

TTT4265 – Elektronisk systemdesign og -analyse I 2025

Øving 8

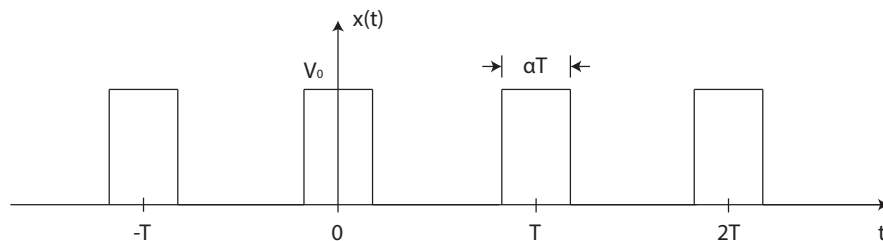
Oppgave 1 – teoretisk del; 2 poeng

I videoforelesning er det vist utledning av spekteret for et periodisk firkantpulstog med periode T og driftssyklus 50%, dvs. at pulsene er på like lange som den er av innen hver periode.

Vi skal nå se på en generalisering av dette tilfellet. Pulstoget $x(t)$ har periode T , slik at $x(t) = x(t + T)$ for alle t . I tillegg er signalet gitt ved

$$x(t) = \begin{cases} V_0 & \text{for } |t| < a\frac{T}{2} \\ 0 & \text{for } a\frac{T}{2} < |t| < \frac{T}{2} \end{cases} \quad (1)$$

Dermed får signalet en driftssyklus på $a \cdot 100\%$ som vist i Figur 1.



Figur 1: Pulstog med driftssyklus $a \cdot 100\%$

Vis at spekteret til dette signalet (fourierkoeffisientene) er gitt ved

$$c_k = aV_0 \text{sinc}(ak), \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

La $a = 0.2$, $V_0 = 1$ og plott amplitudespekteret $|c_k|$ for $k = 0, 1, 2, \dots, 10$. Funksjonen `stem` i klassen `pyplot` i python er fin til dette.

Oppgave 1 – eksperimentell del; 3 poeng

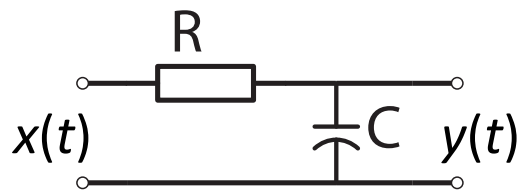
Bruk ditt bærbare labsystem til å generere et firkantpulstog med frekvens $f = 1\text{kHz}$. Still inn amplitude, offset og duty cycle slik at du får et signal som i (1) med $V_0 = 1\text{V}$ og $a = 0.2$.

Gjør deg kjent med spektrumanalysatoren og bruk denne til å analysere spektrumet til firkantpulstoget. Stemmer spekteret i det påtrykte signalet med spekteret fra utledningen over? Bytt mellom lineær- og dB-skala for å se henholdsvis forholdet mellom frekvenskomponentene og hvilke komponenter som er med bedre. Husk og still inn frekvensområdet til en fornuftig rekkevidde.

Hva skjer hvis du lar pulsbredden gå helt ned til 1%? Er dette som forventet?

Oppgave 2 – teoretisk del; 2 poeng

Vi påtrykker nå signalet fra oppgave 1 på et lavpassfilter som vist i Figur 2.



Figur 2: Passivt lavpassfilter for filtrering av signalet fra oppgave 1.

Finn spekteret c_k^y til utgangen $y(t)$ når inngangssignalet er gitt som i (1). La nå filteret ha en knekkfrekvens $f_0 = 1/T$. Sett $a = 0.2$, $V_0 = 1$ og plott amplitudespekteret $|c_k^y|$ for $k = 0, 1, 2, \dots, 10$. Sammenlign med spektret til inngangssignalet.

Oppgave 2 – eksperimentell del; 3 poeng

Lag deg nå et lavpassfilter som vist i Figur 2 med knekkfrekvens $f_c \approx 1\text{kHz}$.

(Sjekk responsen ved å bruke bodeanalysatoren!). Påtrykk igjen et firkantpulstog med $f = 1\text{kHz}$.

Sett igjen driftssyklusen til 20% i funksjonsgeneratoren. Stemmer spekteret i det påtrykte signalet med spekteret fra utledningen over?