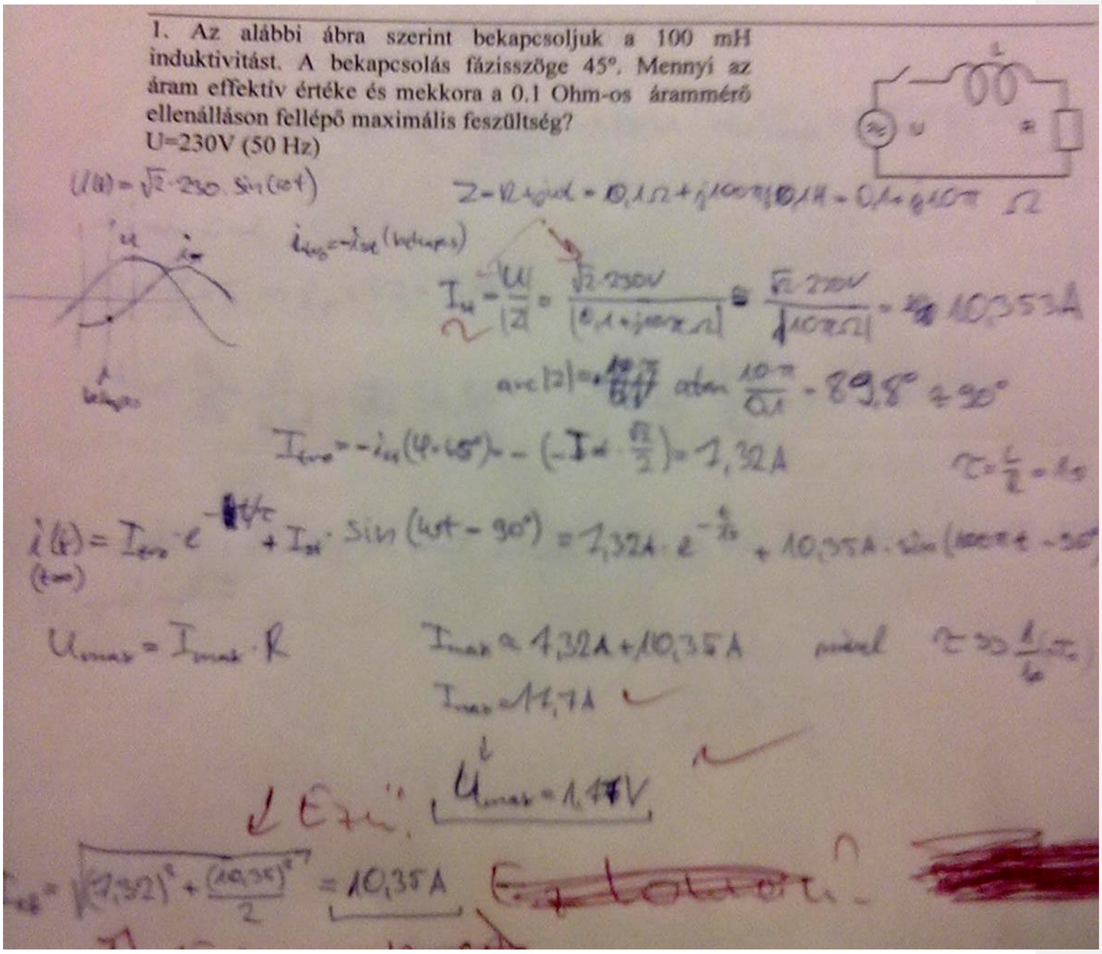
VER méréstechnikája ZH
2010.10.26.

Észrevételeket:
bocka1024@gmail.com

1.Feladat



1. Az alábbi ábra szerint bekapcsoljuk a 100 mH induktivitást. A bekapcsolás fázisszöge 45°. Mennyi az áram effektív értéke és mekkora a 0.1 Ohm-os árammérő ellenálláson fellépő maximális feszültség?
U=230V (50 Hz)

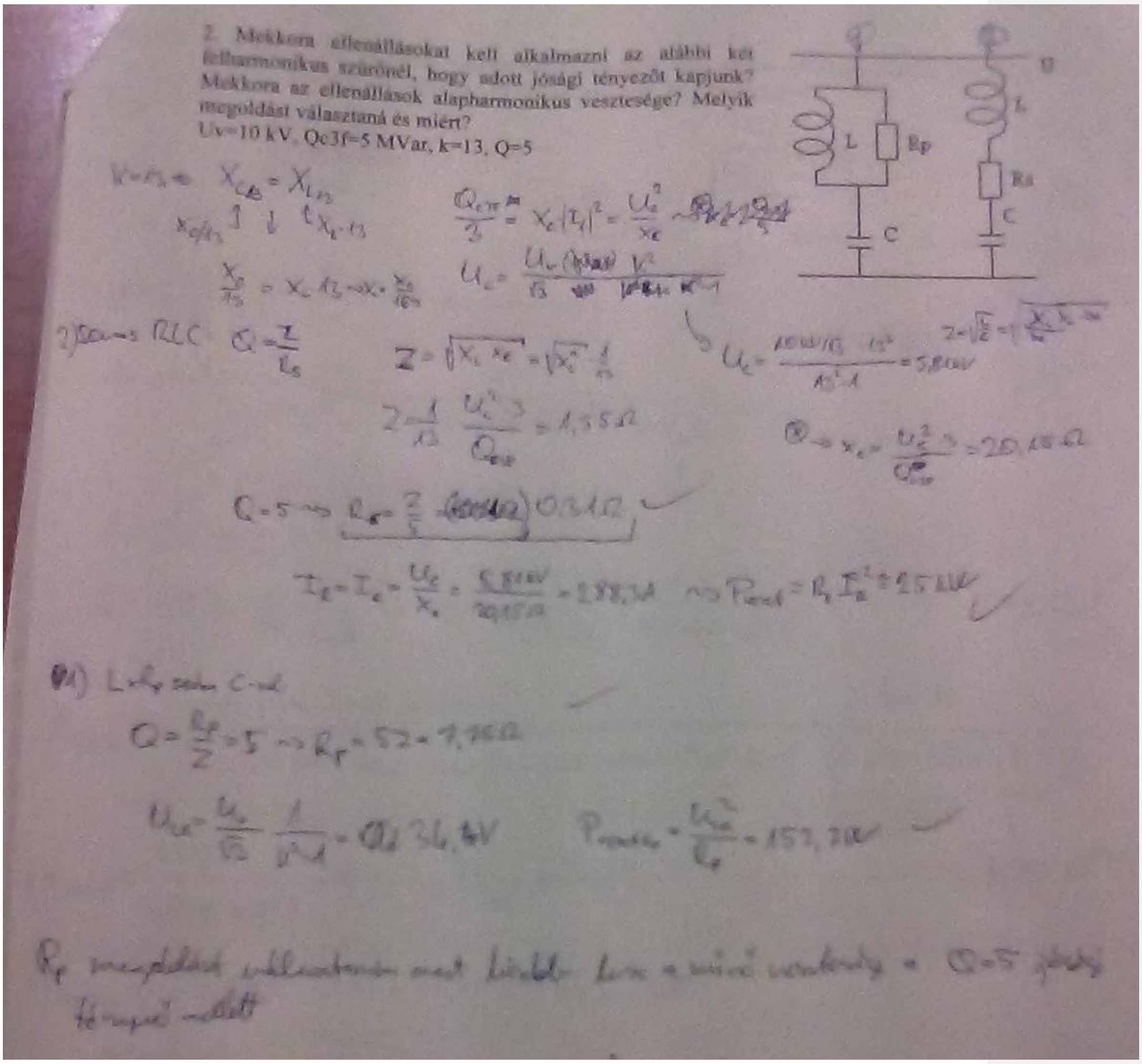
Ahogy tranziensekből vettük:
A stacioner áram csúcsértéke (nem eff.)
Istac = |U|/|Z| = gyök(2) *230V / (R + jwL) = 10,35 A (csúcsérték)

Az állandósult áram 90°-ot késik a feszültséghez képest , mivel Z = R+jwL impedancia fázisa közelítőleg 90°. Az állandósult áram bekapcsoláskori pillanatértékének -1-szerese lesz a tranziens áramkomponens kezdőértéke:
Itr0= -ist (bekapcsoláskor) =- ist (fí=45°) = - (-Ist*gyök2 / 2) = 7,32 A

A tranziens áramkomponens időfüggvénye az Itr0*exp(-t/Tau) (Tau=L/R=1s), de mivel Tau=1s jóval nagyobb mint az egy periódusa az 50Hz-es istac áramnak ezért vehetjük úgy, hogy egy Itr0 egyenáramra szuperponálódik a szinuszos istac áram, azaz az árammaximum:
Imax= Istac + Itr0 = 7,32 + 10,35 = 17,7 A
Umax = R*Imax = 1,77 V
Az effektív áram számolásánál továbbra is egyenáramnak vesszük a tranziens áramkomponenst:
Ieff = gyök(7,32^2 + 10,35^2/2) = 10,35 A

Megjegyzés [BD1]: Igaázból az ábráról látszik, ha rosszul veszi fel az ember a fí=0° helyet az sem nagy baj, a lényeg, hogy a végén az |Itr0| = |Istac * gyök2 / 2| , mivel időfüggvyént enm kell felrajzolni

2.Feladat


2. Mekkora ellenállásokat kell alkalmazni az alábbi két felharmonikus szűrőnél, hogy adott jósági tényezőt kapjunk? Mekkora az ellenállások alapharmonikus vesztesége? Melyik megoldást választaná és miért?
Uv=10 kV, Qc3f=5 MVar, k=13, Q=5

k=13-ra vannak hangolva a szűrők:
$X_{C13}=X_{L13}$
XC / 13 =XL *13   (XL és XC már 50Hz-re vonatkozik)
(1)   XL=XC/169
Mindkét kapcsolásban: Uc = (Uv / gyök3) * $k^2 / (k^2 - 1)$ = 5,81 kV (igazából a 169/168 nem sokat változtat a helyzeten, a hangolásihoz képest az 50Hz kisebb frekvencián a kapacitás impedanciája jelentős (ahogy az (1)-es képlet is mutatja) így erre kerül a feszültség gyakorlatilag ezen esik feszültség csak)
Qc^{3F} / 3 = Uc^2 / XC   >>>   Xc = Uc*Uc *3 / Qc3F = 20,15 Ohm
Z = gyök(L/C) = gyök(XL*XC) = gyök(Xc^2)/13 = 1,55 Ohm

Soros RLC körre:
Q = Z/Rs   >>>   Rs = Z/Q = 1,55 / 5 = 0,31 Ohm

Megjegyzés [BD2]: RLC kör: a feszültségviszonyai: a tekercs és a kondi feszültségei egymással szemben állnak és az összegük az Uv/gyök3 , azaz az egyik tagon nagyobb a fesz mint a teljes Uv/gyök3 feszültség, mivel a hangolási freki alatt vagyunk ezért a kondi ez a tag. Ezzel a taggal számoljuk h mennyivel nagyobb a feszültség a kondin, mint a teljes kapcsoláson, ha behelyettesítünk látjuk, hogy nem sokkal…

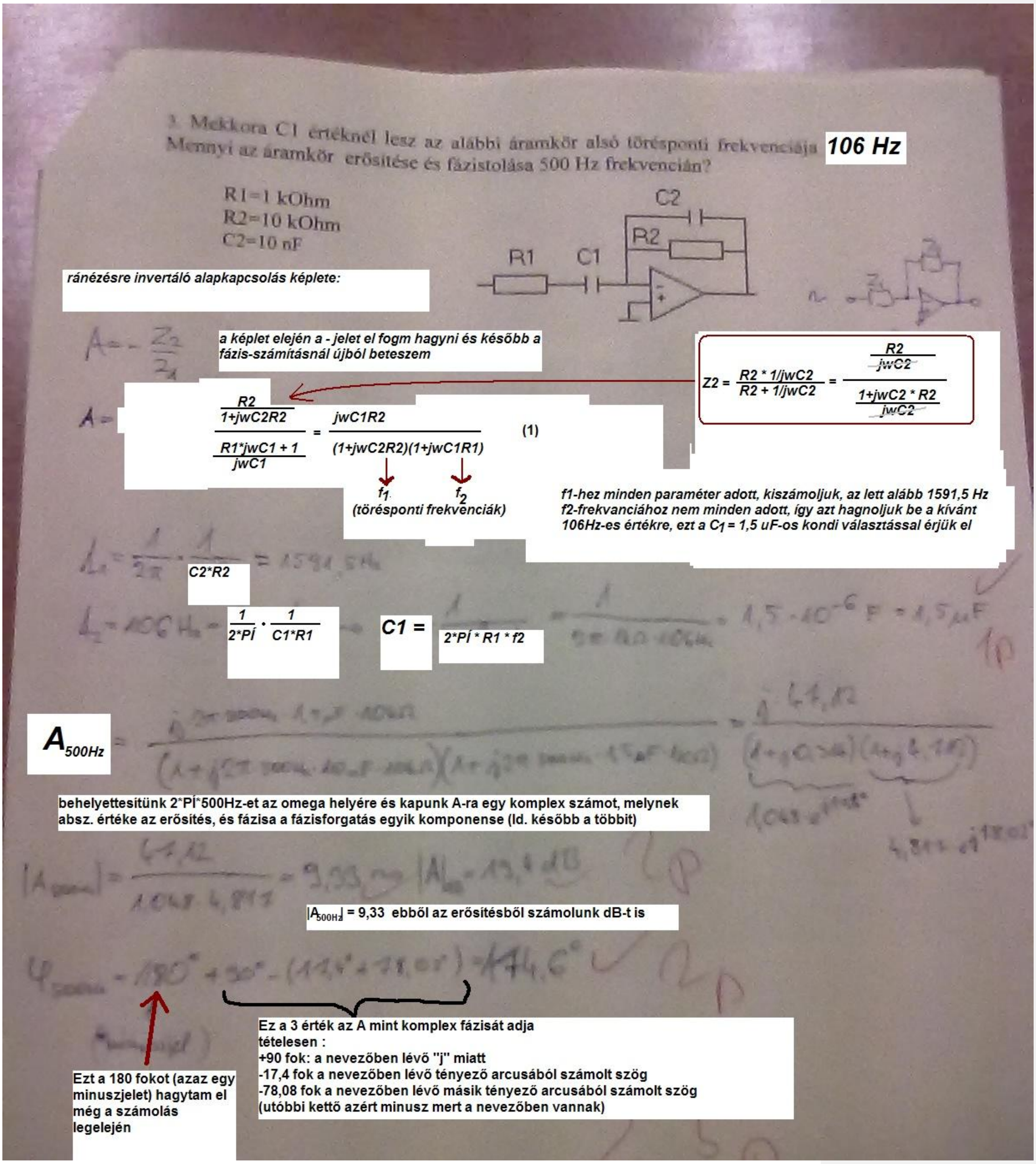
Megjegyzés [BD3]: Lsd. (1)-es képlet

Ellenállás árama egyenlő a kondi áramával mer sorosak:
$I_r = I_c = U_c / X_c = 288{,}3$ A
Pveszt = Ir *Ir * R = kb. 25 kW

Párhuzamos RLC:
Q = Rp/Z =5   >>>   Rp = 5*Z = 7,75 Ohm
Az LRp tagra eső feszültség az az Uv azon része ami nem a kondira jut
$U_{L\text{-}Rp}$ Uv/gyök3 * $[1 - k^2 / (k^2 - 1)]$ = (Uv/gyök3) / $(k^2 - 1)$ = 34,4 V
Pveszt2 = $U_{L\text{-}Rp}^2$ / Rp = 158 W

Mivel 158 W kisebb veszteség mint 25 kW, én a párhuzamos R-tag beiktatását választanám.

3.Feladat



3. Mekkora C1 értéknél lesz az alábbi áramkör alsó töréspontí frekvenciája **106 Hz**
Mennyi az áramkör erősítése és fázistolása 500 Hz frekvencián?

R1=1 kOhm
R2=10 kOhm
C2=10 nF

ránézésre invertáló alapkapcsolás képlete:

$$A = -\frac{Z_2}{Z_1}$$

a képlet elején a - jelet el fogm hagyni és később a fázis-számításnál újból beteszem

$$Z2 = \frac{R2 \cdot 1/jwC2}{R2 + 1/jwC2} = \frac{\frac{R2}{\cancel{jwC2}}}{\frac{1+jwC2 \cdot R2}{\cancel{jwC2}}}$$

$$A = \frac{\frac{R2}{1+jwC2R2}}{\frac{R1^*jwC1+1}{jwC1}} = \frac{jwC1R2}{(1+jwC2R2)(1+jwC1R1)} \quad (1)$$

f_1, f_2
(törésponti frekvenciák)

f1-hez minden paraméter adott, kiszámoljuk, az lett alább 1591,5 Hz f2-frekvanciához nem minden adott, így azt hagnoljuk be a kívánt 106Hz-es értékre, ezt a C_1 = 1,5 uF-os kondi választással érjük el

$$f_1 = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{C2^*R2} = 1591{,}5\,Hz$$

$$f_2 = 106\,Hz = \frac{1}{2^*PÍ} \cdot \frac{1}{C1^*R1} \rightarrow \mathbf{C1 =} \frac{1}{2^*PÍ * R1 * f2} = 1{,}5 \cdot 10^{-6}\,F = 1{,}5\,\mu F$$

1p

$$\mathbf{A_{500Hz}} = \frac{j\,2\pi\,500Hz \cdot 1{,}5\mu F \cdot 10k\Omega}{(1+j\,2\pi\,500Hz \cdot 10nF \cdot 10k\Omega)(1+j\,2\pi\,500Hz \cdot 1{,}5\mu F \cdot 1k\Omega)} = \frac{j\,47{,}12}{\underbrace{(1+j\,0{,}314)}_{1{,}048 \cdot e^{j17{,}4°}}\underbrace{(1+j\,4{,}712)}_{4{,}817 \cdot e^{j78{,}08°}}}$$

behelyettesítünk 2*PÍ*500Hz-et az omega helyére és kapunk A-ra egy komplex számot, melynek absz. értéke az erősítés, és fázisa a fázisforgatás egyik komponense (ld. később a többit)

$$|A_{500Hz}| = \frac{47{,}12}{1{,}048 \cdot 4{,}817} = 9{,}33 \Rightarrow |A|_{dB} = 19{,}4\,dB$$

2p

$|A_{500Hz}|$ = 9,33 ebből az erősítésből számolunk dB-t is

$$\varphi_{500Hz} = -180° + \underbrace{90° - (17{,}4° + 78{,}08°)}_{} = -174{,}6°$$

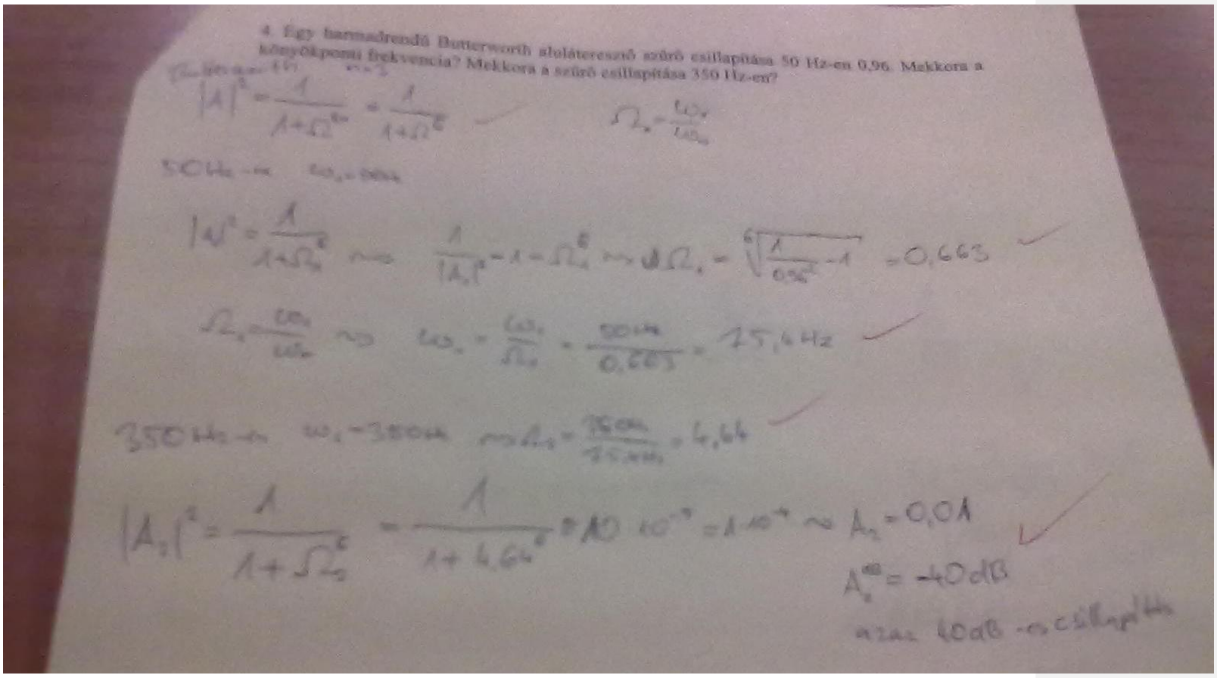
2p

(mínuszjel)

Ezt a 180 fokot (azaz egy minuszjelet) hagytam el még a számolás legelején

Ez a 3 érték az A mint komplex fázisát adja tételesen :
+90 fok: a nevezőben lévő "j" miatt
-17,4 fok a nevezőben lévő tényező arcusából számolt szög
-78,08 fok a nevezőben lévő másik tényező arcusából számolt szög
(utóbbi kettő azért minusz mert a nevezőben vannak)

4.Feladat


4. Egy harmadrendű Butterworth aluláteresztő szűrő csillapítása 50 Hz-en 0,96. Mekkora a könyökponti frekvencia? Mekkora a szűrő csillapítása 350 Hz-en?

$|A|^2 = \frac{1}{1+\Omega^{2n}} = \frac{1}{1+\Omega^6}$ $\quad \Omega_x = \frac{\omega_x}{\omega_0}$

$= 0{,}663$

$= 75{,}4\,Hz$

$= 4{,}64$

$A_2 = 0{,}01$

$A_2^{dB} = -40dB$

azaz 40dB-es csillapítás

Butterworth szűrő képlet (lapról)
n=3

$$|A|^2 = \frac{1}{1+\Omega^{2n}} = \frac{1}{1+\Omega^6} \qquad \textit{és} \qquad \Omega_{akármi} = \frac{\omega_{akármi}}{\omega_0}$$

Első esetben tudjuk |A|-t (0,96), ebből ki tudunk számolni egy **Ω**-t (0,663), mivel ezen a ponton a frekvenciát is ismerjük, így **Ω** és ω ismeretében ω_0 meghatározható.

A következő lépésnél, a megadott 350Hz-ből és ω_0-ból számolunk egy másik **Ω**-t. A Butterworth-os kiindulóképletünkbe behelyettesítve ezt az **Ω**-t, megkapjuk az erősítést.

5.Feladat

5. Mekkora annak a sávszűrőnek a jósági tényezője, amelynek a csillapítása $7*f_0$ frekvencián 40 dB. Mekkora a csillapítás $1.02*f_0$ frekvencián.

Szűrő:

$$P = j\Omega = j\frac{\omega}{\omega_0}$$

$$A(P) = \frac{\frac{1}{Q}P}{1 + \frac{1}{Q}P + P^2}$$ (képlettárból)

$7*f_0$ frekvencián (itt $\Omega = 7$, azaz $P = j*7$)

40 dB ~ $A = 0{,}01$ csillapítás $= \left|\frac{\frac{1}{Q}j7}{1 + \frac{1}{Q}j7 - 49}\right| = \left|\frac{\frac{1}{Q}j7}{-48}\right| = \frac{\frac{1}{Q}7}{48}$

a középső $(1/Q)*j*7$-es tagot elhanyagolom, később megnézem hogy ez nem volt-e baj

$$Q = \frac{7}{48 \cdot 0{,}01} = 14{,}6$$

Q=14,6 jött ki, kiszámolom az elhanyagolt $(1/Q)*j*7$ értéket, ez egyenlő $j*0{,}48$
Ez jóval ksiebb mint a mellett álló 49 volt, úgyhogy az elhanyagolás megtehető volt

$$Q = 14{,}6$$

$1{,}02*f_0$ frekvencián $P=j*1{,}02$

$$A(P) = \left|\frac{\frac{1}{14{,}6}j1{,}02}{1 + \frac{1}{14{,}6}j1{,}02 - 1{,}02^2}\right| = \left|\frac{j0{,}0698}{1 + j0{,}0698 - 1{,}0404}\right| = \left|\frac{j0{,}0698}{-0{,}0404 + j0{,}0698}\right| =$$

$$A(P) = \frac{0{,}0698}{0{,}0806} = 0{,}865 \sim A_{dB} = -1{,}255\ dB$$

Mivel csak csillapítást kérdez (nem kell fázistolás) behelyettesítem ezt a P értéket a képlettárból kivett képlet abszolút értékébe, és megkapom az erősítést (mivel kisebb mint 1, nevezhetjük csillapításnak is) ebből számolunk dB-t is