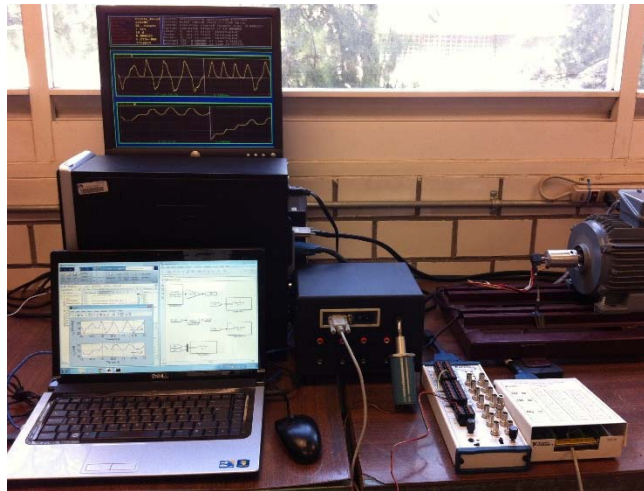


**DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE ENERGÍA  
EQUIPO DE LABORATORIO**

---

**MANUAL DEL USUARIO:  
MEDIDOR DE VARIABLES ELÉCTRICAS UTILIZANDO  
MATLAB xPC TARGET**

---



Presenta:

**M. en C. Felipe de Jesús González Montañez (Responsable del Equipo)**

**M. en I. Víctor Manuel Jiménez Mondragón**

**Dr. Irvin López García**

**Dr. José Luis Hernández Ávila**

# Índice

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

## 1. Introducción

En este manual se describe la forma de utilizar de una manera rápida el Medidor de Variables Eléctrica (MVE) 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 MVE 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 el MVE se pueden realizar varios experimentos para la caracterización de sistemas electromagnéticos (electroimanes, motores, generadores y transformadores), así como adquisición de 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 este dispositivo 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 caracterización de los parámetros en pruebas de vacío de un motor de inducción, y la caracterización y la automatización de descargas eléctricas.

## **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 CD1 “Componentes del sistema xPC Target”.

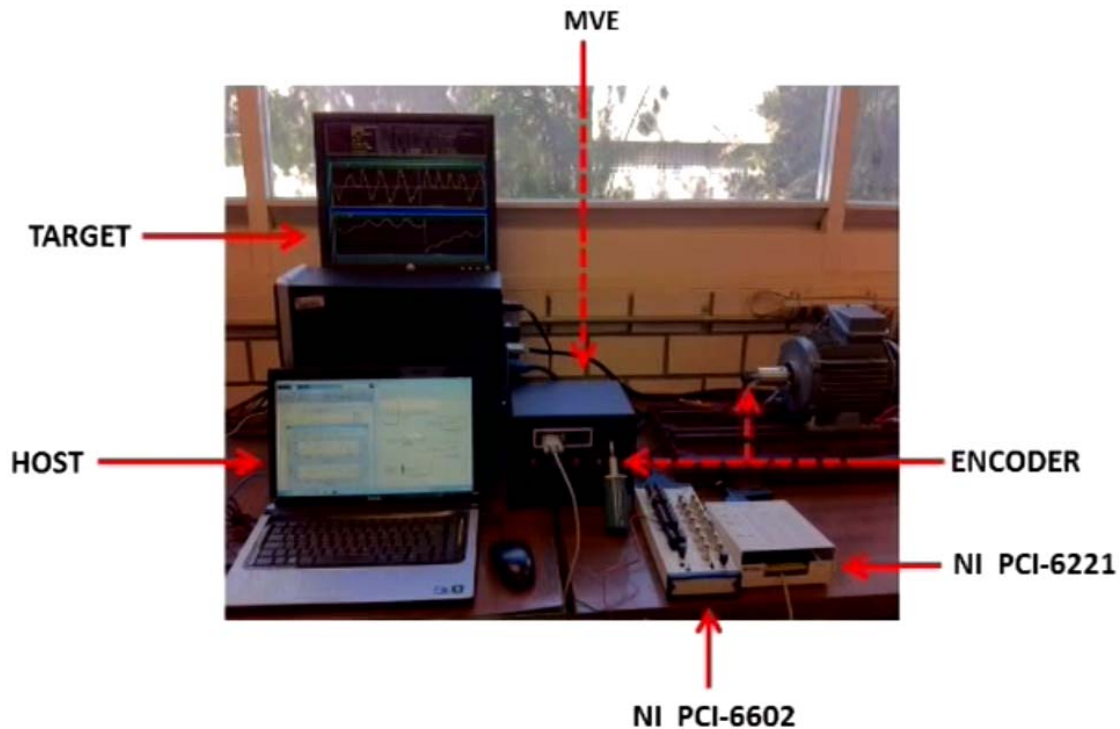


Figura 1. Medidor de variables eléctricas utilizando Matlab xPC Target

- PC Host
- PC Target
- Medidor de Variables Eléctricas (MVE)
- Encoder Incremental
- 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 CD1 y CD2 antes de continuar con estos pasos.

- **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.

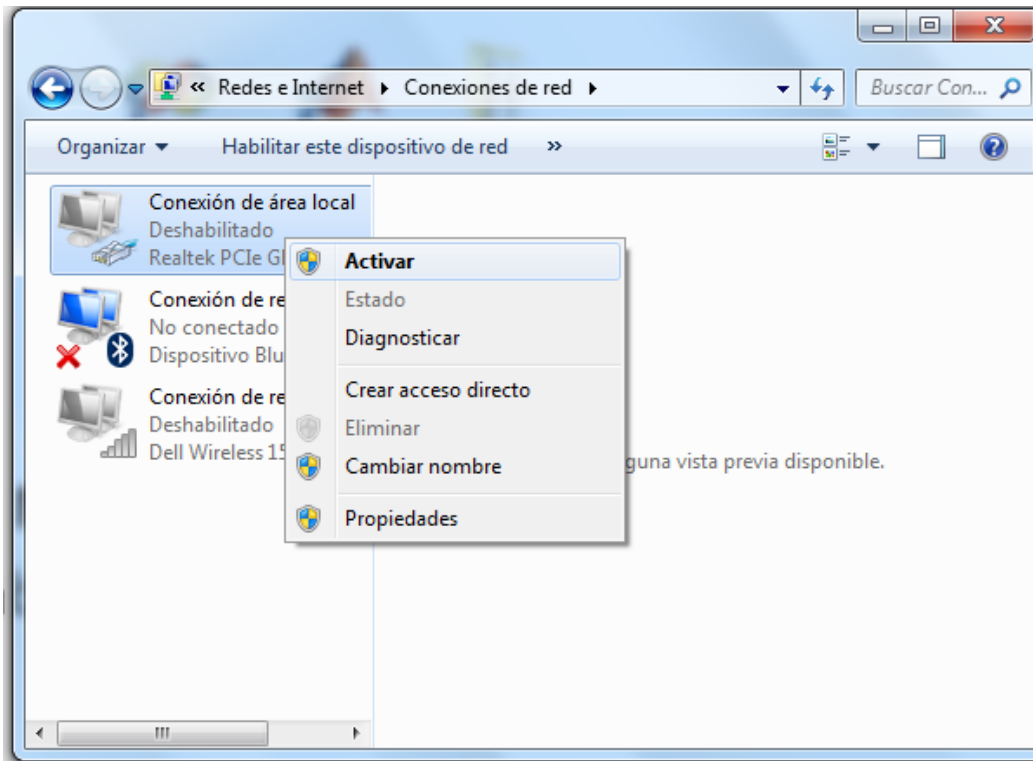
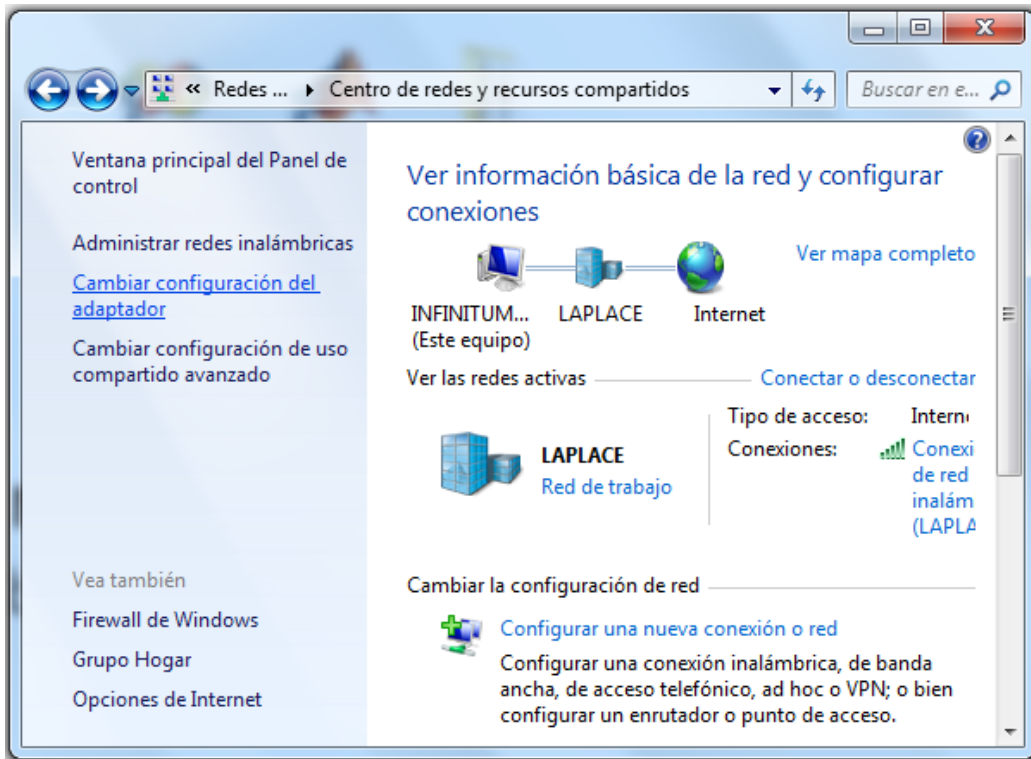


Figura 2. Conexión de área local



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.

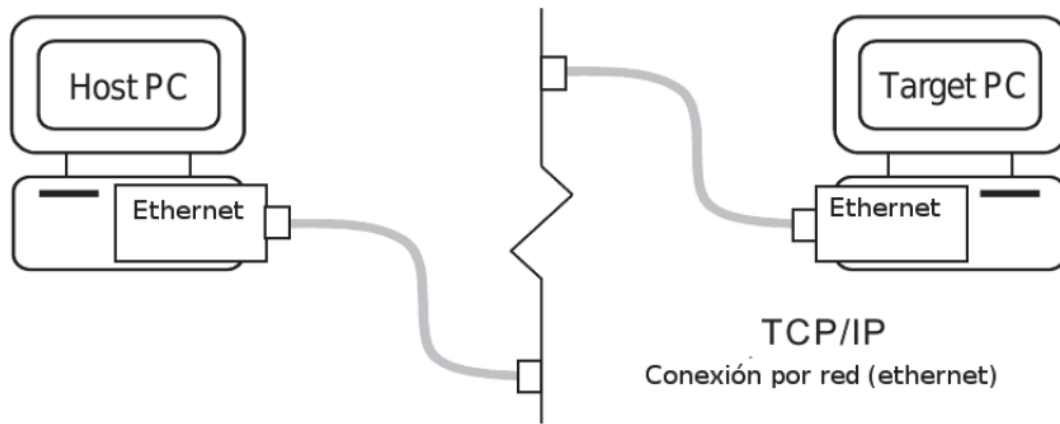


Figura 4. Conexión por cable de red del PC Host y el PC Target

- **Paso 5:** Abrir la carpeta “Inicio\_xPC” del escritorio del PC Host. En caso de que esta carpeta no se encuentre, ir al CD2, extraerla y pegarla en el escritorio del PC Host.
- **Paso 6:** Ejecutar el archivo “xpcnetboot.bat” que se encuentra en la carpeta de “Inicio\_xPC” del escritorio del PC Host. Al ejecutar el archivo, aparecerá una “ventana negra”, como se muestra en la figura 5.

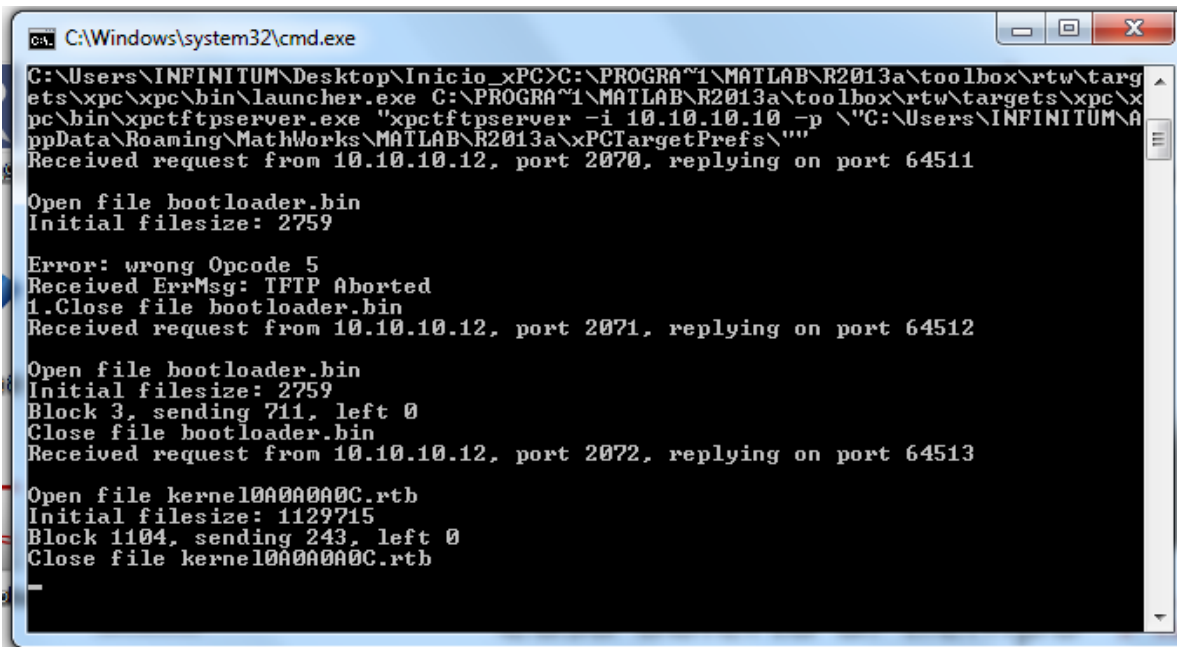


```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\INFINITUM\Desktop\Inicio_xPC>C:\PROGRAM~1\MATLAB\R2013a\toolbox\rtw\targets\ipc\ipc\bin\killProcess.exe xpchbootserver.exe
C:\Users\INFINITUM\Desktop\Inicio_xPC>C:\PROGRAM~1\MATLAB\R2013a\toolbox\rtw\targets\ipc\ipc\bin\killProcess.exe xpctftpserver.exe 2.0
C:\Users\INFINITUM\Desktop\Inicio_xPC>C:\PROGRAM~1\MATLAB\R2013a\toolbox\rtw\targets\ipc\ipc\bin\launcher.exe C:\PROGRAM~1\MATLAB\R2013a\toolbox\rtw\targets\ipc\ipc\bin\xpchbootserver.exe "xpchbootserver 10.10.10.10 C:\Users\INFINITUM\AppData\Roaming\MathWorks\MATLAB\R2013a\XPCTargetPrefs"
C:\Users\INFINITUM\Desktop\Inicio_xPC>C:\PROGRAM~1\MATLAB\R2013a\toolbox\rtw\targets\ipc\ipc\bin\launcher.exe C:\PROGRAM~1\MATLAB\R2013a\toolbox\rtw\targets\ipc\ipc\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. 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 negra” aparecerán las configuraciones de red del PC Target, como se muestra en la figura 6. Este paso puede tomar varios minutos.



```
ca: C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\INFINITUM\Desktop\Inicio_xPC>C:\PROGRAM~1\MATLAB\R2013a\toolbox\rtw\targ
ets\xpc\xpc\bin\launcher.exe C:\PROGRAM~1\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.

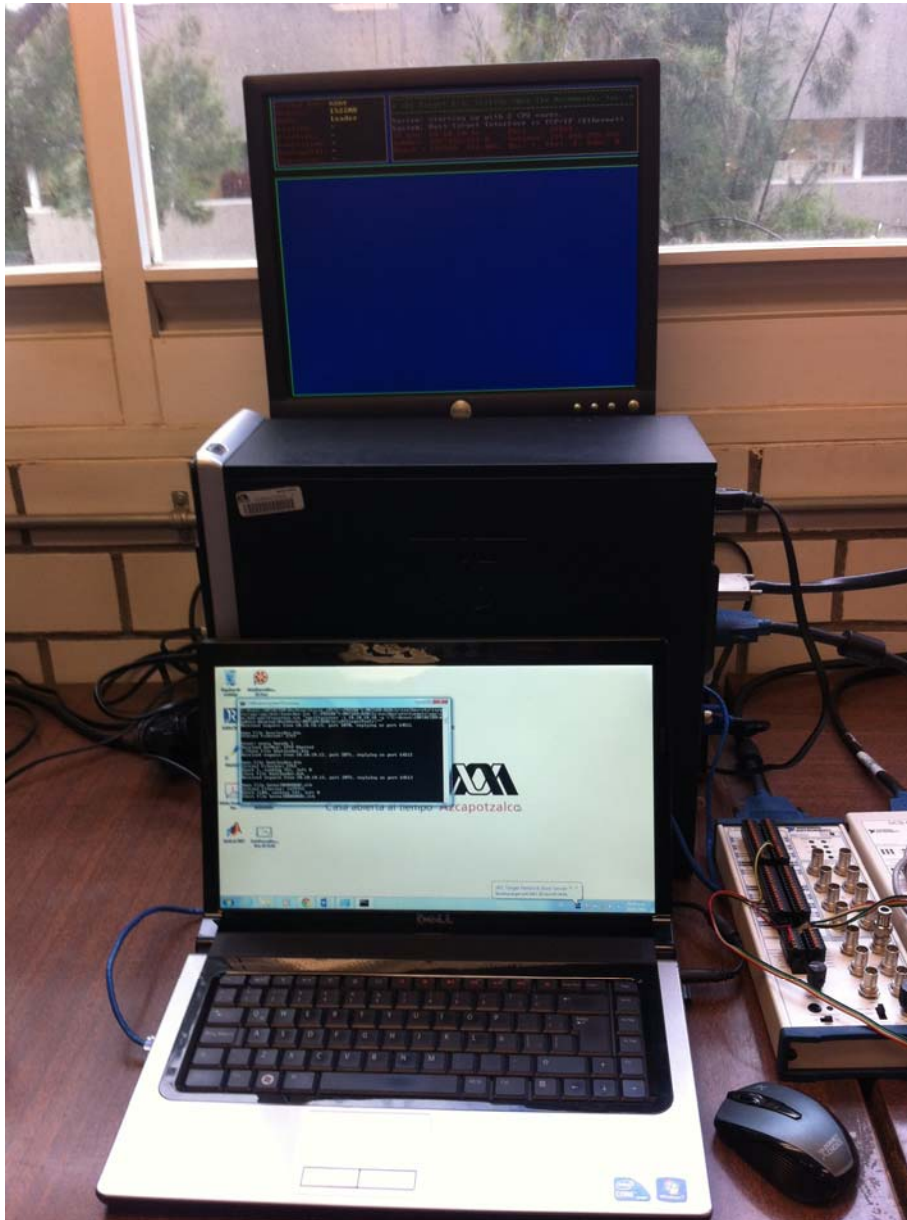


Figura 7. Sistema xPC Targe 5.4 cargado en el PC Target

- **Paso 8:** Ejecutar en el PC Host el programa MATLAB 2013Ra de 64-bit. Dentro de MATLAB seleccionar la carpeta “C:/Usuarios/NombreDeUsuario/Escritorio/Inicio\_xPC\Programas\_MVR” como la dirección de trabajo. En esta dirección de trabajo se encuentran los archivos “Datos\_MVR.m” y el archivo “MotorSinc.slx” del toolbox de Simulink.

Consultar el documento “Memoria de Diseño”, el video tutorial que se encuentra en el CD2 y la ventana de ayuda de MATLAB para una mayor información sobre los archivos “.m” y “.slx”.

- **Paso 9:** Ejecutar desde MATLAB el archivo “Datos\_MVR.m” presionando el botón “Run” en la barra de herramientas de MATLAB (figura 8) y abrir desde MATLAB el archivo “MotorSinc.slx” del toolbox Simulink.

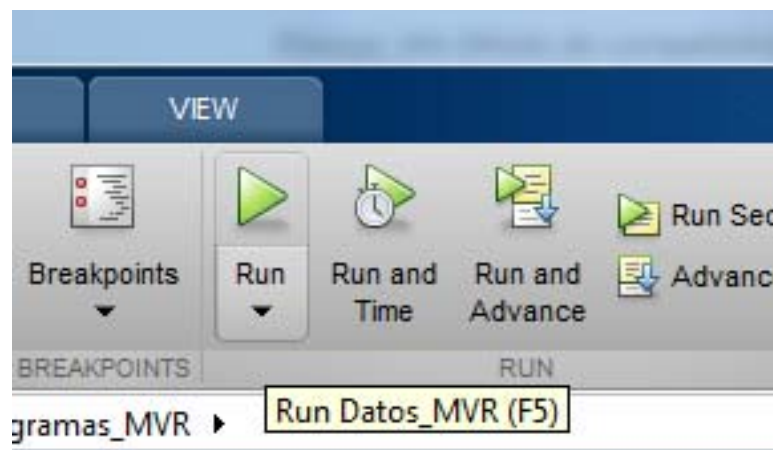


Figura 8. Botón para ejecutar el archivo.

- Una vez abierto el archivo “MotorSinc.slx”, presionar las teclas “Ctrl + b” para construir el archivo “MotorSinc.slx” en el PC Target, ver figura 9, esta operación puede tardar algunos minutos, antes de continuar, se debe verificar que la pantalla del PC Target tiene las ventanas correspondientes a los sensores y que en la esquina inferior izquierda del archivo “MotorSinc.xls” ya no aparece la leyenda “Building”. Nótese que el archivo “MotorSinc.slx” está configurado solamente para medir dos señales de voltaje, dos señales de corriente y

para una entrada de un tacómetro incremental a una frecuencia de 8 kHz. Si se desea cambiar esta configuración, consultar el documento “Memoria de Diseño” del dispositivo y el video tutorial que se tiene en el CD2.

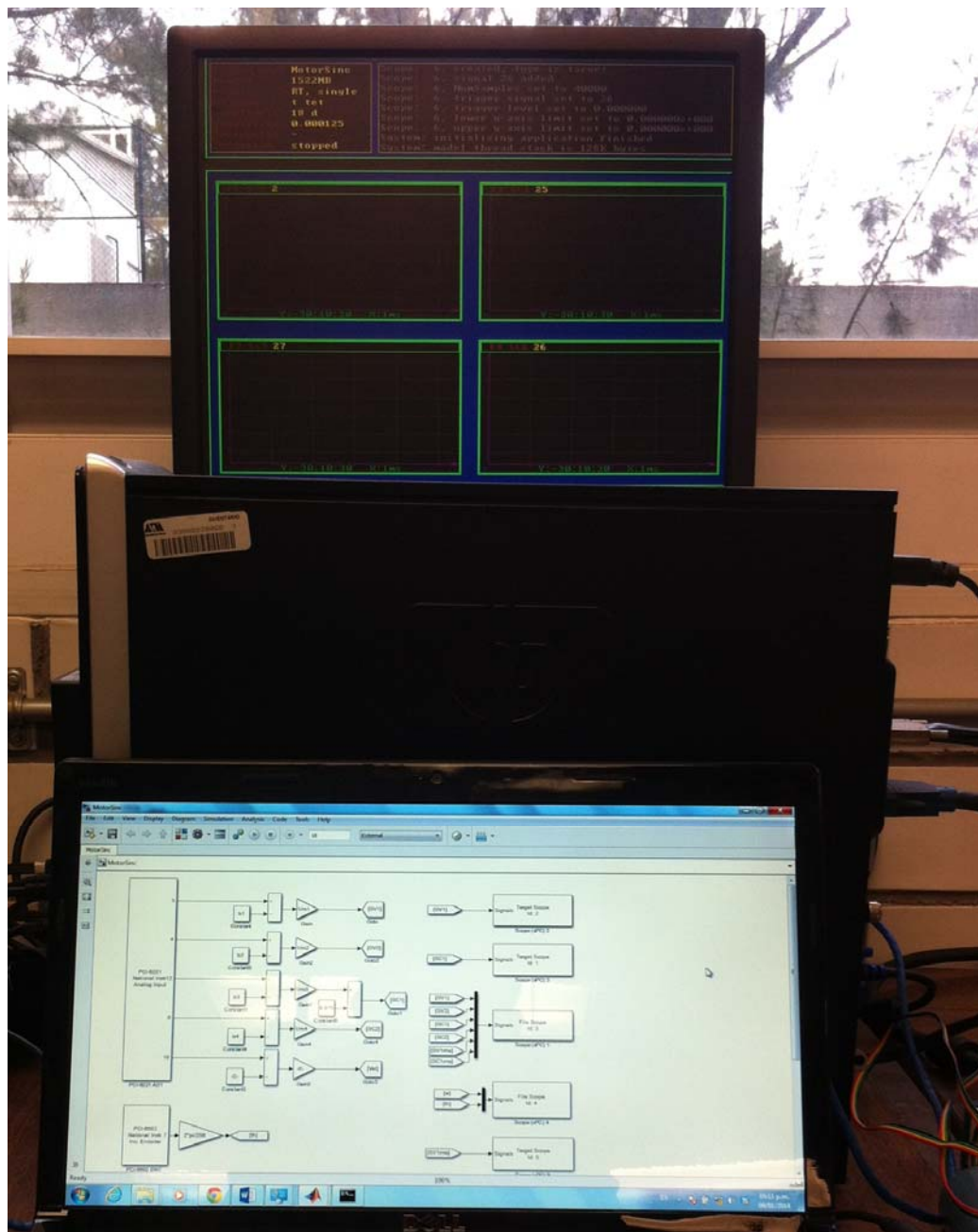


Figura 9. Construcción del archivo “MotorSinc.slx” en el PC Target



- **Paso 10:** Energizar el MVE y conectarlo a través del cable serial al bloque de conexiones de la tarjeta de adquisición de datos PCI-6221 como se muestra en la figura 10.



Figura 10. Conexión del MVE con la tarjeta PCI-6221

- **Paso 11:** Conectar los sensores de corrientes y de voltaje que se encuentran dentro del MVE (SCX: sensor de corriente X, SVX sensor de voltaje X), indicados en la figura 11 (diagrama esquemático del MVE) en los puntos donde se desea hacer las mediciones. Es muy importante señalar que el rango de voltaje

es de -150 a 150 V RMS y para la corriente es de -7.5 a 7.5 A, las cuales deberán ser respetados para evitar dañar los sensores.

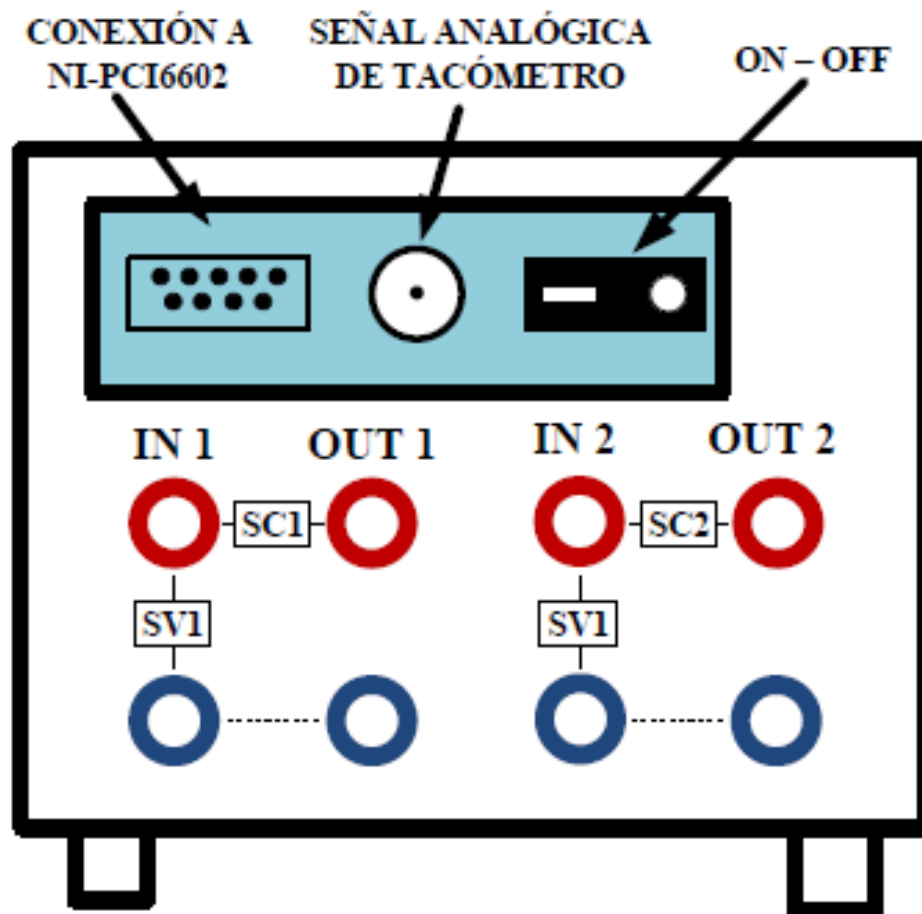


Figura 11. Esquema de la conexión interna de los sensores en el MVE

- **Paso 12:** Realizar la conexión al PC Target desde la ventana de Simulink haciendo clic en el botón que se muestra en la figura 12.

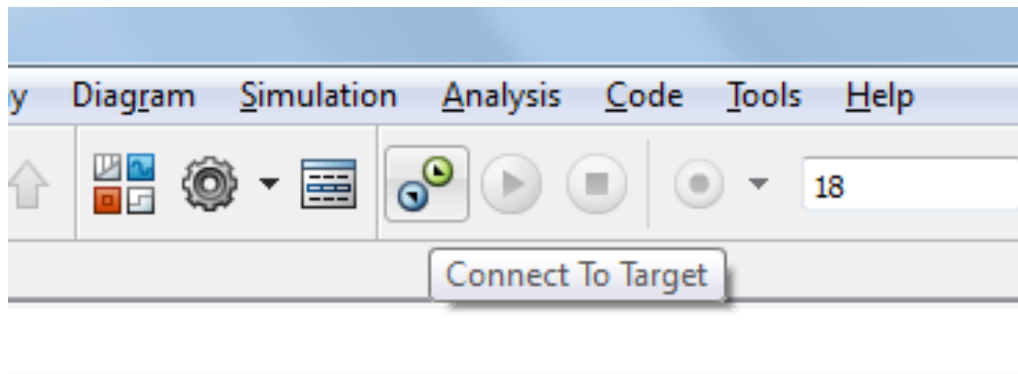


Figura 12. Botón de conexión al PC Target.

- **Paso 13:** Una vez enlazados el PC Target y el PC Host, en el archivo “MotorSinc.slx” se deberá de dar inicio al modelo de Simulink, 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 Simulink presionando “Ctrl+b”.*
- **Paso 14:** Los resultados de la simulación se guardan en la PC Target, por lo tanto, para obtener las gráficas de las diferentes variables medidas, se deberá extraer el archivo “RESULT1.DAT” y “ENCODER1. DAT” 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 13). Para copiar los archivos “RESULT1.DAT” y “ENCODER1.DAT” se pueden simplemente arrastrar a la carpeta “Inicio\_xPC\Programas\_MVR”.

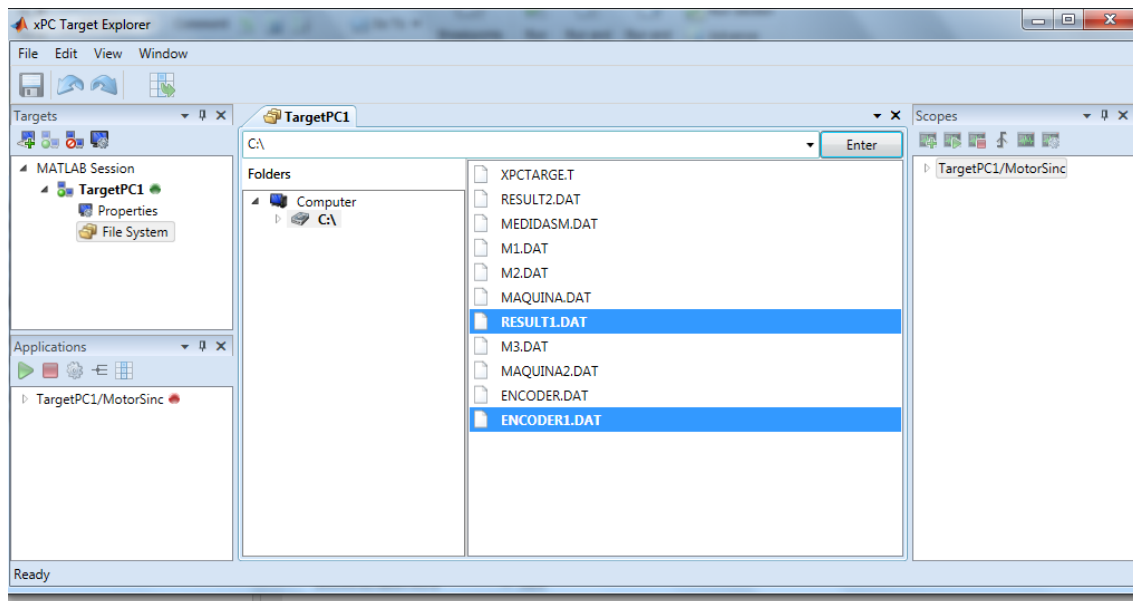


Figura 13. Pantalla de navegación de la PC Target.

- **Paso 15:** Una vez que se tienen los archivos de datos, se debe de ejecutar el archivo “graficas\_MVR.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. Ejemplo

Se probó el sistema xPC Target para medir las variables eléctricas de un Anillo de Thomson, ver figura 14. Al sensor de voltaje SV1 y al de corriente SC1 se conectó la fuente que alimenta la bobina,

al sensor de voltaje SV2 se conectó un anillo cortado en una pequeña sección. La lectura del SV2 será del voltaje inducido en el anillo. La figura 15 muestra las gráficas obtenidas.

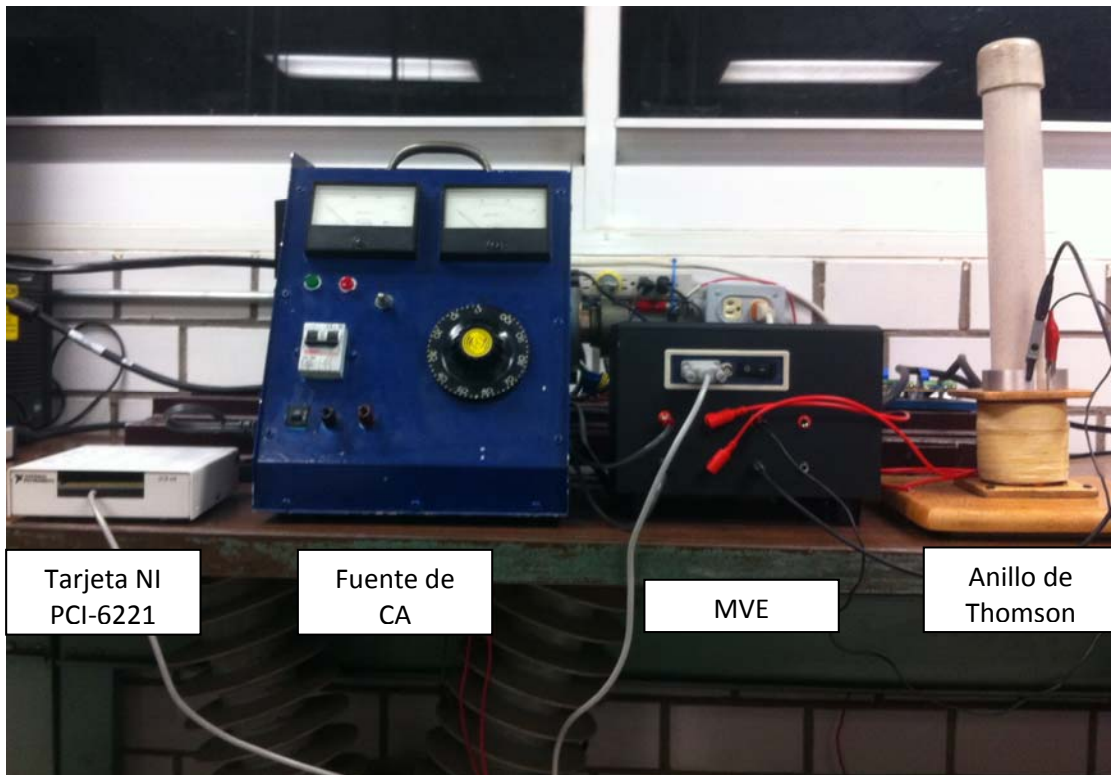


Figura 14. Sistema utilizado en el ejemplo.

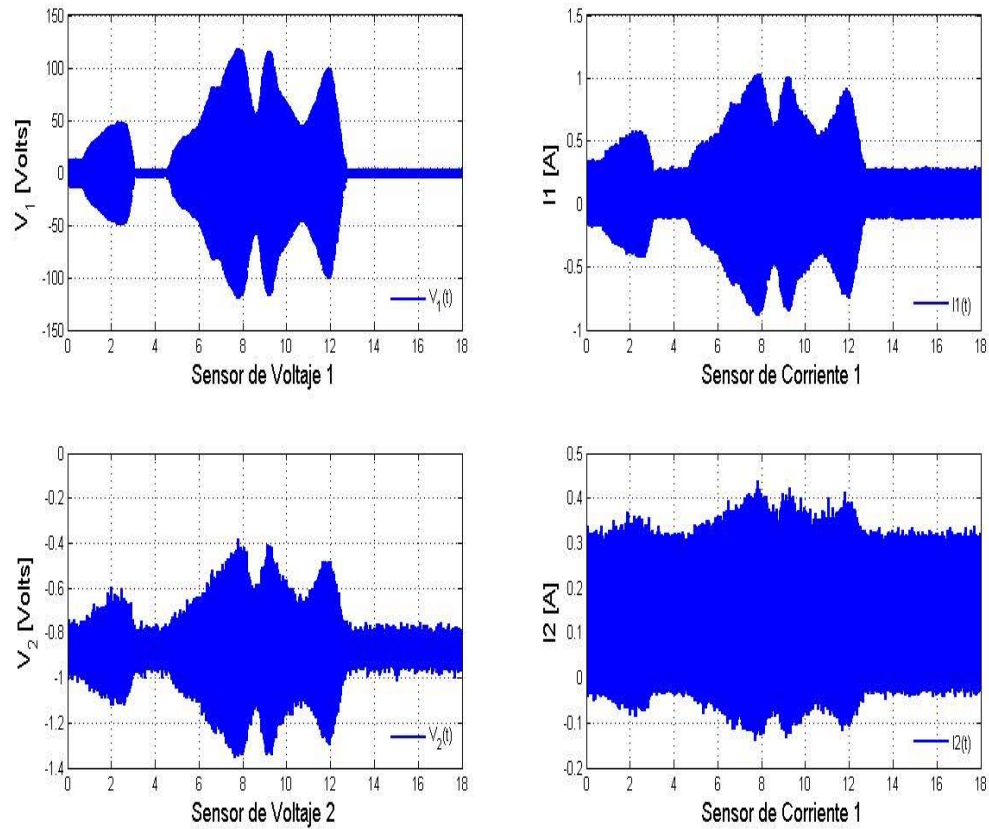


Figura 15. El sensor 1 (arriba izquierda) muestra el voltaje de la fuente que se fue variando poco a poco, el sensor de corriente 1 (arriba derecha) muestra la corriente que circuló en la bobina, el sensor de voltaje 2 (abajo izquierda) muestra la tensión medida en el anillo, el sensor de corriente 2 (abajo derecha) no estaba conectado, sólo midió ruido.

## 5. 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 **MEDIDOR DE VARIABLES ELÉCTRICAS UTILIZANDO MATLAB xPC TARGET**, se deberá consultar el documento “Memoria de diseño” y los videos tutoriales contenidos en el CD 1 y CD 2. 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.