



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: قدرت

عنوان:

روش خطایابی با استفاده از WAMS/PMW ها

استاد راهنما: دکتر جلیل زاده

نگارش: میرزاپور مهر داد



روش خطایابی از طریق WAMS/PMU ها در این مقاله مورد ارزیابی قرار می گیرند.

WAMS (Wide Area Measurement / Monitoring System) به معنی سیستم نظارتی زنجان و اسکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق

/ اندازه گیری شبکه ی وسیع و PMU (Phasor Measurement Unit) به معنی واحد

اندازه گیری فاز می باشد.

این روش از ولتاژ فازهای سنکرون دو گره که خطا در خط بین آن دو رخ داده است و گره

های همسایه برای تشخیص محل خطا استفاده می کند.

بر اساس ولتاژهای خطای اندازه گیری شده توسط PMU ها در این دو گره جریان بین این

دو را می توان اندازه گیری نمود. سپس جریان های ورودی به دو گره در پایانه های خطی

که خطا در آن قرار دارد از جریان خطوط بدست می آید.

بر اساس جریان وارد شده به گره ها ، گره ی خطا یا محل دقیق خطا روی خطوط انتقال

کاملاً قابل تشخیص است.

در این مقاله فرمول های محل خطا با جزئیات کامل استنتاج شده اند.

بررسی های لازم با یک شبکه ی استاندارد 14 باسه و یک شبکه ی فرضی 500 KV

توسط EMTP شبیه سازی شده اند تا روش پیشنهادی را تأیید کنند.

انواع مختلف خطا و همین طور تنوع مقاومت خطا نیز در نظر گرفته شده است.

## فصل اول

### مقدمه ای بر سیستم های قدرت

## نمایش سیستم های قدرت بصورت چند قطبی

### مقدمه:

با وجود اینکه پارامترهای انتقال یک خط منفرد، با یک جفت خط با اتصال سری و یا موازی بصورت دو قطبی به سهولت انجام می شود ولی تجزیه و تحلیل سیستم های قدرت بزرگ، استفاده از پارامترهای Z یا پارامترهای Y، به مراتب راحت تر است.

امروزه با توجه به اینکه یک سیستم قدرت شامل تعداد زیادی از ژنراتورها، ترانسفورماتورها، خطوط انتقال و شین ها می باشد. لذا استفاده از نرم افزار در محاسبات مختلف سیستم ها امری اجتناب ناپذیر است. برای تهیه شبیه سازی های نرم افزاری باید معادلات شبکه با توجه به عملکرد عناصر سیستم و مدار معادل آنها بررسی و آماده

گردد. در این قسمت ماتریسهای اصلی ادمیتانس شبکه که نشان دهنده نقش امپدانس های عناصر سیستم است معرفی شده و بعضی از کاربردهای آنها مورد بحث قرار می

گیرد.

### تحلیل گرهی سیستم های چند قطبی:

شبکه ای مانند شکل 1 را که از عناصر ادمیتانس تشکیل شده است، در نظر می گیریم و فرض می کنیم که بین عناصر نشان داده شده بوسیله ادمیتانس هیچگونه تزویج

مغناطیسی موجود نیست. گره صفر به عنوان گره مرجع انتخاب شده است و بقیه گره

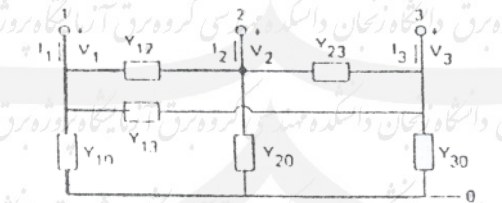
ها توسط ولتاژها و جریانهای گره نشان داده شده‌اند.

معادلات گره یا قانون جریان کیرشف (kCl) عبارتند از:

$$I_1 = y_{10} V_1 + y_{12} (V_1 - V_2) + y_{13} (V_1 - V_3) \quad (1)$$

$$I_2 = y_{20} V_2 + y_{12} (V_2 - V_1) + y_{23} (V_2 - V_3)$$

$$I_3 = y_{30} V_3 + y_{13} (V_3 - V_1) + y_{23} (V_3 - V_2)$$



شکل 1 نمایش یک شبکه چهار گرهی بوسیله ادمیتانس

با جمع کردن جملات مشابه خواهیم داشت:

$$I_1 = (y_{10} + y_{12} + y_{13}) V_1 + (-y_{12}) V_2 + (-y_{13}) V_3 \quad (2)$$

$$I_2 = (-y_{12}) V_1 + (y_{20} + y_{12} + y_{23}) V_2 + (-y_{23}) V_3$$

$$I_3 = (-y_{13}) V_1 + (-y_{23}) V_2 + (y_{30} + y_{13} + y_{23}) V_3$$

با فرض اینکه ادمیتانس نقطه تحریک قطب‌های 1 و 2 و 3 از روابط زیر بدست می‌آیند.

$$Y_{11} = y_{10} + y_{12} + y_{13}$$

$$Y_{22} = y_{20} + y_{12} + y_{23}$$

$$Y_{33} = y_{30} + y_{13} + y_{23}$$

معادلات (2) بصورت زیر در می‌آیند:

$$I_1 = Y_{11} V_1 + Y_{12} V_2 + Y_{13} V_3 \quad (3)$$

معادلات (3) را برای یک شبکه N قطب مستقل بعلاوه یک قطب مرجع بصورت زیر

$$I_k = Y_{k1} V_1 + Y_{k2} V_2 + \dots + Y_{kn} V_n = \sum_{j=1}^n Y_{kj} V_j \quad (4)$$

که در ادمیتانس بین قطب‌های j و k (y≠k) با علامت منفی  $Y_{kj} = -Y_{jk}$  که در ادمیتانس‌های مربوط به قطب k  $Y_{kk} = Y_{kk}$

ولتاژ قطب j نسبت به قطب مرجع  $V_j =$

### ماتریس‌های ادمیتانس باس و امیدانس باس

در شبکه‌های سیستم قدرت، زمین به عنوان قطب مرجع در نظر گرفته می‌شود و N برقی در شبکه‌های سیستم نامیده می‌شود، که اغلب در نمایش قطب مرجع را

حذف می‌کنند. مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه

حذف می‌کنند. مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه

حذف می‌کنند. مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه

حذف می‌کنند. مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه

حذف می‌کنند. مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه

حذف می‌کنند. مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه

حذف می‌کنند. مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه

حذف می‌کنند. مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه

حذف می‌کنند. مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه

حذف می‌کنند. مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه

حذف می‌کنند. مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \vdots \\ I_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \dots & Y_{1N} \\ Y_{21} & Y_{22} & \dots & Y_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Y_{N1} & Y_{N2} & \dots & Y_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_N \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$I_{BUS} = Y_{BUS} \cdot V_{BUS} \quad (6) \quad \text{و یا بصورت ساده تر}$$

$$Y_{kk} = \frac{I_k}{V_j} (V_j = 0) \quad j = 1, 2, \dots, N \neq K \quad (7)$$

$$Y_{kj} = Y_{jk} = \frac{-I_k}{V_j} [V_k = 0] \quad K = 1, 2, \dots, N \neq j \quad (8)$$

$$= \frac{-I_j}{V_k} [V_j = 0] \quad j = 1, 2, \dots, N \neq K$$

### تشکیل مستقیم ماتریس ادمیتانس باس $Y_{BUS}$

$$(9) \quad \text{اعضا قطری} \quad Y_{kk} = \sum_{j=0}^N y_{kj} \quad k = 1, 2, \dots, N$$

$$(10) \quad \text{اعضا غیر قطری} \quad kj = y_{jk} = -y_{jk}$$

### تشکیل مستقیم ماتریس امپدانس باس $Z_{BUS}$





در این حالت  $Z_{BUS}$  را با تکرار سطر 2 در سطر 3 و ستون 2 در ستون 3 گسترش می

دهیم و  $Z$  را به  $Z_{22}$  می افزائیم نتیجه را در محل آخرین عنصر قطری ماتریس حاصل

قرار می دهیم، در نتیجه:

$$Z_{Bus}^n = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ Z_{11}^0 & Z_{12}^0 & Z_{12}^0 \\ Z_{21}^0 & Z_{22}^0 & Z_{22}^0 \\ \hline Z_{21}^0 & Z_{22}^0 & Z_{22}^0 + Z \end{bmatrix}$$

**(3) افزودن یک شاخه با امپدانس  $Z$  بین یک باس قدیمی مثل باس 2 به زمین:**

در این حالت یک سطر و ستون فرض مانند حالت (2) به ماتریس اضافه می شود و

سپس طبق رابطه (11) سطر و ستون فرضی اضافه شده حذف می شود.

$$Z_{Bus}^n = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ Z_{11}^0 & Z_{12}^0 & Z_{12}^0 \\ Z_{21}^0 & Z_{22}^0 & Z_{22}^0 \\ \hline Z_{21}^0 & Z_{22}^0 & Z_{22}^0 + Z \end{bmatrix}$$

$$Z_{ij}^n = Z_{ij}^0 - \frac{Z_{in}^0 Z_{nj}^0}{Z_{nn}^0 + Z} \quad (11)$$

**(4) افزودن یک شاخه با امپدانس  $Z$  بین یک باس قدیمی مثل باس 2 و یک**

**باس قدیمی دیگر مثل باس 1:**

در این حالت نیز یک سطر و ستون فرضی (اختلاف سطرها و ستونهای مربوط به

باسهای 1 و 2) به ماتریس اضافه شده و سپس طبق رابطه (12) سطر و ستون فرضی

حذف می شود.

$$Z_{BUS}^n = \begin{bmatrix} Z_{11}^0 & Z_{12}^0 & Z_{11}^0 - Z_{12}^0 \\ Z_{21}^0 & Z_{22}^0 & Z_{21}^0 - Z_{22}^0 \\ Z_{11}^0 - Z_{12}^0 & Z_{21}^0 - Z_{22}^0 & Z + Z_{mm}^0 + Z_{22}^0 - 2Z_{12}^0 \end{bmatrix}$$

$$Z_{1j}^n = Z_{1j}^0 - \frac{Z_{ip}^0 Z_{pi}^0}{Z + Z_{mm}^0 + Z_{nn}^0 - 2Z_{mm}^0} \quad (12)$$

\* در صورتیکه  $Z_{BUS}$  برای یک شبکه مشخص باشد امپدانس معادل دیده شده از باس I همان  $Z_{ii}$  می باشد که در ماتریس  $Z_{BUS}$  مشخص شده است.

\* در صورتیکه خط بین دو باس I و J دارای امپدانس  $Z_L$  را بین دو باس قدیم I و J اضافه کرده ایم.

این مقاله به منظور پیشنهاد روش جدید مکان یابی خطا بر اساس WAMS/PMU ها ارائه شده است. این روش از اندازه گیری ولتاژهای خطای دو گره از خطی که خطا در آن رخ داده و گره های همسایه ی آنها استفاده می کند تا مکان خطا را تشخیص دهد. بر اساس این ولتاژهای خطای اندازه گیری شده توسط PMU ها در این گره ها، جریان های بین این گره ها قابل اندازه گیری است. پس جریان های تزریق خطا در دو پایانه ی خطی که خطا در آن رخ داده است از بین جریان های خطوط بدست می آید. بر اساس جریان های تزریق خطا به گره ها، گره ی خطا یا محل خطا در خطوط انتقال قابل تعیین است. تحلیل نظری با جزئیات کامل شامل دو شبیه سازی EMTP روی یک شبکه ی استاندارد 14 باسه و یک شبکه ی فرضی انتقال 500 KV نیز برای تصدیق پیشنهاد جدید ارائه شد.

## 1- modern power system Analysis

G.Rcross

ترجمه: دکتر مهرداد عابدی

## 2-Elements of power system Analysis

Wiliam D.Stevenson

ترجمه: مهندسک پیروز پروین، مهندس علی شاعری