NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk
Institutt for teknisk kybernetikk

Telefon 73 59 43 58
E-post: Trond.Andresen@itk.ntnu.no

Bakgrunnsmateriale til seminar «Flervalgsprøver (multiple choice) som vurderingsform»

-

Trond Andresen

1. Innledning

Det brukes store ressurser på evaluering av studenter ved våre universiteter og høgskoler. I en situasjon hvor det er vedtatte mål med tettere oppfølging i semesteret, mer gruppeundervisning og flere tilbakemeldinger om hvor studenten står i faget (f.eks. via midtsemesterprøver), er det svært nyttig hvis man kan finne metoder til å redusere ressursbruken knyttet til eksamens- og prøve-avvikling, og til sensur. Dermed kan det frigjøres ressurser for å oppfylle målsettingene i større grad, uten at den totale ressursbruken øker for sterkt.

Flervalgseksamen (engelsk: "Multiple choice") er en veldig effektiv metode i så henseende, *hvis man bruker datateknologi i (nesten) alle trinn av prosessen*:

Studentene fyller ut et skjema (papirark) med svaralternativ. Disse svarskjemaene (se vedlegg 1 – "V1" som det står med håndskrift på arket) kan så leses optisk i en maskin med arkmater og skanner, og konverteres til bilde-datafiler. Disse filer dekodes så til rektangulære mønstre av nuller og enere, hvor det er en rad for hvert spørsmål, og en kolonne for hvert svaralternativ (se side 5 i dette notatet). For hver student prosesseres så dette mønsteret, og ut kommer det antall poeng studenten får (vedlegg 5). I tillegg genererer programvaren poengfordeling for alle studentene (se vedlegg 3), og midlere resultat på hver oppgave (vedlegg 4), noe som gjør det mulig å vurdere om prøven/eksamen "traff" bra, eller om karaktersettingen er for streng eller for mild. I siste tilfelle kan man korrigere konverteringstabellen, og umiddelbart kjøre ut ny poengberegning på det grunnlag.

Fordelene med dette er mange (om ulemper, se neste avsnitt):

1. Sensur er maskinell, ingen menneskelig innsats.
2. Sensuren blir tilsvarende rask – poengene kan teoretisk foreligge dagen etter.
3. Det blir mer lik sensur for alle studenter, for menneskelig skjønn kan forandre seg fra besvarelse til besvarelse for samme sensor, og forskjellige sensorer i samme fag kan utøve forskjellig skjønn.
4. Klageprosessen blir sterkt forenklet; studenten(e) kan bare klage på *oppgavesettet*, og på poengfordelingen oppgavene imellom – ikke på sensuren av egen besvarelse. Dermed vil en klage bare tas til følge hvis den dreier seg om så alvorlige skjevheter at det har fått konsekvenser for mange. Og da er det en smal sak å endre den spesifiserte poengfordeling (se side 7), f.eks. redusere vekta til null på spørsmål som man bør se bort fra fordi de viste seg å være for uklart formulerte eller for vanskelige, kjøre programmet på nytt, og man får umiddelbart ut det nye settet med karakterer for alle.

Nå er det ikke alle fag som egner seg for flervalgsprøver. Spesielt vil man innafor mange samfunnsfag og humaniora bare kunne evaluere studenten skikkelig hvis en vesentlig del av prøven/eksamen er et essay eller lignende – her må man nødvendigvis fortsette med "manuell" retting og sensur. Så dette prosjektet er startet i vissheten om at det ikke kan anvendes på alle fagområder. Men jeg vil hevde at det har et stort potensial innafor de teknisk/naturvitenskapelige-, og tildels økonomisk/administrative og helsefaglige områder (og ikke bare til eksamen/prøver *under* et studium, men også for å muliggjøre opptaksprøver som et alternativ til formell kompetanse som adgangsgrunnlag til høyere studier – mer om det seinere). Potensialet kan imidlertid bare realiseres hvis man er seg bevisst at en god flervalgsprøve er krevende å lage, og at man må være oppmerksom på en del problemer som ikke hefter ved en tradisjonell eksamensform. Et eksempel er at man må være ekstra omhyggelig med den språklige utforming av spørsmål, slik at de er umulig å misforstå. Et annet problem er at hvis en student ikke har greidd å regne seg fram til helt riktig svar på en matematisk oppgave, men likevel har riktig framgangsmåte, så risikerer studenten å ikke få noe uttelling for dette. I noen grad kan dette løses ved at de andre svaralternativene er gale på en slik måte at en student som har skjønt det som oppgaven skal prøve studenten i, kan gjette hva som er rett svaralternativ, sjøl om eget svar avviker noe. Det kan også i noen grad løses ved at svaralternativ som bare er "litt feil" gis liten negativ straff (i motsetning til grovt feilaktige svaralternativ), eller t.o.m. en svakt positiv poengsum.

Det er altså særskilte problemer ved flervalgsprøver som man må (og kan) minimalisere virkninga av. Men jeg vil også hevde at det eksisterer overdrevne motforestillinger mot flervalgsprøver. En av dem er at dette på et vis er "umenneskelig" fordi det er så "maskinelt" og ikke gir studenten anledning til verbalt å nyansere i sin besvarelse. Svaret på denne innvendinga er allerede gitt ovenfor: man bør bare bruke flervalgsprøver i fag som egner seg for det.

En annen innvending er at eksamen/prøven som en "pedagogisk øvelse", blir mindre meningsfylt når man "bare fyller ut et skjema" – satt opp mot det å skrive, regne, tegne og formulere seg over mange sider. Dette er i noen grad en relevant innvending, men man må da ha i mente at svarskjemaet bare er *sluttresulatet* av en prosess hvor studenten har regnet, tegnet, skrevet etc – på kladdeark før konklusjonen er ført inn, og ved arbeid semesteret gjennom. Dessuten vil jeg hevde at det viktigste med en eksamen/prøve i de fagområder det her er snakk om, er å *måle studentens kompetanse*, og en flervalgsprøve kan utformes slik at den måler denne meget godt. Det bør etter min mening være nokså sekundært om prøven også gir studenten trening i skriftlig framstilling, tegning etc.

2. Prosjektets historie til nå

Den 1. mars 2002 avviklet jeg min første midtsemesterprøve i faget SIE3005 (nå TTK4105) Reguleringsteknikk. Siden det dreier seg om ca. 270 studenter, ville det blitt svært mye ekstraarbeid å rette disse besvarelsene på vanlig vis. Jeg bestemte meg da for å lage egnet programvare under programsystemet MATLAB, slik at dette kunne avvikles som en flervalgsprøve. Programvaren ble brukt, og er også tatt i bruk av kolleger ved noen titalls andre prøver (anslår jeg; studieavdelingen innhenter for tida rapport om hvem som har brukt mitt system og andre systemer, men jeg har ikke den i skrivende stund). Sjøl brukte jeg mitt system også på 20 % av hovedeksamen den 16. mai 2002 (50% for noen studenters vedkommende). I 2003 gjorde jeg det samme på midtsemesterprøven og hovedeksamen. Dette har gått uten feil til nå, og alle forventninger er innfridd. Både flervalgsprøven og flervalgsdelen av hovedeksamen ble forberedt i samarbeid med studenter i referansegruppe for kurset, og flervalgsprøve-formen slik den ble i dette faget, er positivt oppsummert i møte med referansegruppene begge år.

Her skal framheves noen viktige egenskaper :

1. Faglærer kan enkelt konfigurere programmet for den aktuelle prøve/eksamen (tekst på svarskjema, antall spørsmål, antall svaralternativ, poengfordeling, m.m.) via ei fil (se side 7) som kan redigeres med et tekstbehandlingsprogram.

2. Det genereres *unike* svarskjemaer ("kuponger") for hver student, to like kopier til hver (sammenlign skjemaer for tre studenter i vedlegg 1a, b og c). Skjemaene er unike på den måten at rader og kolonner er tilfeldig byttet om fra student til student (bortsett fra det skjemaet som har nr.1 øverst, som er beregnet på kandidater med lese- og skrivevansker). På denne måten vil det avkryssede mønster bli forskjellig fra student til student. Hensikten med dette er å hindre fusk ved kikking og kopiering av naboens kryssmønster. Dette er spesielt nødvendig ved midtsemesterprøver, hvor man ikke har eksamensvakter og hvor studentene ofte sitter ganske tett i et auditorium. Studenten fyller ut begge skjemaer med sitt kryssmønster, leverer det ene og beholder det andre for kontrollformål.
3. Programmet genererer også et fasit-skjema (se vedlegg 2), som kan brukes av studenten til å kontrollere sitt eget utfylte kryssmønster. Dette legges ut på Veven samme dag, umiddelbart etter at eksamen er avsluttet. Allerede da kan studenten sjekke hvordan det gikk.
4. Etter at de avkryssede skjemaer er maskinelt skannet, legges alle studenters kryssmønstre ut som ei tekstfil på Veven (noen dager etter eksamen p.g.a. sentralisert infrastruktur her ved NTNU – bunken med utfylte skjemaer må pr. i dag sendes i intern post for skanning). Med dette kan studenten enkelt se, ved hjelp av sin egen kopi av besvarelsen og kryssmønsteret på Veven, om skanninga har oppfattet kryssmønsteret riktig. Hvis ikke, kan studenten kontakte faglærer som har studentens innleverte svarskjema, og få et feil kryss rettet manuelt. Feil skanning skjer svært sjelden og medfører ubetydelig ekstraarbeid – det dreier seg om kanskje ett feil kryss av flere titusen.
5. Siden programmet går under MATLAB, forutsettes det pr. i dag at faglærere som skal bruke det, har MATLAB installert på en lokal maskin. MATLAB er svært vanlig på teknisk-naturvitenskapelige læresteder. NTNU for eksempel, har lisens for systemet. (Men systemet kan utvikles slik at det ikke er avhengig av MATLAB, men kjøres direkte under Windows, se neste avsnitt).

(Vedleggene er alle tatt fra flervalgsprøven i SIE 3005 Reguleringsteknikk, 28/3-03. Legg merke til den omhyggelige forklaring av praktiske detaljer på første side av oppgavesettet, vedlegg 6. Slikt er meget viktig i forbindelse med flervalgsprøver.)

Programvaren er pr. i dag tilbudt alle interesserte ved NTNU. Den kan lastes ned fra nettet av hvem som helst (inklusive en enkel bruksanvisning), via
http://www.itk.ntnu.no/ansatte/Andresen_Trond/dwnld/flervalgs-pakke.zip

BRUKSANVISNING:

Dette systemet genererer unike skjemaer for flervalgseksamen, forskjellig for hver student. Dermed kan de vanskelig jukse ved å smugkikke på hverandres utfylte skjemaer. Det tillater max. 6 svaralternativer pr. spørsmål, og max. 50 spørsmål. Svaralternativene er merket A B C D E F, og spørsmålene nummereres fra 1 og oppover. 1a, 1b osv. er ikke mulig.

Både programfiler og datafiler ligger i en og samme katalog.

For hver oppgave defineres det et maksimalt antall tillatte kryss. Antallet bør oppgis i oppgavesettet. Se vedlagt oppgavesett <eksempel-eksamen.pdf>. Hvis bare ett svaralternativ på ei oppgave er riktig, blir maks. ant. kryss = 1. Men hvis man i stedet f.eks. har ei oppgave med seks påstander som ikke står i motstrid til hverandre, kan maksimalt antall tillatte kryss være inntil 6. Hvis maksimalt antall tillatte kryss overskrides på ei gitt oppgave, annuleres oppgaven og resultatet settes = 0 for denne, uansett om studenten har truffet riktig med noen av sine kryss.

Hvis man ønsker å øke antall kolonner ut over 6, må programmet endres. Ta da kontakt med undertegnede. Færre enn seks svaralternativer er helt greit, og angis individuelt for hver enkelt oppgave. Se malen <inndata.txt>.

Alle data vedrørende generering av skjemaer ligger på <inndata.txt>. Bruk den vedlagte fil som mal.

--o0o--

Start MATLAB. Kommandovinduet åpner seg.
Skriv ”cd” til den katalogen hvor du har lagt alle filene:
>> cd c:\minkatalog
Kjør så programmet <lag_alt> med parameter 1, altså slik:
>> lag_alt(1)
Programmet benytter <inndata.txt>, og genererer alle skjemaer til ei fil <skjemaer.ps>, som så må gjøres om til pdf med Acrobat Distiller, og så printes fra Acrobat. <lag_alt> genererer to og to identiske skjemaer, fordi hver student skal få to ark utdelt. Begge fylles ut, og det ene beholder studenten for å kunne føre kontroll.

Unntak: Skjema nr. 1 er for dyslektikere, kolonner og rader er ikke byttet om.

Programmet oppretter en ny katalog '../gendata' under ’minkatalog’ hvis den ikke finnes allerede. I den legges alle genererte filer.
(Men <besvarelser.txt> (se under) skal legges i hovedkatalogen.)

Det genereres en fasit i jpg, <fasitark.jpg>. Samme bilde lagres også som <fasitark.eps> (penere), som så om ønskelig kan "distilles" til pdf.

(Videre legges ei rekke mellomresulateter på fila <fasit.mat>. Ikke bry deg om den, men den brukes av <resultgen>, se under.)

De innleverte utfylte skjemaer må scannes. Dette kan i dag gjøres av Kyrre Svarva på SVT-fakultetet, som har programvare og utstyr for dette. Fra ham får du ei tekstfil med alle resultatene, som du må kalle <besvarelser.txt>. Den må ha format som vist med et eksempel her (forklaringer -- som ikke skal være med i den virkelige fila -- er plassert i [ ]):

249 [antall studenter]
646750 [første studentnr.]
258 [skjemanr.]
0 1 0 0 0 0 [kryssmønster; 1 = kryss, 0 = ikke kryss]
1 0 0 0 0 0
0 1 1 0 0 0
1 0 0 0 1 1
0 0 0 1 1 0
0 0 0 1 0 0
0 0 1 0 0 0
0 0 0 0 1 1
0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 0 1
0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 1
0 1 1 0 0 1
640582 [neste studentnr.]
256 [neste skjemanr.]
0 0 0 1 0 0
0 0 0 0 0 0

[...osv. til og med data for siste student:]

638491
276
0 0 0 1 0 0
0 1 0 0 0 0
0 0 0 1 0 0
0 0 0 0 0 1
0 1 0 0 0 0
0 0 0 0 1 0
1 0 0 0 0 0
0 0 1 0 0 0
0 0 1 1 1 1
1 1 1 0 0 0
0 0 1 0 0 0
1 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0
0 1 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0
0 0 1 1 0 1

Nå skal du kjøre <resultgen>. <resultgen> bruker <besvarelser.txt>, og datafila <fasit.mat>. Start matlab, gå til katalogen hvor filer ligger, og tast
>> resultgen
i kommandovinduet.

<resultgen> trykker poengsummer etter stigende studentnummer til fila <resultat.txt> . Poengsum < 0 for en student rundes opp til 0.

En annen fil legges også ut: <resultat_detalj.txt>. Den inneholder poeng på hver oppgave for hver student. Postene er sortert etter stigende studentnummer.

<resultgen> trykker <kryssrapport.txt>, som gir en oversikt over hvilke studenter som har krysset av flere enn antall tillatte kryss.

<resultgen> trykker også en poengfordeling, <poengford.jpg>, og en fordeling som viser de relative resultater på de forskjellige oppgavene; <oppgford.jpg>. Hvis alle har svart helt riktig på en bestemt oppgave, blir verdien = 1 for denne oppgaven, ellers < 1.

<poengford.jpg>, og <oppgford.jpg> kan man se på direkte i en nettleser. De trykkes også begge som (penere) .eps, som evt. kan "distilles" til .pdf.

Hvis du finner ut at poeng- og oppgavefordeling blir urimelig, kan du kjøre gjennom lag_alt og resultgen på nytt, basert på en modifisert poengmatrise i <inndata.txt>. For å unngå at lag_alt trykker skjemaer på nytt, kalles da programmet med parameter = 0, dvs. slik:
>> lag_alt(0)

NTNU 16. november 2004,

Trond Andresen
<trond.andresen@itk.ntnu.no>

Institutt for teknisk kybernetikk
Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)
7491 Trondheim

7359 4358, --4376 (eksp.). --4399 (faks)
7353 0823 (privat), 9189 7045 (mobil)

fila <inndata.txt>:

```
% (Versjon datert 10/3-2003.
% ***********************************************
% Kommentarer er tillatt i denne fila
% bare linja starter med %. Man kan også
% kommentere ut resten av ei linje v.h.a. %
% BLANKE LINJER ER OGSÅ TILLATT!

% Det skal være akkurat tre linjer
% med overskrift som skal stå
% på svarskjemaet:

Midtsemesterprøve i %   max. 45 tegn
SIE3005 reguleringsteknikk %  max. 45 tegn
NTNU, 28. februar 2003 %   max. 45 tegn

300 % = maksimalt antall kandidater (utenom dyslektikere, se under).
% Det trykkes da opp 2 x 300 = 600 skjemaer. Om skjemaer blir til overs,
% spiller ingen rolle.

5 % = antall kandidater som skal ha skjema nr. 1,
% som er for dyslektikere. Det har større tegn,
% og kolonner og rader er ikke tilfeldig ombyttet.

14 % = antall oppgaver

% Antall svaralternativ på hver oppgave =
6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 2 2 2

% Maks. tillatte antall kryss på oppgave =
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

% Hvis poengfordelinga gitt i denne fil for et eller flere
% spørsmål ikke skal prosesseres i det hele tatt, dvs. helt
% "manuell" poengspesifikasjon, skal det her stå = 1, ellers 0:

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

% Svarmatrise:

0 0 0 1.25 0 0 %                    oppgave 1
0 1.25 0 0 0 0 %                    oppgave 2
1.25 0 0 0 0 0 %                    oppgave 3
0 0 1.25 0 0 0 %                    oppgave 4
0 0 0 0 1.25 0 %                    oppgave 5
0 0 0 0 0 1.25 %                    oppgave 6
1 3.5 1 -0.6 -0.8 -1.2  %           oppgave 7
-1.1 -1.1 -1.4 -1 6 -1.4 %          oppgave 8
0 -0.1 0 0 0 2               %      oppgave 9
0 7 0 -1 0 -1 %                     oppgave 10
0 0 0 0 1 0 %                       oppgave 11
2 0 %                               oppgave 12
0 0.5 %                             oppgave 13
0 0.5 %                             oppgave 14


% Hvis negative poeng er til dels forhåndsspesifiserte, som her
% i dette eksemplet på <inndata.txt>, vil programmet
% la disse stå, og bytte ut de av de resterende tall som er null
% med like store negative tall, disse beregnet
% slik at summen av alle mulige poeng for oppgava blir null.
% Hensikten med å kunne forhåndsspesifisere negative tall
% er å kunne straffe svar som er svært feil noe mer enn
% slike som bare er litt feil.
%
% UNNTAK: Hvis parameteren for "manuell" poengspesifikasjon
% er satt lik 1 (den vil vanligvis være 0, se ovenfor), så
% vil ikke programmet erstatte nuller med negative vekter, men
% la den aktuelle poengrad forbli eksakt som den er gitt.

% ************************
```

(..resten klippet bort...)

V1a

skjema nr.: 16

Midtsemesterprøve i SIE3005 reguleringsteknikk NTNU, 28. februar 2003

(Eventuell ekstra ID:)

Studentnummer: 6 4 0 2 5 8

Skjemaet leses optisk, skriv derfor presist og pent!
For nærmere instruks om utfylling, se oppgavesettet.

Gjenta studentnummer (for kontroll): 6 4 0 2 5 8

	E	C	F	B	A	D
o14	☐	☐	☐	☒	☐	☐
o11	☒	☐	☐	☐	☐	☐
o 9	☐	☐	☒	☐	☐	☐
o 6	☐	☐	☒	☐	☐	☐
o 2	☐	☐	☐	☒	☐	☐
o 8	☐	☐	☐	☐	☒	☐
o 4	☐	☒	☐	☐	☐	☐
o 1	☐	☐	☐	☐	☐	☒
o10	☐	☐	☐	☒	☐	☐
o13	☐	☐	☐	☒	☐	☐
o 7	☐	☐	☐	☒	☐	☐
o12	☐	☐	☐	☐	☒	☐
o 5	☒	☐	☐	☐	☐	☐
o 3	☐	☐	☐	☐	☒	☐

V1b

skjema nr.: 67

Midtsemesterprøve i SIE3005 reguleringsteknikk NTNU, 28. februar 2003

(Eventuell ekstra ID:)

Studentnummer: 6 6 2 9 8 8

Skjemaet leses optisk, skriv derfor presist og pent!
For nærmere instruks om utfylling, se oppgavesettet.

Gjenta studentnummer (for kontroll): 6 6 2 9 8 8

	A	D	F	B	E	C
o10						
o11						
o 9	X					
o 7		X				
o14						
o 2				X		
o 3						
o12		■		X		
o 1		X				
o 6			X			
o 4						
o 8	X					
o 5	■				X	
o13		X				

V1c

skjema nr.: 1

Midtsemesterprøve i SIE3005 reguleringsteknikk NTNU, 28. februar 2003

(Eventuell ekstra ID:)

Studentnummer: 6 4 6 8 1 7

Skjemaet leses optisk, skriv derfor presist og pent!
For nærmere instruks om utfylling, se oppgavesettet.

Gjenta studentnummer (for kontroll): 6 4 6 8 1 7

	A	B	C	D	E	F
o 1	☐	☐	☐	☒	☐	☐
o 2	☐	☒	☐	☐	☐	☐
o 3	☐	☐	☐	☐	☐	☐
o 4	☐	☐	☐	☐	☐	☐
o 5	☐	☐	☐	☐	☐	☐
o 6	☐	☐	☐	☐	☐	☒
o 7	☐	☐	☐	☐	☐	☐
o 8	☐	☐	☐	☐	☒	☐
o 9	☐	☐	☐	☐	☐	☒
o10	☐	☒	☐	☐	☐	☐
o11	☐	☐	☐	☐	☐	☐
o12	☐	☒	☐	☐	☐	☐
o13	☒	☐	☐	☐	☐	☐
o14	☐	☒	☐	☐	☐	☐

"fasit" V2

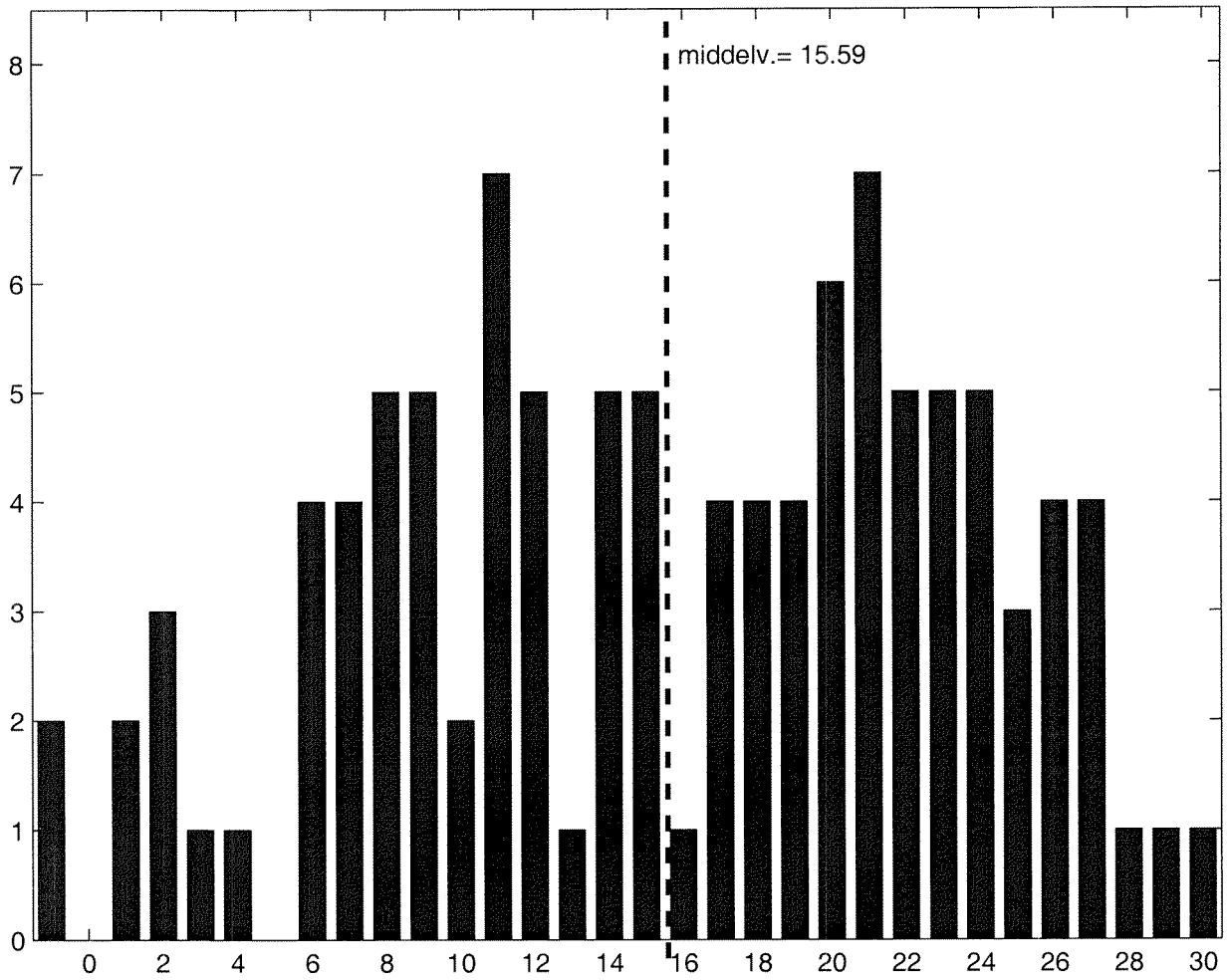
Midtsemesterprøve i SIE3005 reguleringsteknikk NTNU, 28. februar 2003

Midtsemesterprøve i
SIE3005 reguleringsteknikk
NTNU, 28. februar 2003

	A	B	C	D	E	F
o 1	−0.25	−0.25	−0.25	**1.25**	−0.25	−0.25
o 2	−0.25	**1.25**	−0.25	−0.25	−0.25	−0.25
o 3	**1.25**	−0.25	−0.25	−0.25	−0.25	−0.25
o 4	−0.25	−0.25	**1.25**	−0.25	−0.25	−0.25
o 5	−0.25	−0.25	−0.25	−0.25	**1.25**	−0.25
o 6	−0.25	−0.25	−0.25	−0.25	−0.25	**1.25**
o 7	**1.00**	**3.50**	**1.00**	−0.60	−0.80	−1.20
o 8	−1.10	−1.10	−1.40	−1.00	**6.00**	−1.40
o 9	−0.47	−0.10	−0.47	−0.47	−0.47	**2.00**
o10	−1.67	**7.00**	−1.67	−1.00	−1.67	−1.00
o11	−0.20	−0.20	−0.20	−0.20	**1.00**	−0.20
o12	**2.00**	−2.00				
o13	−0.50	**0.50**				
o14	−0.50	**0.50**				

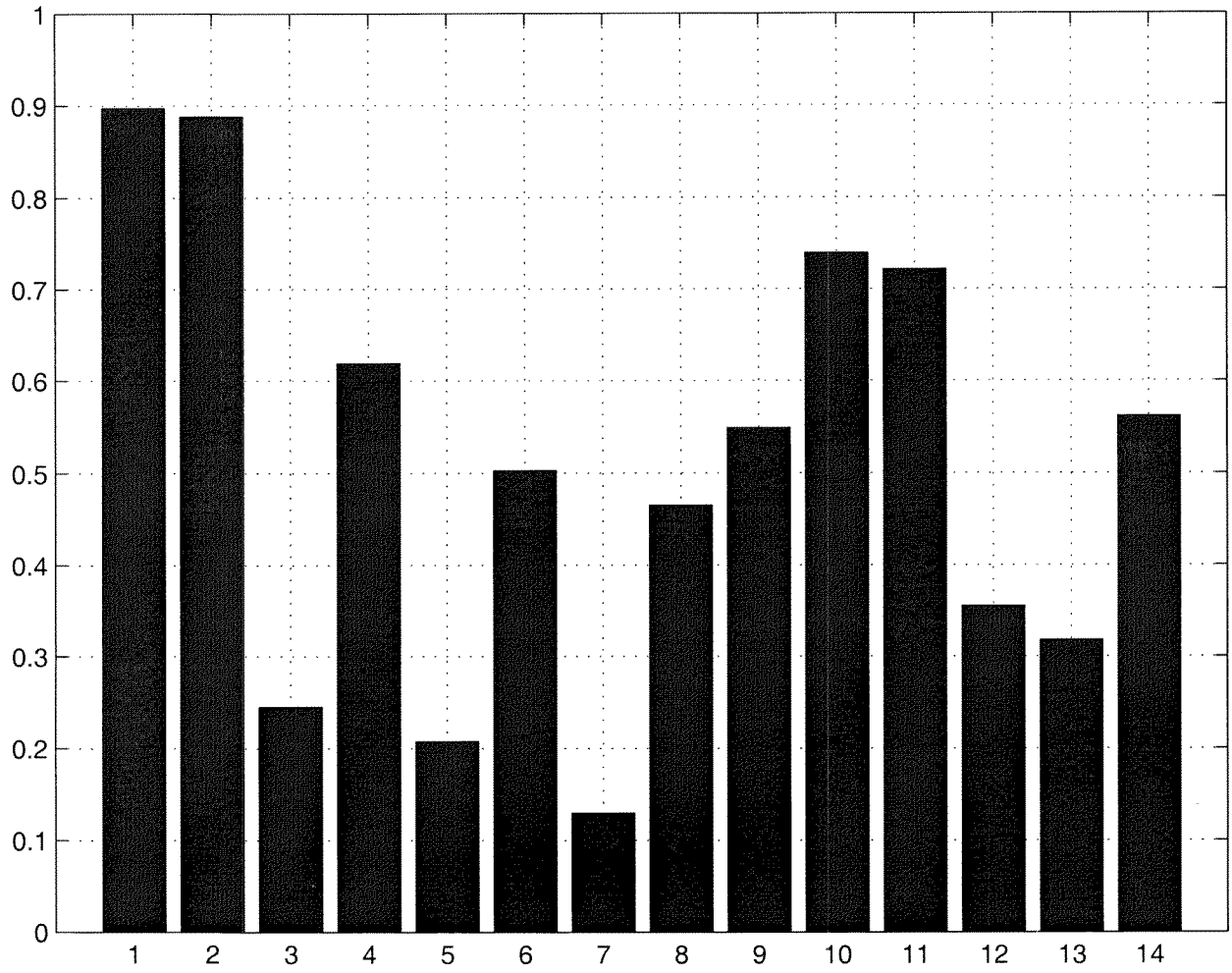
V3

poengfordeling



V4

Oppgave - "score"



V5

```
fila <resultat_detalj.txt>:

.........
STUDNR. 441356, SKJEMANR. 220 :
   oppgave 3: poeng = 1.25
   oppgave 14: poeng = -0.50
   oppgave 8: poeng = 6.00
   oppgave 12: poeng = -2.00
   oppgave 5: poeng = -0.25
   oppgave 4: poeng = 1.25
   oppgave 9: poeng = 2.00
   oppgave 11: poeng = -0.20
   oppgave 13: poeng = 0.50
   oppgave 7: poeng = 3.50
   oppgave 1: poeng = 1.25
   oppgave 10: poeng = -1.67
   oppgave 6: poeng = -0.25
   oppgave 2: poeng = 1.25
SAMLET ANTALL POENG =       12.13
_____________________________________________

STUDNR. 634680, SKJEMANR. 1 :
   oppgave 1: poeng = 1.25
   oppgave 2: poeng = 1.25
   oppgave 3: poeng = -0.25
   oppgave 4: poeng = 1.25
   oppgave 5: poeng = -0.25
   oppgave 6: poeng = 1.25
   oppgave 7: poeng = 3.50
   oppgave 8: poeng = 0.00
   oppgave 9: poeng = -0.47
   oppgave 10: poeng = 7.00
   oppgave 11: poeng = 1.00
   oppgave 12: poeng = 2.00
   oppgave 13: poeng = 0.50
   oppgave 14: poeng = -0.50
SAMLET ANTALL POENG =       17.52
_____________________________________________
.......
```

V6

Institutt for teknisk kybernetikk
Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

Midtsemesterprøve i SIE3005 reguleringsteknikk

(teller 30% i endelig karakter for de som har meldt seg opp, men frivillig for de øvrige deltakere. Maks. mulig poengsum er 30)

fredag 28. februar 2002, kl. 1515-1730

Hjelpemiddelkombinasjon D: Bestemt, enkel kalkulator tillatt.Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt, unntatt Rottmann. Bak i dette oppgavesettet finner du også en formelsamling. Se alltid i den før du gir opp!

Les alt dette nøye før du begynner:

Sett bare *ett kryss* i hver oppgave. Flere kryss i en oppgave ("gardering") gjør at den blir vurdert til null poeng.

Feil svar gir minuspoeng, så det er bedre å ikke krysse av, enn å tippe. Poeng for svaralternativ er satt slik at summen av alle mulige alternativ på en gitt oppgave = 0. Svært gale svar gir mer minus enn litt gale svar. Prosenttallet som oppgis ved hver oppgave forteller hva man kan oppnå ved helt korrekt avkryssing.

Svarskjemaet skal krysses av med **blå eller svart kulepenn**, slik: ☒ . Krysser du feil, kan krysset "slettes" ved å fylle hele ruta med blekk: ■ . Når du skal slette et kryss på denne måten, er det viktig at ruta blir helt full av farge, slik at ikke noe av det hvite papiret synes inne i ruta. Korrekturlakk er forbudt, det kan skape problemer for arkmateren ved optisk innlesing. Og ikke brett svarskjemaet på noe vis.

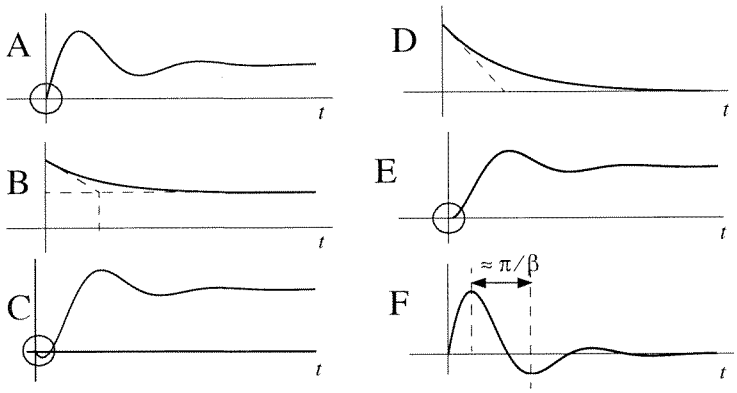
Studentnummeret skal skrives pent to ganger, skriv siffer omtrent slik: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9. (Ikke skriv noe i feltet "Eventuell ekstra ID".)

Tips om arbeidsmåte: Ikke kryss av på svarskjemaet før du er ferdig med oppgavene. For hver oppgave noterer du et annet sted koden for plassering av riktig kryss, f.eks. "B", hvis du mener den aktuelle oppgave skal ha kryss der. Så kan du like før innlevering overføre slik informasjon til svarskjemaet, oppgave etter oppgave, i form av riktig plasserte kryss. Merk da at både **oppgavenummer og bokstaver for svaralternativ er (for det meste) trykket i tilfeldig ombyttet rekkefølge på svarskjemaet**, forskjellig for hver student. Så pass på hvor du setter kryssene!

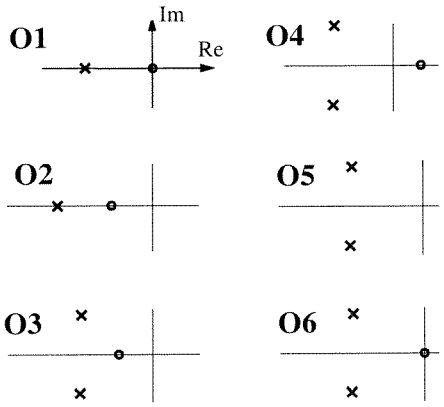
Du skal ha fått to identiske eksemplarer av svarskjemaet (hvis ikke, be om to nye og identiske skjemaer fra en assistent). Skjemaene er identiske når skjemanummeret øverst er det samme. Det ene skjemaet krysses av og innleveres. Det andre krysses av og beholdes. Det kan du bruke til å kontrollere dine kryss mot fasiten som blir lagt ut på Veven. Fasiten, og forhåpentligvis resultatene, kunngjøres i løpet av uke 10 via fagets "oppslagstavle". Følg med der.

MERK: Dette oppgavesettet skal leveres inn sammen med svarskjemaet!
Vis studentlegitimasjon når du leverer!

Sprangresponser



Nullpunkter (o) og poler (x)



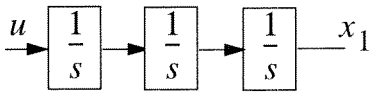
I **O(ppgave) 1 til O6 (alle 1.25 %)** ovenfor skal du kople riktig pol-nullpunkt-konfigurasjon (se til høyre) for en transferfunksjon, til en motsvarende sprangrespons (til venstre). NB: Merk deg detaljert forløp nær origo for tre av responsene, markert med sirkler – det må til for å kunne skille mellom dem.

O7 (3.5 %) Den relative dempning ζ, på basis av responsen F ovenfor, er:

A: 0.48 B: 0.35 C: 0.27 D: 0.20 E: 0.15 F: 0.09

(Tips: Se formelsamling og oppgitt størrelse i respons F. Ta omtrentlige mål med linjal.
Ikke mål på konfigurasjonene til høyre – de er ikke i skala!)

O8 (6 %) Gitt et system som består av tre integratorer i serie:

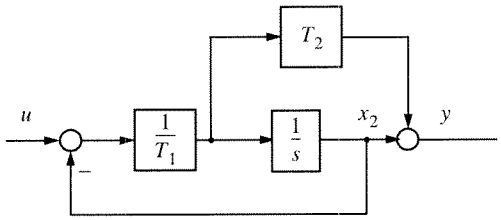


Hva blir transisjonsmatrisa $F(t)$?
(Tips: Algebraisk løsning kan i dette tilfellet finnes ved potensrekke, fordi alle ledd blir null litt ute i rekka. Men også andre, enkle metoder fører fram.)

A	$\begin{bmatrix} 1 & \frac{t^2}{2} & 0 \\ 0 & 1 & \frac{t^2}{2} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	B	$\begin{bmatrix} 1 & \frac{t^2}{2} & t \\ 0 & 1 & \frac{t^2}{2} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	C	$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & t & \frac{t^2}{2} \end{bmatrix}$	D	$\begin{bmatrix} 1 & t & \frac{t^2}{2} \\ 0 & t & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	E	$\begin{bmatrix} 1 & t & \frac{t^2}{2} \\ 0 & 1 & t \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	F	$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \frac{t^2}{2} & t & 1 \end{bmatrix}$

Oppgave 9 (2 %)

Finn transferfunksjonen $h(s) = \frac{y}{u}(s)$ ved å redusere blokkdiagrammet.
Den blir:



A. $\frac{1+T_1 s}{1+T_2 s}$	B: $\frac{1+(T_2/T_1)s}{1+T_1 s}$	C: $\frac{1+(T_2/T_1)s}{1+(1/T_1)s}$
D: $\frac{T_1 s}{1+T_2 s}$	E: $\frac{T_2 s}{1+(1/T_1)s}$	F: $\frac{1+T_2 s}{1+T_1 s}$

O10 (7 %)

Gitt en bil som kjører på et vannrett underlag. Posisjon og hastighet er henholdsvis x_1 og x_2 [m/s]. Massen er m [kg]. Luftmotstanden er kx_2^2 [N], og skyvekrafta fra motoren er u [N]. k er en konstant koeffisient. Anta at bilen kjører med konstant motorpådrag $u = u^p$. Til dette konstante pådraget svarer en konstant hastighet x_2^p. Du må først finne denne, uttrykt ved u^p. Matrisene **A** og **B** i en linearisert modell $\Delta\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\Delta\mathbf{x} + \mathbf{B}\Delta\mathbf{u}$ i arbeidspunktet blir da:

	matrisene **A, B**		matrisene **A, B**
A	$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -\frac{2}{m}\sqrt{ku^p} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1/m & 0 \\ 0 & 1/m \end{bmatrix}$	D	$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -\frac{k}{m}(u^p)^2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1/m \end{bmatrix}$
B	$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -\frac{2}{m}\sqrt{ku^p} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1/m \end{bmatrix}$	E	$\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & -\frac{k}{m}(u^p)^2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1/m & 0 \\ 0 & 1/m \end{bmatrix}$
C	$\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & -\frac{u^p}{mk} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1/m & 0 \\ 0 & 1/m \end{bmatrix}$	F	$\begin{bmatrix} -\frac{k}{m}(u^p)^2 & 1 \\ 0 & -\frac{k}{m}(u^p)^2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1/m \end{bmatrix}$

O11 (1 %)

I den lineariserte modellen i oppgave 10 ønsker vi å måle hastigheten. Målematrisa **C** blir da

A. $\begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}$	B: $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	C: $\begin{bmatrix} 1/m & 0 \end{bmatrix}$	D: $\begin{bmatrix} 1/m & 0 \\ 0 & 1/m \end{bmatrix}$	E: $\begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix}$	F: $\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$

O12 (2 %)

Et strengt propert lineært tidsinvariant system vil ha en sprangrespons som alltid starter i origo. (Tips: Begynnelsesverditeoremet, se formelsamling. Se også O1 – O6 hvor noen av responsene starter i origo, andre ikke)

A: Ja B: Nei

O13 (0.5 %)

Når et system inneholder en transportforsinkelse (tidsforsinkelse), blir systemet ulineært.

A: Ja B: Nei

O14 (0.5 %)

Systemet. $\dot{x} = \sqrt{x} + u$ er ulineært, autonomt og tidsinvariant

A: Ja B: Nei