

Practica Nro. 4 – TPM – PWM - Conversor Analógico Digital**Cuestionario****Ejercicio No 1: Módulo TPM – Modo PWM**

- Explique que es una señal PWM y muestre como calcular el valor medio de dicha señal.
- Explique el funcionamiento del TPM en modo “PWM Edge Aligned”. Haga un diagrama temporal. Muestre cómo generar, usando dos canales, señales PWM opuestas.
- Encuentre las ecuaciones de frecuencia y ciclo de trabajo del PWM generado con el modo anterior ¿de qué dependen? Calcule la resolución (en %) con la que se puede variar el ciclo de trabajo para una configuración genérica de los registros. Calcule la resolución (en mV) del valor medio de la señal pwm generada.
- Explique el funcionamiento del modo “PWM Center Aligned”. Muestre cómo lo utilizaría para generar dos señales de la misma frecuencia pero en el cual el ciclo de trabajo de una de ellas sea 1/3 del ciclo de trabajo de la otra.

Ejercicio No 2: Conversor A/D

- Haga un diagrama completo explicando las distintas partes del Conversor A/D y enumere las características principales del mismo.
- Explique el algoritmo de aproximaciones sucesivas que utiliza el ADC integrado en el microcontrolador.
- Grafique la transferencia entrada-salida de un ADC ideal de 3bits y grafique el error de cuantización. Justifique.
- Se desea medir una tensión analógica con el ADC de 10bits, sabiendo que la $V_{ref}=5V$. Muestre como calcular el valor de tensión medido en [mV] a partir de la muestra digital. Calcule el LSB de la medida en mV y en %.
- ¿Cuál es el rango de entrada de la tensión analógica? ¿Cuál es la máxima frecuencia de reloj del conversor? ¿Cuál es la máxima frecuencia de muestreo para cada canal?
- Muestre cómo se realiza la configuración para realizar el muestreo de 8 canales (ADP0 al 7) realizando la conversión en 10 bits. ¿Cuál sería la máxima frecuencia de muestreo que puede obtenerse para cada canal en este caso?
- Muestre cómo se configura y como se utiliza el conversor en modo 8 bits.

Ejercicio No 3: Comparador Analógico

- Haga un diagrama esquemático del Módulo Comparador Analógico incluido en el microcontrolador. Detalle el circuito y los registros asociados al mismo. ¿Cuál es el rango de la tensión analógica de entrada que admite cada terminal?
- Proponga un circuito para determinar si una señal que se aplica a la entrada inversora es mayor o menor que $V_{CC}/2$. Cuando la entrada sea mayor que $V_{CC}/2$ se debe encender un LED conectado a la salida del comparador ACMP0. Explique cómo deberían estar configurados los registros pertinentes.
- Muestre cómo utilizar el comparador analógico para convertir una señal sinusoidal en una señal cuadrada que se pueda medir con la entrada de captura del módulo TPM.

Ejercicio No 4: Sensor de Temperatura:

- Investigue sobre el sensor de temperatura interno integrado en el chip del SH8. Analice las especificaciones de la hoja de datos y las ecuaciones respectivas.
- Realice un algoritmo (con variables enteras) para calcular la temperatura en °C a partir de las muestras de tensión del sensor obtenidas con el conversor AD.
- Calcule la resolución en [°C] que se consigue con su implementación.
- Dado que es necesario conocer la tensión de referencia del ADC para obtener la medición de temperatura, investigue cómo medir la tensión de alimentación a partir de la referencia interna de BANDGAP que posee el microcontrolador. Aplique estas mejoras a su algoritmo.

EJERCICIOS PARA ENTREGAR (vencimiento lunes 15/7 y martes 16)**Ejercicio No 1: Dimmer**

Se desea controlar el brillo de un LED mediante PWM. Para esto se deberá generar con el TPM1 CH1 (terminal PTC1) una señal PWM de frecuencia mayor a 50Hz y cuyo ciclo de trabajo (entre 0 y 100%), sea proporcional al valor de tensión medido en una entrada analógica con el ADC (entre 0 y 5V).

En la entrada analógica se utilizará un potenciómetro resistivo conectado en el canal ADP2 (terminal PTA2) del ADC. Es decir, que variando el potenciómetro se podrá variar la tensión en la entrada del conversor y así generar el efecto deseado.

Encuentre la ecuación que vincula el PWM con el conversor ACD y calcule la resolución en [mV] del valor medio de la tensión aplicada al LED si se configuran los periféricos en 8 bits.

Pasos necesarios para resolver el problema y realizar el informe.

Interpretación: del problema propuesto: ¿qué se debe hacer? ¿qué no se debe hacer? ¿qué datos dispone? ¿qué datos necesita?, ¿qué periféricos hay involucrados?, ¿qué y cuales acciones se solicitan?

Resolución del problema: Analice y describa con qué hardware trabajará, realice los esquemas de conexión correspondientes, explique la configuración de los distintos periféricos que utilizará, etc.

- Describa el funcionamiento del conversor ADC y su configuración para resolver los problemas. Justifique.
- Calcule la resolución en Volts de la medición de la tensión del potenciómetro. Justifique.
- Explique cómo generar señales el PWM. Muestre como calcular la frecuencia y el ciclo de trabajo. Justifique.
- En cuanto al software, describa el algoritmo **propuesto** para cada ejercicio, describa la arquitectura de software utilizada, cuáles son las tareas y la temporización de las mismas. Indique cómo es la modularización del programa y la descomposición en funciones.

Pseudocódigo: Realice el pseudocódigo y/o diagramas de flujo y/o máquinas de estado para describir la arquitectura y las soluciones implementadas.

- Código:** Anexe el Código en C. Recuerde utilizar comentarios para documentar el mismo. El programa deberá coincidir con el pseudocódigo definido en el paso anterior.