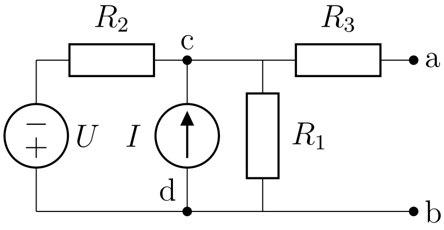
KS i Elkretsanalys för 120127 kap 1-5, kl 8-10

Hjälpmedel: Papper och penna. **Endast en** uppgift per blad. Examinator: Lars Jonsson

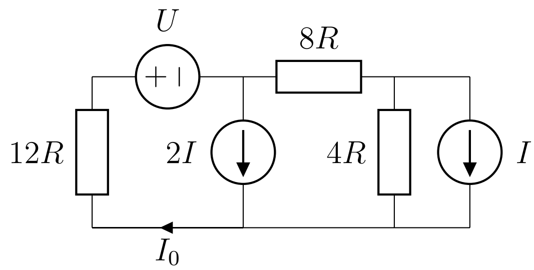
---

1) [5p] Här är U och I är likspänning- och likströms-källor.
a) Bestäm en Theveninekvivalent med avseende på ab **och** dimensionskontrollera uttrycket för Theveningkällan.
b) Vilken last ska kopplas mellan ab för att få maximal effektutveckling i lasten? Theveninekvivalenten består av en inre resistans R_T och en ideal källa. Vad blir den ideal källans levererade effekt? (svara i termer av R_T, källan och lasten).



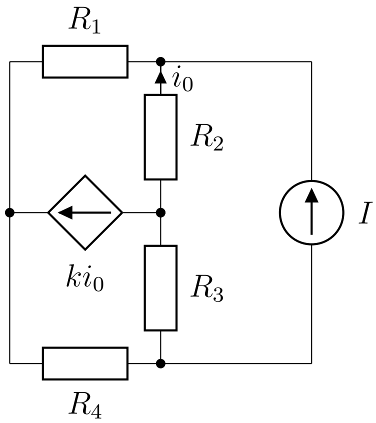
---

2) [5pt] Bestäm bidragen till strömmen I_0 från respektive källa med hjälp av superposition. Spänningen är vald så att $U = 4RI$.



---

3 [5p] Bestäm effekten som utvecklas i R_1. Kända storheter: I, R_1, R_2, R_3, R_4, och k. Resistanserna är valda så att: $R_3 = R_4 = R$, $R_1 = R_2 = 2R$. Ledning: Maskanalys.

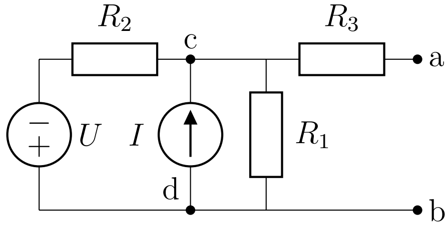


Lösningsförslag till KS 120127

Examinator: Lars Jonsson

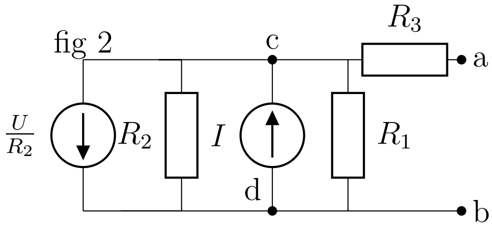
---

1) a) Det finns flera sätt att göra detta tal, nodanalys i c är ett effektivt sätt. Mest populärt är att ”beta-av” källorna från vänster. Vi gör den senare. Vi ersätter spännings källan (U, R_2) map cd med tillhörande resistans med en strömkälla $(I = U/R_2, R_2)$. Notera var den högre potentialen källan är, det ger riktningen på strömkällan. Se fig 2.



Vi har nu två parallellkopplade strömkällor, dvs vi får $I_0 = I - U/R_2$, och R_2 o R_1 är parallellkopplade (båda sitter mellan samma noder), $R_0 = R_1//R_2 = R_1R_2/(R_1 + R_2)$. Se fig 3.

fig 2



Vi kan nu få den efterfrågade Thevenin ekvivalenten genom att ovandla Norton kretsen (I_0, R_0) till Thevenin kretsen (I_0R_0, R_0), se figur 4. Vi får att Thevenin-tvåpolen (U_T, R_T) map ab blir **(Svar a)**

$$U_T = R_0 I_0 = (I - \frac{U}{R_2})\frac{R_1R_2}{R_1 + R_2}, \; R_T = R_0 + R_3 = R_3 + \frac{R_1R_2}{R_1 + R_2} \tag{1}$$

b) För max effekt **(delsvar)** $R_L = R_0 = R_3 + R_1R_2/(R_1 + R_2)$.

Vi har nu en krets med två resistanser R_L kopplade i serie. Strömmen blir $I = U_T/(2R_T)$. Effekten som levereras från spänningskällan blir $P = U_T I = U_T^2/(2R_T)$. **(delsvar)**

fig 3

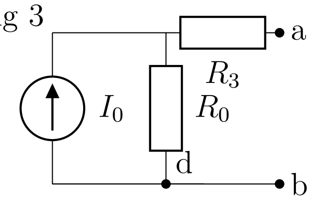
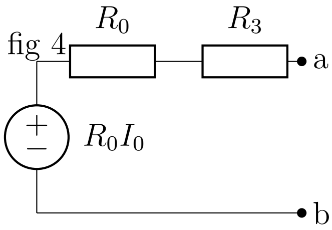
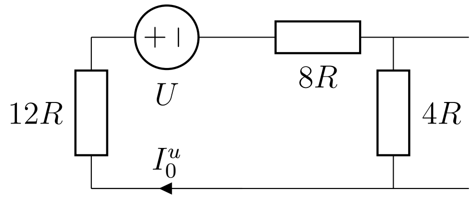


fig 4



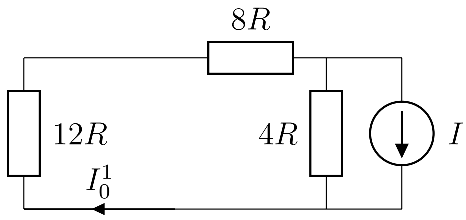
---

2) Vi ska använda superposition för att beräkna bidragen från respektive källa till I_0 vi kommer att få tre bidrag $I_0 = I_0^u + I_0^1 + I_0^2$ enligt figurerna här till höger. I översta figuren har vi nollställt strömkällorna genom avbrott. I de två under har vi nollställt spänningskällan med en kortslutning, och en av strömkällorna i vardera fallet.



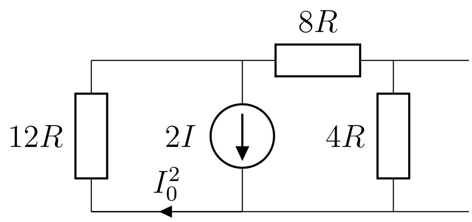
Vi bestämmer I_0^u och kretsen är en enkel slinga (notera att strömmens riktning), vi får

$$I_0^u = -\frac{U}{(12 + 8 + 4)R} = -\frac{U}{24R} = [U = 4RI] = -\frac{I}{6} \tag{2}$$



Bidraget från strömkällan med strömmen I får vi genom strömdelning:

$$I_0^1 = I\frac{\frac{1}{8R+12R}}{\frac{1}{8R+12R} + \frac{1}{4R}} = I\frac{1}{6} \tag{3}$$

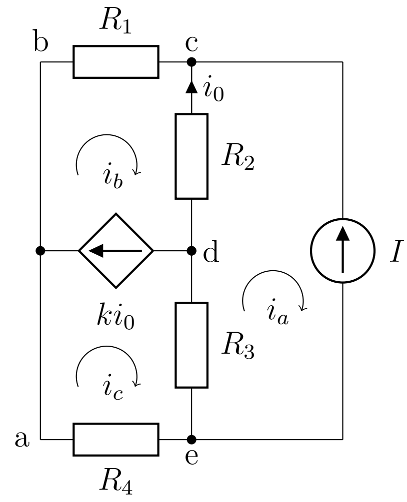


Bidraget från strömkälla med strömmen $2I$ får vi från den tredje figuren. Vi kan göra strömdelning, men notera, ännu enklare, att båda grenarna har samma resistans $12R$, dvs hälften av strömmen kommer i vardera grenen: $I_0^2 = I$.

(Svar): Bidraget till I_0 från $U = 4RI$ blir $-I/6$, från strömkälla I får vi $I/6$ och från $2I$ får vi I.

---

3) Maskanalys: För att bestämma effekten som utvecklas i R_1 behöver vi maskströmmen i_b.



Notera att $i_a = -I$. (ekv 1). Dvs vi har bara två okända kvar: i_c, i_b. Vi har en beroende källa $i_k = ki_0$ som vi måste uttrycka i maskströmmarna. Notera att $i_0 = i_a - i_b = -I - i_b$. Dvs $i_k = k(-I - i_b)$.

I grenen med den beroende källan har vi sambandet: $i_b - i_c = i_k = k(-I - i_b)$ vilket vi kan förenkla till $i_b(1+k) + kI = i_c$. (ekv 2).

För att få den tredje och sista ekvationen potentialvandrar vi supermaskan abcdea:

$$-R_1 i_b - R_2(i_b - i_a) - R_3(i_c - i_a) - R_4 i_c = 0, \tag{4}$$

$$(i_a = -I) \Rightarrow -R_1 i_b - R_2(i_b + I) - R_3(i_c + I) - R_4 i_c = 0 \tag{5}$$

Vi har tre ekvationer. För att förenkla våra uttryck använder vi att $R_3 = R_4 = R$ och $R_1 = R_2 = 2R$. Vi söker också endast i_b så vi kan substituera (ekv 2) in i resultatet från supermaskan till att ge:

$$-2Ri_b - 2R(i_b + I) - R(i_c + I) - Ri_c = 0 \Rightarrow 2i_b + 2i_b + 2I + 2i_c + I = 0 \tag{6}$$

$$\Rightarrow (6 + 2k)i_b = -(2k+3)I = 0 \Rightarrow i_b = \frac{-(2k+3)I}{(6+2k)} \tag{7}$$

och vi får effekten absorberad i R_1 genom:

$$P = i_b^2 R_1 = 2R\left(\frac{(2k+3)I}{(6+2k)}\right)^2 \tag{8}$$