Na ulaz linije primijenimo signal *u*(*t*) = sin(π⋅106*t*) [V]. Ako brzina prostiranja faze signala linijom na toj frekvenciji iznosi 2⋅108 m/s, odredite koliko iznosi najmanja udaljenost između točaka na liniji u kojima se faze signala međusobno razlikuju za π/2.

Rješenje: 100 metara

Promatrajte liniju kojom se prenosi signal frekvencije 1 MHz. Fazna brzina na toj frekvenciji iznosi 200.000 km/s, a konstanta prigušenja 2 dB/km. Ako je na navedenoj frekvenciji duljina linije jednaka valnoj duljini, koliko na toj istoj frekvenciji iznosi umetnuto prigušenje izraženo u decibelima?

Rješenje: 0,4 dB

Na jako dugačku liniju spojen je izvor čija unutarnja impedancija na frekvenciji *f*0 iznosi 100 + j100 [Ω]. Pretpostavite da je na frekvenciji *f*0 postignut maksimalan prijenos snage s izvora na liniju. Koliko iznosi modul faktora refleksije na drugom kraju linije na frekvenciji *f*0, na kojem je ona zaključena otpornikom otpora 150 oma?

Rješenje: 0,415

Promatrajte jako dugačku liniju karakteristične impedancije 120 – j120 [Ω]. Koliko iznosi faza ulazne impedancije te linije ako je na suprotnom kraju linija kratko spojena?

Rješenje: -π/4

Na ulaz linije primijenimo signal *u*(*t*) = sin(π⋅105*t*) [V]. Ako brzina prostiranja faze linijom iznosi 2⋅108 m/s, odredite koliko iznosi promjena faze po kilometru.

Rješenje: π/2 rad/km

Neka je linija duljine 2 km na početku (unutarnja impedancija predajnika) i na kraju (ulazni otpor prijemnika) zaključena impedancijom koja je na frekvencijama iznad 10 kHz jednaka njenoj karakterističnoj valnoj impedanciji. Odredite iznos amplitudne karakteristike prijenosne funkcije promatrane linije na frekvenciji 100 kHz pod pretpostavkom da umetnuto prigušenje linije na toj frekvenciji iznosi 20 dB.

Rješenje: 0,1

Ako je na nekoj frekvenciji *f*0 (*f*0 > 10 kHz) prilikom priključenja predajnika unutarnje impedancije *Z*g, *Z*g = *R* + j*X* [Ω], na jako dugačku liniju karakteristične impedancije *Z*0 postignut uvjet za maksimalni prijenos snage s predajnika na liniju, nastat će neprilagođenje koje će uzrokovati refleksiju na mjestu priključenja linije na predajnik. Odredite koliko iznosi koeficijent refleksije na tom mjestu, ako je na frekvenciji *f*0 realni dio impedancije predajnika, *R*, deset puta veći od njenog imaginarnog dijela, *X*, i vrijedi: *R* > 0, *X* > 0.

Rješenje: 0,1j

Pretpostavite da je kabelska grupa sastavljena od sedam parica. Promatramo li poprečni presjek kabela, jedna je parica postavljena u sredinu grupe, a ostalih je šest pravilno raspoređeno oko nje. Parica u sredini je najviše izložena preslušavanju. Ako je prilikom mjerenja preslušavanja s jedne od parica na obodu grupe na paricu u sredini na nekoj frekvenciji *f*0 izmjereno prigušenje preslušavanja od 70 dB, koliko iznosi tzv. PS-NEXT, tj zbirno preslušavanje sa svih šest parica na središnju paricu na frekvenciji *f*0, izraženo u decibelima?

Rješenje: -62,22 dB

Promatrajmo jako dugačku žičnu prijenosnu liniji i sinusni signal frekvencije 106 Hz koji se njome prostire. Pod pretpostavkom da najmanji razmak, različit od nule, između dviju točaka na liniji u kojima signal ima jednaku fazu iznosi 200 metara, odredite faznu brzinu elektromagnetskog vala kojime se promatrani signal prostire linijom.

Rješenje: 2108 m/s

Na naponski izvor, koji generira napon *V*s(*t*) = *E⋅*sin(ω*t*) [V], spojena je jako dugačka linija (duljina linije *d* → ∞). Nadalje, pretpostavimo da amplituda napona *V*s(*t*) na frekvenciji *f*0 = 1 kHz iznosi 1V, a unutarnja impedancija izvora na toj frekvenciji iznosi *Z*s(*f*0) = 100 + j⋅100 Ω. Uz pretpostavku da se na frekvenciji *f*0 s izvora na liniju prenosi maksimalna snaga, odredite srednju snagu koju izvor predaje liniji na toj frekvenciji.



Rješenje: 1,25 mW

Pretpostavite da je linija iz prethodnog zadatka na kraju zaključena takvom impedancijom *Z*L da je na frekvenciji 1 kHz postignut maksimalan prijenos snage s linije na zaključenje. Izračunajte gubitak snage uslijed refleksije na zaključenju (engl. *return loss*).

Rješenje: 0 dB

Neka je upredena parica dugačka 100 metara. Na jednom kraju parice šalje se signal *V*s(*t*) = 0,1⋅sin(2π107*t*) [V], a na drugom kraju, na ulazu u prijemnik, mjerimo omjer srednje snage primljenog signala i srednje snage signala smetnje nastale preslušavanjem na bližem kraju (engl. *attenuation-to-crosstalk ratio*, skr. ACR), induciranim s ometajuće parice u zajedničkom kabelu. Neka prigušenje preslušavanja na bližem kraju na frekvenciji 107 Hz iznosi 45 dB. Koliko iznosi konstanta prigušenja α na frekvenciji 107 Hz, ako je na istoj frekvenciji izmjeren ACR od 40 dB? Pretpostavite da su na frekvenciji 107 Hz impedancija kojom je ometana parica zaključena i unutarnja impedancija izvora napona *V*s(*t*) jednake karakterističnoj impedanciji parice.

Rješenje: 50 dB/km

Omjer dviju snaga iznosi 10 Np. Izrazite taj omjer u decibelima.

Rješenje: 86,86 dB

Fazna brzina u promatranoj prijenosnoj liniji iznosi 200.000 km/s. Na ulaz te linije narinut je sinusni signal 5sin(106*t*) [V]. Odredite za koliko se uslijed prostiranja promijeni faza signala u točki na liniji koja je 200 m udaljena od ulaza u liniju u odnosu na fazu ulaznog signala.

Rješenje: 1 rad

Promatrajte prijenosnu liniju opisanu slikom. Ta linija ima karakterističnu impedanciju *Z*0(*f*). Na nekoj frekvenciji *f*1 realni dio impedancije *Z*0(*f*1) je deset puta veći od njenog imaginarnog dijela. Unutarnja impedancija izvora, *Z*s, na frekvenciji *f*1 je jednaka impedanciji *Z*0(*f*1), a impedancija zaključnog opterećenja, *ZL*, je odabrana na takav način da je na frekvenciji *f*1 postignut maksimalni prijenos snage s linije na opterećenje. Odredite koliko iznosi gubitak snage uslijed refleksije na zaključnom opterećenju (*return loss*) na frekvenciji *f*1, izražen u decibelima.



Rješenje: 20 dB

Pretpostavimo da karakteristična impedancija linije na frekvenciji *f*1 iznosi *Z*0. Pretpostavimo nadalje da je na toj frekvenciji unutarnja impedancija izvora jednaka *Z*0, te da impedancija zaključenja linije na toj frekvenciji također iznosi *Z*0. Ako konstanta prigušenja na frekvenciji *f*1 iznosi 5 dB/km, kolika je najmanja dozvoljena duljina linije pa da njeno umetnuto prigušenje na promatranoj frekvenciji bude veće od 50 dB.

Rješenje: 10 km

Na ulaz jako dugačke linije (možemo ju aproksimirati linijom beskonačne duljine) narinut je signal frekvencije 1000 Hz i faze koja je u trenutku *t* = 0 jednaka π. Uslijed prostiranja signalu se duž linije mijenja faza, a promjena iznosi 0,01·π rad/m. Odredite udaljenost između prve točke na liniji u kojoj signal ima istu fazu kao i na početku linije i točke koja određuje sam početak linije.

Rješenje: 200 m

Dugačka linija ima na nekoj frekvenciji *f*0 imaginarnu karakterističnu impedanciju koja iznosi 100·π·j [Ω]. Ako je linija na kraju (misli se na kraj suprotan od onog na kojeg je spojen izvor signala) zaključena zavojnicom induktiviteta *L* = 1,5 mH, odredite o kojoj se frekvenciji radi, uz pretpostavku da je upadni val na kraju linije dvostruko veći od reflektiranog.

Rješenje: 100 kHz

Na stezaljke naponskog izvora elektromotorne sile *E* = 10sin(2π*f*0*t*) [V] i unutarnje impedancije *Z*, *Z*(*f*0) = 100 Ω, spojena je impedancija *Z*L, *Z*L(*f*0) = 100 Ω. Nakon toga između izvora i opterećenja umetnemo liniju duljine *d* = 4 km, čija karakteristična impedancija na frekvenciji *f*0 iznosi 100 Ω, a za konstantu prigušenja vrijedi: α(*f*0) = 5 dB/km. Odredite koliko iznosi umetnuto prigušenje linije (engl. *insertion loss*) *IL*.

Rješenje: 20 dB

Prijenosnom linijom prostire se sinusni signal generiran iz izvora: *u*(*t*) = *U*sin(106*t* + 0,5). Ako minimalna udaljenost između dvije točke na prijenosnoj liniji u kojima signal *u*(*t*) ima istu fazu iznosi 1 km, koliko iznosi fazna brzina na toj liniji?

Rješenje: 159.155 km/s

Na ulaz linije bez gubitaka priključen je izvor signala *u*s(*t*) = 10sin(2π106*t*) [V]. Unutarnji otpor izvora iznosi 100 Ω i po iznosu je jednak karakterističnoj impedanciji linije i impedanciji kojom je linija zaključena na drugom kraju (sve su tri impedancije na promatranoj frekvenciji realne). Ako su primarni parametri linije zadani kao *L* = 1 mH/km, a *C* = 1 nF/km, odredite izraz za napon na zaključenju linije, *u*L(*t*), pod pretpostavkom da njena duljina iznosi 0,5 km.

Rješenje: -5sin(2106*t*) [V]

Na jednom kraju linije karakteristične impedancije *Z*0 = 100j [Ω] nalazi se zaključenje *Z*L. Linija je zaključena na takav način da se s linije na zaključenje prenosi maksimalna snaga. Za unutarnji otpor izvora na drugom kraju linije vrijedi: *Z*s = *Z*0. Ako za napon na kraju linije vrijedi *u*L(*t*) = 10sin(2π103*t*) [V], napišite izraz za struju koja prolazi kroz zaključenje *i*L(*t*).

Rješenje: 0,1cos(2103*t*) [A]

Na stezaljke izvora sinusnog napona *u*s(*t*) = 10sin(2π10*t*) [V], čiji unutarnji otpor iznosi 100 Ω, spojena je impedancija Z, Z = 100 Ω. Ako između stezaljki izvora i impedancije Z umetnemo liniju karakteristične impedancije *Z*0 = 100 Ω, čija konstanta prigušenja iznosi 1 dB/km, a duljina 2 km, koliko će iznositi umetnuto prigušenje koje unosi linija?

Rješenje: 2 dB

Pretpostavimo da se spektralna gustoća snage signala smetnje koja nastaje uslijed preslušavanja na bližem kraju mijenja po zakonu *P*n(*f*) = *k*b⋅*f*1,5, pri čemu je *k*b konstanta neovisna o frekvenciji. Za koliko se decibela poveća smetnja prilikom udvostručenja frekvencije signala?

Rješenje: 4,52 dB

Na ulazne stezaljke četveropola spojen je naponski izvor koji generira napon *u*(*t*) = 2sin(*ωt*) V, a unutrašnji otpor mu iznosi 1 Ω. Na izlazne stezaljke četveropola priključen je otpornik otpora 1 Ω. Ako maknemo četveropol i kratko spojimo stezaljke izvora i otpornika, kroz njega će teći izmjenična struja amplitude 1 A. Napišite izraz za matricu umetnutog kratkospojnog četveropola. (Napomena: ne morate voditi računa o jedinicama.)

Rješenje:

Na jedan kraj linije bez gubitaka (*R*’ = 0 Ω/km i *G*' = 0 S/km, *α* = 0 dB/km), i čija je duljina veća od nule, spojen je naponski izvor *u*(*t*) = 2sin(100*t*) V unutrašnje impedancije *Z*S, dok je na drugom kraju zaključena impedancijom *Z*L. Karakteristična (valna) impedancija linije *Z*0 jednaka je , a fazna konstanta linije bez gubitaka određena je izrazom *β*2(*ω*) = *ω*2*L*'*C*'. Induktivitet i kapacitet linije na frekvenciji izvora iznose *L*' = 1 mH/km, odnosno *C*' = 10 μF/km. Ako su koeficijent refleksije izvora i koeficijent refleksije na zaključenju linije jednaki nuli, napišite izraz za a) napon linije na zaključenju *u*L(*t*) uz uvjet da su napon na ulazu linije i napon na zaključenju linije u svakom trenutku u istoj fazi i b) kolika je pri tome duljina linije?

Rješenje: a) sin(100*t*) [V] b) 2π102 km