

Revisiones	Fecha	Comentarios
0	08/02/07	

La reproducción de audio en microcontroladores puede facilitarse enormemente aprovechando un generador de PWM, de los que una gran cantidad de ellos dispone. En este comentario técnico analizaremos de forma somera algunos conceptos que nos permitirán aprovechar estos generadores de PWM y transformarlos en DACs económicos.

Filtrado

Como bien sabemos, pasando una señal PWM por un filtro pasabajos con una frecuencia de corte lo suficientemente baja, a la salida obtendremos un valor de tensión continua, correspondiente a la integral de la señal PWM, es decir, su valor medio. Si cambiamos el ciclo de trabajo de la señal PWM, cambiará el valor medio, y un tiempo después lo obtendremos a la salida del filtro.

El cálculo del filtro generalmente no es crítico, debe comportarse como un integrador y esto suele suceder cuando su constante de tiempo es bastante mayor que la frecuencia de carga y descarga a la que lo somete el PWM. Visto como un filtro pasabajos, podemos decir que su frecuencia de corte debe ser mucho menor que la frecuencia de la señal de PWM.

Si variamos el ciclo de trabajo de la señal PWM "lentamente" a lo largo del tiempo, entendiendo por "lentamente" a una frecuencia menor que la de corte del filtro integrador, dado que esta variación es lo suficientemente lenta como para pasar por el filtro, obtendremos las variaciones del valor medio a la salida del filtro. La idea es, entonces, utilizar una frecuencia de PWM lo suficientemente alta como para poder poner un filtro con una frecuencia de corte lo suficientemente baja como para comportarse como integrador para la señal PWM y lo suficientemente alta como para dejar pasar la modulación del ancho de pulso. Dicha modulación se realizará con la señal de audio a reproducir. Si, por ejemplo, queremos reproducir audio con un ancho de banda de 10KHz, ponemos un filtro pasabajos en 10KHz y utilizamos una señal PWM de 80KHz.

Frecuencia de muestreo

El análisis del filtro nos resuelve en parte el problema de la frecuencia de muestreo, dado que para que el filtro funcione correctamente, la frecuencia de la señal PWM deberá ser muchas veces mayor a la mayor señal de audio, y esto supera los requerimientos de Nyquist.

Es importante que la actualización del ancho de pulso se realice al inicio de un nuevo ciclo de PWM, de modo de minimizar cambios erráticos en el ancho de pulso. Algunos generadores de PWM se actualizan inmediatamente, y el intento de escribir un valor menor al valor en curso producirá un cambio instantáneo, que deformará la señal que se quiere obtener. La máxima velocidad a la que podemos actualizar el ancho de pulso es entonces la frecuencia de la señal PWM generada, y esto será la máxima frecuencia de muestreo a la que podremos operar. En el ejemplo anterior, la señal de 10KHz podrá estar muestreada a 20Ksps, 40 Ksps u 80Ksps. Deberá ser un submúltiplo de la frecuencia de PWM, debido a que si no lo es, habrá actualizaciones (muestras) que se perderán, porque como vimos, sólo podemos actualizar el ancho de pulso una vez por ciclo o cada un número entero de ciclos.

Resolución

La cantidad de anchos de pulso diferentes que podemos generar es finita, y esto será la resolución de nuestro conversor digital-analógico vía PWM. Para lograr una resolución equivalente a un DAC de 8-bits, necesitamos disponer de 256 anchos de pulso diferentes, es decir, nuestro generador de PWM deberá permitirnos 8-bits para el seteo del ancho de pulso.

La mayoría de los generadores de PWM parten de un clock de los disponibles en el micro, y dividen la señal por un número configurable o fijo, que da la cantidad de anchos de pulso seteables. Esto fija de por sí la frecuencia máxima de operación, es decir, un micro con clock de 4MHz en el generador de PWM, si genera

CTC-046, Reproducción de audio en microcontroladores mediante PWM

256 anchos de pulso diferentes dividirá por 256, y su frecuencia de salida será $4\text{MHz}/256=15,625\text{KHz}$. Para lograr buena resolución con anchos de banda importantes, se requieren frecuencias de trabajo elevadas. Sin embargo, para muchas aplicaciones simples en las que sólo se requiere el ancho de banda de la voz, es más que suficiente.