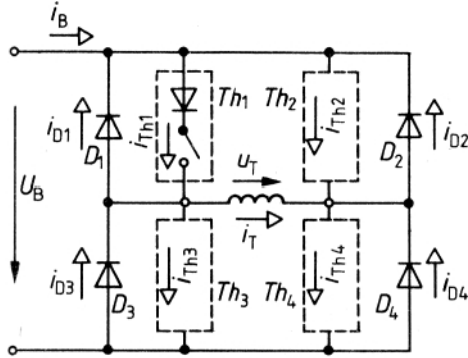


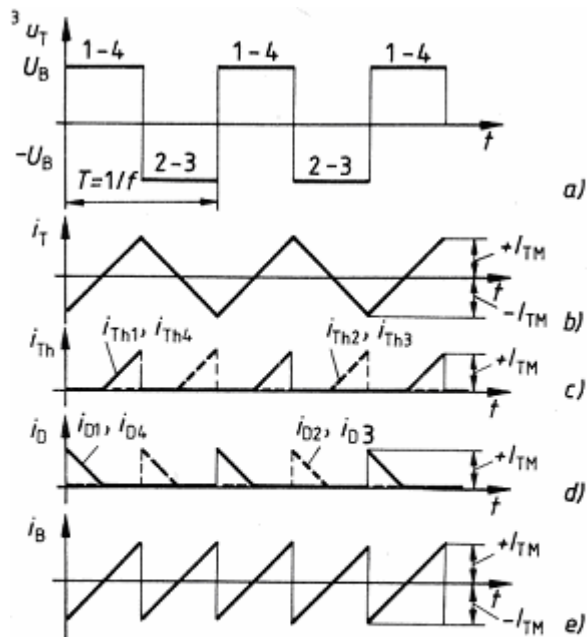
2.4.5.1. Példa

5.1. Példa

A 2.4.5.1-1. ábrán vázolt idealizált egyfázisú inverterkapcsolásban a félvezetőket sorbakapcsolt diódával és kapcsolóval helyettesítjük. Az inverter terhelése legyen L_T induktivitás. Rajzoljuk meg az i_B , i_T , i_{D1} , i_{D2} , i_{D3} , i_{D4} , i_{Th1} , i_{Th2} , i_{Th3} , i_{Th4} áram, és az u_T feszültség időbeni lefolyását, és számítsuk ki a tirisztorok és a diódák áramának I_{ThAV} és I_{DAV} középértékét, ha $U_B = 100$ V, $L_T = 1$ mH, $f = 100$ Hz.



2.4.5.1-1. ábra. Egyfázisú, hídkapcsolású váltóirányító kapcsolás idealizált kapcsolási rajza



2.4.5.1-2. ábra. A 2.4.5.1-1. ábrában megadott kapcsolás jellemző mennyiségeinek időfüggvényei

Megoldás

Mivel a terhelés áramát mindig a bekapcsolt kapcsolók, ill. ellentétes áramirány esetén a kapcsolókkal ellenpárhuzamosan kapcsolt visszarám-diódák vezetnek, a bekapcsolt kapcsolók

az u_T feszültség nagyságát és polaritását egyértelműen meghatározzák. Az u_T feszültség tehát U_B amplitúdójú periodikus négyszögfeszültség lesz (2.4.5.1-2.a ábra). Az i_T áram

$$\frac{di_T}{dt} = \pm \frac{U_B}{L_T}$$

meredekséggel változik.

Feltételezve, hogy a gyakorlati esetekben az áramkörnek mindig van egy kis ellenállása, kvázistacionárius állapotban a terhelés áramának középértéke $I_{TAV} = 0$ lesz (2.4.5.1-2.b ábra). Az i_T áramot a tirisztorok és visszáramdiódák váltakozva vezetik (2.4.5.1-2.c és d ábrák). A tápforrásból felvett áramot a 2.4.5.1-2.e ábra mutatja. Hatásos teljesítményfelvétel nincs, az energia a szinuszos feszültségű hálózatra kapcsolt induktivitás esetéhez hasonlóan a termelő és fogyasztó között leng (meddő teljesítmény). A 2.4.5.1-2. ábra alapján belátható, hogy a tirisztorok és diódák áramának középértéke megegyezik, és a következőképpen számítható:

$$I_{ThAV} = I_{DAV} = \frac{1}{2} \frac{T}{4} I_{TM} \frac{1}{T} = \frac{I_{TM}}{8},$$

mivel

$$I_{TM} = \frac{di_T}{dt} \cdot \frac{T}{4} = \frac{U_B}{L_T} \cdot \frac{T}{4} = \frac{100}{10^{-3}} \cdot \frac{0,01}{4} = 250 \text{ A},$$

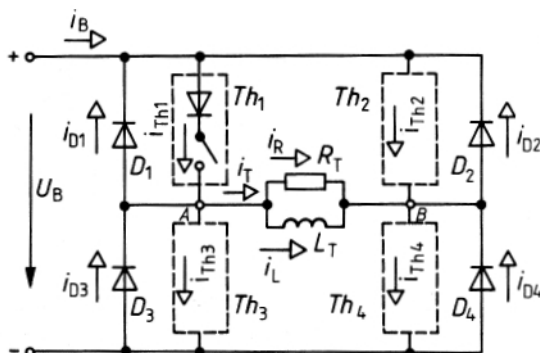
így

$$I_{ThAV} = I_{DAV} = \frac{250}{8} = 31,25 \text{ A}.$$

2.4.5.2. Példa

5.2. Példa

A 2.4.5.2.-1. ábrán megadott idealizált egyfázisú inverterkapcsolásban a félvezetőket sorbakapcsolt diódával és kapcsolóval helyettesítjük. A terhelés legyen párhuzamosan kapcsolt R_T ellenállás, és L_T induktivitás. Rajzoljuk meg az i_B , i_T , i_{D1} , i_{D2} , i_{D3} , i_{D4} , i_{Th1} , i_{Th2} , i_{Th3} , i_{Th4} áram és az U_T feszültség időbeni lefolyását, és számítsuk ki a tirisztorokon és a diódákon átfolyó áramok középértékét, ha $U_B=100 \text{ V}$, $L_T=1 \text{ mH}$, $f = 100 \text{ Hz}$ és A) $R_T=1 \Omega$, B) $R_T=0,4 \Omega$, C) $R_T=0,2 \Omega$.

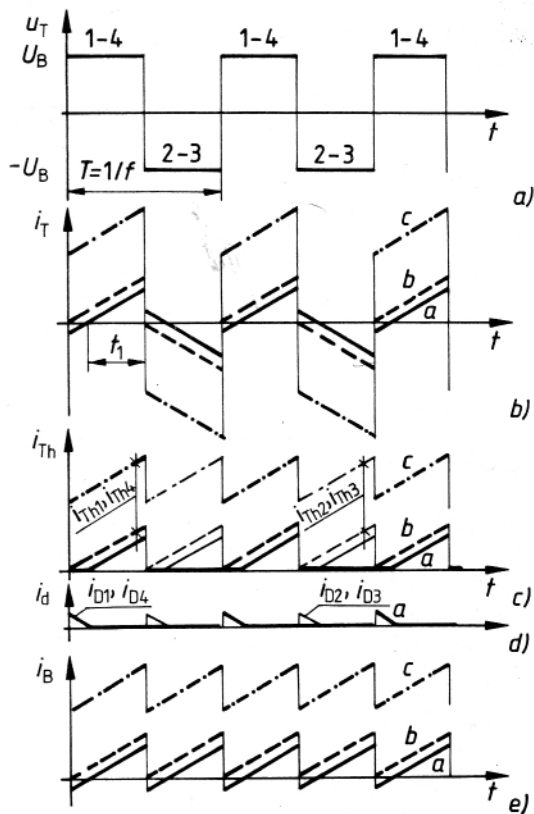


2.4.5.2.-1. ábra. Egyfázisú, hídkapcsolású váltóirányító idealizált kapcsolási rajza

Megoldás.

A 2.4.5.1. példához hasonlóan U_T most is periodikus négyszögfeszültség lesz (2.4.5.2.-2. ábra). A párhuzamosan kapcsolt terhelések közül az L_T induktivitás árama ugyanolyan lefolyású, mint az 2.4.5.1. példában. Csúcserőértéke is ugyanúgy számítható, azaz

$$I_{LM} = \frac{U_B}{4fL_T} = \frac{100}{4 \cdot 100 \cdot 10^{-3}} = 250 \text{ A.}$$



5.19. ábra. Az 5.18. ábrában megadott kapcsolás jellemző mennyiségeinek időfüggvényei

((Javítás: 5.18 → 2.4.5.2.-1., 5.19 → 2.4.5.2.-1.))

Az ellenállás ágrama követi az U_T feszültség időbeni változását, amplitúdója a különböző esetekben:

$$A) I_{RM} = \frac{U_B}{R_T} = \frac{100}{1} = 100 \text{ A;}$$

$$B) I_{RM} = \frac{100}{0,4} = 250 \text{ A;}$$

$$C) I_{RM} = \frac{100}{0,2} = 500 \text{ A.}$$

Az eredő $i_T = i_R + i_L$ áramot mindhárom esetre a 2.4.5.2.-2b ábra mutatja.

Csökkenő ellenállással az induktivitás árama az eredő áramból viszonylag kisebb részt tesz ki, ezért a tirisztorok hosszabb ideig (2.4.5.2.-2c ábra), a visszáramdiódák rövidebb ideig, ill. a B) és C) esetben egyáltalán nem (2.4.5.2.-2d ábra) vezetnek áramot. A tápegységéből felvett áram középértéke már nem nulla. (Hatásos teljesítményfelvétel van (2.4.5.2.-2e ábra).) A tranzisztorok és diódák áramának középértéke a vizsgált három esetre:

a) A tranzisztorok áramvezetésének ideje

$$t_1 = \frac{I_{LM} + I_{RM}}{\frac{di_L}{dt}} = \frac{350}{100} 10^{-3} = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ s};$$

a tranzisztorokon és a diódákön átfolyó áramok középértéke:

$$I_{ThAV} = \frac{1}{2} t_1 (I_{LM} + I_{RM}) \frac{1}{T} = \frac{1}{2} 3,5 \cdot 10^{-3} \cdot 350 \frac{1}{10} 10^3 = 61,25 \text{ A};$$

$$I_{DAV} = \frac{1}{2} \left(\frac{T}{2} - t_1 \right) (I_{LM} - I_{RM}) \frac{1}{T} = \frac{1}{2} (5 - 3,5) 10^{-3} \cdot 150 \frac{1}{10} 10^3 = 11,25 \text{ A};$$

C) $t_1 = \frac{T}{2};$

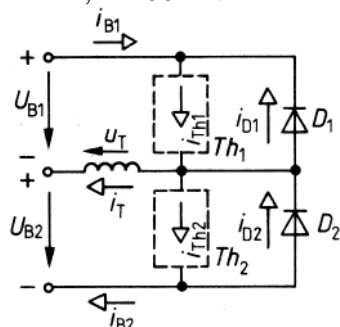
$$I_{thAV} = \frac{1}{2} [(I_{RM} - I_{LM}) + (I_{RM} + I_{LM})] \frac{T}{2} \cdot \frac{1}{T} = \frac{1}{2} [(500 - 250) + (500 + 250)] \frac{1}{2} = 250 \text{ A};$$

$$I_{DAV} = 0 \text{ A}.$$

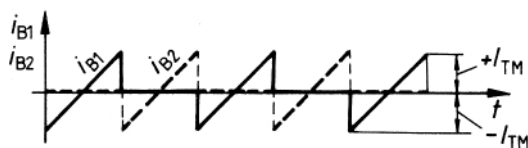
2.4.5.5. Példa

5.5. Példa

A 2.4.5.5.-1. ábrában megadott idealizált egyfázisú öngerjesztésű inverterkapcsolásban a tirisztorokat sorbakapcsolt diódával és kapcsolóval helyettesítjük. A terhelés L_T induktivitás. Rajzoljuk meg az i_{B1} , I_{BC} , T_L , i_{D1} , i_{D2} , i_{Th1} , i_{Th2} áram, és az U_T feszültség időbeni lefolyását, és számítsuk ki a tirisztorok és diódák áramának i_{ThAV} , i_{DAV} középértékét, ha $U_B = 100V$, $L_T = 1mH$, $f = 100Hz$!



2.4.5.5.-1. ábra. Egyfázisú, kéttelepes, öngerjesztésű váltóirányító idealizált kapcsolási vázlata (2.4.5.5. példához)



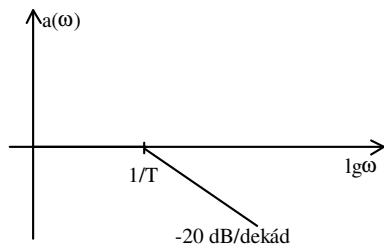
2.4.5.5.-2. ábra. A tápforrások áramai a 2.4.5.5. kapcsolással megadott váltóirányítóban

EGYTÁROLÓS ARÁNYOS TAG, (PT)

$$\frac{1}{1+sT} \Rightarrow a(\omega) = 20 \cdot \lg \frac{1}{\sqrt{1+(\omega T)^2}} = 20 \left[\lg(1) - \lg \sqrt{1+(\omega T)^2} \right] = -20 \cdot \lg \sqrt{1+(\omega T)^2}$$

$$a(\omega)_{\omega \rightarrow 0} = -20 \cdot \lg(1) = 0$$

$$a(\omega)_{\omega \rightarrow \infty} = -20 \cdot \lg(\omega T)$$



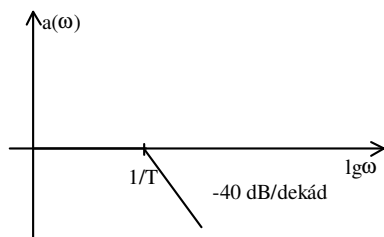
1.3.6.1.-1.ÁBRA EGYTÁROLÓS ARÁNYOS TAG BODE DIAGRAMJA

KÉTTÁROLÓS ARÁNYOS TAG, (P2T)

$$\frac{1}{s^2 T^2 + (2\xi T)s + 1} \Rightarrow a(\omega) = 20 \cdot \lg \frac{1}{\sqrt{[1 - (\omega T)^2]^2 + (2\xi T)^2}}; \quad ((j\omega)^2 = -\omega^2)$$

$$a(\omega) = -20 \cdot \lg \sqrt{[1 - (\omega T)^2]^2 + (2\xi T)^2} \quad \omega \rightarrow 0 \Rightarrow -20 \cdot \lg(1) = 0$$

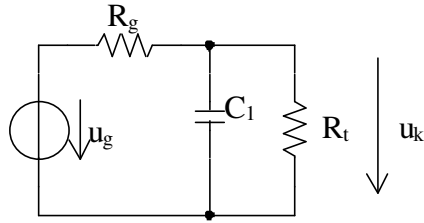
$$\omega \rightarrow \infty \Rightarrow -40 \cdot \lg(\omega T) = 0$$



1.3.6.1.-2.ÁBRA KÉTTÁROLÓS ARÁNYOS TAG BODE DIAGRAMJA

1.3.6.2. PÉLDA (EGYSZERŰ LC SZŰRŐK ÁTVITELI FÜGGVÉNYEI)

EGYTÁROLÓS RC SZŰRŐ

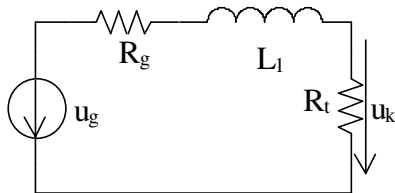


1.3.6.2-1 ÁBRA, N=1

$$\frac{u_k}{u_g} = \frac{\frac{\frac{1}{sC_1} R_t}{\frac{1}{sC_1} + R_t}}{R_g + \frac{\frac{1}{sC_1} R_t}{\frac{1}{sC_1} + R_t}} = \frac{\frac{R_t}{R_t s C_1 + 1}}{R_g + \frac{R_t}{1 + s C_1 R_t}}$$

$$\frac{u_k}{u_g} = \frac{R_t}{R_g (1 + s C_1 R_t) + R_t} = \frac{R_t}{R_g + R_t + s C_1 R_t R_g} = \frac{R_t}{R_t + R_g} \frac{1}{1 + s C_1 \underbrace{\frac{R_t R_g}{R_t + R_g}}_T}$$

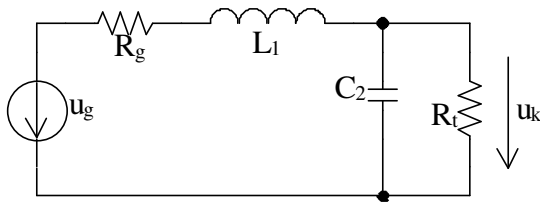
EGYTÁROLÓS RL SZŰRŐ



1.3.6.2-2 ÁBRA, N=1

$$\frac{u_k}{u_g} = \frac{R_t}{R_g + s L_1 + R_t} = \frac{R_t}{R_t + R_g} \frac{1}{1 + \frac{s L_1}{R_t + R_g}}$$

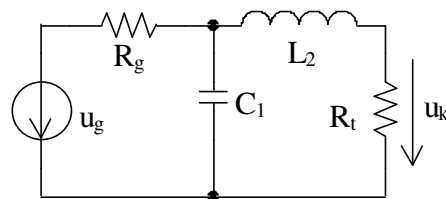
KÉTTÁROLÓS RLC SZŰRŐ, INDUKTÍV BEMENETTEL



1.3.6.2.-3 ÁBRA, N=2

$$\begin{aligned} \frac{u_k}{u_g} &= \frac{\frac{R_t \frac{1}{sC_2}}{R_t + \frac{1}{sC_2}}}{\frac{R_t \frac{1}{sC_2}}{R_t + \frac{1}{sC_2}} + sL_1 + R_g} = \frac{\frac{R_t}{1 + sC_2 R_t}}{\frac{R_t}{1 + sC_2 R_t} + sL_1 + R_g} = \frac{R_t}{R_t + (sL_1 + R_g)(1 + sC_2 R_t)} = \\ &= \frac{R_t}{R_t + R_g + s(L_1 + C_2 R_t R_g) + s^2 L_1 C_2 R_t} = \\ &= \frac{R_t}{R_t + R_g} \frac{1}{1 + s \left(\frac{L_1}{R_t + R_g} + C_2 \frac{R_g R_t}{R_g + R_t} \right) + s^2 L_1 C_2 \frac{R_t}{R_t + R_g}} \end{aligned}$$

KÉTTÁROLÓS RLC SZŰRŐ, KAPACITÍV BEMENETTEL

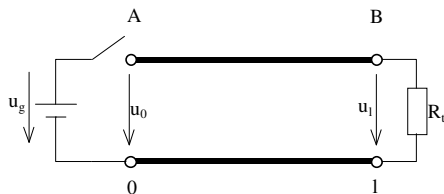


$$\begin{aligned} \frac{u_k}{u_g} &= \frac{R_t}{(sL_2 + R_t)} \frac{\frac{(sL_2 + R_t) \frac{1}{sC_1}}{(sL_2 + R_t) + \frac{1}{sC_1}}}{R_g + \frac{(sL_2 + R_t) \frac{1}{sC_1}}{(sL_2 + R_t) + \frac{1}{sC_1}}} = \frac{R_t}{R_g + \frac{(sL_2 + R_t) sC_1 + 1}{(sL_2 + R_t) sC_1 + 1}} = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{R_t}{R_g [sC_1 (sL_2 + R_t) + 1] + sL_2 + R_t} = \frac{R_t}{R_g s^2 C_1 L_2 + R_g s C_1 R_t + R_g + sL_2 + R_t} = \\
&= \frac{R_t}{(R_g + R_t) + s(L_2 + C_1 R_g R_t) + s^2 C_1 L_2 R_g} \\
\frac{u_k}{u_g} &= \frac{R_t}{R_t + R_g} \frac{1}{1 + s \left(\underbrace{\frac{L_2}{R_t + R_g} + C_1 \frac{R_g R_t}{R_g + R_t}}_{2\zeta T} \right) + s^2 C_1 L_2 \underbrace{\frac{R_g}{R_g + R_t}}_{T^2}}
\end{aligned}$$

3.2.1.3. A Bergeron szerkesztés

A módszer segítségével veszteségmentes távvezetékét feltételezve szerkesztéssel határozható meg a tranziensek lefolyása a végpontokon. A vizsgált kapcsolás a 3.2.1.3.-1. ábrán látható.



3.2.1.3.-1. ábra Kapcsolási elrendezés a Bergeron szerkesztés magyarázatához. Egyenlet átalakítások a szerkesztés alkalmazásához:

- Veszteségmentes távvezetékénél:

$$U(p, x) = A \cdot e^{-\gamma x} + B \cdot e^{+\gamma x}; \quad \gamma = p \cdot \sqrt{L \cdot C}$$

$$I(p, x) = \frac{A}{Z_0} \cdot e^{-\gamma x} - \frac{B}{Z_0} \cdot e^{+\gamma x}; \quad Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}; \quad \text{valós (3.2.1.3.-1)}$$

- $A \cdot e^{-\gamma x} \Rightarrow U^+ \rightarrow$ előrehaladó hullám

- $B \cdot e^{+\gamma x} \Rightarrow U^- \rightarrow$ visszavert hullám

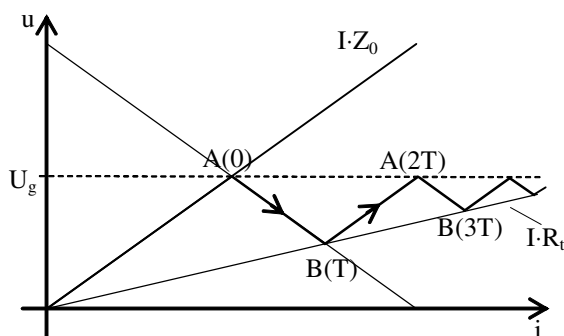
$$\left. \begin{aligned}
U &= U^+ + U^- \\
I &= I^+ + I^-
\end{aligned} \right\} \text{tetszőleges helyen}$$

$$I = \frac{U^+}{Z_0} - \frac{U^-}{Z_0} \rightarrow I \cdot Z_0 = U^+ - U^-$$

$$+ \frac{U = U^+ + U^-}{I \cdot Z_0 + U = 2 \cdot U^+}$$

$$U = 2 \cdot U^+ - I \cdot Z_0 \quad (3.2.1.3.-2)$$

$$U = 2 \cdot U^- + I \cdot Z_0 \quad (3.2.1.3.-3)$$



3.2.1.3.-2.ábra A szerkesztés menete

Megjegyzések:

1. A $t = 0$ pillanatban a bemenetre ugrásszerűen U_g feszültséget kapcsolunk.
2. Az U_g generátor belső ellenállása, $R_g = 0$, ezért a távvezeték elején a feszültség mindig U_g nagyságú lesz.
3. A $0 \rightarrow T$ tartományban visszavert hullám nincs, ezért a kezdőpont, $A(0)$ meghatározásához a (3.2.1.3.-3) egyenletet használjuk, azaz $U = IZ_0$.
4. A görbe a $t = 0$ időpillanatban az $A(0)$ pontból indul.
5. A továbbiakban a szerkesztéshez a (3.2.1.3.-2) egyenletet, $U = 2 \cdot U^+ - I \cdot Z_0$ használjuk, (előrehaladó hullám). $2U^+$ meghatározása \rightarrow a görbének át kell menni az $A(0)$ ponton.
6. $t = T$ időpillanatban a távvezeték végén az $U = I \cdot R_t$ összefüggés érvényes, $B(T)$ pont.
7. A $T - 2T$ időtartományban csak visszavert hullám van, ezért célszerű a (3.2.1.3.-3) egyenletet használni, azaz $U = 2 \cdot U^- + I \cdot Z_0$. $2U^-$ meghatározása \rightarrow a görbének át kell menni a $B(T)$ ponton.
8. $B(T) \rightarrow A(2T)$ tartomány.
9. Stb.