شركة أنابيب البترول

قطاع التدريب الفنى

الحماية الكاثودية

اعداد

مهندس / أحمد محمد درويش

مهندس / محمد ناجى كروش

مراجعة علمية

مهندس / أحمد عبد الصادق تركى

مقدمه

الحمد لله الذى وهبنى علما ينتفع به و ادعو و أبتهل الى لله ان يتقبل منى هذا العمل لوجهه الكريم حيث أردت أن أقدم عملا باللغة العربية عن الحماية الكاثودية حيث تكاد تخلو المكتبة العربية من كتب فى هذا المجال

أدعو كل قارىء و كل مستفيد من هذا الكتاب أن يدعو الله تعالى بالمغفرة لمن ساهم فى هذا العمل

و نحن نرحب باقتراحاتكم لاضافة المزيد للوصول للأفضل فلا يوجد عمل الا و به نقصان فالكمال لله وحده

وذلك على البريد الالكترونى

MOHADNAGY@YAHOO.COM

يجوز طبع او توزيع هذا الكتاب فى صورته الالكترونية او الورقيه

التآكل

خلايا التآكل
أنواع التآكل

التأكل

أهمية دراسة التآكل

تكمن أهمية دراسة التآكل لما يسببه من خسارة اقتصادية كبيرة ترجع الى :-

- خسائر مباشرة

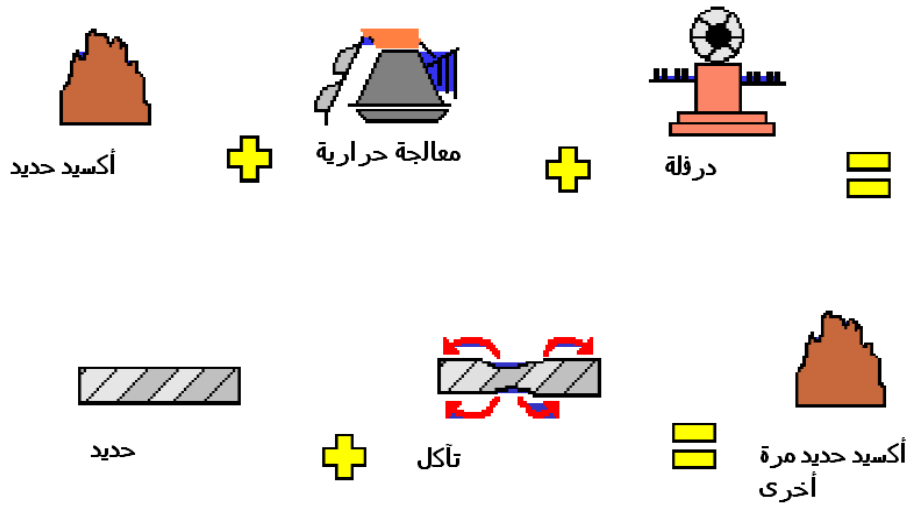
- ناتجة من تكلفة الأجزاء المتآكلة و تكاليف تغييرها و اصلاحها

- خسائر غير مباشرة

- توقف المنشأه عن الانتاج
- فقد كميات من المنتج و تلوث مناطق الخرير
- زيادة فى التصميم متمثلة فى زيادة سمك المعدن المستخدم عن المطلوب و ذلك لاطالة عمر المنشأه

تعريف التآكل

هى عملية تلقائية طبيعية يتم اعادة الفلز من صورته الانتقالية الحرة الى صورته الثابته التى كان عليها فى الطبيعة
مثل الحديد فى الوسط المحيط به يفضل العودة الى هيئته الطبيعيه فى التربه و هى أكسيد الحديد



ميكانيكية التآكل :-

هى عملية ذوبان الفلز نتيجة تفاعله مع الوسط المحيط حيث تتحول ذرات الفلز المتعادلة الى أيونات فلزية موجبة و ينتج عنها تراكم الالكترونات على الفلز مما يجعل جزء منه يتصرف كمصعد و الآخر يتصرف كمهبط نتيجة وجود فرق فى الجهد الكهربى بينهما و يزداد معدل التآكل بزيادة التيار بين الأنود و الكاثود

خلايا التآكل

يمكن تقسيم خلايا التآكل الى أنواع رئيسية تعتمد على سبب حدوث فرق الجهد بين الأنود و الكاثود

- خلية اختلاف المعادن
- خلية اختلاف التربة أو الوسط المحيط
- خلية اختلاف التهوية

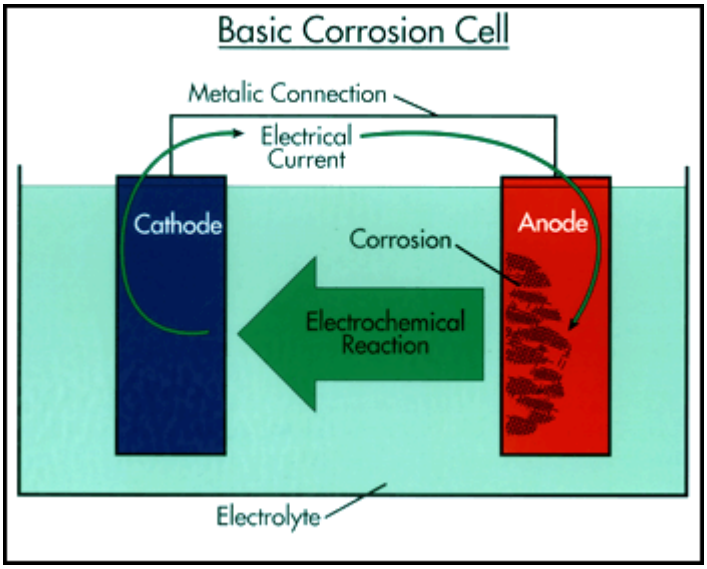
أولا : خلية اختلاف المعادن

و هى أحدى الخلايا الجلفانية التى تنشأ من الأتصال الكهربى لمعدنين مختلفين فى وجود وسط الكتروليتى فيتولد بينهما فرق جهد حيث يوجد جدول ينظم ترتيب المعادن حسب الجهد الكهربى يسمى بالسلسلة الكهروكيميائية الموضحة بالصفحة التالية.

حيث تتكون هذه الخلية من تواجد أربعة أجزاء رئيسية هى :-

- الأنود (وفيه تحدث عملية التآكل نتيجة خروج الأيونات منه)
- الكاثود (و فيه تتم عملية الحماية من التآكل)
- وسط اليكتروليتى (يسمح خلاله بمرور الايونات من الانود الى الكاثود)
- مسار كهربى (و هو يكمل الدائرة الكهربية و يصل كهربيا بين الأنود و الكاثود و يسمح بمرور الالكترونات خلاله)

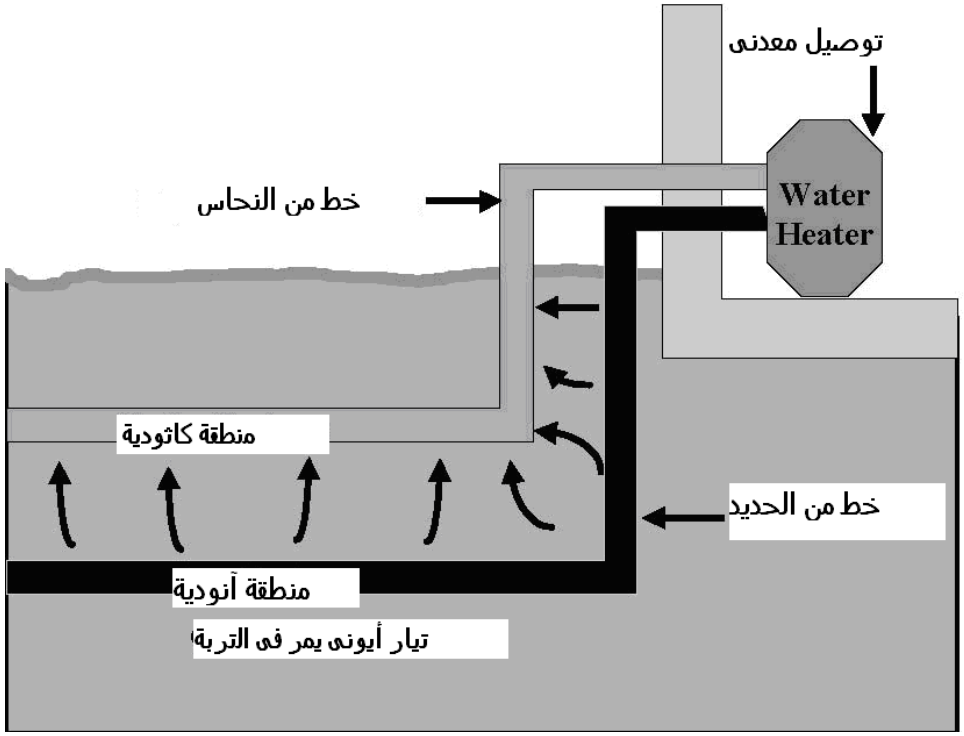
هذه الأجزاء الأربعة لابد من وجودها فى عملية التآكل



جدول السلسلة الكهروكيميائية

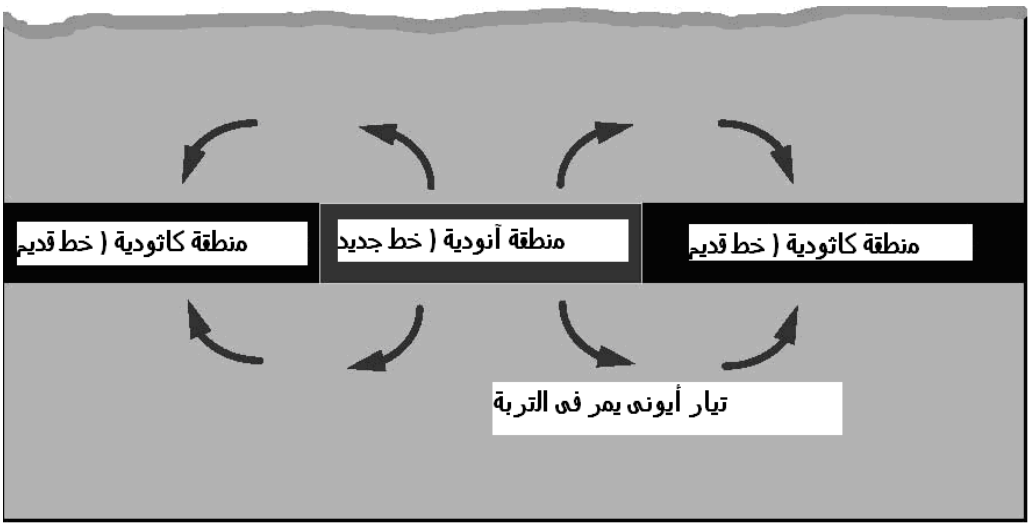
المعدن	الجهد الكهربى مقاس بالنسبة لقطب الهيدروجين
الماغنسيوم	- 2.37
الألومنيوم	- 1.66
الزنك	- 0.76
الحديد	- 0.44
القصدير	- 0.14
الرصاص	- 0.13
الهيدروجين	0.00
النحاس	+ 0.34 الى + 0.52
الفضة	+ 0.8
البلاتين	+ 1.2
الذهب	+ 1.5 الى 1.68

- فى الصورة ادناه توضح التآكل الجلفانى بين خطين احدهما حديد و الآخر نحاس و طبقا للجدول أعلاه فان الحديد يصبح أنود بالنسبة للنحاس و يتآكل حيث يخرج منه الأيونات



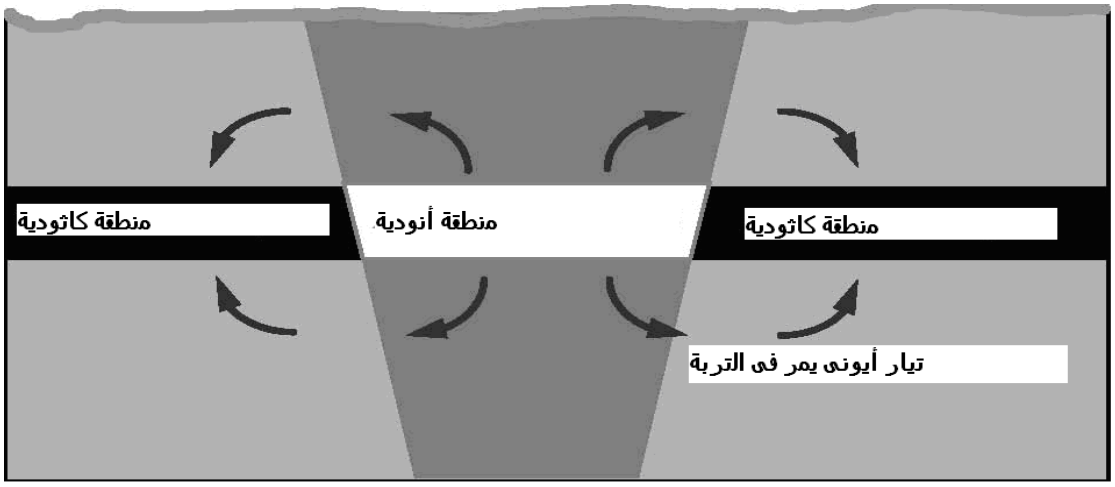
(صورة توضح تآكل الحديد عند توصيله بالنحاس)

- من الممكن حدوث التآكل بين جزئين لنفس المعدن أحدهما جديد و الآخر قديم الذى ينشأ بينهما فرق جهد مثال ذلك أن الحديد الجديد أكثر سالبيه (نشط أكثر) من الحديد القديم و بذلك يكون الحديد الجديد أنود و الحديد القديم كاثود و يحدث انهيار للجزء الجديد كما هو موضح بالرسم ادناه

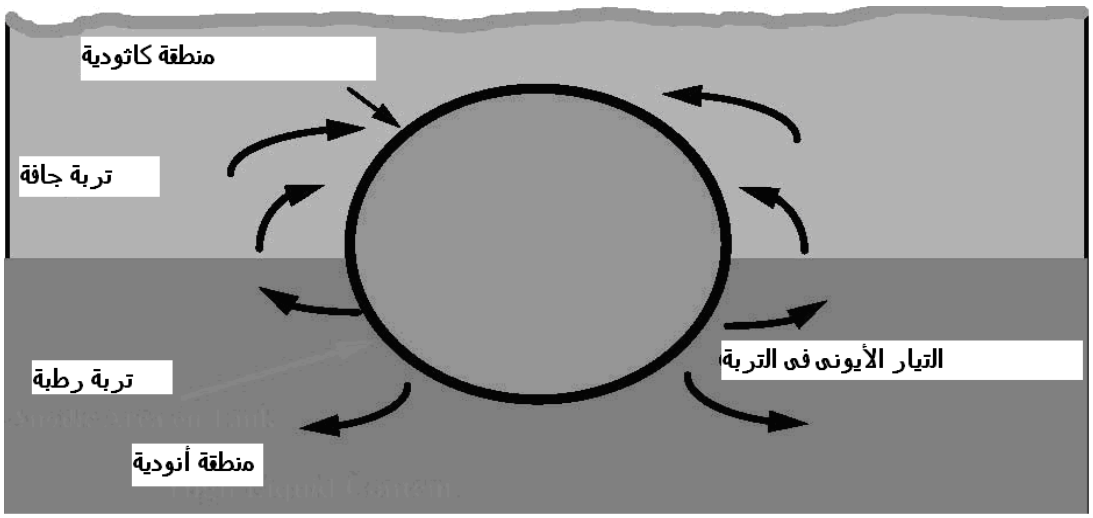


ثانيا : خلية اختلاف التربة أو الوسط المحيط

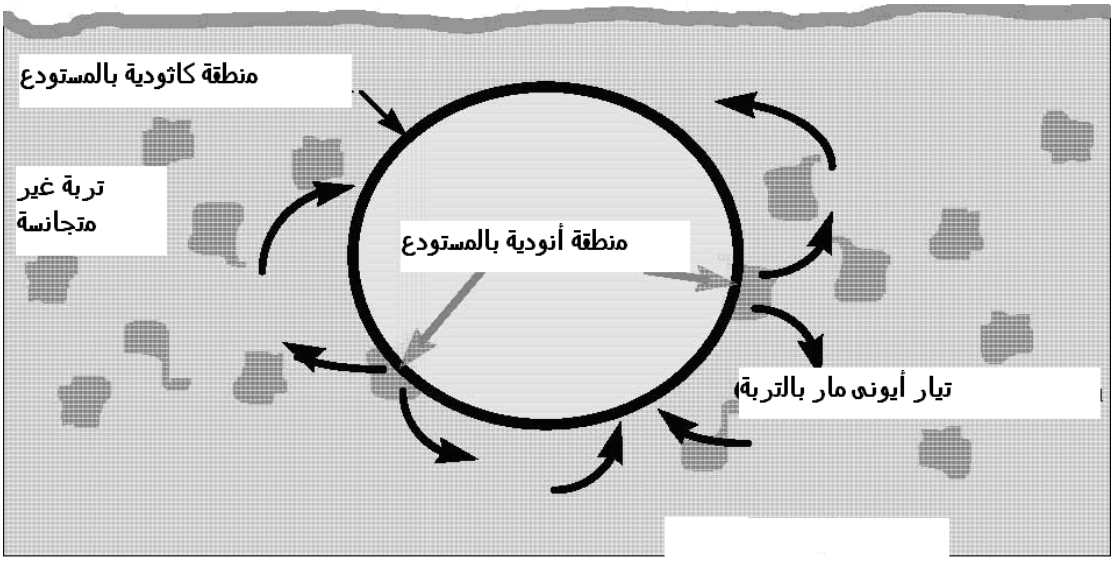
* فى الصورة ادناه توضح تآكل بسبب اختلاف الالكتروليت (مرور خط الأنابيب فى أنواع مختلفة من التربة) حيث يختلف الجهد الكهربى لمعدن الخط طبقا و طبيعة التربة فينشأ منطقة أنودية و منطقة كاثودية



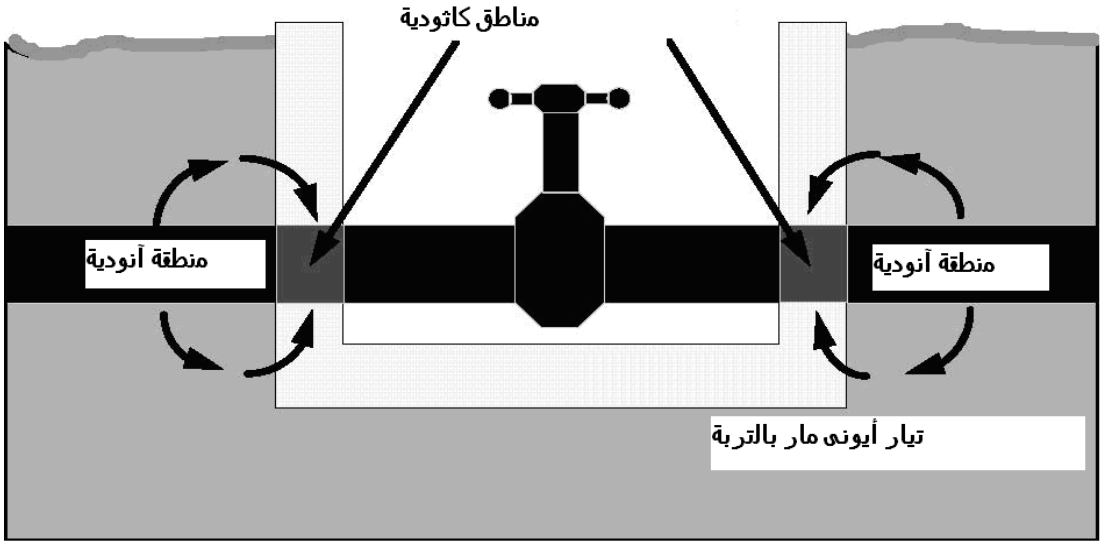
- تعرض المعدن لمنطقتين مختلفتي الرطوبة يسبب حدوث فرق جهد كهربى بين جزئى المنشأ و تكون المنطقة الأنودية من المنشأ هى المعرضة للوسط الأكثر رطوبة



- و كذلك عدم تجانس التربة المحيطة أو وجود شوائب بها تسبب وجود فرق جهد و حدوث عملية التآكل وفى الصورة ادناه توضح ذلك

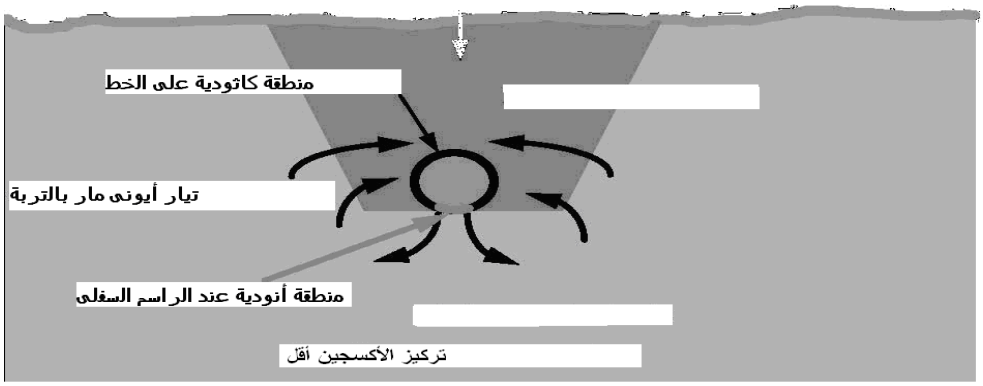


* فى غرف البلوف يتعرض الخط لوسطين مختلفين احدهما تربة عادية و الأخرى خرسانية مما يسبب وجود فرق فى الجهد بين المنطقتين تكون منطقة الخط المارة بالتربة و القريبة من الوسط الخرسانى هى المنطقة الأنودية المعرضة للتآكل

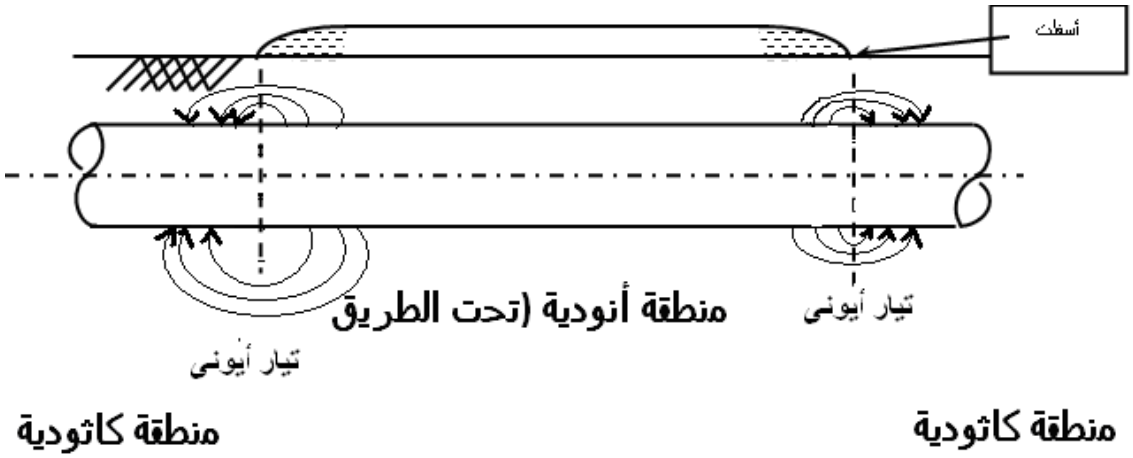


ثالثا : خلية اختلاف التهوية

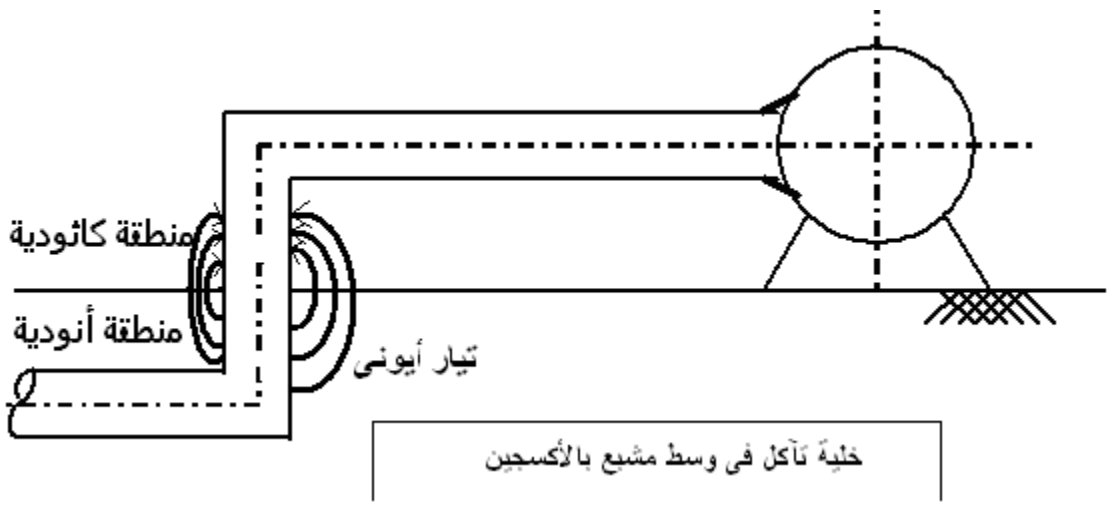
و التى ترجع الى اختلاف تركيز الأكسجين الجوى فى الوسط المحيط حيث الجزء من الخط الذى يقع فى وسط يقل به تركيز الأكسجين يكون منطقة أنودية و عرضة للتآكل فى الصورة ادناه يكون الراسم السفلى من الماسورة منطقة أنودية لوقوعه فى وسط يقل به تركيز الأكسجين



فى الصورة ادناه تكون المنطقة الأنودية من الخط و المعرض للتآكل تقع تحت الطريق حيث تقل نسبة تركيز الأكسجين عن المناطق المجاورة



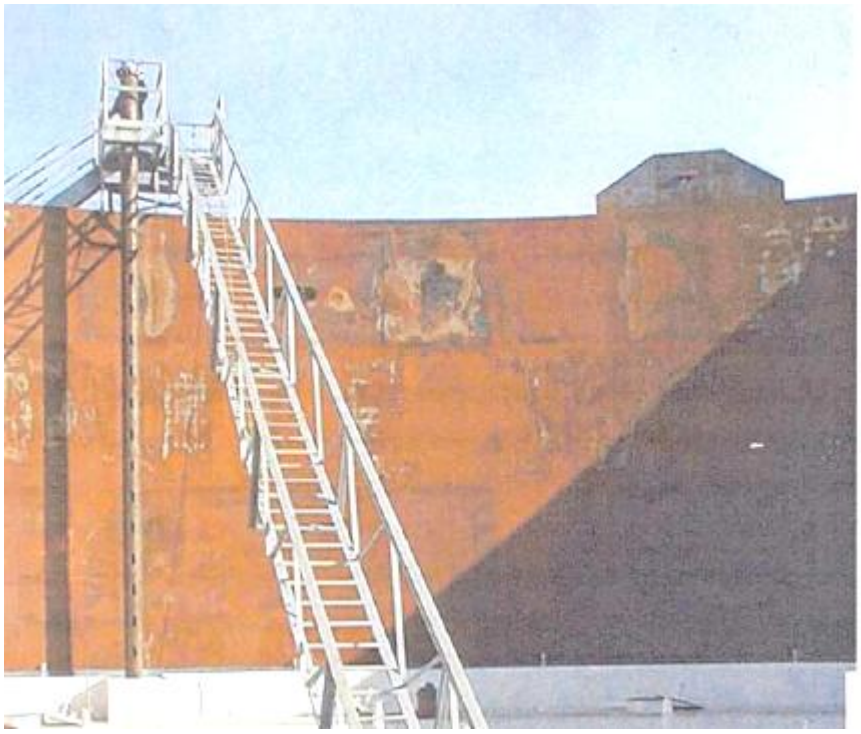
فى الصورة ادناه تكون المنطقة الأنودية من الخط هى المنطقة المردومة التى تقل بها تركيز الأكسجين والمنطقة المجاورة للمنطقة المعرضة للهواء الجوى الأكثر تركيزا فى الأكسجين تكون هى المنطقة المهبطية



أنواع التآكل

أولا : التآكل العام

و هذا النوع من التآكل يكون شبه منتظم و بطىء نسبيا نتيجة تجانس العوامل المسببة له على سطح المعدن مثل الزيادة الكبيرة فى سطح الأنود نسبيا عن مساحة سطح الكاثود



ثانيا :التأكل المركز

هذا النوع من التآكل يكون مركز فى بعض الأماكن على سطح المعدن دون سواها و بنسب متفاوته ومن أنواعه :-

التآكل الموضعى (التآكل النقرى)

هو تكوين نقر عميقة على سطح المعدن نتيجة تكوين خلية موضعية على سطح الفلز يكون موضع النقر منطقة آنودية و المنطقة المحيطة به كاثودية و غالبا ما تكون عملية النقر بطيئة لكنها دائما تسبب الأنهيارات دون سابق انذار و يحدث هذا النوع فى المعدن أو السبائك الغير متجانسة أو فى الأماكن التى يحدث بها خدش فى العزل للخطوط المغلفة

(صورة للتآكل النقرى)

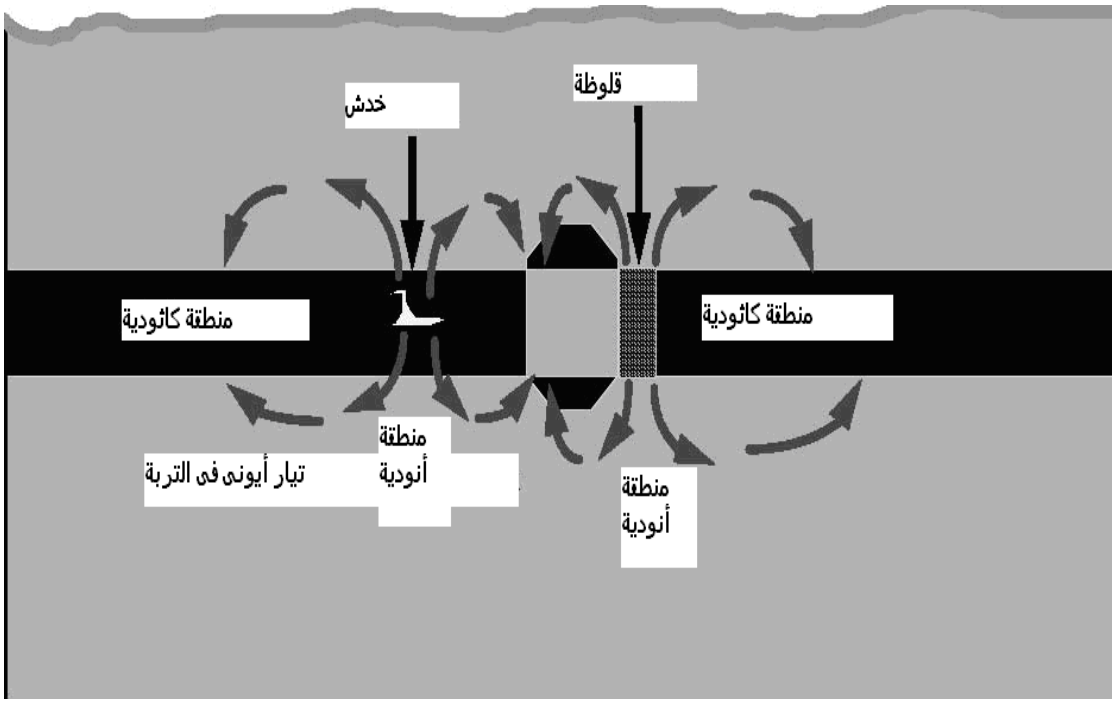
التآكل التشققى

غالبا ما يتواجد هذا النوع من التآكل عند جوانات منع التسرب أو صواميل و مسامير الربط أو أماكن ترسب الأوساخ لتغير الظروف المحيطة و يعزى التآكل داخل الشقوق الى التغير فى درجة الحموضة – نقص الأكسجين

التآكل الاجهادى

تساعد الاجهادات الميكانيكية على حدوث التآكل عندما يوجد المعدن فى وسط ملائم لذلك و منها الاجهادات المختزنه بالمعدن نتيجة تشكيله على البارد بالسحب و الطرق أو اللحام أو بالمعالجات الحرارية أو نتيجة اجهادات ميكانيكية يتعرض لها المعدن أثناء الخدمة مثل تعرضه لمرور أجسام ذات ثقل كبير أو عمليات شد

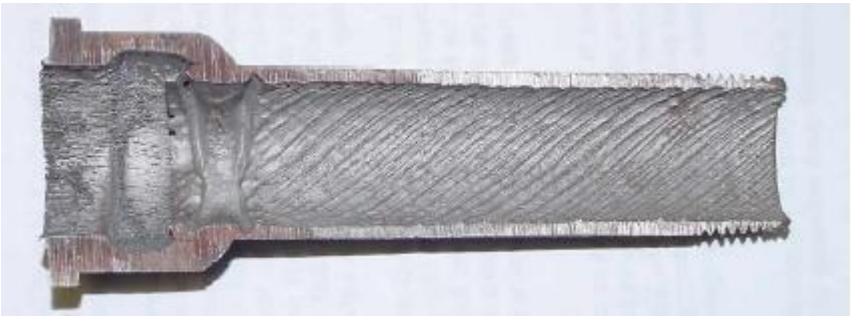
- اذا تعرض جزء من المعدن الى اجهادات ميكانيكيه مثل السحب على البارد أو القلوظة فان هذه المنطقة تكون أنود بالنسبة للمعدن الأصلى كما هو مبين فى الصوره ادناه



فى الصورة ادناه توضح تجربة يمكن اجرائها بسهولة و هى وضع مسمارين من الحديد فى محلول لمدة 48 ساعة أحدهما تم ثنيه .
حيث يظهر أن رأس المسمار و الجزء المثنى هما أكثر الأجزاء تعرضا للتآكل لأنهم تعرضا لاجهادات ميكانيكية

<u>تآكل بالحت و البرى</u>

يحدث بفعل تعرض المعدن الى حركة احتكاك ميكانيكية فى وسط اليكتروليتى أو العكس مما يؤدى الى ازالة الطبقات الناتجة من عملية الحت و البرى بصفة دائمة و يظهر ذلك فى خطوط الأنابيب خصوصا فى مناطق الانحناءات و الأكواع نتيجة احتكاك المنتج بالمعدن



الحماية الكاثودية

- نظرية الحماية
- عيارية الحماية و انواع الاقطاب العيارية
- انظمة الحماية
- المهمات المستخدمه فى الحماية الكاثودية
- الانواع المختلفة لحقل الانودات
- حماية المستودعات الداخلية و الخارجية

الحماية الكاثودية

الحماية الكاثودية هى من التقنيات المتطورة للحد من مشاكل التآكل فى المنشأت المعدنية المدفونة و التى تمثل عائد اقتصادى نحو المحافظة على استمرار صلاحية خطوط الأنابيب و فى أى الحالات فان المعرفة العلمية و الاطلاع على تقنيات الحماية الكاثودية و ان كانت مطلوبة الا أن الممارسة العملية و اكتساب الخبرة هى من العوامل الأساسية للنجاح فى هذا المجال

نظرية الحماية الكاثودية

النظرية التى بنى عليها الحماية الكاثودية أنه فى خلية التآكل يوجد مناطق أنودية و مناطق كاثودية .

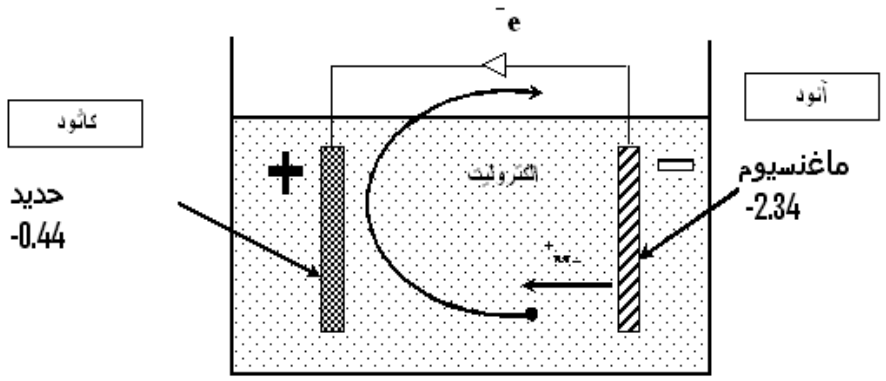
المناطق الأنودية هى التى يتدفق فيها التيار من المعدن الى الوسط المحيط.

المناطق الكاثودية هى التى يتدفق فيها التيار من الوسط المحيط الى المعدن ليصبح سطح المعدن كاثود و لا يتآكل.

و من هنا جاءت فكرة ايجاد تيار كهربى يتدفق من الوسط المحيط الى المعدن و ذلك بخلق سيل من الالكترونات على سطح المعدن لتتحد مع الأيونات الموجبة القادمة من الوسط المحيط

فعند غمس قطعتين من الماغنسيوم و الحديد فى وسط موصل للكهرباء (الكتروليتى) وتوصيلهم كهربيا بسلك يصبح الماغنسيوم آنو د بينما الحديد يصبح كاثود طبقا و السلسلة الكهروكيميائية .

حيث ينساب إلكترون e^- سالب الشحنة خلال سلك التوصيل من الماغنسيوم إلى الحديد و للاحتفاظ بحالة التوازن ينساب أيون موجب الشحنةMg^+ فى الوسط الإلكتروليتى من الماغنسيوم متجه إلى الحديد و هكذا يحدث تآكل فى الماغنسيوم نتيجة خروج الأيونات منه و لا يحدث تآكل فى الحديد



و يتضح لنا أن استخدام معدن أكثر نشاطا من الحديد لامداده بالتيار الكهربى يحد من عملية التآكل فى معدن الحديد أى أن الحماية الكاثودية ما هى الا اجراء كهربى لايقاف تفاعل كيميائى و يلاحظ أنه يزيد معدل تآكل المعدن كلما زادت قيمة التيار الذى يمر بين المساحات الأنودية و المساحات الكاثودية وموضح جدول لمعدلات تآكل بعض المعادن اذا تم مرور تيار كهربى قيمته 1 أمبير لمدة عام طبقا و الأتى:-

نوع المعدن	**الوزن المفقود بالكيلو جرام**
الماغنسيوم	4
الألومنيوم	2.95
الزنك	10.66
الكروميوم	5.65
الكادميوم	18.39
الحديد	9.13
الكوبلت	9.63
النيكل	9.58
النحاس	20.77
الرصاص	33.87
كربون	1.91

عيارية الحماية الكاثودية

العيارية للحماية الكاثودية هى قياس فرق الجهد بين الخط و الوسط المحيط به عن طريق ما يسمى بالنصف خلية لمعرفة هل الخط فى مستوى جهد الحماية الكاثودية أم لا و حددت جمعية التآكل الأمريكية الحد الأدنى لجهد الحماية من التآكل – 850 م . ف مقاسة بقطب مرجعى من النحاس المغمور فى محلول مشبع من كبريتات النحاس (هاف سيل).

و قد وجد من الاختبارات و القياسات و المراجع العلمية أن وصول جهد الحديد عند قيمة - 600 م . ف بتواجد الكترونات زائدة على سطحه تجعله يحتفظ بالالكترونات الخاصة به و لا يتفاعل مع التربة

نوع القطب المرجعى	ادنى جهد للحماية
نحاس / كبريتات النحاس	- 850 مللى فولت
فضة / كلوريد الفضة	- 800 مللى فولت
قطب الزنك	+ 250 مللى فولت

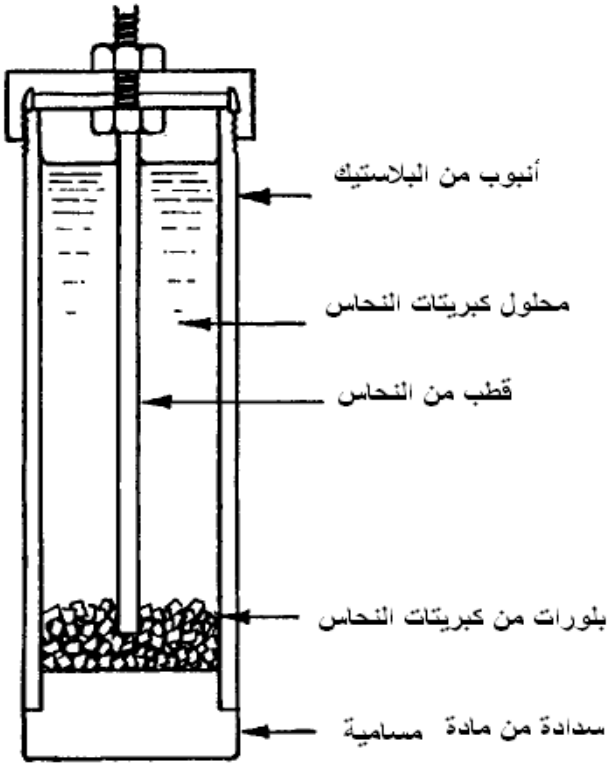
ومن العياريات الموجودة بالجدول يتضح أن جهد الحديد (- 600م . ف) مضافا اليه جهد نصف الخلية العيارية (- 250 م . ف) فيكون مجموع جهدهما – 850 م . ف بالنسبة للنحاس المغمور فى كبريتات النحاس

و سبب التسمية بالهاف سيل أن له جهد خاص به كما ذكر سابقا

١ الأقطاب العيارية

يوجد أنواع من الأقطاب العيارية منها مايستخدم فى مياه البحر مثل الفضة / كلوريد الفضة ومنها مايستخدم فى المعامل مثل قطب الهيدروجين ومنها مايستخدم فى المياه العذبة و المالحة مثل قطب الكالوميل ومنها ما يناسب القياس به بوضعه بصورة دائمة مثل قطب الزنك و لكل من هذه الأقطاب عياريته

وأشهر الأنواع استخداما هو نصف الخلية العيارية النحاس / كبريتات النحاس



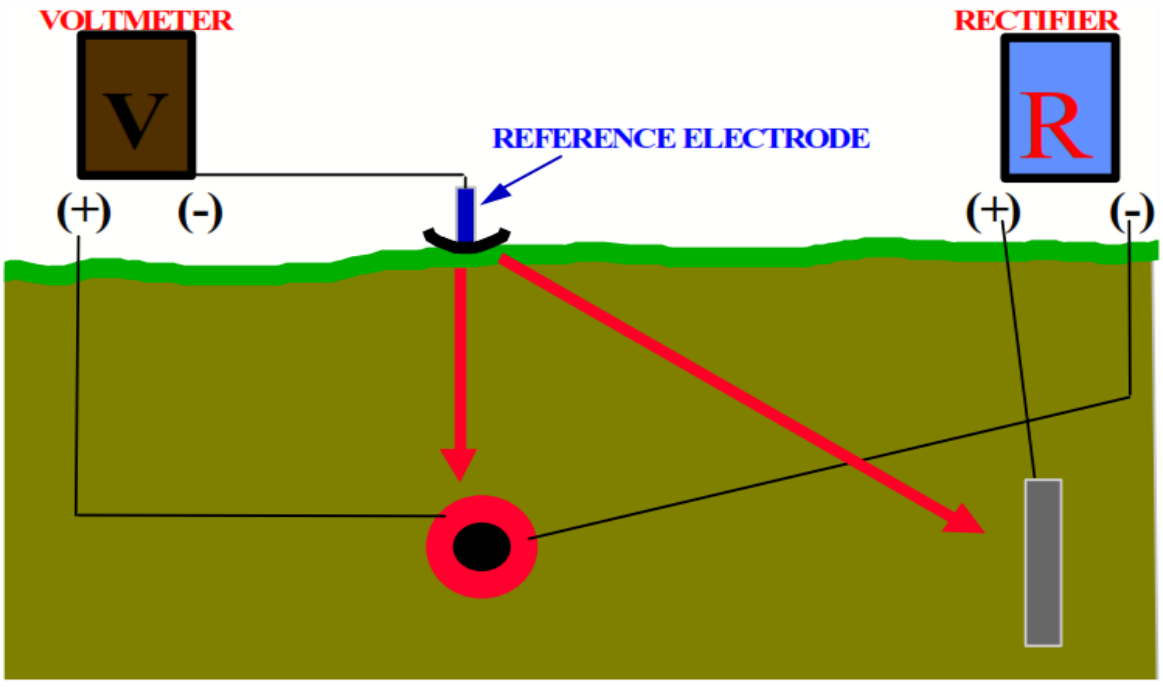
مصادر الاخطاء للقياسات بالاقطاب العياريه

١ -عدم دقة الخلية النصف عيارية بسبب اعمال القياسات فى مختلف انواع التربة و تسرب جزء من محلول كبريتات النحاس و تكون املاح على الجزء المسامى قد يؤدى ذلك الى عدم دقة الخليه فيجب معايرتها عن طريق مقارنتها بأخرى سليمة وذلك بوضعهم فى تربة واحدة و قياس فرق الجهد فلا يتعدى 5 مللى فولت و اذا كان هناك حيود كبير يجب اجراء صيانه للخلية و ذلك بفكها و تنظيفها جيدا بالماء المقطر و يتم ترك الجزء المسامى فى ماء مقطر لعدة ساعات للتخلص من الاملاح التى تكون داخل المسام بسبب اتصال الجزء المسامى بأنواع كثيرة من التربه و بالنسبه لقضيب النحاس يتم بمحلول مخفف 10% حمض نيتريك لمدة دقائق ثم التنظيف بماء مقطر أو بصنفره خشابى لا تحتوى على اى معدن و لا يستخدم اى معدن فى التنظيف مثل السكينه او الصنفرة المعدنيه لانها تترك اثار على النحاس مسببه مزيد من عدم الدقة ثم يتم تجميع الخلية ووضع بلورات كبريتات نحاس و ماء مقطر و عمل محلول مشبع (بوجد بلورات غير ذائبه)

٢ -درجة الحرارة ايضا تؤثر فكل درجه حرارة تزيد عن 21 درجة مئويه تؤثر ب 0.9 مللى فولت فعلى سبيل المثال -850 مللى فولت عند 21 درجة مئوية تعادل – 865 مللى فولت عند درجة حرارة 38 درجة مئوية

٣ -مرور التيار فى التربه يسبب خطأ IR يظهر بوضوح هذا الخطأ فى الخطوط ذات التغليف الممتاز و فى التربة ذات المقاومة العالية و يمكن تلافيه باستخدام مقطع تيار و قياس جهد الحماية فى حالة التشغيل و الايقاف ON OFF

٤ -وجود خلية القياس فى نفوذ الانودات يسبب خطأ فى القياس حيث ان جزء من تيار القياس يمر بدائرة اخرى فلا يعبر عن الجهد الحقيقى للمنشأ و يظهر هذا الخطأ بوضوح فى المستودعات خاصة لو كانت الانودات قريبة و يمكن التغلب



على هذه المشكله بنفس الطريقه فى بند 2

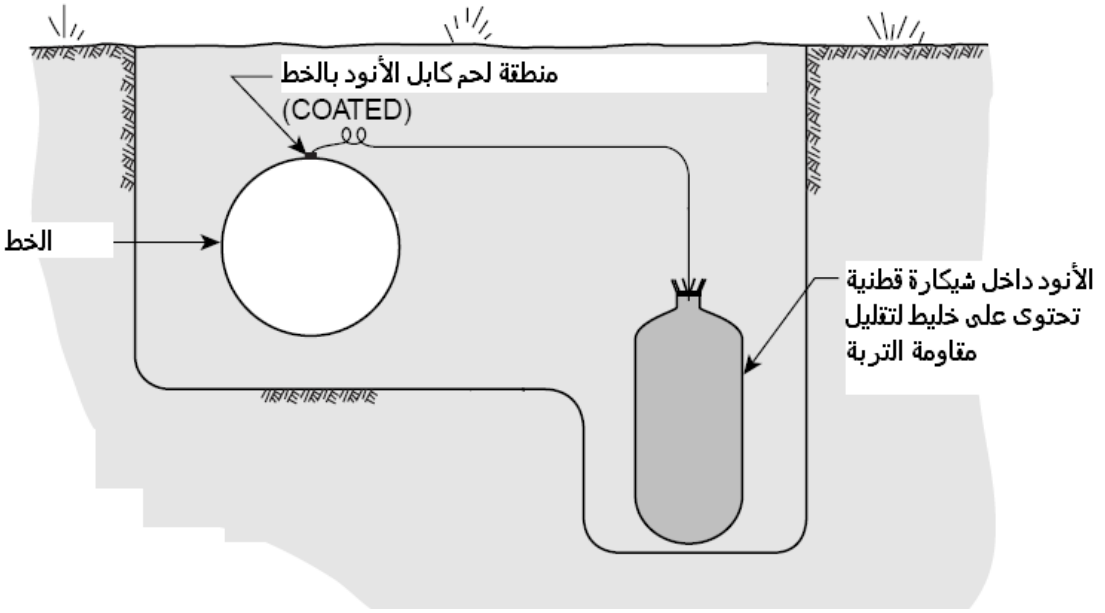
٥ - ان كان اتصال الخلية بالارض غير جيد يسبب هذا خطأ نتيجة وجود مقاومه كبيرة بسبب سوء التلامس و يظهر هذا فى التربة الجافة و الصخرية و يتم التغلب على هذه المشكلة بتغيير مكان القياس عدة مرات للوصول الى قياس ثابت و كذلك وضع بعض المياه للتربة

٦ - وجود مزيج من الاخطاء السابقة

أنظمة الحماية

أولا :الحماية بنظام الانودات المضحية (الانودات الجلفانيه)

و يتم ذلك بعمل ربط كهربى بين المعدن المراد حمايته (كاثود) مع معدن آخر(أنود) أنشط منه فى السلسلة الكهروكيميائية بحيث يمر التيار من الكاثود الى الأنود عن طريق المسار الالكترونى (كابل الربط الكهربى) و تخرج الأيونات من الأنود الى التربة لاستكمال الدائرة الكهربية حيث تصل هذه الأيونات الى سطح (الكاثود) عن طريق الوسط (تربة أو ماء)



و يتم تطبيق نظام الانودات المضحية فى الخطوط القصيرة و التعديات الملاحية و السفن و المنصات البحرية

أنواع الانودات المضحية المستخدمة

- **الماغنسيوم**

و يوجد منه نوعان -1.5 فولت ، -1.7 فولت (بالنسبة لنصف الخلية العيارية نحاس / كبريتات النحاس) ويتم وضعه داخل شيكارة من القطن بها خليط يتكون من (75% جبس ، 20% بنتونيت ، 5% كبريتات الصوديوم) و يشيع استخدامه فى التربة الجافة.

تكون سعة أنودات الماغنسيوم حوالى 1200 أمبير- ساعة لكل كيلو جرام كما أن كفاءته حوالى 50%

- **الزنك**

* و تبلغ قوته الدافعة الكهربية -1.1 فولت (بالنسبة لنصف الخلية العيارية نحاس / كبريتات النحاس) و يفضل استخدامه فى التربة ذات مقاومة صغيرة نسبيا

تكون سعة أنودات الزنك حوالى 800 أمبير- ساعة لكل كيلو جرام كما أن كفاءته حوالى 90%

* و يتم تصنيعه فى أشكال عديدة مثل الماغنسيوم (داخل شيكارة أو سلك أو أنود منفرد يمكن ربطه ميكانيكيا أو لحامه مباشرة على المعدن المراد حمايته)

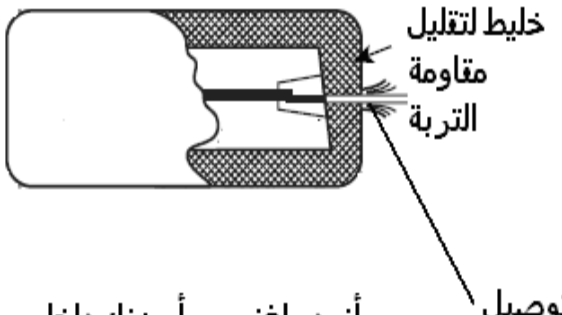
* ولا تستخدم أنودات الزنك فى درجات الحرارة العالية حيث أنه يتغير سلوكه بعد 60 درجة مئوية حيث تنعكس القطبية الخاصه به .

- **سبيكة الألومنيوم**

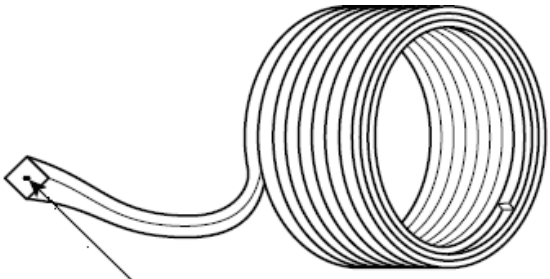
* و تبلغ قوته الدافعة الكهربية - 1.05 فولت (بالنسبة لنصف الخلية العيارية نحاس / كبريتات النحاس) و يفضل استخدامه فى المياه المالحة ذات المقاومة الصغيرة جدا

تكون سعة أنودات الألومنيوم حوالى 2300 أمبير- ساعة لكل كيلو جرام كما أن كفاءته حوالى 90%

- و يتم تصنيعه فى أشكال عديدة أنود منفرد يمكن تثبيته ميكانيكيا أو لحامه
- أو على شكل اسطوانة مجزءة تساوى قطر الخط يتم تجميعها بالربط الميكانيكى على الخط محتوية على عدد من الأنودات)

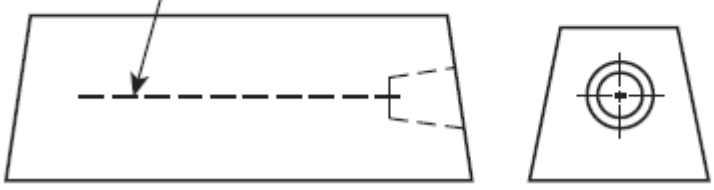


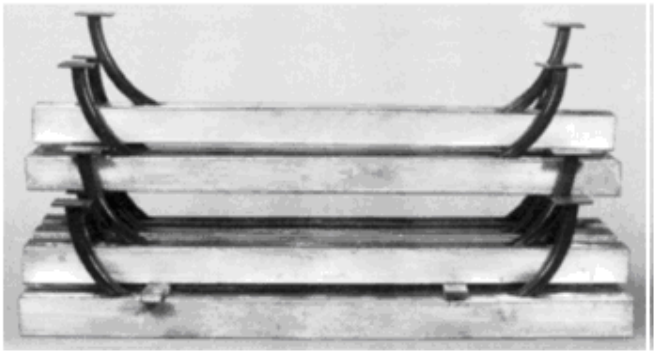
أنود ماغنسيوم أو زنك داخل
شيكارة



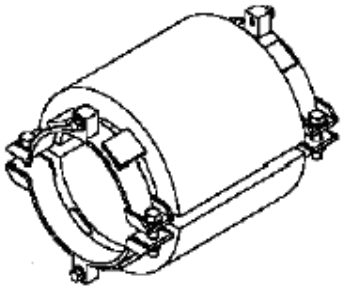
أنود ماغنسيوم أو زنك على شكل
شريط يوجد به سلك حديدى
لتوصيله بالمنشأ المراد حمايته

أنود ماغنسيوم أو زنك ذو قلب حديدى لتوصيله بالمنشأ المعدنى





أنود من سبيكة الألومنيوم

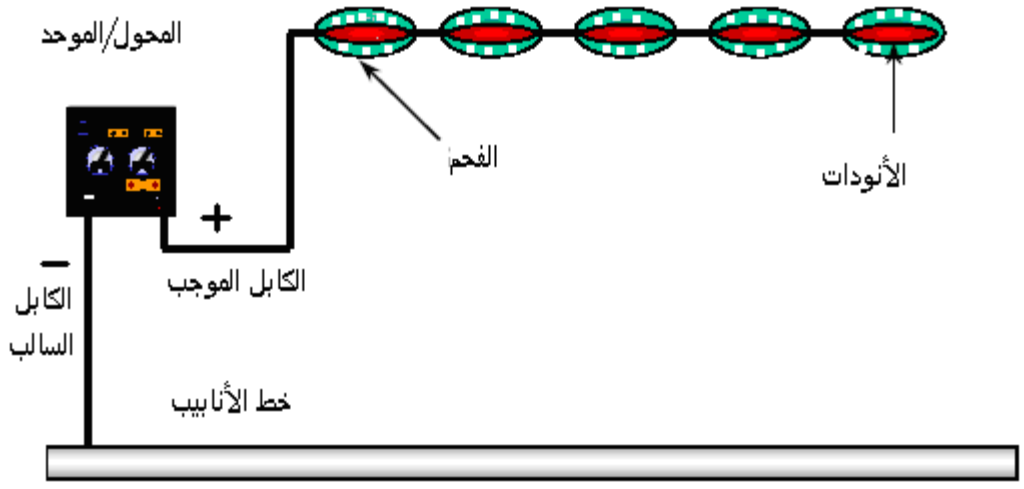


أنود زنك أو ألومنيوم على شكل أسطوانى يتم تجميعه ميكانيكيا

من المشاكل المعروفة للانودات
- انها غير قادرة على التغذية بتيار كبير نتيجة المقاومة العالية بينها و بين الارض و لذلك فان عند حدوث خلل فى العزل الكهربى للخط عند الوصلات العازله فان الانودات لا تستطيع جعل المنظومه فى مستوى الحماية و لا تكون مؤثرة الا فى الخطوط ذات التغليف الممتاز
- عندما يكون الانود غير قادر على تدفيع تيار فانه فى بعض الاحيان يكون حمل على الحماية و يجب فصله

ثانيا :الحماية الكاثودية بنظام التيار المدفوع

هى دفع تيار كهربى الى الفلز لامداد سطح المعدن بالالكترونات من مصدر خارجى و ذلك بتوصيل المعدن المراد حمايته بالقطب السالب لمصدر التيار المستمر و ربط الأنودات بالقطب الموجب



و يراعى فى استخدام الانودات و تصميمها أن تكون من معدن يتآكل بمعدلات منخفضة و كذلك يؤخذ فى الاعتبار أثناء التصميم لنظام الحماية الكاثودية تقدير كل من شدة التيار اللازم و كذلك فرق الجهد المطلوب توزيعه على طول مسار خط الأنابيب .
و من ذلك تحدد القدرة الكهربية اللازمة للحماية و منها يتحدد عدد وحدات الحماية بما يتتطابق مع طول و قطر الخط (مساحته السطحية) - نوع المعدن – نوع و كفاءة التغليف – المقاومة النوعية للتربة – نوع الوسط – المنشأت المعدنية المجاورة من خطوط أنابيب و خلافه – و جود حالات تيارات شاردة ... الخ

مقارنة الحماية الكاثودية
بنظامى التيار المدفوع و الانودات الجلفانية

نظام التيار المدفوع	نظام الانودات الجلفانية
يحتاج لمصدر تيار خارجى	لايحتاج لمصدر تيار خارجى
أكثر تعقيدا فى التنفيذ و أعمال الصيانة	أكثر بساطة فى التنفيذ و أعمال الصيانة
يؤخذ فى الاعتبار مدى التأثير على المنشئات المجاورة و خاصة القريبة لمنطقة المصاعد	لا يؤثر على المنشئات القريبة
اقتصادى بالنسبة للخطوط الطويلة و الأنظمة الكبيرة	اقتصادى بالنسبة للخطوط القصيرة و الأنظمة المحدودة
يمكن التحكم فى فرق الجهد أو شدة التيار	لا يمكن التحكم فى فرق الجهد أو شدة التيار
يمكن أن يستخدم فى جميع أنواع التربة	يفضل استخدامه فى التربة ذات المقاومة الكهربية المنخفضة
نظام الاحلال و التجديد مجدى اقتصاديا	نظام الاحلال و التجديد غير مجدى اقتصاديا

مكونات نظام الحماية (بنظام التيار المدفوع)

أولا : المصاعد (الأنودات)
و هى مصنوعة من سبيكة معمرة مثل الحديد السليكونى أو الجرافيت و أنواع أخرى و يتحدد عدد المصاعد طبقا و التصميم النهائى الذى يراعى فيه كثافة التيار و شدته اللازم لحماية خط الأنابيب و فرق الجهد المطلوب لحمايته موزعا على طول مساره و الزمن المقدر لنظام الحماية

*** أنواع الانودات شائعة الأستخدام**

- أنودات الحديد السليكونى
ومنها المصمت أو المجوف و يجب التعامل مع المصاعد بحذر لأنها قابلة للكسر و عدم شد كابل التوصيل حيث أنها منطقة ضعف و عدم خدش الكابل الخاص بها.
يتراوح معدل التآكل لهذه الأنودات من 0.7 الى 1 رطل لكل أمبير سنة
و كثافة تيار حوالى 1 أمبير لكل قدم2.

أنودات مصمتة تتميز بوزن كبير و لكن مساحة سطحية أقل فتكون مناسبة للأعمار الطويلة

أنودات مجوفة تتميز بمساحة سطحية كبيرة و لكن وزن أقل
فتكون مناسبة للأنظمة التى تحتاج الى تيار كبير نسبيا

- **أنودات الجرافيت**

مناسبة للتربة الجافة ذات المقاومة الكهربية العالية و هى أكثر الأنودات عرضة للكسر نظرا لهشاشتها
يتراوح معدل التآكل لهذه الأنودات من 0.5 الى 2 رطل لكل أمبير سنة
و كثافة تيار حوالى 0.5أمبير لكل قدم2

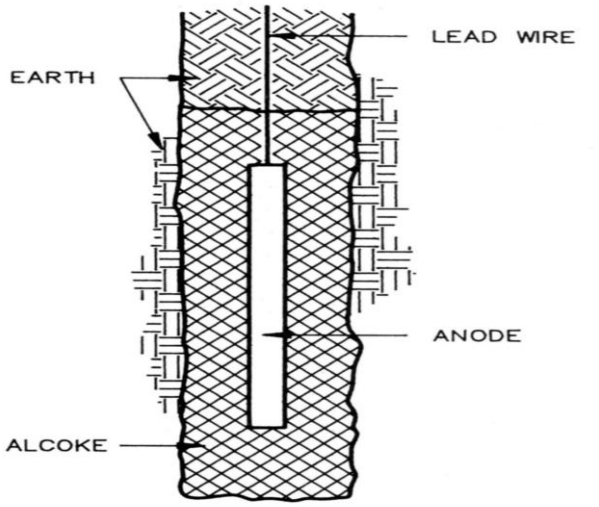
(صورة لمصاعد الجرافيت)

- **أنودات خليط أكسيد المعدن (MMO)**

يصنع من مادة التيتانيوم المغطى بأكسيد المعدن و اكثر شيوعا استخدامه فى المياه و هو اكثر تكلفه و يتميز بخفة وزنه و كثافة تيار كبيرة جدا و معدل تآكل صغير جدا
معدل التآكل لهذه الأنودات حوالى 1 مللى رطل لكل أمبير سنة
و كثافة تيار حوالى 50 أمبير لكل قدم2 و ذلك فى مياه البحر و تصل الى 10 أمبير لكل قدم2 فى المياه العذبة

الفحم

الفحم بما يحتويه من نسبة عالية من الكربون ذو مقاومة كهربية منخفضة (petroleum coke breez) و يستخدم عادة فى أبار الحماية حيث أن مقاومته الكهربية أقل بكثير من الفحم العادى حيث تبلغ تقريبا 4.7 أوم- سم وحجم حبيبات من 0.03 – 0.55 بوصة و هى حبيبات صغيرة نسبيا للتأكد من التلامس المثالى للأنودات بالفحم و التربة و تبلغ الكثافة اكبر من 1 حتى يكون اثقل من الماء حتى يستقر فى البئر



يتم وضع الأنودات بهذا الوضع داخل التربة و هى حفر منفصلة و هى احدى الطرق المستخدمة فى تنفيذ حقل المصاعد

بواط تجميع الكابلات و يتكون من :-

- مسمار نحاس لتجميع كابلات التوصيل الكهربى (مثل توصيل كابلات المصاعد بالكابلات الموجبة للمحول / الموحد)
- بواط شفاف مشقوق نصفين مصنوع من البوليمارات
- مادتين من أنواع الايبوكسيات عند خلطهم جيدا يتصلبوا بعد صبهم فى البواط خلال زمن قليل نسبيا و بهذا يتم العزل التام لتوصيلات الكابلات الموجبة عن الوسط الاليكتروليتى (التربة أو الماء ...)

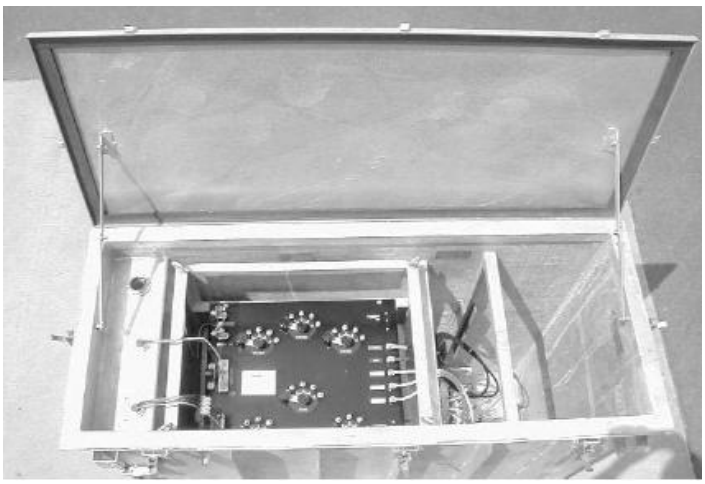
ثانيا : المحول الموحد

توفير مصدر تيار كهربى مستمر باستخدام جهاز المحول / الموحد يتم تغذيته من مصدر تغذية كهربية من الشبكه العمومية للكهرباء أو من مولدات كهربية دائمة التشغيل أو عن طريق وحدات الطاقة الشمسية التى تعطى تيار كهربى مستمر دون الحاجة الى عمليات التوحيد .

- **أنواع المحولات**

أولا: محولات تبريد هواء و تتميز بخفة وزنها و سهولة التعامل معها من نقل و تركيب و صيانة و لكن قدراتها محدودة نسبيا و تحملها لارتفاع درجات الحرارة أقل .

وثانيا : محولات تبريد زيت و تتميز بقدرات كبيرة و تحملها لدرجات حرارة أعلى نسبيا و لكنها ثقيلة الوزن و هى أصعب فى عمليات الاصلاح أو الصيانة – النقل – التركيب نظرا لوجود سائل بها (زيت التبريد)



يتكون المحول / الموحد من

- جسم خارجى من المعدن أو الفيبر و غالبا يكون من معدن الحديد المجلفن أو المدهون بالدهانات الأيبوكسيه ليقاوم تأثير العوامل الجوية

- قاطع كهربى خارجى أو داخلى كحماية للمحول / الموحد و لاجراء عمليات الصيانة بأمان

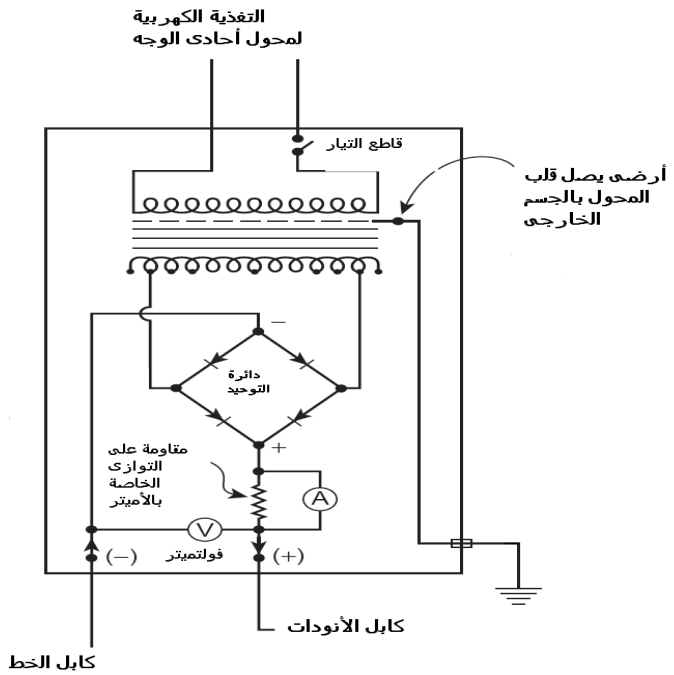
- قلب المحول سواء كان أحادى الوجه أو ثلاثى الوجه و هو فى حالات الحماية الكاثودية يكون محول خافض للجهد الكهربى

- دائرة توحيد سواء كانت سيلينيم – دايود – ثيرستور و تكون مركبة على الملف الثانوى للمحول

- مبينات الجهد و التيار(فولتميتر و أميتر)

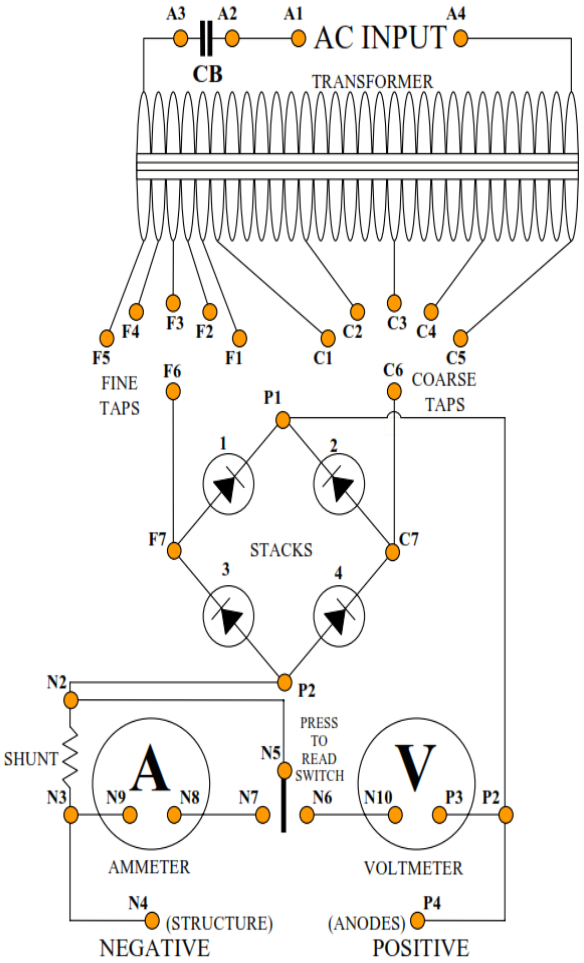
- أنظمة الوقاية من التيار العالى أو الجهد العالى

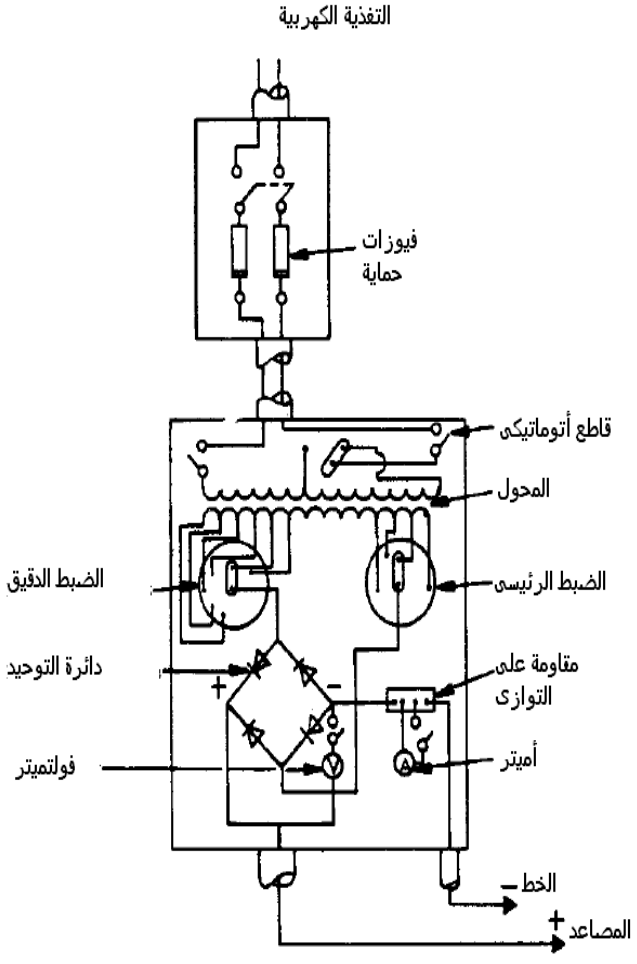
و فيما يلى رسم تخطيطى للدائرة الكهربية لمحول أحادى الوجه



طرق التحكم فى المحولات

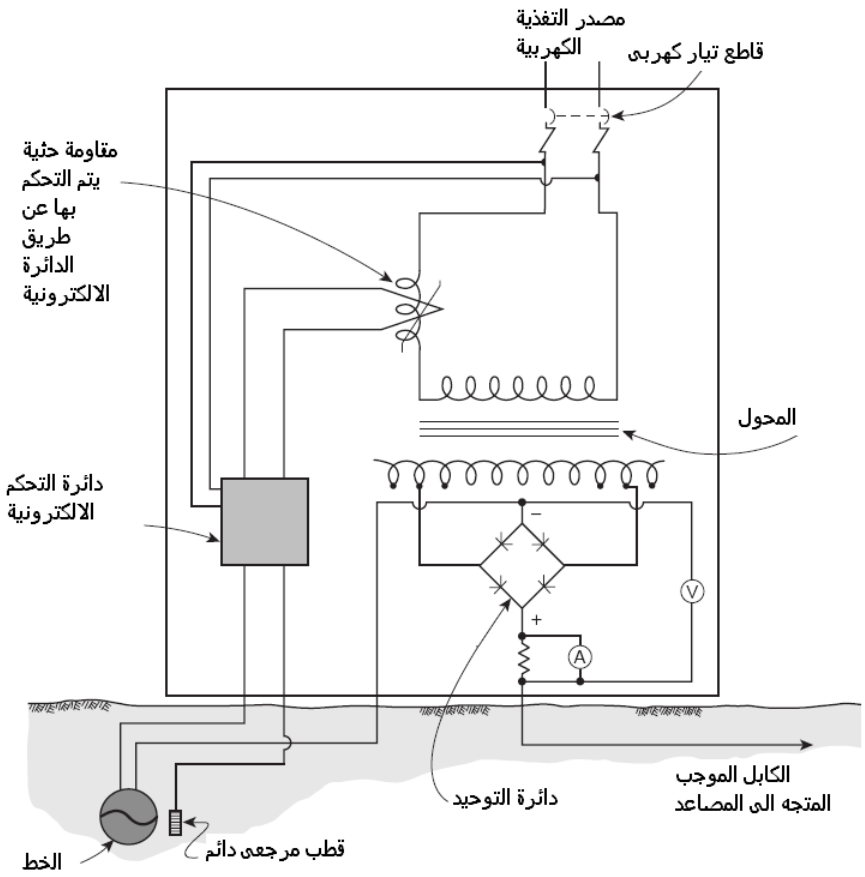
أولا: نظام التحكم اليدوى و هو يستخدم فى الأنظمة المستقرة نسبيا
و ينقسم الى ثلاثة طرق :-
- بتقسيم ملفات الثانوى و التحكم فى عدد اللفات الداخلة فى الدائرة الكهربية عن طريق مفاتيح اختيار قد تكون مرحلتين و فى بعض الأحيان ثلاثة مراحل لمزيد من التحكم الدقيق و تسمى الخطوات .
- أو عن طريق وضع فارياك للتحكم فى جهد التغذية الكهربية (I/P) و بالتالى يتم التحكم فى جهد الخرج
- أو عن طريق دائرة الكترونية تتحكم فى الثايرستور الذى يستخدم فى توحيد التيار لهذا النوع من المحولات





ثانيا : نظام التحكم الآلى و هو يستخدم فى أنظمة الحماية التى يوجد بها تغير كبير فى التيار المسحوب مثل الحماية الداخلية لمستودعات المياه التى يتغير فيها منسوب

المياه بصفة مستمرة أو فى تربة تتغير فيها درجة الرطوبة بشكل سريع مثل الخطوط التى تمر بمناطق تتأثر بحركة المد و الجذر.
و فيما يلى صورة توضح فكرة هذا النوع من المحولات / الموحدات و هو يزيد عن الأنواع العادية بدائرة تحكم لرفع أو خفض فرق الجهد طبقا و التغيرات التى تنشأ فى جهد الحماية الكاثودية على المنشأ المطبق عليه الحماية و قطب مرجعى ثابت لمقارنة جهد الخط بالقيمة المضبوط عليها الجهاز



(صورة توضح الدائرة الكهربية لمحول / موحد يتم التحكم به أتوماتيكيا)

ثالثا : الكابلات

- الكابلات الموجبة

و تستخدم فى التوصيل الكهربى بين القطب الموجب لمصدر التيار المستمر ومجموعات المصاعد و يفضل استخدام الكابلات مزدوجة العزل لتقليل فرص خدش العزل

و أنواع عزل الكابلات كثيرة و كل منها يناسب أنواع من التربة فعلى سبيل المثال لا الحصر فان الكابلات المعزولة HMWPE / FLOUOROPOLYMER تقاوم تأثير الكلورين و الأملاح و تتميز بمقاومة عالية لجهد الشد و لذلك هى مثالية لأنظمة الأبار العميقة

و الكابلات XLPE /PVCمناسبة للتربة العادية سواء جافة أو رطبة و للدفن على أعماق مناسبة

(صورة لكابل عزل مزدوج)

- الكابلات السالبة

و تستخدم فى التوصيل الكهربى بين القطب السالب لمصدرالتيار المستمر و خط الأنابيب و هى ذات عزل مفرد

رابعا: نقط الاختبار (القياس)

و تركب على طول مسار خط الأنابيب بمسافات بينية طبقا و حاجة الخط و الظروف الميدانية و المتغيرات على مساره .
حيث عن طريقها يقاس فرق الجهد لنظام الحماية الكاثودية المطبق على خط الأنابيب
بالنسبة للأرض من خلال النصف خلية العيارية
بالنسبة للاماكن المقترح تركيب نقط قياس بها

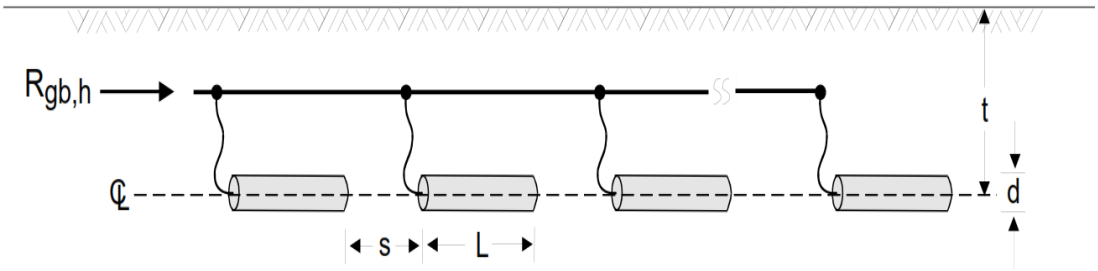
- على مسار الخط كل 2 كم
- فى اماكن التقاطعات مع خطوط الشركة او الغير
- تعديات الطرق عند و جود اجربة معدنية
- عند وجود تركيبات انودات مضحية بنفسها
- عند الوصلات العازلة (كابل قبل الوصلة و كابل بعدها)
- الاماكن التى تعانى من تداخلات سواء كانت A.C OR D.C
- عند التغذية من المحول الموحد

(أشكال عديدة لرأس نقط قياس)

طرق تنفيذ حقل الانودات

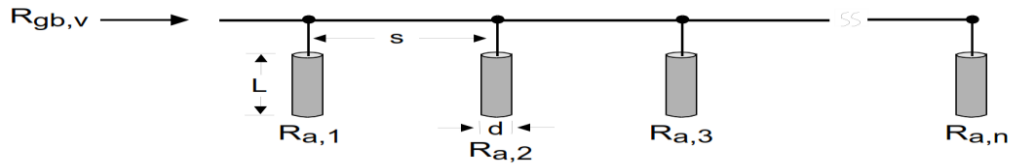
يمكن تنفيذ حقل المصاعد بطرق عدة كل منها له مميزانه و عيوبه

- حقل انودات افقى و يتم وضع انودات افقيا و يتم ترك مسافات بينية بين الانودات حيث ان المسافات البينيه هامه جدا كلما زادت كلما قلت المقاومه العامه لحقل الانودات و كان اقدر لدفع تيار اكبر و ذلك لان المسافات البينية الصغيرة تتسبب بتداخل بين الانودات مما يزيد من مقاومة المصاعد و هذا ينطبق على جميع انواع الانودات



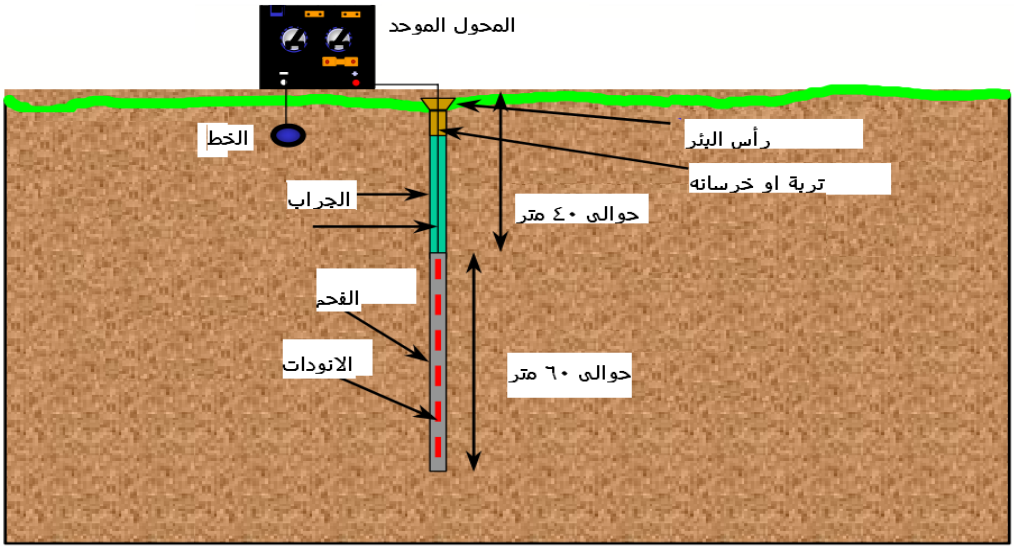
(صورة لحقل انودات تم تنفيذه افقيا)

- حقل انودات رأسى يتم عمل حفر منفصلة ووضع الفحم و الانود بها



من مميزات الحفر الرأسى بصورة منفصلة بعمق من 7-10 متر تصلح للتربة التى يصعب الحفرفيها ترنش انودات و تعتبر اسهل فى التنفيذ و ان كان الحفر فيها اكثر تكلفة و يحتاج الى متخصصين فى مثل هذه النوعية

- بئر حماية و يتم الابتعاد عن المنشأ رأسيا بحوالى 100 متر فى عمق الارض و من مميزات هذه الطريقة الانتشار الجيد و نصل عادة الى تربة ذات مقاومة اقل و اعمال الصيانه اقل حيث انه لا تكون الكابلات عرضه للقطع بسبب اعمال الغير
- و عيوب هذه الطريقة التكلفة الباهظه للحفر



بعض المشاكل لمنظومة الحماية الكاثودية

يعتبر تسجيل القياسات و الاحتفاظ بتاريخ كل خط من اهم الاشياء التى تساعد فى اكتشاف المشاكل و حلها و كذلك يعتبر المحول الموحد من اكثر الاشياء التى تظهر اى مشاكل فى المنظومه فيما يلى جدول يبين بعض المشاكل و احتماليات اسبابها

المشكله	السبب المحتمل
التيار يساوى صفر و الجهد يكاد يكون صفر و القياسات السابقه تشير الى تيار و فولت مختلفين	- من الممكن ان يكون من التغذية الكهربية او سكينة الفصل - او يوجد قطع فى دائرة الموجب (الفيوز او كابل الانودات) - و ان اشار الفولت الى صفر ايضا فيكون كابل السالب
التيار صفر و الفولت له قيمه و القياسات السابقة تشير الى انه تمت زيادة الفولت عدة مرات لمحاولة زيادة التيار	- حقل المصاعد انهار و يجب تجديده
الفيوز محترق	- قصر فى الدائرة الكهربية بين كابل السالب و الموجب - او تأثير تيارمستحث متردد من ابراج ضغط عالى قريبة - او اجراء لحام باستخدام القوس الكهربى على الخط - و فى بعض الحالات بسبب الامطار الغزيرة او انخفاض مقاومة التربة فجأة بشرط ان يكون الخط ذو تغليف سيىء
قياسات الفولت نصف القراءات السابقة	- نصف دائرة التوحيد بها مشكله او احد الدايودات
التيار اقل من القراءات السابقة و الفولت تقريبا ثابت	- فشل فى جزء من الانودات او جزء من الخط تم فصله كهربيا مثلا من خلال الفلانشات العازلة - فصل خط او فرع مرتبط كهربيا بالمنظومة
التيار اعلى من القراءات السابقة	- دخول منشأ فى دائرة الحماية مثل تلامس مع خط غريب او سور معدنى .... الخ

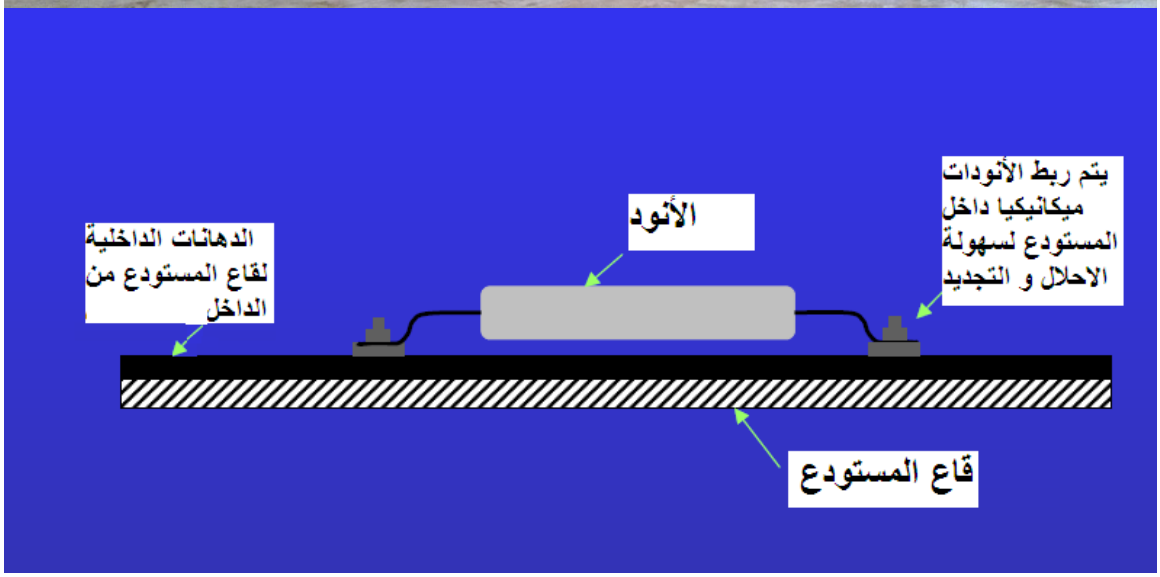
حماية المستودعات

حماية المستودعات تنقسم الى حماية داخلية و حماية خارجية

اولا الحماية الداخلية:-

يتم عادة بنظام الانودات المضحية بنفسها الا فى بعض الحالات الخاصة مثل مستودعات المياه و التى تتطلب تيار كبير من الممكن حمايتها بنظام التيار المدفوع

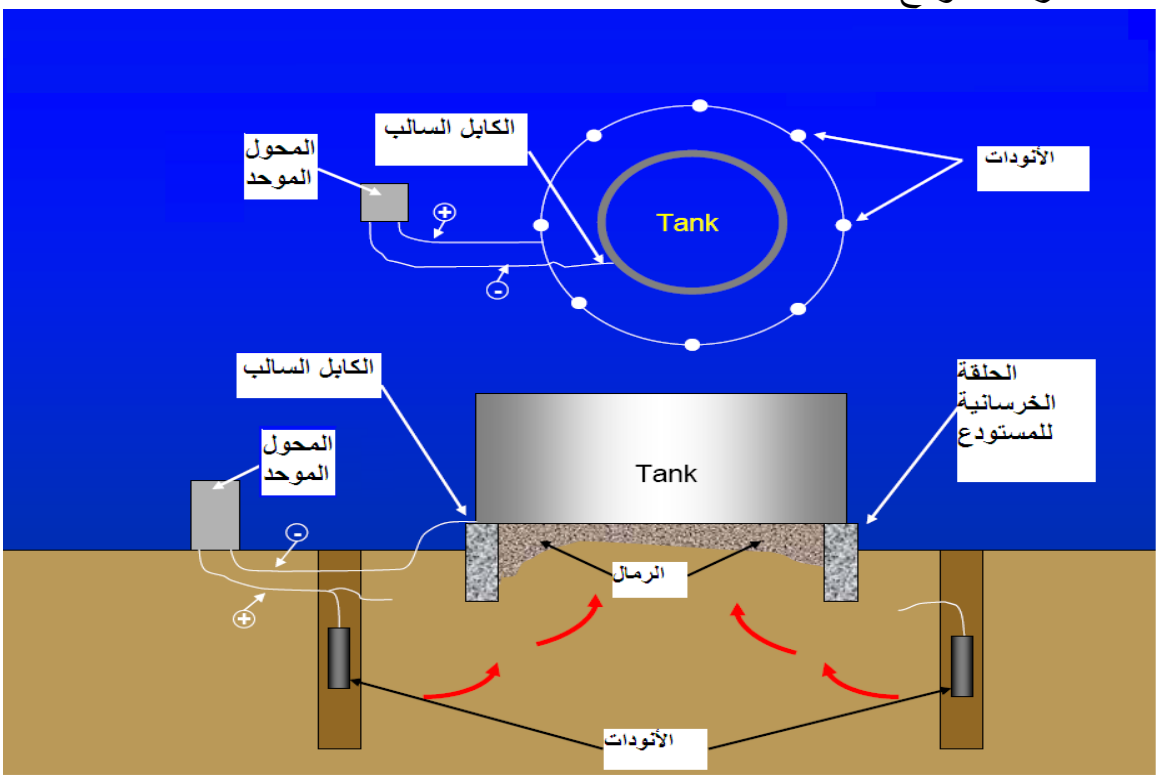
بالنسبة لمستودعات البترول حسب نوع المنتج يتم اتخاذ القرار يصلح عمل حماية ام لا فكل منتج يكون به نسبة مياه مثل خام البترول يجب عمل حماية داخلية لقاع المستودع و جدران المستودع بارتفاع حوالى متر من القاع ويتم التوزيع بصورة منتظمة مع التركيز على اماكن الصفايات و معرفة ميول المستودع لتحديد اكثر الاماكن تضررا و تركيز الانودات بها



ثانيا : الحماية الخارجية للمستودع

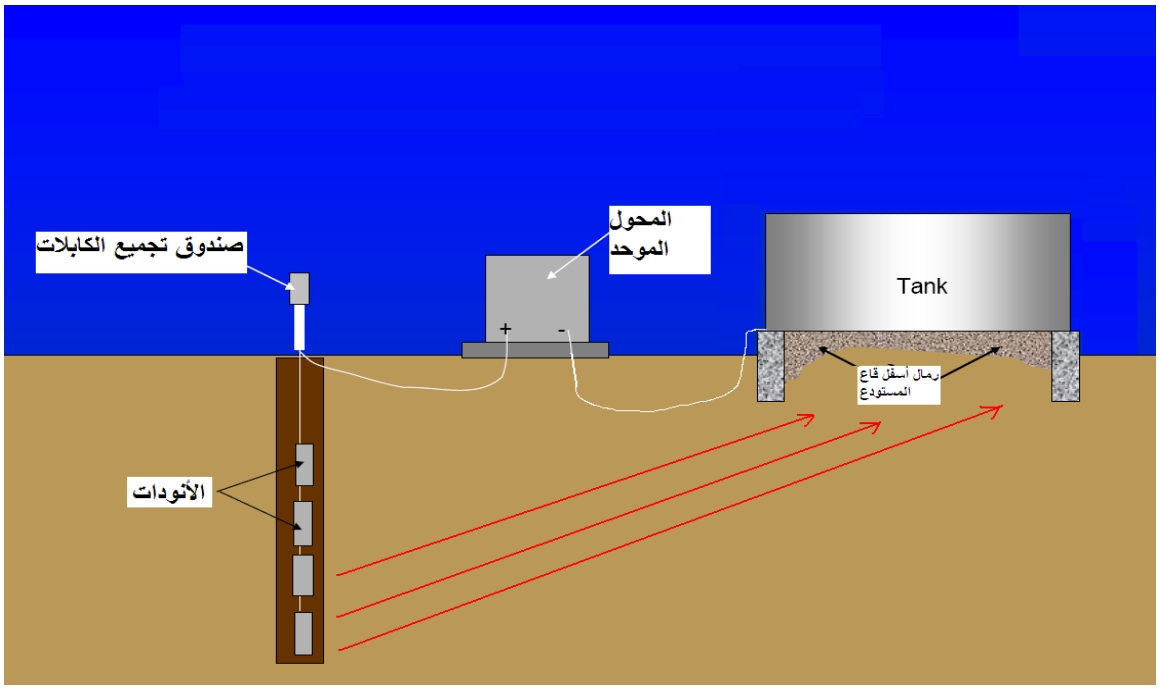
و المقصود بها حماية قاع المستودع الملاصق للتربة و هى تتم بطرق كثيرة و كل طريقة لها مميزات و عيوب و لمتابعة منظومة الحماية يجب وضع نصف خلية عيارية دائمة اسفل منتصف المستودع و فى حالة المستودعات الكبيرة يكون اكثر من خلية

- **نظام SHALLOW ANODES** و هى عبارة عن حفر منفصلة عميقة من 7-10 متر لكل انود و تكون على هيئة دائرة قطرها اكبر من قطر المستودع 1.5 قطر المستودع



- **نظام البئر العميق DEEP WELL**

وهو عبارة عن حفر رأسى بعمق حوالى 100 متر يتم وضع الفحم و الانودات و ماسورة مثقبة للغازات و من الممكن عمل وحدة واحدة لاكثر من مستودع



مميزات هذه الطريقة هى :-

- يمكن البدء فى التنفيذ بعد الانتهاء او اثناء تنفيذ المستودع
- حقل المصاعد فى مكان واحد مما يقلل من أعمال الصيانة و التداخلات مع المنشآت الأخرى

عيوب هذه الطريقة هى :-

- يتم استخدام معدات هيدروليكية لأعمال حفر البئر و تحتاج لشغل حيز كبير نسبيا داخل حرم المستودع
- مكلفة نسبيا نتيجة أعمال الحفر و المهمات المستخدمه

- **النظام الشبكى او الحلقى بانودات MMO**

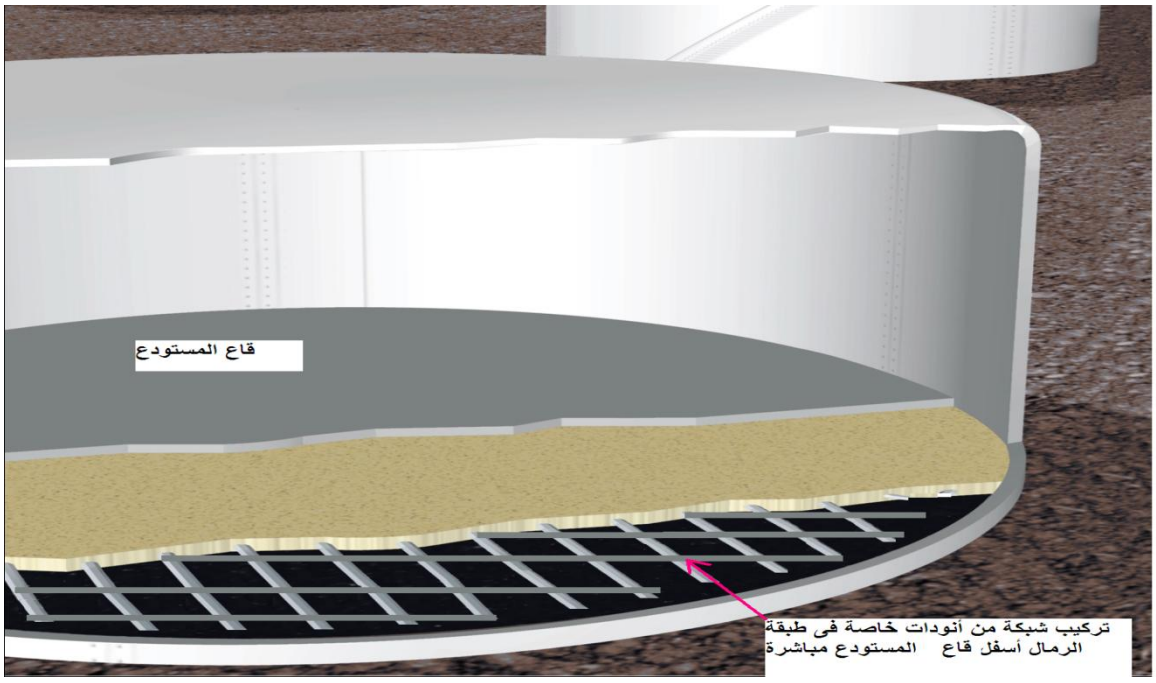
وهى كما سبق شرحها تيتانيوم مغطى بطبقة اكسيد المعدن و هى توضع مباشرة اسفل القاع على بعد من 30-40 سم

مميزات هذه الطريقة هى

- انتظام انتشار تيار الحماية
- لا تؤثر على الخطوط المدفونة بالقرب من المستودعات
- الوسط الالكتروليتى عبارة عن رمال نظيفة (غير ملوثة بمواد بترولية و التى تعيق تيار الحماية)
- سهولة التنفيذ و قلة أعمال الحفر و الردم
- لا تحتاج الى عمليات صيانة أو اصلاح

عيوب هذه الطريقة هى :-

- لمتابعة جهد الحماية يتطلب وجود مقطع تيار و مجمع بيانات و بعض الخبرة لوجود نصف الخلية العيارية فى منطقة نفوذ المصاعد
- هى لا تصلح تنفيذها الا اثناء الانشاء فقط



التداخلات

-التأثير و التأثر من انظمة الحماية

-الحلول المختلفة لتقليل التداخل بين انظمة الحماية

-التيارات الشاردة

-تأثير ابراج الضغط العالى

-اضرار ابراج الضغط العالى و كيفية تقليلها

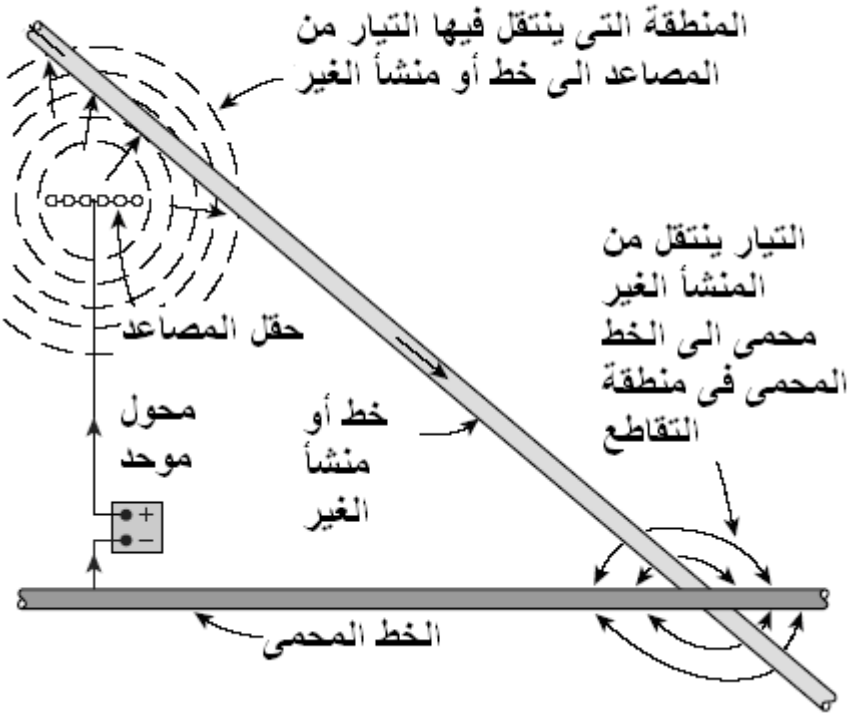
-التغليف

بعض المشاكل الميدانية المؤثرة على الحماية الكاثودية

أولا :التداخل

يجب أن يدخل ضمن العناصر الأساسية للمختصين فى مجال الحماية الكاثودية عند انشاء خطوط الأنابيب الأخذ فى الاعتبار وجود خطوط أخرى مجاورة أو متقاطعة مع الخط الجديد بحيث لا يدخل فى نطاق التأثير أو التأثر على الخطوط المجاورة و خاصة التى يتم حمايتها بنظام التيار المدفوع .

و يلاحظ ان وقع خط معدنى قريبا من منطقة نفوذ الانودات الخاصة بخط أنابيب آخر يتجمع على الخط الأول تيار و يمر هذا التيار فى الخط الى أن يصل الى أسهل منطقة قريبة من الخط الثانى و يمر التيار منه الى التربة عائدا الى الخط الثانى محدثا تآكل فى الخط الأول و يعتمد ذلك على جهد الانودات و المسافة بينها و بين الخط القريب و مقاومة الوسط



(صورة للتداخل فى حالة التقاطع)

الحلول المقترحة لهذه المشكلة

يتم حل هذه المشكلة بعدة طرق يتم اختيار الانسب منها لكل حالة او عمل مزيج منها لضمان تقليل تأثير التداخل

١ -نقل سبب التداخل (مثلا نقل حقل الانودات لوحدة حماية خط الانابيب بعيدا عن الخط المعدنى الاخر)

٢ -عزل منطقة التداخل كهربيا بوصلات عازلة و التعامل معها كحماية كاثودية بأنها منشأ مستقل

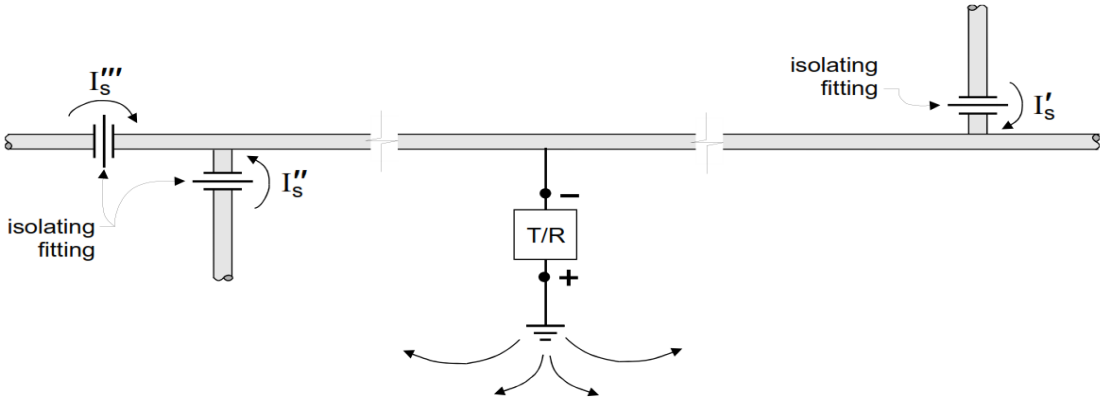


Figure 3-23: Stray Current Arising from Installation of Isolating Fittings

٣ -وضع سلك شيلد معدنى مدفون فى مسار التداخل ليجمع التداخلات و يمنع وصولها للمنشأ المراد حمايته من التداخل

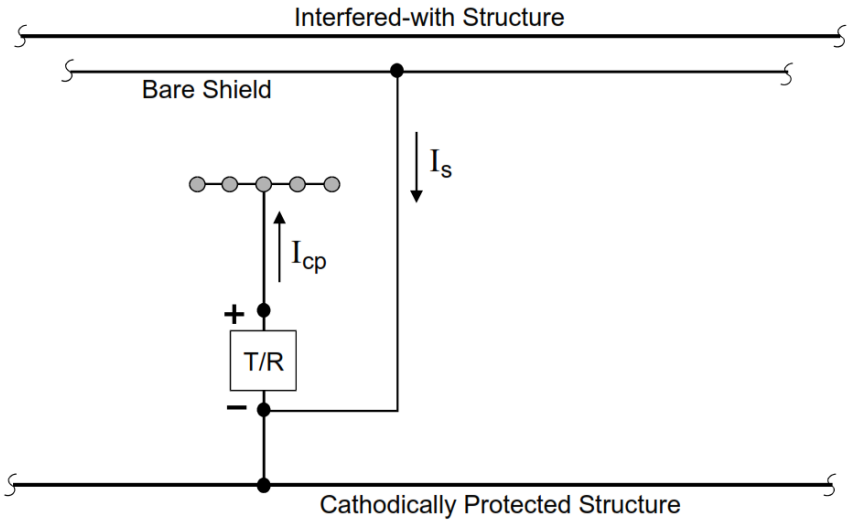


Figure 3-24: Using a Buried Metallic Cable or Pipe as a Shield to Reduce Stray Current Interference

٤ -توصيل انودات مضحية للجسم المتأثر حتى يخرج التيار من الانودات لتتآكل حامية بذلك المنشأ

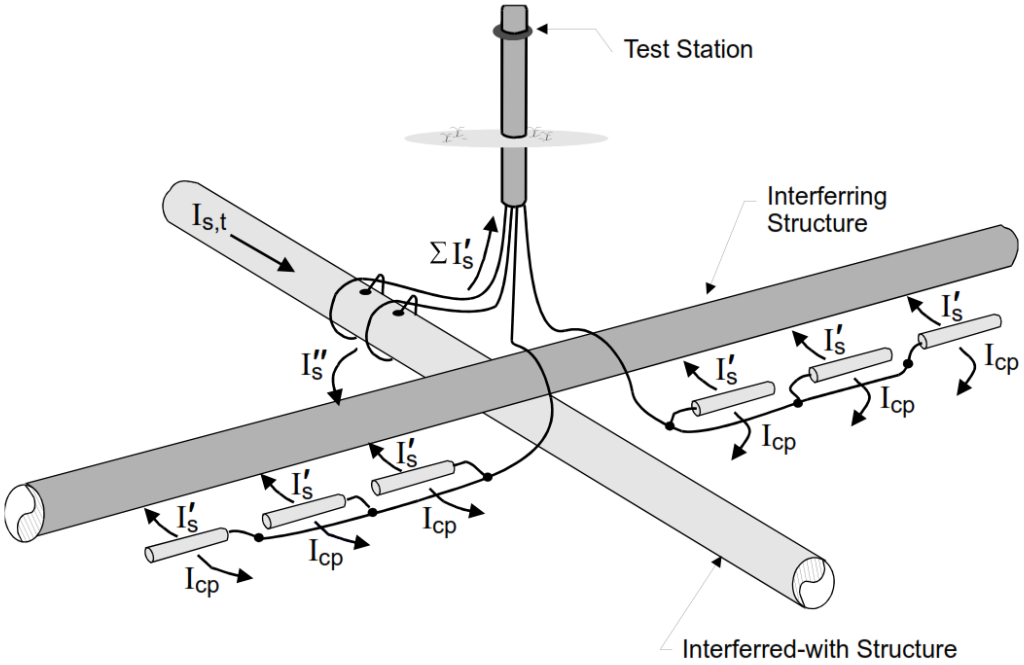
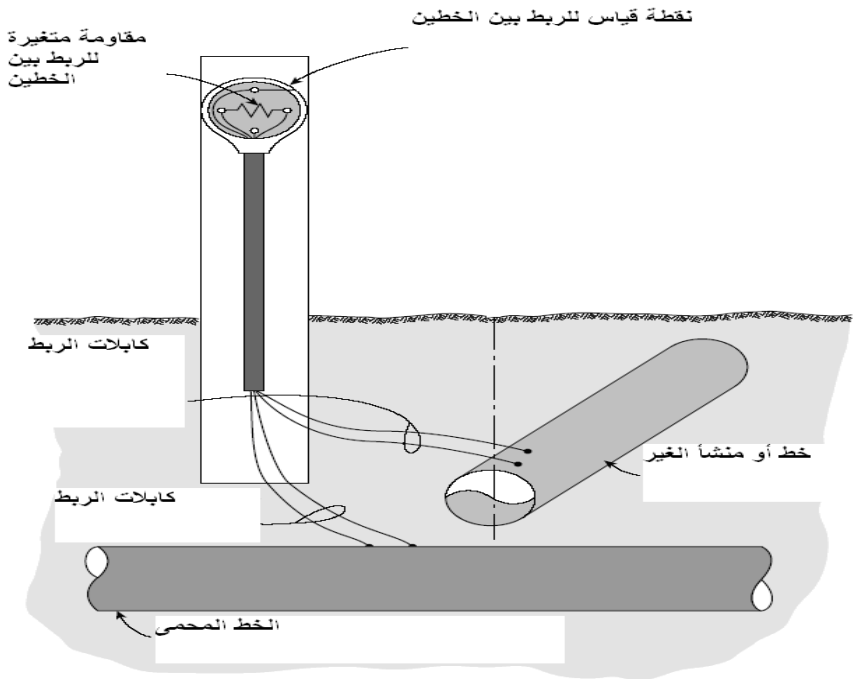
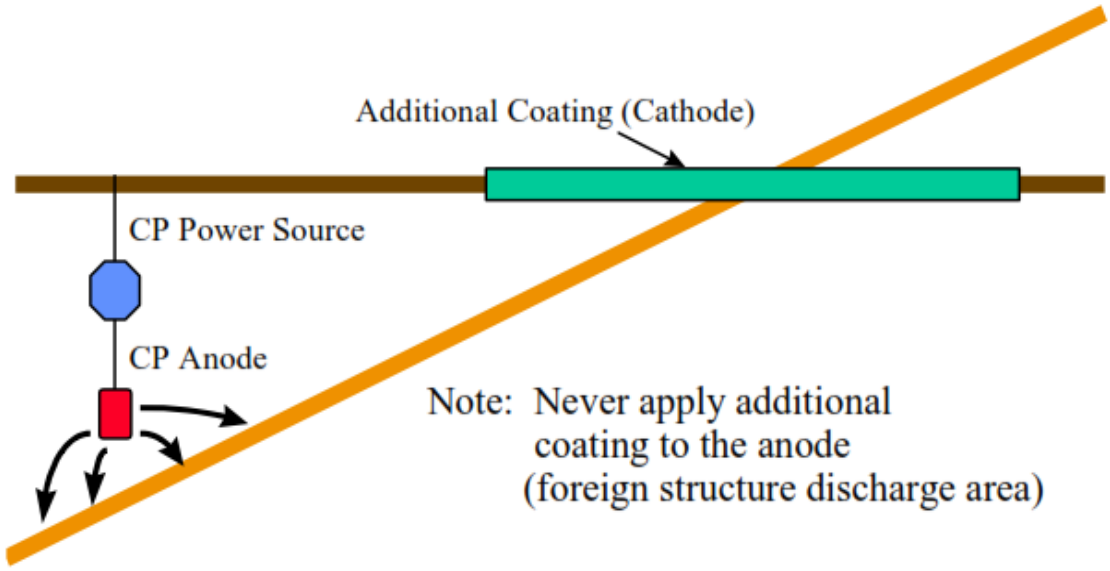


Figure 3-26: Interference Mitigation using Galvanic Anodes at Stray Current Discharge Location

٥ -عمل ربط كهربى بمقاومة متغيرة بين الخطين فى حالة وجود حماية دائمة على الخطين

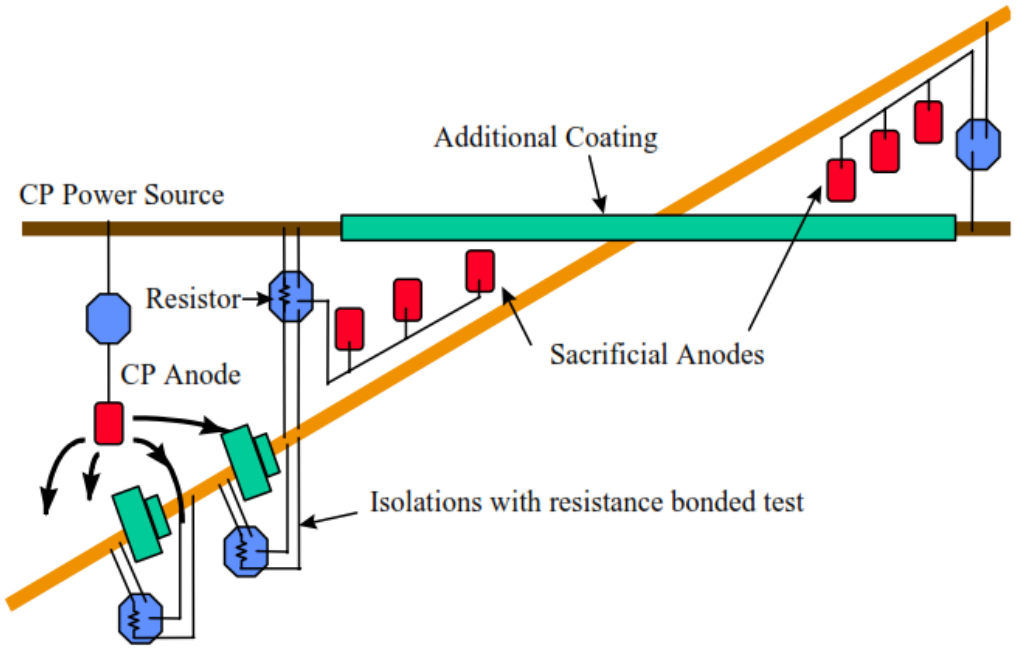


٦ ـزيادة التغليف و المقاومة الكهربية بين الخطين فى منطقة تفريغ التيار للمنشأ المطبق عليه حماية كاثودية

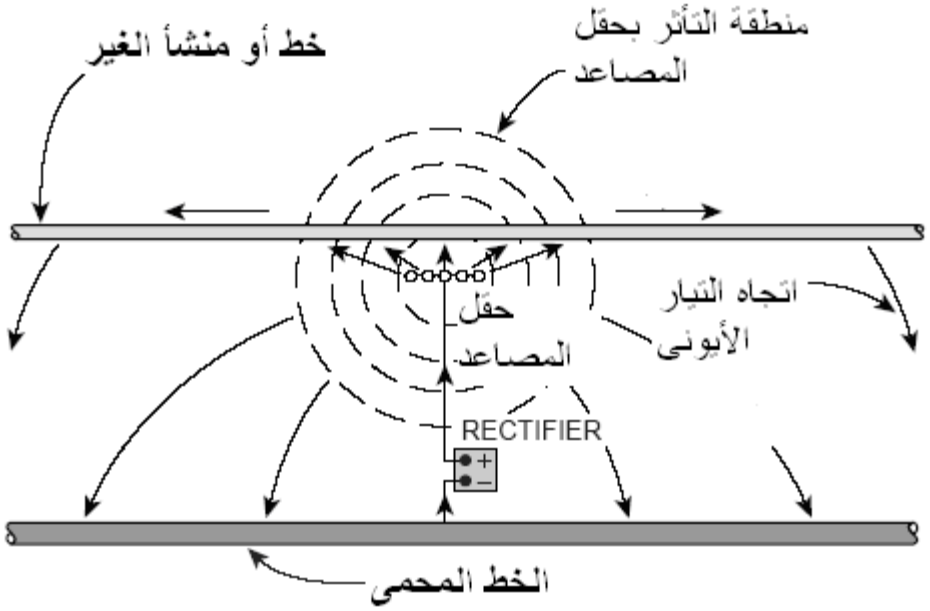


٧ ـعمل مزيج من الحلول السابقة

Figure 5-9. Use of a Combination of Mitigation Techniques to Control Interference



و فى بعض الحالات يفضل ابعاد منطقة المصاعد عن الخط الذى بقع فى منطقة نفوذ المصاعد كما هو موضح بالرسم .



من الممكن حدوث تداخل و تاكل فى جسم بسبب عمليات لحام كما بالشكل ادناه عندما يتم اكمال الدائرة الكهربية عن طريق الارض و بذلك التيار يكون ايونى مسببا التاكل عند الخروج من الجسم و تعتمد كمية التاكل على مقدار التيار و مساحة السطح الذى يخرج منه التيار. و حل هذه المشكله ببساطه عند عمل اى عمليات لحام نتأكد ان الدائرة مكتمله عن طريق كابلات كهربية (تيار اليكترونى) و ليس عن طريق الارض

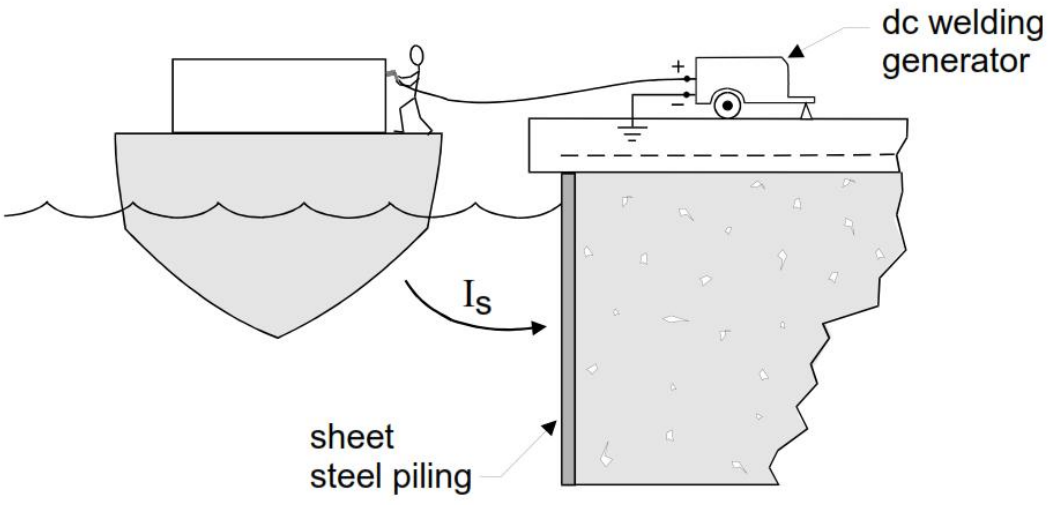


Figure 3-39: Stray Current Caused by DC Welding Operations

ثانيا : التيارات الشاردة

ومثال لها التيارات المتسربة (الشاردة) من قضبان الترام (المترو) فمن المعروف أن تغذية مركبات الترام بالتيار المستمر حيث يخرج التيار من القطب الموجب لمحطة التغذية الكهربية الى السلك المعلق و منه الى موتور المركبات ثم الى العجلات و العودة الى القطب السالب لمحطة التغذية من خلال القضبان و بما أن قضبان شريط الترام متصلة بعضها البعض ميكانيكيا و عادة تكون هذه الوصلات ذات مقاومة كهربية عالية متصلة و على هذا فان جزء من التيار المار بالقضبان يفضل أن يسلك طريقا أسهل عن طريق أرض ذات مقاومة كهربية منخفضة نسبيا مجاورة للقضبان و فى حالة تواجد خط أنابيب يفضل التيار المرور به لأنه أسهل و أقل مقاومة لسير التيار من التربة حتى يصل بالقرب من محطة التغذية الكهربية فيضطر التيار للخروج من خط الأنابيب مارا بالأرض ثم الى القضبان الى القطب السالب لمحطة التغذية لاستكمال الدائرة الكهربية

و ينقسم فى هذه الحالة خط الأنابيب الى ثلاث أقسام :-

- منطقة المهبط

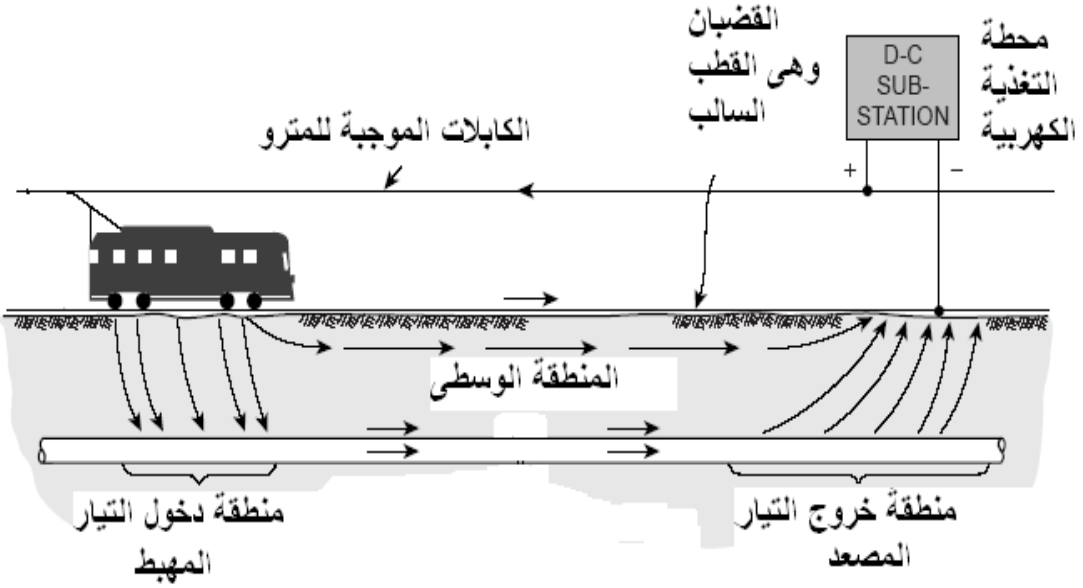
وهى المنطقة التى يدخل فيها التيار المتسرب الى الخط و لا يحدث عندها تآكل

- منطقة المصعد

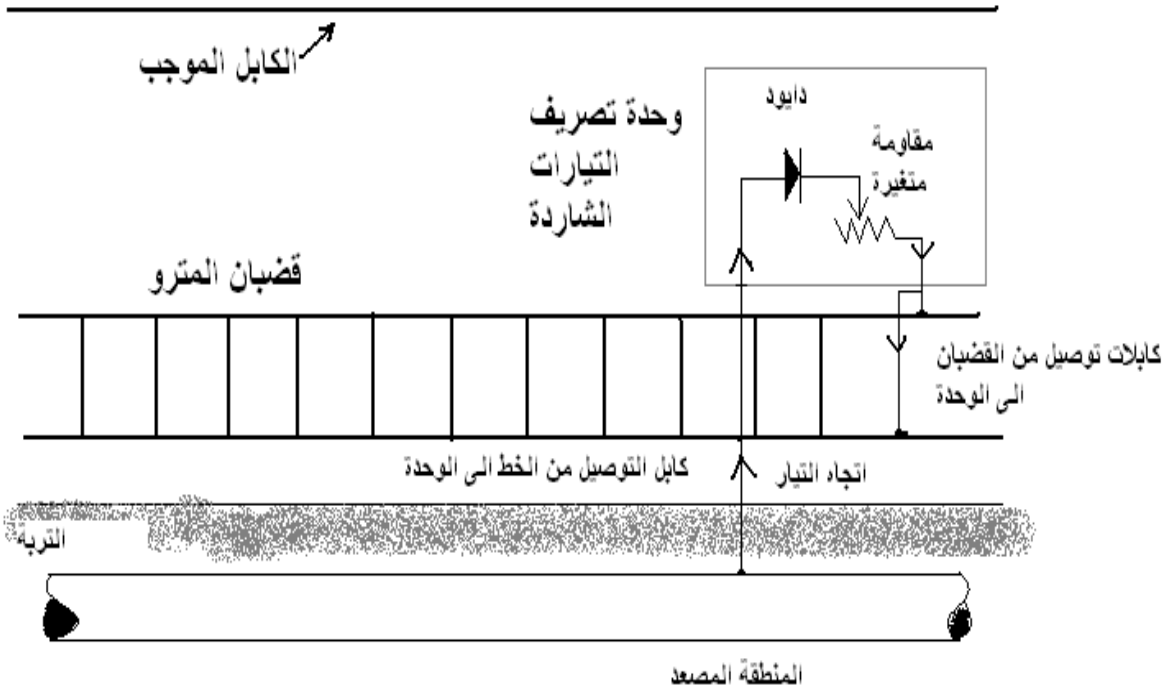
وهى المنطقة التى يخرج منها التيار من خط الأنابيب الى التربة و يحدث فى هذه المنطقة التآكل

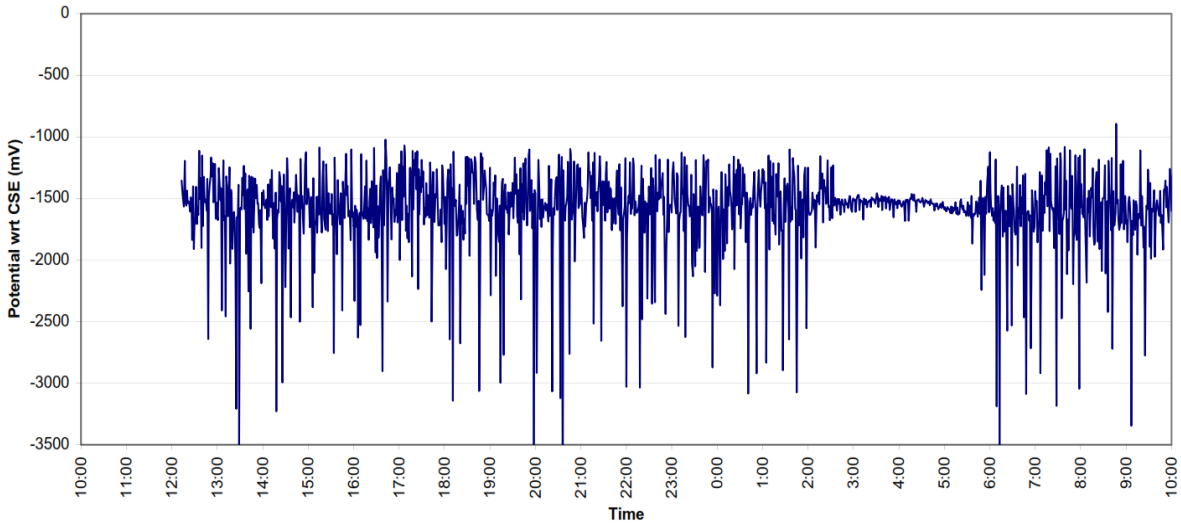
- المنطقة الوسطى

وهى المنطقة الواقعة بين المهبط و المصعد و هى لا تعانى فى أى أضرار طالما يوجد اتصال لخط الأنابيب



- ومن الطرق الشائعة للتغلب على هذه الظاهرة هو التوصيل الكهربى باستخدام كابلات بين خط الأنابيب و القطب السالب لمصدر التغذية الكهربية للترام أو بالقضبان و ذلك لضمان عودة التيار المتسرب لخط الأنابيب عن طريق التوصيل الكهربى و ليس عن طريق التربة لتفادى حدوث التآكل فى منطقة خروج التيار من الخط و يستخدم فى ذلك وحدة تصريف التيارات الشاردة كما هو مبين بالرسم





يعانى الخط من تأثير التيارات الشاردة طوال اليوم عدا عند فصل المترو لذا يجب اخذ قراءات ليليه تعبر عن مستوى جهد الحماية الحقيقى للخط

- و من الاشياء التى تحسن من اداء المنظومة الكهربية للمترو و بذلك يقل التيارات الشاردة . التوصيل الكهربى للفواصل المعدنية للقضبان
- و من الممكن ايضا عمل وحدة حماية بمحول اتوماتيك ليقلل من تأثير التيارات الشارده

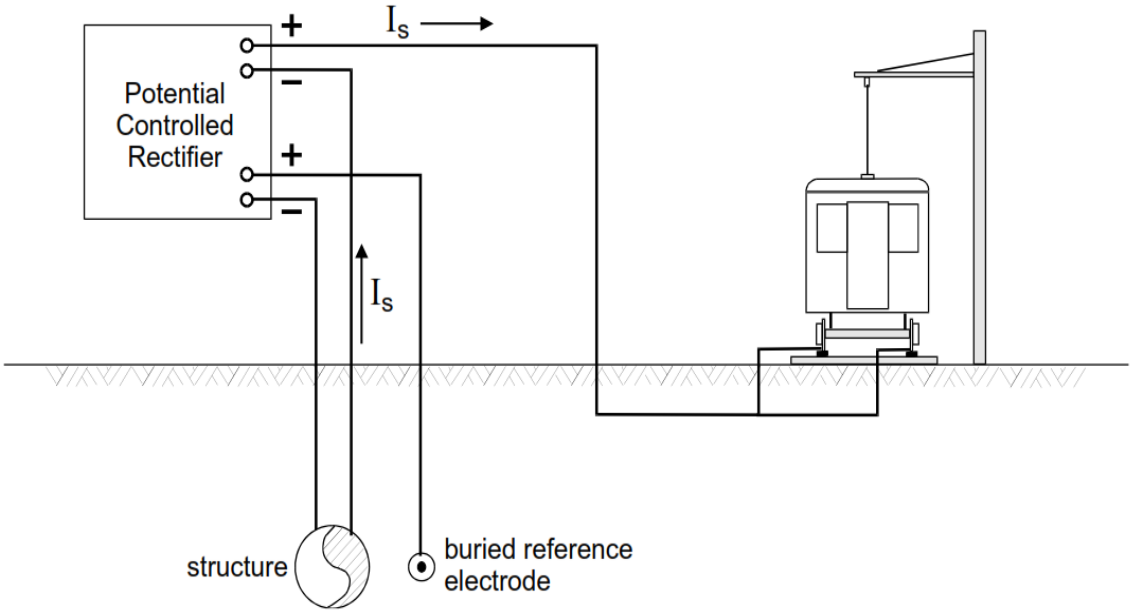


Figure 3-36: Forced Drainage Bond Using a Potential Controlled Rectifier

التداخلات من ابراج الضغط العالى

الطاقة الكهربية الموجودة في أبراج الضغط العالي يمكن أن تنتقل الي خطوط الأنابيب عن طريق 3 صور :

١ -التوصيل عن طريق التربة (CONDUCTIVE)

٢ -التوصيل كمكثف (CAPACITIVE)

٣ -الحث المغناطيسى (INDUCTIVE)

اولا : التوصيل عن طريق التربة

يحدث ذلك فى حالة حدوث دائرة قصر كهربية فى كابل كهرباء الضغط العالى و تحدث نتيجة الصواعق التى تحدث تأين لمسار الهواء بين الكابل و الجسم المعدنى للبرج او قد

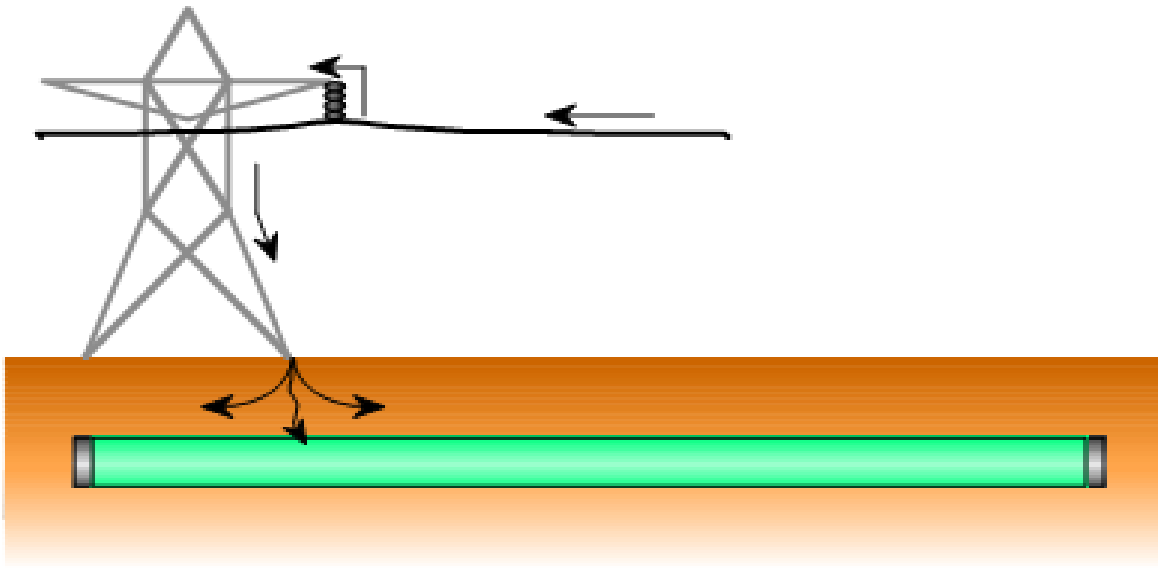


Figure 3-42: Conductive Coupling During Line-to-Ground Fault Conditions

يحدث نتيجة رياح او اصطدام معدة مع البرج

يحاول التيار الوصول الى جهد الارض من خلال اسهل مسار متاح

و يعتمد كمية التيار التى تمر فى الخط على عدة عوامل منها

- المسافة بين الخط و البرج و هى تتناسب عكسيا
- زمن و مقدار تيار القصر و هو يتناسب طرديا
- مقاومة التربة تتناسب عكسيا
- جودة التغليف كلما كانت جودة التغليف سيئة كلما قلت هذه المشكلة

خطورة ظاهرة التوصيل عن طريق التربة

- ممكن ان يحدث ضرر فى التغليف فى المناطق المتضررة خاصة فى التغليف الجيد
- ممكن حدوث صعق كهربى لاى شخص يعمل على الخط و يتصل كهربيا بالخط فى نفس لحظة حدوث دائرة القصر (شخص يفتح بلف او يقوم بأعمال صيانة او قراءات حماية من نقطة قياس .....)

و يوجد نوعان من الجهد هو جهد اللمس و جهد فرق الخطوة كما هو موضح بالصورة ادناه

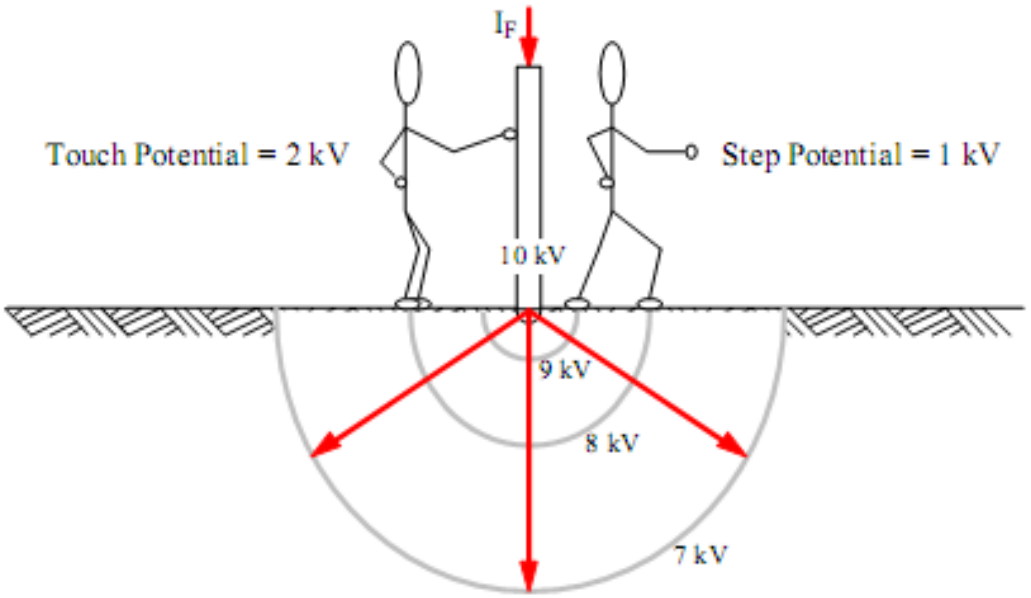
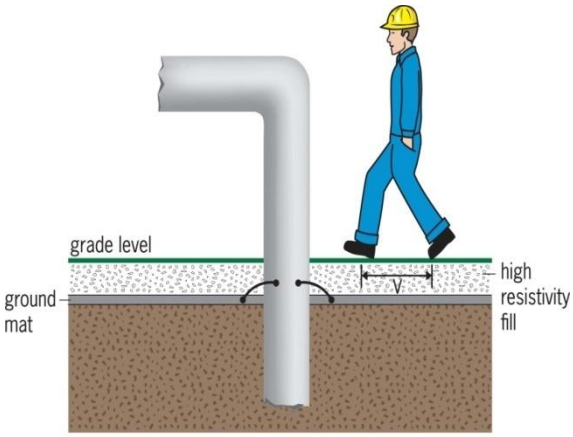
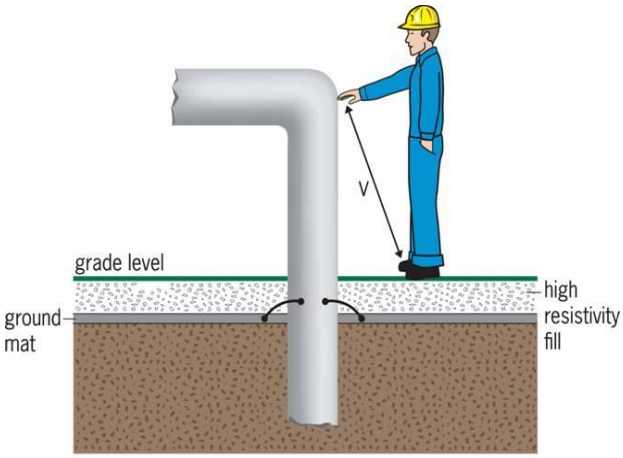


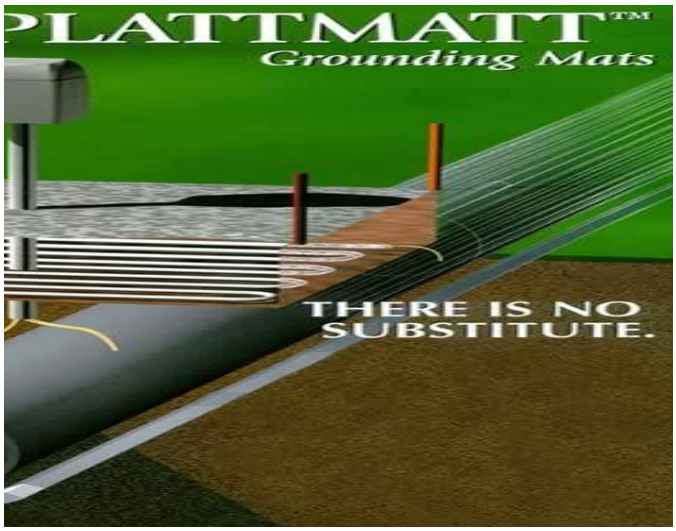
Figure 3-43: Example of Touch and Step Voltages at an Energized Grounded Structure

و علاج هذه الظاهرة

- تركيب شبكة من الزنك تحت نقط القياس القريبة من ابراج الضغط العالى و كذلك غرف البلوف و تحت اى مكان يوجد فيه تعامل مباشر مع الخط و ذلك كالصورة ادناه حتى يقلل من فرق الجهد و لا يتأثر الانسان
- و بزيادة مقاومة التربة بصورة صناعية مثل عمل طبقة من الحجر المجروش







ثانيا : التوصيل كمكثف

و هو لا يؤثر الا اثناء انشاء الخط فقط

خاصة فى و جود وصلات طويله و تكون موازية لابراج الضغط العالى يعمل كابل الضغط العالى و المواسير و بينهما عازل كمكثف يسبب الاحساس بالصعق لكل من يتعامل مع الخط كما موضح بالشكل و تختفى هذه الظاهرة بمجرد دفن الخط و ملامسته للتربة

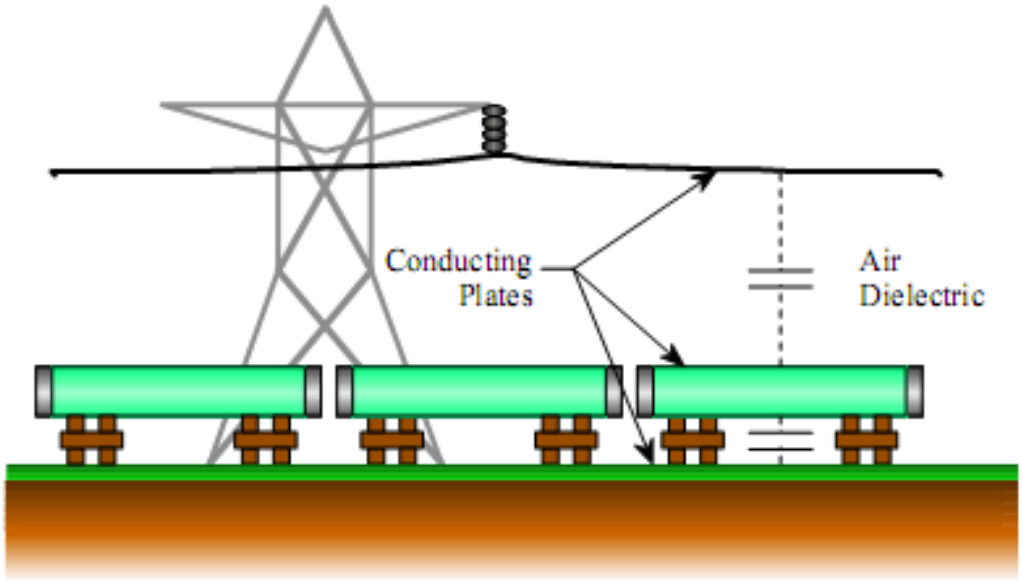


Figure 3-48: Pipeline During Construction Represented as a Capacitive Voltage Divider

ثالثا : التوصيل عن طريق الحث المغناطيسى

يتولد الجهد والتيار في الخط عن طريق الحث الكهرومغناطيسي

- عند مرور تيار في موصل ينشأ مجال كهرومغناطيسي يتم التعبير عنه عن طريق خطوط الفيض المغناطيسي وتتناسب شدته طرديا مع التيار وعكسياً مع المسافه من الموصل .

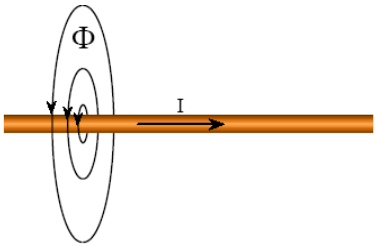


Figure 3-51: Electromagnetic Field Created

يتولد الحث الكهرومغناطيسي في حالة قطع خطوط الفيض المغناطيسي بواسطة حركة موصل كهربي ، ويحدث ذلك بطريقتين :

- ✓ الموصل في حالة حركة والمجال المغناطيسي ثابت. (مثال : المولد الكهربي)
- ✓ المجال المغناطيسي في حالة حركة والموصل ثابت. (مثال : المحول الكهربي)

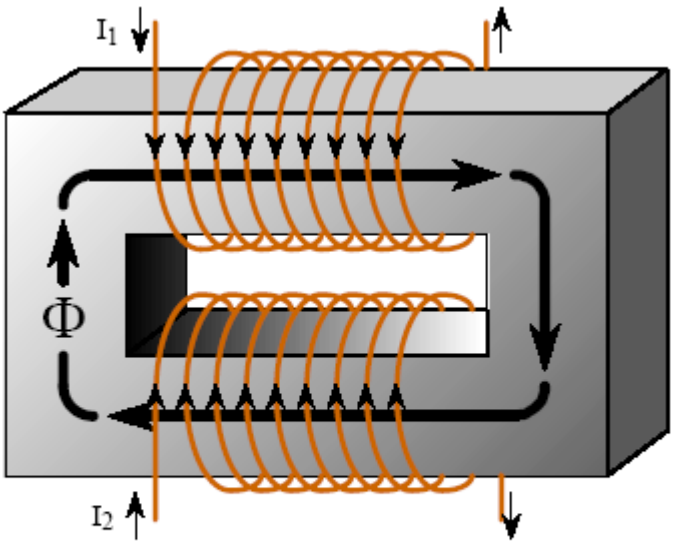
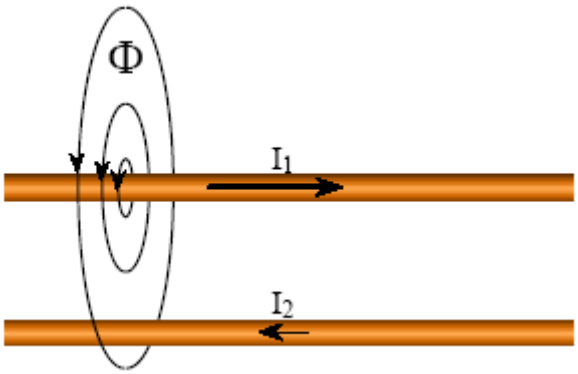


Figure 3-52: Electromagnetic Induction in a Multi-Turn, Iron Core Transformer

يمر تيارمتردد I1 في الملف الابتدائي وينتج عنه مجال مغناطيسي متغير (time varying) ويمنعه من التشتت قلب المحول المصنوع من الحديد ويركز المجال داخل قلب المحول ، يتم قطع هذا المجال بواسطة الملف الثانوي ويتولد فيه تيارمستحث I2 .

- ✓ يتكون المحول ببساطة في حالة قطع موصل لمجال مغناطيسي متغير ناتج عن مرور التيار في موصل اخر ،ولا يمكن ان نقول ان اتجاه التيار المستحث عكس اتجاه التيار الاصلي ولكن نقول ان التيار المستحث لا يتطابق مع التيار الاصلي كما هو موضح من شكل الاسهم في الصورة.



وهذا يوضح ما يحدث عند مرور الخط موازياً لكابلات الكهرباء حيث يتولد تيار مستحث في الخط .

- ✓ يختلف مع capacitive coupling في اعتماد التيار والفولت المتولد بالحث علي التيار المار في الكابل .
- ✓ يتفق مع conductive coupling في التاثير علي سلامة الخط وسلامة الانسان .

مع زيادة المسافة التي يتوازي فيها الخط مع كابل الكهرباء يزداد الحث المغناطيسى.

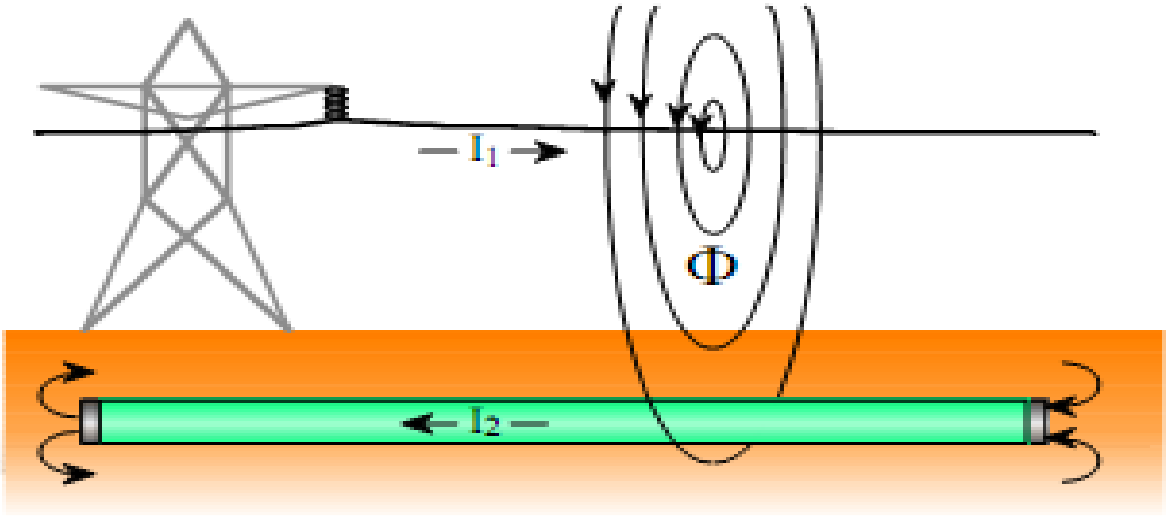


Figure 3-54: Electromagnetic Induction in a Pipeline due to an AC Power Line

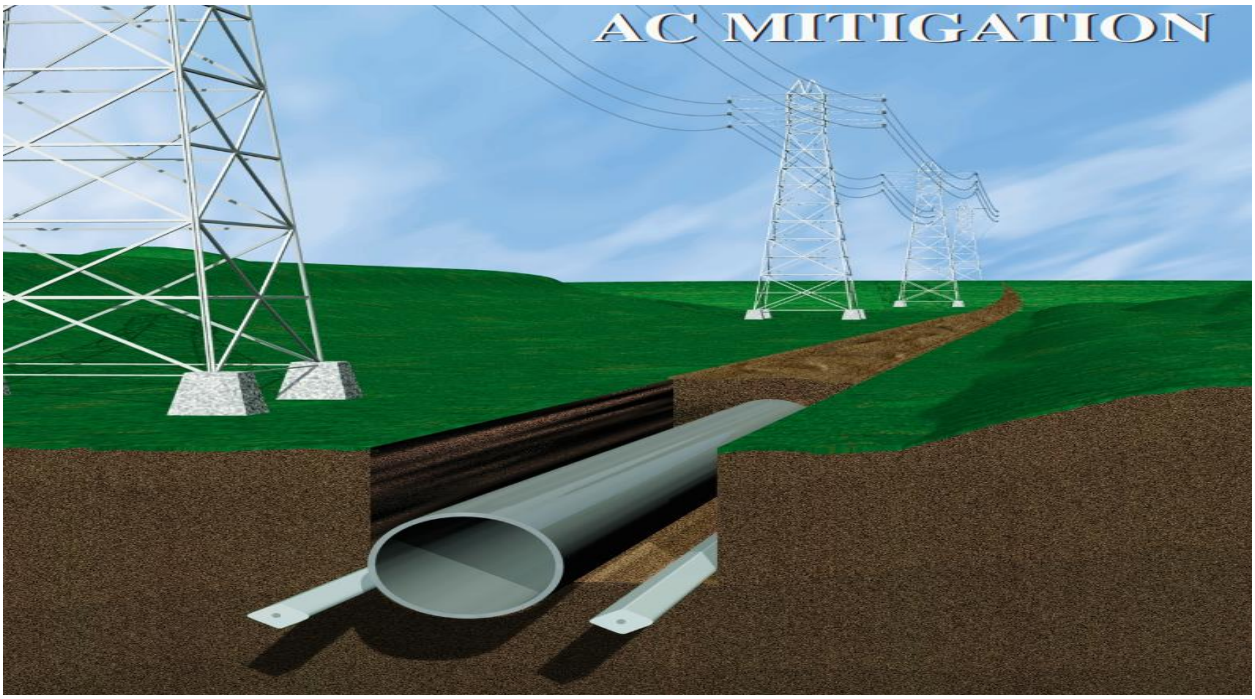
خطورة الحث المغناطيسى يسبب توليد تيار متردد

- يسبب تآكل حتى فى وجود حماية كاثودية بصورة مرضية و يسمى ب A.C CORROSION كما هو بالصوره ادناه
- يسبب خطورة دائمة من الصعق الكهربى ان زادت الفولتية المتولده عن 15 فولت

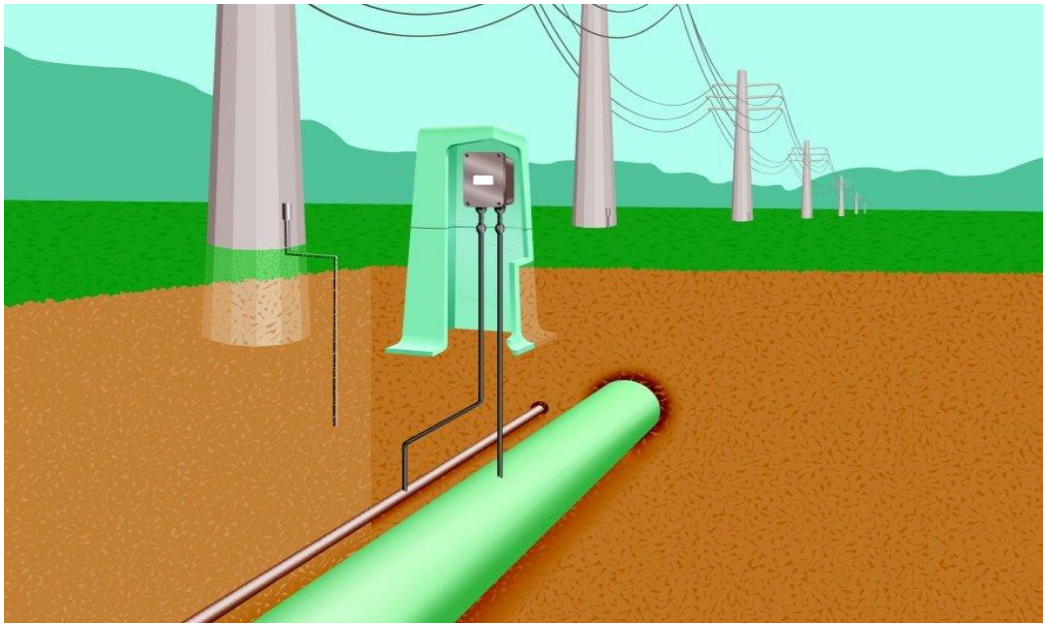
- 4 years created 30% metal loss.

طرق علاج هذا النوع ببساطه هى عمل ارضى دون ان يؤثر على منظومة الحماية

- عن طريق انود زنك على طول مسار الخط و يتم توصيله بالخط كما بالصورة



- يتم عمل ارضى بالنحاس فى المناطق الاكثر تضررا (القريبة و المتوازيه و التقاطعات و تغيير المسار و عزل الارضى عن الخط باستخدام POLARIZATION CELL و التى سيتم شرحها لاحقا



التغليف

ان التغليف يعتبرخط الدفاع الأول للحد من التآكل و يتوقف نجاح نوع التغليف على :-

- قيمة العزل الكهربى حيث أن التآكل هو تفاعل كهروكيميائى فكلما زادت قيمة العزل الكهربى للتغليف كلما أمكن ايقاف التيار المار من المنشأ المعدنى الى التربة و المسبب للتآكل

- قوة التصاق التغليف بالمعدن و ذلك لمنع وصول المياه أو الرطوبة بينه و بين المعدن و المسببة للتآكل

- مقاومته لحدوث ثقوب أو خدوش من التربة المحيطة أوالتحلل بفعل الزمن

- سهولة أعمال الاصلاح لعيوب التغليف

- يكون صديق للبيئة و لا يلوث التربة المحيطة

- مقاومته لأشعة الشمس أثناء فترة التخزين

و يوجد أنواع عديدة من التغليف منها على سبيل المثال لا الحصر (البولى بروبلين – البولى ايثلين – الكول تار اينيمول – الايبوكسيات – شرائط البلاستيك .....)
و يجب عند اجراء عملية التغليف عموما مراعاة الآتى :-

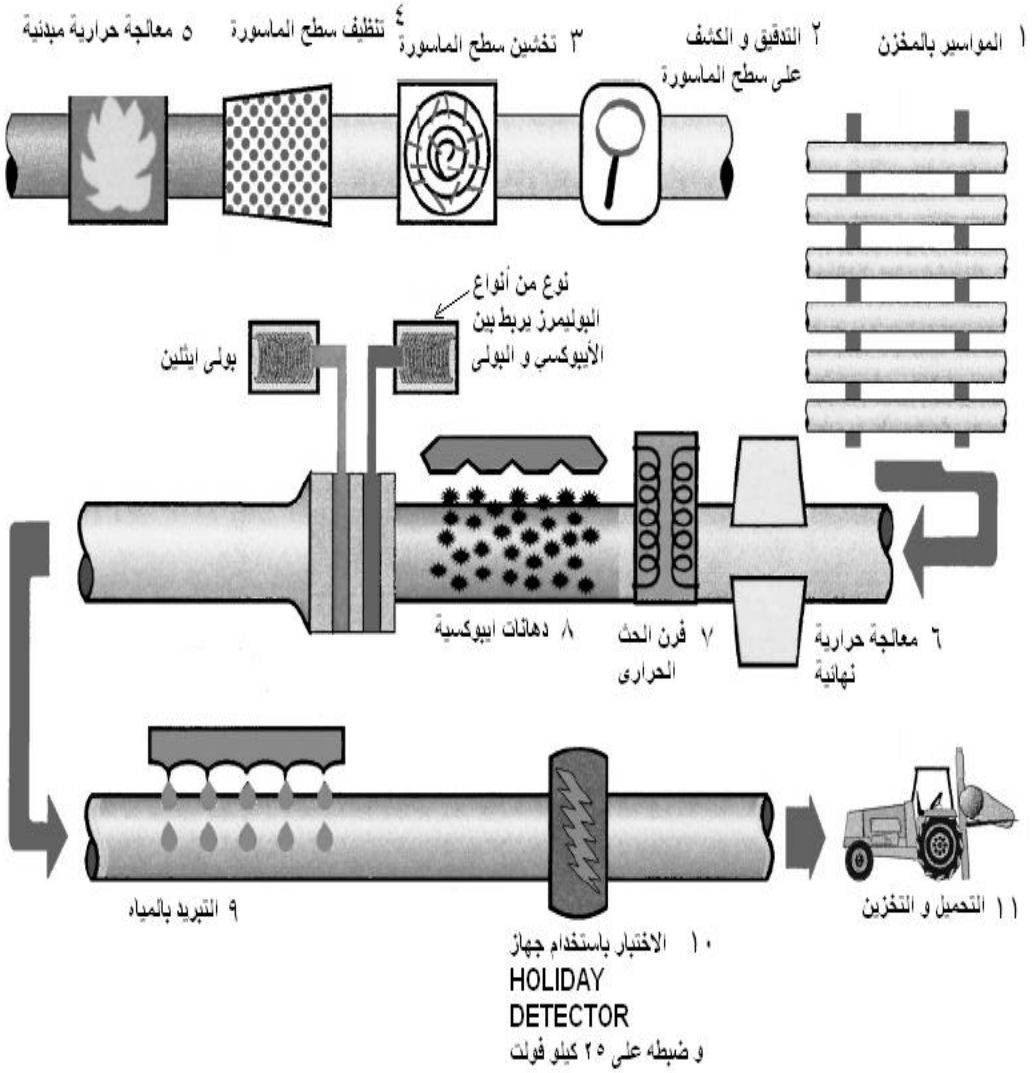
- تنظيف سطح الماسورة (بعض الأنواع يكفى التنظيف الميكانيكى بالفرش الكهربية و البعض يتطلب درجة نظافة عالية و كذلك درجة خشونة معينة و يتم ذلك اما بالرماله أو ببرادة الحديد)

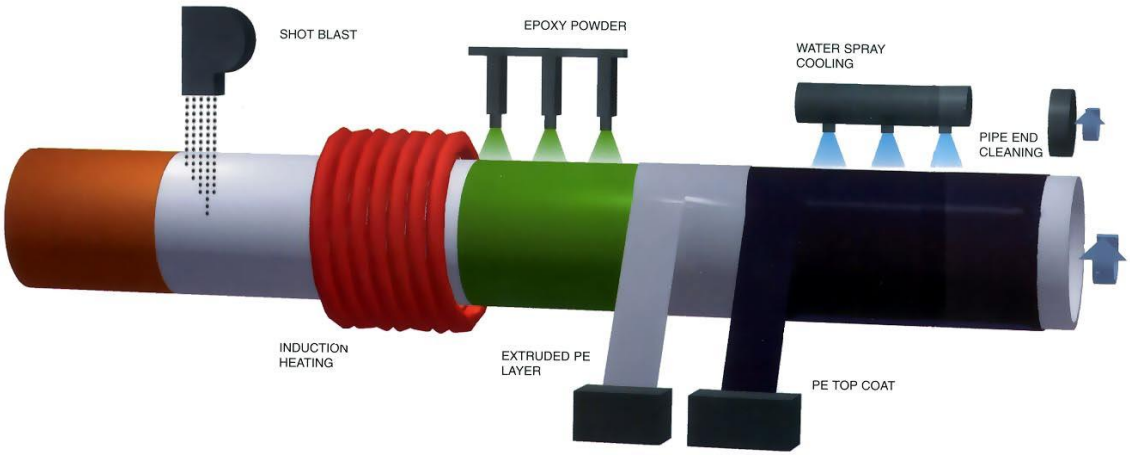
- الدهانات بالبرايمر (من الممكن أن يكون نوع من الايبوكسيات أو بيتومينات على حسب نوع التغليف)

- اجراء عمليات الاختبارات و التفتيش

- اجراء عمليات الاصلاح لعيوب التغليف

و مثال على خطوات اجراء التغليف بالبولى ايثلين فى المصنع تتضح فى الصورة ادناه


١ المواسير بالمخزن
٢ التدقيق و الكشف على سطح الماسورة
٣ تخشين سطح الماسورة
٤ تنظيف سطح الماسورة
٥ معالجة حرارية مبدئية
نوع من أنواع البوليمرز يربط بين الأيبوكسي و البولى
بولى ايثلين
٦ معالجة حرارية نهائية
٧ فرن الحث الحرارى
٨ دهانات ايبوكسية
٩ التبريد بالمياه
١٠ الاختبار باستخدام جهاز HOLIDAY DETECTOR و ضبطه على ٢٥ كيلو فولت
١١ التحميل و التخزين


SHOT BLAST
EPOXY POWDER
WATER SPRAY COOLING
PIPE END CLEANING
INDUCTION HEATING
EXTRUDED PE LAYER
PE TOP COAT

الاجهزة

- كشف عيوب التغليف
- لحام الكابلات بالبوتقه و ال PIN BRAZING
- قياس مقاومة التربة
- SURG PROTECTION
- KIRK CELL – POLARIZATION CELL
- الافوميتر الرقمى
- مسجل القراءات
- قياس سمك المعدن
- كشف مسار الخطوط

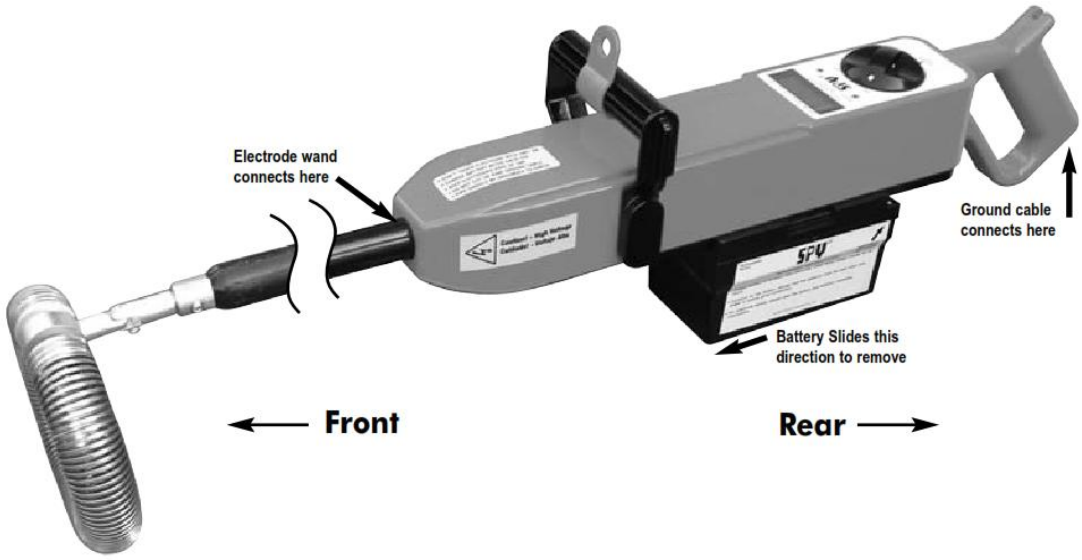
جهاز الكشف عن عيوب التغليف (HOLIDAY DETECTOR)

حيث أن التغليف هو خط الدفاع الأول ضد التآكل فمن المهم التأكد من كفاءة التغليف و لذا فان جهاز الكشف عن عيوب التغليف من الأجهزة الهامة

و فكرة عمل هذا الجهاز تعتمد على توليد جهد عالى بالكيلو فولت لكسر عزل الهواء (من المعروف انه يلزم 3 كيلوفولت لكسر 1مم للهواء) فى حالة وجود ثقب فى التغليف يصدر صوت بالاضافة الى امكانية رؤية الشرارة الكهربية ويتم استخدام الجهاز على الخطوط بعدة وسائل منها :-

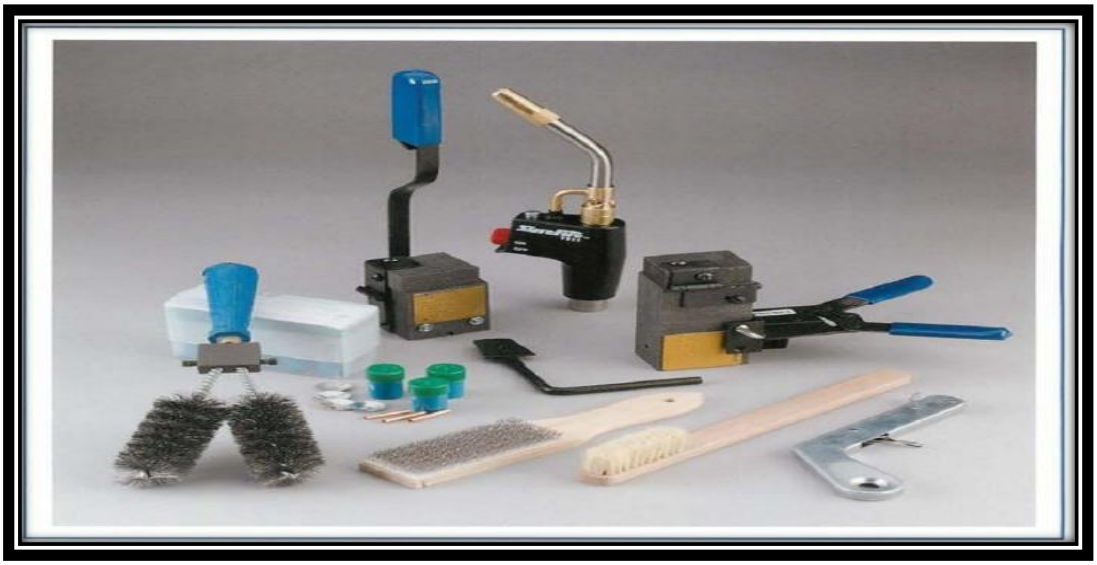
- مجموعة من السوست المعدنية كل واحدة منها عند ثنيها تكون دائرة ذات قطر يساوى قطر الخط المراد اختباره و يتم توصيلها بالجهاز و الطرف الآخر للجهاز يوصل بالأرضى

- فرشة من سلك معدنى و تصلح للأماكن المسطحة أو جزء معين يراد التأكد من العزل فيه



صورة توضح طريقة عمل الجهاز فى موقع العمل

مهمات لحام الكابلات



اللحام بالبوتقة شائع الاستخدام فى لحام الكابلات على الخطوط و المنشآت المعدنية المراد حمايتها مثل كابلات :-

- المصاعد المضحية
- نقط القياس T.P (الاختبار)
- الكابلات السالبة D.P
- كابلات تصريف التيارات الشاردة على قضبان الترام
- الربط الكهربى على وجهى الفلنشات أو الوصلات العازلة

و تتكون مهمات اللحام من

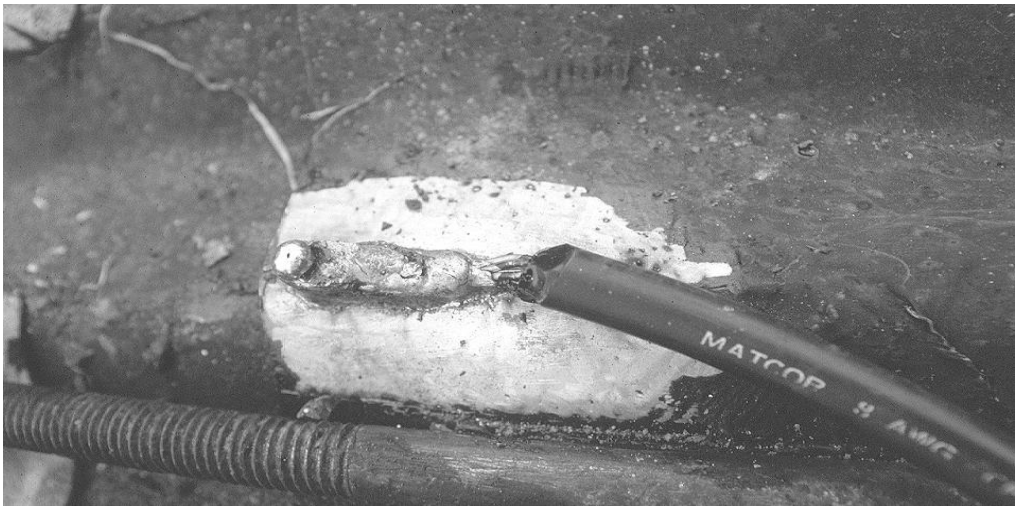
1- البوتقة : وهى أنواع على حسب مساحة مقطع الكابل المراد لحامه وكذلك على حسب وضع الجسم المراد اللحام عليه (أفقى ام رأسى) وكذلك ان كان ذو سطح منحنى أم مسطح

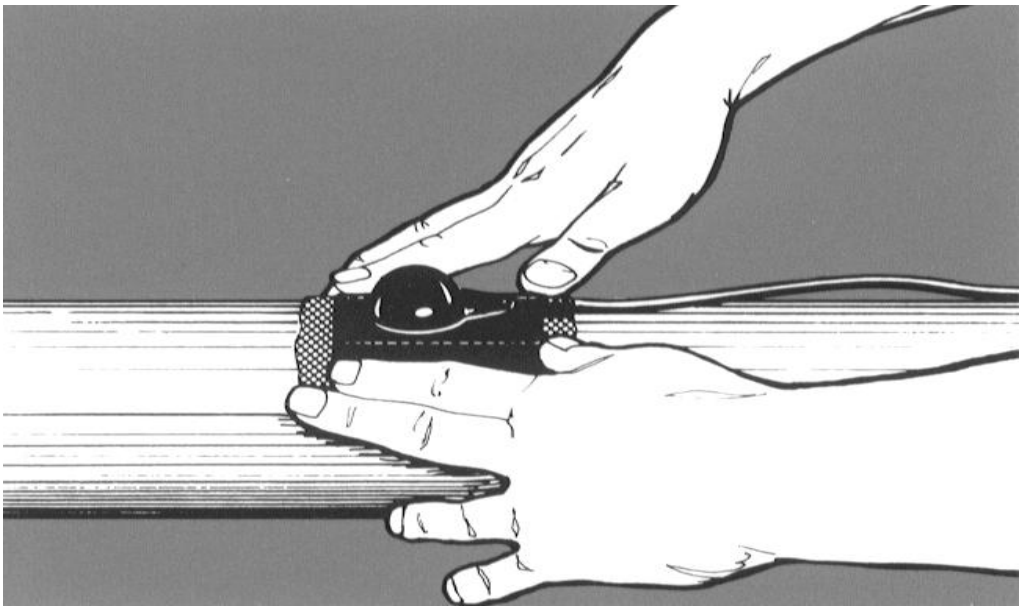
2- عبوات اللحام : تتناسب وزن كل منها بالجرام مع مساحة مقطع الكابل المراد لحامه وتتكون من خليط من أكسيد النحاس و الألومنيوم و جزء من البارود الذى يوضع أعلى الخليط أثناء أجراء عمليات اللحام

3- طبق معدنى صغير يوضع أسفل الخليط لمنع تسربه حيث ينصهر أثناء اجراء عملية اللحام

4- مسدس الشرارة و يستخدم لاشعال البارود

و لضمان عملية لحام ناجحة يجب التنظيف الجيد لسطح المعدن المراد اللحام عليه


MATCOR



Pin brazing

فكرة عمل هذه الطريقة عمل دائرة قصر كهربى باستخدام بطاريات و الوصول بالتيار الكهربى طاقة كافية لصهر كبسوله نحاس و صهرها مع الحديد باختراق للحديد اقل من 1 مللى

يتكون الجهاز من

الوحدة الاساسيه و فيها يوجد البطاريات و الدائرة الالكترونيه للتحكم فى زمن الفصل للتيار المسحوب حتى لايعتمد اللحام على الشخص الذى يقوم بالعمليه و استمراره بضغط زر اطلاق التيار

مسدس لاطلاق التيار الكهربى و تركب فيه الكابسوله التى تستخدم مرة واحده

مغناطيس متصل بكابل السالب لاكمال مسار التيار و هو يوصل بالجزء المراد لحامه (مثل جسم المستودع او القضبان المعدنية او المواسير .....)

الشاحن و هو يستخدم لشحن البطاريات باستخدام التيار المتوافر (220 فولت)

حجر جلخ كهربى يعمل على البطاريات لتنظيف مكان اللحام جيدا و بسهوله

<u>مميزات طريقة اللحام باستخدام هذا الجهاز</u>

١ -درجة حرارة الصهر اقل بكثير من استخدام البوتقه و مخلوط الثرمايت مما يؤدى لزيادة نسبة الامان للعامل

٢ -يمكن اللحام فى اى وضعية للجسم المعدنى افقى كان او رأسى او مائل و اى كان شكل الجسم مستو او دائرى على خلاف البوتقه تختلف نوع البوتقه باختلاف وضعية اللحام و شكل الجسم المعدنى مستو كان او دائرى

٣ -سرعة و سهولة الاستخدام حتى لشخص غير مدرب لعمليات اللحام

٤ -من الممكن لحام مسمار نحاس بقلووظ لتركيب الكابل او فك الكابل

<u>عيوب هذا الجهاز</u>

١ -يعانى الجهاز من عيوب البطاريات (الوقت الطويل للشحن – اختلاف اداء البطاريات فى الشتاء عن الصيف – العمر الافتراضى للبطاريات .....)

٢ -وزن الوحده الاساسيه حوالى 30 كيلو جرام مما يكون عائق نسبيا فى التحرك فى الاماكن غير الممهده للسيارات و فى حالة ان الخط عميق جدا و طول الكابلات للجهاز لا يكفى فيجب انزال الوحدة الاساسيه بجوار الخط

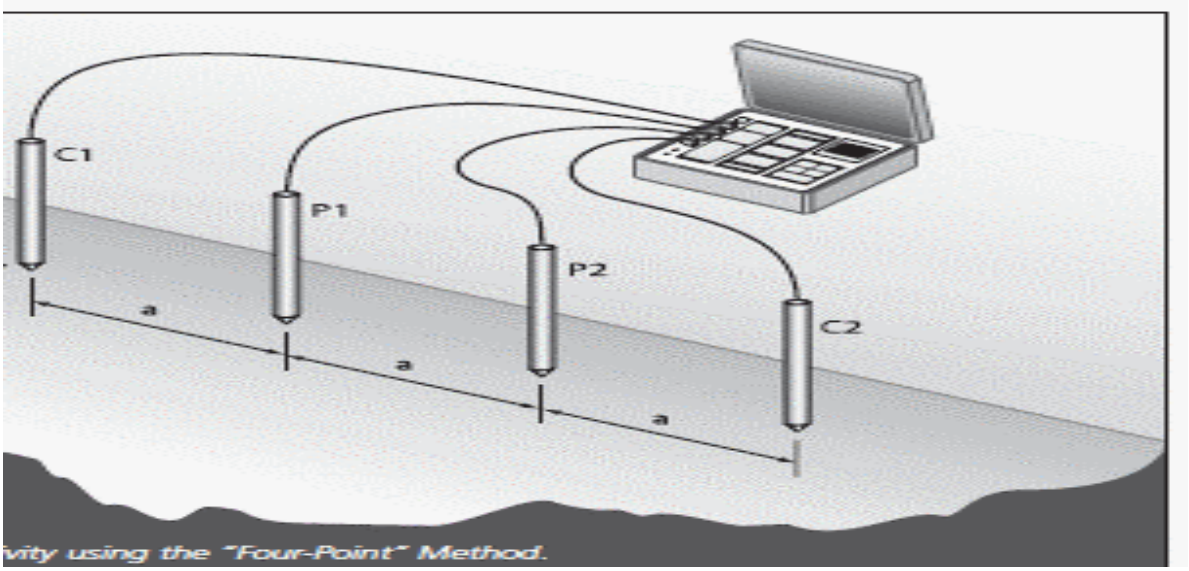
٣ -اثناء عملية اللحام يوجد شرار فيستوى الجهاز مع البوتقه فى انه لا يمكن استخدامهم فى المناطق الهازرد

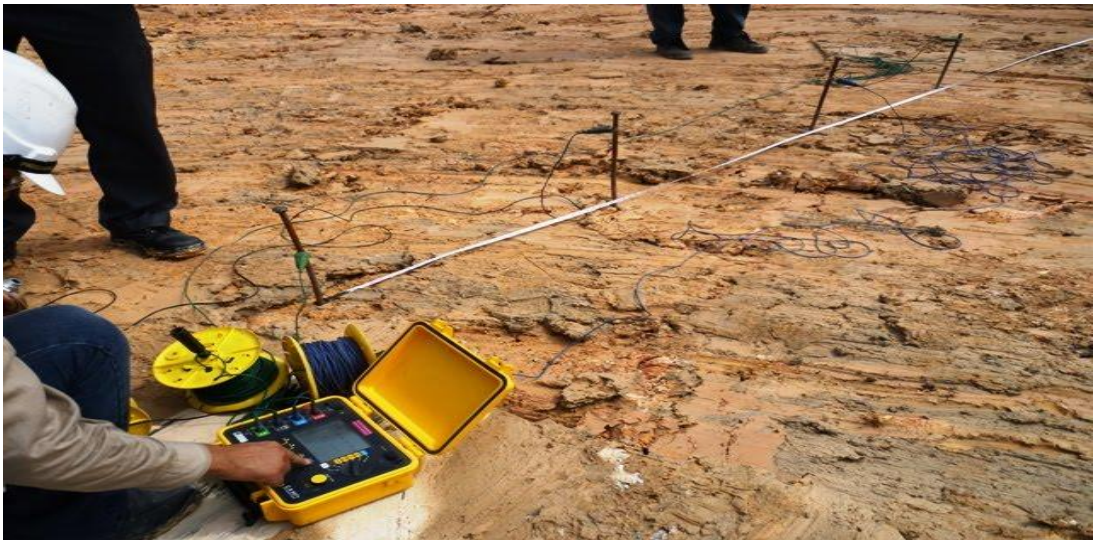
٤ -اى وجود لسوء تلامس للتيار الكهربى تفشل عملية اللحام مثل ان المغناطيس يوجد به بعض الصدأ او الكابسوله او زر اطلاق التيار فى المسدس

جهاز قياس مقاومة التربة

و هو من الأجهزة الشائع استخدامها فى عمليات المسح قبل تنفيذ أعمال الحماية الكاثودية و هو يعتمد على طريقة وينر ذات الأربعة أطراف و يؤخذ فى الاعتبار أن المسافات البينية بين الأطرف تعبر عن العمق (اى أنه اذا كانت المسافات البينية 1 متر فان القراءة هى مقاومة التربة على عمق 1 متر و هكذا)

و هذه الطريقة هى أكثر الطرق شيوعا فى قياس المقاومة النوعية للتربة و فى الجهاز يمر التيار الكهربى فى القطبين الخارجيين و يتم قياس فرق الجهد فى القطبين الداخليين

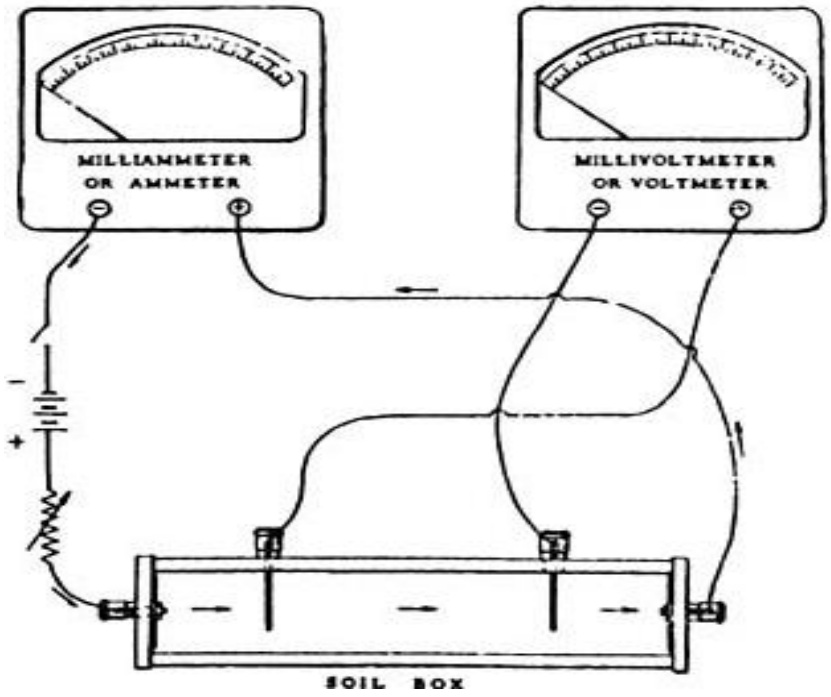


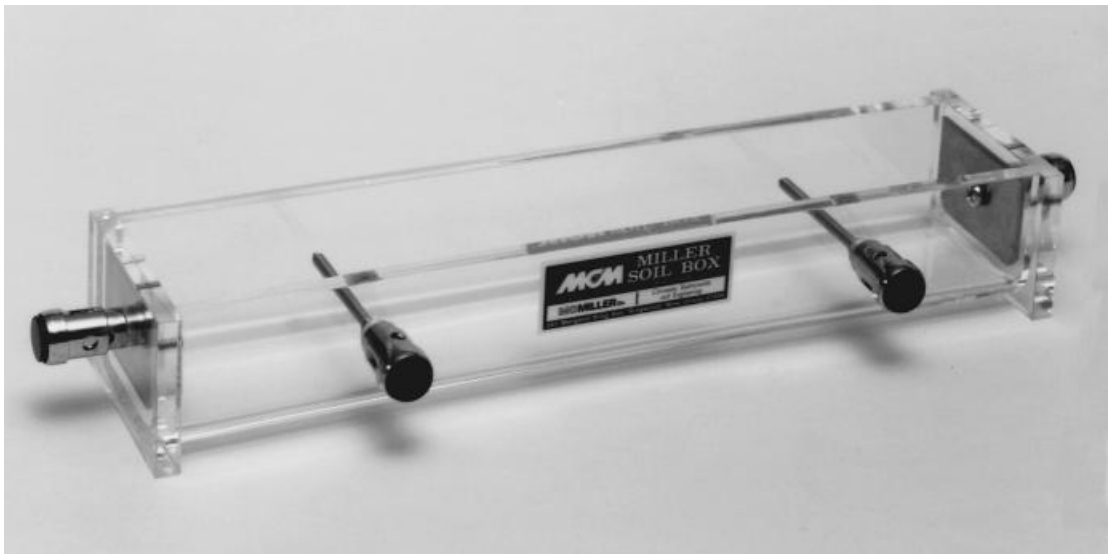


المقاومة النوعية = 2 x ط xالمسافة البينية (a) x قراءة الجهاز بالأوم
حيث أن ط هو ثابت و يساوى 3.14

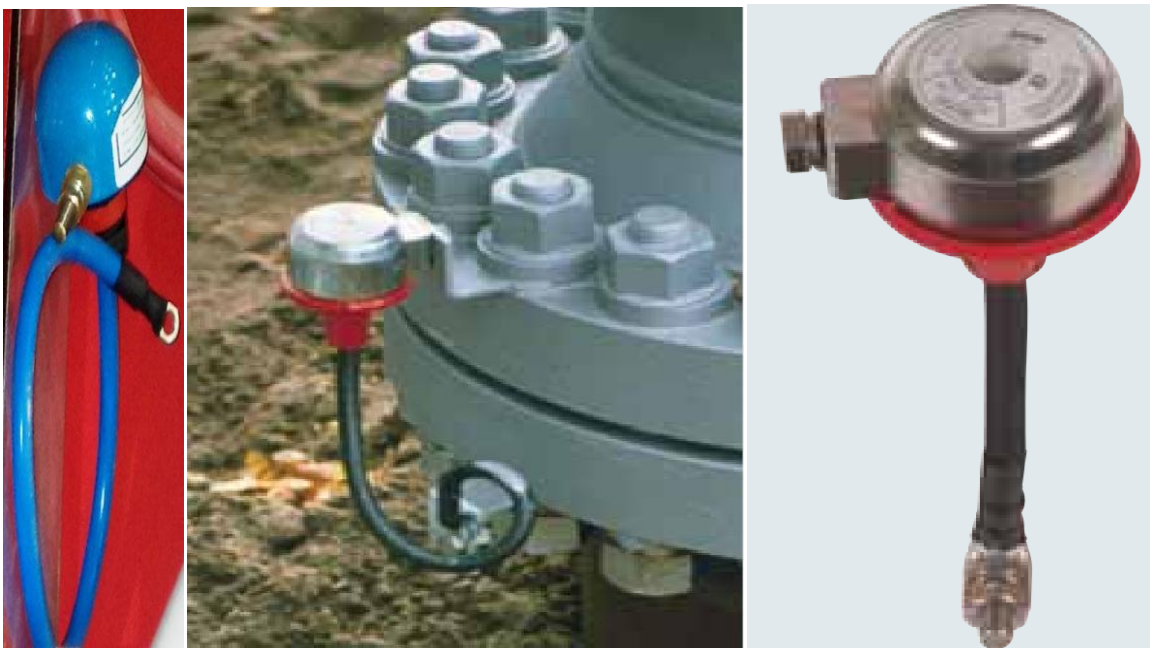
المسافات بين الأقطاب الأربعة بالسم	المعامل للحصول على المقاومة النوعية
75	471
100	628
150	942
200	1256
300	1884

كما يمكن قياس مقاومة التربة عن طريق أخذ عينة من التربة ووضعها فى صندوق كالمبين أدناه و قياس المقاومة الكهربية بقسمة قراءة الجهد على التيار
R=V/I ثم التعويض فى القانون ρ= RxWxD/L
حيث ρ هى المقاومة النوعية للتربة
، W عرض الصندوق ، D عمق الصندوق ، L طول الصندوق


MILLIAMMETER
OR AMMETER
MILLIVOLTMETER
OR VOLTMETER
SOIL BOX


MCM
MILLER
SOIL BOX

SURGE PROTECTION
الحماية من الجهد العالى



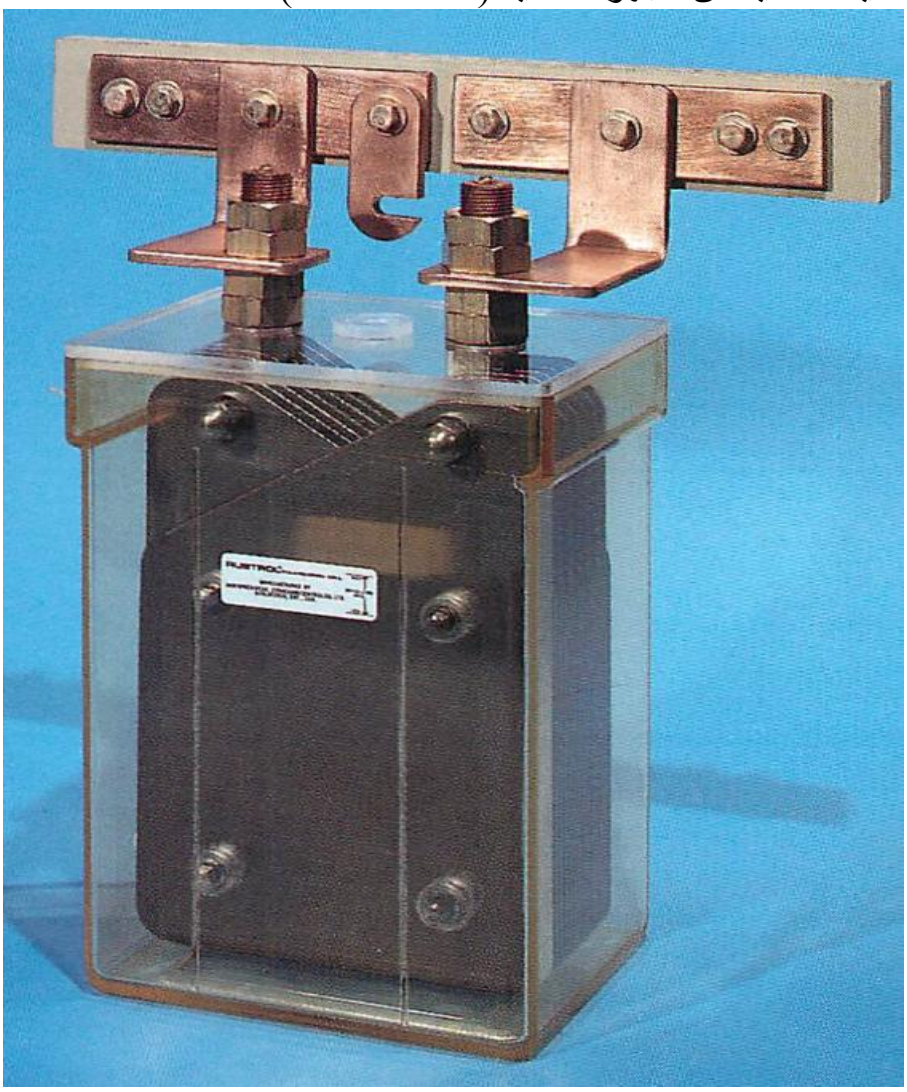
تتكون من لوحين معدنيين بينهما مسافة صغيرة نسبيا محسوبة بدقة حيث تسمح بمرور جهد كهربى أكبر من فولتية معينة يحددها الصانع و تتراوح من 100 الى 1000فولت و التيار الكهربى الناشىء عنه فى فترة زمنية قصيرة تحسب بالميكرو ثانية و تستخدم فى مناطق (المناطق المحظورة)

وهى تستخدم على الفلانشات العازلة كمسار كهربى للجهد العالى الناشىء من الصواعق الكهربية أو من قصر فى أبراج الضغط العالى و التى تولد جهد كبير نسبيا فى خطوط الأنابيب المعدنية الموازية لها .

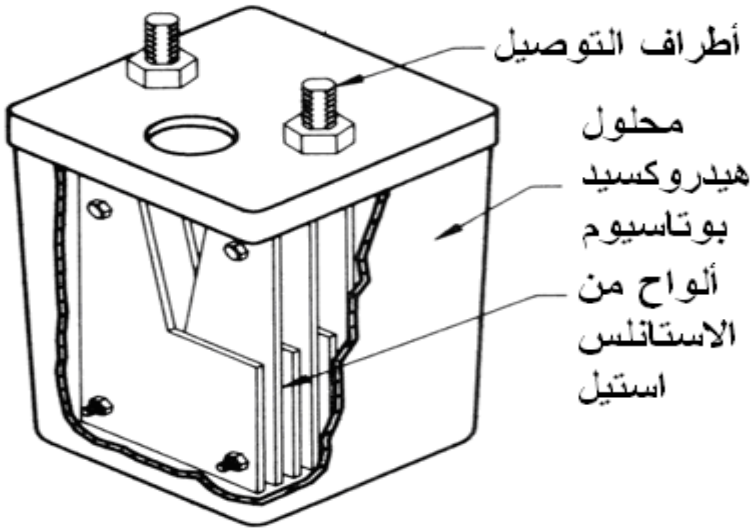
و توصل أيضا بالطرفين السالب و الموجب للمحول / الموحد الخاص بوحدات الحماية الكاثودية لحماية المكونات الالكترونية له و كذلك التغذية الكهربية له لحمايته من الجهد العالى الناشىء من تشغيل محركات كهربية كبيرة حيث أنه فى بداية تشغيل هذه المحركات قد ينشىء منها جهد عالى يرتد على الشبكة الكهربية .

KIRK CELL

خلية للحماية من الجهود العالية (AC & DC)

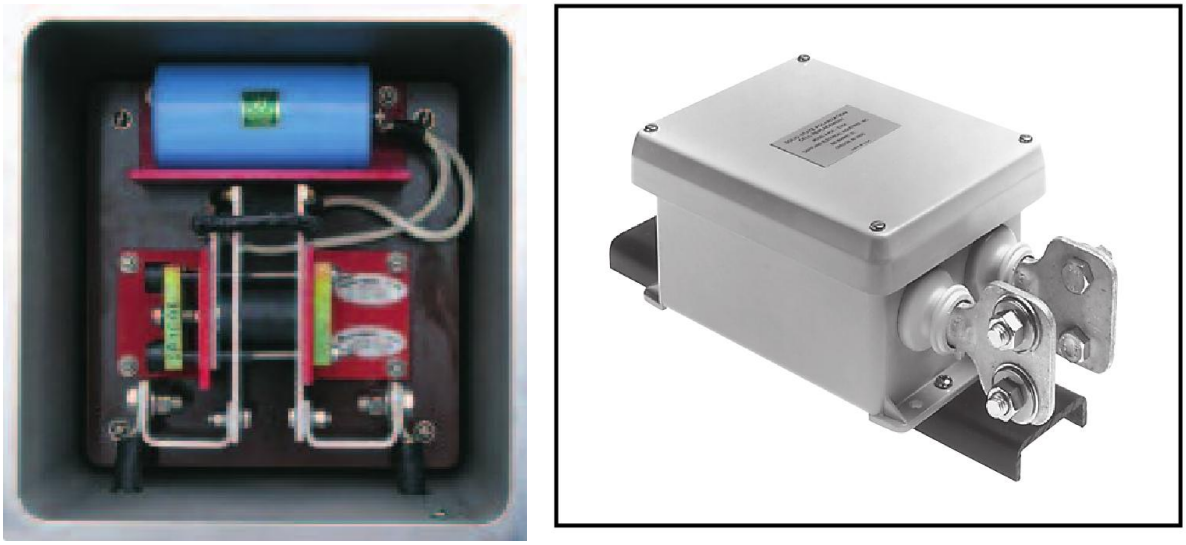


تسمح بمرور الجهود العالية بدأ من 3 فولت سواء كانت مستمرة أو مترددة و لا تسمح بمرور التيار الناشىء من الجهود المنخفضة من ال D.C مثل تيار الحماية الكاثودية و هى تتكون من ألواح مزدوجة من الاستانلس استيل مغمورة فى محلول هيدروكسيد بوتاسيوم بتركيز 30% ولها طرفان أحدهما يوصل بالخط و الآخر يوصل بالأرضى و يجب فحصها بصورة دورية للتأكد من المحلول و مانع التسرب.

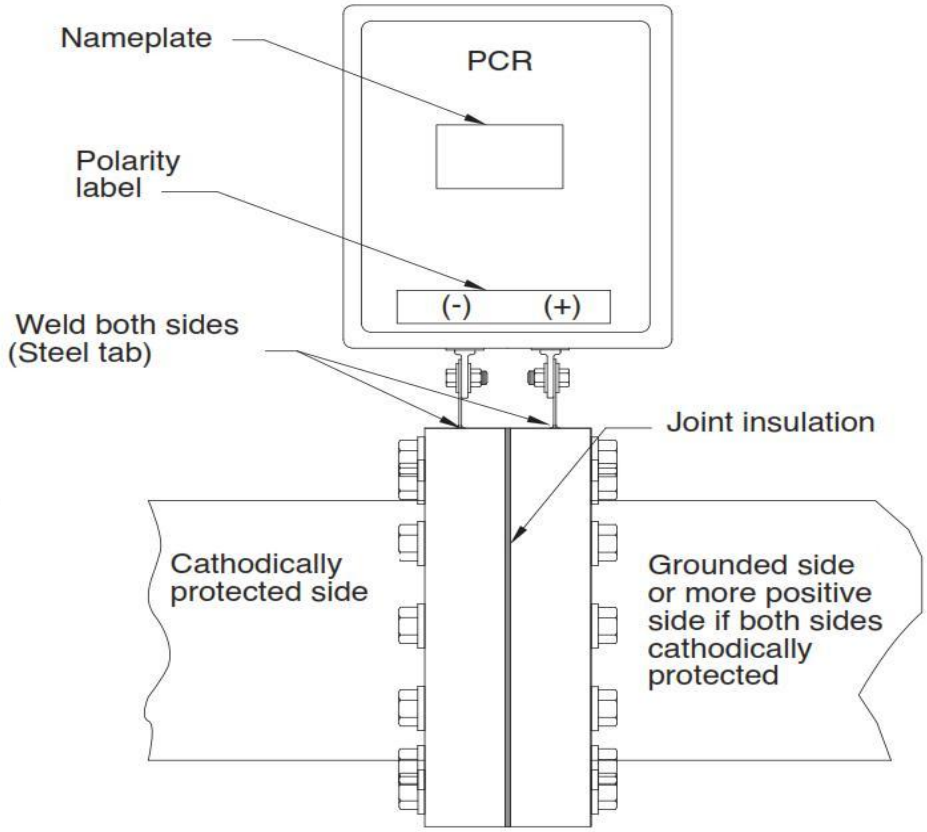


كما يوجد نوع اخر من ال polarization cell
وهو جاف و يعتمد على وجود مكثف بمواصفات خاصة يسمح بمرور التيار المتردد و لا يسمح بمرور التيار المستمر كتيار الحماية و هى تمتاز بأنها لا يلزمها عمل صيانه لها حيث لا يوجد محلول يجب متابعة مستواه مثل ال kirk cell

PCR



بالنسبة لل PCRفان لها قطبيه سالبه و موجبه و يجب توصيل الطرف السالب بالمنشأ المحمى و الموجب بالارضى او الطرف الغير محمى بينما ال KIRK CELL لا توجد لها قطبية فالطرفين متماثليين



الأفوميتر الرقمى

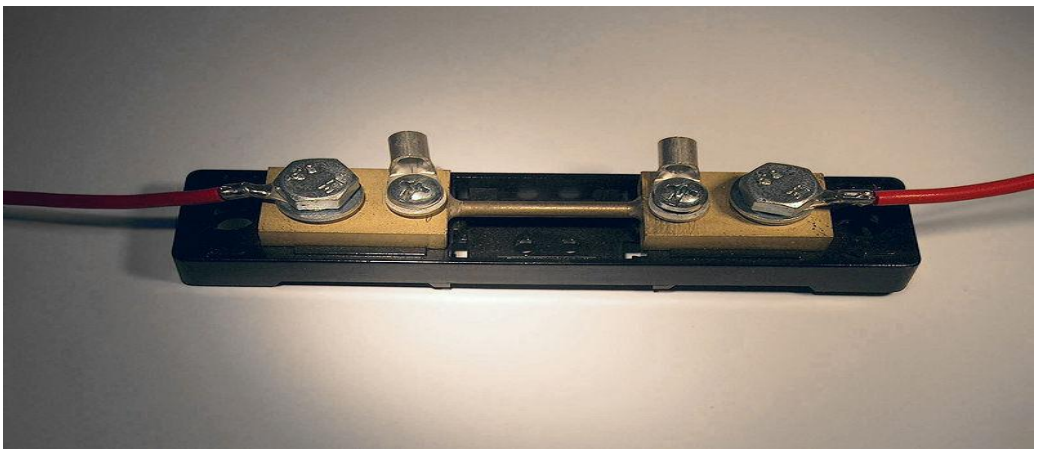
الأفوميتر هو جهاز يقوم بعدة عمليات قياس مختلفة و يتم اختيار نوع القياس اما ببكرة اختيار أو بتغير نوع التوصيل بالجهاز أو الأثنين معا

يستخدم لقياس

- فرق الجهد المستمر (مثل جهد الحماية)
- فرق الجهد المتردد (مثل التغذية الكهربية و خرج المحول قبل دائرة التوحيد)
- التيار المستمر (مثل خرج وحدات المحول / الموحد)
- التيار المتردد (مثل خرج المحول قبل دائرة التوحيد)
- المقاومة الكهربية (أثناء أعمال الاختبارات للكابلات أو لدائرة التوحيد)

ويوجد امكانيات أخرى تختلف باختلاف الشركات الصانعة فعلى سبيل المثال لا الحصر توجد أجهزة تسجل القراءات لفترة زمنية و تسجل أعلى و أدنى قراءة و كذلك المتوسط وتوجد امكانية قياس درجة الحرارة ،قياس تردد التغذية الكهربية ، السعة للمكثفات و فى الصورة ادناه أحد أنواع الأفوميتر الشائع الاستخدام

المقاومة على التوازى (SHUNT RESISTANCE)



و هى تستخدم فى الأميتر و يتم توصيلها على التوالى فى الدائرة الكهربية ويتم قراءة فرق الجهد على طرفيها ليعبر عن التيار المار بها ولذلك يجب أن تكون مقاومتها متناهية الصغر حتى لايؤثر وجودها فى الدائرة الكهربية وهى تتراوح من 0.01 – 0.001 أوم ويكون مبين عليها أقصى تيار مسموح به و كذلك المللى فولت على طرفيها والذى يتناسب مع المؤشر المستخدم

المادة المصنوع منها المقاومة يجب أن لاتتأثر بمرور الزمن و كذلك لا تتغير قيمتها بتغير درجة الحرارة

مسجل القراءات (CHART RECORDER)

ويسجل القراءات سواء فرق جهد أو تيار على مدار الساعة و هو مفيد فى دراسة الظواهر الغير مستقرة مثل التيارات الشاردة

ويوجد من هذا الجهاز أنواع منها يطبع مباشرة على رول ورقى و منها الرقمى ذو ذاكرة الكترونية يتم تفريغ القراءات على جهاز حاسب آلى وادناه صورة لكل من النوعين

جهاز من انتاج شركة M.C.Miller

جهاز رقمى من انتاج شركة Corrpro

قياس سمك المعدن

و هو جهاز يعتمد على ارسال موجات فوق صوتية و استقبالها و حساب الزمن بين الارسال و الاستقبال و حساب سمك المعدن علما بأن كل معدن له سرعة معينة للموجات الصوتية تكون موضحة فى كتيب الجهاز و عند اجراء عملية القياس يجب تنظيف سطح المعدن جيدا ومعالجته بحيث يكون مستويا و لا توجد به نقرووضع الشحم أو الجيل بين البروب و المعدن لمنع وجود أى فراغات هوائية

و يوجد انواع من الاجهزة تستطيع القياس فى وجود الدهانات و فكرة عملها وجود 2 مرسل و 2 مستقبل داخل البروب

جهاز كشف المسار

يوجد طرق كثيرة لمعرفة المرافق المدفونة تحت الأرض

١ -الخرائط و عادة تكون مختلفة و لا يوجد بها جميع المرافق و تكون كمساعدة فقط0

٢ -الجسات وهي عبارة عن حفر يدوي بحرص لمعرفة أنواع المرافق المارة في المكان المراد الحفر فيه و هي مرهقة و غير كافيه و في بعض الأحيان تؤدي الى كسور أو قطع لكابلات و تتطلب وقت طويل

٣ -السمع و هي فعالة نسبيا فقط في مواسير المياه حيث أن المياه مرورها في المواسير لها صوت فيتم تكبيره و الاستماع اليه و عيوبها أنه لا يمكن الاستدلال في مكان به ضوضاء و تعتمد أساساً على الخبرة ومرور المياه بكميه كبيرة لاصدار صوت

٤ -G.P.R (GROUND PENTRETED RADAR)

وهي عبارة عن جهاز رادار ذو ترددات عالية تخترق الأرض وعند اصطدامها بأي جسم فانها ترتد وتظهر على شاشه لشكل الماسورة و تختلف كل مادة في ارتداد الترددات ،المواسير ال P.V.C غير الحديد غير النحاس ويتميز بأنه يتعامل مع أي أجسام بتغير التردد فقط لذا يستخدم في التنقيب على الأثار أيضاً و المقابر الجماعية في الدول التي يوجد بها حروب وعيوبه أنه غير فعال في بعض أنواع التربة مثل التربة الطينية و المبللة فانها تمتص الترددات و يختلف العمق الذي يستطيع اختراقه باختلاف التربة

5- INFRARED

ويعتمد في البحث عن الحرارة وهو مفيد في الكشف عن الكابلات الكهربية الحيه و المواسير التى تحمل مواد ذات حرارة مثل المازوت أو مواسير التدفئة داخل الحوائط وعيوب هذا الجهاز أنه يتأثر بالجو المحيط

6- الكهرومغناطيسية

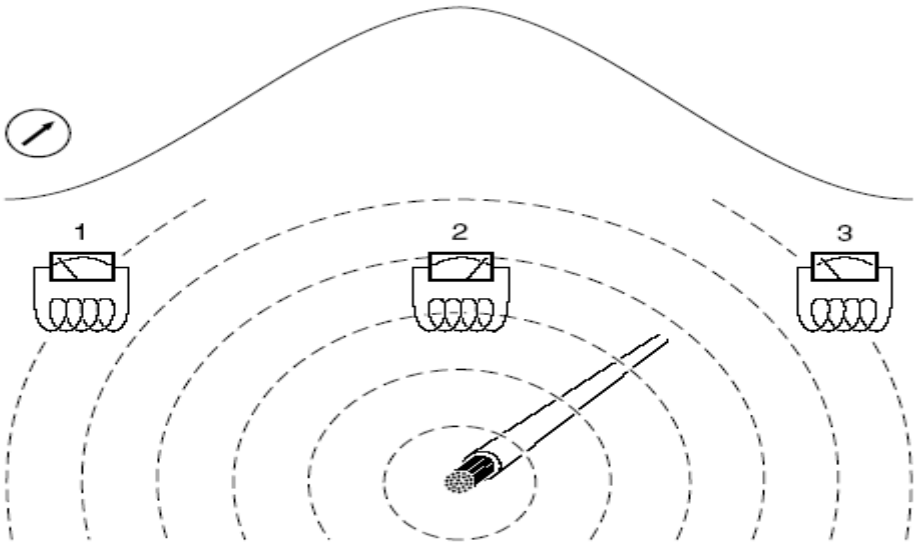
وهو أكثر الأنواع شيوعاً وهو يعتمد أساساً على تحويل الطاقة الكهربية الى مجال مغناطيسي ثم استقبال هذا المجال وتحديد مكانه وهو ما سوف نوضحه في السطور التالية بايجاز

جهاز الكشف عن المسار

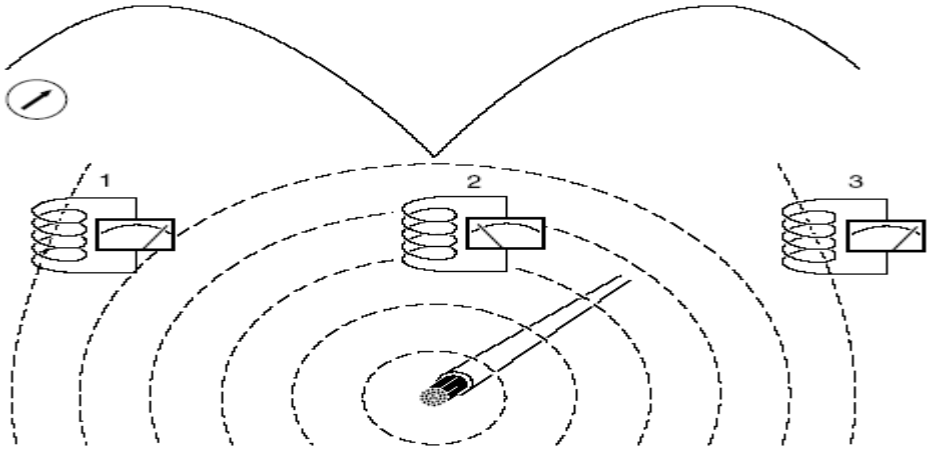
وهو يتكون من جزئين مرسل و مستقبل و يستخدم فى الكشف عن مسار الخطوط المصنوعة من الحديد المدفونة تحت سطح الأرض
فكرة عمل الجهاز هى ارسال تيار كهربى متردد فى الخط المراد الكشف عنه و ذلك بربطه كهربيا بالمرسل و يمكن التحكم فى التردد المرسل حيث أن كل تردد يتناسب مع بعد المكان المراد الكشف عنه و طبيعة الموقع من تداخلات لخطوط أخرى
حيث يتحول هذا التيار الى فيض مغناطيسى يتم استقباله عن طريق محولات موضوعة فى المستقبل وتوجد مبينات على الجهاز مرئية و مسموعة بدرجات معينة تشير الى موضع الخط

* المرسل وهو الجهاز الذي يبث ترددات كهربية في المواسير الحديدية و التي تتحول بدورها الى مجال مغناطيسي بنفس معدل التغير لنفس التردد ويتم استقبالها بالمستقبل وهو الجزء الثاني ويتم ضبطه لاستقبال نفس التردد الذي يرسله المرسل ويكون المستقبل به ملف طولي أو عرضي وفي الأجهزة الحديثة يوجد ثلاث ملفات للاستقبال اثنان عرضي وواحد طولي

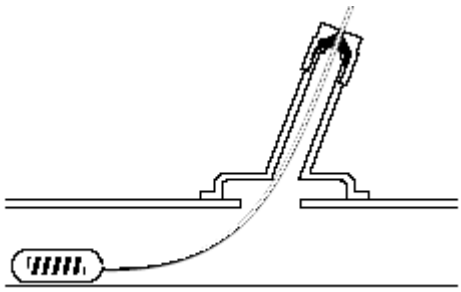
وظيفة الملفين العرضيين هو البحث عن اشارة ال PEAKوتحديد العمق كما هو موضح بالصورة ادناه

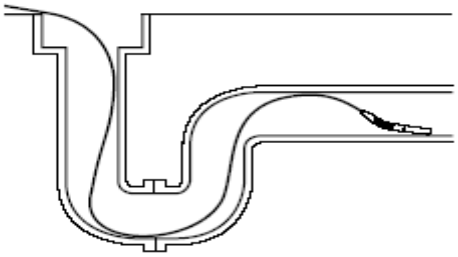


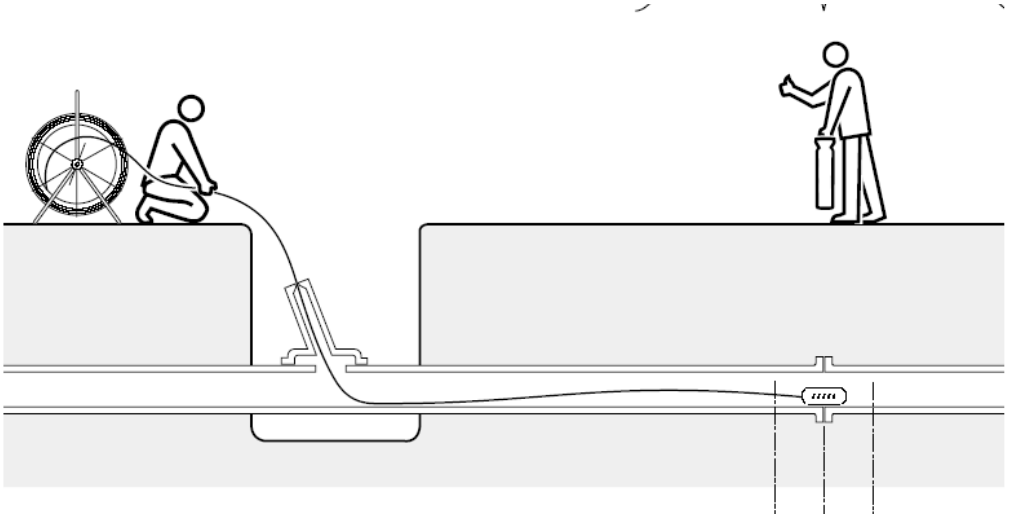
وظيفة الملف الطولي هو البحث عن اشارة ال NULLوهي وسيلة تأكيدية لمكان وجود الماسورة



وللتغلب على معرفة مسار المواسير البلاستيك أو الأنفاق يتم استخدام جهاز يسمى بال SOND وهو عبارة عن قلب معدني به ملفات يصدر موجات مغناطيسية يتم تدفيعه داخل المواسير غير المعدنية و استقبال موجاته بالمستقبل







*كل أجهزة كشف المسار ذات ترددات مختلفة:

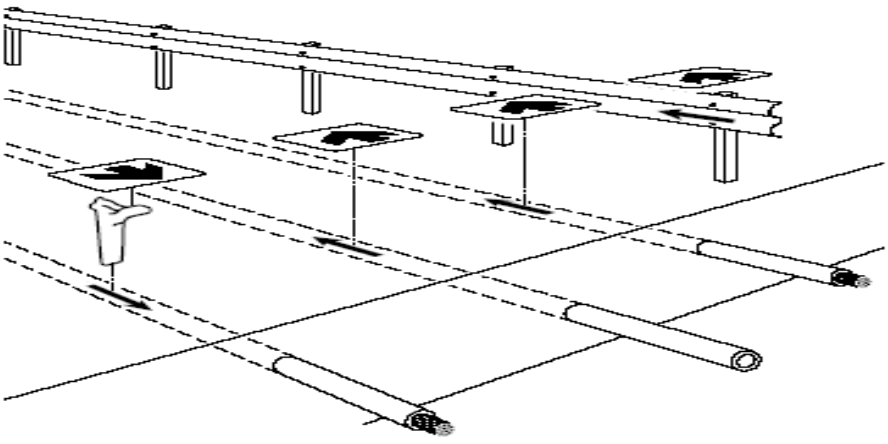
١ -ترددات منخفضة أقل من واحد كيلو هرتز وهي مناسبة للمسافات الطويلة وغير مناسبة للحث

٢ -ترددات متوسطة أقل من 10 كيلو هرتز وهي مناسبة للمواسير ذات التفرعات و المناطق ذات التداخلات و يستخدم نسبياً في الحث

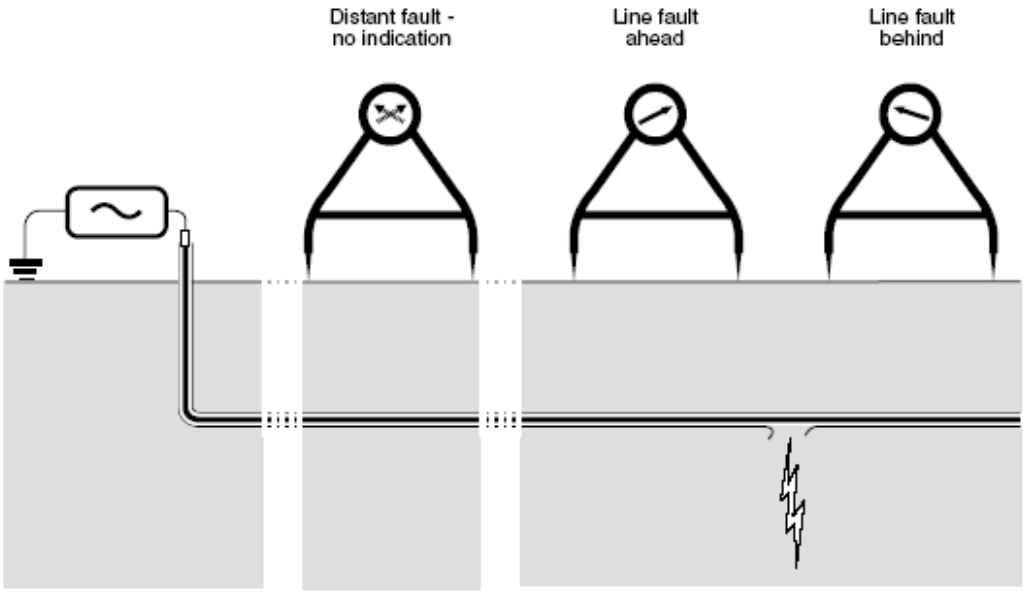
٣ -ترددات عالية أقل من 75 كيلو هرتز مناسبة للاستخدام في الأرض ذات مقاومة عالية وخطوط ذات مقاومة عالية مثل الخطوط التي تستخدم جوانات بين المواسير مثل خطوط المياه أو كابلات التليفونات وهي أكثر الترددات مناسبة للحث

4- ترددات عالية جداً أكثر من 75 كيلو هرتز مناسبة للكابلات ذات الأطراف الميتة وهي محدودة المسافات

* C.D اتجاه التيار عند مرور التيار في الماسورة المستهدفة فان الفيض المغناطيسي يقطع المواسير المعدنية المجاورة ويولد فيها تيار عكسي تكون إشارته مضللة و نستطيع التفريق فقط باتجاه التيار



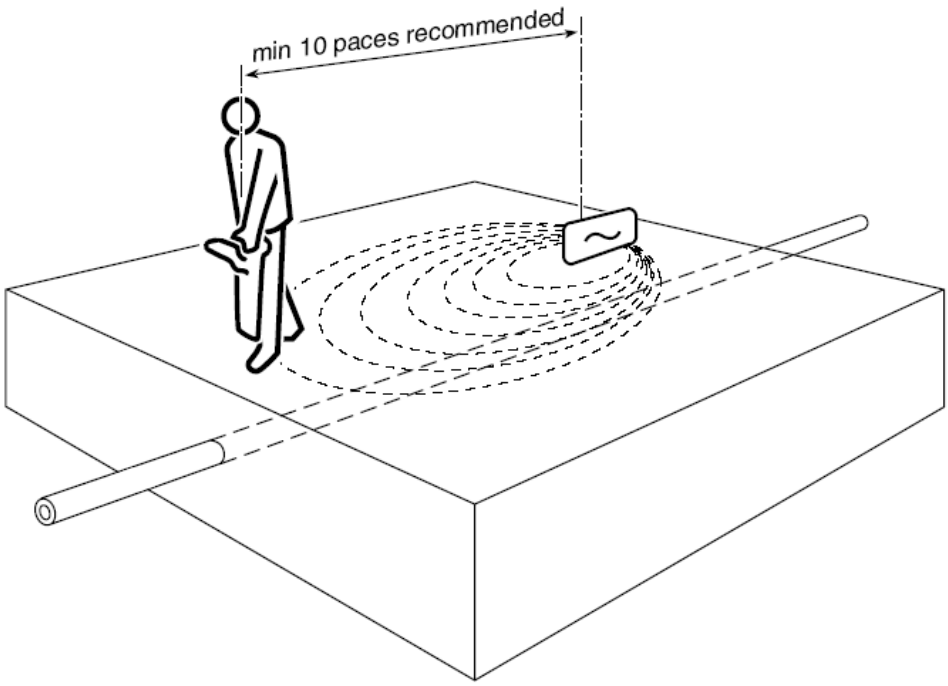
* A FRAM لاكتشاف القطع في الكابلات



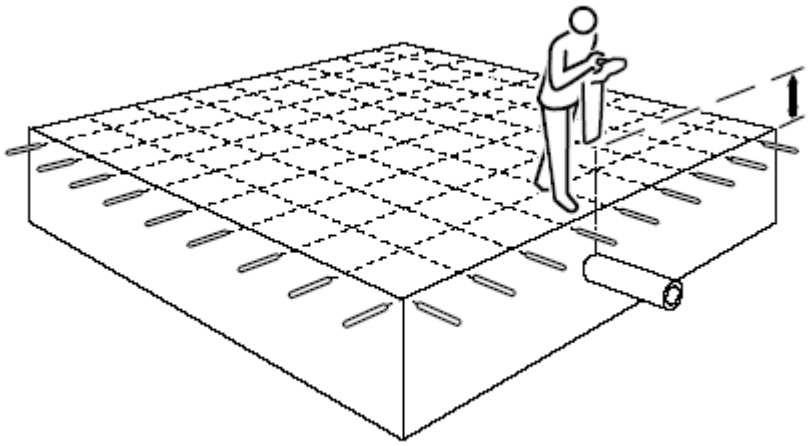
* ترددات PASSIVE 50 هرتز تتم باستخدام المستقبل فقط

ملاحظات عامة على أجهزة كشف المسار:

- كلما زاد التيار المسحوب دل ذلك على اما أن التغليف سيىء او المساحة المعرضة للارض كبيرة من الاشياء الهامة التاكد من ان ارضى الجهاز ذو توصيلية بالارض جيدة
- يمكن للاجهزة الحديثة ان تتبع ماسورة من خلال ربط بنقطة قياس او بلف مسافة تتراوح بين 20-30 كيلو متر على الاكثر وتختلف هذه المسافة على حسب التردد المستخدم و حالة التغليف و قطر الماسورة و نوع التربة و التداخلات و الربط بخطوط اخرى ووجود اجربة
  ومن أسوأ الاوضاع الخطوط الساخنة لوجود عزل حراري سميك
- لا يفضل أخذ عمق عند كوع أو اختلاف المنسوب S
- يجب الابتعاد عن المرسل مسافة لا تقل عن 10 خطوات حتى لايتأثر المستقبل به عن طريق الحث

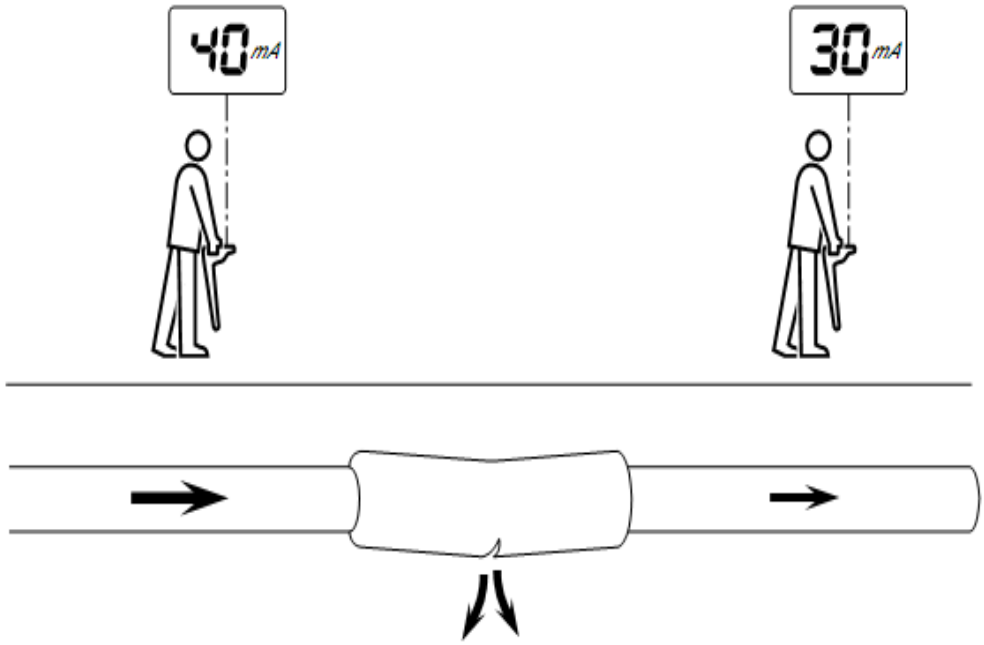


- في بعض الأحيان يتم تحديد مكان الخط ويكون الكشف الفعلى يوجد حيود في حدود من 20-50 سم
- عند تحديد الخط ومعرفة العمق يتم رفع المستقبل مسافة 50 سم و قياس العمق مرة اخرى فاذا زاد العمق هذه المسافة فهذه احدى الوسائل للتأكد من صدق الاشارة



شرح لطريقة الcurrent gradient

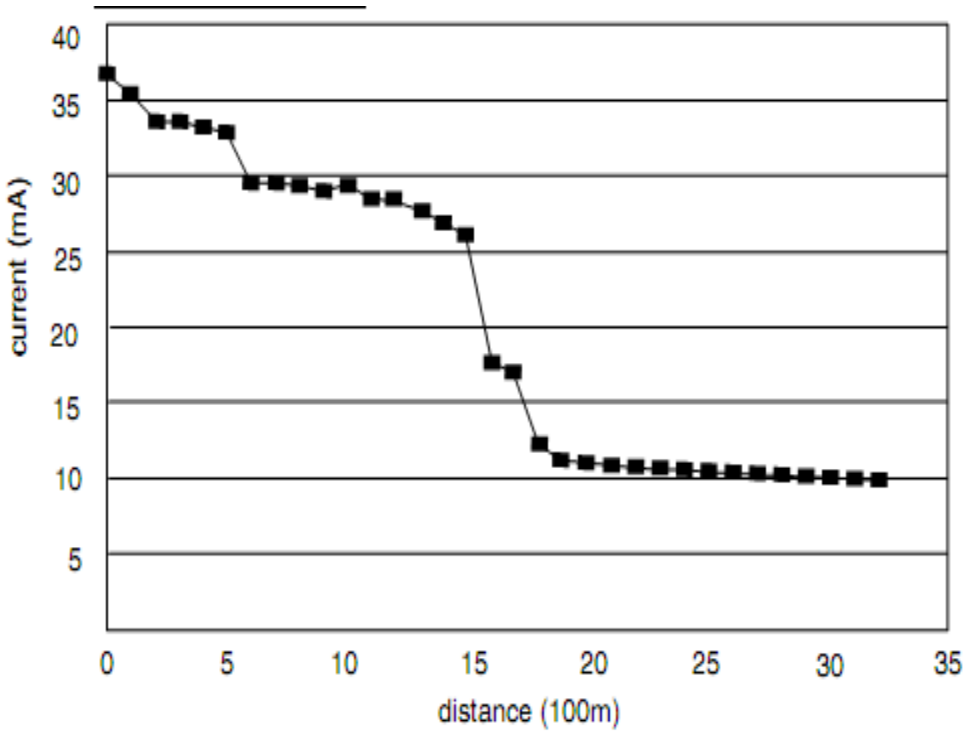
يتم توصيل المرسل على احدى نقط القياس و استقبال الاشارة بالمستقبل و قياس التيار المستهلك و عند حدوث هبوط مفاجىء فى التيار دل ذلك على احتمالية و جود تهتك فى التغليف كما بالشكل التالى



ويتم المرور على الخط بالكامل بهذه الطريقة و تسجيل القياسات و تجميعها و ادخالها الحاسب الألي لرسمها بيانياً و من خلال المنحنى يمكن الوقوف على بعض نقاط الضعف قد تكون من التغليف و لكن هذا لا ينفي وجود أماكن أخرى لا يمكن الوقوف عليها بأي طريقة فعلى سبيل المثال لا الحصر

١) ان كان التغليف به disbondement
٢) وجود اختلاف في نوع التربة قد يكون مضللاً
٣) وجود كابلات
٤) وجود التيارات الشاردة
٥) إذا كان الخط مدفون على عمق كبير مثل ال H.D.D

٦) إذا كان الخط متأثر بدرجة كبيرة من HVAC أوان كان التغليف متهتك بصورة منتظمة 0



فى هذا الشكل البيانى يوجد هبوط كبير للتيار بعد مسافة 1500 متر و هى منطقة يجب الكشف عليها بعمل جسة و اصلاح التغليف باحدى الطرق المعروفة على البارد أو على الساخن حسب ظروف كل موقع .

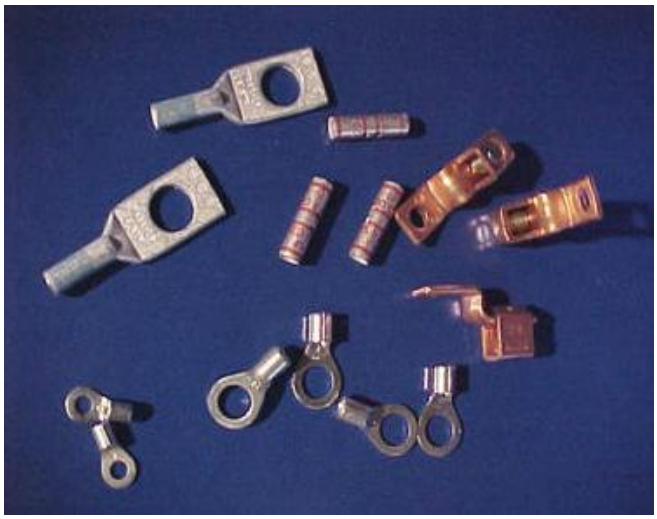
فى الصورة ادناه احدث نوعين لاجهزة كشف المسار

i5000™ Utility Locating System

طرق توصيل نهايات الكابلات

الهدف من استخدام الموصلات التوصيل الكهربى والميكانيكى الجيد

الموصل على شكل حرف C لربط نهايتى كابلين و ذلك بوضع جزء من الكابل الأول بعد تقشير العزل الكهربى بمسافة حوالى نصف طول الموصل و بالمثل الكابل الآخر ويوضع الكابلين بصورة متقابلة و يتم الضغط بواسطة مكبس ميكانيكى
أما بالنسبة للنوع الثانى من الموصلات فى الصورة عاليه فتتميز بامكانية ربط أكثر من كابلين و كذلك امكانية استخدامها أكثر من مرة وعدم الحاجة الى معدات خاصة للربط



نوع آخر من توصيلات نهايات الكابلات مثل نهايات كابلات الأنودات فى نقط القياس أو فى المحول/الموحد و كذلك نهايات أسلاك مبينات الجهد و الأمبير وهذه الأنواع كلها حسب مساحة مقطع الكابل و يتم كبسها فى الأقطار الصغيرة بالبنسة و فى الأقطار المتوسطة بالمكبس اليدوى أما فى الأقطار الكبيرة فالمكبس الهيدروليكى و فى الصورة عاليه يوجد نوع بمسمار محورى يتم ربطه على الكابل و كل أنواع الموصلات مصنوعة من النحاس العالى الجودة لضمان التوصيل الكهربى ويفضل أن تكون مجلفنة حتى تقاوم العوامل الجوية

الاختبارات

- الفلانشات و الوصلات العازلة و كيفية اختبارها

- CLOSED INTERVAL POTENTIAL SURVAY (CIPS)

- DC VOLTAGE GRADIENT SVRVAY (DCVGS)

- كيفية تقييم منظومة حماية

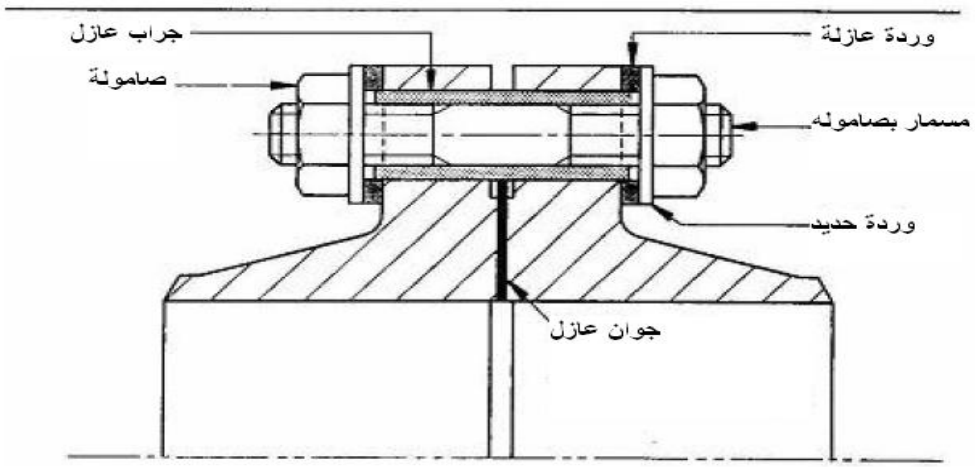
الفلانشات العازلة و الوصلات العازلة

و تستخدم فى العزل الكهربى لخطوط الأنابيب فى حالات عديدة مثل :-

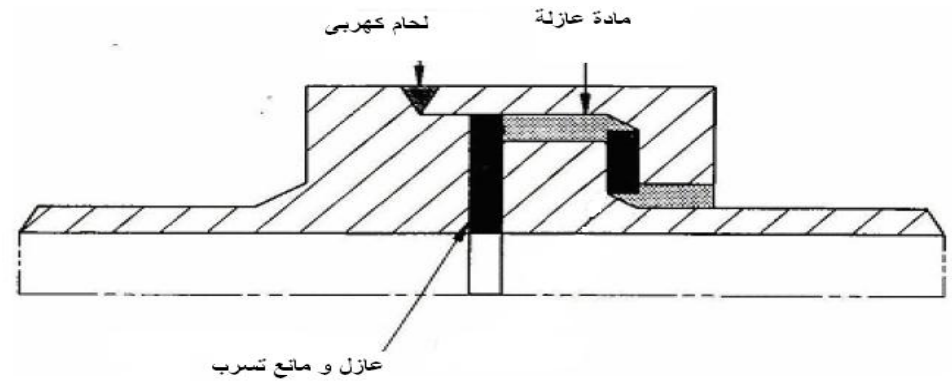
- العزل الكهربى بين الخطوط و محطات التدفيع أو القياس و غرف البلوف فوق سطح الأرض و غرف البلوف تحت سطح الأرض اذا تطلب الأمر و مصايد الفرشة.
- العزل الكهربى بين الخطوط و الدخول على المستودعات أو الشبكات الداخلية.
- العزل الكهربى بين الخطوط و بعضها البعض المتصلة ميكانيكيا للفصل بين أنظمة الحماية .
- العزل الكهربى بين الخط و تفريعاته اذا تطلب الأمر.
- تستخدم فى حالات التيارات الشارده و التداخل لحصر المناطق المتأثرة بذلك و التعامل معها .

* بالنسبة للفلانشات العازلة يتم وضع عازل كهربى بين وجهى الفلانشة كما يتم وضع عدد 2 جوان مانع للتسرب على جانبيه أو يتم استخدام جوان واحد كعازل كهربى و مانع للتسرب .

و يتم عزل مسامير الربط بجراب من مادة عازلة كهربيا أو بجراب ذو انكماش حرارى و عزل صامولة الربط عن طريق وردة من مادة عازلة كهربيا و تتحمل الربط الميكانيكى كما هو موضح بالصورة ادناه

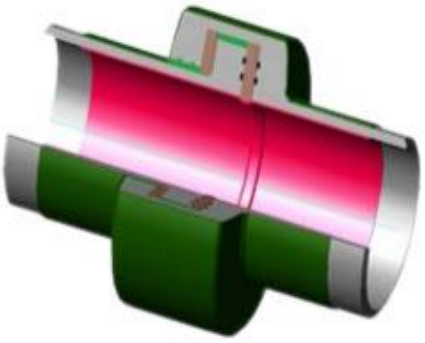
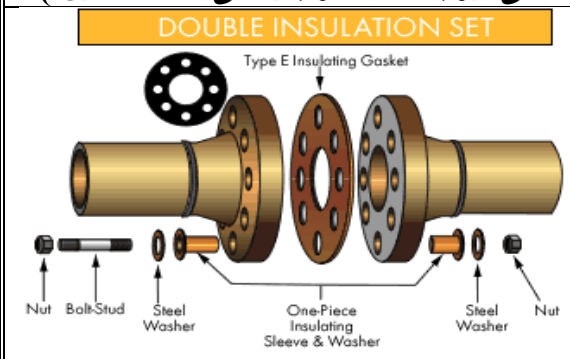


* بالنسبة للوصلات العازلة هى تؤدى نفس وظيفة الفلانشة العازلة و لكنها تتميز عنها بتحملها الأهتزازات الميكانيكية نسبيا نظرا لعدم وجود مسامير ربط حيث أن تثبيت الوجهين يتم باللحام كما هو مبين بالصورة ادناه



مقارنة بين الوصلة العازلة و الفلانشة العازلة

نوع المقارنة	الوصلة العازلة	الفلانشة العازلة
أعمال الصيانة	لاتحتاج الى صيانة	من الممكن أن تحتاج ال صيانة فى بعض المواقع خاصة التى يوجد بها اهتزازات ميكانيكية أو فروق درجات حرارة على مدار الساعة
الاحلال و التجديد	يجب اجراء عمليات قطع و لحام للوصلة كاملة حيث لايمكن اصلاحها	يمكن اصلاحها دون استخدام عمليات لحام
السعر	مكلفة	تكلفتها أقل بكثير
الاختبارات	يتم اختبارها قبل التركيب عدة اختبارات منها (اختبار التسرب عند 1.5 مرة من أقصى ضغط مصممة عليه ، اختبارات الثنى تحت ضغط ، اختبارات كهربية)	لايتم اختبارها الا بعد التركيب و فى ظل ظروف التشغيل العادية
التواجد	يجب استيرادها حسب الضغط و القطر و سمك الحديد و نوعيته و درجات حرارة التشغيل و نوع المنتج لذا يصعب عمل رصيد مخزنى لها للاستخدام عند الحاجة	متوافرة محليا

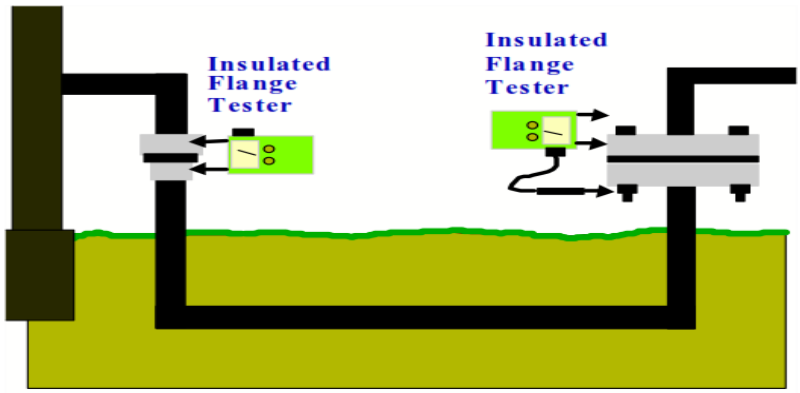
الفاعلية	فعالة	فعالة (المطلوب عدم مرو تيار الحماية أما بالنسبة للصواعق أو الجهد المتولد من أبراج الضغط العالى فيوجد له مسار بديل فى كلتا الحالتين)
الشكل العام		
الخلاصة	يفضل تركيبها فى مشاريع الخطوط الجديدة أو الأماكن القريبة من طلمبات التدفيع (الأهتزازات الميكانيكية) حيث أن الربط بين الوجهين عن طريق اللحام	يفضل تركيبها فى الخطوط التى بالخدمة حيث أن تركيب طاقم عزل لايحتاج الى عمليات لحام و غير مكلف حيث أن الربط بين الوجهين ميكانيكيا بمسامير و صواميل

طرق قياس و اختبار الوصلات العازلة

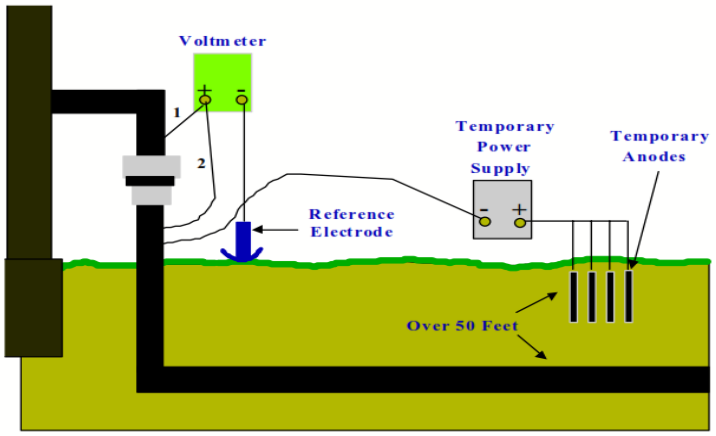
يوجد عدة طرق لاجراء اختبارات على العزل الكهربى للوصلة
اولا : قبل التركيب يمكن قياسها بالميجر او الاوممیتر فنجد ان المقاومه بالميجا اوم

ثانيا بعد التركيب
بعد التركيب يوجد مسار داخل التربه عند استخدام اوممیتر لذا يصعب القياس على وجهى الوصله و لذا نلجأ الى احدى الطرق الاتيه

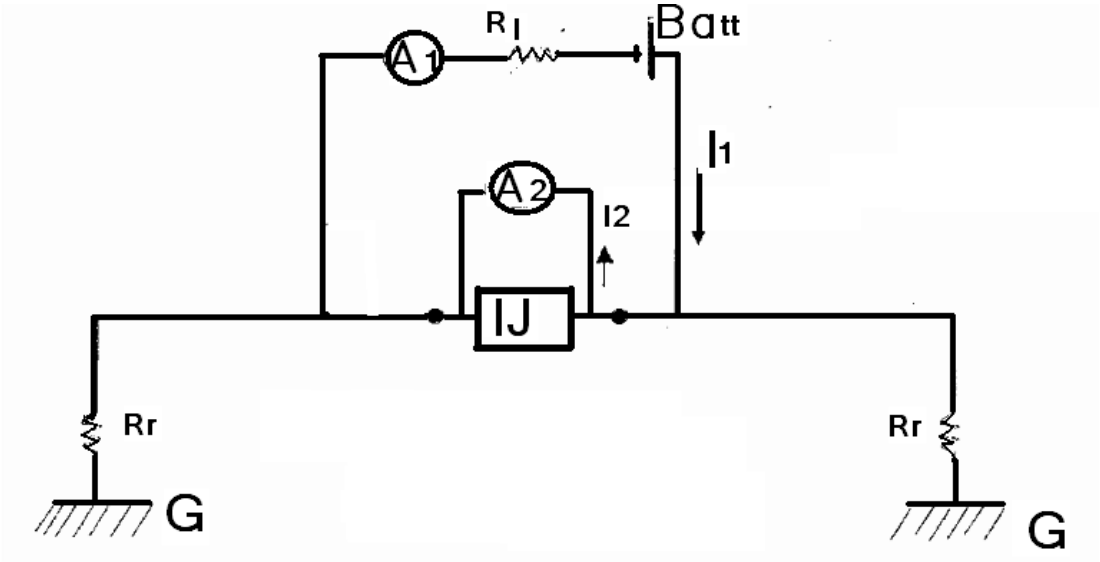
١ -يتم القياس باستخدام اوممیتر يعتمد فى قياسه على تيار متردد و هو ما يعرف
ب flange tester



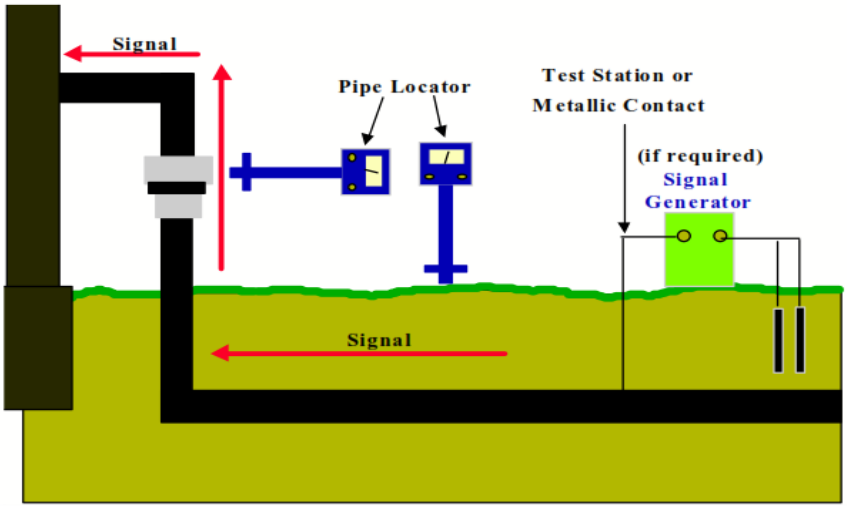
٢ -يتم قياس جهد الحديد على جانبى الوصله فى وجود الحماية الكاثودية و باستخدام نصف خلية عيارية نجد ان احد الجانبيين فى مستوى جهد الحماية و الجانب الاخر يشير الى جهد الحديد و بذلك تكون الوصلة فعاله و لكن فى بعض الاحيان تشير القياسات على جانبى الوصلة بقياسات متقاربة فتكون الوصله غير فعالة او من الممكن ان تكون فعاله و هذه عبارة عن قراءة ظاهريه غير حقيقية و بذلك فى هذه الحاله لابد من الرجوع الى طريقة اخرى تأكيدية



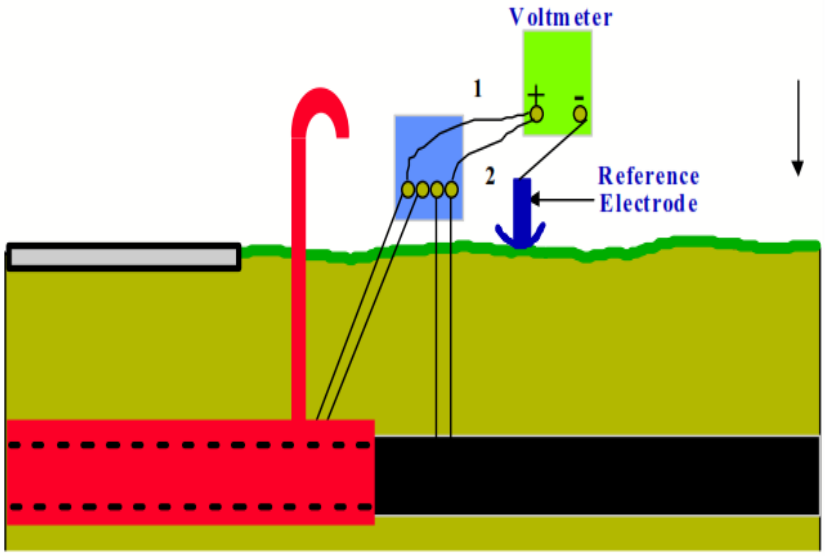
٣ - يمكن قياس مرور التيار من خلال 2 اميتر و مصدر تيار مستمر و مقاومة متغيرة كما بالشكل ادناه فاذا تساوى التيار فى الاميتريين ذلك يدل على ان الوصله سليمه و فعالة و عند اختلاف التيارين دل ذلك على ان جزء من التيار مر فى الوصله و الوصله غير فعاله



٤ -من الممكن استخدام جهاز كشف المسار لمعرفة صلاحية الوصلة العازلة حيث ان جهاز كشف المسار يقوم بتوليد تيار ذو تردد معين و نستقبل الاشارة على الجهه الاخرى فان كانت الوصلة غير فعالة سوف نستقبل الاشارة و ان كانت الوصله معزولة و فعاله فاننا لا نستقبل الاشارة كما بالصورة

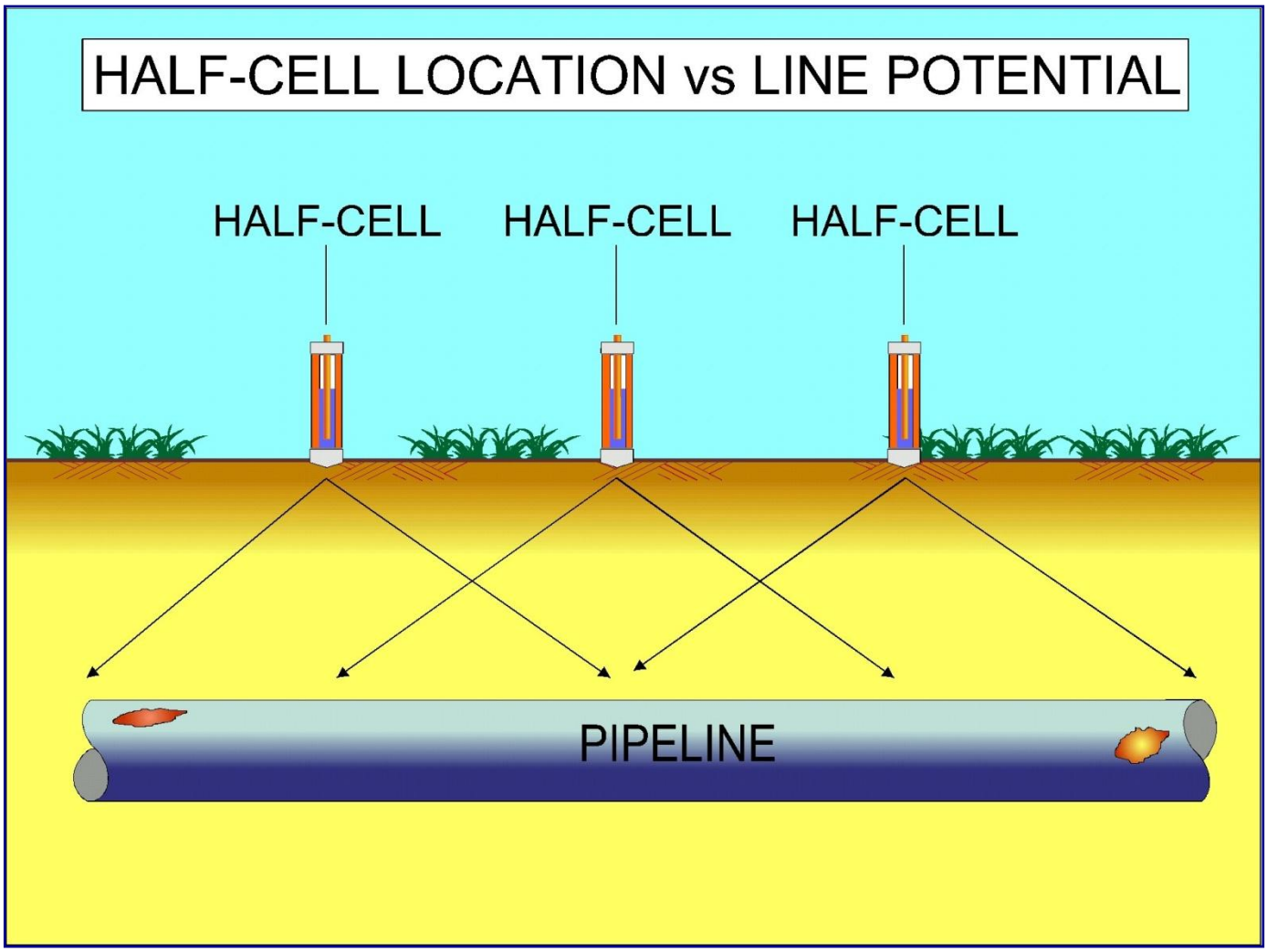


و بنفس الطرق السابقة يمكن معرفة مدى تلامس جراب مع خط



CLOSED INTERVAL POTENTIAL SURVAY (CIPS)

تتم أعمال المسح والقياس بطريقة CIPS لمعرفة مدى فاعلية الحماية الكاثودية المطبقة على خط معدني كل واحد متر على مسار الخط المدفون عن طريق قياس جهد الحماية الكاثودية لها حيث أن قياس جهد الحماية الكاثودية التي يتم تسجيلها عند كل نقطة لا تمثل سوى جهد الحماية في هذة النقطة وعلى بضع خطوات حول النقطة فقط خاصة إذا كان تغليف الخط سيىء ولذا يتم تنفيذ CIPS كل سنة أو ثلاثة سنوات ويوضع فى تاريخ الخط



ولاجراء أعمال المسح والقياس بطريقة CIPS يجب إتباع اللآتى :-

*يجب التخطيط لها جيداً

* يعمل مالك الخط والمنفذ كفريق عمل واحد

* يجب إظهار جميع التفاصيل

* عمل تقرير شامل وكامل ووافى يصبح كتاريخ للخط

أولاً:- معلومات تقدم من العميل

١ -أماكن المحولات والفولت والأمبير ونقط القياس
٢ -التقاطعات مع خطوط الغير وأماكن الربط ومحولات الغير
٣ -الآماكن التى عانت من مشاكل سابقة
٤ -أماكن التعديات المائية والمستنقعات
٥ -أماكن التوازى أ والتقاطع مع خطوط الضغط العالى
٦ -التنبية على المختصين بأجراء عمليات مسح على مسار الخط
٧ -تدبير وسيلة إتصال بين فريق العمل ومن لهم دراية كافية بمسار الخط للحاجة إليهم

ثانياً:- المحولات

١ -قبل البدء فى عمليات المسح يراقب المحولات و تسجل قراءة الفولت و الأمبير بدقة
٢ -يتم تسجيل القراءات قبل البدء بيوم
٣ -يتم توفير الفيوزات الخاصة بكل محول

٤ -التأكد من وجود المفاتيح الخاصة بكل وحدة و تدبير تصاريح الدخول ان لزم الأمر

٥ -التأكد من مصدر التيار 220 فولت وثباتة (من الممكن أستخدام UPS)

٦ -توفير طريقة لوضع مقطع التيار

ثالثاً :- الفلانشات والوصلات العازلة

1- يتم التأكد من سلامة الوصلات العازلة قبل إجراء المسح بأيام

2- أخذ قراءات الحماية الكاثودية للخط بأكملة

3- معرفة أماكن الأجربة و التقاطعات مع خطوط الغير

4- معرفة وتحديد أماكن الأنودات المضحية بنفسها ان وجد

5- فصل الروابط الكهربية على الفلانشات

ملاحظات : -

- يجب الأعتناء بالحدود بينك وبين خطوط الضغط العالى
- قياس الفولت (A.C) المتولد على الخط عند نقاط القياس
- سيتولد جهد (A.C) على سلك القياس أثناء عملية القياسات يجب أخذة فى الأعتبار
- أى تغيرات جغرافية وعلامات إرشادية قد تنبىء بوجود مشاكل مستقبلية

الأجهزة المستخدمة:-

1- قياس فولت ومجمع بيانات (DATA Logger)

2- جهاز كشف مسار (pipeline locator)

3- مقطع تيار (current interrupters)

4- سلك رفيع و طويل و مقاومته صغيرة جداً و معزول ورنيش

5- خلية نصف عياريه (الهاف سيل

1- مجمع البيانات

وهو يقيس فرق الجهد بالمللي فولت و يوجد عادة به جهاز الكتروني لقياس المسافة من السلك الممتد و من الممكن قياس المسافة بأى طريقة أخرى و كذلك لوحة مفاتيح بالأحرف لادخال أي ملاحظات امام أي قياس0

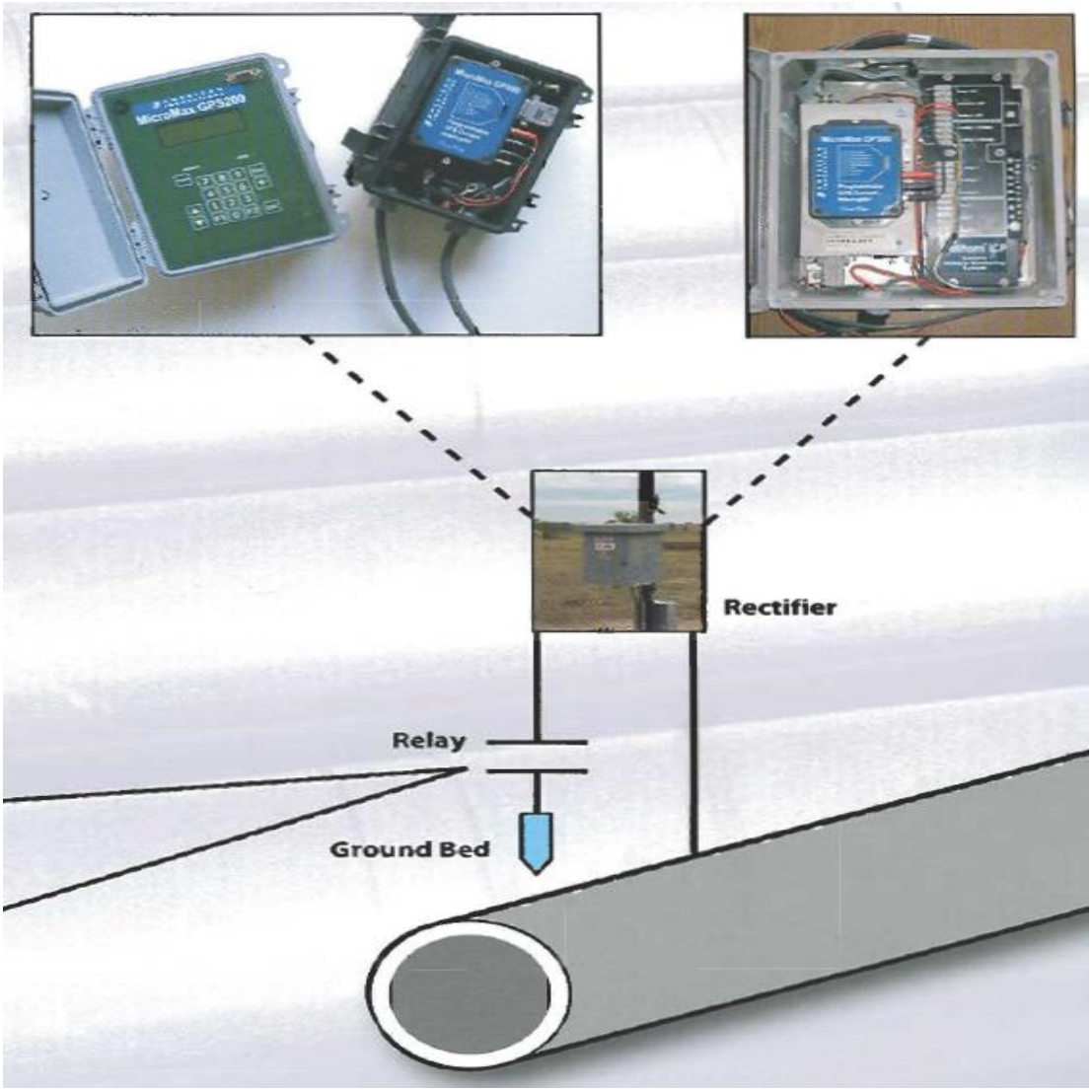
2- جهاز كشف مسار

يقوم بكشف مسار الخط حتى يتسنى وضع الهاف سيل فوق الخط مباشرة و سوف نشرح جهاز كشف المسار بالتفصيل لاحقاً

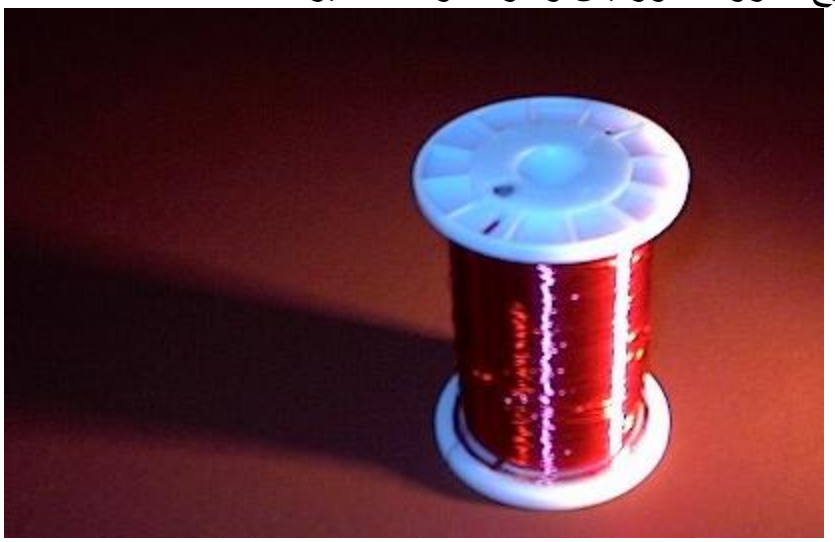
3- مقطع التيار

يوجد انواع متوافقة عن طريق الG .P.S و هي تظل متوافقة أي مدة زمنية اما الانواع القديمة فهي تظل متوافقة من يومين الى ثلاثة ايام على الاكثر

* زمن التشغيل و الفصل يعتمد على عدة عوامل منها التربة ونوع التغليف و خاصة التيار المسحوب من المحول كلما زاد ككلما زادت فترة ال ON و ال OFF و المشهور هو 4 ثواني تشغيل و ثانية ايقاف او 2:1



3- سلك رفيع معزول بالورنيش و ذو مقاومة صغيرة0

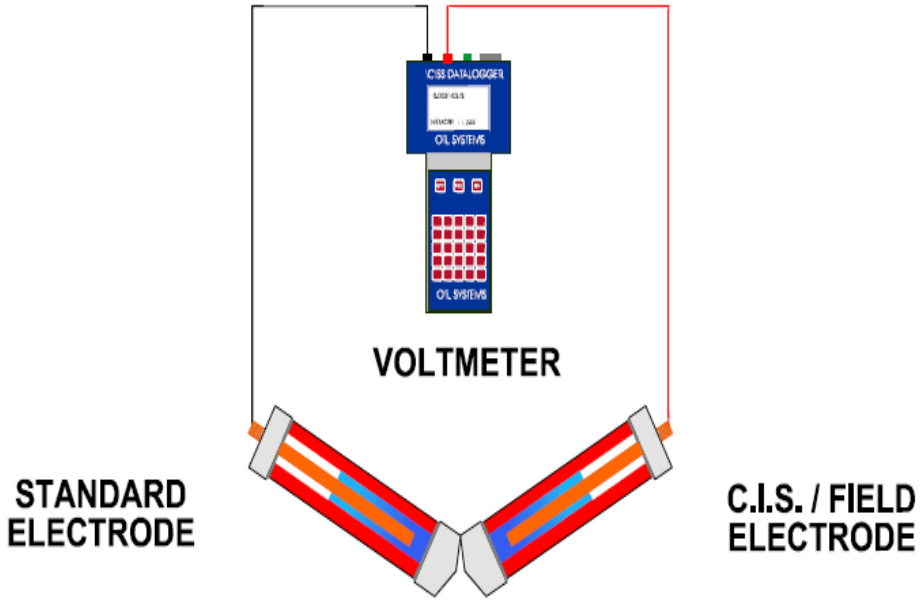


5- خلية نصف عياريه (الهاف سيل)

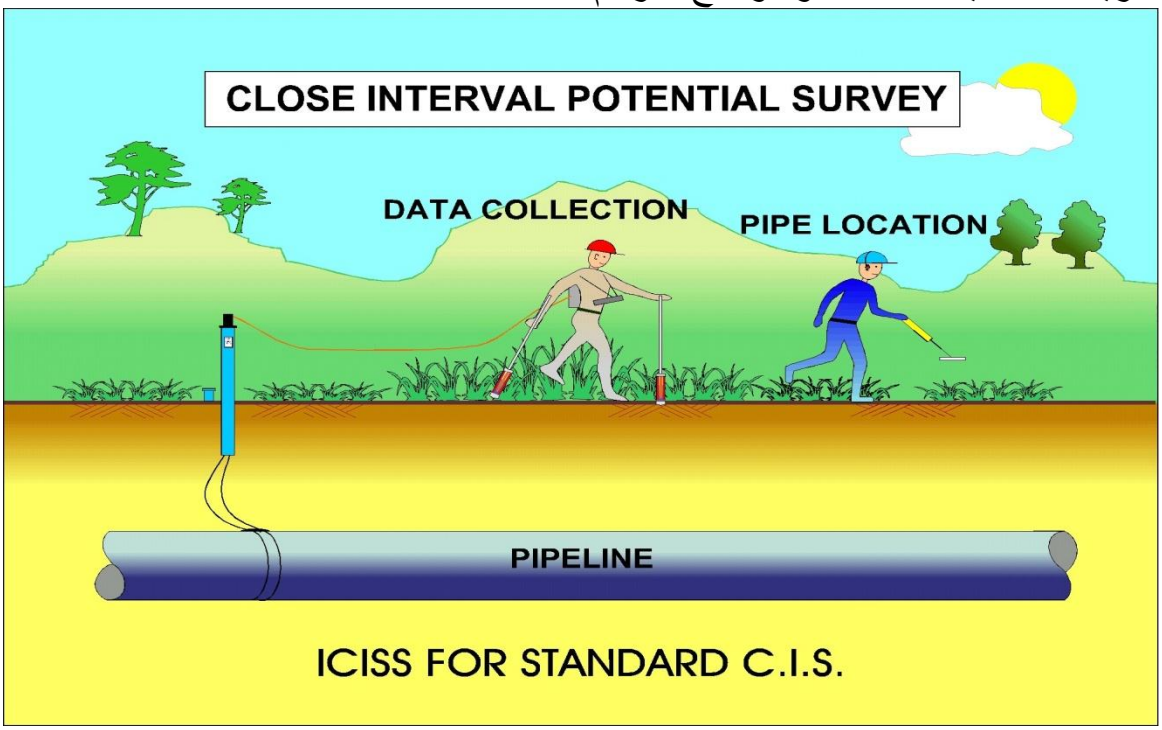
نصف خلية عياريه لاجراء عمليات القياس و يجب عمل معايره لها كل صباح في عملية ال C.I.P.S بمقارنتها بخلية اخرى جديدة فان كان الفرق اكبر من 5 مللى فولت فيتم عمل صيانة لها و قد تم شرحها سابقا

أثناء أخذ القراءات الأشعة فوق البنفسجية للشمس قد تؤثر على القراءات فيجب تغطية الجزء الشفاف من الخلية أثناء القراءة

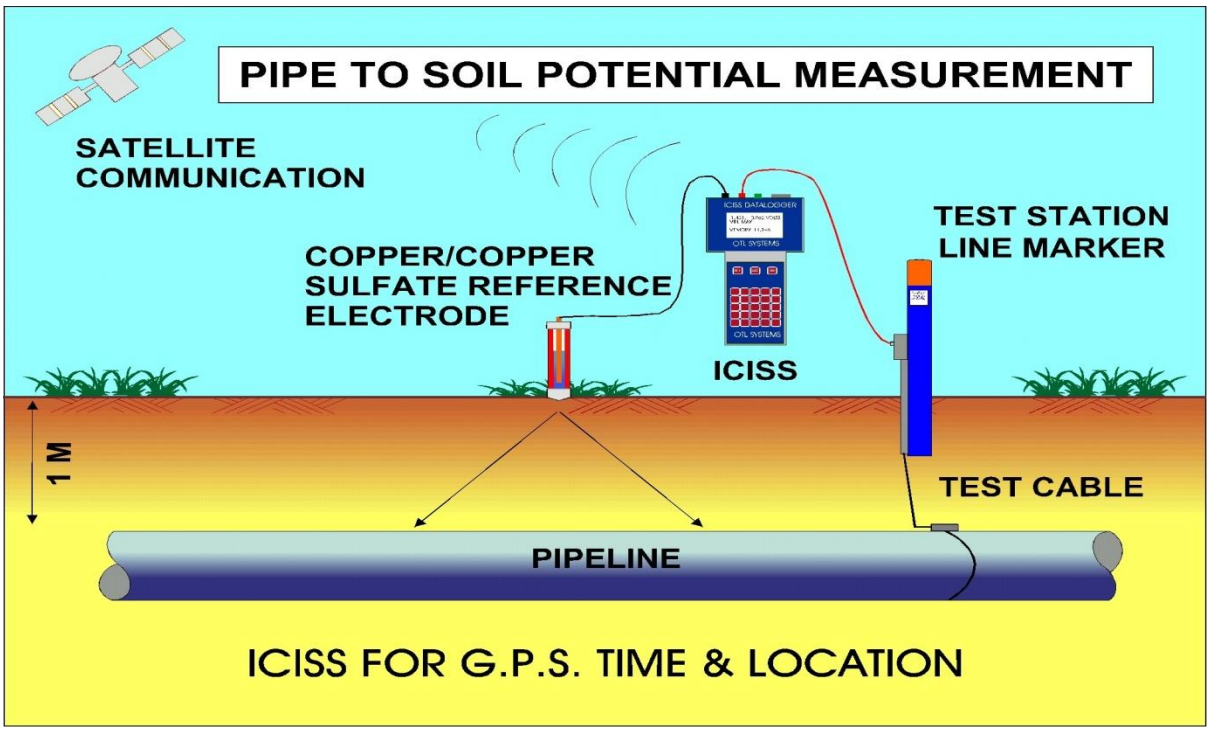
يوجد الآن كبريتات نحاس جيل و هي تقلل من مشاكل التسرب و لكنها ليست جيدة في التربة الجافة



طريقة أخذ القياسات كما هو موضح بالرسم



تتم بمعرفة عدد شخصين على الأقل أحدهم يسير بجهاز الكشف عن مسار الخطوط ليحدد مكان الخط بدقة .
ويسير الآخر بنصف خلية عيارية متصلة بمجمع البيانات الذى بدوره متصل بالأقمار الصناعية الخاصة بال GPS وبذلك يتمكن من تسجيل قراءة ال on,offبدقة متناهية



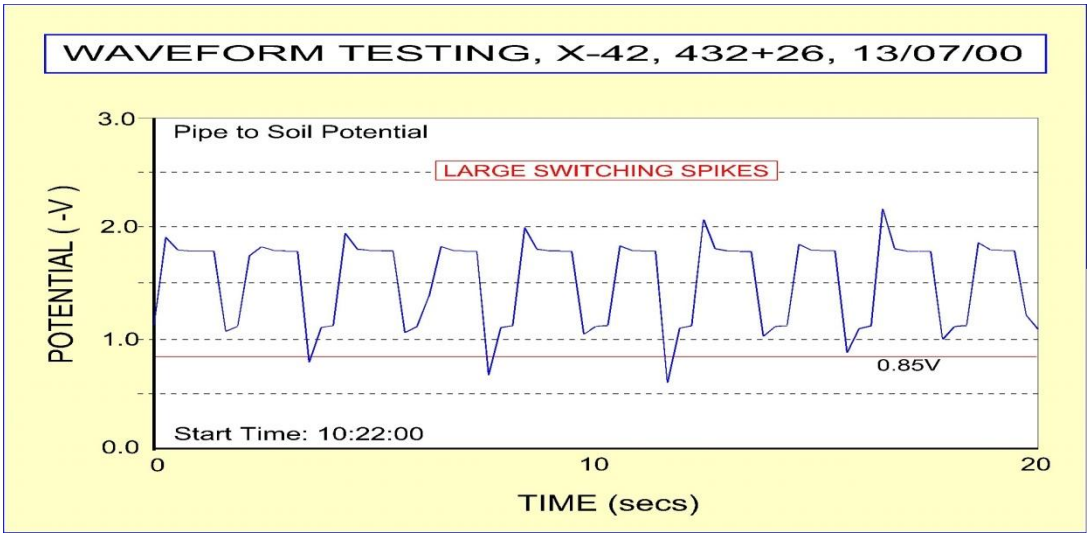
يتم توصيل الطرف الموجب للأفوميتر بالخط و الطرف السالب للأفوميتر بالهاف سيل و تسجيل قراءات ال ON و ال OFF فوق الخط تماماً كل (متر-3متر) على الأكثر حتى نصل إلى نقطة القياس التالية فنثبت الهاف سيل في مكانها و نأخذ قراءة من نقطة القياس البعيدة ثم نأخذ لنفس المكان قراءة من نقطة القياس القريبة سوف يوجد فرق في قراءة ال ON

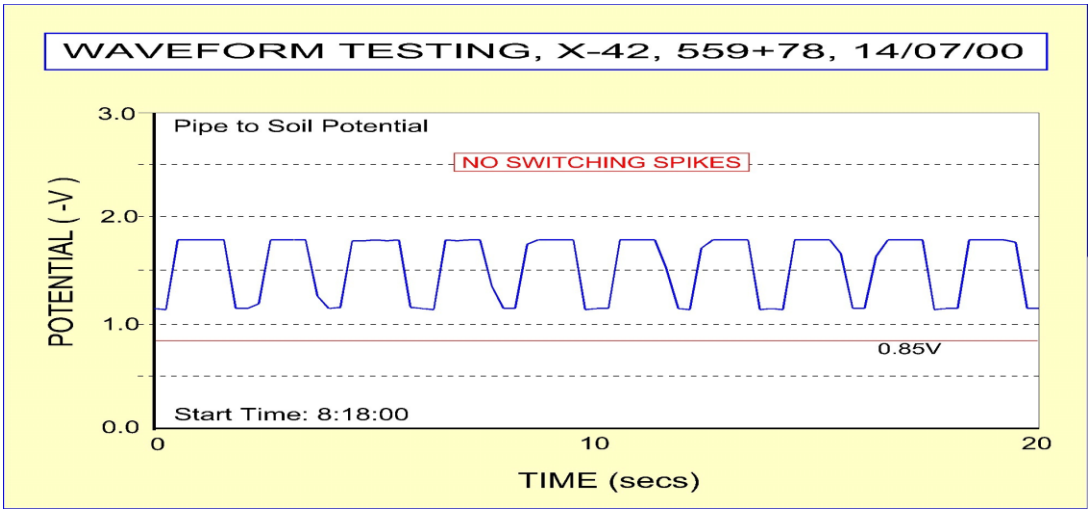
مثال

	ON	OFF
نقطة القياس البعيدة	- 1720 مللي فولت	-1084 مللي فولت
نقطة القياس القريبة	-1796 مللي فولت	-1086 مللي فولت
الفرق هو IR في الماسورة	76 مللي فولت	2 مللي فولت

في حالة ال OFF مقبول حتى 2-3 مللي فولت على الأكثر و المثالي صفر و أكثر من ذلك أو أقل فهي بذلك متأثرة من خطوط أخرى و محطات حماية أخرى

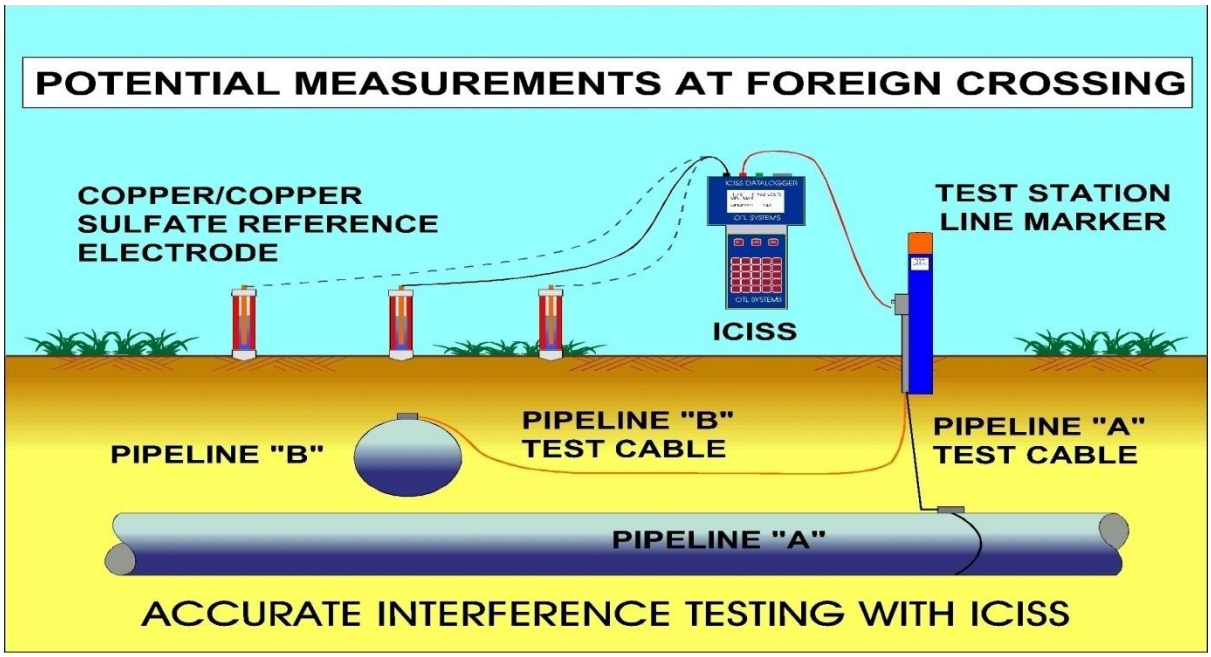
*نؤخر تسجيل القراءات من ON الى OFF والعكس حوالي 120 مللي ثانية حتى نتلاشى ال spiking



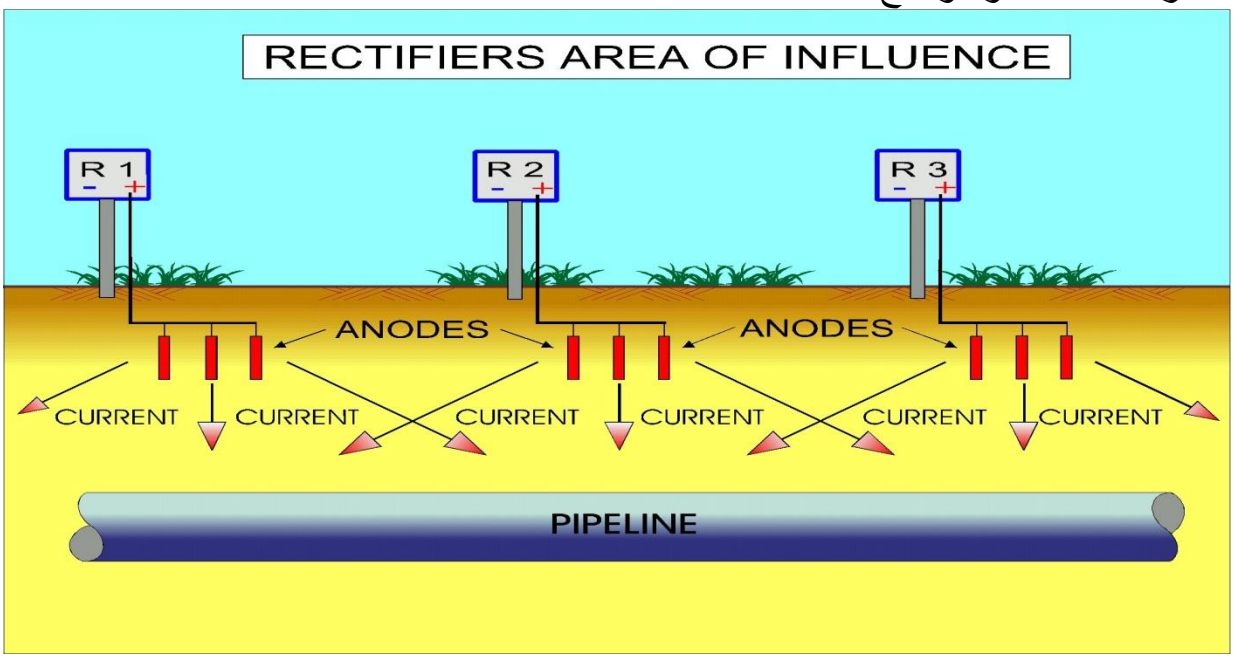


*بالنسبة للخطوط المطبق عليها حماية باستخدام الريبون أنود يتم تحريك الهاف سيل للحصول على أكبر سالب لمعرفة الجانب الذي يوجد به الأنود ثم تتم عملية القياس على الجانب الأخر

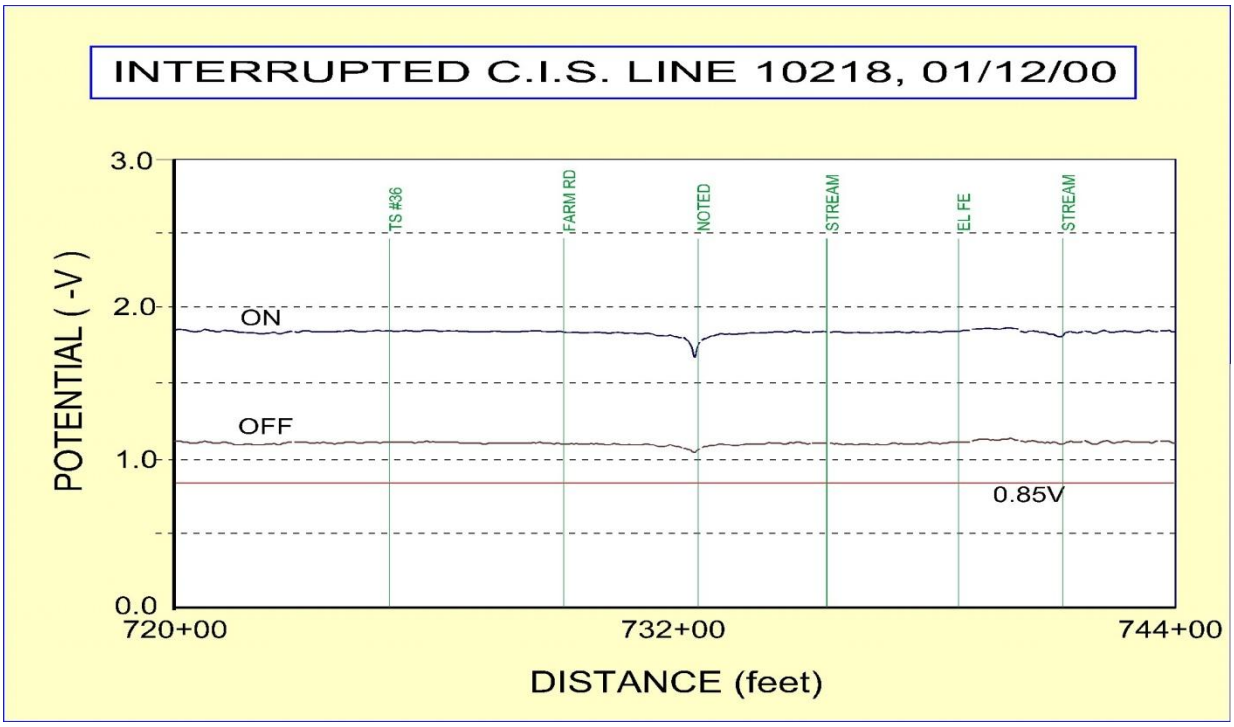
* يتم الأهتمام بصفة خاصة فى التقاطعات مع خطوط الغير فى عمليات القياس و المسح



* يجب تركيب مقطعات التيار على كل المحولات المغذية للخط لوجود تداخل بينها على مسار الخط كما هو موضح ادناه



*يتم تحليل القراءات من خلال الرسم البياني للوقوف على نقاط الضعف على مسار الخط و أسبابها ووضع الحلول المناسبة لها لدعم منظومة الحماية الكاثودية



بعض النقاط الهامة

* يجب أن تكون المسافات التي يتم أخذ القياسات بها لا تزيد عن عمق الخط و منتظمه قدر الامكان (1متر مثلاً)
* تنسيب القياسات الي أماكن دقيقة الي حد ما
* استخدام جهاز تحديد المسار او ال G.P.S للتيقن من أن القياسات فوق الخط مباشرة
* توضيح الأماكن و الأطوال التي يصعب أخذ قياسات بها مثل الطرق الاسفلتيه و السكك الحديديه و المباني و الأنفاق و مسارات المياه
* عند تغيير مكان التوصيل بالخط يجب التنويه عن ذلك في التقرير ووجود نقط مشتركه للقراءات لمضاهتها لأي تغير
* يجب تجميع هذه القياسات و ادخالها الحاسب الألي لرسمها بيانياً و من خلال المنحنى يمكن الوقوف على بعض نقاط الضعف قد تكون من التغليف و لكن هذا لا ينفي وجود أماكن أخرى لا يمكن الوقوف عليها بأي طريقة فعلى سبيل المثال لا الحصر ان كان التغليف به dispond و اختلاف نوع التربة قد يكون مضللاً و كذلك وجود كابلات ووجود التيارات الشاردة و ان كان الخط مدفون على عمق كبير مثل ال H.D.D وان كان الخط متأثر بدرجة كبيرة من HVAC وغياب التوصيلية الكهربية الجيدة لبعض التوصيلات الميكانيكية لبعض المسامير
* التقرير اليومي يتم رسم بياني للقياسات المأخوذة يومياً بالنسبة للمسافات و لنقط القياس و خرج الوحدات و أي ملاحظات مرتبطة بالمسافات

DC VOLTAGE GRADIENT SVRVAY (DCVGS)

تستخدم طريقة تدهور الجهد الكهربى فى الكشف عن عيوب التغليف فى باطن الأرض و هى نفس النظرية المستخدمة فى الكشف عن القطع بالكابلات الكهربية ولكنها طريقة لاثبات وجود مشاكل بالتغليف وليست نفي وجود مشاكل بالتغليف و تتم هذه الطريقة باستخدام نفس الأجهزة المستخدمة فى CIPS و لكن بعدد 2 نصف خلية عيارية

نظرية العمل كما هو موضح بالشكل

عند وجود قطع في التغليف فانه يوجد جهد كهربي يكون اكبر ما يمكن عند القطع ويقل تدريجياً في مسافة امتار،عند وضع 2 هاف سيل على نفس مسار الخط و المسافة بينهما متر مثلاً فان في الظروف العادية يكون فرق الجهد بينهم 2 مللي فولت او اقل عندما يزيد عن ذلك فان ذلك معناه الاقتراب من قطع بالتغليف وفوق القطع تماماً يكون صفر وعند الابتعاد في الاتجاه المضاد تنقلب القطبية للافوميتر كما هو موضح بالرسم

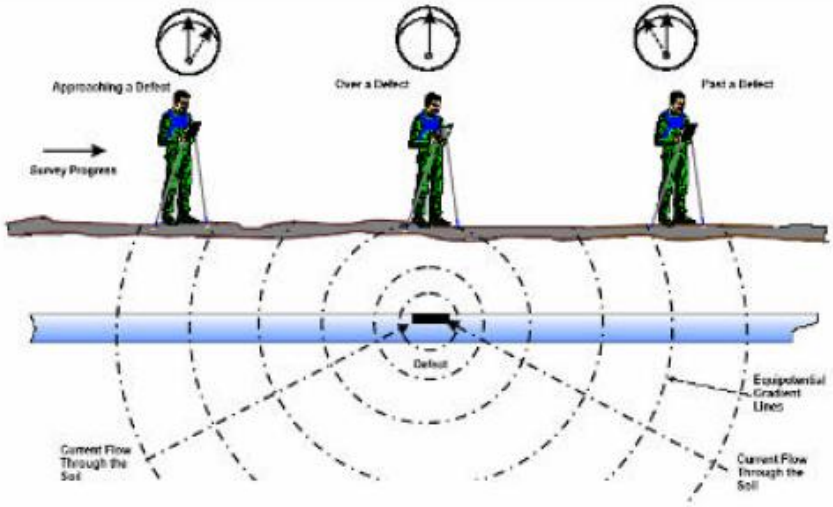
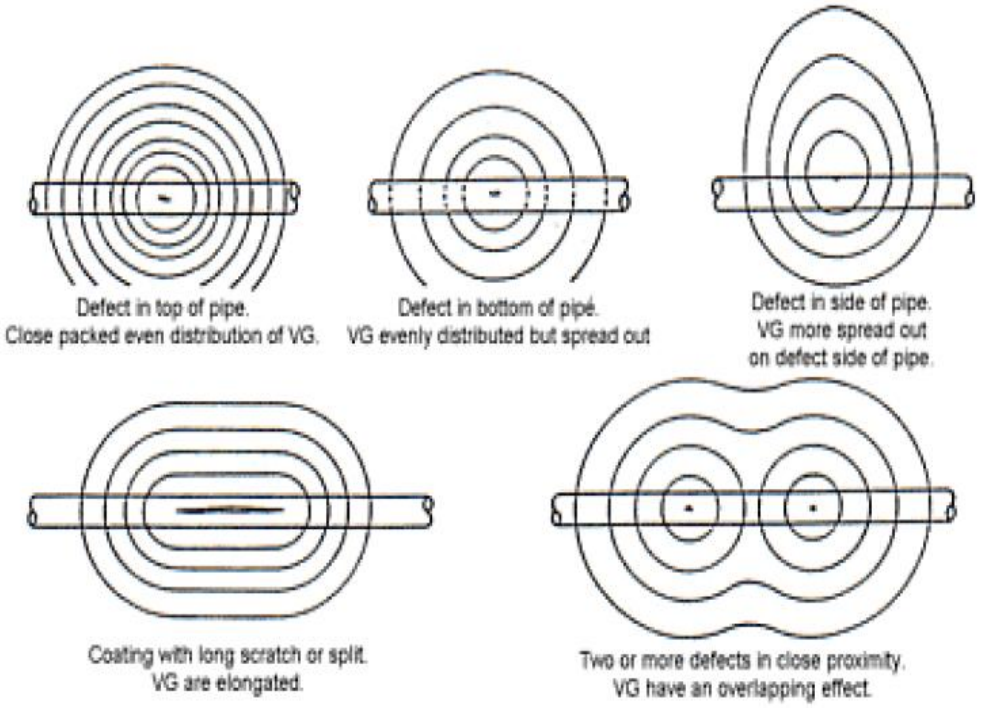


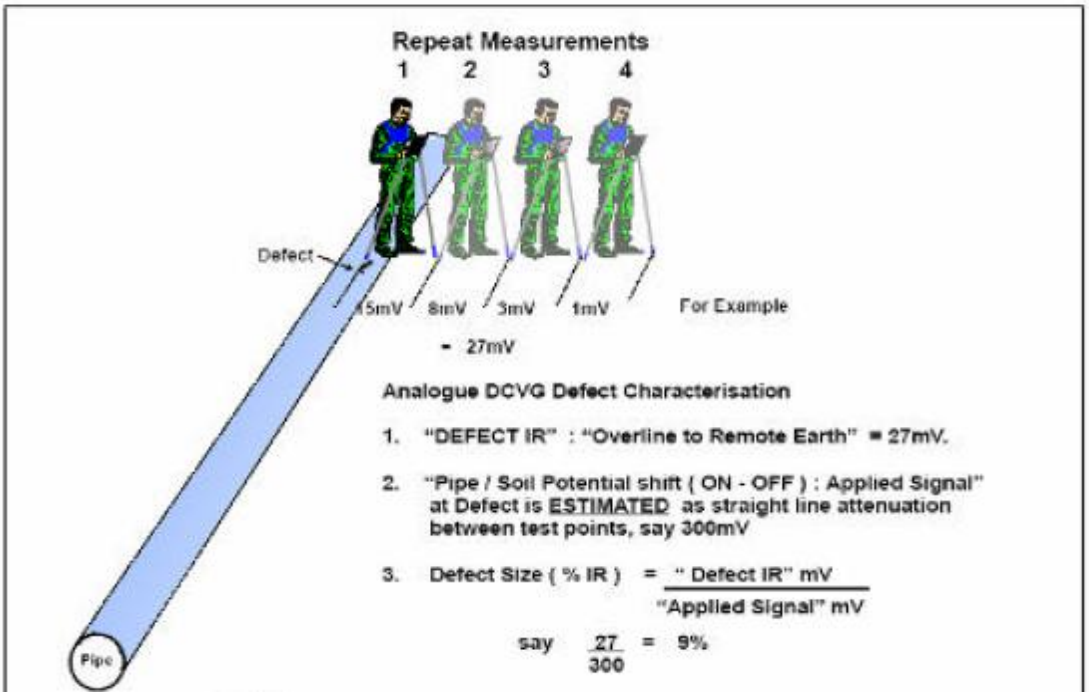
Fig 10
Basis of Analogue DCVG Defect Location.

يختلف شكل الموجات الكهربية و قوتها حسب حجم التهتك بالتغليف و مكانه بالماسورة (أعلى- أسفل – جانبى) و عدد أماكن القطع باتغليف كما بالكروكى التالى



لحساب حجم القطع DEFECT بالتغليف

يجب حساب ال IR و هو جهد الجزء المقطوع بالنسبة لجهد الأرض و هو ببساطة كما بالرسم يتم تحديد مكان القطع ثم نضع نصف خلية عيارية فوقه تماما و الأخرى تتحرك عموديا على الخط و مبتعده للحصول على أكبر فرق للجهد (عادة يكون من 3 -5 أمتار بين نصفى الخلية العيارية)

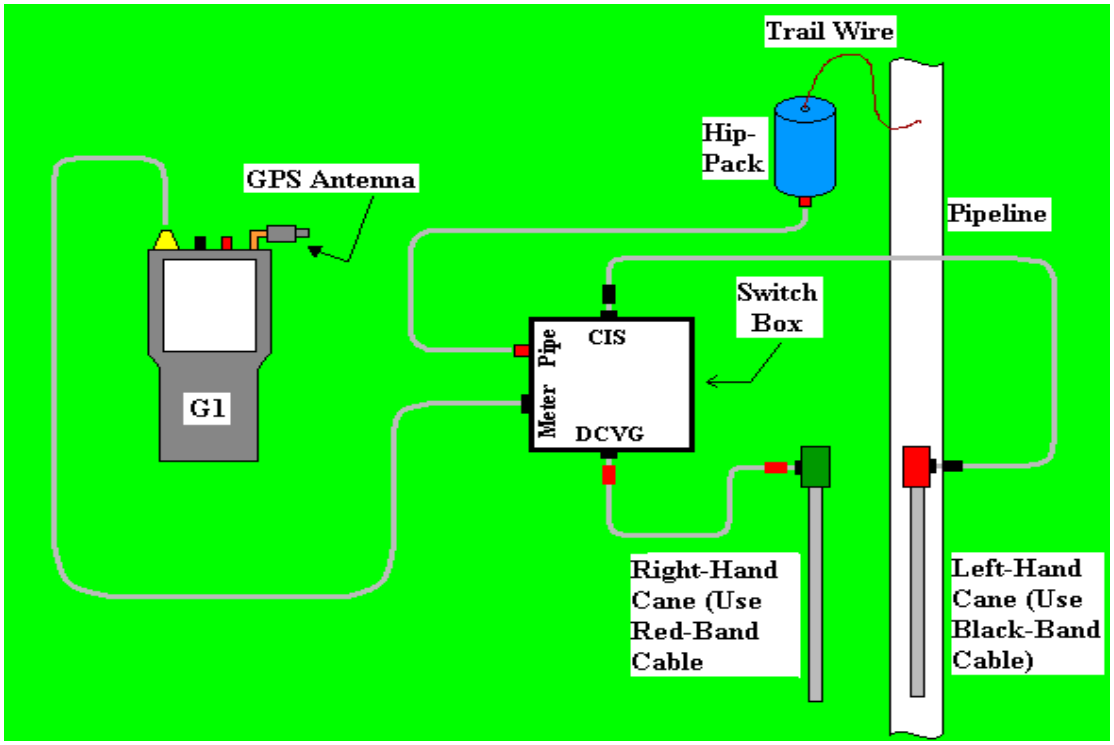


ويتم قياس الفرق بين جهدى ال ON,OFF فوق مكان القطع و ليكن mv1 و كذلك بالمثل عند نقطتى القياس التان تحصران القطع و ليكن mv2 , mv3 وحساب المسافة بالأمتار من القطع وحتى نقطتى القياس و ليكن m1 , m2 ثم نطبق فى القانون التالى لحساب IR% والتى تعبر عن حجم القطع بالتغليف

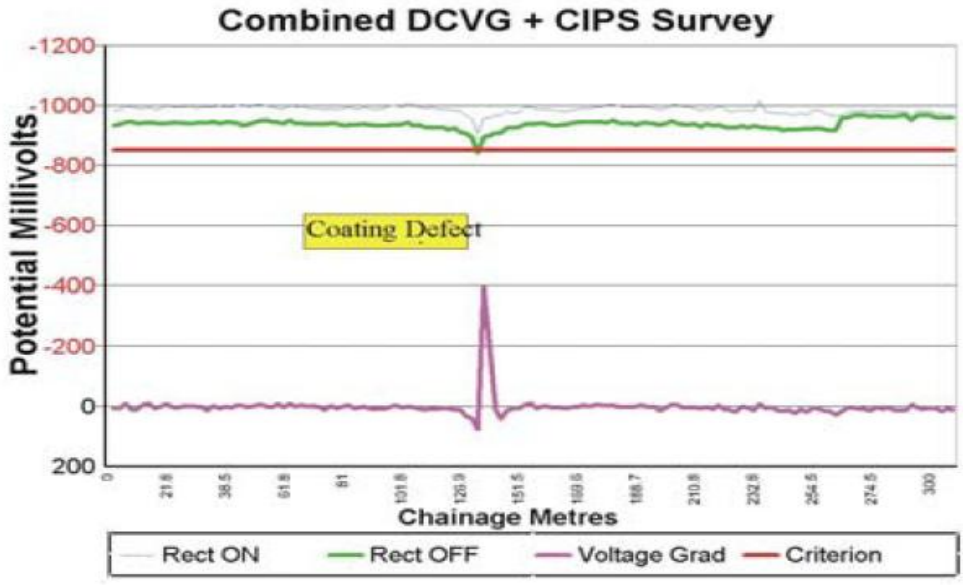
$$\%IR = \frac{mV1}{mV2 - (m1/(m1+m2)*(mV2-mV3))}$$

ومن واقع الخبرة فان كانت النسبة 5% يمكن التغاضي عنها ومن 15%حتى 35% توضع في جدولة عمليات الصيانة،وان كانت اكبر من 35% فانه يلزم اتخاذ قرار بالإصلاح الفوري للتغليف

يمكن عادة الدمج بين ال CIPS و DCVGS فى عملية واحدة كما موضح بالشكل أدناه لتقييم منظومة الحماية و كذلك التغليف



ويتم تسجيل القياسات و تفريغها بالحاسب الآلى ثم تحليلها



تقييم اداء منظومة الحماية الكاثودية

عند تقييم اداء او استلام منظومة حماية كاثودية يجب مراعاة بعض النقاط سنتعرض اليها باختصار و لكن فى البداية يجب عمل الاتى :-

- الحصول على التصميمات النهائيه المعتمده للتنفيذ و مراجعة ما تم تنفيذه على ارض الواقع مقارنة بالتصميم الاصلى و الاستعانة بمشرفى التنفيذ فى ذلك و تسجيل اى حيود و تقرير ان كان مقبول من عدمه و الحلول المقترحه
- تجميع كل ال DATA SHEET لجميع المهمات المستخدمه او على الاقل صورة منها و التصاريح المستخدمه للحفر و التغذية الكهربية لاعمال الصيانه مستقبلا

لتقييم الاداء سنأخذ على سبيل المثال خط انابيب

١ -يتم فصل جميع الوحدات و الانودات المضحية و الربط مع الغير على مسار الخط لمدة 24 ساعة حتى تتم عملية DEPOLARIZATION

٢ -يتم اخذ قياسات الجهد الطبيعى للخط على طول المسار للوقوف على اماكن التداخلات ان وجدت و ستكون هذه القياسات ذات مرجعيه لتاريخ الخط مستقبلا و تكون هذه القياسات مؤشر لجوده التغليف و المناطق المحتمله لحدوث تآكل

٣ -يتم تشغيل الوحدات بنهاية اليوم و ترك الخط 24 ساعة اخرى لتتم عملية ال POLARIZATION

٤ -يتم اخذ القياسات على جميع نقاط القياس و اماكن الربط بالغير قبل الفصل و بعد الفصل و تسجيل جهد ال AC ان وجد و افراغ القياسات فى جدول و تمثيلها بيانيا و مقارنتها بجهد الحماية المطلوب تحقيقه حسب التصميمات

٥ -يتم اخذ قياسات المحول الموحد (فى حالة التيار المدفوع) من تيار مسحوب و فرق الجهد و التأكد من القطبية و قياس التيار المسحوب من كل انود ان امكن و حساب المقاومه الكلية للوحده و فى حالة الحماية بانودات مضحية بنفسها يتم قياس جهد الانود وحده و بعد اتصاله بالخط و الامبير المسحوب من كل انود

٦ -يتم تغيير الجهد للمحول عدة مرات و ملاحظة تغير التيار المسحوب اطراديا و حساب المقاومة الكلية للوحدة ثم اعادة ضبط المحول الموحد من خلال قياس الجهد على ال DRAIN POINT

٧ -فى حالة وجود اكثر من وحدة يجب معرفة حدود التغطية لكل وحدة بتشغيل وحدة و فصل الاخرى و العكس

٨ - يتم قياس و التأكد من العزل الكهربى للفلنشات او الوصلات العازلة و كذلك الاجربة المعنية للتعديات و ذلك بأحد الطرق التى تم شرحها سابقا

٩ -المسح الميدانى لمسار الخط و امكانيات التأثر بمؤثرات خارجيه (ابراج ضغط عالى – كابلات كهربية – خطوط الغير ووحدات حماية للغير – انفاق او خطوط ضخمه او منشأ يحجب تيار الحماية مستقبلا .....)

١٠ - التأكد من توافق المهمات حسب المنطقة HAZARD AREA مثلا نقط القياس داخل حدود المستودع تكون ضد الانفجار و تحتوى على فولتميتر ذو مؤشر و مفتاح تحويل ان وجد اكثر من نصف خلية عيارية و سبب ان الفولتميتر ذو مؤشر لانه لا يحتاج الى بطاريه مثل الرقمى حيث ان تغيير البطاريه من الممكن ان يتلف الجوانات الخاصة بمنع الانفجارو كذلك مراجعة ال SURGE PROTECTION و المحول الموحد ان كان فى مناطق خطرة

CURRICULUM VITAE

NAME	:	**Mohamed Nagy Abd-Allah Kroush**
Post	:	**Department Manager**
Current Employer	:	**PPC** **(Petrolum Pipe Line Company)**
EDUCATION & QUALIFICATION	:	**BSc, Electrical Power Engineering**, Class 1992, Egypt **Excellent With Honor Degree**
NATIONALITY	:	Egyptian
DATE OF BIRTH	:	27/07/1969
MARITAL STATUS	:	Married (with 3 children)
LANGUAGE	:	Arabic (Native Language) English (Very Good)

TECHNICAL COURSES ATTENDED:

- English Language Courses.
- Microsoft Office
- AutoCAD 2-D Course
- Cathodic Protection & Corosion Control Level 1&2
- Corrosion And Protection Of Metals
- Offshore & Power Station Corrosion
- Above & Under Ground Coating
- Corrosion Problems In Industry Conferences

HSE COURSES ATTENDED:

- Fire Fighting (PPC).
- Permit to Work and the Isolation Procedures (ARMCO).
- Defensive Driving Course

CONTACT DETAILS:

- E-mail : Mohadnagy@yahoo.com
- Mobile : +201118195390
- Home : +20224909636

WORK EXPERIENCE

Aug 2009 up to Now

Company : GL (Germanischer Lloyd)
Position Held : E&I Inspector AT A.D.C.O.P Project 48 Inch Pipeline

Brief Scope of Work

- Review/Monitoring the Approved Quality and Inspection plan.
- Review/Monitoring with Approved Drawings, Governing Standards and Specifications
- Review fabrication/Erection, documents and work quality in terms of specification, workmanship and other variables as indicated in the above-mentioned documents as per requirements of QC standard operating procedure and client's specification.
- Supervision of QA/QC activities related to cathodic protection activities (pin brazing – test station-temporary cp-ac mitigation…..)

Mar 1997up to July 2009

Company : PPC (Petrolum Pipe Line Company)
Position Held : Department Manager

Brief Scope of Work

- Basic Design.
- Detailed Engineering.
- Preparing Tender Packages And Evaluation Of Tenders.
- Lead Technical Group For New Installation Of Cathodic Protection System.
- Witness Of Takeover Tests And Commissioning.
- Monitoring And Maintenance Of C.P Systems.
- Supervise Coating Repair.
- Preparing And Performing Cathodic Protection Training Courses For Engineers And Technicians.
- Investigation Of Coating Defects In Buried Petroleum Pipelines Via Following Methods:
  1- Visual Inspection And Holiday Detection for Short Lengths
  2- Using Close Interval potential survey.
  3- Using Dc Voltage Gradient Technique.
  4- Using Pipe Line Locator For Current Gradient.

Projects:-

- Cathodic Protection For Quessna / Elhikstep , 82 Km , 12 ″ By Using Impressed Current.
- Cathodic Protection For Mostorod / Elhikstep , 28 Km , 12 ″ By Using Impressed Current.
- Internal Cathodic Protection For Wadi Feran Tanks By Using Sacrificial Anodes.
- External Cathodic Protection For Wadi Feran Tanks By Using Impressed Current (Bore Hole Anodes).
- Internal Cathodic Protection For El-Sokna Tanks By Using Sacrificial Anodes.
- External Cathodic Protection For El-Sokna Tanks By Using Impressed Current (Deep Well Anodes).
- Internal & External Cathodic Protection For Agrod Tanks Farm.
- Cathodic Protection For Offshore Gulf Crossing Pipe Line 29 Km , 26 ″.
- Monitoring And Maintenance Of C.P Systems For About 2500 Km Of Existing Pipe Lines.

January 1994 to January 1996

Company : Saudi Aramco
Position Held : Electrical Engineer
Project : Maintenance Of R&D Building

Brief Scope of Work

- Preventive Maintenance For Air Handling Units , Chillers , Fire Fighting System , Low Voltage Pump Drives , Out Door /Indoor Lighting System.

September 1992 to January 1994

Company : General Organization For Greater Cairo Water Supply (G.O.G.C.W.S)
Position Held : Electrical Engineer
Project : Maintenance Of SCADA System

Brief Scope of Work

- Maintenance Of Instrumentation (Pressure , Flow , Water Tank Level).
- Maintenance Of Analyzers (Ph , Cl 2 , Conductivity , Turbidity).
- Maintenance Of Local Panels , Relay Cabinets , Actuators For Motorized Valves).
- Operation Supervision , Fault Clearing , Calibration.