

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

---

**Plataforma de Pruebas e Identificación de Parámetros de la  
Máquina de Corriente Directa**

---



Profesores:

**M. en C. Felipe González Montañez, Dr. Irvin López García, M. en I. Víctor Manuel Jiménez Mondragón, Dr. José Luís Hernández Ávila, Dr. Juan Carlos Olivares Galván**

Ayudantes:

**José Jiménez González e Hiram Alberto Canseco García**

# 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 la Plataforma de Pruebas e Identificación de Parámetros de la Máquina de Corriente Directa, 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. La plataforma permite ejecutar y adquirir datos en tiempo real utilizando una programación de alto nivel a través de Simulink en una computadora de escritorio o una computadora portátil, permitiendo que el análisis y diseño de modelos arbitrariamente complejos se realicen de manera rápida y sencilla.

Con esta plataforma se pueden realizar varios experimentos para el análisis de máquinas eléctricas de corriente directa como es la obtención de curvas características o la identificación de parámetros. Sin embargo, la plataforma también se puede utilizar para la caracterización de sistemas electromagnéticos (electroimanes, motores, generadores y transformadores), así como

adquisición datos de señales eléctricas (voltajes y corrientes) para la caracterización de descargas de alto voltaje, y en general para cualquier tipo de fuente de información (analógica o digital). Lo cual hace que la plataforma se pueda utilizar en varias UEA's de diferentes carreras de la UAM-A, tales como:

- LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA (Clave: 1131071)
- LABORATORIO DE MÁQUINAS DE CD Y DE INDUCCIÓN (Clave: 1131076)
- LABORATORIO DE TRANSFORMADORES Y MÁQUINAS SÍNCRONAS (Clave: 1131073)
- LABORATORIO DE ELECTROMAGNETISMO (Clave: 1131060).

También, en la “Memoria de Diseño” se encontraran ejemplos de uso como la determinación de los parámetros en las máquinas de corriente directa y la caracterización de pruebas en transformadores monofásicos.

## **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 señaladas 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”.

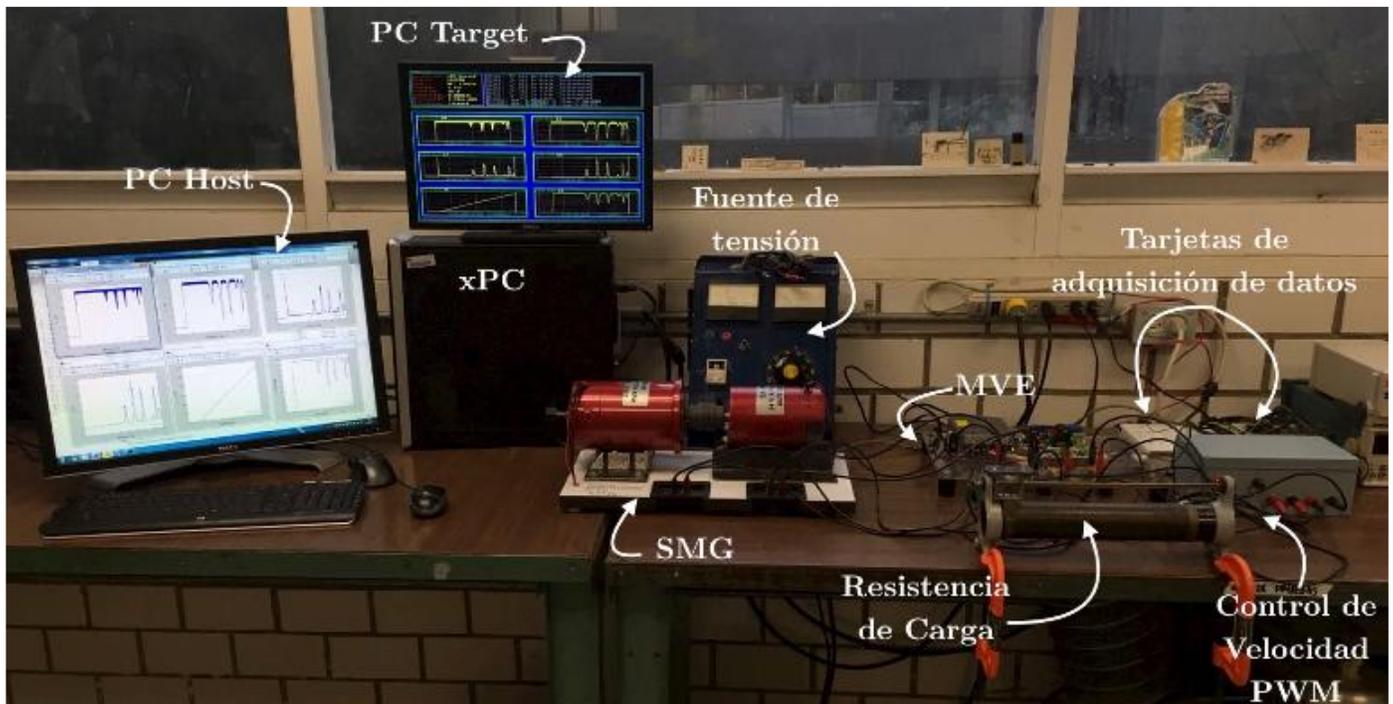


Figura 1. Plataforma de Pruebas e Identificación de Parámetros de la Máquina de Corriente Directa

- PC Host. S.O. Windows, compatible con MATLAB y el *toolbox* xPC Target de Simulink.
- PC Target
- Medidor de Variables Eléctricas (MVE)
- Sistema Motor-Generador
- 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 los videos tutoriales del CD.

- **Paso 1:** Encender la PC Host. La PC Target no se debe encender hasta que se indique.
- **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. En caso de tener adaptador de red inalámbrica, desconectarlo y verificar que esté habilitada la conexión de área local por cable de red. En caso contrario, habilitarla, 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.

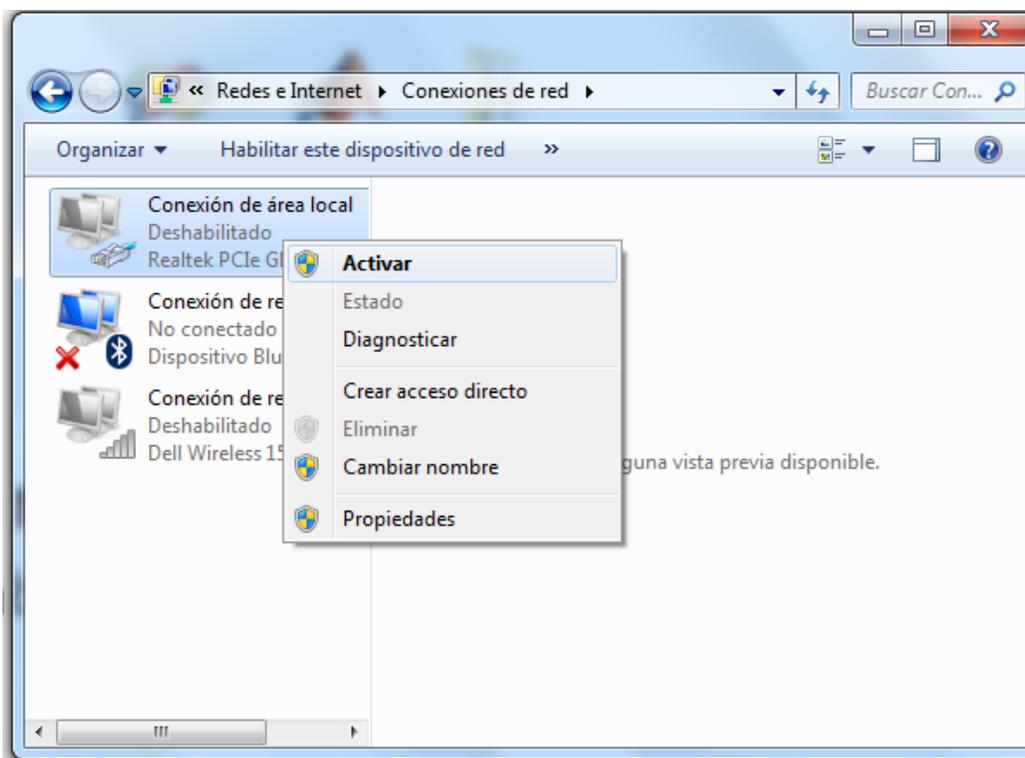
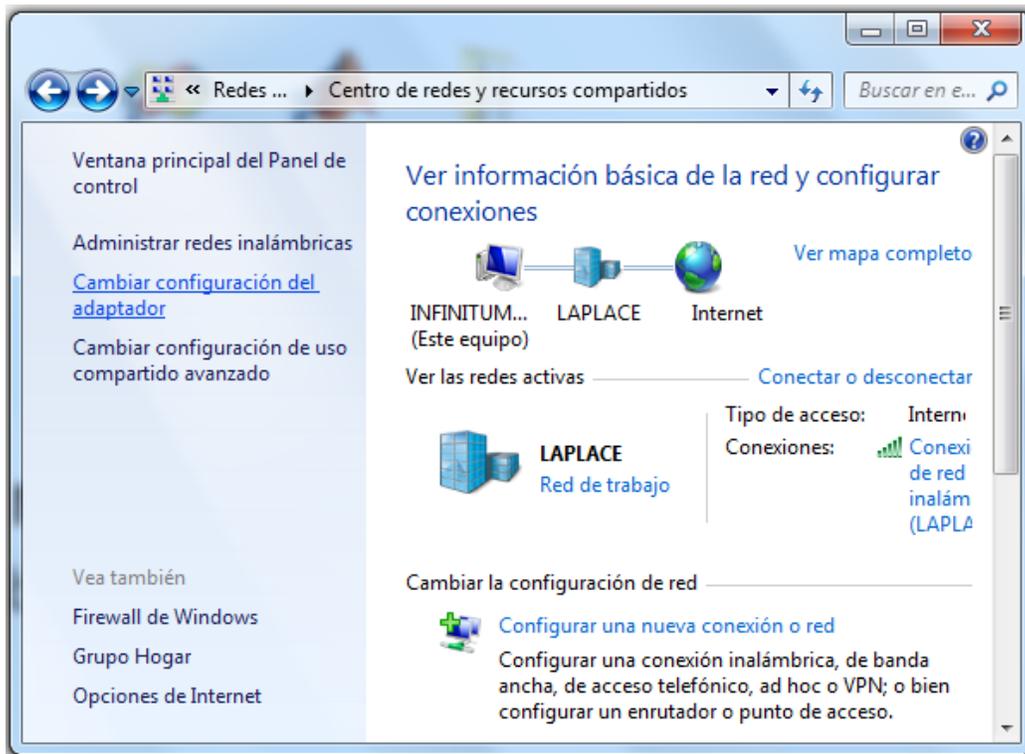


Figura 2. Conexión de área local

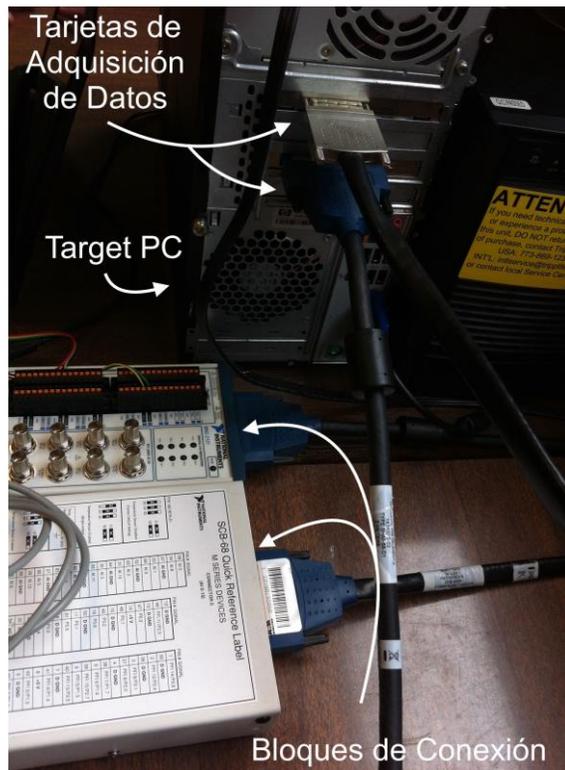


Figura 3. Conexión de las tarjetas de adquisición de datos con los bloques de conexión.

- **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.

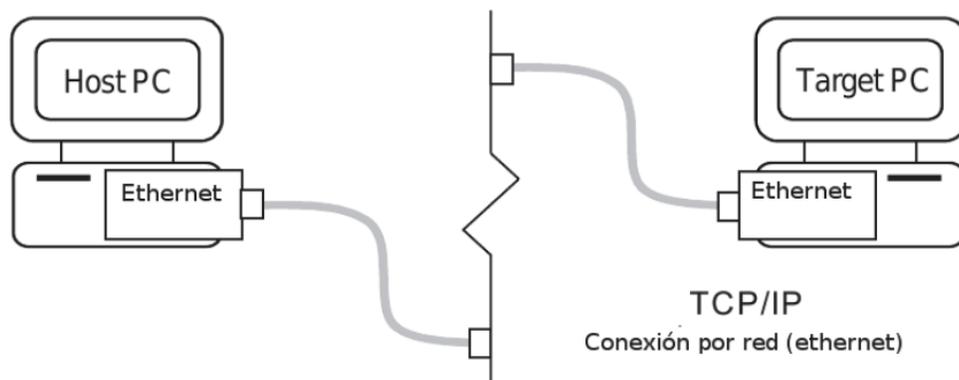
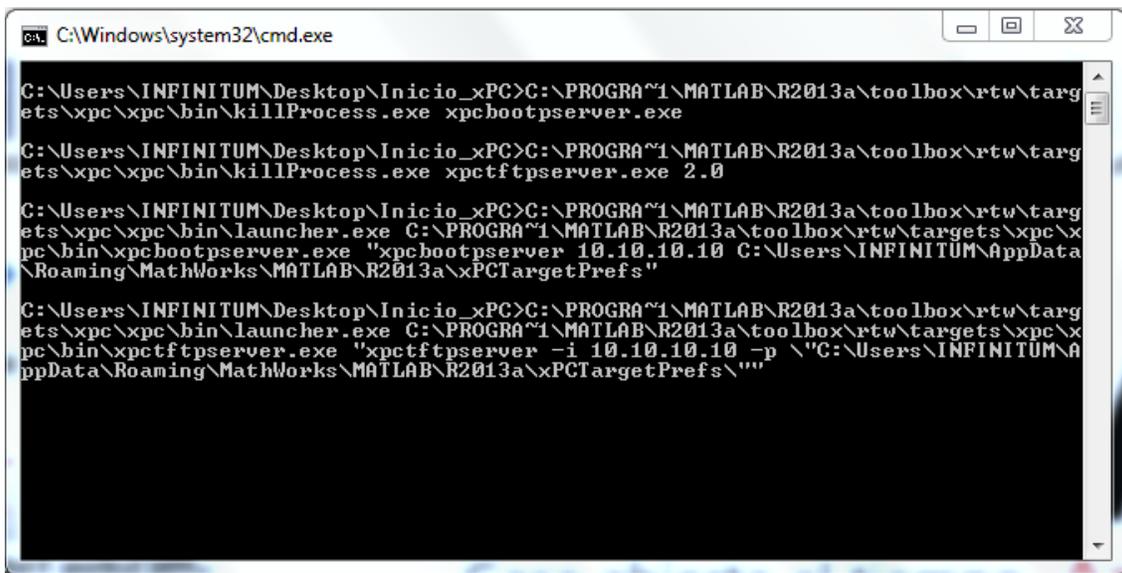


Figura 4. Conexión por cable de red del PC Host y el PC Target

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

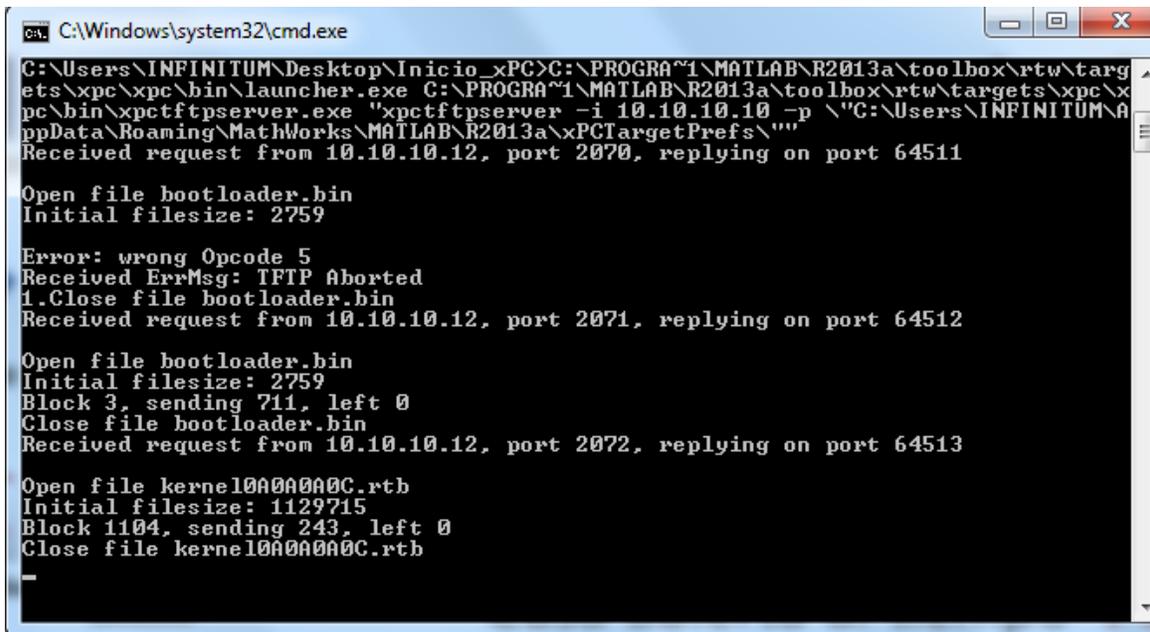


```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\INFINITUM\Desktop\Inicio_xPC>C:\PROGRAMAS\MATLAB\R2013a\toolbox\rtw\targets\xpc\xpc\bin\killProcess.exe xpchootpserver.exe
C:\Users\INFINITUM\Desktop\Inicio_xPC>C:\PROGRAMAS\MATLAB\R2013a\toolbox\rtw\targets\xpc\xpc\bin\killProcess.exe xpctftpserver.exe 2.0
C:\Users\INFINITUM\Desktop\Inicio_xPC>C:\PROGRAMAS\MATLAB\R2013a\toolbox\rtw\targets\xpc\xpc\bin\launcher.exe C:\PROGRAMAS\MATLAB\R2013a\toolbox\rtw\targets\xpc\xpc\bin\xpchootpserver.exe "xpchootpserver 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 del “xpcnetboot.bat” se mostrarán algunas configuraciones de la conectividad entre el PC Host y el PC Target. Si se desea utilizar otra computadora como Host, ir al documento “Memoria de Diseño” y consultar el procedimiento.

- **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 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\xpc\bin\xpctftpserver.exe "xpctftpserver -i 10.10.10.10 -p \"C:\Users\INFINITUM\AppData\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.

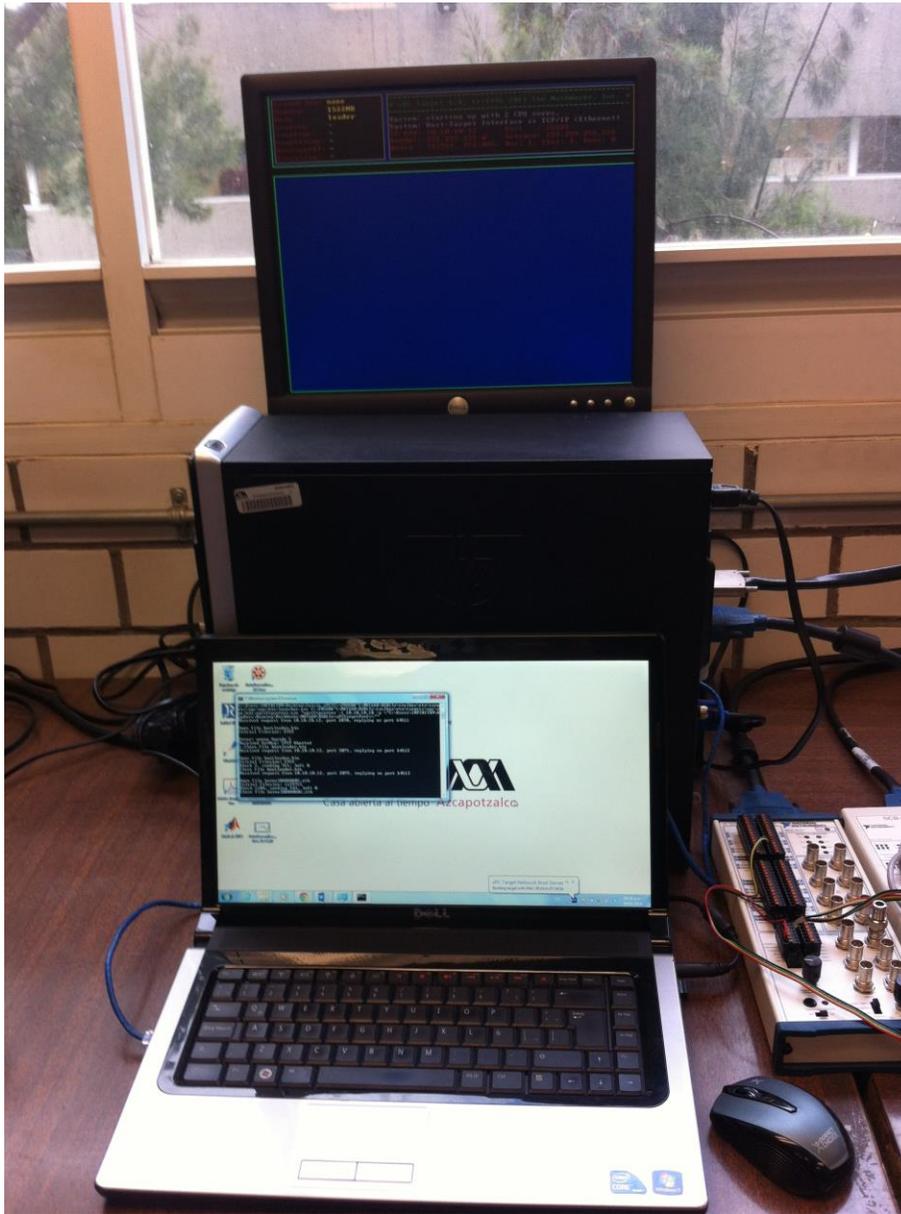


Figura 7. Sistema xPC Target 5.4 cargado en el PC Target

- **Paso 8:** Ejecutar en el PC Host el programa MATLAB 2013Ra de 64-bit. En el navegador de archivos de MATLAB seleccionar la carpeta “Inicio\_P” como la dirección de trabajo. En esta dirección de trabajo se encuentran los archivos “Constantes\_xPC.m” y los archivos “xPC\_Tests2.slx” y “xPC\_AlgIDTests” 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 y conectarlo a través de al bloque de conexiones de la tarjeta de adquisición de datos PCI-6221 como se muestra en la figura 8. El modelo de Simulink “xPC\_Tests2.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  $SV_1$ , AI-7 para el  $SV_2$ , AI-14 para el  $SC_1$  y AI-6 para el  $SC_2$  en los pines del bloque de conexiones, respectivamente. La tabla 1 muestra esta correspondencia.

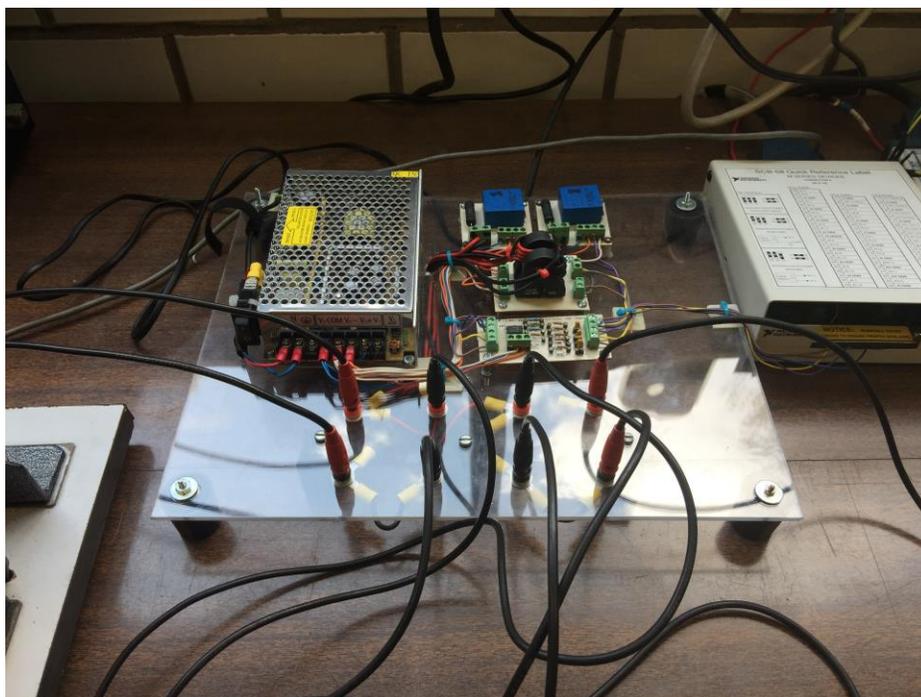


Figura 8a. Conexión del MVE con la tarjeta PCI-6221

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

La carátula del bloque de conexiones indica dónde se encuentran los pines donde se debe conectar cada señal. Adicionalmente, se debe también conectar la tierra de los sensores a las entradas indicadas con GND en la tarjeta de adquisición de datos. En el caso de este prototipo, todos los sensores tienen la misma tierra. Los colores indicados en la tabla 1 corresponden al cable que conecta las salidas de los sensores a las entradas analógicas, sin embargo, el prototipo permite cambiarlos de manera muy sencilla.

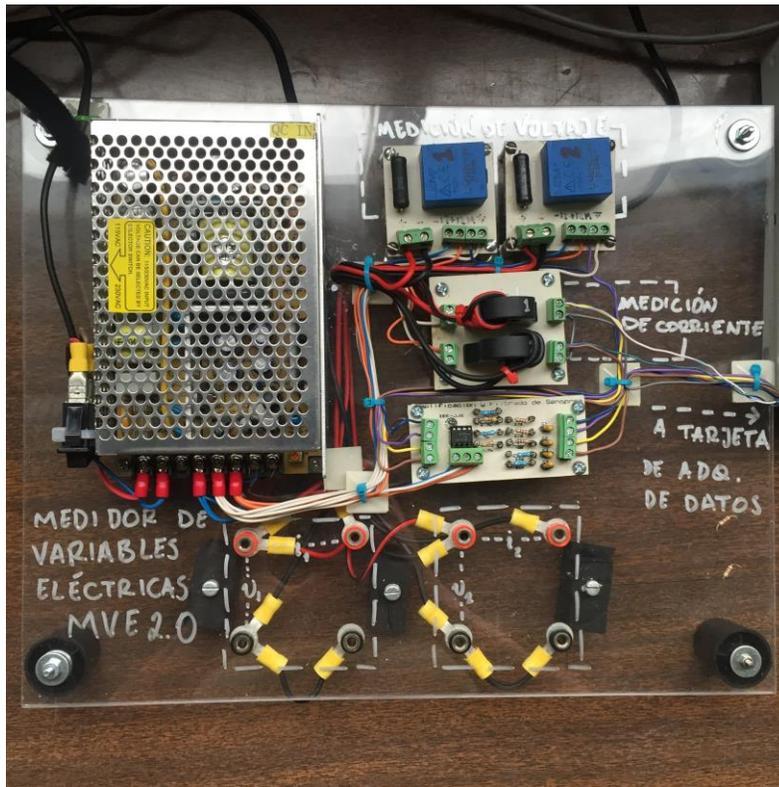
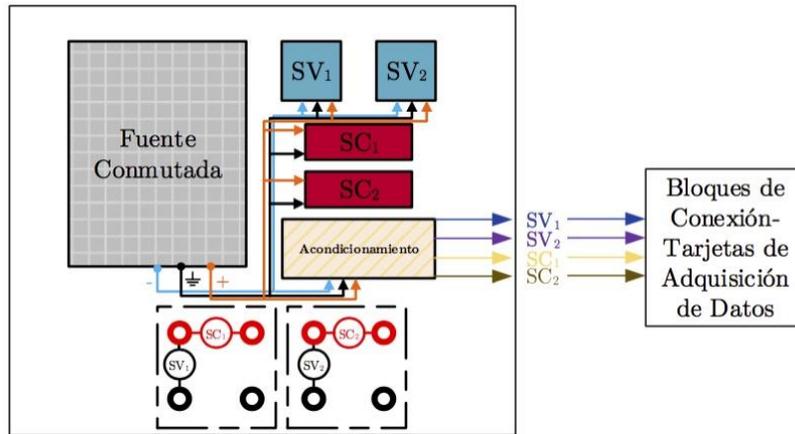


Figura 8b. Conexión del MVE con la tarjeta PCI-6221

- **Paso 10:** Conectar los sensores de corrientes 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.



MVE

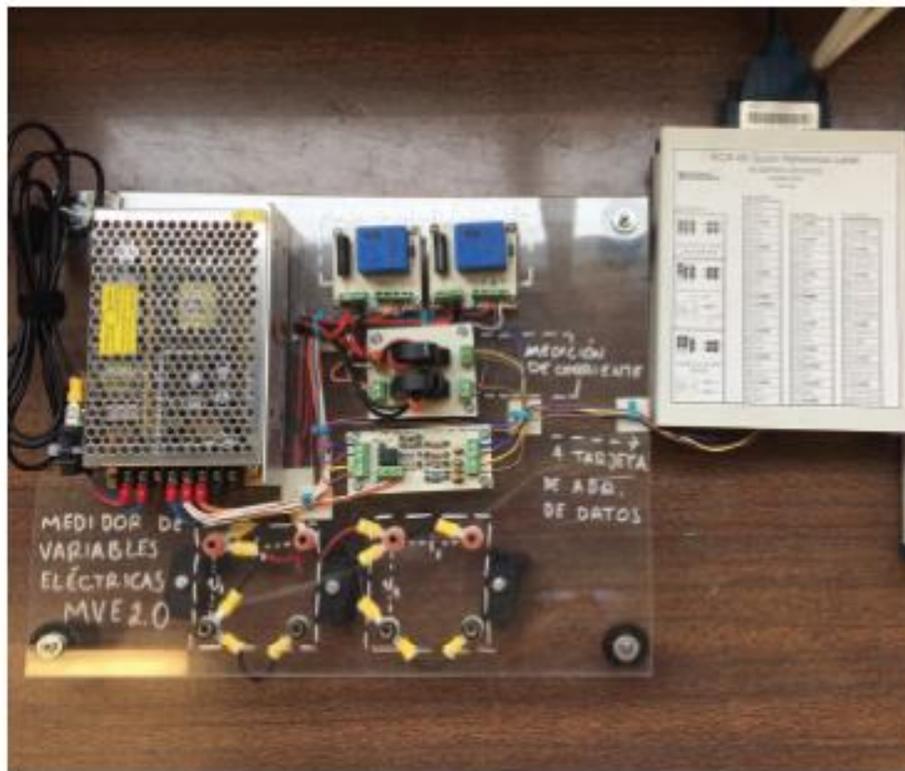


Figura 9. Esquema de la conexión interna de los sensores en el MVE

- **Paso 11:** Ejecutar desde MATLAB el archivo “Constantes\_xPC.m” presionando el botón “Run” en la barra de herramientas de MATLAB (figura 11. Hacer esto cargará un

archivo con las constantes de la caracterización hecha a los sensores, abrirá el modelo de Simulink “xPC\_Tests2.slx”, construirá este modelo en la PC Target e iniciará la simulación. En ese momento el sistema xPC Target almacenará datos por 18 segundos. Si se desea incrementar el tiempo de almacenamiento de datos, consultar la memoria de diseño y el video tutorial que se tiene en el CD2. *Nota: en caso de realizar una modificación al archivo .slx, deberá construir nuevamente el sistema desde MATLAB con el botón de “Run”.*

- **Paso 12:** Los resultados de la simulación se guardan en la PC Target, por lo tanto, para obtener las gráficas de las diferentes variables medidas, se deberán extraer los archivos “RESULT1.DAT”, para las mediciones de los sensores de voltaje, “RESULT2.DAT”, para las mediciones de los sensores de corriente, y “RESULT3. DAT”, para las mediciones de los sensores de posición y velocidad, del PC Target. Para realizar esta operación es necesario teclear la instrucción “xpcexplr” en la ventana de comandos de MATLAB, al hacer esto aparecerá una ventana de navegación. En la sección izquierda de la ventana se debe dar clic sobre “MATLAB Session/Target PC1/File System”, esperamos unos segundos se habilitará el disco del Target (figura 10). Para copiar los archivos “RESUL1.DAT” “RESULT2.DAT” y “RESULT3. DAT” se pueden simplemente arrastrar a la carpeta “Inicio\_P”.

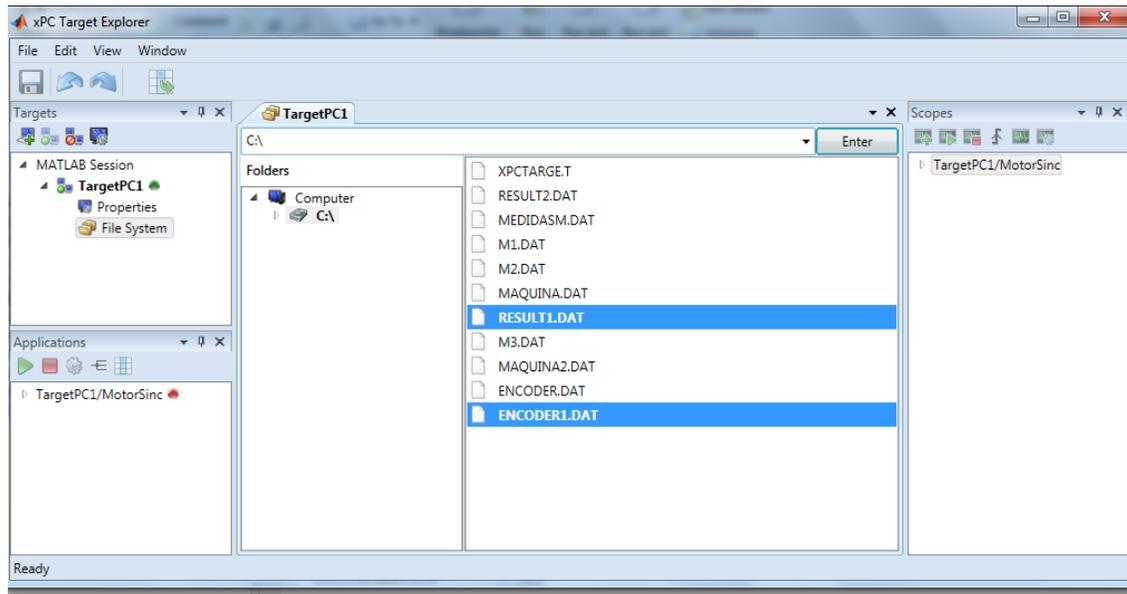


Figura 10. Pantalla de navegación de la PC Target.

- **Paso 13:** Una vez que se tienen los archivos de datos, se debe de ejecutar el archivo “graficas\_MVE.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. Los archivos de datos almacenan la información de los sensores independientemente de si se utilizaron o no. Si sólo se mide voltaje el archivo “graficas\_MVE.m” se puede modificar para sólo leer las mediciones de voltaje.

Para realizar experimentos de identificación algebraica de parámetros de la máquina de CD, se pueden realizar exactamente los mismos pasos sólo se debe abrir el archivo “Constantes\_xPC\_AlgIDTests.m”, que configura el modelo “xPC\_AlgIDTests.slx” para realizar el experimento. En este caso los archivos de resultados son “INPUT.DAT” con las mediciones de voltaje, “ENCODER.DAT” con las mediciones de posición y “IDPARAM.DAT” con los resultados de la identificación. La

configuración del encoder para la medición de posición angular debe realizarse como se indica en la memoria de diseño.

#### **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 al **LaPlataforma** se deberá consultar el documento “Memoria de diseño” y los videos tutoriales contenidos en el CD. A demás 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.