

Topológiai módszer távvezeték-hálózatot jellemző mátrix számításához

ETO 621.311.1.015: 515.1

Ismeretes [2], hogy csúcsaiban általános passzív két-pólussal lezárt távvezeték-hálózat j -edik csúcsának feszültsége megadható az

$$u_j = \frac{1}{\sum F} \sum_{k=1}^n (Y_k u_{gk} + i_{gk}) \cdot \sum F_{kj, n+1}^2 \quad (1)$$

topológiai formulával, ahol n a csúcsok száma, Y_k , u_{gk} és i_{gk} a k -edik csúcshoz csatlakozó kétpólus admittanciája, forrásfeszültsége és forrásárama, F a hálózatmodell gráf fája, $F_{kj, n+1}^2$ pedig a hálózatgráf k . és j . pontját az $n+1$ ponttól elválasztó 2-fája, az éladmittancia szorzatösszegek képzéséhez pedig az összes ilyen fák és 2-fák figyelembe veendő (j=1, ..., n).

A formula minden további nélkül alkalmazható szakadással lezárt csúcsú távvezeték-hálózatokra, ugyanis ilyenkor a megfelelő Y_k zérusnak vehető. Nem érvényes azonban (1), ha a távvezeték-hálózatban rövidzár lezárás is van. Abban az esetben, ha a rövidzár lezárás nem tartalmaz zérustól különböző u_k forrásfeszültség-generátort, úgy a hálózatmodell megszerkeszthető volna a rövidzárok figyelembevételével a csomóponti feszültségek számításához [2]. Egyébként ha a k -edik csúcs soros feszültséggenerátoron keresztül van rövidre zárva, $u_k = u_{gk}$ érvényes, a többi csúcsok feszültsége pedig általában függeni fog még u_{gk} -tól is, de most Y_k -nak nincs értelme (végtelen nagy).

A következőkben a csúcsfeszültségek számítására olyan topológiai formulát vezetünk le, amely vegyes extrém lezárások mellett általánosan megadja a csúcsfeszültségeket.

$$u_j = \frac{1}{\sum F} \left(\sum_{k=1}^{n-m} (Y_k u_{gk} + i_{gk}) \cdot \sum F_{kj, n+1}^2 + \sum_{k=n-m+1}^n Y u_{gk} \cdot \sum F_{kj, n+1}^2 \right) \quad (2)$$

$j=1, \dots, n.$

A korábbi megjegyzések figyelembevételével (2)-ben mind a számláló mind a nevező polinom m -ed

fokú tag együtthatóját képezve előáll az eredeti hálózat csúcsfeszültség-formulája:

$$u_j = \frac{1}{\sum F^{m+1}} \left(\sum_{k=1}^{n-m} (Y_k u_{gk} + i_{gk}) \cdot \sum F_{kj, n+1}^{m+2} + \sum_{k=n-m+1}^n u_{gk} \cdot \sum F_{kj, n+1}^{m+1} \right) \quad (3)$$

$j=1, \dots, n.$

A (3) formulában szereplő éladmittancia szorzatösszegek a következő módon képezendők:

F^{m+1} a hálózatmodell olyan $(m+1)$ -fája, amely a rövidzár csúcspontok csomópontjainak egyesítése után körmentes összefüggő gráf lesz;

$F_{kj, n+1}^{m+2}$ $(m+2)$ -fa, amely a rövidzár csúcspontok csomópontjainak egyesítése után a k és j pontokat az $n+1$ ponttól elválasztja; végül

Tegyük fel, hogy a rövidzár lezárás a k -edik csúcsban van, és az általánosság kedvéért e rövidzár egy u_{gk} forrásfeszültségű ideális feszültséggenerátorral sorbakötött. Feltehető, hogy $i_{gk} = 0$. Alkossuk meg a távvezeték-hálózat úgynevezett közelítő hálózatmodelljét, azaz annak a távvezeték-hálózatnak a modelljét, amelyet az eredetiből úgy nyerünk, hogy mindenegyes rövidzárat egy valós Y admittanciával helyettesítsünk. Feltéve, hogy az így előállított hálózatmodellre $\det(\underline{Y}) = \sum F \neq 0$, alkalmazható rá (1). Rendezzük most (1) számlálójában és nevezőjében szereplő éladmittancia szorzatösszegeket Y csökkenő hatványai szerint. Legyen $\sum F$ polinom Y -ban m -ed fokú. Világos, hogy m éppen az eredeti hálózat rövidrezárt csúcsainak száma, és (1) számlálójának fokszáma ennél nem lehet nagyobb. Legyen most $Y \rightarrow \infty$, akkor a modellnek megfelelő hálózat egyszerű az eredeti extrém lezárású hálózattá válik, másrészt (1) határértéke megadja az extrém lezárású hálózat csúcsfeszültségét.

Mivel pedig (1) jobb oldala Y -nak olyan racionális tört függvénye, amelynek együtthatói a távvezeték-hálózat admittanciaparaméterei, így elegendő csupán a számláló és a nevező m -ed fokú tagja együtthatóit meghatározni.

Evégből az Y véges admittanciával kiegészített távvezeték-hálózatmodell csúcspontjait számozzuk úgy, hogy az $1, \dots, n-m$ számok a nem rövidzár csúcspontokat, az $n-m+1, \dots, n$ számok pedig rendre a rövidzár csúcspontok jele legyen.

Alkalmazva az (1) formulát erre a modellre, érvényes:

$F_{kj, n+1}^{m+1}$ $(m+1)$ -fa a k és j pontot az $n+1$ ponttól elválasztó 2-fává válik, ha a rövidzár csúcsok csomópontjait a k -edik kivételével egyesítjük.

Egyszerű behelyettesítés és némi megfontolás után könnyen belátható, hogy (3) megadja a k -edik rövidzár csúcs csúcsfeszültségét is, mégpedig

$$u_k = u_{gk}, \quad k = n-m+1, \dots, n,$$

amint az előre várható is volt.

Az is belátható továbbá, hogy $m=0$ esetben (3) éppen az (1)-et adja, így (3) formula az (1) formula általánosításának tekinthető.

Extrem lezárású távvezeték-hálózat topológiai analízise a (3) formula alapján lehetséges, az analízis számára számítógépes program szerkeszthető, hasonló módon az (1) formulánál látottakhoz [2]. A formula alkalmazása közben előforduló k -fák generálására ajánlható az [1] irodalomban ismertett eljárás, illetve annak alkalmasan módosított változata.

Topológiai formula bemeneti impedancia mátrix elemeinek meghatározásához

Távvezeték-hálózat $Z=(z_{ij})$ bemeneti impedancia mátrixának meghatározása gráfelméleti úton a [3] irodalomban megtalálható. A korábban levezetett (3) formula alkalmas arra, hogy Z mátrix elemeinek felírásához topológiai formulát nyerjünk.

$$u_j = \frac{1}{\sum F^{m+1}} \left(\sum_{k=1}^l i_{gk} \cdot \sum F_{kj, n+1}^{m+2} + \sum_{k=l+1}^{n-m} (Y_j \cdot 0 + 0) \cdot \sum F_{kj, n+1}^{m+2} + \sum_{k=n-m+1}^n 0 \cdot \sum F_{kj, n+1}^{m+1} \right), \quad j=1, \dots, l.$$

Azaz:

$$u_j = \frac{1}{\sum F^{m+1}} \sum_{k=1}^l i_{gk} \cdot \sum F_{kj, n+1}^{m+2}, \quad j=1, \dots, l. \quad (4)$$

A bemeneti impedanciamátrix definíciójából és a (4) egyenletrendszerből a 2-fa k és j pontjának értelem szerű felcserélése után ($F_{kj, n+1}^{m+2} = F_{jk, n+1}^{m+2}$) adódik:

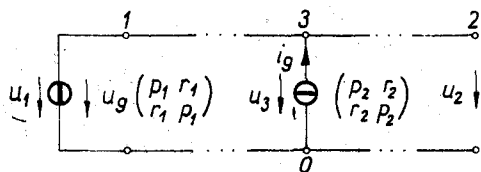
$$Z=(z_{ij}) = \left(\frac{\sum F_{ij, n+1}^{m+2}}{\sum F^{m+1}} \right), \quad i, j=1, \dots, l. \quad (5)$$

A bemeneti impedanciamátrix z_{ij} elemének (5) topológiai formulával történő előállításához ismét az [1]-ben leírt k -fa generáló módszer javasolható.

Példák

1. Tekintsük az 1. ábrán látható, vegyes extrém lezárással rendelkező távvezeték-hálózatot. E hálózat lényegében véve annyiban különbözik a [2]-ben bemutatott második példától, hogy az 1. csúcs feszültséggenerátoron keresztül van rövidre zárva. Határozzuk meg a csúcsfeszültségeket topológiai módszerrel.

A 2. ábrán láthatjuk a közelítő hálózatmodell képét a passzív élekből alkotott hálózatgráffal együtt. Jelen esetben $m=1$.

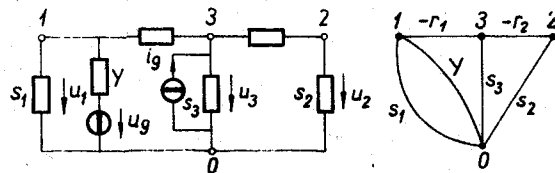


1. ábra

Evégből tekintsünk olyan távvezeték-hálózatot, amelynek csúcsai két csomópontjához csatlakozó kétpólus passzív. Soroljuk a hálózat csúcsait három csoportba. Az első csoportba tartozzanak azok a csúcsok, amelyek más hálózatokhoz csatlakozhatnak, azaz a bemeneti csúcsok. A második csoportba tartozó csúcsok legyenek a véges admittanciával lezárt csúcsok, végül a harmadik csoportba kerüljenek azok a csúcsok, amelyek rövidzárral vannak lezárva.

Legyen n a távvezeték-hálózat csúcsainak száma. Állapodjunk meg abban, hogy a bemeneti csúcsok az $1, \dots, l$ számozásokat kapják, a második csoport csúcsainak számozása $l+1, \dots, n-m$, végül a rövidzár csúcsokra az $n-m+1, \dots, n$ számok jussanak (m a rövidzár csúcsok száma).

Kapcsoljunk ezután a bemeneti csúcsokra ismert forrásáramú i_{gk} áramforrásokat. Figyelembe véve, hogy a hálózat nem tartalmaz u_{gk} feszültséggenerátort, azaz minden k -ra $u_{gk}=0$, a (3) formulát alkalmazva a bemeneti csúcsok feszültségére:



2. ábra

Alkalmazva a (3) formulát nyerjük:

$$u_j = \frac{1}{\sum F^2} (i_g \cdot \sum F_{1j, 0}^2 + u_g \cdot \sum F_{1j, 0}^2), \quad j=1, 2, 3. \quad (6)$$

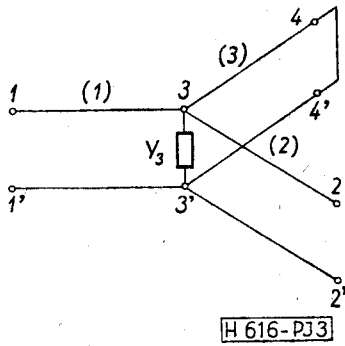
A hálózatgráfból közvetlenül leolvashatók a következő éladmittancia szorzatösszegek:

$$\begin{aligned} \sum F^2 &= r_1 r_2 - s_2 (r_1 + r_2) + s_3 (s_2 - r_2); \\ \sum F_{1,0}^2 &= \sum F^2; \quad \sum F_{12,0}^2 = r_1 r_2; \\ \sum F_{13,0}^2 &= -r_1 s_2 + r_1 r_2 = -r_1 p_2; \\ \sum F_{31,0}^2 &= 0; \quad \sum F_{32,0}^2 = -r_2; \\ \sum F_{3j,0}^2 &= -r_2 + s_2 = p_2 \end{aligned} \quad (7)$$

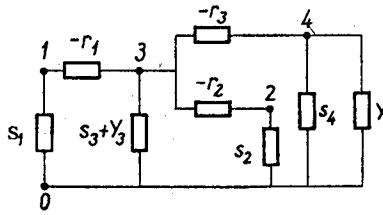
(6)-ból (7) figyelembevételével, némi átalakítás után nyertük a szóban forgó hálózat csúcsfeszültségeire:

$$\begin{aligned} u_1 &= u_g \\ u_2 &= \frac{r_1 r_2 \cdot u_g - r_2 \cdot i_g}{p_2^2 + p_1 p_2 - r_2^2} \\ u_3 &= \frac{-r_1 p_2 \cdot u_g + p_2 \cdot i_g}{p_2^2 + p_1 p_2 - r_2^2} \end{aligned}$$

2. Legyen adott a 3. ábrán látható távvezeték-hálózat, amely forrásgenerátorokat nem tartalmaz, egyébként a lezárások között rövidzár, szakadás és



3. ábra



4. ábra

zérustól különböző véges admittancia található. A hálózat az 1. és a 2. csúcsoknál csatlakozhatik más hálózatokhoz. Számítsuk ki topológiai módszerrel e csúcsokra vonatkoztatott bemeneti impedanciámátrix elemeit.

A távvezeték-hálózat közelítő modellje a 4. ábrán szemléltethető, és ugyanezen az ábrán feltüntetettük a közelítő hálózatmodell passzív éleihez tartozó hálózatgráfot is. Az (5) formula alkalmazásához ennek a gráfnak k-fáira lesz szükség.

Mivel most $m=1$, ezért (5) szerint:

$$z_{ij} = \frac{\sum F_{ij,0}^3}{\sum F^2}, \quad i, j=1, 2. \quad (8)$$

A megfelelő k-fák felkutatásához alkalmazzuk az [1]-ben leírt módszert.

A hálózatgráf módosított adjacencia mátrixa a 4. ábrából kiolvashatóan

$$\underline{M}_g = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 3 & 0 & 5 \\ 0 & 0 & 3 & 0 & 5 \\ 1 & 2 & 0 & 4 & 5 \\ 0 & 0 & 3 & 0 & \textcircled{5} \\ 1 & 2 & 3 & \textcircled{4} & 0 \end{pmatrix}. \quad (9)$$

(9)-ben a bekarikázott szimbólumok utalnak a közelítő modell Y-admittanciát tartalmazó gráféltre.

(8) nevezőjének képzéséhez azokat a 2-fákat kell generálnunk, amelyek a 4. és a 0. pontokat külön komponensükben tartalmazzák. Evégből (9)-nek negyedik és ötödik sorát törölve előállítjuk az összes körmentes reprezentációt, majd figyelembe vesszük az éladmittancia helyettesítéseket. A helyettesítést megkönnyíti az 1. táblázat használata.

A 2-fa éladmittancia szorzatösszeg előállítását a 2. táblázatban foglaltuk össze. Ennek első (fejléces) oszlopa felsorolja az összes lehetséges 2-fa reprezentációt, a második oszlop feltünteti a teljes ciklusvizsgálat eredményét, mégpedig az „i” jel a körmentes, az „n” jel pedig a nem körmentes esetet jelöli. A harmadik oszlop a talált 2-fának megfelelő admittancia szorzatot tartalmazza; ebben az oszlopban található tagok algebrai összege adja $\sum F^2$ értékét.

Kiemelés után, a táblázat 3. oszlopát figyelembe véve nyerjük:

$$\sum F^2 = r_1(r_2(s_3 - r_1 + Y_3) + s_2(r_2 + r_3 - s_3 - Y_3)) + s_1(r_2(r_1 + r_3 - s_3 - Y_3) + s_3(s_3 + Y_3 - r_1 - r_2)) \quad (10)$$

(8) formula számlálójában előforduló éladmittancia szorzatösszegek számításához tekintsük a 3. táblázatot. A 2. táblázat számításához hasonlóan itt is az első oszlopban felsoroltuk a lehetséges 3-fa reprezentációkat. Most figyelembe vettük, hogy a generáló mátrix negyedik sorából csak az 5-ös elem választható, és az is 0-val pótlendő (a 3-fa nem tartalmaz-

1. táblázat

Az éladmittancia szorzatban a soros reprezentáció							
első	második		harmadik				
helyén előforduló							
3	5	3	5	1	2	4	5
szimbólum megfelel a							
$-r_1$	s_1	$-r_2$	s_2	$-r_1$	$-r_2$	$-r_3$	$s_3 + Y_3$
tényezőnek							

2. táblázat

	Lehetséges 2-fa soros reprezentáció	Körmentes	Megfelelő éladmittancia-szorzat
F^2	3 3 1 0 0	n	—
	2	n	—
	4	i	$(-r_1)(-r_2)(-r_3)$
	5	i	$(-r_1)(-r_2)(s_3 + Y_3)$
F^2	3 5 1 0 0	n	—
	2	i	$(-r_1)s_2(-r_2)$
	4	i	$(-r_1)s_2(-r_3)$
	5	i	$(-r_1)s_2(s_3 + Y_3)$
F^2	5 3 1 0 0	i	$s_1(-r_2)(-r_1)$
	2	n	—
	4	i	$s_1(-r_2)(-r_3)$
	5	i	$s_1(-r_2)(s_3 + Y_3)$
F^2	5 5 1 0 0	i	$s_1s_2(-r_1)$
	2	i	$s_1s_2(-r_2)$
	4	i	$s_1s_2(-r_3)$
	5	i	$s_1s_2(s_3 + Y_3)$

3. táblázat

Lehetséges 3-fa soros reprezentáció		Körmentes	Megfelelő éladmittancia-szorzat
$F_{1,0}^3$	0 3 1 0 0	i	$(-r_2)(-r_1)$
	2	n	—
	4	i	$(-r_2)(-r_3)$
	5	i	$(-r_2)(s_3 + Y_s)$
$F_{12,0}^3$	0 5 1 0 0	i	$s_2(-r_1)$
	2	i	$s_2(-r_2)$
	4	i	$s_2(-r_3)$
	5	i	$s_2(s_3 + Y_s)$
$F_{2,0}^3$	3 0 1 0 0	n	—
	2	i	$(-r_1)(-r_2)$
	4	i	$(-r_1)(-r_3)$
	5	i	$(-r_1)(s_3 + Y_s)$
$F_{2,0}^3$	5 0 1 0 0	i	$s_1(-r_1)$
	2	i	$s_1(-r_2)$
	4	i	$s_1(-r_3)$
	5	i	$s_1(s_3 + Y_s)$

hatja az Y admittanciának megfelelő élet, sem az azzal párhuzamos, s_4 admittanciájú élet). A körmentesség eldöntése után az éladmittancia helyettesítés ismét az 1. táblázat segítségével történhetik. Megjegyezzük, hogy $\sum F_{12,0}^3$ képzéséhez az $F_{1,0}^3$ lehetséges reprezentációk közül csak az jöhet számításba, amelyiken a 2. pontból indított ciklusvizsgálat az 1. pontba vezet, ez pedig egyetlen esetben fordul elő csupán.

Figyelembe véve a 3. táblázat utolsó oszlopát, némi átrendezés után a kapcsolás bemeneti impedanciámatríxa:

$$\underline{Z} = \frac{1}{\sum F^2}$$

$$\begin{pmatrix} r_2(r_1 + r_2 - s_3 - Y_3) + s_2(s_3 + Y_3 - r_1 - r_2 - r_3) & r_1 r_2 \\ r_1 r_2 & r_1(r_2 + r_3 - s_3 - Y_3) + s_1(s_3 + Y_3 - r_1 - r_2 - r_3) \end{pmatrix}$$

I R O D A L O M

[1] Pávó, I.: Generation of the k-trees of a graph, Acta Cybernetica, Tom. i, Fasc. 2, Szeged, 1971, pp. 57—68.
 [2] Pávó Imre: Távvezeték-hálózatok topológiai analízise, HÍRADÁSTECHNIKA XXX. (1979) 2. sz. pp. 45—49.
 [3] Vágó István: A gráfelmélet alkalmazása villamos hálózatok számításában, Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1977.

EGYESÜLETI HÍREK

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület elnökségi ülése

Egyesületünk január 18-án tartotta az idei első elnökségi ülését. Az ülésen Komporday Aurél, egyesületünk elnöke elnökölt. Megemlékezett Dr. Barta István akadémikus, egyesületünk díszelnöke, Dr. Szigeti György akadémikus, egyesületünk tiszteletbeli elnökségi tagja és Czeglédi György, egyesületünk tiszteletbeli elnökségi tagja, a Külkereskedelmi Bizottság elnöke elhunytáról. Az ülés résztvevői néma felállással tisztelegtek az elhunytak emléke előtt, megemlékezve az egyesület alapításában és munkájában végzett meghatározó jellegű, közel három évtizedes nagy értékű társadalmi műszaki-tudományos tevékenységükről.

Az elnök bejelentette, hogy az egyesület alapításának 30. évfordulója alkalmából az elnökség f. évi március hó 15-én díszünnepi ülést tart, amelyen egyesületi, vállalati, miniszteri díjak és kitüntetések kerülnek átadásra. Az elnök kérésére az elnökség felhatalmazta a Végrehajtó Bizottságot, hogy a Díjbizottság javaslatai alapján döntsön a kitüntetések és díjak odaítéléséről. Bejelentette továbbá, hogy dr. Váradi Imre alelnök más irányú súlyos feladataira és egészségi állapotára hivatkozással mindennemű egyesületi tisztsége alól való felmentését kérte. Az elnökség a VB javaslata alapján a felmentést megadta, és köszönetét nyilvánította dr. Váradi Imrének évtizedeken át végzett rendkívül értékes egyesületi munkásságáért.

Egyesületünk a múltban 4 évenként hívta össze tisztújító Közgyűlését. Az MTESZ kívánságára a tagegyesületek is átérnek az 5 évenkénti tisztújításra, hogy ez a MTESZ tisztújításával szinkronban legyen. Ezért a f. évben a szakosztályoknak és csoportoknak meg kell választaniuk új vezetőseiket és küldötteiket, hogy az egyesület 1980 elején megtarthassa vezetőség- és küldöttválasztó közgyűlését. Az elnökség a bejelentést tudomásul vette.

Az elnök ezután felkérte dr. Almássy György főtitkárt, hogy számoljon be a legutóbbi elnökségi ülés óta folytatott egyesületi munkáról.

Főtitkárunk elmondta, hogy 1978 mozgalmas év volt egyesületünk életében. Elektronikai iparunkban, amelynek a problémái megoldását szeretné egyesületünk társadalmi munkával elősegíteni, fokozott mértékben jelentkeznek a népgazdaságunk egészét is érintő kérdések, mint a termelékenység jelentős elmaradása a fejlett országokhoz képest, a külkereskedelmi mérleg egyensúlyi zavarai, a konvertibilis valutaövezetekből származó import aránytalan növekedése, munkaerőhiány stb. Az elektronikai ipar rekonstrukciójával foglalkozó és az Állami Tervbizottság elé terjesztendő javaslatot kidolgozó bizottságokban egyesületünk aktívai közül többen hivatalosan — egyesületünk képviselőjeként — vettek részt.

A döntés megszületése után az egyesületünkben tömörült szakembereknek fokozottabb mértékben lesz lehetősége, hogy társadalmi munkával bekapcsolódjanak a VI. ötéves terv előkészítésébe. Egyesületünk a legkorszerűbb ismeretek terjesztésével, előadásokon, klubnapokon, konferenciákon, az egyesület lapjaiban, a vándoroktatás keretében, iparpolitikai problémák megvitatásával, irányító szervek részére javaslatok kidolgozásával, a helyi és üzemi csoportokban jelentkező társadalmi munkával tudja elsősorban mozgósítani a tagságát az előtűnk álló feladatok megoldására.

Egyesületünk legfontosabb tevékenysége a szakosztályokban és bizottságokban folyik, és egyre jobban fokozódik a jelentősége az üzemi és helyi csoportjaink munkájának.

Ezután egyesületünk egészét érintő eredményeinkről szólt. Egyesületünk legreprezentatívabb tevékenysége a nagy rendezvények megszervezése. Külföldi részvételű nagy konferenciánk 4 éves periodicitással ismétlődnek. 1978-ban egyesületünk a Távközlési Kutató Intézzel együtt 6. alkalommal rendezte meg 1978. augusztus 28— szeptember 1. között a Mikrohullámú összeköttetések Kollokviumot, a Magyar Tudományos Akadémia védnöksége alatt, amelyre közel 300 előadó jelentkezett, közöttük nagyszámú elismert ipari szakember, egyetemi tanár. A kollokviumon több mint 520-an vettek részt. Az előadások 6 párhuzamos szekcióban foly-