

UNIDAD II: VARIADORES DE VELOCIDAD Y CONTROLADORES INDUSTRIALES.

Programación Avanzada [IM401]– Ingeniería Mecatrónica

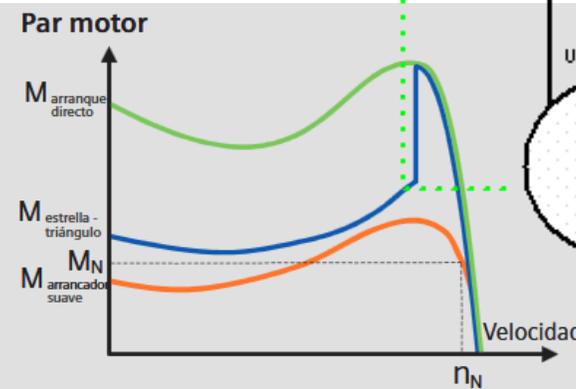
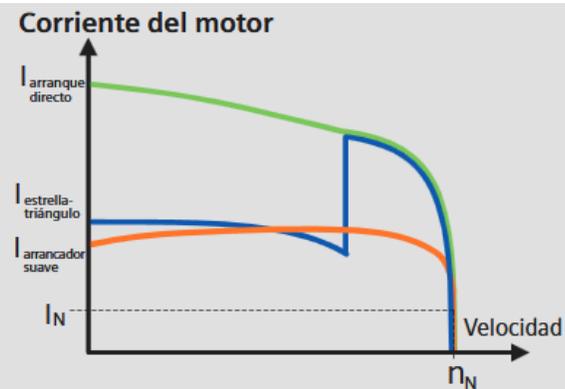
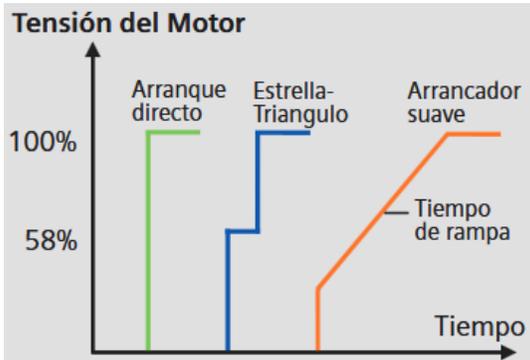
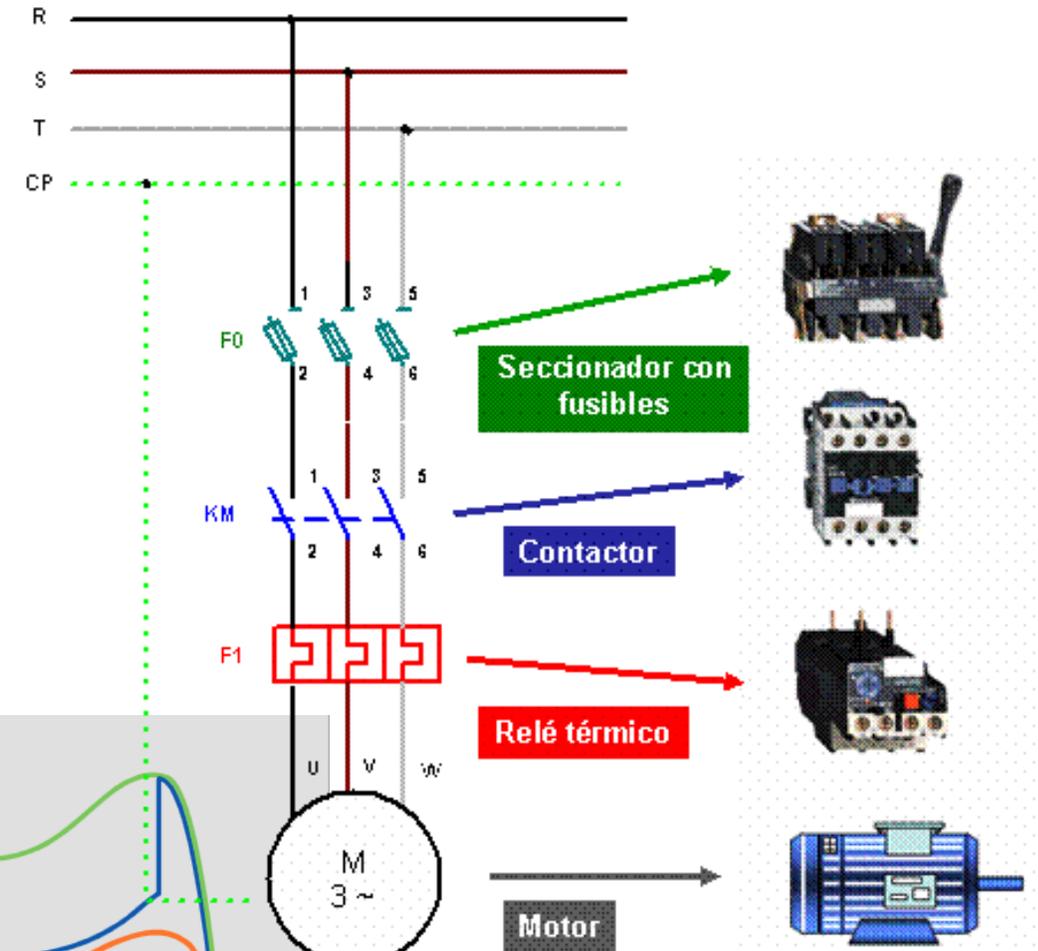
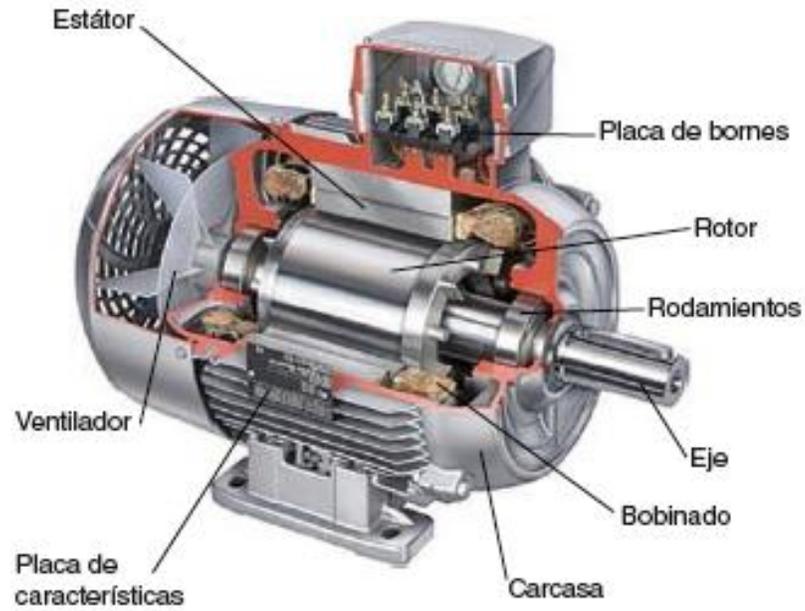
Ing. Linder, German, Ing. Zarratea Diego, Ing. Kelm Marcelo

2025

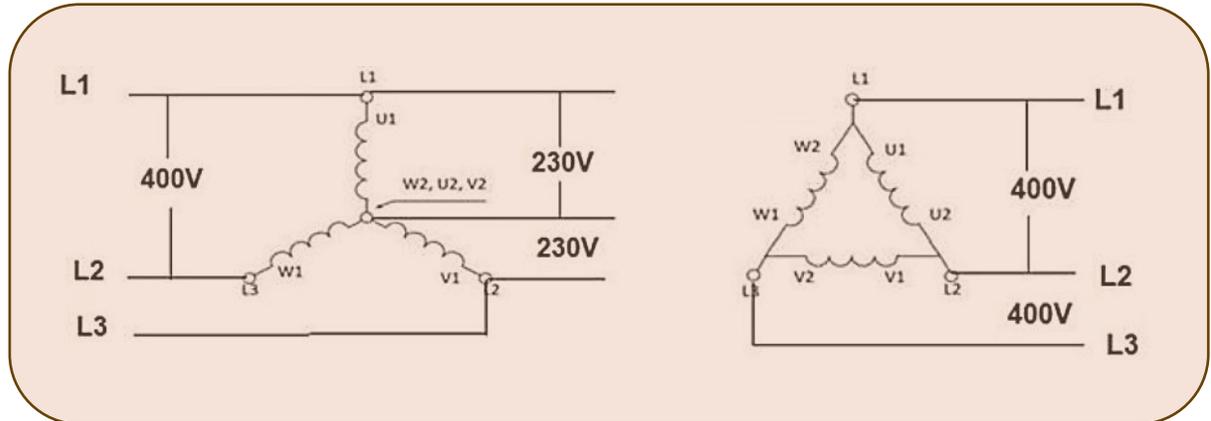
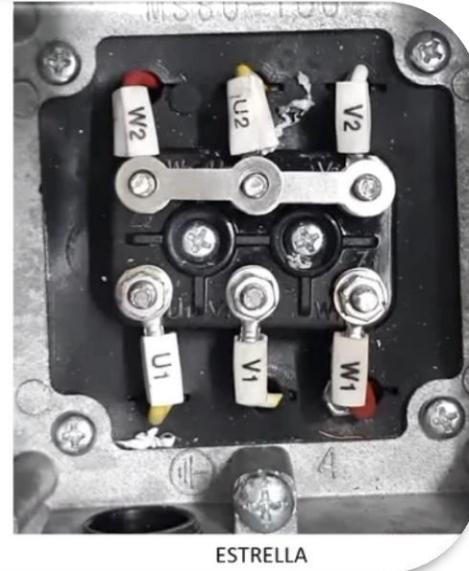
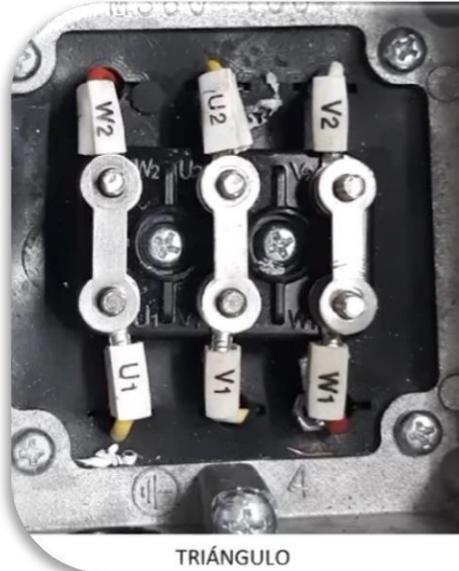
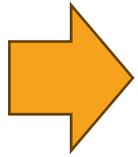
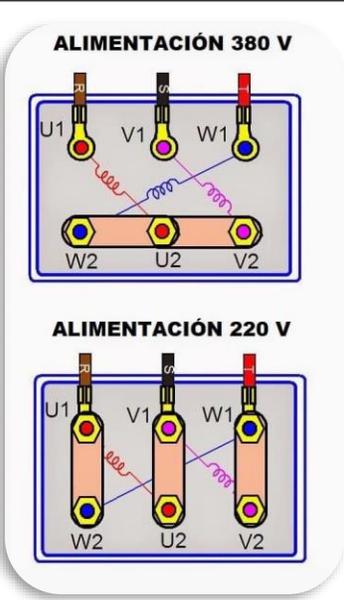
ESQUEMA DE CONTENIDOS

- ARRANQUE DE MOTORES TRIFÁSICOS: DIRECTO, ESTRELLA TRIÁNGULO, ARRANCADOR SUAVE Y VARIADORES ELECTRÓNICOS DE VELOCIDAD.
- CONTROLADORES DE TEMPERATURA.
- CONTADORES Y TEMPORIZADORES.

GENERALIDADES. ARRANQUE DIRECTO (REPASO)



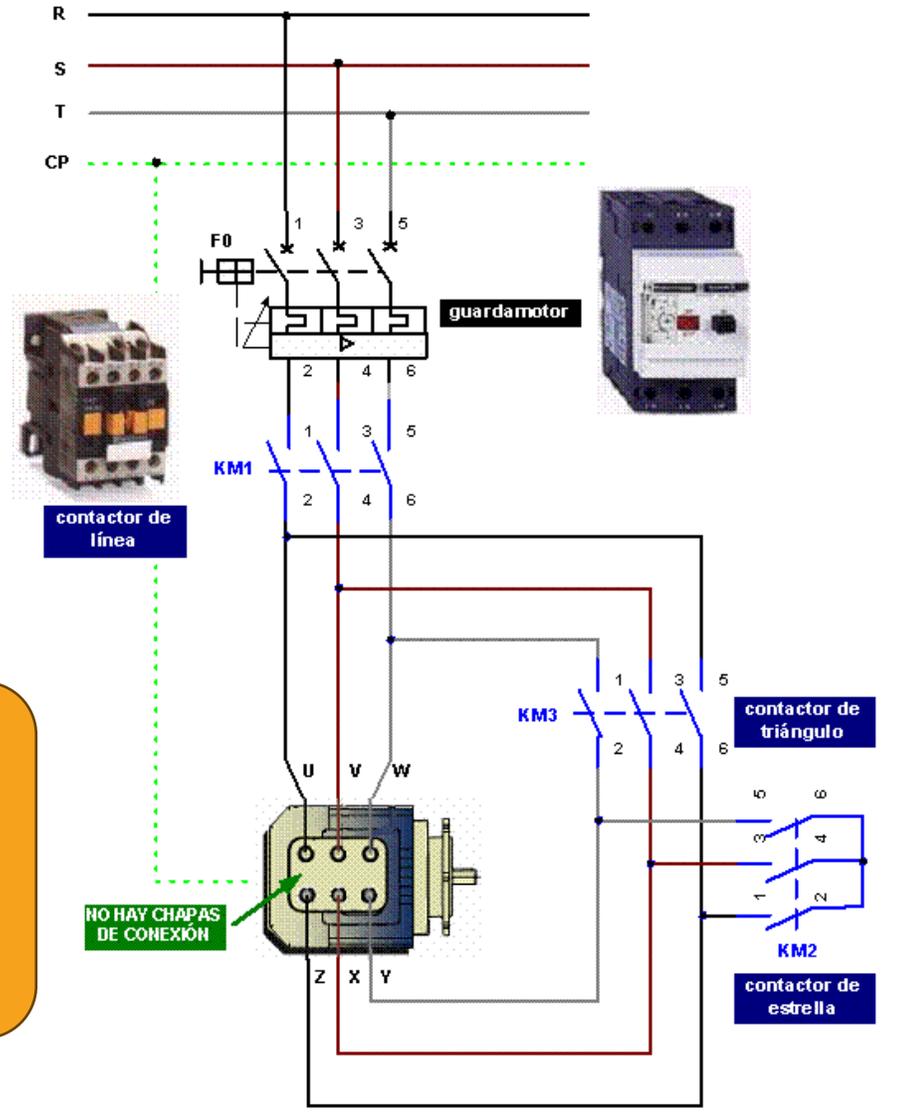
CONEXIÓN ESTRELLA- TRIÁNGULO (REPASO)



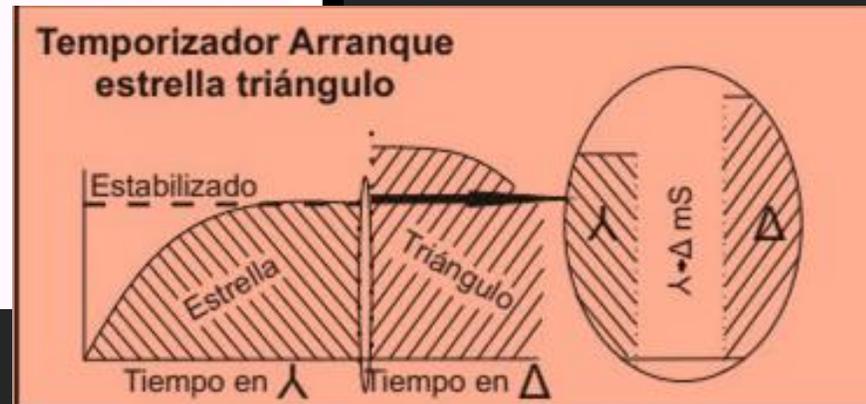
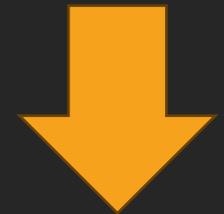
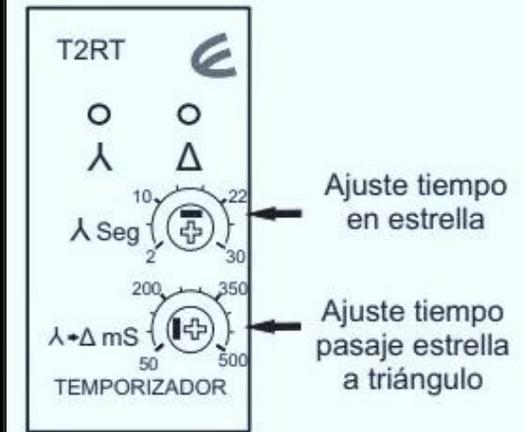
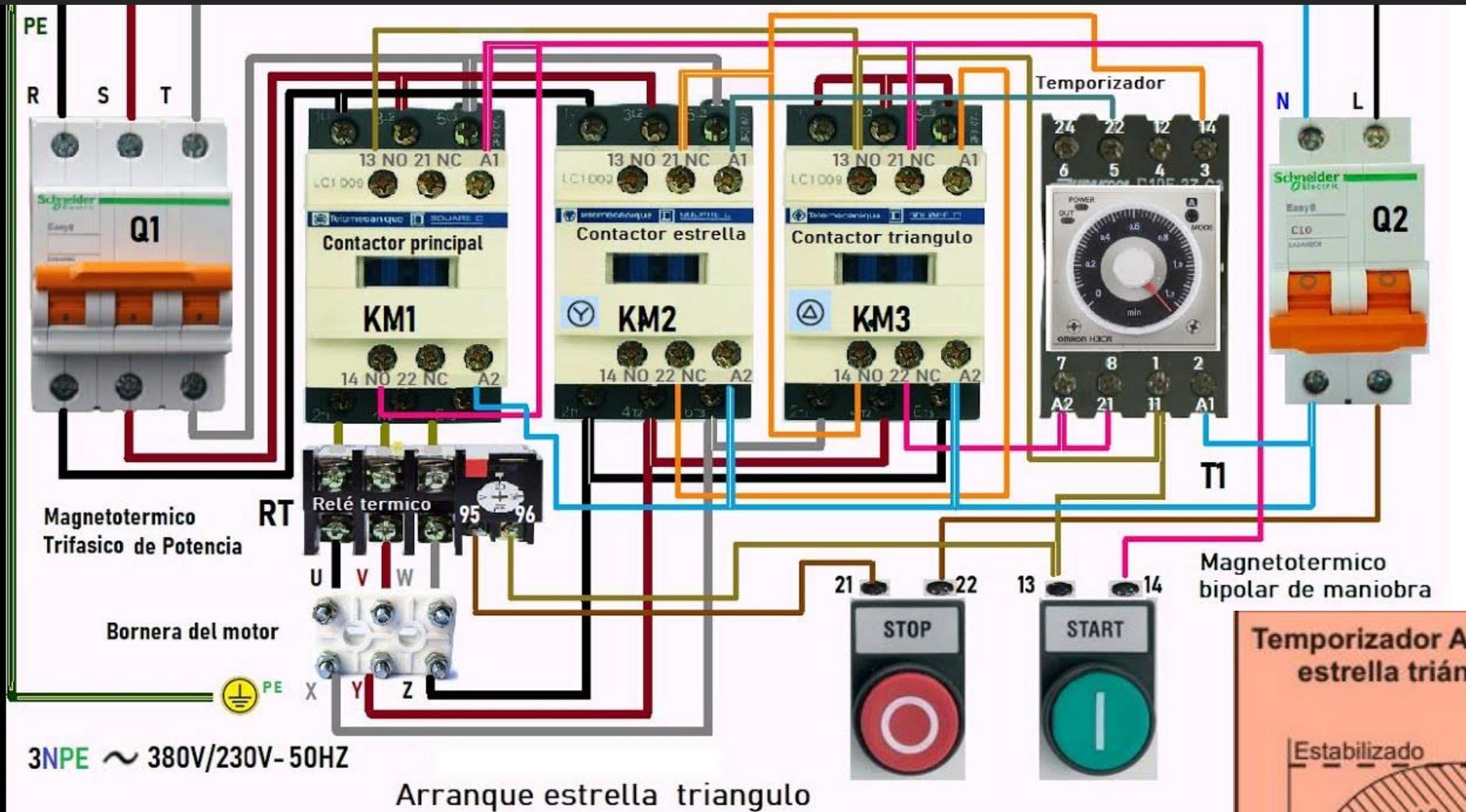
$$U_{LN} = \sqrt{3} \times U_W \quad I_{LN} = I_W$$

$$U_{LN} = U_W \quad I_{LN} = \sqrt{3} \times I_W$$

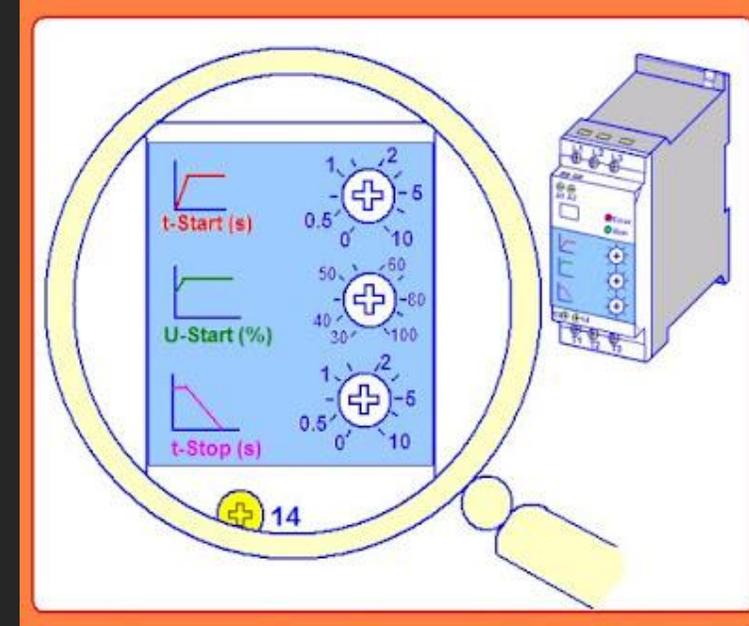
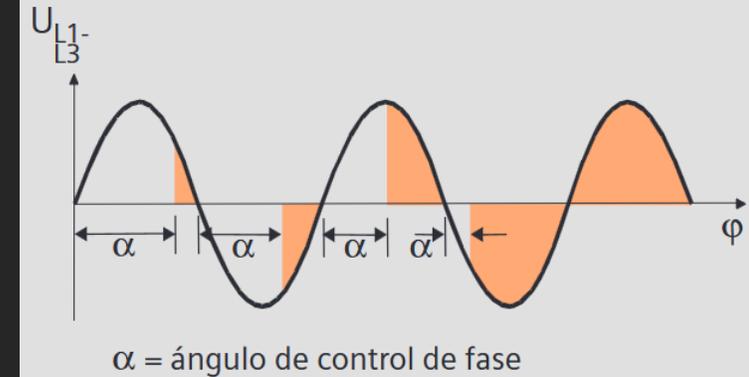
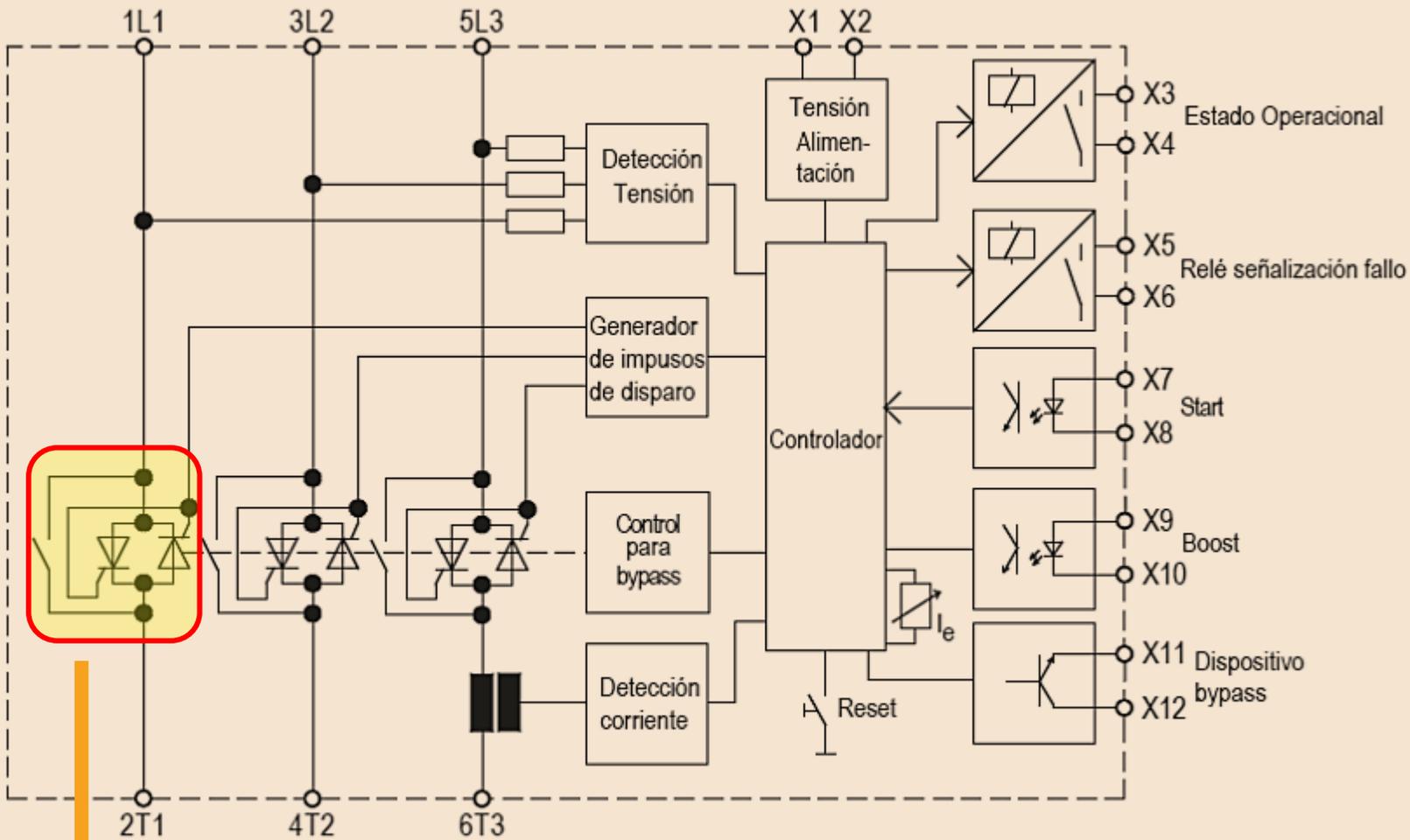
Corriente de arranque hasta 3 veces menor que en directa!!



TEMPORIZADOR DE ARRANQUE

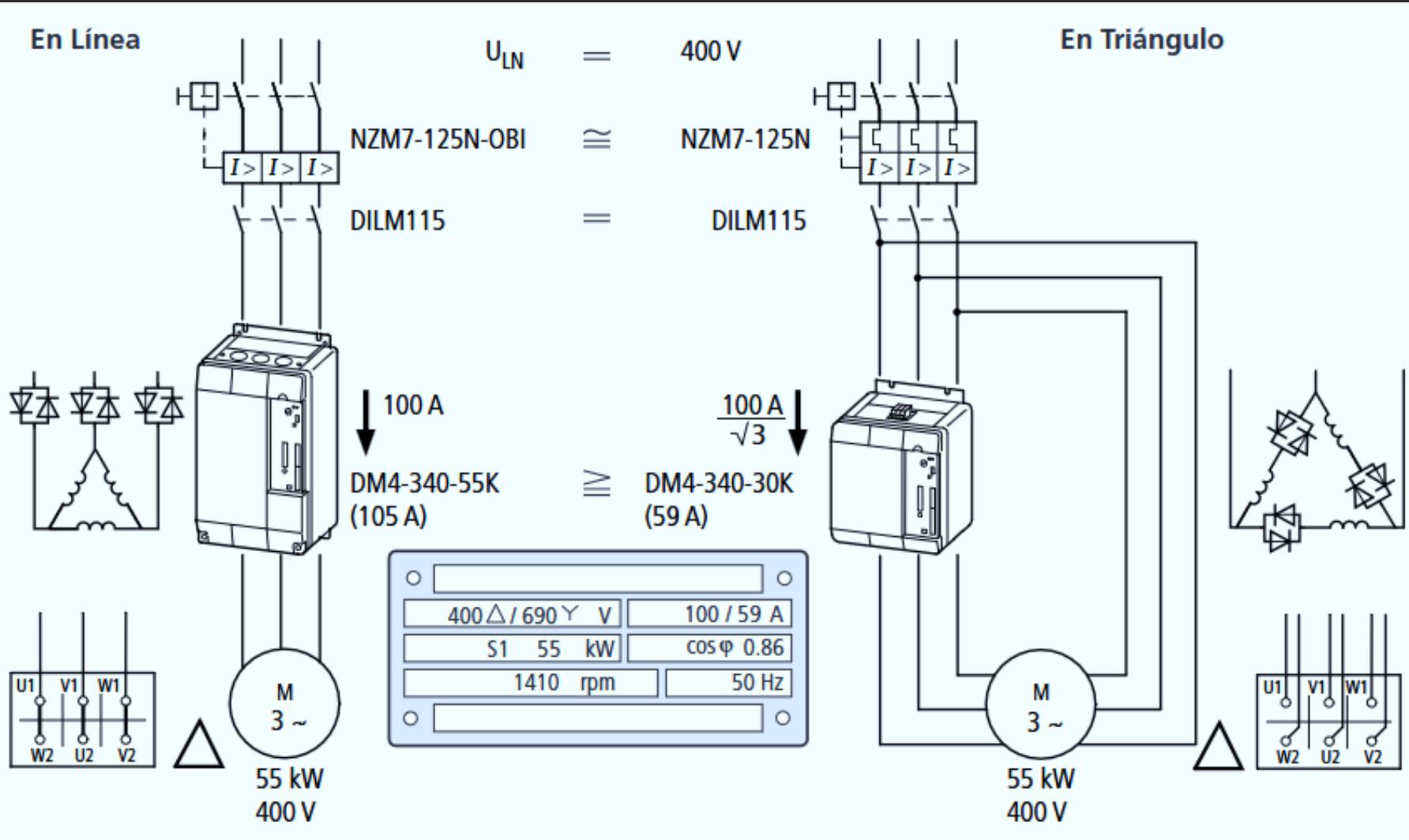


ARRANCADOR SUAVE – SOFT STARTER (REPASO)



En arrancadores de eficiencia estándar solo se controla dos líneas y una se encuentra permanentemente conectada al motor.

ARRANCADOR SUAVE – SOFT STARTER (REPASO)



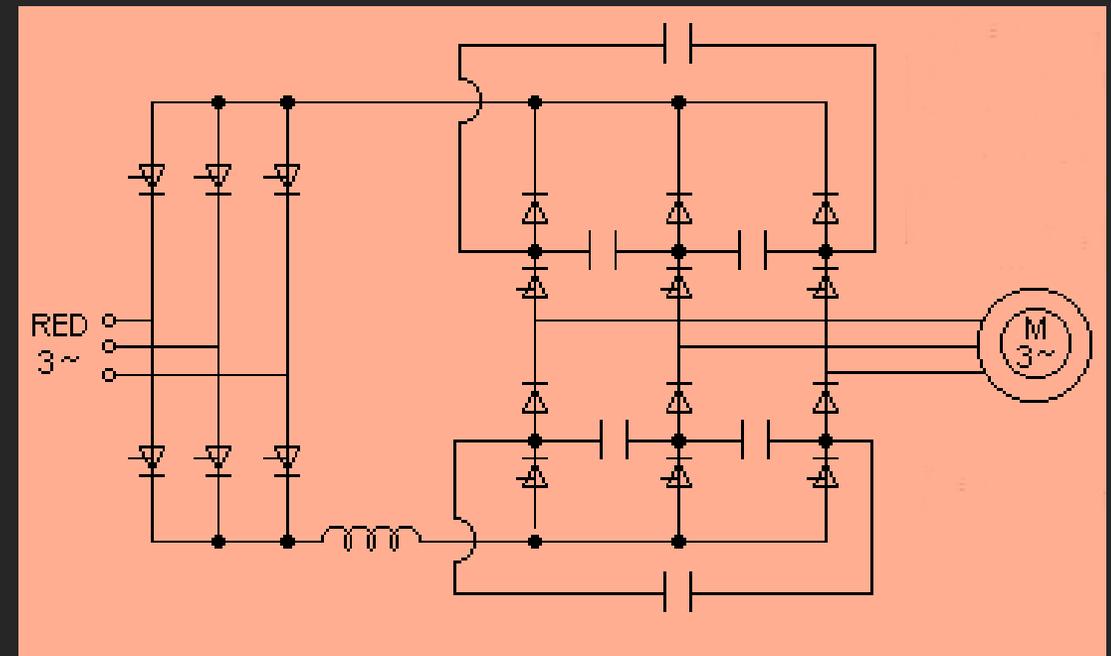
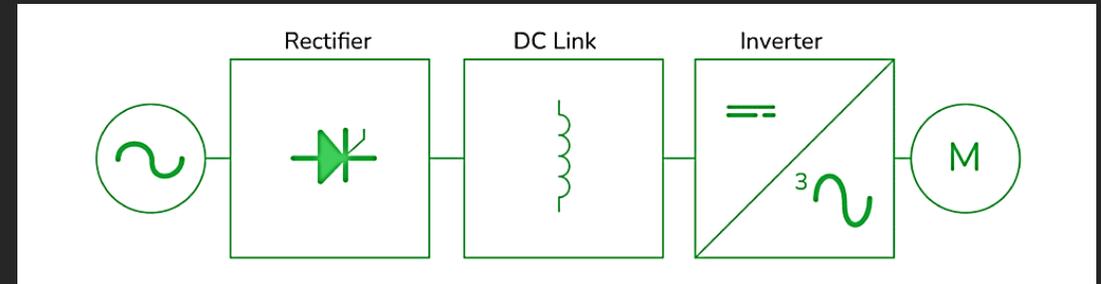
VARIADOR DE FRECUENCIA (VDF)

Convertidores con circuito intermedio de corriente - CSI (Current Source Inverter):

Se utilizan en potencias importantes de cientos de kW hasta algunos MW.

Utilizan tiristores y las mismas reactancias de los arrollamientos del motor forman parte del circuito de conmutación forzada, por ello se utiliza en aplicaciones monomotoras (bombas, compresores y ventiladores) o en aquellas en las cuales los motores están siempre conectados (tracción eléctrica).

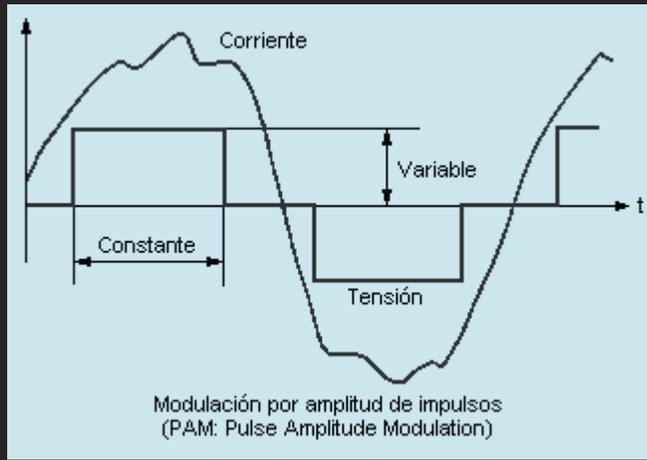
En motores de inducción, son necesarios condensadores de conmutación. En cambio, si se utiliza un motor síncrono sobreexcitado, los tiristores se bloquean por conmutación natural sin necesidad de condensadores de conmutación.



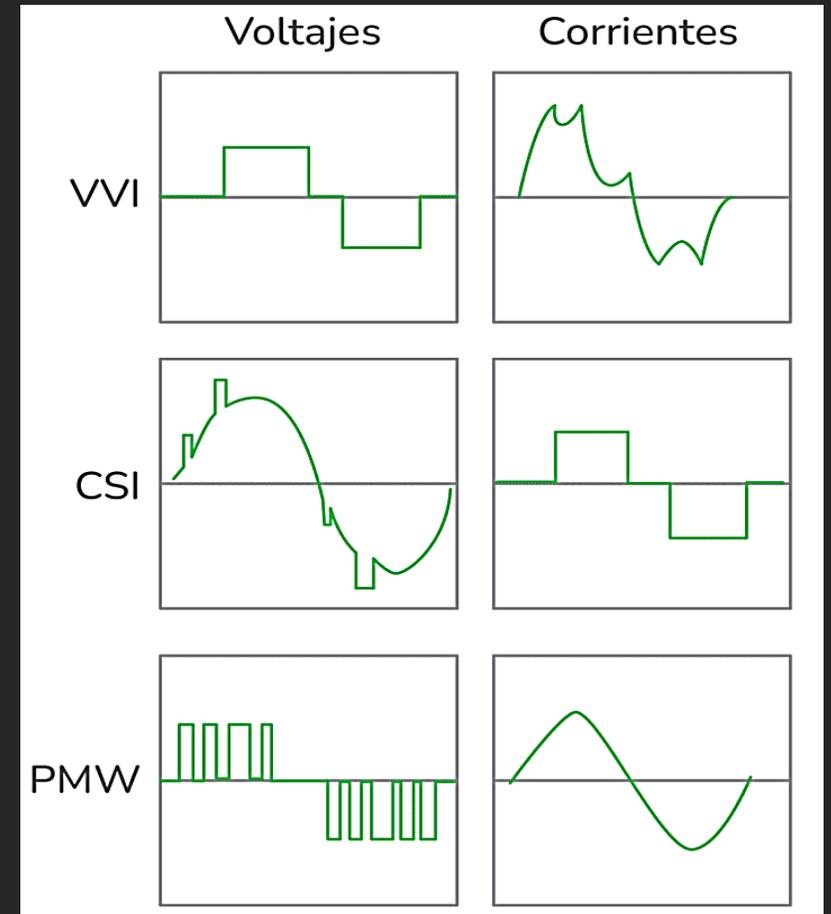
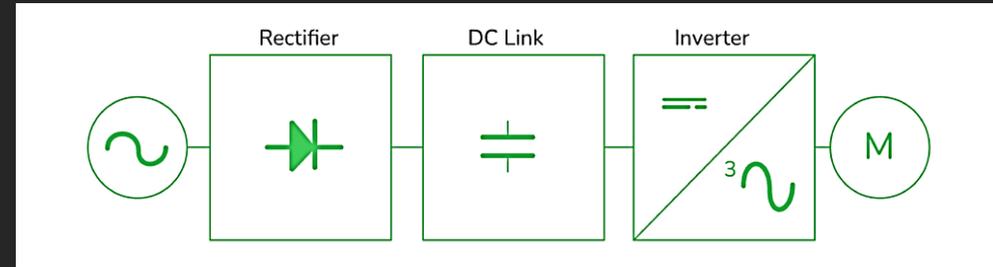
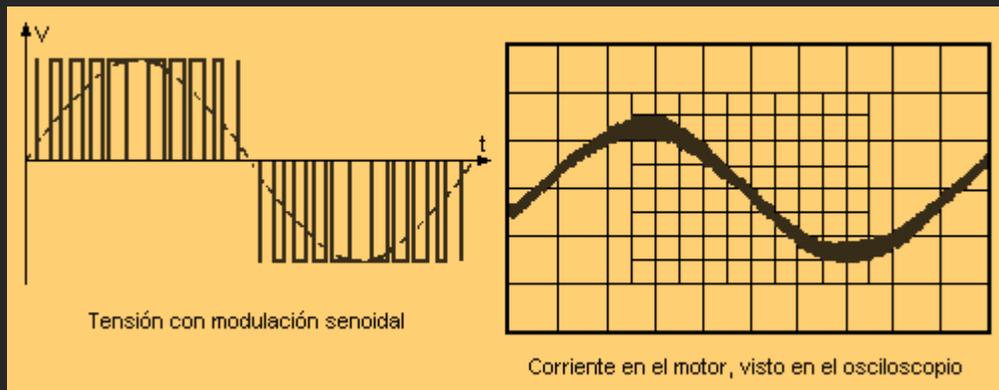
VARIADOR DE FRECUENCIA (VDF)

Variador con circuito intermedio de tensión continua

VVI (Variable Voltage Inverter). Sin Bus CC P.A.M. (Pulse Amplitude Modulation).



VSI (Voltage Source Inverter). Bus CC y PWM (Pulse Width Modulation).



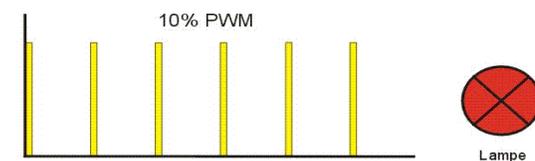
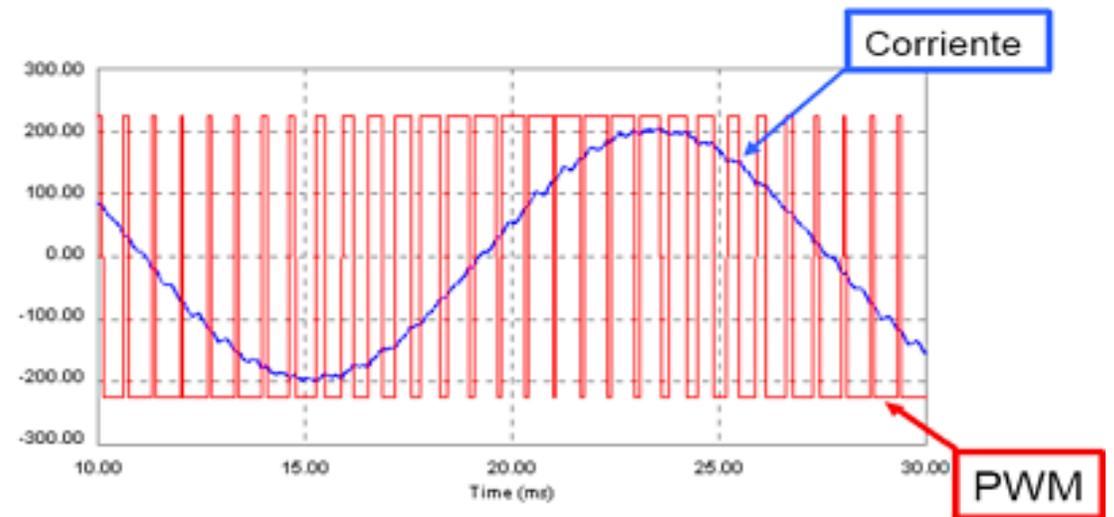
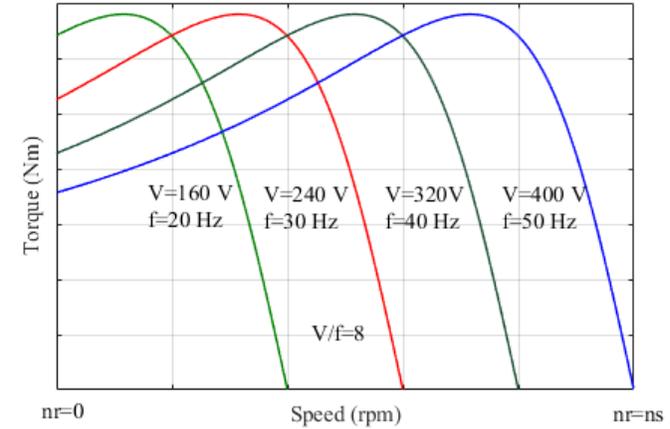
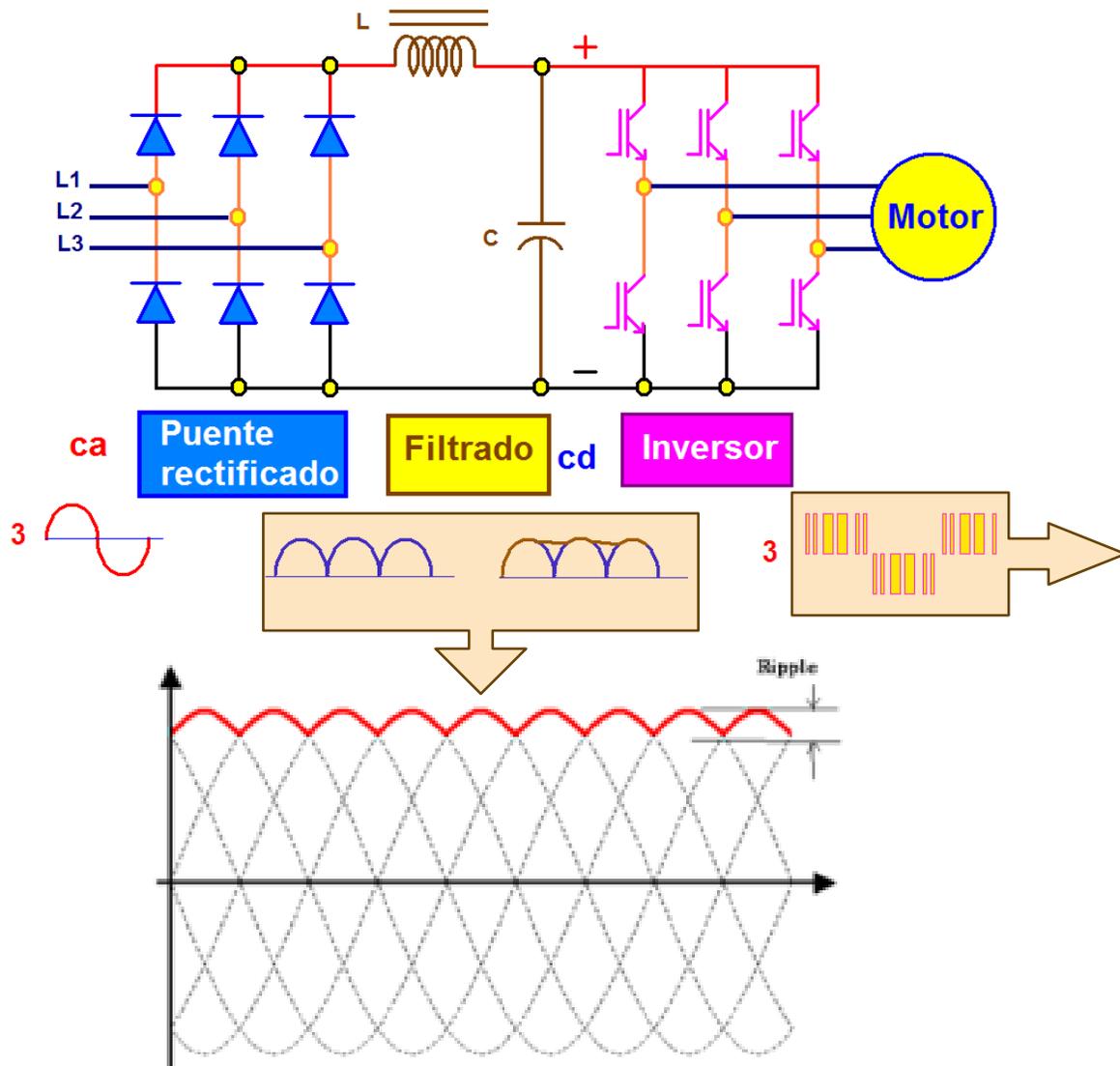
VDF. COMPARACIÓN DE TECNOLOGÍAS

Característica	VSI (Voltage Source Inverter)	VVI (Variable Voltage Inverter)	CSI (Current Source Inverter)
Fuente	Fuente de tensión (bus CC con condensadores).	Fuente de tensión variable sin bus de CC fijo.	Fuente de corriente (bus CC con inductores).
Control	Regula la tensión y usa PWM para ajustar la frecuencia.	Regula la tensión de forma directa.	Regula la corriente, la tensión depende de la carga.
Componentes	IGBT, MOSFET.	SCRs (tiristores).	SCRs, GTOs, IGBTs con control especial.
Eficiencia	Alta, con menor generación de calor.	Menor, debido a pérdidas en los SCRs.	Menor que VSI, por uso de inductores.
Armónicos	Mayor distorsión de corriente, requiere filtrado.	Alta distorsión de corriente y tensión.	Menos armónicos de corriente, pero más en tensión.
Usos	Motores de inducción y síncronos, aplicaciones generales.	Tecnología antigua, poco utilizada hoy.	Motores de gran potencia en minería, bombeo, etc.

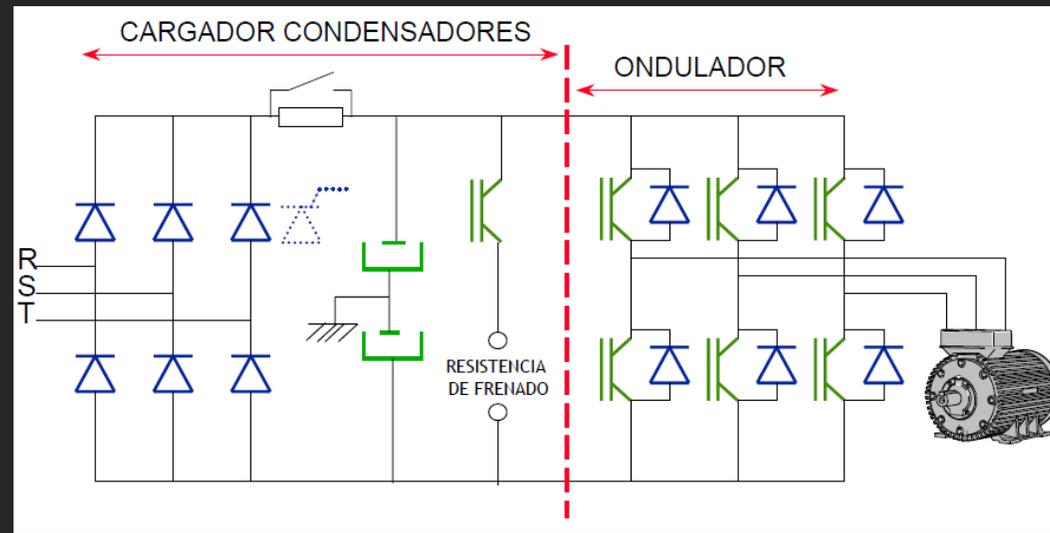
Dependencia de la tensión y la frecuencia:

Para reducir la velocidad de un motor de CA se reduce la frecuencia de alimentación. Esto a su vez provoca la disminución de las reactancias, por lo cual, si la tensión se mantuviese constante habría un gran incremento de corriente que podría quemar los devanados del motor.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

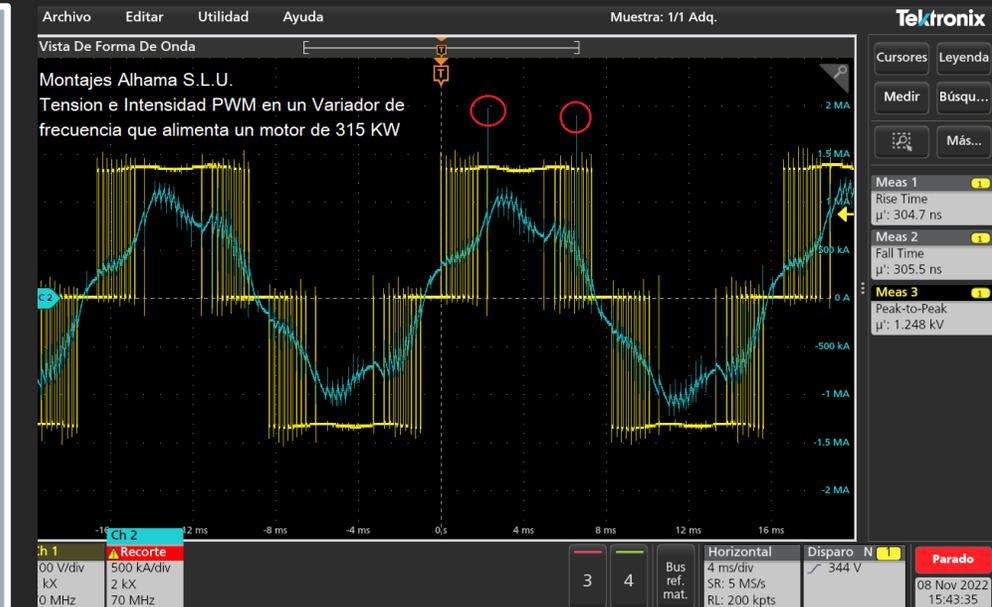
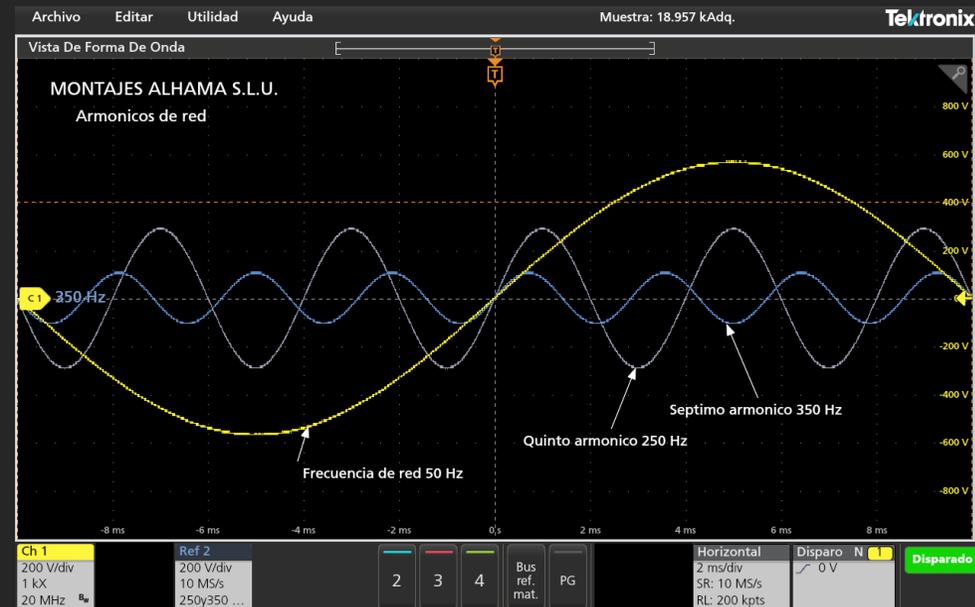


VDF. DISTORSIÓN ARMÓNICA



LA DISTORSIÓN ARMÓNICA DE CORRIENTE (THDI) EN LA RED, ES DE ALREDEDOR DEL 40% SI LA INSTALACIÓN CONTIENE UNA INDUCTANCIA DE FILTRO DE LÍNEA. SI NO EXISTE INDUCTANCIA DE FILTRADO, LA DISTORSIÓN PUEDE ALCANZAR EL 250% O MÁS EN AUSENCIA TOTAL DE FILTRADO EN EL VARIADOR.

REF:
[HTTP://WWW.MONTAJESALHAMA.COM/VARIADORES-DE-FRECUENCIA/](http://www.montajesalhama.com/variadores-de-frecuencia/)

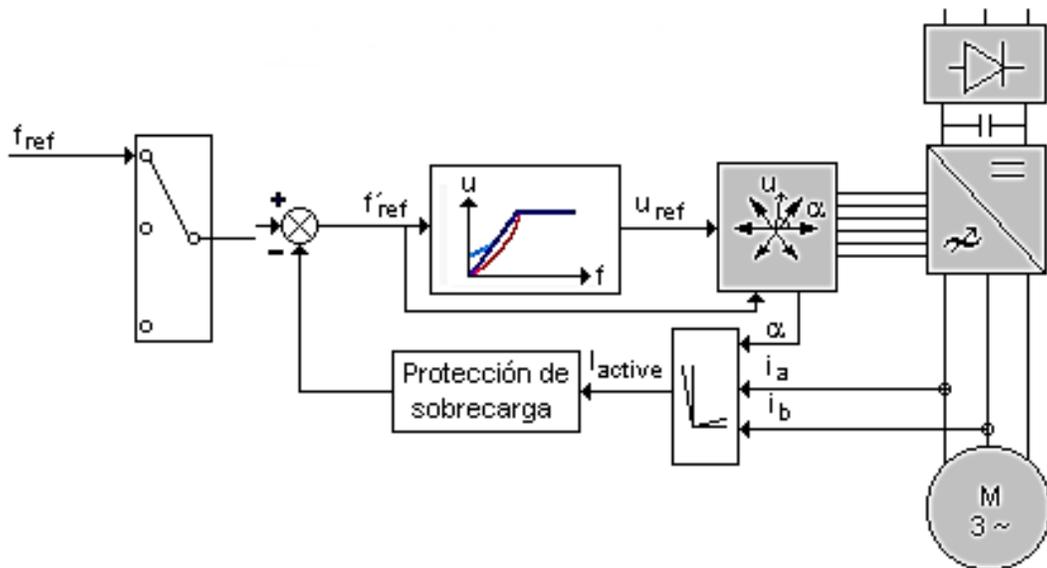


VDF. MÉTODOS DE CONTROL

Control escalar por lazo abierto

La velocidad del motor se controla variando la frecuencia y tensión de salida del variador de frecuencia.

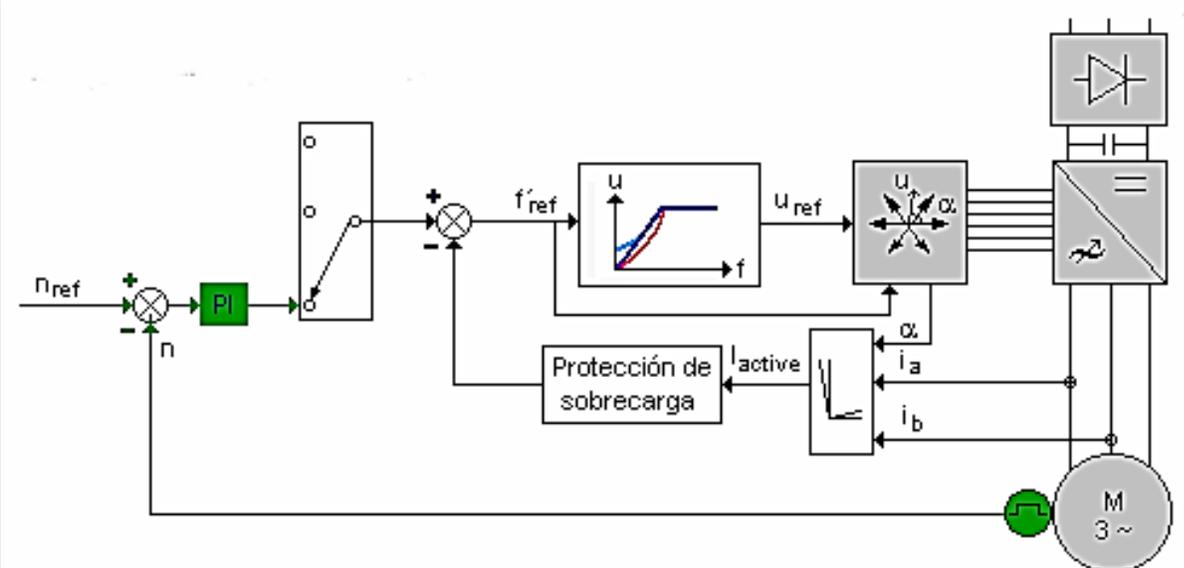
Se utiliza en aplicaciones que no requieren un control preciso ni un elevado par a velocidades bajas. Ventiladores y bombas centrífugas. Muchos onduladores permiten la selección de la estrategia V/f en función del tipo de carga a controlar.



Control escalar por lazo cerrado de velocidad

Cuando se desea un control preciso de la velocidad, debe poderse compensar el desplazamiento del motor. Esto puede conseguirse variando la tensión y frecuencia según el comportamiento real del motor, con la ayuda de un captor de velocidad.

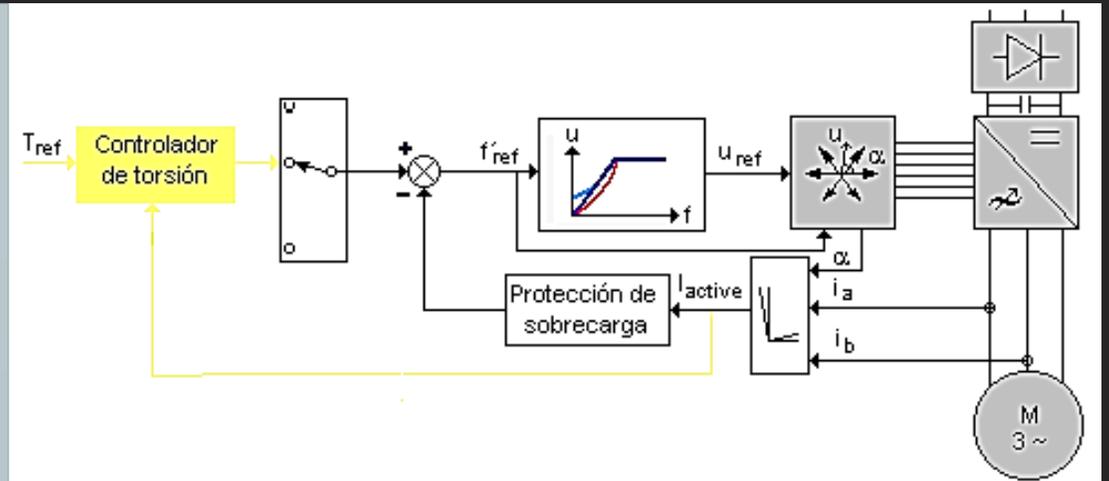
Si el motor se sobrecarga (overload) y la corriente excede el valor del límite, el variador reduce la frecuencia de salida.



VDF. MÉTODOS DE CONTROL

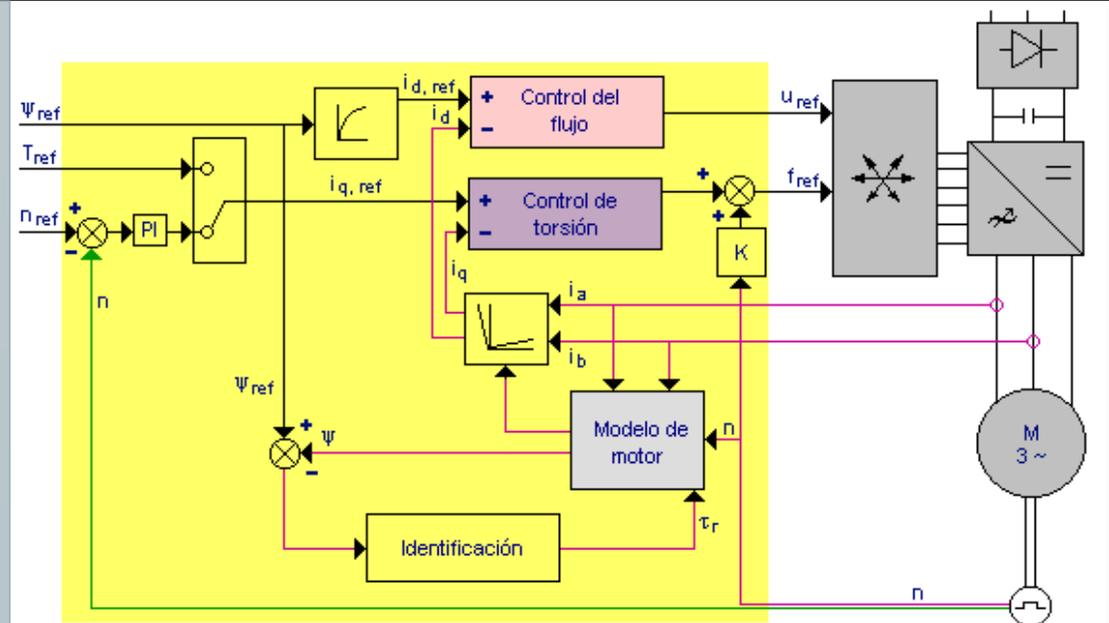
Control escalar por lazo cerrado de par

El par motor se calcula de igual forma que en control escalar por lazo cerrado, a partir del valor de la corriente activa. El valor calculado se usa como el valor del para actual para realizar el bucle de realimentación.

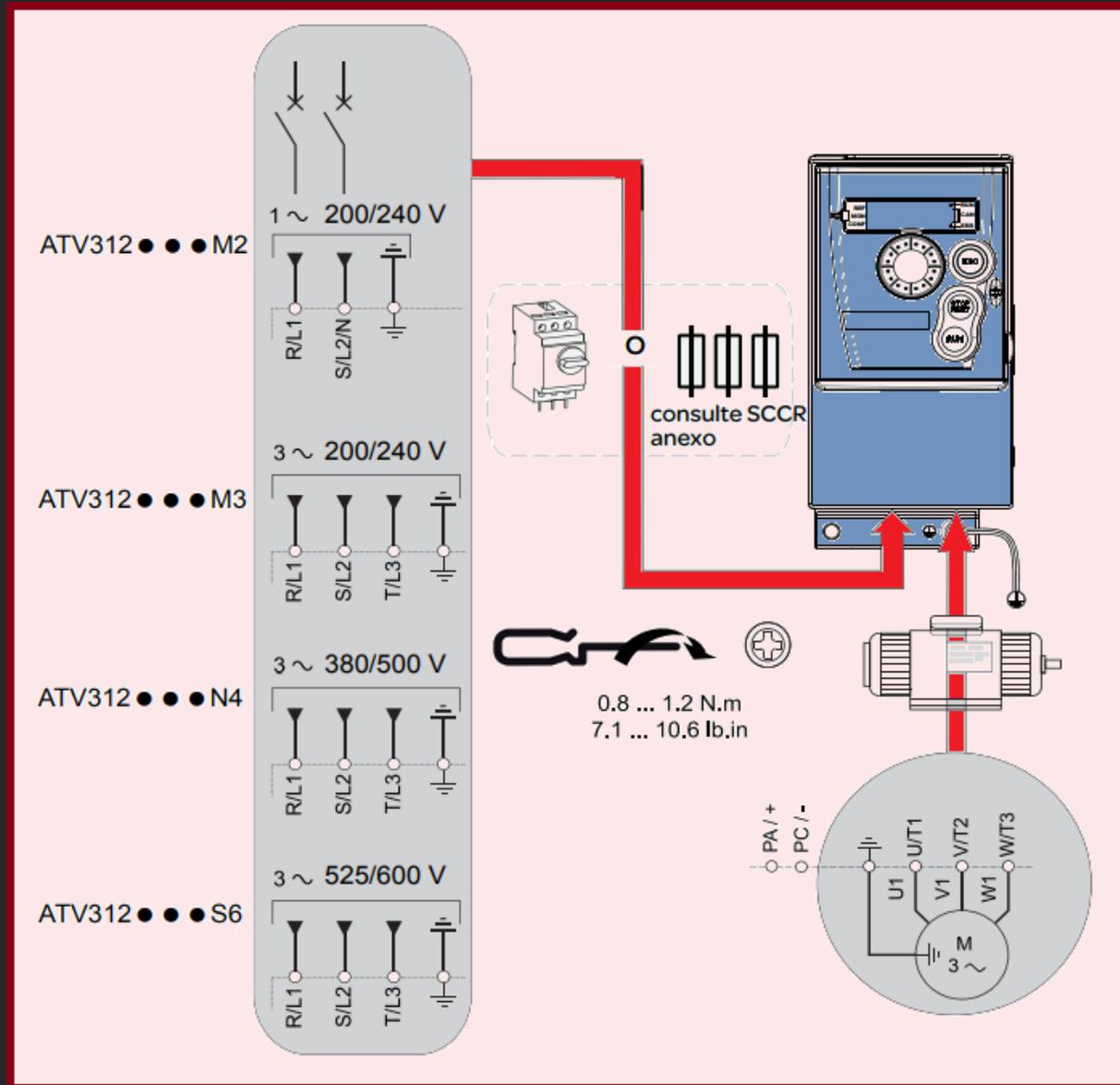


Control vectorial

En el control vectorial, las corrientes en el estátor y la velocidad del rotor se miden. Las señales obtenidas son introducidas en un modelo matemático del motor. Con el modelo del motor se calcula su flujo magnético y divide las corrientes del estátor en dos componentes, unas que describe el par y otra que describe el flujo magnético. Ambas componentes de las corrientes pueden ser controladas separadamente ya que el par motor puede variarse a flujo constante.



VDF. CONEXIONADO

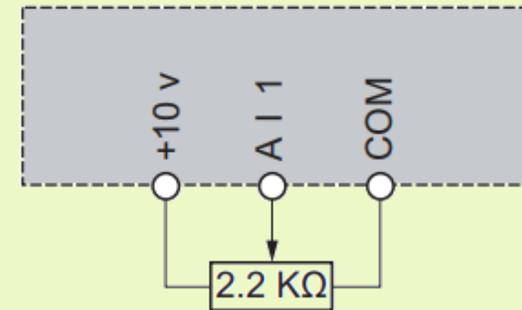


Configuración Remoto

- verificar SW1 = "SOURCE"

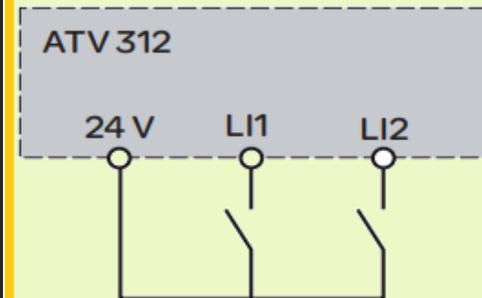


- **Cableado de la referencia de velocidad:**



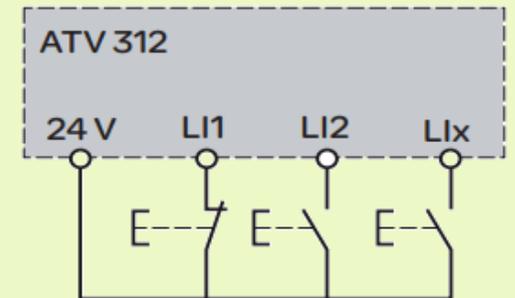
- **Cableado del control:**

El control utiliza 2 hilos:



L11: marcha adelante
LI2: march-a atrás

El control utiliza 3 hilos:



L11: parada
LI2: marcha adelante
LIx: marcha atrás

VDF. EJEMPLO DE PARAMETRIZACIÓN

PARAMETROS DEL MOTOR

Código	Descripción
<i>bFr</i>	[Frec. estándar motor]: Frecuencia estándar del motor (Hz)
<i>unS</i>	[Tensión nom. motor]: Tensión nominal del motor en la placa de características del motor (V)
<i>Frs</i>	[Frec. nom. motor]: Frecuencia nominal del motor en la placa de características del motor (Hz)
<i>nCr</i>	[Int. Nominal Motor]: Corriente nominal del motor en la placa de características del motor (A)
<i>nSP</i>	[Vel. Nominal Motor]: Velocidad nominal del motor en la placa de características del motor (rpm)
<i>CoS</i>	[Motor 1 cos fi]: Cos ϕ nominal del motor en la placa de características del motor

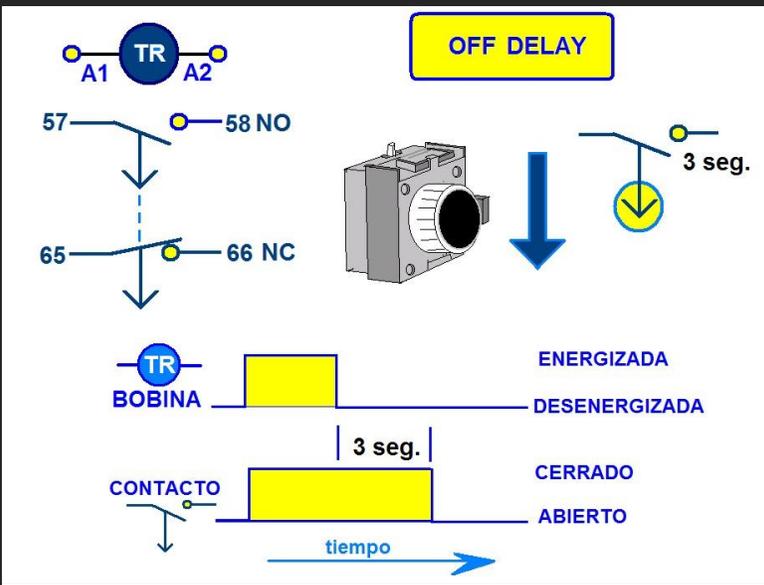
PARAMETROS DEL CONTROL

Código	Descripción	5.1 [Configuración Remoto]
<i>Fri</i>	[Canal Ref. 1]: Control de referencia	<i>AL 1</i> (Ajuste de fábrica), <i>AL 2, AL 3</i>
<i>ELC</i>	[Control 2/3 hilos]: Control de comandos	<i>2C</i> : 2 hilos (Ajuste de fábrica) <i>3C</i> : 3 hilos

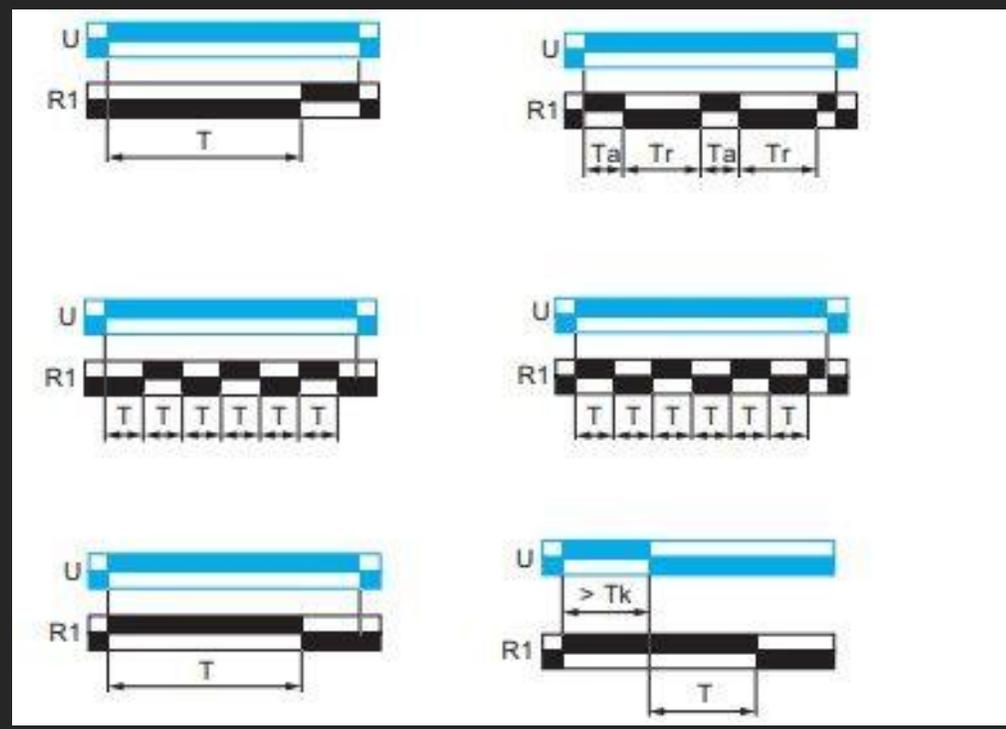
PARAMETROS BASICOS DE LA APLICACIÓN

Código	Descripción
<i>ACC</i>	[Aceleración]: Tiempo de aceleración (s)
<i>DEC</i>	[Deceleración]: Tiempo de deceleración (s)
<i>LSP</i>	[Velocidad mínima]: Frecuencia del motor con referencia mínima (Hz)
<i>HSP</i>	[Vel. máxima]: Frecuencia del motor con referencia máxima (Hz)
<i>IEH</i>	[I térmica motor]: Corriente nominal del motor en la placa de características del motor (A)
<i>rrS</i>	[Asig. marcha atrás]: Asignación de marcha atrás
<i>PS2</i>	[2 vel. preselecc.]: Velocidades preseleccionadas
<i>PS4</i>	[4 vel. preselecc.]: Velocidades preseleccionadas
<i>SAR</i>	[Ref. sumat. 2] Entrada analógica

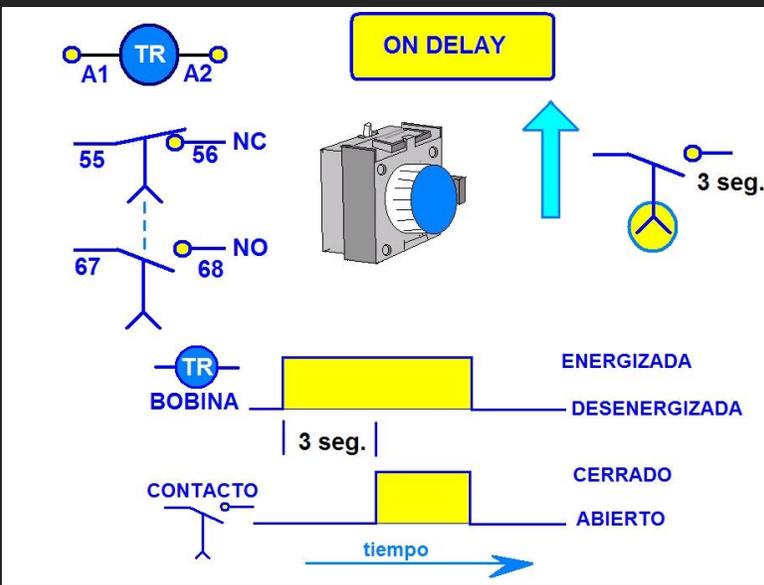
TEMPORIZADORES INDUSTRIALES



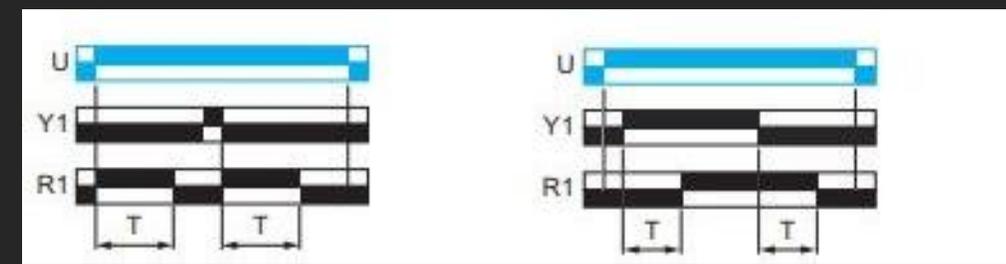
DIAGRAMAS DE TIEMPO RELÉS TEMPORIZADORES



EJEMPLO DE MONTAJE



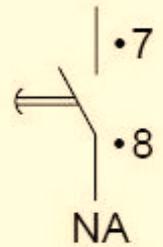
RELÉS CON ENTRADA DE ACTIVACIÓN



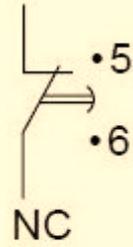
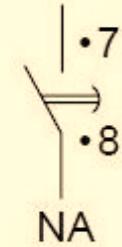
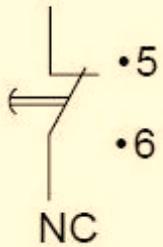
TEMPORIZADORES INDUSTRIALES

SÍMBOLOS CONTACTOS TEMPORIZADOS

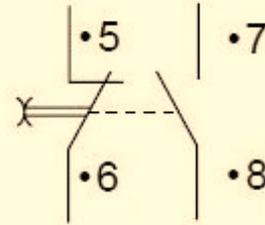
Contactos con Retardo a la Conexión (al trabajo)



Contactos con Retardo a la Desconexión (al reposo)

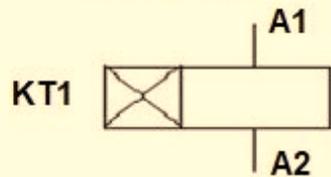


Contactos Retardo a la Conexión y Desconexión

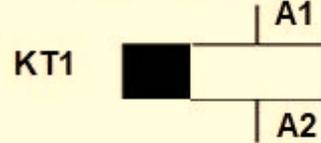


SÍMBOLOS BOBINAS RELÉS TEMPORIZADORES

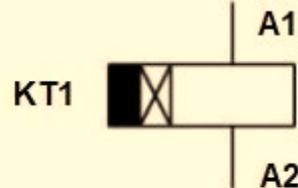
Con Retardo a la Conexión



Con Retardo a la Desconexión



Con Retardo a la Conexión/Desconexión



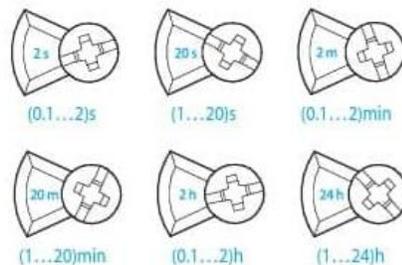
AJUSTES DE TEMPORIZACIÓN



TEMPORIZADORES INDUSTRIALES

TEMPORIZADO FINDER 80.01

Posición del selector rotativo de la serie 80

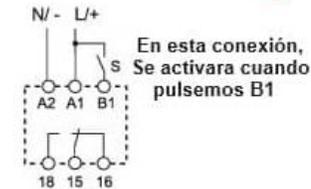
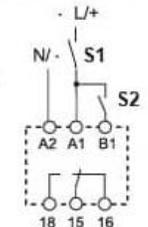
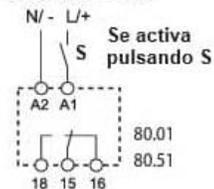


- AI:** Temporizado a la puesta en tensión
- DI:** Intervalo
- SW:** Accionamiento intermitente simétrico (inicio trabajo)
- BE:** Temporizado al corte (con alimentación auxiliar)
- CE:** Temporizado al cierre y al corte (con alimentación auxiliar)
- DE:** Intervalo al inicio del mando



Sin señal de mando = Arranque a través del contacto de alimentación (A1).
Con señal de mando = Arranque a través del contacto de control (B1).

Sin señal de mando



Esquema de conexión (con señal de mando)

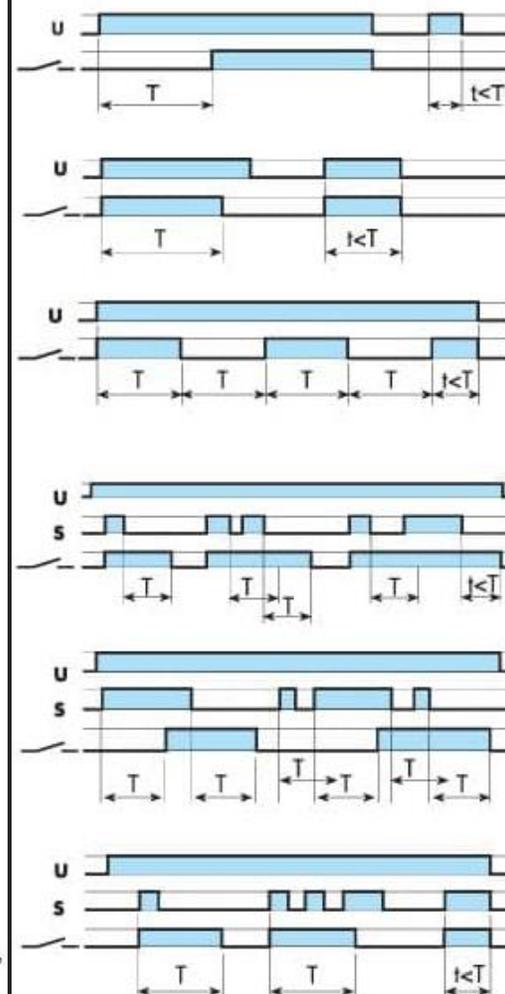
Esquema de conexión (con señal de mando)

Con señal de Control: lo que pasa en la salida, dependerá de cómo están las dos entradas o pulsadores, el que llega a A1 y el que llega a B1 (señal de control)

Controla el tiempo marcado en la escala de tiempo

- Si lo pongo en 20 el tiempo será el total puesto en la escala de tiempo
- Si lo pongo en 10 el tiempo será el la mitad del puesto en la escala de tiempo
- Si lo pongo en 1 el tiempo será 1segundo sea el que sea el puesto en la escala de tiempo

En el ejemplo con 2s, si lo pongo en 20 el tiempo del temporizador será 2segundos, si lo pongo en 10 será 1 segundo y si lo dejo en el 1 siempre será 1 segundo



(AI) Temporizado a la puesta en tensión.

Aplicar tensión al temporizador. La excitación del relé se produce una vez ha transcurrido el tiempo establecido. El relé se desexcita solo cuando se corta la alimentación del temporizador.

(DI) Intervalo.

Aplicar tensión al temporizador. La excitación del relé se produce inmediatamente. Una vez transcurrido el tiempo establecido, el relé se desexcita.

(SW) Accionamiento intermitente simétrico (inicio trabajo).

Aplicar tensión al temporizador. El relé empieza a alternar entre ON (relé excitado) y OFF (relé desexcitado) con periodos de ON y OFF iguales entre sí y correspondientes al tiempo establecido. El ciclo es 1:1 (tiempo on = tiempo off).

(BE) Temporizado al corte (con alimentación auxiliar).

Se aplica tensión de forma permanente al temporizador. El relé se excita al cierre del contacto de mando. Se desexcita, una vez finalizado el mando, cuando ha transcurrido el tiempo establecido.

(CE) Temporizado al cierre y al corte (con alimentación auxiliar).

Se aplica tensión de forma permanente al temporizador. El relé se excita cuando se cierra el contacto de mando y después de que haya transcurrido el tiempo establecido. La excitación se mantiene. Cuando se abre el contacto de mando, el relé se desexcita después de que haya transcurrido el tiempo establecido.

(DE) Intervalo al inicio del mando.

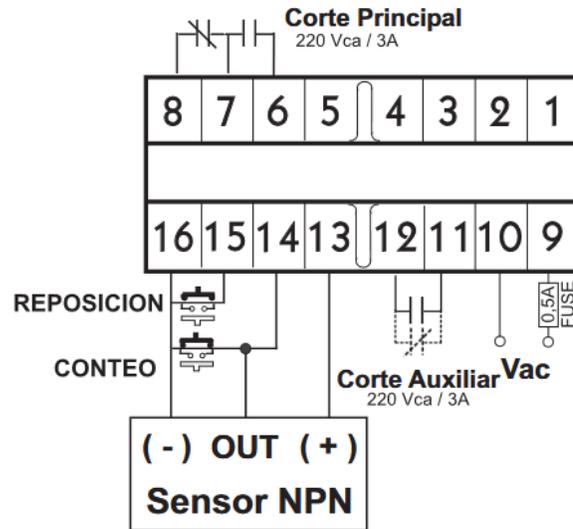
Se aplica tensión de forma permanente al temporizador. El relé se excita al cierre del contacto de mando y se desexcita cuando ha transcurrido el tiempo establecido.

CONTADORES Y TOTALIZADORES

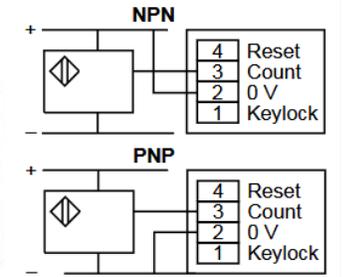


- Dimensiones DIN 48x96mm.
- Doble display de leds de 4 dígitos.
- Indicador de estado de la salida.
- Memoria no volátil (EEPROM).
- Cuenta ascendente o descendente.
- Alimentación para sensores.
- Multiplicador con dos dígitos decimales.

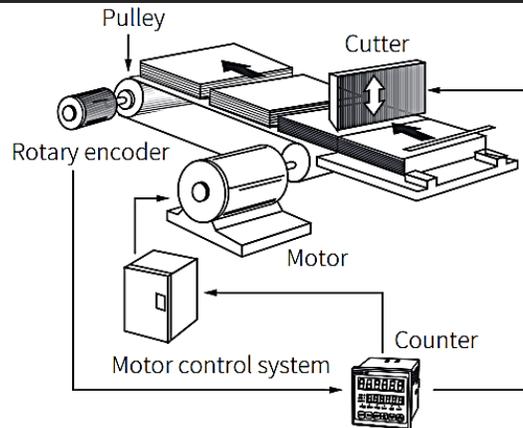
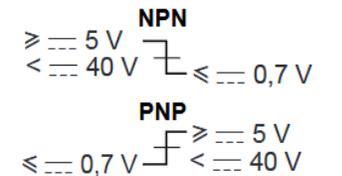
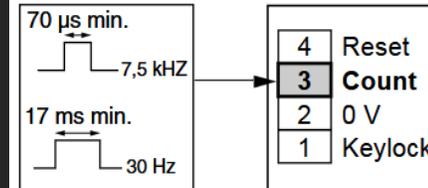
- Entrada a programación / set points.
- Decrementar valor / parámetro anterior.
- Incrementar valor / parámetro siguiente.
- Mostrar Totalizador (se muestra el totalizador mientras esta presionada).
- Reposición del contador o del totalizador si esta presionada la tecla.



CONTADOR HORARIO



Count input



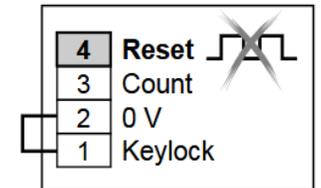
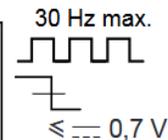
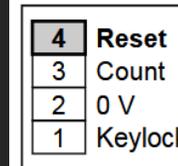
● Prescale value = $\frac{\pi \times \text{Diameter of pulley}}{\text{The number of pulses by 1 rotation of encoder}}$

$$= \frac{3.1416 \times 22}{1000}$$

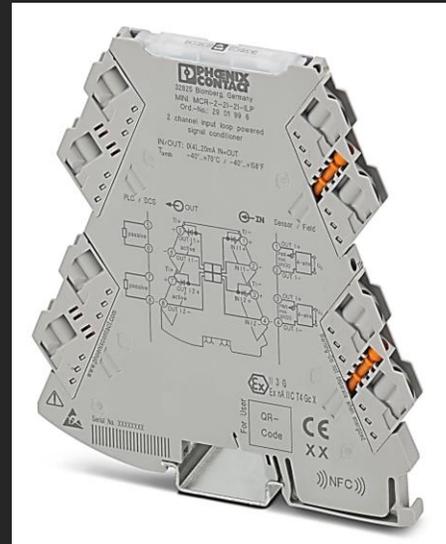
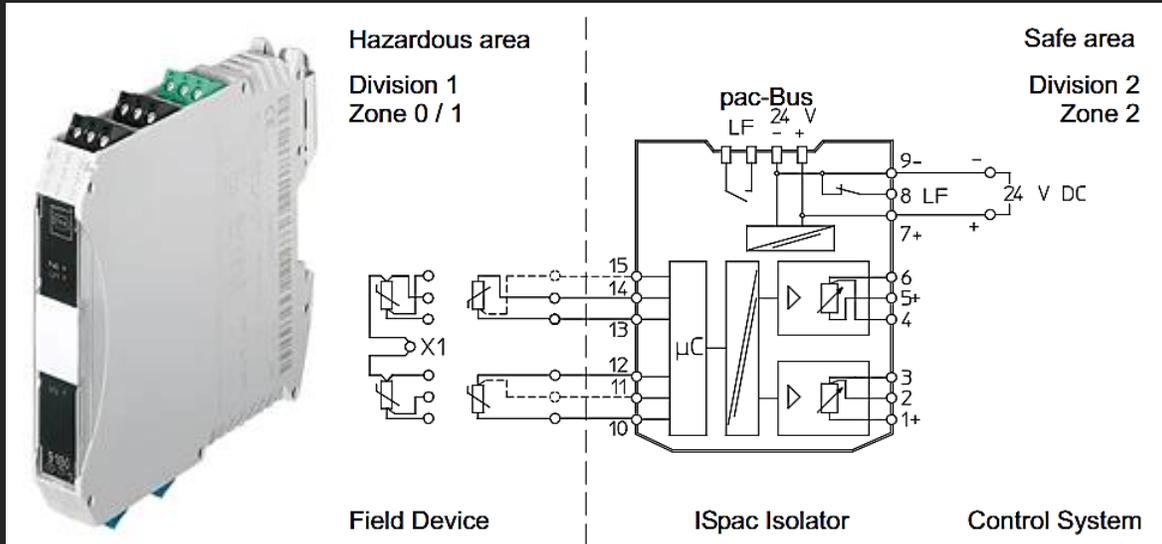
$$= 0.069 \text{ mm / pulse}$$

- Select decimal point: ----., prescale decimal point: ---.--- and set prescale value: 0.069, it is available to control conveyor position by 0.1 mm unit.

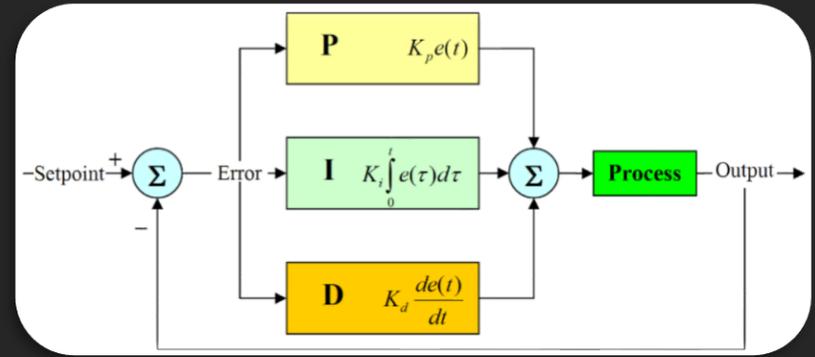
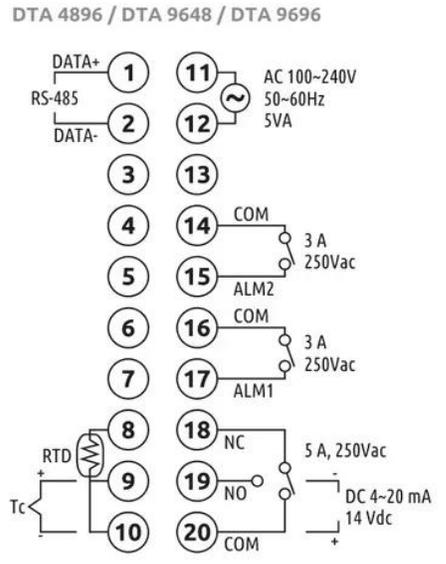
Reset input



REGISTRADORES DE PROCESO



CONTROLADORES INDUSTRIALES



Transductor i/p, 4-20 mA | Posicionador neumático

ACTUADOR (Simple efecto)

