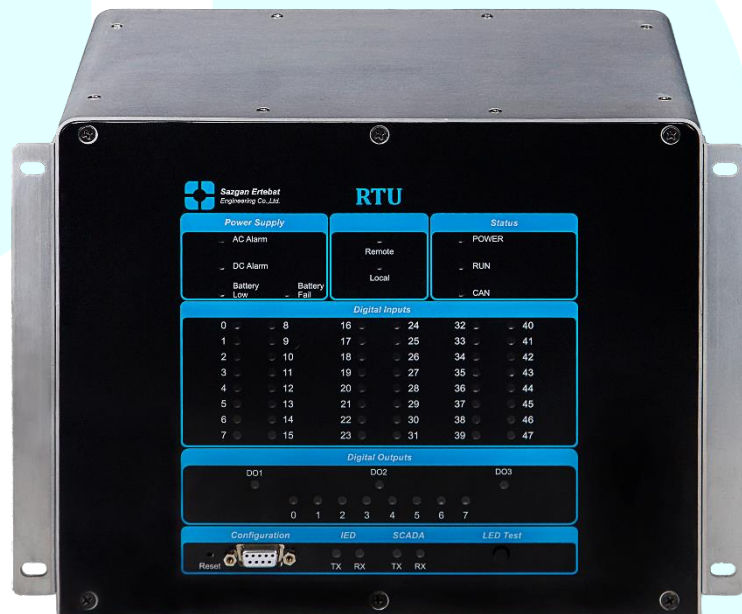


راهنمای کاربری

RTU SR-300

شرکت مهندسی
سازگان
ارتباط
Sazgan Ertebat Eng. Co.



فهرست

6 مقدمه

7 ویژگی‌های SR-300

8 مشخصات فنی:

9 معرفی ساب‌رک سایز بزرگ:

11 معرفی ساب‌رک سایز کوچک:

13 معرفی کلیدها

13 کلید Remote/Local :

13 کلید Test Relay :

13 کلیدهای Select و Execute :

13 کلیدهای ESC و Execute :

13 کلیدهای مربوط به LCD :

13 معرفی سایر نمایشگرهای LED :

13 بخش Power Supply :

14 بخش Status :

14 نمایشگرهای تبادل داده:

14 بخش Fault Indication :

14 بخش LBS Status :

15 معرفی اجزای SR-300

17 برد تغذیه (POWER SUPPLY)

18 برد دیجیتال (DIO)

20 برد آنالوگ (AI-C)

22 برد آنالوگ (AI-P)

23 برد PMU (POWER MANAGEMENT UNIT)

25 برد CPU

27 معرفي نحوه ارتباط با مدارات ورودی و خروجی -----

29 معرفي نرم افزار RTU TESTER -----

33 معرفي تنظیمات -----

33 _____:System Configuration

35 _____:Communication Configuration

35 _____:DNP3.0 Configuration

36 _____:DI & AI Table

37 _____:IEC 60870-5-101 Configuration

37 _____:ModBus/RTU Configuration

38 _____:Remote I/O Configuration

41 _____:LED Configuration

43 _____ تنظیمات LED ها (LED Configuration)

44 _____:Fault Detection Configuration

46 _____ تنظیمات I/O های محلی (Local I/O Configuration)

47 _____:Double Bits تنظیمات

47 _____:Dead Band تنظیمات

48 _____:AI Scaling Factor Configuration

49 _____:Local I/O Mapping Confoguration

49 ----- نحوه تست ورودی ها و خروجی ها

49 ----- وضعیت نقاط ورودی دیجیتال

50 ----- تحریک یک وضعیت دیجیتال

50 ----- خروجی های دیجیتال

52 ----- ورودی های آنالوگ

54 مثال یک پست چهار سلولی -----

57 ----- بخش ورودی دیجیتال

63 ----- بخش خروجی دیجیتال (فرمانهای ارسالی)

63 ----- ورودی های آنالوگ (Analog Input)

75 پیوست 1 -----

76 ----- DNP3.0 PROTOCOL

78 ----- Implementation Table DNP3.0 Protocol

82 ----- MODBUS/RTU PROTOCOL

82 ----- Supported Function Codes

82 ----- Sub-function Codes for Diagnostic Function

82 ----- Exception Codes

84_____ IEC 60870-5-101 INTEROPERABILITY DOCUMENT

84 _____	8 Interoperability
84 _____	8.1 System or device
84 _____	8.2 Network configuration
85 _____	8.3 Physical layer
86 _____	8.4 Link layer
87 _____	8.5 Application layer
91 _____	8.6 Basic application functions

94_____ IEC 60870-5-104 INTEROPERABILITY DOCUMENT

95 _____	Interoperability
95 _____	System or device
95 _____	Network configuration
96 _____	Physical layer
97 _____	Link layer
98 _____	Application layer
102 _____	Basic application functions

احتیاط ها و خطرات :

قبل از نصب یا استفاده از RTU باید حتماً تمامی احتیاطها و خطراتی این راهنما مطالعه شده تا از هر گونه صدمه به دستگاه و یا اتلاف وقت جلوگیری شود.

1. پلاک دستگاه را ملاحظه نمایید تا مطمئن شوید که مدل صحیح سفارش داده شده است.
2. کیس دستگاه را بررسی کنید تا از عدم وجود هرگونه آسیب به بدنه دستگاه اطمینان حاصل نمایید.
3. پس از خرید، با استفاده از یک منبع تغذیه دستگاه را روشن نمایید و از صحت و سلامت عملکرد دستگاه، با استفاده از نرم افزار RTU Tester اطمینان حاصل کنید. آخرین نسخه این نرم افزار از سایت شرکت سازگان ارتباط قابل دسترسی است.
4. سیم بندی دستگاه را مطابق نقشه ارائه شده توسط شرکت سازگان ارتباط انجام دهید و به اتصالات تغذیه و زمین توجه فرمایید.
5. برای اطلاعات در مورد دستگاه، رهنمودهای جدید، و آخرین تغییرات در نرم افزار، به سایت شرکت مراجعه نمایید.

مقدمه

RTU مدل SR-300 یک دستگاه تله متری و کنترل از راه دور است و برای استفاده در اتوماسیون شبکه توزیع برق طراحی و ساخته شده است. این دستگاه می تواند در پست های توزیع زمینی، کیوسک و کلیدهای هوایی به کار گرفته شود. SR-300 می تواند با IEDهایی نظیر رله های حفاظتی و دستگاه های اندازه گیری ارتباط برقرار نماید. قابلیت شبکه شدن این دستگاه سبب می شود تا در صورت نیاز بتوان تعداد نقاط آن را گسترش داد. SR-300 در دو سایز ساب رک مورد استفاده قرار می گیرد که در ذیل تصویر هریک نمایش داده شده است.



شکل 1- ساب رک سایز بزرگ

شکل 2- ساب رک سایز کوچک

ساب رک سایز کوچک از پنج نوع برد الکترونیکی تشکیل شده است که درون یک ساب رک فلزی از جنس آلومینیوم با آبکاری کروماته، قرار داده شده اند. در این ساختار ماژولار، کاربر به همه بردها دسترسی دارد و ارتباطش با دستگاه از طریق کلیدها، LEDها و کانکتورهای جلو و پشت ساب رک برقرار می گردد در حالیکه SR-300 از هشت نوع برد الکترونیکی تشکیل شده است.

ساب رک سایز بزرگ دستگاهی ماژولار و قابل برنامه ریزی است و نرم افزار RTU Tester به منظور پیکربندی و تست آن به همراه دستگاه ارائه می شود.

SR-300 شامل یک واحد پردازش مرکزی است که با انواع متعددی از سیگنال‌های ورودی و خروجی سر و کار دارد و می‌تواند از طریق پورت‌های خود با مرکز کنترل، انواع شبکه‌های محلی و نرم‌افزار تست و تنظیم (RTU Tester)، ارتباط برقرار سازد.

ویژگی‌های SR-300

- استفاده از پردازشگر توانمند
- ذخیره‌سازی اطلاعات مربوط به پیکربندی و رخدادها بدون نیاز به باتری پشتیبان
- امکان تنظیم کلیه پارامترها به صورت محلی و از راه دور
- استفاده از سیستم عامل بلادرنگ
- ارائه نمایشگر LCD برای مشاهده برخی تنظیمات و مقادیر
- تشخیص خطاهای OC, EF و نمایش آن‌ها با LED
- قابلیت تنظیم مدت زمان تشخیص خطای Overcurrent بر حسب واحد 10ms
- قابلیت تنظیم مدت زمان تشخیص خطای Earth Fault بر حسب واحد 10ms
- قابلیت ریست کردن تشخیص خطا به صورت ولتاژی، زمانی و مرکز کنترل
- قابلیت تنظیم محدوده زمانی جهت ریست خطای تشخیص داده شده بر حسب دقیقه
- تنظیم محدوده خطای فاز به فاز و فاز به زمین
- تشخیص جریان و ولتاژ خارج از محدوده اندازه‌گیری توسط دستگاه (Over Range)
- تشخیص افزایش جریان خط نسبت به جریان نامی (Over Load)
- قابلیت استفاده به صورت سکشنالایزر
- پشتیبانی تمام ورودی‌های دیجیتال محلی به صورت Double Bit
- مجهز بودن به 4 گروه تنظیمات و بارگذاری هر کدام به دلخواه
- اندازه‌گیری جریان، ولتاژ و توان و قابلیت تشخیص همفازی
- مجهز بودن به پورت LAN جهت برقراری ارتباط با اسکادا
- قابلیت تنظیم Dead Band برای تمامی ورودی‌های آنالوگ
- ارائه نمایشگرهای LED برای نمایش وضعیت‌ها، آلارم‌ها و فرمان‌ها
- ارائه 30 وات توان برای تامین تغذیه مورد نیاز برای تجهیزات مخابراتی
- اندازه‌گیری مستقیم ولتاژ و جریان AC بدون نیاز به ترانس‌دیوسر خارجی
- ایزوله بودن تمام ورودی/خروجی‌ها
- استفاده از رله‌های جریان زیاد
- استفاده از شبکه CAN برای ارتباط با IED ها
- سهولت در نصب و راه‌اندازی

- مشخصات بالا در سازگاری الکترومغناطیسی
- رنج دمایی گسترده

مشخصات فنی:

Electrical Specification

Power Supply		
DC Power Supply	Subrack Input	24V or 48v (+/- 20%)
Communication Power	Output	12V (+/- 10%), 30w
Modules		PS (Power Supply), PMU(Power Management Unit), CPU, DIO, AIAC, AIP
Characteristics		
Inputs Capacity	Digital	16 (each DIO board)
	AC Analog	9 ~ 15
	DC Analog	8 ~ 16
	AIP Module	3CT and 6VT or 6CVD
Outputs Capacity	Digital	8 ~ 24
AC Current Range		1A Nominal
AC Voltage Range		220V Nominal (adjustable)
Digital Inputs	Type	48V, Isolated
Digital Outputs	Type	1 Form A, High Current Relay
	Rated Current	16A, 30A for 4S
	Rated Voltage	250VAC
	Maximum Breaking Capacity	4000VA
Events Logging	MRAM	1000 Change of Status (Extendable)
		1000 Change of Measurement (Extendable)
Climatic Conditions		
	Operating	-30 ~ +70 °C
	Storage	-40 ~ +80 °C
Communications		
DNP3.0	Protocol	LAN, RS232 (with handshake)
IEC 60870-5-101, 104	Protocol	LAN, RS232 (with handshake)
Modbus-RTU	Protocol	Isolated RS232 or RS485
CANopen	Protocol	Isolated CAN
Radio		UHF, GPRS, ...
Dimension	Large	275 x 221 x 174 mm (W x H x D)
Dimension	Small	184 x 221 x 174 mm (W x H x D)
Standards		
Complies IEC 60870 Series		

معرفی سابِرک سائز بزرگ:

شکل 3 و شکل 4 نمای روبرو و پشت دستگاه را نشان می‌دهند. همانطور که در شکل 3 مشاهده می‌شود، امکان مشاهده وضعیت ورودی‌های دیجیتال، آلارم‌های تغذیه، آلارم‌های مربوط به نشانگرهای خطا، وضعیت رله‌ها و وضعیت ارسال و دریافت داده‌ها از طریق پِنل جلوی دستگاه قابل مشاهده است. پورت سریال نصب شده روی پِنل، ارتباط کاربر با دستگاه را از طریق نرم‌افزار RTU Tester برقرار می‌سازد. برد پِنل وظیفه کنترل نمایشگرهای LED مختلف روی پِنل را بر عهده دارد. همچنین امکان تست نمایشگرهای LED به وسیله کلید LED Test برای کاربر فراهم شده است. بازنشانی دستگاه نیز از طریق کلید Reset روی پِنل امکان پذیر است.



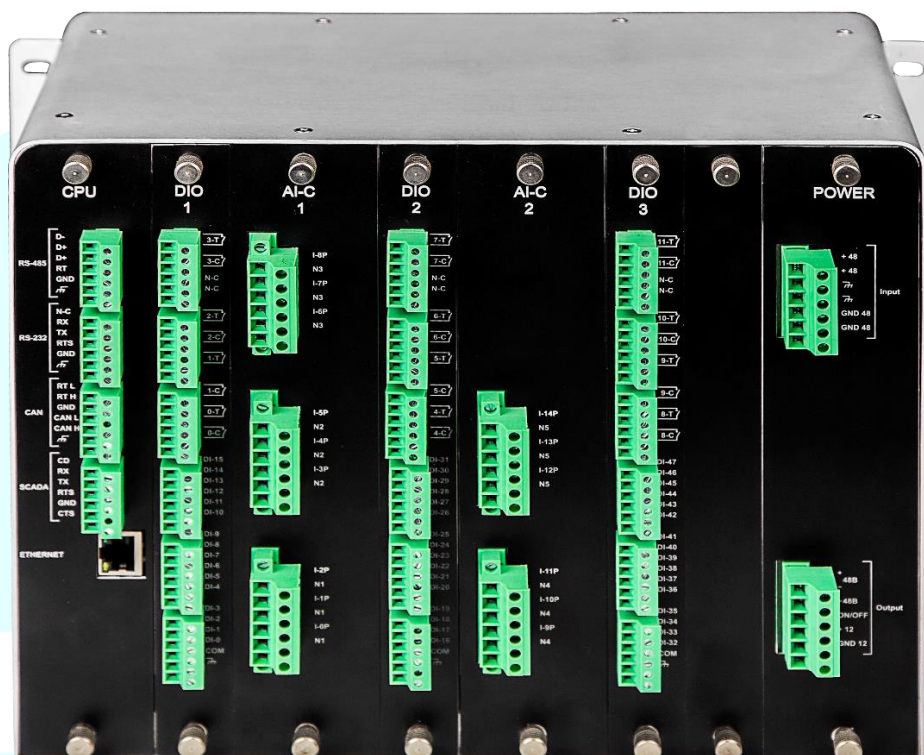
شکل 3- نمای روبروی دستگاه (سابِرک بزرگ)

همانطور که در شکل 4 مشاهده می‌شود، سمت راست سابِرک برد تغذیه و سمت چپ آن برد CPU نصب می‌شوند. بسته به نیاز، در کنار برد تغذیه، برد مدیریت تغذیه هم نصب می‌شود. بردهای I/O از سمت چپ به راست به ترتیب زیر، داخل سابِرک قرار می‌گیرند:

DIO1 - AIC1 - DIO2 - AIC2 - DIO3

بسته به نیاز پست برق، تعداد ورودی‌ها و خروجی‌های سیستم تعیین می‌شود و در نتیجه تعداد بردهای مورد نیاز مشخص می‌شود و بردها از چپ به راست درون سابِرک نصب می‌شوند. به عنوان مثال، اگر پستی نیاز به حداکثر 32

ورودی دیجیتال، 8 خروجی دیجیتال و 9 ورودی آنالوگ AC داشته باشد، تنها به بردهای DIO1، AIC1 و DIO2 نیاز است و در محل نصب بردهای DIO3 و AIC2، از پنل Blank استفاده خواهد شد.



شکل 4- نمای پشت دستگاه (سابرک بزرگ)

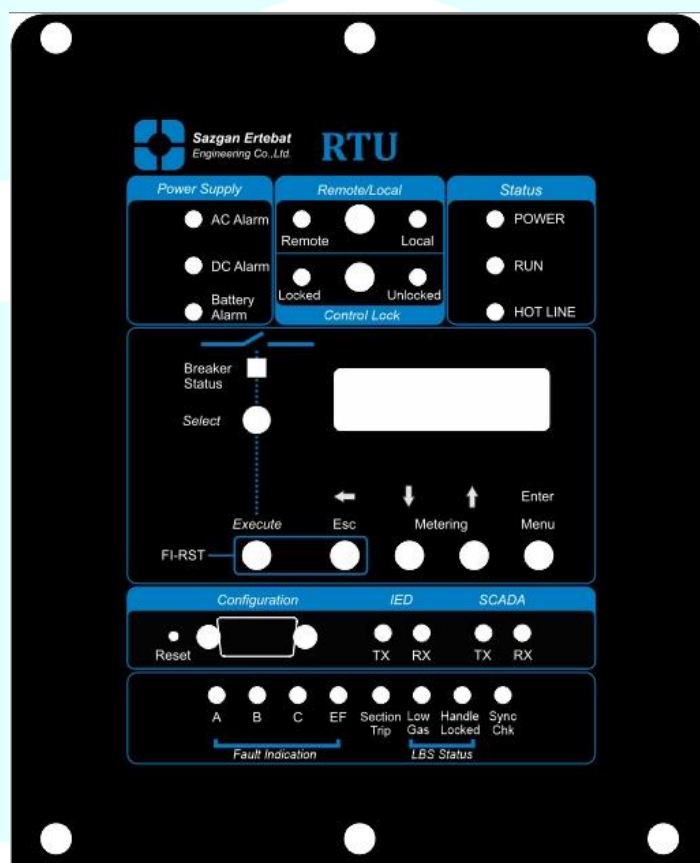
همانطور که مشاهده می‌شود، تمام کانکتورهای دستگاه در قسمت پشت دستگاه قرار گرفته‌اند. اتصال تغذیه ورودی، تغذیه مودم، ورودی‌های دیجیتال، ورودی‌های آنالوگ، خروجی‌های دیجیتال و پورت‌های سریال، CAN و LAN از این طریق صورت می‌پذیرد.

از یک ساب‌رک سایز بزرگ می‌توان برای اتوماسیون پست‌های توزیع کوچک، متوسط و بزرگ و یا یک پست کیوسک استفاده کرد و در صورت نیاز می‌توان از شبکه کردن ساب‌رک‌ها و یا شبکه کردن ماژول‌های Remote I/O، بسته به نیاز برای اتوماسیون پست‌ها بهره جست.

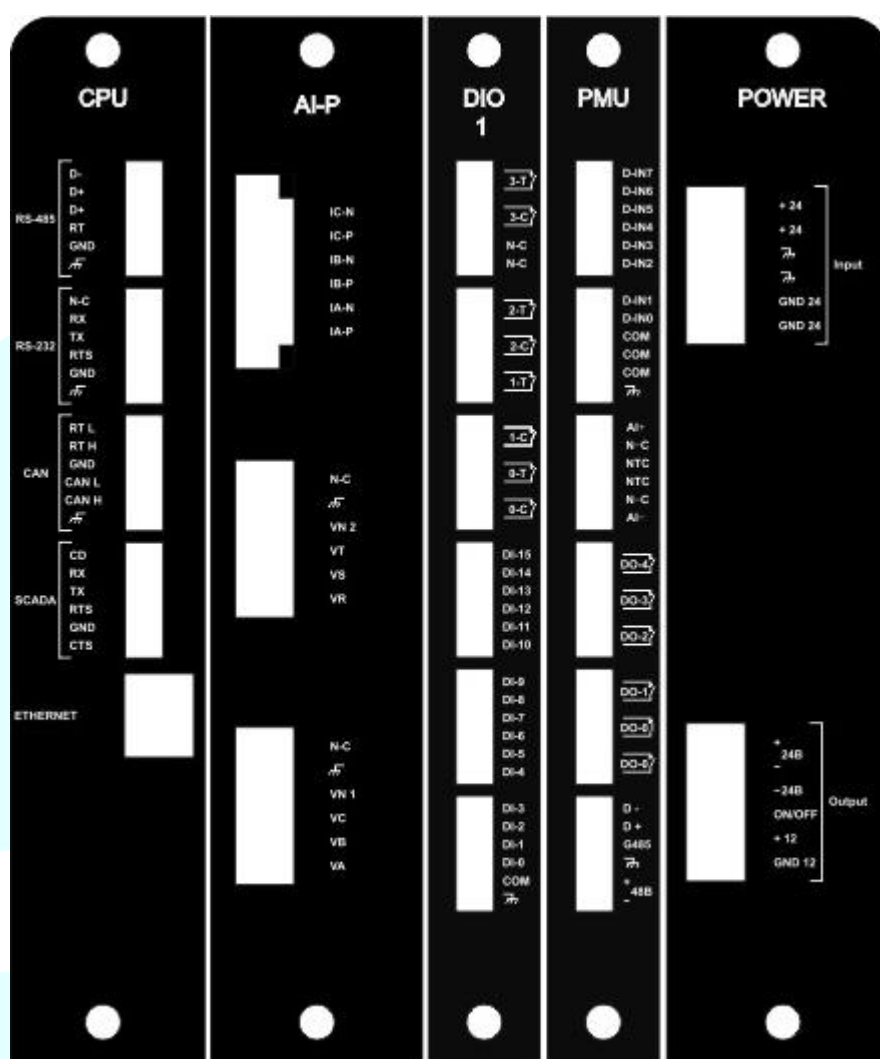
SR-300 به صورت دوره‌ای ورودی‌های خود را پایش می‌کند. در هر یک میلی‌ثانیه تمام وضعیت‌های ورودی‌های دیجیتال و در هر 10 میلی‌ثانیه تمام مقادیر ورودی‌های آنالوگ را از دستگاه خوانده و ثبت می‌کند. در این RTU از سیستم عامل Real Time با قابلیت Multitasking استفاده شده است و انجام به موقع عملکردهای اصلی دستگاه تضمین شده است. ضمناً برای کاربر نیز با استفاده از نرم‌افزار RTU Tester شرایطی برقرار شده تا بتواند به صورت دوره‌ای بر حسب ثانیه یا دقیقه تمام وضعیت‌ها و مقادیر جاری دستگاه را مشاهده نماید.

معرفی سابِرک سائز کوچک:

شکل 5 و شکل 6 نمای روبرو و پشت دستگاه را نشان می‌دهند. همانطور که در شکل 5 مشاهده می‌شود، امکان مشاهده وضعیت ورودی‌های دیجیتال، آلارم‌های تغذیه، آلارم‌های مربوط به نشانگرهای خطا، وضعیت رله‌ها و وضعیت ارسال و دریافت داده‌ها از طریق پنل جلوی دستگاه قابل مشاهده است. پورت سریال نصب شده روی پنل، ارتباط کاربر با دستگاه را از طریق نرم‌افزار RTU Tester برقرار می‌سازد. برد پنل وظیفه کنترل نمایشگرهای LED مختلف روی پنل و نمایش برخی ورودی‌های آنالوگ و برخی تنظیمات بر روی LCD را بر عهده دارد. همچنین امکان صدور فرمان به Test Relay و سکسیونر تحت کنترل (Breaker Status) و بازنشانی خطای تشخیص داده شده (FI-RST) از طریق کلیدهای موجود بر روی پنل وجود دارد. بازنشانی دستگاه نیز از طریق کلید Reset روی پنل امکان پذیر است.



شکل 5- نمای روبروی دستگاه (سابِرک کوچک)



شکل 6- نمای پشت دستگاه (سابرک کوچک)

معرفی کلیدها

کلید Remote/Local :

RTU پس از بازنشانی کارخانه، در حالت Remote قرار می‌گیرد و LED مربوط به رنگ سبز سمت چپ کلید، روشن می‌شود. با فشردن کلید Remote/Local، دستگاه در حالت Local قرار گرفته و LED سمت راست کلید به رنگ قرمز روشن می‌شود. در حالت Local امکان فرمان از راه دور وجود ندارد ولی از طریق نرم‌افزار RTU Tester و پنل رابط کاربری می‌توان به کلید فرمان داد، در این حالت شرط وابستگی اعمال فرمان به ورودی‌های دیجیتال باید برقرار باشد تا بتوان از پنل رابط کاربری فرمان داد.

کلید Test Relay :

با فشردن این کلید می‌توان وضعیت رله تست را تغییر داد و وضعیت آن را با استفاده از دو LED سمت چپ و راست کلید، مشاهده نمود. باید توجه داشت که RTU وضعیت باز یا بسته بودن رله را از روی ورودی‌های دیجیتال تشخیص می‌دهد لذا درست عمل کردن این کلید منوط به درست بسته شدن ورودی‌های دیجیتال مربوط به آن است، نمایشگر LED سمت چپ وضعیت باز بودن کلید را به رنگ سبز و وضعیت بسته بودن کلید را به رنگ قرمز نشان می‌دهد.

کلیدهای Select و Execute :

با فشردن همزمان این دو کلید، در صورتیکه دستگاه در حالت Local باشد و وضعیت باز و بسته بودن کلید به درستی به ترمینال‌های ورودی دیجیتال RTU متصل شده باشد، فرمان صادر شده و وضعیت کلید با یک نمایشگر LED دورنگ نمایش داده می‌شود. رنگ سبز به معنی باز بودن و رنگ قرمز به معنی بسته بودن کلید است.

کلیدهای ESC و Execute :

فشردن همزمان این دو کلید باعث بازنشانی تشخیص خطا به صورت محلی می‌شود.

کلیدهای مربوط به LCD :

پس از بازنشانی دستگاه، در صورت فشردن کلیدهای مربوط به Metering (بالا و پایین)، مقادیر اندازه‌گیری شده‌ی جریان، ولتاژ و توان را می‌توان ملاحظه نمود. با فشردن کلید ESC، نمایشگر به وضعیت پس از بازنشانی برگردانده می‌شود. در این حالت با زدن کلید Menu می‌توان برخی از تنظیمات دستگاه را مشاهده نمود.

معرفی سایر نمایشگرهای LED :

بخش Power Supply :

سه نمایشگر در این بخش وضعیت سیستم تغذیه را نمایش می‌دهند. آلارم‌های قطع برق AC، قطع DC (خرابی شارژر) و کم بودن سطح ولتاژ باتری در این قسمت قرار دارند.

بخش Status :

نشانگرهای روشن بودن تغذیه دستگاه (Power)، اجرای نرم افزار (RUN) و برقدار بودن سر کابل (HOT LINE) در این بخش قرار دارند.

نمایشگرهای تبادل داده:

ارسال اطلاعات به مرکز کنترل (SCADA) و ارسال اطلاعات از پورت IED به رنگ سبز نمایش داده می شود و دریافت اطلاعات نیز به رنگ آبی برای هر دو پورت در نظر گرفته شده است.

بخش Fault Indication :

چهار نمایشگر LED برای اعلام خطاهای فاز به فاز و زمین در نظر گرفته شده است.

بخش LBS Status :

در قسمت LBS Status نشانگر Low Gas نمایانگر کم بودن فشار گاز SF6 سکسیونر، Handle Locked به معنی فعال بودن قفل مکانیکی سکسیونر، Section Trip نشانگر صدور فرمان در حالت عملکرد سکشنالایزری دستگاه و در آخر شماره 25 نشاندهنده خطای Synchronism Check است.

معرفی اجزای SR-300

SR-300 شامل یک ساب‌رک از جنس آلومینیوم با آبکاری کروماته است که در آن ریل‌هایی جهت قراردادن بردهای مورد نیاز درون ساب‌رک طراحی شده است. شکل 7 و شکل 8 ساختار ماژولار ساب‌رک SR-300 را نشان می‌دهد. تمامی بردها از طریق یک BACKPLANE با برد CPU ارتباط دارند و با استفاده از تغذیه 5 ولتی تغذیه می‌شوند. ضمناً با توجه به اینکه ساختار این RTU کاملاً ماژولار است، لذا خارج کردن هر یک از اجزای آسیب دیده جهت تعویض یا تعمیر، نیازمند باز شدن کامل RTU نیست و با باز کردن پیچ‌های طراحی شده در بالا و پایین هر برد که نقش دستگیره را هم دارند، امکان جداسازی آن برد از RTU فراهم می‌شود.

توجه:

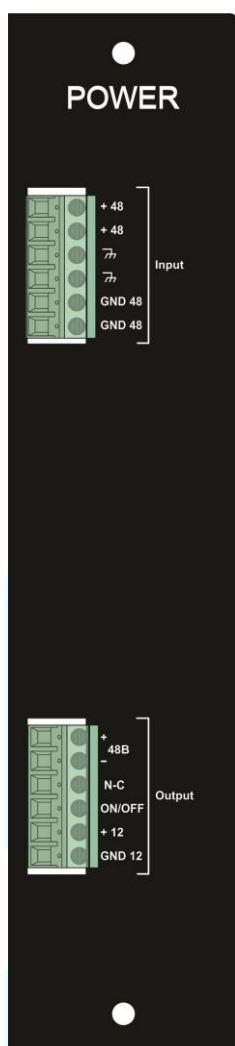
در این راهنما، در توضیح کانکتورهای هر برد، کانکتورها از پایین به بالا به ترتیب P1، P2، P3 و ... نامیده می‌شوند.



شکل 7- ساختار ماژولار



شکل 8- ساختار ماژولار



شکل 9- پنل برد
تغذیه

برد تغذیه (POWER SUPPLY)

از برد تغذیه برای تغذیه دستگاه، تامین تغذیه خروجی برای تجهیز مخابراتی، تامین تغذیه خروجی برای اتصال به برد مدیریت تغذیه و برای خاموش و روشن کردن دستگاه به صورت ریموت، استفاده می‌شود (شکل 9).

کانکتور P2 کانکتور ورودی است که در قسمت بالای برد قرار دارد و ولتاژ نامی آن 48 ولت مستقیم است. پایه‌های همنام کانکتور P2 از داخل به هم متصل هستند و برای تغذیه دستگاه، اتصال به یکی از آنها کافی است. کانکتور P1، خروجی برد تغذیه است و در پایین برد قرار دارد. همچنین امکان خاموش کردن تغذیه از طریق اتصال پایه‌های 3 و 4 این کانکتور، امکانپذیر است.

برد تغذیه دارای دو خروجی است، یکی تغذیه حفاظت شده و بافر شده 48 ولت ورودی، که برای اتصال به برد PMU از کانکتور P1 خارج شده است. یکی هم تغذیه 12 ولت 30 وات که برای تغذیه تجهیز مخابراتی نظیر مودم رادیویی UHF شرکت سازگان ارتباط در نظر گرفته شده است.

شکل 10 نمایش دهنده کانکتورهای برد تغذیه است.

1	+48B	1	+48
2	-48B	2	+48
3	-48B	3	EARTH
4	ON/OFF	4	EARTH
5	+12	5	GND 48
6	GND 12	6	GND 48

P1-OUTPUT

P2-INPUT

شکل 10- کانکتورهای برد تغذیه

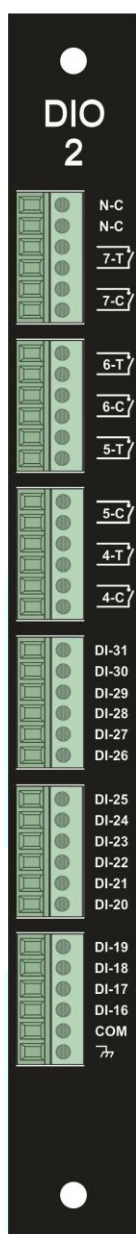
برد دیجیتال (DIO)

در SR-300 هر برد دیجیتال، 16 نقطه ورودی و 8 رله خروجی نیز جهت اعمال فرمان، در نظر گرفته شده است. به برد DIO در شکل 11 توجه کنید:

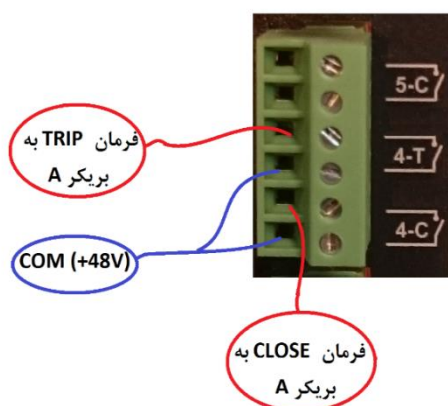
نقاط ورودی دیجیتال 16 تا 31 به همراه ترمینال مشترک COM جهت سیم بندی هر یک از وضعیت‌های دیجیتال روی نیمه پایینی برد قابل مشاهده می‌باشد. همچنین 8 نقطه خروجی دیجیتال نیز از شماره 4 تا 7 با پسوند T (TRIP) یا C (CLOSE) روی برد قرار دارند.

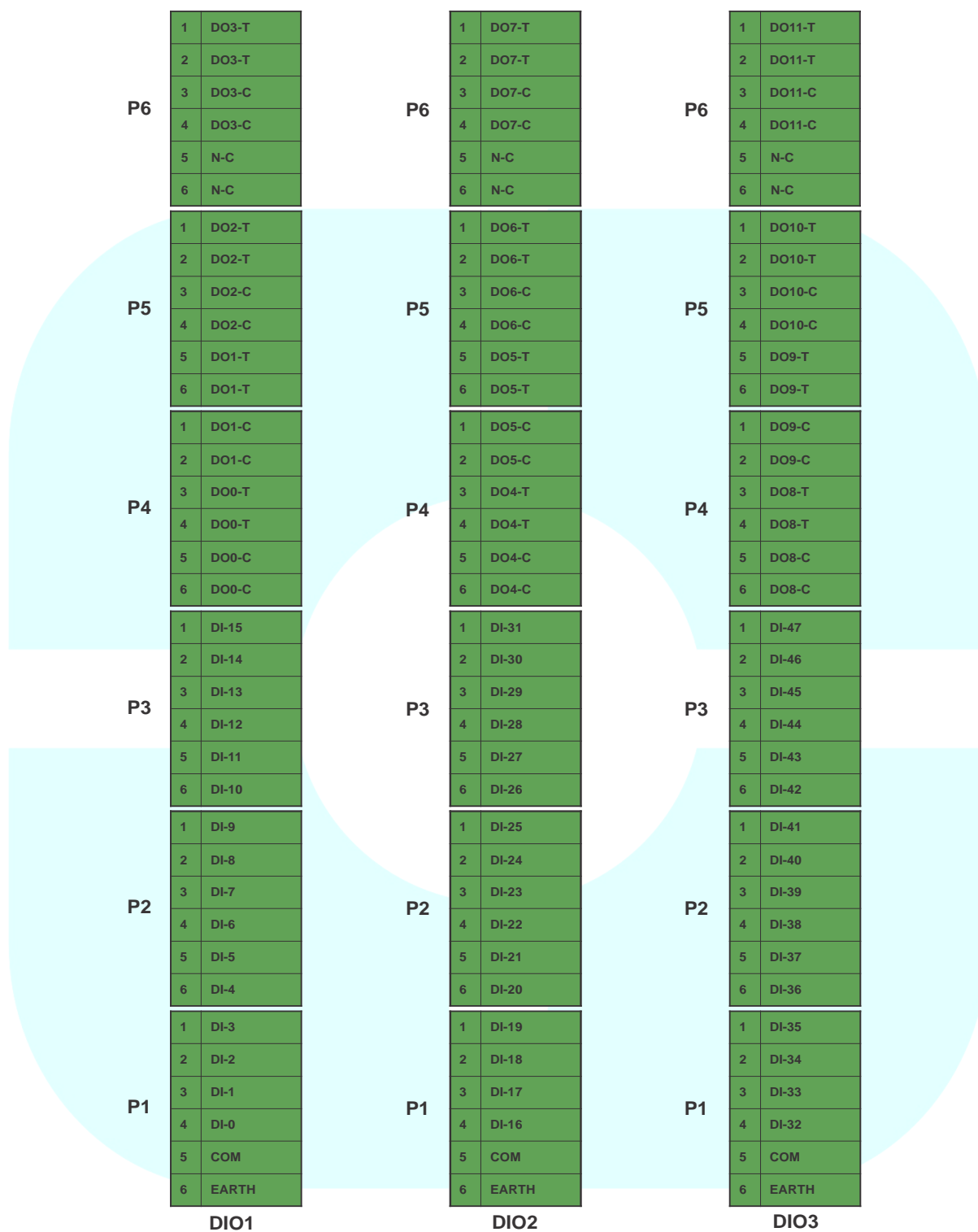
نکته قابل ذکر دیگر آنکه، نقاط ورودی و خروجی دیجیتال همگی ایزوله و از نوع خشک هستند، پس برای تر کردن آنها باید از منبع ولتاژ بیرونی و یا از باتری پست، استفاده شود و در سخت افزار ورودی‌های دیجیتال این برد از مدار RC جهت حذف ارتعاشات استفاده شده است.

هر برد DIO دارای 16 ورودی دیجیتال و 8 خروجی دیجیتال رله‌ای است. هر دو رله تشکیل یک نقطه خروجی زوج را می‌دهند. یعنی هر برد DIO، چهار نقطه زوج دارد. شماره گذاری ورودی‌ها به این صورت است که برد DIO1 ورودی‌های دیجیتال صفر تا 15 و برد DIO2 ورودی‌های دیجیتال 16 تا 31 و برد DIO3 ورودی‌های دیجیتال 32 تا 47 را شامل می‌شوند. ورودی دیجیتال شماره 15 از DIO1 اختصاص به جلوگیری فرمان به سکسیونر در صورت کاهش فشار گاز سکسیونر دارد، یعنی اگر این پوینت آلارم شود از ارسال فرمان به DO0 جلوگیری می‌شود. همچنین شماره گذاری خروجی‌های دیجیتال به این صورت است که برد DIO1 خروجی‌های دیجیتال صفر تا 3 و برد DIO2 خروجی‌های دیجیتال 4 تا 7 و برد DIO3 خروجی‌های دیجیتال 8 تا 11 را شامل می‌شوند. شکل 12 کانکتورهای بردهای DIO را نشان می‌دهد که ساب‌رک بزرگ حداکثر 3 برد DIO و ساب‌رک کوچک حداکثر 1 برد DIO را پشتیبانی می‌کند.



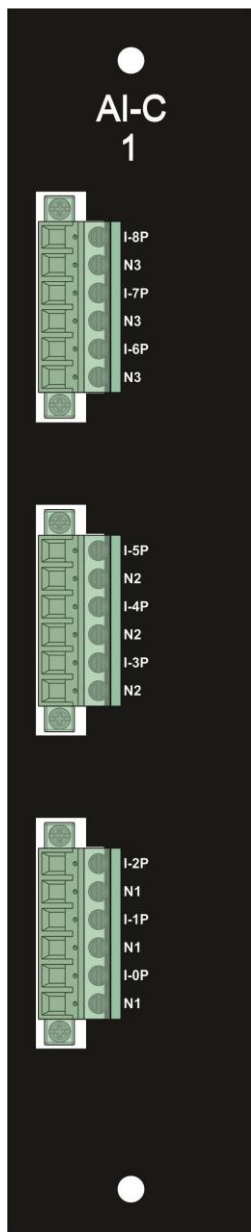
شکل 11- پنل برد DIO





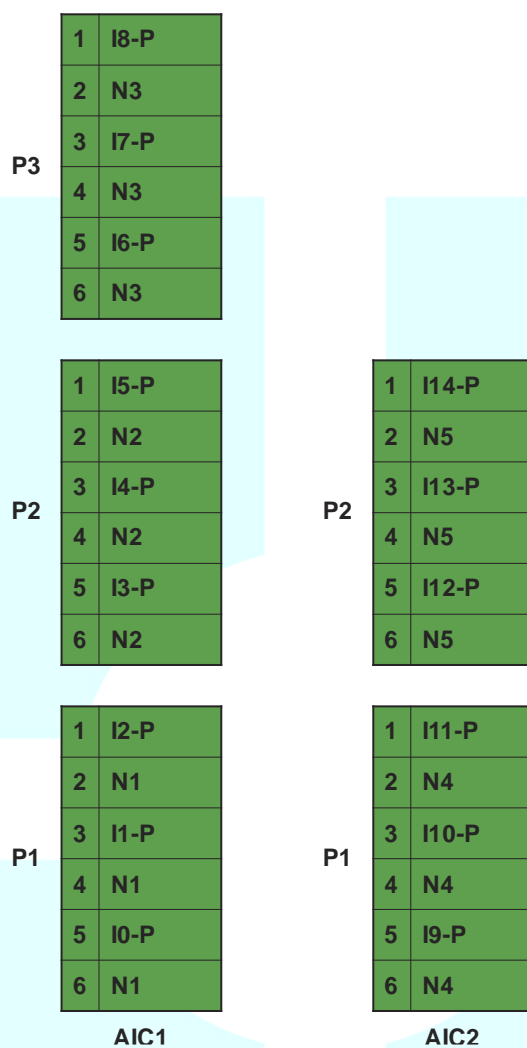
شکل 12- کانکتورهای بردهای
DIO

برد آنالوگ (AI-C)



شکل 13- پینل برد
AI-C

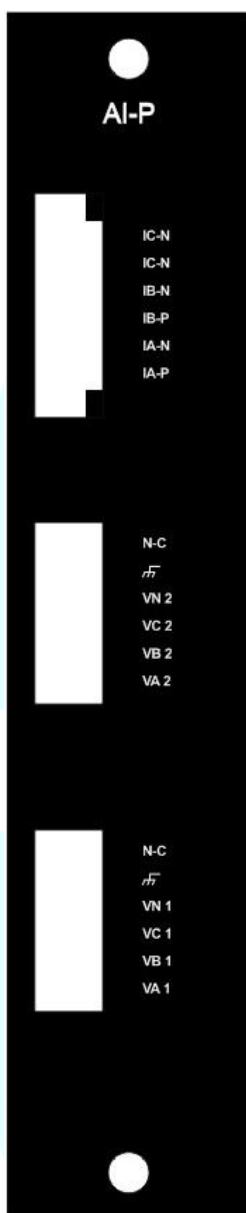
در SR-300 روی برد AI-C1، 9 کانال ورودی آنالوگ و در برد AI-C2، 6 کانال ورودی آنالوگ جهت اندازه‌گیری مقادیر جریان قرار داده شده است (شکل 13).
برد AIC با استفاده از جامپرهای روی برد به دو صورت AI-C1 و AI-C2 قابل پیکربندی است. این بردها به ترتیب دارای 9 و 6 ورودی آنالوگ جریانی AC هستند.
هر سه کانال دارای یک COM مشترک هستند. رنج نامی برای سنجش جریان متناوب 1A در نظر گرفته شده و رنج 5A در صورت سفارش مشتری قابل ارائه است.
شکل 14 کانکتورهای بردهای AIC را نمایش می‌دهد.



شکل 14- کانکتورهای بردهای AIC

از این کانکتورها برای اتصال ورودی‌های جریانی متناوب استفاده می‌شود.

برد آنالوگ (AI-P)



شکل 15 پنل برد AI-P

برد AI-P دارای 6 کانال ورودی ولتاژ، 3 کانال ورودی جریان (خود به دو قسمت جریان بالا (حداکثر ورودی برد 6 آمپر) و جریان کم (نامی 1 آمپر) تقسیم می‌شود) و یک کانال اندازه‌گیری جریان زمین است (شکل 17).

رنج نامی برای سنجش جریان متناوب 1A در نظر گرفته شده و رنج 5A در صورت سفارش مشتری قابل ارائه است. توسط این برد SR-300 قادر است مقادیر True RMS، فرکانس، فاز ولتاژ و جریان هر خط، توان ظاهری، اکتیو و راکتیو را اندازه‌گیری نماید، با توجه به مقدار فاز جریان‌ها و مقایسه آن‌ها با فاز ولتاژها سیستم قادر به تشخیص منبع جریان از طرف A, B, C و یا بالعکس (Source Side detection) می‌باشد.

این برد سیستم قابلیت تشخیص خطای فاز به فاز، فاز به زمین، خطای Under Voltage، Over Voltage، Over Load و Synchronism Check را دارد که روش‌های ریست تایمری، ریست ولتاژی، ریست از طریق مرکز کنترل و ریست از روی پنل (دکمه‌های ترکیبی Execute+ESC) برای این سیستم طراحی شده است و تنظیمات مربوط به تشخیص خطا Fault Detection Configuration در بخش معرفی نرم افزار RTU Tester زیربخش معرفی تنظیمات شرح داده خواهند شد.

برد AI-P قابلیت Sectionalizing به RTU می‌دهد (Section Time) بین 2 الی 5 تنظیم گردد). در صورتیکه این عملکرد در RTU فعال شود، RTU خواهد توانست با دستگاه اتوریکلوزر هماهنگ شود. یک شمارنده برای سکشنالایزر در نظر گرفته شده است که لازم است کاربر مقدار Threshold (تنظیم Section counter) آنرا یک واحد کمتر از شمارنده اتوریکلوزر تنظیم کند. اگر RTU خطای OC/EF تشخیص دهد و پس از آن برق قطع شود، یک واحد به مقدار شمارنده اضافه می‌کند و در صورتیکه مقدار شمارنده به مقدار تنظیم شده برسد، RTU فرمان قطع کلید را صادر می‌کند (در این حالت خط بدون برق است).

برد PMU (Power Management Unit)

برد PMU، به منظور نظارت بر عملکرد باتری، باتری شارژر، کنترل تغذیه RTU و تغذیه فیدر و تهیه آلارم‌های مورد نیاز، طراحی و ساخته شده است. این برد با تغذیه 48 ولت بافر شده توسط برد تغذیه، کار می‌کند و از طریق باس RS485، با برد CPU در ارتباط است. پروتکل ارتباطی Modbus/RTU است و برد PMU به عنوان Slave شماره یک برای CPU تعریف می‌شود (شکل 16). از طریق این ارتباط آلارم‌های PMU به اطلاع CPU می‌رسد. تغذیه ورودی و باس RS485 از طریق کانکتور P1 در اختیار کاربر قرار می‌گیرد. برد PMU دارای 5 رله خروجی، 3 ورودی آنالوگ و 8 ورودی دیجیتال است. این برد شامل سه ورودی آنالوگ مستقیم (DC) است که دو ورودی NTC به منظور خواندن مقدار مقاومت NTC و +48B و -48B جهت ورودی تغذیه برد و همچنین خواندن ولتاژ باتری طراحی شده است، AI+ و AI- به صورت ورودی رزرو در نظر گرفته شده است. این کارت همچنین هشت ورودی دیجیتال دارد که از طریق پروتکل Modbus و پورت RS485 امکان در اختیار قرار دادن این ورودی‌های دیجیتال به RTU را دارد. بجز رله DO-1 که یک کنتاکت NO و یک کنتاکت NC دارد، سایر رله‌ها تنها کنتاکت NO دارند. در زیر جدول DI register map مربوط به برد PMU مشاهده می‌شود.



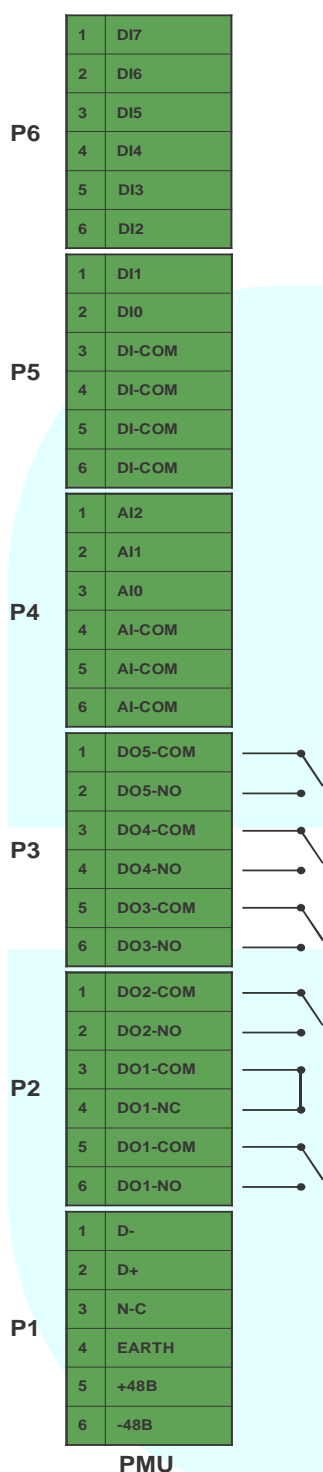
شکل 16- پنل برد
PMU

Name/Description	ModBus ADD	RTU ADD
AC ALARM	400	60
DC ALARM	401	61
Float Alarm	402	62
Low Battery Alarm	403	63
Healt Battery Alarm	404	64
Temprature Battery Alarm	405	65
Config FAULT ALARM	410	70
Calibration Error Alarm	411	71
I0	421	81
I1	422	82
I2	423	83
I3	424	84
I4	425	85
I5	426	86
I6	427	87
I7	428	88

مهمترین ویژگی‌های واحد PMU عبارت است از :

1. جلوگیری از تخلیه سریع باتری‌ها (Deep Discharge)
2. جلوگیری از اعمال بار اضافه بر شارژر
3. افزایش عمر باتری از طریق رعایت بهترین منحنی شارژ و دشارژ
4. نظارت بر سلامت باتری
5. تولید آلارم‌های Low , Float Battery , DC Fail , AC Fail , Battery Health Alarm , Battery

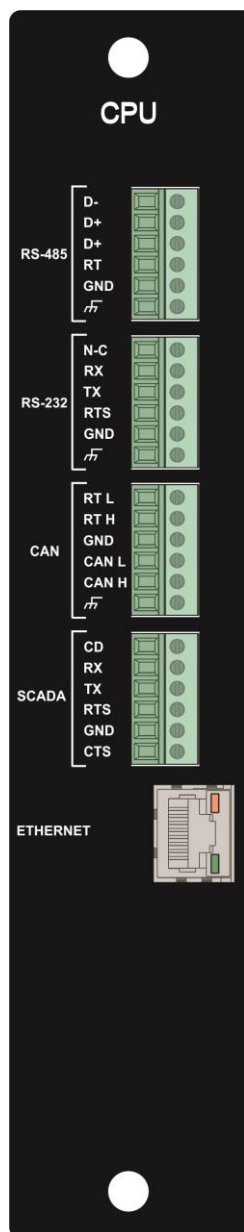
کانکتور P1، کانکتور تغذیه و باس RS 485 است. از طریق پایه‌های D+ و D- کانکتور P1 می‌توان PMU را به پورت سریال کامپیوتر وصل کرد و در صورت نیاز آن را از طریق نرم افزارهایی همچون Hyper Terminal پیکربندی نمود. این دو پایه از کانکتور، همچنین برای برقراری ارتباط با RTU نیز هستند. پایه‌های +48B و -48B از پایه‌هایی به همین نام در کانکتور P1-OUTPUT از برد تغذیه، باید به وسیله سیم کوتاهی متصل گردند تا ولتاژی فیلتر و بافر شده از برد منبع تغذیه به برد PMU متصل گردد. کانکتورهای P2 و P3 به بخش DO سیستم متصل‌اند و همانگونه که در شکل 17 مشخص است از پایین به بالا DO1 الی DO5 را شامل می‌شود. به منظور استفاده از این برد پین‌های 3 و 4 از کانکتور P2 را باید به پین‌های 3 و 4 از کانکتور P1-OUTPUT برد تغذیه وصل نمود، از بین هشت ورودی دیجیتال، DI0 آن به منظور تشخیص آلارم AC در نظر گرفته شده است لذا خروجی یک رله AC پس از تر شدن باید به DI0 متصل گردد تا PMU از وضعیت وجود یا عدم وجود برق AC آگاه گردد.



شکل 17- کانکتورهای برد

PMU

برد CPU

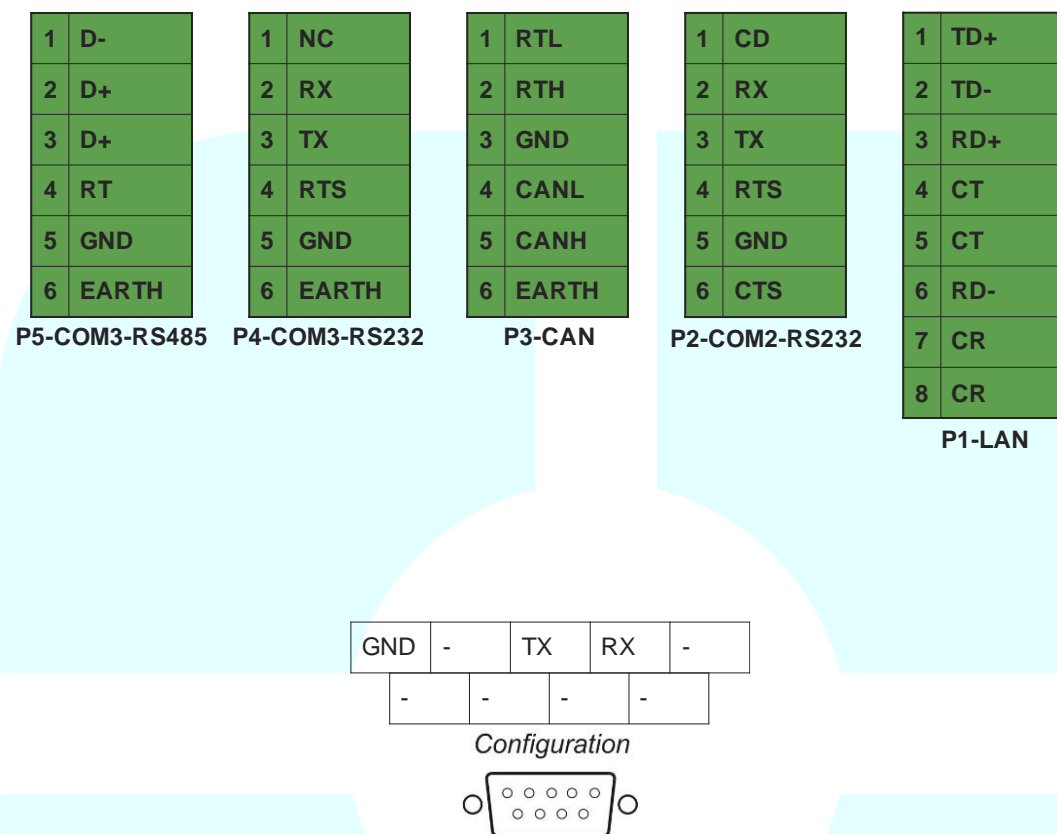


شکل 18- پینل برد
CPU

برد پردازنده مرکزی RTU SR-300 دارای 5 پورت خروجی است که بسته به نیاز کاربر قابل استفاده می‌باشد (شکل 18).

SR-300 دارای سه پورت سریال است. یک پورت RS232 نصب شده روی پانل جلوی دستگاه است که از آن برای ارتباط با نرم‌افزار RTU Tester استفاده می‌شود (COM1). این پورت Configuration نام‌گذاری شده است. پورت دوم (COM2) از طریق کانکتور P2 برای برقراری ارتباط با مرکز کنترل استفاده می‌شود. این پورت SCADA نام‌گذاری شده و از نوع RS232 همراه سیگنال‌های Handshake است.

پورت سوم هم به دو صورت RS232 یا RS485 قابل پیکربندی می‌باشد (COM3). در صورتی که این پورت RS232 تعریف شود، از کانکتور P4 برای برقراری ارتباط با یک IED استفاده می‌کند و در صورتیکه این پورت RS485 تعریف شود، کانکتور ارتباطی آن P5 خواهد بود. کانکتور P2 برای اتصال به شبکه CAN و کانکتور P1 برای اتصال به شبکه اترنت در نظر گرفته شده‌اند. پایه‌های هر پورت در شکل 19 آمده‌اند.

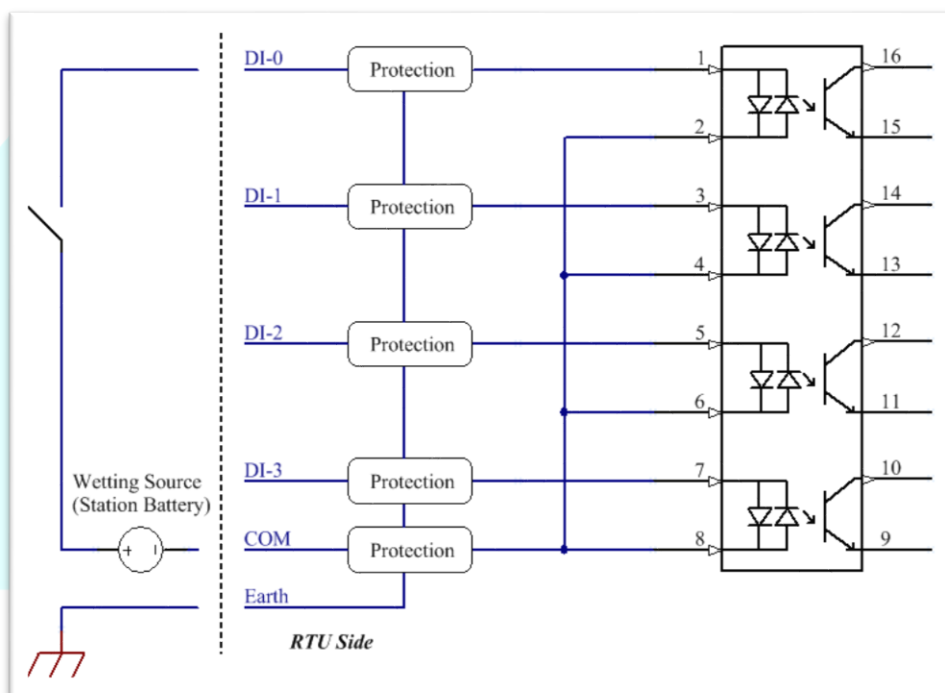


شکل 19-کانکتورهای برد CPU و Configuration

معرفی نحوه ارتباط با مدارات ورودی و خروجی

- نحوه اتصال ورودی‌های دیجیتال

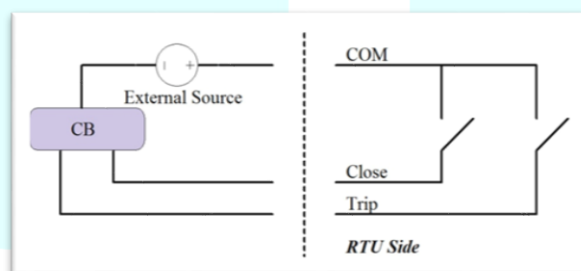
ورودی‌های دیجیتال SR-300 همگی ایزوله و از نوع خشک هستند. برای تر کردن ورودی‌ها از منبع ولتاژ بیرونی و یا باتری پست، استفاده می‌شود. مدار ورودی دیجیتال به صورت شکل 20 می‌باشد.



شکل 20- نحوه اتصال ورودی‌های دیجیتال

- نحوه اتصال خروجی‌های دیجیتال

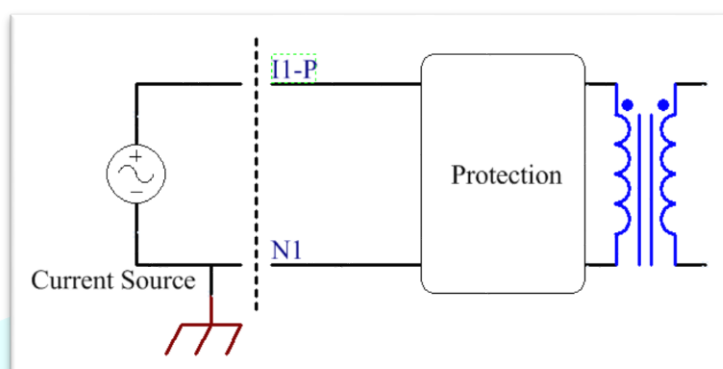
خروجی‌های SR-300 از نوع رله‌ای و خشک هستند و باید خارج از ساب‌رک دستگاه تغذیه شوند. از ولتاژ باتری برای تر کردن کنتاکت‌های خروجی می‌توان استفاده نمود. مدار خروجی‌های دیجیتال در شکل 21 نشان داده شده است.



شکل 21- نحوه اتصال خروجی‌های دیجیتال

- نحوه اتصال ورودی‌های آنالوگ AC

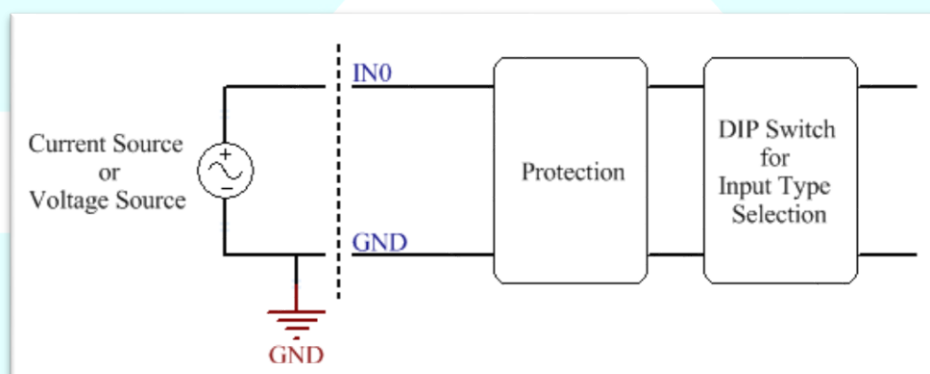
مدار ورودی‌های جریان AC در شکل 22 آمده است.



شکل 22- نحوه اتصال ورودی‌های آنالوگ AC

- نحوه اتصال ورودی‌های آنالوگ DC

هر یک از ورودی‌های آنالوگ DC به صورت جریانی یا ولتاژی برای اندازه‌گیری جریان 4 تا 20 میلی آمپر و ولتاژ صفر تا 10 ولت قابل پیکربندی هستند. پیکربندی این برد به وسیله Dip Switch مقاوم در برابر شوک و لرزش انجام می‌شود. این ورودی‌ها از تغذیه CPU ایزوله نیستند. مدار ورودی‌های جریانی DC در شکل 23 آمده است.



شکل 23- نحوه اتصال ورودی‌های آنالوگ DC

معرفی نرم افزار RTU Tester

نرم افزار RTU Tester نرم افزاری برای تست ورودی ها و خروجی ها و همچنین انجام تنظیمات دستگاه می باشد نسخه کنونی این نرم افزار پرتابل است و نیازی به نصب ندارد. لازم است که .netframework نسخه 3.5 به بالا، روی سیستم عامل ویندوز نصب شده باشد.

مشخصات پیشنهادی برای کامپیوتر شخصی :

سیستم عامل ویندوز : Windows 7/8/10

2 گیگا بایت حافظه RAM

Hard: 500 Mb free space هارد:

نرم افزارهای موجود روی کامپیوتر : .netframework4

پردازنده : Core i3 و بالاتر

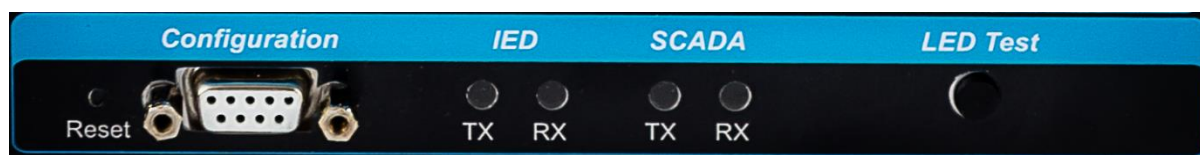
گرافیک : VGA:1366*768

شکل 24 نمایی از این نرم افزار را نشان می دهد.



شکل 24- نمای پنجره اول نرم افزار RTU Tester

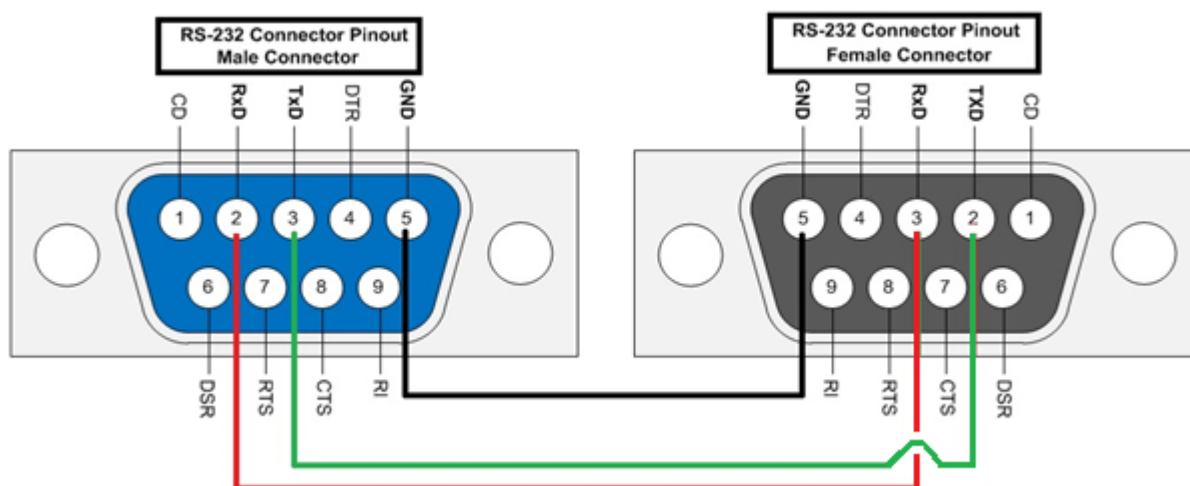
برای اتصال محلی به RTU از طریق نرم افزار RTU Tester لازم است تا کاربر به پورت Configuration واقع در پنل جلویی RTU متصل شود. برای این کار به یک کابل RS-232 و یک مبدل USB to Serial نیاز است. (شکل 25)





شکل 25- پورت Configuration و مبدل های USB به سریال

کابل RS-232 به راحتی و با استفاده از دو کانکتور نری و مادگی DB9 قابل ساخت است. اتصال پین های این دو کانکتور بهم بصورت شکل 26 زیر است.



شکل 26- راهنمای ساخت کابل RTU Tester

پس از اتصال به RTU و اجرای نرم افزار، در قسمت Connection، با انتخاب درگاه سریال متصل به کامپیوتر و پیش فرض بودن سایر گزینه ها، بر روی Run کلیک کرده و برنامه آغاز به کار می کند. تنظیمات پیش فرض برای این ارتباط به صورت زیر است:

Baud Rate = 19200, Data Bits = 8, Parity = None, Stop bits = One, Handshake = None
Address = 247



شکل 27- پنجره Connection

در صورت برقراری ارتباط موفق، آدرس دستگاه در پروتکل ارتباط با مرکز، در بخش RTUs List به همراه تعداد نقاط ورودی و خروجی نمایش داده خواهد شد. همچنین چراغ Connection Status نیز به رنگ سبز در خواهد آمد. درخواست‌های نرم‌افزار و پاسخ‌های RTU به ترتیب به رنگ‌های سبز و آبی، در پنجره پایین نرم‌افزار قابل مشاهده خواهند بود. در صورت قطع ارتباط، چراغ Connection Status به رنگ قرمز نمایش داده می‌شود و درخواست‌های سبز رنگ ارسالی از نرم‌افزار برای RTU، با Time out روبرو خواهند شد که پیام‌های Time out به رنگ قرمز در پنجره پایین نرم‌افزار مشاهده خواهند شد. بعد از باز شدن نرم‌افزار، صفحه‌ای باز می‌شود که شامل 4 بخش Digital Input, Digital Output, Analog Input و Analog Output است.

قسمت Digital Input که نمایش دهنده ورودی‌های دیجیتال است، نشان دهنده وضعیت هر یک از نقاط دیجیتال تحت پایش (وضعیت سکسیونرها، وضعیت R/L سلول‌ها یا ...) می‌باشد. در بخش مربوط به ورودی‌های دیجیتال، در هر صفحه وضعیت تعداد 16 ورودی نشان داده خواهد شد. جلوی هر ورودی امکان ثبت نام یا توصیف آن ورودی در نظر گرفته شده است. در سمت راست صفحه در بخش Scan، امکان پایش نقاط ورودی دیجیتال به صورت Manual و متناوب در نظر گرفته شده است.

بخش Analog Input مربوط به ورودی‌های آنالوگ (مقادیر جریان، ولتاژ، فاز، توان و ...) است. در بخش ورودی‌های آنالوگ نیز در هر صفحه مقدار 16 کانال قابل مشاهده است. ضمناً امکان پایش نقاط به صورت Manual و متناوب نیز در نظر گرفته شده است.

در بخش Digital Output که خروجی‌های دیجیتال در آن قرار دارند، کلیدهای باز و بسته نرم‌افزاری جهت ارسال فرمان به کلیدهای قدرت وجود دارد. با انتخاب آدرس خروجی و فشردن یکی از کلیدهای Close یا Trip، فرمان

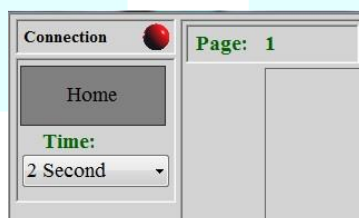
مورد نظر برای SR-300 ارسال خواهد شد. البته پیش از ارسال فرمان نیاز به وارد کردن رمز عبور برای سطح دسترسی یک است.

بخش Analog Output، برای تنظیم پارامترهای مختلف دستگاه کاربرد دارد. در طرح SR-300 از خروجی‌های آنالوگ برای تنظیم پارامترهای مختلف دستگاه استفاده شده است. تمامی تنظیمات دستگاه از طریق نرم افزار RTU Tester به صورت محلی و همچنین از راه دور و با به کارگیری پروتکل ارتباط با مرکز کنترل در اختیار کاربر قرار دارد. در فایل Device Profile and point lists مقادیر پیش فرض برای تنظیمات دستگاه ارائه شده است. برای تنظیم هر مقدار با توجه به رنج مربوط، ابتدا مقدار مورد نظر در Text Box روبروی آن تنظیم، نوشته می‌شود و سپس کلید Enter فشرده می‌شود. در صورتی که مقدار تنظیمی در دستگاه نوشته شود، مقدار جدید به رنگ قرمز در آمده و در صورت منصرف شدن، می‌توان از کلیدهای  کمکی استفاده کرد و به حالت قبلی بازگشت. پس از نوشتن همه تنظیمات در دستگاه، باید کلید Apply فشرده شود. با اینکار دستگاه بازنشانی شده و مقادیر جدید مورد استفاده قرار خواهند گرفت. در صورتی که به هر دلیل تنظیمات دستگاه به هم بریزد، می‌توان به روش زیر مقادیر پیش فرض را در دستگاه بارگذاری کرد:

اولین ورودی آنالوگ با آدرس صفر Default Configuration نام دارد. در حالت عادی مقدار این خروجی صفر است. برای بارگذاری مقادیر پیش فرض، می‌توان عددی غیر از صفر در این خروجی نوشت و سپس کلید Apply را فشرده. با این کار دستگاه به مقادیر پیش فرض بازنشانی می‌شود. در صورتی که به دلیل تنظیمات اشتباه امکان برقراری ارتباط نرم‌افزار با دستگاه نباشد، می‌توان با فشردن LED Test به مدت 12 ثانیه مقادیر پیش فرض را بارگذاری کرد. با یک بار فشردن کلید LED Test، عملیات تست نمایشگرها انجام می‌شود. به این ترتیب که همه LEDها روشن و سپس خاموش می‌شوند. پس از این عملکرد، اگر کاربر همچنان کلید را فشرده نگاه دارد و به مدت 12 ثانیه صبر کند، دستگاه به مقادیر پیش فرض بازنشانی می‌شود و دستگاه راه‌اندازی مجدد می‌شود.

در این نرم‌افزار امکانات دیگری نظیر ارائه Log File مربوط به پیام‌های ارسال شده و دریافت شده، امکان ارسال درخواست به صورت دستی در پنجره Manual Request، امکان مشاهده تعداد درخواست‌های ارسال شده و تعداد پاسخ‌های دریافت، در نظر گرفته شده است.

برای مشاهده وضعیت لحظه‌ای هر یک از ورودی‌ها آنالوگ و دیجیتال نیز پس از ورود به هر یک از این دو صفحه کفایت در قسمت فوقانی سمت راست صفحه با تنظیم زمان اسکن RTU (بر حسب ثانیه یا دقیقه) و انتخاب گزینه start، وضعیت لحظه‌ای ورودی‌ها چک شود (شکل 28).



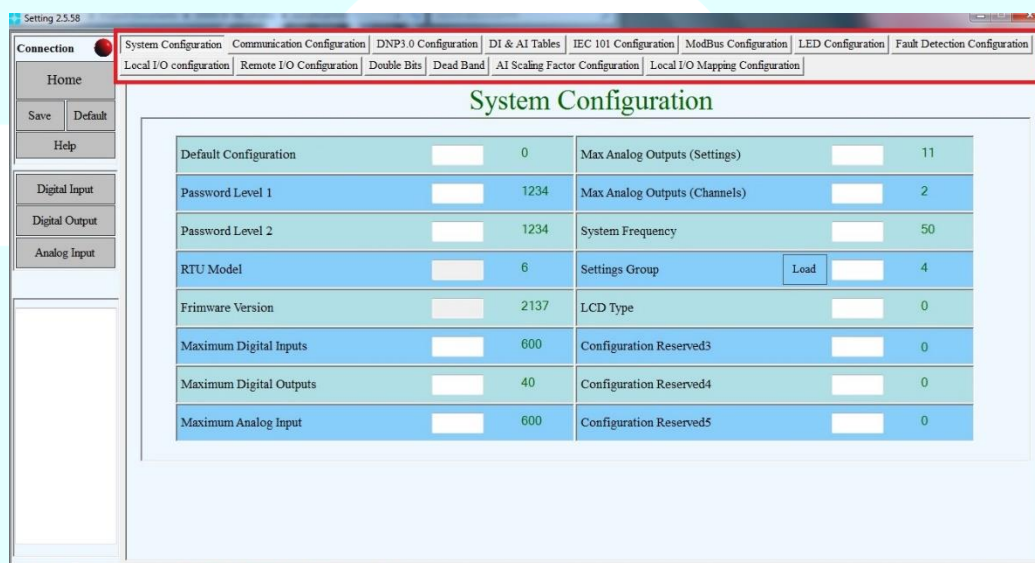
شکل 28- تنظیمات پایش نقاط

همچنین اگر کاربر مایل به اسکن مداوم RTU نباشد، هر زمان که روی گزینه SCAN کلیک کند، می‌تواند تمام وضعیت‌های آن لحظه را به روز رسانی و مشاهده کند.

معرفی تنظیمات

تنظیمات SR300 در 13 بخش ارائه شده است که عبارتند از:

- System Configuration
- Communication Configuration
- DNP3.0 Configuration
- IEC 60870-5-101 Configuration
- ModBus/RTU Configuration (COM3)
- LED Configuration
- Fault Detection (مخصوص سابرک سایز کوچک)
- Local I/O Configuration
- Remote I/O Configuration
- Double Bits Configuration
- Dead Band Configuration
- AI Scaling Factor Configuration
- Local I/O Mapping Configuration



شکل 29- بخش تنظیمات دستگاه

System Configuration:

بخش System Configuration شامل یازده تنظیم به شرح زیر است:

0. Default Configuration
1. Password Level 1
2. Password Level 2
3. RTU Model
4. Firmware Version
5. Maximum Digital Input
6. Maximum Digital Output

7. Maximum Analog Input
8. Maximum Analog Output (Settings)
9. Small Size Type (مخصوص سایز کوچک)
10. System Frequency

اولین تنظیم به منظور بارگذاری مقادیر پیش فرض است. در سطح دسترسی صفر، پایش نقاط دیجیتال و آنالوگ امکانپذیر است. برای اعمال فرمان، ورود به سطح دسترسی یک مورد نیاز است. رمز عبور پیش فرض برای ورود به این سطح 1234 است. از سطح دسترسی دو برای انجام تنظیمات استفاده می‌شود. رمز عبور این سطح نیز مقدار پیش فرض 1234 را دارد. تنظیمات 4 و 5 مربوط به مدل و نسخه سفت افزار دستگاه است و تنظیمات 6، 7، 8 و 9 برای مشخص کردن ماکزیمم تعداد نقاط ورودی و خروجی دستگاه در نظر گرفته شده‌اند. گزینه 10 این بخش از تنظیمات مخصوص سایز کوچک بوده و در صورت تنظیم نمودن صفر حالت معمولی DG برای این سایز انتخاب می‌شود. در صورتی که کاربر بخواهد از این محصول جهت کنترل کردن کلید هوایی به کار گیرد کفایت این گزینه را 1 تنظیم نموده و پس از Save کردن گزینه Default را یک بار کلیک کند تا RTU با گرفتن فیدبک پس از ارسال فرمان به کلید هوایی پالس DO را قطع کند. برای تغییر هر یک از نقاط، کاربر باید عدد دلخواه را وارد کرده و یکبار کلید Enter را فشار دهد و سپس Save را کلیک نماید. در صورت درخواست سطح دسترسی، با User Level 2 و رمز عبور پیش فرض 1234 تنظیمات قابل استفاده است.

Communication Configuration

تنظیمات مربوط به پورت‌های سریال و LAN در بخش Communication Configuration مشاهده می‌شود و کاربر می‌تواند با مراجعه به این بخش از RTU Tester تنظیماتی همچون Baudrate, Parity (نرخ تبادل اطلاعات آسنکرون) و Stop bits پورت‌های سریال، آدرس آی پی، Sub Net Mask، LAN keep Alive Time (مدت زمان ارسال دوره‌ای فریم تشخیص برقراری ارتباط در پروتکل TCP/IP است که یک عدد صحیح برحسب ثانیه می‌باشد) و Mac Address پورت LAN را تغییر دهد.

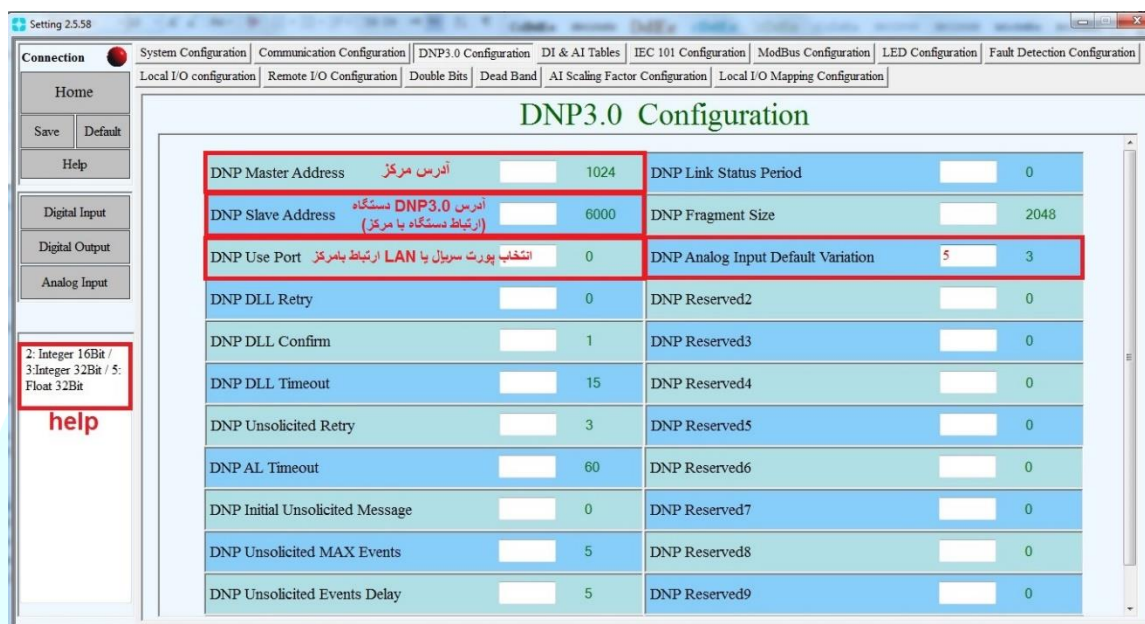
The screenshot shows the 'Communication Configuration' window of the RTU SR-300. The window has a sidebar with 'Home', 'Save', 'Default', and 'Help' buttons. The main area is divided into several sections:

- RTU Tester (COM1)**: Baud rate (19200), Parity (0), Stop Bits (1), Protocol (2).
- SCADA (COM2)**: Baud rate (9600), Parity (0), Stop Bits (1), Protocol (0). A red box highlights this section with the text 'تنظیمات پورت RS-232 ارتباط با مرکز'.
- LAN**: A red box highlights this section with the text 'تنظیمات پورت LAN'. It contains a table for LAN MAC, LAN IP, LAN SN, and LAN GW. The LAN IP table has values: 192, 168, 0, 123. The LAN SN table has values: 255, 255, 255, 0. The LAN GW table has values: 0, 0, 0, 0. Other fields include LAN TCP Listen Port Number (20000) and LAN Keep Alive Time (0).
- CAN**: CAN BR (1000), CAN ADDRESS (1).
- RS485-232 (COM3)**: Baud rate (19200), Parity (0), Stop Bits (1), Protocol (2), Mode (1). A red box highlights this section with the text 'تنظیمات پورت سریال ارتباط با ModBus Slave'.
- Communication Reserved**: A table with 10 rows and 2 columns, all values are 0.

شکل 30 - گروه تنظیمات Communication Configuration

DNP3.0 Configuration

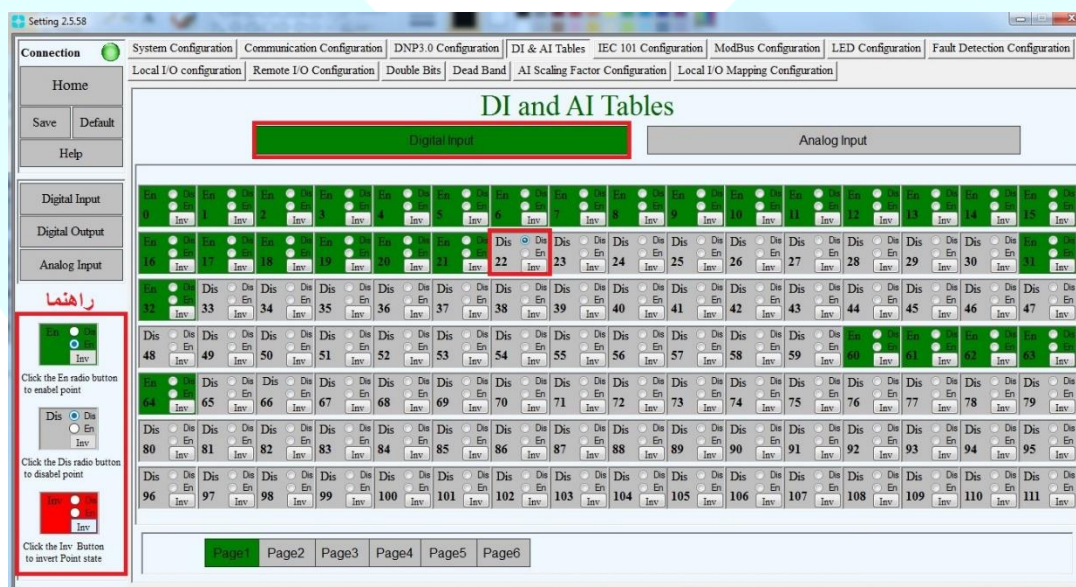
در این قسمت آدرس مرکز DNP3.0، آدرس پروتکلی خود دستگاه (Slave Address)، پورت ارتباط با مرکز (در صورت تنظیم صفر در این بخش پورت RS-232 انتخاب شده و در صورت تنظیم یک پورت LAN انتخاب می‌شود)، و تنظیماتی همچون فعال نمودن قابلیت ارسال به صورت Unsolicited و تنظیم Variation ارسال اطلاعات نقاط آنالوگ وجود دارد. در صورتیکه کاربر بخواهد عددی در هر یک از گزینه‌ها تنظیم کند لازم است مطابق شکل 31 توضیحات بخش help نرم افزار RTU Tester را مشاهده نموده و بر طبق آن تنظیمات را انجام دهد. در این مثال کابر اقدام به تنظیم عدد 5 در بخش DNP Analog Input Default Variation نموده که مطابق توضیحات موجود به معنای ارسال اطلاعات به صورت Floating Point 32 bit می‌باشد.



شکل 31- بخش تنظیمات DNP3.0

DI & AI Table

قابلیت فعال و غیر فعال کردن ورودی‌های دیجیتال و آنالوگ در پروتکل DNP3.0 وجود دارد. به این صورت که با استفاده از نرم‌افزار RTU Tester در بخش DI & AI Table می‌توان نقاط دلخواه را فعال و یا غیر فعال نمود، به این ترتیب حجم اطلاعات ارسالی به مرکز تا حد امکان کاهش می‌یابد. کاربر با ورود به این بخش با دو گزینه DI Table و AI Table مواجه می‌شود که با ورود به بخش DI Table می‌تواند علاوه بر فعال و یا غیر فعال نمودن هر پوینت اقدام به Inverse نمودن پوینت‌های دلخواه نماید. شکل 32 نشان دهنده نحوه انجام این تنظیمات است.



شکل 32- جدول فعال و یا غیر فعال نمودن DI

به همین ترتیب جدول فعال و یا غیر فعال کردن ورودی‌های آنالوگ هم وجود دارد تا کاربر در صورت تمایل اقدام به غیر فعال و یا فعال سازی نقاط ورودی آنالوگ کند.

IEC 60870-5-101 Configuration:

در صورتیکه از پروتکل IEC 60870-5-101 جهت ارتباط با مرکز استفاده شود تنظیماتی همچون IEC Link Address Size وجود دارد که به کاربر امکان انتخاب عدد یک یا دو (بایت) را می‌دهد.

Parameter	Value
IEC Link Address Size	1
IEC Slave Address (Link Address)	3
IEC Common Address of ASDU	3
IEC COA Size	1
IEC Information Address (IOA) Size	2
IEC Cause of Transmission Size	1
IEC UnStructured	1
IEC Confirm_Mode	2
IEC Select Timeout	5
IEC Balanced	1
IEC Maximum Allowable Delay in Command	5000
IEC Cyclic Transmission Period	60
IEC Clock Valid Period	1
IEC Confirm Timeout	3
IEC Maximum Retries	4
IEC Rx Frame Timeout	25
IEC Select Required	1
IEC Maximum ASDU Size	64
IEC101UsePort	0
IEC_Reserved_2	0
IEC_Reserved_3	0
IEC_Reserved_4	0

شکل 33- IEC 60870-5-101 Configuration

در بخش IEC Slave Address (Link Address) و تنظیم بعد از آن یعنی IEC Common Address of ASDU بنا بر سایز آدرس لینک (اولین گزینه این بخش) در صورتیکه یک بایت باشد امکان تنظیم عددی بین 0 الی 255 و در صورتیکه دو تنظیم کرده باشد عددی بین 0 الی 65535 را می‌تواند در این بخش تنظیم نماید، به همین ترتیب تنظیمات دیگری همچون IEC COA Size، IEC Information Address (IOA) Size و ... وجود دارند که کاربر با توجه به راهنمای موجود در RTU Tester می‌تواند اقدام به تغییر تنظیمات کند.

ModBus/RTU Configuration:

SR-300 با استفاده از پورت COM3 و پروتکل Modbus-RTU می‌تواند با تجهیزاتی مانند، نشانگرهای خطا، رله‌های حفاظتی و دستگاه‌های اندازه‌گیری توان ارتباط برقرار کند. برای برقراری چنین ارتباطی مقدار RTU Modbus Mode در تنظیمات بخش ModBus/RTU Configuration صفر تنظیم می‌شود (در حالت پیش فرض پورت Master است) تا پورت دستگاه در حالت Master قرار گیرد. سپس لازم است تا در همین بخش از تنظیمات، Slave‌های روی باس تعریف شوند (شکل 34- ModBus Configuration شکل 34).

Setting 2.5.58

Connection System Configuration Communication Configuration DNP3.0 Configuration DI & AI Tables IEC 101 Configuration ModBus Configuration LED Configuration Fault Detection Configuration

Local I/O configuration Remote I/O Configuration Double Bits Dead Band AI Scaling Factor Configuration Local I/O Mapping Configuration

ModBus Configuration

Slave: Slave 1

قابلیت تعریف فقط یک Slave با پورت RS-232 وجود دارد.

انتخاب Slave مورد نظر

Slave Address	1	RS-485 Port	1
Maximum DI	40	AI Deadband2	100
Maximum DO	2	MB Address for COM1	247
Maximum AI	2	MB Address for COM3	247
Maximum AO	0	MB Select Timeout	3000
Function Code For Reading AI	4	RTU Modbus Mode	0
Register Type for Reading AI	3		

انتخاب فرمت داده اعشاری و یا عدد صحیح ...

انتخاب قرائت (4) input Register و یا (3) Holding Register و نمایش آن به عنوان AI در RTU

شکل 34-ModBus Configuration

این تنظیمات شامل آدرس Slave، تعداد نقاط ورودی و خروجی آن، انتخاب Function Code جهت قرائت ورودی-های آنالوگ، تنظیم قرائت داده اعشاری و یا عدد صحیح، انتخاب پیکره بندی COM3 به صورت RS-485 (تنظیم و ذخیره عدد 1) و یا RS-232 (تنظیم و ذخیره عدد 0) به منظور اتصال به یک Slave خاص، تنظیم آدرس مدباس در صورت Slave شدن SR-300 (RTU Modbus Mode = 1) و آخرین گزینه انتخاب حالت Master و یا Slave شدن دستگاه در پروتکل Modbus است. Slave اول دستگاه مدیریت سیستم تغذیه (PMU) فرض شده است. Slaveهای دوم الی هفدهم دستگاههایی همچون دستگاههای نشانگرهای خطا، رلههای حفاظتی و دستگاههای اندازهگیری توان پیش بینی شدهاند، Slave هجدهم تا بیست و هفتم با در نظر گرفتن خواندن دسته جمعی نقاط برنامه ریزی شده است لذا در تنظیمات این دستگاهها کفایت تعداد نقاط و آدرس شروع Mapping مشخص شوند. همانطور که در پیوست شماره یک آمده است، برای هر Slave (2 تا 17) حداکثر 8 ورودی دیجیتال، 2 خروجی دیجیتال، 16 ورودی آنالوگ و 8 خروجی آنالوگ قابل تنظیم است. پس از تعریف تعداد نقاط، باید در بخش تنظیمات Remote I/O Configuration، آدرس دهی نقاط را به دقت تعریف کرد.

Remote I/O Configuration:

برای آدرس دهی نقاط ورودی دیجیتال آدرس آن نقطه در Slave و آدرس نگاشت در SR-300 را باید تعریف نمود. برای آدرس نگاشت مقدار پیش فرض در نظر گرفته شده و مقدار 65535 در آدرس نقاط به معنای تعریف نشدن ورودی مورد نظر خواهد بود. تنظیم مقادیر ورودی آنالوگ نیز همانند ورودیهای دیجیتال می باشد. لازم به ذکر است برای نگاشت دادههای مربوط به Slaveهای 18 الی 27 با توجه به اینکه آدرس نقاط پشت سر هم است، فقط کافی است آدرس شروع نگاشت با در نظر گرفتن تعداد نقاط برای ورودیهای دیجیتال و آنالوگ مشخص گردد.

برای تعریف خروجیهای دیجیتال، ثبت آدرس Slave و در نظر گرفتن Maximum Digital Output (تنظیم شماره 7) جهت پوشش نقطه مورد نظر با توجه به جدول 1 کفایت می کند. لازم به ذکر است که در جدول مربوط به

خروجی‌های دستگاه SR-300 همانطور که در Device Profile and Point Lists آمده است، تعداد 130 نقطه تعریف شده است. در SR-300 ساب‌رک سایز بزرگ دوازده خروجی اول و در ساب‌رک سایز کوچک 4 نقطه اول مربوط به خروجی فیزیکی خود دستگاه است. خروجی‌های هفدهم و هجدهم (آدرس 16 و 17) مربوط به دومین Slave روی باس و به همین ترتیب خروجی‌های 49 و 50 (آدرس 48 و 49) برای هفدهمین Slave در نظر گرفته شده‌اند. بنابراین برای اعمال فرمان به دومین خروجی Slave شماره‌ی 3 باید به خروجی بیستم (آدرس 19)، فرمان داد. هشت خروجی دیجیتال از آدرس 50 تا 57 برای اولین SR-300 شبکه شده و هشت خروجی از آدرس 122 تا 129 هم برای دهمین SR-300 شبکه شده، در نظر گرفته شده است. به عنوان مثال برای فرمان به اولین خروجی دیجیتال اولین SR-300 شبکه شده باید به آدرس 50 فرمان داد، جزئیات تمامی نقاط ورودی و خروجی دیجیتال را می‌توان در فایل Device Profile and Point Lists مربوط به ساب‌رک سایز بزرگ و ساب‌رک سایز کوچک به صورت جداگانه مشاهده نمود.

شماره Slave	آدرس نقاط فرمان	توضیحات
1	15-12	1 st Slave (PMU)
2	17-16	2 nd Slave
3	19-18	3 rd Slave
4	21-20	4 th Slave
5	23-22	5 th Slave
6	25-24	6 th Slave
7	27-26	7 th Slave
8	29-28	8 th Slave
9	33-32	9 th Slave
10	35-34	10 th Slave
11	37-36	11 th Slave
12	39-38	12 th Slave
13	41-40	13 th Slave
14	43-42	14 th Slave
15	45-44	15 th Slave
16	47-46	16 th Slave
17	49-48	17 th Slave
18	61-50	اولین SR-300
19	73-62	دومین SR-300
20	85-74	سومین SR-300
21	97-86	چهارمین SR-300
22	109-98	پنجمین SR-300
23	121-110	ششمین SR-300
24	133-122	هفتمین SR-300
25	145-134	هشتمین SR-300
26	157-146	نهمین SR-300
27	169-158	دهمین SR-300

جدول 1- جدول نقاط DO مدباس

تنظیم خروجی‌های آنالوگ با تنظیم دو پارامتر آدرس خروجی آنالوگ در Slave و مقدار آن صورت می‌پذیرد. در صورتی که ارتباط به Slave برقرار شود، تنظیمات به صورت دوره‌ای از Slave خوانده شده و نمایش داده می‌شوند و

در صورتیکه کاربر بخواهد تنظیمات Slave را تغییر دهد با نوشتن مقدار جدید می‌تواند بر روی Save کلیک کرده تا SR-300 اقدام به نوشتن مقدار جدید Holding Register بر روی Slave نماید. اگر ارتباط از دست برود، مقادیر نمایش داده شده در بخش خروجی‌های آنالوگ، آخرین مقدار ثبت شده در حافظه دستگاه SR-300 خواهد بود. در صورتی که مقدار جدیدی برای Slave تنظیم شود این مقدار جدید به هنگام پایش Slave خوانده و نمایش داده خواهد شد. لازم به ذکر است که برای خواندن تنظیمات Slaveها به صورت متناوب، دوره تناوب بیشتری نسبت به ورودی‌های دیجیتال و آنالوگ در نظر گرفته شده است. در اینجا برای تکمیل شدن مبحث به ذکر یک مثال ساده پرداخته شده است. تعریف یک Slave در دو بخش Modbus/RTU Configuration و Remote I/O Configuration انجام می‌شود. در بخش اول تنظیمات مربوط به پورت، تعداد نقاط و آدرس Slave تنظیم می‌شود و در بخش دوم آدرس و نگاشت ورودی‌ها و خروجی‌ها تنظیم می‌شود.

فرض کنیم می‌خواهیم دو مقدار تنظیمی از یک دستگاه اندازه‌گیری توان از نوع PM500 ساخت شرکت Merlin Gerin را تعریف کنیم. تنظیمات این دستگاه به صورت زیر است:

Baud Rate = 19200, Data Bits = 8, Parity = None, Stop bits = One, Address = 201

Register 513 = Secondary winding of current transformer

Register 514 = Primary winding of current transformer

Modbus Function Code = 3

بنابراین تنظیمات در دستگاه SR-300 به این صورت خواهد بود:

COM3 Mode = 1, COM3 Baud Rate = 19200, COM3 Parity = 0, COM3 Stop Bits = 1, COM3 Protocol = 2

Modbus Mode = 0

Slave #2 Address = 201, Slave #2 Maximum DI = 0, Slave #2 Maximum DO = 0

Slave #2 Maximum AI = 0, Slave #2 Maximum AO = 2

Slave #2 Function Code for Reading Analog Inputs = 3 or 4

تنظیمات اخیر مربوط به خواندن ورودی‌های آنالوگ است که ممکن است از Function Code 3 یا 4 برای آن استفاده شود. تنظیمات مربوط به DI، DO و AI همان مقادیر پیش‌فرض خواهند بود و تنظیمات AO به صورت زیر انجام خواهد شد.

Slave #2 AO #0 Address = 513

Slave #2 AO #1 Address = 514

شش آدرس دیگر مربوط به خروجی‌های دیجیتال همان مقدار پیش‌فرض یعنی 65535 خواهد بود که به معنی تعریف نشدن خروجی می‌باشد.

اولین Slave روی بای RS485 یک برد PMU با تعداد نقاط زیر در نظر گرفته شده است:

DI = 40, DO = 2, AI = 9, AO = 2

LED Configuration:

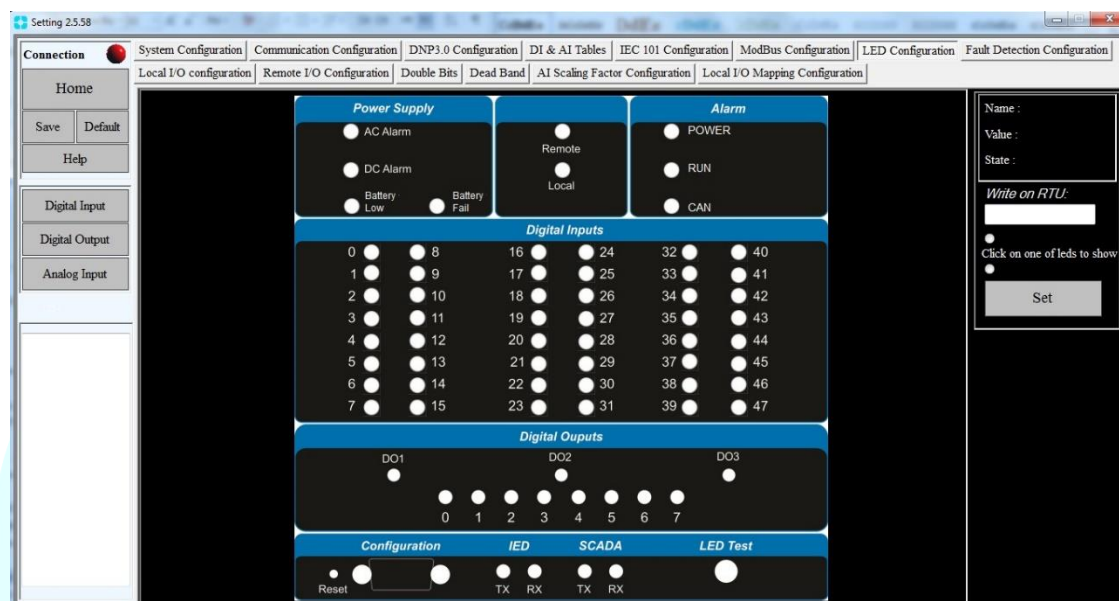
پس از وارد کردن آدرس و تعداد I/O های مورد نیاز از دستگاه به RTU، باید مشخص کنیم که RTU هر یک از نقاط را تحت پروتکل Modbus از کدام نقاط دستگاه بخواند و در کدام نقاط خود بنویسد (Map کند).

به شکل 35 توجه نمایید:

شکل 35-قسمت Remote I/O Configuration

سربرگ مربوط به نقاط AI، DI، AO یا DO برای تعداد بیست و هفت Slave در نظر گرفته شده است. اگر کاربر بخواهد نقاط ورودی آنالوگ 5 نقطه از یک دستگاه را روی RTU بخواند می‌بایست ابتدا آدرس AI آن 5 نقطه، روی دستگاه را در 5 فیلد اول (AI0 تا AI4) بنویسد. سپس در فیلدهای روبه‌روی آن (Mapping) آدرس نقاط آنالوگی که می‌خواهد روی RTU نوشته شود را از AI0Mapping تا AI4Mapping وارد کند. اولین Slave مخصوص اتصال RTU به برد مدیر تغذیه یا PMU بوده و از Slave2 الی Slave17 مربوط به اتصال با انواع مختلف دستگاه-های هوشمند IED همچون رله‌های حفاظتی، پاور متر و ... است و در انتها Slave18 الی Slave27 قرار دارد که مخصوص اتصال RTUهای دیگر و یا بردهای افزایش تعداد نقاط ساخت شرکت سازگان ارتباط است.

تنظیمات LED ها (LED Configuration)



شکل 36- تنظیمات LED سابرک سایز بزرگ

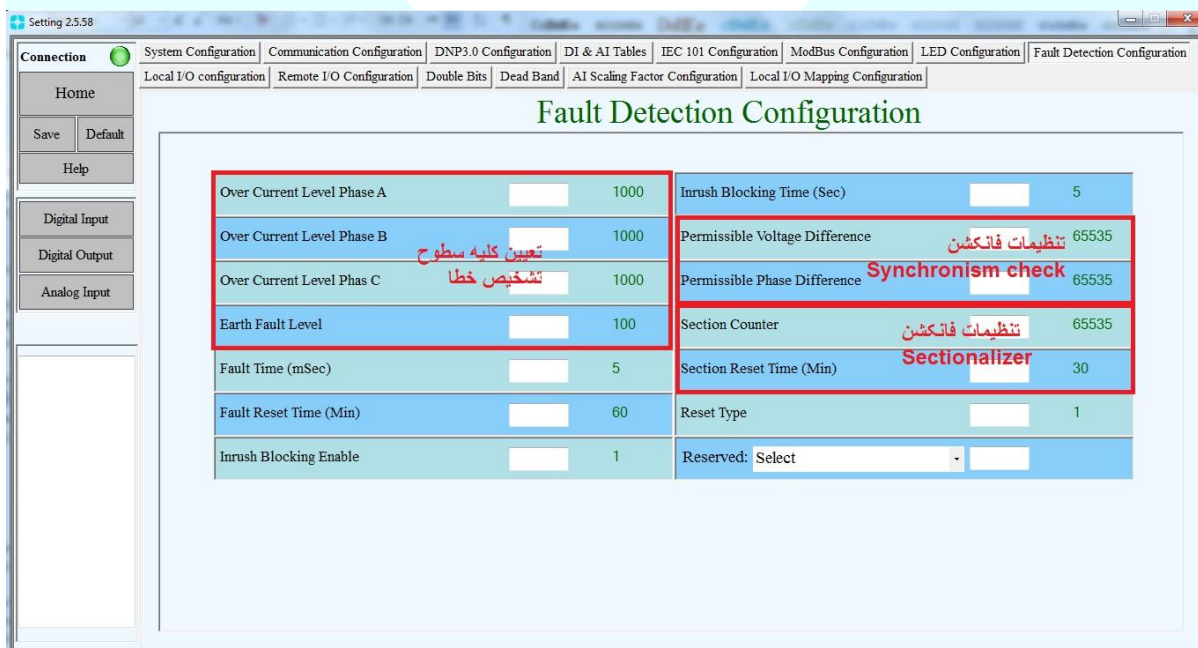
با کلیک بر روی هر یک از LED ها پنجره‌ای در سمت راست باز می‌شود که می‌توان مقدار مورد نظر را در آن نوشت به عنوان مثال جهت تنظیم مقدار مرتبط با LED های Remote یا Local باید شماره نقطه DI مرتبط در آن نوشته شود و اگر لازم است که این LED برعکس ورودی دیجیتال مورد نظر عمل کند کافیست دکمه inverse را فشرده و بعد روی Set کلیک کرد و یا شماره DI مورد نظر را با 60000 جمع نموده و در آن ذخیره کرد. به همین ترتیب می‌توان LED مورد نظر را خنثی نمود و بر روی Disable کلیک کرده و سپس دکمه Set را فشرده تا آن LED غیر فعال شود.



شکل 37- تنظیمات LED سابرک سایز کوچک

Fault Detection Configuration:

تنظیمات این بخش مخصوص سابرک سایز کوچک بوده و در این بخش کاربر می تواند اقدام به تغییر در تنظیمات توابع تشخیص خطا کند. تنظیماتی همچون تعیین سطح خطای فازهای A, B, C و EF، مدت زمان تشخیص خطا به واحد 10 میلی ثانیه، مدت زمان ریست شدن خطا به دقیقه، فعال و یا غیر فعال سازی فانکشن Inrush Blocking، مدت زمان بلاک کردن Inrush به ثانیه، فعال کردن فانکشن Synchronism check و سکشنالایزر که در ادامه به توضیح این تنظیمات خواهیم پرداخت.



شکل 38- بخش تنظیمات توابع حفاظتی مخصوص سابرک سایز کوچک

توضیحات تنظیمات بخش خطا Fault Detection Configuration :

- 1- Over Current Level Phase A: حداقل جریان روی خط A جهت تشخیص خطا را معین می‌کند. مقدار پیش فرض این تنظیم برابر با 450 آمپر روی خط است که با مقدار پیش فرض CT-Ratio (1000) مقدار جریان ورودی‌های RTU برابر با 4.5 آمپر خواهد بود.
- 2- Over Current Level Phase B: حداقل جریان روی خط B جهت تشخیص خطا را معین می‌کند.
- 3- Over Current Level Phase C: حداقل جریان روی خط C جهت تشخیص خطا را معین می‌کند.
- 4- Earth Fault Level: حداقل جریان تشخیص خطای فاز به زمین روی خط بر حسب آمپر را با این تنظیم می‌توان معین نمود.
- 5- Fault Duration: مقدار زمان مورد نیاز بر حسب 10 میلی ثانیه جهت تشخیص خطا را معین می‌کند، یعنی اگر کاربر این زمان را برابر با 5 تنظیم کند آنگاه حداقل مدت زمان جریان خطا باید برابر با 50 میلی ثانیه باشد تا RTU اعلام خطا کند.
- 6- Inrush Blocking Time: مدت زمان نادیده انگاشتن جریان هجومی را می‌توان تنظیم نمود. واحد آن بر حسب ثانیه بوده و اگر کاربر مقدار آن را برابر با 5 ثانیه تنظیم کند، پس از برقرار شدن خط و مواجه شدن با جریان هجومی سیستم 5 ثانیه اول را جهت تشخیص خطا نادیده می‌انگارد (در صورتیکه قابلیت سکشنالایزر فعال باشد و دستگاه در زمان Inrush باشد و خطا تشخیص داده شود و به دنبال آن برق قطع شود، زمان Inrush نادیده گرفته می‌شود و شمارنده سکشنالایزر یک واحد اضافه خواهد شد).
- 7- Inrush Enable: عملکرد Inrush توسط مقدار این ثبات فعال یا غیر فعال خواهد شد.
- 8- Reset Type: به عنوان ذخیره در نظر گرفته شده است.
- 9- Reset Time: اگر سیستم تشخیص خطا داده باشد، پس از گذشت این مقدار بر حسب دقیقه خطا ریست می‌شود.
- 10- Installation Type: به عنوان ذخیره در نظر گرفته شده است.
- 11- Permissible Voltage difference: SR-300 مقادیر True RMS تمامی ولتاژها را اندازه‌گیری می‌کند و عدم سنکرون بودن دو فاز متقابل را تشخیص می‌دهد، این تنظیم مقدار مجاز تفاوت ولتاژهای دو طرف کلید بر حسب ولت را مشخص می‌کند. تنظیم شدن عدد 65535 به معنای عدم چک کردن True RMS در تولید خطای Synchronism check است.
- 12- Permissible phase difference: SR-300 قادر است فاز تمامی ولتاژها را اندازه‌گیری کند و عدم هم‌فازی را تشخیص دهد، این تنظیم مقدار مجاز تفاوت فاز ولتاژهای دو طرف کلید بر حسب درجه را مشخص می‌کند. در حالت پیش فرض مقدار آن برابر با 10 بوده و تفاوت فاز کمتر از 10 درجه در دو طرف کلید مجاز بوده و سیستم خطای Synchronism check اعلام نمی‌کند. تنظیم شدن عدد 65535 به معنای عدم چک کردن فاز در تولید خطای Synchronism check بوده و به هیچ وجه دستگاه فازها را بررسی نمی‌کند.

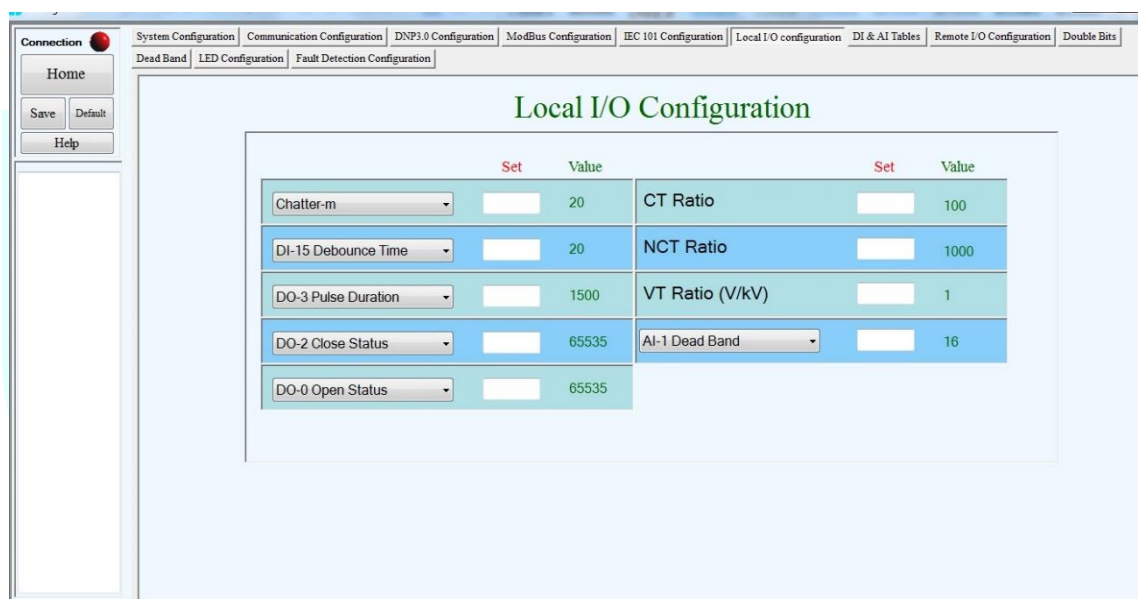
تنظیمات مربوط به Sectionalizer:

- 1- Section Counter: مقدار Threshold مورد نظر برای عملکرد سکشنالایزر در این ثبات تنظیم می‌شود.

2- Section Reset Time: زمان بازنشانی عملکرد سکشنالایزر را به دقیقه تعیین میکند. در صورتیکه کاربر به عنوان مثال این ثابت را 30 دقیقه تنظیم کند، شمارنده به مقدار صفر بازنشانی خواهد شد.

تنظیمات I/O های محلی (Local I/O Configuration)

مطابق با شکل 39 تنظیمات مربوط به ورودی‌های دیجیتال (Debounce time, chatter-m, ...)، خروجی‌های دیجیتال (DO Pulse Duration, ...) و ورودی‌های آنالوگ (Dead Band) را می‌توان تنظیم نمود. تنظیمات مربوط به chattering بخش ورودی‌های دیجیتال شامل DI Chatter-m, DI Chatter-P1, DI Chatter-h و DI Chatter-P2 است که اگر ورودی‌های دیجیتال به مقدار DI Chatter-m دفعه در مدت زمان DI Chatter-P1 صدم ثانیه تغییر وضعیت داشته باشند، وارد حذف نرم افزاری (chatter in) می‌شوند. DI Chatter-P2 مدت زمانی (ثانیه) است که طول می‌کشد تا پس از رفع مشکل آن پوینت از chatter خارج شود. تنظیمات DO Pulse Duration مربوط به خروجی‌های دیجیتال است و جهت تنظیم مقدار پالس خروجی‌هایی که توسط نرم افزار RTU Tester فرستاده می‌شوند مورد استفاده قرار می‌گیرند. اگر خروجی‌ها توسط پروتکل ارتباطی مرکز (DNP3) ارسال شوند، Pulse Ontime آن‌ها توسط فرمان پروتکل معین می‌شوند و به این تنظیمات ربطی ندارند.

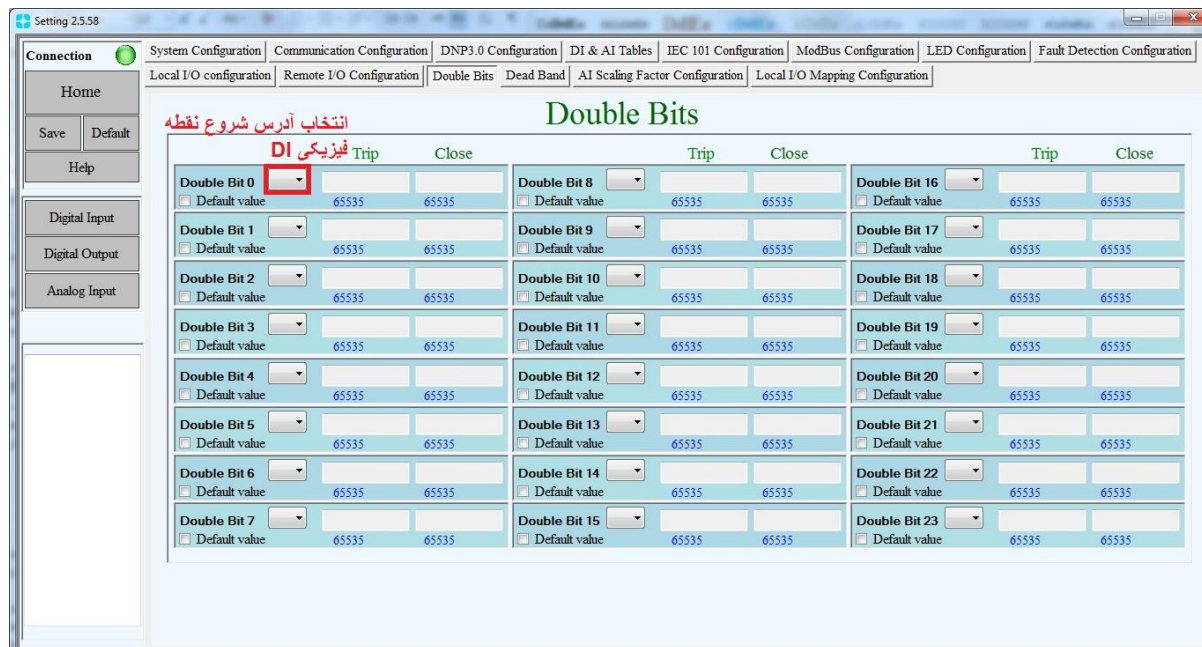


شکل 39 - تنظیم نقاط ورودی و خروجی محلی RTU

Dead Band یعنی مقداری که اگر مقدار آنالوگ به اندازه یک صدم این تنظیم تغییر کند سیستم رخداد در تغییر مقدار آنالوگ اعلام خواهد کرد.

تنظیمات Double Bits:

در این بخش از تنظیمات کاربر می‌تواند به دلخواه دو نقطه ورودی دیجیتال محلی را با هم زوج کرده و یک زوج نقطه دیجیتال بسازد در این صورت با توجه به تعداد نقاط ورودی دیجیتال فیزیکی موجود بر روی دستگاه در حال تنظیم

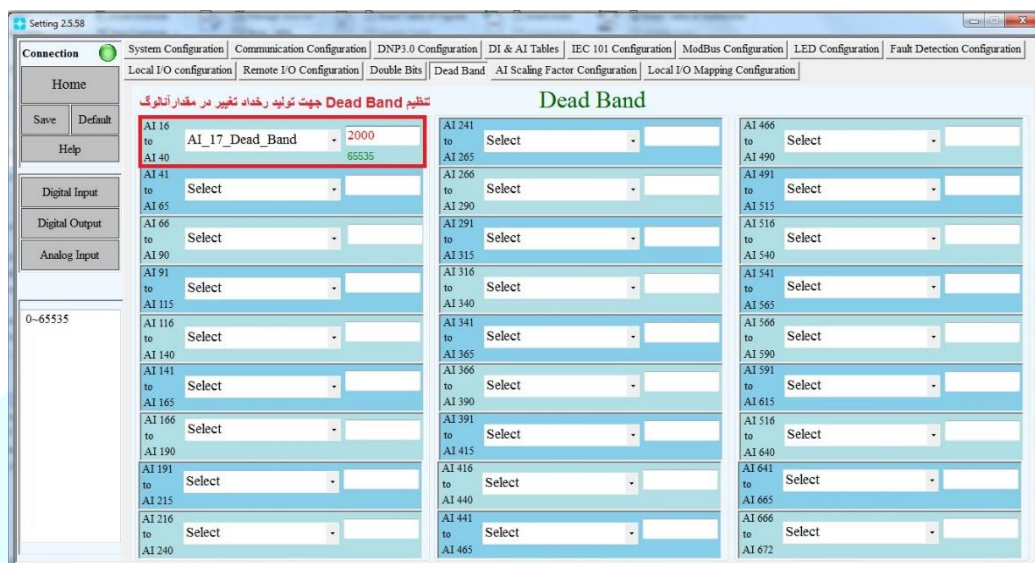


شکل 40 - Double Bits

کاربر می‌تواند با هر برد DIO موجود ماکزیمم 8 نقطه زوج بسازد. به عنوان مثال کاربر می‌خواهد نقاط 4 و 5 را به عنوان زوج نقطه صفر تعریف کند، جهت انجام این کار مطابق شکل 40 ابتدا عدد چهار را در سربرگ انتخاب Double bit 0 کلیک کند و سپس دوبار کلید Enter را فشرده و سپس Save کند.

تنظیمات Dead Band:

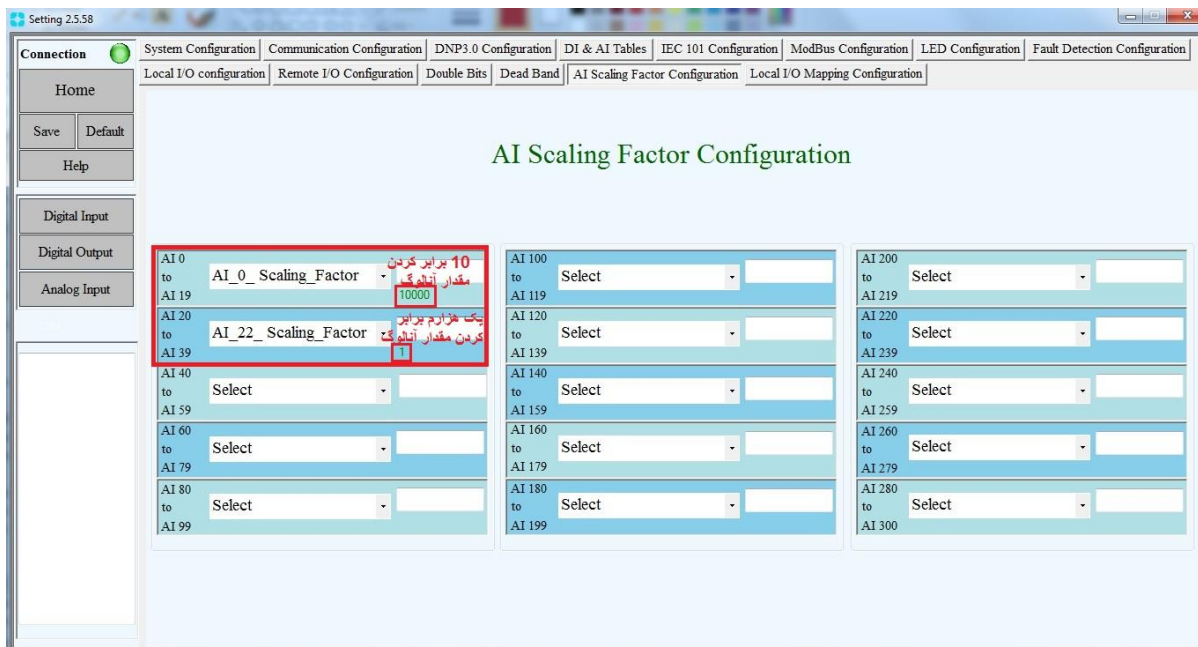
حد مقداری از تغییر آنالوگ که به ازای آن رخداد آنالوگ در پروتکل ایجاد نمی‌شود را Dead Band نامگذاری کرده‌اند. Dead Bandها مربوط به نقاط 0 الی 15 در قسمت Local I/O Configuration قرار دارد و Dead Band مابقی نقاط را می‌توان در این قسمت تنظیم نمود. در SR-300 مقدار Dead Band تنظیم شده توسط کاربر تقسیم بر عدد 100 شده و سپس مورد محاسبه جهت تولید Change Of Measurement قرار می‌گیرد. اگر ورودی آنالوگی داشته باشیم که نشان دهنده مقدار True RMS ولتاژ باشد آن‌گاه جهت ایجاد شدن رخداد در ورودی آنالوگ به ازای تغییر 20 ولت، کاربر باید عدد 2000 را در Dead Band مربوط به نقطه مورد نظر تنظیم کند.



شکل 41- تنظیم Dead Band

AI Scaling Factor Configuration

نقاط صفر الی 300 ورودی آنالوگ قابلیت ضرب و تقسیم شدن در مقداری بین یک هزارم الی 65.535 را دارد. به عنوان مثال کاربر در پوینت صفر ورودی آنالوگ مقدار 20000 ولت را می‌تواند با تنظیم عدد 1 در Scaln Factor نقطه صفر به عدد 20 تبدیل نموده و واحد اندازه‌گیری را از ولت به کیلو ولت تغییر دهد. مثال دیگر اگر لازم باشد مقدار ورودی آنالوگ 10 برابر شود باید عدد 10000 در Scaln Factor نقطه مورد نظر تنظیم گردد.



شکل 42- Scaling Factor Configuration

Local I/O Mapping Confoguration:

کاربر می‌تواند هر نقطه داخلی آنالوگ و دیجیتال را به هر نقطه دلخواه در رنج ماکزیمم نقاط SR-300 (تنظیمات 6، 7، 8، 9 از جدول تنظیمات) جا به جا و یا اصطلاحاً Map کند. مثلاً کاربر می‌خواهد نقطه صفر ورودی دیجیتال را به نقطه 30 جا به جا کند در این صورت باید در فیلد مقابل آن عدد 30 را وارد نموده و سپس Save کند. (شکل 43)

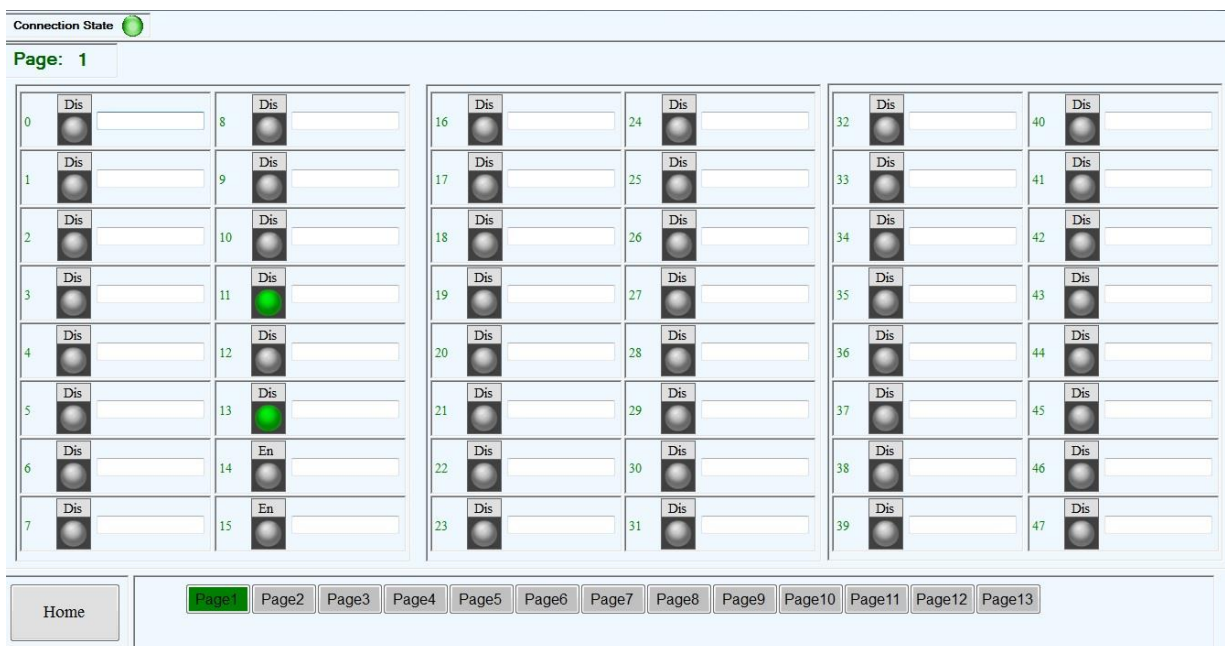
Local I/O Mapping Configuration					
Digital Input		Digital Output		Analog Input	
DI_0_Mapping	30	DI_10_Mapping	10	DI_20_Mapping	20
DI_1_Mapping	1	DI_11_Mapping	11	DI_21_Mapping	21
DI_2_Mapping	2	DI_12_Mapping	12	DI_22_Mapping	22
DI_3_Mapping	3	DI_13_Mapping	13	DI_23_Mapping	23
DI_4_Mapping	4	DI_14_Mapping	14	DI_24_Mapping	24
DI_5_Mapping	5	DI_15_Mapping	15	DI_25_Mapping	25
DI_6_Mapping	6	DI_16_Mapping	16	DI_26_Mapping	26
DI_7_Mapping	7	DI_17_Mapping	17	DI_27_Mapping	27
DI_8_Mapping	8	DI_18_Mapping	18	DI_28_Mapping	28
DI_9_Mapping	9	DI_19_Mapping	19	DI_29_Mapping	29
DI_30_Mapping	0	DI_31_Mapping	31	DI_32_Mapping	32
DI_33_Mapping	33	DI_34_Mapping	34	DI_35_Mapping	35
DI_36_Mapping	36	DI_37_Mapping	37	DI_38_Mapping	38
DI_39_Mapping	39	DI_40_Mapping	40	DI_41_Mapping	41
DI_42_Mapping	42	DI_43_Mapping	43	DI_44_Mapping	44
DI_45_Mapping	45	DI_46_Mapping	46	DI_47_Mapping	47
DI_48_Mapping	48	DI_49_Mapping	49	DI_50_Mapping	50
DI_51_Mapping	51	DI_52_Mapping	52	DI_53_Mapping	53
DI_54_Mapping	54	DI_55_Mapping	55	DI_56_Mapping	56
DI_57_Mapping	57	DI_58_Mapping	58	DI_59_Mapping	59

شکل 43 – Local I/O Mapping Confoguration

نحوه تست ورودی‌ها و خروجی‌ها

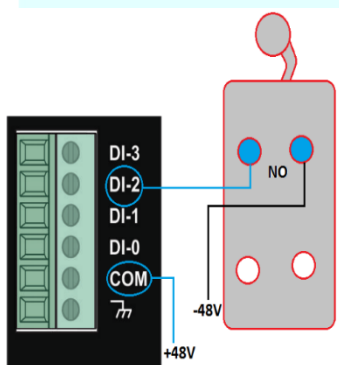
وضعیت نقاط ورودی دیجیتال

پنل جلوی یک RTU SR-300 شامل 48 نمایشگر LED، برای نمایش وضعیت ورودی‌های دیجیتال، 4 نمایشگر LED جهت نمایش هشدارهای سیستم تغذیه، 2 نمایشگر LED نشان دهنده وضعیت Remote یا Local و 3 نمایشگر LED جهت نمایش Faultهای سیستم می‌باشد. نرم افزار به صورت پیش فرض 99 ورودی دیجیتال را در اختیار کاربر قرار داده است. برای توضیح بیشتر به بخش Binary Input Points (Single Bit) در پیوست 1 همین راهنمای کاربری مراجعه کنید. نقاط ورودی 0 تا 47 به صورت فیزیکی از پشت ساب‌رک RTU و روی بردهای DIO قابل دسترسی هستند.



شکل 44- پنجره نمایش ورودیهای دیجیتال

سیم بندی نقاط 60 تا 68 نیز که مخصوص هشدارهای شارژر و Fault ها هستند، باید روی برد PMU انجام پذیرد. نقاط 48 تا 59 و 69 تا 99 هم وضعیتهای رزروی می باشند که در صورت اتصال دستگاه به یک slave دیگر امکان مشاهده نقاط دیجیتال آن slave فراهم می آید.



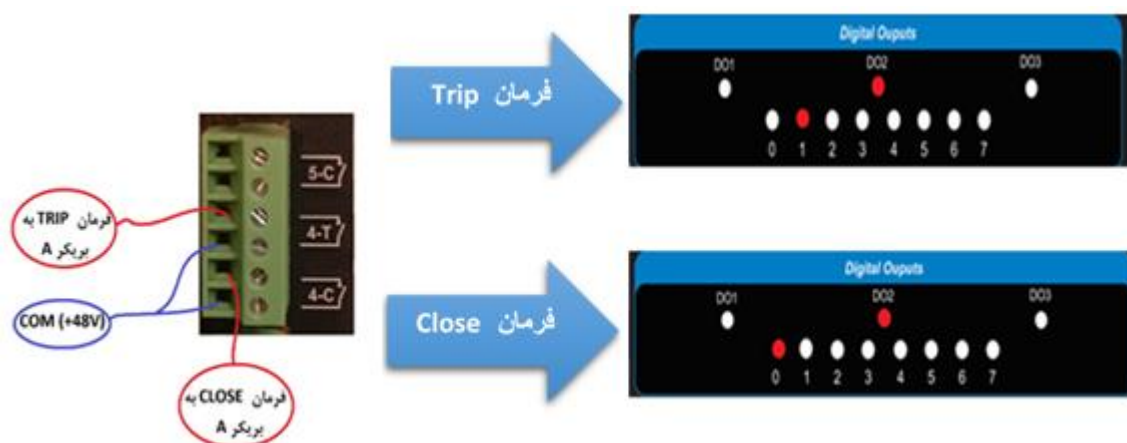
تحریک یک وضعیت دیجیتال

برای تحریک یک نقطه دیجیتال، باید شرایطی فراهم آید تا ولتاژ مثبت و منفی 48 ولت روی کنتاکت DI ایجاد شود. ساختار یک میکروسوییچ درب پست در شکل 45 نشان داده شده است که در صورت تحریک آن کنتاکت NO بسته شده و ولتاژ 48- ولت را روی DI2 می رساند.

شکل 45- تحریک یک ورودی دیجیتال

خروجیهای دیجیتال

در پنل جلوی RTU SR-300 سه LED به نام DO1 و DO2 و DO3 وجود دارد که پایینتر از آنها 8 LED دیگر بترتیب از 0 تا 7 قرار داده شده است. تا در صورت اعمال فرمان به برد DIO چراغ LED مرتبط با آن برد SELECT شده و بلافاصله یکی از LED8 پایین جهت OPERATE و عملکرد فرمان (مرتبط با پوینت تعریف شده قبلی) روشن می شود. بطور مثال در صورتیکه فرمان باز و بسته بریکر A روی برد DIO2 و ترمینالهای 4T و 4C سیم بندی شده باشد، LEDهای روی پنل جلوی دستگاه مطابق شکل 46 روشن می شوند:



شکل 46- نمایش اعمال فرمان به یک خروجی دیجیتال

به نرم افزار RTU Tester مراجعه کنید.

در بخش Digital Output، 40 نقطه دیجیتال خروجی در نظر گرفته شده است. همانطور که قبلاً گفته شد، در هر برد DIO، 8 رله در نظر گرفته شده که مجموعاً 24 رله بصورت فیزیکی برای کاربر قابل دسترسی است. در پیوست 1 همین راهنمای کاربری و بخش Binary Output Status Points، نقاط Output، صفر تا 23 بصورت فیزیکی و روی بردهای DIO در دسترس کاربر قرار دارد و نقاط 24 تا 39 (به استثنای نقاط 30 و 31) نقاط رزرو هستند که در صورت اتصال دستگاه به یک Slave دیگر امکان اعمال فرمان به آنها فراهم می‌آید. پوینت 30 خروجی دیجیتال به بارگذاری گروه تنظیمات اختصاص دارد و ارسال فرمان به پوینت 31 موجب ریست شدن RTU خواهد شد.

نحوه ارسال فرمان با نرم افزار: بطور مثال برای ارسال فرمان باز یا بسته به بریکر A که روی برد DIO1 و نقاط 3C و 3T سیم بندی شده‌اند، کافیست در نرم افزار روی گزینه Trip یا Close روی مربوط به پوینت 3 کلیک کنیم. با کلیک روی هر یک از گزینه ها پنجره ای باز می‌شود که در آن برای کاربر اجازه دسترسی صادر می‌کند. لذا در گزینه Username سطح دسترسی 2 user level انتخاب کرده و پسورد 1234 را بعنوان پیش فرض ثبت کرده و روی Login کلیک می‌کنیم. در صورت صحیح بودن سطح دسترسی و کلمه عبور، با پیغام login successful مواجه خواهید شد.



شکل 47- پنجره ورود اطلاعات برای تنظیم سطح دسترسی

پس از کلیک روی گزینه ok فرمان اجرا خواهد شد. البته درخواست اجازه دسترسی توسط نرم افزار فقط برای اولین فرمانی که به RTU ارسال میشود لازم است.

ورودی های آنالوگ

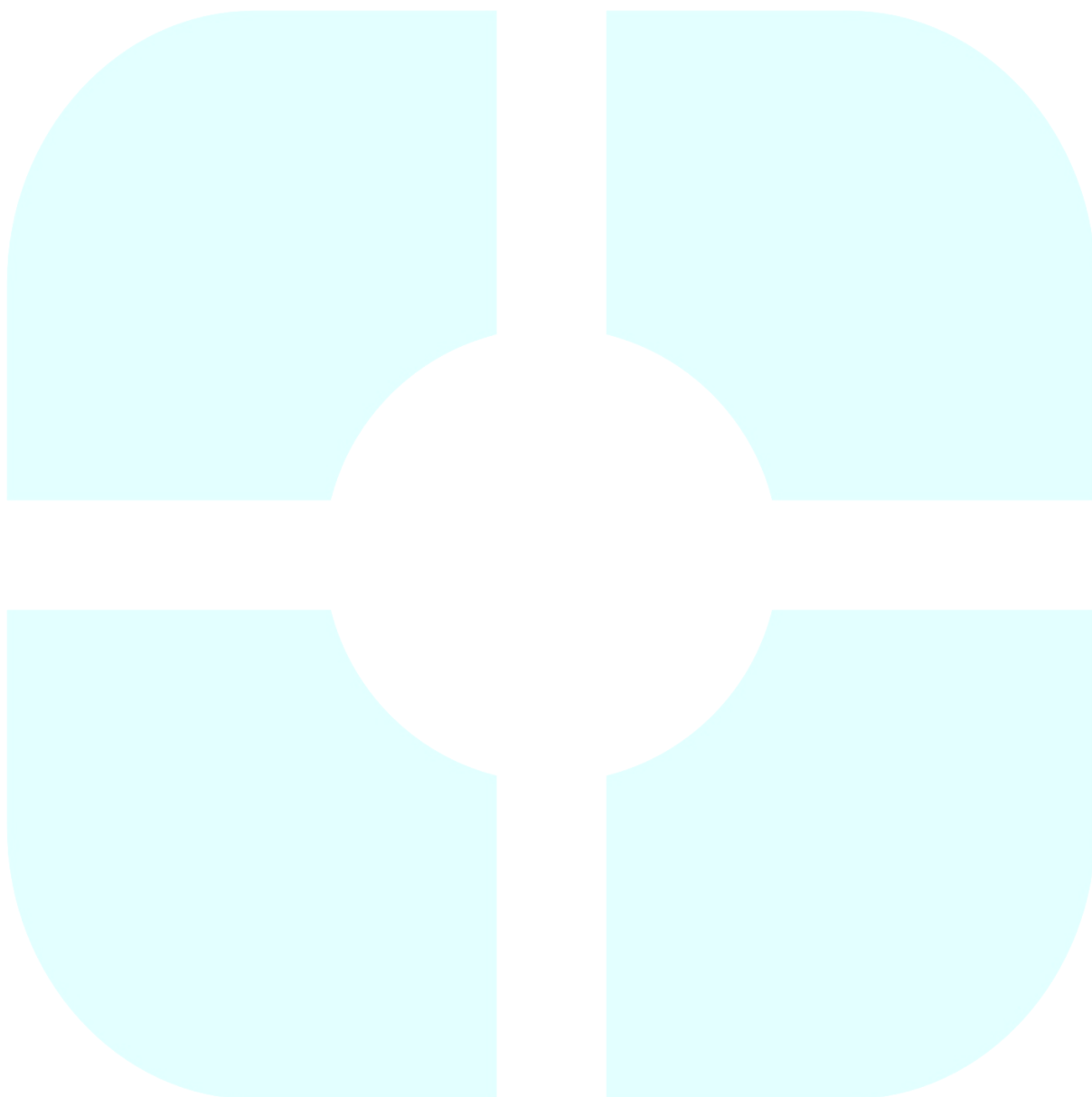
در پیوست 1 و بخش Analog Input Points مشخص است که 128 نقطه آنالوگ روی نرم افزار RTU Tester قابل استفاده است. همانطور که گفته شد روی برد AIC-1 تعداد 9 نقطه ورودی آنالوگ و روی برد AIC-2 تعداد 6 نقطه ورودی آنالوگ روی ترمینالهای برد آنالوگ در اختیار کاربر قرار دارد. لذا نقاط 0 تا 14 نقاط به اصطلاح فیزیکی می باشند و امکان سیم بندی جهت قرائت مقادیر جریان برای 5 سلول در یک پست ممکن می باشد و نقاط 15 تا 127 نیز بصورت رزرو در اختیار کاربر قرار داده شده است.

ستون مربوط به Default Dead band نیز برای ردیف های قرار داده شده که کاربر بصورت فیزیکی روی برد آنالوگ اقدام به سیم بندی نموده و تنظیم مقدار Dead band هر یک از این نقاط در آدرس Analog Output ذکر شده ممکن می باشد.

بطور مثال فرض کنید که جریان عبوری از فیدر A روی فاز S,T,R 20 آمپر باشد و به ترمینال 1-P,I-2P, I-0P سیم بندی شده باشند. لذا مقادیر جریان این سه فاز روی نقاط 0 و 1 و 2 بخش Analog Input قابل ملاحظه است. امکان دارد در سیکل بعدی درخواست اطلاعات مرکز کنترل از پست تحت Class Data Poll 1,2,3 (خواندن Event ها)، مقدار جریان این سلول تغییر کرده باشد.

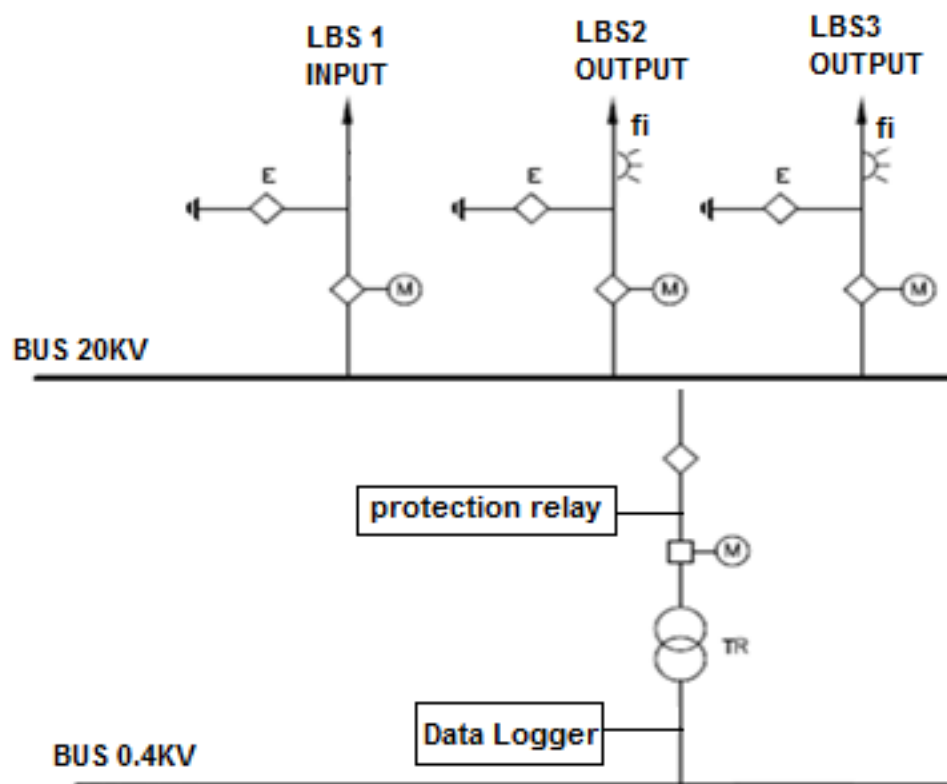
Analog Dead band مشخص می کند تا چه حد تغییرات جریان، برای مرکز کنترل change شناخته شود که RTU آن را بعنوان تغییرات جدید جریان برای مرکز کنترل ارسال کند.

برای درج مقدار Dead band (بر حسب میلی آمپر) به بخش Local I/O Configuration رفته و مقدار لازم را درج می کنیم. این عدد بصورت پیش فرض 16 تنظیم شده است.



مثال یک پست چهار سلولی

یک پست دارای چهار سلول که شامل 1 فیدر ورودی، 2 فیدر خروجی و یک فیدر ترانس می باشد را در نظر بگیرید. فرض کنید طبق درخواست مرکز کنترل، اطلاعات درخواستی از پست (point list) به صورت شکل 48 و جدولهای زیر باشد.



شکل 48- دیاگرام تک خطی یک پست توزیع

Index	Signal Type	SCADA Point Description	RTU Value Description
وضعیت های ورودی دیجیتال (Digital input) ساب رک سائز بزرگ			
0	Binary Input	RTU Test Relay Open Status	1 = Open Status is OK
1	Binary Input	RTU Test Relay Close Status	1 = Close Status is OK
2	Binary Input	LBS 1 OPEN STATUS	1 = Open Status is OK
3	Binary Input	LBS 1 CLOSE STATUS	1 = Close Status is OK
4	Binary Input	LBS 2 OPEN STATUS	1 = Open Status is OK
5	Binary Input	LBS 2 CLOSE STATUS	1 = Close Status is OK
6	Binary Input	LBS 3 OPEN STATUS	1 = Open Status is OK
7	Binary Input	LBS 3 CLOSE STATUS	1 = Close Status is OK
8	Binary Input	Earth Switch Status of LBS1	1= Close, 0=Open
9	Binary Input	Earth Switch Status of LBS2	1= Close, 0=Open
10	Binary Input	Earth Switch Status of LBS3	1= Close, 0=Open
11	Binary Input	FAULT INDICATOR 1 ALARM LBS 2	1 = Alarm , 0 = Normal
12	Binary Input	FAULT INDICATOR 2 ALARM LBS 3	1 = Alarm , 0 = Normal
13	Binary Input	VOLTAGE INDICATOR of LBS1	1=VOLTAGE IS OK
14	Binary Input	VOLTAGE INDICATOR of LBS2	1=VOLTAGE IS OK
15	Binary Input	VOLTAGE INDICATOR of LBS3	1=VOLTAGE IS OK
16	Binary Input	LV MCCB Open	1=Open
17	Binary Input	LV MCCB Close	1=Close
18	Binary Input	LVMCCB Trip Status	1=Trip
19	Binary Input	FEEDERS Remote Switch status	1=Remote
20	Binary Input	FEEDERS Local Switch status	1=Local
20	Binary Input	SMOKE ALARM	1 = Alarm , 0 = Normal
21	Binary Input	RTU DOOR	0= Close, 1=Open
22	Binary Input	SUBSTATION DOOR	0= Close, 1=Open
23	Binary Input	CB1 TRANS OPEN STATUS	1 = OPEN Status is OK
24	Binary Input	CB1 TRANS CLOSE STATUS	1 = Open Status is OK
25	Binary Input	Earth Switch Status of CB1	1= Close, 0=Open
26	Binary Input	THERMOMETER ALARM	1 = Alarm , 0 = Normal
27	Binary Input	THERMOMETER TRIP	1 = Alarm , 0 = Normal
28	Binary Input	BICHHOLZ RELAY ALARM	1 = Alarm , 0 = Normal
29	Binary Input	BICHHOLZ RELAY TRIP	1 = Alarm , 0 = Normal
30	Binary Input	OVER CURRENT RELAY CB 1 TRANS	1 = Alarm , 0 = Normal
31	Binary Input	EARTH FAULT RELAY TRANS	1 = Alarm , 0 = Normal
60	Binary Input	AC ALARM	1 = Alarm , 0 = Normal
61	Binary Input	DC ALARM	1 = Alarm , 0 = Normal
62	Binary Input	Float Alarm	1 = FLOAT , 0 = Alarm
63	Binary Input	Low Battery Alarm	1 = Alarm , 0 = Normal

Index	Signal Type	SCADA Point Description	RTU RAW Value Description
دیجیتال خروجی (Digital Output) ساب رک سایز بزرگ			
0	Binary output	Test Relay Open/Close Command	DIO1: 0-C , 0-T
1	Binary output	LBS 1 OPEN/CLOSE Command	DIO1: 1-C , 1-T
2	Binary output	LBS 2 OPEN/CLOSE Command	DIO1: 2-C , 2-T
3	Binary output	LBS 3 OPEN/CLOSE Command	DIO1: 3-C , 3-T
4	Binary output	FAULT INDICATOR 1 (LBS 2) RESET TRIP Command	DIO2: 4-T
5	Binary output	FAULT INDICATOR 2 (LBS 3) RESET CLOSE Command	DIO2: 5-C

Index	Signal Type	SCADA Point Description	RTU RAW Value Description
ورودی های آنالوگ (Analog input)			
0	Analog Input	LBS 1 CURRENT1 I R	SCALE : * 0.3
1	Analog Input	LBS 1 CURRENT2 I S	SCALE : * 0.3
2	Analog Input	LBS 1 CURRENT3 I T	SCALE : * 0.3
3	Analog Input	LBS 2 CURRENT1 I R	SCALE : * 0.3
4	Analog Input	LBS 2 CURRENT2 I S	SCALE : * 0.3
5	Analog Input	LBS 2 CURRENT3 I T	SCALE : * 0.3
6	Analog Input	LBS 3 CURRENT1 I R	SCALE : * 0.3
7	Analog Input	LBS 3 CURRENT1 I S	SCALE : * 0.3
8	Analog Input	LBS 3 CURRENT1 I T	SCALE : * 0.3
96	Analog Input	V1_LV	SCALE : * 1
97	Analog Input	V2_LV	SCALE : * 1
98	Analog Input	V3_LV	SCALE : * 1
99	Analog Input	CURRENT 1_LV	SCALE : * 1
100	Analog Input	CURRENT 2_LV	SCALE : * 1
101	Analog Input	CURRENT3_LV	SCALE : * 1
102	Analog Input	CURRENT N_LV	SCALE : * 1
103	Analog Input	PF 1_LV	SCALE : * 1
104	Analog Input	PF 2_LV	SCALE : * 1
105	Analog Input	PF 3_LV	SCALE : * 1

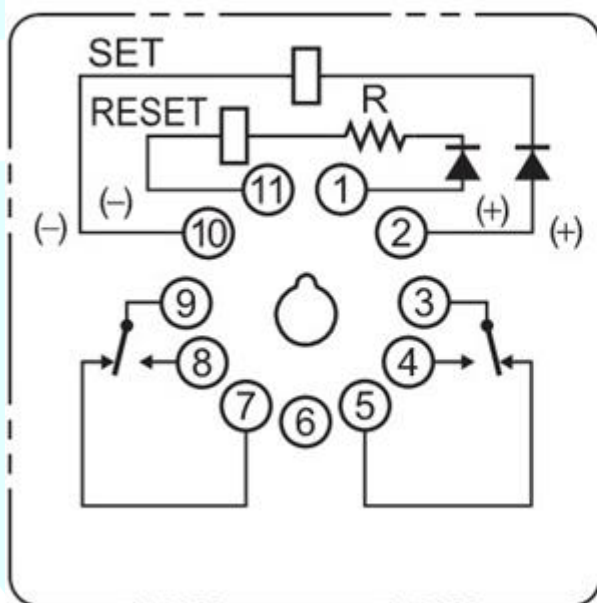
بخش ورودی دیجیتال

طبق درخواست مرکز کنترل، از این پست می‌بایست 27 وضعیت دیجیتال جمع‌آوری شده و ارسال گردد. با توجه به لیست نقاط تدوین شده برای ورودی‌های دیجیتال، وضعیت‌های مورد نیاز را می‌توان به 2 دسته تقسیم‌بندی کرد:

الف: نقاطی که نیاز به سیم‌بندی روی برد RTU DIO 1,2 دارند و شامل 23 وضعیت می‌باشد (نقاط 0 تا 22).

ب: نقاط 23 تا 26 که برد PMU تولید می‌کند و برخی از آنها نیاز به سیم‌بندی روی این برد دارند. توضیح الف) کاربر می‌بایست برای ایجاد وضعیت رله تست، از یک رله Latch استفاده کند و کنتاکت وضعیت باز یا بسته آن را روی نقاط دیجیتال برد DIO سیم‌بندی نماید.

تصویر یک رله Latch محصول شرکت Omron در شکل 49 موجود است. این رله دارای دو COIL است که در صورت تحریک رله می‌تواند وضعیت باز یا بسته را منفک از هم در اختیار کاربر قرار دهد.



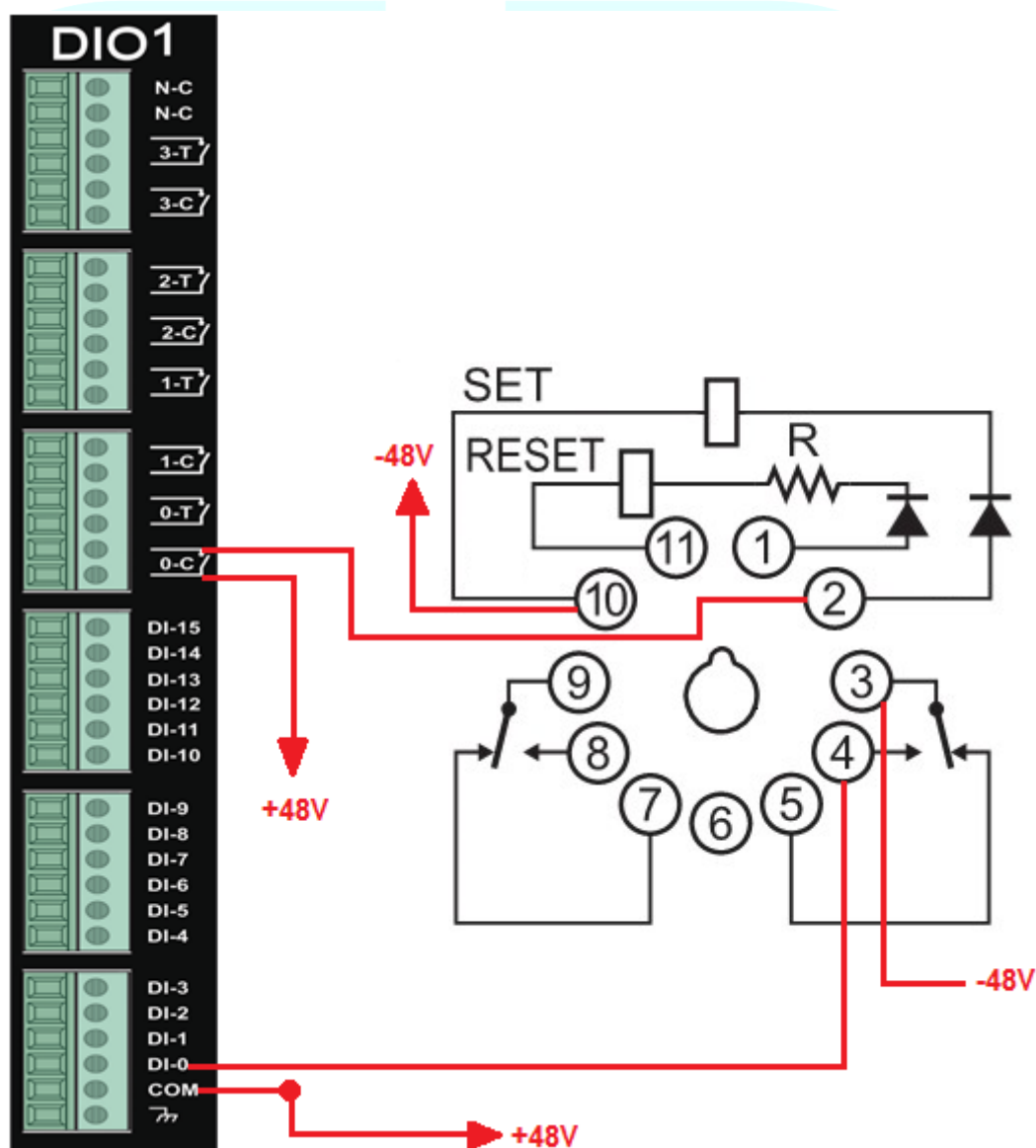
شکل 49 – رله Latch

برای سیم‌بندی این رله کاربر لازم است تا اعمال زیر را انجام دهد.

برای فرمان CLOSE، با توجه به نقشه موجود روی رله، فرمان CLOSE باید به پایه‌های 2 و 10 رله اعمال شود. بدین صورت که یک سیم متصل به تغذیه منفی 48 ولت به پایه 10 بصورت مستقیم داده می‌شود و در صورتیکه کاربر بخواهد فرمان CLOSE را روی نقطه DO0-C اعمال نماید، کافیست از روی برد

DIO1 و ترمینال DO0-C، یک سیم را به پایه 2 رله وصل کند و به ترمینال دیگر DO0-C نیز 48- ولت بدهد.

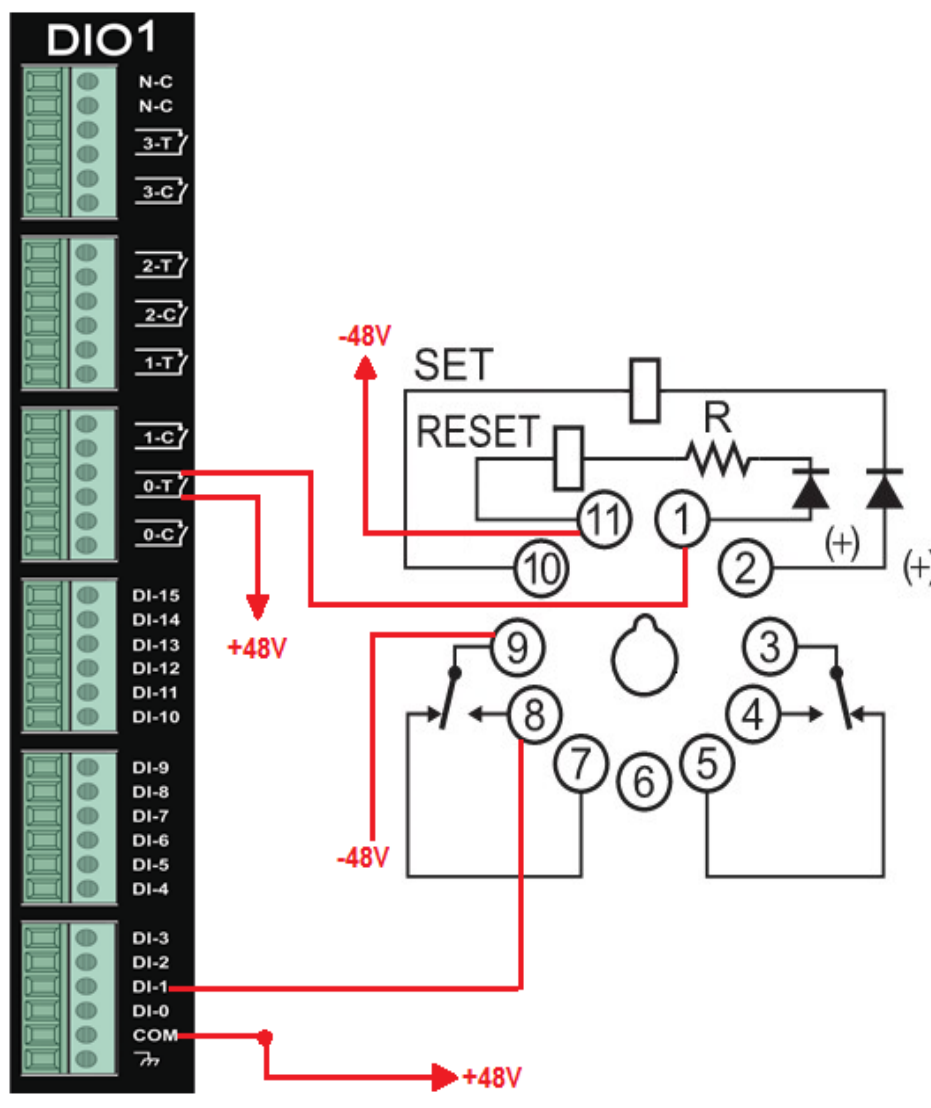
برای وضعیت CLOSE، همانطور که از نقشه روی رله پیداست، پایه های 3 و 4 و همچنین 8 و 9 دو کنتاکت NO رله می باشند. لذا وضعیت CLOSE را می توان از روی پایه های 3 و 4 برای وضعیت دیجیتال DI-0 استفاده کرد.



شکل 50 - نحوه اتصال رله Latch به RTU برای فرمان Close

برای فرمان OPEN، با توجه به نقشه موجود روی رله، فرمان OPEN باید به پایه های 1 و 11 رله اعمال شود. بدین صورت که یک سیم متصل به تغذیه منفی 48 ولت به پایه 11 بصورت مستقیم وصل می شود و در صورتی که کاربر بخواهد فرمان OPEN را روی نقطه DO0-T اعمال نماید، کفایت از روی برد DIO1 و ترمینال DO0-T، یک سیم را به پایه 1 رله وصل کند و به ترمینال دیگر DO0-T نیز 48- ولت بدهد.

برای وضعیت OPEN، از پایه‌های 8 و 9 که یک کنتاکت NO رله می‌باشد، می‌توان برای وضعیت CLOSE روی DI-1 استفاده کرد.



شکل 51 - نحوه اتصال رله Latch به RTU برای فرمان Trip

سیم بندی سایر وضعیت‌های دیجیتال را نیز تا آدرس 22 به راحتی در اختیار کاربر است. اما نقاط 23 تا 26 که برد PMU وظیفه تولید این چهار وضعیت را دارد به صورت زیر قابل دسترسی خواهند بود:

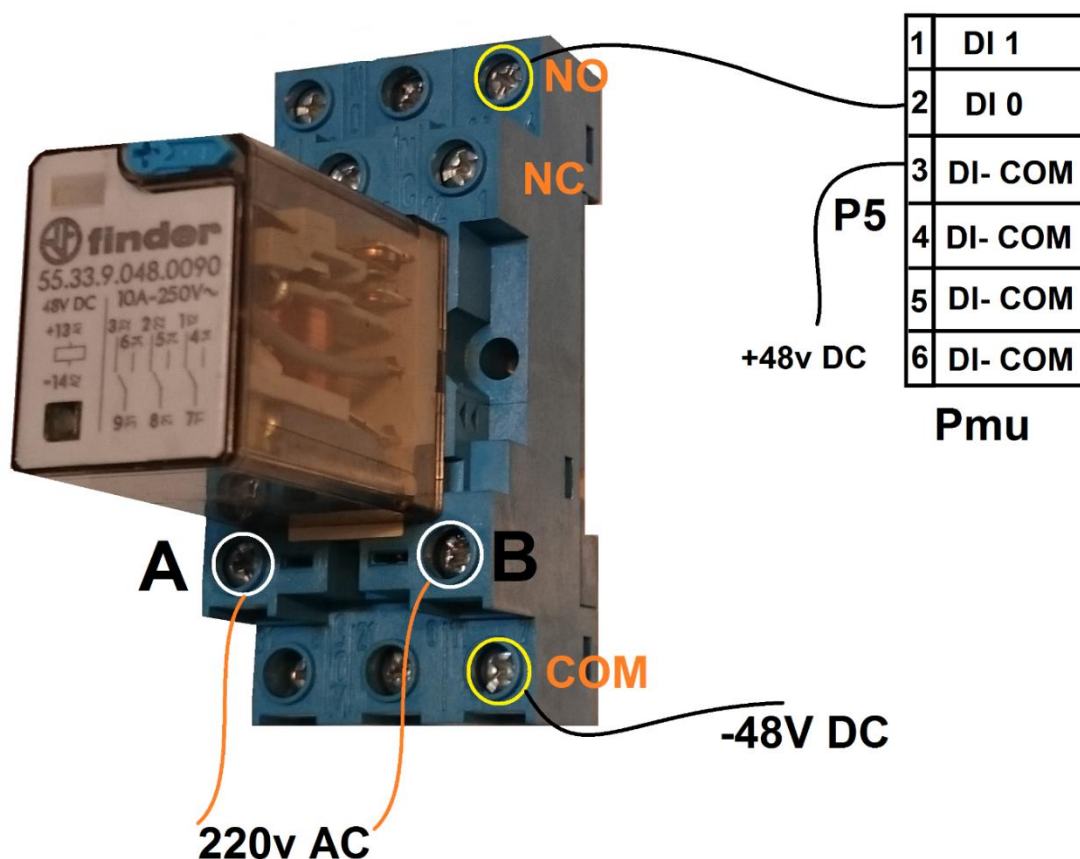
برای تامین آلارم‌های خواسته شده از سیستم تغذیه به صورت زیر عمل می‌شود:

1. AC ALARM :

برای تولید آلارم AC ALARM کاربر می‌بایست از یک رله با تغذیه COIL, AC در تابلو خود استفاده نماید تا از کنتاکت‌های خروجی آن برای ایجاد یک DI روی برد PMU استفاده شود.

بدین صورت که کاربر یک فاز و نول از خروجی فیوزی که برق 220 ولت شارژر را تامین می‌کند، برای COIL این رله در نظر می‌گیرد. با این کار رله تحریک شده و کنتاکت NO خود را می‌بندد. حال کاربر می‌بایست یکی از پایه های کنتاکت NO خود را بوسیله ولتاژ 48 ولتی، تر نماید. یعنی به یکی از پایه های کنتاکت NO ولتاژ 48- ولت اعمال نماید. حال کاربر می‌بایست پایه دیگر آن کنتاکت را به DI-0 روی برد PMU متصل نماید.

توجه: کاربر باید قبلاً به DI-COM روی برد PMU نیز ولتاژ +48 ولت داده باشد.



شکل 52 – رله آلارم AC

با تولید آلارم AC چراغ LED مخصوص آن روی پنل جلوی RTU روشن شده و طبق پیوست 1 و بخش Binary Input Points (Single Bit)، نقطه دیجیتال 60 فعال شده و تغییر وضعیت می‌دهد (یک می‌شود).

2. DC ALARM :

برای تولید این آلارم کفایت تغذیه ورودی برد PMU وصل باشد، این برد از همان ورودی تغذیه امکان اندازه‌گیری ولتاژ باتری‌ها را دارد و در صورت خراب بودن شارژر و عدم افزایش ولتاژ باتری‌ها پس از زمان مشخص این آلارم تولید می‌گردد.

3. Low Battery Alarm (Battery Alarm) :

آلارم مذکور، وقتی که که ولتاژ باتری‌ها از 80% ظرفیت کمتر شود، فعال می‌شود.

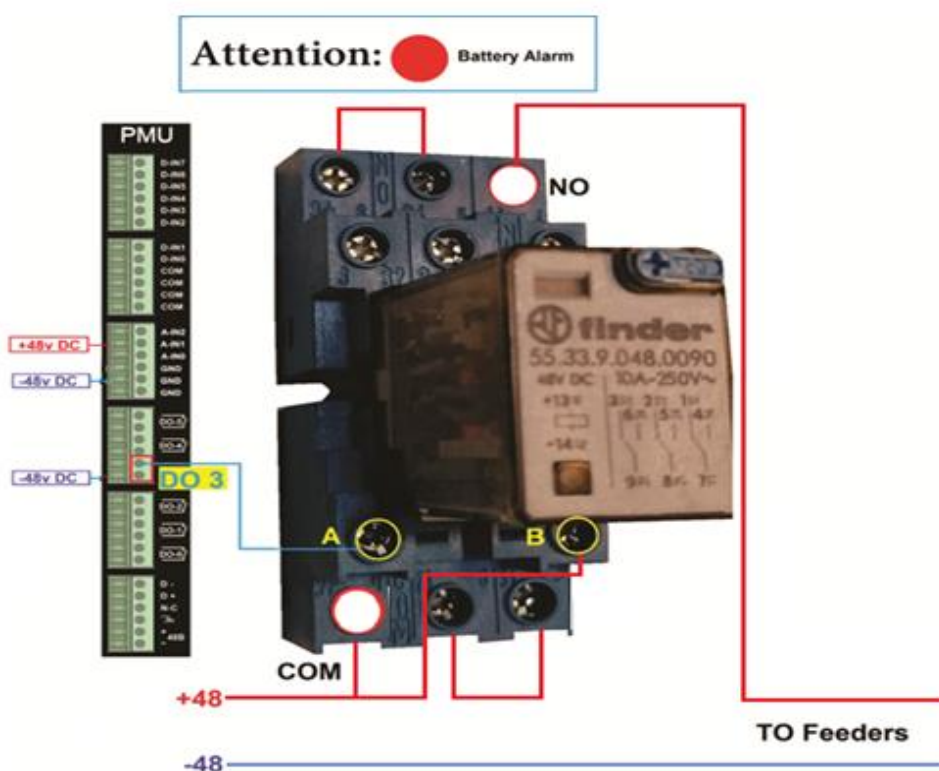
با تولید آلارم باتری، چراغ LED مخصوص آن روی پنل جلوی RTU روشن شده و طبق پیوست 1 و بخش Binary Input Points (Single Bit)، نقطه دیجیتال 63 فعال شده و تغییر وضعیت می‌دهد (یک می‌شود).

4. Float Alarm :

پس از پر شدن نسبی باتری‌ها این آلارم ایجاد خواهد شد.

5. Battery Health Alarm :

سلامت باتری‌ها همواره در حال بررسی است. پس از تشخیص افت شدید ظرفیت نامی باتری‌ها این آلام تولید می‌شود. آلام سلامت باتری‌ها در آدرس 64 ورودی‌های دیجیتال ظاهر می‌شود. لازم به ذکر است که با محرز شدن خرابی باتری‌ها (Battery Alarm) دیگر آلام Float ایجاد نخواهد گردید.



شکل 53 - اتصال رله فیدر به برد PMU

6. Battery Temperature Alarm :

برای بررسی دمای باتری‌ها از یک مقاومت NTC (مقاومت تابع دما) استفاده شده که به بدنه باتری‌ها متصل شده و از هر دو پایه آن دو سیم به پایه های A-IN0 و GND متصل کرده و هرگاه دمای باتری از حد نرمال خارج شود، یک آلام روی آدرس 65 ورودی‌های دیجیتال ارسال خواهد شد.



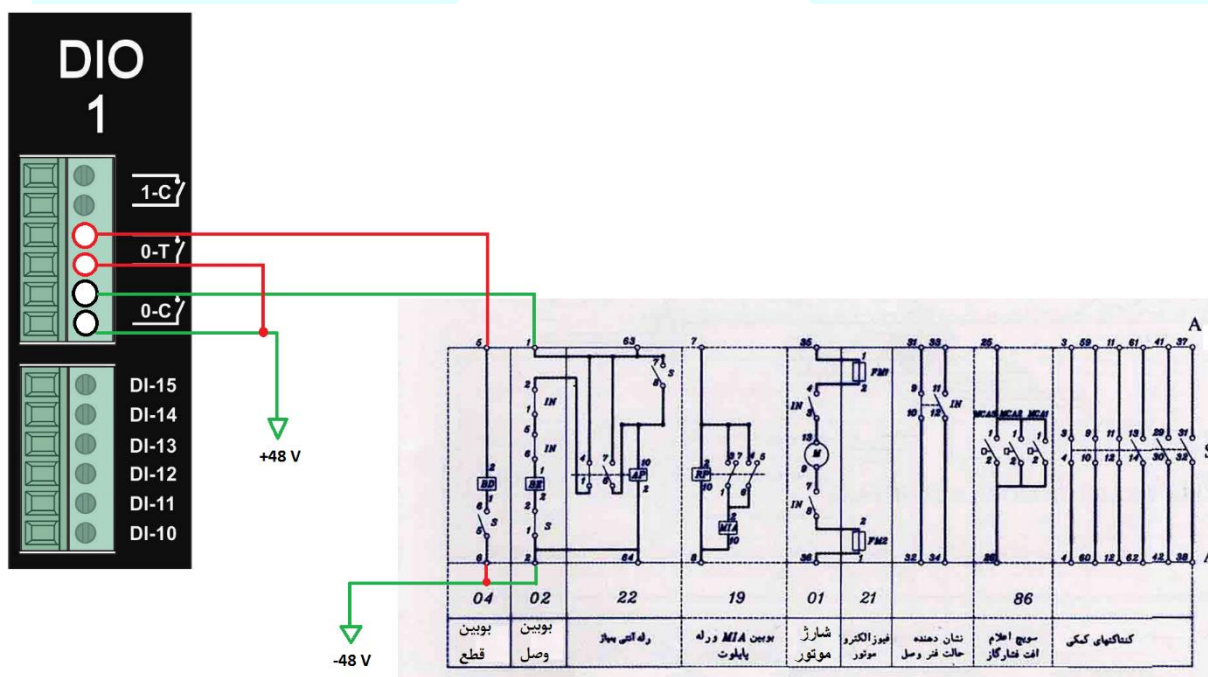
شکل 54 - مقاومت NTC

بخش خروجی دیجیتال (فرمان‌های ارسالی)

فرمان باز و بسته به 3 بریکر، فرمان باز و بسته به یک رله تست و فرمان ریست شدن دو نشانگر خطا مجموعاً نیاز به تعریف 10 نقطه DO دارد.

الگویی که برای سیم بندی قسمت رله Latch گفته شد، برای سیم بندی هر یک از بریکرها تا RTU نیز صادق است. بدین صورت که کاربر از یک نقطه DO خروجی یک سیم برای بوبین موتور بریکر فراهم نموده و ترمینال دیگر DO را بوسیله +48 ولت تر می‌نماید. سپس به ترمینال COM بوبین دژنکتور ولتاژ 48- ولت را اعمال می‌کند.

به عنوان مثال، الگوی سیم بندی روی بوبین قطع و وصل موتور دژنکتور پارس سوییچ در شکل 55



شکل 55 - سیم‌بندی فرمان به یک کلید

ورودی‌های آنالوگ (Analog Input)

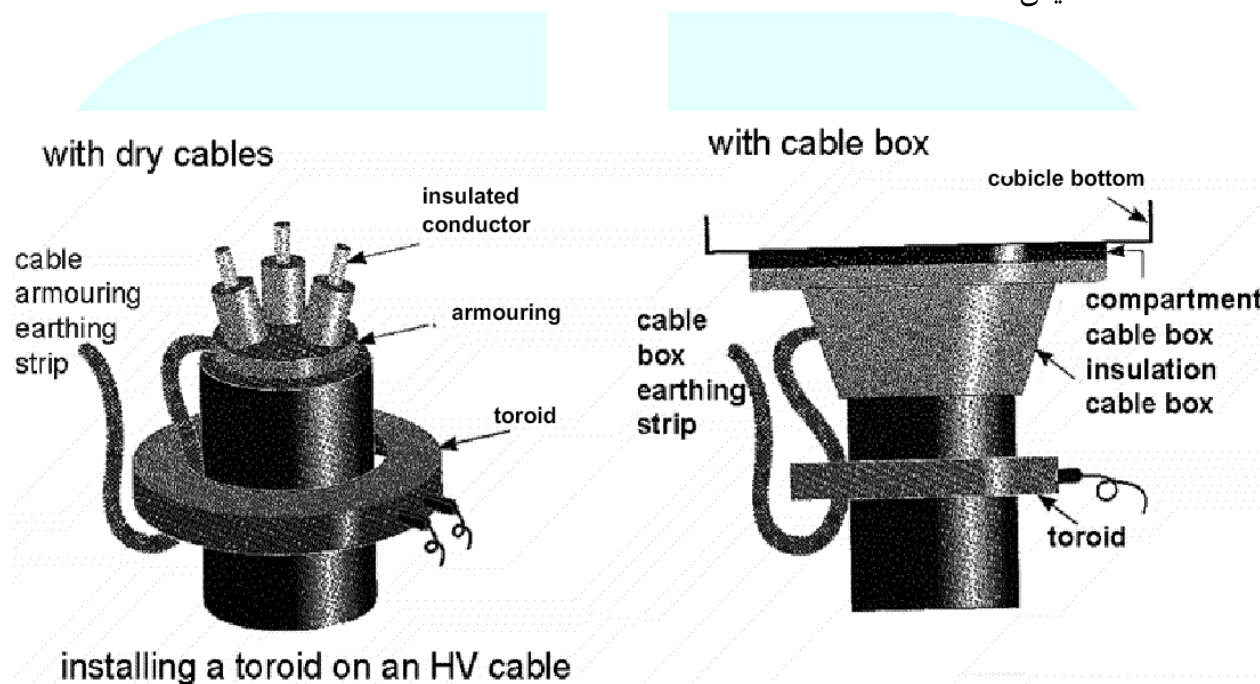
قرائت مقادیر آنالوگ توسط RTU می‌تواند به دو صورت انجام پذیرد:

الف: به روش مستقیم

با اتصال مستقیم سیم‌های جریان از CT ها به ترمینال‌های جریانی و از آنها به برد آنالوگ.

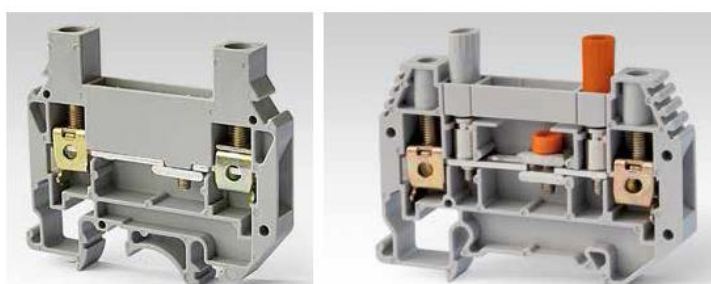
چند نکته در خصوص سیم بندی بخش آنالوگ:

1. با توجه به اینکه روی هر یک از فیدرهای خروجی ممکن است از رله‌های حفاظتی استفاده شود، در کابل‌های آرموردار 20KV مطابق شکل زیر لازم است که آرمور و شیلد (اسکرین) کابل مجدداً از درون CT برگردانده شوند یا اصلاً از داخل CT عبور نکنند. دلیل این کار این است که در صورت برخورد فاز با شیلد یا آرمور، اثر جریان عبوری از شیلد یا آرمور خنثی شده و CT این جریان خطا را تشخیص دهد.



شکل 56 - نحوه نصب CT

2. لازم است، سیم‌های جریانی پس از خروج از CT و قبل از وارد شدن به رله‌ها یا RTU حتماً از مسیر ترمینالهای جریانی با تیغه‌های اتصال کوتاه کننده عبور نمایند.



شکل 57 - ترمینال CT

3. در صورتی که بخواهیم به هر دلیلی برد آنالوگ را از RTU جدا کنیم، می‌بایست حتماً قبل از آن تیغه‌های Joiner ترمینال‌های جریانی را از محل ورودی جریان بهم اتصال کوتاه کنیم. در غیر اینصورت احتمال صدمه دیدن یا حتی انفجار CT روی خط نیز وجود خواهد داشت. در صورتیکه ترمینال‌های جریانی فاقد Joiner بودند، با استفاده از چند قطعه سیم کوتاه نیز می‌توان این عمل را انجام داد.

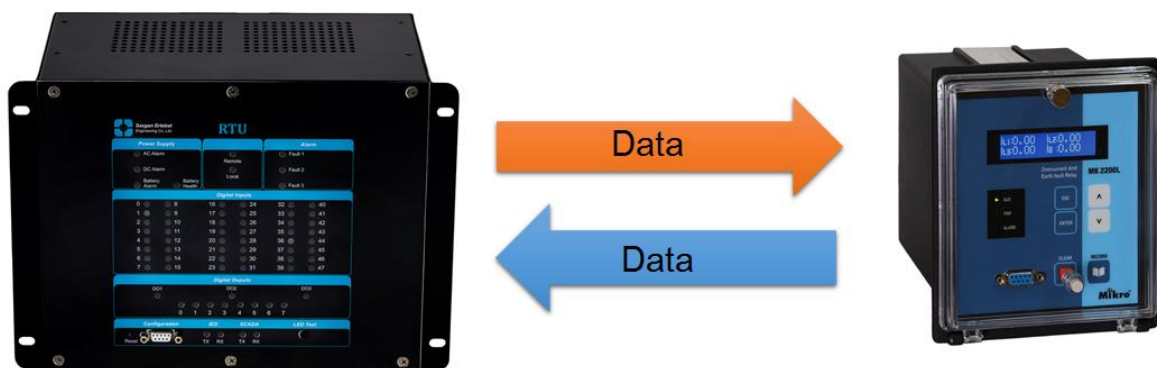
ب: به روش سریال

در این صورت سایر دستگاههای هوشمند موجود در پست همچون رله‌ها یا دیتالاگرها یا ... بصورت مستقیم جریان را از روی خط خوانده و آنگاه از طریق درگاه MODBUS (RS232/485) آنرا به RTU انتقال می‌دهند.

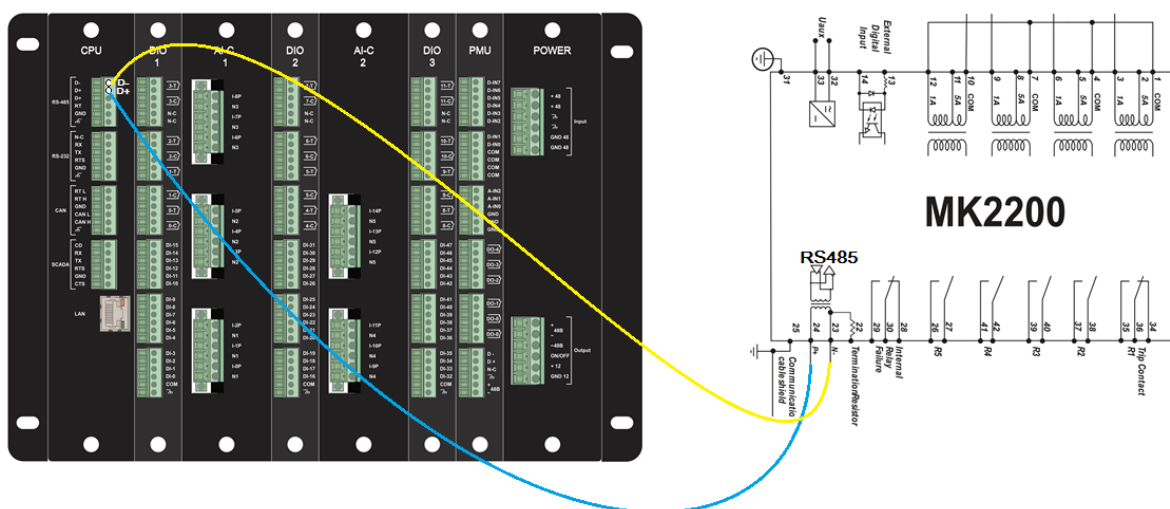
1. فرض می‌کنیم کاربر برای خواندن مقادیر جریان ترانس از ارتباط MODBUS بین RTU و یک

رله ثانویه MK2200 استفاده کرده است. در اینجا توضیح خواهیم داد که چگونه این رله با RTU مرتبط خواهد شد.

گام اول: اتصال سیمی درگاه MODBUS/RS485 دو وسیله به هم.



شکل 58 - ارتباط SR-300 با یک رله حفاظتی



شکل 59 - نحوه اتصال SR-300 با یک رله MK2200

گام دوم: در بخش تنظیمات رله، باید در منوی COMMUNICATION و پس از آن قسمت Relay Address یک آدرس برای رله در نظر گرفته شود (از 1 تا 255) و سپس همان آدرس در نرم افزار RTU TESTER نوشته شود.



شکل 60 - تنظیم آدرس پروتکل

با مراجعه به صفحه مربوط به Modbus Register در راهنمای کاربری رله، آدرس مدباس نقاط DI، DO و AI که می‌خواهیم توسط RTU خوانده شود را پیدا می‌کنیم. فرضاً نقاطی که می‌خواهیم از طریق پروتکل مدباس خوانده شود، آدرس آنها به شرح زیر است:

parameter	Modbus address		parameter	Modbus address	parameter	Modbus address
Year	518		I L1 Low status	23	Input status	18
Month, day	519		I L2 Low status	25	Output status	19
Hour , minute	520		I L3 Low status	27	frequency	46
millisecond	521		I L0 Low status	29	Remote Command	256

تمامی این نقاط در Modbus Register رله زیر مجموعه 3 و 4 Function هستند و فقط آدرس 256 مدباس در مجموعه 6 function تعریف می‌شود یعنی مقادیر تمامی این نقاط بجز remote command با تنظیمات پیش فرض در بخش Analog input ها قابل رویت است.

لذا 10 نقطه آنالوگ و 1 نقطه خروجی آنالوگ (Remote Command) از این رله باید توسط RTU کنترل شوند.

Measurements and relay status. Read only. Function 03h or 04h			
16	0010	Relay status	F2
17	0011	Relay LED status	F3
18	0012	Input status	F4
19	0013	Output status	F5
20	0014	Active group	F6
21	0015	Thermal State	F7
22	0016	IL1 high word	F8
23	0017	IL1 low word	F8
24	0018	IL2 high word	F8
25	0019	IL2 low word	F8
26	001A	IL3 high word	F8
27	001B	IL3 low word	F8
28	001C	IO high word	F8
29	001D	IO low word	F8
30	001E	IL1 Max high word	F8

Settings. Read/Write. Function 03h, 04h, 06h, 10h			
512	0200	Line CT Primary	F7
513	0201	Reserved	
514	0202	Earth/Ground CT Primary	F7
515	0203	Reserved	
516	0204	Frequency	F6
517	0205	Time Window for Average and Maximum	F7
518	0206	Year	F7
519	0207	month, day	F10
520	0208	hour, minute	F11
521	0209	Milliseconds	F7

شکل 61 - جدول رجیسترهای MK2200

رله را بعنوان Slave 2 تعریف می کنیم. برای این کار رویه زیر را در نرم افزار طی می کنیم:

Analog Output--→Remote I/O Configuration---→Slave 2

از AI0 تا AI10 به ترتیب آدرس مدباس 10 نقطه آنالوگ رله را وارد می کنیم و AI-0-Mapping تا AI-10-Mapping را آدرس نقاط آنالوگی تعریف می کنیم که می خواهیم مقادیر مورد نظر روی آنها نوشته شود و سپس APPLY می کنیم.

شکل 62 - تنظیم نگاشت نقاط یک Slave

همانطور که ملاحظه می‌شود 10 نقطه آنالوگ مورد نظر روی آدرس آنالوگ نقاط 33 تا 42 نوشته خواهند شد. لذا کاربر با بازگشت به صفحه اول برنامه و کادر Analog Input می‌تواند مقادیر لازم را مشاهده نماید. فقط باید دقت شود که آدرس نگاشته شده در RTU باید غیر از نقاط فیزیکی آنالوگ باشد. از آنجا که 15 نقطه آنالوگ فیزیکی وجود دارد، کاربر برای آدرس دهی تجهیزات جانبی از طریق پروتکل Modbus مختار خواهد بود از آدرس 15 تا 832 را وارد نماید.

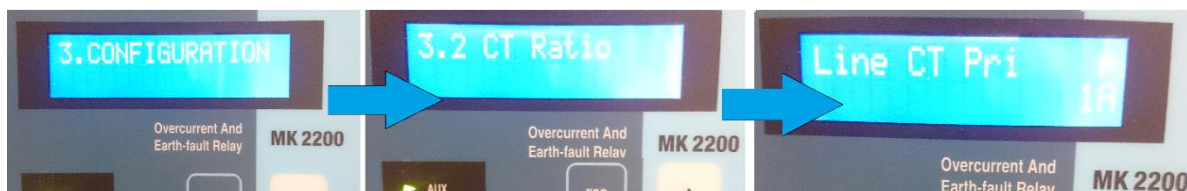
به قسمت Analog Input و صفحه سوم مراجعه کرده و با یک بار Scan کردن RTU مقادیر فعلی روی RTU را می‌خوانیم. مقادیر تاریخ و زمان نشان داده شده، به فرمت دسیمال هستند.

Address	Value	Name	Max	Address	Value	Name	Max
32	0			40	0		
33	16			41	0		
34	3094			42	0		
35	2090			43	0		
36	23385			44	0		
37	0			45	0		
38	0			46	0		
39	0			47	0		

شکل 63 - قرائت مقادیر آنالوگ از MK2200

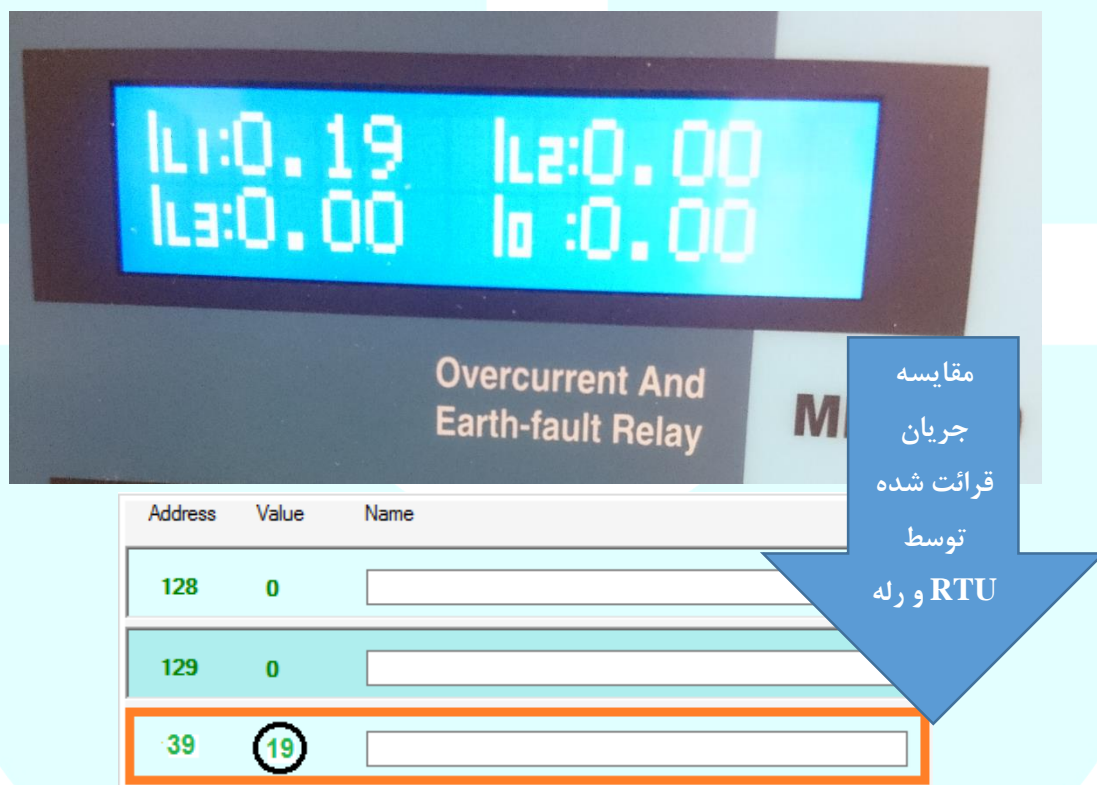
فرضاً آدرس 33 در Analog Input که نگاشته شده آدرس 519 از روی رله است، ماه و روز را به دسیمال نشان می‌دهد.

در آزمایشی دیگر، به فاز L1 رله جریان تزریق می‌کنیم و جریان روی رله را از طریق RTU قرائت می‌کنیم. البته قبل از آن و برای آنکه جریان تزریقی را به همان صورت که تزریق می‌شود، بخوانیم در تنظیمات رله، سمت اولیه را روی 1 آمپر تنظیم کرده و در ثانویه نیز از خروجی 1 آمپری رله استفاده می‌کنیم.



شکل 64 - تنظیم ظریب CT در رله MK2200

با توجه به تنظیمات انجام شده، جریان IL1 روی آدرس 39 در Analog Input ها نگاشته (Map) شده است.

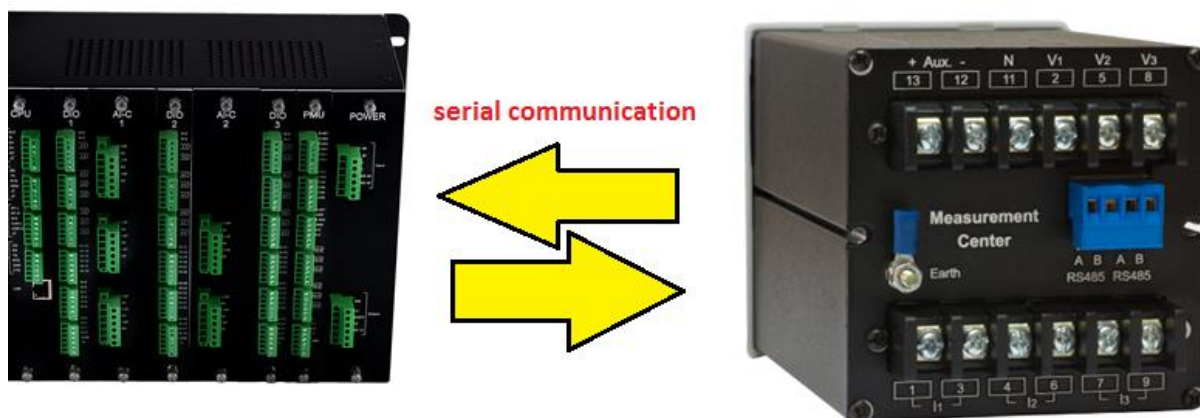


شکل 65 - مقایسه جریان قرائت شده توسط SR-300 و رله

مقدار خام مشاهده شده IL1 برابر 19 است. اما مقدار واقعی جریان با سه رقم اعشار قابل محاسبه است. لذا جریان قرائت شده واقعی 190mA است.

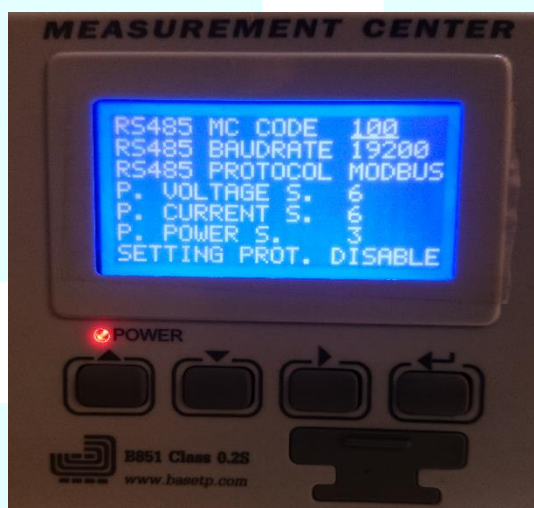
2. اتصال به یک دیتالاگر B851 :

دیتالاگر B851 در سمت فشار ضعیف نصب شده و مقادیر جریان، ولتاژ، ضریب توان و توان ظاهری و ... را اندازه‌گیری و محاسبه می‌نماید. با اتصال به پورت سریال آن می‌توان مقادیر لازم را روی RTU مشاهده نمود.



شکل 66 – ارتباط SR-300 با دیتالاگر

ابتدا آدرس و BAUDRATE مورد نظر را روی دستگاه وارد می‌نماییم.



شکل 67 – تنظیمات پروتکل در دیتالاگر B851

سپس دستگاه مورد نظر را بعنوان یک Slave برای RTU تعریف کرده (فرضاً 15 Slave) و سپس آدرس Modbus نقاط لازم موجود در راهنمای کاربری دستگاه را به RTU نیز می‌دهیم. تعداد نقاطی که لازم است از روی دیتالاگر خوانده شود، نوع Function و فرمت مورد نظر (2 برای رجیسترهای 16 بیتی و 4 برای رجیسترهای 32 بیتی) را نیز با توجه به مشخصات نقاط Modbus دستگاه، تنظیم می‌کنیم.

نقاط آنالوگ درخواست شده از دستگاه از 104 تا 119 شامل ولتاژ فازی، جریان و توان اکتیو و راکتیو تحت تابع شماره 3 و رجیسترهای 2 بیتی (مجموعاً برای هر رجیستر: 16 بیت) تعریف می‌شوند.

System Configuration | Communication Configuration | DNP3.0 Configuration | ModBus Configuration | Slave 5

Dead Band | LED Configuration | Fault Detection Configuration

Slave 6

Slave 7

Slave 8

Slave 9

Slave 10

Slave 11

Slave 12

Slave 13

Slave 14

Slave 15

Slave 16

Slave 17

Slave 18

Slave 19

Slave 20

Slave 21

Slave 22

Slave 23

Slave 24

Slave 25

Slave 26

Slave 27

ModBus

Slave

	Set	Value
Address	<input type="text"/>	0
Maximum DI	<input type="text"/>	40
Maximum DO	<input type="text"/>	2
Maximum AI	<input type="text"/>	2
Maximum AO	<input type="text"/>	0

figuration | DI & AI Tables | Remote I/O Configuration | D

	Set	Value
	<input type="text"/>	0
Reading AI	<input type="text"/>	4
Reading AI	<input type="text"/>	2
	<input type="text"/>	100
	<input type="text"/>	100

شکل 68 – تنظیمات پروتکل در SR-300 برای ارتباط با دیتالاگر

در قسمت Remote I/O Configuration باید آدرس تمام نقاط درخواستی روی RTU نوشته شود.

Channel	Address	Mapping
AI_0	518	105
AI_1	519	106
AI_2	520	107
AI_3	521	108
AI_4	18	110
AI_5	19	111
AI_6	23	112
AI_7	25	113
AI_8	65535	312
AI_9	65535	313
AI_10	65535	314
AI_11	65535	315
AI_12	65535	316
AI_13	65535	317
AI_14	65535	318
AI_15	65535	319
DI_0	65535	204
DI_1	65535	205
DI_2	65535	206
DI_3	65535	207
DI_4	65535	208
DI_5	65535	209
DI_6	65535	210
DI_7	65535	211
AO_0	65535	0
AO_1	65535	0
AO_2	65535	0
AO_3	65535	0
AO_4	65535	0
AO_5	65535	0
AO_6	65535	0
AO_7	65535	0
DO_0	65535	
DO_1		

شکل 69 - تنظیم نقاط برای ارتباط با دیتالاگر

یعنی نقطه آنالوگ 104 روی دستگاه B851 در

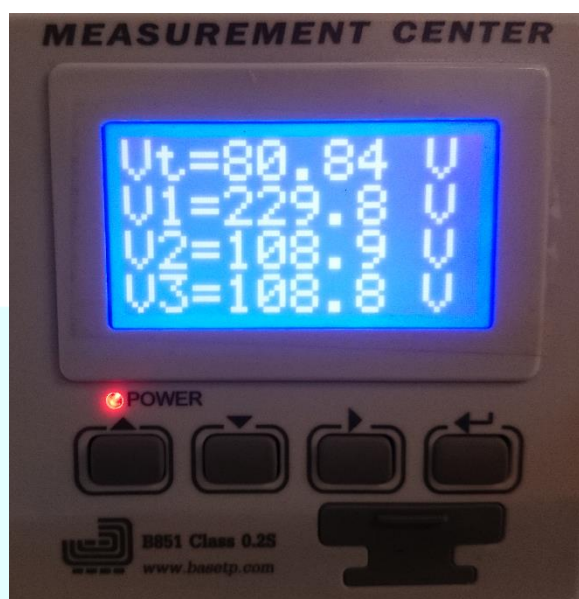
AI_0 104

AI_0_Mapping 41

هنگام برقراری ارتباط Modbus، روی آدرس 41 Analog Input ها نوشته خواهد شد.

به صفحه اصلی بازگشته و مقادیر آنالوگ یا دیجیتال مورد نظر را می‌خوانیم.

برای تست، یک مقدار ولتاژ 220 ولت و دو مقدار 108 ولت به دستگاه متصل شده است. همانطور که در شکل 70 مشاهده می‌شود، RTU در نقاط ورودی آنالوگ 41 تا 44 مقادیر دستگاه را نشان می‌دهد.



Address	Value	Name	Max	Address	Value	Name	Max
32	0			40	0		
33	0			41	230		
34	0			42	109		
35	0			43	109		
36	0			44	80		
37	0			45	0		
38	0			46	0		
39	0			47	0		

page 1 page 2 page 3 page 4 page 5 page 6 page 7 page 8 page 9 page 10 page 11 page 12 page 13 page 14 page 15 page 16 page 17 page 18

شکل 70 – مقایسه مقادیر قرائت شده توسط SR-300 و دیتالاگر

پیوست 1

SR-300

Device Profile

DNP3.0 Protocol

Device Profile

DNP V3.0 DEVICE PROFILE DOCUMENT (Also see the DNP 3.0 Implementation Table)	
Vendor Name: SAZGAN ERTEBAT Co.	
Device Name: SR-300 Distribution Remote Terminal Unit	
Highest DNP Level Supported: For Requests: Level 2+ For Responses: Level 2+	Device Function: <input type="checkbox"/> Master <input checked="" type="checkbox"/> Slave
Notable objects, functions, and/or qualifiers supported in addition to the Highest DNP Levels Supported (the complete list is described in the attached table):	
Maximum Data Link Frame Size (octets): Transmitted & Received: 292	Maximum Application Fragment Size (octets): Transmitted & Received: Configurable 64~2048
Maximum Data Link Re-tries: <input type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Fixed at 3 <input checked="" type="checkbox"/> Configurable (Default: 0)	Maximum Application Layer Re-tries: <input checked="" type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Configurable
Requires Data Link Layer Confirmation: <input type="checkbox"/> Never <input type="checkbox"/> Always <input type="checkbox"/> Sometimes <input checked="" type="checkbox"/> Configurable as: Never, Only for multi-frame messages, or Always	
Requires Application Layer Confirmation: <input type="checkbox"/> Never <input type="checkbox"/> Always <input checked="" type="checkbox"/> When reporting Event Data <input checked="" type="checkbox"/> When sending multi-fragment responses <input type="checkbox"/> Sometimes <input type="checkbox"/> Configurable as: "Only when reporting event data", or "When reporting event data or multi-fragment messages."	

DNP V3.0**DEVICE PROFILE DOCUMENT**

(Also see the DNP 3.0 Implementation Table)

Timeouts while waiting for:

Data Link Confirm: ☐ None ☐ Fixed at 15Sec ☐ Variable ☒**Configurable(Default: 15 Sec)**Complete Appl. Fragment: ☒ **None** ☐ Fixed at ____ ☐ Variable ☐

Configurable

Application Confirm: ☐ None ☐ Fixed at 60Sec ☐ Variable ☒**Configurable(Default : 60 Sec)**Complete Appl. Response: ☒ **None** ☐ Fixed at ____ ☐ Variable ☐

Configurable

Others: **Select timeout : 5 Sec**

Sends/Executes Control Operations:

WRITE Binary Outputs ☒ **Never** ☐ Always ☐ Sometimes ☐

Configurable

SELECT/OPERATE ☐ Never ☒ **Always** ☐ Sometimes ☐

Configurable

DIRECT OPERATE ☐ Never ☒ **Always** ☐ Sometimes ☐

Configurable

DIRECT OPERATE – NO ACK ☐ Never ☒ **Always** ☐ Sometimes ☐

Configurable

Count > 1 ☒ **Never** ☐ Always ☐ Sometimes ☐ ConfigurablePulse On ☐ Never ☒ **Always** ☐ Sometimes ☐ ConfigurablePulse Off ☒ **Never** ☐ **Always** ☐ Sometimes ☐ ConfigurableLatch On ☒ **Never** ☐ **Always** ☐ Sometimes ☐ ConfigurableLatch Off ☒ **Never** ☐ **Always** ☐ Sometimes ☐ ConfigurableQueue ☒ **Never** ☐ Always ☐ Sometimes ☐ ConfigurableClear Queue ☒ **Never** ☐ Always ☐ Sometimes ☐ Configurable

Attach explanation if 'Sometimes' or 'Configurable' was checked for any operation.

Reports Binary Input Change Events when no specific variation requested:

☐ Never☒ **Only time-tagged**☐ Only non-time-tagged☐ Configurable to send one or the other

Reports time-tagged Binary Input Change Events when no specific variation requested:

☐ Never☒ **Binary Input Change With Time**☐ Binary Input Change With Relative Time☐ Configurable

DNP V3.0**DEVICE PROFILE DOCUMENT**

(Also see the DNP 3.0 Implementation Table)

Sends Unsolicited Responses:

- ☐ Never
☒ **Configurable**
☐ Only certain objects
☐ Sometimes (attach explanation)
☒ **ENABLE/DISABLE**
UNSOLICITED Function codes supported

Sends Static Data in Unsolicited Responses:

- ☒ **Never**
☐ When Device Restarts
☐ When Status Flags Change

No other options are permitted.

Default Counter Object/Variation:

- ☒ **No Counters Reported**
☐ Configurable
☐ Default Object
 Default Variation:
☐ Point-by-point list attached

Counters Roll Over at:

- ☒ **No Counters Reported**
☐ Configurable (attach explanation)
☐ 16 Bits
☐ 32 Bits
☐ Other Value: _____
☐ Point-by-point list attached

Sends Multi-Fragment Responses:

- ☒ **Yes**
☐ No
☐ Configurable

Sequential File Transfer Support:

- | | | |
|-------------------------------|------------------------------|---|
| Append File Mode | <input type="checkbox"/> Yes | <input checked="" type="checkbox"/> No |
| Custom Status Code Strings | <input type="checkbox"/> Yes | <input checked="" type="checkbox"/> No |
| Permissions Field | <input type="checkbox"/> Yes | <input checked="" type="checkbox"/> No |
| File Events Assigned to Class | <input type="checkbox"/> Yes | <input checked="" type="checkbox"/> No |
| File Events Send Immediately | <input type="checkbox"/> Yes | <input checked="" type="checkbox"/> No |
| Multiple Blocks in a Fragment | <input type="checkbox"/> Yes | <input checked="" type="checkbox"/> No |
| Max Number of Files Open | 1 | |

Implementation Table DNP3.0 Protocol

OBJECT			REQUEST (slave will parse)		RESPONSE (master will respond with)	
Object Number	Variation Number	Description	Function Codes (dec)	Qualifier Codes (hex)	Function Codes (dec)	Qualifier Codes (hex)
1	0	Binary Input – Any Variation	(read) 1 22 (assign class)	(start-stop) 00, 01 (no range, or all) 06		
1	1 (default)	Binary Input	(read) 1	(start-stop) 00, 01 (no range, or all) 06	(response) 129	(start-stop) 00, 01
1	2	Binary Input with Status	(read) 1	(start-stop) 00, 01 (no range, or all) 06	(response) 129	(start-stop) 00, 01
2	0	Binary Input Change – Any Variation	1 (read)	06 (no range, or all) 07, 08 (limited qty)		

OBJECT			REQUEST (slave will parse)		RESPONSE (master will respond with)	
Object Number	Variation Number	Description	Function Codes (dec)	Qualifier Codes (hex)	Function Codes (dec)	Qualifier Codes (hex)
2	1	Binary Input Change without Time	1 (read)	06 (no range, or all) 07, 08 (limited qty)	129 (response) 130 (unsol. resp)	17, 28 (index)
2	2	Binary Input Change with Time	1 (read)	06 (no range, or all) 07, 08 (limited qty)	129 (response) 130 (unsol. resp)	17, 28 (index)
2	3 (default)	Binary Input Change with Relative Time	1 (read)	06 (no range, or all) 07, 08 (limited qty)	129 (response) 130 (unsol. resp)	17, 28 (index)
3	0	Double Bit Input – Any Variation	1 (read) 22 (assign class)	00, 01 (start-stop) 06 (no range, or all) 07, 08 (limited qty) 17, 27, 28 (index)		
3	1 (default – see note 1)	Double Bit Input	1 (read)	00, 01 (start-stop) 06 (no range, or all) 07, 08 (limited qty) 17, 27, 28 (index)	129 (response)	00, 01 (start-stop) 17, 28 (index – see note 1)
3	2	Double Bit Input with Status	1 (read)	00, 01 (start-stop) 06 (no range, or all) 07, 08 (limited qty) 17, 27, 28 (index)	129 (response)	00, 01 (start-stop) 17, 28 (index – see note 1)
4	0	Double Bit Input Change – Any Variation	1 (read)	06 (no range, or all) 07, 08 (limited qty)		
4	1	Double Bit Input Change without Time	1 (read)	06 (no range, or all) 07, 08 (limited qty)	129 (response) 130 (unsol. resp)	17, 28 (index)
4	2	Double Bit Input Change with Time	1 (read)	06 (no range, or all) 07, 08 (limited qty)	129 (response) 130 (unsol. resp)	17, 28 (index)
4	3 (default – see note 1)	Double Bit Input Change with Relative Time	1 (read)	06 (no range, or all) 07, 08 (limited qty)	129 (response) 130 (unsol. resp)	17, 28 (index)
10	0	Binary Output – Any Variation	(read) 1	(start-stop) 00, 01 (no range, or all) 06		
10	2 (default)	Binary Output Status	(read) 1	(start-stop) 00, 01 (no range, or all) 06	(response) 129	(start-stop) 00, 01
12	1	Control Relay Output Block	3 (select) 4 (operate) 5 (direct op) 6 (dir. op, noack)	17, 28 (index)	129 (response)	echo of request
20	0	Binary Counter – Any Variation	(read) 1 22 (assign class)	(start-stop) 00, 01 (no range, or all) 06		
			(freeze) 7 (freeze noack) 8 (freeze clear) 9 (frz. cl. noack) 10	(start-stop) 00, 01 (no range, or all) 06		
20	1	32-Bit Binary Counter (with Flag)	(read) 1	(start-stop) 00, 01 (no range, or all) 06	(response) 129	(start-stop) 00, 01
20	5 (default)	32-Bit Binary Counter without Flag	(read) 1	(start-stop) 00, 01 (no range, or all) 06	(response) 129	(start-stop) 00, 01
21	0	Frozen Counter – Any Variation	(read) 1 22 (assign class)	(start-stop) 00, 01 (no range, or all) 06		
21	1	32-Bit Frozen Counter (with Flag)	(read) 1	(start-stop) 00, 01 (no range, or all) 06	(response) 129	(start-stop) 00, 01
21	9 (default)	32-Bit Frozen Counter without Flag	(read) 1	(start-stop) 00, 01 (no range, or all) 06	(response) 129	(start-stop) 00, 01
22	0	Counter Change Event – Any Variation	(read) 1	(no range, or all) 06 (limited qty) 07, 08		
22	1 (default)	32-Bit Counter Change Event without Time	(read) 1	(no range, or all) 06 (limited qty) 07, 08	(response) 129 (unsol. resp) 130	(index) 17, 28
23	0	Frozen Counter Event (Variation 0 is used to request default variation)	(read) 1	(no range, or all) 06 (limited qty) 07, 08		

OBJECT			REQUEST (slave will parse)		RESPONSE (master will respond with)	
Object Number	Variation Number	Description	Function Codes (dec)	Qualifier Codes (hex)	Function Codes (dec)	Qualifier Codes (hex)
23	1 (default)	32-Bit Frozen Counter Event	(read) 1	(no range, or all) 06 (limited qty) 07, 08	(response) 129 (unsol. resp) 130	(index) 17, 28
30	0	Analog Input - Any Variation	(read) 1 (assign class) 22	(start-stop) 00, 01 (no range, or all) 06		
30	1	32-Bit Analog Input	(read) 1	(start-stop) 00, 01 (no range, or all) 06	(response) 129	(start-stop) 00, 01
30	2	16-Bit Analog Input	(read) 1	(start-stop) 00, 01 (no range, or all) 06	(response) 129	(start-stop) 00, 01
30	3 (default)	32-Bit Analog Input without Flag	(read) 1	(start-stop) 00, 01 (no range, or all) 06	(response) 129	(start-stop) 00, 01
30	4	16-Bit Analog Input without Flag	(read) 1	(start-stop) 00, 01 (no range, or all) 06	(response) 129	(start-stop) 00, 01
32	0	Analog Change Event – Any Variation	(read) 1	(no range, or all) 06 (limited qty) 07, 08		
32	1 (default)	32-Bit Analog Change Event without Time	(read) 1	(no range, or all) 06 (limited qty) 07, 08	(response) 129 (unsol. resp) 130	(index) 17, 28
32	2	16-Bit Analog Change Event without Time	(read) 1	(no range, or all) 06 (limited qty) 07, 08	(response) 129 (unsol. resp) 130	(index) 17, 28
40	0	Analog Output Status	(read) 1	(start-stop) 00, 01 (no range, or all) 06		
40	2 (default)	16-Bit Analog Output Status	(read) 1	(start-stop) 00, 01 (no range, or all) 06	(response) 129	(start-stop) 00, 01
41	2	16-Bit Analog Output Block	(select) 3 (operate) 4 (direct op) 5 (dir. op, noack) 6	(index) 17, 28	(response) 129	echo of request
50	1 (default)	Time and Date	(read) 1	(limited qty = 07, 1)	(response) 129	(limited qty = 07 1)
			(write) 2	(limited qty = 1) 07		
51	1	Time and Date CTO			129 (response) 130 (unsol. resp)	07 (limited qty) (qty = 1)
51	2	Unsynchronized Time and Date CTO			129 (response) 130 (unsol. resp)	07 (limited qty) (qty = 1)
52	1	Time Delay Coarse			129 (response)	07 (limited qty) (qty = 1)
52	2	Time Delay Fine			129 (response)	07 (limited qty) (qty = 1)
60	0	Not Defined				
60	1	Class 0 Data	(read) 1	(no range, or all) 06		
60	2	Class 1 Data	(read) 1	(no range, or all) 06 (limited qty) 07, 08		
			(enbl. unsol.) 20 (dab. unsol.) 21 (assign class) 22	(no range, or all) 06		
			(read) 1	(no range, or all) 06 (limited qty) 07, 08		
60	3	Class 2 Data	(enbl. unsol.) 20 (dab. unsol.) 21 (assign class) 22	(no range, or all) 06		
			(read) 1	(no range, or all) 06 (limited qty) 07, 08		
			(enbl. unsol.) 20 (dab. unsol.) 21 (assign class) 22	(no range, or all) 06		
60	4	Class 3 Data	(read) 1	(no range, or all) 06 (limited qty) 07, 08		
			(enbl. unsol.) 20 (dab. unsol.) 21 (assign class) 22	(no range, or all) 06		
			(read) 1	(no range, or all) 06 (limited qty) 07, 08		

OBJECT			REQUEST (slave will parse)		RESPONSE (master will respond with)	
Object Number	Variation Number	Description	Function Codes (dec)	Qualifier Codes (hex)	Function Codes (dec)	Qualifier Codes (hex)
80	1	Internal Indications	2 (write)	00 (start-stop) index=7		

DNP3.0 Level 3



ModBus/RTU Protocol

Supported Function Codes

Function Code		ModBus Description	Comments
Hex	Dec		
02	02	Read Discrete Inputs	Read Digital Inputs
05	05	Write Single Coil	Single Digital Output Command
04	04	Read Input Registers	Read Analog Inputs
03	03	Read Holding Registers	Read Settings
06	06	Write Single Register	Write Single 16Bits Setting
10	16	Write Multiple Registers	Write Multiple Settings
14	20	Read File Record	Read Log File
08	08	Diagnostics	Diagnostics
11	17	Report Slave ID	Report Slave ID

Sub-function Codes for Diagnostic Function

Sub-function Code		Name
Hex	Dec	
00	00	Return Query Data
01	01	Restart Communications Option
02	02	Return Diagnostic Register
04	04	Force Listen Only Mode
0A	10	Clear Counters and Diagnostic Register
0B	11	Return Bus Message Count
0C	12	Return Bus Communication Error Count
0D	13	Return Bus Exception Error Count
0E	14	Return Slave Message Count
0F	15	Return Slave No Response Count

Exception Codes

Exception Code		Name	Meaning
Hex	Dec		
01	01	ILLEGAL FUNCTION	The function code received in the query is not an allowable action for the server (or slave). This may be because the function code is only applicable to newer devices, and was not implemented in the unit selected. It could also indicate that the server (or slave) is in the wrong state to process a request of this type, for example because it is unconfigured and is being asked to return register values.
02	02	ILLEGAL DATA ADDRESS	The data address received in the query is not an allowable address for the server (or slave). More specifically, the combination of reference number

			and transfer length is invalid. For a controller with 100 registers, the PDU addresses the first register as 0, and the last one as 99. If a request is submitted with a starting register address of 96 and a quantity of registers of 4, then this request will successfully operate (address-wise at least) on registers 96, 97, 98, 99. If a request is submitted with a starting register address of 96 and a quantity of registers of 5, then this request will fail with Exception Code 0x02 "Illegal Data Address" since it attempts to operate on registers 96, 97, 98, 99 and 100, and there is no register with address 100.
03	03	ILLEGAL DATA VALUE	A value contained in the query data field is not an allowable value for server (or slave). This indicates a fault in the structure of the remainder of a complex request, such as that the implied length is incorrect. It specifically does NOT mean that a data item submitted for storage in a register has a value outside the expectation of the application program, since the MODBUS protocol is unaware of the significance of any particular value of any particular register.
04	04	SLAVE DEVICE FAILURE	An unrecoverable error occurred while the server (or slave) was attempting to perform the requested action.
08	08	MEMORY PARITY ERROR	Specialized use in conjunction with function codes 20 and 21 and reference type 6, to indicate that the extended file area failed to pass a consistency check.

SR-300

IEC 60870-5-101 Interoperability Document

8 Interoperability

This companion standard presents sets of parameters and alternatives from which subsets have to be selected to implement particular telecontrol systems. Certain parameter values, such as the number of octets in the COMMON ADDRESS of ASDUs represent mutually exclusive alternatives. This means that only one value of the defined parameters is admitted per system. Other parameters, such as the listed set of different process information in command and in monitor direction allow the specification of the complete set or subsets, as appropriate for given applications. This Clause summarizes the parameters of the previous Clauses to facilitate a suitable selection for a specific application. If a system is composed of equipment stemming from different manufacturers, it is necessary that all partners agree on the selected parameters.

- ☐ Function or ASDU is not used
- ☒ Function or ASDU is used as standardized (default)
- ☒ Function or ASDU is used in reverse mode
- ☒ Function or ASDU is used in standard and reverse mode

The possible selection (blank, X, R, or B) is specified for each specific Clause or parameter.

NOTE In addition, the full specification of a system may require individual selection of certain parameters for certain parts of the system, such as the individual selection of scaling factors for individually addressable measured values.

8.1 System or device

(system-specific parameter, indicate the definition of a system or a device by marking one of the following with an "X")

- ☐ System definition
- ☐ Controlling station definition (master)
- ☒ Controlled station definition (slave)

8.2 Network configuration

(network-specific parameter, all configurations that are used are to be marked with an "X")

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Point-to-point | <input checked="" type="checkbox"/> Multipoint-partyline |
| <input checked="" type="checkbox"/> Multiple point-to-point | <input checked="" type="checkbox"/> Multipoint-star |

8.3 Physical layer

(network-specific parameter, all interfaces and data rates that are used are to be marked with an "X")

Transmission speed (control direction)

Unbalanced interchange
Circuit V.24/V.28
Standard

Unbalanced interchange
Circuit V.24/V.28
Recommended if >1 200 bit/s

Balanced interchange
Circuit X.24/X.27

☐ 100 bit/s
☐ 200 bit/s
☐ 300 bit/s
☒ 600 bit/s
☒ 1200 bit/s

☒ 2400 bit/s
☒ 4800 bit/s
☒ 9600 bit/s

☒ 2400 bit/s
☒ 4800 bit/s
☒ 9600 bit/s
☒ 19200 bit/s
☐ 38400 bit/s
☐ 56000 bit/s
☐ 64000 bit/s

Transmission speed (monitor direction)

Unbalanced interchange
Circuit V.24/V.28
Standard

Unbalanced interchange
Circuit V.24/V.28
Recommended if >1 200 bit/s

Balanced interchange
Circuit X.24/X.27

☐ 100 bit/s
☐ 200 bit/s
☐ 300 bit/s
☒ 600 bit/s
☒ 1200 bit/s

☒ 2400 bit/s
☒ 4800 bit/s
☒ 9600 bit/s

☒ 2400 bit/s
☒ 4800 bit/s
☒ 9600 bit/s
☒ 19200 bit/s
☐ 38400 bit/s
☐ 56000 bit/s
☐ 64000 bit/s

8.4 Link layer

(network-specific parameter, all options that are used are to be marked with an "X". Specify the maximum frame length. If a non-standard assignment of class 2 messages is implemented for unbalanced transmission, indicate the type ID and COT of all messages assigned to class 2.)

Frame format FT 1.2, single character 1 and the fixed time out interval are used exclusively in this companion standard.

Link transmission procedure

- ☒ Balanced transmission
☒ Unbalanced transmission

Address field of the link

- ☐ Not present (balanced transmission only)
☒ One octet
☒ Two octets
☐ Structured
☒ Unstructured

Frame length

- Maximum length L (control direction)
 Maximum length L (monitor direction)
 Time during which repetitions are permitted (Trp) or number of repetitions

When using an unbalanced link layer, the following ASDU types are returned in class 2 messages (low priority) with the indicated causes of transmission:

- ☐ The standard assignment of ASDUs to class 2 messages is used as follows:

Type identification	Cause of transmission
9, 11, 13, 21	<1>

- ☐ A special assignment of ASDUs to class 2 messages is used as follows:

Type identification	Cause of transmission

NOTE In response to a class 2 poll, a controlled station may respond with class 1 data when there is no class 2 data available.

8.5 Application layer

Transmission mode for application data

Mode 1 (least significant octet first), as defined in 4.10 of IEC 60870-5-4, is used exclusively in this companion standard.

Common address of ASDU

(system-specific parameter, all configurations that are used are to be marked with an "X")

☒ One octet

☒ Two octets

Information object address

(system-specific parameter, all configurations that are used are to be marked with an "X")

☐ One octet

☒ Two octets

☐ Three octets

☒ Structured

☒ Unstructured

Cause of transmission

(system-specific parameter, all configurations that are used are to be marked with an "X")

☒ One octet

☒ Two octets (with originator Address).
Originator address is set to zero if not used.

Selection of standard ASDUs

Process information in monitor direction

(station-specific parameter, mark each type ID with an "X" if it is only used in the standard direction, "R" if only used in the reverse direction, and "B" if used in both directions)

<input checked="" type="checkbox"/> <1> := Single-point information	M_SP_NA_1
<input type="checkbox"/> <2> := Single-point information with time tag	M_SP_TA_1
<input checked="" type="checkbox"/> <3> := Double-point information	M_DP_NA_1
<input type="checkbox"/> <4> := Double-point information with time tag	M_DP_TA_1
<input type="checkbox"/> <5> := Step position information	M_ST_NA_1
<input type="checkbox"/> <6> := Step position information with time tag	M_ST_TA_1
<input type="checkbox"/> <7> := Bitstring of 32 bit	M_BO_NA_1
<input type="checkbox"/> <8> := Bitstring of 32 bit with time tag	M_BO_TA_1
<input checked="" type="checkbox"/> <9> := Measured value, normalized value	M_ME_NA_1
<input type="checkbox"/> <10> := Measured value, normalized value with time tag	M_ME_TA_1
<input type="checkbox"/> <11> := Measured value, scaled value	M_ME_NB_1
<input type="checkbox"/> <12> := Measured value, scaled value with time tag	M_ME_TB_1
<input type="checkbox"/> <13> := Measured value, short floating point value	M_ME_NC_1
<input type="checkbox"/> <14> := Measured value, short floating point value with time tag	M_ME_TC_1
<input type="checkbox"/> <15> := Integrated totals	M_IT_NA_1
<input type="checkbox"/> <16> := Integrated totals with time tag	M_IT_TA_1
<input type="checkbox"/> <17> := Event of protection equipment with time tag	M_EP_TA_1

<input type="checkbox"/>	<18> :=	Packed start events of protection equipment with time tag	M_EP_TB_1
<input type="checkbox"/>	<19> :=	Packed output circuit information of protection equipment with time tag	M_EP_TC_1
<input type="checkbox"/>	<20> :=	Packed single-point information with status change detection	M_PS_NA_1
<input type="checkbox"/>	<21> :=	Measured value, normalized value without quality descriptor	M_ME_ND_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<30> :=	Single-point information with time tag CP56Time2a	M_SP_TB_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<31> :=	Double-point information with time tag CP56Time2a	M_DP_TB_1
<input type="checkbox"/>	<32> :=	Step position information with time tag CP56Time2a	M_ST_TB_1
<input type="checkbox"/>	<33> :=	Bitstring of 32 bit with time tag CP56Time2a	M_BO_TB_1
<input type="checkbox"/>	<34> :=	Measured value, normalized value with time tag CP56Time2a	M_ME_TD_1
<input type="checkbox"/>	<35> :=	Measured value, scaled value with time tag CP56Time2a	M_ME_TE_1
<input type="checkbox"/>	<36> :=	Measured value, short floating point value with time tag CP56Time2a	M_ME_TF_1
<input type="checkbox"/>	<37> :=	Integrated totals with time tag CP56Time2a	M_IT_TB_1
<input type="checkbox"/>	<38> :=	Event of protection equipment with time tag CP56Time2a	M_EP_TD_1
<input type="checkbox"/>	<39> :=	Packed start events of protection equipment with time tag CP56Time2a	M_EP_TE_1
<input type="checkbox"/>	<40> :=	Packed output circuit information of protection equipment with time tag CP56Time2a	M_EP_TF_1

Either ASDUs of the set <2>, <4>, <6>, <8>, <10>, <12>, <14>, <16>, <17>, <18>, <19> or of the set <30 –40> are used.

Process information in control direction

(station-specific parameter, mark each type ID with an “X” if it is only used in the standard direction, “R” if only used in the reverse direction, and “B” if used in both directions)

<input checked="" type="checkbox"/>	<45> :=	Single command	C_SC_NA_1
<input type="checkbox"/>	<46> :=	Double command	C_DC_NA_1
<input type="checkbox"/>	<47> :=	Regulating step command	C_RC_NA_1
<input type="checkbox"/>	<48> :=	Set point command, normalized value	C_SE_NA_1
<input type="checkbox"/>	<49> :=	Set point command, scaled value	C_SE_NB_1
<input type="checkbox"/>	<50> :=	Set point command, short floating point value	C_SE_NC_1
<input type="checkbox"/>	<51> :=	Bitstring of 32 bit	C_BO_NA_1

System information in monitor direction

(station-specific parameter, mark with an “X” if it is only used in the standard direction, “R” if only used in the reverse direction, and “B” if used in both directions)

<input checked="" type="checkbox"/>	<70> :=	End of Initialization	M_EI_NA_1
-------------------------------------	---------	-----------------------	-----------

System information in control direction

(station-specific parameter, mark each type ID with an “X” if it is only used in the standard direction, “R” if only used in the reverse direction, and “B” if used in both directions)

<input checked="" type="checkbox"/>	<100>:=	Interrogation command	C_IC_NA_1
<input type="checkbox"/>	<101>:=	Counter interrogation command	C_CI_NA_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<102>:=	Read command	C_RD_NA_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<103>:=	Clock synchronization command (option see 7.6)	C_CS_NA_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<104>:=	Test command	C_TS_NA_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<105>:=	Reset process command	C_RP_NA_1
<input type="checkbox"/>	<106>:=	Delay acquisition command	C_CD_NA_1

Parameter in control direction

(station-specific parameter, mark each type ID with an “X” if it is only used in the standard direction, “R” if only used in the reverse direction, and “B” if used in both directions)

<input type="checkbox"/>	<110>:=	Parameter of measured value, normalized value	P_ME_NA_1
<input type="checkbox"/>	<111>:=	Parameter of measured value, scaled value	P_ME_NB_1
<input type="checkbox"/>	<112>:=	Parameter of measured value, short floating point value	P_ME_NC_1
<input type="checkbox"/>	<113>:=	Parameter activation	P_AC_NA_1

File transfer

(station-specific parameter, mark each type ID with an “X” if it is only used in the standard direction, “R” if only used in the reverse direction, and “B” if used in both directions)

<input type="checkbox"/>	<120>:=	File ready	F_FR_NA_1
<input type="checkbox"/>	<121>:=	Section ready	F_SR_NA_1
<input type="checkbox"/>	<122>:=	Call directory, select file, call file, call section	F_SC_NA_1
<input type="checkbox"/>	<123>:=	Last section, last segment	F_LS_NA_1
<input type="checkbox"/>	<124>:=	Ack file, ack section	F_AF_NA_1
<input type="checkbox"/>	<125>:=	Segment	F_SG_NA_1
<input type="checkbox"/>	<126>:=	Directory {blank or X, only available in monitor (standard) direction}	F_DR_TA_1

Type identification and cause of transmission assignments

(station-specific parameters)

Shaded boxes: option not required.

Blank boxes: option not permitted in this companion standard.

Blank: function or ASDU not used.

Mark type identification/cause of transmission combinations:

“X” if used only in the standard direction;

“R” if used only in the reverse direction;

“B” if used in both directions.

Type identification		Cause of transmission																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	20 to 36	37 to 41	44	45	46	47	
<1>	M_SP_NA_1					X									X						
<2>	M_SP_TA_1																				
<3>	M_DP_NA_1					X									X						
<4>	M_DP_TA_1																				
<5>	M_ST_NA_1																				
<6>	M_ST_TA_1																				
<7>	M_BO_NA_1																				
<8>	M_BO_TA_1																				
<9>	M_ME_NA_1	X		X		X									X						
<10>	M_ME_TA_1																				
<11>	M_ME_NB_1																				
<12>	M_ME_TB_1																				
<13>	M_ME_NC_1																				
<14>	M_ME_TC_1																				
<15>	M_IT_NA_1																				
<16>	M_IT_TA_1																				
<17>	M_EP_TA_1																				
<18>	M_EP_TB_1																				
<19>	M_EP_TC_1																				
<20>	M_PS_NA_1																				
<21>	M_ME_ND_1																				
<30>	M_SP_TB_1			X																	
<31>	M_DP_TB_1			X																	
<32>	M_ST_TB_1																				
<33>	M_BO_TB_1																				
<34>	M_ME_TD_1																				
<35>	M_ME_TE_1																				
<36>	M_ME_TF_1																				
<37>	M_IT_TB_1																				
<38>	M_EP_TD_1																				
<39>	M_EP_TE_1																				
<40>	M_EP_TF_1																				
<45>	C_SC_NA_1						X	X		X	X						X	X	X	X	
<46>	C_DC_NA_1																				

[illegible]

8.6 Basic application functions

Station initialization

(station-specific parameter, mark with an “X” if function is used)

- ☒ Remote initialization

Cyclic data transmission

(station-specific parameter, mark with an “**X**” if function is used only in the standard direction, “**R**” if used only in the reverse direction, and “**B**” if used in both directions).

- ☒ Cyclic data transmission

Read procedure

(station-specific parameter, mark with an “X” if function is used only in the standard direction, “R” if used only in the reverse direction, and “B” if used in both directions).

☒ Read Procedure

Spontaneous transmission

(station-specific parameter, mark with an “X” if function is used only in the standard direction, “R” if used only in the reverse direction, and “B” if used in both directions).

☒ Spontaneous transmission

Double transmission of information objects with cause of transmission

spontaneous (station-specific parameter, mark each information type with an “X” where both a type ID without time and corresponding type ID with time are issued in response to a single spontaneous change of a monitored object)

The following type identifications may be transmitted in succession caused by a single status change of an information object. The particular information object addresses for which double transmission is enabled are defined in a project-specific list.

- ☐ Single-point information M_SP_NA_1, M_SP_TA_1, M_SP_TB_1 and M_PS_NA_1
- ☐ Double-point information M_DP_NA_1, M_DP_TA_1 and M_DP_TB_1
- ☐ Step position information M_ST_NA_1, M_ST_TA_1 and M_ST_TB_1
- ☐ Bitstring of 32 bit M_BO_NA_1, M_BO_TA_1 and M_BO_TB_1 (if defined for a specific project, see 7.2.1.1)
- ☐ Measured value, normalized value M_ME_NA_1, M_ME_TA_1, M_ME_ND_1 and M_ME_TD_1
- ☐ Measured value, scaled value M_ME_NB_1, M_ME_TB_1 and M_ME_TE_1
- ☐ Measured value, short floating point number M_ME_NC_1, M_ME_TC_1 and M_ME_TF_1

Station interrogation

(station-specific parameter, mark with an “X” if function is used only in the standard direction, “R” if used only in the reverse direction, and “B” if used in both directions).

- | | | |
|--|------------------------------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> global | | |
| <input type="checkbox"/> global 1 | <input type="checkbox"/> global 7 | <input type="checkbox"/> global 13 |
| <input type="checkbox"/> global 2 | <input type="checkbox"/> global 8 | <input type="checkbox"/> global 14 |
| <input type="checkbox"/> global 3 | <input type="checkbox"/> global 9 | <input type="checkbox"/> global 15 |
| <input type="checkbox"/> global 4 | <input type="checkbox"/> global 10 | <input type="checkbox"/> global 16 |
| <input type="checkbox"/> global 5 | <input type="checkbox"/> global 11 | Information object addresses assigned to each group |
| <input type="checkbox"/> global 6 | <input type="checkbox"/> global 12 | must be shown in a separate table |

Clock synchronization

(station-specific parameter, mark with an “X” if function is used only in the standard direction, “R” if used only in the reverse direction, and “B” if used in both directions).

- ☒ Clock synchronization
- ☐ Day of week used
- ☐ RES1, GEN (time tag substituted/ not substituted) used
- ☐ SU-bit (summertime) used

Command transmission

(object-specific parameter, mark with an “X” if function is used only in the standard direction, “R” if used only in the reverse direction, and “B” if used in both directions).

- ☐ Direct command transmission
- ☐ Direct set point command transmission
- ☒ Select and execute command
- ☐ Select and execute set point command
- ☐ C_SE ACTTERM used
- ☒ No additional definition
- ☐ Short-pulse duration (duration determined by a system parameter in the controlled station)
- ☐ Long-pulse duration (duration determined by a system parameter in the controlled station)
- ☐ Persistent output

Transmission of integrated totals

(station- or object-specific parameter, mark with an “X” if function is used only in the standard direction, “R” if used only in the reverse direction, and “B” if used in both directions).

- ☐ Mode A: local freeze with spontaneous transmission
- ☐ Mode B: local freeze with counter interrogation
- ☐ Mode C: freeze and transmit by counter interrogation commands
- ☐ Mode D: freeze by counter-interrogation command, frozen values reported spontaneously
- ☐ Counter read
- ☐ Counter freeze without reset
- ☐ Counter freeze with reset
- ☐ Counter reset
- ☐ General request counter
- ☐ Request counter group 1
- ☐ Request counter group 2
- ☐ Request counter group 3
- ☐ Request counter group 4

Parameter loading

(object-specific parameter, mark with an "X" if function is used only in the standard direction, "R" if used only in the reverse direction, and "B" if used in both directions).

- ☐ Threshold value
- ☐ Smoothing factor
- ☐ Low limit for transmission of measured value
- ☐ High limit for transmission of measured

Parameter activation

(object-specific parameter, mark with an "X" if function is used only in the standard direction, "R" if used only in the reverse direction, and "B" if used in both directions).

- ☐ Act/deact of persistent cyclic or periodic transmission of the addressed object

Test procedure

(station-specific parameter, mark with an "X" if function is used only in the standard direction, "R" if used only in the reverse direction, and "B" if used in both directions).

- ☐ Test procedure

File transfer

(station-specific parameter, mark with an "X" if function is used)

File transfer in monitor direction

- ☐ Transparent file
- ☐ Transmission of disturbance data of protection equipment
- ☐ Transmission of sequences of events
- ☐ Transmission of sequences of recorded analogue values

File transfer in control direction

- ☐ Transparent file

Background scan

(station-specific parameter, mark with an "X" if function is used only in the standard direction, "R" if used only in the reverse direction, and "B" if used in both directions)

- ☐ Background scan

Acquisition of transmission delay

(station-specific parameter, mark with an "X" if function is used only in the standard direction, "R" if used only in the reverse direction, and "B" if used in both directions)

- ☐ Acquisition of transmission delay

IEC 60870-5-104 Interoperability Document

Interoperability

This companion standard presents sets of parameters and alternatives from which subsets have to be selected to implement particular telecontrol systems. Certain parameter values, such as the number of octets in the COMMON ADDRESS of ASDUs represent mutually exclusive alternatives. This means that only one value of the defined parameters is admitted per system. Other parameters, such as the listed set of different process information in command and in monitor direction allow the specification of the complete set or subsets, as appropriate for given applications. This Clause summarizes the parameters of the previous Clauses to facilitate a suitable selection for a specific application. If a system is composed of equipment stemming from different manufacturers, it is necessary that all partners agree on the selected parameters.

- ☐ Function or ASDU is not used
- ☒ Function or ASDU is used as standardized (default)
- ☒ Function or ASDU is used in reverse mode
- ☒ Function or ASDU is used in standard and reverse mode

The possible selection (blank, X, R, or B) is specified for each specific Clause or parameter.

NOTE In addition, the full specification of a system may require individual selection of certain parameters for certain parts of the system, such as the individual selection of scaling factors for individually addressable measured values.

System or device

(system-specific parameter, indicate the definition of a system or a device by marking one of the following with an "X")

- ☐ System definition
- ☐ Controlling station definition (master)
- ☒ Controlled station definition (slave)

Network configuration

(network-specific parameter, all configurations that are used are to be marked with an "X")

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Point-to-point | <input checked="" type="checkbox"/> Multipoint-partyline |
| <input checked="" type="checkbox"/> Multiple point-to-point | <input checked="" type="checkbox"/> Multipoint-star |

Physical layer

(network-specific parameter, all interfaces and data rates that are used are to be marked with an "X")

Transmission speed (control direction)

Unbalanced interchange
Circuit V.24/V.28
Standard

Unbalanced interchange
Circuit V.24/V.28
Recommended if >1 200 bit/s

Balanced interchange
Circuit X.24/X.27

☐ 100 bit/s
☐ 200 bit/s
☐ 300 bit/s
☐ 600 bit/s
☐ 1200 bit/s

☐ 2400 bit/s
☐ 4800 bit/s
☐ 9600 bit/s

☐ 2400 bit/s
☐ 4800 bit/s
☐ 9600 bit/s
☐ 19200 bit/s
☐ 38400 bit/s
☐ 56000 bit/s
☐ 64000 bit/s

Transmission speed (monitor direction)

Unbalanced interchange
Circuit V.24/V.28
Standard

Unbalanced interchange
Circuit V.24/V.28
Recommended if >1 200 bit/s

Balanced interchange
Circuit X.24/X.27

☐ 100 bit/s
☐ 200 bit/s
☐ 300 bit/s
☐ 600 bit/s
☐ 1200 bit/s

☐ 2400 bit/s
☐ 4800 bit/s
☐ 9600 bit/s

☐ 2400 bit/s
☐ 4800 bit/s
☐ 9600 bit/s
☐ 19200 bit/s
☐ 38400 bit/s
☐ 56000 bit/s
☐ 64000 bit/s

Link layer

(network-specific parameter, all options that are used are to be marked with an "X". Specify the maximum frame length. If a non-standard assignment of class 2 messages is implemented for unbalanced transmission, indicate the type ID and COT of all messages assigned to class 2.)

Frame format FT 1.2, single character 1 and the fixed time out interval are used exclusively in this companion standard.

Link transmission procedure

- ☐ Balanced transmission
- ☐ Unbalanced transmission

Address field of the link

- ☐ Not present (balanced transmission only)
- ☐ One octet
- ☐ Two octets
- ☐ Structured
- ☐ Unstructured

Frame length

- ☐ Maximum length L (number of octets)

When using an unbalanced link layer, the following ASDU types are returned in class 2 messages (low priority) with the indicated causes of transmission:

- ☐ ~~The standard assignment of ASDUs to class 2 messages is used as follows:~~

Type identification	Cause of transmission
9, 11, 13, 21	<1>

- ☐ ~~A special assignment of ASDUs to class 2 messages is used as follows:~~

Type identification	Cause of transmission

NOTE In response to a class 2 poll, a controlled station may respond with class 1 data when there is no class 2 data available.

Application layer

Transmission mode for application data

Mode 1 (least significant octet first), as defined in 4.10 of IEC 60870-5-4, is used exclusively in this companion standard.

Common address of ASDU

(system-specific parameter, all configurations that are used are to be marked with an "X")

☐ One octet

☒ Two octets

Information object address

(system-specific parameter, all configurations that are used are to be marked with an "X")

☐ One octet

☐ Two octets

☒ Three octets

☐ Structured

☒ Unstructured

Cause of transmission

(system-specific parameter, all configurations that are used are to be marked with an "X")

☐ One octet

☒ Two octets (with originator Address).
Originator address is set to zero if not used.

Length of APDU

(system-specific parameter, specify the maximum length of the APDU per system)

The maximum length of APDU for both directions is 253. It is a fixed system parameter.

☐ Maximum length of APDU per system in control direction.

☐ Maximum length of APDU per system in monitor direction.

Selection of standard ASDUs

Process information in monitor direction

(station-specific parameter, mark each type ID with an "X" if it is only used in the standard direction, "R" if only used in the reverse direction, and "B" if used in both directions)

<input checked="" type="checkbox"/>	<1> := Single-point information	M_SP_NA_1
<input type="checkbox"/>	<2> := Single-point information with time tag	M_SP_TA_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<3> := Double-point information	M_DP_NA_1
<input type="checkbox"/>	<4> := Double-point information with time tag	M_DP_TA_1
<input type="checkbox"/>	<5> := Step position information	M_ST_NA_1
<input type="checkbox"/>	<6> := Step position information with time tag	M_ST_TA_1
<input type="checkbox"/>	<7> := Bitstring of 32 bit	M_BO_NA_1
<input type="checkbox"/>	<8> := Bitstring of 32 bit with time tag	M_BO_TA_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<9> := Measured value, normalized value	M_ME_NA_1
<input type="checkbox"/>	<10> := Measured value, normalized value with time tag	M_ME_TA_1

<input type="checkbox"/>	<11> :=	Measured value, scaled value	M_ME_NB_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<12> :=	Measured value, scaled value with time tag	M_ME_TB_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<13> :=	Measured value, short floating point value	M_ME_NC_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<14> :=	Measured value, short floating point value with time tag	M_ME_TC_1
<input type="checkbox"/>	<15> :=	Integrated totals	M_IT_NA_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<16> :=	Integrated totals with time tag	M_IT_TA_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<17> :=	Event of protection equipment with time tag	M_EP_TA_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<18> :=	Packed start events of protection equipment with time tag	M_EP_TB_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<19> :=	Packed output circuit information of protection equipment with time tag	M_EP_TC_1
<input type="checkbox"/>	<20> :=	Packed single-point information with status change detection	M PS NA 1
<input type="checkbox"/>	<21> :=	Measured value, normalized value without quality descriptor	M_ME_ND_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<30> :=	Single-point information with time tag CP56Time2a	M_SP_TB_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<31> :=	Double-point information with time tag CP56Time2a	M DP TB 1
<input type="checkbox"/>	<32> :=	Step position information with time tag CP56Time2a	M_ST_TB_1
<input type="checkbox"/>	<33> :=	Bitstring of 32 bit with time tag CP56Time2a	M_BO_TB_1
<input type="checkbox"/>	<34> :=	Measured value, normalized value with time tag CP56Time2a	M_ME_TD_1
<input type="checkbox"/>	<35> :=	Measured value, scaled value with time tag CP56Time2a	M_ME_TE_1
<input type="checkbox"/>	<36> :=	Measured value, short floating point value with time tag CP56Time2a	M ME TF 1
<input type="checkbox"/>	<37> :=	Integrated totals with time tag CP56Time2a	M_IT_TB_1
<input type="checkbox"/>	<38> :=	Event of protection equipment with time tag CP56Time2a	M_EP_TD_1
<input type="checkbox"/>	<39> :=	Packed start events of protection equipment with time tag CP56Time2a	M_EP_TE_1
<input type="checkbox"/>	<40> :=	Packed output circuit information of protection equipment with time tag CP56Time2a	M_EP_TF_1

Either ASDUs of the set <2>, <4>, <6>, <8>, <10>, <12>, <14>, <16>, <17>, <18>, <19> or of the set <30 –40> are used.

Process information in control direction

(station-specific parameter, mark each type ID with an “X” if it is only used in the standard direction, “R” if only used in the reverse direction, and “B” if used in both directions)

<input checked="" type="checkbox"/>	<45> :=	Single command	C_SC_NA_1
<input type="checkbox"/>	<46> :=	Double command	C_DC_NA_1
<input type="checkbox"/>	<47> :=	Regulating step command	C_RC_NA_1
<input type="checkbox"/>	<48> :=	Set point command, normalized value	C_SE_NA_1
<input type="checkbox"/>	<49> :=	Set point command, scaled value	C_SE_NB_1
<input type="checkbox"/>	<50> :=	Set point command, short floating point value	C_SE_NC_1
<input type="checkbox"/>	<51> :=	Bitstring of 32 bit	C_BO_NA_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<58> :=	Single command with time tag CP56Time2a	C_SC_TA_1
<input type="checkbox"/>	<59> :=	Double command with time tag CP56Time2a	C_DC_TA_1

<input type="checkbox"/>	<60> :=	Regulating step command with time tag CP56Time2a	C_RC_TA_1
<input type="checkbox"/>	<61> :=	Set point command, normalized value with time tag CP56Time2a	C_SE_TA_1
<input type="checkbox"/>	<62> :=	Set point command, scaled value with time tag CP56Time2a	C_SE_TB_1
<input type="checkbox"/>	<63> :=	Set point command, short floating point value with time tag CP56Time2a	C_SE_TC_1
<input type="checkbox"/>	<64> :=	Bitstring of 32 bit with time tag CP56Time2a	C_BO_TA_1

System information in monitor direction

(station-specific parameter, mark with an “X” if it is only used in the standard direction, “R” if only used in the reverse direction, and “B” if used in both directions)

<input checked="" type="checkbox"/>	<70> :=	End of Initialization	M_EI_NA_1
-------------------------------------	---------	-----------------------	-----------

System information in control direction

(station-specific parameter, mark each type ID with an “X” if it is only used in the standard direction, “R” if only used in the reverse direction, and “B” if used in both directions)

<input checked="" type="checkbox"/>	<100>:=	Interrogation command	C_IC_NA_1
<input type="checkbox"/>	<101>:=	Counter interrogation command	C_CI_NA_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<102>:=	Read command	C_RD_NA_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<103>:=	Clock synchronization command (option see 7.6)	C_CS_NA_1
<input type="checkbox"/>	<104>:=	Test command	C_TS_NA_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<105>:=	Reset process command	C_RP_NA_1
<input type="checkbox"/>	<106>:=	Delay acquisition command	C_CD_NA_1
<input checked="" type="checkbox"/>	<107>:=	Test command with time tag CP56time2a	C_TS_TA_1

Parameter in control direction

(station-specific parameter, mark each type ID with an “X” if it is only used in the standard direction, “R” if only used in the reverse direction, and “B” if used in both directions)

<input type="checkbox"/>	<110>:=	Parameter of measured value, normalized value	P_ME_NA_1
<input type="checkbox"/>	<111>:=	Parameter of measured value, scaled value	P_ME_NB_1
<input type="checkbox"/>	<112>:=	Parameter of measured value, short floating point value	P_ME_NC_1
<input type="checkbox"/>	<113>:=	Parameter activation	P_AC_NA_1

File transfer

(station-specific parameter, mark each type ID with an “X” if it is only used in the standard direction, “R” if only used in the reverse direction, and “B” if used in both directions)

<input type="checkbox"/>	<120>:=	File ready	F_FR_NA_1
<input type="checkbox"/>	<121>:=	Section ready	F_SR_NA_1
<input type="checkbox"/>	<122>:=	Call directory, select file, call file, call section	F_SC_NA_1

<input type="checkbox"/>	<123>:=	Last section, last segment	F_LS_NA_1
<input type="checkbox"/>	<124>:=	Ack file, ack section	F_AF_NA_1
<input type="checkbox"/>	<125>:=	Segment	F_SG_NA_1
<input type="checkbox"/>	<126>:=	Directory {blank or X, only available in monitor (standard) direction}	F_DR_TA_1

Type identification and cause of transmission assignments

(station-specific parameters)

Shaded boxes: option not required.

Blank boxes: option not permitted in this companion standard.

Blank: function or ASDU not used.

Mark type identification/cause of transmission combinations:

“X” if used only in the standard direction;

“R” if used only in the reverse direction;

“B” if used in both directions.

Type identification		Cause of transmission																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	20 to 36	37 to 41	44	45	46	47							
<1>	M_SP_NA_1					X									X												
<2>	M_SP_TA_1																										
<3>	M_DP_NA_1					X									X												
<4>	M_DP_TA_1																										
<5>	M_ST_NA_1																										
<6>	M_ST_TA_1																										
<7>	M_BO_NA_1																										
<8>	M_BO_TA_1																										
<9>	M_ME_NA_1	X		X		X									X												
<10>	M_ME_TA_1																										
<11>	M_ME_NB_1																										
<12>	M_ME_TB_1																										
<13>	M_ME_NC_1	X		X		X									X												
<14>	M_ME_TC_1																										
<15>	M_IT_NA_1																										
<16>	M_IT_TA_1																										
<17>	M_EP_TA_1																										
<18>	M_EP_TB_1																										
<19>	M_EP_TC_1																										
<20>	M_PS_NA_1																										
<21>	M_ME_ND_1																										
<30>	M_SP_TB_1			X								X	X														
<31>	M_DP_TB_1			X								X	X														
Type identification		Cause of transmission																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	20 to 36	37 to 41	44	45	46	47							
<32>	M_ST_TB_1																										

<33>	M_BO_TB_1																		
<34>	M_ME_TD_1																		
<35>	M_ME_TE_1																		
<36>	M_ME_TF_1																		
<37>	M_IT_TB_1																		
<38>	M_EP_TD_1																		
<39>	M_EP_TE_1																		
<40>	M_EP_TF_1																		
<45>	C_SC_NA_1						X	X		X						X	X	X	X
<46>	C_DC_NA_1																		
<47>	C_RC_NA_1																		
<48>	C_SE_NA_1																		
<49>	C_SE_NB_1																		
<50>	C_SE_NC_1																		
<51>	C_BO_NA_1																		
<58>	C_SC_TA_1						X	X		X						X	X	X	X
<59>	C_DC_TA_1																		
<60>	C_RC_TA_1																		
<61>	C_SE_TA_1																		
<62>	C_SE_TB_1																		
<63>	C_SE_TC_1																		
<64>	C_BO_TA_1																		
<70>	M_EI_NA_1				X														
<100>	C_IC_NA_1						X	X		X							X	X	
<101>	C_CI_NA_1																		
<102>	C_RD_NA_1					X											X	X	
<103>	C_CS_NA_1						X	X									X	X	
<104>	C_TS_NA_1																		
<105>	C_RP_NA_1						X	X									X	X	
<106>	C_CD_NA_1																		
<107>	C_TS_TA_1						X	X									X	X	
<110>	P_ME_NA_1																		
<111>	P_ME_NB_1																		
<112>	P_ME_NC_1																		
<113>	P_AC_NA_1																		
<120>	F_FR_NA_1																		
<121>	F_SR_NA_1																		
<122>	F_SC_NA_1																		
<123>	F_LS_NA_1																		
<124>	F_AF_NA_1																		
<125>	F_SG_NA_1																		
<126>	F_DR_TA_1 ^{a)}																		
<127>	F_SC_NB_1 ^{a)}																		

^{a)} Blank or X only.

Basic application functions

Station initialization

(station-specific parameter, mark with an "X" if function is used)

☒ Remote initialization

Cyclic data transmission

(station-specific parameter, mark with an “X” if function is used only in the standard direction, “R” if used only in the reverse direction, and “B” if used in both directions).

☒ Cyclic data transmission

Read procedure

(station-specific parameter, mark with an “X” if function is used only in the standard direction, “R” if used only in the reverse direction, and “B” if used in both directions).

☒ Read Procedure

Spontaneous transmission

(station-specific parameter, mark with an “X” if function is used only in the standard direction, “R” if used only in the reverse direction, and “B” if used in both directions).

☒ Spontaneous transmission

Double transmission of information objects with cause of transmission

spontaneous (station-specific parameter, mark each information type with an “X” where both a type ID without time and corresponding type ID with time are issued in response to a single spontaneous change of a monitored object)

The following type identifications may be transmitted in succession caused by a single status change of an information object. The particular information object addresses for which double transmission is enabled are defined in a project-specific list.

- ☐ Single-point information M_SP_NA_1, M_SP_TA_1, M_SP_TB_1 and M_PS_NA_1
- ☐ Double-point information M_DP_NA_1, M_DP_TA_1 and M_DP_TB_1
- ☐ Step position information M_ST_NA_1, M_ST_TA_1 and M_ST_TB_1
- ☐ Bitstring of 32 bit M_BO_NA_1, M_BO_TA_1 and M_BO_TB_1 (if defined for a specific project, see 7.2.1.1)
- ☐ Measured value, normalized value M_ME_NA_1, M_ME_TA_1, M_ME_ND_1 and M_ME_TD_1
- ☐ Measured value, scaled value M_ME_NB_1, M_ME_TB_1 and M_ME_TE_1
- ☐ Measured value, short floating point number M_ME_NC_1, M_ME_TC_1 and M_ME_TF_1

Station interrogation

(station-specific parameter, mark with an “X” if function is used only in the standard direction, “R” if used only in the reverse direction, and “B” if used in both directions).

☒ global

☐ global 1

☐ global 7

☐ global 13

- | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> global 2 | <input type="checkbox"/> global 8 | <input type="checkbox"/> global 14 |
| <input type="checkbox"/> global 3 | <input type="checkbox"/> global 9 | <input type="checkbox"/> global 15 |
| <input type="checkbox"/> global 4 | <input type="checkbox"/> global 10 | <input type="checkbox"/> global 16 |
| <input type="checkbox"/> global 5 | <input type="checkbox"/> global 11 | |
| <input type="checkbox"/> global 6 | <input type="checkbox"/> global 12 | |

Note: Information object addresses assigned to each group must be shown in a separate table

Clock synchronization

(station-specific parameter, mark with an “X” if function is used only in the standard direction, “R” if used only in the reverse direction, and “B” if used in both directions).

- ☒ Clock synchronization
- ☐ Day of week used
- ☐ RES1, GEN (time tag substituted/ not substituted) used
- ☒ SU-bit (summertime) used

Command transmission

(object-specific parameter, mark with an “X” if function is used only in the standard direction, “R” if used only in the reverse direction, and “B” if used in both directions).

- ☒ Direct command transmission
- ☐ Direct set point command transmission
- ☒ Select and execute command
- ☐ Select and execute set point command
- ☐ C_SE ACTTERM used
- ☒ No additional definition
- ☐ Short-pulse duration (duration determined by a system parameter in the controlled station)
- ☐ Long-pulse duration (duration determined by a system parameter in the controlled station)
- ☐ Persistent output
- ☒ Supervision of maximum delay in command direction of commands and set point commands
- ☐ **CONF** Maximum allowable delay of commands and set point commands

Transmission of integrated totals

(station- or object-specific parameter, mark with an “X” if function is used only in the standard direction, “R” if used only in the reverse direction, and “B” if used in both directions).

- ☐ Mode A: local freeze with spontaneous transmission
- ☐ Mode B: local freeze with counter interrogation
- ☐ Mode C: freeze and transmit by counter interrogation commands
- ☐ Mode D: freeze by counter-interrogation command, frozen values reported spontaneously
- ☐ Counter read
- ☐ Counter freeze without reset

- ☐ Counter freeze with reset
- ☐ Counter reset
- ☐ General request counter
- ☐ Request counter group 1
- ☐ Request counter group 2
- ☐ Request counter group 3
- ☐ Request counter group 4

Parameter loading

(object-specific parameter, mark with an “X” if function is used only in the standard direction, “R” if used only in the reverse direction, and “B” if used in both directions).

- ☐ Threshold value
- ☐ Smoothing factor
- ☐ Low limit for transmission of measured value
- ☐ High limit for transmission of measured

Parameter activation

(object-specific parameter, mark with an “X” if function is used only in the standard direction, “R” if used only in the reverse direction, and “B” if used in both directions).

- ☐ Act/deact of persistent cyclic or periodic transmission of the addressed object

Test procedure

(station-specific parameter, mark with an “X” if function is used only in the standard direction, “R” if used only in the reverse direction, and “B” if used in both directions).

- ☒ Test procedure

File transfer

(station-specific parameter, mark with an “X” if function is used)

File transfer in monitor direction

- ☐ Transparent file
- ☐ Transmission of disturbance data of protection equipment
- ☐ Transmission of sequences of events
- ☐ Transmission of sequences of recorded analogue values

File transfer in control direction

- ☐ Transparent file

Background scan

(station-specific parameter, mark with an “X” if function is used only in the standard direction, “R” if used only in the reverse direction, and “B” if used in both directions)

- ☐ Background scan

Acquisition of transmission delay

(station-specific parameter, mark with an “X” if function is used only in the standard direction, “R” if used only in the reverse direction, and “B” if used in both directions)

- ☒ Acquisition of transmission delay

Definition of time outs

Parameter	Default value	Remarks	Selected value
t_0	30 s	Time-out of connection establishment	30 s (Configurable)
t_1	15 s	Time-out of send or test APDUs	15 s (Configurable)
t_2	10 s	Time-out for acknowledges in case of no data messages $t_2 < t_1$	10 s (Configurable)
t_3	20 s	Time-out for sending test frames in case of a long idle state	20 s (Configurable)

Maximum range for timeouts t_0 to t_2 : 1 s to 255 s, accuracy 1 s. Recommended range for timeout t_3 : 1 s to 48 h, resolution 1 s.

Long timeouts for t_3 may be needed in special cases where satellite links or dialup connections are used (for instance to establish connection and collect values only once per day or week).

Maximum number of outstanding I format APDUs k and latest acknowledge APDUs (w)

Parameter	Default value	Remarks	Selected value
k	12 APDUs	Maximum difference receive sequence number to send state variable	12 (Configurable)
w	8 APDUs	Latest acknowledge after receiving w I format APDUs	8 (Configurable)

Maximum range of values k : 1 to 32767 ($2^{15}-1$) APDUs, accuracy 1 APDU

Maximum range of values w : 1 to 32767 APDUs, accuracy 1 APDU (Recommendation: w should not exceed two-thirds of k).

Portnumber

Parameter	Value	Remarks
Portnumber	2404	Can be changed, but not recommended

Redundant connections

☐ Number N of redundancy group connections used

RFC 2200 suite

RFC 2200 is an official Internet Standard which describes the state of standardization of protocols used in the Internet as determined by the Internet Architecture Board (IAB). It offers a broad spectrum of actual standards used in the Internet. The suitable selection of documents from RFC 2200 defined in this standard for given projects has to be chosen by the user of this standard.

- ☒ Ethernet 802.3
- ☐ Serial X.21 interface
- ☐ Other selection from RFC 2200:

