

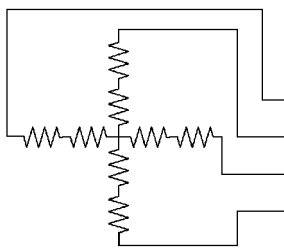
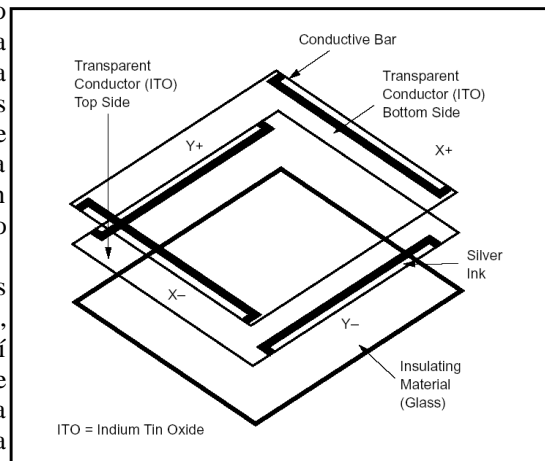
Revisiones	Fecha	Comentarios
0	24/10/03	
1	15/06/04	Amplía información sobre pantalla y rebote mecánico

Desarrollamos una de las formas posibles de leer una pantalla sensible al tacto o touch screen de tipo resistivo, como la que incluye el display LCD de powertip PG320240FRST, mediante el empleo de un conversor analógico-digital de 12-bits con interfaz SPI de Microchip, el MCP3204. Encontrará una descripción del MCP3204 y ejemplos de utilización con procesadores Rabbit en la CAN-010, y una descripción de las bibliotecas de funciones asociadas a estas pantallas en Dynamic C versión 8 en la CAN-014.

Breve descripción de la pantalla resistiva

La touch screen que utilizamos corresponde al tipo resistivo de 4-terminales. Se trata de una membrana relativamente rígida, adherida al display, y una membrana flexible encima de ésta. La cara interna de ambas membranas recibe un recubrimiento resistivo, pero se impide el contacto entre ambas, de modo que la resistencia de contacto entre ambas es muy alta. Al ejercerse presión sobre la membrana superior, ésta se deforma, disminuyendo la resistencia de contacto entre ambas membranas.

Cada membrana tiene dos de sus extremos opuestos conectados a sendos terminales eléctricos, de modo que, como puede observarse en la figura, cada membrana es en sí misma una resistencia distribuida longitudinalmente entre los terminales de contacto, una en sentido horizontal, y la otra en sentido vertical. Al presionar sobre la membrana flexible, la resistencia horizontal y la vertical de la figura se unen en un punto, que depende de la posición del punto de presión.



Si se hace circular una corriente por una cualquiera de las membranas, puede establecerse una diferencia de potencial que es función aproximadamente lineal de la posición entre los extremos de la misma, en los cuales están los terminales.

Al ejercer presión sobre la membrana flexible, se produce el contacto entre ambas membranas, y puede medirse la diferencia de potencial en el punto de presión, en cualquiera de los terminales de la otra membrana. Si bien la resistencia de contacto queda en serie con la medición, su valor es lo suficientemente bajo como para poder ser despreciado al efectuar la medición de tensión. Ésto determina la posición del área de contacto en un sentido (horizontal o vertical), para determinar la posición en el otro sentido, se realiza la misma operación sobre la otra membrana.

Resumiendo: los cuatro terminales se conectan a las cuatro caras del rectángulo que es la pantalla, de modo tal que una membrana despliega su diferencia de potencial en dirección horizontal, mientras que la otra lo hace en dirección vertical. Al aplicar presión sobre la membrana flexible, ambas membranas se juntan, y la diferencia de potencial en la membrana polarizada se transmite a la otra, que la presenta en sus terminales y puede ser medida. Dos operaciones sucesivas, una sobre cada membrana, determinan la posición en el plano.

Efectos mecánicos

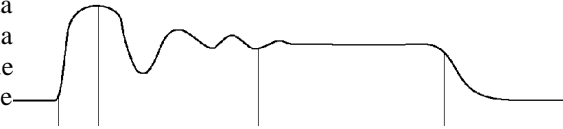
Tengamos en cuenta que se trata de una estructura mecánica flexible que resulta ser perturbada por un elemento que la deforma. Al presionar sobre la misma, la membrana superior se arquea y presiona sobre el aislante, disminuyendo la resistencia de contacto notablemente. La membrana reacciona entonces produciendo

una perturbación superficial que viaja en todas direcciones (onda de superficie), modulando mayormente la superficie de contacto en la zona alrededor del punto de presión; similar a lo que se produce al perturbar la superficie del agua en un estanque en calma. Esta perturbación superficial significa que el punto de presión no es un punto sino una superficie de presión, cuya área varía con el tiempo, hasta estabilizarse. Eléctricamente, ésto se traduce en que la tensión medida presenta una respuesta oscilatoria, correspondiendo a valores alrededor del punto deseado.

Resumiendo: **la pantalla presenta un efecto mecánico de rebote, con oscilaciones de la membrana superior en el área alrededor de la zona de presión, por lo que es aconsejable realizar algún tipo de debouncing antes de determinar las coordenadas.**

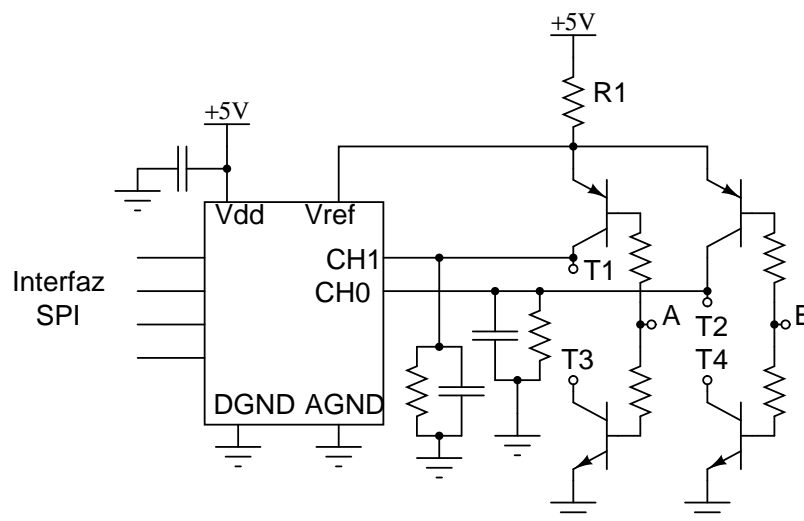
Efectos eléctricos

Debido a la capacidad parásita que presenta el sistema (cada membrana funciona como una gran placa), sumada a la capacidad parásita de la circuitería de lectura e inductancias distribuidas en el cableado, al aplicarse tensión a la membrana, la tensión desarrollada sobre ésta comienza a crecer desde cero, presentando una oscilación o ringing. La figura muestra el instante en el que se aplica la polarización a una membrana, mientras se mide la respuesta con presión estable.



Por esta razón, debido a que es imposible mantener constante esta polarización dado que es necesario conmutarla para medir uno u otro eje, **es aconsejable insertar una demora entre la conmutación de la polarización y la lectura del conversor.**

Hardware



Se trata de polarizar una membrana, mientras leemos la diferencia de potencial en la otra. La corriente que circula a través de las membranas puede rondar los 20mA, por lo que utilizamos transistores para controlarla. Si bien no es la mejor opción, es una alternativa relativamente económica. A modo de tener una mejor resolución, conectamos la referencia del conversor a un potencial más próximo al del extremo de la pantalla, dado que la resistencia $R1$, limitadora de la corriente, genera una caída apreciable. Su valor dependerá de la resistencia de la pantalla que utilicemos y los límites de corriente especificados. Para la que trae el PG320240FRST, hemos utilizado valores de entre 15 y 47 ohms. Las demás resistencias son de 10K o a criterio del desarrollador. Los capacitores en las entradas del conversor limitan la velocidad de respuesta a la vez que minimizan el ruido, .01 es un valor aceptable.

Los terminales A y B son los que utilizaremos para elegir la medición de la coordenada X o la coordenada Y . La pantalla se conecta a los terminales $T1$ a $T4$. Dado que se trata de una nota de aplicación, no hemos considerado problemas de interferencia electromagnética o potencial electrostático en dichos terminales. Para algunas aplicaciones, es probable que se deba intercalar una cuenta de ferrite en serie con el terminal y colocar diodos de protección a masa y a la alimentación en los mismos.

Operación

Los terminales A y B serán controlados de forma tal que sus estados lógicos sean complementarios, podemos utilizar dos pines de I/O o un inversor. Cuando el terminal A está a potencial positivo y B a masa, el terminal $T2$ se coloca a potencial positivo y $T3$ a masa, podemos leer entonces la información presente en el terminal $T1$ en el canal 1 del conversor. Cuando el terminal B está a potencial positivo y A a masa, el terminal $T1$ se coloca a potencial positivo y $T4$ a masa, podemos leer entonces la información presente en el terminal $T2$ en el canal 0 del conversor. Vemos entonces que $T1$ y $T4$ polarizan un eje, mientras que $T2$ y $T3$ polarizan el otro. Hacemos corresponder el punto del display $X=0$; $Y=0$ ó $(0;0)$ al estado de mínimo potencial en ambos ejes, con lo cual definimos el conexionado de la pantalla que se observa en la figura a la derecha. De esta forma, la condición $A=0 \wedge B=1$ polariza la pantalla para la lectura de la coordenada en X en el canal 0, mientras que la condición $A=1 \wedge B=0$ polariza la pantalla para la lectura de la coordenada en Y en el canal 1. El estado inactivo, es decir, sin presión sobre la pantalla, corresponderá a un potencial próximo a cero, mucho menor que el del punto $(0;0)$ para ambas lecturas.

Calibración

Debemos hallar una relación biunívoca entre los valores que retorna el conversor y la coordenada del punto en pantalla. Asumiremos en principio que la resistencia de la membrana está uniformemente distribuída y que entonces podemos asociar una relación lineal entre el eje de la pantalla y el eje del display, de otro modo los cálculos serían más complicados. La pantalla generalmente tiene un cierto desplazamiento respecto del display, es decir, los ejes están desplazados, y el conversor devuelve valores en un rango de 0 a 4096. Es decir, las coordenadas de la pantalla tienen una traslación y un cambio de escala con respecto a las del display. Indicamos con letras mayúsculas las coordenadas del display, y con letras minúsculas las de la pantalla:

$$x = x_0 + G_x \cdot X$$

$$y = y_0 + G_y \cdot Y$$

Las pendientes G_x y G_y representan el cambio de escala; x_0 e y_0 representan el desplazamiento, y son los valores que corresponden a $X=0$ e $Y=0$, es decir los valores que leemos al presionar sobre el punto $(0;0)$ del display

Si dibujamos dos puntos a ambos extremos de la pantalla: $(0;0)$ y $(X_{max}; Y_{max})$ y leemos los datos que devuelve el conversor: $(x_0; y_0)$ y $(x_{max}; y_{max})$, respectivamente, podemos hallar un sistema de ecuaciones lineales que asocie ambos ejes y corrija el desplazamiento y cambio de escala, utilizando las ecuaciones definidas anteriormente y la geometría analítica:

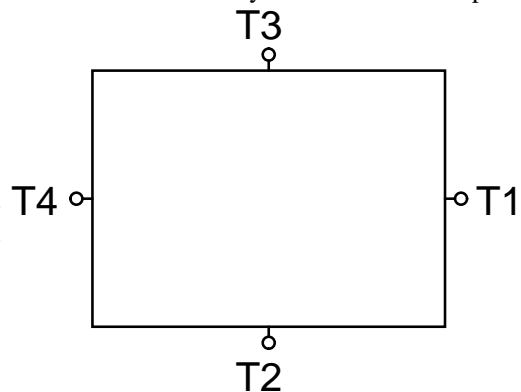
$$X = (x - x_0) \cdot \frac{1}{G_x}, \quad \text{donde} \quad \frac{1}{G_x} = \frac{X_{max} - 0}{x_{max} - x_0}$$

$$Y = (y - y_0) \cdot \frac{1}{G_y}, \quad \frac{1}{G_y} = \frac{Y_{max} - 0}{y_{max} - y_0}$$

Puede ocurrir que la pantalla presente además una rotación respecto del display, es decir, que los ejes no sean paralelos. Esta situación complica un poco más los cálculos, pero es igualmente posible hallar una matriz de

coeficientes $\begin{vmatrix} A & B & C \\ D & E & F \end{vmatrix}$, de modo que $\begin{vmatrix} X \\ Y \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} A & B & C \\ D & E & F \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} x \\ y \\ 1 \end{vmatrix}$, corrigiendo rotación, traslación y cambio de

escala. No obstante, necesitaremos tres puntos para la calibración, dado que tenemos seis incógnitas, y las operaciones son algo más complicadas, escapando a la intención de esta nota de aplicación.



Desarrollo de drivers

Con cualquier procesador, para leer al conversor analógico-digital podemos utilizar una interfaz SPI o desarrollarla mediante software, mientras que con un par de pines de I/O controlamos los terminales A y B, eligiendo si la lectura es de la coordenada *X* o la coordenada *Y*. Debido a la utilización de transistores, debemos tener en cuenta que su conmutación puede ser algo más lenta que nuestro procesador. Además, debemos tener en cuenta la carga del capacitor de filtro a través de la resistencia de la membrana, sumado al hecho de que la tensión que retorna la membrana pantalla presenta una oscilación o ringing, debido a la interacción entre la capacidad parásita entre las membranas y el capacitor de filtro (o la capacidad parásita en la entrada del A/D si lo retiramos), por lo que deberemos *insertar una demora entre la conmutación de la polarización y la lectura del conversor*.

La pantalla en sí también presenta un efecto mecánico de rebote, con oscilaciones de la membrana superior en el área alrededor de la zona de presión, por lo que es aconsejable *realizar algún tipo de debouncing antes de determinar las coordenadas*. La manera más común de hacerlo es tomar muestras periódicas de uno de los ejes para detectar presión sobre la membrana; una vez detectada la presión, se deja transcurrir un cierto tiempo de estabilización antes de tomar la medición definitiva en ambos ejes, o tomar varias mediciones y promediarlas.

La CAN-010 es un ejemplo de utilización de la interfaz SPI con procesadores Rabbit, pero puede utilizarla como descripción y referencia del MCP3204. Si además de Rabbit utiliza Dynamic C 8 o superior, la CAN-014 explica cómo aprovechar funciones ya desarrolladas por Z-World.