

**EJEMPLO DE PUESTA EN MARCHA DE UN MENTOR II
AJUSTES BASICOS**

INDICE DE CONTENIDOS

1.- PASOS PRELIMINARES.....	3
2.- PROCEDIMIENTO DE AJUSTE BASICO.....	4
2.1.- Cálculos corrientes máximas variador y motor.....	4
2.2.- Parámetros de límite de corriente (4.04, 4.05, 4.06 y 4.07).....	4
2.3.- Tensión máxima de inducido o armadura (3.15).....	4
2.4.- Umbral de sobrecarga (5.06).....	5
2.5.- Escalado de la corriente máxima (5.05).....	5
2.6.- Valor escalado de velocidad máxima (3.16).....	5
2.7.- Escala de la realimentación del campo (6.11).....	6
2.8.- Corriente máxima del campo (6.08).....	8
3.- DEBILITAMIENTO DE CAMPO 6.10 Y 6.07.....	9
4.- PROCESO DE AUTOTUNE.....	10
5.- PROCEDIMIENTO AJUSTE DINAMO TACOMETRICA.....	11
5.1.- Ajuste.....	11
5.2.- Determinación Polaridad Dinamo Tacométrica.....	12
5.3.- Inversión Sentido Giro a igualdad de consigna.....	12
6.- OTROS PARAMETROS.....	13
6.1.- Activación control de campo (6.13).....	13
6.2.- Acceso a parámetros.....	13
6.3.- Grabar datos en EPROM del MENTOR.....	13
6.4.- Restaurar a parámetros por defecto.....	13
6.5.- Parámetro de arranque (11.18).....	13
6.6.- Selección tipo realimentación (3.12 y 3.13).....	13
6.7.- Descubrir código secreto de usuario.....	13
7.- SIMULACIÓN POTENCIÓMETRO MOTORIZADO.....	14
8.- CONTROL DE CAMPO CON TARJETA EXTERNA FXM5.....	15
8.1 Conexionado.....	15
8.2 Escala de la realimentación del campo (6.11).....	16
8.3 Puente rectificador en equipos M350 o superiores.....	17
9.- Reducir de talla un Mentor II. Las Resistencias Burden.....	18
9.1 Cálculos.....	18
9.2 Normalización Valor Ohmico Resistencia.....	19
10.- RESUMEN DE DATOS.....	21

1.- PASOS PRELIMINARES

Este procedimiento presupone que el equipo está programado en sus parámetros por defecto.

El primer paso, como es evidente, es conocer tanto el equipo que se desea ajustar como el motor que deberá controlar. Para este ejemplo de puesta en marcha se supondrán las siguientes características de motor y mentor.

Placa de Motor:

Size: MD132MA
Potencia: 7,5Kw
Wd: SHUNT
Duty Type: S1
Velocidad: 1900 RPM / 3000 RPM (después de debilitar campo)
ENCL: IP22
Ins. Cl: F
V_{ARM}: 450
A_{ARM}: 19,7
V_{FLD}: 360
A_{FLD}: 1,71
A_{FLDmin}: 0.75 (corriente mínima de campo)

MENTOR II

Modelo: M75RGB14
Potencia: 30Kw
INPUT 220/480V 63A
OUTPUT 240/530 75A
OVERLOAD 150% for 30 seconds

2.- PROCEDIMIENTO DE AJUSTE BASICO

2.1.- Cálculos corrientes máximas variador y motor.

Máxima corriente de MENTOR = Current Output x Overload / 100

Máxima corriente de MENTOR = $75 \times 150 / 100$

Máxima corriente de MENTOR = **112,5 A**

Máxima corriente de MOTOR = $A_{ARM} \times 1,2$

Máxima corriente de MOTOR = $19,7 \times 1,2$

Máxima corriente de MOTOR = **23,64 A**

2.2.- Parámetros de límite de corriente (4.04, 4.05, 4.06 y 4.07)

Como los valores de estos parámetros están en tanto por mil se debe hacer lo siguiente:

$X = (1000 \times \text{Máxima corriente de MOTOR}) / \text{Máxima corriente de MENTOR}$

$X = (1000 \times 23,64) / 112,5$

$X = \mathbf{210,13}$

Resultado: **4.04 = 210, 4.05 = 210, 4.06 = 210, 4.07 = 210**

2.3.- Tensión máxima de inducido o armadura (3.15)

Define la tensión máxima que se permite aplicar al inducido. Cuando la tensión del inducido es la realimentación seleccionada (3.12 = 0 y 3.13 = 1), el valor máximo de la tensión del inducido se utiliza para graduar la escala de medida de la tensión de inducido, de tal forma que la realimentación de velocidad está a plena escala a la máxima tensión. Si la realimentación de velocidad se deriva de un encoder de señales o de un generador tacométrico, la tensión del inducido está verificándose continuamente, y se aplica un circuito de bloqueo cuando el voltaje excede el valor establecido en 3.15. Este procedimiento se puede emplear para impedir un aumento de tensión por encima de un nivel determinado.

Resultado: $3.15 = V_{ARM}, \quad \mathbf{3.15 = 450}$

2.4.- Umbral de sobrecarga (5.06)

Establece el umbral de la realimentación de corriente del inducido más allá del cual comienza a integrarse la protección de sobrecarga intensidad-tiempo.

Umbral de sobrecarga = $1,05 \times A_{ARM} \times 1000 / \text{Máxima corriente MENTOR}$

Umbral de sobrecarga = $1,05 \times 19,7 \times 1000 / 112,5$

Umbral de sobrecarga = **183,86**

Resultado: **5.06 = 184**

La lectura del I²T se puede efectuar en el parámetro **5.11**

2.5.- Escalado de la corriente máxima (5.05)

Valor por defecto Valor nominal de la corriente de la unidad de control. La corriente máxima de salida, en amperios, es escalado por este parámetro. No tiene ningún efecto sobre la protección del motor. Los valores para 5.05 se calculan como sigue:

$I_{max} > 1999 \text{ A}$ $5.05 = I_{max}/10$

$200\text{A} < I_{max} < 1999\text{A}$ $5.05 = I_{max}$

$I_{max} < 200\text{A}$ $5.05 = 10 \times I_{max}$

Como Máxima corriente de MENTOR es **112,5 A** se ha de multiplicar por 10

Resultado **5.05 = 1125**

La lectura de la corriente máxima se puede efectuar en el parámetro **5.02**

2.6.- Valor escalado de velocidad máxima (3.16).

Sólo se emplea para graduar la escala de la realimentación de velocidad de tal forma que el valor mostrado en 3.03 sea la velocidad real en RPM. El valor aplicado en 3.16 deberá ser la velocidad máxima en RPM (dividida por diez si la velocidad máxima es $> 1999 \text{ RPM}$; por tanto la velocidad que aparece en 3.03 es entonces $\text{RPM} / 10$.)

Resultado: **3.16 = 1900**

La lectura de la velocidad en RPM puede leerse en el parámetro **3.03**

2.7.- Escala de la realimentación del campo (6.11)

La tarjeta MDA3 (sólo Mentor modelo 210 o inferior) tiene una resistencia de carga fija. El parámetro 6.11 permite al usuario aplicar un factor de graduación de escala a la realimentación de corriente. La salida es el valor de 6.03. La gama de corriente máxima es 2A o 8A según la posición del puente J1, ver tabla que sigue:

J1 posición	6.11	MDA3 A max.
2A	201	0.5
2A	202	1.0
2A	203	1.5
2A	204	2.0
8A	205	2.5
8A	206	3.0
8A	207	3.5
8A	208	4.0
8A	209	4.5
8A	210	5.0
8A	211	5.5
8A	212	6.0
8A	213	6.5
8A	214	7.0
8A	215	7.5
8A	216	8.0

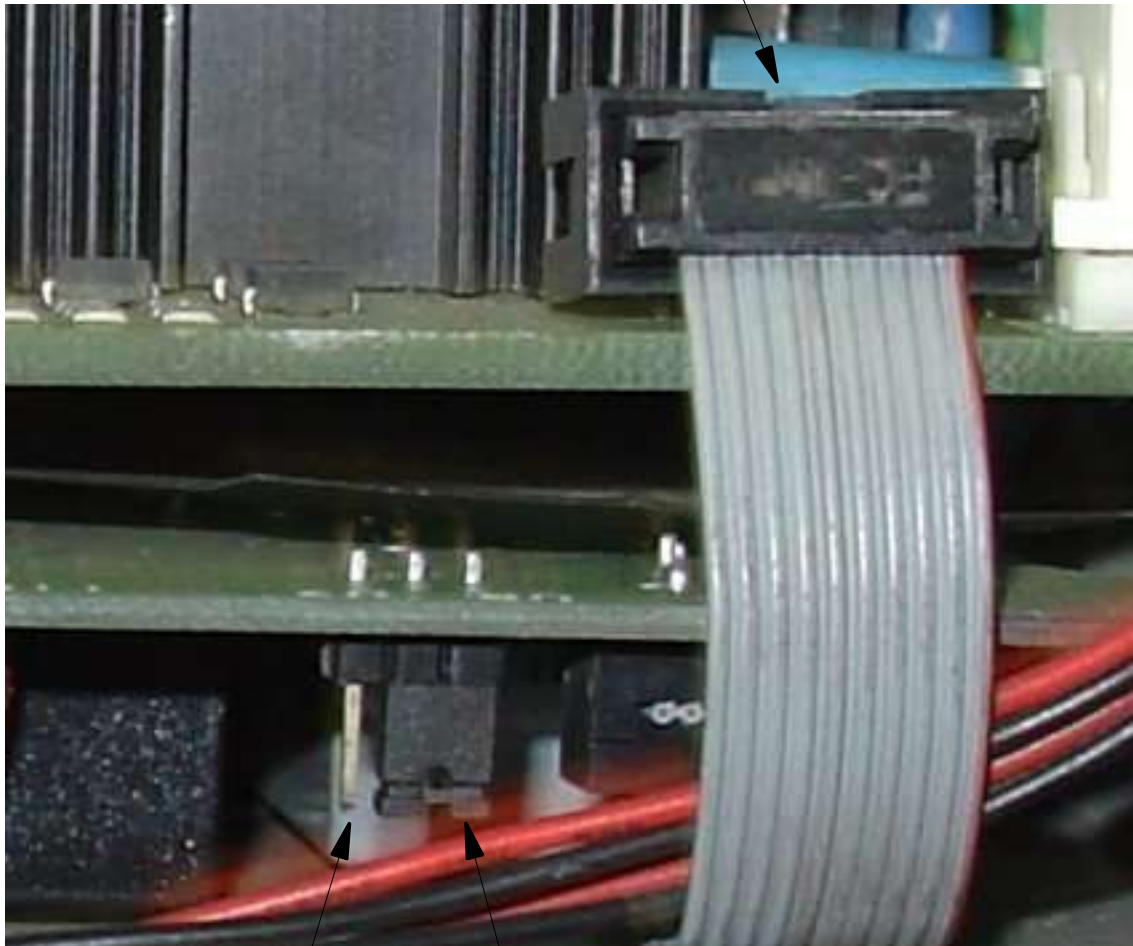
Como A_{FLD} es 1,71A se situa J1 en posición de 2A y el valor de 6.11 a 204

Resultado: **6.11 = 204**



Situación Jumper J1

Si se precisa el empleo de una FXM5 hay que desconectar este cable y conectar el que viene de la FXM5 (Sólo modelos M210 o inferiores, ver capítulo 8)



2A

8A

NOTA: En caso de que la corriente de campo sea superior a 8A o el modelo de Mentor un M350 o superior es preciso el uso de una FXM5 para controlar el campo. Los Mentor M350 en adelante no disponen de control de campo y sólo ofrecen un campo fijo mediante un puente de diodos de 340Vdc y 10A. Caso de emplear una FXM5 dirigirse al capítulo 8 para ajustar el valor de la corriente y obtener el valor apropiado para el parámetro 6.11.

2.8.- Corriente máxima del campo (6.08)

Valor programable de la demanda de corriente de campo máxima. Este parámetro se convierte en la referencia de corriente del bucle de control del campo.

Corriente máx. de campo = $1000 \times A_{FLD} / (\text{Valor de MDA3 en tabla punto 2.7})$

Corriente máx. de campo = $1000 \times 1,71 / 2$

Corriente máx. de campo = **855**

Resultado: **6.08 = 855**

Ajustar con pinza amperimétrica el valor final de #6.08 para suministrar los 1,71A a temperatura de trabajo.

3.- DEBILITAMIENTO DE CAMPO 6.10 Y 6.07

El debilitamiento de campo se utiliza para aumentar la velocidad nominal del motor a costa de disminuir la intensidad de campo.

Para ir sobre seguro se debe tener información de la corriente mínima de campo en la cual se consigue una velocidad determinada. A menos corriente de campo más velocidad. Por tanto, en placa de motor, debe existir un dato que indique cual es la corriente mínima de campo a aplicar y la velocidad conseguida al llegar a ésta. Si por error se establece una corriente de campo mínima demasiado baja o nula se pondrían en peligro los rodamientos del motor.

Supondremos para este ejemplo que la $A_{FLDmin} = 0.75A$ y que a esta corriente se consiguen 3000 RPM. En principio nos crearemos el dato de la velocidad y ajustaremos los siguientes parámetros.

Corriente min. de campo = $1000 \times A_{FLDmin} / (\text{Valor de MDA3 tabla punto 2.7})$

Corriente min. de campo = $1000 \times 0.75 / 2$

Corriente min. de campo = **375**

Resultado: **6.10 = 375**

También se tendría que bajar algo la tensión de armadura a partir de la cual empieza a debilitarse el campo con el fin de asegurar que éste tendrá lugar.

En este caso si la tensión de armadura es de 450 podremos bajarla a 430 y por tanto:

Punto de ajuste de la fuerza contraelectromotriz = 430 V

Resultado: **6.07 = 430**

Como la velocidad máxima ha sido modificada y ahora, presumiblemente, se podrá llegar hasta 3000 RPM se han de modificar algunos de los datos anteriormente calculados:

Volver a calcular todo lo referente al punto 4 si se realiza realimentación por dinámo tacométrica teniendo en cuenta que ahora la velocidad máxima es de 3000 RPM.

Ahora **3.02 = -167**

Y ajustar microinterruptor SW1F=OFF, SW1G=ON y SW1H=OFF

(ahora la tensión de la dinámo tacométrica será de 60 V a 3000 RPM)

Recalcular el punto 2.6 relacionado con el escalado de la velocidad (**3.16**).

Ahora **3.16 = 300** (por ser la velocidad superior a 1999 RPM).

4.- PROCESO DE AUTOTUNE

1) Asegurarse de que la borna 31 no esté conectada a cero (p. ej. Borna 40).

2) Desconectar el campo del motor (excitación) si éste se alimenta externamente o si el Mentor no tiene tarjeta de control de campo (MDA3 o FXM5) (para calibres desde el M350 no hay tarjeta MDA3 ya que la excitación suministrada por el Mentor es a través de puente no regulado). En este segundo caso desconectar el puente entre L11 y L12 y desactivar la alarma de falta de campo programando el parámetro #10.29=1 (Atención!!! no olvidar volver a ajustar este parametro a cero al terminar el Autotune).

3) Activar la sintonización automática estableciendo el parámetro 5.09 a 1. Cuando hay tarjeta de control de campo MDA3 o FXM5 el Mentor desactiva automáticamente la alimentación del campo al motor.

4) Cerrar borna 31 con la borna 40

5) Cuando se haya completado el proceso de sintonización automática, se abrirá el relé de unidad de control preparada durante 50ms, después de lo cual el parámetro de sintonización automática se ajustará automáticamente al valor desactivado (5.09=0). El motivo de este proceso es permitir iniciar la secuencia de sintonización automática cuando esté presente un 'permiso se funcionamiento', pero retornar la unidad de control a una condición segura cuando se haya realizado la sintonización automática. Puede ser necesario asegurar el eje del motor si tiende a girar durante este proceso.

Notas

Lo anteriormente mencionado asume que el relé de 'unidad de control preparada' está conectado con cualquier parámetro de 'funcionamiento permitido' que esté presente.

Al acabar el proceso de autotune se abrán modificado los parámetros:

	<u>Valor por defecto</u>
5.12:	65 o 16
5.13:	33 o 16
5.14:	33 o 16
5.15:	50 o 25

Si alguno de ellos contiene valores excesivamente altos, cercanos a 255, se tendrá que considerar la posibilidad de modificar las resistencias barden o escoger un Mentor de talla inferior.

5.- PROCEDIMIENTO AJUSTE DINAMO TACOMETRICA

5.1.- Ajuste

Seguir el siguiente procedimiento:

Velocidad: 1900 RPM

Dinamo tacométrica: 20V a 1000 RPM

Tensión máxima dinamo tacométrica = $20V \times 1900 \text{ RPM} / 1000 \text{ RPM}$

Tensión máxima dinamo tacométrica = **38 V**

Ajustar microinterruptor SW1F = ON, SW1G = OFF y SW1H = OFF

Seguidamente se ajusta el valor de la realimentación de velocidad (3.02)

Ajustar 3.12 y 3.13 a 0 (realimentación por dinamo tacométrica).

Situar puente LK1 en posición de ADJUST

Ajustar RV1 hasta que el valor del parámetro 3.02 (realimentación de velocidad) sea:

Realimentación de velocidad = $10000/\text{Tensión máx} = 10000/38 = \mathbf{263,15}$

Resultado: **3.02 = -263**

Volver a situar el puente LK1 en la posición FEEDBACK

5.2.- Determinación Polaridad Dinamo Tacométrica

Cuando se configura el bucle de velocidad del Mentor II en realimentación por dinamo tacométrica siempre existe la posibilidad de que podamos equivocarnos en la conexión de la dinamo tacométrica de modo que al dar marcha al equipo el motor tienda a embalarse sin control. Como esto pudiera ser peligroso para la máquina se ofrece a continuación un procedimiento seguro para comprobar si la dinamo tacométrica ha sido correctamente conectada antes de dar marcha al Mentor II.

- 1.- Configurar Mentor II para que funcione en realimentación por tensión de inducido. Para ello hay que modificar los siguientes parámetros como se indica:

3.12 = 0

3.13 = 1

- 2.- Aplicar consigna positiva como referencia de velocidad y activar el RUN FORWARD para que el motor empiece a girar.
- 3.- Si el sentido del motor no es el deseado invertir las bornas de excitación.
- 4.- Con un polímetro medir la tensión de armadura (Sonda Positiva en A1 y Sonda Negativa en A2) y comprobar que dicha tensión sea **Positiva**. Si no lo fuera es porque no se está aplicando consigna de referencia positiva o bien no se está aplicando la orden de marcha por la borna de RUN FORWARD.
- 5.- Medir la tensión ofrecida por la dinamo tacométrica (Sonda Positiva en Borna 9 y Sonda Negativa en Borna 10).
- 6.- Si la tensión de armadura medida en el punto 4 es **Positiva** la tensión de la dinamo tacométrica medida en el punto 5 debe ser **Negativa**. Si no fuera negativa simplemente se ha de dar la vuelta a la conexión de la dinamo tacométrica (intercambiar los cables entre las bornas 9 y 10).
- 7.- Ahora ya se puede configurar el Mentor II en realimentación por dinamo tacométrica con total seguridad configurando los siguientes parámetros al valor que se indica.

3.12 = 0

3.13 = 0

5.3.- Inversión Sentido Giro a igualdad de consigna

Habiendo realizado correctamente los pasos indicados en el punto anterior, si ahora deseamos volver a invertir el sentido de giro del motor a igualdad de consigna de referencia de velocidad y de borna de marcha (RUN FORWARD) tan sólo se ha de cambiar la polaridad de la excitación y de la dinamo tacométrica.

6.- OTROS PARAMETROS

6.1.- Activación control de campo (6.13)

Activación: **6.13=1**

Desactivar: **6.13=0**

6.2.- Acceso a parámetros

Escribir código 200 en menú 0.00

6.3.- Grabar datos en EPROM del MENTOR

Escribir código 1 en menú 0.00 y pulsar RESET

6.4.- Restaurar a parámetros por defecto

Escribir los siguientes códigos, en función del equipo, en menú 0.00 y pulsar MODE y, seguidamente, RESET

Un cuadrante: 255

Cuatro cuadrantes: 233

6.5.- Parámetro de arranque (11.18)

Se utiliza para indicar el parámetro que se desea que aparezca en el monitor al alimentar el MENTOR.

6.6.- Selección tipo realimentación (3.12 y 3.13)

Ver tabla representada a continuación:

	3.12	3.13
Realimentación por dinamo tacométrica:	0	0
Realimentación por tensión de inducido:	0	1
Realimentación por encoder:	1	-

6.7.- Descubrir código secreto de usuario

Con el Mentor apagado pulsar simultáneamente la tecla MODE y FLECHA IZQUIERDA. Dar tensión al equipo y aparecerá el código en pantalla. Introducir dicho código en el parámetro 11.17

7.- SIMULACIÓN POTENCIÓMETRO MOTORIZADO

Todo y que el motor no posee la función de potenciómetro motorizado se puede realizar algo parecido mediante el siguiente procedimiento.

Utilizar la borna 26 como entrada digital utilizada para aumentar la velocidad.

Utilizar la borna 27 como entrada digital utilizada para disminuir la velocidad.

Importante: Al actuar sobre la borna 27 para disminuir velocidad se debe actuar, a la vez, sobre la 26.

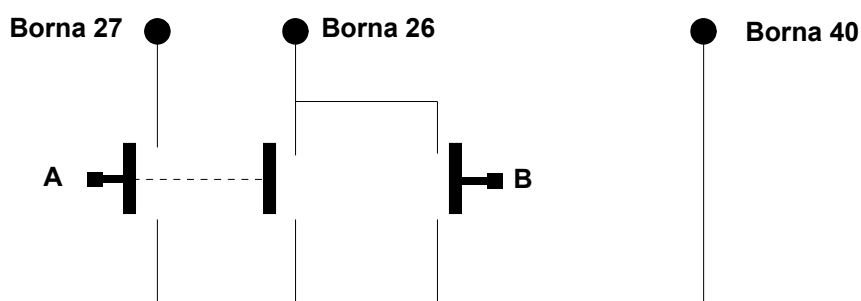
Desasignar la entrada de referencia de velocidad externa haciendo **7.15 = 0**

Introducir la velocidad máxima en el parámetro **1.18** y la mínima en **1.17**.

Ajustar las rampas **2.04** y **2.05** al valor deseado. Cuando más largas sean tanto más tiempo será necesario mantener pulsado el botón de subir o bajar para llegar a la velocidad máxima o mínima.

Invertir la entrada digital de borna 26 poniendo el parámetro **8.26** a 1

Direccionar la entrada digital de la borna 27 a la selección de referencia haciendo **8.17 = 114** y la de la borna 26 a la habilitación del bloqueo de rampas haciendo **8.16 = 203**.



8.- CONTROL DE CAMPO CON TARJETA EXTERNA FXM5

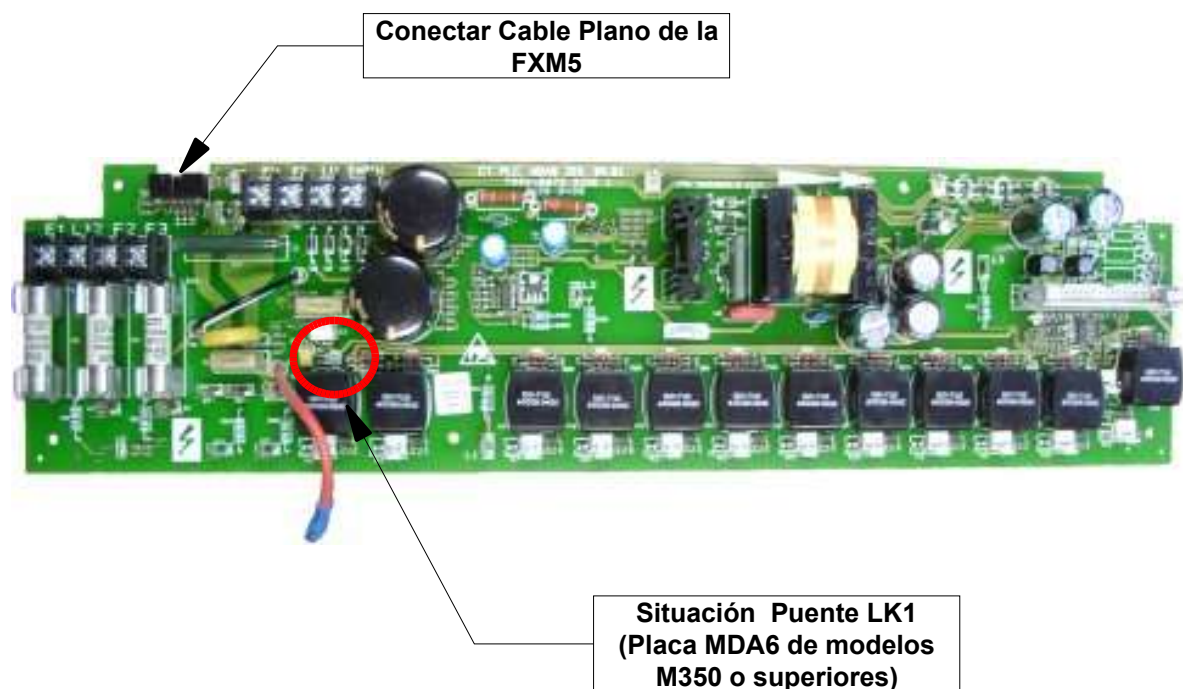
La tarjeta FXM5 permite regular la excitación del motor desde 1A a 20A tanto funcionando independientemente o junto con equipos MENTOR II.

En este apartado detallaremos la programación necesaria para trabajar con el MENTOR II.

8.1 Conexionado

Los pasos a seguir para conectar una FXM5 con un Mentor modelo M350 o superior son los siguientes:

- Es necesario unir el MENTOR II y la tarjeta FXM5 con el cable plano suministrado permitiendo la comunicación digital entre los dispositivos.
- Conectar en orden de fases L1 y L3 según el MENTOR.
- Puentear bornes 1 y 2 de la FXM5.
- Cortar el puente LK1 en la carta de potencia (MDA6) del MENTOR.



Nota: La fotografía anterior corresponde a la placa de potencia de un Mentor Modelo M350 o superior. Caso de utilizar un Mentor modelo M210 o inferior la placa de potencia es diferente (ver fotografía detalle en punto 2.7)

8.2 Escala de la realimentación del campo (6.11)

La FXM5 utiliza el mismo menú 6 que la MDA3 y la programación es similar.

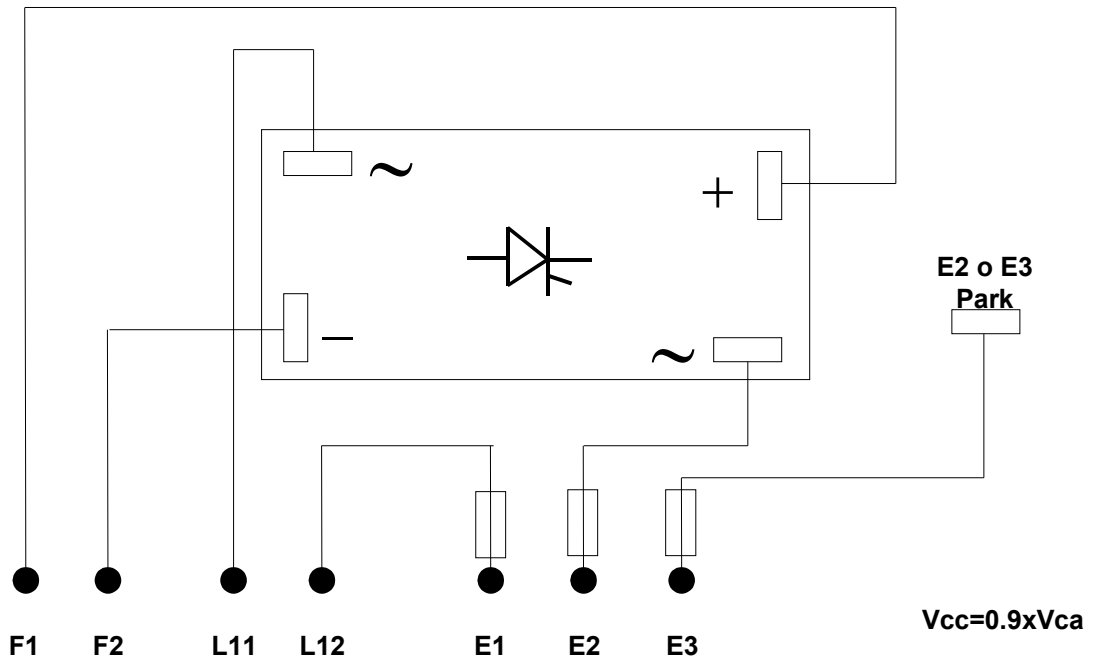
El parámetro 6.11 permite al usuario aplicar un factor de graduación de escala a la realimentación de corriente. La salida es el valor de 6.03. La gama de corrientes máxima va desde 1A a 20A según la tabla:

Maximum current A	Primary turns Np	LK1 position		Parameter 06.11 setting
		20 Np	15 Np	
1	10		X	1
2	10	X		2
3	5		X	3
4	5	X		4
5	4	X		5
6	3	X		6
7	2	X		7
8	2	X		8
9	2	X		9
10	2	X		10
11	1		X	11
12	1		X	12
13	1		X	13
14	1		X	14
15	1		X	15
16	1	X		16
17	1	X		17
18	1	X		18
19	1	X		19
20	1	X		20

Por defecto la tarjeta FXM5 está configurada con Primario Np=2 y LK1=20. Una vez configurado el limite de corriente calcular según los apartados 2.7, 2.8 y 8.

8.3 Puente rectificador en equipos M350 o superiores

Los Mentor modelo M350 en adelante, como se ha comentado anteriormente, no disponen de tarjeta de control de campo, en su lugar únicamente disponen de un puente rectificador. Para facilitar el uso de este puente rectificador se facilita un diagrama del mismo:



9.- Reducir de talla un Mentor II. Las Resistencias Burden

9.1 Cálculos

Siempre es conveniente que la capacidad de entrega de corriente de un Mentor II sea similar, aunque superior, a la corriente de armadura nominal de un motor.

Por ejemplo, el Mentor II adecuado para controlar un motor cuya corriente nominal de armadura es de 33A sería un modelo M45 pero no un M25 (el inmediato inferior al M45) ya que el primero puede entregar 33A pero el segundo, como máximo, sólo puede entregar 25A.

Se puede caer en el error de pensar que mientras el equipo proporcione una corriente de armadura superior a la nominal del motor es suficiente y esto no es realmente así. Por ejemplo, para controlar un motor cuya corriente de armadura nominal es 33A no sería adecuado emplear un Mentor II modelo M420 (que puede llegar a entregar hasta 420A de armadura) ya que el M420 trabajaría en un margen muy estrecho tanto para el bucle de velocidad como para el bucle de corriente (un franja del 7.8% del total disponible).

Así pues, y ante casos en los que no se disponga de otro equipo de menor capacidad de corriente, deberemos convertir el M420 en un Mentor II de talla inferior mediante la sustitución de las ciertas resistencias internas denominadas Burden.

Para calcular el valor de las resistencias se debe emplear una de las dos fórmulas siguientes según el equipo con el que queramos convertir:

Para un Mentor II modelo M25 a M210:

$$R_{total} = \frac{400}{(1.5 \times I_{nominal})}$$

Para un Mentor II modelo M350 a M1850:

$$R_{total} = \frac{1600}{(1.5 \times I_{nominal})}$$

Por ejemplo, un Mentor II modelo M420 utiliza tres resistencias en paralelo cuyo valor final es:

$$R_{total} = \frac{1600}{(1.5 \times 420)} = 2.54 \text{ Ohms}$$

Si se desea convertir el M420 en un M45 deberíamos realizar lo siguiente:

$$R_{total} = \frac{1600}{(1.5 \times 45)} = 23.70 \text{ Ohms}$$

Las tres resistencias que vienen en un Mentor II Modelo M420 tienen como valor 4.7, 5.6 y 490 Ohmios de forma que su equivalente es de 2,54 Ohms. Deberíamos modificar alguna de ellas para que el valor equivalente fuera de 23,70 Ohms.

Como son resistencias en paralelo y el valor final siempre es menor que la menor resistencia se deberían fijar el valor de los dos más bajas a un valor superior a 23,70 Ohms y calcular la tercera, por ejemplo:

$$\frac{1}{47} + \frac{1}{56} + \frac{1}{x} = \frac{1}{23,70} \quad \frac{1}{23,70} - \frac{1}{47} - \frac{1}{56} = \frac{1}{x} \quad x = 326,76$$

Se deberán sustituir las resistencias internas del M420 por una de 47 Ohms, otra de 56 Ohms y otra de 326,76 Ohms para convertirlo en un M45.

9.2 Normalización Valor Ohmico Resistencia

No se fabrican todos los valores ohmicos de resistencias, de hecho, las resistencias que los fabricantes producen siguen todas la siguiente fórmula matemática.

$$En(S) = 10^{\left(\frac{n-1}{S}\right)}$$

Siendo S la serie que se desea obtener que es función de la tolerancia de la resistencia a buscar:

Tolerancia	Serie
0.1%	E192 (redondear a dos decimales)
1%	E96 (redondear a dos decimales)
2%	E48 (redondear a dos decimales)
5%	E24 (redondear a un decimal)
10%	E12 (redondear a un decimal)
20%	E6 (redondear a un decimal)

Por ejemplo, para encontrar el valor normalizado de una resistencia con una tolerancia del 5% habría que hacer:

$$En(24) = 10^{\left(\frac{n-1}{24}\right)}$$

Caso de conocer el valor ohmico a normalizar quizás sea más cómoda la siguiente fórmula:

$$n = 24 \times \log \text{Resistencia} + 1$$

Como la resistencia a normalizar es 326,76 primero buscamos en que elemento dentro de la tabla se puede encontrar:

$$n = 24 \times \log 326,76 + 1 = 60,34$$

Por tanto el índice de la resistencia normalizada buscada se encuentra entre el 60 y el 61. Aplicando la fórmula de normalización:

$$En(24) = 10^{\left(\frac{60-1}{24}\right)} = 10^{2.46} = 287,30$$

$$En(24) = 10^{\left(\frac{61-1}{24}\right)} = 10^{2.50} = 316,23$$

$$En(24) = 10^{\left(\frac{62-1}{24}\right)} = 10^{2.54} = 348,07$$

Puestos a escoger escogeríamos la más cercana al valor óhmico buscado de 326,76 ohms, en este caso una resistencia de 316,23 Ohms con una tolerancia del 5%.

10.- RESUMEN DE DATOS

Utilize esta hoja para guardar la configuración programada.

Valor calculado

I_{Máx} MENTOR.....
I_{Máx} MOTOR.....
4.04.....
4.05.....
4.06.....
4.07.....
3.15.....
5.06.....
5.05.....
3.16.....
6.11.....
6.08.....
5.12.....
5.13.....
5.14.....
5.15.....
3.02.....
3.12.....
3.13.....