

Diseño e implementación de una Tarjeta de Desarrollo con profundización en desarrollo de aplicación de Touch Sensing.

Geuseppe González Cárdenas

Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, Cundinamarca, Colombia, geuseppe.gonzalez@correo.usa.edu.co

Felipe Andrés Silva Gómez

Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, Cundinamarca, Colombia, felipe.silva.gomez@gmail.com

ABSTRACT

One of the most common problems that occur as a result of academic research is not to transcend the calculations, assumptions, and in general of all previous approaches to the validation and implementation, especially in the field of electronics. This paper presents the whole process of design, validation and implementation of a development board, with has the differentiating factor that it is a 100% Colombian design that meets high quality normativity of printed circuit boards (PCBs from now on) from IPC, and the emphasis on developing a Touch Sensing application that provides a quality product that addresses issues of modern electronic design and large fields of applicability.

The result of the development described above is not only an innovative product is also an academic and technologic tangible progress that evidences important issues of knowledge acquisition, design for manufacturing techniques and product prototyping, technology development and most importantly it generates the evidence and the chance of showing real technologic solutions for automation, control, ICT's (Information and Communications Technologies) and many more possible areas that could involve high electronic design standards.

Keywords: design, implementation, printed circuit board, solution, touch sensing, development.

RESUMEN

Uno de los problemas más comunes que se presentan como resultado de la actividad de investigación académica es el de no trascender de los cálculos, hipótesis, y en general de todos los planteamientos previos a la parte de validación e implementación, sobretodo en el sector de los productos electrónicos. Con este trabajo se presenta todo el proceso de diseño, validación e implementación de una Tarjeta de Desarrollo orientada a procesos de automatización. La tarjeta cumple con normatividad de diseño de alta calidad de tarjetas de circuito impreso (en adelante PCBs) según IPC, uso de arquitectura ARM en su parte de microcontrolador lo cual es un claro diferenciador frente al tradicional PIC en Colombia, así como el énfasis en el desarrollo de una aplicación Touch Sensing, además de manejar tecnología de montaje superficial (SMT) en lugar de lo tradicional y mayoritario dentro del contexto colombiano como lo es el uso de componentes de inserción (THT), es decir, se presenta un producto de calidad que aborda temas de diseño electrónico modernos, diferenciándose de la tendenciad de diseño tradicional y con grandes campos de aplicabilidad.

El resultado del desarrollo anteriormente descrito es un avance tangible y evidenciable que involucra temas de apropiación de conocimiento, técnicas de diseño para fabricación y prototipado de productos, desarrollo tecnológico y lo más importante de todo, la evidencia que resulta de generar diseños y productos nacionales de tipo electrónico que sean soluciones puntuales y de calidad para tareas relacionadas con soluciones de tipo intuitivo para automatización y control, vinculación HW con TICs entre muchos sectores posibles.

Palabras clave: diseño, implementación, tarjeta circuito impreso, touch sensing, solución, desarrollo.

1. INTRODUCCIÓN

La tecnología, y en sí la electrónica, es uno de los sectores transversales a la sociedad que más ha crecido en las últimas décadas. Resulta muy difícil encontrar una sola actividad humana que no pueda ser fortalecida, mejorada o aliviada debido al uso de algún tipo de tecnología o dispositivo electrónico.

El mundo no es ajeno a esto y gran parte de la diferenciación de las sociedades actuales se da debido al nivel de conocimiento en cuanto a temas de innovación, diseño e investigación en áreas de tecnología. Teniendo esto en cuenta, y como parte del proceso académico natural en ingeniería en el cual se plantean soluciones a problemas de toda índole, se presenta la idea de lograr el diseño e implementación de un dispositivo de tipo electrónico que cuente con algunos parámetros importantes de calidad, es decir, que si bien no va a ser competencia directa en lo técnico o comercial de productos como smartphones, tablets o laptops, sea una solución tecnológica para necesidades de automatización y control diseñada localmente y que pueda marcar el camino para una mayor y mejor apropiación de ese conocimiento tan importante para las sociedades.

El resultado de este proceso es una Tarjeta de Desarrollo diseñada, fabricada y ensamblada en Colombia, la cual cumple con normatividad IPC así como el uso de tecnología Touch Sensing, la cual ofrece innumerables campos de aplicación debido a su naturaleza táctil y capacidad de implementación para diseños de tipo intuitivo, es decir, recurriendo a lo gráfico.

Una Tarjeta de Desarrollo es, bajo la perspectiva ingenieril, una herramienta para diseño y prototipado rápido de sistemas digitales o analógicos, que se presenta como un elemento muy útil para el mejoramiento de los procesos de diseño debido a disminución del tiempo de validación de los diseños así como la posibilidad que ofrece de ser una solución y un producto final. En el caso puntual de esta tarjeta se realizó la implementación en un sistema de banda transportadora, en el cual se simularon procesos de automatización industrial de forma práctica y permitiendo evaluar el desempeño de la PCB resultante.

Temás técnicos que se destacan a partir de ésta Tarjeta de Desarrollo son: el uso mayoritario de componentes con tecnología de montaje superficial (SMT), técnicas de ruteo de alto nivel, distribución de la densidad de componentes basada en estudios de compatibilidad electromagnética (EMC), uso de componentes y dispositivos de primer nivel para diseños electrónicos, capacidad de diseño para prototipado, diseño para pruebas y protocolos de validación eficaces, apropiación de conocimiento y la interesante posibilidad de presentar un dispositivo de que se vincule al ecosistema TIC como una solución a pequeños procesos de automatización.

2. DEFINICIÓN TÉCNICA DE POSIBILIDADES: DISEÑO PREVIO

La etapa de diseño previo comprende todo lo relacionado con la caracterización de la tecnología a emplear, la definición de los componentes iniciales a partir del prototipo final esperado y los pasos de diseño, rediseño y el protocolo de validación inicial planteado.

El requerimiento inicial planteado consiste en lograr obtener una PCB que pueda usarse en procesos de automatización y que al ser diseñada localmente pueda satisfacer necesidades puntuales o cumplir con criterios de diseño y desempeño *a medida*, o al menos más acordes con el contexto tecnológico y académico colombiano.

Hay dos necesidades puntuales y transversales a lo que es el desarrollo de la tarjeta: la aplicabilidad dentro de varios sectores (solventada mediante el uso de ARM Cortex M3 y Touch Sensing) y los parámetros de diseño de PCB que sugieran calidad en el resultado final.

En función de la aplicación de la tarjeta, y teniendo en cuenta que hay limitantes importantes relacionadas con el software y hardware que se lleguen a implementar en ella, se realizó un cuadro de composición acerca de los criterios iniciales que se deben despejar para dar paso a la delimitación puntual de cada uno de estos mismos cuadros estructurales. La figura 1, presentada a continuación, relaciona la parte compositiva de hardware y software con la misma importancia de la aplicabilidad ofrecida, siendo estos componentes el soporte definitivo de la Tarjeta de Desarrollo.

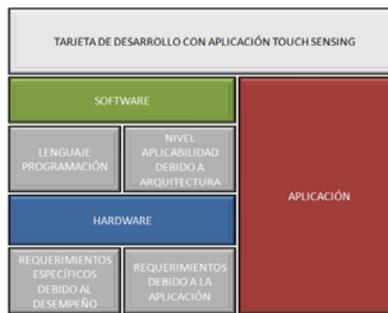


Figura 1: Bloques compositivos del diseño previo.

En la parte relacionada con el análisis inicial del software operativo se define que debido a que se requiere de procesamiento digital y ejecución de tareas programadas la tarjeta cuenta con un componente microcontrolador o microprocesador capaz de cumplir con este objetivo. De forma casi inmediata y debido a la fuerte tendencia en diseños electrónicos vinculados con uso de MCUs con arquitectura ARM se delimita el uso de un dispositivo microcontrolador de este tipo. Esta decisión se sustenta sobretodo en la facilidad de acceso a los catálogos de MCUs de fabricantes como Texas Instruments o STM, así como la posibilidad de realizar toda la parte de programación en lenguaje C.

Luego de definir esto se enlaza esta primera delimitación con la aplicabilidad de la tarjeta en cuanto a que se desean realizar tareas de automatización y aplicaciones de tipo intuitivo. En este sentido se delimita aún más ya que si se trabaja con una arquitectura ARM, de gama media, con cualquier fabricante, la tarjeta podrá realizar el censado de las señales de Touch Sensing y la automatización de algún proceso específico de manera satisfactoria, y es aquí cuando se abre la puerta para las consideraciones de tipo hardware. ¿Por qué? Porque ya se ha definido que la tarjeta se va a programar en lenguaje C y que mediante el uso de este lenguaje la tarjeta debe poder realizar el censado y control de las señales de la etapa Touch Sensing para el proceso de automatización o control. Queda solventado el nivel de aplicabilidad debido al software.

Ahora se realiza la delimitación a nivel de hardware, del mismo modo que se hizo en software, es decir en función de la aplicabilidad de la tarjeta.

Esta es quizá una de las partes más sensibles dentro del proceso de delimitación del diseño ya que no sólo debe comprender las limitaciones del mercado colombiano para la fabricación de PCBs sino también todo lo correspondiente al desempeño de la etapa de Touch Sensing, la cual necesita de un análisis mucho más profundo. Geok Theng Lau, Mark Goh, (2005).

De forma inicial y sólo con el fin de cumplir con el proceso estructural de delimitación inicial para la tarjeta se determina que los componentes (activos y pasivos) predominantemente de tecnología SMT, Clark, W.(1985). ¿Por qué? Porque permiten un mayor grado de miniaturización, mayor facilidad en el proceso de distribución de densidad de componentes además de presentarse como ambicioso en cuanto a que involucra dispositivos y tecnologías modernas de diseño. Teniendo estas ideas sentadas de manera inicial también se define que en el hardware de la tarjeta garantice que el desempeño del software genere una aplicabilidad exitosa de la tarjeta como producto. Estos conceptos se ahondarán de manera más profunda cuando se presente el protocolo de pruebas para validación de la tarjeta, el cual por motivos de extensión no tiene lugar en este escrito.

Finalmente en este diseño previo se concluye que la tarjeta contará mayoritariamente con componentes SMT, arquitectura de microcontrolador basada en ARM y programación en lenguaje C.

2.1 ESQUEMATIZACIÓN Y JERARQUÍA EN EL DISEÑO: DISEÑO ESPECÍFICO.

Dentro del esquema general de diseño específico se trazan dos líneas de diseño, la estructural y la funcional, las cuales responden a necesidades de desempeño y diseño exactos, puntuales en cuanto a los componentes y vitales para el diseño de la PCB.

A nivel **funcional** se presenta el siguiente esquema, figura 2, en el cual se relaciona el tipo de señales de entrada y salida que se involucran en el procesamiento, siendo la secuencia lógica de funcionamiento, así como el tipo de comunicaciones que pueden abordarse como señales adicionales para el software operativo.

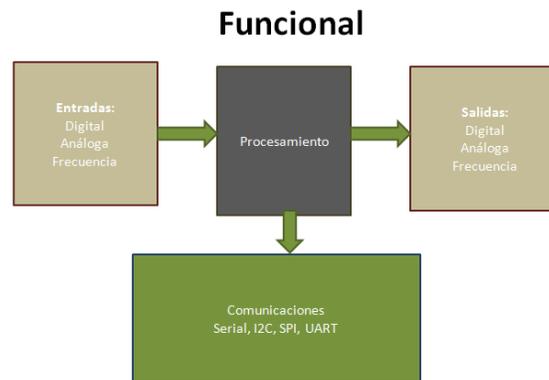


Figura 2: Relaciones funcionales de la tarjeta

La tarjeta de desarrollo que se diseñará debe contar con varias funcionalidades, entre ellas la de interconexión a través de algún protocolo conocido de comunicación tal como RS232, SPI o I2C. Además deberá poder desarrollar las tareas relacionadas con el sistema operativo embebido en el MCU.

De forma general se deberá poder ingresar información mediante alguno de sus puertos de comunicación o periféricos destinados, procesar mediante software embebido en el MCU y obtener una respuesta a este procesamiento en la salida a través de los mismos puertos de comunicación o de algún tipo de hardware destinado para este fin.

A nivel **estructural** se define la ubicación física de los componentes en la PCB.

Component Placement Layout

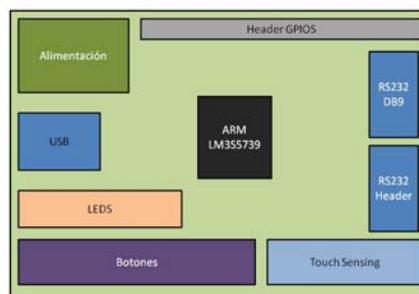


Figura 3: Relaciones estructurales de la tarjeta

Se requiere de una PCB que cumpla con normatividad IPC, por tal motivo el procedimiento de documentación, captura esquemática, enrutado y análisis de EMC tendrá un tratamiento especial. Ahora bien, el mercado colombiano no ofrece grandes alternativas en cuanto a la fabricación o grandes niveles de precisión en cuanto a los parámetros de la tarjeta, y es aquí en donde se encuentra el primer reto ingenieril, el cual claramente relaciona

la metodología de diseño de la PCB que cumpla con normas IPC bajo las limitaciones naturales del contexto colombiano.

A partir de esto en el proceso de diseño de la PCB se determina:

El diseño de máximo dos (2) capas para la tarjeta, este criterio así como los demás criterios de diseño se sustentan inicialmente en la relación de desempeño requerido (no muy altas frecuencias – mayor a 25 KHz - ni potencias – mayor a 10 W), densidad de componentes (no mayor a 3 por cm²) y ámbito de operación (no militar, ni alto desempeño) de la tarjeta. Lo cual lleva por sí solo a que las limitaciones de diseño, y fabricación influyan directamente en el alcance de aplicación de la tarjeta.

Alimentación a través de uso de tipo USB ya que maneja un estándar de 5 voltios en DC los cuales son acordes a necesidad de funcionamiento de gran cantidad de MCUs y componentes activos (alimentación de 3.3 V – 5.0 V). Dentro de esta misma especificación entra el tipo de USB a emplear, el cual es Mini USB tipo B. Es de fácil acceso en el mercado y va de acuerdo a las tendencias de diseño en electrónica.

En el proceso de diseño de tarjetas de desarrollo se cuenta con un gran número de opciones para realizar la etapa de procesamiento de todo el sistema. Empresas como Microchip con su línea 32M, Atmel con AtMega, St Microelectronics o Texas Instruments cuentan cada uno con suites de desarrollo y MCU's con grandes capacidades de desempeño. Una de las tendencias más grandes en el diseño electrónico actual es el de usar arquitecturas de ARM (Advanced Risc Machine) entonces se delimitan las opciones a lo que ofrecen ST Microelectronics, Atmel y Texas Instruments. A partir de esta delimitación inicial y a partir de la experiencia por trabajos previos se opta por utilizar la familia Cortex M3 de ARM bajo la empresa Texas Instruments ya que además de ser una de las empresas más grandes del sector, presentan grandes capacidades de producción, muy buen soporte y confiabilidad en cuando al desempeño de sus productos.

Más específicamente se plantea el uso de varios MCU's: el LM3S5739, LM3S1512, LM3S6918 así como el LM3S3748.

La depuración inicial arroja que entre ellos el diferenciador de precio y desempeño define el MCU a emplear, como resultado se presenta la tabla comparativa.

Tabla 1: Evaluación técnico económica MCU- ARM

Elemento	Precio	Valor a tarjeta	Consecución	Complejidad
LM3S5739-IQC50-A0T-ND	6.9 USD	Alto	Texas Instruments	Alta
LM3S3749	9.5 USD	Alto	Texas Instruments	Alta

Dado que una de las necesidades es poder realizar el proceso de automatización de una banda transportadora mediante el uso de la tarjeta acá diseñada se plantea la necesidad de determinar periféricos fijos de entrada y salida, tales como los botones y los leds, pero también la posibilidad de realizar comunicación bidireccional a través del uso del módulo de RS232, I2C, GPIOs y SPI del MCU.

Además de esto se plantea el uso de botones de tipo sensor capacitivo como diseño de valor agregado para el producto diseñado, puntualmente a través del uso del AT42QT1060.

Para lo relacionado con comunicación se sabe que el MCU cuenta con la opción de usar USB 2.0 OTG, SPI, I2C y comunicación Serial. A través de la comunicación serial se ofrece la posibilidad de usar módulos de comunicación inalámbrica a través de bluetooth.

El proceso de diseño de productos que usan controles touch es un proceso complejo con algunas decisiones para tomar, tales como qué tipo de materiales serán usados en su construcción y cómo se cumplirán los requerimientos eléctricos y mecánicos. Clave en este proceso es el diseño de los sensores actuales (especialmente *keys, sliders, wheels y touchscreens*) que forman la interfaz con el usuario. Steve P. Hotelling (2008)

Los controladores Touch permiten dos familias de sensores, cada una usando uno de dos estilos de transferencia de carga capacitiva. Tipo de sensores de capacitancia propia: sólo tiene una conexión directa al controlador del sensor. Estos sensores tienden a emitir campos eléctricos en todas las direcciones, y como tal son algo no direccionales. Ellos pueden trabajar con o sin un panel de recubrimiento, a pesar de que un panel es siempre recomendado por razones de descarga electrostática (ESD). Este tipo de sensores es posible de implementar mediante el uso de los controladores para sensores de QTouch (Atmel).

Tipos de sensores con capacitancia mutua: tiene dos conexiones o dos partes del sensor: un electrodo X (transmite) y otro electrodo Y (recibe). La capacitancia mutua desde X hasta Y es medida por el controlador del sensor. Debido a la naturaleza de este tipo de sensor, sólo es apropiado para su uso cuando se tenga un panel de cubrimiento así no se va a permitir la presencia de huecos de aire o burbujas. El panel de recubrimiento sirve como un conducto esencial desde X hasta Y.

La evaluación técnico económica para esta atapa arroja lo siguiente:

Tabla 2: evaluación técnico económica para sensores capacitivos.

Elemento	Precio	Valor a tarjeta	Consecución	Complejidad
AT42QT1060-MMUQS397TR-ND	3.200 USD	Intermedio	Digikey	Media
AT42QT1040-MMUQS397CT-ND	1.78 USD	Intermedio	Digikey	Media
AT42QT1020-MMUQS397DKR-ND	3.20000 USD	Intermedio	Digikey	Media

3. SOLUCIÓN DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

Una vez se definen las consideraciones básicas para un buen diseño se inicia todo lo relacionado con la captura esquemática para el posterior diseño de la PCB. El proyecto, diseñado en Altium Designer 10, presenta una jerarquía de captura de esquemático determinada por criterios de ubicación y funcionalidad, así como un layout planning- diseño de presentación- que tenga trazabilidad desde la captura esquemática hasta el protocolo de pruebas. Una ventaja puntual de manejar el diseño de esta forma es que la complejidad debido a la relación de componentes, así como anotaciones o aclaraciones de diseño y pruebas de error, generar flexibilidad y posibilidad de expansión para cada etapa del proyecto. Así las cosas, se definen, según IPC – en su web de standards – los parámetros de configuración iniciales:

- Grosor de las pistas: directamente relacionados con la corriente a través de ellas y limitaciones de fabricación. Debido al rango de 400mA – 500mA = 0.254mm.
- Separación entre componentes/pistas (clearance): relacionado con el voltaje máximo en tarjeta. De acuerdo a voltaje máximo de 5.0 V = máximo de 0.21mm.

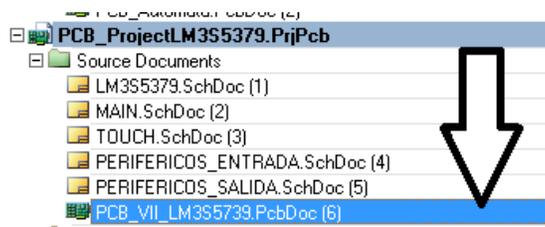


Figura 4: Diseño jerárquico del proyecto

En la parte de captura de esquemáticos se cumplen los criterios de uniformidad de distribución, disponibilidad de alta información en hoja, estandarización de nomenclaturas, uso de tablas de versión y revisión, tablas de alimentación y anexo de tipo ilustrativo en diseño previo. La figura 4 presenta la guía del flujo de captura esquemática.

Adicional a esto se adopta el tipo de captura por estilo de flujo, dando coherencia a la organización jerárquica del proyecto. La captura por estilo de flujo (figura 5) es un método sugerido por IPC en el cual se organiza la información esquemática según el flujo de la información o del modo de operación de los componentes, lo cual sugiere una agrupación con un sentido funcional que facilita el control de errores y adicionalmente mejora el manejo de información para el diseñador.

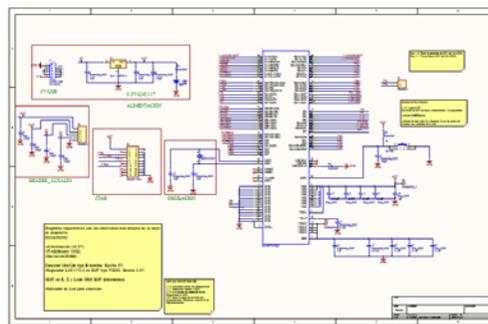


Figura 5: Captura esquemática por estilo de flujo

En la siguiente imagen, figura 6, se pueden apreciar las agrupaciones más importantes según la criticidad de las señales de los componentes de la PCB, en donde se encuentra que la densidad de componentes en PCB es bastante baja, permitiendo el diseño de una segunda versión con un mayor grado de miniaturización:

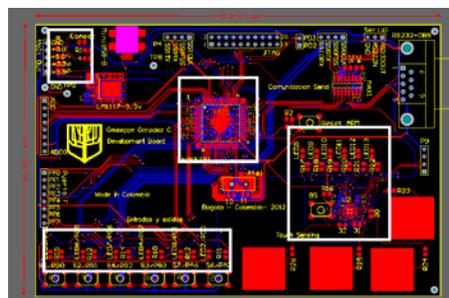


Figura 6: Densidad de componentes en PCB

El proceso de enrutamiento sigue normatividad IPC relacionado con la prioridad de rutas debido a criticidad de señales, densidad de componentes, component layout, component placement y las consideraciones mecánicas. La criticidad de señales definió los siguientes grupos, en orden de prioridad: alimentación (+5.0V, +3.3 V), cristal (8MHz con desacople), señales Jinhong(2007) de etapa Touch Sensing (AT42QT1060), señales de MCU (GPIOs, ADCS, UARTS), periféricos (leds y botones mecánicos).

Como resultado de esto se presenta en detalle el enrutado correspondiente a la alimentación y desacople manejando la división de rutas por capas asignado en la capa Bottom Layer señales de GND y VCC(figuras 7 y 8):

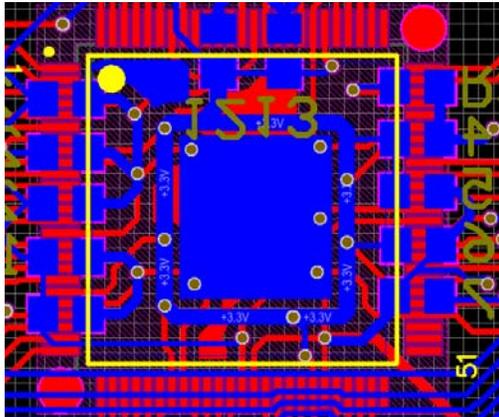


Figura 7: Ruteo Bottom Layer para MCU

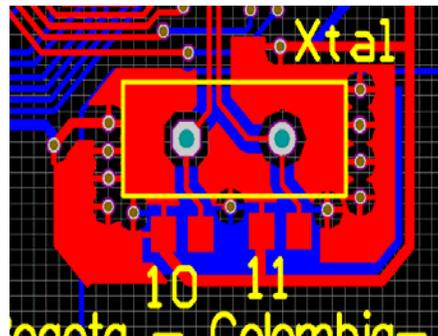


Figura 8: Ruteo cristal MCU

Para el ruteo de las señales del ARM se empleó la estrategia de ruteo por segmentación, basada en nota de aplicación de Atmel (ATRM 2009) y el ruteo evitando bloque y cruce de nodos. También se adoptó la técnica de ruteo de perpendicularidad entre líneas por capas del PCB debido a que la frecuencia de operación es mayor a 5 MHz y se necesita evitar todo tipo de ruido y capacitancias parásitas ya que a pesar de contar con FR4 a 1.6mm de grosor los parámetros de calidad exigen rigor en cuanto a la técnica de ruteo.

El ruteo por segmentación básicamente consiste en realizar el ruteo por partes y llevando líneas continuas por grupos de punto a punto, por ejemplo, las 7 señales de comunicación de un puerto que irán de forma paralela hasta el componente mecánico en el borde de la tarjeta para realizar la conexión física. En este caso se rutea este puerto segmentado y agrupando las 7 señales(figura 9).

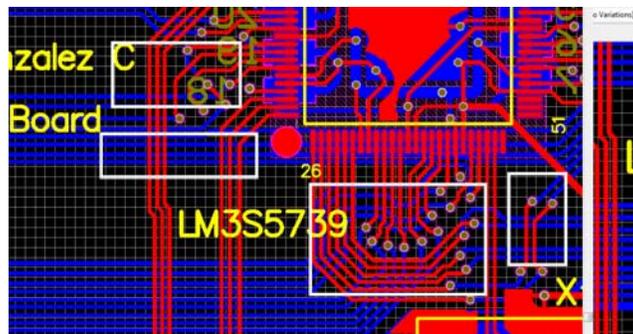


Figura 9: Técnicas de ruteo mediante uso de vías.

El resultado final es una tarjeta 100% funcional, de diseño y fabricación colombiana, la cual tiene un aceptable desempeño bajo condiciones normales de operación (sin someter a frecuencia de resonancia ni temperatura de dilatación de cobre).

La etapa de Touch Sensing es funcional (figura11) y presenta un éxito en cuanto al alcance de las aplicaciones a partir de la idea de diseños de producto electrónico ya que es una de las tendencias más actuales de diseño. Es importante destacar la idea de que el IC de propósito específico empleado (AT42QT1060) es también empleado en varios dispositivos de gama alta tales como smartphones y tablets, con lo cual se está rompiendo una barrera inicial de conocimiento en cuanto al uso de dispositivos. También se muestra la tarjeta ya ensamblada mostrando especialmente las marcas que acreditan que el diseño es propio y colombiano, figura 10



Figura 10: Implementación de la PCB.

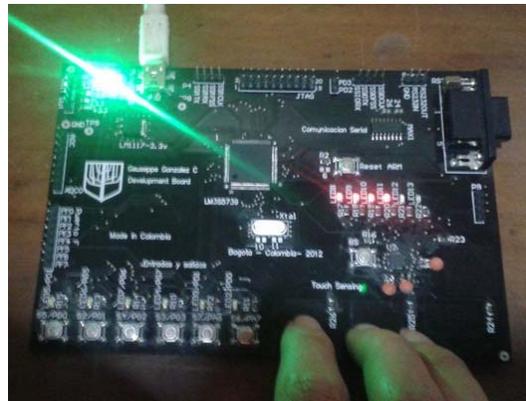


Figura 11. PCB ya implementada. Etapa Touch Sensing.

Una vez se presentan estos resultados se verifica que la tarjeta cumple con la siguiente normatividad IPC:

- IPC 2221
- IPC 2222
- IPC 350
- IPC 50

Lo cual sumado a las pruebas en campo de cada uno de los componentes hace concluir como exitoso todo el proceso de diseño e implementación.

4. CONCLUSIONES

El diseño jerárquico mediante el uso de capturas esquemáticas por control de flujo y de funcionalidad es uno de los métodos más completos para el desarrollo de proyectos de PCB de alta complejidad. El desarrollo de equipos electrónicos en Colombia depende en gran medida de la relación que se establece entre el proceso de fabricación y ensamblado y las características puntuales de la aplicación ya que por temas técnicos y de costos realizar diseños de PCBs con más de dos capas resulta bastante complejo.

El proceso de ruteo para dispositivos relacionados con Touch Sensing se caracteriza por tener parámetros especiales relacionados con el control de ruido, abolición de interferencia debido a señales de alta frecuencia y una directa dependencia en cuanto a la densidad de componentes de la tarjeta.

En Colombia sí se pueden realizar diseños de productos electrónicos de calidad, con técnicas modernas, con componentes de alto desempeño y sobre todo con gran aplicabilidad. El resultado de este desarrollo sustenta de forma fuerte la idea de que sí se puede pasar del diseño a la implementación teniendo un producto sustentado en la generación y apropiación de conocimiento e innovación en cuanto a lo que presenta el sector actualmente.

Se genera la posibilidad de realizar diseños que puedan vincular soluciones de tipo hardware con el ecosistema TIC en el país a partir del resultado de desempeño del procesamiento y el hardware, es decir, al vincular en una siguiente etapa del proyecto la conexión USB 2.0 OTG a la tarjeta se tendría la posibilidad de tener soluciones tecnológicas ágiles, contextualizadas y con gran posibilidad de crecimiento.

Finalmente se concluye como exitoso todo el proceso de desarrollo, diseño e implementación.

REFERENCIAS

Geok Theng Lau, Mark Goh, (2005) "Buyer-seller relationships in the PCB industry", *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 10 Iss: 4, pp.302 – 312

Jacobsen, S.C.; MCGAMMON, I.D.; BIGGERS, K.B.; PHILLIPS, R.P.,(1988) "Design Of Tactile Sensing Systems For Dextrous Manipulators," *Control Systems Magazine, Ieee* , Vol.8, No.1, Pp.3,13.

Steve P. Hotelling (2008) "Mutual Capacitance Touch Sensing Device", US Patent Application, Appl No 11/882,420.

Li Wen-Bin, Yan Xue-Long (2010) School Of Electronic Engineering, Guilin University Of Electronic Technology, Guilin 541004, China; Simulation Analysis Of Via In High-Speed Pcb [J]; *Mechanical Engineering & Automation*.

Rui Wang; Shiyuan Yang, (2004), "The Design Of A Rapid Prototype Platform For Arm Based Embedded System," *Consumer Electronics, Ieee Transactions On* , Vol.50, No.2, Pp.746,751.

Yang Jinhong; Hong Yongqiang, (2007) "Design Of Uart Based On Arm+Dsp Distributed Data Acquisition System," *Electronic Measurement And Instruments, 2007. Iccmi '07. 8th International Conference On* , Vol., No., Pp.4-813,4-815.

Clark, W.,(1985) "The Pcb Connector As A Surface Mounted Device," *Components, Hybrids, And Manufacturing Technology, Ieee Transactions On* , Vol.8, No.4, Pp.530,534.

Oppenheim, Matthew (2010) "Multichannel Touch Sensors". *Circuit Cellar*, 1 (234). Pp. 46-53

Edwards, C., (2008) "Together Again - [Electronics Design]," *Engineering & Technology* , Vol.3, No.21, Pp.36,37

Association connecting electronics industries, "IPC standards index", <http://www.ipc.org/contentpage.aspx?pageid=standards>, MAY. 15, 2013 [JUN.24, 2012].

Authorization and Disclaimer

Authors authorize Iaceti to publish the paper in the conference proceedings. Neither Iaceti nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.