ارایه نرم افزاری برای محل یابی عیب در خطوط انتقال

نیلوفر رجبیون	داود قادری	آیدین سخاوتی
دانشجوی کارشناسی الکترونیک	دانشجوی کارشناسی الکترونیک	دکترای قدرت
دانشگاه آزاد تبریز	دانشگاه آزاد تبریز	دانشگاه آزاد تبریز
N_rajabion@yahoo.com	d_gaderi62@yahoo.com	aidin_sekhavati@yahoo.com

چکیده –دراین مقاله سعی شده است با استفاده از حالت گذرای سیستم و تشخیص پریود رفت و برگشت موج از قسمت فرستاده شده تا محل خطا در یک خط انتقال تکفاز روشی برای محل یابی عیب ارایه شده است تا با مخل یابی دقیق بتوان به طور سریع در جهت رفع عیب عمل نمود، بدین صورت که از یک طرف خط پالس پله اعمال می کنیم و با توجه به پاسخ آن می توان محل یابی عیب نمود. بوسیله محل یابی دقیق یک عیب ، مقدارزمان خرج شده بوسیله تعمیرکار در جستجوی عیب می تواند به حداقل رسانیده شود.

کلید واژه- پاسخ پله ، امپدانس مشخصه خط انتقال ، مدل خط انتقال ، محل یابی عیب

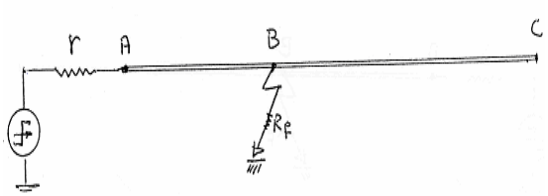
۱- مقدمه

روشهای قبلی استفاده شده جهت محل یابی عیب به علت استفاده از الگوریتمهای پیچیده و سرعت کم باعث افزایش خطا در تخمین محل عیب شده است . در این روش جدید با استفاده از طول کلی خط انتقال ، امپدانس مشخصه خط انتقال و همچنین با استفاده از حالت گذرای پاسخ پله می توان محل عیب را دقیقا شناسایی کرد. جهت تشخیص محل عیب ابتدا فازی را که در آن عیب اتفاق افتاده است تشخیص داده و سپس در حالت اتصال باز هر دو طرف خط اعمال زیر را انجام می دهیم .

از یک طرف خط سیگنال پله اعمال می کنیم با توجه به پاسخ پله می توان محل عیب را شناسایی کرد . بدین صورت که از پاسخ پله نمونه برداری کرده و نمونه ها را در یک الگوریتم (ماتریس) قرار داده و توسط الکوریتمی که توضیح داده خواهد شد عمل محل یابی عیب انجام شده است ، لازم به ذکر است که در این قسمت پالس ورودی از یک طرف خط اعمال می شود و می توان برای بالا بردن دقت ، محل یابی به روش مشابه از طرف دیگر خط نیز پالس ورودی اعمال کرد و با توجه به پاسخ های بدست آمده از هر دو طرف میانگین محل عیب را محاسبه نمود.

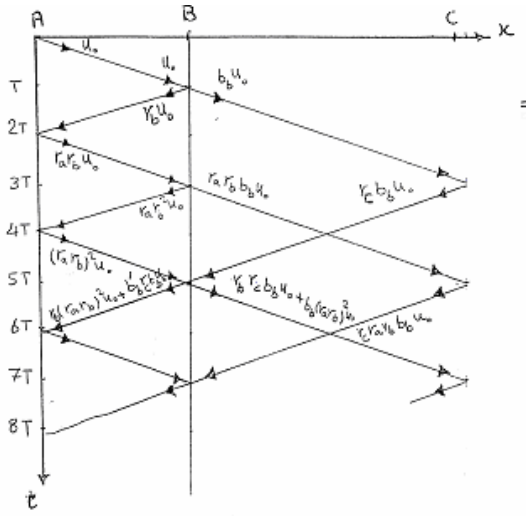
۲-تشریح موجهای حاصله از نمودار نردبانی

مدل خط به صورت شکل زیر در نظر گرفته شده است :



طبق این مدل فرض شده که در نقطه B از خط انتقال اتصال کوتاه تکفازی رخ داده است و طرف A توسط مقاومت r به یک منبع ولتاژ وصل شده است و نیز فرض شده که منبع یک پالس پله با دامنه E_0 باشد.

حال با توجه به روش نردبانی می توان اظهار داشت :



در لحظه t=0 ولتاژ در نقطه A (ابتدای خط انتقال تکفاز) برابر است با:

$$U_0 = \frac{Z_c}{Z_c + r} \cdot E_0 \qquad (۱)$$

که در اینجا Z_c امپدانس مشخصه خط انتقال می باشد .
ولتاژ پسرو u_r در نقطه B از خط انتقال عبارت است از :

$$u_r = \frac{Z_g - Z_c}{Z_g + Z_c} u_f \qquad (۲)$$

که در آن Z_g عبارت است از :

$$Z_g = R_f \| Z_c \qquad (۳)$$

و R_f مقاومت خطا می باشد.
فرض می کنیم :

$$r_b = \frac{Z_g - Z_c}{Z_g + Z_c} \qquad (۳)$$

$$r_a = \frac{r - Z_c}{r + Z_c} \qquad (۴)$$

موج پیشرو از نقطه B به سمت C عبارت است از :

$$u_{f_2} = u_f + u_r = u_f + \frac{Z_g - Z_c}{Z_g + Z_c} u_f \qquad (۵)$$

با ساده نمودن رابطه بالا داریم:

$$u_{f_2} = \frac{2Z_g}{Z_g + Z_c} u_f \qquad (۶)$$

اکنون بجای Z_g مقدار آن را قرار می دهیم :

$$u_{f_2} = \frac{2\frac{R_f Z_c}{R_f + Z_c} u_f}{\frac{R_f Z_c}{R_f + Z_c} + Z_c} \qquad (۶)$$

$$= \frac{2R_f Z_c u_f}{R_f Z_c + Z_c + (R_f + Z_c)} \qquad (۷)$$

$$u_{f_2} = \frac{2R_f}{2R_f + Z_c} u_f \qquad (۸)$$

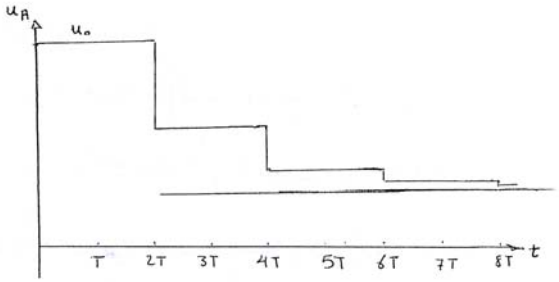
حال فرض می کنیم:

$$b_b = \frac{2R_f}{2R_f + Z_c} \qquad (۹)$$

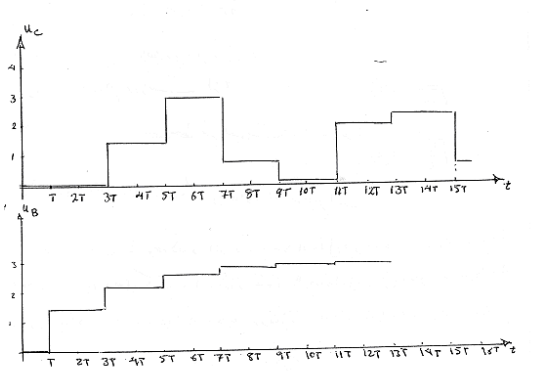
با توجه به اینکه طرف دیگر خط انتقال (C) اتصال باز می باشد بنابراین ضریب شکست $r_c = 1$ خواهد بود .
حال ولتاژ در نقطه A عبارت است از:

$$V_A(t) = u_0 u(t) + (r_b + r_a r_b) u_0 u(t - 2T)$$
$$+ (r_a r_b)(r_b + r_a r_b) u_0 u(t - 4T) + (r_b (r_a r_b)^2$$
$$+ b_b' b_b r_c)(1 + r_a) u_0 u(t - 6T) + \ldots$$

با توجه به شکل ملاحظه می شود که b_b' برابر با مقدار b_b است.زیرا که امپدانس مشخصه دو طرف محل عیب یکسان می باشد . شکل تقریبی منحنی در شکل زیر رسم شده است:

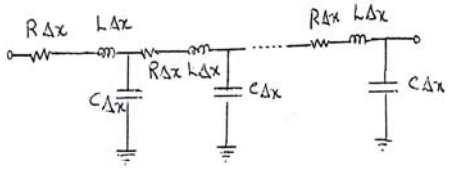


اکنون با توجه به ولتاژ نقطه A در شکل فوق نتیجه می شود که در لحظات اولیه و زمانهای t=2T ، t=4T و t=6T تغییری در سطح ولتاژ مشخص می شود که می تواند مبنای محاسبه محل عیب در یک خط انتقال باشد . در قسمت بعدی توضیحات مربوطه داده خواهد شد.
با توجه به نمودار نردبانی مشخص می شود که می توان ولتاژهای نقاط B (نقطه عیب) و C را بصورت شکلهای زیر بدست آورد :



۳-تشریح الگوریتم محل یابی عیب

با توجه به ولتاژ نقطه A متوجه می شویم که به ازای هر 2T تغییر زمانی یک تغییر در سطح ولتاژ موجود است و همچنین می دانیم T مدت زمانی است که موج فاصله بین A و B را طی میکند . بنابراین با داشتن سرعت سیر موج می توان مسافت بین A و B را محاسبه نمود .
با توجه به شکل زیر می توان نوشت :



اگر مدل مداری خط انتقال را بصورت فوق در نظر بگیریم که در آن هدایت $G\Delta x$ صفر در نظر گرفته شده است می توان روابط زیر را نوشت :

سرعت سیر موج عبارت است از : $v = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

همچنین امپدانس مشخصه خط بصورت مقابل می باشد:

$$Z_c = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

البته روابط بالا برای فرکانسهای بالا صحیح است.
اکنون به شکل ۱ توجه کنید ، اگر یک خط انتقال را توسط مقاومت r به یک منبع ولتاژ پله وصل کنیم و از ولتاژ نقطه A در فواصل زمانی معین نمونه برداری کنیم و این دیتاهای نمونه برداری شده از ولتاژ را در یک ماتریس ستونی قرار دهیم می توان توسط بدنامه محل عیب را با خطای قابل قبولی محاسبه نمود . در این پروژه به علت نبود خط انتقال واقعی از مقادیر دیتای ولتاژ شبیه سازی شده توسط نرم افزار MATLAB SIMULINK برای نوشتن برنامه استفاده شده است . توجه شود که شرایط اولیه در خط انتقال صفر بوده و نیز پله اعمال شده در لحظه صفر از مقدار صفر به مقدار مطلوب می رسد. در این الگوریتم با توجه به ولتاژ نقطه A سعی می شود که بیشترین شیب منفی در دو پریود تشخیص داده شود و زمان مربوط به بیشترین شیب منفی توسط الگوریتم استخراج گردد ، حاصلضرب این زمان در سرعت سیر موج ، مسافت رفت و برگشت موج در فاصله A و B را مشخص می کند ، بنابراین با تقسیم این حاصلضرب به عدد ۲ مقدار مسافتی را که موج طی می کند تا از محل فرستادن موج به محل عیب برسد مشخص می گردد. همچنانچه با توجه به جدول شماره ۱ مشخص می شود ، برای کاهش خطای محل عیب می توان منبع ولتاژ پالس پله را از طرف دیگر خط نیز اعمال نمود و سپس مسافت بدست آمده از طرف C را از کل مسافت کم کرد تا مسافت از طرف A حاصل شود با معدل گیری از هر دو اندازه گیری یک اندازه گیری محل عیب با خطای کمتر حاصل می شود. (جدول شماره۲).در جدول شماره ۱ محل مسافت عیب در فواصل مختلف واقعی و محل مسافت عیب در فواصل مختلف حاصل از محاسبات الگوریتمی و خطای مسافتهای مختلف نیز مشاهده می شود.

۴-نتایج الگوریتم محل یابی عیب

نتایج بدست آمده با توجه به جداول شماره ۱ و ۲ که برای مسافتهای مختلف محل عیب الگوریتم مورد بررسی قرار گرفته است بدین صورت است که این روش بسیار ساده بوده و در عین سادگی خطای محل عیب کمتر از ۱ درصد می باشد . همچنین اگر دقت زیاد لازم نباشد فقط می توان از دیتاهای یک سر خط استفاده کرد و نیز هیچگونه سنکرون سازی پالسهای پله فرستاده شده از دو طرف (برای دقت بیشتر) لازم نیست و می توان آنها را در دو زمان مختلف اعمال نمود .

۵- مراجع

[1] Statistical algorithms for fault location on power transmission lines (pdf)

[2] A genetic based fault location algorithm for transmission lines (pdf)

[3] Transmission line fault location (pdf)

[4] مبانی مهندسی فشار قوی (دکتر سپیدنام)

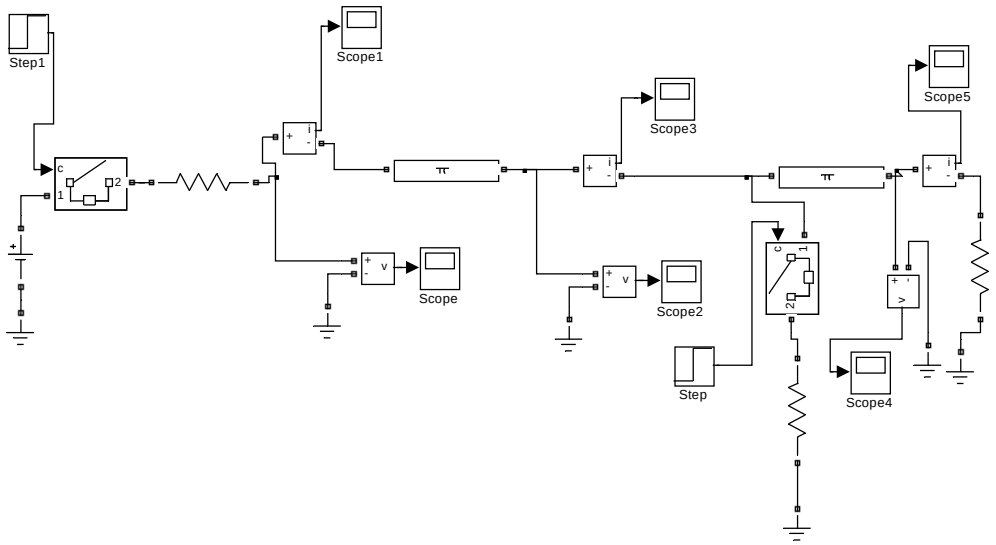
Table one

Real Distances	50	100	200	300	400	500	550
Computed Distance	50.5784	101.2786	202.8936	299.7537	397.3739	500.8888	549.0667
Error Percent	0.1568	1.2786	1.4468	0.0821	0.6565	0.1778	0.1697

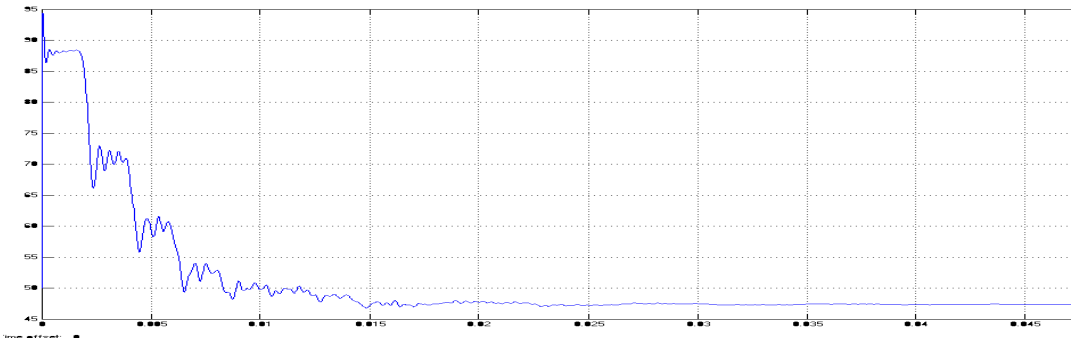
Table two

Real distance	50	100	200	300	400	500	550
Computed Distance(A)	50.5784	101.2786	202.8936	299.7537	397.3739	500.8888	549.0667
Computed Distance(A)	50.9333	99.1112	202.6261	299.7537	397.1064	498.7214	549.4216
Computed Distance(C)	50.7559	100.1949	202.7599	299.7537	397.2401	499.8051	549.2441
Error precent	1.5117	0.1949	1.3799	0.0821	0.6900	0.0390	0.1374

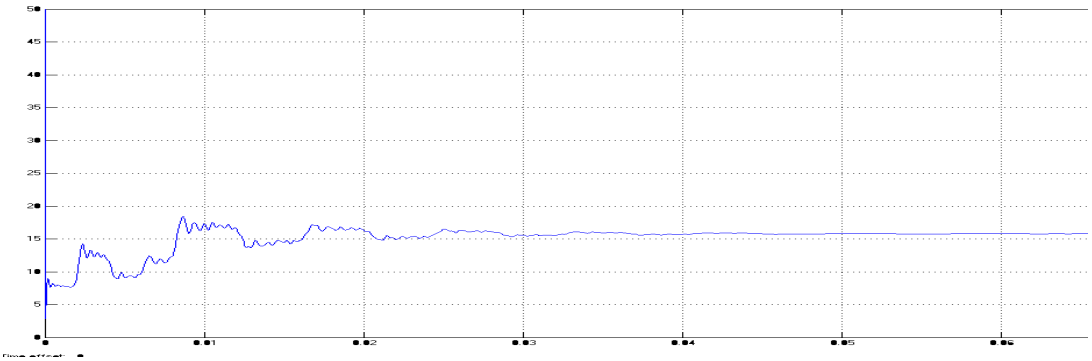
مدل خط انتقال:



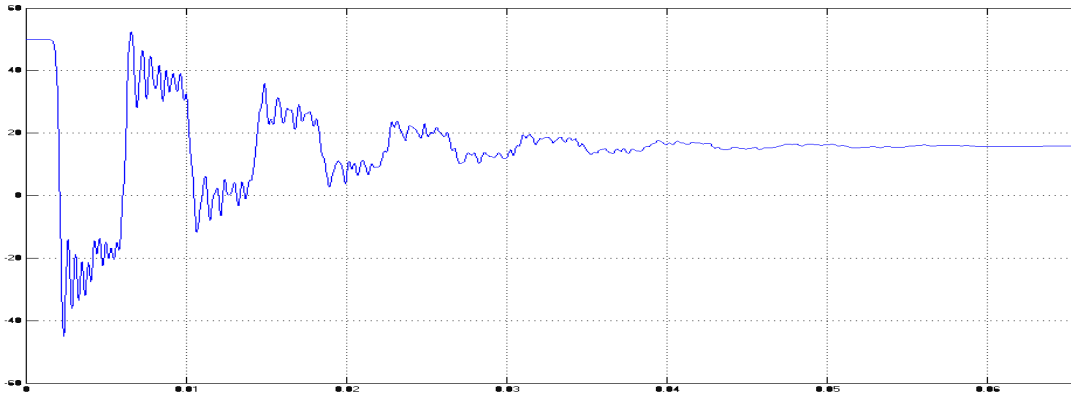
ولتاژ نقطه **A** :



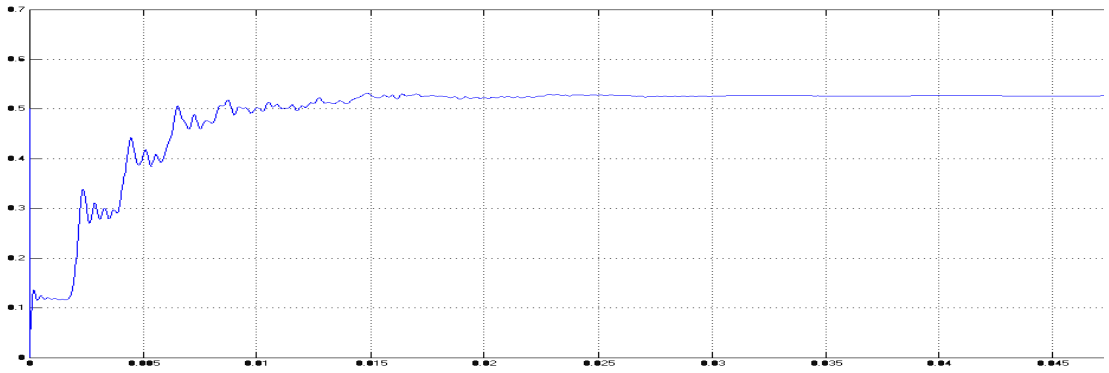
ولتاژ نقطه **B**:



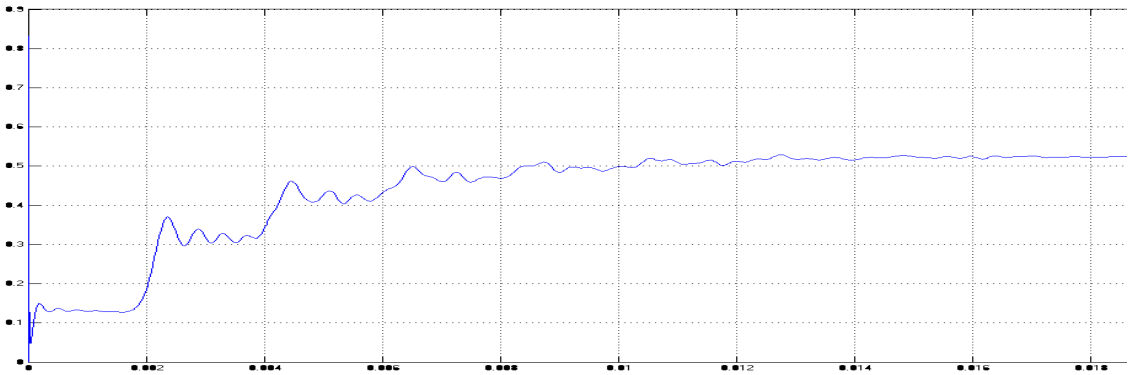
ولتاژ نقطه **C** :



جریان نقطه A :



جریان نقطه B :



جریان نقطه C: