UNIVERSITETET I TRONDHEIM
NORGES TEKNISKE HØGSKOLE
INSTITUTT FOR DATATEKNIKK OG TELEMATIKK

Faglig kontakt under eksamen:
Navn: Lasse Natvig
Tlf.: 93685

EKSAMEN I FAG 45214 DATAMASKINARKITEKTUR

Torsdag 8 juni 1995
Tid: kl 0900 - 1400

Hjelpemidler: Godkjent lommekalkulator tillatt.
Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt.

Oppgavesettet består av mange oppgaver. Det kan lønne seg å svare stikkordsmessig og kortfattet for å rekke og svare på alle oppgavene. Tallene i parantes angir den relative vekt oppgaven tillegges ved bedømmelsen.

Oppgave 1 (12 %) SIMD / MIMD

a) Forklar kort hovedforskjellen mellom SIMD og MIMD maskiner.

b) SIMD prinsippet har ofte vært valgt for å spare kostnader ved konstruksjon av en datamaskin. Hvorfor er en SIMD maskin normalt billigere enn en MIMD maskin?

c) Hva kjennetegner anvendelser som er spesielt godt egnet for utførelse på SIMD-maskiner?

d) SIMD maskiner kan klassifiseres i to hovedtyper m.h.p. realisering av lageret. Beskriv kort disse to hovedtypene. Tegn gjerne en skisse for å vise forskjellen.

Oppgave 2 (10 %) Abstrakte maskiner

a) Hva betyr begrepet *abstrakt modell* og beskriv kort fordeler ved bruk av en abstrakt modell i.f.m. utvikling av en ny datamaskin.

b) Forklar kort om PRAM modellen benytter SIMD eller MIMD-prinsippet. Begrunn svaret.

c) Hvilke egenskaper i en PRAM-modell er det som gjør det vanskelig å bygge en PRAM-maskin?

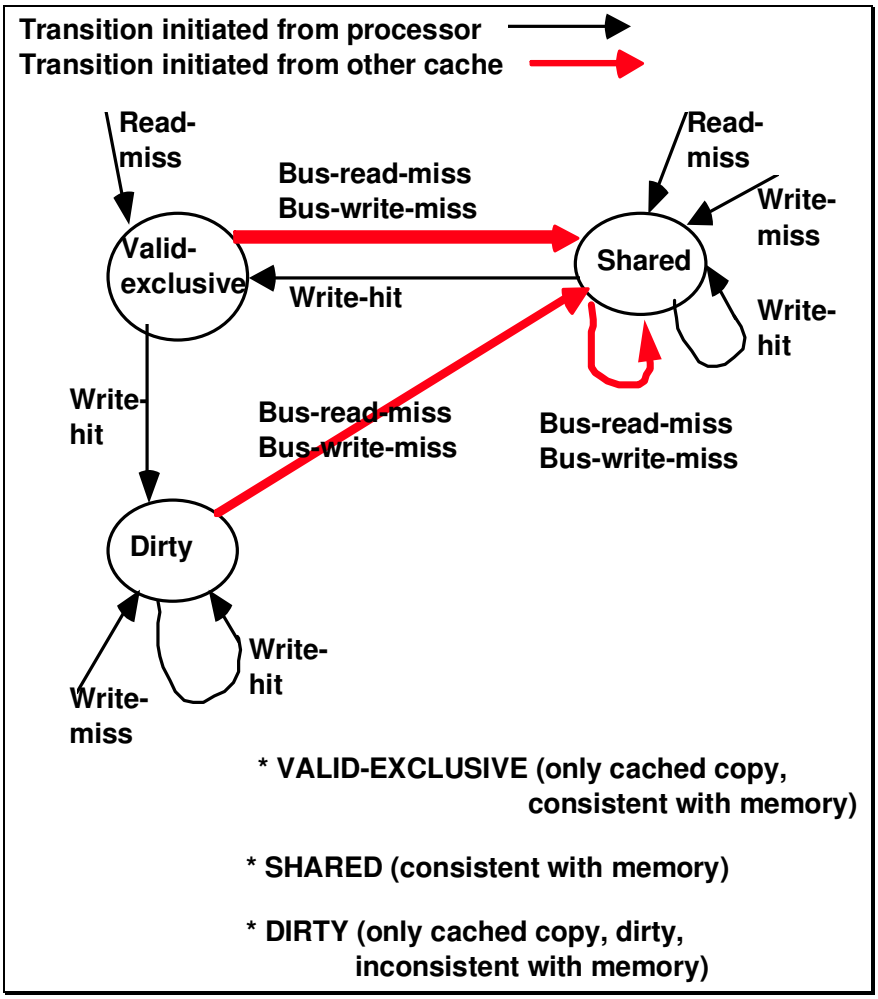
d) Hvorfor kan det være ønskelig å bygge en effektiv synkron MIMD maskin?

Oppgave 3 **(22%)** **Bus, Båndbredde og Hurtigbuffer (Eng. cache)**

a) Prosessorene i en multiprosessor er koblet til en felles buss. Multiprosessoren har delt lager og lager-modulene er koplet til den samme bussen. Anta at et firma leverer en slik maskin med med et hurtigbuffer i hver node. Firmaet vil oppgradere maskinen til flere og kraftigere prosessorer. Man må da utnytte ulike muligheter for å øke båndbredden (dvs. effektiv overførings-kapasitet) mellom prosessorer og lager-system. (Husk at hurtigbuffere regnes som en del av lager-systemet). En metode som kan brukes er endring av hurtigbufferstrategi (Eng. cache policy) fra tversigjennomskriving (Eng. write through) til utsatt tilbakeskriving (Eng. write back). Forklar hva som menes med disse begrepene og hvorfor en slik endring kan gi økt båndbredde.

b) Nevn minst tre andre metoder som kan benyttes for å øke båndbredden mellom prosessorer og lagersystem, og forklar hvordan de gjør det.

c) Figuren under viser tilstandsdiagram for hurtigbuffer koherensprotokoll i DEC's Firefly multiprosessor. Denne bruker en skriv-oppdater (Eng. write update) buss-snusing (Eng. bus-snooping) protokoll, og har en egen busslinje "sharedline" for å oppdage deling av blokker.



Med utgangspunkt i figuren, forklar de tilstandsendringer som skjer ved lese-bom (Eng. read-miss) når hurtigbuffere i en eller flere andre prosessor-noder har kopi av blokken.

d) Med utgangspunkt i den samme figuren, forklar hvordan "SharedLine" benyttes for å avgjøre valg av tilstandsendring ved skrive-treff.

e) Alpha Demonstration Unit, (ADU), har et to-delt hurtigbuffer, og benytter en kombinasjon av "write-through" og "write-back" i sekundærbufferet. Forklar hensikten med denne kombinasjonen og hvordan den virker.

Oppgave 4 (16 %) Nettverk

a) Et av mange såkalte flertrinns-nettverk er det såkalte Omega-nettverket. Forklar el. skisser kort hva som menes med et flertrinnsnettverk.

b) Hva er et typisk antall trinn og antall svitsje-noder i et nettverk som kopler *n* innganger til *n* utganger.

c) Hva menes med at Omega-nettverket er blokkerende?

d) Hvilken spesiell type nettverk er blitt laget for å løse det såkalte "hot-spot"-problemet, og forklar hvordan dette virker.

e) Maskinen MasPar-1 benytter et såkalt X-net for sammenkopling av prosessorene. Hva er spesielt med dette. Lag gjerne en prinsipp-skisse som viser topologien (strukturen) for nettverket. Hvordan virker nettet?

Oppgave 5 (15%) Pålitelighet og feiltoleranse

a) Forklar kort hvorfor pålitelighet i datamaskiner blir stadig viktigere, og gi fire eksempler på anvendelser der høy grad av tilgjengelighet er spesielt viktig.

b) Beskriv ulike hovedtyper av feil og vanlige årsaker til at et system er ute av normal funksjon.

c) Forklar begrepene feilforsinkelse (Eng. error latency) og latent feil.

d) Prosess-par er navnet på en teknikk som har vært brukt for å øke tilgjengeligheten av et system, forklar prinsippet for denne teknikken (*Hint*; teknikken kan sies å være en generalisering av den såkalte sjekkpunkt-restart teknikken).

e) I pensum-artikkelen om feiltolerante systemer av Hariri m.fl. er det beskrevet et såkalt *hierarkisk permanent lager* som er en nyttig modul for realisering av systemer med høy grad av pålitelighet. Forklar prinsippet for et slikt lager. Tegn gjerne en skisse.

Oppgave 6 (25 %) Arkitektur - eksempler

a) Hvilken betingelse må være oppfylt for at en instruksjon kan utføres i en dataflytmaskin? Forklar hvordan dette på en naturlig måte gir potensiale for stor grad av parallell utførelse?

b) Skisser arkitekturen, og forklar funksjonene til hovedmodulene i dataflytmaskinen utviklet ved Universitetet i Manchester.

c) Standford FLASH (Flexible Architecture for Shared memory) multiprosessoren inneholder en spesiell teknisk løsning (node kontroller) som er gitt navnet MAGIC. Forklar hvilken funksjon MAGIC har i arkitekturen. Vektlegg egenskaper som du mener er spesielle.

d) Beskrive hvordan MAGIC er koblet til de andre komponentene i en node og forklar ulemper og eventuelle fordeler ved en slik tilkobling.

e) Arkitekturen i MAGIC er en såkalt "macropipeline" med tre trinn. Beskriv disse tre trinnene og fordeler ved bruk av denne løsningen.