

Tentamen i Medicinteknik, en introduktion för E3
EEN070 2022-08-16 kl. 08.30-12.30

Tillåtna hjälpmedel: Inga
Förfrågningar: Hana Dobsicek Trefna ankn 5052, alt. 073-3232386.
Lösningar: anslås på Canvas
Resultatet: anslås i Ladok
Granskning: av tentarättning: 14/9 kl. 12:00 i rum E2 Mötesrum 7322, EDIT-huset

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 30-45 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)

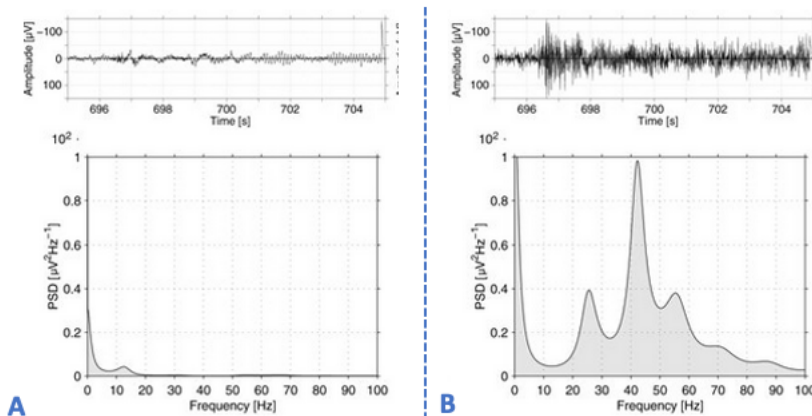
- a) Beskriv skillnad mellan Konsekvensetik (kallas även Nyttöetik) och Pliktetik (Rättighetsetik). Ge exempel av båda etiska modeller. (4p)
- b) Vad är anatomi och fysiologi? Ge exempel av medicintekniska system dess funktion är att diagnostisera en anatomisk eller fysiologisk defekt. (3p)
- c) Vad är det endokrina systemet och vilken funktion i kroppen den har? (2p)
- d) Rita upp ett neuron och beskriv dess olika delar samt dess funktion. (4p)
- e) Vad är vilopotential och hur behövs den? (2p)

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

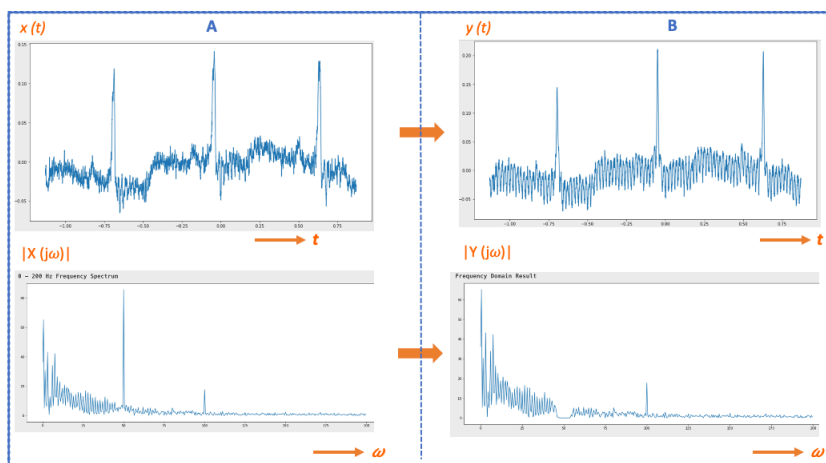
- a) Varför finns elektroder, vilka olika typer finns det med tanke på placering, och när används de olika typerna? (6p)
- b) EKG kan visualiseras med avledningar. Vad är en avledning? Hur många kan man använda? Hur är de fördelade i de tre planen? Beskriv hur man gör de utökade avledningarna. Varför vill man ha flera avledningar? (5p)
- c) Beskriv metoden i termodilution och vilken utrustning som används. Speciellt vilken typ av givare används? (4p)

Fråga 3. Medicinsk Signalbehandling (15p)

- a) Figuren A i bilden nedan visar en inspelad (ren) EEG signal och dess frekvensspektrum. Däremot är figuren B i samma bild kontaminerad med en typiskt EEG artefakt. Vilken artefakt handlar det (förmodligen) om? Beskriv dess ursprung, karakteristiska egenskaper samt signalbehandling metoder som reducerar den. (3p)



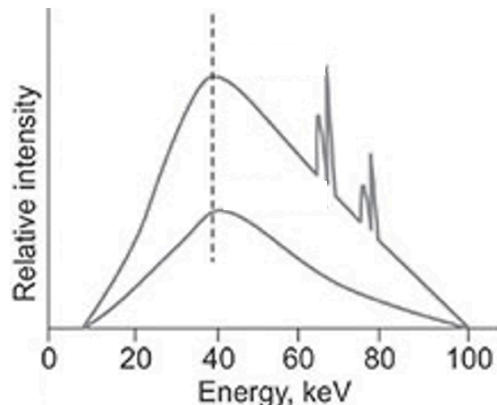
- b) En av vanligaste metoderna att analysera EEG signaler är en 'Independent component analysis' (ICA). Beskriv dess princip (förenklad). (2p)
- c) En metod vid EEG undersökningar kalas för ERP (Event Related Potential). Vad är syftet med metoden och hur den går till? (3p)
- d) Normal pulsfrekvens för en vuxen (= normokardi) är 50-100 slag/min. Långsam puls, mindre än 50 slag/min kallas bradykardi och puls fler än 100/min kalas takykardi. Säggs att den maximala puls hos en vuxen är 220 slag/min, vilken är den lägsta samplingsfrekvens vi kan använda för att kunna detektera möjliga avvikelser från den normala pulsfrekvensen? (kommentar: vi är inte intresserad i EKG analys nu, vi detekterar bara hjärtslag). (3p)
- e) Figur nedan visar (A) en inspelad EKG signal $x(t)$ och dess frekvensspektrum $|X(j\omega)|$. Att kunna få relevant information var det inspelade signal filtrerad och (B) utsignal $y(t)$ och dess frekvensspektrum $|Y(j\omega)|$. Vilket filter var använd i detta fall? Motivera svaret för poäng. Rita pol/nollställe diagram för det enklaste digitala filter som utför dess funktion. (4p)



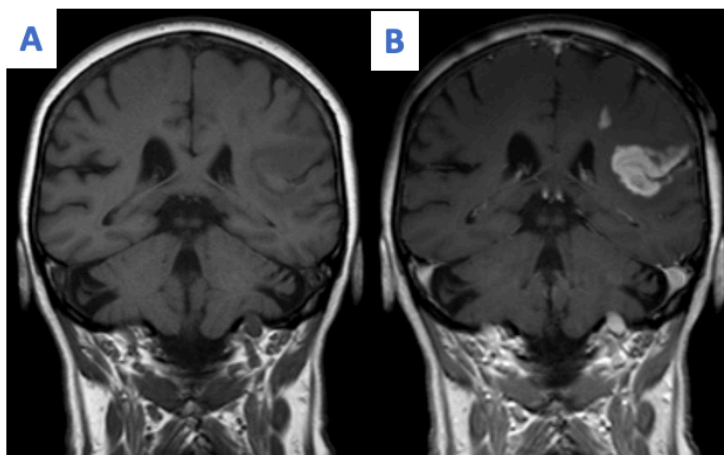
Fråga 4. Medicinska bildgivningsmetoder (15p)

a) Röntgenstrålning

- Beskriv viktiga delar av röntgenrör. Förklara hur röntgenstrålning skapas. (3p)
- Bilden nedan beskriver två röntgenspektra, skapade av ett röntgenrör med en wolfram-anod. En av rör-parametrarna justerades för att skapa dessa två spektra. Vilken? Vilken effekt kommer det ha på slutliga bilden? (2p)
- Vad är ursprunget till de spikar som vi ser i spektret vid högre energier? (1p)
- Förklara skillnad mellan röntgenundersökning och datortomografi. (2p)



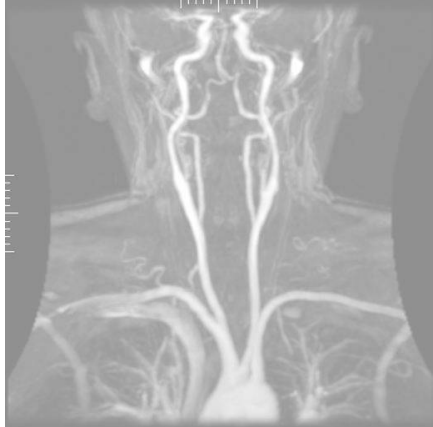
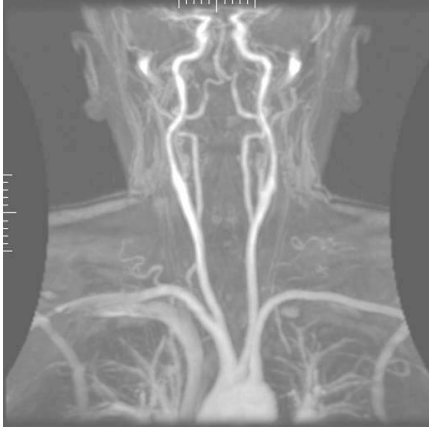
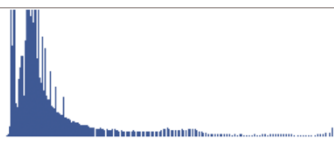
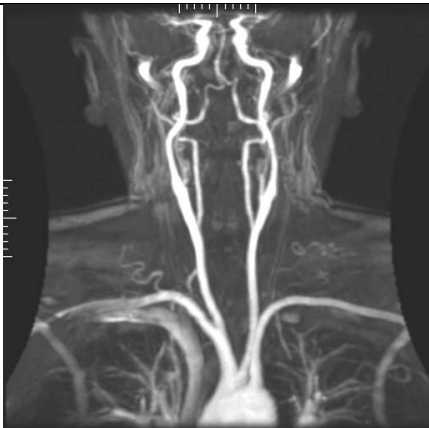
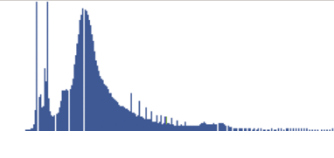
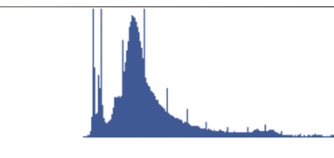
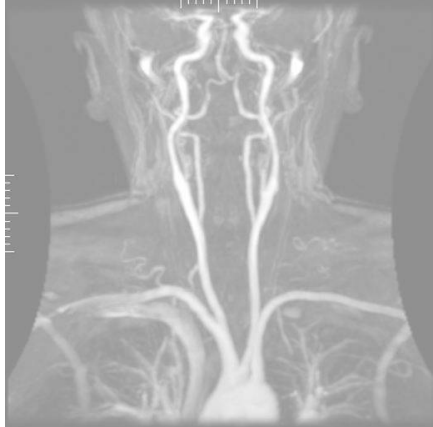
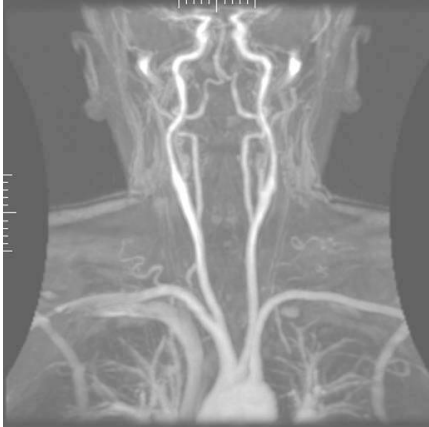
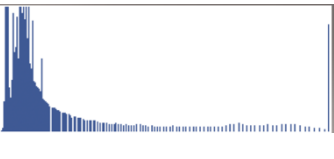
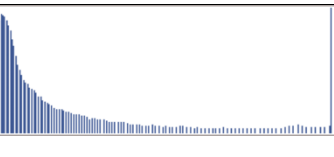
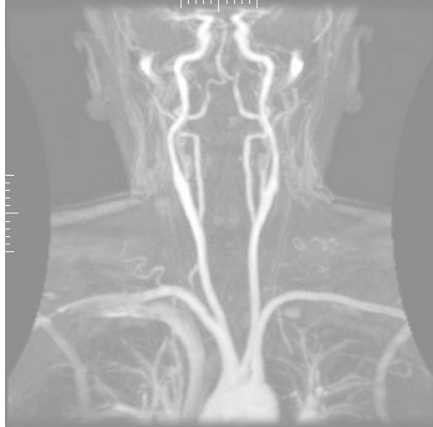
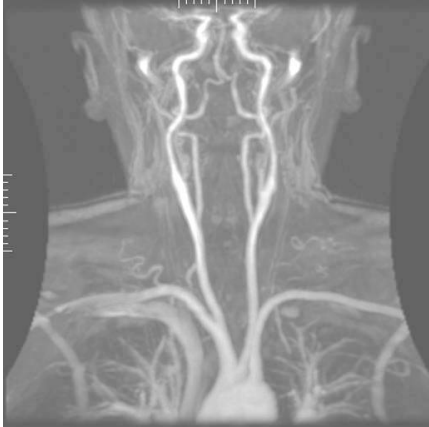
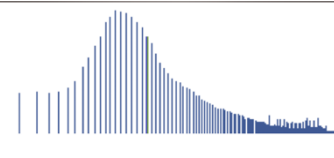
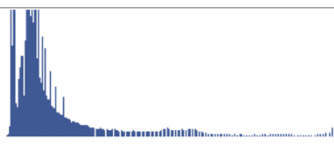
- För en del undersökningar med MRI används Gadoliniuminnehållande kontrastmedel, som på bilden B nedan. Vad är syfte och hur går det till? (2p)



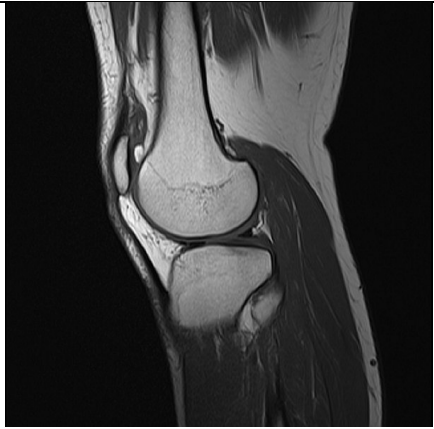
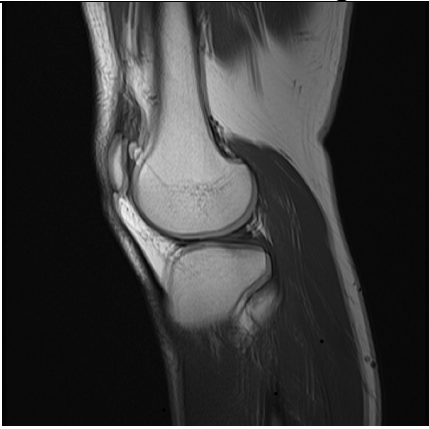
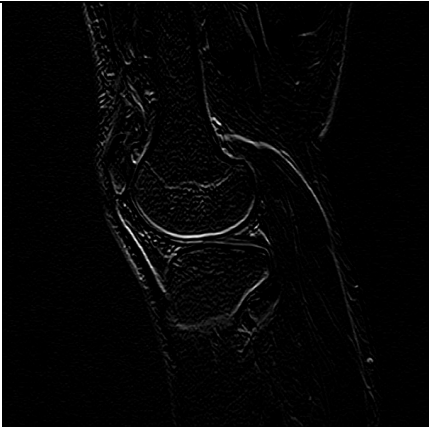
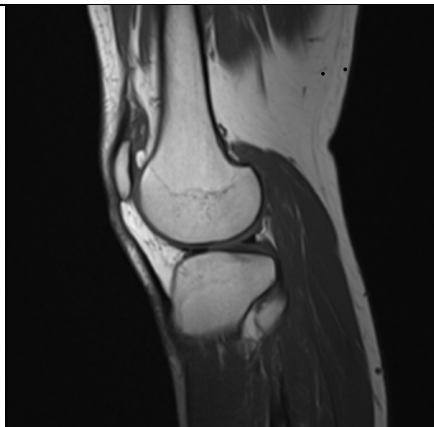
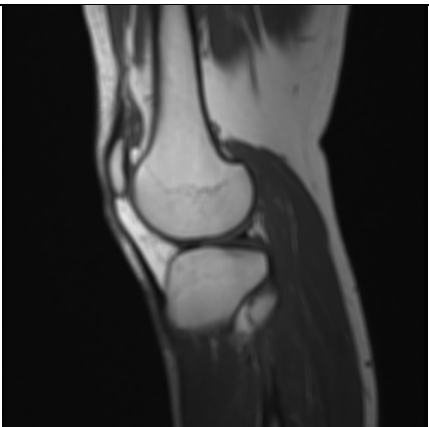
- Beskriv vad är Dopplereffekt och hur den används vid sonografi (ultraljudavbildning). Beskriv hur dopplerteknik kombineras med puls-echo tekniker. (5p)

Fråga 5. Bildbehandling (15p)

- a) Para ihop bild med motsvarande histogram. Histogrammen är sådana att svart är representerat längst till vänster och vitt längst till höger. För poäng ska svaren motiveras. (3 poäng)

		
Bild A	Bild B	Histogram 1
		
Bild C	Bild D	Histogram 2
		
Bild E	Bild F	Histogram 3
		
Bild C	Bild D	Histogram 4
		
Bild E	Bild F	Histogram 5
		
Bild C	Bild D	Histogram 6
		
Bild E	Bild F	Histogram 1

- b) I rutan högst uppe till vänster visas en originalbild.. Denna bild har processats med hjälp av olika faltningsoperationer. Detta har i sin tur gett som resultat ett antal transformerade bilder (A-E). I figurerna med matriser (1-6) som visas nedan finns de olika faltningsmatriser som använts, det finns dock en faltningsmatris för mycket som alltså inte använts. (Man kan även anta att alla matriser har normaliserats även om det inte framgår av matriserna.) (3 poäng)

		$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$
		Matris 1
		$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
		Matris 2
Originalbild	Bild A	
		$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$
		Matris 3
		$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$
		Matris 4
Bild B	Bild C	
		$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
		Matris 5
		$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$
		Matris 6
Bild D	Bild E	

- c) I kursen har vi diskuterat två sorters brus, gaussiskt brus och salt-och-pepparbrus. Beskriv vad som kännetecknar dessa två typer av brus. Beskriv även vilken sorts filter som är lämpligast att använda för att reducera dessa två typer av brus i en bild. Motivera svaret. (3 poäng)
- d) Ett filter beskrivs av matrisen till vänster och en liten bild beskrivs av matrisen till höger här nedan.

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

0	0	0	0	0
0	1	2	3	0
0	2	3	2	0
0	3	2	1	0
0	0	0	0	0

Använd filtret och beräkna värdena i de med "x" markerade positionerna i nedanstående resultatbild. (3 poäng)

	x	x	x	
	x	x	x	
	x	x	x	

- e) Beskriv hur man med hjälp av Fouriertransformen kan detektera kanter i en bild. (3 poäng)

Lösningsförslag

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

- a) Beskriv skillnad mellan Konsekvensetik (kallas även Nyttöetik) och Pliktetik (Rättighetsetik).
Ge exempel av båda etiska modeller. (4p)
Konsekvensetik: utgår från att en handling är moralisk om RESULTATET av handlingen är positivt
Ex: Kan man genom att tortera en person förhindra att jorden förintas, så bör tortyren utföras.
Pliktetik: utgår från att en handling är moralisk när den stämmer överens med våra PLIKTER
Ex: The Universal Declaration of Human Rights
- b) Anatomi: vetenskapen om struktur och relationerna mellan strukturer; Ex: MR, CT...
Fysiologi: vetenskapen om kroppsfunktioner; hur kroppsdelarna fungerar vid normal tillstånd; Ex: EKG, EEG...
- c) Vad är det endokrina systemet och vilken funktion i kroppen den har? (2p)
Reglerar kroppens funktioner genom hormoner;
Körtlar som producerar och utsöndrar hormoner direkt till blodet. Hormoner är ämnen som styr mycket av det som händer i kroppen som hur vi växer, när vi kommer till puberteten och kroppens balans av vätska och salter
- d) Rita upp ett neuron och beskriv dess olika delar samt dess funktion. (4p)
Bild där man märker: Cellkropp m. cellkärna, organeller; Dendriter (Tar emot signaler); Axon (Skickar ut signaler); Schwannceller (bildar myelin) och Ranvierska noder
- e) Vad är vilopotential och hur behövs den? (2p)
skillnad i elektrisk laddning över membranet mellan cellens in- och utsida vid icke-exciterat tillstånd. Den stabila membranpotentialen är ungefär -70 mV.
Behövs den genom att låta kalium respektive natriumjoner diffundera över cellmembran

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

- a) Varför finns elektroder, vilka olika typer finns det med tanke på placering, och när används de olika typerna? (6p)
 - (1) Utgör gränsytan mellan människa och mätsystem – för att kunna mäta elektriska signaler från kroppen och även stimulera
 - (0.5) Behövs för att strömmarna utgörs av olika saker: elektroner i metaller och joner i kroppen
 - (0.5) Icke-invasiva och invasiva elektroder
 - (1) Hud/yt-elektroder: fästs på huden. Metall/engångs/flexibla. Ag/AgCl vanligast (perfekt icke-polariserad). Elektrolyt behövs. Vanlig i t.ex. EKG-mätningar.
 - (1) Nål- och tråd-elektroder: Vanliga i EMG för att mäta i en specifik muskel(/nerv). Tråd för mätningar under längre tid.
 - (1) Implanterade elektroder: För längre tids mätning/stimulering i kroppen, trådlös överföring. Exempel: Cochleaimplantat.
 - (1) Mikroelektroder: Mycket små elektroder för mätning inuti celler. Viktigt att spetsen är liten och styv.
- b) EKG kan visualiseras med avledningar. Vad är en avledning? Hur många kan man använda? Hur är de fördelade i de tre planen? Beskriv hur man gör de utökade avledningarna. Varför vill man ha flera avledningar? (5p)

(1) Avledning = vektor i en bestämd riktning. Hjärtvektorn visualiseras med hjälp av flera avledningar, eftersom en vektor kan beskrivas med hjälp av andra vektorer (deras storlek i bestämda riktningar ger riktning och storlek för vektorn som beskrivs).

(1) Man kan använda upp till 12 avledningar: 6 i frontalplanet och 6 i transversalplanet. I sagittalplanet blir det automatiskt två avledningar, V2 och aVF, men dessa är gemensamma med de andra planen.

(2) De utökade avledningarna är i frontalplanet. Det bildas först tre avledningar direkt mellan tre elektroder (RA, LA, LL), I, II och III, medan de utökade bildas mellan medelpotentialen mellan två elektroder och den tredje elektroden. *Bild krävs för full poäng.*

(1) Fler avledningar ger högre upplösning av hjärtvektorn.

c) Beskriv metoden i termidulation och vilken utrustning som används. Speciellt vilken typ av givare används? (4p)

(1) Mätning av blodflöde, hjärtminutvolymen (cardiac output).

(1.5) Injicera kall saltlösning på ett ställe (höger förmak) och mäter temperaturkurvan i senare position (lungartären).

(0.5) Använder en PA-kateter. (PA = pulmonary artery)

(0.5) Temperaturen mäts med en termistor.

(0.5) Termistorn ändrar resistans med temperatur.

Fråga 3. Medicinsk Signalbehandling (15p)

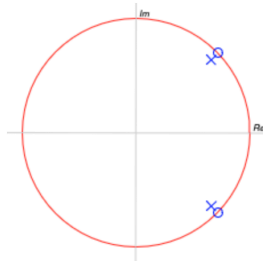
a) Muskelaktivitet; hörfrekvenskomponenter med hög amplitud i frekvensspektrum. Delvis kan man filtrera bort med lågpas filter, men då en del av EMG spektrum överlappar med EEG, kommer man inte bli av med den. Ibland används EMG-relaterad referenselektroder och en regression metod eller ICA. Ofta klipper man bort delar av signaler som innehåller dessa artefakter.

b) Signal processing method to separate independent sources linearly mixed in several sensors. It recovers a version of the original sources by multiplying the data by unmixing matrix $U = WX$. ICA attempts to make the outputs statistically independent, while placing no constraints on the matrix W

c) Mätning av den elektriska potentialskillnaden i nervsystemet som följer på ett stimuli; Amplituden är mikroV. Två typer: Evoked och Induced.

d) 7.5 Hz

e) Bandstop filter (Notch filter).



Fråga 4. Medicinska bildgivningsmetoder (15p)

a) Röntgenstrålning

- a. Beskriv viktiga delar av röntgenrör. Förklara hur röntgenstrålning skapas. (3p)
 Röntgenrör: accelerar elektroner att skapa röntgenstrålning; kräver elektrisk ström (mA) och spänning (kV). Med hjälp av en hög spänning accelereras elektroner i vakuum mot en roterande metallyta. När de träffar metallytan bromsas elektronerna och rörelseenergin omvandlas till bromsstrålning.
 Scintillationsdetektor: ett instrument för att detektera och mäta joniserande strålning genom att använda exciteringseffekten av infallande strålning på ett scintillationsmaterial, och detektera de resulterande ljuspulserna
 - b. Bilden nedan beskriver två röntgenspektra, skapade av ett röntgenrör med en wolfram-anod. En av rör-parametrarna justerades för att skapa dessa två spektra. Vilken? Vilken effekt kommer det ha på slutliga bilden? (2p)
 Rörströmmen, mA: påverkar röntgen-strålningens intensitet
 - c. Vad är ursprunget till de spikar som vi ser i spektret vid högre energier? (1p)
 karakteristisk röntgenstrålning
 - d. Förklara skillnad mellan röntgenundersökning och datortomografi. (2p)
 Datortomografi är en särskild form av röntgen som skapar detaljerade 3D bilder av kroppens organ. Datortomografi bygger på samma princip som en konventionell röntgen, men istället för att bara ta en bild, låter man röntgenkameran rotera runt och längsmed patienten som en spiral och ta en mängd bilder från olika lägen. Med hjälp av en dator lägger man sedan ihop alla dessa bilder och kan då skapa en 3D bild av patienten, tillskillnad från de 2D bilder man får ifrån en konventionell röntgen.
- b) För en del undersökningar med MRI används Gadoliniuminnehållande kontrastmedel, som på bilden B nedan. Vad är syfte och hur går det till? (2p)
 Patienterna får en injektion av kontrastmedlet precis före eller under undersökningen.
 . Kontrastmedel har förmåga att vid en given koncentration minska relaxationstiderna T1 och T2 och på så sätt ger upphov till större signalskillnader genom växelverkan mellan vävnadens protoner och kontrastmedlet.
- c) Beskriv vad är Dopplereffekt och hur den används vid sonografi (ultraljudavbildning). Beskriv hur dopplerteknik kombineras med puls-echo tekniker. (5p)
 Ett fysikaliskt fenomen, som innebär en förändring av frekvensen hos en signal, till exempel ljud eller ljus, beroende på om källan närmar sig eller avlägsnar sig i förhållande till observatören.
 I blod reflekteras ultraljudet av erytrocyterna. Pga. deras rörelse kommer att reflekterande US vågornas frekvens att ändra. Elektrocyter som rör sig mot sändaren kommer att reflektera US med högre frekvens än de utsända och tvärtom. När kombineras med B-mod, kommer man se riktning av blodflöde och då undersöka kardiovaskulära sjukdomar.

Fråga 5. Bildbehandling (15p)

- a) **A-3** Hela bilden framstår som ljus, även bakgrunden är så mörk som i övriga bilder. Histogram 3 saknar helt de mörkaste nyanserna.
B-2 Mörkare bild än A, men ändå inte så mörk som tex bild C och D. Alltså histogram 2.
C-1 Bakgrunden är ungefär lika mörk som bild D. Kärnen är inte riktigt lika ljusa som i bild

D. Övriga kroppen är något ljusare än bild D. Alltså histogram 1 och inte histogram 4.

D-4 Kärnen är mycket ljusa. Bakgrunden är mycket mörk, men inte så mörk som bild F. Alltså Histogram 4, inte histogram 5.

E-6 Mycket mellangråa nyanser, bakgrund nära helsvart, kärnen helvita

F-5 Kärnen framstår som bland de ljusaste. Bakgrunden är mycket mörk, och den är mörkare än i bild D. Alltså Histogram 5, inte histogram 4.

- b) **A-5** Studera speciellt kanter så ser man att de är dubblerade och diagonalt förskjutna i bilden

B-2 Vertikala kanter

C-3 Horisontella kanter

D-1 Något suddig bild, bilden är alltså medelvärdesbildad.

E-4 Något suddigare bild än D. Den medelvärdesbildande matrisen måste alltså vara större.

- c) Gaussiskt brus kan vara fördelad över hela gråskalan, från helsvart till helvitt. Salt-och-pepparbrus är antingen helsvarta eller helvita pixlar. Medianfilter fungerar mycket bra på salt-och-pepparbrus då filtret sorterar bort extremvärdena. Medianfilter fungerar inte så bra på gaussiskt brus då det bruset kan befinna sig var som helst på färgskalan. Ett medelvärdesbildande filter fungerar bättre, även om det inte är perfekt.

- d)

	-5	-2	5	
	-7	0	7	
	-5	2	5	

- e) Man kan i princip göra på två sätt.

1. Kanterna består av en stor andel höga (spatiella) frekvenser så högpasstrerering kan användas. Man får prova sig fram till lämplig cut-off frekvens.

2. Lågpasstrerera originalbilden, och subtrahera sedan den filtrerade bilden från originalbilden. Då blir kanterna (alltså de höga frekvenerna i bilden) kvar.