

Institutt for teknisk kybernetikk

Eksamensoppgave i TTK4125 Datastyring

Faglig kontakt under eksamen: Øyvind Stavdahl

Tlf.: 930 59 363

Eksamensdato: 7. juni 2014

Eksamenstid (fra-til): 09:00-13:00

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler: C

- Kernigan & Richie, The C programming language
- Fowler, UML Distilled, 3rd edition
- Typegodkjent kalkulator

Annen informasjon:

Målform/språk: Bokmål

Antall sider: 6 inkl. forside

Antall sider vedlegg: 0

Kontrollert av:

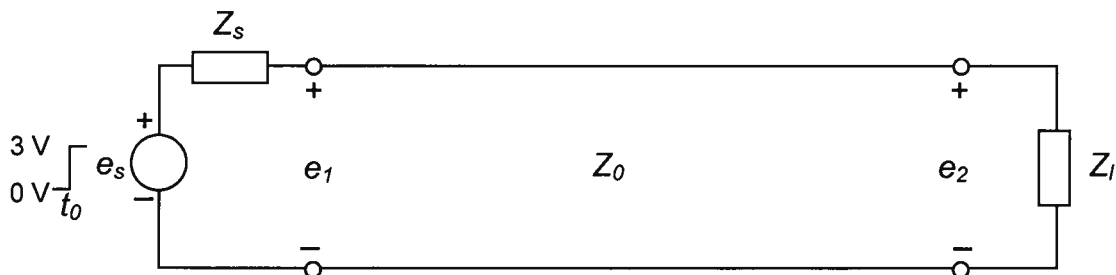
29.05.2014 Kjell Mørving

Dato

Sign

Oppgave 1 Transmisjonslinjer (16%)

Betrakt systemet i Figur 1, bestående av en signalkilde e_s med utgangsimpedans Z_s , tilkopleet en transmisjonslinje med karakteristisk impedans Z_0 . Linjens lastende er koplet til en last (for eksempel en instrumenteringsforsterker) med inngangsimpedans Z_l .



Figur 1: Transmisjonslinje med signalkilde og last.

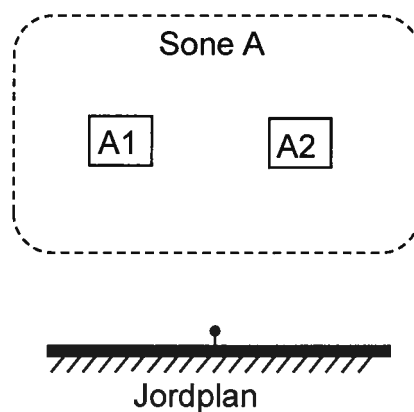
- a) Hvilke relasjoner mellom impedansverdiene må være oppfylt for at det ikke skal kunne forekomme signalrefleksjoner i systemet beskrevet ovenfor?

Gitt $Z_s = 200 \, \Omega$, $Z_0 = 100 \, \Omega$ og $Z_l = 50 \, \Omega$. Anta at signalkilden i utgangspunktet har signalnivået $e_s = 0 \, \text{V}$, og at det ikke finns noen transienter i systemet. Anta så at signalspenningen e_s endres momentant til $3 \, \text{V}$ ved tidspunktet $t = t_0$.

- b) Hvilket nivå har spenningene e_1 og e_2 i figuren ved tidspunktet $t = t_0^+$ (dvs. umiddelbart etter spenningsspranget)?
- c) Hvilket nivå har spenningene e_1 og e_2 i figuren når $t \rightarrow \infty$ (dvs. når alle transiente fenomener har dødd ut)?
- d) Hvilke grunnleggende fysiske egenskaper kjennetegner en *ideell* transmisjonslinje, og hvilke følger har dette for linjas karakteristiske impedans? Hvilke konsekvenser har dette for signaler som forplanter seg langs linja?

Oppgave 2 Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) (16%)

- a) Hva menes (på et helt overordnet nivå) med begrepet *elektromagnetisk kompatibilitet*? Hvilke grunnleggende krav må systemer tilfredsstille for at vi skal betrakte dem som elektromagnetisk kompatible?
- b) Hva er en *fysisk skjerm*, og hva er hensikten med den?
- c) Hva menes med begrepet *generalisert skjerm*?
Gi minst tre eksempler på elementer eller faktorer som kan inngå i en generalisert skjerm.
- d) Figur 2 viser to elektroniske delsystemer A1 og A2 som befinner seg i en sone A. Sonегrensen er antydnet med stiplet linje. Utenfor sonen finns et jordplan. Tegn av figuren og vis tydelig hvordan du vil føre fram og kople jordforbindelse til delsystemene A1 og A2. Tegn og spesifiser også eventuelle tiltak du vil bruke ut over selve ledningsføringen.



Figur 2: Delsystemer, sonегrense og jordplan for oppgave 2d).

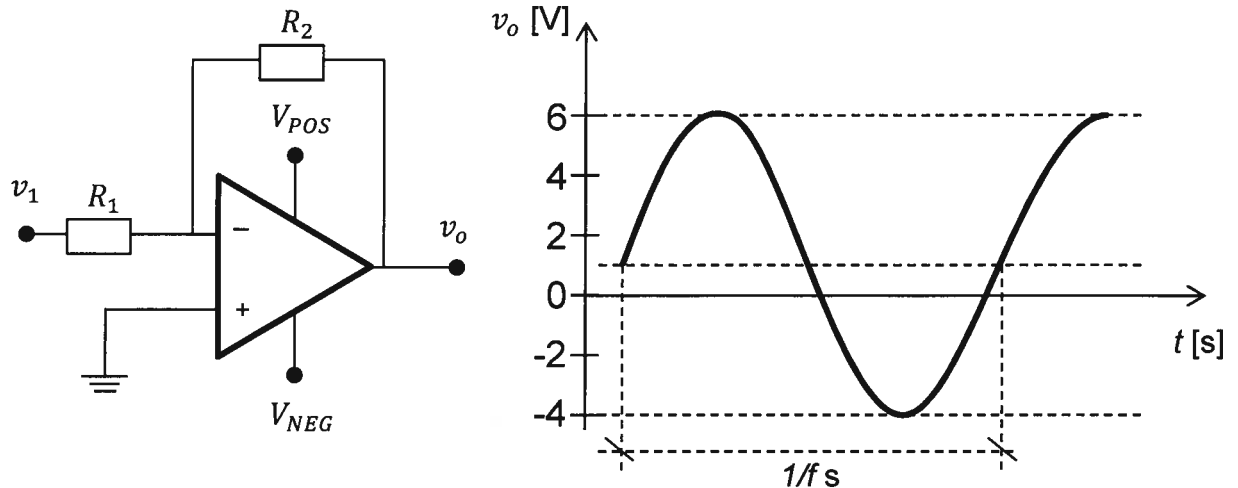
Oppgave 3 Operasjonsforsterkere (12%)

En operasjonsforsterker skal gi et utgangssignal v_o av formen

$$v_o(t) = (A \sin(\omega t) + B)$$

med amplitude $A = 5 \text{ V}$, offset på $B = 1 \text{ V}$ og en frekvens på $f = 5 \text{ kHz}$

(dvs. $\omega = 2\pi f = 31\,416 \text{ rad/s}$). Forsterkerkretsen og signalet er illustrert i Figur 3.



Figur 3: Forsterker og utgangssignal til Oppgave 3.

- Definér begrepet *slew rate*, og angi hvilke(t) krav må stilles til operasjonsforsterkerens *slew rate* for at signalet v_o skal være upåvirket av denne parameteren.
- Angi med en skisse hvordan utgangssignalet v_o vil se ut hvis kravet/kravene i oppgave a) ikke er oppfylt (en prinsipiell angivelse er nok, det kreves ingen tallverdier eller liknende).
- Som spenningsforsyning til kretsen kan du velge mellom følgende alternativer:
 - $V_{POS} = +5 \text{ V}$, $V_{NEG} = -5 \text{ V}$
 - $V_{POS} = +6 \text{ V}$, $V_{NEG} = -4 \text{ V}$
 - $V_{POS} = +10 \text{ V}$, $V_{NEG} = -10 \text{ V}$
 - $V_{POS} = +15 \text{ V}$, $V_{NEG} = 0 \text{ V}$

Hvilket alternativ ville du valgt? Begrunn svaret.

Oppgave 4 Informasjonsteori (10%)

Et tegnsett for informasjonsoverføring inneholder tre symboler «A», «B» og «C». Ved overføring opptrer «A» og «B» like ofte, mens «C» opptrer dobbelt så ofte som hver av de andre.

- Hvilke(t) av symbolene har størst informasjonsmengde, og hvor stor er informasjonsmengden i hvert av de tre symbolene?
- Foreslå en effektiv binær koding av det angitte alfabetet (dvs. en koding som utnytter kanalkapasiteten maksimalt).

Oppgave 5 Instrumentering (24%)

- Forklar, gjerne ved hjelp av en skisse, hvordan vi kan måle mekanisk kraft ved hjelp av magnetisme (pressduktor).
- Et hydrometer kan benyttes til å måle en væskes massetetthet. Forklar hvilket prinsipp det bygger på, og hvordan det fungerer.
- Hvordan fungerer en gasskromatograf? Er denne målemetoden egnet som en del av en tilbakekoplet sløyfe? Hvorfor/hvorfor ikke?
- Figur 4 viser et utsnitt av den internasjonale temperaturskalaen (ITS-90). Forklar kort hva ITS-90 brukes til i forbindelse med måleteknikk, og hvordan dette foregår i praksis.
- Beskriv kort de spesielle utfordringene vi møter i forbindelse med temperaturmåling.
- Anta at du trenger å måle temperatur og fuktighet i en prosessgass som strømmer i et rør.
Foreslå måleteknikk(er) for dette måleproblemet, og beskriv kort hvordan den/de foreslåtte teknikken(e) fungerer.

Stoff og likevektstilstand		T_{90} [K]	t_{90} [°C]
Ne	Neon, trippelpunkt	24,5561	
O ₂	Oksygen, trippelpunkt	54,3584	
Ar	Argon, trippelpunkt	83,8058	-189,3442
Hg	Kvikksølv, trippelpunkt	234,3156	-38,8344
H ₂ O	Vann, trippelpunkt	273,16	0,01
Ga	Gallium, smeltepunkt		29,7646
In	Indium, frysepunkt		159,5985
Sn	Tinn, frysepunkt		231,928
Zn	Sink, frysepunkt		419,527
Al	Aluminium, frysepunkt		660,323
Ag	Sølv, frysepunkt		961,78
Au	Gull, frysepunkt		1064,18
Cu	Kobber, frysepunkt		1084,62

Smelte- og størkningspunktene er ved 101 325 Pa (1 standardatmosfære), der fast stoff og væskefase er i likevekt. Trippelpunkt er temperaturen hvor fast stoff, væske og gass er i likevekt.

Figur 4: Utsnitt av den internasjonale temperaturskalaen (ITS-90).

Oppgave 6 Elektromagnetisme (12%)

Figur 5 viser to rette elektriske ledere med lengde $l = 1\text{ m}$ som ligger parallelt med avstand $d = 0,5\text{ m}$ fra hverandre. Lederne fører strøm i motsatt retning; den ene fører strømmen $i_1 = 3\text{ A}$ og den andre $i_2 = 8\text{ A}$. Ledernes tykkelse er neglisjerbar.

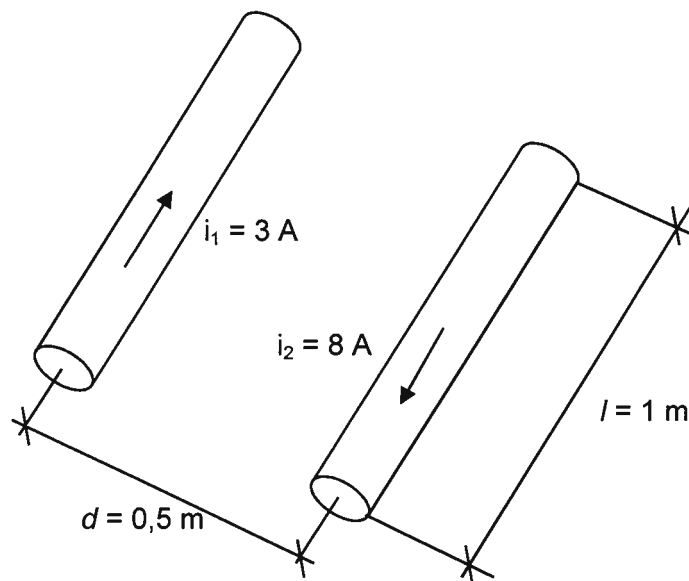
- a) Hvilken flukstetthet settes opp av 3 A -lederen i en avstand på $0,5\text{ m}$ fra denne lederen?
b) Finn kraften som virker fra den ene lederen på den andre.
Angi om kraften virker tiltrekkende eller frastøtende, og begrunn svaret.

Oppgitt:

- Ampères lov: $\oint \vec{H} d\vec{l} = \sum i$

- $\vec{f} = i \cdot \vec{l} \times \vec{B}$

- Permeabiliteten i luft settes lik $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$



Figur 5: Parallele elektriske ledere

- c) Hvilke former for effekttap forekommer i elektriske motorer pga. ikke-ideelle mekaniske, elektriske og magnetiske fenomener?
Forklar kort (med én til to setninger) hvilke fysiske mekanismer som forårsaker hver av dem.

Oppgave 7 Motordrivere (10%)

- a) Ved bruk av en motor som pådragsorgan trenger vi en kraftig krets kalt en *motordriver* for å forsyne motoren med effekt.
Forklar forskjellen på en hhv. en lineær og en svitsjet motordriver.
Hvilke fordeler og ulemper har disse to løsningene?
b) Hvilke hovedmoduler, eller trinn, består en typisk trefaset frekvensomformer av, og hva er deres funksjon?