PUBLIKACIJE ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U BEOGRADU
PUBLICATIONS DE LA FACULTÉ D'ÉLECTROTECHNIQUE DE L'UNIVERSITÉ À BELGRADE

SERIJA: MATEMATIKA I FIZIKA — SÉRIE: MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUE

№ 41 (1960)

ELEKTRIČNE MREŽE KOJE SE PONAŠAJU KAO IDEALNI GENERATORI PREMA JEDNOJ GRANI

Mirko M. Milić

Sadržaj. — *U članku se razmatra mogućnost dobijanja napona i struje u nekoj grani složene mreže koji ne zavise od impedanse ili admitanse te grane ili neke druge grane. U prvom slučaju, pomoću teoreme I, pokazuje se da se problem svodi na iznalaženje sopstvenih kompleksnih učestanosti mreže sa dotičnom granom u prekidu ili u kratkom spoju. Pod ovim uslovima celokupna mreža se ponaša prema ovoj grani kao jedan idealan strujni odnosno naponski generator. U drugom slučaju, teorema II daje uslove nezavisnosti napona ili struje u jednoj grani od impedanse neke druge grane. Međutim, pošto su ovi uslovi dati nulama prenosnih admitansi i impedansi, oni ne stoje ni u kakvoj vezi sa sopstvenim kompleksnim učestanostima date mreže.*

Uvod. U jednoj linearnoj mreži sa konstantnim parametrima, u kojoj su svi pobudni izvori prostoperiodične ili eksponencijalne funkcije vremena, kompleksna struja ili kompleksni napon neke grane j su bilinearne funkcije kompleksne impedanse ili admitanse neke druge grane k. Ovo je razumljivo ako se ima u vidu da se kompleksna struja ili napon grane j mogu pretstaviti količnikom dveju determinanata, pri čemu kompleksna impedansa grane k, $\check{Z}_k$, ulazi kao aditivni član u sastav elemenata ovih determinanata.

U skladu sa osobinom bilinearne funkcije $\check{Z}$, $\dfrac{\check{a}\check{Z}+\check{b}}{\check{c}\check{Z}+\check{d}}$, da se ona identički svodi na jednu konstantu ukoliko je ostvaren odnos $\dfrac{\check{a}}{\check{b}}=\dfrac{\check{c}}{\check{d}}$, pokazaćemo da je pod izvesnim uslovima moguće postići takvo stanje u mreži da napon ili struja grane j ne zavise od parametara koji karakterišu granu k. U takvom režimu razlikovaćemo slučaj kada struja ili napon grane k ne zavise od impedanse ili admitanse ove grane, od slučaja kada oni ne zavise od impedanse ili admintanse neke druge grane j.

1. Posmatrajmo jednu električnu mrežu koja može da sadrži sve vrste linearnih, ali od vremena nezavisnih, elemenata. Neka u njoj ima m grana koje ne pripadaju jednom utvrđenom stablu. Tada, kao što je poznato [1], svaka od ovih m grana — spojnica, kada se pridruži stablu mreže, definiše na jedinstven

način jednu konturu takvu, da je struja u njoj istovremeno i struja u dotičnoj grani — spojnici. Struje u ovim granama — spojnicama obrazuju jedan nezavisan skup konturnih struja u mreži.

Pretpostavimo da su sve elektromotorne sile duž pojedinih kontura, pseudoperiodične funkcije vremena jedne iste kompleksne učestanosti $\check{p}$ $(\check{p} = \sigma + j\omega)$, oblika

$$e_\mu = Re\{\check{E}_\mu e^{\check{p}t}\}. \tag{1}$$

Ako sa $\check{W}_{\mu\nu}(\check{p})$, $(\mu, \nu = 1, 2, \ldots, m)$ označimo sopstvene $(\mu = \nu)$ i međusobne $(\mu \neq \nu)$ impedanse kontura, a sa $\check{I}_\nu$ odgovarajuće kompleksne struje kontura, jednačine ravnoteže po konturama su

$$\sum_{\nu=1}^{m} \check{W}_{\mu\nu}(\check{p})\, \check{I}_\nu = \check{E}_\mu \qquad (\mu = 1, 2, \ldots, m). \tag{2}$$

Struja u grani k data je izrazom

$$\check{I}_k = \sum_{\nu=1}^{m} \frac{\check{\delta}_{\nu k}(\check{p})}{\check{\delta}(\check{p})} \check{E}_\nu, \tag{3}$$

gde je $\check{\delta}(\check{p})$ determinanta sistema jednačina (2), a $\check{\delta}_{\nu k}(\check{p})$ kofaktor ν- te vrste i k- te kolone ove determinante. Napon na krajevima k- te grane je

$$\check{U}_k = \check{Z}_k \check{I}_k. \tag{4}$$

Pošto je grana k, po pretpostavci, nezavisna — spojnica — u mreži, $\check{Z}_k$ ulazi kao sabirak samo u sastav izraza za sopstvenu impedansu konture k, $\check{W}_{kk}$. Imajući ovo u vidu, izrazi za napon i struju mogu se pretstaviti u obliku

$$\check{U}_k = \frac{Z_k \left[\sum_{\nu=1}^{m} \check{\delta}_{\nu k}(\check{p})\, \check{E}_\nu \right]}{\check{\delta}^\circ(\check{p}) + \check{Z}_k \cdot \check{\delta}_{kk}(\check{p})} \tag{5}$$

i

$$\check{I}_k = \frac{\sum_{\nu=1}^{m} \check{\delta}_{\nu k}(\check{p})\, \check{E}_\nu}{\check{\delta}^\circ(\check{p}) + \check{Z}_k \cdot \check{\delta}_{kk}(\check{p})}. \tag{6}$$

U ovim izrazima $\check{\delta}^\circ(\check{p})$ označava determinantu sistema za $\check{Z}_k = 0$, a $\check{\delta}_{kk}(\check{p})$ kofaktor k- te vrste i k- te kolone determinante $\check{\delta}(\check{p})$.

Napon $\check{U}_k$ neće zavisiti od impedanse grane k ako je zadovoljen uslov

$$\check{\delta}^\circ(\check{p}) = 0. \tag{7}$$

Isto tako, da bi struja u ovoj grani bila nezavisna od $\check{Z}_k$ potrebno je da bude zadovoljen uslov

$$\check{\delta}_{kk}(\check{p}) = 0\,. \tag{8}$$

$\check{\delta}^\circ(\check{p})$ pretstavlja determinantu sistema jednačina (2) kada je grana k u kratkom spoju. Kako je ona prema (7) jednaka nuli, to ona ujedno pretstavlja eliminantu sistema (2) kada su sve elektromotorne sile $\check{E}_\mu$ jednake nuli, tj. homogenog sistema jednačina ravnoteže po konturama u slobodnom režimu sa kratko spojenom granom k. Prema tome, za ovako dobijenu mrežu, koreni $\check{p}_1, \check{p}_2, \ldots$ jednačine (7) pretstavljaju sopstvene kompleksne učestanosti.

Slično ovome, $\check{\delta}_{kk}(\check{p})$ može se shvatiti kao determinanta sistema jednačina ravnoteže po konturama kada je grana k uklonjena, tj. u otsustvu k-te konture. Kako ona prema (8) mora biti jednaka nuli pa da struja u grani k ne zavisi od njene impedanse, to i ona pretstavlja eliminantu za homogeni sistem (2) ali bez k-te jednačine i sa $\check{I}_k=0$. Na taj način jednačina (8) određuje sopstvene kompleksne učestanosti mreže $\check{p}_1', \check{p}_2', \ldots$ sa prekinutom granom k. Ovim je dokazana sledeća teorema:

Teorema I. *U svakoj složenoj mreži napon neke grane **k** ne zavisi od impedanse te grane ako se kompleksna učestanost svih generatora poklapa sa jednom od sopstvenih kompleksnih učestanosti mreže sa granom **k** u kratkom spoju; ako je pak učestanost ovih generatora jednaka jednoj od sopstvenih kompleksnih učestanosti mreže sa uklonjenom granom **k**, struja u ovoj grani ne zavisi od njene impedanse.*

To znači da, ako je data jedna linearna mreža u kojoj se posmatra jedna grana k, pri čemu su $\check{p}_1, \check{p}_2, \ldots$ sopstvene kompleksne učestanosti date mreže, a $p_1', p_2', \ldots$ sopstvene kompleksne učestanosti mreže kada je grana k uklonjena, na osnovi gornje teoreme može se zaključiti sledeće: Ako je kompleksna učestanost generatorâ $\check{p}$ jednaka jednoj od sopstvenih komleksnih učestanosti $\check{p}_1, \check{p}_2, \ldots$, napon na krajevima jednog proizvoljnog prijemnika umetnutog u bilo koju granu mreže neće zavisiti od njegove impedanse, a ako je kompleksna učestanost generatorâ jednaka jednoj od kompleksnih učestanosti $\check{p}_1', \check{p}_2', \ldots$, struja u prijemniku umetnutom u granu k biće nezavisna od njegove impedanse. Međutim, ako se ovaj prijemnik premesti u neku drugu granu l a grana k prekine, napon na njegovim krajevima za istu učestanost generatora ($\check{p}=\check{p}_1', \check{p}_2', \ldots$) neće zavisiti od njegove impedanse jer su sada $\check{p}_1', \check{p}_2' \ldots$ sopstvene kompleksne učestanosti mreže sa kratko spojenim prijemnikom. Na isti način, za učestanosti generatora $\check{p}_1, \check{p}_2 \ldots$, struja u prijemniku, priključenom između bilo koja dva čvora u mreži, ne zavisi od njegove impedanse jer su sada ove učestanosti sopstvene kompleksne učestanosti mreže sa uklonjenim prijemnikom. Očigledno je da isto stanje nastupa i za učestanosti generatora $\check{p}=\check{p}_1', \check{p}_2', \ldots$ ako je grana k prekinuta. Ako se za posmatranu mrežu definišu još i sopstvene kompleksne učestanosti $\check{p}_1'', \check{p}_2'', \ldots$ kada je grana k u kratkom spoju, tada je za ove učestanosti generatora napon na krajevima ove grane uvek isti bez obzira kakav joj se prijemnik priključuje. Za iste učestanosti struja u prijemniku priključenom između dva proizvoljna čvora u mreži neće zavisiti od njegove impedanse ako je pri tome grana k kratko spojena.

U slučaju kada se akcije pobudnih izvora u mreži menjaju po prostoperiodičnom zakonu ($\check{p}=j\omega$), jasno je da kružna učestanost ovih izvora ω može biti jednaka samo jednoj od sopstvenih kružnih učestanosti neprigušenih oscilacija mreže pa da jedna od jednačina (7) ili (8) bude zadovoljena. Drugim rečima, u prinudnom režimu prostoperiodičnih akcija, uslovima teoreme I udovoljavaju samo čisto reaktivne mreže.

Ukoliko postoji dualna mreža za posmatranu, na sličan način se može pokazati da jednačina (7) izražava uslov nezavisnosti struje u grani k od admitanse te grane $\check{Y}_k$, s tim što sada δ° pretstavlja determinantu sistema jednačina ravnoteže po metodi napona između čvorova za uslov $\check{Y}_k = 0$, tj. kada je grana k uklonjena. Isto tako jednačina (8) izražava uslov nezavisnosti napona grane k od $\check{Y}_k$. Ovde δ_{kk} pretstavlja determinantu sistema jednačina ravnoteže po metodi napona između čvorova ali sa granom k u kratkom spoju.

Teoremi I može se dati jedno prosto fizičko tumačenje. Zaista, iz jednačine (5) se vidi da, u slučaju ispunjenja uslova (7), napon $\check{U}_k$ ima istu vrednost kao kada je $\check{Z}_k = \infty$. To znači da izraz

$$\check{U}_{k,\infty} = \frac{1}{\delta_{kk}(\check{p})} \sum_{\nu=1}^{m} \delta_{\nu k}(\check{p}) \check{E}_\nu = \check{E}_k + \frac{1}{\delta_{kk}(\check{p})} \sum_{\substack{\nu=1 \\ (\nu \neq k)}}^{m} \delta_{\nu k}(\check{p}) \check{E}_\nu \tag{9}$$

pretstavlja napon praznog hoda grane k, ili, što je isto, ekvivalentnu elektromotornu silu naponskog generatora koja zamenjuje uticaj svih pobudnih izvora u mreži prema ovoj grani. S druge strane, δ°/δ_{kk} pretstavlja ulaznu impedansu mreže gledane iz grane k, a u Thévenin—Nortonovom smislu, ili, što je isto, unutrašnju impendansu ovog generatora. Uslov (7) označava tada činjenicu da se celokupna mreža odnosi prema grani k kao jedan idealan naponski generator čija je elektromotorna sila data izrazom (9). Struja u ovoj grani je direktno srazmerna njenoj admitansi $\check{Y}_k$, što znači da se pri konstantnom naponu ona može lako menjati promenom ove admitanse. Posebno, u kratkom spoju, ova struja je beskonačno velika jer je dobijena iz idealnog naponskog generatora.

Na isti način se može zaključiti da jednačina (6), u slučaju kada je ispunjen uslov (8)

$$\check{I}_{k,0} = \frac{1}{\delta^\circ(\check{p})} \sum_{\nu=1}^{m} \delta_{\nu k}(\check{p}) \check{E}_\nu \tag{10}$$

pretstavlja struju kratkog spoja za granu $k\,(\check{Z}_k = 0)$, ili, što je isto, ekvivalentnu struju strujnog generatora koji napaja ovu granu i koji zamenjuje dejstvo svih pobudnih izvora u mreži na nju. Kako je, prema jednačini (8), δ_{kk}/δ° nula, ulazna admitansa mreže gledane iz grane k a u Thévenin—Nortonovom smislu je nula. To znači da u ovim uslovima celokupna mreža ispoljava svoj uticaj na ovu granu kao jedan idealni strujni generator čija je struja data izrazom (10). Napon na krajevima ove grane je tada direktno srazmeran $\check{Z}_k$, što znači da se pri konstantnoj struji on može lako menjati promenom ove impedanse. Posebno, u praznom hodu, ovaj napon mora biti beskonačno velik jer je dobijen iz idealnog strujnog generatora.

2. Sve što je do sada rečeno odnosilo se na dobijanje napona i struje u nekoj grani k mreže koji ne zavise od impedanse $\check{Z}_k$ ili admitanse $\check{Y}_k$ te grane. Izvedimo sada uslove za dobijanje napona ili struje u nekoj grani j mreže koji ne zavise od impedanse neke druge grane k. Pretpostavimo da se mreža pobuđuje samo iz grane l generatorom elektromotorne sile $\check{E}_l$, tj. da je

$$\check{E}_\mu = \begin{cases} \check{E}_l & \text{za } \mu = l \\ 0 & \text{za } \mu \neq l \end{cases} \tag{11}$$

pri čemu neka je $l \neq k \neq j$. Tada može se iskazati sledeća teorema:

Teorema II. *Ako je u jednoj linearnoj mreži, pobuđenoj iz grane* ***l*** *jednim naponskim generatorom, prenosna admitansa između grane* ***l*** *i* ***k*** *ili prenosna admitansa između grane* ***k*** *i* ***j*** *nula, struja i napon grane* ***j*** *ne zavisi od impedanse grane* ***k***.

Iz sistema (2) i (11) struja u grani j data je izrazom

$$\check{I}_j = \frac{\check{\delta}_{lj}}{\check{\delta}} \check{E}_l \tag{12}$$

koji se može razviti u obliku

$$\check{I}_j = \frac{\check{\delta}_{lj}^{\circ} + \check{Z}_k \cdot \check{\delta}_{lj,\,kk}}{\check{\delta}^{\circ} + \check{Z}_k \cdot \check{\delta}_{kk}} \cdot \check{E}_l. \tag{13}$$

Ovde je $\check{\delta}_{lj}^{\circ}$ kofaktor l-te vrste i j-te kolone za slučaj $\check{Z}_k = 0$, a $\check{\delta}_{lj,\,kk}$ kofaktor drugog minora u prvobitnoj determinanti dobijen izostavljanjem l-te i k-te vrste i j-te i k-te kolone. Izraz (13) neće zavisiti od $\check{Z}_k$ ako je ispunjen uslov

$$\check{\delta}_{lj}^{\circ}\, \check{\delta}_{kk} - \check{\delta}^{\circ}\, \check{\delta}_{lj,\,kk} = 0. \tag{14}$$

Ali pošto su kofaktori koji ulaze u ovu jednačinu vezani relacijom [3]

$$\begin{vmatrix} \check{\delta}_{lj} & \check{\delta}_{lk} \\ \check{\delta}_{kj} & \check{\delta}_{kk} \end{vmatrix} = \check{\delta} \cdot \check{\delta}_{lj,\,kk}, \tag{15}$$

to se jednačina (14) svodi na

$$\check{\delta}_{lk}\, \check{\delta}_{kj} = 0. \tag{16}$$

Ili, pošto $\check{\delta} \neq 0$, podelivši (16) sa $\check{\delta}^2$, dobija konačno

$$\check{Y}_{kl} \cdot \check{Y}_{jk} = 0, \tag{17}$$

gde su $\check{Y}_{kl}$ i $\check{Y}_{jk}$ prenosne admitanse između grana l i k, odnosno k i j. Kako je napon ove grane $\check{U}_j = Z_j\, \check{I}_j$, jasno je da će isti uslovi (17) važiti i za njegovu nezavisnost od $\check{Z}_k$, čime je teorema dokazana.

Ako je $\check{\delta}_{lk}$ ili $\check{Y}_{kl}$ nula, struja u grani k je takođe nula. Posebno, za $l = j$, imamo

$$\check{Y}_{jk} \cdot \check{Y}_{kj} = 0. \tag{18}$$

Ako je mreža bilateralna $\check{Y}_{kj} = \check{Y}_{jk}$, tako da jedini mogući uslov $\check{Y}_{jk} = 0$ zahteva da struja u grani k bude nula.

Očigledno da su za dualnu mrežu isti uslovi izraženi nulama prenosnih impedansi

$$\check{Z}_{kl}\, \check{Z}_{jk} = 0, \tag{19}$$

pri čemu je u slučaju $\check{Z}_{kl} = 0$, napon grane k nula.

U slučaju $l = k \neq j$, struja u grani j je

$$\check{I}_j = \frac{\check{\delta}_{kj}\, \check{E}_k}{\check{\delta}^{\circ} + \check{Z}_k \cdot \check{\delta}_{kk}} \tag{20}$$

iz čega se vidi da se uslov nezavisnosti od $\check{Z}_k$ svodi na jednačinu (8), rezultat inače sasvim u skladu sa principom recipročnosti za bilateralne mreže. Ovim je međutim pokazano da, ako struja u grani k neke linearne mreže koja potiče od e. m. s. u grani j ne zavisi od $\check{Z}_k$, tada ni struja u grani j, a isto tako ni napon ove grane, koji potiču od e. m. s. u grani k, ne zavisi od $\check{Z}_k$ bez obzira da li je mreža bilateralna ili ne.

Interesantno je na ovom mestu napomenuti da, ako je zadovoljena jednačina (8), ulazna admitansa mreže računata iz ma koje grane, linearna funkcija od $\check{Z}_k$. U slučaju kada je zadovoljena jednačina (18), ulazna admitansa mreže $\check{Y}_{jj}$ (ili impedansa $\check{Z}_{jj} = \check{Y}_{jj}^{-1}$) ne zavisi od $\check{Z}_k$, tj. prijemnik u ovim uslovima ne deluje povratno na generator, činjenica koja može biti od interesa u kolima sa pojačavačkim elementima.

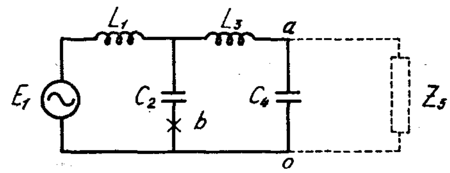
Na kraju, istaknimo još razliku između uslova koje daju teoreme I i II. Uslovi teoreme II su isti i za napon i za struju, što nije slučaj kod teoreme I gde su ovi uslovi različiti. Međutim, dok su uslovi koje daje teorema I neposredno vezani za sopstvene kompleksne učestanosti date mreže ili mreže sa jednom prekinutom odnosno kratko spojenom granom, uslovi koje traži teorema II izraženi su nulama prenosnih admitansi i impedansi. Samim tim oni ne stoje ni u kakvoj vezi sa sopstvenim kompleksnim učestanostima date mreže.

Primer 1. Sopstvene kružne učestanosti reaktivnog kola na sl. 1 su:

$$\begin{matrix}\omega_1\\ \omega_2\end{matrix} = \left\{\frac{(L_1C_2 + L_3C_4 + L_1C_4) \pm [(L_1C_2 + L_3C_4 + L_1C_4)^2 - 4\,L_1C_2\,L_3C_4]^{\frac{1}{2}}}{2\,L_1C_2L_3C_4}\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{21}$$

a sopstvene kružne učestanosti kola sa granom $a-0$ u kratkom spoju:

$$\omega_1'' = \sqrt{\frac{L_1 + L_3}{L_1L_3C_2}} \quad \text{i} \quad \omega_2'' = 0. \tag{22}$$



Sl. 1

Na osnovi teoreme I, pri prostoperiodičnoj e. m. s. generatora $\check{E}_1$, za učestanosti (21) napon na krajevima prijemnika umetnutog na pr. u granu 2 (na sl. 1 mesto označeno sa b) ne zavisi od njegove impedanse. Za iste učestanosti, struja u prijemniku priključenom na pr. između čvorova $a-0$ (na sl. 1 ovaj prijemnik impedanse Z_5 je tačkasto nacrtan), ne zavisi od njegove impedanse. Za učestanosti (22) napon na krajevima ovog prijemnika je nezavisan od $\check{Z}_5$. U slučaju $L_1 = 0$ i $C_2 = 0$ dobija se poznato Boucherotovo kolo [2] u kome, pri kružnoj učestanosti generatora $(L_3C_4)^{-\frac{1}{2}}$, struja u prijemniku ne zavisi od $\check{Z}_5$.

Ako je potrebno da struja u grani 3 ne zavisi od $\check{Z}_5$, na osnovi teoreme II, prenosna admitansa

$$\check{Y}_{35} = \frac{1 - \omega^4 L_1 C_2}{j\omega C_2\left(\frac{L_1 + L_3}{C_2} - \omega^2 L_1 L_3\right) + \check{Z}_5\,[(1 - \omega^2 L_1 C_2)(1 - \omega^2 L_3 C_4) - \omega^2 L_1 C_4]} \tag{23}$$

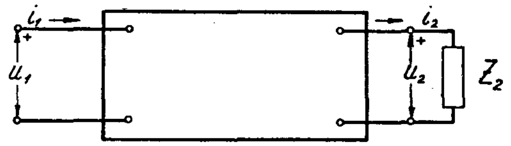
mora biti jednaka nuli, iz čega sledi

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_2}}. \tag{24}$$

(Uslov $\check{Y}_{51} = 0$ daje samo učestanost $\omega = \infty$ za koju je naravno, $\check{I}_5 = 0$).

Primer 2. Posmatrajmo jedan četvorokrajnik (sl. 2) zatvoren na izlazu jednim potrošačem impedanse $\check{Z}_2$. Iz a — sistema jednačina

$$\begin{aligned} \check{U}_1 &= \check{a}_{11}\check{U}_2 + \check{a}_{12}\check{I}_2 \\ \check{I}_1 &= \check{a}_{21}\check{U}_2 + \check{a}_{22}\check{I}_2 \end{aligned} \tag{25}$$



Sl. 2

se vidi da su mu sopstvene kompleksne učestanosti za uslove $u_1 = 0$ i $i_2 = 0$ određene sa

$$\check{a}_{11} = 0 \tag{26}$$

a one za uslove $u_1 = 0$ i $u_2 = 0$, sa

$$\check{a}_{12} = 0. \tag{27}$$

Prema tome kada na ulazu deluje naponski generator zanemarljive unutrašnje impedanse, u prvom slučaju struja $\check{I}_2$, a u drugom slučaju napon $\check{U}_2$ ne zavisi od $\check{Z}_2$.

Ako bi na pr. četvorokrajnikom bio pretstavljen jedan vod bez gubitaka dužine l [2], jednačina (26) $\check{a}_{11} = \cos\frac{\omega l}{v} = 0$ bi određivala učestanosti generatora $\omega_n = (2n+1)\frac{\pi}{2}\cdot\frac{v}{l}$, $(n = 0, 1, 2, \ldots)$ za koje struja u prijemniku ne zavisi od njegove impedanse. Pošto ovih učestanosti ima beskonačno mnogo a sve stoje u nizu neparnih brojeva, to kad bi na ulazu delovao generator složenoperiodične e. m. s. sa poluperiodnom simetrijom učestanosti osnovnog harmonika $\frac{\pi v}{2l}$, struja u prijemniku takođe ne bi zavisila od njegovih parametara.

Iz y — sistema jednačina

$$\begin{aligned} \check{I}_1 &= \check{y}_{11}\check{U}_1 + \check{y}_{12}\check{U}_2 \\ \check{I}_2 &= \check{y}_{21}\check{U}_1 + \check{y}_{22}\check{U}_2 \end{aligned} \tag{28}$$

lako se zaključuje da struja $\check{I}_1$ ne zavisi od $\check{Z}_2$ ako je

$$\check{y}_{12}\cdot\check{y}_{21} = 0. \tag{29}$$

Ako je samo $\check{y}_{12} = 0$, tada iz sistema (25) i (28) sledi da je

$$\check{a}_{11}\check{a}_{22} - \check{a}_{12}\check{a}_{21} = 0 \tag{30}$$

uslov ostvarljiv samo u četvorokrajnicima koji sadrže unilateralne elemente. Ulazna impedansa četvorokrajnika je pri tome $\check{y}_{11}^{-1}$, tj. nezavisna od $\check{Z}_2$.

BIBLIOGRAFIJA

[1] *Guillemin, E. A.:* Introductory Circuit Theory, New York 1953.
[2] *Horvat, R.:* Teorija električnih kola, Beograd 1959.
[3] *Bôcher, M.:* Introduction to Higher Algebra, New York 1907.

S U M M A R Y

ELECTRICAL NETWORKS WHICH EXIBIT IDEAL-GENERATOR CHARACTERISTICS TOWARD A BRANCH

Mirko M. Milić

The first part of the paper is concerned with the conditions of obtaining branch-voltage and current in a linear network, that do not depend on parameters which characterize that branch. By means of theorem I, this problem is proved to consist of finding the natural complex frequencies of the network with that branch removed or short-circuited. Under these circumstances the over-all network behaviour toward that branch is like that of an ideal-current/voltage generator.

In the second part of the paper, theorem II gives the conditions under which the voltage or current of a branch is independent of another branch-impedance. These conditions being general, are valid for reciprocal as well for non-reciprocal linear networks. However, since these conditions involve zeros of the transfer impendances and admitances, they may not be related to any natural complex frequencies of the given network.

Two examples illustrate the application of these theorems.

Tehnički urednik i korektor
ŽIVORAD VUJIĆ

Slagač
BRANKO RAKIĆ

Tiraž: 600 primeraka
Obim: 1/2 št. tabak

Štampanje završeno jula 1960 god. u Beogradskom grafičkom zavodu—Beograd, Bulevar vojvode Mišića 17.