

Electrónica Industrial - Trabajo Práctico Teórico n° 10

Abel Corvalán - 41.220.050

1 Consignas

1. Para un motor de corriente alterna o a inducción, se tiene la placa que se adjunta. Calcular.
 - a. Potencia útil.
 - b. Potencia absorbida.
 - c. Pérdidas.
 - d. Rendimiento.
 - e. Velocidad del rotor. En rpm y radianes por segundo.
 - f. Velocidad del estator.
 - g. Número de pares de polos.
 - h. Deslizamiento para el régimen nominal.
 - i. Par motor.
 - j. Energía reactiva.
2. Se pide analizar el variador de velocidad Sinamics G110 de Siemens.
 - a. Rango de potencia.
 - b. Tipo de control de velocidad.
 - c. Diagrama en bloque del variador.
 - d. Borneras de conexión de la potencia y de control. Circuito de potencia y de control de velocidad con potenciómetro.
 - e. Diagrama de flujo para la puesta en servicio. Lista de parámetros más importantes.

2 Desarrollo

1. Para el motor de inducción especificado se tienen los siguientes cálculos:
 - a. Potencia útil: Es la potencia que el motor entrega efectivamente a la carga para realizar trabajo útil. Su unidad de medida es en vatios (W) o caballos de fuerza (HP).

$$P_{util} = \tau \omega$$

Esta potencia es menor que la potencia absorbida debido a las pérdidas internas en el motor, como la fricción, el calentamiento y otros factores de ineficiencia. La etiqueta del motor nos indica una potencia útil de

$$P_{util} = 7.5KW \Rightarrow 400V/690V(conexióntriángulo/estrella)$$

$$P_{util} = 9KW \Rightarrow 460V/795V(conexióntriángulo/estrella)$$

- b. Potencia absorbida: Es la potencia que el motor consume desde su fuente de energía. Su unidad de medida es en vatios (W). Incluye la potencia útil y todas las pérdidas internas del motor, como el calor generado por la resistencia eléctrica en los bobinados, pérdidas por fricción, pérdidas mecánicas y pérdidas por ventilación.

Se calcula la potencia activa absorbida de la red:

$$P_{absorbida} = \sqrt{3} V I \cos(\phi)$$

Para el primer caso de conexión triángulo y estrella se tienen los siguientes cálculos de las potencias absorbidas:

$$P_{absorbida} = \sqrt{3} 400V 13.4A 0.9 = 8.35KW$$

$$P_{absorbida} = \sqrt{3} 690V 7.7A 0.9 = 8.32KW$$

Para el segundo caso de conexión triángulo y estrella se tienen los siguientes cálculos respectivamente:

$$P_{absorbida} = \sqrt{3} 460V 13.4A 0.9 = 9.6KW$$

$$P_{absorbida} = \sqrt{3} 795V 7.7A 0.9 = 9.54KW$$

Se considera el triángulo de potencias. Se calcula la potencia aparente demandada:

$$\cos \phi = \frac{P}{S} \Rightarrow S = \frac{P}{\cos \phi}$$

La potencia aparente S para las tensiones de 400V/690V en conexión triángulo/estrella es la siguiente:

$$S = \frac{8.35KW}{0.9} = 9.27KVA$$

La potencia aparente S para las tensiones de 460V/795V en conexión triángulo/estrella es la siguiente:

$$S = \frac{9.6KW}{0.9} = 10.6KVA$$

- c. Se calcula las pérdidas del motor de la siguiente fórmula:

$$P_{perdidas} = P_{absorbida} - P_{util}$$

$$P_{perdidas_1} = 8.35KW - 7.5KW = 850W$$

$$P_{perdidas_2} = 9.6KW - 9KW = 600W$$

- d. Se calcula el rendimiento del motor.

$$\eta = \frac{Potencia\ en\ el\ eje}{Potencia\ absorbida}$$

$$\eta = \frac{7.5KW}{8.35KW} = 0.89 \approx 0.9 \Rightarrow \eta = 90\%$$

$$\eta = \frac{9KW}{9.6KW} = 0.93 \Rightarrow \eta = 93\%$$

- e. Se obtiene la velocidad del rotor. En rpm y radianes por segundo.

Para el caso de conexión triángulo y estrella de voltajes de 400V y 690V respectivamente, se tiene la siguiente velocidad de rotor en revoluciones por minuto (rpm):

$$n_r = 2930rpm$$

Se obtiene la velocidad en radianes por segundo (rad/seg) de la siguiente forma:

$$\omega_r = \frac{n_r}{60}$$

$$\omega_r = \frac{2930rpm}{60} = 48.83 \frac{rad}{seg}$$

Para el caso de conexión triángulo y estrella de voltajes de 400V y 690V respectivamente, se tiene la siguiente velocidad de rotor:

$$n_r = 3520rpm$$

En unidad de radianes por segundo (rad/seg):

$$\omega_r = \frac{3520rpm}{60} = 58.67 \frac{rad}{seg}$$

- f. La velocidad del estator para 50Hz de frecuencia es de 3000rpm. Para tensiones de frecuencia 60Hz se tiene una velocidad del estator de 3600rpm.
- g. El número de pares de polos del motor es $pp = 1$.
- h. Se calcula el deslizamiento para el régimen nominal. El régimen nominal de un motor se refiere a las condiciones de operación bajo las cuales el motor está diseñado para funcionar de manera óptima y segura durante un tiempo prolongado. Primero para alimentación de frecuencia $f = 50Hz$ se tiene el siguiente deslizamiento (s):

$$s = 3000rpm - 2930rpm = 70rpm$$

Para una alimentación con frecuencia $f = 60Hz$ se tiene un deslizamiento (s):

$$s = 3600rpm - 3520rpm = 80rpm$$

- i. Se calcula el par motor de la siguiente forma:

$$T = \frac{P_{9.55}}{n_{rotor}}$$

$$T = \frac{7.5KW \cdot 9.55}{2930rpm} = 153.6Nm$$

- j. Se calcula la energía reactiva de tipo inductiva:

$$Q = \sqrt{3} V I \sin(\phi)$$

Para el primer caso de conexión triángulo y estrella se tienen los siguientes cálculos de las potencias absorbidas:

$$Q_{absorbida} = \sqrt{3} 400V 13.4A \sin(0.451) = 4.047KVAr$$

$$Q_{absorbida} = \sqrt{3} 690V 7.7A \sin(0.451) \approx 4KVAr$$

Para el segundo caso de conexión triángulo y estrella se tienen los siguientes cálculos respectivamente:

$$Q_{absorbida} = \sqrt{3} 460V 13.4A \sin(0.451) = 4.65KVAr$$

$$Q_{absorbida} = \sqrt{3} 795V 7.7A \sin(0.451) = 4.62KVAr$$

- 2. (a) El rango de potencia del dispositivo es de 0.12KW a 3KW.
- (b) El tipo de control de velocidad del dispositivo es de tipo V/f con característica lineal. Se tiene una frecuencia mínima $f_{min} = 0Hz$ y $f_{max} = 50Hz$.
- (c) Se presenta el diagrama en bloque del variador.

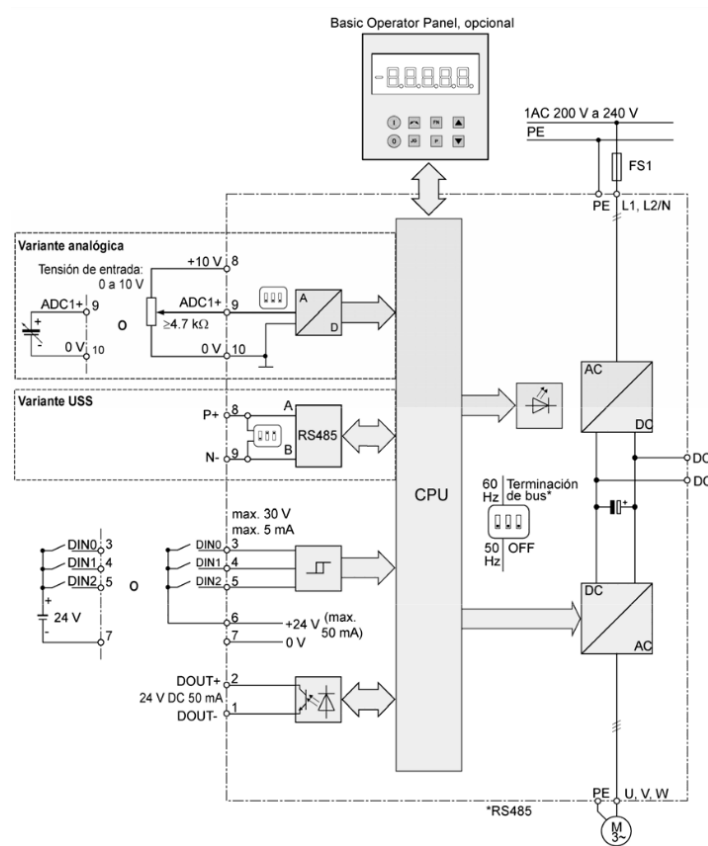


Figure 1: Diagrama en bloques

(d) Se presentan las borneras de conexión de la potencia y de control.

Borne	Significado	Funciones
1	DOUT-	Salida digital (-)
2	DOUT+	Salida digital (+)
3	DIN0	Entrada digital 0
4	DIN1	Entrada digital 1
5	DIN2	Entrada digital 2
6	-	Salida +24 V / máx. 50 mA
7	-	Salida 0 V
Variante		Analógica
8	-	Salida +10 V
9	ADC1	Entrada analógica
10	-	Salida 0 V
		USS
8	-	RS485 P+
9	ADC1	RS485 N-
10	-	RS485 N-



Figure 2: Bornes del dispositivo

Circuito de potencia y de control de velocidad con potenciómetro.

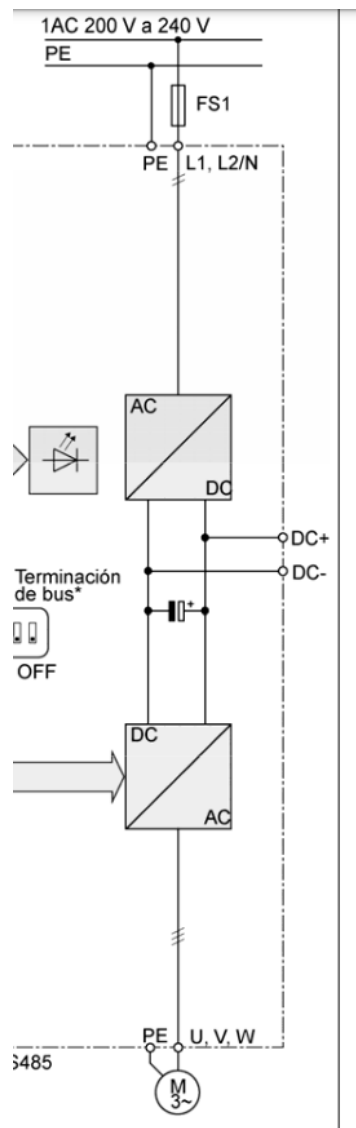


Figure 3: Circuito de potencia

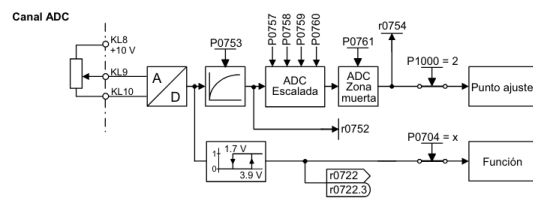


Figure 4: Control de velocidad con potenciómetro

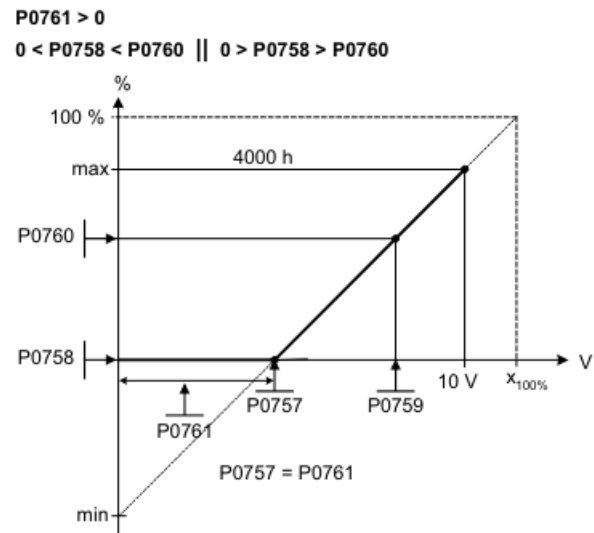


Figure 5: Recta de control con potenciómetro

(e) Diagrama de flujo para la puesta en servicio. Lista de parámetros más importantes.

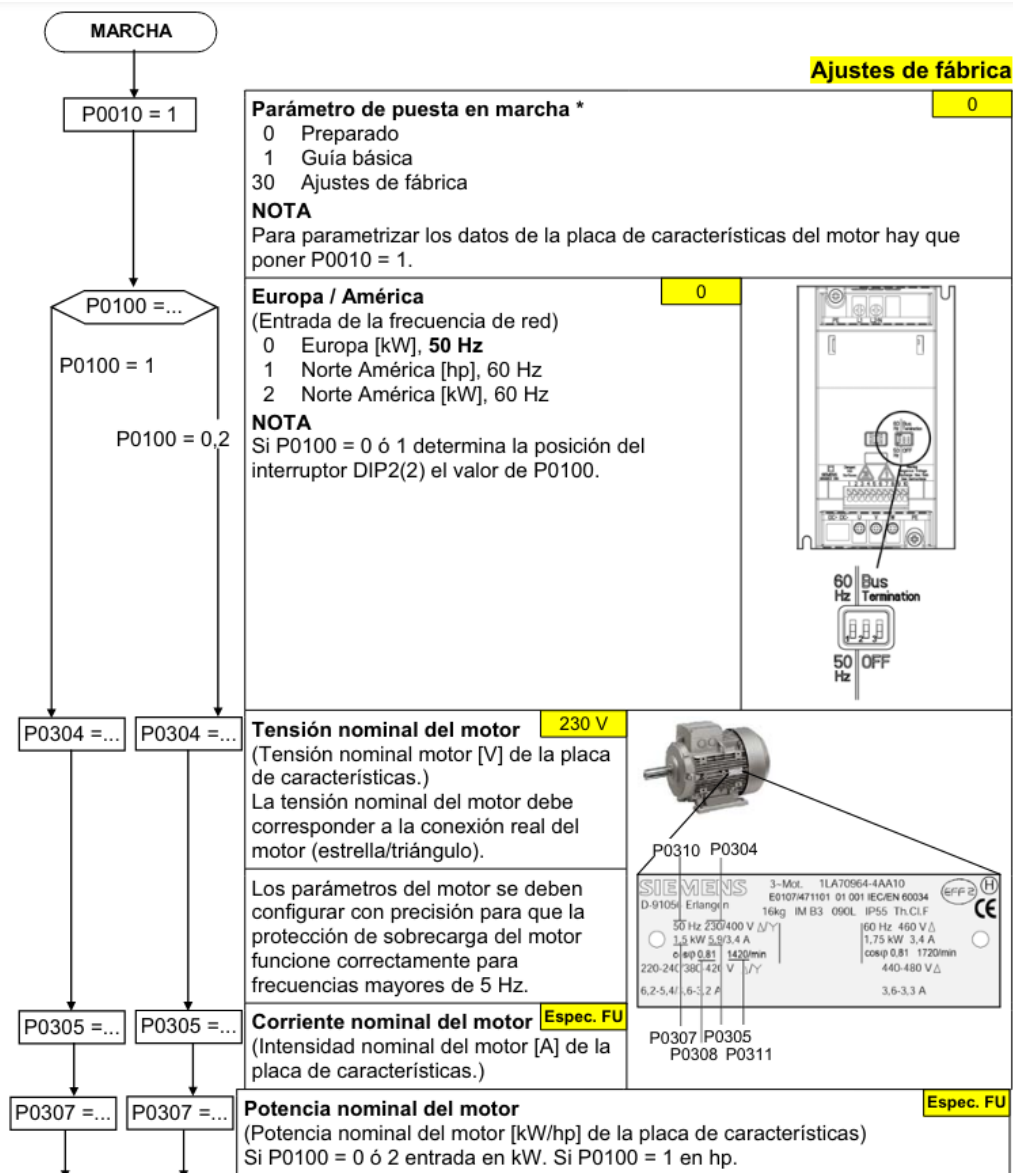


Figure 6: Pasos de puesta en marcha 1

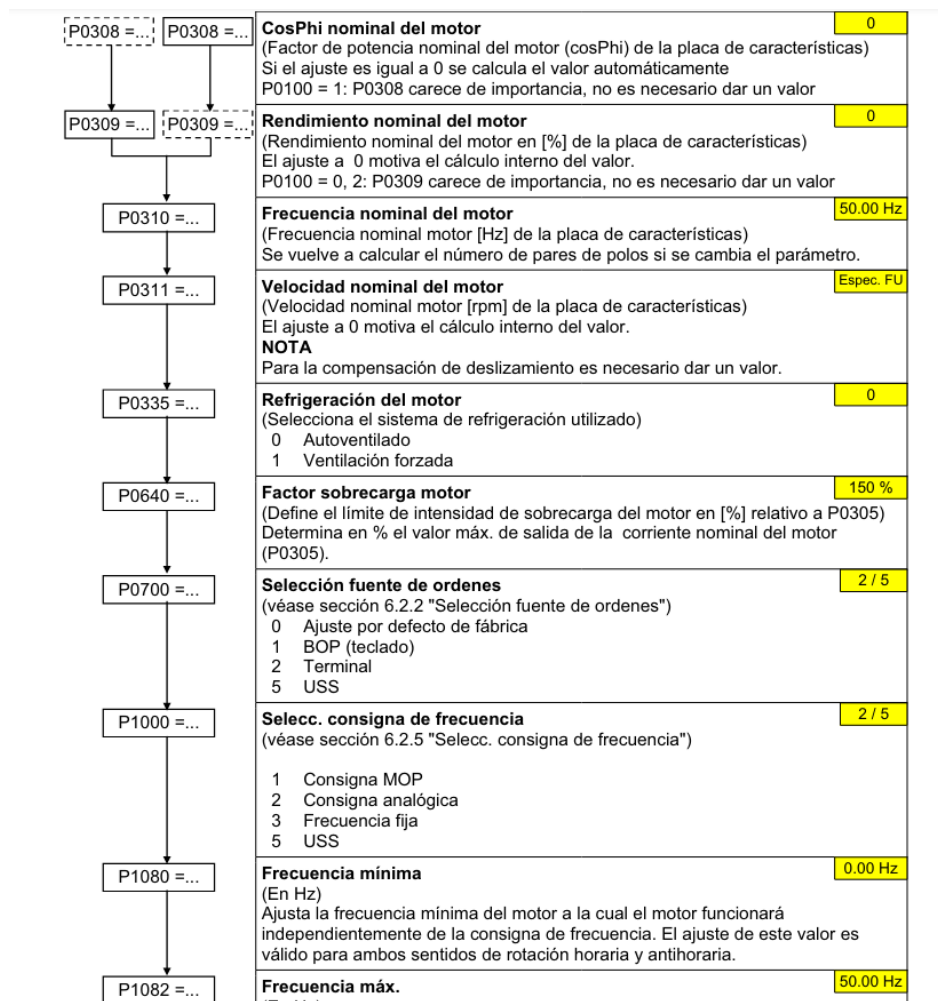


Figure 7: Pasos de puesta en marcha 2

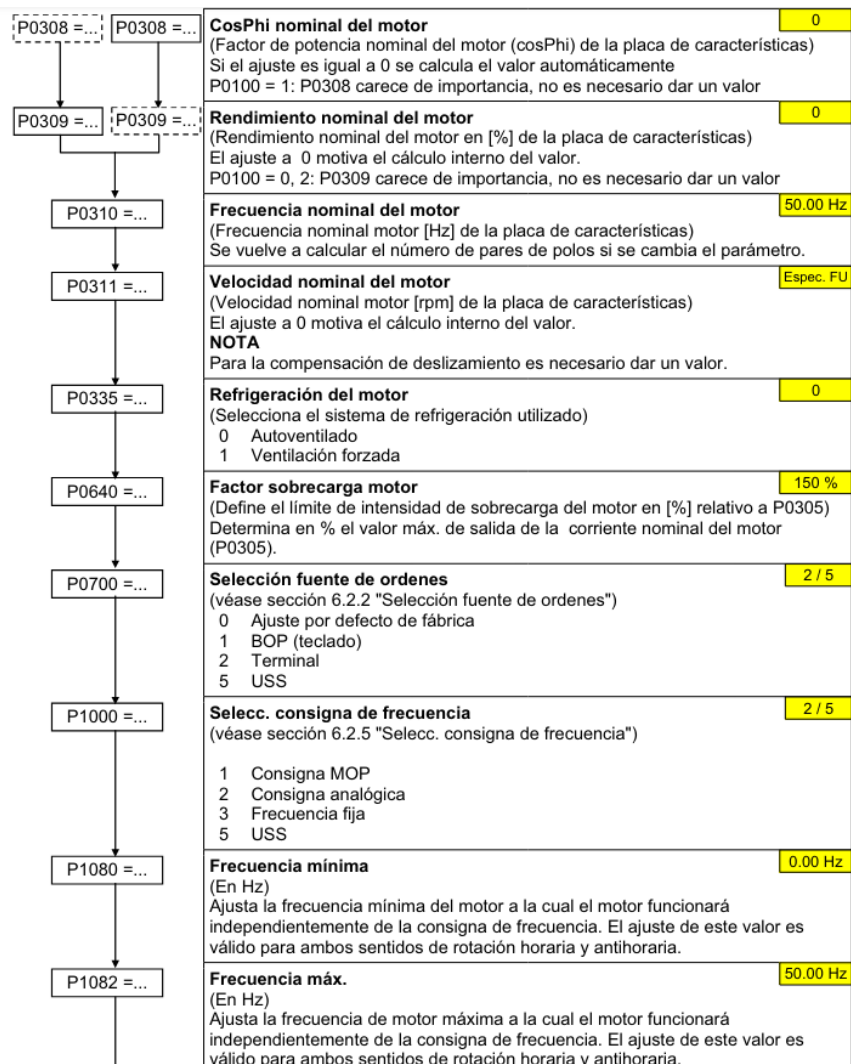


Figure 8: Pasos de puesta en marcha 3

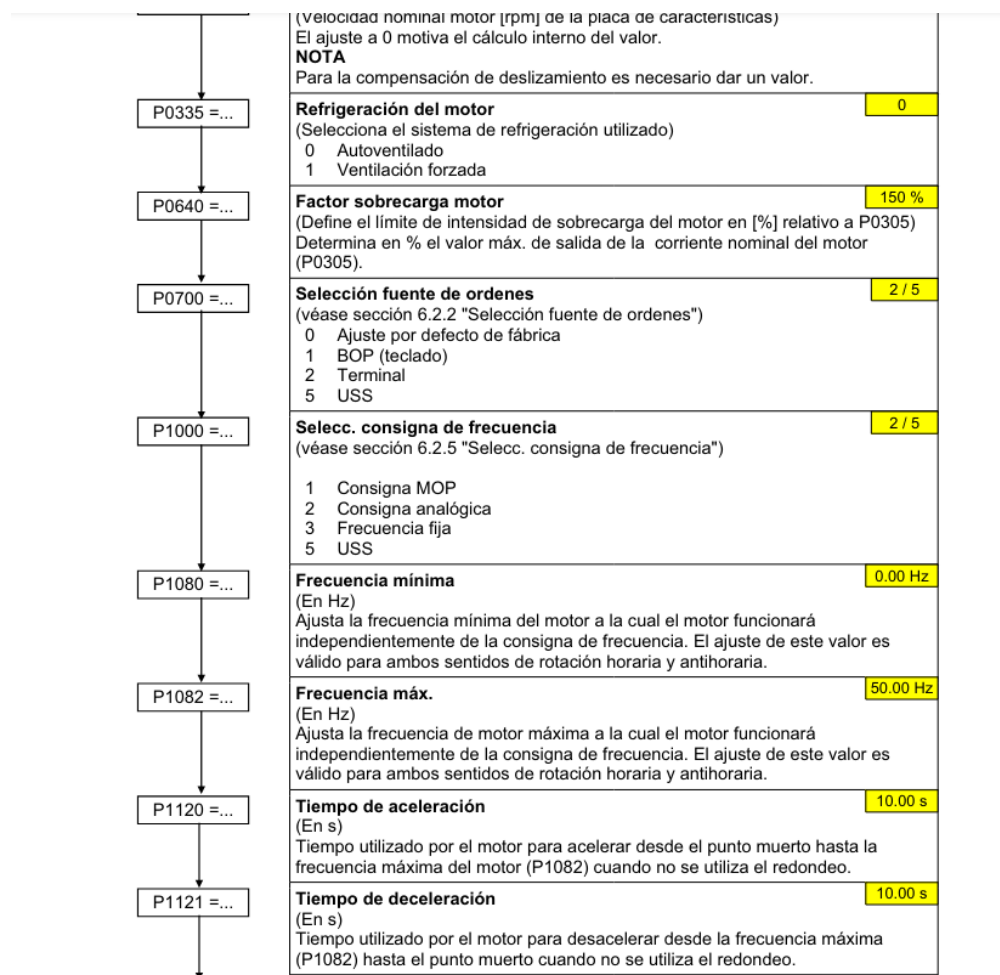


Figure 9: Pasos de puesta en marcha 4

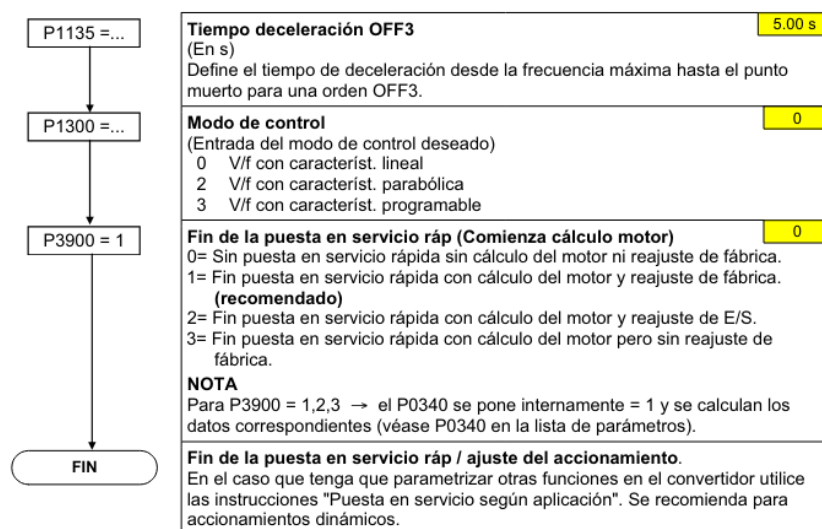


Figure 10: Pasos de puesta en marcha 5

Un variador de velocidad de motor, también conocido como convertidor de frecuencia o inversor, es un dispositivo que controla la velocidad de un motor eléctrico ajustando la frecuencia y el voltaje de la alimentación eléctrica. Los parámetros más importantes en un variador de velocidad de motor son los siguientes:

- Frecuencia de salida: La frecuencia a la que el variador suministra energía al motor, lo cual determina la velocidad de rotación del motor.
- Voltaje de salida: El voltaje aplicado al motor, que debe ajustarse adecuadamente para mantener un funcionamiento eficiente y seguro.
- Corriente nominal: La corriente máxima que el variador puede suministrar al motor de manera continua sin sobrecalentarse.
- Potencia nominal: La potencia máxima que el variador puede manejar, generalmente expresada en kilovatios (kW) o caballos de fuerza (HP).
- Rango de velocidad: El rango de velocidades que el variador puede proporcionar, desde una velocidad mínima hasta una velocidad máxima.
- Modulación de ancho de pulso (PWM): Es la técnica para ajustar la frecuencia y el voltaje de salida, para eficiencia de la energía suministrada al motor.
- Control de par: El variador tiene la capacidad de controlar y mantener el par motor, especialmente importante en aplicaciones que requieren un control preciso de la fuerza de rotación.
- Protecciones: Funciones de protección contra sobrecargas, cortocircuitos, sobretensión, y otros fallos eléctricos para proteger tanto el motor como el variador.
- Método de control: Puede incluir control escalar (V/f), control vectorial (sin sensor o con sensor), y control directo de par (DTC), entre otros.
- Enfriamiento: El sistema de enfriamiento del variador, que puede ser por aire, por líquido, o una combinación de ambos, para mantener el dispositivo operando dentro de los límites de temperatura adecuados.

3 Conclusión

Con el análisis de la placa del motor de inducción se puede verificar si este es compatible con el suministro eléctrico disponible (voltaje y frecuencia). Podemos determinar si el motor puede manejar

la carga requerida para nuestra aplicación, sin sobrecargarse. Se puede evaluar la eficiencia energética para considerar costos y ahorros de energía.

Por el lado del variador de velocidad se puede determinar, con su manual de instrucciones de servicio, si el dispositivo puede manejar las especificaciones de potencia y voltaje del motor (Compatibilidad). Se puede determinar la flexibilidad de control como por el ejemplo del rango de frecuencia, y por consiguiente la velocidad a la que puede alcanzar el motor a controlar. Determinar los métodos de arranque y parada que se adapten a la aplicación específica. Se puede considerar su integración en sistemas de automatización por medio de sus puertos I/O. Por último se puede tener conocimiento de los parámetros para el arranque del sistema.