

Tentamen i Medicinteknik, en introduktion för E3
EEN070 2022-05-30 kl. 14.00-18.00

Tillåtna hjälpmedel: Inga
Förfrågningar: Hana Dobsicek Trefna ankn 5052, alt. 073-3232386.
Lösningar: anslås på Canvas
Resultatet: anslås på Canvas
Granskning: Sker på plats och tid enligt resultatlistan

Har du några förfrågningar över uppgifterna, ring telefonnummer ovan.

För varje uppgift skall du med dina egna ord visa att du förstår frågan och dess sammanhang och att du med dina egna ord presenterar ett svar som få plats på 1-2 handskrivna A4-sidor.

Max 75 poäng. Poängintervallet 33-45 kan ge betyget 3 på tentan (godkänt), 46-59 kan ge betyget 4 på tentan och 60-75 kan ge betyget 5 på tenta.

Fråga 1. Etik, moral / Anatomi och fysiologi (15p)

- a) Hjärt-lungmaskinens utveckling ledde till moraliska dilemman. Vilket eller vilka? (3p)
- b) Moraliska dilemman löses genom att man för resonemang utifrån etiska principer. Vilka två är de mest relevanta för detta dilemma? (3p)
- c) Redogör för resonemanget, runt detta dilemma utifrån dessa båda etiska principer (3p)
- d) Kroppens två olika system, huden och skelettet kopplar till varandra hur? (3p)
- e) Hjärnan använder hormoner för att styra kroppens funktioner. Beskriv kortfattat hur. (3p)

Fråga 2. Grunder om bioinstrumentering och sensorer (15p)

- a) För en töjningsgivare, beskriv vilken egenskap den har som är användbar när en kraft läggs på. Vad är det specifikt som mäts? Töjningsgivare används t.ex. som extravaskulär sensor vid blodtrycksmätning. Beskriv den metoden i stora drag och vad som är viktigt att göra vid en sådan mätning. (7p)
- b) Vilken typ av signaler får man från bl.a. EKG, EEG, EMG och ENG? (Ett gemensamt ord.) Vilken typ av sensor används för dessa mätningar? Mer noggrant, hur är den vanligaste typen av sådan sensor för denna mätning uppbyggd och varför är den så bra? För att förstärka signalerna från denna sensor, vilken typ av förstärkare ska användas och vilka egenskaper ska den ha? (8p)

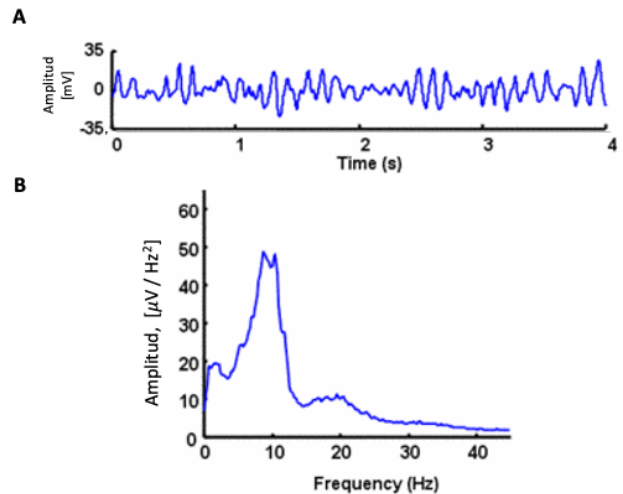
Fråga 3. Medicinsk Signalbehandling (15p)

Aktiviteten i hjärnans nervceller kan avläsas under en EEG-undersökning.

- a) Målet med signalbehandling av en EEG signal är att eliminera artefakter att kunna ställa en diagnos. Lista vanliga typer av artefakter i en EEG signal och beskriv deras karakteristik. (4p)
- b) Beskriv den vanliga metoden för att ta bort ögonrörelse och blinkande artefakter från EEG signaler? (4p)
- c) Figuren A till höger visar en 4-sekunders EEG signal som var inspelad med en elektrod från en frisk avslappnad försöksperson med slutna ögon. Motsvarande amplitudspektra (figur B)

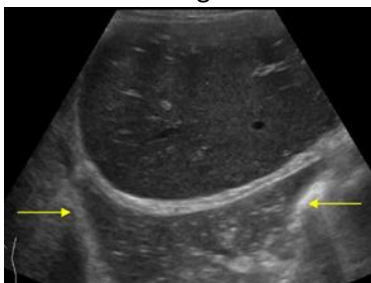
baserat på hela femminutersrekordet avslöjar dominerande aktivitet. Vilken typ av vågen är dominerande och till vilken hjärnaktivitet status är den kopplade till? (2p)

- d) En metod vid EEG undersökningar kalas för ERP (Event Related Potential). Vad är syftet med metoden och hur den går till? (3p)
- e) Frekvensinnehållet för en analog EOG-signal är 0.1 - 10 Hz. Vad är den lägsta frekvensen med vilken signalen kan samplas så att den samplade signalen kan rekonstrueras korrekt (d.v.s. ingen vikning uppstår). (2p)



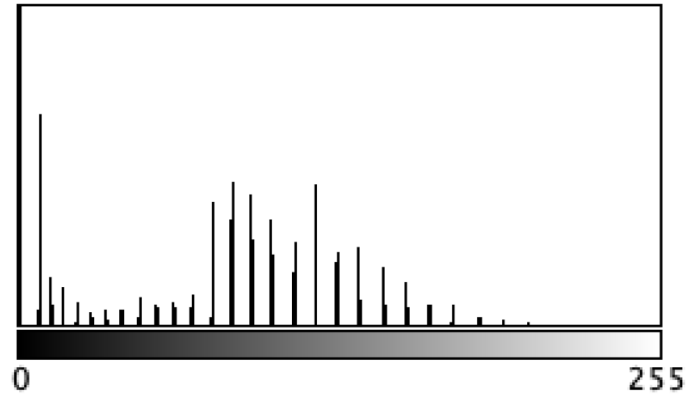
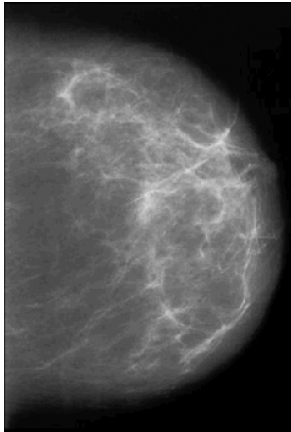
Fråga 4. Medicinska bildgivningsmetoder (15p)

- a)
 - i. Vilka är viktiga delar av röntgenmaskin? (3p)
 - ii. Förklara hur en röntgenbild skapas. (3p)
 - iii. Vilka vävnader upplevs som svarta i ett röntgen/CT-bild? (1p)
- b)
 - i. Vad är precession och varför är den viktigt för MR? (1p)
 - ii. Vad betyder T1- och T2-viktade sekvenser? (3p)
 - iii. En MRI undersökning av en patient var utförd med 3T maskin. Vad är anledningen till artefakten i bilden? Resonera kring MR-säkerheten i detta fall. (1p)
- c) Nedanstående bild visar en Lunginflammation i höger nedre lob. Vilken avbildning teknik användes för att generera bilden? Vilken fysik bygger metoden på? Beskriv principen. (3p)

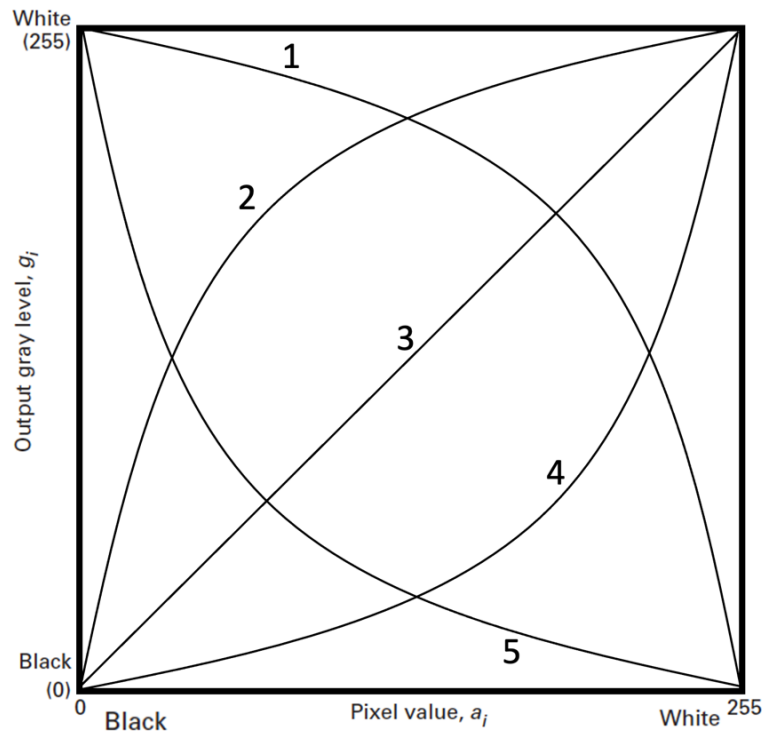


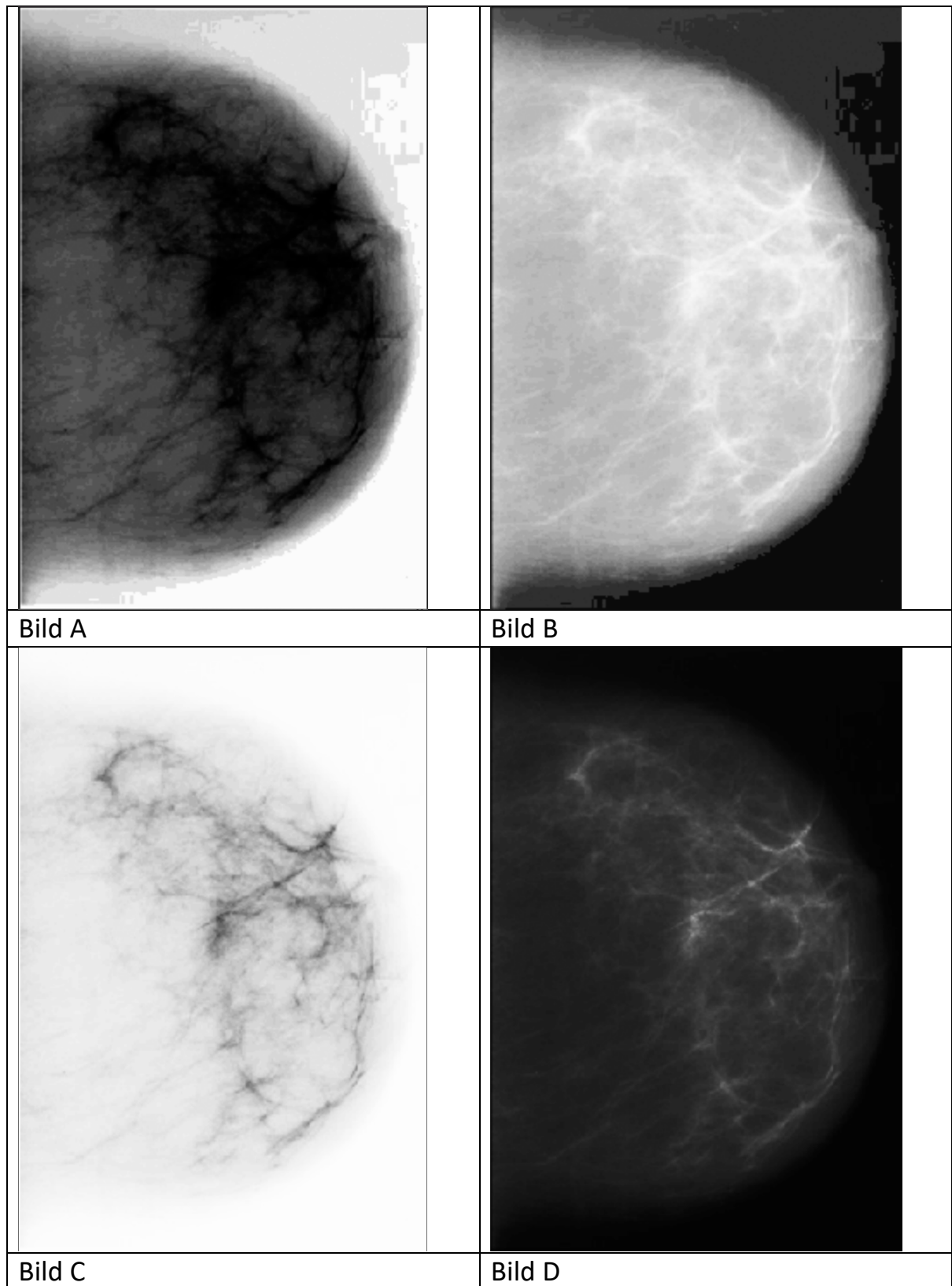
Fråga 5. Bildanalys (15p)

- a) Här nedan ser ni en typisk mammografibild med tillhörande histogram. Gråskalan är sådan att 0, (till vänster i histogrammet) motsvarar svart, och 255, (till höger i histogrammet) motsvarar vitt.

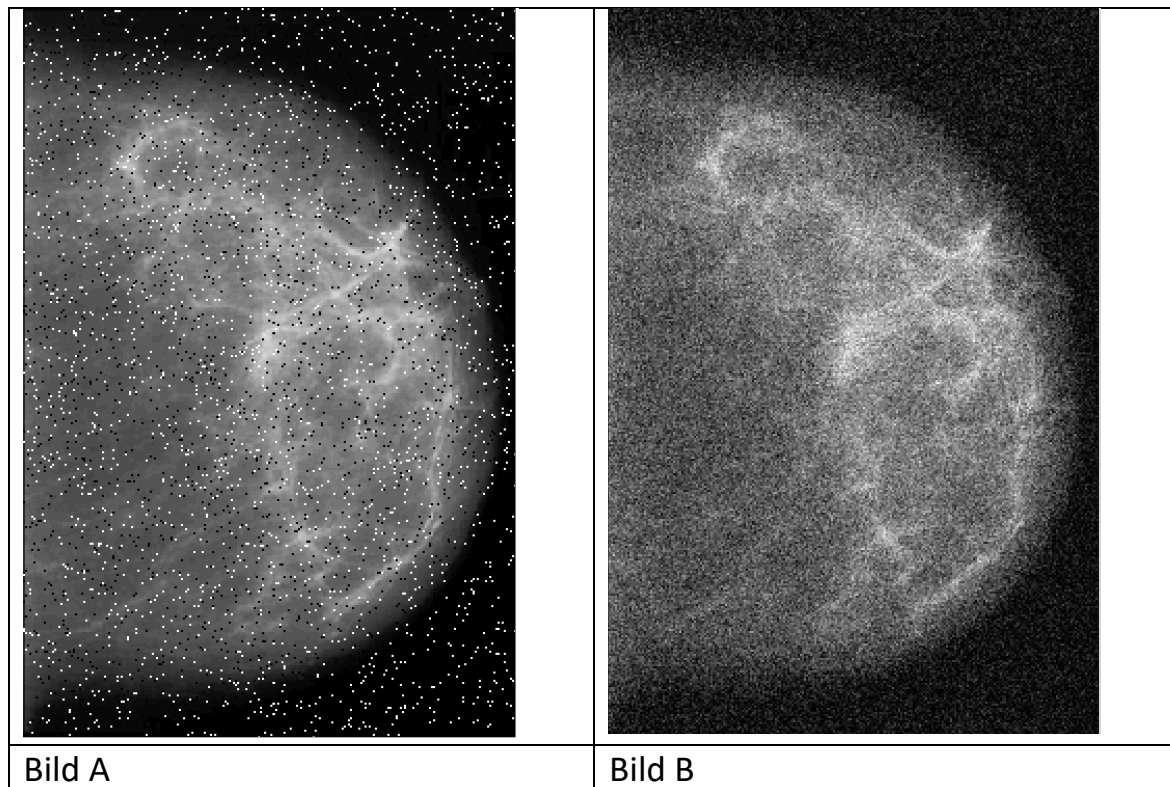


Denna bild förändras med olika histogramtransformationer. I bilden nedan ser ni överföringsfunktioner för fyra olika histogramtransformationer, (numrerade 1-5) samt fyra resultatbilder, (numrerade A-D). Uppgiften är att para ihop resultatbild med den histogramtransformation som gett upphov till bilden då transformationen utförts på originalbilden. (Det finns alltså en extra transformation som inte har använts.) För poäng ska svaret motiveras. (8p)

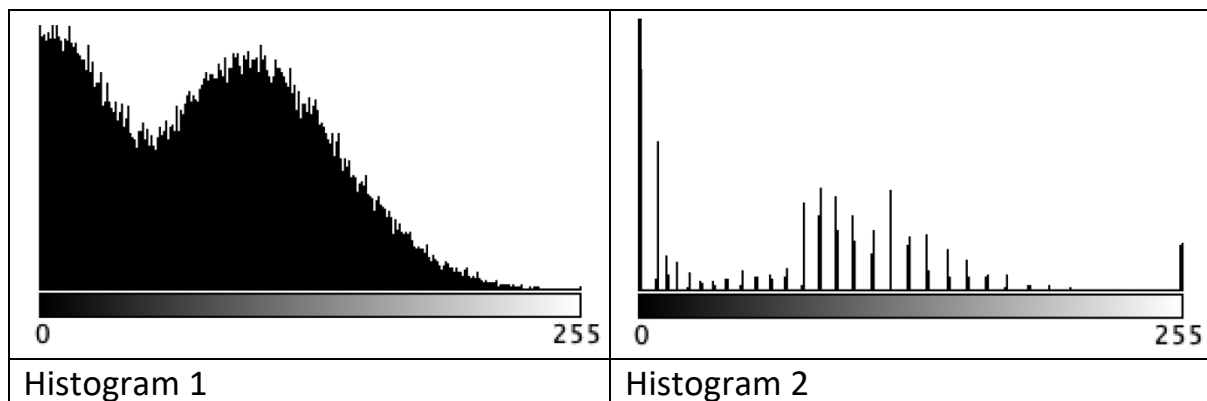




- b) Till den brusfria originalbilden i uppgift a) läggs nu till brus. Bilderna nedan visar två fall (A och B), det ena med Gaussiskt brus, det andra med Salt-och-Pepparbrus. Ange vilken av bilderna som innehåller vilket brus. För poäng ska svaret motiveras (1p)



- c) Nedan finns även histogrammen som motsvarar de två brusiga bilderna, bild A och bild B i uppgift b). Ange vilket av histogrammen som motsvarar vilken bild. För poäng ska svaret motiveras (2p)



- d) Ett filter beskrivs av matrisen till vänster och en liten bild beskrivs av matrisen till höger här nedan.

1	1	1
1	1	1
1	1	1

0	0	0	0	0
0	1	1	1	0
0	1	3	1	0
0	1	1	1	0
0	0	0	0	0

Använd filtret och

beräkna värdena i de med "x" markerade positionerna i nedanstående resultatbild. (4 poäng)

	x	x	x	
	x	x	x	
	x	x	x	

Lösningförslag

Fråga 1. Etik, moral / Anatomi och fysiologi (15p)

Fråga 2.

- a) För en töjningsgivare, beskriv vilken egenskap den har som är användbar när en kraft läggs på. Vad är det specifikt som mäts? Töjningsgivare används t.ex. som extravaskulär sensor vid blodtrycksmätning. Beskriv den metoden i stora drag och vad som är viktigt att göra vid en sådan mätning. (7)

(1) Egenskap: ändring i längd som resultat av applicerad kraft.

(1) Mäts: resistans.

(1) Kateter i blodkärl

(1) Vätskekoppling mellan blodkärl och sensor

(1) Trycket vid sensorn motsvaras av trycket i blodkärlet

(2) Viktigt att droppa in heparinlösning i blodet för att undvika koagulering och bildning av blodproppar

- b) Vilken typ av signaler får man från bl.a. EKG, EEG, EMG och ENG? (Ett gemensamt ord.) Vilken typ av sensor används för dessa mätningar? Mer noggrant, hur är den vanligaste typen av sådan sensor för denna mätning uppbyggd och varför är den så

bra? För att förstärka signalerna från denna sensor, vilken typ av förstärkare ska användas och vilka egenskaper ska den ha? (8)

(1) Signaltyp: Biopotentialer

(1) Sensor: elektrod

(1) Vanligast: Ag/AgCl-elektrod. Uppbyggd av ett silverlager och ett silverkloridlager.

(1) Bra för att den är närmast perfekt icke-polariserad och därmed inte ger överpotential.

(1) Typ av förstärkare: Biopotentialförstärkare

Egenskaper:

(0.5) Hög förstärkning

(0.5) Filtrering till rätt frekvensintervall

(0.5) Högt CMRR

(0.5) Hög inimpedans

(0.5) Skydd för förstärkaren: ingångssteg

(0.5) Skydd för patienten: isolationsförstärkare

Fråga 3.

- a) - Fysiologiska orsaker (Ögonrörelse och blinkningar (EOG), Muskelaktiviteter (EMG), Hjärtaktiviteter (ECG))
 - Mätfaktorer (Rörelse av elektroder, Brus från mätningssystemet)
 - Miljöfaktorer (Otillräcklig avskärmning av elektrodtråden (tex 60 Hz störningen))
- b) Man mäter EOG med elektroder placerade vid ögon. Sedan använder man en regression algoritm att 'ta bort' signalerna från EEG. Man kan anta EEG signal består av linjär kombination av båda signaler, EOG signalerna viktas i MSE algoritmen att i kombination summerar upp i uppmät signal.
- c) 7-13Hz: Alfa: vaken avkoppling, förstadiet till sömn, yrvaket tillstånd
- d) Metod för att analysera hur hjärnan aktiveras vid specifika händelser. Vid ett ERP-experiment använder man elektroder för att mäta hjärnans elektriska aktivitet under olika slags betingelser. Man vill undersöka hur hjärnan arbetar när vi löser olika uppgifter/reagerar på (repetering) stimuli. Tex: minnesuppgifter, språkuppgifter, problemlösning
Man upprepar något många gånger - t ex att låta en person titta på en rad bilder - kan man plocka ut EEG-aktiviteten just när denna händelse ägde rum och lägga samman till en genomsnittskurva som enbart innehåller den intressanta elektrofysiologiska aktiviteten, den som orsakats av den undersökta processen.
- e) 20 Hz

Fråga 4

- a)
 - i. Vilka är viktiga delar av röntgenmaskin? (3p)
 - Röntgenrör: artificiell som kräver elektrisk ström (mA) och spänning (kV) för att producera strålning
 - Kontrollenhet (mA, V, s sättningar) & patient bord
 - Detektor/Film (kollimator, scintillator, fotodiod)
 - ii. Förklara hur en röntgenbild skapas. (3p)

Röntgenstrålning dämpas (linjär) medan den penetrerar genom olika vävnader i kroppen. Beroende på vilka vävnaden strålningen passerar, kommer intensiteten detekterad av detektorn olika.

iii. Vilka vävnader upplevs som svarta i ett röntgen/CT-bild? (1p)

- Luft, fet

b)

i. Vad är precession och varför är den viktigt för MR? (1p)

Precession är en mekanisk funktion hos snurror. Väteatomer (och några andra) har ett kärnspinn skilt från noll och därmed de precesserar och tillför ett magnetiskt moment.

Genom att manipulera magnetisk moment av väteatomer, skapar vi MR-bild.

ii. Vad betyder T1- och T2-viktade sekvenser? (3p)

T1-viktade bild baserar på T1-relaxation: magnetiskt moment M_z återuppväxer

T2-viktade sekvenser baserar på T2-relaxation: magnetiskt moment M_{xy} dör bort

iii. En MRI undersökning av en patient var utförd med 3T maskin. Vad är anledningen till artefakten i bilden? Resonera kring MR-säkerheten i detta fall. (1p)

Höftprotes som är gjort av metal. MR-är en säkert metod då den inte använder ioniserande strålning. Dock kan elektriska fältet vid metal bli starkt och skapa uppvärmning av vävnader.

c) Sonografi= avbildning med ultraljud; Ultraljudvåg reflekteras vid gränssnit mellan vävnader med olika akustiska impedanser. Genom att skicka en ultraljudvåg och mäta dess reflektioner vid olika tider kan man skapa en gråskalig bild.

Fråga 5.

a) A-5 (Färgerna inverteras, hela bilden drar åt det mörkare hållet) B-2 (Bilden blir ljusare) C-1 (Färgerna inverteras, hela bilden drar åt det ljusare hållet) B-4 (Bilden blir mörkare)

b) A – Salt och peppar brus. (Enbart svartvita bruspixlar.) B – Gaussiskt brus (Brus i alla gråskalanivåer)

c) Histogram 1 motsvarar gaussiskt brus. Jämfört med originalhistogrammet så finns nu alla nyanser i gråskalan representerade i bilden. Histogram 2 motsvarar salt och pepparbrus. Jämfört med originalhistogrammet så har enbart en del pixlar tillkommit vid svart (0) och vitt (255)

d) Algoritmen används för att beräkna nätverkets olika vikter så att målfunktionen minimieras utifrån träningsdata. Loss ska minska.