

**Tentamen i Medicinsk teknik EEM065 för Bt2.**  
**2008-01-17 kl. 8.30-12.30**

<b>Tillåtna hjälpmedel:</b>	Tabeller och formler, BETA, Physics Handbook, Formelsamling i Elektromagnetisk fältteori Formelsamling i Elektriska kretsar, Valfri kalkylator men inga egna anteckningar utöver egna formler på sista bladet i formelsamlingen i Elektromagnetisk fältteori
<b>Förfrågningar:</b>	Mikael Persson akn 1576, mobil 0703168161
<b>Lösningar:</b>	anslås på kursens hemsida
<b>Resultatet:</b>	anslås på kursens hemsida senast 2008-02-10
<b>Granskning:</b>	Sker på plats och tid enligt resultatlistan
<b>Kom ihåg</b>	Poängavdrag görs för otydliga figurer, utelämnade referensriktningar, dimensionsfel och utelämnade motiveringar.

---

# OBS!

Svaren på förståelsedelen skall ges på tesen som skall lämnas in.

Förståelsefrågorna besvaras genom att markera en av rutorna efter varje påstående till höger. En och endast en ruta på varje rad skall markeras.

De tre svarsalternativen (från vänster till höger är) Rätt, Vet ej och Fel. Riktigt svar ger +0.5poäng oriktigt svar ger -0.5p. Vet ej är neutralt och ger noll poäng. Uteblivet svar tolkas som vet ej.

Förståelseuppgifterna ger maximalt 2poäng och lägst 0 poäng och man kan därför få 2poäng även med ett vet ej svar.

Namn:

Personnummer:

Email:

## Fråga 1

### Problemlösningsdel, 6poäng

En bil åker in under en kraftledning på 400kV som hänger på en höjd av 10 meter över marken. Bilen, som sträcker sig två meter upp i luften, har gummi hjul som fungerar som bra isolatorer.

a) Rita upp en kretsmodell som beskriver detta (1p)

b) Gör ”grova” antaganden om hjulens höjd och storlek och geometri på bilen och kraftledning för att uppskatta storlekarna på elementen i kretsen (2p)

c) En människa tar på bilens tak. Antag att människokroppen approximeras som ett homogent rätblock med ledningsförmågan  $0.2S/m$ . Antag vidare att laddningen på bilens tak går mycket snabbt genom kroppen hur blir största strömmen som passerar genom kroppen. (2p)

d) Kommentera resultatets rimlighet och konsekvens (1p)

### Förståelsedel 6poäng

e) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?

	ja	?	nej
Elektrostatiken baseras på tre postulat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektrostatikens postulat kan ses som en delmängd av Maxwells ekvationer vid låga frekvenser.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Från Gauss lag följer att fältlinjer börjar på negativa laddningar och slutar på negativa laddningar .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Det elektrostatiska fältet är rotationsfritt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Coloumbs kraftlag uttrycker att kraften mellan två punktladdningar är proportionell mot var och en av punktladdningarnas storlek och inverst proportionell mot avståndet mellan punktladdningarna i kvadrat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

f) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga

	ja	?	nej
Potentialen i två punkter som inte har någon spänningsskillnad mellan sig är noll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Skillnad i elektrostatisk potential mellan två punkter är relaterad till den energi som krävs för att förflytta en laddning mellan punkterna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En kondensator som laddas upp får samma laddning men med olika tecken på de båda plattorna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Vatten har ett dipolmoment därför att väteatomerna drar till sig elektronerna mer än syreatomen.

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Spänning eller potentialskillnad är enligt definition skillnaden i potentiell energi.

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--	--------------------------	--------------------------	--------------------------

g) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?

	ja	?	nej
I ett trefassystem är effektivvärdet av spänningen mellan faserna 220 Volt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I ett trefassystem har typiskt två ledare	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jordfel i ett trefassystem sker typiskt när en nollledare kommer i kontakt med maskinhölje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I ett trefassystem är faserna 120 grader ur fas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Summan av de momentana spänningarna, i förhållande till jord, i ett trefassystem är noll	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Fråga 2

### Problemlösningsdel, 6poäng

- a) En cell kan i en första grov approximation modelleras som en läckande kondensator där de två plattorna på kondensatorn representerar vätskan inne i cellen respektive utanför cellen. Materialet mellan plattorna representerar lipiderna i cellväggen. Rita en bild av cellen och kretsmodellen och visa hur de hänger ihop. (1p)
- b) Gör rimliga antagande om cellens storlek, membranets tjocklek och spänningen över membranet för att beräkna resistansen och capacitansen över cellmembranet. För detta behövs ledningsförmågan  $\sigma=0.1$  S/m och  $\epsilon=10^6\epsilon_0$  för lipider vid 50 Hz. (2p)
- c) Beräkna den totala impedansen av cellmembranet. Hur stor blir strömmen genom cellmembranet (1p)
- d) Diskutera begränsningar i de erhållna resultaten. Hur skulle man kunna göra modellen bättre? (2p)

### Förståelsedel, 6poäng

**e) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?**

Vid härledningen av uttrycken för potential fördelningen från det komprimerade hjärtat använder man sig av rymdvinklar

ja ? nej

En okomprimerad hjärtmuskelcell ger inget bidrag till potentialen på bröstkorgen

Komprimeringen av hjärtat startar i sinusknutan

Under QRS komplexet komprimeras förmaken

T-vågen har att göra med kammrarnas depolarisering

**f) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga**

ja ? nej

Det tar runt 20ms för membranerna i förmaken att depolariseras

Bradykardi indikerar för hög puls (>100 slag/min)

Takykardi indikerar för låg puls (<50 slag/min)

Frekvensen av presynaptiska aktionspotentialer är viktigt för aktionspotentialen.

Aktionspotentialen i en nervcell beror på att spänningsstyrda jonkanaler öppnas

**g) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?**

ja ? nej

När man använder Matlab för att lösa kretsproblem formulerar man dem lämpligen som matrisekvationen  $I=UR$ .

Matlab kan användas både för nodanalys och maskanalys.

Matlabuttrycket  $Z=[2+j \ j; j \ 2]$  uttrycker impedansmatrisen för en krets med två maskor

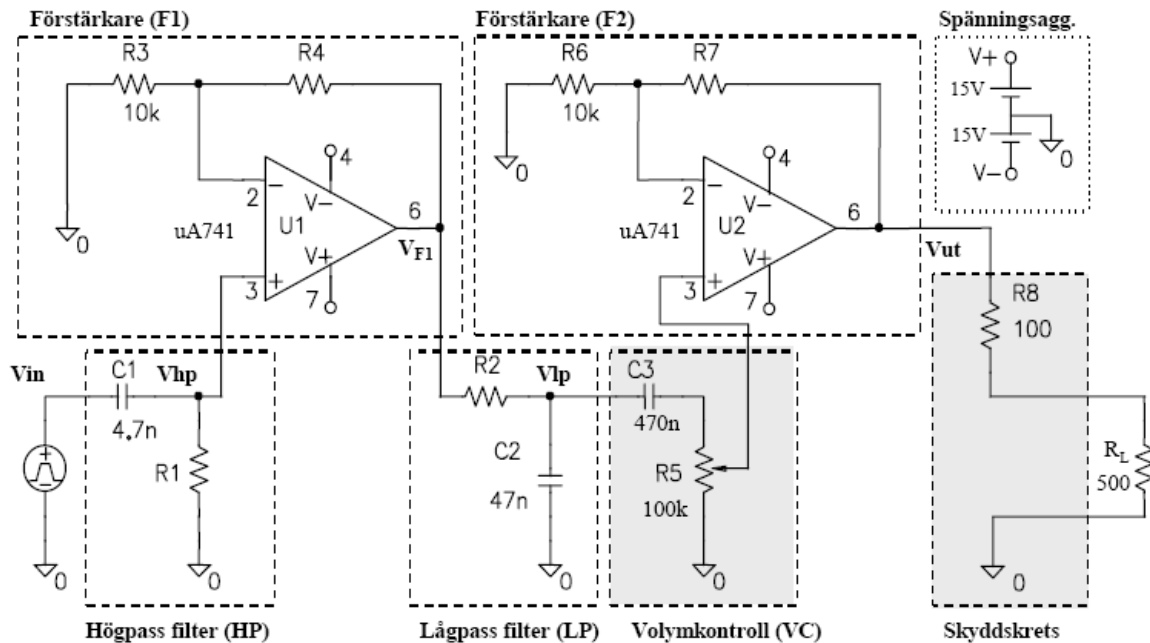
Anpassning vid likström ger att resistansen hos lasten skall vara samma som den inre resistansen hos spänningskällan.

Vid växelström kan man anpassa en induktiv last med hjälp av en kapacitans

### Fråga 3

#### a) Problemlösningsdel, 6poäng

Nedan är principskissen på en enkel hörapparat. På ingången till den första förstärkaren sitter ett högpasfilter på ingången till den andra förstärkaren sitter ett lågpasfileter. Bestäm resistanserna R1 och R2 så att hörapparaten får en undre- och övre gränshfrekvens på 100 Hz respektive 4 kHz. Vid räkningen på lågpasfiltret kan man anta att volymkontrollen har hög inimpedans.



Figur 2. Kretskonstruktion av en enkel hörapparat.

#### Förståelsedel 6poäng

##### b) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?

- |   | ja                       | ?                        | nej                      |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Diskreta tidssignaler t.ex. från en mätning, är definierade för alla tider under den tid som mätningen pågår.               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| För att få en diskret signal från en kontinuerlig signal för att t.ex. styra en process med en dator krävs en DA omvandlare | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Operationförstärkare används i mättat tillstånd i digitala voltmetrar   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Operationsförstärkare består bland annat av en massa transistorer   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Time division multiplexing används vid överföring av flera telefonsamtal på en ledning                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

##### c) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga

- |  | ja                       | ?                        | nej                      |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| $\exp(j\omega t)$ i komplex notation är samma som att multiplicera med 1.                                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Kirchhoffs strömlag bygger på laddningskonservering och gäller för komplex notation                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Kausala filter kan implementeras i realtidsapplikationer.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Filtret $y(n) = 3x(n-3) - x(n-1) + 2x(n-2) + x(n+1)$ är kausalt.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ett utväxande nervutskott, en så kallad neurit, kans styras att röra sig mot ena polen i ett magnetiskt fält | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

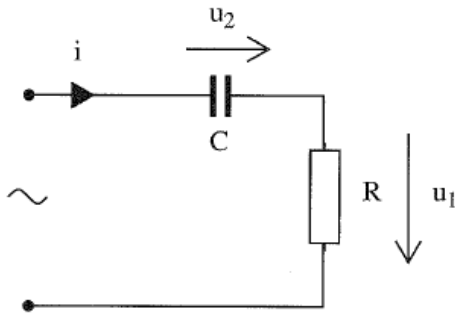
##### d) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?

- |   | ja                       | ?                        | nej                      |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Vid konstruktion av en benföranckrad hörapparat använder man ofta operationsförstärkare | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| I konstruktionen av en benföranckrad hörapparat kommer både låg och högpas filter in    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Till god approximation, vid rimliga volymer, är filtren i bilden ovan linjära.          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ett lågpasfilter används ofta för att ta bort 50Hz.                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Filtren i bilden ovan är exempel på analoga filter.                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

## Fråga 4

### a) Problemlösningsdel, 6poäng

Figur 10.7 visar en växelströmskrets.



Figur 10.7 Figuren visar en växelströmskrets som består av en resistor och en kondensator i serie.

Antag att strömmen  $i$  ges av

$$i = 0,050 \sin 100 \pi t \text{ A}$$

Resistorns resistans är  $100 \Omega$ . Kondensatorns impedans är  $200 \Omega$ . Då är

$$u_1 = R \cdot i = 5,0 \sin 100 \pi t \text{ V}$$

och

$$u_2 = \frac{1}{\omega C} \hat{i} \sin (100\pi t - \frac{\pi}{2}) = 10,0 \sin (100\pi t - \frac{\pi}{2}) \text{ V}$$

### Beräkna inspänningen och kapacitansen C

#### Förståelsedel 6poäng

##### b) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?

- En ampermeter kopplas parallellt med den komponent man vill mäta strömmen genom  ja  ?  nej
- En bra voltmeter bör ha hög resistans.  ja  ?  nej
- En bra ampermeter bör ha låg resistans.  ja  ?  nej
- En voltmeter ska kopplas parallellt över den komponent man vill mäta spänningen över.  ja  ?  nej
- En voltmeter med hög inimpedans och en amperemeter med låg inimpedans ger bästa resultat vid Resistansmätningar.  ja  ?  nej

##### c) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga

- Elektrookulogram är en metod för att mäta ögonrörelser mha uppmätta potentialer.  ja  ?  nej
- När man mäter EKG mäts också en 50 Hz signal upp som är starkare än hjärtats signal.  ja  ?  nej
- Med samma teknik som EKG kan man också mäta potentialen över en muskel  ja  ?  nej
- EKG mätningar används också för att mäta hjärnaktiviteten  ja  ?  nej
- Skillnaden mellan den övre gränshfrekvensen och den undre gränshfrekvensen är bandbredden  ja  ?  nej

##### d) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?

- Inimpedans är ett värde som ingår i specifikationen för en förstärkare  ja  ?  nej
- Hjärtats elektriska aktivitet kan modelleras med en elektrisk laddning vars styrka ändras i tiden.  ja  ?  nej

Elektrokardiografi bygger på att man mäter spänningen som funktion av tiden mellan olika punkter på kroppen.

Brytfrekvens definieras som den frekvens där amplitudförstärkningen sjunkit med faktorn 1/2 från sitt maximala värde

43 kHz är ett lämpligt värde som övre brytfrekvens för en hörapparat

## Fråga 5

### Problemlösningsdel, 6poäng

- a) Beskriv principen för traditionell datortomografi (CT) (1p)
- b) Beskriv principen för Magnetrontgen (MRI) (1p)
- c) Beskriv principen för Positronkamera (PET) (1p)
- d) Beskriv principen för Emissionsdatortomografi (SPECT) (1p)
- e) Beskriv principen för Mikrovågstomografi (1p)
- f) Beskriv principen för Radontransformen (1p)

### Förståelsedel 6poäng

#### g) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?

	ja	?	nej
Intensiteten hos en röntgenstråle avtar på sin väg genom kroppen .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vid PET scanning utnyttjas att en electron sönderfaller i en elektron och en foton.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vid bildrekonstruktion av tomografiska bilder är det nödvändigt att filtrera bort höga frekvenskomponenter i bilden för att öka bildkvaliteten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CT lämpar sig bättre att avbilda mjuka delar i kroppen än MRI.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I ultraljudsavbildning tar man vanligen hänsyn till att ljudhastigheten kan vara olika i olika organ.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### h) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga

	ja	?	nej
Elektrookulogram är en metod för att mäta ögonrörelser mha uppmätta potentialer.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
När man mäter EKG mäts också en 50 Hz signal upp som är starkare än hjärtats signal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Med samma teknik som EKG kan man också mäta potentialen över en muskel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EKG mätningar används också för att mäta hjärnaktiviteten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Skillnaden mellan den övre gränsfrekvensen och den undre gränsfrekvensen är bandbredden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### i) Vilket eller vilka (om något) av följande påståenden är riktiga?

	ja	?	nej
En amperemeter kopplas parallellt med den komponent man vill mäta strömmen genom	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En bra voltmeter bör ha låg resistans.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En bra amperemeter bör ha hög resistans.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En voltmeter ska kopplas parallellt över den komponent man vill mäta spänningen över.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En voltmeter med hög inimpedans och en amperemeter med låg inimpedans ger bästa resultat vid resistansmätningar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>