

DISEÑO DEL ADAPTADOR DE SEÑALES

Eneko Lerma, Robert Griñó, Ramon Costa-Castelló

Departamento de Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial (ESAII)

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

e-mail: eneko.lerma@estudiant.upc.edu, roberto.grino@upc.edu, ramon.costa@upc.edu

Carlos Sanchis

Mathworks, e-mail: Carlos.Sanchis@mathworks.es

Al comenzar este proyecto, nos dimos cuenta de que los rangos de salida y entrada del Arduino Due no coincidían con los rangos de entrada y salida de nuestra planta (LJ Technical Systems). En este documento se explican brevemente los diferentes apartados del adaptador de señales. Para ello hay que tener en cuenta los siguientes valores:

- Rangos entrada y salida de LJ Technical Systems: $[-5, 5]V$
- Rango salida DAC Arduino: $[0.6, 2.7]V$
- Rango entrada analógica Arduino: $[0, 3.3]V$
- *Offset*: $1.65V$

Para efectuar este cambio de rango, las señales deben experimentar un cambio de ganancia y una compensación de valor medio (*Offset*) tanto en los canales de medida (conversión A/D) como en el canal de la señal de control (conversión D/A). Estas dos acciones se realizan de forma separada (en cascada) para reducir el acoplamiento entre las dos acciones y facilitar el análisis por parte de los alumnos.

Canales de salida

Las señales de entrada a las plantas son bipolares, mientras que la señal del convertor D/A del Arduino Due es unipolar. Por tanto, a fin de acondicionarla, primero se le resta el *offset* y luego se amplifica su amplitud. Para desplazar la señal mediante un amplificador operacional, se usa un circuito de ganancia unitaria con una tensión de $1.65V$ en la entrada inversora. La amplitud de la señal se cambia con la segunda etapa del circuito que tiene una ganancia $G_2 = \frac{R_2}{R_1}$.

En concreto, puesto que la planta presenta un rango de entrada de $\pm 5V$, se han escogido los valores $R_2 = 20k\Omega$ y $R_1 = 4k22\Omega$.

La relación entre la tensión de salida y la de entrada es:

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1(1 + R_2C_s)}(V_{in} - V_{ref}) \quad (1)$$

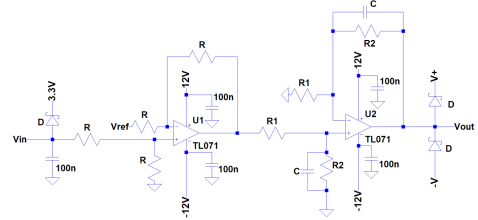


Figura 1: Circuito de acondicionamiento de señales para la salida del convertor D/A.

Como se observa en la Figura 1, en la segunda etapa hay dos condensadores que permiten filtrar pasa-bajos, y la frecuencia de corte (en HZ) de este filtro es:

$$f_c(Hz) = \frac{1}{2\pi RC} \quad (2)$$

Para reducir la variedad de valores en las resistencias se ha optado por escoger $R = 20k\Omega$.

Con el circuito anterior, obtenemos la siguiente simulación temporal:

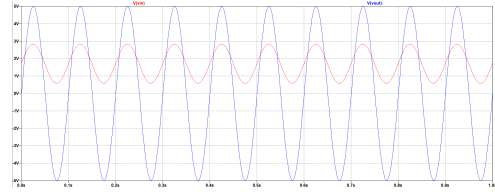


Figura 2: Simulación temporal del circuito del convertor D/A

Y la simulación frecuencial:

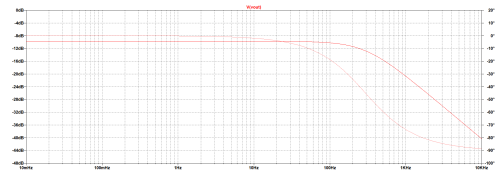


Figura 3: Simulación frecuencial del circuito del convertor D/A

Canales de entrada

En el caso de las señales de realimentación (entrada al Arduino), la primera etapa efectúa la reducción de ganancia, y la segunda la corrección de *offset*. Como en el caso anterior, el rango de las señales de salida de la planta es de $\pm 5V$, pero los pines analógicos de Arduino ahora tienen un rango de 0 a 3.3V. Con lo cual, se han recalculado los valores de la resistencia para que en la entrada de la segunda etapa se tenga un rango de $\pm 1.65V$ (para poder así efectuar el mismo cambio de *offset* y obtener el rango deseado a la entrada analógica de la placa de control). En la segunda etapa, se sumará la tensión del *offset* para convertir la señal bipolar en unipolar centrada en 1.65V.

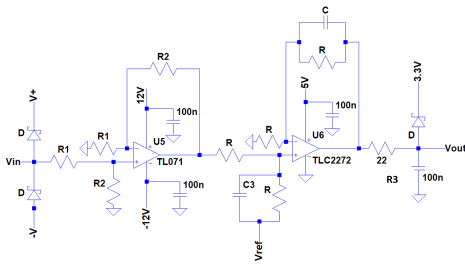


Figura 4: Circuito de acondicionamiento de señales para la salida del conversor A/D.

En este caso también, el circuito ha sido dotado de un filtro paso bajo. Como se ha hecho anteriormente, para evitar obtener resistencias con distintos valores, se han fijado unas de ellas y las otras han sido seleccionadas a partir de estas. Los valores escogidos son los siguientes: $R = R_1 = 20k\Omega$, $R_2 = 6k5\Omega$, $R_3 = 22\Omega$ y $C = 0.0265\mu F$.

Finalmente, la relación entre la tensión de salida y entrada es:

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1(1 + RCs)(1 + R_3 \cdot 100e - 9 \cdot s)} V_{in} + \frac{1}{1 + R_3 \cdot 100e - 9 \cdot s} V_{ref} \quad (3)$$

Siendo así la simulación temporal:

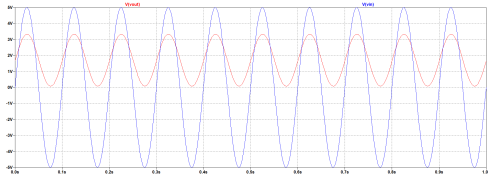


Figura 5: Simulación temporal del circuito del conversor A/D

Y la simulación frecuencial:

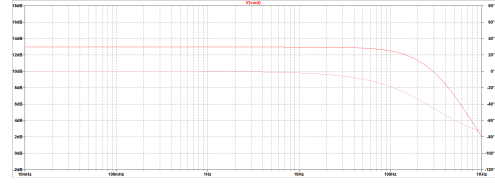


Figura 6: Simulación frecuencial del circuito del conversor A/D

Generación de la referencia de tensión

La tensión de referencia que se emplea en las etapas de corrección del *offset* se obtiene a partir de la referencia de voltaje LM385Z y un seguidor de voltaje para minimizar los efectos de carga sobre el dispositivo de referencia.

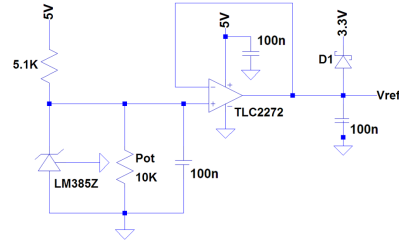


Figura 7: Circuito para obtener la referencia de tensión

El resultado final de la placa es el que se puede analizar en la siguiente imagen. Donde se han embebido los tres circuitos en una placa que encaja en el Arduino Due como si de un shield se tratara.

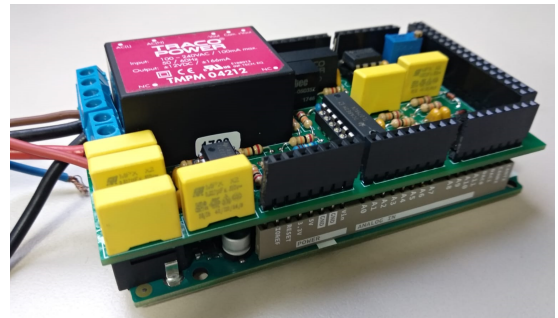


Figura 8: Adaptador de señales diseñado para la planta LJ Technical Systems