

# 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:

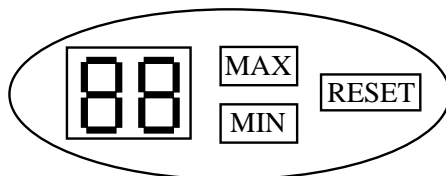
$$F = ab + a'c'$$

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.

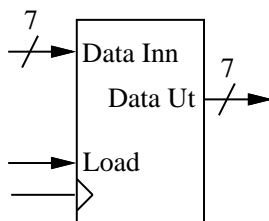
*(Fortsettes på side 2.)*

## 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:



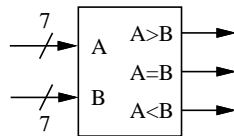
En trykknapp gir ut “1” i *en* klokkeperiode når den trykkes ned. En kan anta at signalet fra en trykknapp er fri for støy. En kan videre anta at temperatursensoren selv er i stand til å oppdatere registeret for nåværende temperatur. For eksempel, hvis temperatursensoren måler 25°C, lagrer den binærverdien 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 skjema 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%)

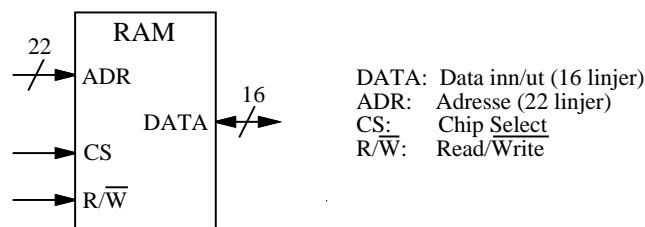
Hvilke hovedtyper av *kretser* finnes for *permanent* lagring av data og program (tradisjonelt kalt ROM)? Hva er fortrinnet med de nyeste typene av kretser framfor de eldre?

### 3-b (vekt 5%)

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

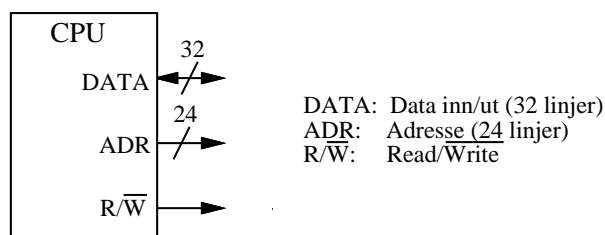
### 3-c (vekt 10%)

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?