

**SISTEMA DE INTERFAZ HAPTICA PARA EL
CONTROL DE POSICION EN UN ESPACIO
TRIDIMENSIONAL VIRTUAL**



TITO MANUEL PIAMBA MAMIAN

ANEXOS

**Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control
Línea de I+D en Robótica y Control
Ingeniería en Automática Industrial**

Popayán, Enero 2011

**SISTEMA DE INTERFAZ HAPTICA PARA EL
CONTROL DE POSICION EN UN ESPACIO
TRIDIMENSIONAL VIRTUAL**

TITO MANUEL PIAMBA MAMIAN

ANEXOS

**Tesis presentada a la Facultad de Ingeniería
Electrónica y Telecomunicaciones de la
Universidad del Cauca para la obtención del
Título de**

Ingeniero en Automática Industrial

**Director:
Ing. Vladimir Trujillo Arias**

Popayán, Febrero 2011

Tabla de Contenido

Lista de figuras.....	3
Lista de Tablas.....	4
ANEXO A.	5
1. ECUACIONES DE SOLUCIÓN PARA EL MGI.	5
2. VALORES NUMÉRICOS	7
3. PARÁMETROS INERCIALES DE BASE PARA HAPTIC 3R	7
ANEXO B	9
4. INSTALACIÓN DEL DRIVER DEL MICROCONTROLADOR BAJO SISTEMA OPERATIVO XP	9
5. CREACIÓN DE UN PROYECTO EN MPLAB CON PIC C (CCS).....	13
ANEXO C	18
6. CREACIÓN DE UN PROYECTO EN C# (VISUAL STUDIO EXPRESS 2008). 18	
ANEXO D	21

Lista de figuras

Figura 4.1 Reconocimiento de la interfaz por el sistema operativo.	9
Figura 4.2. Selección del driver a instalar.	10
Figura 4.3. Ubicación de la ruta del driver.	11
Figura 4.4. Instalación del driver.	12
Figura 4.5. Verificación de la instalación del driver.	13
Figura 7.1. Creación de un proyecto en CCS.	14
Figura 7.2. Selección de opciones de programación.	15
Figura 7.3. Configuración de MPLAB.	15
Figura 7.4. Configuración de CCS en MPLAB.	16
Figura 7.5 Verificación del enlace CCS-MPLAB.	17
Figura 8.1. Creación de un proyecto en C#.	18
Figura 8.2. Inserción de la librería para comunicación USB.	19
Figura 8.3. Configuración del Proyecto para comunicación USB.	19
Figura 8.4. Menú del GUI para la creación de una interfaz de usuario.	20

Lista de Tablas

Tabla 2.1. Valores numéricos no reagrupados	7
---	---

ANEXO A.

1. ECUACIONES DE SOLUCIÓN PARA EL MGI.

- **Matriz de Transformación ${}^0 T_4$ (MGD):**

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Donde:

T_{14}, T_{24}, T_{34} Es el vector de posición.

$$T_{14} = D3C1C2 + R4C1S23$$

$$T_{24} = D3C2S1 + R4S1S23$$

$$T_{34} = -R4C23 + D3S2$$

Ahora la matriz deseada U_0 :

$$U_0 = \begin{bmatrix} S_x & n_x & a_x & P_x \\ S_y & n_y & a_y & P_y \\ S_z & n_z & a_z & P_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Igualando los vectores de posición deseados y obtenidos se calcula la posición de HAPTIC 3R obteniendo las ecuaciones:

$$P_x = D3C1C2 + R4C1S23 \quad (1)$$

$$P_y = D3C2S1 + R4S1S23 \quad (2)$$

$$P_z = -R4C23 + D3S2 \quad (3)$$

Utilizando las ecuaciones (1) y (3) y multiplicando a (3) por $C1$:

$$P_x = D3C1C2 + R4C1S23 \quad (1)$$

$$C1 P_z = -R4C23C1 + D3S2C1 \quad (4)$$

Organizando y elevando al cuadrado las ecuaciones (1), (4):

$$(P_x - D3C1C2)^2 = (R4C1S23)^2 \quad (5)$$

$$(C1 P_z - D3S2C1)^2 = (-R4C23C1)^2 \quad (6)$$

Sumando (5) y (6):

$$(P_x - D3C1C2)^2 + (C1 P_z - D3S2C1)^2 = (R4C1)^2 \quad (7)$$

Resolviendo (7):

$$(P_x)^2 - (2P_x D2C1S2) + (D3C1C2)^2 + (C1 P_z)^2 - (2C1 P_z D3S2C1) + (D3S2C1)^2 = (R4C1)^2 \quad (8)$$

Simplificando (8):

$$(P_x)^2 + (C1 P_z)^2 - (2P_x D2C1S2) - (2C1 P_z D3S2C1) + (D3C1)^2 = (R4C1)^2 \quad (9)$$

Despejando (9):

$$(R4C1)^2 - (P_x)^2 - (C1 P_z)^2 - (D3C1)^2 = -(2P_x D2C1S2) - (2C1 P_z D3S2C1) \quad (10)$$

Ecuación característica:

$$Z = YC2 + XS2 \quad (11)$$

Llevando (10) a (11):

$$Z1 = (R4C1)^2 - (P_x)^2 - (C1 P_z)^2 - (D3C1)^2$$

$$Y1 = -(2P_x D2C1S2)$$

$$X1 = -(2C1 P_z D3S2C1)$$

Luego:

$$A = X1Z1 + Y1(X1^2 + Y1^2 - Z1^2)/(X1^2 + Y1^2)$$

$$B = X1Z1 - Y1(X1^2 + Y1^2 - Z1^2)/(X1^2 + Y1^2)$$

2. VALORES NUMÉRICOS

Para realizar el análisis físico de los cuerpos se utilizó el software SolidEdge, en el cual se obtiene los valores inerciales y de masas necesarios de cada cuerpo.

De esta manera, se construye el cuerpo1 que está asociado a la articulación 1 del robot, luego se calcula la masa (M1) y luego se introduce las expresiones de agrupamiento que se requieran. Luego se construye el cuerpo 2 y así sucesivamente.

En la tabla 1 se muestra un resumen de los valores numéricos no reagrupados que entrega SolidEdge.

Tabla 2.1. Valores numéricos no reagrupados

J	XXJ	YYJ	ZZJ	MXJ	MYJ	MZJ	MJ	Iaj
1	1.8563	3.6386	3.7187	-36.34	0.31	29.46	0.618	2.2839
2	0.065	0.073	0.0589	-0.52	0.017	20.66	0.043	0.0589
3	0.101	0.0364	0.0997	-1124	9.92	11.67	0.082	0.0905
4	0.898	0.0761	0.807	2.053	59.20	18.84	0.134	0.3275

3. PARÁMETROS INERCIALES DE BASE PARA HAPTIC 3R

Usando el software SYMORO se obtuvieron las ecuaciones de los parámetros inerciales de base reagrupados.

Las ecuaciones entregadas son:

- $ZZ1R=IA1 + ZZ1 + \text{Sin}(\pi/2.)^{**2}*(D3^{**2}*(M3 + M4) + YY2 + YY3 + 2*MZ4*R4*\text{Cos}(\pi/2.)^{**2} + M4*R4^{**2}*\text{Cos}(\pi/2.)^{**2} + YY4*(1 - \text{Sin}(\pi/2.)^{**2}))$
- $XX2R=- (D3^{**2}*(M3 + M4)) + XX2 - YY2$
- $XZ2R=XZ2 - D3*(MZ3 + MZ4*\text{Cos}(\pi/2.) + M4*R4*\text{Cos}(\pi/2.))$
- $ZZ2R=D3^{**2}*(M3 + M4) + ZZ2$

- $MX2R=D3*(M3 + M4) + MX2$
- $XX3R=XX3 - YY3 + YY4 - 2*MZ4*R4*\text{Cos}(PI/2.)^{**2} - M4*R4^{**2}*\text{Cos}(PI/2.)^{**2} - YY4*(1 - \text{Sin}(PI/2.)^{**2}) + 2*MZ4*(R4*\text{Cos}(PI/2.)^{**2} + R4*\text{Sin}(PI/2.)^{**2}) + M4*(R4^{**2}*\text{Cos}(PI/2.)^{**2} + R4^{**2}*\text{Sin}(PI/2.)^{**2})$
- $YZ3R=YZ3 + 2*MZ4*R4*\text{Cos}(PI/2.)*\text{Sin}(PI/2.) + M4*R4^{**2}*\text{Cos}(PI/2.)*\text{Sin}(PI/2.) + YY4*\text{Cos}(PI/2.)*\text{Sin}(PI/2.)$
- $ZZ3R=ZZ3 + 2*MZ4*R4*\text{Sin}(PI/2.)^{**2} + M4*R4^{**2}*\text{Sin}(PI/2.)^{**2} + YY4*\text{Sin}(PI/2.)^{**2}$
- $MY3R=MY3 - MZ4*\text{Sin}(PI/2.) - M4*R4*\text{Sin}(PI/2.)$
- $XX4R=XX4 - YY4$

ANEXO B

4. INSTALACIÓN DEL DRIVER DEL MICROCONTROLADOR BAJO SISTEMA OPERATIVO XP

Requisitos para instalar el driver:

- Descargar el driver del microcontrolador 18F4550 desde la página oficial de Microchip ® (incluido en el dvd entregado con el proyecto).
- Tener sistema operativo Windows XP (32/64).
- Puerto USB disponible.

Al conectar la interfaz HAPTIC 3R por primera vez en un computador con Windows XP, aparecerá la un mensaje como se muestra en la figura

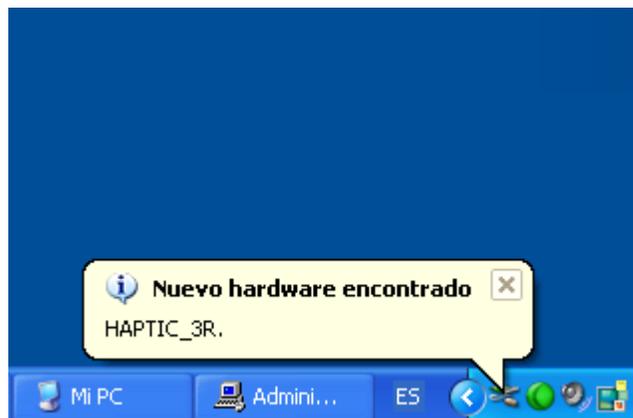


Figura 4.1 Reconocimiento de la interfaz por el sistema operativo.

Luego aparece el asistente de instalación para hardware nuevo, se escoje la segunda opción

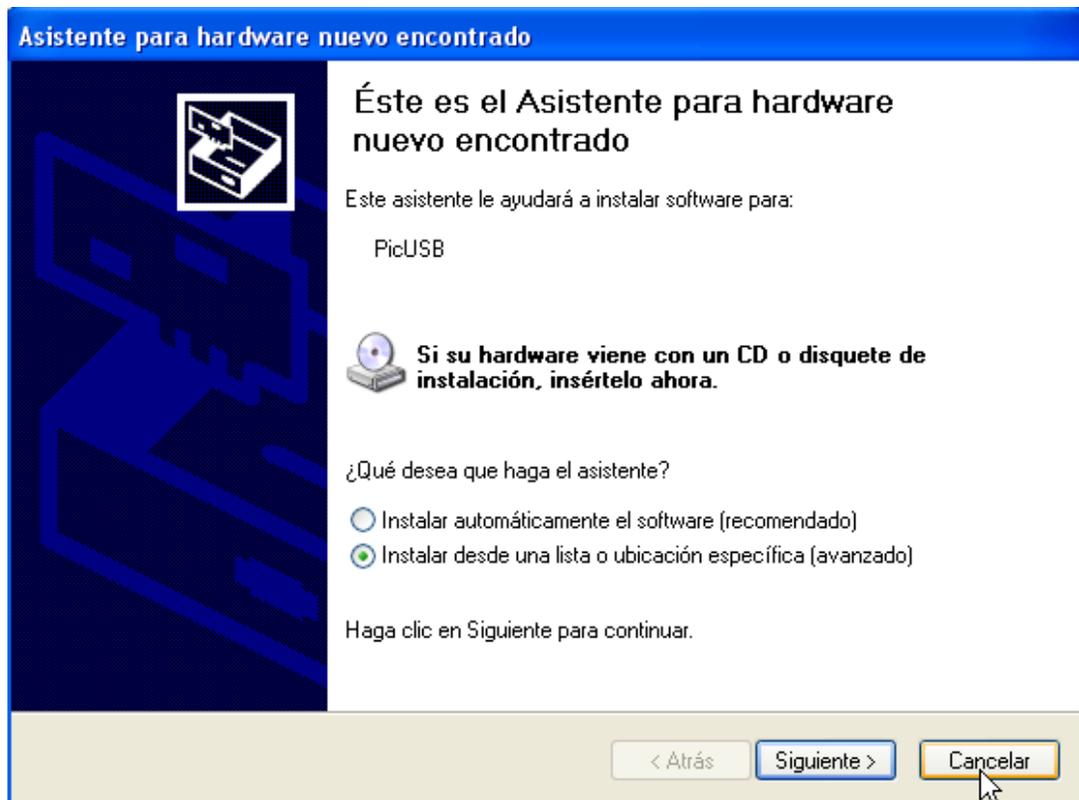


Figura 4.2. Selección del driver a instalar.

Luego aparece la opción de buscar el driver, colocar la dirección donde está la carpeta del driver.

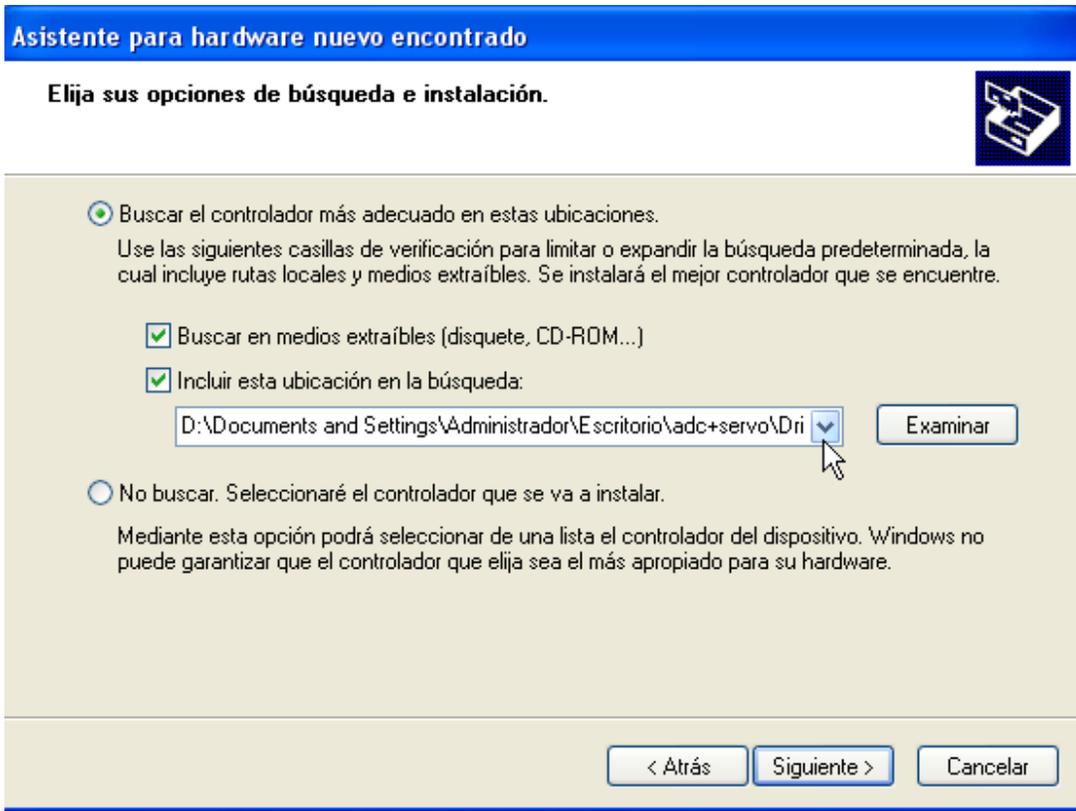


Figura 4.3. Ubicación de la ruta del driver.

Luego se inicia la instalación como se muestra en la fig

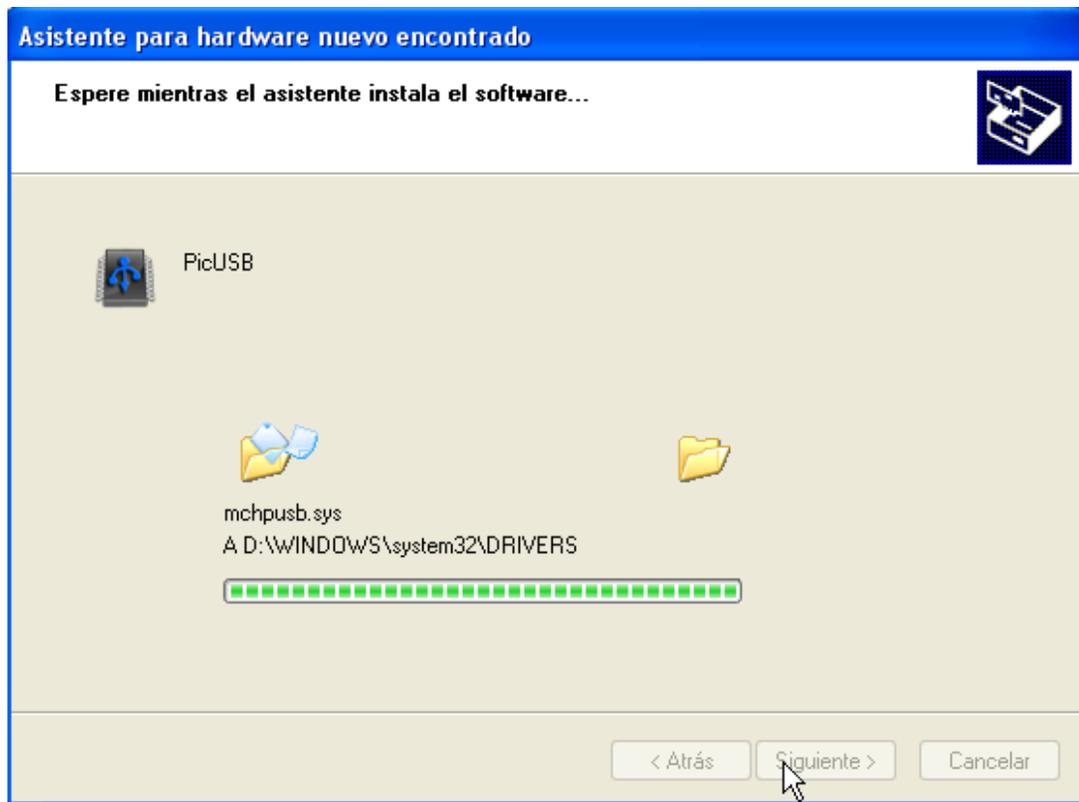


Figura 4.4. Instalación del driver.

En el administrador de dispositivos se nota que el estado de la instalación del driver fue exitoso.

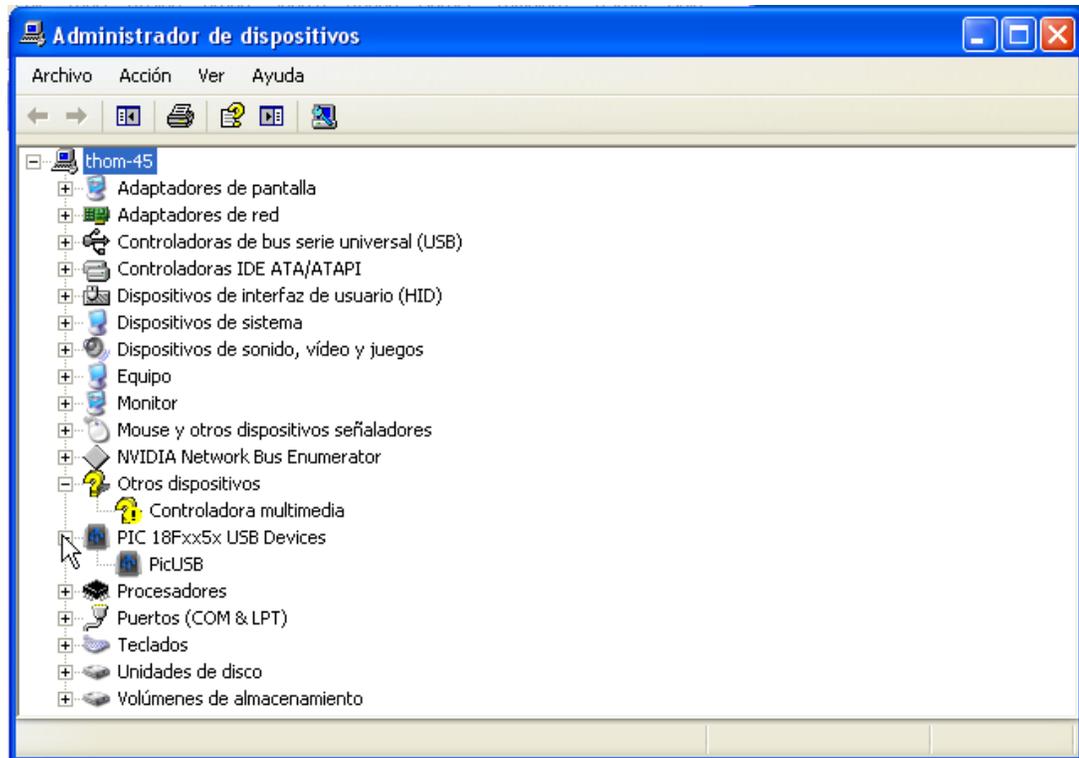


Figura 4.5. Verificación de la instalación del driver.

5. CREACIÓN DE UN PROYECTO EN MPLAB CON PIC C (CCS)

Ejecutar ccs.exe y crear un proyecto y guardarlo.

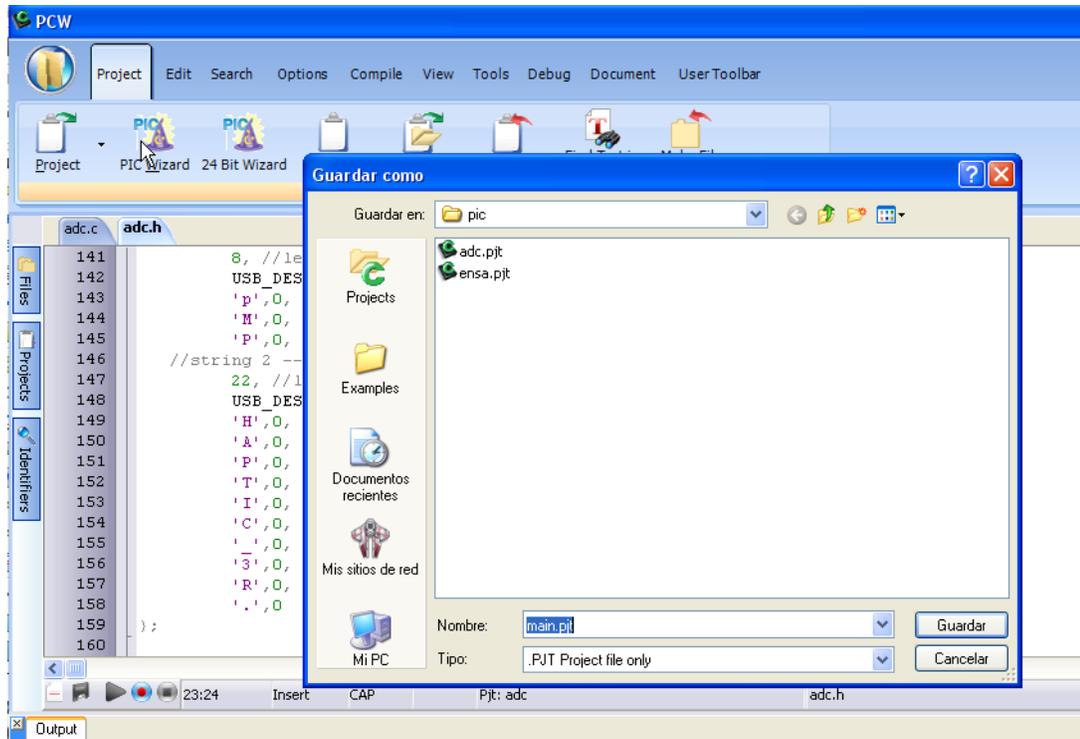


Figura 5.1. Creación de un proyecto en CCS.

Ahora seleccionamos el microcontrolador y las funciones que queremos activar.

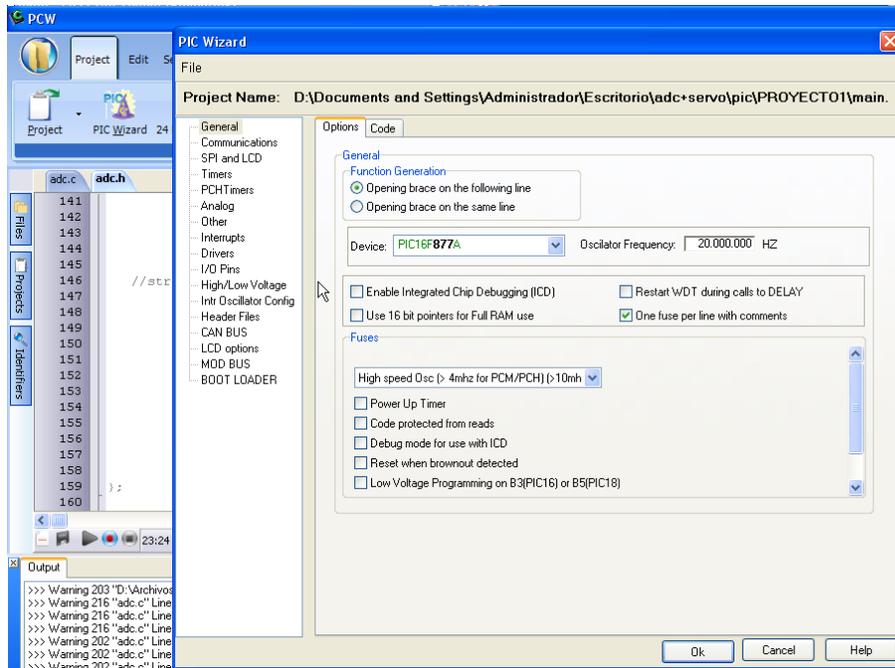


Figura 5.2. Selección de opciones de programación.

Luego de aceptar se crean dos archivos un *.c y *.h que guardan la configuración del microcontrolador.

Ahora ejecutamos MPLAB y creamos un nuevo proyecto y se procede a guardar.

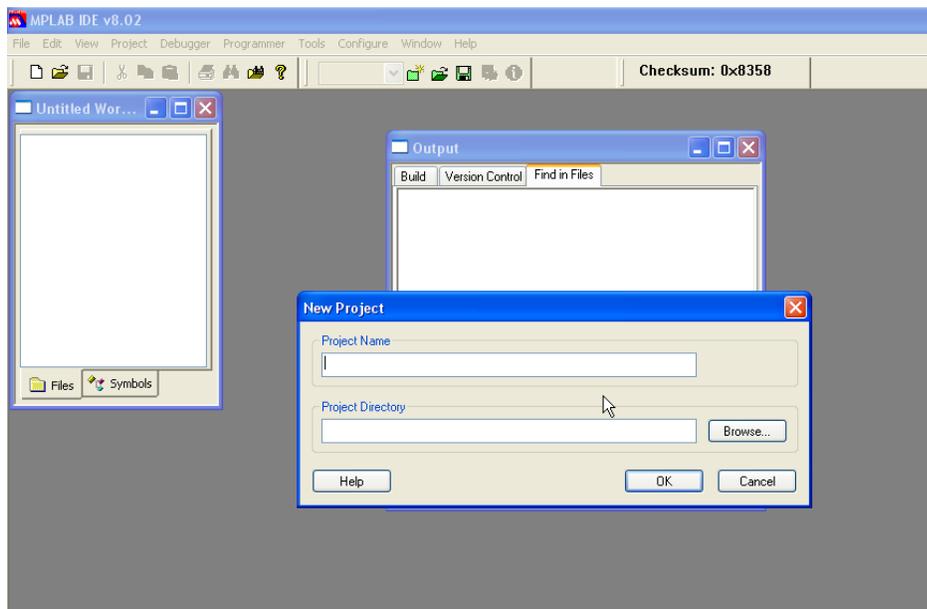


Figura 5.3. Configuración de MPLAB.

Después de crear el proyecto, se procede a agregar a PIC C como compilador principal en MPLAB

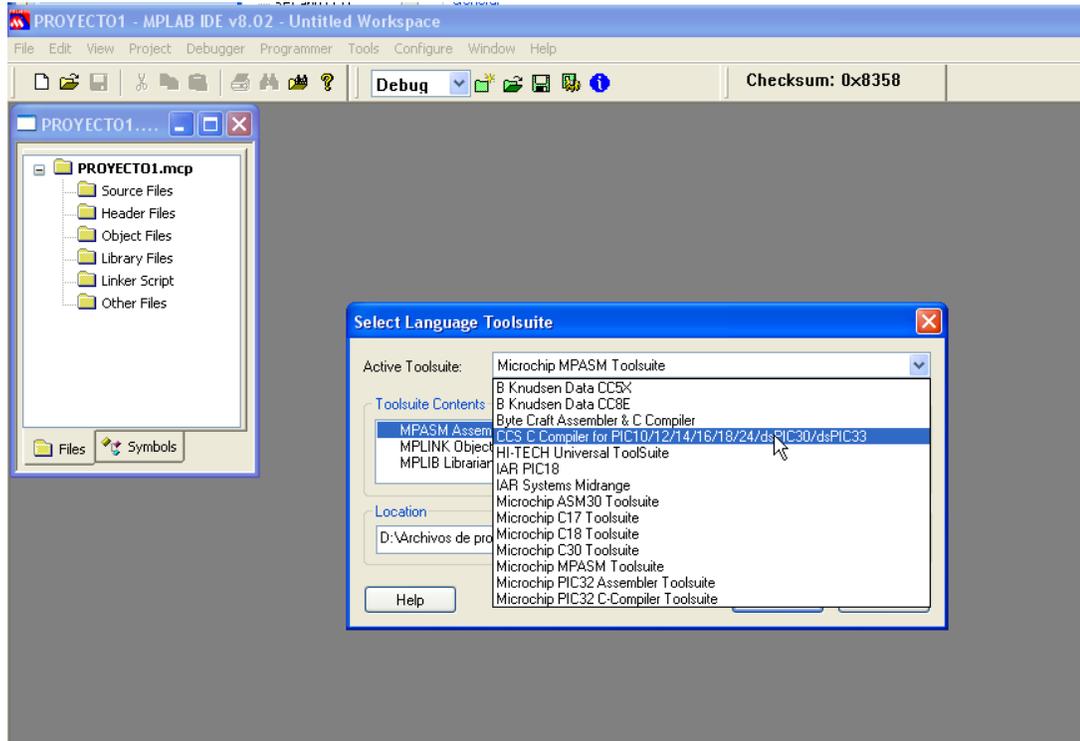


Figura 5.4. Configuración de CCS en MPLAB.

Ahora se agrega los archivos *.c y *.h creados al proyecto de MPLAB. Con este paso, ya se puede compilar el proyecto.

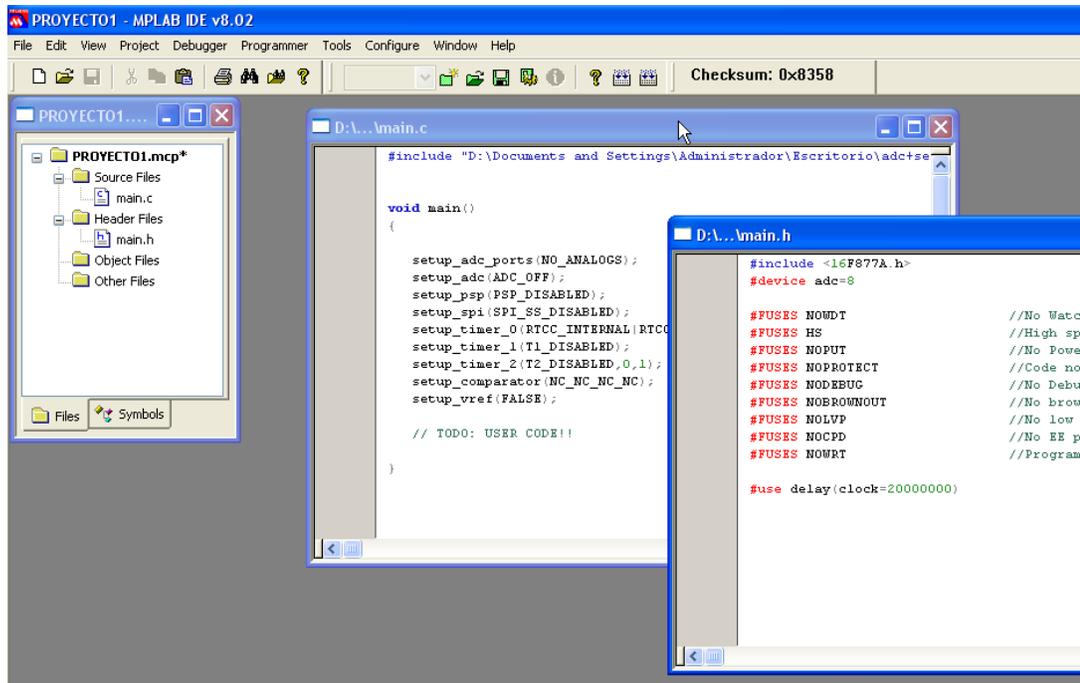


Figura 5.5 Verificación del enlace CCS-MPLAB.

ANEXO C

6. CREACIÓN DE UN PROYECTO EN C# (VISUAL STUDIO EXPRESS 2008).

Abrir Visual Studio C# 2008 Express, crear un nuevo proyecto y seleccionar aplicación de WINDOWS FORM

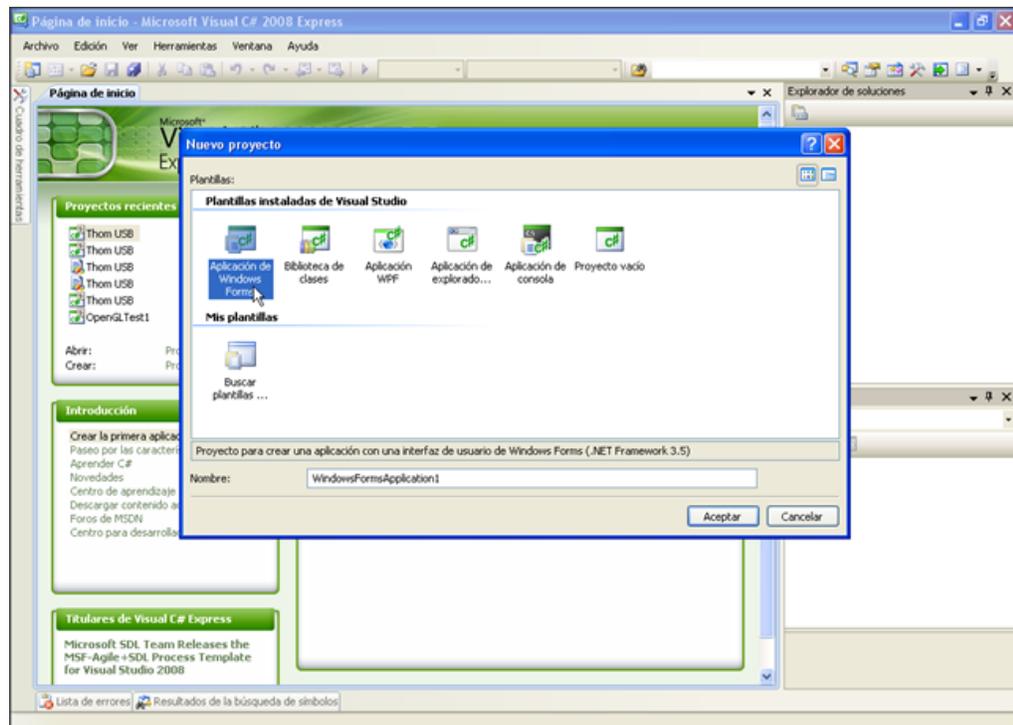


Figura 6.1. Creación de un proyecto en C#.

Si se desea tener comunicación USB se debe agregar el archivo PICUSS.cs

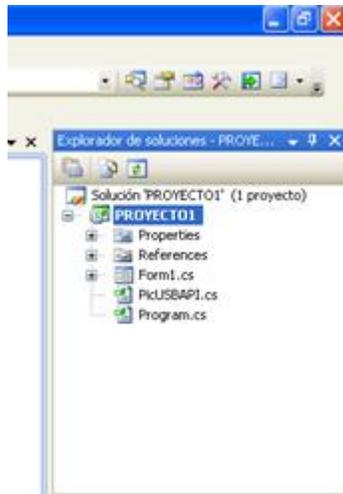


Figura 6.2. Inserción de la librería para comunicación USB.

Para poder compilar este archivo se debe tener activa la opción permitir código no seguro que se encuentra en propiedades del proyecto.

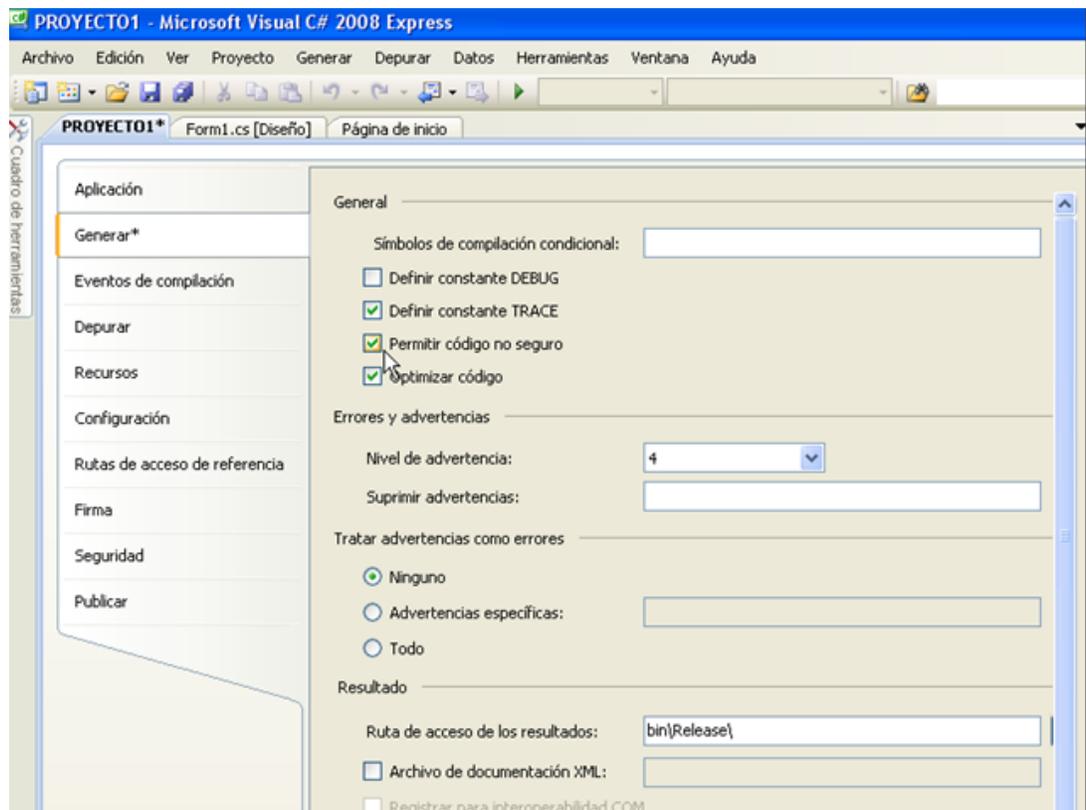


Figura 6.3. Configuración del Proyecto para comunicación USB.

En la ventana de FORM.c esta las herramientas GUI para la creación de una interfaz de usuario.

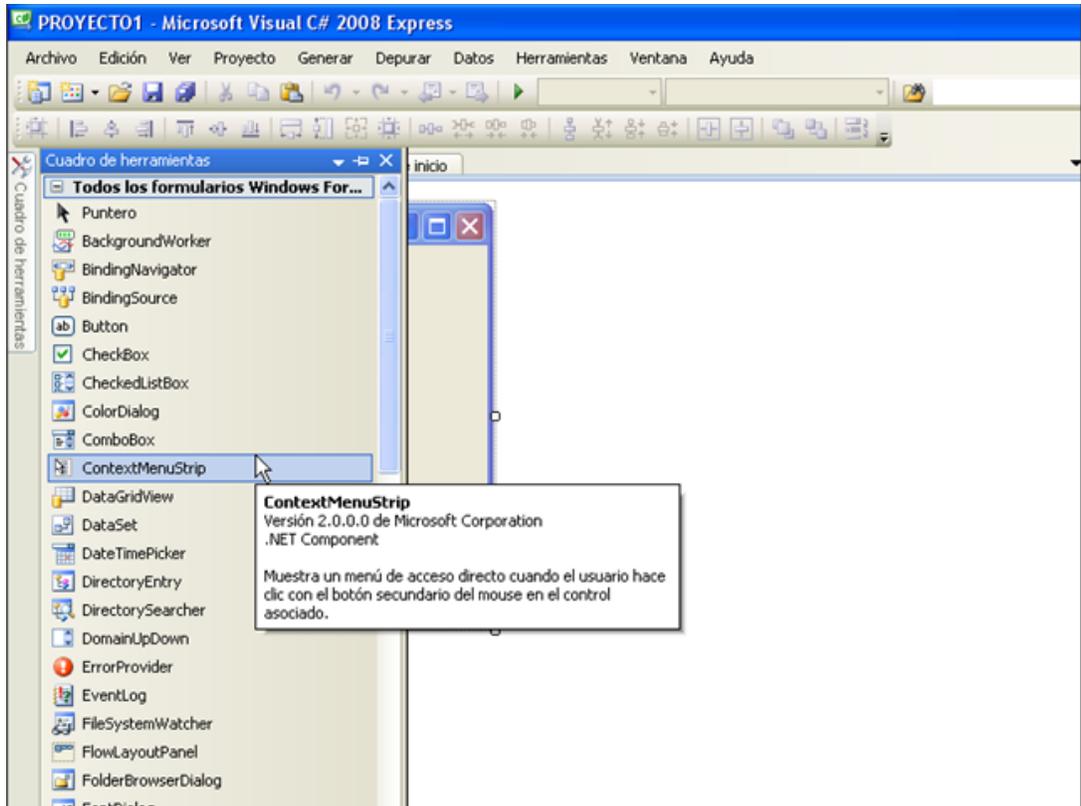


Figura 6.4. Menú del GUI para la creación de una interfaz de usuario.

Los códigos correspondientes a Interfaz_Usuario , Interfaz_3D y códigos del microcontrolador están incluido en el DVD incluido en el proyecto.

ANEXO D

En la figura se muestra el esquema PCB de la tarjeta de control mediante el software EAGLE.

