

ANEXO C

**MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA PARA LA ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO
DE SEÑALES BIOELÉCTRICAS APLICADAS AL CONTROL DE UNA INTERFAZ
HOMBRE – MÁQUINA**



OSCAR HERNÁN PARUMA PABÓN

EDGAR BOLIVAR MUÑOZ BURBANO

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

POPAYÁN

2003

ANEXO C

**MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA PARA LA ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO
DE SEÑALES BIOELÉCTRICAS APLICADAS AL CONTROL DE UNA INTERFAZ
HOMBRE – MÁQUINA**

OSCAR HERNÁN PARUMA PABÓN

EDGAR BOLIVAR MUÑOZ BURBANO

Director

JUAN FERNANDO FLOREZ MARULANDA
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

POPAYÁN

2003

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
C. MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA PARA LA ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE SEÑALES MIOELÉCTRICAS APLICADAS AL CONTROL DE UNA INTERFAZ HOMBRE - MÁQUINA.....	4
C.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES	5
C.2 HARDWARE DEL SISTEMA	8
C.2.1 Ubicación de los electrodos.....	8
C.2.2 Conexión entre los electrodos y el amplificador.	9
C.2.3 Conexión entre el filtro notch y la tarjeta de sonido.....	10
C.2.4 Configuración de la tarjeta de sonido..	10
C.3 SOFTWARE DEL SISTEMA.....	12
C.3.1 Interfaz principal.	12
C.3.2 Entrenamiento del sistema.	12
C.4 CONTROL DE DISPOSITIVOS	14
C.4.1 Brazo robótico simulado.	14

C.4.2 Brazo robótico hardware.....	17
C.4.3 Robot móvil.....	19

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura C.1. Electrodo s superficiales.....	8
Figura C.2. Ubicación de los electrodo s	9
Figura C.3. Conexión entre los electrodo s y el amplificador.	9
Figura C.4. Conexión entre el filtro notch y la tarjeta de sonido.....	10
Figura C.5. Ventana Control de Grabación	10
Figura C.6. Ventana para controlar el volumen de reproducción.....	11
Figura C.7. Ventana para configurar la ganancia adicional para la entrada de micrófono.	11
Figura C.8. Interfaz principal.	12
Figura C.9. Etiqueta Señales de Referencia.	13
Figura C.10. Interfaz de Señales_Referencia.vi.....	13
Figura C.11. Interfaz de Instrucciones_Señales_Referencia.vi.....	14
Figura C.12. Interfaz de RoboWorks.....	15
Figura C.13. Etiqueta “Brazo Software”.....	15
Figura C.14. Interfaz de CoSME_Brazo_SW.vi.....	16
Figura C.15. Interfaz de Instrucciones_Brazo_SW.vi.....	16
Figura C.16. Brazo robótico.	17
Figura C.17. Etiqueta “Brazo Hardware”.	17
Figura C.18. Interfaz de CoSME_Brazo_HW.vi.	18
Figura C.19. Interfaz de Instrucciones_Brazo_HW.vi.....	18

Figura C.20. Robot móvil..... 19

Figura C.21. Etiqueta “Robot Móvil”. 19

Figura C.22. Interfaz de CoSME_Robot_Móvil.vi..... 20

Figura C.23. Interfaz de Instrucciones_Robot_Móvil.vi. 20

MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA PARA LA ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE SEÑALES MIOELÉCTRICAS APLICADAS AL CONTROL DE UNA INTERFAZ HOMBRE - MÁQUINA

El sistema desarrollado permite realizar la adquisición de señales eléctricas generadas por la contracción voluntaria de los músculos por parte de un usuario (señales mioeléctricas), las cuales son detectadas mediante tres electrodos superficiales ubicados en el brazo de la persona. Estas señales son amplificadas, filtradas y enviadas a través de la entrada de micrófono (Mic) hacia la tarjeta de sonido de un computador personal para que sean digitalizadas. Las muestras de la señal EMG obtenidas después de la digitalización son procesadas con el fin de obtener una señal rectificadas y normalizada sobre la cual se realiza un tratamiento matemático con el fin de realizar una clasificación estadística de dicha señal con base en patrones previamente establecidos de modo que sea posible utilizarla para realizar el control de una interfaz hombre – máquina.

Inicialmente, es posible realizar el control de un brazo robótico simulado, de un brazo robótico hardware y de un robot móvil, pero realizando modificaciones sencillas en el software de control es posible ampliar el rango de dispositivos que pueden ser controlados utilizando este sistema.

Para obtener los resultados deseados al utilizar el sistema sin correr el riesgo de ocasionar lesiones al usuario o daños en el equipo, se recomienda leer este manual antes de ponerlo en funcionamiento.

C.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

- ⊕ El hardware externo del sistema (amplificador de instrumentación y filtro notch) debe ser conectado a una fuente de alimentación dual que entregue voltajes de +6 V y -6 V.

- ⊕ La salida del filtro notch debe ser conectada a la entrada de micrófono (Mic) de la tarjeta de sonido mediante un plug adecuado.

- ⊕ El control software que permite ajustar la ganancia de la entrada de micrófono de la tarjeta de sonido debe estar ubicado en un nivel medio.

⊕ Los dispositivos a controlar deben ser conectados al puerto paralelo del computador personal y deben tener el hardware necesario (impulsores de corriente) para protegerlo contra posibles daños.

⊕ Se debe aplicar un poco de gel conductor sobre la superficie de contacto de los electrodos para mejorar la calidad en la captación de la señal EMG.

⊕ Cuando se note una degradación en la calidad de la señal EMG detectada (señal nula, con niveles muy pequeños o con grandes componentes de ruido) se deben reemplazar los electrodos de detección.

⊕ Se recomienda realizar un entrenamiento previo del sistema con el fin de determinar el grado de fuerza que se debe realizar en las contracciones para realizar un control óptimo de cualquiera de los dispositivos. El entrenamiento del sistema dura aproximadamente 2 minutos.

⊕ El software implementado debe ser ejecutado utilizando LabVIEW 6i.

⊕ Se debe comprobar que los VIs y subVIs que hacen parte del paquete software implementado estén completos. A continuación se listan los nombres de los archivos necesarios:

- ▶ Abrir_Pinza.vi
- ▶ Adelante.vi
- ▶ Atrás.vi
- ▶ Capturar.vi
- ▶ Cerrar_Pinza.vi
- ▶ Clasificador.vi
- ▶ Codo_Abajo.vi
- ▶ Codo_Arriba.vi
- ▶ Connect.vi
- ▶ Control_Brazo_HW.vi
- ▶ Control_Brazo_SW.vi

- ▶ Control_Robot_Movil.vi
- ▶ CoSME_Brazo_SW.vi
- ▶ CoSME_Brazo_HW.vi
- ▶ CoSME_Interfaz_Usuario.vi
- ▶ CoSME_Robot_Móvil.vi
- ▶ Covarianza_Vector_Parámetros_Global.vi
- ▶ Cruces_Por_Cero.vi
- ▶ DAMV.vi
- ▶ Derecha.vi
- ▶ Disconnect.vi
- ▶ Estado_Pinza.vi
- ▶ GetTagValues.vi¹
- ▶ Hombro_Abajo.vi
- ▶ Hombro_Arriba.vi
- ▶ IAV.vi
- ▶ Izquierda.vi
- ▶ Media_Vector_Parámetros_Global.vi
- ▶ Normalizar.vi
- ▶ Output Byte To Port.vi²
- ▶ Parámetros_Característicos.vi
- ▶ Promedio_Medias_Señal_Reposo.vi

¹ Connect.vi, Disconnect.vi, SetTagValues.vi y GetTagValues.vi vienen incluidos con RoboWorks, el cual debe ser instalado para poder realizar el control del brazo robótico simulado.

² Output Byte To Port.vi está contenido en el paquete AccesHW el cual debe ser instalado junto con LabWindows/CVI cuando se va a ejecutar el software desarrollado sobre el sistema operativo Windows 2000. Si se ejecuta sobre Windows 95/98/ME, puede ser reemplazado por Out Port.vi el cual viene incluido en LabVIEW.

- ▶ Promedio_Medias_Señal_Reposo_Global.vi
- ▶ Rectificar.vi, RMS.vi
- ▶ Señales_Referencia.vi
- ▶ SetTagValues.vi
- ▶ Vector_Parámetros_Global.vi

C.2 HARDWARE DEL SISTEMA

A continuación se describen los pasos que se deben seguir para configurar el hardware del Sistema para la Adquisición y Procesamiento de Señales Mieléctricas Aplicadas al Control de una Interfaz Hombre – Máquina.

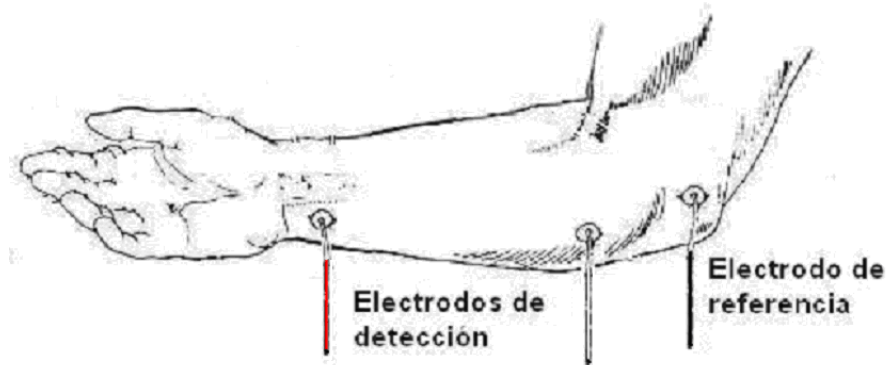
C.2.1 Ubicación de los electrodos. Los electrodos utilizados se muestran en la figura C.1, en su presentación pediátrica y para adultos.

Figura C.1. Electrodos superficiales.



Se requieren tres electrodos los cuales se ubican en el brazo del usuario de la forma mostrada en la figura C.2. Antes de colocarse los electrodos se debe aplicar un poco de gel conductor sobre la superficie de detección de los mismos.

Figura C.2. Ubicación de los electrodos.

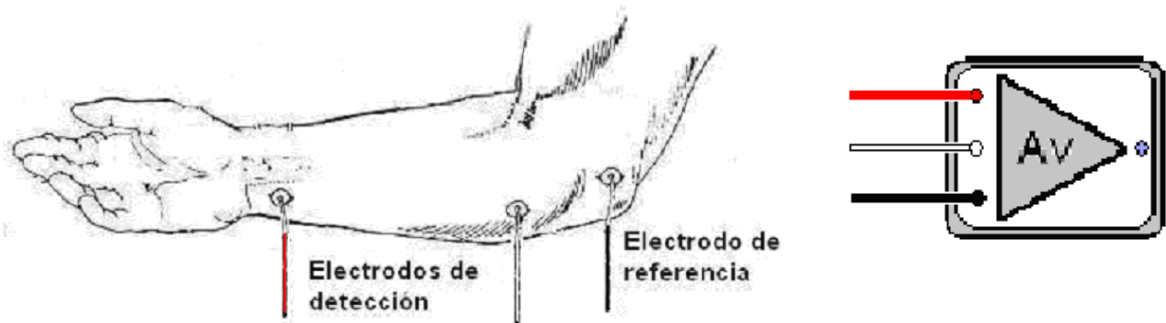


Se debe tratar en lo posible que los electrodos siempre estén ubicados en la misma posición cada vez que se desee utilizar el sistema y deben permanecer fijos durante la ejecución del mismo.

C.2.2 Conexión entre los electrodos y el amplificador. Es recomendable que el cable que conecta los electrodos con el amplificador sea blindado como aquellos comúnmente usados en micrófonos profesionales. Este tipo de cable no capta señales de ruido que pueden afectar el funcionamiento del sistema.

En la figura C.3 se muestra la conexión entre los electrodos y el amplificador. Los colores blanco, rojo y negro de los cables de los electrodos y de las entradas del amplificador sirven como guía en el momento de realizar la conexión.

Figura C.3. Conexión entre los electrodos y el amplificador.



C.2.3 Conexión entre el filtro notch y la tarjeta de sonido. El potenciómetro del filtro notch debe estar ubicado en un valor entre 90 K Ω y 100 K Ω para eliminar la componente de 50/60 Hz de la línea de potencia.

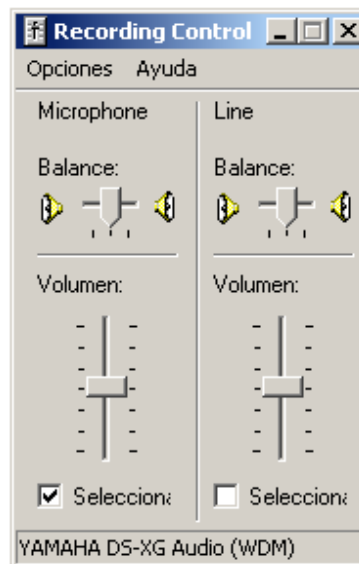
En la figura C.4 se muestra la conexión entre el filtro notch y la tarjeta de sonido.

Figura C.4. Conexión entre el filtro notch y la tarjeta de sonido.



C.2.4 Configuración de la tarjeta de sonido. En la figura C.5 se muestra la ventana con las casillas de verificación disponibles para realizar la selección y los controles de ganancia (controles de volumen) para cada una de las entradas. Se debe seleccionar la casilla destinada al micrófono (Microphone) y ajustar el control de volumen en un nivel medio.

Figura C.5. Ventana Control de Grabación

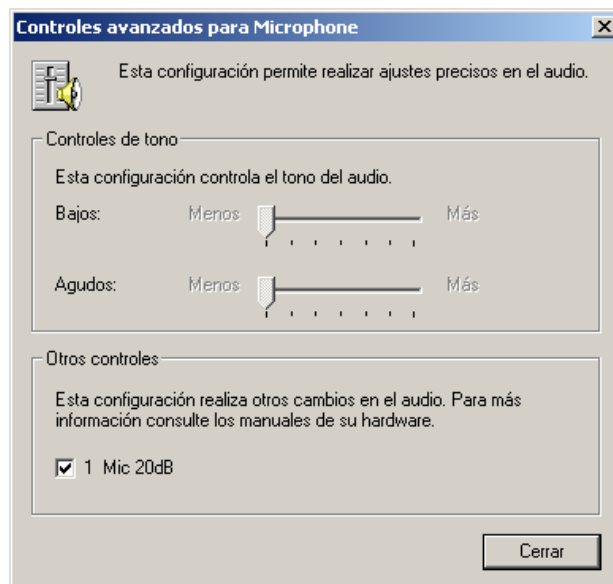


Si la tarjeta de sonido utilizada permite obtener una ganancia extra para la entrada de micrófono, que por lo general es de 20 dB o 30dB, se debe acceder a los controles avanzados tal como se muestra en la figura C.6, hacer clic en el botón “Avanzado” y seleccionar la casilla de verificación destinada para tal fin como se muestra en la figura C.7.

Figura C.6. Ventana para controlar el volumen de reproducción.



Figura C.7. Ventana para configurar la ganancia adicional para la entrada de micrófono.



C.3 SOFTWARE DEL SISTEMA

A continuación se describen los pasos que se deben seguir para entrenar el sistema y se muestran las interfaces de usuario que se desplegarán en cada uno de los procesos.

C.3.1 Interfaz principal. Inicialmente, el usuario debe ejecutar el VI “CoSME_Interfaz_Usuario” el cual permite acceder directamente a las opciones de entrenamiento del sistema y control de dispositivos. La interfaz que se despliega se muestra en la figura C.8.

Figura C.8. Interfaz principal.

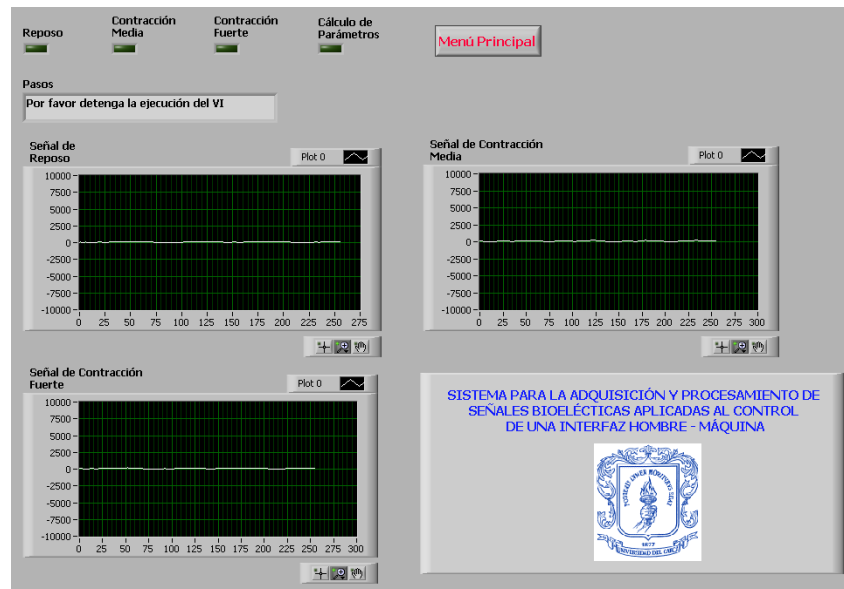


C.3.2 Entrenamiento del sistema. Para iniciar la captura de las señales de referencia, el usuario debe ubicarse en la etiqueta “Señales de Referencia” (ver figura C.9.) de la Interfaz Principal y hacer click sobre el botón “Señales de Referencia”. La interfaz que se despliega se muestra en la figura C.10.

Figura C.9. Etiqueta Señales de Referencia.



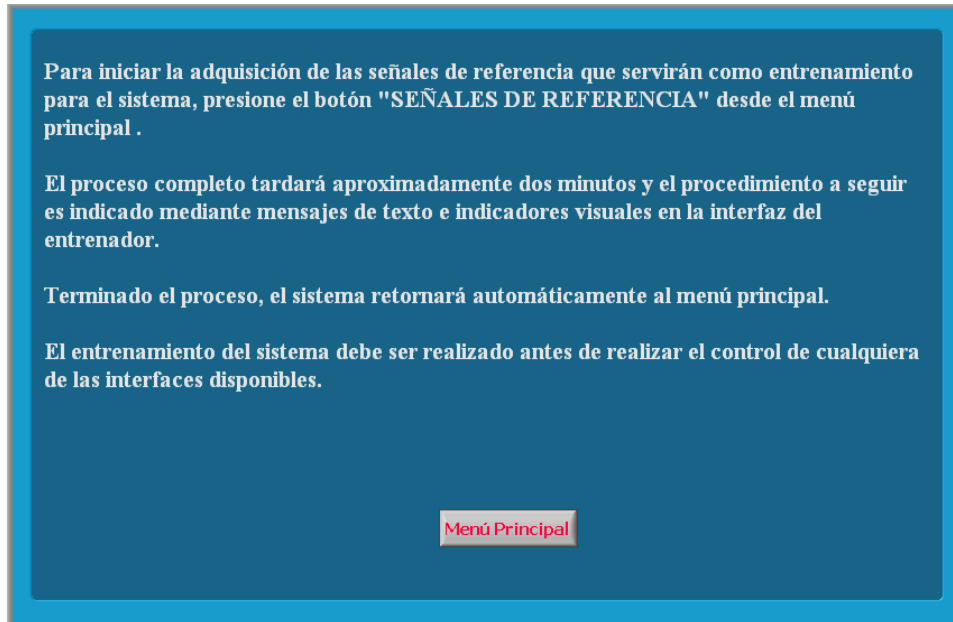
Figura C.10. Interfaz de Señales_Referencia.vi.



Durante el proceso de entrenamiento, al usuario se le muestran los pasos que debe seguir, mediante indicadores y mensajes de texto. El proceso completo dura aproximadamente 2 minutos. Después de este tiempo, el sistema regresa automáticamente a la Interfaz Principal y el usuario puede iniciar el control del brazo robótico simulado, del brazo robótico hardware o del robot móvil.

Al hacer click sobre el botón “Instrucciones” de la etiqueta “Señales de Referencia” (figura C.9), se desplegará una ventana que contiene una guía para iniciar el entrenamiento del sistema. En la figura C.11 se muestra la interfaz de “Instrucciones_Señales_Referencia.vi”.

Figura C.11. Interfaz de Instrucciones_Señales_Referencia.vi.

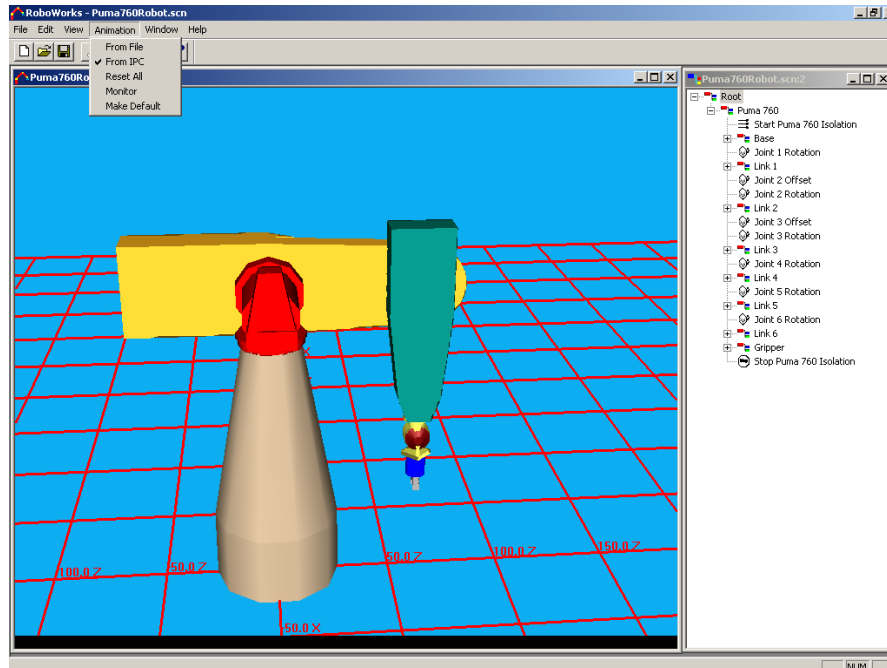


C.4 CONTROL DE DISPOSITIVOS

El sistema permite realizar el control de tres dispositivos diferentes los cuales son: un brazo robótico simulado, un brazo robótico hardware y un robot móvil.

C.4.1 Brazo robótico simulado. Inicialmente se debe ejecutar el programa RoboWorks, cargar el modelo del brazo robótico a controlar (en el caso particular de este proyecto el modelo está contenido en el archivo Puma760Robot.scn) y activar la opción “From IPC” del menú desplegable “Animation”. En la figura C.12 se muestra la interfaz que se despliega al cargar el modelo del robot simulado.

Figura C.12. Interfaz de RoboWorks.

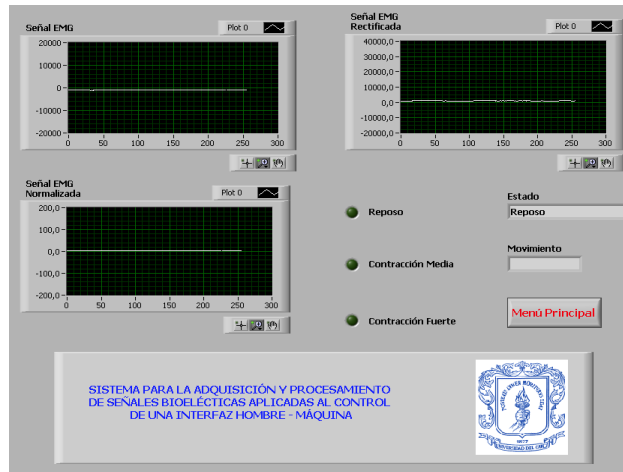


Posteriormente, se debe seleccionar la etiqueta “Brazo Software” de la Interfaz Principal tal como se muestra en la figura C.13 y al dar click sobre el botón “BRAZO SOFTWARE” se desplegará la interfaz que se muestra en la figura C.14.

Figura C.13. Etiqueta “Brazo Software”.



Figura C.14. Interfaz de CoSME_Brazo_SW.vi.



Quando se desee terminar con la ejecución del programa para controlar el brazo simulado, el usuario debe hacer clic en el botón “Menú Principal” y el sistema retornará a la Interfaz Principal.

Al hacer click sobre el botón “Instrucciones” de la etiqueta “Brazo Software” (figura C.13), se desplegará una ventana que contiene una guía para realizar el control del brazo simulado. En la figura C.15 se muestra la interfaz de “Instrucciones_Brazo_SW.vi”.

Figura C.15. Interfaz de Instrucciones_Brazo_SW.vi.

Para realizar el control del brazo software primero debe realizar el entrenamiento del sistema mediante la adquisición de las señales de referencia.

Si ya entrenó el sistema, inicie el programa RoboWorks y abra el archivo Puma760Robot.scn. Seleccione la opción From IPC del menú Animation.

Para controlar la apertura y cierre de la pinza del brazo simulado realice una contracción fuerte de los músculos de su brazo y manténgala durante aproximadamente 3 segundos.

Para subir o bajar el "codo" del brazo simulado realice una contracción fuerte y manténgala durante aproximadamente 1 segundo.

Para subir o bajar el "hombro" del brazo simulado realice una contracción media y manténgala durante aproximadamente 1 segundo.

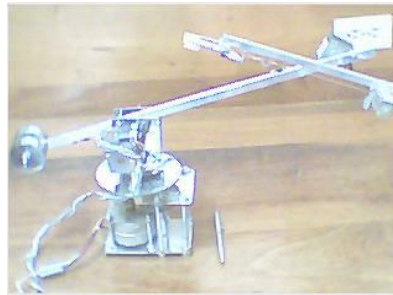
Para detener cualquiera de los movimientos que esté realizando el brazo realice una contracción media y manténgala durante aproximadamente 3 segundos.

Para iniciar el control presione el botón "BRAZO SOFTWARE" desde el menú principal.

Menú Principal

C.4.2 Brazo robótico hardware. Este dispositivo recibe órdenes de control a través del puerto paralelo del computador y debe conectarse a una fuente de alimentación que entregue voltajes de +15 V (cable amarillo del brazo robótico), +5 V (cable rojo del brazo robótico) y tierra (cable negro del brazo robótico). Con el fin de estandarizar las articulaciones del brazo robótico, se ha mantenido la nomenclatura de estas de la misma manera como fueron definidas por su diseñador. Esta nomenclatura define al hombro como la articulación de mayor longitud, al codo como la articulación que está unida al extremo superior del hombro y la pinza como el elemento que permite realizar acciones de apertura y cierre con el fin de aprisionar o liberar algún objeto. En la figura C.16 se muestra el brazo robótico utilizado.

Figura C.16. Brazo robótico.

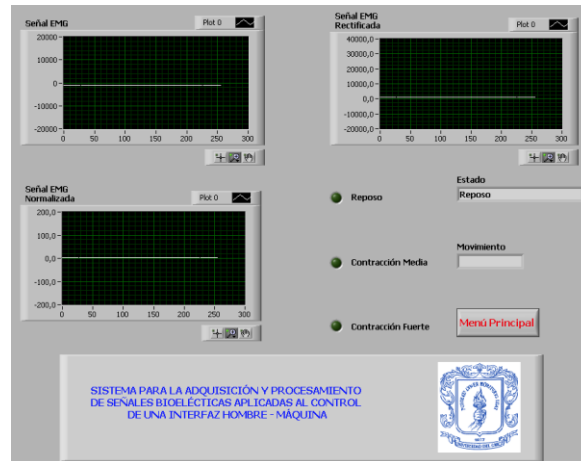


Para realizar el control de este dispositivo se debe seleccionar la etiqueta “Brazo Hardware” de la Interfaz Principal tal como se muestra en la figura C.17 y al dar click sobre el botón “BRAZO HARDWARE” se desplegará la interfaz que se muestra en la figura C.18.

Figura C.17. Etiqueta “Brazo Hardware”.



Figura C.18. Interfaz de CoSME_Brazo_HW.vi.



Cuando se desee terminar con la ejecución del programa para controlar el brazo robótico hardware, el usuario debe hacer clic en el botón “Menú Principal” y el sistema retornará a la Interfaz Principal.

Al hacer click sobre el botón “Instrucciones” de la etiqueta “Brazo Hardware” (figura C.17), se desplegará una ventana que contiene una guía para realizar el control del brazo robótico. En la figura C.19 se muestra la interfaz de “Instrucciones_Brazo_HW.vi”.

Figura C.19. Interfaz de Instrucciones_Brazo_HW.vi.

Para realizar el control del brazo hardware primero debe realizar el entrenamiento del sistema mediante la adquisición de las señales de referencia.

Si ya entrenó el sistema, conecte los cables amarillo, rojo y negro de la caja del brazo robótico a una fuente de alimentación, el conector DB-25 macho de la caja al puerto paralelo del computador y conecte el conector DB-25 macho del brazo con el conector DB-25 hembra de la caja.

Para controlar la apertura y cierre de la pinza del brazo robótico realice una contracción fuerte de los músculos de su brazo y manténgala durante aproximadamente 3 segundos.

Para subir o bajar el "codo" del brazo robótico realice una contracción fuerte y manténgala durante aproximadamente 1 segundo.

Para subir o bajar el "hombro" del brazo robótico realice una contracción media y manténgala durante aproximadamente 1 segundo.

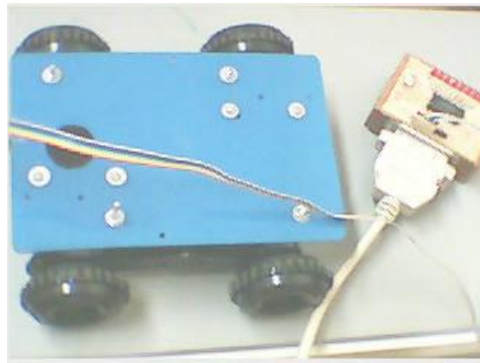
Para detener cualquiera de los movimientos que esté realizando el brazo realice una contracción media y manténgala durante aproximadamente 3 segundos.

Para iniciar el control presione el botón "BRAZO HARDWARE" desde el menú principal.

[Menú Principal](#)

C.4.3 Robot móvil. Este dispositivo, al igual que el brazo robótico hardware, recibe órdenes a través del puerto paralelo del computador. La conexión entre el puerto paralelo y el robot móvil se realiza por medio de un circuito integrado ULN2803A el cual es el encargado de impulsar la corriente requerida por los motores del móvil para que este pueda desplazarse, al tiempo que protege al puerto paralelo contra daños por sobrecargas. Este circuito integrado debe conectarse a una fuente de alimentación que entregue +5 V. En la figura C.20 se muestra una imagen del robot móvil utilizado.

Figura C.20. Robot móvil.

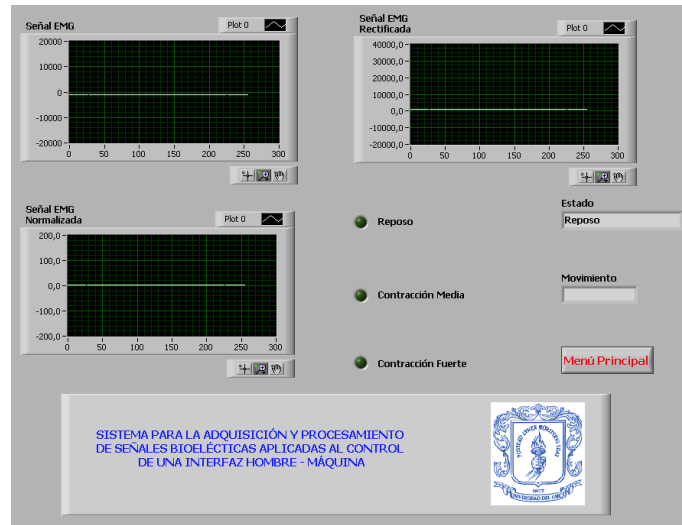


Para realizar el control de este dispositivo se debe seleccionar la etiqueta “Robot Móvil” de la Interfaz Principal tal como se muestra en la figura C.21 y al dar clic sobre el botón “ROBOT MÓVIL” se desplegará la interfaz que se muestra en la figura C.22.

Figura C.21. Etiqueta “Robot Móvil”.



Figura C.22. Interfaz de CoSME_Robot_Móvil.vi.



Cuando se desee terminar con la ejecución del programa para controlar el robot móvil, el usuario debe hacer clic en el botón “Menú Principal” y el sistema retornará a la Interfaz Principal.

Al hacer click sobre el botón “Instrucciones” de la etiqueta “Robot Móvil” (figura C.21), se desplegará una ventana que contiene una guía para realizar el control del robot móvil. En la figura C.23 se muestra la interfaz de “Instrucciones_Robot_Móvil.vi”.

Figura C.23. Interfaz de Instrucciones_Robot_Móvil.vi.

Para realizar el control del robot móvil primero debe realizar el entrenamiento del sistema mediante la adquisición de las señales de referencia.

Si ya entrenó el sistema, conecte la interfaz entre el móvil y el puerto paralelo del computador a una fuente de alimentación de +5 V. Realice la conexión entre el puente H del móvil y la interfaz utilizando un cable ribbon de 6 líneas en los terminales destinados para tal fin. Conecte la interfaz al puerto paralelo del computador.

Para controlar el desplazamiento hacia adelante o hacia atrás del robot móvil, realice una contracción media de los músculos de su brazo y manténgala durante aproximadamente 1 segundo.

Para hacer girar el robot móvil hacia la derecha o hacia la izquierda, realice una contracción fuerte y manténgala durante aproximadamente 1 segundo.

Para detener cualquiera de los movimientos que esté realizando el robot, realice una contracción media mantenida durante aproximadamente 3 segundos.

Para iniciar el control presione el botón "ROBOT MÓVIL." desde el menú principal.

Menú Principal