

INF 5460 Elektrisk støy – beregning og mottiltak

Obligatorisk oppgave nummer 1.

Frist for levering: 16 Februar kl 14:00.

Vurderingsform: Godkjent/Ikke godkjent.

Oppgavene leveres på individuell basis. Oppgavene skal bestå av skjemaer som er brukt, simuleringsresultater samt tekst som forklarer hva som er gjort, oppsummerende tabeller samt en analyse av resultatet. Besvarelsene leveres elektronisk som pdf-fil eventuelt med skjemaer/symboler som tillegg. Bruk hvit/grå bakgrunn på skjemaer og simuleringsresultater. Unngå gjerne gul farge på kurver.

Verktøy

Last ned simulatoren LTspice/SwitchCad III fra Linear Technologies og installer på maskinen du vil bruke. Programvarene finnes på:

<http://www.linear.com/designtools/softwareRegistration.jsp>

Program og biblioteker legges under C:\Program Files\LTC\LTspiceIV\

1. Bli kjent med simulatoren

LM741

Hent frem krets LM741 fra eksempelbiblioteket som hører med programvaren.

a) Transientanalyse.

Identifiser hvilke komponenter som tilhører tilbakekoblingen og hvilke som tilhører selve LM741-forsterkeren. Hvilken forsterkning forventer du å få teoretisk? La DC-offset for positiv inngang fortsatt være null mens du finner DC-offsett intervallet for den negative inngangen hvor utgangen ikke går i metning. Forklar!

b) Sett opp for frekvensanalyse (AC-analyse). Hva er DC-forsterkningen og GainBandWidth? Hva er fasemarginen?

c) Utfør AC-analyse med varierende DC-offsett (samme DC-offsett for begge innganger) og finn omtrentlig området hvor forsterkningen er større enn -6dB av maksimumsnivået.

d) Legg på en lastkapasitans på 20pF. Hva ble den nye DC-forsterkningen og GBW?

e) Bruk STEP funksjonen til å lage et plott hvor den kapasitive lasten økes til 30pF i trinn på 10pF.

2. Frekvenskarakteristikken til noen kurver.

Lag selv et skjema bestående av en spenningskilde og et første ordens lav pass RC-filter. Spenningskilden og kondensatoren jordes. Gi noden på spenningskilden som ikke er

jordet navnet A mens utgangen på filteret får navnet B. Start med å gi RC filteret verdier slik at det ikke har noen demping (d.v.s. meget høy knekkfrekvens).

a) La spenningskilden generere en sinus med periode 1millisekund og amplitude 1V. Simuler over en periode på 1 sekund og sett maksimum timestep til 1/10 periode. Utfør en FFT på node A. Hva hadde du forventet? Hva er styrken på sterkeste uønskede frekvenskomponent? Utfør det samme på nytt med maksimum timestep 1/100 av perioden og 1/1000 av perioden. Hva skjer? Hva er styrken på de sterkeste uønskede? Hva sier dette om simulatoroppsettet?

b) La spenningskilden generere en symmetrisk firkantpuls med samme periode som sinusen. Simuler med stige og falltid lik halve perioden (d.v.s. en trekantpuls), 1/10 av perioden og 1/100 av perioden. Utfør en FFT og avles styrke og frekvens på det sterkeste signalet etter grunnfrekvensen. Hva skjer? Hvordan bør flankene være hvis vi skal ha minst mulig høyfrekvenskomponenter i signalet? (Hva er ulempen med å ha slake flanker i f.eks. standard CMOS logikk?)

c) Beregn og gi RC-filteret verdier slik at vi får en knekkfrekvens rundt 5 ganger over grunnfrekvensen. Hvordan ser kurven ut på utgangen nå? Hvordan ser FFTen ut?

3. Felles spenningsforsyning

Systembeskrivelse:

Vi tar utgangspunkt i et system bestående av et kretskort og en 1 meter lang coax kabel til spenningskilden. Kabelen er tilkoblet kortet i punktet A hvor forsyningsspenningen er splittet i to ledere mot punktet B og mot punktet C. I punktet B er det digital elektronikk som trekker strøm på klokkeflankene. Frekvensen er 1MHz og strømspikrene har høyde 1mA og bredde 10ns. I punktet C sitter det analog elektronikk som ikke skal ha spenningsving på forsyningslederen på over 5mV.

Parasitter:

Coaxen er en 50Ωs kabel med 250nH/m. Vi modellerer denne som 5 like spoler med 4 like kondensatorer i mellom som er koblet mot jord. Både mellom punktet A og B og punktet A og C er det parasittiske induktanser på 10nH. Mellom B og jord er det en motstand på 20Ω og mellom C og jord en motstand på 500Ω.

Oppgave:

a) Simuler og finn maksimumsstøyen i punkt C. (Transient eller AC-analyse)

b) Forsøk med avkoblingskondensatorer mellom punktet A og jord. Du kan bruke elektrolyttkondensatorer eller skivekondensatorer. Elektrolyttkondensatorer er i størrelsen 4.7μF-6.8mF og har en parasittisk induktans på 25nH (som alltid må inkluderes i serie med kapasitansen). Skivekondensatoren er i størrelse 1pF-4.7μF og har en parasittisk induktans på 5nH. Prøv med flere kondensatorer i parallell og forsøk å redusere støyen i frekvensområdet 1MHz-40MHz. Bruk AC-analyse. Vis hvor mye du reduserer støyen ved å utføre en transientanalyse med digitalstøyen beskrevet i systembeskrivelsen.

4. Parasittisk kapasitiv kobling

Systembeskrivelse:

To linjer er rutet parallelt i en lengde av 10cm. Kapasitansen mellom linjene er 0.1pF/cm. I den ene linjen (K=kilde) er det et signal med 5V sving som blir oppfanget som støy i den andre linjen (O=objekt). Mot jord har mottagerlinjen en kapasitans og en motstand i parallell på henholdsvis 10pF og 10MΩ.

Oppgave:

- a) Hvor mye støy oppfanges i mottagerlinjen? Vis dette både ved utregning og simulering.
- b) Vi vil legge en skjerm rundt mottageren. Skjermen er jordet og har en kapasitans mot innerleder på 1pF pr. centimeter. For hver cm med skjerm kan vi se bort fra kapasitansen mot kilden for den samme strekningen. Vis ved simulering og beregning hva støyopptaket blir ved 2cm, 5cm 9cm og 9.9cm skjerm.