

Generador de Retardos de Tres Canales DG-301I-17



Manual de Usuario Rev. F

Soluciones y Tecnologías de Control

Embebido SAPI de CV

Bélgica 304A, Altamira, TAMPS, MX, 89606

+52 1 833 3894054

Especificaciones Ambientales

El dispositivo Generador de Pulsos con Retardos Programables, modelo DG-3O1I-17 está concebido para trabajar en interior, acorde a los siguientes rangos.

- Rango de Temperatura: 10°C - 40°C
- Máxima Humedad Relativa: 80% sin condensación y temperatura superior a 31°C.
- Fuente de Alimentación externa: 8VDC -12VDC, 2.5W.
- Fuente de Alimentación desde bus USB: 5VDC, 2.5W con aislamiento eléctrico¹.

Característica de USB Seguro por Aislamiento Eléctrico

Los equipos a los que comúnmente se conecta el dispositivo DG-3O1I-17, pueden trabajar con potenciales y señales de alto voltaje (~10kV), por ejemplo equipamiento láser con interruptores ópticos activos. Dichos potenciales pueden, -por error de instalación o pérdida de aislamiento, encontrar un camino hacia las líneas de control de bajo voltaje (~5V) dañando equipamiento sensible. Por lo anterior, el DG-3O1I-17 cuenta con **USB SEGURO** para su equipo de cómputo; por estar diseñado acorde a técnicas y componentes industriales que brindan aislamiento eléctrico según las normas

- UL: 2500 V rms durante 1 minuto, acorde a UL 1577
- Aviso de aceptación de componente CSA # 5A
 - o IEC 60950-1: 600 V rms (básico)
- Certificado de conformidad VDE
 - o DIN V VDE V 0884-10 (VDE V 0884-10):2006-12 VIORM = 560 V pico

Por lo que pulsos de alto voltaje que eventualmente puedan aplicarse por error en entrada o salidas del DG-3O1I-17, no serán transmitidos hacia el equipo de cómputo o hacia la fuente de alimentación externa. La protección es en ambos sentidos, es decir, algún daño en el equipo de cómputo o transitorio en la línea de alimentación, tampoco será pasado hacia las líneas de salida del DG-3O1I-17.

¹ Si el equipo es alimentado solamente desde el bus USB, tenga en cuenta que los niveles de salida bajarán a aproximadamente 4VDC. Si los equipos a sincronizar aceptan dichos niveles no hay problema, de lo contrario, para obtener niveles de salida TTL de 5VDC nominal, emplee solo o junto con el USB la fuente de alimentación externa suministrada con el equipo.

Tabla de contenido

Especificaciones Ambientales.....	i
Característica de USB Seguro por Aislamiento Eléctrico	i
Desempacado e Inspección	v
Desempacando su Generador de Retardos.....	v
Componentes incluidos	v
Consejos de Seguridad.....	vi
Características Técnicas	vii
Introducción.....	1
Entrada	3
Salidas	3
Estructura Interna del Generador de Pulsos con Retardos	4
Comportamiento del dispositivo activando el contador de pulsos.....	7
Sobre el parámetro de entrada “Wait Time”	8
Usando el Retardador como Filtro de Rebotes	8
Material y Dimensiones mecánicas	9
Encendido y Apagado del DG-301I-17	9
Configuración y Control del Equipo desde Display Táctil	11
Configurando el Canal de Entrada	12
Configurando Salida A	16
Configurando Salida B.....	18
Configurando Salida C.....	19
Disparo Manual con botón táctil “Soft Trigger”	20
Regulación del contraste del Display	21
Ejemplo de Conexionado con Láser Genérico de Q-Switch Activo.....	23

Control de disparo vía USB	26
Ejemplo de Conexionado con Láser comercial Quantel USA con Fuente y Control Tipo ICE ⁴⁵⁰ ..	29
Configure el láser Quantel USA	29
Configure el Generador de Retardos DG-301I-17	30
Configuración de Entrada del DG-301I-17	30
Configuración de Salida B para Q-Sw del láser Quantel	31
Configuración de Salida C para Espectrómetro Óptico	32
Ejemplo de Conexionado con Láser de Q-Switch Pasivo	35
Resolución de Problemas	37

Desempacado e Inspección

Desempacando su Generador de Retardos

Su equipo Generador de Retardos fue empacado con gran cuidado y el contenedor inspeccionado antes de realizar el envío, por lo que abandona nuestras instalaciones en buenas condiciones. Al recibir su equipo, inmediatamente inspeccione el exterior del contenedor. Si encuentra algún daño mayor (huecos en la caja, zonas aplastadas, etc.), insista en que un representante de la compañía de envíos esté presente al desempacar el contenido. Cuidadosamente inspeccione y evidencie con vídeo o fotos el equipo a medida que lo desempaque. Si algún daño es evidente, como rayados o abolladuras en el chasis, display con cristal roto, conectores partidos o doblados, etc., inmediatamente notifíquelo al transportista y al vendedor. Resguarde la caja de envío. Si se levanta un acta de reclamo, podría ser necesario mostrar el daño y que fue como resultado del envío. Además, si se requiere retornar el equipo para alguna actualización o reparación, podría serle de utilidad el empaque original.

Componentes incluidos

Cuando reciba su contenedor, verifique que están presentes:

1. El Generador de Retardos DG-3O1I-17.
2. Una copia de este manual.
3. Eliminador de pared de 9VDC de salida y 100VAC – 220AC de entrada.
4. Una factura comercial o lista de componentes final (útil en caso de añadir al envío un accesorio opcional, como por ejemplo un adaptador de espiga de alimentación para región distinta a América).

Consejos de Seguridad

ATENCIÓN: Se recomienda por seguridad, que antes de conectar el equipo DG-301I-17 a un láser u otro dispositivo externo; la entrada y las salidas del DG-301I-17 estén configurados en cuanto al tipo de lógica, ver epígrafes “Configuración y Control del Equipo desde Display Táctil” de la página 11. Adicionalmente, procure:

- que el láser u otro equipo externo esté apagado o sus entradas inhabilitadas durante el ajuste de la lógica de salida y entrada del DG-301I-17.
- Antes de apagar el generador de retardos, apagar primero el láser o equipo externo, ver epígrafe “Encendido y Apagado del DG-301I-17”, en la página 9.

Si una salida de DG-301I-17 es modificada en cuanto a lógica de salida estando un equipo externo energizado y conectado a dicha salida, ocurrirá un cambio de nivel, por ejemplo de 0V a 5V en la salida modificada y el láser puede detectar dicho cambio como un comando para realizar un disparo láser, por lo que si no se toman las debidas precauciones usted obtendría un disparo láser inadvertidamente, con los riesgos que ello implica.

Entonces, conozca bien los niveles presentes en su sistema a controlar y si modificará la lógica de salida o flanco de disparo de la entrada “en caliente”, considere los cuidados para los disparos láser o posibles activaciones del sistema externo. Los cambios de retardo o ancho de pulsos de salida no repercuten en que las salidas del equipo emitan pulsos.

Características Técnicas

- Model DG-301I-17
- Tres salidas TTL independientes.
- Las salidas son configurables en cuanto a tipo de lógica (positiva/negativa), ancho del pulso de salida y retardo respecto al evento de entrada.
- Salidas con Protección ante cortocircuitos y sobretensiones externas.
- La entrada se puede configurar para responder al evento de flanco de subida o de bajada de un pulso de entrada TTL compatible, pero soporta también pulsos de 10V de amplitud.
- Control y alimentación opcional desde el bus USB.
- Alimentación externa opcional en conector de barril DC-IN: 9VDC – 12VDC.
- Consumo máximo de 2.5W.
- Rango de Retardos 0.1 us - 6553.5 us.
- Resolución de Retardo: 0.1 us.
- Rango de Ancho de pulsos: 0 us - 65535 us.
- Resolución de ancho de pulso: 1 us.

Introducción

El generador de retardos DG-301I-17 es un dispositivo basado en microcontrolador y en dispositivo de arreglo de compuertas programable FPGA. Este último permite contar con una entrada y tres canales de salida realmente independientes. El control del dispositivo se realiza tanto desde su pantalla táctil como desde una computadora personal o laptop (PC) a través de un bus serial USB y una aplicación informática ejecutándose en la PC. El empleo de una PC es opcional, útil por ejemplo, para operar al DG-301I-17 como parte de una instalación automatizada.

El DG-301I-17 se puede entender como un dispositivo que ante un estímulo de entrada, genera tres pulsos de salida. Dichos pulsos de salida se generan cierto tiempo después del estímulo de entrada y con las siguientes propiedades:

1. El retardo entre el estímulo de entrada y el pulso de una salida determinada, es ajustable e independiente de cualquier otra salida.
2. El ancho del pulso de una salida, es ajustable e independiente de cualquier otra salida.
3. La lógica digital² de una salida determinada, es ajustable e independiente de la lógica de cualquier otra salida.



Fig. 1. Panel frontal del Generador de Retardos con entrada (IN) y salidas (OUT)

La figura anterior muestra el panel con conectores BNC para entrada “IN” y salidas “OUT”. A la izquierda de cada conector se aprecia una indicación lumínica que puede estar en amarillo o en rojo, según el voltaje presente sea 0V o +5V, respectivamente. De esa manera, cuando

² En nuestro caso, por salida con lógica positiva [negativa] entenderemos una salida cuyo nivel de señal permanece siempre en “0V”[“5V”] y solo pasa a estado alto [bajo] o “5V” [“0V”] durante la emisión de un pulso.

conectemos un cable BNC a la entrada, observando el color del indicador lumínico “IN”, podremos determinar el nivel alto o bajo presentado.

Al cambiar el tipo de lógica de una salida, el indicador correspondiente cambiará también de color. En lógica negativa, por ejemplo, la salida permanecerá todo el tiempo en nivel alto y el indicador lumínico sería de color rojo, y solo cambiará a nivel bajo durante el tiempo de ancho de pulso que se haya configurado en dicha salida. En el caso de las salidas, considere también que para anchos de pulsos pequeños, ~ 1 ms; el cambio de color del indicador lumínico durante la generación del pulso, pasaría inadvertido al ojo.

En la siguiente figura se muestra el panel posterior del generador de retardos, que contiene un conector USB para comunicación de datos con una PC y/o alimentación de energía. Al extremo derecho del panel posterior se muestra el conector de alimentación de 9VDC-12VDC. El dispositivo puede alimentarse tanto desde el bus USB (conectado a una PC o a cargador celular), como desde el conector DC-IN de 9VDC-12VDC, o ambas opciones al mismo tiempo. Internamente se elegirá DC-IN para disminuir el consumo del bus USB; pero si fallara o se retirara DC-IN estando presente la alimentación USB, el dispositivo automáticamente continuará de forma ininterrumpida su alimentación desde la fuente presente.



Fig. 2. Panel posterior del Generador de Retardos con puerto USB y entrada de Alimentación de 9VDC-12VDC, se muestra también el display táctil

La figura anterior también muestra la zona del display táctil. Desde este último se pueden configurar parámetros como:

- La Lógica de Entrada.

- La Lógica de Salidas.
- El Retardo en cada Salida.
- El Ancho de pulso de cada salida.
- El contador de Pulsos de entrada³.

Entrada

La entrada es en base a conector BNC de 50 Ω de impedancia; tipo TTL (con la capacidad extendida para pulsos pseudo-cuadrados y hasta 10VDC). La entrada posee una protección contra sobre-voltaje, por lo que pulsos de entrada momentáneos fuera del rango permitido serán virtualmente cortocircuitados para impedir su ingreso al resto de los módulos del dispositivo retardador.

Un estímulo de entrada puede ser el flanco positivo o negativo de un pulso cuadrado, triangular o similar a cuadrado, o un paquete de pulsos de entrada, cuya cantidad se define con la opción de contador de entrada. La entrada soporta pulsos TTL con voltajes entre 0V y 10V. Lo que permite la interconexión directa de un módulo de detección de pulsos láser cortos, que aunque la señal de salida de dicho módulo de fotodiodo sea analógica, por ser de corta duración (en el orden de las decenas de 10^{-9} s), se acerca virtualmente a un pulso cuadrado o triangular con flanco de subida y de bajada muy pronunciados, por lo que será detectada por el generador de retardos sin mayor complejidad.

Salidas

Al igual que la entrada, las salidas también son BNC y de tipo TTL, con impedancia nominal de 50 Ω , protección contra **cortocircuitos** y **sobretensiones** del exterior. Poseen una capacidad de corriente de 80 mA y voltaje máximo de salida es de 5VDC.

³ La función de Conteo de pulsos a la entrada será detallada más adelante, pero básicamente permite que el Dispositivo active las salida solo cuando hayan arribado cierto número de pulsos a la entrada. Esto es útil, por ejemplo, en láseres multipulso de Q-Sw pasivo, para disparar el espectrómetro solamente con el arribo del pulso láser n-ésimo y no solo en el primero. Otro uso consiste en activar un espectrómetro y un Q-switch activoe cada cierto número de disparos de lámpara flash, por lo que nuestro láser mantendría una alta frecuencia de parpadeo flash mientras que el Q-switch y el espectrómetro solo se activan a un submúltiplo de la frecuencia de lámpara flash.

Estructura Interna del Generador de Pulsos con Retardos

La siguiente figura muestra simplificada la estructura o lógica interna del Generador de Pulsos con Retardos Programables DG-301I-17.

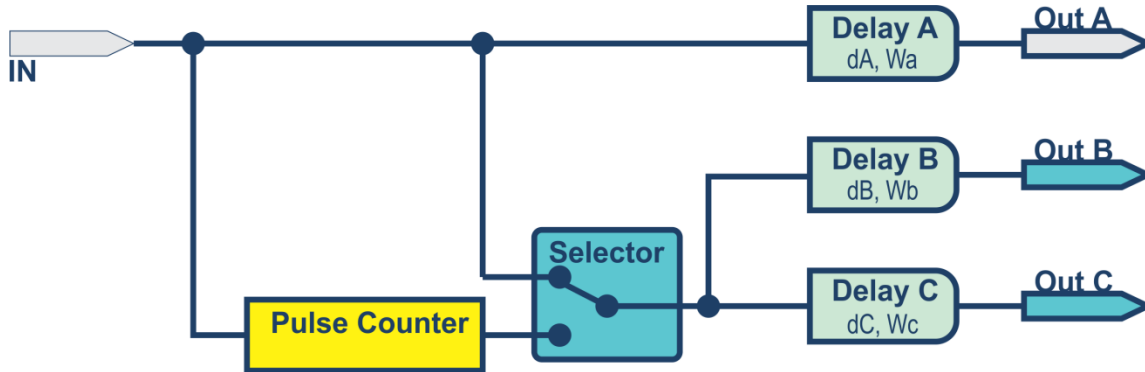


Fig. 3. Estructura o Lógica interna del Generador de Retardos

En la figura anterior, se tienen los bloques siguientes:

- IN: Es la entrada de Pulsos al equipo
- Out A, Out B y Out C: Son las salidas de pulsos del equipo
- Pulse Counter: Bloque contador de los pulsos que entran a través de IN, emite un pulso hacia el bloque "Selector" cada vez que se alcanza el conteo programado por el usuario desde el display táctil del equipo.
- Selector: Bloque que selecciona entre la entrada "IN" o la salida de "Pulse Counter" para conectar hacia los retardos de las salidas "Out B" y "Out C"
- Delay A: Bloque que realiza la función de retardo para la salida "Out A", recibe un pulso directamente desde "IN" y un tiempo "dA" configurable después emite un pulso en "Out A" con una duración o ancho de valor "Wa"
- Delay B: Bloque que realiza la función de retardo para la salida "Out B", recibe un pulso desde "IN" o desde "Pulse Counter" según posición del "Selector" y un tiempo "dB" configurable después emite un pulso en "Out B" con una duración o ancho de valor "Wb"
- Delay C: Bloque que realiza la función de retardo para la salida "Out C", recibe un pulso desde "IN" o desde "Pulse Counter" según posición del "Selector" y un tiempo "dC" configurable después emite un pulso en "Out C" con una duración o ancho de valor "Wc"

Nótese que la salida "Out A" se diferencia de "Out B" y "Out C" en que estas últimas pueden recibir pulso desde el módulo contador "Pulse Counter" o directamente desde "IN", según la

posición del módulo “Selector”. Mientras que “Out A” solo recibe pulsos directamente desde “IN” a través de su “Delay A”. Tal configuración de salidas permite que en aquellas aplicaciones en que es necesario controlar el disparo de una lámpara flash desde el DG-301I-17 ininterrumpidamente, mientras que un interruptor óptico (Q-switch activo) sea activado solo cada cierto número o conteo de disparos en la lámpara flash. Entonces, el control de la lámpara flash se tomaría directamente desde “Out A” mientras que el Q-switch activo se controlaría desde “Out B” y un tercer componente externo, por ejemplo un espectrómetro óptico, se controlaría desde la salida “Out C”. Para conocer el menú de configuración de la entrada y activar el contador, puede consultar la página 12 de este manual.

La siguiente figura muestra el comportamiento de las salidas cuando el retardador es configurado con retardos “dA”, “dB”, “dC” y anchos de pulsos “Wa”, “Wb” y “Wc” respectivamente en los canales de salida “Out A”, “Out B” y “Out C”, mientras que la entrada “IN” se configura para usar el flanco de subida de un pulso de entrada como tiempo “cero” o referencia para iniciar los retardos de cada salida. Durante la emisión de un pulso en algún canal de salida, dicho canal no atenderá otro evento en el canal de entrada, y ello no afecta a los canales vecinos.

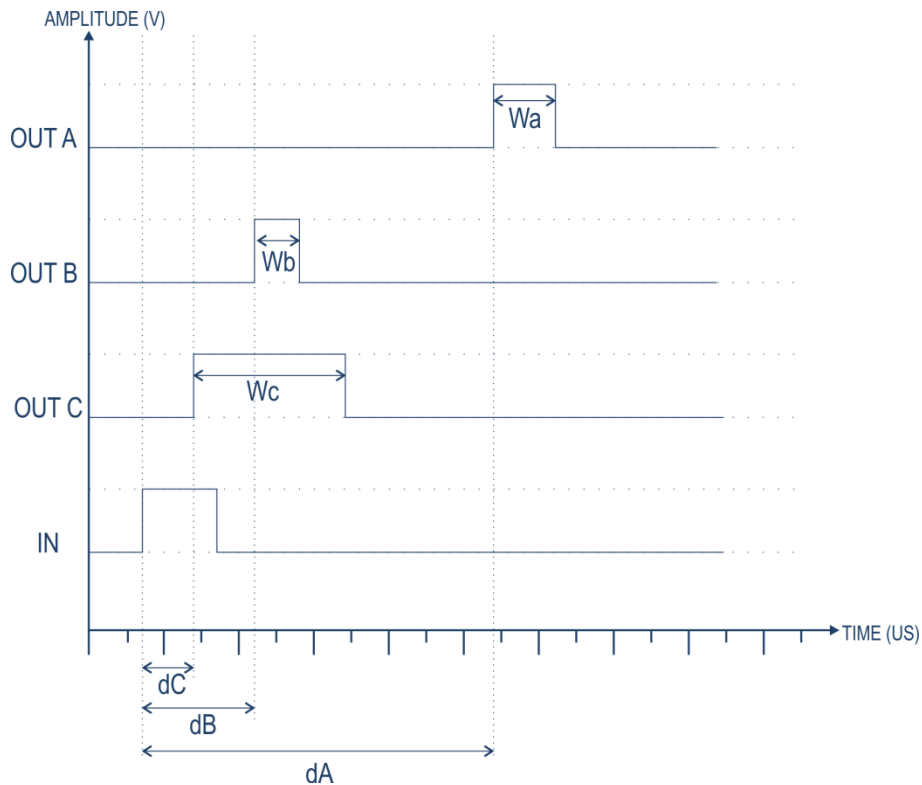


Fig. 4. Comportamiento de las salidas respecto a un pulso de entrada, sin contador de pulsos activado en IN

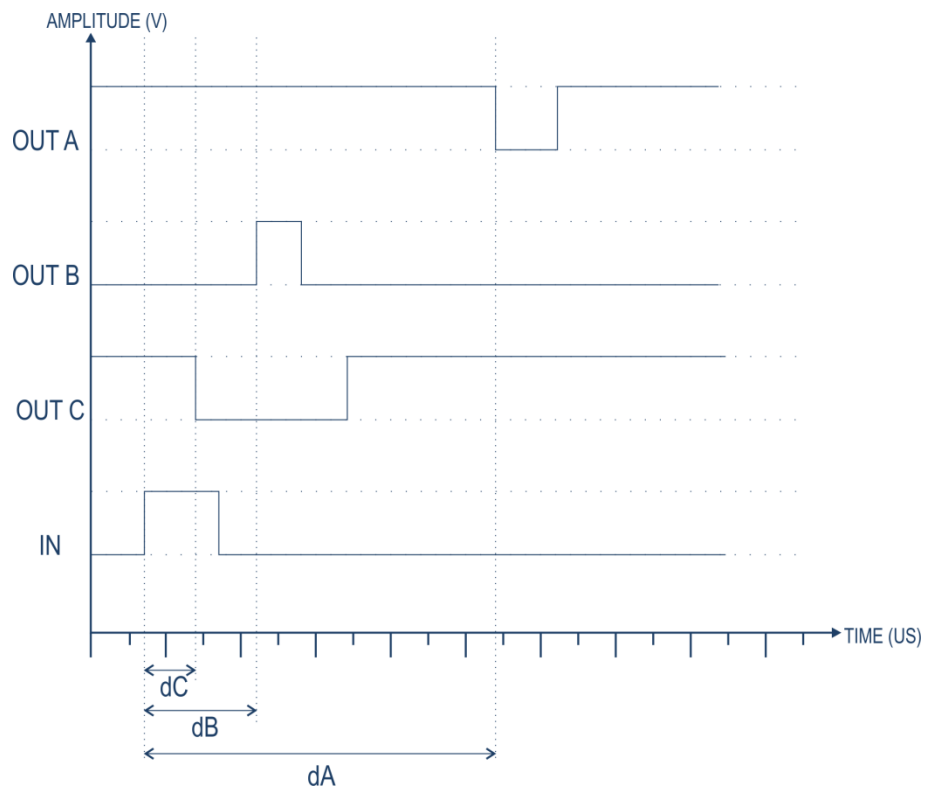


Fig. 5. Comportamiento de las salidas respecto a un pulso de entrada, sin contador de pulsos activado en IN y con canales de salida C y A negados o configurados en lógica negativa

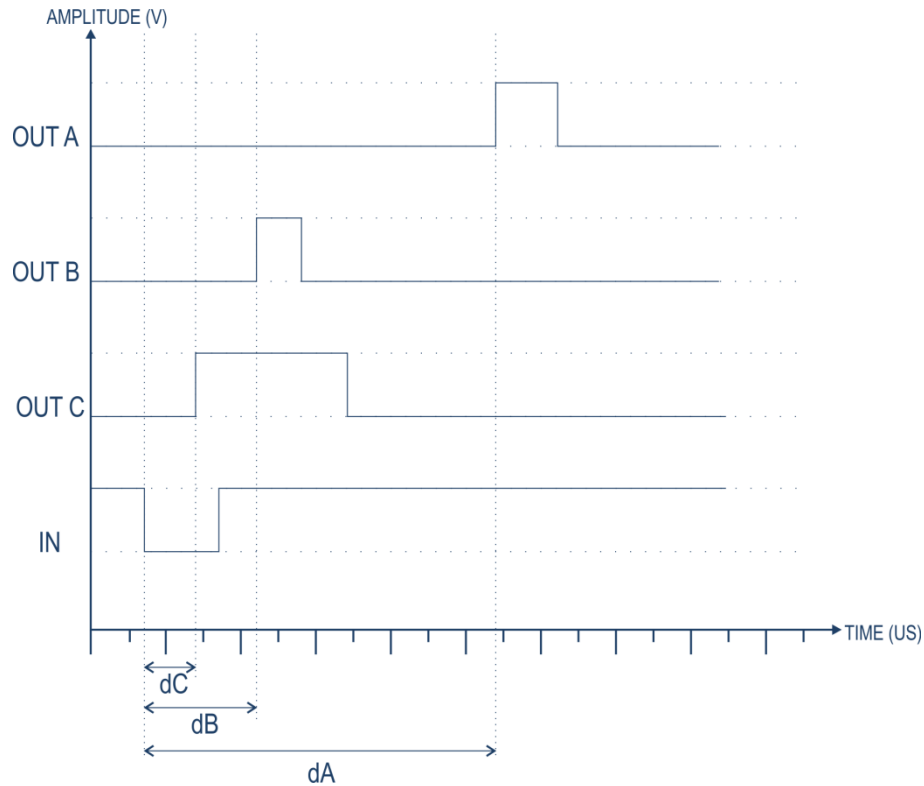


Fig. 6. Comportamiento de las salidas respecto a un pulso de entrada de lógica negativa, con detección de flanco de bajada activada en entrada IN para usar el flanco de bajada de IN como referencia para los retardos dA , dB y dC

Comportamiento del dispositivo activando el contador de pulsos.

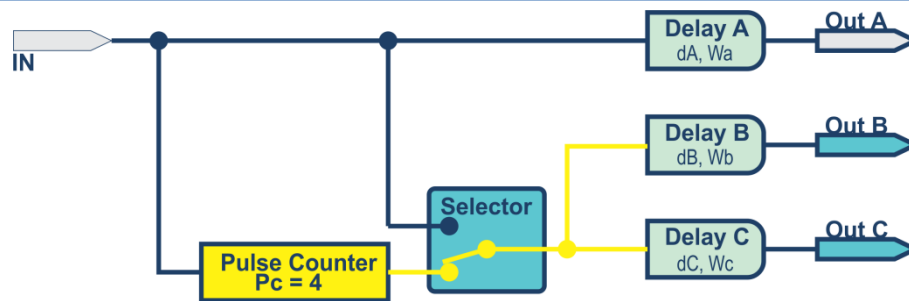


Fig. 7. Estructura del Generador de Retardos cuando se activa el Contador de Pulsos, en el ejemplo se configuró para detectar 4 flancos de subida

La siguiente gráfica muestra el comportamiento de las salidas respecto a sucesivos pulsos de entrada "IN". Nótese que el canal de salida "Out A" emite un pulso de retardo " dA " y ancho " Wa " por cada flanco de subida detectado en "IN", mientras que las salidas "Out B" y "Out C" emiten sus pulsos con retardos y anchos " dB ", " Wb " y " dC ", " Wc ", respectivamente cuando se alcanza el conteo de pulsos configurado en el módulo contador "Pulse Counter", el en caso del ejemplo se configuró para contar cuatro flancos de subida en la entrada "IN".

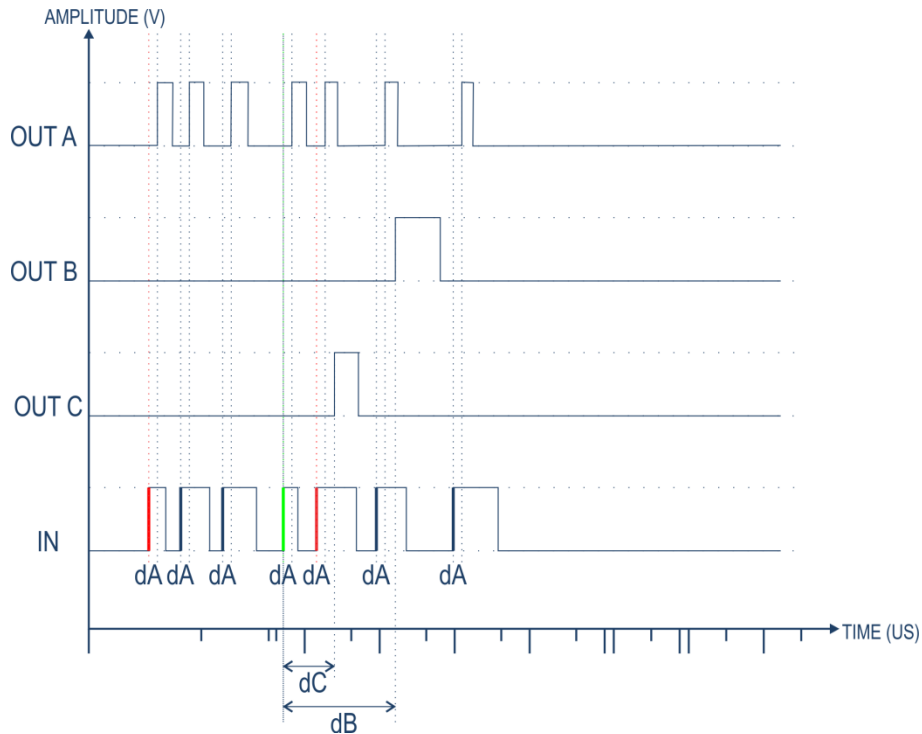


Fig. 8. Comportamiento de las salidas cuando se activa el Contador de Pulsos, en el ejemplo se configuró para detectar 4 flancos de subida, independientemente de la variación de tiempo entre flancos de entrada

Sobre el parámetro de entrada “Wait Time”

Hay que mencionar también, que en la configuración de entrada “IN” (ver página 12), hay un parámetro denominado “**wait time**” en unidades de microsegundos. Dicho parámetro solo se utiliza cuando se activa el contador de pulsos y define la pausa de tiempo a realizar después de efectuar un conteo total y antes de iniciar el siguiente conteo, es decir, durante el “**wait time**” el equipo no considerará para el conteo los pulsos que puedan arribar a “IN”.

Usando el Retardador como Filtro de Rebotes

Anteriormente se mencionó que durante la emisión de un pulso en un canal, este último no atenderá otro evento de entrada y que ello no afecta a los canales vecinos. Dicha característica puede ser utilizada por el usuario para obtener salidas de retardo limpias de “rebotes” (técnica conocida como “**debouncing**” en inglés). Por ejemplo, si usted conoce que a la entrada eventualmente se reciben dos pulsos cortos consecutivos, pero solo quiere obtener el primero, entonces puede configurar una salida con retardo mínimo posible y un ancho de pulso en dicha salida mayor al periodo total de los pulsos recibidos, de esa forma, el equipo no atenderá al

segundo pulso corto de entrada y obtendría solo un pulso de salida sin el inconveniente del rebote.

Material y Dimensiones mecánicas

- 158.28 mm X 130 mm X 37.4 mm . La carcasa es de aluminio anodizado.

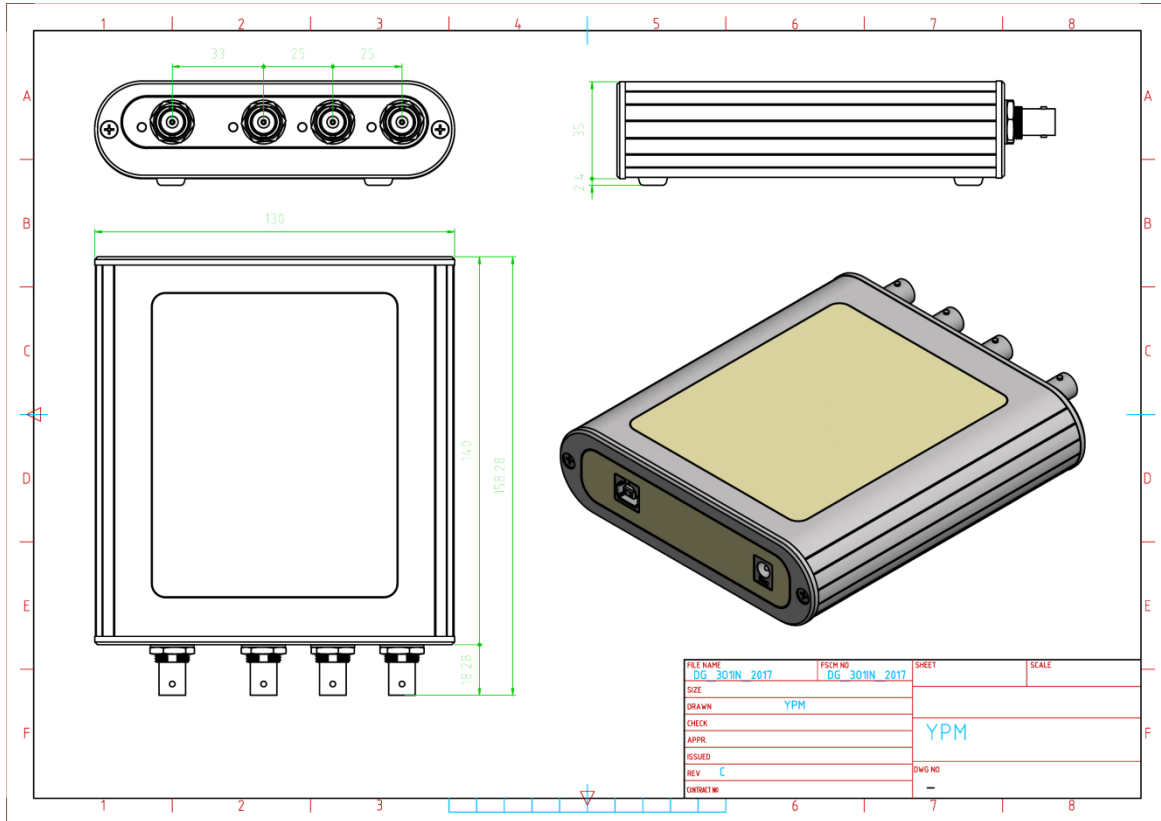


Fig. 9. Dimensiones del Generador de Retardos

Encendido y Apagado del DG-301I-17

La alimentación y encendido del equipo se realiza tan pronto se conecte la fuente de alimentación DC-IN de 9VDC-12VDC al DG-301I-17, o al bus USB de una PC o cargador de Celular. El equipo posee un bajo consumo de energía de 2.5W máximo. Al finalizar una jornada, se recomienda apagar o desconectar primero el láser conectado al DG-301I-17 y posteriormente desconectar la fuente de alimentación externa del generador de retardo. En el caso de alimentación desde el bus USB de una PC, tenga en cuenta que al apagar la PC el bus USB puede retirar la alimentación del retardador, y las líneas de salida permanecerán o pasarán a nivel bajo o 0V lo cual podría activar procesos de disparo en el láser o dispositivo externo.

En resumen, se recomienda que el apagado del DG-301I-17 se realice después de asegurar o desconectar el láser o equipo conectado al retardador y luego pasar a desconectar la fuente externa, la PC o cargador USB del DG-301I-17.

Configuración y Control del Equipo desde Display Táctil

Al energizar el equipo DG-301I-17, su entrada y salidas serán configurados automáticamente con la última configuración que se haya utilizado. Al encender el equipo, se mostrará en el display táctil la pantalla de inicio similar a la de la siguiente figura.

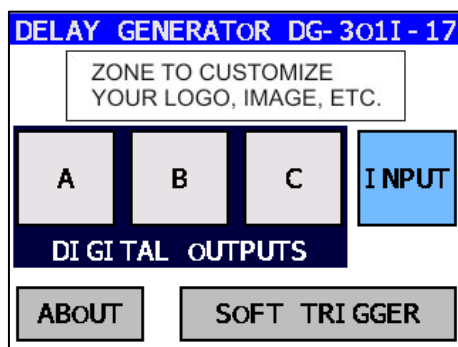


Fig. 10. Pantalla de inicio o principal del generador de retardos

Desde la pantalla de inicio se tiene acceso a la configuración de los tres canales de salida o “DIGITAL OUTPUTS”, denominadas “A”, “B” y “C” y que se corresponden con los conectores BNC marcados con igual nombre en el panel frontal del equipo, ver Fig. 1 en la página 1. De igual manera, el botón táctil denominado “INPUT” permite acceder a la ventana de configuración de los parámetros del canal de entrada. La zona marcada como “ZONE TO CUSTOMIZE YOUR LOGO, IMAGE, ETC.”, es una zona gráfica para que el usuario pueda ubicar el logotipo de su empresa o institución u otra información relevante. Por ejemplo, la siguiente imagen muestra dicha zona personalizada acorde a los requerimientos del laboratorio láser del Centro de Óptica de La Plata⁴.

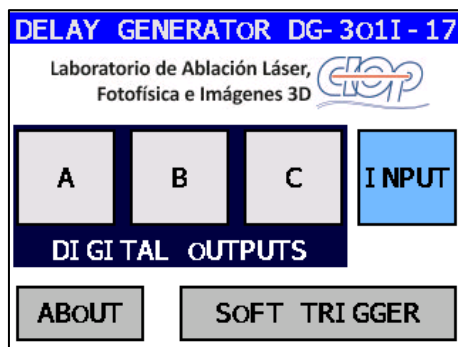


Fig. 11. Pantalla de inicio con zona personalizada

⁴ <https://ciop.conicet.gov.ar/>

Para la personalización de la pantalla de inicio, el usuario puede enviar un archivo en formato JPG con su diseño, las dimensiones deben ser de 270 x 50 píxeles. También se puede dejar en blanco el área personalizable.

Además de los botones “DIGITAL OUTPUTS” e “INPUT”, la pantalla de inicio muestra un botón “SOFT TRIGGER” y “ABOUT”, estos serán descritos en subsiguientes epígrafes.

Configurando el Canal de Entrada

Al presionar el botón táctil denotado por “IN” en la pantalla principal (ver Fig. 10), se accederá a la pantalla de configuración del canal de entrada, similar a la siguiente figura.

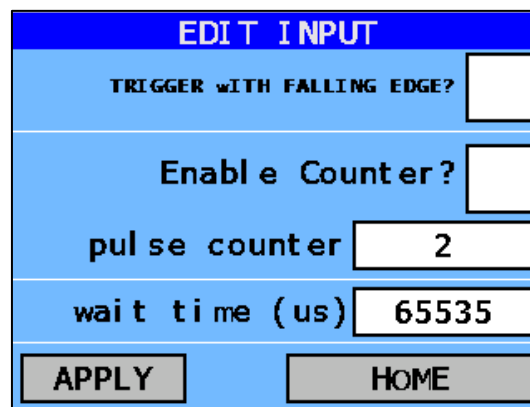


Fig. 12. Pantalla de configuración del canal de Entrada

Al acceder a una ventana, las cantidades que muestre cada control, son las que actualmente estén configuradas en el equipo. Para modificarlas se deberá pulsar sobre el control o indicador en cuestión, lo que abrirá un teclado numérico. El parámetro de entrada denominado “wait time”, fue mencionado en la página 8.

Tabla 1. Descripción de Controles del Canal de Entrada

Control	Rango de Valores	Función
“Trigger with falling edge?”	Marca/No marca	Sin marcar, los pulsos de salida iniciarán sus retardos respecto al flanco positivo del pulso de entrada, es decir, cuando la entrada cambie de “0V” a un voltaje entre “2.5V – 10V”. Si se marca, entonces el equipo solo responderá a flancos negativos de una señal de entrada, es decir, cuando la entrada sea cambiada de un potencial alto de “2.5V – 10V” a otro inferior a “2V”.

“Enable Counter?”	Marca/No marca	Sin marcar, el equipo funciona en modo normal, a cada pulso de entrada le seguirán pulsos en las salidas con sus respectivos retardos programados. Si se marca, entonces se habilitará el conteo de pulsos y los pulsos en los canales de salida solo se emitirán cuando se cuente cierto número de pulsos de entrada.
“pulse counter”	1 – 255	Este control solo surte efecto si “Enable Counter?” está marcado. Define la cantidad de pulsos que deberán arribar a la entrada antes de generar pulsos con retardos en las salidas. Si dicho control se configura en un valor, por ejemplo 3, entonces será el tercer pulso de entrada el que se usará como referencia para los pulsos de salida con sus respectivos retardos respecto a dicho tercer pulso.
“wait time (us)”	1 us - 65535 us	Este control solo surte efecto si “Enable Counter?” está marcado. Es una pausa de tiempo. Define el tiempo máximo que el equipo pausará antes de reiniciar su contador después del arribo de un paquete de “n” pulsos según “pulse counter”. Si durante el “wait time” llegan pulsos a la entrada, no serán considerados para el conteo. Después del tiempo de espera, el contador interno estará listo ante un nuevo tren de pulsos.
“APPLY”	-	Al presionar dicho botón, los valores que se hayan definido en los controles anteriores serán aplicados al DG-301I-17 inmediatamente.
“HOME”	-	Al presionar este botón táctil, se regresará a la ventana principal Fig. 11.

Como se mencionó en párrafo anterior, para modificar un valor, simplemente presione sobre el control a modificar del display táctil. En la siguiente figura se ejemplifica el caso en que el usuario presionó el control “pulse counter” e ingresó el número 20 para definir que la entrada esperará el arribo de 20 pulsos y en el último pulso recibido será que se activen los retardos. Note

que dicha situación no es idéntica a introducir un retardo determinado respecto al primer pulso, ya que el tiempo entre pulso y pulso del paquete de entrada pudiera ser aleatorio, como ocurre en algunos láseres multipulso con interruptor óptico saturable de tipo pasivo (Q-Switch pasivo). Entonces, para obtener un sincronismo siempre respecto al mismo pulso distinto que el primero, se deben contar los pulsos de entrada y solo respecto al pulso deseado emitir los retardos, respetándose así mejor sincronización que aquella posible de mantener solo respecto al primer pulso detectado⁵.

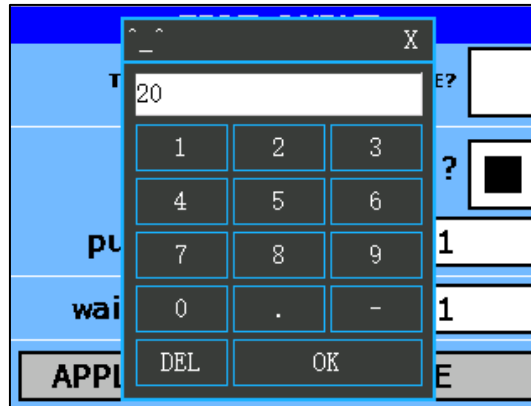


Fig. 13. Teclado numérico Modificando el número de pulsos a contar en entrada IN

El teclado numérico de la figura anterior permite borrar el valor actual utilizando el botón “Delete” o “DEL” y con el resto del teclado insertar un nuevo valor. Para finalizar la edición, se debe presionar el botón “OK” y se regresa a la ventana de partida para continuar con la edición de otros valores. La siguiente figura muestra el contador de pulsos una vez modificado desde el teclado numérico.

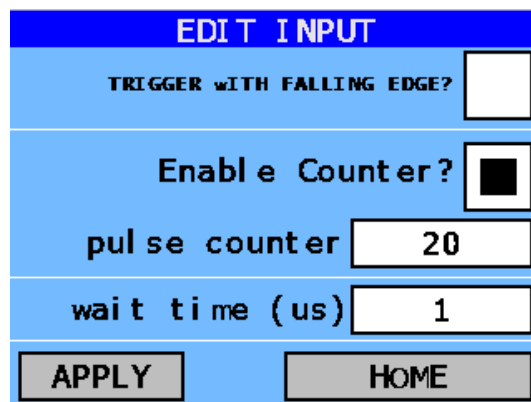


Fig. 14. Contador de pulsos habilitado para 20 flancos de subida, el tiempo de pausa antes de volver a contar más pulsos de entrada de 1us

⁵ Patente en trámite, expediente Mx/a/2018/014622.

Al terminar de editar los parámetros del canal de entrada, se deberá presionar el botón “APPLY” para que sean aplicados y cargados a la memoria del equipo. Luego puede regresar a la pantalla de inicio (Fig. 10 de la página 11) presionando el botón “HOME”.

En el epígrafe de título “Ejemplo de Conexionado con Láser comercial Quantel USA con Fuente y Control Tipo ICE⁴⁵⁰” de la página 29, se describe una aplicación del contador de pulsos, para el control del interruptor óptico activo (Q-switch activo), y obtener así una frecuencia baja de apertura del Q-Switch mientras la frecuencia de disparo de la lámpara flash es alta, lo que redundará en condiciones óptimas de trabajo del cabezal láser al respetar la frecuencia de lámpara y el equilibrio térmico del cabezal láser.

Configurando Salida A

Al presionar el botón táctil denotado por “A” en la pantalla principal (ver Fig. 10), se accederá a la configuración del canal de salida “A”, como muestra la siguiente figura.

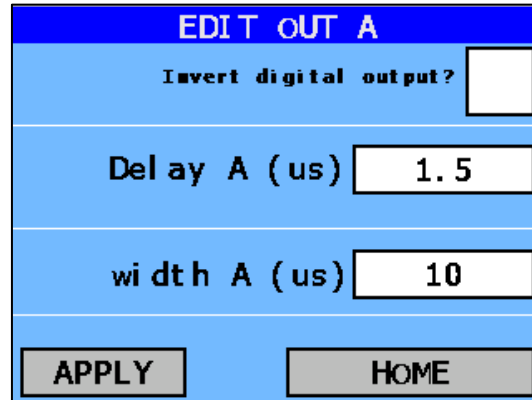


Fig. 15. Pantalla de configuración del canal de salida “A”, con lógica positiva, con 1.5 us de retardo respecto al evento de entrada y el pulso a generar tendrá un ancho o duración de 10 us

Las cantidades que se muestren en la ventana recién abierta, serán las que actualmente estén configuradas en el equipo. Y para modificarlas, se deberá pulsar sobre el control o indicador en cuestión, para abrir el teclado numérico.

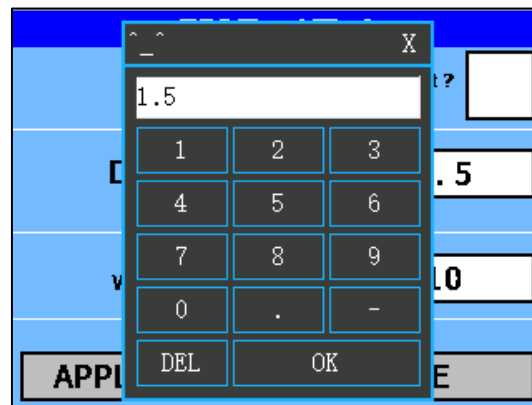


Fig. 16. Pantalla de configuración del canal de salida “A”, mostrando teclado numérico editor de valor de Delay mostrado al presionar sobre el control Delay

El teclado numérico de la figura anterior permite borrar el valor actual utilizando el botón “DEL” y con el resto del teclado insertar un nuevo valor. Para finalizar la edición, se debe presionar el botón “OK” y se regresa a la ventana de partida para continuar con la edición de otros valores.

Al terminar de editar los parámetros del canal, se deberá presionar el botón “APPLY” para que sean aplicados y resguardados a la memoria del equipo. Luego puede regresar a la pantalla de inicio presionando el botón “HOME”.

La siguiente tabla hace una descripción de los controles presentes en una ventana de un canal de salida.

Tabla 2. Descripción de Controles del Canal de Salida A, similar al canal B y C

Control	Rango de Valores	Función
"Invert digital output?"	Marca/No marca	Sin marcar: la salida será de lógica positiva. Con marca: la salida será de lógica negativa. En lógica positiva, la salida siempre está en nivel de voltaje "0V" y solo pasa a "5V" durante la emisión del pulso y durante un tiempo dado por "width A". En lógica negativa, la salida siempre estará a "5V" y pasará a "0V" solo durante la emisión del pulso y por el tiempo "width A". Para cambiar o revertir el control se debe presionar sobre la zona del control.
"Delay A (us)"	0.1 us - 6553.5 us	Define el tiempo que transcurrirá desde la detección de un evento de entrada en el canal "IN" y el inicio del pulso de salida "A". Para cambiar su valor se debe tocar sobre el valor numérico para abrir un teclado.
"width A (us)"	0 – 65535 us	Define el tiempo que durará la emisión del pulso de salida. Por ejemplo, en lógica positiva, será el tiempo que el pulso estará en nivel de "5V" antes de regresar al nivel "0V". En lógica negativa, será el tiempo que el pulso estará en nivel de "0V" antes de regresar al nivel "5V". Si el ancho del pulso se define en valor "0", entonces virtualmente la salida no emitirá ningún pulso, o sea, quedará deshabilitada. Para cambiar su valor se debe tocar sobre el valor numérico para abrir un teclado.
"APPLY"	-	Al presionar dicho botón, los valores que se hayan definido en los controles anteriores serán aplicados al DG-301I-17 al instante.
"HOME"	-	Al presionar este botón táctil, se regresará a la ventana principal Fig. 11.

Configurando Salida B

Al presionar el botón táctil denotado por “B” en la pantalla principal (ver Fig. 10), se accederá a la pantalla de configuración del canal de salida “B”, similar a la siguiente figura.

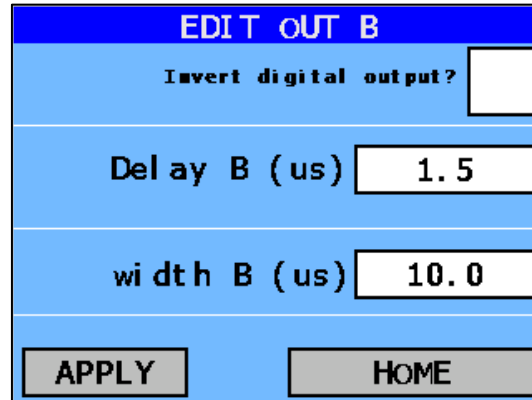


Fig. 17. Pantalla de configuración del canal de salida “B”, con lógica positiva, con 1.5 us de retardo respecto al evento de entrada y el pulso a generar tendrá un ancho o duración de 10 us

Las cantidades que se muestren en la ventana recién abierta, serán las que actualmente estén configuradas en el equipo y para modificarlas se deberá pulsar sobre el control o indicador en cuestión para abrir el teclado numérico de edición de valores, ver siguiente figura.

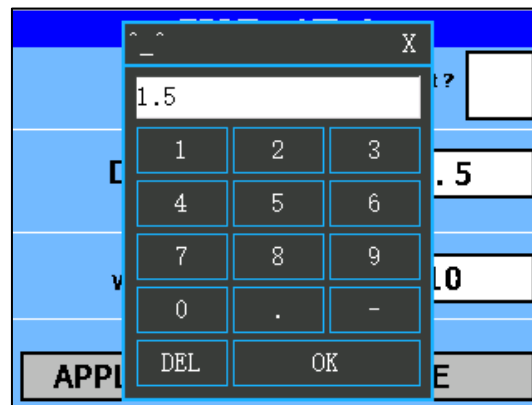


Fig. 18. Pantalla de configuración del canal de salida “B”, mostrando teclado numérico editor de valor de Delay mostrado al presionar sobre el control Delay

El teclado numérico de la figura anterior permite borrar el valor actual utilizando el botón “DEL” y con el resto del teclado insertar un nuevo valor. Para finalizar la edición, se debe presionar el botón “OK” y se regresa a la ventana de partida para continuar con la edición de otros valores.

Al terminar de editar los parámetros del canal, se deberá presionar el botón “APPLY” para que sean aplicados y cargados a la memoria del equipo. Luego puede regresar a la pantalla de inicio presionando el botón “HOME”. La descripción de los controles presentes en la ventana de edición del canal B es idéntica a la presentada para el canal “A” en la Tabla 2 de la página anterior.

Configurando Salida C

Al presionar el botón táctil denotado por “C” en la pantalla principal (ver Fig. 10), se accederá a la pantalla de configuración del canal de salida “C”, similar a la siguiente figura.

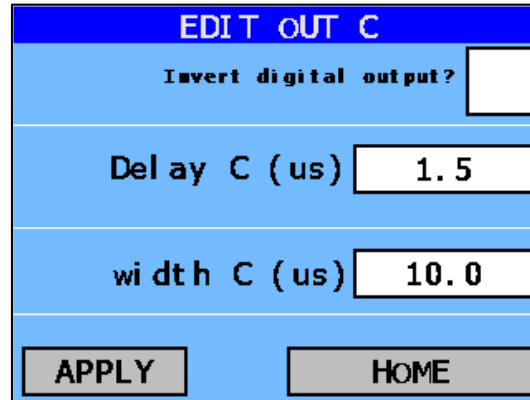


Fig. 19. Pantalla de configuración del canal de salida “C”, con lógica positiva, con 1.5 us de retardo respecto al evento de entrada y el pulso a generar tendrá un ancho o duración de 10 us

Las cantidades que se muestren en la ventana recién abierta, serán las que actualmente estén configuradas en el equipo y para modificarlas se deberá pulsar sobre el control o indicador en cuestión para abrir el teclado numérico de edición de valores, ver siguiente figura.

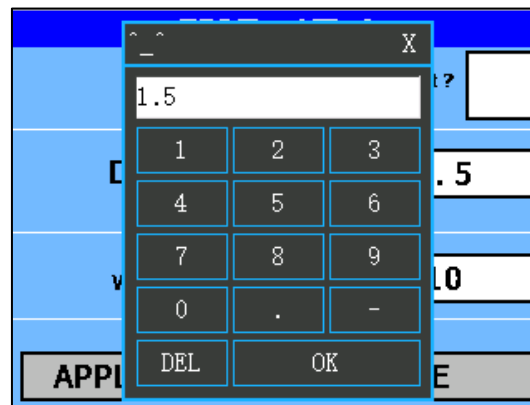


Fig. 20. Pantalla de configuración del canal de salida “C”, mostrando teclado numérico editor de valor de Delay mostrado al presionar sobre el control Delay

El teclado numérico de la figura anterior permite borrar el valor actual utilizando el botón “DEL” y con el resto del teclado insertar un nuevo valor. Para finalizar la edición, se debe presionar el botón “OK” y se regresa a la ventana de partida para continuar con la edición de otros valores.

Al terminar de editar los parámetros del canal, se deberá presionar el botón “APPLY” para que sean aplicados y cargados a la memoria del equipo. Luego puede regresar a la pantalla de inicio presionando el botón “HOME”. La descripción de los controles presentes en la ventana de edición del canal C es idéntica a la presentada para el canal “A” en la Tabla 2 de la página 17.

Disparo Manual con botón táctil “Soft Trigger”

Una vez que ya fueron configurados los canales de salida y la entrada, se recomienda verificar los parámetros haciendo un disparo manual de las salidas. Para no depender de la llegada de los pulsos de entrada, en la ventana principal del display táctil se dispone de un botón llamado “Soft Trigger”, el cual simula internamente la llegada de un pulso de entrada. El uso del “Soft Trigger” no es afectado por la configuración del contador de pulsos de entrada, automáticamente se dispararán las salidas con los retardos programados respecto al pulso “Soft Trigger” que internamente es simulado.

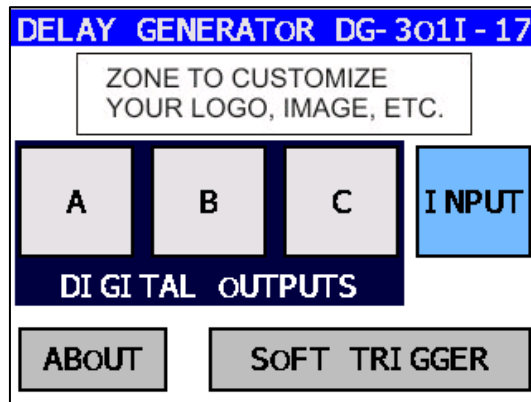


Fig. 21. En la esquina inferior derecha de la Pantalla de inicio se muestra el botón “Soft Trigger” para disparos manuales de los pulsos de salida

La verificación de los pulsos de salida se puede realizar también con el uso de un osciloscopio; de preferencia de 4 canales de entrada, para visualizar al unísono los retardos entre el flanco elegido para la entrada y los pulsos de salida de cada canal.

Regulación del contraste del Display

El botón “ABOUT”, presente en la esquina inferior izquierda de la Pantalla de inicio, ver figura anterior, brinda acceso a información del equipo, contacto web y regulación del contraste del display, para regular su nivel de luminosidad.

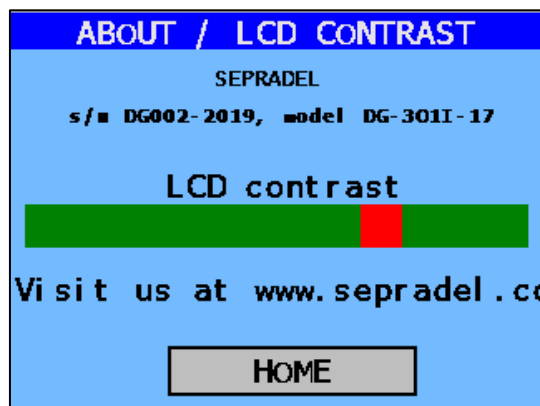


Fig. 22. Pantalla “ABOUT / LCD CONTRAST” con información y control horizontal deslizante para ajuste del contraste del Display

Ejemplo de Conexión con Láser Genérico de Q-Switch Activo

Muchos láseres comerciales de Estado Sólido, bombeados por Lámpara Flash y con interruptor óptico Q-Switch (Q-Sw) activo, brindan al investigador la posibilidad de controlar el momento de activación de la lámpara flash y del Q-Sw, regulándose así la potencia de salida del pulso láser.

Las siguientes figuras muestran sugerencias de interconexión de dichos láseres comerciales con el generador de retardos DG-301I-17 y un espectrómetro óptico. De forma tal que se obtiene gran flexibilidad de control tanto del láser como del dispositivo de lectura espectral. Aunque los esquemas sugeridos están enfocados en una aplicación en particular que es la Espectroscopía de Plasma Inducido por Láser (LIBS), también pueden extrapolarse al sincronismo en otras aplicaciones como la deposición de capas delgadas por pulsos láser (PLD), entre otras.

La siguiente figura muestra un esquema de control en el cual se usa la salida de lámpara flash del láser hacia la entrada "IN" del DG-201I-17, para generar con retardos los pulsos de control hacia el espectrómetro óptico Canal de salida "C" y el Q-Sw en canal de salida "B".

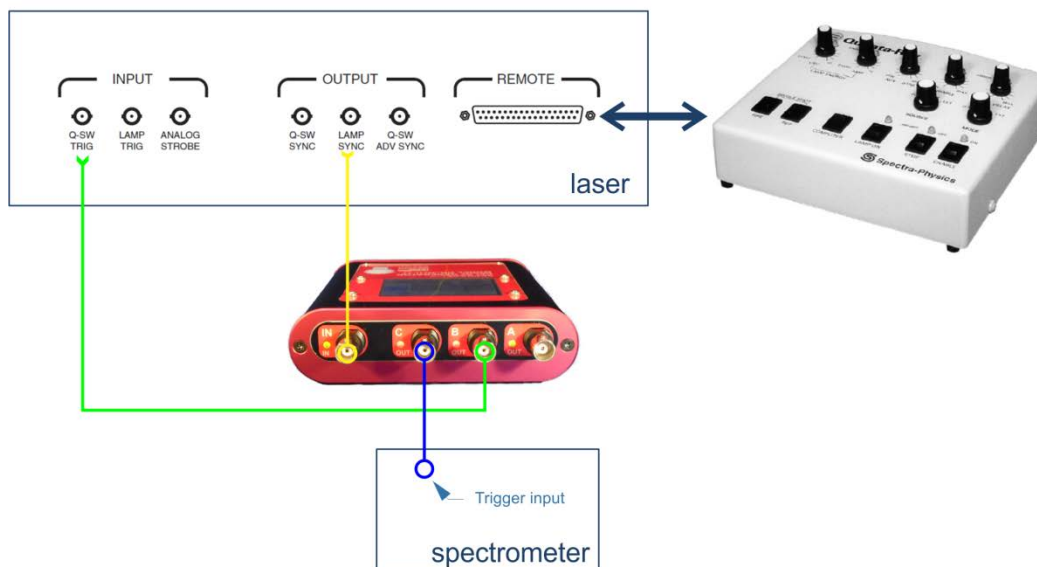


Fig. 23. Sincronismo a partir de lámpara flash del Q-Sw y Espectrómetro

En el esquema de la figura anterior, se debe configurar el láser comercial desde su consola de control para que el control de Q-Sw sea externo y la lámpara flash sea disparada desde el propio control del láser, cuyos pulsos TTL de salida serán aprovechados por el DG-201I-17 para iniciar los retardos. Tenga en cuenta también las características propias de su láser comercial, para conocer los valores de retardo óptimos entre la recepción del pulso de lámpara y la emisión del pulso de Q-

Sw. De forma paralela e independiente, deberá también ajustar el retardo idóneo entre el pulso de sincronismo de la lámpara flash y el pulso destinado al espectrómetro. Como regla general, se recomienda ajustar primero el retardo del canal “C” conectado al Q-Sw, hasta obtener plasma láser o la potencia deseada del láser y luego programar el canal “B” con el mismo retardo encontrado para el Q-Sw y desde dicho valor aumentarlo o disminuirlo hasta optimizar la obtención del espectro óptico.

En las siguientes tres figuras, se utiliza como sincronismo alguna de las tres posibles salidas del láser (algunos láseres solo brindan la señal “LAMP”), siendo que el control de LAMP y Q-Sw se realiza con los retardos propios de la consola del láser.

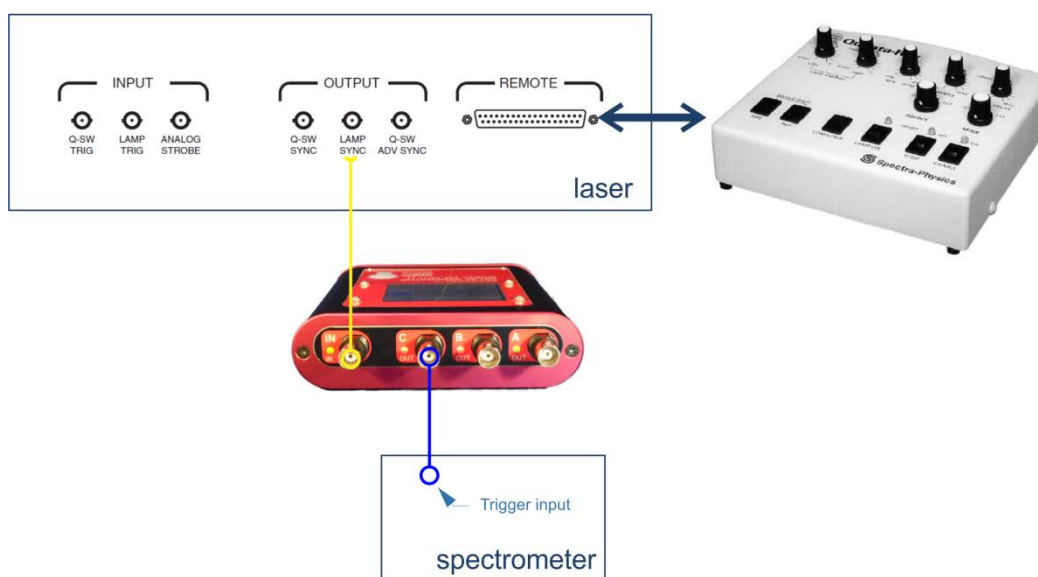


Fig. 24. Sincronismo con lámpara flash, lamp y Q-Sw controlados por el propio láser

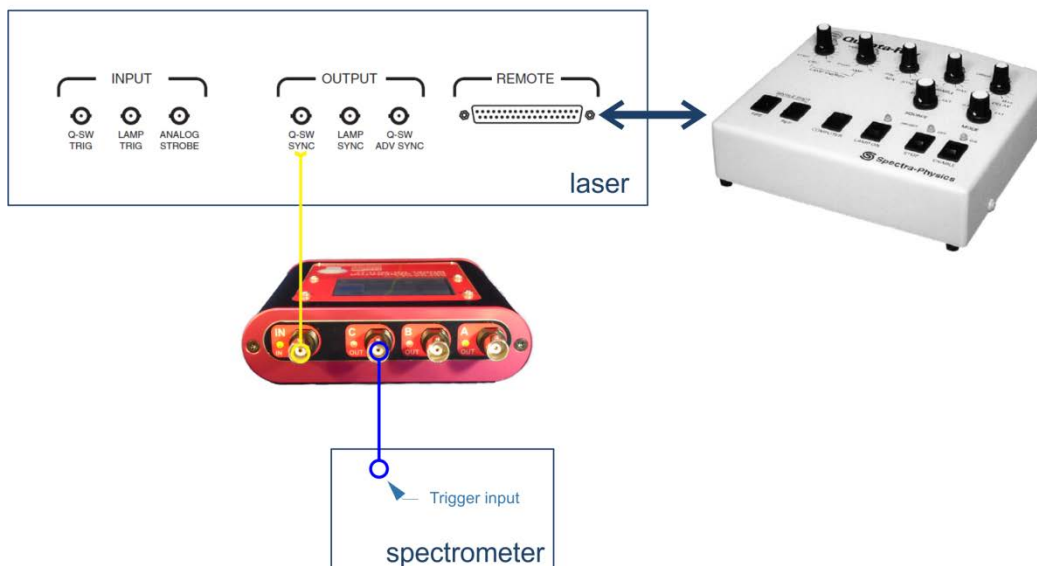


Fig. 25. Sincronismo con Q-Sw, lámpara flash y Q-Sw controlados por el propio láser

La siguiente figura permite disparar el espectrómetro óptico utilizando como referencia una salida de “Adv Q-Sw” (no disponible en todos los láseres comerciales) que brinda un pulso de Q-Sw un tiempo anterior al verdadero pulso de Q-Sw láser.

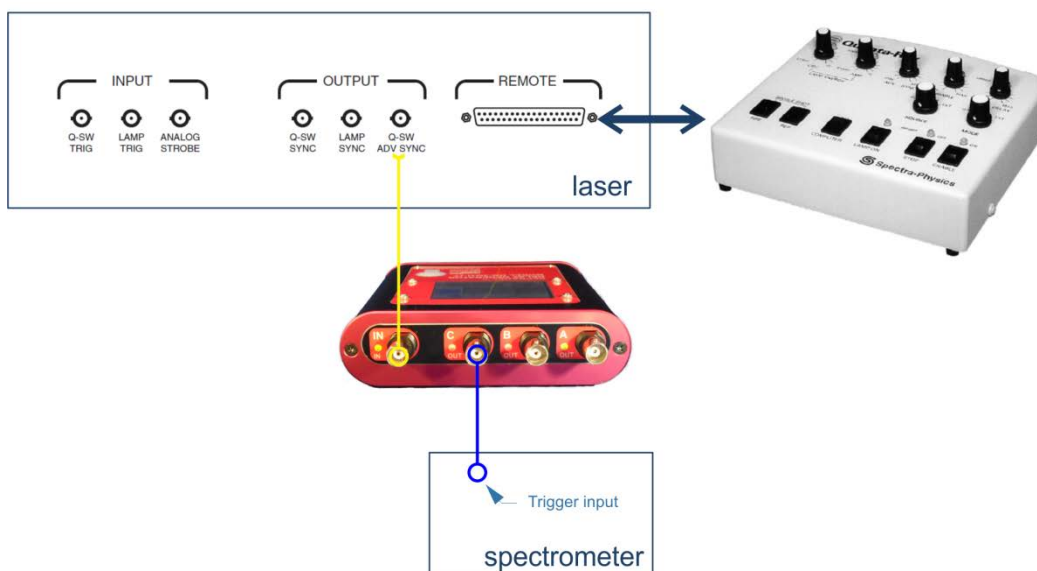


Fig. 26. Sincronismo con Q-Sw ADV SYNC, lámpara flash y Q-Sw controlados por el propio láser

En otro esquema de control, el DG-3011-17 puede asumir el control y retardos de LAMP, Q-Sw y espectrómetro. Tal y como se muestra en la siguiente figura. En dicho esquema, el disparo de la lámpara, del Q-Sw y del espectrómetro se realizaría desde el propio display LCD utilizando el botón de trigger manual “Soft Trigger”, ver epígrafe sobre de Disparo Manual con botón táctil “Soft Trigger” en la página 20.

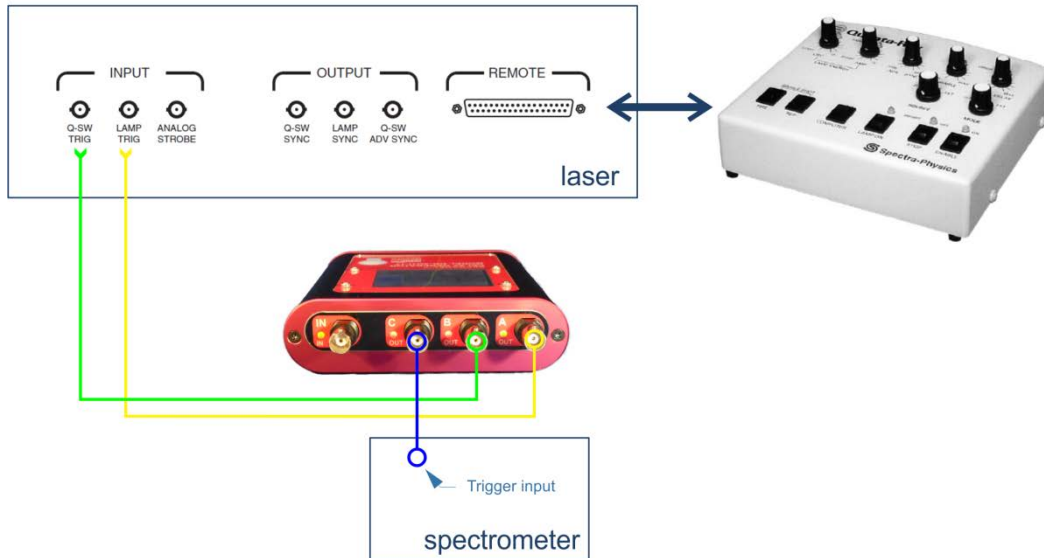


Fig. 27. Control de Lamp, Q-Sw y espectrómetro desde el DG-301I-17, el disparo se realiza desde un botón del display táctil o con un generador de pulsos cuadrados (no mostrado en la imagen) que se conecte a la entrada IN

Control de disparo vía USB

La interconexión del epígrafe anterior permite hacer disparos a demanda del usuario activando el botón de “Soft-Trigger”, pero si dichos disparos se desearan realizar de forma repetitiva, con cierta frecuencia de disparo de la lámpara flash, entonces puede ser conveniente que el control del DG-301I se realice desde una PC, para que un programa de control envíe de forma repetitiva el comando de disparo vía USB.

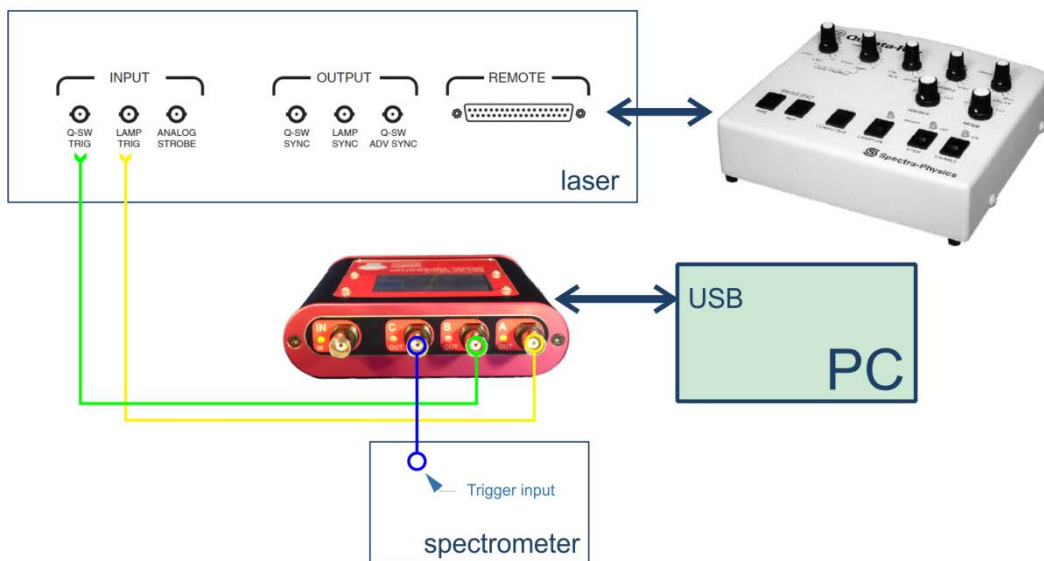


Fig. 28. Control de Lamp, Q-Sw y espectrómetro desde el DG-301I-17 conectado a una PC para repetición

en frecuencia del comando de disparo

El equipo DG-301I-17 es reconocido por la PC a través del bus USB como un puerto serial, por ejemplo COM3 (el número de puerto puede variar y es asignado en automático por la PC).

El comando serial (vía USB) consiste en enviarle al DG-301I-17 el carácter ASCII “S” seguido de un carácter de retorno CR (valor decimal 13). Por ejemplo, en LabView, la sección de código para enviar el comando de disparo quedaría como sigue:

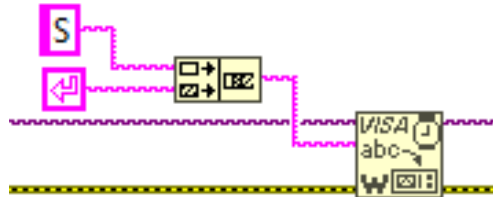


Fig. 29. Comando de disparo serial conformado en LabView

Enviando dicho comando de forma repetitiva y a intervalos regulares de tiempo, se podría conformar cierta frecuencia de disparo de lámpara flash y Q-Sw (utilizando la configuración desde el propio display del equipo). La configuración serial corresponde a una velocidad de 9600 bps, 8 bits de datos, sin paridad y un bit de parada.

Ejemplo de Conexionado con Láser comercial Quantel USA con Fuente y Control Tipo ICE⁴⁵⁰

Configure el láser Quantel USA

En la caja de Control (Control Box) del láser Quantel, acceda al menú de lámpara flash y garantice que la línea “flash sync” sea igual a “INT”.



Fig. 30. Caja de Control del Láser Quantel, desde ella realizará la configuración de lámpara y Q-Sw para usar externamente el retardador

La siguiente imagen muestra el menú de configuración de la lámpara flash de su láser Quantel. La lámpara será disparada por el propio control del láser, por lo que es correcto configurar el menú de trigger de lámpara o “Flash sync” como “INT”. El resto de los parámetros del menú de la lámpara del láser dependerán de las condiciones de su experimento, durante una puesta a punto se recomienda utilizar el menor voltaje de lámpara posible.

Main Menu ←	
>flash sync	INT
ct	0000.001.368
cu	0000.001.368
voltage	550V
energy	06.77J
freq.	20.00Hz
power	132W

Fig. 31. Menú de la lámpara flash del láser, con modo interno seleccionado

A continuación acceda al menú de configuración del disparo del interruptor óptico o Q-Sw, para configurarlo en modo externo (EXT), ya que el Q-Sw será controlado externamente por el DG-301I-17. Ver siguiente figura del menú de configuración del Q-Sw y cambiar la línea “QS sync” de “INT” a “EXT”.

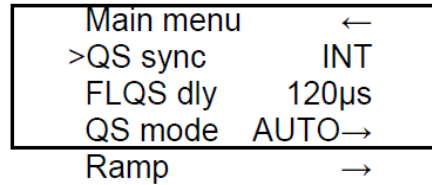


Fig. 32. Menú de Q-Sw del láser Quantel, cambiar sincronismo de INT a EXT

Al cambiar a trigger EXT el Q-Sw del láser Quantel, permitiremos que dicho interruptor óptico sea manipulado externamente por nuestro generador de retardos DG-301I-17.

Configure el Generador de Retardos DG-301I-17

Es recomendable configurar el DG-301I-17 antes de conectarlo al láser comercial, para evitar que cualquier cambio de las salidas durante la configuración active un disparo láser no previsto, con el riesgo que ello presupone.

Configuración de Entrada del DG-301I-17

La entrada del DG-301I-17 posteriormente se conectará al conector BNC del láser Quantel que es Salida de la señal de lámpara flash y puede estar marcado como “**Lamp OUT**”

La entrada del retardador la podrá configurar con o sin contador de pulsos. Si activa el contador de pulsos para n-conteos de entrada, entonces las salidas B y C se activarán solamente con el n-ésimo pulso de entrada. Si el contador, las salidas B y C del retardador funcionarán con cada uno de los pulsos de entrada.

La siguiente figura muestra la configuración de entrada del retardador para obtener una frecuencia de disparo láser de 1 Hz aunque internamente el láser tenga su lámpara flash activándose a 20 Hz. Es decir, por cada 20 disparos de lámpara flash, se obtendrá una activación del Q-Sw.

EDIT INPUT	
TRIGGER WITH FALLING EDGE?	☐
Enable Counter?	☒
pulse counter	20
wait time (us)	1
APPLY	HOME

Fig. 33. Configure el menú de entrada con contador activado para obtener una frecuencia de Q-Sw menor. Manipule el valor de “pulse counter” para obtener otras frecuencias de disparo. Por ejemplo, con 10 conteos, estando la lámpara flash del láser Quantel a 20 Hz, obtendrá disparos láser a 2 Hz.

Configuración de Salida B para Q-Sw del láser Quantel

La salida “B” del DG-301I-17 será conectada al conector de entrada **Q-Switch In** del láser Quantel. Acorde a la página 13 del manual⁶ consultado, los pulsos para dicha entrada deben ser TTL compatibles y con un ancho no menor a 100 μ s. Además, en el mismo manual del láser se establece que el tiempo o retardo entre el pulso de la lámpara flash y el Q-Sw, puede estar entre 100 μ s y 500 μ s, por lo que el valor que se mostrará aquí de 120 μ s será solo como sugerencia de partida y en la práctica se deberá ajustar experimentalmente hasta obtener la potencia de disparo deseada.

EDIT OUT B	
Invert digital output?	☐
Delay B (us)	120
width B (us)	150
APPLY	HOME

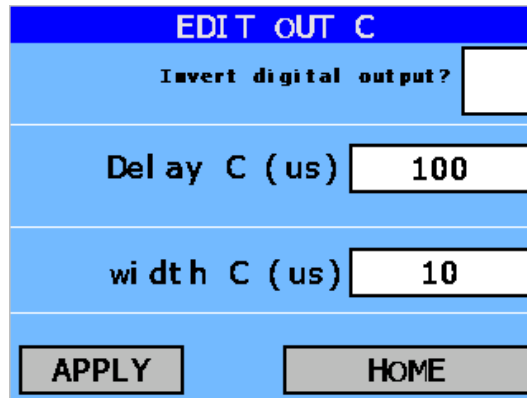
Fig. 34. Configure la salida B para el Q-Sw del láser Quantel, el valor de Delay B de 120 μ s es solo una sugerencia, en la práctica dicho valor deberá ajustarse, el ancho mínimo para el Quantel es de 100 μ s, por lo que 150 μ s satisface dicha condición de la entrada de Q-Sw del láser

⁶ ICE450 User's Manual: DOC00070 Rev. C

A continuación configure el retardo para el espectrómetro óptico conectado al canal “C” del retardador.

Configuración de Salida C para Espectrómetro Óptico

El canal “C” del retardador Digital será conectado a su espectrómetro óptico. Es importante consultar el manual del espectrómetro óptico de que se trate y configurarlo para que su activación sea por flanco y no por nivel. De ser por nivel, estará capturando durante todo el tiempo que la señal de trigger esté activa, mientras que por flanco, solamente capturará un espectro cada vez que detecte un flanco del pulso. Otro aspecto a revisar de su espectrómetro es el tipo de lógica, negativa o positiva, de la señal de trigger y el tiempo mínimo del pulso de trigger para que lo pueda detectar favorablemente. En la siguiente figura se asumió un espectrómetro cuya señal de trigger admite niveles de voltaje TTL, con lógica positiva y que se activará con flanco de subida, además, admite un pulso con ancho mínimo de 10 μ s. Siendo así, la configuración del canal C quedaría como sigue.



EDIT OUT C	
Invert digital output?	☐
Del ay C (us)	100
wi dt h C (us)	10
APPLY	HOME

Fig. 35. Configure la salida C para el trigger de su espectrómetro, el valor de Delay C de 100 μ s es solo una sugerencia, en la práctica dicho valor deberá ajustarse hasta obtener la calidad de espectro deseada, por ejemplo, hasta que la línea de emisión del láser desaparezca de la captura espectral, de igual manera, el ancho de pulso width C deberá ajustarse acorde al permitido en su espectrómetro

En la práctica, puede ajustar el Delay del espectrómetro respecto al disparo de la lámpara flash del láser, que recuerde que está conectada a la entrada del retardador. Una forma de realizar dicho ajuste del delay del espectrómetro, es ir aumentándolo hasta un valor en el que no aparezca la línea de emisión del láser, por lo que efectivamente la integración del sensor óptico estará ocurriendo instantes después del pulso láser. Como punto de partida también puede utilizar el mismo valor de retardo para el Q-Sw, lo que en la práctica significará que el trigger del

espectrómetro será dado al mismo tiempo que el pulso láser y a partir de dicho valor disminuir o aumentar el delay C, dependerá de las características particulares del espectrómetro óptico.

Conecte el DG-301I-17 al láser. Tenga en cuenta que si ajusta el delay del canal B asignado al Q-Sw, es posible que quizás tenga que reajustar el delay C del espectrómetro, ya que ambos retardos se disparan respecto a la misma señal de entrada, -la de la lámpara del láser- y por tanto la diferencia de tiempo entre el canal B y C es la que estará efectivamente regulando la calidad de sus espectros.

Una vez configurado el retardador y el láser, proceda a conectar los cables coaxiales (verifique que los cables estén en buen estado y con continuidad eléctrica), acorde a la siguiente imagen.

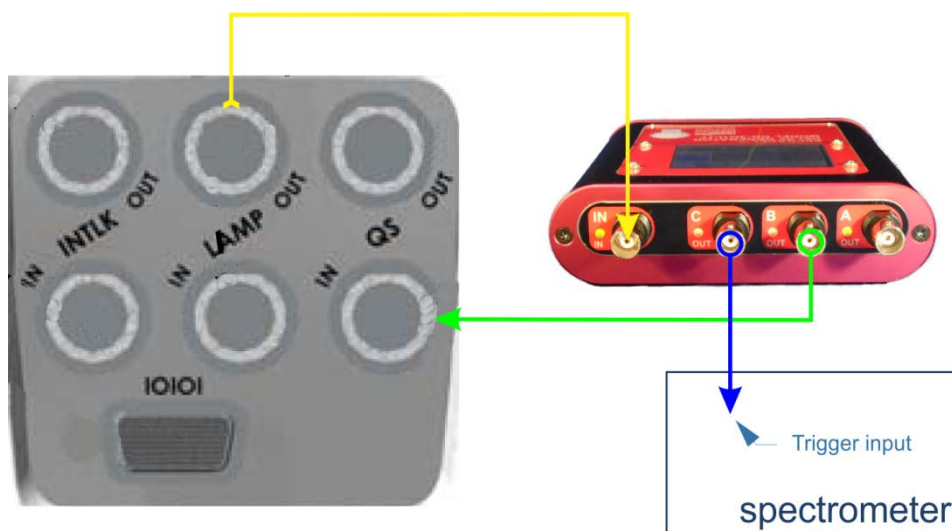


Fig. 36. Interconexión del retardador con el láser Quantel y el espectrómetro, salida de lamp hacia entrada del retardador, canal B del retardador hacia entrada QS del Láser, Canal C hacia entrada trigger del espectrómetro

Ejemplo de Conexión con Láser de Q-Switch Pasivo

En láseres pulsados de estado sólido con obturados óptico Q-Switch pasivo, generalmente no tenemos control preciso del momento de emisión láser. En algunos modelos de láseres comerciales, brindan una señal de sincronismo respecto al disparo de la lámpara flash, pero en cualquier caso la propia naturaleza del obturador Q-Sw pasivo inserta algún tipo de variabilidad en el instante de emisión del pulso láser, variabilidad que dependerá de la energía de bombeo de la lámpara y hasta de factores ambientales como humedad y temperatura. En dicho caso, una solución puede ser el detectar con un módulo fotodiodo de alta velocidad la emisión del pulso láser, y emplear dicha señal para el disparo del espectrómetro. Cabe señalar que el espectrómetro deberá ser alguno con una alta velocidad de respuesta entre la recepción de la señal de trigger y la entrada en zona de integración del sensor de imagen que tengan. Como regla general, los espectrómetros con alta velocidad de respuesta o baja latencia entre la recepción del trigger y la captura del espectro, son aquellos que poseen un sensor de imagen, casi siempre de tipo acoplado por carga (CCD) con shutter-electrónico. Por ello, antes de seleccionar un espectrómetro para dicha aplicación, pregunte al proveedor si el sensor utilizado entra en zona de integración inmediatamente después de recibida la señal de trigger y no solo basta con saber el valor de dicho tiempo, sino también si es constante entre capturas. La siguiente figura muestra un montaje para disparar un espectrómetro óptico empleando el DG-301I-17 a partir de la señal analógica de un módulo fotodiodo de tipo PDA10A del fabricante Thorlabs.



Fig. 37. Disparo de Espectrómetro a partir de la detección óptica de un pulso láser

Los pulsos láseres con Q-Sw son de corta duración, en el orden de unidades o decenas de nanosegundos, igualmente será la salida del módulo de fotodiodo, por lo que virtualmente se puede considerar como un pulso cuadrado de muy corta duración, que será detectado por el retardador sin mayor complicación, gracias a su dispositivo FPGA de alta velocidad.

Cabe señalar que los módulos de detección por lo general no se interponen en el camino directo del haz láser, por su alta sensibilidad pueden ser orientados lateralmente hacia la zona del plasma sin emplear ningún tipo de enfoque.

Resolución de Problemas

De existir problemas de sincronismo con el equipo externo que esté controlando, se sugiere considerar los siguientes puntos:

- Revisar continuidad y buen estado de los Cables BNC.
- Que el tipo de lógica positiva o negativa esté correctamente seleccionada según la aplicación.
- Que la entrada esté correctamente configurada en cuanto al flanco que se desea detectar.
- Que los valores de retardo son correctos.
- Que el contador de pulsos no esté habilitado innecesariamente o deshabilitarlo para realizar pruebas.
- De preferencia, visualice en un osciloscopio la señal de entrada y las señales de salida.
- Si los tiempos visualizados en un osciloscopio no corresponden con lo programado a través del display o bus USB, por favor, contacte al proveedor para una posible actualización del firmware del producto.