 CONTINEA <small>Microprocesamiento modular + Conectividad</small>	Implementación de interfaz en hardware y software	Nota de Aplicación CoAN-018
	Display color y touch screen para ConnectCore 9C/W9C con WinCE	Publicado: 00/00/0000
		Página 1 de 10

Revisión	Fecha	Comentario	Autor
0	20/09/2010	Display: Ampire AM640480GTM QW-T00H Módulos: Digi CC9C/W9C. Aplicable a CC9M S.O.: WinCE 6.0.	Ulises Bigliati

Índice

El display color	1
La plataforma de desarrollo.....	2
Configuración del sistema operativo	2
El touch screen en WinCE.....	3
Ajustes.....	3
El driver de Touch Screen ADS7843/6	3
El driver de video.....	4
El hardware de interconexión.....	5
Esquemático	6
Configuración del hardware para el touch screen	8
Jumpers JP2-5	8
Switches S2	8
Configuración del hardware para el display.....	8
Jumper JP1	8
Switches S1	8
Resúmen de configuraciones de hardware	9
Componentes utilizados.....	9

El display color

Conectaremos un display¹ color TFT sin controlador², con una resolución de 640x480x18 bits. La interfaz de nuestro display es LVTTTL, RGB de 18 bits de datos en paralelo, mas las señales de control CLK, HSync, VSync y DE.

Este display presenta además, las líneas de control U/D (sentido vertical de la imagen), L/R (sentido horizontal de la imagen), DMS (modo de funcionamiento DE o SYNC)³.

El back-light es del tipo LED, y su brillo puede ser controlado desde la línea de entrada ADJ con una señal PWM de 20Khz, siendo que con un ciclo de trabajo de 0% (siempre 1) el brillo es el máximo.

El pin-out⁴ de la interfaz es accesible mediante un conector FFC/FPC de 40 contactos de paso 0.5mm.

Tanto el display como el back-light se alimentan de 3,3V y la medición de consumo con el máximo brillo acusó unos 500mA.


El módulo LCD que estamos evaluando también incluye un panel de touch screen resistivo que puede ser fácilmente utilizado mediante un controlador especializado como el ADS7843/6 que presenta conectividad SPI. Los contactos de este dispositivo están disponibles en un cable plano flexible de 4 contactos con paso de 1.25mm.

¹ El display utilizado es de la marca Ampire, modelo AM640480G-TMQW-T00H.

² El controlador del display está integrado en el microprocesador ARM9 del módulo Digi.

³ El modo de funcionamiento será siempre SYNC

⁴ El pin-out del módulo está disponible en la hoja de datos que acompaña a este trabajo (ADI_5.7_AM640480G-TMQW-T00H.pdf).

 CONTINEA <small>Microprocesamiento modular + Conectividad</small>	Implementación de interfaz en hardware y software	Nota de Aplicación CoAN-018
	Display color y touch screen para ConnectCore 9C/W9C con WinCE	Publicado: 00/00/0000 Página 2 de 10

La plataforma de desarrollo

Asumimos que estamos trabajando sobre un kit de desarrollo de Digi para sus módulos ConnectCore 9C/W9C. En cuanto al módulo Digi, este presenta la misma interfaz que nuestro display siendo esta accesible directamente sobre el conector P18⁵ de 50 pines de que está presente en su placa de prototipos (LCD_APPLICATION_HEADER). Este conector expone todas las líneas de control y datos antes mencionadas (R,G,B) x 6-bits, HSync, VSync, CLK, DE, pero además, de allí mismo podemos obtener la alimentación de 3,3Volts y también, las señales del puerto SPI (CE,DI,DO,CLK) normalmente destinadas a la conexión de un controlador de touch screen.

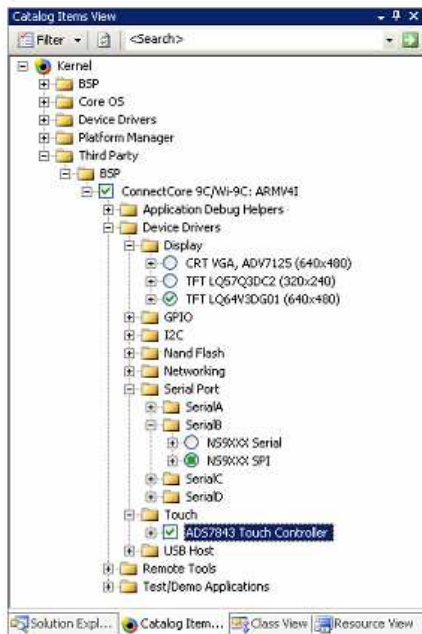
Cabe destacar que ni el módulo Digi CC9C ni su placa de prototipos incluyen la electrónica de control para el Touch Screen, que típicamente es el C.I. ADS7843 o ADS7846. Esto significa que habrá que incorporar dicho C.I. a la interfaz de conexión que estamos construyendo.

En cambio, lo que sí está disponible es el software de control para ese hardware dentro del BSP, esto es, bajo la forma de un driver para WinCE que podrá ser agregado desde nuestro proyecto de Platform Builder, cuando estemos creando la imagen del sistema operativo.

Configuración del sistema operativo⁶

Para poder utilizar correctamente tanto el display como el touch screen, será necesario realizar algunos preparativos previos. Fundamentalmente debemos crear una imagen de WinCE con el Platform Builder con la configuración del catálogo correspondiente, es decir, configurando el sistema con los drivers de dispositivos adecuados según nuestras necesidades, por lo pronto:

- Driver para display TFT de 640x480
- Puerto serial en modo SPI habilitado
- Driver para controlador de Touch Screen ADS7843⁷



En la figura se aprecia una vista del catálogo de componentes del Kernel.

Para poder utilizar el Touch Screen es necesario seleccionar como driver de display a uno de los TFT que hay disponibles, en nuestro caso elegimos el *TFT LQ64V3DG01* que corresponde a un display de 640x480.

Por otra parte, debemos incluir el controlador de Touch Screen ADS7843 y como este funciona por SPI a través del puerto B, debemos marcar al puerto SerialB con esa opción. De las dos opciones de funcionamiento del puerto serie B solo debe quedar marcada una: NS9XXXX SPI.


Adicionalmente debemos configurar el switch SW2.2 de la placa de prototipos para habilitar el funcionamiento del puerto en modo SPI:

SW2	ON	OFF
SW2.2	UART mode	SPI mode

⁵ El pin-out del conector P18 está disponible en la documentación de Digi (Development Board Schematic y Hardware Reference).

⁶ El material de referencia para estas operaciones consiste en el *Digi ConnectCore 9C/Wi-9C for Windows Embedded CE 6.0 User's Guide*.

⁷ En este proyecto usaremos el ADS7846, que es compatible con el ADS7843.

	Implementación de interfaz en hardware y software	Nota de Aplicación CoAN-018
	Display color y touch screen para ConnectCore 9C/W9C con WinCE	Publicado: 00/00/0000
		Página 3 de 10

El touch screen en WinCE

Windows Embedded CE automáticamente reconocerá el touch screen como un dispositivo de entrada y funcionará inmediatamente como un mouse.

Cuando se agrega el soporte para touch screen en el S.O. automáticamente se incorpora la aplicación de calibración *touchcal.exe*.

Este programa se ejecuta automáticamente cuando se inicia el sistema siempre que no se encuentre información de calibración en la Registry. La aplicación solicita entonces al usuario que presione sobre ciertos puntos de la pantalla para generar en este proceso la información de calibración necesaria.

El usuario del kit de desarrollo puede encontrar el código fuente de *touchcal.exe* en la ruta

`%PROGRAM_FILES%\Digi\ConnectCore\ConnectCore 9C and Wi-9C\Apps\Source Code\TouchCal.`

Una vez realizada la calibración, el usuario puede salvar los datos generados de forma permanente en la Registry con el programa *regtool.exe*, de lo contrario, estos datos son utilizados desde la RAM y al reiniciar el sistema se solicitará repetir nuevamente la operación de calibrado. Esto será así mientras no se hayan grabado los datos de calibrado en flash con *regtool.exe*.

Ajustes

Es posible que luego de la puesta en marcha del sistema operativo junto con el display y el touch screen sean necesarios ciertos ajustes en relación con estos dos dispositivos. Por ejemplo:

- El driver de Digi para el controlador de touch screen, ADS7846 descarta las muestras que exceden cierto umbral de tolerancia al evaluar las mediciones tomadas de la membrana resistiva. De tal forma, podría ser necesario modificar ciertos parámetros del driver para adaptarlos a nuestras condiciones de trabajo.
- En relación con el display, pueden ser necesarios algunos ajustes de offset para la imagen, en consecuencia, habrá que modificar ciertos valores que existen en el archivo header del driver de video para corregir los desplazamientos.


Cada vez que realicemos una modificación y querramos probarla en nuestro hardware, debemos **recompilar el driver afectado** esto es, utilizar el comando **Rebuild** sobre el driver que nos interesa recompilar, por ejemplo: click derecho sobre *touch* y a continuación *Rebuild*. Esto provocará la recompilación de solamente la porción del S.O. que nos interesa, evitando la compilación de todo el kernel. A continuación, luego de pocos minutos, la imagen estará lista. Por lo general es copiada dentro del directorio raíz del servidor TFTP pudiendo ser transferida por ese medio sin necesidad de grabar la imagen en la flash del módulo mientras no lo necesitemos.

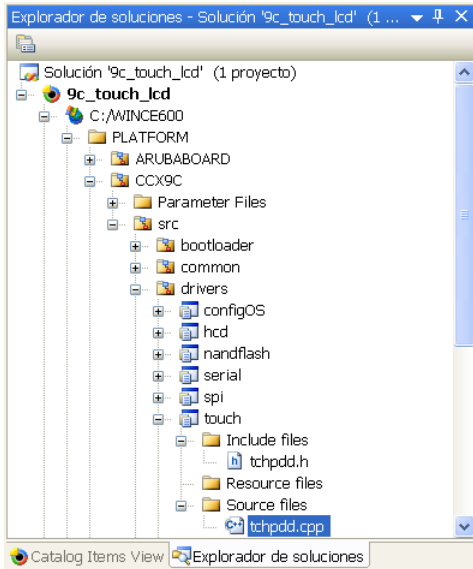
El driver de Touch Screen ADS7843/6

Dentro del entorno de desarrollo y desde el *Explorador de Soluciones* podemos acceder al código fuente del driver del ADS7843.

Normalmente estará en la ruta `C:/WINCE600/PLATFORM/CCX9C/src/drivers/touch`.

Dentro de este directorio, nos interesan los archivos **tchpdd.h** conteniendo todas las definiciones de cabecera para el funcionamiento del driver y **tchpdd.cpp** que constituye la implementación del driver propiamente dicho.

 CONTINEA <small>Microprocesamiento modular + Conectividad</small>	Implementación de interfaz en hardware y software	Nota de Aplicación CoAN-018
	Display color y touch screen para ConnectCore 9C/W9C con WinCE	Publicado: 00/00/0000
		Página 4 de 10



El driver puede modificarse según las necesidades, cosa que no debería hacer falta siempre que se utilice el hardware apropiado, de todas formas es probable que podamos necesitar el ajuste de alguno de los valores presentes en el header del driver `tchpdd.h`. Los más comunes, y que en principio recomendamos revisar para solucionar problemas de lectura del touch son `DELTA_X_COORD_VARIANCE` y `DELTA_Y_COORD_VARIANCE` que determinan la tolerancia a diferencias de convergencia de lecturas, cuanto más chicos son esos valores, mayor es la precisión exigida para la lectura y se descartarán todas las muestras que excedan los umbrales definidos por estos valores.

En los casos en que por ejemplo, no se obtengan respuestas del dispositivo y se requiera debuggear, tenemos la posibilidad, por ejemplo, de visualizar mensajes relacionados con la operatoria del driver mediante la consola serial. Podremos ver dentro del

archivo fuente `tchpdd.cpp` sentencias como las que siguen:

```
ERRORMSG(1, (TEXT("Bad evaluateSample: 0x%x 0x%x 0x%x\r\n"), val0, val1, val2));
RETAILMSG(0, (TEXT("Filtered-SampleFlags:0x%x X: 0x%x Y: 0x%x\r\n"), TmpStateFlags, TmpX, TmpY));
```

El primero parámetro (0/1) funciona para desactivar/activar respectivamente la salida del mensaje por la consola serial.

A fines de acortar búsquedas, podemos sugerir una lista de las funciones más importantes del driver:

```
evaluateSample()
ConvertSample()
getTouchCoordinate()
PDDSampleTouchScreen()
TouchDriverCalibrationPointGet()
```

El driver de video

Como decíamos, puede ser necesario corregir el offset horizontal y/o vertical para adaptar la imagen a la pantalla al utilizar displays de diversos fabricantes junto con módulos Digi con controlador de video incorporado.

Algunos display's pueden incluir algún mecanismo para realizar estos ajustes fácilmente, pero si esta facilidad no estuviera presente, será necesario realizar los ajustes desde el driver de video del sistema operativo. Si en el módulo está corriendo Windows CE, será necesario identificar el driver de video en el sistema de archivos, normalmente habrá que buscarlo en la siguiente ruta:


```
C:\WINCE600\PLATFORM\COMMON\SRC\SOC\NS9XXX_DIGI_V1\DISPLAY\NS9XXXlcd\Display_lib
```

El *header* desde el cual el driver toma ciertos parámetros de operación es el siguiente:

`LQ64V3DG01.h` si es que utilizamos un display de 640x480 o este otro: `LQ57Q3DC2.h` si es de 320x240 o este otro: `CTR_VGA.h` si se utiliza un adaptador para monitor VGA. En nuestro caso, utilizamos el primero. Lo más común será que necesitemos realizar ajustes de offset's, de modo que dentro del archivo `LQ64V3DG01.h` nos interesan puntualmente estas dos líneas:

```
#define LCD_TIM0 HBP(40) | HFP(8) | HSW(96)
#define LCD_TIM1 VBP(30) | VFP(2) | VSW(2)
```

Más precisamente, los valores a modificar son los representados por las siguientes macros:

 CONTINEA <small>Microprocesamiento modular + Conectividad</small>	Implementación de interfaz en hardware y software	Nota de Aplicación CoAN-018
	Display color y touch screen para ConnectCore 9C/W9C con WinCE	Publicado: 00/00/0000
		Página 5 de 10

HBP, HFP y VBP, VFP. Que respectivamente representan los siguientes parámetros de operación del display:

- Horizontal Back Porch
- Horizontal Front Porch
- Vertical Back Porch
- Vertical Front Porch

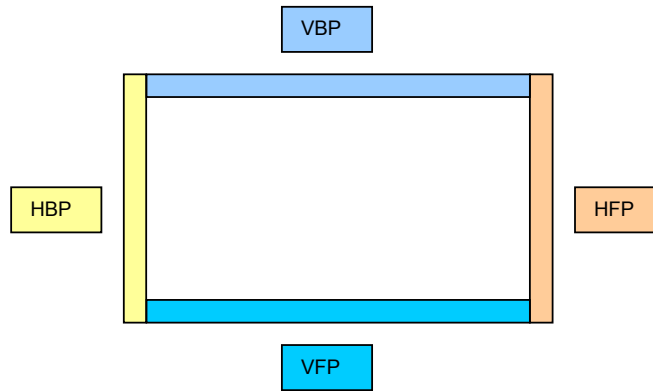


Fig. 2

Entonces, si queremos *subir* la imagen aumentamos VFP y disminuimos VBP; y el mismo criterio se aplica a los parámetros HBP/HFP si quisiéramos desplazar la imagen horizontalmente.

Una vez modificados los valores no tenemos más remedio que recompilar el paquete de drivers contenido en el directorio C:\WINCE600\PLATFORM\COMMON\SRC\SOC. Para esto, utilizamos el comando Rebuild (click derecho sobre el directorio \SOC desde el *Exporador de soluciones* del proyecto de *Platform Builder* (fig.3). En unos pocos minutos, tendremos lista la nueva imagen portadora de los cambios que hemos introducidos.

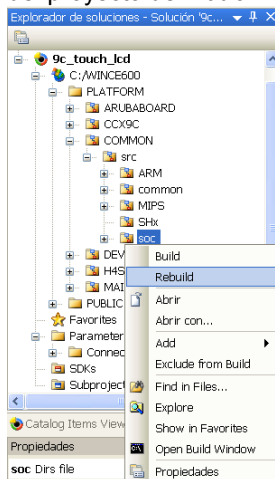


Figura 3

Una vez que se informe el éxito de la compilación en la ventana de resultados (fig.4) estaremos en condiciones de transferir la nueva imagen por TFTP, USB, etc.

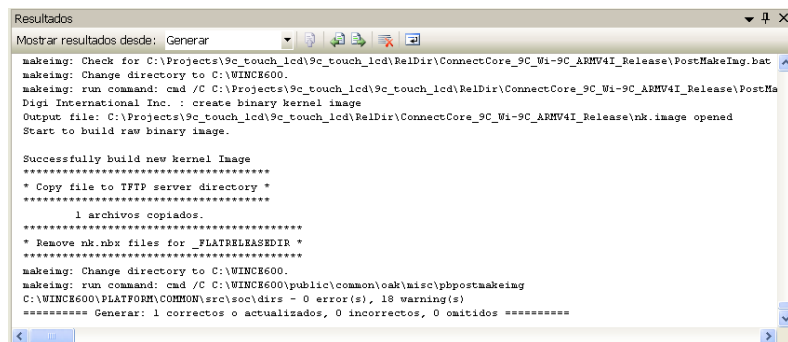



Figura 4.

Si obtuvimos los resultados deseados, habremos finalizado con las modificaciones sobre el driver, de lo contrario debemos repetir la operación.

El hardware de interconexión

Para conectar el display y el touch screen con el módulo Digi CC9C/W9C mediante su placa de prototipos diseñaremos un circuito impreso que trabajará como una interfaz entre ellos. El PCB contendrá fundamentalmente a los conectores FFC/FPC para el display y el touch screen y el circuito para el controlador ADS7846. Se contemplará además la posibilidad de utilizar el mismo PCB tanto para el módulo CC9C como para el nuevo CC9M ya que ambos cuentan con el mismo

	Implementación de interfaz en hardware y software	Nota de Aplicación CoAN-018
		Display color y touch screen para ConnectCore 9C/W9C con WinCE

pin-out para el LCD header en sus respectivas placas de desarrollo; para esto, se incluirán una serie de jumpers de configuración como se verá más adelante.

A continuación se presentarán los detalles de este hardware que fue diseñado en un proyecto de Eagle 5.10⁸ el cual acompaña y complementa al presente.

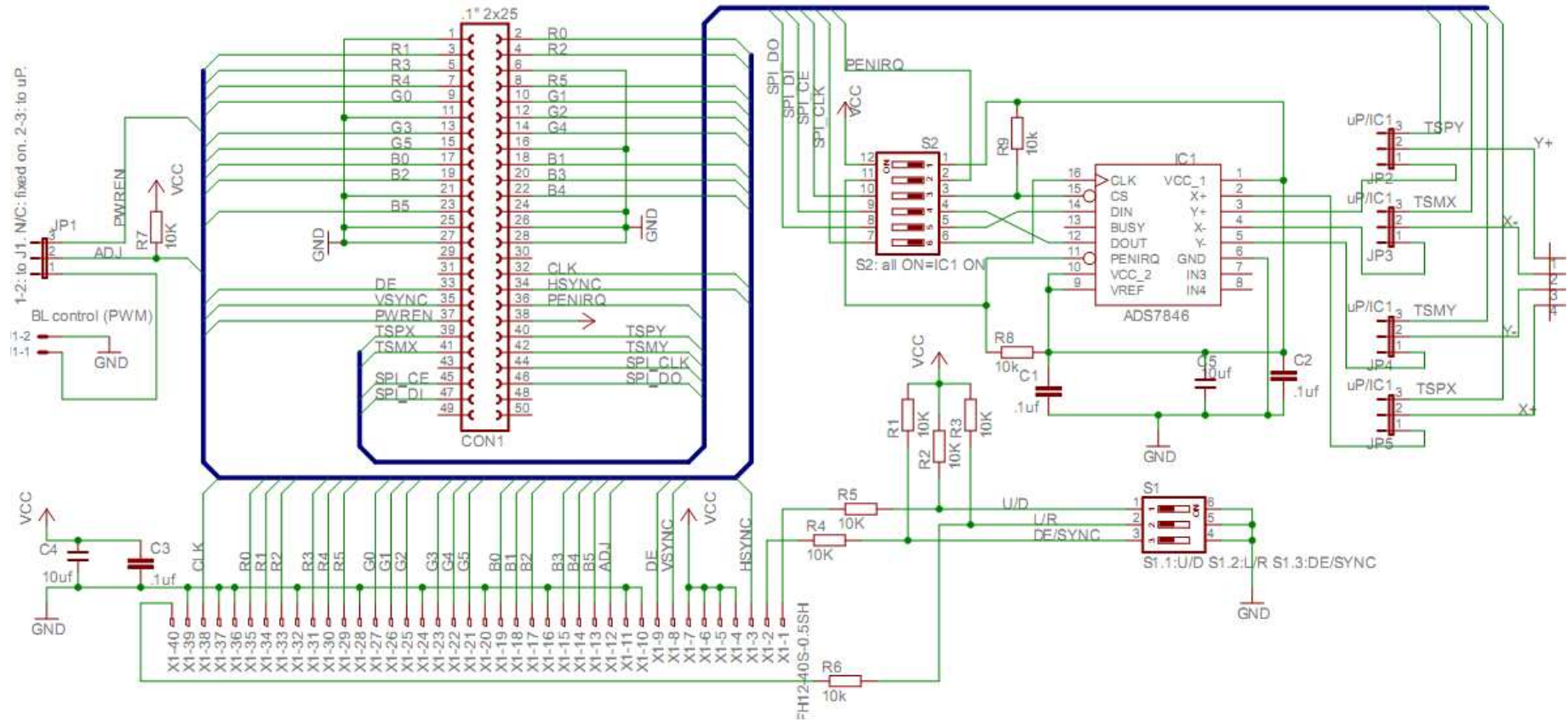
Esquemático


El siguiente es el diagrama de conexión entre el display y la placa de prototipos del kit de desarrollo de Digi. El conexionado es aplicable tanto para las placas de prototipos de los módulos CC9C como para las placas de los nuevos CC9M. Esto es así ya que los conectores “*LCD Application Header*” de dichas placas son en su mayor parte pin a pin compatibles entre sí.

Estamos hablando concretamente del conector P18 para el CC9C y del conector X5 para el CC9M⁹. Las diferencias entre ambos fueron salvadas mediante jumpers de configuración tal como se verá a continuación.

⁸ www.cadsoft.de

⁹ Ver referencias en la documentación del fabricante: Dev. Board Schematic y Hardware Reference para los respectivos módulos.



 CONTINEA <small>Microprocesamiento modular + Conectividad</small>	Implementación de interfaz en hardware y software	Nota de Aplicación CoAN-018
	Display color y touch screen para ConnectCore 9C/W9C con WinCE	Publicado: 00/00/0000
		Página 8 de 10

Configuración del hardware para el touch screen

Jumpers JP2-5

Si los jumpers “JP” numerados desde el 2 hasta el 5 son puenteados respectivamente entre sus pines:

- a) 1 y 2: el panel de touch screen serán conectado en la entrada del controlador de ADS7846.
- b) 2 y 3: los contactos del touch screen serán conectados directamente en el módulo Digi.

El caso a) es para un CC9C, que no dispone de un controlador de touch screen on-board y por eso utilizamos el que estamos conectando en nuestro circuito.

El caso b) es para un CC9M que ya posee integrado en el módulo a su controlador de touch screen.

Switches S2

En cuanto a los dip-switches S2, si estamos utilizando un CC9C(caso (a)), todos las llaves S2.1 hasta S2.6 deben situarse en posición *ON*. De lo contrario, si estamos utilizando un CC9M (caso(b)) los 6 dip switches deben ir en posición *OFF*. Esto último es para desvincular todas las líneas del ADS7846 con el microprocesador y también para quitarle la alimentación al ADS7846.

Configuración del hardware para el display

Jumper JP1

El Jumper JP1 está relacionado con el control de brillo del display, el cual puede ser controlado por una señal PWM de 0 a 3.3V y 20Khz. Se obtiene el máximo brillo con un duty cycle del 0% (siempre Hi) y el mínimo brillo con el 100%(siempre Low). De esta forma simplemente podemos utilizar el control de brillo como un switch de encendido/apagado del back-light. JP1 actúa derivando la entrada ADJ del display de la siguiente manera:

Pines 1-2 cerrados: para el caso en que querramos operar externamente sobre el control de brillo, la entrada ADJ estará presente en el conector J1.


Pines 2-3: cerrados: para el caso en que querramos derivar el control del brillo hacia una salida del micro, en este caso PWREN.

Como opción por defecto, si JP1 se deja abierto, estará operando un pull-up, de forma tal que el brillo del display está en el nivel máximo.

Switches S1

Estos switches controlan el modo de operación del display de la siguiente forma:

S1.1	S1.2	Efecto
OFF	OFF	Inversión horizontal
OFF	ON	Inversión horizontal y vertical
ON	OFF	Imagen normal
ON	ON	Inversión vertical

 CONTINEA <small>Microprocesamiento modular + Conectividad</small>	Implementación de interfaz en hardware y software		Nota de Aplicación CoAN-018
	Display color y touch screen para ConnectCore 9C/W9C con WinCE		Publicado: 00/00/0000
			Página 9 de 10

Finalmente S1.3 debe ir en posición ON pues controla el modo de operación del display (DE/SYNC) y los módulos Digi funcionan en *Sync*.

Resumen de configuraciones de hardware

	1-2	2-3	Efecto
JP2-5	ON	OFF	Panel de touch screen controlado por IC1 (para ConnectCore 9C)
	OFF	ON	Panel de touch screen controlado por módulo Digi (ConnectCore 9M)
JP1	ON	OFF	Entrada ADJ para control de brillo presente en J1
	OFF	ON	Entrada ADJ derivada a salida PWREN del módulo
	OFF	OFF	Brillo en máximo nivel (default).
S1			
	S1.1	S1.2	Efecto
	OFF	OFF	Inversión horizontal de la imagen
	OFF	ON	Inversión horizontal y vertical de la imagen
	ON	OFF	Imagen normal
	ON	ON	Inversión vertical de la imagen
	S1.3		
	ON		Funcionamiento del display en modo SYNC (default)
	OFF		Funcionamiento del display en modo DE
S2			
	S2.1-6		Efecto
	ON		Controlador de touch screen conectado (para ConnectCore 9C)
	OFF		Controlador de touch screen desconectado (para ConnectCore 9M)

Componentes utilizados

Entre las partes más importantes que componen el circuito debemos mencionar las tres siguientes:

- El conector para el display: tipo FFC/FPC de 40 contactos de .5 mm de paso. Para el proyecto utilizamos el FH12S-40S-0.5SH(55) de montaje superficial en posición horizontal. El fabricante es Hirose y el proveedor fue Digi Key
- El conector para el touch screen: tipo FFC/FPC de 4 contactos superiores de 1.25mm de paso. Para el proyecto utilizamos 39-53-2044 de inserción en posición horizontal. El fabricante es Molex y el proveedor fue Mouser.
- El controlador de touch screen: C.I. ADS7846 de montaje superficial TSSOP16, adquirido en el mercado local.

El resto de los componentes son comunes y del esquemático se puede obtener la información necesaria al respecto de ellos.