Hochschule Regensburg Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. Th. Schlegl	HANDHABUNGSTECHNIK UND ROBOTIK Kurzlösung zur 5. Übung	SS 2009

1.Aufgabe

1.1 Mit

$$r_x(t) = 2l \cdot \frac{t}{T} \; ,$$
$$r_y(t) = 0$$

erhält man

$$\beta = \mathrm{atan2}(0, r_x) = 0 \; ,$$
$$a = \sqrt{r_x^2 + 0^2} = r_x = 2l \cdot \frac{t}{T} \; ,$$
$$\alpha = \arccos\left(\frac{t}{T}\right) \; .$$

Die Gelenkwinkel für Konfiguration K_2 lauten somit

$$\Theta_1(t) = \arccos\left(\frac{t}{T}\right) \; ,$$
$$\Theta_2(t) = -2\arccos\left(\frac{t}{T}\right) = -2\Theta_1(t) \; .$$

1.2 $\dot{\Theta}_1(t) = -\dfrac{\frac{1}{T}}{\sqrt{1 - \left(\frac{t}{T}\right)^2}}$

$$\dot{\Theta}_2(t) = \frac{\frac{2}{T}}{\sqrt{1 - \left(\frac{t}{T}\right)^2}} = -2\dot{\Theta}_1(t)$$

1.3 Geschwindigkeit des Punktes C kann nicht konstant gehalten werden, $(2l, 0)^T$ wird erst für $t = T' > T$ erreicht.

1.4 Begrenzung wird wirksam ab t_1 mit $|\dot{\Theta}_i(t_1)| = \dot{\Theta}_{i,max} \;\longrightarrow\; t_1 = \frac{4}{5}T$
Für $t_1 \le t \le T'$ <u>linearer</u> Verlauf von $\Theta_1(t)$ und $\Theta_2(t)$:

$$\Theta_1(t) = \arccos\left(\frac{4}{5}\right) - \frac{5}{3} \cdot \frac{t - t_1}{T} \; ,$$

$$\Theta_2(t) = -2\arccos\left(\frac{4}{5}\right) + \frac{10}{3} \cdot \frac{t - t_1}{T} \; .$$

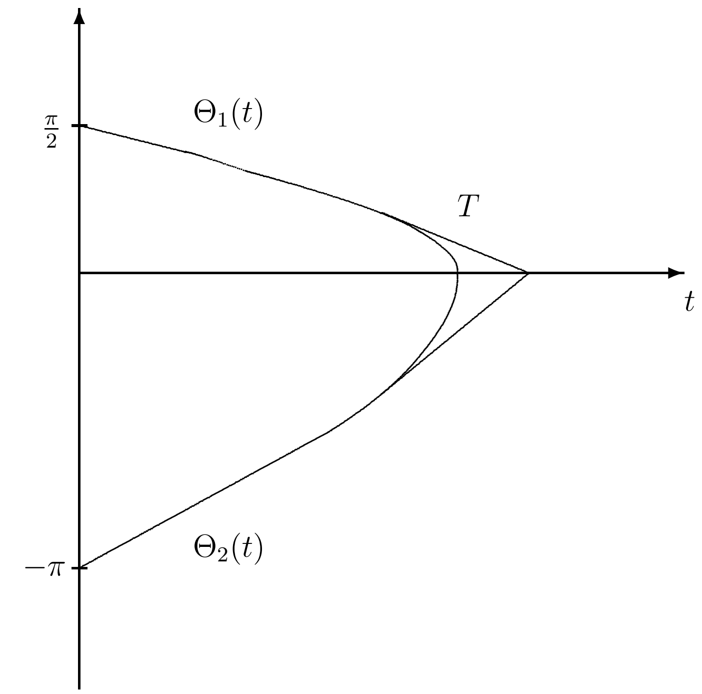
Aus

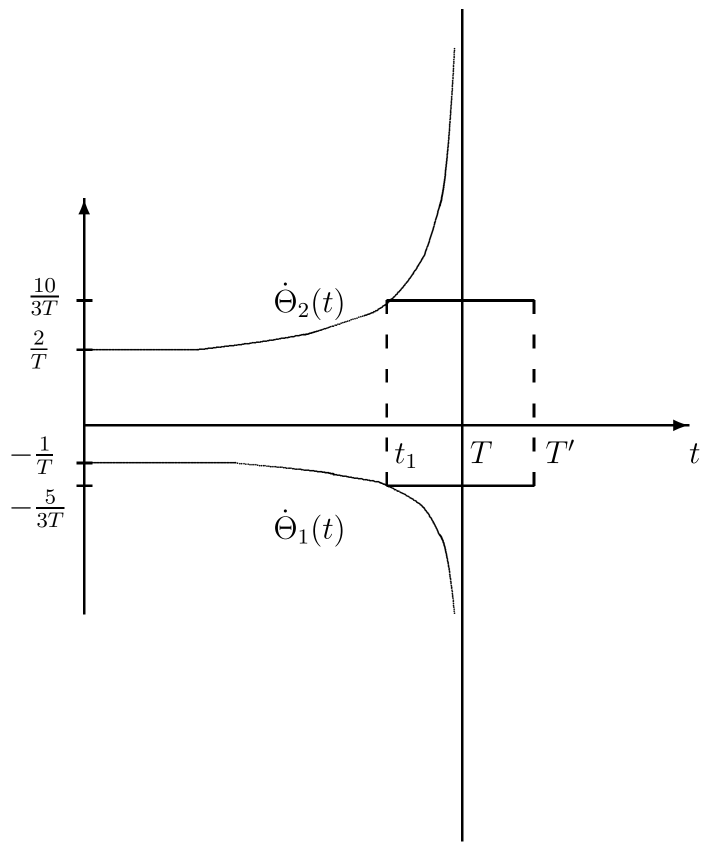
$\Theta_1(T') = \Theta_2(T') = 0$ folgt

$$T' = T\left(\frac{4}{5} + \frac{3}{5}\arccos\left(\frac{4}{5}\right)\right) \approx 1,19T$$

1.5 Punkt C verläßt die vorgegebene Sollbahn.

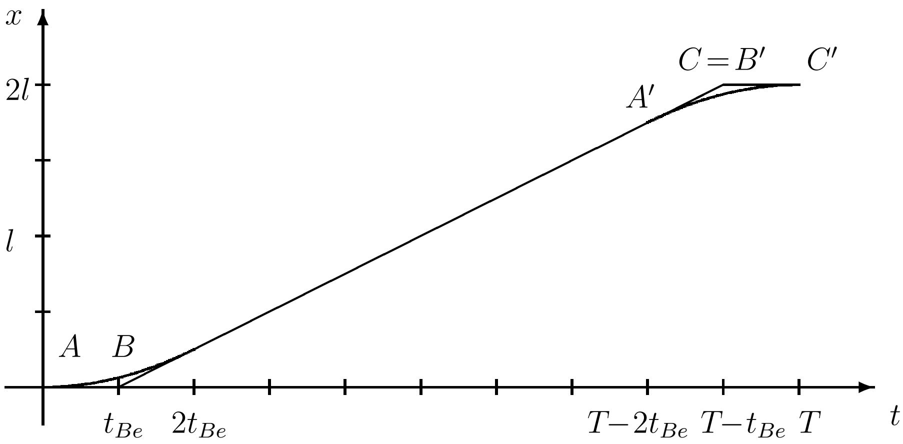
Skizzen zu 1.2 und 1.4:





2. Aufgabe

2.1



2.2 $\longrightarrow$ Beschleunigen: $A = 0$, $B = 0$, $C = 2l$, $\Delta B = 0$, $\Delta C = 2l$, $\tau = 8t_{Be}$

- $0 \leq t < 2t_{Be}$:

$$x(t) = \frac{l}{16} \cdot \left(\frac{t}{t_{Be}}\right)^2$$

$$\dot{x}(t) = \frac{l}{8t_{Be}} \cdot \frac{t}{t_{Be}}$$

$$\ddot{x}(t) = \frac{l}{8t_{Be}^2}$$

- $2t_{Be} \leq t < T - 2t_{Be} = 8t_{Be}$:

$$x(t) = \frac{l}{4} \cdot \frac{t - t_{Be}}{t_{Be}}$$

$$\dot{x}(t) = \frac{l}{4t_{Be}}$$

$$\ddot{x}(t) = 0$$

$\longrightarrow$ Abbremsen: $A' = x(8t_{Be}) = \frac{7l}{4}$, $B' = 2l$, $C' = 2l$, $\Delta B' = \frac{l}{4}$, $\Delta C' = 0$, $\tau' = t_{Be}$

- $T - 2t_{Be} = 8t_{Be} \leq t \leq T = 10t_{Be}$:

$$x(t) = -\frac{l}{16} \cdot \left(\frac{t - 8t_{Be}}{t_{Be}}\right)^2 + \frac{l}{4} \cdot \frac{t - 8t_{Be}}{t_{Be}} + \frac{7}{4}l$$

$$\dot{x}(t) = -\frac{l}{8t_{Be}} \cdot \frac{t - 8t_{Be}}{t_{Be}} + \frac{l}{4t_{Be}}$$

$$\ddot{x}(t) = -\frac{l}{8t_{Be}^2}$$

3. Aufgabe

3.1
$$\underline{\tau} = J^T \cdot \underline{F}$$
$$= \left. \begin{bmatrix} -ls\Theta_1 - ls(\Theta_1+\Theta_2) & lc\Theta_1 + lc(\Theta_1+\Theta_2) \\ -ls(\Theta_1+\Theta_2) & lc(\Theta_1+\Theta_2) \end{bmatrix} \right|_{(x,y)^T} \cdot \underline{F}$$

3.2

- $x = 2l$, $y = 0 \quad \longrightarrow \quad \Theta_1 = 0$, $\Theta_2 = 0$

$$\underline{\tau} = \begin{bmatrix} 0 & 2l \\ 0 & l \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 10\mathrm{N} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20l\mathrm{N} \\ 10l\mathrm{N} \end{bmatrix}$$

- $x = l$, $y = l \quad \longrightarrow \quad \Theta_1 = \frac{\pi}{2}$, $\Theta_2 = -\frac{\pi}{2}$

$$\underline{\tau} = \begin{bmatrix} -l & l \\ 0 & l \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 10\mathrm{N} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10l\mathrm{N} \\ 10l\mathrm{N} \end{bmatrix}$$

- $x = 0$, $y = 2l \quad \longrightarrow \quad \Theta_1 = \frac{\pi}{2}$, $\Theta_2 = 0$

$$\underline{\tau} = \begin{bmatrix} -2l & 0 \\ -l & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 10\mathrm{N} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$