

DCS（分散型制御システム）仕様書

1. 概要

分散型制御システムは、先進的で信頼性が高く、オープンかつ冗長化（システムやネットワークの一部が故障しても、全体が停止しないように、予備の装置や機能（スベア）を普段から配置・運用する対策された制御システム）を採用し、高性能かつ高品質なフィールド機器と組み合わせることで、生産プロセス、蒸気生産、発電および配電の監視、制御、管理を実現することとする。

SCADA（監視制御およびデータ収集）により、さとうきびの処理、プロセス制御、蒸気生産、発電を含むすべてのプロセスを制御でき、連続運転ができること。

中央操作室にはクライアントコンピュータ上にホストされた複数の HMI、複数のプロセス DCS からのデータ収集用サーバー、分散型ソフトウェアアプリケーション、および障害発生時のデグレードモード機能が含まれることとする。

ヒアリング、現況調査を行い工程について詳細に調査・検討し、運用上の影響がないように設計を行い、施工方法及び手順について記述等すること。

DCS（分散型制御システム）

- (1) 脱葉設備
- (2) 圧搾設備
- (3) 清浄・濃縮設備
- (4) 結晶設備
- (5) 分離設備
- (6) 糖蜜タンク
- (7) 給・排水処理設備
- (8) 帳簿・記録・データロガー関連
- (9) その他

プラント自動化用 DCS（分散型制御システム）

- (1) ボイラーの運転制御・監視
- (2) 蒸気タービン発電の運転・配電制御・監視

2. 設備要件

- (1) 3 階フロアに中央制御室（オペレーター席 7 席＋スーパーバイザー席 1 席〔各席に 23 インチ画面 4 台〕マンマシンインターフェース）を設置し、すべての情報を集約する。
- (2) 各種一覧画面表示や、グラフィック画面等が、可能な限りスクロールすることなく表示できるように高解像度のフルカラー表示に対応した操作性・視認性が高いものであること。
- (3) ポップアップ又は監視表示灯などにより警告表示が可能であること。
- (4) キーボード及び光センサマウスによる入力及び操作が可能であること。
- (5) すべての画面およびキーボードは日本語であること。
- (6) 設計を含む全てのプログラムに 10 年間のライセンスを付与し、クライアントがパスワードなしでアクセスできないようにすること。
- (7) イーサネットに直接接続されたデジタルセンサー（ABB、E&H、ProMtec、Iteca、横河電機）ソフトスターターおよび周波数変換器（VFD）配電盤および MCC は ABB、Siemens、または Schneider Electric 製とし、すべて中央 MCC 室に設置し、ACC（避雷器）を装備すること。
- (8) 電気制御機器は汎用品であり、容易に取替えができることとする。
- (9) UPS（無停電電源装置）を必要箇所に設置し、瞬時停電等の際にもシステムが安全に運用可能であること。
- (10) 停電時にシステムを安全に停止できるだけの電力供給能力を有すること。
- (11) 収集したデータを基に業務報告書（日報・月報等）を作成し、各セクションで情報が共有できるようにすること。
- (12) プリンター（A3、A4 用紙に対応）を 1 台以上設置し、収集したデータを定刻に印字またはデータ保存できる仕様とする。
- (13) DCS は、製糖工場の各セクションのすべての制御システムを統合する構成とする。
- (14) この完全自動制御システムは、中央制御室からの制御に加え、手動操作のための現地操作も可能なものとし、誤操作及びヒューマンエラーを防ぐ機能を有すること。
- (15) すべてのモーターの状態は、制御システム上で確認可能とする。

3. 試運転・運転指導

- (1) 工事完成前には、機器単体と各装置が有機的に結合されて、期待する機能および設備能力を満足することを確認するために、据付工事担当会社等と連携のうえ試運転・調整をおこなうこと。これに関わる経費一切は請負者の負担とする。

- (2) 本稼働開始前にオペレーターによる試運転をおこなう。この試運転に先立ち、オペレーター教育・訓練をおこなうこと。
また、操作手順書（日本語）を提出すること。
- (3) オペレーターによる試運転では、運転操作方法や保守管理の指導をおこなうこと。この試運転に際しては、緊急処置が可能な技術者が立会うこと。また、各機器供給メーカーにも立会わせ、調整／手直しをおこなうこと。オペレーターによる試運転について、請負者の人件費・旅費等は請負者の負担とする。
- (4) 本操業開始後は、主任技術者が30日間は駐在し、オペレーター教育・訓練、緊急処置、その他不測の事態に対応できるようにすること。
- (5) プラントの保証期間は操業開始後1年間とする。操業開始後1年間は、不具合等初期不良には即時に修理・交換等無償で対応すること。

4. PLC の目的と制御

- (1) 高度な監視制御
- (2) 管理情報および文書化
- (3) 蒸気消費量の削減
- (4) 処理能力の向上
- (5) 製品品質の維持
- (6) 製糖工場への安定した蒸気および電力の供給
- (7) サードパーティ製システムとの連携対応

PLC システムは、インターフェースおよびプロトコルを用いて、サードパーティ製制御システムと通信できるものでなければならない。OPC クライアント／サーバー機能を提供し、Modbus RS485 を標準装備とする。

5. 現場計器の仕様

5.1 流量計

- (1) 混合汁および最終糖蜜用を除く、すべての糖液、糖蜜、および凝縮液の流量計は導電率の制限を考慮し、可能な限りは、電磁流量計とする。
- (2) 校正は認証済みであること。また、圧力損失が最小限で、内面への付着に耐性のある計器を採用するよう配慮すること。
設置場所はアクセスが容易であり、かつ製造元の要件に準拠したものとする。

5.2 ブリックス伝送器

ブリックス測定を行う場所では、高周波プローブ（RF プローブ）またはマイクロ波プローブを使用すること。

5.3 pH トランスミッタ

- (1) pH 測定については、適切な電極、トランスミッタおよび制御システムの選定を請負業者の責任とする。
- (2) 自動洗浄機能は必須であり、タイマー制御によるものとする。
- (3) 容易にアクセスできる構造とする。

5.4 レベルトランスミッタ

- (1) 通気タンク内のレベル測定には、標準型、フラッシュ型、または延長型ダイアフラムを備えた差圧トランスミッタの使用を検討すること。加圧タンク内のレベルは、フラッシュ型ダイアフラム、または低圧側にリモートキャピラリーシールを備えた延長型ダイアフラムを用いて測定すること。
- (2) 非接触測定が望まれる大型の通気タンク（例えば、糖蜜、シラップ、マッド、石灰などの粘性のある流体）には、適切な接液部を備えた超音波式トランスミッタ／レーダー式トランスミッタを採用する。
- (3) すべてのタンクの液面レベルは記録され、センサへの容易なアクセスが確保されなければならない。

5.5 ゲージ圧／絶対圧トランスミッタ

- (1) ゲージ圧または絶対圧トランスミッタは、適切な測定範囲を持つ標準的なスマートトランスミッタとする。プロセス条件により必要とされる場合は、ゲージ圧トランスミッタに対してフランジ式隔離装置を設けるものとする。
- (2) 容易にアクセスできる構造とする。

5.6 温度トランスミッタ

- (1) 300° C までの温度測定には標準的な Pt-100 センサを、高温測定には熱電対を採用すること。
- (2) これらはステンレス製の熱電対保護管フランジ接続とし、断熱材に応じて延長ケーブルを備え、標準的な 4~20mA 出力の温度トランスミッタを別途設置すること。
- (3) 容易にアクセスできる構造とすること。

※以下の制御システムを組み込むために必要なフィールド機器、およびフィールド機器とフィールドジャンクションボックスまでの最終制御要素との間で信号伝送を行うために必要な付属品および計装ケーブルを組み込むこと。

6. 製糖プラントの制御要件

自動さとうきび供給システム

DCS 制御システムは、さとうきび搬送機の手速度制御、圧搾機の手速度制御、注加水制御、および圧搾機モーターのベアリング温度、シュレッダーのベアリング温度、冷却水の圧力・温度などの運転パラメータの監視を行うように設計されなければならない。

請負業者は、DCS 制御システムにおける機器設置および運転に必要なすべての配線およびハードウェアを含めるものとする。

すべての現場計器は、圧搾設備に設置された独立した PLC によって制御されるものとする。圧搾工程の自動化のために、デュアルディスプレイ画面を組み込むものとする。

供給システムは、第 1 ミルへの供給速度を一定に保つとともに、設定値の±5% 以内の範囲でいつでも供給速度を変更できる機能を備えていなければならない。本システムは、以下に挙げる領域／設備を含むが、これらに限定されない。

- (1) さとうきび搬送機、脱葉済みさとうきびベルトコンベヤ、負荷および速度変動。
- (2) 脱葉装置の負荷および速度。
- (3) 枯葉梱包装置の自動制御。
- (4) ドネリーシュートのレベル検知装置。
- (5) ミル駆動モーターの負荷および速度変動。
- (6) キャリヤ間のトリップおよびシーケンス制御（負荷および速度変動を含む）。
- (7) キャリヤ、コンベヤ、ポンプ等のすべての VFD（可変周波数ドライブ）を制御スキームに組み込むこと。
- (8) 注加水制御システム。
- (9) 注加水タンクおよびスクリーン処理済みジュースタンクのレベル監視。
- (10) 最終ミル出口キャリヤからさとうきびキャリヤまでのインターロックおよびシーケンス操作。
- (11) 圧搾機軸受用油の回収再生制御。

さとうきびコンベヤの制御

さとうきびコンベヤの速度制御に関する全体的な制御方針は以下の通りである。

自動さとうきび供給制御システムは、製糖プラントの PLC を通じて行われる。さとうきびコンベヤは、製糖プラントへのさとうきびの均一な供給を確保するため、ドネリーシュートのレベルに基づいて自動的に制御される。さとうきびベルトコンベヤとさとうきびコンベヤは、一定の比率で連動する。

いずれかのさとうきび脱葉装置の負荷が定格負荷の 70%を超えた場合、当該さとうきび搬送機の手速度は比例して低減されるものとする。負荷が定格負荷の 100%を超えた場合、当該さとうきびコンベヤは停止する。

さとうきび脱葉装置への負荷が定格負荷の 100%を下回った時点で、自動的に再始動する。これらの過負荷設定は、制御盤から調整可能とする。

搾汁量は製糖工場及びさとうきび脱葉設備の主要な制御変数となるが、さとうきび処理量は測定されるプロセス変数であり、製糖工場に供給されるさとうきびはオンラインで計量されなければならない。

また、すべてのコンベヤの速度は、他のさとうきび及びバガスコンベヤと同期させ、連動させるものとする。

さらに、シュレッダーユニットでの過負荷や詰まりを防止するため、すべてのコンベヤの速度は制限されるものとする。

さとうきびシュレッダー制御

さとうきびシュレッダーには、過負荷保護装置およびコンベヤとのインターロックシステムを装備すること。

必要なすべての温度、圧力、流量、および電力の計測値は、集中制御システムに自動的に送信されるものとする。これを実現するために必要な現場用機器は、納入範囲に含まれるものとする。

少なくとも以下のパラメータを監視すること。

- (1) シュレッダー軸受油温度。
- (2) シュレッダー軸受油流量。
- (3) シュレッダー軸受振動。
- (4) 軸受冷却水圧力。
- (5) 軸受冷却水温度。
- (6) モーター電流および負荷。

圧搾機の制御

各圧搾機の手速度は、ドネリーシュート内の細断さとうきびのレベルに応じて制御され、シュートを最適なレベルに維持することを基準とする。

通常の VFD、圧搾機の重要パラメータ、およびギアボックスのパラメータはすべて、監視、記録、および制御される。

清浄・濃縮・結晶・分離工程の制御

最低限設置すべき制御ループ

各工程には、以下に限定されないが、以下の制御ループを設置しなければならない。

- (1) pH 測定・制御システムを備えた清浄化装置。
- (2) 直接接触式糖液加熱器の温度表示・制御システム。
- (3) すべてのジュースヒーターの入口・出口温度表示。
- (4) 連続沈殿槽の監視および制御。
- (5) すべての効用缶における圧力・温度表示、排気蒸気および真空、入口ジュース流量の計測および制御、第 1 効用缶の温度制御、最終効用缶のブリックス監視、最終効用缶の蒸気空間圧力制御、およびすべてのレベル制御を含む効用缶制御システム。また、凝縮器へ流れる蒸気および凝縮水流量についても記録する必要がある。
- (6) バッチ式真空結晶缶の自動化（ブリックス伝送器、レベル伝送器および制御弁による供給制御、真空結晶缶用絶対圧力伝送器、蒸気および結晶缶本体用温度伝送器を含む）。供給、ブリックス、レベル（カットオーバー、蒸気洗浄、および供給口選択の自動化を含む）の完全自動化。
- (7) 糖蜜調整の自動化（温度およびブリックス制御を含む）。すべてのシラップ・糖蜜タンクおよび助晶機のレベル表示。
- (8) 砂糖乾燥・冷却用制御システム（砂糖乾燥機の自動化）。
- (9) 砂糖の計量、砂糖サイロの管理、出荷制御。
- (10) 凝縮設備用制御システム（凝縮器の自動化）。
- (11) 溶解槽用糖度・温度制御システム。
- (12) 糖液流量測定・安定化システム。
- (13) 最終糖蜜タンクの管理、出荷制御。
- (14) フィルターケーキの移送、管理、出荷制御。
- (15) 排水処理設備の管理、自動制御。

糖液流量安定化システムは、ろ過済み糖液ポンプの VFD 駆動、電磁流量計による吐出量の検知、およびろ過済み糖液タンクに設置されたレベルトランスミッターを通じて行われるものとする。

濃縮工程への糖液供給量は所定のレベルに設定され、余剰分はろ過済み糖液タンクに戻される。流量計および安定化システムは、集中制御 DCS システムと互換性があるものとする。

糖液流量測定

各工程への糖液流量は、電磁流量計を用いて測定するものとする。

糖液流量の安定化

電磁流量計から排出された糖液は、レベルトランスミッタとレベルアラームが装備された糖液タンクに集められる。糖液流量安定化システムは、糖液ポンプ吐出側のバイパスラインに設置された制御弁、磁気流量計、および糖液タンクに設置されたレベルアラームで構成される。各工程への糖液流量は所定のレベルに設定され、残りの糖液は糖液タンクに戻される。ポンプには、速度ロック機能を備えた可変周波数駆動装置を装備する。

糖液の清浄化（pH 制御システム）

一次加熱後の糖液は、糖液石灰処理タンクを通過する。糖液石灰処理タンクには、自動 pH 制御システムが採用され、これはオンライン pH 測定、セルフクリーニング機構、および石灰添加システムで構成される。両方の石灰ポンプには、共通の VFD が装備されるものとする。

連続沈殿槽

フラッシング後の濁汁は連続沈殿槽に送られ、清浄された糖液はスクリーニング後に清浄汁加熱器へと送られる。連続沈殿槽下流での流量を一定に保つため、清浄汁ポンプの吐出配管にはバイパス流量制御弁を設置する。これらのポンプの吸込側には、低・高レベル警報装置を備えた清浄汁タンクが設置される。バイパス流量制御システムは、メイン配管に設置された電磁流量計、流量コントローラ、およびバイパスライン上の流量制御弁で構成される。また、清浄汁ポンプは AC VFD（可変周波数ドライブ）により速度制御される。

効用缶設備

効用缶の運転には、以下に示すような最低限の計装が必要とされる（ただし、これらに限定されない）

- (1) 清浄汁流入流量制御。
- (2) 清浄汁温度監視。

- (3) 排気蒸気の絶対圧力トランスミッタおよび温度。
- (4) レベルトランスミッタ。
- (5) 第1段への蒸気供給制御。
- (6) すべての効用缶本体の蒸気圧力および温度の測定。
- (7) 最終缶蒸気空間の圧力制御（凝縮器前）。
- (8) 凝縮器への蒸気流量の測定（ダイヤフラム式）。
- (9) すべての凝縮水ドラムのレベル制御。
- (10) 最終缶のシラップ出口におけるブリックス値制御。

糖蜜調整装置および糖蜜貯蔵タンク

糖蜜調整装置には、出口糖度制御および温度制御機能を備える。

糖度制御は、温水入口に設置された糖度トランスミッタと制御弁によって行われる。

これらの糖度トランスミッタは、サイドマウント型の差圧式ユニットとすることができる。

温度制御システムには、各糖蜜調整装置への V1 蒸気供給ラインに設置されたトランスミッタ、コントローラ、および制御弁が含まれる。

バッチ式真空結晶缶

真空結晶缶には、原料供給、蒸気供給、および真空ラインの完全な自動化機能を具備する。概要として、以下の計装機器が対象となるが、これらに限定されるものではない。

- (1) 自動供給制御システム
シラップ、糖蜜、および温水ラインには、バッチ結晶缶への供給比率と供給量を選択するための制御弁が設置される。結晶フロアでの温水の一般用途については、電磁流量計を用いて記録しなければならない。
- (2) 弁の自動選択および比例供給制御弁を採用する。
- (3) 蒸気供給は比例制御され、この制御システムにより、結晶缶稼働中に必要な蒸気量が確保され、適切な糖度制御および蒸気供給ヘッダー圧力が維持される。いずれかのバッチ結晶缶への蒸気需要がヘッダー圧力の低下を招く場合、その需要は自動的に制限される。
- (4) 圧力制御は、絶対圧トランスミッタおよびコンデンサーへの給水口に設置された制御弁によって行われる。
- (5) 結晶缶にはレベルトランスミッタが装備され、投入量および結晶缶からの排出量を監視する。

- (6) 運転温度の監視用に温度トランスミッタを設置する。カットオーバー、結晶缶排出、真空ブレイク、およびスチーム洗浄ラインには、自動開閉弁を設置する。
- (7) 結晶缶の出口からの凝縮水を測定・記録するために、磁気式流量計を設置する。
- (8) 結晶缶には機械式循環ポンプを設置し、その運転強度は継続的に記録され、DCS システムに表示される。

縦型助晶機

- (1) 縦型助晶機内の白下の温度プロファイルを記録し、DCS システムに表示すること。
- (2) 助晶機に供給される冷水および温水の温度と流量についても、記録し、DCS システムに表示すること。
- (3) 遠心分離機の供給管には、温度計を設置すること。

糖溶解装置

- (1) 糖溶解装置には、糖度制御および温度制御システムを装備する。糖度制御システムは温水ライン上のバルブを操作し、温度制御システムは溶解装置への蒸気供給を制御する。

遠心分離機用温水洗浄水システム

- (1) 本システムは、蒸気で水を加熱し、遠心ポンプシステムにより洗浄水ノズルで高圧噴霧を行う。温度制御は、蒸気供給ラインに設置された温度トランスミッタ、コントローラ、および制御弁によって行われる。圧力制御システムは、洗浄水ヘッダーに設置された圧力トランスミッタと、リークオフラインに設置された制御弁で構成される。

凝縮器の自動化

- (1) すべての結晶缶および効用缶凝縮器の自動化は、凝縮器内の温度を検知して給水流量を制御し、設定された真空度を維持することで行われる。

最終糖蜜の流量監視

- (1) 0~25 m³/h。最終糖蜜の容量を測定できる電子流量計を設置しなければならない。冷却後、最終糖蜜タンクへの移送前の最終糖蜜の温度も記録しなければならない。

7. ボイラー設備の制御要件

高効率の高圧バガス焚きボイラー1 基を設置し、定格蒸気圧力は 2.55Mpa とする。蒸気流量は約 25t/h とし、空気予熱器とエコマイザーを備える。通常使用する燃料はバガスで、オイルバーナーは設置しない。操業始めにおいては木質チップ等を使用しバガスなしで運転を開始できるようにする。

ボイラーは自動運転とし、蒸気圧力・流量を維持するため、必要に応じて余剰バガスを供給し安定安全運転を行う。

ボイラーは長期間使用できるように国際規格に従い製作する。エコマイザー、空気予熱器、および煙道ガス用清掃設備を備えるものとする。

軟水装置：10m³/h 以上を可能とする。

運転中は電気駆動給水ポンプ2 基（1 基は予備）とする。停電時に備え、蒸気駆動給水ポンプ1 基も設置する。合計でポンプ3 台となる。

ボイラーおよび蒸気ライン、給水ライン、誘引通風機および送風機などを含む各種ダクトには、断熱材を施す。

ボイラー煙突には航空障害灯を設けるものとする。

PRDS 設備を1 基設ける。PRDS は、必要に応じて生蒸気の圧力を約0.15Mpa（ゲージ圧）まで低下させ、排気蒸気ラインを補充する。また雑用蒸気用で小型PRDS 設備も設置する。

ボイラー及び圧力容器安全規則に準じて安全弁を設ける。特記がない限り、プロセス蒸気および減圧蒸気配管の安全弁は点検手動操作ができるレバー式とする。

すべての安全弁の排気放出は、建屋、人、動物などに危害を及ぼす恐れがないように放出方向を定める。

施主の求めるボイラーのデータを収集し、印刷記録できるようにする。

ボイラー設備計装

ボイラー制御システムには、以下に挙げる主要な制御プログラム（これらに限定されない）が想定されている。

- (1) 3 要素（ドラム水位、蒸気流量、給水流量）制御。
- (2) 過熱器蒸気温度制御。
- (3) 脱気器水位制御。
- (4) 炉内通風制御。
- (5) 燃焼制御。
- (6) 燃料供給制御。

- (7) 薬品添加水質制御。
- (8) 電気集塵機制御。
- (9) バガス灰移送制御。
- (10) 余剰バガス移送制御。

現地計器類（以下に限定されない）

すべての現地計器は中央制御室にデータが送信される。

熱電対

- (1) 過熱器前後の排ガス温度。
- (2) エコノマイザー前の排ガス温度。
- (3) ボイラー用給水流量計、脱気器用 FD 空気流量計および蒸気流量計、脱気器用給水流量計。
- (4) エコノマイザー前後の給水温度。
- (5) 過熱器出口の蒸気温度。
- (6) 空気予熱器（APH）への空気入口／空気出口温度。
- (7) 空気予熱器（APH）への排ガス入口／排ガス出口温度。
- (8) 誘引ファン（ID ファン）吸入口の排ガス温度。
- (9) 脱気器内の給水入口／出口温度。
- (10) 炉内温度。

圧力計

- (1) 蒸気ドラムでの蒸気圧力。
- (2) 過熱器出口ヘッダーでの蒸気圧力。
- (3) 給水制御弁の前後における給水ラインの圧力。
- (4) 給水ポンプの吸込側および吐出側の圧力。
- (5) 圧力、蒸気温度、および水位計の現地表示は、運転フロアに設置すること。

ドラフト計

- (1) 誘引ファン吸込口、押込み通風ファン吐出口等、必要な箇所。

安全インターロックシステム

- (1) エコノマイザー出口の給水温度（表示機能付き）。
- (2) ドラム水位（表示機能付き）。
- (3) 給水流量（表示および積算機能付き）。
- (4) 空気予熱器出口の排ガス温度（表示機能付き）。

- (5) 給水ポンプ出口圧力（表示機能付き）。

現地計器

蒸気発生器には、少なくとも以下の現地計器を完備すること。

- (1) 蒸気圧力計：蒸気発生器ドラムに設置。
- (2) 蒸気圧力計：過熱器出口に 1 台、および蒸気発生器燃焼室に 1 台。
- (3) 排ガス温度計：エコノマイザー出口および煙突に設置。

水位計（レベルゲージ）

- (1) ストリームドラムの両側に、ドラムに独立して接続されたものを 2 基設置する。

計測装置

- (1) 燃焼室に遠隔式を 1 基設置する。空気、ガス、蒸気の温度を測定するための保護装置を備えた計測装置および通風量を測定するための計測装置を設けること。

必要なすべての安全インターロックを計装システムに組み込むこと。

8. タービン発電設備の制御要件

定格電圧 6.6kV で定格電力 2.8MW の背圧式蒸気タービン発電機とする。

運転中（操業期）、タービン発電機は、工場、付帯設備、事務所など必要なすべての電力を補うことができものとする。

蒸気タービン発電機は自動運転とし、工場設備の大きな負荷変動にも対応できるものとする。

商用電力からディーゼル発電機への電力の切替え、またはディーゼル発電機から商用電力への電力の切替えは自動同期とし、瞬時停電時間は限りなく短くする。

ディーゼル発電機から蒸気タービン発電機への電力の切替え、または蒸気タービン発電機からディーゼル発電機への電力の切替えは自動同期とし、停電がないものとする。

施主の求める蒸気タービン発電機のデータを収集し、印刷記録できるようにする。

タービン発電計装・制御

- (1) 蒸気タービンに必要な計器。
- (2) 潤滑油システムに必要な計器。
- (3) 制御油システムに必要な計器。
- (4) 発電機に必要な計器。
- (5) タービン計器盤。
 - ① 回転数計。
 - ② 圧力計。
 - ③ 温度計。
 - ④ 圧力スイッチ。
- (6) タービン制御盤。
 - ① 電気油圧式ガバナー。
 - ② タービン故障用警報表示器。
 - ③ タービンおよびギアボックス軸受油温度計。
 - ④ タービンの全補助モーター用遠隔制御装置。
 - ⑤ タービン安全インターロック・トリップロジックおよびタービン回転数制御装置。
- (7) EOP モーター（電動オイルポンプ）の正常な動作に必要な保護装置及び制御装置を収容した DC モーター始動盤。
- (8) タービン保護装置
 - ① 過速度トリップ。
 - ② 潤滑油圧低下トリップ。
 - ③ 制御油圧低下トリップ。
 - ④ 軸方向変位過大トリップ。
 - ⑤ 排気圧力過大トリップ。
 - ⑥ 手動トリップ。
 - ⑦ ソレノイドトリップ。
- (9) ターボ監視装置
高速ローター用振動監視システムは、以下の構成となる
 - ① シャフト振動センサ。
 - ② 軸方向変位センサ。
 - ③ キーフェーザーセンサ。
 - ④ 近接センサ。
 - ⑤ 近接センサハウジング。
 - ⑥ 延長ケーブル。
 - ⑦ 振動モニター。

作成日：令和 8 年 7 月