

Antény a rádiokomunikačné trasy

Otázky na test

1. Uveďte vzťah pre výpočet intenzity elektrického poľa, ak sú zadané parametre P_{Σ} - celkový vyžiarený výkon, D - smerovosť vysielacej antény a r - dĺžka trasy

$$E_{ef} = \frac{\sqrt{30 \cdot P_{\Sigma} \cdot D_a}}{r}$$

2. Aké elektrické parametre charakterizujú prostredie, v ktorom sa šíri elektromagnetická vlna?

vodivosť σ , permitivita ϵ , permeabilita μ

3. Napíšte vzťah pre vyjadrenie komplexnej permitivity, ak zadané parametre polovodivého prostredia sú ϵ_r a σ a pracovná dĺžka vlny je λ .

$$\epsilon_{rk} = \frac{\epsilon_k}{\epsilon} = \epsilon_r - j60 \cdot \lambda \cdot \sigma$$

4. Uveďte výraz pre výpočet polomeru 1. Fresnelovej zóny, ak poznáte dĺžku rádiovej trasy a pracovnú vlnovú dĺžku.

$$b_1 = \sqrt{\frac{l_1 \cdot l_2 \cdot \lambda}{l_1 + l_2}} \quad \text{pričom} \quad l_1 + l_2 = r$$

5. Od čoho závisia základné prenosové straty L_b a uveďte vzťah, z ktorého ich možno určiť.

od dĺžky trasy a od pracovnej vlnovej dĺžky

$$L_b = \left(\frac{4\pi r}{\lambda} \right)^2$$

6. Klasifikujte rozdiel medzi poľovými a výkonovými smerovými charakteristikami s ohľadom na šírku vyžarovacieho zväzku.

Relatívna poľová charakteristika je úmerná kvadrátu výkonovej smerovej charakteristiky.

$$P = \frac{1}{2} \frac{E^2}{Z_{vp}}$$

7. Uveďte spôsob výpočtu vyžiareného výkonu P_{Σ} metódou Poyntingovho vektora a metódou indukovaných napätí.

Metóda Poyntingovho vektora: integrujeme hustotu výkonu na guľovom povrchu, ktorý ležal v zóne žiarenia. Ak je S dostatočne vzdialený od antény, potom za predpokladu bezstratového prostredia bude mať integrál Poyntingovho vektora cez uzavretú plochu len reálnu časť predstavujúcu činný výkon.

$$P = \frac{E_{\Theta ef}^2}{Z_{vp}} = \frac{E_{\Theta ef}^2}{120\pi} \quad P_{\Sigma} = \oint P dS \quad \dot{Z}_{\Sigma VST} + R_{strat VST} = \dot{Z}_{VST}$$

Metóda indukovaných napätí: integrujeme hustotu výkonu na povrchu S, ktorý tesne obopína dipól. Výkon $P_W = 0$, lebo vnútri antény nemôže byť nahromadený výkon, ten je nahromadený iba v okolí antény.

$$P_{\Sigma} = - \int_0^l E_z I_z^* dz$$

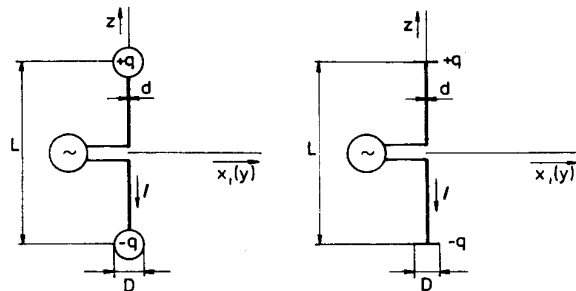
8. Definujte rezonančnú dĺžku žiariča.

$$L_{nrez} = 2.l_{nrez} = n.C_n \cdot \frac{\lambda}{2} \quad C_n = \frac{L_{nrez}}{n\lambda/2}$$

9. Definujte elementárny elektrický dipól.

Element elektrického prúdu je nekonečne tenký vodič, s diferenciálnou dĺžkou a konštantným rozložením prúdu pozdĺž vodiča.

$$-\frac{dq}{dt} = I \sin \omega t \quad L \ll \lambda$$



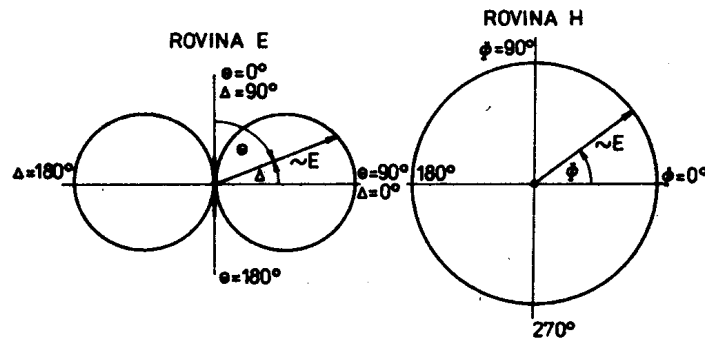
11. Napíšte vzťah pre efektívnu dĺžku L_{ef} elementárnej sľučkovej antény.

$$L_{ef} = \frac{2\pi SN}{\lambda} \quad [\text{m}]$$

12. Uveďte predpoklady, pri ktorých je možné aplikovať Hallénové riešenie integrálnej rovnice pre výpočet rozloženia prúdu na dipóle.

Medzera medzi ramenami dipólu, kde je pripojený generátor, je nekonečne malá $\Delta \rightarrow 0$, preto budiaca funkcia dipólu je Diracova delta funkcia. Ďalej predpokladáme $l \gg a$, kde l je dĺžka ramena, a je polomer vodiča a $ka \ll 1$. Prúd preteká len v smere osi z a je rozložený okolo valca rovnomerne.

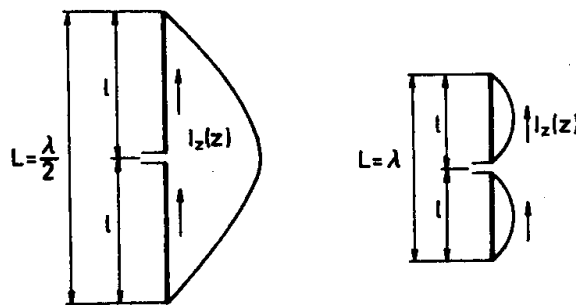
10. Nakreslite relatívne smerové charakteristiky elementárneho elektrického dipólu v E a H rovine.



13. Napíšte vzťah pre výpočet štihostného koeficientu žiariča.

$$\Omega = 2 \ln \frac{2l}{a}$$

14. Nakr. priebeh rozloženia prúdu na polvlnovom a celovlnovom dipóle!



15. Definujte vyžarovaciu impedanciu a vyžarovací odpor antény!

$$\dot{Z}_{\Sigma} = R_{\Sigma} + jX_{\Sigma} = \frac{\dot{P}_{\Sigma}}{\frac{1}{2} \dot{I} \dot{I}^*} \quad R_{\Sigma} = \frac{P_{\Sigma}}{I_{ef}^2}$$

16. Definujte smerovosť antény!

Smerovosť antény je schopnosť koncentrovať vyžarovanie do určitého smeru, je to pomer výkonovej hustoty sledovanej antény ku výkonovej hustote referenčnej antény.

$$D = \frac{P_s}{P_{ref}} = \frac{E_s^2}{E_{ref}^2} \Big|_{P_{\Sigma ref} = P_{\Sigma}}$$

17. Def. absolútnu a rel. smerovosť antény a uveďte vzťah medzi nimi!

Absolútna smerovosť: koľkokrát väčší výkon by bolo treba použiť z izotropnej antény, ktorá vyžaruje do všetkých smerov rovnako, aby intenzita v mieste príjmu bola taká istá ako ak by sme použili smerovú anténu.

Relatívna smerovosť: používa sa polvlnový dipól ako referenčná anténa

$$\frac{D_a}{D_r} = 1,641$$

18. Vyjadrite vzťah medzi smerovosťou a výkonovým ziskom antény!

$G = D \cdot \eta$ G - zisk, D - smerovosť, η - účinnosť antény.

19. Uved'te, ktoré zložky stratového odporu $R_{strat_{vst}}$ vplývajú na účinnosť antény.

R_j - tepelné straty, R_ε - straty v anténových izolátoroch, R_z - straty v polovodivom zemskom povrchu

20. Vysvetlite pojem „efektívna dĺžka“ antény.

Efektívna dĺžka vysielačnej antény $L_{ef_{vst}}$ alebo L_{ef_k} je dĺžka ekvivalentnej antény s konštantným rozložením prúdu $I_z(z) = konst = I_{vst}$ alebo I_k , pri ktorej ekvivalentná anténa vytvára v bode pozorovania rovnakú intenzitu elektrického poľa ako skutočná anténa, pričom skutočná anténa aj ekvivalentná anténa sú orientované tak, aby maximálne vyžarovali do bodu pozorovania.

21. Uved'te druhy polarizácie elektromagnetických vln.

Polarizácia je priestorová orientácia vektora intenzity elektrického poľa. Základná polarizácia elektromagnetických vln vzhľadom na zemský povrch je horizontálna alebo vertikálna. Ak anténa vyžaruje alebo prijíma horizontálne alebo vertikálne polarizované vlny, nazýva sa anténa s lineárnymi polarizačnými vlastnosťami. Kruhovú polarizáciu vzniká vtedy, keď sú amplitúdy horizontálnej a vertikálnej zložky vektora rovnaké a fázy sa líšia o 90° alebo 180° . Keď sa vektor intenzity elektrického poľa skladá z dvoch na seba kolmých zložiek s nejakým fázovým posunom medzi nimi, hovoríme, že sú to antény s eliptickými polarizačnými vlastnosťami.

Vertikálna polarizácia: vektor E leží v rovine dopadu a je kolmý na smer šírenia

Horizontálna polarizácia: vektor E je kolmý na rovinu dopadu

22. Napíšte vzťah pre výpočet smerovej funkcie anténovej sústavy, ak je známa interferenčná funkcia K_r , resp. K_p .

Dipóly usporiadané v rade

$$\text{v rovine E: } F_s(\Theta, 0) = F(\Theta)K_r(\Theta) \quad \text{v rovine H: } F_s(\pi/2, \phi) = F(\pi/2)K_r(\pi/2)$$

Dipólová stena $F_s(\Theta, \phi) = F(\Theta)K_{r1}(\Theta)K_{p2}(\Theta, \phi)$

23. Vysvetlite pojmy „aktívny reflektor“ a „aktívny direktor“.

Majme dva polvlnové dipóly usporiadané paralelne. Ich vzdialenosť nech je $d = 0,25\lambda$ a fázový posun medzi ich prúdmi $\psi = \pi/2$. Pretože 2. dipól sa správa tak, akoby odrážal pole smerom k 1. dipólu, nazývame ho aktívnym reflektorom. Aktívnym preto, lebo tak isto ako 1. dipól je napájaný s rovnakou amplitúdou prúdu. Keď však vzdialenosť medzi dipólmi bude $d = 0,25\lambda$, ale $\psi = -\pi/2$: 2. dipól akoby odrážal pole opačným smerom a preto ho nazývame aktívnym direktorom.

24. Definujte vlastnú, vzájomnú a celkovú impedanciu dvoch dipólov.

$$Z_{11} = -\frac{2}{I_{vst1}I_{vst1}^*} \int_0^{l_1} E_{z11}I_{z1}^* dz_1$$

$$Z_{22} = -\frac{2}{I_{vst2}I_{vst2}^*} \int_0^{l_2} E_{z22}I_{z2}^* dz_2$$

$$Z_{12} = -\frac{2}{I_{vst1}^*I_{vst2}} \int_0^{l_1} E_{z12}I_{z1}^* dz_1$$

$$Z_{21} = -\frac{2}{I_{vst1}I_{vst2}^*} \int_0^{l_2} E_{z21}I_{z2}^* dz_2$$

$$Z_1 = \frac{U_1}{I_{vst1}} = Z_{11} + mZ_{12}$$

$$Z_2 = \frac{U_2}{I_{vst2}} = Z_{22} + \frac{1}{m}Z_{12}$$

25. Vysvetlite pojmy „pasívny reflektor“ a „pasívny direktor“.

Keď sústava maximálne vyžaruje v smere $\phi = 180^\circ$, 2. dipól nazývame pasívnym reflektorom. Keď sústava maximálne vyžaruje v smere $\phi = 0^\circ$, vtedy 2. dipól nazývame pasívnym direktorom. Pri reflektore musí byť vložená reaktancia X_s kladná a pri direktore záporná. Kladnej vlozenej reaktancie zodpovedá predĺženie polvlnového dipólu a zápornej vlozenej reaktancie jeho skrátenie.

26. Akú vstupnú impedanciu má vedenie dĺžky $l = \lambda_g/4$ zakončené skratom?

$$Z_{vst} = \infty$$

27. Uveďte, ktoré sú charakteristické parametre napájačov.

kapacita, fázová rýchlosť šírenia, vlnová (charakteristická) impedancia, tlmenie, R, G, L, C

28. Čo vyjadruje teoréma reciprocity?

Predpokladajme, že prostredie, v ktorom sú dve ľubovoľné vodičové antény, je lineárne a izotropné. Nech je jedna VA a druhá PA. Antény možno považovať za lineárny dvojbran, pre ktorý platí teoréma reciprocity

$$\frac{U_1}{I_{21}} = \frac{U_2}{I_{12}}$$

29. Uveďte spôsoby, ktorými možno určiť smerovosť antény.

1. Smerovosť v danom smere je určená pomerom hustoty výkonu v bode pozorovania ležiacom v zóne žiarenia od skúmanej antény P_s k hustote výkonu v tom istom bode pozorovania od referenčnej antény P_{ref} za predpokladu, že vyžiarené výkony od obidvoch antén sú rovnaké a antény sú umiestnené v tom istom mieste.

$$D = \frac{P_s}{P_{ref}} \Bigg|_{P_{\Sigma ref} = P_{\Sigma}}$$

2. Smerovosť v danom smere je určená pomerom vyžiareného výkonu referenčnou anténou $P_{\Sigma ref}$ k vyžiarenému výkonu skúmanou anténou P_{Σ} za predpokladu, že intenzity poľa v bode pozorovania, ležiacom v zóne žiarenia sú od oboch antén rovnaké.

$$D = \frac{P_{\Sigma ref}}{P_{\Sigma}} \Big|_{E_s = E_{ref}}$$

30. Aký efekt spôsobuje kapacitná vrcholová záťaž na konci dipólu?

Kapacitnú záťaž na konci dipólu používame vtedy, keď chceme získať výhodnejšie smerové charakteristiky pri rovnakej dĺžke dipólu, alebo keď chceme zväčšiť jeho vyžarovací odpor. Kapacitná záťaž na koncoch dipólu zmení prúdové rozloženie tak, že sa prúd na koncoch dipólu nebude rovnať nule. Pri použití vrcholovej záťaže možno skutočnú dĺžku dipólu skrátiť bez toho, aby sa podstatne zmenila jeho smerová charakteristika.

31. Vypočítajte hodnotu koeficientu skrátenia koaxiálneho kábla, ktorého izolačný materiál má relatívnu permitivitu $\epsilon_r = 4$.

$$k = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{1}{\sqrt{4}} = 0,5$$

32. Uveďte, ktoré parametre napájajúča potrebujeme poznať pre výpočet jeho charakteristickej (vlnovej) impedancie Z_0 .

$$R [\Omega/m] \quad G [S/m] \quad L [H/m] \quad C [F/m] \quad \omega = 2\pi \cdot f [rad/s]$$

33. Akú hodnotu vstupnej impedancie má jednoduchý a skladaný dipól?

$$Z_{vst} \doteq 73,1 + j42,5 \Omega \quad \text{pre jednoduchý dipól}$$

$$R_{vst} = 290 \Omega \quad \text{pre skladaný dipól}$$

34. Vyjadrite závislosť šírky pásma dipólu od jeho štihlostného koeficientu. Čím je dipól hrubší, tým je širokopásmovejší.

$$\rho_{str} = 120 \ln \left(\frac{l}{a} - 1 \right) \quad \Omega = 2 \ln \frac{2l}{a} \quad \Rightarrow \quad \rho_{str} = 120 \ln \left(\frac{\Omega}{2} - \ln 2 - 1 \right)$$

35. Uveďte hraničné podmienky na rozhraní dvoch prostredí pre tangenciálne a normálové zložky poľa.

$$\dot{E}_{t1} = \dot{E}_{t2} \quad \dot{H}_{t1} = \dot{H}_{t2} \quad \dot{D}_{n1} = \dot{D}_{n2} \quad \dot{B}_{n1} = \dot{B}_{n2}$$

Vypracoval: dawnermeister@gmail.com

26. apríla 2008