

1. UVODNE TEME

3. Lorentzova (elektromagnetna) sila

Vsi elektromagnetni pojavi se prepoznavajo skozi Lorentzovo silo, ki učinkuje na električni naboj.

Lorentz je opredelil silo, ki deluje na delček elektrine v elektromagnetnem polju.

4. Porazdelitev elektrin

Prostorska porazdelitev

Ploskovna porazdelitev

Vzdolžna porazdelitev

Točkasti naboj

5. Pretok elektrine – električni tok

Smer določa normala.

6. Vektor gostote električnega toka

7. Kontinuitetna enačba

Zakon o ohranitvi elektrine: naboji ne »nastajajo« in ne »izginjajo«, se le gibajo po prostoru, njihova algebraična vsota je enaka nič. Naslednja enačba je kontinuitetna enačba v integralni obliki, ki v svojem bistvu sloni na zakonu o ohranitvi elektrine in je za poučavanje elektromagnetnih polj temeljna.

8. Razvrstitev elektromagnetnih polj

Mirujoče elektrine

Področje elektromagnetike, ki proučuje zakonitosti učinkov med relativno mirujočimi elektrinami, imenujemo elektrostatika, razredu polj pa rečemo elektrostatična polja.

Tokovna gostota je časovno neodvisna

Ločimo razred časovno konstantnih tokovnih polj in razred magnetostatičnih polj oz. področje enosmernega toka in področje magnetostatike.

Tokovna gostota je krajevno-časovna funkcija

Takšne tokovne gostote pogujejo dinamična (spremenljiva) polja. Temu razredu kratko rečemo kar dinamična polja.

2. ELEKTROSTATIČNO POLJE

9. Coulombov zakon električne sile

Coulombov zakon pravi, da je sila premo sorazmerna produktu obeh elektrin in obratno sorazmerna s kvadratom njune oddaljenosti (odbojna ali privlačna sila).

10. Polje električnih sil

Rezultirajoči vektor sile na elektrino Q dobimo s superponiranjem parcialnih sil oz. z njihovo vektorsko vsoto.

11. Vektor električne poljske jakosti

Vpeljemo normirano vektorsko polje sil. Pripadajočo vektorsko funkcijo bomo označili z E in ji rekla vektor električne poljske jakosti. Definirali jo bomo s kvocientom:

12. Gaussov stavek vektorja električne poljske jakosti

Dobljen izraz imenujemo Gaussov stavek vektorskega polja E . Pretok vektorja E ni odvisen od zunanjih virov, ampak le od algebrske vsote vseh v notranjosti »ujetih« elektrin.

13. Delo sil elektrostaticnega polja

V polje postavimo majhno naelektreno telo z maso in elektrino. To telo smatramo kot majhno, da bo E v notranjosti praktično konstantno. Napišemo enačbo, vsota vseh sil je enaka nič:

Na točkasti naboj deluje v električnem polju električna sila \mathbf{F} . Ko premaknemo naboj iz točke \mathbf{T}_1 v točko \mathbf{T}_2 , opravi ta sila delo:

Stokesov stavek polja E

Za delo elektrostaticnega polja smo ugotovili, da je neodvisno od oblike poti med \mathbf{T}_1 in \mathbf{T}_2 .

14. Potencialna energija

Če elektrostaticno polje opravi za premik elektrine Q od izhodiščne točke T do neskončne okolice delo $A(T, \infty)$, potem rečemo, da je imala elektrina Q v izhodiščni poziciji temu delu količinsko enako potencialno energijo, kar matematično zapišemo kot:

15. Električni potencial in električna napetost

Električno potencialno energijo »razbremenimo« elektrine Q in vpeljemo t.i. normirano električno potencialno energijo ali električni potencial. V splošni točki je definiran s kvocientom:

Pri dani porazdelitvi elektrin pa je opredeljen z izrazom:

Razliko potencialov imenujemo električna napetost:

16. Električno polje v luči potenciala

Ekvipotencialna ploskev je ploskev v prostoru, ki povezuje točke enakega potenciala. Potencial je na ekvipotencialni ploskvi konstanten. Če si za te konstante izbiramo druge vrednosti, dobimo nove ploskve v prostoru, ki pa se ne morejo sekati. Problem nastopi pri prikazu teh ploskev, saj je papir dvodimenzionalen, ploskve pa trodimenzionalne. Tam kjer so ekvipotencialke bolj skupaj je polje E močnejše in obratno.

Kako od potenciala V do polja E ?

17. Točkasti dipol

Električni moment p :

Prostorska gostota električnega momenta P :

Točkasti dipol. Tvori ga par enakih in raznoimenskih elektrin (Q in $-Q$), ki sta si sorazmerno blizu. Njima pripadajoč dipolski moment bi bil:

Potencial dipola:

Sile na točkasti dipol. Vzemimo elektrostatično vektorsko polje E s pripadajočim potencialom V . Zanima nas sila na točkasti dipol, ki bi se znašel v takem polju. Na točkasti dipol deluje navor, ki ga zapišemo kot:

Potencialna energija točkastega dipola:

18. Prevodnik v elektrostatičnem polju

Do tega poglavja smo omenjali, da naj bo žica tanka, prstan tanek itd. S tem smo se izogibali vprašanju kaj je v žici, prstanu itd. Omejili smo se le na podatek, da tam nek presežek elektrine je. Prevodniki so iz kristalne mreže in prostih elektronov, katerih količina je povezana s temperaturo.

Prevodno telo v elektrostatičnem polju. Imamo polje E v katerega damo prevodno telo s presežkom elektrine Q . Če je polje časovno ustaljeno, potem se proste elektrine v prevodniku ne premikajo več in če se ne gibljejo je, nanje ne deluje Coulombova sila. To pomeni, da je električna poljska jakost v prevodniku enaka nič. **V elektrostatiki je E v prevodniku enak nič!**

Avtonomnost električno zaključenih sistemov. Znotraj vseh prevodnih lupin je elektrostatično polje nično. Prevodne lupine razdelijo električno zaključen sistem na več posameznih električno zaključenih sistemov.

Faradeyeva kletka. Ugotovitve tega razdelka kažejo, kako moremo doseči električno »gluho« sobo. Objekt, ki ga želimo zaščititi zapremo v kompakten prevoden plašč oz. t.i. Faradeyeva kletko.

»Okovinjanje« ekvipotencialk. Ekvipotencialko okoli vodnika okovinimo s zelo tanko folijo. Na notranji strani vodnika je q na zunanji pa $-q$.

Vloga in mesto Zemlje kot prevodnika. Zemlja se hipno odziva na morebitne spremembe polja. Kaj moramo reči o elektrostatičnem polju nad ravno prevodno podlago (zemljo), če se nekje nad podlago nahaja točkasta elektrina. Vsaka elektrina, s katero eksperimentiramo ima svojo nasprotno elektrino na zemlji, s katero tvori električno zaključen sistem.

19. Izolator – dielektrik v elektrostatičnem polju

Ostanejo nam še neprevodne, izolacijske snovi oz. t.i. dielektrične snovi ali kratko dielektriki. Njihovo obnašanje je v elektrostatičnem polju povsem drugačno, pogojeno je z izrazitim pomanjkanjem prostih elektronov. Relaksacijski časi so »neskončno« dolgi v primerjavi z prevodniki.

Dipolska polarizacija Na dipol v električnem polju deluje navor, ki ga teži zavrteti v smer polja. Molekule nekaterih snovi imajo že po naravi dipolski karakter. Če zunanega polja ni so te molekule kaotično orientirane v prostoru in nimajo svojega rezultirajočega električnega polja. Pod vplivom zunanjega polja težijo te dipoli zavzeti stanje minimalne el. Potencialne energije. Pri tem jih ovirajo medmolekularni trki, zato moremo govoriti le o delni usmeritvi. Te delno orientirani dipoli pa ustvarjajo tudi svoje električno polje, ki se vektorsko superponira k zunanjemu el. Polju. Vpeljimo vektor prostorske gostote dipolskih momentov z limito:

Elektronska polarizacija V dobrih izolatorjih so prosti elektroni »prava redkost«, večina je trdno vezanih na jedro. Težišče elektronskega »omota« je v jedru, zato atom ne izkazuje rezultančnega dipolskega momenta. V primeru, da pa je takšen atom v električnem polju, se elektronski omot izmakne iz jedra v obratni smeri polja, pojavi se dipolski moment atoma v smeri polja. V atomarni združbi atomov se podobno zgodi z vsakim atomom. Na prihajajoči strani polja imamo presežek (-) elektrine na odhajajoči strani pa presežek (+) elektrine. Elektrine na zunanjih plasteh pa ustvarjajo v vmesnem prostoru polje, ki je v nasprotni smeri zunanjega polja.

Ionska polarizacija V snoveh z ionsko vezjo teži zunanje polje razmakniti ione v kristalni mreži. S tem se inducirajo električni dipolski momenti.

Skupna polarizacija V dejanskih razmerah se pojavljajo polarizacijski mehanizmi v kombinacijah. Linearen odnos med vektorjem skupne polarizacije P in električno poljsko jakostjo E bomo pisali kot:

Prebojna trdnost Pri dovolj močnem el. polju se število prostih elektronov poveča in izolator postane prevoden, izolator prebija.

20. Vektor gostote električnega pretoka

Vektorsko količino gostote električnega pretoka označujemo z D in je definirana z enačbo:

Integral gostote pretoka D bo torej (Gaussov stavek vektorja D):

Če za Q uporabimo enačbo za porazdelitev naboja:

To je 4. Maxwelllova enačba.

Dielektričnost Pri večini izolatorjev je zveza med D in E linearna.

21. Električni pretok

Analogija z vodo skozi cev, ki ga ponazorimo z tokovnicami.

22. Mejni pogoji elektrostaticnega polja

Kaj je z vektorjema E in D na prehodu med različnima medijema?

Mejni pogoj vektorja E Za ta vektor vedno velja, da je njegov krivuljni integral po sklenjeni poti enak nič.

Mejni pogoj beremo takole: tangencialna komponenta vektorja električne poljske jakosti prehaja mejo dveh sredstev zvezno.

V vektorski obliki:

Mejni pogoj vektorja D Mejni pogoj beremo takole: normalna komponenta vektorja D napravi na meji dveh medijev skok, ki je enak gostoti proste ploskovne porazdelitve elektrine na tistem mestu.

V vektorski obliki:

Elektrostatično polje ob meji Poglejmo si dve tipični stičišči medijev (izolator-prevodnik, izolator-izolator). Zakonitost preloma elektrostatičnih polj:

23. Vir enosmerne napetosti

Električni model napetostnega vira

- 1) Naj v nekem neelektričnem sistemu obstaja določena generatorska sila, ki zmore naboje prenašati z mesta B na mesto A, in tako na tem mestu ustvarjati presežek (+) elektrine, na mestu B pa enak presežek (-) elektrine.
- 2) V smislu Coulombove sile morejo tej sili prirediti ekvivalentno električno poljsko jakost.
- 3) »Preseljevanje« elektrin se konča, ko je elektrino polje (E) razdvojenih (+-) elektrin v ravnovesju z omejeno ekvivalentno jakostjo E_g .

Vpeljemo napetost (U_g) generatorja pri odprtih sponkah:

Delo vira:

Elektritev Če želimo telo naelektriti, (+) sponko generatorja galvansko povežemo s telesom, (-) sponko pa ozemljimo. Ko ob trenutku $t=0$ vklopimo stikalo, steče iz zemlje, preko vira, na telo tok $i(t)$. Tok teče toliko časa, dokler se napetost u med telesom in zemljo ne izenači z napetostjo U_g . Za elektrenje je značilna eksponentna funkcija.

24. Kapacitivnost

Elektrine v določenem električno zaključenem sistemu povečamo za faktor k : $Q \rightarrow kQ$, $E \rightarrow kE$, $D \rightarrow kD$, $V \rightarrow kV$, $U \rightarrow kU$ (lastnost homogenosti). Druga lastnost pa je veljavnost stavka superpozicije. Če tvorijo elektrine Q_1, Q_2, Q_3, \dots določen električno zaključen sistem in pripadajo tem elektrinam polja E_1, E_2, E_3, \dots . Potem je rezultirajoče polje njihova vsota $E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots$. Podobno velja za ostale količine (U, D, V). Ti lepi lastnosti pa veljata le, če je izolator linearen.

Kapacitivnost Kapacitivnost bomo označili s C , definirali pa s kvocientom:

Simbol:

Delne kapacitivnosti Pojem vpeljemo, v tistih elektrostatičnih sistemih, kjer relevantno polje določajo elektrine na treh ali več prevodnih telesih. Enačba za potenciale teles v matrični obliki:

ali kratko:

V in Q vektorja potencialo in elektrin, P pa je matrika potencialnih kvocientov. Elektrine izračunamo na naslednji način:

Delna kapacitivnost C bomo definirali kot razmerje med količino električnega pretoka, ki se vzpostavi med telesoma, in potencialno razliko med njima:

$$Q = C V$$

Nadomestna kapacitivnost med dvema prevodnima telesoma danega električnega sistema več prevodnih teles bomo definirali s kvocientom množine elektrine, s katero se telesi naelektrita, in napetostjo elektrenja:

25. Metoda zrcaljenja

Metoda zrcaljenja je razmeroma preprosta metoda. Pomožne ali ekvivalentne elektrine se v primeru ravnine nahajajo v zrcalnih legah, v primeru valjev in krogel pa v ekscentričnih legah. Govorimo o zrcaljenju na ravnini, krogli ali valju. Srž metode zrcaljenja je skrit ravno v iskanju leg in velikosti pomožnih elektrin, ki določajo takšno polje, da so za te elektrine »naše« prevodne površine ekvipotencialne ploskve.

26. Energija elektrostaticnega polja

Elektrenje prevodnega telesa

Razelektrenje prevodnega telesa

Elektritev in izelektritev prostora

Evalvacija električne energije elektrostaticnega sistema

Energija je tako:

Energija v elektrostaticnem sistemu prevodnih teles Energija v takem sistemu je kar vsota:

Gostota el. Energije

Vzemimo prevodno telo na zemljo, narišimo ekvipotencialko in jo okovinimo. Pred okovinjanjem je bila energija v vmesnem prostoru, po okovinjanju ostaja še naprej na svojem mestu. Oziroma, energija v določenem delu je izključno v domeni stanja el. Polja, tega pa enoumno opredeljujeta E in D (ki se z okovinjanjem ne spreminjata).

Kapacitivnost kot energijski koeficient

Kondenzator s kapacitivnostjo, priključen na napetost U , energija v njem:

Kapacitivnost:

Elektrenje prostora z nelinearnim izolatorjem (dielektrikom)

27. Gibalni procesi

Vzemimo za električni sistem prevodno telo nad zemljo, zanima pa nas, kam hoče sila na nevtralno telo to telo premakniti in v kakšni zvezi je ta sila z energijo električnega polja. V grobem nevtralno telo deluje kot dipol in je orientiran v smeri polja. Dipol sbi se gibal v tisti del prostora, kjer je polje najmočnejše (t.j. med naelektrenim telesom in zemljo). Telo bomo naelektrili z napetostjo U_g (med telesom in zemljo). Ločili bomo pa 2 primera:

a) Napetostni vir po naelektritvi izključimo

Če se telo zaradi električne sile premakne za dl bo polje opravilo delo, ki bo na račun zmanjšanja energije.

b) Napetostni vir po naelektritvi pustimo vključen

V seštevek energij moramo vključiti tudi delo vira A_g :

Če se drugo telo giblje pod vplivom F_e , se bo polovica vložene delo generatorja porabila za premik, polovica pa za gradnjo polja. Težnja polja je dvigovanje dielektrika v močnejše polje.

28. Kondenzatorska vezja

Več ločenih, med seboj neodvisnih kondenzatorjev in napetostnih virov (ločena polja). Zanima nas le (Q , U) razmere na njih in ne več količine polja.

Vezava kondenzatorjev:

a) Vzporedna vezava

Napetosti so na vseh kondenzatorjih enake U_g . Nadomestna kapacitivnost je:

b) Zaporedna vezava

Nadomestna kapacitivnost je:

Analiza kondenzatorskih vezij

Ekvivalentnost vezja zvezda in vezja trikot

Pri mostičnih vezjih z direktno uporabo eničb ne moremo izračunati C_{nad} za vezje, pomagamo si s pretvorbami zvezda-trikot in trikot-zvezda.

Elektrenje kondenzatorjev z naelektrenim kondenzatorjem

3. ČASOVNO KONSTANTNO TOKOVNO POLJE

29. Prevajanje elektrin v električnem polju

Če imamo naelektreno telo se bo to sčasoma razelektrilo, saj nimamo idealnega izolatorja (vakuum).
Skozi izolant teče izolacijski ali konduktivni tok:

Ki med elektrenjem vse bolj usiha, saj je preostanek presežnih elektrin vse manjši (zato sta tudi U in E vse manjša). Da se telo ne bo razelektrilo, ga priklopimo na vir napetosti:

Ugotovitve:

- za vzdrževanje elektrostaticnega polja potrebujemo zunanje vire
- istočasno se pojavijo el. tokovi v žicah in izolatorjih – v vseh za elektrine vodljivih snoveh, pripada jim tokovna gostota:
- v medijih, kjer teče tok, se po Joulovem zakonu sprošča toplotna energija, ki je rezultat trkov med delci

Konduktivni tok: nosilci toka so elektroni, ki se pod vplivom polja električnih sil gibljejo skozi snov

Konvektivni tok: nosilci elektrine so izstreljeni v redek plin ali vakuum in se po prostoru, kjer je tudi polje E , gibljejo neovirano po zakonitostih enačbe ($-mv+Fu+QE=0$).

30. Ohmov in Joulov zakon

Namesto $i(kond)$ in $J(kond)$ pišemo i in J .

Ohmov zakon

E v prevodniku ni nič, kot smo trdili, je pa manjše kot v izolantih. Enačba Ohmovega zakona v »fizično majhni prostornici«:

V makroskopskem smislu je to tudi Ohmov zakon v splošni točki:

Specifična prevodnost in specifična upornost Temperaturna odvisnost specifične upornosti je podana z linearno enačbo:

Ohmov zakon v razširjeni obliki Zakonitosti Ohmovega zakona moremo razširiti tudi na generatorjevo substanco, ki tudi ima določeno specifično prevodnost:

Joulov zakon Delo električnih sil za premikanje elektrine skozi volumen se sprti pretvarja v toplotno energijo snovi v istem volumnu. Gostota moči:

Intenzivnost sproščanja toplotne energije v danem območju V ali kratko jouske izgube:

Razširjen Joulov zakon v integralni obliki

Ohmov in Joulov zakon v časovno spremenljivem polju

31. Časovno konstantno tokovno polje

Govorimo o zvezi med električnim poljem, ki ga določata E in D , in o tokovnem polju, ki ga določata E in J .

32. Mejni pogoji v tokovnem polju

Povsod mora veljati:

Mejni pogoj:

- a) Tokovno polje vstopa pravokotno na mejo dveh snovi:

- b) Tokovno polje vstopa poševno na mejo dveh snovi:

33. Električna upornost (prevodnost) in izguba moči

Vzamemo odsek žice. Vstopni tok je enak izstopnemu. Pretok tokovne gostote J skozi plašč lahko ponazorimo z več tanjšimi pretočnimi cevkami. Potencialna razlika med vstopnim in izstopnim mestom je enaka napetosti U . Električna upornost:

Električna prevodnost:

Linearno soodvisnost med tokom in napetostjo imenujemo tudi Ohmov zakon integralnih količin.
Simbol upora:

Nelinearna upornost: Temperatura je neenakomerna po prevodniku – napetostno-tokovna odvisnost je nelinearna. Upornost zmerimo z merilno metodo. Značilna za polprevodniške elemente (zener dioda, transistor, vakuum dioda, tlivka,...)

Izgubna moč:

34. Dualnost električnega in tokovnega polja

Zveza med kapacitivnostjo in izgubno prevodnostjo kondenzatorja s homogenim dielektrikom.

Nadomestno vezje realnega kondenzatorja: Realen kondenzator ni le kondenzator, marveč tudi upor hkrati. Nadomestno RC vezje:

Ozemljitev upornosti (ozemljil):

Napetost koraka:

Potencial ozemljila:

Ozemljitvena upornost:

35. Kirchhoffova zakona

1. Kirchhoffov zakon: Vsota vseh pritekajočih tokov v spojišče je vedno enaka 0.

2. Kirchhoffov zakon: Vsota padcev napetosti v sklenjeni zanki je 0.

4. Enosmerna električna vezja

36. Elementi enosmernih električnih vezij

Aktivni in pasivni:

-aktivni : neodvisni in odvisni napetostni in tokovni viri

-pasivni: uporovni elementi

Napetostni vir:

U_g - napetost vira, ko je ta neobremenjen oz. napetost odprtih sponk

R_g – notranja upornost

I – tok, ki teče skozi vir

Enačba realnega napetostnega vira (če je R_g konstanten je vir linearen):

Tokovni vir:

I_g – tok vira, ko sponki kratkostičimo oz. kratkostični tok

Enačba enosmernega tokovnega vira:

Vezave enosmernih virov

a) Zaporedna vezava virov

b) Vzporedna vezava virov

Odvisni krmiljeni viri: Tok oz. napetost vira sta odvisna od toka v neki tretji veji oz. od neke tretje napetosti v preostalem delu vezja.

Upor:

Linearen: Opredelimo z vrednostjo upornosti, ukvarjali se bomo večinoma z njimi kjer velja Ohmov zakon.

Nelinearen: opredelimo z (U,I) karakteristiko.

Grafično reševanje: Imamo idealen vir napetosti U_g , na katerega preko predupora R priključimo nelinearen upor. Levi del vezja lahko razumemo kot realen napetostni vir s spreminjajočim notranjim uporom.

Vezave uporov:

a) Vzporedna vezava

Napetost U_g je skupna vsem uporom

Tok I se razdeli v tokove skozi vsak upor (1. K. Z)

b) Zaporedna vezava

Skozi vse upore teče isti tok I .

Skupna napetost je vsota posameznih padcev na uporih (2. K. Z.)

c) Mešana vezava

Enako kot pri C-vezjih, tudi v R vezjih velja pretvorba zvezda trikot in obratno. Vezavi bosta ekvivalentni, če bodo med pari sponk enake upornosti.

Kondenzatorji v enosmernem vezju Če v enosmernih vezjih kondenzatorji nastopajo, potem v vejah s kondenzatorji toka ni. (če izolacijski tok zanemarimo)

37. Metode reševanja enosmernih linearnih vezij

V tem okviru se bomo seznanili z:

- i) direktno Kirchhoffovo metodo
- ii) metodo spojiščnih potencialov
- iii) metodo zančnih tokov

Vezje, veja, spojišče in graf

Električno vezje je zvezje vej, ki se stekajo v posamezna spojišča. Veja mora vsebovati aktiven ali pasiven element.

Večino vezij je v elektrotehniko na ustreznem mestu ozemljenih.

Direktna Kirchhoffova metoda

1. Kirchhoffov zakon lahko zapišemo za eno spojišče manj kot jih imamo v vezju.

Ker potrebujemo toliko neodvisnih enačb kot imamo vej zapišemo še 2. Kirchhoffov zakon za sklenjene zanke (izbiramo si jih tako, da vsakič uporabimo le eno od vezi). Nato rešimo sistem enačb.

Metoda zančnih tokov

Vezje je sestavljeno iz več zank, ki imajo določene veje skupne. Vsaki zanki priredimo ekvivalenten zančni tok (J), ki je v tisti veji, ki ni skupna nobeni drugi zanki, enak kar vejnemu toku (I). V veji, ki pa je skupna večim zankam pa je vejni tok ustrezna vsota sosednjih zančnih tokov.

Metoda spojiščnih potencialov

Vejne napetosti lahko izrazimo kot razliko potencialov spojišč, ki so krajišča vej.

Eno spojišče ozemljimo, za ostala zapišemo 1.K.Z.

Analiza vezja z idealnimi elementi

38. Stavki o enosmernih električnih vezjih

Stavek superpozicije

Za enosmerna linearna vezja, ki vsebujejo 2 ali več virov. Znančne toke ali pa spojiščne potence izračunamo s superpozicijo prispevkov vsakega od virov posebej, pri tem pa so vsi ostali viri deaktivirani. Deaktiviran napetostni vir je vir brez napetosti, ki ga nadomestimo s kratkostično vezjo med sponkami. Deaktiviran tokovni vir pa je vir brez toka, ki ga nadomestimo z odprtimi sponkami.

Stavek o nadomestitvi

Če v nekem enosmernem vezju v določeni (i-ti) veji poznamo vejno napetost (U_i) ali vejni tok (I_i), potem lahko to vejo nadomestimo z neodvisnim realnim napetostnim virom ali neodvisnim realnim tokovnim virom. Razmere v preostalem delu vezja se v ničemer ne spremenijo.

Tellegenov stavek

Osrednja vsebina tega stavka je močnostna bilanca enosmerne vezja. Če v enosmernem vezju označimo vejne toke in vejne napetosti potem velja:

Vsota moči virov je enaka vsoti moči bremen.

Stavek Thevenina in stavek Nortona

Nanašata se na aktivno dvopolno linearno vezje.

Thevenin: aktivno linearno dvopolno vezje je možno ekvivalentno nadomestiti z realnim napetostnim virom, ki ima napetost odprtih sponk U_t , R_t pa je nadomestna notranja upornost med sponkama, ko so neodvisni viri vezja deaktivirani

Norton: aktivno linearno dvopolno vezje je možno nadomestiti z realnim tokovnim virom, ki ima tok kratkega stika I_n , med sponkama pa nadomestno prevodnost vezja, ko so neodvisni viri vezja deaktivirani.

Stavek maksimalne moči

Če na neko linearno dvopolno vezje priključimo upor, potem bo moč na njem največja takrat, ko bo njegova upornost enaka notranji upornosti tega vezja med priključenima sponkama.

Stavek recipročnosti

Velja za pasivna linearna štiripolna vezja. Če med levi sponki priključimo tokovni vir in bo med sponkama napetost, in če med desni sponki priključimo tokovni vir in bo med levima sponkama napetost potem velja:

Tako kot vpliva vhod na izhod, tako tudi izhod vpliva na vhod- recipročnost.