

Test Plan para la verificación del PCB para SIWA

Hernández Zárate Amanda, Pérez Ramírez Gabriel y Coto Alcázar Fransisco

Escuela de Ingeniería Electrónica, Tecnológico de Costa Rica, 30101 Cartago, Costa Rica,
{amanda.hz, gabo20021228, frjcotoa}@estudiantec.cr

I. INTRODUCCIÓN

El presente documento muestra procedimientos, métodos y criterios necesarios para verificar el correcto funcionamiento del prototipo desarrollado de la plataforma de interconexiones para el microcontrolador SIWA. Este documento describe las pruebas eléctricas, funcionales y de seguridad que se aplicarán a la placa y a sus componentes asociados, con el fin de garantizar el cumplimiento de los requerimientos de diseño.

Las pruebas se realizarán siguiendo un enfoque sistemático que permita detectar posibles fallos en la fabricación, el ensamblaje o el desempeño del circuito. Asimismo, se documentarán los resultados obtenidos y se establecerán los criterios de aceptación que aseguren que el producto final cumple con las especificaciones definidas durante la etapa de diseño.

II. PLAN DE PRUEBAS

II-A. Pruebas sin ASIC

II-A1. Validación de conectividad

Esta verificación busca comprobar que los distintos nodos que se plantearon en las simulaciones efectivamente estén conectados entre sí, además de comprobar que no hay nodos distintos en corto circuito.

Para realizar esto se toma la placa luego de las etapas de fabricación de EndMill, con ayuda de un multímetro en modo “Continuidad” y el PCB en la herramienta de Altium, se deben verificar que las conexiones entre nodos estén debidamente conectadas o aisladas, según sea el caso.

En caso de que existan dos nodos distintos en corto, se debe verificar de manera detallada las pistas de la placa, hasta encontrar en dónde se está cortocircuitando dichos nodos (en dónde no se removió el cobre de manera precisa). Con esto identificado, se debe reenviar a la etapa de EndMill para corregir el error.

Esta metodología se debe repetir una vez ensamblados todos los componentes en la PCB, dado que al soldarse, estos podrían generar un corto entre nodos distintos. En caso de existir un corto, se debe inspeccionar la placa hasta determinar el componente que lo está causando y corregir el problema.

II-A2. Validación de fuentes

Verificar que cada regulador de voltaje entregue el nivel correcto bajo diferentes condiciones de carga, asegurando estabilidad y ausencia de sobrecalentamiento, cumpliendo con los requerimientos de potencia del sistema completo.

1. Prueba en Vacío:

- Conectar la fuente de alimentación externa al header de potencia de 4x2 pines (61204021621).
- Usar multímetro en modo DC voltage para medir en los pines de salida de cada regulador:
 - 3.0V : Medir entre VOUT y GND, debe mostrar 3.0V $\pm 5\%$.
 - 1.8V: Verificar salida en su pin correspondiente, 1.8V $\pm 5\%$.
 - 1.0V: Confirmar 1.0V estable para el núcleo de Siwa, 1.0V $\pm 5\%$.
- Revisar que todos los capacitores de desacople estén correctamente soldados y no presenten cortos.
- Verificar continuidad entre GND de diferentes secciones del PCB.

2. Prueba bajo Carga:

- Instalar SIWA en su socket y conectar todos los periféricos.
- Medir nuevamente los voltajes durante diferentes modos de operación:
 - Con SIWA en reset: consumo mínimo.
 - Con SIWA ejecutando programa básico: consumo normal.
 - Durante cambios de estado intensivos (todos los LEDs encendidos simultáneamente).
- Monitorear estabilidad de voltaje con osciloscopio en modo AC coupling para detectar ripple excesivo.
- Verificación térmica por tacto: los reguladores no deben ser incómodos al tacto después de 10 minutos de operación continua.
- Medir consumo de corriente insertando multímetro en serie con cada rail de potencia.

Criterios de Aceptación

- Voltajes estables dentro de $\pm 5\%$ del valor nominal en todas las condiciones de carga.
- Reguladores estables térmicamente (no queman al tacto después de 10 minutos).

II-A3. Validación del reset

Se puede energizar la PCB y medir con multímetro el pin del *RESET*. Este debe estar en alto normalmente y, al presionar el botón, debe caer a 0 V, provocando el reinicio del microcontrolador. Se debe asegurar que la señal cambia correctamente y el microcontrolador se reinicia.

II-A4. Validación del oscilador

Esta verificación busca comprobar que el circuito del oscilador bufferizado logra generar la señal de reloj de manera correcta, es decir, con la frecuencia que se espera y que esta sea consistente.

Para comprobar esto, se va a energizar el módulo y con la ayuda de un osciloscopio se debe observar la señal que el oscilador brinda en su salida. Luego de esto, hay que observar la salida ya bufferizada. En ambas se busca comprobar que esta posea una frecuencia de 20 MHz, y que la amplitud entre las dos sea prácticamente igual (idealmente el buffer tiene ganancia = 1).

En caso de no funcionar, se debe de conectar un reloj externo al pin 19 o al 21 del header de 40 pines del PCB. Con esto, se procedería a observar en el osciloscopio la señal del reloj externo y se verificaría que esta posea la frecuencia de 20 MHz que se espera.

II-A5. Validación de la memoria

Confirmar la integridad eléctrica y funcional de la interfaz SPI con la memoria Flash externa (1-2199298-2).

Procedimiento Detallado

1. Validación de Conexiones Físicas:

- Usar multímetro en modo continuidad para verificar rutas críticas entre el header de memoria y los pines de SIWA:
- Verificar alimentación (3.3V) y GND en el header de memoria
- Comprobar ausencia de cortos entre pines adyacentes del header de memoria

2. Prueba Funcional con Memoria Pre-programada:

- Programar previamente la memoria Flash con un programa conocido usando programador externo:
- Instalar memoria programada en socket y conectar osciloscopio a las líneas SPI
- Al energizar y resetear SIWA, observar en osciloscopio:
 - Pulso inicial en línea CS (selección de chip) después del reset
 - Secuencia de reloj en SCLK estable.
 - Comandos de lectura en MOSI.
 - Respuesta en MISO con los datos programados previamente
- Comparar datos leídos en MISO con el patrón programado originalmente

Criterios de Aceptación

- Todas las conexiones muestran continuidad.
- Señales SPI limpias sin oscilaciones parásitas.
- La memoria responde consistentemente después de múltiples ciclos de reset.

II-A6. Validación de los LEDs

Se puede cargar un firmware de prueba que encienda y apague los LEDs uno por uno. Se debe verificar visualmente que todos los LEDs funcionan correctamente. Opcionalmente, medir el voltaje o la corriente de cada LED.

II-A7. Validación de la pantalla

Esta verificación busca comprobar que el módulo de la pantalla OLED logra encenderse y comunicarse de manera correcta mediante el protocolo SPI. Dado que para este punto aún no se tiene conectado el SIWA, hay que buscar otra forma de comunicarse con el pantalla que se encuentra en la PCB.

Lo que se haría es conectar la pantalla en su respectivo header, y con un Arduino UNO generar un programa sencillo que emule la comunicación SPI, conectando los GPIO de este microcontrolador a los pines respectivos donde se debe colocar SIWA. Ya con esto debidamente conectado, al energizar la placa, debería de poderse mostrar el mensaje programado en el Arduino en la pantalla OLED.

En caso de que la pantalla no funcione en su posición del PCB, se removería y se conectaría de manera externa para comprobar si es este componente el que falla o si es la conexión en la placa.

II-B. Pruebas con ASIC

II-B1. Validación con SIWA y programa corriendo

Verificar el funcionamiento integral del sistema con SIWA ejecutando código desde la memoria Flash, incluyendo todos los periféricos y caracterizando el consumo de potencia bajo diferentes condiciones operativas.

Procedimiento Detallado

1. Configuración Inicial y Programación:

- Programar memoria Flash con firmware de prueba completo que incluya:
 - Control de LEDs con secuencia específica y conocida.
 - Comunicación OLED mostrando mensaje.
- Instalar SIWA en socket asegurando buen contacto en todos los pines.
- Verificar orientación correcta según muesca del package

2. Secuencia de Arranque y Reset:

- Aplicar alimentación y observar comportamiento durante el reset automático
- Verificar que el circuito de reset mantiene línea RESET en alto.
- Confirmar que el oscilador de 20MHz inicia oscilación estable.
- Medir con osciloscopio la señal de reloj en pin 42 (CLK) de SIWA: debe ser 20MHz.
- Presionar botón de reset manual y verificar reinicio correcto del sistema

3. Verificación Funcional de Periféricos:

- LEDs: Observar secuencia programada y verificar.
- OLED: Confirmar que muestra mensaje de inicio y actualiza contenido según programa
- GPIOs: Usar headers de prueba para monitorear señales GPIO con osciloscopio

Criterios de Aceptación

- Sistema arranca consistentemente después de cada reset (automático y manual)
- Todos los periféricos responden según firmware (LEDs, OLED, memoria)
- No hay reinicios espontáneos o bloqueos después de 30 minutos de operación continua
- Señales de reloj y datos limpias sin excesivo ruido o jitter
- La comunicación SPI con memoria mantiene integridad de datos durante toda la prueba

Procedimiento de Diagnóstico en Caso de Falla

1. Revisión de soldaduras en componentes críticos.
2. Análisis de trazado de PCB vs esquemático en áreas problemáticas.
3. Prueba individual de cada subcircuito.

II-B2. Medición de señales

Usar un multímetro u osciloscopio para comprobar: Voltajes de alimentación (VCC) dentro los rangos esperados. Presencia y forma correcta de la señal de reloj. Con esto se puede verificar que todas las señales presentan niveles y frecuencias correctas.

II-B3. Medición de consumo

En esta verificación se busca comprobar que el PCB posee niveles de consumo acorde a lo que se espera según la situación en la que se encuentre. Ya sea corriendo el programa que maneja los LEDs, el que maneja la OLED o simplemente está conectada, pero sin ejecutar nada.

Para esto, se va a conectar la alimentación (la que alimenta los reguladores) y se van a monitorear los niveles de corriente según la situación en la que se encuentre el SIWA.