

# Programación de Sistemas de Cómputo Móviles

Juan Carlos Herrera Lozada<sup>1</sup>, Israel Rivera Zárate<sup>1</sup>, Rodrigo Morales Alvarado<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Profesores del CIDETEC – IPN

<sup>2</sup>Alumno de la Maestría en Tecnología de Cómputo del CIDETEC - IPN

e-mails: {jlozada; irivera}@ipn.mx; moar82@yahoo.com

## Resumen.

Este es el primero de una serie de artículos enfocados a la programación de sistemas de cómputo móviles, en particular PDAs. En esta entrega inicial se realiza un compendio de los términos comunes involucrados en este contexto, así como una aproximación a la programación de aplicaciones bajo Windows CE utilizando Embedded Visual Basic.

## 1. Introducción.

En la actualidad, los dispositivos móviles representan un campo tecnológico muy fuerte en cuanto a infraestructura y aplicaciones. La telefonía móvil y sobre todo las computadoras de bolsillo, también conocidas como PDAs (*Personal Digital Assistant – Asistente Digital Personal*), resultan elementos indispensables en la informática contemporánea para el intercambio y proceso de información.

De manera formal, considerando la entrada de datos hacia el sistema *embebido*, la mayoría de los conocedores coinciden que los PDAs son las computadoras de bolsillo que admiten datos a través de un teclado gráfico estimulado a través de una pantalla táctil (*touch screen*). Cuando el teclado es físico se dice que se trata de un *handheld*. Dada la proliferación actual, se tiende a hacer referencia de forma indistinta cuando se trata con dispositivos de estas características.

Para algunos otros autores, se debe estimar a las agendas electrónicas y a las calculadoras convencionales como otro tipo primitivo de handhelds o PDAs, con la particularidad de que no tienen sistema operativo.

Aunque existen otras alternativas, como la posibilidad de instalar Linux, la competencia en el mercado de los PDA se libra actualmente entre las plataformas hardware que utilizan *Palm OS* y *Windows CE*.

*Palm OS* es un sistema operativo diseñado y actualizado por *Palm.*, para computadoras de mano de este fabricante y algunos otros como *Sony*, *Kyosera*, *Samsung* y *Handspring*, que han adoptado este mismo administrador de recursos. Surgió en 1996 de la mano de la primera máquina *Palm Pilot*. La versión que más se está empleando hoy día es *Palm OS 5*, también referida como *Garnet* y, entre otras mejoras, soporta un mayor rango de resoluciones de pantalla y transmisión *bluetooth*.

En unos meses se liberará *Palm OS 6.1*, también denominada *Cobalt*, un sistema operativo de 32 bits completamente nativo y funcional dirigido a procesadores portátiles *ARM* (herederos de los antiguos procesadores *Dragonball*, más rápidos y eficientes); su principal novedad es que el sistema funcionará sobre *Linux*.

*Windows CE (Compact Edition)* representa la evolución de la experiencia de Microsoft sobre dispositivos móviles. Desde sus inicios, éste ha sido la base para algunas actualizaciones o estandarizaciones en dependencia al fabricante del PDA en cuestión, como por ejemplo *Windows Pocket PC*. En la actualidad Microsoft dirige *Windows CE* no sólo hacia PDAs, sino también a *Smartphones*, videojuegos de última generación y computadoras de automóviles; por tal motivo, ha denominado *Windows Mobile* a la última versión de *Windows CE (NET)* cuya característica radica en unificar el sistema operativo de los dispositivos portátiles. Los principales fabricantes de PDAs bajo este administrador de recursos son *HP* (fusionado con *Compaq*), *Dell*, *Toshiba*, *Viewsonic* y *Casio*.

El sistema operativo *Windows CE*, está basado en la interfaz de programación para aplicaciones *Win32 (API)*. Como en los demás sistemas operativos de *Windows*, *Windows Pocket* posee un modelo de programación orientado a eventos: recibe mensajes, interpreta mensajes y actúa sobre los mensajes. Estos programas tienen una o más ventanas que reciben y procesan mensajes en un ciclo.

De acuerdo a diversos estudios comparativos publicados en línea, *Palm OS* es más compacto y estable que *Windows CE*, pero menos versátil en cuanto a soporte de comunicaciones, manejo de recursos y complejidad de procesamiento. Tomando en consideración que los PDAs no tienen disco duro y que por consiguiente, el sistema operativo se almacena en una memoria en circuito

integrado, Windows Mobile requiere utilizar más memoria que Palm OS, tanto al iniciar como al ejecutar aplicaciones.

En nuestro país en particular, existe más soporte software y hardware para Palm OS que para Windows CE. A nivel mundial, según datos de *International Data Consulting*, PALM OS acapara un 50% del mercado tecnológico basado en PDAs, Windows CE tiene sólo un 25% del total, el resto se divide entre otros competidores.

## 2. Prestaciones de los PDAs.

Indistintamente del sistema operativo, los PDAs incluyen software básico de manera precargada: correo electrónico, agenda, editores de texto, hojas de cálculo, navegador web, sincronizador (intercambio de archivos entre la PC de escritorio y el PDA), entre otros. Para comunicaciones poseen varios puertos, entre los que destacan el puerto serie con estándar RS-232, el puerto de infrarrojos y la ranura de expansión para tarjetas SD (*Secure Digital Memory Card*). En la actualidad se han incorporado puertos para tarjetas PCMCIA (*Personal Computer Memory Card International Association*) y *Compact Flash*.

El soporte en software opcional incluye editores de presentaciones, juegos, visualización de aplicaciones Flash y Java, visor de archivos pdf y reproducción de música y videos directamente en formatos multimedia convencionales, entre una gran variedad. Algunos de los más recientes y sofisticados incluyen hardware integrado para conexión *Wireless* (inalámbrica), *Bluetooth* (inalámbrico con enlace a través de radiofrecuencia), *GSM* para telefonía celular y cámara fotográfica.

A continuación se predispone un glosario de términos comunes que se utilizan al margen de este tipo de recursos de cómputo. En la *Tabla 1*, es posible advertir con mayor detalle dónde aplican los recursos definidos.

**Memoria RAM.** Es la memoria donde se pueden almacenar archivos de datos del usuario y correr programas. En la mayoría de PDAs se trata de memorias *SDRAM* (RAM Dinámica Síncrona), donde a mayor cantidad de memoria es posible tener más archivos abiertos al mismo tiempo o guardar más información.

**Memoria ROM.** Es la memoria principal del PDA, donde normalmente se almacena el sistema operativo. En la mayoría de PDAs, es de tipo *FLASH ROM* que permite actualizarse vía software, sin necesidad de desprender el chip de la tarjeta madre.

**Multimedia.** Se refiere a la reproducción y/o grabación de música, voz, imágenes y video, así como a la posibilidad de utilizar juegos electrónicos. Las PDAs actuales reproducen archivos *MP3* y permiten visualizar gráficos en diferentes formatos, entre éstos el *JPEG*. La Pocket PC soporta *Windows Media Player* y la reproducción de videos *WM* y *MPEG*.

**Navegación.** Este aspecto se refiere a los pasos que se deben realizar con el lápiz óptico sobre la pantalla táctil (*touchscreen*) para pasar de un programa a otro, administrar y visualizar archivos, etc. También es posible realizar algunas opciones de navegación con las teclas de acceso directo que tiene el PDA.

**Puertos de comunicación (Conectividad).** Son los circuitos electrónicos que permiten el intercambio de información entre el PDA y otros dispositivos como computadoras, teléfonos celulares, impresoras, cámaras digitales, otros PDAs, etc.

A continuación se explican los principales puertos:

- **USB.** El *Bus Serial Universal* es el estándar más comúnmente utilizado para sincronizar el PDA con la computadora.
- **Serial.** Soporta el protocolo RS-232 para la transmisión serie asíncrona. Este puerto se detallará en un artículo posterior.
- **Infrarrojo o IrDA.** Validado por la Asociación de Datos Infrarroja (*Infrared Data Association*), se trata de un estándar desarrollado por un grupo de fabricantes de dispositivos para transmitir datos a través de ondas de luz. Esta conexión inalámbrica se transmite a muy baja velocidad y, al igual que un control remoto de TV, se debe tener línea de vista con el receptor ya que cualquier desviación u obstáculo impide la conexión.

- **Bluetooth.** Es una nueva forma de transmisión por radiofrecuencia entre aparatos electrónicos que cuenten con tarjeta de este mismo tipo; es más rápida, tiene un alcance de hasta 10 metros y no requiere de línea de vista. Se trata de un estándar Wireless LAN (inalámbrico para redes tipo LAN) que surge con la finalidad de simplificar el mecanismo para intercambiar información en una forma serial, además, está optimizado para aplicaciones en Internet.
- **Wi-Fi** (Fidelidad Inalámbrica - *Wireless Fidelity*) (*estándar 802.11 b*). Es una conexión inalámbrica por radiofrecuencia con un alcance de hasta 100 metros que se emplea principalmente para tener acceso a una red de cómputo LAN o a una conexión inalámbrica a Internet. En México ya hay puntos de acceso Wi-Fi (llamados *hot spots*) en algunas escuelas, tiendas y cafés, que permiten conectarse a Internet dentro de sus instalaciones, sin mayor complicación.








**Ranuras (slot) y memorias de expansión.** Es el espacio físico o *conector* que ofrece el PDA para insertar una tarjeta de memoria electrónica y disponer de mayor espacio para almacenar información. Otra función, es la de adecuar una conexión (interfaz hardware) hacia un dispositivo externo, como podría ser una cámara digital, un módem, una tarjeta de red, un lector de código de barras, etc.

En el caso de insertar una tarjeta de memoria u otro dispositivo, éste debe coincidir con el tipo de ranura en la que se insertará. Las memorias y las ranuras correspondientes se indican a continuación:

- **CF** (*CompactFlash tipo I y tipo II*). Es grande en dimensiones respecto a los otros tipos, a pesar de ello es la más rápida en su funcionamiento y tiene capacidades que van de los 8 MB hasta los 4 GB. Es la más barata, aunque en algunos casos se requiere de una chaqueta de expansión, propiciando que se vea sacrificada la portabilidad del PDA.
- **MS** (*Memory Stick* estandarizada por Sony). Es pequeña y delgada, aunque no tan rápida como la CF, y con capacidad máxima de 256 MB. La versión MS PRO alcanza hasta 1 GB de capacidad, pero no es compatible con las primeras ranuras MS originales. Se trata de las memorias que utilizan la mayoría de las cámaras digitales.
- **SD** (*Secure Digital*). Es la más delgada –del tamaño de un timbre postal–, pero no es tan rápida como la CF, y su capacidad máxima actual es de 1 GB. Este tipo de memoria, así como su respectiva ranura, son las más utilizadas en el mercado actual de las PDAs.
- **MMC** (*Multimedia Card*). Es similar en dimensiones a la SD, por lo que se puede insertar en ranuras SD; sin embargo, es más lenta y su capacidad puede ser de 128 MB o 512 MB. Su propósito específico es aligerar el trabajo del procesador, con respecto a aplicaciones multimedia, que éstas incluyen.
- **SDIO Card** (*Secure Digital Input/Output*). Son tarjetas SD que agregan otras funciones como acceso a redes inalámbricas (Wi-Fi o Bluetooth), receptores GPS ( Global Positioning System) o cámaras digitales. Algunas tarjetas SDIO son compatibles con las ranuras SD convencionales.

**Resolución de la pantalla.** Es la cantidad de puntos de imagen (*píxeles*) que pueden visualizarse en la pantalla del PDA; se indica como la cantidad de puntos horizontales contra la cantidad de puntos verticales.

Tabla 1. Comparación de prestaciones entre diferentes PDAs

PDA	Sistema Operativo	Procesador @ velocidad	Conectividad Integrada	Expansión	SDRAM	FLASH ROM	Duración de la Batería	Resolución de Pantalla Táctil	Adicionales	
iPAQ h3950 Pocket PC	Microsoft Windows Pocket PC 2002	Intel PXA250 @400MHz	IrDA, USB, serial	SD, PCMCIA	64MB	32MB	10 hrs	240 x 320 pixels, Transflective TFT, 65000 colores		
HP iPAQ rx3417	Microsoft Windows Mobile 2003 Second Edition	Samsung S3C 2440 @300MHz	WLAN 802.11b, Bluetooth, IrDA, USB, serial	SD, SDIO	128MB	32MB	10 hrs	240 x 320 pixels, Transflective TFT, 65000 colores	Cámara Digital, Photosmart, 1.3 MP 1280 x 960, Zoom digital 4x	
iPAQ h5550 Pocket PC	Windows Mobile 2003	Intel XScale @400MHz	WLAN 802.11b, Bluetooth, IrDA, USB, serial	SD, PCMCIA	128MB	48MB	10 hrs	240 x 320 pixels, Transflective TFT, 65000 colores	Sistema de seguridad, identificación huella dactilar	
iPAQ h2210 PPC	Microsoft Windows Mobile 2003 Premium Edition	Intel XScale @400 MHz ARM	Bluetooth, IrDA, USB, serial	SD, SDIO, MMC, Compact Flash tipo I y II	64MB	32MB	10 hrs	240 x 320 pixels, Transflective TFT, 65000 colores		
palmOne Tungsten C	Palm OS 5.2.1	Intel XScale @ 400 MHz ARM	WLAN 802.11b, IrDA, USB, serial	SD, MMC	64MB	16MB	20 hrs	320 x 320 pixels, Transflective TFT, 65000 colores		
palmOne Zire 72s (Silver)	Palm OS 5.2.8	Intel PXA270 @312MHz	Bluetooth, IrDA, USB, serial	SD, MMC, SDIO	32MB	8MB	20 hrs	320 x 320 pixels, Transflective TFT, 65000 colores	Cámara Digital, 1280 x 960, Zoom digital 2x	
Dell Axim X50 Pocket PC	Microsoft Windows Mobile 2003 Second Edition	Intel XScale PXA270 @520MHz	WLAN 802.11b, Bluetooth, IrDA, USB, serial	SD, SDIO, MMC, Compact Flash tipo I y II	64MB	128MB, Intel StrataFlash	10 hrs	240 x 320 pixels, Transflective TFT, 65000 colores		

### 3. Programación de Aplicaciones

Como ya se mencionó con anterioridad, en dependencia a la plataforma del PDA, ya sea Palm OS o Windows CE (en cualquiera de sus estandarizaciones), es necesario elegir la herramienta de programación adecuada considerando la versión correcta del sistema operativo.

Para complementar este artículo, se realiza la programación de dos aplicaciones simples bajo Windows CE. El PDA utilizado es una *iPAQ Pocket PC* fabricado por *Compaq*, el modelo es 3950 (primer PDA de la *Tabla 1*) con sistema operativo *Windows Pocket PC 2002* precargado de fábrica.

Para el sistema operativo especificado se encontraron las siguientes herramientas de desarrollo: *Embedded Visual Tools* (utilizada en el desarrollo de este artículo), *Mobility Java Technology*, *PocketC*, *Visual CE*, *CodeWarrior*, *CASL*, entre otras.

La decisión de utilizar *Embedded Visual Tools* estuvo determinada por cinco puntos favorables:

1. Su compatibilidad directa con Windows, al pertenecer al mismo fabricante.
2. Es de distribución gratuita, previo registro.
3. En el caso de *Embedded Visual Basic*, se tiene un lenguaje visual que es de fácil manejo.
4. No tiene dificultades para realizar la sincronización entre el PDA y la PC de escritorio, permitiendo la evaluación y depuración directa de programas.
5. Incluye un emulador del PDA, que funciona correctamente siempre y cuando la aplicación no requiera mostrar imágenes. En esta situación, lo recomendable es comprobar el funcionamiento del programa directamente en la iPAQ.

Este ambiente de desarrollo contiene *Microsoft Embedded Visual C++ 3.0* y *Microsoft Embedded Visual Basic 3.0*, con los kits de desarrollo (*SDKs*) para *Pocket PC 2002* y *Smartphone 2002*. Permite crear, probar y depurar una aplicación diseñada para Windows CE o Pocket PC; los diseñadores que estén familiarizados con Visual Basic o Visual C, se encontrarán con interfaces muy similares a las respectivas versiones para PC, pero con las limitaciones lógicas del dispositivo portátil, razón por la cual es una de las herramientas más populares.

Para programar sobre Windows Pocket 2002, la versión apropiada de Embedded Visual Tools es la 3.0, que se puede obtener de los siguientes sitios:

<http://www.microsoft.com/windows/embedded/ce/tools/factsheet.asp>

<http://www.microsoft.com/mobile/downloads/emvt30.asp>

De acuerdo al fabricante, los requerimientos mínimos especifican tener instalado Windows 98 ó superior. Para poder acceder al emulador de PDA, se requiere Windows 2000 ó superior, así como una conexión activa TCP/IP.

#### 3.1 Embedded Visual Basic

Pequeño y ligero, *Embedded Visual Basic (EVB)* es un subconjunto del usado por la versión de escritorio, combinando el poder y la robustez de Visual Basic con la portabilidad y fácil manejo, característico de VBScript.

El *IDE (Integrated Development Environment - Ambiente Integrado de Desarrollo)* provee muchas opciones para la generación de aplicaciones: se pueden usar los paquetes de formularios estándares, o se pueden diseñar aplicaciones sin formularios o interfaces visibles. Adicionalmente, se pueden usar controles *ActiveX* para extender las capacidades básicas de una aplicación.

EVB se instala en una PC y desde ésta se programa la aplicación que posteriormente se descargará al PDA a través del cable de sincronización.

Generalmente, desarrollar en Embedded Visual Basic es similar a desarrollar aplicaciones de Visual Basic estándar, es decir, no se generan programas ejecutables directamente (.exe), sino que se generan archivos con la extensión \*.vb, estos archivos son una especie de *script* muy optimizado con los datos exactos para ser mostrados en la interfaz gráfica del PDA.

Los archivos \*.vb son enlazados a un programa ejecutable (*pvbload.exe*) de manera similar como se enlazan los archivos \*.doc a *Word*. Este programa se encarga de interpretar los comandos que se encuentran en el archivo \*.vb, traduciéndolos y ejecutándolos con ayuda de bibliotecas de enlace dinámico (\*.dll) en Windows CE. El *runtime* de Embedded Visual Basic está presente en la ROM del sistema operativo.

## 3.2 Desarrollo de Aplicaciones

La metodología lógica infiere programar la aplicación en EVB y posteriormente descargarla en el PDA. De manera similar a Visual Basic, el ambiente de desarrollo está basado en la generación de un proyecto. Al acceder a EVB, se obtendrá la pantalla de la *figura 1*. En ésta se declara un nuevo proyecto con la opción *Visual Basic Windows CE for Pocket PC 2002*.

La pantalla de la *figura 2* muestra el IDE en tiempo de diseño para crear la aplicación; se han resaltado cuatro secciones: 1. *Explorador de Proyectos*, 2. *Ventana de Propiedades*, 3. *Barra de herramientas estándar (Toolbox)* y 4. *Área de trabajo* donde es posible conmutar entre la ventana de código y la ventana del diseño de formulario.

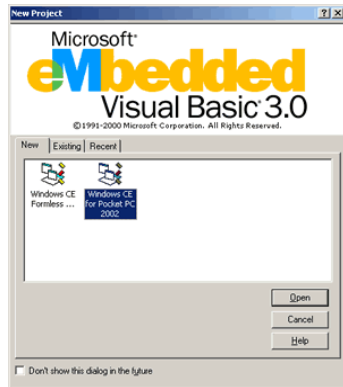


Figura 1. Pantalla de inicio

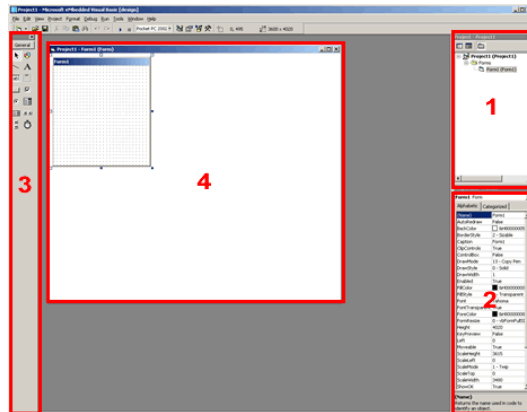


Figura 2. Pantalla en Tiempo de Diseño.

Como una primera aplicación, se predetermina un cálculo sencillo para estimar las cantidades desglosadas de un recibo de honorarios para efectos de retenciones y pago de impuestos causados. El *Formulario* o *Forma (Form)* sólo contiene componentes intrínsecos seleccionables de la *Toolbox*: cajas de texto (*TextBox*), etiquetas (*Label*) y un botón de comando (*CommandButton*) para validar el cálculo. La *figura 3* muestra el formulario en tiempo de diseño. El código que conforma esta aplicación se lista a continuación.

Hacienda	
Honorarios	<input type="text"/>
IVA	<input type="text"/>
Subtotal	<input type="text"/>
Retención IVA	<input type="text"/>
Retención ISR	<input type="text"/>
Total	<input type="text"/>
5% declaración mensual	<input type="text"/>
<input type="button" value="Calcular"/>	

```
Option Explicit
Dim Dato As Variant
```

```
Private Sub Command1_Click()
Dato = Text1.Text
Text2.Text = Dato * 0.15
Text3.Text = (Dato * 0.15) + Dato
Text4.Text = Dato * 0.1
Text5.Text = Dato * 0.1
Text6.Text = (Dato * 0.15) + Dato - (Dato * 0.2)
Text7.Text = Dato * 0.05
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
PictureBox1.Picture = App.Path & "\cidetec_ipaq.bmp"
PictureBox2.Picture = App.Path & "\ipn_ipaq.bmp"
End Sub
```

```
Private Sub Form_OKClick()
App.End
End Sub
```

Figura 3. Aplicación sencilla con código de Forma.

Es importante mencionar que en emulación no resulta sencillo trabajar con imágenes debido a que es necesario configurar el IDE, a la vez de que no es garantía de que en todas las versiones de Windows para PC funcione correctamente, por lo que los controles *PictureBox*, *ImageControl* y similares no se deben indicar en código para emular una aplicación. En la aplicación real descargada al PDA, el uso de estos controles no presenta ningún inconveniente.

En el código EVB listado paralelamente con el formulario de la *figura 3*, se están utilizando dos controles *PictureBox* para acceder a los logotipos del CIDETEC y del IPN. En la emulación fue necesario suprimir estas líneas del código, así como configurar las propiedades del proyecto, tal y como se aprecia en la *Figura 4*. Obsérvese que la opción *Target* específica si se trabajará en

emulación (*Pocket PC 2002 Emulation*) o si se descargará el diseño hacia un PDA, en este caso, la *Pocket PC 2002 (Default Device)*. La ruta donde se descargará la aplicación se debe especificar en el campo *Remote Path*, considerando que será diferente para el dispositivo físico. A través de la opción *Run (Start Debug)* dentro del menú, se inicia la emulación o la descarga del archivo hacia el PDA, según se haya elegido. La *figura 6* muestra la pantalla de emulación, sin imágenes. En la *figura 7* se observa a la iPAQ ejecutando la aplicación.

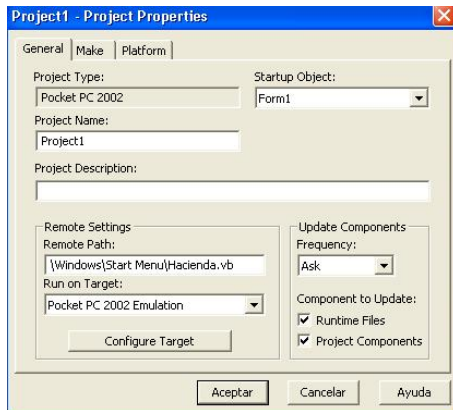


Figura 4. Propiedades del Proyecto.



Figura 5. Accediendo al emulador.



Figura 6. Resultados de Emulación.



Figura 7. Aplicación ejecutándose sobre la iPAQ.

Con la intención de mostrar una aproximación a los métodos de graficación, se generó una segunda aplicación que permite seleccionar funciones trigonométricas. Dentro del formulario de diseño, se adiciona un control *PictureBox* donde se graficará la función, este componente se debe adecuar con los siguientes valores en el área de propiedades (sección 2 de la Figura 2):

Name PBPlano  
 Height 1575  
 Width 3000  
 ScaleHeight -2.4  
 ScaleWidth 25.2  
 ScaleLeft -12.3  
 ScaleTop 1.2

Se requieren tres botones de opción (*OptionButton*), llamados también de radio; dos botones de comando (*CommandButton*) y algunas etiquetas (*Label*). El formulario en tiempo de diseño se muestra en la *figura 8*. Cabe mencionar que al igual que en la aplicación anterior, las imágenes utilizadas sólo son visibles en tiempo de ejecución y sobre la iPAQ; el formato soportado es mapa de bits de 16 colores.

Las propiedades *ScaleHeight* y *ScaleTop* determinan la escala del *eje de las ordenadas (Y)* con el propósito de representar los valores -1.2 y 1.2, forzando a utilizar unidades definidas por el diseñador (*PicUser*). De la misma manera se determina la escala del *eje de las abscisas (X)* entre -12.6 y 12.6.

La *figura 9* exhibe la graficación de funciones trigonométricas en tiempo de ejecución.

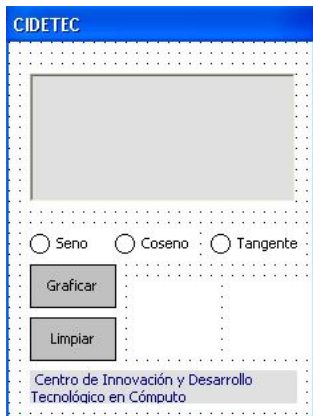


Figura 8. Forma para la graficación de funciones trigonométricas



Figura 9. Graficación de funciones trigonométricas sobre iPAQ.

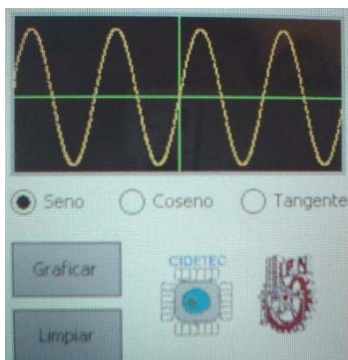


Figura 10. Detalle de la aplicación.

```
Option Explicit
Dim X, Y

Sub Graph_plano()
    PBPlano.DrawLine -12.6, 0, 12.6, 0, vbGreen
    PBPlano.DrawLine 0, 1.2, 0, -1.2, vbGreen
End Sub

Private Sub bt_clear_Click()
    PBPlano.Cls
End Sub

Private Sub Bt_Graficar_Click()
    Graph_plano
    If Op_sen.Value = True Then
        Graph_Sen
    ElseIf Op_cos.Value = True Then
        Graph_Cos
    ElseIf Op_tan.Value = True Then
        Graph_Tan
    Else
        MsgBox "Selecciona una función!"
    End If
End Sub

Private Sub Form_OKClick()
    App.End
End Sub

Sub Graph_Sen()
    'Dibuja la curva
    For X = -12.6 To 12.6 Step 0.05
        Y = Sin(X)
        PBPlano.DrawPoint X, Y, vbYellow
    Next
End Sub

Sub Graph_Cos()
    'Dibuja la curva
    For X = -12.6 To 12.6 Step 0.05
        Y = Cos(X)
        PBPlano.DrawPoint X, Y, vbWhite
    Next
End Sub

Sub Graph_Tan()
    'Dibuja la curva
    For X = -12.6 To 12.6 Step 0.05
        Y = Tan(X)
        PBPlano.DrawPoint X, Y, vbRed
    Next
End Sub

Private Sub Form_Load()
    PictureBox1.Picture = "Windows/Inicio/cidetec_ipaq.bmp"
    PictureBox2.Picture = "Windows/Inicio/ipn_ipaq.bmp"
End Sub
```



## 4. Conclusiones

Hoy en día, el campo de los Sistemas de Cómputo móviles presenta un panorama atractivo para los programadores debido a la amplia gama de dispositivos y diferentes tecnologías disponibles que van desde sencillas aplicaciones stand-alone hasta aplicaciones más complejas como celulares y bases datos en tiempo real.

La programación de aplicaciones para PDAs se facilita cuando se utiliza un lenguaje como Embedded Visual Basic debido a la similitud que tiene con Visual Basic para PC. Es importante entender que, en lo general, las restricciones principales de los PDAs radican en el sistema operativo y en la memoria de usuario, por lo que se debe buscar la manera de comprometer lo menos posible el trabajo del procesador a través de un programa bien estructurado.

Dados los alcances introductorios de este artículo, no se han analizado otras facilidades de EVB para generar aplicaciones más sofisticadas que se ejecuten sobre alguna versión de Windows CE; sin embargo, la metodología aquí expuesta es la misma que se seguiría para programar y descargar una aplicación más completa.

Se deja abierta la posibilidad de probar los programas desarrollados en este documento sobre otro PDA. Sería interesante utilizar una plataforma Windows actual; a la vez, considerando las respectivas diferencias en cuanto a sistemas operativos y herramientas de programación, investigar la plataforma PALM.

En un próximo artículo se detallará cómo diseñar una interfaz hardware que envíe datos hacia la iPAQ a través del puerto serie de la misma.

## 5. Bibliografía

1. "Curso de Programación de Visual Basic 6"  
Fco. Javier Ceballos  
Alfaomega Ra-Ma.  
México. 2003
2. "Diseño de aplicaciones inalámbricas móviles"  
<http://www.intel.com/espanol/update/contents/mo11031.htm>
3. eMbedded Visual Basic Online Documentation  
<http://www.microsoft.com/embedded/>  
<http://www.microsoft.com/windows/embedded/tools/>
4. FORO de usuarios Palm  
<http://www.piensaenpalm.com/foros/>
5. "Introduction to Pocket PC 2002 Programming"  
[http://www.devhood.com/tutorials/tutorial\\_details.aspx?tutorial\\_id=272](http://www.devhood.com/tutorials/tutorial_details.aspx?tutorial_id=272)
6. "Portal Visual Basic"  
<http://www.portalvb.com/articulos>
7. "Welcome to Trajecto's Win32 API Programming Tutorial for Pocket PC (Really Fast Graphics Programming)"  
[http://www.trajectorylabs.com/win32\\_prototype.html](http://www.trajectorylabs.com/win32_prototype.html)