

1 MSE øvelse 6 - støj og båndbredde i forstærker

1.1 Indledning

I MSE øvelse 6 vil vi tilslutte vores forstærker fra semester projekt til PSOC5LP ADC. Vi vil undersøge støj i kredsløbet og i ADC'en i PSoC'en.

I kredsløbet nedenfor på figur 1 har vi forskellige støjklender, som der skal tages højde for. Udgangssignalet til effektforstærkeren vil vi føre ind i PSoC'en og tilslutte ADC'en og efterfølgende et lavpasfilter med en båndbredde på 50 kHz, hvilket ca. vil svare til båndbredden for vores effektforstærker.

De støjklender der er relevante at regne på for vores kredsløb er:

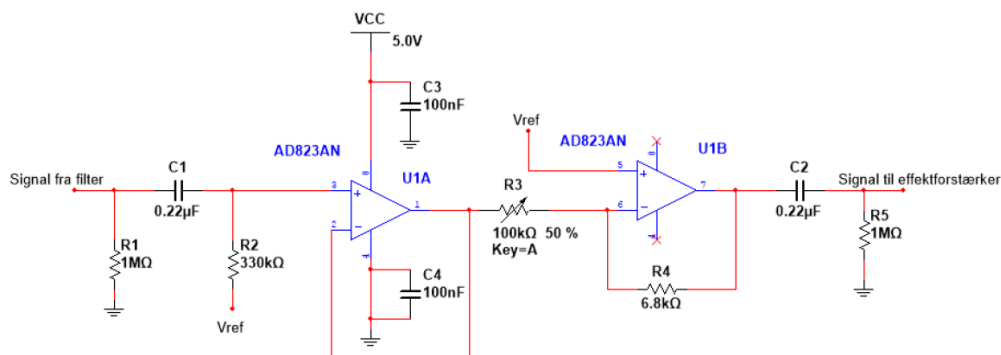
- OpAmp U1A
- Variabel modstand R3
- OpAmp U1B
- ADC'en i PSoC'en.

Kondensatorerne er reaktive komponenter og vil ikke have en påvirkning på støjen. Kun kondensatorernes reelle impedans vil have en indvirkning, men den er så lille at vi kan se bort fra den. Typisk 0.1Ω . Pull-down modstandene kan vi endvidere se bort fra da de er trukket til ground og dermed kortsluttet ift. vores indgangssignal (som vi her ser bort fra). Derudover kan vi se bort fra R4's støj dels fordi den er meget lav, men også fordi dens bidrag ikke forstærkes op.

Vi regner med at have en begrænsende båndbredde på 50 kHz og vores OpAmps $\frac{1}{f}$ støj vil ikke have en kæmpe betydning for det samlede bidrag. Vi vælger dog at tage den med på en forsimplet måde. Nærmere beskrivelse følger.

Når vi nu kender de interessante støjbidrag, kan vi regne kredsløbet igennem for at finde den resulterende støj.

1.2 Analyse



Figur 1: Forstærker kredsløb

Figur 1 viser kredsløbet for vores variabel forstærker. Forstærkerens gain factor varierer fra afstandssensoren R3.

Først regnes støjen fra opamp U1A. Denne støj bliver forstærket op af OpAmp U1B. Herefter ses på bidraget fra R3 alene, som også bliver forstærket op af U1B. Dernæst ser vi på bidraget fra U1B alene. Disse 3 værdier kvadreres, summeres og vi tager roden af dem, for at finde det samlede bidrag før ADC'en. Sidst

regnes det samlede støjbidrag, som vi nu kan sammenligne vores simulering og realisering med.

Støj fra OpAmp U1A

VÆRDIER IKKE REDIGERET ENDNU

$$e_n = 43 \frac{\text{nV}}{\sqrt{\text{Hz}}}$$

$$B = \frac{10 \text{ MHz}}{50 \frac{\text{V}}{\text{V}}}$$

$$= 180 \text{ kHz}$$

$$V_{o_rms} = |A_1 \cdot A_2 \cdot e_n| \cdot \sqrt{B}$$

$$= 50 \frac{\text{V}}{\text{V}} \cdot 15 \frac{\text{V}}{\text{V}} \cdot 43 \frac{\text{nV}}{\sqrt{\text{Hz}}} \cdot \sqrt{180 \text{ kHz}}$$

$$= 13.7 \text{ mV}$$

Støj fra variabel modstand R3

VÆRDIER IKKE REDIGERET ENDNU

$$V_{\text{rms_tæthed}} = \sqrt{4 \cdot k \cdot T \cdot R}$$

$$= \sqrt{4 \cdot k \cdot 313 \text{ K} \cdot 10 \text{ k}\Omega}$$

$$= 18.7 \frac{\text{nV}}{\sqrt{\text{Hz}}}$$

$$V_{\text{rms_forstærket}} = 18.7 \frac{\text{nV}}{\sqrt{\text{Hz}}} \cdot 50$$

$$= 935 \frac{\text{nV}}{\sqrt{\text{Hz}}}$$

Støj fra OpAmp U1B

VÆRDIER IKKE REDIGERET ENDNU

$$e_n = 43 \frac{\text{nV}}{\sqrt{\text{Hz}}}$$

$$B = \frac{10 \text{ MHz}}{50 \frac{\text{V}}{\text{V}}}$$

$$= 180 \text{ kHz}$$

$$V_{o_rms} = |A_1 \cdot A_2 \cdot e_n| \cdot \sqrt{B}$$

$$= 50 \frac{\text{V}}{\text{V}} \cdot 15 \frac{\text{V}}{\text{V}} \cdot 43 \frac{\text{nV}}{\sqrt{\text{Hz}}} \cdot \sqrt{180 \text{ kHz}}$$

$$= 13.7 \text{ mV}$$

Vi kan nu finde det samlede støjbidrag, før ADC'en:

$$V_{rmstotal} = \sqrt{12 \text{ mV}^2 + 12 \text{ mV}^2 + 12 \text{ mV}^2} = 36 \text{ mV}$$

Støj fra ADC'en

1.3 Simulering

1.4 Realisering

1.5 Konklusion