

Smart Plug

HARDWARE

Documento de Pruebas

Autor

Ing. Mariano Mondani

Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	2
Registro de cambios	3
Descripción	4
Casos de prueba	4
Referencias	14

Registro de cambios

Revisión	Cambios realizados	Fecha
1.0	Creación del documento	27/06/2016

Descripción

El siguiente documento describe los casos de prueba que se aplicaron para la validación del hardware del Smart Plug. Se trata de pruebas que buscan comprobar el correcto cumplimiento de los requerimientos.

Por cada caso, se indica el procedimiento que se siguió, los resultados esperados y los resultados obtenidos.

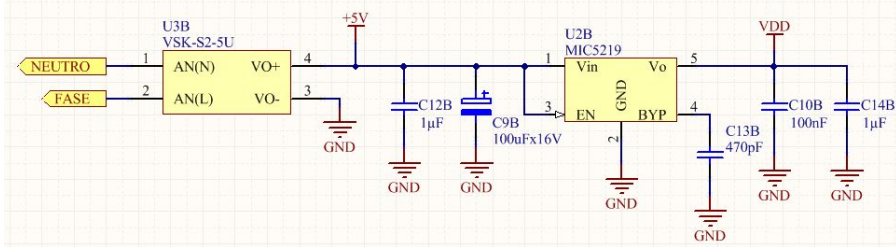
Casos de prueba

Caso de prueba #H.1		Tensión máxima
Descripción		Se probará que al aplicar la tensión para la que fue diseñado el Smart Plug (240VAC). La tensión de pico en la entrada del canal de tensión del CS5490 no debe superar las especificaciones indicadas en la hoja de datos [1]. Este valor se especifica como <i>Differential Full-scale Input Range</i> y tiene un valor de 250mV de pico.
Req. relacionado		Req. #1.1
Equipos utilizados		<ul style="list-style-type: none">• Osciloscopio Tektronix TBS 1052B.• Autotransformador variable Varitrans 0-250V.• Multímetro Agilent U1241A. Para medir tensión eficaz.
Procedimiento		<ol style="list-style-type: none">1. Se conecta el Smart Plug a la red eléctrica.2. Se ajusta el autotransformador hasta alcanzar los 240VAC.3. Se coloca la punta del osciloscopio entre los dos pines del header J6B (ver [2]).4. Se configura la escala vertical en 100mV/div.5. Se mide el valor de pico de la señal.
Resultado esperado		El valor pico debe ser menor que 250mV. De acuerdo a los cálculos teóricos, tomando los valores nominales de las resistencias usadas en el divisor resistivo (R8B, R10B, R11B y R12B) y la relación de transformación nominal de T2B, se espera que para 240VAC de entrada, la señal sobre J6B tenga un valor de pico de 172mV.
1	Resultado obtenido	El valor de la tensión de línea fue de 241 VAC. El valor medido en J6B fue de 203 mV de pico.
	Estado	PASA
	Comentarios	Para una tensión de entrada de 241VAC el valor medido en J6B se encuentra por debajo del máximo indicado en la hoja de datos.

		Es un valor superior al calculado teóricamente debido a la dispersión en el valor de las resistencias y en el valor de la relación de transformación de T2B.
--	--	--

Caso de prueba #H.2		Corriente máxima
Descripción		<p>Se probará que al aplicar la tensión para la que fue diseñado el Smart Plug (5A).</p> <p>La tensión de pico en la entrada del canal de corriente del CS5490 no debe superar las especificaciones indicadas en la hoja de datos [1]. Este valor se especifica como <i>Differential Full-scale Input Range</i> y tiene un valor de 250 mV de pico.</p> <p>Debido a que los canales de tensión y corriente son independientes, para producir una corriente de 5A de forma sencilla se eligió reducir la tensión con que se alimenta al Smart Plug. Para esto se utiliza un autotransformador variable, generando una tensión de 5VAC. Como carga se utilizará una resistencia de potencia de 1Ω.</p>
Req. relacionado		Req. #1.1
Equipos utilizados		<ul style="list-style-type: none"> • Osciloscopio Tektronix TBS 1052B. • Autotransformador variable Varitrans 0-250V. • Resistencia de potencia 50W 1Ω. • Multímetro Agilent U1241A. Para medir tensión eficaz. • Multímetro UNI-T UT61C. Para medir corriente eficaz.
Procedimiento		<ol style="list-style-type: none"> 1. Se conecta el autotransformador a la red eléctrica. 2. Se ajusta la salida (midiendo la tensión eficaz con el multímetro) hasta llegar a un valor de 5VAC. 3. Se conecta el Smart Plug a la salida del autotransformador. 4. Se conecta la resistencia de potencia como la carga del Smart Plug. 5. Se coloca el amperímetro en serie con la resistencia para medir la corriente que circula por esta. 6. Se ajusta la salida del autotransformador hasta lograr 5A sobre la resistencia de potencia. 7. Se conecta la punta del osciloscopio entre los pines del header J5B. 8. Se configura la escala vertical del osciloscopio en 20mV/div. 9. Se mide la tensión de pico.
Resultado esperado		<p>El valor pico debe ser menor que 250mV.</p> <p>De acuerdo a los cálculos teóricos, tomando los valores nominales de las resistencias usadas en el divisor resistivo (R1B, R3B, R4B y R6B), la resistencia R16B y la relación de transformación nominal de T1B, se espera que para 5A de entrada, la señal sobre J5B tenga un valor de pico de 192mV.</p>
1	Resultado obtenido	El valor de la tensión de salida del autotransformador fue de 4,94V

		El valor de la corriente sobre la resistencia de potencia fue de 5,04A El valor medido en J5B fue de 162 mV.
	Estado	PASA
	Comentarios	Para una corriente de entrada de 5,04A se tiene una tensión de pico sobre J5B inferior al valor máximo tolerado para el canal de corriente del CS5490. El valor medido en J5B es inferior al calculado teóricamente debido a la dispersión en el valor de las resistencias y en el valor de la relación de transformación de T1B.

Caso de prueba #H.3	Corriente máxima de salida de la fuente de alimentación.
Descripción	<p>La fuente de alimentación del Smart Plug debe generar dos tensiones: 5V y 3,3V. Además debe ser capaz de entregar una corriente de 350mA. Gran parte de esta corriente va a ser consumida por el módulo WiFi cuando se encuentre transmitiendo. Para probar estos requerimientos se reprodujo el circuito de la fuente de alimentación del Smart Plug en una placa experimental. El circuito es el mismo que aparece en [2] y se reproduce a continuación:</p> 
Req. relacionado	Req. #1.2 y #1.3.
Equipos utilizados	<ul style="list-style-type: none"> • Multímetro Agilent U1241A. Para medir tensión continua. • Multímetro UNI-T UT61C. Para medir corriente continua.
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se conecta el circuito a la red eléctrica. 2. Sin conectar carga en el circuito, se mide la tensión en +5V y en VDD. 3. Se conecta una carga variable que tiene 10Ω en su punto medio. 4. Se conecta en serie con la carga un amperímetro. 5. Se ajusta la carga hasta medir 350mA sobre la carga. 6. Se mide la tensión en +5V y en VDD.
Resultado esperado	<p>Se espera que tanto la tensión de +5V como de VDD se mantengan respectivamente en 5V y en 3,3V.</p> <p>La fuente switching de 5V (VSK-S2-5U) en su hoja de datos [3] indica una corriente máxima de salida de 400mA.</p> <p>El regulador de 3,3V (MIC5219) en su hoja de datos [4] indica una corriente máxima de salida de 500mA.</p>

1	Resultado obtenido	<p>Sin conectar una carga se midieron los siguientes valores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • +5V: 5,13V • VDD: 3,26V <p>Al conectar la carga variable y medir una corriente de 350mA sobre la misma, se midieron los siguientes valores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • +5V: 4,97V • VDD: 3,24V
	Estado	PASA
	Comentarios	

Caso de prueba #H.4		Funcionamiento de la interfaz JTAG de grabación.
Descripción		<p>El microcontrolador elegido, LPC1763 se graba usando una interfaz JTAG. En el pCB esta interfaz es accesible a través del header de pines JTAG_SWD.</p> <p>Este header debe respetar el pinout del programador incluido en el stick LPCXpresso.</p> <p>Esta prueba consiste en grabar un firmware en el Smart Plug usando esta interfaz y comprobar que no existan problemas en el proceso. Se usa un firmware especial [5]. Este firmware no realizar ninguna acción. Simplemente se usa para probar la interfaz de grabación.</p>
Req. relacionado		Req. #1.5
Equipos utilizados		<ul style="list-style-type: none"> • Programador incluido en el stick LPCXpresso 1769 (Número de parte: EA-XPR-003)
Procedimiento		<ol style="list-style-type: none"> 1. Se conecta el Smart Plug a la red eléctrica. 2. Se conecta el programador en el header JTAG_SWD. 3. Se graba el firmware de prueba usando el IDE LPCXpresso 4. Se observa la salida de la consola del IDE.
Resultado esperado		Se debe grabar el firmware.
1	Resultado obtenido	El firmware se grabó sin inconvenientes.
	Estado	PASA
	Comentarios	

Caso de prueba #H.5		Funcionamiento del pulsador y del led bicolor.
Descripción		<p>Se debe comprobar que el pulsador genera un nivel lógico bajo cuando no está presionado y uno alto (3,3V) cuando se lo presiona. Se debe comprobar que el led verde y el rojo prenden cuando se coloca un nivel lógico alto.</p> <p>Para este caso de prueba, se graba el microcontrolador con un firmware especial. El firmware se encuentra en el repositorio [6].</p>

		Este firmware comienza con el led verde encendido y el rojo apagado. Cada vez que se presiona el botón los leds cambian de estado.
Req. relacionado		Req. #1.8 y #1.9
Equipos utilizados		<ul style="list-style-type: none"> Multímetro Agilent U1241A. Para medir tensión continua.
Procedimiento		<ol style="list-style-type: none"> Se conecta el Smart Plug a la red eléctrica. Se graba el firmware para la prueba. Se mide los niveles de tensión en los pines P0[21] (led verde), P2[13] (led rojo) y P0[3] (pulsador). Registrar el estado de los leds. Se mantiene presionado el pulsador. Se mide los niveles de tensión en los pines P0[21] (led verde), P2[13] (led rojo) y P0[3] (tact switch). Registrar el estado de los leds.
Resultado esperado		Los leds deben encender con un nivel lógico alto y el pulsador debe poner un nivel lógico bajo cuando no está presionado y uno alto cuando lo está.
1	Resultado obtenido	<p>Luego de grabar el firmware, se observó solamente el led verde encendido y se midieron los siguientes niveles:</p> <ul style="list-style-type: none"> P0[21]: alto P2[13]: bajo P0[3]: bajo <p>Al mantener presionado el pulsador se apagó el led verde y se encendió el led rojo. Se midieron los siguientes niveles:</p> <ul style="list-style-type: none"> P0[21]: bajo P2[13]: alto P0[3]: alto
	Estado	PASA
	Comentarios	

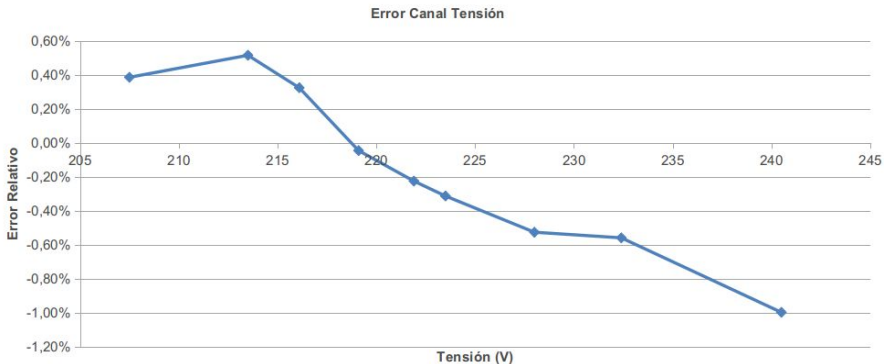
Caso de prueba #H.6	Funcionamiento del relay
Descripción	<p>La fase de la línea eléctrica pasa a través del contacto Común y el Normal Cerrado del relay. Por lo tanto cuando no está energizado el relay tiene que medirse la tensión de línea en la salida del Smart Plug. Cuando se lo energiza, esta tensión en la salida tiene que desaparecer.</p> <p>El relay debe estar desenergizado cuando hay un nivel lógico bajo en el pin P2[7] y se debe energizar cuando hay un nivel alto.</p> <p>Para realizar este caso de prueba se utiliza un firmware especial. El firmware se encuentra en el repositorio [7].</p> <p>Este firmware energiza comienza con el relay desenergizado y energiza y desenergiza el relay cada vez que se presiona el</p>

		pulsador.
Req. relacionado		Req. #1.4
Equipos utilizados		<ul style="list-style-type: none"> Multímetro Agilent U1241A. Para medir tensión eficaz.
Procedimiento		<ol style="list-style-type: none"> Se conecta el Smart Plug a la red eléctrica. Se graba el firmware para la prueba. Se mide el nivel lógico del pin P2[7] y la tensión eficaz de la salida del Smart Plug. Se presiona el pulsador. Se mide el nivel lógico del pin P2[7] y la tensión eficaz de la salida del Smart Plug.
Resultado esperado		El relay se debe energizar con un nivel lógico alto en P2[7]. Cuando el relay está desenergizado se debe medir 220V en la salida del Smart Plug.
1	Resultado obtenido	<p>Luego de grabar el firmware, los valores medidos fueron los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> P2[7]: bajo. Salida del Smart Plug: 220,5VAC <p>Luego de presionar el pulsador, se escuchó conmutar el relay y se midieron los siguientes valores:</p> <ul style="list-style-type: none"> P2[7]: alto. Salida del Smart Plug: 0VAC
	Estado	PASA
	Comentarios	

Caso de prueba #H.7	Funcionamiento del front-end analógico CS5490
Descripción	<p>El front-end analógico CS5490 se comunica con el microcontrolador a través de la UART3 a una velocidad de 600 baud.</p> <p>Además se conecta a los pines P1[30] (Reset del CS5490) y P0[27] (Digital Output del CS5490).</p> <p>Para esta prueba se usa un firmware especial [8]. Este firmware recolecta algunas mediciones del CS5490 (tensión eficaz, corriente eficaz, potencia activa, factor de potencia, frecuencia y cantidad de pulsos de energía) y las muestra por la UART1 a una velocidad de 115200.</p>
Req. relacionado	Req. #1.6
Equipos utilizados	<ul style="list-style-type: none"> Computadora corriendo un software de terminal serial (gtkterm) para ver la salida del firmware de prueba. Adaptador de TTL a USB. Lámpara de 60W.

Procedimiento		<ol style="list-style-type: none"> 1. Se conecta el Smart Plug a la red eléctrica. 2. Se graba el firmware para la prueba. 3. Se conecta el adaptador TTL a USB al header DEBUG de la placa y a la PC. 4. Se configura el software gterm para funcionar a una velocidad de 115200 baud y en modo 8N1. 5. Se conecta la lámpara de 60W a la salida del Smart Plug. 6. Se registra la salida de la terminal.
Resultado esperado		En la terminal se deben observar los valores medidos de la línea y la carga.
1	Resultado obtenido	<p>Al ejecutar el firmware se observó la siguiente salida:</p> <p>IRMS: 0.284 VRMS: 222.5 Potencia activa: 60.2 Factor de potencia: 0.9817 Frecuencia de línea: 50.15 Pulsos: 1</p>
	Estado	PASA
	Comentarios	La cantidad de pulsos fue aumentando a medida que pasaban los minutos. La frecuencia con la que aumenta este número está en relación con la carga y con la constante de medidor que se configuró en el CS5490. En este caso se configuró una constante de 5000 pulsos/kWh.

Caso de prueba #H.8		Error en el canal de tensión del front-end analógico.
Descripción		<p>Este caso de prueba busca medir el error relativo del canal de tensión del CS5490 comparado con un voltímetro.</p> <p>En la prueba se debe conectar el Smart Plug a un autotransformador variables para simular distintas tensiones de línea. El Smart Plug va a medir la tensión eficaz de la línea. Además se va a usar un multímetro para comparar la medición.</p> <p>El firmware que se utiliza para mostrar la tensión eficaz por una terminal serial es el mismo que se utilizó para comprobar el funcionamiento del CS5490 (Ver caso de prueba #H.7).</p> <p>Se debe aclarar que antes de realizar la prueba, el Smart Plug fue calibrado tanto en el canal de tensión como en el de corriente. Se realizó el proceso de calibración de offset de continua y de ganancia de alterna como es descrito en las secciones 7.1.1.1 y 7.1.2 de la hoja de datos del CS5490 [1].</p>
Req. relacionado		Req. #1.6
Equipos utilizados		<ul style="list-style-type: none"> • Computadora corriendo un software de terminal serial (gterm) para ver la salida del firmware de prueba.

		<ul style="list-style-type: none">• Adaptador de TTL a USB.• Multímetro Agilent U1241A. Para medir tensión eficaz.• Autotransformador variable Varitrans 0-250V.																														
Procedimiento		<ol style="list-style-type: none">1. Se conecta el autotransformador a la red eléctrica.2. Se mide la salida del autotransformador y se ajusta hasta medir 220VAC.3. Se conecta el Smart Plug a la salida del autotransformador.4. Se conecta el adaptador TTL a USB al header DEBUG en el Smart Plug y a la PC.5. Se configura el software gtkterm para funcionar a una velocidad de 115200 baud y en modo 8N1.6. Se varía la tensión entre 200VAC y 240VAC y se registran los valores medidos por el CS5490 e informados por la terminal.																														
Resultado esperado		-																														
1	Resultado obtenido	<p>Las mediciones que se obtuvieron pueden verse a continuación:</p> <table><thead><tr><th>Voltímetro (V)</th><th>Smart Plug (V)</th><th>Error (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>207,5</td><td>208,3</td><td>0,39%</td></tr><tr><td>213,5</td><td>214,6</td><td>0,52%</td></tr><tr><td>216,1</td><td>216,8</td><td>0,32%</td></tr><tr><td>219,1</td><td>219</td><td>-0,05%</td></tr><tr><td>221,9</td><td>221,4</td><td>-0,23%</td></tr><tr><td>223,5</td><td>222,8</td><td>-0,31%</td></tr><tr><td>228</td><td>226,8</td><td>-0,53%</td></tr><tr><td>232,4</td><td>231,1</td><td>-0,56%</td></tr><tr><td>240,5</td><td>238,1</td><td>-1,00%</td></tr></tbody></table>  <p>El gráfico, titulado "Error Canal Tensión", muestra la variación del error relativo a lo largo de un rango de tensiones. El eje horizontal representa la Tensión (V) desde 205 hasta 245, y el eje vertical representa el Error Relativo (%) desde -1,20% hasta 0,60%. La curva comienza en 0,39% a 207,5V, sube a 0,52% a 213,5V, y luego desciende, cruzando el 0% a 219V y llegando a -1,00% a 240,5V.</p>	Voltímetro (V)	Smart Plug (V)	Error (%)	207,5	208,3	0,39%	213,5	214,6	0,52%	216,1	216,8	0,32%	219,1	219	-0,05%	221,9	221,4	-0,23%	223,5	222,8	-0,31%	228	226,8	-0,53%	232,4	231,1	-0,56%	240,5	238,1	-1,00%
	Voltímetro (V)	Smart Plug (V)	Error (%)																													
	207,5	208,3	0,39%																													
213,5	214,6	0,52%																														
216,1	216,8	0,32%																														
219,1	219	-0,05%																														
221,9	221,4	-0,23%																														
223,5	222,8	-0,31%																														
228	226,8	-0,53%																														
232,4	231,1	-0,56%																														
240,5	238,1	-1,00%																														
Estado		-																														
Comentarios																																

Caso de prueba #H.9		Error en el canal de corriente del front-end analógico.												
Descripción		<p>Este caso de prueba busca medir el error relativo del canal de tensión del CS5490 comparado con un voltímetro.</p> <p>En la prueba se debe conectar el Smart Plug a un autotransformador variables para simular distintas tensiones de línea. El Smart Plug va a medir la tensión eficaz de la línea. Además se va a usar un multímetro para comparar la medición.</p> <p>El firmware que se utiliza para mostrar la tensión eficaz por una terminal serial es el mismo que se utilizó para comprobar el funcionamiento del CS5490 (Ver caso de prueba #H.7).</p> <p>Se debe aclarar que antes de realizar la prueba, el Smart Plug fue calibrado tanto en el canal de tensión como en el de corriente. Se realizó el proceso de calibración de offset de continua y de ganancia de alterna como es descrito en las secciones 7.1.1.1 y 7.1.2 de la hoja de datos del CS5490 [1].</p>												
Req. relacionado		Req. #1.6												
Equipos utilizados		<ul style="list-style-type: none"> • Computadora corriendo un software de terminal serial (gtkterm) para ver la salida del firmware de prueba. • Adaptador de TTL a USB. • Multímetro UNI-T UT61C. Para medir corriente eficaz. • Autotransformador variable Varitrans 0-250V. • Resistencias de potencia 50W, varios valores. 												
Procedimiento		<ol style="list-style-type: none"> 1. Se conecta el autotransformador a la red eléctrica. 2. Se mide la salida del autotransformador y se ajusta hasta medir 10VAC. 3. Se conecta el Smart Plug a la salida del autotransformador. 4. Se conecta el adaptador TTL a USB al header DEBUG en el Smart Plug y a la PC. 5. Se configura el software gtkterm para funcionar a una velocidad de 115200 baud y en modo 8N1. 6. En la salida del Smart Plug se varían las resistencias que se conectan para lograr distintas corrientes. En todos los casos se conecta el amperímetro en serie con la carga. 												
Resultado esperado		-												
1	Resultado obtenido	<p>Las mediciones que se obtuvieron pueden verse a continuación:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Amperímetro (A)</th><th>Smart Plug (A)</th><th>Error (%)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,02</td><td>0,02</td><td>0,00%</td></tr> <tr> <td>0,42</td><td>0,42</td><td>0,00%</td></tr> <tr> <td>0,63</td><td>0,64</td><td>1,59%</td></tr> </tbody> </table>	Amperímetro (A)	Smart Plug (A)	Error (%)	0,02	0,02	0,00%	0,42	0,42	0,00%	0,63	0,64	1,59%
Amperímetro (A)	Smart Plug (A)	Error (%)												
0,02	0,02	0,00%												
0,42	0,42	0,00%												
0,63	0,64	1,59%												

		<table><tr><td>0,94</td><td>0,95</td><td>1,06%</td></tr><tr><td>1,42</td><td>1,42</td><td>0,00%</td></tr><tr><td>1,9</td><td>1,9</td><td>0,00%</td></tr><tr><td>2,26</td><td>2,26</td><td>0,00%</td></tr><tr><td>3,05</td><td>3,05</td><td>0,00%</td></tr><tr><td>3,92</td><td>3,91</td><td>-0,26%</td></tr></table>	0,94	0,95	1,06%	1,42	1,42	0,00%	1,9	1,9	0,00%	2,26	2,26	0,00%	3,05	3,05	0,00%	3,92	3,91	-0,26%
0,94	0,95	1,06%																		
1,42	1,42	0,00%																		
1,9	1,9	0,00%																		
2,26	2,26	0,00%																		
3,05	3,05	0,00%																		
3,92	3,91	-0,26%																		
		<div><p>Error Canal Corriente</p><p>Corriente (A)</p></div>																		
Estado																				
Comentarios																				

Caso de prueba #H.10	Funcionamiento del módulo WiFi RN1723
Descripción	<p>El módulo WiFi RN1723 se comunica con el microcontrolador a través de la UART2 a una velocidad de 9600 baud.</p> <p>Además se conecta a los pines P2[4] y P2[5].</p> <p>Para esta prueba se usa un firmware especial [9]. Este firmware simplemente inicializa el módulo WiFi y determina si ocurrió un timeout en alguno de los comandos enviados al módulo o no. Si no ocurrió informa OK por la UART1 a una velocidad de 115200.</p>
Req. relacionado	Req. #1.7
Equipos utilizados	<ul style="list-style-type: none"> • Computadora corriendo un software de terminal serial (gtkterm) para ver la salida del firmware de prueba. • Adaptador de TTL a USB.
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se conecta el Smart Plug a la línea eléctrica. 2. Se graba el firmware para la prueba. 3. Se conecta el adaptador TTL a USB al header DEBUG de la placa y a la PC. 4. Se configura el software gtkterm para funcionar a una velocidad de 115200 baud y en modo 8N1.

		5. Se registra la salida de la terminal.
	Resultado esperado	Se espera que en la terminal se escriba OK.
1	Resultado obtenido	Se recibió el mensaje OK.
	Estado	PASA
	Comentarios	

Caso de prueba #H.11		Funcionamiento de la memoria EEPROM 25LC256
Descripción		La memoria EEPROM 25LC256 se conecta al microcontrolador a través de la interfaz SSP1. Además se conecta al pin P0[5] (al Chip Select de la EEPROM). Para esta prueba se usa un firmware especial [10]. Este firmware escribe un byte en la EEPROM y lo vuelve a leer. Si son iguales informa OK por la UART1 a una velocidad de 115200.. Si son distintos informa ERROR.
Req. relacionado		Req. #1.10
Equipos utilizados		<ul style="list-style-type: none"> • Computadora corriendo un software de terminal serial (gtkterm) para ver la salida del firmware de prueba. • Adaptador de TTL a USB.
Procedimiento		<ol style="list-style-type: none"> 1. Se conecta el Smart Plug a la línea eléctrica. 2. Se graba el firmware para la prueba. 3. Se conecta el adaptador TTL a USB al header DEBUG de la placa y a la PC. 4. Se configura el software gtkterm para funcionar a una velocidad de 115200 baud y en modo 8N1. 5. Se registra la salida de la terminal.
Resultado esperado		Se espera que la terminal informe OK
1	Resultado obtenido	Se recibió el mensaje OK.
	Estado	PASA
	Comentarios	

Referencias

- [1] CS5490 - Hoja de datos (DS982F3). Marzo 2013.
https://www.cirrus.com/jp/pubs/proDatasheet/CS5490_F3.pdf
- [2] Esquemático Smart Plug v1.

- [3] Fuente switching VSK-S2-5U - Hoja de datos. Octubre 2015.
<http://www.cui.com/product/resource/vsk-s2.pdf>
- [4] Regulador LDO de 3,3V MIC532 - Hoja de datos (M0371-061809). Junio 2009.
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/mic5219.pdf>
- [5] Firmware prueba JTAG.
https://github.com/mmondani/SmartPlug/tree/master/LPCXpresso/Firmware/Tests/SmartPlug_hw_test_JTAG
- [6] Firmware prueba leds y pulsador.
https://github.com/mmondani/SmartPlug/tree/master/LPCXpresso/Firmware/Tests/SmartPlug_hw_test_led_button
- [7] Firmware prueba relay.
https://github.com/mmondani/SmartPlug/tree/master/LPCXpresso/Firmware/Tests/SmartPlug_hw_test_relay
- [8] Firmware prueba CS5490.
https://github.com/mmondani/SmartPlug/tree/master/LPCXpresso/Firmware/Tests/SmartPlug_hw_test_CS5490
- [9] Firmware prueba RN1723.
https://github.com/mmondani/SmartPlug/tree/master/LPCXpresso/Firmware/Tests/SmartPlug_hw_test_RN1723
- [10] Firmware prueba 25LC256.
https://github.com/mmondani/SmartPlug/tree/master/LPCXpresso/Firmware/Tests/SmartPlug_hw_test_25LC256