

Nota de aplicación	AN-MEGA-0016v106ES
MEGA Servo procedimiento de ajuste para motores PMSM	

Tipo de variador	FRENIC MEGA (-EAQ Type)
Versión de software	1700
Tarjeta de opción	OPC-G1-PG, OPC-G1-PG2, OPC-G1-PG22, OPC-G1-PMPG o OPC-G1-RES
Documentación relacionada	MEGA Servo IM, SI47-1545-E
Autor	Miguel A. Gómez
Uso	Público, Web
Fecha	02/11/2011
Versión	1.0.6
Idioma	Castellano

1. Introducción

FRENIC MEGA Servo, es una nueva versión de software para el variador FRENIC MEGA, capaz de controlar motores síncronos de imanes permanentes (de aquí en adelante PMSM) en lazo cerrado.

El procedimiento para la puesta en marcha de un PMSM es un poco diferente respecto a otros tipos de motores. En este documento se definen los pasos a realizar para su puesta en marcha.

2. Descripción

El procedimiento para la puesta en marcha del FRENIC MEGA Servo, es el mostrado en la Figura 1 (extraído del FRENIC MEGA Servo IM, SI47-1545-E).

Existen tres opciones diferentes para utilizar como realimentación de velocidad/posición:

1. Encoder incremental (“Open Collector” o “Line driver”).
2. Encoder absoluto (U, V, W como señales de conmutación).
3. Resolver.

Para más información acerca de la instalación de la tarjeta de encoder, consultar el manual de instrucciones de la opción.

Una vez finalizado el conexionado de motor y del encoder, pasaremos a configurar el variador. Éste documento, abarca desde Selección del tipo de motor (“Selection motor type”) hasta Ajuste de los parámetros del motor (“Adjust motor...”) de la Figura 1.

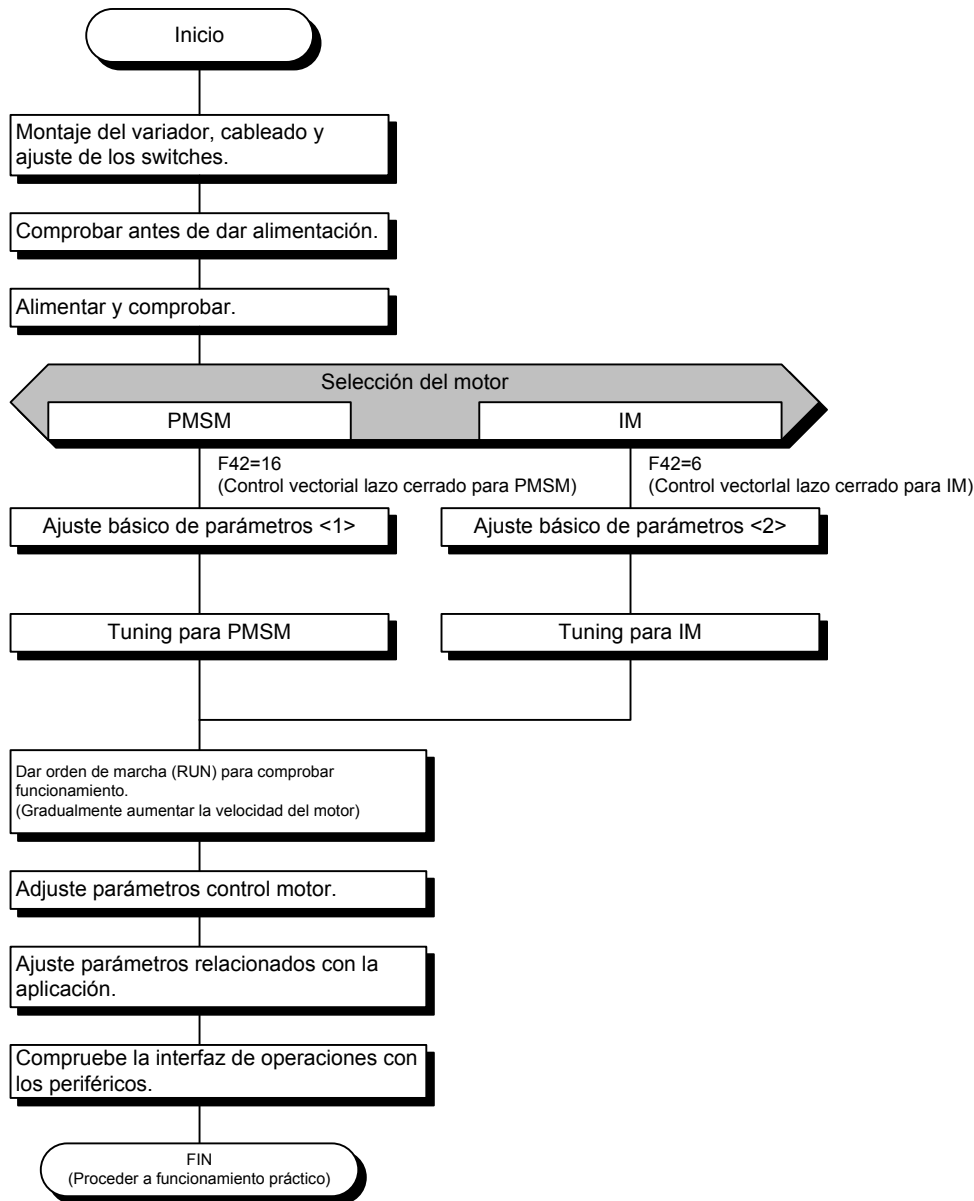


Figura 1. Procedimiento de puesta en marcha

2.1 Ajuste de parámetros para motor de imanes permanentes

El primer paso consiste en ajustar el modo de control para motores PMSM y la potencia del motor.

- F42 = 16 (Control vectorial lazo cerrado para PMSM)
- P02 = Potencia de motor (consultar placa de motor)

Nota: con F42=16 tendremos acceso a los parámetros para PMSM (P01 ~ P03 y P30 ~ P95).

Una vez activo el control para PMSM y ajustada la potencia de motor, el siguiente paso es resetear los parámetros correspondientes al Motor 1. De esta manera, se ajustan por defecto todos los parámetros de motor para PMSM en función de la potencia configurada en P02.

- H03 = 2 (Inicializa mapa Motor 1)

Ahora, debemos configurar los parámetros mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1. Ajuste de parámetros según el manual SI47-1545.

Parámetro	Nombre	Descripción	Valor de fábrica
F 04	Frecuencia Base 1	Datos nominales del Motor (placa de características del motor)	50.0 (Hz)
F 05	Voltage nominal a frecuencia base 1		Voltaje nominal motor estándar
P 01	Motor 1 (Número polos)		4 polos
P 02	(Potencia nominal)		Potencia nominal motor estándar
P 03	(Corriente nominal)		Corriente nominal motor estándar
P 30	Selección del método de detección posición magnética del polo	Tipo motor	1: IPM (imanes internos)
P 90	Nivel protección sobrecorriente	Valor límite de corriente para prevenir la desmagnetización Usado para proteger la desmagnetización causada por exceso de corriente.	0.00 (A) (deshabilitado)
d 14	Realimentación (Formato entrada pulsos)	Tipo de codificador usado en el motor.	2: Canales A/B con 90 grados de desfase
d 15	(Resolución encoder)	Pulsos por revolución del codificador.	0400 (hex) (1024 P/R)
F 03	Máxima salida de frecuencia 1	Valor según especificación Nota) Al rotar el motor para prueba, ajustar según especificación o más. En valores de especificación o menos, quizá no se pueda controlar normalmente.	50.0 (Hz)
F 15	Límite de frecuencia (alto)		70.0 (Hz)
F 07	Tiempo aceleración time 1		22 kW o menos: 6.00 (s) 30 kW o más: 20.00 (s)
F 08	Tiempo deceleración time 1		22 kW o menos: 6.00 (s) 30 kW o más: 20.00 (s)

Nota: F03, F15, F07, F08, sólo se utilizan en el caso de Autotuning dinámico (P04=2, descrito más adelante).

El parámetro P30 debe ser configurado en función de la disposición de los imanes en el motor:

- P30=1 motor IPM (imanes en el interior), ésta es la configuración por defecto, ya que la gran mayoría de motores son o se comportan como un IPM.
- P30=2 motor SPM (imanes en superficie).

El parámetro P30 es muy importante si se trabaja con un encoder incremental, porque el variador, realizará un Poletuning automático a la primera orden de marcha que reciba el equipo después de darle tensión.

Si no se dispone información sobre el límite de corriente para prevenir la desmagnetización (P90), un valor recomendado es el doble de la corriente nominal del motor. Éste parámetro es importante para evitar daños en los imanes del motor.

2.2 Procedimiento para Autotuning y Poletuning (importante si se usa encoder incremental)

En la Tabla 2, figuran los diferentes Autotuning y Poletuning disponibles, si se trabaja en el modo de control de motores de imanes permanentes (F42=16).

Tabla 2. Tipos de Autotuning y Poletuning según manual SI47-1545.

Ajustes P04		Parámetros motor sujetos al tuning	Operación del tuning	Seleccionar bajo las siguientes condiciones
1	Autotuning sin rotación de motor	Resistencia primaria (P60) Inductancia eje-d (P61) Inductancia eje-q (P62) Reservados (P84, P88)	Tuning <u>con el motor parado</u> .	Imposible rotar motor. La carga mecánica ha sido instalada. P30=1 o 2 (Nota) En caso de P30=0 (No operación) o P30=3 (Método simple IPM), el tuning sin rotar motor NO puede ser usado.
2	Autotuning con rotación de motor (dinámico)	Resistencia primaria (P60) Inductancia eje-d (P61) Inductancia eje-q (P62) Voltaje inducido (P63) Reservados (P84, P88) Ángulo de Offset (fasado encoder) (P95)	Tuning de P60 ~ P62, P84 y P88, <u>con el motor parado</u> . Tuning de P63 <u>con rotación de motor</u> (50 % de su frecuencia base). (F42=16 y P95=999) Tuning de P95 <u>con rotación de motor</u> (velocidad de rotación = d80).	Posible rotar el motor, el motor no está acoplado a ningún tipo de carga mecánica.
4	Poletuning con rotación del motor (dinámico)	Ángulo de Offset (fasado encoder) (P95)	Tuning de P95 <u>con rotación de motor</u> (velocidad de rotación = d80).	Posible rotar el motor, el motor no está acoplado a ningún tipo de carga mecánica. Cuando se realiza control vectorial en lazo cerrado para PMSM. (F42=16)

Pasos a seguir:

- 1- Calcular P63 (Voltaje inducido). Para calcular éste parámetro, necesitamos la “Ke” del motor. Éste valor, nos lo debe proporcionar el fabricante del motor.

$$P63 = Ke * \frac{N_{rtd}}{1000}$$

Donde:

Ke, es la constante back-EMF (V/1000 rpm)

N_{rtd}, es la velocidad nominal en rpm

- 2- Realizar un Autotuning estático P04=1.

Automáticamente, se calcularán los parámetros P60, P61, P62, P84, P88.

Si se produce una alarma $\square \square x$ o $E r 7$, revise que estén bien ajustados los parámetros P63 (back-EMF), F04 (frecuencia nominal), F05 (tensión nominal).

Si no es posible realizar un Autotuning, incluso modificando los parámetros arriba mencionados, se debe realizar un **Autotuning dinámico** (más información en el paso 4).

- 3- Realizar un Poletuning dinámico (P04=4). El motor se moverá a la velocidad del parámetro d80 y el fasado quedará guardado en el parámetro P95. El motor debe girar libre o sea, sin carga acoplada al eje.

Si se produce una alarma E_{r7} , hay que tener en cuenta que los parámetros del lazo de velocidad (ASR) afectan a la hora de realizar un Poletuning dinámico.

Una recomendación, es deshabilitar los filtros de velocidad (d01, d02, d05) o modificar / reducir las ganancias del lazo de velocidad (d03, d04). Si no es posible resolver el problema mediante estos ajustes, verificar que el parámetro P30 está bien configurado.

Si se usa un encoder incremental, el variador realizará un Poletuning automáticamente, la primera vez que reciba orden de marcha (RUN) después de darle tensión al equipo (más información en el paso 4).

- 4- Una vez realizado el Autotuning y el Poletuning, el valor del parámetro P86 (Valor discriminación Norte-Sur), debe ser mayor de un 10 % para asegurarse de que la detección de polos es correcta.

En el caso de que $P86 < 10\%$, incrementar ligeramente P87 y volver al paso 2. Si esto no funciona, entonces el valor de P30 debe ser cambiado. El valor de P30 también debe ser cambiado si se produce la alarma E_{r7} . Más información en la Tabla 3.

Tabla 3. Procedimiento de ajuste de P30

Imanes permanentes	Valor inicial P30	Tuning	Valor final P30
IPM	1	$P86 < 10\%$ o E_{r7}	3
SPM	2	$P86 < 10\%$ o E_{r7}	0

Si la alarma E_{r7} persiste y hemos probado con $P30=3$ y $P30=2$, probar con $P30=0$ y realizar una Autotuning dinámico.

• **Autotuning dinámico:**

Si no es posible calcular la constante back-EMF (P63) o el valor de P30 es diferente a 1 o 2, podemos realizar un Autotuning dinámico (P04=2). Hay que tener en cuenta que no puede haber carga acoplada al eje del motor.

Nota: Si $P30=0$, se recomienda ajustar $F23=1.0$ Hz y $F24=1.0$ s temporalmente. Una vez finalizado, volver a los valores de usuario.

El Autotuning dinámico (P04=2) se divide en las siguientes fases:

- Autotuning estático, igual que el punto 2 del procedimiento.
- Poletuning dinámico, igual que el punto 3 del procedimiento.
- Cálculo de P63 con el motor girando a la mitad de la velocidad del parámetro F03. En este punto las aceleraciones/desaceleraciones y la velocidad máxima deben ser configuradas adecuadamente.

- **Encoder incremental:**

En el caso un encoder incremental, el variador realizará un Poletuning automáticamente la primera vez que demos orden de marcha (RUN) después de dar tensión al equipo.

Éste procedimiento, puede ser estático (P30=1 o P30=2) o dinámico (P30=0 o P30=3). Hay que tener en cuenta que el Poletuning dinámico, hará girar el motor a la velocidad del parámetro d80, éste comportamiento no es aceptable en determinadas aplicaciones (por ejemplo en elevación de cargas).

Más información acerca del parámetro P30 en la Tabla 4.

Tabla 4. Tipos de Poletuning en el caso de usar un encoder incremental

Ajuste F42	Encoder	Ajuste P95	Ajuste P30	Funcionamiento inicial
16: Control vectorial lazo cerrado para PMSM	Incremental: Canales A/B con 90 grados de desfase y paso por Z	999 (Sin ajuste del offset)	0: Método de alineado por corriente 3: Método de alineado por corriente para IPM	< Imposible iniciar > Aparece la alarma $E_r\mathcal{L}$ y no es posible hacer nada. Ajustar P95.
			1: Método para IPM 2: Método para SPM	< Inicio detección polo magnético > Tras detección de la posición del polo magnético, arranca desde 0 Hz.
		0.0 ~ 359.9° (El offset ha sido ajustado)	0, 3	< Inicio alineación posición polo magnético > Únicamente tras dar tensión al variador y la primera orden de marcha (RUN), se lleva a cabo la alineación de la posición del polo a la frecuencia ajustada en d80. Tras ser completada la alineación de la posición del polo, el motor acelera según consigna de velocidad. A partir de la segunda orden de marcha (RUN), arranca desde 0 Hz (inicio normal). La operación de alineación del polo magnético dura una rotación de eje motor como máximo. (📖 Parámetro d80)
			1, 2	< Inicio detección posición polo magnético > Tras ser detectada la posición del polo magnético, arranca desde 0 Hz.

2.3 Procedimiento de Poletuning y Autotuning simplificado (sólo para resolver o encoder absoluto)

En el caso de usar un resolver (d14=2) o un encoder absoluto (parte incremental + señales U, V, W (d14=4)), el procedimiento a seguir es más simple, después de ajustar los parámetros de la Tabla 1, se debe configurar P30=0 y ejecutar un Autotuning dinámico (P04=2) como se describe en el apartado anterior.

2.4 Ajuste del lazo de corriente (d91)

Normalmente, no será necesario modificar el valor por defecto (999), ya que el variador utilizará un valor basado en los parámetros del mapa motor. Solamente, se deberá ajustar el d91 en los siguientes casos:

- La respuesta dinámica del motor no es la esperada (incluso se llega a saturar el valor de consigna de par). Incrementar d91 y probar de nuevo.
- Si se producen alarmas **OCx** cuando tratamos de girar el motor, si se produce ruido en el motor (al circular la corriente a través de él) y/o si la forma de la onda de corriente no es sinusoidal. En estos casos, reducir d91 y probar de nuevo.

El punto de partida para obtener el valor de d91, puede obtenerse usando la siguiente expresión:

$$d91 = \frac{L_d * I_n * K}{V_n}$$

Donde:

L_d , es la inductancia del eje-d en mH (P61).

I_n , es la intensidad nominal del motor en A (P03).

K, es una constante 2.165

V_n , es el voltaje nominal del motor en V (F05).

Nota: el valor de d91 depende exclusivamente de las características de motor. No es función de la carga o de las características mecánicas de la instalación (inercia, reductor...).

En caso de ajuste manual de d91, se recomienda cambiar el valor en proporción de 0.05 en 0.05 e ir modificándolo según la respuesta / comportamiento del motor.

3. Conclusión

Usando la versión de software FRENIC MEGA Servo, el variador es capaz de controlar motores de síncronos de imanes permanentes en lazo cerrado. El procedimiento para la puesta en marcha de este tipo de motores es un poco diferente respecto a un motor de inducción. Siguiendo el procedimiento propuesto, será posible controlar un motor de imanes permanentes en lazo cerrado.

4. Historia del documento

Versión	Cambios aplicados	Fecha	Escrito	Comprobado	Aprobado
1.0.4	Primera versión en castellano	02/11/2011	M.A.Gómez		
1.0.5	Pequeños cambios. Adaptación a la última versión en inglés (1.0.4)	04/01/2012	S. Ureña	S. Ureña	
1.0.6	Adaptación a la última versión en inglés (1.0.5)	05/01/2012	JM Ibáñez	S. Ureña	D.Bedford