



آزمایشهای عملی خطای امپدانس بالا در شبکه فشارمتوسط عطاله نبی

شرکت توزیع نیروی برق شمالشرق تهران - موردیساچینگ
ایران

کلمات کلیدی: خطای امپدانس بالا، فشارمتوسط

مقدمه: و مقاومت الکتریکی مسیر عبور جریان خطا

بطور کل هرگونه خطایی در شبکه های توزیع میبایستی منجر به عملکرد سیستم حفاظتی گردد. در شبکه توزیع KV 20، برروی خطوط اصلی معمولاً هیچگونه سیستم حفاظتی به جزء حفاظت ابتدای فیدر در پست فوق توزیع قرار ندارد. (باستثناء تعداد معدودی ریکلوز و سکشن آلیزر) بنابراین انتظار میرود که هرگونه خطائی در شبکه اصلی KV 20 موجب تحریک سیستم حفاظتی و منجر به قطع بریکر KV 20 در ابتدای فیدر گردد. در خطاهای فاز - زمین، جریان اتصالی بستگی مستقیم به مشخصات

مقاومت الکتریکی مسیر عبور جریان خطا دارد. این مقاومت عموماً شامل مقاومت سیستم نوترال در پست فوق توزیع، مقاومت زمین، مقاومت نقطه اتصال و مقاومت الکتریکی شبکه میشود.

اصولاً بدلیل وجود جریانهای ناشی در شبکه های KV 20 و براساس محاسبات تئوری و تجربی، جریان آستانه قطع سیستم حفاظتی تنظیم میگردد، بطوریکه جریانهای ناشی موجب قطع ناخواسته فیدر نگردد. حال چنانچه بدلیل افزایش مقاومت مسیر عبور جریان خطای فاز به زمین، جریان خطا کمتر از جریان قطع رله باشد، در آنصورت موجب

عدم عملکرد رله و در نتیجه عدم قطع بریکر ابتدای فیدر می‌گردد. به چنین خطاهایی، خطای امپدانس بالا گفته می‌شود.

از دید ایمنی نیروی انسانی، این خطا از مهمترین خطاهای شبکه های توزیع میباشد. بطور مثال چنانچه یک فاز شبکه KV ۲۰ پاره شده و بر روی زمین و یا درخت افتاده، و بعلت مقاومت زیاد مسیر عبور جریان، منجر به قطع فیدر نگردد، در آن صورت بصورت برقدار بر روی زمین یا درخت قرار گرفته و مستعد ایجاد حوادث برق گرفتگی شدید میباشد.

این موضوع، در شبکه های توزیع اتفاق افتاده که گاهاً با حوادث تلخی همراه بوده است. در این مقاله سعی می‌گردد که با انجام آزمایشهای عملی موارد فوق تحقیق تا در مطالعات طراحی و انتخاب رله های آشکارساز خطای امپدانس بالا مورد استفاده قرار گیرد.

نحوه آزمایش :

براساس انجام آزمایش عملی خطای امپدانس بالا ، پست فوق توزیع دماوند و فیدر KV ۲۰ صنایع انتخاب و دستگاه ثبات مشخصه های ولتاژ ، جریان و هارمونیک بر روی فیدر نصب و آزمایش فاز قطع شده بر روی زمینهای مختلف از قبیل آسفالت ، خاک و ماسه ، درخت و ... انجام گردید .

مشخصات کلی پست فوق توزیع دماوند :

پست فوق توزیع دماوند در فاصله ۱۵ کیلومتری شرق شهرستان دماوند قرار داشته و مشخصات آن عبارتست از :

۱- پست سیار

۲- KV ۲۰/۶۳/۲۳۰

۳- دو ترانس KV ۶۳/۲۰ هر کدام بقدرت

۱۵ MVA

۴- ۹ فیدر خروجی KV ۲۰

۵- پیک بار MW ۱۴

مشخصات دستگاه ثبات :

دستگاه ثبات مدل ۳۷۲۰ و دارای امکان نمونه برداری از ۳۴ سیکل با نرخ نمونه برداری ۱۶ نمونه در هر سیکل و یا اطلاعات ۱ سیکل با نرخ نمونه برداری ۶۴ نمونه در هر سیکل از مشخصات ولتاژ و جریان هارمونیکهای هر سه فاز و نوترال را دارا میباشد .

شرایط آزمایش :

۱- شبکه هوایی KV ۲۰ از نوع هانیا (به مقطع ۱۲۶/۴۳ میلی مترمربع)

۲- محل فاز پارگی از پست ۱۵ Km

۳- نوع آسفالت ، جاده آسفالت فرعی (جاده روستای سرخه ده)

۴- جریان عادی شبکه در ابتدای خط A ۳۵

۵- فاز بریده و اتصال زمین شده ، فاز S

میباشد .

آزمایش شماره ۱

آزمایش فازپارگی بر روی آسفالت :

در این آزمایش فаз بریده بر روی آسفالت جاده فرعی روستای سرخه ده قرارداد شده و همانطور که از تصویر مشاهده میگردد ، در ابتدای وصل جریان در محل اتصال فاز بریده به زمین ، قوس الکتریکی بوجود آمده و پس از حدود ۳ ثانیه قوس الکتریکی قطع ولی فاز بریده دارای ولتاژ و فیدر 20 KV قطع نگردیده است . در اثر حرارت ناشی از قوس الکتریکی در محل تخلیه جریان ، ماسه های آسفالت ذوب و ایجاد حبابهای شیشه گردیده است . بعلاوه مقاومت نقطه اتصال و مجموعه مقاومتهای مسیر عبور جریان ، جریان عبوری از زمین از جریان آستانه تحریک رله کمتر میباشد .
($I_4 =$ جریان خطای عبور از زمین)

تصاویر (A-1) و (B-1) و (C-1)

و (D-1) و نمودارهای (A-1) و

(B-1) مربوط به آزمایش فوق میباشد .

آزمایش شماره ۲

آزمایش فازپارگی بر روی خاک و ماسه :

شرایط آزمایش با آزمایش قبل مشابه بوده با این تفاوت که محل تماس فاز بریده با زمین بر روی خاک و ماسه کنار جاده آسفالته میباشد. توضیح اینکه بارندگی چند روز قبل موجب رطوبت جزئی خاک گردیده بود . در این آزمایش ، در لحظه وصل جریان ، در محل قرارگرفتن فاز بریده شده بر روی خاک و ماسه کنار جاده قوس الکتریکی مختصر برقرار و خار و خاشاک اطراف سیسم مشتعل

آزمایش شماره ۳

آزمایش فازپارگی برروی درخت خشک :

شرایط آزمایش مشابه شرایط قبلی بوده با

این تفاوت که فاز پاره شده برروی یک

درخت خشک اطراف جاده قرارداد شده

است . تصویر آزمایش بعلت کیفیت پائین

عکس برداری قابل مشاهده نمیباشد . در

این آزمایش هیچگونه قوس الکتریکی و یا

صدای تخلیه الکتریکی ایجاد نشده و

همانطورکه از نمودار مشخصه جریان زمین

مشاهده میگردد ، جریان خطا پس از چند

سیکل بصورت پایدار و ناچیز ادامه داشته و

فیدر قطع نگردیده است .

نمودارهای شماره (۳ - A) و (۳ - B)

مربوط به آزمایش فوق میباشد .

و فیدر قطع گردید . تشکیل جابهای شیشه

ناشی از ذوب ماسه موجود در خاک که

بر اثر قوس الکتریکی ایجادشده در تصویر

مشاهده میگردد .

از نمودار مشخصات جریان مشاهده میگردد

که پس از چند سیکل تغییرات وسیع جریان

خطای عبوری از زمین ، نهایتاً با جریان

حدود ۴۰ A و پس از گذشت 400 mSec

منجر به قطع فیدر میگردد .

تصاویر (۲ - A) و (۲ - B) و

نمودارهای (۲ - A) و (۲ - B) مربوط

به آزمایش فوق میباشد .

آزمایش شماره ۴

از شروع قوس الکتریکی را نشان میدهد و

ملاحظه می‌گردد که حداکثر (پیک) جریان

خطا کمتر از ۱۰ آمپر میباشد .

تصاویر شماره (A - ۴) و (B - ۴) و

نمودارهای (A - ۴) و (B - ۴) و

(C - ۴) مربوط به آزمایش فوق میباشد .

آزمایش فازپارگی بر روی درخت دارای

برگ :

درخت مورد آزمایش در حالت پائیزی و

دارای برگهای نیمه سبز بوده و شرایط

آزمایش مشابه قبل میباشد . در لحظه وصل

جریان ، و تحت ولتاژ قرارگرفتن فاز پاره

شده ، در محل اتصال فاز با تنه درخت

قوس الکتریکی در نقاط مختلف و پیرامون

تنه درخت ایجاد گردیده و زبانه های قوس

الکتریکی به ارتفاع حدود ۱۰ Cm ادامه

داشته و بعلت مرطوب بودن درخت ،

حرارت بسیار زیادی در تنه درخت و خاک

پیرامون ریشه آن ایجادگردید و تا لحظه

قطع فیدر بصورت دستی (حدود ۱۱ دقیقه

بعد) این حالت همچنان ادامه یافت .

نمودارهای شکل موج جریان تا ۳ دقیقه پس

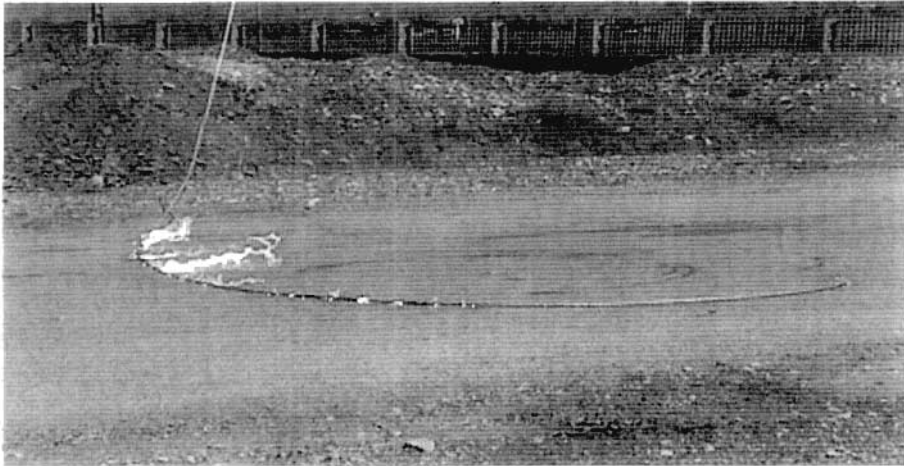
نتیجه :

این آزمایش در سه نوبت و سه مکان مختلف تکرار گردید . (مورد دوم در فاصله ۶ کیلومتری از پست و مورد سوم در فاصله ۴/۴ کیلومتری از پست) و بدترین نتایج بدست آمده که در حالت آزمایش اول میباشد ، در این گزارش ارائه گردیده است . با بررسی نتایج حاصله مشخص میگردد که چنانچه مقاومت مسیر عبور جریان خطا زیاد بوده و جریان خطا از جریان آستانه تحریک رله کمتر باشد ، شبکه پاره شده بصورت برقدار باقیمانده و در نتیجه امکان برق گرفتگی های خطرناک وجود دارد . از این رو نیاز به کار بر روی رله های حساس به خطای امپدانس بالا در شبکه میباشد که منجر به قطع مدار گردد .

شایان ذکر است که خوشبختانه خطای امپدانس مورد توجه وافر برق منطقه ای

تهران قرارگرفت و آزمایشات فوق در راستای طراحی رله های خطای امپدانس بالا که مطالعات آن توسط دانشگاه علم و صنعت و به درخواست برق منطقه ای تهران شروع گردید ، انجام شده است .

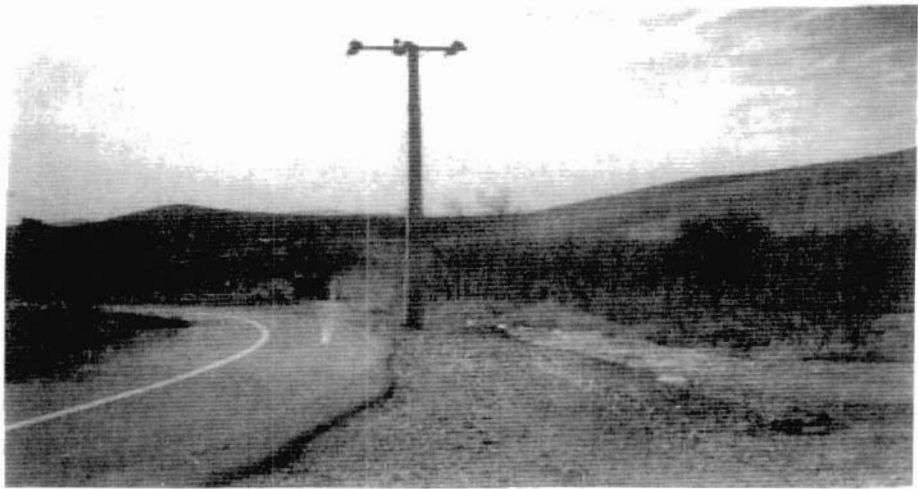
در پایان از همکاری معاونت محترم انتقال ، شرکت متانیر، و پرسنل برق منطقه دماوند که در مراحل مختلف انجام آزمایش و ثبت نتایج آن همکاری داشته اند ، تشکر میگردد .



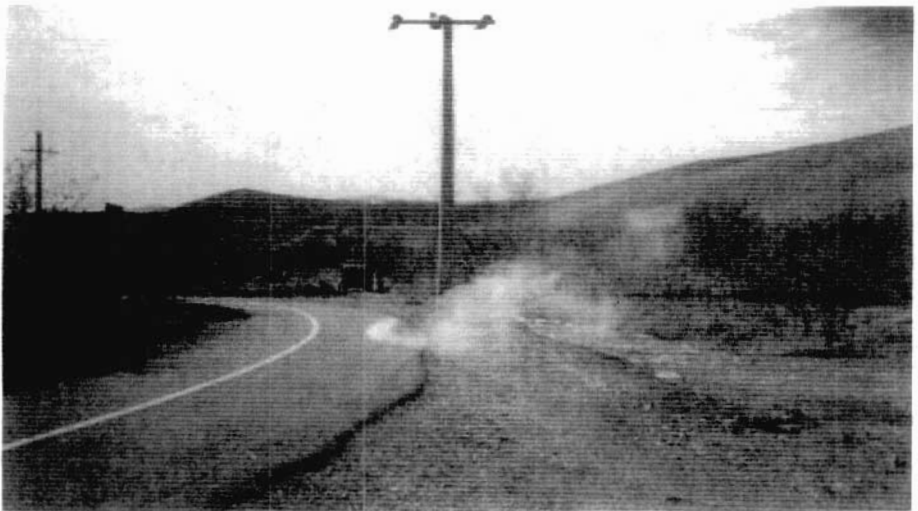
تصویر شماره (۱ - A)
تصویر آزمایش فازپارگی بر روی آسفالت



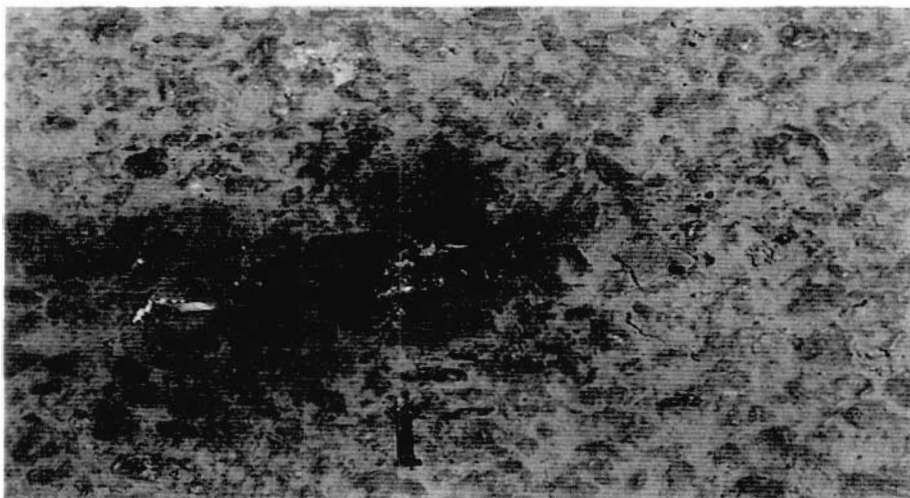
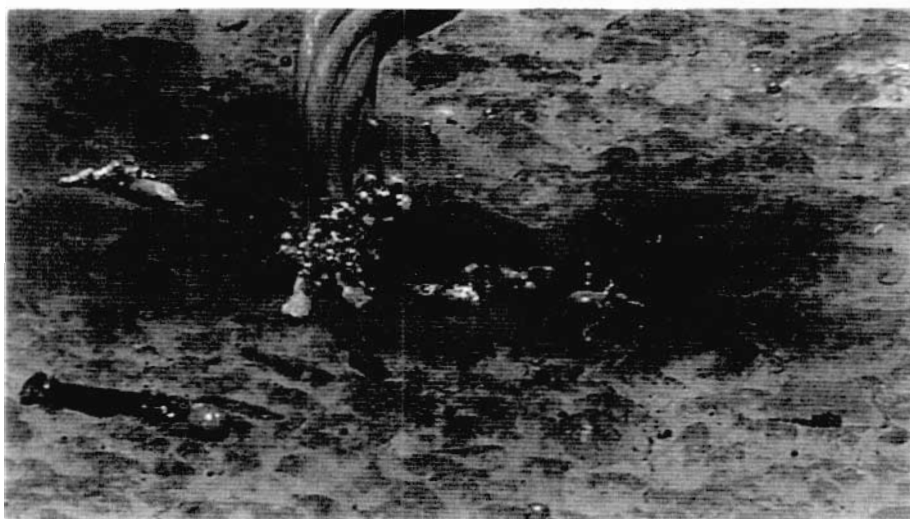
تصویر شماره (۱ - B)
تصویر ایجاد حباب شیشه در نقطه اتصال فازپارگی بر روی آسفالت



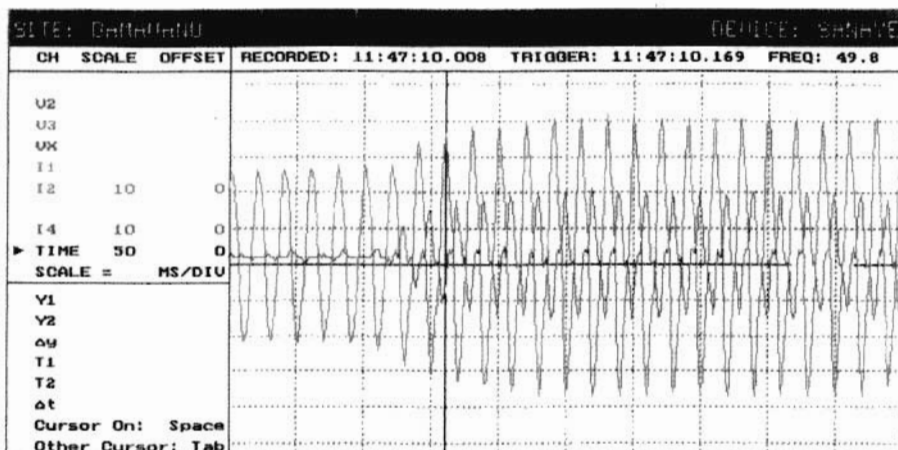
تصویر شماره (C - ۱)
آزمایش فازپارگی بر روی آسفالت



تصویر شماره (D - ۱)
آزمایش فازپارگی بر روی آسفالت

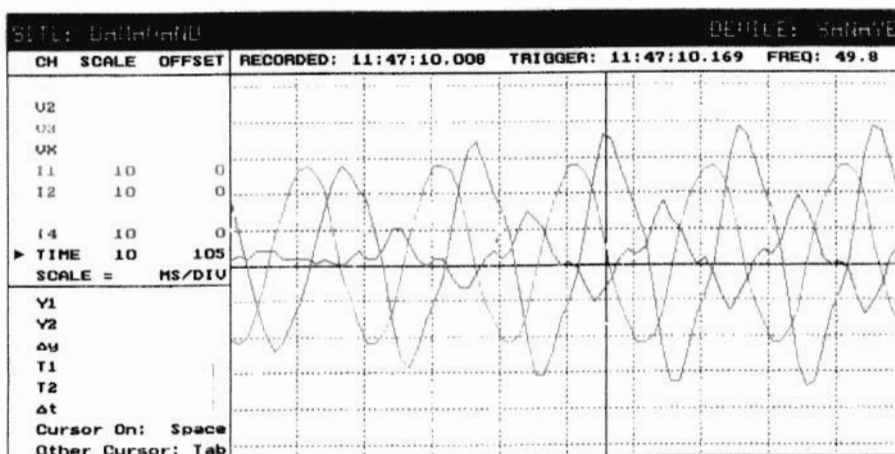


تصاویر دیگری از آزمایش فازپارگی بر روی آسفالت



نمودار شماره (۱ - A)

شکل موج جریان فاز S و جریان خطا در آزمایش فازپارگی بر روی آسفالت



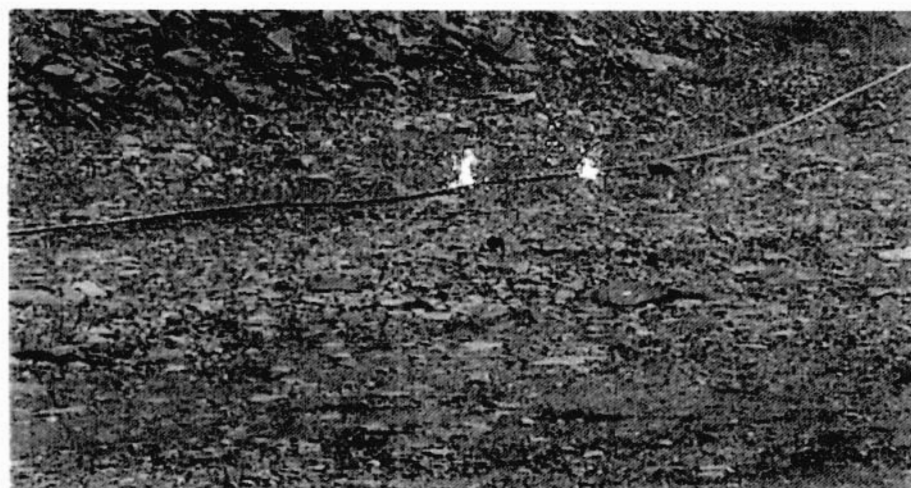
نمودار شماره (۱ - B)

شکل موج جریان هر سه فاز و جریان خطا در آزمایش فازپارگی بر روی آسفالت



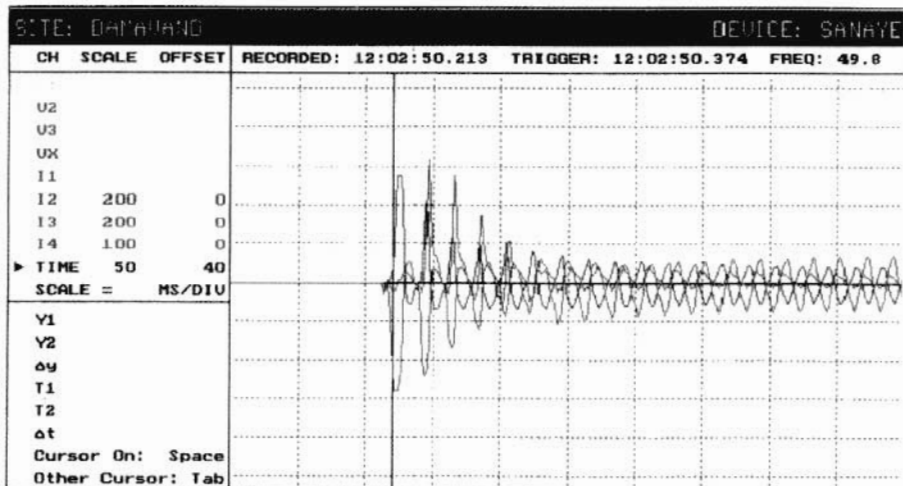
تصویر شماره (۲- A)

تصویر آزمایش فازپارگی بر روی خاک و ماسه



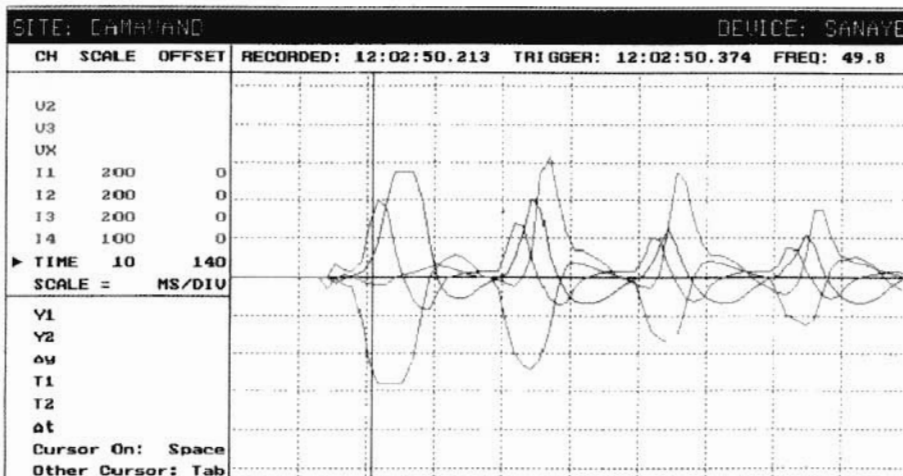
تصویر شماره (۲- B)

تصویر آزمایش فازپارگی بر روی خاک و ماسه



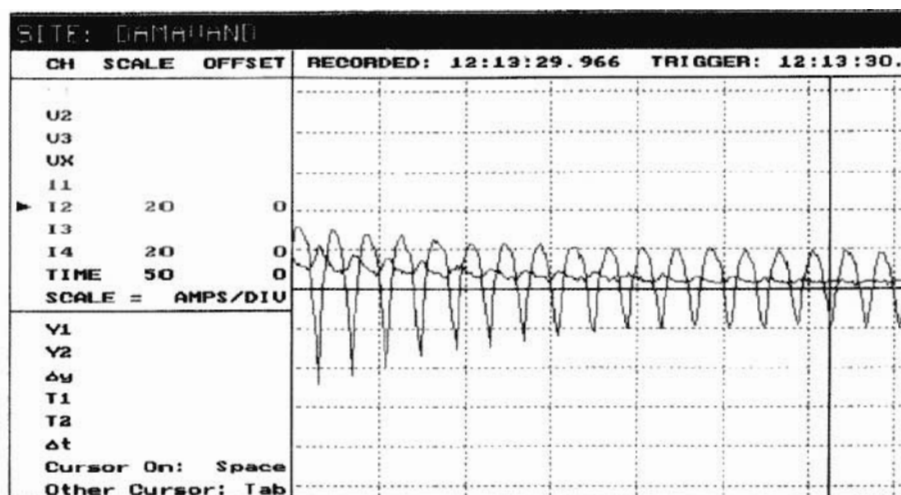
نمودار شماره (۲ - A)

نمودار مشخصات جریان آزمایش فازپارگی بر روی خاک و ماسه



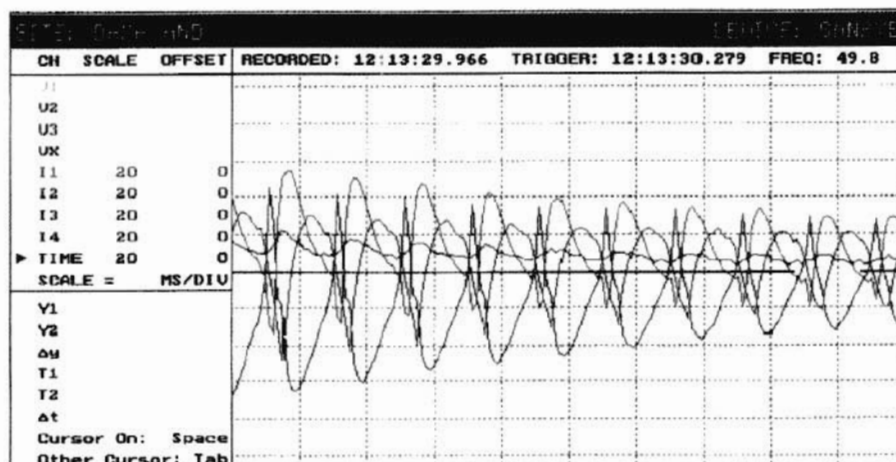
نمودار شماره (۲ - B)

نمودار مشخصات جریان آزمایش فازپارگی بر روی خاک و ماسه با مقیاس زمانی بزرگتر



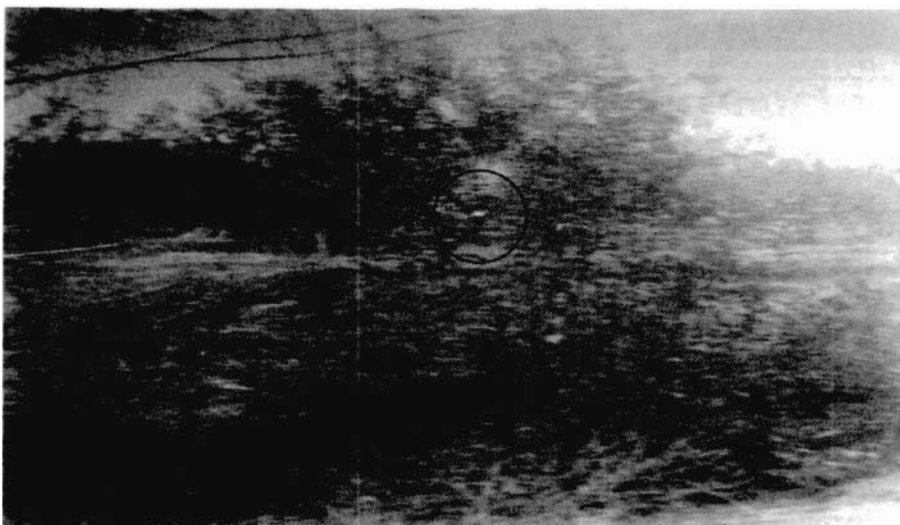
نمودار شماره (۳ - A)

شکل موج جریان فاز S و جریان خطا در آزمایش فازبریدگی بر روی درخت خشک



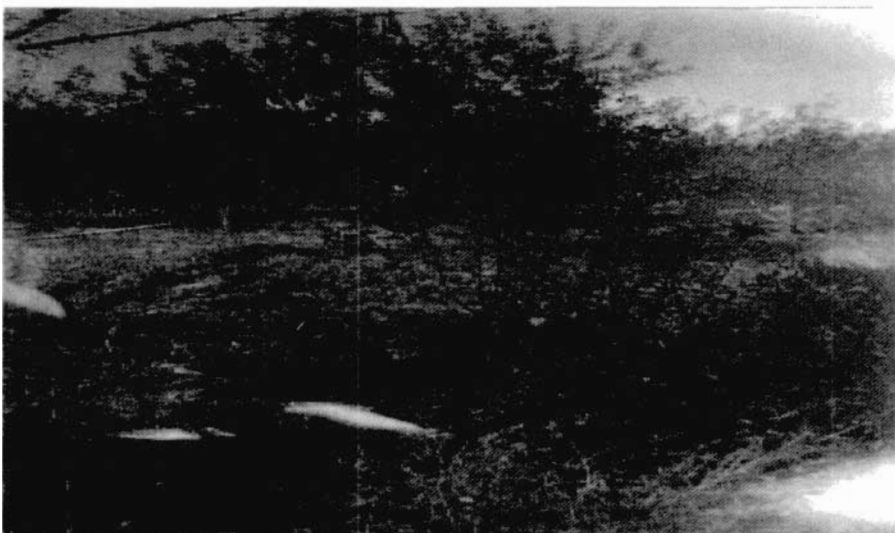
نمودار شماره (۳ - B)

شکل موج جریان هر سه فاز و جریان خطا در آزمایش فازبریدگی بر روی درخت خشک



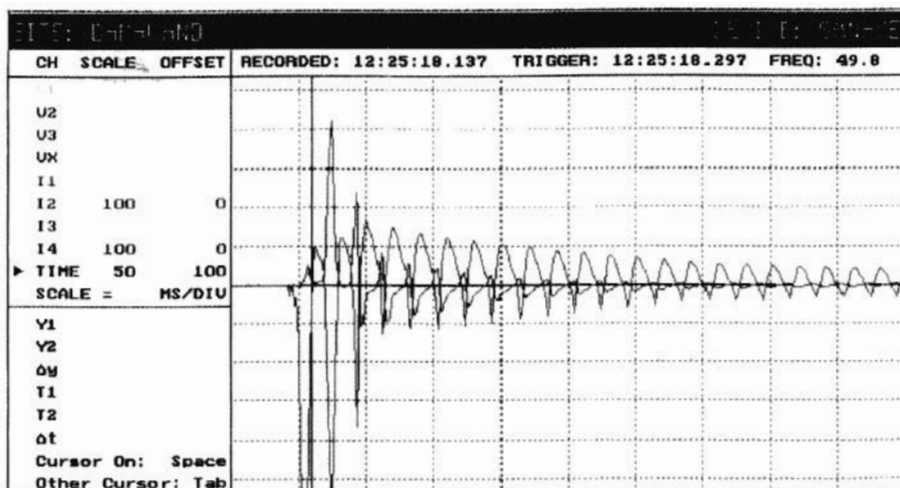
تصویر شماره (۴ - A)

تصویر آزمایش فازپارگی بر روی درخت دارای برگ



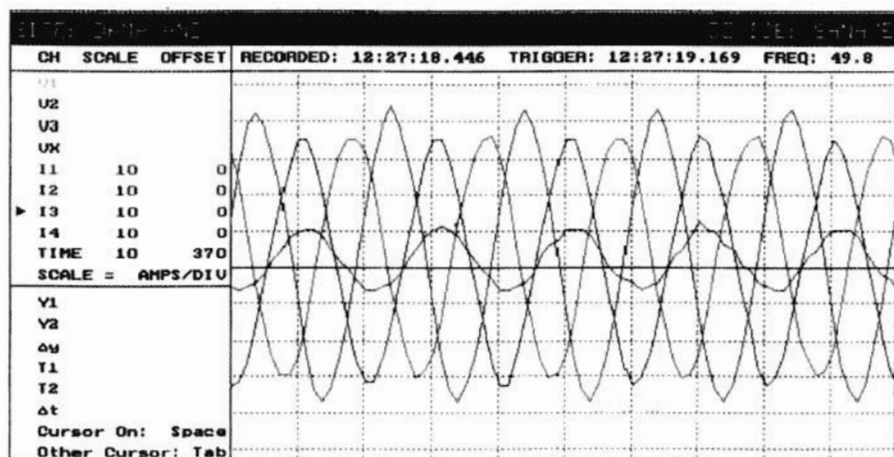
تصویر شماره (۴ - B)

تصویر آزمایش فازپارگی بر روی درخت دارای برگ



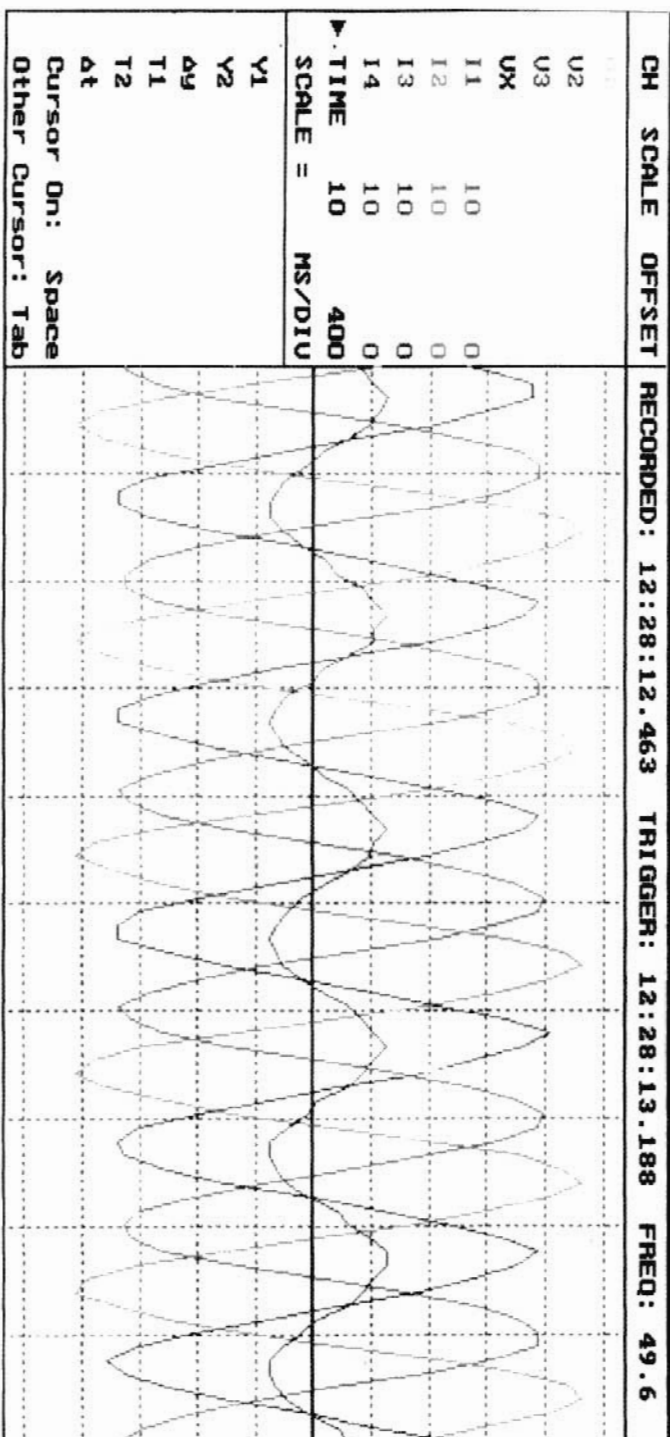
نمودار شماره (۴-۸)

شکل موج جریان فاز S و جریان خطا در آزمایش فازپارگی بر روی درخت دارای برگ



نمودار شماره (۴-۸)

شکل موج جریان هر سه فاز و جریان خطا در آزمایش فازپارگی بر روی درخت دارای برگ پس از گذشت حدود ۲ دقیقه از زمان اتصال



نمودار شماره (C-3)

شکل موج جریان هر سه فاز و جریان خط در آزمایش فازپارگی بر روی درخت بار ای بزرگ پس از گذشت حدود ۳ دقیقه از زمان اتصال