

В данных формулах особенности:

1) L_{22} это не индуктивность рассеяния, это полная индуктивность вторичной обмотки, $L_{22}=L_2+L_m$, где L_2 это индуктивность рассеяния, L_m это индуктивность ветви намагничивания.

Здесь трансформатор для большей физической наглядности представляется двумя магнитосвязанными катушками, а не T-образной схемой.

2) Активное сопротивление вторичной обмотки R_2 учтено в R_H . L_H это чисто индуктивность нагрузки, туда не входит индуктивность рассеяния

$$0 = w_2 \cdot \left(\frac{d}{dt} \Phi(H) \right) + R_H \cdot i_2 + L_H \cdot \left(\frac{d}{dt} i_2 \right)$$

$$M_{12} \cdot \left(\frac{d}{dt} i_1 \right) + (L_{22} + L_H) \cdot \left(\frac{d}{dt} i_2 \right) + R_H \cdot i_2 = 0$$

$$i_1(t) = I_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) + I_{exp} \cdot e^{-\frac{t}{T}} \quad \frac{d}{dt} \left(I_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) + I_{exp} \cdot e^{-\frac{t}{T}} \right) \rightarrow I_m \cdot \omega \cdot \cos(\varphi + \omega \cdot t) - \frac{I_{exp} \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T}$$

$$\left(\frac{d}{dt} i_2 \right) = -(L_{22} + L_H)^{-1} \cdot \left[M_{12} \cdot \left(I_m \cdot \omega \cdot \cos(\varphi + \omega \cdot t) - \frac{I_{exp} \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T} \right) - R_H \cdot i_2 \right]$$

$$M_{12} \cdot \left(I_m \cdot \omega \cdot \cos(\varphi + \omega \cdot t) - \frac{I_{exp} \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T} \right) + (L_{22} + L_H) \cdot \left(\frac{d}{dt} i_2 \right) + R_H \cdot i_2 = 0$$

$$(L_{22} + L_H) \cdot \left(\frac{d}{dt} i_2 \right) + R_H \cdot i_2 = -M_{12} \cdot \left(I_m \cdot \omega \cdot \cos(\varphi + \omega \cdot t) - \frac{I_{exp} \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T} \right)$$

$$(L_{22} + L_H) \cdot \left(\frac{d}{dt} i_2 \right) + R_H \cdot i_2 = 0$$

$$\left(\frac{d}{dt} i_2 \right) = - \left(\frac{R_H}{L_{22} + L_H} \right) \cdot i_2$$

$$\frac{1}{i_2} \cdot d(i_2) = - \left(\frac{R_H}{L_{22} + L_H} \right) \cdot dt$$

$$\ln(i_2) = - \left(\frac{R_H}{L_{22} + L_H} \right) \cdot t + C$$

$$i_2 = e^{\left[- \left(\frac{R_H}{L_{22} + L_H} \right) \cdot t + C \right]} = e^C \cdot e^{\left[- \left(\frac{R_H}{L_{22} + L_H} \right) \cdot t \right]} = C \cdot e^{\left[- \left(\frac{R_H}{L_{22} + L_H} \right) \cdot t \right]}$$

Методом вариации произвольной постоянной

$$i_2(t) = C(t) \cdot e^{-\left(\frac{R_H}{L_{22}+L_H}\right) \cdot t}$$

$$\frac{d}{dt} i_2(t) = \frac{d}{dt} C(t) \cdot e^{-\left(\frac{R_H}{L_{22}+L_H}\right) \cdot t} - C(t) \cdot \left(\frac{R_H}{L_{22}+L_H}\right) \cdot e^{-\left(\frac{R_H}{L_{22}+L_H}\right) \cdot t}$$

$$(L_{22} + L_H) \cdot \left(\frac{d}{dt} i_2\right) + R_H \cdot i_2 = -M_{12} \cdot \left(\text{Im} \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) - \frac{\text{Iexp} \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T} \right)$$

$$\left(\frac{d}{dt} i_2\right) + \frac{R_H}{(L_{22} + L_H)} \cdot i_2 = \frac{-M_{12}}{(L_{22} + L_H)} \cdot \left(\text{Im} \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) - \frac{\text{Iexp} \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T} \right)$$

$$\frac{d}{dt} C(t) \cdot e^{-\left(\frac{R_H}{L_{22}+L_H}\right) \cdot t} - C(t) \cdot \left(\frac{R_H}{L_{22}+L_H}\right) \cdot e^{-\left(\frac{R_H}{L_{22}+L_H}\right) \cdot t} + \frac{R_H}{(L_{22}+L_H)} \cdot \left[C(t) \cdot e^{-\left(\frac{R_H}{L_{22}+L_H}\right) \cdot t} \right] = \frac{-M_{12}}{(L_{22}+L_H)} \cdot \left(\text{Im} \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) - \frac{\text{Iexp} \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T} \right)$$

$$\frac{d}{dt} C(t) \cdot e^{-\left(\frac{R_H}{L_{22}+L_H}\right) \cdot t} = \frac{-M_{12}}{(L_{22}+L_H)} \cdot \left(\text{Im} \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) - \frac{\text{Iexp} \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T} \right)$$

$$\frac{d}{dt} C(t) = \frac{-M_{12}}{(L_{22}+L_H)} \cdot \left(\text{Im} \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) - \frac{\text{Iexp} \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T} \right) \cdot e^{\left(\frac{R_H}{L_{22}+L_H}\right) \cdot t}$$

$$C(t) = \frac{-M_{12}}{(L_{22}+L_H)} \cdot \int \left(\text{Im} \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) - \frac{\text{Iexp} \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T} \right) \cdot e^{\left(\frac{R_H}{L_{22}+L_H}\right) \cdot t} dt = \frac{-M_{12}}{(L_{22}+L_H)} \cdot \left[\int \text{Im} \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) \cdot e^{\left(\frac{R_H}{L_{22}+L_H}\right) \cdot t} dt - \int \frac{\text{Iexp} \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T} \cdot e^{\left(\frac{R_H}{L_{22}+L_H}\right) \cdot t} dt \right]$$

$$\int \text{Im} \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) \cdot e^{\left(\frac{R_H}{L_{22}+L_H}\right) \cdot t} dt \rightarrow \frac{\text{Im} \cdot L_{22} \cdot \omega \cdot e^{\frac{t \cdot R_H}{L_{22}+L_H}} \cdot \left(\cos\left(\frac{L_{22} \cdot \varphi}{L_{22}+L_H}\right) - \sin\left(\frac{L_{22} \cdot \varphi}{L_{22}+L_H}\right) \cdot i \right) \cdot \left(\cos\left(\frac{\omega \cdot t \cdot L_H}{L_{22}+L_H}\right) - \sin\left(\frac{\omega \cdot t \cdot L_H}{L_{22}+L_H}\right) \cdot i \right) \cdot \left(\cos\left(\frac{\varphi \cdot L_H}{L_{22}+L_H}\right) - \sin\left(\frac{\varphi \cdot L_H}{L_{22}+L_H}\right) \cdot i \right) \cdot \left(\cos\left(\frac{L_{22} \cdot \omega \cdot t}{L_{22}+L_H}\right) - \sin\left(\frac{L_{22} \cdot \omega \cdot t}{L_{22}+L_H}\right) \cdot i \right) + \frac{\text{Im} \cdot L_{22} \cdot \omega \cdot e^{\frac{t \cdot R_H}{L_{22}+L_H}} \cdot \left(\cos\left(\frac{L_{22} \cdot \varphi}{L_{22}+L_H}\right) + s \right)}{-2 \cdot R_H + 2i \cdot L_{22} \cdot \omega + 2i \cdot \omega \cdot L_H}$$

$$\int \text{Im} \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) \cdot e^{\left(\frac{R_H}{L_{22}+L_H}\right) \cdot t} dt = \frac{\text{Im} \cdot \omega \cdot e^{\frac{t \cdot R_H}{L_{22}+L_H}} \cdot (L_{22} + L_H) \cdot [R_H \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) + \omega \cdot (L_{22} + L_H) \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)]}{\omega^2 \cdot (L_{22} + L_H)^2 + R_H^2}$$

$$\int \frac{I \exp \cdot e^{-\frac{t}{T}} \cdot e^{\left(\frac{R_H}{L22+L_H}\right) \cdot t}}{T} dt \rightarrow \frac{I \exp \cdot e^{\frac{t \cdot R_H}{L22+L_H} - \frac{t}{T}}}{T \cdot \left(\frac{R_H}{L22+L_H} - \frac{1}{T}\right)}$$

$$C(t) = \frac{-M12}{(L22+L_H)} \left[\frac{Im \cdot \omega \cdot e^{\frac{t \cdot R_H}{L22+L_H}} \cdot \left(\omega \cdot \sin(\omega \cdot t) + \frac{R_H \cdot \cos(\omega \cdot t)}{L22+L_H} \right)}{\omega^2 + \frac{R_H^2}{(L22+L_H)^2}} - \frac{Im \cdot e^{\frac{t \cdot R_H}{L22+L_H} - \frac{t}{T}}}{T \cdot \left(\frac{R_H}{L22+L_H} - \frac{1}{T}\right)} \right] + C$$

$$C(t) = \frac{-M12}{(L22+L_H)} \left[\frac{Im \cdot \omega \cdot e^{\frac{t \cdot R_H}{L22+L_H}} \cdot [\omega \cdot (L22+L_H) \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) + R_H \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)] \cdot (L22+L_H)}{\omega^2 \cdot (L22+L_H)^2 + R_H^2} - \frac{I \exp \cdot \left(e^{\frac{t \cdot R_H}{L22+L_H} - \frac{t}{T}} \right)}{T \cdot \left(\frac{R_H}{L22+L_H} - \frac{1}{T}\right)} \right] + C$$

$$C(t) = -M12 \cdot \frac{Im \cdot \omega \cdot e^{\frac{t \cdot R_H}{L22+L_H}} \cdot [\omega \cdot (L22+L_H) \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) + R_H \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)]}{\omega^2 \cdot (L22+L_H)^2 + R_H^2} + M12 \cdot \frac{I \exp \cdot \left(e^{\frac{t \cdot R_H}{L22+L_H} - \frac{t}{T}} \right)}{T \cdot R_H - (L22+L_H)} + C$$

$$i2(t) = C(t) \cdot e^{-\left(\frac{R_H}{L22+L_H}\right) \cdot t} = \left[-M12 \cdot \frac{Im \cdot \omega \cdot [\omega \cdot (L22+L_H) \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) + R_H \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)]}{\omega^2 \cdot (L22+L_H)^2 + R_H^2} + M12 \cdot \frac{I \exp \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T \cdot R_H - (L22+L_H)} \right] \cdot e^{\frac{t \cdot R_H}{L22+L_H}} \cdot e^{-\left(\frac{R_H}{L22+L_H}\right) \cdot t} + C \cdot e^{-\left(\frac{R_H}{L22+L_H}\right) \cdot t}$$

$$i2(t) = C(t) \cdot e^{-\left(\frac{R_H}{L22+L_H}\right) \cdot t} = \left[-M12 \cdot \frac{Im \cdot \omega \cdot [\omega \cdot (L22+L_H) \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) + R_H \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)]}{\omega^2 \cdot (L22+L_H)^2 + R_H^2} + M12 \cdot \frac{I \exp \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T \cdot R_H - (L22+L_H)} \right] + C \cdot e^{-\left(\frac{R_H}{L22+L_H}\right) \cdot t}$$

Пусть в момент времени $t=0$ $i2 = i2_0$. Тогда

$$i2_0 = \left[-M12 \cdot \frac{Im \cdot \omega \cdot [\omega \cdot (L22+L_H) \cdot \sin(\varphi) + R_H \cdot \cos(\varphi)]}{\omega^2 \cdot (L22+L_H)^2 + R_H^2} + M12 \cdot \frac{I \exp}{T \cdot R_H - (L22+L_H)} \right] + C$$

$$C = i2_0 + \frac{I \exp \cdot M12}{L22+L_H - T \cdot R_H} + \frac{Im \cdot M12 \cdot \omega \cdot [R_H \cdot \cos(\varphi) + \omega \cdot \sin(\varphi) \cdot (L22+L_H)]}{R_H^2 + \omega^2 \cdot (L22+L_H)^2} \quad \frac{M12}{L22} = \frac{\left(\frac{w1 \cdot w2 \cdot \mu \cdot \mu_0 \cdot S}{l} \right)}{\left(\frac{w2^2 \cdot \mu \cdot \mu_0 \cdot S}{l} \right)} = \frac{w1}{w2}$$

$$C = i2_0 + \frac{I_{exp} \cdot M12}{L22 + L_H - T \cdot R_H} + \frac{I_m \cdot M12 \cdot \omega \cdot [R_H \cdot \cos(\varphi) + \omega \cdot \sin(\varphi) \cdot (L22 + L_H)]}{R_H^2 + \omega^2 \cdot (L22 + L_H)^2} = i2_0 + \frac{I_{exp} \cdot M12}{L22 + L_H - T \cdot R_H} + \frac{I_m \cdot M12 \cdot \omega \cdot [R_H \cdot \cos(\varphi) + \omega \cdot \sin(\varphi) \cdot (L22 + L_H)]}{R_H^2 + \omega^2 \cdot (L22 + L_H)^2}$$

$$C = i2_0 + \frac{I_{exp} \cdot M12 + I_m \cdot M12 \cdot \sin(\varphi)}{L22} = i2_0 + \frac{w1}{w2} \cdot (I_{exp} + I_m \cdot \sin(\varphi)) = i2_0 + \frac{w1}{w2} \cdot (i1_0)$$

$$i2(t) = \left[-M12 \cdot \frac{I_m \cdot \omega \cdot [\omega \cdot (L22 + L_H) \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) + R_H \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)]}{\omega^2 \cdot (L22 + L_H)^2 + R_H^2} + M12 \cdot \frac{I_{exp} \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T \cdot R_H - (L22 + L_H)} \right] + \left[i2_0 + \frac{I_{exp} \cdot M12}{L22 + L_H - T \cdot R_H} + \frac{I_m \cdot M12 \cdot \omega \cdot [R_H \cdot \cos(\varphi) + \omega \cdot \sin(\varphi) \cdot (L22 + L_H)]}{R_H^2 + \omega^2 \cdot (L22 + L_H)^2} \right] \cdot e^{-\left[\frac{R_H}{L22 + L_H} \right] \cdot t}$$

Пусть $R_H=0$, $L_H=0$ (проверка выкладок)

$$i2(t) = \frac{-M12}{L22} \cdot I_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) - \frac{M12}{L22} \cdot I_m \cdot e^{-\frac{t}{T}} = \frac{-M12}{L22} \cdot \left(I_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) + I_{exp} \cdot e^{-\frac{t}{T}} \right)$$

$$\frac{-M12}{L22} = \frac{-\left(w1 \cdot w2 \cdot \mu \cdot \mu_0 \cdot \frac{S}{l} \right)}{w2^2 \cdot \mu \cdot \mu_0 \cdot \frac{S}{l}} = -\frac{w1}{w2}$$

$$i2(t) = \frac{-M12}{L22} \cdot I_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) - \frac{M12}{L22} \cdot I_m \cdot e^{-\frac{t}{T}} = \frac{-M12}{L22} \cdot \left(I_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) + I_{exp} \cdot e^{-\frac{t}{T}} \right)$$

$$i2(t) = -\frac{w1}{w2} \cdot \left(I_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) + I_m \cdot e^{-\frac{t}{T}} \right)$$

Численный расчет

$$I_m := 3000$$

$$S := 7.854 \times 10^{-3} \quad l := 0.5 \quad \mu := 2000 \quad \mu_0 := 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \quad T := 0.4 \quad I_{exp} := I_m \quad \varphi := -\frac{\pi}{2}$$

$$\omega := 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314.159$$

$$w1 := 1 \quad w2 := 600 \quad L_H := \frac{10}{\omega} \quad R_H := 30$$

$$M12 := w1 \cdot w2 \cdot \mu \cdot \mu_0 \cdot \frac{S}{l} = 0.024$$

$$L22 := w2^2 \cdot \mu \cdot \mu_0 \cdot \frac{S}{l} = 14.212 \quad i1(t) := I_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) + I_{exp} \cdot e^{-\frac{t}{T}}$$

$$M12 \cdot \left(\frac{d}{dt} i1 \right) + (L22 + L_H) \cdot \left(\frac{d}{dt} i2 \right) + R_H \cdot i2 = 0$$

$$M12 \cdot \left[\frac{d}{dt} (I_m \cdot \sin(\omega \cdot t)) \right] + (L22 + L_H) \cdot \left(\frac{d}{dt} i2 \right) + R_H \cdot i2 = 0$$

$$M12 \cdot \left[\frac{d}{dt} (i1(t)) \right] + (L22 + L_H) \cdot \left(\frac{d}{dt} i2 \right) + R_H \cdot i2 = 0$$

$$(L22 + L_H) \cdot \left(\frac{d}{dt} i2 \right) = -(R_H \cdot i2) - M12 \cdot \left[\frac{d}{dt} (i1(t)) \right]$$

$$\left(\frac{d}{dt} i2 \right) = (L22 + L_H)^{-1} \cdot \left[-(R_H \cdot i2) - M12 \cdot \left[\frac{d}{dt} (i1(t)) \right] \right]$$

$$\left[-M12 \cdot \frac{Im \cdot \omega \cdot [\omega \cdot (L22 + LH) \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) + RH \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)]}{\omega^2 \cdot (L22 + LH)^2 + RH^2} + M12 \cdot \frac{Iexp \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T \cdot RH - (L22 + LH)} \right] + \left[i2_0 + \frac{Iexp \cdot M12}{L22 + LH - T \cdot RH} + \frac{Im \cdot M12 \cdot \omega \cdot [RH \cdot \cos(\varphi) + \omega \cdot \sin(\varphi) \cdot (L22 + LH)]}{RH^2 + \omega^2 \cdot (L22 + LH)^2} \right]$$

$$i2_0 := 0$$

$$i2(t) := \left[-M12 \cdot \frac{Im \cdot \omega \cdot [\omega \cdot (L22 + LH) \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) + RH \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)]}{\omega^2 \cdot (L22 + LH)^2 + RH^2} + M12 \cdot \frac{Iexp \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T \cdot RH - (L22 + LH)} \right] + \left[i2_0 + \frac{Iexp \cdot M12}{L22 + LH - T \cdot RH} + \frac{Im \cdot M12 \cdot \omega \cdot [RH \cdot \cos(\varphi) + \omega \cdot \sin(\varphi) \cdot (L22 + LH)]}{RH^2 + \omega^2 \cdot (L22 + LH)^2} \right] \cdot e^{-\left[\frac{RH}{L22 + LH} \right] \cdot t}$$

$$D(t, i2) := (L22 + LH)^{-1} \cdot \left[-M12 \cdot \frac{d}{dt} (i1(t)) - RH \cdot i2 \right]$$

$$N := 10000$$

$$i2(0) = -3.553 \times 10^{-15}$$

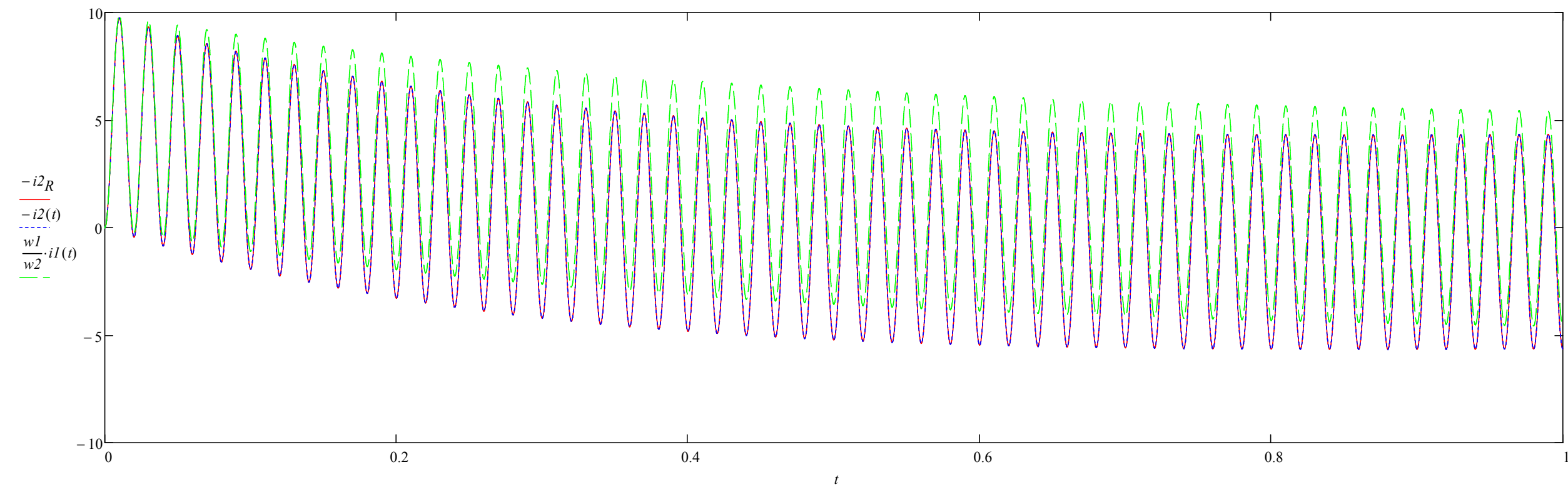
$$\frac{Iexp \cdot M12}{L22 + LH - T \cdot RH} + \frac{Im \cdot M12 \cdot \omega \cdot [RH \cdot \cos(\varphi) + \omega \cdot \sin(\varphi) \cdot (L22 + LH)]}{RH^2 + \omega^2 \cdot (L22 + LH)^2} = 26.677$$

$$k := 0..N$$

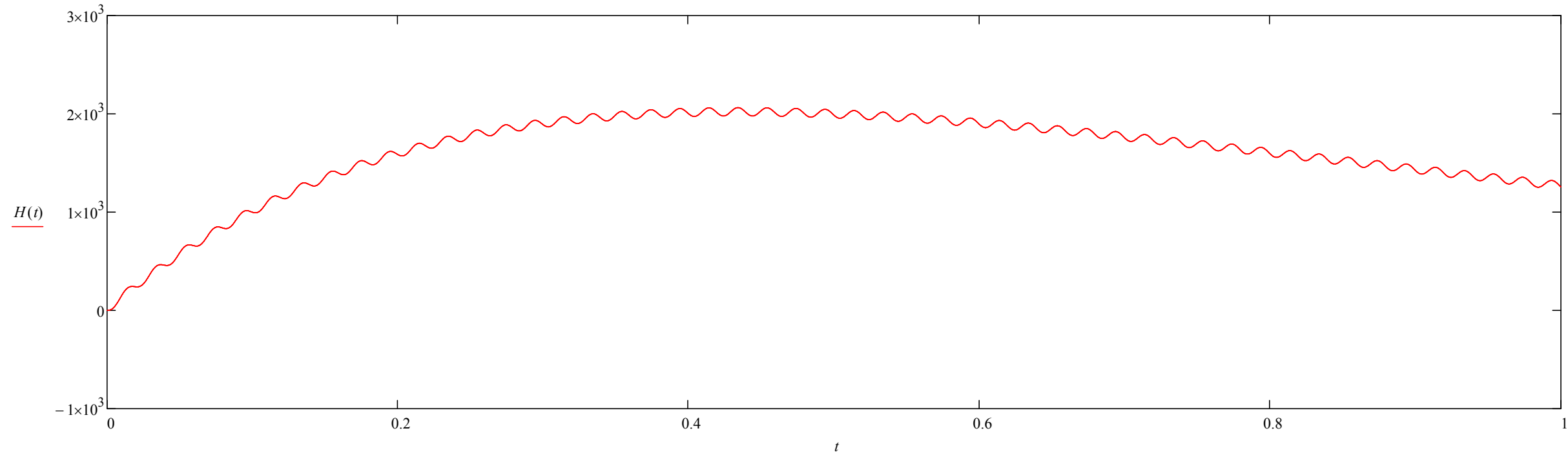
$$Res := \text{Radau}(i2_0, 0, 1, N, D)$$

$$t_k := Res_k, 0$$

$$i2_{R_k} := Res_k, 1$$



$$H(t) := \frac{(i1(t) \cdot w1 + i2(t) \cdot w2)}{l}$$



$$i1(t) = Im \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) + I \exp\left(-\frac{t}{T}\right)$$

$$i2(t) = \left[-M12 \cdot \frac{Im \cdot \omega \cdot [\omega \cdot (L22 + LH) \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) + RH \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)]}{\omega^2 \cdot (L22 + LH)^2 + RH^2} + M12 \cdot \frac{I \exp\left(-\frac{t}{T}\right)}{T \cdot RH - (L22 + LH)} \right] + \left[i2_0 + \frac{I \exp \cdot M12}{L22 + LH - T \cdot RH} + \frac{Im \cdot M12 \cdot \omega \cdot [RH \cdot \cos(\varphi) + \omega \cdot \sin(\varphi) \cdot (L22 + LH)]}{RH^2 + \omega^2 \cdot (L22 + LH)^2} \right] \cdot e^{\left[-\left(\frac{RH}{L22 + LH}\right) \cdot t\right]}$$

$$H(t) = Im \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) \cdot \frac{w1}{l} - M12 \cdot \frac{Im \cdot \omega \cdot [\omega \cdot (L22 + LH) \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) + RH \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)]}{\omega^2 \cdot (L22 + LH)^2 + RH^2} \cdot \frac{w2}{l} + I \exp\left(-\frac{t}{T}\right) \cdot \frac{w1}{l} + M12 \cdot \frac{I \exp \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T \cdot RH - (L22 + LH)} \cdot \frac{w2}{l} + \left[i2_0 + \frac{I \exp \cdot M12}{L22 + LH - T \cdot RH} + \frac{Im \cdot M12 \cdot \omega \cdot [RH \cdot \cos(\varphi) + \omega \cdot \sin(\varphi) \cdot (L22 + LH)]}{RH^2 + \omega^2 \cdot (L22 + LH)^2} \right] \cdot \frac{w2}{l} \cdot e^{\left[-\left(\frac{RH}{L22 + LH}\right) \cdot t\right]}$$

Пренебрегая индуктивностью рассеяния, получим

$$M12 = w1 \cdot w2 \cdot \mu \cdot \mu_0 \cdot \frac{S}{l}$$

$$L22 = w2^2 \cdot \mu \cdot \mu_0 \cdot \frac{S}{l}$$

$$M12 = \frac{w1}{w2} \cdot L22$$

Периодическая составляющая

$$H1(t) := \left[\frac{w1 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)}{l} - \frac{M12 \cdot \omega \cdot w2 \cdot [R_H \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) + \omega \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) \cdot (L22 + L_H)]}{l \cdot [R_H^2 + \omega^2 \cdot (L22 + L_H)^2]} \right] \cdot Im$$

Амплитуда периодической составляющей с учетом приближительной замены M12

$$A_{колеб} = Im \cdot \frac{w1}{l} \cdot \sqrt{\left[1 - \frac{L22 \cdot \omega^2 \cdot (L22 + L_H)}{R_H^2 + \omega^2 \cdot (L22 + L_H)^2} \right]^2 + \left[\frac{L22 \cdot \omega \cdot R_H}{R_H^2 + \omega^2 \cdot (L22 + L_H)^2} \right]^2} = Im \cdot \frac{w1}{l} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot L_H^2 + R_H^2}{\omega^2 \cdot (L22 + L_H)^2 + R_H^2}}$$

Апериодическая составляющая

$$H2(t) := I_{exp} \cdot e^{\frac{-t}{T}} \cdot \frac{w1}{l} + M12 \cdot \frac{I_{exp} \cdot e^{\frac{-t}{T}}}{T \cdot R_H - (L22 + L_H)} \cdot \frac{w2}{l} + \left[i2_0 + \frac{I_{exp} \cdot M12}{L22 + L_H - T \cdot R_H} + \frac{Im \cdot M12 \cdot \omega \cdot [R_H \cdot \cos(\varphi) + \omega \cdot \sin(\varphi) \cdot (L22 + L_H)]}{R_H^2 + \omega^2 \cdot (L22 + L_H)^2} \right] \cdot \frac{w2}{l} \cdot e^{\left[-\left(\frac{R_H}{L22 + L_H} \right) \cdot t \right]}$$

$$I_{exp} = -Im \cdot \sin(\varphi) \quad i2_0 = 0$$

$$T_S := \frac{(L22 + L_H)}{R_H} \quad T_P := T$$

$$H''(t) := \left[e^{-\frac{t}{T_P}} - \cos(\omega \cdot t) - \frac{L22}{R_H} \cdot \frac{e^{-\frac{t}{T_P}}}{(T_S - T_P)} + \frac{L22}{R_H} \cdot \frac{\omega \cdot (T_S \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t) - \sin(\omega \cdot t))}{\omega^2 \cdot T_S^2 + 1} + \frac{L22}{R_H} \cdot \frac{e^{-\frac{t}{T_S}} \cdot (1 + T_S \cdot T_P \cdot \omega^2)}{(T_S - T_P) \cdot (\omega^2 \cdot T_S^2 + 1)} \right] \cdot Im \cdot \frac{w1}{l}$$

Приближенно

$$H'''(t) := \left[\frac{\omega \cdot T_P \cdot T_S}{T_P - T_S} \cdot \left(e^{-\frac{t}{T_P}} - e^{-\frac{t}{T_S}} \right) - \sin(\omega \cdot t) \right] \cdot \frac{1}{T_S \cdot \omega} \cdot Im \cdot \frac{w1}{l}$$

Огибающая

$$H_{np}(t) = \left[\frac{\omega \cdot T_P \cdot T_S}{T_P - T_S} \cdot \left(e^{-\frac{t}{T_P}} - e^{-\frac{t}{T_S}} \right) + 1 \right] \cdot \frac{1}{T_S \cdot \omega} \cdot Im \cdot \frac{w1}{l}$$

$$t_{max} := \frac{T_P \cdot T_S}{T_P - T_S} \cdot \ln\left(\frac{T_P}{T_S}\right) = 0.435$$

$$H_{np,max} := \left[\frac{\omega \cdot T_P \cdot T_S}{T_P - T_S} \cdot \left[\left(\frac{T_P}{T_S}\right)^{\frac{T_S}{T_S - T_P}} - \left(\frac{T_P}{T_S}\right)^{\frac{T_P}{T_S - T_P}} \right] + 1 \right] \cdot \left(\frac{1}{T_S \cdot \omega} \cdot Im \cdot \frac{w1}{l} \right) = 2.061 \times 10^3$$

$$K_{np}(t) := \frac{\omega \cdot T_P \cdot T_S}{T_P - T_S} \cdot \left(e^{-\frac{t}{T_P}} - e^{-\frac{t}{T_S}} \right) + 1$$

$$\lim_{T_P \rightarrow 0} e^{-\frac{1}{T_P}} \rightarrow \text{undefined}$$

$$e^{-\frac{1}{0.01}} = 0$$

$$K_{np.max} := \frac{\omega \cdot T_P \cdot T_S}{T_P - T_S} \cdot \left[\left(\frac{T_P}{T_S} \right)^{\frac{T_S}{T_S - T_P}} - \left(\frac{T_P}{T_S} \right)^{\frac{T_P}{T_S - T_P}} \right] + 1 = 51.243$$

$$H_{np.max} = K_{np.max} \cdot \left(\frac{1}{T_S \cdot \omega} \cdot Im \cdot \frac{wl}{l} \right) = K_{np.max} \cdot \left[\frac{R_H}{(L22 + L_H) \cdot \omega} \cdot Im \cdot \frac{wl}{l} \right] = K_{np.max} \cdot H_{np.max.уст}$$

В установившемся режиме

$$H'''(t) = -\sin(\omega \cdot t) \cdot \frac{1}{T_S \cdot \omega} \cdot Im \cdot \frac{wl}{l} \quad H_{np.max.уст} = \frac{1}{T_S \cdot \omega} \cdot Im \cdot \frac{wl}{l}$$

Альтернативный расчет. Он учитывает, что предельная напряженность задается установившимся режимом. По формулам выше, амплитуда периодической составляющей

$$H_{колеб.max} = Im \cdot \frac{wl}{l} \cdot \sqrt{\left[1 - \frac{L22 \cdot \omega^2 \cdot (L22 + L_H)}{R_H^2 + \omega^2 \cdot (L22 + L_H)^2} \right]^2 + \left[\frac{L22 \cdot \omega \cdot R_H}{R_H^2 + \omega^2 \cdot (L22 + L_H)^2} \right]^2} = Im \cdot \frac{wl}{l} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot L_H^2 + R_H^2}{\omega^2 \cdot (L22 + L_H)^2 + R_H^2}}$$

В данном случае

$$Im = \sqrt{2} \cdot K_{np.ном} \cdot K_{ном} \cdot I_{ном} \quad \text{Итого надо сравнить } K_{np} \text{ с величиной } \sqrt{2} \cdot K_{np.ном} \cdot K_{ном} \cdot I_{ном} \cdot \frac{wl}{l} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot L_H^2 + R_H^2}{\omega^2 \cdot (L22 + L_H)^2 + R_H^2}}$$

$$\left[\frac{\omega \cdot T_P \cdot T_S}{T_P - T_S} \cdot \left[\left(\frac{T_P}{T_S} \right)^{\frac{T_S}{T_S - T_P}} - \left(\frac{T_P}{T_S} \right)^{\frac{T_P}{T_S - T_P}} \right] + 1 \right] \cdot \frac{1}{T_S \cdot \omega} \cdot Ik \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{wl}{l} \leq \sqrt{2} \cdot K_{np.ном} \cdot K_{ном} \cdot I_{ном} \cdot \frac{wl}{l} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot L_{ном}^2 + R_{ном}^2}{\omega^2 \cdot (L22 + L_{ном})^2 + R_{ном}^2}}$$

$$\left[\frac{\omega \cdot T_P \cdot T_S}{T_P - T_S} \cdot \left[\left(\frac{T_P}{T_S} \right)^{\frac{T_S}{T_S - T_P}} - \left(\frac{T_P}{T_S} \right)^{\frac{T_P}{T_S - T_P}} \right] + 1 \right] \leq \frac{(\sqrt{2} \cdot K_{np.ном} \cdot K_{ном} \cdot I_{ном}) \cdot \frac{wl}{l} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot L_{ном}^2 + R_{ном}^2}{\omega^2 \cdot (L22 + L_{ном})^2 + R_{ном}^2}}}{\left(\frac{1}{T_S \cdot \omega} \cdot Ik \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{wl}{l} \right)}$$

$$\left[\frac{\omega \cdot T_P \cdot T_S}{T_P - T_S} \cdot \left[\left(\frac{T_P}{T_S} \right)^{\frac{T_S}{T_S - T_P}} - \left(\frac{T_P}{T_S} \right)^{\frac{T_P}{T_S - T_P}} \right] + 1 \right] \leq \frac{K_{np.ном} \cdot K_{ном} \cdot I_{ном}}{Ik} \cdot T_S \cdot \omega \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot L_{ном}^2 + R_{ном}^2}{\omega^2 \cdot (L22 + L_{ном})^2 + R_{ном}^2}}$$

Точный расчет коэффициента А вот такой

$$A = \frac{K_{np.ном} \cdot K_{ном} \cdot I_{ном}}{Ik} \cdot T_S \cdot \omega \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot L_{ном}^2 + R_{ном}^2}{\omega^2 \cdot (L22 + L_{ном})^2 + R_{ном}^2}} \quad \frac{\omega \cdot (L2 + L_m + L_H)}{R_H} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot L_{ном}^2 + R_{ном}^2}{\omega^2 \cdot (L2 + L_m + L_{ном})^2 + R_{ном}^2}}$$

$$A = \frac{K_{np.ном} \cdot K_{ном} \cdot I_{ном}}{Ik} \cdot \frac{\omega \cdot (L22 + L_H)}{R_H} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot L_{ном}^2 + R_{ном}^2}{\omega^2 \cdot (L22 + L_{ном})^2 + R_{ном}^2}}$$

Далее учтем, что L22 очень велико

$$A = \frac{K_{пр.ном} \cdot K_{ном} \cdot I_{ном}}{Ik} \cdot \frac{\sqrt{\omega^2 \cdot L_{ном}^2 + R_{ном}^2}}{R_n}$$

Вот такой коэффициент А нужно было бы использовать в ПНСТ

$$A = \frac{K_{пр.ном} \cdot K_{ном} \cdot I_{ном}}{Ik} \cdot \frac{\sqrt{\omega^2 \cdot (L2 + L_{нaзp})^2 + (R2 + R_{нaзp})^2}}{R2 + R_{нaзp}}$$

В установившемся режиме

Амплитуда периодической составляющей с учетом приближительной замены M12

$$H_{колеб} = Im \cdot \frac{wI}{l} \cdot \sqrt{\left[1 - \frac{L22 \cdot \omega^2 \cdot (L22 + L_n)}{R_n^2 + \omega^2 \cdot (L22 + L_n)^2}\right]^2 + \left[\frac{L22 \cdot \omega \cdot R_n}{R_n^2 + \omega^2 \cdot (L22 + L_n)^2}\right]^2} = Im \cdot \frac{wI}{l} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot L_n^2 + R_n^2}{\omega^2 \cdot (L22 + L_n)^2 + R_n^2}}$$

$$\sqrt{2} \cdot Ik \cdot \frac{wI}{l} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot L_n^2 + R_n^2}{\omega^2 \cdot (L22 + L_n)^2 + R_n^2}} \leq \sqrt{2} \cdot K_{пр.ном} \cdot K_{ном} \cdot I_{ном} \cdot \frac{wI}{l} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot L_{ном}^2 + R_{ном}^2}{\omega^2 \cdot (L22 + L_{ном})^2 + R_{ном}^2}}$$

$$Ik \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot L_n^2 + R_n^2}{\omega^2 \cdot (L22 + L_n)^2 + R_n^2}} \leq K_{пр.ном} \cdot K_{ном} \cdot I_{ном} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot L_{ном}^2 + R_{ном}^2}{\omega^2 \cdot (L22 + L_{ном})^2 + R_{ном}^2}}$$

$$\frac{K_{пр.ном} \cdot K_{ном} \cdot I_{ном}}{Ik} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot L_{ном}^2 + R_{ном}^2}{\omega^2 \cdot L_n^2 + R_n^2}} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot (L22 + L_n)^2 + R_n^2}{\omega^2 \cdot (L22 + L_{ном})^2 + R_{ном}^2}} \geq 1$$

$$\frac{K_{пр.ном} \cdot K_{ном} \cdot I_{ном}}{Ik} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot L_{ном}^2 + R_{ном}^2}{\omega^2 \cdot L_n^2 + R_n^2}} \geq 1$$

Учитывая, что L22 >> Lн, Rн, то примерно

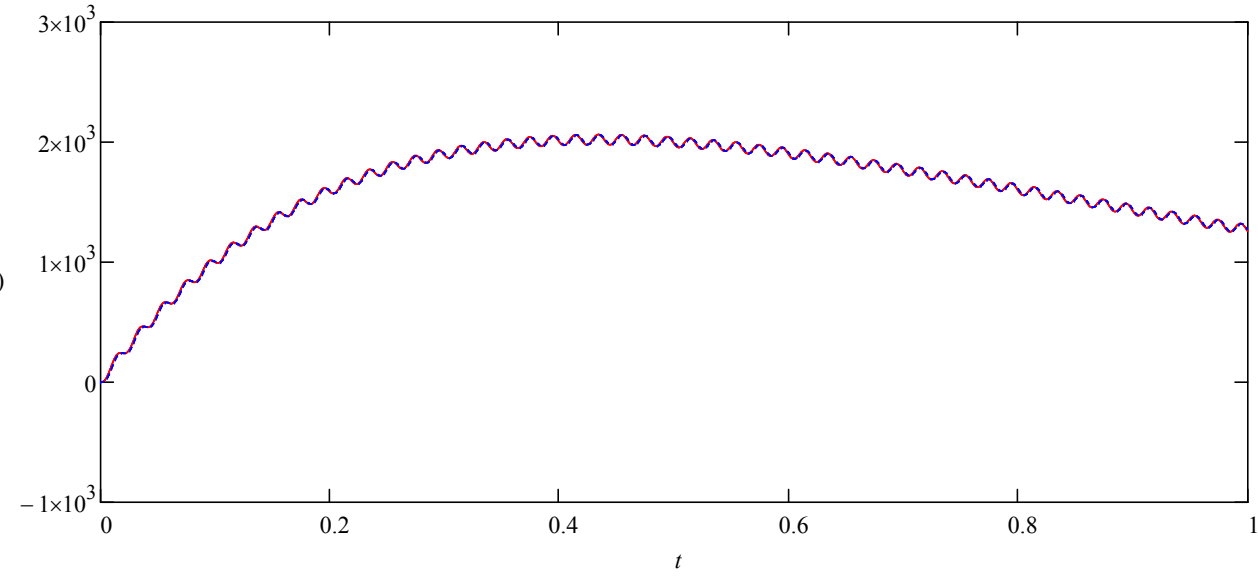
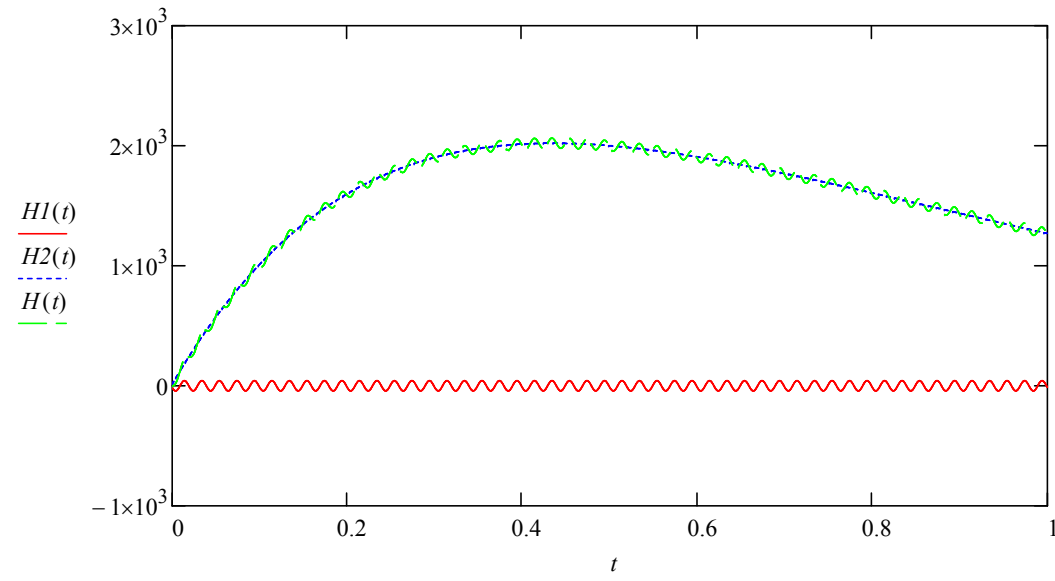
$$\frac{K_{пр.ном} \cdot K_{ном} \cdot I_{ном}}{Ik} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot L_{ном}^2 + R_{ном}^2}{\omega^2 \cdot L_n^2 + R_n^2}} \geq 1$$

Здесь нужно учесть, что

$$R_{ном} = R2 + R_{нaзp} \quad R_n = R2 + R_{нaзp}$$

$$L_{ном} = L2 + L_{нaзp} \quad L_n = L2 + L_{нaзp}$$

$$\frac{K_{пр.ном} \cdot K_{ном} \cdot I_{ном}}{Ik} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot (L2 + L_{нaзp})^2 + (R2 + R_{нaзp})^2}{\omega^2 \cdot (L2 + L_{нaзp})^2 + (R2 + R_{нaзp})^2}} \geq 1 \quad A = \frac{K_{пр.ном} \cdot K_{ном} \cdot I_{ном}}{Ik} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot (L2 + L_{нaзp})^2 + (R2 + R_{нaзp})^2}{\omega^2 \cdot (L2 + L_{нaзp})^2 + (R2 + R_{нaзp})^2}}$$



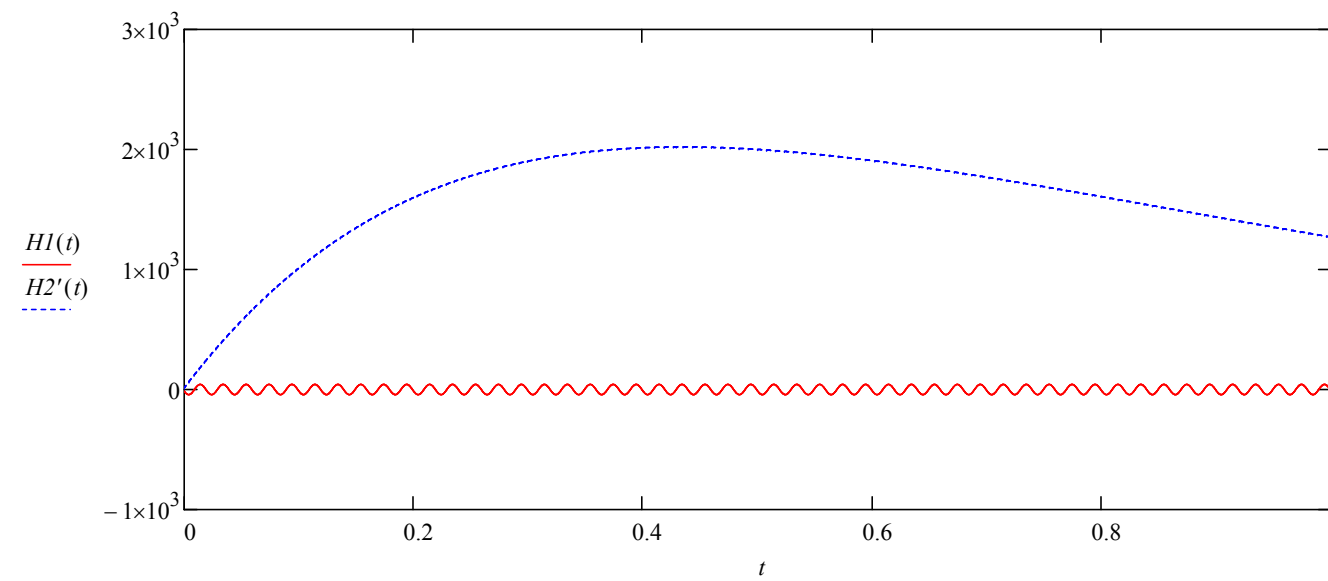
$$H2(t) = -Im \cdot \sin(\varphi) \cdot e^{\frac{-t}{T}} \cdot \frac{wl}{l} + M12 \cdot \frac{-Im \cdot \sin(\varphi) \cdot e^{\frac{-t}{T}}}{T \cdot Rh - (L22 + LH)} \cdot \frac{w2}{l} + \left[\frac{-Im \cdot \sin(\varphi) \cdot M12}{L22 + LH - T \cdot Rh} + \frac{Im \cdot M12 \cdot \omega \cdot [Rh \cdot \cos(\varphi) + \omega \cdot \sin(\varphi) \cdot (L22 + LH)]}{Rh^2 + \omega^2 \cdot (L22 + LH)^2} \right] \cdot \frac{w2}{l} \cdot e^{\left[-\left(\frac{Rh}{L22 + LH} \right) \cdot t \right]}$$

$$-Im \cdot \sin(\varphi) \cdot e^{\frac{-t}{T}} \cdot \frac{wl}{l} + L22 \cdot \frac{-Im \cdot \sin(\varphi) \cdot e^{\frac{-t}{T}}}{T \cdot Rh - (L22 + LH)} \cdot \frac{wl}{l} + \left[\frac{-Im \cdot \sin(\varphi)}{L22 + LH - T \cdot Rh} + \frac{Im \cdot \omega \cdot [Rh \cdot \cos(\varphi) + \omega \cdot \sin(\varphi) \cdot (L22 + LH)]}{Rh^2 + \omega^2 \cdot (L22 + LH)^2} \right] \cdot \frac{wl}{l} \cdot L22 \cdot e^{\left[-\left(\frac{Rh}{L22 + LH} \right) \cdot t \right]}$$

$$H2'(t) := \left[\frac{\omega \cdot [Rh \cdot \cos(\varphi) + \omega \cdot \sin(\varphi) \cdot (L22 + LH)]}{Rh^2 + \omega^2 \cdot (L22 + LH)^2} - \frac{\sin(\varphi)}{L22 + LH - T \cdot Rh} \right] \cdot L22 \cdot e^{-\frac{Rh}{L22 + LH} \cdot t} - \left[1 + \frac{L22}{T \cdot Rh - (L22 + LH)} \right] \cdot \sin(\varphi) \cdot e^{\frac{-t}{T}} \cdot Im \cdot \frac{wl}{l}$$

$$H2'(t) = C \cdot \left(A \cdot e^{-\frac{Rh}{L22 + LH} \cdot t} - B \cdot e^{\frac{-t}{T}} \right)$$

$$\frac{d}{dt} H2'(t) = C \cdot \left(\frac{B \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T} - \frac{A \cdot Rh \cdot e^{-\frac{t \cdot Rh}{L22 + LH}}}{L22 + LH} \right) = 0$$



$$\frac{B \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T} - \frac{A \cdot R_H \cdot e^{-\frac{t \cdot R_H}{L22+L_H}}}{L22+L_H} = 0$$

$$\frac{B \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T} = \frac{A \cdot R_H \cdot e^{-\frac{t \cdot R_H}{L22+L_H}}}{L22+L_H}$$

$$e^{-\frac{t}{T}} = \frac{T \cdot A \cdot R_H \cdot e^{-\frac{t \cdot R_H}{L22+L_H}}}{B \cdot (L22+L_H)}$$

$$e^{-\frac{t \cdot (L22+L_H - T \cdot R_H)}{T \cdot (L22+L_H)}} = \frac{T \cdot A \cdot R_H}{B \cdot (L22+L_H)}$$

$$t = -\frac{[T \cdot (L22+L_H)]}{(L22+L_H - T \cdot R_H)} \cdot \ln \left[\frac{A}{B} \cdot T \cdot \frac{R_H}{(L22+L_H)} \right]$$

$$A := \left[\frac{\omega \cdot [R_H \cdot \cos(\varphi) + \omega \cdot \sin(\varphi) \cdot (L22+L_H)]}{R_H^2 + \omega^2 \cdot (L22+L_H)^2} - \frac{\sin(\varphi)}{L22+L_H - T \cdot R_H} \right] \cdot L22 = 5.335$$

$$B := \left[1 + \frac{L22}{T \cdot R_H - (L22+L_H)} \right] \cdot \sin(\varphi) = 5.333 \quad C := Im \cdot \frac{wI}{l}$$

$$t_{max} := -\frac{[T \cdot (L22+L_H)]}{(L22+L_H - T \cdot R_H)} \cdot \ln \left[\frac{A}{B} \cdot T \cdot \frac{R_H}{(L22+L_H)} \right] = 0.434$$

$$H2'(t) = C \cdot \left(A \cdot e^{-\frac{R_H}{L22+L_H} \cdot t} - B \cdot e^{-\frac{t}{T}} \right)$$

$$C \cdot \left[A \cdot e^{-\frac{R_H}{L22+L_H} \cdot t} \cdot \left[-\frac{R_H}{L22+L_H} \cdot \left[-\frac{[T \cdot (L22+L_H)]}{(L22+L_H - T \cdot R_H)} \cdot \ln \left[\frac{A}{B} \cdot T \cdot \frac{R_H}{(L22+L_H)} \right] \right] \right] - B \cdot e^{-\frac{t}{T}} \cdot \left[-\frac{[T \cdot (L22+L_H)]}{(L22+L_H - T \cdot R_H)} \cdot \ln \left[\frac{A}{B} \cdot T \cdot \frac{R_H}{(L22+L_H)} \right] \right] \right]$$

$$H2_{max} = C \cdot \left[A \cdot \left[\frac{A \cdot T \cdot R_H}{B \cdot (L22+L_H)} \right]^{\frac{T \cdot R_H}{L22+L_H - T \cdot R_H}} - B \cdot \left[\frac{A \cdot T \cdot R_H}{B \cdot (L22+L_H)} \right]^{\frac{L22+L_H}{L22+L_H - T \cdot R_H}} \right]$$

$$H1_{max} = Im \cdot \frac{wI}{l} \cdot \frac{\omega^2 \cdot L_H^2 + R_H^2}{\omega^2 \cdot (L22+L_H)^2 + R_H^2}$$

$$C \cdot \left[A \cdot \left[\frac{A \cdot T \cdot R_H}{B \cdot (L22+L_H)} \right]^{\frac{T \cdot R_H}{L22+L_H - T \cdot R_H}} - B \cdot \left[\frac{A \cdot T \cdot R_H}{B \cdot (L22+L_H)} \right]^{\frac{L22+L_H}{L22+L_H - T \cdot R_H}} \right] = 2.021 \times 10^3$$

$$H_{max} = C \cdot \left[A \cdot \left[\frac{A \cdot T \cdot R_H}{B \cdot (L22 + L_H)} \right]^{\frac{T \cdot R_H}{L22 + L_H - T \cdot R_H}} - B \cdot \left[\frac{A \cdot T \cdot R_H}{B \cdot (L22 + L_H)} \right]^{\frac{L22 + L_H}{L22 + L_H - T \cdot R_H}} + \frac{\omega^2 \cdot L_H^2 + R_H^2}{\omega^2 \cdot (L22 + L_H)^2 + R_H^2} \right]$$

$$\frac{A}{B} = \frac{L22 \cdot R_H \cdot \left[(T \cdot R_H - L_H - L22) \cdot \omega \cdot \cos(\varphi) + \left[R_H + T \cdot \omega^2 \cdot (L22 + L_H) \right] \cdot \sin(\varphi) \right]}{\sin(\varphi) \cdot (T \cdot R_H - L_H) \cdot \left[\omega^2 \cdot (L22 + L_H)^2 + R_H^2 \right]}$$

$$H_{max} := C \cdot \left[A \cdot \left[\frac{A \cdot T \cdot R_H}{B \cdot (L22 + L_H)} \right]^{\frac{T \cdot R_H}{L22 + L_H - T \cdot R_H}} - B \cdot \left[\frac{A \cdot T \cdot R_H}{B \cdot (L22 + L_H)} \right]^{\frac{L22 + L_H}{L22 + L_H - T \cdot R_H}} + \frac{\omega^2 \cdot L_H^2 + R_H^2}{\omega^2 \cdot (L22 + L_H)^2 + R_H^2} \right] = 2.021 \times 10^3$$

Максимум индукции

$$\frac{i \sin\left(\frac{L22 \cdot \varphi}{L22 + L_H}\right) \cdot \left(\cos\left(\frac{\omega \cdot t \cdot L_H}{L22 + L_H}\right) + \sin\left(\frac{\omega \cdot t \cdot L_H}{L22 + L_H}\right) \cdot i\right) \cdot \left(\cos\left(\frac{\varphi \cdot L_H}{L22 + L_H}\right) + \sin\left(\frac{\varphi \cdot L_H}{L22 + L_H}\right) \cdot i\right) \cdot \left(\cos\left(\frac{L22 \cdot \omega \cdot t}{L22 + L_H}\right) + \sin\left(\frac{L22 \cdot \omega \cdot t}{L22 + L_H}\right) \cdot i\right)}{2 \cdot R_H + 2i \cdot L22 \cdot \omega + 2i \cdot \omega \cdot L_H} - \frac{Im \cdot \omega \cdot L_H \cdot e^{\frac{t \cdot R_H}{L22 + L_H}} \cdot \left(\cos\left(\frac{L22 \cdot \varphi}{L22 + L_H}\right) - \sin\left(\frac{L22 \cdot \varphi}{L22 + L_H}\right) \cdot i\right) \cdot \left(\cos\left(\frac{\omega \cdot t \cdot L_H}{L22 + L_H}\right) - \sin\left(\frac{\omega \cdot t \cdot L_H}{L22 + L_H}\right) \cdot i\right) \cdot \left(\cos\left(\frac{\varphi \cdot L_H}{L22 + L_H}\right) - \sin\left(\frac{\varphi \cdot L_H}{L22 + L_H}\right) \cdot i\right)}{-2 \cdot R_H + 2i \cdot L22 \cdot \omega + 2i \cdot \omega \cdot L_H}$$

$$\frac{-}{H} \cdot i \cdot \left(\cos\left(\frac{L22 \cdot \omega \cdot t}{L22 + LH}\right) - \sin\left(\frac{L22 \cdot \omega \cdot t}{L22 + LH}\right) \cdot i \right) + \frac{Im \cdot \omega \cdot LH \cdot e^{\frac{t \cdot RH}{L22 + LH}} \cdot \left(\cos\left(\frac{L22 \cdot \varphi}{L22 + LH}\right) + \sin\left(\frac{L22 \cdot \varphi}{L22 + LH}\right) \cdot i \right) \cdot \left(\cos\left(\frac{\omega \cdot t \cdot LH}{L22 + LH}\right) + \sin\left(\frac{\omega \cdot t \cdot LH}{L22 + LH}\right) \cdot i \right) \cdot \left(\cos\left(\frac{\varphi \cdot LH}{L22 + LH}\right) + \sin\left(\frac{\varphi \cdot LH}{L22 + LH}\right) \cdot i \right) \cdot \left(\cos\left(\frac{L22 \cdot \omega \cdot t}{L22 + LH}\right) + \sin\left(\frac{L22 \cdot \omega \cdot t}{L22 + LH}\right) \cdot i \right)}{2 \cdot RH + 2i \cdot L22 \cdot \omega + 2i \cdot \omega \cdot LH}$$