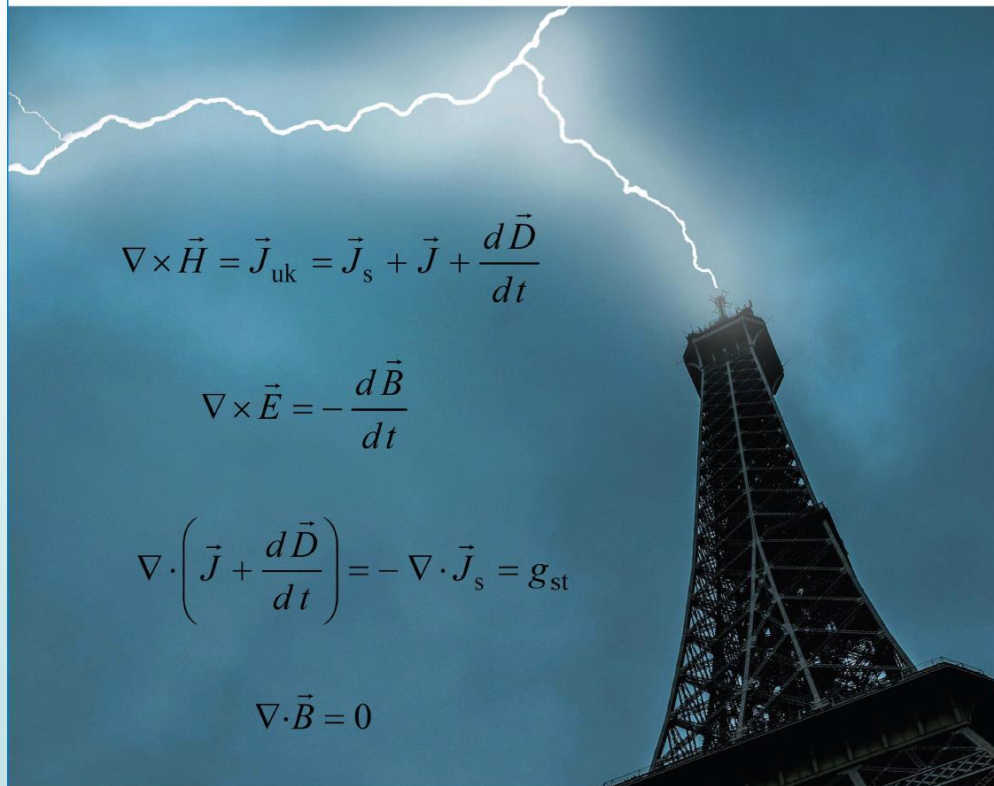




SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Slavko Vujević

TEORIJSKA ELEKTROTEHNIKA

Split, lipanj 2024.

Nakladnik

FAKULTET ELEKTROTEHNIKE,
STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

Urednik

Doc. dr. sc. Ivo Marinić-Kragić

Autor

Prof. dr. sc. Slavko Vujević

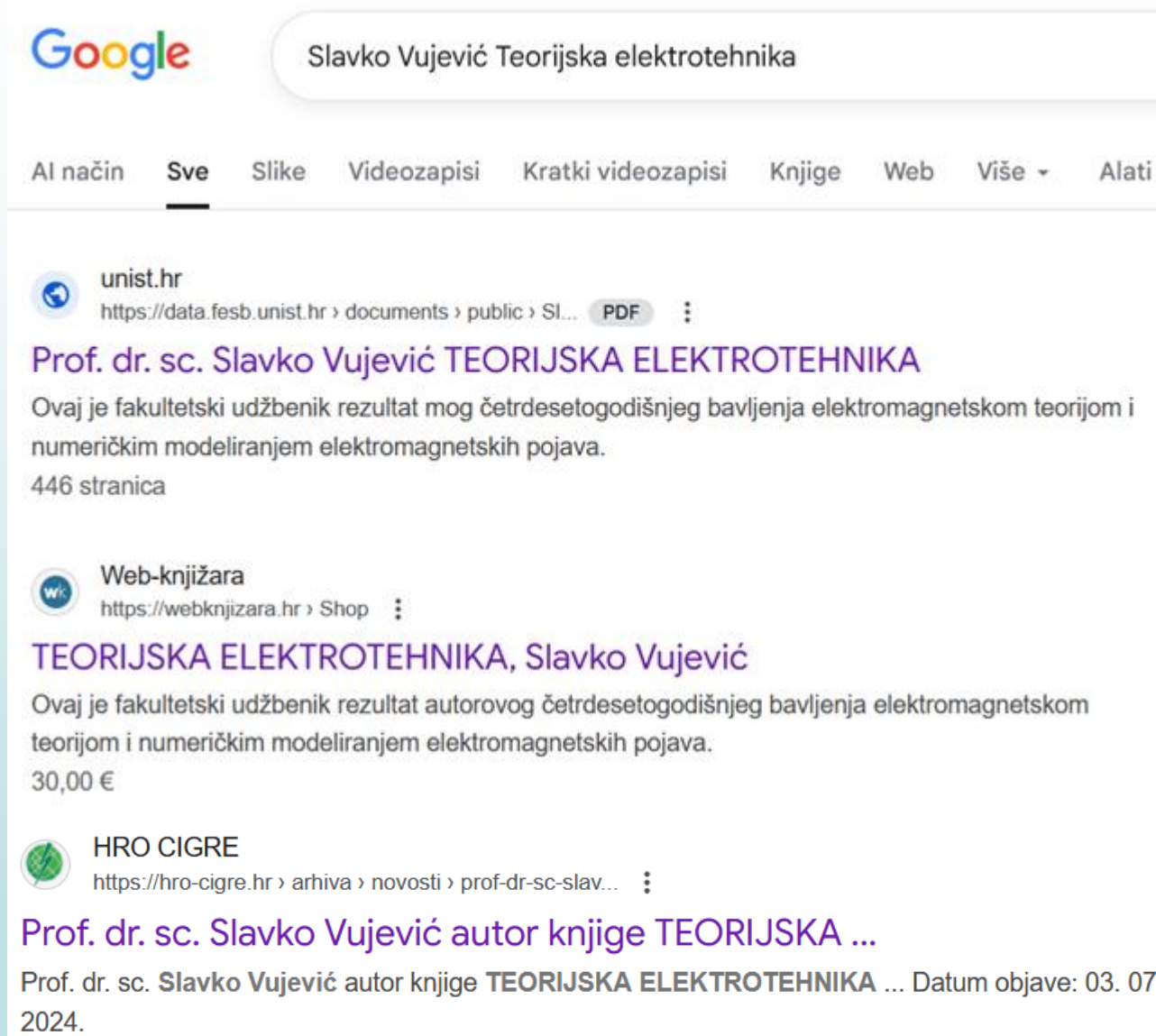
Recenzent

Prof. dr. sc. Rino Lucić

Crteži i tehnička obrada

Prof. dr. sc. Slavko Vujević


ISBN 978-953-290-137-5



Google

Slavko Vujević Teorijska elektrotehnika


AI način Sve Slike Videozapisi Kratki videozapisi Knjige Web Više Alati

 unist.hr
<https://data.fesb.unist.hr/documents/public/SI...> PDF

Prof. dr. sc. Slavko Vujević TEORIJSKA ELEKTROTEHNIKA

Ovaj je fakultetski udžbenik rezultat mog četrdesetogodišnjeg bavljenja elektromagnetskom teorijom i numeričkim modeliranjem elektromagnetskih pojava.


446 stranica

 Web-knjizara
<https://webknjizara.hr/Shop>

TEORIJSKA ELEKTROTEHNIKA, Slavko Vujević

Ovaj je fakultetski udžbenik rezultat autorovog četrdesetogodišnjeg bavljenja elektromagnetskom teorijom i numeričkim modeliranjem elektromagnetskih pojava.

30,00 €

 HRO CIGRE
<https://hro-cigre.hr/arhiva/novosti/prof-dr-sc-slav...>

Prof. dr. sc. Slavko Vujević autor knjige TEORIJSKA ...

Prof. dr. sc. **Slavko Vujević** autor knjige **TEORIJSKA ELEKTROTEHNIKA ...** Datum objave: 03. 07. 2024.



Slavko Vujević Researchgate



AI način

Sve

Slike

Videozapisi

Kratki videozapisi

Knjige

Web

Više ▾

Alati ▾



ResearchGate

<https://www.researchgate.net> › S... · [Prevedi ovu stranicu](#) ⋮

Slavko VUJEVIĆ | Professor Emeritus

Slavko VUJEVIĆ, Professor Emeritus | Cited by 678 | of University of Split, Split | Read 107 publications
| Contact Slavko VUJEVIĆ.



Slavko Vujević ✓

Professor Emeritus · Professor Emeritus at University of Split

About

Publications **107**

Network

About

107

Publications

58,718

Reads ⓘ

681

Citations

PREDGOVOR (1)

Ovaj je fakultetski udžbenik rezultat mog četrdesetogodišnjeg bavljenja elektromagnetskom teorijom i numeričkim modeliranjem elektromagnetskih pojava.

Prvenstveno je namijenjen studentima elektrotehnike, smjera elektroenergetike i u cijelosti pokriva gradivo iz današnjeg kolegija Teorijska elektrotehnika, koji se prethodno izvodio pod imenima: Teorija elektromagnetskih polja i krugova i Teoretska elektrotehnika.

Danas bi prikladnije ime ovog kolegija bilo npr. Elektromagnetizam.

Predavanja iz Teorijske elektrotehnike preuzeo sam od svog uvaženog mentora prof. dr. sc. Mate Kurtovića pa je logično da su mi glavno polazište za koncipiranje sadržaja kolegija i samog udžbenika bila njegova predavanja.

PREDGOVOR (2)

Od velike koristi su mi bili i udžbenici iz elektromagnetizma čiji su autori bili ugledni sveučilišni profesori: Zijad Haznadar, Željko Štih, Tomo Bosanac, Jovan Surutka i Dragutin M. Veličković. Od zbirki zadataka istakao bih zbirku prof. dr. sc. Seada Berberovića.

Od zbirki zadataka istakao bih zbirku prof. dr. sc. Seada Berberovića.

Važno je istaknuti po čemu se ovaj udžbenik razlikuje od ostalih udžbenika iz elektromagnetizma.

Posebno bih istakao da sam na izvoran način definirao Maxwellove jednadžbe u vodljivom sredstvu unutar kojeg se nalaze izvori elektromagnetskog polja, što nije na zadovoljavajući način definirano u postojećoj literaturi.

PREDGOVOR (3)

Osim toga, sustavno sam razvrstao elektromagnetska polja s obzirom na brzinu njihove vremenske promjene.

Ističem i to da sam, za razliku od postojeće literature iz elektromagnetizma, izabrao da je modul fazora efektivna vrijednost pripadne sinusoidalne veličine jer se na taj način modul fazora definira u osnovama elektrotehnike, električnim mrežama i drugim kolegijima.

SADRŽAJ UDŽBENIKA (1)

1. Osnovni pojmovi vektorske analize
2. Osnovne elektromagnetske veličine
3. Jednadžbe građe
4. Sastavnice ukupne plošne gustoće električne struje
5. Fazorska transformacija sinusoidalnih veličina
6. Maxwellove jednadžbe u vremenskom području
7. Maxwellove jednadžbe u fazorskom području
8. Lorentzova sila
9. Elektromagnetski potencijali
10. Valne jednadžbe polja u LIH sredstvu bez izvora
11. Uvjeti na granici dvaju mirujućih sredstava
12. Elektromagnetska energija i Poyntingov teorem

SADRŽAJ UDŽBENIKA (2)

13. Razvrstavanje elektromagnetskih polja s obzirom na brzinu vremenske promjene
 14. Elektrostatičko polje
 15. Stacionarno strujno polje
 16. Magnetostatičko polje
 17. Vremenski promjenjivo elektromagnetsko polje
 18. Teorija električnih mreža i njena ograničenja
 19. Ravni elektromagnetski val
 20. Sinusoidalni ravni val na granici dvaju sredstava
 21. Elektroenergetski prijenosni vodovi
- Literatura

MAXWELLOVE DIFERENCIJALNE JEDNADŽBE U POKRETNOM SAVRŠENOM DIELEKTRIKU

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \nabla \times \vec{H} = \vec{J}_{\text{uk}} = \vec{J}_s + \frac{d\vec{D}}{dt}$$

$$\operatorname{rot} \vec{E} = \nabla \times \vec{E} = -\frac{d\vec{B}}{dt}$$

$$\operatorname{div} \vec{D} = \nabla \cdot \vec{D} = \rho_s$$

$$\operatorname{div} \vec{B} = \nabla \cdot \vec{B} = 0$$

MAXWELLOVE DIFERENCIJALNE JEDNADŽBE U VODLJIVOM POKRETNOM SREDSTVU

$$\nabla \times \vec{H} = \vec{J}_{\text{uk}} = \vec{J}_s + \vec{J} + \frac{d\vec{D}}{dt}$$

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{d\vec{B}}{dt}$$

$$\nabla \cdot \left(\vec{J} + \frac{d\vec{D}}{dt} \right) = -\nabla \cdot \vec{J}_s = g_{\text{st}}$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0$$

~~$$\nabla \cdot \vec{D} = \rho_s$$~~

HELMHOLTZOVE DIFERENCIJALNE JEDNADŽBE U
MIRUJUĆEM SAVRŠENOM LIH DIELEKTRIKU

$$\Delta \underline{\vec{A}} - \bar{\gamma}^2 \cdot \underline{\vec{A}} = -\mu \cdot \underline{\vec{J}}_s$$

$$\Delta \bar{\varphi} - \bar{\gamma}^2 \cdot \bar{\varphi} = -\frac{\bar{\rho}_s}{\varepsilon}$$

$$\underline{\vec{A}} = \frac{\mu}{4 \cdot \pi} \cdot \int_V \frac{\underline{\vec{J}}_s \cdot e^{-\bar{\gamma} \cdot r} \cdot dV}{r} = \frac{\mu}{4 \cdot \pi} \cdot \int_V \frac{\underline{\vec{J}}_s \cdot e^{-j \cdot \beta \cdot r} \cdot dV}{r}$$

$$\bar{\varphi} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon} \cdot \int_V \frac{\bar{\rho}_s \cdot e^{-\bar{\gamma} \cdot r} \cdot dV}{r} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon} \cdot \int_V \frac{\bar{\rho}_s \cdot e^{-j \cdot \beta \cdot r} \cdot dV}{r}$$

HELMHOLTZOVE DIFERENCIJALNE JEDNADŽBE U MIRUJUĆEM VODLJIVOM LIH SREDSTVU

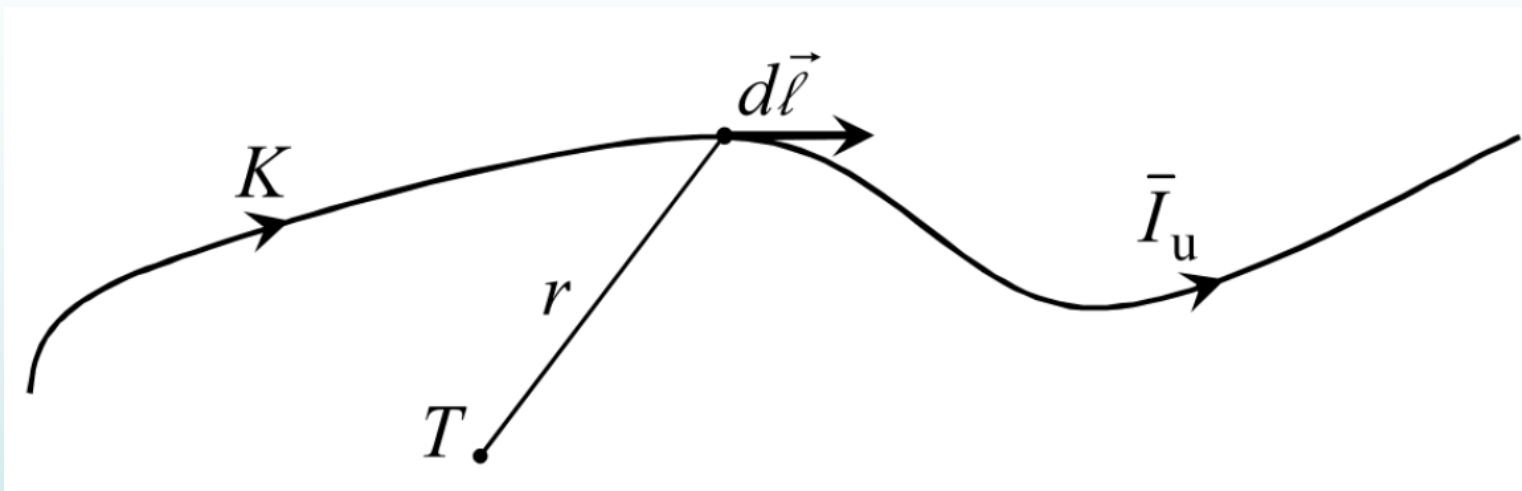
$$\Delta \underline{\vec{A}} - \bar{\gamma}^2 \cdot \underline{\vec{A}} = -\mu \cdot \underline{\vec{J}}_s$$

$$\Delta \bar{\varphi} - \bar{\gamma}^2 \cdot \bar{\varphi} = -\frac{\bar{g}_{st}}{\kappa + j \cdot \omega \cdot \varepsilon}$$

$$\underline{\vec{A}} = \frac{\mu}{4 \cdot \pi} \cdot \int_V \frac{\underline{\vec{J}}_s \cdot e^{-\bar{\gamma} \cdot r} \cdot dV}{r} = \frac{\mu}{4 \cdot \pi} \cdot \int_V \frac{\underline{\vec{J}}_s \cdot e^{-\alpha \cdot r} \cdot e^{-j \cdot \beta \cdot r} \cdot dV}{r}$$

$$\bar{\varphi} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot (\kappa + j \cdot \omega \cdot \varepsilon)} \cdot \int_V \frac{\bar{g}_{st} \cdot e^{-\bar{\gamma} \cdot r} \cdot dV}{r}$$

LORENZOVI POTENCIJALI TANKOŽIČANOG VODIČA U MIRUJUĆEM VODLJIVOM LIH SREDSTVU (1)

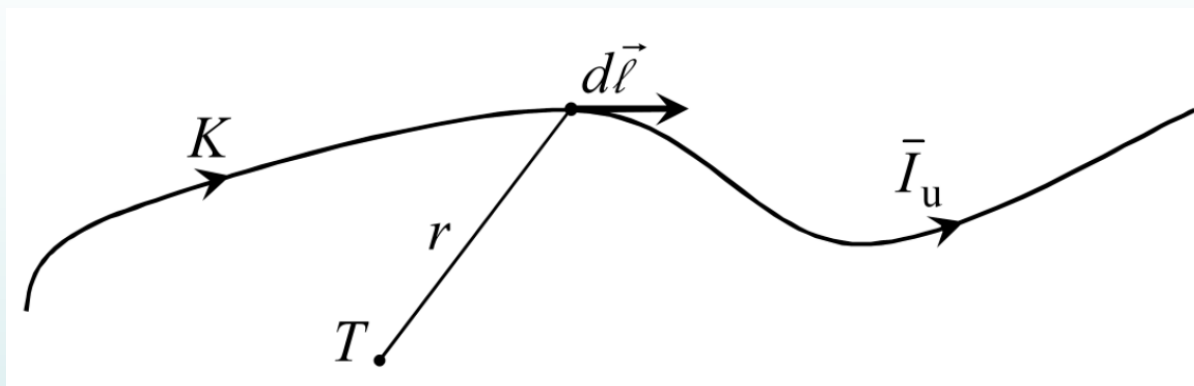


$$\underline{\vec{J}}_s \cdot dV \rightarrow \bar{I}_u \cdot d\vec{\ell}$$

$$\bar{\mathbf{g}}_{st} \cdot dV \rightarrow \bar{\tau}_s \cdot d\ell$$

$$\bar{\tau}_s = -\frac{\partial \bar{I}_u}{\partial \ell}$$

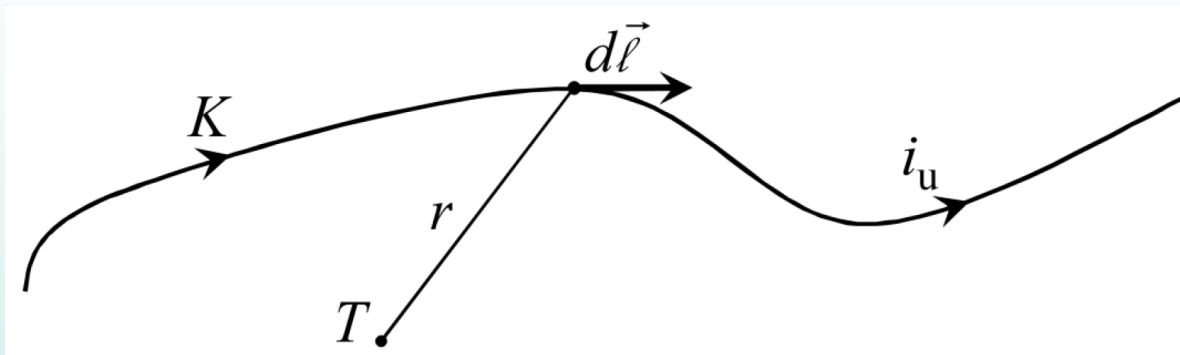
LORENZOVI POTENCIJALI TANKOŽIČANOG VODIČA U MIRUJUĆEM VODLJIVOM LIH SREDSTVU (2)



$$\underline{\vec{A}} = \frac{\mu}{4 \cdot \pi} \cdot \int_K \frac{\bar{I}_u \cdot e^{-\bar{\gamma} \cdot r} \cdot d\vec{\ell}}{r}$$

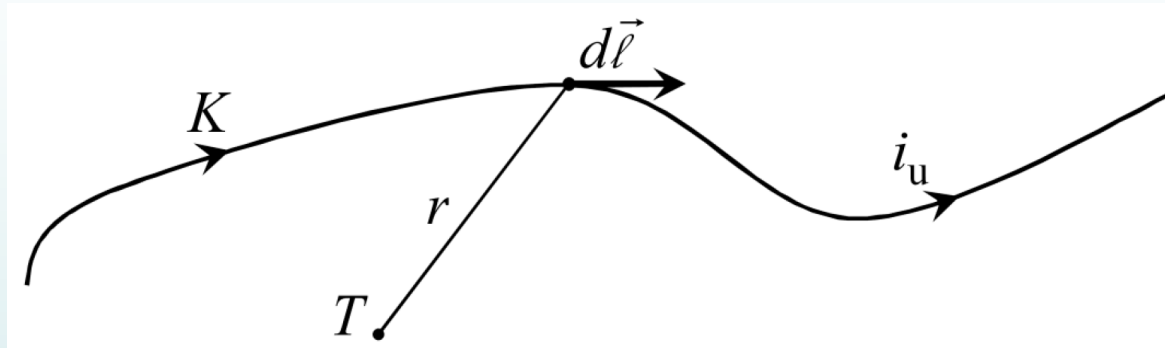
$$\bar{\varphi} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot (\kappa + j \cdot \omega \cdot \varepsilon)} \cdot \int_K \frac{\bar{\tau}_s \cdot e^{-\bar{\gamma} \cdot r} \cdot d\ell}{r}$$

LORENZOVI POTENCIJALI TANKOŽIČANOG VODIČA U MIRUJUĆEM SAVRŠENOM LIH DIELEKTRIKU (1)



$$\vec{J}_s \cdot dV \rightarrow i_u \cdot d\vec{\ell} \quad ; \quad \rho_s \cdot dV \rightarrow \lambda_s \cdot d\ell$$

LORENZOVI POTENCIJALI TANKOŽIČANOG VODIČA U MIRUJUĆEM SAVRŠENOM LIH DIELEKTRIKU (2)



$$\vec{A} = \frac{\mu}{4 \cdot \pi} \cdot \int_K \frac{i_u \left(t - \frac{r}{v} \right) \cdot d\vec{\ell}}{r} \quad ; \quad \varphi = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon} \cdot \int_K \frac{\lambda_s \left(t - \frac{r}{v} \right) \cdot dl}{r}$$

$$\underline{\vec{A}} = \frac{\mu}{4 \cdot \pi} \cdot \int_K \frac{\bar{I}_u \cdot e^{-j \cdot \omega \cdot \frac{r}{v}} \cdot d\vec{\ell}}{r} \quad ; \quad \underline{\varphi} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon} \cdot \int_K \frac{\bar{\lambda}_s \cdot e^{-j \cdot \omega \cdot \frac{r}{v}} \cdot dl}{r}$$

ELEKTROKVAZISTATIČKO SINUSOIDALNO STRUJNO POLJE (1)

$$\nabla \times \underline{\underline{\vec{E}}} = 0 \quad ; \quad \nabla \cdot \underline{\underline{\vec{E}}} = \frac{\bar{g}_{st}}{\kappa + j \cdot \omega \cdot \varepsilon}$$

$$\underline{\underline{\vec{E}}} = -\nabla \bar{\varphi}$$

$$\Delta \bar{\varphi} = -\frac{\bar{g}_{st}}{\kappa + j \cdot \omega \cdot \varepsilon}$$

$$\bar{\varphi} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot (\kappa + j \cdot \omega \cdot \varepsilon)} \cdot \int_V \frac{\bar{g}_{st} \cdot dV}{r}$$

Za tankožičani vodič vrijedi da je:

$$\bar{\varphi} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot (\kappa + j \cdot \omega \cdot \varepsilon)} \cdot \int_K \frac{\bar{\tau}_s \cdot d\ell}{r}$$

ELEKTROKVZISTATIČKO SINUSOIDALNO STRUJNO POLJE (2)

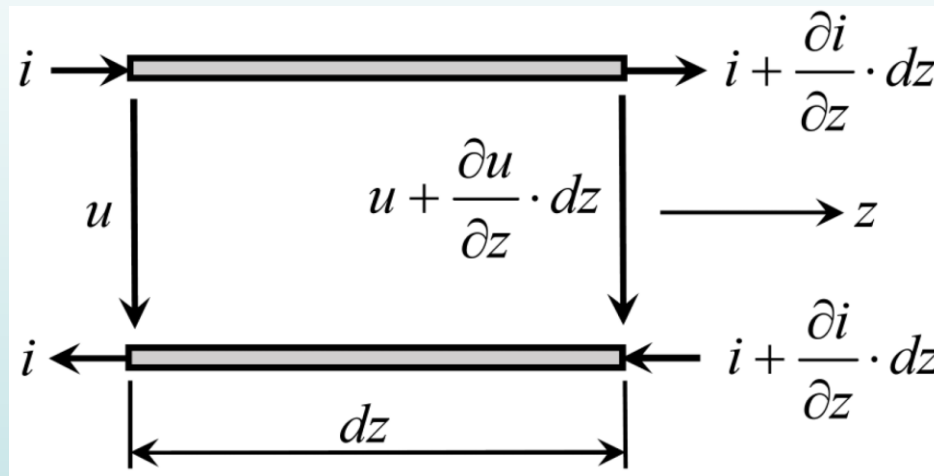
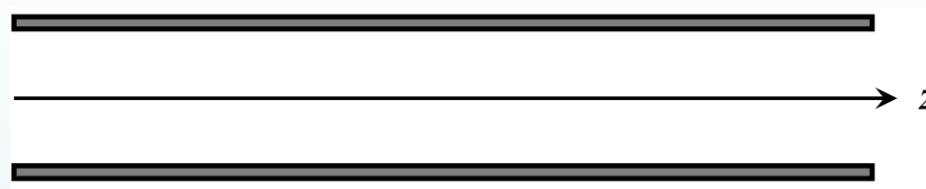
Za točkasti izvor sinusoidalne struje u vodljivom LIH sredstvu vrijedi da je:

$$\Delta \bar{\varphi} = - \frac{\bar{I}}{\kappa + j \cdot \omega \cdot \varepsilon} \cdot \delta(\vec{r}) \quad ; \quad \bar{g}_{st} \rightarrow \bar{I} \cdot \delta(\vec{r})$$

$$\bar{\varphi} = \frac{\bar{I}}{4 \cdot \pi \cdot (\kappa + j \cdot \omega \cdot \varepsilon) \cdot r}$$

Ako se u prethodno navedene izraze uvrsti $\varepsilon = 0$, onda jednačbe **elektrokvazistatičkog** sinusoidalnog strujnog polja u vodljivom LIH sredstvu postaju jednačbe **potpunokvazistatičkog** sinusoidalnog strujnog polja u vodljivom LIH sredstvu.

DVOŽIČNI ELEKTROENERGETSKI VOD



$$-\frac{\partial u}{\partial z} = R \cdot i + L \cdot \frac{\partial i}{\partial t}$$

$$\frac{\partial i}{\partial z} = G \cdot u + C \cdot \frac{\partial u}{\partial t}$$