

Examensdatum: 1 Juni 2021 kl. 08.30-12.30

[SV] Hjälpmedel: Du kan använda valfritt hjälpmedel för tentamen. Du får dock inte arbeta med andra människor.

Bedömning: En korrekt och välmotiverad lösning med ett tydligt angivet svar ger full poäng.

Betygsgränser (6 uppgifter om vardera 2.5-3.5 poäng).

Poäng	0-7.5	8-11	11.5-14.5	15-18
Betyg	U	3	4	5

Betyg rundas uppåt till närmaste halvpoäng.

Lösningar: Du måste ladda upp dina lösningar på den sista frågan av tentamen som en enda PDF.

[EN] Aid material: You can use any aid material for the exam. However, you may not work with other people.

Grading: A correct and well-motivated solution with a clearly stated answer gives full points.

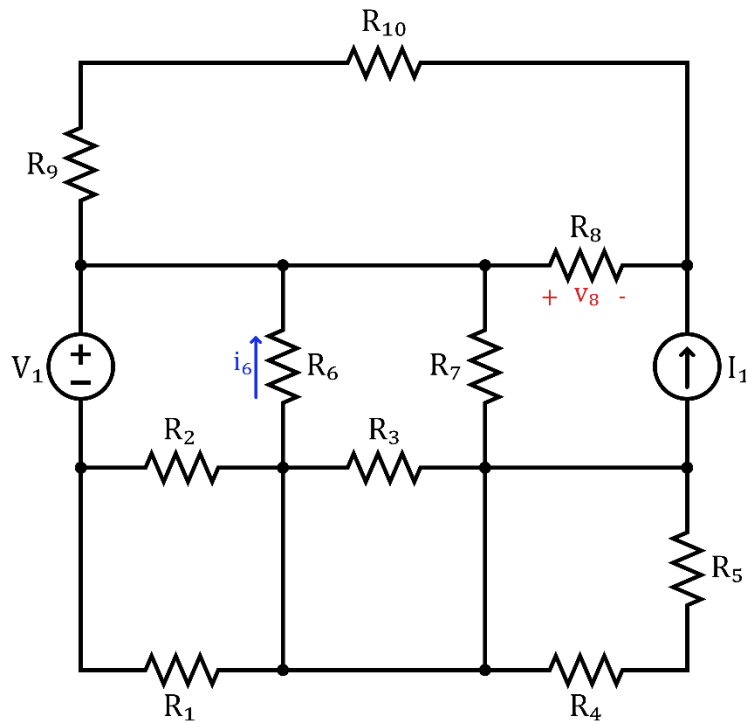
Grading limits (6 questions, each for 2.5-3.5 points).

Points	0-7.5	8-11	11.5-14.5	15-18
Grade	U	3	4	5

Grades are rounded up to the nearest half point.

Solutions: You must upload your solutions to the last question of the exam as a single PDF.

Question 1.1: DC circuit analysis (3p)



V_1	I_1	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7	R_8	R_9	R_{10}
12 V	4 mA	910 Ω	1.3 k Ω	75 Ω	68 Ω	62 Ω	4.3 k Ω	3.3 k Ω	2.7 k Ω	2.2 k Ω	2.4 k Ω

[SV] Tänk på likströmskretsen ovan.

- Vilka resistanser förbrukar ingen energi? (0,5p)
- Beräkna i_6 (1p)
- Beräkna v_8 (1p)
- Beräkna den totala kraften som levereras av källorna i kretsen (0,5p)

[EN] Consider the DC circuit above.

- Which resistors do not consume any power? (0.5p)
- Calculate i_6 (1p)
- Calculate v_8 (1p)
- Calculate the total power supplied by the sources in this circuit (0.5p)

Question 2.1: Thévenin & Norton Equivalents (3p)

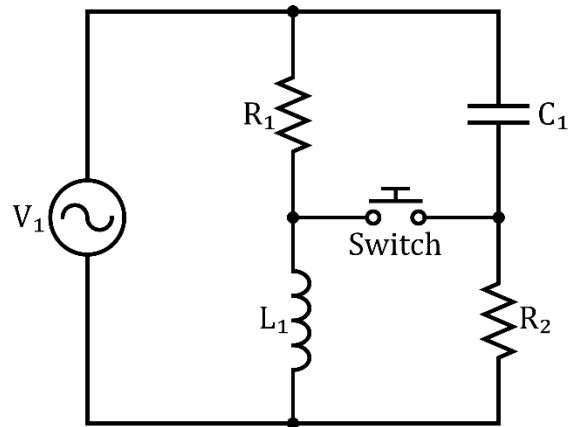
[SV] Med samma krets som Fråga 1:

- Rita motsvarande Thévenin och Norton kretsar, med R_{10} som lastresistans (2,5p)
- Beräkna energiförbrukning på R_{10} (0,5p)

[EN] Using the same circuit as Question 1:

- Draw the Thévenin and Norton equivalent circuits, considering R_{10} as the load resistor (2.5p)
- Calculate the power consumed by R_{10} (0.5p)

Question 3.1: AC Circuit Analysis (3p)



V_1	R_1	R_2	C_1	L_1
$7.1\sin(24 \times 10^3 t) \text{ V}$	730Ω	770Ω	150 nF	5.1 mH

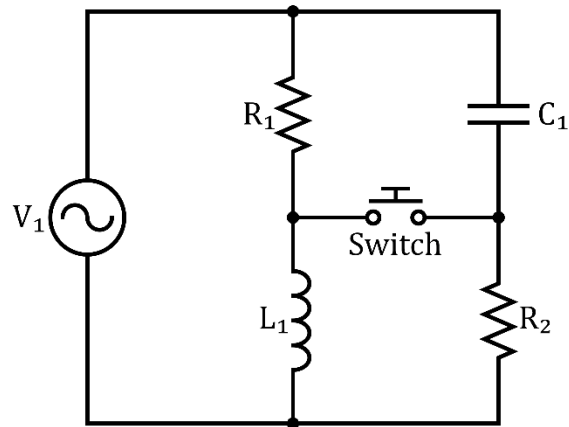
[SV] En AC-krets visas ovan.

- Beräkna kretsens ekvivalenta impedans i fasnotation med strömbrytaren öppen (0,5p)
- Beräkna kretsens ekvivalenta impedans i fasnotation med strömbrytaren stängd (0,5p)
- Vad är skillnaden i total uppenbar strömförbrukning mellan (a) och (b)? (1p)
- Rita fasdiagrammen för spänning och ström för L_1 med strömbrytaren öppen (1p)

[EN] An AC circuit is shown above.

- Calculate the equivalent impedance of the circuit in phasor notation with the switch open (0.5p)
- Calculate the equivalent impedance with the switch closed (0.5p)
- What is the difference in total apparent power consumption between (a) and (b) (1p)
- Draw the phasor diagrams for voltage and current for L_1 with the switch open (1p)

Question 3.2: AC Circuit Analysis (3p)



V_1	R_1	R_2	C_1	L_1
$500\sin(12 \times 10^3 t)$ mV	2.7Ω	3.9Ω	$220 \mu\text{F}$	$87 \mu\text{H}$

[SV] En AC-krets visas ovan.

- Beräkna kretsens ekvivalenta impedans i fasnotation med strömbrytaren öppen (0,5p)
- Beräkna kretsens ekvivalenta impedans i fasnotation med strömbrytaren stängd (0,5p)
- Vad är skillnaden i total uppenbar strömförbrukning mellan (a) och (b)? (1p)
- Rita fasdiagrammen för spänning och ström för L_1 med strömbrytaren öppen (1p)

[EN] An AC circuit is shown above.

- Calculate the equivalent impedance of the circuit in phasor notation with the switch open (0.5p)
- Calculate the equivalent impedance with the switch closed (0.5p)
- What is the difference in total apparent power consumption between (a) and (b) (1p)
- Draw the phasor diagrams for voltage and current for L_1 with the switch open (1p)

Question 4.1: AC Circuit Power Ratio (2.5p)

[SV] En byggnad med en 220V, 50Hz växelströmskälla behöver 45kW kraft. Under en inspektion befanns byggnaden ha en effektfaktor på 75% på grund av induktiva effekter.

- Vad är effektvinkel av den elektriska belastningen? (0,5p)
- Vad är motsvarande impedans för byggnadens elektriska belastning? (1p)
- Du måste förbättra effektfaktorn till 95%. Vilken kapacitans måste användas för att uppnå denna nya effektfaktor? (1p)

[EN] A building with a 220V, 50Hz AC power source requires 45kW of power. During an inspection, the building was found to have a power factor of 75% due to inductive effects.

- What is the power angle of the electrical load? (0.5p)
- What is the equivalent impedance of the building's electrical load? (1p)
- You are tasked with improving the power factor to 95%. What capacitance must be used to achieve this new power factor? (1p)

Question 4.2: AC Circuit Power Ratio (2.5p)

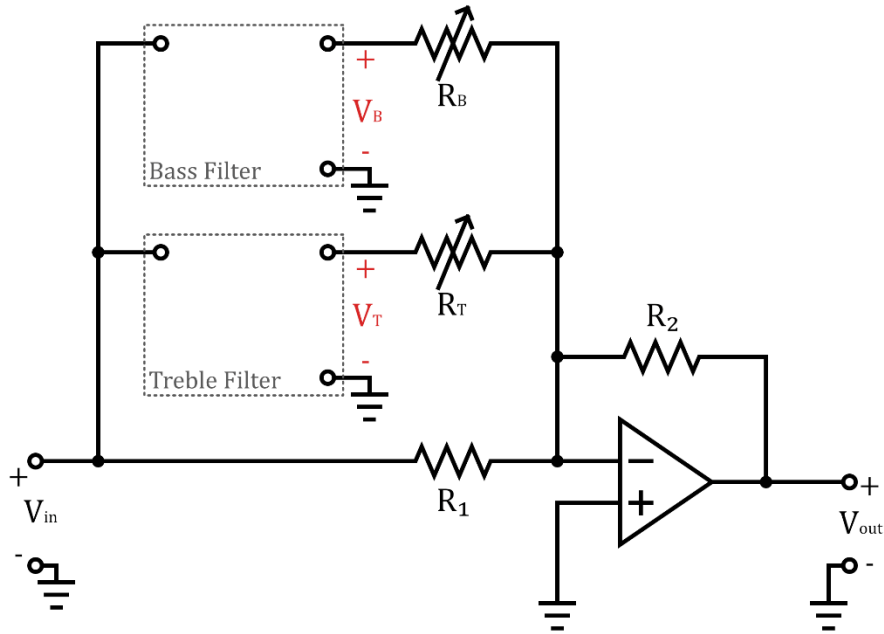
[SV] En byggnad med en 120V, 60Hz växelströmskälla behöver 55kW kraft. Under en inspektion befanns byggnaden ha en effektfaktor på 70% på grund av induktiva effekter.

- Vad är effektvinkel av den elektriska belastningen? (0,5p)
- Vad är motsvarande impedans för byggnadens elektriska belastning? (1p)
- Du måste förbättra effektfaktorn till 90%. Vilken kapacitans måste användas för att uppnå denna nya effektfaktor? (1p)

[EN] A building with a 120V, 60Hz AC power source requires 55kW of power. During an inspection, the building was found to have a power factor of 70% due to inductive effects.

- What is the power angle of the electrical load? (0.5p)
- What is the equivalent impedance of the building's electrical load? (1p)
- You are tasked with improving the power factor to 90%. What capacitance must be used to achieve this new power factor? (1p)

Question 5.1: Filters and Op-Amps (3p)



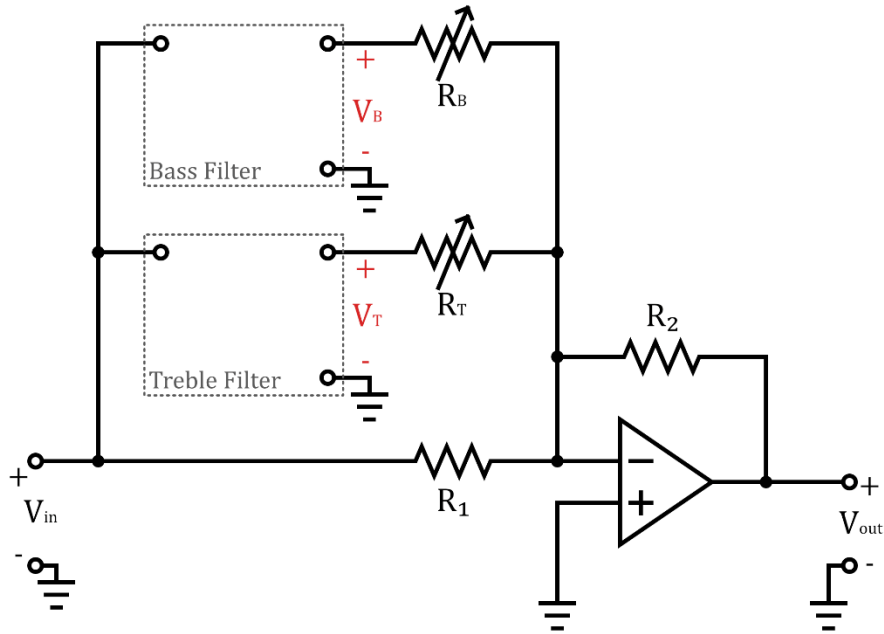
[SV] Du utvecklar en ljudkrets för en gitarr. Kretsen ökar bas- och trebletoner med hjälp av trimpottar (justerbara motstånd R_B och R_T) och förstärker utgången.

- För basfiltret, designa ett första ordningen passivfilter för att isolera signaler under 30Hz. Du får bara använda motstånd och $9.1\mu\text{F}$ kondensatorer (1p)
- För treblefiltret, designa ett första ordningen passivfilter för att isolera signaler över 18kHz. Du får bara använda motstånd och motstånd och 17nF kondensatorer (1p)
- Bestäm ekvationen för V_{out} i termer av V_{in} , V_B , V_T , och motstånd R (1p)

[EN] You are developing an audio circuit for a guitar. The circuit boosts bass and treble tones using trimpots (adjustable resistors R_B and R_T) and amplifies the output.

- For the bass filter, design a first order passive filter to isolate signals below 30Hz using only resistors and $9.1\mu\text{F}$ capacitors (1p)
- For the treble filter, design a first order passive filter to isolate signals above 18kHz using only resistors and 17nF capacitors (1p)
- Determine the equation for V_{out} in terms of V_{in} , V_B , V_T , and resistors R (1p)

Question 5.2: Filters and Op-Amps (3p)



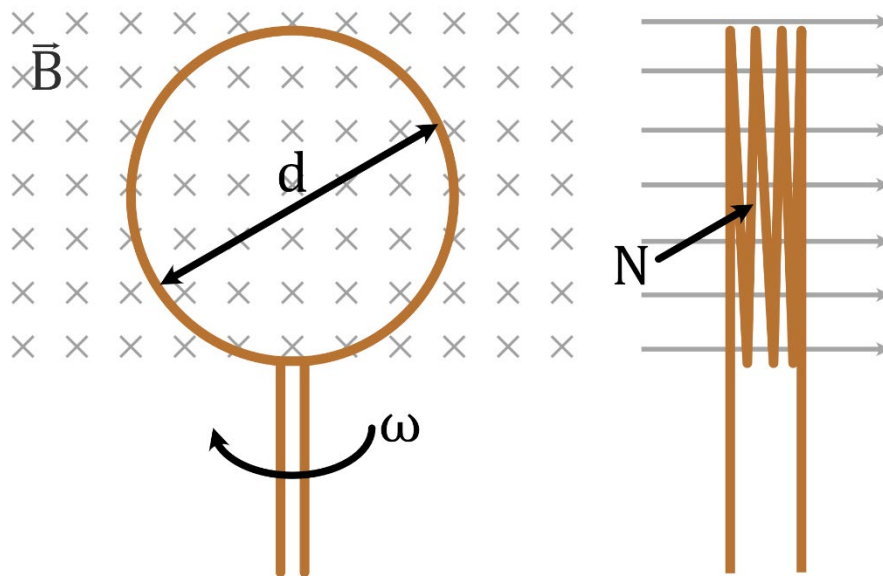
[SV] Du utvecklar en ljudkrets för en gitarr. Kretsen ökar bas- och trebletonerna med hjälp av trimpottar (justerbara motstånd R_B och R_T) och förstärker utgången.

- För basfiltret, designa ett första ordningen passivfilter för att isolera signaler under 40Hz. Du får bara använda motstånd och motstånd och $6.2\mu\text{F}$ kondensatorer (1p)
- För treblefiltret, designa ett första ordningen passivfilter för att isolera signaler över 22kHz. Du får bara använda motstånd och 33nF kondensatorer (1p)
- Bestäm ekvationen för V_{out} i termer av V_{in} , V_B , V_T , och motstånd R (1p)

[EN] You are developing an audio circuit for a guitar. The circuit boosts bass and treble tones using trimpots (adjustable resistors R_B and R_T) and amplifies the output.

- For the bass filter, design a first order passive filter to isolate signals below 40Hz using only resistors and $6.2\mu\text{F}$ capacitors (1p)
- For the treble filter, design a first order passive filter to isolate signals above 22kHz using only resistors and 33nF capacitors (1p)
- Determine the equation for V_{out} in terms of V_{in} , V_B , V_T , and resistors R (1p)

Question 6.1: Magnetic fields (3.5p)



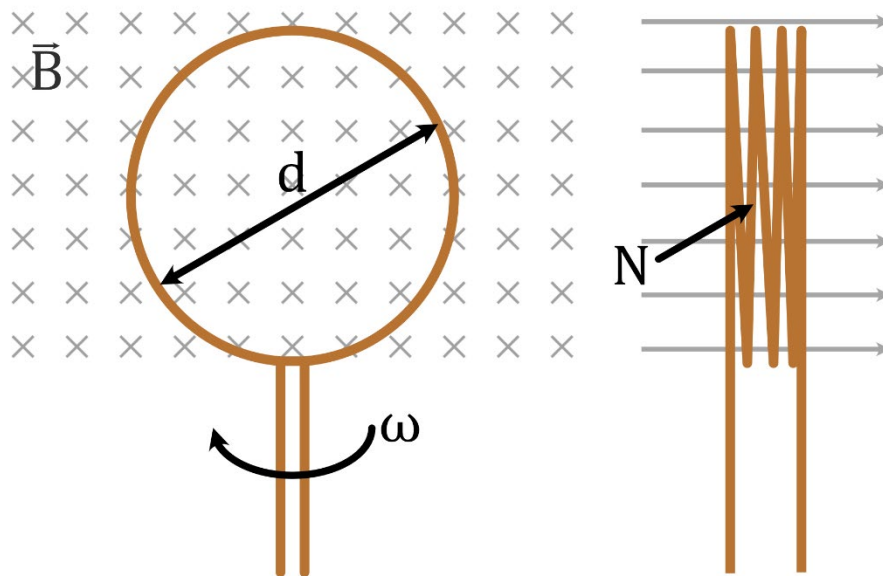
[SV] Ett vindkraftverk genererar elektricitet genom att rotera slingor av koppartrådar inom ett magnetfält, vilket inducerar en ström i ledningen. Tänk på koppartråd med tvärsnittsarea $A_{\text{wire}} = 0.01\text{m}^2$ och resistivitet $\rho_{\text{copper}} = 16.8 \times 10^{-9} \Omega \cdot \text{m}$, lindad i N öglor med en diameter $d = 1\text{m}$, inom ett magnetfält $\vec{B} = 10\text{mT}$ och anslutet till en vindkraftväxellåda som roterar med 800 varv per minut (obs: $\omega \neq \text{rpm}$)

- Vad är det magnetiska flödet genom ringen, som en funktion av tiden? (1p)
- Vad är strömmen som drivs genom en enda trådslinga, som en funktion av tiden? (1p)
- Hur många trådslingor krävs för att generera en effekt på 1 MW RMS? (1,5p)
(ledtråd: det totala motståndet beror på antalet trådslingor)

[EN] A wind turbine generates electricity by rotating loops of copper wires within a magnetic field, inducing a current within the wire. Consider copper wire with cross-sectional area $A_{\text{wire}} = 0.01\text{m}^2$ and resistivity $\rho_{\text{copper}} = 16.8 \times 10^{-9} \Omega \cdot \text{m}$, coiled into N loops with a diameter $d = 1\text{m}$, within a magnetic field $\vec{B} = 10\text{mT}$ and connected to a wind turbine gearbox rotating at 800 revolutions per minute. (note: $\omega \neq \text{rpm}$)

- What is the magnetic flux through the ring, as a function of time? (1p)
- What is the current driven through a single loop of wire, as a function of time? (1p)
- How many wire loops are required to generate a power output of 1MW RMS? (1.5p)
(hint: the total resistance depends on the number of wire loops)

Question 6.2: Magnetic fields (3.5p)



[SV] Ett vindkraftverk genererar elektricitet genom att rotera slingor av koppartrådar inom ett magnetfält, vilket inducerar en ström i ledningen. Tänk på koppartråd med tvärsnittsarea $A_{\text{wire}} = 0.008\text{m}^2$ och resistivitet $\rho_{\text{copper}} = 16.8 \times 10^{-9} \Omega \cdot \text{m}$, lindad i N öglor med en diameter $d = 1.3\text{m}$, inom ett magnetfält $\vec{B} = 7.5\text{mT}$ och anslutet till en vindkraftväxellåda som roterar med 600 varv per minut (obs: $\omega \neq \text{rpm}$)

- Vad är det magnetiska flödet genom ringen, som en funktion av tiden? (1p)
- Vad är strömmen som drivs genom en enda trådslinga, som en funktion av tiden? (1p)
- Hur många trådslingor krävs för att generera en effekt på 1 MW RMS? (1,5p)
(ledtråd: det totala motståndet beror på antalet trådslingor)

[EN] A wind turbine generates electricity by rotating loops of copper wires within a magnetic field, inducing a current within the wire. Consider copper wire with cross-sectional area $A_{\text{wire}} = 0.008\text{m}^2$ and resistivity $\rho_{\text{copper}} = 16.8 \times 10^{-9} \Omega \cdot \text{m}$, coiled into N loops with a diameter $d = 1.3\text{m}$, within a magnetic field $\vec{B} = 7.5\text{mT}$ and connected to a wind turbine gearbox rotating at 600 revolutions per minute. (note: $\omega \neq \text{rpm}$)

- What is the magnetic flux through the ring, as a function of time? (1p)
- What is the current driven through a single loop of wire, as a function of time? (1p)
- How many wire loops are required to generate a power output of 1MW RMS? (1.5p)
(hint: the total resistance depends on the number of wire loops)