



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

برآورد دینامیک پایداری سیستم توان در پیاده سازی های مختلف فیلتر

کالمن

چکیده

فروپاشی ولتاژ، هنوز هم بزرگترین تهدید برای سیستم انتقال است. رویکردهای بسیاری وجود دارند که برای پیش بینی نقطه فروپاشی ولتاژ بررسی شده اند. با این حال، هنوز هم فقدان اطلاعات مربوط به حالت فعلی سیستم وجود دارند. با پیشرفت تکنولوژی واحدهای اندازه گیری فازور (PMUs)، یک مسیر جایگزین برای بهبود تخمین حالت سیستم قدرت موجود فراهم می شود. از این رو، توسعه روش های بهتر که بتوانند یک هشدار اولیه را قبل از فروپاشی ولتاژ ارائه دهند مد نظر بوده است. این مقاله به توسعه روش های نظارت بر سیستم در زمان واقعی برای ارائه یک هشدار به موقع در سیستم قدرت می پردازد. الگوریتم پیش بینی نقاط فروپاشی مبتنی بر این فرض است که ناپایداری ولتاژ از نزدیک با حداکثر توانایی بار یک شبکه انتقال مرتبط است. بنابراین، امپدانس تونن با امپدانس بار ظاهری در نقاط فروپاشی برابر می شود. روش های متعددی از قبیل فیلتر کالمن گسسته (DKF)، فیلتر کالمن بسط یافته (EKF) و فیلتر کالمن بدون بو (UKF) در پیش بینی کننده ناپایداری ولتاژ زمان واقعی به منظور پیگیری پارامترهای تونن پیاده سازی شده اند. نتایج آزمون در مورد سیستم های 2-باس و 10-باس 132 کیلو ولت آزمایش شده است. نتایج بر اساس شاخص هشدار-زوددهنگام از فروپاشی ولتاژ مقایسه می شوند. نتایج روش DKF به عنوان مرجع برای هدف مقایسه بین روش EKF و روش UKF تنظیم می شوند. نتایج آزمون نشان می دهد که روش EKF، با کاهش 0.1169 p.u. برای سیستم 2-باس و 0.0338 p.u. برای سیستم 10-باس، نتایج بهتری را ارائه می دهد. در عین حال، روش UKF، مقادیر افزایشی 0.4262 p.u. را برای سیستم 2-باس و 0.1522 p.u. را برای سیستم 10-باس ارائه می دهد. هدف کلی این تحقیق، توسعه روش هایی است که هشدار زوددهنگام برای یک مسئله پایداری در حال ظهور را ارائه می دهند. به منظور دستیابی به اهداف پژوهش، استخراج شاخص هشدار زوددهنگام

نقطه فروپاشی کامل می شود. عملکرد هر روش مورد استفاده در سراسر این تحقیق بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل برای نقاط فروپاشی ولتاژ است.

واژگان شاخص - فیلتر کالمن، نقطه فروپاشی، نظارت سیستم زمان واقعی، پارامترهای تونن

1. مقدمه

با تقاضای رو به رشد در سیستم قدرت، مشکل ناپایداری ولتاژ برای اپراتور سیستم قدرت تبدیل به یک چالش شده است. رشد بار بدون افزایش متناظر ظرفیت انتقال، سیستم های قدرت را به مرزهای پایداری ولتاژ آنها نزدیک نموده است که منجر به افزایش مشکلات بی ثباتی ولتاژ شده است. علاوه بر این، سیستم پایدار به قابلیت اطمینان و کاهش در تلفات سیستم کمک می کند. از این رو مشکل ناپایداری ولتاژ توجه زیادی را نه تنها از طرف محققان بلکه از طرف صنعت به خود معطوف نموده است. بنابراین، سیستم نظارت حاشیه ولتاژ پیوسته در زمان واقعی برای پیش بینی فاصله از نقطه فروپاشی ولتاژ مورد نیاز است.

سیستم قدرت مالزی با واحدهای اندازه گیری فازور (PMUS) مجهز شده است. پیاده سازی فن آوری PMU در سیستم های قدرت واقعی در حال حاضر تحت پروسه است. با اشاره به اعلام افزایش تعرفه برق در [1]، افزایش مستمر در تقاضای بار و هزینه سوخت منجر به نیازهای فوری در جهت بهبود کاربرد بهره وری عملیاتی انتقال و دارایی های توزیع و کاهش تلفات شده است. بنابراین، (TNB- Tenaga Nasional Berhad-Transmission T) و TNB-Research (TNB-R) در یک پروژه تحقیق و توسعه 5 ساله در Wide-Area Intelligent Systems (WAIS) به منظور افزایش امنیت و قابلیت اطمینان شبکه سیستم قدرت و از این رو ارائه اطلاعات زمان واقعی در مورد نزدیکی سیستم به فروپاشی ولتاژ به اپراتورهای سیستم که در [2] بیان شده است دارای همکاری مشترک هستند.

خطوط انتقال موجود با سیستم های حفاظت و اندازه گیری متقابل برای جلوگیری از فروپاشی مجهز شده اند. از این رو، داده های واقعی از PMUS، هرگز فروپاشی را در سیستم پیدا نخواهند کرد. بنابراین، رخداد خطا و یا قطع در باس در شبیه سازی با استفاده از شبیه ساز زمان واقعی دیجیتال (RTDS) ایجاد خواهد شد. داده های شبیه سازی

PMUS به دست آمده از TNB-R در قالب ولتاژ و جریان هستند که به دامنه و زاویه آن اشاره می کنند. برای زمان، TNBR از آخرین فن آوری PMUS استفاده می کند که قادر به اندازه گیری 50 نمونه در هر ثانیه هستند. عملکرد تجربی شبیه سازی در TNB-R با سیستم 132 کیلو ولت با سیستم های 2-باس و 10-باس انجام شد. محدودیت این پروژه، کانال های ارتباطی در برخی از پستهای TNB مورد نظر هستند که به طور کامل پیکربندی نشده اند و در نتیجه اندازه گیری ها بر اساس جریان های داده واقعی هنوز هم در حال حاضر غیر ممکن هستند. بنابراین، نتایج نشان داده شده مبتنی بر ورودی ها از شبیه سازی هستند.

این مقاله به مرورهای کلی در مورد پایداری ولتاژ در بخش بعدی خواهد پرداخت. بخش سوم شامل توسعه روش شناسی و تکنیک مورد استفاده در این تحقیق می شود. در بخش چهارم، نتایج و بحث را نشان می دهد. نتیجه گیری در آخرین بخش نشان داده شده است.

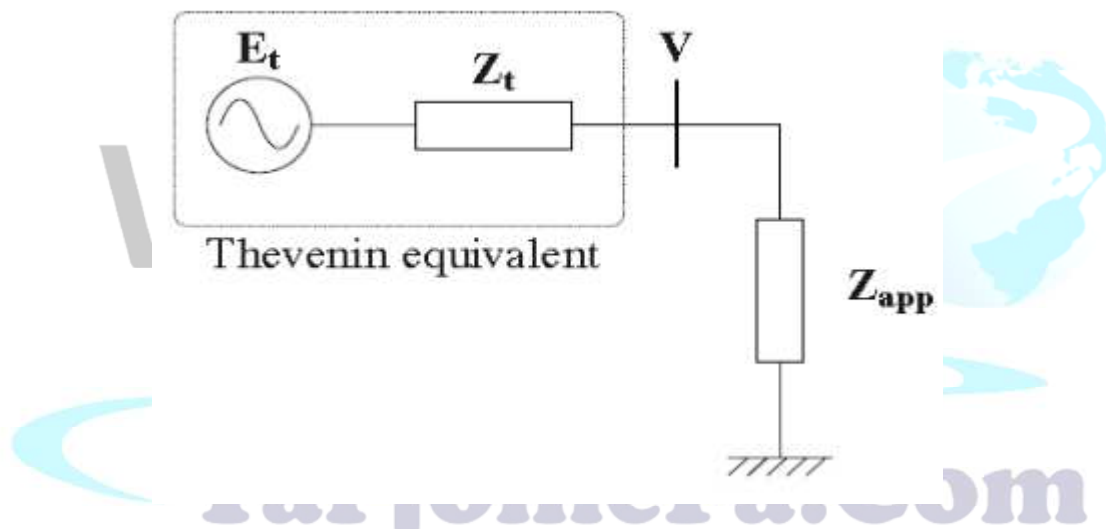
II. مرورهایی بر پایداری ولتاژ

پایداری ولتاژ سیستم قدرت، یک پدیده پویای دخیل در تولید، انتقال و توزیع برق است. پایداری ولتاژ در یک سیستم قدرت به حفظ ولتاژ در حد قابل قبول در شرایط عادی اشاره می کند. علاوه بر این، فروپاشی ولتاژ زمانی تعریف می شود که سیستم قدرت در حالت عملیاتی معین دستخوش اختلال معین فروپاشی ولتاژ قرار می گیرد، اگر ولتاژهای تعادل پس از اختلال زیر حد قابل قبول باشند. علاوه بر این، ناپایداری ولتاژ، فقدان پایداری ولتاژ می باشد و به کاهش پیشرونده ولتاژ (یا افزایش) منجر می شود که در [3] تعریف شده است.

اساساً، پایداری را می توان به سه موضوع اصلی، حرارتی، ولتاژ و گذرا تقسیم نمود. علت اصلی مسئله پایداری ولتاژ، فاصله الکتریکی بین تولید ها و بارهاست و همچنین به توپولوژی شبکه بستگی دارد. هر زمان که یک سیستم قدرت تحت تاثیر اختلالات قرار می گیرد، ممکن است پس از یک افت تدریجی و غیر قابل کنترل در ولتاژ، به یک وضعیت بی ثباتی ولتاژ، همانند [4] وارد شود.

3 کلید مرتبط با پایداری ولتاژ وجود دارند. اولی، پشتیبانی از توان راکتیو از طریق انتقال قدرت، و یا در نقطه بارگذاری است. دومی، ویژگی های بار است که از شبکه های برق حجمی دیده می شود. آخرین، وسایل موجود برای کنترل ولتاژ در ژنراتور و در شبکه همانند [5] است.

با توجه به نظریه، مقدار امپدانس تونن برابر است با امپدانس بار ظاهری به ولتاژ که به حداکثر نقطه انتقال می رسد. روش پیش بینی کننده ناپایداری ولتاژ (VIP) بر اساس این فرض است که ناپایداری ولتاژ از نزدیک با حداکثر توانایی بار یک شبکه انتقال مرتبط است، همانطور که در [6] ثابت شده است. یک باس بار و بقیه سیستم به عنوان یک معادل تونن در نظر گرفته می شوند که در شکل 1 نشان داده شده است.



شکل 1. باس محلی و بقیه سیستم به عنوان یک معادل تونن [5] در نظر گرفته می شوند.

امپدانس ظاهری Z_{app} صرفاً نسبت بین فازورهای ولتاژ و جریان است که در باس اندازه گیری می شوند. ردیابی معادل تونن تشخیص فروپاشی ولتاژ ضروری است.

روش های زیادی برای پیگیری پارامترهای تونن وجود دارند. ردیابی بر اساس معادله 1 است، همانند [5، 7-10].

$$E_{th} = V + Z_{th} \times I \quad (1)$$

نشان داده می شود که:

$$E_{th} = E_r + jE_i$$

$$V = V_r + jV_i$$

$$I = I_r + jI_i$$

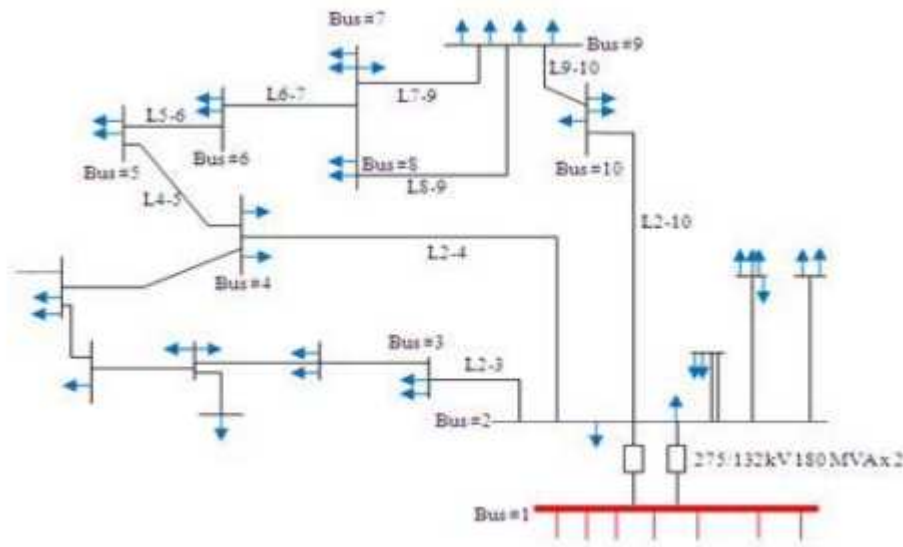
بازنویسی معادلات بالا در یک مختصات دکارتی در معادله 2 داده شده است:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -I_r & I_i \\ 0 & 1 & -I_i & -I_r \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} E_r \\ E_i \\ R_{th} \\ X_{th} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_r \\ V_i \end{bmatrix} \quad (2)$$

اندیس های r و i , قسمت های حقیقی و موهومی فازورها را نشان می دهند. توجه داشته باشید که V و I به طور مستقیم از اندازه گیری ها در باس محلی در دسترس هستند. مجهول ها، E_r , X_{th} , R_{th} و E_i هستند. در معادله 2، دو معادله و چهار مجهول، به وضوح وجود دارند و اندازه گیری های صورت گرفته، دو یا چند بار برای حل مجهولات مورد نیاز هستند. در محیط واقعی، اندازه گیری ها، دقیق نیستند و رانش پارامترهای تونن با توجه به شرایط در حال تغییر سیستم وجود دارد. به منظور حذف نوسانات، یک پنجره داده های بزرگتر باید استفاده شود. بنابراین، این برآورد برای به حداقل رساندن خطا در یک حالت حداقل مربعات تلاش می کند.

III. روش شناسی تحقیق

این بررسی در یکی از مناطق بار TNB به منظور بررسی اثربخشی حاشیه پایداری ولتاژ انجام خواهد شد. شبکه 132 کیلوولت (برای سیستم 2-باس و سیستم 10-باس) از منطقه تحت بررسی که در آن منبع ورودی 275 کیلو ولت از باس 1 گرفته می شود و به 132 کیلو ولت توسط دو واحد ترانسفورماتور 180 MVA به صورت پله ای برده می شود به باس 1 و باس 2 متصل هستند. تمام باس ها در این منطقه به عنوان باس بار در نظر گرفته می شوند. باس بار را می توان به عنوان خط انتقال تغذیه کننده یک بار معین تعریف نمود. این تجزیه و تحلیل مبتنی بر اطلاعات جمع آوری شده از TNB-R است. داده های جمع آوری شده از شبکه 132 kv با توجه به عملکرد پایداری مورد مطالعه و تجزیه و تحلیل قرار می گیرند. بار کل در منطقه، حدود 85 MVA است، و توان به مراکز بار جریان می یابد. PMUS برای نظارت بر فازورهای ولتاژ و جریان در باس 1 تا باس 10 نصب می شوند.



شکل 2. جزئیات TNB 132 بار کیلوولت تحت بررسی

منطقه با TNB 132 کیلوولت تحت بررسی برای سیستم های 2-باس و 10-باس در شکل 2 نشان داده شده است. داده های PMUS ارائه شده توسط TNB-R در سیستم 2-باس دارای تعداد 32973 نقاط داده است در حالی که برای سیستم 10-باس، دارای تعداد کل 2000 نقاط داده است و هر دو سیستم شامل اندازه گام یکسان 0.02 ثانیه می شوند که یعنی 50 نمونه در هر ثانیه از داده های جمع آوری شده از PMUS فراهم می شوند. ردیابی معادل تونن برای تشخیص فروپاشی ولتاژ ضروری است. در این پژوهش، فیلتر کالمن گسسته (DKF)، فیلتر کالمن بسط یافته (EKF) و فیلتر کالمن بدون بو (UKF) برای پیگیری پارامترهای معادل تونن پیاده سازی شده اند. نتایج حاصل از این سه روش را می توان تجزیه و تحلیل و مقایسه نمود. فیلتر کالمن مجموعه ای از معادلات ریاضی را فراهم می کند که یک ابزار محاسباتی کارآمد به منظور برآورد حالت به عنوان یک فرایند است، به شیوه ای که متوسط از مربعات خطا به حداقل برسد. این فیلتر در جنبه های مختلف قوی است که از برآورد حالات گذشته، حال و آینده نیز پشتیبانی می کند و بنابراین حتی می تواند زمانی که ماهیت دقیق سیستم مدل سازی ناشناخته است، عمل نماید. فیلتر کالمن، به مشکل کلی تلاش برای برآورد حالت یک فرایند گسسته در زمان کنترل شده می پردازد که تحت یک معادله تفاضلی تصادفی خطی اداره می شود. فیلتر کالمن برای کاربردها در یک سیستم خطی مناسب

تر است. از این رو، فیلتر کالمن خطی شده حول میانگین و کوواریانس جریان، یک EKF نامیده می شود. EKF به یک روش استاندارد مورد استفاده در تعدادی از برآوردهای غیرخطی و کاربردهای یادگیری ماشین تبدیل شده است. اینها شامل برآورد حالت یک سیستم دینامیکی غیرخطی، برآورد پارامترها در شناسایی سیستم های غیر خطی و نیز برآورد دوگانه می شوند که هر دو حالت و پارامترها به طور همزمان برآورد می شوند. با این حال، گاهی اوقات EKF می تواند خطاهای بزرگ را در میانگین خلفی صحیح و کوواریانس متغیر تصادفی گاوسی تبدیل شده ایجاد نماید که منجر به عملکرد زیر-بهینه و گاهی اوقات واگرایی فیلتر می شود. UKF این مشکل را با استفاده از روش نمونه گیری قطعی بررسی می کند. UKF یک فرمت از فیلتر کالمن برای سیستم های غیر خطی است که مجموعه ای از نقاط سیگمای وزنی برای شبیه سازی توزیع در متغیر تصادفی حالت استفاده می شوند. عملکرد فیلتر به شدت وابسته به انتخاب نقاط سیگماست و هزینه محاسباتی متناسب با تعداد نقاط سیگمای استفاده شده می باشد.

A. فیلتر کالمن گسسته (DKF)

DKF، یک فرایند را با استفاده از یک شکل از کنترل بازخورد تخمین می زند. این فیلتر حالت فرایند را در برخی از زمان ها تخمین می زند و پس از آن بازخورد را در قالب اندازه گیری های نویزدار به دست می آورد. به این ترتیب، معادلات فیلتر کالمن شامل دو گروه می شود که معادلات به روز رسانی زمان و معادلات به روز رسانی های اندازه گیری می باشند. یک تصویر کامل از بهره برداری DKF در شکل 3 نشان داده شده است.

معادلات زمان به روز شده مسئول طرح ریزی حالت مستقیم و کنونی و برآوردهای کوواریانس خطا به منظور به دست آوردن برآورد قبلی در مرحله زمان بعدی می باشند. معادلات اندازه گیری به روز شده، مرتبط با بازخورد هستند که اندازه گیری جدید را در تخمین قبلی به منظور دست آوردن یک برآورد خلفی بهبود یافته ترکیب می کنند. به روز رسانی زمانی در واقع مرحله پیش بینی فیلتر کالمن است، در حالی که به روز رسانی اندازه گیری، مرحله اصلاح را نشان می دهد. در واقع، الگوریتم تخمین نهایی شبیه یک الگوریتم پیش بینیکننده-اصلاح کننده برای حل مشکلات عددی در [11] است.

Time Update:

1. Project the state ahead.

$$\hat{x}_k^- = A\hat{x}_{k-1}^- + Bu_{k-1}$$

2. Project the error covariance ahead.

$$P_k^- = AP_{k-1}A^T + Q$$

Measurement Update:

1. Compute the Kalman gain.

$$K_k = P_k^- H^T (HP_k^- H^T + R)^{-1}$$

2. Update estimate with measurement z_k .

$$\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K_k(z_k - H\hat{x}_k^-)$$

3. Update the error covariance.

$$P_k = (I - K_k H)P_k^-$$

شکل 3. یک تصویر کامل از عملیات DKF

B. فیلتر کالمن بسط یافته (EKF)

EKF می تواند برآورد در سراسر برآورد جریان با استفاده از مشتقات جزئی فرایند و توابع اندازه گیری به منظور محاسبه برآوردها حتی در صورت رابطه غیر خطی، خطی نماید. همانند فیلتر کالمن گسسته پایه، معادلات به روز رسانی اندازه گیری، برآوردهای حالت و کوواریانس را برای اندازه گیری Zk تصحیح می نمایند. یک ویژگی مهم EKF اینست که ژاکوبین، H در معادله برای بهره کالمن، Kk، فقط برای انتشار صحیح جزء مربوط به اطلاعات اندازه گیری همانند [11] به کار گرفته می شود. تصویر کامل از عملیاتی EKF در شکل 4 نشان داده شده است.

Time Update:

1. Project the state ahead.

$$\hat{x}_k^- = f(\hat{x}_{k-1}^-, u_{k-1}, 0)$$

2. Project the error covariance ahead.

$$P_k^- = AP_{k-1}A_k^T + W_k Q_{k-1} W_k^T$$

Measurement Update:

1. Compute the Kalman gain.

$$K_k = P_k^- H_k^T (HP_k^- H_k^T + V_k R_k V_k^T)^{-1}$$

2. Update estimate with measurement z_k .

$$\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K_k(z_k - h(\hat{x}_k^-, 0))$$

3. Update the error covariance.

$$P_k = (I - K_k H)P_k^-$$

شکل 4. یک تصویر کامل از عملیات EKF

C. فیلتر کالمن بدون بو (UKF)

UKF بر اساس شهود کار می کند که تقریب توزیع احتمال آسان تر است. بدین ترتیب تقریب یک تابع دلخواه غیر خطی صورت می گیرد و تبدیل و عملیات کامل در شکل 5 نشان داده شده است. نقاط سیگما طوری انتخاب می شوند که میانگین و کواریانس آنها دقیقاً X_{k-1}^a و P_{k-1} باشند. سپس هر نقطه سیگما از طریق بازده غیر خطی در پایان یک ابر از نقاط تبدیل منتشر می شود. سپس میانگین و کواریانس برآورد شده جدید بر اساس آمارشان محاسبه می شوند. این فرآیند تبدیل بی بو نامیده می شود. تبدیل بی بو یک روش برای محاسبه آمار یک متغیر تصادفی است که تحت یک تبدیل غیر خطی همانند [12] قرار می گیرد.

Initialization of \hat{x}_0 and P_0 then calculate sigma points:

$$S_{k-1}^a = \left[\hat{x}_{k-1}^a \quad \hat{x}_{k-1}^a + \sqrt{(L + \lambda)P_{k-1}^a} \right]$$

Time update:

$$S_{k|k-1}^x = F[S_{k-1}^x, S_{k-1}^y]$$

$$\hat{x}_k^- = \sum_{i=0}^{2L} W_i^{(m)} S_{i,k|k-1}^x$$

$$P_k^- = \sum_{i=0}^{2L} W_i^{(c)} [S_{i,k|k-1}^x - \hat{x}_k^-][S_{i,k|k-1}^x - \hat{x}_k^-]^T$$

$$z_{k|k-1} = H[S_{k|k-1}^x, S_{k-1}^n]$$

$$\hat{z}_k^- = \sum_{i=0}^{2L} W_i^{(m)} z_{i,k|k-1}$$

Measurement update:

$$P_{z_k z_k} = \sum_{i=0}^{2L} W_i^{(c)} [z_{i,k|k-1} - \hat{z}_k^-][z_{i,k|k-1} - \hat{z}_k^-]^T$$

$$P_{x_k z_k} = \sum_{i=0}^{2L} W_i^{(c)} [S_{i,k|k-1}^x - \hat{x}_k^-][z_{i,k|k-1} - \hat{z}_k^-]^T$$

$$K_k = P_{x_k z_k} P_{z_k z_k}^{-1}$$

$$\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K_k (z_k - \hat{z}_k^-)$$

$$P_k = P_k^- - K_k P_{z_k z_k} K_k^T$$

شکل 5. یک تصویر کامل از عملیات UKF

D. شاخص نظارت بر وضعیت سیستم

با داشتن مقدار امپدانس تونن برآورد شده، حداقل دامنه امپدانس بار در یک سیستم پایدار توان قابل تعریف است. از این رو، شاخص هشدار زود هنگام را می توان در (3) برای نظارت بر وضعیت در سیستم قدرت تعریف نمود.

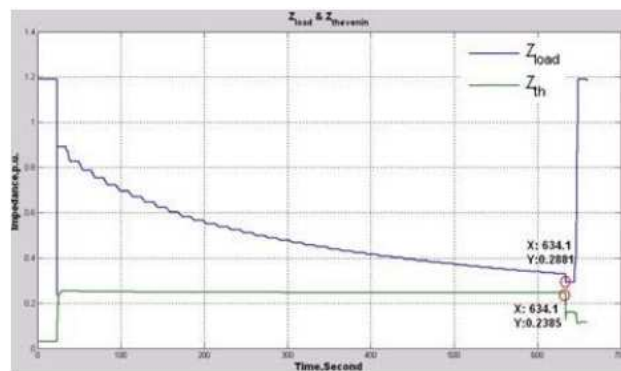
$$Index_{impedance} = \frac{|Z_{app}| - |Z_{th}|}{|Z_{th}|} \quad (3)$$

قدرت بیشتر زمانی کشیده خواهد شد که امپدانس بار شروع به افت کردن نماید. با این، شاخص هشدار زود هنگام نیز کاهش می یابد که نشان می دهد سیستم، یک لبه نزدیک به نقطه بینی فروپاشی ولتاژ است. زمانی که سیستم از نقطه بینی عمل می کند، این شاخص قطعاً صفر می شود. اطمینان از اینکه شاخص همیشه مثبت و مناسب می ماند، ضروری است و زمانی که شاخص نزدیک به صفر [13] است، پیشگیری اولیه باید پیاده سازی شود.

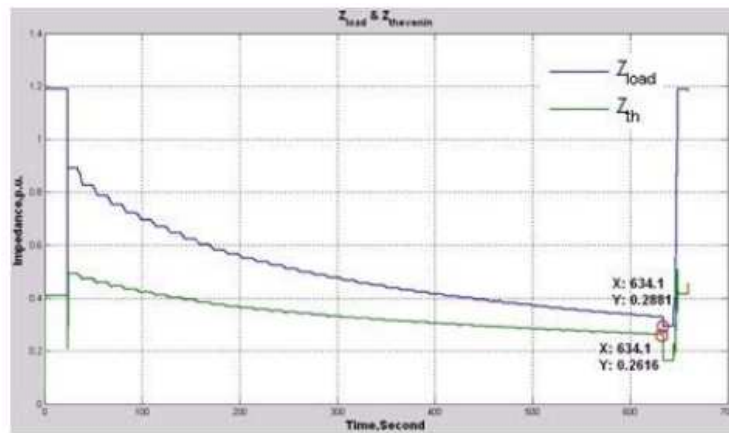
IV. نتایج و بحث

A. نتایج و تجزیه و تحلیل

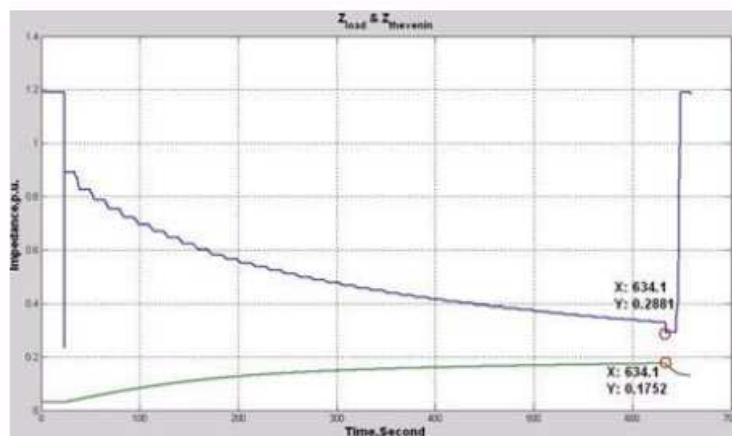
با توجه به داده های ارائه شده، مجموعه داده ها در سیستم 2-باس، یک پدیده غیر طبیعی را در زمان 634.1 ثانیه نشان می دهد. بنابراین، یک پیش بینی اینست که نقطه فروپاشی ولتاژ ممکن است در زمان 634.1 ثانیه اتفاق افتد. نتایج بدست آمده از سه روش DKF، EKF و UKF در اشکال 6,7 و 8 به ترتیب نشان داده شده اند. این نتایج همچنین ثابت کرده اند که نقطه فروپاشی ولتاژ برای سیستم دو باس در زمان 634.1 ثانیه اتفاق افتاده است. با توجه به این نظریه، نقطه فروپاشی در هر زمانی رخ می دهد که امپدانس تونن با امپدانس بار برای شبکه سیستم قدرت برابر است.



شکل 6. نمودار امپدانس بار با امپدانس تونن توسط KF

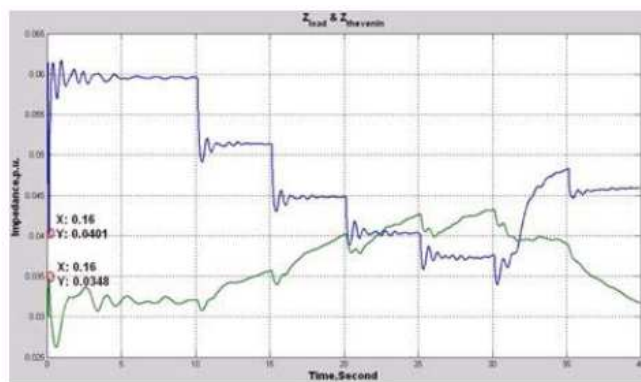


شکل 7. نمودار امپدانس بار با امپدانس تونن توسط EKF

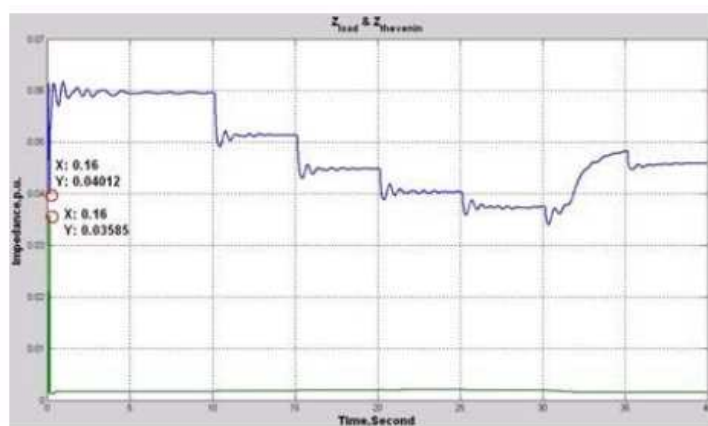


شکل 8. نمودار امپدانس بار با امپدانس تونن توسط UKF

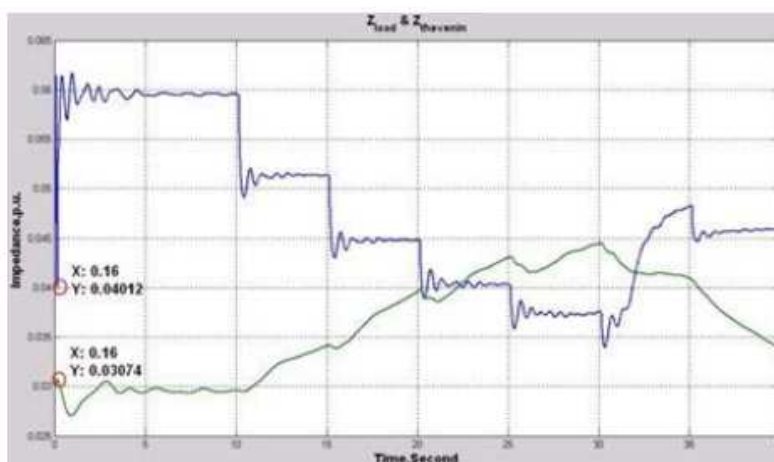
در عین حال برای سیستم 10-باس، پیش بینی نقطه فروپاشی ولتاژ در زمان 0.16 ثانیه صورت گرفت. نتایج بدست آمده از سه روش DKF، EKF و UKF در اشکال 9، 10 و 11 و به صورت جداگانه نشان داده شده اند. همچنین نتایج ثابت کرده اند که نقطه فروپاشی ولتاژ برای سیستم ده باس در زمان 0.16 ثانیه صورت اتفاق افتاده است. با توجه به نظریه، نقطه فروپاشی در هر زمانی رخ می دهد که امپدانس تونن با امپدانس بار برای شبکه سیستم قدرت برابر است. اگر امپدانس های تونن کوچکتر (یا بسیار بسیار کوچکتر) از امپدانس بار باشند، سیستم حالت عادی خواهد رفت.



شکل 9. نمودار امپدانس بار با امپدانس تونن توسط KF



شکل 9. نمودار امپدانس بار با امپدانس تونن توسط EKF



شکل 10. نمودار امپدانس بار با امپدانس تونن توسط UKF

جدول 1: شاخص هشدار زودهنگام برای فروپاشی ولتاژ

انواع روش	شاخص هشدار اولیه	
	سیستم 2-باس	سیستم 10-باس
الگوریتم گسسته الگوریتم فیلتر (DKF)	0.2182	0.1529
الگوریتم بسط یافته الگوریتم فیلتر (EKF)	0.1013	0.1191
الگوریتم فیلتر کالمن بی بو (UKF)	0.6444	0.3051

شاخص های هشدار زودهنگام برای نقطه فروپاشی ولتاژ، بر اساس امپدانس تونن برآورد شده با استفاده پیاده سازی های مختلف فیلتر کالمن که در جدول 1 نشان داده شده است، محاسبه می شوند. با مقایسه مقادیر شاخص، بسیار واضح است که نتیجه برای EKF به دلیل مقدار آن برای شاخص نزدیک به صفر بسیار دقیق تر است. بنابراین، ما به این نتیجه رسیدیم که الگوریتم EKF در ردیابی نقاط فروپاشی در سیستم های 2-باس و 10-باس بهتر عمل می کند و پس از آن الگوریتم KF و در نهایت، الگوریتم UKF در رتبه های بعدی قرار دارند..

B. بحث

بحث کلی بر سر عملکرد سه نوع مختلف از روش فیلتر کالمن برای ردیابی پارامترهای تونن است. در این طریق، با نگاه کردن به عملکرد آن برای ردیابی نقاط فروپاشی ولتاژ که اساساً تنها به امپدانس تونن و امپدانس بار اشاره می کند، EKF در میان آنها بهتر از همه عمل می کند. با این حال، نتایج حاصل از برآورد ولتاژ تونن از EKF واگرا هستند.. این پدیده ممکن است ناشی از خطای بزرگ در میانگین و کوواریانس صحیح خلفی باشد. زیرا EKF برای سیستم غیرخطی مناسب است، و در جهت پاسخگویی به نیاز غیر خطی، ما پارامترهای تونن را در شکل مستطیلی آنها ارائه نموده ایم.

معادلات شبکه مستقل معادل شعاعی (REI) در این تحقیق اساساً یک سیستم خطی هستند، اما همچنین می توانند در حالت غیر خطی نیز نشان داده شوند. بنابراین، هر دوی KF و EKF نیز می توانند برای ردیابی پارامترهای تونن

استفاده شوند. در صورت مقایسه نتایج حاصل از KF با EKF، عملکرد کلی در الگوریتم KF بهتر است. اگر چه EKF قادر به ردیابی نقطه دقیق تر فروپاشی ولتاژ است، اما ولتاژهای تونن آن دوشاخه می شوند و برای هدف تجزیه و تحلیل نامعتبر هستند. عملکرد EKF برای ولتاژ تونن آن در واقع می تواند با استفاده از UKF بررسی شود. عملکرد کلی UKF در این تحقیق را می توان متوسط در نظر گرفت و از EKF در پیش بینی ولتاژ تونن، بهتر عمل می کند. با این حال، UKF از نظر سطح پیچیدگی آن، کمی پیچیده تر است. همچنین برای سیستم بسیار غیر خطی که شامل سطح بالاتری از مرتبه در بردار حالت می شود، مناسب تر است.

هر سه روش فیلتر کالمن که برای این تحقیق استفاده می شوند نیز می توانند برای سیستم، مناسب در نظر گرفته شوند. پیشنهاد قابل ترجیح اینست که الگوریتم KF در سیستم ما مناسب تر است، زیرا ساده تر است و زمان های پردازش آن سریعتر هستند. EKF را می توان به عنوان یک روش دوم استفاده نمود که قادر به پشتیبانی در ردیابی نقاط فروپاشی ولتاژ است. در حالی که UKF، روش مناسب برای این مورد نیست، اما برای اعمال در دیگر سیستم های غیر خطی توصیه می شود زیرا عملکرد آن از نظر دقت بسیار بالا است.

۷. نتایج

هدف کلی این تحقیق، توسعه روش هایی بود که در زمان واقعی، هشدار زودهنگام را برای یک مسئله پایداری در حال ظهور ارائه می دهند. توسعه روش های ردیابی نقاط فروپاشی ولتاژ سیستم برق، و پس از آن ارائه هشدار زودهنگام برای قطع برق و یا ولتاژ فروپاشی در حال ظهور مد نظر قرار گرفت. به منظور دستیابی به اهداف پژوهش، استخراج شاخص هشدار زودهنگام نقطه فروپاشی کامل شده است. سه روش برای برآورد آنلاین پارامترهای مدل به کار گرفته شده اند که KF، EKF و UKF می باشند. مقایسه ای نتایج و عملکرد تمام این روش ها نیز در بخش IV صورت گرفته است. به عنوان یک نتیجه، روش های ارائه شده، الزامات را تحقق بخشیدند. به این معنی که توسعه دقت بالا برای اندازه گیری PMUS قابل حصول است. نتایج، روش ارزیابی ارائه شده را به یک ابزار جذاب برای ارزیابی پایداری زمان-واقعی در پیشگیری از فروپاشی ولتاژ آتی تبدیل ساخته اند.

REFERENCES

- [1] TNB. (5 May,2011). *Announcement on the Increase in Electricity Tariff in Peninsular Malaysia Due to the Revision of Nature Gas Price, Revision of Base Tariff & Implementation of Feed-In-Tariff (FiT) for Renewable Energy (RE)*.
- [2] M. K. N. M. Sarmin, *et al.*, "Real-Time Voltage Stability Monitoring for TNB Network," in *Power and Energy Systems*, 2012.
- [3] P. Kundur, *et al.*, "Definition and classification of power system stability IEEE/CIGRE joint task force on stability terms and definitions," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 19, pp. 1387-1401, 2004.
- [4] P.Kundur, *Power System Stability and Control*. New York: McGraw-Hill, 1994.
- [5] L. Warland and A. T. Holen, "A voltage instability predictor using local area measurements (VIP++)," in *Power Tech Proceedings, 2001 IEEE Porto*, 2001, p. 6 pp. vol.2.
- [6] C. W. Taylor, *Power system voltage stability*: McGraw-Hill, 1994.
- [7] T. An, *et al.*, "Research on ill-conditioned equations in tracking thevenin equivalent parameters with local measurements," in *Power System Technology, 2006. PowerCon 2006. International Conference on*, 2006, pp. 1-4.
- [8] K. Vu, *et al.*, "Use of local measurements to estimate voltage-stability margin," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 14, pp. 1029-1035, 1999.
- [9] K. T. Vu, *et al.*, "Applications and methods for voltage instability predictor (VIP)," 2001.
- [10] S. S. Tsai and W. Kim-Hoi, "Adaptive undervoltage load shedding relay design using Thevenin equivalent estimation," in *Power and Energy Society General Meeting - Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, 2008 IEEE*, 2008, pp. 1-8.
- [11] G. Welch and G. Bishop, "An introduction to the Kalman filter," ed, 1995.
- [12] E. A. Wan and R. Van Der Merwe, "The unscented Kalman filter for nonlinear estimation," in *Adaptive Systems for Signal Processing, Communications, and Control Symposium 2000. AS-SPCC. The IEEE 2000*, 2000, pp. 153-158.
- [13] K. F. K. Foo, "Real time voltage stability monitoring by Thevenin impedance estimation with local measurement," 2009.



برای خرید فرمت ورد این ترجمه، بدون واتر مارک، اینجا کلیک نمایید.

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی