استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی در تعیین محل دقیق خطا در شبکه های توزیع شعاعی هوائی

یحیی بیگ زاده دانشکده برق دانشگاه آزاد اردبیل و عضو باشگاه پژوهشگران جوان
Yahya_B2008@yahoo.com
حسین شایقی (دانشجوی دکترای برق ـ قدرت دانشگاه علم و صنعت ایران)
عادل اکبری (دانشجوی دکترای هوش رباتیک دانشگاه تهران)

کلید واژه ها : شبکه عصبی، سیستمهای توزیع، شبکه رقابتی، مکان یابی خطا.

چکیده

در این مقاله سعی شده است با استفاده از شبکه عصبی به مکان یابی خطا در یک سیستم توزیع نمونه پرداخته شود، برای این کار به تشریح شبکه عصبی نیازمندیم.دراین مقاله از الگوریتم شبکه های رقابتی جهت نوع خطا و از الگریتم آموزش شبکه عصبی پس از انتشار خطا برای مکان یابی خطا استفاده گردیده است.بدنبال بحث شبکه عصبی طراحی شده برای یک سیستم نمونه و تحت شرایط مختلف مورد آزمایش قرارگرفته ونتایجی که از آنها بدست آمده را جمع بندی کرده ایم.

1ـ مقدمه

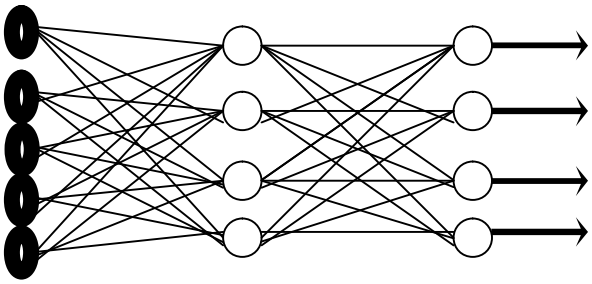
انشعابات زیادی که در سیستم های توزیع وجود دارد، هزینه هنگفت و صرف زمان زیاد را برای ترمیم شبکه در خطاهای پایدار می طلبد.درخطا های پایدار تعیین محل دقیق خطادر سیستم های توزیع باعث کاهش زمان قطع و کاهش زمان ترمیم شبکه شده و از این طریق موجب وارد شدن زیان به کارخانجات صنعتی و ادارات و بخشهای مختلف صنایع و حتی مشترکین می شود.ما باید در خطاهای گذرا نقاط قوت و ضعف شبکه را ملاحظه کرده و از این اطلاعات استفاده می کنیم در جلوگیری از اتفاقات بعدی.می دانیم کـه ولتـاژ وجریان خطا دریک سیستم توزیع نمونه، وابسته به محل وقوع خطا است ویک تابع غیرخطی از ولتاژ وجریان است، و مکان یابی خطا به روش on-line درواقع با استفاده از پردازش اطلاعات بدست آمده ازولتاژ وجریان درحین خطابه منظورکسب هدفمان (پیـدا کـردن مکان خطا) می باشد.

تابعی در دست داریم یک تابع است که می خواهیم آن را تقریب بزنیم و میزان دقت تقریب ما وابسته به رفتار بار، مقاومت خطا،محل خطاو...می باشد،و برای اینکه بتوانیم پارامترهای گفته شده را پوشش دهیم کاری پیچیده و مشکل داریم که این کار را باید با استفاده از یک جعبه سیاهی که هم توانائی تقرب توابع را داشته باشد وهم ویژگیها و خصوصیاتی داشته باشد که توانائی انجام پردازش مورد نظر ما را قادر باشد،در این مقاله از شبکه عصبی مصنوعی برای این کار استفاده شده که مزیتهای مختلفی دارد به عبارت دیگر می توان یک شبکه عصبی مناسبی طراحی نمود که ماتریس انتقال بین ورودی و خروجی را مدل کند.در فرایند مورد بحث ما،شـبکه عصـبی را بـه عنوان یک جعبه سیاهی فرض کردیم که با دریافت ورودی،خروجی مناسبی که منظور ما در این مقاله مکان خطا می باشد را منتسب نماید.در واقع در این مقاله روشی که برای تعیین محل خطا از شبکه عصبی مصنوعی استفاده شده است.در واقع مـا خطـا یـابی را بـا استفاده از مقادیر توانهای حقیقی و واکنشی فازهای، اندازه گیری شده از سر فیدر تغذیه کننده انجام می دهیم و عملکرد صـحیح ایـن تفکیک در یک خط 11 کیلو ولت نمونه نشان داده شده است.نتایجی که از این روش بدست می آوریم در مقایسه با دیگر روشها نشان دهنده این موضوع است که شبکه عصبی توانسته است بخوبی محل دقیق خطا را در شرایط مختلف سیستم و خطاهای ایجاد شده در خطوط توزیع تعیین کند.

2ـ آشنایی با شبکه عصبی مصنوعی

شبکه عصبی مورد استفاده در ابن مقاله از نوع شبکه های عصبی چند لایه پیشخور است که علت استفاده از این نوع را پیشتر خواهیم گفت. در شبکه های عصبی چند لیبه پیشخور ،نرونها در یک ساختار چند لایه به یکدیگر متصل می شوند و نرونهای واقع در یک لایه

خروجیهای نرونهای قبلی را بعنوان ورودی دریافت و خروجی هایشان را به نرونها در لایه بعدی ارسال می کنند.خروجی این شبکه فقط وابسته به ورودیهای آن بوده و به خرو جی های قبلی وابسته نیست.این شبکه ها قابلیت بالایی در طبقه بندی الگوها دارند. یک شبکه پیشخور سه لایه قادر به حوزه بندیهای بسیار پیچیده می باشد و تقریبا قادر به تقریب هر نوع تـابعی اسـت.بـدین لحـاظ در حفاظـت سیستمهای قدرت و دیگر موارد به طور وسیعی از این شبکه ها بهره می گیرند.



شکل (1) یک شبکه سه لایه پیشخور که اتصالات داخلی آن به طور کامل متصل شده است را نشان میدهد.

فرض کنید شبکه دارای N ورودی باشد،نرونها در لایه ورودی مشابه نگاشتی هستند که فضای N بعدی را به حوزه های مورد نیـاز تبدیل میکنند.هر نرون در لایه میانی نیز یک دسته از نقاط وابسته به همان گروه رانشان می دهد.نرونها در لایه خروجی هم تعداد طبقه ها را مشخص می کنندو وزنها و بایاسهای شبکه نیز در حین آموزش بگونه ای تعیین می شوند که شبکه پس از فراگیری مورد نظر به ورودیهای مختلف با قاعده خاصی پاسخ دهد.

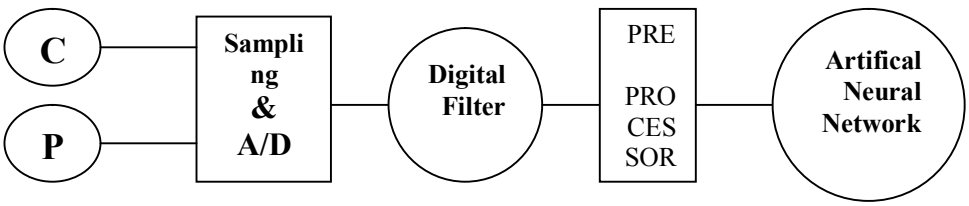
2-1- طراحی خطا یاب شبکه توزیع شعاعی برمبنای شبکه های عصبی مصنوعی

دراین بخش چگونگی طراحی خطایاب بر اساس شبکه عصبی توصیف می شود که در شکل (2) آورده شده. این طراحی بر اساس بهره گیری از موجهای ولتاژو جریان فازی ابتدای فیدر شعاعی نوع و محـل خطـا تعیـین مـی گـردد. ابتـدا تـاثیر مبـدلهای جریـان و توان(PT,CT) وخطا های ناشی از سخت افزار موجود در ثبات خطا مانند فیلترها در نظر گرفته می شود تا داده های آموزشی شبکه عصبی کاملا با داده های سیستم واقعی مطابقت داشته باشد.و برای این منظور از یک پیش پردازنده اطلاعات استفاده مـی شـود کـه توسط آن پاسخ فرکانسی مبدلهای جریان و ولتاژ به شکل موجهای اصلی مدار اعمال خواهد شد.و قبل از اعمال موجها به شبکه عصبی از یک مبدل آنالوگ به دیجیتال (A/D) عبور داده می شودو از آنها مولفهٔ هارمونیک اصلی استخراج می گردد،و از این مولفه توانهای اکتیو و راکتیو محاسبه می شود.

در نهایت مشخصه های استخراج شده به عنوان بردارهای آموزشی به شبکه های عصبی اعمال می شود و بصورت زیر حاصل می گردد.

(PA,QA,PB,QB,PC,QC) = بردار ورودی شبکه عصبی

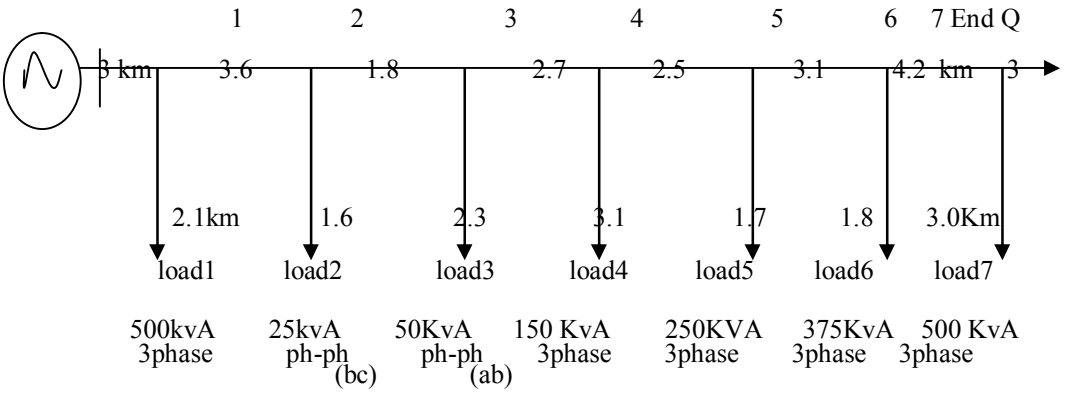
شکل (2) ساختار نصب خطایاب در سیستم تو زیع



2-1- جمع آوری اطلاعات و شبیه سازی سیستم

میدانیم که اطلاعات واقعی لازم برای آموزش شبکه عصبی در دسترس نمی باشد لازم است که سیستم توزیـع مورد مطالعه شبیه سازی شود. سیستم مورد نظر ما در شکل (3) آمده که یک سیسـتم توزیـع شـعاعی 11 کیلـو

ولت هوایی می باشد که در شبکه توزیع انگلستان به کـارمی رود. ایـن فیـدر دارای 7 انشـعاب میباشـد،و جهـت مقایسه نتایج شیوه ارائه شده در این مقاله استفاده شده است, مرجع[6].



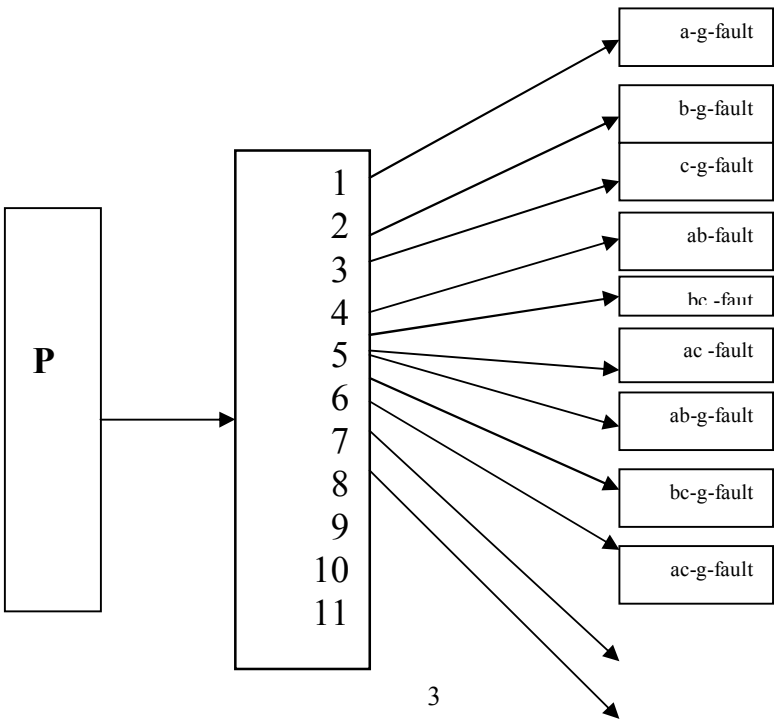
شکل(3) سیستم توزیع شبیه سازی شده

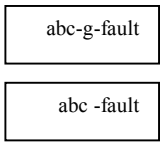
2-2 - ساختار شبکه عصبی

در این بخش یعنی طراحی شبکه عصبی باید توجه داشته باشیم که مراحل زیر را باید داشته باشیم:
1ـ تهیه اطلاعات آموزشی مناسب 2- انتخاب ساختار شبکه عصبی مناسب
3- آموزش شبکه عصبی
4- ارزیابی شبکه عصبی با استفاده از اطلاعات تست
که ما تا اینجا اطلاعات آموزشی مناسبی را بدست آوردیم و باید یک نوع شبکه عصبی مناسبی انتخاب بکنیم.

2-2-1- نوع شبکه عصبی

در مقاله ما خطا یابی طی دو فرایند صورت می گیرد.در شبکه عصبی اول که شامل یک شبکه عصبی رقابتی است نوع خطا ارزیـابی شده و بر اساس آن در فرایند دوم که از 11 شبکه عصبی مشابه تشکیل شده، مکان یابی خطا انجام می گیرد. ارتباط بین دو ساختار در شکل(4)آمده است.





شکل (4) ساختار خطایاب سیستم

همانطور که مشاهده می شود دو ساختارفوق با هم بصورت متوالی قرارگرفته اند.نـوع شـبکه عصـبی یـازده گانـه پرسپترون و با یک لایه مخفی می باشد.و برای ما ثابت شده است که یک شبکه عصبی پیش خور با حداقل سـه لایه،قادر است هرگونه نگاشت غیر خطی بین ورودی و خروجی را تقریب بزند.

2 -2-2 تعیین ورودی ها و خروجی ها

اطلاعات بدست آمده ما از هارمونیک اصلی جریان وولتاژ فازها راجع به محل خطا و نوع خطا می باشـد،وما بـرای بدست آوردن ورودی های شبکه عصبی از توانهای حقیقی و واکنشی فازها اندازه گیری شده از سـر فیـدر تغذیـه کننده (شکل 3)استفاده گردیده است[1و7]در ضمن این توانها با توجیه زمان عملکردسیستمهای حفاظتی شـبکه توزیع دو سیکل پس از ایجاد خطا محاسبه می گردد.خروجی شبکه عصبی در بخـش ارزیـابی نـوع خطـا (شـبکه رقابتی)طبق جدول (1) بیان می گرددو خروجی در بخش مکان یابی خطا (شبکه عصبی یازده گانه)فاصله خطـا از سر فیدر تغذیه کننده می باشد.

نـــــرون برنده	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
نوع خطا	**Ag**	**Bg**	**Cg**	**Ab**	**Ac**	**Bc**	**Abg**	**Acg**	**Bcg**	**Abc**	**Abcg**

جدول (1)

نوع خطا	فاصله حقیقی(KM)	فاصله واقعی(KM)	زمان وقوع خطا	خطا٪
Bg	9.75	9.771	P	0.0882
Bc	13.60	13.641	Z	0.0558
Acg	18.80	18.860	P	0.252
Acg	13.60	13.620	Z	0.084

جدول(2) نتایج تست خطایاب در نقاط خاص

توجه کنیم که تمام الگو های ورودی برای شبکه عصبی با نرم افزار MATLAB شبیه سازی شده است.

2-2-3 میزان الگو های ورودی

به منظور پوشش تمام زوایای خط اصلی توزیع،لازم است که بین هر دو انشعاب خطایی ایجاد شود (یازده نوع خطا) از این جهت برای جمع آوری داده ها بین هر دو انشعاب و بر روی خط اصلی توزیع،در 1/4، 1/2، 3/4 فاصله مذکور و بر روی انشعاب، انواع خطاها ایجاد شده و در مجموع کل داده های ورودی جمع آوری می شود.

3- آموزش شبکه عصبی

شبکه های عصبی قابل آموزش ودارای قدرت یادگیری هستند.معمولا یک شبکه عصبی با مجموعه ای از الگوهای آموزشی که به صورت بردارهایی نمایش داده می شوند واز منابعی نظیر تصاویر، علائم صوتی، داده های مربوط به سنسورها، حرکات بازوان ربوت، داده های مالی و اطلاعات تشخیص طبی تولید می شوند، روند یادگیری را طی می کند. یادگیری با راهنما از معمولترین روشهای یادگیری است که طی آن، شبکه به کمک مثالهایی شامل ورودی معین و خروجی مطلوب ، پارامترهای داخلی خود را تنظیم می کند. اگر یادگیری بصورت موفقیت آمیز انجام شده باشد، شبکه به ازای هرورودی دیگر، پاسخ مناسب را ارائه می کند.در یادگیری از طریق مثال در شبکه های عصبی، مدت زمان لازم برای آموزش شبکه ها از پیش معلوم نیست وعلاوه بر این به زمان لازم برای طراحی یک شبکه که بتواند به نحو صحیحی از عهدهٔ حل مسئله برآید نیز باید توجه کرد. اما در حال حاضر شبکه های عصبی، بالقوه برتریهای چشمگیری نسبت به روشهای گذشته دارند.

در این مقاله چنان که قبلا اشاره شد برای آموزش شبکه عصبی مربوط به مکان خطا یاب از الگوریتم آموزش پس از انتشار که از توانایی بالایی برخوردار است استفاده شده است.در این آموزش ما نرخ یادگیری را 0.1انتخاب کرده ایم ومعیار توقف آموزش شبکه را رسیدن مجموع مربعات خطا به میزان 0.001 تعیین کرده ایم. برای آموزش شبکه عصبی از نرم افزار MATLAB و جعبه ابزارهای آن استفاده شده است.اینچنین که با دادن الگوهای ورودی و در مقابل آنها دادن خروجی هایی که برای آن ورودی ها مطلوب است شبکه را برای جواب دادن به ورودی های دیگر آماده می کنیم.در ضمن برای اینکه بتوانیم یادگیری بهتر داشته باشیم با تغییر دادن در تعداد نرونها لایه میانی ومخفی ساختار شبکه را به صورت بهینه انتخاب می کنیم،انطور که با انتخاب تعداد خاص نرون در لایه میانی آموزش را شروع کرده و به روش سعی و خطا بهترین حالت برای آموزش را انتخاب می کنیم.

4- تست شبکه عصبی

پس از آموزش شبکه عصبی حال نوبت آن است که نتایج آموزش شبکه را با دادن الگوها و داده های جدید تست کنیم که آیا درست آموزش دیده و نتایج مطلوب میدهد یا نه،که در این صورت باید ساختار شبکه بازبینی شود و اشکالات آن برطرف شود .اگر داده های آزمون بصورت نامتقارن از میان داده های ورودی انتخاب شوند ممکن است شبکه هرگز نتواند نتیجه مطلوبی بدهد.برای مثال اگر داده های آزمون را فقط از میان دو اشعاب انتخاب کنیم یعنی داده ای در بین دو انشعاب خاص را برای آموزش اختصاص ندهیم چون باعث عدم یادگیری آن بازه می گرددو در آن محدوده دارای خطای زیادتری خواهد شد. در واقع بهترین روش انتخاب تصادفی الگوهای آزمون از میان داده های ورودی است.تست شبکه در موارد مختلفی انجام می گیرد که در زیر به مواردی از آن اشاره می شود:

4-1- تست شبکه با داده های ناشناخته

در جدول(3) نتایج تست شبکه درچند نقطه خاص و بدون مقاومت خطا را نشان می دهد.این داده ها بطور تصادفی از میان داده های ورودی انتخاب شده اند.در جدول زیربرای مقایسه دو روش آمده که روش اول توسط آقای اسلان[6] انجام گردیده است.نتایج نشان می دهد که روش ارائه شده در این مقاله (روش دوم) در جدول(3) دقیقتر است.

نوع خطا	فاصله حقیقی(KM)	فاصله تقریبی روش اول (KM)	فاصله تقریبی روش دوم(KM)
Ag	4.8	4.85	4.82
Abg	4.8	4.90	4.83
Ab	4.8	5.05	4.83
Ag	16.70	17.10	16.74
Abg	16.70	17.30	16.73
Ab	16.70	16.10	16.73

4-2- تست شبکه با مقاومت خطا

نوع خطا	فاصله حقیقی(KM)	فاصله تقریبی روش اول (KM)	خطا٪
Ag	4.8	4.9	0.42
Ab	4.8	4.88	0.336
Abg	4.8	4.88	0.336
Ag	16.70	16.78	0.336
Ab	16.70	16.78	0.336
Abg	16.70	16.78	0.336

در جدول (4)نتایج تست شبکه عصبی با مقاومت خطای 2 اهم نشان داده شده است این نقاط نیز بطور ناشناخته برای شبکه عصبی می باشند که خاصیت تعمیم پذیری شبکه عصبی طراحی شده را نشان می دهد.

4ـ3- بررسی و مقایسه نتایج

این مقاله با ارائه شیوه جدیدی بر اساس شبکه های عصبی مصنوعی برای تست های انجام شده بوضوح نشان می دهد کـه یـک شبکه عصبی رقابتی قادر به تشخیص نوع خطا در شرایط مختلف،وانواع اتصال کوتاه با دقت بسیار بالا می باشدو شبکه های عصـبی مجزا(هر کدام برای یک نوع خطا)قادرند محل خطا را با کمتر از 1 درصد خطا تعیین کنند.تست های انجام شده برای نقاط مختلف فیدر شعاعی انجام شده است که نشان می دهد شبکه های عصبی قادر به تعیین محل دقیق خطا در نقاط ابتدای انشعابات می باشند.

5- نتیجه گیری

شبکه های رقابتی که از سرعت پاسخگویی و سرعت آموزش بالایی برخوردارند، می توانند در خطا یابهای On- Line اسـتفاده گردند.در این مقاله از شبکه مذکور به منظور ارزیابی نوع خطا استفاده گردیده است.الگوریتم پس از انتشار خطا اگر چه در تخمین مقادیر بسیار کارا می باشد اما زمان آموزش زیادی می طلبد.بهترین کاربرد شبکه های عصبی در خطایابها در سیستمهایی است که غالبا حول یک نقطه کار ثابت عمل می کنند و یا آنکه تغییر جزیی حول نقطه کار مذکور داشته باشندو چنانچه نقطه کار سیستم از حد قابل قبول تجاوز کند جوابها دقت پیش بینی شده را نخواهد داشت. چنانچه بخواهیم سیستم در این مورد نیز توانایی لازم را داشته باشد بایدتغییر نقطه کار را نیز در آموزش شبکه عصبی لحاظ کنیم که چنین امری باعث افزایش زمان آموزش و گسترش ساختار شبکه مذکور خواهد شد.

در سیستم های توزیع روشهای مختلفی برای خطایابی وجود دارد که عمدتا مشابه روش خطایابی شبکه انتقال می باشد با این فرق که در بخش توزیع پس از عبور از یک انشعاب ساختار خط بصورت پله ای عوض می شودکه این کار باعث ناپیوستگی در ساختار شبکه توزیع در نقاط انشعاب خواهد بود.و این باعث می شود طراحی شبکه عصبی با مشکلاتی بر خورد بکنـد.چنانچـه بخـواهیم از ثباتهـای جریان وولتاژ در انشعابهای مختلف استفاده کنیم باعث افزایش هزینه ساخت خطایاب و کاهش قابلیت اطمینان خطایاب خواهـد شـد. ضمن آنکه نیاز به ارسال سیگنالهای خروجی ثباتها به مرکز خطایاب خواهیم داشت که این امر باعث کاهش سرعت خطایـاب خواهـد شدو درنتیجه از سرعت و توانایی خطایاب در خطاهای گذرا کم خواهد کرد و علاوه برآن مشکل ایجاد نویزو اغتشاش بـر سـیگنالهای دریافتی در شبکه عصبی را نیز تقویت خواهد کرد. در این مقاله روش نوینی جهت تعیین محل خطا در شبکه های توزیع و بـر اسـاس شبکه های مصنوعی ارائه گردیده است.این روش باافزایش دقت خطا یابی نسبت به روشهای دیگر قادر است در تمامی حالات محـل خطا را تعیین نماید.اگر چه سیستم مورد مطالعه ما در این مقاله فیدر های 11 کیلو ولت سیستم انگلستان است ،اما نتایج نشان میدهد که اجرای این طرح بر روی فیدر های شعاعی 20و32 کیلو ولت سیستمهای ایران نیز قابل بررسی و پیاده سازی است

منابع :

[1] Sultan,A.F.,et.al.,"Detection of high Impedance arcing Fault using a Milti-Layer Perceptron". IEEE Transmission on power delivery.
[2] Dr. M.B.menhaj "Artificial intelligence" vol.1
[3] R.Beal & T,Jackson "Neural Computing:An Introduction" .
[5] Fausett,L., "Fundamentals of Neural Networks".1994.
[6] Aslan,Y., et.al.,"New Concept in fault Location for Overhead Distribution System Usintg Superimposed Componentes".IEEE Proc.Gener. Transm.disteib.,Vol.144, No.3 PP. 309-316., 1997.
[7]Aggarawal, R.K., Joorabian, M., song, Y.H., " Fuzzy neural Network Approach to Accurate Tranmission Lines Fault Location" Engineering Intelligent System for Electrical Engineering and Communications , vole 5, No4, December 1997.