**CALIFICACIÓN:**

**\_\_\_\_\_/ 30**

**Fecha de práctica:**

**Fecha de entrega:**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE POTENCIA**

II TÉRMINO 2015

# PRÁCTICA 4

# SISTEMAS DE CONTROL DE VELOCIDAD DE MOTORES DC EN BASE DE RECTIFICADORES MONOFASICOS SEMICONTROLADOS PARA OPERACIÓN EN CUATRO CUADRANTES

TÉCNICO DOCENTE: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Alumno: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Paralelo: \_\_ Recup.: Sí No Alumno: \_\_\_\_\_\_\_\_\_Paralelo: \_\_ Recup.: Sí No

Alumno: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Paralelo: \_\_ Recup.: Sí No Alumno: \_\_\_\_\_\_\_\_\_Paralelo: \_\_ Recup.: Sí No

Alumno: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Paralelo: \_\_ Recup.: Sí No Alumno: \_\_\_\_\_\_\_\_\_Paralelo: \_\_ Recup.: Sí No

Alumno: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Paralelo: \_\_ Recup.: Sí No Alumno: \_\_\_\_\_\_\_\_\_Paralelo: \_\_ Recup.: Sí No

Nota: *La escritura del nombre del alumno, debe ser realizada por cada integrante del paralelo.*

En el presente capítulo, se identifica las secciones importantes de un circuito electrónico de un controlador de velocidad profesional de motor DC basado en un rectificador monofásico totalmente controlado para operación en cuatro cuadrantes. Se analiza el diagrama eléctrico del panel. Se observa la regulación de velocidad empleando los dos métodos de control de velocidad, se visualizan oscilogramas donde es posible observar la variación de corriente de armadura durante frenado regenerativo y dinámico.



## Listado de equipos a emplearse en la práctica.

El listado de equipos a emplearse en esta práctica se indica a continuación:

* Panel eléctrico Fincor MKII 2236
* Motor DC MV1006
* Tacogenerador DC MV1024

* Freno por corrientes de Eddy TERCO MV1045
* Osciloscopio FLUKE 192B ó 192C
* Multímetro FLUKE 87V
* Cables de tipo banana

## Presentación del panel eléctrico Fincor.

En la Fig. 5.1, se muestra una vista del panel frontal del panel eléctrico FINCOR.



Figura 5.1: Vista frontal del panel eléctrico Fincor.

Se pueden visualizar los siguientes componentes:

* Ubicación superior: Disyuntor 10A, porta-fusibles 32A y contactor con contacto auxiliar.
* Fusible rápido de 10A.
* Contactor de 10A.
* Relés 1, 2 y 3 y sus características en la parte frontal.
* Socket’s para los relés.
* Porta-fusibles de campo y armadura, luz piloto de habilitación de voltaje de campo y borneras de conexión hacia el taco-generador, campo y armadura del motor DC.
* Selector de frenado SEL, las botoneras ON, OFF, MARCHA, PARO, PARO CONTROLADO, JOG y el potenciómetro de referencia de velocidad.
* Borneras para control remoto y puentes externos.

En la Fig. 5.2 se muestra el diagrama de conexiones eléctricas hacia las borneras TB1 y TB7 del drive. En la Fig. 5.13 se muestra el diagrama de conexiones eléctricas hacia las borneras TB2 y TB5 del drive.

****

Figura 5.2: Diagrama eléctrico A: conexión hacia las borneras de fuerza TB1 y TB7 de las tarjetas electrónicas superior e inferior del drive 2236 MKII.



Figura 5.3: Diagrama eléctrico B: conexión hacia las borneras de fuerza TB2 Y TB5 de las tarjetas electrónicas superior e inferior del drive 2236 MKII

* 1. **Identificación de los bloques básicos de control en el diagrama electrónico del drive FINCOR MKII 2236.**

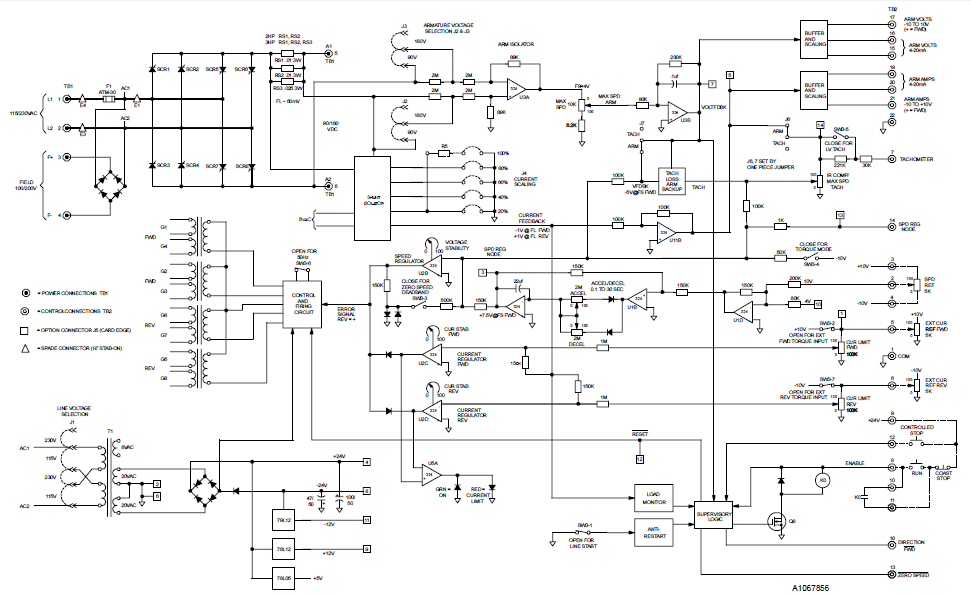
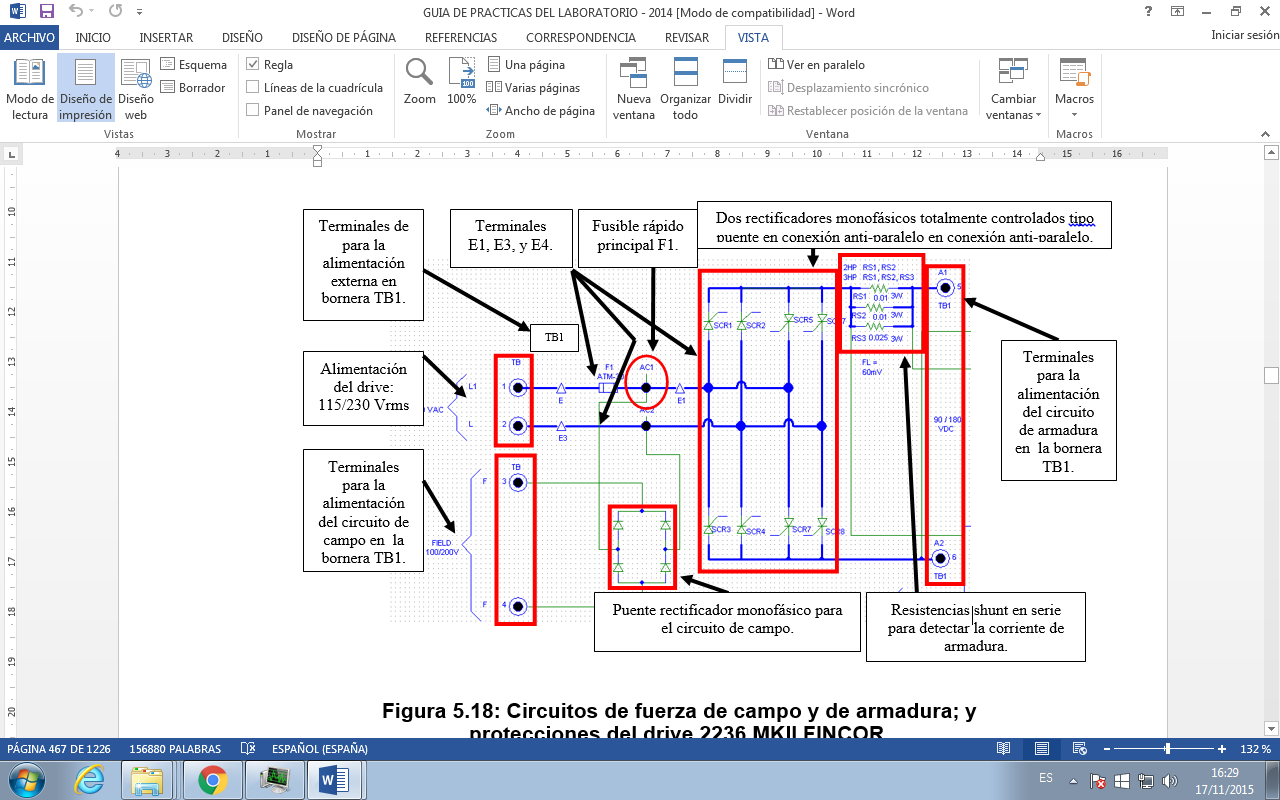
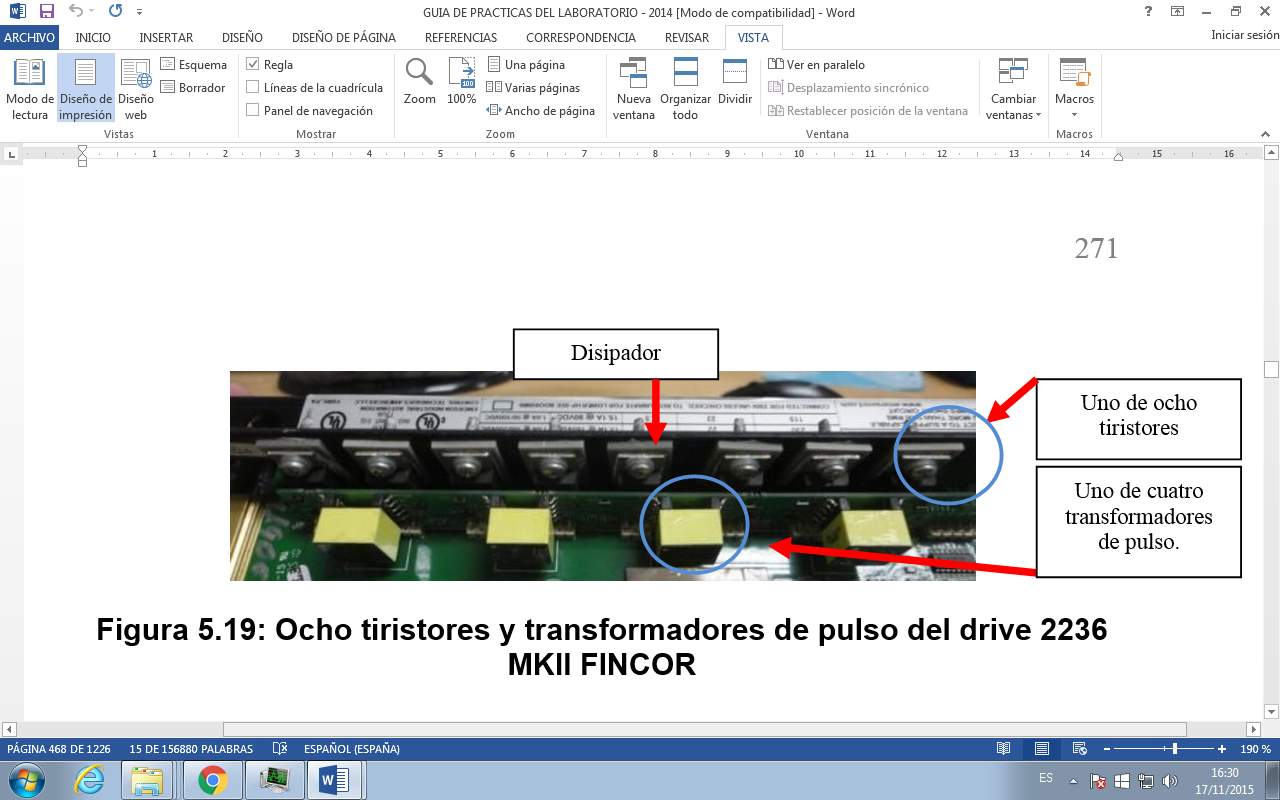


Figura 5.4: Circuito electrónico del drive 2236 MKII FINCOR.

En las siguientes figuras se describen las partes del circuito electrónico.



**Figura 5.5: Circuitos de fuerza de campo y de armadura; y protecciones del drive 2236 MKII FINCOR.**



**Figura 5.6: Ocho tiristores y transformadores de pulso del drive 2236 MKII FINCOR**

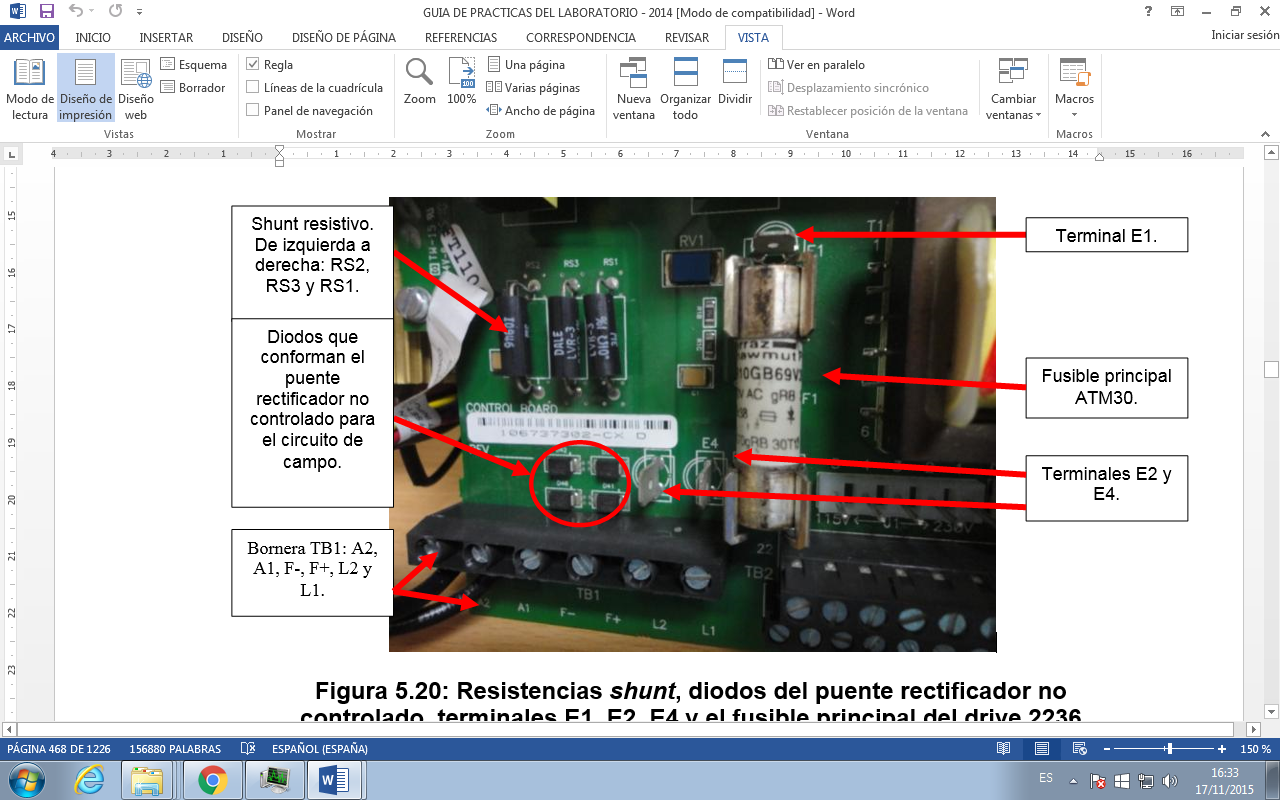


Figura 5.7: Resistencias *shunt*, diodos del puente rectificador no controlado, terminales E1, E2, E4 y el fusible principal del drive 2236 MKII FINCOR.

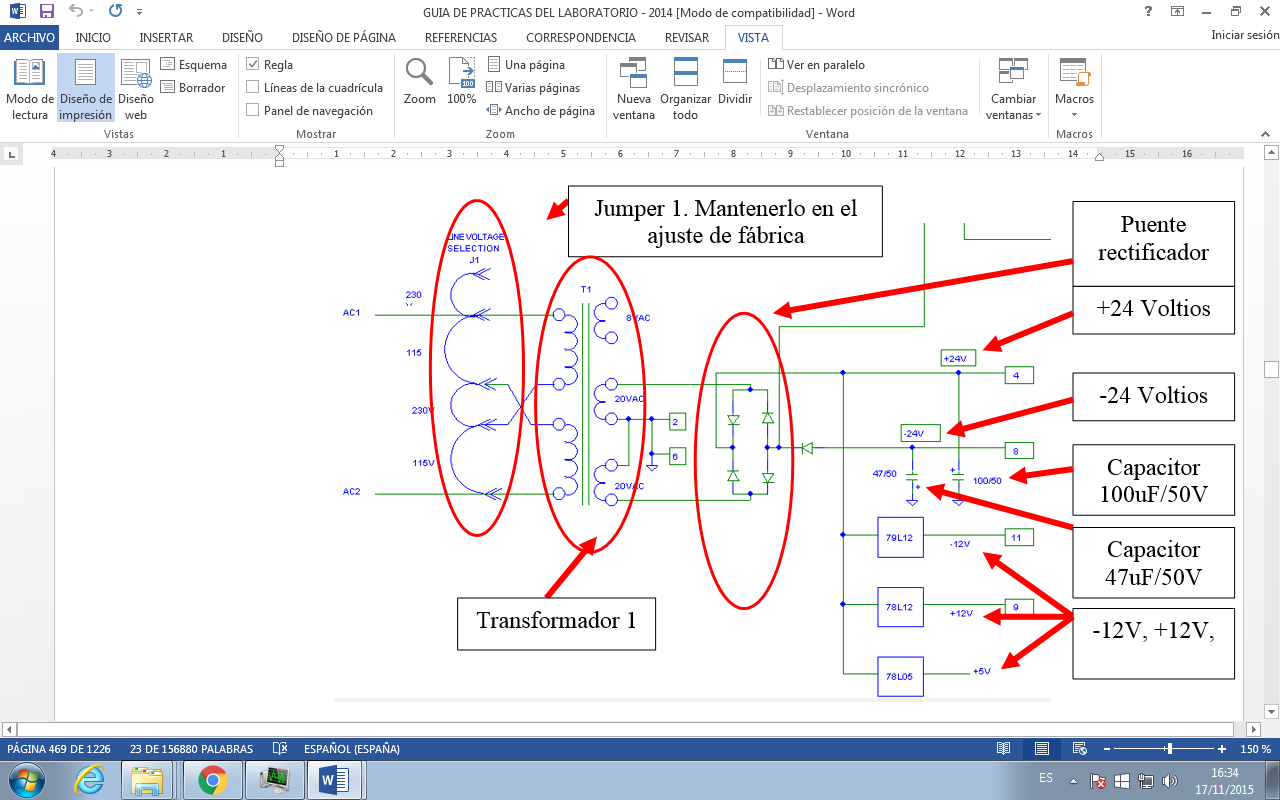


Figura 5.8: Circuito de generación de voltajes de alimentación de las secciones de control y referencia bipolar.

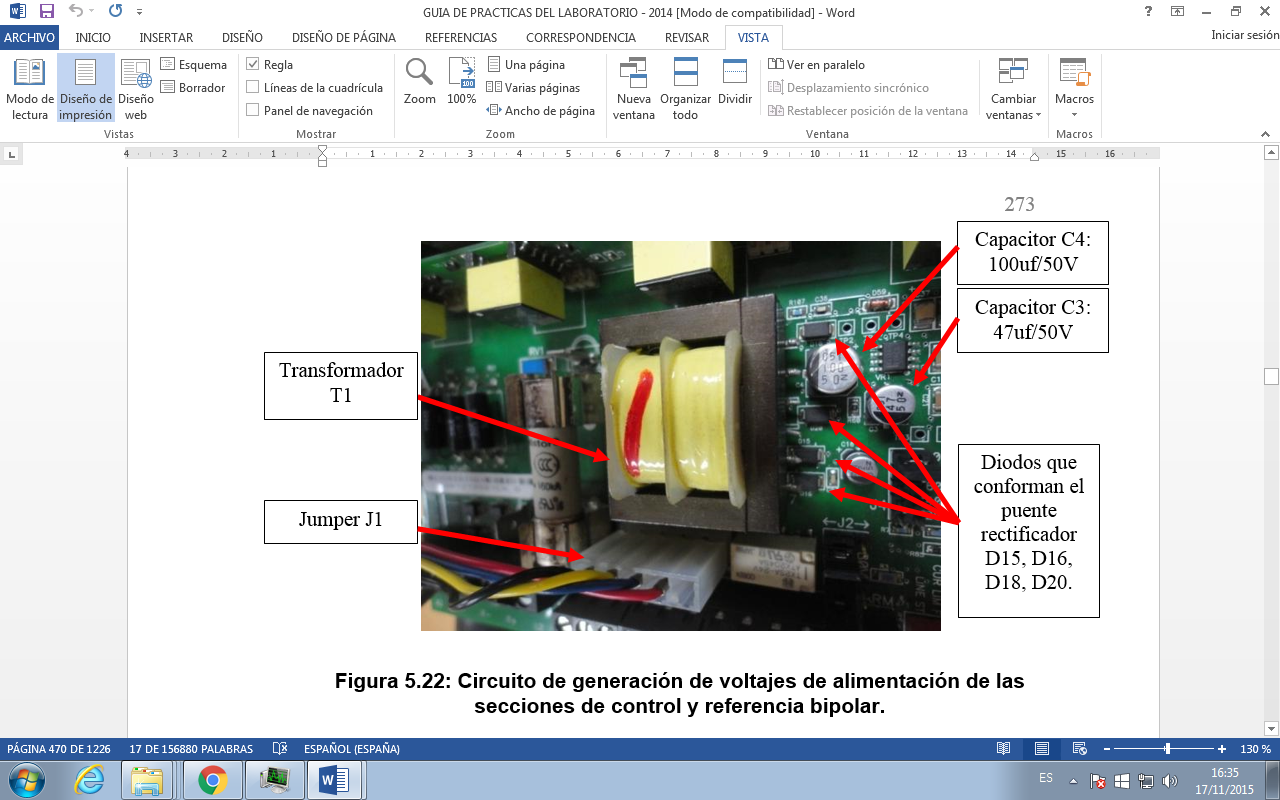
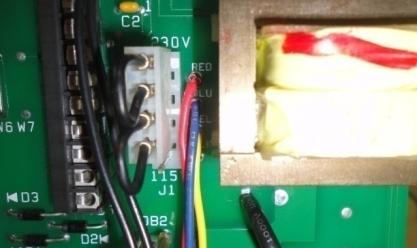


Figura 5.9: Circuito de generación de voltajes de alimentación de las secciones de control y referencia bipolar.



Jumper J1

Figura 5.10: Tarjeta de frenado dinámico: ajuste del puente J1 en 230V.

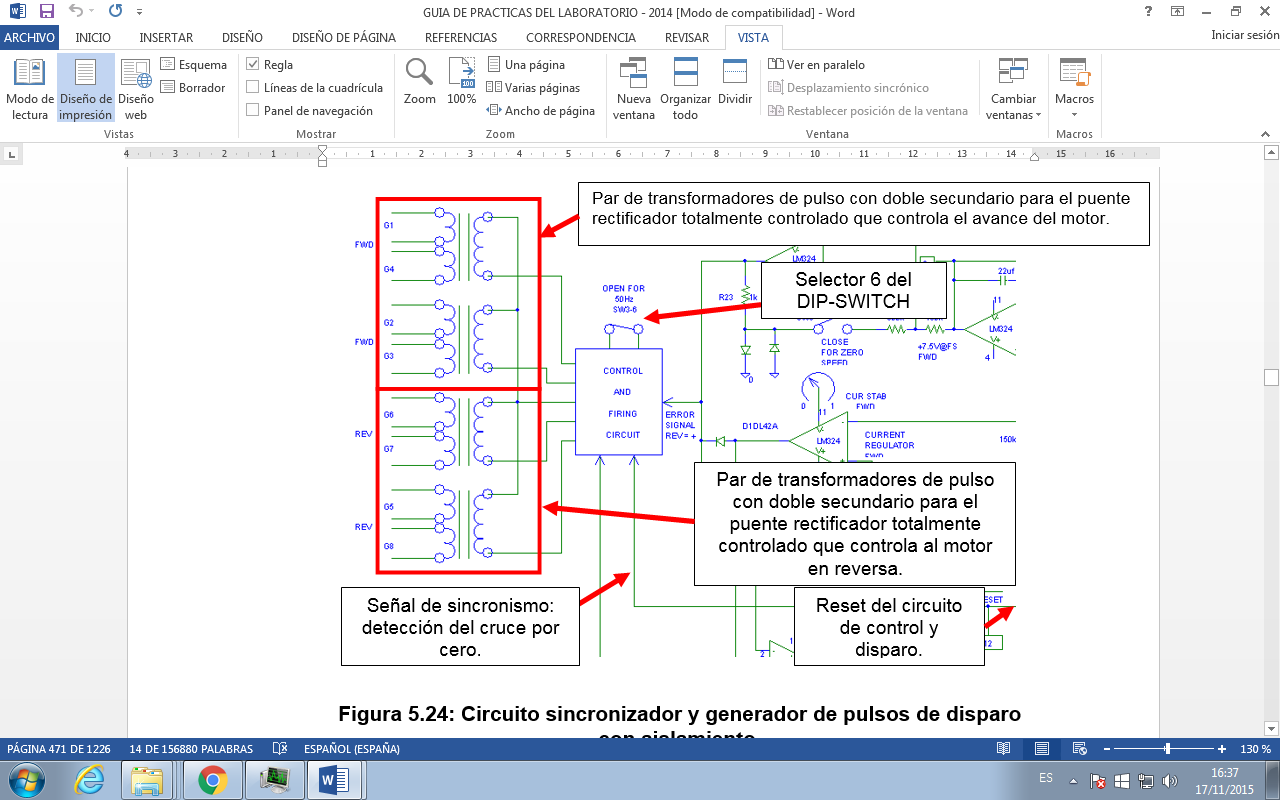
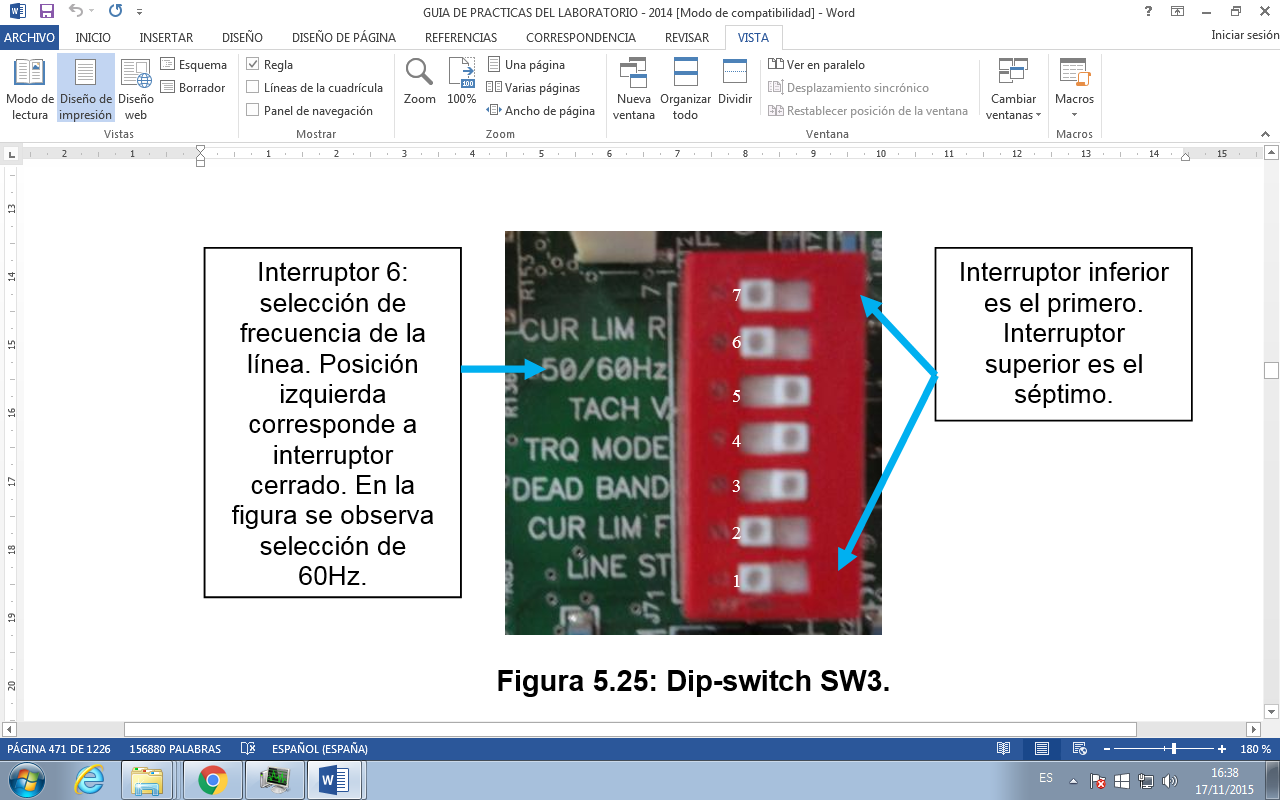


Figura 5.11: Circuito sincronizador y generador de pulsos de disparo con aislamiento.



**Figura 5.12: Dip-switch SW3**

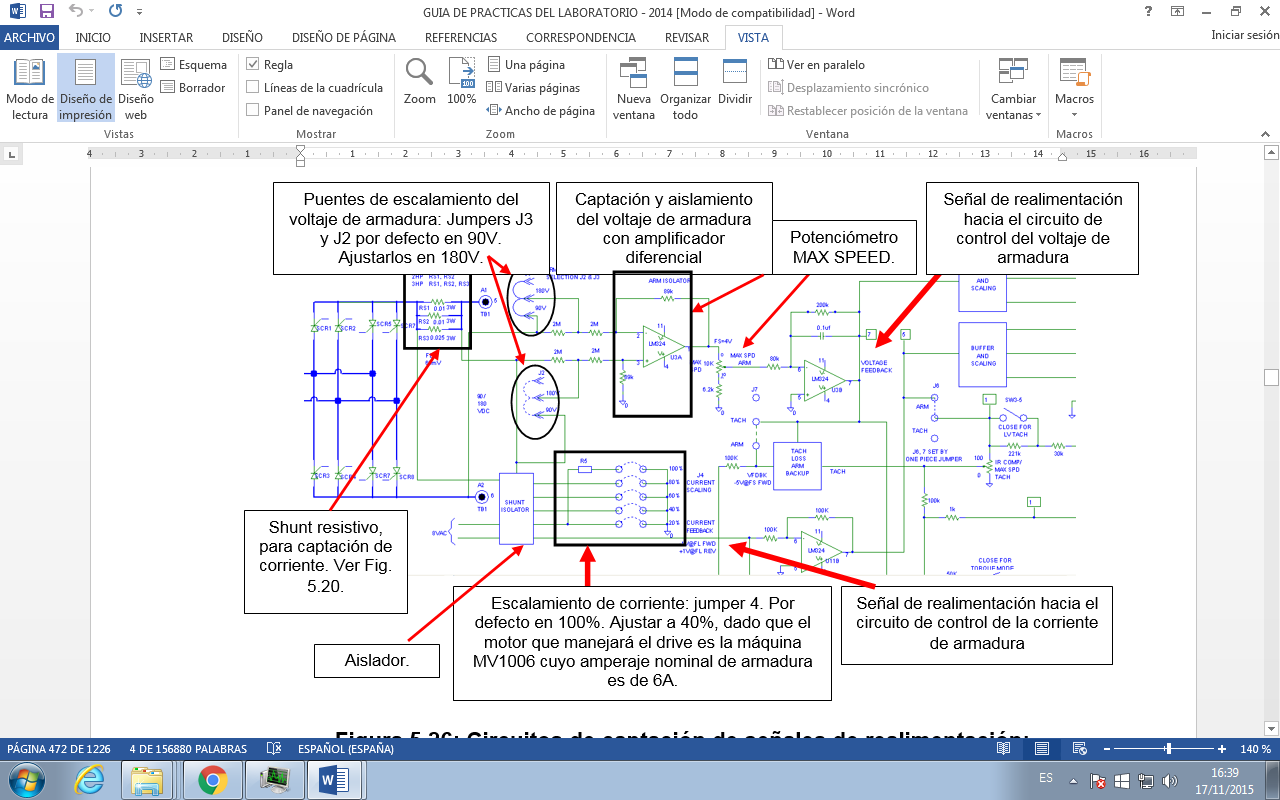
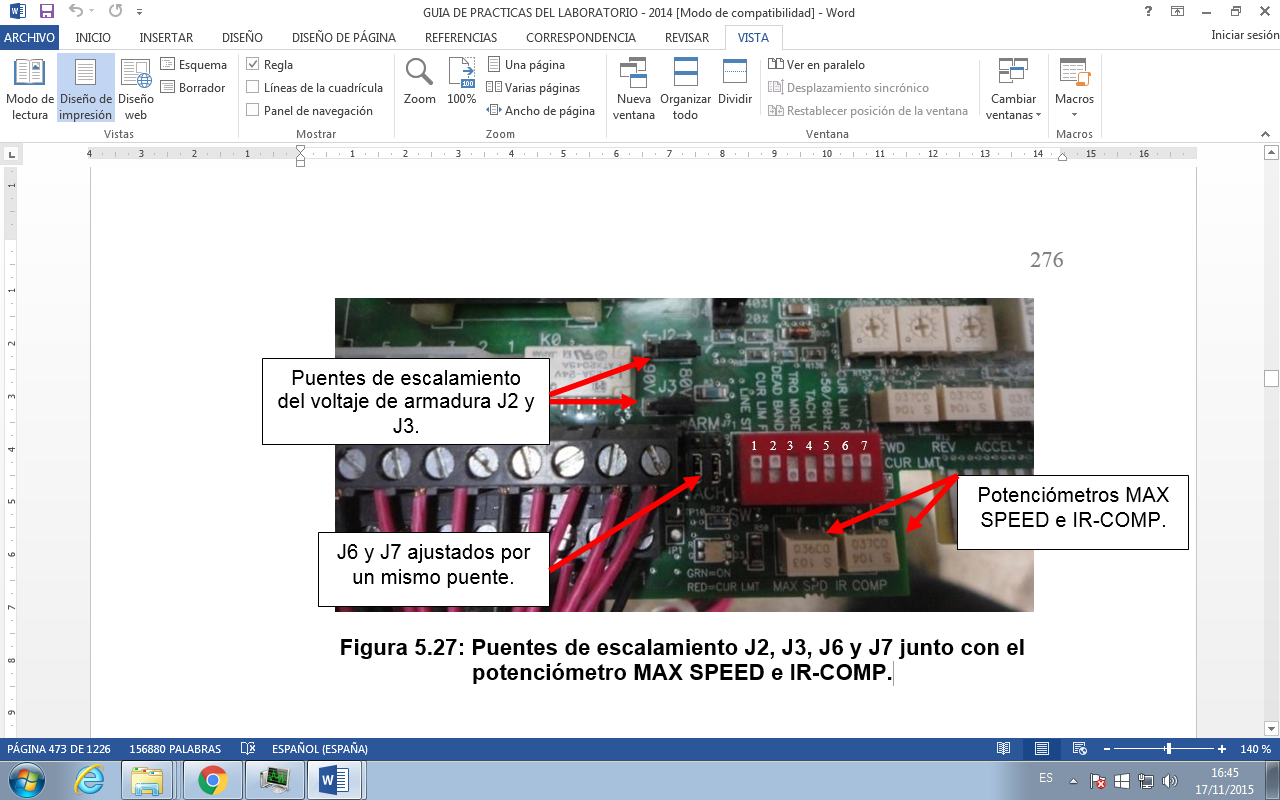
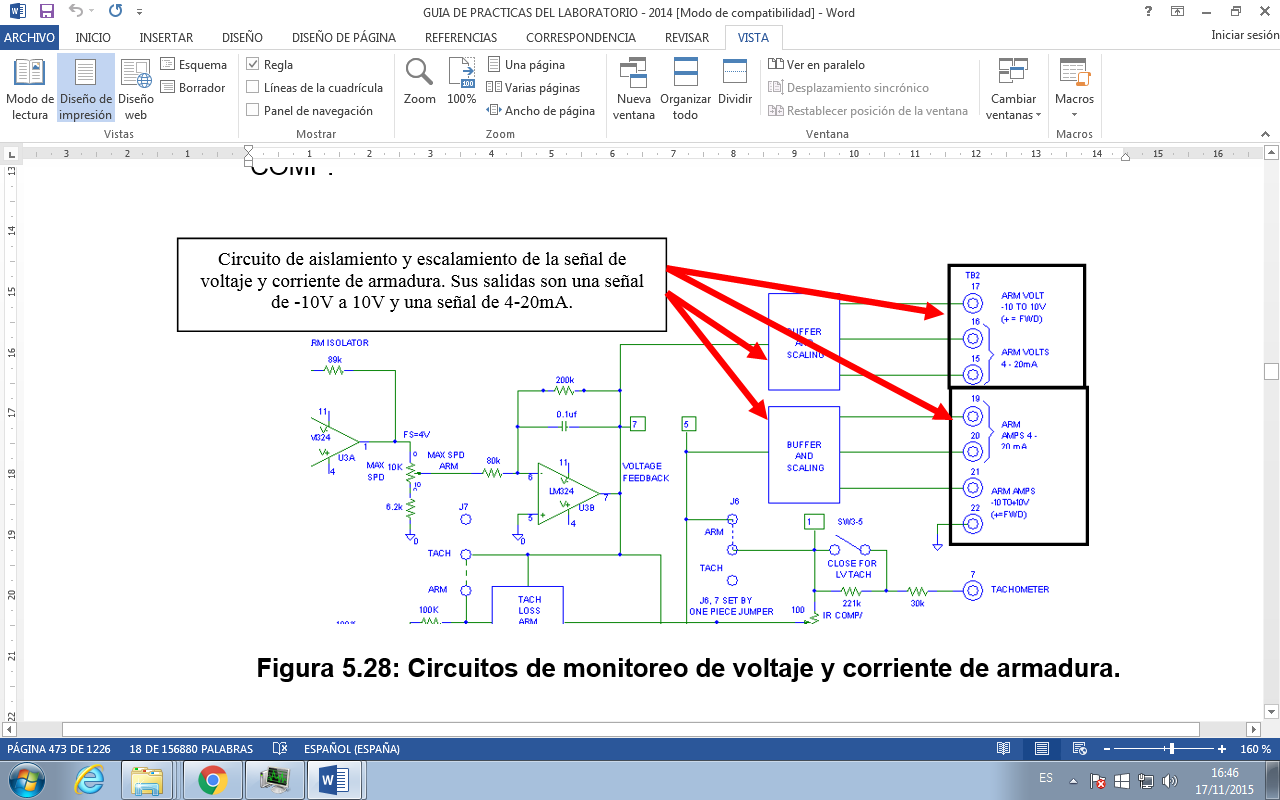


Figura 5.13: Circuitos de captación de señales de realimentación: captación de corriente por shunt resistivo con bloque de aislamiento (escalamiento de corriente) y voltaje de armadura con amplificador diferencial y puentes de escalamiento.



**Figura 5.14: Puentes de escalamiento J2, J3, J6 y J7 junto con el potenciómetro MAX SPEED e IR-COMP.**



**Figura 5.15: Circuito de escalamiento para el taco-generador analógico.**

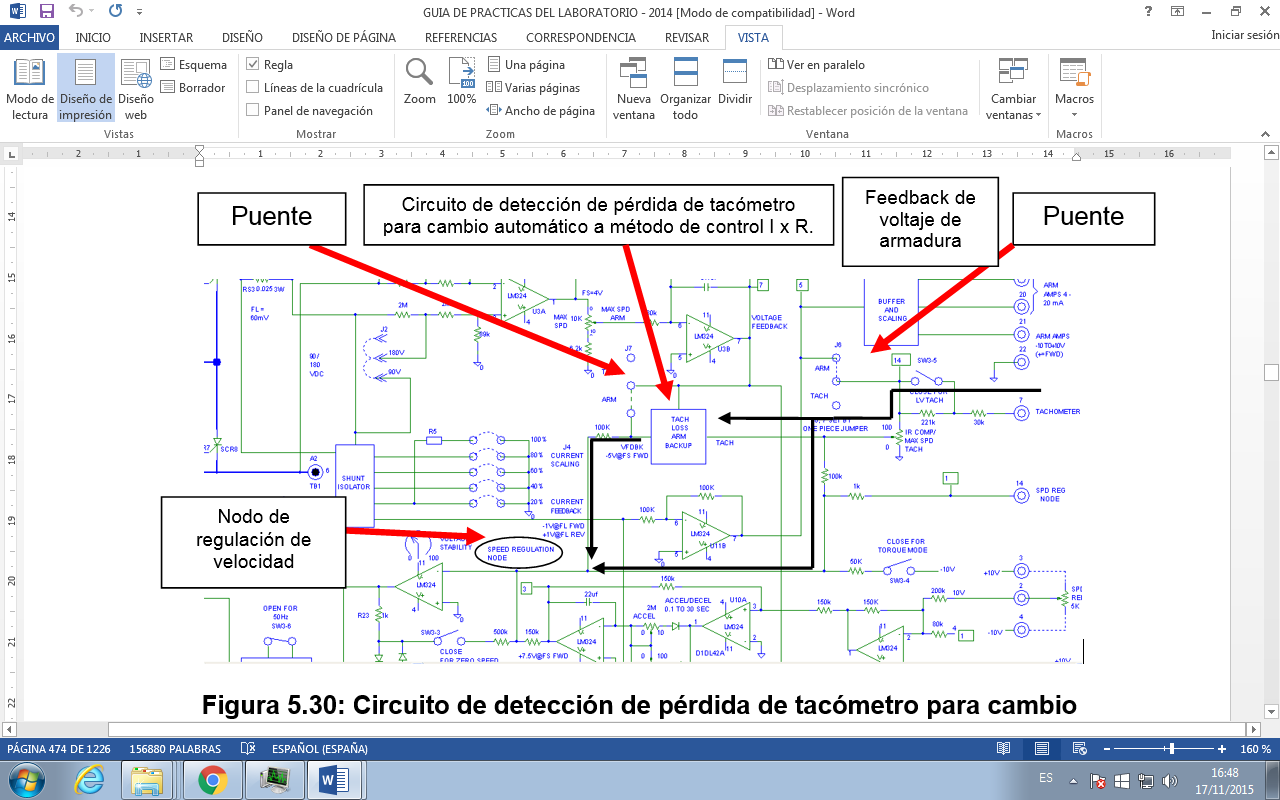


Figura 5.16: Circuito de control de aceleración y desaceleración.

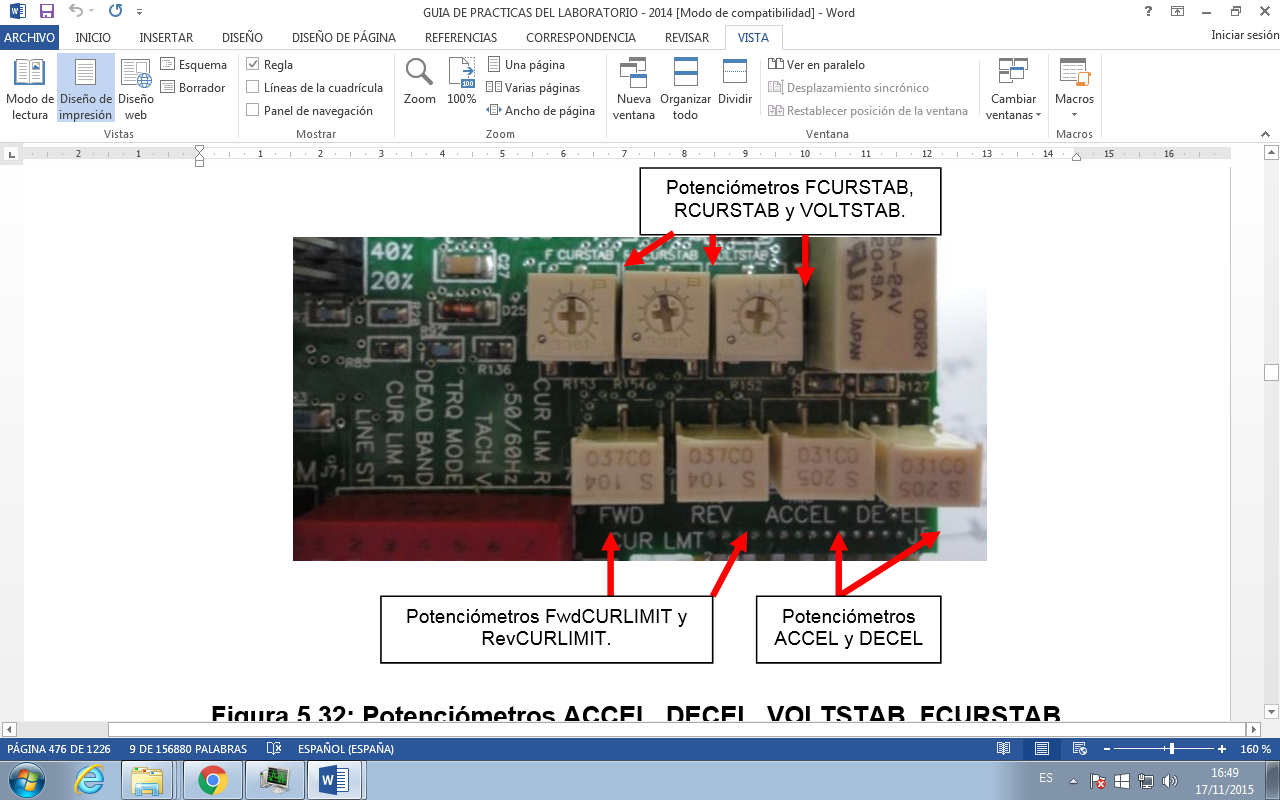
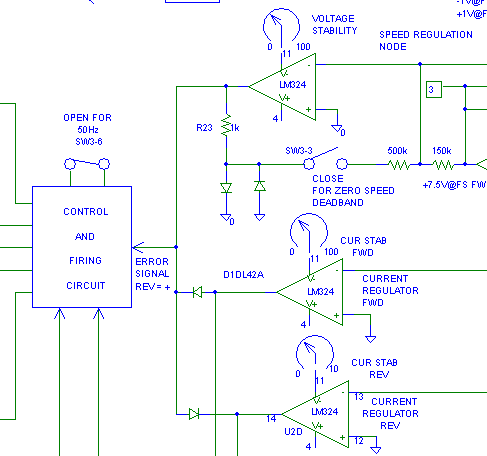


Figura 5.17: Potenciómetros ACCEL, DECEL, VOLTSTAB, FCURSTAB, RCURSTAB.



Controladores PI de voltaje y de corriente.

Figura 5.18: Controladores PI de velocidad y de corriente.

Verificar el siguiente ajuste de jumpers.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **PUENTE** | **Drive Fincor instalado en el panel eléctrico Fincor original (cód. inv. 91905)** | **Drive Fincor no instalado en ningún panel eléctrico (cód. inv. 91906)---Ajustes de fábrica** |
| **J1** | 230V | 230V |
| **J2** | 180V | 180V |
| **J3** | 180V | 180V |
| **J4** | 40% | 100% |
| **J6 y J7 (puente único para ambos)** | TACH | ARM |

Tabla 5.1: Ajustes de fábrica de los puentes J1 a J7.

Adicionalmente, en la tabla 5.2 se muestran los ajustes del dip-switch SW3 tanto en el drive Fincor instalado en el panel eléctrico original cuyo código de inventario es 91905 y en el drive no instalado de código de inventario 91906.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Selector (IZQ.- cerrado/DER.- abierto)** | **Drive Fincor instalado en el panel eléctrico Fincor original** | **Drive Fincor no instalado en ningún panel eléctrico (cód. inv. 91906)---Ajustes de fábrica** |
| **1-LINE ST** | IZQ | IZQ |
| **2-CURLIM F** | IZQ | IZQ |
| **3-DEAD BAND** | DER | DER |
| **4- TRQ MODE** | DER | DER |
| **5- TACH V** | IZQ | DER |
| **6-50/60Hz** | IZQ | IZQ |
| **7-CUR LIM R** | IZQ | IZQ |

Tabla 5.2: Ajustes del dip-switch SW3.

* 1. **Control de velocidad sin taco-generador conectado al panel eléctrico Fincor.**

La primera variante consiste en realizar el control de velocidad sin conectar el taco-generador al panel eléctrico FINCOR. Para ello, realizar las conexiones mostradas en la Fig. 5.35. Observar que el taco-generador no se encuentra conectado al panel.



Figura 5.19: Conexión entre panel eléctrico FINCOR y la máquina DC MV1006

Encendido del panel FINCOR :

1. Selector de frenado: REGENERATIVO;
2. Accionar el disyuntor
3. Presionar el botón ON
4. Verificar con el multímetro FLUKE 87V que el voltaje de campo sea de 185V aproximadamente, caso contrario, presionar el botón OFF y desactivar el disyuntor para luego revisar el fusible de campo. De esta forma se verifica que exista voltaje de campo en la armadura.
5. Es conveniente revisar simultáneamente los fusibles de armadura.
6. Ajustar potenciómetro en posición intermedia de rango de variación para permitir que la velocidad mínima sea cero.
7. Si el voltaje de campo es el adecuado, presionar el botón de MARCHA. En este instante, el motor debe gira a velocidad baja.
8. Aumentar velocidad hasta el máximo valor.
9. Girar en sentido contrario y de forma gradual, este potenciómetro, para verificar que el eje del motor gira en ambos sentidos; de esta forma se verifica que el drive responde al ajuste de la velocidad en base al circuito detector de pérdida de taco-generador previamente visto.
10. Luego, realizar la regulación de velocidad en cualquier sentido de giro partiendo con una velocidad en vacío de 1000rpm. Sólo considerar velocidad en vacío y a plena carga.

|  |  |
| --- | --- |
| **Velocidad (RPM)** | **Corriente de armadura (A)** |
|  |  |
|  |  |

Tabla 5.3: Control de velocidad sin conectar el tacogenerador DC.

* 1. **Control de velocidad con taco-generador conectado al panel eléctrico Fincor.**

1. Detener el motor.
2. Presionar el botón de PARO, luego el botón OFF y finalmente reponer el disyuntor
3. Conectar el taco-generador a las borneras correspondientes en el panel eléctrico FINCOR.
4. Realizar el proceso de arranque del motor, es decir, accionar el disyuntor, presionar el botón ON y luego el botón de MARCHA.

**Nota:** En estas circunstancias, es posible que se presenten dos situaciones: que el motor se embale o que el mismo responda al ajuste de velocidad por medio del potenciómetro. En la primera situación, verificar que al cambiar la referencia de velocidad, el motor no responde a estos cambios; se comprueba entonces que es necesario invertir la polaridad del taco-generador DC. Para ello, desenergizar el panel, por el procedimiento descrito previamente. En la segunda situación, se ha conectado correctamente el taco-generador DC y por ello el motor sí responde al control de velocidad.

1. Luego, realizar la regulación de velocidad en cualquier sentido de giro partiendo con una velocidad en vacío de 1000rpm. Sólo considerar velocidad en vacío y a plena carga.

|  |  |
| --- | --- |
| **Velocidad (RPM)** | **Corriente de armadura (A)** |
|  |  |
|  |  |

Tabla 5.4: Control de velocidad conectando el taco-generador DC.

* 1. **Control de velocidad con el método IxR. Calibración del potenciómetro IxR para obtener la óptima regulación de velocidad del variador.**

1. Cambiar la posición del puente J6-J7 a **ARM.** Con este procedimiento se cambia el tipo de control de velocidad al método de compensación IxR.
2. Luego, realizar la regulación de velocidad en cualquier sentido de giro partiendo con una velocidad en vacío de 1000rpm. Sólo considerar velocidad en vacío y a plena carga.

|  |  |
| --- | --- |
| **Velocidad (RPM)** | **Corriente de armadura (A)** |
|  |  |
|  |  |

Tabla 5.5: Control de velocidad por el método IxR.

1. Detener el motor: Presionar la botonera paro, presionar la botonera OFF y luego la botonera de STOP.
   1. **Tipos de frenado.**

El drive dispone de tres tipos de frenado:

* Por rueda libre
* Frenado controlado.
* Frenado dinámico
* RUEDA LIBRE
  1. Verificar que el selector de frenado se encuentre en posición   
     Regenerativo.
  2. Realizar la conexión correcta de los multímetros gráficos Fluke 867B para adquirir el voltaje y la corriente de armadura.
  3. Emplear el modo Trend para visualizar la variación de estas señales.
  4. Energizar el panel y accionar el motor.
  5. Detener el motor presionando la botonera de Paro.
  6. Visualizar las formas de onda y añadirlas en la figura siguiente.

Figura 5.20: Variación de voltaje y de corriente de armadura durante el frenado por rueda libre.

* FRENADO CONTROLADO
  1. Realizar la conexión correcta de los multímetros gráficos Fluke 867B para adquirir el voltaje y la corriente de armadura.
  2. Emplear el modo Trend para visualizar la variación de estas señales.
  3. Energizar el panel y accionar el motor.
  4. Detener el motor presionando la botonera de PARO.
  5. Visualizar las formas de onda y añadirlas en la figura siguiente.

Figura 5.21: Variación de voltaje y de corriente de armadura durante el frenado por contracorriente.

* FRENADO DINÁMICO
  1. Realizar la conexión correcta de los multímetros gráficos Fluke 867B para adquirir el voltaje y la corriente de armadura.
  2. Emplear el modo Trend para visualizar la variación de estas señales.
  3. Energizar el panel y accionar el motor.
  4. Detener el motor presionando la botonera de PARO.
  5. Visualizar las formas de onda y añadirlas en la figura siguiente.

Figura 5.22: Variación de voltaje y de corriente de armadura durante el frenado por contracorriente.

* 1. **Avance gradual (JOG).**

1. Fijar el potenciómetro de velocidad en un ajuste dado.
2. Presionar la botonera de JOG hasta que el motor se establezca en cierta velocidad.
3. Soltar la botonera.
4. Presionar la botonera de JOG nuevamente y variar el ajuste del potenciómetro.