

$$D = 68 \text{ mm} = 68 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$d = 44 \text{ mm} = 44 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$l = 13,5 \text{ mm} = 13,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$A = ? \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$l = ? \text{ [mm]}$$

$$A = l \cdot \frac{D-d}{2} = 13,5 \cdot \frac{68-44}{2} = 162 \text{ mm}^2$$

$$l = 2\pi \left(\frac{d}{2} + \frac{D-d}{2} \right) = 2\pi \left(\frac{44}{2} + \frac{68-44}{2} \right) \approx 175,93 \text{ mm}$$

1.2.

$$N \checkmark$$

$$M_r \checkmark$$

$$A_L \checkmark$$

$$A_L = 1300 \pm 25\% \text{ mH}$$

$$N = 110$$

$$L = ?$$

$$Z = ?$$

$$M_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{V_s}{A_m}$$

$$L = A_L N^2$$

$$A_L = M_r \mu_0 \frac{A}{l}$$

$$L = M_r \mu_0 N^2 \frac{A}{l}$$

$$L = \begin{cases} -25\% \rightarrow 3225 \cdot 110^2 = 9039025 \text{ H} \\ +25\% \rightarrow 5375 \cdot 110^2 = 90650375 \text{ H} \end{cases}$$

$$L = [9,039; 9,065] \text{ mH}$$

$$Z = j2\pi \cdot 50 \cdot L = \begin{cases} [12,26] \\ [20,4324] \end{cases} \Omega$$

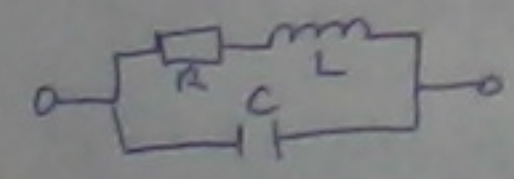
$$R_s = \omega \mu_0 \mu'' N^2 \frac{A}{l}$$

$$L_s = \mu_0 \mu' N^2 \frac{A}{l}$$

$$Z_s = R_s + j\omega L_s \approx j2\pi f L_s$$

1.3. Csúszkapacitás

$L_{ef} = ?$
 $\omega_r = ?$
 frekv. tart., ahol a rez. 1%-nál kisebb jövedelmű hálózat?



A ténylegesen Csúszkapacitás elhanyagolható \Rightarrow

$$L = \frac{L_1}{1 - \omega^2 L_1 C}$$

$$Z = \frac{j\omega L_1}{j\omega C} = \frac{j\omega L_1}{j\omega C + \frac{1}{j\omega C}} = j\omega \frac{L_1}{1 - \omega^2 L_1 C}$$

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 C}}$$

$$L = L_1 \pm 1\%$$

$$\frac{L_1}{L} = 1 - \omega^2 L_1 C < 0,99 \Rightarrow \omega < \sqrt{\frac{0,01}{L_1 C}}$$

Itt lesz kisebb a hálózat...

1.4 $\frac{N \cdot I}{l}$ Fe-mag } $H = \frac{N \cdot I}{l}$
 $H_{\text{eff}} = ?$

1.5 $\frac{N \cdot I}{B_m}$ Ferrugős tekercs ✓
 sinuszos indukció
 $U_{\text{ind}} = ?$

$$B(t) = B_m \cdot \cos(2\pi f t)$$

$$\bar{U}_1 = N \frac{d\Phi}{dt} \rightarrow u = \oint_L E dl = - \frac{d}{dt} \int_A B dA \rightarrow \boxed{U_1 = - \frac{\partial B}{\partial t} AN =}$$

$$= -AN \cdot \frac{\partial}{\partial t} B_m \cos(2\pi f t) =$$

$$= -AN \cdot B_m \cdot 2\pi f \cdot [-\sin(2\pi f t)]$$

$$= AN B_m 2\pi f \sin(2\pi f t)$$

$$\boxed{U_{\text{eff}} = \frac{AN B_m 2\pi f}{\sqrt{2}} = \frac{U_1}{\sqrt{2}} = \frac{U_1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} AN B_m 2\pi f = 444 \cdot AN B_m f}$$

1.6 $N = ? \Rightarrow B_m = 0.41 \text{ T}$
 $U = 5 \text{ V}$
 $I = 100 \text{ mA} = 100 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 0.1 \text{ A}$ } érték se lépünk túl!

+ $A_L = 4300 \text{ nH} = 4300 \cdot 10^{-9} \text{ H}$
 $A = 162 \text{ mm}^2$

$$B = \mu_0 \mu_r H = \mu_0 \mu_r \frac{N \cdot I}{l}$$

$$A_L = \mu_0 \mu_r \frac{A}{l} \Rightarrow \mu_r = \frac{A_L \cdot l}{\mu_0 \cdot A}$$

$$B = \mu_0 \frac{A_L \cdot l}{\mu_0 \cdot A} \cdot \frac{N \cdot I}{l} = \frac{N \cdot I \cdot A_L}{A}$$

$$N = \frac{B \cdot A}{I \cdot A_L} = \frac{0.41 \cdot A}{\sqrt{2} \cdot I \cdot A_L} = 109$$

1.7 $10 \text{ V}, 200 \text{ mA}$ határellátás terhelés:

Nem célrész, mert ekkora U és I hatására telítődik a Fe-mag
 \Rightarrow nagy lesz a veszteség.

$u_{ref} = 4,44 \cdot f \cdot N \cdot A \cdot B_m \Rightarrow f = \frac{U_m}{4,44 \cdot N \cdot A \cdot B_m} = \underline{\underline{155,54 \text{ Hz}}}$

1.9. $f = 50 \text{ Hz}$
 $\delta_{Cu} = 9$
 $\mu_{Cu} = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am}$
 $\mu_{r,Cu} = 1$
 $\rho = 1,78 \cdot 10^{-8} \Omega m$

$\delta = \sqrt{\frac{\rho}{\mu_0 \mu_r f \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{1,78 \cdot 10^{-8}}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 50 \cdot \pi}} = 0,009496 \text{ m} = \underline{\underline{9,5 \text{ mm}}}$

1.10. Sempontok, amelyek alapján 100kHz-en tekercshuzal d-jét választjuk:

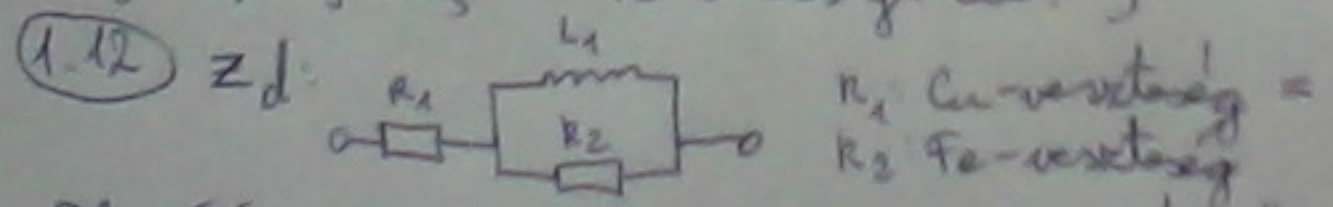
$\delta(100 \text{ kHz}) = 0,002123 \text{ m} = \underline{\underline{0,2123 \text{ mm}}}$

- olyan vékony huzal kell, amelyen még nem manóthet a SKIN-hatás.
- 100kHz nagy, f ahhoz, hogy a huzal ellenállásának f -függő veszteségi jelentőségek legyenek. Ezeket csökkenteni kell \rightarrow nagyon vékony huzal!

1.11. $Z_s \leftarrow Z'_s$ közti fizikai különbség:

Z_s tartalmazza az R_{Cu} -t / ellenállást /
 Z'_s nem -||- -||-, hanem a Fe -vesztési ellenállást.
 Z_s pontosabb képet ad.

$Z_s = R_s + j\omega L_s$: R_s Cu-ell. } $R_v = R_s - R_{Cu}$
 $Z'_s = R_v + j\omega L_s$: Fe-vesztési ell.



DC mérés: tekercs rövidsár, R_2 -u "szakadás". R_1 -et meg lehet határozni. Ezután kivonjuk a r_{K} -ből. $\frac{U}{I} = R_1$

$Z_s = R_s + j\omega L_s$
 $Z'_s = R_v + j\omega L_s = \underbrace{R_s - R_{Cu}}_{Z_d} + j\omega L_s = Z_s - R_{Cu}$

1.13. komplex μ -mérés:

$$Z_s = R_v + j\omega L_s = \cancel{R_v} + j\omega\mu_0(\mu' - j\mu'') \cdot \frac{N^2 A}{l}$$

$$j\omega L_s = j\omega\mu_0 \mu' \frac{N^2 A}{l} \Rightarrow \mu' = \frac{j\omega L_s}{j\omega\mu_0 \frac{N^2 A}{l}} \Rightarrow \mu' = \frac{L_s}{\mu_0 \frac{N^2 A}{l}}$$

$$R_v = j\omega\mu_0 (-j\mu'') \frac{N^2 A}{l} \Rightarrow \mu'' = \frac{R_v}{\omega\mu_0 \frac{N^2 A}{l}}$$

$\bar{\mu} = \mu' - j\mu''$
 BLSH
 köztől faris-
 tást hoz.

1.14. $L = 10 \text{ mH}$
 $A_L = 4300 \pm 25\%$

$$\frac{\Delta L}{L} = ? \quad L = N^2 \cdot A_L \Rightarrow N = \sqrt{\frac{L}{A_L}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-3}}{4300 \cdot 10^{-9}}} = 48,2$$

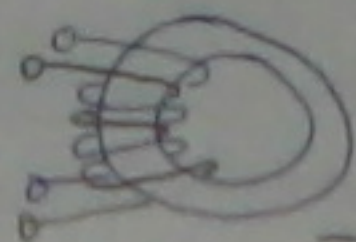
$$A_L = 10^3 \cdot \mu_0 \mu_r \frac{A}{l}$$

$$\frac{\Delta L}{L} = N^2 \cdot \frac{\Delta A_L}{A_L} = 48,2^2 \cdot \left[\frac{4300 - 4300 \cdot 0,75}{4300} \right] \cdot 10^{-1} = 0,00249$$

$$\underbrace{0,00249}_{0,25\%} \cdot \underbrace{10 \cdot 10^{-3}}_L = \underbrace{\Delta L}_{25 \mu\text{H}}$$

2.1) Szoros csatlás:

- közös zárt Fe-mag.
- 2 tekercs szoros egymásra csévelés
- Nagyobb főmező B .
- Kisebb szóró tér \Rightarrow kisebb Z
- Jól P -átvitelű.

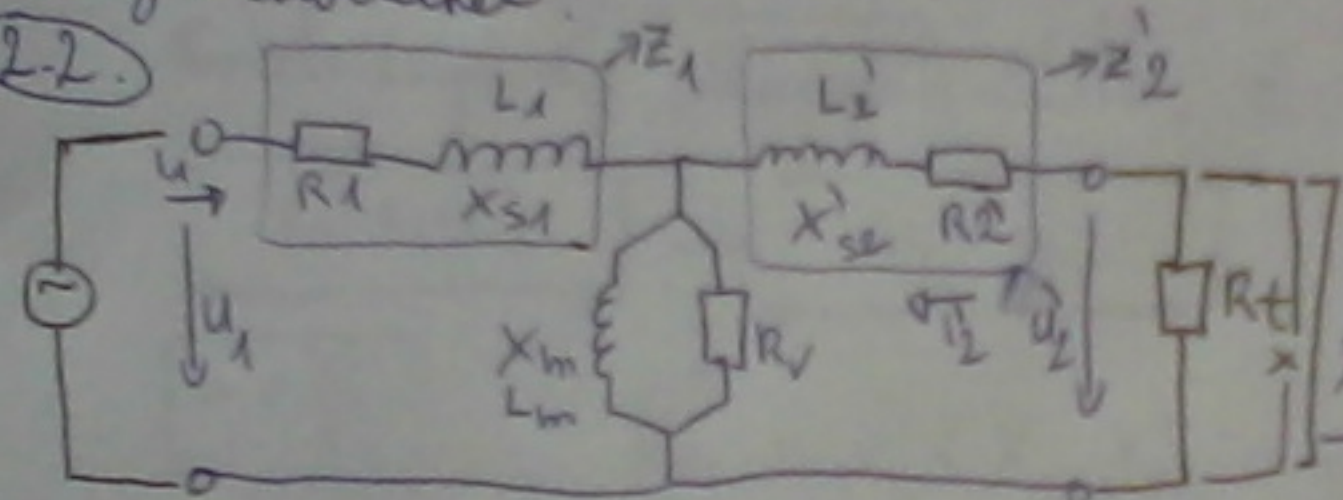


Laza csatlás:

- 2 tekercs 1 Fe-magon, de egymás mellé csévelve $\rightarrow PR, + SZEK$.
- t vezeték távolabb \Rightarrow nagy U -en használják, nehezebb itt át a vezeték.



2.2.



R_1, R_2 : PR, SZEK. / kis, nagy U -on / tekercs S -os ellenállás

X_{s1}, X_{s2} : PR, SZEK. tek.

szóró Φ -at képező inductívákkal valólt reaktancia \equiv SZÓRÁSI REA.

L_m : főmező inductívitas

R_v : Fe-vesztési ell. Ez egy fiktív R , amely képzhető wattos veszteség = a Fe-vesztéssel.

X_m : ideális trafó fő Φ -ának megfelelő reaktancia \equiv főmező reak.

Z_1, Z_2 : PR, SZEK. oldali szórási impedanciák.

$$\boxed{U_2' = n U_2; I_2' = \frac{I_2}{n}; R_2' = n^2 R_2; X_{s2}' = n^2 X_{s2}} \rightarrow \text{REDUKÁLA'S}$$

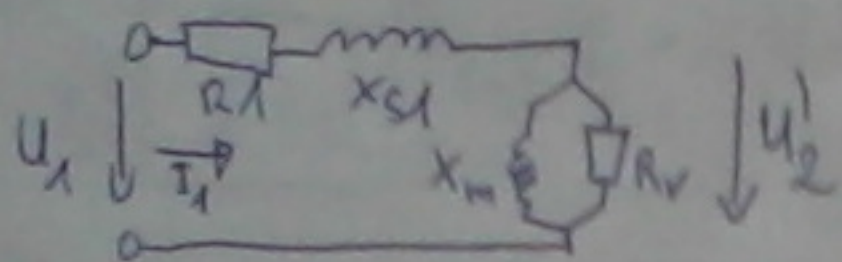
- t magot azért levezetik, mert az időben változó Φ a teljes magh. körül átmághozza és a levezetés növeli az örvényáram-pályák ellenállását. $q35$ mm vastag \Rightarrow kisebb a veszteség.

- FERRIT \rightarrow nagy permeabilitás. t ferrittel is csökkennek az örvényáram-pályák úgy, hogy a ferriten μ -szkopikus ferromágntés nemcsak vannak.

2.3. a) Teljesítmény / üresjárási névesség:

Legnagyobb tag a domináns és arányos a vasvesztéssel.

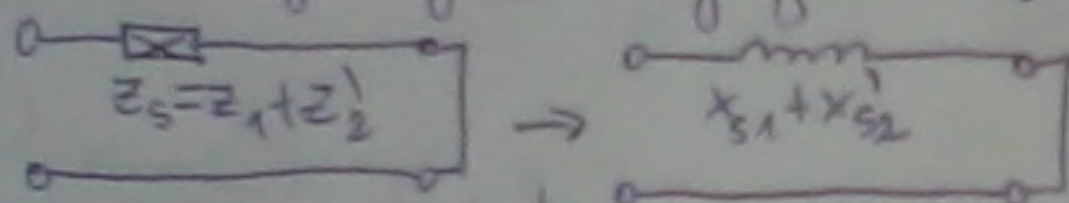
$$Z_{be} = R_1 + X_{s1} + X_m \cdot R_V$$



→ a primer terhelés, ezért X_{s1} -je elhanyagolható + az R_1 .

b) Rövidzárási állapot:

Legnagyobb ág elhanyagolható. $Z_s = R_1 + X_{s1} + a^2(R_2 + X_{s2})$



$$a = \frac{N_p}{N_s}$$

Ha $r_1, r_2 \ll X_{s1}, X_{s2}$ nagypárhuzalokból igaz, akkor elhanyagolható a tekercselés ellenállás.

2.4. Az 1:1-es trafó galvanikus leválasztáshoz jó. Ez jelenti, hogy a jelet valamilyen nem elektronos jelle alakítjuk, ezt érzékeljük és visszaalakítjuk el. jelle. Tehát U van PR. + SZEK. oldalon $\cong 1:1$.

2.5. U_{max} ? + Mitől függ?

a) terhelésben létrehozott I-től: R kicsi $\Rightarrow I = \frac{U}{R}$ nagy lesz.

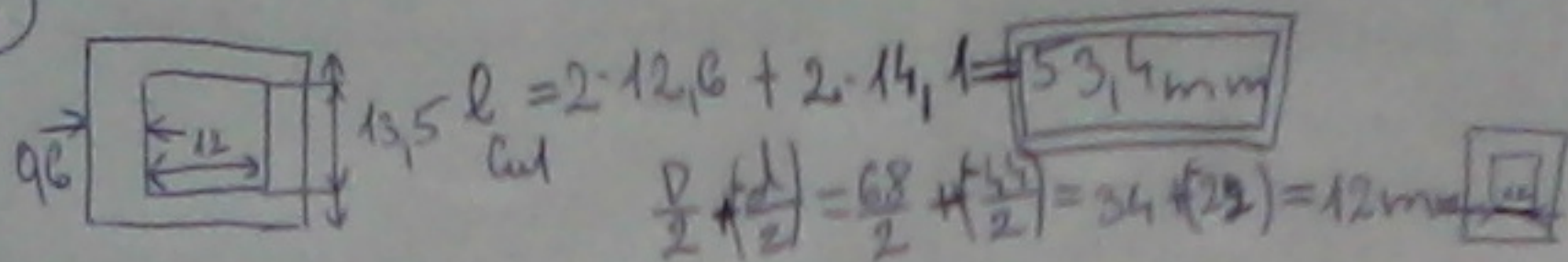
Nagy hőhatás a tekercselést teheti tönkre és más mechanikai károkat okozhat.

b) telítési B-től: Fe telítésbe megy \Rightarrow hiába emeljük a U-t, nem indukálódik nagyobb U.

c) $U_m = \frac{2\pi f B_m A \cdot N_p}{\sqrt{2}} \rightarrow f$ -től is függ.

$$3.6. L_{pm} = \mu_0 \mu_r N_p N_s \frac{A}{l} = 10^{-9} \cdot N^2 \cdot A_L = \underline{\underline{52 \text{ mH}}}$$

3.7

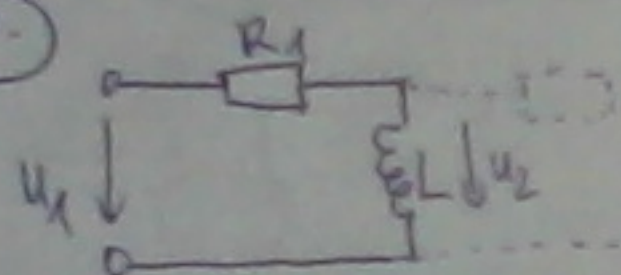


$$3.8. \rho_{Cu} = 1,78 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$$

$$R_{Cu} = \rho_{Cu} \cdot \frac{l_{Cu}}{A_{Cu}} = 1,78 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{53,4 \cdot 10^{-3} \cdot 110}{0,05 \cdot 10^{-6}} = \underline{\underline{2,09 \Omega}}$$

$l_{Cu} = R_{Cu} \cdot N$

3.9.



$$W(j\omega) = \frac{U_2}{U_1} = \frac{j\omega L_0}{R_1 + j\omega L_0} \cdot \left(\frac{R_1 - j\omega L_0}{R_1 - j\omega L_0} \right)$$

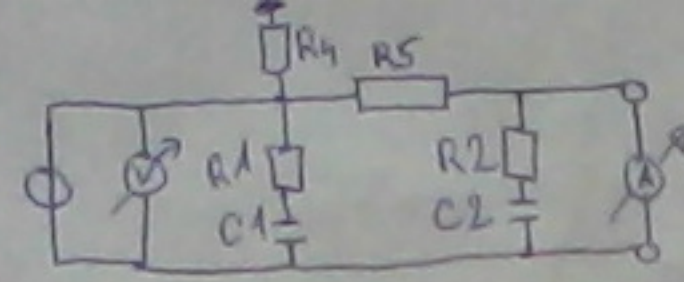
$$\frac{R_1 j\omega L_0}{R_1^2 + \omega^2 L_0^2} + \frac{(\omega L_0)^2}{R_1^2 + \omega^2 L_0^2} = \frac{(\omega L_0)^2 + j\omega R_1 L_0}{R_1^2 + (\omega L_0)^2}$$

$$\frac{U_2}{j\omega L_0} + \frac{U_2 - U_1}{R_1} = 0$$

$$U_2 \left(\frac{1}{j\omega L_0} + \frac{1}{R_1} \right) = \frac{U_1}{R_1} \rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{1 + \frac{R_1}{j\omega L_0}} = W(j\omega) \rightarrow |W(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R_1^2}{\omega^2 L_0^2}}} = \underline{\underline{30}}$$

$$20 \log f = \omega = \frac{R_1}{L_0} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{R_1}{L_0} = \underline{\underline{0,159 \frac{R_1}{L_0}}}$$

4.1.



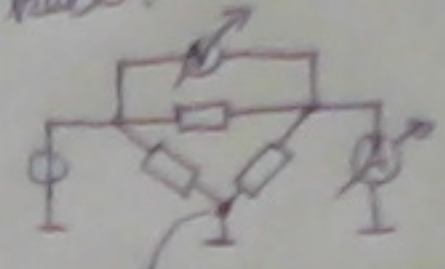
Előny Nem kell szétbontani az áramkört, hanem egyaráltal vegy lehet némi az alkatrészeket.
 Z_1 a U_{ges} miatt elhanyagolható.
 Z_2 az $I_{mérés}$ -11- -11-

4.2. Isztpontok kialakítása:

A mérendő alkatrész / 2-pólus / U_2 kivezetését hozzászámítotóvé kell tenni és ki kell vezetni a földpontot és a zavaró Z_k túlsó kivezetését is földelni kell.



mérendő impedancia



ha ez a szűrés földelés, akkor lecsúszhat a 2 elváráson folyó I is.

4.3. Egyértelmű diagnosztizálhatóság feltételek:

az egyértelmű méréshez a zavaró Z_k hatását ki kell küszöbölni! Úgy lehet, hogy megfelelő összeköttetések módosításával 3-kapcsos hozzuk az áramkört.

Ún 3-pólusokat hozunk létre.

5.1. Beiktatási csillapítás /RL/

$$RL = 20 \lg \frac{U_1 \sqrt{Z_2}}{U_2 \sqrt{Z_1}}$$

10% csillapítás \rightarrow 9.5 dB
 20% -11- \rightarrow 1 dB

U_1 - PR. fesz. Z_1 - PR. imp.
 U_2 - SZEK. fesz. Z_2 - SZEK. imp.

$$RL = \frac{\text{Beiktatás előtti } P_{jel}}{\text{Beiktatás utáni } P_{jel}}$$

Reflexió csillapítás /RL/
 a nem illátott Z_k okozta reflexió mértéke dB-ben.

$$RL = 20 \lg \left| \frac{Z_R + Z_H}{Z_R - Z_H} \right|$$

reflexió; mért imp.
 - de a kivétel a csatlakozás és az azt megválasztó kábeljének visszaverés ill. az oda- és visszajövő amplitúdóinak hányadosa adja meg.
 - Meghatározható, hogy a névlegesnél eltérő Z -jű csatlakozásról visszaverődő jel hány dB-rel kevesebb, mint a csatlakozásról visszaverődő jel.

5.2. TELECOM TRAFÓ:

Nagysebességű jelátvitelre; Z_0 -illatés és
reflexiómentes jelátvitelre.

5.3.

$$x^{dB} = 20 \lg \left(\frac{U}{1mV} \right)$$

$$0dB \rightarrow 1mV$$

$$10dB \rightarrow 3,16mV$$