



Mechatronische Netzwerke

piezoelektrischer Wandler

verwendete Formelzeichen

| | |
|---|-----------------|
| elektrische Stromdichte | J |
| elektrische Feldstärke | E_e |
| elektrische Spannung | U |
| elektrische Kapazität | C_e |
| Parallelwiderstand | R_p |
| mechanische Dehnung | ε_m |
| mechanische Spannung | σ |
| Geschwindigkeit | v |
| mechanische Induktivität (Nachgiebigkeit) | L_m |
| mechanische Verluste | R_s |
| Fläche des Piezokristalls | A |
| Dicke des Piezokristalls | d |

Grundgleichungen

gyratorische Wandlergleichungen in Feldformulierung

$$J = Y_{11} \cdot E_e + Y_{12} \cdot \frac{d}{dt} \varepsilon_m \quad (\text{Ia})$$

$$\sigma = Y_{21} \cdot E_e + Y_{22} \cdot \frac{d}{dt} \varepsilon_m \quad (\text{IIb})$$

gyratorische Wandlergleichungen in skalarer Form

$$I = Y_{11} \cdot U + Y_{12} \cdot v \quad (\text{Ib})$$

$$F = Y_{21} \cdot U + Y_{22} \cdot v \quad (\text{IIb})$$



Modellstufen

1. ideal statischer Wandler ($\eta = 1$)

keine dissipativen Verluste $Y_{11} = 0$ $Y_{22} = 0$

2. ideal dynamischer Wandler ($\eta = 1$)

$$Y_{11} = \text{li} \cdot \omega \cdot C_e$$

$$Y_{22} = \frac{1}{\text{li} \cdot \omega \cdot L_m}$$

3. realer dynamischer Wandler ($\eta < 1$)

$$Y_{11} = \text{li} \cdot \omega \cdot C_e + \frac{1}{R_p}$$

$$Y_{22} = \frac{1}{\text{li} \cdot \omega \cdot L_m + R_s}$$

4. Wandlerparameter für piezoeletrische Längseffekt

$$Y_{12} = Y_{21} = e_{33} \cdot \frac{A}{d}$$

5. vollständige Wandlergleichungen

$$I = \left(\text{li} \cdot \omega \cdot C_e + \frac{1}{R_p} \right) \cdot U + e_{33} \cdot \frac{A}{d} \cdot v \quad (\text{Ic})$$

$$F = e_{33} \cdot \frac{A}{d} \cdot U + \frac{1}{\text{li} \cdot \omega \cdot L_m + R_s} \cdot v \quad (\text{IIc})$$