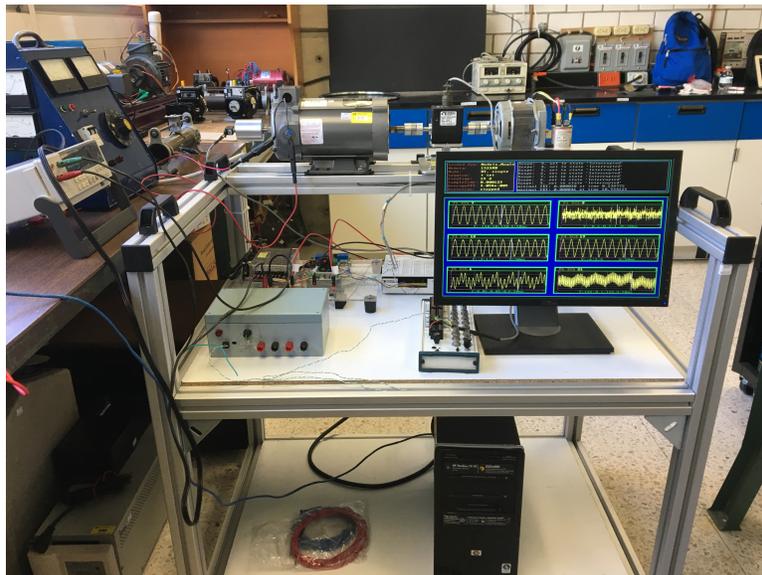


DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE ENERGÍA
EQUIPO DE LABORATORIO

Manual de Usuario

**Plataforma de Pruebas del Sistema Motor de Inducción—
Generador de Corriente Directa**



Presentan:

**Dr. Víctor Manuel Jiménez Mondragón, M. en C. Felipe de Jesús González Montañez, Dr.
José Luis Hernández Ávila, M. en C. Eduardo Campero Littlewood, Dr Rafael Escarela
Pérez.**

Índice

1. Introducción
2. Componentes del sistema
3. Pasos a seguir para el funcionamiento del prototipo
4. Recomendaciones

1. Introducción

En este manual se describe la forma de utilizar de una manera rápida y sencilla la Plataforma de Pruebas del Sistema Motor de Inducción–Generador de Corriente Directa, que incluye el Medidor de Variables Eléctromecánicas (MVEM) en tiempo real utilizando el sistema operativo xPC Target de Matlab. El sistema es utilizado para la adquisición de datos y el envío de señales analógicas y digitales a través de tarjetas de adquisición de datos. El sistema xPC Target junto con el MVEM permite ejecutar y adquirir datos en tiempo real, utilizando una programación de alto nivel a través de Matlab Simulink en una computadora de escritorio o una computadora portátil. Esto permite que el análisis y diseño de modelos arbitrariamente complejos, como son los motores eléctricos de inducción y los generadores de corriente directa, se realicen de manera rápida y sencilla.

Con esta plataforma experimental se pueden realizar varios experimentos para la caracterización y análisis de sistemas electromagnéticos (electroimanes, motores de inducción, generadores y transformadores), realizando una adquisición de datos de señales eléctricas (voltajes y corrientes) y de variables mecánicas (velocidad y par). Lo cual hace que este prototipo se pueda utilizar en varias UEA de la Licenciatura en Ingeniería Eléctrica de la UAM-Azcapotzalco, tales como:

- LABORATORIO DE MÁQUINAS DE CD Y DE INDUCCIÓN (Clave: 1131076).
- MÁQUINAS DE CD Y DE INDUCCIÓN (Clave: 1131075)

- MÉTODO DE ELEMENTO FINITO APLICADO A MÁQUINAS ELÉCTRICAS (Clave: 1131085)
- APLICACIONES DE MOTORES ELÉCTRICOS (Clave: 1131087)

En la “Memoria de Diseño” del prototipo de laboratorio se encuentran ejemplos de uso, como la realización de las pruebas de vacío y a plena carga de un motor de inducción para su caracterización y obtención de los parámetros eléctricos. Este motor impulsa el eje de un generador de corriente directa de imanes permanentes.

2. Componentes del sistema

Antes de describir los pasos a seguir, es importante señalar los componentes más importantes que conforman el equipo, los cuales están señalados en la Figura 1. Para una mayor información sobre los diferentes componentes del equipo, consultar el documento “Memoria de Diseño” y el video tutorial que se encuentra en el CD “Configuración plataforma”.

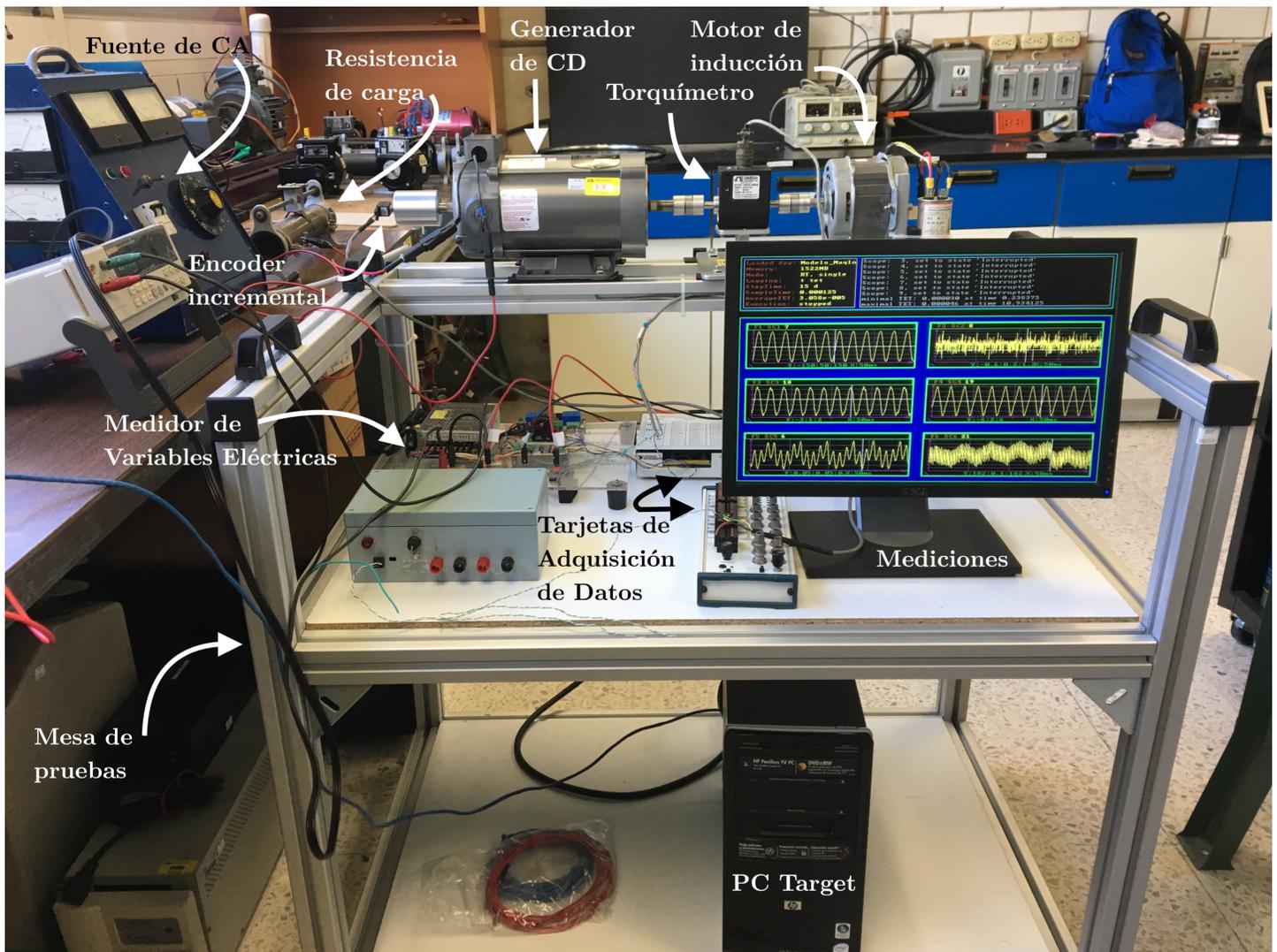


Figura 1. Plataforma de Pruebas del Sistema Motor de Inducción–
Generador de Corriente Directa

Componentes:

- PC Host. S.O. Windows, compatible con MATLAB y el *toolbox* xPC Target de Simulink.
- PC Target
- Medidor de Variables Eléctricas (MVE)

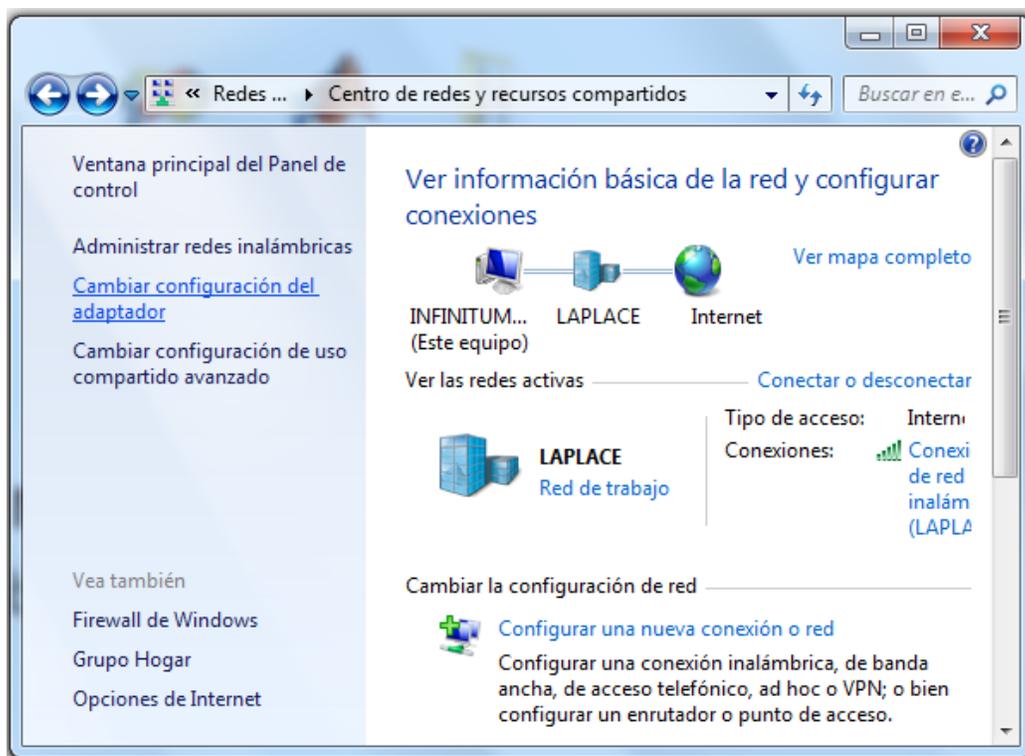
- Encoder Incremental para medición de la velocidad mecánica
- Sistema motor de inducción monofásico-generador de corriente directa de imanes permanentes
- Torquímetro para la medición de par mecánico.
- Tarjeta de adquisición de datos NI PCI-6221 (conexión del MVE)
- Tarjeta de adquisición de datos NI PCI-6602 (conexión del Encoder incremental)

3. Pasos a seguir para el funcionamiento del prototipo

En esta sección mencionaremos los pasos básicos para el funcionamiento del equipo, se recomienda ver el video tutorial del CD antes de continuar. En este se explica a detalle la configuración del sistema xPC Target y como arrancar los equipos y máquinas eléctricas que conforman el prototipo.

- **Paso 1:** Energizar la PC Host
- **Paso 2:** En el PC Host ir al panel de control-redes e internet-centro de redes y recursos compartidos. Hacer clic en la opción “Cambiar configuración del adaptador” que se muestra del lado izquierdo de la pantalla, desconectar el adaptador de la red inalámbrica del PC Host y habilitar la conexión de área local por cable de red, como se muestra en la Figura 2.

- **Paso 3:** Verificar que los bloques de conexión de las tarjetas de adquisición de datos (NI PCI-6221 y NI PCI-6602) estén bien conectados y asegurados al PC Target, como se muestra en la Figura 3.



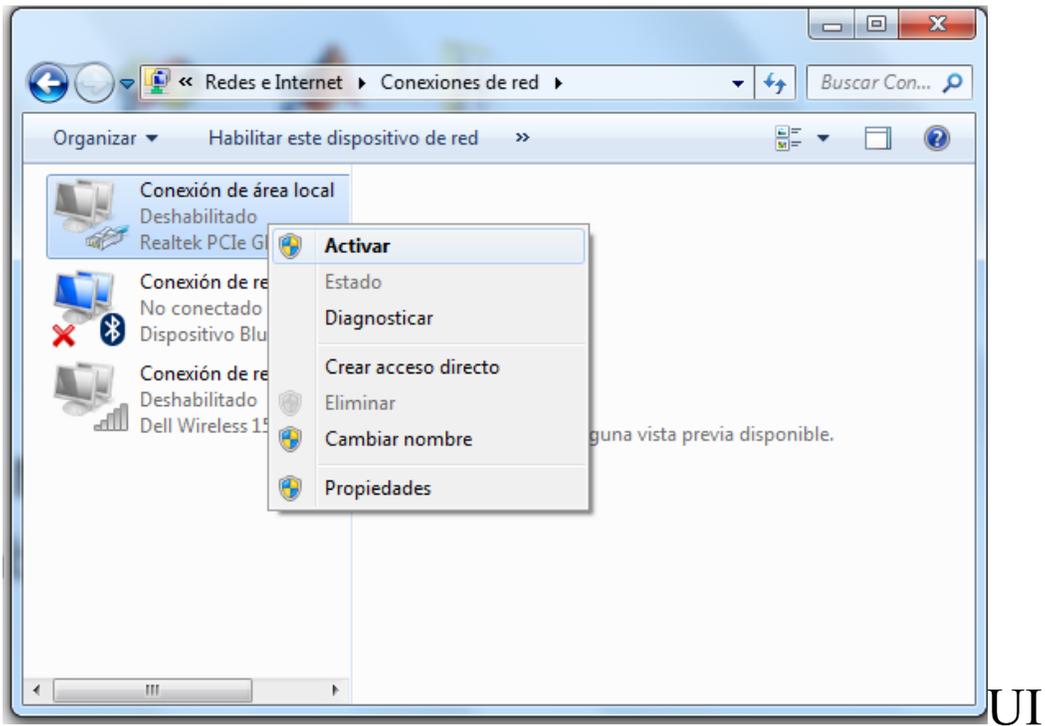


Figura 2. Conexión de área local



Figura 3. Conexión de las tarjetas de adquisición de datos.

- **Paso 4:** Conectar el PC Host con el PC Target a través de un cable de red “cruzado”, como se muestra en la Figura 4.

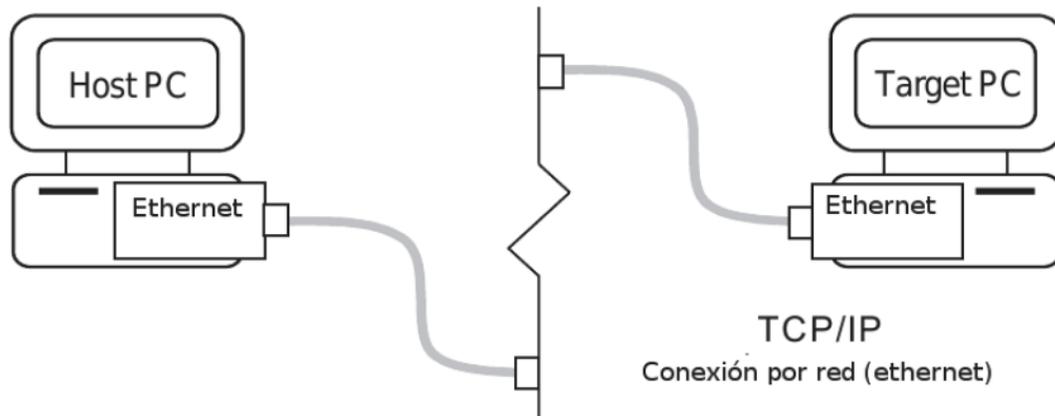
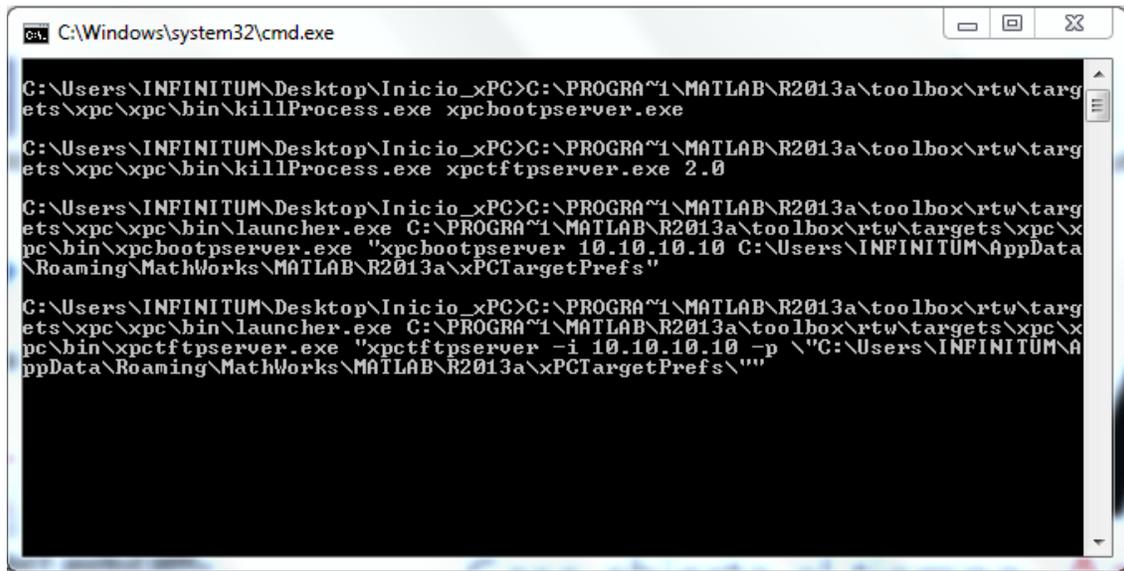


Figura 4. Conexión por cable de red del PC Host y el PC Target

- **Paso 5:** Abrir la carpeta “Inicio_P” ubicada en el escritorio del PC Host. En caso de que esta carpeta no se encuentre, ir al CD, extraerla y pegarla en el escritorio del PC Host.
- **Paso 6:** Ejecutar el archivo “xpcnetboot.bat” que se encuentra en la carpeta de “Inicio_P” ubicado en el escritorio del PC Host. Al ejecutar el archivo, aparecerá una ventana negra, como se muestra en la Figura 5.



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\INFINITUM\Desktop\Inicio_xPC>C:\PROGRAMAS\MATLAB\R2013a\toolbox\rtw\targets\xpc\xpc\bin\killProcess.exe xpchostserver.exe
C:\Users\INFINITUM\Desktop\Inicio_xPC>C:\PROGRAMAS\MATLAB\R2013a\toolbox\rtw\targets\xpc\xpc\bin\killProcess.exe xpctftpserver.exe 2.0
C:\Users\INFINITUM\Desktop\Inicio_xPC>C:\PROGRAMAS\MATLAB\R2013a\toolbox\rtw\targets\xpc\xpc\bin\launcher.exe C:\PROGRAMAS\MATLAB\R2013a\toolbox\rtw\targets\xpc\xpc\bin\xpchostserver.exe "xpchostserver 10.10.10.10 C:\Users\INFINITUM\AppData\Roaming\MathWorks\MATLAB\R2013a\xPCtargetPrefs"
C:\Users\INFINITUM\Desktop\Inicio_xPC>C:\PROGRAMAS\MATLAB\R2013a\toolbox\rtw\targets\xpc\xpc\bin\launcher.exe C:\PROGRAMAS\MATLAB\R2013a\toolbox\rtw\targets\xpc\xpc\bin\xpctftpserver.exe "xpctftpserver -i 10.10.10.10 -p \"C:\Users\INFINITUM\AppData\Roaming\MathWorks\MATLAB\R2013a\xPCtargetPrefs\""
```

Figura 5. Ejecución del archivo “xpcnetboot.bat”.

Sí el procedimiento de este paso se realizó adecuadamente, en la “ventana negra” se mostrarán algunas configuraciones de la conectividad entre el PC Host y el PC Target.

- **Paso 7:** Encender el PC Target. *Nota: Es importante ejecutar los pasos anteriores antes de realizar este paso.* Para asegurar que la conexión fue exitosa, en la “ventana negra” aparecerán las configuraciones de red del PC Target, como se muestra en la Figura 6. Este paso puede tomar varios minutos.

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\INFINITUM\Desktop\Inicio_xPC>C:\PROGRAMAS\MATLAB\R2013a\toolbox\rtw\targets\
xpc\xpc\bin\launcher.exe C:\PROGRAMAS\MATLAB\R2013a\toolbox\rtw\targets\xpc\x
pc\bin\xpctftpserver.exe "xpctftpserver -i 10.10.10.10 -p \"C:\Users\INFINITUM\A
ppData\Roaming\MathWorks\MATLAB\R2013a\xPCTargetPrefs\\""
Received request from 10.10.10.12, port 2070, replying on port 64511
Open file bootloader.bin
Initial filesize: 2759
Error: wrong Opcode 5
Received ErrMsg: TFTP Aborted
1.Close file bootloader.bin
Received request from 10.10.10.12, port 2071, replying on port 64512
Open file bootloader.bin
Initial filesize: 2759
Block 3, sending 711, left 0
Close file bootloader.bin
Received request from 10.10.10.12, port 2072, replying on port 64513
Open file kernel0A0A0A0C.rtb
Initial filesize: 1129715
Block 1104, sending 243, left 0
Close file kernel0A0A0A0C.rtb
```

Figura 6. Configuraciones de red del PC Target

Además, en el equipo PC Target, se cargará el sistema xPC Target 5.4, como se muestra en la Figura 7.

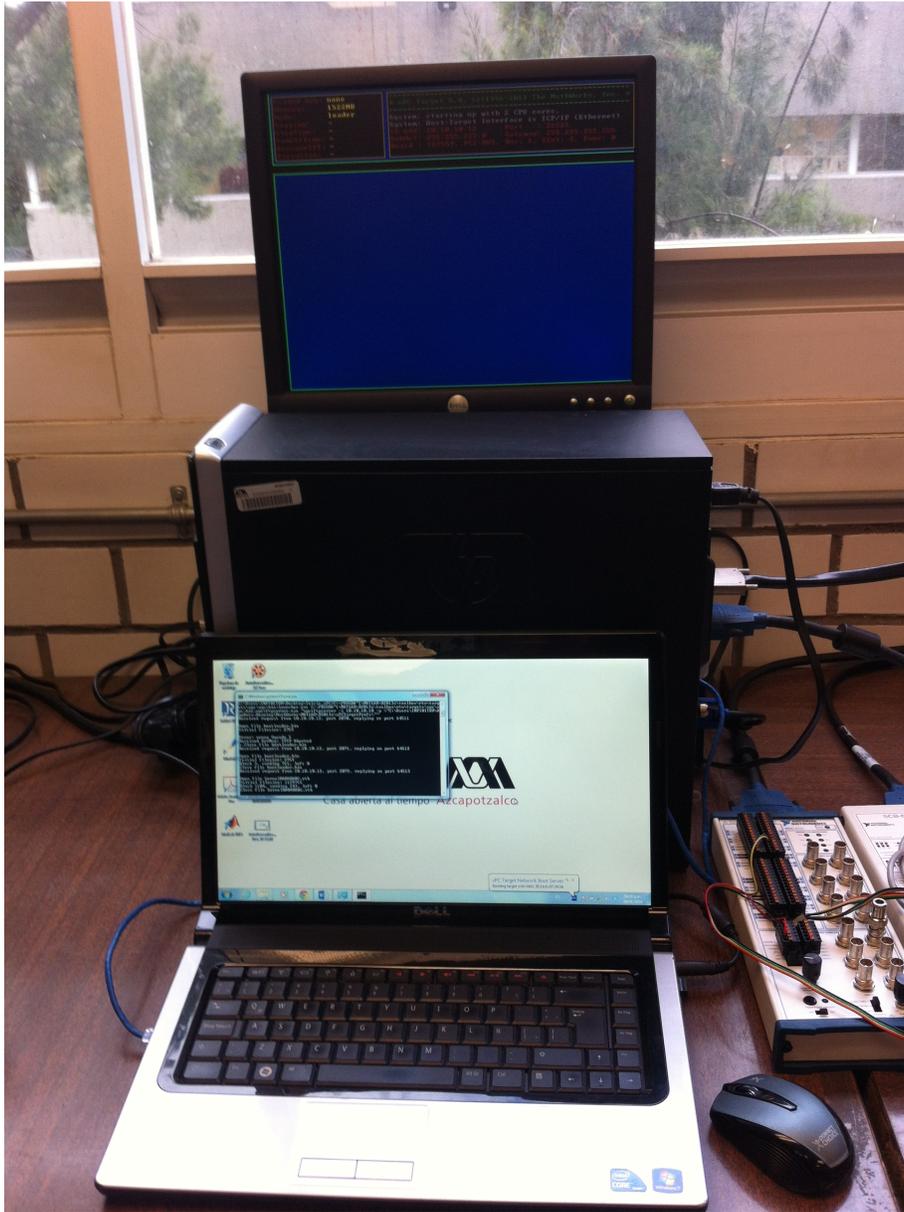


Figura 7. Sistema xPC Targe 5.4 cargado en el PC Target

- **Paso 8:** Ejecutar en el PC Host el programa MATLAB 2013Ra de 64-bits. Dentro de MATLAB seleccionar la carpeta “C:/Usuarios/NombreDeUsuario/Escritorio/Inicio_P” como la dirección de trabajo. En estas se encuentran los archivos

“Constantes_MaqIndPrototipo .m” y el archivo “Modelo_MaqIndPrototipo_PC.slx” del toolbox de Simulink. Consultar el documento “Memoria de Diseño”, el video tutorial que se encuentra en el CD y la ventana de ayuda de MATLAB para una mayor información sobre los archivos “.m” y “.slx”.

- **Paso 9:** Conectar la fuente conmutada del MVE a través del bloque de conexiones de la tarjeta de adquisición de datos PCI-6221 como se muestra en la Figura 8. El modelo de Simulink “Modelo_MaqIndPrototipo_PC.slx” tiene configurados de manera predeterminada los puertos de entrada analógica 16, 8, 15 y 7, que corresponden a los puertos AI-15 para el SV₁, AI-7 para el SV₂, AI-14 para el SC₁ y AI-6 para el SC₂ en los pines del bloque de conexiones, respectivamente. La Tabla 1 muestra esta correspondencia.

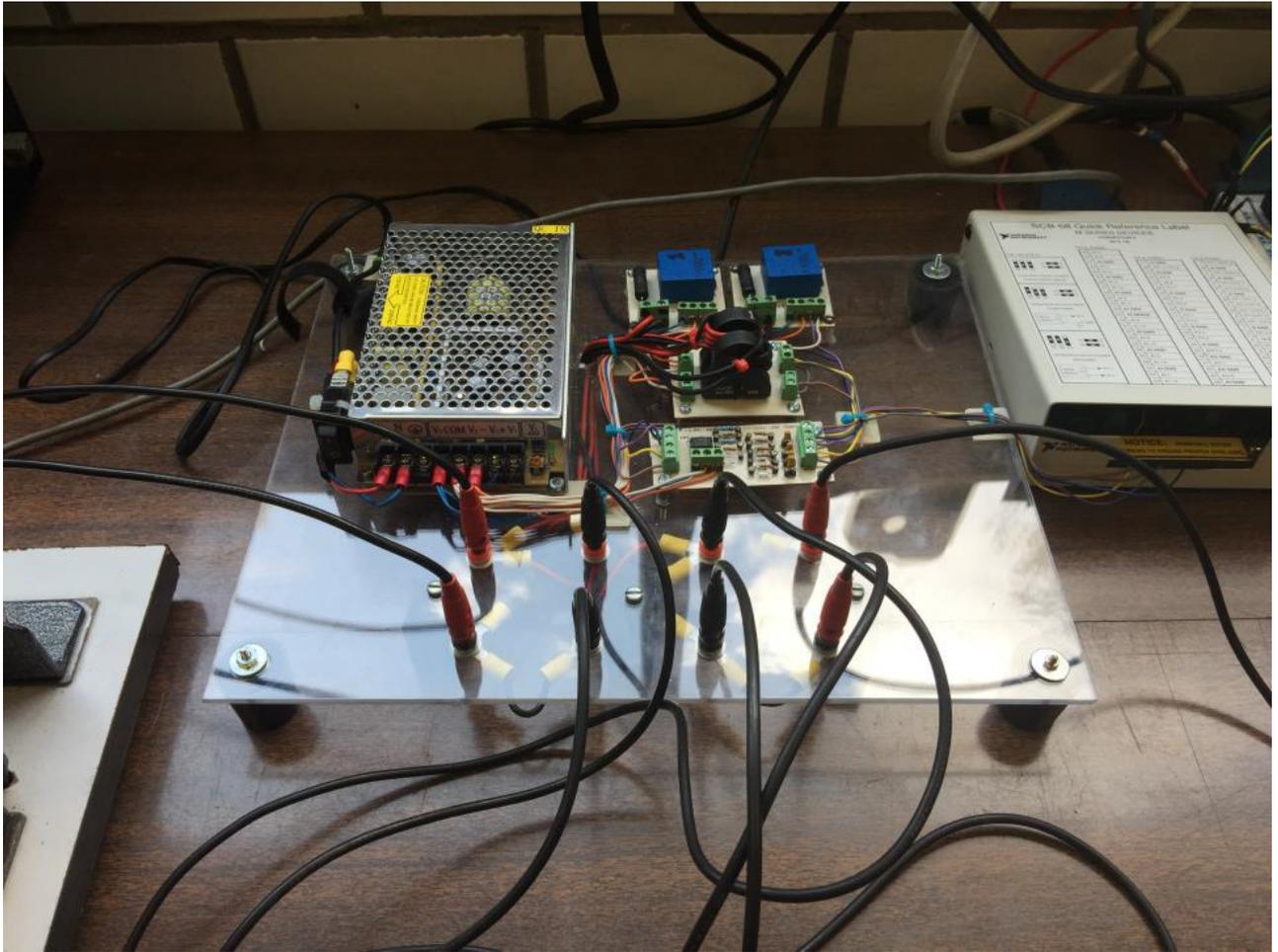


Figura 8. Conexión del MVE con la tarjeta PCI-6221

Tabla 1. Conexiones de la tarjeta de adquisición de datos

Entrada analógica en el modelo de Simulink	Entrada analógica en la tarjeta de adquisición de datos	Sensor correspondiente	Color del cable
16	AI-15	SV1	Azul
8	AI-7	SV2	Morado
15	AI-14	SC1	Amarillo
7	AI-6	SC2	Café
	GND	Tierra	Gris

- Paso 10:** Conectar los sensores de corriente y de voltaje que se encuentran en el MVE (SCX: sensor de corriente X, SVX sensor de voltaje X), indicados en la Figura 9 (diagrama esquemático del MVE) en los puntos donde se desea hacer las mediciones. Es muy importante señalar que el rango de voltaje es de -315 a 315 V y 220 V RMS, y para la corriente es de -20 a 20 A y 12 A RMS, las cuales deberán ser respetados para evitar dañar los sensores.

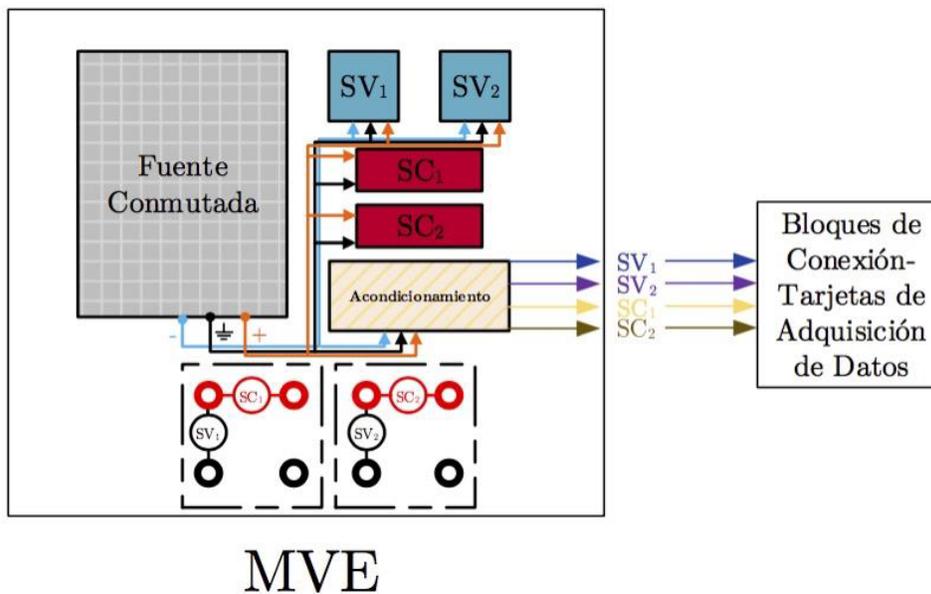
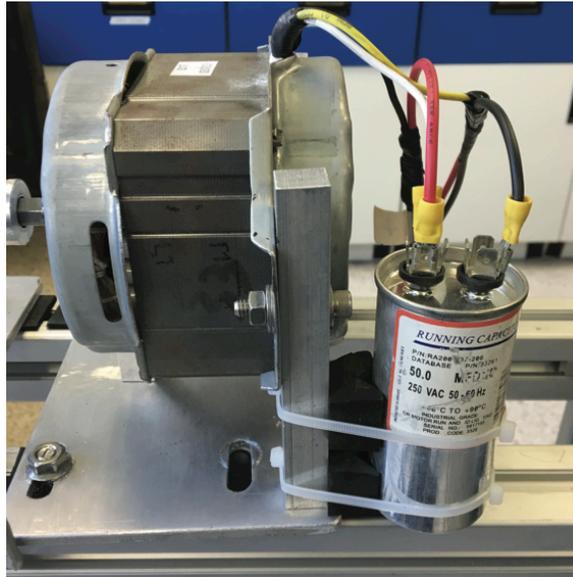


Figura 9. Esquema de la conexión interna de los sensores en el MVE.

Paso 11: Ejecutar desde MATLAB el archivo “Constantes_MaqIndPrototipo.m” presionando el botón “Run” en la barra de herramientas de MATLAB. Al hacer esto se cargará un archivo con las constantes de la caracterización hecha a los sensores, abrirá el modelo de Simulink “Modelo_MaqIndPrototipo_PC.slx”, construirá este modelo en la PC Target e iniciará la simulación. En ese momento el sistema xPC Target almacenará datos por 18 segundos. *Nota: en caso de realizar una modificación al archivo .slx, deberá construir nuevamente el sistema desde MATLAB con el botón de “Run”.*

- **Paso 12:** Al mismo tiempo en que se ejecuta el programa en Simulink, se debe energizar dentro del período de tiempo de 18 segundos el motor de inducción jaula de ardilla (ver Figura 10) a su voltaje nominal de 127 V utilizando la fuente de voltaje monofásica.



- Figura 10. Motor de inducción de pruebas

- **Paso 13:** Variar la resistencia de carga (ver Figura 1), conectada a las terminales del generador de corriente directa para demandar el par mecánico requerido al motor de inducción a través del generador y realizar las pruebas de variación de carga.
- **Paso 14:** Una vez transcurridos 18 segundos como máximo desconectar el motor de la alimentación.

- **Paso 15:** Una vez que se tienen los archivos de datos, se debe de ejecutar el archivo “Graf_MaqIndBaldorPrototipo.m” contenida en la misma carpeta, de esta manera se podrán visualizar las gráficas de las diferentes variables medidas y con ello se dará fin al experimento.

4. Recomendaciones

Es completamente recomendable que la persona que utilice este sistema tenga los conocimientos básicos del software MATLAB, si se desea realizar alguna configuración a la plataforma se deberá consultar el documento “Memoria de diseño” y los videos tutoriales contenidos en el CD. Además podrá encontrar información importante y complementaria a este manual de uso rápido, también en el documento “Memoria de Diseño” podrá encontrar algunos ejemplos de la utilización de este equipo tridimensional.