

Examensdatum: 02 Juni 2020 kl. 08:30-12:30

[SV] Hjälpmedel: Du kan använda valfritt hjälpmedel för tentamen. Du kan 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 2-4 poäng).

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

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

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

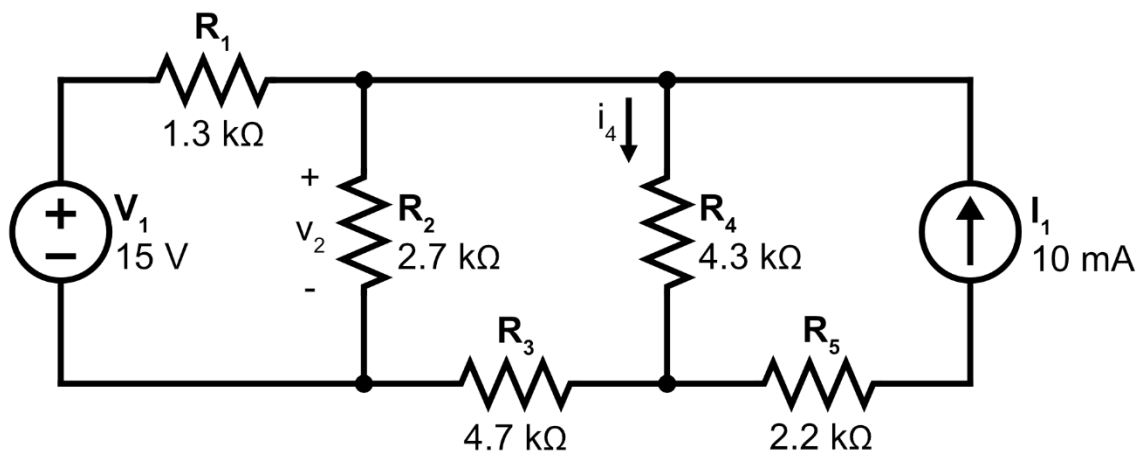
Grading: A correct and well-motivated solution with a clearly stated answer gives full points.

Grading limits (6 questions, each for 2-4 points).

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

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

Question 1.1: DC circuit analysis (2.5p)



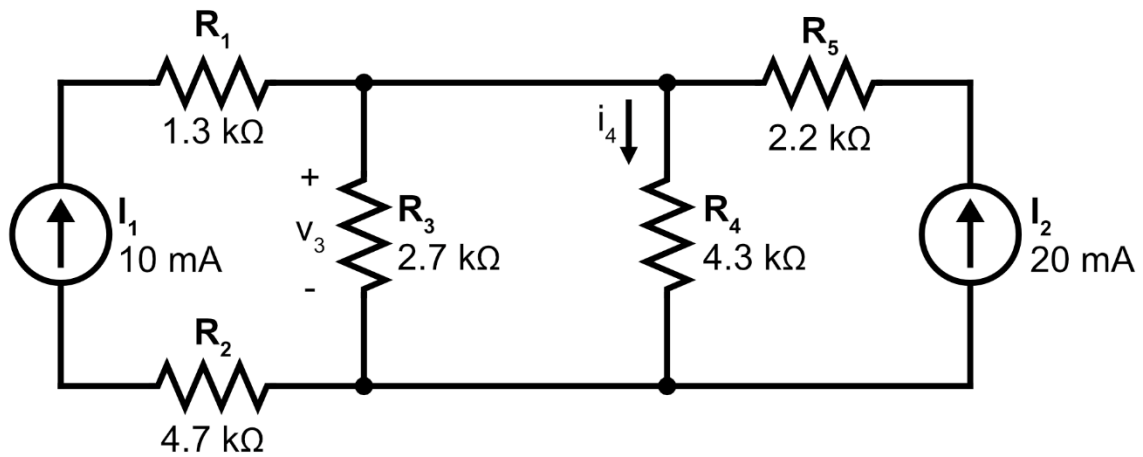
[SV] För likströmskretsen ovan, beräkna:

- a) v_2 (0,5p)
- b) i_4 (0,5p)
- c) Energiförbrukning i hela kretsen (1,5p)

[EN] For the circuit above, calculate:

- a) v_2 (0.5p)
- b) i_4 (0.5p)
- c) Power consumption in the entire circuit (1.5p)

Question 1.2: DC circuit analysis (2.5p)



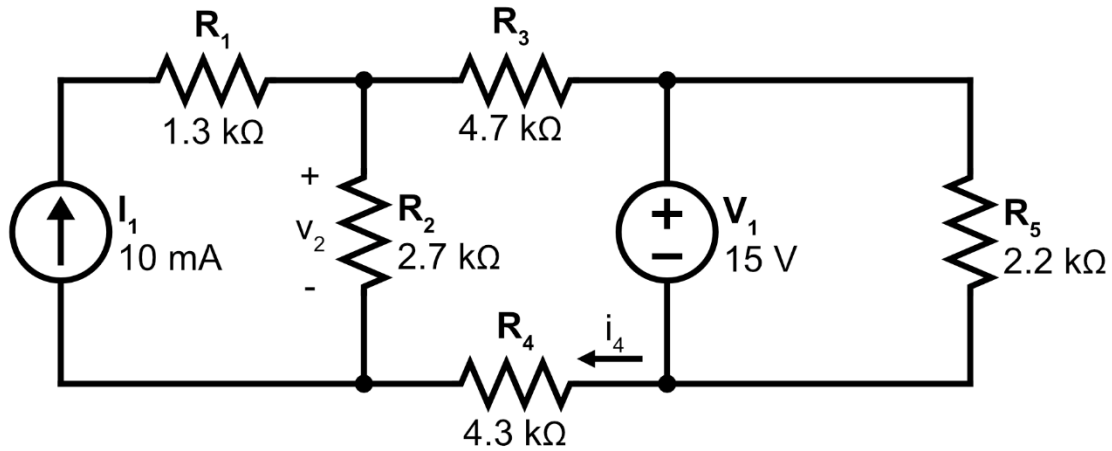
[SV] För likströmskretsen ovan, beräkna:

- a) v_3 (0,5p)
- b) i_4 (0,5p)
- c) Energiförbrukning i hela kretsen (1,5p)

[EN] For the circuit above, calculate:

- a) v_3 (0.5p)
- b) i_4 (0.5p)
- c) Power consumption in the entire circuit (1.5p)

Question 1.3: DC circuit analysis (2.5p)



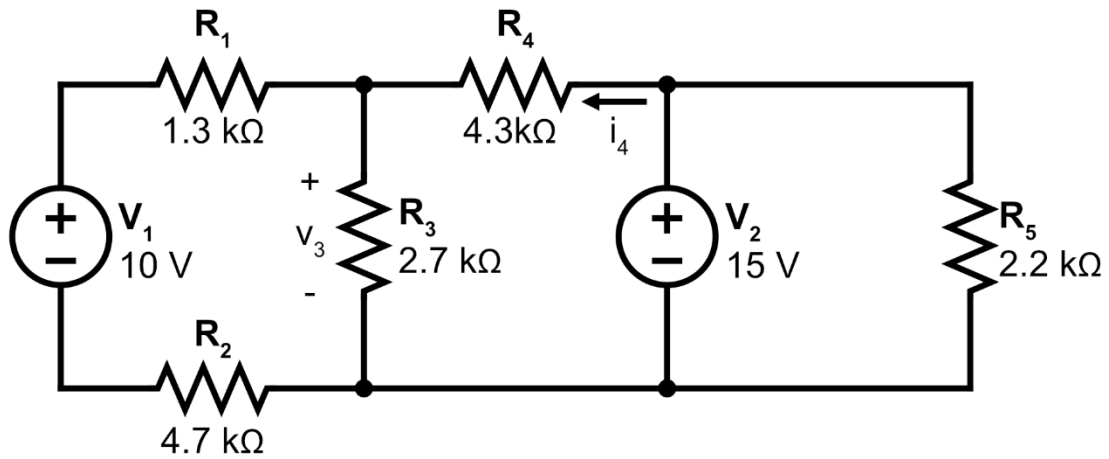
[SV] För likströmskretsen ovan, beräkna:

- a) v_2 (0,5p)
- b) i_4 (0,5p)
- c) Energiförbrukning i hela kretsen (1,5p)

[EN] For the circuit above, calculate:

- a) v_2 (0.5p)
- b) i_4 (0.5p)
- c) Power consumption in the entire circuit (1.5p)

Question 1.4: DC circuit analysis (2.5p)



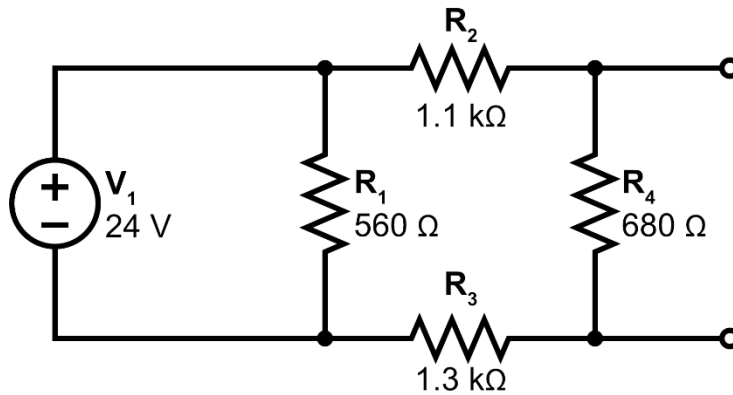
[SV] För likströmskretsen ovan, beräkna:

- d) v_3 (0,5p)
- e) i_4 (0,5p)
- f) Energiförbrukning i hela kretsen (1,5p)

[EN] For the circuit above, calculate:

- d) v_3 (0.5p)
- e) i_4 (0.5p)
- f) Power consumption in the entire circuit (1.5p)

Question 2.1: Thévenin & Norton Equivalents (3p)

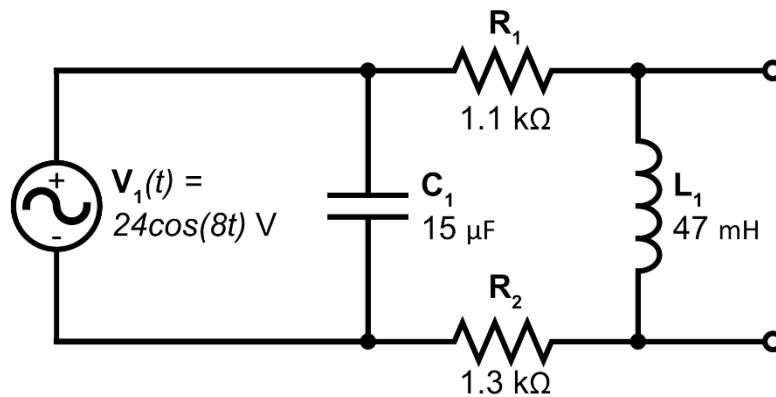


[SV] En likströmskrets i form av en tvåpol visas ovan

- Ta fram Thévenins spänning, Nortons ström, och ekvivalenta resistans för denna krets (1p)
- Vilken lastresistans R_L mellan polerna resulterar i maximal effektutveckling? Vilken är den maximala effekten denna krets kan producera? (0,5p)

[EN] A DC circuit with two output leads is shown above

- Calculate the Thévenin voltage, Norton current, and equivalent resistance for this circuit (1p)
- What load R_L across the open leads results in the maximal power output from this circuit? What is the maximum power this circuit can deliver? (0.5p)



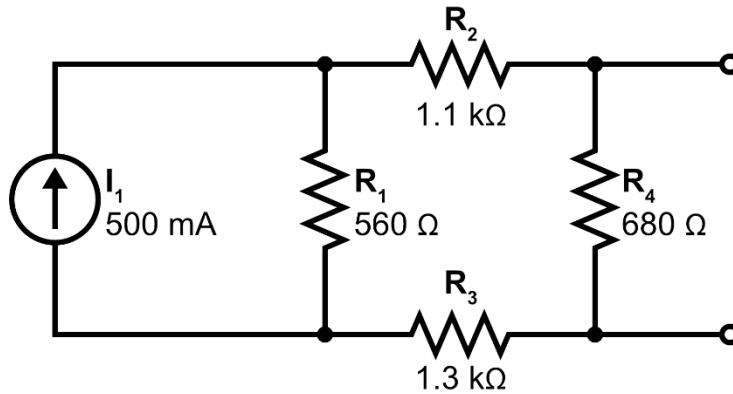
[SV] Två resistanserna ersätts med en kondensator och en induktor, och likströmskällan ersätts med en växelströmskälla.

- Ta fram Thévenins spänning, Nortons ström, och ekvivalenta resistans för denna krets (1p)
- Vilken lastimpedansen Z_L mellan polerna resulterar i maximal verklig effektutveckling? Vilken är den maximala riktiga effekten denna krets kan producera? (0,5p)

[EN] Two resistors are replaced with a capacitor and an inductor, and the DC source has been replaced with an AC source.

- Calculate the Thévenin voltage, Norton current, and equivalent impedance for this circuit (1p)
- What load Z_L across the open leads results in the maximal real power output from this circuit? What is the maximum real power this circuit can deliver? (0.5p)

Question 2.2: Thévenin & Norton Equivalents (3p)

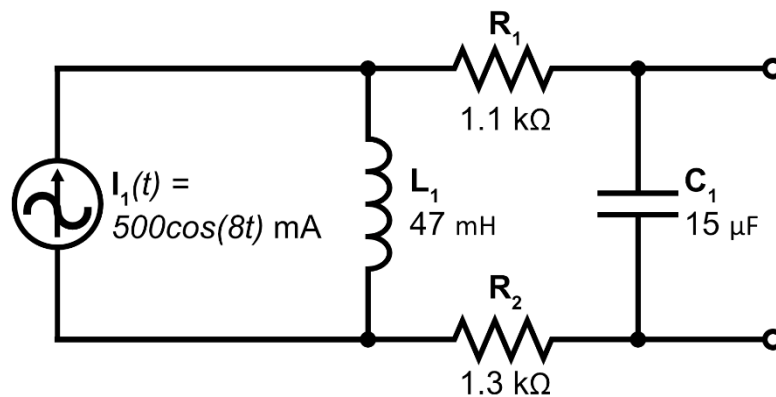


[SV] En likströmskrets i form av en tvåpol visas ovan

- Ta fram Thévenins spänning, Nortons ström, och ekvivalenta resistans för denna krets (1p)
- Vilken lastresistans R_L mellan polerna resulterar i maximal effektutveckling? Vilken är den maximala effekten denna krets kan producera? (0,5p)

[EN] A DC circuit with two output leads is shown above

- Calculate the Thévenin voltage, Norton current, and equivalent resistance for this circuit (1p)
- What load R_L across the open leads results in the maximal power output from this circuit? What is the maximum power this circuit can deliver? (0.5p)



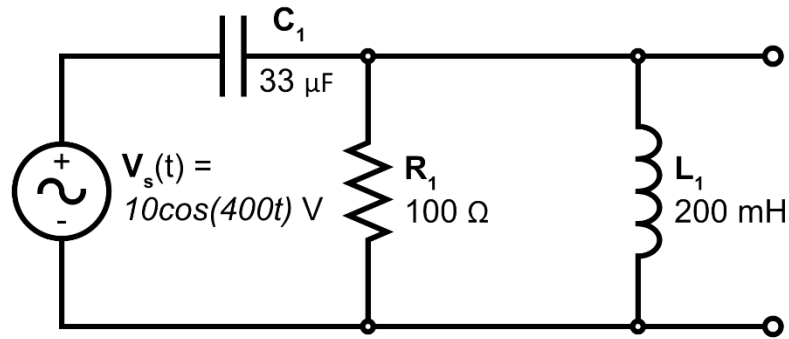
[SV] Två resistanserna ersätts med en kondensator och en induktor, och likströmskällan ersätts med en växelströmskälla.

- Ta fram Thévenins spänning, Nortons ström, och ekvivalenta impedans för denna krets (1p)
- Vilken lastimpedansen Z_L mellan polerna resulterar i maximal verklig effektutveckling? Vilken är den maximala riktiga effekten denna krets kan producera? (0,5p)

[EN] Two resistors are replaced with a capacitor and an inductor, and the DC source has been replaced with an AC source.

- Calculate the Thévenin voltage, Norton current, and equivalent impedance for this circuit (1p)
- What load Z_L across the open leads results in the maximal real power output from this circuit? What is the maximum real power this circuit can deliver? (0.5p)

Question 3.1: AC Circuit Analysis (2.5p)



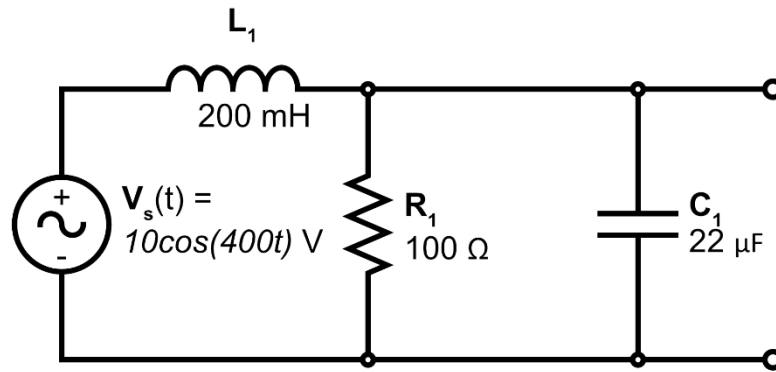
[SV] En växelströmskrets visas ovan

- Beräkna ekvivalenta impedansen i fasvektor notation (0,5p)
- Beräkna utgångsspänningen i fasvektor notation (0,5p)
- Rita fasordiagrammen för ingångsspänningen och utgångsspänningen (0,5p)
- Vilken kapacitans C_1 kommer att resultera i en resonanskrets? (1p)

[EN] An AC circuit is shown above.

- Calculate the equivalent impedance in phasor notation (0.5p)
- Calculate output voltage in phasor notation (0.5p)
- Plot the phasor diagrams for the input voltage and output voltage (0.5p)
- What capacitance C_1 will result in a resonant circuit? (1p)

Question 3.2: AC Circuit Analysis (2.5p)



[SV] En växelströmskrets visas ovan

- Beräkna ekvivalenta impedansen i fasvektor notation (0,5p)
- Beräkna utgångsspänningen i fasvektor notation (0,5p)
- Rita fasordiagrammen för ingångsspänningen och utgångsspänningen (0,5p)
- Vilken induktans L_1 kommer att resultera i en resonanskrets? (1p)

[EN] An AC circuit is shown above.

- Calculate the equivalent impedance in phasor notation (0.5p)
- Calculate output voltage in phasor notation (0.5p)
- Plot the phasor diagrams for the input voltage and output voltage (0.5p)
- What inductance L_1 will result in a resonant circuit? (1p)

Question 4: Filters and Transfer Functions (3.5p)

[SV] Du utvecklar ett filter för röstinspelning. Detta filter måste isolera signaler i röstbandet (300 - 3400 Hz) och avvisa andra signaler.

- Designa ett första ordens filter enligt dessa specifikationer med bara 0,22 μF kondensatorer och resistanserna från 20 Ω – 20 k Ω . Använd röstbandets gränser som avstängningsfrekvenser. (1p)
- Vilken typ av filter är det här? (0,5p)
- Rita Bode-diagrammet och fasdiagrammet för filtret. (1p)

[EN] You are developing a filter for a vocal recording. This filter must isolate signals within the voice band (300 – 3400 Hz) and reject other signals.

- Design a first-order filter to these specifications using only 0.22 μF capacitors and resistors ranging from 20 Ω – 20 k Ω . Use the limits of the voice band as your cutoff frequencies. (1p)
- What type of filter is this? Is this an active or a passive filter? (0.5p)
- Plot the Bode plot and Phase plot of your filter (1p)

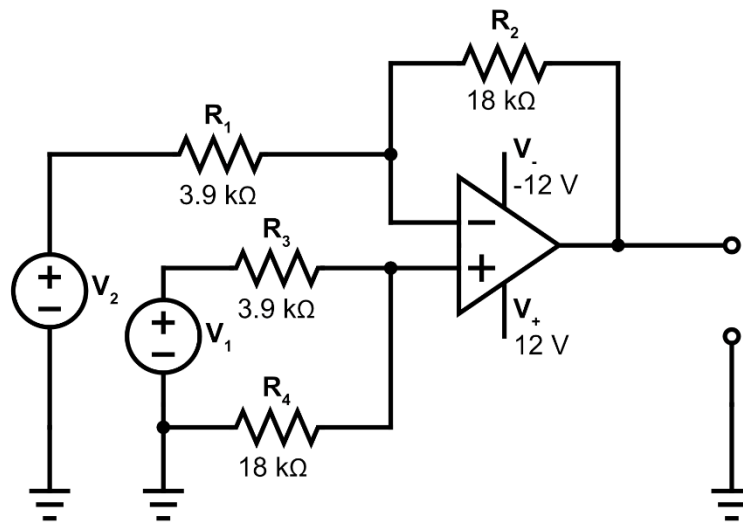
[SV] Du måste nu utveckla ett liknande filter med strängare toleranser.

- Designa ett andra ordens filter enligt dessa specifikationer med bara 0,22 μF kondensatorer och resistanserna från 20 Ω – 20 k Ω . Använd röstbandets gränser som avstängningsfrekvenser. (0,5p)
- Rita Bode-diagrammet och fasdiagrammet för filtret. (0,5p)

[EN] You have now been asked to develop a similar filter with tighter frequency tolerances

- Design a second-order filter to these specifications using only 0.22 μF capacitors and resistors ranging from 20 Ω – 20 k Ω . Use the limits of the voice band as your cutoff frequencies. (0.5p)
- Plot the Bode plot and Phase plot of your filter (0.5p)

Question 5: Op-Amps (3p)



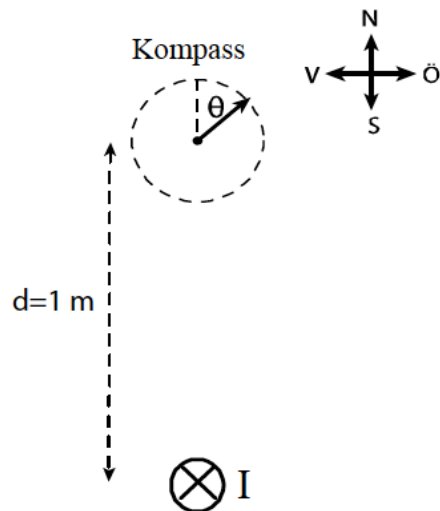
[SV] En krets med en operationsförstärkare visas ovan.

- Beräkna förstärkningen (0,5p)
- Vad är den maximala skillnaden mellan V_1 och V_2 som denna operationsförstärkare kan passera utan mättnad? (1p)
- Rita utgångsspänningen när $V_1 = 5 \sin(200\pi t)$ V och $V_2 = 5$ V (1p)
- Istället för att vara en idealisk operationsförstärkare med oändligt resistans har denna operationsförstärkare en resistans $R_{OA} = 50k\Omega$ mellan ingångsterminalerna. Ökar eller minskar förstärkningen av denna förstärkare? (0,5p)

[EN] A circuit with an operational amplifier is shown above.

- Calculate the amplifier gain (0.5p)
- What is the maximum difference between V_1 and V_2 that this op-amp can pass through without saturation? (1p)
- Plot the output for $V_1 = 5 \sin(200\pi t)$ V and $V_2 = 5$ V (1p)
- Instead of an ideal Op-Amp with infinite resistance, this Op-Amp has a resistance between the input terminals of $R_{OA} = 50k\Omega$. Does the gain of this amplifier increase or decrease? (0.5p)

Question 6: Magnetic Fields (3p)



[SV] Genom en lång rak koppartråd flyter en viss ström I . För att avgöra strömstyrkan placeras en liten kompass rakt norr om tråden. På grund av magnetfältet kring koppartråden pekar inte kompassen mot norr som den borde. Då avståndet från tråden till kompassen är $d = 1 \text{ m}$ pekar kompassen istället åt NÖ ($\theta = 45^\circ$).

Anta att det jordmagnetiska fältet riktar mot norr med magnetiska fältstyrkan $B = 50 \cdot 10^6 \text{ T}$.

- Beräkna magnetiska fältstyrkan alstras av strömmen på läget var kompassen placeras. Glöm inte att sketcha magnet-fallinjerna i närheten av koppartråden (1p)
- Hur stor är strömmen, I , genom koppartråden? (2p)

[EN] Through a long straight copper wire flows a current I . To determine the current, a small compass is placed north of the wire. Due to the magnetic field around the copper wire, the compass does not point north as it should. When the distance from the thread to the compass is $d = 1 \text{ m}$, the compass points instead to NE ($\theta = 45^\circ$).

Suppose the earth's magnetic field faces north with magnetic field strength $B = 50 \cdot 10^6 \text{ T}$.

- Calculate the magnetic field strength generated by the current at the position where the compass is placed. Don't forget to sketch the magnetic drop lines near the copper wire (1p)
- What is the current, I , through the copper wire? (2p)