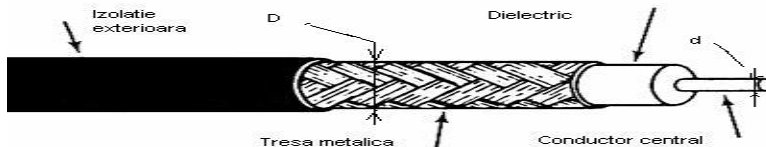


Cabluri coaxiale teorie , practica , caracteristici tehnice

Un cablu coaxial este format din doua conductoare concentrice (un conductor interior si unul exterior) izolate intre ele printr-un dielectric. Se foloseste frecvent pentru transmitia de date de mare viteza electronice si/sau semnale video.



In practica firul interior este inconjurat de un izolator tubular flexibil cu o inalta constanta dielectrica. Toate fiind inconjurate de un strat conductor (de obicei, din sarma fin tesuta pentru flexibilitate, sau de o folie subtire metalica), si in final acoperita cu un strat subtire de izolatia exterior.

Un avantaj al cablului coaxial asupra altor tipuri de linii de transport este ca la in cazul ideal campul electromagnetic exista decat in spatiul dintre conductorul interior si exterior. Acest lucru permite cablului coaxial sa fie instalat alaturi de obiecte metalice fara pierderi de energie, ce ar aparea in alte linii de transport, si se asigura semnalul impotriva interferentelor electromagnetice exterioare.

Prin cablu coaxial circula curenti de frecvente mult peste 50 Hz sau 60 Hz cea utilizata in retelele electrice obisnuite, si pot ajunge la sute de Mhz. Acest lucru necesita constructii speciale pentru a prevenii pierderile de putere. Daca un fir obisnuit ar fi utilizat la transportul curentilor de inalta frecventa acesta se va comporta ca o antena, radiind in jur si pierzand energie.

La cablul coaxial tresa metalica exterioara se poate lega la in pamantare pentru prevenirea radiatiei a acestuia. Orice schimbare brusca in distanta dintre cele doua conductoare de-a lungul cablului are tendinta de a reflecta puterea de radiofrecventa inapoi spre sursa, reducand cantitatea si calitatea puterii transmise. Producatorii specifica o raza minima de indoire pentru a prevenii reflectiile.

Mufele sunt facute pentru a tine spatierea corecta a firului central fata de tresa exterioara.

Fiecare tip de cablu coaxial are o impedanta caracteristica, in functie de dimensiunile sale si de constructie. Pentru a evita reflexiile la sfarsitul destinatiei, orice echipament de cablu trebuie sa prezinte o impedanta egala cu impedanta caracteristica, astfel echipamentul „apare” electric similar cu o continuitate a cablului, prevenind astfel reflectiile. Valorile comune ale impedantei cablului coaxial sunt 50 si 75 ohmi.

La alegerea cablului coaxial se va tine cont de frecventa la care va lucra, daca acesta este fix sau trebuie manipulat, daca este supus intemperiiilor, daca este in apropierea unor surse de radiatii electromagnetice puternice, daca trebuie sa fie legat exterior intre doua puncte de sustinere si dimensiunea fizica a acestuia. Pentru a obtine performante bune la inalta frecventa firul central care ar trebui sa fie de cupru, poate fi argintat sau poate fi chiar din fier aurit.

Izolatorul din jurul conductorului central are de asemenea un rol important in caracteristicile cablului. Acesta poate fi solid de plastic, o spuma de plastic sau chiar aer. Cel mai utilizat material este polietilena (PE), pentru cablurile mai ieftine, teflonul (PTFE) este un material mai bun pentru cablurile comerciale. Transmiterea energiei in linie are loc in totalitate prin intermediul dielectricului dintre cele doua cabluri, interior si exterior, acestea putind fi indoite, rasucite sau legate de alte conductoare de sustinere fara a induce curenti nedoriti in ele. Peste o anumita frecventa numita frecventa de taiere, campul electric transversal (TE) sau magnetice (TM) se propaga ca printr-un ghid de unda, producandu-se variatii de faza ce vor putea interfera intre ele. Diametrul exterior al cablului este invers proportional cu frecventa de taiere. Conductorul exterior (ecranajul) poate fi multiplu ca in poza alaturata :

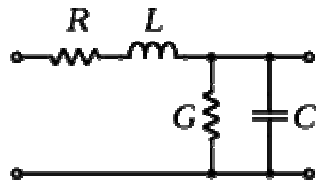
H126 ALT PVC - Belden 75 OHM coaxial cable



La acest cablu exista o folie metalica deasupra izolatorului intern, deasupra acestuia o tresa metalica, peste tresa avem o alta folie metalica iar peste aceasta o alta tresa. In acest caz scurgerile prin radiatie a cablului sunt mult diminuate iar daca folosim si materiale mai bune, Cu si Ag e si mai bine.

Parametrii electrici fundamentali

Din punct de vedere al schemei electrice un cablu coaxial poate fi reprezentat in felul urmator :



$$C = \frac{2\pi\epsilon}{\ln(D/d)} = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_r}{\ln(D/d)}$$

Unde C este **capacitatea** pe unitatea de lungime in Farad pe metru dupa formula alaturata . Dimensiunile D si d sunt ale tresesi exterioare si respectiv ale firului central , vedeti poza de sus.

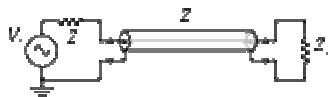
Inductanta cablului coaxial este data de formula :

$$L = \frac{\mu}{2\pi} \ln(D/d) = \frac{\mu_0\mu_r}{2\pi} \ln(D/d) \quad \text{si este in Henry pe metru}$$

Rezistenta pe unitatea de lungime in Ohm pe metru

Rezistenta pe unitatea de lungime este cea firului central iar la frecventa joasa a tresesi exterioare . La frecvente inalte efectul de propagare exterioara a curentului face sa creasca rezistenta efectiva a cablului si de aceea firul central poate fi din fier cu o manta de Cu ,Ag ,Au.

Impedanta cablului in Ohmi este definita ca in schema si formula alaturata :



$$Z_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \ln \frac{D}{d} \approx \frac{138\Omega}{\sqrt{\epsilon_r}} \log_{10} \frac{D}{d}$$

Se observa ca impedanta este proportionala cu logaritmul in baza zece al raportului D/d.

Atenuarea pe unitatea de lungime in decibeli pe metru (dB/m) este unul dintre cei mai importanti parametri ai cablului coaxial si depinde de pierderea in dielectricul interior , Rezistenta firului central , a tresesi metalice exterioare . Aceste pierderi sunt dependente de frecventa de lucru .O dublare a diametrului firului interior central face sa scada la jumatate pierderile .

Velocitatea propagarii se refera viteza de propagare in metri pe secunda raportata la viteza luminii in vid si depinde de caracteristicile dielectricului interior

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r\mu_r}}$$

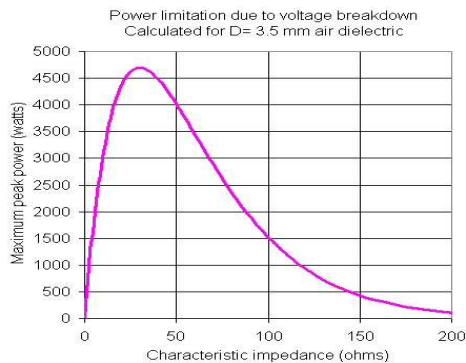
Unde c e viteza luminii in vid iar celalte elemente ale formulei sunt constante ce depind de caracteristicile dielectricului cablului.

Imperfectiunile executiei cablurilor coaxiale pot provoca interferente vizibile sau audio .

In sistemele de distributie de CATV analogice diferenta de potential intre reseaua coaxiala si Sistemul electric de impamintare al cladirii pot provoca o interferenta vizibila pe imagine sub forma unei bare mai intunecate ce se deruleaza lent in sus . Astfel de interferente pot fi prevenite printr-o lipire buna la un sistem de impamantare corespunzator.

Semificatia impedantei

Cele mai bune determinari ale impedantei cablurilor de : de mare putere ,de inalta tensiune precum si in aplicatii de slaba atenuare au fost determinate in anul 1929 la Bell Laboratories si ar fi 30,60 si 77 Ohmi .Pentru cablul coaxial CATV cu un diametru de 10 mm la 10 Ghz



Sistemele CATV au fost una dintre primele aplicatii pentru mari cantitati de cablu si foloseste un nivel scazut de putere RF. O medie aritmetica intre 30 ohmi si 77 ohmi da 53,5 ,s-a ales 50 Ohmi ca un compromis intre putere si capacitatea de atenuare.

Capacitatea pe unitate de lungime este dusmanul transmiterii datelor pe un cablu coaxial si este mai important decat atenuarea si puterea transmisa. Toate componentele unui sistem coaxial ar trebui sa aiba aceeasi impedanta pentru a reduce reflectiile interne intre dispozitive reducandu-se astfel pierderile .Reflexiile pot produce o intarziere a semnalului reflectat ce ajunge la receptor iar in sistemele viideo analogic sau televiziune se manifesta sub forma unei imagini dublate si incetosate.

Scurgeri de semnal

Aceste **scurgeri de semnal** inseamna trecerea de campuri electromagnetice prin scutul exterior si poate fi in ambele directii. Trecerea spre exterior poate duce la zgomot si intreruperi ale semnalului util sau interferente cu alte dispozitive din apropiere. Semnalele ce patrund in interiorul cablului din exterior pot provoca zgomot si efect de ceata pe imagine si poate coplesi semnalul util. Un cablu coaxial practic trebuie facut cu compromisuri intre eficacitate flexibilitate si costuri. Pentru a contracara unele influente ale cumpului electromagnetic exterior prin tresa impletite se dubleaza cu o folie subtire de aluminiu sau cupru .Mai pot aparea scurgeri de putere la o eventuala conectare intre doua cabluri cu mufe imperfecte sau nestransse.

Scurgerile de inductie pot aparea cand cablurile sunt in paralel cu surse de alimentare de putere mare comutabile ,aceste inducand un semnal parazit in cablul coaxial prin inductanta proprie a acestuia. Daca punem mai multe cabluri in paralel se reduce inductanta si prin urmare si interferenta .

Efectul de transformare este folosit uneori pentru a atenua efectul curentilor indusi in ecranaj Chiar o transformare de 1:1 transfera tensiunea exterioara in conductorul interior astfel cele doua tensiuni sunt anulate de receptor. In practica se foloseste un inel de ferita prin care se trece cablul de cateva ori marindu-se efectul de transformare.

In lume exista multe feluri de cabluri coaxiale cu impedante de 50,52,75 sau 93 ohmi .In Industrie se foloseste o denumire standard a cablurilor coaxiale. In televiziune se foloseste cel mai mult RG -6 iar majoritatea conectorilor sunt de tip F.

Pierdere de rezistență este de departe cel mai mare contribuitor a pierderilor în cablu coaxial. Pierderilor cauzate de rezistenta a conductorului interior variaza în functie de zona însecțiune transversală a conductorului. Cea mai mare pierdere, cu toate acestea, este legat de frecvență, o afectiune numita "efect de piele." Efect de piele descrie starea în cazul în care, după cum a crește frecvența semnalului, semnalul este transmis prin conductorul mai departe și mai departe de centru. Astfel, pierderea rezistenței în orice tip de cablu dat variaza direct proporțional cu frecvența semnalului RF mai mare frecvență mai mare pierdere.

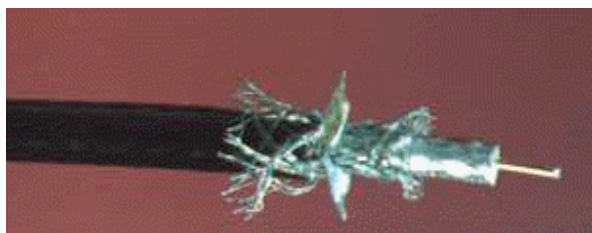
In tabelul de mai jos putem vedea caracteristicile de capacitate si atenuare pentru cablurile RG 11 ,RG 6 si RG 59.

Code	RG 11	RG 6	RG 59
Color			
Nominal impedance Ohm	75	75	75
Polyethylene dielectric	Expanded	Exp.	Exp.
Outer PVC sheathing O mm	6.6	6.7	6.2
Capacity pF/m	84	55	55

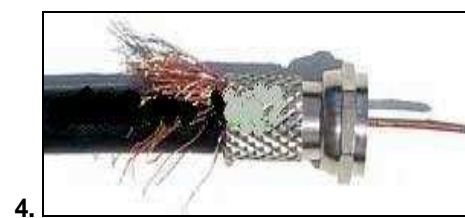
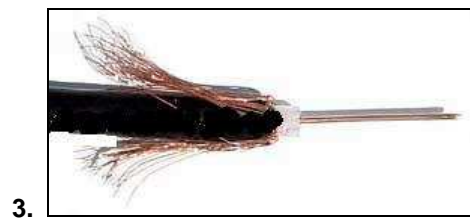
FREQUENCY VS. ATTENUATION

Frequency	Attenuation db/100m		
50 MHz	4.5	4.9	6.0
100 MHz	6.5	6.4	7.5
200 MHz	8.3	9.3	11.0
400 MHz	11.9	13.6	17.0
500 MHz	14.0	15.7	19.0
600 MHz	15.0	17.2	22.5
800 MHz	17.9	20.2	25.0
1000 MHz	20.1	22.9	28.5
1750 MHz	28.1	30.9	-
2050 MHz	30.6	33.8	-

Un cablu cu patru izolatii ar fi ca in fotografia urmatoare :



Mod de executie a imufarilor



H126 ALT PVC - Belden 75 OHM coaxial cable (Exemplu parametrii)

Belden - H126ALT40

Central Cu 1,0mm, tresa Cu-Stanat 40%+folie dubla Al, atenuare 11/33,3dB-100m-300/2150 MHz, d=6,9mm, imunitate>85dB, role 250/500m

Parametrii electrici

Impedance		Ohm	75±3
Capacitance		pF/m	54±2
Velocity ratio		%	82.0
DC resistance	Loop	Ohm/km	49
	Inner conductor	Ohm/km	23
Attenuation at	5 MHz	dB/100 m	1.7
	10 MHz	dB/100 m	2.0
	50 MHz	dB/100 m	4.5
	100 MHz	dB/100 m	6.4
	200 MHz	dB/100 m	9.1
	230 MHz	dB/100 m	9.6
	300 MHz	dB/100 m	11.0
	400 MHz	dB/100 m	13.2
	600 MHz	dB/100 m	16.4
	800 MHz	dB/100 m	19.2
	860 MHz	dB/100 m	19.9
	1000 MHz	dB/100 m	21.7
	1350 MHz	dB/100 m	25.6
	1600 MHz	dB/100 m	28.3
	1750 MHz	dB/100 m	29.6
2150 MHz	dB/100 m	33.3	
2400 MHz	dB/100 m	35.5	
Return loss at	5 - 470 MHz	dB	>23.0
	470 - 862 MHz	dB	>20.0
	862 - 2150 MHz	dB	>18.0
Screening efficiency	30 - 1000 MHz	dB	>85.0

Constructie si dimensiuni

Material conductor		Bare Cu
Diameter conductor	mm	1.0
Material dielectric		Gas injected PE
Diameter dielectric	mm	4.57±0.15
Type of foil		AL-PET-AL
Overlap foil	mm	2
Braiding material		Annealed tinned copper

Braid coverage	%	40
Diameter outer conductor	mm	5.25±0.2
Sheath material		PVC
Diameter sheath	mm	6.9±0.2
Min. setting radius	mm	35
Man. tensile strength	N	55

www.antena-satelit.ro
Conceput si scris : Nelu N
Bucuresti,sect.4
Tel. 0722706357