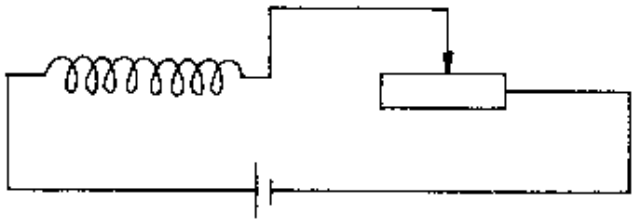
16.61. Teleppel létesített egyenáramú körben sorosan kapcsoltunk egy veszteséges – azaz saját ohmos ellenállással bíró – önindukciós tekercset és egy változtatható ellenállást. Ennek az ellenállásnak a nagyságát úgy változtatjuk, hogy az áramkörben az áramerősség az idővel arányosan változzon. Kezdetben ismert nagyságú áram folyik az áramkörben.



a) Adjuk meg a tekercs végein a feszültséget mint az idő függvényét és ábrázoljuk grafikonon a változást, ha növeljük és ha csökkentjük az áram erősségét!

b) Hogyan tudnánk a tekercsen eső feszültségről leválasztani az ohmos feszültséget és csak az önindukciós feszültséget kimutatni?
Készítsünk erre kapcsolási rajzot!
Számadatok: $R = 12\ \Omega$,
$L = 20\ \text{H}$,
$I_0 = 1{,}5\ \text{A}$,
$k = \pm 0{,}2\ \frac{\text{A}}{\text{s}}$ (azaz az áramerősség s-onként $\pm$ 0,2 A-rel változik).

Megoldás:

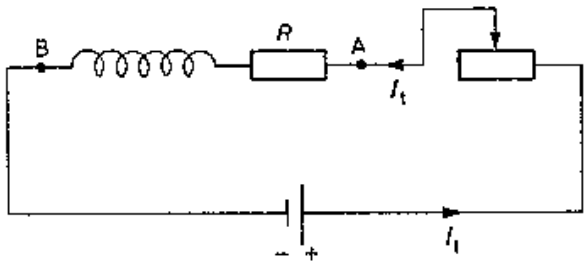
16.61. Ha I_t növekszik: $U_T(t) = 14 + 2{,}4t$, ha $t > 0$ és $U_T = 18$ V, ha $t = 0$.

Ha I_t csökken: $U_T(t) = 22 - 2{,}4t$, ha $t > 0$ és $U_T = 18$ V, ha $t = 0$.

Adatok: $R = 12\ \Omega$; $L = 20$ H: $\frac{\Delta I}{\Delta t} k = \pm 0{,}2\ \frac{\text{A}}{\text{s}}$; $I_0 = 1{,}5$ A.

Megoldás: $I_t = I_0 + k \cdot t$; $U_i = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$.

A tekercs ohmos ellenállással rendelkezik. A végein két feszültség, U_R (az ohmos ellenálláson eső feszültség) és az U_i (az önindukciós feszültség) algebrai, előjeles összege jelenik meg. $U_T(t) = U_{AB} = U_R + U_i$.



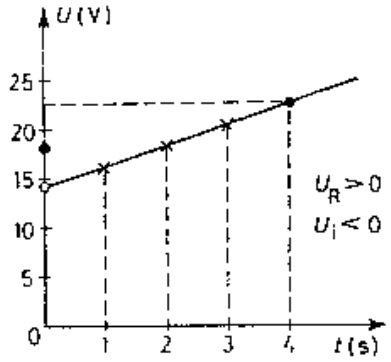
Mivel $I_t = I_0 + k \cdot t$, így $U_T(t) = U_R + U_i = I_t \cdot R - L\frac{\Delta I}{\Delta t} = (I_0 + k \cdot t)R - L \cdot k$.

1. Ha I növekszik, akkor $\frac{\Delta I}{\Delta t} k = 0{,}2\ \frac{\text{A}}{\text{s}}$, így $U_i = -L \cdot k = -4$ V.

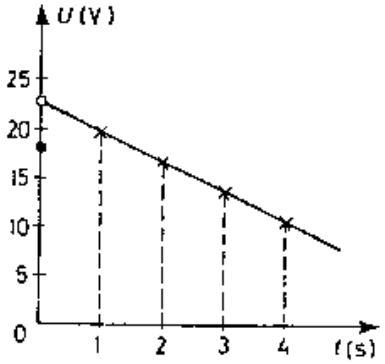
Behelyettesítve az adatokat: $U_T(t) = 14 + 2{,}4t$, ha $t > 0$.

A $t = 0$ pillanatban $I = I_0$, így nincs indukció, tehát: $U_T = U_R = I_0 \cdot R = 18$ V. Ez igaz az áram változtatása előtti időszakra is.

1.



2.



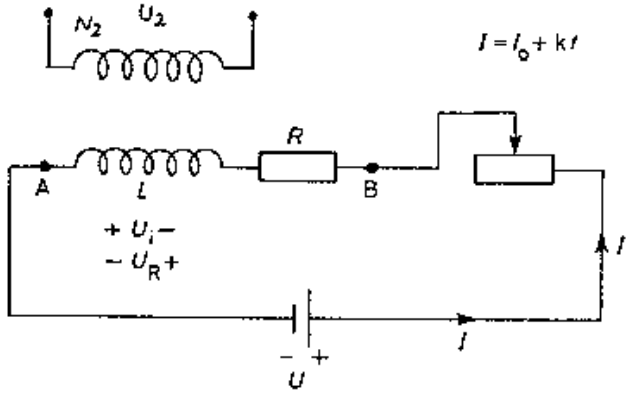
2. Ha I csökken, akkor $\frac{\Delta I}{\Delta t} = k = -0{,}2\ \frac{\text{A}}{\text{s}}$, így $U_i = -L \cdot k = 4$ V.

Behelyettesítve az adatokat: $U_T(t) = 22 - 2{,}4t$, ha $t > 0$.

A $t = 0$ időpillanatra és az áram változtatása előtti időszakra az előző pontban leírtak igazak.

Az első esetben az áram növelésével a feszültség az U értékével hirtelen lecsökken, majd egyenletesen nő. A második esetben ennek ellenkezője történik.

b) Az ohmos feszültség „leválasztása" és csak az indukciós feszültség kimutatása változó áramerősség esetén a következő módon lehetséges:



Az eredeti tekercscsel induktív módon csatolunk egy másik tekercset. Legyen N_1 és L_1 az eredeti tekercs menetszáma, illetve önindukciós együtthatója, N_2 a hozzácsatolt tekercs menetszáma.

R a tekercs ohmos ellenállása.

Az áramkörben lévő tekercsben indukált önindukciós feszültség nagysága: $U_i = L_1 \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$.

Ez a jelenség lényegében a tekercsben lejátszódó fluxusváltozás eredménye, így az indukált feszültség nagysága a nyugalmi indukcióra vonatkozó Faraday törvénye alapján is meghatározható. $U_i = N_1 \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$.

Innen: $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{U_i}{N_1}$. Ez a fluxusváltozás az induktív csatolással kapcsolt tekercsben $U_2 = N_2 \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ feszültséget indukál. Ide beírva az előzőekben kifejezett $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{U_i}{N_1}$ összefüggést, U_2-re a következőt kapjuk:

$$U_2 = N_2 \cdot \frac{U_i}{N_1}$$

Ha $N_1 = N_2$, akkor $U_2 = U_i$, azaz a második tekercsen éppen az indukált feszültséget kapjuk.