se puede efectuar hasta 50 H. P. en 220 Volts y hasta 100 H. P. en 440 Volts. Arriba de estos límites habrá que utilizar algún sistema de arranque a tensión reducida o voltaje reducido.

TRANSFORMADORES DE CONTROL.

En muchos casos es necesario operar el botón operador u otro dispositivo del circuito de control (tal como la bobina del arrancador o bobina de algún relevador de control auxiliar o la tablilla electrónica de un relevador de retardo de tiempo timer) a cierto voltaje menor que el voltaje de alimentación del motor. En el diagrama A, un transformador de control monofásico (con voltaje dual de 240 Volts – 480 Volts primarios, 120 Volts secundarios) tiene sus 480 Volts primarios en el arrancador, con circuito de control a tres hilos o de tres hilos.

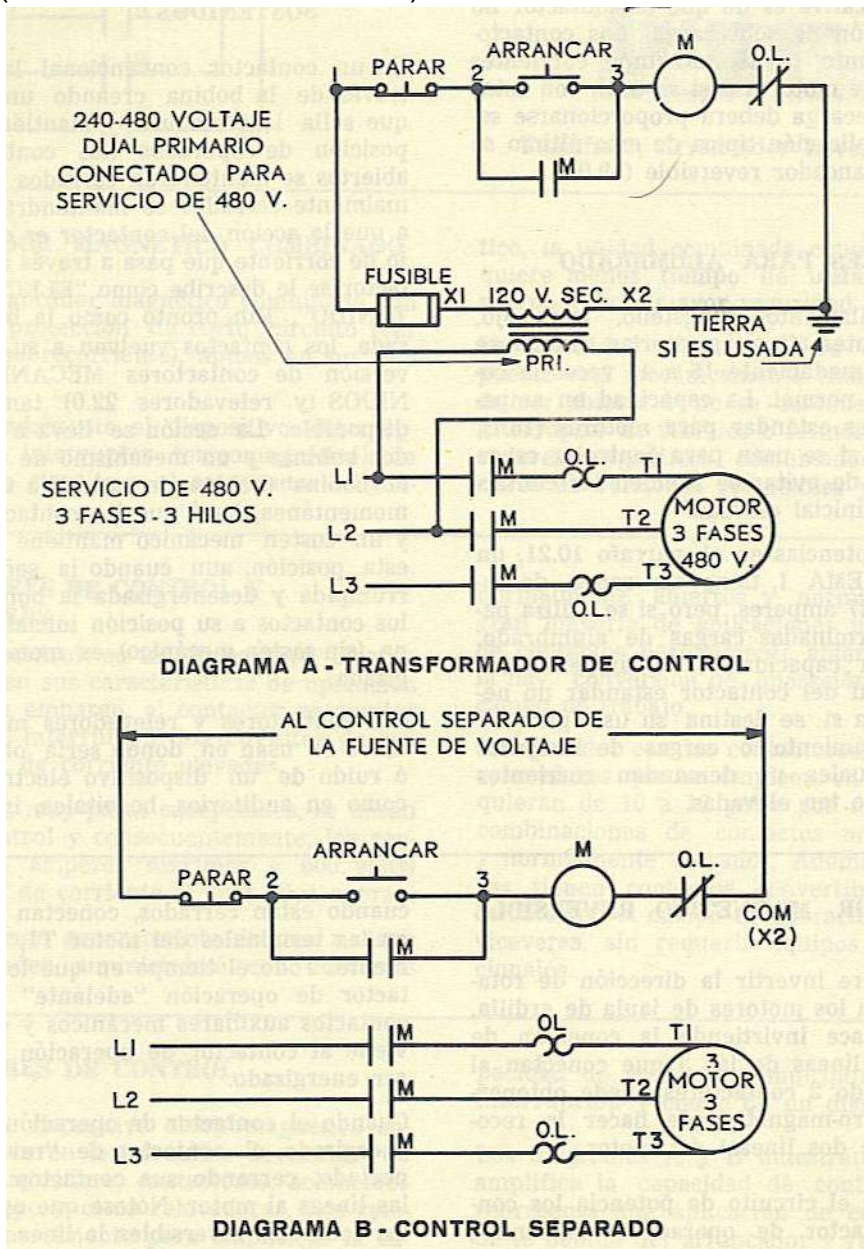
Sin embargo, nótese que el circuito de control se conecta ahora a los 120 Volts secundarios del transformador, en vez de que sea conectado a las líneas 1 y 2 como en el control común.

La tensión o voltaje de la bobina es por lo tanto de 120 Volts y la estación de botones u otros dispositivos de control, operan a este mismo voltaje. A menudo se utiliza un fusible para proteger el circuito de control y es una práctica común poner a tierra un lado del secundario del transformador.

CONTROL SEPARADO.

El control de un control de potencia por medio de una tensión más baja en el circuito de control, puede también obtenerse conectando el circuito de la bobina a una fuente de tensión separada, en vez de un transformador de control.

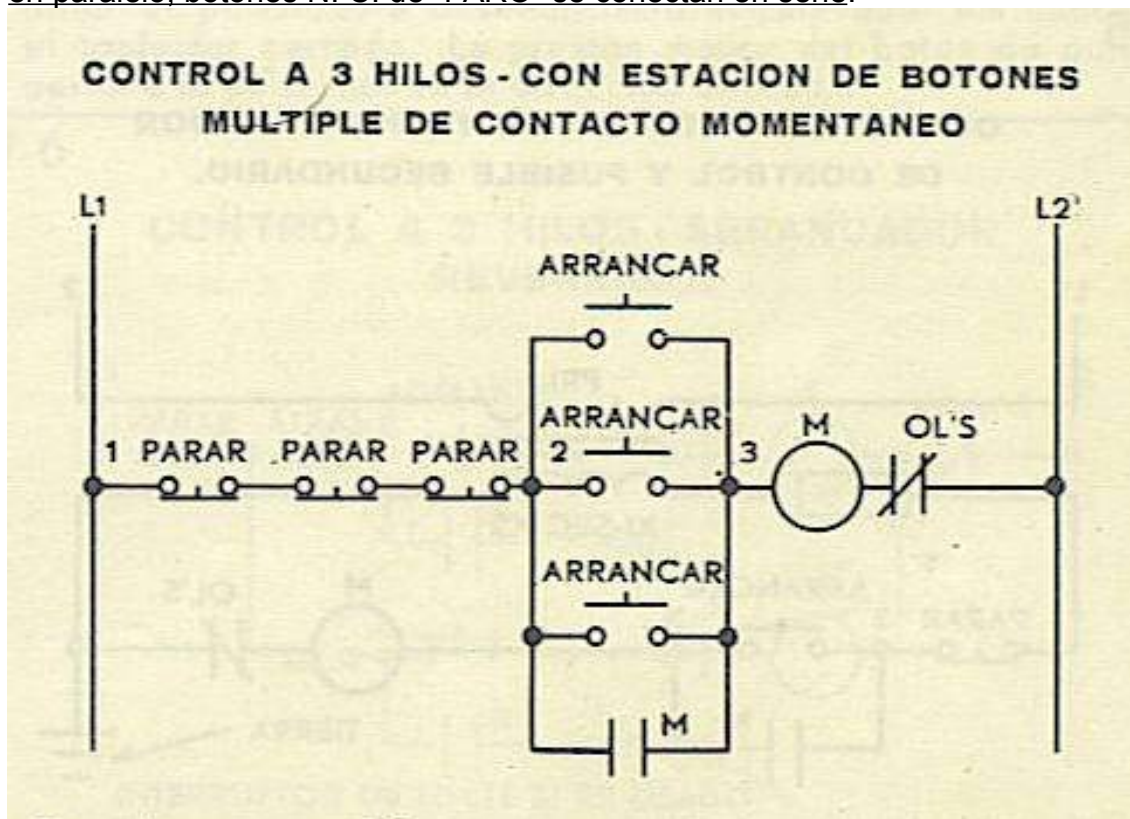
El término utilizado para describir este arreglo en el alambrado, es de "Control Separado". Como resulta evidente del diagrama B, la tensión y frecuencia nominales de la bobina deben ser iguales a las de la fuente separada de control; pero el circuito de potencia o circuito de fuerza puede ser de cualquier tensión (hasta de 600 Volts máximos).



CONTROL A TRES HILOS CON ESTACIONES DE BOTONES MÚLTIPLES DE CONTACTO MOMENTANEO.

Cuando un motor debe ser arrancado y parado desde más de una localización, cualquier número de botones “ARRANCAR – PARAR” pueden ser alambrados unidos, tantos como se requieran. Es también posible el utilizar únicamente una estación “ARRANCAR – PARAR” y tener varios botones de “PARAR” en diferentes localizaciones, para el servicio de paro de emergencia, tal como ocurre por poner un ejemplo en el circuito de control de escaleras eléctricas para pasajeros de grandes plazas o centros comerciales.

En el siguiente diagrama se puede apreciar lo que llamaríamos una simple regla en la conexión de dos o más estaciones de botones pulsantes de “ARRANQUE – PARO” múltiples: botones N. A. de “ARRANQUE” se conectan en paralelo, botones N. C. de “PARO” se conectan en serie.



SOBRECARGAS.

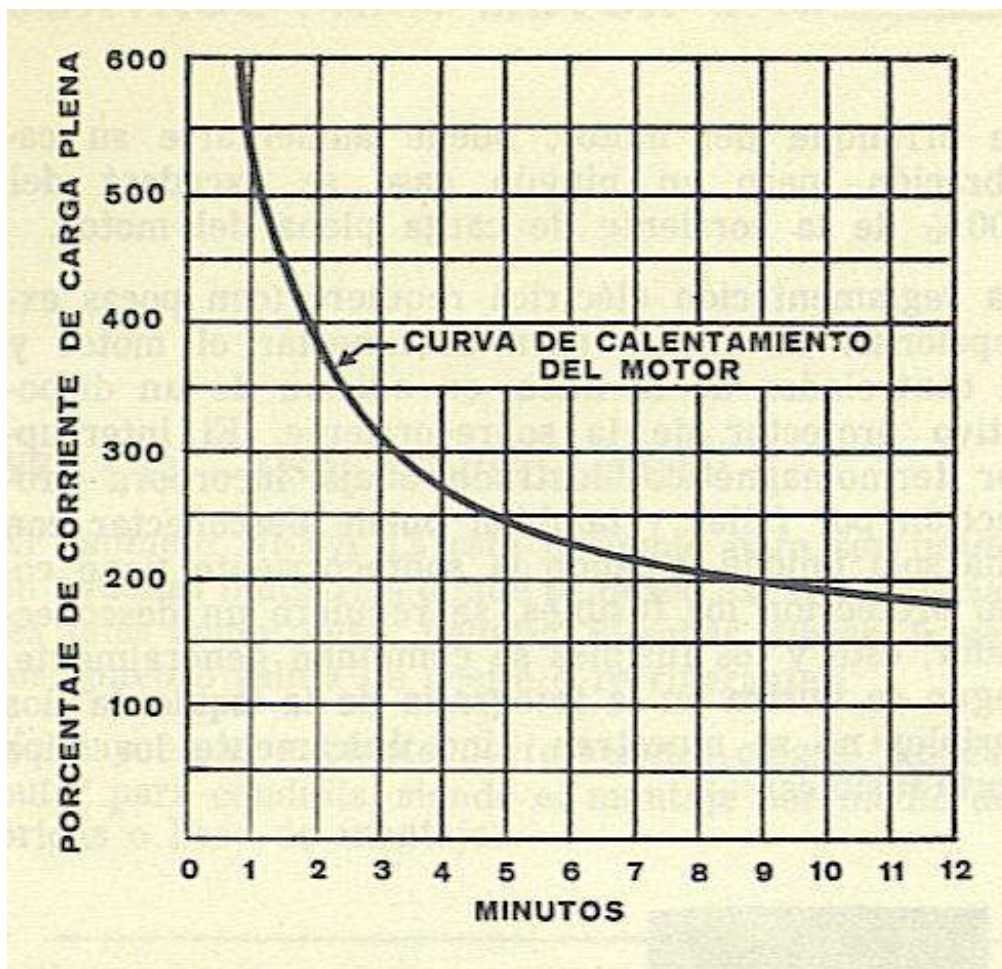
Un motor como máquina siempre llevará cualquier carga, aún si esta es excesiva. Excluyendo la corriente de arranque o la de rotor bloqueado, un motor demanda una corriente cuando está en operación, y que es proporcional a la carga, la cual va desde la corriente sin carga (corriente en vacío), hasta la corriente a plena carga cuyo valor se encuentra estampado en la placa de datos del motor. Cuando la carga excede el par mecánico normal del motor, este demanda una corriente más elevada que la corriente a plena carga y esta condición se considera como una sobrecarga. La sobrecarga máxima existe bajo las condiciones de Rotor Bloqueado, en las cuales la carga es tan

excesiva que el motor se para o no se puede arrancar y como consecuencia, demanda la corriente de rotor bloqueado.

PROTECCIÓN POR SOBRECARGAS.

El efecto de una sobrecarga es una elevación de la temperatura en el devanado del motor. Mientras mayor sea la sobrecarga, más rápidamente se incrementará la temperatura a un punto tal que daña los aislantes y la lubricación del motor. Una relación inversa, por lo tanto, existe entre la corriente y el tiempo. Mientras mayor sea la corriente, más corto será el tiempo en el que el motor se dañe, o se queme.

Todas las sobrecargas acortan la vida del motor por deterioro del material aislante. Relativamente, las pequeñas sobrecargas de corta duración causan daño en pequeño grado, pero si se sostienen (sobrecarga sostenida), harían tanto daño como las sobrecargas de magnitud más grande. La relación entre sobrecarga y tiempo se ilustra según la curva de calentamiento del motor que se muestra en la siguiente figura:



APLICACIONES DE LOS DATOS DE LA CURVA TIEMPO – CORRIENTE DEL CALENTAMIENTO DE UN MOTOR ELÉCTRICO.

En 300% de sobrecarga, el motor en particular para el cual corresponde esta curva característica tiempo – corriente podría llegar a su temperatura permisible límite, en 3 minutos. El sobrecalentamiento o daño en el motor ocurrirá si la sobrecarga persistiera más allá de ese tiempo.

La protección ideal de sobrecarga para un motor, sería un elemento con propiedades sensitivas de la corriente, muy similar a la curva tiempo - corriente de calentamiento del motor, que actuaría para abrir el circuito del motor cuando la corriente de carga plena se excediera. La operación del dispositivo protector será tal que al motor se le permite llevar sobrecargas sin daño, pero que rápidamente lo desconectará de la línea cuando la sobrecarga persista por más tiempo.

PROTECCIÓN DE SOBRECARGA RELEVADORES DE SOBRECARGA.

El relevador de sobrecarga es el corazón de la protección del motor eléctrico. Como un fusible de doble elemento, un relevador de sobrecarga tiene características de tiempo inverso en el disparo o apertura, permitiendo mantener la conducción durante el periodo de aceleración (cuando se demanda la corriente de arranque), pero dando protección en las pequeñas sobrecargas de la corriente de plena carga cuando el motor está operando. Contrariamente al fusible, el relevador de sobrecarga puede repetir la operación sin necesidad de ser reemplazado. Debe enfatizarse que el relevador de sobrecarga no provee protección por corto circuito. Esta es una función de un equipo protector de sobrecorrientes, como lo son los fusibles e interruptores termomagnéticos.

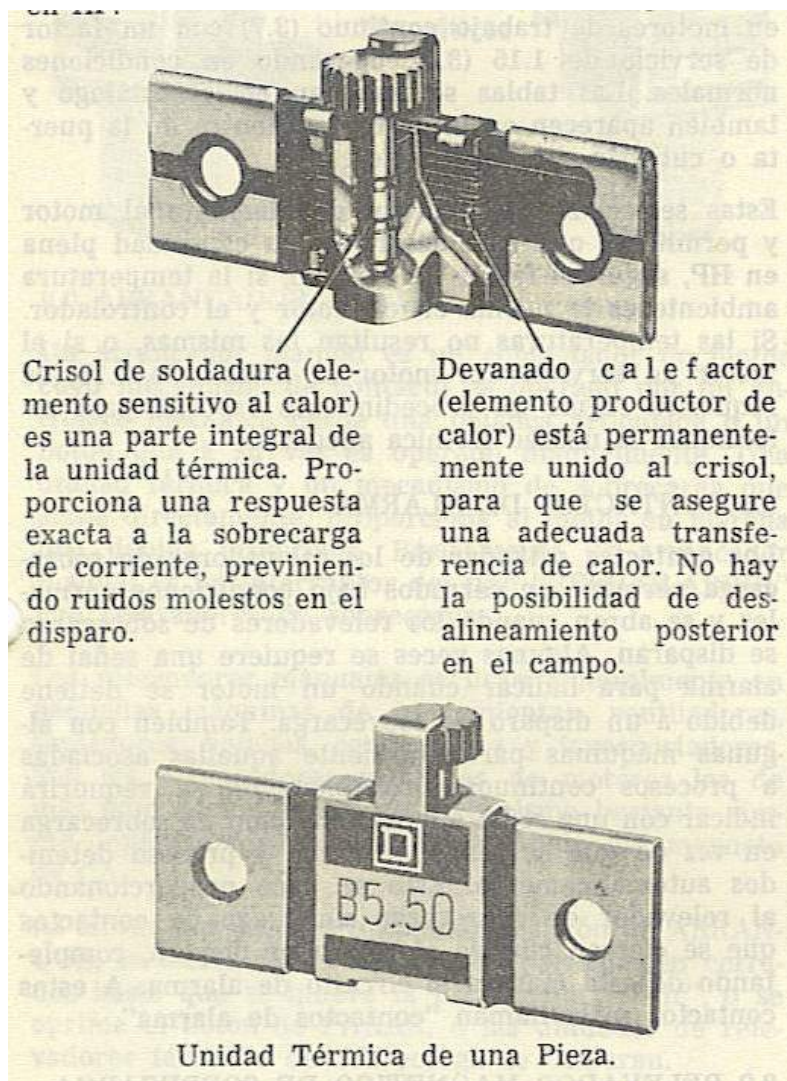
EL RELEVADOR DE SOBRECARGA consiste en una unidad sensible a la corriente, conectada en la línea de alimentación al motor, más un mecanismo que actúa por medio de la unidad o un microprocesador electrónico en los modernos relevadores de sobrecarga de estado sólido, que sirve para directa o indirectamente interrumpir el circuito. En un arrancador manual una sobrecarga dispara una especie de aldaba mecánica que causa que el arrancador abra sus contactos y desconecte el motor de la línea de alimentación. En los arrancadores magnéticos una sobrecarga abre un juego de contactos que se encuentran en el mismo relevador de sobrecarga. Estos contactos son alambrados en serie con la bobina del arrancador en el circuito de control del arrancador magnético. Al abrirse el circuito de la bobina hace que los contactos del arrancador se abran desconectando así el motor de su línea de alimentación.

LOS RELEVADORES DE SOBRECARGA pueden ser clasificados en térmicos, magnéticos y electrónicos de estado sólido, los relevadores de sobrecarga magnéticos reaccionan únicamente a los excesos de corriente y no son afectados por la temperatura. Como su nombre lo indica, en los relevadores de sobrecarga térmicos la operación depende de la elevación de la temperatura causada por la corriente de sobrecarga, la cual hace operar el mecanismo de disparo. Los relevadores térmicos de sobrecarga pueden ser subdivididos en los tipo de aleación fusible y bimetálicos.

RELEVADOR TÉRMICO DE SOBRECARGA DE ALEACIÓN FUSIBLE.

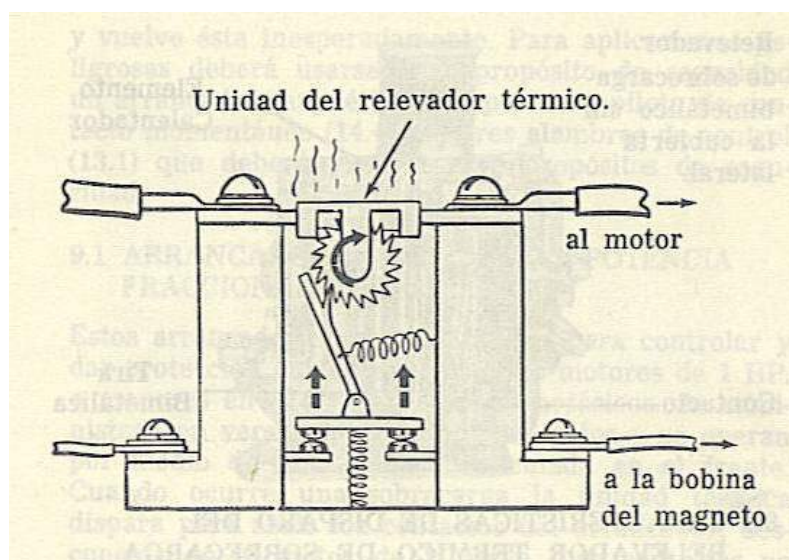
En estos relevadores de sobrecarga (también conocidos como “relevadores de crisol de soldadura”), la corriente del motor pasa por un pequeño devanado calefactor. Bajo condiciones de sobrecarga el calor causa que la soldadura especial se funda, permitiendo que una rueda trinquete gire libremente, abriéndose los contactos. Cuando esto ocurre se dice que el relevador se dispara.

Para obtener varios valores de corriente de disparo a diferentes corrientes de carga plena se dispone de un rango bastante amplio de diferentes unidades térmicas (calefactores). El elemento calefactor y el crisol de soldadura están combinados en una sola pieza formando una unidad inalterable. La característica de transferencia de calor y la exactitud de la unidad no pueden ser accidentalmente cambiadas, como puede ser posible cuando el calefactor es un elemento separado. Los relevadores térmicos de sobrecarga de aleación fusible se restablecen manualmente, así; después de dispararse deben ser restablecidos por una deliberada operación manual. Un botón de restablecimiento usualmente se monta en la cubierta de los arrancadores. Las unidades térmicas se designan en Amperes y son seleccionadas sobre la base de la corriente plena del motor y no en H. P.





El siguiente dibujo muestra la operación del relevador térmico de sobrecarga de aleación fusible. Conforme el calor funde la aleación, la rueda de trinquete gira libremente –los resortes empujan para que los contactos se abran.

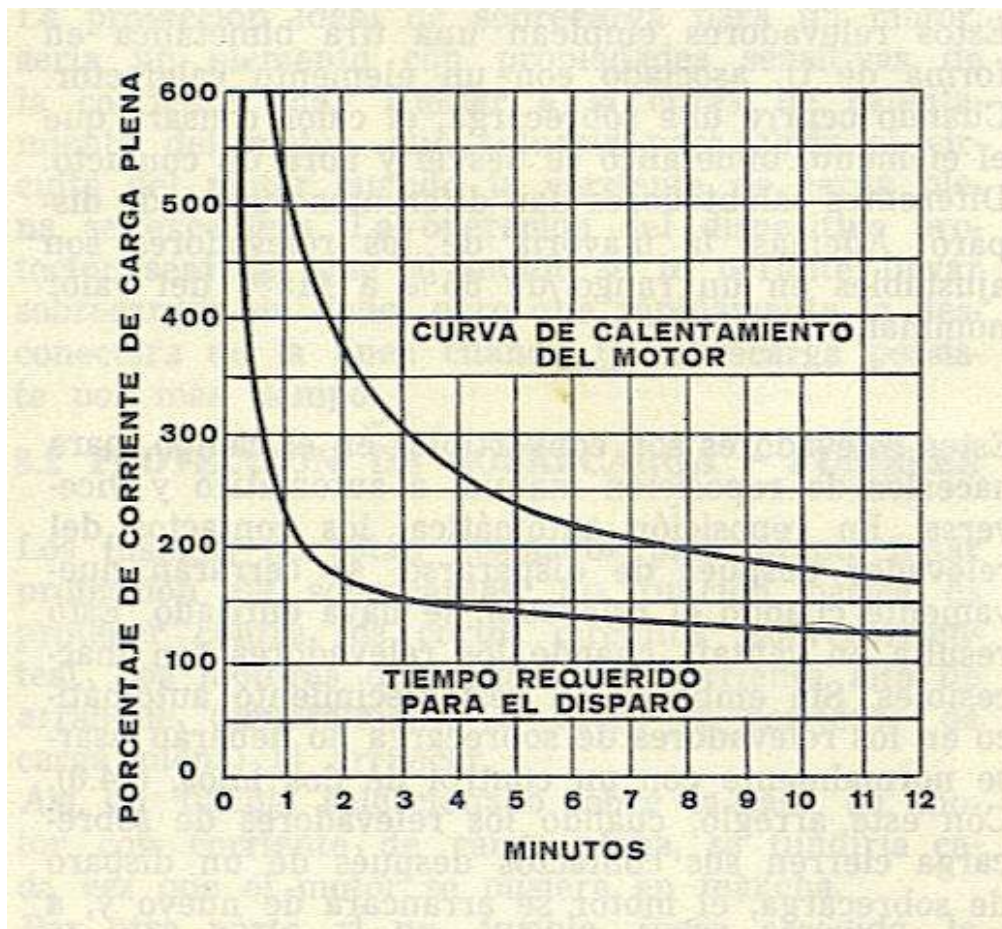


RELEVADORES TÉRMICOS DE SOBRECARGA BIMETÁLICOS.

Estos relevadores emplean una tira bimetalica en forma de U, asociado con un elemento calefactor. Cuando ocurre una sobrecarga, el calor causará que el elemento bimetalico se desvíe y abra un contacto. Diferentes calefactores dan diferentes puntos de disparo. Además la mayoría de los relevadores son ajustables en un rango de 85% a 115% del valor nominal del calefactor.

CARACTERÍSTICAS DE DISPARO DEL RELEVADOR TÉRMICO DE SOBRECARGA.

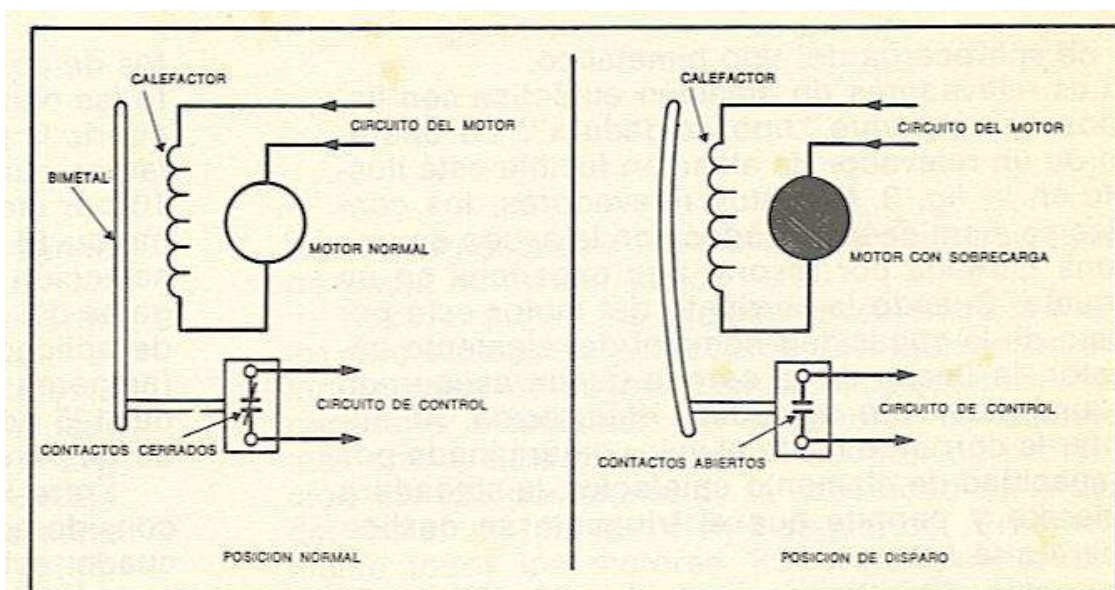
Los relevadores de sobrecarga de aleación fusible y los bimetálicos están diseñados para aproximarse al calor generado en el motor eléctrico. Así cuando la temperatura del motor aumenta, también aumenta la de la unidad térmica o elemento térmico. Las curvas de calentamiento del motor y del relevador de sobrecarga muestran esta relación (ver gráfica). De esta gráfica se deduce que no importa cuán elevada sea la corriente que demanda el motor, el relevador de sobrecarga proporcionará protección, aunque el relevador no dispare innecesariamente.



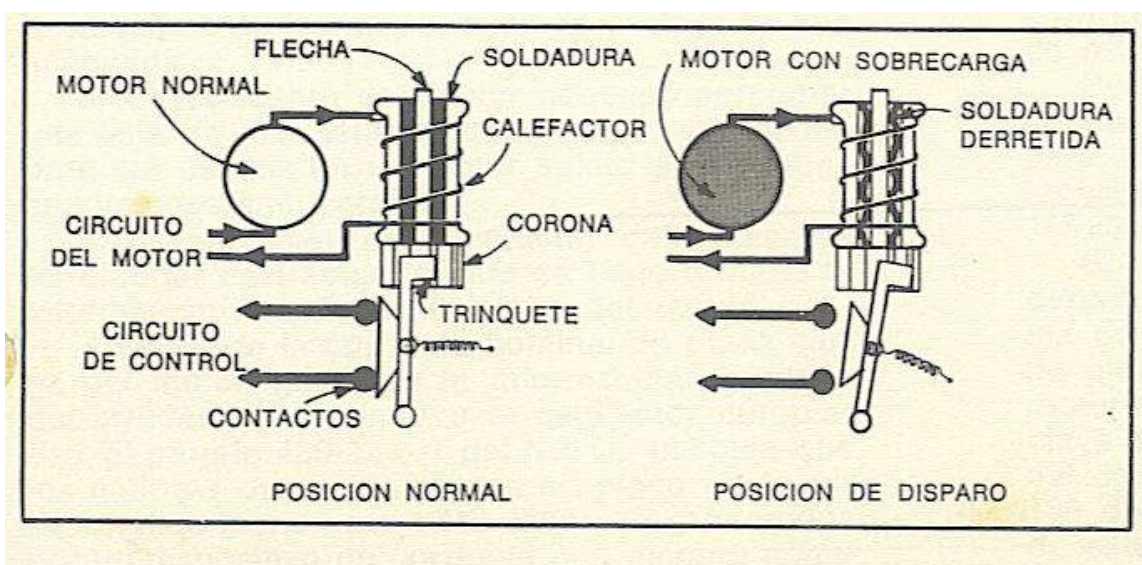
La gráfica muestra la curva de calentamiento del motor y la del relevador de sobrecarga.

El relevador de sobrecarga siempre disparará dentro de un valor de seguridad.

El consenso general entre los fabricantes de dispositivos de protección para motores, es que el tiempo de disparo para el 600 por ciento del valor nominal de la corriente de plena carga debe ser de 20 segundos o menos.



Principio de operación de los relevadores térmicos de sobrecarga de tipo bimetalico. El actuador bimetalico opera un pequeño switch de control que ser repuesto automáticamente o manualmente.



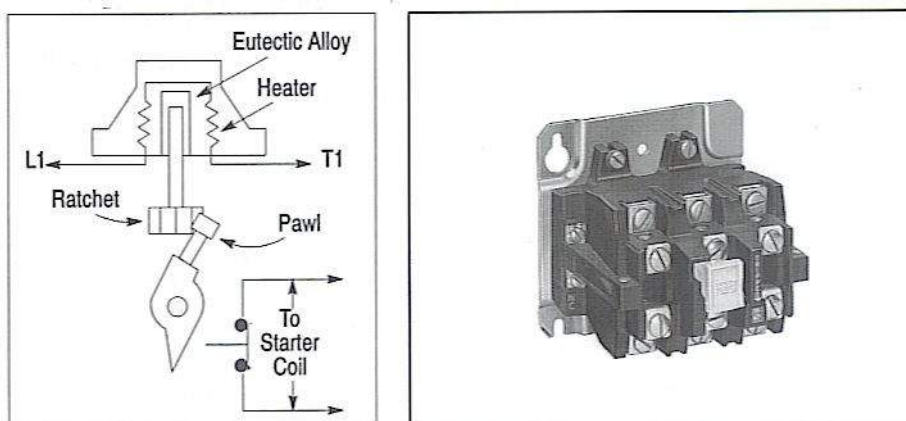
Principio de operación del relevador térmico de sobrecarga de tipo aleación eutéctica. Para corrientes por debajo del punto de disparo, la flecha de la corona está trabada por la soldadura endurecida. En el punto de disparo, la soldadura se funde, la corona desliza y el trinquete se desengancha.

TIPOS DE RELEVADORES DE SOBRECARGA.

En forma resumida y ordenada podemos se puede mencionar que los tipos de relevadores de sobrecarga, son los siguientes:

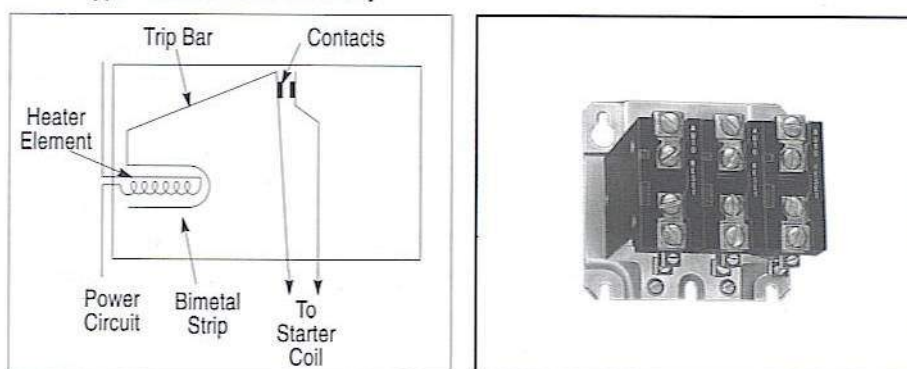
1. Relevador de sobrecarga del tipo aleación eutéctica NEMA.
2. Relevador de sobrecarga del tipo bimetálico NEMA.
3. Relevador de sobrecarga del tipo bimetálico IEC.
4. Relevador de sobrecarga del tipo estado sólido electrónico.

NEMA Type Eutectic Alloy Overload Relay

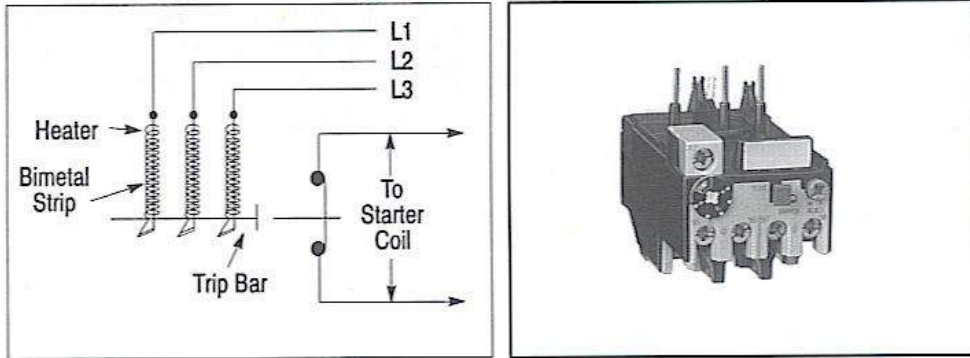
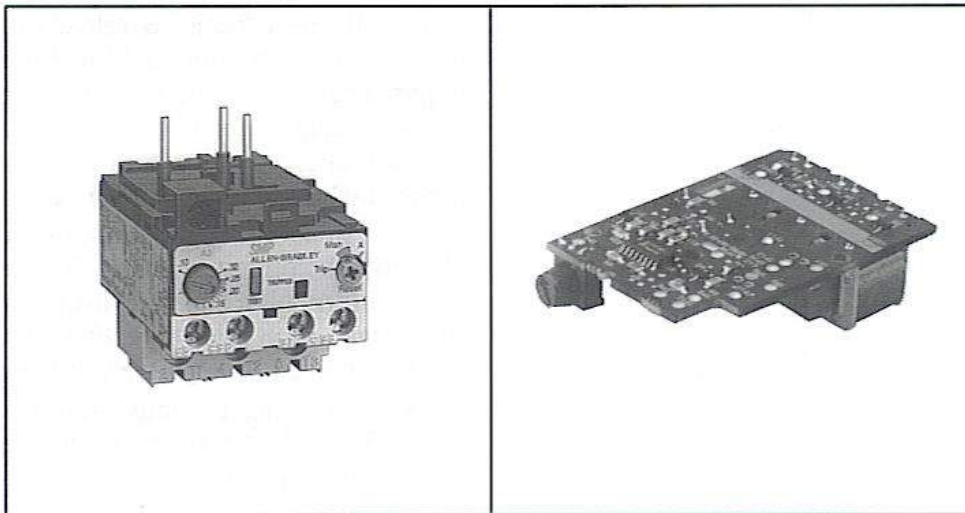


RELEVADOR DE SOBRECARGA DEL TIPO ALEACIÓN EUTÉCTICA NEMA.

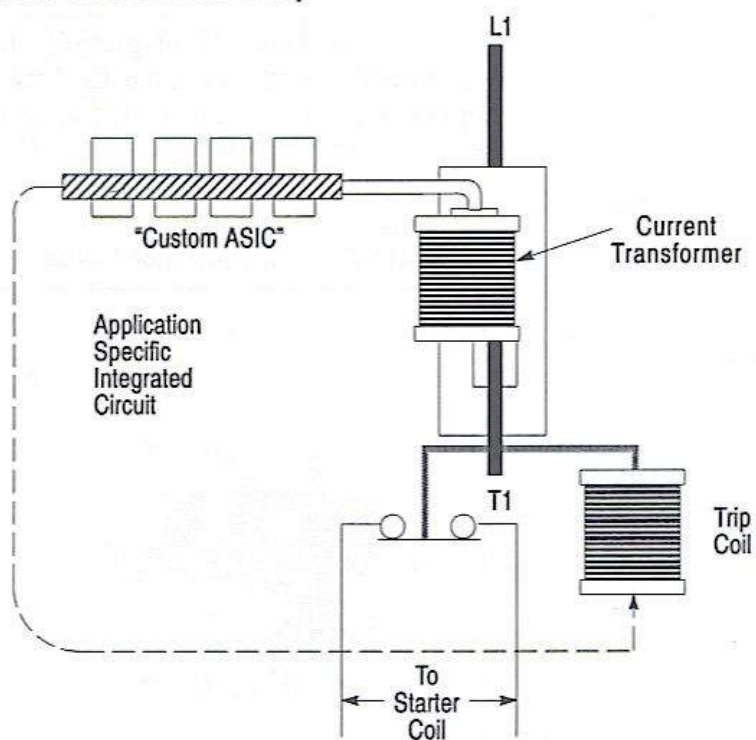
NEMA Type Bimetal Overload Relay



RELEVADOR DE SOBRECARGA DEL TIPO BIMETÁLICO NEMA.

IEC Type Bimetal Overload Relay**RELEVADOR DE SOBRECARGA TIPO BIMETÁLICO IEC.****Solid-state Overload Relay and Application Specific Integrated Circuit (ASIC)****RELEVADOR DE SOBRECARGA DEL TIPO ESTADO SÓLIDO ELECTRÓNICO.**

Solid-state Overload Relay



RELEVADOR DE SORECARGA DE ESTADO SÓLIDO.

Motor Logic Plus



El relevador de estado sólido Motor Logic Plus, es un relevador diseñado para proteger (alta y baja tensión, alta y baja corriente, desbalanceo de corriente y tensión, pérdida de fase, inversión de fases, etc.) motores de corriente alterna que operen con tensiones desde 200 hasta 600 Volts, 3 fases. Este relevador tiene 16 funciones totalmente programables, de las cuales ocho se pueden visualizar en un display tipo LED instalado en la cara frontal, también se pueden visualizar las tensiones y las corrientes de línea presentes en su motor. Los demás parámetros pueden monitorearse utilizando una L... y el Software de "So- lution Sof... también se integrará a una red de protocolo Modbus de esta manera se podrá estar monitoreando las condiciones de operación de su motor desde un punto remoto con la posibilidad de arrancar y parar en la necesidad de estar en el sitio de la instalación del Log... y llevar un histórico de los diagnósticos por falla que se hallan presentes en su motor.



200-480 V-
50/60 Hz

L1 L2 L3 NO C NC

MODE SELECT
#R1/ADDR #RF
#R2 #R3 #R4
#R5 #R6 #R7
#R8 #R9 #R10
#R11 #R12 #R13
#R14 #R15 #R16
#R17 #R18 #R19
#R20 #R21 #R22
#R23 #R24 #R25
#R26 #R27 #R28
#R29 #R30 #R31
#R32 #R33 #R34
#R35 #R36 #R37
#R38 #R39 #R40
#R41 #R42 #R43
#R44 #R45 #R46
#R47 #R48 #R49
#R50 #R51 #R52
#R53 #R54 #R55
#R56 #R57 #R58
#R59 #R60 #R61
#R62 #R63 #R64
#R65 #R66 #R67
#R68 #R69 #R70
#R71 #R72 #R73
#R74 #R75 #R76
#R77 #R78 #R79
#R80 #R81 #R82
#R83 #R84 #R85
#R86 #R87 #R88
#R89 #R90 #R91
#R92 #R93 #R94
#R95 #R96 #R97
#R98 #R99 #R100

9065 SP14
6.0-27.0 A, SER. A

DISPLAY/PROGRAM
VOLTAGE CURRENT

Motor Logic Plus™

9950

UL

MADE IN USA
HECHO EN USA
FABRIQUE AUX E.-U.

MODERNO RELEVADOR DE SOBRECARGA DE ALTA TECNOLOGIA.

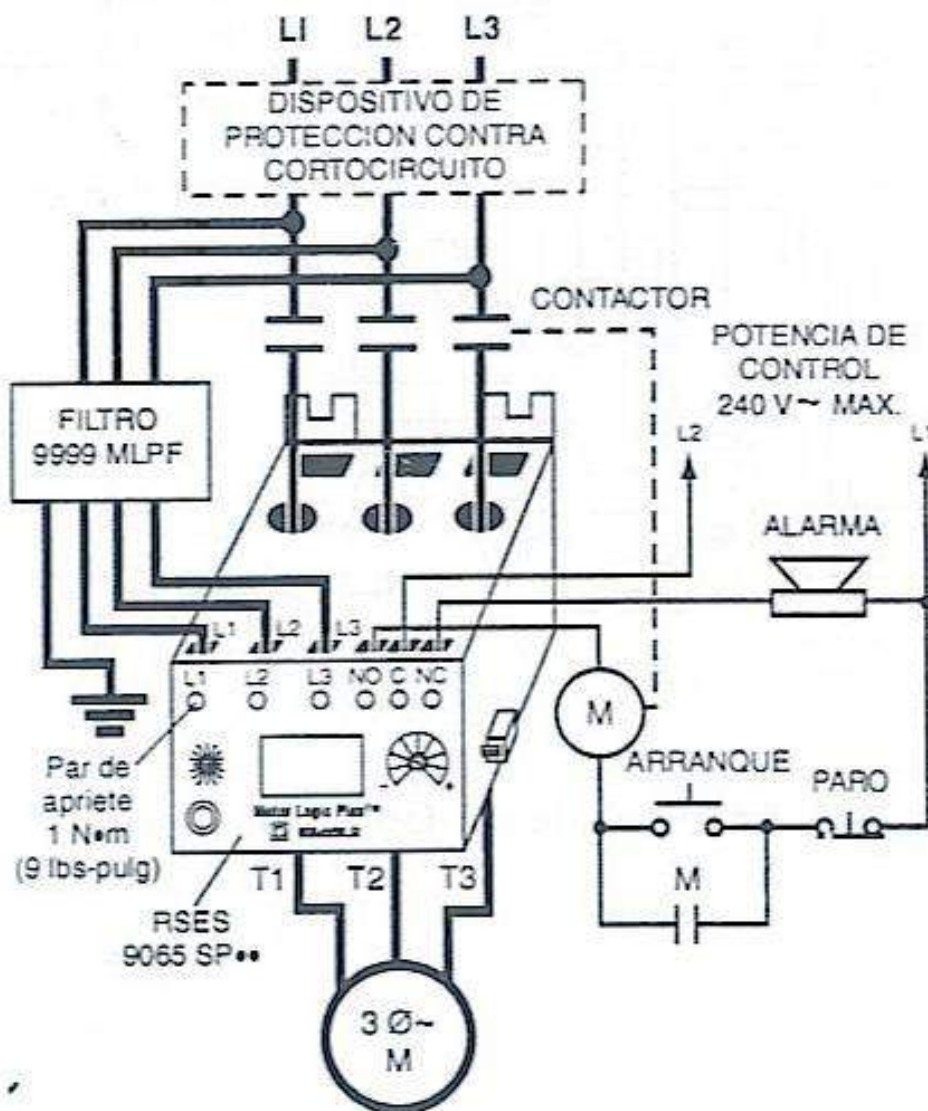
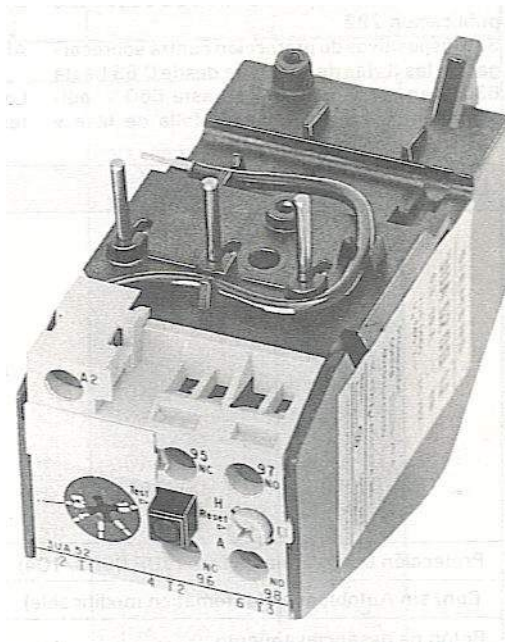


Figura 2: Cableado típico

CONTACTOS AUXILIARES DE ALARMA.

Los contactos estándar de los relevadores de sobrecarga permanecen cerrados bajo condiciones normales y se abren cuando los relevadores de sobrecarga se disparan. Algunas veces se requiere una señal de alarma para indicar cuando un motor se detiene debido a un disparo por sobrecarga. También con algunas máquinas particularmente aquellas asociadas a procesos continuos, probablemente se requerirá indicar con una señal alguna condición de sobrecarga en vez de que se tenga el motor y proceso detenidos automáticamente. Esto se hace proporcionando al relevador de sobrecarga un juego de contactos auxiliares que se cierran cuando el relevador dispara, completando de esta manera el circuito de alarma. A estos contactos se les llaman "contactos de alarma".



RELEVADOR TÉRMICO DE SOBRECARGA TIPO BIMETÁLICO IEC, MARCA SIEMENS TIPO DE CATÁLOGO 3UA, CON CONTACTO AUXILIAR N. A. (DE TERMINALES 97 Y 98) PARA UTILIZARSE EN UN CIRCUITO DE ALARMA. EL CONTACTO N. C. (DE TERMINALES 95 Y 96) SE ALAMBRA EN SERIE CON LA BOBINA DEL ARRANCADOR MAGNÉTICO.

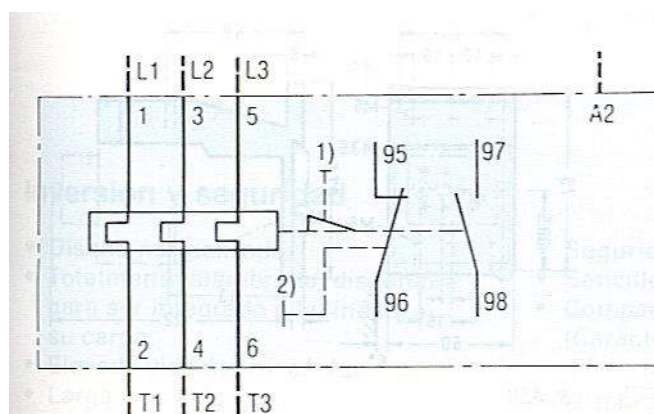
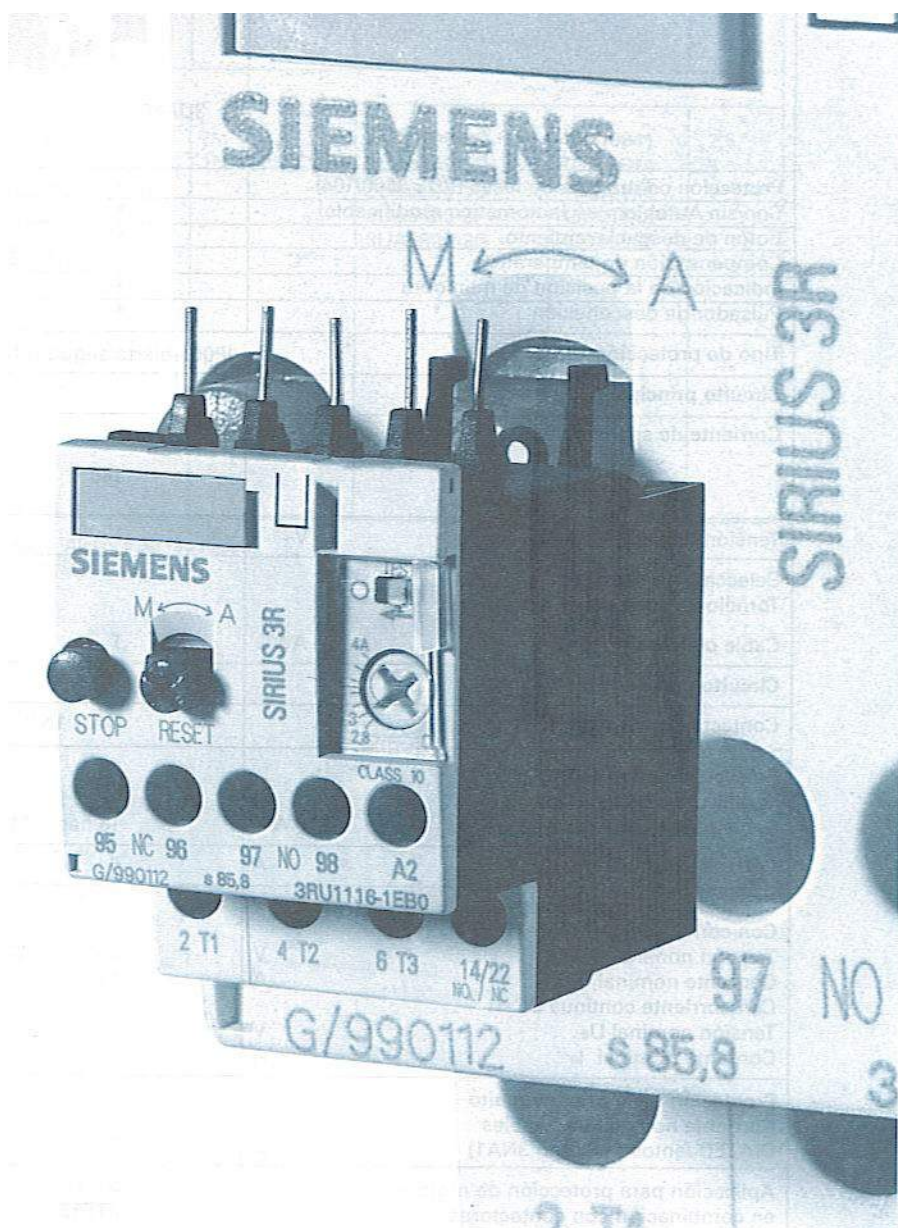


DIAGRAMA DEL RELEVADOR TÉRMICO Y CONTACTOS AUXILIARES.



RELEVADOR DE SOBRECARGA TIPO BIMETÁLICO IEC, MARCA SIEMENS, MODELO SIRIUS 3RU, CON CONTACTOS AUXILIARES N. C. (TERMINALES 95 Y 96), N. A. (TERMINALES 97 Y 98).

DIAGRAMA TIPO ESCALERA DEL CIRCUITO DE CONTROL

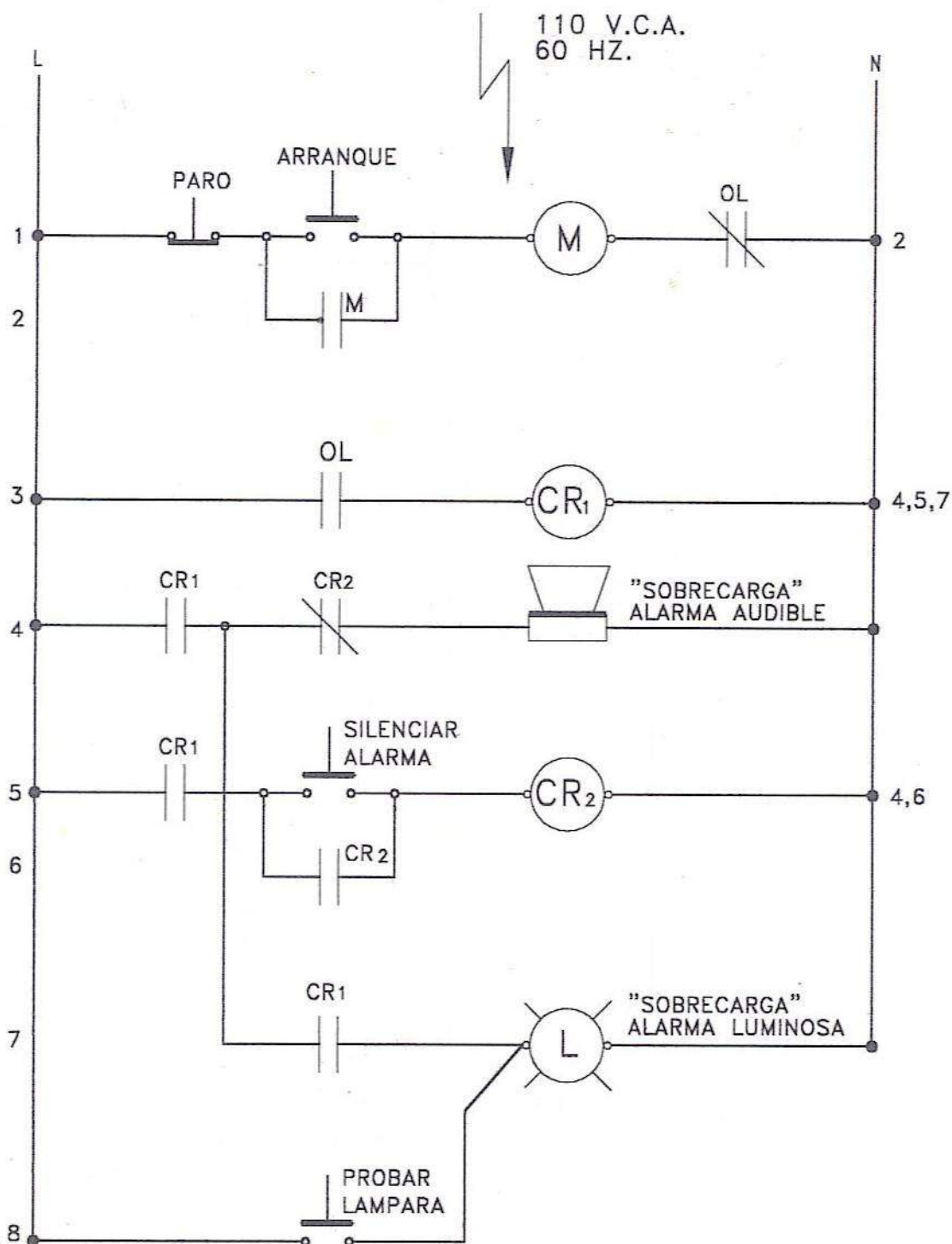
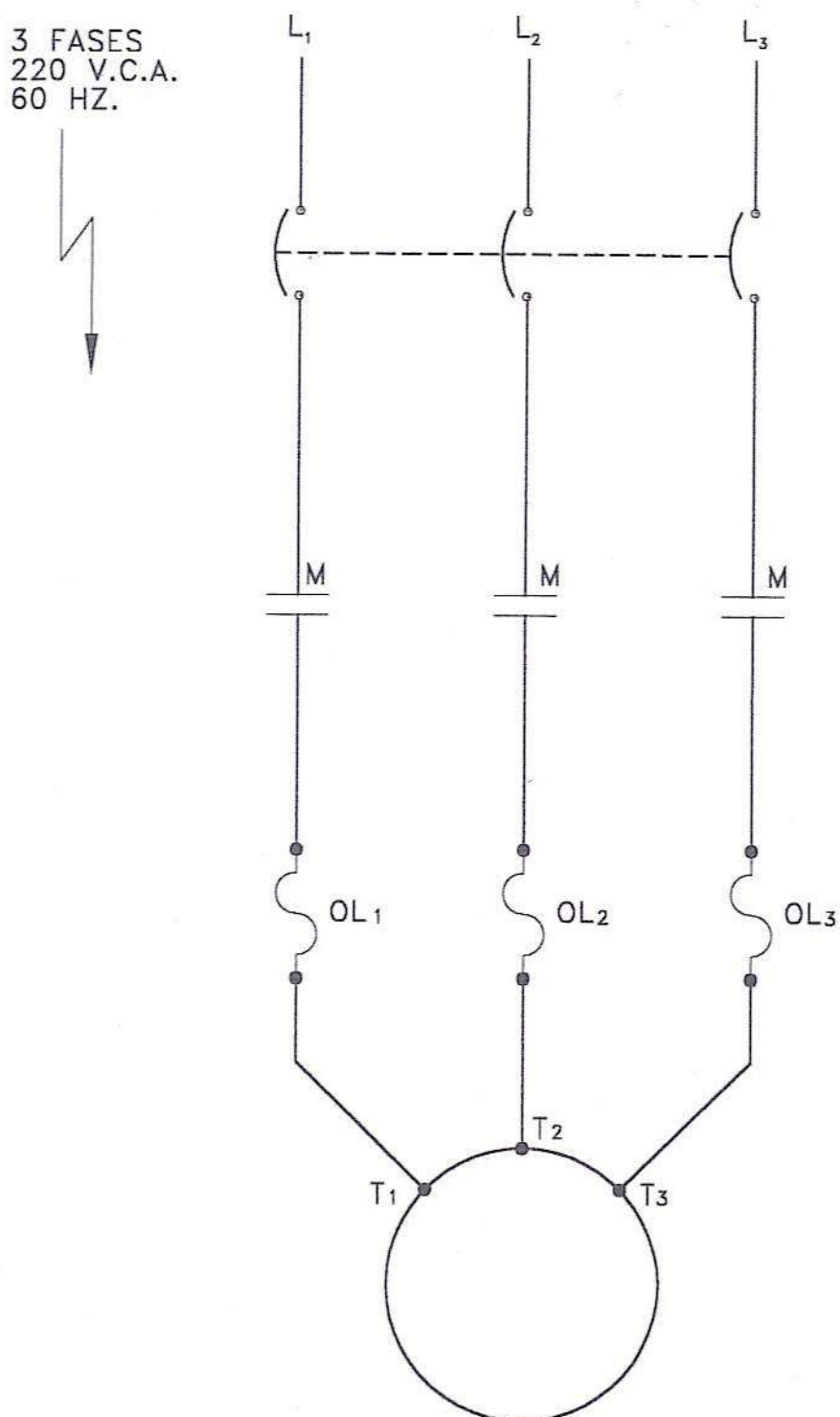


DIAGRAMA DEL CIRCUITO DE CONTROL A TRES HILOS DE UN ARRANCADOR A TENSIÓN PLENA, CON PROTECCIÓN TÉRMICA POR SOBRECARGA EN EL MOTOR, EL CIRCUITO DE CONTROL INCLUYE LA ALARMA AUDIBLE Y LUMINOSA POR SOBRECARGA.

DIAGRAMA DEL CIRCUITO DE FUERZA



MOTOR DE INDUCCION TIPO R.J.A.
3 FASES, 220 V.C.A., 60 HZ.
1/2 H.P., 1800 R.P.M., MARCA: SIEMENS



CONTROL PARA MOTOR C. A.

CAPACIDADES ELÉCTRICAS PARA ARRANCADORES Y CONTACTORES MAGNÉTICOS DE CA.

Tamaño NEMA	Volts	Capacidad Máx. en HP Trabajo sin Frenado y sin Pulsar.		Capacidad Máx. en HP Trabajo de Frenado y de Pulsación.		Capacidad de Corriente Continua en Amperes 600 Volts Máx.	Capacidad de Corriente en Límite de servicio. *	Carga de Lámpara de Tungsteno e Infra-roja en Amp. 250 V. Máx. »	Cargas de resistencia de calentamiento KW otras que no sean cargas de Lámparas Infra-rojas. §		Capacidad en KVA para Apertura y Cierre de Circuitos Primarios de transformadores. 50 ó 60 Ciclos ▲		Capacidad para Apertura y cierre de circuitos de Capacitores Trifásicos. ○	
		Mono-fásico	Polif.	Mono-fásico	Polif.				Mono-fásico	Polif.	Mono-fásico	Polif.	Volts	Kvar
00	110	1/3	3/4	...	...	9	11	5	...	...	...	...	...	...
	208-220	1	1-1/2	...	...	9	11	5	...	...	...	...	...	...
	440	...	...	...	...	9	11	...	...	...	...	...	...	...
	550	...	2	...	...	9	11	...	...	...	...	...	...	...
0	110	1	2	1/2	1	18	21	10	...	...	0.9	1.2	...	...
	208-220	2	3	1	1-1/2	18	21	10	...	...	1.4	1.7	...	...
	440	...	5	...	2	18	21	...	...	...	1.9	2.5	...	...
	550	...	5	...	2	18	21	...	...	...	1.9	2.5	...	...
1	110	2	3	1	2	27	32	15	3	5	1.4	1.7	...	...
	208-220	3	7-1/2	2	3	27	32	15	6	10	1.9	4.1	...	...
	440	...	10	...	5	27	32	...	12	20	3.	5.3	...	...
	550	...	10	...	5	27	32	...	15	25	3.	5.3	...	...
1P	115	3	...	1-1/2	...	36	42	24	...	...	...	...	...	...
	230	5	...	3	...	36	42	24	...	...	...	...	...	...
2	110	3	7-1/2	2	...	45	52	30	5	8.5	1.9	4.1	...	...
	208-220	3	7-1/2	5	10	45	52	30	10	17	4.6	7.6	230	13
	440	...	25	...	15	45	52	...	20	34	5.7	12	460	26
	550	...	25	...	15	45	52	...	25	43	5.7	12	575	33
3	110	7-1/2	15	...	...	90	104	60	10	17	4.6	7.6	...	...
	208-220	15	30	...	20	90	104	60	20	34	8.6	15	230	27
	440	...	50	...	30	90	104	...	40	68	14	23	460	53
	550	...	50	...	30	90	104	...	50	86	14	23	575	67
4	110	...	...	...	...	135	156	120	15	26	5.7	12	...	...
	208-220	...	50	...	30	135	156	120	30	52	11	23	230	40
	440	...	100	...	60	135	156	...	60	105	22	46	460	80
	550	...	100	...	60	135	156	...	75	130	22	46	575	100
5	110	...	...	...	...	270	311	240	30	52	14	23	...	...
	208-220	...	100	...	75	270	311	240	60	105	28	46	230	80
	440	...	200	...	150	270	311	...	120	210	40	91	460	160
	550	...	200	...	150	270	311	...	150	260	40	91	575	200
6	110	...	...	...	...	540	621	480	60	105	28	46	...	...
	208-220	...	200	...	150	540	621	480	120	210	57	91	230	160
	440	...	400	...	300	540	621	...	240	415	86	180	460	320
	550	...	400	...	300	540	621	...	300	515	86	180	575	400
7	110	...	...	...	...	810	932	720	90	155	...	...	...	...
	208-220	...	300	...	...	810	932	720	180	315	...	...	230	240
	440	...	600	...	...	810	932	...	360	625	...	...	460	480
	550	...	600	...	...	810	932	...	450	775	...	...	575	600
8	110	...	...	...	...	1215	1400	1080	...	...	...	...	...	...
	208-220	...	450	...	...	1215	1400	1080	...	...	...	...	230	360
	440	...	900	...	...	1215	1400	...	...	...	...	...	460	720
	550	...	900	...	...	1215	1400	...	...	...	...	...	575	900

Las tablas y notas son tomadas de la publicación de normas NEMA No. 1C-1-1965, sección 2, parte 11 para contactores magnéticos y la sección 3, partes 21B, 21C, 21D y 21F para arrancadores magnéticos.

† Los rangos indicados son para aplicaciones que requieren Interrupción repetida de corriente del motor frenado ó cierre repetida de altas corrientes momentáneas que se encuentran en motores con contramarcha rápida y que involucren más de 5 aperturas por minuto, tales como impulso y paro, Impulso y reversa ó en trabajos de pulsos. Los rangos se aplican a controladores de una ó varias velocidades.

* Según normas NEMA, párrafo 1C-1-21A-20, la corriente límite de servicio representa el valor eficaz de corriente máxima en amperes, que el controlador puede llevar por periodos largos en servicio normal. En los rangos de corriente límite de servicio, las elevaciones de temperatura pueden exceder las obtenidas al probar el controlador a su rango de corriente nominal. El último disparo por corriente de los relevadores de sobrecarga (sobrecorriente) u otros dispositivos protectores del motor no deben exceder los rangos de corriente límite de servicio del controlador.

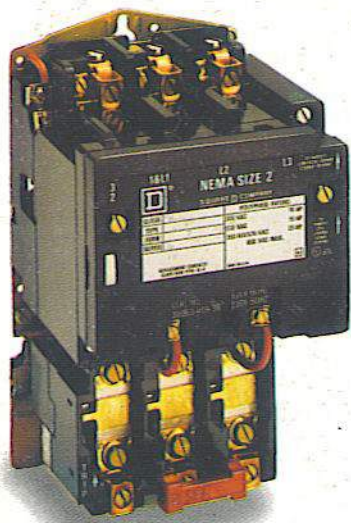
» CARGAS DE LÁMPARAS FLUORESCENTES - 300 VOLTS Y MENOS - Las características de las lámparas son tales que no es necesario disminuir la

capacidad continua normal de los contactores clase B502 más abajo de su rango de corriente nominal. Los contactores B903 pueden también utilizarse con cargas de la lámpara fluorescente. Para controlar las cargas de las lámparas de tungsteno e Infra-rojas, se recomiendan usar los contactores clase B903 de C. A. Estos contactores están específicamente diseñados para tales cargas y se aplican en su rango total conforme está listada en la sección del catálogo "digest" clase B903. No se use la clase B903 de contactores en motores y cargas de resistencias de calentamiento.

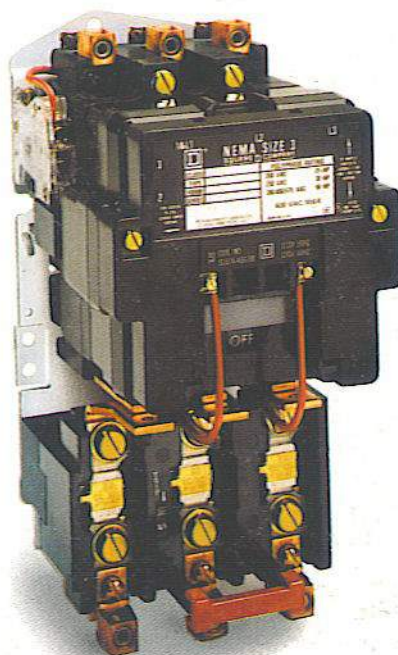
§ Los rangos se aplican a los contactores que se empleen para interrumpir la carga de voltaje o la utilización del elemento productor del calor con un trabajo que requiera operación continua de no más de 5 aperturas por minuto.

▲ Se aplican a los contactores utilizados con transformadores que tienen corrientes transitorias de no más de 20 veces su corriente de carga plena nominal, independiente de la naturaleza de la carga secundaria.

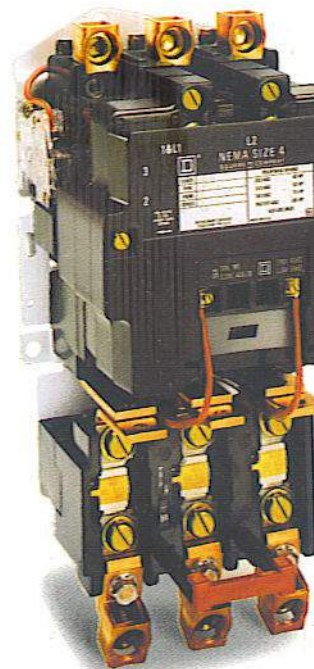
○ Los rangos en Kilovar de los contactores que se emplean para interrumpir las cargas de capacitores. Cuando los capacitores se conectan directamente a través de las terminales de un motor de corriente alterna para corrección del factor de potencia, deberá consultarse al fabricante de motores en relación al tamaño máximo del capacitor y el rango apropiado del dispositivo de protección de sobrecarga del motor.



Clase 8536 Tamaño NEMA 2



Clase 8536 Tamaño NEMA 3



Clase 8536 Tamaño NEMA 4

ARRANCADORES MAGNÉTICOS DE LA MARCA SQUARED TIPO S DE DIFERENTES TAMAÑOS NEMA, SE PUEDE APRECIAR EL RELEVADOR

TÉRMICO DE SOBRECARGA CON TRES ELEMENTOS TÉRMICOS DEL TIPO ALEACIÓN EUTÉCTICA.

PROTECCIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS POR MEDIO DE RELEVADORES TERMICOS DE SOBRECARGA.

RECOPIACIÓN Y REDACCIÓN:

ING. ISAÍAS CECILIO VENTURA NAVA.

INSTRUCTOR

Cedula Profesional :654329.

Reg. C.I.M.E.: 4482.

Reg. S.T.P.S. VENI-5511-22-4C8-005.

Reg. CO.NO.CER. C22666 0304102.

El N.E.C. National Electrical Code (Código Nacional Eléctrico de los Estados Unidos), así como la N.O.M.-001-SEDE-1999 (Norma Oficial Mexicana 001 Secretaría de Energía 1999 de México), cada uno en su artículo 430-32-a-1 definen los límites de la capacidad permitida de los elementos térmicos de sobrecarga o protección térmica de sobrecarga para motores eléctricos.

Artículo: 430-32-a-1. Un dispositivo de sobrecarga separado que responde a la corriente del motor, este dispositivo deberá seleccionarse o calibrarse para disparo, a no más que los siguientes porcentajes del valor de la corriente de plena carga marcada en la placa de datos del motor eléctrico.

Motores marcados con un factor de servicio no menor que 1.15 (es decir F.S.=1.15 o mayor) F.S.≥1.15 -----125%

Motores marcados con un aumento de temperatura no sobrepase los 40° C (es decir cuando el incremento de temperatura no pueda ser determinado en un máximo de 40° C) -----125%

Todos los demás motores, es decir todos los motores T.C.C.V.E. (totalmente cerrados con ventilación exterior), con aislamiento clase B, que tienen un F.S.=1.00, F.S.<1.15, motores marcados con una elevación de temperatura mayor de 40° C. -----115%

TEMPERATURAS MÁXIMAS DE LOS AISLAMIENTOS DE MOTORES.

Clase "B" es de 130 ° C.

Clase "F" es de 155 ° C.

Clase "H" es de 180 ° C.

Ejercicios para impartir en clase:

Problema No.1

Se tiene un motor eléctrico de inducción tipo rotor jaula de ardilla, con los siguientes datos de placa:

Marca SIEMENS, armazón Nema 286T, 30H.P., 4 polos, 1,800 r.p.m. (velocidad síncrona), 1,765 r.p.m. (velocidad asíncrona), 440 volts c.a., 40°C ambiente, diseño NEMA B, 37 Amperes, l.c.r.b.=G, eficiencia=93.0%. F.P.= $\cos\phi=0.86$, conexión: delta, tipo de carcasa t.c.c.v.e.

Este motor operará desde su arranque sin frenado y sin pulsación.
(véase catálogo de motores eléctricos SIEMENS, año 2001, página 8).

a). Determinar y seleccionar el tamaño NEMA de su arrancador.

30 H.P.

440 Volts.

37 Amperes.

Respuesta: **TAMAÑO NEMA 3.**

b). Determinar el ajuste del valor de su protección térmica de sobrecarga. (O.L.).

Nota importante: Nos especifica el catálogo un F.S.=1.0, su carcasa t.c.c.v.e., así como un aislamiento clase B. (Véase el mismo catálogo en su página 5).

Por lo tanto el % es 115.

I Protec. Térm.= I plena carga X 115%

I Protec. Térm.= 37 A. X 115%

I Protec. Térm.= 37 A. X 1.15

I Protec. Térm.= 42.55 A.

Problema No.2

Se tiene un motor eléctrico de inducción tipo rotor jaula de ardilla, con los siguientes datos de placa:

Marca SIEMENS, 20 H.P., 4 polos, 1,750 R.P.M., armazón NEMA 256T, tensión: 220V/440V, 56A/28A, 60 Hz., conexión: YY/Y, aislamiento clase F, F.S.=1.15, (Véase catálogo de motores eléctricos SIEMENS, 1993, página ¼), ventilación exterior.

Este motor operará con un trabajo sin frenado y sin pulsación.

a). Determinar el tamaño NEMA de su arrancador.

20 H.P.

220 Volts.

56 Amperes.

Respuesta: **TAMAÑO NEMA 3.**

b) Determinar el ajuste del valor de su protección térmica de sobrecarga O.L., si el motor se encuentra conectado a un circuito derivado de 220 Volts.

Nota importante: El catálogo nos especifica un F.S.=1.15, así como una clase de aislamiento F.

Por lo tanto el % es 125.

I Protec. Térm.= I plena carga X 125%
I Protec. Térm.= 56 A. X 125%
I Protec. Térm.= 56 A. X 1.25
I Protec. Térm.= 70.0 A.

Problema No.3

Se tiene un motor eléctrico de inducción tipo rotor jaula de ardilla, con los siguientes datos de placa:

Marca SIEMENS, 75 H.P., 4 polos, 1,770 R.P.M., armazón NEMA 365T, conexión: $\Delta\Delta/\Delta$, aislamiento clase B, F.S.= 1.0, 220V/440V, 182A/91A, 60Hz., tipo de carcasa T.C.C.V.E. (Véase catálogo de motores eléctricos SIEMENS 1993, página ¼).

Este motor se conectará a un circuito derivado trifásico de 440 V, C.A., así mismo operará con trabajo sin frenado y sin pulsación.

a). Determinar el tamaño NEMA de su arrancador.

75 H.P.
440 V.
91 A.

Respuesta: **TAMAÑO NEMA 4.**

b) Determinar el ajuste del valor de su protección térmica de sobrecarga O.L., si el motor se encuentra conectado a un circuito derivado de 440 Volts.

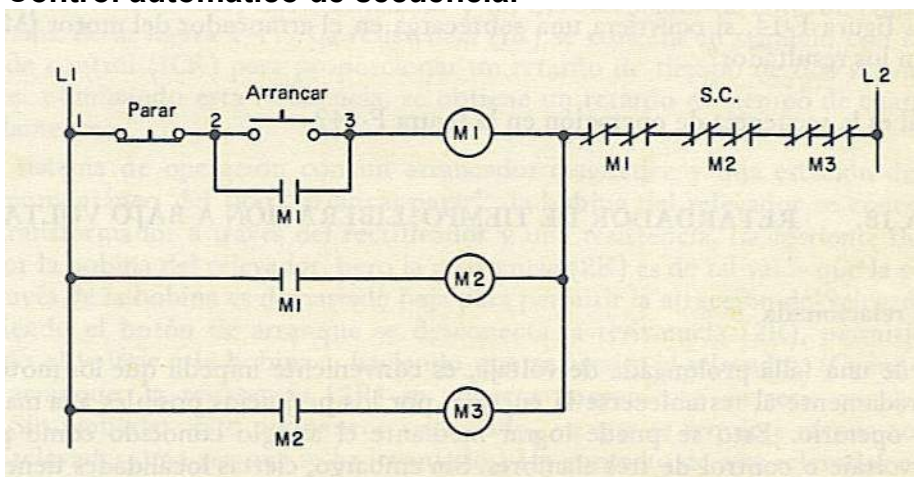
Nota importante. El catálogo nos especifica un F.S.=1.0, un aislamiento clase B, un tipo de carcasa T.C.C.V.E.
Por lo tanto el % es 115.

$I_{\text{Protec. Térm.}} = I_{\text{plena carga}} \times 115\%$
 $I_{\text{Protec. Térm.}} = 91 \text{ A.} \times 115\%$
 $I_{\text{Protec. Térm.}} = 91 \text{ A.} \times 1.15$
 $I_{\text{Protec. Térm.}} = 104.65 \text{ A.}$

9. CIRCUITOS DE CONTROL EN SECUENCIA.

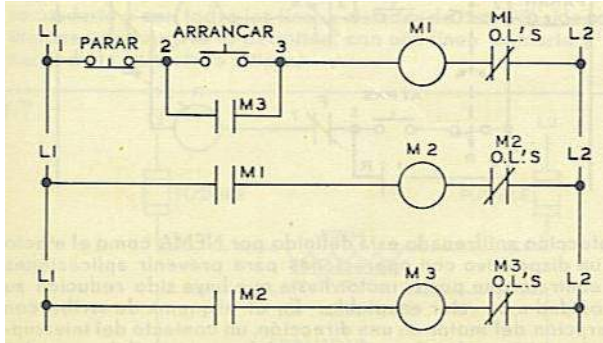
Existe un control de arranque en secuencia cuando los arrancadores de los motores se conectan en tal forma que uno no puede arrancar hasta que se energiza el otro. Tal como ocurre en los sistemas de bandas transportadoras de materiales a granel en los cuales es necesario que las bandas vayan arrancando una después de otra, es decir deben arrancar en una determinada secuencia; otro caso de aplicación de este tipo de control es cuando una máquina debe tener funcionando primeramente un equipo auxiliar, tal como el de la lubricación a alta presión y bombas hidráulicas, antes que la propia máquina pueda accionarse con seguridad.

Control automático de secuencia.

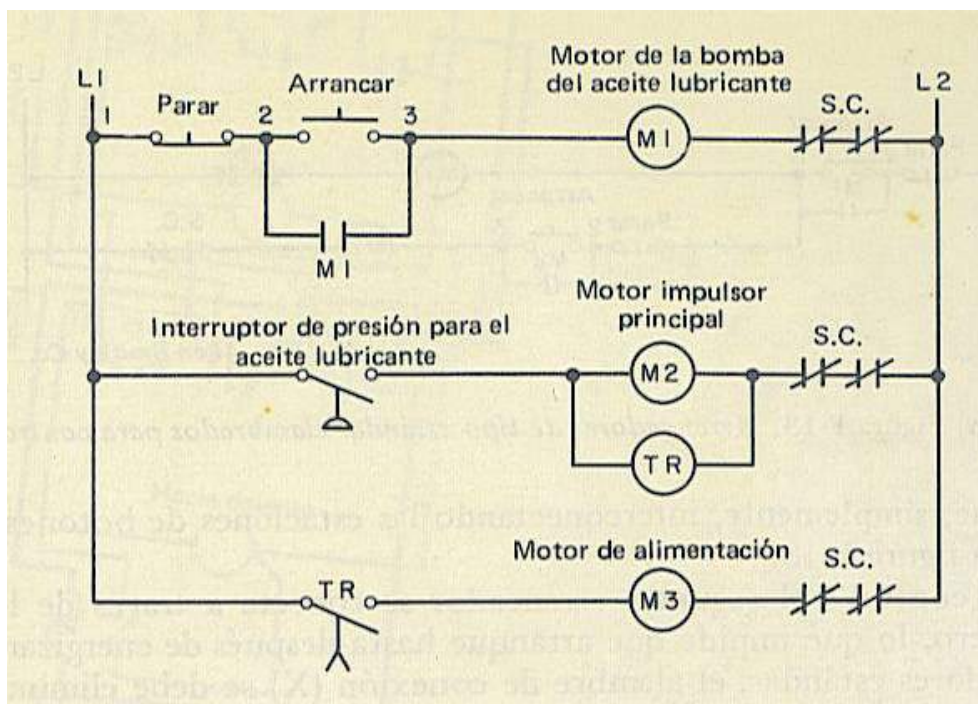


Control a tres hilos para el arranque en secuencia de tres motores eléctricos. Al oprimir el botón n. a. de “Arrancar” se energiza la bobina M1, esta al energizarse cierra su contacto n. a. auxiliar de retención conectado en paralelo con el botón de “Arrancar” y también cierra su contacto n. a. permisivo M1 el cual energiza a la bobina M2, esta bobina al haber energizado cierra su contacto n. a. permisivo M2 el cual energiza a la bobina M3.

CONTROL A TRES HILOS CON UNA ESTACIÓN DE BOTONES ARRANCANDO Y CONTROLANDO MÁS DE UN ARRANCADOR.



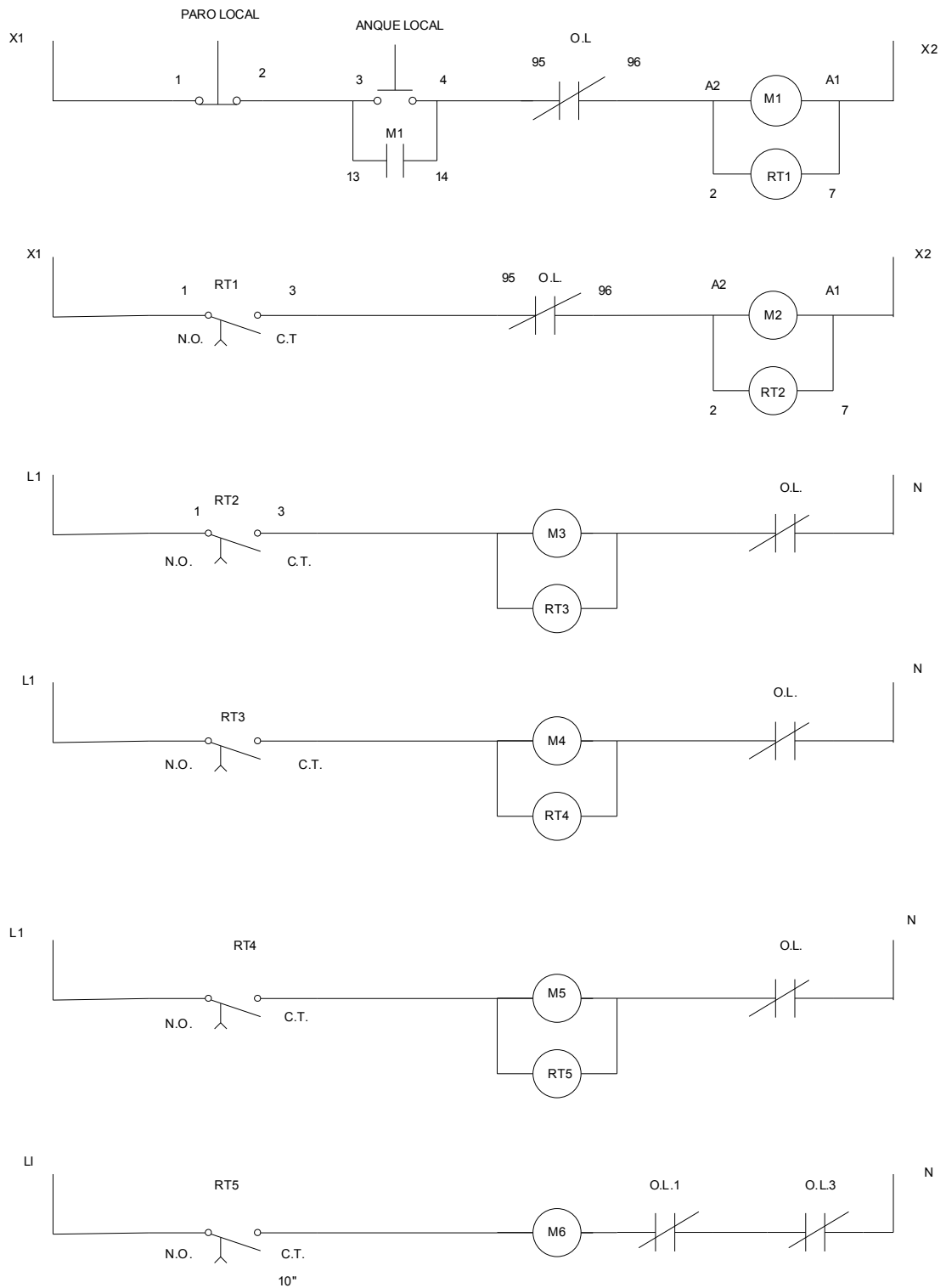
Una sobrecarga mantenida sobre cualquiera de los motores abrirá el circuito de los tres motores.



Cuando se arranca la bomba de aceite lubricante (M1), al oprimirse el botón de “Arrancar”, debe bombear la presión para cerrar el interruptor n. a. de presión antes que el motor principal de impulsión (M2) puede arrancar. El interruptor de presión n. a. al cerrarse también energiza un relevador de retardo de tiempo (timer TR). Después de un retardo de tiempo previamente ajustado, el contacto n. a. TR se cerrará y energizará la bobina del arrancador del motor de alimentación (M3).

PRACTICA #3

CIRCUITO DE CONTROL DE ARRANQUE EN SECUENCIA CON RETARDO DE TIEMPO POR MEDIO DE TIMERS) DE SEIS MOTORES DE INDUCCION.

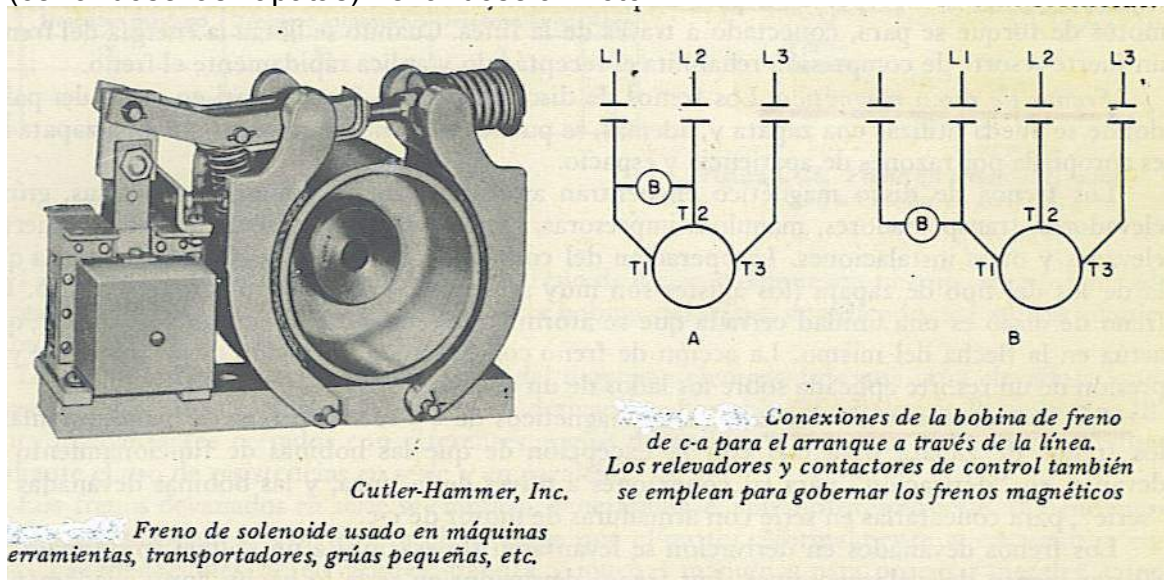


10. CIRCUITOS DE CONTROL DE FRENADO DE MOTORES ELÉCTRICOS.

Información relacionada

Con la distribución y utilización crecientes de la electricidad, se han desarrollado motores más potentes que funcionan a velocidades mayores, y se ha hecho necesario proporcionar un medio para parar las transmisiones electromecánicas con más rapidez de lo que se puede hacer desconectando, simplemente la energía suministrada al motor. Existen procesos industriales donde se requiere que determinadas equipos y máquinas accionadas por motores se detengan gradualmente o inmediatamente como el caso de los tornos industriales, las grúas viajeras, los malacates de grúas, etc. Cuando las máquinas individuales de la actualidad requieren uno o más factores, control más preciso y menor tiempo de espera para que las máquinas queden en reposo, la necesidad de proporcionar el medio para parar (frenar) las transmisiones motrices se hace aún mayor.

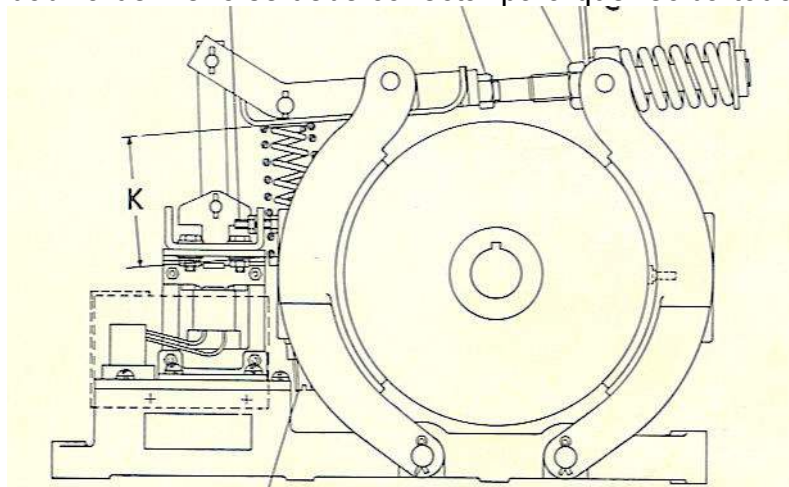
Los *frenos eléctricos* se han utilizado en la industria desde el principio del siglo. Estos frenos también llamados frenos magnéticos y de fricción, generalmente consisten en dos superficies o zapatas de fricción, aplicadas a una rueda montada en la flecha del motor. Las zapatas proveen la acción de freno mediante la tensión de un resorte y se liberan por medio de un mecanismo de bobina solenoide. Normalmente la bobina es conectada en paralelo con dos de las terminales del motor, de tal forma que al energizarse el devanado del motor se energiza también la bobina del freno (abriendo las zapatas) y cuando se desenergiza el devanado del motor se desenergiza también la bobina del freno (cerrándose las zapatas) frenándose al motor.



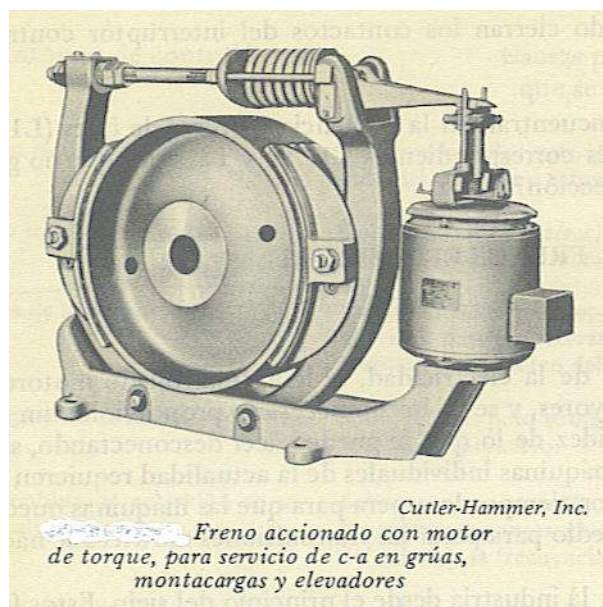
El freno electromagnético de zapatas se mantiene en posición libre por medio de un electroimán, durante el tiempo que la bobina se encuentra energizada, se aplica instantáneamente si se interrumpe la energía por la acción de un dispositivo piloto o una falla en el suministro de la energía, a fin de proporcionar

una parada positiva y rápida.

Las puntas de la bobina del freno electromagnético para corriente alterna se conectan, normalmente, directamente a las terminales del motor eléctrico. Si se tratara de un sistema de arranque a tensión reducida o voltaje reducido, la bobina del freno se debe conectar para que reciba todo el voltaje.



Si se dispone de una acción suave de frenado que la hace particularmente adaptable a las cargas con inercia alta. Con su capacidad para aplicar y retirar suavemente la presión del freno en cualquier dirección, algunos frenos magnéticos están especialmente adaptados para aplicarse en grúas, montacargas, elevadores de carga y de personal, así como en otro tipo de maquinaria en que es deseable limitar el choque del freno, este tipo de freno también es llamado servofreno. Esta clase de freno se muestra en la siguiente figura:

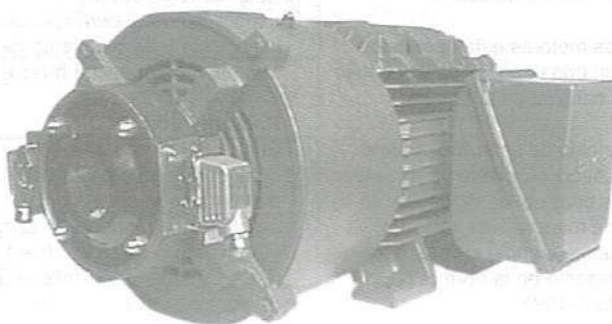
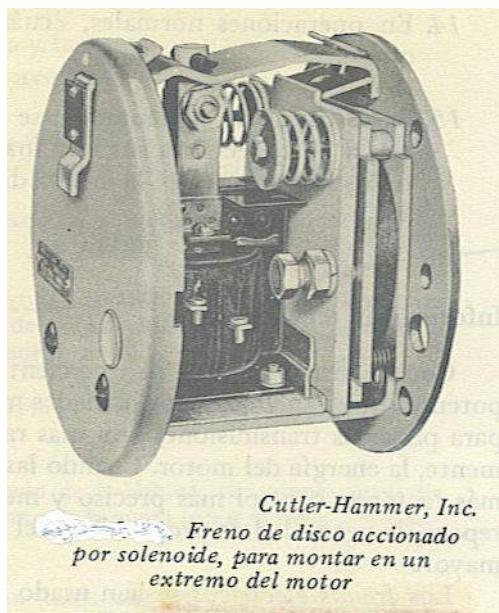


UNA DE LAS APLICACIONES DE ESTOS SERVOFRENOS ES EN EL FRENADO SUAVE DE LOS MALACATES EN EL FRENADO DE LA TRANSMISIÓN ELECTROMECAÁNICA DEL "CARRO" Y DE LA TRANSMISIÓN ELECTROMECAÁNICA DEL "PUENTE" DE LAS GRÚAS VIAJERAS DE USO INDUSTRIAL.

FRENOS DE DISCO MAGNÉTICO. Los frenos de disco se pueden instalar casi en cualquier parte donde se pueda utilizar una zapata y, y además, se pueden utilizar en los casos en que una zapata no es apropiada por razones de apariencia y espacio.

Los frenos de disco magnético encuentran aplicación en máquinas herramientas, grúas, elevadores, transportadores, máquinas impresoras, aserraderos, y otras instalaciones. La operación del control de los frenos de disco es la misma que la de los tipos de zapata (los ajustes son muy semejantes) respecto al torque y al uso. Un freno de disco es una unidad cerrada que se atornilla directamente al extremo del motor, que actúa en la flecha del mismo. La acción de freno consiste en la liberación de un solenoide y la presión de un resorte aplicada sobre los lados de un disco o discos.

MOTOR EQUIPADO CON FRENO.



Motores trifásicos con freno electromagnético

Diagrama de conexión

Alimentación a motor y freno con 220 V, 3Ø, 60Hz

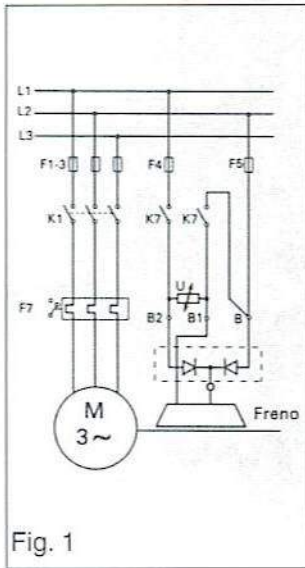


Fig. 1

Alimentación a motor con 440V 3Ø, 60 Hz. y freno con 220V. 1Ø, 60 Hz.

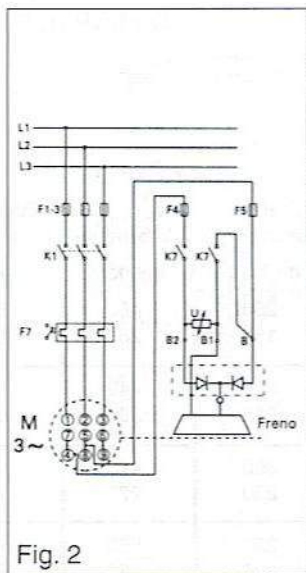


Fig. 2

Diagrama de conexión en tiempos cortos - 50 ms (fig. 1 y 2); para tiempos normales de operación (250 ms, aprox.) eliminar K7, conectando B con B1 como se muestra en la fig. 3

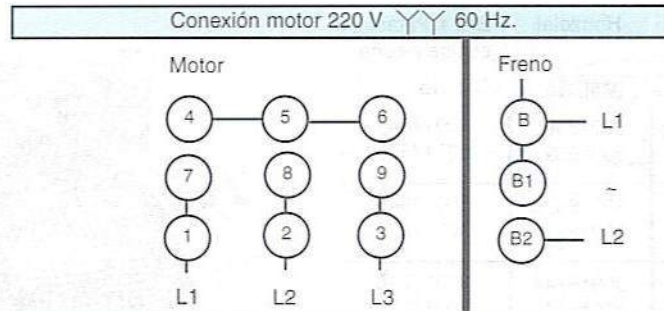


Fig. 3

Control freno y motor 1Ø, 220V, 60Hz.

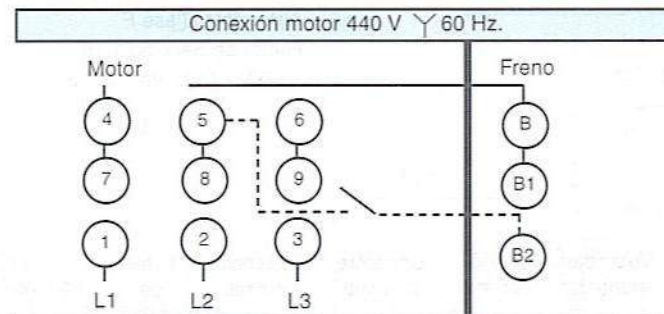
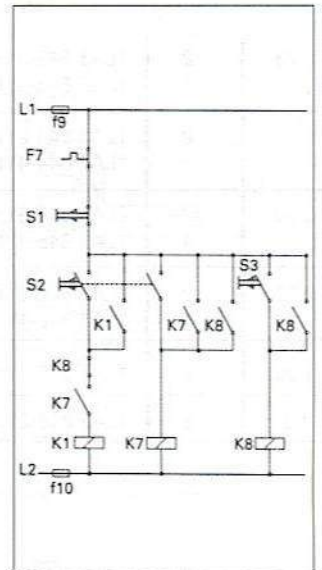
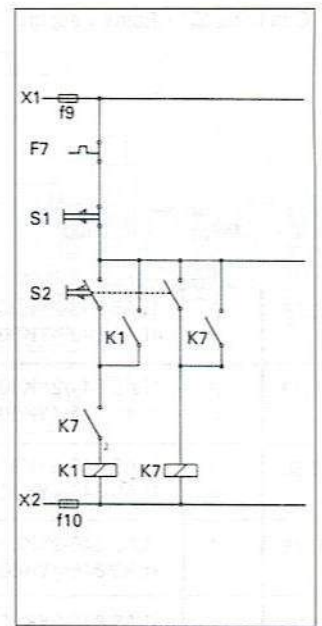


Fig. 4

Para la protección contra corto circuito de alimentación al freno (F4 y F5) y para la protección contra corto circuito del control freno y motor (F9 y F10) usar fusibles DIAZED tipo 5SB (ver catálogo de baja tensión).

Control freno y motor, 1Ø, 220 ó 440V, 60Hz.



Freno electromagnético de corriente continua

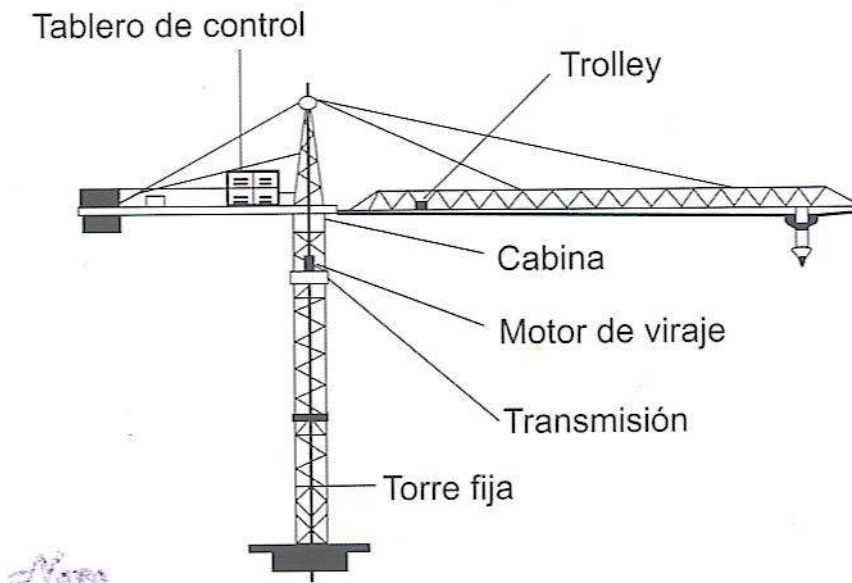
Los frenos electromagnéticos también pueden ser fabricados para funcionar con corriente continua, a una tensión de 24V. El freno deberá conectarse directamente (L+/L-), independientemente de la línea de alimentación del motor. El tiempo normal de caída del freno es de 250 ms. aprox.

- S2 Conectar freno
- S1 Parar freno
- S3 Despegar freno con motor parado
- K1 Contactor del motor
- K7 Contactor auxiliar

11. CIRCUITOS DE CONTROL DE ARRANCADORES REVERSIBLES, DE MOTORES TRIFÁSICOS Y DE MOTORES MONOFÁSICOS, DE C. A.

Cambio de sentido de giro.

A menudo se requiere cambiar el sentido de giro de determinados componentes de máquinas tales como el malacate, el “carro” y el “puente” de una grúa; también de los carros portaherramientas y de los propios tornos, así como también de los elevadores de personal y carga.

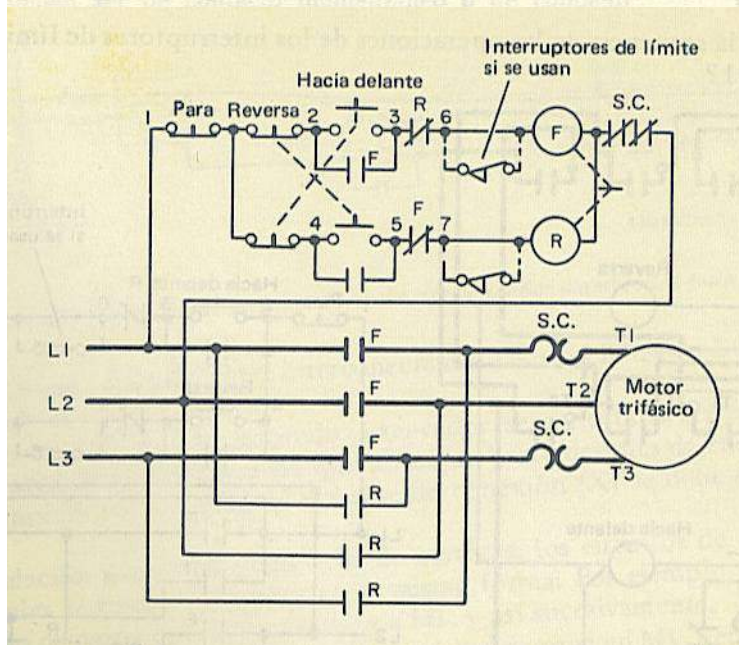
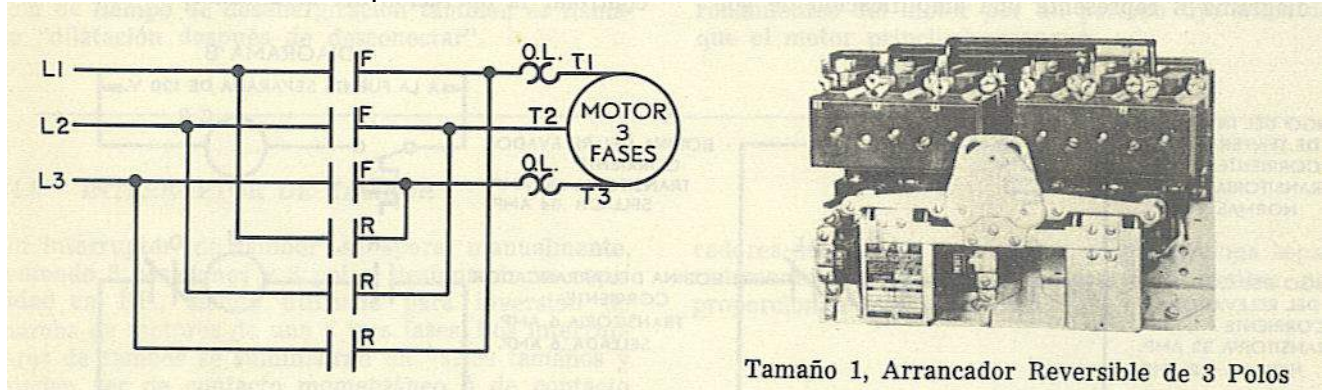


Por lo anterior se requiere también de invertir el sentido de rotación de los motores eléctricos. En los motores de inducción tipo rotor jaula de ardilla de c. a., ello se hace invirtiendo la conexión de cualquiera de las dos líneas de las tres que conectan al motor. Interconectando dos contactores puede obtenerse un método electromagnético de hacer la reconexión (intercambio de dos líneas) del motor.

Como se verá más adelante en el circuito de fuerza los contactos (F) del contactor de operación “adelante”, cuando están cerrados, conectan las líneas 1, 2 y 3 en las terminales del motor T1, T2 y T3 respectivamente. Todo el tiempo en que los contactos del contactor de operación “adelante” están cerrados, los contactos auxiliares mecánicos y eléctricos previene al contactor de operación “atrás” o “reversa” ser energizado.

Cuando el contactor de operación “adelante” es desenergizado, el contactor de “reversa” puede ser conectado, cerrando sus contactos (R) que reconectan las líneas al motor. Nótese que operando a través de los contactos reversibles, la línea 1 es conectada a la terminal T3 del motor y la línea 3 es conectada a la terminal T1 del motor. El motor operará ahora en dirección opuesta.

Ya sea que opere por medio del contactor de operación “adelante” o “reversa”, los conductores de fuerza se conectan a través del relevador térmico de sobrecorriente o sobrecarga, que ofrece protección por sobrecarga al motor. Por lo tanto, un arrancador magnético reversible consiste en un arrancador y contactor con alambrado y contactos auxiliares eléctricos y dispositivo mecánico de bloqueo para prevenir que las bobinas de ambas unidades sean energizadas al mismo tiempo.

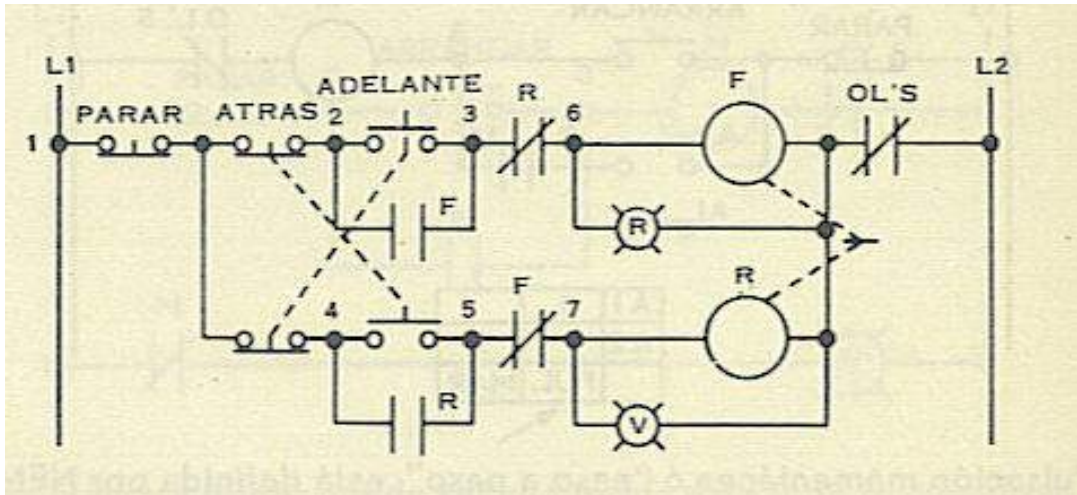


Interconexión por medio de contactos auxiliares.

La interconexión se obtiene por medio de contactos auxiliares normalmente cerrados, en los contactores de marcha hacia delante y de reversa en un arrancador reversible

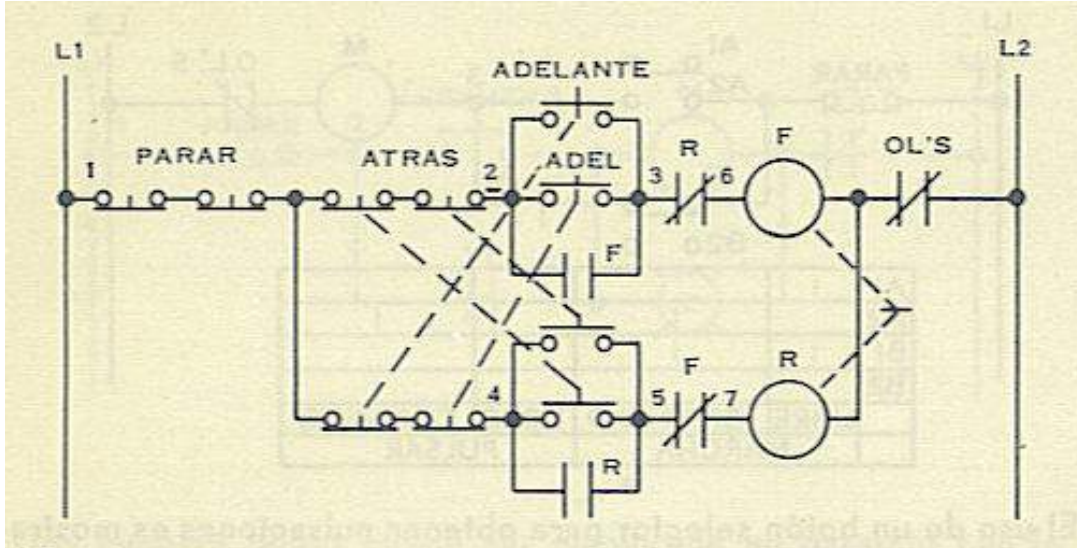
Cuando el motor funciona hacia delante, se abre el contacto N. C. (F) del contactor para marcha hacia delante, que impide que el contactor de reversa se energice y cierre. La misma operación ocurre si el motor funciona en reversa.

La terminología de la interconexión también se utiliza, generalmente, al referirse a los controladores para motor y estaciones de control de botones que se interconectan en operaciones de control.



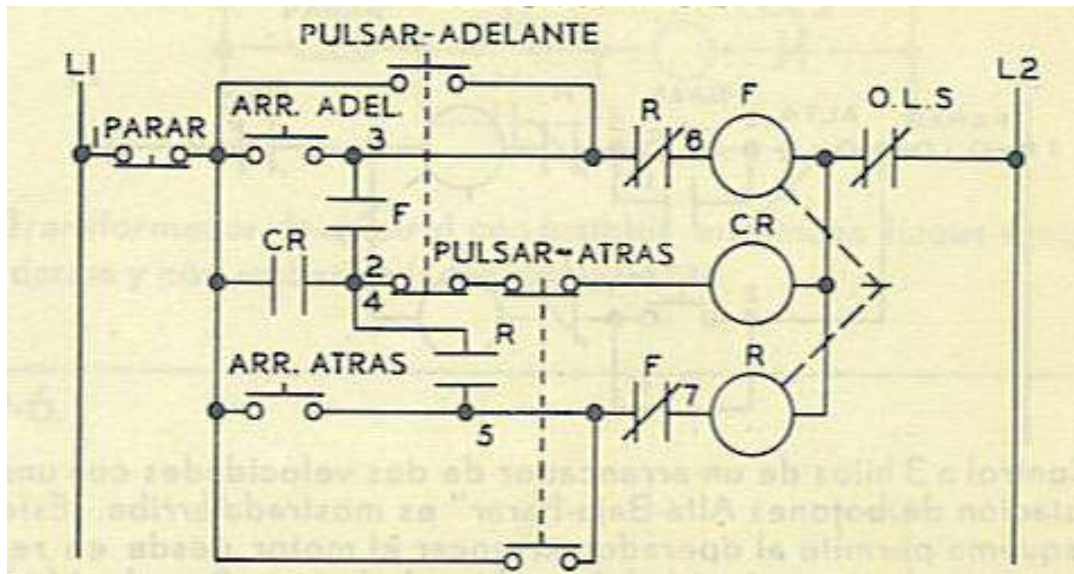
El diagrama anterior muestra el circuito de control a tres hilos de un arrancador reversible con lámparas piloto para indicar el sentido de rotación del motor: “adelante” o hacia “atrás” (en reversa).

Las lámparas piloto pueden estar conectadas en paralelo con las bobinas de los contactores “Adelante-Atrás” para indicar cual contactor está energizado y de este modo saber cual es la dirección o sentido de rotación del motor. De manera específica tratándose de una determinada máquina podrá leerse en el tablero de luces indicadoras “avanzar” – “retroceder” o como en el caso del malacate de una grúa “subir” – “bajar”.



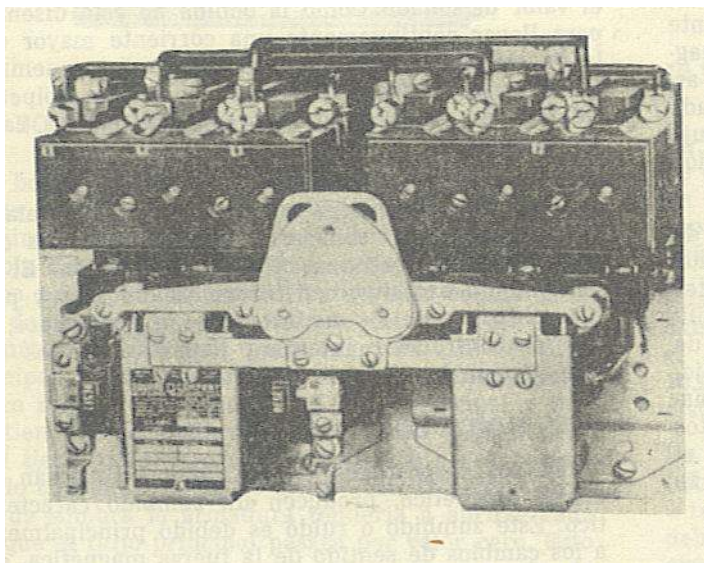
El diagrama anterior muestra el circuito de control a tres hilos de un arrancador reversible con estaciones de botones múltiples.

Más de una estación de botones “Adelante-Atrás-Parar” puede ser requerida y puede ser conectada en la forma mostrada en este diagrama.

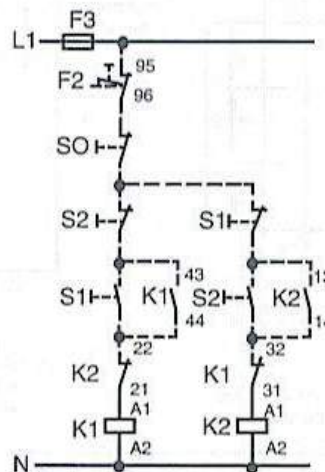
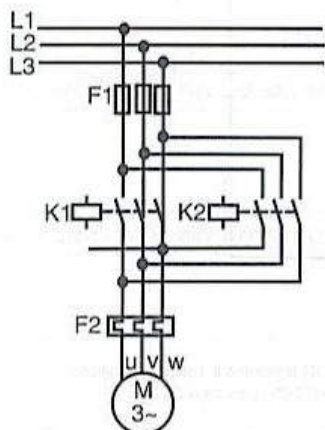


El diagrama anterior muestra el circuito de control de un arrancador reversible con pulsación sostenida y pulsación momentánea utilizando un relevador de control auxiliar.

Este esquema de control permite la pulsación del motor en cualquiera de sus dos sentidos de giro ya sea que el motor esté en reposo ó en rotación en cualquier dirección. Oprimiendo el botón “arrancar-adelante” ó “arrancar-atrás” se energiza la correspondiente bobina del arrancador la cual cierra el circuito de control del relevador. El relevador cierra y completa el sello del circuito de sostén alrededor del botón de arrancar. Por lo tanto el relevador (CR) queda energizado manteniendo energizado el contactor “adelante” ó “atrás”. Al oprimir cualquier botón de pulsar, este desenergizará el relevador abriendo el contactor cerrado. La presión mayor del botón de pulsar permite la pulsación en la dirección deseada.



ARRANCADOR REVERSIBLE, OBSERVESE QUE ENTRE LOS DOS CONTACTORES (F y R) SE ENCUENTRA EL BLOQUEO MECÁNICO QUE IMPIDE QUE AMBOS CONTACTORES CIERREN AL MISMO TIEMPO.

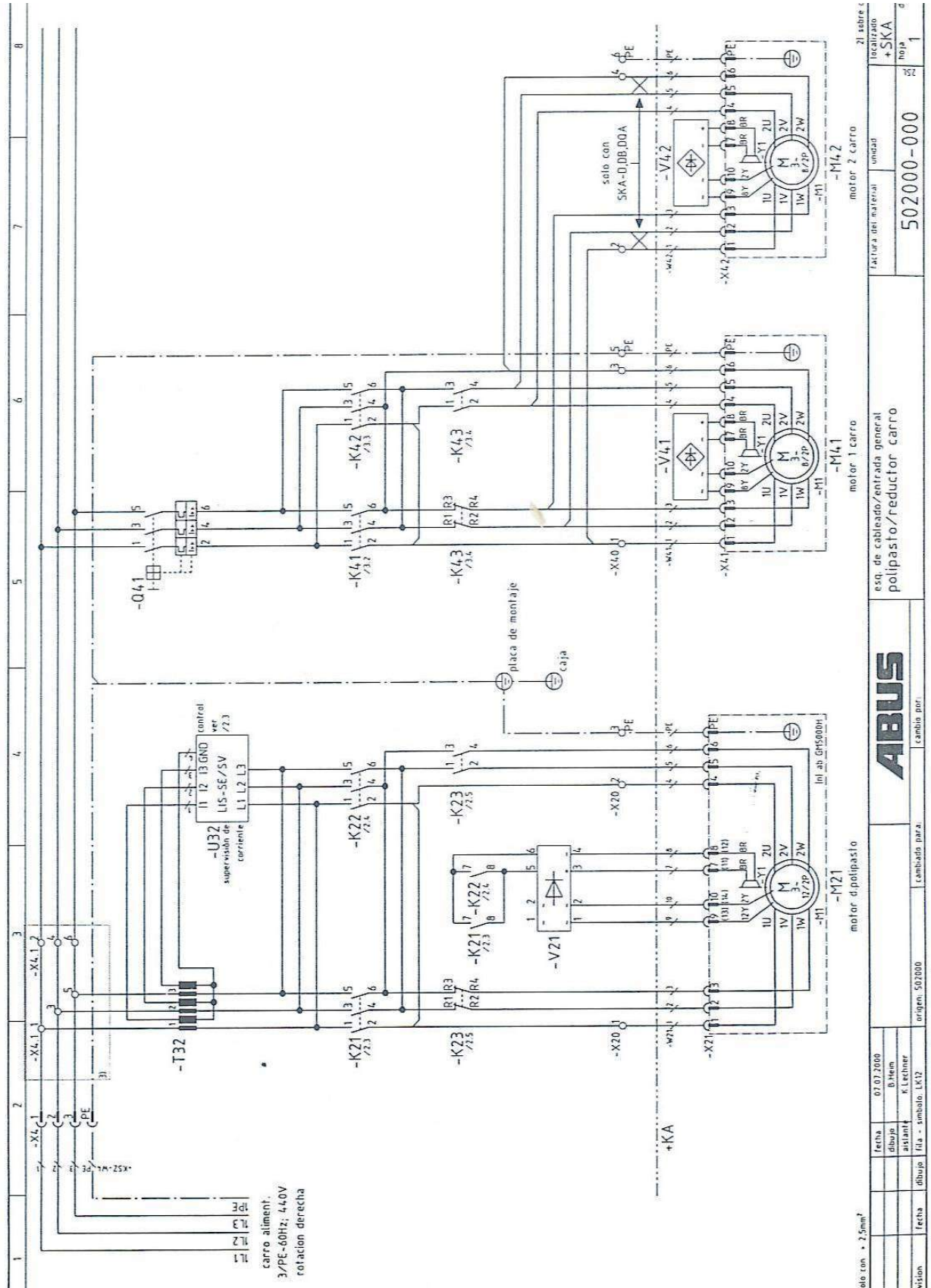


Designaciones:

- SO: Pulsador "parar".
- S1: Pulsador "reversa".
- S2: Pulsador "arrancar a la derecha".
- S: Interruptor reversa-paro-arrancar.
- K1: Contactor "reversa".
- K2: Contactor "arrancar a la derecha".
- F1: Fusibles circuito principal.
- F3: Fusibles del circuito de control.
- F2: Relevador bimetalítico.
- IOr: Adentro-fuera-reversa.

Accionamiento por pulsadores
(contacto momentáneo).

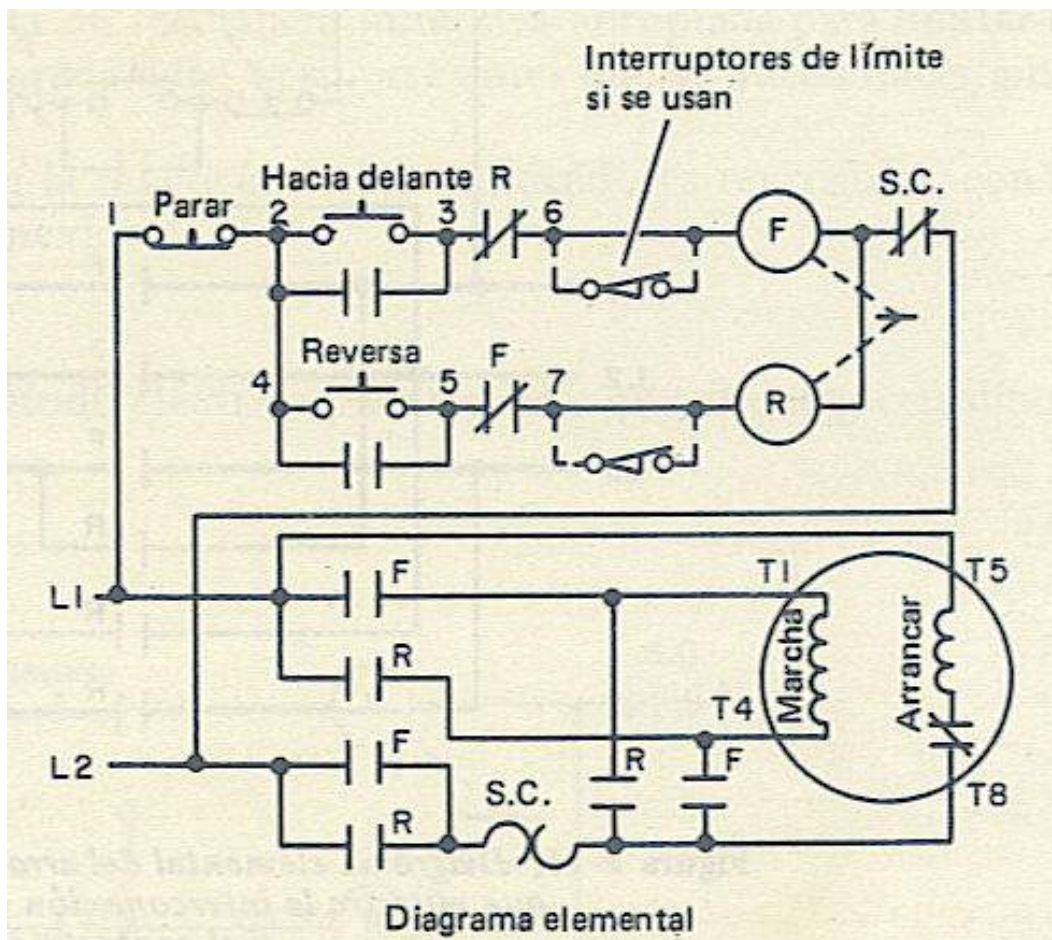
EL DIAGRAMA ANTERIOR MUESTRA EL CIRCUITO DE FUERZA Y EL CIRCUITO DE CONTROL DEL ARRANCADOR REVERSIBLE, MARCA SIEMENS.



ARRANCADORES A TENSIÓN PLENA REVERSIBLES PARA MOTORES DE INDUCCIÓN TIPO ROTOR JAULA DE ARDILLA MONOFÁSICOS.

Ya hemos estudiado anteriormente que para cambiarle la rotación a un motor de inducción trifásico es necesario intercambiar dos de sus tres terminales con respecto a las líneas de alimentación.

Para invertirle el sentido de giro o rotación a un motor de inducción tipo rotor jaula de ardilla monofásico de c. a. es necesario cambiarle la dirección del flujo de la corriente eléctrica en el devanado de arranque con respecto al devanado principal o devanado de trabajo, o bien cambiarle la dirección del flujo de la corriente eléctrica en el devanado principal o devanado de trabajo con respecto al devanado de arranque.



El diagrama anterior nos muestra el circuito de control y circuito de fuerza de un arrancador reversible de un motor de inducción tipo rotor jaula de ardilla monofásico de c. a. de fase dividida.

Se han utilizado dos contactores (F y R) con cuatro contactos N. A. y un contacto N. C., cada uno; tres contactos N. A. de cada contactor están alambrados en el circuito de alimentación del motor, un contacto N. A., así como un contacto N. C. están alambrados en el circuito de control.

El cambio de la dirección del flujo de la corriente eléctrica, se efectúa en el devanado principal o devanado de trabajo o marcha con respecto al devanado de arranque.

12. ARRANCADORES A TENSIÓN REDUCIDA.

Información relacionada

Existen varios factores que se deben de considerar respecto al equipo de arranque para una instalación electromecánica impulsora accionada por un motor eléctrico de inducción tipo rotor jaula de ardilla.



Los más importantes de aquéllos son:

1. Los requisitos de torque (par mecánico) y arranque de la carga.
2. Las características del motor que se ajustarán más a estos requisitos.
3. La fuente de energía y el efecto que la corriente de arranque del motor tendrá en el voltaje de línea.
4. El efecto del torque (par mecánico) de arranque del motor en la carga impulsada.

Los motores de inducción tipo rotor jaula de ardilla, a causa de su sencillez, fortaleza y confiabilidad, prácticamente se han convertido en el tipo estándar aceptado para las aplicaciones de corriente alterna como motor para toda clase de propósitos, para velocidad constante. Año tras año se han empleado y aplicado en número siempre crecientes, en capacidades más y más grandes, y para servicios cada vez más diversos. En algunos casos funcionan alimentados

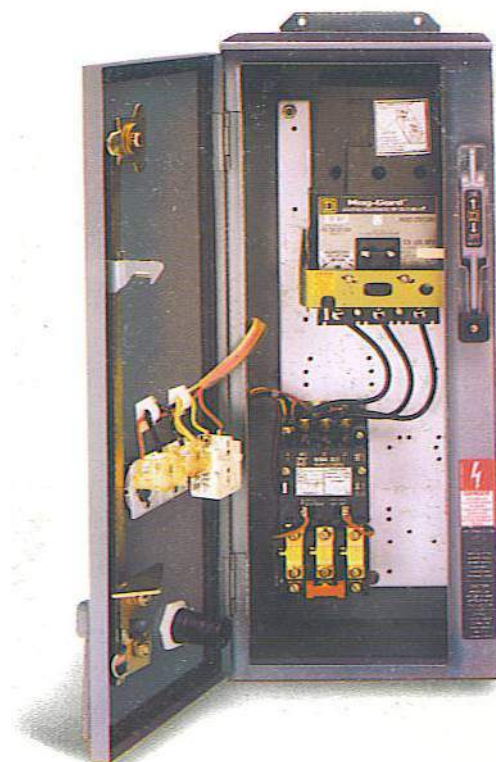
de líneas de energía de sistemas de generación y distribución industriales (ejemplo los Ingenios azucareros, las refinerías de PEMEX, etc.); en otros casos son alimentados de sistemas de distribución de energía eléctrica, altamente desarrollados (ejemplo la Comisión Federal de Electricidad y la Compañía de Luz y Fuerza). Al extenderse su uso, se han hecho varias modificaciones en el diseño de los motores en sí, de manera que, en la actualidad, se puede obtener varios tipos de ellos. Como un resultado se han desarrollado diversas clases de equipos de control y métodos de arranque.

SISTEMAS DE ARRANQUE APLICABLES AL MOTOR DE INDUCCIÓN TIPO ROTOR JAULA DE ARDILLA DE C. A.

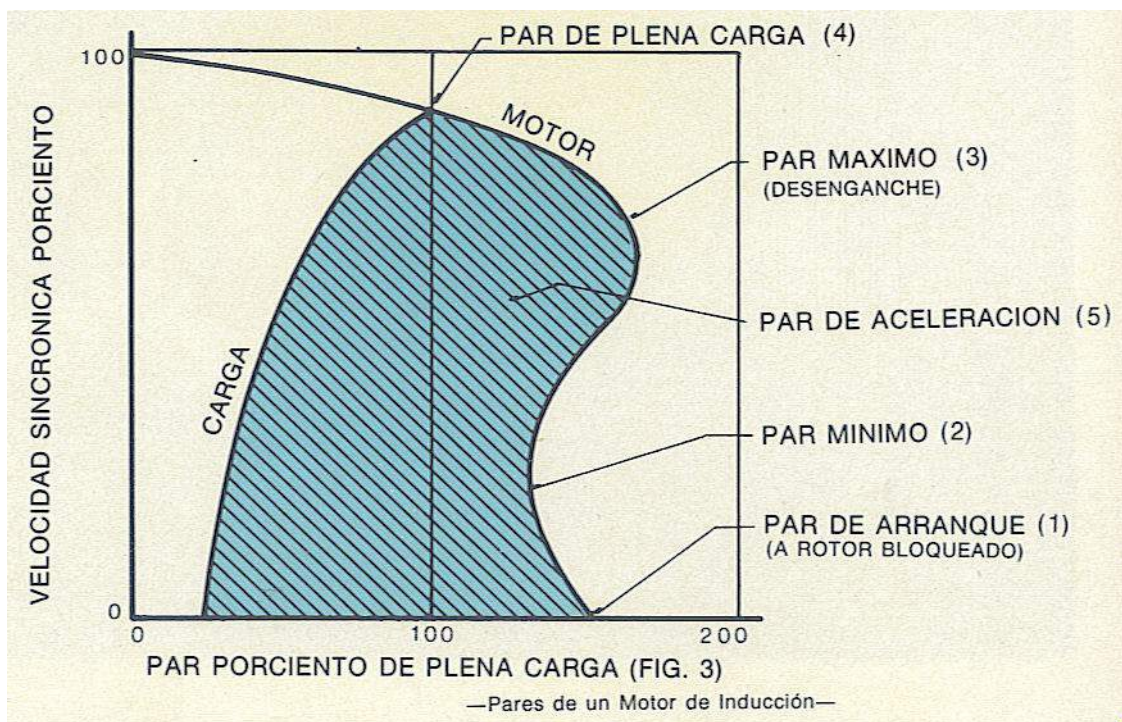
El problema de arranque del motor se refiere a las limitaciones que se presentan debidas a la capacidad de la fuente de alimentación de energía, tales como caídas de tensión permisibles en el sistema al aplicar la corriente de arranque del motor y la capacidad momentánea en KVA que se requiere para este mismo objetivo.

ARRANQUE DEL MOTOR A TRAVÉS DE LA LÍNEA O ARRANQUE A TENSIÓN PLENA.

Desde luego el sistema más económico para arrancar un motor es a plena tensión conectándolo a través de un arrancador apropiado, directamente a la línea de alimentación.



Clase 8539 Con Interruptor Magnético



Las ventajas de este sistema, además de la economía ya mencionada, es que el motor desarrollará sus plenos pares tanto de arranque como máximo o de desenganche; por lo cual, la carga se arrancará y se acelerará en forma rápida y segura.

Por otro lado las desventajas de este sistema de arranque también son múltiples y se refieren al hecho de que un motor de inducción toma entre cinco y seis veces el valor de la corriente de plena carga al ser arrancado a plena tensión. Esta fuerte demanda de energía y de corriente, aunque momentáneamente, puede ser indeseable por la elevada caída de tensión que se produce en las líneas de alimentación, causando parpadeo en las luces o disturbios en equipo sensible a las variaciones de voltaje. También puede ser objetable desde el punto de vista de las limitaciones de demanda en KVA que establece la empresa suministradora de energía eléctrica (C. F. E. o C. L. y F.), o bien la propia subestación. Otro aspecto indeseable puede constituirlo la carga mecánica misma, que requiera una aceleración paulatina, amortiguada y suave.

Por lo general, el arranque directo sobre la línea (arranque a tensión plena) se puede efectuar hasta 50 H. P. en 220 Volts y hasta 100 H. P. en 440 Volts. Arriba de estos límites habrá que utilizar algún sistema de arranque a tensión ó voltaje reducido. Localmente en la Ciudad de México D. F. la Compañía de Luz y Fuerza limita estos valores a 7.5 H. P. en 220 Volts y 15 H. P. en 440 Volts, esto es para mantener una buena regulación voltaje.

Existen varios sistemas de arranque a tensión reducida que pueden usarse, pero generalmente sólo uno de ellos producirá resultados deseados en la forma más económica posible. Vamos a describir a continuación cuáles son los principios de operación y las aplicaciones de estos distintos arrancadores.

Métodos típicos de arranque. Entre los métodos más comunes para arrancar motores de inducción trifásicos tipo rotor jaula de ardilla, se encuentran los siguientes:

Arranque a tensión plena o voltaje pleno, utilizando un interruptor de arranque manual o automático, para conectar el motor directamente a través de la línea de alimentación.

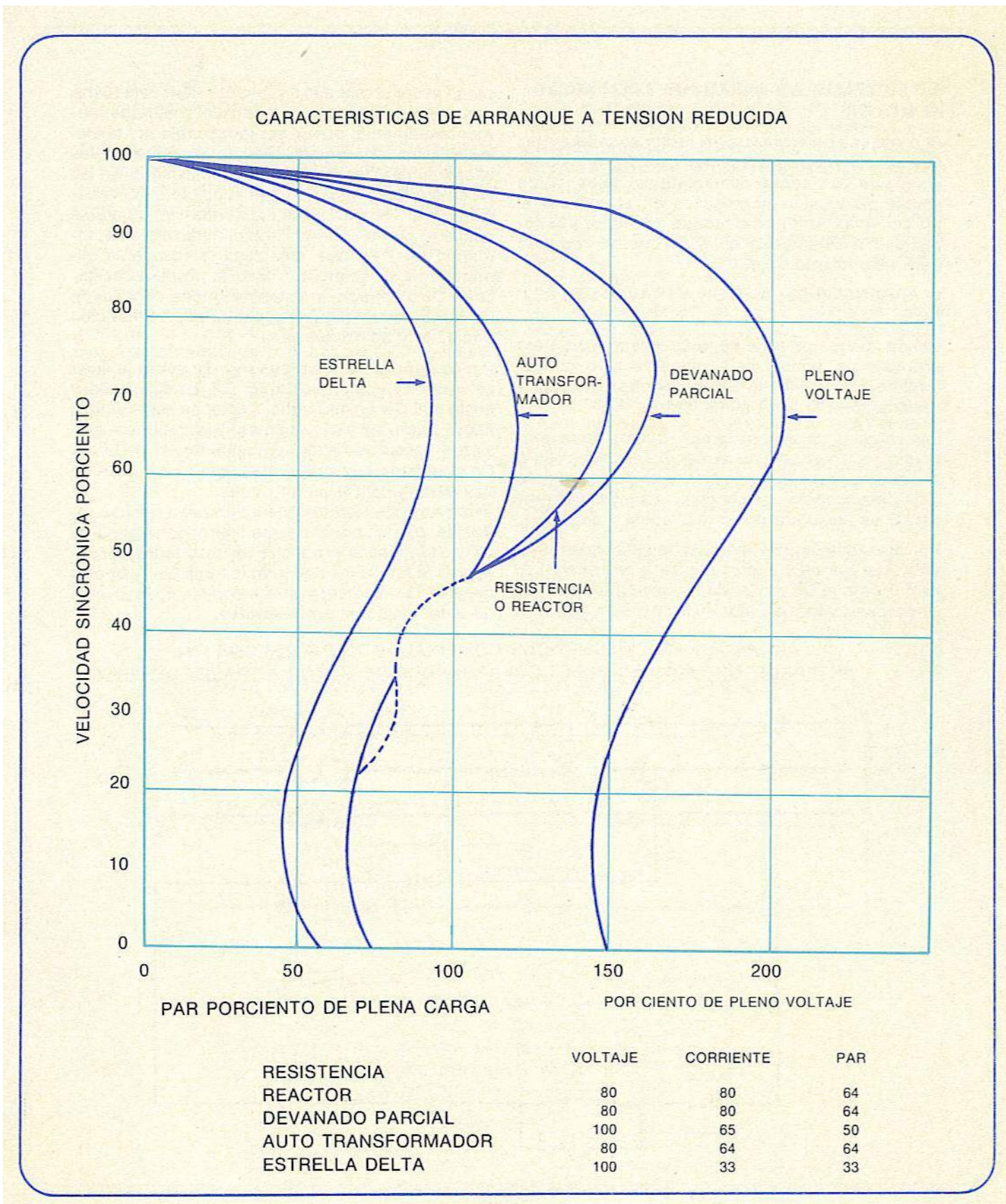
Arranque por resistencias primarias, que utiliza resistencias conectadas en serie con las terminales del motor, para reducir la corriente de arranque.

Arranque por impedancias o reactivas, cuando se utilizan reactores conectados en serie con las terminales del motor.

Arranque por Autotransformador, con sistema automático de interrupción entre las derivaciones del autotransformador, para proporcionar un arranque a tensión voltaje reducido.

Arranque por devanado bipartido o devanado parcial, cuando los devanados del estator del motor están formados por dos o más circuitos, con cada uno de ellos conectado sucesivamente a la línea de alimentación en el arranque y en paralelo para la operación normal.

Arranque en estrella-delta, en los casos en que el estator del motor se conecta en estrella para el arranque y en delta para la marcha.



CURVAS PAR – VELOCIDAD.

ARRANQUE A TENSIÓN REDUCIDA POR MEDIO DE RESISTENCIAS.

Estos arrancadores se utilizan poco porque no tienen la eficiencia, ni la flexibilidad de otros sistemas. Generalmente se construyen para reducir el voltaje aplicado al motor al 80% de su valor de línea, con lo cual la corriente de arranque se reduce en la misma proporción y el par mecánico de arranque se reduce al 64 % de su valor a plena tensión.

Esto se logra conectando momentáneamente las resistencias de arranque en serie con los devanados del motor. El ciclo de arranque es de transición cerrada.

Se aplican para arrancar maquinaria delicada como maquinaria textil, escaleras eléctricas y bandas transportadoras que tengan que arrancar suavemente.

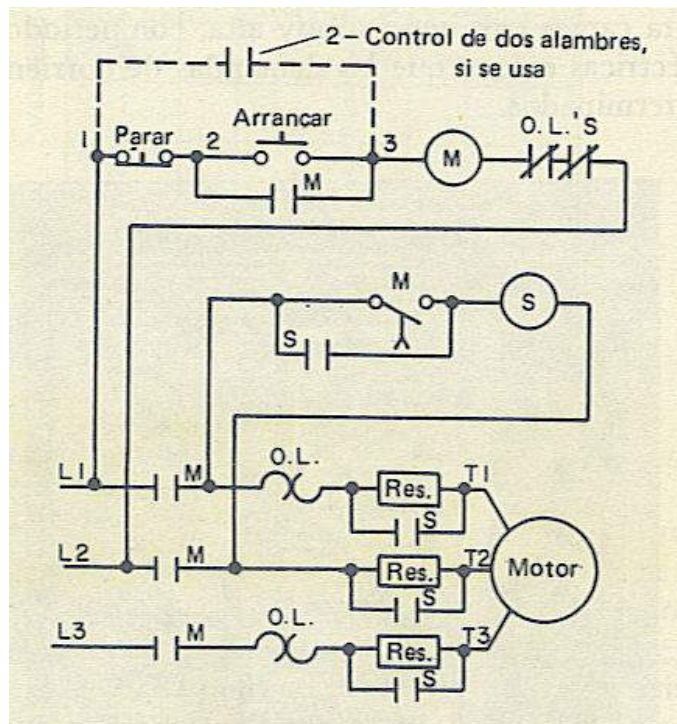
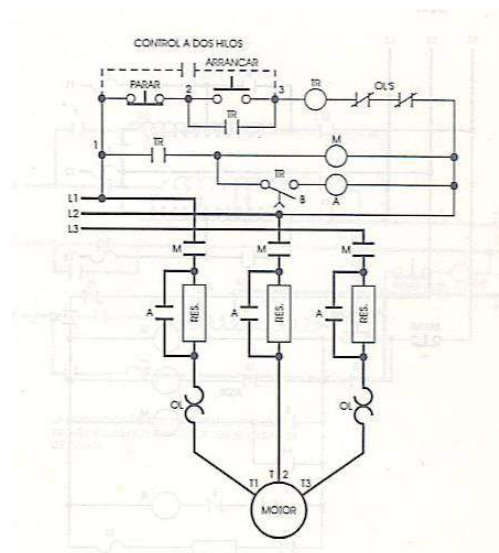


DIAGRAMA LINEAL DEL ARRANCADOR DE RESISTENCIAS PRIMARIAS.



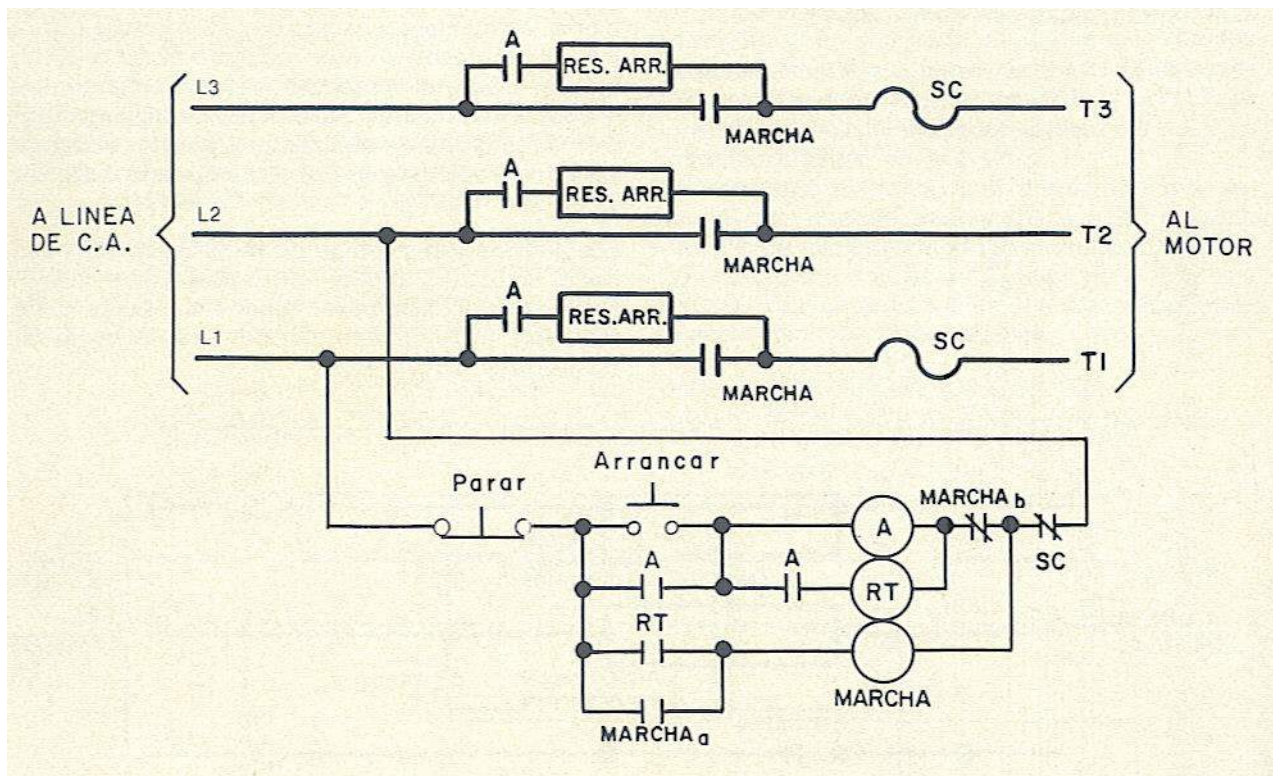


DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL ARRANCADOR A TENSIÓN REDUCIDA POR RESISTENCIAS PRIMARIAS.

ARRANQUE A TENSIÓN REDUCIDA POR MEDIO DE AUTOTRANSFORMADOR.

Este es uno de los métodos más comúnmente usados para arrancar a tensión reducida o voltaje reducido debido a su economía, eficiencia y flexibilidad para ajustar al voltaje de arranque deseado. Toda la energía aplicada se transmite al motor, excepto las pérdidas del autotransformador que son pequeñas, por lo que la carga se acelera suave y en forma segura.

Antes de continuar es importante hacer notar lo siguiente:

Un voltaje reducido produce corriente reducida y par mecánico o torque reducido también: A cualquier velocidad, la reducción de corriente es proporcional a la reducción del voltaje. El porcentaje de reducción del par mecánico o torque es proporcional al cuadrado de la reducción del voltaje, así, $\frac{1}{2}$ del voltaje produce $\frac{1}{4}$ del par mecánico, $\frac{2}{3}$ del voltaje producen $\frac{4}{9}$ del par mecánico, etc.

Las derivaciones en el autotransformador permiten el ajuste de la corriente y el par mecánico de arranque o torque de arranque, de acuerdo con las necesidades de la mayoría de las aplicaciones. Las características que producen las tres derivaciones de voltaje comúnmente usadas son como sigue:

Derivación.	Par de Arranque. (% del par mecánico a plena tensión)	Corriente de arranque en la línea. (% de la misma a tensión)
plena		
50%	25	28
65%	42	45
85%	64	67

Como puede apreciarse del cuadro anterior, tanto la corriente como el par mecánico o torque varían en este caso en proporción inversa al cuadrado del voltaje. La corriente aumenta ligeramente sobre la proporción indicada debido a la corriente de magnetización del autotransformador.

Estos arrancadores se construyen para operación automática con transición cerrada en capacidades hasta de 100 H. P. en 440 Volts.

La ventaja de la transición cerrada, es que la aplicación de la tensión es suave y continua desde el valor reducido hasta el pleno voltaje. Como el motor no queda momentáneamente desconectado de la línea, no hay interrupción de la corriente de línea que podría causar un segundo transitorio de corriente durante la transición.

Los arrancadores a tensión reducida por el método de autotransformador se utilizan para arrancar cargas mecánicas pesadas, tales como: compresores, bombas, molinos de bolas y de martillos, molinos de hule, centrifugas de la industria azucarera.

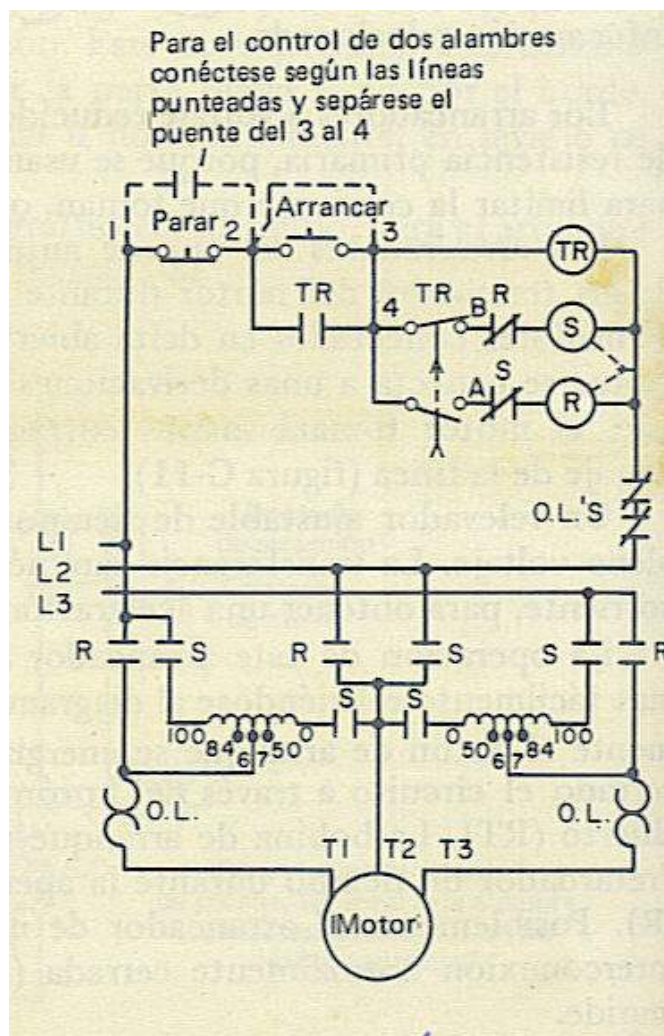
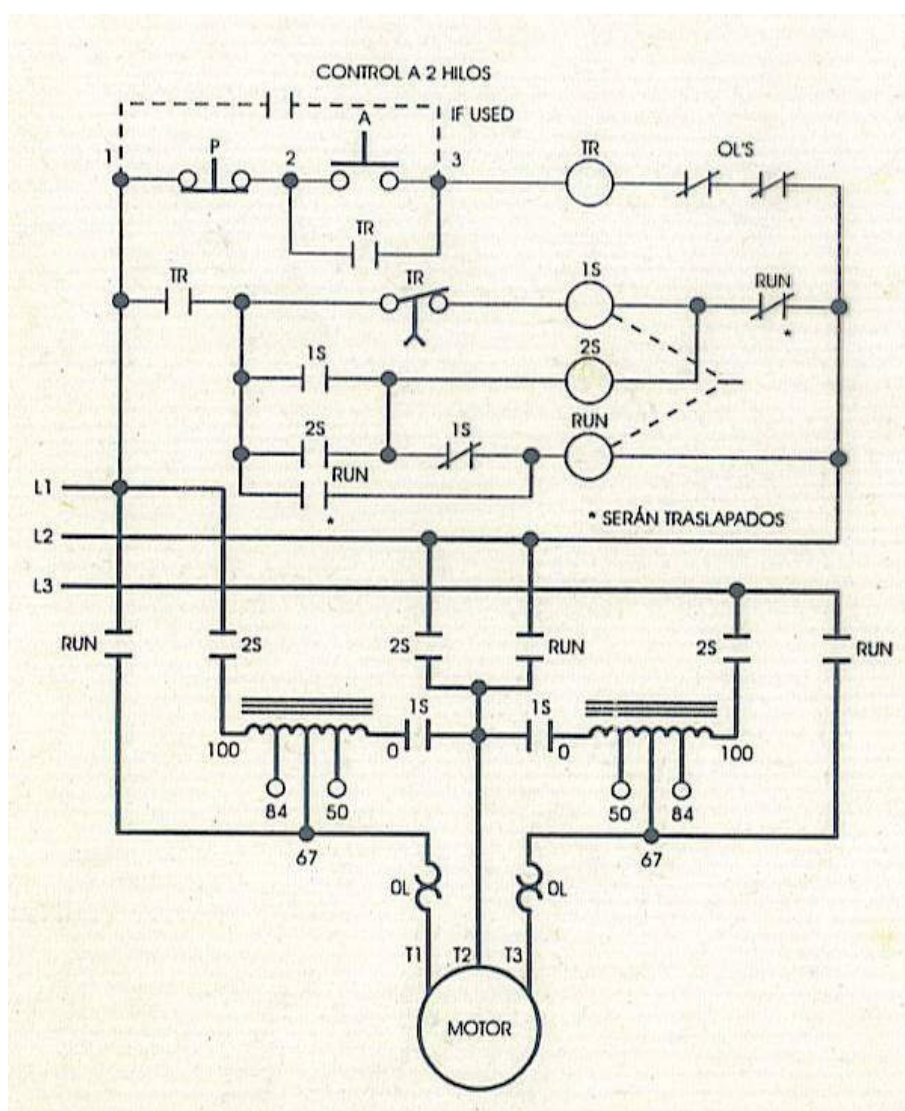


Diagrama elemental del circuito de control y del circuito de fuerza del arrancador a tensión reducida por el método de autotransformador. Autotransformador en conexión delta abierta.



Arrancador magnético a tensión reducida por el método de autotransformador, marca Square D. Autotransformador en conexión delta abierta.

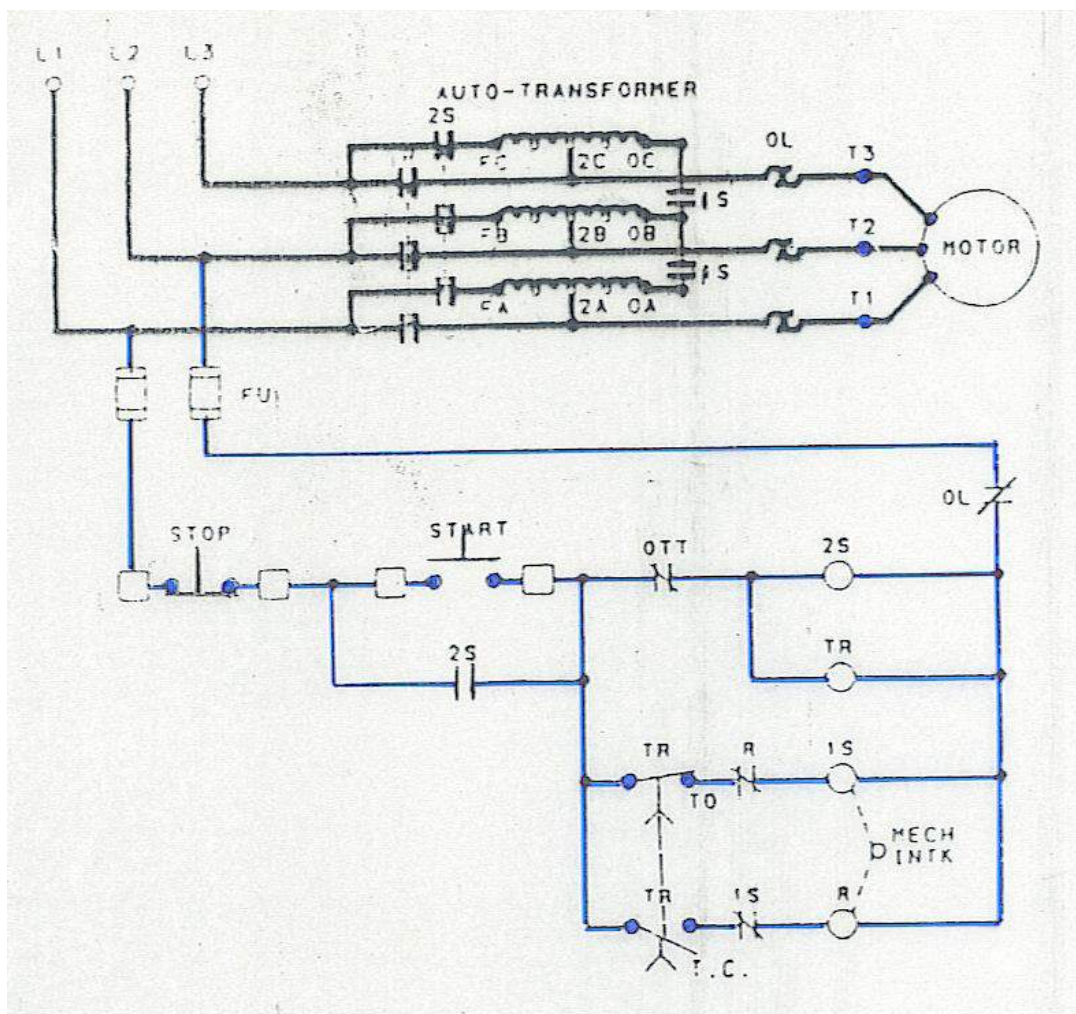
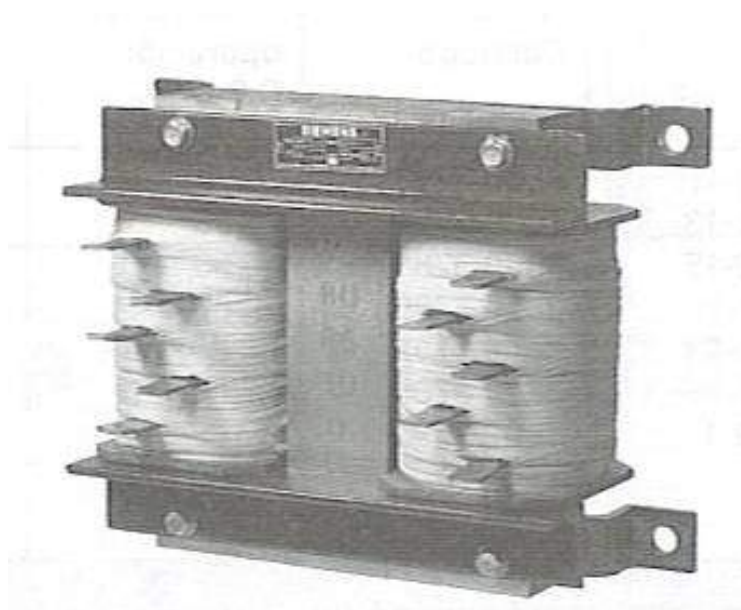
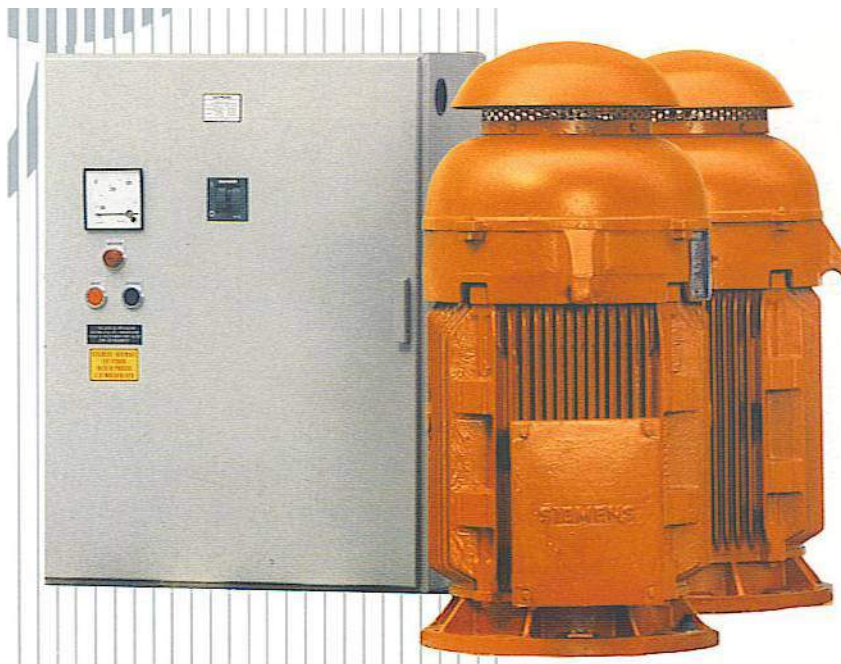


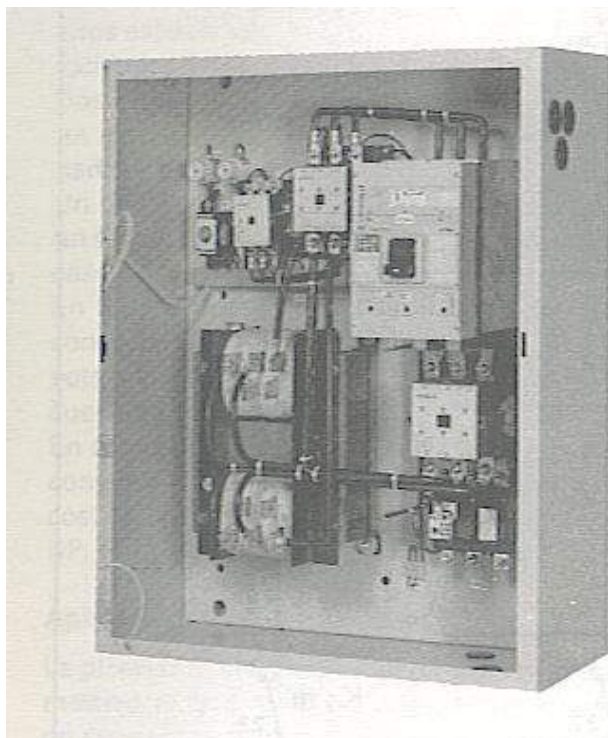
Diagrama de los circuitos de fuerza y de control del arrancador a tensión reducida por el método del autotransformador. Autotransformador en conexión estrella.



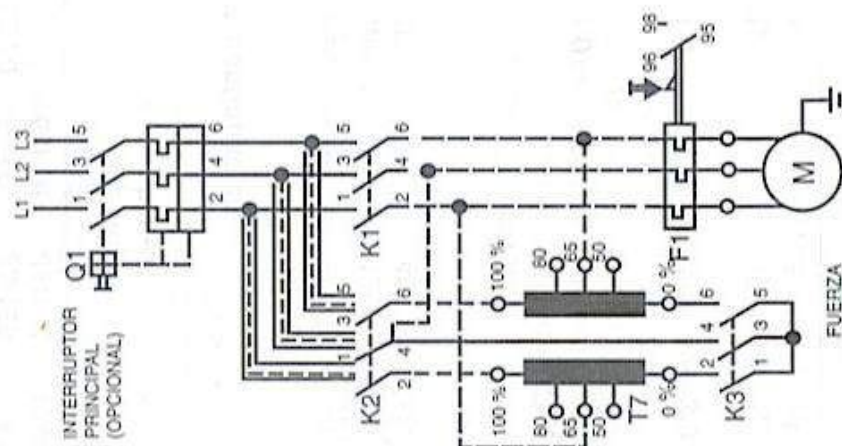
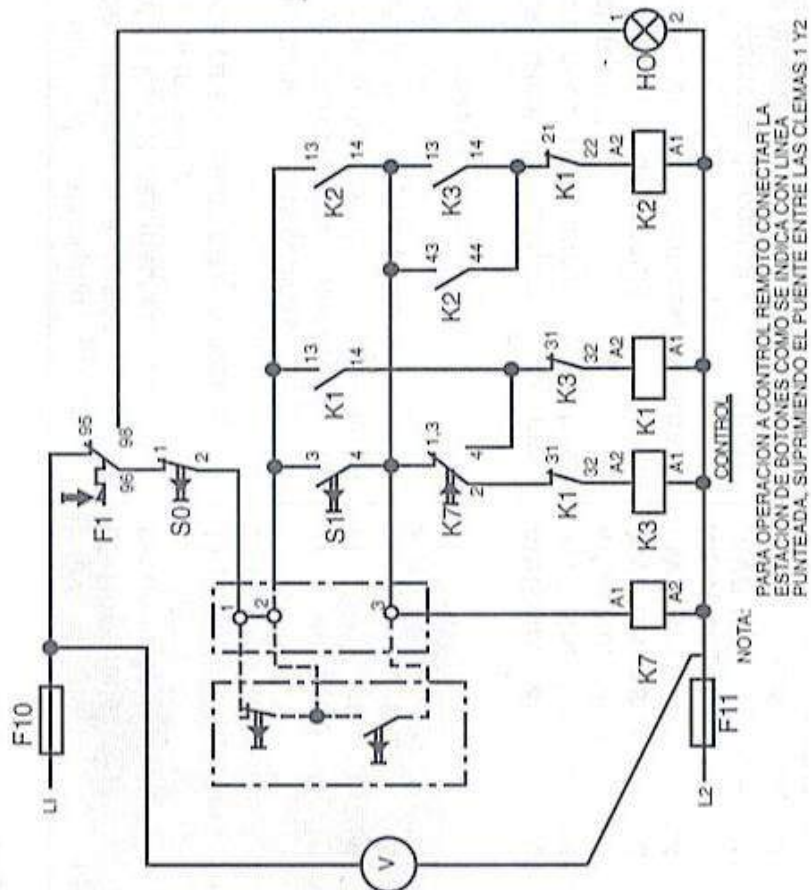
Núcleo de hierro, bobinas y derivaciones (taps) de un autotransformador.



Los motores eléctricos de inducción tipo rotor jaula de ardilla de posición vertical para accionamiento de bombas centrífugas, se arrancan y ponen en marcha con arrancadores a tensión reducida por el método de autotransformador para limitar su corriente de arranque.



Arrancador automático a tensión reducida por el método de autotransformador, marca SIEMENS, tipo K981.



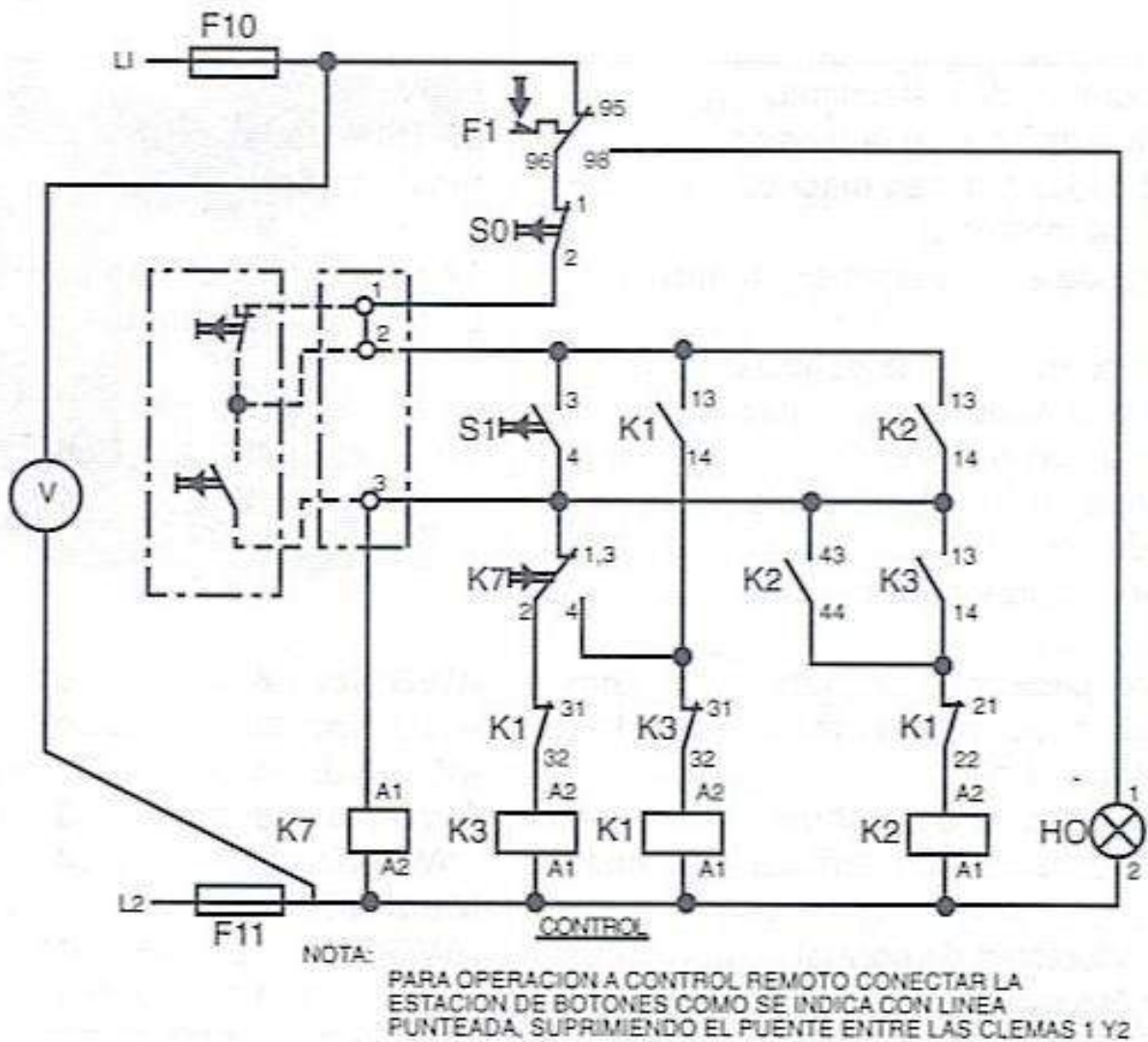


Diagrama del circuito de control del arrancador a tensión reducida marca SIEMENS, tipo K981.

T7 Autotransformador.

K2 Contactor a tensión reducida (arranque).

K3 Contactor punto cúspide de la delta abierta.

K1 Contactor a plena tensión (marcha).

P Interruptor (contacto permanente).

S1 Botón pulsante de "arrancar".

S0 Botón pulsante de "parar".

K7 Relevador de retardo de tiempo.

F1 Relevador térmico de sobrecarga tipo bimetálico IEC.

Q Interruptor de presión o similar.

Q1 Protección contra cortocircuito (Interruptor termomagnético o interruptor de navajas fusibles).

F10/F11 Fusibles de protección para el circuito de control y del voltímetro.

H0 Lámpara indicadora de sobrecarga.

V Voltímetro.

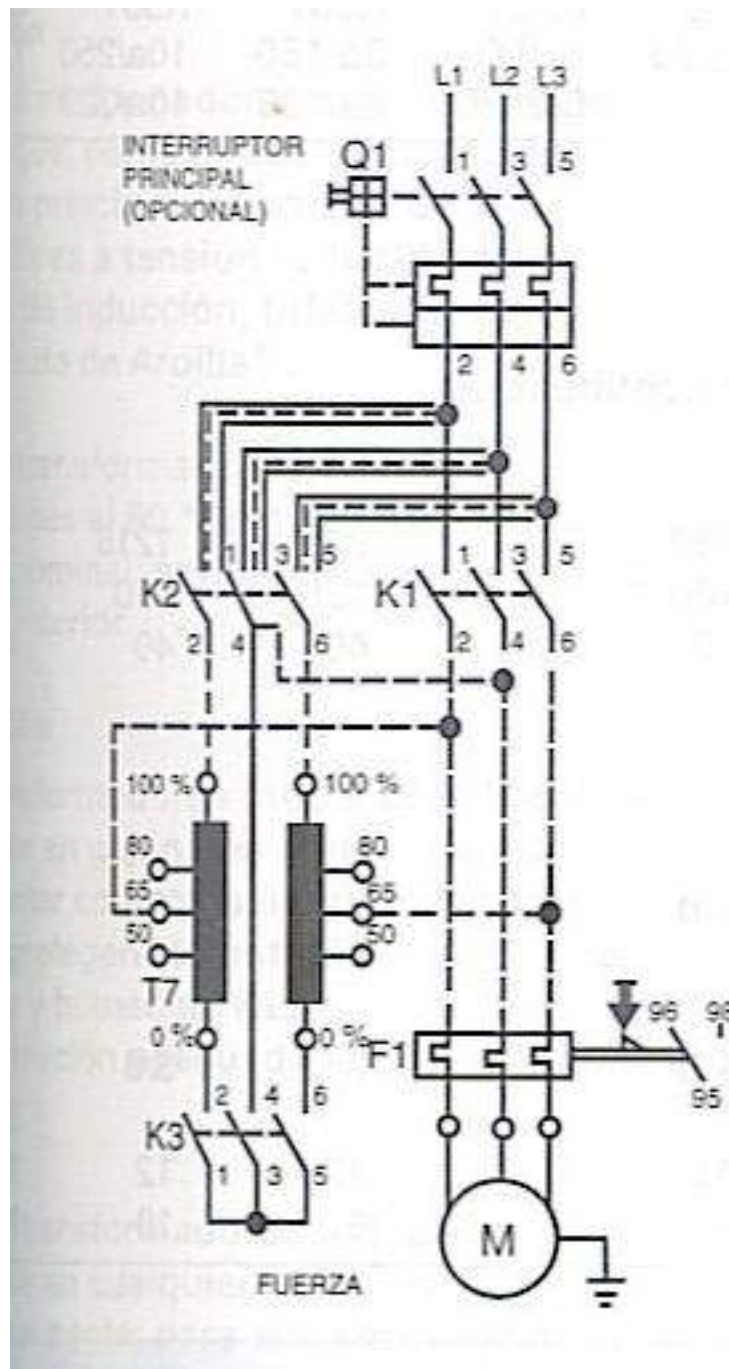
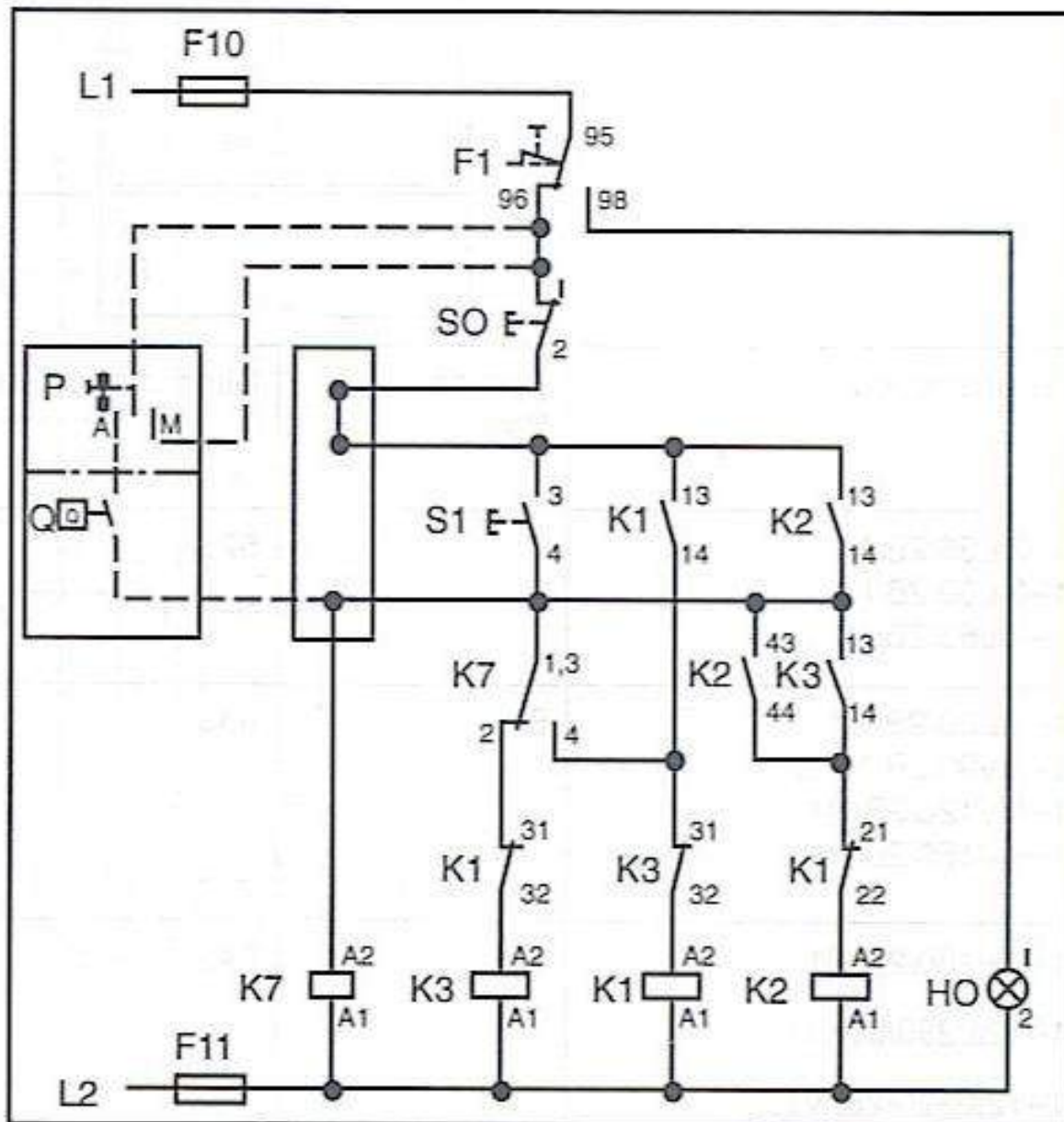


Diagrama del circuito de fuerza del arrancador a tensión reducida por el método de autotransformador, marca SIEMENS, tipo K981.

Los arrancadores a tensión reducida por el método de autotransformador SIEMENS, tipo K981, pueden también controlarse en combinación con interruptores de presión, modificando el alambrado en la siguiente forma:



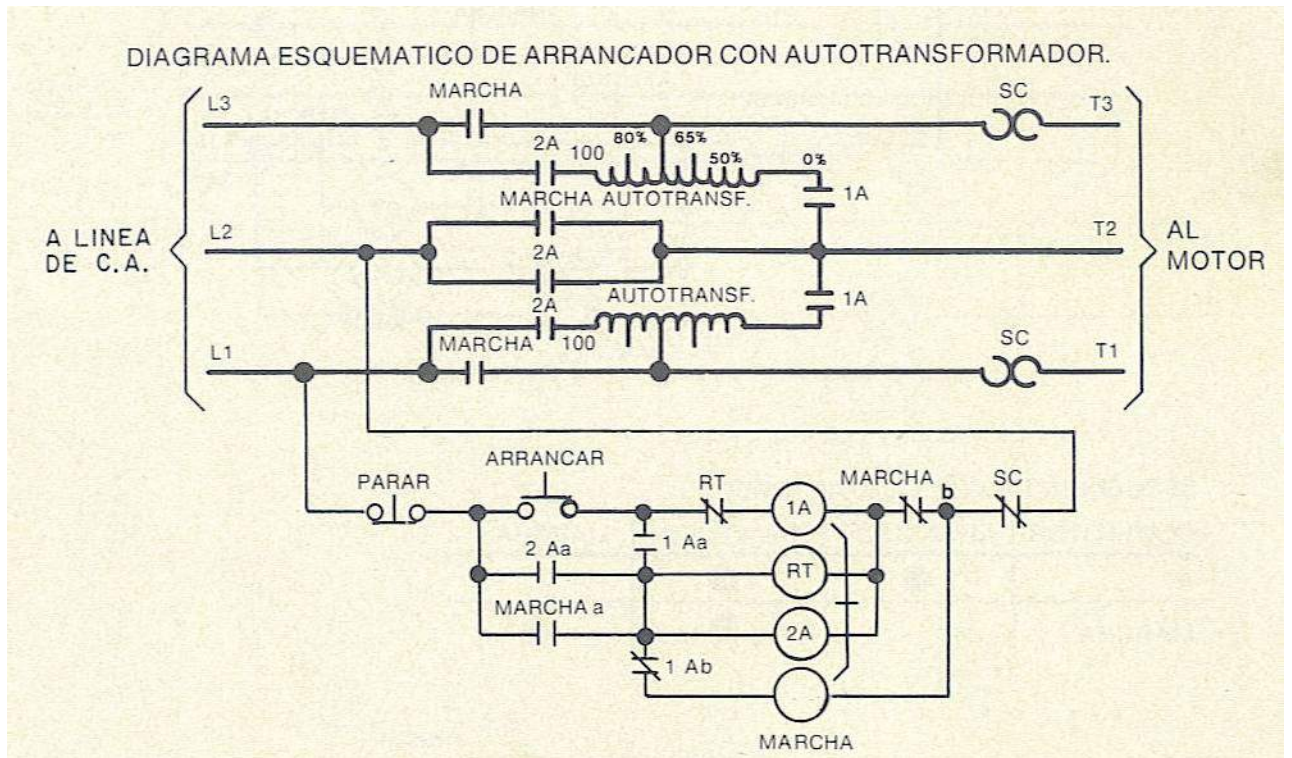
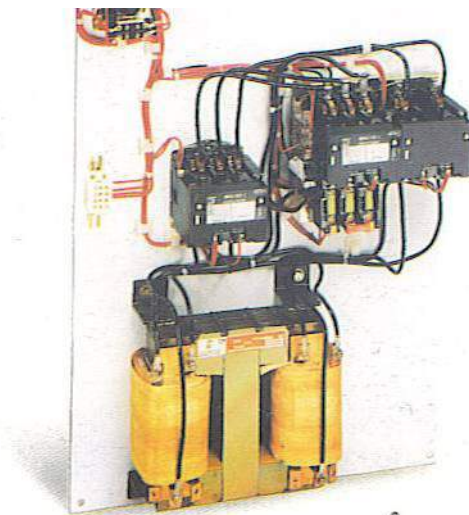


Diagrama del circuito de fuerza y del circuito de control de un arrancador a tensión reducida por el método de autotransformador, en la marca IEM – Westinghouse.

Arrancador a te

; Mca. Square D.

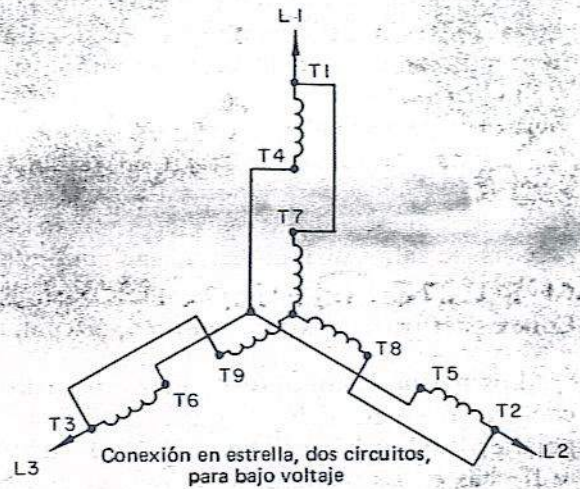
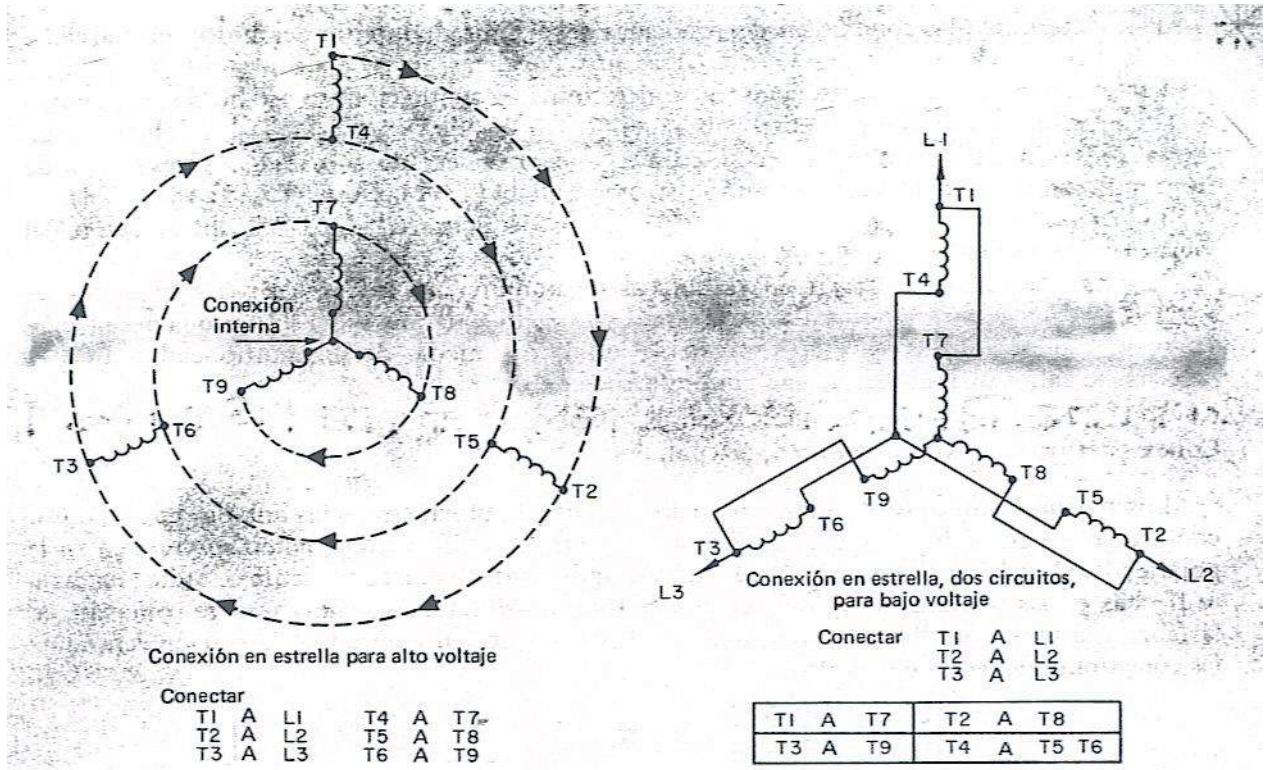


MOTORES ELÉC

440 V.

Normalmente los motores eléctricos de C. A., son bobinados en triángulo y vienen dispuestos para ser conectados a un sistema de alimentación trifásica de 440 V. Una de estas conexiones trifásicas específicamente la conexión estrella de voltaje dual (voltaje doble) se puede preparar para habilitar un motor eléctrico con devanado bipartido (devanado dividido), quedando con dos conexiones trifásicas en estrella cada una para ser alimentada a 220 V.

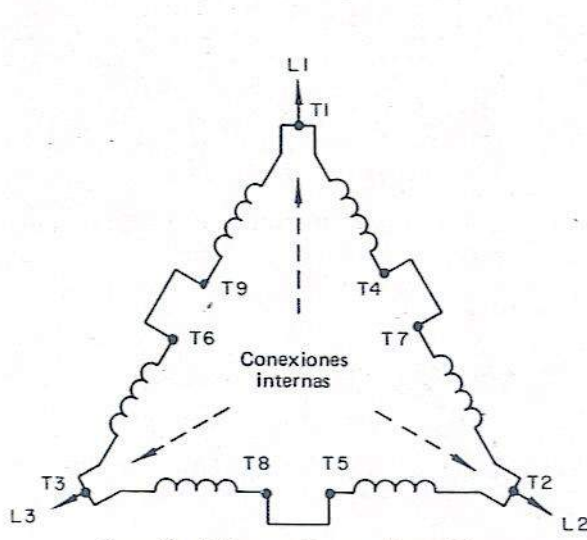
A continuación se presentan los diagramas de conexiones de las terminales o puntas de los devanados en conexión estrella y en conexión en delta para motores de voltaje dual (doble) de 220 V. / 440 V.



Conectar

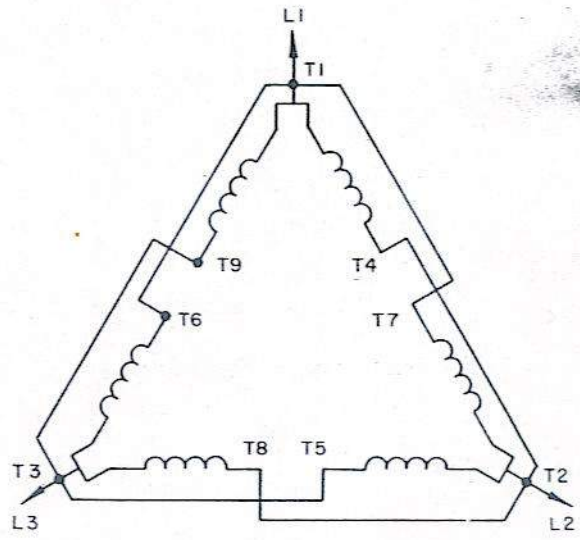
T1	A	L1
T2	A	L2
T3	A	L3

T1	A	T7	T2	A	T8
T3	A	T9	T4	A	T5 T6



Conectar

L1	A	T1	T4	A	T7
L2	A	T2	T5	A	T8
L3	A	T3	T6	A	T9



Conectar

T1, T6, T7	A	L1
T2, T4, T8	A	L2
T3, T5, T9	A	L3

ARRANQUE PARA MOTORES DE EMBOBINADO PARCIAL O DEVANADO BIPARTIDO.

Información relacionada.

Los motores de embobinado parcial son de construcción muy semejante a los normales en tipo rotor jaula de ardilla, excepto que esos motores tienen dos devanados o embobinados idénticos que se pueden conectar en secuencia a la línea de alimentación de energía, para producir corriente y torque de arranque reducidos. Como en el arranque sólo la mitad de los devanados se conecta a las líneas, el método se describe como “embobinado parcial”. Muchos (pero no todos) motores de dos voltajes 220 volts / 440 volts, son adecuados para el arranque por embobinado parcial a 220 volts. Existen dos circuitos paralelos independientes en el estator del motor de dos voltajes, conectado internamente en “estrella”, o “Y”.

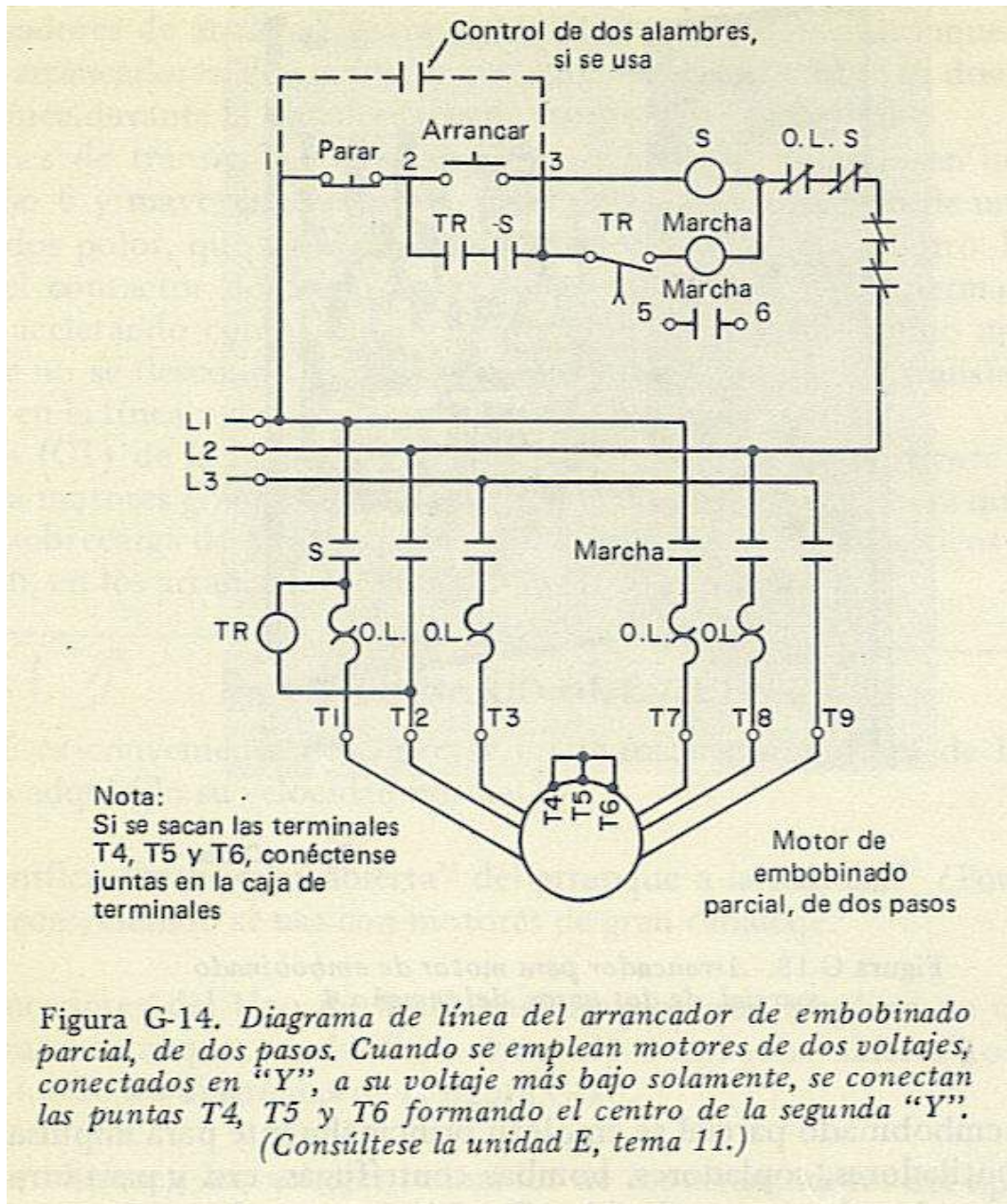
Los arrancadores para embobinado parcial están diseñados para usarse con motores tipo rotor jaula de ardilla que posean dos devanados separados en el estator. Los embobinados de estos motores pueden conectarse en “estrella” o en “delta”, dependiendo del diseño del motor. Estos arrancadores no son apropiados para utilizarse con motores de dos voltajes, embobinados en “delta”.

Estos arrancadores proveen un sistema de arranque muy económico, cuando las necesidades de par mecánico durante el arranque pueden manejarse con el 50% del par mecánico a plena tensión. Pueden usarse con motores “estándar” diseñados para voltaje dual por ejemplo: 220 volts / 440 volts en el voltaje menor, es decir 220 volts. También pueden usarse con motores específicamente diseñados para este tipo de arranque, en cualquier otro voltaje.

Cuando se usen motores “estándar” de voltaje dual, es necesario cerciorarse de que el par desarrollado durante el arranque (50%) es suficiente para acelerar la carga lo suficientemente sin producir un transiente indeseado al conectar todo el devanado a la línea, o bien un “trancazo” o golpe en la carga movida al ser ésta acelerada a pleno par.

Este tipo de arrancador es muy usado para arrancar cargas ligeras como compresores descargados, bombas centrífugas, máquinas-herramientas, etc.

Se construyen en capacidades “estándar” hasta de 200 H. P. en 440 Volts.



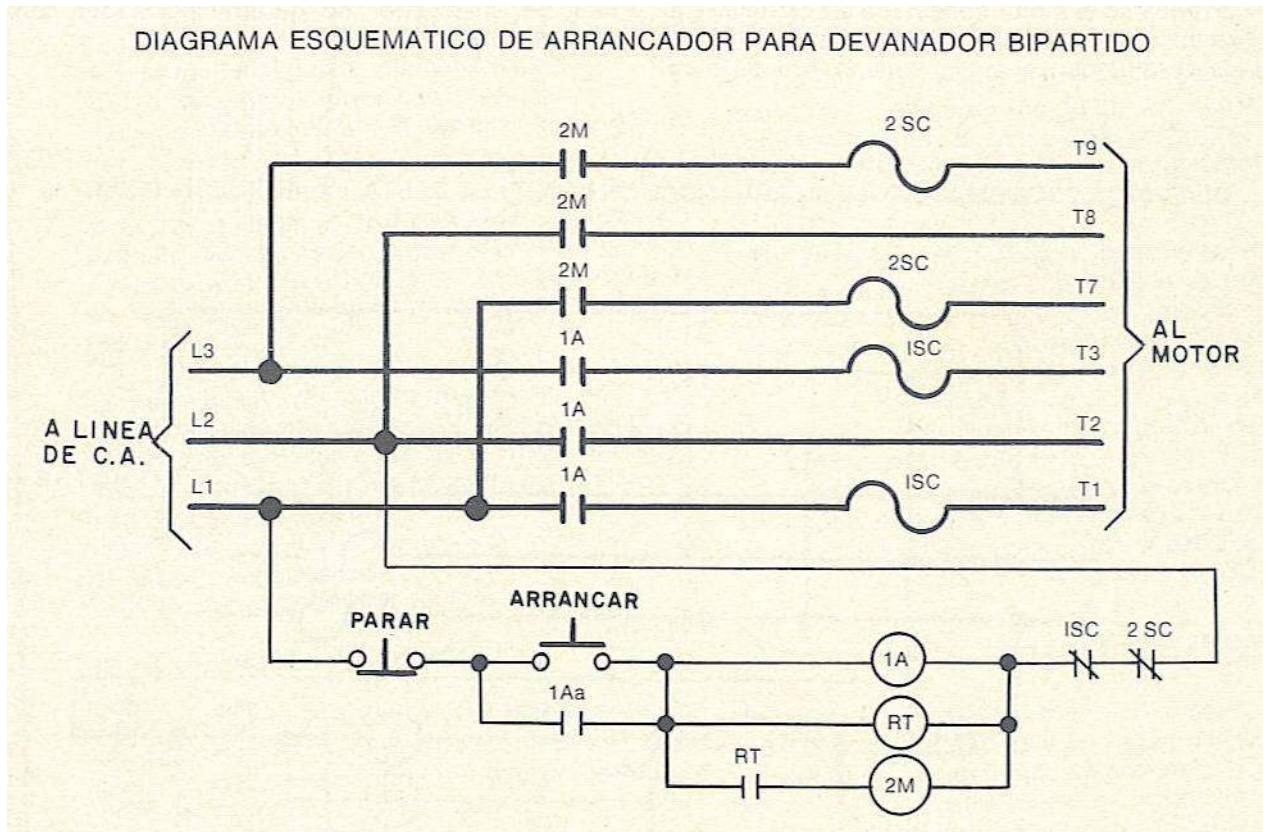


Diagrama del los circuitos de fuerza y de control del arrancador para motores de devanado bipartido o embobinado parcial. Marca: IEM-Westinghouse.

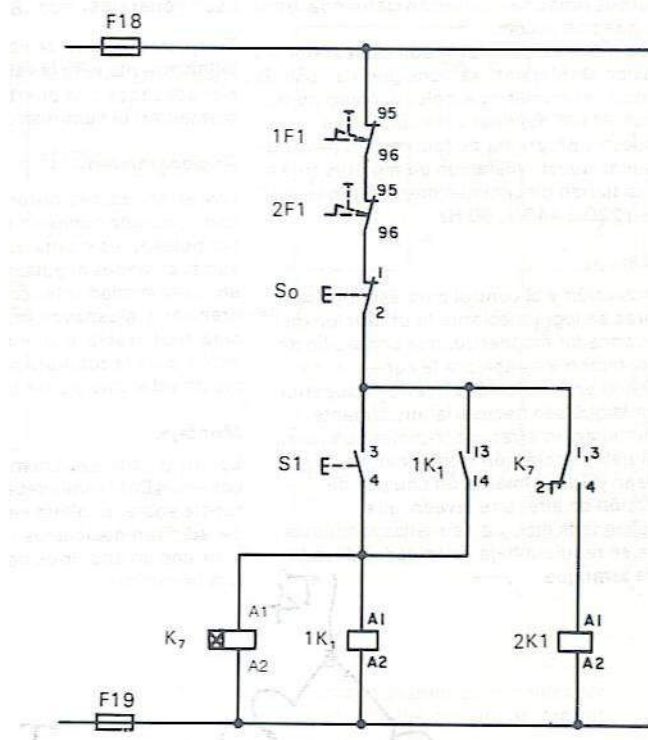


Diagrama del circuito de control del arrancador automático para motor con devanado bipartido, marca SIEMENS.

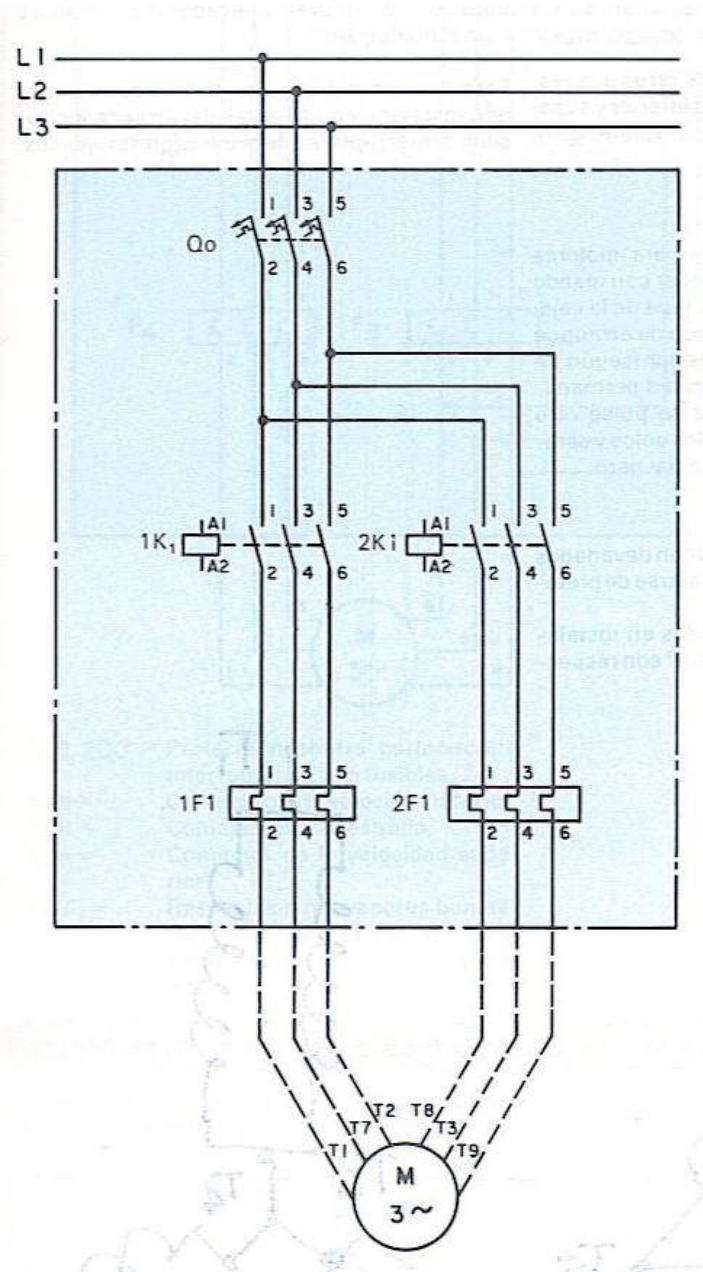


Diagrama del circuito de fuerza del arrancador automático para motor con devanado bipartido, marca SIEMENS.

Qo = Protección contra cortocircuito interruptor ED, o fusibles.

1K1 = Contactor 3TF, primera parte del devanado.

2K1 = Contactor 3TF, segunda parte del devanado.

1F1 = Relevador de sobrecarga tipo bimetálico, protección de la primera parte del devanado.

2F1 = Relevador de sobrecarga tipo bimetálico, protección de la segunda parte del devanado.

K7 = Relevador de retardo de tiempo 7PU.

F18, F19 = Fusibles de protección contra corto circuito del circuito de control.

S0 = Botón pulsador de "parar".

S1 = Botón pulsador de "arrancar".

ARRANQUE A TENSIÓN REDUCIDA POR EL MÉTODO DE CONEXIÓN “ESTRELLA – DELTA”.

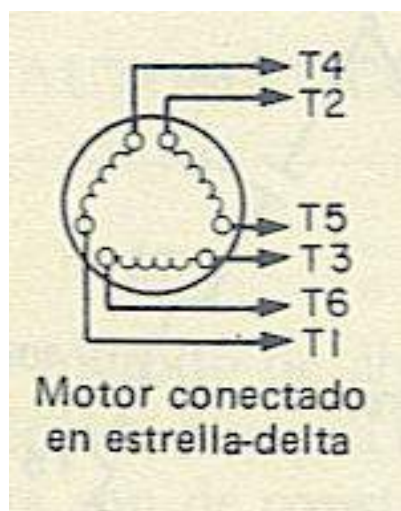
Información relacionada.

Probablemente ningún otro método de arranque ha merecido tanta atención tan ampliamente, en muchos años, como la antigua técnica europea en estrella – delta.

Los motores en estrella – delta son de construcción similar a los normales tipo rotor jaula de ardilla, salvo que en ambos extremos de cada uno de los tres devanados se sacan hasta las terminales.

Usando arrancadores que posean el número requeridos de contactos que estén correctamente alambrados, el motor se puede arreglar para arrancar en conexión estrella y después funcionar en conexión delta.

El primer requisito previo de este sistema es, por supuesto, que el motor esté embobinado para funcionar con los devanados de su estator conectados en delta, y con todas las puntas de ellos instaladas en el exterior, para la adecuada que el técnico electricista efectúa en el campo.



Los motores devanados en delta no son comunes en los Estados Unidos de Norteamérica, y el interés principal que han mostrado los fabricantes de unidades centrífugas grandes, para acondicionamiento de aire, es que se evalúen con prontitud sus características para propósitos de arranque.

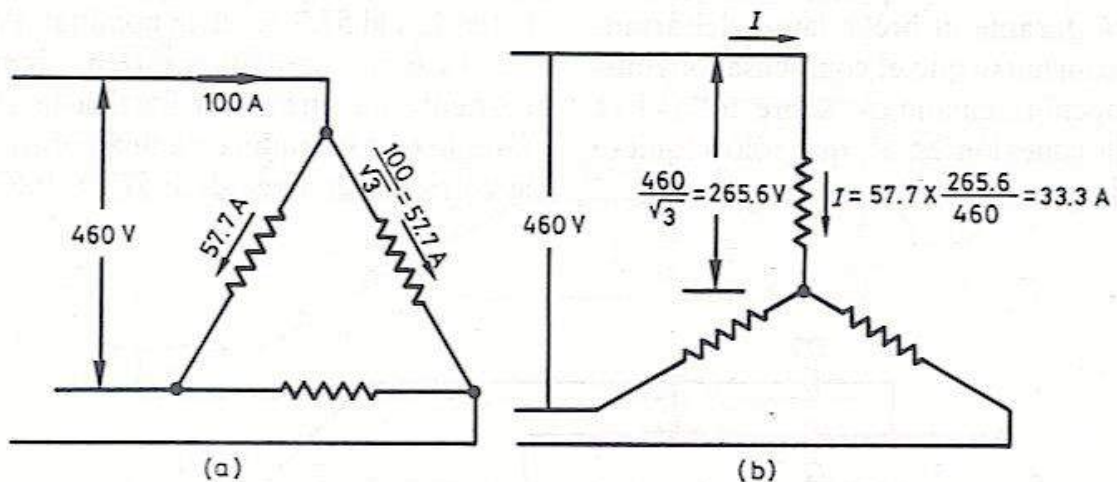
Los motores en conexión estrella – delta se utilizan, principalmente, para impulsar cargas centrífugas, tales como ventiladores, sopladores, bombas centrífugas, etc., y en aplicaciones en que se requiere un par mecánico o torque de arranque reducido. Algunas veces también se usa cuando se necesita una corriente de arranque reducida.

Como la velocidad sincrónica o síncrona de un motor de inducción, tipo rotor jaula de ardilla, en estrella – delta, depende del número de polos del mismo y de la frecuencia de la línea de alimentación (ambas constantes), el motor funcionará a la misma velocidad, aproximadamente, con cualquier conexión. Si bien la oleada de corriente en el arranque y la corriente de la línea serán menores al conectarse en estrella que cuando se conectan en delta, la corriente del embobinado es menor que la de la línea cuando se conecta en delta. (La oleada de corriente en el arranque, y la corriente de la línea en la

conexión estrella, es un tercio de la conexión en delta, en tanto la corriente del devanado en la conexión estrella, es 1.73 veces la de la conexión en delta.

Arranque con cambio de conexión estrella – delta.

Si se tiene un motor que funciona normalmente con sus tres devanados conectados en delta (Δ), es posible cambiar la conexión a estrella (Y) durante el arranque. Mediante este cambio de conexión, cada fase del devanado recibirá solamente el voltaje nominal dividido entre $\sqrt{3}$ (raíz cuadrada de 3), lo que equivale a efectuar el arranque reduciendo la tensión o voltaje al 57.7% de la tensión o voltaje nominal. Por otra parte, el cambio de conexión delta a conexión estrella significa que la corriente de línea será igual a la corriente de fase, lo que se traduce en una reducción total de la corriente de línea de $0.577 \times 0.577 = 0.333$, o sea el 33.3% de la normal. Lo anterior equivale a decir que en este tipo de arrancador tanto la corriente como el par de arranque se reducen también en forma proporcional al cuadrado de la reducción del voltaje. Esto se ilustra cuantitativamente en la figura siguiente, tomando como base un motor eléctrico de 15 H. P., 6 polos, 460 V., 60 Hz., cuya corriente de arranque a tensión nominal es de 100 A. Como puede apreciarse en la siguiente figura, el mismo número de bobinas que en la parte (a) estaban conectadas a un voltaje de 460 V quedan conectadas según la parte (b) a una tensión de 265.6 V, por lo que la corriente que en (a) era de 57.7 A en cada fase se reduce en (b) de manera proporcional al voltaje aplicado, a solo 33.3 A, y esta misma intensidad de corriente es la que debe de entregar la línea de alimentación. De este modo se reduce la corriente de línea de 100 A a 33.3 A.



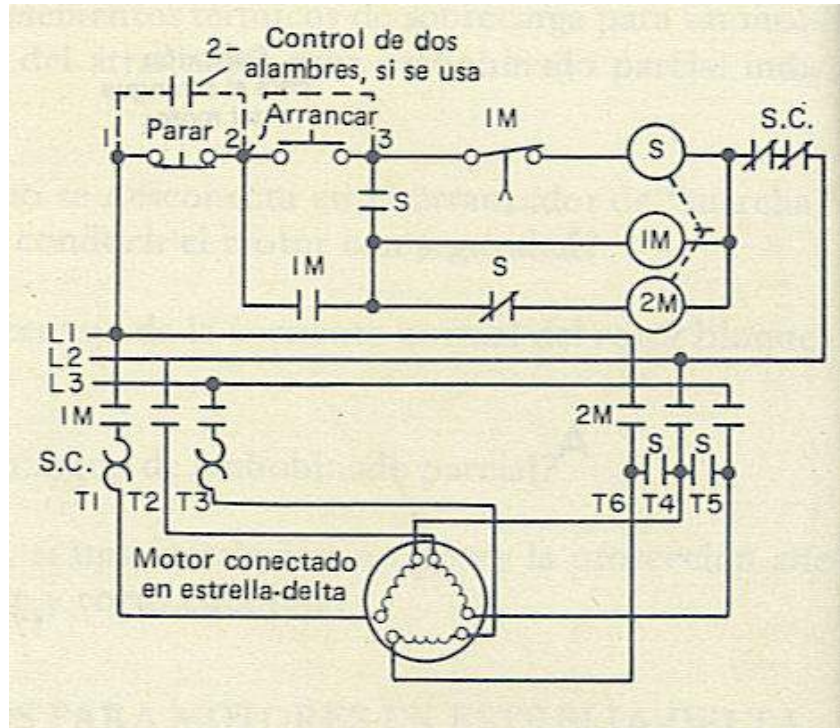
Ejemplo de arranque con cambio de conexión estrella – delta.

Para poder emplear este sistema de arranque es necesario desde luego que el motor esté diseñado para la operación en delta (Δ) y que se especifique al fabricante que el arranque será en estrella (Y); de este modo, todas las terminales del devanado deberán quedar accesibles. Debe considerarse también que el par mecánico disponible es sólo la tercera parte del par mecánico normal, y podrá no ser suficiente para no poder acelerar la carga en un tiempo razonable. Hay que indicar asimismo que la transición de una

conexión a otra puede provocar una corriente transitoria de gran intensidad, a menos que se agregue una reactancia en serie para limitar dicha corriente.

FUNCIONAMIENTO.

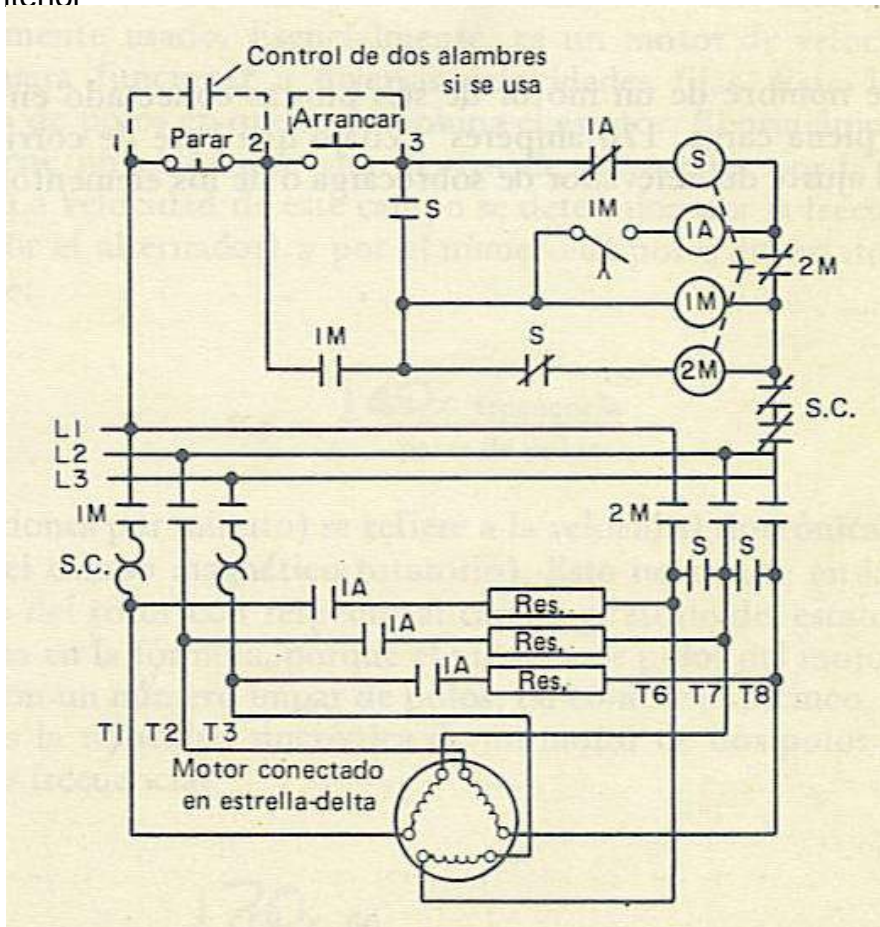
En el arranque por transición abierta de la siguiente figura,



La transferencia automática de estrella a delta se logra mediante el uso de un dispositivo (relevador) controlador de tiempo. La operación del botón de “arrancar”, de la estación de botones, energiza el contactor (S) cuyos contactos principales conectan juntas tres de las terminales del motor (T4, T5 y T6) formando el neutro de una conexión en estrella. El contacto de control (S) N. A., del mismo contactor, energiza otro de estos (1M), al que se une el dispositivo de control de tiempo, conectando así, en estrella, el motor a la línea y manteniéndose unido mediante el contacto (1M) e iniciando el periodo de control de tiempo. Después que se desconecta el controlador de tiempo, se desconecta el primer contactor (S) cerrando por tanto, la interconexión N. C. (S) y energizando el contactor (2M) para conectar el motor en delta. Entonces el motor funciona conectado en delta. Hay un momento en que el circuito del motor se abre, entre la abertura (S) y encierre(2M) de los contactos de energía, formando lo que se conoce como “transición abierta”.

ARRANQUE POR TRANSICIÓN CERRADA.

El diagrama de la figura siguiente muestra una modificación del diagrama de la figura anterior



Utilizando resistencias a fin de mantener la continuidad hacia el motor, evitando, así, las dificultades asociadas con la forma de transición de circuito abierto.

Con el arranque por transición cerrada, la transferencia de estrella a delta se hace sin desconectar el motor de la línea. Cuando la transferencia se hace en el arranque por transición abierta, el arrancador desconecta momentáneamente el motor y después vuelve a conectarlo en delta. Esta transición abierta es satisfactoria en muchos casos, pero algunas instalaciones pueden requerir el arranque por transición cerrada a fin de impedir trastornos en la línea de energía. Esto se logra agregando un contactor de tres polos y tres resistencias conectados como se muestra en el diagrama esquemático de la transición cerrada. Este contactor se energiza solamente durante la transición de estrella a delta y mantiene conectado el motor a la línea de alimentación, mediante las resistencias, durante el periodo de transición. Por tanto, se reduce la creciente oleada de corriente que resulta de la transición. Aparte de esto, la operación del arrancador de transición cerrada es similar al de transición abierta para estrella – delta.

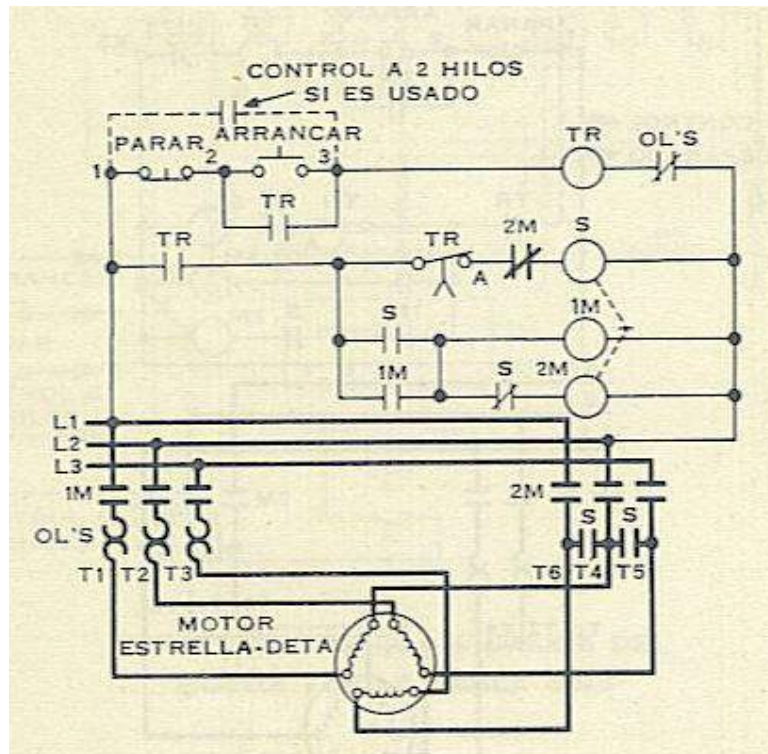
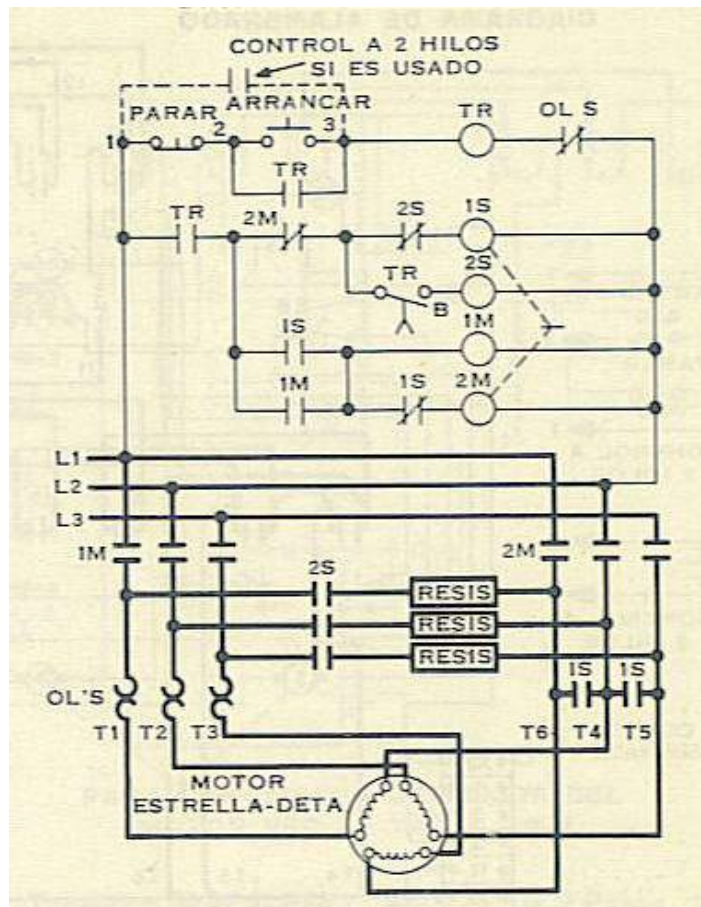


Diagrama de los circuitos de control y de fuerza del arrancador a tensión reducida con transición abierta, por el método conexión estrella - delta. Marca SquareD.



Arrancador conexión estrella - delta, transición cerrada. Mca. SquareD.

ARRANCADORES ESTRELLA – DELTA.

Estos arrancadores muy usados en Europa son menos económicos que el arrancador de devanado bipartido, ya que requieren por lo menos de un contactor más de dos polos.

Se usan en aquellos casos en que los requerimientos de par mecánico durante el arranque son bajos (33% del par mecánico de arranque a plena tensión), pero el periodo de aceleración es prolongado debido a la alta inercia de la carga.

Se pueden usar con motores conectados en delta para operación normal y que estén provistos con seis terminales de salida (dos por cada una de las fases). Al arrancarse el motor conectado en estrella se aplica aproximadamente el 58% del voltaje de línea a los devanados y el motor toma el 33% de la corriente normal de arranque y desarrolla 33% del par de arranque a plena tensión. Una vez que el motor se ha acelerado, se reconecta en delta para operación normal.

Generalmente se construyen estos arrancadores en capacidades “estándar” hasta de 150 H. P. en 440 Volts , con transición abierta.

Si la transición abierta es objetable, debido a los inconvenientes ya apuntados, se puede construir este arrancador con transición cerrada, pero resulta relativamente caro por el equipo adicional requerido (un contactor de tres polos y tres resistencias de transición). En este caso, conviene analizar cuidadosamente si no es más económico usar un arrancador a tensión reducida por el método de autotransformador con transición cerrada.

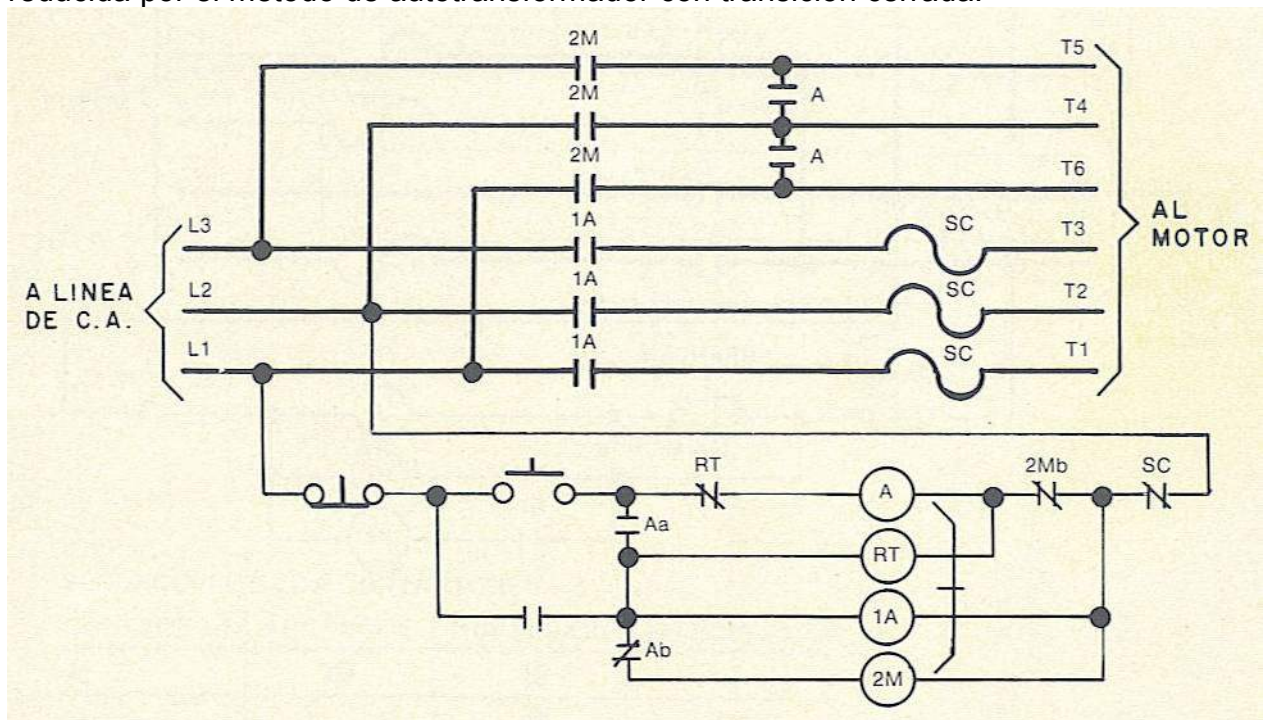
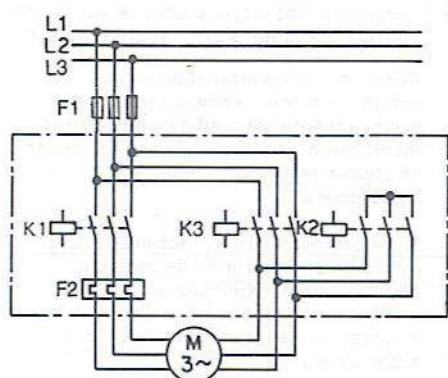


Diagrama de los circuitos de control y de fuerza, arrancador a tensión reducida por el método estrella-delta, transición abierta. Marca: IEM Westinghouse.

Circuito principal

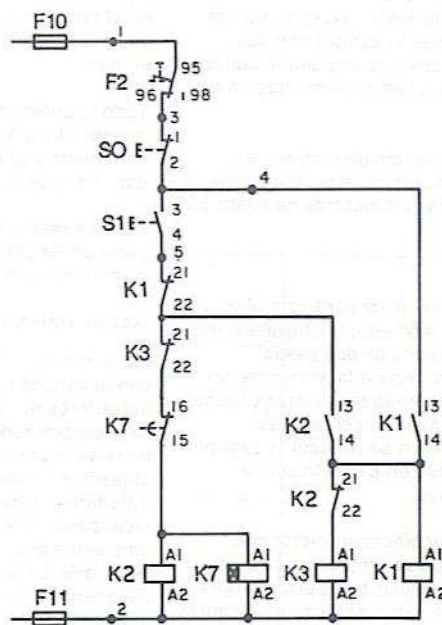


- K1... Contactor de la acometida
- K2... Contactor punto estrella
- K3... Contactor de la etapa delta
- K7... Relevador de tiempo

- S1... Pulsador "arrancar"
- S0... Pulsador "parar"
- F2... Relevador bimetálico de sobrecarga
- F1... Protección contra cortocircuito del circuito principal

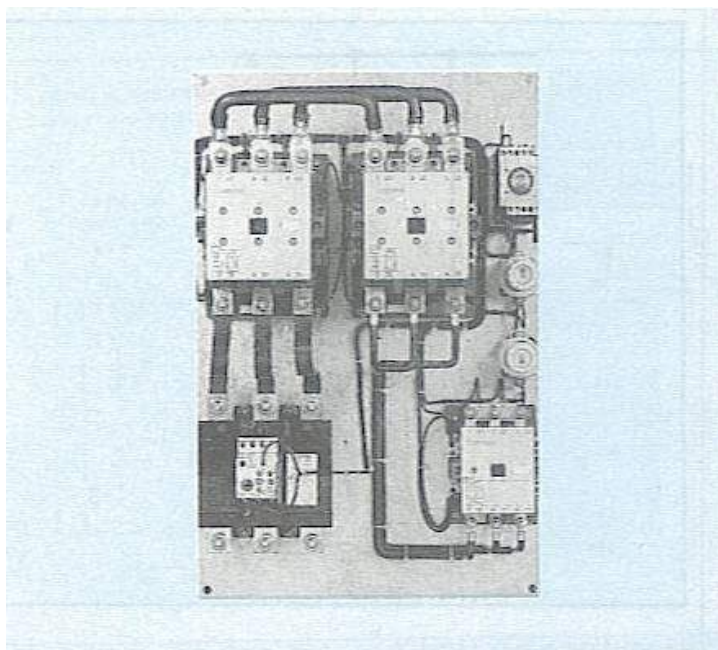
- F10... Fusibles para el circuito de control (en caso de existir)

Circuito de control



con accionamiento por pulsadores (contacto de corta duración).

Diagrama de los circuitos de fuerza y de control del arrancador a tensión reducida automático en conexión estrella – delta, marca SIEMENS, tipo K987.



Arrancador a tensión reducida conexión estrella – delta, SIEMENS, tipo K987.

13. ARRANCADORES ELECTRONICOS O DE ESTADO SÓLIDO.

Información relacionada.

Los arrancadores de estado sólido son los tipos más nuevos y flexibles de arrancadores de C. A. a potencia reducida. Son muy diferentes de cualquier otro tipo tradicional de arrancadores a tensión reducida, ya que:

1. No requieren de resistores, inductores o autotransformadores externos y tampoco de construcción o alambrado especial del motor.
2. No es necesario el uso de desconexión mecánica para arranque y paro. El control de las desconexiones tiene lugar en un circuito de control de baja potencia, el mantenimiento en este caso es mínimo, ya que no se tienen contactos.
3. No se requieren de enlaces mecánicos para cambiar de baja a alta potencia. Algunos modelos tienen un contactor que dejan fuera al arrancador, conectando directamente el motor a la línea. Lo desconectan hasta que el motor ha alcanzado su velocidad nominal, sin embargo no tienen capacidad para manejar altas corrientes a través del interruptor electrónico de arranque.

En muchos aspectos, los arrancadores de estado sólido de C. A. son similares a los controladores de estado sólido de C. D., ya que en ambos casos se usan rectificadores de silicio controlado (SCR).

La otra diferencia importante es que la mayoría de los arrancadores de estado sólido operan durante el arranque del motor (y algunas veces en el paro) únicamente, es decir, no intervienen en el control de velocidad, ya que no hay control de velocidad después de que el motor ha arrancado. Hay distintos tipos de control para el arranque de motores con arrancadores de estado sólido. Los distintos tipos de cargas arrancan mejor con un modo particular de arranque.

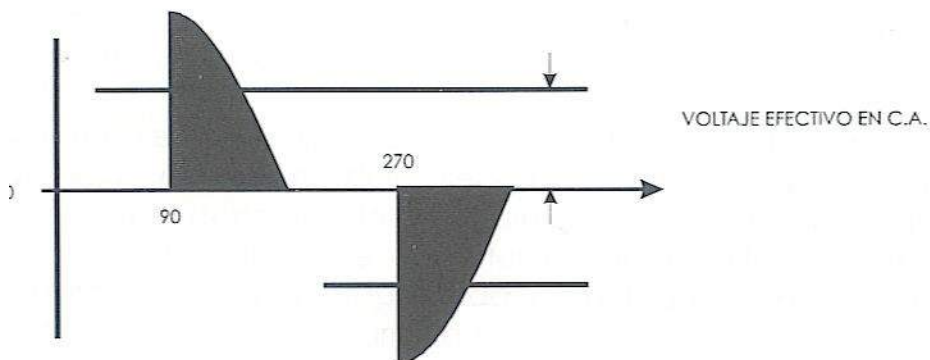
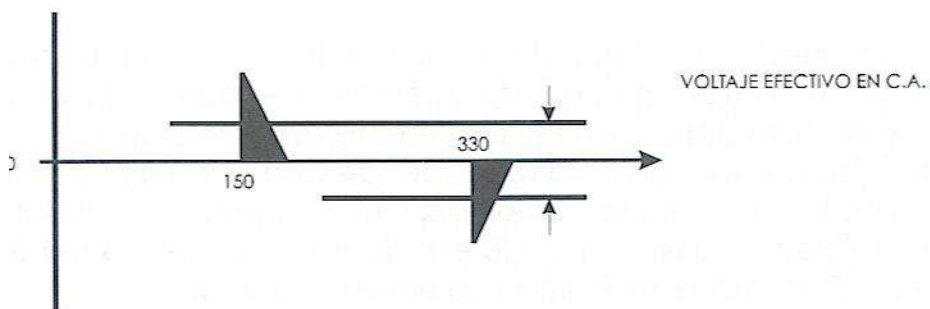
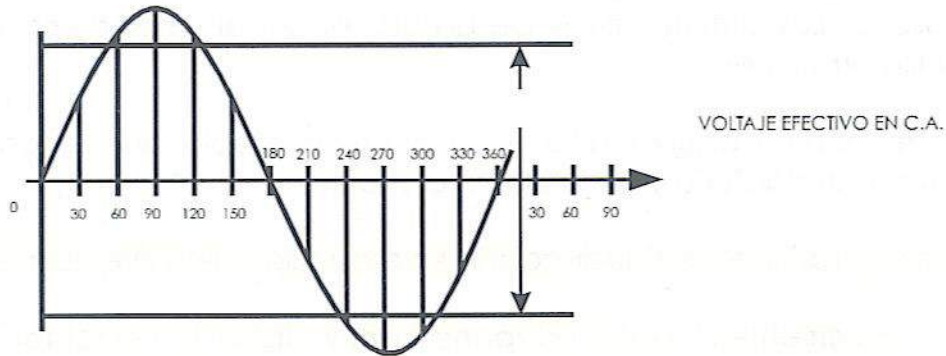
El modo de control equivocado o un ajuste impropio puede causar una operación no satisfactoria y un daño en el motor.

El control de arranque con arrancadores de estado sólido precisan que:

- La corriente del motor depende del voltaje y la velocidad.
- El par mecánico del motor es proporcional al cuadrado del voltaje.

Si un motor se conecta directamente a la alimentación, el voltaje permanece prácticamente sin cambio, no importa qué corriente demande el motor. La corriente en este caso depende casi totalmente de la velocidad. Cuando un motor se energiza a través de un arrancador de estado sólido, el voltaje en el motor es variable, a cualquier velocidad la corriente es proporcional al voltaje.

El voltaje en un arrancador de estado sólido depende del ángulo de disparo en el SCR, como se muestra en la siguiente figura:



ÁNGULO DE DISPARO DEL SCR Y SALIDA DE VOLTAJE

Existe el llamado arranque suave, donde se requiere mayor tiempo durante el cual el motor demanda corriente reducida y produce un par reducido. Distintos arrancadores usan diferentes modos operacionales:

1. Muchos arrancadores de estado sólido controlan el arranque monitoreando y limitando la corriente al motor. Un transformador de corriente montado en una o más de las líneas de alimentación, envía una señal a los circuitos de control de tiempo del SCR. Cuando la corriente del motor alcanza el límite de corriente preajustado, el ángulo de disparo del SCR aumenta, reduciendo con esto el voltaje de salida y la corriente.

El límite de corriente es usualmente ajustable en el rango de 150-200% a 400-450% de la corriente a plena carga del motor. Se debe nota que el par mecánico de arranque inicial es considerablemente menor que el par mecánico a plena carga.

2. Para estar seguro que el motor arranca, algunos arrancadores de estado sólido proporcionan una rampa de corriente en el tiempo entre dos puntos de ajuste. El rango típico de tiempo es de 1 a 30 segundos.

3. Algunos arrancadores de estado sólido con corriente de rampa proporcionan un breve pulso inicial de corriente a su límite más alto. Esto permite asegurar que las cargas con alta fricción estática siempre arranquen en forma inmediata. Después del pulso, la rampa "brinca" del límite inferior.

4. Algunos arrancadores de estado sólido monitorean y controlan el voltaje del motor. En forma típica, elevan el voltaje desde cero o desde un valor inicial de paso de voltaje hasta algún porcentaje del voltaje de línea.

Un voltaje reducido produce una corriente reducida y un par mecánico reducido también: A cualquier velocidad, la reducción de corriente es proporcional a la reducción del voltaje. El porcentaje de reducción del par mecánico es proporcional al cuadrado de la reducción del voltaje, así $\frac{1}{2}$ del voltaje produce $\frac{1}{4}$ del par mecánico, $\frac{2}{3}$ del voltaje producen $\frac{4}{9}$ del par mecánico, etc.

La rampa de tiempo es generalmente ajustable. Si el motor tiene que arrancar con una carga de alta inercia, la corriente debe ser alta, si la rampa es breve. Una rampa más larga da al motor más tiempo para acelerar la carga y reducir la corriente.

5. Los tipos más sofisticados de controles para arrancadores de estado sólido, usan un tacómetro para monitorear la aceleración real del motor. Por medio de circuitos de retroalimentación, se compara esta aceleración con una rampa de aceleración lineal preajustada.

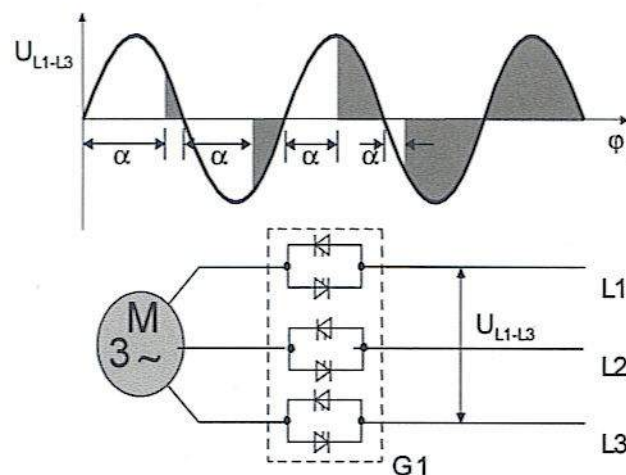
Información básica

¿Cuál es el principio básico de un arrancador suave?

Los arrancadores suaves limitan la corriente y el par mecánico de arranque. El esfuerzo mecánico así como la caída en el voltaje de línea son reducidos. El voltaje en el motor es reducido usando control de fase y se incrementa suavemente hasta el voltaje de línea en un tiempo seleccionable. El arranque y frenado suaves garantizan el mínimo esfuerzo en los dispositivos conectados y aseguran operaciones suaves.

Arrancadores Suaves

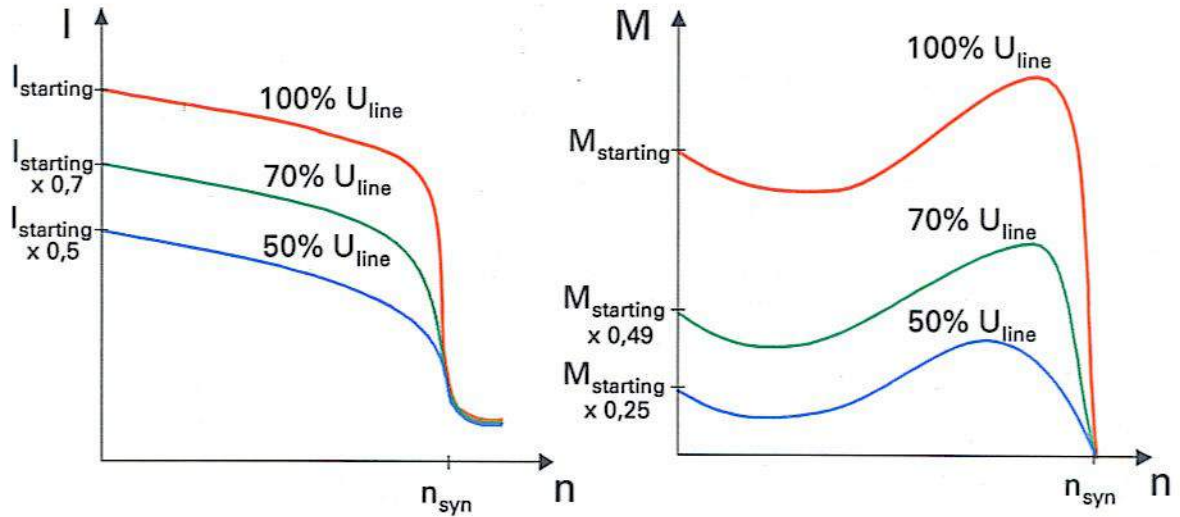
Los arrancadores de estado sólido son utilizados cuando se requiere un arranque suave y lento. En lugar de operarlos directamente a plena tensión, se arrancan con aumentos graduales de voltaje mediante el control del ángulo de disparo como se muestra en la siguiente figura. Los arrancadores suaves evitan los disturbios de la red eléctrica y picos de corriente así como los esfuerzos mecánicos que causan desgaste al motor y la máquina que se acciona es decir la máquina impulsada por el motor.



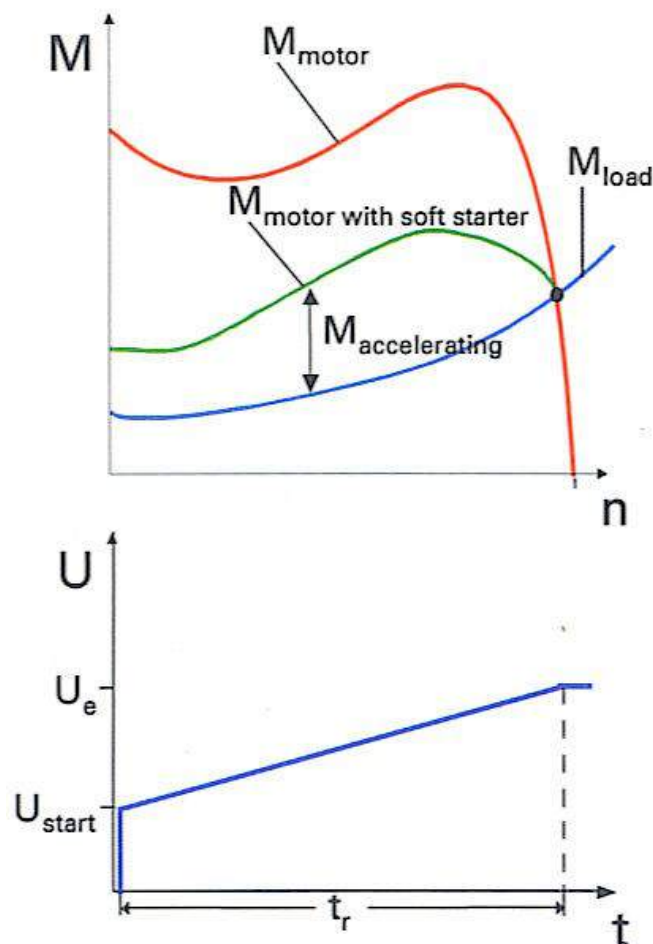
Principio del control de fase usando elementos semiconductores para arrancadores suaves.

Parada suave. Cuando la máquina es desconectada, se provoca en el motor una parada repentina con un determinado torque opuesto. Para prevenir que los objetos en una banda transportadora se caigan, por ejemplo, una parada suave es posible.

Los arrancadores suaves están adaptados para instalaciones y procesos industriales, ofrecen la mejor opción garantizando arranques optimizados de motores y la perfecta funcionalidad en cualquier aplicación.



Características típicas de la corriente y el par mecánico o torque cuando se usan arrancadores suaves.



Torque carga/motor y voltaje típico en las terminales del motor cuando el motor es arrancado con un arrancador suave.

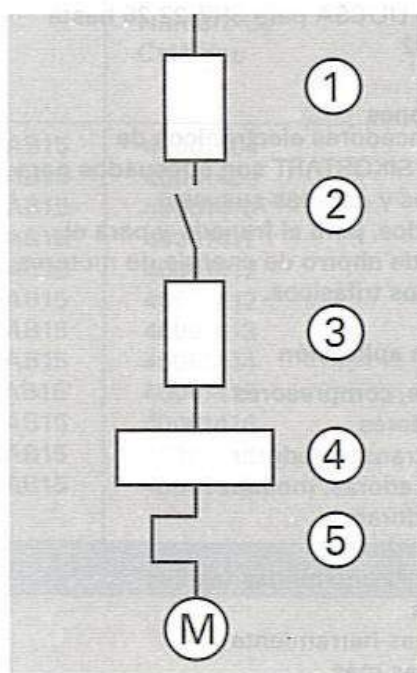
Ejemplo de las características del arrancador suave SIEMENS SIKOSTART 3RW34

El arrancador SIEMENS SIKOSTART 3RW34 permite arranques y paradas controladas. Se caracteriza por su control en las tres fases y tiristores dimensionados para operación continua. Puede ser operado alternativamente usando un contactor de puenteo externo (bypass) controlado por un contactor auxiliar integrado.

El arrancador SIKOSTART 3RW34 puede ser usado casi en cualquier aplicación, por ejemplo:

- Ventiladores.
- Bombas.
- Compresores.
- Bandas transportadoras.
- Máquinas textiles.
- Centrífugas.
- Mezcladores.

Para su operación, ya no se requiere de mayores conexiones; solo la alimentación de 440 V ó 220 V al interruptor termomagnético, y del relevador térmico de sobrecarga bimetalico IEC al motor.



- ① Fusible principal o interruptor termomagnético
- ② Contactor (opcional)
- ③ Fusible sitor o silice (opcional)
- ④ Sikostart
- ⑤ Relevador bimetalico

Circuito derivado de fuerza de un motor, con arrancador de estado sólido. Información detallada.

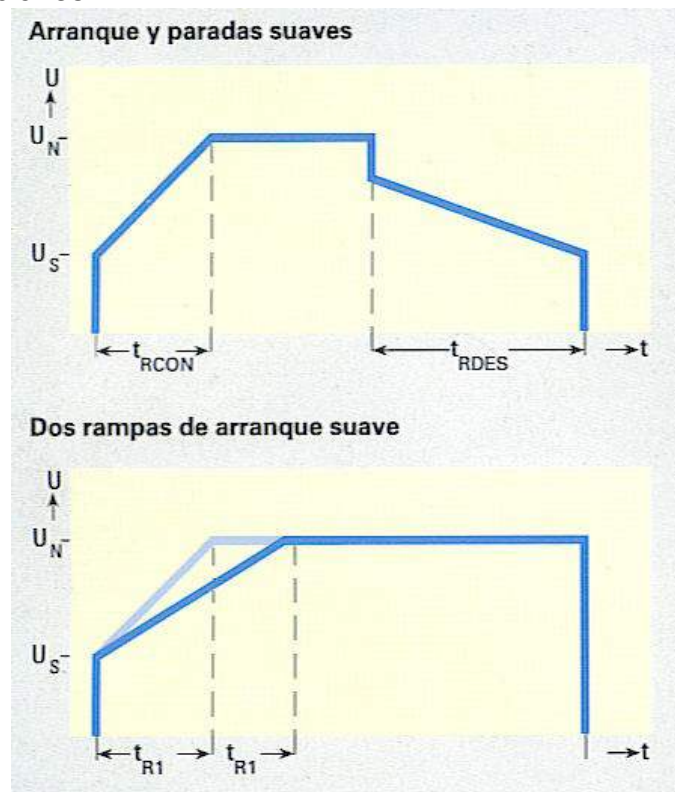
¿Cómo se ajustan los parámetros de un arrancador suave?

El tiempo y voltaje de arranque así como el tiempo de frenado pueden ajustarse fácilmente mediante potenciómetros. Los valores pueden ser finamente ajustados con los rangos usuales.

Esto también aplica para arrancadores suaves con protección de sobre – velocidad: la corriente nominal del motor, clase de disparo, y límite de corriente pueden ser ajustados por medio de potenciómetros. El amplio rango de funciones de la gama de arrancadores suaves de fabricantes líderes en estos equipos es rápidamente establecido en un ambiente amigable usando un teclado con menú gráfico, esto significa que es extremadamente simple la puesta en marcha y la solución de problemas en los dispositivos.

Ejecuciones para una amplia gama de aplicaciones.

Existen los arrancadores electrónicos poseen dos ejecuciones diferentes. La ejecución estándar contiene las funciones de arranque y parada suaves con los tres parámetros de ajuste (tiempo de arranque t_{RCON} , tensión de arranque U_s y tiempo de parada t_{RDES}). Una variante especial para la regulación de motores Dahlander (motores de polos consecuentes o de polos conmutables) posee además dos funciones de arranque suave. Así se puede seleccionar una de las dos por medios de entradas separadas. Un potenciómetro permite ajustar diferentes tiempos de arranque t_{R1} y t_{R2} . La tensión de arranque U_s es válida para ambas funciones.



Comparación con los arrancadores a tensión reducida por el método de conexión estrella – delta.

Los arrancadores electrónicos ofrecen frente al arranque directo las siguientes ventajas:

Protegen al motor, reduciendo el par mecánico de arranque del mismo y aseguran la alimentación frente a picos peligrosos, ya que disminuyen el consumo de corriente. El control por corte de fases de los arrancadores electrónicos alimenta al motor en el inicio con una tensión reducida. Dicha tensión se incrementa gradualmente, con lo que se evitan los efectos producidos en la conmutación ó los generados por ejemplo con los arrancadores a tensión reducida método Estrella – Delta. Una vez que el incremento de tensión se ha realizado adecuadamente, el motor se alimenta directamente con la tensión plena de la red de distribución de energía eléctrica. Por todo ello, los arrancadores electrónicos representan una alternativa de calidad.

Arranque y paradas suaves.

No solamente se puede realizar un arranque con par reducido como en el caso de los arranques estrella – delta, sino que también se evita la inercia del accionamiento cuando se produce la desconexión del motor, a través de una función integrada de parada suave.

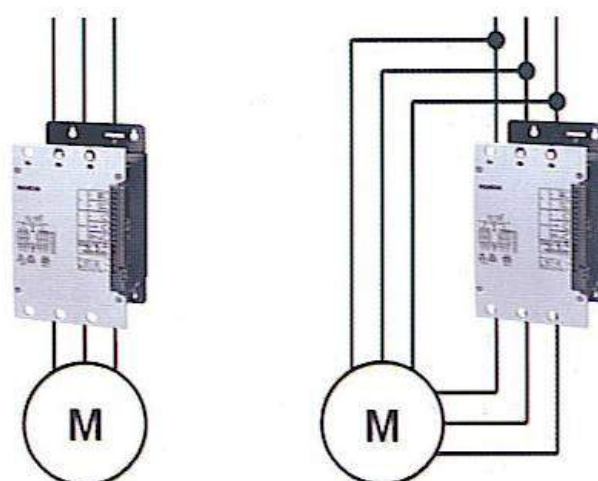
Comparación con los arrancadores estrella – delta.

Las combinaciones estrella – delta son hasta tres veces más anchas: un arrancador estrella – delta de 22 KW ($22 \text{ KW} \times 1.341 = 29.50 \text{ H. P.}$, por aproximación 30 H. P.) tiene un ancho de $3 \times 55\text{mm} = 165\text{mm}$, mientras que un arrancador electrónico tiene una anchura de $1 \times 55\text{mm}$. En cuestión de cableado, el arrancador electrónico también queda por delante: en vez de seis conductores que parten desde el arrancador hacia el motor, los arrancadores electrónicos necesitan únicamente tres.

Circuito de conexión.

Adicionalmente los arrancadores electrónicos SIEMENS SIKOSTART 3RW34 permiten dos tipos de conexiones que se seleccionan con un microinterruptor integrado: circuito estándar y circuito en delta interior.

En el circuito estándar los tiristores están en línea con el motor y se tienen tres cables dispuestos entre el arrancador suave y el motor, mientras que en el circuito delta interior, los tiristores se encuentran dentro de la delta del motor con lo cual, el arrancador suave solo tiene que conducir el 58% de la corriente que consume el motor y de ese modo es posible por ejemplo operar un motor de 100 Amperes usando un arrancador de 58 Amperes. Lo que representa beneficios significativos en cuanto a tamaño y costo respectivamente.



Características de operación.

Voltaje de operación de 200 V a 460 V.

Voltaje de control de 120 V. c. a. +/- 10%.

Voltaje inicial de arranque ajustable de 30% a 80% del voltaje nominal.

Tiempo de arranque ajustable de 0.5 segundos a 60 segundos.

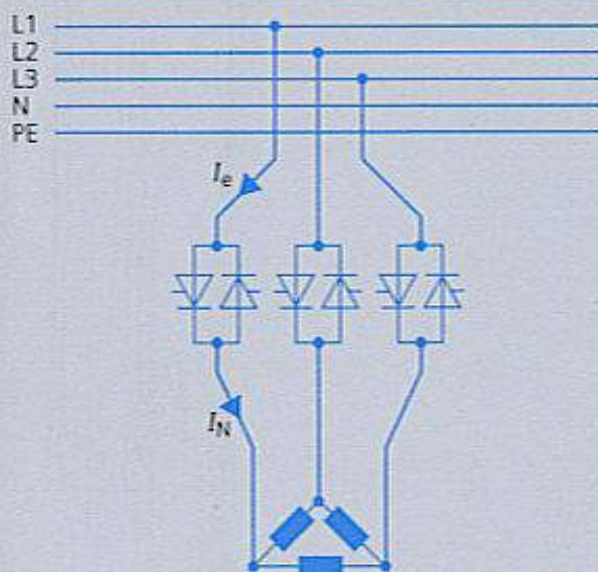
Tiempo de parada ajustable de 0.5 segundos a 60 segundos.

Rango de temperatura de operación -25°C a +60°C.

¿Cuáles son las ventajas de la conexión delta interior?

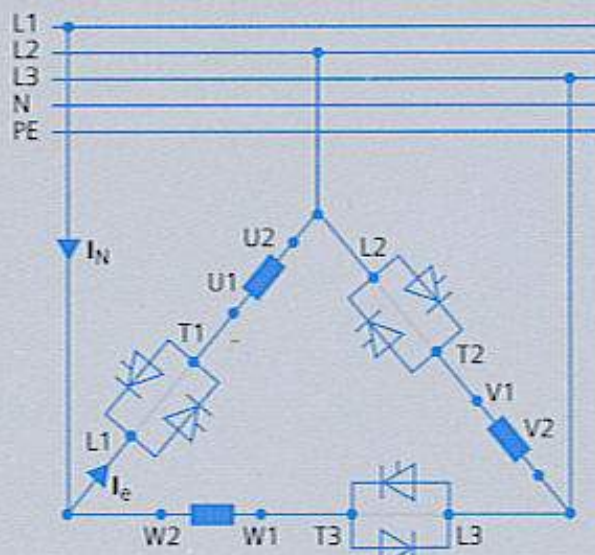
Con la conexión delta interior, las fases del arrancador suave se conectan en serie con los bobinados individuales del motor. Esto significa que el arrancador suave solo tiene que conducir el 58% de la corriente nominal del motor (corriente de línea).

Conexión estándar



La corriente nominal I_e del arrancador vale lo mismo que la corriente nominal del motor I_N
3 cables el motor

Conexión triángulo interior

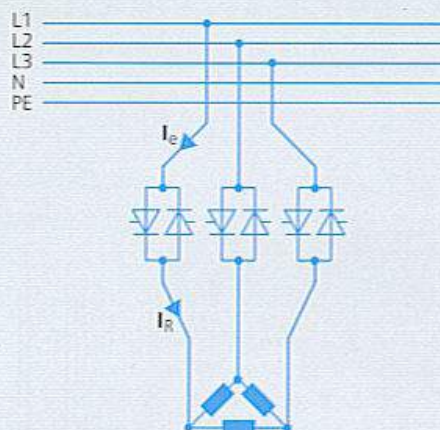


La corriente nominal I_e del arrancador vale el 58% de la corriente nominal del motor I_N

6 cables el motor (los mismos que en arrancadores estrella-triángulo)

Circuito estándar

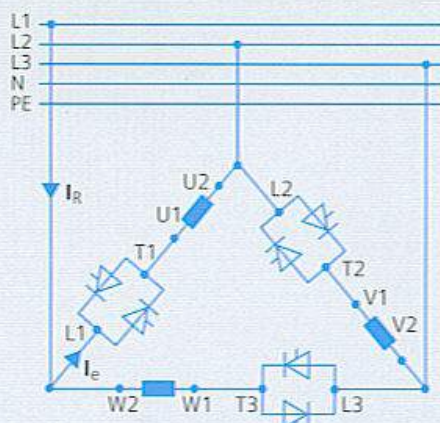
La corriente de línea I_R del motor fluye a través de los tiristores del arrancador suave. Tres cables dispuestas entre el motor y el arrancador suave.



La corriente nominal I_e del arrancador corresponde a la corriente nominal del motor I_R . 3 cables al motor.

Circuito en triángulo interior

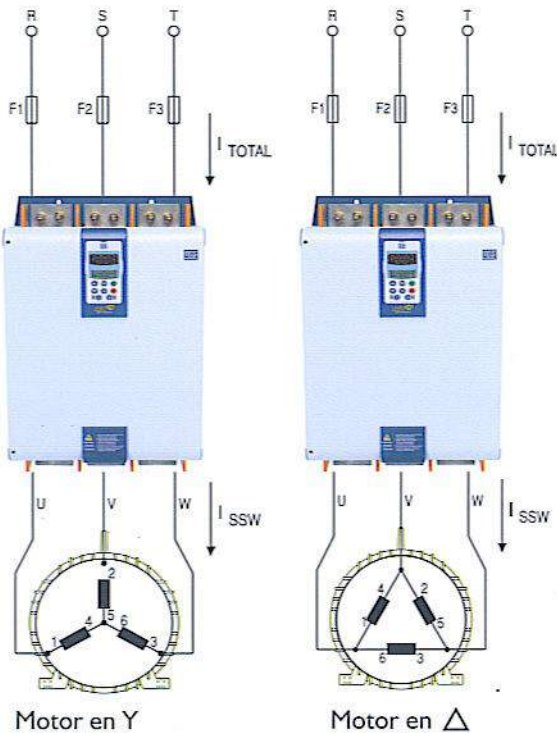
Una gran ventaja: El arrancador suave solo tiene que conducir la corriente de fase del motor, aproximadamente el 58 % de la corriente I_R (las corrientes de línea y dentro del circuito triángulo presentan una relación $\sqrt{3}:1$). Los tiristores del arrancador están conectados en las fases del motor. Esto resulta en beneficios significativos por lo que a tamaño respecta.



La corriente nominal del arrancador I_e corresponde al 58 % de la corriente nominal del motor I_R . 6 cables al motor (igual que un arranque estrella-triángulo)

TIPOS DE CONEXIONES DEL ARRANCADORE SUAVE AL MOTOR

Estándar (3 cables)

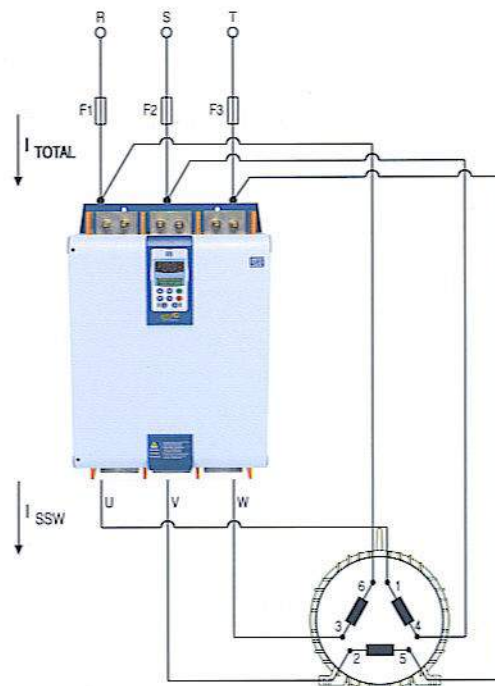


Motor en Y

Motor en Δ

$$I_{\text{arrancador suave}} = I_{\text{Total consumida}}$$

Adentro del triángulo del motor (6 cables)



Arrancador Suave dentro del triángulo del motor

$$I_{\text{arrancador suave}} = \frac{I_{\text{Total consumida}}}{\sqrt{3}} = 58\% \text{ de la } I_{\text{Total consumida}} \text{ (después del arranque)}$$

$$I_{\text{Soft-Starter}} = \frac{I_{\text{Total consumida}}}{1,5} = 67\% \text{ de la } I_{\text{Total consumida}} \text{ (durante el arranque)}$$

IMPORTANTE:

- En la conexión padrón (3 cables) el motor puede ser conectado tanto en Ψ (estrella) como en Δ (triángulo).
- En la conexión dentro del triángulo del motor, el motor solamente puede estar conectado en triángulo.

La tabla abajo, presenta las tensiones disponibles para los diferentes tipos de motores:

MOTOR	Conexión 6 cables
220V-Δ / 380V-Y	220V-Δ
380V-Δ / 660V-Y	380V-Δ
440V-Δ / 760V-Y	440V-Δ
575V-Δ	575V-Δ
220V-Δ / 380V- Y/ 440V-Δ / 760V-Y	220V-Δ 440V-Δ

- Para una misma potencia de motor, en la conexión dentro del triángulo del motor (6 cables) el arrancador suave es 43% menor que el arrancador suave necesario en la conexión tipo estándar (3 cables).
- La conexión dentro del triángulo del motor (6 cables) posibilita arrancar un motor de potencia 73% mayor que en la conexión tipo estándar (3 cables).
- La conexión dentro del triángulo necesita de 6 cables de conexión hacia el motor.
- Durante el arranque, la corriente de calor que se genera es hasta 1,5 veces mayor que la corriente del arrancador suave.
- Después del arranque, ya en tensión plena, la corriente del motor puede ser de hasta 1,73 veces mayor que la corriente del arrancador suave.

Arrancador Armado SIEMENS con SIKOSTART 3RW34

El arrancador suave ensamblado integra funciones de control, protección e indicación para motores trifásicos de hasta 300 H. P.

Funciones de protección.

Protección por sobrecarga y por corto circuito. Para asegurar la integridad de los tiristores del arrancador se usan fusibles de acción ultrarrápida, los cuales están diseñados especialmente para protección de semiconductores.

El arrancador esta totalmente alambrado en conexión estándar (tres conductores al motor) y contactor de puenteo, lo que evita pérdidas por calor y permite alojarlo en un gabinete NEMA 12.

El Arrancador armado SIKOSTART Armado incluye:

- Arrancador Suave SIKOSTART 3RW34.
- Control en 120 V. c. a.
- Interruptor Termomagnético.
- Fusibles ultrarrápidos SITOR 3NE4.
- Contactor de Bypass.
- Transformador de control.
- Protección con interruptor 55X1 en el circuito de control.
- Estación de botones de “arranque” y “paro”.
- Lámparas indicadoras para “arranque”, “paro” y “sobrecarga”.
- Voltímetro digital.
- Ensamble y alambrado en gabinete NEMA 12.

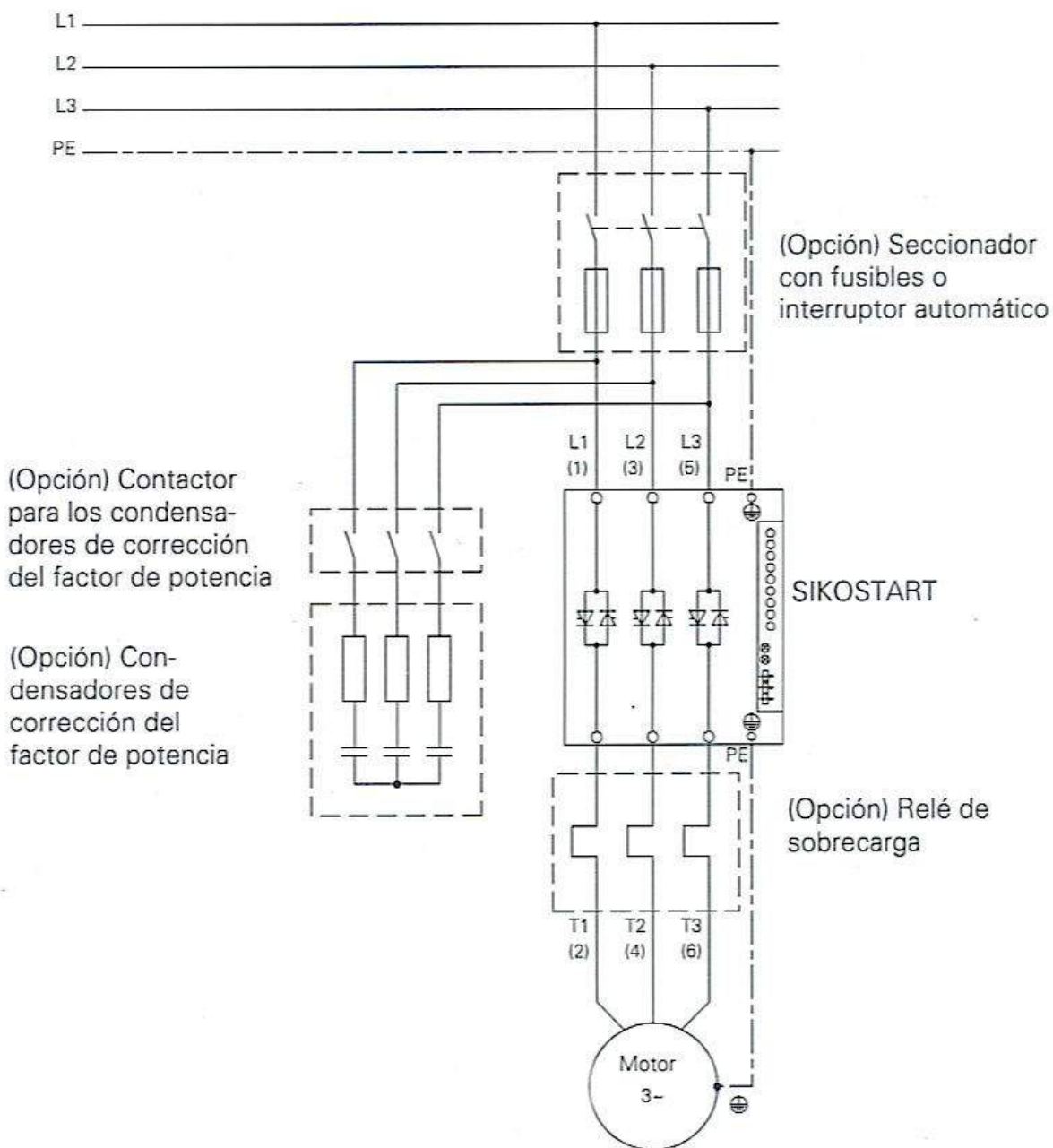
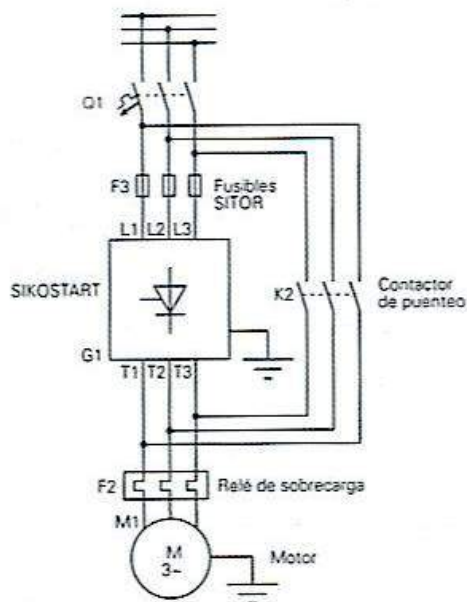
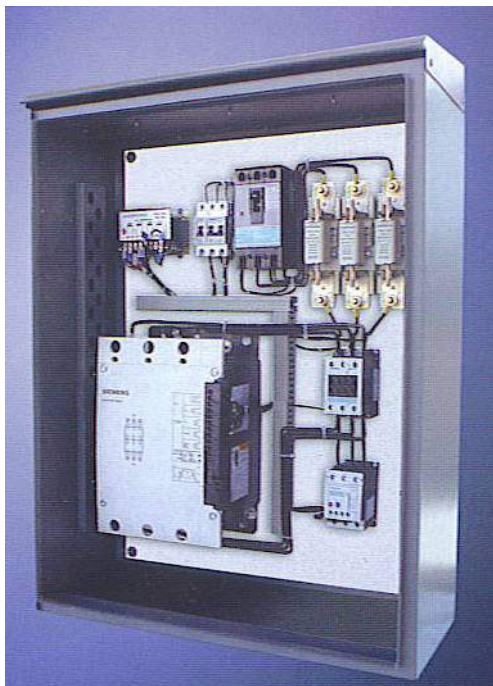


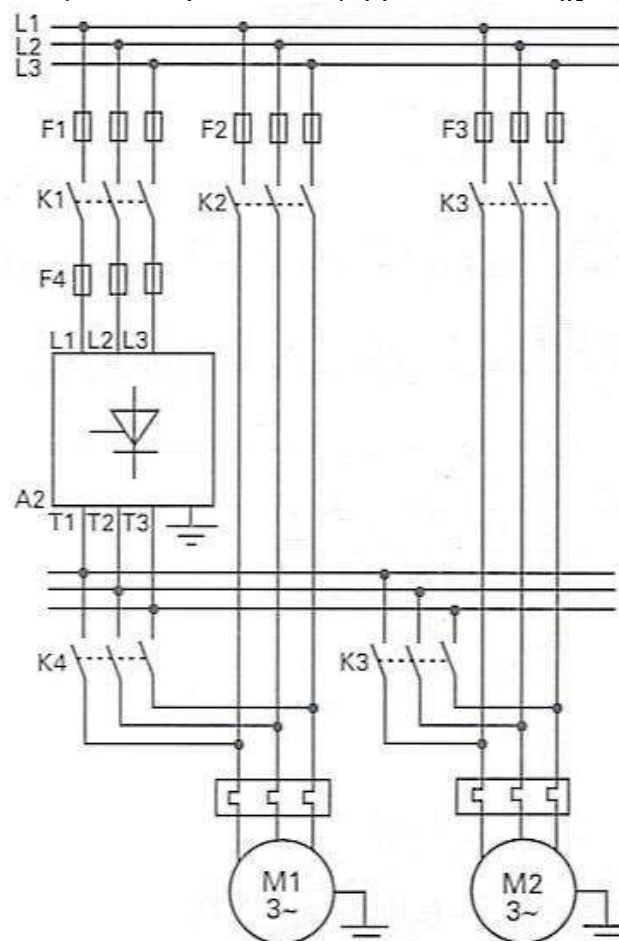
Diagrama del circuito derivado de fuerza de un motor de inducción de c. a. con arrancador de estado sólido electrónico SIEMENS SIKOSTART 3RW34, así como con capacitores estáticos conectados para corregir el factor de potencia ($\cos \varnothing$) del motor.

Arranques secuenciales.

Para este tipo de arranque la potencia asignada al arrancador elegido, debe de ser como mínimo tan grande como la potencia asignada del mayor de los motores de la secuencia de arranque.

El ajuste de los parámetros para los diferentes motores y/o carga se puede llevar a cabo sin ningún problema, mediante un software de comunicación denominado COM SIKOSTART en los equipos que disponen de interfase. Estos equipos permiten la entrada de tres juegos de parámetros diferentes.

También es particularmente adecuado lo anterior, para el arranque de motores de polos cons... as velocidades o
bien para la c... ite diagrama:

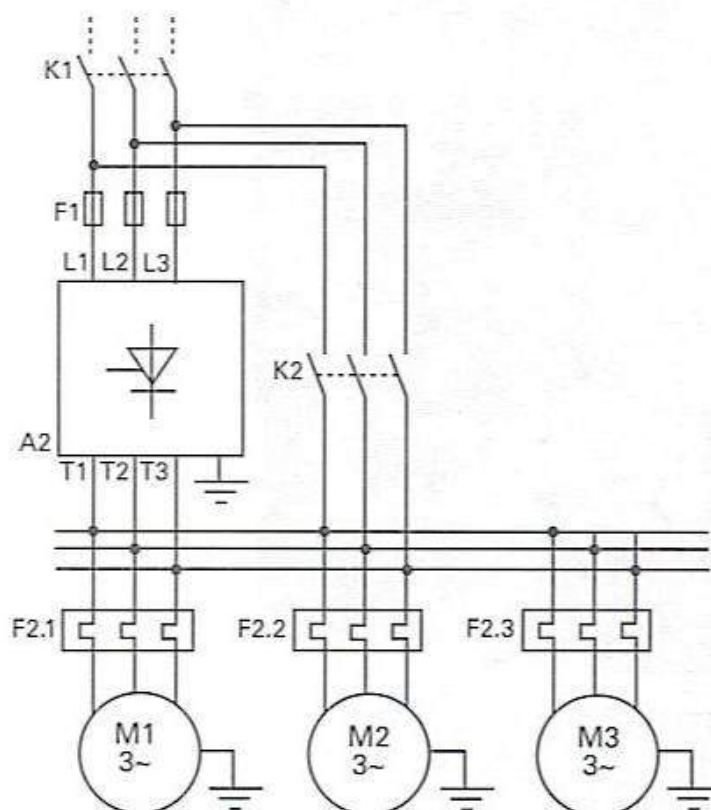


Arranque secuencial de varios motores con un sólo arrancador electrónico SIEMENS SIKOSTART 3RW22.

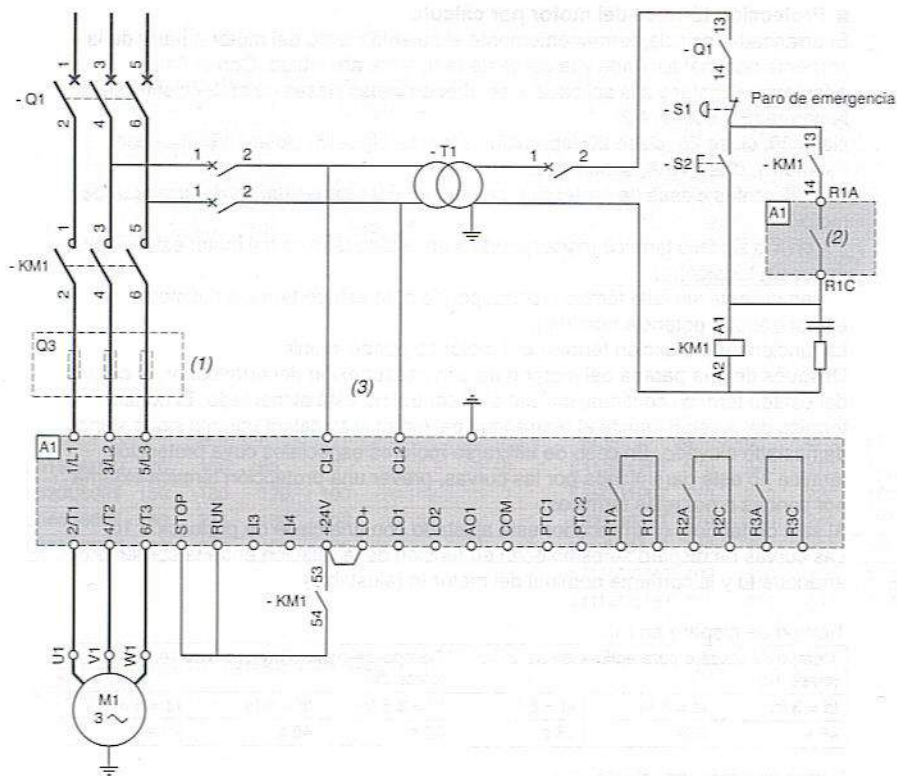
Arranques simultáneos.

En este tipo de arranques, la potencia asignada del arrancador electrónico SIEMENS SIKOSTART 3RW22 en proyecto, debe ser como mínimo tan grande como la suma de las potencias asignadas de todos los motores.

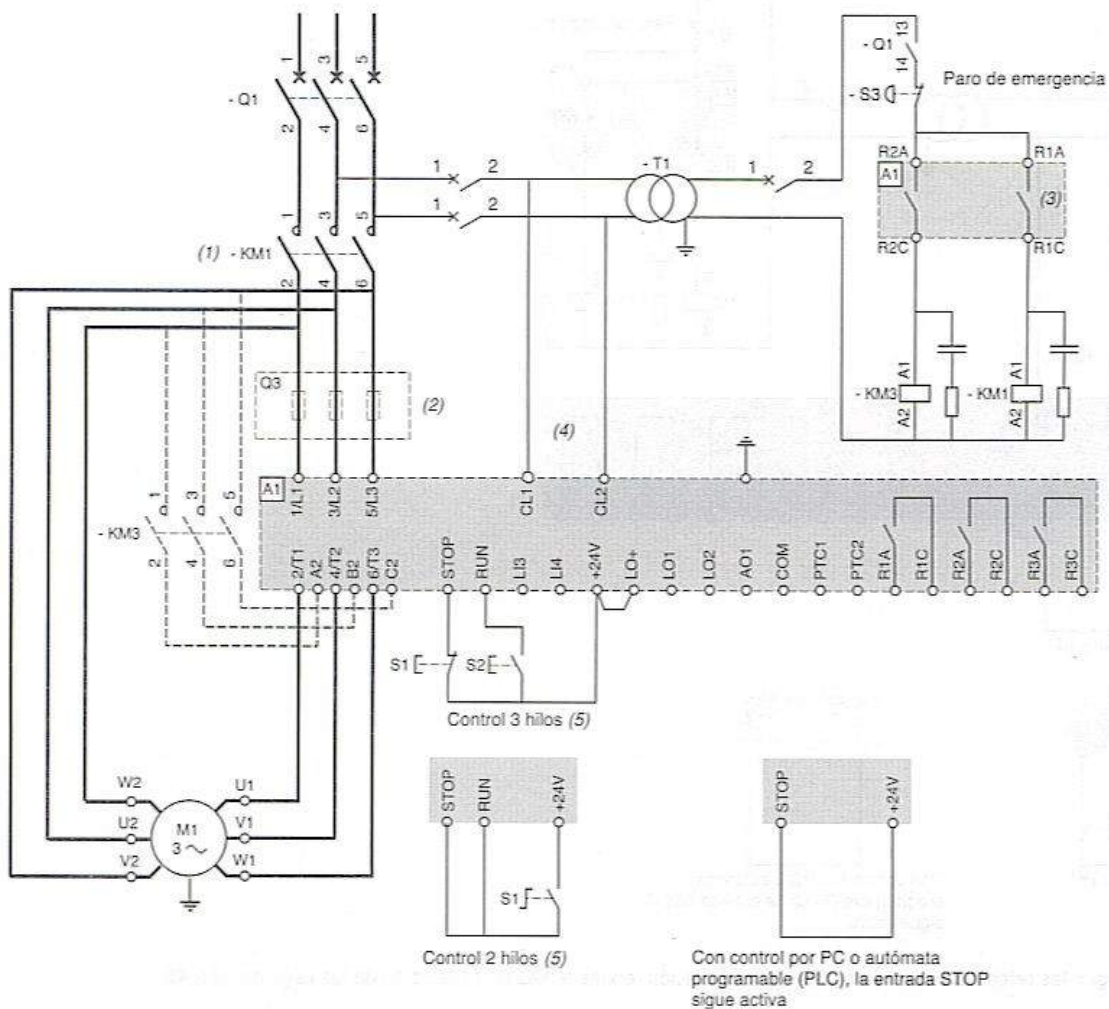
Las cargas deben tener curvas de par mecánico o torque/velocidad y momentos de inercia similares, ver el siguiente diagrama:



Arranque simultáneo de varios motores con un sólo arrancador electrónico SIEMENS SIKOSTART 3RW22.

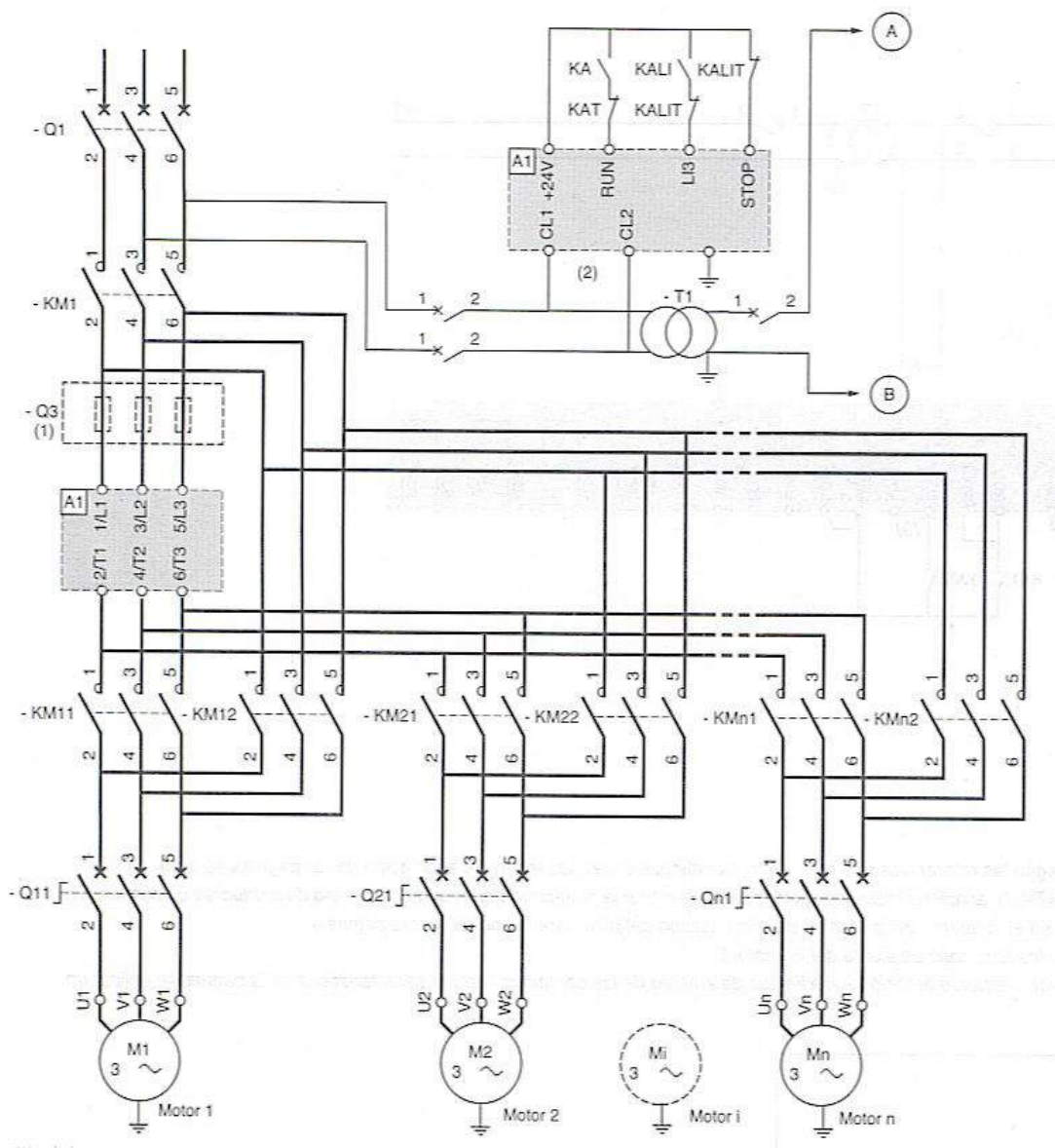


Arrancador de estado sólido de la marca Telemecanique Alistart 48, esquema de aplicación recomendado para un sentido de marcha con contactor de línea.



Arrancador de estado sólido Telemecanique Alistart 48, esquema de aplicación recomendado para la conexión del arrancador en la delta o

triángulo del motor, un sentido de marcha, parada en rueda libre, con contactores de línea y de by – pass del arrancador.



Arrancador de estado sólido Telemecanique Alistart 48, esquema de aplicación recomendado para el arranque de varios motores en cascada con un solo arrancador Alistart 48, un sentido de marcha y contactor de línea.



Arrancador de estado sólido de pequeña potencia Telemecanique LH4-N.

asumir las características de operación de los arrancadores electrónicos de la siguiente manera:

SOFT STARTERS “ARRANCADORES SUAVES”. ARRANCADORES ELECTRONICOS O DE ESTADO SÓLIDO PARA MOTORES ELÉCTRICOS DE INDUCCIÓN DE C. A.

Funciones que realizan:

1. Alimentan al motor en el arranque con una tensión reducida.
2. Limitan o disminuyen la corriente de arranque.
3. Reducen el par mecánico o torque de arranque del motor.
4. La tensión reducida o voltaje reducido de inicio de arranque se incrementa gradualmente.
5. Una vez que el incremento de la tensión se ha realizado adecuadamente, el motor se alimenta directamente con la tensión plena.
6. Pueden evitar la inercia del accionamiento cuando se produce la desconexión del motor a través de una función de parada suave.

7. Puede conectarse directamente al arrancador un relevador térmico de sobrecarga.
8. Evitan los efectos de conmutación de contactores como sucede en los arrancadores a tensión reducida por los métodos autotransformador, estrella-delta, devanado bipartido, etc.
9. Por medio de potenciómetros se pueden ajustar tanto el tiempo como la tensión de arranque, y, el tiempo de parada del motor. (Tres parámetros de ajuste: tensión de arranque, tiempo de arranque y tiempo de paro).

14. VARIADORES AJUSTABLES DE FRECUENCIA O VARIADORES DE VELOCIDAD DE MOTORES DE INDUCCIÓN.

En el subobjetivo de aprendizaje anterior se ha tratado acerca de los Arrancadores de estado sólido electrónicos o conocidos también como arrancadores suaves (soft starters). Formulamos entonces la siguiente interrogante:

¿Hay otras formas de arrancar suavemente un motor eléctrico de inducción tipo rotor jaula de ardilla de corriente alterna?

Un convertidor de frecuencia también podría ser usado para arrancar suavemente un motor. Sin embargo, los convertidores de frecuencia sólo tienen sentido si además del arranque la velocidad del motor debe ser variada durante la operación; y desde luego esto tiene un costo adicional.

Velocidad en Motores de Inducción de C. A.

Velocidad síncrona en motores de inducción.

La velocidad síncrona es la velocidad del campo giratorio inducido en el estator.

Velocidad asíncrona en motores de inducción.

La velocidad asíncrona es la velocidad del rotor del motor. El rotor de los motores de inducción gira a una velocidad menor que la síncrona, esto es debido al fenómeno llamado deslizamiento.

Deslizamiento en motores de inducción.

El deslizamiento en motores de inducción se define como la diferencia entre la velocidad síncrona **Ns** y la velocidad del rotor **Nr**.

La velocidad síncrona se calcula con la fórmula siguiente:

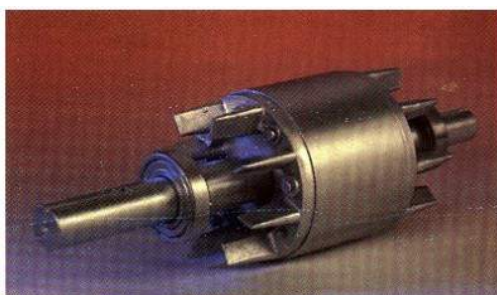
$$N_s = (120 \times \text{frecuencia}) / (\text{número de polos}).$$

Sabemos que la frecuencia del voltaje generado por la Comisión Federal de Electricidad de México, empresa que genera, transmite y distribuye la energía que consumimos en nuestras plantas industriales es de 60 Hz. es decir 60 ciclos por segundo.

Normalmente los fabricantes diseñan y manufacturan los motores eléctricos de inducción con los siguientes números de polos: 2, 4, 6 y 8.



Al energizarse el embobinado de un motor de inducción, en el estator hay un campo magnético giratorio que se desplaza a una velocidad llamada velocidad síncrona que depende del número de polos y de la frecuencia.



El rotor jaula de ardilla de un motor de inducción de c. a. gira a una velocidad menor que la velocidad síncrona debido al fenómeno del deslizamiento, la velocidad que desarrolla el rotor se llama velocidad asíncrona.



El motor de inducción de c. a., también es designado con el nombre de Motor Asíncrono.

Por lo anterior, si aplicamos la fórmula de la velocidad síncrona y calculamos esta velocidad para los motores de 2, 4, 6 y 8 polos respectivamente, tendremos el siguiente resultado:

Núm. de polos.	Frecuencia en Hz.	Veloc. Síncrona en R. P. M.
2	60	3,600
4	60	1,800
6	60	1,200
8	60	900

La expresión matemática del deslizamiento **S** es la siguiente:

$$\%S = ((N_s - N_r) / N_s) \times 100$$

Siendo:

%S : Deslizamiento en tanto por ciento.

Ns : Velocidad síncrona en R. P. M.

Nr : Velocidad asíncrona en R. P. M.

Analizando la fórmula de la Velocidad Síncrona **Ns**, podemos darnos cuenta que si cambia la frecuencia en Hz. podemos obtener diferente Velocidad en R. P. M., siendo esto precisamente lo que hacen los Variadores de Frecuencia llamados también Variadores de Velocidad Síncrona.

Variador de Frecuencia Ajustable de C. A. (Adjustable Speed Drives A. C.)

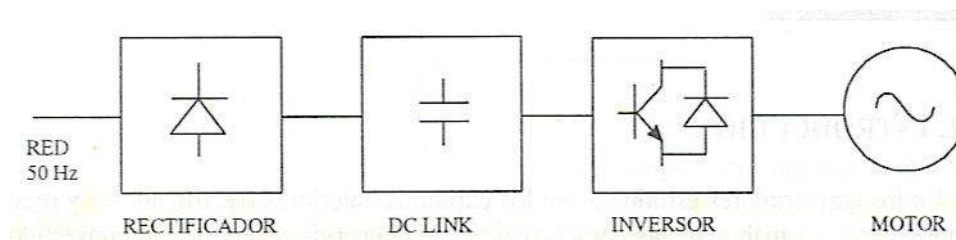
Definición. *Un variador de frecuencia o variador de velocidad es un dispositivo de electrónica de potencia que puede controlar la velocidad síncrona, el par mecánico o torque y la dirección de rotación de un motor de inducción tipo rotor jaula de ardilla de C. A., empleando un arranque suave y paro suave.*

Breve descripción:

En los llamados convertidores o rectificadores se lleva a cabo la transformación de las características de la energía de entrada al convertidor energía suministrada por la red de distribución de la empresa suministradora, pasando de tensión alterna a continua o, de tensión alterna a alterna de diferente valor eficaz; pero no se tiene la posibilidad de variar la frecuencia de esta tensión. Tampoco se tiene posibilidad de obtener corriente alterna a partir de fuentes de corriente continua (baterías, acumuladores). Para dar solución a estos problemas, aparecen los convertidores de D. C. – A. C., denominados comúnmente “inversores”.

Existen aplicaciones en las que realmente lo que interesa, es la posibilidad de variar la frecuencia en un amplio margen (a la vez que la amplitud de tensión). Este es el caso de los variadores de frecuencia utilizados en la regulación de velocidad de motores eléctricos de inducción de corriente alterna (asíncronos y síncronos).

La alimentación se obtiene a partir de la tensión de la red de distribución, alterna trifásica o monofásica de 60 Hz. (50 Hz. en Europa), obteniendo una etapa intermedia de tensión continua, denominada “D. C. link”, por medio del conjunto formado por un rectificador y filtro. A continuación se coloca el inversor entre la “D. C. link” y el motor, como se muestra en la figura siguiente:

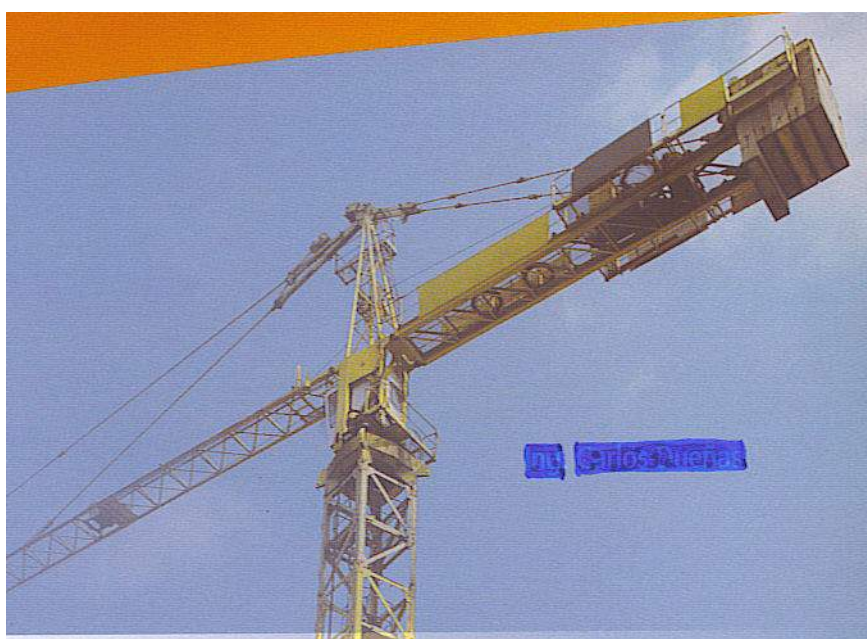


Esquema de bloques del circuito elemental de fuerza o potencia de un Variador de Frecuencia Ajustable de Corriente Alterna.

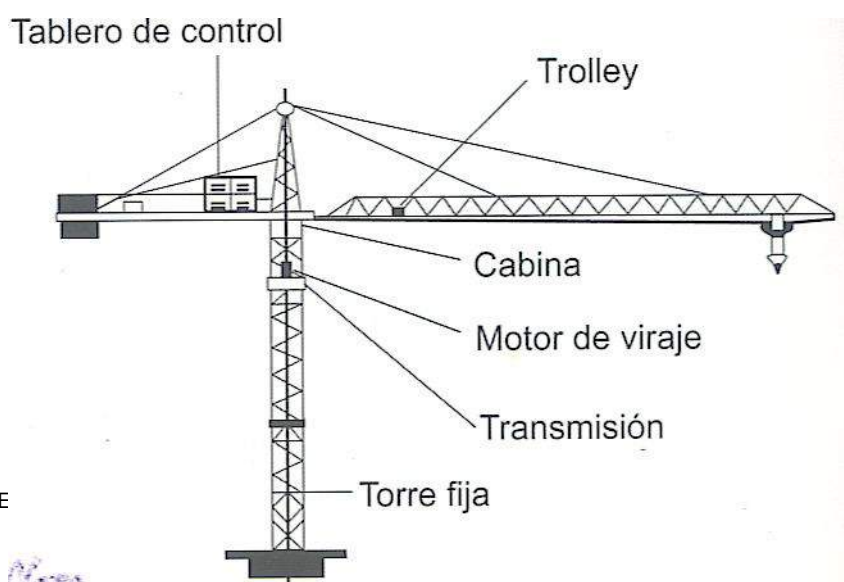


Grúas.

Antes y aún hoy en día, existían sistemas donde el izaje y descenso de cargas en grúas se realiza por medio de tableros complejos de control eléctrico o electrónico que se encargan de controlar, la aceleración, sentido de giro, secuencias de freno y par mecánico de los motores de grúas. Dichos motores son de C. D. o de rotor devanado (de anillos rozantes) de C. A. Ahora mediante un variador de velocidad en C. A. y sus completos algoritmos de control, permiten realizar las mismas funciones sin la necesidad de equipo tan complejo y con lógicas de freno programables; ofreciendo además ayuda al diagnóstico de fallas que no existían en los controles tradicionales.



Grúa torre.



Grúa torre con capacidad para 20 Toneladas, donde se llevo a cabo un reacondicionamiento mediante el reemplazo de los viejos sistemas de control por variadores de velocidad Telemecanique Altivar 71, controlandose la dirección de giro, velocidad, aceleración, torque y frenado.



Variador de velocidad Telemecanique Altivar 61 de C. A., forma parte de la familia de variadores de la citada marca. Desde 0.75 KW a 630 KW (1 H. P. a 844 H. P.). En 240 V. C. A. / 480 V. C. A.

Aplicable en sistemas de bombeo (regulación de flujo o presión), distribución de agua (multibombeo), ventilación (estación de climas, evacuación de humo). Diseñado para aplicaciones HVAC (HVAC = Heating/ventilation/Air conditioning) aplicaciones de torque variable.



VARIADOR DE FRECUENCIA AJUSTABLE DE C. A. ALLEN-BRADLEY POWER FLEX 4.

1 Introducción

La familia Allen-Bradley de Drives PowerFlex de Frecuencia Variable AC ofrece una similitud significativa a través de múltiples plataformas, incluyendo redes, interfaz de operador, programación y hardware. Esta similitud permite al usuario sentirse cómodo al programar e iniciar cualquier de los drives PowerFlex AC.

El drive PowerFlex 4 AC es un miembro, amigable para el usuario, de la familia de drives PowerFlex. PowerFlex 4 está diseñado para satisfacer las demandas globales de las OEM (Original Equipment Manufacturers/Fabricantes de Equipo Original) y las de los usuarios que exigen flexibilidad, ahorro de espacio y facilidad de uso, proporcionando una opción de control de velocidad eficiente en cuanto a costos, para aplicaciones tales como herramientas de maquinaria, ventiladores, bombas, bandas transportadoras y sistemas de manejo de materiales.

1 Luces Indicadoras LED de Status de Drive

Localizadas en la parte del frente de cada drive hay varias luces indicadoras LED del Status del Drive. Estas luces LED son útiles al realizar diagnósticos simples.

No.	Nombre de LED	Estado de LED	Descripción
1	Status de Programa	Rojo Sólido	Indica un valor de parámetro que puede ser cambiado.

③	→	④			
②	Status de Falla	Rojo Sólido	Indica que hay una falla en el drive.		
③	Status de Pot.	Verde Sólido	Indica que el potenciómetro es funcional.		
④	Status de la tecla de Inicio	Verde Sólido	Indica que la tecla Start (Inicio) es funcional		

Telas de Programación y Display:



Tecla Escape



Tecla Select (Seleccionar)



Up Arrow (Flecha Hacia Arriba)



Down Arrow (Flecha Hacia Abajo)



Tecla Enter (Intro)

Controles & Teclas de Control:



Potenciómetro





Tecla Start (Inicio)
(Verde)



Tecla Reverse
(Reversa)



Tecla Stop (Paro)
(Roja)



Inicio Rápido

Variador de Velocidad de CA PowerFlex 4

FRN 2.xx

Esta Guía de Inicio Rápido resume los pasos básicos necesarios para instalar, poner en marcha y programar el variador de velocidad de CA PowerFlex 4. La información provista **No** reemplaza al Manual del Usuario y está diseñada sólo para el personal de servicio calificado.

Para obtener información detallada sobre el PowerFlex 4, incluyendo instrucciones EMC, consideraciones sobre la aplicación y precauciones relacionadas, consulte el *Manual de Usuario* del PowerFlex 4, Publicación 22A-UM001x en el CD suministrado con el variador o en www.ab.com/manuals/dr.

Precauciones Generales



ATENCIÓN: El variador contiene capacitores de alta tensión, los cuales demoran algún tiempo en descargarse después de retirar el suministro eléctrico. Antes de trabajar en el variador, verifique el aislamiento del suministro eléctrico en las líneas de alimentación [R, S, T (L1, L2, L3)]. Espere tres minutos para que se descarguen los capacitores hasta niveles seguros de tensión. El incumplimiento de estas indicaciones puede resultar en lesiones personales o la muerte.

Los indicadores LED apagados no constituyen una indicación de que los capacitores se hayan descargado hasta niveles de tensión seguros.



ATENCIÓN: Pueden ocurrir lesiones personales o daño al equipo si este parámetro (A092 [Int. rearme auto], A094 [Inic al encender]) se usa en una aplicación incorrecta. No utilice esta función sin considerar los reglamentos, estándares, códigos locales, nacionales e internacionales y las pautas de la industria.



ATENCIÓN: Sólo el personal cualificado y familiarizado con los variadores de velocidad de CA y las maquinarias asociadas debe planificar o realizar la instalación, la puesta en marcha y el mantenimiento subsiguiente del sistema. El incumplimiento de estas indicaciones puede resultar en lesiones personales y/o daño al equipo.



ATENCIÓN: Este variador tiene componentes y ensamblajes sensibles a las ESD (Descargas Electrostáticas). Se deben tomar precauciones de control de estática al instalar, probar, realizar el servicio o reparar este dispositivo. El no seguir los procedimientos de control de ESD puede resultar en daño a los componentes. Si no está familiarizado con los procedimientos de control de estática, consulte la publicación de A-B 8000-4.5.2, "Protección contra Daño Electrostático" o cualquier otro manual de protección contra ESD pertinente.



ATENCIÓN: La instalación o aplicación incorrecta de un variador puede resultar en daño a los componentes o en una menor vida útil del producto. Los errores de cableado o de aplicación, tales como tamaño insuficiente del motor, fuente de alimentación de CA incorrecta o inadecuada, o temperaturas ambiente excesivas pueden resultar en un funcionamiento defectuoso del sistema.

Español-2

Consideraciones de Montaje

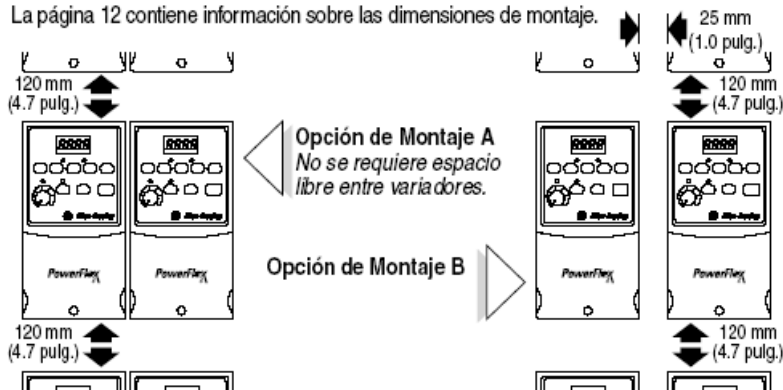
- Instale el variador en posición perpendicular sobre una superficie vertical y a nivel.
 - Instálelo en un bastidor DIN de 35 mm.
 - o bien
 - Instálelo con tornillos.

Grosor Mínimo del Panel	Tamaño del Tornillo	Par de Montaje
1.9 mm (0.0747 pulg.)	m4 x 0.7 (#8-32)	1.56-1.96 Nm (14-17 lb.-pulg.)

- Evite el polvo o las partículas metálicas para proteger el ventilador de enfriamiento.
- No lo exponga a una atmósfera corrosiva.
- Proteja la unidad contra la humedad y la luz solar directa.

Distancias Libres Mínimas de Montaje

La página 12 contiene información sobre las dimensiones de montaje.

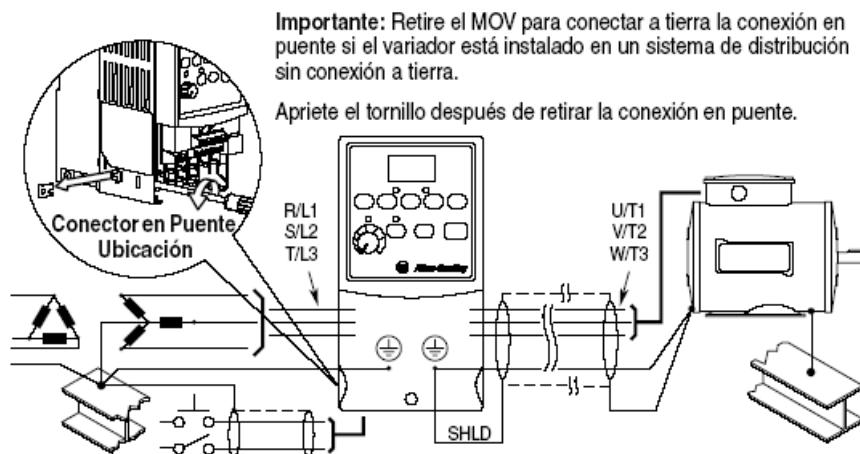


Temperaturas Ambiente de Operación

Temperatura Ambiente		Capacidad Nominal del Envolvente	Distancias Libres Mínimas de Montaje
Mínimo	Máximo		
-10°C (14°F)	40°C (104°F)	IP 20/Tipo Abierto	Use la Opción de Montaje A
		IP 30/NEMA 1/UL Tipo 1 ⁽¹⁾	Use la Opción de Montaje B
	50°C (122°F)	IP 20/Tipo Abierto	Use la Opción de Montaje B

⁽¹⁾ La capacidad nominal requiere la instalación del conjunto opcional PowerFlex 4 IP 30/NEMA 1/UL Tipo 1.

Requisitos Generales de Conexión a Tierra

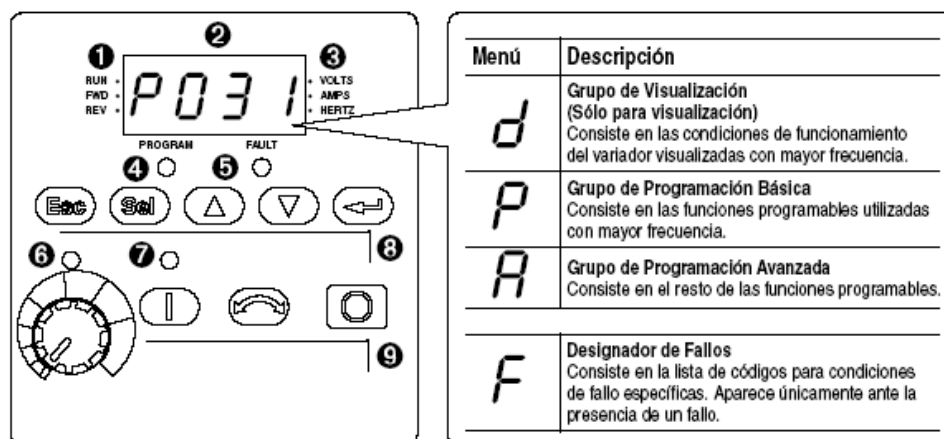


Cumplimiento de Normativas CE

Consulte el *Manual del Usuario* del PowerFlex 4 en el CD suministrado con el variador para obtener detalles sobre cómo cumplir con las normativas sobre Baja Tensión (LV) y de Compatibilidad Electromagnética (EMC).

Español-7

Teclado Integral



No.	LED	Estado del Indicador LED	Descripción
1	Estado de Marcha/Dirección	Rojo Continuo	Indica que el variador está funcionando y comandó la dirección del motor.
		Rojo Intermitente	El variador ha indicado el cambio de dirección. Indica la dirección real del motor mientras reduce la aceleración a cero.
2	Pantalla Alfanumérica	Rojo Continuo	Indica el número de parámetro, el valor del parámetro o código de fallo.
		Rojo Intermitente	Un sólo dígito intermitente indica que puede modificarse dicho dígito. Todos los dígitos intermitentes es indicación de una condición de fallo.
3	Unidades Mostradas	Rojo Continuo	Indica las unidades del valor del parámetro mostrado en pantalla.
4	Estado del Programa	Rojo Continuo	Indica que se puede cambiar el valor de parámetro.
5	Estado de Fallo	Rojo Intermitente	Indica que el variador tiene un fallo.
6	Estado del Potenciómetro	Verde Continuo	Indica que el potenciómetro en el Teclado Integral está activo.
7	Estado de la Tecla de Arranque	Verde Continuo	Indica que la Tecla de Arranque en el Teclado Integral está activa. La tecla de Retroceso también está activa a menos que se inhabilite por medio del A095 [Inver. Deshab.].

No.	Tecla	Nombre	Descripción
8		Escapar	Retroceder un paso en el menú de programación. Anular un cambio a un valor de parámetro y salir del Modo de Programación.
		Seleccionar	Avanzar un paso en el menú de programación. Seleccionar un dígito al visualizar el valor del parámetro.
		Flecha Hacia Arriba Flecha Hacia Abajo	Permite desplazarse a través de grupos y parámetros. Aumenta o reduce el valor de un dígito intermitente.
		Ingresar	Avanzar un paso en el menú de programación. Guardar un cambio a un valor de parámetro.
9		Potenciómetro	Se usa para controlar la velocidad del variador. La condición predeterminada es activa. Se controla por medio del parámetro P038.
		Puesta en Marcha	Se utiliza para poner en marcha el variador. La condición predeterminada es activa. Se controla por medio del parámetro P036.
		Retroceso	Se usa para invertir la dirección del variador. La condición predeterminada es activa. Se controla por medio de los parámetros P036 y A095.
		Paro	Se usa para detener el variador o borrar un fallo. Esta tecla siempre está activa. Se controla por medio del parámetro P037.

Español-8

Visualización y Edición de Parámetros

El último parámetro del Grupo de Visualización utilizado por el usuario se guarda al interrumpir la alimentación eléctrica y se muestra en pantalla por defecto al volverse a aplicar la alimentación eléctrica.

A continuación se presenta un ejemplo de las funciones básicas del teclado integral y la pantalla. Este ejemplo proporciona instrucciones básicas de navegación e ilustra cómo programar el primer parámetro del Grupo de Programación.

Paso	Tecla(s)	Ejemplo de Pantallas
1. Al aplicar la alimentación eléctrica, aparece brevemente con caracteres intermitentes el último número de parámetro de Grupo de Visualización seleccionado por el usuario. La pantalla entonces muestra por defecto el valor actual del parámetro. (El ejemplo muestra el valor de d001 [Frec. Salida] con el variador detenido.)		
2. Pulse Esc una vez para visualizar el número de parámetro de Grupo de Visualización que se muestra durante la puesta en marcha. El número de parámetro se iluminará intermitentemente.	Esc	
3. Vuelva a pulsar Esc para ingresar al menú de grupo. La letra del menú de grupo se iluminará intermitentemente.	Esc	
4. Pulse la tecla de Flecha Hacia Arriba o Hacia Abajo para desplazarse a través del menú de grupo (d, P y A).	▲ o ▼	
5. Pulse Enter o Sel para ingresar a un grupo. El dígito de la derecha del último parámetro visualizado en ese grupo se iluminará intermitentemente.	← o Sel	
6. Pulse las flechas Hacia Arriba o Hacia Abajo para desplazarse por los parámetros que están en el grupo.	▲ o ▼	
7. Pulse Enter o Sel para ver el valor de un parámetro. Si no desea editar el valor, pulse Esc para regresar al número del parámetro.	← o Sel	
8. Pulse Enter o Sel para acceder al modo de programación y modificar el valor del parámetro. El dígito de la derecha se iluminará intermitentemente y el indicador LED del Programa se iluminará si se puede modificar el parámetro.	← o Sel	
9. Pulse las flechas Hacia Arriba o Hacia Abajo para cambiar el valor del parámetro. Si lo desea, pulse Sel para moverse de dígito a dígito o de bit a bit. El dígito o bit que puede cambiar parpadeará.	▲ o ▼	
10. Pulse Esc para cancelar un cambio. El dígito dejará de parpadear, se restaura el valor anterior y se apagará el indicador LED del Programa. O bien Pulse Enter para guardar un cambio. El dígito dejará de parpadear y se apagará el indicador LED del Programa.	Esc ←	
11. Pulse Esc para regresar a la lista de parámetros. Continúe pulsando Esc para salir del menú de programación. Si al pulsar Esc no cambia la pantalla, entonces aparecerá d001 [Frec. salida]. Pulse Enter o Sel para ingresar al menú de un grupo.	Esc	

Ver el Manual del Usuario del PowerFlex 4 en CD para obtener información sobre los parámetros.

Español-9

Español-10

Ver el Manual del Usuario del PowerFlex 4 en CD para obtener información sobre los parámetros.

No.	Parámetro	Mín/Máx	Pantalla/Opciones	Valor Predeter- minado
A070 A071 A072 A073	[Frec presel 0] ⁽¹⁾ [Frec presel 1] [Frec presel 2] [Frec presel 3]	0.0/240.0 Hz	0.1 Hz	0.0 Hz 5.0 Hz 10.0 Hz 20.0 Hz
	⁽¹⁾ Para activar [Frec presel 0] establezca P038 [Referencia de Velocidad] en la opción 4.			
	Estado de Entrada de Ent. Digital 1 (Terminal de E/S 05)	Estado de Entrada de Ent. Digital 2 (Terminal de E/S 06)	Fuente de Frecuencia	Parámetro Acel./Decel. utilizado ⁽²⁾
	0	0	[Frec presel 0]	[Tiempo acel. 1] / [Tiempo decel. 1]
	1	0	[Frec presel 1]	[Tiempo acel. 1] / [Tiempo decel. 1]
	0	1	[Frec presel 2]	[Tiempo acel. 2] / [Tiempo decel. 2]
	1	1	[Frec presel 3]	[Tiempo acel. 2] / [Tiempo decel. 2]
	⁽²⁾ Cuando una entrada digital se establece en "Acel. 2 y Decel. 2" y la entrada está activa, dicha entrada anula los ajustes en esta tabla.			
A078	[Frecuencia test]	0.0/[Frecuencia máx.]	0.1 Hz	10.0 Hz
A079	[Impulsos Acel./Decel.]	0.1/600.0 Seg.	0.1 Seg.	10.0 Seg.
A080	[Tiempo freno CC]	0.0/90.0 Seg.	0.1 Seg.	0.0 Seg.
A081	[Nivel freno CC]	0.0/(Intens. var × 1.8)	0.1 Amps	Amps × 0.05
A082	[Sel. resisten. FD]	0/99	0 = Inhabilitado 1 = 5% Ciclo de Trabajo 2 = 100% Ciclo de Trabajo 3-99 = % del Ciclo de Trabajo	0
A083	[% curva-S]	0/100%	1%	0% (Inhabilitado)
A084	[Refuer. arranque]	1/14	Ajustes en % de tensión base. Par variable Par constante 1 = "30.0" 5 = "0.0 no IR Comp" 10 = "10.0" 2 = "35.0" 6 = "0.0" 11 = "12.5" 3 = "40.0" 7 = "2.5" 12 = "15.0" 4 = "45.0" 8 = "5.0" 13 = "17.5" 9 = "7.5" 14 = "20.0"	8 7 (Variadores de 5 HP)
A088	[Tensión máxima]	20/Volts nomin var.	1 V CA	Volts nomin var.
A089	[Limite corriente]	0.1/(Intens. var × 1.8)	0.1 Amps	Amps × 1.5
A090	[Selec. SC Motor]	0/2	0 = "Sin Desclasificación" 1 = "Desclasificación Mínima" 2 = "Desclasificación Máxima"	0
A091	[Frecuencia PWM]	2.0/16.0 kHz	0.1 kHz	4.0 kHz
A092	[Int. rearme auto]	0/9	1	0
A093	[Retrd reinic au]	0.0/120.0 Seg.	0.1 Seg.	1.0 Seg
A094	[Inic al encender]	0/1	0 = "Inhabilitado" 1 = "Habilitado"	0
A095	[Inver Deshab.]	0/1	0 = "Retroseso Habilitado" 1 = "Retroseso Inhabilitado"	0
A096	[Act. mrch. Vuelo]	0/1	0 = "Inhabilitado" 1 = "Habilitado"	0
A097	[Compensación]	0/3	0 = "Inhabilitado" 2 = "Mecánico" 1 = "Eléctrico" 3 = "Ambos"	1
A098	[Disparo por Corriente SW]	0.0/(Intens. var × 2)	0.1 Amps	0.0 (Inhabilitado)
A099	[Factor de Proceso]	0.1/999.9	0.1	30.0
A100	[Borrar fallo]	0/2	0 = "Preparado" 1 = "Restablecer Fallo Activo" 2 = "Borrar Cola de Fallos"	0
A101	[Bloqueo Programa]	0/1	0 = "Desbloqueado" 1 = "Bloqueado"	0
A102	[Sel pto. prueba]	0/FFFF	1 Hex	400
A103	[Vel. datos com] ⁽³⁾	0/5	0 = "1200" 3 = "9600" 1 = "2400" 4 = "19.2K" 2 = "4800" 5 = "38.4K"	3
A104	[Direc nodo Com] ⁽³⁾	1/247	1	100
A105	[Acción pérd. comun.]	0/3	0 = "Fallo" 2 = "Paro" 1 = "Avance por inercia hasta detenerse" 3 = "Continuar última velocidad"	0
A106	[Tnp. pérd. comun.]	0.1/60.0	0.1	5.0
A107	[Formato com] ⁽³⁾	0/2	0 = "RTU 8-N-1" 1 = "RTU 8-E-1" 2 = "RTU 8-O-1"	0
A110	[Entrada analógica mínima de 0-10 V]	0.0/100.0%	0.1%	0.0
A111	[Entrada analógica máxima de 0-10 V]	0.0/100.0%	0.1%	100.0
A112	[Entrada analógica mínima de 4-20 mA]	0.0/100.0%	0.1%	0.0
A113	[Entrada analógica máxima de 4-20 mA]	0.0/100.0%	0.1%	100.0
A114	[Compensación por deslizamiento]	0.0/10.0 Hz	0.1 Hz	2.0 Hz

⁽³⁾ Es necesario apagar y encender la alimentación eléctrica del variador antes de que los cambios afecten el funcionamiento del variador. Ver el Manual del Usuario del PowerFlex 4 en CD para obtener información sobre los parámetros.

Español-11

No.	Parámetro	Mín/Máx	Pantalla/Opciones
d001	[Frec. salida]	0.0/[Frecuencia máx.]	0.1 Hz
d002	[Frec. de comando]	0.0/[Frecuencia máx.]	0.1 Hz

Ver el Manual del Usuario del PowerFlex 4 en CD para obtener información sobre los parámetros.

Español-11

Parámetros de Grupo de Visualización

No.	Parámetro	Mín/Máx	Pantalla/Opciones
d001	[Frec. salida]	0.0/[Frecuencia máx.]	0.1 Hz
d002	[Frec. de comando]	0.0/[Frecuencia máx.]	0.1 Hz
d003	[Int. salida]	0.00/Intens. var × 2	0.01 Amps
d004	[Tens. de salida]	0/Volts nomin var.	1 V CA
d005	[Tensión bus CC]	Basado en la capacidad nominal del variador	1 V CC
d006	[Estado del Variador]	0/1 (1 = Condición Verdadera)	Bit 3 Decelerando Bit 2 Acelerando Bit 1 Avance Bit 0 En marcha
d007-d009	[Código fallo x]	F2/F122	F1
d010	[Pantalla Proceso]	0.00/9999	0.01 – 1
d012	[Fuente de Control]	0/9	Bit 1 = Comando de velocidad (Ver P038; 9 = "Frec Impulsos") Bit 0 = Comando de arranque (Ver P036; 9 = "Impulso")
d013	[Estado ent. control]	0/1 (1 = Entrada presente)	Bit 3 Reservado Bit 2 Entrada de paro Bit 1 Dir/Marcha REV Bit 0 Arranque/Marcha de AVANCE
d014	[Estado ent digit]	0/1 (1 = Entrada presente)	Bit 3 Reservado Bit 2 Reservado Bit 1 Sel. ent digit 2 Bit 0 Sel. ent digit 1
d015	[Estado com]	0/1 (1 = Condición Verdadera)	Bit 3 Ocurrió fallo Bit 2 Opción RS485 Bit 1 Transmitiendo Bit 0 Recibiendo
d016	[Ver. SW control]	1.00/99.99	0.01
d017	[Tipo de Variador]	1001/9999	1
d018	[Tiempo de marcha]	0/9999 Hrs	1 = 10 Hrs
d019	[Dato pto prueb]	0/FFFF	1 Hex
d020	[Entrada analógica 0-10 V]	0.0/100.0%	0.1%
d021	[Entrada analógica 4-20 mA]	0.0/100.0%	0.1%

Códigos de fallos

Para borrar un fallo, pulse la tecla Paro, apague y encienda la alimentación eléctrica o establezca A100 [Borrar Fallo] en 1 ó 2.

No.	Fallo	Descripción
F2	Entrada auxiliar ⁽¹⁾	Verifique el cableado remoto.
F3	Pérdida alim	Supervise la línea de CA entrante para detectar baja tensión o interrupciones en la línea de potencia.
F4	Baja Tensión ⁽¹⁾	Supervise la línea de CA entrante para detectar baja tensión o interrupciones en la línea de potencia.
F5	Sobretensión ⁽¹⁾	Supervise la línea de CA para verificar si existe sobretensión o condiciones transitorias. La sobretensión del bus también puede ser ocasionada por la regeneración del motor. Prolongue el tiempo de deceleración o instale una opción de frenado dinámico.
F6	Motor parado ⁽¹⁾	Aumente [Tiempo acel. X] o reduzca la carga para que la corriente de salida del variador no exceda la corriente establecida por el parámetro A089 [Límite corriente].
F7	Sobrecarga del Motor ⁽¹⁾	Existe una carga de motor excesiva. Reduzca la carga para que la corriente de salida del variador no exceda la corriente establecida por el parámetro P033 [Intensidad SC Motor].
F8	Sobrtmp. Rad. ⁽¹⁾	Verifique que no haya aletas bloqueadas o sucias en el disipador de calor. Verifique que la temperatura ambiente no haya excedido 40°C (104°F) para instalaciones IP 30/NEMA1/UL Tipo 1 ó 50°C (122°F) para instalaciones de tipo abierto. Verifique el ventilador.
F12	Sobrcorr. HW ⁽¹⁾	Verifique la programación. Verifique que no haya exceso de carga, ajustes erróneos de CC, tensión de frenado de CC muy elevada u otras causas de exceso de corriente.
F13	Fallo tierra	Verifique el motor y el cableado externo de los terminales de salida del variador para una condición de puesta a tierra.
F33	Int. rearme auto	Corrija la causa del fallo y borre manualmente.
F38	Fase U a tierra	Verifique el cableado entre el variador y el motor. Verifique que no exista en el motor una fase a tierra. Si no se puede borrar el fallo, reemplace el variador.
F39	Fase V a tierra	
F40	Fase W a tierra	
F41	Fase UV corto	
F42	Fase UW corto	Verifique que no exista una condición de cortocircuito en el cableado del motor ni en el de salida del variador. Si no se puede borrar el fallo, reemplace el variador.
F43	Fase VW corto	
F48	Parám. predet.		El variador recibió instrucciones para escribir los valores predeterminados en el EEPROM. Borre el fallo o apague y encienda el variador. Programe los parámetros del variador según sea necesario.
F63	Sobrcorr. SW ⁽¹⁾	Verifique los requisitos de carga y el valor A098. [Disparo por corriente SW].
F64	Sobrcrg. varied.	Reduzca la carga o prolongue el Tiempo de aceleración.
F70	Unidad pot.	Apague y encienda la unidad. Si no se puede borrar el fallo, reemplace el variador.
F81	Pérdida comun.	Si el adaptador no se desconectó intencionalmente, verifique el cableado al puerto. Reemplace el cableado, el expansor de puerto, los adaptadores o todo el variador según se requiera. Verifique la conexión. Se desconectó intencionalmente un adaptador. Apague la unidad por medio de A105 [Acción pérd. comun.].
F100	Suma de verificación de parámetros	Restaurar los valores predeterminados en la fábrica.
F122	Fallo de tarjeta de E/S	Apague y encienda la unidad. Si no se puede borrar el fallo, reemplace el variador.

⁽¹⁾ Fallo de tipo Auto-Restab./Marcha. Configure con parámetros A092 y A093.

Podemos resumir por todo lo anterior las funciones de un Variador de Frecuencia o Variador de Velocidad de motores de inducción de C. A.

DRIVES DE FRECUENCIA (VARIADORES DE VELOCIDAD).



Variador de velocidad para motores de inducción de c.a.

Telemecanique Altivar 31.

VENTAJAS DE LA OPERACIÓN DE UN MOTOR ELÉCTRICO DE INDUCCIÓN TRIFÁSICO, TIPO ROTOR JAULA DE ARDILLA DE C. A. A TRAVÉS DE UN DRIVE DE FRECUENCIA VARIABLE.

- 1. Corriente y par de arranque más bajo.**
- 2. Inversión de rotación del motor sin contactores.**
- 3. Variación de la velocidad síncrona.**
- 4. Ajuste de la protección por sobrecarga.**
- 5. Frenado dinámico.**
- 6. Incremento del voltaje y la frecuencia juntos en el arranque.**
- 7. Se puede monitorear durante la operación del motor: volts, amperes, ciclos por segundo, r. p. m.**

15. P. L. C. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES.

Breve historia

La automatización industrial ha evolucionado a la par con el desarrollo de los sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos y de informática. En sus inicios, para automatizar un proceso se utilizaban palancas mecánicas, montaje de levas, engranajes, relés y pequeños motores, tal como se aprecia en la siguiente figura:

Figura 2.2 En épocas anteriores, los automatismos eran basados en engranajes y palancas mecánicas



Posteriormente con el desarrollo de la electrónica, ya se utilizaban transistores y señales eléctricas de bajo voltaje. Luego con la aparición de los circuitos integrados y en especial del microprocesador, los automatismos revolucionaron la industria de una forma sorprendente, ya que efectuaban el proceso de muchas señales simultáneas y entregaban una respuesta muy rápida para ese entonces.

Las computadoras también empezaron a formar parte en el control automático de procesos industriales, pero debido a que su sistema de entradas y salidas era limitado para estas labores, surgieron controladores especializados y programables con las herramientas necesarias para controlar líneas de producción completas. Así entonces, es que aparece el P. L. C. o Autómata, un dispositivo programable que puede ajustarse a las necesidades de determinado proceso que se quiera automatizar, brindando economía, robustez, confiabilidad y flexibilidad en los diseños para los cuales es elegido.

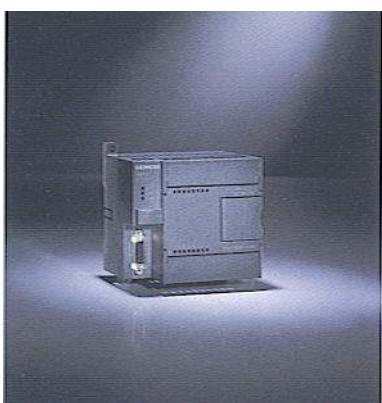
Aunque los PLCs y otros dispositivos de control programable cumplían con las tareas para las que fueron diseñados, se hizo necesaria la integración de los sistemas de control con los sistemas de adquisición y procesamiento de datos. Prácticamente era la unión entre las labores de control de dispositivos como el PLC y las labores de procesamiento de datos de una computadora. Las

computadoras industriales suelen tener ambas funciones incorporadas. Sin embargo, es muy común encontrar equipos independientes comunicados en forma permanente para vigilar, controlar y suministrar la mayor información posible del proceso automático.

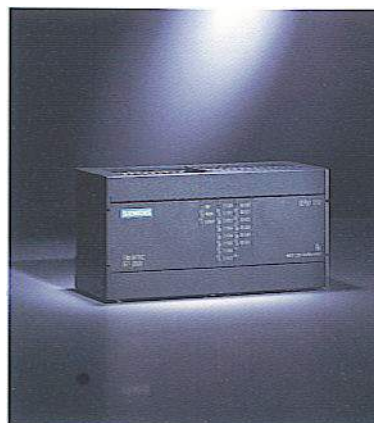
Por tal razón, los PLCs siguen actualmente dedicados específicamente al control de procesos, pero vienen dotados de sistemas de comunicaciones que los acoplan de una manera óptima a las redes de computadoras, permitiendo así las funciones de Producción Integrada por Computadora o CIM (por sus siglas en inglés).

Autómatas o PLCs

Los Autómatas, también llamados **PLCs (Programmable Logic Controllers)**, o **Controladores Lógicos Programables**, figura siguiente:



PLC SIEMENS CPU 222.



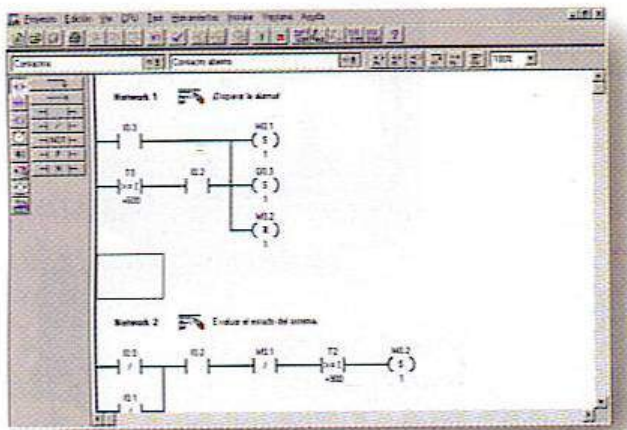
PLC SIEMENS CPU 212.

Son dispositivos electrónicos de procesamiento que poseen entradas y salidas de diferentes tipos de señal.

Su funcionamiento depende de un programa que se le ha introducido previamente, con el cual se ejecuta cierta secuencia en forma completamente automática. El programa se elabora a partir de unas reglas o condiciones que dependen del proceso en sí a automatizar y del tipo de señales que deben manejar.

Para la Programación de los PLCs, se tienen varias opciones, dependiendo del tipo de PLC y especialmente del proceso a automatizar. Por ejemplo, se puede programar en forma de símbolos o lenguaje de esquema de contactos (diagramas tipo escalera), lista de instrucciones o en diagrama funciones, en órdenes o sentencias que se ejecutan en forma secuencial y hasta en lenguajes de alto nivel.

Quizás el lenguaje más utilizado sea el de contactos o diagramas tipo escalera, como el que se observa en la siguiente figura:



Programación de un PLC. Las salidas dependen del estado de las entradas.

gracias a su semejanza a los diagramas de circuitos de control NEMA tipo escalera y a que su modo gráfico permite una mayor visión del proceso.

Ya se mencionó en anterior párrafo que las siglas **PLC**, significa: **Programmable Logic Controllers** (del inglés: **Controlador Lógico Programable**), pero...

¿Qué es un Controlador Lógico Programable?

Es un equipo electrónico, utilizado para control de secuencias lógicas de control automático, principalmente de máquinas, basado en técnicas digitales con micro-procesador o microcomputador, inicialmente solo con entradas y salidas binarias (dos estados: "0" y "1" = 24 V); con un circuito muy parecido a una computadora en su interior, pero "forzado" a ser similar a una lógica de:

- a) Relevadores de control: formado de contactos N.A. y N.C., suficientes contactos para formar las combinaciones lógicas: "AND" (serie), "OR" (paralelo).
- b) Relevadores de retardo de tiempo, o temporizadores, o "Timers".
- c) Contadores.

Por mencionar un ejemplo, el PLC del fabricante SIEMENS SIMATIC S7-200 es un paquete que contiene todo el hardware y software, así como los CPU con salidas a relevador, cable de conexión PC/PPI, software de programación STEP 7-Micro/WIN basado en Windows.

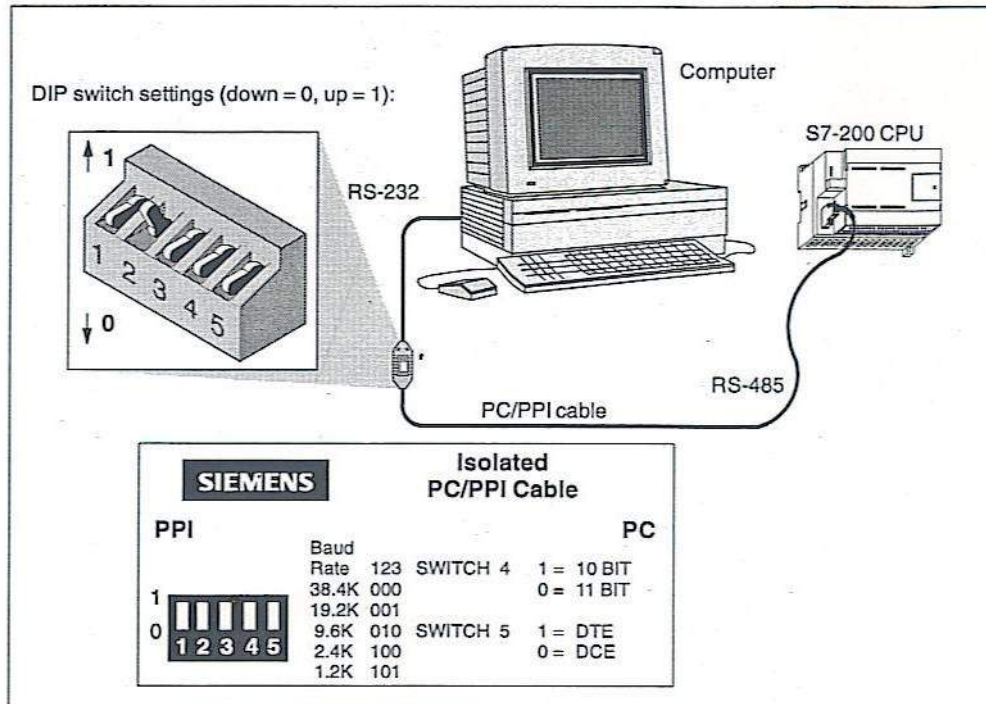


Figure 3-1 Communicating with a CPU in PPI Mode

A continuación se citan los datos técnicos de uno de los PLC Controladores SIEMENS SIMATIC S7-200, el CPU 222:

Datos técnicos del CPU 222:

Memoria de programa: 4 Kbytes.

Tiempo de ejecución por instrucciones binarias: 0.37 microsegundos.

Marcas (relevadores internos): 256.

Contadores: 256.

Temporizadores (Relevadores de retardo de tiempo –timers): 256.

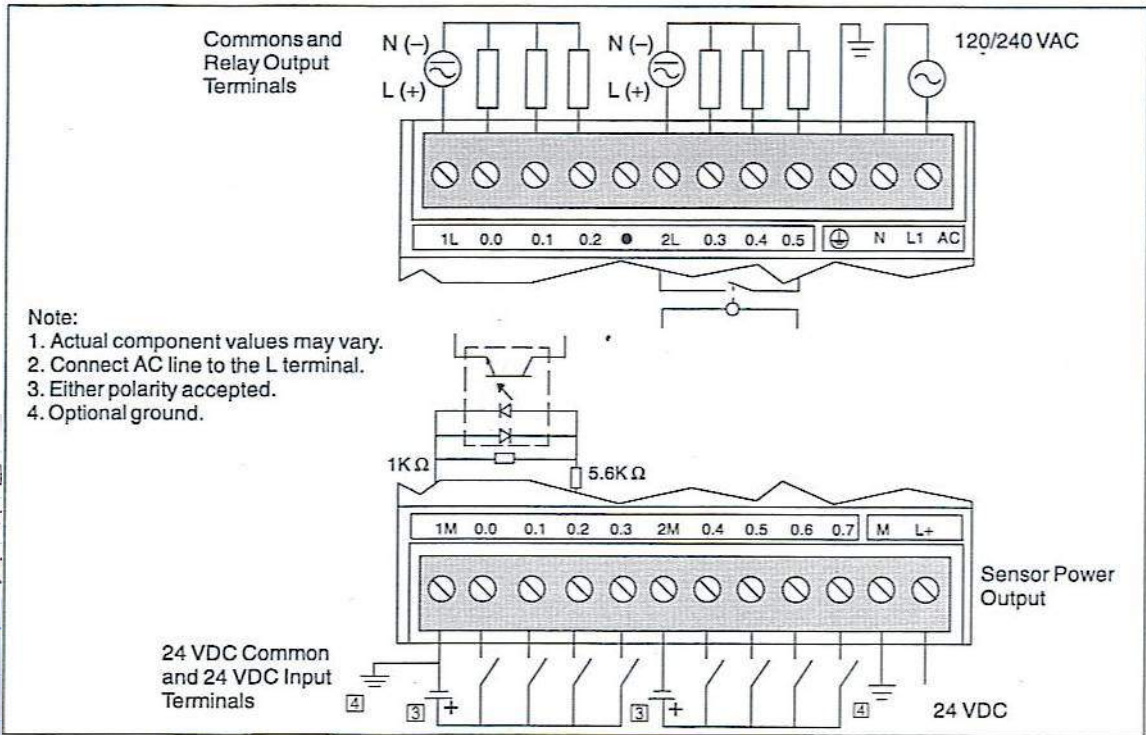
Entradas y salidas digitales incluidas: 8 entradas/6 salidas.

Entradas y salidas analógicas. Máx. vía módulos: 6 entradas/4 salidas.

Interfase de comunicación: PPI.

Integración en red: AS-Interface. PROFIBUS-DP.

A continuación se puede observar el diagrama de las terminales de alimentación de 110 V. C. A., la alimentación de 24 V. C. D., las **Terminales de Entradas**, así como las **Terminales de Salida** a relevador del P. L. C. SIEMENS C. P. U. 222:



*ARRAN
CUENC
IO.0 I
Q0.0
734

P. L. C. SIEMENS CPU 222. Diagrama de identificación de terminales de conexión

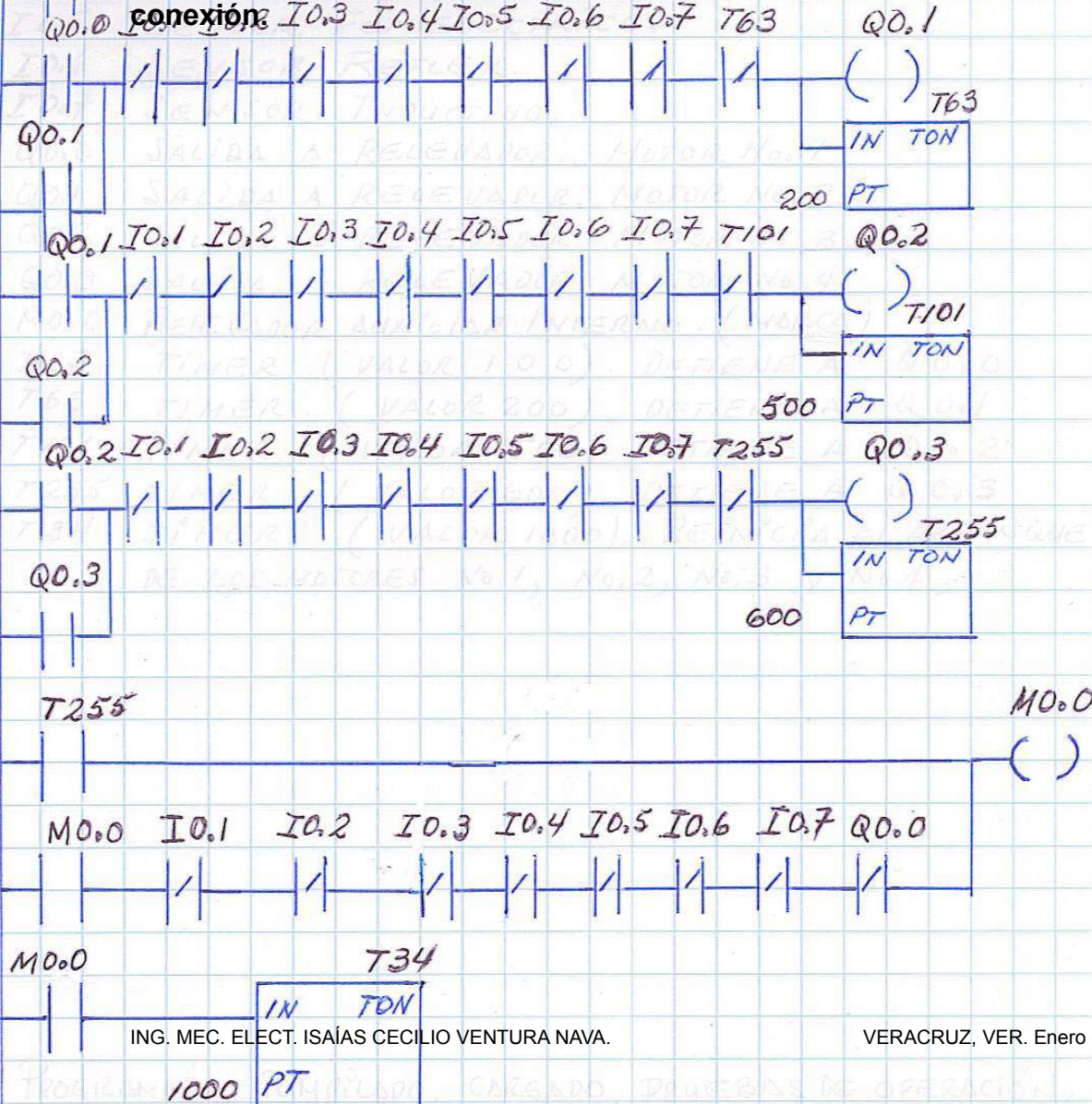
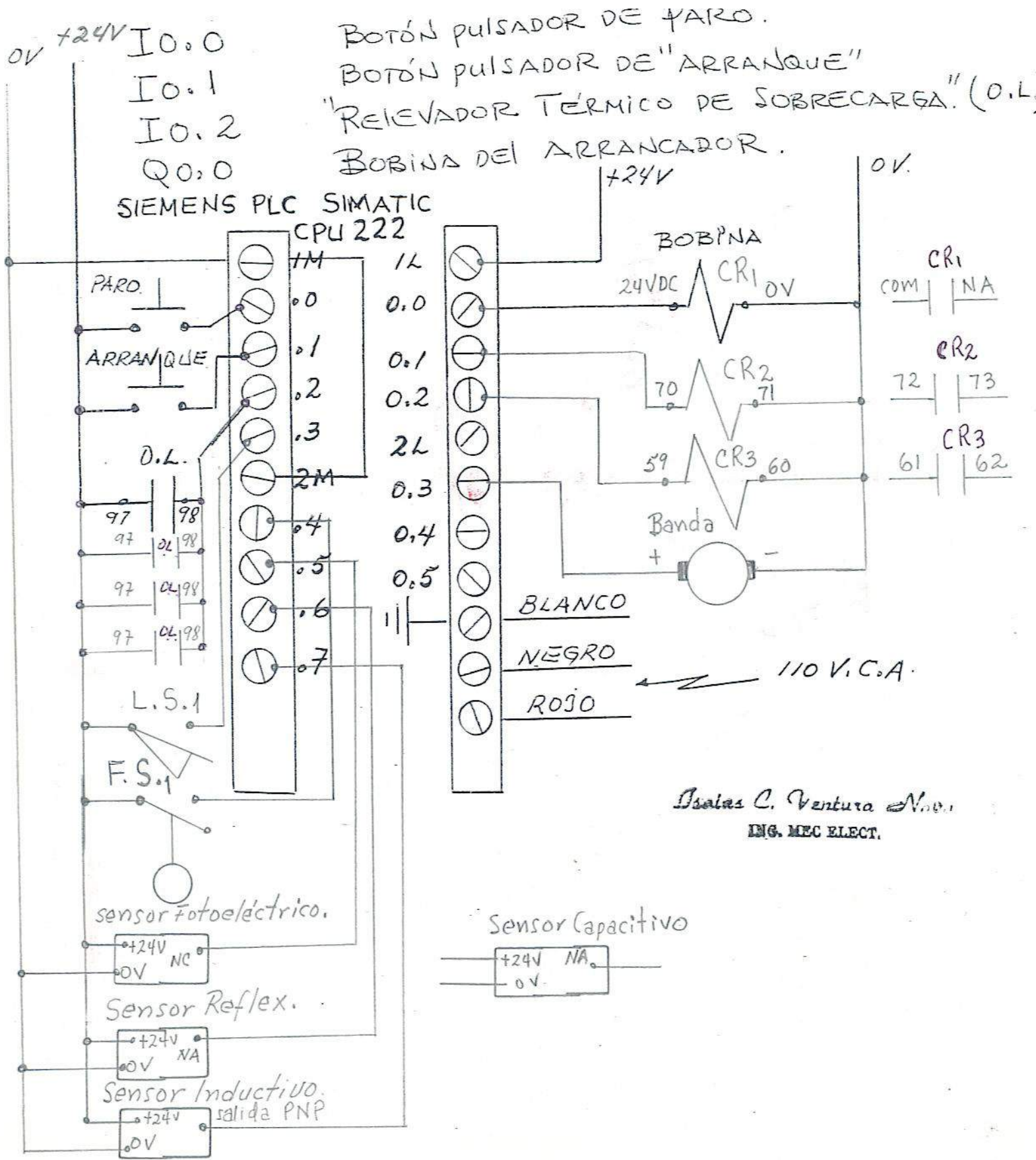


TABLA DE SÍMBOLOS.

DIRECCIÓN.	COMENTARIOS.
I0.0	Botón pulsador de arranque.
I0.1	Botón pulsador de par.
I0.2	Protecciones térmicas de sobrecarga, de cada motor.
I0.3	Limit switch L. S. 1
I0.4	Flota swirch F. S. 1
I0.5	Sensor fotoeléctrico.
I0.6	Sensor reflex.
I0.7	Sensor inductivo.
Q0.0	Salida a relevador. Motor no. 1.
Q0.1	Salida a relevador. Motor no. 2.
Q0.2	Salida a relevador. Motor no. 3.
Q0.3	Salida a relevador. Motor no. 4.
M0.0	Marca. Relevador auxiliar interno.
T37	Timer. (Valor 100). Detiene a Q0.0 .
T63	Timer. (Valor 200). Detiene a Q0.1 .
T101	Timer. (Valor 500). Detiene a Q0.2 .
T255	Timer. (Valor 600). Detiene a Q0.3 .
T34	Timer. (Valor 1,000). Reinicia el arranque de los motores no. 1, no. 2, no. 3 y no. 4 .



Isaías C. Ventura Nava
 ING. MEC. ELECT.

El P. L. C. SIEMENS SIMATIC S7-200 dispone de 256 relevadores de tiempo, temporizadores o timers, denominados de T0 a T255.

Por ejemplo: la temporización de 1 segundo se ajusta escribiendo el valor de 100 en el área PT del pequeño rectángulo que simboliza al seleccionado T34, este timer tiene una base de tiempo de 10 m.S.= 0.010 S, por lo tanto:
 $100 \times 10 \text{ m.S.} = 100 \times 0.010 \text{ m.S.} = 1 \text{ S.}$

Temporizaciones con base de tiempo.

Base de tiempo.	Txx
1 m.S.=0.001Seg.	T0, T32, T64, T96.
10 m.S.=0.010Seg.	T1-T4, T33-T36, T65-T68, T97-T100.
100 m.S.=0.100 Seg.	T5-T31, T37-T63, T69-T95, T101-T255.

Ejemplos de ajuste:

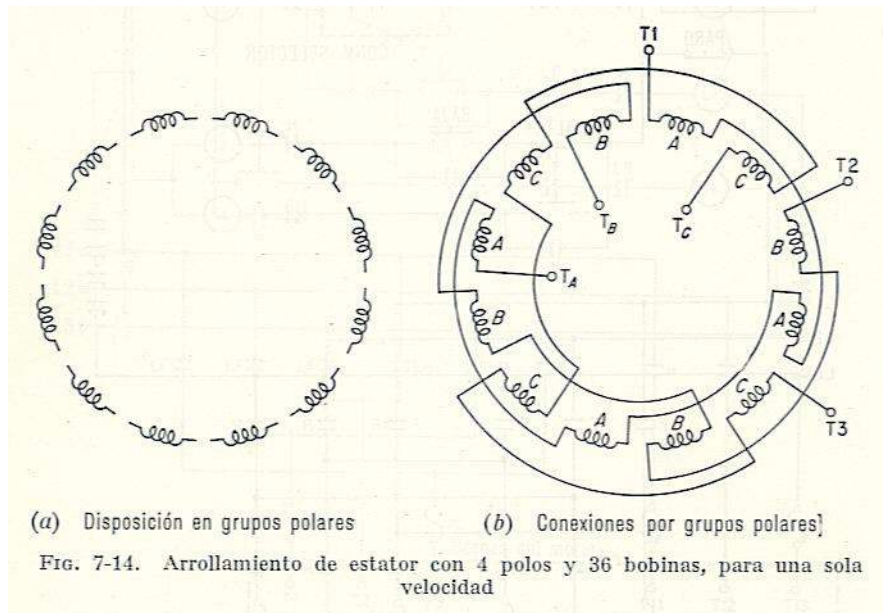
Temporizador.	Valor <u>PT.</u>	Tiempo.
T5.	100 m.S.=0.100 seg. X <u>10</u> =	1 segundo.
T37.	100 m.S.=0.100 seg. X <u>100</u> =	10 segundos.
T95.	100 m.S.=0.100 seg. X <u>400</u> =	40 segundos.
T255.	100 m.S.=0.100 seg. X <u>600</u> =	60 segundos.
T33.	10 m.S.=0.010 seg. X <u>1,000</u> =	10 segundos.
T36.	10 m.S.=0.010 seg. X <u>2,000</u> =	20 segundos.
T65.	10 m.S.=0.010 seg. X <u>3,000</u> =	30 segundos.
T68.	10 m.S.=0.010 seg. X <u>4,000</u> =	40 segundos.

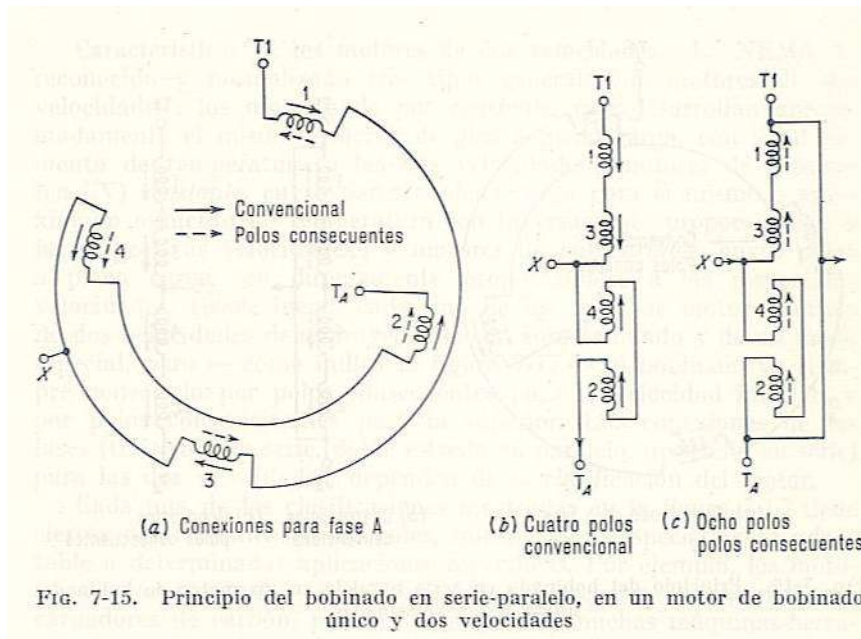
16. MOTORES DE POLOS CONSECUTIVOS, MOTORES DE POLOS CONMUTABLES O MOTORES DE CONEXIÓN DAHLANDER.

Información Relacionada.

Para propósitos especiales, es posible obtener un motor eléctrico de inducción tipo rotor jaula de ardilla con un devanado arreglado en tal forma que se pueda cambiar el número de polos al invertir alguna de las corrientes. Si se duplica el número de polos, la velocidad se reducirá, aproximadamente, a la mitad.

El número de polos se puede reducir a la mitad cambiando la polaridad (dirección de la corriente eléctrica) de pares alternos de polos. La polaridad de la mitad de los polos se puede cambiar invirtiendo la dirección de la corriente en la mitad de las bobinas.

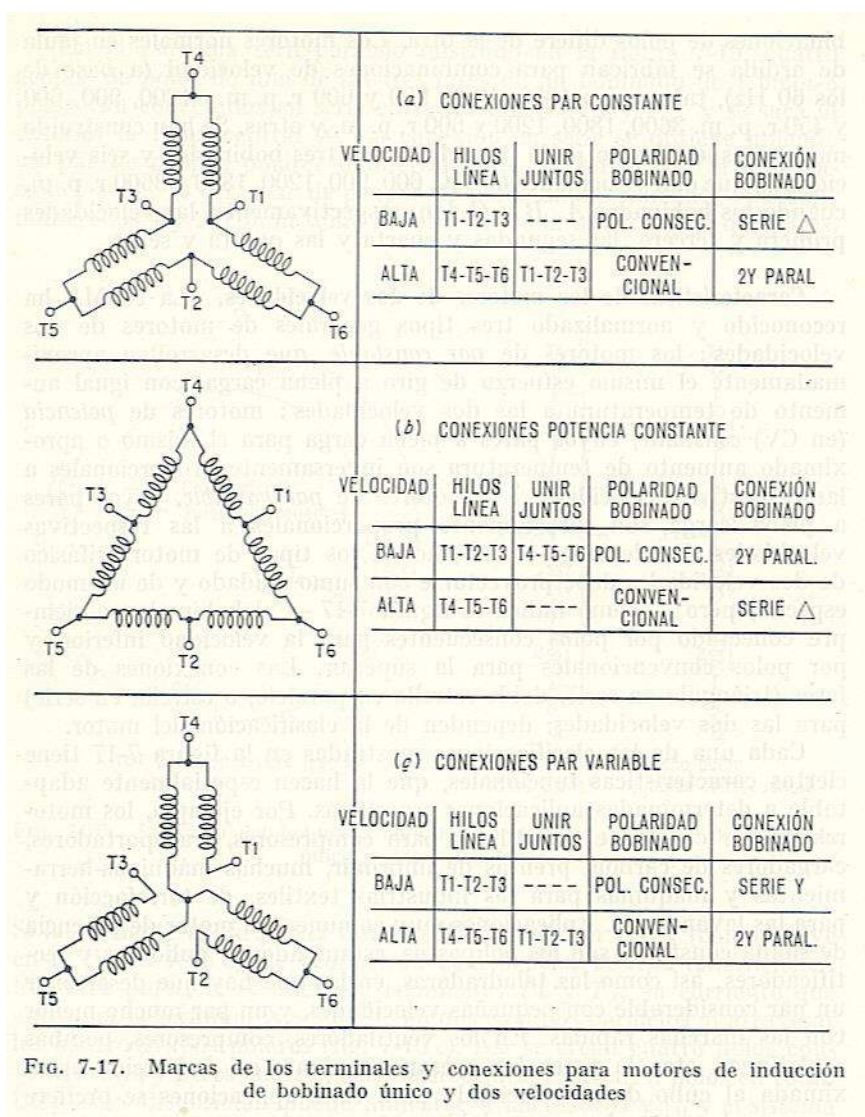


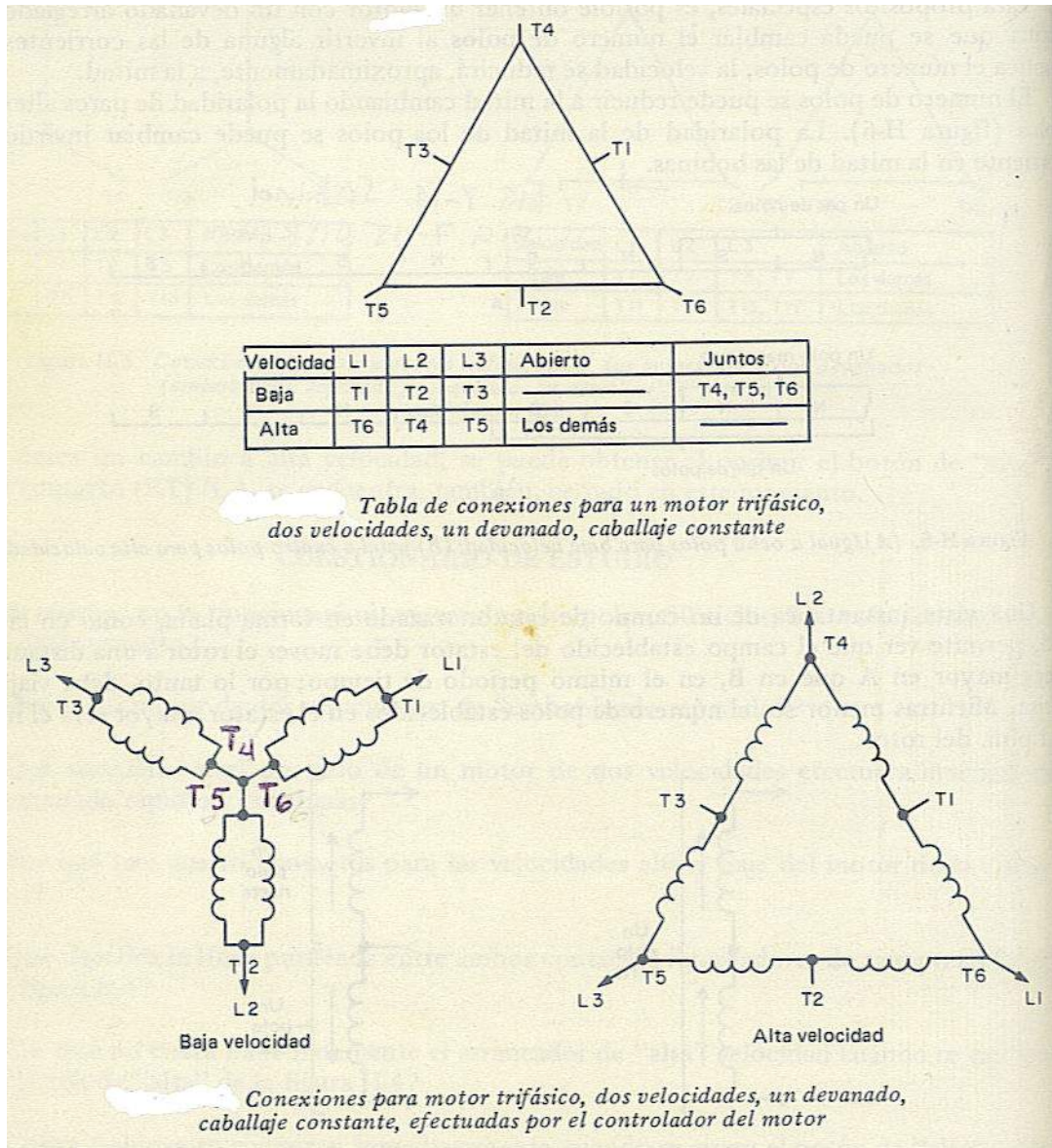


Se puede embobinar un motor de inducción trifásico con seis puntas en el exterior, de manera que haciendo las conexiones adecuadas, los embobinados se pueden conectar en delta serie, o estrella paralelo. Si el devanado es tal que la conexión delta serie proporciona la alta velocidad y la conexión estrella paralelo la baja velocidad, la potencia nominal o caballaje nominal será igual en ambas velocidades.

Si el embobinado está hecho de manera que la conexión delta serie proporcione la baja velocidad y la conexión estrella paralelo la alta velocidad, el par mecánico o torque nominal será igual en ambas velocidades.

Los motores del tipo de polos consecuentes o polos conmutables tienen un solo devanado para las dos velocidades. Para permitir la reconexión para un número diferente de polos del estator, se sacan derivaciones adicionales del devanado. La variación de velocidad está limitada a una relación de 1:2, tal como 600 R.P.M. – 1,200 R.P.M., o 900 R.P.M. – 1,800 R.P.M.



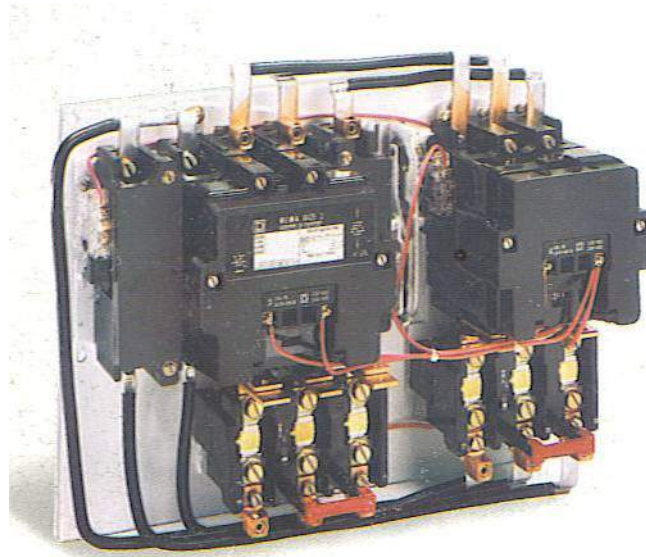


Arrancadores para motores de dos velocidades.

Los arrancadores del tipo de velocidad múltiple, para voltaje pleno de C. A. de la línea, están diseñados para controlar motores eléctricos de inducción tipo rotor jaula de ardilla reconectables, para operar en dos, tres, o cuatro velocidades constantes diferentes, dependiendo de su construcción. El uso de un arrancador automático y de una estación de control de botones adecuada, permiten mayor eficiencia de funcionamiento y ofrecen protección, tanto al motor como a la máquina impulsada por este, contra el manejo incorrecto o un cambio demasiado rápido de velocidad. Es necesaria la protección contra sobrecarga del motor en cada velocidad.

Los motores de embobinado separado tienen un devanado diferente para cada velocidad requerida. Esta construcción es ligeramente más costosa; el arrancador es relativamente simple.

Suponiendo que la frecuencia es constante, los motores de dos embobinados funcionarán cada uno a la velocidad para la cual están embobinados (número de polos).



Clase 8810 A Dos Velocidades

Arrancador Marca SquareD clase 8810 para dos velocidades.

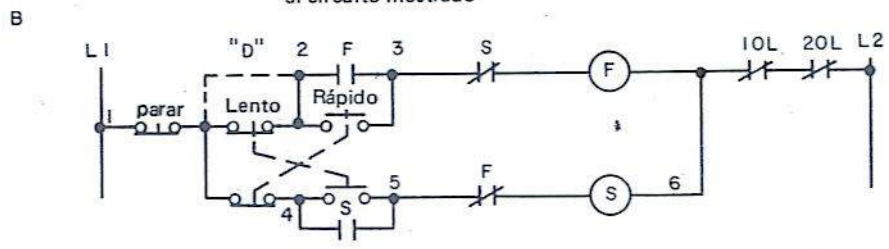
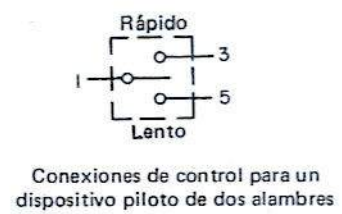
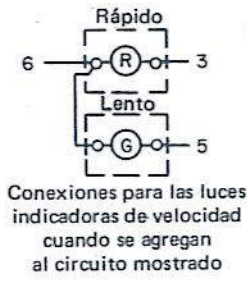
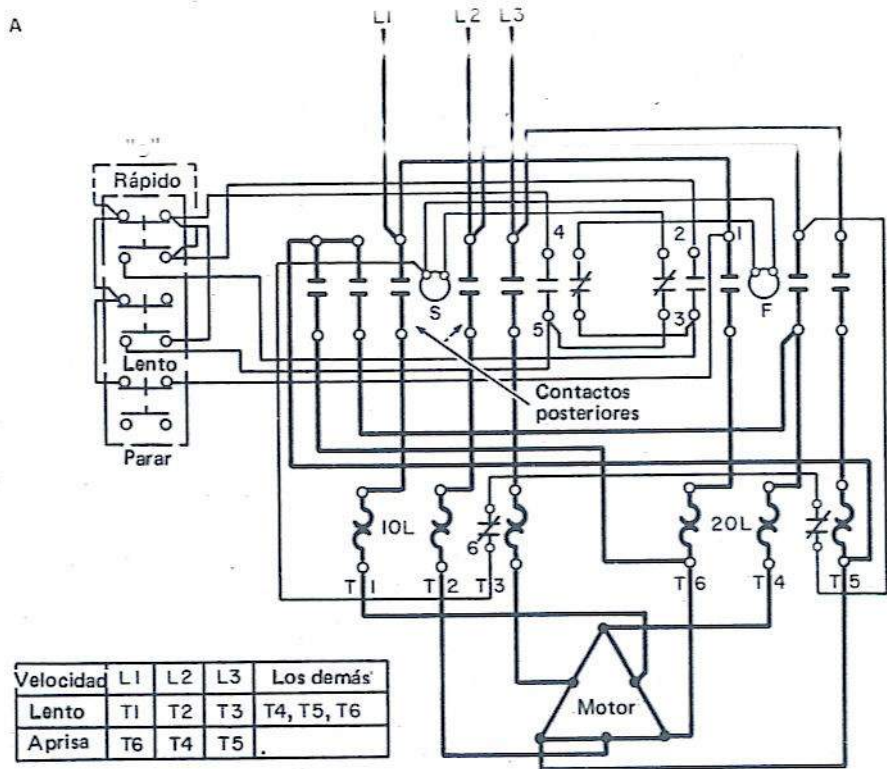
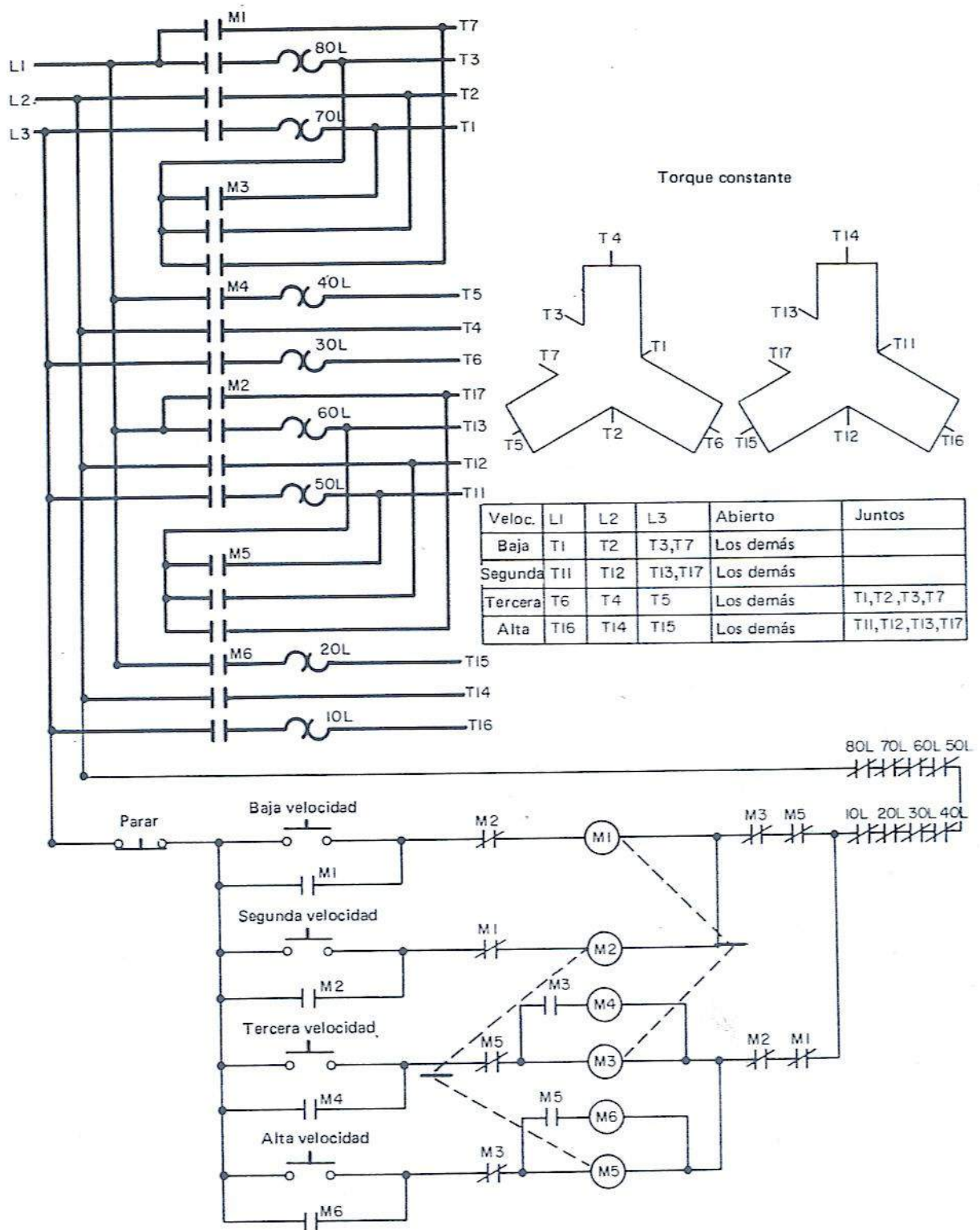
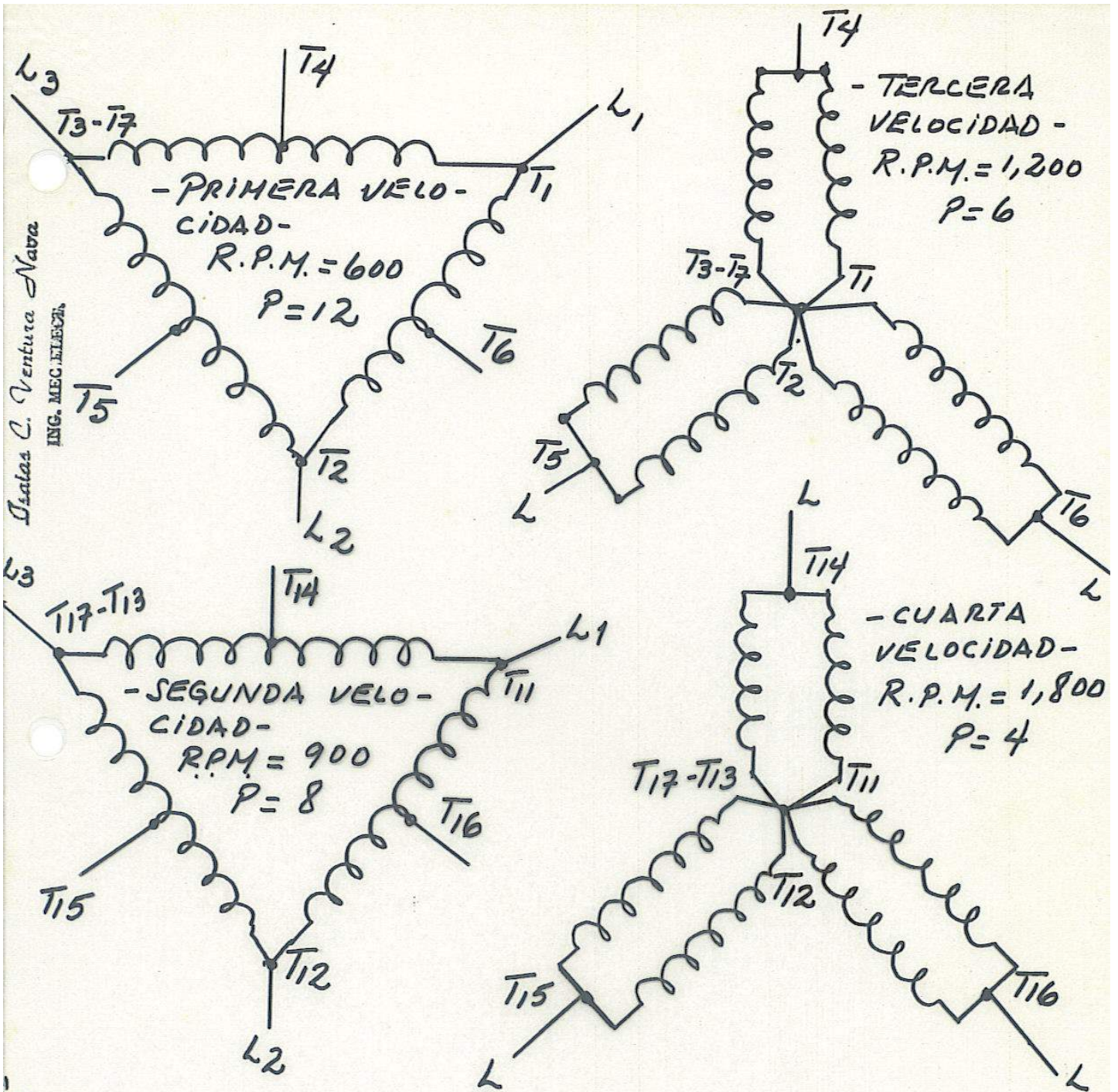


Diagrama de alambrado (A) y diagrama lineal (B) para un arrancador magnético de c-a, a pleno voltaje, dos velocidades, para motores del tipo de un solo devanado (polos reconectables)



La figura anterior corresponde a un circuito de control y de fuerza de un motor eléctrico de inducción de polos consecuentes de dos devanados cuatro velocidades. Este es un arreglo para arrancador estándar no equipado con relevadores de operación forzada para obligar el arranque a la velocidad más baja. El arreglo de las interconexiones eléctricas impide que un operario cambie a diferentes velocidades sin oprimir el botón de "parada". En la

desaceleración deben transcurrir intervalos definidos de tiempo entre cada cambio de velocidad; se debe permitir que el motor disminuya su velocidad hasta llegar a la deseada, antes de efectuar un cambio a velocidad más baja. Nótese en la tabla de conexiones del motor, que en la aceleración se conectan alternativamente los devanados. Por ejemplo, el primer embobinado puede constar de 6 y 12 polos, el segundo embobinado de 4 y 8 polos. En la aceleración, las conexiones sucesivas de los polos serían en el siguiente orden: 12 polos, 8 polos, 6 polos y 4 polos.

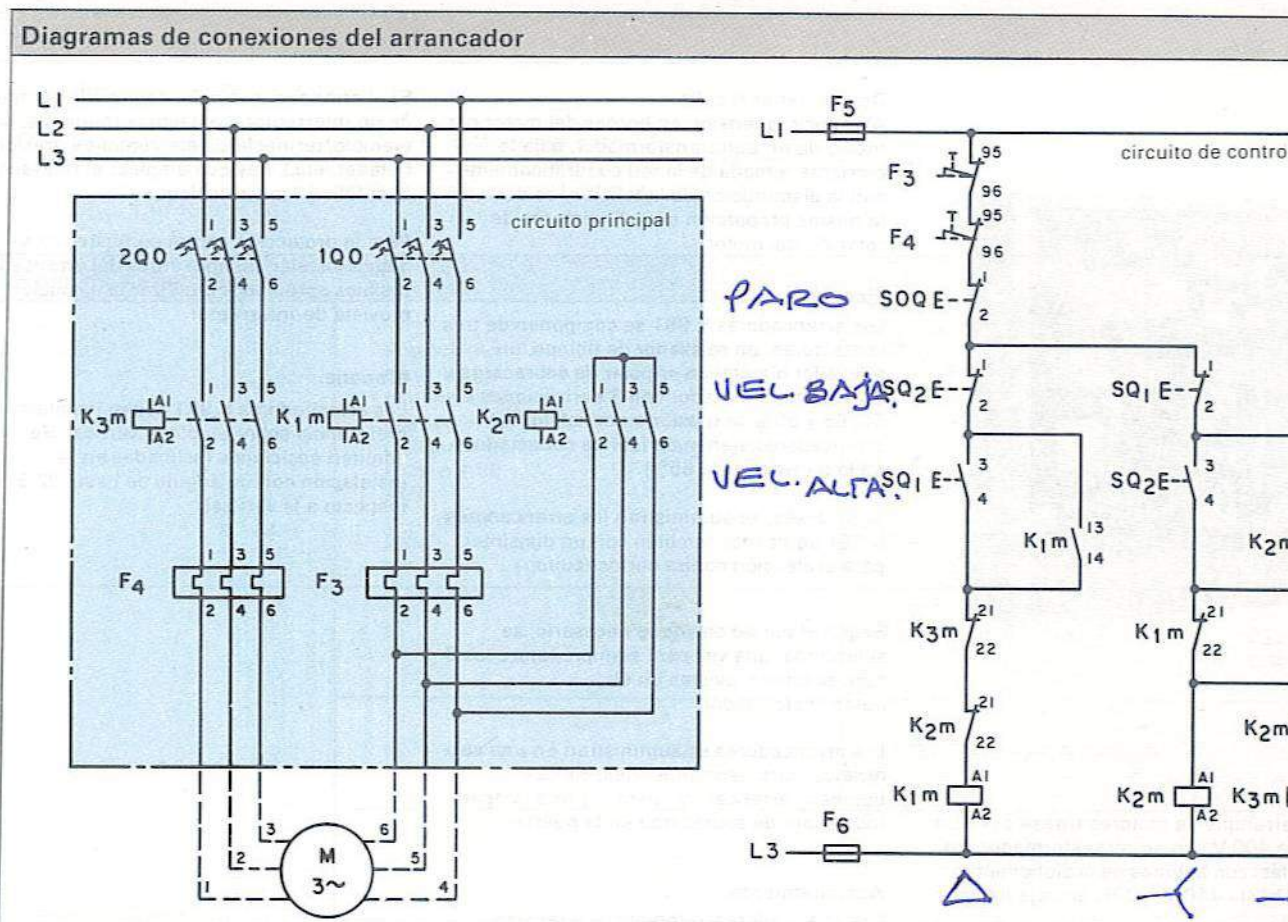


CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS" WALTER N. ALERICH, EDIT. DIONA.

VELOCIDAD	L1	L2	L3	ABIERTO	JUNTOS	CONTACTOR
BAJA 1ª	T1	T2	T3-T7	LOS DEMAS		M1
SEGUNDA	T11	T12	T13-T17	LOS DEMAS		M2
TERCERA	T6	T4	T5		T1, T2, T3-T7	M4, M3
CUARTA (ALTA)	T16	T14	T15		T11, T12, T13-T17	M6, M5

PAG 120.

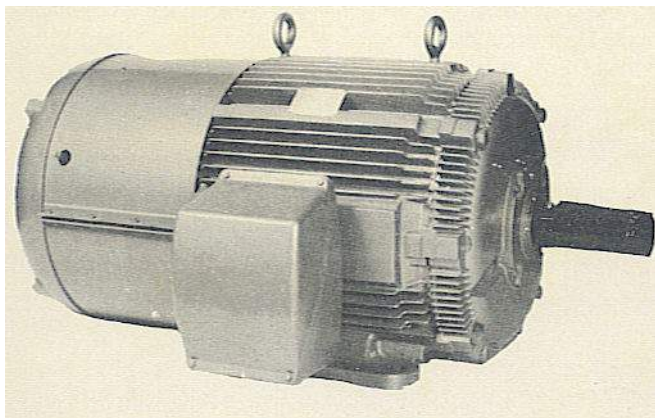
Arrancadores automáticos para motores de polos conmutables (Conexión Dahlander)



MOTORES DE INDUCCIÓN DE ROTOR

Diagrama de los circuitos de control y de fuerza del arrancador para motor de polos consecuentes o polos conmutables o conexión Dahlander, de la marca SIEMENS.

17. MOTORES DE INDUCCIÓN DE ROTOR DEVANADO (O DE ANILLOS ROZANTES), DE VELOCIDAD VARIABLE.



Información relacionada.

El motor de inducción de rotor devanado o de anillos rozantes. Fue el primer motor de corriente alterna que proporcionó con éxito, características de control de velocidad y, por lo tanto, fue un factor muy importante para hacer la corriente alterna más universalmente adaptable a las aplicaciones de energía

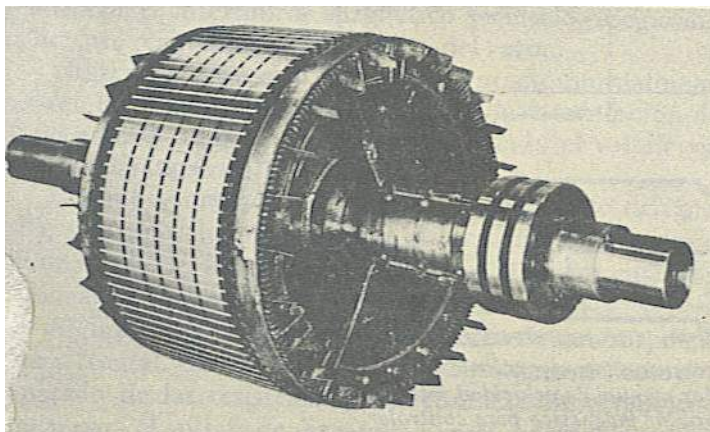
eléctrica industrial. Las características adicionales de un alto par mecánico o alto torque y baja corriente de arranque aportaron mejores cualidades de operación para las aplicaciones en que se necesitaba un motor potente, o en las que este tenía que arrancar bajo carga. Este motor es esencialmente deseable cuando su tamaño, en una situación determinada, es grande respecto a la capacidad de los transformadores o las líneas de distribución de energía.

El nombre de motor de inducción de rotor devanado es, en realidad, la descripción de la forma de su rotor: el cual tiene también un núcleo de hierro laminado y en sus ranuras está embobinado con alambre de cobre de magneto. Esta referencia es similar al motor de inducción tipo rotor jaula de ardilla, en el que los conductores de aluminio de su rotor se construyen en una forma que nos recuerda una jaula de ardilla.

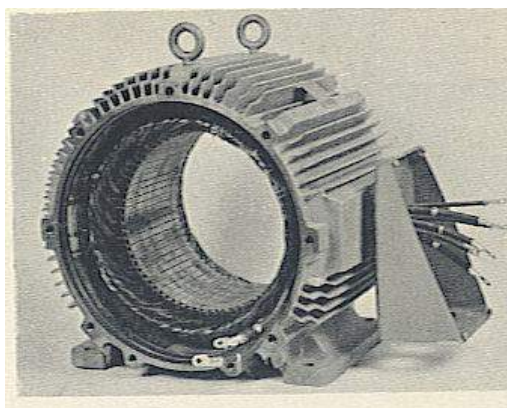
Tres terminales o puntas del circuito del devanado del rotor (que puede estar en conexión estrella) de un motor de este tipo, se conectan a “anillos colectores” sólidos. Sobre estos anillos se deslizan o rozan unas escobillas de carbón de grafito que llevan al circuito del rotor (mejor sea dicho: llevan la corriente rotórica), fuera del motor, hasta un banco de resistencias, así como un tablero de control. Este varía la resistencia en el circuito del rotor, controlando de esa manera su aceleración y su velocidad una vez que está funcionando.

En el arranque o durante la velocidad lenta, se introduce (se conecta) resistencia en el circuito del rotor. Al eliminar por pasos o gradualmente la resistencia externa, por medio del circuito de control y el circuito de fuerza del rotor, el motor acelera; si se elimina totalmente toda la resistencia y se conecta en corto circuito las terminales del embobinado del rotor, el motor alcanza su velocidad asíncrona (velocidad nominal).

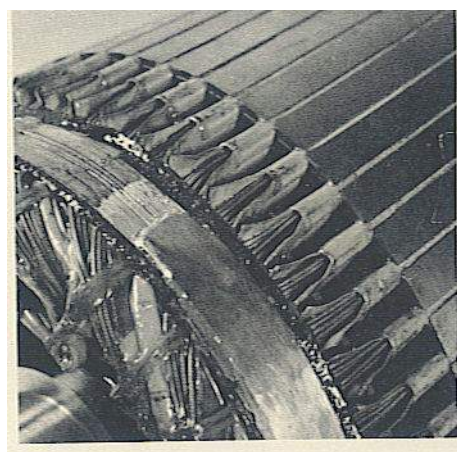
Por el contrario al reconectar nuevamente por pasos o en forma gradual resistencia al circuito del rotor, el motor desacelera.



Rotor devanado de un motor del mismo nombre. Se pueden apreciar: El eje, el embobinado, las terminales del devanado y los tres anillos rozantes.



Estator del motor.



Grupos de bobinas del rotor devanado.

Aplicaciones para el trabajo continuo.

Este motor se utiliza para aplicaciones generales en donde se requieren velocidad ajustable y pares de arranque altos con corriente baja.

Motores para uso intermitente.

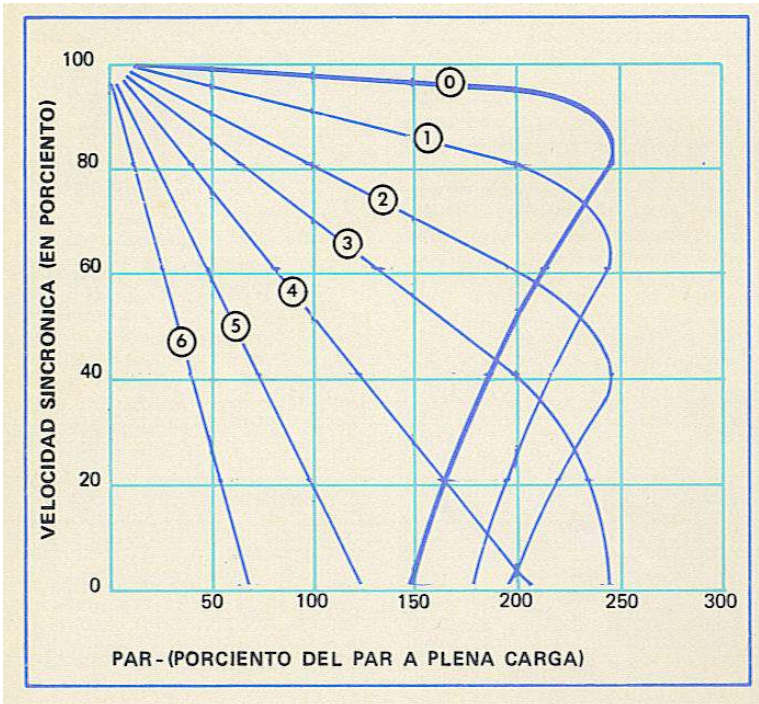
Estos motores tienen características de variación de velocidad con tiempo corto de duración. Pueden desarrollar su capacidad nominal durante el tiempo especificado sin dañar sus aislamientos por temperatura. Están diseñados para uso severo de frenado por inversión de fases o cambios de giro y para servicios donde se requieren arranques y paros frecuentes. Su par mecánico máximo es un poco mayor que el de aplicación general (275% del par mecánico de plena carga).

Este tipo de motor tiene una aplicación idónea en las grúas viajeras industriales (en las transmisiones electromecánicas del carro, del puente y del malacate del gancho), o en otros tipos de grúas, aprovechando que el par de arranque puede variarse al introducir diferentes valores de resistencias en el circuito del rotor. Así al levantar la carga, ésta se empieza a mover y se lleva a una velocidad

deseada por medio de pasos sucesivos en la resistencia, al eliminar resistencia la velocidad aumentará.

Si se empleara un motor normal de inducción del tipo rotor jaula de ardilla, el movimiento resultaría demasiado brusco, provocando sacudimientos indeseados que pondrían en peligro al personal y a la carga.

Las curvas par mecánico- velocidad desarrolladas para seis diferentes valores de resistencia externa conectada, se muestran en las curvas marcadas del 1 al 6. Ver la siguiente gráfica.



Curvas de par mecánico – velocidad de un motor eléctrico de inducción tipo rotor devanado, con diferentes valores de resistencia en el rotor.

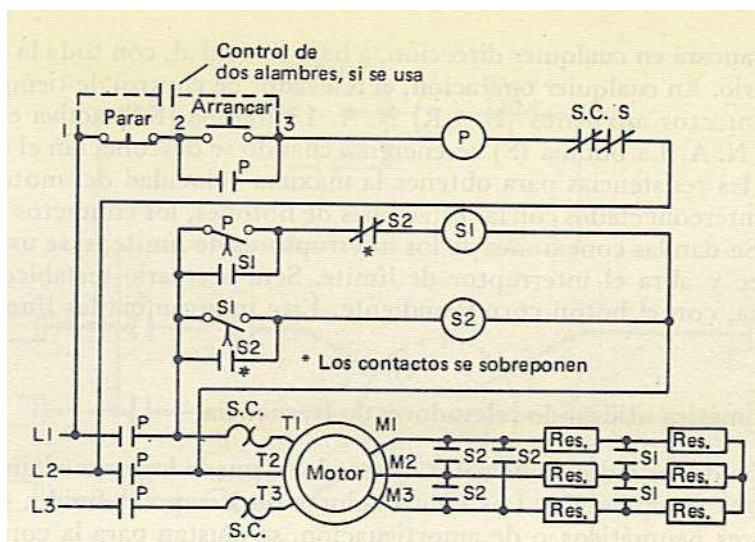
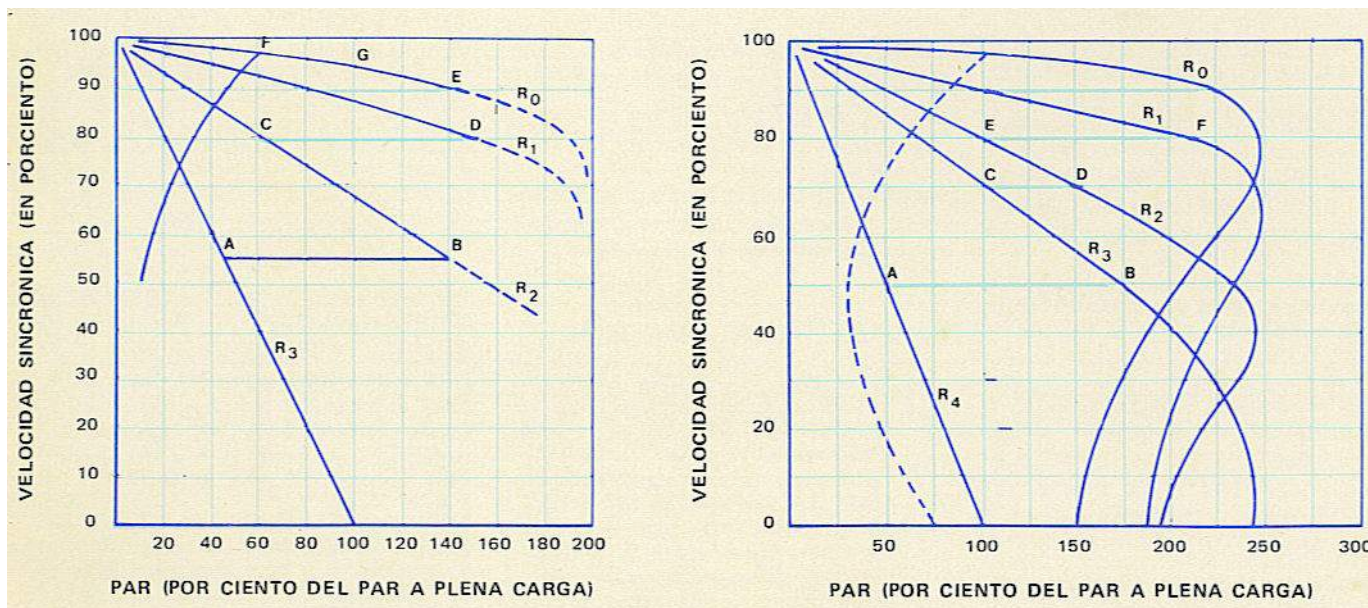
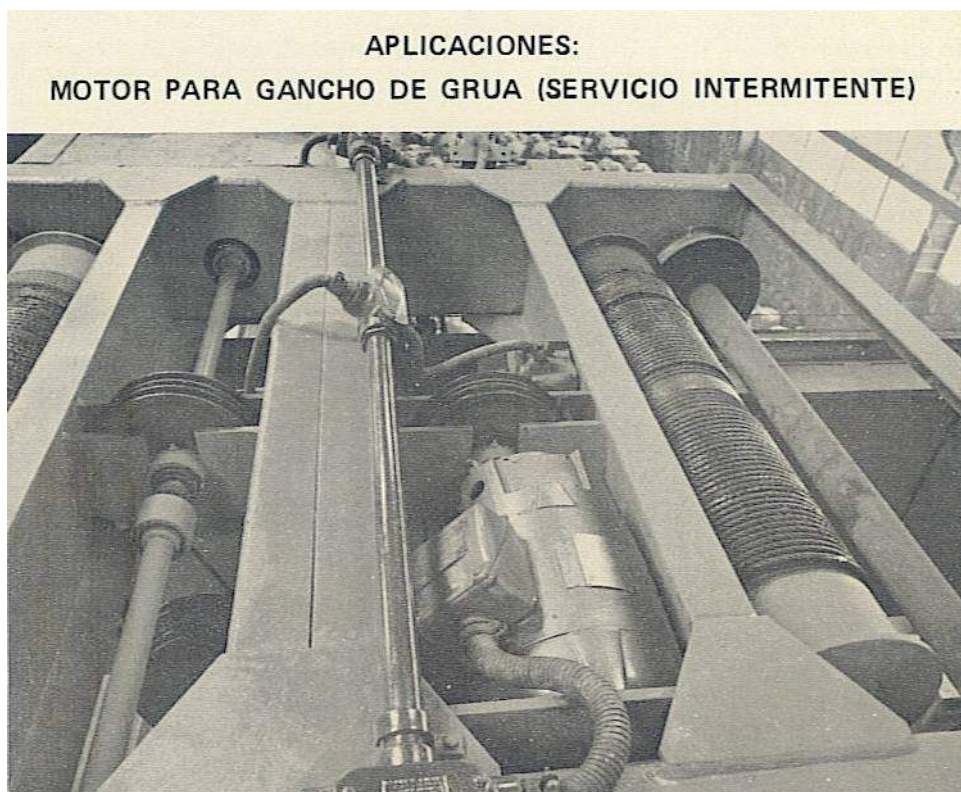


Diagrama de los circuitos de control y de fuerza, de un arrancador para motor de inducción tipo rotor devanado, con tres puntos o pasos de aceleración.



Cuatro curvas “Par Mecánico o Torque – Velocidad de un motor de inducción del tipo rotor devanado. Las curvas R₃, R₂, Y R₁ son curvas en las cuales se intercalan resistencias en el circuito del rotor. R₀ es la curva “Par Mecánico o Torque – Velocidad” del motor con los anillos colectores conectados en corto circuito.



Vista desde arriba de la transmisión electromecánica del malacate de una grúa viajera de uso industrial, se observa el motor eléctrico de inducción del tipo rotor devanado.

Control automático de velocidad.

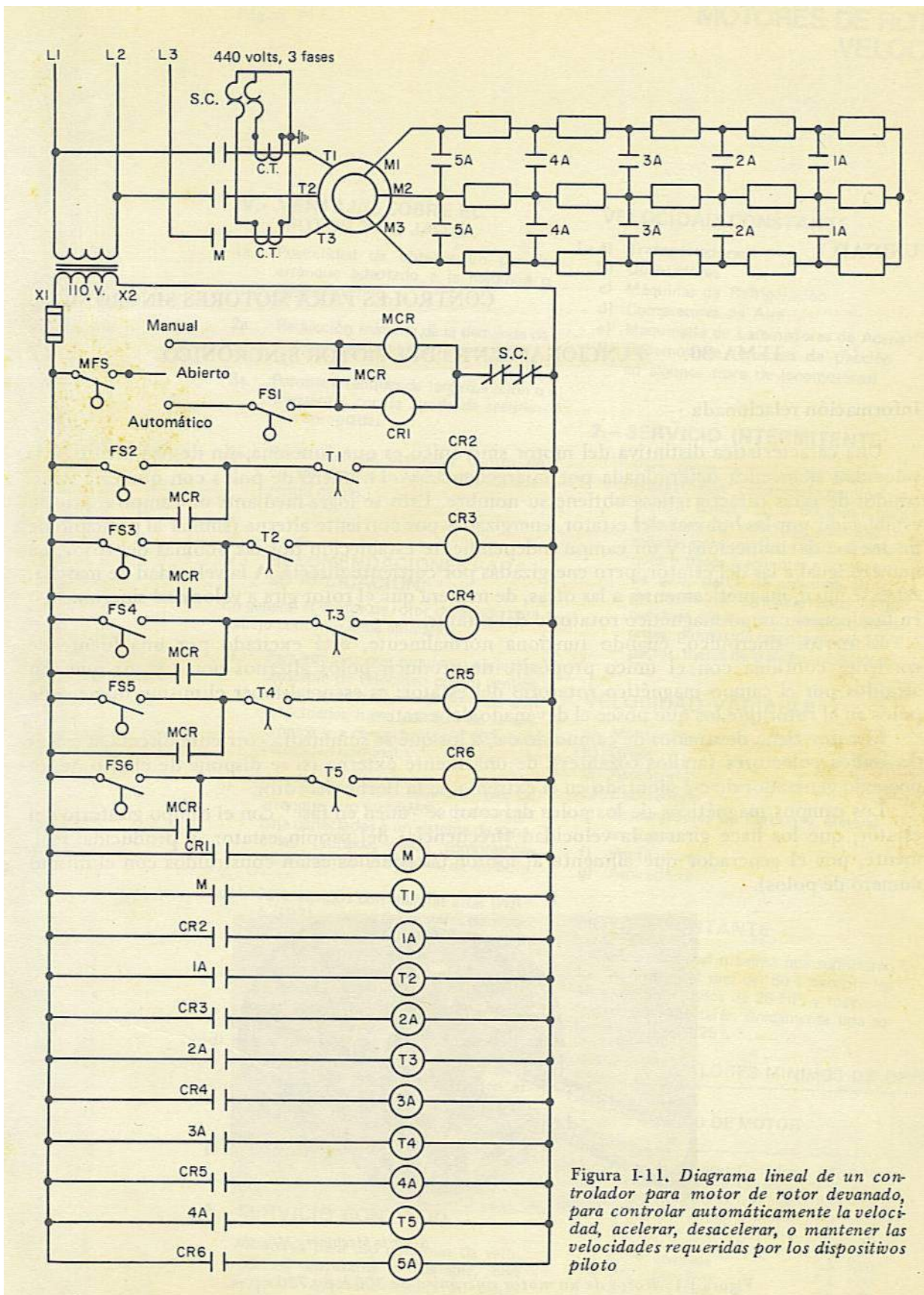


Figura I-11. Diagrama lineal de un controlador para motor de rotor devanado, para controlar automáticamente la velocidad, acelerar, desacelerar, o mantener las velocidades requeridas por los dispositivos piloto

Información relacionada.

El motor de inducción tipo rotor devanado se puede conectar con dispositivos piloto para controlar automáticamente la velocidad, acelerar, desacelerar, o mantener ciertas velocidades requeridas por los dispositivos piloto instalados. En el diagrama de la figura anterior, se ofrece un ejemplo.

Suponiendo que el motor de rotor devanado esté acoplado a una bomba hidráulica en un sistema de control de líquidos, la operación es como sigue: Para el funcionamiento automático en el mantenimiento del nivel del líquido, el interruptor selector se coloca en la posición automática. Al elevarse el líquido, el interruptor maestro de flotador (MFS) funciona cerrando el circuito al interruptor de control. Como el fluido continúa elevándose, el interruptor de flotador (FS1) actúa energizando el relevador de control (CR1). Éste cierra los contactos del arrancador principal (M), arrancando el motor en baja velocidad y energizando el relevador de control de tiempo (timer T1). Si la velocidad de este motor es demasiado lenta para efectuar la descarga correcta, el nivel del líquido del tanque cerrará, eventualmente, el tercer interruptor de flotador (FS2). Éste energiza CR2 mediante contactos, ahora cerrados, de T1, para operar el primer contactor de aceleración (1A), desconectando (eliminando) el primer banco de resistencias y energizando, también, el segundo relevador de retardo de tiempo (timer T2). Este proceso continúa hasta que el motor alcanza una velocidad que hará que el nivel del líquido del tanque permanezca constante. Si el interruptor selector de control se coloca en la posición "manual", el motor debe arrancar con toda la resistencia conectada en el circuito secundario (circuito del rotor) y seguir la secuencia de control de tiempo descrita hasta que se haya desconectado toda la resistencia para funcionamiento, a velocidad máxima, de la bomba.

18. ARRANCADOR IEC INTELIGENTE Telemecanique TeSys U.



Evolución de los arrancadores tradicionales.

Con el cambio de siglo, las tecnologías también cambiaron y ahora en las soluciones de arranque de motor encontramos nuevas opciones. Podemos encontrar arrancadores que no sólo ofrecen una solución de arranque de motor si no que además, permiten tener un control más sofisticado de los motores eléctricos de inducción tipo rotor jaula de ardilla trifásicos.

Ejemplo de ello es el arrancador IEC Inteligente de la marca Telemecanique TeSys U, un arrancador de motores que incorpora funciones de protección y control, adaptable a una gran variedad de buses de comunicación que permite monitorear aplicaciones vía Internet.

TeSys modelo U: El arrancador “inteligente”.

TeSys U, es un “dispositivo inteligente”, es el primer arrancador-controlador en el mercado que concentra mucho más inteligencia en un mismo volumen lo cual simplifica su instalación y uso.

Incorpora las funciones de seccionamiento y desconexión de la carga, funciones de control y protección, y se le puede adicionar módulos función y de comunicación.

Algo que se debe hacer notar es, que es muy compacto para arrancar motores de hasta 15 KW en 440 V.C.A. y diseñado para una máxima modularidad.

Todos los componentes tales como: unidades de control, módulos función, bloque de contactos auxiliares, módulos de comunicación, pueden ser integrados fácilmente sobre la base de potencia sin herramientas ni alambrado adicional, lo cual comparado con una solución tradicional, reduce el tiempo de instalación en aproximadamente un 80%.

Especificaciones Técnicas.

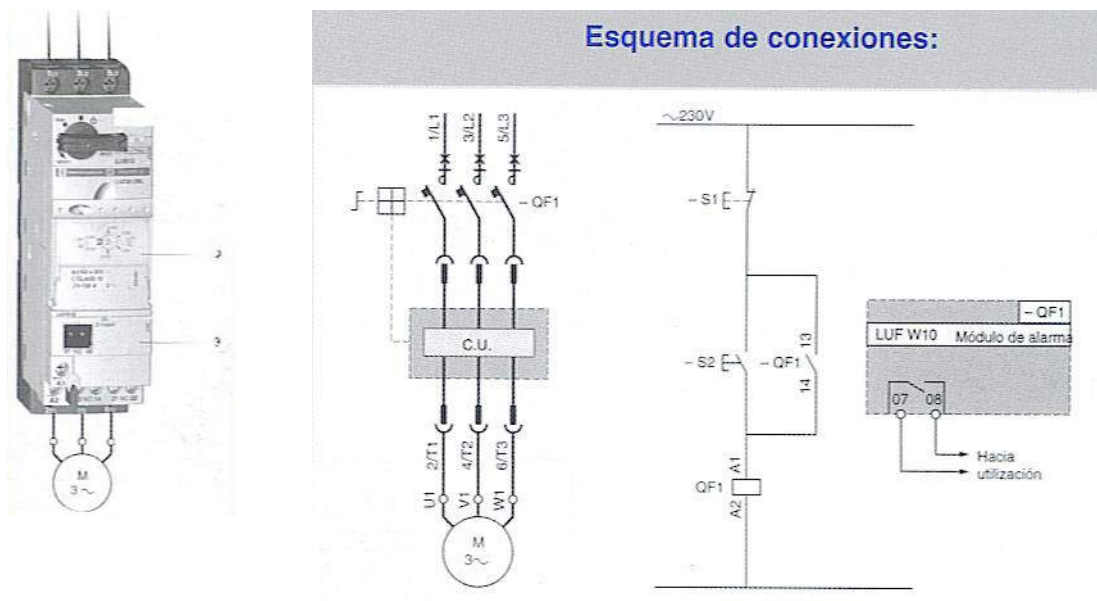
Bases de potencia disponibles en dos versiones: 0 a 12 A y 0 a 32 A. 50 KA de capacidad interruptiva en 440 V.C.A., expandible a 130 KA utilizando un módulo limitador.

Unidades de control con sólo seis rangos de ajuste para cubrir las corrientes de aplicación de hasta 20 H.P. en 440 V.C.A.

Tensiones de control en 24 V.C.A., 48/72 V.C.A./C.D., 110/240 V.C.A./V.C.D.

Con un ancho de 45 mm (para las bases de potencia).

Bloque reversible adicional de 45 mm para no afectar el ancho cuando se requiera una solución como arrancador reversible.



Las unidades de control se ofrecen en tres versiones diferentes: estándar, avanzada y multifunción, que proveen desde una protección básica hasta la protección más avanzada.

Funciones que provee la unidad de control estándar:

Protección de corto circuito, protección de sobrecarga, protección contra desbalances de fases, protección contra pérdida de fase, rearme manual.

Funciones que provee la unidad de control avanzada:

Protección de corto circuito, protección de sobrecarga, protección contra desbalanceo de fases, protección contra pérdida de fase, rearme manual o automático por medio de un módulo función.

Funciones que provee la unidad de control multifunción:

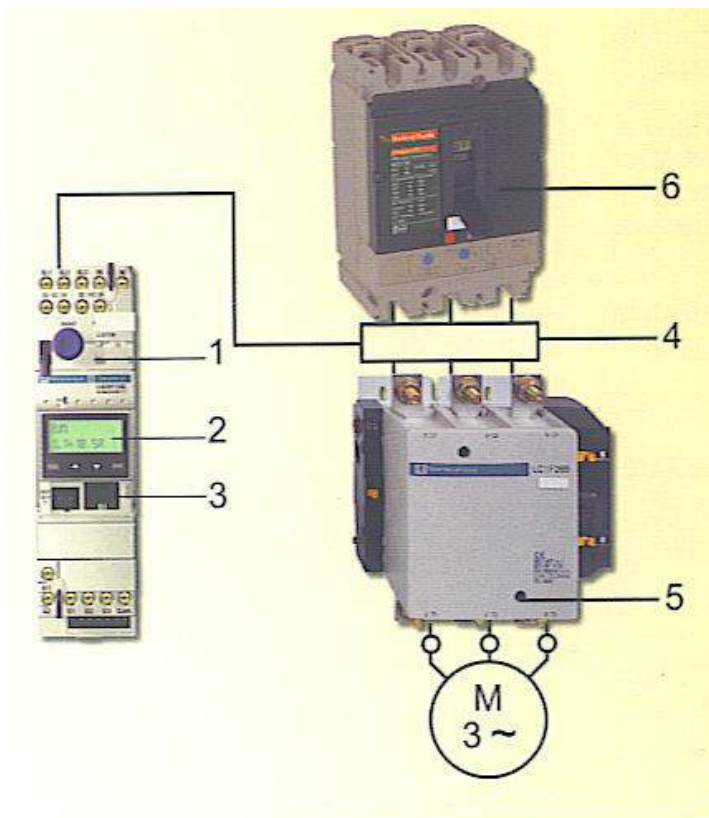
Protección de corto circuito, protección de sobrecarga, protección contra desbalances de fases, protección contra pérdida de fase, rearme programable manual o automático, señal de alarma de las protecciones, función de supervisión y visualización sobre su pantalla frontal, programación local o remota utilizando un software sobre par y protección contra la operación en vacío de un motor, protección de falla a tierra o falla de aislamiento.

El arrancador TeSys U puede integrarse a las redes de comunicación AS-1 y Modbus, utilizando los módulos de comunicación diseñados para facilitar su integración a los sistemas de monitoreo.

Podemos resaltar que su modularidad contribuye a racionalizar el número de componentes utilizados para configurar una solución de arranque de motor, ya que con solo doce referencias se pueden controlar motores de hasta 15 KW (20 HP) en 440 V.C.A.

Soluciones para motores con consumo mayor a 32 Amperes. TeSys U Controlador.

Después del éxito que se ha tenido con el arrancador inteligente TeSysU, ahora con el controlador TeSys U el usuario tiene la posibilidad de integrar a su sistema de comunicación todos los motores de hasta de 800 Amperes y así, monitorear y monitorear en todo momento el estatus de cada uno de ellos sin tener la necesidad de acudir directamente al gabinete que contiene el arrancador o al C.C.M.





- 1, 2, 3: Arrancador inteligente Telemecanique TeSys.**
- 6: Breaker oInterruptor termomagnético.**
- 5: Contactor Telemecanique TeSys F.**

TeSys asociados



■ Interruptores

■ Contactores

■ Fusibles

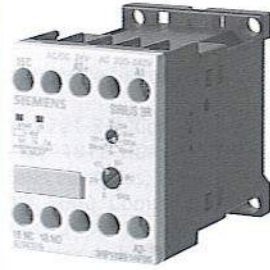
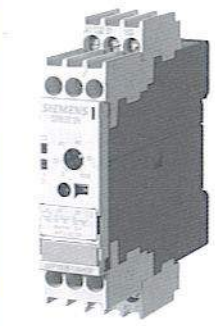
...

hasta las potencias
más altas

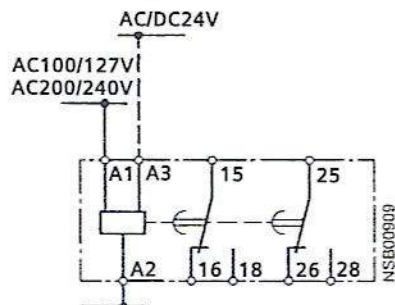
19. TIMERS. RELEVADORES DE RETARDO DE TIEMPO.

Los TIMERS o RELEVADORES DE RETARDO DE TIEMPO o TEMPORIZADORES, son dispositivos que se emplean en todos los procesos de conexión diferida para las instalaciones de mando, de arranque, de protección y de regulación. Ellos garantizan una alta precisión de repetición en la secuencia de tiempos preajustados.

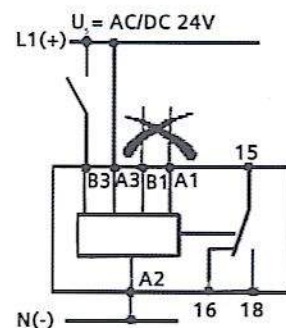
RELEVADORES DE TIEMPO ELECTRÓNICO SIRIUS 3RP

Tabla de selección					
Relevadores de tiempo electrónicos	Ancho	Voltaje de mando	Tipo	Ajuste de regulación	Número de catálogo anterior
 3RP20	45 mm	24/100-127 Vc.a. 24 Vc.c.	3RP2025 - 1AQ30		40033854
		24/200-240 Vc.a. 24 Vc.c.	3RP2025 - 1AP30	0,05 - 1 s. 0,05 - 3 s. 0,05 - 10 s. 0,05 - 1 min. 5 - 100 s. 0,15 - 3 min. 0,5 - 10 min. 1,5 - 30 min. 0,05 - 1 h. 5 - 100 min.	40033855
 3RP15	22,5 mm	24/200-240 Vc.a. 24 Vc.c.	3RP1505-18P30	0,15 - 3 h. 0,5 - 10 h. 1,5 - 30 h. 5 - 100 h.	40021419
		400-440 Vc.a.	3RP1505-18T20		40021418

3RP15 05-.B



3RP2025



RELEVADORES DE RETARDO DE TIEMPO MARCA: ALLEN- BRADLEY.

Relés para fines generales y relés de temporización

Tipo H

Selección de productos, continuación

Relé de temporización 700 Tipo HR, HRM, HRC de funciones múltiples y rangos múltiples con terminales tipo patillas

Terminales de 11 patillas	Modo de temporización	Rango de temporizac.	Voltaje de entrada	Cat. No.	*
 <p>Tipo HR Contactos DPDT 2 polos – 2 Formato C Conectores – 700-HN126, -HN101</p>	Retardo a la conex. PO	0.05 seg. 100 horas	24 VCC	700-HR52TZ24	
	Retardo a la descon. SF		24 VCA	700-HR52TA24	
	Un impulso (Intervalo) OS		100-240 VCA	700-HR52TA17	
	Ciclo de repetición OS				
 <p>Tipo HRM Conectores – 700-HN125, -HN100</p>	Retardo a la conex.	0.05 seg. 100 horas	24 VCC	700-HRM12TZ24	
			24 VCA	700-HRM12TA24	
			100-240 VCA	700-HRM12TA17	
 <p>Tipo HRC Temp.: Contacto SPDT 1 polos – 1 Formato C Instantáneo: Contacto SPDT 1 polos – 1 Formato C Conectores – 700-HN125, -HN100</p>	Retardo a la conex.	0.05 seg. 100 horas	24 VCC	700-HRC12TZ24	
			100-240 VCA	700-HRC12TA17	

- ① Para diagramas de cableado, vea las Especificaciones en la página 5-58.
- ② Este temporizador está disponible con contactos temporizados DPDT.
- ③ Este temporizador está disponible con contactos temporizados SPDT e instantáneos SPDT.

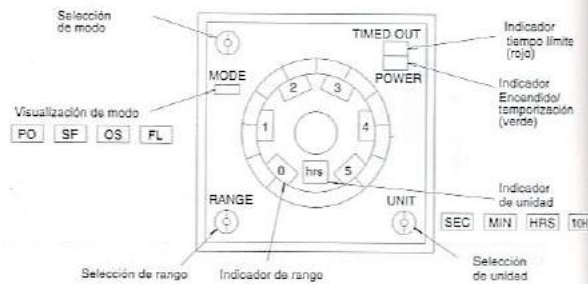
Rangos de temporización 700 Tipo HR, HRM, HRC

Unidad	Rango			
SEC	0.05-0.5s	0.1-1.0s	0.5-5.0s	1.0-10s
MIN	0.05-0.5m	0.1-1.0m	0.5-5.0m	1.0-10m
HRS	0.05-0.5h	0.1-1.0h	0.5-5.0h	1.0-10h
10H	0.5-5.0h	1.0-10h	5.0-50h	10-100h

5-50

* Precios – Consulte con la Oficina de Ventas o la lista de precios

ALLEN-BRADLEY



Inst
Product

Modelo:

Marca:

AM
M
DI

5

1. INTRODUCCIÓN

Este manual describe el funcionamiento y la operación de este instrumento compacto. El instrumento mide CA(-) y CD(A-), audible, y frecuencia. El display digital muestra la lectura en baja velocidad.

2. INFORMACIÓN

Este aparato debe usarse de acuerdo a las instrucciones de uso. No use el instrumento en condiciones de sobrecarga. - NO use el instrumento para probarse. - Asegurese de que el instrumento esté desoldado. - Nunca toque el circuito a

- Nunca hacer mediciones de voltaje cuando las puntas se encuentren en las terminales de 10A o 300mA.
- No medir mas de 1000V en CD(---) o 750V RMS en CA(-).
- Tener cuidado cuando se realizan mediciones de mas de 60V CD(---) o 30V RMS de CA(-).

SIMBOLOGIA

⚠ Indica que el operador debe apoyarse en la información contenida en este manual.

⚡ Nos indica que en dichas terminales puede existir alto voltaje.

PRECAUCION

Para prevenir daños a los instrumentos, asegurese de mantener los límites del mismo, cuales se encuentran en la pagina 2.



presentación de
ELECTRÓNICA

en ningún cargo
serán cubiertos

de la recepción
garantía.

así como hacer

ASOS:

idioma español

ONICA STEREN

casa comercial,

uya la fecha de

entrega, para hacerla efectiva el consumidor tendrá que presentar la nota de compra o factura respectiva.

Si la presente garantía se extraviara, el consumidor puede recurrir a su proveedor para que le expida otra poliza de garantía, previa presentación de la nota de compra o factura respectiva.

DATOS DEL DISTRIBUIDOR	
NOMBRE/DISTRIBUIDOR:	20. MULTÍMETRO.
DOMICILIO:	_____
PRODUCTO:	MARCA: _____
MODELO:	No. SERIE: _____
FECHA DE ENTREGA:	VERACRUZ, VER. Enero de 2008.

RANGOS Y CARACTERÍSTICAS

RANGO	RESOLUCION	PRECISION
DCV / ACV	V/Ω/F& COM	1000V CD (---) o 750Vrms (-)
kHz	V/Ω/F& COM	250V CD (---) o rms CA (-)
Ω /	V/Ω/F& COM	250V CD (---) o rms CA (-)
μA/mA	mA/Cx& COM	300mA CD (---) o rms CA (-)
nF/μF	mA/Cx& COM	0,3A Protector de fusible
A	A & COM	10A CD (---) o rms CA (-)

Las funciones de miliamperímetro y amperímetro están protegidos con fusibles.

3. ESPECIFICACIONES

La calibración esta garantizada por un año, temperatura 23°C+5°C, humedad menos de 70%

VOLTIMETRO DE CD (V---) (Autorango)

RANGO	RESOLUCION	PRECISION
326mV	0,1mV	±0,5% ±2 dígitos
3,26 V	1mV	±0,5% ±1 dígitos
32,6 V	10mV	
326 V	0,1V	
1000V	1V	±0,5% ±1 dígitos

Impedancia de entrada: 10MΩ mas de 100MΩ para el rango de 360mV.

VOLTIMETRO DE AC (V~) (Autorango)

RANGO	RESOLUCION	PRECISION
3,26V	1mV	±0,8% ±3 dígitos
32,6 V	10mV	
326 V	0,1V	
750 V	1V	

AMPERIMETRO DE CD (A---) (Autorango para μA Y mA)

RANGO	RESOLUCION	PRECISION
326μA	0,1μA	±1,2% ±3 dígitos
3260μA	1μA	
32,6mA	10μA	
326mA	0,1mA	
10A	10mA	±2,0% ±5 dígitos

Proteccion por sobre carga: Fusibles de 0,3A/250V

AMPERIMETRO DE CA (~) (Autorango para μA Y mA)

RANGO	RESOLUCION	PRECISION
326μA	0,1μA	±1,5% ±5 dígitos
3260μA	1μA	
32,6mA	10μA	
326mA	0,1mA	
10A	10mA	±3,0% ±7 dígitos

Proteccion por sobre carga: Fusibles de 0,3A/250V y 10A/250V

FRECUENCIOMETRO (Autorango)

RANGO	RESOLUCION	PRECISION
32,6kHz	10Hz	±1,2% ±3 dígitos
200kHz	100Hz	±2,5% ±3 dígitos

Sensibilidad: 200mV 0-50kHz y 1V 50kHz a 200kHz

CAPACITOMETRO (Rango manual)

RANGO	RESOLUCION	PRECISION
326nF	0,1nF	±3,0% ±5 dígitos
32,6μF	10nF	

OHMMETRO (Autorango)

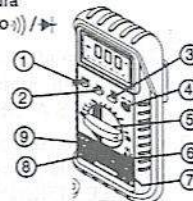
RANGO	RESOLUCION	PRECISION
326kΩ	0,1Ω	±0,8% ±3 dígitos
3,26kΩ	1Ω	
32,6kΩ	10Ω	±0,8% ±1 dígitos
326kΩ	100Ω	
3,26MΩ	1kΩ	±1,2% ±2 dígitos
32,6MΩ	10kΩ	

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES (DISPLAY)

Analogo: 32 segmentos, 12,5 seg.
 Digital: 3260 cuentas, 2 seg.
 Indicador de polaridad: "-" automáticamente
 Indicador sobrecarga: "OL" en pantalla
 Batería baja: $\left[\begin{array}{c} + \\ - \end{array} \right]$ en pantalla
 Temperatura de Operación: 0°-40°C, menos de 75% de humedad
 Batería: 9V---
 Dimensiones (mm): 91 x 189 x 31,5
 Peso: 310gr aprox.
 Accesorios: Manual de operacion, batería y puntas de prueba.

APARIENCIA Y LISTA DE PARTES

1. Selector de rangos
2. Boton de retencion de lectura
3. Boton de seleccion CA/CD o $\left[\begin{array}{c} + \\ - \end{array} \right]$
4. Probador de Transistores
5. Perilla de Funciones
6. Jack "V/ΩF"
7. Jack "Común"
8. Jack "mA/Cx"
9. Jack "10A"

**5.1 SELECTOR DE RANGOS**

Selector de rangos de voltaje CD(---)/CA(-), corriente de CD/CA (solo para μA Y mA), las funciones de Ohmmetro y frecuencímetro pueden seleccionarse en forma manual o usando la tecla de autorango. La forma de usar esta tecla es:

ENCENDIDO O CAMBIO DE FUNCIONES**5.2 BOTON DE PERSISTENCIA DE LECTURA**

Cuando se oprime esta tecla, aparecera el simbolo "D-H" y se mantendra la lectura en pantalla hasta que se oprima nuevamente. Esta funcion podra ser cancelada automaticamente girando la perilla de funciones.

5.3 BOTON DE SELECCION CA(-) / CD(---)

Oprimiendo esta se hara el cambio de CD(---) o CA(-) para el voltímetro y amperímetro y el cambio de probador de diodos y continuidad.

INSTRUCCIONES DE OPERACION**6.1 VOLTIMETRO DE CD(---) / CA(-)**

- A) Conectar la punta negra al jack COM y la roja V/ΩF.
- B) Seleccionar el modo CD(---) / CA(-), el rango y realizar la medicion.
- C) El display nos indicara la polaridad cuando se realizan mediciones de CD(---)

6.2 AMPERIMETRO DE CD(---) / CA(-)

- A) Conectar las puntas negras a la terminal COM y la roja a la terminal mA/Cx para lecturas máximas de 300mA, Para un máximo de 10A, conectar la punta roja a la terminal 10A..

- B) Seleccionar la funcion μA, mA O A, el rango a ser usado, así como el modo CD(---) / CA(-).

- C) Conectar las puntas en serie al circuito a ser medido.

- D) En el display aparecera la polaridad en lecturas de ACA (A-).

6.3 OHMMETRO

- A) Conectar la punta negra a COM y la roja a V/ΩF. La polaridad de la punta roja es "+".

- B) Seleccionar la funcion de Ω, en el rango y proceda a realizar las mediciones.

NOTA: -Para resistencias arriba de 3,6MΩ el medidor tardara unos segundos para estabilizar la lectura. Esto es normal para la lecturas de resistencia alta.

-Cuando existe un circuito abierto, aparecera en el display "OL", como en la condicion de sobrerango.

-Cuando se cheque resistencia de un circuito, asegurese de que el mismo se encuentra desenergizado y todos los capacitores estan completamente descargados.

- C) En pruebas de continuidad la resistencia del circuito debe ser menor a 20Ω para obtener la señal audible.

- D) En el probador de diodos conectar la punta roja al ánodo y la negra al cátodo y obtendremos en el display la lectura de voltaje en polarización directa.

6.5 CAPACITOMETRO

- A) Conectar la punta negra a COM y la roja a mA/Cx

- B) Seleccionar el rango nF o μF. Lapunta roja sera la terminal positiva.

- C) Realizar la medicion de el elemento, asegurandose de la polaridad de éste.

NOTAS: -Cuando se cheque capacitores, asegurese de que no exista alimentación y de que los mismos esten descargados.

-El capacitometro cuenta con solo dos rangos y su seleccion es manual (326nF Y 32,6μF). Si el boton de rangos es accionado el punto decimal puede quedar en posicion incorrecta.

6.6 FRECUENCIOMETRO

- A) Conectar las puntas como en el punto 1A.
- B) Colocar la perilla en la posicion y realizar la medicion de la señal a medir debe de estar entre 200mV y 10V ms de CA(-), si es mayor puede dañar la precision de la lectura.

6.7 PROBADOR DE TRANSISTORES

- A) Colocar la perilla en la posicion hFE.
- B) Identificar que tipo de transistor es NPN o PNP y localizar el emisor, base y colector, Insertar el mismo en el socket de manera correcta.
- C) La lectura que obtendremos sera el grado de amplificacion del transistor y las condiciones de prueba son Ib-10μA y Vce-3,2V.

7 MANTENIMIENTO**7.1 Reemplazo de la batería**

Cuando el voltaje de la batería este bajo, en el display aparecera una pequeña batería. Para hacer el cambio hay que quitar los tornillos de la parte trasera.

7.2 Reemplazo del fusible

Estos deben ser reemplazados por otros del mismo tamaño y características (0,3A/250V y 10A/250V)

PRECAUCIONES**PARA PREVENIR DESCARGAS ELECTRICAS:**

1. Antes de cambiar la batería o fusibles debe apagarse el multímetro y retirar las puntas de prueba.
2. Nunca operar el multímetro si éste no se encuentra en una parte fija y solida.

21. FÓRMULAS TÉCNICAS.

Fórmulas eléctricas

Tabla 5.14

Fórmulas eléctricas para determinar: I, H.P., kW y kVA			
Dato conocido	Corriente alterna		Corriente directa
	Una fase	Tres fases	
kVA, E	$I = \frac{kVA \times 1,000}{E}$	$I = \frac{kVA \times 1,000}{\sqrt{3} \times E}$	
kW, E, F.P.	$I = \frac{kW \times 1,000}{E \times F.P.}$	$I = \frac{kW \times 1,000}{\sqrt{3} \times E \times F.P.}$	$I = \frac{kW \times 1,000}{E}$
H.P., E, F.P., η	$I = \frac{H.P. \times 746}{E \times F.P. \times \eta}$	$I = \frac{H.P. \times 746}{\sqrt{3} \times E \times \eta \times F.P.}$	$I = \frac{H.P. \times 746}{E \times \eta}$
I, E	$kVA = \frac{I \times E}{1,000}$	$kVA = \frac{I \times E \times \sqrt{3}}{1,000}$	
I, E, F.P.	$kW = \frac{I \times E \times F.P.}{1,000}$	$kW = \frac{I \times E \times \sqrt{3} \times F.P.}{1,000}$	$kW = \frac{I \times E}{1,000}$
I, E, F.P., η	$H.P. = \frac{I \times E \times \eta \times F.P.}{746}$	$H.P. = \frac{I \times E \times \sqrt{3} \times \eta \times F.P.}{746}$	$H.P. = \frac{I \times E \times \eta}{746}$

donde:

- E = Tensión entre fases (Volts)
- I = Corriente (amperes)
- η = Eficiencia del equipo
- F.P. = Factor de potencia, en México el mínimo es 0.9
- H.P. = Caballos de potencia
- kW = Kilowatts
- kVA = Kilovoltamperes

Tabla 5.24 Corriente alterna de motores trifásicos

kW	(C.P.)	Motor de inducción de jaula de ardilla y rotor devanado (A)			Motor síncrono, con factor de potencia unitario (A)		
		220 V	440 V	2,400 V	220 V	440 V	2,400 V
0.373	(1/2)	2.1	1.0				
0.560	(3/4)	2.9	1.5				
0.746	(1)	3.8	1.9				
1.119	(1 1/2)	5.4	2.7				
1.490	(2)	7.1	3.6				
2.230	(3)	10.0	5.0				
3.730	(5)	15.9	7.9				
5.600	(7 1/2)	23.0	11.0				
7.460	(10)	29.0	15.0				
11.190	(15)	44.0	22.0				
14.920	(20)	56.0	28.0				
18.650	(25)	71.0	36.0		54	27	
22.380	(30)	84.0	42.0		65	33	
29.840	(40)	109.0	54.0		86	43	
37.300	(50)	136.0	68.0		108	54	
44.760	(60)	161.0	80.0	15	128	64	11
55.950	(75)	201.0	100.0	19	161	81	14
74.600	(100)	259.0	130.0	25	211	106	19
93.250	(125)	326.0	163.0	30	264	132	24
119.900	(150)	376.0	188.0	35	-	158	29
149.200	(200)	502.0	251.0	47	-	210	38

Estos valores de corriente a plena carga son para motores que funcionan a velocidades normales para transmisión por banda, y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par pueden tener corrientes a plena carga mayores; y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad, en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos.

Corrientes a plena carga de motores de CA

Corrientes a plena carga de motores de CA

Las corrientes a plena carga listadas a continuación son "valores medios" para motores de potencia nominal de varios fabricantes en los voltajes y velocidades nominales más comunes. Estos "valores promedio", junto con los valores similares listados en el Código Eléctrico Nacional (NEC) de los EE.UU., deben usarse sólo como guía para seleccionar los componentes apropiados para el circuito derivado del motor. La corriente a plena carga nominal, mostrada en la placa del fabricante del motor puede variar considerablemente del valor listado, dependiendo del diseño específico del motor.

ATENCIÓN: La corriente a plena carga de la placa del fabricante del motor siempre debe usarse para determinar la capacidad nominal de los dispositivos usados para protección de sobrecorriente de marcha del motor.

Corrientes a plena carga de motores de inducción de CA trifásicos, de 60 Hertz

HP	RPM	Corriente a plena carga					
		208 V	240 V	480 V	600 V	2200 V	4000 V
1/4	3600	1.20	1.04	0.52	0.42	.....	.....
	1800	1.39	1.20	0.60	0.48	.....	.....
	1200	1.62	1.40	0.70	0.56	.....	.....
	900	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1/3	3600	1.48	1.28	0.64	0.51	.....	.....
	1800	1.69	1.46	0.73	0.58	.....	.....
	1200	1.89	1.64	0.82	0.66	.....	.....
	900	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1/2	3600	2.08	1.80	0.90	0.72	.....	.....
	1800	2.54	2.20	1.10	0.88	.....	.....
	1200	2.69	2.50	1.25	1.00	.....	.....
	900	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3/4	3600	2.89	2.50	1.25	1.00	.....	.....
	1800	3.47	3.00	1.50	1.20	.....	.....
	1200	3.81	3.30	1.65	1.32	.....	.....
	900	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1	3600	3.51	3.04	1.52	1.22	.....	.....
	1800	4.25	3.68	1.84	1.47	.....	.....
	1200	4.60	3.98	1.99	1.59	.....	.....
	900	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1-1/2	3600	5.04	4.36	2.18	1.74	.....	.....
	1800	5.80	5.02	2.51	2.01	.....	.....
	1200	6.49	5.62	2.81	2.25	.....	.....
	900	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2	3600	6.51	5.64	2.82	2.26	.....	.....
	1800	7.18	6.22	3.11	2.49	.....	.....
	1200	8.20	7.10	3.55	2.84	.....	.....
	900	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3	3600	9.24	8.00	4.00	3.20	.....	.....
	1800	10.4	9.04	4.52	3.62	.....	.....
	1200	11.6	10.1	5.04	4.03	.....	.....
	900	.....	.....	.....	.....	.....	.....
5	3600	15.7	13.6	6.80	5.44	.....	.....
	1800	15.9	13.8	6.88	5.50	.....	.....
	1200	18.6	16.1	8.07	6.46	.....	.....
	900	.....	.....	.....	.....	.....	.....
7-1/2	3600	22.1	19.1	9.57	7.66	.....	.....
	1800	25.0	21.7	10.8	8.66	.....	.....
	1200	26.6	23.1	11.5	9.22	.....	.....
	900	.....	.....	.....	.....	.....	.....
10	3600	29.7	25.7	12.9	10.3	.....	.....
	1800	31.5	27.3	13.7	10.9	.....	.....
	1200	32.9	28.4	14.2	11.4	.....	.....
	900	.....	.....	.....	.....	.....	.....
15	3600	43.0	37.2	18.6	14.9	.....	.....
	1800	46.7	40.4	20.2	16.2	.....	.....
	1200	49.1	42.5	21.3	17.0	.....	.....
	900	.....	.....	.....	.....	.....	.....
20	3600	59.2	51.3	25.6	20.5	5.2	2.9
	1800	59.6	51.6	25.8	20.6	5.3	3.0
	1200	61.7	53.4	26.7	21.4	5.4	3.1
	900	.....	.....	.....	.....	5.8	3.2
25	3600	70.9	61.4	30.7	24.6	6.3	3.4
	1800	74.7	64.7	32.3	25.9	6.5	3.6
	1200	76.0	65.8	32.9	26.3	6.7	3.7
	900	.....	.....	.....	.....	6.9	3.8
600	.....	.....	.....	.....	8.1	4.4	

HP	RPM	Corriente a plena carga					
		208 V	240 V	480 V	600 V	2200 V	4000 V
30	3600	85.7	74.2	37.1	29.7	.....	.....
	1800	88.2	76.4	38.2	30.5	7.8	4.3
	1200	91.6	79.3	39.7	31.7	8.0	4.4
	900	.....	.....	.....	.....	8.2	4.5
	600	.....	.....	.....	.....	9.3	5.0
40	3600	111	96.0	48.0	38.4	.....	.....
	1800	117	102	50.8	40.6	10.0	5.5
	1200	119	103	51.7	41.4	10.3	5.7
	900	.....	.....	.....	.....	10.6	5.8
	600	.....	.....	.....	.....	11.5	6.3
50	3600	141	122	61.2	49.0	.....	.....
	1800	144	125	62.3	49.8	12.3	6.8
	1200	147	127	63.4	50.7	12.4	6.8
	900	.....	.....	.....	.....	13.1	7.2
	600	.....	.....	.....	.....	14.2	7.8
60	3600	165	143	71.6	57.3	.....	.....
	1800	172	149	74.3	59.4	14.6	8.0
	1200	173	150	74.9	59.9	14.9	8.2
	900	.....	.....	.....	.....	15.4	8.5
	600	.....	.....	.....	.....	16.7	9.2
75	3600	204	177	88.5	70.8	.....	.....
	1800	211	183	91.4	73.1	18.0	9.9
	1200	215	186	93.1	74.5	18.2	10.0
	900	.....	.....	.....	.....	19.0	10.5
	600	.....	.....	.....	.....	21.0	11.6
100	3600	267	231	116	92.6	.....	.....
	1800	276	239	119	95.5	23.6	13.0
	1200	281	243	122	97.2	24.2	13.3
	900	.....	.....	.....	.....	24.8	13.6
	600	.....	.....	.....	.....	26.4	14.5
125	3600	333	288	144	115	.....	.....
	1800	340	294	147	118	29.2	16.1
	1200	347	300	150	120	29.9	16.4
	900	.....	.....	.....	.....	30.9	17.0
	720	.....	.....	.....	.....	31.3	17.2
150	3600	397	344	172	138	.....	.....
	1800	404	350	175	140	34.8	19.1
	1200	414	358	179	143	35.5	19.5
	900	.....	.....	.....	.....	37.0	20.4
	720	.....	.....	.....	.....	37.0	20.4
200	3600	524	454	227	182	.....	.....
	1800	531	460	230	184	46.7	25.7
	1200	538	466	233	186	47.0	25.9
	900	.....	.....	.....	.....	49.4	27.2
	720	.....	.....	.....	.....	49.0	27.0
250	3600	642	556	278	222	.....	.....
	1800	658	570	285	228	57.5	31.6
	1200	682	590	295	236	58.5	32.2
	900	.....	.....	.....	.....	61.5	33.8
	720	.....	.....	.....	.....	61.5	33.8
300	3600	774	670	335	268	.....	.....
	1800	790	684	342	274	69.0	38.0
	1200	804	696	348	278	70.0	38.5
	900	.....	.....	.....	.....	73.5	40.4
	600	.....	.....	.....	.....	72.3	39.8
350	3600	.....	748	374	299	.....	.....
	1800	.....	762	381	305	.....	.....
	1200	.....	774	387	310	.....	.....
	900	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	600	.....	.....	.....	.....	.....	.....
400	3600	.....	874	437	350	.....	.....
	1800	.....	892	446	357	.....	.....
	1200	.....	902	451	361	.....	.....
	900	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	600	.....	.....	.....	.....	.....	.....
450	3600	.....	972	486	389	.....	.....
	1800	.....	992	496	397	.....	.....
	1200	.....	1004	502	402	.....	.....
	900	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	600	.....	.....	.....	.....	.....	.....
500	3600	.....	1074	537	430	.....	.....
	1800	.....	1096	548	438	.....	.....
	1200	.....	1108	554	443	.....	.....
	900	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	600	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Efecto de las variaciones de voltaje y frecuencia en los motores eléctricos de inducción

Tabla 5.25

Característica que varía	Voltaje			Frecuencia	
	120%	110%	90%	105%	95%
Par de arranque y en marcha	Aumenta 44%	Aumenta 21%	Decrece 19%	Decrece 10%	Aumenta 11%
Velocidad sincrónica	No varía	No varía	No varía	Aumenta 5%	Decrece 5%
Porcentaje de deslizamiento	Decrece 30%	Decrece 17%	Aumenta 23%	Prácticamente no varía	Prácticamente no varía
Velocidad a plena carga	Aumenta 1.5%	Aumenta 1%	Decrece 1.5%	Aumenta 5%	Decrece 5%
Eficiencia a plena carga	Aumenta ligeramente	Aumenta 1/2 a 1 punto	Disminuye 2 puntos	Aumenta ligeramente	Decrece ligeramente
Factor de potencia a plena carga	Disminuye 5 a 15 puntos	Disminuye 3 puntos	Aumenta 1 punto	Aumenta ligeramente	Decrece ligeramente
Corriente de plena carga	Decrece 11%	Decrece 7%	Aumenta 11%	Decrece ligeramente	Aumenta ligeramente
Corriente con rotor frenado	Aumenta 25%	Aumenta 10 a 12%	Decrece 10 a 12%	Decrece 5 a 6%	Aumenta ligeramente 5 a 6%
Elevación de temperatura a plena carga	Decrece 5 a 6°C	Decrece 3 a 4°C	Aumenta 6 a 7°C	Decrece ligeramente	Aumenta ligeramente
Capacidad máxima de sobrecarga	Aumenta 44%	Aumenta 21%	Decrece 19%	Decrece ligeramente	Aumenta ligeramente
Ruido magnético en vacío	Notable aumento	Aumenta ligeramente	Decrece ligeramente	Decrece ligeramente	Aumenta ligeramente

Los motores estándar soportan correctamente su carga normal cuando la tensión es 10 por ciento mayor o menor que la especificada, y cuando la frecuencia es 5 por ciento mayor o menor que la especificada.

Bibliografía:

“QUE ES LA ELECTRICIDAD”. Folleto editado por la Comisión Federal de Electricidad.

“BIBLIOTECA PRACTICA DE MOTORES ELÉCTRICOS”. Tomo 1 y Tomo 2, Autor: R. J. Lawrie, Editorial OCEANO/CENTRUM.

“MOTORES ELÉCTRICOS, SELECCIÓN, APLICACIÓN Y MANTENIMIENTO”, Catálogo Técnico de Industrias IEM.

“CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS”. Autor: Walter N. Alerich, Editorial Diana.

“CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS”. Autor: Dr., M. en C. e Ing. Gilberto Enríquez Harper, Editorial Limusa – Noriega Editores.

“FUNDAMENTOS DE CONTROL DE MOTORES”. Edición de SquareD.

“DIAGRAMAS DE CIRCUITOS DE CONTROL Y DE ALAMBRADO”. Edición de SquareD.

“CATÁLOGO DE MOTORES ELÉCTRICOS, TIPO ROTOR JAULA DE ARDILLA Y TIPO ROTOR DEVANADO”. Industrias IEM.

“MOTORES ELÉCTRICOS EN BAJA TENSIÓN”. Catálogo general SIEMENS SD03 2003/2004.

SquareD “Fundamentos de Control de Motores Eléctricos”.
Tabla de capacidades eléctricas de arrancadores. Página 17.

N. E. C. National Electrical Code 1993.
Artículo: 430-32 (a) (1).
Página: 70-400.

NOM-001-SEDE-2005.
Norma Oficial Mexicana de Instalaciones Eléctricas.
Diario Oficial de la Federación. Lunes 27 de septiembre de 1999.

“Protección de Motores Eléctricos por medio de relevadores térmicos de sobrecarga”.

Paul T. Anderson, P.E.
Development Engineer,
Control Products Division
Westinghouse Electric Corp. Beaver Pa.
Traducción y adaptación: Industrias IEM., S.A. de C.V.

SIEMENS, catálogo general de Motores Eléctricos 1993.

SIEMENS, catálogo general de Motores Eléctricos 2001.

“Coordinated Motor Circuit Protection.

A Guide to Understanding:

Short – Circuit Protection Devices,

Overload Protection Devices, and

Coordinated Protection”. Edición de Rockwell Automation. Allen – Bradley.

“CUTLER – HAMMER, Contactores y Arrancadores Línea F, NEMA.

“CONTROLES INDUSTRIALES”. Catálogo de ALLEN – BRADLEY.

“MANUAL DEL ELECTRICISTA”. Edición de CONDUMEX.

“PRODUCTOS DE DISTRIBUCIÓN Y CONTROL”.

Catálogo compendiado No.30. Square D, una marca de Schneider Electric.

“AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL TELEMECANIQUE, GUÍA ESCENCIAL.
Simply Smart Automation”

Telemecanique, una marca de Schneider Electric.

“NUEVAS TECNOLOGÍAS EN ARRANQUE Y VARIACIÓN DE VELOCIDAD A
MOTORES ELÉCTRICOS DE INDUCCIÓN DE C. A.”

Edición de Telemecanique y de Square D, marcas de Schneider Electric.

“SCHNEIDER EN LÍNEA”. Revistas técnicas:

Número 14, Abril de 2004.

Número 18, Abril de 2005.

Número 20, Octubre 2005.

“ALTIVAR 31”. Guía simplificada, publicación técnica de Telemecanique.

“ARRANCADORES SUAVES SSW 06 SOFT – STARTER”. Catálogo WEG.

“MANUAL DEL ELECTRICISTA. CONTROL DE MOTORES DE C. A.,
Diagramas y datos técnicos”. Autor: Profesor Rodolfo Guadalajara R.

Editorial Mc Graw Hill.

“ELECTROTECNIA. EQUIPO MODULAR PARA ACCIONAMIENTOS
ELÉCTRICOS. Prácticas de electricidad y de control de motores eléctricos”.

Autor: Profesor Rodolfo Guadalajara R.

“ALLEN – BRADLEY POWER FLEX 4 ADJUSTABLE FRECUENCY A.C.
DRIVE. USER MANUAL. ROCKWELL AUTOMATION”.