

7.4 Lösungen zu den Aufgaben

L 7.1

$$j\kappa_N = j\kappa_{N-1} - \frac{d\gamma_y^N}{d\omega} L_N \quad (\text{L 7.1})$$

$$\frac{d\gamma_y^N}{d\omega} = \alpha'_N(\omega) + j\beta'_N(\omega) \quad (\text{L 7.2})$$

$$j\kappa_N = j\kappa_{N-1} - [\alpha'_N(\omega) + j\beta'_N(\omega)] L_N \quad (\text{L 7.3})$$

$$\underline{\underline{j\kappa_N = -\sum_{n=1}^N [\alpha'_n(\omega) + j\beta'_n(\omega)] L_n}} \quad (\text{L 7.4})$$

$$D_{\text{zout}}(j\omega) = \prod_{n=1}^N \exp[-\gamma_n(\omega)L_n] D_{\text{zin}}(j\omega) \quad (\text{L 7.5})$$

$$= \prod_{n=1}^N \exp[-[\alpha_n(\omega) + j\beta_n(\omega)]L_n] D_{\text{zin}}(j\omega)$$

$$\underline{\underline{D_{\text{zout}}(j\omega) = \exp\left[-\sum_{n=1}^N [\alpha_n(\omega) + j\beta_n(\omega)]L_n\right] D_{\text{zin}}(j\omega)}}$$

$$D_{\text{zout}}[j(\omega + \Delta\omega)] = \exp[j\kappa_N\Delta\omega] D_{\text{zout}}(j\omega)$$

$$= \exp\left\{-\sum_{n=1}^N [\alpha_n(\omega) + \alpha'_n(\omega)\Delta\omega + j(\beta_n(\omega) + \beta'_n(\omega)\Delta\omega)]L_n\right\} D_{\text{zin}}(j\omega) \quad (\text{L 7.6})$$

$$\Delta\alpha_n(\omega) \approx \alpha'_n(\omega) \Delta\omega \quad (\text{L 7.7})$$

$$\Delta\beta_n(\omega) \approx \beta'_n(\omega) \Delta\omega \quad (\text{L 7.8})$$

$$D_{\text{zout}}[j(\omega + \Delta\omega)] \approx \exp \left\{ - \sum_{n=1}^N \left[\alpha_n(\omega) + \Delta\alpha_n(\omega) + j(\beta_n(\omega) + \Delta\beta_n(\omega)) \right] L_n \right\} D_{\text{zin}}(j\omega)$$

(L 7.9)

Diskussion:

Ein schwankender Dielektrizitäts- und ein ebenfalls schwankender Leitfähigkeitstensor führen bei gleichmäßiger Änderung auf eine Frequenzverschiebung $\Delta\omega$ und damit auf einen geänderten Phasenkoeffizienten $\beta_n(\omega) + \Delta\beta_n(\omega)$ und einen geänderten Dämpfungskoeffizienten $\alpha_n(\omega) + \Delta\alpha_n(\omega)$ in jeder Stufe n des optischen Übertragungssystems. Die Änderungen $\Delta\alpha_n(\omega)$ und $\Delta\beta_n(\omega)$ müssen mit einem faseroptischen Verstärker bzw. einem Faser-Bragg-Gitter ausgeglichen werden.

L 7.2

Mit A 7.3 gilt:

$$D_{\text{zin}}(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} \hat{D}_{\text{zin}}(t) \exp[-j(\omega - \omega_0)t] dt \quad (\text{L 7.10})$$

$$\rightarrow D_{\text{zin}}(j\omega) = \hat{D}_{\text{zin}}[j(\omega - \omega_0)] \quad (\text{L 7.11})$$

Mit A 7.4 und A 7.5 folgt:

$$\begin{aligned} D_{\text{zout}}(t) &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} D_{\text{zout}}(j\sqrt{a}\omega) \exp[j\omega t] d\omega \\ &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \hat{D}_{\text{zin}}[j(\omega - \omega_0)] \exp[j\omega(t - \sqrt{a}\tau_G)] d\omega \end{aligned} \quad (\text{L 7.12})$$

$$\text{Substitution: } \Omega = \omega - \omega_0, \quad d\Omega = d\omega \quad (\text{L 7.13})$$

$$\begin{aligned} \rightarrow D_{\text{zout}}(t) &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \hat{D}_{\text{zin}}(j\Omega) \exp\left[j\Omega(t - \sqrt{a} \tau_G)\right] d\Omega \cdot \\ &\quad \cdot \exp\left[j\omega_0(t - \sqrt{a} \tau_G)\right] \end{aligned} \quad (\text{L 7.14})$$

$$\rightarrow \underline{\underline{D_{\text{zout}}(t) = \hat{D}_{\text{zin}}(t - \sqrt{a} \tau_G) \exp\left[j\omega_0(t - \sqrt{a} \tau_G)\right]}} \quad (\text{L 7.15})$$

mit

$$\hat{D}_{\text{zin}}(t - \sqrt{a} \tau_G) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \hat{D}_{\text{zin}}(j\Omega) \exp\left[j\Omega(t - \sqrt{a} \tau_G)\right] d\Omega. \quad (\text{L 7.16})$$

Diskussion:

Die zeitlichen Schwankungen gemäß $\sqrt{a} \tau_G$ im Ausgangssignal $D_{\text{zout}}(t)$ nach L 7.15 müssen mit einem Faser-Bragg-Gitter ausgeglichen werden.

L 7.3

$$\text{a) } T_z(j\omega) = \exp \left[\frac{g_o L}{2} \frac{1 - (\omega - \omega_o)^2 \tau_o^2}{1 + (\omega - \omega_o)^2 \tau_o^2} \right] \quad (\text{L 7.17})$$

$$T'_z(j\omega) = - \frac{2g_o L (\omega - \omega_o) \tau_o^2}{\left[1 + (\omega - \omega_o)^2 \tau_o^2 \right]^2} T_z(j\omega) \quad (\text{L 7.18})$$

$$\kappa = -j \frac{T'_z(j\omega)}{T_z(j\omega)} \quad (\text{L 7.19})$$

$$\kappa = j 2g_o L \frac{(\omega - \omega_o) \tau_o^2}{\left[1 + (\omega - \omega_o)^2 \tau_o^2 \right]^2}$$

$$\kappa = j 2g_o L \frac{\Delta\omega \tau_o^2}{\left[1 + \Delta\omega^2 \tau_o^2\right]^2} \quad (\text{L 7.20})$$

b)
$$T_z(j\Delta\omega) = \frac{D_{\text{zout}}[j(\omega_o + \Delta\omega)]}{D_{\text{zin}}(j\omega_o)} \quad (\text{L 7.21})$$

$$\begin{aligned} T_z(j\Delta\omega) &= \underbrace{\frac{D_{\text{zout}}[j(\omega_o + \Delta\omega)]}{D_{\text{zout}}(j\omega_o)}}_{\exp[j\kappa\Delta\omega]} \underbrace{\frac{D_{\text{zout}}(j\omega_o)}{D_{\text{zin}}(j\omega_o)}}_{T_z(j\omega_o)} \\ &= \exp[j\kappa\Delta\omega] \cdot \exp\left[\frac{g_o L}{2}\right] \\ &= \exp\left[\frac{g_o L}{2} - 2g_o L \frac{\Delta\omega^2 \tau_o^2}{\left[1 + \Delta\omega^2 \tau_o^2\right]^2}\right] \end{aligned} \quad (\text{L 7.22})$$

$$\underline{\underline{T_z(j\Delta\omega) = \exp\left[\frac{g_o L}{2} \frac{(1 - \Delta\omega^2 \tau_o^2)^2}{(1 + \Delta\omega^2 \tau_o^2)^2}\right]}} \quad (\text{L 7.23})$$

Diskussion:

1. Bei $\Delta\omega = 0$ ergibt sich die gewünschte Verstärkung

$$T_z(j\Delta\omega = 0) = \exp\left[\frac{g_o L}{2}\right] \quad (\text{L 7.24})$$

2. Bei $|\Delta\omega| = \frac{1}{\tau_o}$ ist die Verstärkung auf

$$T_z\left(j\Delta\omega = \pm j\frac{1}{\tau_o}\right) = 1 \quad (\text{L 7.25})$$

abgesunken.

Optische Netzwerke

Ein feldtheoretischer Zugang

Thiele, R.

2008, X, 273 S. Mit 904 Formeln und 29 Aufgaben mit

Lösungen., Softcover

ISBN: 978-3-8348-0406-8