

DISSENY DE L'ADAPTADOR DE SENYALS

Eneko Lerma, Robert Griñó, Ramon Costa-Castelló

Departament d'Ingenieria de Sistemes, Automàtica i Informàtica 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

En començar aquest projecte, ens vam adonar que els rangs de sortida i entrada de l'Arduino Due no coincidien amb els rangs d'entrada i sortida de la nostra planta (LJ Technical Systems). En aquest document s'expliquen breument els diferents apartats de l'adaptador de senyals. Per a això cal tenir en compte els següents valors:

- Rangs entrada i sortida de LJ Technical Systems: $[-5, 5]V$
- Rang sortida DAC Arduino: $[0.6, 2.7]V$
- Rang entrada analògica Arduino: $[0, 3.3]V$
- *Offset*: $1.65V$

Per efectuar aquest canvi de rang, els senyals han d'experimentar un canvi de guany i una compensació de valor mitjà (*Offset*) tant en els canals de mesura (conversió A/D) com al canal del senyal de control (conversió D/A). Aquestes dues accions es realitzen de forma separada (en cascada) per reduir l'acoblament entre les dues accions i facilitar l'anàlisi per part dels alumnes.

Canals de sortida

Els senyals d'entrada a les plantes són bipolars, mentre que el senyal del convertidor D/A de l'Arduino Due és unipolar. Per tant, per tal de condicionar-la, primer se li resta l'*offset* i després s'amplifica la seva amplitud. Per desplaçar el senyal mitjançant un amplificador operacional, s'usa un circuit de guany unitari amb una tensió de $1.65V$ a l'entrada inversora. L'amplitud del senyal es canvia amb la segona etapa del circuit que té un guany $G_2 = \frac{R_2}{R_1}$.

En concret, ja que la planta presenta un rang d'entrada de $\pm 5V$, s'han escollit els valors $R_2 = 20k\Omega$ i $R_1 = 4k22\Omega$.

La relació entre la tensió de sortida i la d'entrada és:

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

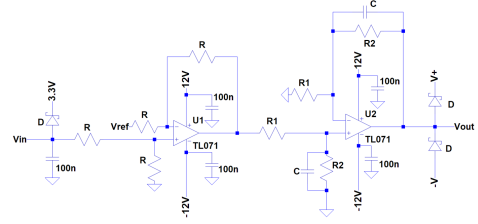


Figura 1: Circuit de condicionament de senyals per a la sortida del convertidor D/A.

Com s'observa a la Figura 1, en la segona etapa hi ha dos condensadors que permeten filtrar passa-baixos, i la freqüència de tall (en HZ) d'aquest filtre és:

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

Per a reduir la varietat de valors en les resistències s'ha optat per escollir $R = 20k\Omega$.

Amb el circuit anterior, obtenim la següent simulació temporal:

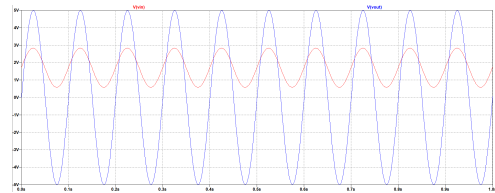


Figura 2: Simulació temporal del circuit del convertidor D/A

I la simulació freqüencial:

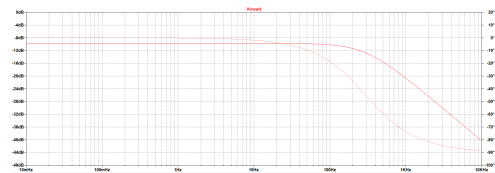


Figura 3: Simulació freqüencial del circuit del convertidor D/A

Canals d'entrada

En el cas dels senyals de realimentació (entrada l'Arduino), la primera etapa efectua la reducció de guany, i la segona la correcció d'*offset*. Com en el cas anterior, el rang dels senyals de sortida de la planta és de $\pm 5V$, però els pins analògics d'Arduino ara tenen un rang de 0 a 3.3V. Amb la qual cosa, s'han recalculat els valors de la resistència perquè a l'entrada de la segona etapa es tingui un rang de $\pm 1.65V$ (per poder així efectuar el mateix canvi d'*offset* i obtenir el rang desitjat a l'entrada analògica de la placa de control). En la segona etapa, es sumarà la tensió de l'*offset* per convertir el senyal bipolar en unipolar centrada en 1.65V.

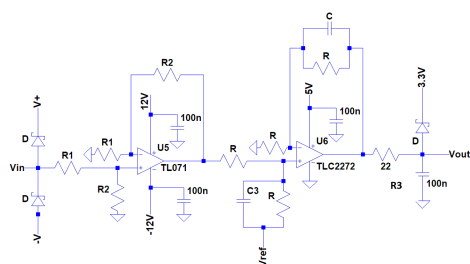


Figura 4: Circuit de condicionament de senyals per a la sortida del convertor A/D.

En aquest cas també, el circuit ha estat dotat d'un filtre passa-baix. Com s'ha fet anteriorment, per evitar obtenir resistències amb diferents valors, s'han fixat unes d'elles i les altres han estat seleccionades a partir d'aquestes. Els valors escollits són següents: $R = R_1 = 20k\Omega$, $R_2 = 6k5\Omega$, $R_3 = 22\Omega$ i $C = 0.0265\mu F$.

Finalment, la relació entre la tensió de sortida i entrada és:

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

Sent així la simulació temporal:

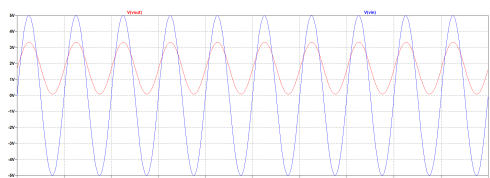


Figura 5: Simulació temporal del circuit del convertidor A/D

I la simulació freqüencial:

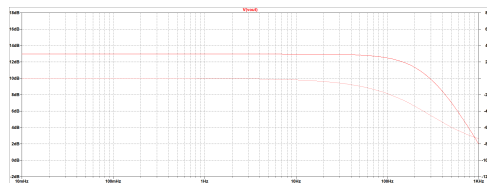


Figura 6: Simulació freqüencial del circuit del convertidor A/D

Generació de la referència de tensió

La tensió de referència que s'empra en les etapes de correcció de l'*offset* s'obté a partir de la referència de voltatge LM385Z i un seguidor de voltatge per minimitzar els efectes de càrrega sobre el dispositiu de referència.

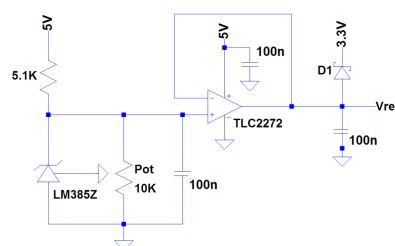


Figura 7: Circuit per obtenir la referència de tensió

El resultat final de la placa és el que es pot analitzar en la següent imatge. On s'han encastat els tres circuits en una placa que encaixa en el Arduino Due com si d'un shield es tractés.

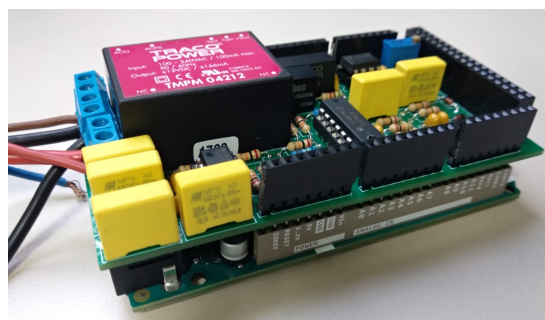


Figura 8: Adaptador de senyals dissenyat per a la planta LJ Technical Systems