

Introduksjon

Oppgave	Tittel	Maks poeng	Oppgavetype
i	Om eksamen		Informasjon eller ressurser

Seksjon 1

Oppgave	Tittel	Maks poeng	Oppgavetype
1	Impedans	2	Flervalg
2	Kirchhoffs spenningslov	2	Flervalg
3	Seriell krets	4	Fyll inn tall
4	Parallellkrets	6	Fyll inn tall
5	Kondensatorer -del 1	2	Flervalg
6	Kondensatorer - del 2	6	Fyll inn tall
7	Operasjonsforsterkere - del 1	2	Flervalg
8	Operasjonsforsterkere - del 22	6	Fyll inn tall
9	Wheatstonebroer - del 1	2	Flervalg
10	Wheatstonebroer - del 2	8	Fyll inn tall
11	Dioder - del 1	2	Flervalg
12	Dioder - del 2	8	Fyll inn tall

Seksjon 2

Oppgave	Tittel	Maks poeng	Oppgavetype
13	Innebygde systemer	3	Flervalg

14	Motorer	4	Flervalg
15	Drivekretser	2	Flervalg
16	Kontrollsystemer	2	Flervalg
17	Sensorer	1	Flervalg
18	Busser	2	Flervalg

Seksjon 3

Oppgave	Tittel	Maks poeng	Oppgavetype
19	DC-motor	16	Fyll inn tall

Seksjon 4

Oppgave	Tittel	Maks poeng	Oppgavetype
20	Krets med bryter - 1	2	Plasser i tekst
21	Krets med bryter - 2	2	Nedtrekk
22	Hendelsesstyring	3	Plasser i tekst
23	Prell - 1	2.5	Plasser i tekst
24	Prell - 2	2.5	Plasser i tekst
25	Schmitt-trigger - 1	6	Fyll inn tall
26	Schmitt-trigger - 2	2	Flervalg

i Om eksamen

Eksamen i IN1080 2023

Varighet: 14. juni kl. **09:00** til 14. juni kl. **13:00**

Hjelpemidler: Ingen

Det er viktig at du leser denne forsiden nøye før du starter.

Om hjelpemidler:

Nederst på skjermen er det lenke til kalkulator (desmos /inspera) og en formelsamling. Ingen medbrakte hjelpemidler er tillatt ut over skrivesaker. Det er anbefalt å ha tilgjengelig papir for kladding; eksamensvaktene deler ut dette på forespørsel.

Om oppgavene:

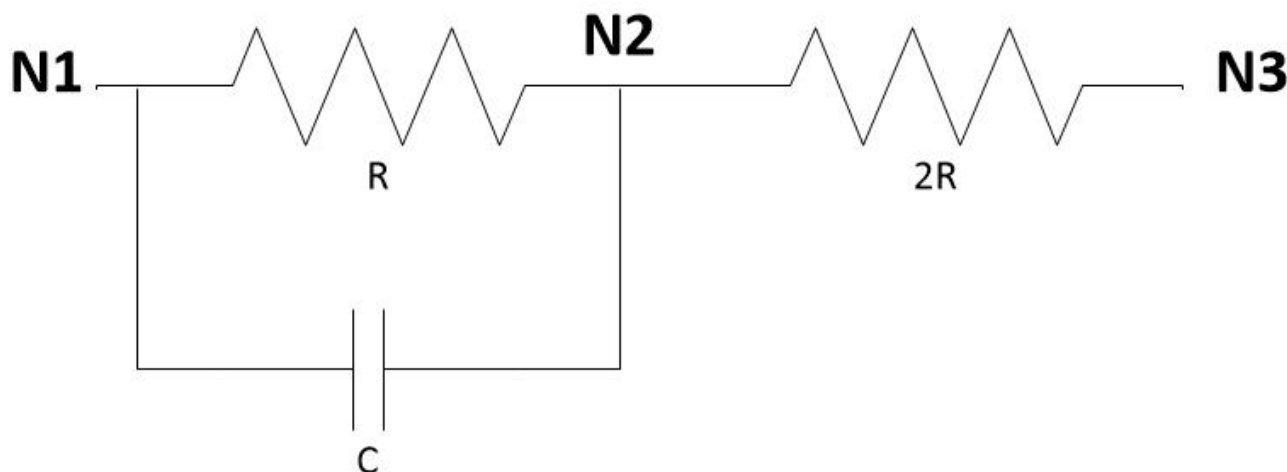
I dette eksamenssettet er det ulike typer flervalgsoppgaver og oppgaver der man kan fylle inn ett eller flere tall. Det å svare feil gir hverken positiv eller negativ uttelling, det vil aldri straffe seg å gjøre et valg eller skrive inn et tall.

I svaralternativene i flervalgsoppgaver kan det være absurde utsagn, meningsløse svar, og bruk av tulleord i distraktorene. Å kunne skille disse fra riktige svar er en del av oppgaven.

For desimaltall vil både punktum og komma fungere som desimalskilletegn. Det er ikke nødvendig å taste inn nuller alene som desimal (Inspera ser ikke forskjell på f.eks 9,0 og bare 9).

Lykke til!

1 Impedans



Gitt kretsen over med tre noder N1, N2 og N3. Tenk deg at det går en vekselstrøm med veldig høy frekvens mellom node N1 og N3. Hva blir impedansen tilnærmet lik mellom node N1 og N2, og mellom N1 og N3 i dette tilfellet?

Hvilken påstand er korrekt? Det er bare ett riktig alternativ.

- ☐ Impedansen blir lik C mellom N1 og N2, og $2R + R||C$ mellom node N1 og N3
- ☐ Impedansen blir endelig stor mellom både N1 og N2, og N1 og N3
- ☐ Impedansen mellom N1 og N2 er alltid frekvensuavhengig
- ☐ Impedansen blir R mellom N1 og N2, og $3R$ mellom N1 og N3
- ☐ Impedansen blir 0 mellom N1 og N2, og $2R$ mellom N1 og N3



Maks poeng: 2

2 Kirchhoffs spenningslov

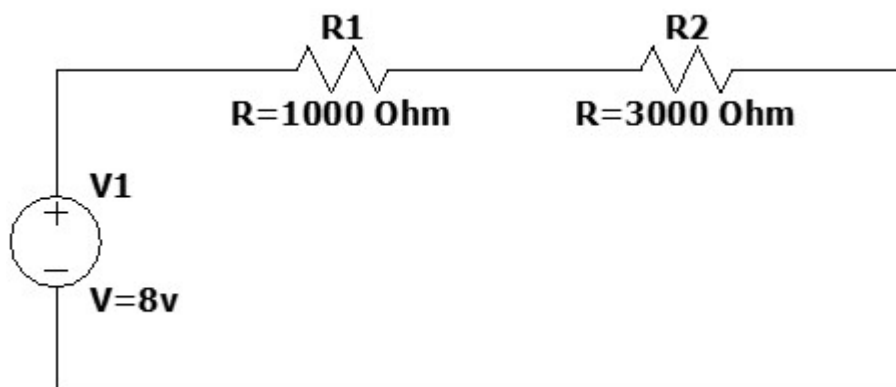
Kirchhoffs spenningslov (KVL)

Hvilken påstand er korrekt? Det er bare ett riktig alternativ.

- ☐ KVL gjelder ikke for vekselspenninger
- ☐ KVL kan ikke benyttes for å finne Thévenin-spenninger
- ☐ KVL kan ikke brukes til å summere spenninger rundt løkker med kondensatorer og induktorer
- ☒ KVL tar hensyn til retningen på spenningsforskjellen over hvert element ✓
- ☐ Ingen av påstandene over er korrekte

Maks poeng: 2

3 Seriell krets

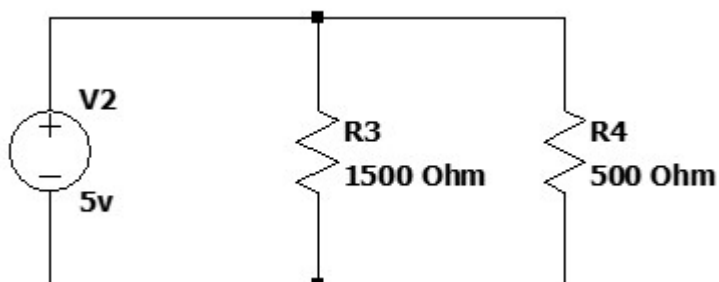


Gitt kretsen i figuren over hvor V1 er en ideel spenningskilde.

1. Beregn spenningen V_{R2} over motstand R2. $V_{R2} =$ (6) V
2. Beregn strømmen I_{R1} gjennom motstand R1. $I_{R1} =$ (2) mA

Maks poeng: 4

4 Parallellkrets



Gitt kretsen i figuren over. V2 er en ideel spenningskilde.

1. Beregn den totale resistansen : (370 - 380) Ohm
2. Beregn strømmen gjennom resistor R4: (10) mA
3. Beregn strømmen gjennom spenningskilden V2: (13 - 14) mA

Maks poeng: 6

5 Kondensatorer -del 1

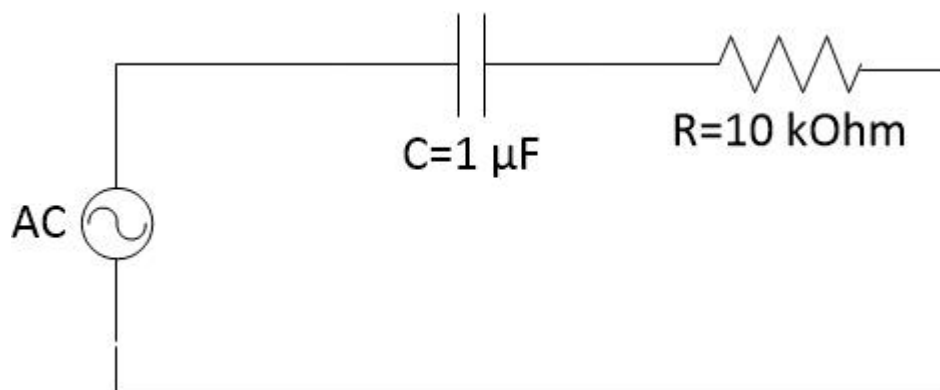
Kondensatorer

Hvilken påstand er korrekt? Det er bare ett riktig alternativ.

- ☐ En kondensator kan lagre en elektrisk strøm
- ☐ Hvis avstanden mellom platene økes, blir kapasitansen større
- ☐ Hvis parasittresistansen blir lavere, kan kondensatoren holde på flere ladninger
- ☐ Reaktansen øker hvis avstanden mellom platene større ✓
- ☐ Reaktansen øker hvis arealet til platene blir større

Maks poeng: 2

6 Kondensatorer - del 2



Gitt RC-kretsen i figuren over. Anta at AC er en ideell vekselspenningskilde. Bruk tre gjeldende siffer i alle svarene (dvs anta at $C=1,00\mu\text{F}$, $R=10,0\text{k}\Omega$)

1. Beregn kretsens tidskonstant: $\tau =$ (0,01) s
2. Beregn den kapasitive reaktansen X_C når frekvensen til AC-kilden er 1 kHz: $X_C =$ (150 - 160) Ohm
3. Beregn den totale impedansen for kretsen når frekvensen til AC-kilden er 100Hz: $Z_{\text{tot}} =$ (10,1 - 10,13) kOhm

Maks poeng: 6

7 Operasjonsforsterkere - del 1

Operasjonsforsterkere

Hvilken påstand er korrekt? Det er bare ett riktig alternativ.

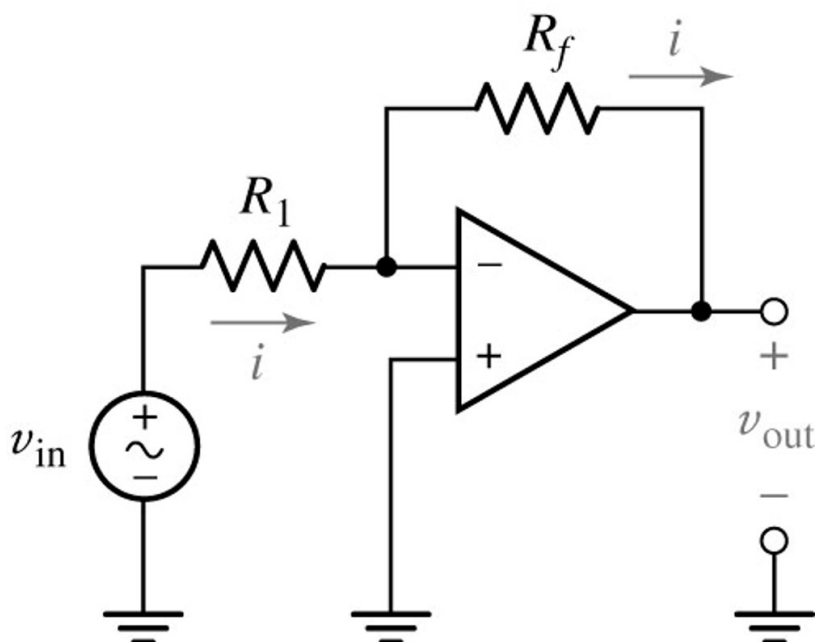
En ideell operasjonsforsterker har

- ☐ uendelig stor indre resistans
- ☐ uendelig liten båndbredde
- ☐ uendelig stor utgangsimpedans
- ☐ uendelig stor forsterkning
- ☐ svært lav inngangsimpedans



Maks poeng: 2

8 Operasjonsforsterkere - del 22



Gitt forsterkerkretsen i figuren. Anta at forsyningsspenningen er tilstrekkelig høy, slik at den ikke legger begrensinger på hva utgangsspenningen blir.

1. Hvis $R_f = 100\text{ k}\Omega$, hva må R_1 være for at $A = -10$? $R_1 =$ (10) $\text{k}\Omega$
2. Tenk deg at $v_{in} = 5V\sin(t)$. Hva blir den laveste (V_{out_min}) og den høyeste (V_{out_max}) spenningen på utgangen i løpet av en hel periode? $V_{out_min} =$ (-50) V og $V_{out_max} =$ (50) V

Maks poeng: 6

9 Wheatstonebroer - del 1

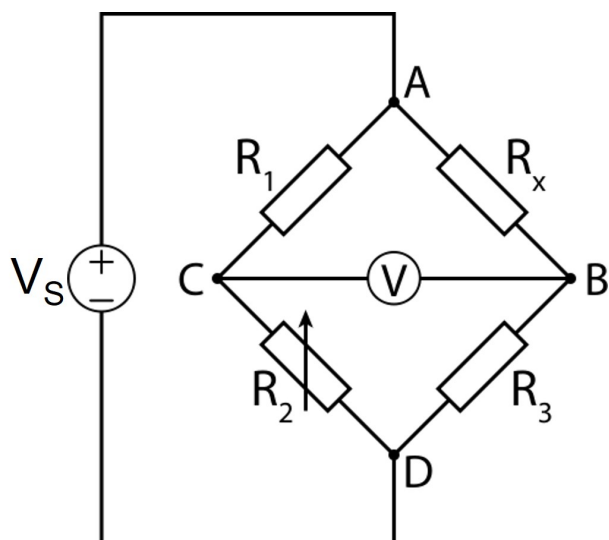
Wheatstonebroer

Hvilken påstand er korrekt? Det er bare ett riktig alternativ.

- ☐ En ubalansert Wheatstonebro trenger ikke kobles til en spenningskilde
- ☐ I en balansert Wheatstonebro er strømmen gjennom alle motstandene like store
- ☐ En ubalansert Wheatstonebro brukes til å beregne en ukjent strøm
- ☒ I en balansert Wheatstonebro er det tre kjente og en ukjent motstand 
- ☐ I en balansert Wheatstonebro er alle motstandene like store

Maks poeng: 2

10 Wheatstonebroer - del 2



Gitt Wheatstonebroen i figuren over med følgende resistorverdier: $R_1 = 100 \text{ Ohm}$, $R_2 = 200 \text{ Ohm}$, $R_3 = 300 \text{ Ohm}$ og $R_x = 150 \text{ Ohm}$. Spenningskilden $V_S = 6\text{V}$

1. Hva er spenningen V_{BD} ? $V_{BD} =$ (4) V

2. Hva er spenningen V_{CD} ? $V_{CD} =$ (4) V

3. Hva er strømmen I_{R1} gjennom resistor R_1 ? $I_{R1} =$ (20) mA

4. Hva er strømmen I_{Rx} gjennom resistor R_x ? $I_{Rx} =$ (13 - 14) mA

Maks poeng: 8

11 Dioder - del 1

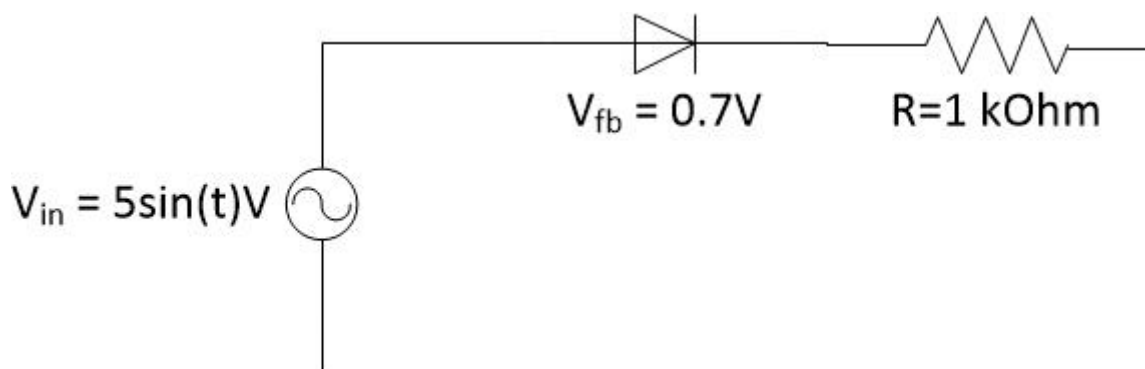
Hvilket utsagn om dioder er korrekt?

Hvilken påstand er korrekt? Det er bare ett riktig alternativ.

- ☐ Spenningsforskjellen mellom anode og katode må være lavere enn barrierespenningen for at dioden skal lede
- ☐ Motstanden i reversretningen til ideel diode er tilnærmet lik 0
- ☐ En Zenerdiode tåler uendelig stor reversspenning uten å ødelegges.
- ☐ En fysisk diode har ikke null motstand når den leder ✓
- ☐ Resistansen gjennom en diode er uavhengig av spenningsforskjellen mellom anoden og katoden

Maks poeng: 2

12 Dioder - del 2



Gitt diodekretsen i figuren over. Anta at dioden har null motstand når den leder. Merk at strømmen skal oppgis i milliampere. Spenningsfallet over dioden måles mellom anoden og katoden. Positiv spenning betyr at anoden er mer positiv enn katoden.

1. Hva er spenningsfallet V_d over dioden når $V_{in} = 5V$? $V_d =$ (0.7) V
2. Hva er spenningsfallet V_d over dioden når $V_{in} = -5V$? $V_d =$ (-5) V
3. Hva er strømmen I_R gjennom resistoren R når $V_{in} = 5V$? $I_R =$ (4.2 - 4.4) mA
4. Hva er strømmen I_R gjennom resistoren R når $V_{in} = -5V$? $I_R =$ (0) mA

Maks poeng: 8

13 Innebygde systemer

Hva er riktig om innebygde systemer?

Velg ett alternativ:

- ☐ Innebygde systemer er generelle, og kan brukes til mange applikasjoner
- ☐ Innebygde systemer har lavt strømforbruk
- ☐ Innebygde systemer bruker alltid standardiserte busser, slik som USB og Ethernet
- ☐ Innebygde systemer er gjerne tilpasset bestemte formål 
- ☐ Innebygde systemer trenger et Real-time OS.

Hva er riktig om mikrokontrollere?

Velg ett alternativ

- ☐ Mikrokontrollere har Von Neumann arkitektur (alle periferienheter er koblet til den samme minnebussen)
- ☐ Mikrokontrollere kan ikke brukes til sanntidsapplikasjoner
- ☐ Mikrokontrollere er pipelinet
- ☐ Mikrokontrollere har gjerne minne og prosessor på samme chip 
- ☐ Mikrokontrollere må programmeres med høynivå språk

Hva er riktig om statiske variabler?

Velg ett alternativ

- ☐ Lokale variabler er alltid statiske
- ☐ En statisk variabel i en prosedyre får en tilfeldig verdi hver gang prosedyren kjøres
- ☐ Statiske variabler kan ikke brukes i prosedyrer
- ☐ En statisk variabel skifter aldri verdi
- ☐ En statisk variabel holdes i minnet som en global variabel, men den kan bare bruke lokalt der den ble deklartert. 

Maks poeng: 3

14 Motorer

Hva er riktig om motorer?

Velg ett alternativ

- ☐ Universalmotorer har en roterende stator og gir.
- ☐ Børsteløse motorer må ha en drivekrets (inverter) for å kommuteres ✓
- ☐ Børsteløse mototer har kun én elektromagnet.
- ☐ Reluktansmotorer har neodyme magneter.
- ☐ Induksjonsmotorer er synkrone

Hva er riktig om steppermotorer?

Velg ett alternativ

- ☐ Steppermotorer kan ikke brukes i roboter fordi stoppstrømmen er for høy
- ☐ Steppermotorer er førstevalget for applikasjoner med høy rotorhastighet, slik som droner og modellbiler
- ☐ Steppermotorer er egnet for åpen-sløyfe (open loop) kontroll ✓
- ☐ Steppermotorer er det billigste alternativet
- ☐ Steppermotorer brukes stort sett trinnløst.

Hva er riktig i forhold til kommutering av steppermotorer?

Velg ett alternativ

- ☐ Ved wavekommutering er alle spolene i alle steg
- ☐ Ved fullstegskommutering er alle spolene i alle steg ✓
- ☐ Mikrostepping har tusen småsteg for hvert fullsteg
- ☐ En enkoder er nødvendig for å kunne avgjøre hvilken kommuteringsstrategi som bør benyttes.
- ☐ Wavekommutering går i halvsteg

Hva er riktig om oppkobling av steppermotorer?

Velg ett alternativ

- ☐ En unipolar motor kan ikke drives med en H-bru
- ☐ En homopolar steppermotor har seksten ledninger og må drives med tristate-logikk
- ☒ En bipolar steppermotor vil trenge en drivekrets (H-bru el.) som kan drive strøm i to retninger ✓
- ☐ En steppermotor er det naturlige valget til maskiner som for eksempel en motorsag
- ☐ En unipolar steppermotor har færrest ledninger

Maks poeng: 4

15 Drivekretser

Hva er riktig om pulsbreddemodulasjon?

Velg ett alternativ:

- ☐ Modulasjonsfrekvens og signalfrekvens må være lik
- ☐ Amplitude, pulsbredde og periode er alltid lik.
- ☐ Digital elektronikk kan ikke benyttes til pulsbreddemodulering
- ☐ "Duty cycle" beskriver andel tid på. ✓
- ☐ En motor drevet med et pulsbreddemodulert signal vil stoppe mellom hver puls slik som steppermotorer stopper for hvert steg.

Vi har en "ideell" bryter koblet direkte i serie med en "ideell" spole i en krets. Det går strøm i spolen. Strømmen gjennom spolen går gjennom bryteren. Ingen andre kretselementer er koblet mellom disse.

Hva skjer når vi skruer av bryteren?

Velg ett alternativ

- ☐ Strømmen i spolen avtar, men stopper ikke umiddelbart. Siden strømmen ikke har noen vei å gå så blir spenningen raskt høy nok til at den lades ut som en gnist over poler bryteren. ✓
- ☐ Strømmen i spolen øker til vi får en jevn lysbue i bryteren. Lysbuen kan vare i flere minutter.
- ☐ Ingenting
- ☐ Strømmen fra spolen går ut i lufta og kombinerer magnetisk i den andre enden av spolen som en sløyfe.
- ☐ Strømmen i spolen stopper umiddelbart

Maks poeng: 2

16 Kontrollsystemer

Hva er riktig om åpne og lukkede sløyfer i et kontrollsystem?

Velg ett alternativ:

- ☐ Et kontrollsystem med lukket sløyfe har ikke menneskelig input
- ☒ En lukket sløyfe har tilbakekobling 
- ☐ Bang-bang kontroll er et eksempel på en åpen sløyfe
- ☐ En åpen sløyfe bruker en feedback-resistor for tilbakemelding
- ☐ En dobbeltsløyfe er et eksempel på en åpen sløyfe med lukket tilbakekobling.

Hva er riktig om stegrespons (step response) ?

Velg ett alternativ

- ☐ Et underdempet system har undersving (undershoot), ikke oversving (overshoot)
- ☐ Kritisk demping betyr at dempingen er kritisk dårlig
- ☐ Et udempet system er kritisk dempet.
- ☒ Et overdempet system har ikke oversving (overshoot) 
- ☐ Et overdempet system er det samme som et underdempet system, bare at et overdempet system har oversving (overshoot) og ikke undersving (undershoot)

Maks poeng: 2

17 Sensorer

MEMS står for Micro electro mechanical systems. MEMS sensorer lages i silisium-chiper. Hvilken av disse sensorene lages vanligvis med MEMS teknologi?

Velg ett alternativ:

☐ Strekkklapper

☐ Akselerometere



☐ potensiometere

☐ kondensatormikrofoner

☐ Gitar-pickups

Maks poeng: 1

18 Busser

Hva kjennetegner oppkoblingen i et I²C system?

Velg ett alternativ:

- ☐ koblingen må ha i² ledninger der i er antallet grensesnitt (interfaces) mellom enhetene.
- ☐ det er to klokkelinjer (en for hver vei), én datalinje og én adresselinje.
- ☐ MISO signalet må være høyt mens MOSI er lavt, og de må skiftes skiftvis på stigende og fallende flanke
- ☐ Linjene må ha pullup-motstander, enhetene på bussen kan bare trekke linjene lave ✓
- ☐ I²C er en punkt-til-punkt forbindelse (point to point). DVS vi kan kun ha to enheter på bussen

Hvorfor benyttes tristate i busser?

Velg ett alternativ

- ☐ Tristate gir oss tre logiske nivåer, 0, 1 og 2, som vi kan bruke til å øke overføringshastigheten
- ☐ Tristate betyr egentlig at vi har tre ledninger- en for klokke, en for + og en for -. USB og SPI bruker tristate på denne måten.
- ☐ Tristate bruker vi til å overføre 3 bit av gangen
- ☐ Vi unngår kortslutning ved å sette en driver i tristate (høy impedanse) når den ikke er i bruk. ✓
- ☐ Når vi har tristate kan to enheter snakke samtidig på samme linje/ledning.

Maks poeng: 2

19 DC-motor

DC -børstemotor

DC motoren til IN1080 har en konstant hastighet på 90 runder per minutt (RPM) uten last, og en stoppstrøm (stall current) på 250mA, når vi gir den en forsyningsspenning på 4,5V DC .

a) Hva er resistansen til motoren?

Skriv svaret her: (17.8 - 18.2) Ω

b) Hva blir motorkonstanten for dreiemoment (K_T) til motoren?

Skriv svaret her: (475 - 480) mNm/A

c) Ved hvilket dreiemoment staller motoren (stall torque) når den forsynes med en spenning på 4.5V?

Skriv svaret her: (118 - 120) mNm

Som en del av et studentprosjekt blir en annen DC-motor brukt til å heise en persienne. Hver morgen når en alarm går, roteres en trommel som heiser persiennen. Til denne bruken ønsker vi en motorhastighet på 20 runder per minutt. Resistansen til motoren er 20 Ω . Motorkonstant er oppgitt til 40V/krpm.

d) Hva blir dreiemomentet (torque) når motoren kjøres med en hastighet på 20 RPM og en forsyningsspenning på 5V DC?

Skriv svaret her: (78 - 82) mNm

Ved å teste med en momentnøkkel finner vi at vi trenger 100mNm for å heise persiennen.

e) Hvilken forsyningspenning må vi ha på motoren for å heise persiennen med en hastighet på 20 RPM? (Vi antar motoren kan brukes ved denne spenningen.)

Skriv svaret her: (5.8 - 6.2) V

Skal vi drive motoren, må vi ha en drivekrets. En student velger å bruke drivekretsen L293D. Databladet til L293D er lagt ved til oppgaven som pdf.

f) Hva er den maksimale kontinuerlige strømmen som drivekretsen kan levere i henhold til databladet?

Skriv svaret her: (595 - 605) mA

Strømforsyningen til dette prosjektet leverer 10,0V DC.

g) Hva blir det maksimale strømtrekket for motoren ved denne spenningen?

Skriv svaret her: (495 - 505) mA

Det siste steget i prosjektet er å lage pulsbreddemodulasjon ved hjelp av en mikrokontroller.

h) Hva er minste andel påtid (duty cycle) for å heise persiennen?

Skriv svaret her: (45 - 55) %

Maks poeng: 16

Oppgavetekst er i venstre kolonne (dette dokumentet), besvarelse i høyre kolonne.

Vi skal lage et styresystem for et samlebånd som bruker en bryter. I første omgang vil vi bruke bryteren til å styre retningen på samlebåndet, men vi skal ha i tankene at annen funksjonalitet kan komme til senere (ikke en del av oppgaven).

Krets med bryter

I utgangspunktet skal vi bruke bryteren sammen med en mikrokontroller. Vi ønsker at inngangen til mikrokontrolleren skal være høy når knappen er trykket inn. Fra databladet til mikrokontrolleren har vi at inngangen leses som lav dersom spenningen er lavere enn 0,5V og høy dersom inngangen har en spenning over 2,5V.

Vi regner inngangen til mikrokontrolleren som ideell, med høy inngangsimpedans. Kretsen til bryteren kan trekke inntill 0,3mA.

Hvilken av kretsene kan brukes til formålet?

Hvilke verdier bør A og B fra kretsen ha?

Hendelsesstyring

Vi ønsker å programmere en hendelsesstyring til bryteren. Hendelsesstyringen er bare en liten del av det som skal kjøres på mikrokontrolleren, så det er viktig at koden ikke oppholder andre rutiner mer enn nødvendig.

Koden skal kjøre rutinen `run_forward()` én gang når knappen trykkes inn, og `run_backward()` én gang når knappen slippes. Vi forutsetter at knappen holdes inne lenge nok til at vi kan registrere trykket.

Koden er skrevet for arduino-mikrokontrollere. Følgende kode blir brukt sammen med alternativet som skal velges:

```
const int buttonPin = 2;
void setup() {
    pinMode(buttonPin, INPUT);
}

void loop() {
    if ( buttonEvent() ){
        buttonService();
    }

    <Other checks and tasks>
}
```

Hvilken av kodesnuttene kan benyttes til styringen?

Prell

Når vi bruker bryteren, så spretter den (prell) i inntil ett millisekund. I denne omgangen skal vi håndtere prellet med programmet i mikrokontrolleren. Når bryteren

trykkes eller slippes, skal det kun registreres én hendelse. Hendelsen kan registreres før bryteren har stoppet å sprette. Vi forutsetter at spretting stopper i løpet av ett millisekund.

Vi benytter følgende kode for setup, loop og buttonService:

```
const int buttonPin = 2;
int buttonValue = 0;

void setup() {
    pinMode(buttonPin, INPUT);
}

void loop() {
    if (buttonEvent()) {
        buttonService();
    }
    <Other checks and task>
}

void buttonService() {
    if (buttonValue == HIGH) {
        runForward();
    } else {
        runBackward();
    }
}
```

To prosedyrer skal brukes sammen med den forhåndsdefinerte koden (over):

timed

- Skal brukes til å avgjøre når det er mer enn et millisekund siden vi registrerte forrige event.

buttonEvent

- Skal sette bryterverdien og brukes til å avgjøre om bryteren er aktivert uten at det skyldes prell.

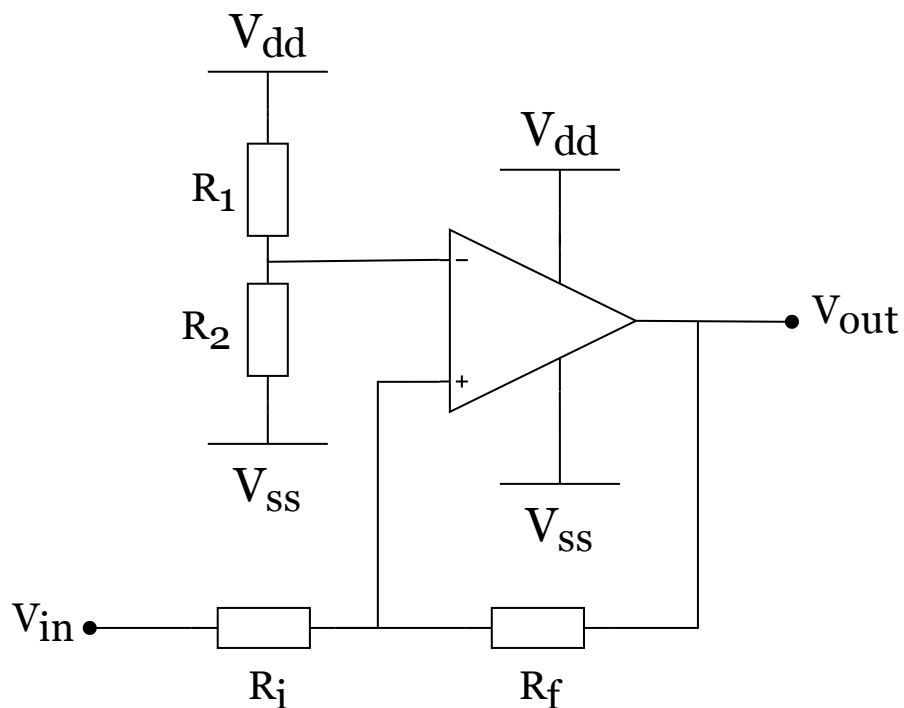
Hvilke prosedyrer bør vi velge for timed og buttonEvent ?

Hint 1: Det kan lønne seg å se på disse oppgavene i sammenheng, selv om de kan løses individuelt.

Hint 2: Prøv å sortere ut alternativer med dårlig kode. Det er mer enn én grunn til at noe ikke virker.

Schmitt-trigger

I stedet for å bruke en mikrokontroller til å begrense prell, kan vi bruke en Schmitt-trigger. Figuren under viser en Schmitt-trigger:



Vi lar $R_1=R_2= 4,9\text{k}\Omega$, og $R_i = 3,0\text{k}\Omega$. V_{dd} er fremdeles $3,3\text{V}$. Vi regner operasjonsforsterkeren som ideell. Inngangen til kretsen skal maksimalt trekke $0,10\text{mA}$.

Ved hvilke inngangsspenninger skifter utgangen verdi, og hva er resistansen til R_f ?

For at Schmitt-triggeren skal kunne filtrere bort prell trenger vi en komponent til.

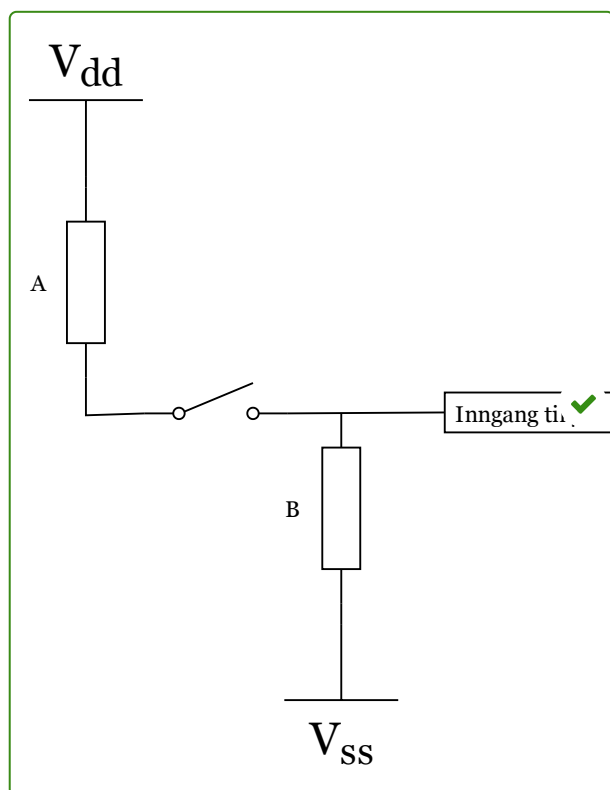
Hvilken av alternativene kan brukes til å utvide kretsen for å filtrere bort prell?

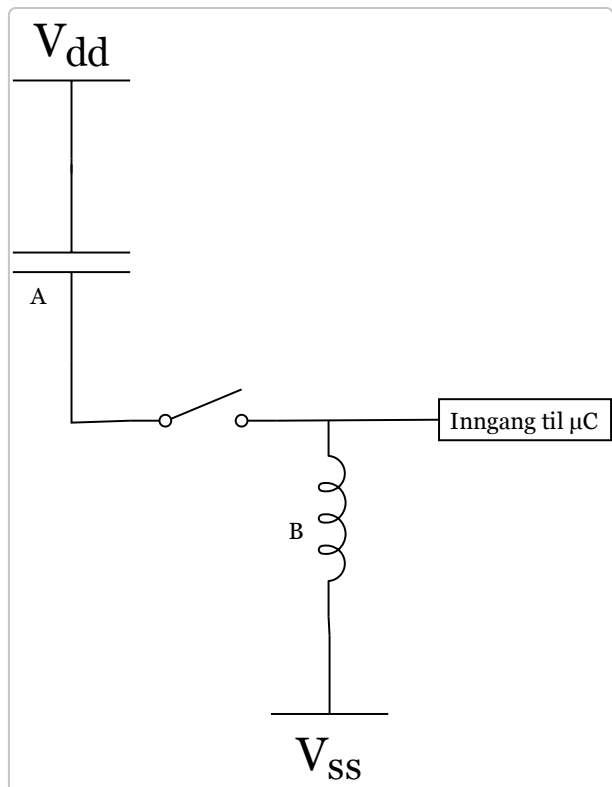
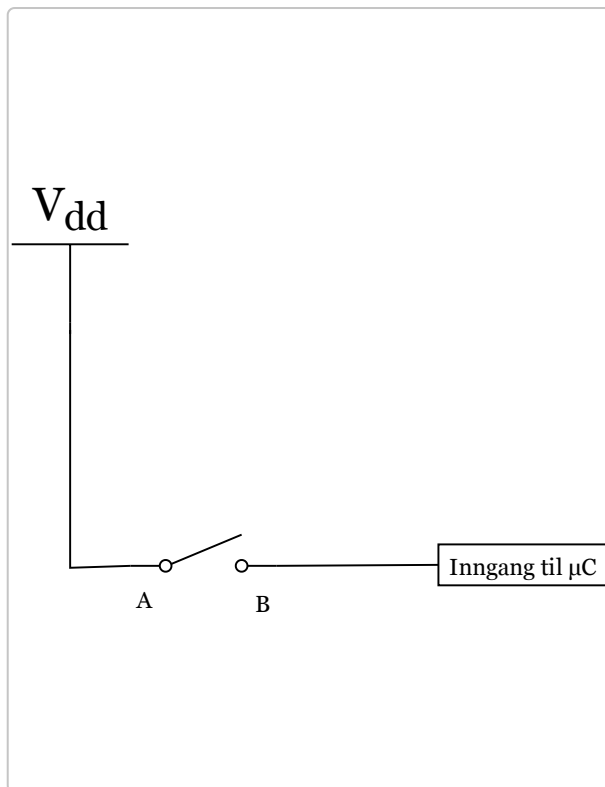
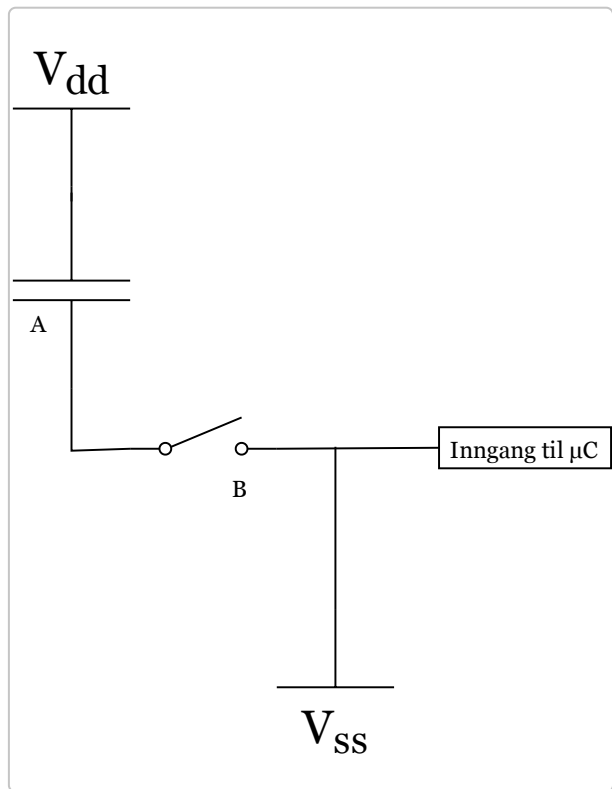
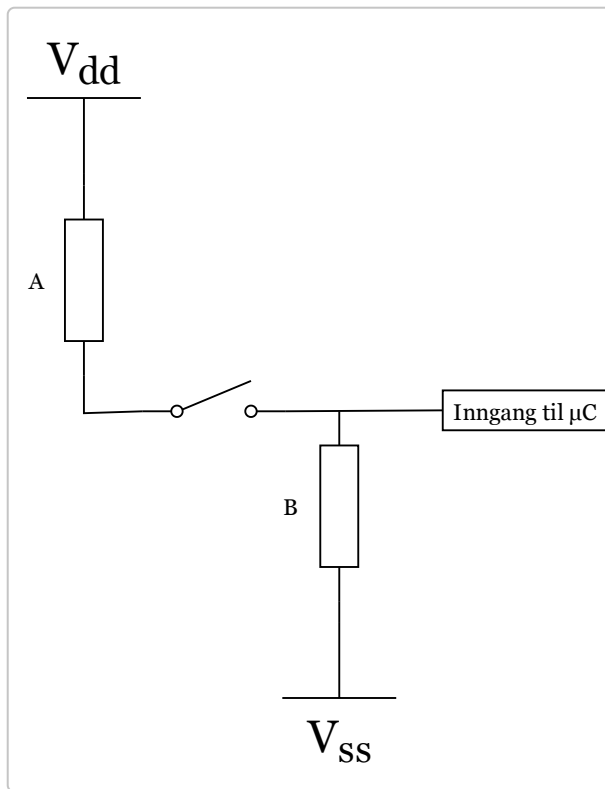
20 Krets med bryter - 1

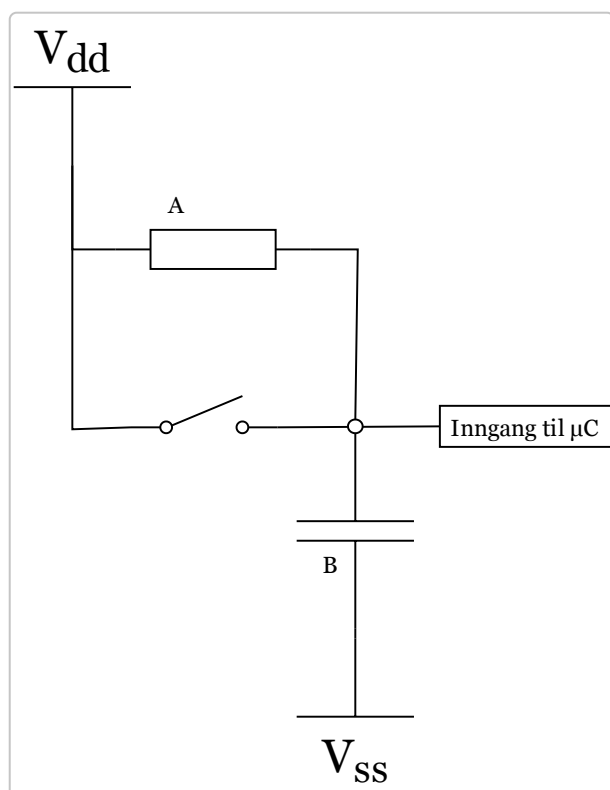
Velg en av de fem kretsene og sett den inn i plassen for svaret.

 [Hjelp](#)

Sett inn kretsen som skal benyttes her:







Maks poeng: 2

21 Krets med bryter - 2

A= (10 Ω , 1k Ω , 3,3V, 10pF, 10 μ F)

B= (3,3V, 0V, 1mH, 10k Ω , 10 μ F)

Maks poeng: 2

22 Hendelsesstyring

Sett inn den riktige kodesnutten i plassen under. Det er fem alternativer.

 [Hjelp](#)

```
boolean buttonEvent () {  
    static int lastState = 0;  
    int buttonValue = digitalRead (buttonPin);  
    if (buttonValue != lastState) {  
        lastState = buttonValue;  
        return true;  
    }  
    return false;  
}  
  
void buttonService () {  
    if (digitalRead (buttonPin) == HIGH) {  
        runForward ();  
    } else {  
        runBackward ();  
    }  
}
```



```
boolean buttonEvent () {  
    static int lastState = 0;  
    int buttonValue = digitalRead (buttonPin);  
    if (buttonValue != lastState) {  
        lastState = buttonValue;  
        return true;  
    }  
    return false;  
}  
  
void buttonService () {  
    if (digitalRead (buttonPin) == HIGH) {  
        runForward ();  
    } else {  
        runBackward ();  
    }  
}
```

```

boolean buttonEvent () {
    while (digitalRead (buttonPin) == HIGH) {
        buttonService ();
    }
    return false;
}

void buttonService () {
    if (digitalRead (buttonPin) == HIGH) {
        runForward ();
    }
    runBackward ();
}

```

```

boolean buttonEvent () {
    static int lastState = 0;
    int buttonValue = digitalRead (buttonPin);
    if (buttonValue != lastState) {
        lastState = buttonValue;
        return true;
    }
    return false;
}

void buttonService () {
    while (digitalRead (buttonPin) == HIGH) {
        runForward ();
    }
    runBackward ();
}

```

```
boolean buttonEvent () {
    static int lastState = 0;
    int buttonValue = digitalRead(buttonPin);
    if (buttonValue == lastState){
        return buttonEvent ();
    }
    lastState = buttonValue;
    return true;
}

void buttonService () {
    if (digitalRead(buttonPin) == HIGH){
        runForward ();
    } else {
        runBackward ();
    }
}
```

```
boolean buttonEvent () {
    int buttonValue = digitalRead(buttonPin);
    if (buttonValue == 1){
        return true;
    }
    return false;
}

void buttonService () {
    if (digitalRead(buttonPin) == HIGH){
        runForward ();
    } else {
        runBackward ();
    }
}
```

Maks poeng: 3

23 Prell - 1

Velg prosedyre for timed.

 Hjelp

Sett inn riktig kode her:

```
boolean timed(unsigned long lastTime){
    if (micros() - lastTime > 1000){
        return true;
    }
    return false;
}
```



```
boolean timed(unsigned long eventTime){
    delay(eventTime);
    return true;
}
```

```
boolean timed(){
    static unsigned long lastTime = 0;
    lastTime = micros();
    if ( lastTime > 1000) {
        return true;
    }
    return false;
}
```

```
boolean timed(unsigned long eventTime){
    if (1000 > micros()){
        return true;
    }
    return false;
}
```

```
boolean timed(unsigned long lastTime){
    if (micros() - lastTime > 1000){
        return true;
    }
    return false;
}
```

```
boolean timed(){
    unsigned long lastTime = micros();
    while (micros() - lastTime > 1000){
        return true;
    }
    return false;
}
```

Maks poeng: 2.5

24 Prell - 2

Velg prosedyre for buttonEvent.

 [Hjelp](#)

Sett in riktig kode her:

```
boolean buttonEvent () {
    static int lastState = 0;
    static unsigned long lastEventTime = 0;
    buttonValue = digitalRead (buttonPin);
    if (timed( lastEventTime )) {
        if (buttonValue != lastState) {
            lastState = buttonValue;
            lastEventTime = micros ();
            return true;
        }
    }
    return false;
}
```



```
boolean buttonEvent () {
    buttonValue = digitalRead (buttonPin);
    if (buttonValue != digitalRead (buttonPin)) {
        return true;
    }
    return false;
}
```

```
boolean buttonEvent () {
    static int lastState = 0;
    static unsigned long lastEventTime = 0;
    buttonValue = digitalRead (buttonPin);
    if (timed( lastEventTime )) {
        if (buttonValue != lastState) {
            lastState = buttonValue;
            lastEventTime = micros ();
            return true;
        }
    }
    return false;
}
```

```
boolean buttonEvent () {
    int lastState = 0;
    static unsigned long lastEventTime = 0;
    lastEventTime = lastEventTime + micros ();
    if (timed( lastEventTime )) {
        if (buttonValue != lastState) {
            buttonValue = digitalRead (buttonPin);
            lastState = buttonValue;
            return true;
        }
    }
    return false;
}
```

```
boolean buttonEvent () {
    static int lastState = 0;
    if (timed()) {
        if (buttonValue != lastState) {
            buttonValue = digitalRead(buttonPin);
            lastState = buttonValue;
            return true;
        }
    }
    return false;
}
```

```
boolean buttonEvent () {
    static int lastState = 0;
    buttonValue = digitalRead(buttonPin);
    if (buttonValue != lastState) {
        lastState = buttonValue;
        return true;
    }
    return false;
}
```

Maks poeng: 2.5

25 Schmitt-trigger - 1

Ved hvilken inngangsspenning (V_{in}) skifter utgangen til Schmitt-triggeren fra høy til lav?

(1,3 - 1,4) V

Ved hvilken inngangsspenning (V_{in}) skifter utgangen til Schmitt-triggeren fra lav til høy?

(1,9 - 2,0) V

Hvilken resistans må R_f ha?

(16 - 17) k Ω

Maks poeng: 6

26 Schmitt-trigger - 2

Hvilken av følgende alternativer kan brukes for å få kretsen til å filtrere prell?

Velg ett alternativ:

- ☐ En kondensator koblet mellom $V+$ og enten jord (V_{ss}) eller V_{dd} ✓
- ☐ En spole koblet i serie med utgangen til kretsen.
- ☐ En resistor koblet mellom $+$ og $-$ på opampen
- ☐ En kondensator koblet mellom V_{out} og jord (V_{ss})
- ☐ En kondensator koblet i serie med inngangen til kretsen.

Hvorfor bør man ha en slik komponent for å filtrere prell?

Velg ett alternativ

- ☐ Den gjør permabiliteten til kretsen tilstrekkelig stor
- ☐ Sammen med R_i gir den lavpassfiltrering av inngangen til opampen ✓
- ☐ Den gir høypassfiltrering av inngangen til kretsen
- ☐ Den forsinker kretsen med $0,01s$
- ☐ Sammen med R_f gir den høypassfiltrering av utgangen til opampen

Maks poeng: 2

Question 19

Attached



L293x Quadruple Half-H Drivers

1 Features

- Wide Supply-Voltage Range: 4.5 V to 36 V
- Separate Input-Logic Supply
- Internal ESD Protection
- High-Noise-Immunity Inputs
- Output Current 1 A Per Channel (600 mA for L293D)
- Peak Output Current 2 A Per Channel (1.2 A for L293D)
- Output Clamp Diodes for Inductive Transient Suppression (L293D)

2 Applications

- Stepper Motor Drivers
- DC Motor Drivers
- Latching Relay Drivers

3 Description

The L293 and L293D devices are quadruple high-current half-H drivers. The L293 is designed to provide bidirectional drive currents of up to 1 A at voltages from 4.5 V to 36 V. The L293D is designed to provide bidirectional drive currents of up to 600-mA at voltages from 4.5 V to 36 V. Both devices are designed to drive inductive loads such as relays, solenoids, DC and bipolar stepping motors, as well as other high-current/high-voltage loads in positive-supply applications.

Each output is a complete totem-pole drive circuit, with a Darlington transistor sink and a pseudo-Darlington source. Drivers are enabled in pairs, with drivers 1 and 2 enabled by 1,2EN and drivers 3 and 4 enabled by 3,4EN.

The L293 and L293D are characterized for operation from 0°C to 70°C.

Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
L293NE	PDIP (16)	19.80 mm × 6.35 mm
L293DNE	PDIP (16)	19.80 mm × 6.35 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.

Logic Diagram

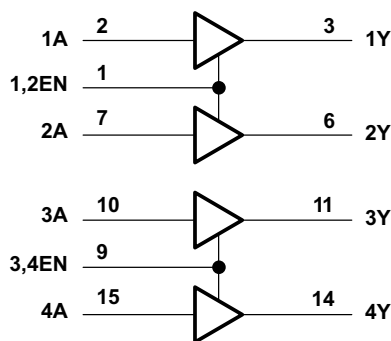


Table of Contents

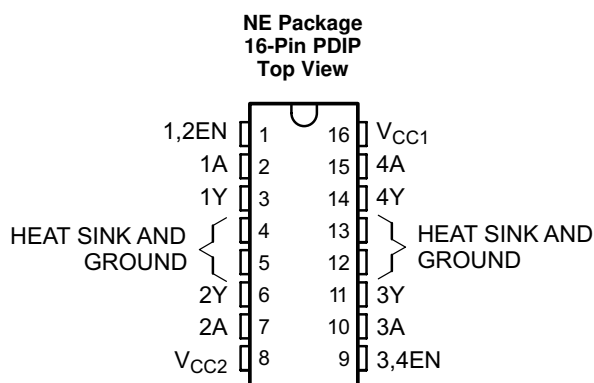
1 Features	1	8.3 Feature Description.....	7
2 Applications	1	8.4 Device Functional Modes.....	8
3 Description	1	9 Application and Implementation	9
4 Revision History	2	9.1 Application Information.....	9
5 Pin Configuration and Functions	3	9.2 Typical Application.....	9
6 Specifications	4	9.3 System Examples.....	10
6.1 Absolute Maximum Ratings.....	4	10 Power Supply Recommendations	13
6.2 ESD Ratings.....	4	11 Layout	14
6.3 Recommended Operating Conditions.....	4	11.1 Layout Guidelines.....	14
6.4 Thermal Information.....	4	11.2 Layout Example.....	14
6.5 Electrical Characteristics.....	5	12 Device and Documentation Support	15
6.6 Switching Characteristics.....	5	12.1 Related Links.....	15
6.7 Typical Characteristics.....	5	12.2 Community Resources.....	15
7 Parameter Measurement Information	6	12.3 Trademarks.....	15
8 Detailed Description	7	12.4 Electrostatic Discharge Caution.....	15
8.1 Overview.....	7	12.5 Glossary.....	15
8.2 Functional Block Diagram.....	7	13 Mechanical, Packaging, and Orderable Information	15

4 Revision History

NOTE: Page numbers for previous revisions may differ from page numbers in the current version.

Changes from Revision C (November 2004) to Revision D	Page
• Removed <i>Ordering Information</i> table.....	1
• Added <i>ESD Ratings</i> and <i>Thermal Information</i> tables, <i>Feature Description</i> section, <i>Device Functional Modes</i> , <i>Application and Implementation</i> section, <i>Power Supply Recommendations</i> section, <i>Layout</i> section, <i>Device and Documentation Support</i> section, and <i>Mechanical, Packaging, and Orderable Information</i> section.	1

5 Pin Configuration and Functions



Pin Functions

PIN		TYPE	DESCRIPTION
NAME	NO.		
1,2EN	1	I	Enable driver channels 1 and 2 (active high input)
<1:4>A	2, 7, 10, 15	I	Driver inputs, noninverting
<1:4>Y	3, 6, 11, 14	O	Driver outputs
3,4EN	9	I	Enable driver channels 3 and 4 (active high input)
GROUND	4, 5, 12, 13	—	Device ground and heat sink pin. Connect to printed-circuit-board ground plane with multiple solid vias
V _{CC1}	16	—	5-V supply for internal logic translation
V _{CC2}	8	—	Power VCC for drivers 4.5 V to 36 V

L293, L293D

SLRS008D—SEPTEMBER 1986—REVISED JANUARY 2016

www.ti.com

6 Specifications

6.1 Absolute Maximum Ratings

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)⁽¹⁾

	MIN	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC1} ⁽²⁾		36	V
Output supply voltage, V_{CC2}		36	V
Input voltage, V_I		7	V
Output voltage, V_O	−3	$V_{CC2} + 3$	V
Peak output current, I_O (nonrepetitive, $t \leq 5$ ms): L293	−2	2	A
Peak output current, I_O (nonrepetitive, $t \leq 100$ μ s): L293D	−1.2	1.2	A
Continuous output current, I_O : L293	−1	1	A
Continuous output current, I_O : L293D	−600	600	mA
Maximum junction temperature, T_J		150	°C
Storage temperature, T_{stg}	−65	150	°C

- (1) Stresses beyond those listed under *Absolute Maximum Ratings* may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, which do not imply functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under *Recommended Operating Conditions*. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.
- (2) All voltage values are with respect to the network ground terminal.

6.2 ESD Ratings

	VALUE	UNIT
$V_{(ESD)}$ Electrostatic discharge	Human-body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 ⁽¹⁾	±2000
	Charged-device model (CDM), per JEDEC specification JESD22-C101 ⁽²⁾	±1000

- (1) JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.
- (2) JEDEC document JEP157 states that 250-V CDM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

6.3 Recommended Operating Conditions

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

		MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage	V_{CC1}	4.5		7	V
	V_{CC2}	V_{CC1}		36	
V_{IH} High-level input voltage	$V_{CC1} \leq 7$ V	2.3		V_{CC1}	V
	$V_{CC1} \geq 7$ V	2.3		7	V
V_{IL} Low-level output voltage		−0.3 ⁽¹⁾		1.5	V
T_A Operating free-air temperature		0		70	°C

- (1) The algebraic convention, in which the least positive (most negative) designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels.

6.4 Thermal Information

THERMAL METRIC ⁽¹⁾		L293, L293D	UNIT
		NE (PDIP)	
		16 PINS	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-ambient thermal resistance ⁽²⁾	36.4	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	Junction-to-case (top) thermal resistance	22.5	°C/W
$R_{\theta JB}$	Junction-to-board thermal resistance	16.5	°C/W
Ψ_{JT}	Junction-to-top characterization parameter	7.1	°C/W
Ψ_{JB}	Junction-to-board characterization parameter	16.3	°C/W

- (1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the *Semiconductor and IC Package Thermal Metrics* application report, [SPRA953](#).
- (2) The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.