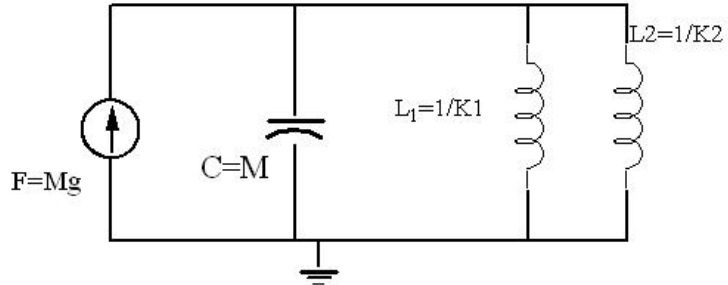


מבוא למערכות ומעגלים חשמליים : פתרון תרגיל בית מספר 8

1. א. דיאגרמה אקוויולנטית:



נחבר את 2 ה"סלילים" במקביל: $\frac{1}{L_{eff}} = K_1 + K_2 \Rightarrow L_{eff} = \left(\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}\right)^{-1} = (K_1 + K_2)^{-1}$

$$F = Mg = M \frac{dv}{dt} + \frac{1}{L_{eff}} \int v dt = M \frac{dv}{dt} + (K_1 + K_2) \int v dt$$

$$\frac{d}{dt}(Mg) = 0 = Mv'' + K_{eff}v \Rightarrow v'' = -\omega_0^2 v \quad \text{ב. משוואה דיפרנציאלית: KCL}$$

$$\omega_0 \equiv \sqrt{\frac{K_1 + K_2}{M}}$$

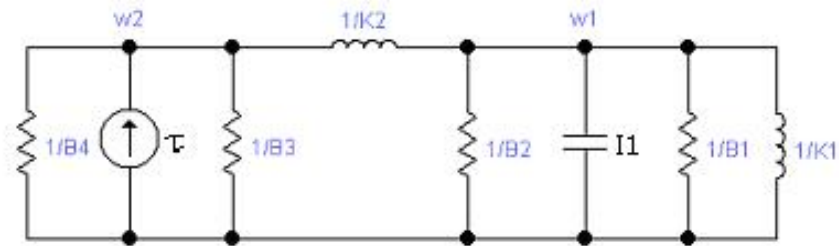
$$\frac{d}{dt}(A \cos(\omega t + \varphi)) = -A\omega \sin(\omega t + \varphi) = Mv'' + K_{eff}v \quad \text{ג. כעת נוסף למערכת כוח מאלץ:}$$

$$M(j\omega)^2 v + K_{eff}v = (-A\omega) \angle(\varphi - 90) \Rightarrow$$

$$v(K_{eff} - \omega^2 M) = (-A\omega) \angle(\varphi - 90) \Rightarrow v = \frac{-\omega A}{M} \angle(\varphi - 90) \cdot \frac{1}{\omega_0^2 - \omega^2} \quad \text{ובמצב סינוסי עמיד:}$$

עבור $\omega \rightarrow \omega_0$ המהירות של המסה תתפוצץ, כלומר המערכת תיכנס למצב של אי יציבות משום שאין אף אלמנט מרסן במערכת (B).

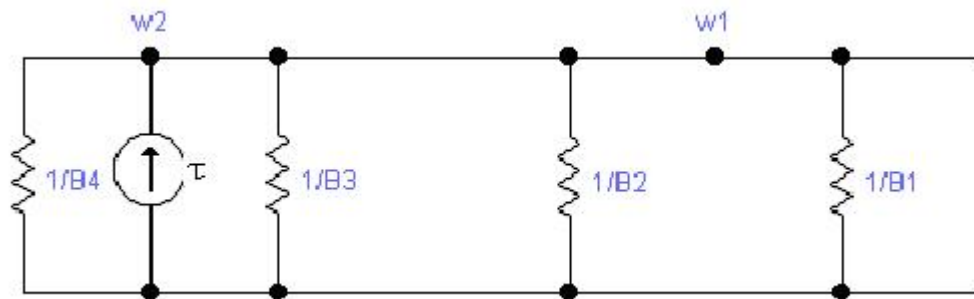
2. א. מעגל חשמלי שקול:



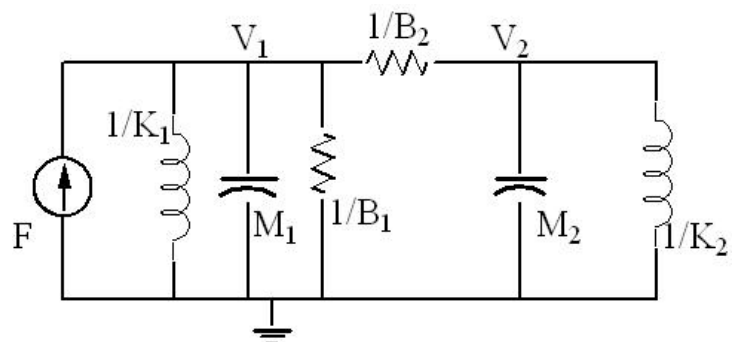
ב. משוואות צמתים:

$$\begin{pmatrix} \frac{K1+K2}{S} + B1 + B2 + I_1 S & -\frac{K2}{S} \\ -\frac{K2}{S} & B3 + B4 + \frac{K2}{S} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega1 \\ \omega2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ \tau \end{pmatrix}$$

ג. מצב יציב: נקצר סלילים וננתק קבלים, ולכן: $\omega_1 = \omega_2 = 0$.



3. א.



ב. נמצא את פונקציות התמסורת:
נכתוב קודם משוואות KCL (במישור S) עבור 2 הצמתים:

$$F = \frac{K_1}{S}V_1 + M_1SV_1 + B_1V_1 + B_2(V_1 - V_2) \quad I$$

$$B_2(V_1 - V_2) = \frac{K_2}{S}V_2 + M_2SV_2 \quad II \Rightarrow$$

$$F = V_1[\frac{K_1}{S} + M_1S + B_1 + B_2] - B_2V_2$$

$$0 = -B_2V_1 + V_2[\frac{K_2}{S} + M_2S + B_2] \Rightarrow$$

$$\begin{bmatrix} \frac{K_1}{S} + M_1S + B_1 + B_2 & -B_2 \\ -B_2 & \frac{K_2}{S} + M_2S + B_2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F \\ 0 \end{bmatrix}$$

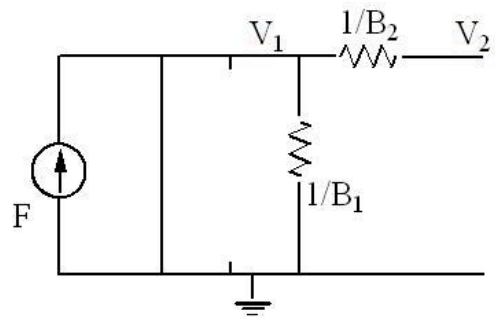
נציב את הערכים המספריים ונחלץ את פונקציות התמסורת:

$$\begin{bmatrix} \frac{2}{S} + 3S + 8 & -3 \\ -3 & \frac{2}{S} + S + 3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{10}{S} \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow$$

$$V_1(S) = \frac{\begin{vmatrix} \frac{10}{S} & -3 \\ 0 & \frac{2}{S} + S + 3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \frac{2}{S} + 3S + 8 & -3 \\ -3 & \frac{2}{S} + S + 3 \end{vmatrix}} = \frac{10(S^2 + 3S + 2)}{3S^4 + 17S^3 + 23S^2 + 22S + 4}$$

$$V_2(S) = \frac{\begin{vmatrix} \frac{2}{S} + 3S + 8 & \frac{10}{S} \\ -3 & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \frac{2}{S} + 3S + 8 & -3 \\ -3 & \frac{2}{S} + S + 3 \end{vmatrix}} = \frac{30S}{3S^4 + 17S^3 + 23S^2 + 22S + 4}$$

ג. נשרטט את המעגל מחדש ללא K_2 ובמצב יציב :



רואים ישר ש V_1 מקוצר לאדמה ולכן הוא שווה לאפס, הענף של V_2 מנותק ולכן הזרם על B_2 שווה לאפס, מכך נובע: $F_2 = B_2(V_1 - V_2) = 0 \Rightarrow V_2 = V_1 = 0$.