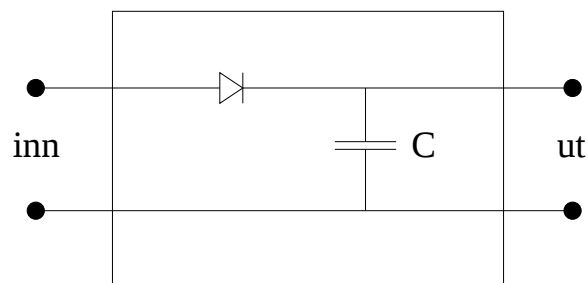


Øving 11

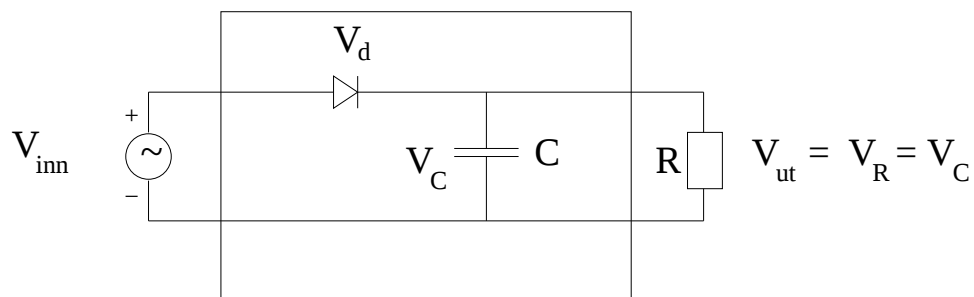
Veiledning: Fredag 4. april
 Innleveringsfrist: Tirsdag 8. april

Likeretter

Vi skal se på en likeretter bestående av en ideell pn -diode og en kondensator med kapasitans $C = 1 \text{ mF}$:



Vi antar at dioden har den idealiserte strøm-spennings-karakteristikken $V_d = 0$ når $I_d > 0$ og $I_d = 0$ når $V_d < 0$. For kondensatoren gjelder $Q = CV_C$. På utgangen kobles et apparat som essensielt kan betraktes som en motstand $R = 100 \text{ } \Omega$: På inngangen kobles ved tidspunktet $t = 0$ en vekselspenningskilde $V_{\text{inn}} = V_0 \sin \omega t$ med amplitude $V_0 = 5 \text{ V}$ og frekvens $f = 50 \text{ Hz}$. For $t \leq 0$ er altså ladningen Q på kondensatoren lik null.



Pluss og minus på inngangen angir hva som er henholdsvis høyt og lavt potensial når $V_{\text{inn}} > 0$.

a) Ta utgangspunkt i Kirchhoffs regler og bestem strømmen $I_d(t)$ gjennom dioden i tidsrommet $t = 0$ til $t = t_0$. Her er t_0 det tidspunktet hvor I_d for første gang blir lik null. Vis at t_0 bestemmes av ligningen

$$\tan \omega t_0 = -\frac{\omega}{\omega_0}$$

der $\omega_0 = 1/RC$ er kretsens “karakteristiske” (vinkel-)frekvens. Bestem tallverdi for t_0 . Hva blir spenningen V_R over motstanden i tidsrommet $0 < t < t_0$?

b) Anta heretter at $t_0 = \pi/2\omega$. Ettersom I_d ikke kan være negativ, må vi ha $I_d = 0$ fra og med $\tau \equiv t - t_0 = 0$ og en tid framover. I dette tidsintervallet kan dioden erstattes med en åpen krets. Vis at spenningen over motstanden da blir

$$V_R(\tau) = V_C(\tau) = V_0 \exp(-\omega_0 \tau)$$

c) Ved et tidspunkt t_1 vil vi igjen ha $V_{\text{inn}} = V_R$. Da har “ut-spenningen” falt til $V_1 \equiv V_{\text{inn}}(t_1)$. Bestem t_1 og “ripple”-spenningen $V_0 - V_1$.

Tips: Ligningen som bestemmer t_1 og V_1 kan ikke løses eksakt (dvs analytisk). Du kan imidlertid gjøre et temmelig godt overslag ved å tegne opp $V_{\text{inn}}(t)$ og $V_R(\tau)$.

d) Hvordan fortsetter $V_R(t)$ deretter? Skisser 3-4 perioder av tidsforløpet.

e) Beregn hvor mye energi vekselspenningskilden tilfører RC -kretsen i tidsrommet $0 < t < t_0 \simeq \pi/2\omega$. Hvordan fordeler denne energien seg på potensiell energi lagret i kondensatoren og varmetap i motstanden? Hvor mye energi tilfører vekselspenningskilden i tidsrommet $t_0 < t < t_1$? Fra hvor hentes nå energien som skal til for å drive strøm gjennom motstanden?

Oppgitt:

$$\sin^2 x = \frac{1}{2} (1 - \cos 2x)$$