

Sistemas Basados en Microprocesador

Bloque 1 – Práctica 2

Timers en STM32F429

Introducción y objetivos de la práctica.

El objetivo de esta práctica es conocer y aprender cómo obtener temporizaciones precisas por medios hardware utilizando los Timers del STM32F429. Utilizando elementos de este tipo pueden desarrollarse aplicaciones que, utilizando la lógica asociada, permiten generar interrupciones periódicas, medir la frecuencia de señales externas, generar señales digitales, etc. En estos primeros ejercicios se van a utilizar los Timers 7 y 2 partiendo de los códigos de ejemplo utilizados en la clase de teoría, que servirán para establecer el camino para conocer el modo de configuración funcionamiento de los mismos. Como en la práctica anterior, será necesaria la consulta de los manuales y documentación correspondiente y un estudio exhaustivo del código suministrado.

Bibliografía recomendada.

Se recomienda encarecidamente la consulta del capítulo **11 Timers** del libro **Mastering STM32** de Carmine Noviello antes del comienzo del desarrollo de la práctica.

Ejercicio 1. Uso de un Timer para generación de interrupciones periódicas

Como se ha indicado, una de las funcionalidades básicas de los Timers es la generación de interrupciones periódicas en el sistema. En este ejercicio se hará uso de uno de los Timers básicos del STM32F429 (Timer 7) para la generación de dichas interrupciones.

- A. Cree un proyecto (P2_1) en Keil uVision para la tarjeta de desarrollo, utilizando los elementos de CMSIS necesarios, y añada el código del Ejemplo 1 utilizado en la clase de teoría que permita encender y apagar el led LD1 utilizando las interrupciones periódicas del Timer 7. Configure los parámetros del RCC para que la frecuencia de funcionamiento del sistema (SystemCoreClock) sea de 168 MHz.
Utilizando los documentos y ficheros existentes en su proyecto, analice cuál es el cometido de cada una de las líneas escritas en el código fuente.
Visualice el valor de la frecuencia de reloj del sistema (SystemCoreClock), y calcule la frecuencia utilizada como señal de reloj para el Timer 7 y la frecuencia con la que se producen las interrupciones de éste. Verifique que estos valores corresponden con el funcionamiento del sistema.
- B. Modifique el código anterior para que el led LD1 esté parpadeando con una cadencia de 3 segundos (1.5 segundos apagado, 1.5 segundos encendido).
Justifique los cálculos realizados e inclúyalos en la documentación de la práctica.

Ejercicio 2. Utilización del analizador lógico para visualización de señales digitales

Para la medida y verificación de la frecuencia de las señales aplicadas al led LD1 en el ejercicio anterior puede utilizarse un multímetro, un osciloscopio o un analizador lógico conectado al puerto PB0. En los laboratorios de la asignatura se utilizarán los analizadores lógicos LHT00SU1 (ver Figura 1), cuyo funcionamiento será explicado por su profesor en una sesión de laboratorio.

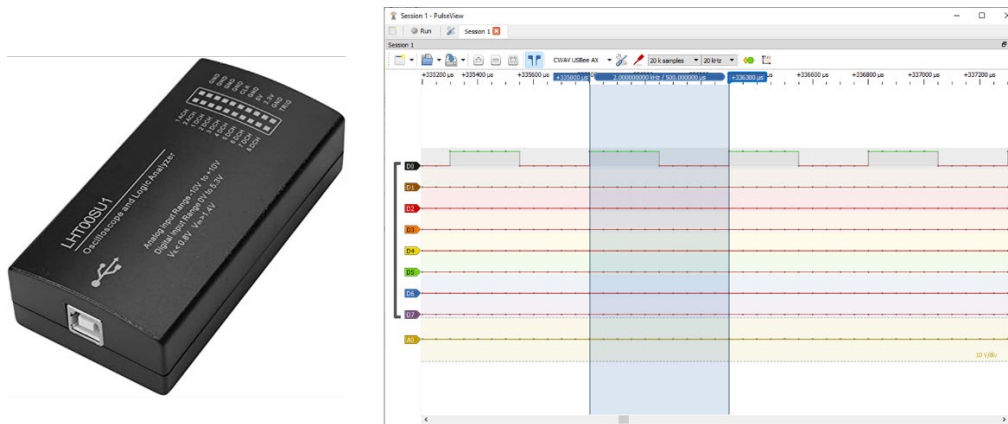


Figura 1. Analizador lógico LHT00SU1 y software PulseView

- A. Ejecute el código del apartado A del Ejercicio 1. Utilizando el analizador lógico y la aplicación PulseView obtenga una captura de 5 segundos de la línea PB0 del microcontrolador muestreando a una frecuencia de 20 kHz. Verifique utilizando los cursores de la aplicación que la frecuencia es la esperada.
- B. Ejecute el código del apartado B del Ejercicio 1. Utilizando el analizador lógico y la aplicación PulseView obtenga una captura de al menos 10 segundos de la línea PB0 del microcontrolador muestreando a una frecuencia de 20 kHz. Verifique que la frecuencia es la esperada.

Ejercicio 3. Uso de un Timer para la generación de señales digitales

Otra de las funciones básicas de los Timers es la generación de señales digitales de forma autónoma, sin más intervención por parte del microcontrolador que la de la configuración del funcionamiento de este y su arranque, y sin utilizar la interrupción.

En este ejercicio se utilizará uno de los Timers de propósito general del STM32F429 (Timer 2) para la generación de señales cuadradas de diferentes frecuencias.

- A. Utilizando el Timer 2, desarrolle una aplicación que permita generar una señal de onda cuadrada con una frecuencia de 1000 Hz. Dicha señal se debe obtener en el Pin PB11 configurando el timer en modo comparación con salida hardware habilitada, tal y como se ha explicado en el Ejemplo 2 de la clase de teoría. La gestión de la línea PB11 debe realizarse directamente por el Timer 2, sin intervención del software del microcontrolador (PB11 utilizando el modo alternativo). Utilice el analizador lógico para obtener una captura de la señal generada.
- B. Modifique la aplicación del apartado A para que el usuario pueda modificar la frecuencia de la señal cuadrada pulsando el pulsador de usuario (azul) de la placa. El sistema, tras arrancar, debe comenzar a generar una señal cuadrada de 1000 Hz. Una pulsación cambiará la frecuencia a 2500 Hz, otra pulsación volverá a cambiar la frecuencia a 1000 Hz, y así sucesivamente. Utilice el analizador lógico para verificar el funcionamiento de la aplicación.
- C. **[OPCIONAL]** Modifique la aplicación del apartado B para que el sistema pueda generar una frecuencia configurable. Para la configuración se debe utilizar el joystick de la placa de aplicaciones. Una pulsación en el gesto UP del mismo incrementará la frecuencia en un factor x2. Una pulsación en el gesto DOWN del mismo decrementará

la frecuencia en un factor /2. Utilice el analizador lógico para obtener distintas capturas de cada una de las señales generadas.

Ejercicio 4. Uso de un Timer para medida de la frecuencia de una señal externa

Los Timers de propósito general del STM32F429 pueden utilizarse para la medida de la frecuencia de señales externas utilizando el modo Input Capture.

En este ejercicio se utilizará uno de los Timers de propósito general del STM32F429 (deberá decidir cuál usar) para la medida de la frecuencia de una señal externa.

- A. El modo Input Capture no ha sido explicado en detalle en clase de teoría y no se ha expuesto ningún ejemplo de funcionamiento. Se recomienda la lectura del punto *11.3.5 Input Capture Mode* del libro *Mastering STM32* de Carmine Noviello, recomendado en la bibliografía, para comprender la forma de uso de los Timers para este propósito.
- B. Utilizando el timer de propósito general que considere más oportuno, desarrolle una aplicación que permita medir la frecuencia de las señales generadas en el Ejercicio 3. Utilice el analizador lógico para verificar que la frecuencia de la señal coincide con la obtenida mediante su aplicación.

[OPCIONAL] Ejercicio 5. Uso de un Timer para la generación de una señal PWM

Los Timers de propósito general del STM32F429 pueden utilizarse para la generación de señales de ciclo de trabajo variable (PWM, Pulse-Width Modulation).

En este ejercicio se utilizará uno de los Timers de propósito general del STM32F429 (deberá decidir cuál usar) para la generación de una señal PWM.

- A. El modo PWM no ha sido explicado en detalle en clase de teoría y no se ha expuesto ningún ejemplo de funcionamiento. Se recomienda la lectura del punto *11.3.7 Pulse-Width Generation* del libro *Mastering STM32* de Carmine Noviello, recomendado en la bibliografía, para comprender la forma de uso de los Timers para este propósito.
- B. Utilizando el timer de propósito general que considere más oportuno, desarrolle una aplicación que permita generar una señal de 2000 Hz de frecuencia y ciclo de trabajo del 25%. Utilice el analizador lógico para verificar que la señal generada coincide con la esperada.
- C. Modifique la aplicación anterior para que el ciclo de trabajo cambie cada con cada pulsación del pulsador azul. El ciclo de trabajo inicial debe ser del 20% e ir incrementándose en pasos del 20% hasta el 80%. Utilice el analizador lógico para verificar que las señales generadas coinciden con las esperadas.