

**MANUAL DE MANEJO DEL
ANALIZADOR LÓGICO
LA-2124A**

INDICE

1. Concepto de analizador lógico

- 1.1. Unidad de entrada
- 1.2. Memoria de adquisición
- 1.3. Unidad de control de adquisición
- 1.4. Unidad de visualización

2. Modos de funcionamiento

3. Descripción del analizador lógico LA-2124A

4. Software del analizador lógico LA-2124A

- 4.1. Parámetros de captura
- 4.2. Inicio de la adquisición
- 4.3. Configuración de los canales
- 4.4. Guardar datos en fichero
- 4.5. Colores
- 4.6. Pantalla de estado
- 4.7. Cursores

1. Concepto de analizador lógico

Un analizador lógico es un instrumento electrónico orientado a la verificación de circuitos digitales secuenciales. Es un dispositivo cuyo objetivo es visualizar un conjunto de valores digitales durante un periodo de tiempo de adquisición. Por lo tanto el analizador lógico:

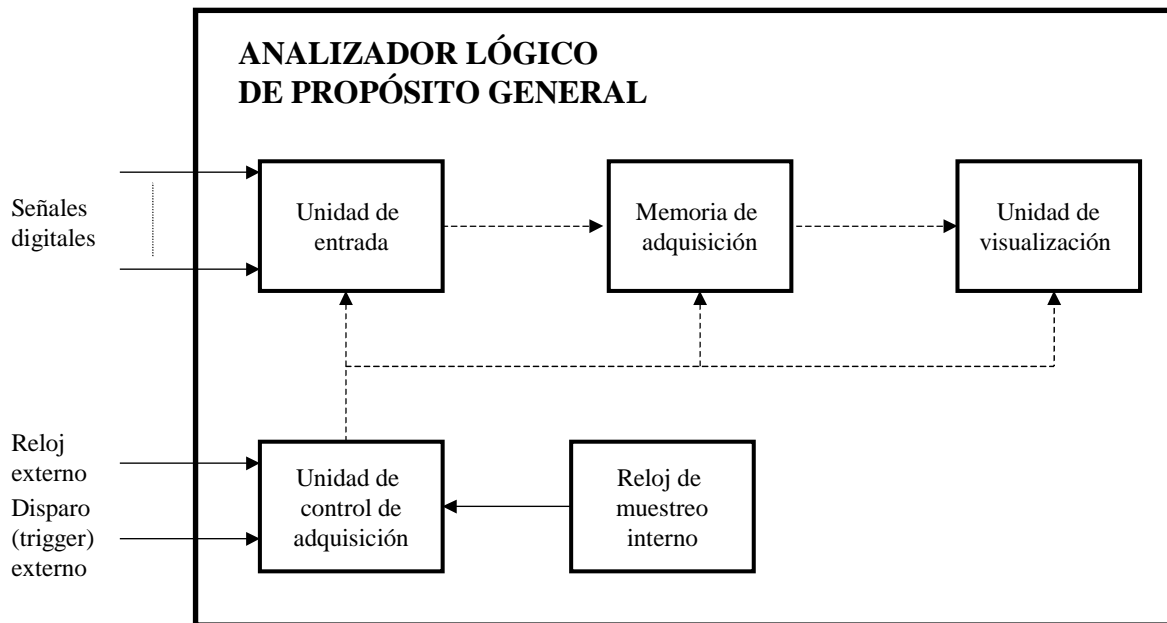
- Sólo adquiere muestras que tomen unos valores discretos.
- Adquiere varias muestras simultáneamente para poder observar un conjunto de líneas digitales (por ejemplo un bus).
- Las muestras pueden tomar diferentes valores a lo largo del tiempo de adquisición.
- Las muestras se almacenan en una memoria digital interna, llamada memoria de adquisición, para su posterior observación.

Un analizador lógico representa las señales de forma semejante a un osciloscopio: el eje horizontal representa el tiempo y el eje vertical el valor de la señal. Sin embargo, un osciloscopio representa señales analógicas que pueden tomar infinitos valores entre unos límites establecidos y que normalmente son periódicas. El número de señales a visualizar en un osciloscopio es reducido dependiendo del número de canales del equipo (de 1 hasta 4 normalmente). A diferencia del osciloscopio, que trata de representar las señales con gran resolución de voltaje y precisión temporal, los objetivos de los analizadores lógicos son los siguientes:

- Representar simultáneamente un gran número de señales (en general superior a 16).
- Visualizar las señales mediante el nivel lógico ("0"/"1") que representan en el circuito y no mediante valores precisos de voltaje.
- Observar el estado de las señales entorno a la aparición en varias líneas de un determinado patrón de bits (condición de disparo o trigger).

Dado que el analizador lógico no observa señales periódicas y la memoria de adquisición es limitada, es necesario determinar el momento en que se desea realizar la adquisición. Esto se consigue mediante el establecimiento de una condición de disparo (trigger) que es la que determina cuando se comienza a guardar las muestras en la memoria de adquisición. La condición de disparo puede ser un patrón de bits determinado de las señales que se quieren visualizar o puede ser una señal de disparo externa. Cuando se utiliza una condición de disparo, el analizador lógico empieza a muestrear de forma continuada al recibir la orden de inicio y hasta que se produce la condición de disparo. Cuando se cumple la condición de disparo, las muestras se empiezan a guardar en la memoria (pre-trigger) o se guardan las últimas muestras (post-trigger). Al usuario se le muestran los datos almacenados en la memoria de adquisición que incluyen la condición de disparo.

Por ello, los analizadores lógicos resultan adecuados para observar relaciones temporales entre múltiples líneas de datos, como por ejemplo, el *bus* de datos o direcciones de un sistema basado en microprocesador.



1.1. Unidad de entrada

La unidad de entrada es la encargada de detectar los niveles eléctricos de las señales conectadas a los canales de entrada del analizador lógico. Estos niveles se guardan como valores binarios en la memoria de adquisición. Los niveles eléctricos se pueden programar para definir el umbral que determina si el valor de la señal es un 0 o un 1. El ancho de banda depende de la máxima frecuencia de muestreo que permite el analizador lógico.

1.2. Memoria de adquisición

La memoria de adquisición es una memoria de tamaño limitado donde se guardan las muestras adquiridas de forma continuada durante el proceso de adquisición. Las muestras almacenadas en esta memoria pueden ser observadas por el usuario en la unidad de visualización. Esta memoria se caracteriza por su tamaño, que determina el número de muestras que se pueden almacenar, y por su ancho que determina el tamaño del vector binario (número de canales), es decir, el número máximo de muestras que puede ser adquirido simultáneamente.

1.3. Unidad de control de adquisición

Esta unidad es la encargada de controlar la adquisición de las muestras. Se puede programar la adquisición utilizando un reloj interno o tomando como referencia los flancos de subida o bajada de un reloj externo.

También se encarga de detectar la aparición de una condición de disparo (trigger) y detener la adquisición. El punto donde se encuentra la condición de disparo determina el tipo de disparo en función del momento que interese observar:

- Pre-disparo (pre-trigger): la información que se almacena es toda la que sigue a la aparición de la condición de disparo.
- Post-disparo (post-trigger): se guarda en la memoria de adquisición todas las muestras anteriores a la condición de disparo.
- Disparo intermedio: la memoria de adquisición tiene muestras anteriores y posteriores a la condición de disparo.

La unidad de control se encarga de preparar la información para su presentación en la unidad de visualización. También determina el modo de adquisición. Los modos de adquisición dependen del modelo de analizador (modo continuo, única con condición de disparo, repetitiva con condición de disparo, etc.).

1.4. Unidad de visualización

Constituye el interfaz de usuario. Desde esta unidad se observan las muestras adquiridas, se programan los diversos parámetros de adquisición (reloj externo o interno, frecuencia de muestreo, umbral de nivel 0 y 1, modo de adquisición, etc.), y se determina la forma de visualización (binario, octal o hexadecimal, señales individuales o buses, etc.).

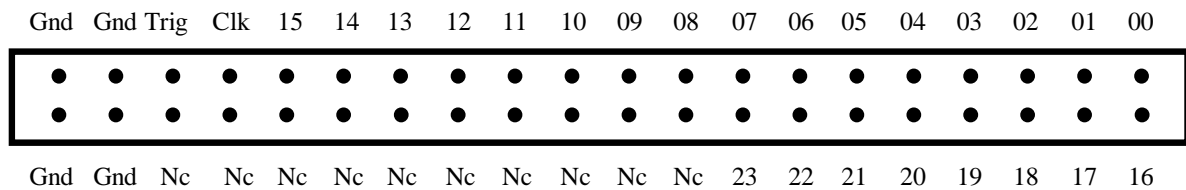
2. Modos de funcionamiento

Un analizador lógico puede operar de dos modos fundamentales, como analizador temporal o como analizador de estados. La diferencia entre ambos modos viene determinada por el origen de la señal de reloj que determina los instantes de muestreo de las señales externas. Si esta señal se genera internamente por el instrumento se tiene un analizador de tiempos. Por el contrario, si esta señal proviene de la señal de reloj del circuito externo (impulsos de sincronismo que determinan la evolución del sistema secuencial) se tiene un analizador de estados.

3. Descripción del analizador lógico LA-2124A

El analizador lógico que se utiliza en el laboratorio (LA-2124A) permite observar hasta 24 señales digitales simultáneamente. Este analizador lógico tiene un tamaño de memoria de adquisición de 128 K y la frecuencia máxima de muestreo es de 160 MHz. Para la conexión de las señales a muestrear dispone de un conector con 40 terminales. Estos terminales se organizan de la siguiente manera:

- Fila superior (20 terminales)
 - 00 al 15: canales 0 al 15 para conexión de 16 señales digitales para muestreo.
 - Clk: entrada de reloj externo.
 - Trig: salida de disparo (trigger externo). Para utilizar como señal de disparo de un circuito externo.
 - Gnd: terminales de tierra.
- Fila inferior (20 terminales)
 - 16 al 23: canales 16 al 23 para conexión de 8 señales digitales para muestreo.
 - Nc: terminales no conectados.
 - Gnd: terminales de tierra.

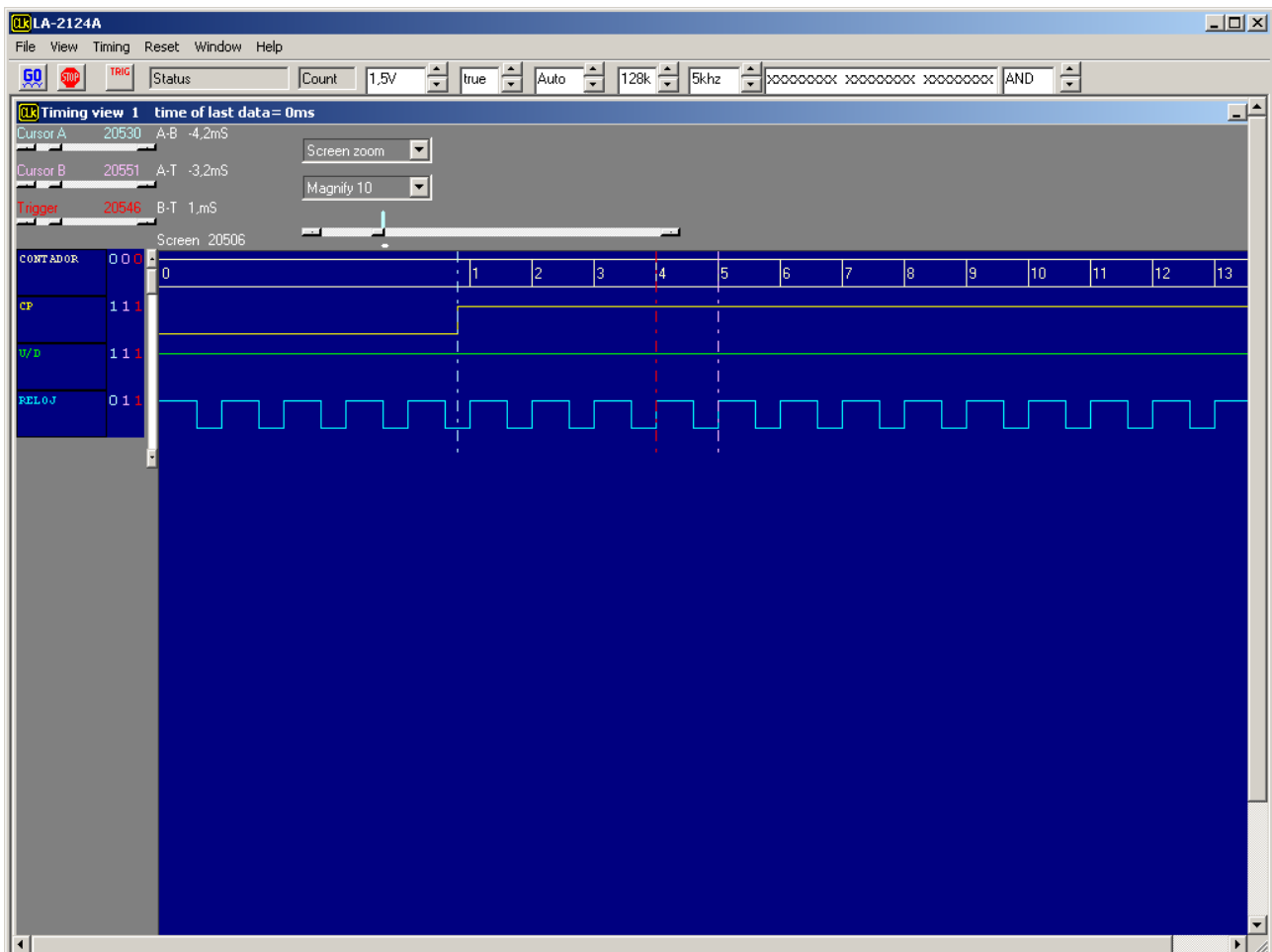


Puesto que tiene que haber un nivel de referencia común entre el analizador y el circuito bajo prueba, el analizador dispone de cuatro terminales de tierra (GND).

El analizador no dispone de pantalla de visualización ni panel de control por lo que se conecta a un ordenador a través del puerto USB 2.0. Para programar los parámetros de adquisición y visualizar la evolución de las señales externas en la pantalla del ordenador se utiliza el software proporcionado por el fabricante.

4. Software del analizador lógico LA-2124A

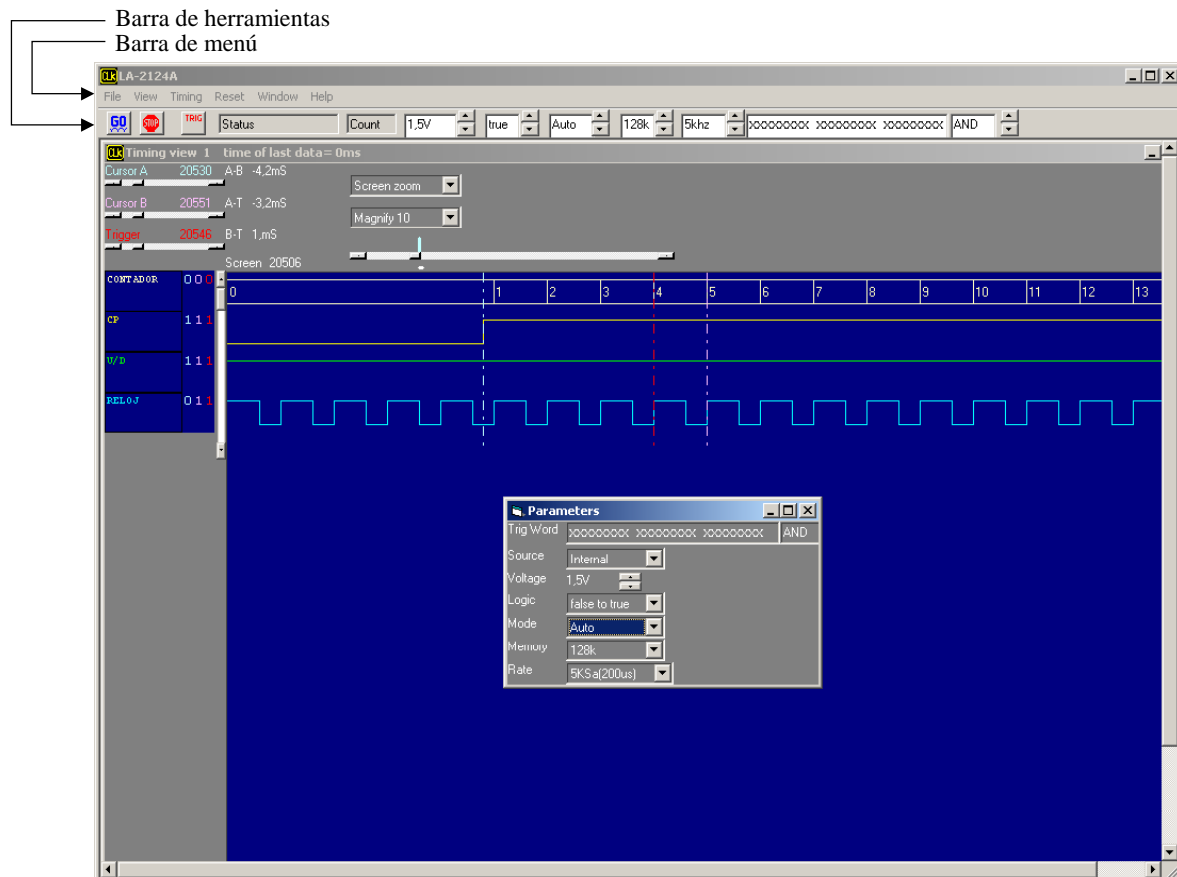
La pantalla principal del programa del analizador lógico LA-2124A es la que se muestra a continuación:



En esta pantalla se muestra un ejemplo donde se ve la evolución de las señales de un contador de 4 bits. Se visualiza la salida del contador como un bus que agrupa las señales de los canales 0, 1, 2 y 3 donde están conectadas dichas salidas (CONTADOR). También se visualizan las señales de carga en paralelo (CP), selección de contaje ascendente/descendente (U/D) y la señal de reloj que hace evolucionar al contador (RELOJ).

4.1. Parámetros de captura

Antes de iniciar un muestreo de las señales de un determinado circuito, el usuario debe configurar las opciones de adquisición del analizador lógico. Los principales parámetros de adquisición se pueden programar desde el menú, desde la ventana emergente de parámetros que se abre al pulsar el botón derecho del ratón o desde la barra de herramientas.



Los principales parámetros de adquisición son los siguientes:

- Trigger word

Permite establecer la condición de disparo. Está formado por una palabra de 24 bits (1 bit por cada canal de adquisición). Cada bit (canal) puede fijarse a “0”, “1” o “X” (no importa el nivel en que se encuentre). El canal 0 se corresponde con el bit situado en pantalla más a la derecha y el canal 24 con el situado más hacia la izquierda. La condición de disparo establecida es el patrón que el analizador lógico necesita que se cumpla para iniciar la captura de datos cuando en el modo de adquisición se ha seleccionado una opción de captura que tenga en cuenta la condición de disparo (single o normal).

También se puede programar que la captura de datos se inicie cuando todos los canales coinciden con la condición de disparo (AND) o cuando alguno de los 24 canales cumpla la condición (OR).

La condición de disparo se puede programar abriendo la ventana emergente de parámetros o desde la barra de herramientas (parte derecha de la barra).

- Source

Establece qué señal de reloj utiliza el analizador lógico para muestrear las señales de entrada. Puede configurarse como:

- **Internal:** Define el funcionamiento como analizador de tiempos. El analizador lógico utiliza el reloj interno para determinar los instantes de muestreo. Una vez seleccionada esta opción se determinará la frecuencia de muestreo con el parámetro **Rate**.
- **External rising:** Define el funcionamiento como analizador de estados. El analizador lógico muestrea las señales de entrada en los flancos de subida de la señal de reloj externo. El reloj externo se conecta al analizador lógico en el canal Clk de su conector de 40 terminales. La frecuencia máxima de la señal de reloj externo es 80 MHz.
- **External falling:** Define el funcionamiento como analizador de estados. El analizador lógico muestrea las señales de entrada en los flancos de bajada de la señal de reloj externo. El reloj externo se conecta al analizador lógico en el canal Clk de su conector de 40 terminales. La frecuencia máxima de la señal de reloj externo es 80 MHz.

Este parámetro se programa desde la ventana emergente de parámetros o desde la barra de menú (<Timing> <Clock Source>).

- Voltage

Este parámetro define el umbral de voltaje que determina si el valor de la señal es un 0 o un 1. Se puede seleccionar un umbral de voltaje entre $-1V$ y $+3V$ en intervalos de 50 mV. El umbral de voltaje se puede programar abriendo la ventana emergente de parámetros o desde la barra de herramientas (casilla donde aparece un valor expresado en voltios).

- Logic

Este parámetro selecciona cuándo se produce el disparo que inicia la captura de datos. Se pueden seleccionar dos valores:

- **True:** El disparo se produce cuando aparecen en los canales de entrada los niveles lógicos de la condición de disparo.
- **False:** El disparo se produce cuando no aparecen en los canales de entrada los niveles lógicos de la condición de disparo.

La lógica de la condición de disparo se puede programar abriendo la ventana emergente de parámetros o desde la barra de herramientas (casilla donde aparece el valor true o false).

- Mode

Este parámetro determina el modo de adquisición. Puede configurarse como:

- **Single:** El analizador lógico busca que se cumpla la condición de disparo. Cuando se cumple la condición de disparo se produce una adquisición completa de muestras para llenar la memoria interna y el analizador se para mostrando en pantalla las señales muestreadas.
- **Normal:** El analizador lógico busca que se cumpla la condición de disparo. Cuando se cumple la condición de disparo se produce una adquisición completa de muestras para llenar la memoria

interna y el analizador vuelve a buscar la condición de disparo repitiendo el proceso de captura hasta que el usuario pare la adquisición pulsando el botón **STOP** en la barra de herramientas. Las señales se actualizan en pantalla cada vez que se detecta la condición de disparo.

- Auto: Los datos se adquieren continuamente sin tener en cuenta la condición de disparo. La adquisición se inicia cuando el usuario pulsa el botón **GO** en la barra de herramientas y se para cuando el usuario pulsa el botón **STOP**. Las señales se visualizan en “tiempo real” en pantalla.

El modo de adquisición se puede programar abriendo la ventana emergente de parámetros o desde la barra de herramientas (casilla donde aparece el valor Single, Normal o Auto).

- Memory

Este parámetro define la cantidad de muestras que el analizador lógico almacena en cada adquisición. Se pueden programar dos valores: 128 K o 2 K. Hay que tener en cuenta que el software sólo transfiere datos al ordenador cuando se ha completado una adquisición con la cantidad de muestras seleccionada.

Este parámetro influye en el tiempo que el usuario puede ver la evolución de las señales. El usuario podrá ver la evolución de las señales por un tiempo igual al tamaño de memoria seleccionado multiplicado por el periodo de muestreo. Por ejemplo, si se selecciona un tamaño de memoria de 128 K y la frecuencia de muestreo es de 100 kHz (1 muestra cada 10 μ s), el analizador lógico grabará datos para un tiempo de $128 \times 1024 \times 10 \mu\text{s} = 1,32 \text{ s}$.

El tamaño de memoria se puede programar abriendo la ventana emergente de parámetros o desde la barra de herramientas (casilla donde aparece el valor 128 K o 2 K).

- Rate

Determina la frecuencia de muestreo cuando se utiliza reloj interno (frecuencias disponibles: 5 kHz a 160 MHz). Cuando se utiliza la señal de reloj externa este parámetro no tiene efecto. Además, en este caso, las unidades de tiempo no son reales puesto que el analizador no puede detectar la frecuencia del reloj externo. Sin embargo, si la frecuencia del reloj externo coincide con alguna de las disponibles en el parámetro **Rate** se pueden hacer medidas de tiempo con mayor precisión.

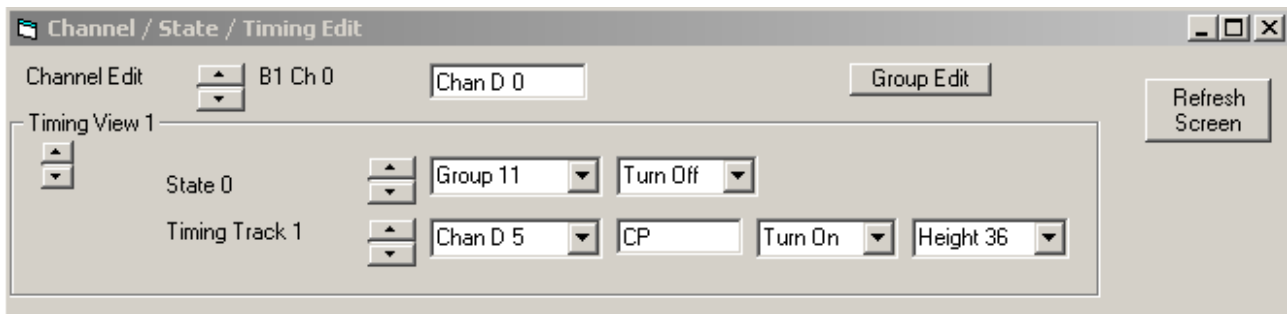
La frecuencia de muestreo se puede programar abriendo la ventana emergente de parámetros o desde la barra de herramientas (casilla donde aparece un valor expresado en kHz).

4.2. Inicio de la adquisición

Una vez configurados los parámetros de captura con los valores adecuados, el usuario debe pulsar el botón **GO** de la barra de herramientas para iniciar la adquisición de datos. El analizador lógico procede entonces al muestreo de las señales conectadas a los canales de entrada de acuerdo a los parámetros programados y al modo de adquisición elegido. Para detener la adquisición de datos el usuario debe pulsar el botón **STOP** de la barra de herramientas.

4.3. Configuración de los canales

El usuario puede configurar las señales que desea ver en la pantalla de evolución temporal (timing view) y en la pantalla de estados (statelist), el nombre de las señales y agrupar señales formando un bus. Para configurar los canales que el usuario desea visualizar en la pantalla temporal y en la de estados se debe seleccionar desde la barra de menú la secuencia <View> <Channel/State/Timing setup>. Entonces el programa abrirá una ventana como la que se muestra a continuación.



En esta pantalla el usuario puede configurar las siguientes características:

- Descripción del canal (Channel Edit)

En la primera fila junto a la etiqueta “Channel Edit” hay dos botones para seleccionar el canal de entrada (de 0 a 23) que se quiere editar. Una vez seleccionado un canal, el usuario puede darle el descriptor que desee en la casilla situada a la derecha del canal seleccionado. Este descriptor es el que aparecerá en la lista de señales a seleccionar para cada una de las pistas de la pantalla temporal (Timing Track).

- Pantalla temporal (Timing View x)

El programa permite tener varias pantallas temporales abiertas a la vez. El usuario puede configurar cada una de estas pantallas temporales de distinta forma. El usuario puede seleccionar la pantalla temporal cuyas características desea editar mediante los botones situados junto la etiqueta “Timing View x”, siendo “x” el número de la pantalla temporal seleccionada.

- Estados (State x)

Los botones situados a la derecha de la etiqueta “State x” sirven para seleccionar cada uno de los 16 estados (de State 0 a State 15) que se pueden visualizar en la pantalla de estados (statelist). Una vez seleccionado un determinado estado, en las casillas de la derecha el usuario puede asignarle un bus de los posibles 30 que permite definir el programa y programar si se activa su visualización (Turn On) o no (Turn Off). Cuando el usuario habilita la visualización de la pantalla de estados (en la barra menú con la secuencia <View> <State of logic analyzer>), el programa mostrará en la parte inferior de la pantalla temporal un listado con el valor de los buses cuya visualización se ha activado para cada punto de muestreo.

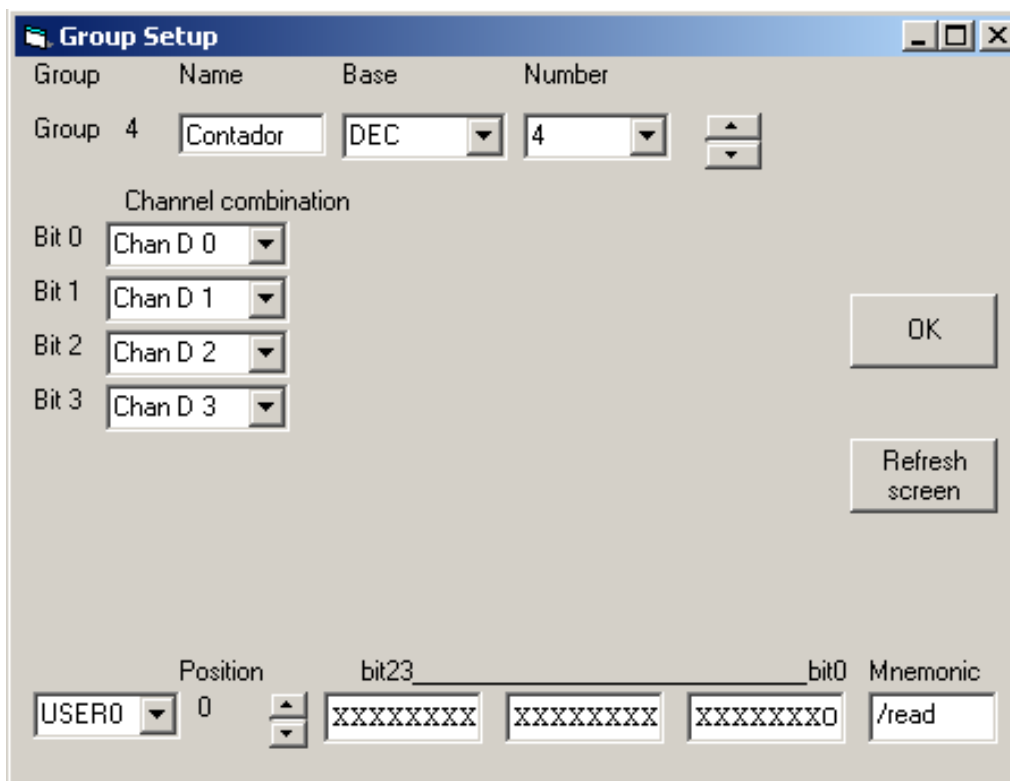
- Pistas o líneas de la pantalla temporal (Timing Track x)

El usuario puede configurar las señales que desea visualizar en cada línea o pista de la pantalla temporal. Se pueden visualizar hasta 28 señales o buses simultáneamente (Timing Track 0 hasta Timing Track 27). Los botones situados a la derecha de la etiqueta “Timing Track x” sirven para seleccionar cada una de las 28 pistas. Una vez seleccionada una pista, el usuario puede configurar en las casillas de la derecha el canal o bus que desea asignar a la pista, el nombre que quiere que aparezca en la pantalla que definirá a la señal conectada en dicho canal, si se activa su visualización (Turn On) o no (Turn Off) y el ancho o resolución de su presentación en pantalla (Height 16 hasta Height 36). El nombre de la señal también se puede editar directamente en la pantalla temporal pulsando con el botón izquierdo del ratón en la casilla del nombre (situada justo a la izquierda de la representación temporal de la señal en pantalla) y escribiendo directamente el nombre deseado en la casilla.

Por ejemplo, en la ventana que se ha puesto anteriormente se corresponde con la configuración del ejemplo del contador visto al inicio del apartado 4 y se puede ver que en la pista 1 se configura para que se visualice la señal del canal 5 (carga en paralelo) a la que se da el nombre “CP” activando su visualización con el máximo ancho (Height 36).

- Configuración de buses (Group Edit)

El usuario puede definir buses (agrupación de señales) pulsando el botón **Group Edit** o directamente desde la barra de menú con la secuencia <View> <Group edit>. La ventana que se abre para definir buses es la que se muestra a continuación.



El usuario puede definir hasta 30 buses (Group 0 hasta Group 29). En esta ventana el usuario puede seleccionar un determinado bus de los 30 posibles (con los botones situados a la derecha de la primera línea), darle un nombre al bus, programar en que base se quiere que se represente el valor del bus (hexadecimal, decimal, ASCII, binario, USER0, USER1, USER2, USER3) y el número de señales que forman el bus. Las bases USER0, USER1, USER2 y USER3 son 4 codificaciones que puede definir el usuario en la parte inferior de la ventana para que aparezcan los diferentes valores del bus con un determinado mnemotécnico. En esta ventana el usuario también puede definir qué canales se agrupan para formar el bus y el peso de cada canal en el bus.

La ventana que se muestra anteriormente corresponde con el ejemplo del contador visto al inicio del apartado 4 donde se quiere visualizar la salida del contador de 4 bits. Para ello se define un bus que agrupa las 4 señales de salida del contador y que se conectan a los canales 0, 1, 2 y 3 del analizador, siendo la señal del canal 0 la de menor peso y la del canal 3 la de mayor peso. El valor codificado por estos 4 bits se representará en la pantalla temporal en decimal.

4.4. Guardar datos en fichero

La opción **<File>** de la barra de menú permite al usuario grabar los datos de una adquisición en fichero (save as) para su posterior análisis (load data). También permite grabar una secuencia de ficheros (save data after capture) con las 10, 100 o 1000 adquisiciones después del inicio de la captura. El usuario puede transferir los datos a una hoja de cálculo o grabarlos en fichero en formato texto.

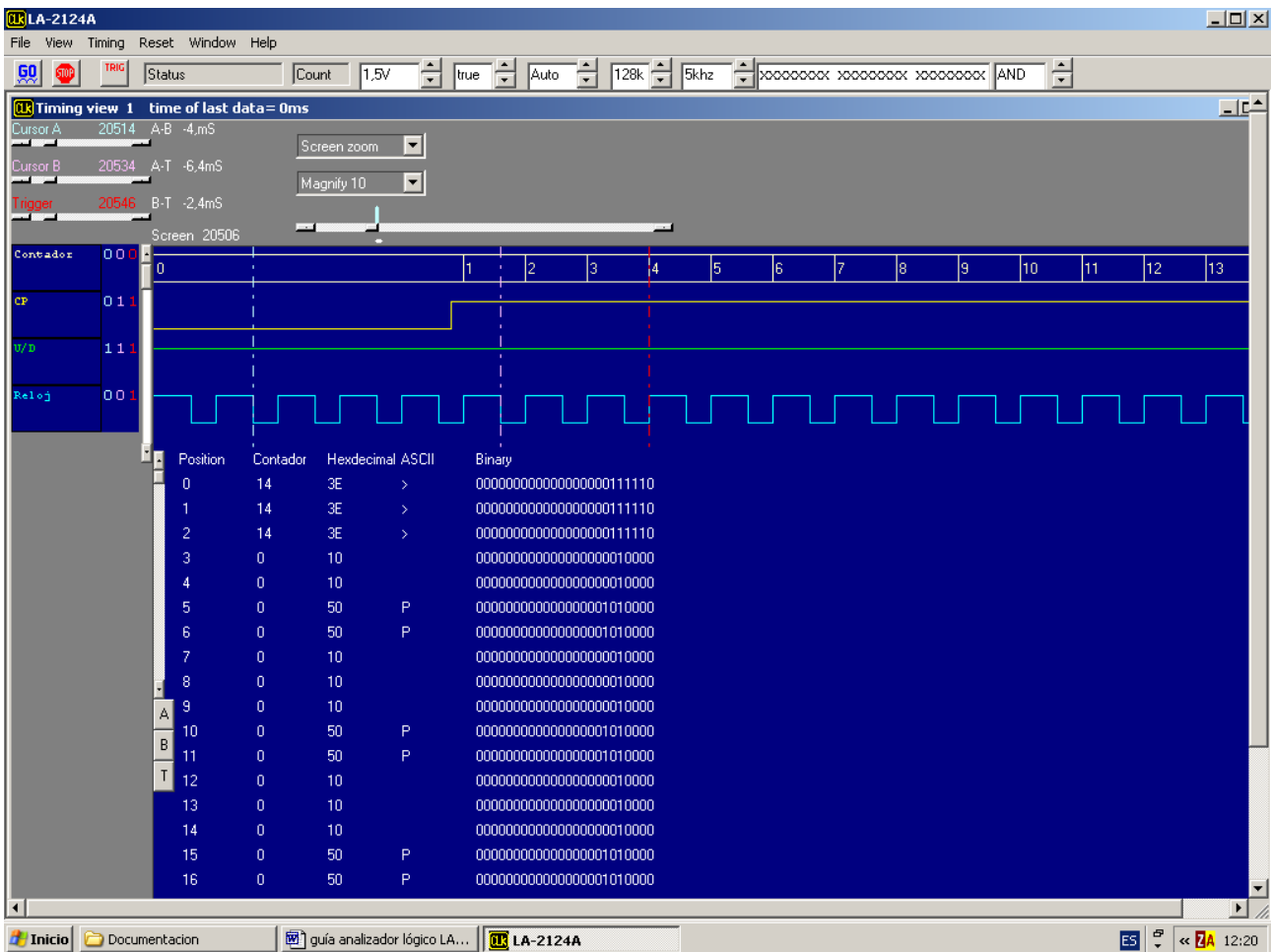
La opción **<File>** de la barra de menú también permite grabar configuraciones y cargar configuraciones por defecto o configuraciones grabadas por el usuario previamente. Los datos de una adquisición se pueden enviar a una impresora.

4.5. Colores

La opción **<View> <Colors>** de la barra de menú permite al usuario definir los colores de representación del fondo de pantalla, de los cursores, de las señales y de los buses.

4.6. Pantalla de estado

La visualización de la pantalla de estado del analizador lógico se habilita en la opción de la barra de menú **<View> <State of logic analyzer>**. Esto permite visualizar en la parte inferior de la pantalla temporal el valor de las señales para cada una de las posiciones de la memoria del analizador lógico. En cada columna se visualiza el valor de los buses seleccionados en la pantalla de configuración de los canales (apartado 4.3) en la base correspondiente. En la pantalla que se muestra a continuación se puede ver para cada posición de memoria la salida del contador en decimal y la codificación de los 24 canales del analizador en hexadecimal, ASCII y binario respectivamente.



4.7. Cursores

Hay tres cursores: A, B, T (Trigger). El cursor T se sitúa sobre la condición de disparo (si ésta se produce). Los cursores A y B permiten realizar medidas de tiempo respecto a la condición de disparo o entre ellos. En la parte superior izquierda de la pantalla principal se puede ver la posición de cada uno de estos cursores dentro de una barra que representa toda la memoria de datos almacenados en memoria. La posición de los cursores se mueve con el ratón. A la derecha de estas barras el programa ofrece información relativa entre las posiciones de estos tres cursores (A-B, A-T y B-T). El formato de esta información se selecciona en la barra de menú con la opción <View> <Samples or time> donde se puede elegir entre:

- Display Time
Representa el tiempo que hay entre las posiciones de los tres cursores. Este tiempo sólo es fiable si se utiliza reloj interno o reloj externo de una frecuencia conocida y que coincida con las frecuencias disponibles por el analizador lógico en el parámetro **Rate**.
- Display Samples
Representa el número de muestras tomadas entre las posiciones de los tres cursores.
- Display Frequency
Representa la frecuencia que hay entre las posiciones de los tres cursores.

El programa también permite realizar un zoom centrando la ventana de visualización alrededor del cursor A, del cursor B o del cursor T. También se puede realizar un zoom respecto a la ventana de visualización (Screen zoom) lo que permite visualizar los tres cursores en la ventana actual. La ventana actual de visualización de señales se puede aumentar o disminuir mediante la casilla donde se selecciona el factor de ampliación (Magnify x). Esto determina la cantidad de datos que se imprimen o visualizan en pantalla. El factor de ampliación puede ir desde 1/200 hasta 50). La posición de la ventana actual de visualización con respecto al total de la memoria interna de adquisición se puede ver en una barra situada en la parte inferior de la casilla de selección de ampliación.