Jelek és rendszerek II.

I. HÁZI FELADAT VILLAMOSMÉRNÖK SZAKOS HALLGATÓK RÉSZÉRE

Név	Fazekas Gergely
Neptun kód	B97EOM
Házi feladat kódja	2236150801
Beadási határidő:	7. oktatási hét

Megjegyzések: *Le kell töltenie a feladatlapot (a hálózat és a gerjesztőjel adataival együtt), továbbá a hálózat ábráját, és ezeket a megoldással együtt írásban kell benyújtani. Ha javítás, illetve részfeladat külön beadása miatt többször adja be a házi feladatot, minden alkalommal az előző részeket is* és a feladatlapot is be kell adni. *Javítás esetén a hibás részt kicserélni nem szabad még akkor sem, ha valamelyik feladat megoldását elölről kezdi. A javítást külön lapon kell mellékelni, megjelölve, melyik pont korrekciójáról van szó. Ügyeljen az áttekinthető és világos külalakra! A teljes megoldást minden esetben részletesen le kell írni,* nem elegendő a végeredményeket közölni*! A numerikus számításokra és az ábrák elkészítésére természetesen alkalmazhat számítógépi programokat (MATLAB, DERIVE stb.), de* a megoldás elvi lépéseit *ekkor is* részletesen *ismertetni kell.*

Gyakorlatvezető neve: Horváth Zoltán György

Javító véleménye (elfogadás, javítások):

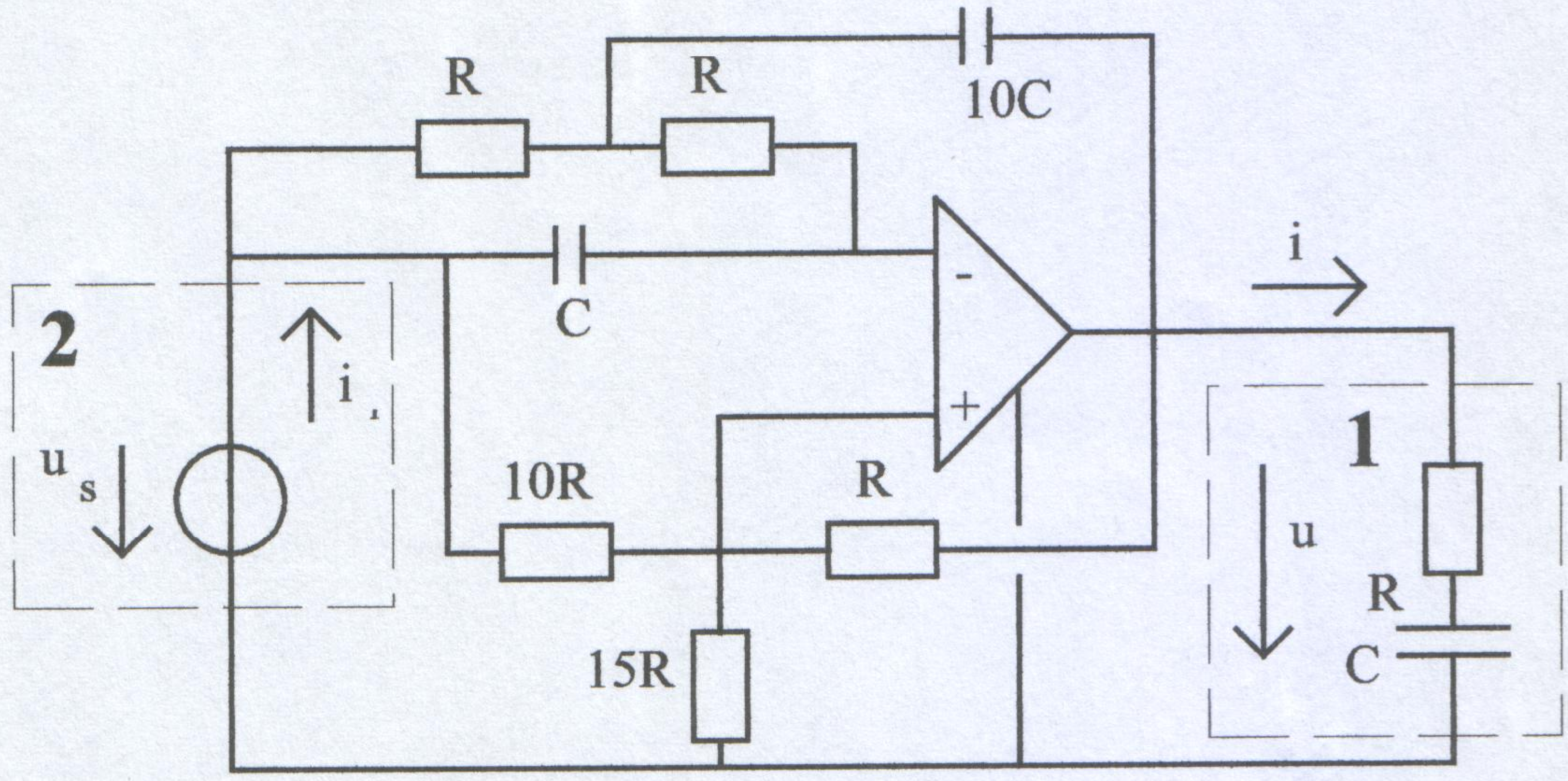
Jav. ~~1.1.~~ forma
~~2.1.~~ vége
~~2.2.~~
~~3.2.~~ ábrák
~~3.3.~~

OK

Az ábrán megadott lineáris invariáns hálózat **gerjesztése a feszültségforrás feszültsége**, **válasza a 01** kimeneti jel.

H22

Válaszjel: u, i, i_1 A vizsgált kétpólus: 1, 2



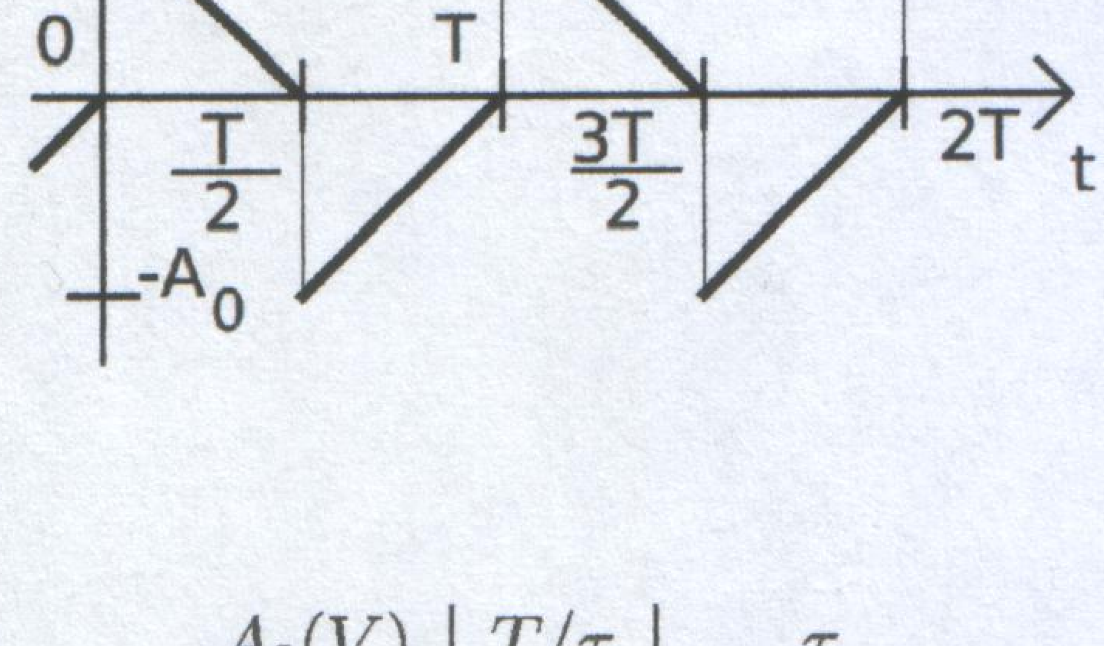
R = C =

R	C
75Ω	$160nF$

1. feladat

A hálózat gerjesztése az alábbi periodikus jel:

J15



$A_0(V)$	T/τ	τ
20	1.15	$1 \cdot C \cdot R$

1.1 Határozza meg ezen periodikus jel legalább négy (nem zérus) harmonikust tartalmazó Fourier-polinomját! Írja fel a Fourier-polinomot komplex és valós együtthatós alakban!

1.2 Határozza meg a jel effektív értékét pontosan és a választott Fourier-polinom közelítésben is! Adja meg a közelítés relatív hibáját!

1.3 Határozza meg a rendszer az átviteli karakterisztikáját!

1.4 Határozza meg a válasz Fourier-polinomját az elozo feladatban számított közelítésben. Határozza meg a válasz effektív értékét!

1.5 (Nem kötelező!) Rajzolja fel az átviteli karakterisztika Bode- és Nyquist-diagramját!

2. feladat

A gerjesztés az 1. feladatban megadott jel első periódusa, a $(0, T)$ intervallumon kívül zérus a jel értéke.

2.1 Határozza meg az aperiodikus gerjesztő jel komplex spektrumát!

2.2 Ábrázolja az amplitúdó-spektrumot, és ennek alapján adja meg a jel sávszélességét! $(\varepsilon = 0.05)$

2.3 Írja fel a válasz komplex spektrumát!

3. feladat

2.1 Határozza meg az átviteli függvényt! Számítsa ki az átviteli függvény pólusait és zérusait, vázolja fel a pólus-zérus elrendezést!

2.2 Határozza meg az impulzusválaszt az átviteli függvény alapján, és vázolja az impulzusválasz idofüggvényét!

2.3 Határozza meg a választ, ha a gerjesztőjel a 2. pont szerinti aperiodikus jel! Vázolja a válaszjelet!

4. feladat

A feladat megoldása nem kötelező! Ellenőrizze a számításokat a TINA hálózatanalízis program segítségével!

1.1 feladat

Fourier polinom együtthatóinak meghatározása a definíciós integrálokba helyettesítéssel.

$$U_0 = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T U_S(t)\, dt$$

$$U_k^A = \frac{2}{T} \cdot \int_0^T U_S(t) \cdot \cos(k\omega_0 t)\, dt$$

$$U_k^B = \frac{2}{T} \cdot \int_0^T U_S(t) \cdot \sin(k\omega_0 t)\, dt$$

A jel 2 részből áll:

$0 - T/2$ ig $-\frac{2A_0}{T} \cdot t + A_0$

$T/2 - T$ ig $\frac{2A_0}{T} \cdot t - 2A_0$

$$U_0 = \frac{1}{T} \cdot \int_0^{T/2} -\frac{2A_0}{T} \cdot t + A_0\, dt + \int_{T/2}^{T} \frac{2A_0}{T} \cdot t - 2A_0\, dt$$

$$U_0 = \frac{1}{T} \cdot \left(\left[\frac{-A_0 \cdot t^2}{T} + A_0 t \right]_0^{T/2} + \left[\frac{A_0 t^2}{T} - 2A_0 t \right]_{T/2}^{T} \right)$$

$$U_0 = \frac{1}{T} \cdot \left(-\cancel{\frac{A_0 T}{4}} + \cancel{\frac{A_0 T}{2}} - \cancel{2A_0 T} + \cancel{A_0 T} - \cancel{\frac{A_0 T}{4}} + \cancel{A_0 T} \right)$$

$$U_0 = 0$$

Ez a várt eredmény is, hiszen a jel t tengely feletti része pontosan egyezik a t tengely alattival.
Az eredmény ezért helyes.

$$U_k^A = \frac{2}{T}\cdot\left(\int_0^{T/2}\left(A_0 - \frac{2A_0}{T}\cdot t\right)\cdot\cos(k\omega_0 t)\,dt + \int_{T/2}^{T}\left(\frac{2A_0}{T}\cdot t - 2A_0\right)\cdot\cos(k\omega_0 t)\,dt\right.$$

$$A_0\cdot\int_0^{T/2}\cos(k\omega_0 t)\,dt - \frac{2A_0}{T}\cdot\int_0^{T/2} t\cdot\cos(k\omega_0 t)\,dt$$

$$\Downarrow$$

$$\left[\frac{\sin(k\omega_0 t)}{k\omega_0}\right]_0^{T/2}$$

$$-\frac{2A_0}{T}\int_0^{T/2} \underset{g}{t}\cdot\underset{f'}{\cos(k\omega_0 t)}\,dt = t\cdot\frac{\sin(k\omega_0 t)}{k\omega_0} - \int 1\cdot\frac{\sin(k\omega_0 t)}{k\omega_0}\,dt =$$

$$-\frac{2A_0}{T}\cdot\left(\left[t\cdot\frac{\sin(k\omega_0 t)}{k\omega_0}\right]_0^{T/2} + \left[\frac{\cos(k\omega_0 t)}{(k\omega_0)^2}\right]_0^{T/2}\right.$$

$$\frac{2A_0}{T}\int_{T/2}^{T} t\cdot\cos(k\omega_0 t)\,dt - 2A_0\cdot\int_{T/2}^{T}\cos(k\omega_0 t)\,dt$$

$$\Rightarrow \left[\frac{\sin(k\omega_0 t)}{k\omega_0}\right]_{T/2}^{T}$$

Az előző mintájára

$$\frac{2A_0}{T}\cdot\left(\left[\frac{t\cdot\sin(k\omega_0 t)}{k\omega_0}\right]_{T/2}^{T} + \left[\frac{\cos(k\omega_0 t)}{(k\omega_0)^2}\right]_{T/2}^{T}\right)$$

$$U_k^A = \frac{2}{T}\cdot\left(A_0\cdot\left[\frac{\sin(k\omega_0 t)}{k\omega_0}\right]_0^{T/2} - \frac{2A_0}{T}\cdot\left(\left[t\cdot\frac{\sin(k\omega_0 t)}{k\omega_0}\right]_0^{T/2} + \left[\frac{\cos(k\omega_0 t)}{(k\omega_0)^2}\right.\right.\right.$$

$$+\frac{2A_0}{T}\cdot\left(\left[t\cdot\frac{\sin(k\omega_0 t)}{k\omega_0}\right]_{T/2}^{T} + \left[\frac{\cos(k\omega_0 t)}{(k\omega_0)^2}\right]_{T/2}^{T}\right) - 2A_0\cdot\left[\frac{\sin(k\omega_0 t)}{k\omega_0}\right]_{T/2}^{T}\Bigg) =$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \qquad \omega T = 2\pi$$

$$U_k^A = \frac{-4A_0}{T^2} \cdot \left(\frac{T/2 \cdot \sin k\pi}{k\omega_0} + \frac{\cos k\pi}{(k\omega_0)^2} - \frac{1}{(k\omega_0)^2} \right) + \frac{2A_0}{T}\left(\frac{\sin k\pi}{k\omega_0} \right) \boxed{+}$$

$$\boxed{+} \frac{4A_0}{T^2} \cdot \left(\frac{T \cdot \sin k2\pi}{k\omega_0} - \frac{T/2 \sin k\pi}{k\omega_0} + \frac{\cos k2\pi}{(k\omega_0)^2} - \frac{\cos k\pi}{(k\omega_0)^2} \right) \boxed{-}$$

$$\boxed{-} \frac{4A_0}{T} \cdot \left(\frac{\sin k2\pi}{k\omega_0} - \frac{\sin k\pi}{k\omega_0} \right) = -\frac{4A_0}{T^2} \cdot \left(\frac{(-1)^k - 1}{(k\omega_0)^2} \right) + \frac{4A_0}{T^2} \cdot \left(\frac{1-(-1)^k}{(k\omega_0)^2} \right) =$$

$$= \frac{-4A_0 \cdot (-1)^k + 4A_0 + 4A_0 - 4A_0(-1)^k}{(2\pi)^2 k^2} = \frac{8A_0 - 8A_0(-1)^k}{4\pi^2 k^2} = \frac{2A_0 - 2A_0 \cdot (-1)^k}{\pi^2 k^2}$$

k csak páratlan lehet. ekkor van U_k^A nak értéke

páratlan k esetén $(-1)^k = -1 \Rightarrow \frac{2A_0 + 2A_0}{\pi^2 k^2} = \boxed{\frac{4 \cdot A_0}{\pi^2 \cdot k^2}}$

$$U_k^B = \frac{2}{T} \cdot \int_0^T U(t) \cdot \sin(k\omega_0 t)\,dt$$

$$U_k^B = \frac{2}{T} \cdot \left(\int_0^{T/2} \left(-\frac{2A_0}{T} \cdot t + A_0 \right) \cdot \sin(k\omega_0 t)\,dt + \int_{T/2}^{T} \left(\frac{2A_0}{T} \cdot t - 2A_0 \right) \cdot \sin(k\omega_0 t)\,dt \right.$$

$$\int_0^{T/2} -\frac{2A_0}{T} \cdot t \sin(k\omega_0 t)\,dt + \int_0^{T/2} A_0 \cdot \sin(k\omega_0 t)\,dt$$

$$\Rightarrow A_0 \cdot \left[\frac{-\cos(k\omega_0 t)}{k\omega_0} \right]_0^{T/2}$$

$$\Downarrow$$

$$-\frac{2A_0}{T} \cdot \int_0^{T/2} \underset{g}{t} \cdot \underset{f'}{\sin(k\omega_0 t)}\,dt = -t \cdot \frac{\cos(k\omega_0 t)}{k\omega_0} - \int_0^{T/2} -\frac{\cos(k\omega_0 t)}{k\omega_0}\,dt =$$

$$= -\frac{2A_0}{T} \cdot \left(\left[\frac{-t \cdot \cos(k\omega_0 t)}{k\omega_0} \right]_0^{T/2} + \left[\frac{\sin(k\omega_0 t)}{(k\omega_0)^2} \right]_0^{T/2} \right)$$

$$\int_{T/2}^{T} \frac{2A_0}{T} \cdot t \cdot \sin(k\omega_0 t) - 2A_0 \cdot \int_{T/2}^{T} \sin(k\omega_0 t)\,dt$$

$$\longrightarrow +2A_0 \left[\frac{\cos(k\omega_0 t)}{k\omega_0} \right]_{T/2}^{T}$$

előző mintájára

$$\frac{2A_0}{T} \cdot \left(\left[\frac{\sin(k\omega_0 t)}{k\omega_0} \right]_{T/2}^{T} - \left[\frac{t \cdot \cos(k\omega_0 t)}{k\omega_0} \right]_{T/2}^{T} \right)$$

$$U_k^B = \frac{2}{T}\cdot\left(A_0\cdot\left[\frac{-\cos(k\omega_0 t)}{k\omega_0}\right]_0^{T/2} - \frac{2A_0}{T}\cdot\left(\left[\frac{-t\cdot\cos(k\omega_0 t)}{k\omega_0}\right]_0^{T/2} + \left[\frac{\sin(k\omega_0 t)}{k\omega_0}\right]_0^{T/2}\right)\right.$$

$$\left. + 2A_0\cdot\left[\frac{\cos(k\omega_0 t)}{k\omega_0}\right]_{T/2}^{T} + \frac{2A_0}{T}\cdot\left(\left[\frac{\sin(k\omega_0)}{(k\omega_0)^2}\right]_{T/2}^{T} - \left[\frac{t\cdot\cos(k\omega_0 t)}{k\omega_0}\right]_{T/2}^{T}\right)\right) \boxed{=}$$

$$\boxed{=} \frac{2\cdot A_0}{T}\cdot\left(\frac{-\cos(k\omega_0 T/2)}{k\omega_0}+\frac{1}{k\omega_0}\right) - \frac{4A_0}{T^2}\cdot\left(\frac{-T/2\cdot\cos(k\omega_0 T/2)}{k\omega_0} + \frac{\sin(k\omega_0 T/2)}{(k\omega_0)^2}\right)$$

$$\boxed{+} \frac{4A_0}{T}\cdot\left(\frac{\cos(k\omega_0 T)}{k\omega_0}-\frac{\cos(k\omega_0 T/2)}{k\omega_0}\right)+\frac{4A_0}{T^2}\cdot\left(\frac{\sin(k\omega_0 T)}{(k\omega_0)^2}-\frac{\sin(k\omega_0 T/2)}{(k\omega_0)^2}\right. \boxed{-}$$

$$\boxed{-} \left.\frac{T\cdot\cos(k\omega_0 T)}{k\omega_0}+\frac{T/2\cdot\cos(k\omega_0 T/2)}{k\omega_0}\right)$$

$\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$ $\quad \omega_0\cdot T = 2\pi$ helyettesítés elvégzésével, és a $\sin(2\pi k)=0$ illetve $\sin(k\pi)=0$ egyenletek felhasználásával, illetve a $\cos(k\pi)=(-1)^k$

$$U_k^B = \frac{A_0\cdot(-\cos(k\pi))}{k\pi} + \frac{A_0\cdot 1}{k\pi} - \frac{\cancel{4}^{2} A_0\cdot\left(-\frac{1}{2}\right)\cdot\cos(k\pi)}{\cancel{2}k\pi} + \frac{\cancel{4}^{2} A_0\cdot\cos(k2\pi)}{\cancel{2}k\pi}$$

$$\triangleq \frac{\cancel{4}^{2} A_0\cdot\cos(k\pi)}{\cancel{2}k\pi} - \frac{\cancel{4}^{2} A_0\cdot\cos(2k\pi)}{k\cancel{2}\pi} + \frac{\cancel{4}^{2} A_0\cdot\frac{1}{2}\cos(k\pi)}{\cancel{2}\pi k} \triangleq$$

$$\triangleq \cancel{\frac{-(-1)^k A_0}{k\pi}} + \frac{A_0}{k\pi} + \cancel{\frac{A_0(-1)^k}{k\pi}} + \cancel{\frac{2A_0}{k\pi}} - \frac{\cancel{2}A_0\cdot(-1)^k}{k\pi} - \cancel{\frac{2A_0}{k\pi}} + \cancel{\frac{(-1)^k A_0}{k\pi}} =$$

$$= \frac{A_0}{k\pi} - \frac{A_0(-1)^k}{k\pi} = \frac{A_0\cdot(1-(-1)^k)}{k\pi} =$$

Páros k-ra 0
Páratlan k-ra: $\boxed{\frac{A_0\cdot 2}{k\pi}}$

Fourier sor: (M-ed rendű közelítés)

$$u(t) \hat{=} U_0 + \sum_{k=1}^{M}\left(U_k^A\cos(k\omega_0 t)+U_k^B\cdot\sin(k\omega_0 t)\right)$$

$\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$

koherens rendszer: $\left[\Omega, \mu F, \mu s, \mu H, \frac{Mrad}{s}, V, A\right]$

$C = 160\,nF = 0{,}16\,\mu F$

$R = 75\,\Omega$

$\tau = 1\cdot 0{,}16\cdot 75 = 12\,\mu s$

$T = 1{,}15\cdot 12 = 13{,}8\,\mu s$

$\omega_0 = \frac{2\pi}{13{,}8} = 0{,}4553\,\frac{Mrad}{s}$

A polinomnak csak páros k-k esetén van nem zérus harmónikusa

ekkor $U_k^A = \frac{4 \cdot A_0}{\pi^2 k^2}$ és $U_k^B = \frac{2A_0}{k\pi}$. $\omega = (1,3,5,7)$ $U_0 = 0$.

$$U(t) = 0 + \frac{80}{\pi^2} \cdot \cos(0,4553t) + \frac{40}{\pi} \cdot \sin(0,4553t) + \frac{80}{9\pi^2} \cdot \cos(1,365$$

$$+ \frac{40}{3\pi} \cdot \sin(1,3659t) + \frac{16}{5\pi^2} \cdot \cos(2,2765t) + \frac{8}{\pi} \cdot \sin(2,2765t) + \frac{80}{49\pi^2} \cdot \cos(3,$$

$$+ \frac{40}{7\pi} \cdot \sin(3,1871t)$$

$$U(t) = 8,1 \cdot \cos(0,4553t) + 12,73 \cdot \sin(0,4553t) + 0,9 \cdot \cos(1,3659t) +$$

$$+ 4,244 \cdot \sin(1,3659t) + 0,3242 \cdot \cos(2,2765) + 2,5464 \cdot \sin(2,2765) +$$

$$+ 0,1654 \cdot \cos(3,1871t) + 1,8189 \cdot \sin(3,1871t)$$

1.2 feladat.

$$U_{effk} = \sqrt{\left(\left(\frac{80}{\pi^2}\right)^2 \cdot \left(1 + \frac{1}{9^2} + \frac{1}{25^2} + \frac{1}{49^2}\right) + \left(\frac{40}{\pi}\right)^2 \cdot \left(1 + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5^2} + \frac{1}{7^2}\right)\right) \cdot \frac{1}{2}} = 11,3261V$$

U_{effk}: a fourier polinom közelítésében.

U_{eff}: a jel effektív értéke.

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T u^2(t)\,dt}$$

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \left(\int_0^{T/2} \left(-\frac{2A_0}{T} \cdot t + A_0\right)^2 dt + \int_{T/2}^{T} \left(\frac{2A_0}{T} \cdot t - 2A_0\right)^2 dt\right)}$$

$$\int_0^{T/2} \frac{4A_0^2}{T^2} t^2 - \frac{4A_0^2}{T} t + A_0^2\,dt = \left[\frac{4A_0^2 t^3}{3T^2} - \frac{4A_0^2 t^2}{2T} + A_0 t\right]_0^{T/2} =$$

$$= \frac{4A_0^2 \frac{T^3}{8}}{3T^2} - \frac{4A_0^2 \cdot \frac{T^2}{4}}{2T} + A_0^2 \cdot \frac{T}{2} = \frac{A_0^2 T}{6} - \cancel{\frac{A_0^2 T}{2}} + \cancel{\frac{A_0^2 T}{2}}$$

$$\int_{T/2}^{T} \frac{4A_0^2}{T^2} \cdot t^2 - \frac{8A_0^2}{T} \cdot t + 4A_0^2\,dt = \left[\frac{4A_0^2 t^3}{3T^2} - \frac{8A_0^2 t^2}{2T} + 4A_0^2 t\right]_{T/2}^{T} =$$

$$\boxed{=}\ \cancel{\frac{4A_0^2T^3}{3T^2} - \frac{A_0^2T}{6} + A_0^2T - 2A_0^2T}$$

$$\boxed{=}\ \frac{4A_0^2T^3}{3T^2} - \frac{8A_0^2T^2}{2T} + 4A_0^2T - \left(\frac{4A_0^2\left(\frac{T}{2}\right)^3}{3T^2} - \frac{8A_0^2\left(\frac{T}{4}\right)^2}{\cancel{4}2T} + 4A_0^2\frac{T}{8}\right) =$$

$$= \frac{4A_0^2T}{3} - \frac{A_0^2T}{6} + A_0^2T - 2A_0^2T = \frac{8A_0^2T - A_0^2T + 6A_0^2T - 12A_0^2T}{6} =$$

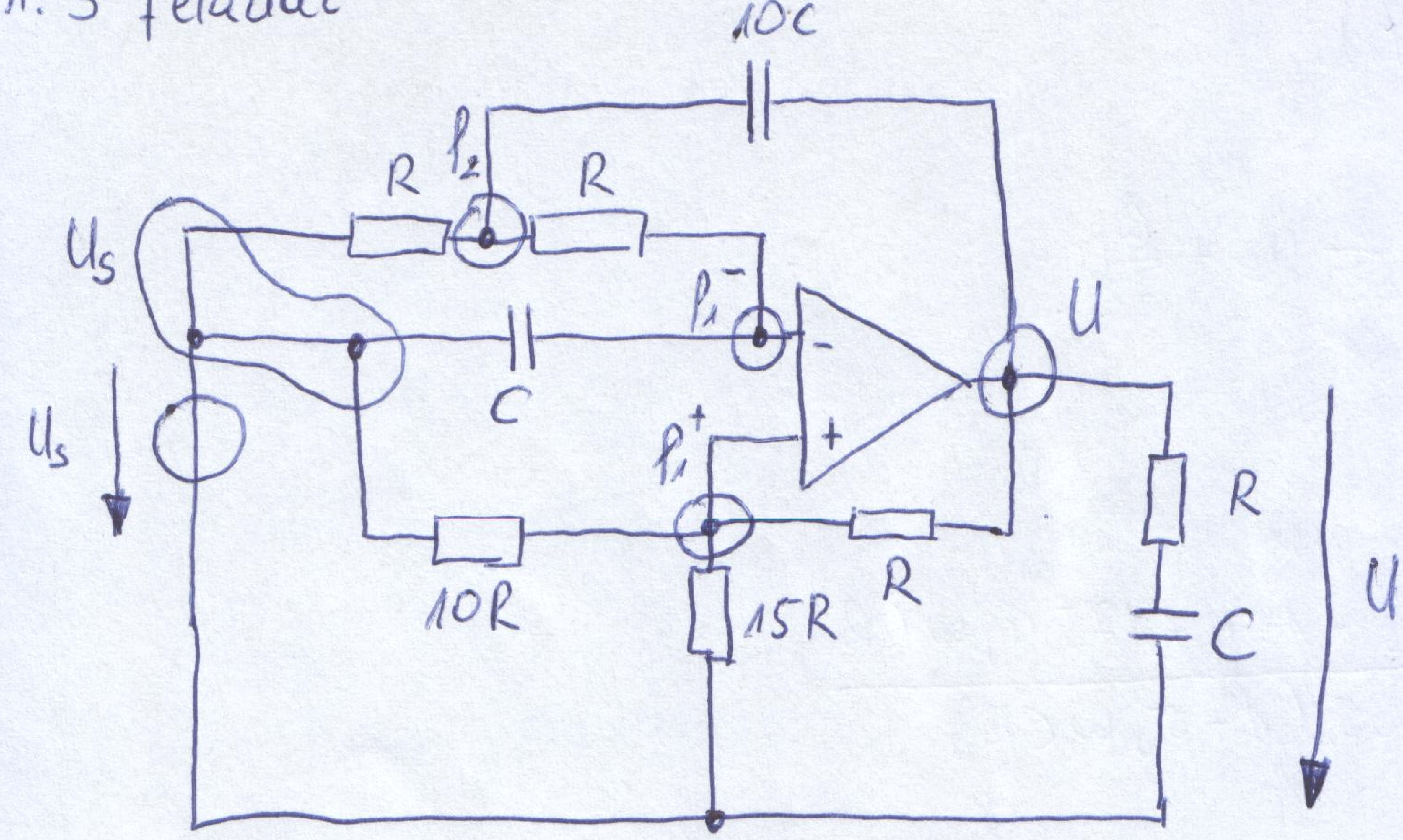
$$= \frac{14A_0^2T - 13A_0^2T}{6} = \frac{A_0^2T}{6}$$

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T}\cdot\left(\frac{A_0^2T}{6} + \frac{A_0^2T}{6}\right)} = \sqrt{\frac{A_0^2}{3}} = \frac{A_0}{\sqrt{3}} = 11,5470$$

közelítés relatív hibája:

$$\delta = 100 \cdot \frac{11,5470 - 11,3261}{11,5470} = 1,913\,\%$$

1.3 feladat



φ_1^-/

$$\frac{\varphi_1^- - U_s}{\frac{1}{j\omega C}} + \frac{\varphi_1^- - \varphi_2}{R} = 0 \quad \text{I.}$$

φ_1^+/

$$\frac{\varphi_1^+}{15R} + \frac{\varphi_1^+ - U_s}{10R} + \frac{\varphi_1^+ - U}{R} = 0 \quad \text{II.}$$

φ_2/

$$\frac{\varphi_2 - \varphi_1^-}{R} + \frac{\varphi_2 - U_s}{R} + \frac{\varphi_2 - U}{\frac{1}{10 j\omega C}} = 0 \quad \text{III.}$$

$$\varphi_1^- = \varphi_1^+ = \varphi_1 \quad \text{IV}$$

Megoldás Maple 9-cel.

Megoldás menete: // ez azért kell hogy esetleges előző munkák ne kavarjanak

> restart;

> $e_1 := \varphi_1 \left(j\omega c + \frac{1}{R}\right) - U_s \cdot (j\omega c) - \varphi_2 \left(\frac{1}{R}\right) = 0;$

> $e_2 := \varphi_1 \left(\frac{1}{15R} + \frac{1}{10R} + \frac{1}{R}\right) - U_s \cdot \left(\frac{1}{10R}\right) - \frac{U}{R} = 0;$

> $e_3 := \varphi_2 \cdot \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + 10 j\omega c\right) - \varphi_1 \left(\frac{1}{R}\right) - U_s \left(\frac{1}{R}\right) - U(10 j\omega c) = 0;$

> $P_1 := \text{solve}(e_2, P_1);$

maple válasza:

$$P_1 := \frac{3}{35} U_s + \frac{6}{7} U$$

> $P_2 := \text{solve}(e_3, P_2);$

$$P_2 := \frac{19 U_s + 15 u + 175 u j\omega CR}{35(1 + 5 j\omega CR)}$$

ezek után az eredmény már e1 hívásával adódik, csak kicsit rendezgetni kell.

$sH := \text{solve}(e_1, u)/U_s;$

$$H = \frac{17 j\omega CR + 160 (j\omega)^2 C^2 R^2 + 16}{50 (j\omega CR + 30 (j\omega)^2 C^2 R^2 + 3)}$$

> $R := 75;$

> $C := 0,16;$

> $\text{evalf}(H);$

$$\frac{0,2 \cdot (204 j\omega + 23040 (j\omega)^2 + 16)}{12 j\omega + 4320 (j\omega)^2 + 3}$$

Ez már majdnem az az alak ami kell. még el kell osztani ~~4320-al, és az eredmény adott.~~ a számlálót és a nevezőt 4320-al, és az eredmény adott.

$$H(j\omega) = \frac{40,8 j\omega + 4608 (j\omega)^2 + 3,2}{12 j\omega + 4320 (j\omega)^2 + 3} = \frac{1,066 (j\omega)^2 + \frac{40,8}{4320} (j\omega) + \frac{3}{43}}{(j\omega)^2 + \frac{12}{4320} j\omega + \frac{3}{4320}}$$

1.4 feladat

fourier polinom.

$y(t) = H(j\omega) \circ U(t)$

Megoldás Matlab segítségével.

először a cosinusos összetevőkre, majd a szinusosokra.

```
>> szam=[ 4608/4320   40.8/4320   3.2/4320];
>> nev = [ 1   12/4320   3/4320];
>> om = 0,4553 · [0  1  3  5  7]
>> Usk = 80/(pi·pi) · [ 0  1  1/9  1/25  1/49];
>> Usk(1) = 0;          // semmi jelentősége nem változtat semmin.
>> Hk = polyval(szam, j·om)./ polyval(nev, j*om);
```

mi ez?

```
>> Uk = H. * Usk;
>> abs(Uk);
```

mi ez??

```
>> angle(Uk)· 180/pi
    ans =  0   -0,7671   -0,2550   -0,1530   -0,1092
>> abs(Uk)
    ans =
         0   8.6476   0,9607   0,3458   0,1765
```

Sinus esetében ugyanezek lesznek a parancsok, csak

$U_{sk} = 40/\pi \circ [0 \quad 1 \quad 1/3 \quad 1/5 \quad 1/7]$;

csak a válaszokat írom le.

```
abs(Uk)
   ans =
        0   13.5658   4,5213   2,7127   1,9377

angle(Uk)· 180/pi
   ans =  0   -0,7686   -0,2555   -0,1532   -0,1095
          ~~0   -0,7859   -0,2612   -0,1567   -0,1119~~
```

Ezekből a válasz:

$$y(t) = 8{,}6476\cos(0{,}4553t - 0{,}7671°) + 13{,}5658 \cdot \sin(0{,}4553t - 0{,}7686°) + 0{,}9607 \cdot \cos(1{,}3659t - 0{,}255°) + 4{,}5213 \cdot \cancel{\sin} \cdot \sin(1{,}3659t - 0{,}2555°) + 0{,}3458 \cdot \cos(2{,}2765t - 0{,}1530°) + 2{,}7127 \cdot \sin(2{,}2765t - 0{,}1532°) + 0{,}1765 \cdot \cos(3{,}1871t - 0{,}\ldots + 1{,}9377 \cdot \sin(3{,}1871t - 0{,}1095°)$$

k 4

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{(8{,}6476)^2 + (0{,}9607)^2 + (0{,}3458)^2 + (0{,}1765)^2 + (3{,}5658)^2 + (4{,}5213)^2 + (2{,}7127)^2 + (1{,}9\ldots}{2}}$$

$= \underline{12{,}0716\,V}$

1.4 feladat javítás:

A válasz kiszámításához a szuperpozíció elvet alkalmazom.

tehát

$$y(t) = U_0 \cdot |H(j0\omega_0)| + U_1^A \cdot |H(j1\omega_0)| \cdot \cos(1\omega_0 t + \varphi_1) + U_1^B \cdot |H(j1\omega_0)| \cdot \sin(1\omega_0$$

$$+ U_3^A \cdot |H(j3\omega_0)| \cdot \cos(3\omega_0 t + \varphi_3) + U_3^B \cdot |H(j3\omega_0)| \cdot \sin(3\omega_0 t + \varphi_4) + \ldots$$

Az 1.4-es feladatom megoldásában már közöltem a matlab parancsokat.

1. lépesben bevittem a számlálót, illetve nevező együtthatóit az átviteli karakterisztikából, majd omega értékeit.

ezután a cosinusos tagok együtthatóit $\omega = 0, 1, 3, 5, 7$ szeres körfrekvencián.

Az átviteli karakterisztika a Matlab polinom helyettesítési értékeinek számítására szolgáló polyval utasítást felhasználva történt.

ezután a $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3 \ldots$ szögeket az angle függvény segítségével határoztam meg, végül az abszolútértéket az abs függvénnyel.

Ezután ugyanezeket az utasításokat el kell végeznem a sinusos összetevőkre. Majd a kapott értékeket behelyettesít y(t) képletébe kapjuk a választ. Mivel ez elég hosszú, és már leírtam, ezért nem írom le újra.

2.1 feladat

$$u(t)=\left(\varepsilon(t)-\varepsilon\left(t-\frac{T}{2}\right)\right)\cdot\left(A_0-\frac{2A_0}{T}\cdot t\right)+\left(\varepsilon\left(t-\frac{T}{2}\right)-\varepsilon(t-T)\right)\left(\frac{2A_0}{T}\cdot t-2A_0\right)$$

$$u(t)=\varepsilon(t)\cdot\left(A_0-\frac{2A_0}{T}\cdot t\right)-\varepsilon\left(t-\frac{T}{2}\right)\left(A_0-\frac{2A_0}{T}\cdot\left(t-\frac{T}{2}+\frac{T}{2}\right)\right)\boxed{+}$$

$$\boxed{+}\ \varepsilon\left(t-\frac{T}{2}\right)\cdot\left(\frac{2A_0}{T}\cdot\left(t-\frac{T}{2}+\frac{T}{2}\right)-2A_0\right)-\varepsilon(t-T)\left(\frac{2A_0}{T}\cdot(t-T+T)-2A_0\right.$$

$$u(t)=\varepsilon(t)\cdot\left(A_0-\frac{2A_0}{T}\cdot t\right)-\varepsilon\left(t-\frac{T}{2}\right)\cdot\left(-\frac{2A_0}{T}\cdot\left(t-\frac{T}{2}\right)\right)\boxed{+}$$

$$\boxed{+}\ \varepsilon\left(t-\frac{T}{2}\right)\cdot\left(\frac{2A_0}{T}\cdot\left(t-\frac{T}{2}\right)-A_0\right)-\varepsilon(t-T)\cdot\left(\frac{2A_0}{T}\cdot(t-T)\right)\boxed{=}$$

$$\boxed{=}\ \varepsilon(t)\left(A_0-\frac{2A_0}{T}\cdot t\right)+\varepsilon\left(t-\frac{T}{2}\right)\left(\frac{4A_0}{T}\left(t-\frac{T}{2}\right)-A_0\right)-\varepsilon(t-T)\left(\frac{2A_0}{T}\cdot(t-T)\right)$$

$$u(t)=\varepsilon(t)\cdot A_0-\varepsilon(t)\cdot\left(\frac{2A_0}{T}\cdot t\right)+\varepsilon\left(t-\frac{T}{2}\right)\cdot\left(\frac{4A_0}{T}\left(t-\frac{T}{2}\right)\right)-\varepsilon\left(t-\frac{T}{2}\right)\cdot A_0\ \triangle$$

$$\triangle\ \varepsilon(t-T)\left(\frac{2A_0}{T}(t-T)\right)$$

$$U(s)=\frac{A_0}{s}-\frac{2A_0}{T}\cdot\frac{1}{s^2}+\frac{4A_0}{T}\cdot\frac{1}{s^2}\cdot e^{-s\frac{T}{2}}-\frac{A_0}{s}\cdot e^{-s\frac{T}{2}}-\frac{2A_0}{T}\cdot\frac{1}{s^2}\cdot e^{-s}$$

$$U(s)=\frac{1}{s}\cdot\left(A_0-A_0\cdot e^{-s\frac{T}{2}}\right)+\frac{1}{s^2}\cdot\left(\frac{4A_0}{T}\cdot e^{-s\frac{T}{2}}-\frac{2A_0}{T}-\frac{2A_0}{T}\cdot e^{-sT}\right)$$

$$U(s)=\frac{A_0}{s}\cdot\left(1-e^{-s\frac{T}{2}}\right)+\frac{2A_0}{Ts^2}\cdot\left(2\cdot e^{-s\frac{T}{2}}-1-e^{-sT}\right)$$

$A_0 = 20\ V$

$T = 13,8\ \mu s$ helyettesítéssel

$$U(s)=\frac{20}{s}\cdot\left(1-e^{-6,9s}\right)+\frac{40}{13,8\,s^2}\cdot\left(2\cdot e^{-6,9s}-1-e^{-13,8s}\right)$$

$$U(s)=\frac{20\cdot 13,8s-20\cdot 13,8s\cdot e^{-6,9s}+80\cdot e^{-6,9s}-40-40\cdot e^{-13,8s}}{13,8\,s^2}$$

A Hurwitz kritérium miatt (az átviteli karakterisztika nevezőjének valós része egynemű) a rendszer GV stabilis, ezért $s=j\omega$ helyettesítéssel megkapjuk a gerjesztés komplex spektrumát.

$$U_s(j\omega) = \frac{276\,j\omega - 196\,e^{-6{,}9j\omega} - 40\,e^{-j\omega 13{,}8} - 40}{13{,}8\,(j\omega)^2}$$

2.2 feladat

Az ábrázolást Matlab matematikai segédprogrammal végeztem, a következő parancsokkal.

```
>> om = 0,1 : 001 : 4.5530 % a körfrekvencia 10 szeresség vizsgálva
>> Uom = (276.*j.*om - 40 - 196.*exp(-6.9.*j.*om) - 40.*exp(-13.8.*j.*om))./(13,8.*j.*om).^2;
>> plot(om, abs(Uom), om, 0,05.*max(abs(Uom)).*ones(size(om)))
>> grid
>> title('A Gerjesztes Komplex Spektruma')
>> xlabel('Frekvencia [Mrad/s]')
>> ylabel('Feszültség Amplitudó [V]')
```

Ahol az egyenes metszi a görbét az lesz a jel sávszélessége. Felnagyítva az ábrát leolvasható a sávszélesség

$\Delta\omega = 0{,}384$ Mrad/s

(A grafikon mellékelve)

2.3 A válasz komplex spektruma:

$U(j\omega) = U_s(j\omega) \cdot H(j\omega)$

Az egyenleteket maple 9-cel összeszorozva az eredmény:

$$U = \frac{0.01449\cdot\left(276\,j\omega - 40 - 196\,e^{(-6.9\,j\omega)} - 40^{(-13.8j\omega)}\right)(204\,j\omega + 2304}{(j\omega)^2\cdot(12\,j\omega + 4320(j\omega)^2 + 3)}$$

2.1 feladat javítása:

Mivel a jel belépő, és abszolút integrálható, ezért alkalmazni lehet az $s = j\omega$ helyettesítést.

$$U_s(j\omega) = \frac{\cancel{276 s}\ 276 j\omega - 276 j\omega \cdot e^{-6,9 j\omega} + 80 \cdot e^{-6,9 j\omega} - 40 - 40 \cdot e^{-13,8 j\omega}}{13,8 (j\omega)^2}$$

$$\cancel{U_s(j\omega) = 20 j\omega - 20 j\omega \cdot e^{-6,9 j\omega} + 5,7971 \cdot e^{-6,9 j\omega}} -$$

A jel fourier transzformáltja azonosan egyenlő a komplex spektrummal. (~~Mivel az s=jw helyettesítés elvégezhető,~~)

$$U_s(j\omega) = \frac{\cancel{20 j\omega - 20 j\omega}\ 20 j\omega \cdot (1 - e^{-6,9 j\omega}) + \frac{40}{13,8} \cdot (2 \cdot e^{-6,9 j\omega} - 1 - e^{-13,8 j\omega})}{(j\omega)^2}$$

A jel sávszélességét a mellékelt nagyított ábráról lehet leolvasni ez körülbelül

$\omega_1 = \checkmark$

$$\boxed{\Delta\omega \approx 6,92\ \frac{mrad}{s}}$$

felhasznált maple 9 parancsok:

```
> e1:=((20·I·w·(1-e^(-6.9Iw)) + 40/13.8·(2·e^(-6.9Iw) - 1 - e^(-13.8Iw)))/(Iw)^2;
> plot(abs(e1), w=-10..10, numpoints=10000);
```

ebből leolvasom hogy a jelnek hol van maximuma mi kb $\omega = 0,367$-nél van.

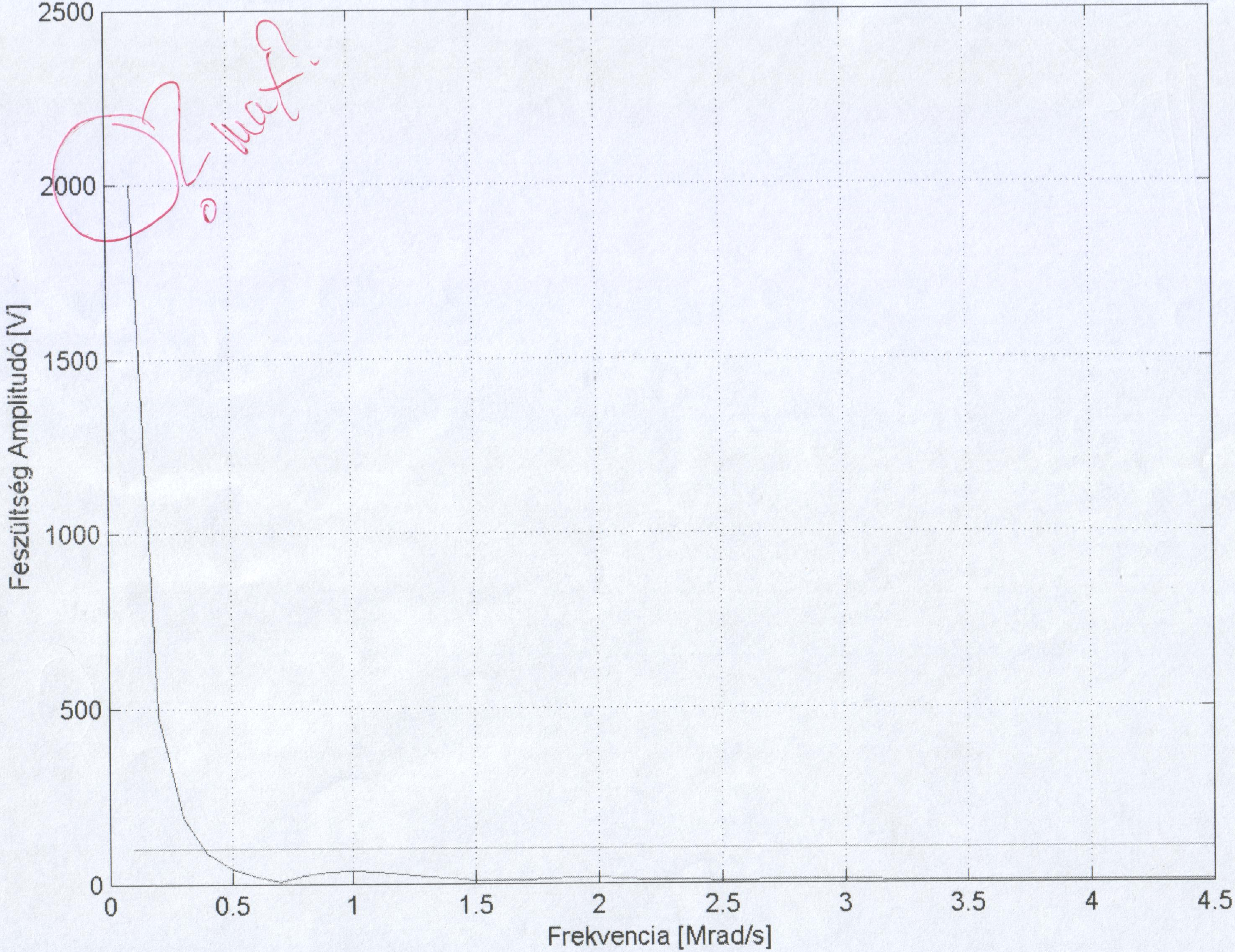
ezután

```
> w:=0,367;
> 0.05·abs(e1);
                5,491077
```

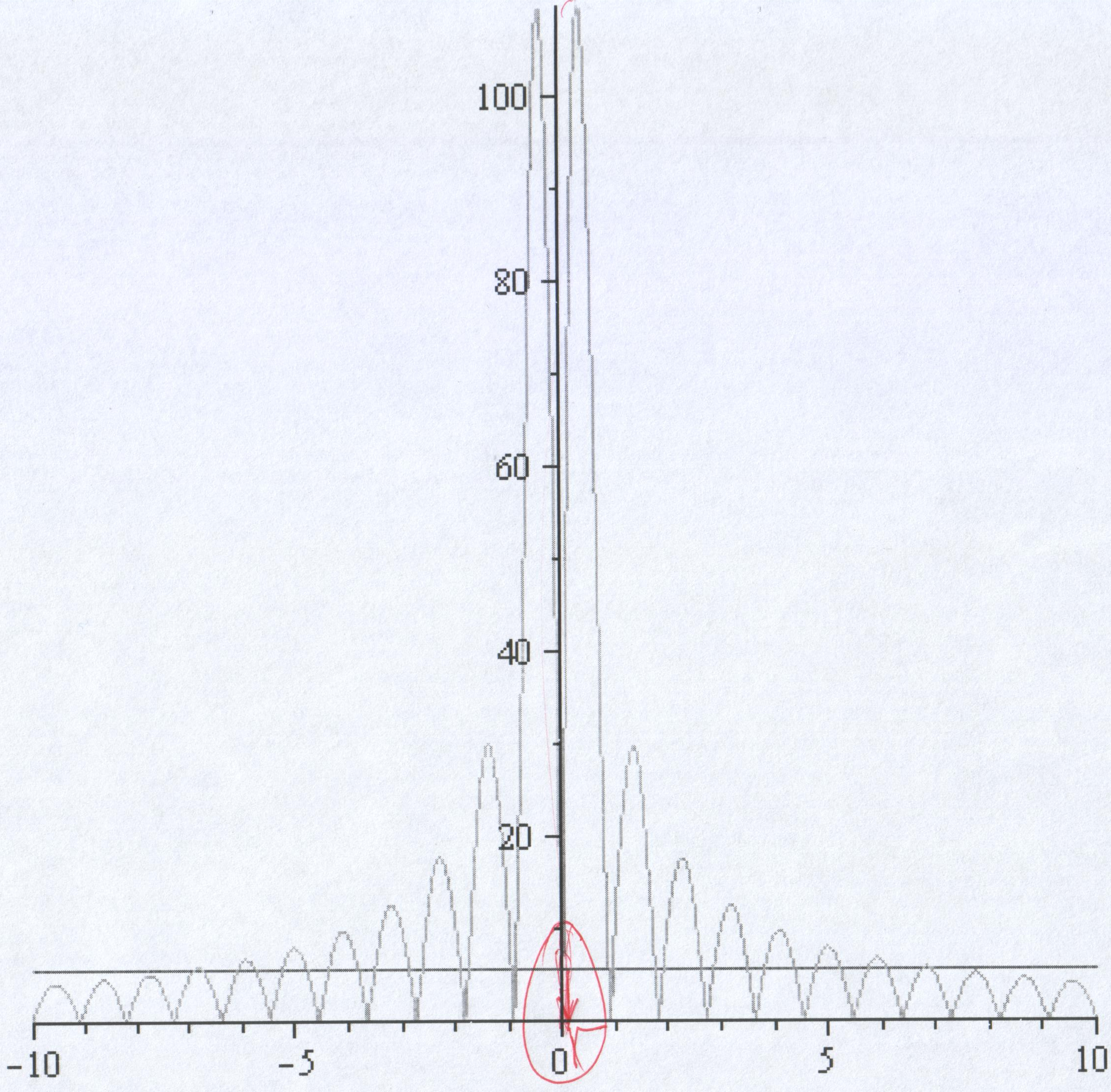
ez közelítőleg 5,5

ezután ábrázolom ezt az egyenest is, hogy le tudjam olvasni a $\Delta\omega$-t.

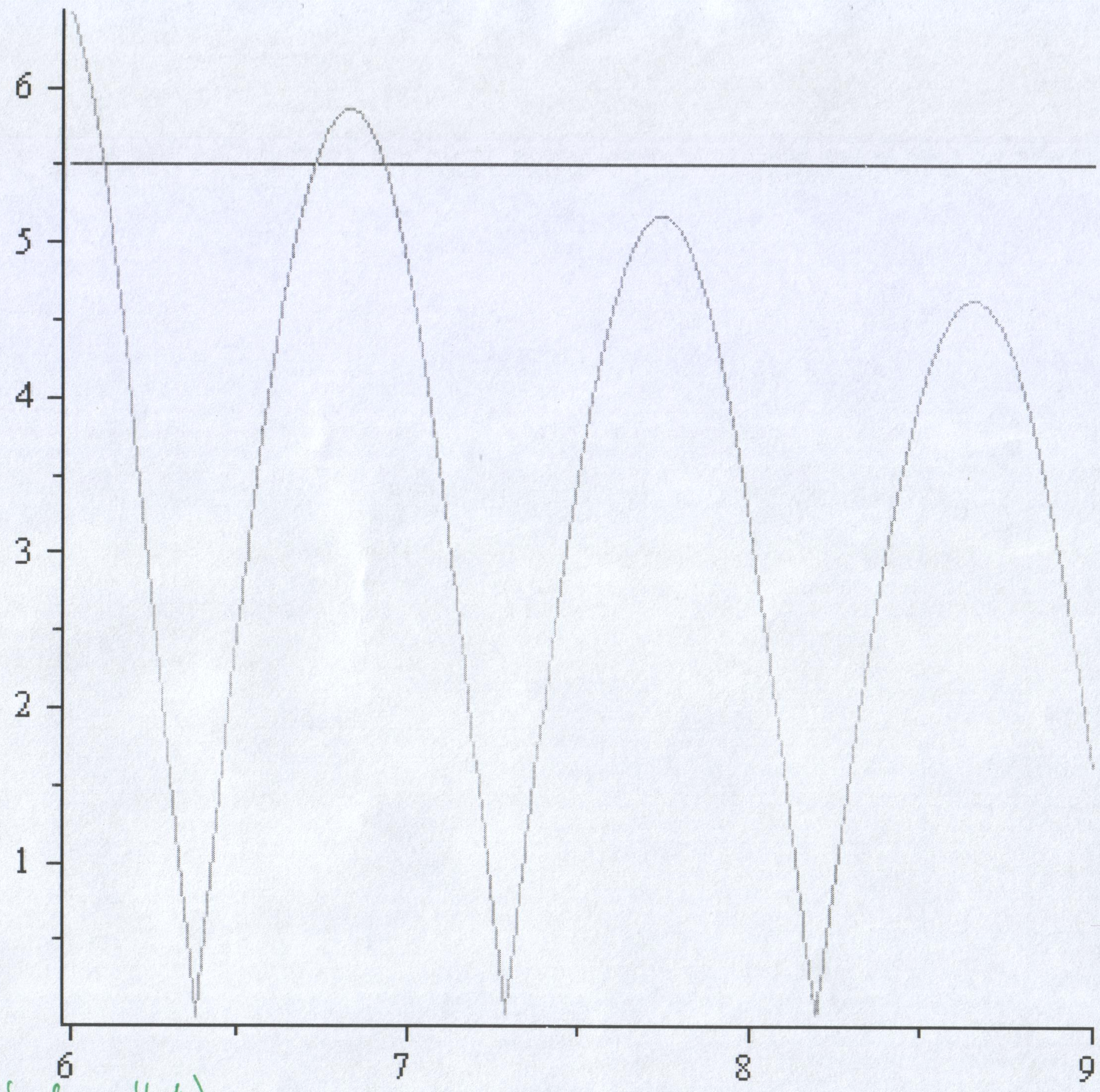
```
> w:='w';
> plot({abs(e1), 5.5}, w=-10..10, numpoints=10000);
```



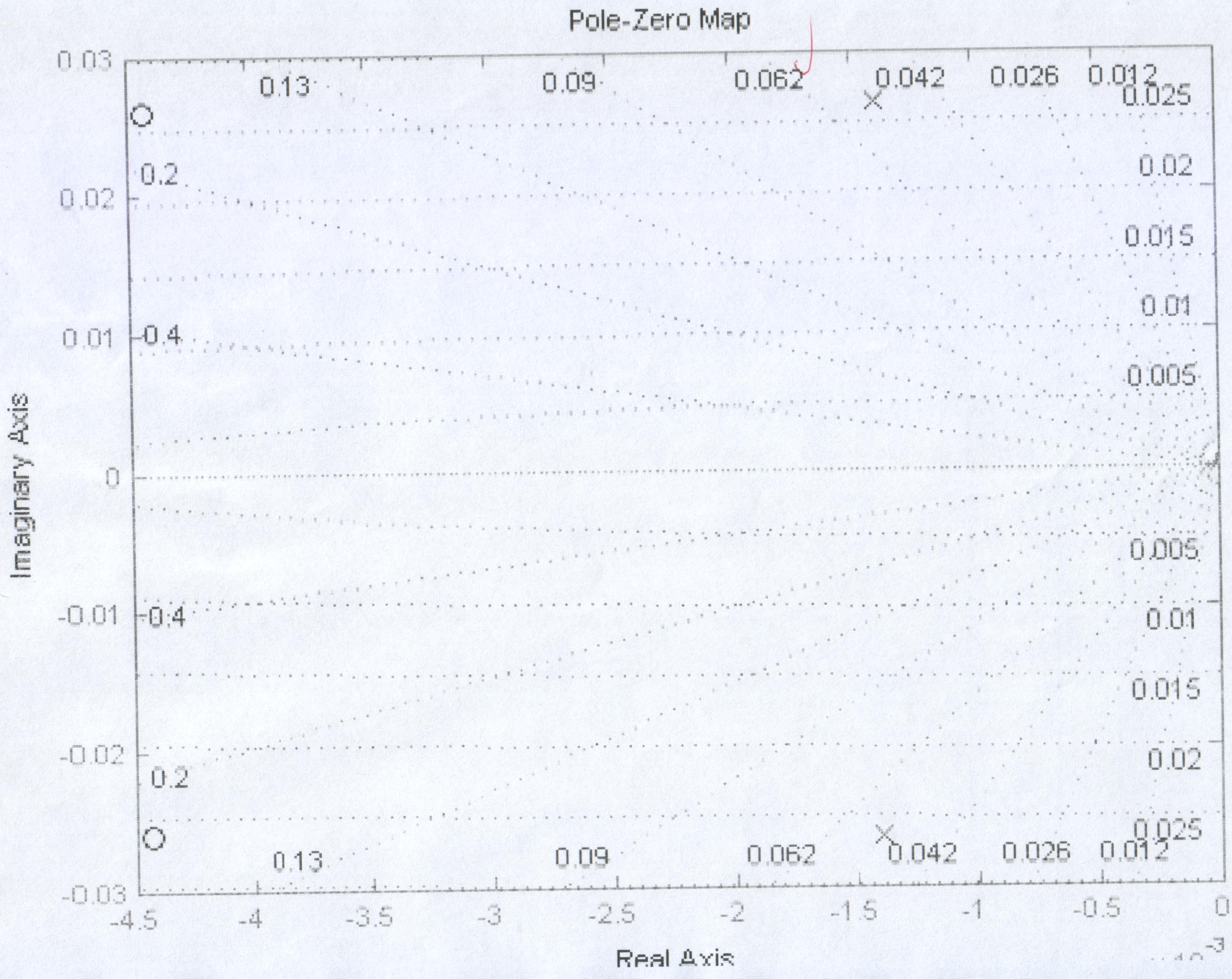
Q max?
Feszültség Amplitudó [V]
2500
2000
1500
1000
500
0
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
Frekvencia [Mrad/s]



javítás



javítás (nagyított)



Pole-Zero Map
Imaginary Axis
Real Axis
0.03
0.02
0.01
0
-0.01
-0.02
-0.03
-4.5
-4
-3.5
-3
-2.5
-2
-1.5
-1
-0.5
0
0.13
0.09
0.062
0.042
0.026
0.012
0.2
0.4
0.025
0.02
0.015
0.01
0.005

U-t kézzel tovább rendezve:

$$U = \frac{\left(3,999jw - 0,5796 - 2,84 \cdot e^{-6,9jw} - 0,5796 \cdot e^{-13,8jw}\right)\left(204jw + 2304(jw)^2 ...\right.}{4320(jw)^4 + 12(jw)^3 + 3(jw)^2}$$

$$U = \frac{\left(3,999jw - 0,5796 - 2,84 \cdot e^{-6,9jw} - 0,5796 e^{-13,8jw}\right)\left(5.33(jw)^2 + 0,047jw + 0,003\right)}{(jw)^4 + 0,0027(jw)^3 + 0,00069(jw)^2}$$

$\cancel{\left(U = 21,31(jw)^3 - 3,0892(jw)^2 - 3,0892(jw)^2 \cdot e^{-13,8jw}\right)}$

3.1 feladat

Mivel a rendszer kauzális, ezért az átviteli karakterisztikából jw = s helyettesítéssel megkapom az átviteli függvényt.

$$H(s) = \frac{1,066\, s^2 + \frac{40,8}{4320}(s) + \frac{3,2}{4320}}{s^2 + \frac{12}{4320} s + \frac{3}{4320}}$$

A pólus zérus elrendezést Matlab-bal számolom a következő parancsokkal:

$$\text{>> szam} = \left[\ \frac{4608}{4320} \quad \frac{40,8}{4320} \quad \frac{3,2}{4320}\ \right];$$

$$\text{>> nev} = \left[\ 1 \quad \frac{12}{4320} \quad \frac{3}{4320}\ \right];$$

```
>> [pole, zero] = pzmap(szam, nev)
```

pole = −0,0014 + 0,0263i
−0,0014 − 0,0263i

zero =
− 0,0044 + 0,0260i
− 0,0044 − 0,0260i

Ábrázolás Matlabbal:

```
>> pzmap(szam, nev)
>> grid
```

3.2 feladat.

Tudjuk, hogy $h(t) = L^{-1}\{H(s)\}$

Hogy meghatározzuk az átviteli fgv inverz Laplace transzformáltját, először részlettörtekre kell bontani. Erre a Matlab kínálós is megoldás

```
>> [r, p, k] = residue(szam, nev)
```

r =

0,0032 + 0,0002i

0,0032 − 0,0002i

p =

−0,0014 + 0,0263i

−0,0014 − 0,0263i

k =

1,0667

$$H(s) = A + \frac{B}{s-p} + \frac{B^*}{s-p^*} = 1{,}0667 + \frac{0{,}0032+0{,}0002i}{s-(-0{,}0014+0{,}0263i)} + \frac{0{,}0032-0{,}000}{s-(-0{,}0014-0{,}0}$$

$$h(t) = \Big(1{,}0667\,\delta(t) + (0{,}0032+0{,}0002i)\cdot e^{(-0{,}0014+0{,}0263i)t} + (0{,}0032-0{,}0002i)\cdot e^{(-0{,}0014-0{,}0263i)t}\Big)\varepsilon(t)$$

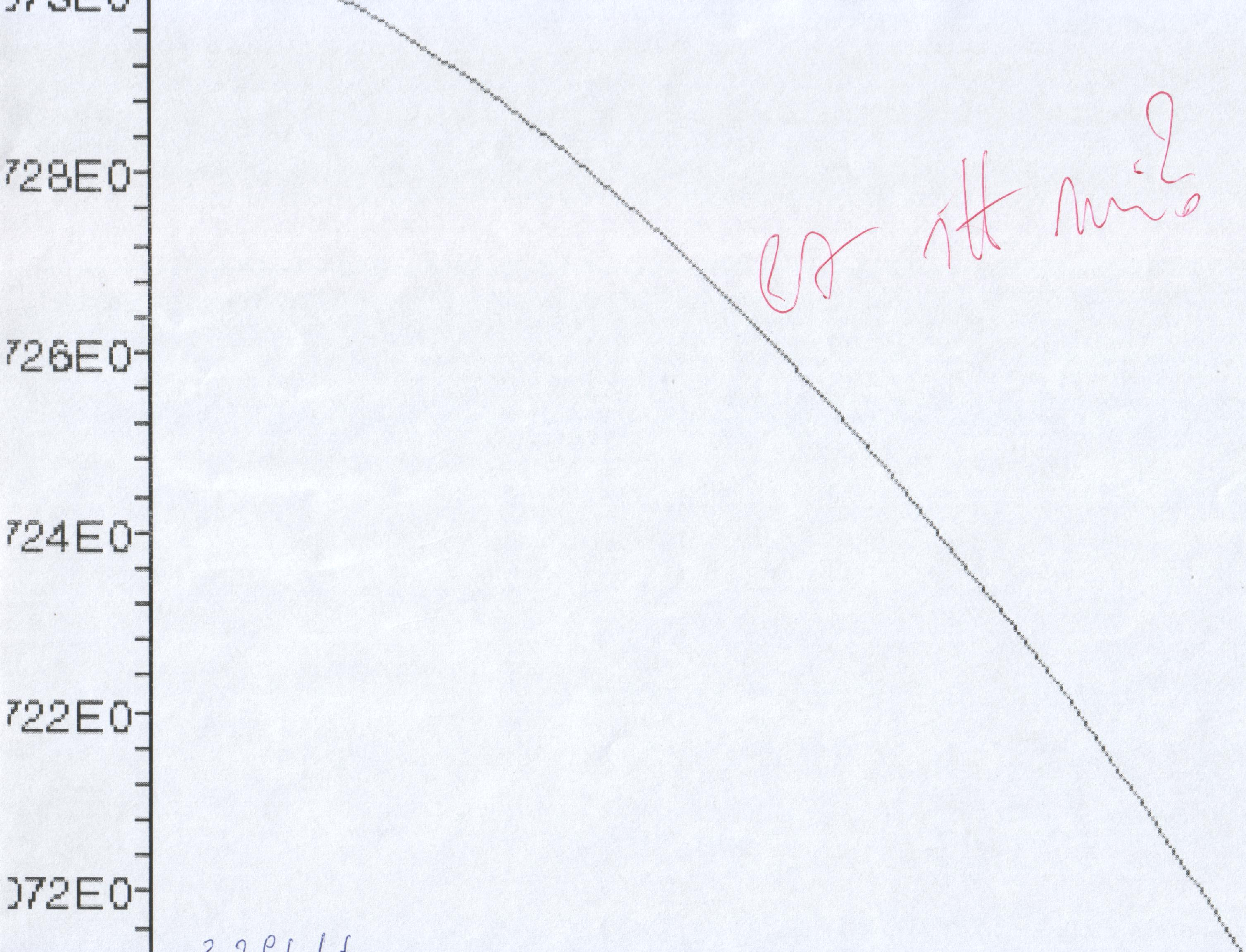
$$h(t) = \varepsilon(t)\cdot 1{,}0667\cdot\delta(t) + \varepsilon(t)\cdot 2\,\mathrm{Re}\Big\{0{,}0032\cdot e^{0{,}0624j}\cdot e^{(-0{,}0014+0{,}0263j)t}\Big\} = \varepsilon(t)\cdot 1{,}0667\,\delta(t) + \varepsilon(t)\cdot 0{,}0064\cdot e^{-0{,}0014t}\cdot \mathrm{Re}\Big\{e^{j\cdot(0{,}0624+0{,}0263t)}\Big\}$$

$$h(t) = \Big(1{,}0667\,\delta(t) + 0{,}0064\cdot e^{-0{,}0014t}\cdot\cos(0{,}0263t+0{,}0624)\Big)$$

Ábrázolás maple 9-cel.

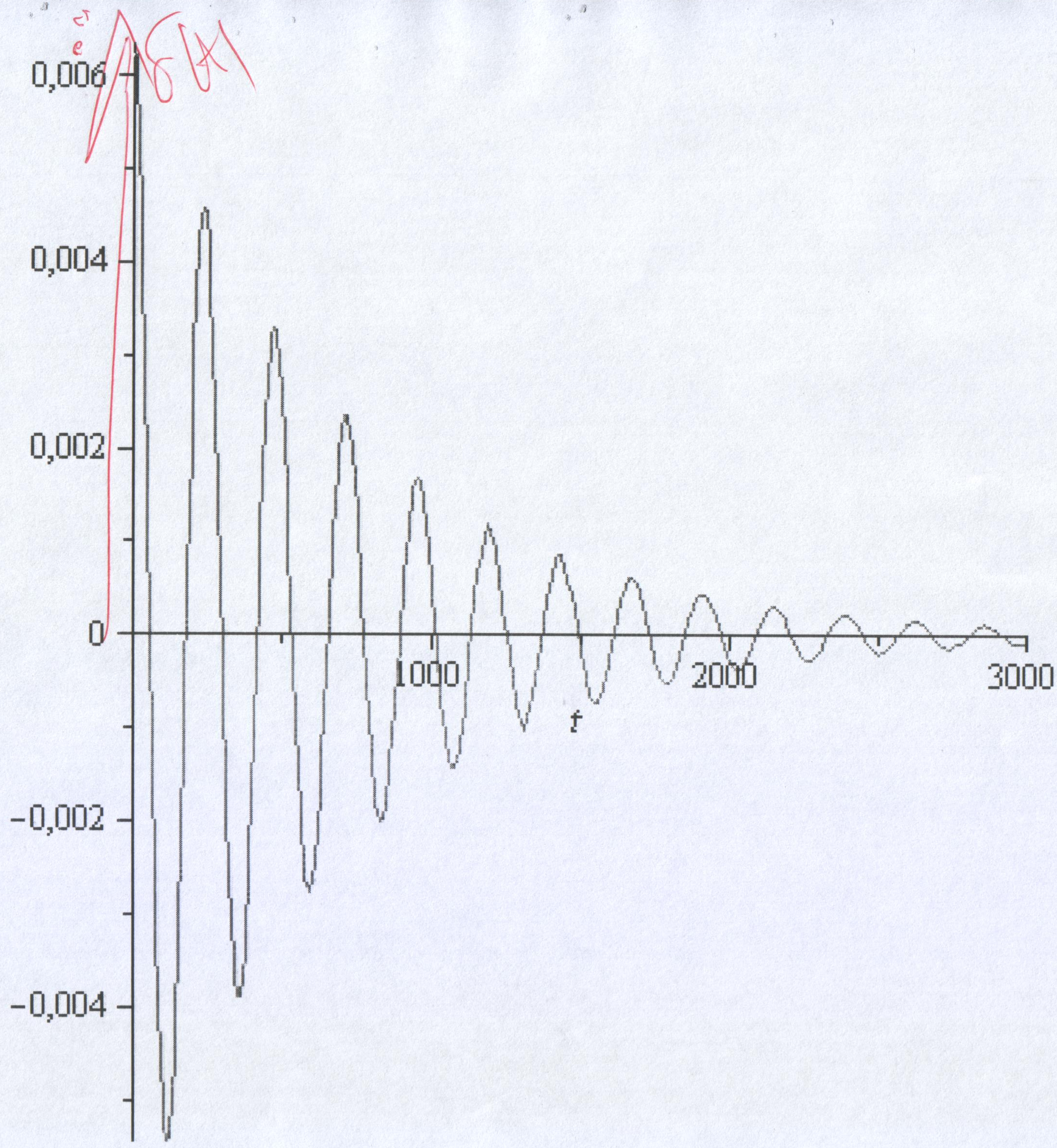
Javítás: g1 := Heaviside(t)·(1.0667·Dirac(t) + 0,0064·exp(−0,0014t)·cos(0,0263t

plot(g1, t = 0 ... 3000);



Ez itt mi?

3.2 feladat



Javitás

3.3 feladat

dehogynem...

A feladatsor nem egyértelmű, ugyanis a régi verzióban erre a feladatrészre nekem egy külön gerjesztő jel van adva, amely az új pdf-es verzióból kimaradt. Mivel a régi verzióban adott gerjesztést egyszerűbbnek, és átláthatóbbnak érzem, ezért ezt a példát arra a jelre csinálom meg. dum...

$$u_s(t) = A_0 \cdot [\varepsilon(t) - \varepsilon(t-T)] \cdot \left(\frac{t}{T} - 1\right)$$

$$H(s) = \frac{1{,}066 s^2 + \frac{40}{4320} s + \frac{3{,}2}{4320}}{s^2 + \frac{12}{4320} s + \frac{3}{4320}}$$

$$u_s(t) = \frac{A_0}{T} \cdot \varepsilon(t) \cdot (t - T) - A_0 \varepsilon(t-T) \cdot \left(\frac{t}{T} - \frac{T}{T}\right) =$$

$$= \frac{A_0}{T} \cdot \varepsilon(t) \cdot t - A_0 \varepsilon(t) - \frac{A_0}{T} \cdot \varepsilon(t-T) \cdot (t-T)$$

$$\mathcal{L}\{u_s(t)\} = \frac{A_0}{Ts^2} - \frac{A_0}{s} - \frac{A_0}{Ts^2} \cdot e^{-sT}$$

$$U_s(s) = \frac{A_0}{s} \cdot \left(\frac{1 - Ts}{Ts}\right) - \frac{A_0}{Ts^2} \cdot e^{-sT}$$

A jel 2 részből áll. Egy eltoltból, és egy nem eltoltból. Ezeket nem vonom össze, hanem külön-külön transzformálom. Ezt megtehetem, hiszen a részlettörtekre bontás is ezen az elven alapul.

Maple 9-cel kapjuk az eltolás nélküli tagot, jelöljük $U_{s1}(s)$. Ha $U_s(s)$ eltolás nélküli részét szorozzuk $H(s)$ el.

$$U_{S1}(s) = \frac{4\cdot\left(\frac{0,0746}{s}-1\right)\left(204s+23040s^2+16\right)}{12s^2+4320s^3+3s}$$

kézzel tovább rendezve és felbontva a zárójeleket

$$U_{S1}(s) = \frac{\left(\frac{0,2984}{s}-4\right)\left(204s+23040s^2+16\right)}{12s^2+4320s^3+3s} = \cancel{0,2984}\ 4$$

$$= \frac{1}{s}\frac{(0,2984-4s)\left(204s+23040s^2+16\right)}{4320s^3+12s^2+3s} = \frac{60,8736s+6875,136s^2+4,77}{}$$

$$= \frac{816s^2-92160s^3-64s}{4320s^4+12s^3+3s^2} = \frac{-92160s^3+6059,136s^2-3,1264s+4,77}{4320s^4+12s^3+3s^2}$$

hasonlóan mint a 3.2-ben itt is Matlabbal végzem el a részlettörtekre bontást. Az alábbi parancsokkal:

```
>> szam [0. -92160. 6059.136 -3,1264 4,7744];
>> nev [4320 12 3 0 0];
[r, p, k] = residue(szam, nev)
```

r = -6,9629 + 2,8279i
    -6,9629 - 2,8279i
    -7,4075
    1,5913

p =
    -0,0014 + 0,0263i
    -0,0014 - 0,0263i
    0
    0

k = 0

$$U_{s1}(s) = \frac{-6{,}9629+2{,}8279i}{s-(-0{,}0014+0{,}0263i)} + \frac{-6{,}9629-2{,}8279i}{s-(-0{,}0014-0{,}0263i)} + \frac{-7{,}4075}{s}$$

?

$$\boxed{+}\ \frac{1{,}5913}{s}$$

$$u_{1}(t) = \varepsilon(t)\cdot\left(2\,\mathrm{Re}\cdot\left\{7{,}51\cdot e^{-0{,}3857i}\cdot e^{(-0{,}0014+0{,}0263i)t}\right\}-7{,}407\right.$$

$$\left.\boxed{+}\,1{,}5913\right)$$

$$u_1(t) = \varepsilon(t)\cdot\left(-5{,}8162 + 15{,}02\cdot e^{-0{,}0014t}\cdot \mathrm{Re}\left\{e^{mj\cdot(-0{,}3857+0{,}0263}\right.\right.$$

$$u_1(t) = \varepsilon(t)\cdot\left(-5{,}8161+15{,}02\cdot e^{-0{,}0014t}\cdot\cos(0{,}0263t-0{,}3857)\right)$$

Most jön az eltolt rész. legyen a neve következetesen

$$U_{s2}(s) = \frac{A_0}{Ts^2}\cdot e^{-sT}$$ az e^{-sT}-t majd csak a $H(s)$-el való szorzás, és a részlettörtekre bontás után írom le újra. Ennek csak az inverz transzformációnál lesz szerepe.

$U_2(s) = U_{s2}(s)\cdot H(s)$ ezt szintén Maple 9-cel elvégezve kapjuk:

~~$u_2(s) = 0{,}2898$~~

$$u_2(s) = \frac{0{,}2898\cdot(204s+23040\cdot s^2+16)}{12s^3+4320s^4+3s^2}$$ elvégezve a szorzást:

$$u_2(s) = \frac{59{,}13s+6678{,}26s^2+4{,}6376}{4320s^4+12s^3+3s^2}$$

Matlabbal meghatározom a részlettörteket.

A műveletek:

```
>> szam = [ 0   0   6678,26   59,13   4,6376];
>> nev = [ 4320   12   3 0 0];
>> [r, p, k] = residue(szam, nev)
r =
   -6,7633 +0,3564i
   -6,7633 -0,3564i
   13,5265
   1,5459

p =
   -0,0014+0,0263i
   -0,0014-0,0263i
   0
   0

k=0
```

$$U_2(s) = e^{-sT}\cdot\left(\frac{-6,7633+0,3564i}{s-(-0,0014+0,0263i)} + \frac{-6,7633-0,3564i}{s-(-0,0014-0,0263i)} + \frac{13,5265}{s} + \frac{1,54}{s}\right.$$

jelenti minden t helyére $t \to -T$ kerül. mivel ez átláthatat-lanná tenné azt amit írok ezt a helyettesítést a végén végzem el.

$$U_2(t) = \varepsilon(t)\cdot\left(13,5265+1,5459 + 2\mathrm{Re}\cdot\left\{6,77\cdot e^{-j\cdot 0,0526}\right.\right. \boxed{\cdot}$$

$$\boxed{\cdot}\ e^{(-0,0014+0,0263j)\cdot t}\Big\}\Big) = \varepsilon(t)\cdot\left(15,0724 + 13,54\cdot e^{-0,0014t}\right. \boxed{+}$$

$$\boxed{+}\ \mathrm{Re}\left\{e^{j(0,0263t-0,0526)}\right\} = \varepsilon(t-T)\cdot\left(15,0724+13,54\cdot e^{-0,0014(}\right.$$

$$\boxed{\triangle}\ \cos\left(0,0263(t-T)-0,0526\right)\Big)$$

(~~A sort megkapjuk~~)

A választ megkapjuk, ha a 2 részeredményt kivonjuk egymásból.

$$u(t) = \varepsilon(t)\cdot\left(-5{,}8162 + 15{,}02\cdot e^{-0{,}0014t}\cdot\cos(0{,}0263t - 0{,}3857)\right)$$

$$\boxed{-}\,\varepsilon(t-T)\left(15{,}0724 + 13{,}54\cdot e^{-0{,}0014\cdot(t-T)}\cdot\cos\left(0{,}0263(t-T)\,\Delta\, 0{,}0526\right)\right)$$

3.3 feladat javítás:

$U_{s1}(s)$, illetve $U_{s2}(s)$ meghatározását maple 9-cel végeztem, ezek az eredmények még jók. (csak egy szorzást kellett elvégezni.) Mivel matlab residue utasítása a részlettörteknél (~~elso~~) (~~[illegible]~~) 2 db s es részlettörtet hoz letre, amelyek közül az egyik (~~[illegible]~~ ~~az~~) s^2 kell hogy legyen, és ezt nem lehet egyertelmüen kiválasztani, ezért a részlettörtekre bontást most maple 9-cel végzem, amely egzakt alakban ~~[illegible]~~ adja a végeredményt. a convert(parfrac) függvényt használom. Ez ugyan a komplex konjugált gyököket valós alakban hagyja, de ez nem baj, hiszen nekem csak az az információ kell hogy a dupla gyökök közül melyik az $1/s^2$ illetve $1/s$

A mapleutasítások:

```
>e1 := Us1 = (-92160*s^3 + 6059.136*s^2 - 3.1264*s + 4.7744)/(
    4320*s^4 + 12*s^3 + 3*s^2);
>e2 := Us2 = (0.2898*(204*s + 23040*s^2 + 16))/((12*s^3 + 4320*s^4 + 3*s^2)
>convert(e1, parfrac);
>convert(e2, parfrac);
```

a válaszból csak azt a 2 törtet írom le amelyik számunkra érdekes, senki nem kiváncsi a komplex konjugált gyökpárok összeszorzott alakjára.

$$\frac{1.545600}{s^2} + \frac{13,52400}{s} + \dots = U_{s2}$$

$$\frac{1.59146667}{s^2} - \frac{7.40800001}{s} + \dots = U_{s1}$$

Most már tudjuk hogy melyik törtnek mi a nevezője, tehát felírható $U_{s1}(s)$

$$U_{s1}(s) = \frac{-6,9629+2,8279i}{s-(-0,0014+0,0263i)} + \frac{-6,9629-2,8279i}{s-(-0,0014-0,0263i)} - \frac{7,4075}{s} \boxed{+} \boxed{+} \frac{1,5913}{s^2}$$

$$u_1(t) = \varepsilon(t)\cdot\left(2\cdot Re\cdot\left\{7,51\cdot e^{-2,7558i}\cdot e^{(-0,0014+0,0263i)t}\right\} - 7,4075 + 1,5913t\right)$$

$$u_1(t) = \varepsilon(t)\cdot\left(15,02\cdot e^{-0,0014t}\cdot\cos(0,263t-2,7558) - 7,4075 + 1,5913t\right)$$

Most a 2. részben szintén a már kész matlabos részre támaszkodom, illetve a Maple által kiadott résztörtekre bontásra.

$$U_2(s) = e^{-sT}\cdot\left(\frac{-6,7633+0,3564i}{s-(-0,0014+0,0263i)} + \frac{-6,7633-0,3564i}{s-(-0,0014-0,0263i)} + \frac{13,5265}{s} \boxed{+} \boxed{+} \frac{1,5459}{s^2}\right)$$

majd a legvégén foglalkozom vele

$$u_2(t) = \varepsilon(t)\cdot\left(13,5265+1,5459t+2Re\cdot\left\{6,77\cdot e^{-j3,0889}\cdot e^{t(0,0014\ldots}\right\}\right) = \varepsilon(t)\cdot\left(13,5265+1,5459t+13,54\cdot e^{-0,0014t}\cdot Re\left\{e^{j(0,0263t-3,0\ldots}\right.\right.$$

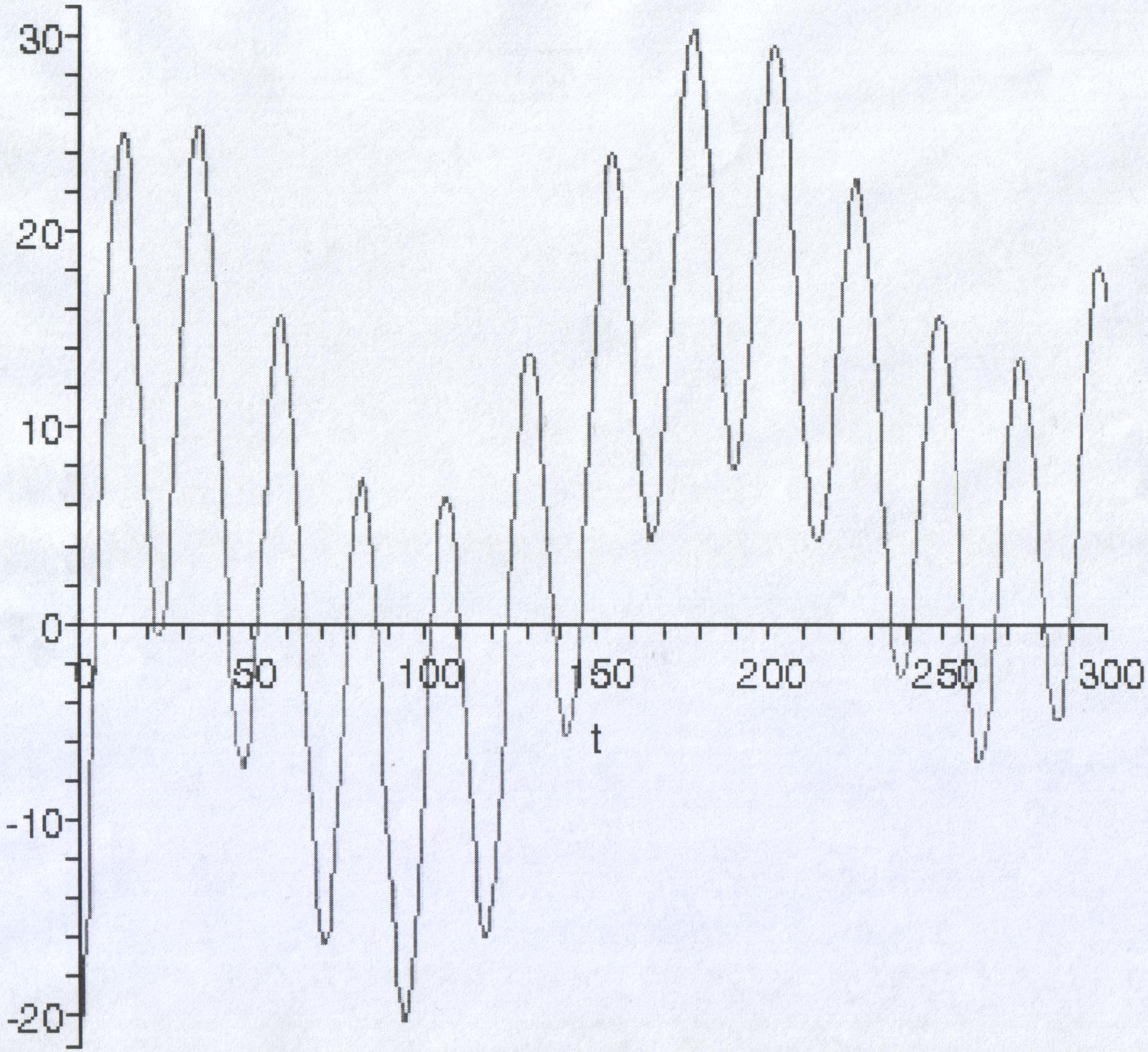
Most veszem figyelembe e^{-sT}

$$u_2(t) = \varepsilon(t-T)\cdot\left(13,5265+1,5459(t-T)+13,54\cdot e^{-0,0014(t-T)}\cdot\cos(0,0263(t-T)\ldots\right.$$

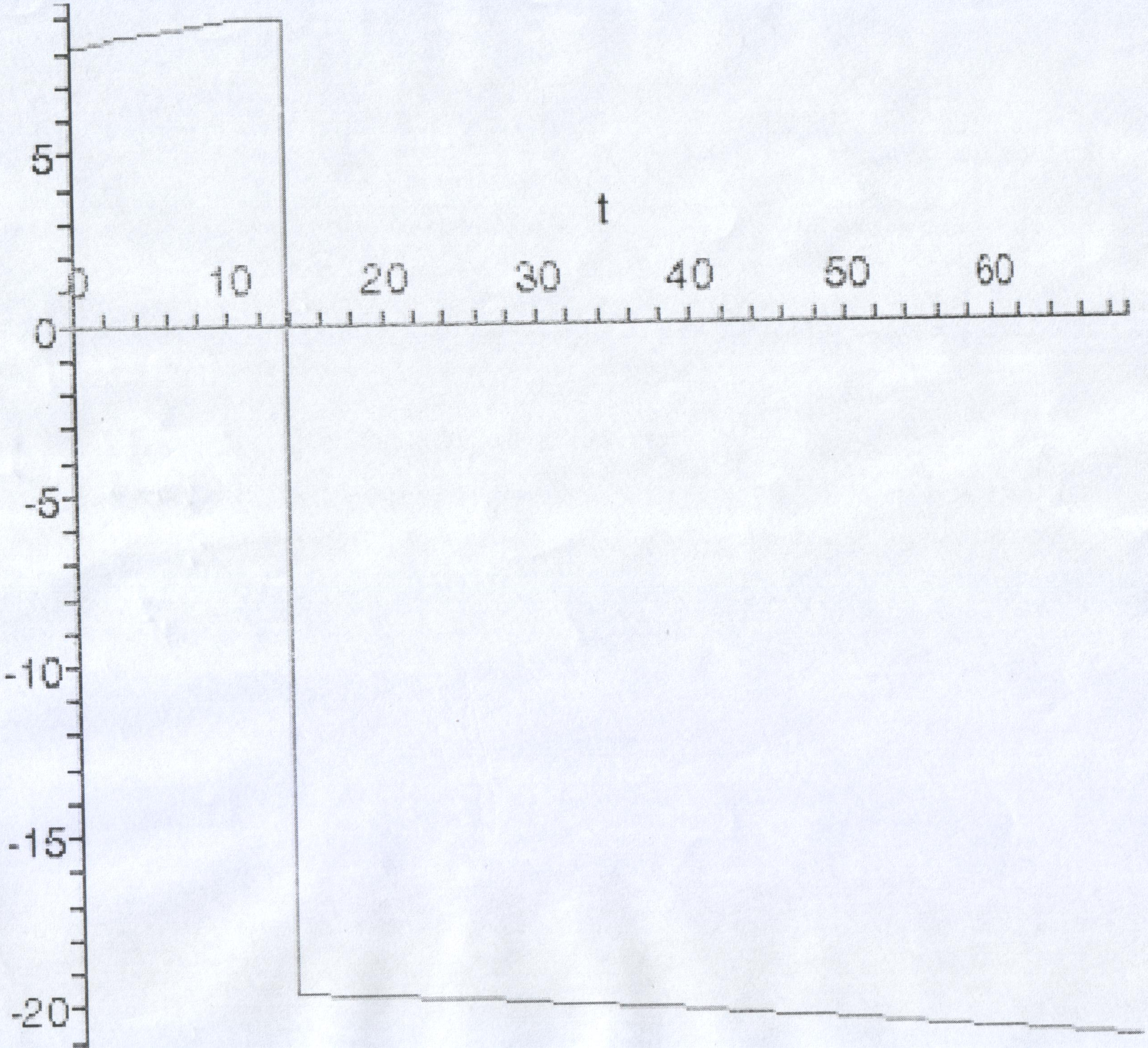
A választ megkapjuk ha a 2 részeredményt kivonjuk egymásból.

$$u(t) = \varepsilon(t)\cdot\left(15,02\cdot e^{0,0014t}\cdot\cos(0,263t-2,7558)-7,4075+1,5913t\right) \boxed{-}$$

$$\boxed{-}\ \varepsilon(t-T)\cdot\left(13,5265+1,5459(t-T)+13,54\cdot e^{-0,0014(t-T)}\cdot\cos(0,0263(t-T)-3,0\ldots\right.$$



Javités



t
0
10
20
30
40
50
60
5
-5
-10
-15
-20