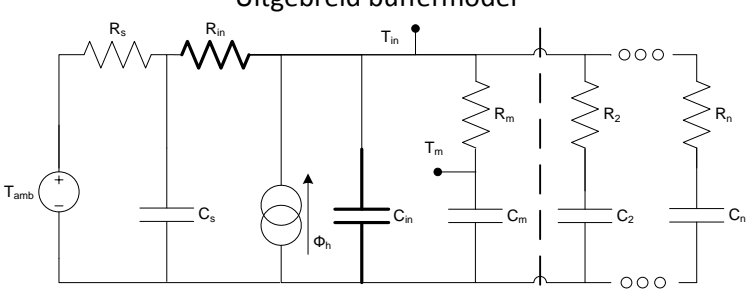


<p>Model thermische buffer (Ruimteverwarming, koelkast, diepvries)</p>	
<p>met:</p> <p>Φ_i = Warmtestroom naar buffer T_i = Temperatuur inside buffer T_a = Temperatuur omgeving T_m = Temperatuur product C_m = Warmtecapaciteit product R_m = Warmteweerstand van buffer naar product C_s = Warmtecapaciteit buitenschil buffer R_s = Warmteweerstand van buffer naar omgeving</p>	
<p>Stromingsbalans warmtebron: $\Phi_i = C_i \frac{dT_i}{dt} + \frac{T_i - T_a}{R_s} + C_m \frac{dT_m}{dt} \rightarrow \tau_s \frac{dT_i(t)}{dt} + T_i(t) + \tau_c \frac{dT_m(t)}{dt}$ $= T_{eind}$ $T_{proces} = \Phi_h R_s; T_{eind} = T_{proces} + T_a; \tau_s = R_s C_i; \tau_c = R_s C_m$</p>	1.
<p>Stromingsbalans interne objecten: $T_i(t) - T_m(t) = R_m C_m \frac{dT_m(t)}{dt} \rightarrow T_i(t) = \tau_m \frac{dT_m(t)}{dt} + T_m(t)$ met: $\tau_m = R_m C_m$</p>	2.
<p>$2 \rightarrow \frac{dT_i(t)}{dt} = \tau_m \frac{d^2 T_m(t)}{dt^2} + \frac{dT_m(t)}{dt}$</p>	3.
<p>1, 2 en 3 $\rightarrow \tau_s \tau_m \frac{d^2 T_m(t)}{dt^2} + (\tau_s + \tau_c + \tau_m) \frac{dT_m(t)}{dt} + T_m(t) = T_{eind}$ met $\tau = \tau_s + \tau_c + \tau_m$</p>	4.
Oplossing differentiaalvergelijking:	
<p>$T_m(t) = T_{eind} + ae^{-\frac{t}{\alpha}} + be^{-\frac{t}{\beta}}$ met $\alpha = \frac{2\tau_s \tau_m}{\tau - \sqrt{\tau^2 - 4\tau_s \tau_m}}; \beta = \frac{2\tau_s \tau_m}{\tau + \sqrt{\tau^2 - 4\tau_s \tau_m}}$ en $a + b = T_m(0) - T_{eind}$</p>	5.
<p>$5 \rightarrow \frac{dT_m(t)}{dt} = -\frac{ae^{-\frac{t}{\alpha}}}{\alpha} - \frac{be^{-\frac{t}{\beta}}}{\beta}$</p>	6.
<p>2, 5 en 6. $\rightarrow T_i(t) = -\tau_m \left(\frac{ae^{-\frac{t}{\alpha}}}{\alpha} + \frac{be^{-\frac{t}{\beta}}}{\beta} \right) + T_{eind} + ae^{-\frac{t}{\alpha}} + be^{-\frac{t}{\beta}} = T_{eind} + Ae^{-\frac{t}{\alpha}} + Be^{-\frac{t}{\beta}}$ met ; $A = \left(1 - \frac{\tau_m}{\alpha}\right)a; B = \left(1 - \frac{\tau_m}{\beta}\right)b$ en $A + B = T_i(0) - T_{eind}$</p>	7.
<p>$7 \rightarrow T_i(t) = T_{eind} + Ae^{-\frac{t}{\alpha}} \left(1 + \frac{B}{A} e^{-\frac{t}{\beta} + \frac{t}{\alpha}}\right) = T_{eind} + Ae^{-\frac{t}{\alpha}} \left(1 + Ce^{-\frac{t}{\gamma}}\right)$ met $C = \frac{B}{A}$ en $\gamma = \frac{\alpha\beta}{\alpha - \beta} = \frac{\tau_s \tau_m}{\sqrt{\tau^2 - 4\tau_s \tau_m}}$</p>	8.

$8 \rightarrow T_i(t + \delta) = T_{eind} + Ae^{-\frac{t+\delta}{\alpha}} \left(1 + Ce^{-\frac{t+\delta}{\gamma}} \right) = T_{eind} + (T_i(t) - T_{eind})e^{-\frac{\delta}{\alpha}}$ <p style="text-align: center;">met $\delta \ll t \vee C \approx 0$</p>	9.
$9 \rightarrow T_i(T_{actueel}, \delta) = T_{eind} + (T_{actueel} - T_{eind})e^{-\frac{\delta}{\alpha}}$ <p style="text-align: center;">met $T_{actueel} = T_i(t, 0)$ oorspronkelijk gebruikte bufferfunctie</p>	10.
$T_i(T_{actueel}, \delta) = T_{eind} + (T_{actueel} - T_{eind})e^{-\frac{\delta}{\alpha}} \left(1 + Ee^{-\frac{\delta}{\varepsilon}} \right)$ <p style="text-align: center;">is $Ee^{-\frac{\delta}{\varepsilon}}$ een zinnige correctie term?</p>	11.
$10 \rightarrow \frac{\partial}{\partial \delta} T_i(T_{actueel}, \delta) = \frac{\partial T_a(\delta)}{\partial \delta} \left(1 - e^{-\frac{\delta}{\alpha}} \right) - \frac{(T_{actueel} - T_{eind})}{\alpha} e^{-\frac{\delta}{\alpha}}$	12.
$10 \rightarrow \frac{\partial}{\partial T_{actueel}} T_i(T_{actueel}, \delta) = \left(1 - e^{-\frac{\delta}{\alpha}} \right)$	13.
$10 \rightarrow \frac{\partial}{\partial \alpha} T_i(T_{actueel}, \delta) = \frac{\delta * (T_{actueel} - T_{eind})}{\alpha^2} e^{-\frac{\delta}{\alpha}}$	14.
$10 \rightarrow T_i(t + 1) = T_{eind} + (T_i(t) - T_{eind})e^{-\frac{1}{\alpha}}$	15.
<p>Bepaling T_{proces} en α: Passief proces: $T_{proces} \equiv 0$ ($T_{eind} = T_a$), $\rightarrow \alpha$ volgt uit curvefitting Actief proces: α is gegeven uit het pasieve proces, $\rightarrow T_{proces}$ volgt uit curvefitting via T_{eind}</p>	
<p style="text-align: center;">Uitgebreid buffermodel</p>  <p>Bij bestudering van metingen blijkt de warmteoverdracht van radiator naar omringende ruimte niet verwaarloosbaar. In de bepaling van T_{proces} en α wordt hier geen rekening meegehouden, resulterend in minder stabiele waarden voor deze coëfficiënten.</p> <p style="text-align: center;">$C_i =$ Warmtecapaciteit radiator $R_i =$ Warmteweerstand van buffer naar omhullende wand</p>	16.
	17.

Beschrijving berekening looptijd:

Begin stokje: t_b
 Einde stokje: t_e
 Snijpunt: t_s

Temperatuurverloop buffer:

$$T_x(t - t_a, T_{\text{binnen}}(t_a)) = T_{\text{eindx}} + (T_{\text{binnen}}(t_a) - T_{\text{eindx}})\exp(-(t - t_a)/\tau); \text{ x: passief of actief; } \alpha: t_b \text{ of } t_e$$

Passief → Actief

Snijpunt: $T_{\text{pas}}(t_s - t_b, T_{\text{binnen}}(t_b)) = T_{\text{act}}(t_s - t_e, T_{\text{binnen}}(t_e))$
 $T_{\text{eindpas}} + (T_{\text{binnen}}(t_b) - T_{\text{eindpas}})\exp(-(t_s - t_b)/\tau) = T_{\text{eindact}} + (T_{\text{binnen}}(t_e) - T_{\text{eindact}})\exp(-(t_s - t_e)/\tau)$
 $T_{\text{actie}} = T_{\text{eindact}} - T_{\text{eindpas}}; T_{\text{binnen}}(t_b) = T_{\text{binnen}}(t_e)$ (eigenschap stokje)
 $T_{\text{actie}} = (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindpas}})\exp(-(t_s - t_b)/\tau) - (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindact}})\exp(-(t_s - t_e)/\tau)$
 $\exp(x) \approx 1 + x$
 $T_{\text{actie}} = (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindpas}})(1 - (t_s - t_b)/\tau) - (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindact}})(1 - (t_s - t_e)/\tau)$
 $T_{\text{actie}} = T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindpas}} - T_{\text{binnen}} + T_{\text{eindact}} - (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindpas}})(t_s - t_b)/\tau + (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindact}})(t_s - t_e)/\tau$
 $T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindpas}} - T_{\text{binnen}} + T_{\text{eindact}} = T_{\text{actie}}$
 $0 = (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindpas}})(t_s - t_b) - (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindact}})(t_s - t_e)$
 $(T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindpas}} - T_{\text{binnen}} + T_{\text{eindact}}) * t_s = T_{\text{actie}} * t_s = (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindpas}}) * t_b - (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindact}}) * t_e$
 $t_s = \{ (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindpas}}) * t_b - (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindact}}) * t_e \} / T_{\text{actie}}$

Looptijd systeem: $t_{\text{loop}} = t_s - t_{\text{aan}}$

Actief → Passief

Snijpunt: $T_{\text{act}}(t_s - t_b, T_{\text{binnen}}(t_b)) = T_{\text{pas}}(t_s - t_e, T_{\text{binnen}}(t_e))$
 $T_{\text{eindact}} + (T_{\text{binnen}}(t_b) - T_{\text{eindact}})\exp(-(t_s - t_b)/\tau) = T_{\text{eindpas}} + (T_{\text{binnen}}(t_e) - T_{\text{eindpas}})\exp(-(t_s - t_e)/\tau)$
 $-T_{\text{actie}} = (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindact}})\exp(-(t_s - t_b)/\tau) - (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindpas}})\exp(-(t_s - t_e)/\tau)$
 $-T_{\text{actie}} = (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindact}})(1 - (t_s - t_b)/\tau) - (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindpas}})(1 - (t_s - t_e)/\tau)$
 $0 = (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindact}})(t_s - t_b) - (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindpas}})(t_s - t_e)$
 $(T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindact}} - T_{\text{binnen}} + T_{\text{eindpas}}) * t_s = -T_{\text{actie}} * t_s = (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindact}}) * t_b - (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindpas}}) * t_e$
 $t_s = - \{ (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindact}}) * t_b - (T_{\text{binnen}} - T_{\text{eindpas}}) * t_e \} / T_{\text{actie}}$

Looptijd systeem: $t_{\text{loop}} = t_s - t_{\text{uit}}$

Beschrijving looptijd verrekening:

1. Tijdstip nieuwe matching: t
2. Rekentijd matching: t_{matching}
3. Correctietemperatuur: $\Delta T_{\text{cor}} = T_{\text{profiel}}(t - t_{\text{loop}}) - T_{\text{binnen}}(t)$
4. Starttijdstip nieuwe matching: $t_{\text{start}} = t + t_{\text{matching}}$
 (je kunt nu eenmaal met de aansturing niet teruggaan in de tijd)
5. Als $t_{\text{start}} >$ einde T_{profiel} extrapoleer T_{profiel} voor het interval einde .. t_{start}
 (komt waarschijnlijk nooit voor)
6. Starttemperatuur nieuwe matching: $T_{\text{start}} = T_{\text{profiel}}(t_{\text{start}}) + \Delta T_{\text{cor}}$