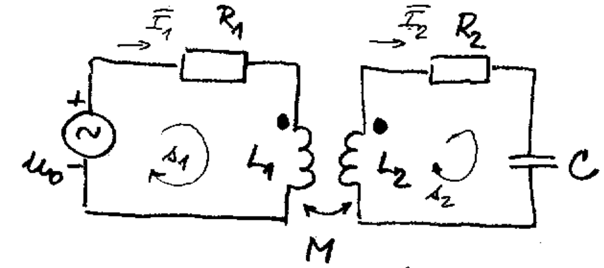
Obvody se vzájemnými indukčnostmi

Příklad 1: · Dáno: $u_0 = U\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi)$, R_1, L_1, L_2, M, R_2, C



Sestavte rovnice 2. Kirchhoffova zákona pro smyčky s_1, s_2

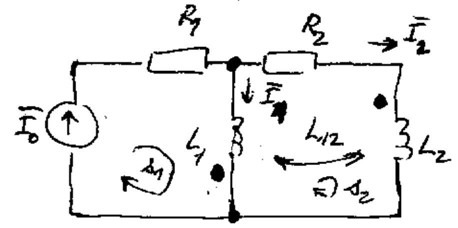
Harmonický průběh, ustálený stav $\Rightarrow$ použití symbolicko-komplexního zobrazen[í]

$\bar{U}_0 = U\angle\varphi$

2. k. z.: s_1: $R_1\bar{I}_1 + j\omega L_1\bar{I}_1 - j\omega M\bar{I}_2 - \bar{U}_0 = 0$

s_2: $R_2\bar{I}_2 + \left(-j\frac{1}{\omega C}\right)\bar{I}_2 + j\omega L_2\bar{I}_2 - j\omega M\bar{I}_1 = 0 \quad \Rightarrow \bar{I}_1, \bar{I}_2$

Příklad 2: Dáno: $i_0 = I\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi)$, $R_1, R_2, L_1, L_2, L_{12}$.
Analyzujte obvod na obr. metodou smyčkových proudů.



Řešíme opět symbolicko-komplexní metodou: $\bar{I}_0 = I\angle\varphi$

V první smyčce využijeme znalost proudu proudového zdroje:

$\bar{I}_{s1} = \bar{I}_0 \quad \Rightarrow$ stačí sestavit rovnici pro smyčku s_2:

s_2: $R_2\bar{I}_{s2} + j\omega L_2\bar{I}_{s2} - j\omega L_{12}(\bar{I}_0 - \bar{I}_{s2}) + j\omega L_1(\bar{I}_{s2} - \bar{I}_0) + j\omega L_{12}\bar{I}_{s2} = 0 \quad \Rightarrow \bar{I}_{s2}$ nebo

jinak: s_2: $R_2\bar{I}_{s2} + j\omega L_2\bar{I}_{s2} + j\omega L_{12}(\bar{I}_{s2} - \bar{I}_0) + j\omega L_1(\bar{I}_{s2} - \bar{I}_0) + j\omega L_{12}\bar{I}_{s2} = 0 \quad \Rightarrow \bar{I}_{s2}$

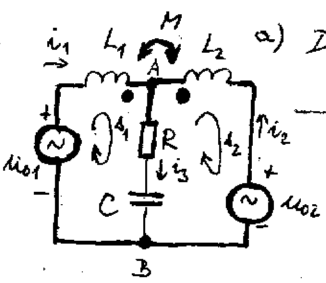
Větvové proudy:

$\bar{I}_1 = \bar{I}_{s1} - \bar{I}_{s2} = \bar{I}_0 - \bar{I}_{s2}$

$\bar{I}_2 = \bar{I}_{s2}$

tyto rovnice se liší pouze ve znaménkách ve třetím členu, vedou ke stejnému řešení, rovnice jsou vlastně stejné! (zjistíme roznásobením závorky)

Příklad 3. Metodou přímé aplikace Kirchhoffových zákonů řešte daný el. obvod.



a) Dáno: $u_{01} = U_{01}\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi_1)$, $u_{02} = U_{02}\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi_2)$, L_1, L_2, M, C, R

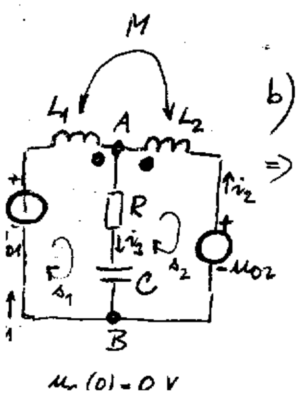
SKM: $\bar{U}_{01} = U_{01}\angle\varphi_1$, $\bar{U}_{02} = U_{02}\angle\varphi_2$

1. k. z. A: $-\bar{I}_1 - \bar{I}_2 + \bar{I}_3 = 0$

2. k. z. s_1: $j\omega L_1\bar{I}_1 + j\omega M\bar{I}_2 + R_3\bar{I}_3 - j\frac{1}{\omega C}\bar{I}_3 - \bar{U}_{01} = 0$

s_2: $-j\omega L_2\bar{I}_2 - j\omega M\bar{I}_1 - \left(-j\frac{1}{\omega C}\right)\bar{I}_3 - R_3\bar{I}_3 + \bar{U}_{02} = 0$

$\Rightarrow \bar{I}_1, \bar{I}_2, \bar{I}_3$



$u_c(0) = 0\,V$

b) Dáno L_1, L_2, M, C, R, $u_{01}(t)$, $u_{02}(t)$ - zdroje neharmonického napětí $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ rovnice formulujeme pro okamžité hodnoty (řešením budou proudy i_1, i_2, i_3):

1. k. z.: A: $-i_1 - i_2 + i_3 = 0$

2. k. z.: s_1: $L_1\frac{di_1}{dt} + M\frac{di_2}{dt} + R_3 i_3 + \frac{1}{C}\int i_3(t)\,dt - u_{01}(t) = 0$

s_2: $-L_2\frac{di_2}{dt} - M\frac{di_1}{dt} - \frac{1}{C}\int i_3(t)\,dt - R_3 i_3 + u_{02}(t) = 0$