

Antennakábelek hangolása – vágjak, vagy ne vágjak?

Szerző: Bubla Sándor – HA4YM

Kábelhangolás

Sokaknak fekete mágiával vetekszik a bonyolult mérés, mely során az antenna kábelei "behangolásra" kerülnek.

A dolog nem is olyan nagy furfang.

Miért is kell a tápvonalat hangolni?

Az antenna akkor működik ideálisan a rádióval, ha közvetlenül a kimenetre kerül csatlakoztatásra. Ilyet a kézi készülékek kivételével szinte sosem látni. Bánatra semmi ok. Ha felrajzolunk egy sinusgörbét, akkor láthatjuk, hogy a 0 érték pont háromszor található meg rajta. Az elején, a közepén és a végén. Ebből következik, hogy ha fél, vagy egész hullámhossznyi, illetve ezek egész számú többszörösei a kábelünk hossza, akkor remekül fog működni, hiszen ugyanabban a fázisban lesz az antenna talppontja, mint a rádiónk végfoka.

Ujjé, akkor vágjunk! - de a dolog nem ennyire egyszerű. A kábelnek ugyanis van egy fontos jellemzője, ezt hívják rövidülési tényezőnek, és gyakorta K-val jelölik.

Ezt minden kábeltípushoz külön megadják.

Hogyan határozzuk meg a kábel hosszát? A képlet egyszerű.

$[150/F \text{ (MHz-ben)}] \times K$

a 150 itt a 300-nak a fele, mivel fél hullámot akarunk kiszámolni, és a fény, illetve a rádióhullámok terjedési sebességéből ered.

Tehát 150 MHz esetén egy 0.66-os K-val megáldott kábelnél a fél hullám egy 66cm-es kábelen jön ki.

Ez elméleti érték. Ki lehet számolni, de nem biztos, hogy a K tényleg annyi, mint aminek leírták, mert rg58 és rg58 között is van különbség.

A teendő:

Számold ki a tápvonal hosszát és hagyjál rá kb. 30 cm-et. Jelöld be a helyes hosszt, hogy lásd, hogy mennyit vágjál.

Végy egy SWR mérőt, egy "T" elágazást bnc, vagy pl csatlakozóból és egy kis teljesítményű rádiót. Keresd egy jó 50ohmos műterhelést. Az swr mérőt tedd a rádió kimenetére. A "T" elágazás szárát az swr mérőre. A "T" egyik fele a kábel, lezáratlanul, a másik pedig a műteher.

Méj és csipkedj kis darabokat. Azt fogod tapasztalni, hogy amikor a helyes hosszhoz érsz, a mért swr megugrik, hiszen a kábeled rezonáns lesz és 50 ohmot ad az adott frekvencián. A műteherrel együtt pedig ketten 25 ohmosak lesznek, így elviszik az swr-t.

Figyelve a műszer mutatóját, szépen láthatod, hogy hol korrekt a kábel mérete.

Ez a legegyszerűbb módszer, és biztos sikerrel jársz majd.

Akkor vágjunk! :D

(Ismeretlen szerző egy rádióamatőr fórumról)

ELMÉLETI ALAPOK. Vágjunk, vagy ne?

A tápvonalak rádiófrekvenciás energiatovábbító vezetékek adótól az antenna felé, illetve az antennától a vevőkészülék felé. Ezen kívül speciális esetekben impedancia illesztő-csonkok kialakítására szolgálnak.

Felhasználásuk során fő cél, hogy a bevezetett energiát kis veszteséggel továbbítsák.

Maga a tápvezeték ne sugározzon, tartós legyen, jól bírja az időjárás viszontagságait és az elektromos igénybevételt.

A tápvezetékek felosztása:

1. Szigetelésüktől függően vannak
 - a.) légtápvonalak, (egy vezetékes, két vezetékes – négy-, néha öt vezetékes létra),
 - b.) különböző kivitelű nagyfrekvenciás kábelek.
2. Elektromos tulajdonságaik alapján vannak
 - a.) szimmetrikus, rendszerint hangolt, állóhullámú tápvonalak
 - b.) aszimmetrikus (hangolatlan), haladóhullámú tápvezetékek.

Általános szabály, hogy szimmetrikus antennához szimmetrikus tápvonallal, aszimmetrikus antennához aszimmetrikus kábellel csatlakozunk.

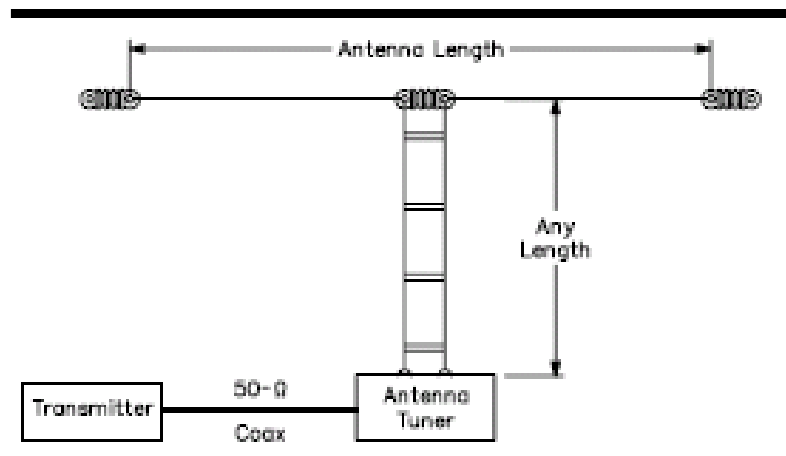
A tápvezetékek szerkezete:

A legtöbb légszigetelésű tápvezeték két vezetékből áll. Az egyiket szokták egyenesnek, a másikat ellenvezetékeknek nevezni.

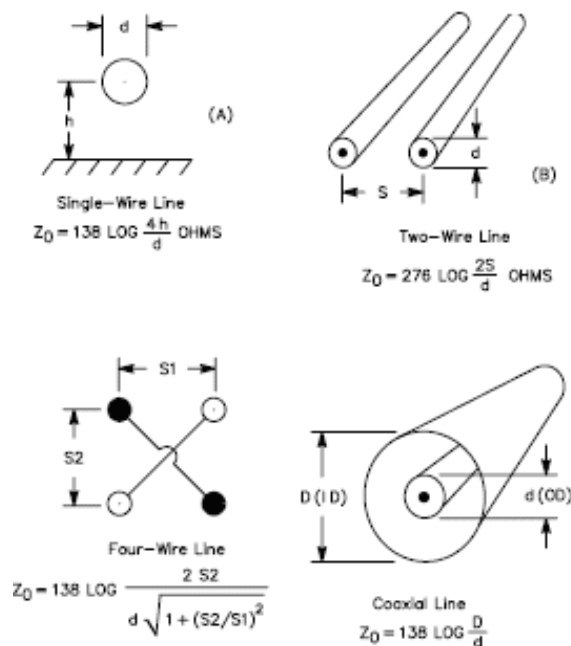
Ahhoz, hogy a tápvezeték ne sugározzon szükséges, hogy az egyenes- és az ellenvezetékek a környezetükben egyenlő, de ellentétes irányú mágneses tereket létesítsenek.

Ebben az esetben a tápvonal körül nem lesz mágneses tér, tehát nem lesz sugárzás sem.

1. A kétvezetékes tápvonal: két párhuzamos vezetékből áll, amelyek egymástól viszonylag kis távolságban vannak felfüggesztve. A vezetékek közé szigetelő anyagból készült távtartókat helyeznek el, úgy néz ki, mint egy létra, gyakran így is nevezik.



2. Ide sorolhatjuk a közismert TV szalagkábelt is. Kisteljesítményű adóknál és vevő rendszereknél kerül alkalmazásra.



Egyhuzalos tápvezetékű antennáknál a föld a tápvezeték ellenvezetéke.

Légvezetékeknél ajánlatos a zománcozott huzal alkalmazása, mert a korrózió megnöveli a vezeték veszteségeit.

Csökkenthetjük a rézvesztést, ha megnöveljük a huzal(-ok) átmérőjét, ez viszont súlynövekedéssel jár.

A légvezetékes tápvonalaknál legkedvezőbb a 600 Ohm hullám-ellenállású vezeték, melynél kis súly esetén is elég alacsonyok a veszteségek.

Központos tápvezeték /a koaxiális kábel/:

Ennél a belső vezető (szál, vagy sodrat) a meleg ér, melyet a kábel teljes hosszában tömör, műanyag szigetelés vesz körül. Ezt egy vagy kétrétegű hajlékony rézfonatból készült köpeny, az ún. árnyékoló harisnya veszi körül, mely felett még egy külső műanyagburkolat található.

A fonott köpeny képezi az ellenvezetékét, amit a földpotenciálra kell kötni.

A rádiófrekvenciás energia a belső vezetőér és az árnyékoló köpeny közötti térben terjed.

Tehát a műanyag szigetelő is jelen van az energia-továbbításnál.

A nagyfrekvenciás kábelek belső szigetelőjével szemben (a veszteségek csökkentése miatt), különleges igényeket támasztanak, a koaxiális kábelek energia-vesztése mégis nagyobb, mint a légszigetelésű tápvezetékeké.

A kábelvonal gyakorlatilag sugárzásmentes. Gondosan ügyeljünk a gyárilag előírt minimális hajlítási sugár betartására. Ne görbítsük (törjük) a kábelt, mert nyáron a felmelegedett és felpuhult műanyag szigetelő esetleg nem tartja meg koncentrikus helyzetben a belső vezetőt.

Ohmos ellenállással terhelt vezeték:

Ha a tápvonalat ohmos ellenállás terheli, akkor az energia egy részét az ellenállás elnyeli, ami hővé alakul. Eközben a vezeték mentén energiaátvitel jön létre, azaz haladó hullámok alakulnak ki.

Ha a terhelő ellenállás nagysága nem egyenlő a vezeték saját hullámellenállásával, akkor a beeső hullám energiájának egy része visszaverődik és visszatér a generátorhoz.

Ilyenkor az egymással szemben haladó hullámok hatására a vezetékben állóhullámok keletkeznek.

Mivel a bejövő hullám energiájának csak kis része verődik vissza, így a visszavert hullám amplitúdója a bejövő hullám amplitúdójának valamilyen tört része.

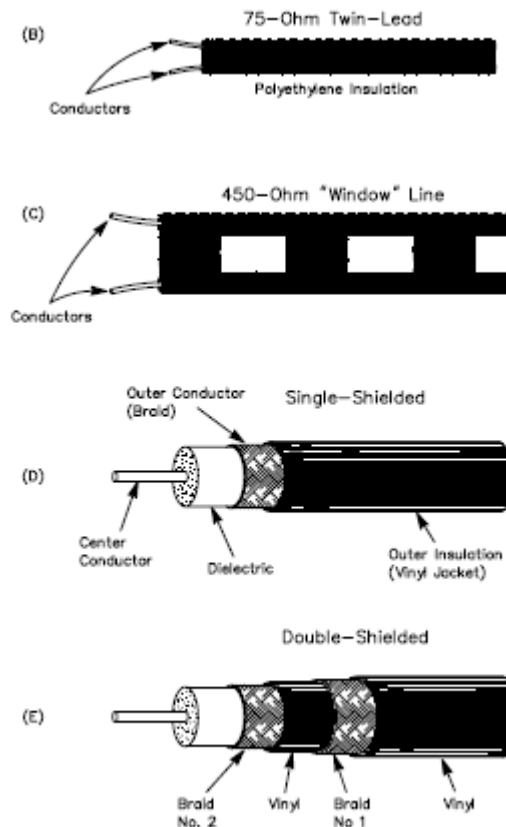
A visszavert hullám amplitúdója (B) és a bejövő hullám amplitúdója (A) közötti arányt

visszaverődési tényezőnek nevezzük.

$$\rho = \frac{B}{A}$$

Mivel a bejövő- és a visszavert hullám is haladó mozgást végez, ezért a vezeték ezekkel szemben (Z_0) hullámellenállásával lép fel.

Az USA-ban elterjedten használt tápvonal típusok:



A visszaverődési tényező:

$$\rho = \frac{Z_0 - R_t}{Z_0 + R_t}$$

Z_0 = a hullámellenállás R_t = a terhelő ellenállás.

Mivel Z_0 tisztán ohmos ellenállás, a visszaverődési tényező csak akkor lehet nulla, ha a terhelő ellenállás nem tartalmaz reaktáns összetevőt. Ilyenkor a tápvonalon tisztán haladó hullámok alakulnak ki.

GYÁRI ADATLAP

Table 1
Characteristics of Commonly Used Transmission Lines

| Type of line (Belden No.) | Z_0 Ω | VF % | pF per foot | OD inches | Dielectric Material | Max. RMS Operating Volts |
|------------------------------|-------------------|---------|-------------------|--------------|------------------------|--------------------------------|
| RG-6 (1152A) | 75.0 | 75 | 16.5 | 0.266 | Foam PE | 300 |
| RG-8X (9258) | 50.0 | 78 | 26.0 | 0.242 | Foam PE | 300 |
| RG-8 (8237) | 52.0 | 66 | 29.5 | 0.405 | PE | 3700 |
| RG-8 (8214) | 50.0 | 78 | 26.0 | 0.405 | Foam PE | 600 |
| RG-8A (9251) | 52.0 | 66 | 29.5 | 0.405 | PE | 3700 |
| RG-9 (8242) | 51.0 | 66 | 30.0 | 0.420 | PE | 3700 |
| RG-9A | 51.0 | 66 | 30.0 | 0.420 | PE | 3700 |
| RG-9B | 50.0 | 66 | 30.8 | 0.420 | PE | 3700 |
| RG-11 (8238) | 75.0 | 66 | 20.5 | 0.405 | PE | 3700 |
| RG-11 (8213) | 75.0 | 78 | 17.4 | 0.405 | Foam PE | 600 |
| RG-11A (8261) | 75.0 | 66 | 20.5 | 0.405 | PE | 3700 |
| RG-12 | 75.0 | 66 | 20.6 | 0.475 | PE | 3700 |
| RG-12A | 75.0 | 66 | 20.6 | 0.475 | PE | 3700 |
| RG-17 | 52.0 | 66 | 29.5 | 0.870 | PE | 11000 |
| RG-17A | 52.0 | 66 | 29.5 | 0.870 | PE | 11000 |
| RG-55 | 53.5 | 66 | 28.5 | 0.216 | PE | 1900 |
| RG-55A | 50.0 | 66 | 30.8 | 0.216 | PE | 1900 |
| RG-55B | 53.5 | 66 | 28.5 | 0.216 | PE | 1900 |
| RG-58 (8240) | 53.5 | 66 | 28.5 | 0.195 | PE | 1400 |
| RG-58A (8259) | 50.0 | 66 | 30.8 | 0.195 | PE | 1400 |
| RG-58A (8219) | 50.0 | 78 | 26.0 | 0.195 | Foam PE | 300 |
| RG-58B | 53.5 | 66 | 28.5 | 0.195 | PE | 1400 |
| RG-58C (8262) | 50.0 | 66 | 30.8 | 0.195 | PE | 1400 |
| RG-59 (8241) | 75.0 | 66 | 20.5 | 0.242 | PE | 1700 |
| RG-59 (8212) | 75.0 | 79 | 16.9 | 0.242 | Foam PE | 300 |
| RG-59B (8263) | 75.0 | 66 | 20.5 | 0.242 | PE | 1700 |
| RG-62 (8254) | 93.0 | 86 | 13.5 | 0.242 | Air-spaced PE | 750 |
| RG-62 foam | 95.0 | 79 | 13.4 | 0.242 | Foam PE | 300 |
| RG-62A (9228) | 93.0 | 86 | 13.5 | 0.242 | Air-spaced PE | 750 |
| RG-62B (8255) | 93.0 | 86 | 13.5 | 0.242 | Air-spaced PE | 750 |
| RG-133A | 95.0 | 66 | 16.2 | 0.405 | PE | 4000 |
| RG-141 | 50.0 | 70 | 29.0 | 0.190 | PTFE | 1400 |
| RG-141A (83241) | 50.0 | 70 | 29.0 | 0.190 | PTFE | 1400 |
| RG-142 (84142) | 50.0 | 70 | 29.0 | 0.206 | PTFE | 1400 |
| RG-142A | 50.0 | 70 | 29.0 | 0.206 | PTFE | 1400 |
| RG-142B (83242) | 50.0 | 70 | 29.0 | 0.195 | PTFE | 1400 |
| RG-174 (8216) | 50.0 | 66 | 30.8 | 0.100 | PE | 1100 |
| RG-213 (8267) | 50.0 | 66 | 30.8 | 0.405 | PE | 3700 |
| RG-214* (8268) | 50.0 | 66 | 30.8 | 0.425 | PE | 3700 |
| RG-215 | 50.0 | 66 | 30.8 | 0.475 | PE | 3700 |
| RG-216 (9850) | 75.0 | 66 | 20.5 | 0.425 | PE | 3700 |
| RG-218 (ex RG-17) | 52.0 | 66 | 29.5 | 0.870 | PE | 11000 |
| RG-223* (9273) | 50.0 | 66 | 30.8 | 0.212 | PE | 1700 |
| 9913 (Belden)* | 50.0 | 89 | 24.0 | 0.405 | Air-spaced PE | 600 |
| 9914 (Belden)* | 50.0 | 78 | 26.0 | 0.405 | Foam PE | 600 |

Megjegyzés: VF% (velocity factor) a rövidülési tényező százalékban megadva.

Átszámítás a láb és a metrikus mértékrendszer között 1 m = 3,28 feet.

1 foot = 32,8 cm

Amikor a terhelő ellenállás megegyezik a vezeték Z_0 hullám-ellenállásával, akkor a visszaverődési tényező nulla-értékű és a vezetékben **csak haladóhullám** keletkezik.

Ha a terhelés meghaladja a vezeték hullám-ellenállását, a visszaverődési tényező növekszik, de már negatív lesz, azaz a visszavert hullám fázisa 180 fokkal megváltozik.

Következésképpen az állóhullámok maximumai és minimumai helyet cserélnek.

Végtelen nagy R_t esetén (szakadásnál) $\rho=1$ és a vezetékben csak állóhullámot kapunk.

Egy tápvonal mentén a lezárástól a generátor felé haladva, az (elektromos hosszban mért) félhullámonkénti távolságban ugyanazok az impedanciák jelennek meg. Tehát a tápvonal mentén egymástól félhullám hossza elhelyezett terhelések egyszerűen párhuzamosan kapcsolódnak. Így a lezárástól mért félhullámú, egészhullámú stb. távolságokban a lezáró impedancia mérhető.

Kimondható továbbá, hogy az R_t ohmos ellenállással lezárt, Z_0 hullám-ellenállású tápvonalon, a vezeték mentén az R_t lezárástól $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$ vagyis „n”-szer negyed hullámhossz távolságokban, olyan tisztán ohmikus impedancia található, melynek értéke:

$$Z = \frac{Z_0^2}{R_t} \text{ Ohm}$$

Ettől eltérő távolságokban az impedanciának a valós összetevő mellett képzetes (kapacitív, vagy induktív) reaktáns összetevője is van.

Ha az R_t terhelő ellenállás kisebb, mint a Z_0 akkor a vezeték végén feszültség minimumot kapunk. Ha viszont R_t nagyobb, mint a Z_0 akkor a vezeték terhelt végén feszültség maximum jelentkezik.

Ha a feszültség maximum közelebb van a vezeték terhelt végéhez, mint a minimum, akkor a terhelő-ellenállás reaktáns része kapacitív jellegű.

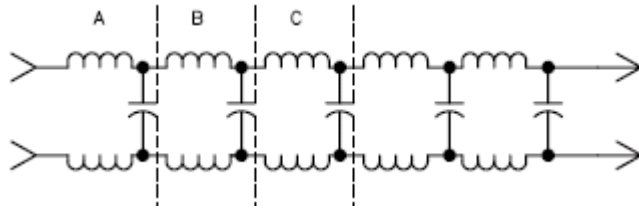
Ha pedig a vezeték végéhez közelebb feszültség minimumot találunk, akkor az antenna bemenő ellenállásának induktív reaktanciája van.

A tápvezeték hullámellenállásának számítása a geometriai méretekből:

Haladóhullámú üzemben működő vezeték bemenő ellenállása bármely pontban Z_0 mert akárhol is vennénk fel ezt a pontot, ettől jobbra és balra megint csak ugyanazt a végtelen vezetékeket kapnánk, amelynek bemenő ellenállása megegyezik annak hullámellenállásával.

A Z_0 értéke független a generátor frekvenciájától és a vezeték hosszától.

A tápvezeték és az antenna is elosztott paraméterű rezgőrendszert alkot.



Kétvezetékes légszigetelésű tápvonalak esetében, a huzalok hosszegységre vonatkoztatott kapacitásának és induktivitásának kiszámításához szükséges képletek:

$$L = 0,921 \cdot \lg\left(\frac{2D}{d}\right) \cdot 10^{-8} \quad \text{H/cm}$$

$$C = \frac{12,1}{\lg\left(\frac{2D}{d}\right)} \cdot 10^{-14} \quad \text{F/cm}$$

D = a huzalok tengelye közötti távolság, d = a huzalok átmérője (azonos mértékegységben mérve).

Ha a fenti két kifejezést behelyettesítjük az ismert képletbe:

$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$ akkor kapjuk, hogy a hullámellenállás:

$$Z_0 = 276 \cdot \lg\left(\frac{2D}{d}\right) \quad \text{Ohm}$$

Koncentrikus kábel:

Egy D belső átmérőjű hengerben koncentrikusan elhelyezkedő d átmérőjű vezeték esetén, légszigetelést feltételezve, a tápvonal hullámellenállása:

$$Z_0 = 138 \cdot \lg\left(\frac{D}{d}\right)$$

Eddig légszigetelésű tápvonalakról volt szó, de az itt megadott képletek bármely dielektrikumban

más szigetelő közegben, esetlegesen mágneses tulajdonságokkal bíró közegben is érvényesek,

amennyiben beszorozzuk a szabad térre vonatkozó kifejezésből származó Ohm értékeket az

alkalmazott szigetelő anyagra érvényes epszilon és μ anyagállandók relatív értékével.

$$\sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} \quad (\text{szorzó tényező})$$

ahol: μ a tápvezeték körülvevő szigetelő mágneses permeabilitása, epszilon a szigetelő dielektromos állandója.

Mindkettő a vákuumra vonatkoztatott relatív érték.

Tápvonalaknál a gyakorlatban alkalmazott szigetelő anyagok mágneses tulajdonságokkal nem rendelkeznek, ezért $\mu_r = 1$ és csak a dielektromos állandót kell figyelembe vennünk.

A koaxiális kábelekhez jó minőségű szigetelőanyagokat használnak, ezek kis dielektromos tényezővel bírnak, epszilon értékük 2,2 - 2,3 körül van.

Fentiek miatt a levegőre kiszámított hullámellenállás értéket meg kell még szoroznunk

$$\frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} \text{ értékkel.}$$

Ezt a kifejezést nevezzük rövidülési tényezőnek.

Mindez azonban csak akkor érvényes, ha a szigetelőanyag a kábel egész hossza mentén egyenletesen tölti ki az árnyékoló harisnyán belüli teret.

Ez nem mondható el a gyöngyökkel, vagy kitámasztó gyűrűkkel szigetelt kábelekről. Ezek az ún. inhomogén dielektrikum eloszlású kábelek.

Rövidülési tényező általában a nálunk alkalmazott

| | |
|------------------------|-------------|
| koaxiális kábeleknel: | 0,65 |
| lapos szalag kábelnel: | 0,82 - 0,85 |
| nyitott vezetéknel: | 0,95 |

Az angolszász irodalomban velocity factor (VF) a rövidülési tényező neve..

Azt fejezi ki, hogy a kábelben hány %-kal csökken le a terjedési sebesség a fényéhez képest.

Közismert ugyanis, hogy a fény- és az elektromágneses hullámok terjedési sebessége:

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Rendszerint nem gondolunk arra, hogy ez csak vákuumban és jó közelítéssel levegőben igaz.

Olyan közegben, ahol a dielektromos állandó 1-nél nagyobb, a terjedés sebessége lecsökken.

$$c_{\text{csökkent}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{3 \cdot 10^8}{\sqrt{\epsilon_r}} \text{ m/s}$$

Ennek hatására lecsökken a dielektrikumban mérhető hullámhossz is, vagyis az 1 sec alatt megtett út hossza.

Tehát a szabad térnél nagyobb dielektromos állandójú térben a hullámhossz megrövidül.

A vákuumban mérhető hullámhosszat a terjedési sebességből és frekvenciából kapjuk:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{f} \text{ m}$$

A hullámhosszat megadó képlet dielektrikumban az alábbira módosul:

$$\lambda_{\text{csökk}} = \frac{c}{f \cdot \sqrt{\epsilon_r}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \frac{c}{f}$$

A dielektrikumban lecsökkent hullámhosszat kifejezhetjük a vákuumban mérhető hullámhosszal is:

$$\lambda_{\text{csökk}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \lambda$$

Fentiekből látható, hogy dielektrikumban minden elektromágneses hullám megrövidül, a vákuumban mérhető értékhez képest.

Huzalok tényleges hossza:

A rövidülés tényét a huzalok gyakorlati hosszúságának leszabásakor figyelembe kell vennünk.

Például aszimmetrikus koaxiális kábelt kell illeszteni egy szimmetrikus betáplálású dipól antennához. Ezt félhullám hosszúságú koax. kábelből kialakított szimmetrizáló hurokkal oldhatjuk meg.

Ha $f = 30$ MHz-es hullámhosszon dolgozunk $\lambda = 10$ m, a levegőben mérhető félhullámhossz 5 m lenne.

Tegyük fel, hogy olyan koax kábelünk van, melynek belső szigetelője Polietilén és ennek a relatív dielektromos állandója $\epsilon = 2,3$.

Mint hogy nem mágnesezhető anyagról van szó, ennek relatív permeabilitása $\mu = 1$, nem kell számolunk vele.

Ennél a kábelnél a rövidülési tényező: $\frac{1}{\sqrt{2,3}} = 0,6594$ kerekítve $k = 0,66$

lesz.

Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a 0,66 szoros rövidülést figyelembe véve a tényleges levágandó és elektromosan félhullámú csonk hossza (ℓ):

$$\ell = k \cdot \frac{\lambda}{2} = 0,66 \cdot \lambda / 2 = 0,66 \cdot 5 = 3.3 \text{ méter.}$$

A szigetelőanyagok vákuumhoz viszonyított relatív dielektromos állandóját a rövidség kedvéért, a köznapi szóhasználatban egyszerűen csak „dielektromos tényezőnek” mondjuk.

Közvetlen képlettel is számolhatjuk az $1/2$ és az $1/4$ hullámhosszat: f (MHz)

$$\lambda/2 \text{ esetén} \quad \lambda(\text{feet}) = (983,6/f) \cdot VF$$

$$\lambda/4 \text{ esetén} \quad \lambda(\text{feet}) = (245,9/f) \cdot VF$$

$$VF = \frac{1}{\sqrt{\epsilon}}$$

Coaxial Cable Equations

$$C \text{ (pf/ft)} = \frac{7.26\epsilon}{\log(D/d)}$$

$$L \text{ (}\mu\text{H/ft)} = 0.14 \log \frac{D}{d}$$

$$Z_0 \text{ (ohms)} = \sqrt{\frac{L}{C}} = \left(\frac{138}{\sqrt{\epsilon}}\right) \left(\log \frac{D}{d}\right)$$

$$\text{VF\% (velocity factor, ref. speed of light)} = \frac{100}{\sqrt{\epsilon}}$$

$$\text{Time delay (ns/ft)} = 1.016\sqrt{\epsilon}$$

$$f \text{ (cutoff/GHz)} = \frac{7.50}{\sqrt{\epsilon} (D + d)}$$

$$\text{Refl coef} = |\rho| = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{\text{SWR} - 1}{\text{SWR} + 1}$$

$$\text{SWR} = \frac{1 + |\rho|}{1 - |\rho|}$$

$$V_{\text{peak}} = \frac{(1.15 Sd) (\log D/d)}{K}$$

$$A = \frac{0.435}{Z_0 D} \left(\frac{D}{d} (K1 + K2)\right) \sqrt{f} + 2.78\sqrt{\epsilon}(\text{PF})(f)$$

where

A = atten in dB/100 ft

d = OD of inner conductor

D = ID of outer conductor

S = max voltage gradient of insulation in volts/mil

e = dielectric constant

K = safety factor

K1 = strand factor

K2 = braid factor

f = freq in MHz

PF = power factor

Összefoglalva:

Helyes illesztéssel törekedni kell arra, hogy minél kisebb szinten tartsuk a visszavert hullámok amplitúdóját, hogy a tápvonalon haladó hullámok legyenek. Ekkor néhány különleges esettől eltekintve sohasem kell a tápvonalat „vagdosni”.

Egy kissé hosszúra sikerült ez az írás, de foltosnak tartottam a téma mélyebb megvilágítása miatt néhány részletre is kitérni.

Best 73 .

2010-03-24

HA4YM