

# RH és URH teljesítményerősítők tranzisztorokkal

## 7.

Ijjas Gábor — Molnár Béla  
okl. vill. mérnökök, BME MHT



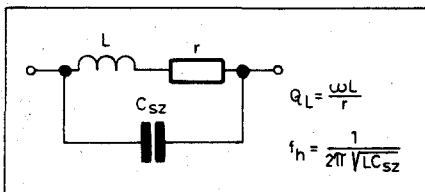
# RÁDIÓTECHNIKA rövidhullámú tanfolyama

### 16. Passzív alkatrészek

#### A tekercs

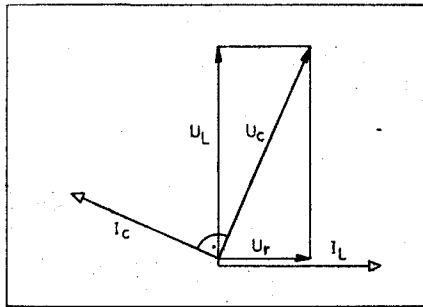
Rezgőköri, illesztőköri tekercseknel általános szempont a nagy jósági tényező ( $Q_L$ ), a nagy határfrekvencia (kis szórt kapacitás) és a terhelhetőség. Egy valóságos induktivitás helyettesítő képét láthatjuk a 16.1. ábrán.

A tekercs helyettesítő képének áram- és feszültségviszonyait a 16.2. ábra mutatja.



16.1. ábra

Nagy  $Q_L$  egyrészt azért szükséges, hogy kis sávzélességű, szelektív rezgőkört tudjunk készíteni, másrészt az induktivitáson hővé alakuló teljesítmény  $Q_L$ -lel fordítottan arányos, tehát nagyobb  $Q_L$  esetén kisebb a veszteség az induktivitáson. A tekercsen hővé váló teljesítményt a következő összefüggés szerint szá-



16.2. ábra

molhatjuk:

$$P_d = \frac{U \cdot I}{2 \cdot Q_L}$$

ahol U és I az induktivitás feszültségének és áramának csúcserőértéke.

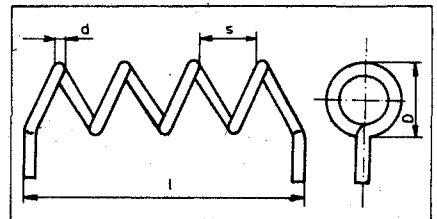
Egy RF tekercs veszteségét a huzalban a rézvesztés, az örvényáramú veszteség, a szkin-hatás, vas-vasmag esetén a vasvesztés okozza.

RF teljesítményerősítőkben a nagy áramok és feszültségek miatt túlnyomórészt légmagos tekercseket használunk. A nagy szintek miatt ugyanis nagy indukció lépne fel a vasban. A nagy indukció telítést eredményez, ami a relatív permeabilitás csökkenésében nyilvánul meg, így viszont a vasmag nem hatásos.

Másik ok, amiért kerülnek a vasmagok használatát, hogy a vasmagok nagyobb frekvenciák felé (~100 MHz) egyre nagyobb veszteségűek, vagyis a rajtuk hővé váló teljesítmény megnő.

Nagyobb teljesítményszinteken a tekercset úgy kell méretezni, hogy felülete elég nagy legyen ahhoz, hogy a rajta hővé váló teljesítményt át tudja adni a környezetének.

Nagyobb induktivitásokat (kb. 0,5 mH-ig) egysoros többmenetű (ún. szolenoid) tekercssel valósítha-

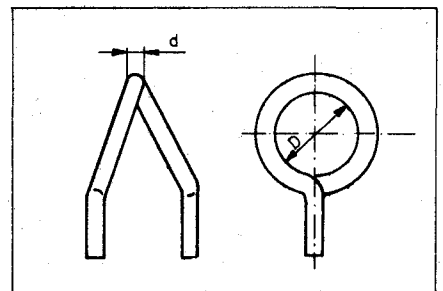


16.3. ábra

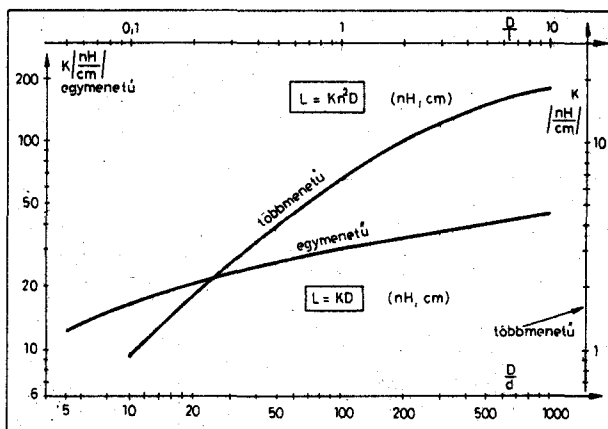
tunk meg (16.3. ábra). Az induktivitás értékét ebben az esetben a következő összefüggés segítségével számíthatjuk:

$$L = K n^2 D$$

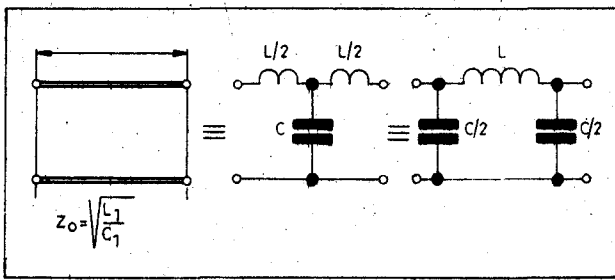
ahol: L a tekercs induktivitása nH-ben; K alak tényező, amely a  $\frac{D}{l}$  aránytól függ, nagyságát a 16.4. ábra segítségével határozhatjuk meg, dimenziója  $\frac{nH}{cm}$ ; n menetszám; D a tekercs átmérője cm-ben.



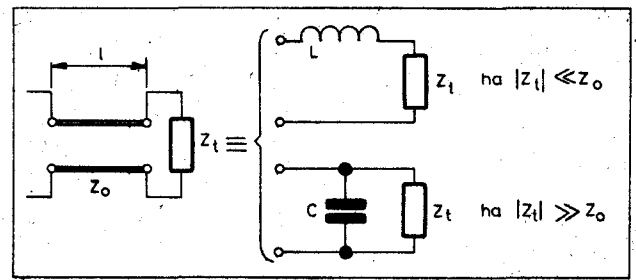
16.5. ábra



16.4. ábra



16.6. ábra



16.7. ábra

Egy jó gyakorlati szabály: akkor kapjuk a legnagyobb  $Q_L$ -t és a legnagyobb határfrekvenciát, ha  $l \approx 1,5 \cdot D$  és  $s \approx d$ . (A jelölések értelmezése a 16.3. ábrán látható.)

Egy menetű tekercs esetén a következő összefüggést használhatjuk:

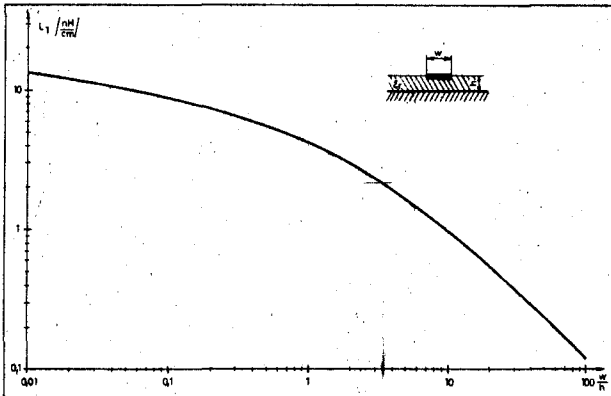
$$L = K \cdot D$$

ahol  $K$  alaktényező értéke a 16.5.

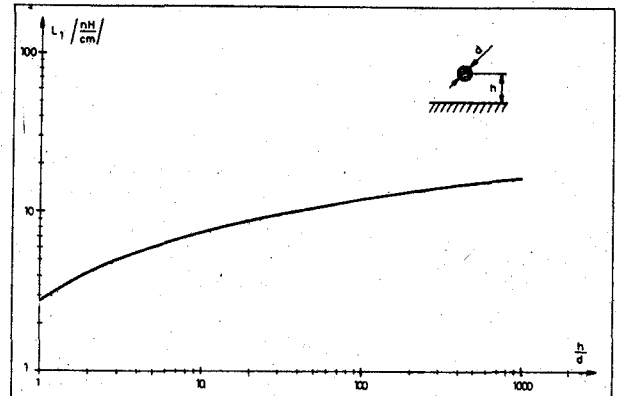
frekvencián a tápvonal egy koncentrált elemű  $T$  vagy  $\pi$  taggal helyettesíthető. Ha a tápvonal sokkal rövidebb a hullámhossznál ( $l < \frac{\lambda}{8}$ ), akkor a helyettesítőkép elemei frekvenciafüggetlenekké válnak (16.6. ábra). A helyettesítőkép elemértékei ebben az esetben:

$$L = L_1 \cdot l \quad C = C_1 \cdot l$$

induktivitással vagy kapacitással helyettesíthető, ahogy azt a 16.7. ábra mutatja. A mi alkalmazásainkban a  $|Z_t| \ll Z_0$  közelítés gyakran érvényes.  $L$  meghatározásához szükséges  $L_1$  értékét két különböző geometriájú tápvonalra a 16.8. és 16.9. ábra mutatja.  $L_1$  értéke nem függ az öt körülvevő szigetelőanyag dielektromos állandójától.



16.8. ábra



16.9. ábra

ábrán jelölt méretek arányától ( $\frac{D}{d}$ ) függ, és a 16.4. ábra segítségével határozható meg. Ha  $D$  értékét cm-ben helyettesítjük,  $L$  értékét nH-ben kapjuk.

Kis induktivitásokat (kb. 10 nH alatt) tápvonalszakaszokból szoktak készíteni. Ennek előnye a jó reprodukálhatóságon kívül a nagy  $Q_L$  és a nagy határfrekvencia. Egy adott

ahol:  $L_1$  hosszegységenkénti induktivitás [ $\frac{nH}{m}$ ],  $C_1$  hosszegységenkénti kapacitás [ $\frac{pF}{m}$ ],

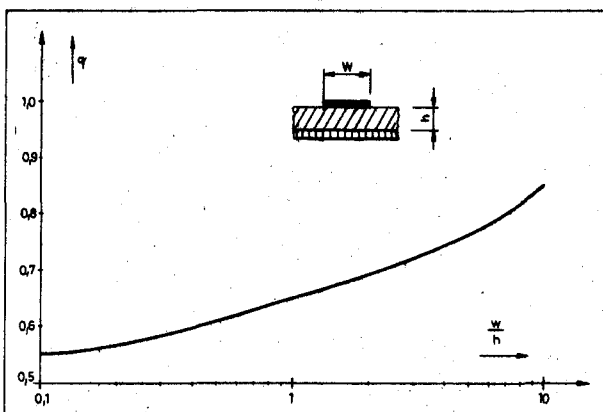
$l$  a tápvonal hossza [m].

Ha tápvonalat a hullámimpedanciájánál jóval kisebb vagy nagyobb impedanciával zárnak le, az egy

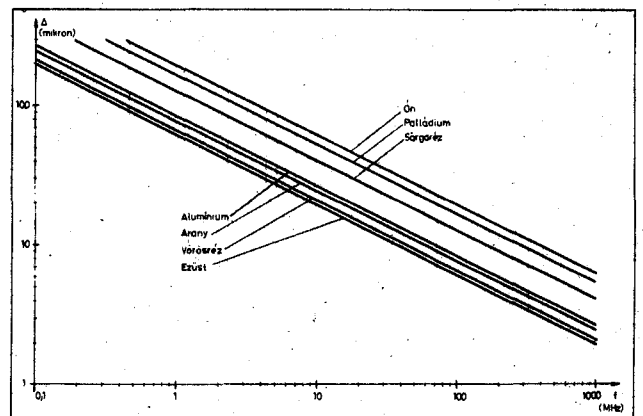
Ha az  $l < \frac{\lambda}{8}$  és  $|Z_t| \ll Z_0$  közelítés nem áll fenn akkor a fenti közelítés nem alkalmazható. Ekkor egy  $l$  hosszúságú tápvonal bemenetén az impedanciát a következő képlettel számolhatjuk:

$$Z_{be} = Z_0 \frac{Z_t + jZ_0 \operatorname{tg} \beta l}{Z_0 + jZ_t \operatorname{tg} \beta l}$$

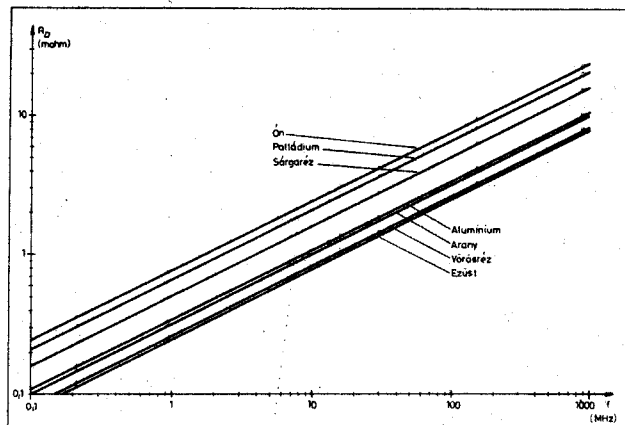
$$\text{ahol } \beta = \frac{2\pi}{\lambda}$$



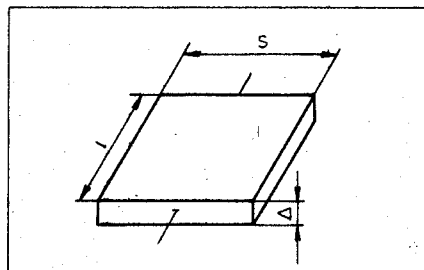
16.10. ábra



16.11. ábra



16.12. ábra



16.13. ábra

nyében különböző anyagokra (16.11. ábra). A másik a 16.12. ábra sokkal hasznosabb információt tartalmaz, mint a behatolási mélység, az ún. négyzetes ellenállást ( $R_{\square}$ ) a frekvencia függvényében.

A négyzetes ellenállás segítségével egy anyag ellenállását a következő képlet szerint határozhatjuk meg:

$$R = R_{\square} \frac{l}{S}$$

Ahol  $l$  a hossz,  $S$  a szélesség, ahogy a 16.13. ábra mutatja.

A négyzetes ellenállás ugyanis nem más, mint egy szkin-mélységnek megfelelő vastagságú, egységnyi hosszúságú és szélességű anyag ellenállása.

(Folytatjuk)

A tápvonal  $Z_0$  hullámimpedanciája és  $C_1$  hosszegységenkénti kapacitása az  $L_1$  hosszegységenkénti induktivitásából meghatározható:

$$Z_0^{[Q]} = \frac{30}{\sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}} L_1 \left[ \frac{\text{nH}}{\text{cm}} \right]$$

$$C_1 \left[ \frac{\text{pF}}{\text{cm}} \right] = 1,11 \epsilon_{\text{reff}} \frac{1}{L_1} \left[ \frac{\text{nH}}{\text{cm}} \right]$$

Ahol  $\epsilon_{\text{reff}}$  a szigetelőanyag relatív dielektromos állandójának átlagolt értéke. Ha a szigetelőanyag levegő,  $\epsilon_{\text{reff}}$  helyébe 1-et kell helyettesíteni.

A 16.8. ábrán bemutatott szalagtápvonal esetén  $\epsilon_{\text{reff}}$  a következő képletből határozható meg:

$$\epsilon_{\text{reff}} = 1 + q(\epsilon_r - 1)$$

ahol  $\epsilon_r$  a szigetelőanyag (alaplemez) relatív dielektromos állandója;  $q$  a kitöltési tényező, amelynek értékét  $\frac{w}{h}$  függvényében a 16.10. ábrán láthatjuk.

További két diagramot adunk még meg, amelyek egy induktívitas körjóságának meghatározásánál hasznosíthatók. Az első a behatolási mélységet,  $\Delta$ -t (mikronban) tartalmazza a frekvencia (MHz) függvé-



**Servintern ISZ. KÖZPONTI IRODA:**

Budapest VII.,

Landler Jenő u. 26.

Levél cím: 1406 Budapest, Pf. 18.

Tel.: 227-496, 425-932, 429-564.

**SIEMENS Ltd. Poole (Anglia)**  
gázelemző készülékek szervize.

Vállaljuk továbbá hazai és import

**ELEKTROMOS, ELEKTRONIKUS, NUKLEÁRIS és ANALITIKAI KÉSZÜLÉKEK**  
és **BERENDEZÉSEK**, valamint **AKKUMULÁTORTÖLTŐK**

javítását és karbantartását.