

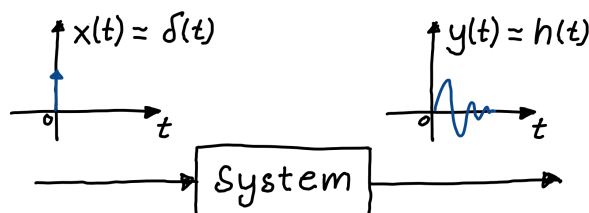
Designprosjekt 5, alternativ 1

Innleveringsfrist 04.09.22 klokka 23.59

Problemstilling

En dirac-puls $\delta(t)$ er et matematisk objekt som aldri kan realiseres fysisk. Det er en uendelig kort puls med uendelig stor verdi men som inneholder en endelig mengde energi.

Selv om dirac-pulsen ikke kan realiseres i praksis, har den en viktig teoretisk betydning. Dersom vi tenker oss at den utgjør inngangen til et lineært tidsinvariant system¹, vil utgangen av systemet $h(t)$, som vi kaller systemets *impulsrespons* inneholde all informasjon om systemets egenskaper.² Se figur 1.

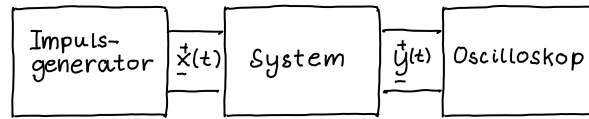


Figur 1: Når inngangen til et system har form av en dirac-puls $\delta(t)$, er utgangen per definisjon systemets impulsrespons $h(t)$.

En tilnærming til impulsresponsen kan man få ved å bruke som inngangssignal en puls av endelig, men veldig kort varighet og så registrere systemets respons. Et eksempel på en slik undersøkelse finner vi i rom-akustikken. Da man skulle vurdere plasseringen av Wagner-orgelet i Nidaros domkirke, ble det avfyrt pistol-skudd ulike steder i bygningen for å estimere rommets impulsrespons. For et elektronisk system kan impulsresponsen undersøkes ved hjelp av en impuls-generator og et oscilloskop som vist i figur 2.

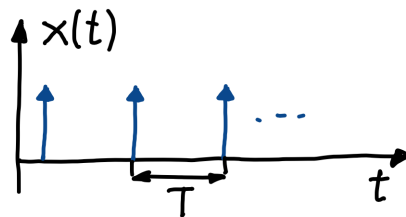
¹Et system som beskrives av en lineær differensialligning med konstante koeffisienter.

²Dette behandles ytterligere i emne TTT4265 Elektroisk systemdesign og -analyse II.



Figur 2: Undersøkelse av impulsrespons ved hjelp av impulsgenerator og oscilloskop

Impulsgeneratoren produserer et signal $x(t)$ bestående av en serie korte pulser med avstand T . I det teoretisk ideelle tilfellet, består $x(t)$ av uendelig korte dirac-pulser som vist i figur 3. Utgangen $y(t)$ av systemet avleses på oscilloskopet.

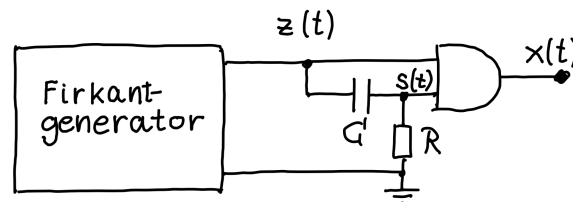


Figur 3: Sekvens av ideelle dirac-pulser

En praktisk impulsgenerator vil generere korte pulser, jo kortere jo bedre. En design-ide for en slik impulsgenerator skal undersøkes.

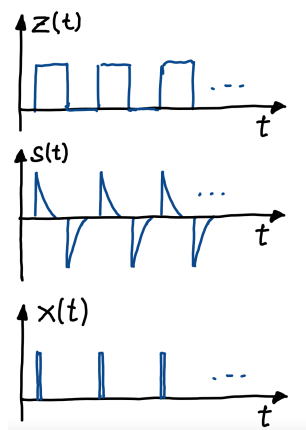
Design-ide

Ideen til en puls-generator er basert på å behandle et firkansignal $z(t)$ som vist i figur 4.



Figur 4: Ide til impulsgenerator

Signalet $s(t)$, som er en høypassfiltrert versjon av $z(t)$, består av positive og negative “spisser” som vist i figur 5



Figur 5: Signalformer som inngår i generator-ideen.

Bredden på de positive spissene bestemmer hvor lenge begge inngangene til OG-porten er høye. Dermed får vi en smal firkant på utgangen $y(t)$ for hver periode av firkantsignalet $z(t)$.

Oppdrag

Den foreslåtte ideen skal undersøkes. Spesielt er følgende spørsmål aktuelle:

- Er det mulig å bruke ideen for å finne impulsresponsen til et andreordens RLC-båndpassfilter med gitt senterfrekvens?³ Det skal undersøkes hvordan nødvendig periodetid T til utgangssignalet $x(t)$ fra impulsgeneratoren avhenger av filterets Q -verdi.
- Er det mulig å implementere hele ideen (inkludert) firkantgeneratoren ved hjelp av én stk CMOS-krets av type CD4011UBE⁴ pluss motstander og kondensatorer? Se den vedlagte ERT-økten og tilhørende kommentarer for hvordan man kan implementere en firkantgenerator ved hjelp av denne CMOS-kretsen.
- Hvor korte pulser er det i praksis mulig å få til?
- Er det mulig å formulere et matematisk uttrykk for pulsbredden (varigheten av hver puls) som funksjon av tidskonstanten i RC-leddet til impulsgeneratoren? I så fall, hvor godt stemmer uttrykket med oppnådd pulsbredde?
- Det kan vises matematisk at et ideelt signal som skissert i figur 3 har et spektrum som også består av dirac-pulser. Disse har alle samme amplitude i frekvensdomenet ("flatt spektrum"). En praktisk impulsgenerator vil også kunne ha tilnærmet samme oppførsel, men bare for et begrenset frekvensområde. Hvor godt oppfyller den foreslåtte generatoren denne egenskapen?

NB: Det nevnte punktene trenger verken undersøkes eller rapporteres i den rekkefølge de er oppgitt.

³Bruk den frekvensen som ble benyttet ved utførelse av designprosjekt 4 i TTT4260. Ikke bruk for mye tid på å oppnå den nøyaktige frekvensen. Ta kontakt med en læringsassistent om du ikke har frekvens fra D4.

⁴Blant annet kjent fra emne TTT4203.

Leveranse

En rapport med problemstilling og resultat av undersøkelsen skal leveres. Bruk gjerne tilgjengelig mal, men dette er ikke et krav. Du står fritt til å “koke” problemstillingen gitt i dette dokumentet uten referanse.

I oppdraget er flere konkrete spørsmål formulert. Hvert enkelt spørsmål kunne i seg selv utgjort et eget prosjekt, så det er begrenset hvor grundige svar man kan forvente. Det er gunstig å prøve å svare på alle spørsmålene, men grundig svar på ett punkt kan kompensere for manglende eller tynn besvareles på andre.

Dokumentasjonen må være slik at undersøkelsen er etterprøvbar av kompetent personell. Pass på å argumentere for alle påstander, enten ved egne målinger, resonnementer og utledninger eller ved referanse til relevant litteratur. Husk å inkludere et fotografi av den realiserte løsningen.

Tips:

- Prøv å del opp systemte i delsystemer som implementeres og testes separat. Det fins mange grunner til at det kan være vanskelig å få et komplett systeme til å virke i praksis. Dersom du da har vist at delsystemene hver for seg fungerer, vil du likevel kunne være i stand til å drøfte problemstillingene i oppdraget.
- Kanskje oppdager du at du trenger kunnskap du ikke allerede har. Søk da gjerne på nettet eller bruk litteratur.