

Første ordens system

- Fysikk
- Matematikk
- Blokkdiagram

Stoff fra:

- Fraden 2.16, 3.14, 14.6.4
- Kompendiet

Hva trenger vi fysisk

- Et sted å lagre energi
 - Kondensator
 - Spole
 - Masse i bevegelse (kinetisk energi)
 - Fjær
 - Potensiell energi i tyngdefeltet
 - Termisk energi i en "klump"
- Et sted å kvitte oss med energien (gjøre den om til varme)
 - Elektrisk motstand
 - Demper
 - Varmeleder
- Kople det sammen

Hva trenger vi for beskrivelsen

- Sammenheng mellom koordinatene

$$x = \int v \, dt \quad a = \frac{dv}{dt} \quad q = \int i \, dt \quad \frac{dq}{dt} = i$$

- Bevegelseslikninger

$$F = ma \quad Q = CV \quad V = L \frac{dI}{dt} \quad V = RI$$

$$F = -kx \quad F = -\gamma v$$

- Initialbetingelser og eventuelt pådrag

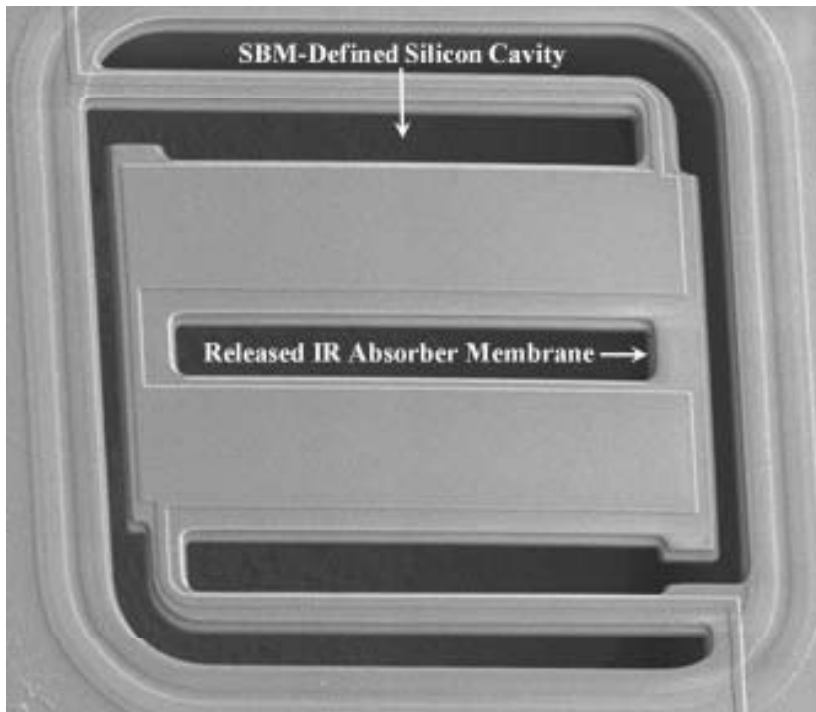
$$V(0) = 0$$

$$V(t) = 5V \sin(t)$$

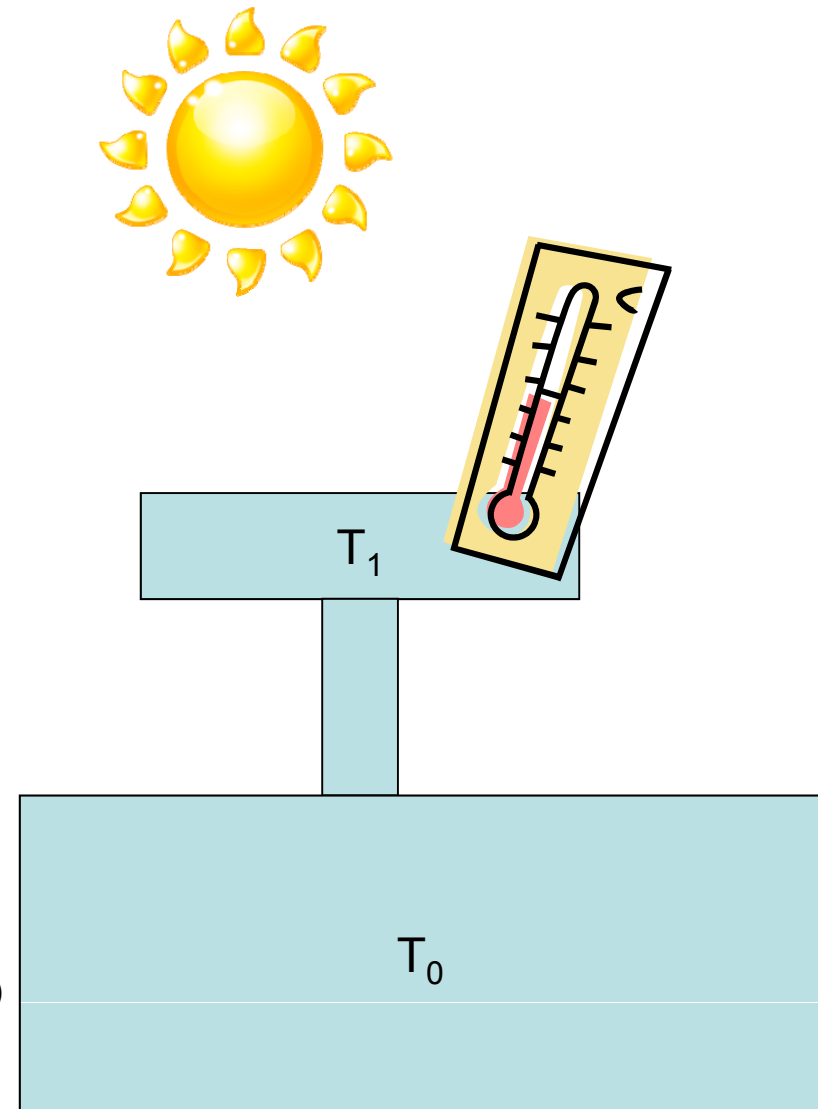
Hva bruker vi for å løse likningen

- Laplace transformasjon
 - Transformere likningen og initialbetingelsene til s-planet
 - Løse likningen i s-planet
 - Transformere tilbake
- Eller:
 - Anta at løsningen er av formen: $K_0 + K_1 e^{st}$
 - Bestem koeffisientene ved direkte innsetting i bevegelseslikningen

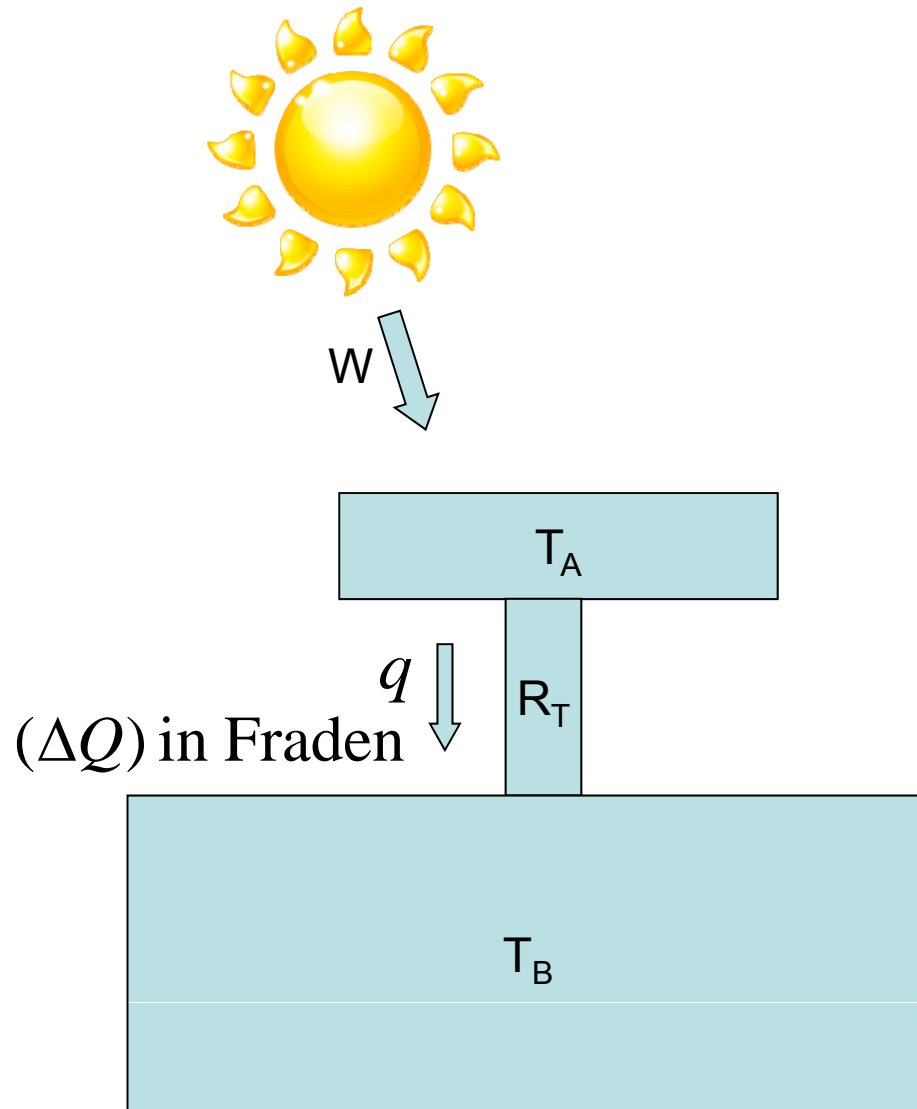
Example: Bolometer



Gilmartin et, al. Microelectronic Engineering **86** 971 (2009)



Steady state



At steady state:

$$q = W$$

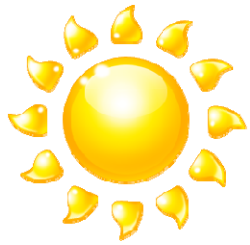
Definition of thermal resistance:

$$T_A - T_B = R_T q$$

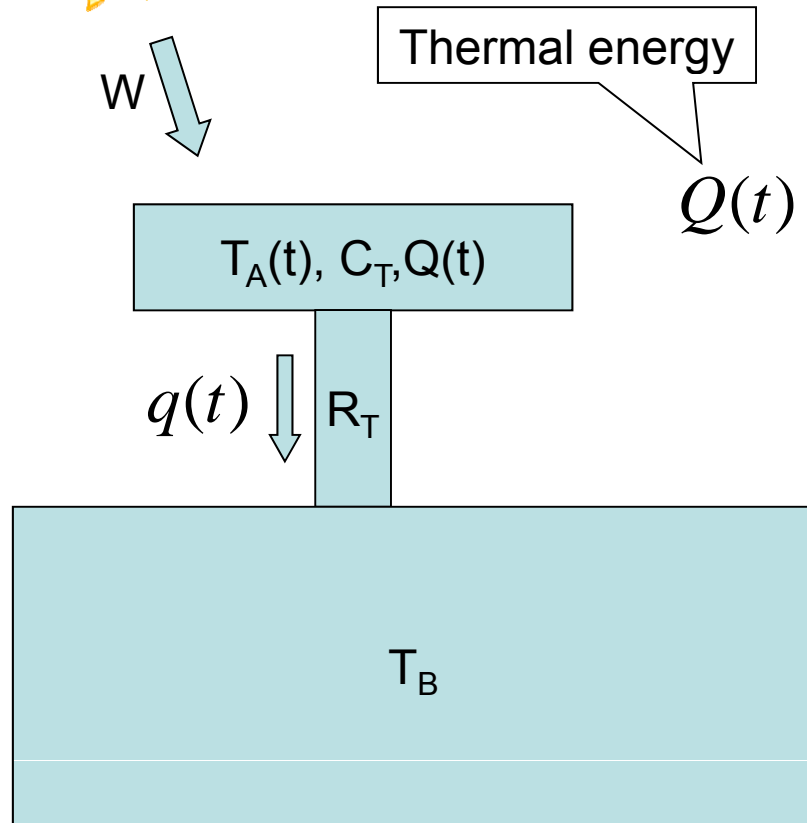
Hence:

$$T_A = T_B + R_T W$$

Maximize



Heat capacity



Thermal energy

Heat capacity

$$Q(t) = C_T T_A(t)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = W - q$$

$$C_T \frac{\partial T_A}{\partial t} = W - \frac{1}{R} (T_A - T_B)$$

Time response

At $t=0$ the system has a temperature T_0 , then we turn of the light ($W=0$)

$$\frac{\partial T_A}{\partial t} = -\frac{1}{C_T R_T} (T_A - T_B)$$

Assume: $T_A(t) = K_0 + K_1 e^{-st}$

$$-sK_1 e^{-st} = -\frac{1}{C_T R_T} (K_0 + K_1 e^{-st} - T_B)$$

$$K_0 = T_B \quad (\text{from } t=\infty)$$

$$s = \frac{1}{C_T R_T}$$

$$K_1 = (T_A - T_B) \quad (\text{from } t=0)$$

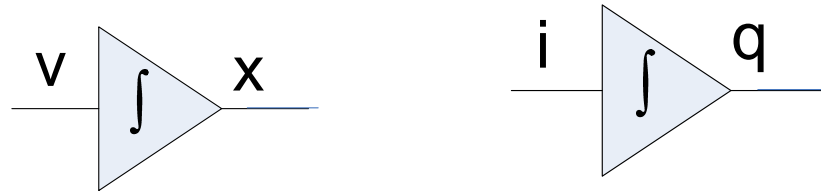
$$T_A(t) = T_B + (T_A - T_B) e^{-\frac{t}{R_T C_T}}$$



Minimize!
!

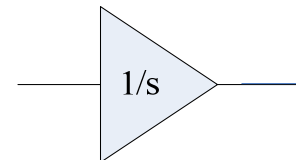
Blokkfunksjonsbeskrivelse

- Tegner alltid integrasjon

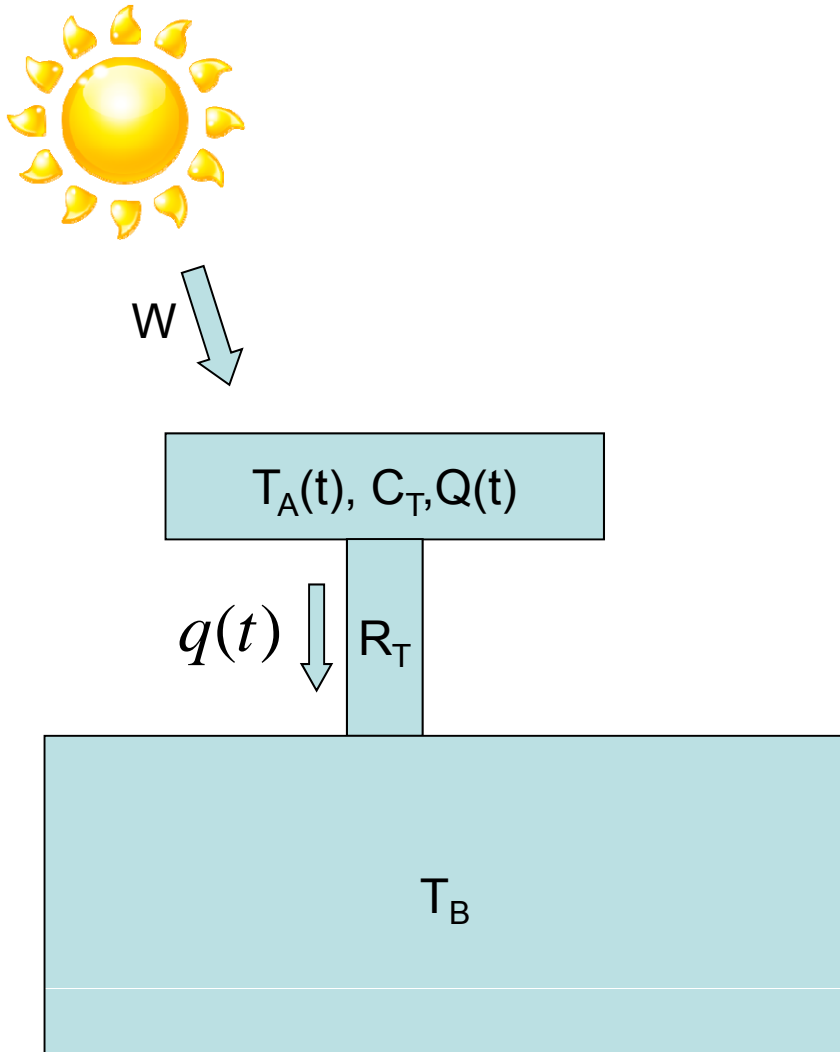


- Med antagelsen $f = C_1 e^{st}$
får vi $\int f dt = \frac{1}{s} C_1 e^{st} +$

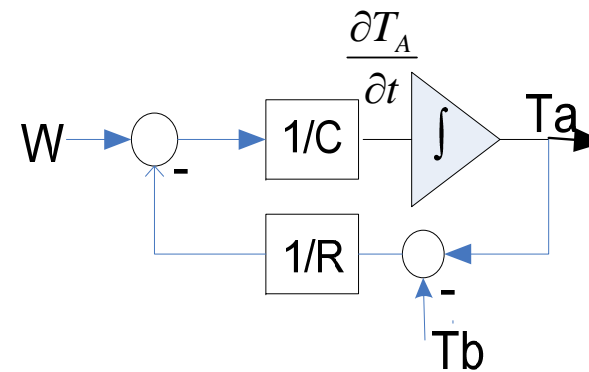
- Derfor skriver vi ofte



Forskjellige beskrivelser











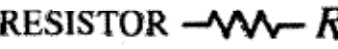
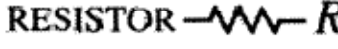


$$C_T \frac{\partial T_A}{\partial t} = W - \frac{1}{R} (T_A - T_B)$$



Analogies

Table 3.4. Mechanical, Thermal, and Electrical Analogies

MECHANICAL	THERMAL	ELECTRICAL	ELECTRICAL
MASS  Kinetic energy $F = M \frac{d(v)}{dt}$	CAPACITANCE  C $Q = C \frac{dT}{dt}$	INDUCTOR  L Magnetic en $V = L \frac{di}{dt}$	CAPACITOR  $i = C \frac{dV}{dt}$
SPRING  k Potential energy $F = k \int v dt$	CAPACITANCE  C $T = \frac{1}{C} \int Q dt$	CAPACITOR  C Electrostatic en $V = \frac{1}{C} \int i dt$	INDUCTOR  L $i = \frac{1}{L} \int V dt$
DAMPER  b $F = bv$	RESISTANCE  R $\Delta T = RQ$ $Q = \frac{1}{R} (T_2 - T_1)$	RESISTOR  R $V = Ri$	RESISTOR  R $i = \frac{1}{R} V$

Force control

Voltage control

Current control

Tidskonstanter

Har sett på tidsforløp e^{st}

Det er også vanlig å skrive dette som $e^{-\frac{t}{\tau}}$

Tidskonstantene, τ , som kan dukke opp i førsteordens system er:

- Kondensator - motstand RC
- Spole - motstand L/R
- Masse - motstand m/γ
- Fjær – motstand γ/k
- Termisk masse – termisk motstand $R_T C_T$