

NOTA DE APLICACIÓN	AN-LM2A-0005v130ES
Control vectorial con encoder en la periferia (motor síncrono)	

Tipo de variador	FRENIC-Lift (LM2A)
Versión de software	Todas
Tarjetas de opción	OPC-PG3 OPC-PMPG OPC-G1-PG OPC-G1-PG2
Documentación relacionada	INR-SI47-1909-E
Autor	Jaume Alonso
Uso	Publico, web
Fecha	05/04/2018
Versión	1.3.0
Idioma	Castellano

1. Introducción

Normalmente, el encoder en una máquina de imanes permanentes va colocado en el eje del motor. De esta forma, se obtienen algunas ventajas:

- Simple detección de la posición de los imanes.
- Simple detección de la velocidad del motor.

Sin embargo, algunos fabricantes de motores han escogido una estrategia diferente, colocando el encoder en la periferia de la polea. Las desventajas de este método son:

- Deslizamiento entre la polea del motor y la roldana del encoder.
- Pérdida de la posición de los imanes.
- Relación no directa entre la velocidad del encoder y del motor.

Debido a estas desventajas, es necesario un control específico para dicha configuración. A este método se le llama “Control vectorial con encoder en la periferia”.

2. Parámetros relacionados

FRENIC-Lift (LM2A) incorpora macros, las cuales configuran el variador en función del tipo de motor que se vaya a usar. En este caso, una máquina de imanes permanentes (PMSM). Por lo tanto, se debe configurar el parámetro H03= 2.

En la Tabla 1, se detallan los parámetros relacionados del control vectorial con encoder en la periferia:

Tabla 1. Parámetros relacionados del control vectorial con PG en la periferia.

Parámetro	Nombre	Rango	Unidades	Valor recomendado
C21	Selección unidades de velocidad	0 a 3	-	2: Hz
P01	Número de polos del motor	2 a 100	<i>polos</i>	Depende del motor
P02	Potencia nominal del motor	0.01 a 220.0	<i>kW</i>	Depende del motor
P03	Corriente nominal del motor	0.00 a 500.0	<i>A</i>	Depende del motor
P07	Motor (%R1)	0.00 a 50.00	<i>%</i>	20
P60	Motor (Resistencia de armadura-Rs)	0.000 a 50.00	<i>Ohm</i>	Depende del motor
P62* ¹	Motor (Reactancia eje q-Xs)	0.000 a 50.00	<i>Ohm</i>	Depende del motor
P63* ¹	Motor (voltaje inducido-E)	0 a 500	<i>V</i>	Depende del motor
P65* ¹	Motor (corrección de la inductancia de saturación magnética eje-q)	0 a 100	<i>%</i>	65 %
F03	Velocidad máxima del motor	30.00 a 6000.0	<i>rpm</i>	Depende del motor
F04	Frecuencia nominal del motor	30.00 a 6000.0	<i>Hz</i>	Depende del motor
F05	Tensión nominal del motor	160 a 500	<i>V</i>	Depende del motor
F42	Modo de control del motor	0 a 2	-	1: Control vectorial con encoder
L01	Tipo de encoder	0 a 8	-	1: AB+Z
L02	Resolución del encoder	360 a 60000	<i>P/R</i>	Depende del encoder
L07	Pole tuning automático	0 a 4	-	4
L130	Diámetro de la polea (Ds)	0.0 a 6553.5	<i>mm</i>	Depende del motor
L131	Diámetro del encoder (De)	0.0 a 6553.5	<i>mm</i>	37.2
L132	Compensación Theta	1 a 90	<i>deg</i>	45
L133	Limite bajo de la ganancia de compensación Theta	0.0 a 1.0	-	0.2
L198	Modo de operación 1	0000 0000 a 1111 1111	-	0010 0000

*¹ Comprobar la descripción de este parámetro. La configuración de este parámetro dependerá de la versión de software.

A continuación, los parámetros relacionados del “Control vectorial con encoder en la periferia”, se explican en mayor detalle:

- Selección unidades de velocidad (Parámetro **C21**)

La velocidad del motor puede ser visualizada tanto en m/min, rpm, Hz y mm/s. Se recomienda trabajar en Hz.

Más información en el capítulo 3: Parámetros de motor.

- Motor (nº de polos)
(Parámetro **P01**)

En este parámetro, se debe establecer el número total de polos del motor. El número de polos depende del tipo de motor. Si no se dispone de la placa de características del motor, se deberá calcular el total de polos.

Más información en el capítulo 3: Parámetros de motor.

- Motor (Potencia Nominal)
(Parámetro **P02**)

En este parámetro, se debe establecer la potencia nominal del motor.

Más información en el capítulo 3: Parámetros de motor.

- Motor (Corriente nominal)
(Parámetro **P03**)

En este parámetro, se debe establecer la corriente nominal del motor.

Más información en el capítulo 3: Parámetros de motor.

- Motor (%R1)
(Parámetro **P07**)

Establezca este parámetro a 20 %. No utilizar otro valor que no sea el recomendado.

- Motor (Resistencia de armadura - Rs)
(Parámetro **P60**)

En este parámetro, se debe establecer el valor de la resistencia del rotor del motor.

Más información en el capítulo 3: Parámetros de motor.

- Motor (Reactancia eje q - Xs)
(Parámetro **P62**)

En este parámetro, se debe establecer el valor de la reactancia del rotor del motor.

Si la versión de software es 0600 o menor, por favor, usar la fórmula siguiente.

P62= Valor de la reactancia del rotor * 0,6.

Más información en el capítulo 3: Parámetros de motor.

- Motor (Voltaje inducido - E)
(Parámetro **P63**)

En este parámetro, se debe establecer el valor del voltaje inducido al motor.

Si la versión de software es 0600 o menor, por favor, usar la fórmula siguiente.

P63= Tensión inducida al motor * 0,58.

Más información en el capítulo 3: Parámetros de motor.

- Motor (corrección de la inductancia de saturación magnética eje-q)
(Parámetro **P65**)

Establezca este parámetro a 65 %. No utilizar otro valor que no sea el recomendado.

Si la versión de software es 0600 o menor, este parámetro no aparecerá.

- Velocidad máxima del motor
(Parámetro **F03**)

En este parámetro, se debe establecer la velocidad máxima del motor en revoluciones por minuto (rpm).

Más información en el capítulo 3: Parámetros de motor.

- Velocidad nominal del motor
(Parámetro **F04**)

En este parámetro, se debe establecer la frecuencia nominal del motor en hertzios (Hz). Este parámetro depende de la configuración del parámetro **C21**, por ello, si se modifica el valor de **C21**, el valor de **F04** se deberá adaptar a la nueva unidad establecida.

Más información en el capítulo 3: Parámetros de motor.

- Tensión nominal del motor
(Parámetro **F05**)

En este parámetro, se debe establecer la tensión nominal del motor en voltios (V).

Más información en el capítulo 3: Parámetros de motor.

- Modo de control del motor
(Parámetro **F42**)

Este control está basado en el modelo PMSM, como se ha explicado anteriormente. Por ello, el valor de **F42** se debe establecer en 1, como control vectorial con encoder PG (síncrono). No utilizar otro valor que no sea el recomendado.

- Tipo de encoder
(Parámetro **L01**)

En este parámetro se selecciona el tipo de encoder. Para este tipo de control, establezca el parámetro **L01** a 1: Con canales A/B (12 / 15 V Complementario / Colector abierto / 5 V line driver) y señal ABS (Fase Z). No utilizar otro valor que no sea el recomendado.

Asimismo, la fase Z del encoder (PZ, o PZ+ y PZ-) no necesita estar conectada.

- Resolución del encoder
(Parámetro **L02**)

En este parámetro se establece el número de pulsos por revolución del encoder (p/r). Se recomienda usar un encoder con una resolución mínima de 1024 p/r. Asimismo, cuanto más alta sea la resolución, mejor será el control del motor en el arranque.

- Pole tuning automático
(Parámetro **L07**)

En este parámetro se selecciona si el pole tuning será automático o no. No utilizar otro valor que no sea el recomendado.

- Diámetro de la polea (Ds)
(Parámetro **L130**)

- Diámetro del encoder (De)
(Parámetro **L131**)

En ambos parámetros se debe establecer el diámetro de la polea del motor y del encoder respectivamente. En la Imagen 1 se muestran ambos diámetros.

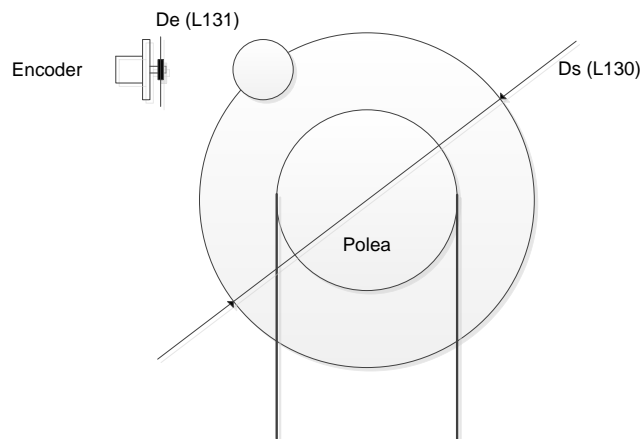


Imagen 1. Diámetros de L130 y L131

En la Imagen 1 se muestra un diagrama simplificado de un motor y un encoder. Como se puede observar, el diámetro que se debe calcular para el parámetro **L130** es el diámetro externo. No se debe confundir con la polea tractora (la que sujeta los cables). El diámetro de la polea depende del tipo de motor. El diámetro del encoder que se debe calcular corresponde a la rueda de goma (**L131**). Este diámetro suele ser de 37.2 mm; por ello no utilizar otro valor que no sea el recomendado.

La rueda de goma tiende a desgastarse con el tiempo, por ello se debe asegurar que el diámetro de la rueda de goma se mantiene en 37.2 mm, en caso contrario, el variador podría llegar a perder el control del motor. Más información en el capítulo 3: Parámetros de motor.

- Compensación Theta
(Parámetro **L132**)
- Limite bajo de la ganancia de compensación Theta
(Parámetro **L133**)

No utilizar otro valor que no sea el recomendado.

- Modo de operación 1
(Parámetro **L198**)

El Bit 5 del parámetro **L198** determina si el pole tuning se realizará sólo en la primera orden de marcha después de darle tensión al variador o cada vez que se inicia la orden de marcha.

L198(Bit 5)= 0: Pole tuning automático al dar tensión al variador.

L198(Bit 5)= 1: Pole tuning automático en cada arranque del motor.

Cuando se configura el parámetro L198(Bit 5)= 0, dependiendo de la versión de software, el variador hará un pole tuning automático cuando se cumplan las siguientes condiciones:

Versión de software 600 o inferior:

- Durante la primera orden de marcha después de dar tensión al variador.

Versión de software 800 o superior:

- Durante la primera orden de marcha después de dar tensión al variador.
- Variador en alarma (Sólo para las alarmas OCx, OS y PG).
- Si el variador está en modo STOP y el motor se mueve (se detectan pulsos).

3. Parámetros de motor

Los motores que se muestran a continuación ya han sido probados con éxito. En la Tabla 2 se muestran los parámetros óptimos para cada uno de los motores probados.

Tabla 2. Configuración recomendada dependiendo del tipo de motor.

Tipo de motor	MX05	MX05/10	MX05/10	MX06	MX06/10	MX10/10
Fabricante	KONE	KONE	KONE	KONE	KONE	KONE
P01	20	14	14	24	16	20
P02	2,8 kW	2,8 kW	2,8 kW	3,7 kW	3,7 kW	5,7 kW
P03	8 A	9 A	9 A	11 A	11 A	16 A
P07	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %
P60	3,5 Ω	3,5 Ω	3,5 Ω	2,2 Ω	2,2 Ω	1,6 Ω
P62 ^{*1}	6,3 / 10,5 Ω	6 / 10 Ω	5,3 / 8,8 Ω	4,8 / 8,0 Ω	4,8 / 8,0 Ω	5,1 / 5,3 Ω
P63 ^{*1}	69 / 120 V	69 / 120 V	120 / 208 V	69 / 120 V	69 / 120 V	75 / 125 V
F03	112 rpm	112 rpm	112 rpm	95 rpm	95 rpm	80 rpm
F04	19 Hz	13 Hz	13,1 Hz	19 Hz	12,7 Hz	13 Hz
F05	280 V	280 V	305 V	280 V	280 V	280 V
L130	530 mm	530 mm	530 mm	620 mm	620 mm	720 mm

^{*1} Este valor dependerá de la versión de software. El primer número corresponde a versiones de software 0600 o inferiores y el segundo 0800 o superiores. El segundo número corresponde con el valor que se puede encontrar en la placa de características del motor.

En la Imagen 2 se localizan todas las características de la placa de motor.

GEARLESS ELEVATOR MACHINE		SN 102145062	
MX05/10	3~ MOTOR	IP 21	INS CLASS
S3 40%	180 s/h	112 r/min	F
2.8 kW	280 V	9 A	Cos θ 0.85
E 120 V	Rs 3.5 Ω	Xs 10 Ω	
SPEED 1 m/s	WINDING q2	ROPING 2:1	
CWT BAL 50%	SH DIA 340mm	WEIGHT 180 kg	
BRAKE 781319 / CERTIFICATE 02213/1			
NORM.VOLTS 200 V	LIFT OFF (hot) 0.4 A		
RES.AT 20 C° 350 Ω	HOLD ON (hot) 0.4 A		

Imagen 2. Placa de características MX05/10

Si el motor que se va a controlar no está en la lista y surge alguna duda, por favor contacte con su representante de Fuji Electric.

4. Tarjetas de opción

Hay disponibles 4 tarjetas de opción dependiendo del tipo de encoder que se utilice (Colector abierto o line driver). Estas tarjetas son: OPC-G1-PG o OPC-PG3 y OPC-G1-PG2 o OPC-PMPG respectivamente. Las tarjetas de encoder sólo se pueden conectar en el puerto C como se muestra en la Imagen 3.

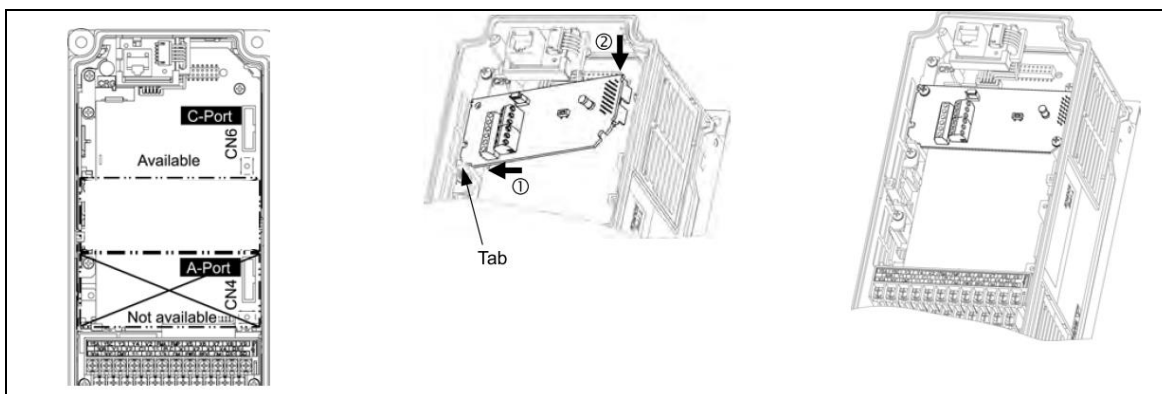


Imagen 3. Puerto disponible e instalación de la tarjeta de opción.

4.1 Tarjeta de opción OPC-PG3/OPC-G1-PG

La tarjeta de opción OPC-PG3 (o OPC-G1-PG) es específica para encoders HTL (tensión estándar de alimentación entre 10 y 30 V en CC). El encoder deberá cumplir los requerimientos técnicos especificados en la Tabla 3.

Tabla 3. Requerimientos técnicos de encoder HTL

Propiedad	Especificaciones	
Alimentación del encoder	+12 VCC $\pm 10\%$, 120 mA (SW1= 12 V) +15 VCC $\pm 10\%$, 120 mA (SW1= 15 V)	
Umbral de pulsos de entrada de la tarjeta opcional	Nivel Alto ≥ 8 VCC, Nivel Bajo ≤ 3 VCC (SW1= 12 V) Nivel Alto ≥ 10 VCC, Nivel Bajo ≤ 3 VCC (SW1= 15 V)	
Señal de salida	Colector Abierto	Push-pull (complementario)
Máxima frecuencia de entrada	30 kHz	100 kHz
Máxima longitud del cable	20 m	100 m

Para cablear el encoder a la tarjeta de opción OPC-PG3, véase a continuación la Imagen 4 y Tabla 4.

Tabla 4. Terminales de opción y señales del encoder

Señal	Terminal de opción	Descripción
+ VDC	PO	Alimentación
Fase A	PA	Pulsos de fase A
Fase B	PB	Pulsos de fase B desplazados 90°
0 VCC	CM	Común 0 V

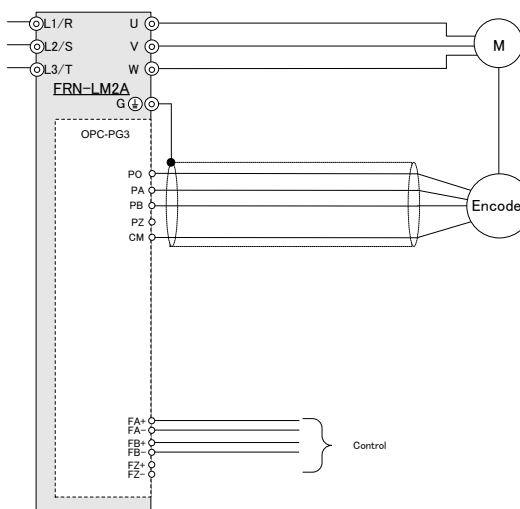


Imagen 4. Conexión del encoder

- Nota 1: OPC-G1-PG no incluye los terminales Fxx (repetición de pulsos)*
Nota 2: OPC-G1-PG los terminales para la fase A y fase B se llaman YA y YB respectivamente.
Nota 3: En caso de utilizar la tarjeta de opción OPC-PG3 la versión de software debe de ser la 0600 o superior.

4.2 Tarjeta de opción OPC-PMPG/OPC-G1-PG2

La tarjeta de opción OPC-PMPG (o OPC-G1-PG2) es específica para encoders Line Driver (señal diferencial 5 V CC). El encoder deberá cumplir los requerimientos técnicos especificados en la Tabla 5.

Tabla 5. Requerimientos técnicos de encoder Line Driver

Propiedad	Especificaciones
Alimentación del encoder	+5 VCC $\pm 10\%$, 200 mA
Señal de salida	Line Driver
Máxima frecuencia de entrada	100 kHz
Máxima longitud del cable	100 m

Para cablear el encoder a la tarjeta de opción OPC-PMPG, véase a continuación la Imagen 5 y Tabla 6.

Tabla 6. Terminales de opción y señales de encoder

Señal	Terminal de opción	Descripción
+ VDC	PO	Alimentación
Fase A	PA+	Pulsos de fase A
Fase /A	PA-	Pulsos de fase A invertidos
Fase B	PB+	Pulsos de fase B desplazados 90°
Fase /B	PB-	Pulsos de fase B invertidos, desplazados 90°
0 VCC	CM	Común 0 V

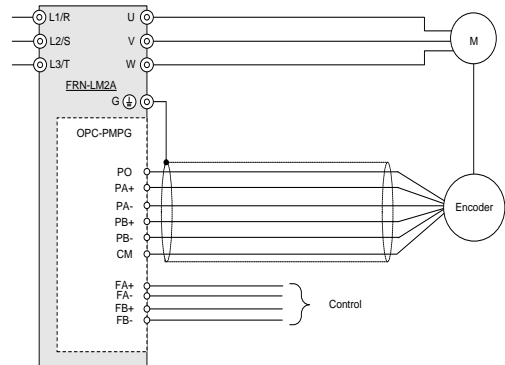


Imagen 5. Conexión del encoder

Nota 1: OPC-G1-PG2 no incluye los terminales Fxx (repetición de pulsos)

Nota 2: OPC-G1-PG2 los terminales para la fase A y fase B se llaman YA y YB respectivamente (igual para las fases invertidas).

Nota 3: En caso de utilizar la tarjeta de opción OPC-PMPG la versión de software debe de ser la 0600 o superior.

5. Procedimiento de Pole Tuning

Antes de dar la orden de marcha, se deberá realizar un pole tuning para conocer la posición de los imanes dentro del rotor del motor. Para hacerlo, hay que seguir los pasos que se explican a continuación.

Procedimiento del Pole tuning en 6 pasos:

1. Asegurarse que el motor y el encoder están correctamente cableados al variador.
2. Alimentar el variador.
3. Asegurarse que la configuración explicada en el capítulo 2 y 3 sea correcta.
4. Comprobar que el variador recibe los pulsos del encoder. Para ello se debe ir al Menú **3. INV Info / 3. Mon E/S** y pulsar la flecha de bajar hasta llegar a la página [6/6]. Aquí se muestran P1, Z1, P2 y Z2. Si el motor no está girando, en la pantalla se debería ver **0 kP/s** después del valor P2. Abrir el freno y mover ligeramente el eje del motor. En ese momento, junto al valor P2 debería aparecer un número diferente a 0 (números positivos o negativos en función de la dirección de rotación). Si en la pantalla se ve **----p/s** (o **+0 p/s**) mientras el motor está girando significa que no se recibe señal incremental del encoder. En ese caso, verificar el encoder y su cableado.
5. Dar orden de marcha al variador (en modo inspección). Los contactores principales se cerrarán y circulará corriente hacia motor, produciendo algo de ruido. Este proceso durará un par de segundos. Después de que el proceso finalice, el ascensor debería moverse con normalidad en modo inspección hacia arriba o abajo (dependiendo de la orden de marcha).

6. Mover el ascensor en inspección y comprobar consumos en vacío (un viaje completo subiendo y bajando). Verificar que la corriente de salida tiene un valor constante y lógico (inferior a la nominal). La corriente de salida se puede monitorizar en el Menú **3. INV Info / 2. Monitor inv** en la página [1/7] como **lout**.

Si durante el paso 5 o 6 el variador se bloquea directamente por OCx, OLU, ErE o OS al iniciar la orden de marcha, ponga H190= 0 y repita el procedimiento empezando por el paso 1.

Si el pole tuning no se realiza automáticamente en el paso 5, desconecte el variador y asegúrese que la consola está totalmente apagada, antes de volver a darle tensión al variador.

6. Problemas y soluciones

Tabla 7. Tabla de problemas y soluciones

Alarma	Descripción	Posibles causas
OLU	Variador en sobrecarga	<ul style="list-style-type: none"> a. Si la alarma OLU aparece cuando el motor está girando a velocidad constante con par máximo (cabina vacía bajando), repita el proceso de pole tuning desde el paso 1. b. Si el pole tuning se ha realizado correctamente, probar que el parámetro L133= 0.8 c. Si la alarma OLU aparece aleatoriamente independientemente de la carga, asegúrese que el encoder esté correctamente fijado y que la rueda de goma tenga el diámetro correcto y haga buen contacto con el motor.
OS	Sobre velocidad	<p>Si la alarma OS aparece en velocidad lenta, aumentela. Se recomienda establecer el valor de velocidad lenta a 1 Hz. Si el variador se sigue bloqueando, aumentela a 2 Hz.</p> <p>Si el problema persiste, cambie el ajuste de L133 a 0.8.</p> <p>Asegure que el pole tuning automático se realice en cada arranque (no cada vez que se da tensión al variador).</p>

7. Rescate manual

Algunos ascensores disponen de un sistema de rescate que consiste en la liberación manual de los frenos, facilitando el movimiento de la cabina por simple gravedad. Si se realiza la orden de rescate, asegúrese de apagar completamente y volver a encender el variador antes de realizar ningún trayecto. De otra manera, el variador podría perder el control del motor.

Si el pole tuning automático se ha realizado como se recomienda en esta nota de aplicación (L198(Bit 5)= 1: Pole tuning automático en cada arranque del motor); no es necesario quitar alimentación al variador para hacer algún viaje en modo rescate.

Si el parámetro L198(Bit5)= 1, pero la versión de software es la 0800 o superior, el variador realizará el pole tuning automático, en otras palabras, no hará falta quitar la alimentación del variador.

8. Rescate automático (mediante SAI)

Cuando se inicia la operación de rescate automático, al no existir encoder absoluto en el motor, el variador necesita realizar un pole tuning antes de empezar el movimiento (para encontrar la posición de los polos del motor).

Para llevar a cabo un correcto pole tuning, se necesita aplicar cierto voltaje al motor. Si el voltaje no es suficiente, el pole tuning puede fallar (el variador genera la alarma Er7) y el motor no podrá ser controlado.

Por esa razón, se recomienda ajustar el parámetro L125 a un valor no inferior de 250 VCC. Para obtener más detalles sobre los ajustes del parámetro L125, por favor, compruebe la Imagen 6 extraída del Manual de Referencia.

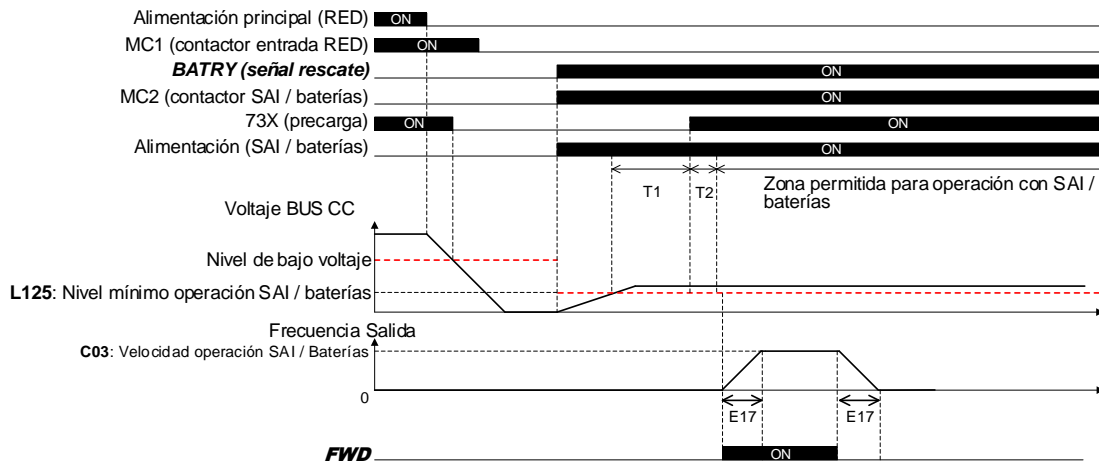


Imagen 6. Secuencia operación rescate.

L125 especifica el nivel de voltaje del BUS de CC durante la operación de rescate. El valor 250 VCC corresponde a una alimentación de 185 VCA aproximadamente. En otras palabras, si el voltaje generado por el SAI cae por debajo de los 185 VAC, el variador se bloqueará por la alarma LV. Mediante dicho nivel, se asegura que el variador dispondrá del suficiente voltaje para llevar a cabo el pole tuning sin error y consecuentemente, el variador podrá controlar el motor.

Nota 1: Si la versión de ROM del variador es 1000 o inferior, esta función no está implementada. En tal caso, por favor, instale un transformador elevador (220 a 400 VCA) a la salida del SAI.

Nota 2: En caso de usar baterías para realizar la operación de rescate automático, por favor, contacte con del departamento técnico de Fuji Electric.

9. Conclusiones

En esta nota de aplicación se explica cómo controlar un PMSM con un encoder instalado en la periferia del rotor para la aplicación del ascensor.

10. Historial del documento

Versión	Cambios aplicados	Fecha	Escrito	Comprobado	Aprobado
1.0.0	Primera versión (Draft)	29/07/2015	J. Alonso		
1.1.0	Configuración recomendada. Los parámetros P62, P63 y L133 han sido modificados en el capítulo 2 y 3. Se ha añadido Nota 1 en la Tabla 2.	16/12/2015	J. Alonso	S. Ureña	J. Català
1.2.0	Explanation of L198, P62 and P63 modified/updated. P65 is included. Information about different software versions is included. Table 1, 2, 4 and 6 updated. Figure 2, 4 and 5 updated. Chapter 6 updated. Information about OPC-PG3 and OPC-PMPG is included.	20/05/2016	J. Alonso	S. Ureña	J. Català
1.2.0ES	Versión en castellano	31/08/2016	S. Carreras	S. Ureña	J. Català
1.3.0	Se renombra capítulo 7. Se añade capítulo 8. Tabla 2 actualizada. Se añaden comentarios adicionales en Tabla 7.	05/04/2018	S. Carreras	S. Ureña	J. Català