

IGS-R-IT-009(0)

بهمن 1402

Approved

مصوب



شرکت ملی گاز ایران
مدیریت پژوهش و فناوری
امور تدوین استانداردها

IGS

مشخصات فنی خرید

پایانه راه دور Remote Terminal Unit(RTU)

Remote Terminal Unit(RTU)



تاریخ: ۱۴۰۳/۰۲/۱۸

شماره: گ/دب/۰-۹۰-۲۱۹۰۸



شرکت ملی گاز ایران



دفتر مدیرعامل



ابلاغ مصوبه هیأت مدیره



مدیر محترم پژوهش و فناوری

باسلام،

به استحضار می‌رساند در جلسه ۲۰۵۴ مورخ ۱۴۰۳/۰۲/۰۲ هیأت مدیره، نامه شماره ۴۳۸۱ مورخ ۱۴۰۲/۰۱/۱۹ مدیر پژوهش و فناوری درمورد تصویب نهایی مقررات فنی شرکت ملی گاز ایران به شرح زیر مطرح و مورد تصویب قرار گرفت.

۱- مشخصات فنی خرید پایانه راه دور Remote Terminal Unit(RTU)

IGS-R-IT-009(0)

۲- دستور العمل نوار دو لایه پلی اتیلنی سرد اجرا

IGS-C-TP-014-4(0)

سید محمد پیشوایی
دبیر هیأت مدیره

رونوشت: مدیرعامل محترم شرکت ملی گاز ایران و رئیس هیأت مدیره

اعضای محترم هیأت مدیره

مشاور و رئیس دفتر محترم مدیرعامل

سرپرست محترم امور حقوقی

رئیس محترم حسابرسی داخلی

رئیس محترم امور مجامع

پیشگفتار

۱. این استاندارد/دستورالعمل به منظور استفاده خصوصی در شرکت ملی گاز ایران و شرکت های فرعی وابسته تهیه شده است.
۲. شرکت ملی گاز ایران در مورد نیازهای عمومی از استانداردهای وزارت نفت (IPS) و در مورد نیازهای اختصاصی از استانداردهای اختصاصی خود (IGS) استفاده می کند.
۳. استانداردهای شرکت ملی گاز ایران (IGS) با نظارت کمیته های تخصصی استاندارد، متشکل از کارشناسان و مشاوران بخش های مختلف تهیه می شود و توسط شورای استاندارد (منتخب هیئت مدیره شرکت ملی گاز ایران) به تصویب می رسند.
۴. در تنظیم متن استانداردهای (IGS)، از همه منابع شناخته شده علمی معتبر، اطلاعات فنی-تخصصی مربوط به صنایع گاز دنیا، مشخصات فنی تولیدات سازندگان معتبر جهانی و نیز از نتیجه پژوهش ها و تجربه های کارشناسان داخلی بر حسب مورد استفاده می شود. همچنین به منظور استفاده از هر چه بیشتر از تولیدات ملی، قابلیت های سازندگان داخلی نیز مورد توجه قرار می گیرد.
۵. استانداردها به طور متوسط هر ۵ سال یک بار و یا در صورت ضرورت، زودتر، بازنگری و به روز رسانی می شود. بنابراین کاربران باید همیشه آخرین نگارش را مورد استفاده قرار دهند.
۶. هرگونه نظر و یا پیشنهاد اصلاح در مورد استانداردها مورد استقبال و بررسی قرار خواهد گرفت و پس از تأیید، استاندارد مربوطه نیز بازنگری خواهد شد.

تعاریف عمومی

- در متن استانداردهای (IGS) از تعاریف و اصطلاحات زیر استفاده می شود:
۱. "شرکت" (COMPANY): منظور، "شرکت ملی گاز ایران" و یا شرکت های فرعی وابسته می باشد.
 ۲. "فروشنده" (SUPPLIER/VENDOR): به فرد یا مؤسسه ای گفته می شود که نسبت به شرکت متعهد شده است.
 ۳. "خریدار" (PURCHASER): منظور، "شرکت ملی گاز ایران" و یا شرکت های فرعی وابسته می باشد.
 ۴. "SHALL": در مواردی به کار برده می شود که انجام خواسته مورد نظر اجباری باشد.
 ۵. "SHOULD": در مواردی به کار برده می شود که انجام خواسته مورد نظر ترجیحی و در عین حال اختیاری باشد.
 ۶. "MAY": در مواردی به کار برده می شود که انجام کار به شکل مورد بحث نیز پذیرفته می باشد.

فهرست

عنوان	صفحه
۱- هدف و دامنه کاربرد.....	۳
۲- اختصارات / اصطلاحات.....	۳
۳-مراجع.....	۴
۴- شرایط محیطی.....	Error! Bookmark not defined.
۵- مشخصات کلی RTU.....	۵
۶- مشخصات سخت افزار RTU.....	۶
۷-سیگنالهای پالس.....	۸
۸- مشخصات نرم افزار RTU.....	۸
۹- پروتکل های تلمتری RTU.....	۹
۱۰- بافرینگ.....	۹
۱۱- امنیت ارسال دیتا.....	۹
۱۲- لیست سیگنالها و روش دریافت آنها توسط RTU :.....	۹
۱۳- نیازمندیهای پیکربندی RTU.....	۱۰
۱۴- تست و بازرسی فنی.....	۱۰
۱۵- مستندات و نقشه ها.....	۱۳
۱۶- گارانتی.....	۱۳

۱-هدف و دامنه کاربرد

این سند بمنظور تعیین حداقل نیازمندیها برای ارسال اطلاعات عملیاتی مورد نیاز به مراکز اسکادا/ مانیتورینگ/ پایش (NCC,BCC,IOC,GSC Dispatching/Monitoring Centers) ایستگاههای شرکت انتقال گاز ، شرکتهای پالایش گاز، شرکت های گاز استانی تدوین گردیده است.

کارفرما با توجه به نیازمندیهای خود باید در زمان طراحی نسبت به تهیه و تعیین مشخصات فنی بر مبنای این سند اقدام نماید.

۲-اختصارات / اصطلاحات

- NCC: National Control Center-۱-۲
- BCC: Backup Control Center-۲-۲
- IOC: Intermediate Operating Center-۳-۲
- GSC: Gas Supply Center-۴-۲
- RTU: Remote Terminal Unit-۵-۲
- SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition-۶-۲
- DCS: Distributed Control System-۷-۲
- MQTT: Message Queuing Telemetry Transport-۸-۲
- CS: Compressor Station-۹-۲
- REF: Refinery-۱۰-۲
- IMP/EXP: Import/Export-۱۱-۲
- CGS: City Gate Station-۱۲-۲
- GS: Gas Storage -۱۳-۲
- LBV: Line Break Valve-۱۴-۲
- L/R: Launcher/Receiver-۱۵-۲
- MTU: Master Terminal Unit-۱۶-۲

۳-مراجع

۳-۱- IEC	801	Electromagnetic Compatibility for Industrial Process
۳-۲- IEEE	802	LAN/MAN Standards
۳-۳- BS	6651	Code of Practice for the Protection of Structures against Lightning.
۳-۴- BS	7671	Requirements for Electrical Installations IEE Wiring Regulations 16th Edition.
۳-۵- BS EN	60529	Specification for Degrees of Protection provided by
۳-۶- BS EN	9000	Quality Systems.
۳-۷- IEC	60870-5	Transmission protocol
۳-۸- TIA/EIA	RS 232-F	Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit Terminating Equipment Employing
۳-۹- TIA/EIA	RS 422-B	Electrical Characteristics of Balanced Voltage Digital
۳-۱۰- TIA/EIA	RS 485-A	Electrical Characteristics of Generators and Receivers

۳-۱۱-Electromagnetic Compatibility (EMC)

The SCADA shall comply with all relevant European Union EMC directives and, in particular, compliance with IEC 61000-4 parts 1 to 6 as follows:

Part 1 - General Introduction

Part 2 - Electrostatic Discharge Requirements

Part 3 - Immunity to Radiated Electromagnetic Field

Part 4 - Immunity against Fast Transients/Burst

Part 5 - Surge Immunity Requirements

Part 6 - Immunity to Conductive Radio Frequency Disturbances

تذکر: در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، ویرایش های بعدی آن برای این استاندارد الزام آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین ویرایش برای این استاندارد الزام آور است.

۴- شرایط محیطی

Storage: -40 - +85°C- ۱-۴

Operation Indoor: -20 - +55°C- ۲-۴

Operation Outdoor: -30 - +70°C- ۳-۴

Humidity: 95%-۴-۴

۵- مشخصات کلی RTU

RTU یک پایانه راه دور است که اطلاعات عملیاتی تاسیسات (سیگنالهای آنالوگ و دیجیتال) از لایه پایین دست (فیلد) را جمع آوری و به لایه بالادست (مراکز اسکادا/ مانیتورینگ/ پایش) ارسال می کند. RTU های مورد استفاده در صنعت گاز از جنبه فشردگی به دو گروه تقسیم بندی می شوند:

۱-۵ RTU های ماژولار

در RTU های ماژولار قسمت های اصلی تشکیل دهنده RTU شامل CPU، منبع تغذیه، ورودی/ خروجی، ارتباطی و سایر موارد مربوطه بصورت اجزای جدا از هم ساخته شده اند که بنا به نیاز و تقاضا و طراحی مشتری در کنار هم قرار می گیرند.

۱-۱-۵ RTU های ماژولار در صنعت گاز از لحاظ پیکر بندی سخت افزاری، به شرح ذیل مورد استفاده قرار می گیرند:

۱-۱-۱-۵ RTU با قابلیت Redundancy

در این نوع RTU پروسور و منبع تغذیه دارای قابلیت افزونگی بوده و در ایستگاههای تقویت فشار و پالایشگاه و ایستگاه مرزی و ذخیره سازی مورد استفاده قرار می گیرد (CS, REF, IMP/EXP, GS).

RTU های با قابلیت Redundancy باید به صورتی طراحی گردد که در صورت بروز Fault بر روی پروسور و منبع تغذیه عمل Change Over به یونیت Stand by به طور اتوماتیک انجام گردد. و جایگزینی یونیت معیوب بدون وقفه در فرآیند عملیاتی امکان پذیر باشد.

۲-۱-۱-۵ RTU بدون قابلیت Redundancy

در این نوع RTU پروسور و منبع تغذیه به صورت single بوده و در ایستگاهها شامل L/R, Branch, LBV, CGS مورد استفاده قرار می گیرد.

RTU های مورد استفاده در صنعت گاز از جنبه نحوه نصب در تابلو، به دو گروه تقسیم بندی می شوند:

DIN Rail Mount-

Rack Mount-

۵-۱-۲ - RTU های کامپکت

در RTU های فشرده این اجزا بصورت یک سخت افزار واحد ساخته شده است.

۶- مشخصات سخت افزار RTU

۶-۱-۱ پردازنده CPU

پردازنده RTU اطلاعات مورد نظر را از I/O های مختلف جمع آوری می نماید و در صورت نیاز پس از انجام پردازش ها، اجرای توابع و عملیات گوناگون، آنها را بصورت داده، بمنظور ارسال به لایه بالادست (مراکز اسکادا/مانیتورینگ/پایش) آماده می نماید. لازم به ذکر است سیستم عامل (OS) برای RTU نباید ویندوز باشد.

۶-۱-۱-۱ امکان پیاده سازی توابع ریاضی پایه ای و منطقی برنامه نویسی PLC می بایست در RTU فراهم گردد.
۶-۱-۱-۲ مقادیر محاسبات ریاضی و منطقی و روتین های اجرایی باید به نحو مقتضی بر روی حافظه های مناسبی ذخیره شوند که در شرایط رخداد Module Fail، Power surge یا Power Interrupt و ... قابل بازیابی باشند و مقادیر مربوط به تنظیمات و کنتاکت از بین نروند یا دچار تغییر نشوند.

۶-۱-۳ در پردازنده، مکانیزم Auto Diagnostic به منظور تشخیص رخداد خطا در بخش سخت افزار و نرم افزار RTU وجود داشته باشد.

۶-۱-۴ RTU باید دارای Real Time Clock داخلی باشد.

۶-۱-۵ RTU باید از طریق پروتکل این قابلیت را داشته باشد که زمان خودش را با مرکز، سنکرون و اصلاح نماید.

۶-۱-۶ بر روی RTU باید LED هایی وجود داشته باشد که وضعیت عملکردی RTU و خطاها را نشان دهند.

۶-۱-۷ RTU Firmware باید قابلیت بروزرسانی داشته باشد.

۶-۱-۸ در صورت بروز رخداد Event یا تغییرات در مقادیر داده های ورودی، RTU از طریق پروتکل آن را برای مرکز ارسال نماید. (Spontaneous Event Transmission or Event Driven)

۶-۲-۲ مشخصات منبع تغذیه

ولتاژ تغذیه ورودی RTU ۲۴ یا ۴۸ ولت با حداقل قابلیت حفاظت ورودی مطابق موارد ذکر شده زیر باشد.

۶-۲-۱ Polarity Reverse Protection

Over Voltage Protection-۲-۲-۶

Over Current Protection-۳-۲-۶

۳-۶-۳- ورودی ها و خروجی های RTU

۳-۶-۱- انواع مختلف I/O های AI, DO, DI و AO مورد استفاده به تفکیک تاسیسات مختلف ، مطابق استاندارد IGS-E-IT-004 می باشد.

۳-۶-۲- کارت I/O ی ورودی خروجی باید بر اساس تکنولوژی الکترونیک روز ساخته شده باشند.

۳-۶-۳- بر روی کارتهای I/O ی دیجیتال ورودی-خروجی، باید نشانگر LED به منظور نمایش حالت On/Off بودن هر کدام از ورودی-خروجی ها وجود داشته باشد.

۳-۶-۴- کارت I/O ی ورودی خروجی باید ایزولاسیون الکتریکی مناسب، حذف نویز، حذف امواج گذرا را به منظور انتقال داده دقیق انجام دهند. ایزولاسیون و Surge Protection برای I/O های آنالوگ و دیجیتال الزامی است.

۳-۶-۵- برای کارتهای آنالوگ ورودی-خروجی، موارد حفاظتی شامل پلاریته معکوس و اضافه بار جریان و همچنین برای کارتهای دیجیتال ورودی و خروجی موارد حفاظتی شامل اضافه بار ولتاژ در نظر گرفته شود.

۳-۶-۶- ماژول ورودی آنالوگ با مبدل آنالوگ به دیجیتال (A/D) با رزولوشن حداقل ۱۴ بیت باشد و سیستم برای انواع ورودی آنالوگ به شرح زیر تامین گردد:

۳-۶-۱- 0/4- 20 mA (externally powered, floating or grounded)

۳-۶-۲- 0/4- 20 mA self-powered

۳-۶-۴- خروجیهای آنالوگ

۳-۶-۱- خروجیهای آنالوگ می بایست 4 – 20 mA بطور کامل ایزوله از زمین و قابلیت درایو بار مقاومتی ۷۵۰ اهم را داشته باشد.

۳-۶-۵- ورودیهای دیجیتال

۳-۶-۱- در کارت های ورودی دیجیتال سیستم باید بصورت کنتاکتهای normally open/close تعریف گردد و با اتصال bounce و chatter در طی change over سیگنال خطا تولید نشود.

۳-۶-۲- کارت خروجی دیجیتال باید هر دو خروجی های Solid State و Relay Contact شامل گردد. رله با حداقل جریان قابل تحمل 2A داشته باشد.

۷-سیگنالهای پالس

سیستم با ورودیهای موج سینوسی و مربعی در نظر گرفته شود و سطح ولتاژ و رنج فرکانس ورودیهای پالس در طراحی مشخص می گردد.

۷-۱-تجهیزات ارتباطی

-RS232/RS422/RS485

-Ethernet 10/100 Base, Auto-MDI(X), Connector RJ45

۸-مشخصات نرم افزار RTU:

۸-۱-Regular scanned data transportation

۸-۲-Spontaneous & Cyclic transmission

۸-۳-MTU command execution

۸-۴-(Local/Remote) Diagnostics

۸-۵-Programmability and configurability

۸-۶-Data acquisition

۸-۷-Control

۸-۸-Communication

۸-۹-Self-running

۸-۱۰-Mathematics functions

۸-۱۱-Time Synchronization

۸-۱۲-قابلیت عیب یابی و پیکر بندی RTU بصورت محلی و از راه دور (مراکز مانیتورینگ) امکان پذیر باشد.

امکان مشاهده مقادیر On Line ورودی-خروجی ها، بر روی نرم افزار وجود داشته باشد.

۸-۱۳-نرم افزار RTU، از محیط کاربری مناسب جهت برنامه نویسی، Compile، تست و شبیه سازی و در نهایت Download کردن برنامه برخوردار باشد.

۸-۱۴-امکانات مناسب جهت عیب یابی سخت افزاری و نرم افزاری، بر روی برنامه وجود داشته باشد.

۸-۱۵-نصب برنامه منوط به On Line Registration، MAC Add.، Windows ID نباشد.

۸-۱۶-قابلیت تعریف Multiple User با سطوح دسترسی مختلف در برنامه وجود داشته باشد.

۸-۱۷-امکان بروز رسانی و دانلود اجزاء مختلف برنامه RTU مانند پیکربندی سخت افزاری، برنامه PLC، رابط های ورودی-خروجی و ... وجود داشته باشد.

۸-۱۸- ثبت کلیه وقایع سیستم شامل تغییر پیکره بندی، دسترسی غیر مجاز و ریست همراه با زمان وقوع در محل توسط مدیر سیستم

۹- پروتکل‌های تلتری RTU

RTU باید حداقل پروتکل‌های زیر را بر اساس طراحی پیاده سازی و پشتیبانی نماید.

۹-۱- پروتکل های پائین دست (سمت فیلد)

Modbus RTU (RS232/RS422/RS485) (master/slave) -
Modbus TCP/IP(Server/Client) -

۹-۲- پروتکل های بالا دست (سمت مرکز)

IEC60870-5-104 (Server/Client) -
MQTT -

تذکر: کلیه پروتکل های فوق نیاز به اخذ مجوز امنیتی از مبادی ذیربط (پدافند غیرعامل) دارند.

۱۰- بافرینگ

پروتکل RTU باید قابلیت Buffering در صورت قطع ارتباط با بالادست را داشته باشد. دیتای بافرشده پس از ارتباط ارسال گردد و ظرفیت بافر نباید از ۱۰۰۰ دیتا کمتر باشد و مقدار مورد نیاز بر اساس طراحی باید قابل افزایش باشد.

۱۱- امنیت ارسال دیتا

با توجه به امنیت اطلاعات و ارتباطات باید برای جلوگیری از هر گونه فرمان ناخواسته یا بروز مخاطراتی در شبکه، RTU با پروتکل IEC60870-5-104 از VPN Tunneling (Server/Client) پشتیبانی نماید. برای پیاده سازی تانل باید از مکانیزم Open VPN با تخصیص Certificate استفاده گردد و به سرورهای VPN موجود در مراکز اسکادا/مانیتورینگ/پایش وصل گردد و برای RTU با پروتکل MQTT مکانیزم TLS و احراز هویت پشتیبانی نماید.

۱۲- لیست سیگنالها و روش دریافت آنها توسط RTU

کلیه سیگنالهای اسکادای مورد نیاز مطابق استاندارد IGS-E-IT-004 باید توسط RTU جمع آوری و ارسال گردد. سایر سیگنالهای مورد نیاز مطابق طراحی باید توسط RTU جمع آوری و ارسال گردد.

۱۲-۱- وضعیت آلام داخلی RTU

حداقل آلامهای زیر باید دریافت گردد:

RTU High Temperature-۱-۱-۱۲

RTU DC Failure-۲-۱-۱۲

RTU Cabinet Door Open/Close Status-۳-۱-۱۲

۱۳- نیازمندیهای پیکربندی RTU

دیتاها بر اساس طراحی هر پروژه باید در مراکز مرتبط مانند NCC/BCC/IOCs/GSCs دریافت گردد. لازم است RTU هایی که از پروتکل IEC60870-5-104 که بصورت Server/Client استفاده می کنند برای ارسال اطلاعات به مراکز مانیتورینگ حداقل قابلیت تعریف ۴ لینک بالادستی IEC60870-5-104 بصورت سرور داشته باشد.

۱۴- تست و بازرسی فنی

به منظور تحقق کنترل‌های کیفی و فنی مورد نیاز لازم است دستورالعمل مربوطه و سایر موارد بازرسی فنی مطابق با دستورالعمل مصوب کارفرما اجرا گردد.

-در راستای ارزیابی انطباق عملکردی محصول، اخذ و ارائه یکی از گواهینامه های ذیل الزامی است.

- اخذ گواهینامه TYPE TEST و بازرسی از مراحل QC شرکت سازنده توسط نهاد صدور گواهینامه یا شرکت بازرسی واجد شرایط با الزامات مشروحه ذیل:

۱- نهاد صدور گواهینامه الزاما گواهینامه ISO17065 داشته باشد.

۲- آزمایشگاه مرجع الزاما گواهینامه ISO 17025 داشته باشد.

۳- شرکت بازرسی الزاما گواهینامه ISO17020 داشته باشد.

جدول شماره ۱			
ردیف	نام آزمون	استاندارد مربوطه	شرایط پذیرش
آزمون‌های بخش تغذیه دستگاه			
۱	ولتاژ نامی تغذیه	IEEE C37.1	صحت عملکرد دستگاه از قبیل تشخیص تغییر وضعیت ورودی های دیجیتال، اندازه گیری مقادیر آنالوگ و اعمال فرمان به خروجی های دیجیتال
		بند ۱-۳-۶	
۲	رنج کارکرد	IEEE C37.1	صحت عملکرد دستگاه از قبیل تشخیص تغییر وضعیت ورودی های دیجیتال، اندازه گیری مقادیر آنالوگ و اعمال فرمان به خروجی های دیجیتال
		بند ۱-۳-۶	
۳	آزمون ریپل ولتاژ تغذیه DC	IEEE C37.1	حداکثر برابر ۵٪ مقدار پیک
		بند ۱-۱-۳-۶	

۴	حفاظت در برابر پلاریته معکوس	IEEE C37.1	دستگاه باید در صورت اعمال ولتاژ نامی تغذیه با پلاریته معکوس آسیب نبیند.
		بند ۳-۶	
۵	حفاظت در برابر اتصال کوتاه	IEEE C37.1	ادامه دادن کار RTU
آزمون‌های بخش ورودی‌های دیجیتال			
۶	ولتاژ نامی ورودی دیجیتال	IEEE C37.1	تشخیص تغییر وضعیت ورودی‌های دیجیتال به درستی
		بند ۲-۳-۴-۶	
۷	حداکثر مقدار مقاومت کنتاکت	IEEE C37.1	باید مقاومت‌های کمتر از ۱۰۰ اهم، کنتانت بسته در نظر گرفته شود و وضعیت ورودی دیجیتال یک خوانده شود.
		بند ۲-۳-۴-۶	
۸	حداقل مقدار مقاومت نشی	IEEE C37.1	باید مقاومت‌های کمتر از ۵۰ اهم، کنتانت باز در نظر گرفته شود و وضعیت ورودی دیجیتال صفر خوانده شود.
		بند ۲-۳-۴-۶	
۹	فیلتر حذف لرزش (Chattering)	IEEE C37.1	-
		بند ۲-۳-۴-۶	
۱۰	فیلتر حذف ارتعاشات	IEEE C37.1	اگر یک ورودی دیجیتال بتواند حداقل به اندازه زمان مشخص شده، وضعیت خود را حفظ نماید در آن وضعیت معتبر تلقی می شود. در غیر این صورت یک ورودی نا معتبر تلقی شده و حذف شود.
		بند ۲-۳-۴-۶	
آزمون‌های بخش ورودی‌های آنالوگ ((DC			
۱۱	رنج نامی سیگنال ورودی آنالوگ DC	IEEE C37.1	اندازه گیری صحیح مقدار سیگنال آنالوگ ورودی توسط دستگاه
		بند ۱-۳-۴-۶	
۱۲	محدوده جریان که مدار ورودی آنالوگ DC باید بدون آسیب دیدن تحمل کند	IEEE C37.1	مدار ورودی آنالوگ DC باید بدون آسیب دیدن این جریان را تحمل کند.
		بند ۱-۳-۴-۶	
۱۳	اندازه گیری مقدار مقاومت سیگنال ورودی	IEEE C37.1	-
		بند ۱-۳-۴-۶	
۱۴	حداکثر مقدار سیگنال ورودی در حالت عملکردی (اعمال سیگنال در فرکانس DC و ۵۰ هرتز)	IEEE C37.1	-
		بند ۱-۳-۴-۶	

۱۵	خطای اندازه گیری (Inaccuracy))	IEEE C37.1	-
		بند ۶-۴-۳-۱	
آزمون های بخش خروجی های دیجیتال			
۱۶	زمان فعال بودن یک خروجی دیجیتال	IEEE C37.1	باید پالسی با مدت زمان تنظیم شده توسط کاربر روی خروجی مورد نظر مشاهده شود.
آزمون های سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)			
۱۷	مصونیت در برابر تخلیه الکترواستاتیکی	IEC 61000-4-2	-
۱۸	مصونیت در برابر امواج رادیویی تشعشی	IEC 61000-4-3	-
۱۹	مصونیت در برابر پالسهای زودگذر	IEC 61000-4-4	-
۲۰	مصونیت در برابر موج ضربه	IEC 61000-4-5	-
۲۱	مصونیت در برابر اختلال هدایتی ایجاد شده در اثر میدان هایی با فرکانس رادیویی	IEC 61000-4-6	-
آزمون های شرایط محیطی			
۲۲	آزمون سرما	IEC 60068-2-1	تحمل شرایط ذکر شده و عملکرد صحیح در حین تست و پس از آن
۲۳	آزمون گرمای خشک	IEC 60068-2-2	تحمل شرایط ذکر شده و عملکرد صحیح در حین تست و پس از آن
۲۴	آزمون گرمای مرطوب	IEC 60068-2-30	تحمل شرایط ذکر شده و عملکرد صحیح در حین تست و پس از آن

۱۵- مستندات و نقشه ها

اسناد باید به عنوان بخش اساسی سیستم ارائه شده در نظر گرفته شود. Contractor/vendor باید اطمینان حاصل کند که زمان کافی در فرآیند طراحی دقیق برای اطمینان از برآورده شدن همه الزامات اختصاص داده شده است.

لیست اسنادی که به عنوان بخشی از سیستم ارائه می شود باید پس از شروع قرارداد برای تأیید به بهره بردار ارائه شود. آماده سازی اسناد باید بخشی جدایی ناپذیر از برنامه زمانبندی پروژه باشد و Contractor/vendor باید تاریخ های تحویل را مشخص کند.

تمامی مدارک باید به زبان انگلیسی یا فارسی ارائه شود. Contractor/vendor باید مجموعه ای از اسناد را در نسخه های چاپی و نسخه های نرم افزاری بر روی CD ROM ارائه کند.

دفترچه راهنمای خدمات تجهیزات باید قابلیت نگهداری و تعمیر تجهیزات را توسط تکنسین های آموزش دیده و واجد شرایط را بدهد و حاوی نمودارهای مدار، لیست قطعات، روش های آزمایش و پارامترهای اندازه گیری مورد نیاز برای اطمینان از اینکه تجهیزات مطابق با طراحی مورد نظر یا مشخصات مورد تایید کار می کند.

-راهنمای کاربر

-کتابچه راهنمای عملیات سیستم

-کتابچه راهنمای تعمیر و نگهداری دفترچه راهنمای فنی و خدمات تجهیزات

۱۶- گارانتی

کلیه تجهیزات سیستم RTU پس از تأیید بهره بردار و خرید توسط شرکت ذینفع به مدت یک سال در خصوص اشکالات فنی احتمالی ضمانت گردد و مسئولیت کلیه هزینه ها و قطعات مورد نیاز در این دوره بر عهده پیمانکار است. همچنین پیمانکار مسئولیت خدمات پس از فروش را به مدت ۱۰ سال از زمان تأیید پذیرش اولیه بهره بردار بر عهده خواهد داشت.