IGS-I-TP-001(0)	مرداد ۱۳۹۶
Approved	مصوب

شرکت ملي گاز ايران
مديريت پژوهش و فنآوري
امورتدوين استانداردها

IGS
GasPlus.ir

دستورالعمل بازرسی

سامانه های حفاظت کاتدی (ابزار و دستگاههای اندازه گیری)

Cathodic Protection Systems
(Tools and Measuring Devices)

دفتر مدیرعامل

شرکت ملی گاز ایران

تاریخ ۱۳۹۶/۶/۲۲
شماره نگ ۰/دب ۰/۲۱۶ - ۱۸۰۲۱

ابلاغ مصوبه هیأت مدیره

مدیر محترم پژوهش و فناوری

باسلام،

به استحضار می‌رساند در جلسه ۱۷۴۵ مورخ ۱۳۹۶/۶/۵ هیات مدیره ، نامه شماره گ۹/۰۰۰/۷۱۳۱۰ مورخ ۹۶/۶/۱ مدیر پژوهش و فناوری درمورد تصویب نهایی استانداردها به شرح زیر مطرح و مورد تصویب قرار گرفت :

۱. مشخصات فنی شیرهای توپی ۲ الی ۵۶ اینچ کلاس‌های ۱۵۰ ، ۳۰۰ و ۶۰۰

IGS-M-PL-002-3(0)

۲. دستورالعمل بازرسی سامانه‌های حفاظت کاتدی (ابزار و دستگاه‌های اندازه‌گیری)

IGS-I-TP-001(0)

۳. دستورالعمل بازرسی سامانه‌های حفاظت کاتدی (روش اجرایی)

IGS-I-TP-002(0)

۴. دستورالعمل کنترل نشت در تاسیسات خطوط انتقال و شبکه‌های تغذیه و توزیع گاز طبیعی

IGS-O-SF-04(1)

این تصمیم به منزله مصوبه مجمع عمومی شرکت‌های تابعه محسوب و برای کلیه شرکت‌های تابعه لازم الاجرا می‌باشد .

الهام ملکی

دبیر هیات مدیره

رونوشت : مدیرعامل محترم شرکت ملی گاز ایران و رییس هیات مدیره
: اعضای محترم هیات مدیره
: مشاور و رییس دفتر محترم مدیر عامل
: رییس کل محترم امور حسابرسی داخلی
: رییس محترم امور حقوقی
: رییس محترم امور مجامع

GasPlus.ir

فهرست

ردیف	موضوع	صفحه
۱	مقدمه	۲
۲	مراجع	۵
۳	تعاریف و اصطلاحات	۶
۴	خطرات و ریسکهای محتمل	۹
۵	کمکهای اولیه و گروههای امداد	۹
۶	الزامات کیفی	۹
۷	الزامات محیط زیستی	۹
۸	سطوح دانشی /مهارتی مورد نیاز مجریان / کاربران	۹
۹	ابزار و وسایل مورد نیاز	۹
۱۰	اخذ مجوزهای لازم	۲۷
۱۱	گامهای عملیاتی و اجرائی (نحوه اجرا)	۲۷
۱۲	پیوست‌ها	۲۸

GasPlus.ir

۱- مقدمه

فلزات در طبیعت عموماً به گونه ترکیب با عناصر غیر فلزی مانند اکسیدها و نمک‌های فلزی که در آن‌ها فلز به‌صورت پایدار و غیر فعال ، است وجود دارند و فلز خالص را از راه احیای این ترکیبات فلزی به‌ویژه اکسیدهای فلزی تولید می‌نماید . در این فرآیند فلز از حالت پایدار طبیعی خود خارج‌شده به حالت فعال و ناپایدار در می‌آید، از این رو فلزات پیوسته تمایل دارند با عناصر دیگر ترکیب شده و مجدداً به حالت پایدار خود درآیند . این فرآیند بازگشت فلز به حالت طبیعی و پایدار که از طریق واکنش های شیمیایی و یا الکتروشیمیایی فلز با محیط اطراف آن انجام می شود زنگ زدگی و یا اصطلاحاً خوردگی فلزی نامیده می شود و چنانچه از انجام واکنش های خوردگی جلوگیری نشود فلز با سرعت خورده شده و از دست می رود . محیط های اطراف فلزات و از جمله فولاد ها که کاربرد وسیعی در زندگی امروز دارند و به عنوان محیط های خورنده شناخته می شوند عموماً عبارتند از هوا، آب، خاک و مواد شیمیایی. محیط های مختلط که مشتمل بر حضور دو یا چند یا همه محیط های فوق می باشد .

حفاظت فلزات به ویژه فلزات آهنی و مشتقات آنها نظیر فولاد های کربنی معمولاً با روش های زیر انجام می گیرد :

ردیف	محیط خورنده	روش حفاظت
۱	هوا	رنگ آمیزی
۲	آب	حفاظت کاتدی و یا پوشش + حفاظت کاتدی
۳	خاک	پوشش + حفاظت کاتدی
۴	مواد شیمیایی	پوشش های مقاوم – حفاظت کاتدی یا آندی – آلیاژهای مقاوم

از آنجا که حفاظت کاتدی یکی از ارکان اصلی سیستم های حفاظتی است لازم است که به طور مستقل مورد بررسی قرار گرفته و ضوابط و معیار های مورد نیاز برای طراحی ، اجرا و بهره برداری از آن مشخص گردد تا از پراکندگی و اعمال سلیقه های بعضاً نادرست در به کارگیری این فن که می تواند

ضمن اتلاف سرمایه و انرژی در بعضی موارد موجب ضرر و زیان غیر قابل جبران شود جلوگیری به عمل آید. همانطور که از نام آن پیداست حفاظت کاتدی عبارت است از حفاظت کردن فلز از طریق تشکیل یک پیل الکتریکی و یا ایجاد سیستم الکترولیز که سازه مورد نظر در آنها قطب منفی یا کاتد باشد زیرا در هر دو سیستم آند خورده شده و کاتد سالم باقی می ماند بنابراین حفاظت کاتدی را به دو صورت زیر می توان انجام داد:

GasPlus.ir

ا- از طریق تشکیل یک پیل الکتروشیمیایی به وسیله نصب یک آند از جنس فلز فعال نظیر منیزیم (**Mg**) درالکترولیت مجاور (چندمتری) سازه (کاتد) واتصال آند به سازه از طریق یک سیم رابط، این روش را حفاظت کاتدی با آند فدا شونده نامیده اند.

ب- از طریق تشکیل یک سیستم الکترولیز که در آن آند و کاتد (سازه) توسط یک مولد الکتریکی جریان مستقیم (**DC**) ایجاد می شود بدین صورت که در مجاورت (چندین متری) سازه یک یا چند آند مثلاً از جنس چدن نصب کرده و سازه آند به ترتیب به قطب منفی و مثبت مولد وصل می نمایند . این روش را حفاظت کاتدی به روش تزریق جریان یا سیستم القایی نامیده اند.

کاربرد توأم پوشش و حفاظت کاتدی برای حفاظت سازه های مدفون در خاک و یا در تماس با آب با صرفه ترین و مطمئن ترین روش مقابله با زنگ زدگی (خوردگی) اکثر سازه های فولادی است مشروط بر اینکه در طراحی، نصب و بهره برداری از این سیستم ضوابط و اصول مقرر به طور کامل و دقیق رعایت گردد.

در این دستورالعمل ضوابط و مقررات استاندارد برای استفاده از سیستم حفاظت کاتدی برای سازه های فولادی مدفون در خاک و یا در تماس با آب اعم از پوشش دار یا بدون پوشش برای استفاده کنندگان اعم از مشاوران، پیمانکاران، کارفرمایان و طراحان بیان گردیده است. عدم رعایت این ضوابط و مقررات نه تنها کارآیی سیستم را کاهش خواهد داد بلکه می تواند خسارات جبران ناپذیر نیز بیار آورد.

این دستورالعمل در برگیرنده برخی تعاریف، اصول کلی کاربرد، مشکلات خاص حفاظت سازه های فولادی مدفون، ایمنی سازه های مجاور سازه حفاظت شده، اندازه گیری ها و ابزار اندازه گیری، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری و نکات ایمنی سیستم های حفاظت کاتدی می باشد.

۱-۱- دامنه شمول (کاربران)

این دستورالعمل برای بازرسی فنی سامانه های حاظت کاتدی شامل خرید مواد مصرفی سامانه حفاظت کاتدی، تحویل و تحول پروژه ها، انجام آزمون پوشش شبکه و نیز بررسی و تجزیه و تحلیل عملکرد و حفظ و نگهداری و بهره‌برداری از سامانه های مذکور در سطح شرکتهای توزیع گاز (استانی) کاربرد دارد.

ب-این روش اجرائی جهت اندازه‌گیری پتانسیل کلیه لوله‌های فولادی پوشش‌دار مدفون درخاک اعم ازشبکه توزیع، خطوط تغذیه کاربرد دارد و بازرسی ازکلیه سامانه‌های حفاظت کاتدی در سطح شرکتهای توزیع گاز (استانی) رادربرمی‌گیرد.

GasPlus.ir

۱-۲- حیطه عملکردی

شرکتهای توزیع گاز (استانی) مشمول این دستورالعمل می باشند.

۱-۳- مسئولیتها

مسئولیت اجرای این دستورالعمل به عهده واحدهای بهره برداری و بازرسی فنی میباشد.
مسئولیت بازنگری دستورالعمل بر عهده بازرسی و کنترل فنی ستاد (کارگروه حفاظت کاتدی) میباشد.

۱-۴- دستگاه نظارت

واحدهای بازرسی فنی شرکتهای توزیع گاز استانی میباشد.
نظارت عالیه بر حسن انجام دستورالعمل بر عهده امور بازرسی و کنترل فنی ستاد میباشد.

۱-۵- بازنگری دستورالعمل:

بازنگری دستورالعمل هر ۳ سال یکبار انجام میشود.

۱-۶- اهداف کلی / اصلی / جزئی

۱-۶-۱- هدف کلی:

صیانت از دارائیهای فیزیکی صنعت گاز

۱-۶-۲- هدف اصلی:

تهیه دستورالعملهای بازرسی از سامانه حفاظت کاتدی

۱-۶-۳- اهداف جزئی:

الف- این دستورالعمل به منظور راهنمایی و هدایت کاربران حفاظت کاتدی در جهت استفاده بهینه از سامانه های حفاظت کاتدی برای حفاظت سازه های فولادی مدفون در خاک و یا در تماس با آب در برابر خوردگی بوده و اصول و ضوابط کلی را بیان نموده تا از این طریق ضمن جلوگیری از پراکندگی و اعمال سلیقه های نادرست و خارج از ضابطه حداکثر بهره وری از کاربرد این سیستم حاصل شود. لذا نگهداری از تجهیزات بمنظورکاهش هزینه های نگهداری تجهیزات بوسیله اقدامات پیشگیرانه (**PM**) از اهداف میباشد.

ب- هدف ازتدوین این دستورالعمل تشریح نحوه اندازه‌گیری صحیح پتانسیل لوله به خاک نسبت به نیم پیل استاندارد جهت ایجاد وحدت رویه درانجام آن وبررسی دقیق عملکرد سامانه حفاظت کاتدی تاحصول اطمینان ازتحت پوشش حفاظت کاتدی قرارداشتن کلیه خطوط است. به‌گونه ای که وقفه‌ای درارائه خدمات گازرسانی به مشترکین ایجاد نگردد ویا به حداقل ممکن کاهش یابد.

GasPlus.ir

۲- مراجع

"کنترل خوردگی "،**(AW. Peabody)** شهرابی فراهانی تقی،دانش مسلک اشکان،علی اف خضرایی محمود،تهران،جهاد دانشگاهی،اول:۱۳۸۸

" جلوگیری از خوردگی فلزات توسط حفاظت کاتدی به روش آند فنا شونده " ، ساعتچی احمدوآقاجانی عباس، انتشارات ارکان دانش،اول : ۱۳۸۶

" حفاظت کاتدیک لوله های فولادی" ، هاشمی مجد سید علی ، مشهد،سخن گو،دوم :۱۳۸۶

" مهندسی خوردگی" ، مارس جی فونتانا ونوربرت دی گرین ، ساعت چی احمد،اصفهان، جهاد دانشگاهی،اول : ۱۳۶۵

"Control of Pipeline Corrosion", A.W.Peabody, 2001, p21

"Corrosion and Corrosion Control",R.W.Revie and H.H.Uhlig, 2008

"Cathodic Protection (Second Edition)", Morgan J.H, (NACE)

ASTM G57,"Standard Test Method for Field Measurement of Soil Resistivity Using the Wenner Four-Electrode Method"

NACE SP0104,"The use of coupons for cathodic protection monitoring Application"

NACE TM0497,"Measurement Techniques Related to Criteria for Cathodic Protection on Underground or Submerged Metallic Piping Systems"

NACE SP0177,"Mitigation of Alternating Current and Lightning Effects on Metallic Structures and Corrosion Control Systems)

EN-IEC 61010**,** "Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use"

EN-IEC 61326, "Electrical Equipment for Measurement, Control and Laboratory Use"

IEC, EN 60051-7,"Direct Acting Indicating Analogue Electrical Measuring Instruments and Their Accessories Part 7: Special Requirements for Multi-Function Instruments"

EN 15280,"Evaluation of A.C. corrosion likelihood of buried pipelines Applicable to cathodically protected pipelines"

ISO14001,"Environmental Management Systems - Specification with Guidance for Use"

ISO 15589-1,"Petroleum and natural gas industries - Cathodic protection of

GasPlus.ir

Pipeline transportation systems, Part1: On-Land Pipelines"

UFC 3-570-06,"Operation and Maintenance: Cathodic Protection Systems"

API RP 38 ,NACE TM 0194, "SRB Test"

IEEE -81,"Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Grounding System"

OHSAS 18001,"Occupational health and safety management systems- Specification"

IPS-M-TP-750,"Cathodic protection parts , Impressed Current Anodes, Carbonaceous Backfill for Impressed Current Anodes, Galvanic Anodes for Underground Applications, Bracelet Type Galvanic Anode"

IGS-R-TP-028,"Instant off Potential Measuring Method on Buried Distribution and Network Gas Steel Pipe"

IGS-O-TP-002,"Electrical Coating Resistance Test for Distribution & Network Gas Steel Pipes"

GasPlus.ir

۳- تعاریف و اصطلاحات

۳-۱- لوله حامل گاز(**Carrier Pipe**): لوله فلزی حامل گاز که جهت جلوگیری از وارد شدن بارهای استاتیکی و دینامیکی بر آن، از داخل غلاف عبور میکند.

۳-۲- غلافی(**Casing**): لوله فولادی که لوله حامل گاز از داخل آن عبور می کند.

۳-۳- حلقه آب بندی انتهایی(**End Seal**): حلقه اغلب لاستیکی ومتناسب با قطر خارجی لوله حامل گاز وغلاف که توسط بست های مخصوص محکم می شوند و فضای داخل غلاف را از محیط اطراف جدا میکند

۳-۴- حلقه های عایقی(**Insulator**): حلقه هایی ازجنس مواد عایقی که دور لوله حامل گاز بسته می شوند وضمن قطع ارتباط الکتریکی لوله حامل گاز وغلاف، تکیه گاه لوله حامل گاز نیز در داخل غلاف می باشند.

۳-۵- سپرالکتریکی(**Shielding**): هرگونه مانعی که از رسیدن جریان حفاظتی به لوله فلزی حامل گاز جلوگیری نماید.

۳-۶- لوله ونت(**Vent Pipe**): مجموعه لوله واتصالاتی است که به غلاف جوشکاری می شود ومحفظه داخلی غلاف را به فضای آزاد در یک ناحیه ایمن متصل میکند.

۳-۷- نقاط اندازه گیری پتانسیل(**TP**): نقاطی که امکان اندازه گیری مولفه های حفاظت کاتدی را فراهم سازد.

۳-۸- الکترولیت: محیط یونی که ارتباط الکتریکی بین دوسازه فلزی را برقرار میکند.

۳-۹- اتصال الکترولیتی(**Electrolytic Contact**): ارتباط یونی بین دو سازه فلزی از طریقی الکترولیت.

۳-۱۰- اتصال کوتاه فلزی(**Metallic Short**): هرگونه اتصال فلزی بین دو سازه.

- اغلب اتصال کوتاه مستقیم فلزی در دو قسمت انتهایی غلاف رویمی دهد. البته در برخی موارد اشیاء فلزی بجا مانده در داخل غلاف و جداکننده ها(**Insulators**) نیز از طریق تماس با کابلهای فلزی، ارتباط غیرمستقیم بین غلاف ولوله ایجاد میکنند.

۳-۱۱- حفاظت کاتدی(**Cathodic Protection**): محافظت ازخوردگی لوله فلزی با برقراری جریان الکتریکی ازطریق الکترولیت.

۳-۱۲- پوشش(**Coating**): لایه عایق محافظی که لوله های فلزی را با آن می پوشانند

۳-۱۳- بسترآندی (**Ground bed**): محلی که مجموعه آندها در آن نصب می شوند تا جریان حفاظت کاتدی از طریق آن تامین گردد.

۳-۱۴- جوش حرارتی (**Cad Weld**): روش اتصال کابل به لوله با استفاده از ازکوره گرافیتی، پودر وپولک مخصوص انجام می شود.

۳-۱۵- اتصال کابل لحیمی(**Pin Brazing**): روش اتصال کابل به لوله بطریق فرو بردن یک پین درمذاب آلیاژ ویژه نقره توسط دستگاه مخصوص

۳-۱۶- مولتی متر(**Multi-Meter**): تجهیزالکترونیکی که پارامترهای مختلف الکتریکی با آن اندازه گیری می شود.

۳-۱۷- تسترعایقی فرکانس رادیویی(**RF-IT Insulator Tester**): تجهیزالکترونیکی برای تشخیص کیفیت اتصال/ فلنج عایقی غیر مدفون.

۳-۱۸- تسترعایقی(**CE-IT Insulator tester**)**:** تجهیز الکترونیکی برای اندازه گیری وتشخیص کیفیت اتصال/ فلنج عایقی مدفون.

۳-۱۹- دیتا لاگر (**Data Logger**): دستگاه ثبات داده های دیجیتال

۳-۲۰- ویبرو گراند (**Vibro-Ground**): دستگاه سنجش مقاومت الکتریکی مخصوص خاک

۳-۲۱- ارت تستر (**Earth-Tester**): دستگاه سنجش مقاومت اتصال زمین

۳-۲۲- مگر (**Megger**): دستگاه سنجش مقاومت عایقی

۳-۲۳- اینتراپتر/ سنکرونایزر (**Interrupter/Synchronizer**): دستگاه همزمان سازی

۳-۲۴- خوردگی آتمسفری(**Atmospheric Corrosion**): خوردگی تحت تاثیر عوامل محیطی را گویند.

GasPlus.ir

۳-۲۵- خوردگی بیولوژیکی (**Biological Corrosion**): در اثر تجمع , تکثیر وفعالیت موجودات زنده (متابولیسم) اعم از جانداران میکروسکوپی (باکتری) ,ماکروسکوپی (قارچ ها ,موجودات آبزی ,صدف ها)بین **PH**های ۰ تا ۱۱ اتفاق می افتد

۳-۲۶- کوپن (**Coupon**): صفحه ای فلزی از جنس لوله برای اندازه گیری ولتاژ خاموش لحظه ای

GasPlus.ir

۴- خطرات و ریسکهای محتمل

- کلیه فرآیندهای مرتبط در راستای خطرات و ریسکهای محتمل رعایت و اجرا گردند.

۵-کمکهای اولیه و گروههای امداد (درصورت نیاز)

- کلیه فرآیندهای مرتبط در راستای کمکهای اولیه و گروههای امداد (درصورت نیاز)رعایت و اجرا گردند.

۶- الزامات کیفی

- کلیه فرآیندهای مرتبط در راستای سیستم مدیریت یکپارچه **IMS** رعایت و اجرا گردند.

۷- الزامات محیط زیستی

- اعمال کنترل های لازم و مدیریت دارایی های فیزیکی به منظور به حداقل رساندن تاثیرات زیان بار فعالیتهای مرتبط با ارائه محصول (مخاطرات زیست محیطی و بهداشت شغلی)به منظور اعمال مدیریت ایمنی ، بهداشت حرفه ای و زیست محیطی در سازمان و رعایت الزامات تضمین کیفیت و ایمنی و بهداشت سیستم های **ISO14001 ، OHSAS 18001** در سطح شرکت .

۸- سطوح دانشی /مهارتی مورد نیاز مجریان / کاربران

- بکار گماری منابع انسانی بر اساس روش استاندارد مهارت شغلی و شرایط احراز شغل باشد. لذا سازمان در این راستا می بایست تمامی فعالیتهای اجرایی را از قبل ، طراحی و راههای پیاده سازی این مکانیزم را برای کلیه سمتهای سازمانی با استانداردهای مربوطه مقایسه نموده و شکاف های موجود بین شـرایط صلاحیت افراد را با استاندارد مهارتشغلی استخراج می نماید . و نسبت به اجرای آموزش ها ومهـارت های کسب نشده پرسنل اقدام نماید .

۹- ابزار و وسایل مورد نیاز

دستگاه ها و ابزار سنجش و اندازه گیری مورد نیاز بشرح زیر می باشد:

- دستگاه نیم پیل (**Half Cell**)

GasPlus.ir

- دستگاه مولتی متر (**Multi-Meter**):
- دستگاه دیتالاگر (**Data Logger**) (پرتابل و ثابت در سامانه های پایش از راه دور) :
- دستگاه سنجش مقاومت الکتریکی مخصوص خاک (**Vibro-Ground**)
- دستگاه اندازه گیر مقاومت عایقی کابل (**Megger**)
- دستگاه سنجش مقاومت اتصال زمین (**Earth-Tester**)
- دستگاه اینتراپتر / همزمان سازی (**Interrupter/Synchronizer**)
- دستگاه تست اتصال عایقی(**IF/IJ**)
- کوپن اندازه گیری پتانسیل
- مشخص سازی واندازه گیری باکتری **SRB**

۹-۱- دستگاه نیم پیل (Half Cell)

یکی از متداولترین روشهای مانیتورینگ سیستم حفاظت کاتدی، اندازه گیری پتانسیل لوله نسبت به زمین توسط نیم پیل (**Half Cell**) می باشد .

این اندازه گیریها در نقاط متعدد و شرایط محیطی مختلف انجام میشود و نتایج آن به منظور بررسی کارایی و عملکرد سیستم حفاظت کاتدی مورد تجزیه و تحلیل قرار میگیرد.

براساس آن نتایج ،تصمیمات متناسب اعم از رفع عیب الکتریکی شبکه ،احداث ایستگاه ،تعویض پوشش و ... اخذ میگردد . بنابراین دقت و صحت اندازه گیری پتانسیل از اهمیت به سزایی برخوردار است. وجود خطای اندازه گیری در طول زمان میتواند منجر به تحمیل خسارت و افزایش هزینه ها شود.

عوامل اصلی موثر درکاهش دقت اندازه گیری پتانسیل عبارت است از:

- محل قرار گرفتن نیم پیل (**Half Cell**) روی زمین
- نحوه اتصال بین ولتمتر و نیم پیل (**Half Cell**)
- مقاومت الکتریکی محل تماس نیم پیل (**Half Cell**) و زمین
- کالیبراسیون و صحت عملکردنیم پیل (**Half Cell**) و شرایط نگهداری از آن

۹-۱-۱- الکترود مس/سولفات مس

الف- معرفی دستگاه:

GasPlus.ir

این الکترود شامل اجزای اصلی چون بدنه شفاف **(Clean Window Plastic Tube)** ، تیغه مسی (**Copper Rod**)، ناحیه انتهایی (محل اتصال پراپ ولتمتر)، سری متخلخل (**Porous Plug**) ، محلول فوق اشباع سولفات مس به همراه مقداری کریستال سولفات مس میباشد.

نکاتی که در رابطه با الکترود می بایست مورد توجه قرار گیرد:

- تمیز نگه داشتن اجزای الکترود بویژه سری متخلخل آن
- بعد از اتمام کار با الکترود حتما درپوش ناحیه متخلخل گذاشته شود
- به صورت دوره ای ناحیه متخلخل را تمیز نموده تا از مسدود شدن منافذ آن جلوگیری نمایید
- همیشه از وجود کریستال های حل نشده سولفات مس اطمینان حاصل گردد
- از قرار دادن ناحیه متخلخل روی سطح آغشته به روغن جلوگیری گردد
- در صورت قرار دادن ناحیه متخلخل روی سطوح آلوده (همچون نمک و ...) بلافاصله می بایست ناحیه متخلخل تنظیف گردد
- در صورت مشاهده هر یک از موارد زیر می بایست مطابق شرح پیوست اقدام به کالیبراسیون آن نمایید.
- در بررسی های دوره ای اختلاف پتانسیل بین الکترود عملیاتی و مرجع کالیبره مطابق شکل زیر بیش از ۵ میلی ولت گردد (**Tip to Tip**)
- میله مسی شفافیت خود را از دست داد
- محلول تجهیز کدر و کثیف شده باشد
- کریستال های سولفات مس قابل مشاهده نباشند

تغییرات دما در پتانسیل قرائت شده تاثیر داشت لذا هنگام قرائت پتانسیل می باسیت الزاما در سایه قرار داده شده و از در معرض آفتاب قرار دادن الکترود خودداری گردد چرا پتانسیل قرائت شده توسط الکترودی که در آفتاب قرار داده شده است در مقایسه با الکترودی که در سایه قرار داده شده است ۱۰ الی ۵۰ میلی ولت کمتر خواهد بود.

توجه : دقت شود جهت کمینه نمودن میزان خطا هاف سل الزاماً می بایست روی تاج لوله قرار داده شود. شایان ذکر است جهت استاندارد سازی نحوه اتصالات مدار می بایست ترمینال مثبت دستگاه اندازه گیری به لوله و ترمینال منفی به هاف سل متصل گردد. (در صحت عملکرد سیستم مطمئنا عدد قرائت شده دارای پلاریته منفی خواهد بود)

ب- اجزاء داخلی ایستگاه :

GasPlus.ir

۱.نیم پیل :کالیبره بودن نیم سل،طرز قرار دهی مناسب،عدم قرار دهی در زمینی با پتانسل مثبت (**Remote Earth**). ملاحضات دما و نور خورشید، اتصالات و سیم، نگهداری و تنظیف

۲. مولتی متر و لاگر مربوطه : مقاومت داخلی، پراپ مناسب، سنجش آمپر به صورت سری (غیر کلمپی)

۳.ترانس رکتیفایر : دما و رنگ روغن،صحت گیج های،رنگ سسیلیکاژل،صحت گلندها،عدم نشت روغن،کارکرد در رنج مجاز،صحت رله هاو سلکتور ترانس، صحت فیوز هاو سایر متعلقات

۴. باند باکس منفی و مثبت: چک نمودن اتصال مناسب کابلشوها، عدم سولفاته شدن شینه مسی، لیبلینگ مناسب کابل ها، صحت گلندها، عدم ارتباط و اتصال کوتاه کابل به بدنه باکس.

۵.تجهیزان سرچاهی

۶.آندها:عدم جریان دهی معکوس ،وضعیت کیسینگ

۷.کابل های رابط

۸.سیستم ارت ترانس : مقاومت چاه، وضعیت سرچاهی،عدم سولفاته شدن شینه (در صورت وجود)

۹. تجهیزات تابلو برق ترانس (در صورت مجزا بودن): صحت رله حفاظت جان (**RCD**)و فیوزها

ج- محل قرائت پتانسیل :

۱.محل قرار گیری الکترود مرجع : حداقل رسانی **IR Drop**،عدم قرار دهی روی یخ و یا روغن، خیس نمودن کامل محل قرار دهی

۲.تست پوینت: عدم اتصال کابل به بدنه

۳. اتصالات عایقی: چک نمودن عدم نشت جریان

۴.کیسینگ: عدم ارتباط غلافی با لوله حامل (روش تست در دستورالعمل غلافی)

۵.شیرها : عدن نشت جریان حفاظت کاتدیک

۶.تداخل آندی استاتیک(همجوار بستر سامانه آندی بیگانه)

۷. تداخل کاتدی استاتیک(تقاطع و توازی با خطوط بیگانه، سامانه های ریلی جریان مستقیم، سایر منابع)

۸. تداخل کاتدیکی دینامیک (همجواری با سامانه ریلی جریان مستقیم)

۹. سازه های فلزی

GasPlus.ir

۹-۱-۲- الکترود مرجع نقره/ کلرید نقره

الف- معرفی دستگاه:

الکترود مرجع نقره/ کلرید نقره از یک الکترود نقره که سطح آن با کلرید نقره توسط روش‌های حرارتی یا الکترولیتی پوشش داده شده است، تشکیل می‌شود. این الکترود درجه بالایی از پایداری را نشان می‌دهد. الکترود مرجع نقره/ کلرید نقره به طور مستقیم در آب دریا یا آب‌های رودخانه‌ای شور به کار می‌رود. در کاربردهای دیگر مانند فولاد در بتن، از الکترود مرجع نقره/ کلرید نقره/ کلرید پتاسیم استفاده می‌شود.

الکترودهای مورد استفاده در آب دریا به منظور محافظت مکانیکی در محفظه‌هایی قرار می‌گیرند و جهت برقرار شدن تماس با الکترولیت، سوراخ‌هایی بر روی این محفظه‌ها ایجاد می‌شود. این الکترودها پیش از استفاده باید به مدت چند ساعت در آب دریا غوطه‌ور شوند. انتهای کابل الکترودها به منظور جلوگیری از اتصال کوتاه شدن به خوبی عایق می‌شود.

تغییرات در میزان شوری آب بر پتانسیل این الکترود تاثیر خواهد گذاشت . رقیق شدن آب که در مدخل ورودی آب ممکن است اتفاق بیفتد ، پتانسیل الکترود را مثبت تر میکند . بنابراین اصولا باید از یک پتانسیل منفی تر از آنچه در جدول ۱ اشاره شده است استفاده کرد .

Metal or alloy	Reference electrode (and conditions of use)			
	Copper/copper sulphate (in soils and fresh water)	Silver/silver chloride/saturated potassiumchloride (in any electrolyte)	Silver/silver chloride/sea-water (see note 1)	Zinc/sea-water (see note 1)
	V	V	V	V
Iron and steel				
aerobic environment	– 0.85	– 0.75	– 0.8	+ 0.25
anaerobic environment	– 0.95	– 0.85	– 0.9	+ 0.15
Lead	– 0.6	– 0.5	– 0.55	+ 0.5
Copper-based alloys	– 0.5 to – 0.65	– 0.4 to – 0.55	– 0.45 to – 0.6	+ 0.6 to + 0.45
Aluminium				
Positive limit	– 0.95	– 0.85	– 0.9	+ 0.15
Negative limit	– 1.2	– 1.1	– 1.15	– 0.1
NOTE 1 For use in clean, undiluted and aerated sea-water. The sea-water is in direct contact with the metal electrode. NOTE 2 All figures have been rounded to the nearest 0.05 V.				

جدول۱-حداقل سطح پتانسیل حفاظت کاتدی

به علت اینکه تغییرات پتانسیل به ازای هر ده برابر شدن غلظت بیشتر از ۶۰ میلی ولت نخواهد بود ، در بسیاری از موقعیتها ، اگر حد مجاز را کمی منفی تر در نظر بگیریم ، این تغییرات پتانسیل لحاظ خواهد شد . اگر به هر دلیل تغییرات پتانسیل اندازه‌گیری ناشی از میزان شوری ، قابل قبول نباشد ،میله نقره‌ای باید در محلول کلرید

Gashius.ir

پتاسیم اشباع شده در یک ظرف بدون منفذ قرار گیرد به نحوی که الکترود توسط یک پل نمکی از محیط جدا گردد .

الکترودهای مرجع نقره/ کلرید نقره در زمانی که مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، باید در محلول اشباع کلرید پتاسیم نگه داشته شوند.

۹-۲- دستگاه مولتی متر (Multi-Meter)

۹-۲-۱- معرفی دستگاه:

دستگاه مولتی متر دستگاه الکترونیکی برای اندازه گیری مولفه های الکتریکی لوله (برای داده های الکتریکی مطابق مفاد بند ۱) است. (به استانداردهای **IGS-R-TP-028** و**IEC EN60051-7** مراجعه شود)

۹-۲-۲- انواع داده های الکتریکی در سامانه های حفاظت کاتدی

الف- ولتاژ

- **AC** لوله (نویز)
- **DC** روشن V_{On}
- **DC** خاموش لحظه ای **IOP**
- **DC** خاموش دایم – ولتاژ طبیعی V_{Off} یا V_N

ب- جریان الکتریکی

- **AC** ورودی ترانس
- **DC** خروجی ترانس

۹-۲-۳- معیارهای حفاظت کاتدی و روش اندازه گیری با دستگاه مولتی متر

الف- معیار پتانسیل روشن (**ON**) ۰/۸۵- ولت با یکی از روشهای اندازه گیری زیر :

- مطابق استاندارد **IGS-R-TP-028** اندازه گیری میکند.
- مطابق استاندارد **IGS-O-TP-002** اندازه گیری میکند.
- مطابق استاندارد **NACE TM0497** اندازه گیری میکند.

ب- معیار پتانسیل خاموش لحظه ای (**IOP**) با روش اندازه گیری :

- مطابق استاندارد **IGS-R-TP-028** اندازه گیری میکند.

ج- معیار پتانسیل ۱۰۰ میلی ولت پلاریزه بیش از پتانسیل طبیعی با روش اندازه گیری :

GasPlus.ir

- مطابق استاندارد **NACE TM0497** اندازه گیری میشود.

د-**AC** لوله (نویز)

- مطابق با استاندارد **NACE SP 0177** برای روش میله ای و یا هافسل با استاندارد **EN 15280**

۹-۲-۴- مشخصات فنی دستگاه مولتی متر:

دستگاه مولتی متر می بایست دارای مشخصات ذیل باشد:

الف- از نوع دیجیتالی .

ب- با حداقل مقاومت ورودی ۱۰ مگا اهم برای زمین های با مقاومت معمولی و غیر سنگی و ۲۰۰ مگا اهم برای زمین های خشک و سنگی و با مقاومت زمین بالا.

ج- قابلیت انتخاب برای قرائت دادهای ولتاژ و جریان در رنجهای مختلف و دارای امکان سنجش اهم و اتصال کوتاه با آلارم مربوطه (**BUZZER**)

د- قابلیت انتخاب برای قرائت دادهای ولتاژ متناوب (**AC**) و مستقیم (**DC**).

ه- قابلیت اندازه گیری فرکانس.

و- دارای صفحه نمایشگر دیجیتال با زمان به روزسازی اعداد نمایش داده شده کمتراز ۱۲۵ میلی ثانیه (مطابق استاندارد **UFC 3-570-06**).

ز- پراب های منفی و مثبت دارای دو رنگ متفاوت مشکی و قرمز.

ق- پراب های منفی و مثبت دارای سیم هادی یکپارچه و از نوع نرم (افشان) با روکش یکپارچه با طول حداکثر یک متر.

ر- انتهای پراب های منفی و مثبت، بدون زنگ زدگی و دارای روکش عایق همرنگ روکش سیم هادی.

ش- دقت اندازه گیری باید حداقل یک درصد باشد.

ت- باید از مولتی متر کالیبره استفاده کرد که در طی زمانهای یکساله توسط شرکت های ذیصلاح، کالیبره گردد.

۹-۳- دستگاه دیتالاگر (Data Logger) (پرتابل و ثابت در سامانه های پایش از راه دور) :

۹-۳-۱- معرفی دستگاه:

دستگاهی است که برای اندازه گیری ، ثبت وبایگانی داده های مختلف از جمله کمیتهای الکتریکی مانند ولتاژ و جریان و ... استفاده میشود.

GasPlus.ir

۹-۳-۲- مشخصات فنی دستگاه

- امپدانس ورودی حداقل ۱۰ مگا اهم باشد .
- نرخ نمونه برداری دستگاه دیتالاگر می بایست حداقل نمونه برداری دو هزار نمونه بر ثانیه **(500µS/S)** باشد .
- حافظه دستگاه حداقل می بایست ۲ گیگا بایت باشد .
- دستگاه بایستی قابلیت قرائت و نمایش پتانسیل **DC & AC** را داشته باشد .
- دستگاه بایستی در برابر اتصال کوتاه ،اضافه بار و شوکهای الکتریکی ناگهانی محافظت شده باشد.
- به منظور جلوگیری از بین رفتن داده های ذخیره شده در حافظه دستگاه دیتالاگر ، می بایست دستگاه به باطری پشتیبان مجهز باشد .
- دستگاه می بایست دارای درگاه ارتباطی استاندارد **COM/USB** جهت ارتباط با موارد زیر را داشته باشد:کامپیوتر صفحه نمایشگر/ سامانه **GPS**
- دستگاه می بایست دارای نرم افزار مناسب و صفحه نمایش گرافیکی باشد.
- دستگاه می بایست دارای فیلتر مناسب برای حفاظت مقادیر ولتاژ **DC** در برابر ولتاژهای **AC** باشد.
- دستگاه می بایست به سیستم **G.P.S** مجهز باشد.
- دستگاه (پرتابل) باید از کلاس حفاظتی **IP65** برخوردار باشد.
- دستگاه دیتالاگر می بایست قابلیت نمایش همزمان ولتاژهای **AC** و **DC** را داشته باشد.
- دستگاه می بایست به سامانه اندازه گیری دمای محیط مجهز باشد.

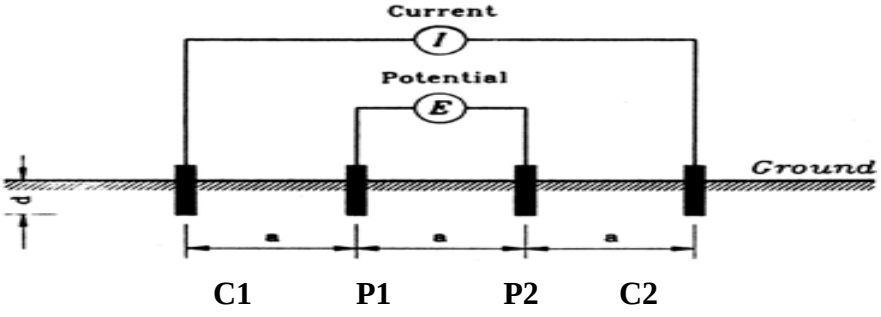
۹-۴- دستگاه سنجش مقاومت الکتریکی مخصوص خاک (**Vibro-Ground**)

۹-۴-۱- تعریف مقاومت مخصوص خاک:

یک مشخصه الکتریکی خاک است وبر حسب اهم - سانتیمتر(**ΩCm**) بیان می گردد

۹-۴-۲- روش اندازه گیری:

الف- روش استفاده از روش چهارمیله ای یا روش ونر



GasPlus.ir

شکل ۱- اندازه گیری مقاومت مخصوص خاک با روش چهار میله **(Wenner)**

۹-۴-۳- نکات مهم اجرایی:

- فاصله میله ها از یکدیگر،مقاومت مخصوص خاک در این عمق (برابر فاصله الکترودها) نشان می دهد.
- عمق الکترودها **(d)** در مقایسه با فاصله آنها **(a)**، باید کوچک باشد. (عمق فرورفتن میله ها نباید از۵درصد(**a/20**) فاصله بین الکترودها زیادتر باشد)
- درهنگام اندازه گیری مقاومت مخصوص خاک درمجاورت لوله ، امتدادمیله های اندازه گیری عمودبر لوله باشد وفاصله اولین میله کوبیده شده بزرگتراز **a** انتخاب گردد.
- اندازه گیری باید در محدوده دمای محیط بین ۵ تا ۴۰ درجه سانتیگراد انجام گردد

۹-۵- دستگاه اندازه گیر مقاومت عایقی کابل (**Megger**)

۹-۵-۱- معرفی دستگاه:

دستگاه اندازه گیری مقاومت عایقی، وسیله ای است که برای سنجش مقاومتهای بسیار بزرگ تا چند گیگا اهم مانند مقاومت عایقی کابل ها، اتصالات عایقی و سایر تجهیزات به کار می رود.

اندازه گیری عایق کابل ها مخصوصا کابل های زیر زمینی که به علت نفوذ آب در گذر زمان با کاهش مقاومت عایق بین سیم ها باعث جریان نشتی و افت ولتاژ می شوند از اهمیت ویژه ای برخوردار است.در نسل اولیه دستگاه های فوق از ژنراتور دستی جهت تولید ولتاژ مورد نیاز استفاده می شد ولی اکنون با نسل جدید این دستگاهها امکان تعیین ولتاژ مورد نیاز از ۵۰ ولت تا ۲۰ کیلو ولت و مقاومت های با رنج بالا ، امکان زمان بندی برای مشخص زمان تست و امکان زمان بندی ترکیبی برای تعیین دو نوع ولتاژ متفاوت در دو زمان پیوسته برای تست های پیشرفته، دارای خروجی **DC** و امکان اتصال به کامپیوتر و ذخیره اطلاعات به صورت دیتا لاگر برای ثبت میزان ولتاژ اعمالی و تغییرات مقاومت کابل در زمان های مختلف نیز وجود دارد.

۹-۵-۲- نکات ایمنی

برای استفاده از دستگاه اندازه گیر مقاومت عایقی، موارد زیر باید رعایت شود:

أ. در اطراف محیط های دارای نشت گاز، مواد منفجره، گازهای قابل احتراق و دارای گرد وغبار از این دستگاه استفاده نکنید.

ب. با رعایت اصول ایمنی در رابطه با ایمنی برق یا کارهای برقی پرمیت (مجوزهای) لازم اخذ گردد.

GasPlus.ir

ج. هرگز در محیط مرطوب از دستگاه اندازه گیر مقاومت عایقی استفاده نکنید .

د. هنگام استفاده از گیره های اتصال دستگاه، در زمان تست مراقب انگشتان خود باشید تا با قسمت فلزی تماس نداشته باشد.

ه. هرگز بدون درپوش عایق از گیره دستگاه استفاده نکنید.

و. باتری دستگاه را هنگامیکه در محیط مرطوب قرار دارد، تعویض نکنید و هنگامیکه برای مدت طولانی از دستگاه استفاده نمی کنید باتری آن را خارج کنید.

ز. رعایت دستورالعمل سازنده در خصوص رعایت موارد ایمنی و طرز کار با دستگاه الزامی است.

ح. از دستگاه زمانی که عایق روی سیم های اتصال دستگاه از بین رفته است استفاده نکنید.

۹-۵-۳- نکات اجرایی

أ. قبل از تست، حتما مطمئن باشید که در مدار جریانی وجود ندارد.

ب. از دستگاه هنگامی که به درستی کار نمی کند استفاده نکنید.

ج. بعد از تست عایق حتما بار الکتریکی مدار را تخلیه کنید.

د. به هنگام اندازه گیری از عدم وجود ولتاژ در مدار اندازه گیری اطمینان حاصل نمائید.

ه. در اندازه گیری عایق هرگز در موارد زیر، بیش از ۱۰ ثانیه اقدام به اندازه گیری نکنید.

- رنج ولتاژ ۱۰۰ ولت در مقاومت کمتر از ۵۰۰ کیلو اهم.
- رنج ولتاژ ۲۵۰ ولت در مقاومت کمتر از یک مگا اهم
- رنج ولتاژ ۵۰۰ ولت در مقاومت کمتر از ۲ مگا اهم
- رنج ولتاژ ۱۰۰۰ ولت در مقاومت کمتر از ۵ مگا اهم

۹-۵-۴- دستورالعمل استفاده از دستگاه سنجش مقاومت عایقی کابل

أ. عیوبی که ممکن است یک کابل پیدا کند عبارتست از:

- اتصال کوتاه (اتصال دو سیم یا سه سیم)
- اتصال زمین (اتصال سیم فاز به غلاف سربی یا زره فولادی)
- بریدگی

ب. مقاومت بدست آمده در عیوب فوق بین میلی اهم و مگا اهم می باشد.

ج. آزمایش تعیین عیوب کابل :

GasPlus.ir

تمام سیم های کابل را در دو سر کابل از مدار قطع کرده و سر سیمها را به زمین با دستگاه بسنجیم. به این طریق که یک سر فشار الکتریکی دستگاه را به زمین وصل کرده و سر دیگر را بترتیب به سیم های کابل وصل می کنیم. بدین ترتیب مقاومت عایقی بین سیمهای مختلف نسبت به زمین بدست می آید. سپس به کمک دستگاه، مقاومت عایقی بین دو سیم را می سنجیم.

مقاومت عایقی کابل بستگی به عوامل زیر دارد :

- مقطع سیم و ضخامت عایق
- نوع عایق کابل
- درجه حرارت
- رطوبت که اگر داخل کابل شود باعث کم شدن مقاومت عایقی کابل می شود و با اتصالی به داخل کابل دقت سنجش مقاومت عایقی کابل را به طور قابل ملا حظه ای کاهش می دهد.

جدول مقاومت عایقی کابل بر اساس سطح مقطع، تحت ولتاژ ۱۰۰۰ ولت

اختلاف پتانسیل الکتریکی (ولت)	مقطع سیم (میلیمتر مربع)	مقاومت در ۲۰ درجه سانتیگراد	
		یک سیم با سیم دیگر	تمام سیم ها با رو پوش فلزی
۱۰۰۰ ولت	تا ۴	۴۰۰ مگا اهم/کیلومتر	۲۰۰ مگا اهم / کیلومتر
	تا۱۶	۲۵۰ مگا اهم/ کیلومتر	۱۵۰ مگا اهم/ کیلومتر
	تا۵۰	۱۵۰ مگا اهم / کیلومتر	۱۰۰ مگا اهم/ کیلومتر

GasPlus.ir

د. باید توجه داشت که مقاومت عایقی مفصل ها و سر کابل های موجود در مسیر کابل نیز به منظور عدم کاهش دقت سنجش مقاومت عایقی کابل در نظر گرفته می شود.

ه. یک دستگاه اندازه گیر مقاومت عایقی کابل به صورت نمونه باید دارای مشخصات زیر باشد:

- دستگاه توانایی اندازه گیری مقاومت الکتریکی عایقی در بازه های ۲۵۰/۵۰۰/۱۰۰۰ ولت با مقاومت عایقی تا ۲ گیگا اهم را داشته باشد.
- مجهز به فیلتر نویز و تخلیه اتوماتیک بار های الکتریکی بعد از انجام آزمایش باشد.

۹-۶- دستگاه سنجش مقاومت اتصال زمین (**Earth-Tester**)

- روش کار

- روش سه الکترودی یا افت پتانسیل (**Fall of Potential Method**):

این روش برای تمامی انواع مقاومت های زمین مورد استفاده قرار گرفته و در مقایسه با سایر روش ها از دقت قابل قبولی برخوردار می باشد. جهت استفاده از این روش می بایست از دستگاه سه کاناله مختص سنجش مقاومت ارت (صفحه ای، راد، گسترده) استفاده نموده و روش عمل نیز به این صورت است که یکی از کانال ها به ارت و دو کانال دیگر با فواصل مشخص از طریق میله های دستگاه به زمین ارتباط داده خواهند شد.

۹-۷- دستگاه اینتراپتر / همزمان سازی (**Interrupter/Synchronizer**)

۹-۷-۱- معرفی دستگاه

دستگاه اینتراپتر وسیله ای است جهت انجام عملیات قطع و وصل جریان اعمالی در سیستم حفاظت کاتدی

۹-۷-۲- نحوه اتصال

بطور سری در مدار خروجی منبع تغذیه (ترانسفورمرکتیفایر/ سویچینگ)

۹-۷-۳- کاربرد

- پلاریزاسیون حفاظت کاتدی
- قرائت پتانسیل خاموش لحظه ای
- بکارگیری دستگاه **DCVG**

۹-۷-۴- قابلیت های مورد نیاز

- قابل حمل بودن
- **GPS**
- دستگاه **GPS** داخلی جهت سنکرون شدن همزمان با دستگاه های اینتراپتر دیگر
- سنکرون شدن اینتراپتر با توجه شروع فعالیت اینتراپتر های دیگر
- قابلیت فعال / غیر فعال نمودن **GPS**
- قابلیت دریافت مجدد سیگنال **GPS** در شرایط قطع سیگنال و ادامه فعالیت مطابق آخرین برنامه تنظیم شده
- قابلیت سخت افزاری و نرم افزاری به جهت مدیریت اعمال اینتراپتر

GasPlus.ir

- قابلیت کار در دو حالت جریان متناوب و جریان مستقیم
- کنترل اتصال پلاریته معکوس کابل های خروجی دستگاه

۹-۷-۵- نمایشگر همزمان و تفکیک شده
- نوع فعالیت خروجی دستگاه
- حالت خاموش / روشن
- شروع / توقف عملیات به صورت دستی
- فعال /غیر فعال بودن **GPS**
- وضعیت شارژ باطری

۹-۷-۶- قابلیت تنظیم زمان
- خاموش و روشن شدن دستگاه (قطع و وصل جریان اعمالی) در کسری از ثانیه
- شروع و خاتمه توقف فعالیت دستگاه بر حسب زمان
- انجام عملیات دستگاه به صورت دستی و اتوماتیک
- اجرای برنامه های زمان بندی شده در هر ۲۴ ساعت
- پذیرش حداقل سه برنامه جهت عملیات دستگاه

۹-۷-۷- باطری داخلی جهت استفاده
- تنظیم پارامترهای لیست فعالیت ها
- ذخیره مقادیر پارامترها و فرامین اپراتور
- ارائه آخرین مقادیر پارامترها و فرامین اپراتور به میکروکنترلر دستگاه جهت اجرا پس از قطع برق شبکه
- تائید فرمان **GPS**
- اجرای فرامین

۹-۷-۸- مشخصات فنی
- دمای کار دستگاه ۶۰+ تا ۲۰- سانتیگراد
- توانای عبور حداکثر جریان نامی در شرایط دمای ۶۰+ تا ۲۰- سانتیگراد
- دقت زمان: صد در صد منطبق با ساعت جهانی

GasPlus.ir

- قابلیت استفاده از برنامه های همزمان سازی
- دوره توقف تنظیم روزانه روشن و خاموش نمودن اینتراپتر
- تقویم قابل تنظیم با تقویم فارسی یا میلادی
- ظرفیت های دستگاه :

50: 50 Amps Max 100: 100 Amps Max 150: 150 Amps Max

- درجه حفاظتی بدنه : **IP65**
- درجه حرارت کار : **-20 to +60 C°**
- منبع تغذیه: **220 V AC or 12V DC**
- نوع باطری : قابل شارژ
- فیوز های حفاظتی
- کنترل اتصال معکوس کابل ها
- قطع کننده جی پی اس

۹-۸- دستگاه تست اتصال عایقی(**IF/IJ**)

۹-۸-۱- معرفی دستگاه

دستگاه اندازه گیری اتصال عایقی وسیله ای است که صحت کارکرد اتصال عایقی نصب شده در سیستم را بررسی می نماید .

دو روش اندازه گیری جهت بررسی سالم بودن اتصال عایقی ها انجام می شود که این دو روش شباهت بسیاری به یکدیگر دارند:

دستگاه **RF-IT** جهت تست اتصال عایقی های روی زمین و دستگاه **CE-IT** برای تست اتصال عایقی های زیر زمین مورد استفاده قرار میگیرند.

۹-۸-۲- انواع آزمون

الف- روش جریان مستقیم (**CE-IT**):

در این روش، با استفاده از جریان مستقیم (**DC**) اتصال عایقی مدفون در خاک آزمایش می شود و در صورت سالم بودن اتصال عایقی، نمایشگر دستگاه سلامت اتصال عایقی را نشان میدهد. همچنین تعیین وضعیت اتصال عایقی ها ی خطوط لوله های تحت پوشش عبوری از جاده طراحی شده است .

* در صورتی که دستگاه مقاومت اتصال عایقی را محاسبه کند، نمایشگر دستگاه، مقاومت بالایی را نشان میدهد.

GasPlus.ir

ب- روش اندازه گیری رادیو فرکانسی (**RF-IT**):

این روش با استفاده از امواج فرکانس بالا، آزمون اتصال عایقی های غیر مدفون را با مقاومتهای مختلف امکان پذیر می باشد. حتی اگر یک یا چند اتصال عایقی نامناسب هم بین آنها باشد باین دستگاه امکان تشخیص خرابی میسر میباشد. دستگاه **RF-IT** وسیله ایست با حساسیت بالا که برای تست کردن اتصال عایقی های خطوط لوله (بصورت موازی یا سری) و بمنظور میزان کارایی آنها طراحی شده است. این دستگاه به اپراتور این امکان را میدهد تا نقطه دقیق اتصال را مشخص کند. این تست کننده همچنین برای تست پیچ های فلنج نیز بسیار مناسب است. این روش قابلیت استفاده با **CP** یا بدون **CP** را دارد. این دستگاه قابلیت تشخیص درصد خرابی اتصال عایقی را نیز دارد.

۹-۸-۳- نکات اجرایی

قبل از آزمون از کالیبره بودن دستگاه اطمینان حاصل شود.

۹-۸-۴- روش های اندازه گیری تست اتصال عایقی:

الف- روش کار با دستگاه تست اتصال عایقی مدل **CE-IT**

- اتصال گیره های فلزی به دو طرف اتصال عایقی.
- فعال کردن دستگاه.
- دستگاه برای تشخیص پلاریته خط لوله موجود در زیر زمین نیاز به چند ثانیه زمان داشته و سپس فرایند تست در عرض مدت زمانی محدود (بسته به نوع دستگاه و دستورالعمل سازنده) به اتمام می رسد.
- نمایشگر (بسته به نوع دستگاه) نتیجه تست را بصورت گزینه **SHORT** یا **OPEN** یا **Good** به اپراتور اطلاع می دهد.

ب- دستگاه تست اتصال عایقی در حال بهره برداری(مدل **RF-IT Radio Frequency**)

- روشن کردن دستگاه
- اتصال پراب فولادی به دو طرف اتصال عایقی

توجه: از دو عدد پراب همراه با سوزن فولادی جهت اندازه گیری اتصال عایقی استفاده می گردد.

- نمایشگر (بسته به نوع دستگاه) نتیجه تست را بصورت میزان مقاومت به اپراتور اطلاع می دهد.

GasPlus.ir

توجه: از سیم های مختلف استفاده نشود.

توجه: بدلیل اینکه دستگاه رادیو فرکانسی از ولتاژ **DC** استفاده نمی کند، تحت تاثیر ولتاژ **DC** یا **AC** قرار نمیگیرد و نیازی به قطع ولتاژ حفاظت کاتدی اعمالی بروی خط لوله یا سازه نیست.

۹-۹-کوپن اندازه گیری پتانسیل

در مواردی از قبیل وجود سامانه های تلفیقی شامل سامانه تزریق جریان و آندهای فدا شونده،سامانه های بیگانه،جریان های سرگردان و یا پیل های خطی (ناشی از تفاوت در پتانسیل نقاط مختلف شبکه های فولادی) و هم چنین در خطوطی که دارای سیستم جداکننده (**Decoupler**) هستند که نمی توان اثرات جریان های تاثیر گذار بر سازه خودی را برای اندازه گیری صحیح پتانسیل خاموش لحظه ای حذف کرد باید از کوپن های اندازه گیری پتانسیل حفاظت کاتدی مطابق با استاندارد **NACE SP0104** استفاده شود.

۹-۱۰- مشخص سازی واندازه گیری باکتری **SRB**

۹-۱۰-۱- معرفی

محیط حاوی باکتریSRB :این باکتری درخاک های دارای کربن ونیتروژن ودرخاکهای رسی و یا خاکهای به رنگ خاکستری، که نفوذ هوا بسیار کم است ودر خاک های اطراف لوله های مدفون در عمق زیاد که مقاومت الکتریکی کم و سرعت نفوذ اکسیژن کم است،رشد می نماید.

*SRB هاممکن است در آب های مورد استفاده در تست های هیدروستاتیک و هم چنین خاکهایی که از نقاط دیگر برای کانال حفاری شده مسیر لوله استفاده می شوند وجود داشته باشد

ضمناً پوشش، مخصوصاً قیر، که از مواد آلی می باشد، تغذیه خوبی برای باکتریها را فراهم کرده وباعث افزایش خوردگی میکروبی به مرورزمان می شود.

فعالیت باکتریSRB :باکتریهای SRB در محیط خاک و در محیط های غیرهوازی ودارای رطوبت رشد کرده وسولفیدهیدروژن به شرح واکنش زیر تولید می کنند.

$$H_2 + SO_4^{2-} + 2H^+ \longrightarrow 4H_2O + H_2S$$

این باکتریها بامصرف هیدروژن،سولفات رابه سولفیدتبدیل کرده وباعث دی پلاریزاسیون کاتدی واسیدی شدن خاک نزدیک خط لوله می شوند، که این امر،باعث افزایش دانسیته جریان لازم برای حفاظت کاتدی می گردد.

۹-۱۰-۲- روشهای تشخیص واندازه گیری باکتریSRB

GasPlus.ir

الف- برای تشخیص باکتری غیر هوازی تبدیل کننده سولفات به سولفید(SRB)،ابتدا،با حفاری در محل لوله گاز ورسیدن به خط لوله، پتانسیل را بین دو الکترود یکی پلاتین تمیز ودیگری نیم پیل مس- سولفات مس، اندازه میکنیم وسپس این پتانسیل(E_P)به دست آمده را طبق فرمول زیر به پتانسیل مرجع هیدروژن (E_H) تبدیل مینمائیم.

$$E_H = E_P + 0.25 + 0.06\,(PH-7)$$

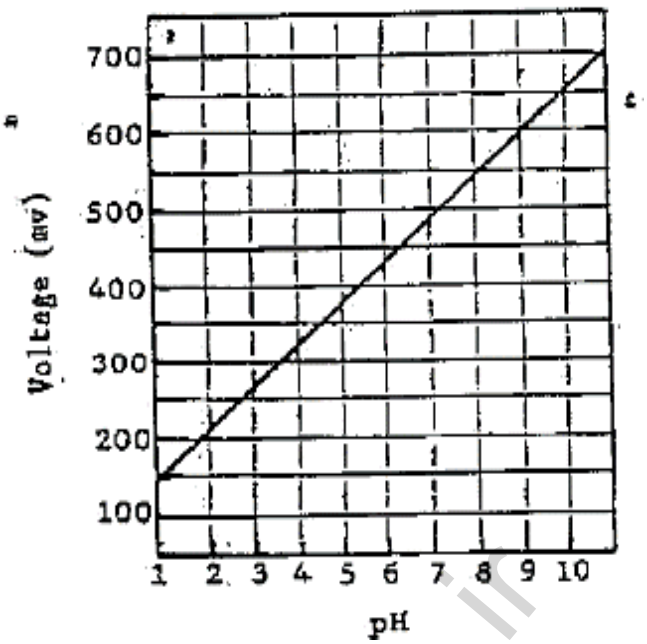
حال برای تشخیص میزان ومقدارSRBمی توان با توجه بهE_Hبدست آمده طبق جدول زیر، میزانSRBموجود در خاک مشخص نمود.

نمودار ۱ : رابطه پتانسیل خاک و میزان فعالیت باکتری SRB

میزان فعالیت باکتریSRB	E_H (V)
شدید	*<0.1*
معمولی	*0.1*~0.2
ضعیف (کم)	*0.2*~0.4
نداریم (هیچ)	*>0.4*

ب- اندازه گیری pH خاک: pH خاک بااستفاده از دستگاه pHمتراندازه گیری می شود. اساس کار این دستگاه به شرح زیر می باشد. ابتدا اختلاف پتانسیل بین دو الکترود، مس/سولفات مس(غیر حساس به pH) وآنتیموان (حساس بهpH)، اندازه گیری شده وسپس مقدار pH از روی نمودارزیر، محاسبه می گردد.

GasPlus.ir



نمودار ۲ مشخص کننده pHبرحسب اختلاف ولتاژبین الکترود مس/سولفات مس وفلز آنتیموان

ج- استفاده از کیت های مربوطه

د- آنالیز محصولات خوردگی

GasPlus.ir

۱۰- اخذ مجوزهای لازم (در صورت نیاز):

- کلیه فرآیندهای مرتبط در راستای اخذ مجوزهای لازم (در صورت نیاز) رعایت و اخذ گردند.

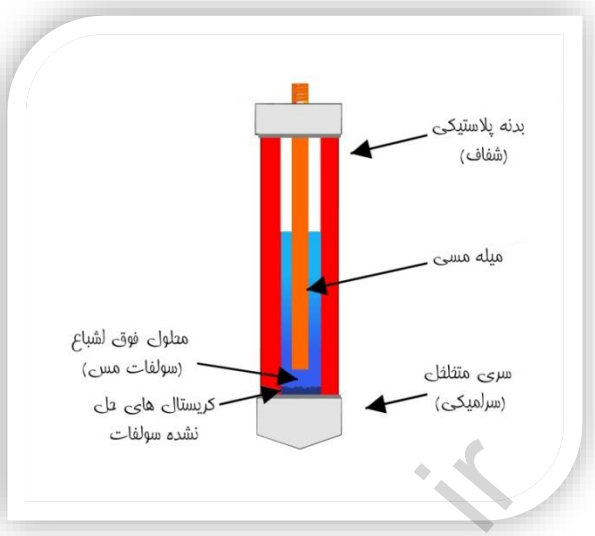
۱۱- گامهای عملیاتی و اجرائی (نحوه اجرا):

- کلیه فرآیندهای مرتبط در راستای گامهای عملیاتی و اجرائی رعایت و اجرا گردند.

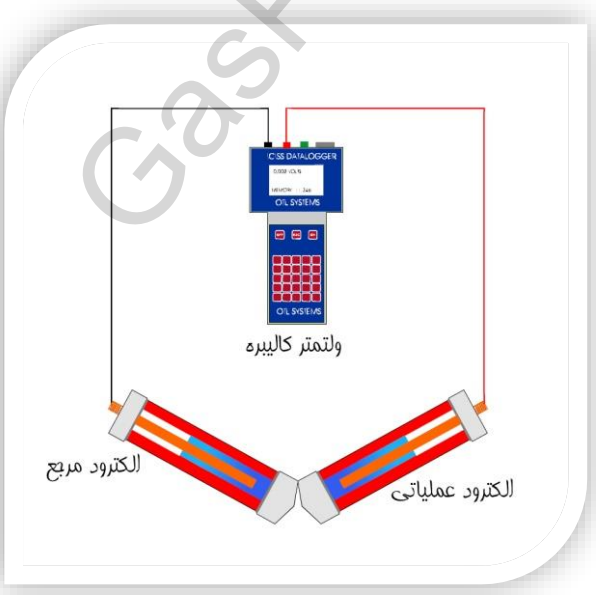
GasPlus.ir

۱۲- پیوست:

الف- معرفی نیم پیلهای مورد استفاده در فرایند قرائت پتانسیل



شکل ۱۲-۱ نمایه ای از الکترود مس/سولفات مس



شکل ۱۲-۲ روش صحیح تست الکترود مس/سولفات مس با الکترود مرجع

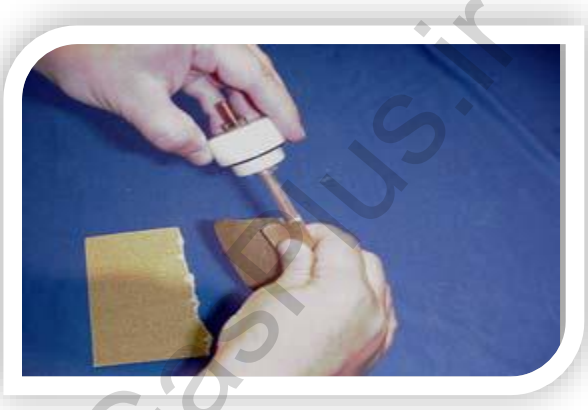
در صورت مشاهده هر یک از موارد ذکر شده در بند ۹-۱- می بایست مطابق شرح ذیل اقدام به کالیبراسیون آن نمایید:

GasPlus.ir

جداسازی اجزای الکترود مطابق شکل زیر :

شکل ۱۲-۳ جداسازی قطعات نیم پیل

از طریق ساینده غیر فلزی همچون کاغذ سنباده، سطح میله مسی را تا رسیدن به سطحی براق تمیز نمایید



GasPlus.ir

شکل ۱۲-۴ رفع آلودگی از سطح میله مسی

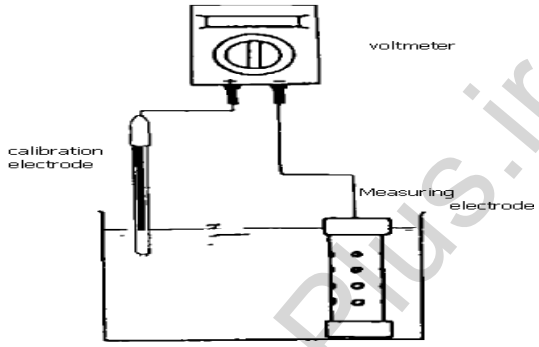
تمامی اجزای الکترود را سر هم نموده و محلول فوق اشباع سولفات مس را داخل محفظه ریخته و نهایتا چند تکه کریستال سولفات مس را به محلول اضافه می نماییم.

شکل ۱۲-۵ تزریق محلول به نیم پیل

ب- کالیبراسیون نیم پیل

- نحوه کالیبره نمودن الکترود نقره/کلرید نقره

الکترود **Ag/AgCl** باید حداقل یک ساعت قبل از کالیبراسیون (همچنین در حین آزمایش) ، به منظور تثبیت شرایط ، در ظرف محتوی آب دریا و یک دمای ثابت قرار داشته باشد . سپس الکترود نقره/کلرید نقره (یا اندازه‌گیری) به قطب منفی و الکترود کالومل کالیبره(یا منتخب) که نوک آن در ظرف قرار گرفته و با آب دریا ارتباط دارد را به قطب مثبت ولت‌متر (با حداقل امپدانس ۱۰ مگا اهم)متصل شود.قرائت قابل قبول ۵- میلی ولت با انحراف ۵ ± میلی ولت (از ۱۰- میلی‌ولت تا صفر) می‌باشد . مطابق شکل زیر **7.4.6.2.3 I- 820 TP-**



شکل ۱۲-۶ نحوه کالیبره نمودن الکترود کالومل(**I-TP-820 : 7.4.5.2.2**)

جهت کالیبره نمودن می‌بایست سه الکترود کالومل که هرکدام شماره گذاری شده‌اند(**C1-C2-C3**) در دسترس باشد.حال مطابق روش بالا اختلاف پتانسیل بین آنها را به صورت دو به دو اندازه‌گیری می‌کنیم.

۱- الکترود **C1** به قطب مثبت و الکترود **C2** به قطب منفی عدد را یاداشت می‌نمائیم.

۲- الکترود **C1** به قطب مثبت و الکترود **C3** به قطب منفی عدد را یاداشت می‌نمائیم.

۳- الکترود **C2** به قطب مثبت و الکترود **C3** به قطب منفی عدد را یاداشت می‌نمائیم.

قرائت‌های انجام شده در محدوده ۲- تا۲+ میلی ولت قابل قبول است .حال چهار حالت پیش می‌آید:

۱- اگر تمام اندازه‌گیری‌ها در رنج مجاز بود ، از هر کدام از الکترودها می‌توان استفاده نمود .

۲- اگر یک اندازه‌گیری خارج از این رنج بود ،دو الکترود در این حالت را خارج و از الکترود سوم باید استفاده نمود .

۳- اگر فقط یک اندازه‌گیری در این رنج بود ، هر کدام از دو الکترود در این حالت را باید استفاده نمود .

GasPlus.ir

۴- اگر تمام اندازه‌گیری‌ها خارج از رنج باشد ، هر کدام از دو الکترودی که کمترین اختلاف را داشتند، می‌توان به کاربرد .

در این حالت باید تمامی الکترودها جهت تست به آزمایشگاه فرستاده شوند .

- نحوه کالیبره نمودن الکترود نقره/کلرید نقره در محلول اشباع کلرید پتاسیم

مطابق روش کالیبره نمودن الکترود نقره/کلرید نقره بوده و فقط قرائت قابل قبول ۴۰+ میلی ولت با انحراف ۵ ± میلی ولت (از ۳۵+ تا ۴۵+ میلی‌ولت) می‌باشد .

شکل ۱۲-۷ نحوه کالیبراسیون الکترود نقره/کلرید نقره

اختلاف الکترود مرجع نقره/ کلرید نقره با الکترود مرجع مس/سولفات مس برابر ۰/۱- ولت است یا به عبارت دیگر مقدار پتانسیل نسبت الکترود مرجع نقره/ کلرید نقره ۰/۷۵- ولت معادل ۰/۸۵- ولت نسبت به الکترود مرجع مس/ سولفات مس می‌باشد.

GasPlus.ir

ج. مولتیمتر

شکل ۱۲-۸ نمونه مولتی متر دیجیتالی

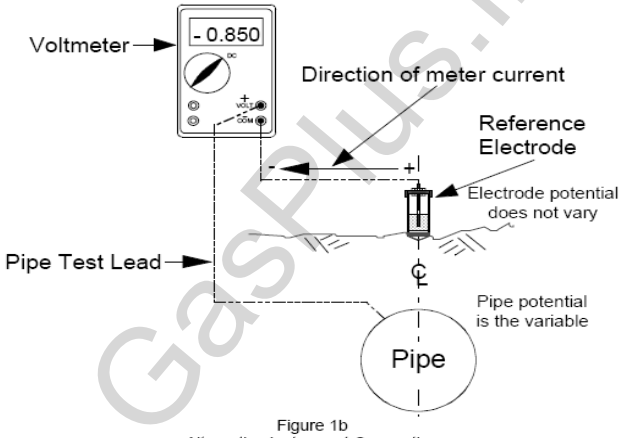
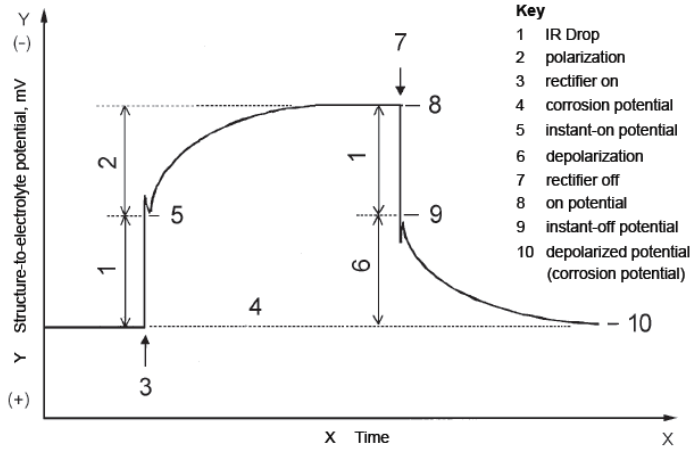


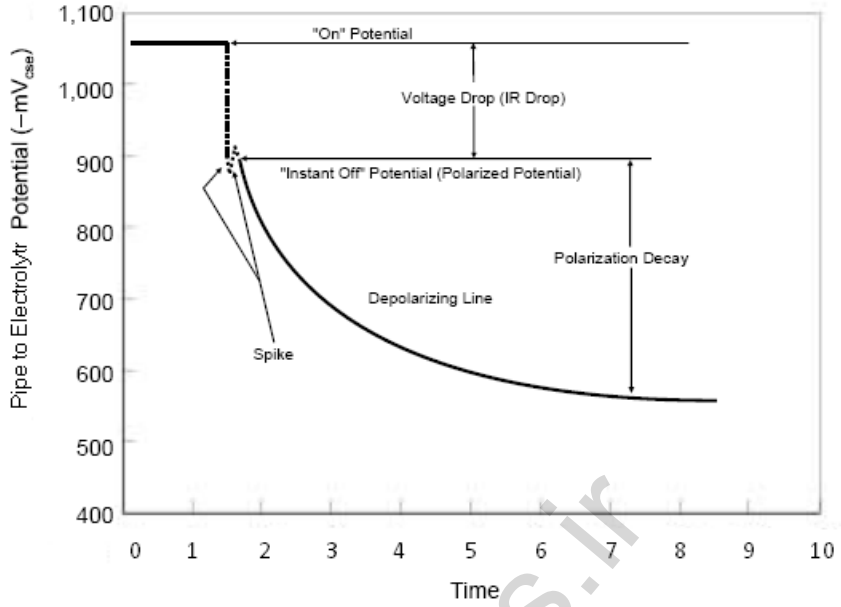
Figure 1b
Alternative Instrument Connection

شکل ۱۲-۹ روش استاندارد برداشت ولتاژ لوله (**NACE TM0497**)



GasPlus.ir

شکل ۱۲-۱۰نمودار سیگنال مربوط به پتانسیل خاموش لحظه ای **IOP** . استاندارد **ISO 15589-1**



شکل ۱۲-۱۱ سیگنال مربوط به پتانسیل خاموش لحظه ای **IOP** خط لوله

مطابق استاندارد **NACE TM0497**

GasPlus.ir

د. معرفی مقاومت الکتریکی خاک:

یک مشخصه الکتریکی خاک است وبر حسب اهم - سانتیمتر(**Ωcm**) بیان می گرددکه برتوانایی جریان خوردگی برای شار یافتن از درون الکترولیت اثر می گذاردوتابعی از رطوبت وغلظت نمکهای یونی محلول وتحرک (**mobility**) یونهاست از میان نمک های کلسیم ،منیزیم وکلر، یون کلریدنقش بیشتری در کاهش مقاومت مخصوص خاک دارد.ضمنا"افزایش دما وحرارت باعث افزایش انرژی جنبشی یونها وتحریک یونها ی داخل الکترولیت شده وبه این ترتیب رسانایی بیشتر می گردد و باعث تغییر قابل ملاحظه آن درفصول مختلف سال می گردد.به طوریکه اندازگیری های نزدیک سطح مویدمقاومت بسیارزیادخاک به هنگام وقوع یخبندان و نیز در طول تابستان های خشک است).

مقاومت خاک اصلی ترین شاخص برای قدرت خورندگی ومیزان دانسیته جریان حفاظت کاتدیک می باشدسرعت خوردگی با مقاومت ویژه خاک نسبت عکس داشته وهرچه مقاومت ویژه خاک (الکترولیت)کمتر با- شد جریان خروجی ازسطح آند بیشترشده وسرعت خوردگی افزایش می یابد،لذا خاک های با مقاومت بالامقاومت بسیار زیادی در برابر شار جریان الکتریکی اعمالی ایجاد می کنند .در مسیرخط لوله ،خاک هایی با

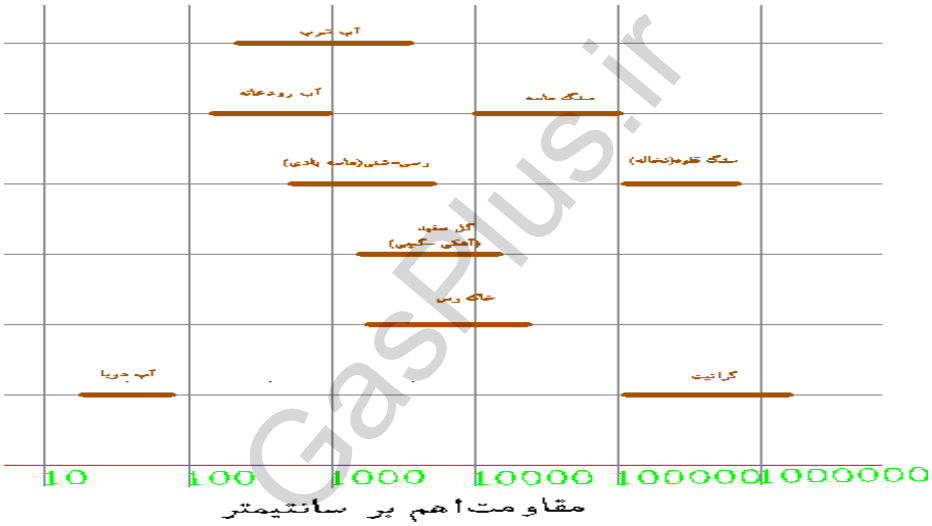
مقاومت مخصوص متفاوت وجود داشته واین امر باعث ،پیل های خوردگی روی سطح می گردد.ارتباط خورندگی خاک با مقاومت مخصوص آن به صورت زیر میباشد:

GasPlus.ir

جدول ۱۲-۱ طبقه بندی خورندگی خاک بر اساس مقاومت ویژه

شدت خورندگی خاک	مقاومت مخصوص خاک(**Ωcm**)
به شدت خورنده (خورندگی خیلی شدید)	۰ الی ۱۰۰۰
خورندگی شدید	۱۰۰۱ الی ۲۰۰۰
خورندگی متوسط	۲۰۰۱ الی ۵۰۰۰
خورندگی کم	۵۰۰۱ الی ۱۰۰۰۰
غیرخورنده(خورندگی خیلی کم)	بالای ۱۰۰۰۰

جدول ۱۲-۲ مقاومت مخصوص انواع خاکها وسنگها



GasPlus.ir

ه. کالیبراسیون دستگاه سنجش مقاومت الکتریکی مخصوص خاک

کالیبره کردن دستگاه توسط شرکتهای معتبر ذی صلاح در ادوار مشخص انجام گردد.

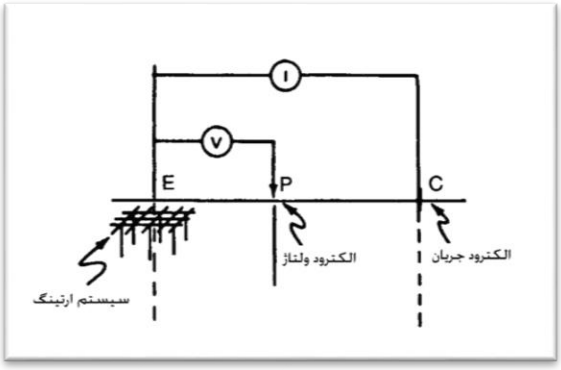
نحوه کالیبراسیون:اندازه گیری مقاومت خاکهای مختلف بامقدارمشخص وتنظیم دستگاه برآن اساس میباشد.

و. دستگاه تست اتصال عایقی(**IF/IJ**)

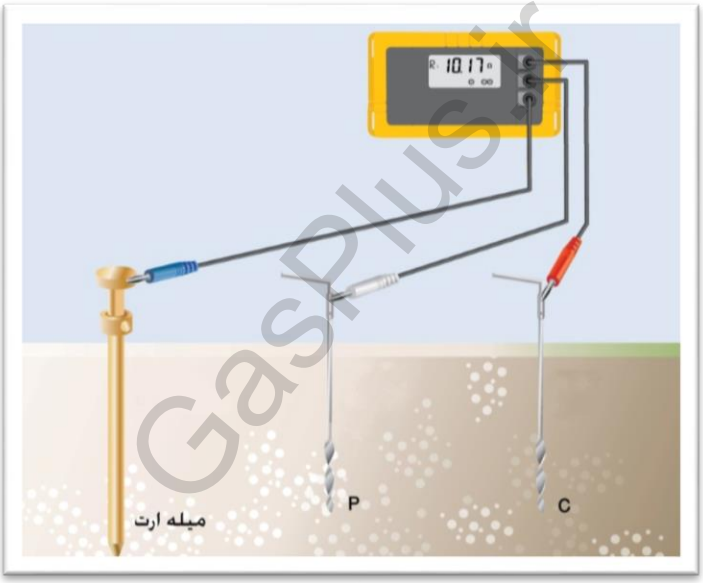
شکل شکل ۱۲-۱۲ آزمون اتصال عایقی با روش **CE-IT**

شکل ۱۲-۱۳ آزمون اتصال عایقی با روش **RF-IT**

ز- روش سه الکترودی یا افت پتانسیل (Fall of Potential Method):

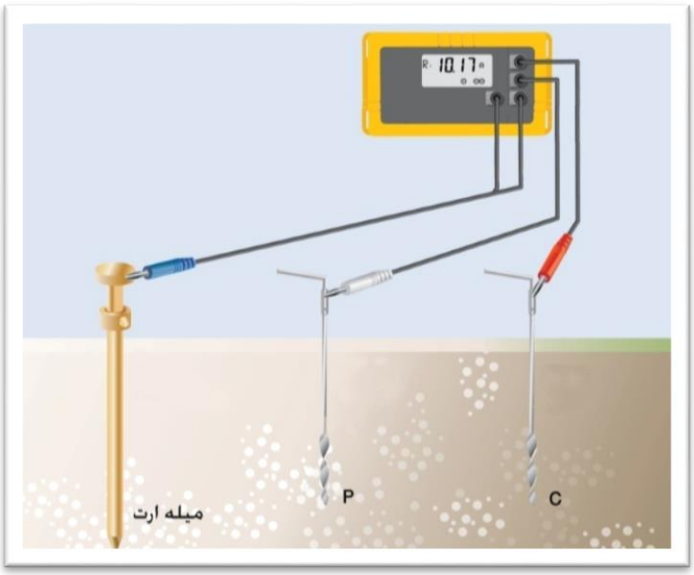


شکل ۱۲-۱۴ نمای الکتریکال سنجش مقاومت سیستم ارت



شکل ۱۲-۱۵ برداشت مقاومت سیستم ارت با استفاده از دستگاه سه ترمیناله

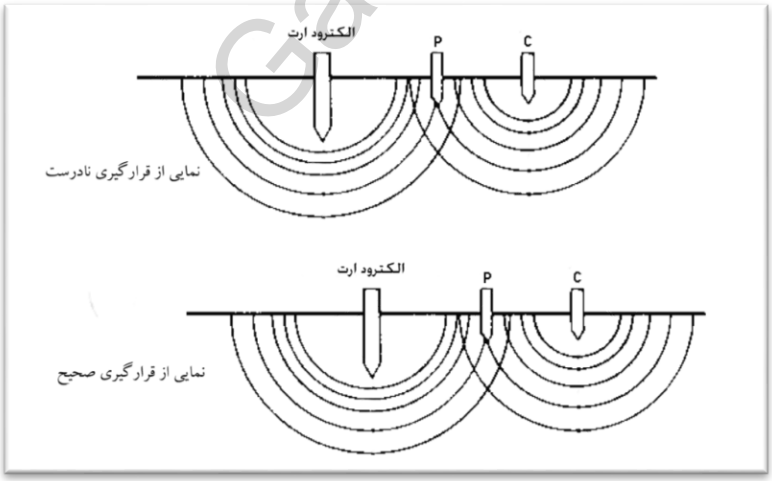
i- این روش با دستگاه مقاومت سنج خاک نیز قابل انجام بوده و می بایست جهت استفاده از این تجهیز ترمینالهای C1 و P1 را مطابق شکل ۱۲-۱۶ به هم وصل نمود (با توجه به برندهای متنوع موجود، جهت نام ترمینالها به کاتالوگ سازنده مراجعه شود)



شکل ۱۲-۱۶ برداشت مقاومت سیستم ارت با استفاده از دستگاه چهار ترمیناله

ii- محل قرار گیری میله ها :

نکته مهم در این روش، عدم تداخل میادین ساطع شده از الکترودها بوده و به عبارتی می بایست به نحوی از این تداخل اجتناب نموده تا برداشت مقاومت با کمینه خطا مواجه گردد. شکل ۱۲-۱۷ نشان دهنده قرار گیری الکترود ها در میادین یکدیگر می باشند.

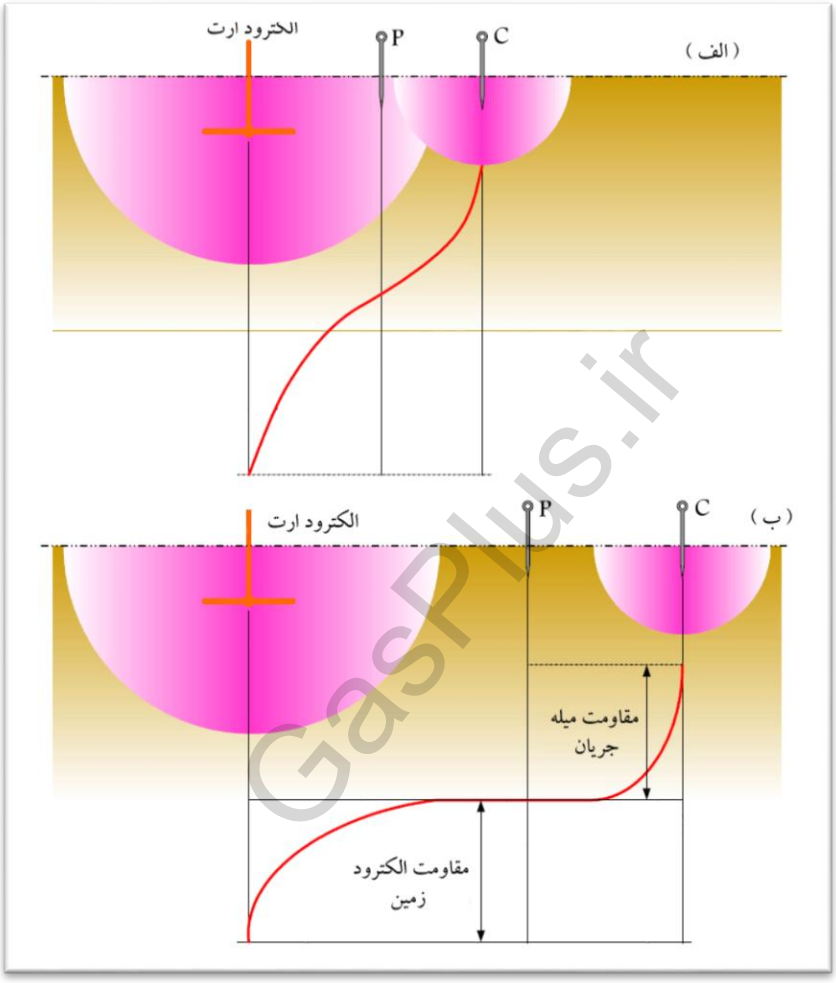


شکل ۱۲-۱۷ بررسی اثر متقابل الکترودها

همانگونه که در شکل ۱۲-۱۷ مشخص است ، جهت اجتناب از این امر ، الزامیست الکترود C به نحوی جانمایی گردد که تا شیب گراف مندرج در شکل ۱۲-۱۸ به طرز قابل قبولی دارای شیب اندک و تقریبا

GasPlus.ir

مماس با محور گردد. همانگونه که در شکل ۱۲-۱۸ نشان داده شده، در نمای اول نمای میله ها مناسب انتخاب نشده و گراف نهایی که بر حسب مقاومت بر فاصله می باشد دارای شیب تند و غیریکنواخت می باشد. در مقایسه با نمای الف، در حالت ب میله ها به نحوی انتخاب شده اند که گراف نهایی دارای شیبی تقریبا مماس با محور بوده و قابل می باشد.

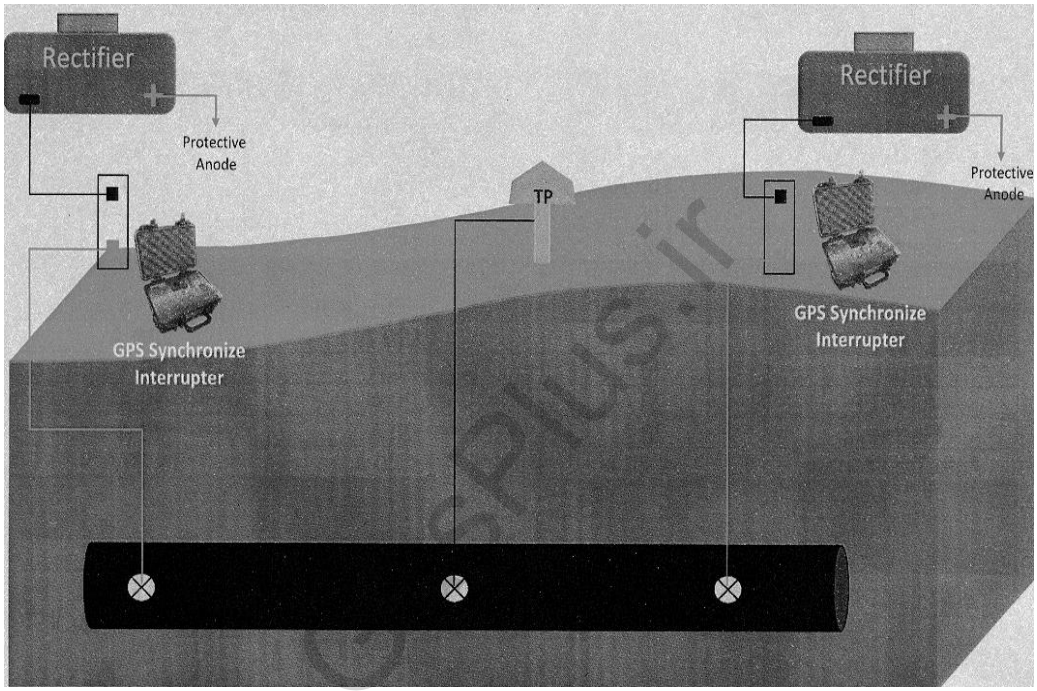


شکل ۱۲-۱۸ جانمایی میله های جریان و ولتاژ نسبت به الکترود زمین

فاصله مناسب برای الکترود جریان تقریبا به اندازه بزرگترین قطر سیستم می باشد. بررسی ها حاکی از آن است که چنانچه فاصله الکترود ولتاژ تقریبا برابر ۶۱/۸٪ فاصله بین الکترود جریان و الکترود ارت باشد، عدد برداشت شده تا اندازه زیاد و قابل قبولی به مقدرا واقعی نزدیک خواهد بود. در این صورت اگر این فاصله برابر با D باشد فاصله الکترود ولتاژ از سیستم زمین به اندازه ۶۱/۸D خواهد بود. در صورتی که این فاصله کمتر یا بیشتر باشد مقادیر بدست آمده همراه با خطا خواهد بود. این بدان علت است که

الکترودهایی که به زمین جریان تزریق می کنند دارای حوزه ولتاژ بوده که این خود سبب بروز خطا خواهد شد. شایان ذکر است جهت جلوگیری از سایر خطا های اندازه گیری، انتخاب محل مناسب الکترودها (سنگی نبودن محل) و مرطوب کردن فصل مشترک الکترود و خاک جهت کاهشی مقاومت از اهمیت بسزایی برخوردار است.

ق- دستگاه اینتراپتر / **همزمان ساز**



شکل ۱۲-۱۹ اتصال دستگاه اینتراپتر در سیستم حفاظت کاتدی