

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i IN 240 — Digital Systemkonstruksjon

Eksamensdag: 6. desember 2000

Tid for eksamen: 9.00–15.00

Oppgavesettet er på 5 sider.

Vedlegg: Ingen

Tillatte hjelpemidler: Ingen

Kontroller at oppgavesettet er komplett før
du begynner å besvare spørsmålene.

Oppgave 1

1-a (vekt 5 %)

En krets har inngangene a,b,c,d og en utgang gitt av funksjonen:

$$F = a'b'd + a'bcd + ac'd + ab'cd$$

Forenkle funksjonen ved å bruke Karnaugh-diagram og implementer den med et minimalt antall 2-input NAND-porter. Anta at inngangssignalene finnes i både invertert og ikke-invertert utgave.

1-b (vekt 5 %)

Hva menes med hasard i en kombinatorisk krets? Er dette et problem i en synkron sekvensiell krets? Begrunn svaret.

1-c (vekt 5 %)

Gitt funksjonen:

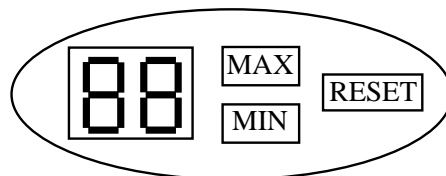
$$F = ab + a'c'$$

Dersom funksjonen implementeres med AND, OR og NOT porter er det da mulighet for at hasarder oppstår? Begrunn svaret. Vis eventuelt hvordan hasarder kan unngås for den gitte funksjonen.

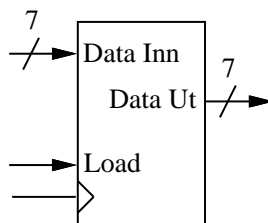
(Fortsettes på side 2.)

Oppgave 2 Digitalt termometer

Du skal i denne oppgaven designe og implementere et styringssystem til et digitalt termometer som ser ut som følger:



Termometeret måler temperaturen (0 - 99°C) gjennom en innebygd sensor og viser temperaturen på et display bestående av to 7-segmenter. Normalt vises nåværende temperatur. Brukeren kan velge å heller få vist registrert maksimum eller minimumstemperatur ved å trykke inn henholdsvis MAX eller MIN trykknappen. Da skal denne temperaturen vises i 2s før displayet går tilbake til å vise nåværende temperatur. Termometeret skal hele tiden oppdatere maksimum og minimumstemperaturen, dersom nåværende temperatur går henholdsvis over eller under den som ligger lagret i termometeret. Brukeren kan “nullstille” lagret maksimum og minimumstemperatur ved å trykke på RESET. Idet brukeren gjør det skal det vises “00” på displayet i 1s og maksimum og minimumstemperaturen settes *lik* nåværende temperatur. Det finnes tre 7-bits registre for henholdsvis nåværende, maksimum og minimumstemperatur. Hvert av dem kan representeres med følgende symbol:



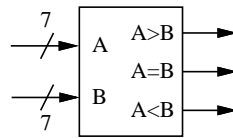
En trykknapp gir ut “1” i *en* klokkeperiode når den trykkes ned. En kan anta at signalet fra en trykknapp er fri for støy. En kan videre anta at temperatursensoren selv er i stand til å oppdatere registeret for nåværende temperatur. For eksempel, hvis temperatursensoren måler 25°C, lagrer den binærverdien til dette tallet i registeret. Displayet har innebygd dekoding slik at det tar imot et syvbits binærtall på inngangen. Dette korresponderer direkte med tallet (00-99) som blir vist på de to 7-segmentene. Anta at det finnes en oscillator med klokkefrekvens lik 1Hz tilgjengelig, samt at brukeren kun trykker ned en av trykknappene av gangen. Spesifiser eventuelt egne forutsetninger du gjør utover oppgaveteksten.

2-a (vekt 5%)

Beskriv hvordan to syvbits binærtall $A = A_6A_5A_4A_3A_2A_1A_0$ og $B = B_6B_5B_4B_3B_2B_1B_0$ kan sammenlignes ved hjelp av digitale logiske porter for å vise enten $A > B$, $A = B$ eller $A < B$. Det skal benyttes en utgang for

(Fortsettes på side 3.)

hver av disse, slik at kretsen får tre utganger. For eksempel, dersom $A > B$ skal utgangen for “ $A > B$ ” gå høy, mens de to andre er lave. Kretsen kan representeres med følgende symbol:



2-b (vekt 20%)

Design en krets for å realisere termometerets registrering av maksimum og minimumstemperatur. Ta også med i denne kretsen hvordan du kan få displayet til å vise ønsket informasjon i henhold til beskrivelsen over. Se bort fra innlesningen av trykknapper i denne omgang. Benytt symbolene som er definert over sammen med eventuell(e) komponent(er) du mener kreves i tillegg.

Tegn deretter et ASM-diagram for en tilstandsmaskin som sjekker trykknappene og sørger for at brukervalg fører til at displayet viser tilhørende informasjon i henhold til beskrivelsen over. Diagrammet må samsvare med de designvalg som er tatt i første del av dette punktet.

2-c (vekt 15%)

Implementer ASM-diagrammet du beskrev i forrige punkt i form av en synkron tilstandsmaskin. Bruk D-vipper til å lagre tilstandsvariablene. Tegn skje-ma for kretsen du designer. Bruk så få komponenter som mulig. Kretsen du designer må sammen med (eventuelt en modifisert utgave av) kretsen du designet i punkt 2-b realisere et fungerende termometer i henhold til beskrivelsen over.

2-d (vekt 15%)

Skriv et VHDL program i “behavioral style” for *hele* systemet du beskrev i punkt 2-b. Programmet skal både sørge for at termometeret registrerer maksimum og minimumstemperatur og er i stand til å behandle tastetrykk. Benytt følgende entitet for systemet:

```
ENTITY termkontroll IS
PORT
(
  clk          : IN BIT;  -- Klokke
  reset       : IN BIT;  -- Trykknapp som er ‘1’ når den trykkes inn
  max        : IN BIT;  -- Trykknapp som er ‘1’ når den trykkes inn
  min        : IN BIT;  -- Trykknapp som er ‘1’ når den trykkes inn
  senstemp   : IN INTEGER RANGE 0 TO 99;  -- Registerutgang som inneholder
                                           -- nåværende temperatur
  display    : OUT INTEGER RANGE 0 TO 99;  -- Utgang som skal gå til display
);
END termkontroll;
```

(Fortsettes på side 4.)

Oppgave 3 Minne

3-a (vekt 5%)

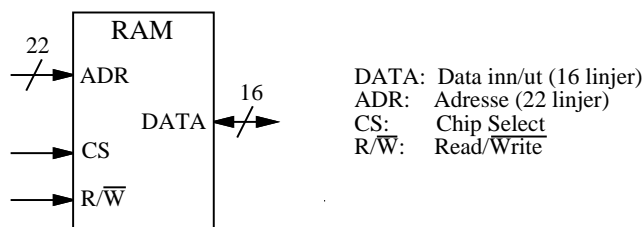
Hvilke hovedtyper av *kretser* finnes for *permanent* lagring av data og program (tradisjonelt kalt ROM)? Hva er fortrinnet med de nyeste typene av kretser framfor de eldre?

3-b (vekt 5%)

Hva er en RAM-krets og hvilke fordeler og ulemper har den i forhold til kretstypen i punkt 3-a?

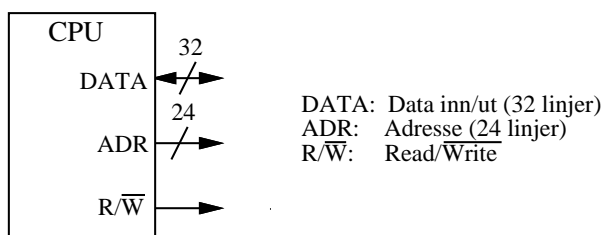
3-c (vekt 10%)

Et minnesystem basert på RAM skal designes. Følgende RAM-krets er tilgjengelig:



Den har en lagringskapasitet på 8 Mbyte og kommuniserer med 16 datalinjer. Datalinjene er aktive når CS="1", mens de er ikke-aktive (høyohmige) når CS="0". De 22 adresselinjene kan aksessere $2^{22} = 4M$ lokasjoner à 2 byte i en RAM-krets.

Minnesystemet skal være på 64 Mbyte totalt og kobles til en prosessor som er representert med følgende forenklete symbol:



Prosessoren skal kunne lese og skrive data med 32 bits ordbredde. Bestem det nødvendige antallet RAM-kretser for å lage minnesystemet. Tegn deretter et kretsskjema som realiserer det ved å bruke symbolene som er definert over sammen med eventuell(e) komponent(er) du mener kreves i tillegg.

(Fortsettes på side 5.)

Oppgave 4 Embedded Systemer

4-a (vekt 5%)

Hvilke grunnleggende egenskaper har et "reaktivt real-time embedded system" som skiller det fra en tradisjonell datamaskin? Hvorfor kan det være viktig med en formell designmetodikk for slike systemer?

4-b (vekt 5%)

Hva går i korthet de to hovedtypene av validering av embedded systemer ut på? Hvilke tre trinn består vanligvis syntesefasen av for et embedded system?