نشریه بین‌المللی علوم مهندسی دانشگاه علم و صنعت ایران، شماره ۳، جلد۱۸، پاییز ۱۳۸۶، صفحه ۶۴-۵۹
ویژه‌نامه مهندسی برق و مکانیک

روشی جدید برای تعیین ضریب تقسیم جریان اتصال زمین در طراحی پستهای فشار قوی

سیدمحمدشهرتاش و نبی اله رمضانی

چکیده: یکی از پارامترهای مهم در طراحی سیستم زمین پستهای فشار قوی، جریان اتصال کوتاه وارد شده به سیستم زمین پست موردنظر است. برای محاسبه این جریان (و یا نسبت دامنه آن به دامنه جریان اتصال زمین که ضریب تقسیم جریان نامیده می شود) باید کلیه مسیرهای موازی با سیستم زمین پست که جریان اتصال زمین می تواند از آنها عبور کند مدلسازی شده و لحاظ گردند. در این مقاله روشی جدید، کاربردی، ساده و دقیق برای محاسبه ضریب تقسیم جریان اتصال زمین، بادرنظرگرفتن تاثیر مقاومت شبکه زمین پستهای مجاور، مقاومت پای دکلهای خطوط انتقال همسان و غیرهمسان، سیمهای زمین متعدد و همچنین با اسپنهای متفاوت متصل به پست ارائه گردیده است و صحت روش در حالات مختلف با سایر روشها مقایسه و اثبات شده است.

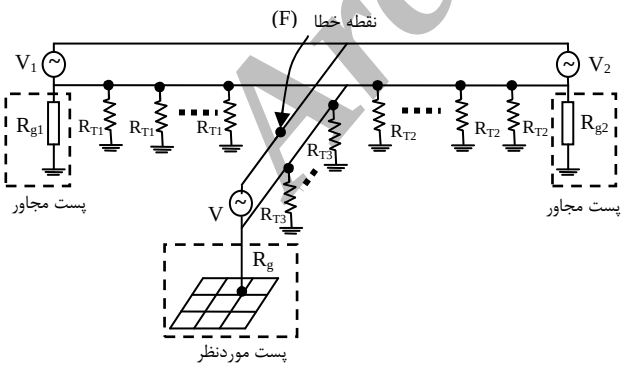
واژه های کلیدی: ضریب تقسیم جریان اتصال زمین، ولتاژ گام و تماس، شبکه زمین، پستهای فشارقوی

۱. مقدمه

جریانهای اتصال زمین در هر نقطه‌ای از خطوط انتقال (مطابق شکل (۱)) از طریق مقاومت زمین پای دکلها و سیم‌های زمین (محافظ) و همچنین از طریق شبکه‌های زمین پستها و هادیهای فاز در مجاورت نقطه اتصالی شده امکان برگشت و ایجاد مسیر بسته می‌یابند. در این صورت برای یافتن سهم جریان اتصال زمین عبوری از شبکه زمین پست موردنظر باید جریان عبوری از تمامی مسیرهای مذکور محاسبه گردد و بدین منظور مدلسازی کلیه خطوط انتقال در مجاورت محل خطا و زمین پستهای نزدیک ضروری است.

تاکنون فعالیتهای تحقیقاتی متعددی برای محاسبه ضریب تقسیم جریان اتصال زمین عبوری از سیستم زمین پستها ارائه گردیده است [۱-۸]. برای ارزیابی قوت روشهای ارائه شده باید امکان پذیری و سهولت در نظرگرفتن اندوکتانس متقابل هادیهای فاز و سیم‌های محافظ، اسپنهای نامساوی خطوط، مشخصات متفاوت خاک در محل دکلها، تعدد سیمهای محافظ، ساختار دومداره غیرهمسان خطوط و شبکه زمین پستهای مجاور را در روشهای مختلف شناسایی و مقایسه نمود.

در برخی از روشها[۱-۵] با ارائه مدلهای نسبتاً ساده و تقریبی برای خطوط بلند، استفاده از آنها برای خطوط انتقال کوتاه بویژه به صورت دومداره و با اسپنها و مقاومت پای دکلهای متفاوت و همچنین با لحاظ کردن سیستم زمین پست مجاور در محاسبه ضریب تقسیم جریان اتصال زمین غیرممکن است.



شکل ۱. خطوط انتقال متصل به پست موردنظر

در این مقاله روشی کاربردی، ساده و دقیق برای مدلسازی مسیرهای عبور جریان اتصال زمین و محاسبه ضریب تقسیم آن جریان جهت طراحی مناسب شبکه زمین ارائه گردیده است که

این مقاله در تاریخ ۸۴/۱۲/۲۰ دریافت و در تاریخ ۸۶/۶/۱ به تصویب نهایی رسیده است.

دکتر سیدمحمدشهرتاش، گروه قدرت و قطب علمی اتوماسیون و بهره‌برداری سیستم‌های قدرت، دانشکده برق، دانشگاه علم و صنعت ایران.
shahrtash@iust.ac.ir
نبی اله رمضانی، دانشجوی دکتری برق- قدرت، دانشکده برق، دانشگاه علم و صنعت ایران.n_ramezani@iust.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

قابلیت لحاظ کردن کلیه شاخصهای فوق را در خطوط بلند و کوتاه داراست.

شایان ذکر است که با توجه به نتایج ارائه شده در این مقاله، در برخی موارد از قبیل خطوط انتقال کوتاه با اسپنهای مساوی و نامساوی و همچنین خطوط انتقال بلند با اسپن‌های نامساوی از تاثیر طول متفاوت اسپنها، مقاومتهای نامساوی پای دکلها و مقاومت شبکه زمین پست مجاور نمی‌توان صرفنظر کرد در حالیکه در برخی از روشهای ارائه شده این پارامترها در محاسبه ضریب تقسیم جریان اتصال زمین درنظر گرفته نمی‌شوند.

۲. مدلسازی شبکه برای محاسبه توزیع جریان خطای زمین

همانگونه که اشاره شد و مطابق شکل ۲ که شبکه‌ای با دو پست و یک خط انتقال هوایی میان آن دو را نشان می‌دهد، برای محاسبه ضریب تقسیم جریان اتصال زمین، بخش‌های زیر در قالب یک مدار مدلسازی و به یکدیگر متصل می‌گردند.

الف. هادی فاز اتصال زمین شده: به صورت امپدانس Z_{ph} که برابر امپدانس خودی هادی فاز بوده و منبع جریان (I_r) که مقدار آن از نتایج محاسبه اتصال کوتاه در شبکه قدرت بدست می‌آید.

ب- سیم محافظ و دکلها به همراه مقاومت پای آنها: به صورت یک مدار امپدانسی- مقاومتی نردبانی به تعداد اسپنها که در آن R_{Tk} مقاومت زمین پای هر دکل و Z_{S_k} در هر اسپن برابر امپدانس خودی سیم محافظ در اسپن k ام بوده و مطابق روابط زیر محاسبه می‌شود [۲]:

$$Z_g = r_g + 9.87\times10^{-7} f + j28.94\times10^{-7} f \log_{10}\frac{D_e}{GMR} \qquad (۱)$$

در حالیکه:

Z_g: امپدانس خودی سیم زمین در واحد طول (Ω/m)

r_c: مقاومت سیم زمین در واحد طول (Ω/m)

f: فرکانس شبکه (Hz)

D_e: عمق معادل برگشت زمین (m) که از رابطه زیر محاسبه می‌شود[۲]:

$$D_e = 658.4\sqrt{\frac{\rho}{f}} \qquad (۲)$$

ρ: مقاومت ویژه زمین (Ω.m)

GMR: شعاع متوسط هندسی سیم زمین (m)

پس از محاسبه امپدانس خودی سیم زمین (Z_g) از رابطه (۳) می‌توان امپدانس شاخه‌های سری(Z_{S_k}) شبکه نردبانی ارائه شده برای مجموعه سیم زمین و دکل‌های خط انتقال در شکل ۲ را محاسبه نمود:

$$Z_{S_k} = Z_g \times \ell_{S_k} \qquad (۳)$$

در رابطه (۳)، ℓ_{S_k} طول اسپن k ام خط انتقال (m) است.

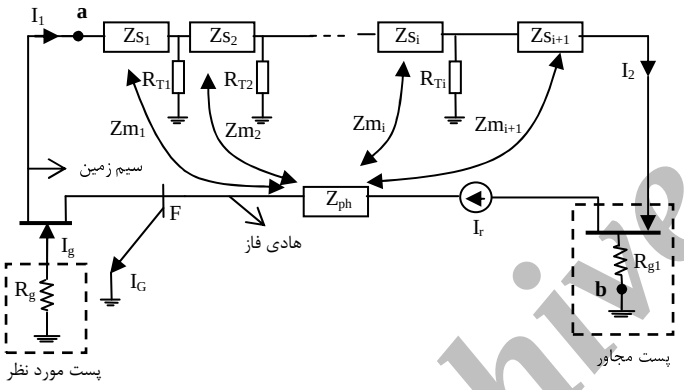
علاوه بر این، در شکل۲، هر امپدانس Z_{S_k} با امپدانس هادی فاز (Z_{ph}) دارای امپدانس متقابل در واحد طول برابر با رابطه زیر است [۲]:

$$Z_{gmi} = 9.87\times10^{-7} f + j28.94\times10^{-7} f \log_{10}\left(\frac{D_e}{GMD_{sep}}\right) \qquad (۴)$$

که GMD_{sep} در رابطه فوق فاصله متوسط هندسی بین سیم زمین و هادیهای فاز است.

ج- شبکه زمین پست موردنظر: به صورت مقاومت R_g .

د- شبکه زمین پست (یا پستهای) مجاور: به صورت مقاومت R_{g_k}.



شکل ۲. مدل دقیق شبکه متصل به نقطه اتصال کوتاه

در موارد فوق جریان اتصال کوتاه (I_G) عبوری از محل خطا از محاسبات اتصال کوتاه در شبکه قدرت بدست می آید.

۳. روش جدید پیشنهادی

به منظور تسهیل محاسبات و حفظ دقت، در روش پیشنهادی تاثیر متقابل هادیهای فاز و سیمهای محافظ در مرحله دوم در نظرگرفته می‌شود.

بر این اساس و در مرحله اول مدار معادل برای سیم زمین، مقاومت زمین پای دکلها و شبکه زمین پستهای مجاور تعیین می‌گردد.

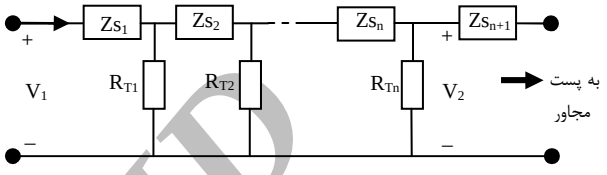
سپس با در نظر گرفتن تاثیر امپدانس متقابل هادیهای فاز و سیم‌های محافظ، توزیع جریان اتصال زمین میان شبکه زمین پست موردنظر و سیم زمین و شبکه زمین پستهای مجاور مشخص می‌شود. مراحل پیاده سازی روش بقرار زیر است:

Archive of SID

www.SID.ir

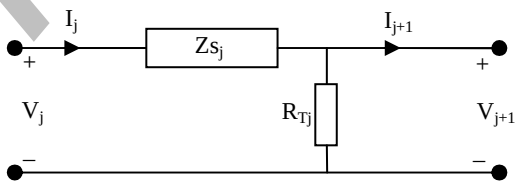
۳-۱. محاسبه مدار معادل سیم زمین و مقاومت زمین دکلها

با حذف امپدانسهای متقابل میان هادیهای فاز و سیم زمین در شکل ۲، مدارمعادل سیم زمین، مقاومت زمین پای دکلها و شبکه زمین پست مجاور به صورت شکل ۳ درمی‌آید. در شکل مذکور هیچگونه محدودیتی برای مختلف بودن طول اسپنها (که با امپدانسهای Z_{S_j} نمایش داده شده‌اند) و مقادیر مقاومت پای دکلها (که با R_{T_j} به نمایش درآمده‌اند) وجود ندارد و بدین ترتیب محاسبات مربوط در کلی ترین حالت انجام می‌گیرد.



شکل ۳. مدار معادل سیم زمین و دکلهای خط انتقال

برای محاسبه تابع انتقال مدار فوق، در ابتدا تابع انتقال مربوط به مدارمعادل یک اسپن از سیم زمین و دکل مربوطه به ترتیب زیر محاسبه می‌گردد:



شکل ۴. مدار معادل یک اسپن از سیم زمین و دکل مربوطه

در شکل ۴، روابط بین جریان و ولتاژ ورودی و خروجی را به کمک رابطه ماتریسی زیر می توان نوشت:

$$\begin{bmatrix} V_j \\ I_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{j1} & t_{j2} \\ t_{j3} & t_{j4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{j+1} \\ I_{j+1} \end{bmatrix} = T_j \cdot \begin{bmatrix} V_{j+1} \\ I_{j+1} \end{bmatrix} \qquad (۵)$$

در رابطه (۵)، درایه های ماتریس T_j به ترتیب زیر محاسبه می‌گردند:

$$t_{j1} = 1 + \frac{Z_{sj}}{R_{Tj}} \quad , \quad t_{j2} = Z_{sj}, \quad t_{j3} = \frac{1}{R_{T_j}} \quad , \quad t_{j4} = 1 \qquad (۶)$$

با استفاده از تابع تبدیل T_j محاسبه شده در بالا، رابطه میان ولتاژ و جریان ابتدایی و انتهایی مدار را در شکل ۳ به ترتیب زیر در می‌آید:

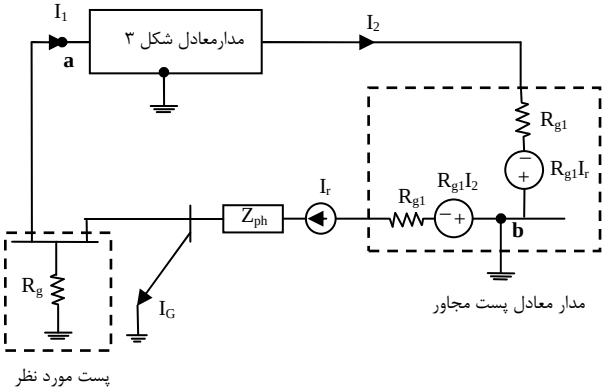
$$T = \prod_{j=1}^{n} T_j = \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{bmatrix} \qquad (۷)$$

و در نتیجه:

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_2 \\ I_2 \end{bmatrix} \qquad (۸)$$

۳-۲. ترکیب شبکه زمین پستهای مجاور و مدار معادل سیم زمین و دکلها

در این مرحله، شبکه زمین پست مجاور در شکل ۲ به صورت شکل ۵ درمی‌آید، که در آن I_r جریان عبوری از فاز به ازای اتصال زمین (که از نتایج محاسبات اتصال کوتاه در شبکه قدرت بدست آمده و معلوم فرض می شود) و I_2 جریان ورودی به پست مجاور از طریق سیم زمین است (که در ادامه محاسبات به مقدار آن نیازی نیست).

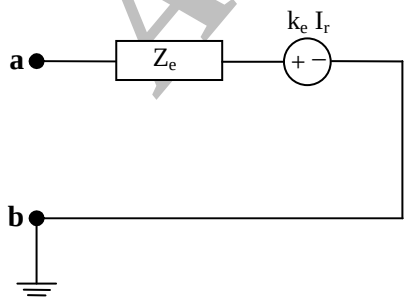


شکل ۵. تاثیر مقاومت شبکه زمین پست مجاور در مدار معادل

میان دو نقطه a و b به صورت شکل ۶ درمی‌آید، که در آن پارامترهای مربوطه به قرار زیر محاسبه می‌شوند:

$$Z_e = \frac{T_{11}(Z_{s_{n+1}} + R_{g1}) + T_{12}}{T_{21}(Z_{s_{n+1}} + R_{g1}) + T_{22}} \qquad (۹)$$

$$k_e = \frac{T_{12} R_{g1}}{Z_{s_{n+1}} + R_{g1}} - \frac{T_{22} R_{g1} [T_{11}(Z_{s_{n+1}} + R_{g1}) + T_{12}]}{[T_{21}(Z_{s_{n+1}} + R_{g_1}) + T_{22}](Z_{s_{n+1}} + R_{g1})} \qquad (۱۰)$$



شکل ۶. معادل تونن سیم زمین و دکلهای خط انتقال

۳-۳. مدار معادل نهایی

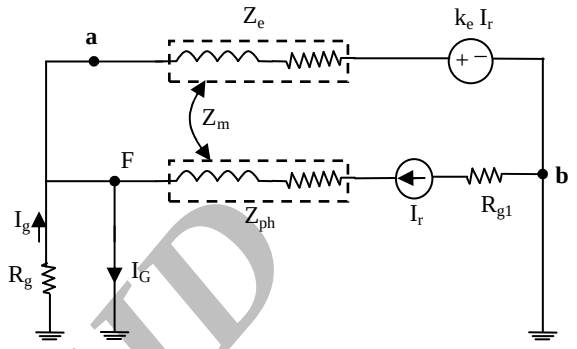
با جانشینی مدار معادل شکل ۶ در شکل ۵ (که برمبنای شکل ۲، بررسی تقسیم جریان اتصال زمین در مجاورت یک پست را نمایش

Archive of SID

www.SID.ir

داده است)، مدار معادل نهایی به صورت شکل ۷ درمی‌آید، که در این مرحله می‌توان اثر امپدانس متقابل میان سیم زمین و هادی فاز را لحاظ نمود. مقدار امپدانس متقابل از رابطه زیر محاسبه می‌شود [۲]:

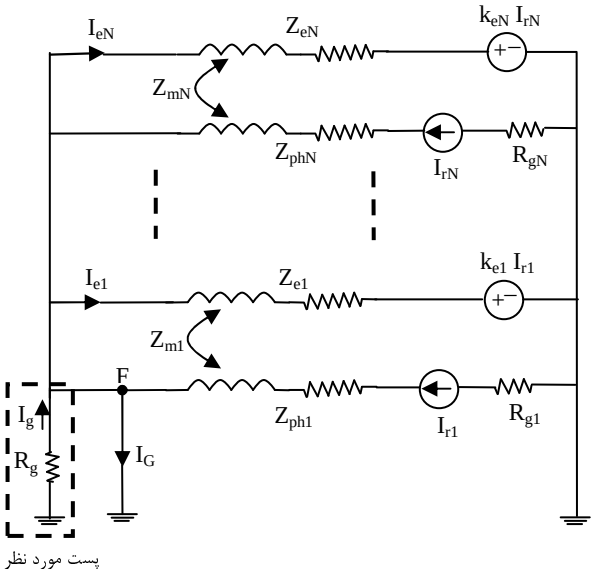
$$Z_{mi} = Z_{gm_j} \times (Z_{e_j} / Z_{gj}) \qquad (۱۱)$$



شکل ۷. مدار معادل نهایی به ازای یک پست مجاور

۴-۳. محاسبه توزیع جریان اتصال کوتاه

مدار معادل شکل ۷ برای تعمیم محاسبات به پستهای مجاور متعدد به صورت شکل ۸ در می‌آید که در آن نقطه F محل وقوع اتصال زمین و I_g جریان اتصال زمین عبوری از شبکه زمین پست موردنظر است و نسبت مقدار آن به مقدار I_G (جریان اتصال زمین که از نتایج محاسبات اتصال کوتاه شبکه قدرت به دست آمده و معلوم فرض می‌شود)، ضریب تقسیم جریان S_f[۲] را نشان می‌دهد.



شکل ۸. مدار معادل برای محاسبه توزیع جریان

با توجه به مدار معادل فوق جریانهای I_{e1} تا I_{eN} مطابق رابطه زیر محاسبه می‌شوند:

$$\begin{bmatrix} R_g+Z_{e1} & R_g \dots & R_g \\ R_g & R_g+Z_{e2} \dots & R_g \\ \vdots & \vdots \quad \dots & \vdots \\ R_g & \dots R_g \quad \dots & R_g+Z_{eN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{e1} \\ I_{e2} \\ \vdots \\ I_{eN} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (Z_{m1}-k_{e1})I_{r1} - R_g(I_G - \sum_{i=1}^{N} I_{ri}) \\ (Z_{m2}-k_{e2})I_{r2} - R_g(I_G - \sum_{i=1}^{N} I_{ri}) \\ \vdots \\ (Z_{mN}-k_{eN})I_{rN} - R_g(I_G - \sum_{i=1}^{N} I_{ri}) \end{bmatrix} \qquad (۱۲)$$

بر این اساس، در حالیکه:

$$I_g = I_G - \sum_{j=1}^{n} (I_{rj} - I_{ej}) \qquad (۱۳)$$

S_f در پست موردنظر بقرار زیر محاسبه می گردد:

$$S_f = \frac{I_g}{I_G} = 1 - \frac{\sum_{j=1}^{n} (I_{rj} - I_{ej})}{I_G} \qquad (۱۴)$$

۴. نتایج روش پیشنهادی

همانگونه که نشان داده شد، روش پیشنهادی در حالت کلی و بدون هیچگونه محدودیت در اندازه و تعداد اسپنهای خطوط انتقال متصل به پست، ساختار دو مداره غیرهمسان در خطوط، متعدد بودن سیمهای محافظ، غیرهمسان بودن مقاومت زمین پای دکلها، لحاظ کردن شبکه زمین در پستهای مجاور و محل خطا می‌تواند ضریب S_f را محاسبه نماید، درحالیکه هیچکدام از روشهای پیشین از چنین قابلیت‌هایی به صورت یکپارچه برخودار نیستند.

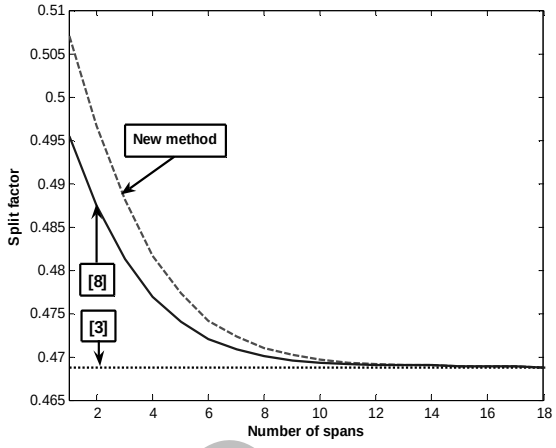
با این حال به منظور امکان پذیر شدن مقایسه، نتایج روش پیشنهادی با نتایج شبیه سازی روشهای [۲] (از روشهای تقریبی) و [۷] (از روش‌های تحلیلی)، دو مطالعه موردی بر روی شبکه استاندارد [۹] (که اطلاعات آن در پیوست۱ ارائه شده است)، و نیروگاه کرخه(با اطلاعات پیوست۲) صورت گرفته که نتایج آن در ادامه ارائه شده‌اند.

۴-۱. تاثیر تعداد اسپنهای خطوط انتقال

شکل ۹ تاثیر تعداد اسپنهای یک خط انتقال با مشخصات ارائه شده در شبکه استاندارد [۹] را بر توزیع جریان اتصال کوتاه با روش ارائه شده در این مقاله و روش مرجع [۲] و همچنین روش تحلیلی ارائه شده در مرجع [۷] نشان می دهد.

[1] Split factor

Archive of SID
www.SID.ir

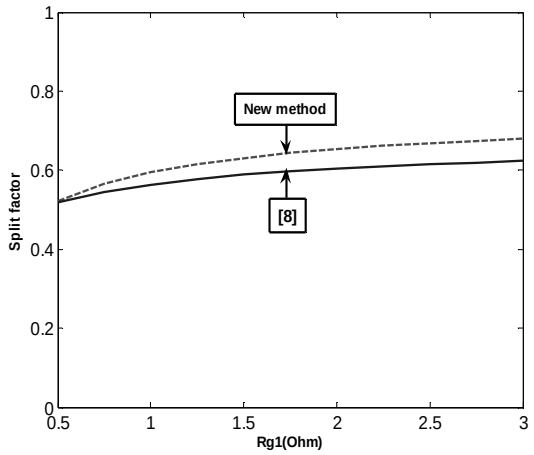


شکل ۹. مقایسه روش ارائه شده با مراجع [۲] و [۷]

همانطوریکه در شکل ۹ مشاهده می‌شود مدل ارائه شده در این مقاله در تمامی حالات با روش تحلیلی ارائه شده در مرجع [۷] و به ازای تعداد اسپنهای بالاتر از ۱۳ اسپن با مرجع [۲] مطابقت دارد. در نتیجه در حالیکه در خطوط کوتاه بدلیل خطای زیاد نمی‌توان از مرجع [۲] استفاده کرد و همچنین در خطوط کوتاه و بلند بدلیل پیچیدگی روش مرجع [۷] استفاده از آن در موارد اشاره شده در بخشهای قبلی مشکل و در برخی موارد غیرممکن است، روش پیشنهادی بخوبی و بسادگی در تمامی انواع خطوط متصل به پست می‌تواند پاسخ های دقیق ارائه نماید.

۲-۴. مطالعه موردی برای محاسبه ضریب تقسیم جریان اتصال زمین

در این بخش ضریب تقسیم جریان اتصال زمین برای پست نیروگاهی کرخه با اطلاعات ارائه شده در پیوست ۲ محاسبه شده است. برای مقایسه روش پیشنهادی با روش تحلیلی مرجع [۷]، به دلیل آنکه شبکه مذکور دارای سیمهای زمین متعددی بوده و همچنین شبکه از خطوط دومداره غیرهمسان تشکیل شده است استفاده از روش مرجع [۷] برای محاسبه ضریب تقسیم جریان اتصال کوتاه بسیار مشکل است. بدین منظور با استفاده از اطلاعات شبکه موردنظر با فرض همسانی خط انتقال دو مداره و درنظرگرفتن یک سیم زمین هوایی، ضریب تقسیم جریان به ازای تغییرات مقاومت سیستم زمین پست همسایه با استفاده از روش ارائه شده در این مقاله و روش مرجع [۷] محاسبه گردیده که نتایج آن در شکل ۱۰ ارائه شده است. از آنجا که تاثیردهی امپدانس متقابل میان هادی فاز و سیم زمین در روش پیشنهادی بر مبنای مدلی کاربردی صورت گرفته است انتظار می رفت که نسبت به نتایج روش مرجع [۷] تفاوتهایی داشته باشد که حداکثر میزان خطا کمتر از ده درصد بوده و خوشبختانه باعث افزایش محسوس ایمنی در طراحی شبکه زمین می گردد. البته روش مرجع [۷] در شرایط واقعی از پست و خطوط شبکه قدرت که روش پیشنهادی به سادگی ضریب تقسیم جریان را تعیین می‌نماید امکان پاسخ دهی مناسب را ندارد.



شکل ۱۰. مقایسه روش ارائه شده و مرجع [۷] برای شبکه ساده شده کرخه

۵. نتیجه گیری

برای محاسبه جریان اتصال کوتاه دقیق ورودی به پست جهت طراحی و احداث شبکه زمین ایمن نیاز به مدلسازی دقیق شبکه‌های انتقال متصل به پست و سیستم‌های زمین پستهای مجاور است. در این مقاله روشی کاربردی و دقیق برای محاسبه ضریب تقسیم جریان اتصال زمین در پستهای فشار قوی با انواع خطوط انتقال متصل به پست ارائه شده است و با برخی روشهای ارائه شده قبلی نیز مقایسه گردیده و نتایج خوبی حاصل گردیده است. این روش قادر است خطوط انتقال دومداره غیرهمسان با اسپنها و مقاومتهای پای دکل نامساوی و همچنین شبکه‌های انتقال بزرگ و دارای سیمهای زمین هوایی متعدد را نیز تجزیه و تحلیل نموده و محاسبات را تسهیل کند.

مراجع

[1] Popovic L.M., *"Efficient Reduction of Fault Current Through the Grounding Grid of Substation Supplied by Cable Line"*, IEEE Trans. On Power Delivery, vol.15, No.2, April 2000, pp. 556-561.

[2] Hans R.Seedher and etal, *"A Practical Approach for Computation of Grid Current"*, IEEE Trans. on Power Delivery, vol.14, No.3, July 1999.

[3] Popovic, L.M., *"Practical Method for Evaluating Ground Fault Current Distribution in Station, Towers and Ground Wire"*, IEEE Trans. On Power Delivery, Vol.13, No.1, January 1998.

[4] Popovic, L.M., *"Practical Method for Evaluating Ground Fault Current Distribution in Station Supplied by An Unhomogeneous Line"*, IEEE Trans. On Power Delivery, vol.12, no.2, April 1997.

Archive of SID

www.SID.ir

[5] Nahman. J.M., *"Proximity Effects on the Ground Fault Current Distribution within the Earthing System Formed by a Substation and the Associated Transmission Lines"*, IEE Proceedings, Vol.135, No.6, November 1988.

[6] Meliopoulos. A.P., and etal, *"Computation of Maximum Earth Current in Substation Switchyards"*, IEEE Trans. On Power Apparatus and Systems, vol. PAS-102, No.9, September.1983, pp. 3131-3139.

[7] Dawalibi. F., *"Ground Fault Current Distribution Between Soil and Neutral Conductors"*, IEEE Trans. On Power Apparatus and System, Vol. PAS-99, No.2, March/April 1980, pp. 452-461

[8] Verma. R., D.Mukhedkar, *"Ground Fault Current Distribution Substation, Towers and Systems"*, IEEE Trans. On Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-98, No.3, May/June 1979, pp. 724-730.

[9] ANSI/ IEEE Std 80-2000, *"IEEE Grounding for Safety in AC Substation Grounding", IEEE, 2000.*

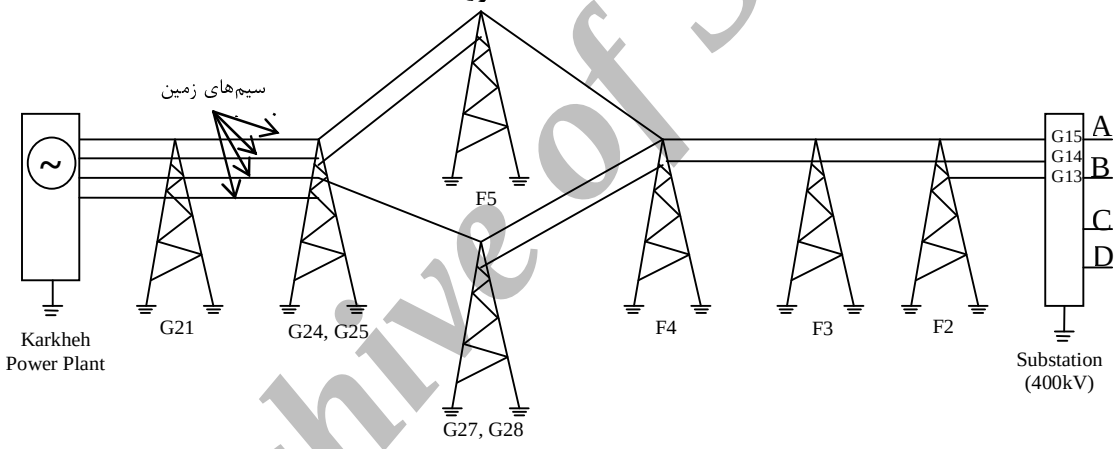
پیوست ۱: اطلاعات خط انتقال مطابق استاندارد[۹]

جدول پ-۱. مشخصات خط انتقال موردنظر

f(Hz)	50
Z_g (Ω/km)	(7+j1.3)
Z_{gm} (Ω/km)	0.0494+0.386
Span(m)	300
R_T(Ω)	10
R_g (Ω)	0.5
R_{g1} (Ω)	0.5

پیوست ۲:

الف. شماتیک شبکه مورد مطالعه



شکل پ-۱. شبکه، نیروگاه و پست کرخه

ب. اطلاعات شبکه کرخه

جدول پ- ۲. مشخصات خط انتقال واسط بین نیروگاه و پست کرخه

Z_s(ohm)	تعداد سیم زمین	طول اسپن (m)	انتهای اسپن	ابتدای اسپن
0.063+j0.049	4	55	G21	P/P (نیروگاه)
0.07+j0.054	4	61	G24, G25	G21
0.074+j0.057	1	64.7	F5	G24
0.062+j0.048	1	54	F5	G25
0.049+j0.038	1	42.5	G28	G25
0.05+j0.039	1	44	F4	G27
0.072+j0.055	1	62.6	F4	G28
0.099+j0.076	1	86	F4	F5
0.145+j0.111	1	125.9	F3	F4
0.14+j0107	1	121.2	F3	F4
0.13+J0.098	1	111.2	F2	F3
0.122+J0.094	1	105.8	F2	F3
0.13+j0.098	1	111.2	G13	F2
0.12+j0.091	1	102.4	G14	F2
0.112+j0.086	1	97.8	G15	F2
0. 068+j0.052	2	59.3	D/C	G13/G14
0.066+j0.051	2	57.3	B/A	G14/G15

Archive of SID
www.SID.ir