

Your Trusted Partner in Automation

Moxa は産業オートメーション構築のための信頼できるパートナーです

Moxaは、産業分野における、モノのインターネット (IIoT) の接続を可能にするエッジコネクティビティ、産業用コンピューティング、ネットワークインフラストラクチャソリューション、オートメーションソリューションを提供する世界的なリーディングプロバイダです。産業界で30年以上の経験を誇るMoxaは、世界中で5千万台以上のデバイス接続を提供し、70か国以上に販売代理店およびサービスネットワークを展開しています。Moxaは、産業用通信インフラストラクチャに必要な信頼性の高いネットワークと真摯なサービスを常に提供し続け、持続的なビジネス価値を創造し続けています。

© 2020The Moxa Inc. All rights reserved.

Moxa のロゴは、Moxa Inc. の登録商標です。

本書に記載されているその他のロゴはすべてロゴに関連した各社、各製品、各機関の知的所有物です。

© 2020 Moxa Inc. All rights reserved.

The MOXA logo is a registered trademark of Moxa Inc. All other logos appearing in this document are the intellectual property of the respective company, product, or organization associated with the logo.

- アイ・ビー・エス・ジャパン株式会社はMoxaの日本正規代理店です。
- カタログ・資料請求・お問い合わせは info@ibsjapan.co.jp まで。

IBS Japan
アイ・ビー・エス・ジャパン株式会社

<https://www.ibsjapan.co.jp/>
E-mail : info@ibsjapan.co.jp

営業時間 (土日・祝日を除く) 9:00 ~ 17:30

■ 厚木センター

〒243-0432 神奈川県海老名市中央2-9-50
海老名プライムタワー12F
TEL 046-234-9200 FAX 046-234-7861

■ 東京システムセンター

〒151-0053 東京都渋谷区代々木2-4-9
NMF新宿南口ビル2F
TEL 03-5308-1177 FAX 03-5308-1188

■ 大阪営業所

〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原1-2-6
新大阪橋本ビル4F
TEL 06-7176-9191 FAX 06-7176-9192

IBS-202011Moxa-IEC

※ このカタログに掲載されているイラスト・画像についての著作権はMoxaに帰属します。
※ 記事内容 (日本語翻訳分) についての著作権はアイ・ビー・エス・ジャパン株式会社に帰属します。
※ 記載の製品仕様、ホームページ等のアクセス先等は、予告なく変更することがあります。

© 2020 IBS Japan Co., LTD.

変電所オートメーションシステムのための IEC61850通信およびコンピューティング ソリューションガイドブック

MOXA[®]

Moxaは、IEC 61850およびIEEE 1588スマート変電所ソリューションの世界的リーダとして近代的な変電所の自動化に向けた幅広いネットワーキングおよびコンピューティング製品を提供しています。IEC TC57 Work Group10、CIGREの団体会員、台湾スマートグリッド産業協会の事務局長として、Moxaは、革新的な技術的専門知識を応用し、スマート変電所産業向けの実用的かつ市場に合ったネットワーキングおよびコンピューティングソリューションの作成に取り組んでいます。Moxaのソリューションは、30年以上にわたる産業用ネットワーキングの経験に基づき、世界で最初に完全統合されたIEC 61850およびIEEE 1588スマート変電所を含む世界中で1,000を超える変電所アプリケーションに貢献しています。



Chapter 1 IEC 61850変電所の概要

IEC61850規格によって与えられる恩恵と利点をよく見てください。このような複雑な一連のルール、規制、および厳格な仕様要件を実装することは、最初は気が重くなるように思われるかもしれませんが、その利点は欠点をはるかに上回ることができます。

1



Chapter 2 IEC 61850変電所の改装

変電所を改装する過程でエンジニアが直面する3つの主な課題とその対処方法を見てみましょう。

7



Chapter 3 IEC 61850変電所の新設

ゼロから新しいIEC 61850変電所を構築する際にエンジニアが直面する3つの主要な課題に対処する方法を詳しく見てみましょう。

- ・ 決定論
- ・ 信頼性
- ・ 管理の容易性

15



Chapter 4 サクセスストーリー

Moxaとの提携により堅牢かつ将来性を考慮した変電所ネットワーク構築の実例を紹介します。変電所業界における長年の専門知識と経験を有するMoxaは、世界中で1,000以上の変電所の通信およびコンピューティングプロジェクトにデジタルソリューションを提供してきました。

27



Chapter 5 セレクションガイド

Moxaのすべての製品は、過酷な環境での使用を克服するために強化され、最も厳しい環境状況でも一貫したオペレーションが可能です。Moxaの通信とコンピューティングの専門知識を活用して効率的で効果的な電力網を容易に構築できます。

37

01

『IEC 61850』変電所の概要

『IEC 61850』認証取得による複雑な配線から
スマートな配線への移行

変電所の環境は、非常に過酷であることから変電所で使用される機器は広い温度範囲に対応して動作する必要があると共に電磁適合性 (EMC) 要件を満たす設計がされてなければなりません。更に、使用する製品は、IEC61850の認証が必要であり、激しい振動に耐えることができればなりません。



概要

1800年代後半に最初の配電システムが稼働して以来、変電所技術は大きく進化してきました。今日、様々な規模や種類の数十万以上の変電所が世界中で稼働している一方、改装および新しい変電所プロジェクトの両方が次第に増加しています。この状況による影響をよりの確に把握するため、Pike Researchの調査によれば、2020年までに150,000の変電所が完全に自動化されると予測しています。

IEC61850規格が与える恩恵と利点を詳しく見てみましょう。このような複雑な一連のルール、規制、および厳格な仕様要件を実装することは、最初は気が遠くなるように思われるかもしれませんが、その利点は不利な点をはるかに上回ります。例えば、従来の変電所を構成する何千ものデバイスは、銅ケーブル配線を使用し比較的低速なシリアルコネクションを実行するハードワイヤード・ツー・デバイスコネクションを使用しているのに対し、近代的なIEC61850変電所のIED (intelligent electronic devices) は、高速イーサネットバスに接続し、集中型の電力SCADAシステムによる包括的なマネージメント、メンテナンス、コントロール戦略の実装を比較的容易に実行することができます。

何故、IEC 61850変電所に投資するのですか？

既存の変電所を改装する場合でも、新しい変電所を最初から構築する場合でもIEC 61850 規格を実装する利点は同じです。

簡素化されたアーキテクチャ: 現代の変電所の数千のIEDは、ローカライズされたインテリジェンスを使用して、ローカルサイトで必要な意思決定の多くを処理し、変電所のイーサネットネットワークに接続されたイーサネットスイッチを介して他のデバイスと通信します。

信頼性の向上: IEC61850規格は、信頼性を重視する設計がされています。過酷な環境条件に耐えるために十分な堅牢性が求められるデバイスだけでなく、ネットワーク自体が様々なレベルでの冗長性を期待できます。

将来を見越した設計: イーサネットネットワークを実装することの大きな利点の1つは、必要に応じて拡張が容易であることです。更に、既存のIEC61850変電所に接続する新規の製品は、既存のものと完全に互換性があることが必要です。

ベンダーに依存しない: 異なる会社が製造したIEC 61850製品は、すべて同じ言語を話す必要があるという事実から変電所システムインテグレータ (SI) は、様々なベンダーの最適な製品を調査し、選択できるため大きな利点があります。

IEC 61850とは何ですか？

独自仕様でないIEC61850規格は、変電所の完全な仮想モデルを定義するための最新のオブジェクト指向プログラミング原則を使用しています。これは、実際のデバイスを使い実装する前にコンピュータモデルでテストおよび調整ができます。規格が公開されているので、あらゆるハードウェアベンダーは、IEC 61850準拠の製品を提供でき独自仕様でない変電所エンジニアは、特定のプロジェクトに最適な製品を自由に選択することが可能です。規格の概要は次のとおりです。

- ▶ 主なデータ経路はイーサネットベースの通信を使用し、変電所ネットワークに接続された複数のデバイスとの間でデータパケットを送信するために高帯域幅のトランク接続が使用されます。
- ▶ 異なるベンダーのIEC 61850準拠製品との互換性を保証し、必要に応じて変電所のオペレーションの拡張を容易に実現します。
- ▶ IEC 61850規格は、変電所で使用される複数のIEDのコンフィギュレーションパラメータを定義するためにXML/バスサブステーション構成言語（SCL）を多く使用します。
- ▶ イーサネットフレームの優先度に応じたタグ付け機能を使用して転送時間を保証したハイスピードIED・ツー・IED通信を実現します。

異なるタイプの転送に対する転送時間の要件

転送 タイムクラス	転送時間 (ms)	転送の種類
TT0	>1000	ファイル、イベント、ログの内容
TT1	1000	イベント、アラーム
TT2	500	オペレーターコマンド
TT3	100	低速の自動疎通
TT4	20	高速の自動疎通
TT5	10	リリース、ステータスの変更
TT6	3	トリップ、ブロッキング

参照: IEC 61850-5

IEC61850変電所アーキテクチャ

IEC61850は、電力システムの国際電気技術委員会(IEC)技術委員会57(TC57)リファレンスアーキテクチャの一部である変電所自動化規格です。IEC61850規格は、右図に示す変電所のオペレーションを3つの異なるレベルと2つの通信バスに分けられます。

- プロセスレベル**：プロセスレベルは、変電所の異なる部分の電流、電圧、その他のパラメータを測定するために使用されるサーキットブレーカおよびデータ収集装置などのデバイスで構成されます。
- ベイレベル**：ベイレベルは、プロセスレベルで与えられる測定値を収集するIEDで構成されます。IEDは、ローカル制御の決定や、他のIEDへのデータ伝送、そして、更なる処理および監視をするために変電所SCADAシステムにデータを伝送します。
- ステーションレベル**：ステーションレベルは、変電所のステータスを監視する人によるオペレータ（必要な場合）だけでなくSCADA サーバとHMIがあります。
- プロセスバス**：プロセスバスは、プロセスレベルとベイレベル間の通信を処理します。
- ステーションバス**：ステーションバスは、ベイレベルとステーションレベル間の通信を処理します。

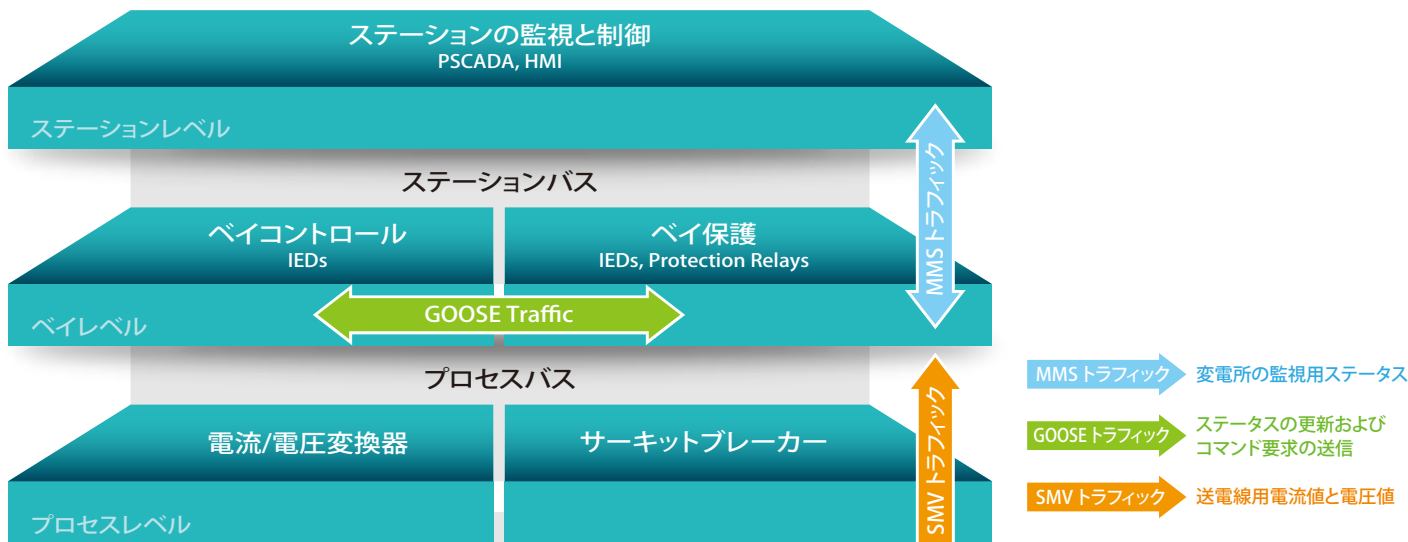
IEC 61850通信

特定の種類のデータ転送を処理するために使用される伝送プロトコルは、IEC 61850規格の主要な特徴の1つです。IEC 61850で定義されている抽象データモデルは、いくつかのプロトコルにマッピングできます。

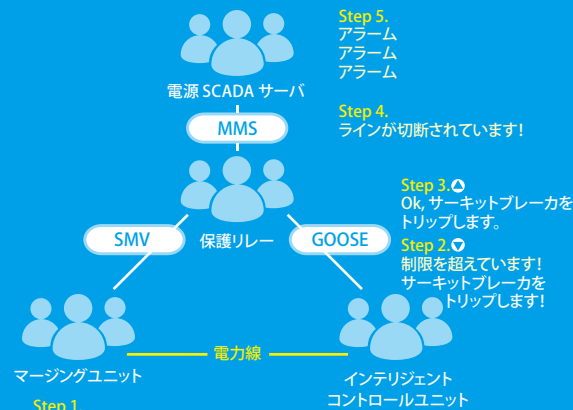
- MMS**：製造メッセージ仕様プロトコルを使用して、監視目的で変電所のステータスを伝送します。
- GOOSE**：汎用オブジェクト指向変電イベントプロトコルを使用して例えば、制御信号および警告などの重要なデータを伝送します。
- SMV**：Sampled Measured Valuesプロトコルを使用して電力線の電流および電圧値を伝送します。

これらのプロトコルは、高速なTCP / IPネットワーク上で実行でき、保護リレーに必要な高速応答時間(<4 ms)を確保できます。

IEC 61850変電所通信アーキテクチャ



次の図の例は、3つのプロトコルが変電所の通信にどのように実行されているかを示しています



Step 1: 電力線の電流が高すぎることを感知した後、マーキングユニットは、SMVプロトコルを使用して保護リレーにメッセージを送信する。

Step 2: 保護リレーは、GOOSEプロトコルを使用して、サーキットブレーカをトリップするためにインテリジェントコントロールユニットに通知する。

Step 3: パワーをoffした後、インテリジェントコントロールユニットは、GOOSEプロトコルを使用して、保護リレーにパワーが切断されたことを通知する。

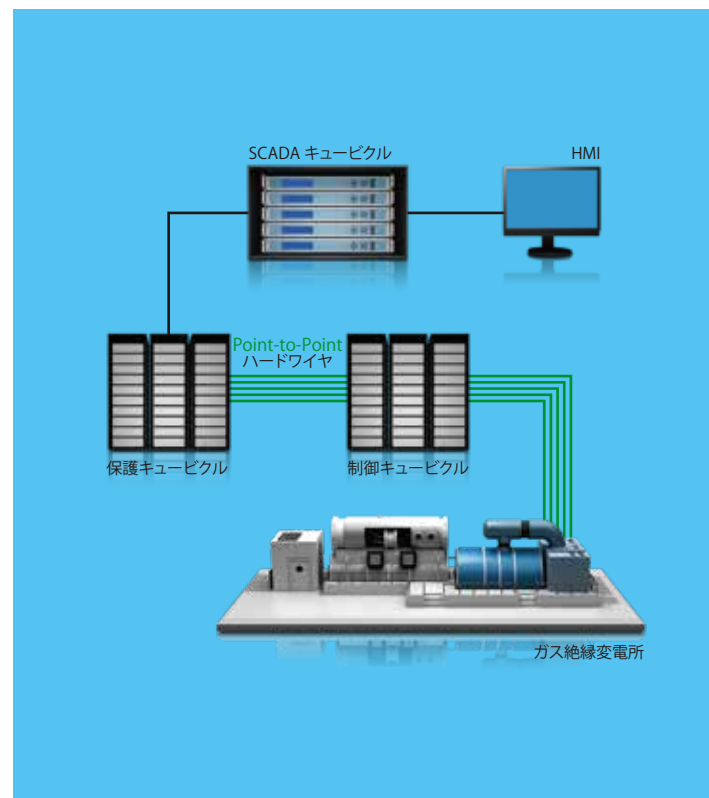
Step 4: 保護リレーはMMSプロトコルを使用してパワーSCADAサーバに電力線が切断されたことを通知する。

Step 5: パワーSCADAサーバが警報を発生する。

変電所オートメーションの進化

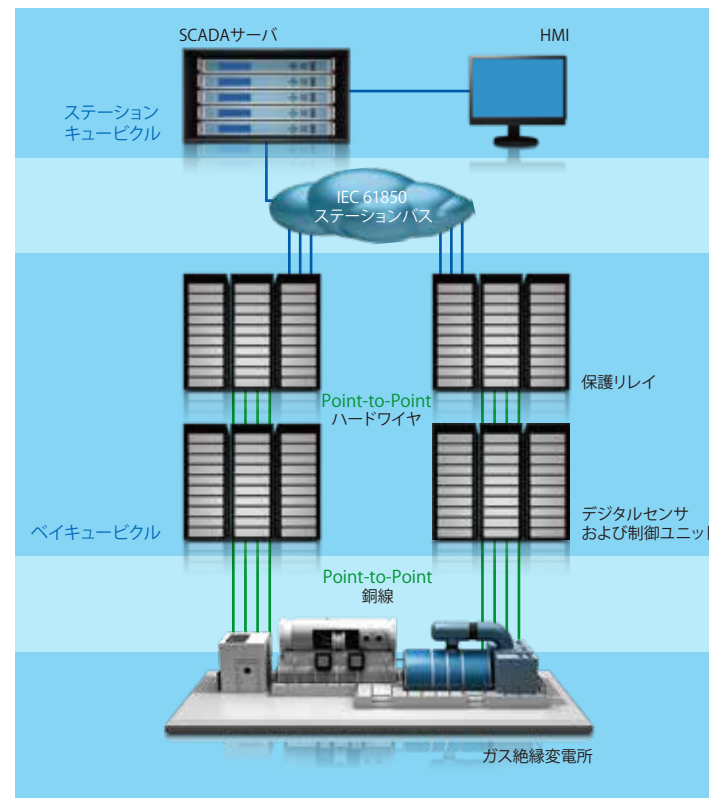


従来の変電所オートメーション



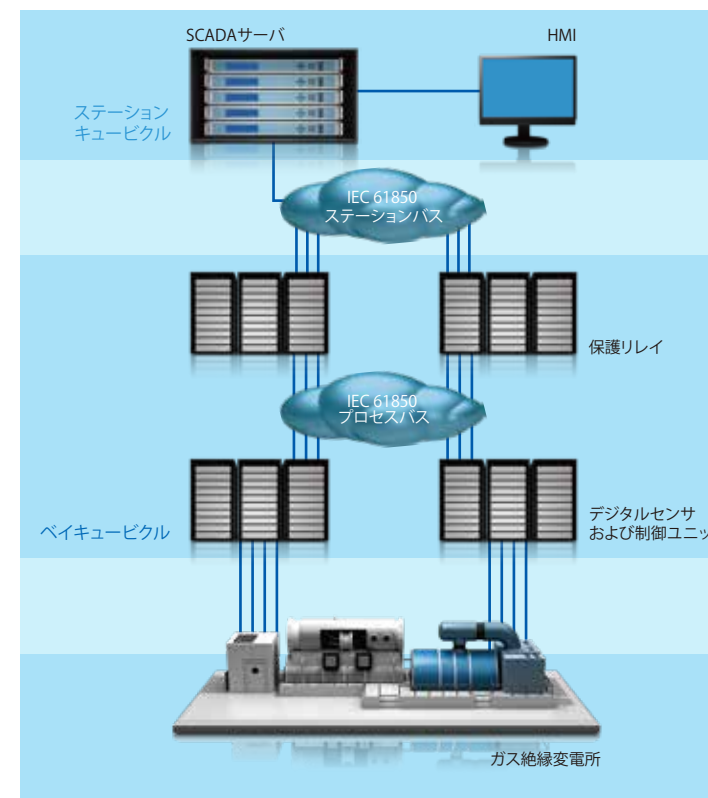
1960年代になると従来の変電所は、かなりかさばるようになっていました。銅ワイヤまたは光ファイバーを使用してデバイス間を配線しました。

IEC 61850ステーションバスによる変電所自動化



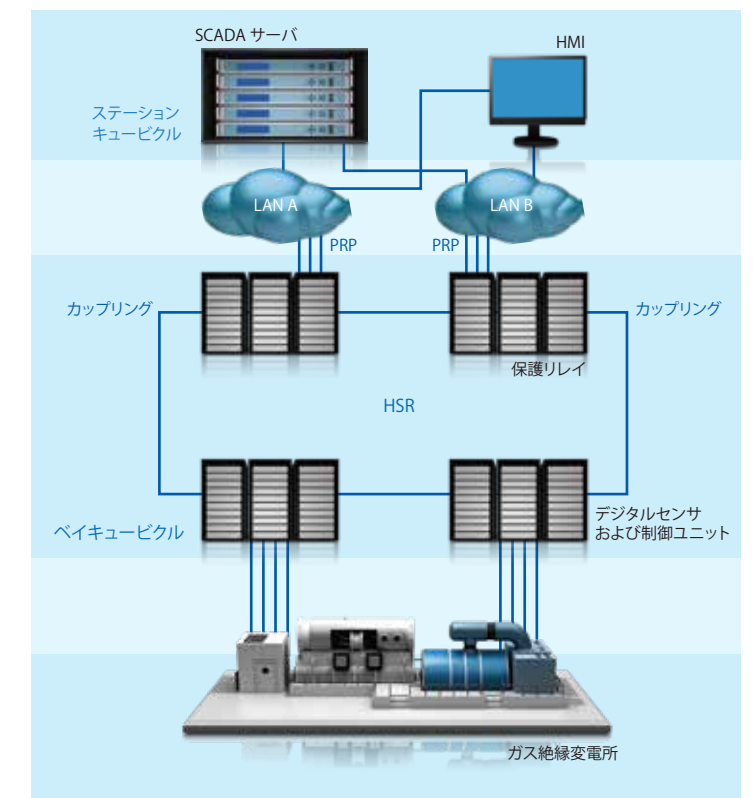
1980年代にIEC 61850ステーションバスプロトコルが発表されたことは、変電所規模の汎用ネットワークを実現するための大きな第一歩となりました。

IEC 61850ステーションおよびプロセスバスによる変電所オートメーション



2005年においてIEC 61850規格は、プロセスレベルをバイレベルに接続するプロセスバスを定義することで大幅に改善されました。

PRP/HSR:IEC 61850の次のウェーブ



IEC61850規格の最新の開発は、2010年にPRP/HSRプロトコルを採用したことです。PRP/HSR (parallel redundancy protocol/high-availability seamless redundancy) は、2つのイーサネットネットワークを使用して1つのネットワークに障害が発生した場合、シームレスなフェイルオーバーを確保する方法を指定します。

02

IEC 61850変電所の改装

IEC 61850でワイヤクレイジーからワイヤスマートに移行

変電所の改装にあたり従来のハードウェアから自動化されたインテリジェントなIEC 61850機器に移行する際、プロトコル変換の複雑さを処理できる製品と信頼できるパートナーを見つける必要があります。特に、従来のIED (Intelligent Electronic Device) やその他のシリアル通信デバイスをイーサネットネットワークに接続するためのシリアル・ツー・イーサネットソリューションを探する必要があります。このシリアル・ツー・イーサネットソリューションにより、機器の寿命を延ばし、スマートグリッド対応通信システムへのアップグレードコストを大幅に削減することができます。



変電所の改装

数百または数千のレガシーシリアルデバイス（その内のいくつかは、20～30年も使用している可能性がある）を使用する既存の変電所は、IEC 61850改装から大きな恩恵を受けます。しかしながら、このような改装を実行するには、レガシーデバイスを最新のTCP/IPネットワークに接続し、デバイスが相互に通信できるようにするためにプロトコル変換機能を実装する必要があります。

変電所を改装する過程でエンジニアが直面する3つの主な課題とその対処方法を見てみましょう。

▶ デバイスの種類

既存のシステムの中で長年にわたり異なる期間に開発されたレガシーデバイスをシングルシステムに移行することは、困難となる可能性があります。

▶ 統合

変電所のシステムエンジニアは、通信ドメインに関するノウハウが限られているか、システム統合のためにデバイスをブリッジする時間がない可能性があります。

▶ オペレーション

確立されたシステムの最適化、毎日のメンテナンスの実行、およびトラブルシューティングを行うにはどうすればよいですか？

▶ デバイスの種類

既存の変電所を近代化する主な特徴の1つは、レガシーデバイスをシリアルネットワークから切断することを含みます。その後、最新のTCP/IP ネットワークを通して接続を再確立することです。そのゴールは、十分単純な事だと思われるかもしれませんが、特に、現在市販されているシリアル-イーサネットデバイスサーバーについては、特定のアプリケーションに適したデバイスを特定する必要があるため、非常に多くのオプションが利用できるという事実もプロセスを複雑にします。

任意のプロトコルから別のプロトコルへ

ここで直面する問題の1つは、異なるベンダーからのレガシーデバイスが間違いなく異なる通信プロトコルを使用していることです。問題を3つの異なるカテゴリに分類できます：

標準の産業用プロトコルを使用するデバイス

この場合、デバイス間でやり取りするデータパケットの正確な構造がわかっています。Moxa のようなベンダーは、通常、シリアルフォーマットとイーサネットの間で2種類以上のデータパケット構造間を相互に変換することを目的とする信頼性の高い“産業用イーサネットゲートウェイ”を開発できます。一般的な例としては、MoxaのMGate MB3000シリーズがあります。これは、Modbus RTU/ASCIIプロトコルとModbus TCPプロトコル間の変換を行います。IEC61850、DNP3、IEC60870-5-101、IEC60870-5-104、およびModbusなどのfieldbusプロトコル間で変換を行うゲートウェイは大きな需要があります。

独自のプロトコルを使用するデバイス

この場合、データパケットの正確な構造は、プロトコルのオーナーだけが知っています。このような状況に対処するためにMoxaのNPort S9000シリーズのようなシリアル・ツー・イーサネット製品は、“トンネリング”と呼ばれる機能をサポートしています。これは単に、デバイスからのデータをTCP/IPデータパケットにパックし、そのデータパケットをネットワーク経由でコンピュータに伝送します。コンピュータにインストールされたMoxaドライバは、TCP/IPパケットを受信し、独自のデータパケットを解凍してから、そのデータを独自開発されたソフトウェアに渡します。実際、NPort S9000シリーズデバイスは、ドライバサーバと連携してコンピュータ上で動作している独自開発されたソフトウェアへ偽証させ独自のデバイスに直接接続されていると考えさせます。

カスタムソフトウェアアプリケーションを使いパフォーマンスを最適化するデバイス

変電所システムに付加価値を付加し最適化するためにカスタマイズされたソフトウェアアプリケーションに投資する場合、アプリケーションを実行するためにネットワークとデバイスの間に特別な目的のコンピュータをインストールする必要があります。一部の改装された変電所システムにおいてオペレータは、標準プロトコルまたは独自のプロトコルの代わりに独自のカスタマイズされたプロトコルを使用します。このような場合、これらのカスタマイズされたプロトコルのための独自のアプリケーションを開発するためにファンレスの組み込みオープンコンピューティングプラットフォームが必要とするでしょう。カスタマイズされたプロトコルを通して収集されたデータは、意味ある方法で保存する必要があります。

仕様は十人十色

オペレーションの規模とシステムのパフォーマンス要件に応じてインストールされたデバイスの仕様は、システムごとに異なります。例えば、入力電圧範囲は、AC (100～240V) またはDC (12～48V、最大300V) で定義できます。イーサネットコネクションインターフェースは、EMCと距離の要件に応じて銅ケーブルまたは光ファイバーのいずれかになります。また、DINレールマウントまたはラックマウントのどちらを使用するかは、プロジェクトによって異なります。

時刻が重要

SCADAシステムは、変電所システムを構成している多くのデバイスおよびコンピュータから大量のデータを継続的に収集し、解析することによって近代的な変電所の動作を監視および管理するために使用されています。このプロセスには、非常に重要な時間に関連する2つの側面があります。

重要なタイムスタンプ

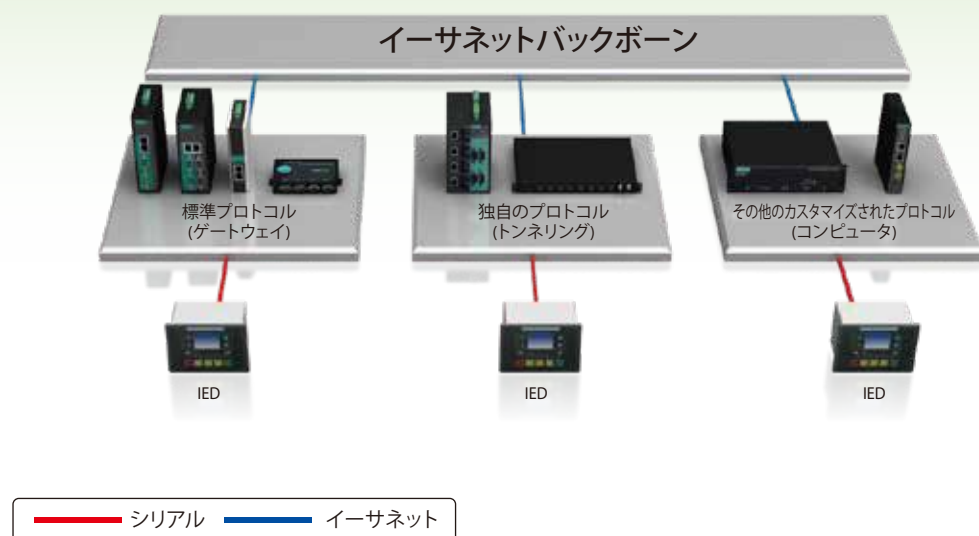
変電所内の異なる場所でイベントが発生するとイベントを記録するローカルデバイスは、解析のためにイベント情報を伝送する前にデバイスのローカルタイムに基づいてタイムスタンプを追加します。このため、システムの異なるパーツから送られてくるタイムスタンプが本質的に同じクロックに基づいていることが非常に重要です。これを実現するために、時刻同期プロトコルを使用してシステム内のすべてのクロックを同期させます。

リアルタイムデータ伝送

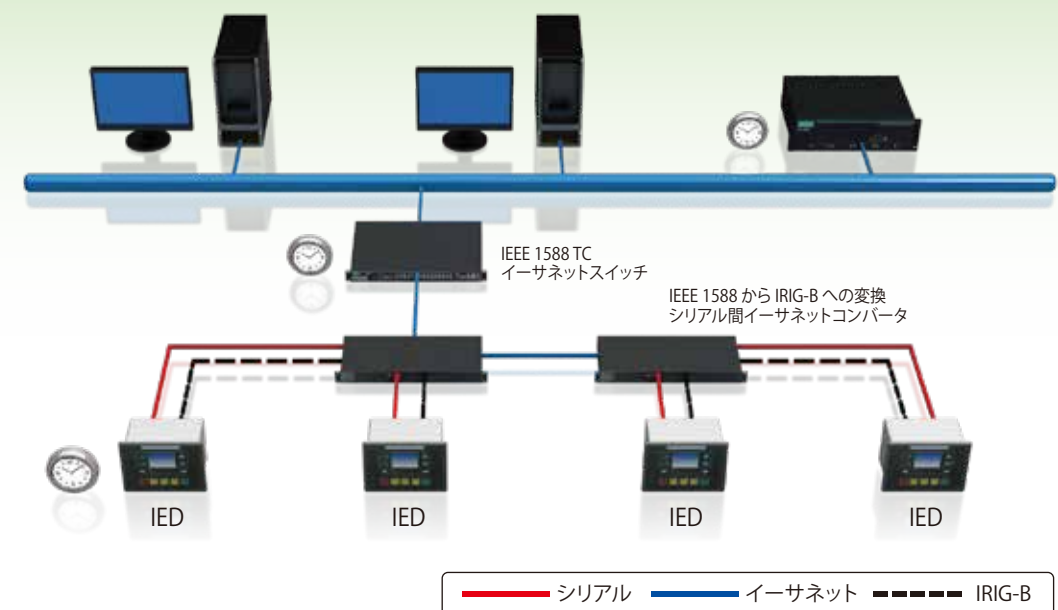
情報が例え、光のスピードで移動する場合であってもポイントAからポイントBに到着するには必ずや時間がかかることを知っています。従って、“リアルタイム”とは、一般的に伝送時間をミリ秒レベルに保つことを指します。これは制御システムにとって特に重要です。センサの読み取りに応答してコントローラへの信号を制御する際に大幅な遅延が発生するとシステム全体が不安定になる可能性があります。

改装プロジェクトにおいて、既存のシリアルベースのデバイスは、恐らくIRIG-Bシリアル時刻同期プロトコルを使用しています。対照的にIEC 61850 ネットワークは、イーサネットベースの IEEE 1588 時刻同期プロトコルを使用します。この問題を回避するには、2つのプロトコル間で時刻同期信号がやり取りするために変換できるデバイスを使用する必要があります。

既存のデバイスは様々なプロトコルを使用



時刻同期プロトコルの組み合わせ



認証基準が成功を左右する

IEC61850-3 Class C3認証

IEC61850-3およびIEEE1613規格は、変電所で使用するネットワーク機器のためにEMCおよび通信要件を正確に定義しています。変電所のコンピュータおよびイーサネットスイッチには、様々な環境条件に対する適切な保護を保証するためにIEC 61850-3 および IEEE 1613 認証が必要です。これらの最小要件は次のとおりです：

- ・ Level 4 EMCによる電氣的干渉に対する強力な保護
- ・ -40～75℃の周囲温度に対する耐久性
- ・ コンスタントな 振動および衝撃に対する高い耐久性

IEC 61850-3 変電所の通信ネットワークおよびシステム — Part 3: 一般要件	
IEC TS 61000-6-5 電磁両立性 (EMC) — パート 6-5: 共通規格; 発電所および変電所に対するイミュニティ (= 電磁感受性)	IEC 870-2-2 遠隔操作機器およびシステム — パート2: 運用条件; セクション2: 環境条件
IEC TS 61000-4-x シリーズ (基本イミュニティ規格) 61000-4-2 (静電気放電) 61000-4-3 (放射電磁界) 61000-4-4 (電氣的ファスト・トランジェントバースト) 61000-4-5 (サージ) 61000-4-6 (高周波伝導) 61000-4-8 (電源周波数磁界)	Class A: 空調環境 (屋内) Class B: 加温および/または冷却機構のある密閉 Class C: シェルタ環境 Class D: 屋内環境 Class C1: -5 ~ 45°C Class C2: -25 ~ 55°C Class C3: -40 ~ 70°C Class Cx: 特殊

統合

改装の対象となる変電所を管理するエンジニアにおいてタスクに関し精通していますが、変電所を本格的なIEC61850準拠のシステムに完全に移行されるために必要な通信ドメインの知識については十分持ち合わせていない、またはシステム統合のためにデバイスをブリッジする時間が限られている可能性があります。IEC61850への移行に投資する製品を含めプロジェクトを進める方法を決定する際には、次の点に留意する必要があります：

設定作業問題への対処

インストール段階で見られる一般的な問題は、シリアル・ツー・イーサネットデバイスの設定作業があります。特に改装プロジェクトにおいてエンジニアは、通信の問題に対処するよりも、システム機能テストの実行に多くの時間を費やします。従って、設定作業を可能な限り単純にするとプロジェクト全体の設定作業の効率が大幅に向上します。

3ステップによる容易な設定



広範囲のオペレーティングシステム

改装プロジェクトにかかわるエンジニアは、既存の変電所が歴史的に長い間使われてきたことから多種多様なオペレーティングシステムの問題に直面してきました。あるときは、エンドデバイスの読み取りに使用されるドライバがこれらのシステムでのみ動作することからレガシーのオペレーティングシステムを引き続き維持する必要がありました。あるときは、エンドユーザがその製品の寿命から最新のオペレーティングシステムを要求する場合もありました。従って、IEC 61850 ソリューションは、複数のオペレーティングシステム上のシリアル・ツー・イーサネットデバイスの幅広いドライバをサポートする必要があります。

Moxaは、20以上のオペレーティングシステム用のドライバを提供します 優れたシステムの相互運用性と柔軟性を維持するドライバ/OSの継続的なサポートを保証します							
Windows 10	Windows 8	Windows 7	Windows Server 2016	Windows Server 2012	Windows Server 2008	Windows Server 2003	Windows Vista
Windows XP	Windows XP Embedded	Windows CE 5/6	Windows 2000	Windows NT 4.0	Windows ME	Windows 98 SE	DOS
Linux 3.0	Linux 2.6	Linux 2.4	SCO OpenServer 6	SCO OpenServer 5	Unixware 7	FreeBSD	QNX 6 QNX 4

プラットフォームは単なるプラットフォームではありません

組み込みコンピュータは、カスタマイゼーション、最適化、マルチタスクによく使用されるので適切なハードウェアプラットフォームを選択することが非常に重要です。

ネイティブコンパイルのサポート

エンジニアは、複数のプラットフォームに向けたソフトウェアをコンパイルするために特定のツールチェーン、ソースコード、およびバイナリを扱う必要があります。ネイティブ コンパイラをサポートするプラットフォームは、物事をはるかに簡単にします。

オペレーティングシステム

シリアル・ツー・イーサネットソリューションで使用される組み込みコンピュータは、単なるプロトコル変換以上の効果が期待されます。オペレーティングシステムとサポートされているパッケージによってソリューションの開発に必要な時間が決まります。

拡張機能

IED は、プライマリ機器をよりインテリジェントにするために改装変電所プロジェクトに導入されています。様々なデバイスと接続するために異なる拡張カードをインストールするための拡張スロットを提供するソリューションによりシステムの拡張が容易になります。重要な成功要因は、すべてのタイプのデバイスが接続できる機能です。

ネイティブ コンパイラー

- ・ Linuxに似たプログラミング環境
- ・ クロスコンパイルしなくても開発が容易

スケーラブルなOSとソフトウェアパッケージ

- ・ WindowsとLinux Debian オペレーティングシステムの両方をサポート
- ・ IPsecおよびNetSNMPを含む48,575以上の安定したready-to-use/パッケージ

データ収集機能を備えた高密度I/O

- ・ シリアルおよびLANインターフェースをさらに拡張するための拡張モジュールスロットを備えた IEC 61850ネイティブコンピュータ
- ・ 標準PCI/PCIe拡張カードサポート



▶オペレーション

IEC61850の改装された変電所が稼働し始めると問題が必ず表面化するので十分注意する必要があります。注意すべき点を次にいくつか取り上げます：

通信エラーのトラブルシューティング

ドメインに対する知識が不十分であるため、変電所のエンジニアにとって通信のトラブルシューティング問題は常に悪夢です。改装された変電所では、シリアル通信エラー（例えば、Modbus、DNP3、IEC60870-5-101に関連）の問題に関してエンジニアが問題を解決するために時間のかかる試行錯誤を繰り返して行うことにより処理は更に困難になる可能性があります。データトラフィックの監視とプロトコルの精査をサポートする製品がシリアル通信エラーを特定し、それによってシステムのダウンタイムの影響を削減することができます。

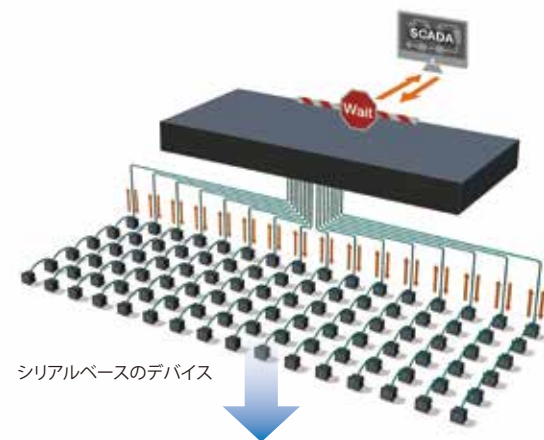


Modbusゲートウェイを使用したSCADAシステムの最適化

変電所コントロールセンタにおいて、SCADAシステムの目標の1つは、電力品質を監視することです。電気パラメータステータスの複雑なwebを多数のシリアルベースのデバイスから収集するため、理想的には、複数のシリアルポート（8または16ポート）のModbusゲートウェイが必要です。

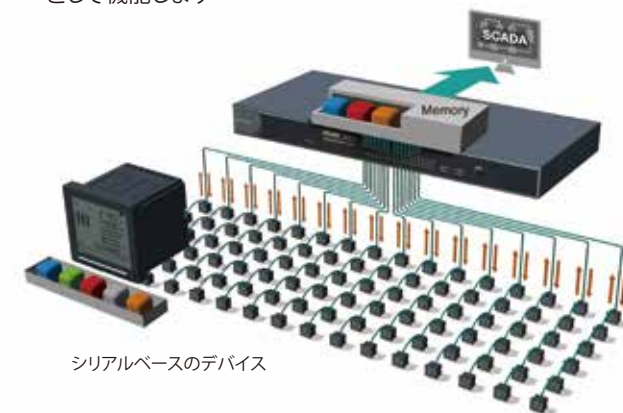
しかしながら、従来のModbusゲートウェイは、透過モードで動作します。透過モードでは、Modbusの制限によりデータの更新頻度が低くなります。Moxaのエージェントモード技術を採用した高密度ゲートウェイは、SCADAシステムのパフォーマンスを向上させることができます。

透過的なゲートウェイは、同時に一つずつのリクエストとレスポンスしか処理できません



シリアルベースのデバイス

エージェントゲートウェイは、PSCADAとの間で複数のリクエストとレスポンスを同時に配信するデータコンセントレータとして機能します



シリアルベースのデバイス

パフォーマンスとセキュリティ

プロトコル変換は、改装変電所プロジェクトに使用する組み込みコンピュータを選択する際に求められる機能の1つに過ぎません。多くの場合、変電所の組み込みコンピュータは、多くの異なるアプリケーションやオペレーティングシステムを実行するために使用されます。このような場合、エンジニアは、次の利点を備えた独立した仮想マシン（VM）を実行するVMwareなどの仮想化テクノロジーを使用します：

コストの削減

VMは、既存のx86ハードウェアプラットフォームの効率性と使用率を向上させます。

アプリケーションの分離

ハードウェアプラットフォームの機能に応じて各アプリケーションを個別のVMで実行してアプリケーションを完全に分離できます。重要なアプリケーションワークロードと重要ではないアプリケーションワークロードを別々のVMで実行して、1つのアプリケーションセットに障害が発生しても他のアプリケーションが引き続き実行され続けることを確認することもできます。

システムクラッシュのトラブルシューティング

スマートOSリカバリシステムは、リモート変電所にとって不可欠な機能です。OSリカバリシステムがないと、OSまたはローカル変電所のアプリケーションのいずれにおいてもシステムソフトウェアが壊滅的な障害を引き起こす可能性があります。いくつかの推測によると、ソフトウェアの破損に起因するコンピュータ障害の割合は30%と言われています。しかしながら、その分野の専門家である変電所の多くのエンジニアは、トラブルシューティングとオペレーティングシステム問題の解決に関する十分なコンピュータのドメイン知識を持ち合わせていません。そのためダウンタイムを最小限に抑えるために自動化されたBIOSレベルのソフトウェアリカバリシステムは、変電所コンピュータの設計に非常に貴重な追加機能となります。

その優れた例としてMoxaの Smart Recovery™があります。これは、OSの書き換えを起動することでシステムの自動リカバリを容易にするツールです。システムは、組込コンピュータが最初に正常に展開されたときに作成されたシステム全体のタグ付きコピーを使用してリカバリプロセスをトリガーし、コンピュータまたは外部ドライブにローカルで保存されます。システムクラッシュが発生した場合のダウンタイムを最小限に抑えるために次のリカバリ方法を使用できます：

- トラブルシューティングが容易ではない無人サイトの場合は、タグ付きコピーからシステムを復元するためにOSの書き換えを完全に自動化できます。
- OSの復旧の前にパラメータをダブルチェックすることが要件である変電所エンジニアにより監視されるサイトの場合、プロセスが開始されるとエンジニアは、イメージファイルの場所を提供し、パワーサイクルを実行してプロセスを完了できます。

レガシーアプリケーションの寿命を延ばす

新しいハードウェアプラットフォームまたはオペレーティングシステムを使用するコンピュータ上でレガシーアプリケーションを実行するためにVMを使用することができます。

しかしながら、すべてのコンピュータプラットフォームがVMwareで適切に動作するとは限りません。VMware対応ロゴを表示する製品は、製品がVMwareの統合と相互運用性の基準を満たしていることを示す製品です。



無人リモートサイト



オンサイト：2ステップリカバリ



03

ゼロから新しく IEC61850変電所を構築 IEC 61850を使い最初から設計を始める

イーサネットベースの通信にアップグレードするときは、認知された冗長規格をサポートしている相対的に信頼性が高く標準化されたソリューションを探す必要があります。ミッションクリティカルで一刻を争う変電所アプリケーションにおいて、数ミリ秒という短いネットワークの中断でも、システムの運用に深刻な影響を及ぼし、現場の職員の安全性まで脅かす可能性があります。このため、従来のデバイスを、バンプレス制御を保証するネットワークへ早急に接続できるソリューションが必要でした。



新しいIEC 61850変電所

新しい変電所の設計を任されたエンジニアは、ゼロから新しく設計を始める余裕があります。従来のハードワイヤードソリューションと最新の IEC 61850 ソリューションを比較すると多くの電力会社は、IEC 61850 ソリューションを選択します。これは、IEC 61850 ソリューションがハードワイヤードソリューションと同じパフォーマンスと信頼性を提供でき拡張性も追加できる利点があります。ゼロから新しいIEC 61850変電所を建設する際にエンジニアが直面する3つの主な課題に対処する方法を詳しく見てみましょう：

▶ 決定論

IEC 61850イーサネットベース変電所のパフォーマンスは、有線のピア・ツー・ピア変電所と比較して見劣りするところはありませんか？

▶ デバイス、ネットワーク、データの信頼性

デバイスが高いEMIの環境で確実に動作すること、および重要なパケットを確実に伝送されることを保証するため、どのようにネットワークの冗長性を実装できますか？

▶ 管理の容易性

変電所のシステムエンジニアは、確立されたシステムの最適化、毎日のメンテナンス、トラブルシューティングをどのように実行できますか？

▶ 決定論

経験豊富な変電所エンジニアの主な関心事の1つは、イーサネットベースの変電所のパフォーマンスを従来のピア・ツー・ピアのハードワイヤード変電所のパフォーマンスと比較する方法です。特にイーサネットベースのネットワークでは、変電所ネットワークのメインランク回線で何千もの情報パケットが常に競合しているため、この懸念は理解できます。一般にエンジニアは、次の3つの大きな懸念事項があります：

1. 効率的な運用診断のために異なるIEDまたはRTU間で正確な時刻同期を確保する方法は？
2. アプリケーション間の転送時間は十分に高速ですか？
3. 高度な IEC 61850 変電所ネットワークは、重要な情報が遅延なく伝送するよう、どのようにパケットへ優先順位を付けますか？

時刻同期テクノロジー： ミリ秒からマイクロ秒まで

電力網に接続された測定デバイスが正確なクロックを確保するために変電所で正確な時刻同期が必要です。クロックの精度は、国内標準時を基準にして測定され、アプリケーションによってはミリ秒からマイクロ秒のオーダーで変化する可能性があります。

時刻同期プロトコル	NTP/SNTP	IEEE 1588 V1	IEEE 1588 V2
変電所の一般的な精度	1-10 ms	1 μ s	1 μ s
IEC 61850 ステーションパスの要件(1ms)を満たす	✓	✓	✓
IEC 61850 プロセス・パス要件(1s)を満たす	-	✓	✓
多数のデバイスを適切に拡張し、トラフィックの負荷を軽減	-	-	✓

トラフィック制御：VLANテクノロジー

VLANテクノロジーは、物理的なロケーションに代わりIPアドレスでデバイスをグループ化するために使用します。各パケットは、VLAN IDを送り、許可されたVLANチャンネルでのみ伝送できます。つまり、変電所ネットワークの任意の場所にあるデバイスを同じVLANに割り当てることができますが、隣接する2つのデバイスを異なるVLANに割り当てることができます。VLANは、変電所ネットワークに次の利点を提供します：

トランクトラフィックの削減

トラフィックは、ネットワーク デバイスを特定のVLAN に割り当てることで特定のネットワークドメインを制限できます。この方法で潜在的なトランク トラフィックのボトルネックを取り除きます。

トラフィックのフィルタリング

特定のVLANに割り当てられたネットワークデバイスは、同じVLAN上ではないデバイスから伝送されたパケットをフィルタリングします。このシンプルで効果的なフィルタリング戦略は、ネットワーク全体のトラフィックフローを分離するために使用されます。

デバイスのパフォーマンスの向上

ネットワーク上のエンドポイントデバイスは、所属するVLANからのパケットのみを処理し、各デバイスが処理する必要があるメッセージの数を大幅に削減します。

重要なパケットの優先順位付け: QoS

インテリジェントなQuality of Service (QoS) 分類方法を適用して、最も重要なデータパケットを最高の優先度で転送できるようにします。

標準 QoS

標準 QoSは、ポートベースのコンフィギュレーションとキューレベルに応じてパケットに優先順位を付けます。優先度の高いキュー内のすべてのパケットは、パケットタイプの精査を受けずに、各キューレベル内のファーストイン・ファーストアウトシーケンスに基づいて伝送されます。例えば、この方法で、優先順位が最も高い特定のポートに伝送されたパケットは、他のデータトラフィックの前に伝送される可能性があります。

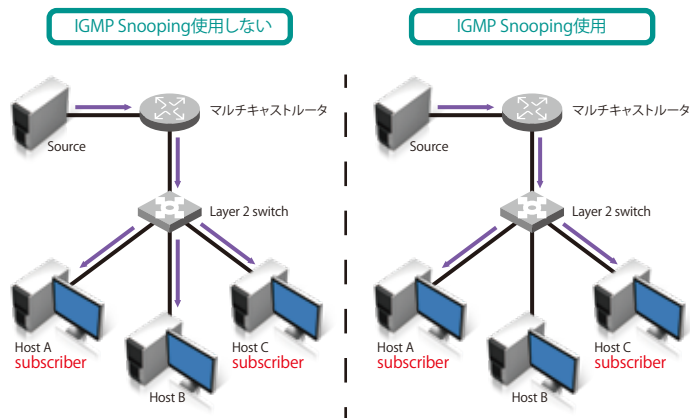
IEC 61850 QoS

IEC61850変電所通信においてGOOSEおよびSMVは、優先度が高く注意を必要とする 2つの重要なパケットタイプです。これらのメッセージが破損していないことを保証するためにネットワーク内でキューに入れられた他のメッセージに関係なく、最も高い優先順位で伝送されます。IEC61850のキューイングスキームを使用するとイーサネットスイッチは、GOOSEパケットおよびSMVパケットが重要であることを知っているため常にこれらのメッセージに伝送キューの最優先順位を与えます。



マルチキャストの最適化: IGMPスヌーピング

GOOSEおよびSMV はマルチキャストパケットです。同じ LAN 内のマルチキャストパケットは、要請していないパケットを処理することにより、ホストデバイスに不要な負荷を引き起こす可能性があります。IGMP スヌーピングではGOOSE パケットおよびSMV パケットは、サブスクリバにのみ転送され、帯域幅の浪費を最小限に抑えます。



►デバイスの信頼性

変電所内のデバイスは、常に極端な温度、高い電氣的干渉、エアフロー制限の影響を受けます。従って、過酷な動作環境下でデバイスが確実に動作することが重要です。

IEC 61850-3 準拠デバイス

IEC 61850-3および IEEE 1613規格では、変電所で使用されるネットワーク機器のEMCおよび通信要件を正確に定義しています。変電所のコンピュータおよびイーサネットスイッチは、様々な環境条件に対する適切な保護を保証するため、IEC 61850-3およびIEEE 1613 認証の取得を必要とします。これらの最低要件は、次のとおりです：

- ・Level 4 EMCによる電氣的干渉に対する強力な保護
- ・-40～75℃の周囲温度耐性
- ・コンスタントな振動および衝撃に対する耐性

IEC 61850-3 変電所の通信ネットワークおよびシステム — Part 3: 一般要件	
IEC TS 61000-6-5 電磁両立性 (EMC) — パート 6-5: 共通規格; 発電所および変電所に対する免疫性 (= 電磁感受性)	IEC 870-2-2 遠隔操作機器およびシステム — パート2: 運用条件; セクション 2: 環境条件
IEC TS 61000-4-x シリーズ (基本免疫性規格) 61000-4-2 (静電気放電) 61000-4-3 (放射電磁界) 61000-4-4 (電氣的ファスト・トランジェントバースト) 61000-4-5 (サージ) 61000-4-6 (高周波伝導) 61000-4-8 (電源周波数磁界)	61000-4-11 (電圧ディップ、瞬断) 61000-4-12 (振動派) 61000-4-16 (低周波伝導コモンモード) 61000-4-17 (直流電源線上的リップル) 61000-4-29 (直流電源入力ポートにおける電圧ディップ・瞬断・電圧変動) Class A: 空調環境 (屋内) Class B: 加熱および/または冷却された密閉状態の環境 Class C: シェルタ環境 Class D: 屋内環境 Class C1: -5 ~ 45°C Class C2: -25 ~ 55°C Class C3: -40 ~ 70°C Class Cx: 特殊

ワイヤースピードゼロパケット損失 テクノロジー:NoiseGuard™

EMIの激しい変電所の環境においてデータパケット (GOOSE/SMV/PTP) が失われないようにするためにMoxaのスイッチは、殆どのネットワークでパケット損失をゼロにすることができるNoiseGuard™テクノロジーを使用した設計がされています。NoiseGuard™テクノロジーは、IEEE 1613 Class2の要件を超えるEMC免疫性テクノロジーであり、優れた伝導性のハウジングに組み込まれた最適化されメカニカル設計を採用しています。カスタマイズされたコンポーネントには、光ファイバートランシーバ、および強化され最適化された電源回路設計が含まれます。



OSのリカバリ: Smart Recovery™テクノロジー

信頼性の高い変電所マネジメントを確保するためには、安定したシステムの運用が重要です。そのためシステムが不安定な場合、システムをできるだけ早く通常の動作に復元するためにはどうすればよいでしょうか？多くの場合において、エンジニアはドメインの知識が不十分であること、また、複雑な復元手順が多くなる可能性に不慣れで困惑することがあります。Moxaのコンピュータには、エンジニアが自動的にOSのリカバリをトリガーしてダウンタイムを最小限に抑えるための自動BIOSレベルのソフトウェアリカバリツールであるSmart Recovery™を付属しています。

完全自動化のリカバリツール

リカバリプロセスを自動化できる無人変電所またはリモート変電所のための特別な設計。

2ステップのマニュアルリカバリプロセス

ツールから、または USB ストレージ デバイスを使用して、2ステップ のリカバリプロセスをサポートし、エンジニアがシステムオペレーションを迅速に復元します。

過酷な環境に耐える: ファンレス熱設計

-40～75℃の極端な温度範囲、埃、制限されたエアフローは、変電所環境で一般的に見られる条件であり、変電所のコンピュータのパフォーマンスに大きな影響を与えます。CPUを冷却するためファンに依存しているコンピュータは特にこれらの厳しい環境条件に対して脆弱となります。変電所のコンピューターは、外部環境から完全に密閉されなければならない、いかなるファンも必要としません。時折、コンピュータが変電所において経験する極端な高温環境でも正常に起動し続けることができれば、ファンを不要とすることでコンピュータの寿命を大幅に延ばせます。このためエンジニアは、デバイスの中心部にPCBの最も高い熱を集中させるよう努力しなければなりません。その結果、内部の熱を放熱するために利用可能な最大の面積が確保できます。ファンレスシステムでは、通常、外装全体が1つの大きなヒートシンクとして利用され、フィンの高さ、すき間、厚さ、接触点が慎重に分析および調整されて、さらに放熱が最適化されます。これが意味するものは、完全なファンレスコンピュータを設計することは、重要な技術的課題であり、ファンレスコンピュータはファンを使用して冷却するソリューションに比べ必然的に高価になります。しかし、追加コストは、信頼性の大幅な向上だけでなくサイズの縮小、複雑さ、および埃、熱、腐食に対する保護という追加の利点によって正当化されます。



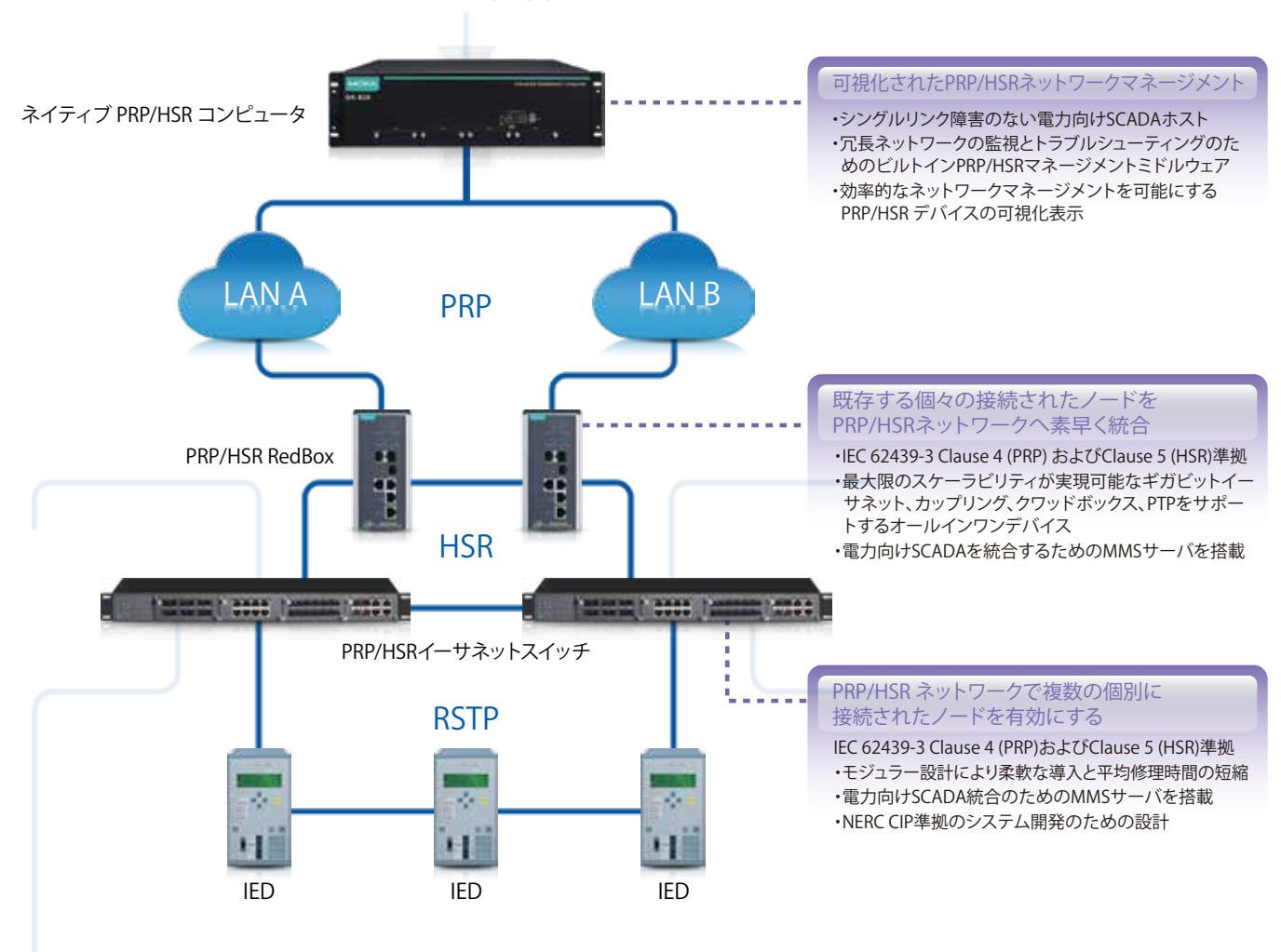
▶ネットワークの信頼性

あらゆる種類のパケット損失は、変電所通信において容認されません。重要なパケットが確実に伝送されるようにすることは、変電所にとって重要な要素であり、障害発生時のデータ損失を防ぐためにネットワークの冗長性を実装することが重要となります。

ネットワーク冗長性テクノロジー

ネットワークの冗長性は、ネットワークデバイスまたはパスが利用できない場合にネットワークの可用性を確保するための方法です。イーサネットネットワークのフォルトトレランスを強化できる多くの既存メカニズムがあります。最も一般的なもの、RSTP、独自のリング冗長化、PRP/HSRがあります。しかしながら、現在の複雑な変電所オートメーション環境では、システムの運用に深刻な影響を与えたり、現場の安全性を危険にさらしたりする可能性があるためミリ秒レベルの長いネットワークの中断は容認されません。IEC 61850 edition 2は、変電所オートメーションシステムにおけるGOOSEおよびSMVパケットの伝送がバンプレスであることが明記されています。Moxaは、現場での安全性とサービス品質を確保するためにパケットロスゼロのネットワーク冗長化技術のためのPRP/HSRテクノロジーを提供します。

Moxaの統合されたPHR/HSRテクノロジー

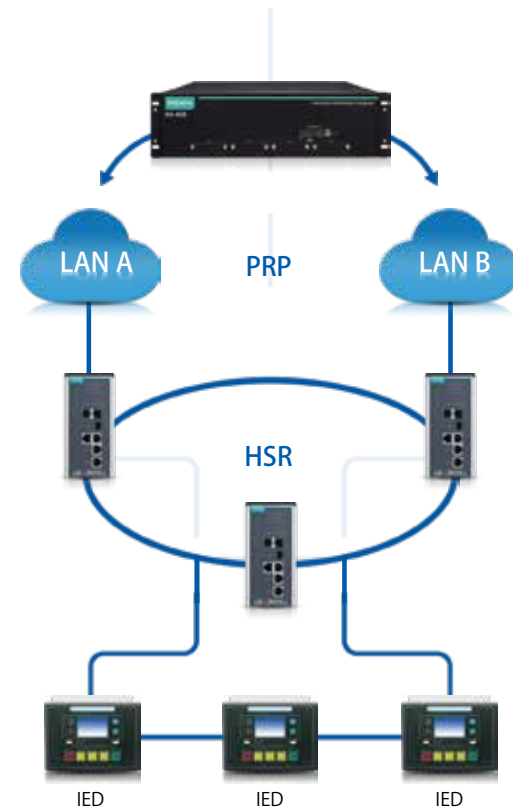


効率的なネットワークマネジメントを実現するネイティブPRP/HSRコンピュータの使用

変電所エンジニアのもう1つの懸念は、PRP/HSRテクノロジーを使用する場合、システム内で複数のプロトコル（MMS、PRP/HSR監視フレーム、SNMP）を処理しなければならないため、それらの管理が複雑になることです。

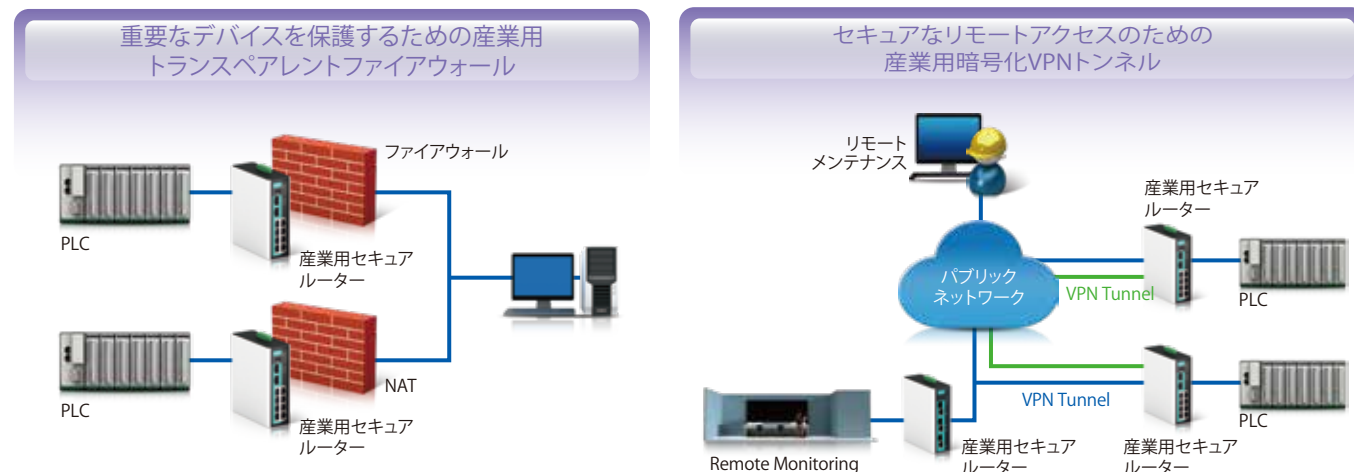
ネイティブPRP / HSRコンピュータは、SNMPとMMSインターフェースの両方をサポートする内蔵のPRP / HSR管理ミドルウェアを使用してPRP / HSRネットワークをモニターしながら、高い信頼性を確保するのに最適です。

PRP/HSRデバイスを含む異なる通信プロトコルを実行する様々な変電所デバイスを、このコンピュータに接続できます。PRP/HSRデバイスからの監視フレームは、デバイスレベルでSNMPまたはMMSフォーマットに変換され解析のためにミドルウェアに転送されます。ミドルウェアとPSCADAシステムの統合によりMMSプロトコルを介して変電所PSCADAシステムですべてのデータを容易に読み取ることができます。変電所のオペレータは、PSCADAのビジュアルツールを使用してPRP/HSRシステム上のすべての機器を管理することが簡単であると感じます。更に、PSCADAシステム上で単一障害点を表示できるためトラブルシューティングが容易になり、PRP/HSRアプリケーションの信頼性と安定性が向上します。



変電所におけるサイバーセキュリティの強化

公共インフラストラクチャへのサイバー攻撃が増加している現代において、変電所のネットワークおよび資産の保護を軽視することはできません。ミッションクリティカルなネットワークを保護するためにMoxaは、パブリックネットワークを介してフィールドデバイスへのセキュアなリモートアクセスを提供し、変電所ネットワークの階層型多層防御ネットワークセキュリティを容易にするギガビットセキュアルータのポートフォリオを提供します。



▶データの信頼性

制御信号や警告などの重要なデータは、PSCADAから指定されたIEDにGOOSEメッセージで伝送されます。GOOSEパケットの遅延、損失、改ざんを検出するためのスイッチに組み込まれたメカニズムにより変電所ネットワークにおける迅速なトラブルシューティングが容易になります。

パケット監視のためのGOOSEチェックテクノロジー

GOOSEチェックは、イーサネットスイッチを通して各GOOSEパケットのステータスを継続的に監視する一種のパケットの精査です。そして変電所のオペレータは、MMSを使用してこの情報をPSCADAシステムに伝送し、ドロップ、遅延、順序外れ、改ざんされたGOOSEパケットを可視化でき、パケットのステータスが変化したときにシステム警報をトリガーします。

Update Interval: every 5 secs

All	Index	APP ID	GOOSE Address	IED Name	VID	Ingress Port	Rx Counter	Status	Type
☐	1	1	01:0c:cd:01:00:00	BC_CONTCTRL	1	1-2	85	Health	Static
☐	2	1	01:0c:cd:01:00:01	BC_CONTCTRL	1	1-2	85	Health	Dynamic
☐	3	1	01:0c:cd:01:00:02	BC_CONTCTRL	1	1-2	85	Timeout	Dynamic
☐	4	1	01:0c:cd:01:00:03	BC_CONTCTRL	1	1-2	85	Health	Dynamic
☐	5	1	01:0c:cd:01:00:04	BC_CONTCTRL	1	1-2	85	Health	Static
☐	6	1	01:0c:cd:01:00:05	BC_CONTCTRL	1	1-2	85	Health	Dynamic
☐	7	1	01:0c:cd:01:00:06	BC_CONTCTRL	1	1-2	85	Tampered	Static
☐	8	1	01:0c:cd:01:00:07	BC_27_1CTRL	1	1-2	85	Health	Dynamic

Reset Delete Set Static

▶管理性

変電所のシステムエンジニアは、確立されたシステムの最適化、日常のメンテナンス、トラブルシューティングをどのように行うことができますか？

ブラウザベースによるネットワーク機器の設定

ネットワーク機器の設定情報を正しく設定しなければ通信インフラストラクチャが不安定または機能しないことに繋がる可能性があるため、変電所のエンジニアにとって頭の痛い問題です。

そこでMoxa独自の変電所向け設定ウィザードがより大きな影響を与えます。変電所は、非常に特殊な環境であるためITチームは、いくつかの重要な機能のみを必要とします。このため設定のプロセスを単純化し合理化することは非常に理にかなっています。設定入力のインターフェースを関連するネットワーク機能のみに減らすことでセットアップとメンテナンスの効率が大幅に向上します。右の画面に示すようにエンジニアは、Moxaのブラウザベースの設定ウィザードを使用して、わずか7ステップでネットワークデバイスを展開できます。

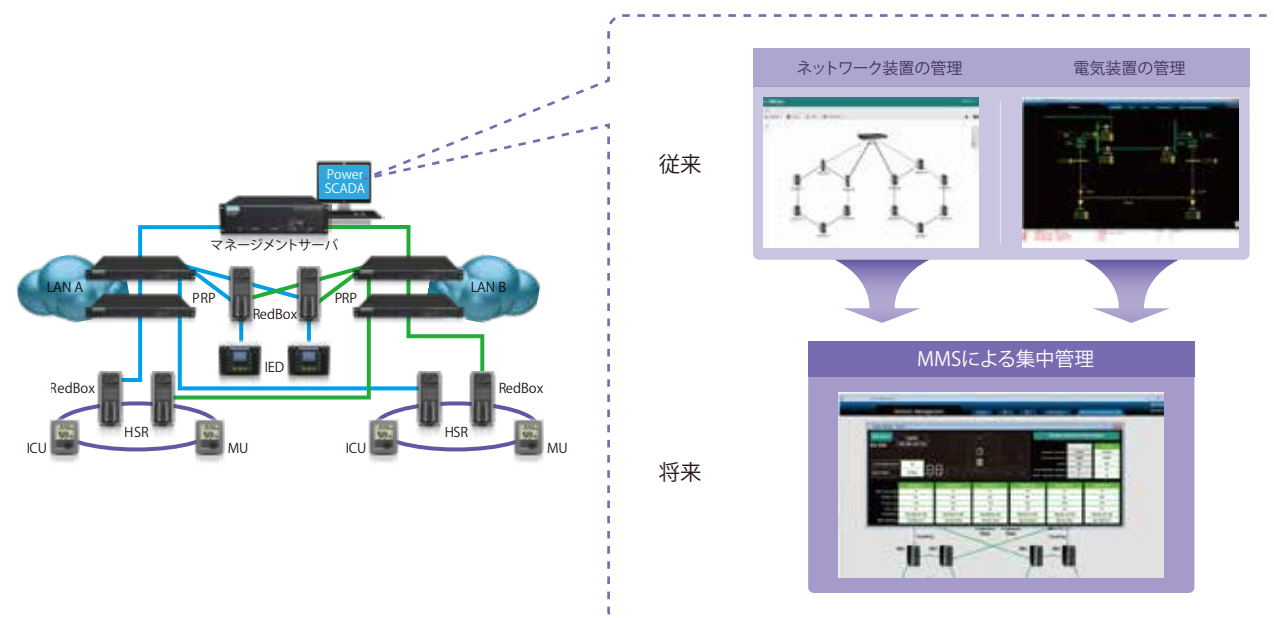


PSCADA統合のための組み込みMMSサーバ

同じネットワーク上に存在する複数のピア・ツー・ピア通信接続をアップグレードし、通信エラーを発見することは非常に複雑な作業です。IEC61850-90-4モデリングに基づき完全に統合されたMMSサポートにより、変電所のSI(システムインテグレータ)とオートメーションエンジニアは、プロセスレベルの情報とともに自動化装置のネットワーク全体を全て一つのSCADA画面で表示でき、IEC-61850電気装置の管理と同様にイーサネットスイッチの管理ができます。したがって、変電所システム上のITデバイス用に個別のNMSソフトウェアをインストールおよび構築する必要はなくなります。

管理者は、MMS を使用して次のことが実行できます：

- IED、スイッチ、組込コンピュータ、デバイスサーバ、そして1つの電力向けSCADAからのプロセスデータを監視および制御
- ネットワークの輻輳を減らしながらITハードウェアの冗長化されたSNMPシステムを排除
- イベントトリガー、ポーリングレポートまたはその両方をデバイスに設定
- 1つのソフトウェアビューでネットワーク階層内の他のデバイスに関連するデバイスを正確に特定
- SCADAシステムからITハードウェアを直接設定および制御



変電所ネットワークでは、しばしばIEC61850 MMSが組み込まれていないスイッチを導入しますが、これらのスイッチはPSCADAシステムに簡単に統合することができないためネットワーク管理がより複雑になります。Moxaの管理ソフトウェアは、デバイスとサードパーティのアプリケーション(WebベースSCADAなど)との統合を容易にするRESTful APIおよびWebウィジェットをサポートしています。

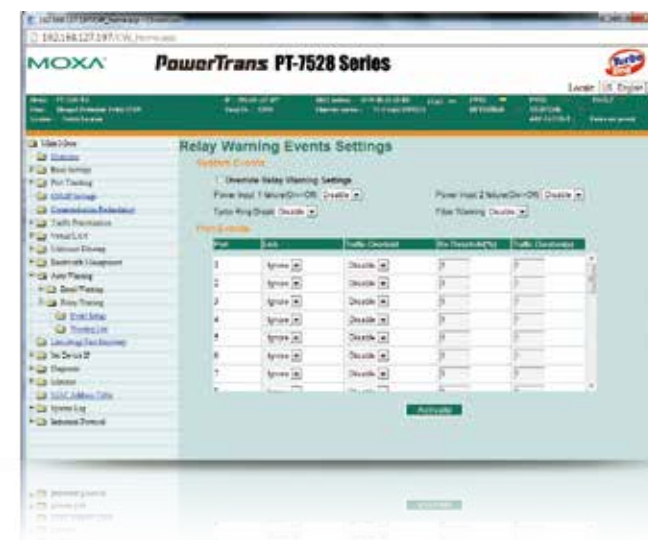


ST/SC /SFP光ファイバー問題の予防診断：FiberCheck™テクノロジー

ファイバーコンポーネントがライフサイクルの終わりに達すると予測するメカニズムを実装し、エンジニアが故障前に部品を交換できるようにする方法はありますか？

変電所ネットワークでイーサネット接続を電磁干渉から保護するために使用される光ファイバーは、長年の使用により劣化する可能性があります。FiberCheck™テクノロジーは、デジタル診断監視技術を使用して信号の減少またはドロップする前に信号の劣化を診断し、早期のエラー検知と故障切り分けのための予知保全を提供します。現在、殆どの変電所では、SFPタイプ光ファイバーの監視のみをサポートしています。

MoxaのFiberCheck™は、変電所スイッチのST/SC(およびSFP)コネクタを監視し、異常が検出されたときにSNMPまたはMMSを介してPSCADAシステムに通知できるためオペレータは、メンテナンスを迅速に実行することができます。レポートと警報は、ネットワークポート、シリアルコンソール、CLI、MMSレポート、SNMPトラップ、デジタルリレイ、システムログファイルに書き込まれたエントリのいずれかの方法で伝送できます。FiberCheck™機能によりシステムオペレータは、光ファイバーコネクッションに沿って送受信電力、温度、電圧/電流をリアルタイムで監視できます。



パフォーマンスと保護

変電所の自動化には、強力でセキュアな管理プラットフォームが必要不可欠です。しかしながら、1つのシステム上で様々なアプリケーションが動作していると全体的にパフォーマンスが大幅に低下する可能性があります。変電所のエンジニアが避けたいことは、複数の管理プラットフォームを維持する必要があることであり、これはコストがかかり、実装やメンテナンスが困難になる可能性があります。

プロトコル変換は、改裝変電所プロジェクトのために組み込みコンピュータを選択する際、求められる機能の1つにすぎません。殆どの場合、変電所の組み込みコンピュータは、様々なアプリケーションやオペレーティングシステムを実行するために使用されます。このような場合、エンジニアは、VMwareなどの仮想化技術を使用して独立した仮想マシンを実行することを好みそれには、次のような利点があります：

コストの削減

VMを使用すると、既存のx86ハードウェアプラットフォームの効率化と利用レベルが向上するため、新しいハードウェアを購入するコストを節約できます。

アプリケーションの分離

ハードウェアプラットフォームの機能に応じてアプリケーションを完全に分離するために各アプリケーションを別々のVMで実行できます。また、重要なアプリケーションワークロードと重要でないアプリケーションワークロードを別々のVMで実行して、1つのアプリケーションセットに障害が発生しても他のアプリケーションを引き続き実行することもできます。

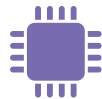
既存のアプリケーションの寿命を延ばす

VMを使用すると新しいハードウェアプラットフォームまたはオペレーティングシステムを使用するコンピュータで既存のアプリケーションを実行できます。しかしながら、すべてのコンピュータプラットフォームがVMwareとうまく動作するとは限りません。そのためには、VMware対応ロゴを表示する製品を必ず使用する必要があります。これは、製品がVMwareの統合および相互運用性の基準を満たしていることを示します。



事前警報を実行するための重要なコンポーネントのステータス監視：プロアクティブモニタリング

産業用コンピューターのパフォーマンスをどのように改善して、主要なパフォーマンスインジケータで高度なアラートを取得し、予期しない機器のダウンタイムを削減しますか？Moxaの産業用コンピュータ向けの革新的なソフトウェア視覚化ツールであるプロアクティブモニタリングは、CPU使用量、メモリ使用量、ストレージパーティション使用量、CPUおよびマザーボードの動作温度、および冗長電源モニタに注意を払ってコンピュータの状態を監視し、リレー出力をトリガーして、視覚的な警報もしくは聴覚的な警報を供することができます。更に、ユーザ定義の基準に基づいてこれらの警報をトリガーするようにツールを設定できます。



CPU使用率警報

CPU使用率が一定期間にわたり、しきい値を超えたとき（ユーザが定義した使用率しきい値および期間）



メモリ使用量の警告

設定された期間にメモリ使用量が指定されたしきい値を超えたとき



温度警報

設定された期間内にシステム温度がユーザ定義のしきい値を超えたとき



ストレージドライブの警告

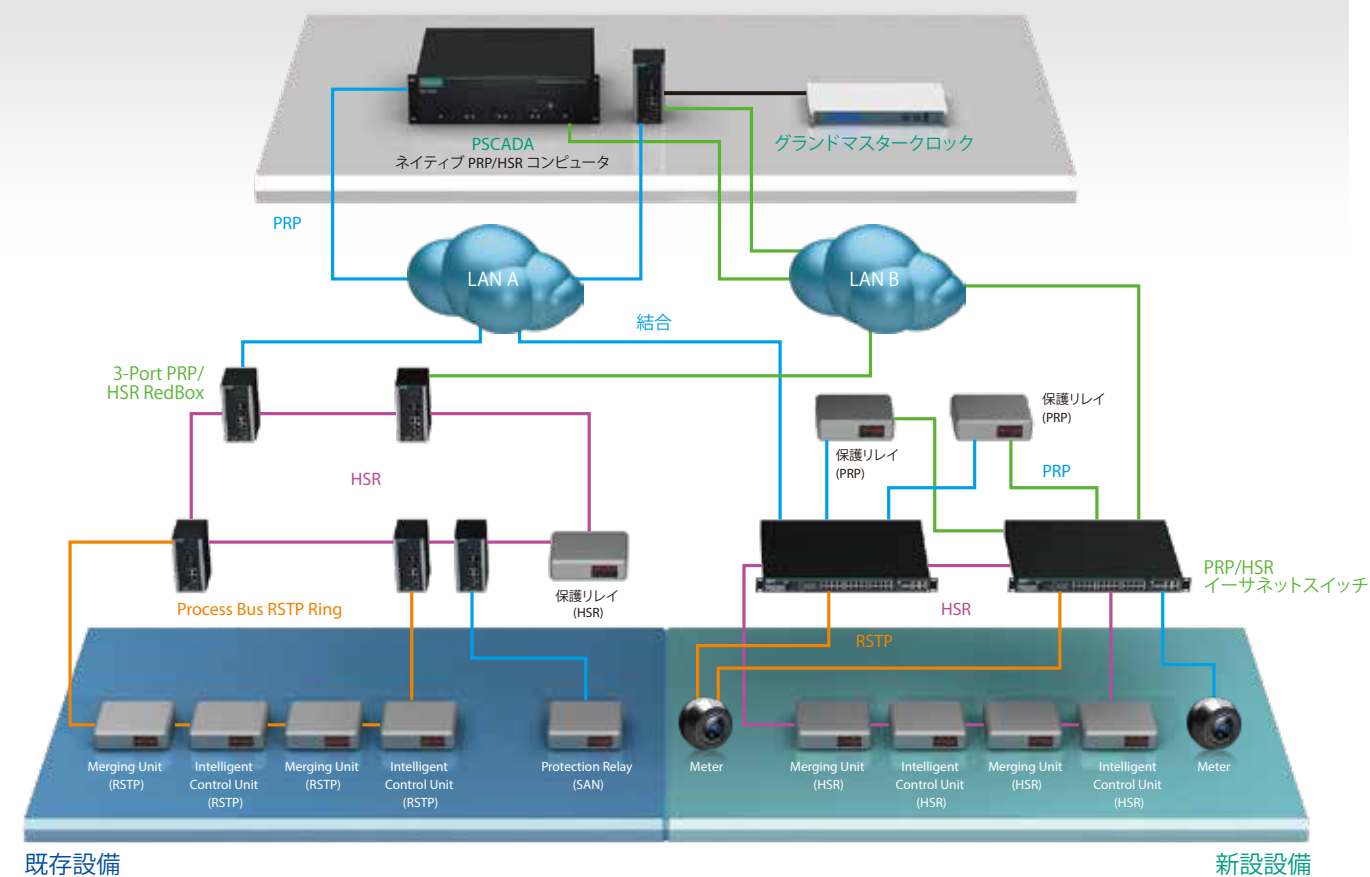
ストレージ容量の減少など、S.M.A.R.T.のしきい値を設定可能

事前設定されたイベント		しきい値			初回起動時	アクション
アイテム	内容	Min.	Max.	初期設定		リレーへの出力
CPU	CPU使用率警報: CPU使用率が事前定義のしきい値に達したとき	1%	100%	80%	Disabled	CPU負荷警告
メモリ	メモリ使用量警報: メモリ使用量が事前定義のしきい値に達したとき	1%	100%	80%	Disabled	メモリ使用量の警告
ディスク	ストレージパーティション使用量警報: ストレージの使用量が事前定義のしきい値に達したとき	1%	100%	80%	Disabled	ディスクパーティション使用警告
温度	CPU温度警報: CPU 温度が事前定義のしきい値を越えたとき	0°C	120°C	100°C	Disabled	高温警告
	メインボード温度アラーム: メインボードの温度が事前定義のしきい値を超えたとき	-40°C	0°C	-15°C	Disabled	低温警告
		0°C	120°C	100°C	Disabled	高温警告
ネットワーク	イーサネットステータス警報: イーサネットポートリンクがダウンしリレーがトリガーされたとき	N/A	N/A	N/A	Disabled (by port)	リンクダウン警告
電源	冗長電源監視警報: 電源モジュールの1つが故障 (デュアル電源モデルのみ)	N/A	N/A	N/A	Disabled	電源警告 デフォルト：無効

レガシーからハイブリッドへのネットワーク展開

変電所の改装プロジェクトでは、既存のRSTPリングネットワークとPRP/HSR構成を統合して、DAN(dual attached nodes)をバンプレスな冗長通信バックボーンへ組み込みシステムの可用性を向上させる必要があります。MoxaのIEC61850準拠のデバイスは、PRPおよびHSRの冗長性に合わせて調整されたMoxaのIEC61850準拠のデバイスを使用することでシームレスな制御と監視が可能になり一刻を争うミッションクリティカルなアプリケーションに必要なネットワークインフラストラクチャの構築または改装ができます。

通信バックボーンから監視プラットフォームへの高い相互運用性



既存設備

新設設備

04

世界中の1,000以上の送配電アプリケーションに導入された成功実績

発電変電所: ケース1、2



送電変電所: ケース3、4、5、6、7、8



配電変電所: ケース9、10、11



企業向け変電所: ケース12、13、14、15、16

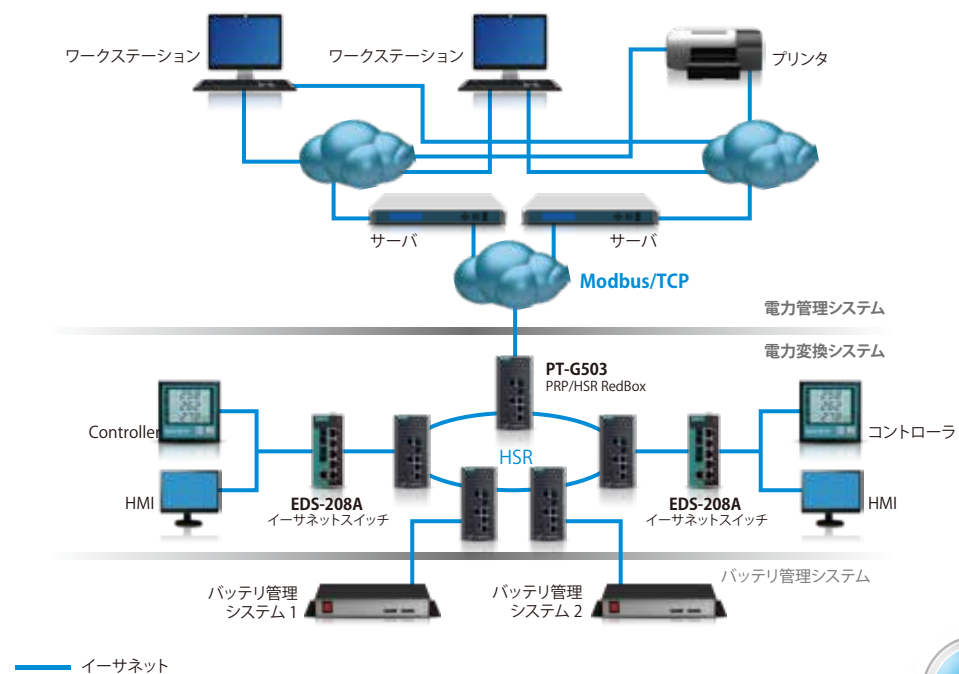


Moxaとの提携による堅牢かつ将来性を考慮した変電所ネットワーク構築の実例を紹介します。変電所業界における長年の専門知識と経験を有するMoxaは、世界中で1,000以上の変電所の通信およびコンピューティングプロジェクトにデジタルソリューションを提供してきました。

この章では、世界中で成功したサクセスストーリーを紹介します。サクセスストーリーは、発電変電所、送電変電所、配電変電所、企業向け変電所の4つのカテゴリに分類しています。ここではそれぞれ独自のスマート変電所を構築する際に発生する重要な問題をMoxaがどのように解決したかを、これらのサクセスストーリーから確認することができます。

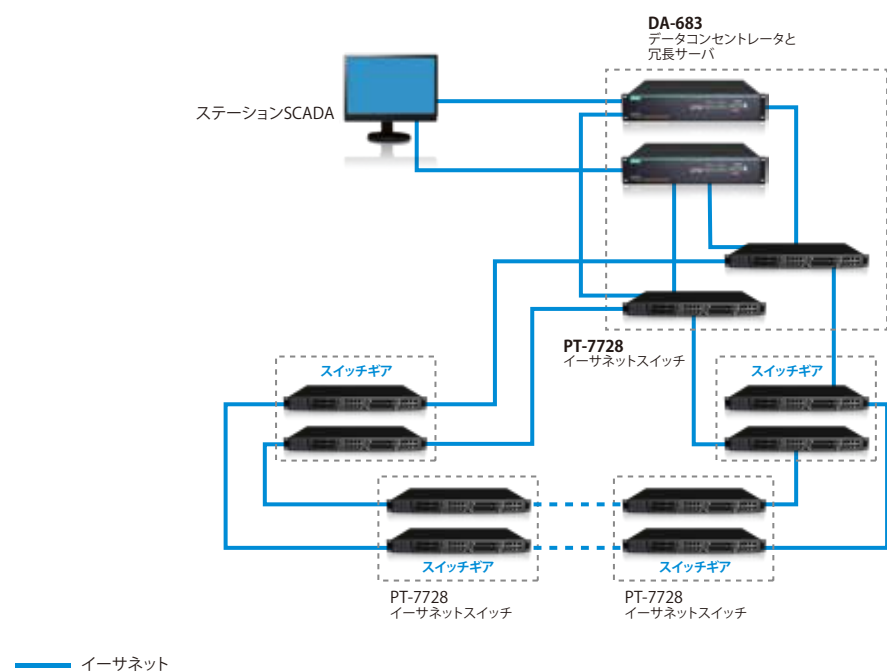
エネルギー貯蔵システム向けのHSRソリューション

韓国の電力変換システム



火力発電所向けIEC61850端末の変電所

冗長ネットワーク設計を採用したインド最大の火力発電所



01

韓国

背景と要件

- ◆変電所電圧: 345 kV
- ◆変電所のタイプ: 発電変電所
- ◆お客様のニーズ: ESS (エネルギー貯蔵システム) を実装して貯蔵されたエネルギーのステータスをリモートで監視

Moxaを選んだ理由

- ◆HSRソリューションの容易な設定が可能
- ◆PT-G503に設けられた監視およびトラブルシューティング専用のイーサネットポート (1ポート)

02

インド

背景と要件

- ◆変電所電圧: 765 kV
- ◆変電所のタイプ: 発電用変電所
- ◆お客様のニーズ: 冗長リングを形成するための、4ファイバギガビットポートを備えた柔軟なポート構成

Moxaを選んだ理由

- ◆IEC 61850-3およびIEEE 1613に準拠
- ◆トータルコンピューティングおよび通信ソリューションの提供
- ◆PT-7728による優れた費用対効果の提供

背景と要件

- ◆変電所電圧: 110/220 kV
- ◆変電所のタイプ: 送電変電所
- ◆お客様の要件: 江蘇省の省営送電網にIEC61850 GOOSE/SMVおよびIEEE1588規格を使用する世界初のIEC61850 デジタル化変電所の構築

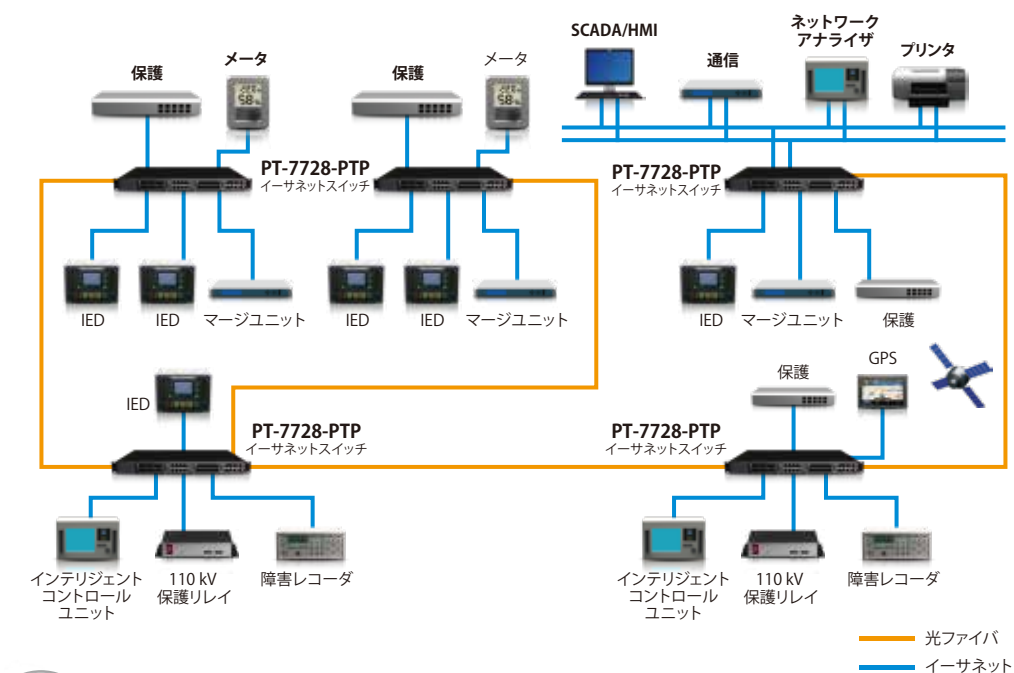
Moxaを選んだ理由

- ◆変電所のネットワーク設計に関するコンサルティングサービス
- ◆IEC61850-3およびIEEE1613に準拠したPT-7728-PTP
- ◆IEEE 1588に準拠したナノ秒レベルの精度

03

中国

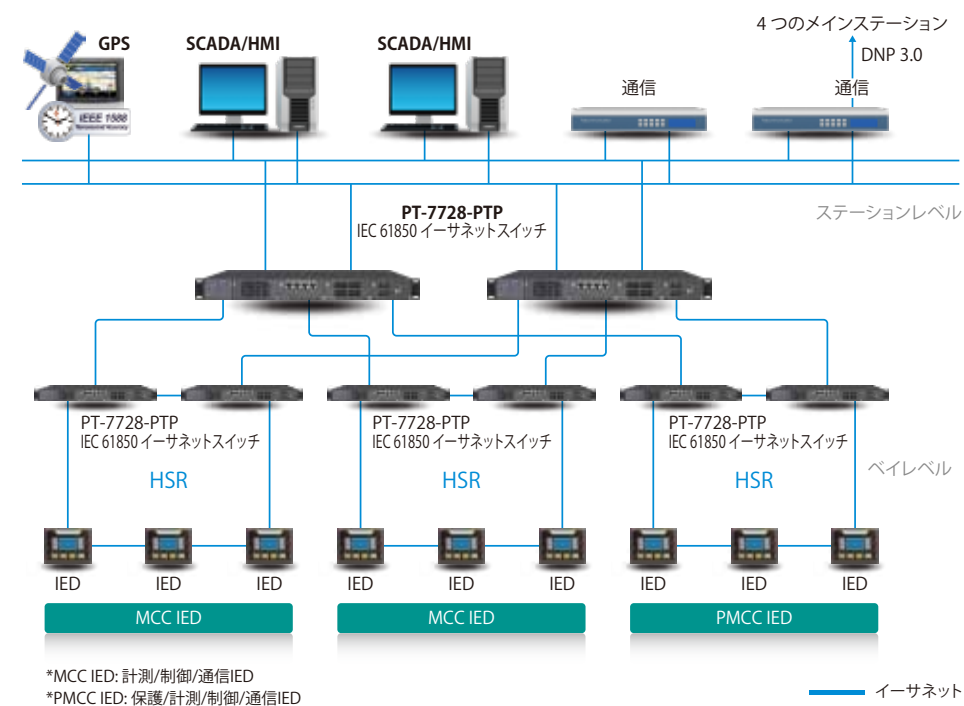
世界初のIEC 61850 準拠レイヤ3 220kV級の変電所



04

台湾

PRP/HSRネットワークをサポートしたIEC 61850 161kV級変電所

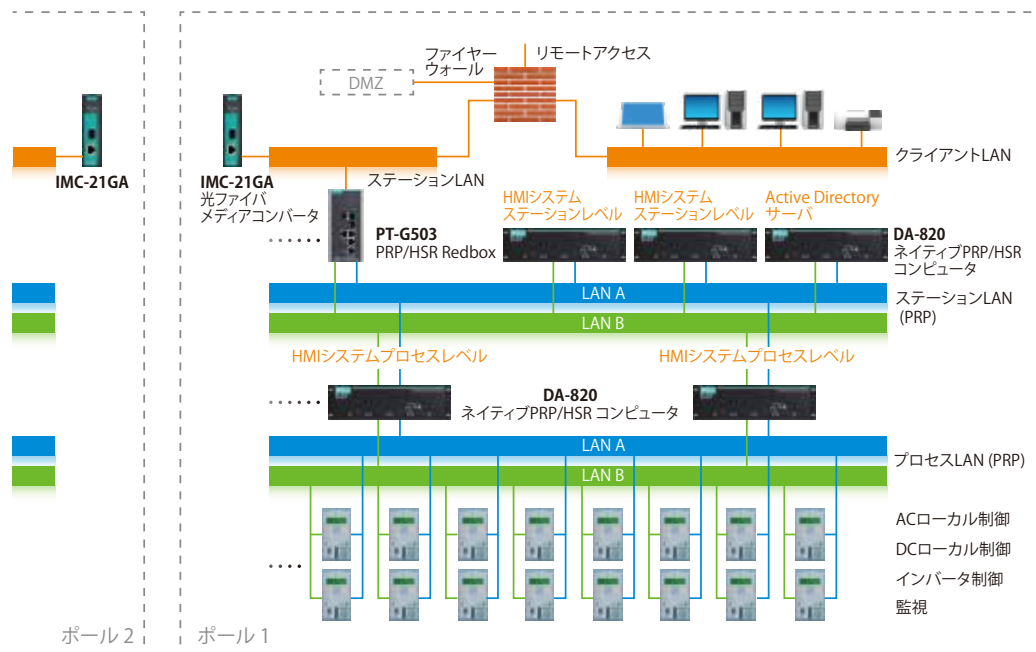


*MCC IED: 計測/制御/通信IED
 *PMCC IED: 保護/計測/制御/通信IED

ステーションおよびプロセスバスのためのPRPネットワーク

05

ドイツ

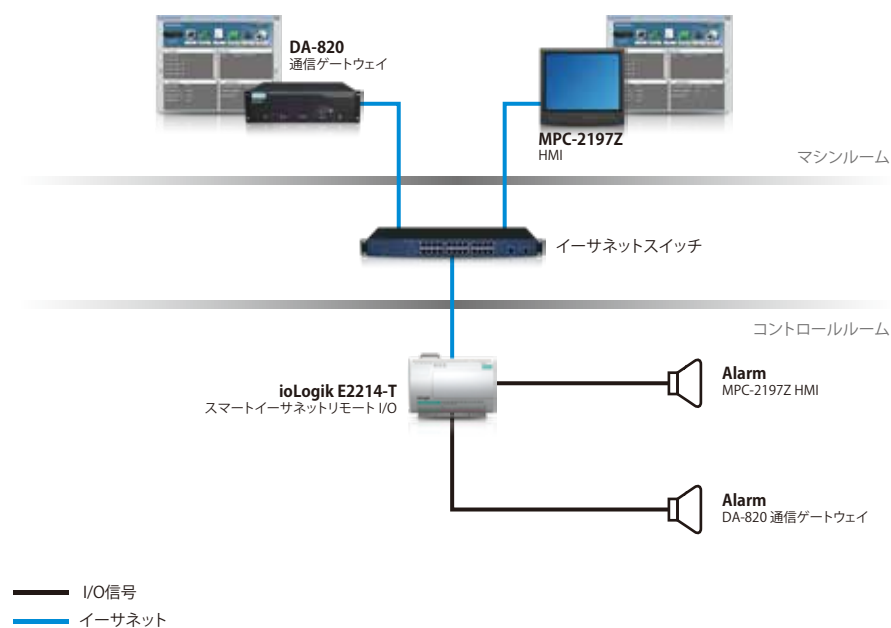


コロンビア最大の州立送電用変電所

主要なPSCADAプロバイダとの統合

06

コロンビア



背景と要件

- ◆ 変電所電圧: 380 kV
- ◆ 変電所のタイプ: 送電変電所
- ◆ お客様の要件:
 - ・ 送電容量2ギガワットの340km 380kV HVDCリンク用のコンバータステーション
 - ・ カップリングモードのサポートとマネージメントおよび監視機能を備えたPRP/HSRボックス
 - ・ 最先端のPTPサポート
 - ・ IEC-61850-3に準拠した、ファンレス、ハイパフォーマンスコンピュータ

Moxaを選んだ理由

- ◆ 完全なPRP/HSRポートフォリオ
- ◆ ハイパフォーマンスかつ信頼性の高いIEC61850-3に準拠したコンピュータ
- ◆ PRP/HSRカップリングモードのためのPTP機能のサポート
- ◆ 最新のPRP/HSR規格要件の迅速な採用と特定のファームウェアニーズへの迅速対応

背景と要件

- ◆ 変電所電圧: 380/132 kV
- ◆ 変電所のタイプ: 送電変電所
- ◆ お客様のニーズ:
 - ・ リモート資産管理と監視を強化し、さまざまなHVデータワークフローをMBIおよびPSEプラットフォームから中央のSCADAシステムに送信できるソリューション

Moxaを選んだ理由

- ◆ トータルのIEC 61850-3コンピューティングおよび通信ソリューション
- ◆ PT-7528のメイン管理機能: MMSまたはSNMPを介しての診断データ (ポートステータス、電源装置)
- ◆ プロアクティブモニタリング: DA-820によりサポートする予知保全機能

07

イタリア

イタリアの州立送電網向け電力網監視ソリューション

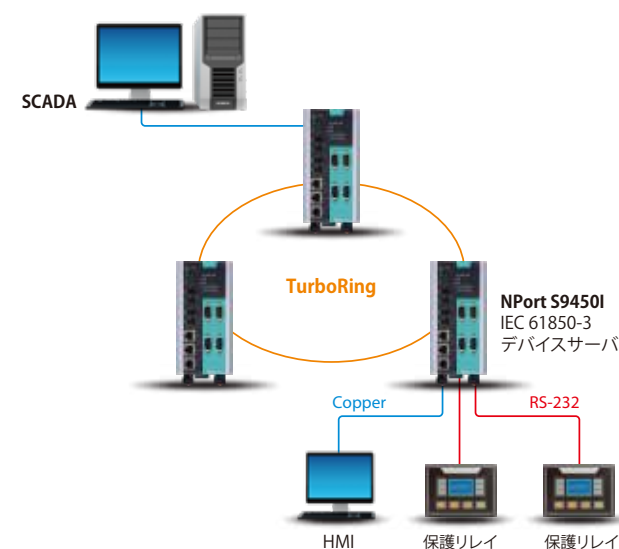


イーサネット

08

イタリア

中規模レベルの無人変電所の改装

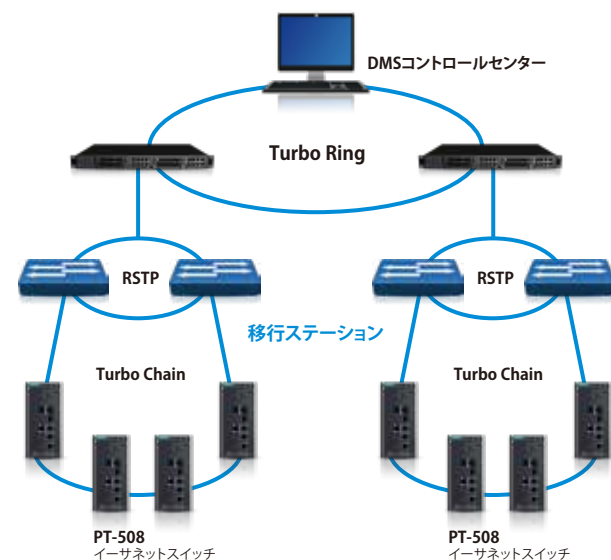


光ファイバ

イーサネット

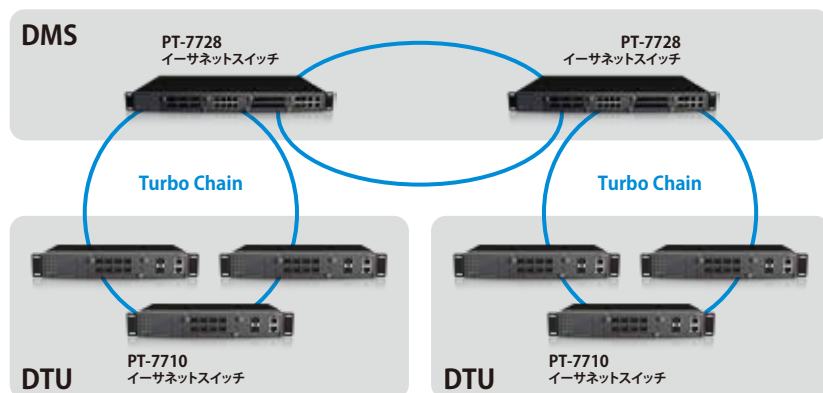
シリアル

ADNOC (アブダビ国営石油会社) 変電所



イーサネット

中国南部電力網の配電設備



イーサネット

09

アラブ
首長国連邦

背景と要件

- 変電所電圧: 33 kV/11 kV
- 変電所のタイプ: 配電FRTU (FRTU: 給電線遠隔端末装置)
- お客様のニーズ: セキュアで多くの制限がある既存のシステムに統合できるイーサネットスイッチ

Moxaを選んだ理由

- Turbo Chainテクノロジーをベースとした既存のRSTPリングへ容易に統合できるイーサネットスイッチ
- 最大60Vの電圧範囲に対応したPT-508
- カスタマイズ済みのファームウェア: イーサネットスイッチのステータス (MACアドレス、FW、シリアル番号) を監視するためのカスタマイズされたWebナビゲーター

10

中国

背景と要件

- 導入ユニット数: 700ユニット
- 変電所のタイプ: 配電変電所
- お客様のニーズ:
 - 拡張性および柔軟性のある設備展開
 - 既存の電力ネットワークとの相互運用性
 - 様々なイーサネット機器の相互運用性

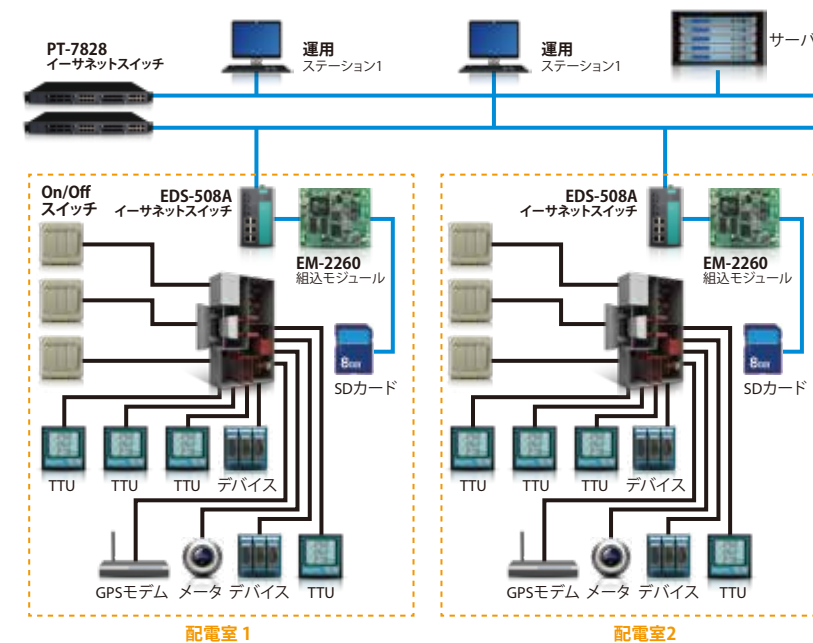
Moxaを選んだ理由

- システム要件に基づいてネットワークを拡張する機能を備え、容易な大規模展開機能を実現するTurbo Chainテクノロジー
- Turbo ChainとRSTPバックボーンとの容易な統合
- 優れた費用対効果を実現できるTurbo Chainの展開

11

中国

1つの組み込みコンピューティングモジュールが配電システムを簡素化

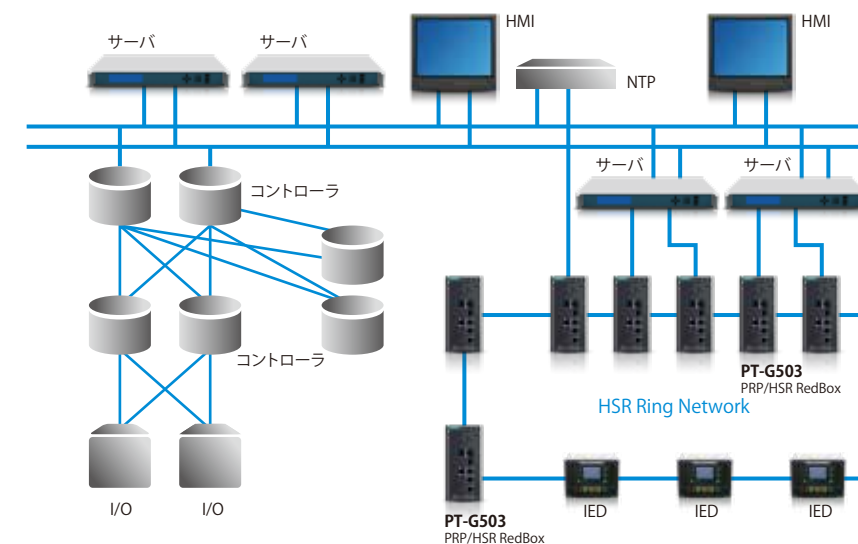


イーサネット

12

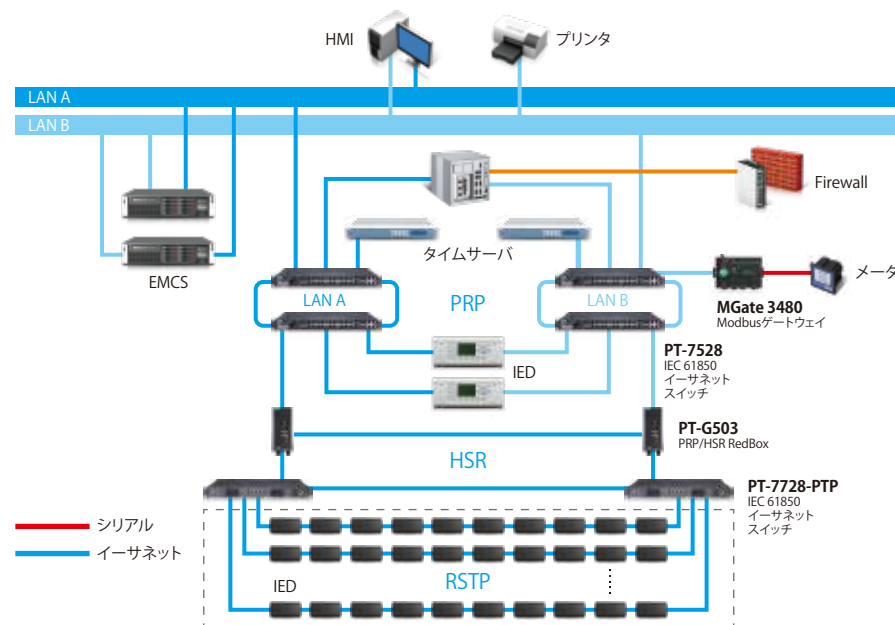
米国

企業向け変電所: 工場DCS向けの PRP/HSRソリューション



イーサネット

デバイスをPRP/HSRネットワークへ容易に移行するためのRSTPのグループ化



13

ロシア

背景と要件

- 変電所電圧: 150/35 kV
- お客様のニーズ:
 - RSTPベースのグループおよび数百のIEDをPRP / HSRネットワークへ容易に統合
 - 容易な管理のためModbus RTUデバイスをModbus TCPへ変換
 - IEC 60870-5-104 パケットをフィルタリングするファイアウォール
 - PRP/HSRネットワークにおいてIEC 61850/パケット (MMS, GOOSE) の送信

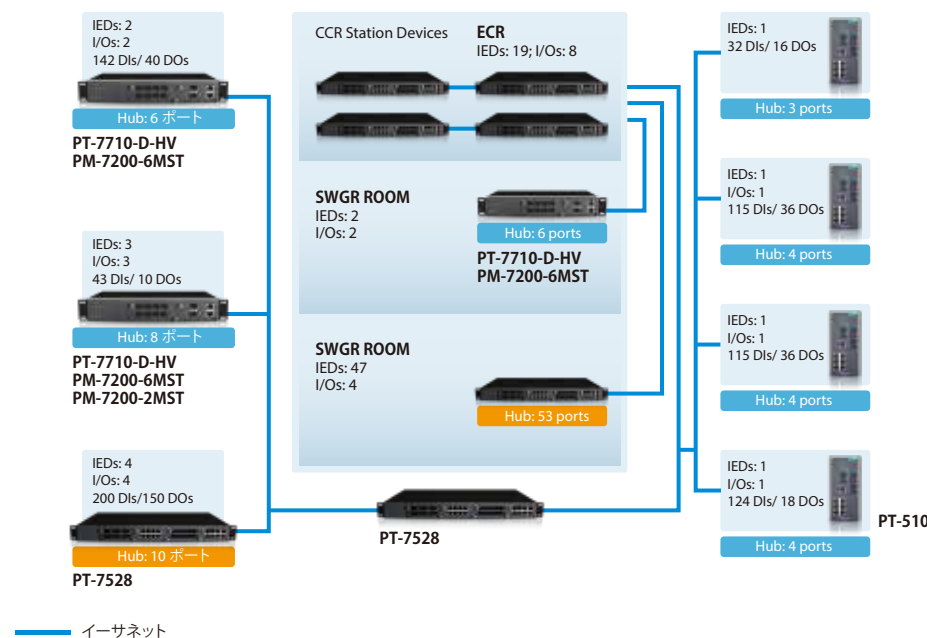
Moxaを選んだ理由

- RSTP グループ化テクノロジーにより既存のIEDをPRP ネットワークへ容易な統合が可能
- Modbus RTUデータをModbus TCPに変換する4シリアルポート
- スイッチとRedboxを含む/PRP/HSRポートフォリオにより柔軟な統合が可能
- スイッチで組み込みMMSサーバサポート

14

韓国

780MW容量の変電所のための電気機器制御および監視システム(ECMS)



背景と要件

- 変電所電圧: 345 kV
- 変電所のタイプ: 企業向け変電所
- お客様のニーズ:
 - 小型キャビネットに収まるコンパクトなハードウェア
 - IEC 61850準拠のソリューション

Moxaを選んだ理由

- 顧客の要件を満たす様々なハードウェアプラットフォーム
- IEC 61850変電所のソリューションを提供した実績
- 過酷な環境に耐える堅牢な設計

背景と要件

- 変電所電圧: 10または35 kV
- 変電所のタイプ: 企業向け変電所
- お客様のニーズ:
 - 生産設備の変電所において、データ収集と分析、障害記録、保護パラメータ設定、イベントアラーム、イベントリストにABBのMicroSCADAを使用

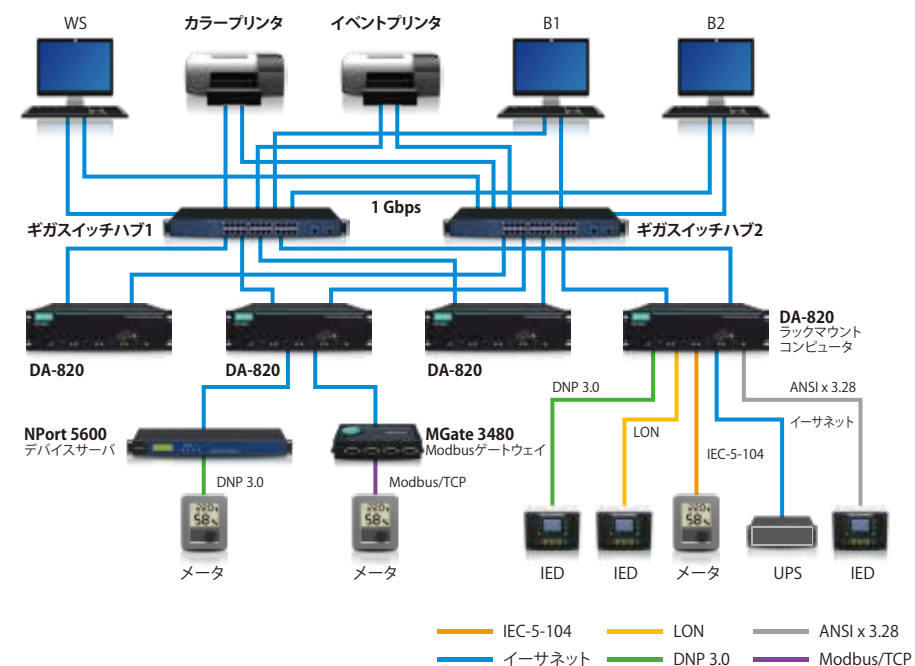
Moxaを選んだ理由

- ファンレス設計による信頼性の高いハードウェアプラットフォームの採用
- 容易な拡張 (LON通信プロトコル) を実現できる柔軟なモジュラー設計
- カスタマイズコンサルティングサービス

15

台湾

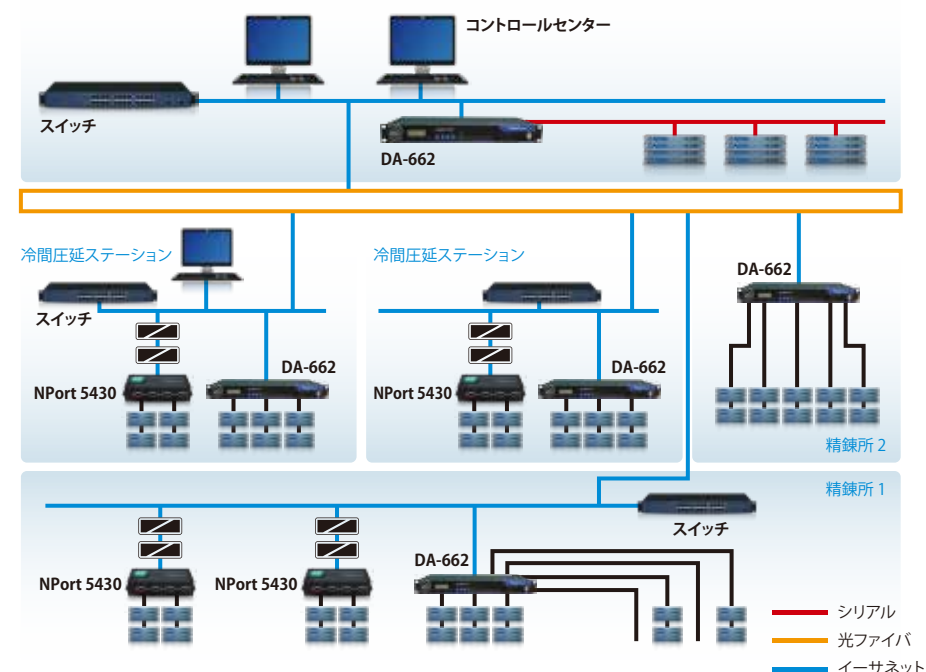
10 KV半導体変電所



16

中国

35 KV鉄鋼ファクトリ変電所



05

製品セレクションガイド

Moxa製品は、変電所および送電および配電システムに使用するために特別な設計が施されています。Moxaのソリューションには、電力革命を促進する先進技術が含まれています。例えば、シームレスな冗長性を実現するPRP/HSR、電力向けSCADA統合ネットワーク監視用のSNMP/MMSマネージメント、変電所アプリケーションに必要なIEEE 1613およびIEC 61850認証、IEEE 1588 準拠の精密な時刻同期は、大規模な電力ネットワークの信頼性と効率を次のレベルへアップグレードを実現する重要な機能です。Moxaのすべての製品は、過酷な環境での使用を克服するために強化がされ、最も厳しい環境状況でも一貫したオペレーションが可能です。Moxaの通信とコンピューティングの専門知識を活用して効率的で効果的な電力網を容易に構築できます。

変電所用プロトコルゲートウェイ



	MGate MB3660	MGate 5109	MGate 5114
LANインターフェース			
10/100BaseT(X) ポート	2ポート(8ピン RJ45コネクタ)	2ポート(8ピン RJ45コネクタ)	2ポート(8ピン RJ45コネクタ)
電磁アイソレーション保護	1.5 kV		
プロトコル	Modbus TCP Client/Server	Modbus TCP Client/Server, DNP3 TCP Client/Outstation	Modbus TCP Client/Server, IEC 60870-5-104 Client/Server
シリアルインターフェース			
プロトコル	Modbus RTU/ASCII Master/Slave	Modbus RTU/ASCII Master/Slave, DNP3 Serial Master/Outstation	Modbus RTU/ASCII Master/Slave, IEC 60870-5-101 Master/Slave (Balanced/Unbalanced mode)
RS-232/422/485ポート	8/16	1	1
コネクタ	DB9 オス	DB9 オス	DB9 オス
通信パラメータ	データビット: 7, 8; ストップビット: 1, 2; パリティ: None, Even, Odd, Space, Mark	データビット: 7, 8; ストップビット: 1, 2; パリティ: None, Even, Odd, Space, Mark	データビット: 7, 8; ストップビット: 1, 2; パリティ: None, Even, Odd, Space, Mark
フロー制御	RTS/CTS, DTR/DSR, RTS Toggle (RS-232のみ)	RTS/CTS, RTS Toggle (RS-232のみ)	RTS/CTS, RTS Toggle (RS-232のみ)
ボーレート	50 bps ~ 921.6 Kbps	50 bps ~ 921.6 Kbps	50 bps ~ 921.6 Kbps
2kV絶縁保護	オプション(MB3660I)	あり	あり
RS-485データ方向制御	ADDC (automatic data direction control)		
RS-232コンソールポート	あり	あり	あり
拡張機能			
シリアルデータログ	-	-	-
オフラインポートバッファリング	-	-	-
SDスロット	あり	あり	あり
ソフトウェア			
セキュリティプロトコル	RADIUS	HTTPS, SSH	HTTPS, SSH
設定オプション	Web コンソール, Serial コンソール, Telnet コンソール	Web コンソール, Serial コンソール, Telnet コンソール	Web コンソール, Serial コンソール, Telnet コンソール
ドライバサポート	-	-	-
管理	SNMPv1 (読込のみ)	SNMPv1/v2c/v3	SNMPv1/v2c/v3
標準運用モード	トランスペアレントモード, インテリジェントモード, エージェントモード	トランスペアレントモード, エージェントモード	エージェントモード
セキュア運用モード	-	-	-
メカニカル			
ハウジング	金属, IP30	金属, IP30	金属, IP30
サイズ (mm)	440 x 45 x 198 mm	36 x 105 x 140 mm	36 x 105 x 140 mm
環境制限			
動作温度	0 ~ 60° C (32 ~ 140° F)	標準モデル: 0 ~ 60° C 広範囲温度モデル: -40 ~ 75° C	標準モデル: 0 ~ 60° C 広範囲温度モデル: -40 ~ 75° C
保管温度	-40 ~ 85° C (-40 ~ 185° F)	-40 ~ 85° C (-40 ~ 185° F)	-40 ~ 85° C (-40 ~ 185° F)
相対湿度	5 ~ 95% (結露なきこと)	5 ~ 95% (結露なきこと)	5 ~ 95% (結露なきこと)
電源			
定格電圧	DC モデル: 二重化 20 ~ 60 VDC (1.5 kV 絶縁) AC モデル: 二重化 100 ~ 240 VAC, 47 ~ 63 Hz	12 VDC ~ 48 VDC	12 VDC ~ 48 VDC
規格および認証			
安全	UL 60950-1, EN 60950-1 (LVD)	UL 508, EN 60950-1	UL 508, EN 60950-1
EMC	EN 55022/24	EN 55032/24	EN 55032/24
信頼性			
MTBF	MGate MB3660-8-2AC: 716,647 hrs MGate MB3660-8-J-2AC: 616,505 hrs MGate MB3660-8-2DC: 706,783 hrs MGate MB3660I-8-2AC: 224,851 hrs MGate MB3660-16-2AC: 487,416 hrs MGate MB3660I-16-2AC: 114,595 hrs MGate MB3660-16-2DC: 482,835 hrs MGate MB3660-16-J-2AC: 437,337 hrs	1,140,815 hrs	1,140,815 hrs
保証	5年	5年	5年

IEC 61850-3 Ethernetスイッチ



	PT-G7728/G7828	PT-7828 PT-7728 PT-7728-PTP	PT-7528	PT-7710	PT-508/510
ポート数					
最大ポート数	28	28	28	10	8 または 10
最大ハードウェア PTPポート数	28	–	–	–	–
ギガビットイーサネット, 10/100/1000 Mbps	最大28	最大4	最大4	最大2	–
ファーストイーサネット, 10/100 Mbps	最大28	最大28	最大28	最大10	8 または 10
電源					
24 VDC, 絶縁	–	✓	–	–	✓
48 VDC, 絶縁	–	✓	–	–	✓
24/48 VDC, 絶縁	✓	–	✓	–	–
12/24/48 VDC	–	–	–	✓	–
12/24/48/-48 VDC	–	–	–	–	–
88-300 VDC または 90-264 VAC, 絶縁	✓	✓	✓	✓	✓
設置オプション					
ラックマウント	✓	✓	✓	✓	–
ウォールマウンティング	–	–	–	✓	オプションキット使用
DIN-レールマウンティング	–	–	–	–	✓
動作温度					
-40 ~ 85°C (-40 ~ 185°F)	✓	✓	✓	✓	✓
-40 ~ 75°C (-40 ~ 167°F)	–	–	–	–	–
冗長およびバックアップオプション					
STP/RSTP	✓	✓	✓	✓	✓
MSTP	✓	✓	✓	✓	✓
PRP/HSR (ゼロリカバリタイム)	–	PT-7728-PTP	–	–	–
RSTPグレーピング	✓	PT-7728-PTP	–	–	–
Turbo Ring/Turbo Chain リカバリタイム: ファーストイーサネット<20 ms; ギガビットイーサネット<50 ms	✓	✓	✓	✓	✓
自動バックアップコンフィギュレータ	ABC-02	ABC-01	ABC-02	ABC-01	ABC-01
コンソールポート	Micro-B USB	RS-232	USB	RS-232	RS-232
ネットワークマネジメントおよびコントロール					
Layer-3スイッチング	PT-G7828	PT-7828	–	–	–
IPv6	PT-G7728	PT-7728, PT-7728-PTP	✓	✓	✓
DHCP Option 66/67/82	✓	✓	✓	✓	✓
VLAN	✓	✓	✓	✓	✓
QoS	✓	✓	✓	✓	✓
IEC 61850 QoS	✓	✓	✓	–	–
NTP/SNTP	✓	✓	✓	✓	✓
ソフトウェアベース IEEE 1588v2 PTP	–	PT-7828, PT-7728	✓	✓	✓
ハードウェアベース IEEE 1588v2 PTP	✓	PT-7728-PTP	–	–	–
IGMP/GMRP	✓	✓	✓	✓	✓
ポートトラッキング	✓	✓	✓	✓	✓
IEEE 802.1X	✓	✓	✓	✓	✓
TACACS+/RADIUS	✓	✓	✓	✓	✓
LLDP	✓	✓	✓	✓	✓
ポートミラー	✓	✓	✓	✓	✓
SNMP/RMON	✓	✓	✓	✓	✓
MMS server	✓	✓	✓	–	–
Modbus TCP	✓	✓	✓	✓	✓
EtherNet/IP	✓	✓	✓	✓	✓
リレイ警報	✓	✓	✓	✓	✓
規格および認証					
CE/FCC	✓	✓	✓	✓	✓
UL/cUL 60950-1	–	✓	✓	✓	–
UL 508	–	–	✓	–	✓
UL 61010-2-201	✓	–	–	–	–
IEC 61850-3 (変電所)	✓	✓	✓	✓	✓
IEEE 1613 (変電所)	✓	✓	✓	✓	✓
EN 50121-4 (沿線アプリケーション)	✓	PT-7728, PT-7828	✓	✓	–
EN 50155 (鉄道アプリケーション)	–	PT-7728, PT-7828	–	✓	–
NEMA TS2 (高度交通管制システム)	–	PT-7728, PT-7828	✓	✓	–

IEC 61850-3 Ethernetスイッチ



	EDS-510E	EDS-518E	EDS-528E	EDS-G516E EDS-G512E EDS-G508E	PT-G503-PHR-PTP
ポート数					
最大ポート数	10	18	28	16	3
最大ハードウェア PTPポート数	–	–	–	–	3
ギガビットイーサネット, 10/100/1000 Mbps	3	4	4	16	3
ファーストイーサネット, 10/100 Mbps	7	14	24	–	3
電源					
24 VDC, 絶縁	–	–	–	–	–
48 VDC, 絶縁	–	–	–	–	–
24/48 VDC, 絶縁	–	–	–	–	✓
12/24/48 VDC	–	–	–	–	–
12/24/48/-48 VDC	✓	✓	✓	✓	–
88~300 VDC or 90-264 VAC, 絶縁	–	–	✓	–	✓
設置オプション					
ラックマウント	–	–	–	–	–
ウォールマウンティング	オプションキット使用	オプションキット使用	オプションキット使用	オプションキット使用	オプションキット使用
DIN-レールマウンティング	✓	✓	✓	✓	✓
動作温度					
-40~85°C (-40 ~ 185°F)	–	–	–	–	✓
-40~75°C (-40 ~ 167°F)	✓	✓	✓	✓	–
冗長およびバックアップオプション					
STP/RSTP	✓	✓	✓	✓	–
MSTP	✓	✓	✓	✓	–
PRP/HSR (ゼロリカバリタイム)	–	–	–	–	✓
RSTPグレーピング	–	–	–	–	✓
Turbo Ring/Turbo Chainリカバリタイム: ファーストイーサネット<20 ms; ギガビット Ethernet<50 ms	✓	✓	✓	✓	–
自動バックアップコンフィギュレータ	ABC-02	ABC-02	ABC-02	ABC-02	ABC-02
コンソールポート	USB	USB	USB	USB	Ethernet
ネットワークマネジメントおよびコントロール					
Layer-3スイッチング	–	–	–	–	–
IPv6	✓	✓	✓	✓	✓
DHCP Option 66/67/82	✓	✓	✓	✓	–
VLAN	✓	✓	✓	✓	–
QoS	✓	✓	✓	✓	–
IEC 61850 QoS	–	–	–	–	–
NTP/SNTP	✓	✓	✓	✓	✓
ソフトウェアベース IEEE 1588v2 PTP	✓	✓	✓	✓	–
ハードウェアベース IEEE 1588v2 PTP	–	–	–	–	✓
IGMP/GMRP	✓	✓	✓	✓	–
ポートトラッキング	✓	✓	✓	✓	–
IEEE 802.1X	✓	✓	✓	✓	–
TACACS+/RADIUS	✓	✓	✓	✓	✓
LLDP	✓	✓	✓	✓	✓
ポートミラー	✓	✓	✓	✓	コンソールポート
SNMP/RMON	✓	✓	✓	✓	✓
MMS server	–	–	–	–	✓
Modbus TCP	✓	✓	✓	✓	–
EtherNet/IP	✓	✓	✓	✓	–
リレイ警報	✓	✓	✓	✓	✓
規格および認証					
CE/FCC	✓	✓	✓	✓	✓
UL/cUL 60950-1	–	–	–	–	–
UL 508	✓	✓	–	✓	✓
UL 61010-2-201	–	–	✓	–	–
IEC 61850-3 (変電所)	✓	✓	✓	✓	✓
IEEE 1613 (変電所)	✓	✓	✓	✓	✓
EN 50121-4 (沿線アプリケーション)	✓	✓	✓	✓	✓
EN 50155 (鉄道アプリケーション)	–	–	–	–	–
NEMA TS2 (高度交通管制システム)	✓	✓	✓	✓	–

電力用コンピュータ



	DA-820	DA-720	DA-682A-DPP
コンピュータ			
CPUスピード	1.4 GHz dual-core 1.6 GHz dual-core 2.5 GHz dual-core 2.1 GHz quad-core	2.4 GHz, dual-core 2.6 GHz, dual-core	1.4 GHz dual-core 1.6 GHz dual-core 1.7 GHz dual-core
OS (ブラインストール)	–	Linux Debian 8 (ブラインストール)	Linux Debian 8
OS (Optional by CTOS)	64-bit Linux Deb ian 7 64-bit Windows Embedded Standard 7 64-bit Windows 7 Professional	Windows 10 Enterprise LTSB 64-bit	Windows Embedded Standard 7
システムメモリ	16 GB 容量 (204ピン SO-DIMM DDR3 メモリ1333および1600 MT/s, 最大8 GB)	32 GB容量, 4 GB for Linux Debian8 ブラインストール; DDR4 SO-DIMM 用2スロット	8 GB容量, 1 GB (LX)/2 GB (W7E) ブラインストール; 4 GB DDR3-1066/1333 SO-DIMM SDRAM用1スロット
拡張 Bus	5スロット (standard PCIeおよびPCI)	拡張モジュール用3スロット	PCI/104オンボード& 拡張モジュール用2 スロット
USB	USB 2.0ホスト x 6, type Aコネクタ	4 USB ホスト, システムブート可能, type Aコネクタ 前面: 2 USB 2.0ホスト 背面: 2 USB 3.0ホスト	USB 2.0 ホスト x 2, type A コネクタ
ストレージ			
内蔵	CFast ソケット; 8GBのオプションOSを保存 するオプションCFastカード	Debian 8 Linux OS 用8 GB (mSATA)にブラインストール)	2 GB for Linux (産業用DOMブラインストール)
ストレージ拡張	4 x SATA 2.0インターフェース, RAID 0, 1, 5, 10サポート、ホットスワップ	1 xSATA 3.0インターフェース	2 xSATA 2.0 インターフェース
ディスプレイ			
グラフィックコントローラ	Intel® HD グラフィックス 4000	Intel®HD グラフィックス 520	Intel® HD グラフィックス (一体型)
ディスプレイインターフェース	2 VGA出力 (DB15/Fコネクタ)	1 VGA出力(DB15/Fコネクタ) および1 DVI-D	1 VGA出力(DB15/Fコネクタ)
解像度	VGA:ピクセル解像度最大 2048 x 1536@75 Hz のCRTディスプレイモード	•VGA:ピクセル解像度最大1920 x1200 @ 60Hz のCRT ディスプレイモード •DVI-D: ピクセル解像度最大1920 x1200 @ 60Hz のディスプレイモード	VGA:ピクセル解像度 最大 2048 x1536 @75 Hz のCRTディスプレイモード
Ethernetインターフェース			
LAN	10/100/1000 Mbps ポート x 4	10/100/1000 Mbps ポート x 14	10/100/1000 Mbpsポート x 6
電磁絶縁保護	1.5 kV 内蔵	1.5 kV 内蔵	1.5 kV 内蔵
Serial インターフェース			
シリアル規格	2 RS-232/422/485 ポート (DB9 オス)	2 RS-232/422/485ポート(ターミナルブロック)	–
ESD保護	接触放電8kV, 気中放電15kV	接触放電8kV, 気中放電15kV	–
サージ保護	ライン間2kVおよびライン-グラウンド間 4kVサージ保護, 電流波形8/20μs	ライン間2kVおよびライン-グラウンド間 4kVサージ保護, 電流波形8/20μs	–
シリアル信号			
RS-232	TxD, RxD, DTR, DSR, RTS, CTS, DCD,GND	TxD, RxD, RTS, CTS, GND	–
RS-422	TxD+, TxD-, RxD+, RxD-, GND	TxD+, TxD-, RxD+, RxD-, GND	–
RS-485-4w	TxD+, TxD-, RxD+, RxD-, GND	TxD+, TxD-, RxD+, RxD-, GND	–
RS-485-2w	Data+, Data-, GND	Data+, Data-, GND	–
デジタル入力/デジタル出力			
入力/出力チャンネル	–	–	–
入力電圧/出力電流	–	–	–
メカニカル			
ハウジング	SECCシートメタル(1 mm)	SECCシートメタル(1 mm)	SECC シートメタル(1 mm)
重量	14 kg (31.11 lb)	6.5 kg (14.33 lb)	7 kg (15.56 lb)
サイズ	361 x 440 x 133 mm (14.23 x 17.32 x 5.24 in) (マウント金具を含まず)	440 x 301 x 90 mm (17.32 x 12.20 x 3.54 in) (マウント金具を含まず)	440 x 315 x 90 mm (17.32 x 12.40 x 3.54 in) (マウント金具を含まず)
環境			
動作温度	• DA-820-C8: -40 ~ 60°C (-40 ~ 140°F) • DA-820-C1/C3/C7: -40 ~ 75°C (-40 ~ 167°F)	-25 ~ 55°C (-13 ~ 131°F)	-25 ~ 60°C (-13 ~ 140°F)
保管温度	-40 ~ 85°C (-40 ~ 185°F)	-40 ~ 85° C (-40 ~ 185° F)	-20 ~ 80°C (-4 ~ 176°F)
相対湿度	5 ~ 95% (結露なきこと)	5 ~ 95% (結露なきこと)	5 ~ 95% (結露なきこと)
電源			
入力電圧	• 高電圧: 100 ~ 240 VAC/VDC, 50/60 Hz, 1 A • 低電圧: 24 ~ 110 VDC, 4.7 A	100 ~ 240 VAC; 110 ~ 240 VDC	100 ~ 240 VAC オートレンジ (47 ~ 63 Hz for AC 入力)
複数電源	シングル/デュアル電源	デュアル電源	デュアル電源
電力消費量	60 W	70 W	30 W (全負荷)
規格および認証			
安全	UL 60950-1, IEC 60950-1, EN 60950-1	UL 60950-1, IEC 60950-1, EN 60950-1	UL 60950-1, IEC 60950-1, EN 60950-1
電力変電所	IEC 61850-3, IEC 60255, IEEE 1613	IEC 61850-3, IEEE 1613, IEC 60255	IEC 61850-3, IEEE 1613, IEC 60255
保護リレイ	IEC 60255	IEC 60255	IEC 60255
鉄道沿線	–	EN 50121-4	EN 50121-4
EMS	IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-6, IEC 61000-4-8, IEC 61000-4-11	IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-6, IEC 61000-4-8, IEC 61000-4-11	IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-6, IEC 61000-4-8, IEC 61000-4-11
グリーン製品	RoHS, CRoHS, WEEE	RoHS, CRoHS, WEEE	RoHS, CRoHS, WEEE
保証			
保証期間	3年間	3年間	3年間
詳細	www.moxa.com/warranty	www.moxa.com/warranty	www.moxa.com/warranty

電力用コンピュータ



	DA-662A シリーズ	UC-8100 シリーズ
コンピュータ		
CPUスピード	500 MHz	300/600/1000 MHz
OS (事前インストール)	Embedded Linux (ブラインストール)	–
OS (Optional by CTOS)	–	–
システムメモリ	128 MB DRAM オンボード, 32 MB Flash オンボード	256または512 MB DDR3 SDRAM
拡張 Bus	–	–
USB	–	USB 2.0 ホスト x 1, type Aコネクタ
ストレージ		
内蔵	–	–
ストレージ拡張	–	1 GB SDまたは2 GB MicroSDカード ブラインストール
Display		
グラフィックコントローラ	–	–
ディスプレイインターフェース	–	–
解像度	–	–
Ethernet インターフェース		
LAN	オートセンシング 10/100 Mbps ports (RJ45) x 4	オートセンシング10/100 Mbpsポート (RJ45) x 2
電磁絶縁保護	1.5 kV 内蔵	1.5 kV 内蔵
Serial インターフェース		
シリアル規格	8~16 RS-232/422/485ポート ソフトウェア選択可能 (8ピン RJ45)	RS-232/422/485ポート, ソフトウェア選択可能 (5ピンターミナルブロック) x1または2
ESD保護	接触放電8kV, 気中放電15kV ESD保護 (全信号)	–
サージ保護	ライン間2kVおよびライン-グラウンド間 4kVサージ保護, 電流波形8/20μs (DA-662A-I-8/16-LXのみ)	–
シリアル信号		
RS-232	TxD, RxD, DTR, DSR, RTS, CTS, DCD, GND (DA-662A-I-8/16-LXのみ: TxD, RxD, RTS, CTS, GND)	TxD, RxD, RTS, CTS, GND
RS-422	TxD+, TxD-, RxD+, RxD-, GND	TxD+, TxD-, RxD+, RxD-, GND
RS-485-4w	TxD+, TxD-, RxD+, RxD-, GND	TxD+, TxD-, RxD+, RxD-, GND
RS-485-2w	Data+, Data-, GND	Data+, Data-, GND
デジタル入力/デジタル出力		
入力/出力チャンネル	–	–
入力電圧/出力電流	–	–
メカニカル		
ハウジング	SECCシートメタル(1 mm)	ポリカーボネートプラスチック
重量	4.3 kg (9.56 lb)	224 g (0.50 lb)
サイズ	金具無し: 440 x 45 x 237 mm 金具あり: 480 x 45 x 237 mm	101 x 27 x 128 mm (3.98 x 1.06 x 5.04 in)
環境		
動作温度	-10 ~ 60°C (14 ~ 140°F)	-10 ~ 60°C (14 ~ 140°F) ~ -40 ~ 75°C (-40 ~ 167°F)
保管温度	-20 ~ 80°C (-4 ~ 176° F)	-40 ~ 80° C (-40 ~ 176° F)
相対湿度	5 ~ 95% (結露なきこと)	5 ~ 95% (結露なきこと)
電源		
入力電圧	100 ~ 240 VACオートレンジ (47~63 Hz, AC入力)	12 ~ 24 VDC (3ピンターミナルブロック, V+, V-, SG)
複数電源	シングル電源	–
電力消費量	20 W	5.4 W
規格および認証		
安全	UL 60950-1	UL 60950-1, EN 60950-1
電力変電所	–	–
保護リレイ	–	–
鉄道沿線	–	–
EMS	IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-6, IEC 61000-4-8, IEC 61000-4-11	IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-6, IEC 61000-4-8, IEC 61000-4-11
グリーン製品	RoHS, CRoHS, WEEE	RoHS, CRoHS, WEEE
保証		
保証期間	5年間	5年間
詳細	www.moxa.com/warranty	moxa.com/warranty

変電所用シリアルデバイスサーバ

				
	NPort 6600シリーズ	CN2600 Series	NPort S9650I	NPort S9450I
LANインターフェース				
10/100BaseT(X) ポート	1 ポート (8ピン RJ45コネクタ)	2 ポート (2 IPs, 8ピン RJ45コネクタ)	2ポート (8ピン RJ45コネクタ、 2RJ45/ファイバーST/SCポート用オプション)	5ポート (8ピン RJ45コネクタ、 ファイバーST/SCポート用のオプション)
電磁絶縁保護	1.5 kV			
プロトコル	–	–	Modbus TCP, DNP3 TCP	Modbus TCP, DNP3 TCP
シリアルインターフェース				
プロトコル	–	–	Modbus RTU/ASCII, DNP3 Serial	Modbus RTU/ASCII, DNP3 Serial
RS-232/422/485ポート	8/16/32	8/16	8/16	4
コネクタ	8ピン RJ45	CN2610/2650: 8ピン RJ45 CN2650I: DB9オス	DB9オス/DB9メス/マルチモードST	DB9 オス
通信パラメータ	データビット: 5, 6, 7, 8 ストップビット: 1, 1.5, 2 パリティ: なし, Even, Odd, Space, Mark	データビット: 5, 6, 7, 8 ストップビット: 1, 1.5, 2 パリティ: なし, Even, Odd, Space, Mark	データビット: 5, 6, 7, 8 ストップビット: 1, 1.5, 2 パリティ: なし, Even, Odd, Space, Mark	データビット: 5, 6, 7, 8 ストップビット: 1, 1.5, 2 パリティ: なし, Even, Odd, Space, Mark
フロー制御	RTS/CTS, DTR/DSR, XON/XOFF	RTS/CTS, DTR/DSR, XON/XOFF	RTS/CTS, XON/XOFF	RTS/CTS, XON/XOFF
ボーレート	50 bps ~ 921.6 Kbps	50 bps to 921.6 Kbps	50 bps to 921.6 Kbps	50 bps to 921.6 Kbps
2-kV絶縁保護	–	オプション (CN2650I)	あり	あり
RS-485 Data Direction Control	ADDC* (automatic data direction control)			
RS-232コントロールポート	あり	あり	あり	あり
アドバンスド機能				
シリアルデータログ	64 KB	–	–	–
Offlineポートバッファリング	64 KB	–	–	–
SDスロット	あり	–	–	–
ソフトウェア				
セキュリティプロトコル	DES, 3DES, AES, SSH, SSL	RADIUS, HTTPS, SSH, PAP, CHAP	RADIUS, HTTPS, SSH, PAP, CHAP	RADIUS, HTTPS, SSH, PAP, CHAP
コンフィギュレーションオプション	Web Console, Telnet コンソール, Serial コンソール, Windows ユーティリティ	Web コンソール, Serial コンソール, Telnet コンソール, Windows ユーティリティ	Web コンソール, Serial コンソール, Telnet コンソール, Windows ユーティリティ	Web コンソール, Serial コンソール, Telnet コンソール, Windows ユーティリティ
ドライバサポート	Windows Real COMドライバ, Linux Real TTYドライバ, Linux Real TTYドライバ	Windows Real COMドライバ, Linux Real TTYドライバ, Fixed TTYドライバ	Windows Real COMドライバ, Linux Real TTYドライバ, Fixed TTYドライバ	Windows Real COMドライバ, Linux Real TTYドライバ, Fixed TTYドライバ
マネージメント	SNMP MIB-II, SNMPv1/v2c/v3, Turbo Ring	SNMP MIB-II	SNMP MIB-II, SNMPv1/v2c/v3, IEC 61850 MMS, Turbo Ring, Turbo Chain 2	SNMP MIB-II, IEC 61850 MMS, Turbo Ring, Turbo Chain 2
標準オペレーションモード	Real COM, TCP Server, TCP Client, UDP, Pair Connection, RFC2217, Terminal, Reverse Telnet, Ethernet Modem, Printer, PPP, Disabled	Real COM, TCP Server, TCP Client, UDP, RFC2217, Terminal, Reverse Telnet, PPP, DRDAS, Redundant COM	Real COM, RFC2217, TCP Server, TCP Client, UDP, DNP3, DNP3 Raw Socket, Modbus, Disable	Real COM, RFC2217, TCP Server, TCP Client, UDP, DNP3, DNP3 Raw Socket, Modbus, Disable
セキュアオペレーション モード	Secure Real COM, Secure TCP Server, Secure TCP Client, Secure Pair Connection, SSH, Reverse SSH	–	–	–
メカニカル				
ハウジング	メタル	メタル	メタル, IP30	Metal, IP30
サイズ (mm)	440 x 195 x 44 mm	440 x 195 x 44 mm	Without ears: 440 x 363 x 44 mm	Without ears: 160 x 80 x 109 mm
環境				
動作温度	標準温度: 0~55℃ 広範囲温度モデル: -40~75℃ 広範囲高電圧温度モデル: Models: -40 ~ 85°C		-40 ~ 85°C (-40 ~ 185°F)	
保管温度	標準モデル: -40~75℃ 広範囲温度モデル: -40~75℃ 広範囲高電圧温度モデル -40 ~ 85°C		-40 ~ 85°C (-40 ~ 185°F)	
相対湿度	5~95% (結露なきこと)		5 ~ 95% (結露なきこと)	
電源				
定格電圧	ACモデル: 100 ~ 240 VAC DCモデル: ±48 VDC (20 ~ 72 VDC, -20 ~ -72 VDC), 110 VDC (88 ~ 300 VDC)	AC モデル: 100 ~ 240 VAC DC モデル: 110 VDC (88 ~ 300 VDC)	WV モデル: 24/48 VDC (20 ~ 125 VDC) HV モデル: 110/220 VAC/VDC (88 ~ 300 VDC, 85 ~ 264 VAC)	WV モデル: 24/48 VDC (20 ~ 125 VDC) HV モデル: 110/220 VAC/VDC (88 ~ 300 VDC, 85 ~ 264 VAC)
規格および認証				
安全	UL 60950-1, EN 60950-1	UL 60950-1, EN 60950-1	UL 60950-1, EN 60950-1 (LVD)	UL 60950-1, EN 60950-1 (LVD)
EMC	CE, FCC	CE, FCC	EN 61000-6-2/-6-4	EN 61000-6-2/-6-4
信頼性				
MTBF	NPort 6610-8: 135,891 hrs NPort 6610-16: 102,373 hrs NPort 6610-32: 68,707 hrs NPort 6650-8: 135,370 hrs NPort 6650-16: 101,783 hrs NPort 6650-32: 68,177 hrs	CN2650I AC models: 99,320 hrs CN2650I-8-HV-T: 191,326 hrs CN2650I-16-HV-T: 116,924 hrs	NPort S9650I-8B-2WV-T: 229,273 hrs NPort S9650I-8B-2HV-T: 230,955 hrs NPort S9650I-8F-2WV-T: 315,727 hrs NPort S9650I-8F-2HV-T: 312,507 hrs NPort S9650I-16B-2WV-T: 156,676 hrs NPort S9650I-16B-2HV-T: 161,039 hrs NPort S9650I-16-2WV-T: 171,642 hrs NPort S9650I-16-2HV-T: 165,308 hrs NPort S9650I-16F-2WV-T: 262,382 hrs NPort S9650I-16F-2WV-ET-T: 237,113 hrs NPort S9650I-16F-2HV-T: 264,628 hrs NPort S9650I-16F-2HV-E-T: 262,639 hrs	347,436 hrs
保証	5年間	5年間	5年間	5年間

最新のスマートグリッドへの接続

電力産業向けのエンド・ツー・エンドのネットワーキング
およびコンピューティングソリューション



世界中の電力プロジェクトで数多くの導入に成功

Moxaは信頼性と将来性のある電力ネットワークの構築を支援します。MoxaはCIGREの団体会員であり、成功を収めた世界中の1,000以上の変電所の送電および配電ネットワークおよびコンピューティングアプリケーションにソリューションを提供してきました。Moxaは現在、太陽エネルギー監視機能の北米トップのサプライヤであり、先進的な計測インフラに関する世界中のさまざまなプロジェクトに携わっています。産業用アプリケーション分野で実績あるソリューション群を30年にわたって提供することにより、Moxaはお客様の信頼に沿う専門知識を培ってきました。

							
PT-G7828/G728シリーズ IEC 61850-3 28 ポートフルギガビットIEEE1613 Class2マネージドイーサネットスイッチ	PT-7528シリーズ IEC 61850 28 ポートIEEE1588V2マネージドイーサネットスイッチ	PT-G503-PHR-PTPシリーズ IEC61850 3ポートフルギガビットマネージドPRP/HSR冗長ボックス	DA-820シリーズ IEC 61850-3 i7ラックマウントコンピュータ	NPort S9000シリーズ デバイスマネージメントにMMSサポートを使ったIEC61850-3デバイスサーバ	UC-8100シリーズ RISCエネルギー監視コンピュータ	ioLogik E1200シリーズ コンパクトイーサネットリモート I/O	MGate MB3660シリーズ 8および16ポート冗長Modbusゲートウェイ