Exemplo 2.04:
Uma camada de compósito ortotrópico geral está sujeita a uma tensão direta de 60 N/mm^2 paralela ao eixo x e outra tensão direta de 40 N/mm^2 perpendicular ao eixo x. Estando as camadas longitudinais inclinadas 45º em relação ao eixo x e sendo as constantes elásticas da camada E_1 = 150000 N/mm^2, E_2 = 90000 N/mm^2, G_{12} = 5000 N/mm^2 e ν_{12} = 0,3, calcule as extensões diretas paralela e perpendicular ao eixo x e a extensão de corte referente a xy da camada.

Pode ver-se que não existe tensão de corte aplicada, pelo que é desnecessário calcular a terceira coluna da *equação (2.51)*.

Começa-se por calcular os elementos S_{11}, S_{12}, S_{22}, e S_{33}. Assim,

$$S_{11} = \frac{1}{E_1} = \frac{1}{150000} = 6.7 \times 10^{-6}$$

$$S_{12} = -\frac{\nu_{21}}{E_2} = -\frac{\nu_{12}}{E_1} = -\frac{0.3}{150000} = -2 \times 10^{-6}$$

$$S_{22} = \frac{1}{E_2} = \frac{1}{90000} = 11.1 \times 10^{-6}$$

$$S_{33} = \frac{1}{G_{12}} = \frac{1}{5000} = 200 \times 10^{-6}$$

Dado que a camada está inclinada 45º com os eixos xy, então

$$m = n = \cos\theta = \sin\theta = \cos 45º = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

e

$$m^2 = n^2 = \frac{1}{2}$$

$$m^4 = n^4 = m^2 n^2 = m^3 n = m n^3 = \frac{1}{4}$$

$$\left(m^2 - n^2\right) = \left(m n^3 - m^3 n\right) = \left(m^3 n - m n^3\right) = 0$$

$$\left(m^4 + n^4\right) = \frac{1}{2}$$

Substituindo estes valores na matriz de transformação obtêm-se os valores de $\bar{S}$

$$\bar{S}_{11} = m^4 S_{11} + n^4 S_{22} + 2m^2 n^2 S_{12} + m^2 n^2 S_{33} \bar{S}_{12}$$
$$= \left[\frac{1}{4} \times 6.7 + \frac{1}{4} \times 11.1 + 2 \times \frac{1}{4} \times (-2) + \frac{1}{4} \times 200 \right] \times 10^{-6} = 53.45 \times 10^{-6}$$
$$\bar{S}_{22} = n^4 S_{11} + m^4 S_{22} + 2m^2 n^2 S_{12} + m^2 n^2 S_{33} \bar{S}_{12}$$
$$= \left[\frac{1}{4} \times 6.7 + \frac{1}{4} \times 11.1 + 2 \times \frac{1}{4} \times (-2) + \frac{1}{4} \times 200 \right] \times 10^{-6} = 53.45 \times 10^{-6}$$
$$\bar{S}_{12} = \bar{S}_{21} = m^2 n^2 S_{11} + m^2 n^2 S_{22} + \left(m^2 + n^2\right) S_{12} - m^2 n^2 S_{33}$$
$$= \left[\frac{1}{4} \times 6.7 + \frac{1}{4} \times 11.1 + \frac{1}{2} \times (-2) + \frac{1}{4} \times 200 \right] \times 10^{-6} = -46.55 \times 10^{-6}$$
$$\bar{S}_{13} = \bar{S}_{31} = 2m^3 n S_{11} - 2mn^3 S_{22} + 2\left(mn^3 - m^3 n\right) S_{12} + \left(mn^3 - m^3 n\right) S_{33}$$
$$= \left[2 \times \frac{1}{4} \times 6.7 - 2 \times \frac{1}{4} \times 11.1 + 2 \times 0 \times (-2) + 0 \times 200 \right] \times 10^{-6} = -2.2 \times 10^{-6}$$
$$\bar{S}_{23} = \bar{S}_{32} = 2mn^3 S_{11} - 2m^3 n S_{22} + 2\left(m^3 n - mn^3\right) S_{12} + \left(m^3 n - mn^3\right) S_{33}$$
$$= \left[2 \times \frac{1}{4} \times 6.7 - 2 \times \frac{1}{4} \times 11.1 + 2 \times 0 \times (-2) + 0 \times 200 \right] \times 10^{-6} = -2.2 \times 10^{-6}$$

A *equação (2.51)* fica, então,

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_{xy} \end{Bmatrix} = 10^{-6} \begin{bmatrix} 53.25 & -46.55 & - \\ -46.55 & 53.25 & - \\ -2.2 & -2.2 & - \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 60 \\ 40 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

e as extensões são

$$\varepsilon_x = 1345 \times 10^{-6}$$
$$\varepsilon_y = -655 \times 10^{-6}$$
$$\varepsilon_{xy} = -220 \times 10^{-6}$$