

MicroNet TMR® 5009FT フォールトトレラント蒸気タービン制御システム

操作マニュアル

マニュアル26518は26518V1、26518V2、26518V3、26518V4の4巻で構成されています。

**一般的
注意事項**

この装置の設置、運転もしくは保守を行う場合には、事前にこの操作説明書とその他の関連する印刷物をよく読んでおくこと。プラントの運転方法、その安全に関する指示、および注意事項についてよく理解しておかなければならない。このような指示に従わない場合には、人身事故もしくは物損事故が発生する恐れがある。

**改訂**

この書類が発行された後で、この書類に対する改訂や更新が行われた可能性がある。お読みの書類が最新であるかどうかを確認するには、弊社ウェブサイトの発行書類に関するページ (www.woodward.com/publications) で、マニュアル**26455**「顧客出版物相互参照表および改訂状況と配布制限」をチェックすること。

この発行書類に関するウェブページでは、ほとんどの発行書類の最新版を取得することができる。お読みの書類がこのウェブサイトが存在しない場合は、最寄りの担当代理店に問い合わせで最新版を入手すること。

**適切な使用**

不正な修正を行ったり、指定された機械、電気または他の操作上の範囲外でこの機器を使用したりした場合は、人身事故もしくは機器への損害を含む物損事故が発生する恐れがある。不正な修正とは、(i) 製品保障の意味における「誤用」もしくは「過失」であり、その結果として生じた損害に対する補償範囲から除外されて、(ii) 製品の証明書またはリストが無効となる。

**書類の翻訳版**

この書類の表紙に「原文の翻訳版」と表示がある場合は、以下に注意すること。

この書類の原文は、この翻訳が行われた後に更新されている可能性がある。マニュアル**26455**「顧客出版物相互参照表および改訂状況と配布制限」を必ずチェックして、この翻訳版が最新であるかどうかを確認すること。最新でない翻訳版には▲のマークが記されている。技術仕様および適切で安全な設置・操作手順については、必ず原文と比較を行うこと。

改訂—最新版以降のこの書類の変更部分は、テキストに太い黒線を引いて示しています。

この印刷物の改訂の権利はいかなる場合でもWoodward, Incが所有しています。Woodward, Inc.からの情報は正確かつ信頼できるものですが、特別に保証したものを除いては、その使用に対しては責任を負いません。

マニュアル26518V1

© Woodward, Inc. 2010-2017

無断複写・転載禁止

目次

警告と注意.....	4
静電気放電についての注意.....	5
第 1 章 装置の概要	6
はじめに.....	6
制御システム設置手順.....	6
第 2 章 解説	8
概要.....	8
フォールトトレラント制御.....	8
5009 制御システムの入力と出力.....	20
設定・試運転ツール(CCT)プログラム.....	28
第 3 章 制御機能の概略	30
制御の概略.....	30
ブロックダイアグラム.....	33
第 4 章 使用のヒント	41
概略.....	41
用途例.....	43
第 5 章 制御機能	71
はじめに.....	71
タービン起動モード.....	71
バルブリミッタ.....	77
タービン起動ルーチン(アイドル～定格).....	78
スピード制御の概要.....	83
スピード PID 作動モード.....	84
抽気、混気、抽気／混気タービン制御.....	95
補助制御.....	109
カスケード制御.....	113
カスケードドループ.....	115
遠隔カスケード設定点.....	115
シールガス PID 制御.....	116
非常シャットダウン.....	117
通常シャットダウン.....	118
リレー.....	119
第 6 章 5009 制御システムの操作	121
はじめに.....	121
5009 システムの電源投入.....	121
バルブ／アクチュエータの較正とテスト.....	122
タービン起動.....	123
一般的な現場調整ガイドライン.....	133
スピード、カスケード、補助、抽気／混気のダイナミクス調整.....	134
オーバースピードテスト機能.....	136
運転情報.....	137
第 7 章 製品サポートとサービス	140
製品サポート.....	140
製品サービス.....	140

装置の返送要領	141
交換用部品	142
エンジニアリング・サービス	142
Woodward サポート組織へのお問い合わせ	142
技術サポート	143
付録 A 推奨予備部品	144
改訂履歴	145

表図の目次

図2-1. 二重エクステンジ・ポーティング構造	10
図2-2. フォールトレラントアナログ入力	12
図2-3. フォールトレラントディスクリート入力	13
図2-4. フォールトレラントアナログ出力	14
図2-5. フォールトレラントシングルコイルアクチュエータ出力	16
図2-6. フォールトレラントデュアルコイルアクチュエータ出力	17
図2-7. フォールトレラントディスクリート出力	18
図2-8. フォールトレラントModbus通信ポート	20
図2-9. 比例コントローラダイアグラム	22
図2-10. Pコントローラダイアグラム	23
図2-11. PIコントローラダイアグラム	23
図2-12. PIラグコントローラダイアグラム	24
図2-13. PIリードラグコントローラダイアグラム	24
図2-14. 3線トランスデューサ	25
図2-15. 4線トランスデューサ	25
図2-16. 5線トランスデューサ	26
図2-17. 6線トランスデューサ	26
図2-18. 設定ツールキットメイン画面	28
図2-19. 運転・サービスツールキットメイン画面	29
図3-1. 一般的なシングルバルブまたはスプリットレンジバルブ蒸気タービン	30
図3-2. スプリットレンジまたは混気タイプのタービン構成	31
図3-3. 抽気蒸気タービンまたは混気蒸気タービン	32
図3-4. 5009制御システムの機能説明概略	33
図3-5. シングルまたはスプリットレンジのタービン構成（遠隔設定点をともなうスピードPID）	34
図3-6. シングルまたはスプリットレンジのタービン構成（リミッタとして設定される補助PID）	35
図3-7. シングルまたはスプリットレンジのタービン構成（コントローラとして構成される補助PID）	36
図3-8. 抽気および混気タービン構成（リミッタとして構成される補助）	37
図3-9. 抽気および混気タービン構成（コントローラとして構成される補助）	38
図4-1. タービン入口圧力の制限によるポンプまたは圧縮機吐出圧力の制御	45
図4-2. タービン入口圧力の制限およびデュアルコイルアクチュエータによるポンプまたは圧縮機吸入圧力の制御	47
図4-3. 発電機電力制限およびプラントインポート／エクスポート制限による出口圧力の制御	49
図4-4. DRFDサーボインターフェースによるプラントのインポート／エクスポート制御	52
図4-5. DRFDサーボインターフェースによるプラントインポート／エクスポートの制御	54
図4-6. アイランドモードにおけるアイソクロナス負荷分担制御による入口圧力の制御	57
図4-7. アイランドモードにおけるアイソクロナス負荷分担によるインポート／エクスポート制御または出口圧力制御	60
図4-8. 発電機電力制限による入口圧力制御と出口圧力制御	63
図4-9. ブートストラップ起動による混気蒸気タービン制御	66

図4-10. プラント負荷および蒸気圧力制御用途.....	69
図5-1. 手動起動モードの例.....	73
図5-2. 半自動起動モードの例.....	74
図5-3. 自動起動モードの例.....	75
図5-4. 自動起動シーケンス.....	79
図5-5. アイドル/定格起動.....	80
図5-6. 自動起動シーケンス.....	81
図5-7. スピード制御機能ダイアグラム.....	83
図5-8. スピードの関係.....	84
図5-9. スピードPID制御モード.....	88
図5-10. 周波数とユニットの負荷の関係.....	89
図5-11. 負荷分担論理.....	94
図5-12. 抽気/混気制御ダイアグラム.....	96
図5-13. HP/LP結合モード.....	104
図5-14. 吸入デカップリング(HP)モード.....	105
図5-15. 排出デカップリング(LP)モード.....	106
図5-16. HP/LPデカップリングモード.....	107
図5-17. 優先フローダイアグラム.....	108
図5-18. 補助制御概要.....	109
図5-19. カスケード機能ダイアグラム.....	113
図6-1. 比例ゲイン設定効果.....	126
図6-2. 開ループ比例/積分反応.....	127
図6-3. 閉ループ比例/積分反応.....	128
図6-4. 積分ゲイン(リセット)設定反応.....	129
図6-5. 閉ループ比例/微分動作.....	130
図6-6. 微分設定の影響.....	131
図6-7. 閉ループ比例/積分/微分動作.....	132
図6-8. 負荷変化に対する一般的な反応.....	133
表1-2. 制御システム構成ハードウェア.....	7
表2-1. システムモジュールレイアウト.....	9
表2-2. 冗長性マネージャ真偽表.....	12
表2-3. 標準設計M5200 CPU/TCP/IPアドレス.....	27
表4-1. 用途例の要約.....	44
表5-1. オンライン/オフラインダイナミクスを選択.....	91
表5-2. 負荷分担論理.....	94
表6-1. アクチュエータドライバ限度.....	122

警告と注意

重要な定義



これは安全性の警告を示す記号です。人身事故の危険性を警告するために使用されます。この記号に続く安全性に関するメッセージには必ず従い、事故および死亡の危険性を回避してください。

- **危険:** 取扱いを誤った場合に、死亡または重傷を負う危険な状態が生じる場合。
- **警告:** 取扱いを誤った場合に、死亡または重傷を負う危険な状態が生じることが想定される場合。
- **注意:** 取扱いを誤った場合に、軽度または中程度の負傷を負う危険な状態が生じることが想定される場合。
- **注:** 物的損害のみが発生する危険な状態が生じることが想定される場合(制御に関する損害も含む)。
- **重要:** 作業上のヒントまたは保守に関する忠告。



警告

オーバースピード/
オーバーテンプレイチャ
/オーバープレッシャ

エンジン、タービンまたは他のタイプの原動機には、その原動機が暴走したり、その原動機に対して損傷を与えたり、またその結果、人身事故、死亡事故または物的損害が発生するのを防止するために、必ずオーバースピード・シャットダウン装置を取り付けること。

このオーバースピード・シャットダウン装置は、原動機制御システムからは完全に独立して動作するものでなければならない。安全対策上必要であれば、オーバーテンプレイチャ・シャットダウン装置や、オーバプレッシャ・シャットダウン装置も取り付けること。



警告

個人保護具

この書類に記載された製品は、人身事故、死亡事故または物的損害の原因となり得る危険を持つ可能性がある。手で扱う作業を行う場合は、必ず適切な個人保護具(PPE)を着用すること。考慮すべき保護具には、以下がある(ただしこれらに限定されない)。

- 目の保護
- 聴覚保護
- ヘルメット
- 手袋
- 安全靴
- 呼吸マスク

作動流体については、必ず適切な化学物質安全性データシート(MSDS)を読み、推奨される安全装備に従うこと。



警告

起動

エンジン、タービンまたは他のタイプの原動機を起動するときは、非常停止の準備を行い、人身事故、死亡事故または物的損害の原因となる可能性がある暴走やオーバースピードから保護すること。

静電気放電についての注意

注

静電気の注意

電子制御装置には、静電気の影響を受けやすい部品が含まれている。そのような部品の損傷を防ぐため、以下の注意事項に従うこと。

- 制御装置を取り扱う前に、人体に帯電している静電気を放電すること(制御装置への電源をオフにした状態でアースされた表面に触れる、および制御装置を取り扱っている間はアースされた表面に触れ続ける)。
- プリント回路基板周辺では、すべてのプラスチック、ビニール、発泡スチロール(静電気防止性のものを除く)を扱わない。
- プリント回路基板上の部品または導体に手または導電性の器具で触れないこと。

不適切な取扱いに起因する電子部品の損傷を防ぐため、Woodwardのマニュアル**82715**「電子制御装置、プリント回路基板、モジュールの取扱いと保護に関する指針」の注意事項を読み、順守すること。

制御機器での作業またはその近辺での作業を行う際は、以下の注意事項に従ってください。

1. 静電気が体に滞留しないよう、合成素材でできた衣服は着用しないでください。合成素材ほど静電気を蓄積しないので、できるだけ綿または綿混紡素材の服を着用してください。
2. どうしても必要な場合を除いて制御キャビネットからプリント基板(PCB)を取り外さないでください。制御キャビネットからPCBを取り外す必要がある場合は、以下の注意事項に従ってください。
 - PCBはフチ以外の部分に触らないでください。
 - 導電体、コネクタ、または構成部品に導電性デバイスまたは手で触れないでください。
 - PCBを交換する際は、取り付け準備ができるまで新品のPCBを納入時に入っていたプラスチックの静電保護袋から出さないでください。制御キャビネットから古いPCBを取り外したら、すみやかに静電保護袋に入れてください。

第1章 装置の概要

はじめに

この5009FT制御システムに関する技術文書は、以下の4巻から構成されています。

第1巻—システムの用途、制御機能、フォールトトレラント論理、制御論理、PID設定の説明、システム操作手順に関する情報を提供します。

第2巻—ハードウェアの解説、機械的および電氣的な設置説明、ハードウェアの仕様、ハードウェアのトラブルシューティング、基本的な修理手順を提供します。

第3巻—5009FT制御システムのPCベースインターフェースソフトウェアプログラム(CCT)のインストール手順、CCTのすべての機能およびモード(設定、サービス、運転)に関する情報を提供します。

第4巻—OpView™オペレータコントロールステーションの設置と操作に関する詳細を提供します(システムに含まれる場合)。制御システムのModbus®*レジスタおよびタグ名のリストが含まれます。

*—ModbusはSchneider Automation Inc.の登録商標です。

このマニュアルに含まれる5009FTシステムの部品番号は以下のとおりです。

制御システム設置手順

1. すべてのシステムマニュアルを読んで制御システムを理解してください。
2. 第2巻の配線図を参照して、設置するシステムに固有の配線図を作成します。そして、第2巻の説明と作成した配線図に従って機械的および電氣的な設置を行います。
3. 5009FT制御システムに電力を供給し、モジュールの上部/前部にあるリセットボタンを押して3つのCPUすべてをリセットします。
4. CCTパネル前面にキーボードとマウスを接続します。CCTのグラフィカルインターフェース画面を使ってシステムを設定します(第3巻参照)。
5. システム全体の点検を行い、システムのすべてのトリップおよびアラームをクリアして(第1巻の6章を参照)、リネージを調整し、アクチュエータをストロークさせます(第1巻の6章を参照)。

タービン始動の準備が整ったら、第1巻の6章に記載の操作説明に従います。初回起動時は、各PID制御装置のダイナミクスを調整する必要があります(第1巻の6章を参照)。

この第1巻は、Woodward MicroNet TMR® 5009FT制御システムの解説と操作説明を示します。以下の内容が含まれます。

- 制御システムの概要
- 入出力の処理を含む詳細な機能解説
- 制御システムの操作
- オプション装置に関する情報
- 起動手順の詳細な機能解説
- アラームメッセージおよびトリップメッセージに関する詳細情報
- Modbusパラメータに関する詳細情報

このマニュアルはすべての5009FT制御システムに適用されますが、ご使用のシステムに固有の情報は含まれません。5009FT制御システムは、表1-1に示すように、さまざまなハードウェア構成で提供され、発電機または圧縮機を駆動する蒸気タービンの用途に使用することができます。このマニュアルでは、すべての構成が扱われているため、システムのソフトウェアおよびハードウェアの解説の多くはご使用の5009FTシステムに当てはまらない可能性があります。

このマニュアルには、タービンシステム全体の操作に関する説明は含まれません。タービンやプラントの操作説明については、プラントメーカーにお問い合わせください。

表 1-2. 制御システム構成ハードウェア

8262-1111	制御システム- 5009FTキャビネット、AC/DC120VのTMR PS×2台付き
8262-1112	制御システム- 5009FTキャビネット、AC/DC120VのTMR PS×2台とInteg Actキット付き
8262-1113	制御システム- 5009FTキャビネット、AC/DC120VのTMR PS×2台とComp Cntrlキット付き
8262-1114	制御システム- 5009FTキャビネット、AC/DC120VのTMR PS×2台とInteg ActおよびComp Cntrlキット付き
8262-1115	制御システム- 5009FTキャビネット、AC220VのTMR PS×2台付き
8262-1116	制御システム- 5009FTキャビネット、AC220VのTMR PS×2台とInteg Actキット付き
8262-1117	制御システム- 5009FTキャビネット、AC220VのTMR PS×2台とComp Cntrlキット付き
8262-1118	制御システム- 5009FTキャビネット、AC220VのTMR PS×2台とInteg ActおよびComp Cntrlキット付き
8262-1123	制御システム- 5009FT MicroNet、DC24VのTMR PS×2台付き
8262-1124	制御システム- 5009FT MicroNet、DC24VのTMR PS×2台とInteg Actキット付き
8262-1125	制御システム- 5009FT MicroNet、DC24VのTMR PS×2台とComp Cntrlキット付き
8262-1126	制御システム- 5009FT MicroNet、DC24VのTMR PS×2台とInteg ActおよびComp Cntrlキット付き
8262-1119*	制御システム- 5009FTキャビネット、AC/DC120VのTMR PS×2台付き、CCTなし
8262-1120*	制御システム- 5009FTキャビネット、AC/DC120VのTMR PS×2台とInteg Actキット付き、CCTなし
8262-1121*	制御システム- 5009FTキャビネット、AC220VのTMR PS×2台付き、CCTなし
8262-1122*	制御システム- 5009FTキャビネット、AC220VのTMR PS×2台とInteg Actキット付き、CCTなし

*この部品番号にはCCTハードウェアが含まれません。

第2章 解説

概要

5009FTフォールトトレラント制御システムは、シングルバルブ蒸気タービン、スプリットレンジバルブ蒸気タービン、一段抽気制御蒸気タービン、一段混気制御蒸気タービン、一段抽気／混気制御蒸気タービンの制御を目的としています。5009FT制御システムは、現場でプログラムすることができるため、一段設計でさまざまな制御用途での使用を可能にするとともに、コスト削減と納期短縮を実現します。Windowsベースのコンピュータプログラム(CCT)を使用しており、制御システムの設定、装置稼働中のプログラム変更、装置稼働中のハードウェアテストができ、外部指令に代わってタービンの操作が可能です。この制御システムは、独立ユニットとしても、プラントの分散制御システム(DCS)と接続しても使用することができます。

フォールトトレラント制御

この制御システムのフォールトトレラント構造は、制御関連の故障を検知および告知することと、モジュールやトランスデューサのサービスおよび交換による故障の是正を装置の稼働中に行うことができるということを基礎としています。

この制御システム構造により、なんらかの単一故障点が存在する状態でも、タービンを停止させることなく運転が可能です。3-2-0のCPUフォールトトレラント論理は、CPUモジュールが故障したまたは取り外された状態で制御システムが正常に機能することを可能にします。3-2-1-0のアナログI/Oフォールトトレラント論理は、いずれか1つまたは2つのアナログモジュールが故障したまたは取り外された状態で制御システムが正常に機能することを可能にします。3-2-0のディスクリートI/Oフォールトトレラント論理は、いずれか1つのディスクリートモジュールが故障したまたは取り外された状態で制御システムが正常に機能することを可能にします。2-1-0の電源フォールトトレラント論理は、いずれか1つの電源が故障したまたは取り外された状態で制御システムが正常に機能することを可能にします。

3つの隔離されたカーネルセクション(A、B、C)は、それぞれがカーネル電源モジュール、CPUモジュール、アナログコンポI/Oモジュール、ディスクリートI/Oモジュールを持っています。各カーネルにはオプションでアナログI/Oモジュールを追加することができ、カーネルAおよびカーネルBにはアクチュエータコントローラモジュールを追加することもできます。ひとつのマザーボードが、電気的に絶縁された9本のデータバスを供給します。それぞれのCPUは、そのCPUのVMEモジュールへのデータバスと、他の各CPUモジュールへの2本の個別データバスを持ちます。CPU間には合計6本のデータバスが存在し、冗長性とエラーチェックを可能にします。

すべての制御入出力は、三重モジュラ冗長方式(TMR)です。この方式では、個々のアナログスピード入力は5009FT制御システムの3つのカーネルすべてによる監視の下でポーティングされ、正しい入力値が制御に使用されることを確実にします。各入力は、制御システムのフィールドターミネーションモジュールの1つで分割され、個別のI/Oケーブルを通して3つのカーネル(A、B、C)へ送られます。これにより、装置稼働中のモジュール交換が可能になります。各制御出力信号は、3つのカーネル出力の和です。制御システムは各カーネル出力信号の状態を監視しているため、システムのあらゆる出力故障の検知、警報、対応が可能です。

5009FT制御システムは、あらゆる重要制御パラメータに複数のトランスデューサの使用を可能にすることで、冗長性を制御システム外へ拡張することができます。オプションで、制御システムは最大で4つのスピードセンサ入力と、単一の重要制御パラメータ用に別々のトランスデューサからの3つのアナログ入力信号を受け入れるように構成することが可能です。

表 2-1. システムモジュールレイアウト

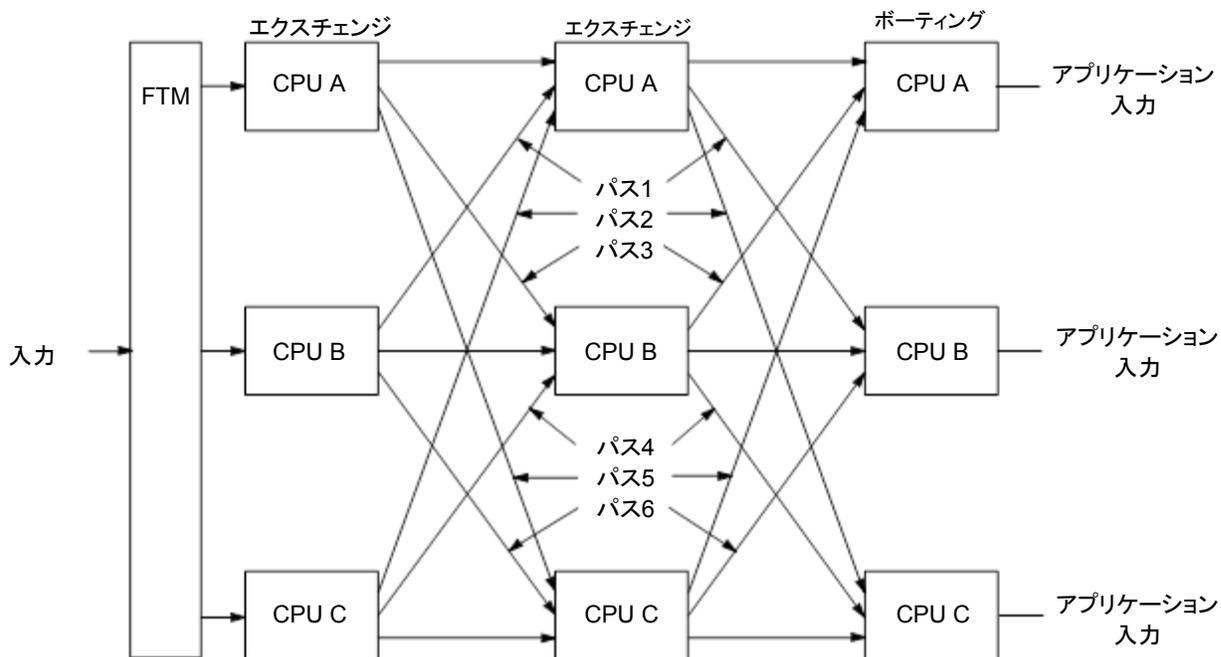
Woodward 5009FT MicroNet+ TMR制御システム				
メインシャシ - MicroNet+ TMR 部品番号5453-279				
シャシ/ カーネル/ スロット	モジュール 部品番号	モジュール名	ケーブル/長さ (数量)	FTM部品番号 (数量)
1/A/1	5466-1049	MicroNetカーネル電源 - DC24V入力	—	—
1/A/2	5466-1047	CPU - PowerCCT5200 400 MHz	5417-393 / 7'	—
1/A/3	5466-1115	TMR高密度アナログコンポI/O	5417-026, -027 / 6-8'	5501-502 (1) 5501-372 (1)
1/A/4	5466-1051	TMR高密度ディスクリートI/O(入力24 /出力12)	5417-172 / 8' (2)	5453-276 (4)
1/A/5	5466-257*	TMR高密度アナログI/O(24/8)	5417-172,-173 / 8-10'*	5501-372 (2)*
1/A/6	5501-432*	アクチュエータコントローラモジュール (2チャンネル)	5417-041 / 12'*	5437-672*
1/B/1	5466-1049	MicroNetカーネル電源 - DC24V入力	—	—
1/B/2	5466-1047	CPU - PowerCCT5200 400 MHz	5417-393 / 7'	—
1/B/3	5466-1115	TMR高密度アナログコンポI/O	5417-026, -027 / 6-8'	5501-502 (x) 5501-372 (x)
1/B/4	5466-1051	TMR高密度ディスクリートI/O(入力24 /出力12)	5417-172 / 8' (2)	5453-276 (x)
1/B/5	5466-257*	TMR高密度アナログI/O(24/8)	5417-172,-173 / 8-10'*	5501-372 (2)*
1/B/6	5501-432*	アクチュエータコントローラモジュール (2チャンネル)	5417-041 / 12'*	5437-672
1/C/1	5466-1049	MicroNetカーネル電源 - DC24V入力	—	—
1/C/2	5466-1047	CPU - PowerCCT5200 400 MHz	5417-393 / 7'	—
1/C/3	5466-1115	TMR高密度アナログコンポI/O	5417-027 / 8 (2)	5501-502 (x) 5501-372 (x)
1/C/4	5466-1051	TMR高密度ディスクリートI/O(入力24 /出力12)	5417-172 / 8' (2)	5453-276 (x)
1/C/5	5466-257*	TMR高密度アナログI/O(24/8)	5417-172,-173 / 8-10'*	5501-372 (2)*
1/C/6	3799-301	ブランク	—	—

* オプション品、第2巻付録Bを参照。

それぞれのCPUモジュールは、他の2つのCPUと同一のソフトウェアアプリケーションを実行します。それぞれのカーネルからのすべての入力は、他の2つのカーネルに分配されます。それぞれのCPUは、信号をアプリケーションソフトウェアへ出力する前に、読み取った値を他の2つのCPUが読み取った値と比較します。設定により、同じ入力パラメータに対して合計9つの値を使用してポーティング論理で最良の信号をアプリケーションソフトウェアへ提供することが可能になります。あるデータの値が図2-1に示すいずれか1つのデータパスで損なわれている場合であっても、すべてのCPUは同じ正しいデータをアプリケーション計算に使用します。すべてのCPUは同じポーティング入力信号を同じアプリケーション計算で使用し、同じ出力を生成します。

すべての出力値はカーネル間でエクステンジされ、その結果がポーティングされ、適切な値が各カーネルから出力されます。システムは重大な単一エラーに対処することができるため、複数のエラーであってもカーネルセクションを停止させることはありません。ある1つのカーネルセクションから一貫してエラーが繰り返される場合、アラームが出力されてそのカーネルは停止されます。図2-1は、MicroNet TMR®における入力から出力までの構造を示します。

5009制御システムの冗長性構造は、タービンが全出力運転で稼働中にすべての制御モジュールを一度に1つずつ交換すること(ホットリプレイメントと呼ばれることもあります)を可能にします。



855-595
97-04-07 JMM

図 2-1. 二重エクスチェンジ・ポーティング構造

スピード入力

制御システムは、1～4個のスピード入力を受け入れることができます。それぞれのスピード入力は、3つのカーネルすべてによって監視されます。このようにしてスピード信号を12個得ることができ、制御システムは制御機能を損なうことなく複数のスピード入力の故障に耐えることができます。スピード制御に必要な入力は、得ることのできる12個のうち1個だけです。制御システムは、独自のまたは他のスピード信号とは異なる「低速」検知プローブをチャンネル4で受け入れることができます。

すべてのスピード信号は、フィールドターミネーションモジュール (FTM) を介して制御システムに接続されます。入力ターミネーションモジュールは、ユーザの制御配線の終端処理を行い、各入力信号を3つのカーネルすべてへ分配するのに使用されます。制御システムのカーネルが入力値を二重にエクスチェンジし、エラーのある値をポーティングで除外した後で、アプリケーションソフトウェア冗長性マネージャが各カーネルのポーティング結果を比較して、アプリケーションの論理で使用する値を選択します。図2-2は、制御入力の構造を示しています。表2-2は、起こり得る各入力条件について、冗長性マネージャの入力選択論理を示します。

スピード入力信号が「スピード故障レベル」設定より低い場合、そのスピード入力信号はエラーと判断され、入力ポーティング論理から除外されます。この故障レベル設定はすべての入力に共通で、CCTプログラムのサービスモードから調整することができます。CCTプログラムのすべての手順については、第3巻を参照してください。

4つのスピード入力チャンネルのいずれかが、アプリケーションによって使用される優良ポーティング値以外の値を感知していることを知らせるために、入力偏差アラームも使用されます。入力チャンネルの感知値がスピード制御装置の「最大偏差」設定を超えて優良ポーティング信号値から偏移すると、入力チャンネルアラームが出されます。このタイプの告知は、入力チャンネルまたはマグネットピックアップユニットが断続的にHi側またはLo側にエラーを起こしていることを示すために使用されます。最大偏差入力設定は、CCTプログラムのサービスモードから調整することができます。初期設定値は「オーバースピードリミット」設定の1% (偏差範囲=0.01～20%) に設定されています。偏差アラーム条件が発生しても、アラーム対象の入力は制御システムのポーティング論理から削除されず、その他のすべてのチャンネルに不具合が発生した場合は制御に使用することが可能です。

2つ以上のスピード入力(MPUまたはProxプローブ)が使用されるときのポーティング論理は以下のとおりです。

- 良好なセンサが4個の場合、中間の2個のセンサを使用する
- 良好なセンサが3個の場合、中央値を使用する
- 良好なセンサが2個の場合、高いほうの値を使用する
- 良好なセンサが1個の場合、そのセンサ値を使用する

アナログ入力

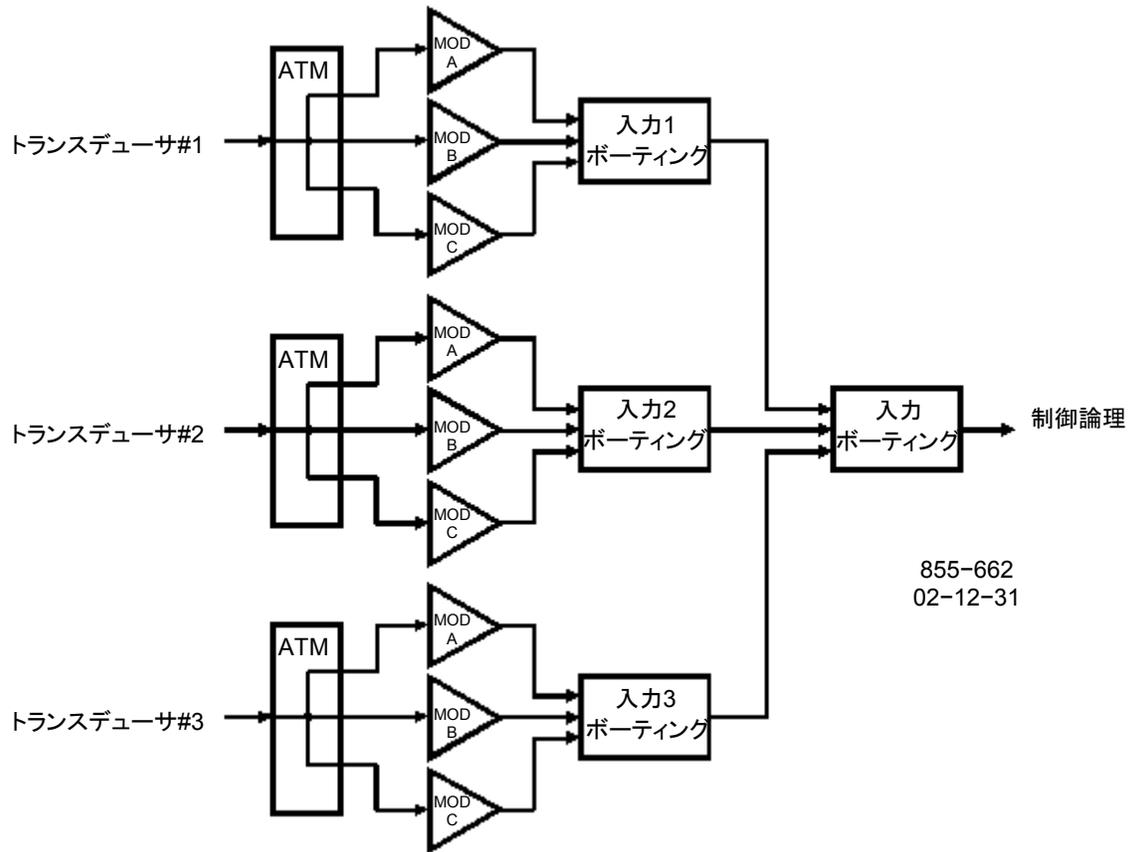
制御システムは、すべての重要パラメータ(ext/adm入力、aux入力、casc入力)に1~3個のトランスデューサ入力を受け入れることができます。重要でない機能(遠隔設定点入力)については、入力信号が1個だけ受け入れられません。各アナログ入力は、制御機能を損なうことなく最大2つの故障を許容することができます。アナログ入力の3本の「レッグ」のうち2本に不具合が発生すると、制御システムは残りの健全なレッグの感知入力信号で制御を行います。

アナログ入力はすべてフィールドターミネーションモジュール(FTM)を介して制御システムに接続されます。入力のターミネーションモジュールは、ユーザ制御配線の終端処理およびすべての3つのカーネルへの各入力信号の分配に使用されます。制御システムのカーネルが入力値を二重にエクステンジして誤った値をすべて除外してから、アプリケーションソフトウェア冗長性マネージャが各カーネルのポーティング結果を比較して、アプリケーションの論理で使用する値を選択します。図2-2は、制御システムの入力構造を示します。表2-2は、考えられる入力条件それぞれに対応した冗長性マネージャの入力選択ロジックを示しています。

オプションで、入力チャンネルの各レッグの試験と、その較正の検証を、CCTプログラムのサービスモードから、個別に他の2つの入力レッグを取り外すことによって行うことが可能です。CCTプログラムのすべてのモード手順については第3巻を参照してください。

アナログ入力信号は、「故障時入力=Lo値」設定以下または「故障時入力=Hi値」設定以上の場合にエラーと判定されます。これらの故障レベル設定は、CCTプログラムのサービスモードから調整することができ、初期設定値は、エンジニアリングユニットにおける、2 mAおよび22 mA相当の値です。入力がエラーと判定された場合、その入力は制御システムのポーティング論理から削除されます。

いずれかの入力チャンネルまたは入力レッグが、アプリケーションによって使用される優良ポーティング値以外の値を感知していることを知らせるために、入力偏差アラームが使用されています。入力チャンネルの感知値が「最大偏差」設定を超えて優良ポーティング値から偏移すると、入力チャンネルアラームが出されます。このタイプの告知は、入力チャンネルまたはシステムトランスデューサが調整範囲を逸脱したことを示すために使用することができます。最大偏差設定は、CCTプログラムのサービスモードから調整することができ、初期設定値は設定入力範囲の1%(偏差範囲=0.1~10%)に設定されています。偏差アラーム条件が発生しても、アラーム対象の入力は制御システムのポーティング論理から削除されず、その他のすべてのチャンネルに不具合が発生した場合は制御に使用することが可能です。



855-662
02-12-31

図 2-2. フォールトトレラントアナログ入力

表 2-2. 冗長性マネージャ真偽表

A故障	B故障	C故障	ブロックの出力(アプリケーション入力)
偽	偽	偽	A、B、Cの入力の間値
偽	偽	真	A、Bの入力のHSS*
偽	真	偽	A、Cの入力のHSS*
偽	真	真	A入力
真	偽	偽	B、Cの入力のHSS*
真	偽	真	B入力
真	真	偽	C入力
真	真	真	アプリケーション入力はゼロに設定/故障は真に設定

*HSS→高信号選択

855-594
97-04-07 JMM

ディスクリート入力

各ディスクリート入力は、制御機能を損なうことなく最大2つのエラーを許容できます。ディスクリート入力の3本の「レッグ」のうちの2本に不具合が発生すると、制御システムは残りの健全なレッグの感知入力信号で制御を行います。

ディスクリート入力は全て、フィールドターミネーションモジュール (FTM) を介して制御システムに接続されます。FTMは、ユーザ制御配線の終端処理および3つのカーネルすべてへの各入力信号の分配に使用されます。制御システムのカーネルが入力値を二重にエクステンジして誤った入力をすべて除外してから、アプリケーションソフトウェア冗長性マネージャが各カーネルのポーティング結果を比較して、アプリケーション論理で使用する値を選択します。図2-3は、制御システムのディスクリート入力構造を示します。

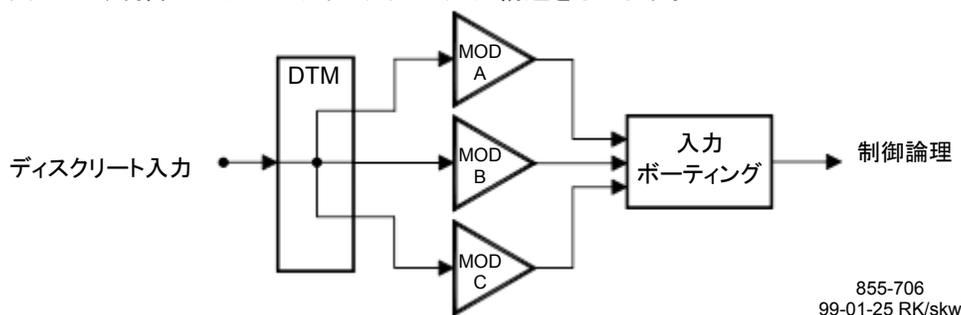


図 2-3. フォールトトレラントディスクリート入力

ディスクリート入力信号は、アプリケーションが使用する優良ポーティング値以外であると判断された場合にエラーと判定されます。入力がエラーと判定された場合、その入力は制御システムのポーティング論理から削除され、入力チャンネルアラームが出されます。入力エラーが修正されると、制御「リセット」コマンドを発行することでアラーム条件をリセットすることができます。

リードアウト(アナログ出力)

各制御リードアウトは、出力機能を損なうことなく最大2つのエラーを許容できます。出力チャンネルのレッグは、リードアウトの4~20 mAの全域電流信号を送ることができます。各CPUがアナログ出力信号を生成すると、その信号はCPU間でエクステンジおよびポーティングされ、冗長性マネージャに送られて出力されます。冗長性マネージャは、既知の優良出力チャンネル数に基づき出力信号を分割し、それぞれの分割された信号を各出力チャンネルに送信します。

各出力「レッグ」の健全性を測定および確認するために、各チャンネルのリードバック回路で高精度抵抗が使用されます。故障状態が検出されると故障出力レッグが無効化され、冗長性マネージャが残りのレッグに出力信号を再分配します。異なるレッグで同時に2つのエラーが発生した場合、問題のない1チャンネル(レッグ)がすべての出力を送信します。図2-4は、フォールトトレラントアナログ入力構造を示します。フィールドターミネーションモジュール (FTM) は、3つのカーネルすべてからの各アナログ出力信号をFTM端子台でひとつの信号にまとめます。

チャンネルの複合出力または出力のレッグによって出力要求からの10%以上の偏差が測定された場合、出力はエラーと判断されアラームが出されます。オプションで、リードアウトチャンネルの各レッグの試験と、その較正の検証を、CCTプログラムのサービスモードから、個別に他の2つの出力レッグを取り外すことによって行うことが可能です。CCTプログラムのすべての機能については第3巻を参照してください。

この出力構造により、単一出力ドライバのエラーが発生しても出力信号が元の値の66.66%にステップングするのみとなります。エラーが感知されてから制御システムがその他のドライバから電流を再分配してこのエラーを修正するまでの時間は、50ミリ秒です。

出力エラーを修正し、「制御リセット」コマンドを実行すると、エラーの発生した出力それぞれに外部負荷を通した導通チェックが行われてから、電流が再びすべての出力ドライバに均等に分配されます。この導通チェックは、エラーの発生したドライバの出力負荷から外部負荷を通して少量の電流を出力し、この値をリードバック値と比較し

まず、導通チェックが行われてから制御システムがすべてのドライバへ電流を再分配するまでの時間は、50ミリ秒です。

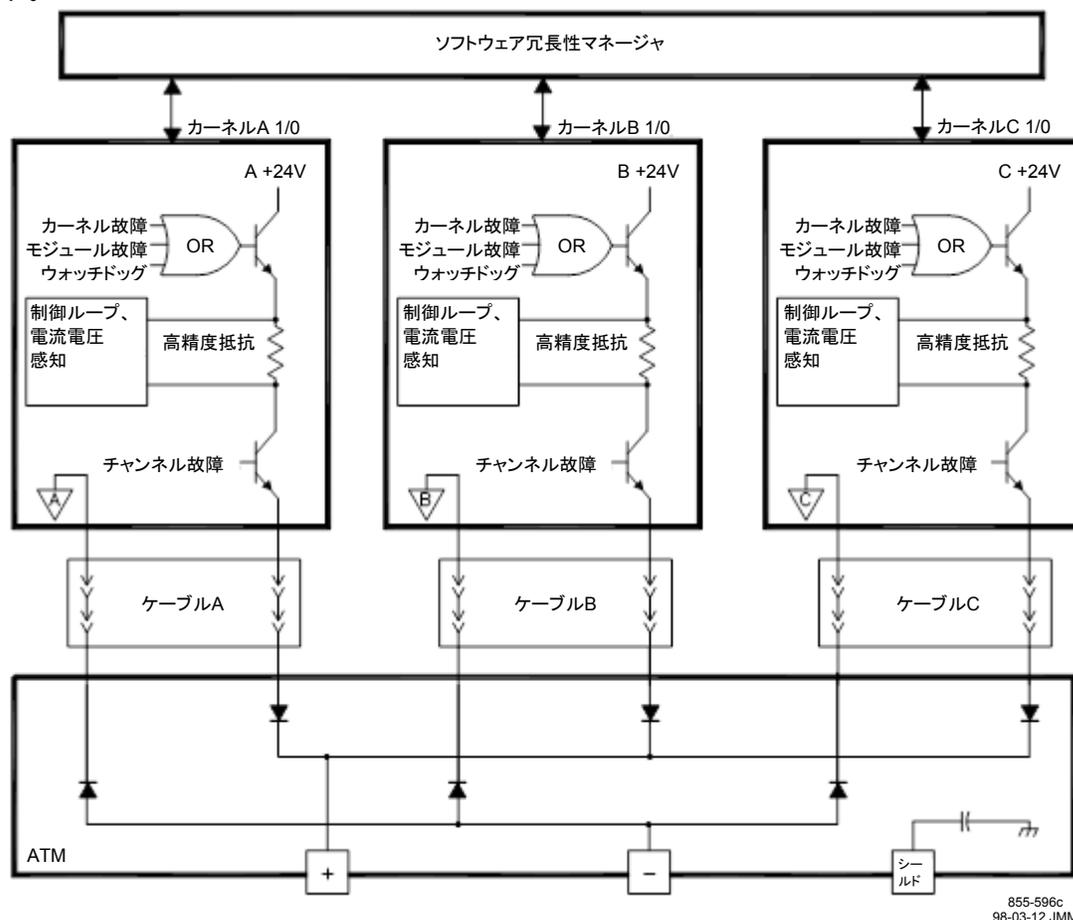


図 2-4. フォールトトレラントアナログ出力

アクチュエータ出力

各アクチュエータ出力は、出力機能を損なうことなく最大2つのエラーを許容することができます。出力チャンネルのレッグは、出力の電流信号全域(4~20 mAまたは20~160 mA)を送ることができます。各CPUがアクチュエータ出力信号を生成すると、その信号はCPU間でエクステンジおよびポーティングされ、冗長性マネージャに送られて出力されます。冗長性マネージャは、既知の優良出力チャンネル数に基づき出力信号を分割し、それぞれの分割された信号を各出力チャンネルに送信します。

各出力「レッグ」の健全性を測定および確認するために、各チャンネルのリードバック回路で高精度抵抗が使用されます。故障状態が検出されると故障出力レッグが無効化され、冗長性マネージャが残りのレッグに出力信号を再分配します。異なるレッグで同時に2つのエラーが発生した場合、問題のない1チャンネル(レッグ)がすべての出力を送信します。図2-5および2-6は、フォールトトレラントアクチュエータ出力構造を示します。フィールドターミネーションモジュール(FTM)は、3つのカーネルすべてからの各アクチュエータ出力信号をFTM端子台でひとつの信号にまとめます。

チャンネルの複合出力または出力のレッグによって出力要求からの10%以上の偏差が測定された場合、出力はエラーと判断されアラームが出されます。オプションで、リードアウトチャンネルの各レッグの試験と、その較正の検証を、CCTプログラムのサービスモードから、個別に他の2つの出力レッグを取り外すことによって行うことが可能です。CCTプログラムのすべての機能については第3巻を参照してください。



較正または試験を行う前に、ユニットをトリップさせて蒸気供給を切り離さなければなりません。これは、制御バルブの開放によって蒸気がタービンに入らないようにすることを確実にするためです。タービンのオーバースピードは、タービンの損傷や、作業者の重傷、死亡の原因となる可能性があります。このプロセスでは、タービンへの蒸気を他の方法で遮断しなければなりません。

アクチュエータ出力や、高圧バルブおよび低圧バルブの出力は、アクチュエータ出力のリターンパスの追加高精度抵抗を除き、その他のアナログ出力と同じ方法で処理されます。この抵抗は、アクチュエータとの接続時に発生する可能性のあるグラドループおよびコイル欠陥の測定と検出に使用されます。シングルコイルアクチュエータを駆動する場合、デュアルコイル端子台はジャンパ配線でシングルコイル端子台にし、冗長性マネージャは3つのカーネルすべてに電流を均等に分けます。故障が発生した場合、冗長性マネージャは負荷を再度分配します。

接続されるアクチュエータがデュアルコイルアクチュエータである場合、冗長性マネージャは電流の半分をカーネルA、B出力に均等に分け、もう半分はカーネルC出力から送られます。故障が発生した場合、冗長性マネージャは負荷電流を再度分配します。

この出力構造により、単一出力ドライバのエラーが発生しても出力信号が元の値の66.66%にステップングするのみとなります(デュアルコイルアプリケーションの場合は50%)。エラーが感知されてから制御システムがその他のドライバから電流を再分配してこのエラーを修正するまでの時間は、50ミリ秒です。

出力エラーを修正し、「制御リセット」コマンドを実行すると、エラーの発生した出力それぞれにアクチュエータを通した導通チェックが行われてから、電流が再びすべての出力ドライバに均等に分配されます。この導通チェックは、エラーの発生したドライバの出力負荷から少量の電流を出力し、この値をリードバック値と比較します。導通チェックが行われてから制御システムがすべてのドライバへ電流を再分配するまでの時間は、50ミリ秒です。

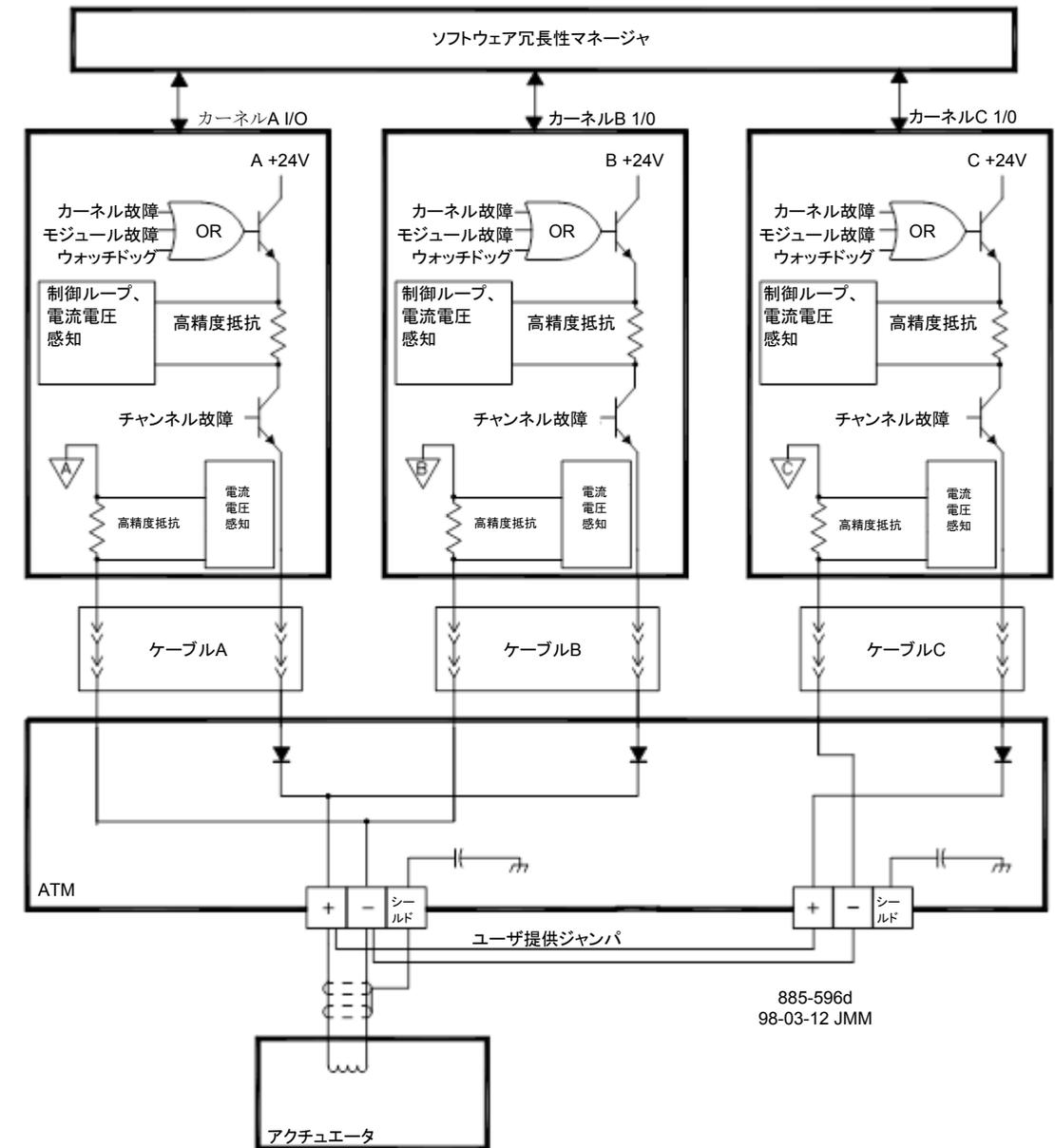


図 2-5. フォールトトレラントシングルコイルアクチュエータ出力

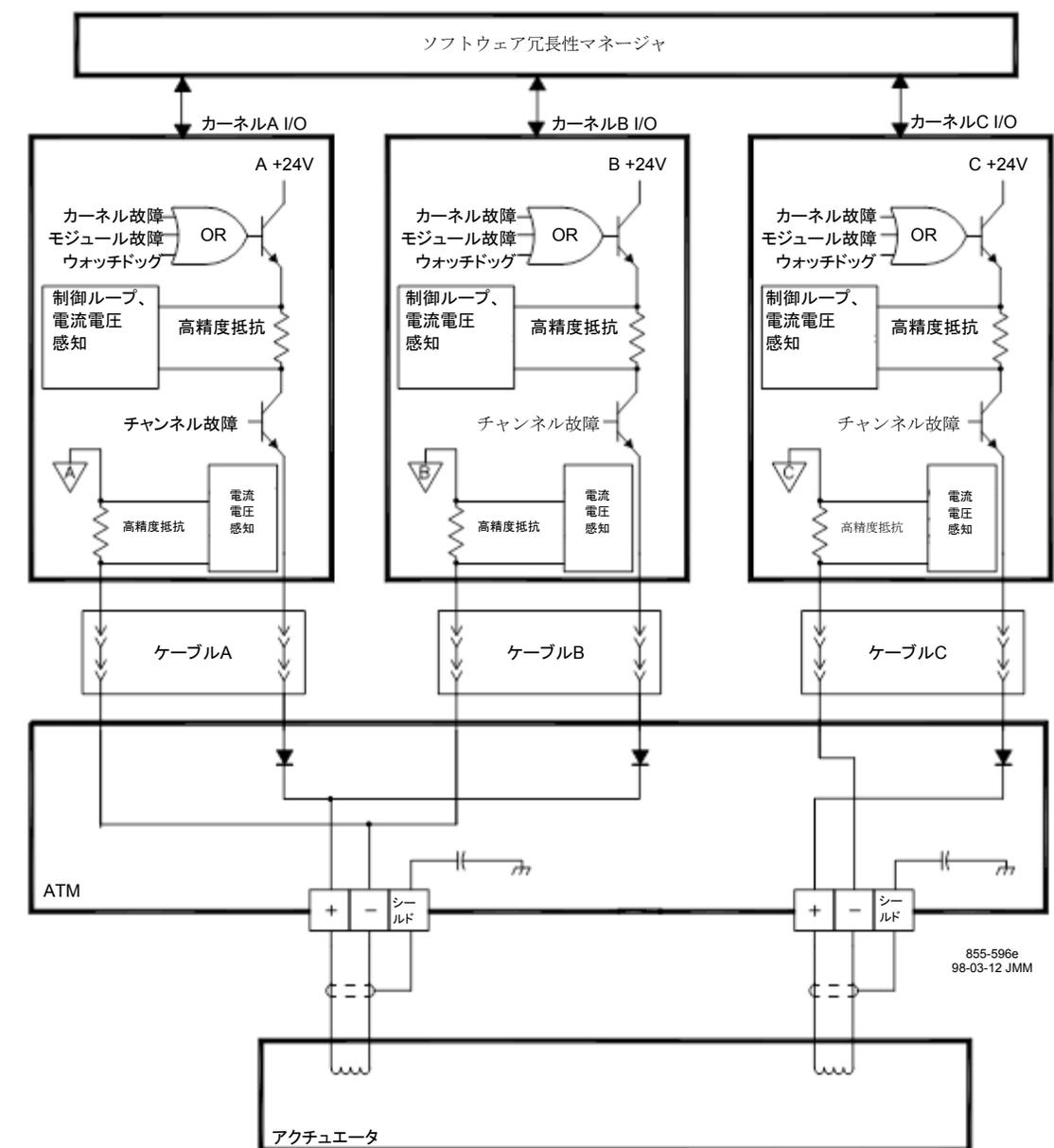


図 2-6. フォールトトレラントデュアルコイルアクチュエータ出力

リレー出力

この制御システムは、12個のフォールトトレラントリレー出力を装備しています。この制御システムの構成では、6個のリレーを使って各フォールトトレラントリレー出力を形成しています。リレー出力が閉のときは、6個のリレーすべての接点が閉じます。リレーは直並列構成であるため、個々のリレーが故障しても出力が開になることはありません。この直並列構成により、フォールトトレラントリレー出力の状態に影響を与えることなく、6個のリレーのうち1個を装置稼働中に取り外して交換することも可能です。

リレー出力が開のときは、6個のリレーすべての接点が開きます。このリレーの直並列構成により、1個のリレーが故障したり取り外されたりしても、出力が閉になることはありません。リレー出力は開のままとなります。

この制御システムのフォールトトレラント構造は1か所の故障を許容するため、その故障に気付かないままとなる可能性があります。これを潜在故障と呼びます。潜在故障がある状態で2番目の故障が発生すると、フォールトトレラントリレー出力が影響を受け、シャットダウン状態になる可能性があります。フォールトトレラントシステムにおいて潜在故障を検知および告知することが重要であるのは、このためです。

この制御システムには、潜在故障検出が装備され、全体のリレー出力の状態に影響を与えることなくあらゆるリレー関連の故障を検知します。各リレー出力について、潜在故障検出の使用または不使用を設定できます。潜在故障検出テストは、定期的に、またはCCTからの指示で行われます。テストの実施間隔は1~3,000時間に設定することができます。

リレー出力は、その出力の個別のリレーを閉開サイクル動作(出力の状態によって逆の場合もあり)させることによってテストされ、リレーが正しい状態であることと、状態の変更が可能であることの確認が行われます。ポジションリードバック回路は、各リレー接点の状態の検出を可能にします。なんらかの故障がある場合は告知され、リレー出力接点の状態や制御動作に影響を与えることなく、それ以上のテストは無効となります。

それぞれのフォールトトレラントリレー構造は、6個のリレーで構成され、各カーネルからの2つのディスクリット出力で駆動されます(図2-7参照)。リレーはそれぞれ、3本レッグのリレー2個で構成されています。ユーザ回路電源はこの構造の片側に接続され、ユーザ負荷は反対側に接続されます。システムFTM上にある、現場で選択可能なジャンパは、接続されている回路に各出力の潜在故障検出論理を適合させるために装備されています。潜在故障検出を使って、6個のリレーそれぞれの実際の接点ポジションを監視し、各リレーの状態を1個ずつ瞬間的に変更します。これにより、各リレーの「ノーマルオープン」または「ノーマルクローズ」接点を確認します。

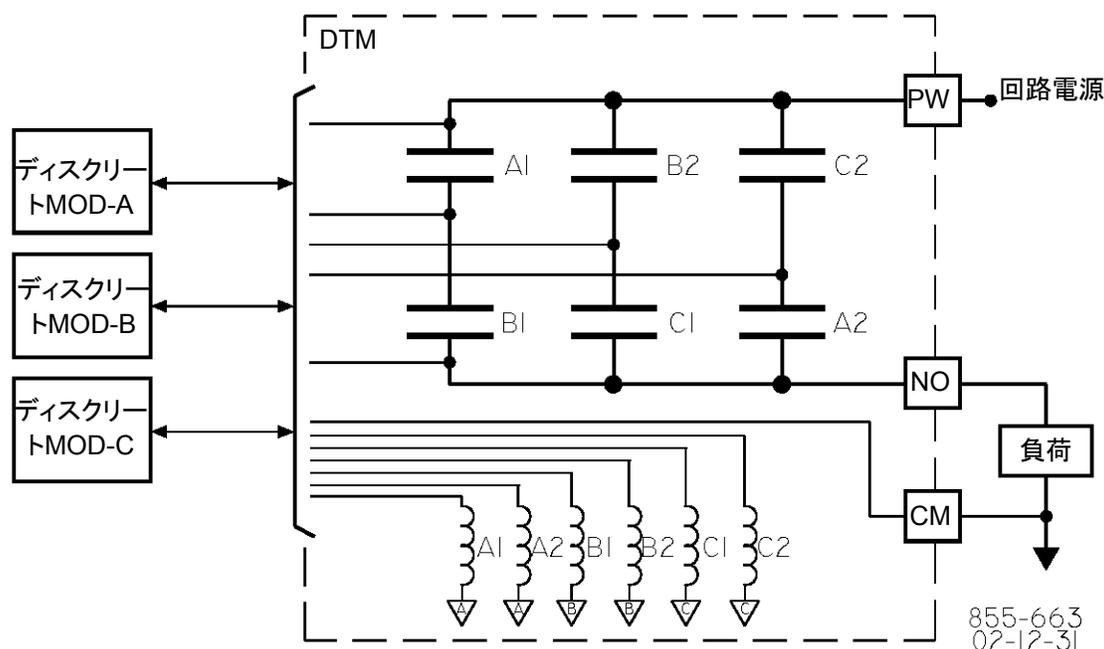


図 2-7. フォールトトレラントディスク出力

潜在故障検出(LFD)は、すべての用途または回路で使用できるわけではありません。制御システムのLFD論理は、DC18~32V、DC100~150V、AC88~132Vのいずれかの電圧を使用する回路でのみ、機能することができます。潜在故障検出を機能させるために、回路の負荷にわずかな漏れ電流が流されます。負荷の大きさによっては、リレー接点が開いているときに、この漏れ電流が負荷をオンまたはアクティブの状態にする可能性があります。このような場合、個々のリレーの潜在故障検出論理を無効にすることで漏れ電流をなくすか、シャント抵抗を負荷に使用してリーク電流を減少させることができます。ある回路で潜在故障検出を使用することができるかどうかを判断するには、このマニュアルの第2巻を参照してください。

Servlink通信

3つのCPUはそれぞれが弊社のサービスツールへのWoodward Servlinkプロトコルをサポートしており、備えられたネットワークスイッチを介してCCTへの直接的なWoodward Servlink接続を提供します。CCTサービスツールはすべて、CPU-Aの第1イーサネットRJ45ポート(ETH1)と通信する初期設定になっています。カーネルAがなんらかの理由で利用できない場合、サービスツールは簡単に別のCPU(別のTCP/IPアドレス)へ接続し直すことができます。CCTプログラムのすべての機能オプションについては、第3巻を参照してください。

調整可能な設定および構成設定の保存を含む、すべての通信入力値およびCCTからのコマンドは、3つのCPUすべてに送られます。

Modbus通信ポート

5009FTは、Woodwardが提供するHMI、分配制御システム(DCS)または他のオペレータコントロールパネルに対し、Modbus通信を行う構成が可能です。制御システムは、TCP、UDP、シリアルのうちいずれかを介してこのような他の装置と通信することができます。さまざまな種類のオペレータインターフェース冗長性に対応するために、それぞれが2つの通信リンクを持つ2つのModbusブロックがあり、すべてが設定可能です。1番目のModbusブロックには、読み取り専用リンクとして使用することができる付加的な3番目のリンクもあります。

ユーザは、以下の方法で、各リンクからの書き込みコマンドを有効または無効にする能力を選択することができます。

Modbus読み取り専用 - 書き込みなし

Modbus常時書き込み有効

Modbus選択時書き込み有効

最後の選択肢は、ユーザがCCTまたはディスクリット入力コマンド(リモート/ローカル)からの書き込みを有効または無効にすることができます。

ローカル/リモート機能と呼ばれる内部制御論理は、Modbusポートを一時的に無効にすることを許可します。この論理により、ユーザは1つのインターフェースパネルで他のタービン/制御インターフェースパネルからのコマンドをロックアウトすることが可能です。安全の理由から、CCT(エンジニアリングワークステーション)ポートはこの論理に影響されません。ユーザは、CCTを介して、制御システムをModbusコマンドが一時的に無効になるCCT制御専用モードにすることができます。

「ローカル」インターフェースモードを選択すると、そのように設定されたすべてのポートを無効にします。「リモート」インターフェースモードを選択すると、すべてのインターフェースを有効にします。Modbusポート1およびModbusポート2は、それぞれが個別のローカルモード設定を持つため、ユーザは希望のインターフェースロックアウト機能を設定することができます。オプションで、制御システムはすべてのインターフェースが常に有効になるような設定とすることができます。

すべての通信入力値および各ポートからのコマンドは、その値またはコマンドがアプリケーションソフトウェアに与えられる前に、3つのCPUすべての中で二重にエクステンションおよびポーティングされ、あらゆるエラーの入力値またはコマンドは排除されます。すべての通信出力値または表示も、その値または表示が通信ポートへ出力される前に、3つのCPUすべての中で二重にエクステンションおよびポーティングされ、あらゆるエラーの出力値または表示は排除されます。

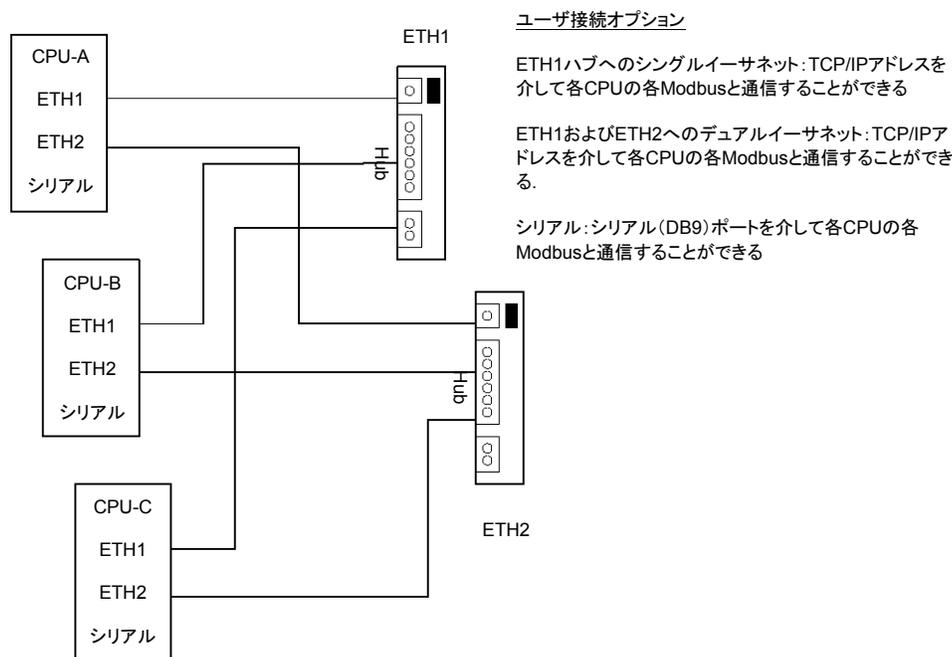


図 2-8. フォールトトレラント Modbus 通信ポート

5009制御システムの入力と出力

スピードセンサ入力

利用可能なスピードセンサ入力:4

利用可能な4つのフォールトトレラントスピードセンサ入力のうち、1つの入力は動作に必須で、3つの付加入力はシステム冗長性のためのオプションです。各スピード入力はパッシブスピードブローブ(マグネットピックアップ-MPU)またはアクティブスピードブローブ(近接)と接続することができます。入力#4は制御システムに「低速」検出センサを付与する独自のセンサになります。

入力の配線と仕様については第2巻を参照してください。

ゼロスピードセンサ入力

スピード入力チャンネル#4は、他とは異なる構造にすることができます。この範囲を低速検出用に設定することが可能です。起動時にこの検出値は制御システムによってセンサの最大範囲まで使用されます。

スピードレベル用に設定されているリレー出力は、このチャンネルを使用して超低速での精度の高い検出が可能です。

このチャンネルには、ゼロスピード検出用に設定されているリレー出力とともに、特殊保護機能が加えられています。

チャンネル#4からのこの信号は、他のチャンネルと比較され、相違が判明した場合はアラームが出されます。専用入力(Modbus/ハードウェア)からゼロスピード検出機能が再設定されるまで、ゼロスピードリレーは励起しません。通常のリセットではこの機能は再設定されません。

ゼロスピードになったとき、「ゼロスピード」リレーの励起の前に遅延を設定することができます。

ゼロスピード検出の安全性を高めるために、「ゼロスピード許容」と呼ばれる接点入力を設定することができます。設定を行うと、ゼロスピードリレーはこの接点が閉じているときのみ励起します。

アナログ入力

利用可能なアナログ入力: 8(オプション設定で24追加)

アナログ入力は、リストに示す制御入力機能のいずれか(オプションの追加アナログI/Oモジュールでなければ設定できない圧縮機制御オプションを除く)を行うように設定することができます。この制御システムは4~20 mAの信号のみを受け入れます。ただし、この4~20 mAの入力は、FTM入力配線を介して、ループ電源または内蔵電源型トランスデューサと連動するように設定することができます。可能なすべてのアナログ入力機能の完全なリストについては、第3巻を参照してください。

タイムスタンプ - アナログ入力は4つの設定点において5ミリ秒単位のタイムスタンプが可能です。この設定点のうち2つはアナログ入力エラーのHiおよびLoレベルで、2つはアナログ入力のHiおよびLoアラームレベルです。この設定点は初期制御設定において標準値に設定され、いつでも調整することができます。

ディスクリート入力

利用可能なディスクリート入力: 24

合計24のディスクリート入力のうち、1番目は専用です。以降の23個は設定可能ですが、その初めの3個は以下のような標準設定となっており、絶対的に必要でない限り調整するべきではありません。

DI #1 - 非常トリップ

DI #2 - 制御リセット

DI #3 - スピード設定点増

DI #4 - スピード設定点減

制御システムが発電機用途で設定される場合は、発電機ブレーカディスクリート入力とユーティリティタイプブレーカディスクリート入力をプログラムしなければなりません。リストに示す選択肢のいずれか1つに対して、ディスクリート入力1つのみをプログラムすることができます。2つ以上は設定エラーとなります。可能なすべてのディスクリート入力機能の完全なリストについては、第3巻を参照してください。

タイムスタンプ - すべての外部非常トリップ入力、すべての外部アラーム入力、発電機およびユーティリティタイプブレーカ入力は、1ミリ秒単位のタイムスタンプを持ちます。複数のディスクリート入力を外部トリップまたはアラームとして機能するように設定することで、制御システムは「ファーストアウト」モニタとして機能することができ、システムのトラブルシューティングに役立ちます。他のディスクリート入力にはタイムスタンプはありません。

リードアウト - アナログ出力

利用可能なリードアウト: 4(オプション設定で8追加)

リードアウトは、リストに示す制御リードアウト機能のいずれかを行うように設定することができます。このリードアウトは出力電流4~20 mAのみを送ります。アナログ出力のプログラミングに関する設定の制限はありません。例えば、必要であれば、4つの出力はすべてスピードリードアウトとして機能するように設定することができます。この出力はアクチュエータドライバとして機能することを目的としていません。考え得るすべてのリードアウト機能の完全なリストについては、第3巻を参照してください。

アクチュエータ出力

利用可能なアクチュエータ出力: 比例出力2(オプション設定で2追加)

各比例アクチュエータ出力は、電流範囲4~20 mAまたは20~160 mAを出力するように、およびシングルコイルまたはデュアルコイルのアクチュエータと連動するように設定することができます。シングルコイルアクチュエータを使用するときは、3つのカーネル出力ドライバすべてが連携し、電流を比例的に共有します。デュアルコイルアクチュエータを使用するときも、3つすべてが出力電流を共有しますが、カーネルAとBはATMを介してコイル#1の出力と直接的に結ばれ、カーネルCはコイル#2の出力を提供します。

オプションのキットを追加して、積分アクチュエータ(ゼロ電流ドライブと、制御システムとの間にポジションフィードバック信号を使用するもの)と直接的に接続することができます。

積分アクチュエータは、ゼロ電流、最小電流、最大電流の設定を使って、閉ループに基づくバルブをポジションフィードバックでポジションングします。0%要求は最小電流と一致せず、100%要求は最大電流と一致しません。モジュールへの要求を変更すると、要求とフィードバックの間にエラーが生じ、モジュールは電流を増減させて異なるポジションフィードバックを取得し、エラーを是正します。正作動コントローラでは、一定の要求を維持することでゼロ電流が出力され、アクチュエータのポジションが維持されます。要求を増やすとモジュールが電流をゼロよりも大きくし、アクチュエータのポジションを大きくします。要求を減らすとモジュールが電流をゼロ設定よりも小さくし、アクチュエータのポジションを小さくします。電流がゼロ電流よりも大きいまたは小さい度合いは、要求の大きさ、ポジションエラーに起因し、コントローラの設定とともに、アクチュエータがどれだけ迅速に反応するかということに影響します。較正時、積分アクチュエータは、最小出力電流、最大出力電流、ゼロ電流のパラメータだけを使用します。

設定ツール(図2-9)で選択されるタイプは以下のいずれか1つになります。

- 1 - 比例 (比例)
- 2 - P (積分)
- 3 - PI (積分)
- 4 - PI ラグ (積分)
- 5 - PI リード (積分)

以下に、各タイプの詳細説明を示します。

比例アクチュエータ(比例またはPROP)

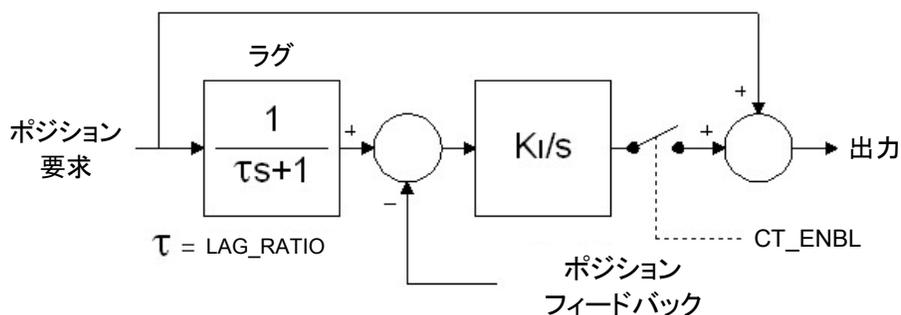


図 2-9. 比例コントローラダイアグラム

CTRL_TYPE = PROP
 KP = 該当なし
 KI = 積分時間定数
 T_LEAD = 該当なし
 LAG_RATIO = ラグ時間定数

比例アクチュエータコントローラは「コマンドトリム」を使用して定常状態のポジションエラーを低減します。CT_ENBL入力が偽であるとき、出力は入力と等しくなります。CT_ENBLが真のとき、インテグレータがポジション要求とポジションフィードバックの間のエラーをゼロまで削減します。インテグレータの出力はMA_AT_0およびMA_AT_100によって定められる範囲の10%に制限されます。ラグブロックは、アクチュエータが反応できるよりも速くポジション要求が変化するとき、オーバシュートを低減します。ラグがアクチュエータの反応時間と厳密に一致していると、Ki/sブロックの出力は変動しません。

積分アクチュエータ(P)

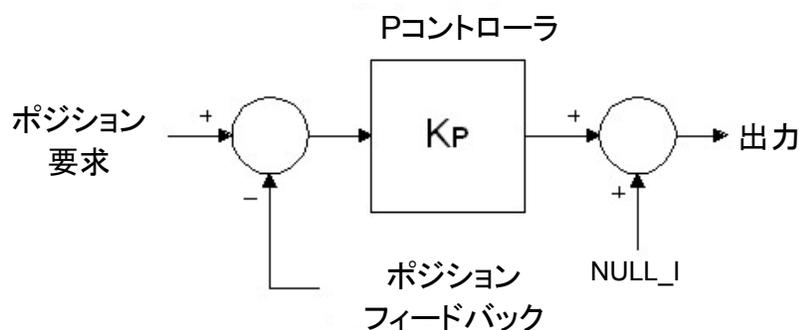


図 2-10. P コントローラダイアグラム

CTRL_TYPE = P
 KP = 比例ゲイン
 KI = 該当なし
 T_LEAD = 該当なし
 LAG_RATIO = 該当なし

Pコントローラはもっともシンプルなコントローラで、非常に堅牢であり、ポジションエラーの影響をあまり受けにくいシステムでうまく機能します。NULL_I入力値がアクチュエータの実際のゼロ電流と等しくない場合は、定常状態エラーが存在します。

KPの最適な調整は、ゲインをアクチュエータがちょうど振動し始める状態まで増やし、そこから2減らすことで得られます。

積分アクチュエータ(PI)

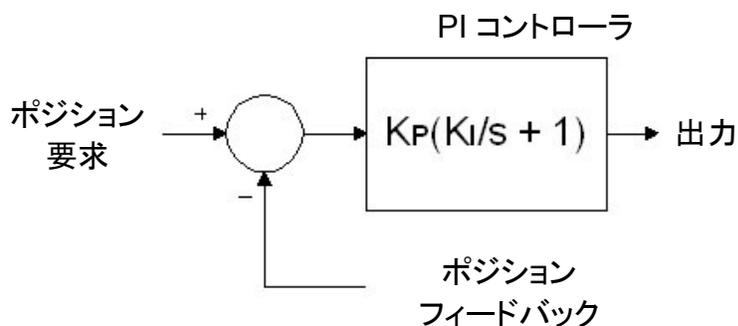


図 2-11. PI コントローラダイアグラム

CTRL_TYPE = PI
 KP = 比例ゲイン
 KI = 積分ゲイン
 T_LEAD = 該当なし
 LAG_RATIO = 該当なし

PIコントローラは、ほとんどの用途に適しています。最適なダイナミック設定を見つけるスタートポイントとして、以下の手順を使用することができます。

1. Kiを最小値に調整します。
2. Kpをアクチュエータがちょうど振動し始める状態まで増やします。振動周期(Posc)とKp(Kosc)を記録します。
3. $Kp = 0.45 * Kosc$ と $I = 1.2/Posc$ を設定します。

これにより、安定した反応が与えられます。アクチュエータ反応をテストし、希望の性能が得られるまでさらに精密に調整します。

積分アクチュエータ(PIラグまたはPI LAG)

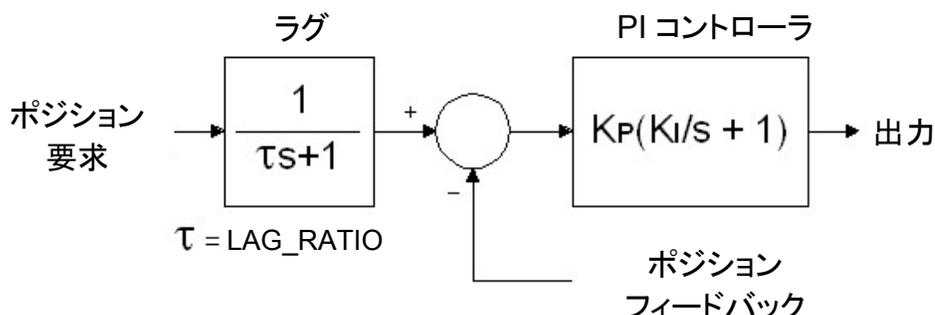


図 2-12. PI ラグコントローラダイアグラム

CTRL_TYPE = PI_LAG
 KP = 比例ゲイン
 KI = 積分ゲイン
 T_LEAD = 該当なし
 LAG_RATIO = ラグ時間定数

PIラグコントローラは、要求信号を整えるラグブロック付きのPIコントローラです。ラグ時間を使って閉ループ伝達関数におけるゼロのキャンセルまたは部分的キャンセルを行うことができます。このコントローラの調整は、PIコントローラとまったく同じです。オーバーシュートを許容することができない重大プロセスがある場合にのみ、このコントローラを使用してください。ラグは非常に小さい値に設定することが可能で、過剰な遅延を避けることができますが、このコントローラはアクチュエータの反応を制限します。

積分アクチュエータ(PIリードまたはPI LEADLAG)

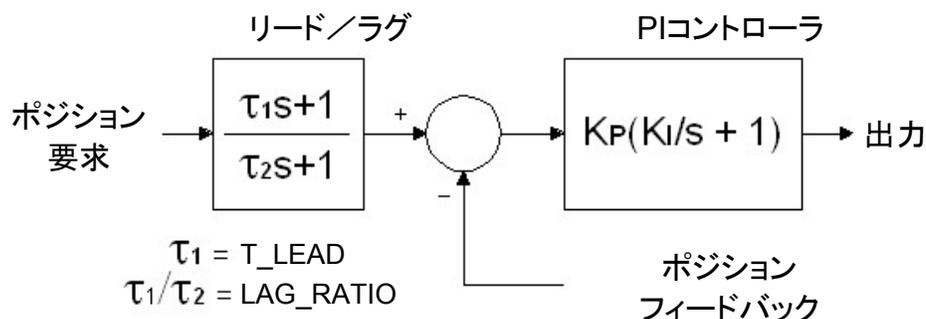


図 2-13. PI リードラグコントローラダイアグラム

CTRL_TYPE = PI_LEADLAG
 KP = 比例ゲイン
 KI = 積分ゲイン
 T_LEAD = リード時間定数
 LAG_RATIO = リード/ラグ比

PIリード/ラグコントローラは、要求信号を整えるリード/ラグブロック付きのPIコントローラです。T_LEAD入力は、リード時間定数を設定します。ラグ時間定数は直接入力されないことに注意してください。LAG_RATIO入力は、リード/ラグ比を設定します。このコントローラの調整は、PIコントローラと同じです。リード/ラグ時間を使ってアクチュエータ反応を理想値に設定することができます。リード/ラグを使ってアクチュエータの見かけの帯域

幅を増減させ、それによって性能を用途に合わせることができます。もちろん、このコントローラはアクチュエータの物理的な制限(スルーレートやデッドタイムなど)を超える性能を引き出すことはできません。

コマンドトリム有効

コマンドトリム有効は、アクチュエータタイプが比例に選択されているときのみ、利用可能です。コマンドトリムが無効のときは、比例コントローラが開ループポジション要求として機能します。有効のときは、比例コントローラが0%でのミリアンペアおよび100%でのミリアンペアの設定に基づいてポジショニングを行います。加えて要求値と%ポジションフィードバックとの間のあらゆるエラーを是正します。

アクチュエータ方向

アクチュエータ方向が正動作に選択されていると、ポジション要求を増やすと電流出力が増加します。アクチュエータ方向が逆動作に選択されていると、ポジション要求を増やすと電流出力が減少します。

ポジションフィードバックトランスデューサタイプ

ポジショントランスデューサは、LVDTまたはRVDTでなければなりません。ポジションフィードバックトランスデューサタイプの入カフィールドは、トランスデューサからの信号がどのように解釈されるかを決定します。設定ツールにおいて、以下を入力します。

- ポジションフィードバックを使用しない場合、「なし」
- リターンワイヤが1組の装置については、「A」
- 単純な差の出力を持つリターンワイヤ2組の場合、「A-B」
- 差/和(一定和またはD/Sとも呼ばれる)の出力を持つリターンワイヤ2組の場合、「(A-B)/(A+B)」

2組のリターンワイヤを持つ装置については、装置のメーカーの図面を確認して、差のタイプか差/和のタイプかを判断する必要があります。

いくつかのトランスデューサの配線方法例を以下に示します。

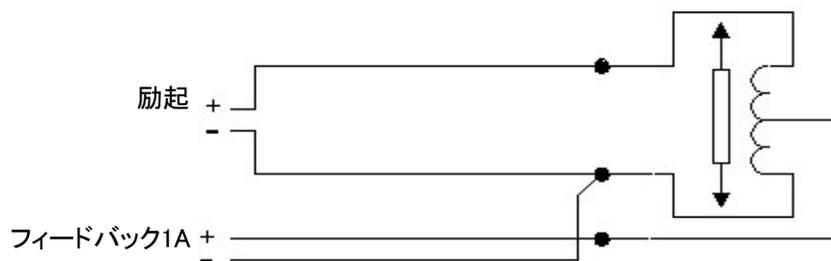


図 2-14. 3 線トランスデューサ

3線の装置には、することの妨げとなる1次側と2次側の隔離がありませんので、オープンワイヤ検出回路が正しく機能しません。設定ツールの同調メニューで開回路アラーム有効チェックボックスのチェックを外し、妨げとなるフィードバック開アラームおよびフィードバックエラーアラームを無効にしてください。

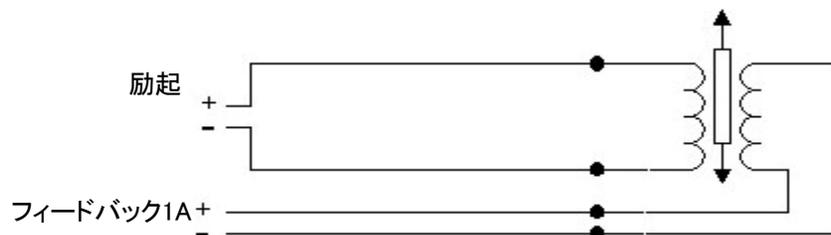


図 2-15. 4 線トランスデューサ

ここに示す「+」と「-」の指定は任意です。注:リターンワイヤが1組の装置の出力電圧は、ゼロボルトを通過してはなりません。(ゼロボルト以上であること)

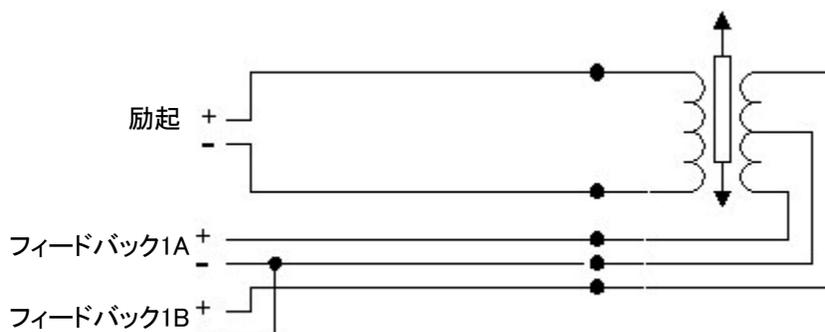


図 2-16. 5 線トランスデューサ

ここに示す「+」と「-」の指定は任意です。図に示すように、フィードバック1Aおよび1Bの(-)側は、出力センタタップと結ばれている必要があります。この装置は、単純な差タイプまたは差/和タイプになります。メーカーに問い合わせ、「A-B」または「(A-B)/(A+B)」のいずれのタイプのトランスデューサかを判断してください。

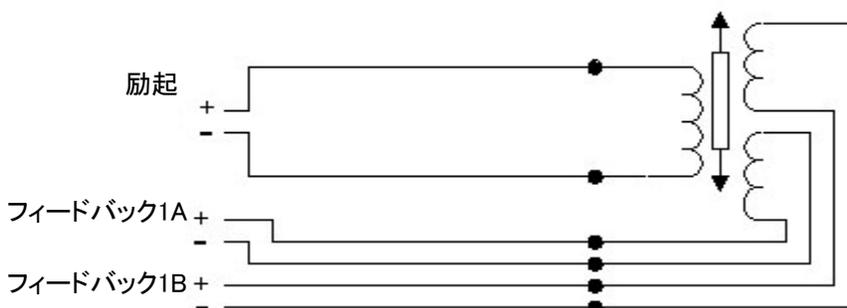


図 2-17. 6 線トランスデューサ

ここに示す「+」と「-」の指定は任意です。この装置は、単純な差タイプまたは差/和タイプになります。メーカーに問い合わせ、「A-B」または「(A-B)/(A+B)」のいずれのタイプのトランスデューサかを判断してください。

励起振幅

望ましい励起振幅については、ポジショントランスデューサのメーカーにお問い合わせください。

比例ゲイン(KP)

P、PI、PIラグ、PIリードのコントローラタイプに使用されます。図2-1～2-17を参照してください。

積分ゲイン(KI)

コマンドトリムイネーブル付き比例、PI、PIラグ、PIリードのコントローラタイプに使用されます。図2-11、2-12、2-13を参照してください。

ラグ時間定数(LAG_RATIO)

PIラグおよびPIリードのコントローラタイプに使用されます。図2-12および2-13を参照してください。

リード時間定数(T LEAD)

PIリードのコントローラタイプに使用されます。図2-13を参照してください。

有効開回路アラーム

フィードバック開回路検出を使用します。一般的に3線トランスデューサでは機能しません。図2-14を参照してください。

LVDT線形化

場合によっては、較正(ゼロおよび100%)の後で、中央位置でのLVDTポジションリードアウトが一致しない可能性があります。この差異は、LVDTの1つに不具合が起こった場合のバルブポジションの小さな「バンプ」に起因します。

補正を行うには、サービスモード(第3巻参照)において、カーネルA(カードA106)に接続されているLVDTを、ポジションがカーネルC(カードC106)に接続されているLVDTと一致するように線形化することができます。

抽気タービンおよび混気タービンの場合、アクチュエータドライバ#1はタービンの高圧制御バルブアクチュエータ(HP)に接続され、アクチュエータドライバ#2はタービンの低圧制御バルブアクチュエータ(LP)に接続されます。抽気タービンおよび混気タービン以外の場合、アクチュエータドライバ#2は、第2のアクチュエータ(オフセットあり)の制御に使用するか、リードアウトとして使用することができます。

各アクチュエータは、機能のメニューを設定することができます。標準設定では、比例アクチュエータ#1が高圧制御バルブアクチュエータ(HP)の駆動に使用されます。抽気タービンおよび混気タービンについては、抽気バルブがタービンの低圧制御バルブアクチュエータ(LP)とみなされます。

リレー出力

利用可能なリレー出力:12

12個のリレー出力のうち、2個は専用で、10個は設定可能です。2つの専用出力は非常トリップとアラーム状態です。リレー出力のプログラミングに設定の制限はありません。例えば、必要であれば、プログラム可能なリレー10個すべてを、スピードPID管理表示として機能するように設定することが可能です。

通信ポート

各CPUは、ユーザが利用できる、イーサネットポート2つとシリアルポート1つを持っています。CPUの各ポートには、固有TCP/IPアドレスが与えられています。2つのイーサネットポートはそれぞれがキャビネット内の別々のLANスイッチに接続され、ユーザの外部装置への完全冗長通信パスを可能にしています。これに対応するために、各CPUのETH1およびETH2は異なるネットワークドメイン上に配置されなければなりません。ユーザが単一のLANネットワークからの制御システムにしか接続していない場合、接続はLANスイッチの1つに対してのみ行われることとなります。5009FTシステムのイーサネットポートの標準設定については、第3巻を参照してください。以下は、5009FTとは別に整理されるCPUの標準設定IPアドレスです。

表 2-3. 標準設計 M5200 CPU TCP/IP アドレス

CPU IP	CPUサブネットマスク
ETH1 = 172.16.100.1	ETH1 = 255.255.0.0
ETH2 = 192.168.128.20	ETH2 = 255.255.255.0

制御システムのCPUモジュール通信ポートは、RS-232、RS-422、RS-485の通信に設定可能です。RS-232通信は50フィートまでの距離に制限されます。接続される装置が制御システムから50フィートを超える場所にある場合は、RS-422またはRS-485の使用が推奨されます。

設定・試運転ツール(CCT)プログラム

5009制御システムは、現場で設定可能な蒸気タービン制御システムで、OCCT WindowsベースのCCTインターフェイスプログラムから、5009制御システムの設定、操作、サービスを行うことができます。

このプログラムパッケージには次の2つのツールキットが含まれています。

- 設定—アプリケーションを設定することができます。
- 運転・サービス—アプリケーションを運転することができます。

ツールキットから制御システムへの接続の詳細については、第3巻を参照してください。

CCTはユーザインターフェイスプログラムです。このインターフェイスプログラムには、3つのレベルのアクセス（設定、サービス、運転）があります。それぞれのアクセスレベルは、異なるレベルのパスワードセキュリティがかけられています。このセキュリティレベルにより、認められた（そしてモードのパスワードにアクセスできる）ユーザだけが個々のインターフェイスモードの変更を行うことができますようになっています。

セキュリティレベル

- 設定 制御システムをアプリケーションに対して初期設定するために使用します。このモードは、設定ツールキットでアプリケーションを設定するために必要です。
- サービス 制御システムの設定変更、制御ハードウェアの試験、制御I/Oの較正に使用します。これは、どの運転レベルでもオンラインで実行可能です。
- 運転 タービンの始動、タービンの停止、運転モードの有効化／無効化に使用します。

運転・サービスツールキットで設定の較正やアプリケーションのモニタリングを行うときは、サービスモードおよび運転モードが推奨されます。

3つのCCTインターフェイスモードはすべて、常に監視することができますが、タービンが停止状態で、かつ正しいパスワードが入力されない限り、設定モードで変更を行うことはできません。プログラムの限定設定モード、サービスモード、運転モードは、ユニットの停止を必要としません。CCTプログラムと機能の詳細については、第3巻を参照してください。

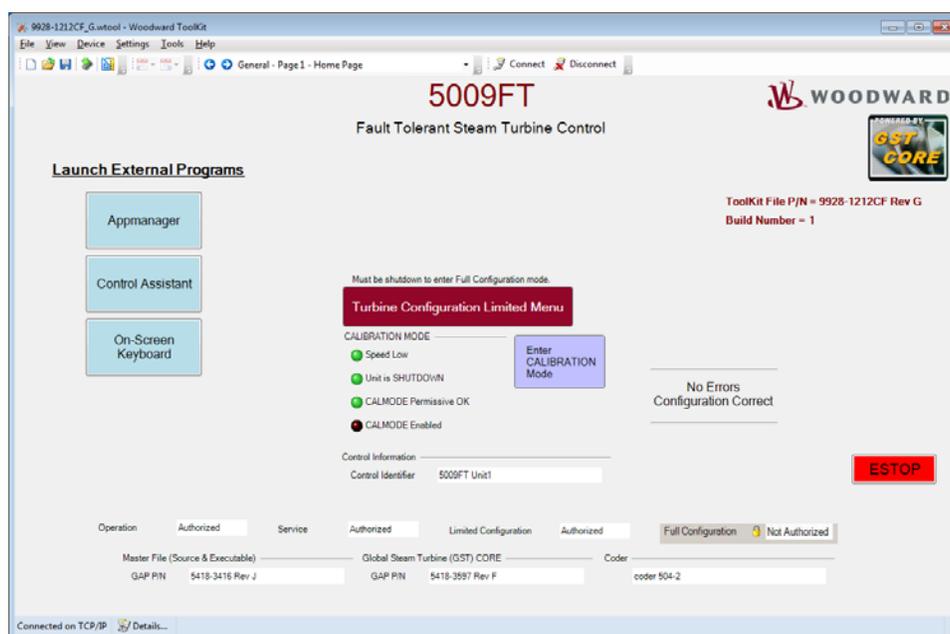


図 2-18. 設定ツールキットメイン画面

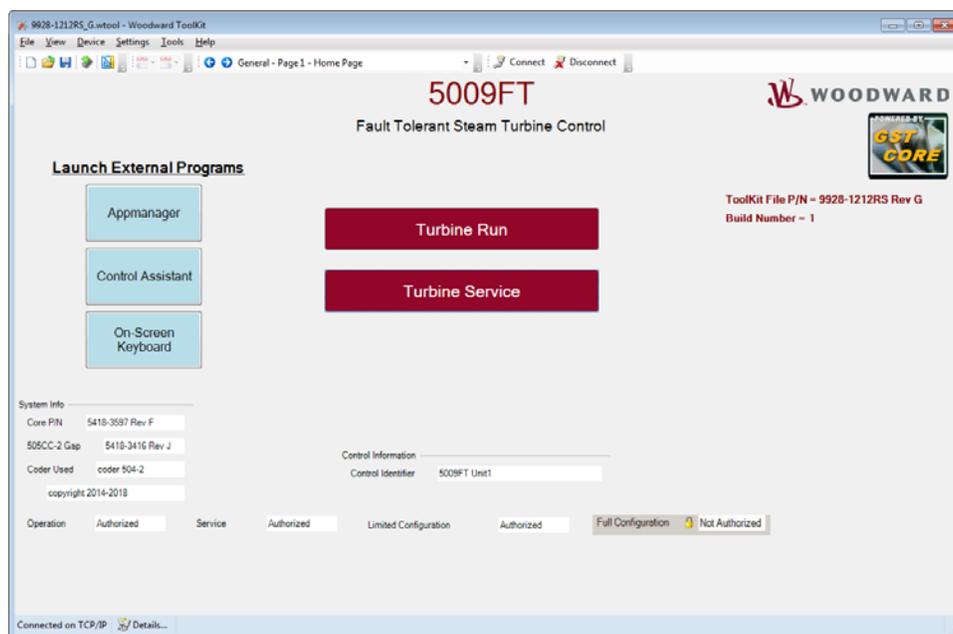


図 2-19. 運転・サービスツールキットメイン画面

第3章 制御機能の概略

制御の概略

この制御システムは、シングルバルブ蒸気タービン、スプリットレンジバルブ蒸気タービン、一段抽気制御蒸気タービン、一段混気制御蒸気タービン、一段抽気／混気制御蒸気タービンの制御を目的としています。以下のタービン制御の説明およびブロックダイアグラムを参照して、制御システムの設定をご使用のタービンタイプおよび用途に合わせてください。

シングルバルブタービンとスプリットレンジバルブタービン

この制御システムは、単一の蒸気室または別々の蒸気室に供給を行う1つまたは2つのタービン制御バルブ（またはバルブバック）を持つタービンを制御するように設定することができます。このタイプの設定では、制御システムはタービン制御バルブとの接続を介して一度に1つのパラメータを制御し、必要な場合は付加的なパラメータを制限します。

このタイプのタービンでは、制御されるパラメータは一般的にスピード（または負荷）ですが、制御システムの使用によって、タービン入口の圧力または流量、出口の圧力（背圧）または流量、第1ステージ圧力、発電出力、プラントのインポートまたはエクスポートレベル、圧縮機入口または出口の圧力または流量、ユニット／プラントの周波数、プロセス温度、その他のタービン関連プロセスパラメータを制御または制限することができます。考え得る制御構成およびPIDの関係については、以下のブロックダイアグラムを参照してください。

制御システムがスプリットレンジタービンタイプ向けに設定される場合、アクチュエータ出力#2は、アクチュエータ出力#1のオフセット値のポジションで開き始めるように設定することができます。このオフセット設定が50%の場合、バルブ#2はバルブ#1が50%になったときに開き始めます。制御システムは、両方のバルブを、50%のポジション差を持たせながら、全開位置まで開き続けます。

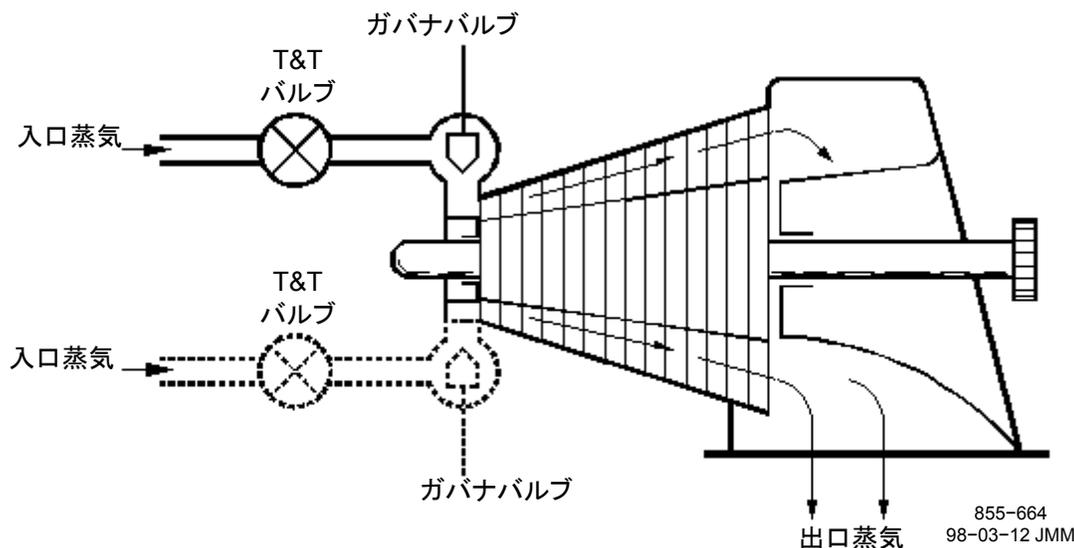


図 3-1. 一般的なシングルバルブまたはスプリットレンジバルブ蒸気タービン

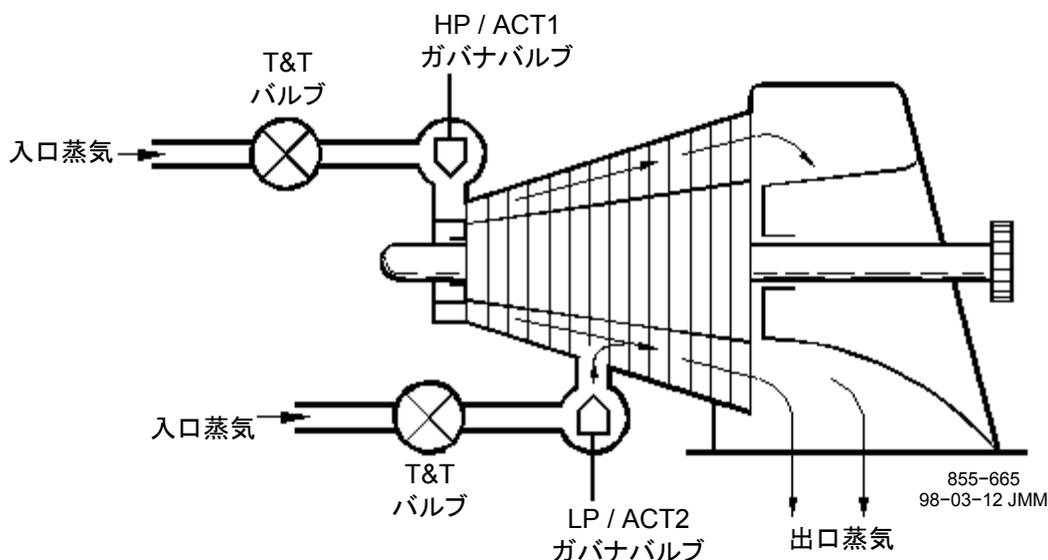


図 3-2. スプリットレンジまたは混気タイプのタービン構成
(制御されるパラメータによる)

抽気タービン

一段抽気制御蒸気タービン用に設定される場合、制御システムは、タービンのガバナバルブ (HP) と抽気バルブ (LP) の相互作用を管理し、2つのタービン関連パラメータを、それぞれがもう一方に与える影響を最小にしながら、同時に制御します。

一段抽気制御タービンには、高圧ステージと低圧ステージがあり、それぞれがバルブによって制御されています。蒸気はHPバルブからタービンに入ります (図3-3参照)。HPタービンステージの下流端部かつLPバルブの前で、蒸気の抽気が可能です。LPバルブはLPタービンステージへの蒸気の流入と、抽気ラインからの蒸気の流れの転換を制御します。LPバルブが開いていると、LPステージに入る蒸気はより多くなり、抽気される蒸気はより少なくなります。

抽気タイプタービン用に設定される時、この制御システムはレシオ/リミッタ論理を使ってHPバルブとLPバルブの相互作用を制御します。タービンの設計から、それぞれのバルブ (HPとLP) のポジショニングが制御される両方のパラメータに影響を与えます。このバルブ間 (制御されるパラメータ) の相互作用が、想定状態のプロセスに望ましくない変動をもたらすことになります。

レシオ論理はHPバルブとLPバルブの両方の相互作用を制御して、必要なタービンのスピード/負荷 (もしくは補助PIDプロセスまたはカスケードPIDプロセス) および抽気の圧力/流量レベルを維持します。一段抽気タービンは2つの制御バルブしか持たないため、一度に制御できるパラメータは2つのみです。バルブの相互作用を制御することによって、レシオ論理は一方の制御されるプロセスがもう一方の制御されるプロセスに与える影響を最小にします。

システムの条件によりタービンが動作限界 (Min LP) に達すると、1つのプロセスパラメータしか制御することができません。制御システムのリミッタ論理が、その限界で優先するプロセスパラメータを、2つめのパラメータを制限することによって制御できるようにします。

両方のバルブの相互作用は、5009制御システムのレシオ論理によって、入力されたタービン性能パラメータに基づき自動的に計算されます。制御されるプロセスパラメータに応じて、HPバルブとLPバルブのデカップリングモードが利用できます。可能な制御構成およびPIDの関係については、以下のブロックダイアグラムを参照してください。レシオ/リミッタ設定オプションについては、本書のレシオ/リミッタの節を参照してください。

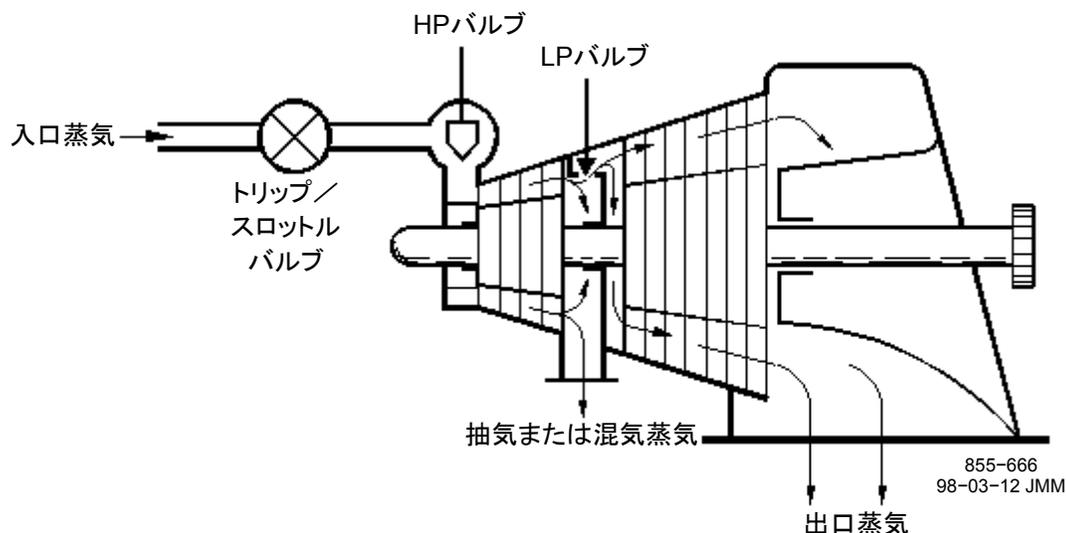


図 3-3. 抽気蒸気タービンまたは混気蒸気タービン

混気タービン

一段混気制御蒸気タービン用に設定される場合、制御システムは、タービンのガバナバルブ (HP) と抽気バルブ (LP) の相互作用を管理し、2つのタービン関連パラメータを、それぞれがもう一方に与える影響を最小にしながら、同時に制御します。

一般的な一段自動混気タービンには、高圧ステージと低圧ステージがあり、それぞれがバルブによって制御されています。蒸気は、HPバルブから (図3-3参照)、およびHPタービンステージの下流端部、LPバルブの前で、タービンに入ります。LPバルブは、LPタービンステージへの、および混気ラインからの蒸気の流入を制御します。LPバルブが開いていると、LPステージに入る蒸気はより多くなります。

混気タイプタービン用に設定されるとき、この制御システムはレシオ/リミッタ論理を使ってHPバルブとLPバルブの相互作用を制御します。タービンの設計から、それぞれのバルブ (HPとLP) のポジショニングが制御される両方のパラメータに影響を与えます。このバルブ間 (制御されるパラメータ) の相互作用が、想定状態のプロセスに望ましくない変動をもたらすこととなります。

レシオ論理はHPバルブとLPバルブの両方の相互作用を制御して、必要なタービンのスピード/負荷 (もしくは補助PIDプロセスまたはカスケードPIDプロセス) および抽気の圧力/流量レベルを維持します。一段混気タービンは2つの制御バルブしか持たないため、一度に制御できるパラメータは2つのみです。バルブの相互作用を制御することによって、レシオ論理は一方の制御されるプロセスがもう一方の制御されるプロセスに与える影響を最小にします。

システムの条件によりタービンが動作限界 (Min LP) に達すると、1つのプロセスパラメータしか制御することができません。制御システムのリミッタ論理が、その限界で優先するプロセスパラメータを、2つめのパラメータを制限することによって制御できるようにします。

両方のバルブの相互作用は、5009制御システムのレシオ論理によって、入力されたタービン性能パラメータに基づき自動的に計算されます。制御されるプロセスパラメータに応じて、HPバルブとLPバルブのデカップリングモードが利用できます。可能な制御構成およびPIDの関係については、以下のブロックダイアグラムを参照してください。レシオ/リミッタ設定オプションについては、本書のレシオ/リミッタの節を参照してください。

抽気/混気タービン

一段抽気/混気制御蒸気タービン用に設定される場合、制御システムは、タービンのガバナバルブ (HP) と抽気/混気バルブ (LP) の相互作用を管理し、2つのタービン関連パラメータを、それぞれがもう一方に与える影響を最小にしながら、同時に制御します。

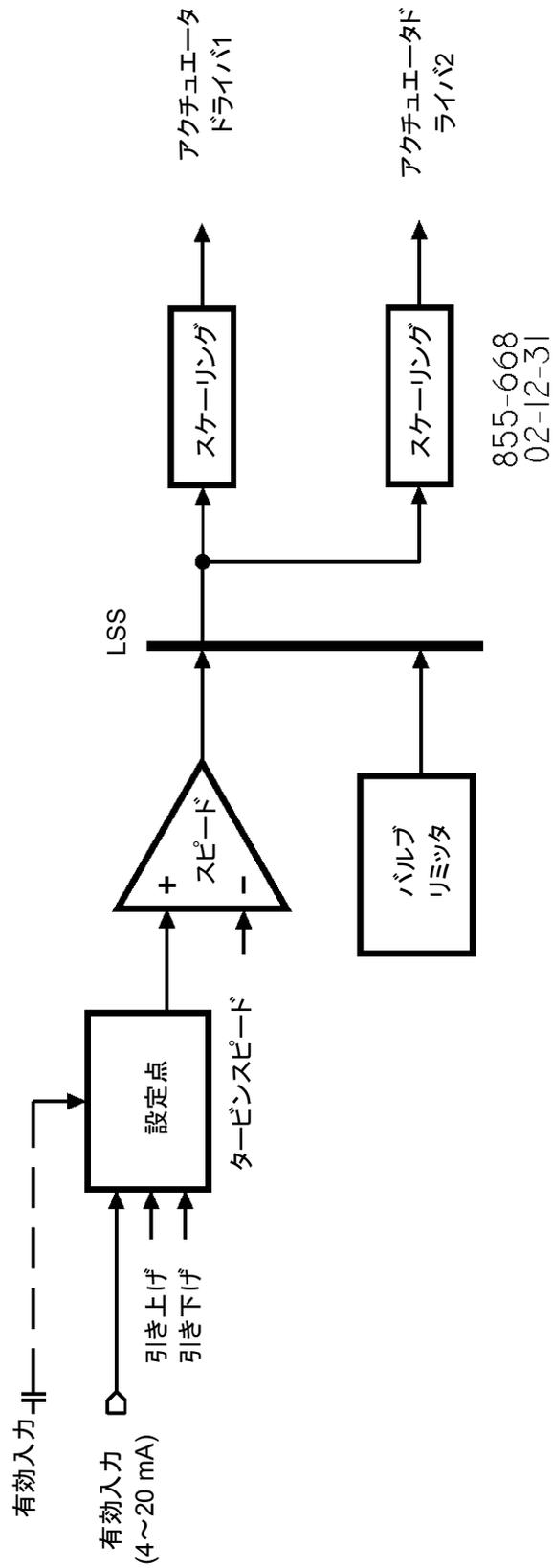


図 3-5. シングルまたはスプリットレンジのタービン構成
(遠隔設定点をともなうスピード PID)

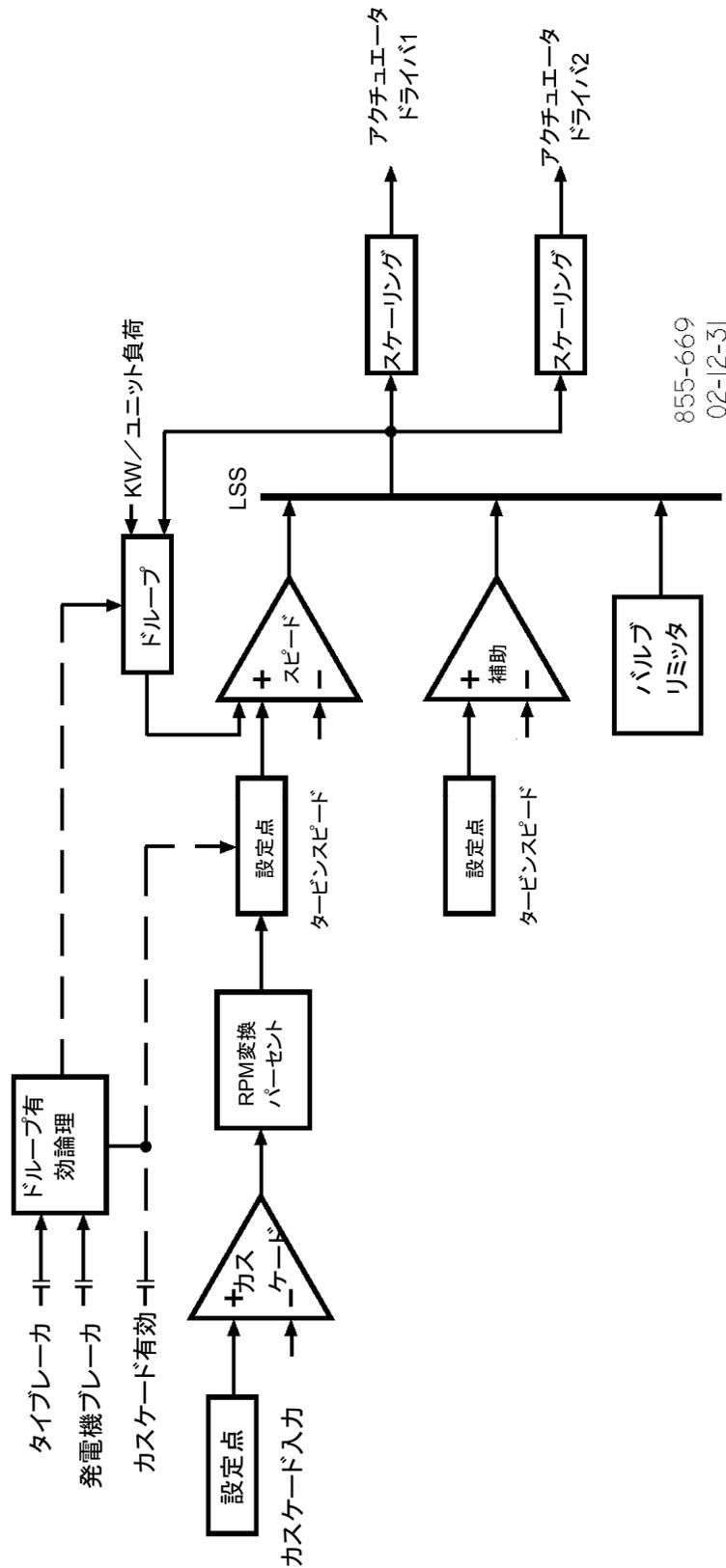


図 3-6. シングルまたはスプリットレンジのタービン構成
(リミッタとして設定される補助 PID)

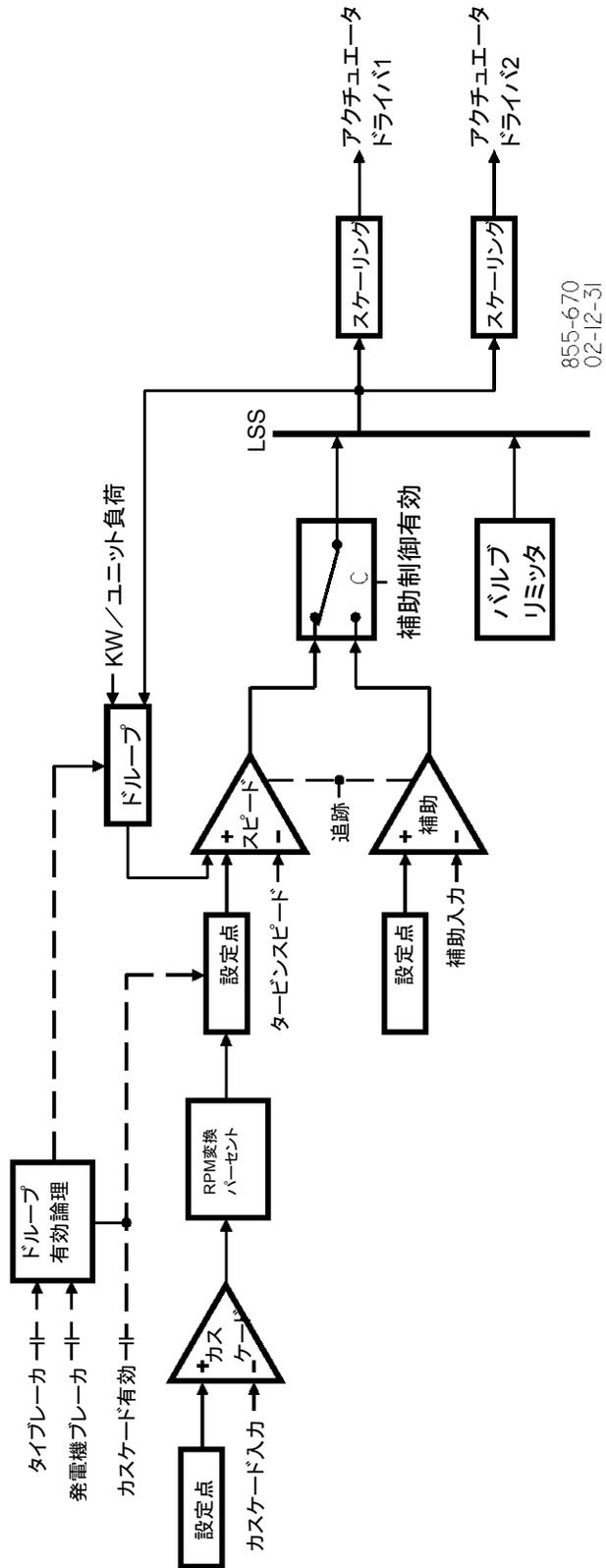


図 3-7. シングルまたはスプリットレンジのタービン構成
(コントローラとして構成される補助 PID)

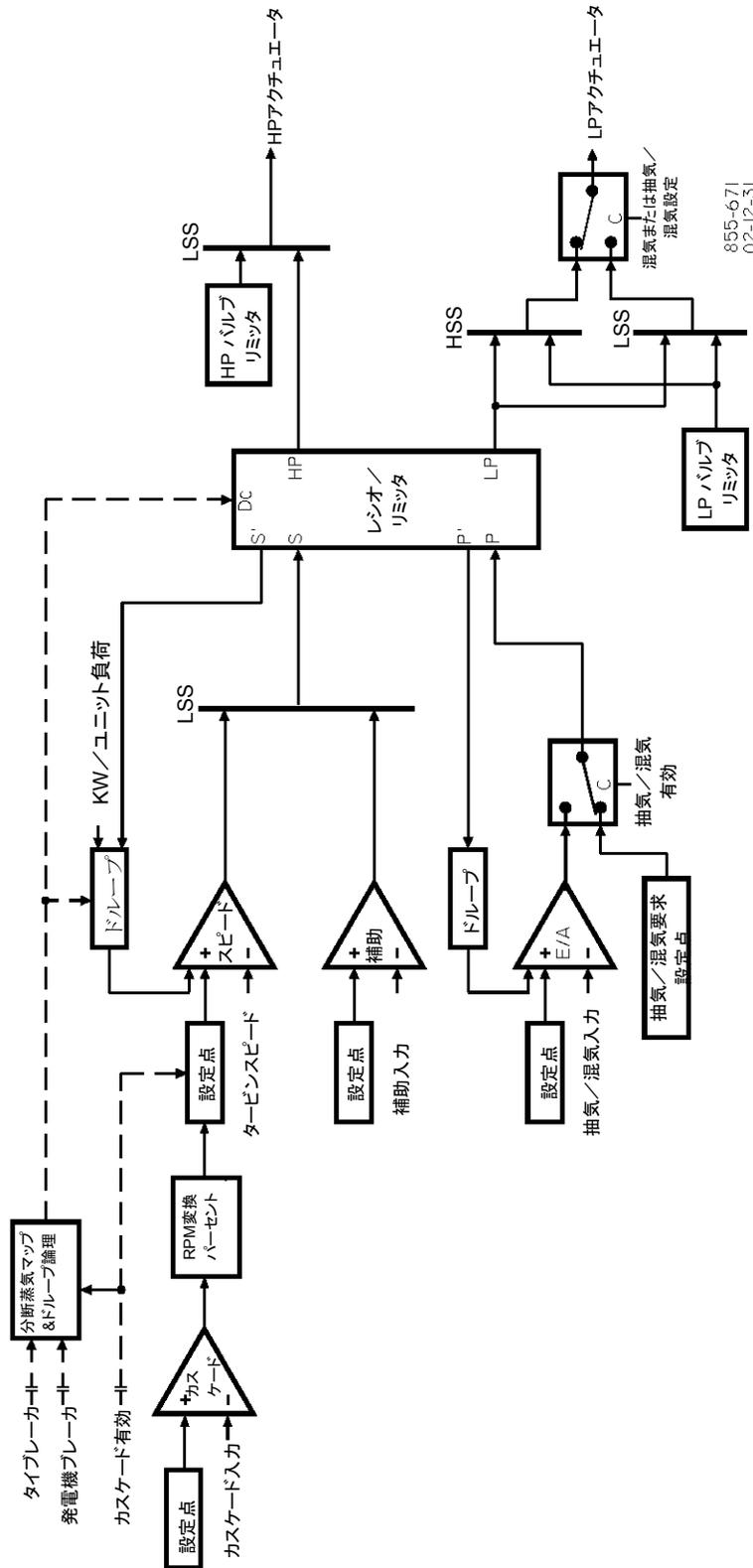


図 3-8. 抽気および混気タービン構成
(リミッタとして構成される補助)

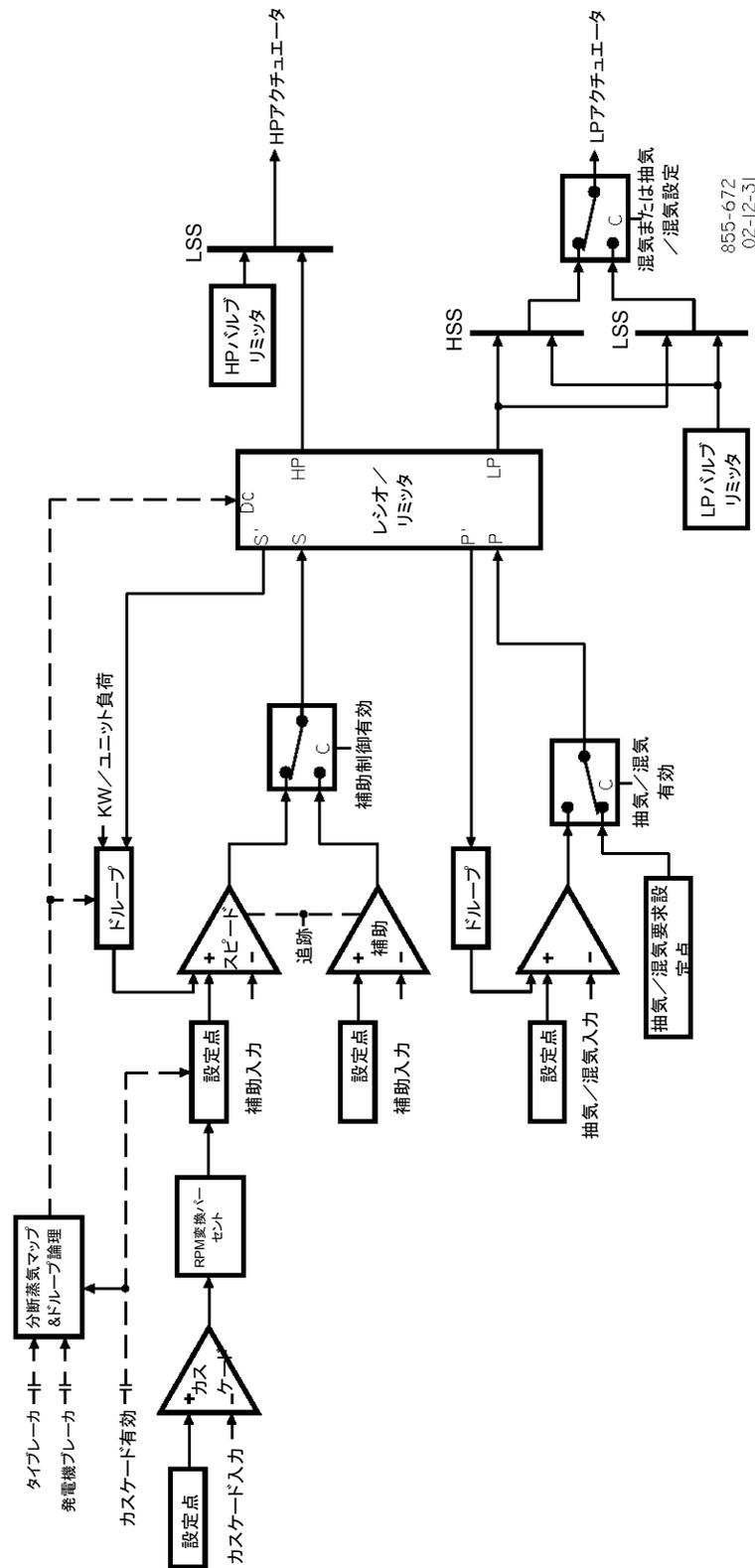


図 3-9. 抽気および混気タービン構成
(コントローラとして構成される補助)

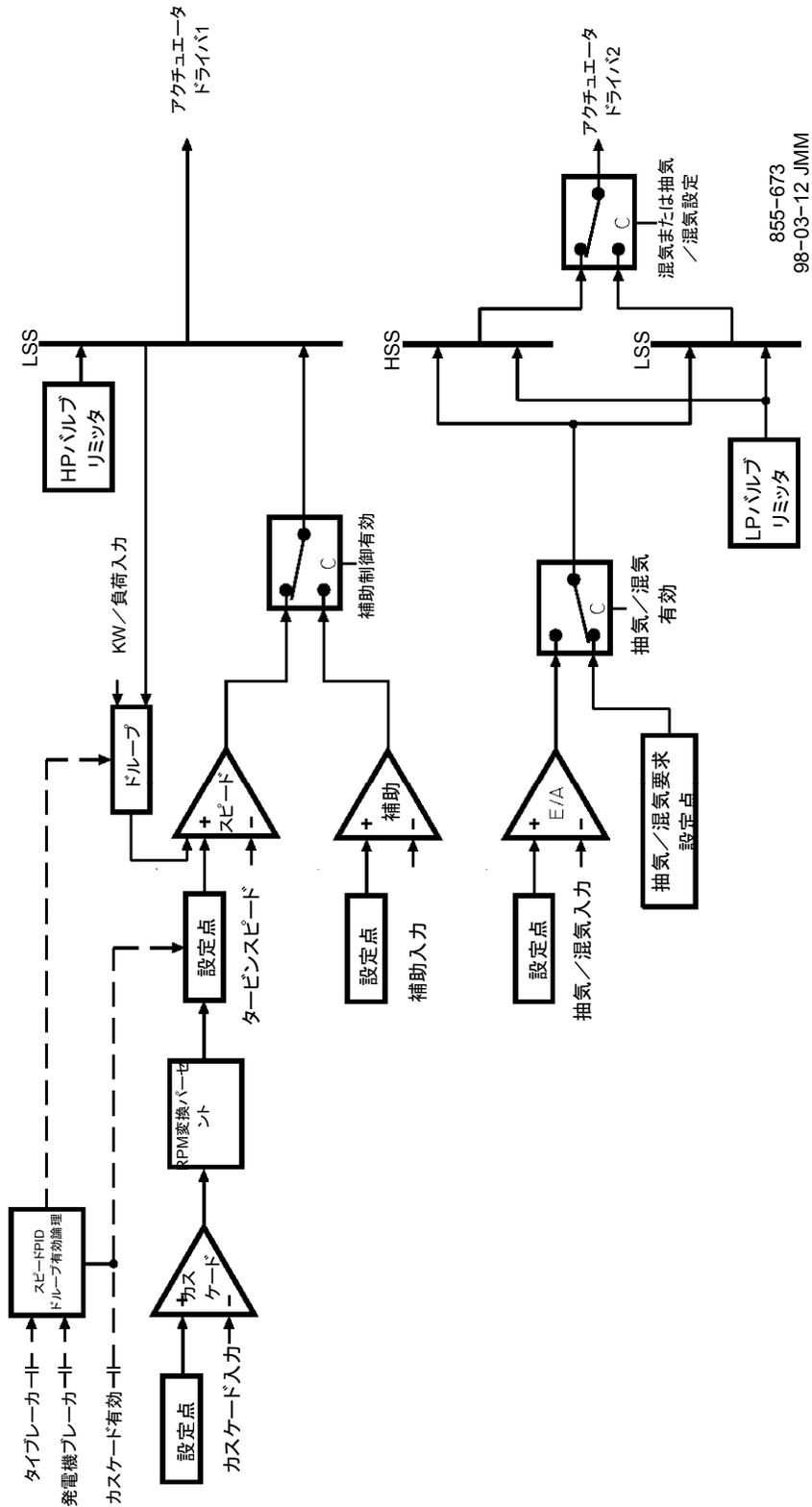


図3-11. 抽気および混気タービン構成
(デカップリングHPおよびLPレシオ/リミッタ、コントローラとして構成される補助)

第4章 使用のヒント

概略

この章では、5009制御システムの機能と、どのようにその機能をご使用のシステムに適用するかということに関するアイデアをユーザに示します。一般的な用途例を概略的に示し、その機能を説明しています。さらに、各サンプルには、プログラマが5009制御システムを各自の用途に設定する上で有用な、プログラミングと運転モードのヒントが与えられています。それぞれの用途の図には基本的な周辺装置の接続が示されており、これらの装置がどのように5009制御システムと接続され、どのようにシステムの能力を拡張するかを理解することができます。表4-1を参照してください。

スピード／負荷PID

スピードPIDは、以下を制御および制限することができます。

- ユニットのスピード／周波数
- ユニットの負荷

5009制御システムのスピードPIDは、隔離されたときのユニットのスピード／周波数制御と、および無限大バス（ユーティリティ）へ系統連系時におけるユニットの負荷の制御に使用することができます。スピードPIDは、アクチュエータ出力信号または発電機電力センサからの4～20 mAアナログ入力信号を介してユニットの負荷を感知するようにプログラムすることができます。アナログ入力を介して発電機の負荷を感知および制御するようにプログラムされたときは、実際のユニット負荷が感知および制御されます。発電機の負荷信号を制御に使用することで、タービン入口または出口の圧力変動が感知および補正され、負荷制御が行われます。

スピードPIDとその設定点限界の組み合わせにより、このPIDがユニットの負荷を制限することが可能になります。ユニットの負荷リミッタとして使用するときには、5009制御システムを実発電機負荷のみを感知および制御するように設定することが推奨されます。5009システムをユーティリティの周波数が大きく変動するソフトグリッドに適用する場合は、スピードPIDではなく、補助PIDによってユニットの負荷制限を行うことが推奨されます。

5009制御システムが抽気タービンを制御する場合、抽気PIDの出力は5009制御システムのレシオ／リミッタに直接的に接続されます。そのため、このPIDは、設定によって、1つまたは両方のタービンスロットルバルブを直接的に動かし、上述のパラメータを制御します。

抽気／混気PID(抽気／混気タービンのみ)

5009制御システムの抽気／混気PIDは、以下を制御するようにプログラムすることができます。

- 抽気および混気蒸気圧力
- 抽気および混気蒸気流量
- タービン出口蒸気圧力
- タービン出口蒸気流量

5009制御システムの抽気／混気PIDは、リストに示すあらゆるパラメータの制御に使用することができます。このPIDは、5009制御システムのCCTインターフェース、接点入力、Modbusコマンドのいずれかを介して与えられるコマンドによって、有効または無効にすることができます。

このPIDの出力は5009制御システムのレシオ／リミッタに直接的に接続されているため、設定によって、1つまたは両方のタービンスロットルバルブを直接的に動かし、上述のパラメータを制御します。5009制御システムが「デカップリングHP/LP」モードで設定されるときのみ、抽気／混気PIDはタービン出口の圧力または流量を制御することができます。

補助PID

5009制御システムの補助PIDは、以下を制御(コマンドでの有効/無効)または制限するようにプログラムすることができます。

- タービン入口蒸気圧力
- タービン入口蒸気流量
- タービン出口蒸気圧力
- タービン出口蒸気流量
- 発電機電力出力
- プラントまたは所内母線のインポート/エクスポート電力
- プロセス温度
- 圧縮機吸入圧力
- 圧縮機吸入流量
- 圧縮機吐出圧力
- 圧縮機吐出流量

ユニットの負荷、入口圧力、出口圧力に関連するあらゆるプロセスパラメータ(設定による)

リミッタとしてプログラムされるとき、このPIDの出力は、スピードPIDと低値選択されます。この設定は、感知しているパラメータに基づき補助PIDがユニットの負荷を制限することを可能にします。

補助PIDがコントローラとして設定されるときは、5009制御システムのCCTインターフェース、接点入力、Modbusコマンドのいずれかを介して与えられたコマンドによって有効および無効にされなければなりません。この設定では、スピードPIDは無効化され、補助PIDが有効化されると補助PIDの出力を追跡します。

リストに示すあらゆるパラメータを制御または制限するためには、5009制御システムはそのパラメータのレベルを表す補助アナログ入力信号を受け入れるようにプログラムされなければなりません。この原則の例外は、発電機の負荷を制御または制限するときです。補助PIDは、KW/ユニット負荷入力を使用しスピードPIDと共有するようにプログラムすることができます。

カスケードPID

5009制御システムのカスケードPIDは、以下を制御するようにプログラムすることができます。

- タービン入口蒸気圧力
- タービン入口蒸気流量
- タービン出口蒸気圧力
- タービン出口蒸気流量
- 発電機電力出力
- プラントまたは所内母線のインポート/エクスポート電力
- プロセス温度
- 圧縮機吸入圧力
- 圧縮機吸入流量
- 圧縮機吐出圧力
- 圧縮機吐出流量
- ユニットの負荷、入口圧力、出口圧力に関連するあらゆるプロセスパラメータ(設定による)

このPIDは、5009制御システムのCCTインターフェース、接点入力、Modbusコマンドのいずれかを介して与えられるコマンドによって有効および無効にされなければなりません。

カスケードPIDは、スピードPIDとカスケードされ、ユニットのスピード/負荷を変更します。スピードPIDの設定点を直接的にポジショニングすることにより、カスケードPIDはユニットのスピード/負荷を変更して、その入力パラメータを制御することができます。この設定により、2つの制御モード(スピード/負荷とカスケード)のバンプレスな切替えが可能になります。

用途例

この章の用途例は、考え得るすべての制御の構成または組み合わせを示しているわけではありません。これらの例は、組み合わせまたはパラメータの制御を適用するときの参考として提示されています。必要な制御パラメータを適用するには、ここに示す、必要な制御構成と似た一般的な用途構成1つ以上を参照して、示されている制御パラメータを必要な制御パラメータで置き換えてください。

例—タービン出口圧力制限機能を持つように5009制御システムを設定するには、「タービン入口圧力の制限によるポンプまたは圧縮機の吐出圧力制御」の用途を参考として使用します。この例で、入口圧力を出口圧力に置き換え、ポンプまたは圧縮機の吐出圧力を制御するために指定されるあらゆるプログラム設定を無視します。

この節で示す例をまとめると、以下のようになります。

例1—入口圧力の制限によるポンプまたは圧縮機吐出圧力の制御

例2—デュアルコイルアクチュエータによるポンプまたは圧縮機吸入圧力の制御

例3—発電機電力制限およびプラントインポート／エクスポート制限による出口圧力の制御

例4—DRFDサーボインターフェースとデュアルコイルアクチュエータによるプラントインポート／エクスポート電力の制御

例5—DRFDサーボインターフェースによるプラントインポート／エクスポート電力の制御

例6—アイランドモードにおけるアイソクロナス負荷分担制御による入口圧力の制御

例7—アイランドモードにおけるアイソクロナス負荷分担によるプラントインポート／エクスポート電力の制御

例8—発電機電力制限による入口圧力制御と出口圧力制御

例9—ブートストラップ起動による混気蒸気制御

例10—プラント負荷および蒸気圧力制御

例11—誘導発電機制御

各例で示される機能を表4-1に要約します。

表 4-1. 用途例の要約

用途		例										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
タービン タイプ	機械駆動	X	X									
	同期発電機駆動			X	X	X	X	X	X	X	X	
	誘導発電機駆動											X
	デュアルインレット			X								
	抽気制御						X	X	X		X	
	抽気／混気制御					X						
	混気制御									X		
制御 チャンネル	補助制限	X	X	X			X					
	補助制御				X	X						
	カスケード制御	X	X	X			X	X				
	同期			X	X	X	X	X	X	X		
	負荷分担						X	X				
	周波数制御				X	X	X					
	抽気／混気制御					X	X	X		X		
制御モード	入口圧力制御		X				X		X			
	最小入口圧力制限	X										
	KW／負荷制御							X		X	X	
	KW／負荷制限		X				X		X			
	インポート／エクスポート負荷制御				X	X		X			X	
	インポート／エクスポート負荷制限			X								
	抽気／混気圧力制御					X	X	X			X	
	混気流量制御									X		
	出口圧力制御			X				X	X			
	吸入圧力制御		X									
マップ結合 モード	結合HP/LP					X				X		
	デカップリング入力(HP)						X					
	デカップリング排出(LP)							X				
	デカップリングHP/LP								X			
機器	デジタルシンクロナイザ負荷分担(DSLC)			X	X	X	X	X	X	X	X	
	マスタシンクロナイザ負荷分担(MSEC)							X			X	
	有効電力センサ(RPS)			X	X	X	X		X	X		
	デジタル遠隔最終ドライバ(DRFD)				X	X						
	冗長センサ		X									
	デュアルコイルアクチュエータ		X									

855-591
97-03-31 JMM

例1-タービン入口圧力の制限によるポンプまたは圧縮機吐出圧力の制御

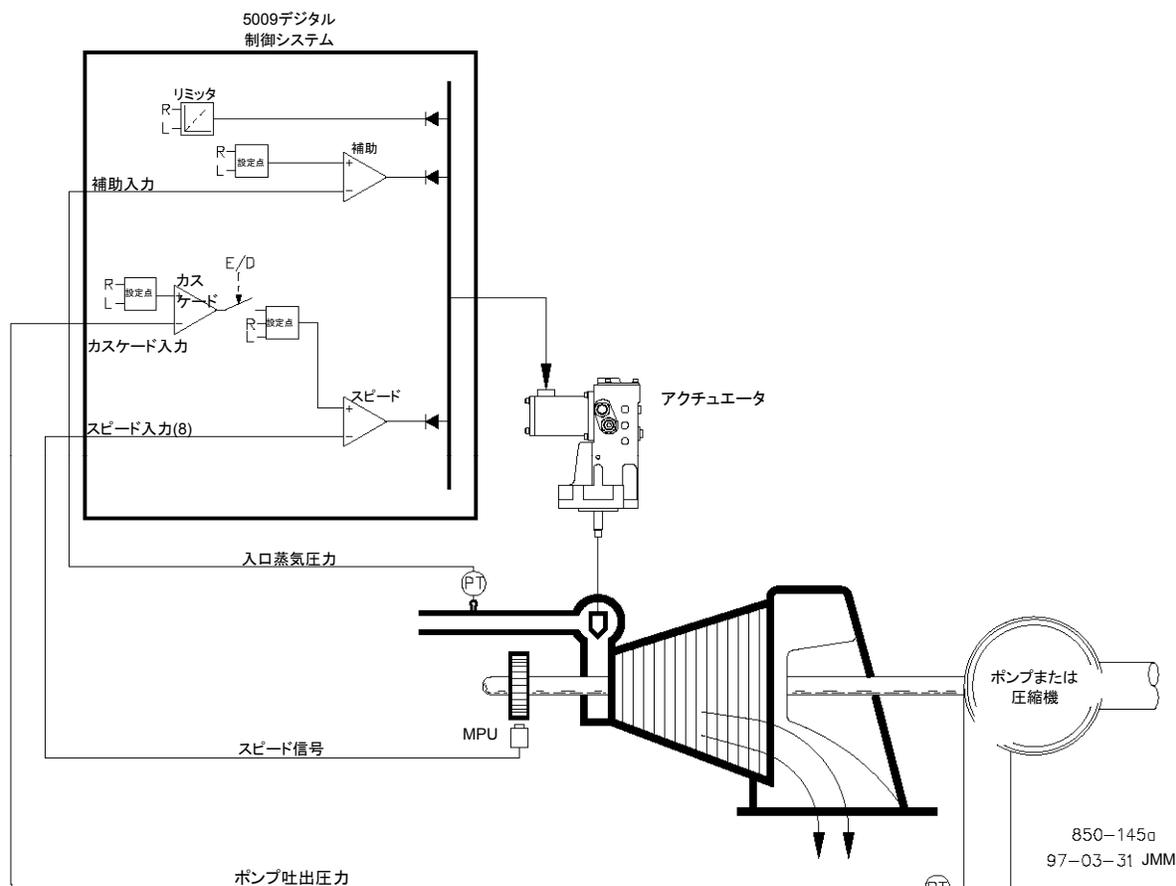


図 4-1. タービン入口圧力の制限によるポンプまたは圧縮機吐出圧力の制御

これは、一般的なポンプまたは圧縮機用途の例です。この用途において、5009制御システムは、低圧のタービン入口蒸気圧力に基づき、ポンプ／圧縮機吐出圧力の標準的な制御とガバナバルブポジションの制限を行うように設定されます。この用途例では、補助モードとカスケードモードの両方を使用しました。他の用途では、すべてとは限りませんが、図4-1に示す、および以下に述べる機能を使用します。

この用途では、5009制御システムにおいて、カスケードコントローラを介してポンプ／圧縮機吐出圧力の制御が行われます。制御されている吐出圧力は一般的に多くの他のプラントプロセスに影響するため、プラントの分散制御システム (DCS) を使用してプラントプロセス条件の監視とカスケード設定点の設定を行うことができます。これは、Modbusコマンド、ディスクリット引き上げおよび引き下げコマンド、アナログ設定点信号、CCTインターフェースのいずれかを介して行うことができます。

この用途では、システムヘッダの問題が生じた場合に入口ヘッダ圧力を維持するために、制限タイプの制御機能が必要でした。補助PIDはこの能力を持つ唯一のコントローラであるため、タービン入口圧力の感知と低圧の入口圧力設定に基づくガバナバルブポジションの制限に使用されています。

複数のポンプまたは圧縮機の負荷をポジションングすること (負荷分散) によって、プロセスの感知と制御にDCSが使用される場合、DCSは、遠隔スピード設定点アナログ入力を介して、5009制御システムのスピードPID設定点に直接的に接続することができます。これにより、DCSが、複数のポンプまたは圧縮機のスピードを同時に直接的に変更することによって、プラントとシステムの条件について監視および補正することが可能になります。

すべての5009 PIDコントローラ設定点は、プログラムされた引き上げおよび引き下げ接点、4~20 mA入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースのいずれかを介して調整することができます。

以下のヒントのリストは、アプリケーションプログラマが5009制御システムを図4-1に示すいずれかの制御および制限動作を実現するように設定するときに従う参考として提示されています。

例1における起動／運転モードのヒント—アイドルまたは最小スピードポジションまでの起動および上昇は、自動、半自動、手動のいずれかで行うことができます。このポジションから、プログラムされている場合はアイドル／定格または自動起動シーケンス機能を使って制御システムを定格スピードポジションまで上昇させることができ、もしくは、オペレータが引き上げコマンドを与えてタービンスピードを手動で上昇させることができます。

ユニットが起動し、最小／必要スピードポジションでの制御の後で、接点、Modbusコマンド、CCTインターフェースのいずれかを介して、カスケード制御(ポンプ／圧縮機の吐出圧力)を有効にすることができます。カスケード制御が有効のとき、実際の吐出圧力が設定点に合致しない場合、制御システムは、ポンプ／圧縮機の吐出圧力が設定点に合致するまで、「スピード設定点スローレート」設定で自動的にタービンスピードを上昇させます。

この用途において、補助制御はリミッタとして使用されるため、有効にする必要がありません。タービン入口圧力が補助設定点よりも低下する場合は、いつでも補助PIDがガバナバルブを制御して引き下げ、入口ヘッダ圧力の維持を支援します。

関連する調整可能な値および速度に関する情報については、このマニュアルのサービスモードの節を参照してください。

例2—タービン入口圧力の制限およびデュアルコイルアクチュエータによるポンプまたは圧縮機吸入圧力の制御

これは、一般的なポンプまたは圧縮機用途の例です。この用途において、5009制御システムは、低圧のタービン入口蒸気圧力に基づき、ポンプ／圧縮機吸入圧力の標準的な制御とガバナバルブポジションの制限を行うように設定されます。この用途例では、補助モードとカスケードモードの両方を使用しました。MPUおよびカスケード入力には冗長信号が使用されます。他の用途では、すべてとは限りませんが、図4-2に示す、および以下に述べる機能を使用します。

この用途では、5009制御システムにおいて、カスケードコントローラを介してポンプ／圧縮機吸入圧力の制御が行われます。カスケード入力は冗長圧カトランスデューサから送られます。この冗長センサに関するI/Oの扱いは、このマニュアルの第1巻で説明されています。

制御されている吐出圧力は一般的に多くの他のプラントプロセスに影響するため、プラント分散制御システム(DCS)を使用してプラントプロセス条件を監視し、カスケード設定点ポジションを設定することができます。これは、Modbusコマンド、ディスクリフト引き上げおよび引き下げコマンドを介して、もしくはアナログ設定点信号により、またはCCTインターフェースを介して行うことができます。

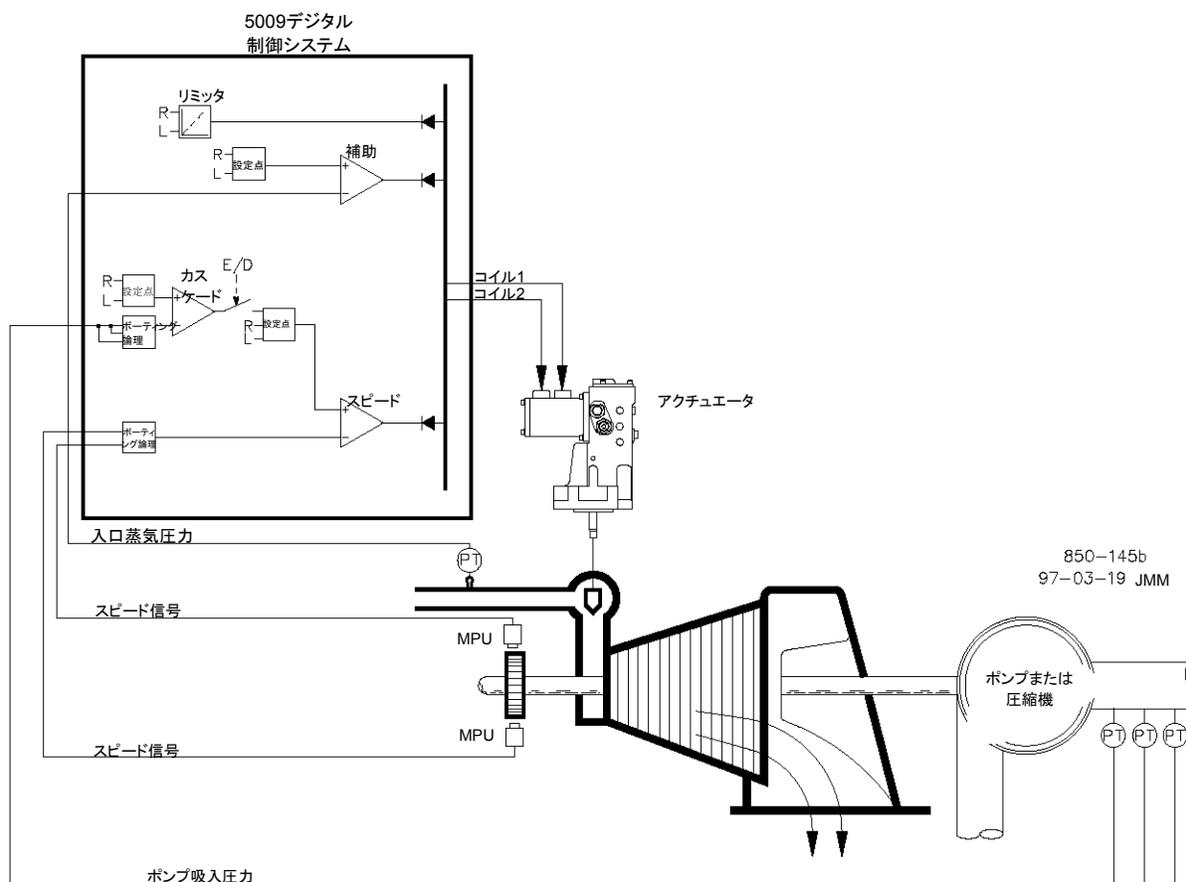


図 4-2. タービン入口圧力の制限およびデュアルコイルアクチュエータによる
ポンプまたは圧縮機吸入圧力の制御

この用途では、システムヘッダの問題が生じた場合に入口ヘッダ圧力を維持するために、制限タイプの制御機能が必要でした。補助PIDはこの能力を持つ唯一のコントローラであるため、タービン入口圧力の感知と低圧の入口圧力設定に基づくガバナバルブポジションの制限に使用されています。

複数のポンプまたは圧縮機の負荷をポジションングすること(負荷分担)によって、プロセスの感知と制御にDCSが使用される場合、DCSは、プログラムされた遠隔速度設定点アナログ入力を介して、5009制御システムの速度PID設定点に直接的に接続することができます。これにより、DCSが、複数のポンプまたは圧縮機の速度を同時に直接的に変更することによって、プラントとシステムの条件について監視および補正することが可能になります。

すべての5009 PIDコントローラ設定点は、プログラムされた引き上げおよび引き下げ接点、4~20 mA入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースのいずれかを介して調整することができます。

以下のヒントのリストは、アプリケーションプログラマが5009制御システムを図4-2に示すいずれかの制御および制限動作を実現するように設定するときに従う参考として提示されています。

例2における起動/運転モードのヒント—アイドルまたは最小速度ポジションまでの起動および上昇は、自動、半自動、手動のいずれかで行うことができます。このポジションから、プログラムされている場合はアイドル/定格またはオートスタートシーケンス機能を使って制御システムを定格速度ポジションまで上昇させることができ、もしくは、オペレータが引き上げコマンドを与えてタービン速度を手動で上昇させることができます。

ユニットが起動し、最小／必要スピードポジションでの制御の後で、接点、Modbusコマンド、CCTインターフェースのいずれかを介して、カスケード制御(ポンプ／圧縮機の吐出圧力)を有効にすることができます。カスケード制御が有効のとき、実際の吐出圧力が設定点に合致しない場合、制御システムは、ポンプ／圧縮機の吐出圧力が設定点に合致するまで、「スピード設定点スローレート」設定で自動的にタービンスピードを上昇させます。

この用途において、補助制御はリミッタとして使用されるため、有効にする必要がありません。タービン入口圧力が補助設定点よりも低下する場合は、いつでも補助PIDがガバナバルブを制御して引き下げ、入口ヘッダ圧力の維持を支援します。

関連する調整可能な値および速度に関する情報については、このマニュアルのサービスモードの節を参照してください。

例3—発電機電力制限およびプラントインポート／エクスポート制限による出口圧力の制御

これは、一般的なタービン発電機用途の例で、プラントプロセス蒸気(タービン出口圧力)の単一圧力レベルでの制御が必要とされます。このタイプの用途では、プラントプロセス蒸気要求に基づいてタービン負荷が変化します。この用途例では、補助モードとカスケードモードの両方が使用されました。他の用途では、すべてとは限りませんが、図4-3に示す、および以下に述べる機能を使用します。

この用途では、5009制御システムにおいて、カスケードPIDコントローラを介してタービン出口圧力の制御が行われます。これは、システムオペレータの要望どおりに有効化および無効化が可能であるため、このタイプの機能に理想的なコントローラです。このことにより、システムオペレータには、いつ減圧ステーションとタービンバイパスバルブとの間でプロセス圧力制御を移行するかということに関する完全な権限が与えられます。

タービン負荷は用途によって大きく異なるため、リミッタを使用して発電機を過負荷から保護します。発電機の負荷を制限するために、5009制御システムは発電機の負荷を感知することができなければなりません。図4-3に示すように、発電機の負荷はWoodwardの有効電力(RPS)で感知されており、5009制御システムのKWドループ入力に供給されます。発電機の過負荷保護は、スピードPIDとスピード設定点最大限度の組み合わせによって行われます。スピード設定点最大限度を定格スピードプラス100%負荷時のドループ値%にプログラミングすることで、スピード設定点が100%負荷を超えることはできなくなります。

プラントエクスポート電力をゼロに制限するには、制限タイプの制御機能が必要です。プラントはエクスポートされるいかなる電力についても補償されることはなく、ユーティリティから電力を購入するよりも発電を行うほうが経済的であるため、プラントインポート／エクスポート電力がゼロレベルであることが望まれます。補助PIDが、この制限能力を持つ唯一の5009のコントローラであるため、ゼロエクスポート制限設定に基づき、受電点の電力感知およびタービン／発電機出力の制限に使用されました。

この用途は、DSLCTM制御を同期のためだけに使用します。DSLCTMはアナログ信号を介して5009制御システムと接続されるため、5009制御システムのアナログ入力がプログラムされていなければなりません。同期入力／機能がプログラムされている場合、この入力は、接点入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースを介して有効にすることができます。図4-3に示すように、この用途ではパネルマウント(DPST)スイッチを使用してDSLCTMと5009制御システムの両方における自動同期を選択します。

この例は、スプリットレンジバルブを使用しています。両方のバルブは同じLo信号選択(LSS)バスによって駆動されますが、アクチュエータ#2はアクチュエータ#1がプログラムされたオフセット%に到達するまで開き始めません。この設定点をすぎると、両方のアクチュエータが比例的に作動します。図4-3bを参照してください。

すべての5009 PIDコントローラ設定点は、プログラムされた引き上げおよび引き下げ接点、4~20 mA入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースのいずれかを介して変更することができます。

以下のヒントのリストは、アプリケーションプログラマが5009制御システムを図4-3に示すいずれかの制御および制限動作を実現するように設定するときに従う参考として提示されています。

例3における起動／運転モードのヒント—アイドルまたは最小スピードポジションまでの起動および上昇は、自動、半自動、手動のいずれかで行うことができます。アイドルまたは最小スピードポジションから、プログラムされている場合はアイドル／定格または自動起動シーケンス機能を使って制御システムを定格スピードポジションまで上昇させることができます。もしくは、オペレータが手動引き上げコマンドを与えてタービンスピードを必要に応じて上昇させることができます。

ユニットが起動し、定格スピードポジションでの制御の後で、タービン発電機は手動または自動で同期することができます。システムのオペレータは、自動同期選択スイッチ(図4-3のスイッチ1)を介して自動同期を選択することができます。このスイッチが閉じられると、5009制御システムの同期入力が有効になり、DSLCTM制御装置の自動同期機能が選択されます。

プラントからユーティリティへのタイライン／ブレーカが閉じられているとき、およびユニット発電機ブレーカが閉じられているとき、5009制御システムは、スピード／負荷設定点を最小負荷レベルまで上昇させ、発電機の逆電力または逆動力の可能性を低減します。この最小負荷レベルはスピード／負荷設定点に基づき、標準設定はスピード／負荷設定点の「3%」の段階変更となっています。標準設定値は5009制御システムのCCTインターフェースを介して調整することができます(**ブレーカ論理 - 最小負荷バイアス = 5 RPM**)。

同期後、5009制御システムの負荷設定点は、スピード／負荷設定点引き上げおよび引き下げ接点、プログラムされた4~20 mA入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースを介してポジショニングすることができます。

カスケード制御(タービン出口圧力)は、ユーティリティタイブレーカおよび発電機ブレーカの入力接点が閉じられたらいつでも有効にすることができます。カスケード制御は、プログラムされた接点、Modbusコマンド、CCTインターフェースを介して有効にすることができます。出口圧力制御は、カスケード制御を有効化して減圧ステーションの設定点を撤回すること、またはスピードPIDの設定点によってタービン負荷をゆっくりと増やすことによって、減圧ステーションまたはタービンバイパスバルブから移行することができ、減圧ステーションを閉じてカスケード制御を有効にすることができます。

出口圧力制御が5009制御システムのカスケードPIDに移行されたら、減圧ステーションまたはタービンバイパスバルブを閉じるか、手動制御モードにしなければなりません。これにより、2つのコントローラ(5009制御カスケードPIDおよびシステム減圧ステーション)が1つのパラメータの制御で競合してシステムが不安定になることを防ぎます。

この用途では、補助制御をリミッタとして使用し、ユーティリティタイと発電機のブレーカがともに閉じられたときに自動的に有効になるようにプログラムされています。ユーティリティと並列に接続される場合、この5009とRPSの組み合わせにより、プラントは電力をユーティリティからインポートすることができますが、電力のエクスポートは行いません。ユーティリティからプラントへのタイライン電力がゼロインポート／エクスポートレベルになると、プラント条件が再度電力のインポートを必要とするようになるまで、補助PIDが発電機の出力を制限し始めます。

任意選択で、補助PIDの設定点を変えてプラントの電力を異なるインポート／エクスポート電力レベルに制限することができます。

例4—SPCインターフェースによるプラントインポート／エクスポート制御

これは、ユーティリティと並列に接続されるときプラントのインポート／エクスポート制御と、ユーティリティから絶縁されるとき周波数制御が望まれる、一般的なタービン発電機用途の例です。ユーティリティと並列に接続される場合、タービンの負荷はプラントの電力需要に基づいて変化します。他の用途は、すべてとは限りませんが、図4-4に示す、および以下に述べる機能を使用します。

この用途では、プラントのインポート／エクスポート制御は補助PIDコントローラを介して5009制御システム内で行われます。任意選択で、代わりにカスケードPIDコントローラを使用することもできました。この用途の場合、補助PIDは、制限動作を行う代わりに、コマンドで有効および無効に設定されます。これにより、システムオペレータは、プラントインポート／エクスポート制御をいつ有効または無効にするかということに関するすべての権限が与えられます。

このタイプの制御動作を行うようにプログラムされる場合、補助PIDが有効のときにスピードPIDは無効となり、ユニットの負荷が100%に達する場合に5009制御システムバルブ出力信号だけを制限することができます。また、制御されないときは、補助設定点が自動的にPIDの入力値を追跡します。

この用途では、有効電力センサRPS #8272-726を使って、ユーティリティライン電力の流れを感知しました。このRPSは、-5～+5 AのCT電流を感知して、インポート、エクスポート両方向の電力の流れを示す出力を行います。このRPSにおいて、12 mAは電力の流れがゼロであることを表します。この機能により、RPS #8272-726は5009制御システムとともに使用した場合、発電機の負荷／電力を感知することはできません。

この用途では第2のRPSの購入を省くために、ユニットの負荷は発電機の負荷信号ではなくタービン入口バルブポジション(5009制御LSSバス)を介して感知されます。発電機がユーティリティと並列に接続される場合、スピードPIDは発電機の電力の代わりにガバナバルブポジションを制御します。よって、システムの条件に関係なく、ガバナバルブポジションが100%であることはユニットの負荷が100%であるとみなされます。

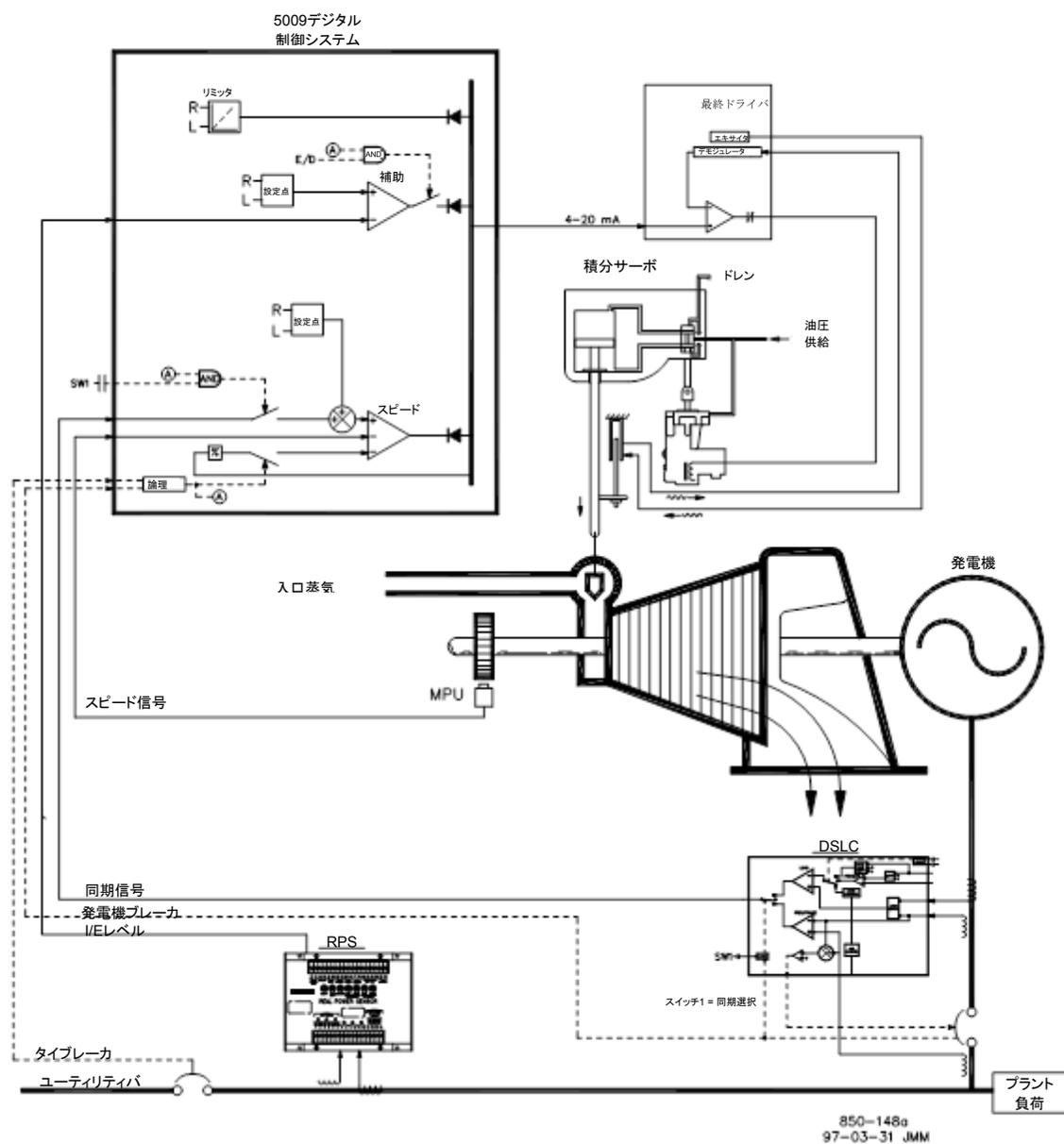


図 4-4. DRFD サーボインターフェースによるプラントのインポート/エクスポート制御

DSLCは同期のためだけに使用されます。DSLCはアナログ信号を介して5009制御システムと接続されるため、5009制御システムのアナログ入力がプログラムされていなければなりません。同期入力/機能がプログラムされている場合、この入力は、接点入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースを介して有効にすることができます。図4-4に示すように、この用途ではパネルマウント(DPST)スイッチを使用してDSLCと5009制御システムの両方における自動同期を選択します。

この用途では、既存のサーボアセンブリに、パイロットバルブのポジショニングに±50 mAを必要とするアクチュエータと、バルブラックに設置されて実際のラックポジションをフィードバックするLVDTを持ちます。5009制御システムには双極性の駆動回路が装備されておらず閉ループサーボポジション制御が行えないため、Woodwardのサーボポジションコントローラ(SPC)を使用して既存のサーボアクチュエータと接続しました。この使用された積分タイプのSPCは、5009制御システムからの4~20 mAのバルブ要求信号を受け入れ、実際のバルブポジションを(LVDT、MLDT、その他のDCポジションフィードバック装置を介して)監視し、2つの信号を比較し、それに応じて駆動信号をサーボアセンブリアクチュエータへ出力します。このSPCはLVDTに直接的に接続される(励起と復調を行う)ため、外部コンバータは不要でした。

古い5009装置は、デジタル遠隔最終ドライバ(DRFD)を使用していました。しかし、新しいシステムでは、サーボポジションコントローラ(SPC)を使用することが望まれます。また、新しい5009FTシステムでは、アクチュエータおよびそのフィードバック機構を5009FTアクチュエータコントローラカードへ直接的に接続するオプションが存在します。

すべての5009 PIDコントローラ設定点は、プログラムされた引き上げおよび引き下げ接点、4~20 mA入力、Modbusコマンド、CCTのいずれかを介して変更することができます。

以下のヒントのリストは、アプリケーションプログラマが5009制御システムを図4-4に示すいずれかの制御および制限動作を実現するように設定するときに従う参考として提示されています。

例4における起動／運転モードのヒント—アイドルまたは最小スピードポジションまでの起動および上昇は、自動、半自動、手動のいずれかで行うことができます。

アイドルまたは最小スピードポジションから、プログラムされている場合はアイドル／定格またはオートスタートシーケンス機能を使って制御システムを定格スピードポジションまで上昇させることができます。もしくは、オペレータが手動引き上げコマンドを与えてタービンスピードを必要に応じて上昇させることができます。

ユニットが起動し、定格スピードポジションでの制御の後で、タービン発電機は手動または自動で同期することができます。システムのオペレータは、自動同期選択スイッチ(図4-4のスイッチ1)を介して自動同期を選択することができます。このスイッチが閉じられると、5009制御システムの同期入力が無効になり、DSLCL制御装置の自動同期機能が選択されます。

DSLCLは、位相整合または滑り周波数同期のいずれかを提供し、ユニットの自動電圧調整器と結合して並列接続前の電圧を合わせます。DSLCLはEchelonネットワークを使ってLANで他のプラントDSLCL制御システムと通信を行い、安全なデッドバスの閉鎖を行います。

プラントからユーティリティのタイライン／ブレーカが閉じられているとき、およびユニット発電機ブレーカが閉じられているとき、5009制御システムは、スピード／負荷設定点を最小負荷レベルまで上昇させ、発電機の逆電力または逆動力の可能性を低減します。この最小負荷レベルはスピード／負荷設定点に基づき、標準設定はスピード／負荷設定点の「3%」の段階変更となっています。標準設定値は5009制御システムのサービスモードを介して調整することができます(**ブレーカ論理 - 最小負荷バイアス = 5 RPM**)。

同期後、5009制御システムの負荷設定点は、スピード／負荷設定点引き上げおよび引き下げ接点、プログラムされた4~20 mA入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースを介してポジショニングすることができます。

この設定では、ユーティリティタイブレーカおよび発電機ブレーカの入力接点が閉じられたら、いつでもインポート／エクスポート制御(補助PID)を有効にすることができます。補助制御は、プログラムされた接点、Modbusコマンド、CCTインターフェースを介して有効にすることができます。補助設定点は、有効化される前にプラントインポート／エクスポート電力を追跡するため、補助制御への移行はバンプレスです。有効化されると、補助PIDの設定点は必要なインポートまたはエクスポートレベルにポジショニングすることができます。

この5009制御システムの設定により、プラントからユーティリティへのタイブレーカが開くとこのユニットは自動的に周波数制御に切り替わります。

例5-SPCインターフェースによるプラントインポート／エクスポートの制御 (混気または抽気／混気タービン、結合HP/LPモード)

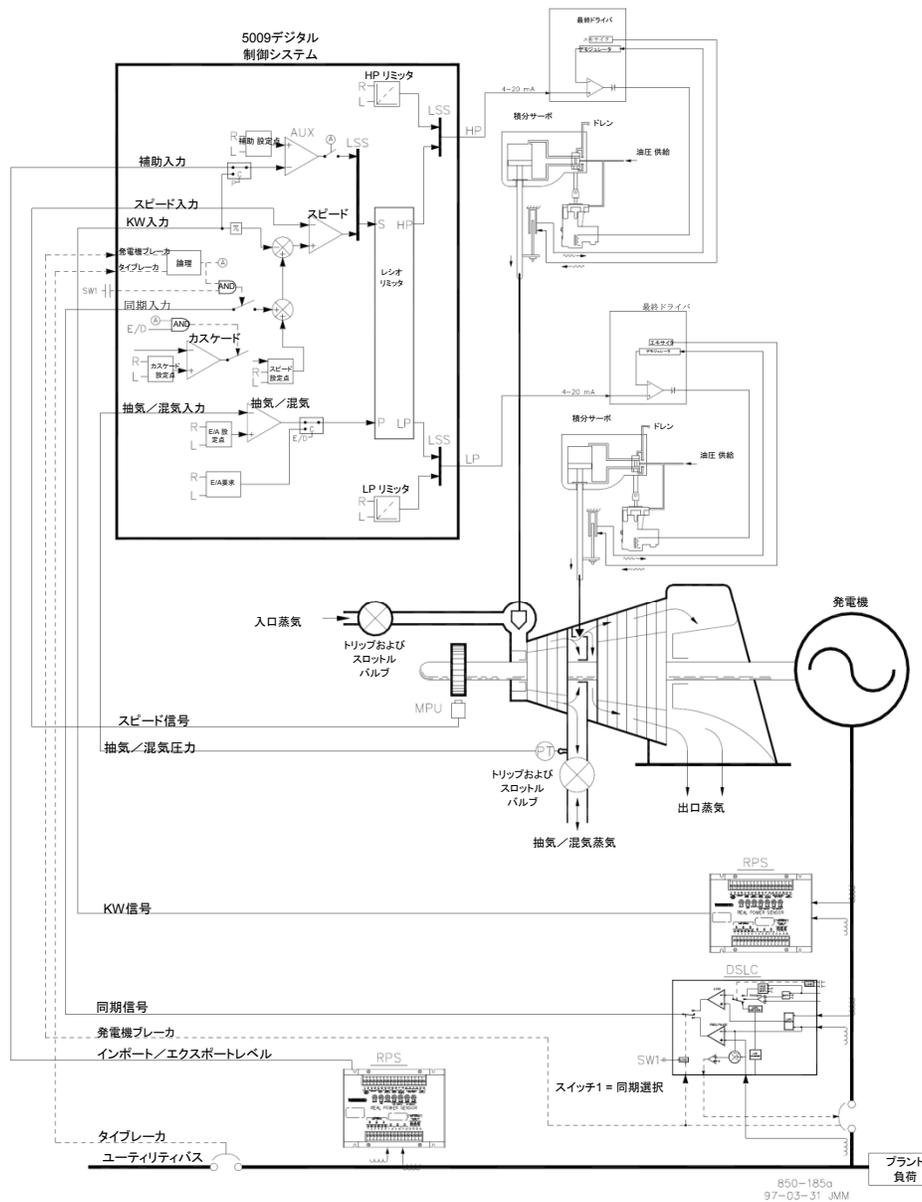


図 4-5. DRFD サーボインターフェースによるプラントインポート／エクスポートの制御

これは、ユーティリティと並列に接続されるときプラントのインポート／エクスポート制御と、ユーティリティから絶縁されるとき周波数制御が望まれる、一般的なタービン発電機用途の例です。ユーティリティと並列に接続される場合、タービンの負荷はプラントの電力需要に基づいて変化します。他の用途は、すべてとは限りませんが、図 4-5に示す、および以下に述べる機能を使用します。

この用途では、プラントのインポート／エクスポート制御は補助PIDコントローラを介して5009制御システム内で行われます。カスケードPIDコントローラを代わりに使用することもできました。補助PIDは、制限動作を行う代わりに、コマンドで有効および無効に設定されます。これにより、システムオペレータは、プラントインポート／エクスポート制御をいつ有効または無効にするかということに関するすべての権限が与えられます。このタイプの制御動作を行うようにプログラムされる場合、補助PIDが有効のときにスピードPIDは無効となり、ユニットの負荷が100%に達する場合に5009制御システムのバルブ出力信号だけを制限することができます。また、制御されないときは、補助設定点が自動的に補助PIDの入力値を追跡します。

この用途では、2つの有効電力センサ(RPS)が使用されました。1つは発電機の負荷を感知して5009制御システムのスピード／負荷PIDによる発電機の出力制御を可能にするため、もう1つはプラントインポート／エクスポートライン電力を感知して5009制御システムの補助PIDによるプラントインポート／エクスポート電力の制御を可能にするためのものです。

この用途では、RPS #8272-726を使って、ユーティリティライン電力の流れを感知しました。このRPSは、-5～+5 AのCT電流を感知して、インポート、エクスポート両方向の電力の流れを示す出力を行います。このRPSにおいて、12 mAは電力の流れがゼロであることを表します。この機能により、RPS #8272-726は発電機の負荷／電力を感知する用途には使えませんので、注意してください。

混気タービンと抽気／混気タービンの類似性から、この用途例は両方のタイプのタービンを対象とします。いずれの場合も、外部トリップバルブまたはトリップ／スロットルバルブを使用して、システムがシャットダウン状態のときにいかなる混気蒸気もタービンに完全に入らないようにします。

混気または抽気／混気圧力は、抽気／混気PIDによって制御されます。このPIDは、混気トリップ／スロットル(T&T)バルブの両側の圧力が一致したら、手動で有効にしなければなりません。5009制御システムでは手動要求信号が用意されており、オペレータは、制御ループを有効にする前に混気T&Tバルブ前後の圧力を一致させることができます。この用途では、抽気／混気設定点が5009制御システムのCCTインターフェースまたはModbusコマンドを介して変更されます。

この用途は、DSLCLを同期のためだけに使用します。DSLCLはアナログ信号を介して5009制御システムと接続されるため、アナログ入力プログラムされていなければなりません。同期入力／機能がプログラムされている場合、この入力は、接点入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースを介して有効にすることができます。図4-5に示すように、この用途ではパネルマウント(DPST)スイッチを使用してDSLCLと5009制御システムの両方における自動同期を選択します。

この用途では、既存のサーボアセンブリに、パイロットバルブのポジショニングに±50 mAを必要とするアクチュエータと、バルブラックに設置されて実際のラックポジションをフィードバックするLVDTを持ちます。5009制御システムには双極性の駆動回路が装備されておらず閉ループサーボポジション制御が行えないため、Woodwardのサーボポジションコントローラ(SPC)を使用して既存のサーボアクチュエータと接続しました。この使用された積分タイプのSPCは、5009制御システムからの4～20 mAのバルブ要求信号を受け入れ、実際のバルブポジションを(LVDT、MLDT、その他のDCポジションフィードバック装置を介して)監視し、2つの信号を比較し、それに従って駆動信号をサーボアセンブリアクチュエータへ出力します。このSPCはLVDTに直接的に接続される(励起と復調を行う)ため、外部コンバータは不要でした。

古い5009装置は、デジタル遠隔最終ドライバ(DRFD)を使用していました。しかし、新しいシステムでは、サーボポジションコントローラ(SPC)を使用することが望まれます。また、新しい5009FTシステムでは、アクチュエータおよびそのフィードバック機構を5009FTアクチュエータコントローラカードへ直接的に接続するオプションが存在します。

すべての5009 PIDコントローラ設定点は、プログラムされた引き上げおよび引き下げ接点、4～20 mA入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースのいずれかを介して調整することができます。

以下のヒントのリストは、アプリケーションプログラマが5009制御システムを図4-5に示すいずれかの制御および制限動作を実現するように設定するときに従う参考として提示されています。

例5における起動／運転モードのヒント—アイドルまたは最小スピードポジションまでの起動および上昇は、自動、半自動、手動のいずれかで行うことができます。アイドルまたは最小スピードポジションから、アイドル／定格または自動起動シーケンス機能を使って制御システムを定格スピードポジションまで上昇させることができます。もしくは、オペレータが手動引き上げコマンドを与えてタービンスピードを必要に応じて上昇させることができます。

ユニットが起動し、定格スピードポジションでの制御の後で、タービン発電機は手動または自動で同期することができます。システムのオペレータは、自動同期選択スイッチ(図4-5のスイッチ1)を介して自動同期を選択すること

ができます。このスイッチが閉じられると、5009制御システムの同期入力が有効になり、DSLCL制御装置の自動同期機能が選択されます

DSLCLは、位相整合または滑り周波数同期のいずれかを提供し、ユニットの自動電圧調整器と結合して並列接続前の電圧を合わせます。DSLCLはEchelonネットワークを使ってLANで他のプラントDSLCL制御システムと通信を行い、安全なデッドバスの閉鎖を行います。

プラントからユーティリティへのタイライン／ブレーカが閉じられているとき、およびユニット発電機ブレーカが閉じられているとき、5009制御システムは、スピード／負荷設定点を最小負荷レベルまで上昇させ、発電機の逆電力または逆動力の可能性を低減します。この最小負荷レベルはスピード／負荷設定点に基づき、標準設定はスピード／負荷設定点の「3%」の段階変更となっています。標準設定値は5009制御システムのCCTインターフェースを介して調整することができます(ブレーカ論理 - 最小負荷バイアス = xxx RPM)。

同期後、5009制御システムの負荷設定点は、スピード／負荷設定点引き上げおよび引き下げ接点、プログラムされた4～20 mA入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースを介してポジショニングすることができます。

発電機ブレーカが閉じられたら、混気制御または抽気／混気制御はいつでも有効にすることができます。混気制御または抽気／混気制御へのバンプレスな移行を行うには、混気トリップ／スロットル(T&T)バルブの両側の圧力を一致させる必要があります。5009制御システムが持つ手動要求信号により、オペレータは手動で混気T&Tバルブのタービン側の圧力を変化させることができます。これらの圧力が一致したら、オペレータはT&Tバルブを開いて、抽気／混気制御有効化コマンドを発行することができます。手動要求信号の引き上げおよび引き下げコマンドおよび抽気／混気の有効／無効コマンドはすべて、5009制御システムのCCTインターフェース、接点入力、Modbusコマンドのいずれかを介して発行することができます。

減圧ステーションをタービン抽気圧力コントローラのバックアップとして使用する場合、減圧ステーションの設定点を5009抽気制御システムの設定点よりも低くして、コントローラ間の競合と起こり得る不安定を防ぐことが必要です。

この設定では、ユーティリティタイブレーカおよび発電機ブレーカの入力接点が閉じられたら、いつでもインポート／エクスポート制御(補助PID)を有効にすることができます。補助制御は、プログラムされた接点、Modbusコマンド、CCTインターフェースを介して有効にすることができます。補助設定点は、有効化される前にプラントインポート／エクスポート電力を追跡するため、補助制御への移行はバンプレスです。有効化されると、補助PIDの設定点は必要なインポートまたはエクスポートレベルにポジショニングすることができます。

この5009制御システムの設定により、プラントからユーティリティへのタイブレーカが開くとこのユニットは自動的に周波数制御に切り替わります。

例6-アイランドモードにおけるアイソクロナス負荷分担制御による入口圧力の制御 (抽気タービン、デカップリング入口モード、結合HP/LPモード)

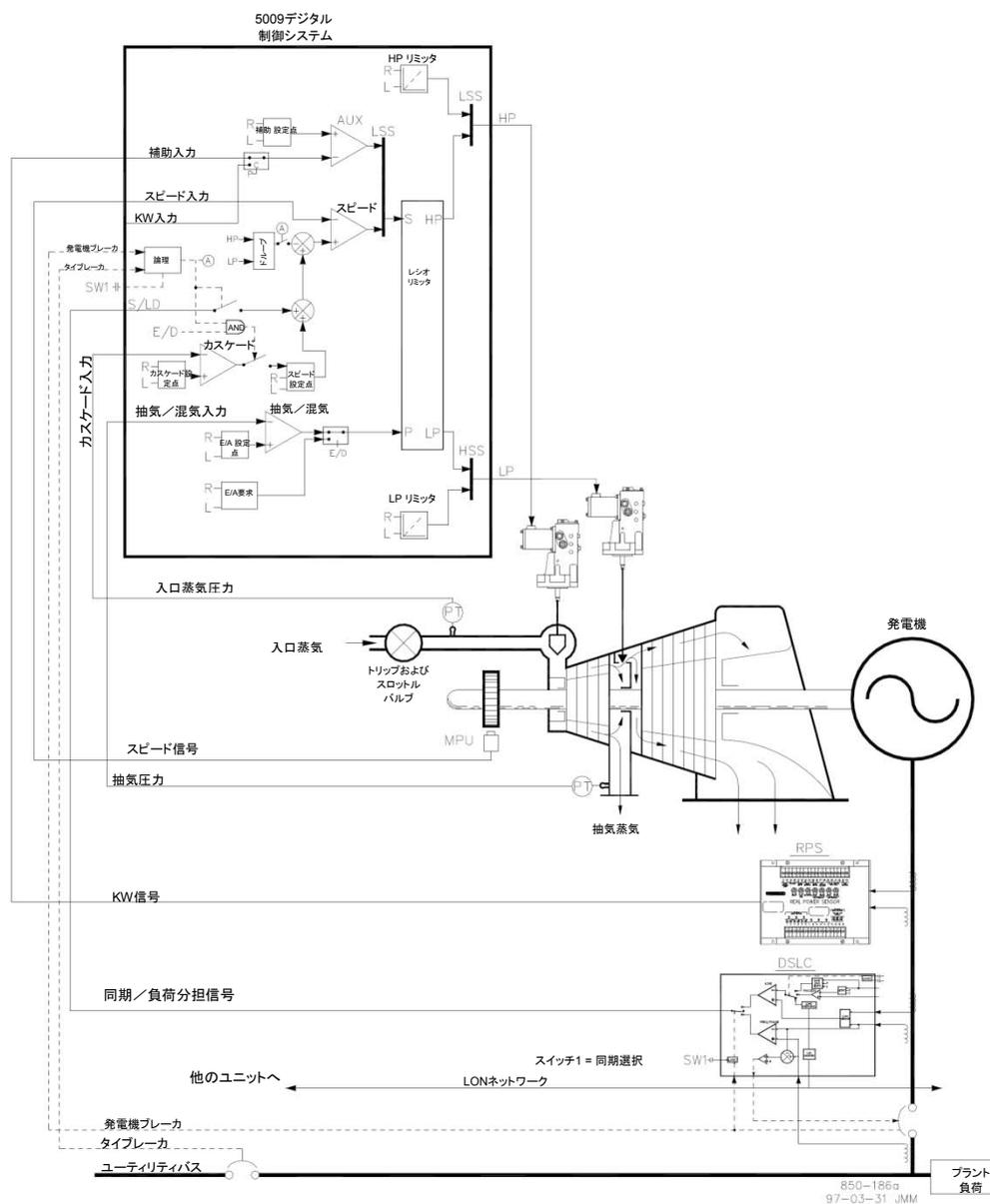


図 4-6. アイランドモードにおけるアイソクロナス負荷分担制御による入口圧力の制御

この用途では、ユーティリティと並列に接続されるときは入口圧力制御と、ユーティリティから絶縁されるときはプラント周波数制御が望まれます。このタイプの用途において、ユーティリティと並列に接続されるときは、プラントプロセス蒸気要求に基づいて負荷が変化します。ユーティリティから絶縁されるときは、プラント電力要求に基づいてユニットの負荷が変化します。他の用途は、すべてとは限りませんが、図4-6に示す、および以下に述べる機能を使用します。

5009制御システムでは、カスケードPIDコントローラを介してタービン入口ヘッド圧力の制御が行われます。これは、システムオペレータの要望どおりに有効化および無効化が可能であるため、このタイプの機能に理想的なコントローラです。このことにより、システムオペレータには、いつ減圧ステーションとタービンバイパスバルブとの間でプロセス圧力制御を移行するかということに関する完全な権限が与えられます。

抽気圧力は抽気PIDによって制御されます。このPIDコントローラは、設定によって自動または手動で有効にすることができます。すべての場合において、5009制御システムは、抽気PIDが無効の状態かつLPバルブが最大開放ポジションのときに起動します。これにより、タービンは一定の方法でウォームアップすることができます。抽気設定点は5009制御システムのCCTインターフェース、ディスクリット入力、4～20 mA信号、Modbusコマンドを介して変更することができます。

標準運転において、ユニットの負荷は、入口ヘッダ圧力を制御するカスケードPIDによって決定されます。タービンの負荷が大きく変化する場合があるため、リミッタを使用して発電機を過負荷から保護しています。この保護は、リミッタとして設定された補助PIDによって行われます。

この用途は、DSLCLを使用して同期とアイソクロナス負荷分担を行います。ユニットがユーティリティと並列に接続されるとき、DSLCLは無効となり、5009制御システムの内部負荷設定点またはカスケードPID(入口ヘッダ圧力)を使用してユニットの負荷を制御/設定します。プラントがユーティリティから絶縁されると(ユーティリティタイブレーカが開くと)、DSLCLが有効になり、カスケード制御が無効になって、5009制御システムは周波数制御/負荷分担モードに切り替わります。

DSLCLはアナログ入力信号を5009制御システムに送って同期/負荷分担レベルを設定します。同期/負荷分担アナログ入力がプログラムされるとき、発電機ブレーカ入力が開いていてかつユーティリティタイブレーカ入力が開いている場合、この入力は自動的に有効になります。

発電機ブレーカが開かれる前に、DSLCLにより、同期/負荷分担入力を有効にして自動同期を行うことができます。この同期機能/入力は、接点入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースのいずれかを介して有効にすることができます。図4-6に示すように、この用途ではパネルマウント(DPST)スイッチを使用して、DSLCLと5009制御システムの両方における自動同期を選択することができます。もしくは、この切替えは、Modbusコマンド、CCTインターフェースコマンド、同期有効、スピードスイッチレベル到達のいずれかに対して励起するようにプログラムされた5009制御システムのリレーから行うことができます。

すべての5009 PIDコントローラ設定点は、プログラムされた引き上げおよび引き下げ接点、4～20 mA入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースのいずれかを介して変更することができます。

以下のヒントのリストは、アプリケーションプログラマが5009制御システムを図4-6に示すいずれかの制御および制限動作を実現するように設定するときに従う参考として提示されています。

例6における起動/運転モードのヒント—アイドルまたは最小スピードポジションまでの起動および上昇は、自動、半自動、手動のいずれかで行うことができます。アイドルまたは最小スピードポジションから、プログラムされている場合はアイドル/定格または自動起動シーケンス機能を使って制御システムを定格スピードポジションまで上昇させることができます。もしくは、オペレータが手動引き上げコマンドを与えてタービンスピードを必要に応じて上昇させることができます。

ユニットが起動し、定格スピードポジションで制御しているときに、タービン発電機を同期することができます。これは、手動または自動で行うことができます。システムオペレータは、自動同期選択スイッチ(図4-6のスイッチ1)を介して自動同期を選択することができます。このスイッチが閉じられていると、5009制御システムの同期/負荷分担入力が有効となり、DSLCL制御の自動同期機能が選択されます。

同期後、ユーティリティタイブレーカ接点入力の状態によって発電機の負荷が決定されます。ユーティリティタイブレーカの接点が開いている場合、発電機の負荷は5009制御システムの内部負荷設定点、または有効なときは入口ヘッダ圧力制御(カスケード制御)によって決定されます。ユーティリティタイブレーカ接点が開いている場合、発電機の負荷はDSLCLによって決定されます。DSLCLはいくつかの異なる負荷制御モードで作動するように設定することができます。この用途では、プラントがユーティリティから絶縁されているとき、DSLCLはアイソクロナス負荷分担用のみ使用されます。

このプラントでは、4つの発電ユニットがDSLCL制御を使用しており、プラントからユーティリティへのタイブレーカが開くと、すべての発電ユニットが周波数制御に切り替わり、Echelonネットワークを使ってLANで通信を行い、負荷を分担します。このようにプラント周波数はすべてのユニットによって制御され、プラント負荷は4つのユニットすべ

てに比例的に分担されます。この設定では、プラント周波数はすべてのユニットの平均周波数になります。5009制御システムは、ユーティリティタイブレーカが開いたときに周波数設定点を「定格スピード設定点」設定にリセットする機能を持っているため、すべてのユニットが確実に同期スピードになります。DSLC制御の周波数トリマ機能は、システム周波数を必要周波数まで低減させるようにプログラムすることもできます。

ユーティリティタイブレーカと発電機ブレーカが閉じられたら、接点入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースのいずれかを介していつでもカスケード制御（タービン入口ヘッダ圧力）を有効にすることができます。カスケード制御が有効のときに実際の入口ヘッダ圧力がカスケード設定点と一致しない場合、この制御は、入力ヘッダ圧力が設定点と一致するまで、自動的にタービン負荷を「スピード設定点スローレート」設定で変化させます。カスケードPIDが制御を行うようになると、「スピード設定点スローレート」設定による制限を受けることはありません。5009制御システムのレシオ／リミッタは、カスケード制御が無効のときは結合HP/LPモードを使用し、カスケード制御が有効のときはデカップリング入口モードを使用します。

5009制御システムは抽気制御を自動で有効にすることができるようにプログラムされていたため、オペレータは抽気制御を自動または手動で有効にすることを選ぶことができます。手動で抽気制御を有効にするには、オペレータは5009制御システムのCCTインターフェース、接点入力、ModbusコマンドのいずれかからLPバルブリミッタ引き下げコマンドを発行しなければなりません。LPバルブリミッタは最小ポジションにして抽気制御を完全に有効にしなければなりません。

LPバルブリミッタを自動で引き上げる有効化ルーチンを、5009制御システムのCCTインターフェース、接点入力、Modbusコマンドのいずれかから発行することができます。このルーチンは、LPバルブを自動で最小ポジションまで変化させ、LPバルブリミッタ引き上げまたは引き下げコマンドを一時的に発行することによっていつでも停止させることができます。停止された自動有効化ルーチンは、抽気／混気制御有効コマンドに続いて無効コマンドを発行することによって、いつでも再始動／有効化することができます。もしくは、停止されたとき、オペレータはルーチンを手動で継続することができます。（出口制御の無効化も手動または自動で行うことができます。）

減圧ステーションをタービン抽気圧力コントローラのバックアップとして使用する場合、減圧ステーションの設定点を5009制御システムの抽気制御の設定点よりも低くして、コントローラ間の競合と起こり得る不安定を防ぐことが必要です。

この用途では、補助制御がリミッタとして使用されるように、およびユーティリティタイブレーカと発電機ブレーカの両方が閉じられているときに自動的に有効になるようにプログラムされています。ユーティリティと並列に接続される時、入口ヘッダ圧力要求または他のシステム条件が発電機を負荷制限設定を超えて動作させようとする場合、補助PIDがガバナバルブを制御して発電機負荷を制限します。システムの条件が補助設定点よりも低いユニット負荷を要求すると、再びカスケード／スピードPIDが発電機負荷を制御します。

例7-アイランドモードにおけるアイソクロナス負荷分担によるインポート/エクスポート制御または出口圧力制御

(抽気タービン、デカップリング排出モード、結合HP/LPモード)

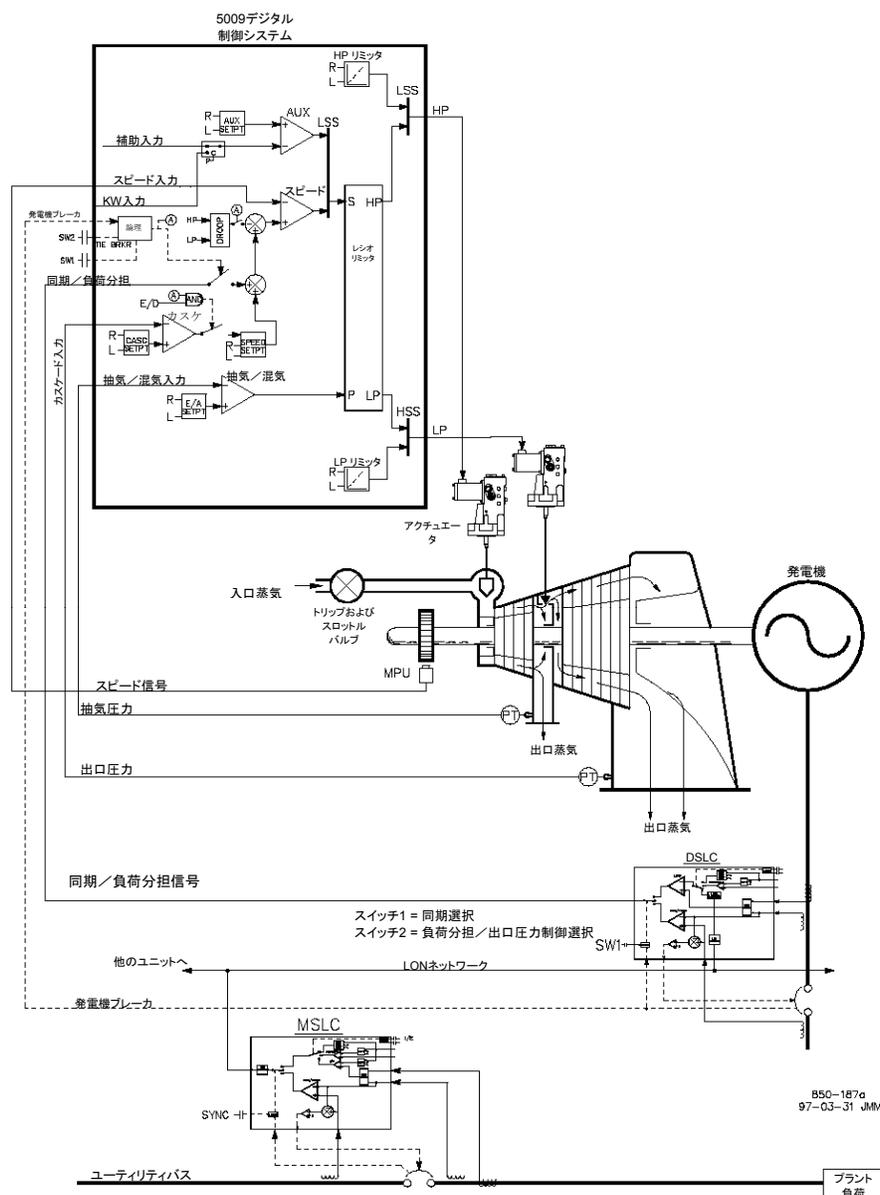


図 4-7. アイランドモードにおけるアイソクロナス負荷分担によるインポート/エクスポート制御または出口圧力制御

この例は、複数のタービン発電機を使用し、すべてのユニットが各ユニットの状態に応じて異なるプラントパラメータを制御する能力を持つことを必要とします。通常の動作では、1つのユニットがプラントプロセス蒸気(タービン出口圧力)を制御し、他のユニットはプラントインポート/エクスポート要求に基づいて制御されます。他の用途では、すべてとは限りませんが、図4-7に示す、および以下に述べる機能を使用します。

システムの健全性に基づき、1つのユニットだけがいつでもプラントプロセス蒸気の制御に使用されます。他のユニットは、5 MWのプラントエクスポート電力レベルの制御に使用されます。

各ユニットの制御パネルには、モード選択スイッチがあり、オペレータはユニットを異なる3つの動作モードのうちの1つにすることができます。この3つの動作モードは、手動負荷(ユニット負荷の手動増減に使用)、プラントプロ

セス蒸気制御(タービン出口圧力)、負荷分担(プラントインポート/エクスポート制御またはユニット負荷分担に使用)です。

ユニットが手動負荷制御モードに切り替えられると、内部負荷設定点がユニットの負荷を決定します。これにより、オペレータは必要に応じて手動でユニットの負荷を設定レベルまで増減させることができます。

ユニットがプラントプロセス制御モードに切り替えられると、5009制御システムにおいてカスケードPIDコントローラを介してタービン出口圧力制御が行われます。これは、システムオペレータの要望どおりに有効化および無効化が可能であるため、このタイプの機能に理想的なコントローラです。このことにより、システムオペレータには、いつ減圧ステーションまたはタービンバイパスバルブとの間でプロセス圧力制御を移行するかということに関する完全な権限が与えられます。

この用途は、WoodwardのDSLCL制御とMSLCを使用し、すべてのユニットの通信、プラント負荷分担、プラントエクスポート電力制御を可能にします。DSLCLは、各ユニットで同期と負荷分担に使用されます。マスタシンクロナイザ・ロードコントロール(MSLC)は、プラントの同期とインポート/エクスポート電力の制御に使用されます。MSLCは、有効の場合、各ユニットDSLCLの負荷設定点を設定して(負荷分担モード)、プラントエクスポートレベルを制御します。プラントからユーティリティへのタイブレーカが開いているときは、MSLCが無効になり、各ユニットは他の負荷分担モードのユニットとDSLCL制御のLONネットワークで通信してプラント負荷を分担します。

抽気圧力は抽気/混気PIDによって制御されます。このPIDコントローラは、設定によって、自動または手動で有効にすることができます。すべての場合において、5009制御システムは、抽気/混気PIDが無効の状態かつLPバルブが最大開放ポジションのときに起動します。これにより、タービンは一定の方法でウォームアップすることができます。この用途では、抽気/混気設定点は、5009制御システムのCCTインターフェースまたはModbusコマンドを介してのみ、変更することができます。オプションとして、5009制御システムは、抽気/混気設定点をディスプレイ入力または4~20 mA信号を介して変更するようにプログラムすることができます。

DSLCL制御のスピードバイアス信号は、アナログ入力信号を介して5009制御システムに接続されます。同期/負荷分担アナログ入力は、プログラムされている場合、発電機ブレーカ入力が開かつユーティリティタイブレーカ入力が開になると、自動的に有効になります。

発電機ブレーカが開じられる前に、DSLCLによって5009制御システムの同期/負荷分担アナログ入力を有効にして自動同期を可能にすることができます。この同期機能/入力は、接点入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースのいずれかを介して有効にすることができます。図4-7に示すように、パネルマウント(DPST)スイッチを使用してDSLCLと5009制御システムの両方における自動同期を選択します。もしくは、この切替えは、選択Modbusコマンド、同期有効、スピードスイッチレベル到達のいずれかに対して励起するようにプログラムされた5009制御システムのリレーから行うことができます。

5009制御システムのすべてのPIDコントローラ設定点は、プログラムされた引き上げおよび引き下げ接点、4~20 mA入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースのいずれかを介して変更することができます。

以下のヒントのリストは、アプリケーションプログラマが5009制御システムを図4-7に示すいずれかの制御および制限動作を実現するように設定するときに従う参考として提示されています。

例7における起動/運転モードのヒント—アイドルまたは最小スピードポジションまでの起動および上昇は、自動、半自動、手動のいずれかで行うことができます。

アイドルまたは最小スピードポジションから、アイドル/定格または自動起動シーケンス機能を使って制御システムを定格スピードポジションまで上昇させることができます。もしくは、オペレータが手動引き上げコマンドを与えてタービンスピードを必要に応じて上昇させることができます。

ユニットが起動し、定格スピードポジションでの制御後、タービン発電機を同期することができます。これは、手動または自動で行うことができます。システムオペレータは、自動同期選択スイッチ(図4-7のスイッチ1)を介して自動同期を選択することができます。このスイッチが閉じられていると、5009制御システムの同期入力が有効となり、DSLCL制御の自動同期機能が選択されます。

このモードでは、システムの動作はスイッチ2のポジションに依存します。スイッチ2が負荷分担モードを選択しておらず、発電機ブレーカが閉じられているとき、ユニットの負荷は5009制御システムの内部スピード／負荷設定点か、有効な場合はカスケードPIDによって設定されます。発電機ブレーカが閉じられているとき、5009制御システムは、スピード／負荷設定点を最小負荷レベルまで上昇させ、発電機の逆電力または逆動力の可能性を低減します。この最小負荷レベルはスピード／負荷設定点に基づき、標準設定はタービン／発電機負荷の「3%」と等しいスピード設定点回転数になっています。標準設定値は5009制御システムのCCTインターフェースまたはModbusコマンドを介して調整することができます。

同期後、5009制御システムの負荷設定点は、スピード／負荷設定点引き上げおよび引き下げ接点、プログラムされた4～20 mA入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースのいずれかを介してポジションングすることができます。

この用途において、デカップリング排出はプログラムされたレシオ／リミッタ動作であったため、出口制御(LPバルブを使用して制御を行う)の前に抽気制御を有効にすること(LPリミッタを最小まで下げられた状態)が推奨されます。また、抽気制御を無効にする(LPリミッタを引き上げる)前に、カスケード制御を無効にすることが推奨されます。この推奨手順に従うことで、各制御モードのバンプレスな移行が可能です。5009制御システムのレシオ／リミッタは、カスケード制御が無効のときは結合HP/LPモードを使用し、カスケード制御が有効のときはデカップリング排出モードを使用します。

5009制御システムは抽気制御を自動で有効にすることができるようにプログラムされていたため、オペレータは抽気制御を自動または手動で有効にすることを選ぶことができます。手動で抽気制御を有効にするには、オペレータは、CCTインターフェース、接点入力、Modbusコマンドのいずれかを介してLPバルブリミッタ引き下げコマンドを発行しなければなりません。LPバルブリミッタは最小ポジションにして抽気制御を完全に有効にしなければなりません。

LPバルブリミッタを自動で引き下げる有効化ルーチンを、5009制御システムのCCTインターフェース、接点入力、Modbusコマンドのいずれかから発行することができます。このルーチンは、LPバルブを自動で最小ポジションまで変化させ、LPバルブリミッタ引き上げまたは引き下げコマンドを一時的に発行することによっていつでも停止させることができます。停止された自動有効化ルーチンは、抽気／混気制御有効コマンドに続いて無効コマンドを発行することによって、いつでも再始動／有効化することができます。もしくは、停止されたとき、オペレータはルーチンを手動で継続することができます(出口制御の無効化も手動または自動で行うことができます。)

カスケード制御(タービン出口圧力)は、ユーティリティタイブレーカおよび発電機ブレーカの入力接点が閉じられたらいつでも有効にすることができます。カスケード制御は、プログラムされた接点、Modbusコマンド、CCTインターフェースを介して有効にすることができます。出口圧力制御は、カスケード制御を有効化して減圧ステーションの設定点を引き下げる、またはカスケード制御を有効化してカスケードの設定点を引き上げることによって、減圧ステーションから5009制御システムのカスケード制御に移行することができます。減圧ステーションがタービン圧力コントローラのバックアップとして使用される場合、減圧ステーションの設定点を5009制御システムの設定点よりも低くして、コントローラ間の競合と起こり得る不安定を防ぐ必要があります。

出口圧力制御が5009FTのカスケードPIDに移行されたら、減圧ステーションまたはタービンバイパスバルブを閉じるか、手動制御モードにしなければなりません。これにより、2つのコントローラ(5009制御カスケードPIDおよびシステム減圧ステーション)が1つのパラメータの制御で競合してシステムが不安定になることを防ぎます。タービンバイパスバルブとタービンの流量の両方がヘッダ流量要件を満足する必要がある場合、安定のために制御ループの1つにドループが必要です。

スイッチ2を切り替えて負荷分担を選択すると、DSLCLは、ユーティリティからタイへのブレーカポジションによって、MSLCLの負荷設定点に合わせて、もしくはDSLCL制御の負荷分担回路によって決定される負荷設定まで、負荷をバンプレスに変化させます。MSLCLの使用により、すべての負荷分担モードのユニットを基本負荷設定に設定することや、負荷をプラントのインポート／エクスポート要求設定に基づいて変更することができます。

標準運転において、1つのユニットがプラントプロセス蒸気を制御し、他のユニットは負荷分担制御モードになります。負荷を分担するユニットは、MSLCLプラント負荷要求に基づき負荷が与えられます。プラントがユーティリティから隔離される必要がある場合、MSLCLは無効になり、負荷分担ユニットがプラント負荷を分担します。必要なときは、MSLCLを有効にしてプラントバスをユーティリティバスに再同期し、プラントからユーティリティへのタイブレー

力を閉じることができます。同期後、MSLCは、選択された動作モードにより、プラント電力を必要なエクスポート電力レベルまで変更するか、プラント負荷を基本負荷設定まで変更します。

WoodwardのDSLCL制御は、ユニットの自動電圧調整器と直接的に接続することができます。これにより、ユニットとDSLCL制御は、有効電力に加えて無効電力も分担することができます。この設定により、ユーティリティからタイへのブレーカが閉じられているときに、MSLCがプラント力率を制御することも可能になります。

例8—発電機電力制限による入口圧力制御と出口圧力制御

(抽気タービン、デカップリングHP/LPモード)

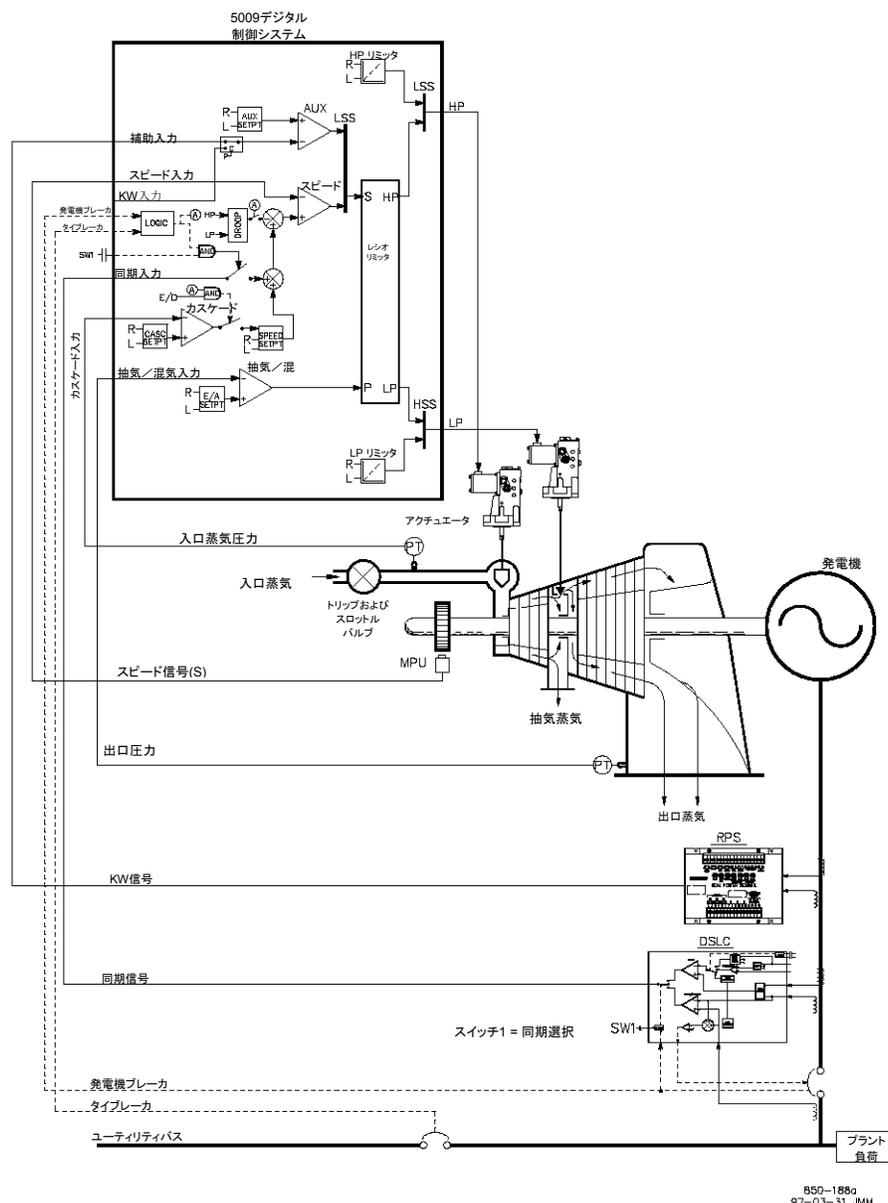


図 4-8. 発電機電力制限による入口圧力制御と出口圧力制御

これは、タービン入口圧力と出口ヘッダ圧力の制御が求められ、タービンの抽気ヘッダ圧力がシステム減圧ステーションによって制御される、一般的なタービン発電機用途の例です。このタイプの用途では、タービン負荷がプラントプロセス蒸気要求に基づいて変化します。この用途例には、補助モードとカスケードモードの両方が使用されました。他の用途では、すべてとは限りませんが、図4-8に示す、および以下に述べる機能を使用します。

この用途では、5009制御システムにおいてカスケードPIDコントローラを介してタービン入口ヘッダ圧力制御が行われます。これは、システムオペレータの要望どおりに有効化および無効化が可能であるため、このタイプの機能に理想的なコントローラです。このことにより、システムオペレータには、いつ減圧ステーションまたはタービンバイパスバルブとの間でプロセス圧力制御を移行するかということに関する完全な権限が与えられます。

標準運転において、ユニットの負荷は、入口ヘッダ圧力を制御するカスケードPIDによって決定されます。この用途では、タービンの負荷が大きく変化する場合があるため、リミッタを使用して発電機を過負荷から保護しています。この保護は、リミッタとして設定された補助PIDによって行われます。補助PIDをリミッタとして設定し、有効電力センサ(RPS)出力信号をPIDの制御パラメータとして使用することで、発電機が運転することができる最大負荷を制限することができます。

タービン出口圧力は抽気PIDによって制御されます。このPIDコントローラは、設定によって自動または手動で有効にすることができます。すべての場合において、5009制御システムは、抽気PIDが無効の状態かつLPバルブが最大開放ポジションのときに起動します。これにより、タービンは一定の方法でウォームアップすることができます。この例では、抽気設定点は5009制御システムのCCTインターフェースまたはModbusコマンドを介してのみ変更することができます。オプションで、5009制御システムは、ディスクリット入力、4~20 mA信号を介して抽気/混気設定点を変更するようにプログラムすることができます。

この用途は、DSLCLを同期のためだけに使用します。DSLCLはアナログ信号を介して5009制御システムと接続されるため、5009制御システムアナログ入力がDSLCL制御のスピードバイアス信号を受け取るようにプログラムされていなければなりません。同期入力/機能がプログラムされている場合、この入力は、接点入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースを介して有効にすることができます。図4-8に示すように、この用途ではパネルマウント(DPST)スイッチを使用してDSLCLと5009制御システムの両方における自動同期を選択します。もしくは、この切替えは、選択Modbusコマンド、同期有効、スピードスイッチレベル到達のいずれかに対して励起するようにプログラムされた5009制御システムのリレーから行うことができます。

5009制御システムのすべてのPIDコントローラ設定点は、プログラムされた引き上げおよび引き下げ接点、プログラムされた4~20 mA入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースのいずれかを介して変更することができます。

以下のヒントのリストは、アプリケーションプログラマが5009制御システムを図4-8に示すいずれかの制御および制限動作を実現するように設定するときに従う参考として提示されています。

例8における起動/運転モードのヒント—アイドルまたは最小スピードポジションまでの起動および上昇は、自動、半自動、手動のいずれかで行うことができます。

アイドルまたは最小スピードポジションから、プログラムされている場合はアイドル/定格または自動起動シーケンス機能を使って制御システムを定格スピードポジションまで上昇させることができます。もしくは、オペレータが手動引き上げコマンドを与えてタービンスピードを必要に応じて上昇させることができます。

ユニットが起動し、定格スピードポジションでの制御後、タービン発電機を同期することができます。これは、手動または自動で行うことができます。システムオペレータは、自動同期選択スイッチ(図4-8のスイッチ1)を介して自動同期を選択することができます。このスイッチが閉じられていると、5009制御システムの同期入力が有効となり、DSLCL制御の自動同期機能が選択されます。

プラントからユーティリティへのタイラインブレーカが閉じられているとき、およびユニット発電機ブレーカが閉じられているとき、5009制御システムは、スピード/負荷設定点を最小負荷レベルまで上昇させ、発電機の逆電力または逆動力の可能性を低減します。この最小負荷レベルはスピード/負荷設定点に基づき、標準設定はスピード/負荷設定点の「3%」の段階変更となっています。標準設定である最小負荷値3%(設定点「rpm」変更として保存)は、5009制御システムのCCTインターフェースまたはModbusコマンドを介して調整することができます(ブレーカ論理、最小負荷バイアス = X rpm)。

同期後、5009制御システムの負荷設定点は、スピード/負荷設定点引き上げおよび引き下げ接点、プログラムされた4~20 mA入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースのいずれかを介してポジションングすることがで

きます。この負荷制御モードを使用して、タービンの負荷をゆっくりと上昇させ、減圧ステーションまたはタービンバイパスバルブの制御を行わないようにすることができます。

カスケード制御(タービン入口ヘッダ圧力)は、ユーティリティタイブレーカおよび発電機ブレーカが閉じられたら、接点入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースのいずれかを介していつでも有効にすることができます。カスケード制御が有効のとき、カスケード設定点はそのときの入口ヘッダ圧力レベルと同じになり、それにより入口ヘッダ圧力制御へのバンプレスな移行が行われます。カスケードコントローラが有効になると、オペレータは必要に応じて制御設定点を増減することができます。

5009制御システムは抽気制御を自動で有効にすることができるようにプログラムされていたため、オペレータは抽気制御を自動または手動で有効にすることを選ぶことができます。手動で抽気制御を有効にするには、オペレータはCCTインターフェース、接点入力、ModbusコマンドのいずれかからLPバルブリミッタ引き下げコマンドを発行しなければなりません。LPバルブリミッタは最小ポジションにして抽気(出口)制御を完全に有効にしなければなりません。

有効化ルーチンコマンドを、5009制御システムのCCTインターフェース、接点入力、Modbusコマンドのいずれかから発行することができます。このルーチンは、LPバルブを自動で最小ポジションまで変化させ、LPバルブリミッタ引き上げまたは引き下げコマンドを一時的に発行することによっていつでも停止させることができます。停止された自動有効化ルーチンは、抽気/混気制御有効コマンドに続いて無効コマンドを発行することによって、いつでも再始動/有効化することができます。もしくは、停止されたとき、オペレータはルーチンを手動で継続することができます(出口制御の無効化も手動または自動で行うことができます)。

減圧ステーションをタービン抽気圧力コントローラのバックアップとして使用する場合、減圧ステーションの設定点を5009抽気制御システムの設定点よりも低くして、コントローラ間の競合と起こり得る不安定を防ぐことが必要です。

この用途では、補助制御をリミッタとして使用し、ユーティリティタイと発電機のブレーカがともに閉じられたときに自動的に有効になるようにプログラムされています。ユーティリティと並列に接続される場合、入口ヘッダ圧力要求または他のシステム条件が発電機を負荷限界設定を超えて動作をさせようとする、補助PIDがHPガバナバルブを制御して発電機の負荷を制限します。システム条件が補助設定点よりも低いユニット負荷を要求すると、再びカスケード/スピードPIDが発電機の負荷を制御します。

例9-ブートストラップ起動による混気蒸気タービン制御 (混気タービン、結合HP/LPモード)

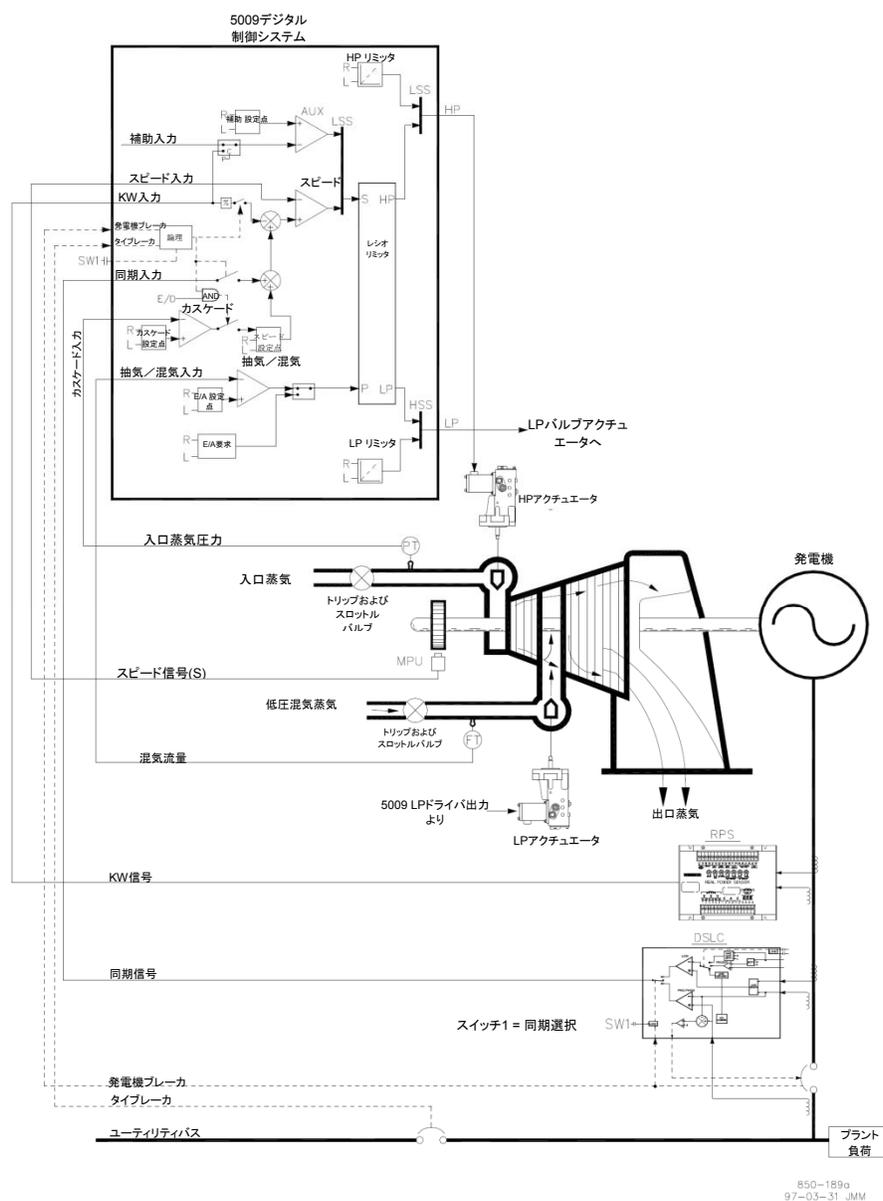


図 4-9. ブートストラップ起動による混気蒸気タービン制御

これは、タービン負荷と混気流量が制御される、一般的なタービン発電機用途の例です。ただし、この用途は、リファイナリがブートされて高圧入口蒸気の生成を始めることができるようになるまで、低圧混気蒸気でのタービン起動を必要とします。他の用途では、すべてとは限りませんが、図4-9に示す、および以下に述べる機能を使用します。

この用途では、有効電力センサ(RPS)を使用して発電機負荷を感知することで、5009のスピード/負荷PIDによる発電機負荷の制御と制限が可能です。

この例では、外部トリップバルブまたはトリップおよびスロットルバルブを使用して、システムがシャットダウン状態のときにいかなる混気蒸気もタービンに完全に入らないようにします。

混気圧力は混気PIDによって制御されます。オペレータは手動要求信号を使って混気トリップおよびスロットルバルブの両側の圧力を一致させます。圧力が一致したら、オペレータは混気を有効にすることができます。このとき、オペレータは5009制御システムのCCTインターフェースまたはModbusコマンドを介して混気設定点を変化させることができます。

この用途は、DSLCLを同期のためだけに使用します。DSLCLはアナログ信号を介して5009制御システムと接続されるため、5009制御システムアナログ入力がDSLCL制御のスピードバイアス信号を受け取るようにプログラムされていなければなりません。同期入力／機能がプログラムされている場合、この入力は、接点入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースを介して有効にすることができます。図4-9に示すように、この用途ではパネルマウント(DPST)スイッチを使用してDSLCLと5009制御システムの両方における自動同期を選択します。

5009制御システムのすべてのPIDコントローラ設定点は、プログラムされた引き上げおよび引き下げ接点、プログラムされた4~20 mA入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースのいずれかを介して変更することができます。

以下のヒントのリストは、アプリケーションプログラマが5009制御システムを図4-9に示すいずれかの制御および制限動作を実現するように設定するときに従う参考として提示されています。

例9における起動／運転モードのヒント—アイドルまたは最小スピードポジションまでの起動および上昇は、自動、半自動、手動のいずれかで行うことができます。

このタイプの設定において、半自動起動は、混気のトリップおよびスロットル(T&T)バルブが開かれる前にLPバルブリミッタを手動で0%まで引き下げることが必要とします。

アイドルまたは最小スピードポジションから、プログラムされている場合はアイドル／定格または自動起動シーケンス機能を使って制御システムを定格スピードポジションまで上昇させることができます。もしくは、オペレータが手動引き上げコマンドを与えてタービンスピードを必要に応じて上昇させることができます。

ユニットが起動し、定格スピードポジションでの制御後、タービン発電機を同期することができます。これは、手動または自動で行うことができます。システムオペレータは、自動同期選択スイッチ(図4-9のスイッチ1)を介して自動同期を選択することができます。このスイッチが閉じられていると、5009制御システムの同期入力が有効となり、DSLCL制御の自動同期機能が選択されます。

DSLCLは、位相整合または滑り周波数同期のいずれかを提供し、ユニットの自動電圧調整器と結合して並列接続前の電圧を合わせます。DSLCLはEchelonネットワークを使ってLANで他のプラントDSLCL制御システムと通信を行い、安全なデッドバスの閉鎖を行います。

プラントからユーティリティへのタイライン／ブレーカが閉じられているとき、およびユニット発電機ブレーカが閉じられているとき、5009制御システムは、スピード／負荷設定点を最小負荷レベルまで上昇させ、発電機の逆電力または逆動力の可能性を低減します。この最小負荷レベルはスピード／負荷設定点に基づき、標準設定は「3%」負荷となっています。標準設定値は、5009制御システムのCCTインターフェースまたはModbusコマンドを介して調整することができます(ブレーカ論理、最小負荷バイアス = xxx)。

同期後、5009制御システムの負荷設定点は、スピード／負荷設定点引き上げおよび引き下げ接点、4~20 mA入力、Modbusコマンド、CCTインターフェースのいずれかを介してポジションングすることができます。

入口蒸気圧力が定格レベル近くになったら、HP T&Tバルブを開くことができます。入口蒸気のキャパシティが高まると、5009制御システムは制御バルブをポジションングしなおし、一定負荷レベルを保持します(KWドループを使用する場合のみ、真の負荷制御が可能)。

発電機ブレーカが閉じられ、HPTリップおよびスロットルバルブが開かれ、タービンをそのときの負荷レベルに保持するために必要となる蒸気供給キャパシティを入口蒸気源が持ったら、いつでも混気制御を有効にすることができます。

混気制御へのバンプレスな移行を行うには、5009制御システムの手動要求信号を手動で調整して、その信号を混気の蒸気流量(%)に合わせなければなりません。手動要求信号がそのときの混気蒸気流量パーセントと一致したら、混気制御を有効にすることができます。手動要求信号の引き上げ／引き下げコマンドおよび混気の有効

／無効コマンドは、5009制御システムのCCTインターフェース、接点入力、Modbusコマンドのいずれかを介して発行することができます。

例10—一般的なプラント負荷および蒸気圧力制御用途

この用途では、5009制御システム、DSLCL制御、MSLC、単一ループPIDコントローラの組み合わせにより、以下のプラントパラメータの制御が可能です。

- プラントインポート／エクスポート電力 (ユーティリティタイブレーカ閉)
- プラント入口ヘッダ圧力 (ユーティリティタイブレーカ閉)
- プラント力率またはVAR (ユーティリティタイブレーカ閉)
- プラント周波数と
比例負荷分担 (ユーティリティタイブレーカ開)
- プラント力率分担 (ユーティリティタイブレーカ開)
- プラントからユーティリティへの周波数
- 自動同期 (ユーティリティタイブレーカ開)
- プラントからユーティリティへの位相
- 自動同期 (ユーティリティタイブレーカ開)
- プラントからユーティリティへの電圧
- 自動同期 (ユーティリティタイブレーカ開)
- プラント抽気ヘッダ圧力 (ユーティリティタイブレーカ開または閉)

これは、複数のタービン発電機の負荷と流れを分担することで、インポート／エクスポート電力やタービン入口ヘッダ圧力および抽気ヘッダ圧力といったプラントの機能が制御される、一般的なプラント用途の例です。プラントがユーティリティから切り離されたとき、この設定はすべてのユニットがプラント周波数と負荷分担を制御し、抽気ヘッダへの流量分担を継続することを可能にします。他の用途では、すべてとは限りませんが、図4-10に示す、および以下に述べる機能を使用します。

この用途では、それぞれの5009制御システムが、デジタルシンクロナイザおよび負荷制御(DSLC)と組み合わせられます。有効の場合、各DSLCLはそれぞれの5009制御システムと接続してユニットの負荷を決定します。各DSLCLは、アイソクロナス負荷分担モードの場合、Echelonネットワークを介してすべての他のプラントDSLCL制御およびMSLCと接続します。このデジタルネットワークにより、ユニットは負荷を相互に分担するか、マスタシンクロナイザおよび負荷制御(MSLC)によって制御されることが可能です。Echelonネットワーク上に一度に存在できるMSLCは1つだけです。

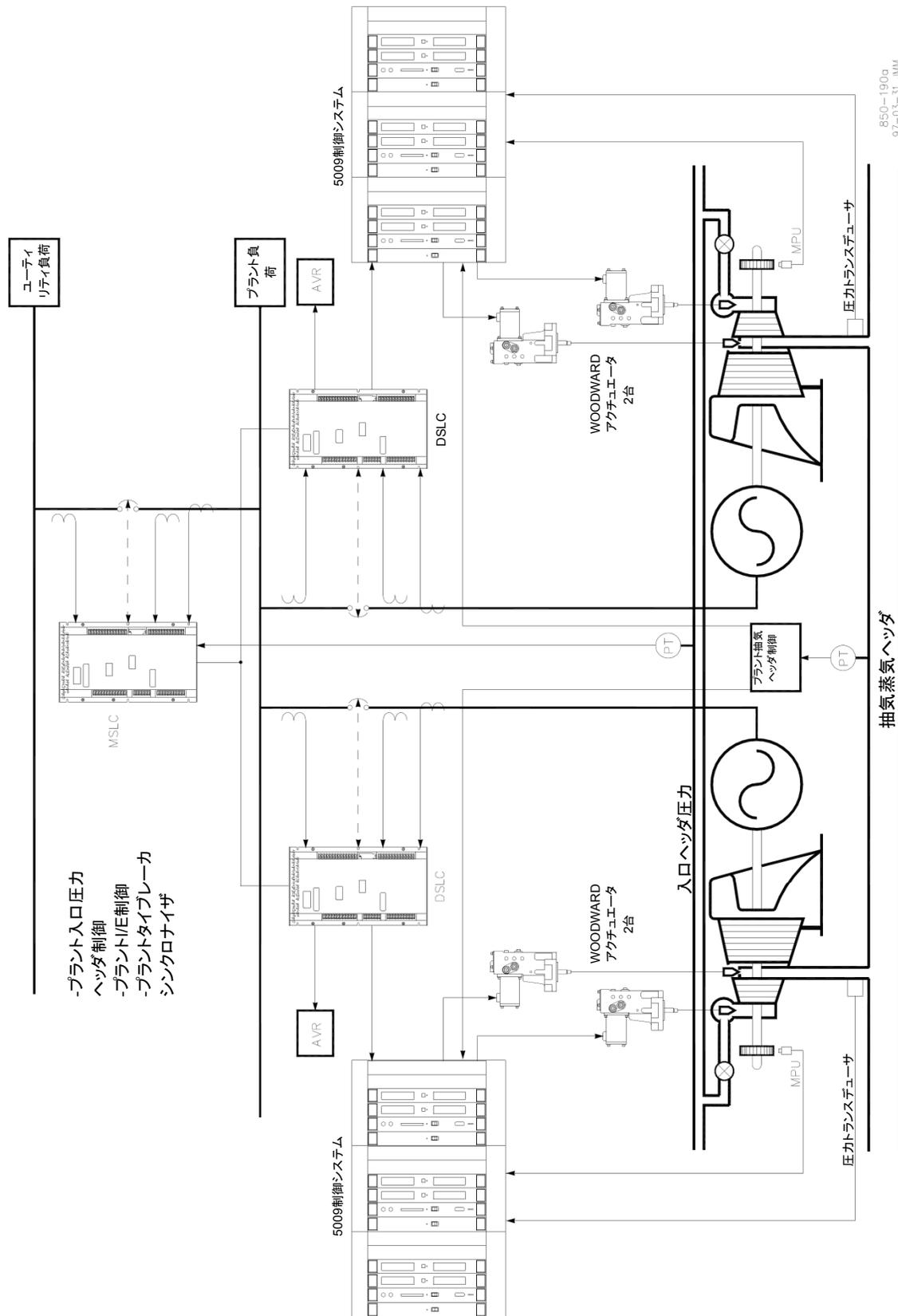


図 4-10. プラント負荷および蒸気圧力制御用途

MSLCは、有効の場合、(DSLCL制御と5009FTを介して)Echelonネットワーク上のすべてのユニットの負荷を制御して、共通のパラメータを制御することができます。負荷レベルがMSLCによって設定されるためには、DSLCLはアイソクロナス負荷分担モードでなければなりません。これにより、オペレータはどのユニットが共同で機能して共通のパラメータ(入口ヘッダ圧力、インポート/エクスポート電力)を制御するか、およびどのユニットが別々に機能して他のパラメータ(出口圧力、ユニット負荷)を制御するかを決定することができます。

MSLCはプラントインポート/エクスポート電力を感知し、「PI」コントローラを使ってEchelonネットワーク上のあらゆるすべてのユニットにプラントインポート/エクスポート電力の制御を命令します。MSLCは(PIコントローラにより)、各ユニットの負荷に直接的に関係する、および有効なユニットすべてが共通で持っている、あらゆるプロセス信号を受け入れ、制御することもできます(入口ヘッダ圧力、出口ヘッダ圧力)。MSLCは同じ要求信号を各DSLCLに送るため、すべてのユニットは負荷を均等に分担します。

ユーティリティタイブレーカが開いているときは、MSLCを使ってプラントバスをユーティリティグリッドに自動的に同期することができます。MSLCは、オンラインかつ同期について有効化されているDSLCL制御を介して、すべてのユニットの周波数設定を変化させます。各DSLCLをそれぞれの発電機の自動電圧調整器(AVR)に接続することによって、MSLCはすべての有効なDSLCL制御と接続してプラント電圧をユーティリティと一致させることもできます。

各DSLCLがそれぞれのユニットAVRに接続された状態で、MSLCを使ってプラント力率または無効電力レベル(VAR)を制御することができます。この設定により、プラントがユーティリティから切り離されたときのユニット間の力率分担も可能になります。

この用途で使用されるプラント抽気ヘッダ圧力コントローラは、独立型「PI」コントローラです。このコントローラは、抽気ヘッダ圧力を感知し、すべてのユニット抽気圧力コントローラに同じ信号を出力することで、すべてのユニットが均等に流量を分担することを強制します。コントローラの出力信号は、各ユニットの抽気圧力設定点を定めます。MSLCとは異なり、このコントローラはEchelonネットワークと通信を行わず、そのためプラント抽気ヘッダコントローラは複数の出力を持つことが必要になります。

タービン抽気圧力はタービン負荷の関数ではないため、MSLCをこのパラメータの制御に使用することはできません。この用途では、「PI」コントローラを使って、すべてのユニットの流量分担を可能にしました。代わりに、1つのユニットをプラント要求のあらゆる変化の制御に使用し、他のユニットを一定の流量を出力するように設定することも可能でした。ただし、後者の設定では、アップセットまたはオペレータによる変更なく、システムが扱うことのできるプラント要求変化の量が制限されます。

このMSLC-DSLCL設定のさらなるメリットは、DSLCLが導入されているあらゆる原動機を負荷分担に使用することができることです。各DSLCLは個別の負荷分担ゲイン設定を持っているため、ユニット間の反応差は補正することができます。

例11—誘導発電機用途

5009制御システムを誘導発電機用途向けに設定する場合、5009制御システムのプログラミングにおいて、同期発電機用途向けのプログラミングとの相違は一般的に2つだけです。

誘導発電機の滑り周波数を考慮しなければなりません。これは、5009制御システムの最大スピード設定点設定で滑り周波数を補正することによって行います。最大スピード設定点は、同期スピードとドループパーセンテージおよび全負荷滑り周波数パーセンテージの合計と等しくなければなりません。

1. **最大制御設定点** = 同期スピード + (同期スピード * ドループ) + 最大滑りRPM
2. メジャーアラームリレー出力において、発電機タイブレーカ接点入力を使用してタービンをシャットダウンします。

第5章 制御機能

はじめに

5009制御システムは、シングルバルブタービン、スプリットレンジバルブタービン、単一抽気タービン、単一混気タービン、単一抽気／混気タービンの操作用にプログラムすることができます。抽気または混気タービンの各用途の場合、タービンのHPバルブおよびLPバルブがシステムにおけるタービンの機能に応じて別々に相互作用するように、5009制御システムのレシオ／リミッタ論理を設定することができます。抽気制御が行われないうち、レシオ／リミッタは使用されません。その場合、抽気／混気論理はいずれも使用されません。

スピード／負荷PIDと補助PIDの関係は、選択された補助PIDの設定に基づきます。補助PIDが「リミッタ」として設定される場合、補助PIDは常にアクティブとなり、スピード／補助PID出力はすべてLo信号で選択され(LSS)、アクチュエータ出力をポジショニングします。シングルバルブ圧縮機用途では、補助PIDはコントローラではなく常に「リミッタ」として設定されます。

補助PIDが「コントローラ」として設定される場合、有効のときの補助PIDはアクティブのみとなります。補助PIDが有効になると、スピードPIDは無効になり、補助PIDの出力を追跡します。設定に基づくPIDの関係については、第3章の制御ブロックダイアグラムを参照してください。

重要

このマニュアルにおいて、「HPバルブ」という言葉は、非抽気タービンの入口制御バルブ、または抽気／混気タービンの高圧入口制御バルブを指します。制御システムを非抽気タービン用に設定する場合、LPバルブ、抽気制御、レシオ／リミッタに関するすべての説明は無視してください。

タービン起動モード

この制御システムは、3つのタービン起動モード(手動、半自動、自動)のいずれかに設定することができます。これらの起動モードによって、どのようにタービンをシャットダウン状態からアイドルまたは最小タービンスピードポジションにするかということが決定されます。これらの起動モードのうち1つを選択し、システムの起動を行うようにプログラムしなければなりません。

タービンが起動され、制御システムがタービンスピードを制御すると、設定された「タービン起動ルーチン」が使用する制御シーケンスを決定し、タービンをアイドルスピードからタービンの定格スピードに変化させます。詳細については、この章のタービン起動ルーチンの節を参照してください。

「起動」コマンドが発行されると、選択された起動モードに応じて、バルブリミッタとスピード設定点を手動または自動で操作されます。タービン起動が完了したら、タービンスピードは最小制御スピードで制御されます。最小制御スピードは、アイドル／定格が使用されている場合はアイドル、自動起動シーケンスが使用されている場合はローアイドル、アイドル／定格と自動起動シーケンスのいずれも使用されていない場合はスピード設定点の最小制御設定になります。

「起動」コマンドは、CCTプログラム、外部接点、Modbusのいずれかから発行することができます。外部起動接点がプログラムされている場合、その接点が閉じられると「起動」コマンドが発行されます。その接点が起動前に閉じられている場合、「起動」コマンドを発行するには、いったん開にしてもう一度閉じなければなりません。

「起動」コマンドが発行されるときにタービンスピードが感知されると、制御システムは、選択された起動モードに応じて、即座にスピード設定点を感知されたスピードに設定してオペレータのコマンドを待つか、次に高いアイドルスピード設定に向けて動作を続けます。感知されたタービンスピードが最小制御スピード設定よりも大きい場

合、スピード設定点はこの感知されたスピードと同じになり、この時点でスピードPIDが制御を行い、制御システムはオペレータからのさらなる操作を待ちます。

タービンスピードが危険スピード帯域内で最初に感知される場合、制御システムはタービンスピードを制御し、スピード設定点を危険スピード帯域設定の上限へ変化させ、オペレータによる操作を待ちます。

手動起動モード

手動起動モードを使用することで、オペレータは手動スロットルバルブを介してタービンを起動することができます。このモードでは、起動コマンドが発行されると、入口HPバルブはその最大限度まで引き上げられます。抽気タービンの場合、最大限度は入力された蒸気マップパラメータに依存し、100%未満になります。タービンスピードが最小制御スピード(アイドルまたは最小制御スピード)まで上昇すると、制御システムのスピードPIDがタービンの入口HPバルブをポジショニングすることによってタービンスピードを制御します。手動起動モードを設定するときは、以下の起動手順を使用します。

1. リセットコマンドを発行する(すべてのアラームとシャットダウンをリセットする)
 - 抽気タービン用にプログラムされている場合、抽気が無効になるまで、LPバルブポジションが最大限度へ変化します。
 - 混気タービンまたは抽気/混気タービン用にプログラムされている場合、LPバルブポジションはタービンの蒸気マップに従って流量ゼロを維持しようとします。
2. 起動コマンドを発行する(発行前にトリップおよびスロットル(T&T)バルブが閉じていることを確認する)
 - このとき、制御システムはHPバルブリミットレートでガバナ(HP)バルブを最大ポジションまで開きます。
 - スピード設定点は「最小スピードまでのレート」でゼロから最低スピード設定へ上昇します。
3. HP T&Tバルブを制御レートで開く
 - タービンスピードが最小制御スピードまで上昇すると、制御システムのスピードPIDがタービンの入口HPバルブをポジショニングすることによってタービンスピードを制御します。
4. HP T&Tバルブを100%まで開く
 - オペレータによる操作があるまでスピードが最小制御スピードで維持されるか、プログラムされている場合は自動起動シーケンスがそのシーケンスを継続します。

HPバルブリミットレートと最小スピードまでのレートの設定は、CCTプログラムのサービスモードを介して調整することができます。



警告

HPトリップおよびスロットルバルブは、手動起動モードで「START」キーを押す前に閉じておかなければなりません。トリップおよびスロットルバルブが開いている状態で起動コマンドが出されると、タービンが暴走して重傷または死亡の原因となる可能性があります。

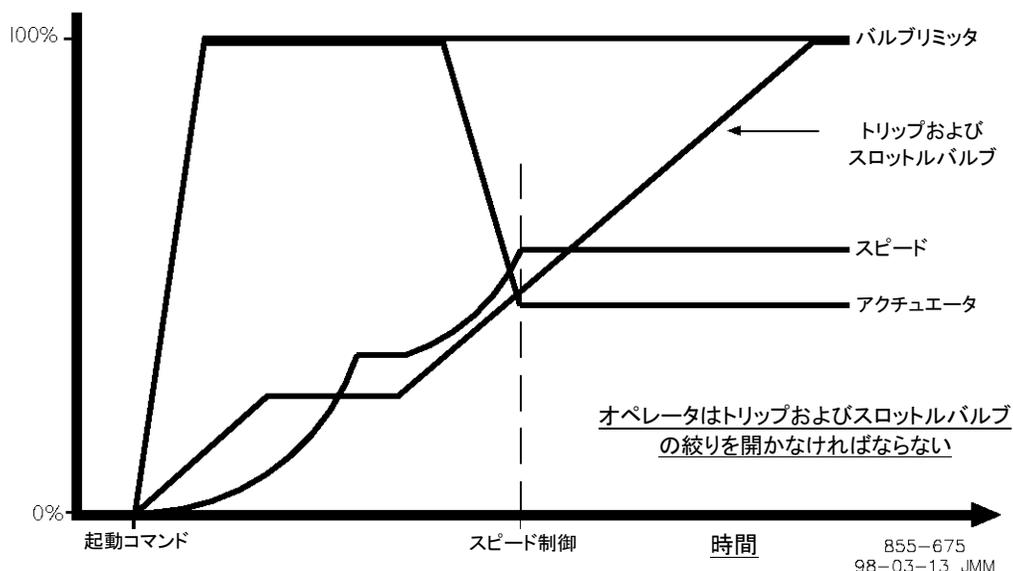


図 5-1. 手動起動モードの例

V1初期ポジション

このオプションは、制御システムが「手動」起動モードを使用するように設定されているときにのみ、利用可能です。使用される場合、この機能は、起動コマンドが発行されると、V1バルブ(HP)リミッタを初期プリセットポジションに設定します。

「手動」起動モードを使用するとき、この機能を使用しない場合は、起動コマンドが発行されると、V1(HP)バルブが100%まで変化します。「手動」起動モードを使用するとき、この機能が設定されている場合は、起動コマンドが発行されると、V1(HP)バルブは規定ポジション(0~100%)へ変化するように設定することができます。このような機能は、トリップおよびスロットルバルブの分解能を高めてT&Tバルブを使用するオペレータが起動時にタービン速度をより望ましく制御できるようにするために求められる場合があります。

プログラムされる「V1初期ポジション」は、起動コマンドが与えられるときに入口制御(HP)バルブリミッタが初期化されるパーセンテージになります。このポジションから、リミッタは必要に応じて引き上げまたは引き下げが可能です。このオプションでは、HPリミッタはユニット起動後に100%まで引き上げる必要があります。

半自動起動モード

半自動起動モードを使用することで、オペレータはユニットのトリップおよびスロットルバルブ(T&Tバルブ)を開き、手動で制御システムの入口HPバルブリミッタを上昇させることによってタービンを起動することができます。このモードでは、起動コマンドが発行されると、入口HPバルブは制御システムの入口HPバルブリミッタが手動で引き上げられるまで0%にとどまります。このHPバルブリミッタは、CCTプログラム、外部接点、Modbusコマンドのいずれかを介して引き上げることができます。タービン速度が最小制御速度(アイドルまたは最小制御速度)まで上昇すると、制御システムの速度PIDがタービンの入口HPバルブをポジショニングすることによってタービン速度を制御します。半自動起動モードを設定するときには、以下の起動手順を使用します。

- リセットコマンドを発行する(すべてのアラームとシャットダウンをリセットする)
 - 抽気タービン用にプログラムされている場合、抽気が有効になるまで、LPバルブポジションが最大限度へ変化します。
 - 混気タービンまたは抽気/混気タービン用にプログラムされている場合、LPバルブポジションはタービンの蒸気マップに従って流量ゼロを維持しようとします。
- HPトリップおよびスロットルバルブを開く(タービンが加速しないことを確認する)

3. 起動コマンドを発行する
 - このとき、スピード設定点は「最小スピードまでのレート」で最小スピード設定へ上昇します。
4. 制御システムのHPバルブリミッタを制御レートで引き上げる
 - タービンスピードが最小制御スピードまで上昇すると、制御システムのスピードPIDがタービンの入口HPバルブをポジショニングすることによってタービンスピードを制御します。
5. 制御システムのHPバルブリミッタを100%へ引き上げる
 - オペレータによる操作があるまで、スピードは最小制御スピードのままとなります。もしくは、プログラムされている場合、自動起動シーケンスがシーケンスを継続します。

HPバルブリミッタはHPバルブリミッタレートで開き、CCT、外部接点、Modbusコマンドを介して移動することができます。HPバルブリミッタレートと「最小スピードまでのレート」の設定は、CCTプログラムのサービスモードから調整することができます。

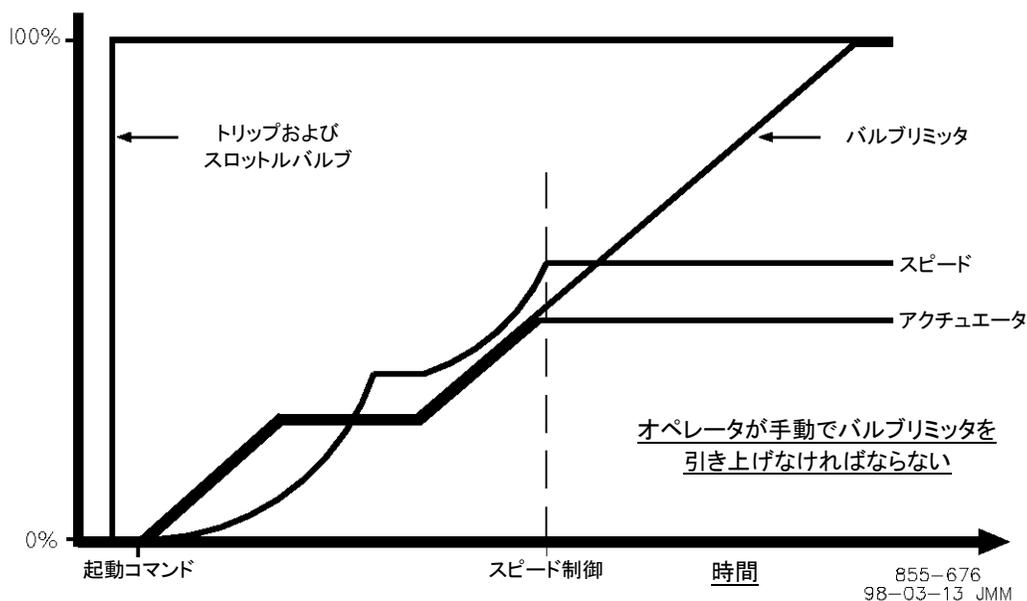


図 5-2. 半自動起動モードの例

自動起動モード

自動起動モードを使用することで、オペレータはユニットのトリップおよびスロットルバルブ (T&Tバルブ) を開き、起動コマンドを発行してタービンを起動することができます。このモードでは、起動コマンドが発行されると、入口HPバルブが0%から100%に向かって、制御システムのスピードPIDが入口HPバルブの制御を担うまで変化します。HPバルブリミッタを使用して、HPバルブの開度を変化させます。これは、一時的にHPバルブリミッタ引き上げまたは引き下げコマンドを発行することによっていつでも中断することができます。タービンスピードが最小制御スピード (アイドルまたは最小制御スピード) まで上昇すると、制御システムのスピードPIDがタービンの入口HPバルブをポジショニングすることによってタービンスピードを制御します。自動起動モードを設定するときは、以下の起動手順を使用します。

1. リセットコマンドを発行する (すべてのアラームとシャットダウンをリセットする)
 - 抽気タービン用にプログラムされている場合、抽気が有効になるまで、LPバルブポジションが最大限度へ変化します。
 - 混気タービンまたは抽気/混気タービン用にプログラムされている場合、LPバルブポジションはタービンの蒸気マップに従って流量ゼロを維持しようとします。
2. HPトリップおよびスロットルバルブを開く (タービンが加速しないことを確認する)

3. 起動コマンドを発行する

- このとき、5009制御システムはHPバルブリミッタをHPバルブリミッタレート設定で最大ポジションまで開きます。
- スピード設定点は、「最小スピードまでのレート」で最小スピード設定まで変化します。
- タービンスピードが上昇してスピード上昇設定点と一致すると、制御システムのスピードPIDがタービンの入口HPバルブをポジショニングすることによってタービンスピードを制御します。
- スピードは、最小制御スピードまで上昇し、オペレータによる操作があるまで保持されます。もしくは、プログラムされている場合、自動起動シーケンスがシーケンスを継続します。

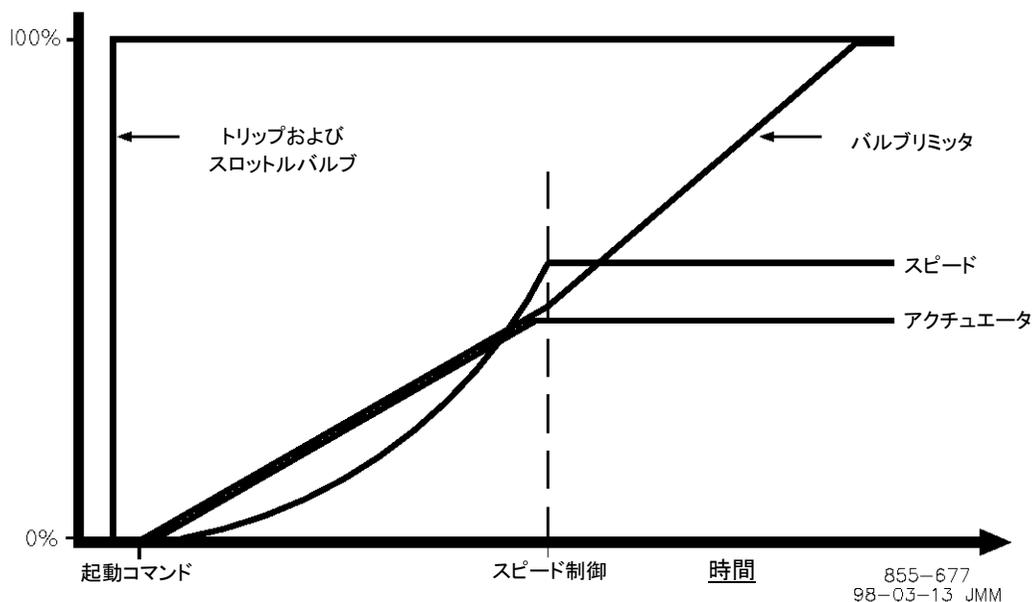


図 5-3. 自動起動モードの例

自動起動ルーチンは、中断コマンド、HPバルブリミッタ引き上げまたは引き下げコマンド、スピード引き上げまたは引き下げコマンド、非常シャットダウンコマンドを発行することによっていつでも中断することができます。中断したルーチンは、継続コマンドを発行することによって継続することができます。HPバルブリミッタレートと「最小スピードまでのレート」の設定は、CCTプログラムのサービスモードを介して調整することができます。

自動起動シーケンスは以下も可能です。

- シャットダウン時の自動有効化: エンジンがトリップされている間は有効状態を維持します。
- シャットダウン時の自動無効化: エンジンがトリップされている間は無効状態を維持します。
- シャットダウン状態の影響を受けない: いつでも有効化/無効化が可能です。

この選択は、起動設定フォルダのプログラムモードおよびサービスモードで行います(詳細については第3巻を参照してください)。

V1初期ポジション

このオプションは、常に利用可能です。使用が求められない場合、V1は100%になければなりません。

- 起動コマンドが発行されると、V1(HP)バルブは起動コマンド発行時に規定ポジション(0~100%)へ変化するように設定することができます。
- プログラムされる「V1初期ポジション」は、起動コマンドが与えられるときに入口制御(HP)バルブリミッタが初期化されるパーセンテージになります。このポジションから、HPリミッタは必要に応じて引き下げが可能です。
- 5009制御システムがスピードを制御し、スピードがローアイドルよりも高いとき、HPは自動的に100%へ上昇します。
- このような機能は、トリップおよびスロットルバルブの分解能を高めてT&Tバルブを使用するオペレータが起動時にタービンスピードをより望ましく制御できるようにするために求められる場合があります。

CCTソフトウェアにおけるオプション「ロータスタック時シャットダウン」(手動モードでは利用不可)が設定されている場合、HPバルブがV1ポジションで、かつローアイドルスピードに到達していない場合、タービンはトリップします。

最大スピード偏差保護

- CCTソフトウェアでは、最大スピード偏差を設定することができます。
- ローアイドルスピードに到達すると、この保護機能が実スピードと実スピード基準を比較します。
- 指定の最大スピード偏差よりも大きな差がアラーム遅延よりも長く継続する場合は、アラームが出されます。
- シャットダウンオプションが選択されているときに指定の最大スピード偏差よりも大きな差がシャットダウン遅延よりも長く継続する場合は、シャットダウンが行われます。

ゼロスピード信号オーバーライド

5009制御システムは、スピード信号が検出されない場合(マグネットピックアップ電圧が1 Vrms未満、またはスピードが「エラースピードレベル」未満)、シャットダウンを行います。スピードを感知しない状態で制御システムを起動できるようにするには、このシャットダウン論理をオーバーライドしなくてはなりません。制御システムは、自動スピードオーバーライドを行うように、もしくは手動スピードオーバーライドを可能にするように設定することができます。MPUオーバーライド論理の状況は、CCTプログラムのサービスモードで、またはModbus通信を介して確認することができます。このオーバーライド論理は、パッシブスピードブローブとアクティブスピードブローブの両方に適用されます。

自動スピードオーバーライド—「オーバーライドスピードセンサ故障」接点がプログラムされていない場合、制御システムの自動スピードオーバーライド論理が使用されます。この論理は、タービンが起動されているとき、または他のあらゆるシャットダウンコマンドが与えられているときに、「スピード検知回路の喪失」をオーバーライドします。タービン起動ルーチンにおいて、この論理は感知されたタービンスピードがプログラムされたエラースピードレベル設定プラス250 rpmを超えるまで、「スピード検知回路の喪失」をオーバーライドします。タービンスピードがこのレベルを超えると、スピード検知回路の喪失が有効になり、感知されたスピードがエラースピードレベル設定を下回ると、制御システムはシステムのシャットダウンを行います。

もしくは、付加レベルの保護として、オーバーライドタイマを(CCTプログラムのサービスモードで)設定することができます。手動オーバーライドコマンドには、(サービスモードでの標準設定として)60分の最長時間限度が適用されます。このタイマは、起動コマンドが発行されると起動し、タイマ時間が経過するとスピード検知喪失論理を再び有効にします。5009制御システムは、タイマ時間が経過したときにタービンスピードが「エラースピードレベル」設定を超えていない場合、システムのシャットダウンを行います。

手動スピードオーバーライド—手動スピードオーバーライドの機能は、「オーバーライドスピードセンサ故障」接点を設定することによって選択されます。「オーバーライドスピードセンサ故障」機能が接点入力に割り当てられている場合、この接点が閉じている間、「スピード検知回路の喪失」はオーバーライドされます。割り当てられた接点入力を開くことで、「スピード検知回路の喪失」が有効になり、感知されたスピードがエラースピードレベル設定を下回ると、制御システムはシステムのシャットダウンを行います。

もしくは、接点入力が閉じたままとなっている場合は、付加レベルの保護として、オーバーライドタイマを(CCTプログラムのサービスモードで)設定することができます。手動オーバーライドコマンドには、(サービスモードでの標準設定として)60分の最長時間限度が適用されます。このタイマは、起動コマンドが発行されると起動し、タイマ時間が経過するとスピード検知喪失論理を有効にします。5009制御システムは、タイマ時間が経過したときにタービンスピードが「エラースピードレベル」設定を超えていない場合、システムのシャットダウンを行います。

アンダスピード設定

CCTソフトウェアからこのオプションが選択されると、タービンが最小ガバナスピードに到達したときに、この保護が起動されます。

アラーム遅延よりも長い時間、スピードPVがアンダスピードレベルよりも低くなると、アラームが出され、設定されている場合はシャットダウンが行われます。

起動許容接点

外部接点をタービン起動許容条件として使用することができます。この機能を設定すると、「起動」コマンドを実行するためには接点入力が閉じられていなければなりません。「起動」コマンドが与えられるときに接点が開いていると、アラームが発行されて5009のディスプレイに起動許容条件が満たされていなかったことが表示されます。5009制御システムが「起動」コマンドを受け入れる前に、接点が開いていなければなりません。「起動」コマンドを受け入れられたら、起動許容接点は動作に影響しなくなります。使用される場合、この入力是一般的にトリップおよびスロットルバルブの閉じたリミットスイッチに接続され、タービンの起動が行われる前にこのスイッチが閉のポジションにあることが確認されます。

バルブリミッタ

ユニットが抽気タービン制御としてプログラムされているときは2つのリミッタ(HPおよびLP)が利用可能で、非抽気制御用途で使用される場合は1つだけ(入口HP)が利用可能です。HPバルブリミッタおよびLPバルブリミッタは、HPバルブ出力およびLPバルブ出力の制限に使用され、タービンの起動およびシャットダウンと、抽気制御の有効化を補助します。非抽気制御では、アクチュエータ#1(HP)のバルブリミッタだけが使用されます。リミッタは、CCTプログラム、外部接点の接合、Modbusコマンドを介して調整することができます。

非抽気用途では、アクチュエータ#1バルブリミッタの出力はLSSバスの出力です。もっとも低い信号がアクチュエータ#1バルブのポジションを制御します。このように、アクチュエータ#1バルブリミッタはアクチュエータ#1バルブ(および設定されている場合はアクチュエータ#2バルブ)の最大ポジションを制限します。

抽気用途では、HPバルブリミッタの出力はレシオ／リミッタの出力によるLo信号で選択されます。もっとも低い信号がHPバルブの最大ポジションを制御します。このように、HPバルブリミッタはHPバルブの最大ポジションを制限します。

ユニットが抽気タービン、混気タービン、抽気／混気タービン用に設定される場合、LPバルブリミッタは使用されます。LPバルブリミッタの出力は、抽気蒸気タービン用に設定される場合、レシオ／リミッタの出力によるHi信号で選択され、混気蒸気タービンまたは抽気／混気蒸気タービン用に設定される場合、Lo信号で選択されます。このように、LPバルブリミッタは、選択された設定に応じて、最小または最大LPバルブポジションを制限します。

起動時のバルブリミッタ使用に関する情報については、本書の起動手順の節を参照してください。バルブリミッタはシステムの動的問題のトラブルシューティングにも使用することができます。5009制御システムがシステムの不安定の原因と考えられる場合、バルブリミッタをポジションングして手動でバルブのポジション制御を行うことができます。バルブリミッタをこのような形で使用するときは、システムが危険な動作点に至ることがないように注意する必要があります。

各バルブリミッタのレベルは、CCTプログラム、接点入力、Modbus通信を介して調整することができます。引き上げまたは引き下げコマンドを受けると、それぞれのリミッタがプログラムされたバルブリミッタレートで上下に変化します。すべての場合において、リミッタのレンジは0～100%に標準設定されています。各バルブリミッタのレートと最大バルブポジション設定は、CCTプログラムのサービスモードを介して調整することができます。

自動起動が選択されている場合、HPバルブリミッタのR／Lコマンドにより、自動増速は停止されます。自動増速を再び行うには、(タービンがすでに作動している場合でも)起動コマンドを出さなければなりません。

V1初期ポジション

制御システムが「手動」起動モードを使用するように設定されている場合、「V1初期ポジション」のオプションが利用可能です。この機能を使用すると、起動コマンド発行時にV1バルブ(HP)リミッタが初期プリセットポジションに設定されます。プログラムされた「V1初期ポジション」は、起動コマンドが与えられると、入口制御(HP)バルブリミッタが初期値のパーセンテージになります。リミッタはこのポジションから必要に応じて上下させることができます。このオプションでは、ユニット起動後にHPリミッタを100%まで引き上げる必要があります。

最小HPリフトリミッタと最小LPリフトリミッタ

最小HPリフトリミッタは、混気用途または抽気用途でのみ使用され、HPバルブの最小ポジションを0%よりも高く制限し、HPセクションの蒸気冷却を確実にします。このリミッタは、レシオ／リミッタによってHPバルブが完全に閉じられることを防ぎます。タービンメーカーによる指定がない限り、この設定値はゼロに設定しておく必要があります。最小HPリフトリミッタは、以下の条件が真である場合にのみアクティブになります。

- ユニットが混気用途または抽気／混気用途向けにプログラムされている
- 抽気／混気制御が有効である
- HPバルブ要求が最小HPリフトリミッタよりも大きい

最小LPリフトリミッタは、LPバルブの最小ポジションの制限に使用されます。シャットダウン条件を例外として、このリミッタは常にアクティブで、レシオ／リミッタによってLPバルブが完全に閉じられることを防ぎます。シャットダウン条件においては、LPバルブは完全に閉じられます。タービンメーカーの指定がない限り、この設定値はゼロに設定しておく必要があります。

タービン起動ルーチン(アイドル～定格)

タービンが起動され、制御システムがタービン速度を制御すると、設定されたタービン起動ルーチンが使用する制御シーケンスに従い、タービンをアイドル速度からタービンの定格速度に増速します。設定された起動ルーチンおよび最小ガバナ制御速度は、標準的なプラント起動手順およびタービンメーカーの推奨事項に依存します。この制御システムの起動機能については、この章のタービン起動モードの節を参照してください。

起動ルーチンは、タービンがどの程度の時間シャットダウンされていたかに応じて、制御システムが暖間起動ルーチン、冷間起動ルーチン、中間起動ルーチンを実行することを可能にします。このルーチンは、3つの起動モード(手動、半自動、自動)のいずれでも使用することができ、起動コマンドによって開始されます。

このルーチンは、ゼロから最小ガバナ速度までの間の最大3つのアイドル設定または保持点を使用し、それぞれローアイドル、ミディアムアイドル、ハイアイドルと呼びます。このルーチンでは、速度設定点がローアイドル設定点まで変化し、その設定で一定時間(およびタービン速度がこの設定以上になるまで)保持され、次にミディアムアイドル設定点まで変化し、その設定で一定時間保持され、さらにハイアイドル設定点まで変化し、その設定で一定時間保持され、その後、速度設定点を定格速度設定点まで変化させます。暖間起動条件と冷間起動条件の両方について、すべての変化レートと保持時間をプログラムすることができます。

- ミディアムアイドルまたはハイアイドルのいずれかが望まれる場合、それぞれCCTソフトウェアを使って設定することができます。
- ローアイドルを無効にすると、アイドル／定格起動になります。

起動コマンドが与えられると、トリップ後経過時間タイマに基づき、起動ルーチンで(アイドル設定における)どの変化レートと遅延時間を使用するかを自動起動シーケンス論理が決定します。このタイマは、シャットダウンが行われタービン速度がローアイドル設定よりも低くなると起動します。

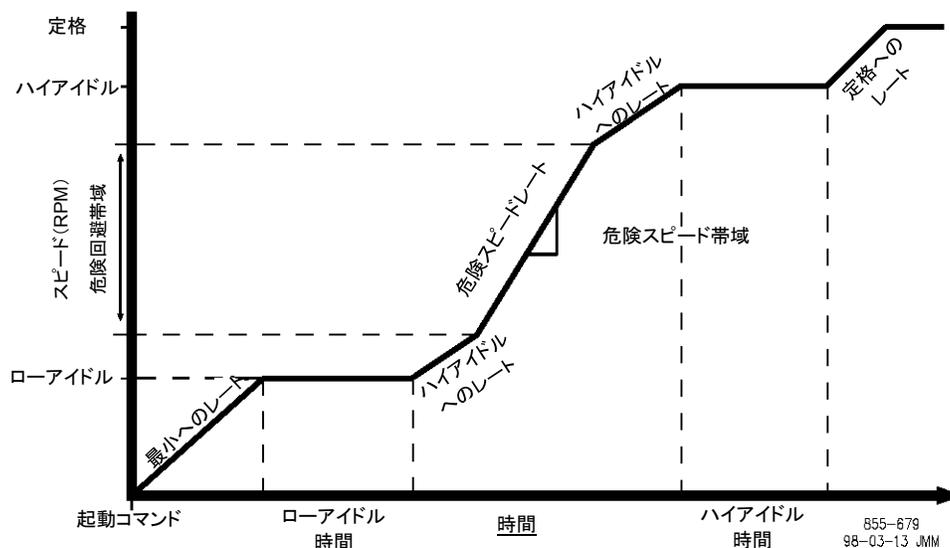


図 5-4. 自動起動シーケンス

このシーケンスでは、起動コマンドが与えられときに、タービンがシャットダウンされていた時間がプログラムされた「暖間起動」時間設定よりも短い場合に使用する、暖間起動変化レートと保持時間の組み合わせがプログラムされます。また、起動コマンドが与えられたときに、タービンがシャットダウンされていた時間がプログラムされた「冷間起動」時間設定よりも長い場合に使用する、冷間起動の変化レートと保持時間の組み合わせもプログラムされます。

「遠隔暖間／冷間タイマ」と呼ばれるアナログ入力を設定することもできます。この場合、内部タイマはバイパスされ、起動論理はこの4～20 mA信号を使って、使用する起動曲線を決定します。

この信号がエラーになった場合、内部タイマが再度有効になります。

ただし、スピード基準がアイドルレベルよりも高くなると(手動引き上げ)、保持タイマにかかわらず、自動起動シーケンスは次のレベルへ変化します。

CCTでローアイドル優先が選択される場合、自動起動シーケンスがModbus／CCTまたは接点入力から中断されると、エンジンはローアイドルまで減速します。

この設定は、起動時にのみ有効です。

注：R/Lスピードが押されると、自動起動シーケンスは中断されますが、スピード設定点はそのときのポジションに残ります。

アイドル不使用

このルーチンが使用される場合、「起動」コマンドが発行されると、スピード設定点は、「最小スピードまでのスピード設定点レート」で、直接的にスピード設定点の最小制御スピード設定まで変化します。この起動ルーチンでは、制御システムの「危険速度回避」機能は使用することができません。

アイドル／定格(変化)

コマンドが出されると、このルーチンはタービンスピードを設定されたレートでアイドルスピード設定からタービンの定格スピード設定に変化させます。「定格へ増速」コマンドは、CCTプログラム、外部接点の接合、Modbus通信を介して発行することができます。

アイドル／定格機能は、あらゆる起動モード(手動、半自動、自動)で使用することができます。起動コマンドが発行されると、速度設定点はゼロrpmからアイドル速度設定へ変化し、その速度を保持します。「定格へ増速」コマンドが与えられると、速度設定点はアイドル／定格レート設定で定格速度設定へ変化します。定格速度へ変化する間、速度引き上げまたは引き下げコマンドを発行することによって、または有効な速度設定点を直接的に入力することによって、いつでも設定点を止めることができます。

発電機ブレーカが閉じている場合や、遠隔速度設定点が有効である場合、カスケードPIDが制御権を持っている場合、補助PIDが制御権を持っている場合(サービスモードの標準設定どおり(第3巻参照))は、制御システムは「アイドルへ増速」または「定格へ増速」のコマンドを出すことができません。代わりに、サービスモードの「アイドル使用」および「アイドルがRmt速度、カスケード、補助よりも優先する」を選択することで、アイドル／定格ルーチンの機能を変えることができます。これらの選択と、これらをどのように使ってアイドル／定格ルーチンの機能を変えることができるかということの詳細については、第3巻を参照してください。

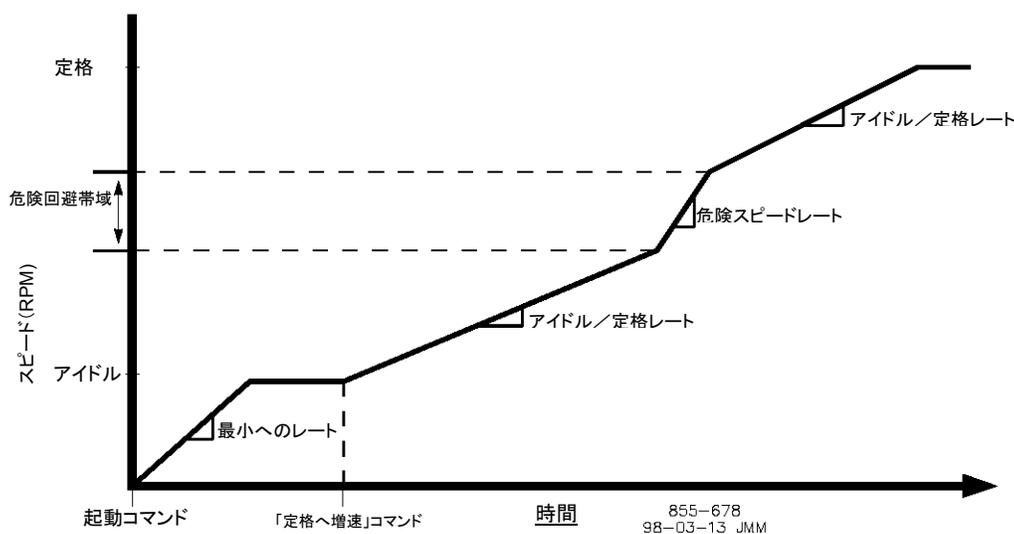


図 5-5. アイドル／定格起動

「定格へ増速」コマンドおよび「アイドルへ増速」コマンドは、CCT、接点入力、Modbus通信を介して発行することができます。いずれかのコマンド発行元から直近に与えられたコマンドが、行われる機能を決定します。

接点入力が「アイドル／定格」機能用に設定されている場合、接点が開かれるとアイドル速度が選択され、接点が閉じられると定格速度が選択されます。アイドル／定格接点は、すべてのトリップ条件がクリアされているときに開閉することができます。接点が開いている場合、「定格へ増速」コマンドを出すには接点を閉じなければなりません。接点が閉じている場合、「定格へ増速」コマンドを出すには接点をいったん開いて再度閉じなければなりません。

タービンが機械駆動用途に使用されるとき、定格速度は最小ガバナ速度設定以上に設定することができます。タービンが発電機の駆動に使用されるとき、「定格速度」設定点は、最小ガバナ速度、同期速度、あらゆる中間速度設定に設定することができます。すべての関連アイドル／定格パラメータはModbus通信を介して利用可能です。

自動起動シーケンス

このルーチンは、タービンがどの程度の時間シャットダウンされていたかに応じて、制御システムが暖間起動ルーチン、冷間起動ルーチン、中間起動ルーチンを実行することを可能にします。このルーチンにより、タービンの起動変化レートとアイドル速度保持時間が、ユニットがシャットダウンされていた時間の長さに応じて変化します。このルーチンは、3つの起動モード(手動、半自動、自動)のいずれでも使用することができ、起動コマンドによって開始されます。

このルーチンは、ゼロから定格スピードまでの間の最大3つのアイドル設定または保持点を使用し、それぞれローアイドル、ミディアムアイドル、ハイアイドルと呼びます。このルーチンでは、スピード設定点はローアイドル設定点まで変化し、その設定で一定時間(およびタービンスピードがこの設定以上になるまで)保持されます。その後、設定されている場合は自動起動シーケンスがミディアムアイドル設定点まで変化させ、そこで設定された時間(およびタービンスピードがこの設定以上になるまで)保持されます。そして、設定されている場合は制御システムがハイアイドル設定点まで変化させ、一定時間(およびタービンスピードがこの設定以上になるまで)この設定で保持し、さらにスピード設定点を定格スピード設定点まで変化させます。暖間起動と冷間起動の両方について、すべての変化レートと保持時間をプログラムすることができます。

起動コマンドが与えられると、トリップ後経過時間タイマに基づき、起動ルーチンでどの変化レートとアイドル遅延時間を使用するかを自動起動シーケンス論理が決定します。このタイマは、シャットダウンが行われタービンスピードがローアイドル設定よりも低くなると起動します。

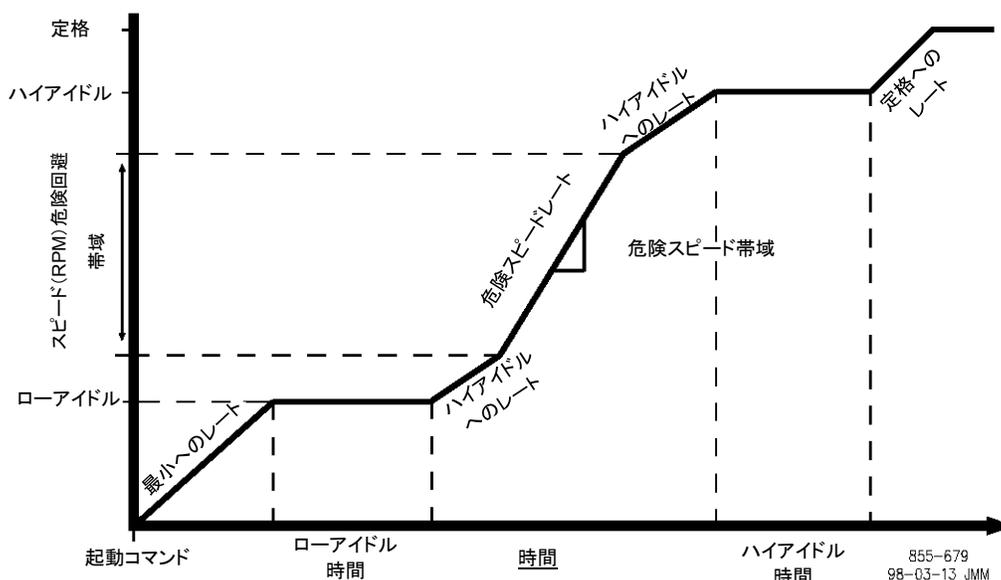


図 5-6. 自動起動シーケンス

このシーケンスでは、起動コマンドが与えられときに、タービンがシャットダウンされていた時間がプログラムされた「暖間起動」時間設定よりも短い場合に使用する、暖間起動変化レートと保持時間の組み合わせがプログラムされます。また、起動コマンドが与えられたときに、タービンがシャットダウンされていた時間がプログラムされた「冷間起動」時間設定よりも長い場合に使用する、冷間起動の変化レートと保持時間の組み合わせもプログラムされます。

システムがシャットダウンされていた時間の長さが「暖間起動」時間設定と「冷間起動」時間設定の間の場合、タービン起動コマンドが与えられると、制御システムは暖間および冷間のプログラムされた起動値を連携させて起動レートと保持時間を決定します。例えば、ユニットが以下のような自動起動シーケンス設定を持っていたとします。

冷間起動(> xx時間)	=	22	時間
暖間起動(< xx時間)	=	2	時間
ローアイドル設定点	=	1,000	RPM
ローアイドル遅延(冷間)	=	30	以上
ローアイドル遅延(暖間)	=	10	以上
ハイアイドル設定点	=	2,000	RPM
ハイアイドルへの増速(冷間)	=	5	RPM/S
ハイアイドルへの増速(暖間)	=	15	RPM/S
ハイアイドル遅延時間(冷間)	=	20	以上
ハイアイドル遅延時間(暖間)	=	30	以上
定格へのレート(冷間)	=	10	RPM/S

定格へのレート(暖間)	=	20	RPM/S
定格設定点	=	3,400	RPM

このユニットが12時間トリップされていた場合、制御システムは冷間パラメータと暖間パラメータの間をとって、以下のレートと遅延を使用します(サービスモードで確認(第3巻参照))。

ローアイドル遅延	=	20	以上
ハイアイドルへのレート	=	10	RPM/S
ハイアイドル遅延	=	10	以上
定格へのレート	=	15	RPM/S

この例の設定とトリップ時間に基づき、スピード設定点は「最小スピードへのレート」設定で1,000 rpmまで変化し、20分間保持され(タービンスピードも1,000 rpm以上でなければなりません)、10 rpm/sで2,000 rpmまで移行してそこで10分間保持され、最後に15 rpm/sで3,400 rpmまで移行します。3,400 rpmでシーケンスは完了します。ユニットが2時間以下のトリップで再起動された場合、制御システムは暖間起動パラメータを使用します。ユニットが2時間以上のトリップで再起動された場合、制御システムは冷間起動パラメータを使用します。

重要

パワーアップ後またはプログラムモードの終了で、制御システムは自動的にトリップ後経過時間タイマを最大設定に設定します。トリップ後経過時間タイマは、ユニットのトリップが起きたときおよびタービンスピードが最小ガバナスピード設定よりも低くなったときにのみ、リセットされます。

自動起動シーケンスは、CCT、接点入力、Modbus通信を介していつでも中断または継続することができます。この3つのコマンド発行元のいずれかから直近に与えられたコマンドが、動作形態を決定します。ルーチンは、中断コマンド、スピード設定点引き上げまたは引き下げコマンドによって、または有効なスピード設定点を直接入力することによって中断することができます。

シーケンスが中断される時、すでにカウントダウンが始まっている遅延タイマは止まりません。継続コマンドが発行されるとシーケンスは再開します。アイドルスピードでの保持時間が15分間残っている場合、中断コマンドが10分間発行されて継続コマンドが出されると、シーケンスは残りの保持時間、この例では5分間、アイドルスピードにとどまります。

もしくは、サービスモードを介して、このルーチンを継続コマンドが与えられるまで各アイドル設定で中断するように設定することができます。サービスモードにおいて「アイドル設定点で自動中断」のオプションを選択することで、制御システムは各アイドル設定で中断し、オペレータによって継続コマンドが与えられるのを待ちます。任意選択で、自動起動シーケンスがいつ中断されるかを示すようにリレーをプログラムすることができます。

5009の接点入力が中断/継続コマンドとしてプログラムされている場合、接点が開かれるとシーケンスは中断され、閉じられると継続されます。リセットコマンドが与えられると、中断/継続接点の開閉が可能です。接点が開閉されている場合、シーケンスを中断させるには接点を開かなければなりません。接点が開いている場合、シーケンスを中断させるには接点をいったん閉じて再度開かなければなりません。

危険スピード回避

多くのタービンでは、タービンの過度の振動やその他の要因から、あるスピードまたはスピードレンジをできるだけ素早く通過して避けることが望まれます。この制御システムは、危険スピードレンジを3つまで設定することができます。危険スピード回避を設定するには、アイドル/定格または自動起動シーケンス機能がプログラムされなければなりません。

スピード設定点は危険帯域の中で止めることはできません。危険帯域にあるときにスピード設定点引き上げまたは引き下げコマンドが発行されると、スピード設定点は危険範囲を出るまで(引き上げまたは引き下げコマンドに応じて)増減されます。スピード設定点引き下げコマンドは設定点引き上げコマンドよりも優先されるため、危険帯域内を増速中に引き下げコマンドを発行すると、設定点の方向が反転し、その危険帯域の下限まで戻ります。危

危険帯域の中でスピード設定点引き下げコマンドが発行されると、タービンスピードがその危険帯域の下限に到達するまで、他のコマンドを実行することはできません。

プログラムされた危険スピード帯域設定内にスピード設定点の値を直接的に入力することはできません。そのような入力を行おうとすると、Modbusポートでエラーメッセージが表示されます。スピード設定点は、CCTプログラムの起動モード「設定」機能、またはModbusを介して直接的に入力することができます。

タービンの加速が危険スピード帯域を設定時間内に通過することができない場合、危険帯域内スタックのアラームが出され、スピード設定点が即座にアイドルへ戻ります。

危険スピード帯域は、起動設定ページの設定モードで定義されます(第3巻参照)。すべての危険スピード帯域設定は、アイドルスピード設定と最小ガバナスピード設定の間に設定されなければなりません。アイドル設定点が危険スピード帯域内にプログラムされると、設定エラーが出ます。スピード設定点が危険スピード帯域を通過するレートは、危険スピードレート設定で設定します。危険スピードレート設定は、タービンの定格最大加速レート以下に設定する必要があります。

スピード制御の概要

タービンスピードは1~4個のMPUまたは近接プローブを介して感知されます。MPUのギヤ比およびMPU確認歯数は、5009制御システムが実タービンスピードを計算できるように設定されます。MPUと近接プローブのあらゆる組み合わせを同時に使用することができます。しかし、ギヤ比とMPU確認歯数が4つの入力すべてについて同じでなければならないので、これらのMPUと近接プローブは同じギヤに取り付けられなければなりません。5009制御システムのスピードPIDが、このスピード信号と設定点を比較して、スピード/負荷要求信号を抽気または混気タービンのレシオ/リミッタへ、または非抽気タービンについてはLo信号選択バスへ送ります。

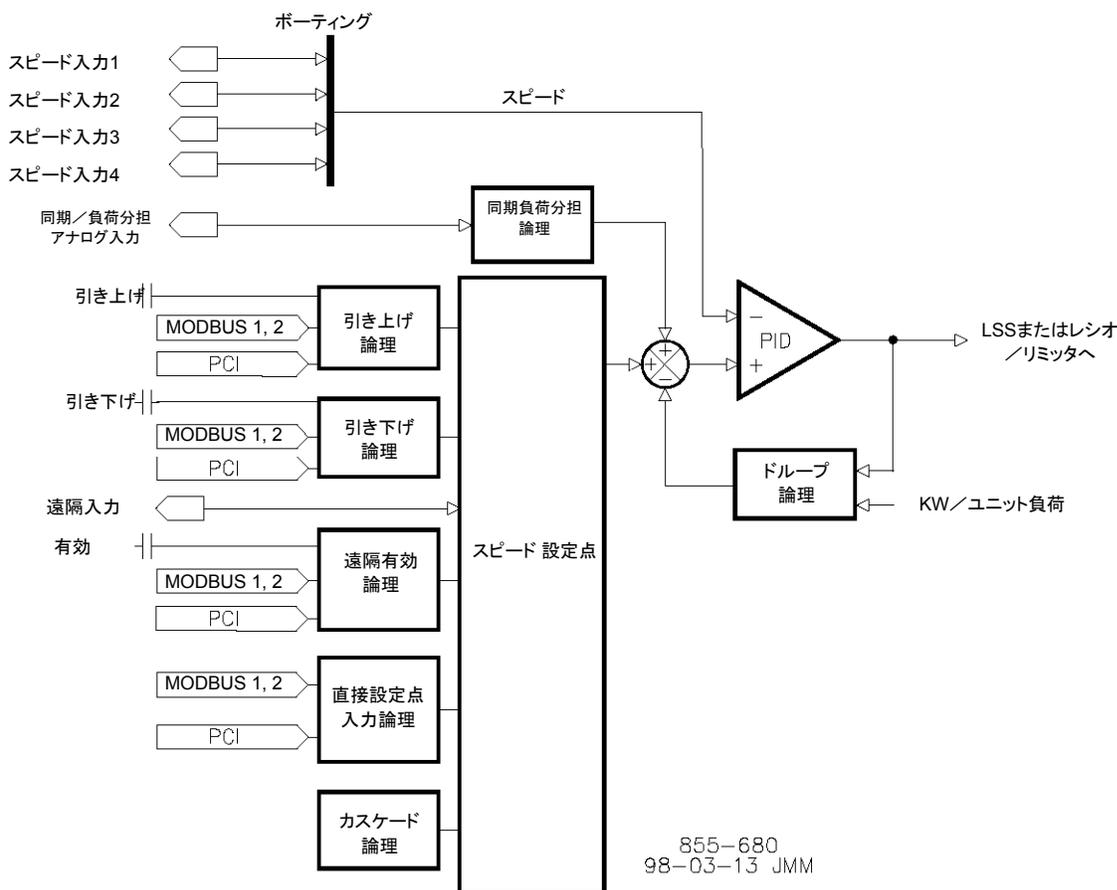


図 5-7. スピード制御機能ダイアグラム

スピードPID作動モード

スピードPIDは、設定とシステム条件に応じて、以下のモードの1つで作動します。

1. スピード制御
2. 周波数制御
3. ユニット負荷制御(ドループ)
 - タービンHP/LPバルブポジション制御
 - 発電機負荷制御

スピード制御

発電機用途向けにプログラムされていない場合、5009制御システムのスピードPIDは常にスピード制御モードで作動します。発電機用途向けにプログラムされている場合、発電機とユーティリティタイブレーカの状況がスピードPIDの作動モードを決定します。発電機ブレーカ接点が開いているときは、スピードPIDはスピード制御モードで作動します。発電機ブレーカが閉じているとき、かつユーティリティタイブレーカが開いているときは、周波数制御モードが選択されます。発電機ブレーカとユーティリティタイブレーカの両方が閉じているときは、ユニット負荷制御モードが選択されます。

スピード制御モードの場合、供給する負荷(ユニットの負荷能力まで)にかかわらず、スピードPIDはタービンを同一のスピードまたは周波数で制御します。この設定では、安定または制御のためにPIDによってドループの形態や第2制御パラメータが使用されることはありません。図5-8を参照してください。

すべての関連するスピード制御パラメータは5009制御システムのCCTインターフェースおよびModbusを介して利用可能です。

スピード設定点

スピードPIDの設定点は、5009制御システムのCCTインターフェース、接点入力、Modbus、4~20 mAアナログ入力のいずれかを介して調整することができます。特定設定点の設定は、5009のCCTインターフェースまたはModbus通信を介して直接的に入力することもできます。使用される場合は、カスケードPIDもこの設定点を直接的に制御します。

スピード設定点の範囲はプログラムモードで定義されなければなりません。最小ガバナスピード設定点および最大ガバナスピード設定点が、タービンの通常作動スピード範囲を定義します。スピード設定点は、オーバースピードテストが行われない限り、最大ガバナスピード設定点の設定よりも引き上げることはできません。スピード設定点は、いったん最小ガバナスピード設定点よりも高くすると、アイドル/定格の「アイドルへ変化」のコマンドが選択されない限り、または通常停止が選択されない限り、この設定よりも低く変化させることはできません。

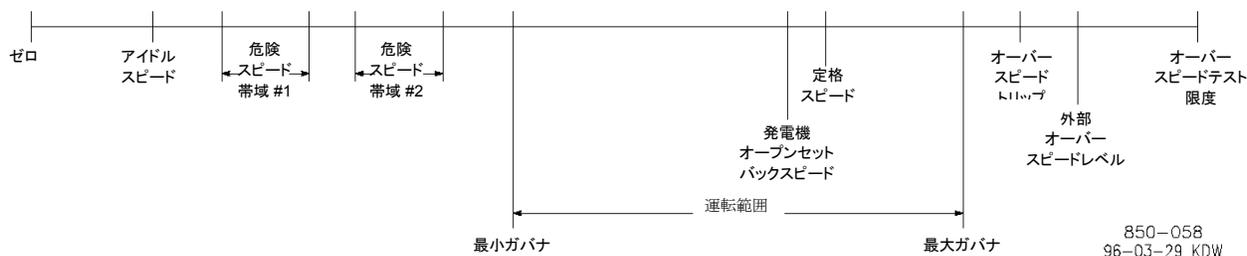


図 5-8. スピードの関係

いったんタービンスピードが最小ガバナスピード設定点以上になると、スピード設定点は引き上げおよび引き下げのディスクリットコマンドを介して調整することができます。スピード引き上げまたは引き下げコマンドが発行されると、設定点はプログラムされたスピード設定点スローレートで移動します。スピード引き上げ/引き下げコマンドが3秒間よりも長く選択されると、スピード設定点はスピード設定点スローレートの3倍のファストレートで移動します。スピード設定点スローレート、ファストレート遅延、ファストレートは、サービスモードで調整することができます(第3巻参照)。

スピード設定点は、5009のCCTインターフェースまたはModbus通信を介して設定点値を入力することによって特定レベルに設定することができます。有効な設定点値が入力され、受け入れられたら、設定点はスピード設定点スローレート(標準設定)で新しく入力された設定点値へ変化します。この変化レートは、サービスモードで標準設定値から変更することができます。

5009制御システムが発電機用途向けに設定されている場合、特別なスピード設定点レート(同期ウィンドウレート)が使用され、同期スピード前後の設定点分解能を高めめます。これにより、手動同期または5009制御システムと離散的に接続する自動シンクロナイザによる同期に適した、よりタイトな設定点制御が可能になります。この同期ウィンドウレートの標準設定は2 rpm/sで、発電機ブレーカが開かつスピード設定点が定格スピードの10 rpm以内である場合にのみ使用されます。同期レートおよび同期ウィンドウはともに、サービスモードで調整可能です。

発電機用途向けに設定されている場合、5009制御システムは、最小負荷設定点を使用して、発電機ブレーカを閉じたときのユニットの逆電力の可能性を低減します。ユーティリティタイプブレーカが閉じている状態で、発電機ブレーカ閉の表示を受けると、スピード設定点は最小負荷設定まで段階的に変化します。最小負荷設定は定格スピードより3%高く標準設定されています(サービスモードで調整可能)。最小負荷設定はサービスモードで無効にすることができます。

フィードフォワード制御(圧縮機ユニット用)

ノーマルループ

場合により、例えばタービンがカスケードで圧縮機の吸気圧力を制御しているとき、アンチサージコントローラ(外部)とカスケードコントローラの間のカップリング効果が認められます。

アンチサージバルブが開いて圧縮機を保護する場合、吸気圧力は上昇します。カスケードコントローラはスピードを引き上げます。スピードを引き上げることで、圧縮機を通る流量は増加し、アンチサージコントローラはアンチサージバルブを閉じ、その結果圧力等が低下します。プロセスの安定化は非常に困難な場合があります。フィードフォワード制御を設定すると、この問題が解決されるはずでず。

アナログ入力はフィードフォワードとして設定されなければなりません。その信号は、アンチサージバルブ要求である必要があります。CCTソフトウェアでのみ、設定パラメータ(範囲遅延など)が利用可能です。最小ガバナスピードに到達したとき、および接点入力またはModbusを介して有効化されているときに、このループがアクティベートされます。

内部基準にかかわらず、フィードフォワード信号と遅延フィードフォワードの差に基づき、スピード基準が一時的に補正されます。保護のためには、いかなる場合も、スピード基準が最小ガバナより低くなる、または最大ガバナより高くなることがあってはなりません。

フィルタ時間(ラグ)はかなり長く設定されなければなりません(一般的に120秒)。アンチサージバルブが動くと、スピード補正量は圧力の維持に必要な予測されるスピード変動に適合する必要があります。

その後、設定された遅延時間(一般的に120秒)に基づき、スピード補正がゆっくりとゼロまで変化します。この回復の間、カスケードコントローラ(スローコントローラ)は、その出力を補正し、圧力を完全に維持する必要があります(詳細については第3巻を参照してください)。

 警告	このループの調整は、豊富な経験を有する者によって行われる必要があります。
---	--------------------------------------

非常ループ

非常フィードフォワードループもアクティベートが可能です。標準ループとは異なり、動作時間(ラグ)はサージタイムループ以下である必要があり、通常動作ではスピードを補正しません。

圧縮機サージの場合、大きなスピードの変動が生じる可能性があり、回復が非常に困難な場合があります。このような場合であっても、スピードの振幅を小さくするために、非常フィードフォワードがスピード基準に従って機能しなければなりません。

アンチサージバルブが非常に速く開く場合、サージイベントのため、タービンスピードは実スピードがかなり高い場合であっても即座に引き上げられなければなりません。このため、あらゆるカップリング効果が制限されます。

このループの動作は、制限されたサージタイムループでなければなりません。トリガレベルはこのループの不慮のアクティベートを避けるため、完全に調整されなければなりません(さらなる詳細については第3巻を参照してください)。

警告	このループの調整は、豊富な経験を有する者によって行われる必要があります。
-----------	--------------------------------------

直接動作

直接動作として設定される場合、フィードフォワードループはスピードを4~20 mAの較正に比例して直接的に補正します。

直接動作は、最小ガバナ未滿または最大ガバナ超の減少スピードに使用することはできません。

HP圧力補正

設定される場合、この機能は入口蒸気圧力のあらゆる変動の効果を補正することを目的にします。標準運転であっても、起動時に入口蒸気圧力は標準値から逸脱することがあり、スピードPID設定が遅すぎまたは速すぎになる場合があります。

抽気タービンの場合、個別の入口と抽気圧力に関する蒸気マップが指定されています。このような標準圧力に基づき概算流量が計算されます。このような圧力のあらゆる変動は、この計算におけるエラーの原因になる可能性があります。

タービン起動時、入口圧力が指定よりもかなり低い場合、蒸気マップの制限がHPの開放を制限する場合があります。

圧力補正計算は、HPバルブ要求を直接的に補正します。その動作レベルは、標準圧力/実圧力の平方根である必要があります。CCTソフトウェアにおいて、動作レベルを決定する曲線が利用可能です(レンジ0.1~2)。

この動作レベルはHPバルブ要求を増加させます。

- 圧力が標準圧力よりも高い場合、補正値は1より小さくなる必要があります(考え得る最小値は0.1)。
- 圧力が標準圧力よりも低い場合、補正値は1より大きくなる必要があります(考え得る最大値は2)。
- スピードコントローラとの相互作用を防ぐため、HP補正信号は遅延される必要があります。(遅延)

カスケード入力を圧力補正信号として使用することも可能です(CCTで設定可能)。

LP圧力補正

この新しい機能は、設定されると、抽気蒸気圧力のあらゆる変動の影響を補正することを目的にします。

標準運転で、抽気蒸気圧力が標準値から逸脱すると、スピードPID設定または抽気PID設定が遅すぎまたは速すぎになる場合があります。

個別の入口と抽気圧力に関する蒸気マップが指定されています。このような標準圧力に基づき概算流量が計算されます。このような圧力のあらゆる変動は、この計算におけるエラーの原因になる可能性があります。

デカップリングモードの入口およびスピードで動作しているときは、LPバルブがスピードを制御します。抽気圧力は外部デバイスによって制御されなければなりません。

LPバルブの動きと抽気圧力制御バルブ(外部)の間にカップリング効果が生じ、結果的に振動が起こる可能性があります。このような振動は、抽気蒸気が急激に失われた場合に危険を招くことがあります。

LP補正はこのような振動を減衰します。この圧力補正計算は、LPバルブ要求を直接的に補正します。動作レベルは、標準圧力/実圧力の平方根である必要があります。

CCTソフトウェアにおいて、動作レベルを決定する曲線が利用可能です(レンジ0.1~2)。

この動作レベルはLPバルブ要求を増加させます。

- 圧力が標準圧力よりも高い場合、補正値は1より小さくなる必要があります(考え得る最小値は0.1)。
- 圧力が標準圧力よりも低い場合、補正値は1より大きくなる必要があります(考え得る最大値は2)。
- スピードコントローラとの相互作用を防ぐため、LP補正信号は遅延される必要があります。

抽気入力または「LP補正」として設定された他の信号を、圧力補正信号として使用することが可能です(CCTで設定可能)。

周波数制御(発電機ユニット用)

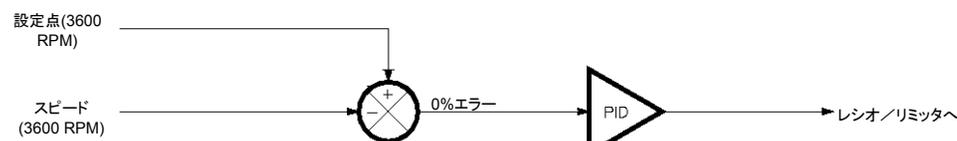
以下の周波数制御モードの解説は、5009のプログラムの標準設定に基づいています。5009制御システムの標準設定ブレーカ論理の変更方法に関する情報については、このマニュアルの第3巻を参照してください。

発電機ブレーカが閉、ユーティリティタイブレーカが開のとき、スピードPIDは周波数制御モードで作動します。このモードにおいて、ユニットは、供給している負荷(ユニットの負荷能力以下)にかかわらず、同じスピードまたは周波数で作動します。図5-8を参照してください。

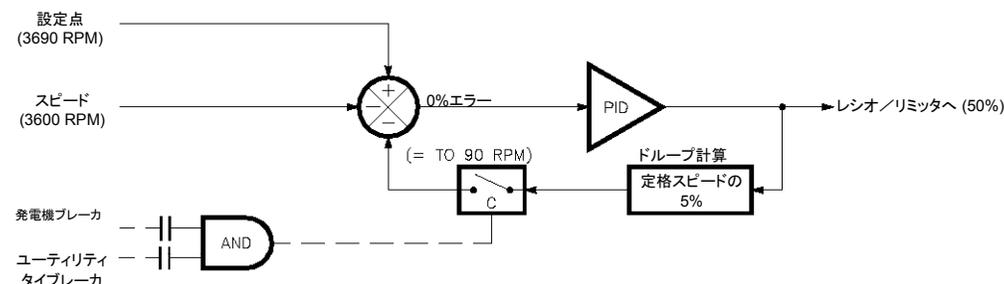
ブレーカポジションによってスピードPIDが周波数制御に切り替わるとき、スピード設定点は周波数制御が選択される前に感知された直近のタービンスピード(周波数)へ即座に変更されます。これにより、モード間のバンプレスな移行が可能です。感知された直近のスピードが定格スピード(同期スピード)設定でなかった場合、スピード設定点は標準設定レートの1 rpm/s(サービスモードで調整可能(第3巻参照))で定格スピード設定まで変化します。

周波数制御モードでは、スピード設定点をスピード設定点引き上げ/引き下げコマンドで必要に応じて変化させることができ、タイブレーカと無限バスの手動同期が可能です。この章の同期の節を参照してください。

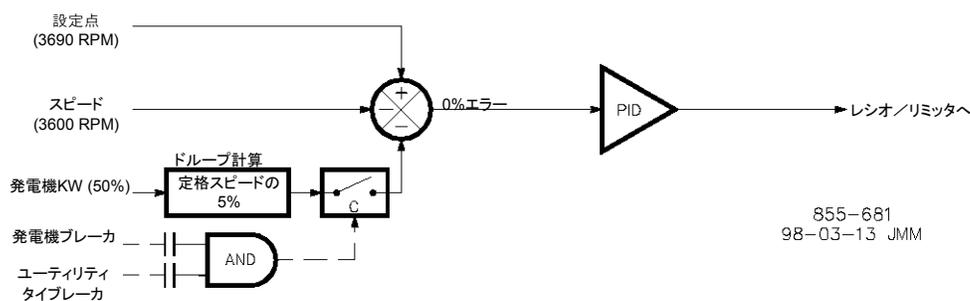
表示用に、ユニットが周波数制御モードのときにリレーを励起するようにプログラムすることができます。



スピード／周波数制御



タービン入口バルブポジション制御



発電機負荷制御

図 5-9. スピード PID 制御モード

ユニット負荷制御(発電機ユニット用)

5009制御システムのスピードPIDは、発電機ブレーカが閉じているとき、2つの独立したパラメータを制御することができます。その2つのパラメータとは、発電機が絶縁されているときは周波数、発電機が無限バスと並列に接続されているときはユニット負荷です。5009制御システムの発電機とユーティリティタイブレーカの入力がともに閉じているとき、スピードPIDはユニット負荷モードで作動します。PIDによる第2パラメータの制御を可能にするこの方式を、ドループと呼びます。

スピードPIDに制御用の2つのパラメータを与えることで、スピードPIDはユニットの負荷を制御し、バス周波数のあらゆる変化に対する安定化の機能を持ちます。この設定では、ユニットのドループ設定に基づき、バス周波数が増加するとユニット負荷が減少し、バス周波数が減少するとユニット負荷が増加します。正味の効果はバスのさらなる安定です。周波数と負荷の関係については、図5-10を参照してください。

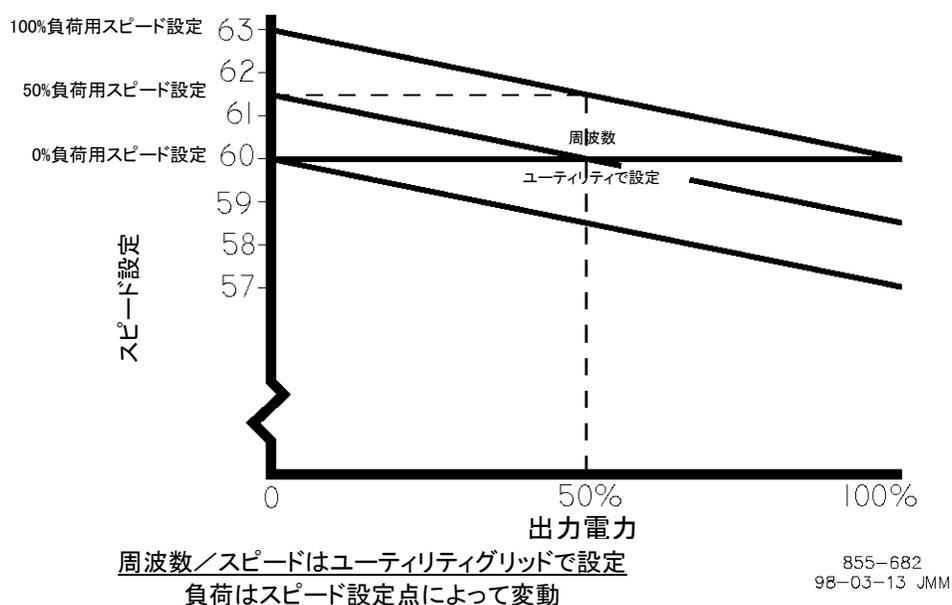


図 5-10. 周波数とユニットの負荷の関係

「ドループ」という言葉は、他のパラメータ(ユニット負荷)がスピードPIDの加算ジャンクションに戻されるときの負荷の増加に対する、絶縁されたユニットのスピードの反応から由来したものです。このマニュアル全体を通して使用されるドループという言葉は、PIDの第2制御パラメータを意味します。ユニットの負荷を示す第2パラメータは、5009制御システムのスピードPIDに戻され、絶縁モードで作動しているときはスピード、無限バスと並列に接続されているときはユニット負荷の、2つのパラメータを制御することができます(図5-10参照)。

5009制御システムのスピードPIDと設定点はタービンスピードと第2パラメータの制御に使用されるため、この第2パラメータ(ユニット負荷)は3つの項(スピード、設定点、ユニット負荷)すべてをPID加算ジャンクションで合計できるように標準化されます。この標準化は定格スピードのパーセンテージに基づいており、ユニット負荷とスピードPIDの設定点の間に直接的な関係を作り出します。ユニット負荷(0~100%)が定格スピードのパーセンテージとして示されると、スピード設定点はこのパーセンテージの分、定格スピードを超えて変化することができ、ユーティリティと並列に接続されているときは負荷を0~100%に上昇させることが可能です。ユニットの負荷は、以下の計算例に示すように、定格スピードのパーセンテージに変換されます。

$$\text{ドループ}\% \times (\text{発電機負荷またはバルブポジション}\%) \times \text{定格スピード} = \text{設定点変化rpm}$$

$$\text{例: } 5\% \times 100\% \times 3,600 \text{ rpm} = 180 \text{ rpm}$$

ユーティリティバスと並列に接続されているこの例の場合、スピード設定点は3,600~3,780 rpmに調整することができ、ユニットの負荷を0~100%に変化させます。

ドループフィードバックは、ユーティリティバスまたはドループや負荷分担の能力を持たない他の発電システムと並列に接続される場合に、スピードPIDがユニット負荷(発電機電力またはHPおよびLPバルブポジション)を制御することを可能します。タービン発電機セットがユーティリティバスと並列に接続される場合、ユーティリティがユニットの周波数/スピードを決定し、5009制御システムは他のパラメータを制御しなければなりません。

5009制御システムは、タービンHPおよびLPバルブポジションまたは発電機負荷を感知する電力トランスデューサからのアナログ入力を介して、ユニットの負荷を感知します。HPおよびLPバルブポジションは、それぞれ0~100%アクチュエータ駆動電流によって感知されます。そのため、駆動電流と実際のバルブポジションの較正が非常に重要になり、できるだけ厳密に調整する必要があります。

Woodward有効電力センサ(RPS)または同等の電力トランスデューサを使って発電機負荷を感知し、KWドループ制御用に5009制御システムのKW入力へフィードバックすることが推奨されます。ただし、KWドループが使用

またはプログラムされない場合、5009制御システムは、無限バスと並列に接続されているとき、タービンのHPおよびLPバルブポジションに基づいて計算された負荷値を使用します。発電機負荷を制御しているときにKW入力信号がエラーになると、5009制御システムはアラームを出して内部計算負荷値に戻ります。

重要

レシオ／リミッタのデカップリングモードの1つを使用しているときは、KWドループを使用しないことが推奨されます。ユニット電力は両方のバルブのポジションに影響されるため、KWドループを使用すると必要なデカップリング動作が低減されます。

5009制御システムがタービンバルブポジションを使ってユニット負荷を制御するようにプログラムされている場合、5009制御システムは発電機ブレーカが閉じられた時点でバルブポジションに基づき負荷を計算します。このときのバルブポジションは、ゼロ負荷とみなされます。発電機ブレーカが閉じているときに入口圧力および出口圧力が定格レベルとなる一般的な用途において、このゼロ負荷計算は、ユニット負荷の正確な感知と制御を可能にします。

周波数の設定／解除(発電機ユニット向け)

複数の発電機が共通の絶縁バスにあり、他のタイプの負荷分担が使用されていないときは、周波数設定／解除機能を使用することができます。この機能では、複数ユニット絶縁バスにおける1つのユニットが周波数を制御し、他のユニットはユニット負荷モードで作動します。周波数を制御するユニットは、プラントの負荷に応じてその負荷がスイング(変化)するため、「スイングマシン」と呼ばれます。この設定では、「スイングマシン」をオーバロードさせたり逆電力を与えたりしないよう注意する必要があります。

この機能により、オペレータは絶縁バスのすべてのユニットから、スイングマシンとして機能する1つのユニットを選択し、また作動するスイングマシンを運転中に変更することができます。バスの他のユニットは、ドループまたは基本負荷モードで作動します。周波数制御は、絶縁バスまたは無限バスに接続されている間、設定／解除が可能です。ただし、設定されると、プラントからユーティリティへのタイブレーカが開いたときに、ユニットは周波数制御に切り替わります。解除されると、プラントからユーティリティへのタイブレーカが開いたときに、ユニットはユニット負荷制御モードのままとなります。

この機能を使用するには、周波数設定／解除がプログラムされ、同期／負荷分担モードがプログラムされず、かつディスクリットコマンドがプログラムされていなければなりません。周波数設定／解除モードは、プログラムされた接点入力、CCTインターフェース、Modbusのいずれかから選択することができます。プログラムされた接点入力が開じられると、ユニットの周波数制御モードが設定されます。プログラムされた接点入力が開かれると、ユニットの周波数制御モードが解除されます。

プラントからユーティリティへのタイブレーカが開いていれば、ユニットのサイズおよび作動状況に応じて、オペレータはどのユニットがプラント周波数制御ユニットとして指定されるかを選択することができます。周波数制御はいつでも設定することができますが、発電機ブレーカが閉かつユーティリティタイブレーカが開のときのみ制御を行います。

注

周波数制御モードを設定するユニットは一度に1つだけとする必要があります。複数のユニットが同時にプラント周波数を制御しようとすると、競合が起こってシステムが不安定になり、機械の過負荷や逆電力による装置の損傷の可能性があります。

周波数設定／解除機能が無効の場合、周波数制御は常に設定され、ユーティリティタイの接点が開いていると、ユニットは周波数制御を行います。周波数設定／解除機能が有効の場合、まず周波数制御を設定しなければなりません。その後、ユーティリティタイの接点が開いていると、ユニットが周波数制御に切り替わります。

デュアルスピードダイナミクス

スピードPIDは、オフラインとオンラインの2組のダイナミクスを持っています。システムがシステム条件を変更する可変反応時間を持つとき、これらのダイナミック変数はスピードPIDが最適な反応をするように調整されることを可能にします。

5009制御システムが発電機用途向けに設定されるとき、ユーティリティタイブレーカと発電機ブレーカは、スピードPIDによってどの組み合わせのダイナミクスが使用されるかを決定します。ユーティリティタイブレーカまたは発電機ブレーカのいずれかが開くと、スピードPIDのオフラインダイナミクスが選択されます。両方のブレーカが閉じられると、スピードPIDのオンラインダイナミクスが選択されます(表5-1参照)。

発電機用途向けに設定されていないとき、5009制御システムはプログラムされた最小ガバナスピード設定点設定を使って、どの組み合わせのダイナミック値がスピードPIDに使用されるかを決定します。タービンスピードが最小ガバナスピード設定点よりも低くなると、スピードPIDのオフラインダイナミクスが選択されます。タービンスピードが最小ガバナスピード設定点よりも高くなると、スピードPIDのオンラインダイナミクスが選択されます(表5-1参照)。

任意選択で、オンラインダイナミクスとオフラインダイナミクスを選ぶ接点入力をプログラムすることができます。この接点入力がプログラムされると、スピードPIDのダイナミクスの切替はプログラムされた接点の状態だけに依存します。ユーティリティタイブレーカと発電機のブレーカのポジション(発電機用途)、および最小スピード設定状況(非発電機用途)はダイナミクスの選択に影響しません。プログラムされた接点入力が開のときは、オフラインダイナミクスが選択されます。プログラムされた接点入力が閉のときは、オンラインダイナミクスが選択されます。

どのダイナミクスが選択されているかを示すようにリレーをプログラムすることができます。

ダイナミック値はプログラムモードで定義することができ、いつでも調整することができます。このマニュアルのダイナミック調整の節を参照してください。

表 5-1. オンライン／オフラインダイナミクスの選択

設定	オンラインダイナミクスが選択される	オフラインダイナミクスが選択される
発電機設定	両方のブレーカが閉	いずれかのブレーカが開
非発電機設定	スピード > 最小ガバナ設定	スピード < 最小ガバナ設定
*接点入力	閉	開

* プログラムされると、接点入力オプションが優先されます。

遠隔スピード設定点

スピード設定点は、遠隔スピード設定点(RSS)アナログ入力をプログラムすることにより、アナログ信号を介して遠隔的にポジショニングすることができます。これにより、スピード設定点をプロセス制御または分散プラント制御システムによって遠隔的に設定することが可能です。

RSSレンジはプログラムされたアナログ入力の4 mAおよび20 mAの設定によって決定されます。RSSレンジはサービスモードで調整可能ですが、最小／最大ガバナスピード設定点を超えて制御することはできません。

RSSは第2のスピード設定機能であるため、スピードPIDが5009制御システムのLSSバスを制御してRSSによるアクチュエータのポジショニングを可能にしなければなりません。発電機用途として設定されると、両方のブレーカが閉じない限りRSSは制御を行わず、スピードPIDが制御を行います。非発電機用途として設定されると、RSSによる制御が可能になる前に、タービンスピード設定点が最小ガバナに到達しなければなりません。RSSが有効の場合、カスケード制御および補助制御(有効／無効に設定されている場合)は、自動的に無効になります。

RSSは5009のCCTインターフェース、外部接点、Modbusのいずれかから有効または無効にすることができます。この3つのコマンド発行元のいずれかから直近に与えられたコマンドが、有効／無効の状態を決定します。

接点入力を外部RSS有効として機能するようにプログラムすることができます。このプログラムされた接点が開のときはRSSが無効で、閉のときはRSSが有効になります。この接点は、トリップ条件が解除されているときに開閉が可能です。接点が開いている場合、RSSを有効にするには接点を閉じなければなりません。接点が開いている場合、RSSを有効にするには接点をいったん開いて、再び閉じなければなりません。

RSSへのミリアンペア信号が範囲外(2 mA未満または22 mA超)の場合、アラームが出され、RSSは入力信号が是正されアラームがクリアされるまで禁止されます。

遠隔スピード設定点状態メッセージ

RSSは、以下の状態のいずれかになります (5009 CCTインターフェース状態メッセージ)。

- **無効**—RSSの機能が有効でなく、スピード設定点に影響しません。
- **有効**—RSS制御が有効です。
- **アクティブ**—RSSがスピード設定点の制御を行っていますが、スピードPIDはアクチュエータ出力の制御を行っていません。
- **制御**—RSSがスピード設定点の制御を行い、スピードPIDがアクチュエータ出力の制御を行っています。
- **禁止**—RSSを有効にすることはできません。入力信号にエラーがある、制御された停止が選択された、ユニットがシャットダウンされた、RSSがプログラムされていない、のいずれかの状況です。

有効なときに、RSSがスピード設定点値と一致しない場合、スピード設定点は「RSS不一致レート」でRSSまで変化します。RSS機能がスピード設定点の「制御」を行うと、スピード設定点は、「Rmt Sept最大レート設定」のレートまでの、アナログ入力値と同じレートで移動します。(RSS最大レートが10 rpm/sに設定されていて、RSSが即座に3,600 rpmから3,700 rpmに移動した場合、スピード設定点は3,700 rpmまで10 rpmで移動します。)

サービスモードの関連調整項目に関する情報については、このマニュアルの第3巻を参照してください。

すべての関連RSSパラメータはModbusを介して利用可能です。

同期(発電機ユニット用)

Woodwardデジタルシンクロナイザおよび負荷制御 (DSLC™) を介して自動発電機同期を行うことができます。DSLCは5009制御システムアナログ入力に接続し、5009のスピード設定点を直接的にバイアスして、発電機スピード、周波数、位相を変化させます。任意選択で、DSLCはユニット電圧レギュレータと接続して、発電機ブレーカ前後のシステム電圧を一致させることができます。

5009制御システムが発電機用途向けに設定されている場合、同期スピード前後の設定点分解能を高めるために、特別スピード設定点レート(シンクロナイザウインドウレート)が使用されます。これにより、より厳密な設定点制御が、手動での同期、または接点入力として5009制御システムと接続される自動シンクロナイザによる同期に適応することが可能になります。このレートは、発電機ブレーカが開かれていてかつスピード設定点が定格スピードから10 rpm以内にあるときにのみ使用されます(サービスモードを介して調整可能)。

DSLCは、シンクロナイザのみとして、またはシンクロナイザと負荷制御として使用することができます。DSLCがシンクロナイザのみとして使用されるとき、5009制御システムはDSLC制御のアナログスピードバイアス信号を受け入れこの入力を有効にするように設定されなければなりません。5009制御システムを、DSLCをシンクロナイザのみとして使用するように設定するには、「同期入力」機能をアナログ入力に割り当ててください。シンクロナイザ入力はプリセットレンジとゲイン設定を持っており、サービスモードでのみ調整可能です。したがって、入力を同期するための4 mAと20 mAのプログラムモード設定は無関係です。

もしくは、外部シンクロナイザ選択のために「同期有効」機能を接点入力に割り当てることができます。このシンクロナイザ有効コマンドは、発電機ブレーカが閉じると無効になります。この入力を再度有効にするには、シンクロナイザ有効接点を開いて再び閉じなければなりません。一般的に、現場のシンクロナイザ制御パネルにある二極単投(DPST)スイッチを使用して、DSLC同期モードと5009制御システムの同期有効機能の両方を同時に有効にすることによって自動同期を選択します。

同期有効機能は、CCTプログラム、外部接点(前述のとおり)、Modbus通信を介して行うことができます。DSLCの適用に関する詳細情報については、このマニュアルの第3巻またはWoodwardマニュアル02007を参照してください。

同期状態メッセージ(発電機ユニット用)

- **無効**—同期入力が無効で、スピード設定点に影響しません。
- **有効**—同期入力がある有効です。
- **制御**—同期入力があるスピード設定点をバイアスしています。
- **禁止**—同期入力が禁止され、有効にすることはできません。入力信号にエラーがある、ユーティリティタイブレーカと発電機ブレーカの両方が閉じている、タービンがシャットダウンされた、制御シャットダウンが行われている、同期制御がプログラムされていない、のいずれかの状況です。

同期／負荷分担(発電機ユニット用)

Woodwardデジタルシンクロナイザおよび負荷制御(DSLC)と5009制御システムを使用して、発電機をバスと自動同期し、負荷を他のユニットと分担することができます(同じバスでDSL制御を使用)。DSLは、三相交流発電機でWoodwardスピード制御および自動電圧調整器とともに使用することを目的とした、マイクロプロセッサベースの発電機負荷制御です。

VAR／力率制御を備えるDSLは、すべてのDSL制御付きユニットが無効負荷分担および有効電力負荷分担を行うことを可能にします。DSLは、発電機PTおよびCTを介してユニットの負荷を、またDSL LONネットワーク(ネットワーク上のすべてのユニットの組み合わせ)を介してシステムの負荷を感知します。DSLは、Echelonネットワークを使って同じバスにある他のDSL制御機器と通信します。

シンクロナイザおよび負荷制御として使用される場合、DSLは自動同期を行い、内部基本負荷設定、システム平均負荷設定、プロセスループの制御設定、マスタシンクロナイザおよび負荷制御(MSLC)の要求設定に基づいて、ユニットの負荷を制御します。

同期後、ユニット負荷は(同期／負荷分担入力を介して)DSLによって、または5009制御システムの内部スピード／負荷設定点によって制御することができます。ユーティリティタイブレーカの接点が、これらのユニットのうちどちらがユニット負荷を制御および決定するかというこの選択に使用されます。ユーティリティタイ接点入力が閉じられているときは、5009制御システムの内部負荷制御が選択され、スピードPID設定点ユニット負荷の制御に使用されます。このモードでは、カスケードまたは補助制御PIDを使用して、他のシステムパラメータに基づいてユニット負荷を設定することができます。ユーティリティタイ接点入力が開いているときは、「同期／負荷分担」バイアス入力が選択され、DSLがスピードバイアス出力を介してユニット負荷を決定します。

DSLを発電機の同期または負荷分担に使用するように5009制御システムを設定するには、「同期／負荷分担」機能をアナログ入力に割り当てなければなりません。もしくは、外部シンクロナイザの選択のためだけに、「同期有効」機能を接点入力に割り当てることができます。同期／負荷分担入力は、プリセットレンジとゲイン設定を持ち、サービスモードでのみ、調整が可能です(第3巻参照)。よって、同期入力用の4 mAと20 mAのプログラムモード設定は無関係です。

同期有効機能は、CCTプログラム、外部接点(前述のとおり)、Modbus通信のいずれかを介してプログラムすることができます。DSLの適用に関するより詳細な情報については、このマニュアルの第3巻またはWoodwardマニュアル02007を参照してください。

ユーティリティタイブレーカ接点、発電機ブレーカ接点、同期／負荷分担有効接点の組み合わせが、5009制御システムの同期動作モードおよび負荷分担動作モードの状態を定義します(表5-2参照)。

ユーティリティタイブレーカ接点入力は、発電機ブレーカが閉じているときの負荷分担の有効化および無効化に使用されます。ユーティリティタイ接点が開いている場合、負荷分担は有効になり、5009制御システムの内部スピードPIDドループモード、カスケードモード、補助モードが無効になります(サービスモードの標準設定)。ユーティリティタイ接点が開いている場合、負荷分担は無効になり、5009制御システムのスピードPIDドループモード、カスケードモード、補助モードが有効になります。

発電機ブレーカ接点入力は、ユーティリティタイ接点とともに、負荷分担のアクティベートに使用されます。

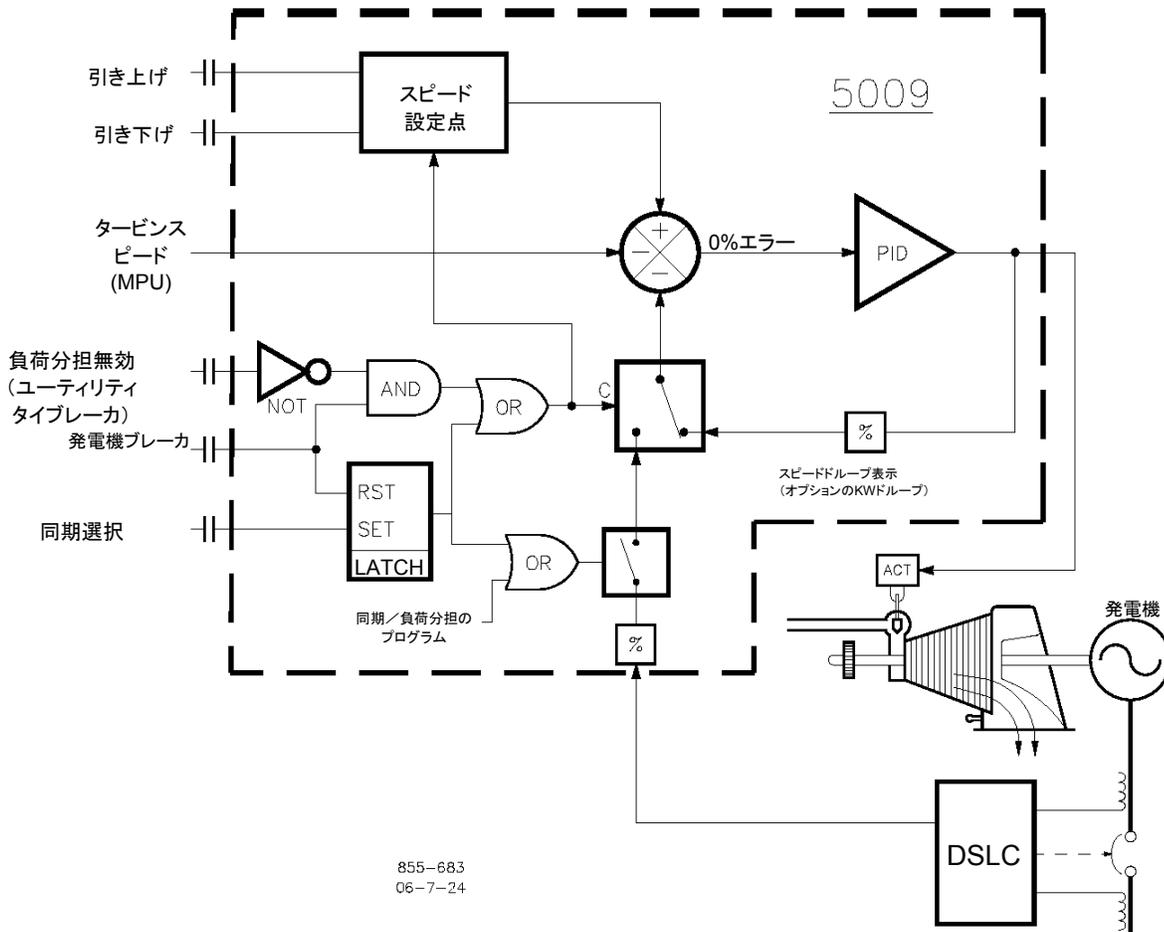


図 5-11. 負荷分担論理

表 5-2. 負荷分担論理

タイブレーカ接点	発電機ブレーカ接点	同期有効接点	選択スピード制御モード	選択カスケードモードおよび補助モード
閉	開	開	スピード	無効 (DFLT)
閉	閉	開または閉	ユニット負荷	許可 (DFLT)
開	開	開	スピード	無効 (DFLT)
開	開	閉	同期 (DSLCによる)	無効 (DFLT)
開	閉	開または閉	負荷分担 (DSLCによる)	無効 (DFLT)

855-684
98-03-13 JMM

同期／負荷分担有効接点入力オプションは、発電機ブレーカが閉じられる前の同期／負荷分担アナログ入力の有効化に使用されます。この有効／無効ディスクリート機能は、発電機ブレーカが閉じられた後は無視され、発電機ブレーカが開かれた後で再度選択しなければなりません。一般的に現場のシンクロナイザ制御パネルには2極単投(DPST)スイッチが使用され、DSLCL同期モードと5009アナログ入力の両方を同時に有効にすることで自動同期を選択します。

同期／負荷分担状態メッセージ(発電機ユニット用)

- **無効**—同期／負荷分担入力は無効で、スピード設定点に影響しません。
- **有効**—同期／負荷分担入力が有効になっています。
- **制御**—同期／負荷分担入力はスピード設定点をバイアスしています。
- **禁止**—同期／負荷分担入力を有効にすることができません。入力信号にエラーがある、タービンがシャットダウンされている、制御シャットダウンが行われている、同期／負荷分担機能がプログラムされていない、のいずれかの状況です。

すべての関連する同期パラメータおよび負荷分担パラメータはModbusを介して利用可能です。

抽気、混気、抽気／混気タービン制御

制御システム(抽気、混気、抽気／混気)は圧カトランスデューサまたは流量トランスデューサから最大3つの入力信号(4~20 mA)を受け取ることができます。抽気／混気PIDコントローラはボーティングされた良好な入力信号を設定点と比較し、レシオ／リミッタに出力信号を送ります。レシオ／リミッタはスピード／補助LSSバスおよび抽気／混気PIDから入力信号を受け取ります。レシオ論理が、タービン性能パラメータに基づきこれらの信号の比率を求め、2つの出力信号を出します。この2つの出力信号は、1つはHPバルブを制御するもの、もう1つはLPバルブを制御するものです。リミッタ論理はバルブへの出力をタービン蒸気マップの範囲内に維持します。

抽気タービン制御

一段抽気蒸気タービンを操作するように設定されるとき、制御システムはタービンのガバナバルブ(HP)と抽気バルブ(LP)の相互作用を管理して、2つのタービン関連パラメータを同時に制御します。このタイプの設定では、制御システムのLPバルブリミッタがLPバルブ要求出力によるHi信号で選択され、オペレータは必要に応じて手動で抽気流量を制限することができます。

タービン起動時、LPバルブリミッタ(およびLPバルブ)は100%に保持され、入口蒸気が制限なくタービンの前後セクションを通過できるようにします。シャットダウン後およびタービン起動前に、リセットコマンドが制御システムに発行されるとLPバルブリミッタが100%のポジションに変化します。これにより、起動前のタービンの暖機と均等な膨張が可能になります。シャットダウン条件が揃うと、LPバルブリミッタは0%に変化します。

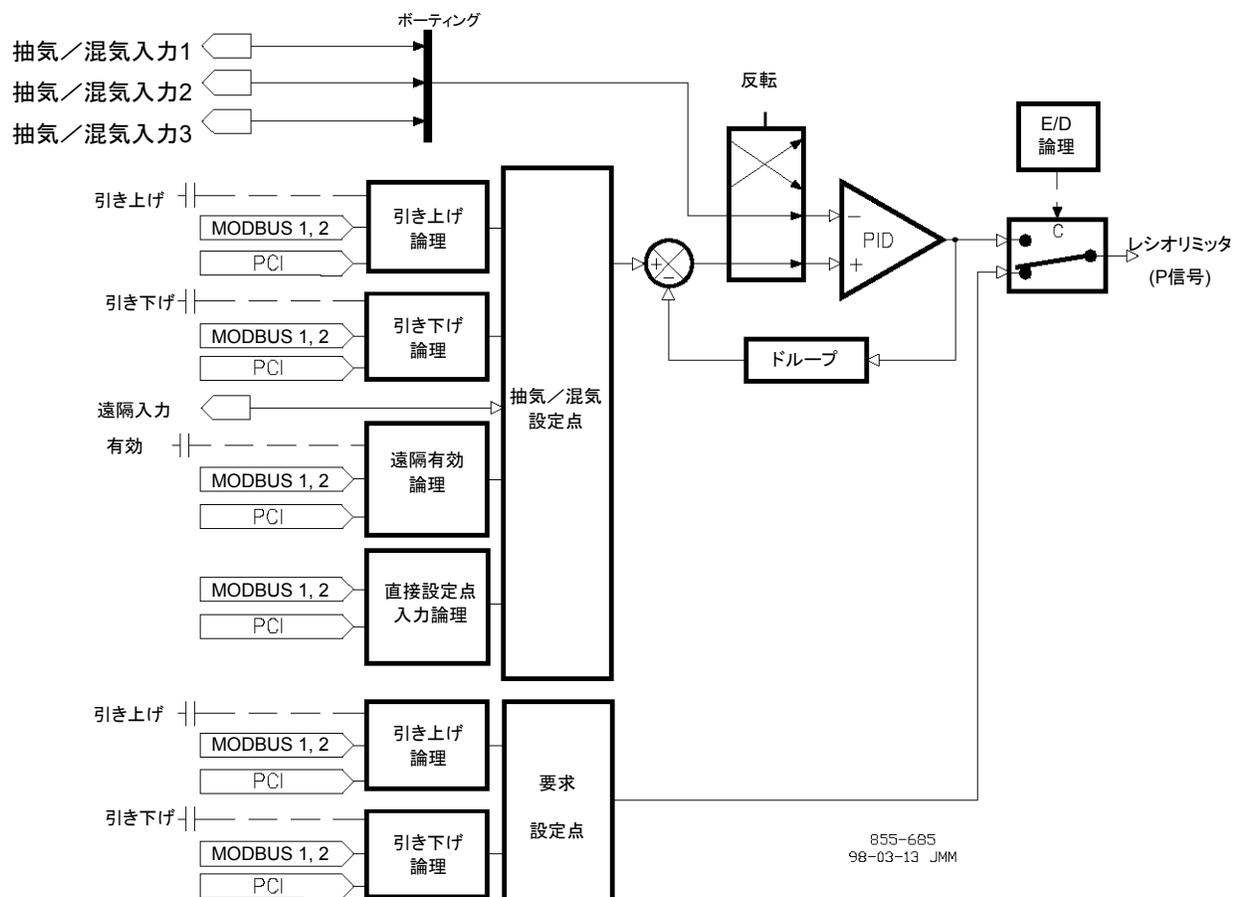


図 5-12. 抽気/混気制御ダイアグラム

抽気PIDは自動または手動で有効にすることができます。抽気制御はLPバルブリミッタを0%ポジションまで引き下げることによって有効化されます。起動後、HPバルブリミッタおよびLPバルブリミッタともに、通常は全開である必要があります。HPバルブリミッタが全開になっていないと、スピード/負荷リミッタとして機能し、自動ガバナ動作に干渉します。一般的にタービンは、抽気制御が有効になる前に、定格スピード設定で制御されるか、最小負荷点まで負荷が与えられます。5009制御システムが抽気PIDによるプロセスの制御を可能にする前に、すべての関連する抽気許可条件に適合しなければなりません。有効許可条件は以下のとおりです。

- 抽気/混気入力にエラーがない
- タービンスピードがプログラムされた許可スピードを上回っている
- 発電機ブレーカが閉じている(設定されている場合)
- タイブレーカが閉じている(設定されている場合)

手動有効化/無効化—抽気制御を手動で有効にするには、抽気PIDがプロセスを制御できるようになるまでLPバルブリミッタをゆっくりと引き下げ、その後、LPバルブリミッタを最小(閉)ポジションまで動かし続けます。LPバルブリミッタが完全に閉じないと、抽気リミッタとして機能し、自動ガバナ動作に干渉します。5009制御システムがLPバルブリミッタの引き下げを可能にする前に、すべての関連する抽気許可条件に適合し、抽気制御が有効化されなければなりません。

抽気制御を無効化するには、抽気PIDがそれぞれのプロセスを制御しなくなるまでLPバルブリミッタをゆっくりと引き上げます。LPバルブリミッタを最大(開)ポジションまで動かし続けます。

自動有効化/無効化—「自動有効化使用」機能が選択されると、「抽気/混気制御有効」コマンドを発行することによってLPバルブを自動的に引き下げることができます。5009制御システムは、有効コマンドを受け取ると、自

動的にLPバルブリミッタレートでLPバルブリミッタを引き下げます。抽気PIDがプロセスを制御すると、LPバルブリミッタは最小(閉)ポジションまで引き下げを継続します。

LPバルブリミッタは、LPリミッタ引き上げまたは引き下げコマンドを一時的に発行することで(または有効な設定点を入力することで)、自動有効化ルーチン中にいつでも停止することができます。LPバルブリミッタ引き下げの自動有効化ルーチンを停止させても、抽気PID出力は有効のままとなります。これにより、オペレータは必要に応じて有効化ルーチンを手動で継続することができます。有効コマンドを再発行することで、有効化ルーチンはLPバルブリミッタ引き下げを継続します。接点にこの機能がプログラムされる場合、有効コマンドを再発行するには、接点をいったん開いて再度閉じる必要があります。

5009制御システムは、すべての関連許可条件(前述のリストを参照)が満たされている場合にのみ、抽気有効コマンドを受け入れます。有効/無効コマンドは、CCT、接点入力、Modbusのいずれかを介して発行することができます。いずれかのコマンド発行元から直近に与えられたコマンドが、抽気制御の状態を決定します。

接点入力が「抽気/混気制御有効」として機能するようにプログラムされる場合、接点閉は有効コマンド、接点開は無効コマンドとなります。この接点は、5009制御システムのトリップ条件がクリアされているときに開閉することができます。接点が開いている場合、有効コマンドを発行するには接点を閉じなければなりません。接点が開いている場合、有効コマンドを発行するには接点をいったん開いて再び閉じなければなりません。

5009制御システムは、無効コマンドを受け取ると、即座にLPバルブリミッタをLPバルブの現在のポジションまで変化させ、LPリミッタをLPバルブリミッタレートで最大ポジション(開)へ引き上げます。システム条件により、ある段階で抽気PIDはプロセスの制御を失います。

LPバルブリミッタは、LPリミッタ引き上げまたは引き下げコマンドを一時的に発行することで、自動無効化ルーチン中にいつでも停止することができます。ルーチンが停止したら、オペレータは必要に応じてバルブリミッタの手動での調整を継続するか、無効コマンドを発行することができます。無効コマンドを発行することで、無効化ルーチンはLPバルブリミッタ引き上げを最大(開)ポジションまで継続します。自動抽気有効化がプログラムされている場合、オペレータは必要に応じて抽気制御を手動で有効または無効にすることもできます。

混気タービン制御または抽気/混気タービン制御

混気用途または抽気/混気用途で抽気/混気PIDを有効化する手順は同一です。いずれの場合も、システムのシャットダウン時に外部トリップバルブまたはトリップおよびスロットルバルブを使ってあらゆる混気蒸気のタービンへの流入を完全に止めることを前提とします。

混気制御または抽気/混気制御は、3つの起動のうち1つが行われた後で、有効化し実施することができます。起動後、HPバルブリミッタおよびLPバルブリミッタは通常ともに全開である必要があります。いずれかのリミッタが完全に開いていないと、自動ガバナ動作と干渉します。

要求設定点—抽気/混気制御へのバンプレスな移行を行うには、制御を有効にする前に、混気トリップバルブまたはT&Tバルブの前後の圧力が一致している必要があります。抽気/混気要求設定点は、ユニットの流量要求、ひいてはタービンの内部圧力を、混気ヘッダ入口において手動で変更するために使用されます。オペレータは、抽気/混気要求設定点を手動で変化させて、タービンの内部圧力を抽気/混気T&Tバルブのプラント側の圧力と一致させなければなりません。

要求設定点は、手動混気または抽気/混気流量要求で、オペレータによるタービンの混気または抽気/混気流量の手動変更を可能にします。抽気/混気PIDが有効でないとき、この流量設定点は制御システムのレシオ/リミッタへの「P」項入力です。この流量要求設定点の標準設定は、混気タービンについては100%、抽気/混気タービンについては計算されたゼロ抽気/混気流量点です。標準設定はすべて、CCTプログラムのサービスモードを介して変更することができます。

以下の手順により、混気または抽気/混気制御へのバンプレスな移行が可能になります。混気または抽気/混気有効化手順は以下のとおりです。

1. すべての抽気/混気有効許可条件が満たされていることを確認します。

2. 抽気／混気設定点を抽気／混気T&Tバルブのプラント側圧力設定点に合わせてます。(設定点追跡を使用する場合はこのステップをとばしてください)。
3. 抽気／混気要求設定点を変化させて、タービンの内部抽気／混気圧力を抽気／混気T&Tバルブのプラント側の圧力に合わせてます。
4. 抽気／混気T&Tバルブを開きます。
5. 混気制御または抽気／混気制御有効コマンドを発行します。

混気制御または抽気／混気制御をバンプレスに有効化および無効化するために必要なすべての機能は、CCTプログラム、接点入力、Modbusを介して実行することができます。制御システムはすべての関連許可条件が満たされている場合にのみ、有効コマンドを受け入れます。有効／無効コマンドは、CCTプログラム、接点入力、Modbusのいずれかを介して発行することができます。いずれかのコマンド発行元から直近に与えられたコマンドが、混気制御または抽気／混気制御の状態を決定します。

接点入力が「抽気／混気制御有効」として機能するようにプログラムされる場合、接点閉は有効コマンド、接点開は無効コマンドとなります。この接点は、5009制御システムのトリップ条件がクリアされているときに開閉することができます。接点が開いている場合、有効コマンドを発行するには接点を閉じなければなりません。接点が開いている場合、有効コマンドを発行するには接点をいったん開いて再び閉じなければなりません。以下の手順により、混気制御または抽気／混気制御を制御された方法で無効にすることができます。

1. 混気制御または抽気／混気制御無効コマンドを発行します。この時点で抽気／混気要求設定点は抽気PIDの直近のポジションまで変化し、PIDからプロセスの制御を引き継ぎ、流量要求の標準設定まで戻ります。
2. 必要に応じて、抽気／混気要求設定点を調整し、抽気／混気流量ゼロにします。
3. 抽気／混気トリップおよびスロットルバルブを閉じます。

抽気／混気制御状態メッセージ

- **無効**—抽気／混気制御が有効でなく、機能しません。
- **有効**—抽気／混気が有効ですが、アクティブまたは制御中ではありません。許可条件が満たされていません(スピードが抽気／混気有効スピードより小さい、もしくは発電機ブレーカまたはタイブレーカが開)。
- **アクティブ／非制御**—抽気／混気が有効ですが、タービンが選択されたスピード優先度で作動限界にあるか、LPバルブリミッタが抽気／混気PID出力を制限しています。
- **制御**—抽気／混気PIDがプロセスを制御しています。
- **アクティブ／遠隔設定点**—抽気／混気が有効で、遠隔抽気／混気設定点が設定点を制御していますが、タービンが選択されたスピード優先度で作動限界にあるか、LPバルブリミッタが抽気／混気PID出力を制限しています。
- **制御／遠隔設定点**—抽気／混気が制御を行っており、遠隔抽気／混気設定点が抽気／混気設定点をポジショニングしています。
- **禁止**—抽気／混気を有効にすることができません。抽気／混気入力信号にエラーがある、制御停止が選択されている、ユニットがシャットダウンされた、のいずれかの状況です。

抽気／混気入力

必要な制御動作に応じて、抽気／混気PIDの入力信号は反転することができます。一般的な抽気／混気タービン用途または混気タービン用途では、この入力は反転を必要としないはずで、制御システムは、作動中に抽気／混気入力信号の喪失があると、LPバルブを開限度まで変化させる、LPバルブを閉限度まで変化させる、LPバルブを直近のポジションで保持する、タービンをトリップさせる、のいずれかを行うようにプログラムすることができます。

抽気／混気入力の喪失時にLPバルブを変化させるように設定された場合、LPバルブリミッタはLPバルブの直近のポジションまで変化し、アクチュエータの出力をプログラムされた設定に応じて毎秒1%のレートで最大限度または最小限度まで変化させます。制御システムは入力エラーを感知し、4～20 m抽気／混気入力信号が2 mA未満または22 mA超となった場合はアラームを出します。

入力フォールトトレラント論理に関する詳細については、この第1巻の第2章を参照してください。

PIDダイナミクス

抽気／混気PIDは、独自のダイナミック設定を使用します。これらの値は、CCTインターフェースまたはModbusからプログラムされ、いつでも調整することができます。PIDダイナミック調整に関する情報については、このマニュアルの第5章を参照してください。

抽気／混気ドループ

他の外部コントローラとパラメータの制御を共有するとき、抽気／混気PIDは、制御ループの安定のために、プログラム可能なドループフィードバック信号を受け取ることもできます。このフィードバック信号は、設定に応じて、抽気／混気PIDの出力のパーセンテージまたは逆算されたレシオ／リミッタの「P」項です。この第2のパラメータを制御ループに含めることにより、抽気／混気PIDは他の外部コントローラと共有パラメータで競合することはありません。抽気／混気ドループが使用される場合、制御しているときは、抽気／混気入力信号は抽気／混気設定点と一致しません。差異は、プログラムされたドループの量(%)および抽気／混気PIDの出力に依存します。抽気／混気PIDにフィードバックされるドループ値は、以下の標準設定と同じです。

$$\text{PID出力\%} \times \text{抽気／混気ドループ\%} \times \text{定格抽気／混気設定点} \times 0.0001$$

$$\text{例: } 25\% \times 5\% \times 600 \text{ psi (4137 kPa)} \times 0.0001 = 7.5 \text{ psi (51.71 kPa)}$$

定格抽気／混気設定点の標準設定は最大抽気／混気設定点で、サービスモードで調整可能です。抽気／混気ドループ%および最大抽気／混気設定点の値は、プログラムモードで設定され、PID出力は抽気／混気要求によって決定されます。関連するサービスモードの変数に関する情報については、このマニュアルの第3巻を参照してください。

設定点

抽気／混気設定点は、5009のCCTインターフェース、外部接点、Modbus、4～20 mAアナログ入力信号のいずれかを介して調整することができます。個々の設定は、5009のCCTインターフェースまたはModbusをから直接的に入力することもできます。抽気／混気設定点範囲はプログラムモードで定義しなければなりません。最小抽気／混気設定点および最大抽気／混気設定点は、抽気／混気設定点と制御の範囲を定義します。

抽気／混気設定点引き上げまたは引き下げコマンドが発行されると、設定点はプログラムされた抽気／混気設定点レートで移動します。抽気／混気引き上げまたは引き下げコマンドが3秒よりも長く選択されると、抽気／混気設定点は、抽気／混気設定点レートの3倍のファストレートで移動します。抽気／混気設定点レート、ファストレート遅延、ファストレートは、すべてサービスモードで調整することができます。

個々の設定点は、5009のCCTインターフェースまたはModbus通信を介して直接的に入力することもできます。そのような方法で入力すると、設定点は抽気／混気設定点レートで変化します。設定点は、CCTインターフェースまたはModbusを介して手動で調整することもできます。

設定点追跡—この機能は、制御システムが混気用途または抽気／混気用途向けにプログラムされているときのみ、プログラムおよび使用が可能です。必要なステップ数を減らして抽気／混気制御を円滑に有効化するには、制御が無効なときに抽気／混気プロセス入力を追跡するように、抽気／混気設定点をプログラムすることができます。この追跡機能は、抽気／混気制御が有効のときに、設定点を抽気／混気入力と等しくさせます。抽気／混気制御が有効になると、設定点は他の設定に動かすことができます。

追跡なしの設定点—抽気／混気制御が設定点追跡機能を使用しないようにプログラムされる場合、設定点は直近の設定(作動またはシャットダウン)を維持します。この設定では、抽気／混気制御が有効で感知されたプロセ

ス信号が設定点と一致しない場合、抽気／混気制御は抽気／混気プロセスを上下させて、プロセスと設定点を一致させます。5009制御システムの電源を入れると、設定点は設定点初期値にリセットされます。この設定では、許可条件の1つが失われるまたは抽気／混気制御が無効になると、抽気／混気設定点は調整されるまで直近の設定を維持します。サービスモードおよびオンライン変数に関する詳細な情報については、このマニュアルの第3巻を参照してください。すべての関連する抽気／混気制御パラメータはModbusリンクを介して利用可能です。

遠隔抽気／混気設定点

5009制御システムのアナログ入力の1つは、抽気／混気PID設定点を設定するようにプログラムすることができます。これにより、抽気／混気設定点をプロセス制御または分散プラント制御システムによって遠隔的にポジショニングすることができます。

遠隔抽気／混気設定点の範囲は、プログラムされたアナログ入力の4 mAと20 mAの設定によって決定されます。遠隔抽気／混気設定点の範囲はサービスモードで調整することができます。

有効化されているとき、遠隔設定点は抽気／混気設定点と一致しない場合があります。この場合、抽気／混気設定点は遠隔設定点まで「遠隔抽気／混気不一致レート」(サービスモードから調整可能で、標準設定は抽気／混気スロー設定点設定)で変化します。遠隔設定点が抽気／混気設定点と一致すると、抽気／混気設定点は、遠隔設定点入力「遠隔設定点最大レート」設定へ移動するのと同じレートで移動します。遠隔抽気／混気設定点最大レートが10に設定され、遠隔設定点アナログ入力が瞬時に0ユニットから1,000ユニットに移動した場合、抽気／混気設定点は毎秒10ユニットで1,000ユニットまで移動します。

遠隔抽気／混気設定点入力へのミリアンペア信号が範囲外(2 mA未満または22 mA超)の場合、アラームが出され、遠隔抽気／混気設定点は、入力信号が是正されアラームがクリアされるまで禁止されます。

遠隔抽気／混気設定点メッセージ—遠隔抽気／混気設定点は、以下の状態のうち1つになります。

- **無効**—遠隔設定点機能が無効で、抽気／混気設定点に影響しません。
- **有効**—遠隔設定点が無効ですが、許可条件が満たされていません。
- **アクティブ**—遠隔設定点が無効で許可条件が満たされていますが、抽気／混気PIDが制御していません。
- **制御**—遠隔設定点が抽気／混気設定点を制御しており、抽気／混気PIDが制御を行っています。
- **禁止**—遠隔設定点を有効にすることができません。遠隔設定点入力信号にエラーがある、抽気／混気入力信号にエラーがある、制御停止が選択されている、のいずれかの状況です。

遠隔抽気／混気設定点有効論理—遠隔抽気／混気設定点の有効化および外部接点を介した抽気／混気制御には、以下の3つの異なる選択肢があります。

- 遠隔抽気／混気設定点有効接点入力だけが設定される
- 抽気／混気制御有効接点と遠隔抽気／混気設定点有効接点の両方が設定される
- 有効接点入力設定されない

遠隔抽気／混気設定点有効機能が設定され、抽気／混気有効接点が設定されない場合、遠隔抽気／混気設定点接点を閉じることにより、抽気／混気制御および遠隔抽気／混気設定点入力の両方が有効になります。この設定は、両方の機能が1つのコマンドで有効になることを可能にします。接点が開かれている場合は、両方の制御モードが無効になります。

遠隔抽気／混気設定点有効と抽気／混気制御有効の両方の接点入力プログラムされる場合、それぞれの機能がそれぞれの接点によって有効になります。遠隔抽気／混気設定点有効が選択される場合、遠隔抽気／混気設定点のみが有効になります。抽気／混気制御有効が選択される場合、抽気／混気制御のみが有効になります。遠隔抽気／混気無効が選択される場合、遠隔抽気／混気設定点のみが無効になります。抽気／混気制御無効が選択される場合、遠隔抽気／混気設定点入力と抽気／混気制御の両方が無効になります。

抽気／混気制御または遠隔抽気／混気設定点制御のいずれにも外部接点入力プログラムされない場合、これらの機能はCCTプログラムまたはModbus通信を介して有効にすることができます。CCTプログラムとModbusは遠隔抽気／混気と抽気／混気制御有効の両方のコマンドを備えるため、両方の有効をプログラムするのと同

じように機能します。関連するサービスモードの変数に関する情報については、このマニュアルの第3巻を参照してください。すべての関連する遠隔抽気／混気設定点パラメータは、Modbusを介して利用可能です。

レシオ／リミッタ

制御システムのレシオ／リミッタ論理は、抽気、混気、抽気／混気タイプのタービンでのみ使用されます。レシオ／リミッタはスピード(または補助)PIDおよび抽気／混気PIDからの入力信号を受け取ります。レシオ論理はこれらの信号を使って、タービン性能パラメータを基に、2つの出力信号を生成し、1つでHPアクチュエータを制御し、もう1つでLPアクチュエータを制御します。リミッタ論理は、アクチュエータ出力をタービン蒸気マップの範囲内に維持します。

一段抽気／混気タービンは、2つの制御バルブしか持たないため、同時に2つのパラメータしか制御することができません。タービンの設計により、いずれかのバルブ(HPまたはLP)のポジショニングが、制御される両方のパラメータに影響します。このバルブ間の相互作用(制御されるパラメータ)は、変化を必要としないプロセスに望ましくない変動を起こすこととなります。

レシオ論理はHPバルブとLPバルブの両方の相互作用を制御し、必要なタービンスピード／負荷(もしくは補助またはカスケードPIDプロセス)と抽気／混気圧力／流量レベルを維持します。バルブの相互作用を制御することで、レシオ論理はある1つの制御されるプロセスが他の制御されるプロセスに与える影響を最小限に抑えます。システム条件に起因してタービンが作動限度に到達すると、選択された優先度に応じて、リミッタ論理がHPバルブまたはLPバルブを制限してスピード／負荷または抽気／混気レベルを維持します。

ある1つのプロセスにおけるシステム要求の変化を是正するときは、1つのプロセスが他に及ぼす相互作用を減らすまたはなくすために、制御システムが両方のタービンバルブを同時に動かすことが望まれる場合があります。したがって、レシオ／リミッタ論理は、制御されるパラメータおよびシステム内におけるタービンの機能に応じて、以下の作動モードで設定することができます。

レシオ／リミッタ設定

- レシオ／リミッタなし
- HP/LP結合
- 吸入デカップリング(HP)
- 排出デカップリング(LP)
- HP/LPデカップリング

レシオ／リミッタなし

シングルアクチュエータ型またはスプリットレンジアクチュエータ型のタービン用に設定される場合、抽気／混気およびレシオ／リミッタ論理は使用されません。補助有効／無効の場合、スピード／負荷コントローラ、補助コントローラ、HPバルブリミッタは、すべてLo信号で選択されるか、コマンドで選択され、アクチュエータ出力をポジショニングします。図3-5、3-6、3-7を参照してください。

HP/LP結合

このモードは、一般的に通常運転中の2つの制御されるパラメータがタービンスピード／負荷および抽気／混気圧力(または流量)のときに使用されます。

この作動モードでは、タービンのHPバルブとLPバルブの動作が結合(配分)され、両方のプロセスを相互作用なく制御します。タービンの負荷と抽気／混気圧力は、HPバルブとLPバルブの両方を同時に動かすことによって制御されます。いずれかのプロセスが変化する場合、もう一方のプロセスに正味の影響としての変化(圧力、流量、電力)が生じないように両方のバルブが再ポジショニングされます。

ほとんどの場合、抽気／混気タービンのオペレータは、タービンのスピード／負荷と、抽気／混気の圧力／流量の両方を一定レベルに維持する必要があります。HPバルブまたはLPバルブのいずれかのポジション変更は、タービンのスピード／負荷と抽気／混気の両方に影響します。タービンの負荷または抽気／混気要求のいずれかが変化する場合、スピード／負荷と抽気／混気を維持するために、HPバルブのポジションとLPバルブのポジションの両方を変更しなければなりません。両方のバルブの動きは5009制御システムのレシオ論理によって、プログ

ラムされたタービン性能パラメータに基づき、バルブ／プロセスの相互作用を最小限に抑えるように自動的に計算されます。

HP/LP結合モードの論理に関する詳細については、図5-13を参照してください。

吸入デカップリング

圧縮機ユニット - 入口／スピードデカップリング

発電機ユニット - 入口／スピードまたは抽気／混気圧力デカップリング

このモードは、一般的に通常運転中の2つの制御されるパラメータがタービン入口圧力とスピード(圧縮機ユニット)または抽気／混気圧力(発電機ユニット)のときに使用されます。

この作動モードでは、タービンのHPバルブとLPバルブの動作がデカップリングされ、抽気／混気流量の変化による相互作用なくタービンの入口圧力を制御することを可能にします。この作動モードでは、LPバルブを動かすことによるのみ、タービンスピード(または抽気／混気圧力)が制御されます。この設定では、タービン負荷は制御されませんが、プログラムされたタービン作動限度に基づき制限されます。

タービンのHPバルブとLPバルブの動作は結合したままで、タービン入口の圧力または流量の変化による相互作用なくタービンスピード(または抽気／混気の圧力／流量)を制御します。タービン入口圧力はHPバルブとLPバルブの両方を同時に動かすことによって制御され、スピード(抽気／混気圧力)の変化は生じません。いずれかのプロセスが変化する場合、もう一方のプロセスに正味の影響としての圧力または流量の変化が生じないように両方のバルブが再ポジショニングされます。吸入デカップリングモード論理の詳細については、図5-14を参照してください。

この作動モードでは、以下のようになります。

- タービン入口圧力は、5009制御システムの補助PIDまたはカスケードPIDを介して制御することができます。
- (圧縮機)スピードは、スピードPIDおよびカスケード(有効な場合)を介して制御されます。
- (発電機)抽気／混気の圧力／流量は、5009制御システムの抽気／混気PIDを介してのみ、制御することができます。

デカップリングモードは、外部接点(設定されている場合)、CCTソフトウェア、Modbusコマンドのいずれかを介して有効／無効にすることができます。

このモードは、抽気が有効になっている(手動または自動制御)ときにのみ、アクティベートすることができます。

デカップリングPIDは、最大3つのデカップリング入力を使用するように設定することができます。

遠隔デカップリング設定点を設定することもできます。これは、設定された接点有効遠隔デカップリングが閉じているとき、もしくはCCTまたはModbusを介して有効になります。

抽気PIDと同様、デカップリングPIDは抽気接点、CCT、Modbusコマンドのいずれかを介して手動モードにすることができます。この場合、R/L要求を使ってHPバルブを開閉することができます。これらのコマンドは、R/L抽気要求と同じ外部接点を使用するか、CCTまたはModbusから発行することができます。デカップリング入力にエラーがあると、制御システムは自動的にデカップリングPIDを手動モードにするように設定します。

排出デカップリング

圧縮機ユニット - 出口／スピードデカップリング

発電機ユニット - 出口／スピードまたは抽気／混気圧力デカップリング

このモードは、一般的に通常運転中の2つの制御されるパラメータがタービンスピード(または抽気／混気圧力)と出口圧力のときに使用されます。

この作動モードでは、タービンのHPバルブとLPバルブの動作がデカップリングされ、スピード(抽気/混気流量)の変化による相互作用なくタービンの出口圧力を制御することを可能にします。この作動モードでは、HPバルブを動かすことによってのみ、タービンスピード(または抽気/混気圧力)が制御されます。

タービンのHPバルブとLPバルブの動作は結合したままで、タービン出口の圧力または流量の変化による相互作用なくタービンスピード(または抽気/混気の圧力)を制御します。タービン出口圧力はHPバルブとLPバルブの両方を同時に動かすことによって制御され、スピード(または抽気/混気圧力)の変化は生じません。いずれかのプロセスが変化する場合、もう一方のプロセスに正味の影響としての圧力または流量の変化が生じないように両方のバルブが再ポジショニングされます。出口デカップリングモード論理の詳細については、図5-15を参照してください。

この作動モードでは、以下のようになります。

- タービン出口圧力は、5009制御システムの補助PIDまたはカスケードPIDを介して制御することができます。
- (圧縮機)スピードは、スピードPIDおよびカスケード(有効な場合)を介して制御されます。
- (発電機)抽気/混気の圧力は、5009制御システムの抽気/混気PIDを介してのみ、制御することができます。

HP/LPデカップリング

このモードは、一般的に通常運転中の2つの制御されるパラメータがタービン入口圧力と出口圧力のときに使用されます。

この作動モードでは、タービンのHPバルブとLPバルブの動作が完全にデカップリングされます。HPバルブは、5009制御システムのスピードPID、カスケードPID、補助PIDのいずれかによってポジショニングすることができます。LPバルブは5009制御システムの抽気/混気PIDによってのみポジショニングすることができます。この設定により、出口流量の変化による相互作用なくタービンの入口圧力を制御することを可能にします。この作動モードでは、LPバルブを動かすことによってのみ、タービン出口圧力が制御されます。

タービンのHPバルブとLPバルブの動作もデカップリングされ、タービン入口の圧力または流量の変化による相互作用なくタービン出口の圧力/流量を制御します。タービン入口圧力はHPバルブを動かすことによってのみ制御され、出口圧力/流量の変化は生じません。いずれかのプロセスが変化する場合、もう一方のプロセスに正味の影響としての圧力または流量の変化が生じないように両方のバルブが再ポジショニングされます。

この作動モードでは、タービン入口圧力は5009制御システムの補助PIDまたはカスケードPIDのいずれかを介して制御することができ、タービン出口圧力は抽気/混気PIDを介して制御されます。この設定ではタービン負荷は制御されませんが、ユニットの保護のために、補助PIDを負荷リミッタとして使用することが推奨されます。HP/LPデカップリングモード論理の詳細については図5-16を参照してください。

ブロックダイアグラムの解説—以下に示すブロックダイアグラムは、各レシオ/リミッタ設定の詳細と、レシオ/リミッタの入力信号と出力信号の関係を示します。

「S」入力信号は、スピード/補助LSSバスを起源とし、スピード、負荷、補助PID、カスケードPID要求のいずれか表します(この入力が起源とする場所の詳細については図3-8および3-9を参照してください)。「P」入力信号は、選択されているモードに応じて、抽気/混気PIDまたは抽気/混気要求設定点を起源とし、抽気/混気流量要求を表します(この入力が起源とする場所の詳細については図3-8および3-9を参照してください)。「A」入力信号は制御システムのデカップリングマップ論理を起源とするディスクリート信号で、レシオ/リミッタデカップリングが選択されると真の状態になります(この入力が起源とする場所の詳細については図3-8および3-9を参照してください)。

「S」信号と「P」信号は、レシオの式で使用する前に、選択された優先度に応じて、マップリミッタを通過しなければなりません。一度に制限することのできるパラメータは1つだけ(SまたはP)で、スピード優先度が有効の場合はP信号だけが制限されます。抽気/混気優先度が選択されている場合はS信号だけが制限されます。

これらのリミッタにより、バルブは各タービン作動限度に正しくポジショニングされます。リミッタ論理を簡素化するために、最小(HSSバス)リミッタと最大(LSSバス)リミッタは1つのリミッタバスとして表示されます。考え得る各タービン作動限度はラベル付けされ図で表示されます。すべてのリミッタは、入力された蒸気マップの値と、実際のHPバルブおよびLPバルブの(制御システムのアクチュエータドライバ信号から得られる)ポジションに基づきます。

「S」信号と「P」信号がそれぞれのリミッタを通過すると、S' (Sプライム)およびP' (Pプライム)と呼ばれます。タービンが限度で作動していないとき、S' の値はS入力信号と等しく、P' の値はP入力信号と等しくなります。

デカップリング作動用にプログラムされる場合、レシオ／リミッタ間の移行にはデジタルランプが使用されます。デカップリングレシオ／リミッタモードの通常の有効化および無効化の間、これらのランプはあるレシオ／リミッタから次へ完全に变化するのに50秒を要します。発電機用途では、周波数制御に切り替えるときのこの移行は40ミリ秒以内で行われます(発電機ブレーカまたはタイブレーカが開く)。

デカップリングレシオ／リミッタモード用にプログラムされる場合、制御システムは結合レシオ／リミッタを使って起動し、補助PIDまたはカスケードPIDが有効になるとデカップリングレシオ／リミッタに切り替わります。リミッタとして設定されるとき、補助PIDはレシオ／リミッタの選択に影響しません。補助PIDまたはカスケードPIDが無効になると、制御システムは結合レシオ／リミッタに戻ります。

「HP」出力信号は、HPバルブ要求を示し、制御システムのHP LSSバスに接続されます(信号の相互接続については図3-8および3-9を参照してください)。「LP」出力信号は、LPバルブ要求を示し、制御システムのLP LSSバスに接続されます(信号の相互接続については図3-8および3-9を参照してください)。

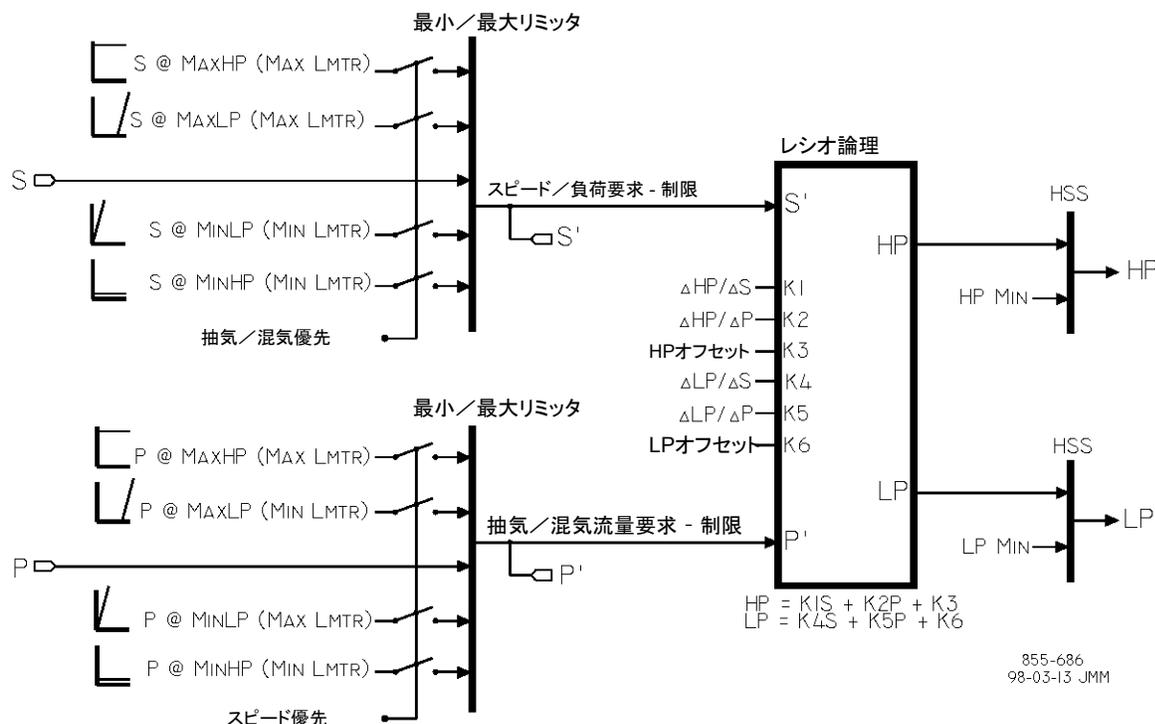


図 5-13. HP/LP 結合モード

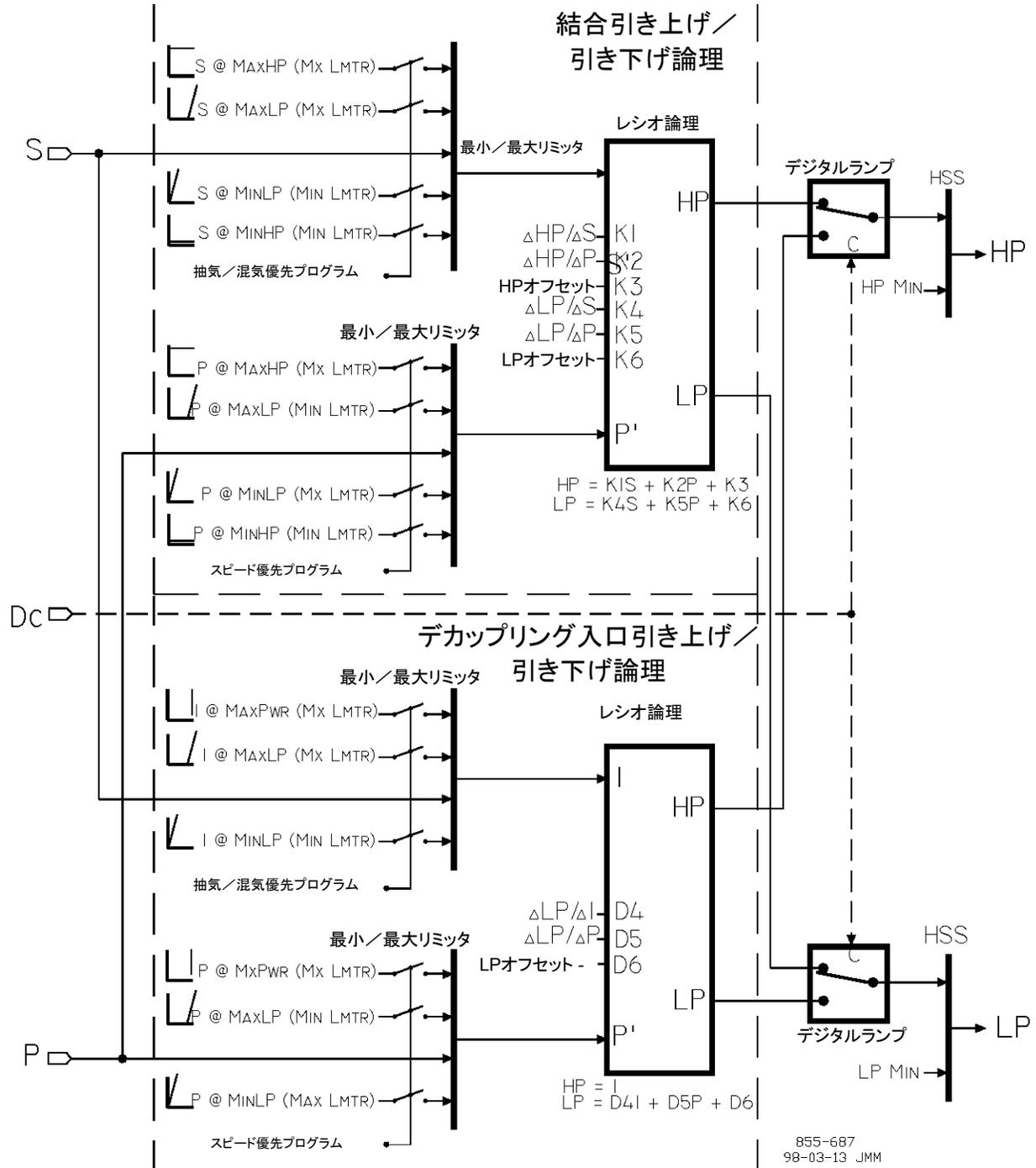


図 5-14. 吸入デカップリング(HP)モード

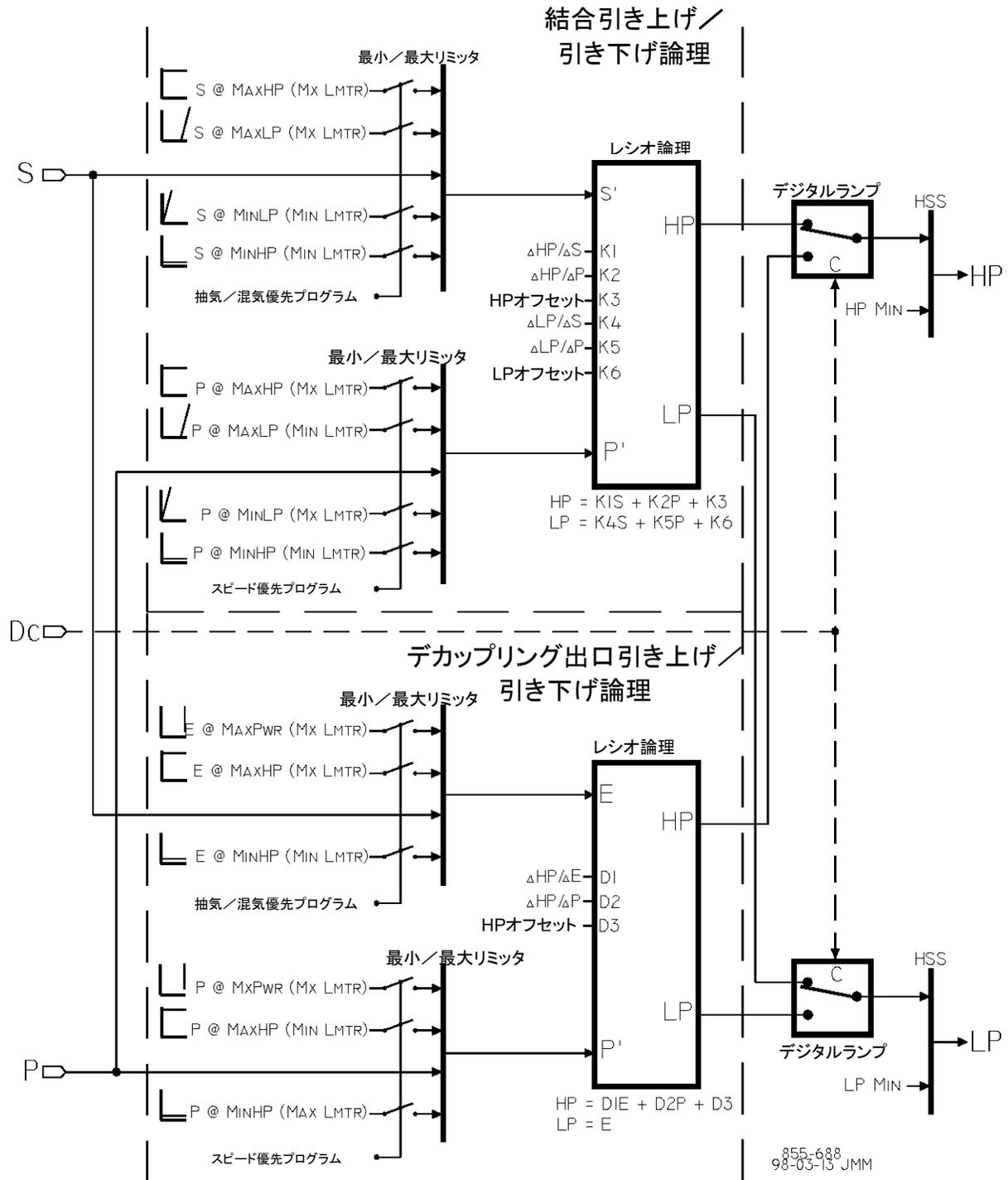


図 5-15. 排出デカップリング(LP)モード

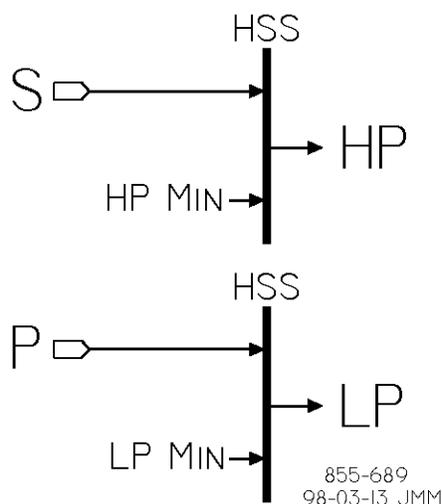


図 5-16. HP/LP デカップリングモード

スピード優先と抽気／混気優先

抽気タービンまたは混気タービンは、2つの制御バルブを持っているため、一度に2つのパラメータしか制御することができません。タービンが作動限度（バルブ全開または全閉）に到達すると、制御される自由に動くバルブは1つだけとなり、5009制御システムは1つのパラメータしか制御することができなくなります。このようなタービンの限度において、どちらのパラメータの制御を残すか、またはどちらのパラメータを優先するかということを選択する制御システムのプログラミングが可能です。

スピード優先がプログラムされている場合、タービンが作動限度に達すると、5009制御システムはタービンのスピード／負荷（カスケードPIDプロセス（使用される場合）または補助PIDプロセス（使用される場合））だけを制御します。制御システムは、スピード優先としてプログラムされている場合、スピード／負荷（もしくはカスケードまたは補助）を維持し、抽気／混気制御を犠牲にします。この設定では、抽気／混気PIDは、タービンが作動限度から移動できるようにシステム条件が変化するまで、そのプロセスの制御を失うことを強いられます。

圧縮機ユニット

圧縮機（機械駆動）ユニットでは、常にスピードが制御されていなければならない、ほとんどの場合、常にスピードが優先されるように設定される必要があります。

LP最大優先

蒸気マップによってLPバルブが100%になると、タービンの負荷を制限してオーバヒートを防ぐ必要が生じる可能性があります。この場合、LP最大限度での抽気優先が選択されると、抽気／デカップリング圧力がスピードコントローラよりも優先されます。限度に達すると、その限度にある限りは（カスケードを介したとしても）スピード基準を引き上げることができません。

選択されていない場合、この限度に達すると、抽気／混気が制限されます。

5009制御システムがスピード優先だけとしてプログラムされている場合は、常にスピード優先になります。5009制御システムがスピード優先およびLP最大リミッタでの抽気／混気優先としてプログラムされている場合、LPバルブが最大（開）ポジションにあるときを除いて、常にスピード優先が選択されます。

発電機ユニット

自動優先有効化—5009制御システムが抽気／混気優先としてプログラムされている場合、スピード優先が初期的に選択され、抽気／混気優先を自動または手動の選択としてプログラムすることができます。自動切替抽気／混気優先が真の場合、ユニットは抽気／混気優先の自動選択としてプログラムされ、以下の条件が満たされると自動的に優先度を切り替えます。

- LPバルブリミッタが0.00ポジション(抽気/混気のみ)の制御としてプログラムされている)
- 抽気/混気制御が有効である(混気制御または抽気/混気制御としてプログラムされている)
- 抽気/混気PIDが制御している

上記の条件のいずれかが偽の場合、スピード優先が選択されます。

手動優先有効化—すべての関連する許可条件が満足される場合(前述の有効許可条件リストを参照)、5009制御システムは抽気/混気優先選択コマンドのみを受け入れます。抽気/混気優先有効コマンドは、5009のCCTインターフェース、接点入力、Modbusのいずれかを介して与えることができます。いずれかのコマンド発行元から直近に与えられたコマンドにより、選択された優先が決定されます。

接点入力が抽気/混気優先有効コマンドとして機能するようにプログラムされる場合、接点閉の状態は抽気/混気優先を表し、接点開の状態はスピード優先を表します。この接点は、5009制御システムの「起動」コマンドが与えられると閉鎖することができます。接点が開の場合、抽気/混気優先を選択するには接点を閉じなければなりません。トリップ条件がクリアされていて、接点が開の場合、抽気/混気優先を選択するには接点をいったん開いてから再び閉じなければなりません。選択されている優先はCCTインターフェースまたはModbusを介して確認することができます。任意選択として、選択されている優先を外的に示すようにリレーをプログラムすることができます。

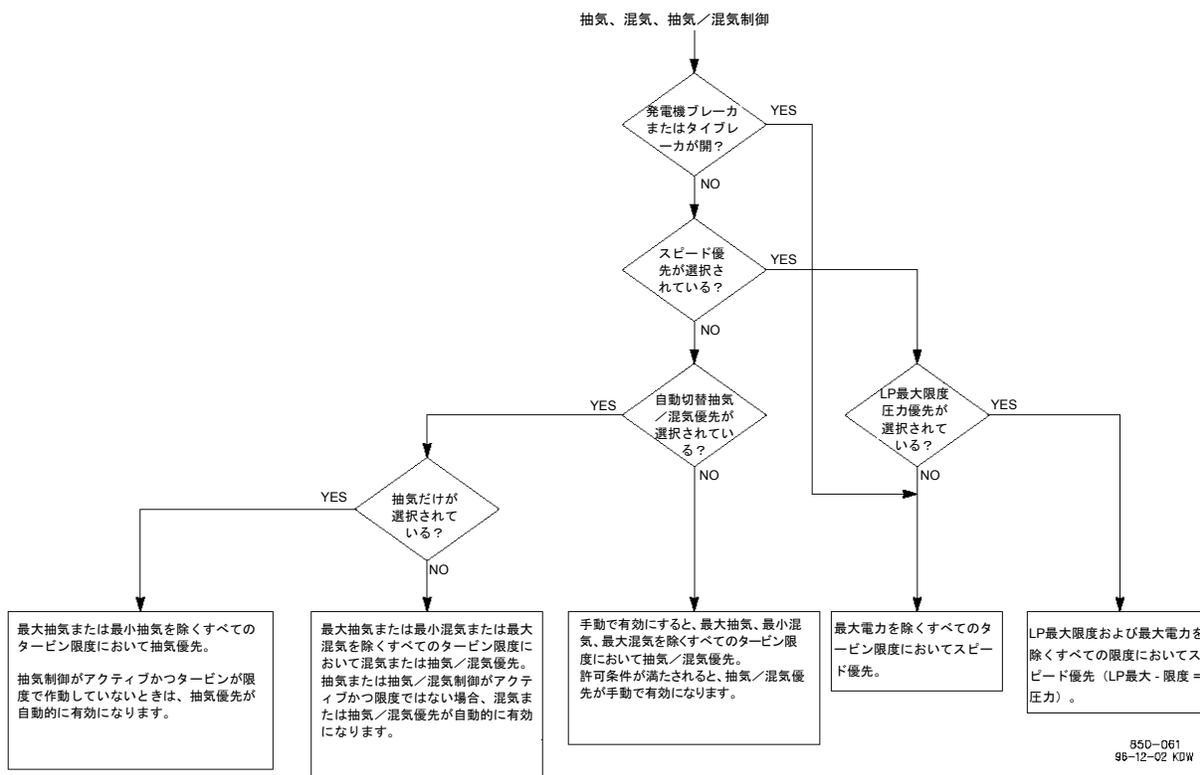


図 5-17. 優先フローダイアグラム

補助制御

補助PIDは、発電機電力、プラントインポート／エクスポート電力、タービン入口圧力、タービン出口圧力、ポンプ／圧縮機吐出圧力、タービンスピード／負荷に直接的に関係するその他のあらゆる補助パラメータの制限または制御に使用することができます。補助入力4は4～20 mA電流信号です。PID制御アンプがこの入力信号と補助設定点を比較し、デジタルLSS(Lo信号選択)バスへ制御出力を発信します。LSSバスはもっとも低い信号をレシオ／リミッタ回路へ送ります。

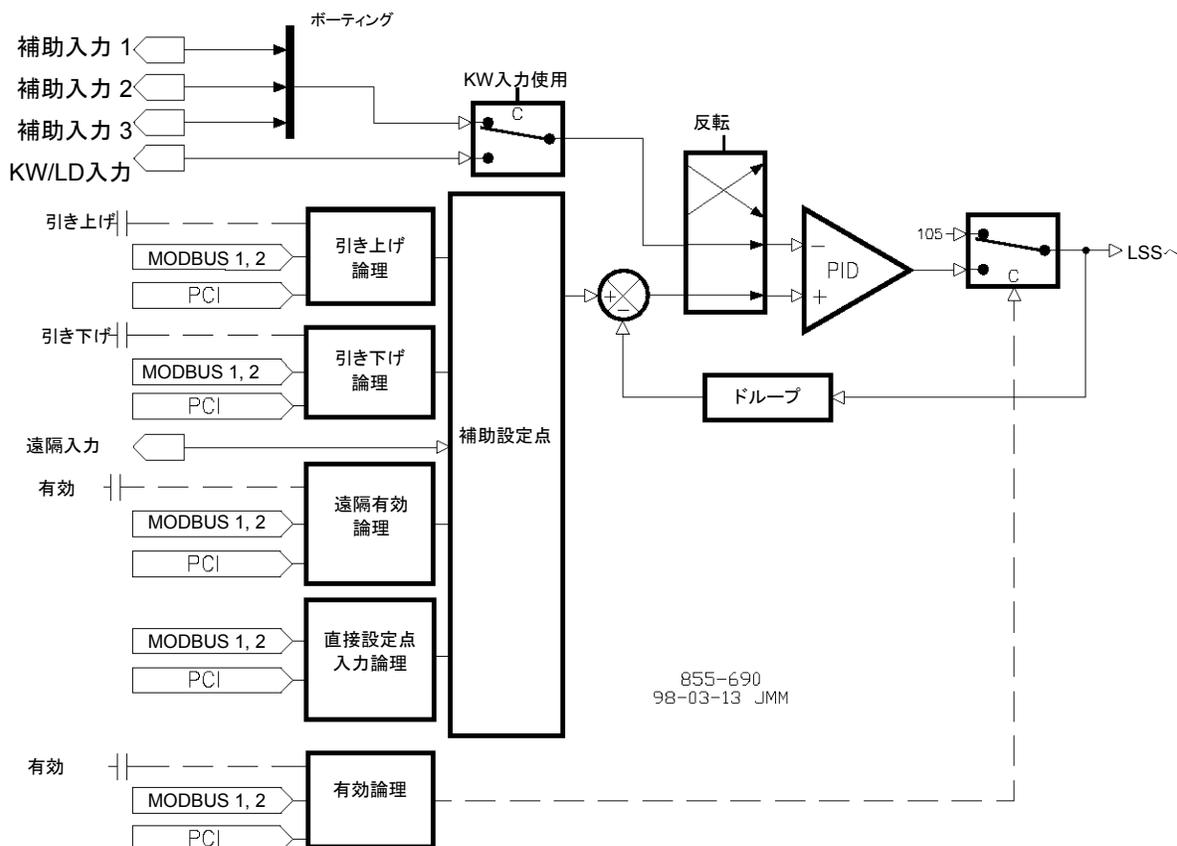


図 5-18. 補助制御概要

リミッタとしての補助

リミッタとして設定される場合、補助PIDはスピードPIDによるLo信号によって選択され(LSS)、タービンスピード／負荷を含む、またはタービンスピード／負荷と直接的に関係する、あらゆるプロセスの制限を可能にします。

補助がリミッタとして機能するように設定される場合、入力が設定点に達すると補助PIDはLSSバスを「制限」します。なんらかのレシオ／リミッタモードの動作がプログラムされている場合、補助制御は常にタービン負荷の制限が可能です。

電源オンでのリセットが行われると、補助設定点はプログラムされた設定点初期値に初期化されます。この設定点はいつでも調整ことができ、電源オンでのリセットが行われな限り、直近の設定(作動またはシャットダウン)を維持します。設定とシステム条件により、補助リミッタは以下の状態のいずれか1つになります。

- **補助有効**—補助が有効ですが、発電機とユーティリティのタイブレーカ許可条件が満たされていません(発電機用途のみ)。
- **補助アクティブ／制限なし**—補助がリミッタとして設定されていますが、LSSバスを制限していません。
- **補助アクティブ(遠隔設定点使用)**—補助がLSSバスの制御を行っておらず、遠隔補助入力が設定点を管理しています。

- **補助制御(遠隔設定点使用)**—補助がLSSバスを制限しており、遠隔補助アナログ入力の設定点を管理しています。
- **補助禁止**—入力信号にエラーがあるため、補助を有効にすることができません。

発電機用途の場合、補助制御は発電機ブレーカまたはユーティリティタイブレーカが開のときに無効になるように設定することができます。

ユニットが発電機用途向けに設定されていない場合、ユーティリティタイブレーカ入力および発電機ブレーカ入力は補助リミッタ状態に影響せず、リミッタは常にアクティブになります。

コントローラとしての補助

コントローラとして設定される場合、補助PIDはコマンドで有効および無効にすることができます。補助制御を有効にすると、補助制御が即座にLSSバスのすべての制御を行い、スピードPIDは追跡モードに切り替えられます。補助制御を無効にすると、スピードPIDが即座にLSSバスの制御を行います。補助PIDを無効にすると、その設定点が補助PIDのプロセス信号を追跡します。

スピードPIDは補助PIDのLSSバス信号だけを100%スピード／負荷まで追跡します。タービンスピード／負荷が100%に達すると、スピードPIDはユニットスピード／負荷を100%以下に制限することでユニットを保護します。設定およびシステム条件に応じて、補助PIDは以下の状態のいずれか1つになります。

- **補助無効**—補助が無効で、LSSバスに影響しません。
- **補助有効**—補助が有効ですが、発電機とユーティリティのタイブレーカ許可条件が満たされていません(発電機用途のみ)。
- **補助アクティブ／非制御**—補助が有効で、許可条件が満たされていますが、LSSバスを制御していません。
- **補助アクティブ(遠隔設定点使用)**—補助が有効ですが、LSSバスを制御しておらず、遠隔補助入力が設定点を制御しています。
- **補助制御**—補助がLSSバスを制御しています。
- **補助制御(遠隔設定点使用)**—補助がLSSバスを制御しており、遠隔補助アナログ入力が設定点を制御しています。
- **補助禁止**—入力信号にエラーがある、5009制御システムが周波数制御状態である、制御シャットダウンが選択されている、ユニットがシャットダウンされている、補助制御がプログラムされていない、のいずれかの状況であるため、補助制御を有効にすることができません。

発電機用途の場合、補助制御は発電機ブレーカまたはユーティリティタイブレーカが開のときに無効になるように設定することができます。ユニットが発電機用途向けに設定されていない場合、ユーティリティタイブレーカ入力および発電機ブレーカ入力は補助制御状態に影響せず、コントローラは常にアクティブになります(常時有効が可能)。

補助制御は、5009のCCTインターフェース、遠隔接点、Modbus通信のいずれかを介して有効にすることができます。3つのうちいずれかのコマンド発行元から直近に与えられたコマンドにより、補助制御の状態が決定されます。外部補助有効接点がプログラムされている場合、接点开で無効が選択され、接点閉で有効が選択されます。接点はトリップ条件がクリアされているときに開閉することができます。接点が開の場合、有効にするには接点を閉じなければなりません。接点が閉の場合、有効にするには接点をいったん開いて再び閉じなければなりません。

有効／無効コントローラとして設定されると、補助制御はシャットダウン条件で自動的に無効になります。5009制御システムが周波数制御状態になると、補助制御は無効になり、禁止されます。補助ミリアンペア入力信号が範囲外(2 mA未満または22 mA超)の場合、アラームが出され、入力信号が是正されてアラームがクリアされるまで補助制御が禁止されます。任意選択で、ユニットは補助入力信号が失われるとシャットダウンするようにプログラムすることができます。

補助ダイナミクス

補助PID制御は独自のダイナミック設定を使用します。これらの値は、CCTインターフェースまたはModbusからプログラムされ、いつでも調整することができます。第6章のPIDダイナミック調整の節を参照してください。

発電機負荷リミッタ／制御

発電機用途では、補助PIDは補助入力信号の代わりにKW／ユニット負荷入力信号を使って制限または制御を行うようにプログラムすることができます。これは、スピードPIDがKWドループに使用する同じ入力信号(KW／ユニット負荷入力)です。この設定により、補助PIDは発電機の電力を制限または制御することができます。

補助ドループ

他の外部コントローラとパラメータの制御を分担するときは、制御ループの安定のために、補助制御アンプがプログラム可能なドループフィードバック信号を受け取ることもできます。このフィードバック信号はLSSバスのパーセンテージ(制御バルブのポジション)です。この第2のパラメータを制御ループに含めることで補助PIDは満たされ、他の外部コントローラと分担パラメータで競合しません。補助PIDにフィードバックされるドループ%は以下の標準設定と等しくなります。

$$\text{LSSバス出力\%} \times \text{補助ドループ\%} \times \text{最大補助設定点} \times 0.0001$$

例: 25% x 5% x 600 psi (4137 kPa) x 0.0001 = 7.5 psi (51.71 kPa)

「補助ドループ%」と「最大補助設定点」の値はプログラムモードで設定され、「LSSバス出力%」は補助要求によって決定されます。

反転補助入力

必要な制御動作に応じて、補助PIDの入力信号は反転することができます。この制御動作の例として、補助PIDがタービン入口蒸気圧力を制御するように設定されるときがあります。タービン入口蒸気圧力を上昇させるには、HP制御バルブのポジションを減少させなければなりません。

補助設定点

補助設定点は、5009のCCTインターフェース、外部接点、Modbus、4～20 mAアナログ入力のいずれかを介して調整することができます。個々の設定は、5009のCCTインターフェースまたはModbusを介して直接的に入力することもできます。

補助設定点範囲はプログラムモードで定義しなければなりません。プログラム設定の最大補助設定点と最小補助設定点が、補助設定点と制御の範囲を定義します。

補助設定点引き上げまたは引き下げコマンドが発行されると、設定点は補助設定点レートで移動します。補助引き上げまたは引き下げコマンドが3秒よりも長く選択されると、補助設定点は補助設定点レートの3倍のファストレートで移動します。補助設定点レート、ファストレート遅延、ファストレートは、すべてサービスモードで調整することができます。

個々の設定点は、5009のCCTインターフェースまたはModbus通信を介して直接的に入力することもできます。そのような方法で入力すると、設定点は補助設定点レートで変化します。

サービスモードおよびオンライン変数に関する詳細な情報については、このマニュアルの第3巻を参照してください。すべての関連する補助制御パラメータはModbusを介して利用可能です。

遠隔補助設定点

遠隔補助設定点(RAS)は、アナログ信号を介してポジショニングすることができます。これにより、プロセス制御または分散プラント制御システムによるRASの遠隔的なポジショニングが可能です。

RASの範囲はアナログ入力の4 mAおよび20 mA設定によって決定されます。遠隔補助設定点範囲はサービスモードで調整することができます。

有効にしたとき、遠隔設定点が補助設定点と一致しないことがあります。このような場合、補助設定点は遠隔設定点の値まで補助設定点レート(サービスモードで設定)で変化します。制御が行われると、遠隔設定点が補助設定点を調整するもっとも速いレートは、遠隔補助設定点最大レートに制限されます。遠隔補助設定点最大レートが10に設定され、遠隔補助設定点アナログ入力が一時的に0ユニットから1,000ユニットへ移動した場合、補助設定点は毎秒10ユニットで1,000ユニットへ移動します。

遠隔設定点入力へのミリアンペア信号が範囲外(2 mA未満または22 mA超)の場合、アラームが出され、遠隔設定点機能は入力信号が是正されアラームがクリアされるまで禁止されます。設定とシステム条件により、遠隔補助設定点は以下の状態のいずれか1つになります(5009 CCTインターフェース画面メッセージ)。

- **無効**—遠隔設定点機能が無効で、補助設定点に影響しません。
- **有効**—遠隔設定点が無効ですが、許可条件が満たされていません。
- **アクティブ**—遠隔設定点が無効で、許可条件が満たされていますが、補助PIDがLSSバスを制御していません。
- **制御**—遠隔設定点が無効で、補助PIDがLSSバスを制御しています。
- **禁止**—遠隔設定点を有効にすることができません。遠隔設定点入力信号にエラーがある、補助制御が禁止されている、遠隔補助設定点がプログラムされていない、のいずれかの状況です。

遠隔補助有効論理

RAS入力は、5009のCCTインターフェース、接点入力、Modbus通信のいずれかから有効にすることができます。いずれかのコマンド発行元から直近に与えられたコマンドが、RAS入力の状態を決定します。接点入力は、RAS入力/機能を有効および無効にするようにプログラムすることができます。この接点が開かれるとRASは無効になり、閉じられるとRASは有効になります。接点は、トリップ条件がクリアされているときに、開閉することができます。接点が開の場合、RAS入力を有効にするには接点を閉じなければなりません。接点が閉の場合、RAS入力を有効にするには接点をいったん開いて再び閉じなければなりません。

補助PIDがリミッタとして機能するようにプログラムされている場合、RASは5009制御システムが起動モードのときにいつでも有効にすることができます。

補助PIDがコントローラとしてプログラムされている場合(有効/無効)、RASおよび補助制御を有効にするためには以下の3つの選択肢があります。

- 1つの遠隔有効接点入力がプログラムされる。
- 遠隔補助有効と補助有効の両方がプログラムされる。
- 有効コマンドがプログラムされない。

遠隔有効接点入力コマンドがプログラムされる場合、有効を選択するとRASと補助制御の両方が有効になります。この設定により、両方の機能を1つのコマンドで有効にすることができます。

RASと補助制御の両方がプログラムされる場合、各機能はそれぞれのコマンド選択によって有効になります。RAS有効が選択される場合、RASだけが有効になります。補助制御有効が選択される場合、補助制御だけが有効になります。RAS無効が選択される場合、RASだけが無効になります。補助制御無効が選択される場合、RASと補助制御の両方が無効になります。ただし、補助PIDが制御を行うことができるようになる前に補助制御無効コマンドが与えられる場合、補助制御だけが無効になります。

外部接点入力が有効コマンド用にプログラムされない場合、補助制御とRASはCCTインターフェースまたはModbusから有効にしなければなりません。CCTインターフェースとModbusは、RAS有効コマンドと補助制御有効コマンドを出すため、両方の有効がプログラムされるのと同じ形態で作動します。

関連するサービスモード変数に関する情報については、このマニュアルの第3巻を参照してください。すべての関連する遠隔補助設定点パラメータはModbusを介して利用可能です。

カスケード制御

カスケード制御は、タービンのスピードまたは負荷に関連するシステムプロセスや、タービンのスピードまたは負荷の影響を受けるシステムプロセスを制御するように設定することができます。一般的に、このコントローラはタービン入口または出口の圧力コントローラとして設定および使用されます。

カスケード制御は、スピードPIDでカスケードされるPIDコントローラです。カスケードPIDは4~20 mAプロセス信号を内部設定点と比較して、スピード設定点を直接的にポジショニングし、タービンのスピードまたは負荷をプロセス信号と設定点が一致するまで変化させます。これら2つのPIDをカスケードすることで、2つの制御パラメータ間のバンプレスな移行を行うことができます。

有効にすると、カスケードPIDはスピード設定点をプログラムモードで設定した最大スピード設定点レートまで可変レートで動かすことができます。

カスケードは第2のスピード設定機能であるため、カスケードが制御を行うためには、スピードPIDが5009制御システムのLSSバスを制御しなければなりません。5009制御システムが発電機用途向けに設定される場合、カスケードPIDがプロセスの制御を開始できるようにするには、ユーティリティタイブレーカと発電機ブレーカの両方が閉じていなければなりません。発電機用途向けに設定されていない場合、カスケードPIDが制御を開始できるようにするには、タービンスピードが最小ガバナ設定点よりも大きくなければなりません。

カスケード制御は5009のCCTインターフェース、接点入力、Modbusから有効および無効にすることができます。いずれかのコマンド発行元から直近に与えられたコマンドが、カスケードPIDの制御状態を決定します。

接点入力がかスケード有効接点として機能するようにプログラムされる場合、カスケード制御は接点が開かれると無効になり、接点が閉じられると有効になります。この接点は、トリップ条件がクリアされると開閉することができます。接点が開いている場合、カスケード制御を有効にするには接点を閉じなければなりません。接点が閉じている場合、カスケード制御を有効にするには接点をいったん開いて、再び閉じなければなりません。

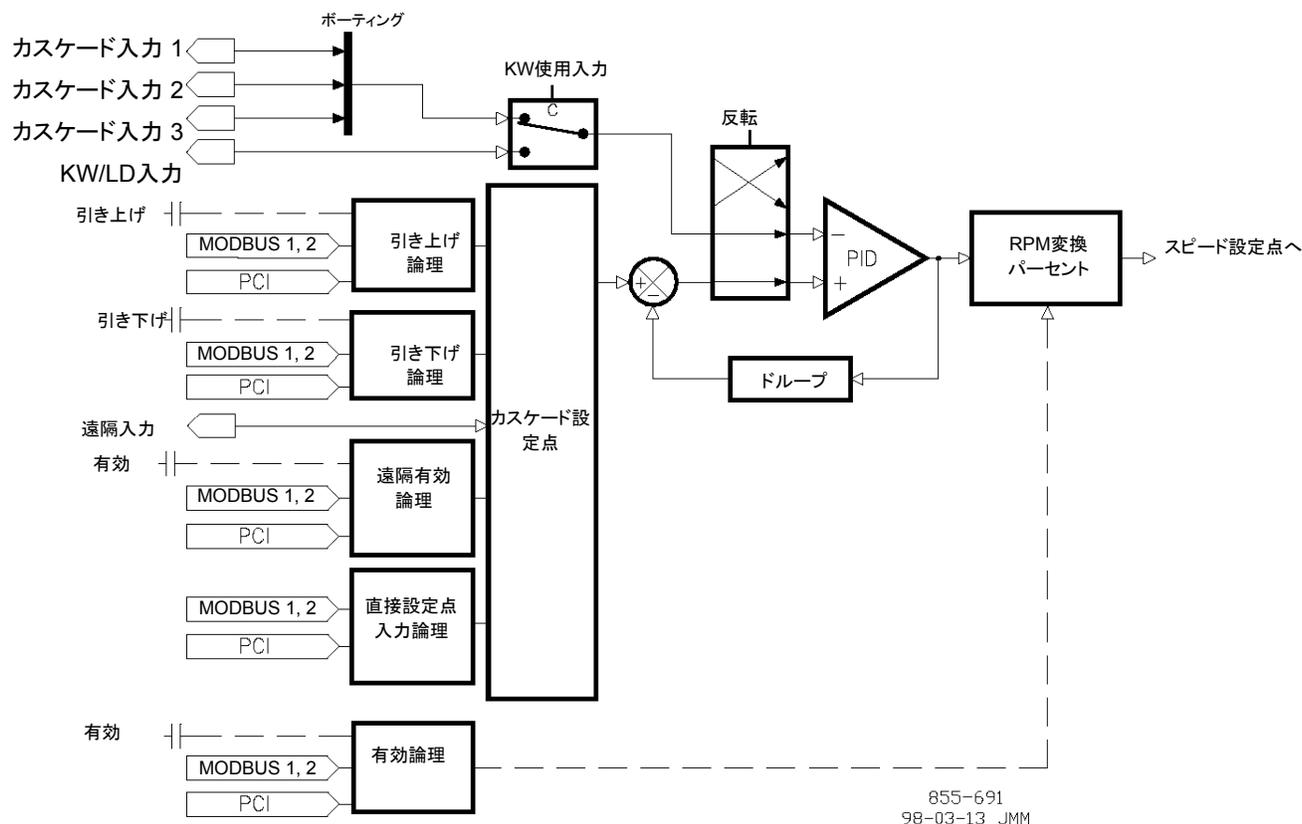


図 5-19. カスケード機能ダイアグラム

カスケード制御状態メッセージ

- **カスケード無効**—カスケード制御が有効でなく、機能しません。
- **カスケード有効**—カスケードが有効ですが、アクティブでないまたは制御を行っていません。許可条件が満たされていません(スピードが最小ガバナよりも小さい、もしくは発電機ブレーカまたはタイブレーカが開いている)。
- **カスケードアクティブ/スピード制御なし**—カスケードが有効ですが、スピードPIDがLSSバスを制御していません(補助またはバルブリミッタが制御)。
- **カスケード制御**—カスケードがLSSバスを制御しています。
- **カスケードアクティブ(遠隔設定点使用)**—カスケードが有効で、遠隔カスケード設定点が設定点を制御していますが、スピードPIDはLSSバスを制御していません。
- **カスケード制御(遠隔設定点使用)**—カスケードがLSSバスを制御しており、遠隔カスケード設定点がカスケード設定点をポジショニングしています。
- **カスケード禁止**—カスケードを有効にすることができません。カスケード入力信号にエラーがある、制御停止が選択されている、ユニットがシャットダウンされている、カスケード制御がプログラムされていない、のいずれかの状況です。

カスケード制御はシャットダウン条件で自動的に無効になり、システムが問題なく起動した後で再び有効にしなければなりません。遠隔スピード設定点が有効になると、カスケード制御は無効になります。または、有効/無効が有効のときは、補助が設定されます。LSSバスの他のパラメータがガバナバルブポジションの制御をスピードPIDから引き継ぐ場合、カスケード制御はアクティブのままとなり、スピードPIDがLSSバスでもっとも低いパラメータになると、再び制御を始めます。

すべての関連するカスケード制御パラメータはModbusを介して利用可能です。

カスケードダイナミクス

カスケードPID制御は独自のダイナミック設定を使用します。これらの値はCCTインターフェースまたはModbusからプログラム可能で、いつでも調整することができます。第6章のPIDダイナミック調整の節を参照してください。

カスケード設定点

カスケード設定点は5009のCCTインターフェース、外部接点、Modbus、4~20 mAアナログ入力を介して調整することができます。個々の設定は、5009のCCTインターフェースまたはModbusを介して直接的に入力することもできます。

カスケード設定点の範囲はプログラムモードで定義されなければなりません。

カスケード設定点引き上げまたは引き下げコマンドが発行されると、設定点はカスケード設定点レートで移動します。カスケード引き上げまたは引き下げコマンドが3秒よりも長く選択される場合、カスケード設定点はカスケード設定点レートの3倍のファストレートで移動します。カスケード設定点レート、ファストレート遅延、ファストレートは、すべてサービスモードで調整することができます。

個々の設定点は、5009のCCTインターフェースまたはModbus通信を介して直接的に入力することもできます。そのような方法で入力すると、設定点はカスケード設定点レート(サービスモードで設定)で変化します。

どのプログラムされた設定が5009制御システムのサービスモードを介して調整可能かということに関する情報については、このマニュアルの第3巻を参照してください。サービスモードの値は、5009制御システムがシャットダウンされているまたは起動モードのときに調整することができます。

カスケード設定点追跡

タービンスピード/負荷制御からカスケード制御へのバンプレスな移行を可能にするために、無効時に制御プロセス入力を追跡するようカスケードPIDをプログラムすることができます。この追跡機能がプログラムされると、カスケードPIDは、タービンのスピードまたは負荷の是正を実施させません。カスケード制御を有効にすると、その設定点を他の設定での必要に応じて移動することができます。

追跡を行わないカスケード設定点

カスケード制御が設定点追跡機能を使用しないようにプログラムされる場合、設定点は直近の設定（作動またはシャットダウン）のままとなります。5009制御システムの電源がオンにされると、設定点は設定点初期値にリセットされます。カスケード制御が有効で、感知されたプロセス信号が設定点と一致しないときは、カスケード制御は2つの信号を一致させるためにタービンスピード／負荷を制御された「不一致」レート（サービスモードで設定）で変化させます。

カスケードが制御パラメータで、許可条件の1つが失われるまたはカスケードが無効の場合、スピード設定点は、他のパラメータによる調整が行われるまで、直近の設定のままとなります。

カスケードドループ

他の外部コントローラとパラメータの制御を分担するときは、制御ループの安定のために、カスケードPIDがプログラム可能なドループフィードバック信号を受け取ることもできます。このフィードバック信号はカスケードPID出力のパーセンテージです。カスケードドループを使用する場合、カスケード入力信号は制御時にカスケード設定点と一致しません。この差異はプログラムされているドループの量（%）とカスケードPIDの出力によります。カスケードPIDにフィードバックされるドループ値は、以下の標準設定と等しくなります。

$$\text{PID出力\%} \times \text{カスケードドループ\%} \times \text{最大カスケード設定点} \times 0.0001$$

例: 25% x 5% x 600 psi (4137 kPa) x 0.0001 = 7.5 psi (51.71 kPa)

「カスケードドループ%」と最大カスケード設定点の値は、プログラムモードで設定され、PID出力%はカスケード要求によって決定されます。

関連するサービスモード変数の情報については、このマニュアルの第3巻を参照してください。

反転カスケード

必要な制御動作に応じて、カスケード入力信号は反転することができます。HPガバナバルブポジションを低減してカスケードプロセス信号を増加することが必要な場合、カスケード入力を反転するようにプログラムしてください。例えば、カスケードPIDがタービン入口蒸気圧力を制御するように設定される場合、カスケード入力は反転されなければなりません。タービン入口蒸気圧力を上げるには、HP制御バルブポジションを低減しなければなりません。

遠隔カスケード設定点

カスケード設定点はアナログ信号を介してポジショニングすることができます。これにより、プロセス制御または分散プラント制御システムによるカスケード設定点の遠隔的なポジショニングが可能になります。

遠隔カスケード設定点 (RCS) 範囲は、プログラムモードで設定することができ、サービスモードで調整することができます。

RCS入力は、5009のCCTインターフェース、接点入力、Modbus通信のいずれかを介して有効にすることができます。いずれかのコマンド発行元から直近に与えられたコマンドが、有効／無効を決定します。

RCSへのミリアンペア信号が範囲外（2 mA未満または22 mA超）の場合、アラームが出され、入力信号が是正されアラームがクリアされるまで、RCSは禁止されます。

遠隔カスケード設定点メッセージ

設定とシステム条件に応じて、RCSは以下の1つの状態になります。

- **無効**—RCSは有効でなく、カスケード設定点に影響しません。
- **有効**—RCSは有効ですが、カスケード制御はアクティブではありません。ブレーカが閉じられていない、スピードが最小ガバナよりも小さい、カスケードが制御していない、のいずれかの状況です。

- **有効**—RCSは有効ですが、カスケードが制御していません。カスケードが有効でRCSが設定点を制御していますが、スピードPIDがLSSバスを制御していません。
- **制御**—カスケードがLSSバスを制御しており、RCSがカスケード設定点をポジショニングしている。
- **禁止**—RCSを有効にすることができません。RCSにエラーがある、カスケード入力信号にエラーがある、制御停止が選択されている、ユニットがシャットダウンされている、RCSがプログラムされていない、のいずれかの状況です。

有効にしたとき、RCSがカスケード設定点と一致しないことがあります。このような場合、カスケード設定点はRCSまでプログラムされたカスケード設定点レート設定（サービスモードで設定）で変化します。制御が行われると、RCSはカスケード設定点をプログラムされた遠隔カスケード最大レートで調整します。遠隔カスケード最大レートが10に設定され、RCSアナログ入力が瞬間的に0ユニットから1,000ユニットへ移動した場合、RCSは（毎秒10ユニットで）1,000ユニットへ移動します。

遠隔カスケード有効論理

RCSとカスケード制御を有効にするには、以下の3つの選択肢があります。

- 遠隔カスケード有効接点入力のみがプログラムされる。
- 遠隔カスケード有効とカスケード有効の両方の接点入力プログラムされる。
- 有効コマンドがプログラムされない。

遠隔有効接点入力コマンドだけがプログラムされているとき、遠隔カスケード有効接点入力を閉じると、カスケード制御と遠隔カスケード制御の両方が有効になります。この設定により、両方の機能を1つのコマンドで有効にすることができます。

遠隔カスケード有効とカスケード制御有効の両方のコマンドがプログラムされているとき、各機能はそれぞれのコマンド選択によって有効になります。遠隔カスケード有効が選択される場合、RCSのみが有効になります。カスケード制御有効が選択される場合、カスケード制御のみが有効になります。遠隔カスケード無効が選択される場合、RCSのみが無効になります。カスケード制御無効が選択される場合、遠隔カスケード制御とカスケード制御の両方が無効になります。ただし、カスケードPIDが「制御」を行うことができるようになる前にカスケード無効コマンドが与えられると、カスケード制御のみが無効になります。

外部接点入力が有効コマンドとしてプログラムされていない場合、カスケード制御と遠隔カスケード制御はCCTインターフェースまたはModbusから有効にしなければなりません。CCTインターフェースとModbusは遠隔カスケード有効とカスケード制御有効の両方のコマンド出すため、両方の有効がプログラムされているときは同じ形態で作動します。

関連するサービスモードの変数に関する情報については、このマニュアルの第3巻を参照してください。すべての関連する遠隔カスケード制御パラメータはModbusを介して利用可能です。

シールガスPID制御

シールガスPIDコントローラは、あらゆるシステムプロセスを制御するように設定することができます。一般的に、このコントローラは、シールガス圧力を制御するために設定および使用されますが、あらゆる種類のPIDループ用に使用することもできます。

シールガスPIDは、4~20 mAプロセス信号と内部設定点を比較して、シールガスPID出力として設定されるアナログ出力を直接的にポジショニングすることができます。

シールガスPIDループは、専用接点入力、Modbusコマンド、CCTツールのいずれかを介して、手動または自動モードにすることができます。

接点入力がシールPID手動接点として機能するようにプログラムされている場合、接点が開かれるとシールPID制御は自動モードになり、閉じられると手動モードになります。このPIDがModbus/CCTを介して送られたコマンドによって自動モードにされる場合、手動モードに戻すには接点入力を開閉しなければなりません。

シールガスPID手動モード

シールガスPIDが手動モードのときは、引き上げ／引き下げコマンドを使ってその出力を直接的に操作することができます。これらのコマンドは、Modbus、CCT、シールガスPID引き上げ／引き下げ要求として設定された接点入力のいずれかを介して利用可能です。

CCTソフトウェアでは、手動モード選択を禁止することができます。この場合、シールガスPIDは、そのプロセス値が失われたときにのみ、手動モードになります。プロセス値が失われた場合、PID出力を自動的に増減させるように5009を設定することもできます。

シールガスPIDダイナミクス

シールガスPID制御は、独自のダイナミック設定を使用します。これらの値はCCTインターフェースからのみプログラム可能で、いつでも調整することができます。

シールガス設定点

シールガス設定点は、5009のCCTインターフェース、外部接点、Modbusのいずれかを介して調整することができます。カスケード設定点範囲は、プログラムモードで定義しなければなりません。

シールPID設定点引き上げまたは引き下げコマンドが発行されると、設定点はシールPID設定点レートで移動します。シールPID設定点引き上げまたは引き下げコマンドが3秒よりも長く選択される場合、設定点はカスケード設定点レートの3倍のファストレートで移動します。シールガス設定点レート、ファストレート遅延、ファストレートはすべて、サービスモードで調整することができます。

どのプログラムされた設定が5009制御システムのサービスモードを介して調整可能であるかということに関する情報については、このマニュアルの第3巻を参照してください。サービスモードの値は5009制御システムがシャットダウンされているまたは起動モードのときに調整することができます。

シールガスPIDドループ

他の外部コントローラとパラメータの制御を分担するときは、制御ループの安定のために、シールガスPIDがプログラム可能なドループフィードバック信号を受け取ることもできます。このフィードバック信号はPID出力のパーセンテージです。ドループを使用する場合、入力信号は制御時に設定点と一致しません。この差異はプログラムされているドループの量(%)とPIDの出力によります。PIDにフィードバックされるドループ値は、以下の標準設定と等しくなります。

$$\text{PID出力}\% \times \text{「シールドループ\%」} \times -0.01$$

サービスモードの関連調整項目に関する情報については、このマニュアルの第3巻を参照してください。

シールガスPIDデッドバンド

PVのわずかな揺動がPID出力に影響することがまったくないときは、デッドバンド(PV範囲のパーセンテージ)を設定することができます。

反転シールガスPID

必要な制御動作に応じて、シールガスPVの入力信号は反転することができます。

PID出力を低減してカスケードプロセス信号を増加することが必要な場合、カスケード入力を反転するようにプログラムしてください。

非常シャットダウン

非常シャットダウン状況が発生すると、両方のバルブ出力信号がゼロパーセント要求に移動し、シャットダウンリレーが非励起になります。要求をゼロに設定するという方法に加え、両方のバルブ出力信号をゼロミリアンペアにするという方法もあります。

ファーストアウト表示—この制御システムは、10個の個別外部トリップ入力(接点入力)を受け入れて非常シャットダウンを行うように設定することができます。トリップストリングの代わりにトリップ状況を直接的に制御システムへ配線することで、制御システムはトリップ信号を直接的に出力リレーに受け渡し(T&Tバルブをトリップさせ)、感知されたファーストリップ状況の表示も行います。すべてのトリップ状況は、制御システムのCCTプログラムとModbus通信を介して、個別に表示されます。もしくは、最大10個のアラーム入力(接点入力)をシステム関連アラーム状況を表示するように設定することもできます。

ファーストリップ表示はラッチされ、トリップ後にいつでも確認することができます。この制御システムは直近のトリップ状況20個を保存し、CCTアラーム履歴のページを介して表示します。ラッチされたファーストリップ表示をリセットすることはできません。これにより、オペレータは、そのトリップ状況がユニットのリセットおよび再起動から何時間または何日後であったかを確認することができます。

「トリップ出力リレー」(リレー#1)は、ユニットのトリップオイルヘッドソレノイドまたはトリップ論理に接続するよう意図されています。他のリレー出力がトリップリレーとしてプログラムされると、それぞれのリレーは専用トリップリレーのように機能し(通常は励起、シャットダウン時は非励起)、専用シャットダウンリレーのポジションを示します。

「シャットダウン状況」リレーは、遠隔パネルまたはプラントDCSにシャットダウン状況を表示するようにプログラムすることができます。シャットダウン表示リレーは通常時非励起です。このリレーはあらゆるシャットダウン状況で励起し、すべてのトリップがクリアされるまで励起状態を維持します。「リセットでトリップクリア」機能は、プログラム可能なシャットダウン表示リレーには影響しません。

通常シャットダウン

通常シャットダウン機能は、非常トリップとは逆に、制御された形でタービンを停止させるために使用されます。手動起動が選択され、アイドルスピードがプログラムされていない場合、制御シャットダウンを使用することはできません。停止コマンド(制御シャットダウン)が発行されると、以下のシーケンスが行われます。

1. スピードPIDおよび抽気PIDを除くすべての制御PIDおよび機能が無効になります。
2. 抽気制御が無効になります(抽気用途の場合LPリミッタは最大まで引き上げられます)。
3. レシオ/リミッタマップがHP/LP結合マップに移行します(使用される場合)。
4. スピード設定点が制御されたレートでゼロまで変化します。
5. HPバルブリミッタが制御されたレートでゼロまで変化します。
6. 5009制御システムがシャットダウンを行います(シャットダウンリレーは非励起、アクチュエータ駆動電流はゼロ)。
7. 「シャットダウン - 制御停止」のメッセージが表示されます。

重要

発電機用途の場合、5009制御システムは、最小負荷レベル到達時に自動的に発電機ブレーカ開コマンドを発行しません。

通常シャットダウンは、5009のCCTインターフェース、プログラムされた接点入力、Modbus通信リンクのいずれかから実行および中止することができます。通常シャットダウンコマンドがプログラムされた接点入力またはModbus通信リンクによって発行される場合、シャットダウンリクエストの確認は不要です。

通常シャットダウンシーケンスはいつでも中止することができます。このマニュアルの第6章(起動/運転)を参照してください。

通常シャットダウンシーケンス用にプログラムされた接点を閉じると、シャットダウンが行われます。シャットダウンシーケンスは、シャットダウンシーケンスの確認が不要であることを除き、上述のステップで行われます。接点を開くと、シーケンスは停止されます。Modbusで開始された通常シャットダウンシーケンスの停止と継続には、シーケンス開始とシーケンス停止の2つのコマンドが必要です。

5009制御システムのすべてのサービスパネルメッセージについては、第3巻を参照してください。

同期制御クロック

この制御システムは、内部リアルタイムクロックをネットワークに制御されるシステムクロックと同期させる能力を持っています。これにより、制御システムのリアルタイムクロックを1日に一度、プラント分散制御システムと揃えることができます。両システムのリアルタイムクロックを同期させることで、2つのシステムの間で時間オフセットの混乱なくアラームデータを時間ベースで比較することができます。

「同期制御クロック」機能は、AppManagerサービスツールプログラムを使ってCPUのネットワーク時間同期クロックのTCP/IPアドレスを設定することによって選択されます。この機能の設定に関する詳細については、第3巻を参照してください。

現場／遠隔機能

5009制御システムの現場／遠隔機能は、オペレータがタービンスキッドまたは5009制御システムでシステムを危険な状況にする可能性があるあらゆる遠隔コマンドを（遠隔制御室から）無効にすることを可能にします。この機能は一般的にシステム起動時またはシャットダウン時に使用され、オペレータが1人だけで5009の制御モードと設定を操作することを可能にします。

オペレータが現場または遠隔モードを選択できるようにするには、まず現場／遠隔機能をプログラムしなければなりません（サービスモードのCPU Commページ、ポート3の「CPU」設定を参照）。この機能がプログラムされていない場合は、すべての接点入力とModbusコマンド（Modbusがプログラムされている場合）が常にアクティブになります。現場／遠隔機能がプログラムされている場合、現場モードおよび遠隔モードをプログラムされた接点入力またはCCTプログラムを介して選択することができます。

現場モードを選択すると、5009制御システムは標準設定としてCCTプログラムからのみ操作できるようになります。このモードはすべてのModbusコマンドをあらゆるすべてのデバイスから無効にします。従来の設計と同様、あらゆる固定シーケンスの信号を無効にすることはありません。

現場モードが選択されると、5009制御システムは、そのCCTインターフェースを介した制御操作のみを可能にするように標準設定されます。必要に応じて、この標準設定機能は5009制御システムのサービスモードを介して変更することができます。現場モードが選択されると、5009制御システムは、接点入力、Modbusポート#1、Modbusポート#2を介した操作を可能にするように変更することができます。

遠隔モードを選択すると、5009制御システムは、CCTインターフェース、接点入力、すべてのModbusを介して操作することができます。接点入力を現場モードと遠隔モードの選択に使用するときは、接点入力を閉じると遠隔モードが選択され、接点入力を開くと現場モードが選択されます。

すべての関連する現場／遠隔制御パラメータは、Modbusリンクを介して利用可能です。

リレー

5009制御システムは、12個の利用可能なリレー出力を備えています。このうち2つは専用のリレーで、1つは5009制御システムからのシステムシャットダウン／トリップコマンド用、もう1つはアラーム表示用です。その他の10個のリレーはさまざまな表示およびシステム機能用にプログラムすることができます。

専用アラームリレーは通常時非励起です。このリレーは、アラーム状況で励起し、アラーム状況がクリアされるまで励起状態のままとなります。任意選択で、このリレーは5009制御システムのサービスモードを介して、アラーム

状況になったときにオン／オフの切り替えを繰り返すように設定することができます。この設定では、リセットコマンドが与えられてアラーム状況が引き続き存在する場合、リレーは切り替えを停止して励起状態を維持します。新しいアラーム状況で、リレーは再び切り替えを始めます。このオプションは、別のアラーム状況が起こったときのオペレータへの通知に使用することができます。

その他の10個のリレーは、いずれもレベルスイッチまたはモードや状況の表示として機能するようにプログラムすることができます。レベルスイッチとしてプログラムされたリレーは、選択されたパラメータがプログラムされたレベルに達すると状態が変わります（値がプログラムされたレベルよりも大きくなると励起）。レベルスイッチとして使用されていないリレーは、制御状態を表示するようにプログラムすることができます。トリップリレーを除いて、状態または事象を示すようにプログラムされたリレーは、その状態または事象が起こると励起します。

現在のリレーの状態（励起／非励起）とリレー設定は、Modbus通信リンクとCCTインターフェースの両方を介して表示されます。

リレーの解説

シャットダウン状況リレーは、遠隔パネルまたはプラントDCSにシャットダウン状況を示すようにプログラムすることができます。シャットダウン表示リレーは、通常時非励起です。このリレーは、何らかのシャットダウン状況で励起し、すべてのトリップがクリアされるまで励起状態を維持します。「リセットでトリップクリア」機能は、プログラム可能なシャットダウン表示リレーには影響しません。

トリップリレーとしてプログラムされる場合、そのリレーは専用シャットダウンリレーと同様に機能し（設定に応じて通常時励起または通常時非励起）、専用シャットダウンリレーのポジションを表示します。

アラーム状況リレーは、遠隔制御パネルまたはDCSにアラーム状況を表示するようにプログラムすることができます。アラーム表示リレーは、通常時非励起です。このリレーは、何らかのアラーム状況で励起し、すべてのアラームがクリアされるまで励起状態を維持します。「ブリンクアラーム」のオプションを使用する場合、プログラム可能なアラーム状況リレーはアラーム状況になったときにオン／オフの切り替えを繰り返します。この設定では、リセットコマンドが与えられてアラーム状況が引き続き存在する場合、リレーは切り替えを停止して励起状態を維持します。

オーバースピードテスト有効リレーは、オーバースピードテストが行われると励起します。タービンスピードがタービンオーバースピードトリップ設定を超えると、このリレーはオン／オフの切り替えを繰り返します。

タービンのアンダスピードまたは過負荷状況を表示するために、アンダスピードスイッチ機能をプログラムすることができます。アンダスピードオプションが設定されている場合、タービンスピードは、最小ガバナスピード設定よりも高いレベルになると、最小ガバナスピード設定よりも100 rpm低い値に減少し、当該リレーが励起します（アンダスピード状況を示します）。アンダスピード設定は、サービスモードの「スピード値」ヘッダを介して調整することができます。

同期有効機能がプログラムされている場合、同期コマンドが与えられると、割り当てられたリレーが励起します。ユニット発電機ブレーカまたはユーティリティタイブレーカが閉じた後、この機能は無効になり、リレーは非励起になります。発電機ブレーカやユーティリティタイブレーカの同期には、5009制御システムの同期機能を使用することができます。

同期／負荷分担有効機能がプログラムされている場合、同期コマンドが与えられるまたは負荷分散が選択されると、割り当てられたリレーが励起します。発電機ブレーカ入力とユーティリティタイブレーカ入力の両方が閉じられると（負荷分担非選択）、この機能は無効になり、リレーは非励起になります。

Modbus機能がプログラムされている場合、当該Modbusの「リレーXオン」が発行されると割り当てられたリレーが励起し、当該Modbusの「リレーXオフ」が発行されると非励起になります。この機能により、5009制御システムのリレーをModbusから直接的に操作して、システム関連機能（同期）を制御することが可能です。

第6章

5009制御システムの操作

はじめに

5009制御システムは、装備されるCCTプログラム、ディスクリート／アナログ入出力、Modbus(OpView)を介して通信するデバイスと連動することを目的としています。5009制御システムの操作アーキテクチャは、作動モードと設定モードの2つのセクションに分けられます。設定モードは、個々の用途に合わせた5009制御システムの設定と、すべての運転パラメータの設定(第3巻参照)に使用されます。制御システムからのすべての出力が無効になるため、このモードにするとときはタービンが作動してはなりません。作動モードは、通常のタービン作動モードで、運転パラメータの確認とタービンの作動に使用されます。タービン作動中は、サービスモードという第3のモードが利用可能で、制御の調整、較正、その他の個別パラメータにアクセスすることができます。すべての運転パラメータは、CCTインターフェースプログラム、Modbusコマンド(OpView)、5009制御システムへのディスクリート／アナログ入力から制御することができます。



警告

デバイスの較正が不適切な場合、タービンの損傷や、人身事故もしくは死亡事故が発生する恐れがあります。タービンの初回起動時、およびその後定期的に、すべての外部入出力デバイスの較正を確認してください。



警告

このマニュアルには、タービンシステム全体の操作に関する説明は含まれません。タービンやプラントの操作説明については、プラント装置メーカーにお問い合わせください。

5009システムの電源投入

初回起動時は、以下の手順に従う必要があります。電源を入れる前に、制御システムが第2巻に説明するとおり配線および設置されていなければなりません。この手順のいかなる場合においても、定められたまたは期待される結果が得られないときは、第2巻を参照してシステムのトラブルシューティングを行ってください。

1. タービンが外的にトリップしていることを確認します(手動トリップバルブを閉じます)。
2. すべてのモジュールが5009制御システムへ確実に差し込まれていることと、モジュールとFTMを接続するすべてのケーブルが正しい場所に確実に取り付けられていることを確認します。
3. 1つ目の電源供給装置をオンにし、その電源供給装置の緑色のLEDのみが点灯していることを確認します。
4. 2つ目の電源供給装置をオンにし、その電源供給装置の緑色のLEDのみが点灯していることを確認します。
5. 制御システムが自動的にオフラインCPU診断を行い、アプリケーションを起動し、各CPUを同期し、I/Oを初期化します。この動作には約2分間かかります。
6. 上記の手順を行ってもユニットが初期化されない場合 - 各カーネル CPU のリセットボタン(モジュール上部付近)を短く押します。これにより、制御システムのブートアッププロセスを再初期化します。

すべてのCPUが同期され、それぞれの診断テストが完了すると、赤いLEDがすべて消灯します。制御システムはアプリケーションプログラムの実行を始めます。これで、5009制御システムは作動しています。作動モードのパラメータ設定や較正を行うことができるようになるには、第3巻で説明するCCTインターフェースプログラムを使って制御システムを設定しなければなりません。制御システムに個々の現場データが設定されると、残りの運転機能を実行することができます。

バルブ／アクチュエータの較正とテスト

初回運転前、またはアクチュエータやバルブの動きが影響を受けている可能性があるタービンオーバホール後は、以下のバルブ較正手順に従って、5009制御システムが両方のバルブ(HPとLP)に対して確実に較正されているようにする必要があります。5009制御システムは、アクチュエータ出力電流を使ってHPバルブとLPバルブのポジションを感知します。5009制御システムは、これらのバルブポジションを使って内部タービンレシオと運転限度を計算します。よって、5009制御システムが各制御バルブの実際の動きに対して正しく較正されていないと、タービン運転限度の計算に誤りが生じます。5009制御システムの出力を較正したら、各バルブを手動でストロークさせ、5009制御システムと実際のバルブポジションのできるだけ厳密な一致を確認することを推奨します。

有効なプログラムが入力されると、必要に応じて、アクチュエータとバルブの最小および最大ポジションを調整およびテストすることができます。アクチュエータおよびバルブのポジションは、そのアクチュエータへのドライバ電流に決定されます。最大アクチュエータ電流は、最小アクチュエータ電流よりも低く調整することはできません(表6-1参照)。最小アクチュエータ電流は、最大アクチュエータ電流よりも高く調整することはできません。ドライバ電流範囲は設定モードでのドライバ設定の設定値によって決定されます。

アクチュエータとバルブの動作を調整またはテストするときは、最小停止においてバルブが十分に後退している(1~2%)ことを確認してください。これにより、各バルブが完全に閉じることができることを確実にします。

表 6-1. アクチュエータドライバ限度

ドライバ限度	20~160 mAレンジ	4~20 mAレンジ
過大電流	最大設定を10%上回る	最大設定を10%上回る
過小電流	最小設定を10%下回る	最小設定を10%下回る
最大出力電流範囲	8~196 mA	1.8~24 mA
最大出力インピーダンス	45 ohms	360 ohms
最小停止調整範囲	8~100 mA	1.8~12 mA
最大停止調整範囲	100~196 mA	12~24 mA

アクチュエータ分解能に対する正しい制御を確保するため、アクチュエータ出力のスパンを100 mA(20~160 mAの場合)または12 mA(4~20 mAの場合)のレンジよりも小さく較正しないでください。場合によっては、アクチュエータとバルブの連携を調整して5009とバルブの正しい分解能を確保することが必要になる可能性があります。

5009制御システムがシャットダウン状態のときにのみ、ストロークオプションが利用可能です。ユーザが、トリップ時にアクチュエータへの電流を遮断するようにユニットを設定している場合(タービン保護ページで設定)、5009制御システムのアクチュエータをストロークまたは較正するには、CALMODEの入力後にリセットを行う必要があります。ストロークモードを有効にしたら、最小停止および最大停止を調整して出力を手動でストロークさせるオプションが利用可能です。最小および最大ポジションを調整したら、手動調整モードを使用してアクチュエータとバルブをゼロから100%にストロークさせることができます。これにより、アクチュエータとバルブの両方について、固着、遊び、分解能、直線性、再現性をテストすることが可能です。アクチュエータとバルブのポジションは、CCTインターフェースプログラムを使って変更することができます(第3巻参照)。較正を行ったら、ユーザはModbusコマンドを介してバルブをストロークさせることができます(OpView - 第4巻参照)。安全対策として、タービンスピードが400 rpmを超える場合、バルブ／アクチュエータの較正とテストは自動的に無効になり、アクチュエータの電流はゼロになります。

バルブの較正／ストローク手順



警告

較正または試験を行う前に、ユニットをトリップさせて蒸気供給を切り離さなければなりません。これは、制御バルブの開放によって蒸気がタービンに入らないようにすることを確実にするためです。このプロセスの間、内部オーバースピード感知およびリレーは無効になります。タービンのオーバースピードは、タービンの損傷や、作業者の重傷、死亡の原因となる可能性があります。このプロセスでは、タービンへの蒸気を他の方法で遮断しなければなりません。

1. タービンをシャットダウンさせ、CCTを介して5009FT制御システムを制御モードにします。
2. リセットコマンドを実行します。
3. **CCT**: 起動モードのセキュリティ論理をアンロックします。起動モードのセキュリティ論理がロックされている場合、較正設定はモニタリングのみが可能です。起動モードのセキュリティ論理がアンロックされると、較正設定はモニタリングと変更が可能です。起動モードのセキュリティ論理のロックおよびアンロックの説明については、第3巻のセキュリティボタンの節を参照してください。
4. 比例アクチュエータの場合: サービスモードまたは設定モードにおいて、CCTプログラムで比例アクチュエータチャンネル#1または#2にします。

バルブを手動でストロークさせるには: ページ下部に、手動要求と、バルブがその要求値(入力されている場合)まで動くレートを入力するハンドルがあります。

バルブを較正するには: 入力チャンネル較正ボタンをクリックし、トグルボタンを使ってバルブを最小または最大に保持し、アクチュエータ電流範囲のセクションで対応する電流を調整します。このプロセスで、バルブがゼロまたは100%にあることを確認してください。

5. 積分アクチュエータの場合: サービスモードまたは設定モードにおいて、積分アクチュエータチャンネル#1または#2にします。

バルブを手動でストロークさせるには: FORCE Act #出力のセクションを使って要求ポジションとその値まで動くレートを入力します。

バルブを較正するには: 最初から最後まで、段階的シーケンスに従ってください。このプロセスにおいて、ルーチンの最後に較正要求を入力して冗長チャンネルそれぞれを設定することができます。

タービン起動

選択した起動モードに応じて、タービンの起動に関する完全な情報についてはタービンメーカーの運転手順を、段階的手順についてはこのマニュアルの第5章を参照してください。以下は一般的な起動手順です。



警告

エンジン、タービンまたは他のタイプの原動機には、その原動機が暴走したり、その原動機に対して損傷を与えたり、またその結果、人身事故、死亡事故または物的損害が発生するのを防止するために、必ずオーバースピード・シャットダウン装置を取り付けること。
このオーバースピード・シャットダウン装置は、原動機制御システムからは完全に独立して動作するものでなければならない。安全対策上必要であれば、オーバテンペレイチャ・シャットダウン装置や、オーバプレッシャ・シャットダウン装置も取り付けること。

1. 制御リセットを行ってすべてのアラームとトリップをクリアし、(抽気ユニットの場合は)LPバルブリミッタを100%まで増やします。「リセットでトリップクリア」設定が「可能」にプログラムされている場合、シャットダウン後に制御リセットを行うと5009のシャットダウンリレーがリセットまたは励起します。「リセットでトリップクリア」設定が「不可能」にプログラムされている場合、すべてのトリップ状況がクリアされた後でのみ、制御リセットを行うとシャットダウンリレーがリセットまたは励起します。
2. 起動コマンドを実行して設定された起動モードを開始します。半自動起動モードが設定されている場合、バルブリミッタは手動で増加させて制御バルブを開かなければなりません。
 - 用途が起動許可条件接点入力を使用し、起動コマンドが発行されたときにこの接点入力が開閉してなかった場合、「起動許可条件が開閉していない」アラームが発行されます。
3. 選択された起動モードが実行された後、タービンは最小またはアイドルスピード設定で作動します。5009のスピード設定点は、アイドルスピードがプログラムされない限り、最小ガバナンススピードまで移動します。タービンがアイドルスピードで制御するためには、アイドル/定格手動R/Lのみ、または自動起動シーケンス機能がプログラムされていなければなりません。自動起動シーケンスを使う場合、5009は、ローアイドルになると、シーケンスの段階的な変化を始めます。このシーケンスは停止することができ、定格スピードを選択する(アイドル/定格を使用する場合)か、またはオペレータが外部スイッチまたはModbus通信リンク(CCT、OpView)を介してタービンスピードをスピード引き上げ/引き下コマンドで変化させることができます。

起動コマンドとリセットコマンドは、接点入力を閉じる(プログラムされている場合)、CCTプログラム、Modbus通信リンクのいずれかから選択することができます。さらに、Modbusリンクを介して、スピード設定点が最小まで移動、起動許可条件閉、起動許可条件が開閉していない、などの表示が利用可能です。

スピード画面

CCTインターフェースプログラムとOpViewは、タービン起動画面を持ち、ユーザはタービンの起動に必要なすべてのパラメータにアクセスすることができます。画面とこれらのパラメータへのアクセスに関する詳細な説明は、CCTについては第3巻、OpViewについては第4巻を参照してください。設定されている場合、接点入力は5009制御システムにおいて同じ機能を行います。

アイドル/定格起動

アイドル/定格起動手順の詳細については、このマニュアルの第4章を参照してください。起動コマンドを受けると、スピード設定点は即座に実際のタービンスピードに設定されます。スピードがゼロの場合、スピード設定点はアイドル設定へ変化します。スピードをプログラムされた定格設定点設定へ上昇させるには、定格スピードコマンドを選択します。定格コマンドは、アイドル/定格接点(プログラムされている場合)を閉じることによって、またはModbus通信リンクから「定格へ移動」コマンドを選択することによって発行することができます。スピード設定点は、定格設定点設定へ移動している間、危険スピード防止回避帯域内でないあらゆる場所で、スピード設定点引き上げまたは引き下げコマンドを発行することによって停止することができます。これは、スピード引き上げ/引き下げ接点入力を閉じる、もしくはModbus通信リンクからスピード引き上げまたは引き下げを選択することによって行うことができます。スピード設定点は、定格コマンドが再発行されると、再び定格スピード設定へ変化します。

起動すると、スピード設定点は、アイドルスピード設定へ変化します。しかし、アイドルスピード設定は、状況が許せば、アイドル/定格接点(プログラムされている場合)を開く、またはModbus通信リンクから「アイドルへ移動」を選択することによって、再び選択することができます。

アイドル/定格機能のもう1つの機能に、「定格へ移動」オプションがあります。これは、スピード設定点が定格スピード設定点へ移動することだけを可能にし、アイドルを選択することはできません。この機能は、CCTのサービスマードでのみ、設定することができます。この機能がアイドル/定格接点入力で使用される場合、接点を閉じるとスピード設定点が定格スピード設定へ移動し、接点を開くと「アイドルへ移動」を選択するのではなく、スピード設定点の変化を止めます。定格スピード設定への変化を続けるには、接点を再び閉じるか、Modbus通信リンクから「定格へ移動」を選択してください。

Modbusリンクを介して、アイドルへ移動、アイドル、タービンが危険スピード帯域内、定格へ移動中、定格、の表示が利用可能です。これらの表示に加えて、アイドルスピード設定点と定格スピード設定点アナログ値も利用可能です。

自動起動シーケンス

起動コマンドが発行されると、スピード設定点は即座にタービンの実際のスピードに設定され、シーケンスはこの時点から継続されます。このシーケンスは自動ですが、中止することができます。自動起動シーケンスの中止は、中止／継続接点（プログラムされている場合）を開放、Modbus通信リンクから中止を選択、スピード設定点引き上げまたは引き下げコマンドを選択、のいずれかによって行うことが可能です。フィードバックを行うために、リレーは自動起動シーケンスが中止されたことを示すようにプログラムすることができます。このシーケンスは中止／継続接点を閉じる、またはModbus通信リンクから継続を選択することによって再始動することができます。

Modbusリンクを介して以下の自動起動シーケンス表示が利用可能です。

- 設定点が最小へ移動中
- 設定点がローアイドル
- ハイアイドルへ移動中
- 設定点がハイアイドル
- タービンが危険スピード帯域内
- 定格へ移動中
- 定格

これらの表示に加えて、以下も利用可能で、総合的なシーケンス情報を提示します。

- ローアイドルスピード設定点
- ローアイドル遅延時間
- ローアイドルでの滞留時間
- ローアイドルからハイアイドルへのレート
- ハイアイドルスピード設定点
- ハイアイドル遅延時間
- ハイアイドル滞留時間
- ハイアイドルから定格へのレート
- 定格スピード設定点
- 作動時間(時間)
- トリップからの時間のアナログ値

ダイナミック調整

スピード、カスケード、抽気／混気、補助の制御ループは、PIDコントローラを使用します。各制御ループの反応は、最適な反応に調整することができますが、PIDコントローラとは何かということと、各コントローラ調整がコントローラの反応に及ぼす影響を理解しておくことは重要です。比例ゲイン、積分ゲイン(安定)、SDR(スピード微分レシオ)は、制御ループの反応をシステムの反応と一致させるのに使用される、調整可能な相互作用パラメータです。これらは、P(比例)、I(積分)、D(微分)の項に相当し、5009制御システムによって以下のように表示されません。

P = 比例ゲイン(%)

I = 積分ゲイン(%)

D = 微分(DRおよびIIによって決まる)

比例制御

比例反応は、プロセスの変化と直接的に比例します。例：真っ直ぐで傾斜のない道路で一定スピードを維持するようにハンドスロットルを設定します。比例制御(同じ例を使用)では、車が坂のようないかなる道路変化にも影響されない限り、一定スピードが得られます。スロットルが何らかの特定設定に設定されると、車が直進および水平を維持する限り、車のスピードは一定を維持します。車が坂を登ると、スピードが低下します。もちろん、坂を下るとスピードが上昇します。

積分制御

積分はプロセスと設定点負荷の変化に対する補正を行います。例：クルーズコントロールは坂道に関係なく、一定スピードを維持します。「リセット」と呼ばれることもある積分は、プロセス変数が設定点から離れている限り、もとの比例反応に付加的な動作を行います。積分は、逸脱の度合いと期間の関数です。この例では、リセット反応が、車のスピードを地形に関係なく一定に維持します。

微分

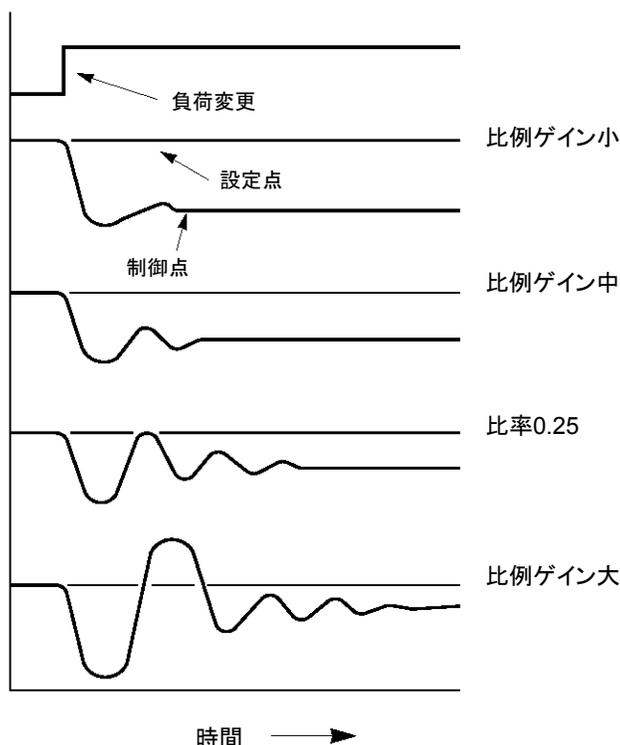
微分は一時的な過量修正を提供し、伝達遅れが長い場合の補正と、混乱したプロセス(瞬間的障害)を安定化する時間の低減を行います。例:合流時に流れの速い車線にあわせて加速します。微分は「事前動作」や「レート」とも呼ばれ、この動作が行われるのはプロセス変更時のみで、またプロセスが変更するスピードが直接的に関係しているため、正確な例を示すのは非常に困難です。合流路上から高速道路の速い流れへの合流は、容易なことではなく、増減両方向に加速補正(一時的な過量修正)を必要とします。緩速車線でブレーキをかけて車をやり過ぎたり、加速して車の前にでたりすることが、微分動作です。

比例反応

コントローラの変化量は、プロセス変化とコントローラの比例ゲイン設定に直接的に関係します。コントローラの出力変化はプロセスの変化に比例します。プロセスの変化がなければ、微分動作と関係なく、コントローラからの出力の変化(またはバルブの変化)はありません。その結果、もとの要求設定点と結果的な制御点の降下に望ましくないずれが生じます。

比例ゲイン(設定の影響)

図6-1は、比例ゲイン設定が制御に与える影響を示しています。一番上のグラフから始めて、負荷を変化させます。小さな比例ゲイン(バルブを完全に動かすために大きなプロセス変化が必要であることを示します)では、安定性は良好ですが、オフセットは非常に大きくなります。中程度のゲイン設定(大きな数値の設定)では、安定性はまだ良好で、オフセットはやはりかなり大きくなります。設定を高くすると、オフセットは大幅に小さくなりますが、安定性が低下します。比率0.25では、オフセットを最小限に抑えつつ、安定性は0.25%の減衰となり、影響が最低限になります。この減衰比(0.25%)は、2番目のサイクルが1番目のサイクルの1/4の場合、サイクルが確認できなくなるまで、次のサイクルが前のサイクルの1/4になるということを意味します。



830-360
92-08-03 DAR

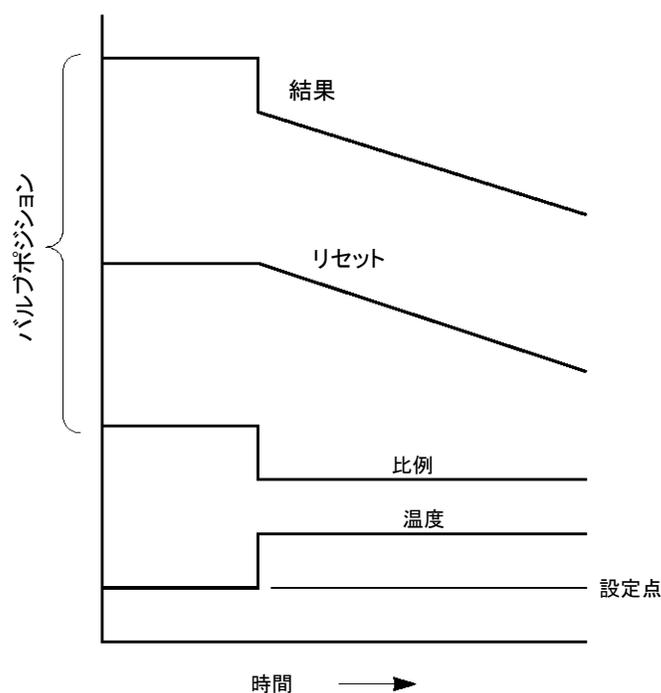
図 6-1. 比例ゲイン設定効果

比例ゲインは適切なプロセスの安定が得られるように調整されるため、その効果を継続的に高めることがオフセット状況を是正することにはなりません。安定性とオフセットの程度は、比例設定の設定と直接的に関係します。もちろん、安定性はプロセスの安定性によっても影響されます。本質的には、比例設定によるコントローラからの出力の量は、エラーに起因します。エラーがない場合、比例効果はありません。

積分反応

Woodwardの制御で述べられているとおり、積分反応は1分間あたりの繰り返し(またはリセットレート)です。よって、積分ゲインが大きい(数値が大きい)と、リセット動作の量が多いことになります。逆に、積分ゲインが小さい(数値が小さい)と、リセット動作がゆっくりになります。

積分反応は、正比例制御に起因するオフセットを解消するためのものです。図6-2は、どのようにコントローラの動作が測定値の変化に比例するかを示しますが、前述のとおり、この結果にはオフセットがあります。積分(またはリセット)動作は、時間と偏差の大きさの関数です。オフセット状況(負荷の変化による)が存在する限り、積分動作が行われています。



830-361
92-08-03 DAR

図 6-2. 開ループ比例／積分反応

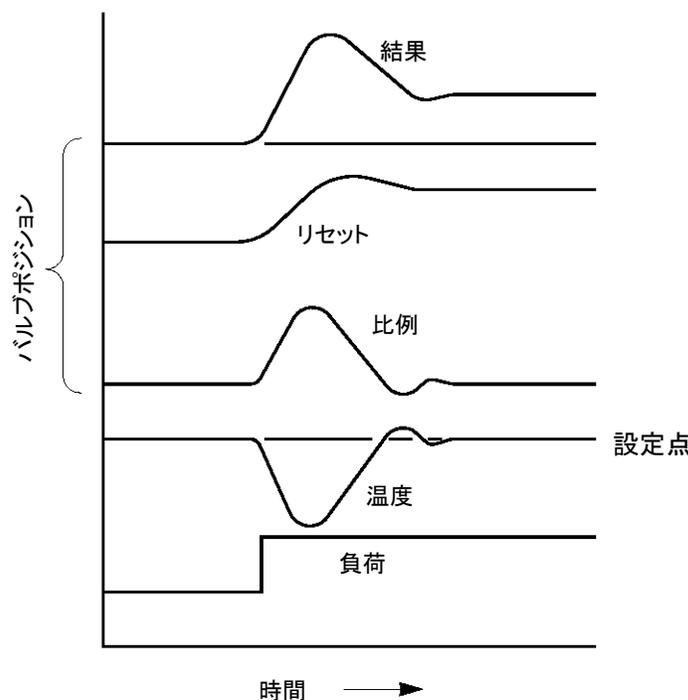
積分反応の量は以下の4つの要素の関数です。

- 偏差の大きさ
- 偏差の時間
- 比例ゲイン設定
- 積分設定

この開ループ図(5-2)では、積分反応は温度と設定点の間に存在するオフセット状況によって増加しています。結果的な動作は一番上の段階的な比例反応を示すグラフで、測定値の変化がなくなるとすぐに止まります。そして、偏差の積分に相当する量の積分(またはリセット)動作が比例動作に加えられます。すなわち、設定点とプロセス測定値との間に差(偏差)が存在する限り、リセット動作が(一方向または両方向に)続きます。この場合、システムは開ループであるため、偏差が解消されることは(または低減されることさえ)ありません。

比例 + 積分(閉ループ)

図6-3は、積分動作の閉ループ効果を示しています。一番下の曲線が負荷の変化です。その上の曲線は設定点と測定された可変数である温度です。負荷が変化すると、温度は落ち込み、設定点から離れます。その上の曲線は比例動作を示し、測定された可変数と比例します。積分曲線が比例曲線に加わって異なるバルブポジションになり、プロセスを設定点に戻します。



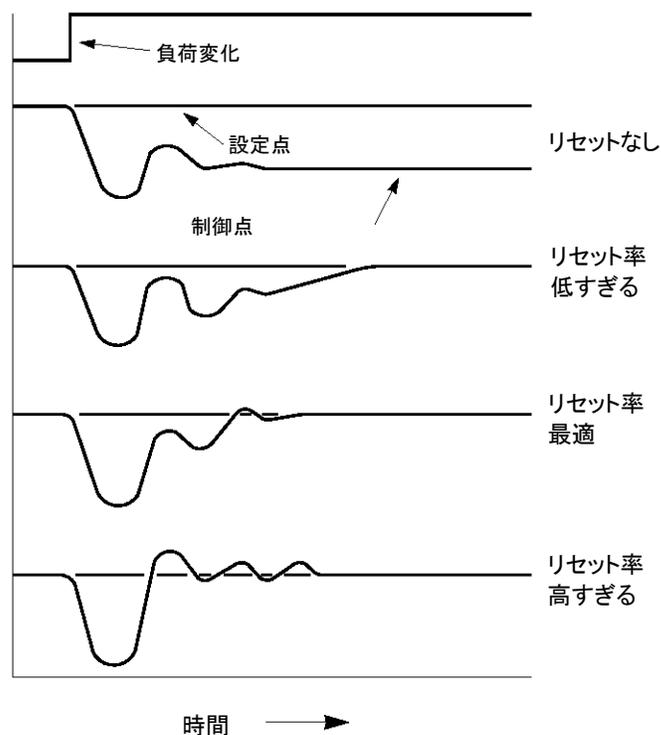
830-362
92-08-03 DAR

図 6-3. 閉ループ比例/積分反応

しかし、閉ループでは(開ループとは逆に)、測定値が設定点に向かって減衰すると、測定値の変化と比例的に比例動作が起こります。測定値が設定点に到達し積分動作がゼロになるまで、偏差の大きさと時間に比例して積分動作が減衰します。

積分(設定の影響)

図6-4は、積分動作が速いまたは遅い場合の影響を示しています。ある負荷変化について、偏差によってもたらされるのは比例反応のみです。負荷変化の回復時間が重要であるため、積分設定は最小の時間でさらなるサイクルを追加することなくオフセットを解消する必要があります。2サイクルが加えられる場合、過大な積分ゲインが追加されます。もちろん、比例がまず達成しなければならないのは減衰率1/4だけです。サイクルが増えると、過度のサイクルが許容される場合、さらに積分をオフにするか、コントローラを「手動」にしなければなりません。理想的には、下から2番目の曲線のように、設定点に到達後、プロセスはサイクルを継続すべきではありません。



830-363

92-08-03 DAR

図 6-4. 積分ゲイン(リセット)設定反応

微分反応

プロセス制御ループにおいて、微分動作はプロセスがどれだけ速く変化するか(変化率)に直接的に関係します。プロセス変化が遅い場合、微分動作はその変化率に比例します。微分は比例動作を促進させます。微分は、プロセスの変化が始まる時、プロセスがレートを変化させるとき、およびプロセスの変化が止まる時に行われます。

微分動作は以下の3つの条件でのみ行われます。

- プロセスの変化が始まる時
- プロセスにおいてレートが変化するとき
- プロセスの変化が止まる時

微分動作の最終的な結果は、あらゆるプロセスの変化に抗うことで、比例動作との組み合わせによって、混乱後にプロセスを設定点へ戻すときの安定化時間を減少させます。微分はオフセットを解消しません。Woodwardの微分は、入力優性とフィードバック優性の2つの機能領域に分かれます。DR(微分比)の許容値は0.01から100の範囲です。もっとも一般的な微分はフィードバック優性で、1~100のDRで自動的に選択されます。入力優性領域は、0.01~1のDRで選択されます。

フィードバック優性は、微分動作をPID式の積分フィードバック項に適用し、入力優性微分よりも安定しています。フィードバック優性は、是正措置をすぐに行うことはなく、ノイズの影響を受けにくくなります。微分を調整するとき、調整が容易であり過剰な値の許容度がより高いため、DRは1~100の範囲になります。多くのPIDはフィードバック優性微分を使用します。

入力優性微分は、PID式の積分項の前にDR項を適用します。DRが1よりも小さいとき、微分は入力優性となり、プロセスの混乱に即座に反応します。この機能は、負荷軸タービンスピードといった負荷パラメータを制御するPIDとの非常に高い適応度を示します。入力優性微分は感度が高いため、高周波ノイズを伴わない用途にのみ使用されるべきです。

入力優性とフィードバック優性の特徴を除き、一方の領域の逆数はもう一方の領域と一致します。例として、DRが5.0とすると、逆数は $1/5$ です。すなわち、DRが5.0のときはDRが0.200のときと同じになるということになります。5.0のときと0.2のときの反応の差は、優性特徴にあります。使用する微分の種類が疑わしい場合は、 $1 < DR < 100$ のフィードバック優性を設定してください。

比例 + 微分(閉ループ)

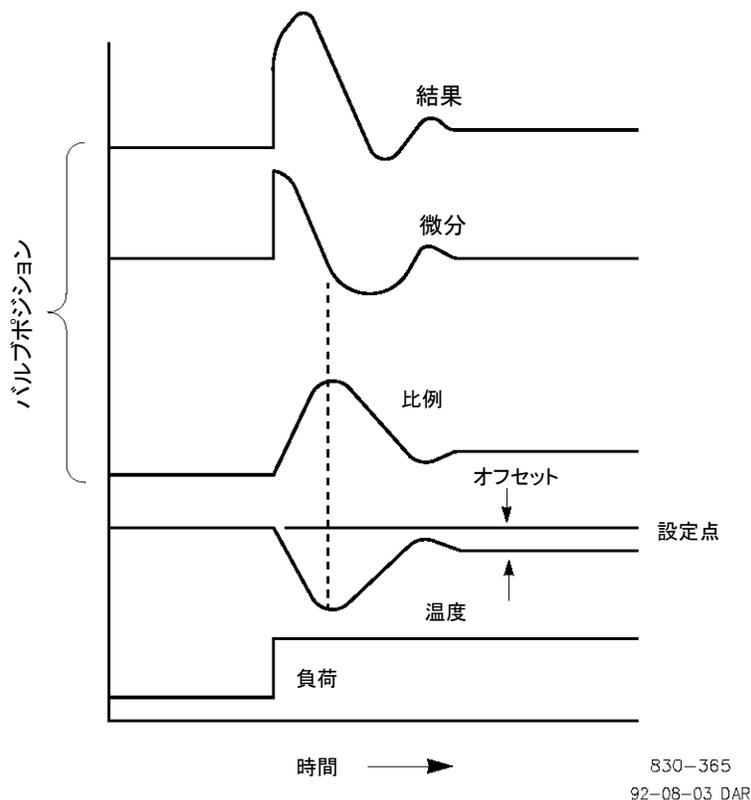


図 6-5. 閉ループ比例／微分動作

図6-5は、微分がどのように機能していずれかの方向のプロセスの変化に抗うかを示しています。点線は、ゼロに向かうプロセス偏差に対抗する、ゼロを通過する微分動作を示しています。要求設定点と負荷の変化の結果として落ち込んだ制御点の間にまだオフセットが存在することに注目してください。一番上の曲線は、結果的コントローラ出力、比例と微分の合計です。負荷変化ではなく混乱(瞬間的)が起こった場合、オフセットは生じません。

微分(設定の影響)

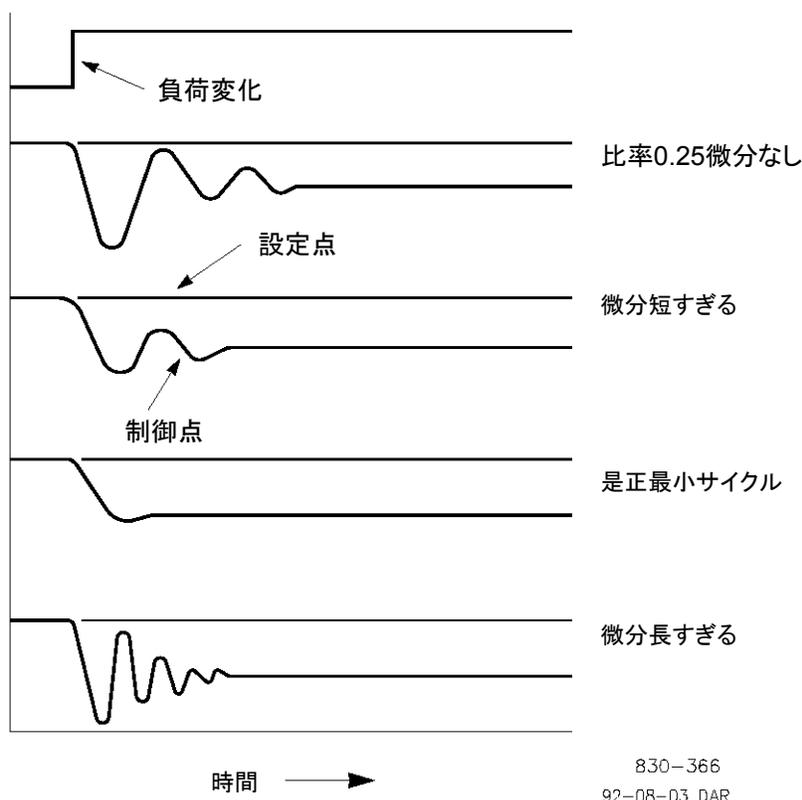


図 6-6. 微分設定の影響

図6-6は、さまざまな微分設定の影響を示しています。曲線は、微分時間を正しく調整するためにどのような種類の制御が望まれるかということに依存するため、互いに関係しています。例えば、(示されるように)最小サイクルが望まれる場合、1サイクルを超えて解消され、もちろん $1/4$ の減衰が破壊されるまで、比例によって得られる $1/4$ 減衰サイクルに微分が加えられます。ただし、ほとんどの場合、 $1/4$ 減衰サイクルの保持が望まれます。その場合、微分が減衰率 $1/4$ から1サイクルだけを解消する点に加えられ、ゲインは減衰率 $1/4$ が復元されるまで増加されます。上記のすべての曲線において、オフセットは積分(リセット)の追加によってのみ解消されることが可能であるため、オフセットが存在していることがわかります。

比例 + 積分 + 微分(閉ループ)

図6-7は、負荷変化が閉ループで起こるときの、制御システムのPIDモードの相互作用に対するバルブポジションの関係を示します。負荷の変化によって温度が低下すると、比例動作が測定値(温度)の変化に比例して制御バルブを動かします。偏差の大きさと時間(期間)に起因して、積分ゲイン/リセットが比例動作に加わります。測定値がいずれかの方向に移動するスピードに基づき、微分が一時的な過量修正を行います。結果として得られる曲線(一番上)は、同様の過量修正を示します(この場合)が、さらにバルブは設定点での測定値を維持するために必要な新しいポジションにとどまります。

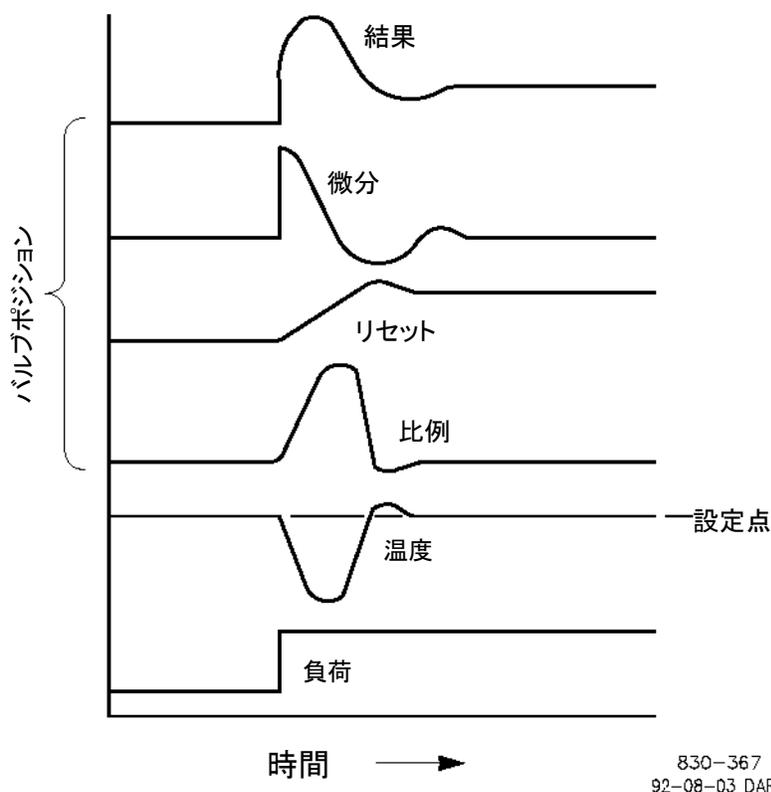


図 6-7. 閉ループ比例／積分／微分動作

要約すると、微分は一時的な過量修正を行って長い伝達遅れを補正し、プロセス混乱時(瞬間的変動)の安定化時間を低減します。

注

測定された信号に標準的に高周波ノイズが存在するまたは伝達遅れがタービンのデッドタイムによる場合は使用しないでください。比例が減衰率1/4に設定され、微分が1サイクルを解消するように調整されて減衰比1/4を低減した後、比例ゲインを増やして減衰率1/4を回復することができます。

微分の追加

微分率(DR)の項の値は、0.01~100の範囲です。5009制御システムのダイナミクス調整を簡素化するために、積分ゲイン値の調整はPIDコントローラのI項とD項の両方を設定します。DR項は、積分ゲイン値が「D」項に与える影響の度合いを定め、コントローラの設定を入力レート高感度(入力優性)からフィードバックレート高感度(フィードバック優性)およびその逆に変更します。DR調整の考え得るもう1つの使用は、コントローラをPIDからPIコントローラに再設定することです。これは、入力優性またはフィードバック優性のどちらのコントローラが望まれるかに応じてDR項をその上限または下限に調整することによって行われます。

- 1~100のDR設定はフィードバック優性モードを選択します。
- 0.01~1のDR設定は入力優性モードを選択します。
- 0.01 または 100のDR設定はそれぞれ入力優性およびフィードバック優性におけるPIコントローラを選択します。

これらの設定の1つから別の設定に変更することは、通常運転において影響はありませんが、ガバナが制御を行っている(起動時、全負荷変化時、他のチャンネルからの制御移行時)と反応に大きな差が生じます。

入力優性コントローラは、その入力(スピード、カスケード入力、補助入力)のレート変化へのより高い感度を持っており、設定点のオーバシュートをフィードバック優性コントローラよりも良好に防ぐことができます。起動時および

全負荷遮断時はこの反応が望ましいですが、円滑な移行反応が望まれる一部のシステムでは、過度の制御動作を引き起こすことになります。

フィードバック優性として設定されたコントローラは、そのフィードバックのレート変化(LSS)へのより高い感度を持っています。フィードバック優性コントローラは、コントローラがその設定点に近いけれどもまだ制御を行っているときに、LSSバスの変化レートを制限する能力を持ちます。このLSSバスの制限により、フィードバック優性コントローラは、入力優性コントローラと比較してより円滑な制御移行を行うことができます。

一般的な現場調整ガイドライン

自動制御システムから得られる制御の質は、さまざまなコントローラモードでの調整に依存します。調整が系統的に行われると、最良の結果が得られます。この手順を効果的に適用するには、事前にコントローラの調整について訓練および経験することが望まれます。

この手順は、以下を実現するコントローラ設定を行うためのものです。

- 持続サイクルを伴わないプロセス制御
- 最小時間でのプロセス回復

ある運転条件のために行われるコントローラ設定は、負荷変化の狭い範囲について有効です。ある運転条件について行われた設定は、他の一部の運転条件では過剰サイクルや非常に鈍い反応となる可能性があります。この手順は、もっとも困難な運転条件で適用し、標準運転範囲では控えめな設定となるようにする必要があります。標準運転レベルからの過度の逸脱を防ぐために、設定点変化の平均をプロセスの標準設定点付近に維持するのが良い方法です。各設定点変化の後で、直近の調整の影響を観察する十分な時間を設けてください(図6-8参照)。変化の約90%が完了するまで待つのが賢明です。

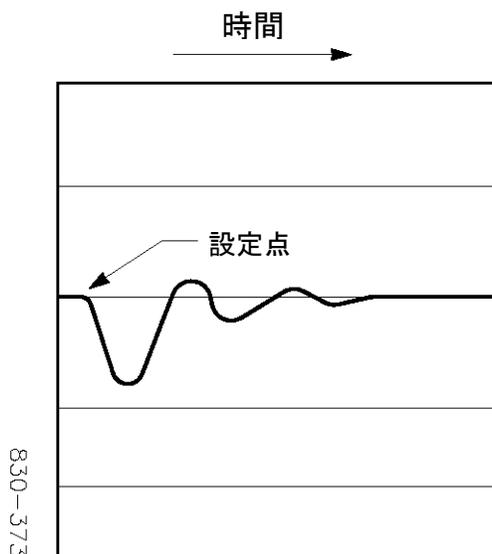


図 6-8. 負荷変化に対する一般的な反応

調整例

システムが不安定な場合、ガバナが原因であることを確認してください。このことは、アクチュエータ出力を制御するまでバルブリミッタを閉じることによって点検することができます。ガバナが原因で振動が起きている場合は、振動サイクルタイムを計測してください。大体の目安は、システムの振動サイクルタイムが1秒未満であるときは比例ゲインの項を減らします。システムの振動サイクルタイムが1秒よりも大きいときは積分ゲインの項を減らします(比例ゲインを増やす必要がある場合もあります)。5009制御システムでの初期起動において、すべてのPIDダイナミックゲインの項を調整してそれぞれのPIDの反応を制御ループの反応に一致させる必要があります。最

適な制御ループ反応時間を実現してゲインの項の決定に役立つ、制御システムのPIDで使用することができる複数のダイナミック調整方法があります。

最適に近いPIDゲイン値を達成するために、以下の方法を使用することができます。

1. 微分率(DR)を100まで増やす(サービスモード調整)
2. 積分ゲインを0.01まで減らす(起動モード調整)
3. 比例ゲインをシステムがちょうど振動し始めるまで増やす(起動モード)

このステップの最適ゲインは、システムがちょうど振動し始め、大きさの増減を起こさない自立振動を維持するときです。

4. 制御ゲイン(Kc)と振動時間(T)の秒数を記録する

5. ダイナミクスを以下のように設定する

PI制御の場合: $G=P(I/s + 1)$

設定: 比例ゲイン = $0.45 \cdot Kc$

積分ゲイン = $1.2/T$

微分率 = 100

PID制御の場合: $G=P(I/s + 1 + Ds)$

設定: 比例ゲイン = $0.60 \cdot Kc$

積分ゲイン = $2/T$

微分率 = $8 / (T \cdot \text{積分ゲイン})$ フィードバック優性用
= $(T \cdot \text{積分ゲイン}) / 8$ 入力優性用

この調整方法は、ゲイン設定を近づけるもので、そこから微調整を行うことができます。

スピード、カスケード、補助、抽気／混気のダイナミクス調整

ダイナミック制御値は、プログラムモードでプログラムし、実行モードで調整します。これらの制御値は、CCTインターフェースプログラム(第3巻参照)またはOpView(第4巻参照)によってアクセスすることができます。スピード、カスケード、補助、抽気／混気制御は、PIDコントローラです。各制御ループの反応は、上述のとおりダイナミックモードを選択することによって調整することができます。比例ゲイン、積分ゲイン(安定性)、SDR(スピード微分比)は、調整可能な相互に作用するプログラムで、制御ループの反応とシステムの反応を一致させるために使用されます。これらは、P(比例)、I(積分)、D(微分)の項で、5009制御システムによって以下のように表示されます。

P = 比例ゲイン(%)

I = 積分ゲイン(%)

D = 微分(SDRとIによって決まる)

比例ゲインと積分ゲインの調整

比例ゲインは、システムの移行またはステップの変化に最良に反応するよう調整しなければなりません。システム反応が不明の場合、一般的な初期値は5%です。比例ゲインの設定が大きすぎると、制御システムは過度に感度が高くなり、1秒未満のサイクルタイムで振動する可能性があります。

積分ゲインは安定状態での最良制御を行うように調整しなければなりません。システム反応が不明の場合、一般的な初期値は0.5%です。積分ゲインの設定が大きすぎると、制御システムは1秒を超えるサイクルタイムで振動または揺動する可能性があります。

最良の反応のために、比例ゲインと積分ゲインはできるだけ大きくする必要があります。もっとも速い移行反応を得るために、比例ゲイン設定をアクチュエータまたは最終ドライバ出力が揺動または変動し始めるまでゆっくりと

増加させてください。その後、積分ゲインを出力が安定するように必要に応じて調整します。積分ゲイン調整で安定が得られない場合、比例ゲイン設定を減らしてください。

確実に調整されたシステムは、ステップ変化が与えられると、制御点をわずかにオーバシュートし制御を行うはず です。

PID制御ループのゲインはループ内のすべてのゲインの組み合わせです。ループのすべてのゲインには、アクチュエータゲイン、バルブゲイン、バルブリンケージゲイン、トランスデューサゲイン、内部タービンゲイン、制御システム調整可能ゲインがあります。累積された機械的ゲイン(アクチュエータ、バルブ、バルブリンケージ等)が非常に大きい場合、制御システムのゲインは非常に小さくしてシステムの安定性に必要なシステムゲインに加えられなければなりません。

制御システムの出力におけるわずかな変化が大きなスピードまたは負荷の変化(大きな機械的ゲイン)になる場合、制御システムのゲインを十分に低くして安定運転を達成することは不可能である可能性があります。このような場合、機械的インターフェース(アクチュエータ、リンケージ、サーボ、バルブブラック)設計または較正を見直し、5009の出力0~100%がバルブ動作0~100%に相当するようなゲインが得られるように変更する必要があります。

デュアルダイナミクス(スピード/負荷)

スピードPIDには、オンラインとオフラインの2つのダイナミクスがあり、それぞれに比例ゲイン、積分ゲイン、微分率(SDR)変数が含まれます。ダイナミクスがオンラインとオフラインで切り替わる時は、以下の3つの場合があります。

- オンラインダイナミクス選択の接点入力がプログラムされている
- ユニットが発電機を駆動する
- ユニットが機械駆動装置(発電機ではない)を駆動する

接点入力がオンラインダイナミクス選択としてプログラムされている場合は、駆動デバイスにかかわらず優先されます。接点が閉じるとオンラインダイナミクスが選択され、接点が開くとオフラインダイナミクスが選択されます。

ユニットが発電機を駆動しており、オンラインダイナミクス選択の接点入力がプログラムされていない場合、発電機ブレーカ接点またはユーティリティタイブレーカ接点が開かれると、スピードPIDによってスピードオフラインダイナミクスが使用されます。発電機ブレーカ接点またはユーティリティタイブレーカ接点が開かれると、スピードPIDによってスピードオンラインダイナミクスが使用されます。スピードダイナミクス選択接点がプログラムされている場合、発電機接点とユーティリティタイ接点はダイナミクス選択に影響しません。

ユニットが発電機を駆動していない場合、かつオンラインダイナミクス選択の接点入力がプログラムされていない場合、タービンスピードが最小ガバナンススピードよりも低いとスピードオフラインダイナミクス設定が使用されます。タービンスピードが最小ガバナンススピードよりも高いとオンラインダイナミクスが使用されます。スピードダイナミクス選択接点がプログラムされている場合、タービンスピードはダイナミクス選択に影響しません。リレーはオンラインダイナミクスモードが選択されていることを示すようにプログラムすることができます。

カスケード、補助、抽気/混気ドループ

カスケード、補助、抽気/混気コントローラは、ドループを使って制御ループを安定させるようにプログラムすることができます。制御されるパラメータ(カスケード、補助、抽気/混気)が他のデバイス(減圧ステーション、ボイラ、他のタービン)によっても制御される場合、一般的に制御ループを安定させるためにドループが必要です。必要な場合、安定動作のためには5%以上のドループが推奨されます。

調整微分

微分比(DR)項の値は、0.01~100の範囲とすることができます。適切な値が不確かな場合は、スピード制御のDR項を5%、補助、カスケード、抽気/混気コントローラのDR項を100%に設定してください。ダイナミクスの調整を簡素化するために、積分ゲイン値を調整するとPIDコントローラのI項とD項の両方が設定されます。DR項は、積分ゲイン値がD項に与える影響の度合いを定め、コントローラの設定を入力レート高感度(入力優性)からフィードバックレート高感度(フィードバック優性)およびその逆に変更します。

DR調整の考え得るもう1つの使用は、コントローラをPIDからPIコントローラに再設定することです。これは、入力優性またはフィードバック優性のどちらのコントローラが望まれるかに応じてDR項をその上限または下限に調整することによって行われます。

- 1～100のDR設定はフィードバック優性モードを選択します。
- 0.01～1のDR設定は入力優性モードを選択します。
- 0.0101または100のDR設定はPIコントローラのそれぞれ入力優性およびフィードバック優性を選択します。

これらの設定の1つから別の設定に変更することは、通常運転において影響はありませんが、ガバナが制御を行っている(起動時、全負荷変化時、他のチャンネルからの制御移行時)と反応に大きな差が生じます。

入力優性コントローラは、その入力(スピード、カスケード入力、抽気/混気入力、補助入力)のレート変化へのより高い感度を持っており、設定点のオーバーシュートをフィードバック優性コントローラよりも良好に防ぐことができます。起動時および全負荷遮断時はこの反応が望ましいですが、円滑な移行反応が望まれる一部のシステムでは、過度の制御動作を引き起こすこととなります。

フィードバック優性として設定されたコントローラは、そのフィードバックのレート変化(スピードおよび補助の場合はLSS)へのより高い感度を持っています。フィードバック優性コントローラは、コントローラがその設定点に近いけれどもまだ制御を行っているときに、LSSバスの変化レートを制限する能力を持ちます。このLSSバスの制限により、フィードバック優性コントローラは、入力優性コントローラと比較してより円滑な制御移行を行うことができます。

オーバースピードテスト機能

オーバースピードテスト機能は、タービンの電気的および機械的なオーバースピード保護論理と回路を定期的にテストするために、オペレータがタービンスピードを定格運転範囲を超えて上昇させることを可能にします。これには、制御システムの内部オーバースピードトリップ論理とあらゆる外部のオーバースピードトリップデバイスの設定と論理が含まれます。

テスト対象が制御システムのトリップ論理か外部デバイスかにより、2種類のオーバースピードテストがあります。電気的(5009制御システム)オーバースピードテストは、5009制御システムのオーバースピード機能をテストします。外部オーバースピードテストは、外部オーバースピードデバイスの機能をテストし、5009制御システムのオーバースピードトリップよりも優先されます。オーバースピードテストは以下の状況でのみ許可されます。

- スピードPIDが制御を行っていない限りなりません。
- 補助、カスケード、抽気/混気、遠隔スピード設定機能が無効でなければなりません。
- 発電機用途用に設定されている場合、発電機ブレーキが開かれていなければなりません。
- スピード設定点が最大ガバナスピード設定になければなりません。

ピークスピードレジスタ—制御システムはピークスピードレジスタを使用して、制御システムが感知したもっとも高いスピードを保存します。このレジスタは、制御システムのCCTプログラムまたは最高/最大スピード保持値クリアのModbusコマンドを介してのみ、リセットが可能です。オーバースピードテストを行う前にはこのレジスタをリセットすることを推奨します。

テストのヒント

- オーバースピードテストでは、スピード設定点はオーバースピードテスト限度設定までのみ、上昇させることができます。制御システムは、タービンスピードがオーバースピードテスト限度設定に達すると自動的にトリップするように標準設定されています(CCTプログラムのサービスモードを介して変更可能)。
- スピード設定点へのいかなる調整もなくスピードが最大ガバナスピードよりも高い状態が60秒(サービスモードでの標準設定)を超えて継続すると、スピード設定点は自動的に最大ガバナスピードまで下がります。スピード設定点へのいかなる調整もなくスピードがオーバースピードトリップ(外部テスト)設定よりも高い状態が60秒(サービスモードでの標準設定)を超えて継続すると、非常シャットダウンが行われます。
- プログラム可能なオーバースピードトリップ表示リレーは、オーバースピードトリップ状況によって非常シャットダウンが行われるときのみ励起します。

- プログラム可能なオーバースピードテスト有効表示リレーは、オーバースピードテストが行われるときに励起されます。このリレーはタービン速度がタービンオーバースピードトリップ設定を超えるとオン／オフを切り替えます。

電氣的(5009制御システム)オーバースピードテスト手順—電氣的(5009制御システム)オーバースピードテストは、5009制御システムのオーバースピード機能をテストします。このテストは、作動モードのタービン起動／作動ページでCCTを介して行われます。

1. 制御システムのピークスピードレジスタをリセットします(サービスモードのタービン速度調整ページまたはテストモードがアクティブのときはテストページにあります)。
2. タービンの速度が制御されていることを確認し、速度設定点を「最大制御速度」まで高めます。
3. CCTプログラムを介してオーバースピードテストを開始します。
4. 速度設定点を電氣的オーバースピードトリップ点まで引き上げます。
5. タービンがオーバースピードトリップ点に達すると、制御システムはシャットダウンを行い、タービンをトリップさせます。

接点入力に基づくテスト—このテストをオーバースピードテスト接点入力で行う場合、テストの間、接点は閉じたままにしておく必要があります。接点が開かれると、テストは無効になります。

外部(5009制御システム)オーバースピードテスト手順—外部オーバースピードテストは、外部オーバースピードデバイスの機能をテストし、5009制御システムのオーバースピードトリップより優先されます。以下の手順はタービンの外部オーバースピードトリップをテストします。

1. 制御システムのピークスピードレジスタをリセットします。
2. タービンの速度が制御されていることを確認し、速度設定点を「最大制御速度」まで高めます。
3. 速度を最大ガバナ速度まで引き上げます(発電機ユニットの場合はブレーカが開いていなければなりません)。
4. CCTプログラムまたは接点入力を介してオーバースピードテストを行います。
5. 速度設定点を電氣的オーバースピードトリップ点まで引き上げます。
6. タービンがオーバースピードトリップ点に達すると、制御システムがアラームを出しますが、タービンをシャットダウンすることはありません。
7. タービンが外部オーバースピードトリップ点に達すると、外部オーバースピードデバイス(機械的または電氣的デバイス)がタービンをトリップさせます。
8. 外部トリップが起こらない状態でタービン速度が最大オーバースピードテスト設定点に達すると、制御システムがタービンをトリップさせます。

オーバースピード状態を示すようにプログラム可能な2つのリレーオプションがあります。1つはオーバースピードトリップ状況を示します。もう1つはオーバースピードテストが行われていることを示します。関連するすべてのオーバースピードパラメータはModbusを介して利用可能です。

運転情報

制御システムは、設定、校正、動的調整が完了すると、運転可能状態または作動モードになっているとみなします。タービンの作動に必要なすべての運転パラメータは、設定可能接点とアナログ入力またはModbusポートか

ら利用可能です。入力の変化またはModbus通信を起動モードの「コマンド」と言います。5009FT制御システムのModbusポートは、OpViewタッチスクリーンワークステーション、またはModbusを介して通信可能な外部制御システム(DCS)と通信することができます。CCTおよびOpViewから作動モードパラメータへのアクセス方法の詳細情報については、第3巻(CCT)および第4巻(OpView)を参照してください。CCTによる接点およびアナログ入力「コマンド」の設定方法およびアナログ入力の調整方法(サービスモード)については、第3巻を参照してください。

重要

2つ以上のコマンドが受け取られた場合(接点入力とModbusコマンドの競合)、最後に受け取られたコマンドが実行されるコマンドになります。

スピード制御

スピードコントローラを無効にすることはできません。補助制御およびカスケード制御が無効の場合、スピードPIDが、スピードループへのドループ設定量によってオフセットされたスピード設定点でタービンを制御しようとします。補助コントローラとカスケードコントローラは、有効の場合、バンプレスな移行を行うために、LSSバスを介してスピードPIDを追跡します。スピードコントローラがパラメータを制御しているとき、タービンスピードの制御はスピード設定点を操作することによって行われます。

初期起動シーケンスにおいて、5009制御システムはスピード設定点を設定されたアイドルまたは最小制御設定点へ上昇させます。設定点が増えるレートは、CCTインターフェースプログラムで設定されます。タービンが最小制御スピードになったら、スピード設定点はスピード引き上げまたは引き下げコマンドを介して調整されます。このときの変化レートもCCTインターフェースプログラムを介して設定することができます。引き上げまたは引き下げコマンドが3秒を超えて継続的に与えられると、変化レートはファストレート(調整可能)になります。スピード設定点調整コマンドは、補助コントローラおよびカスケードコントローラがともに無効のときに利用可能です。

カスケードコントローラが有効の場合、カスケード設定点がスピード設定点を追跡し、カスケード制御へのバンプレスな移行を実現します。スピード設定点はカスケードPIDによって調整され、移行の時点で同じになります。スピードコントローラはタービンを制御し続けますが、スピード設定点の制御はカスケードコントローラに移ります。カスケードコントローラはいくつかの他のパラメータ(スピード以外)に基づくため、スピード引き上げおよび引き下げコマンドは無効です。カスケードコントローラは実際のLSSバスではなくスピード設定点を変更するので、カスケードが無効になると、スピード制御へバンプレスに戻ります。そして、スピード引き上げおよび引き下げコマンドが有効になります。

補助コントローラが有効の場合、補助設定点がスピード設定点を追跡し、補助制御へのバンプレスな移行を実現します。スピード設定点は5009制御システムによって自動的に調整され、LSSバスを追跡します。補助コントローラが有効のときは、スピード引き上げおよび引き下げコマンドが無効になります。スピードコントローラのPIDフィードバックループがスピード設定点を操作し、補助コントローラが無効になると、スピード制御へバンプレスに戻ります。補助制御とカスケード制御の両方において、制御パラメータが変わると、スピード設定点はタービンを同じ制御点に維持します。

用途がユーティリティの原動力となる発電機の場合、スピードコントローラを使用して負荷または電力を制御することができます。補助コントローラが負荷/電力を制御するように設定されていない場合、スピード設定点を使用して(ドループを用いて)タービンの負荷を増やすことができます。スピード引き上げおよび引き下げコマンドは、タービンをオンラインすることと、さらにタービンの負荷を増減させることに使用されます。

遠隔スピード設定点—スピードコントローラの付加的機能として、遠隔スピード設定点があります。遠隔スピード設定点モードは、有効および無効コマンドを介して有効および無効にすることができます。遠隔スピード設定点モードは、補助コントローラおよびカスケードコントローラがともに無効の場合のみ、有効にすることができます。遠隔スピード設定点がある場合、スピード設定点は設定されたレート(初期CCT設定)で遠隔スピード設定点まで変化します。遠隔スピード設定点は、4~20 mAアナログ入力によって決定されます。この入力信号は、外部デバイスから制御されます。これにより、5009によって監視されていない他のいくつかのパラメータがタービンのスピードを制御することが可能です。遠隔スピード設定点モードが有効のとき、実際のスピード設定点は、初期設定レートで遠隔スピード設定点へ変化します。遠隔スピード設定点入力が増えると、スピード設定点は最大スピード

設定点レート(CCTで設定)でそこへ移動します。遠隔スピード設定点モードが無効の場合、スピード設定点は新たなコマンドを受け取るまでそのまま変化しません。

遠隔スピード設定点入力(4~20 mA)が許容範囲内でない場合(入力エラー)、アラームが出され、自動的に遠隔スピード設定点モードが無効になります。

同期負荷分担制御—スピードコントローラの付加的機能として、同期/負荷分担コントローラがあります。同期負荷分担制御は、有効および無効コマンドを介して有効および無効にすることができます。負荷分担が有効のとき、補助コントローラおよびカスケードコントローラはともに無効になります。この機能は、発電機用途でのみ使用されます。タービンが定格スピードになった後で、同期負荷分担制御を有効にして発電機とユーティリティを同期することができます。

同期はWoodward DSLC™制御またはEGCP-3制御と5009FT制御システムによって自動的に行われます。DSL/EGCP-3は、5009FT制御システムにコマンドを送り、スピードと位相をユーティリティと一致させます。同期後、ブレーカが閉じたら、スピード設定点は3%(CCTのサービスモードで調整可能)高く調整され、逆電力を防ぎます。その後、5009FT制御システムは、ブレーカ論理を使って負荷分担を行います。制御システムが負荷分担を行うように設定されていない場合、この機能は無視されます。

遠隔補助設定点入力(4~20 mA)が許容範囲内でない場合(入力エラー)、アラームが出され、自動的に遠隔補助設定点モードが無効になります。

イベントアラームとトリップ

すべてのアラーム/トリップメッセージの一覧は、ModbusポートおよびOpView、CCTプログラムで利用可能です。CCTプログラムでは、一部の個別のアラーム/トリップを示すリレー出力(第3巻参照)および現在のアラーム/トリップを示すリレー出力を設定することができます。CCTのWoodward/Evnet_Historyのフォルダに、すべてのイベントの履歴(テキストファイル形式)が維持されています。この履歴には、順を追った各アラームおよびトリップの説明とタイムスタンプが含まれています。

第7章

製品サポートとサービス

製品サポート

製品の設置に問題がある場合や、Woodward製品の満足な性能が得られない場合、次のようにしてください。

- 本マニュアルのトラブルシューティング・ガイドを参照して、各部をチェックします。
- 製造メーカーまたはご使用のシステムのパッケージャーにお問い合わせください。
- お住まいの地域の弊社のフル・サービス代理店にお問い合わせください。
- Woodwardの技術アシスタントに問い合わせ(本章に後述の「弊社の所在地、電話番号、FAX番号」を参照)、問題を説明します。多くの場合、電話による問題解決が可能です。解決できない場合は、本章に一覧が記載されている利用可能なサービスに基づいて、その後の措置をお選びいただけます。

OEMおよびパッケージャー・サポート: 多数のWoodward制御および制御装置は、相手先商標製品の製造会社(OEM)または機器パッケージャーによって、各工場で機器システムに取り付けられ、プログラミングされます。プログラミングがOEMまたはパッケージャーによりパスワード保護されているケースもあります。これらの製品も最良の製品サービスおよびサポートを受けることができます。機器システムと共に出荷されるWoodward製品の保障サービスは、OEMまたはパッケージャーを通じて処理されなければなりません。詳細については、機器システムの書類を確認ください。

Woodwardビジネス・パートナー・サポート: Woodwardは、以下に記載のあるWoodward制御のユーザーにサービスを行うことを任務とした独立したビジネス・パートナーの世界的なネットワークと協力すると共に、それらのネットワークをサポートしています。

- **フル・サービスの代理店**は、特定の地理的エリアおよび市場部門における標準的なWoodward製品の販売、サービス、システム統合サービス、技術デスク・サポートおよびアフター・マーケットのマーケティングを主な仕事とします。
- **認定独立サービス工場(AISF)**では、部品修理などの認可を受けたサービスを行うほか、Woodwardの代理として保障サービスも行っています。(新規ユニットの販売以外の)サービスがAISFの主な任務です。
- **公認タービン・レトロフィッター(RTR)**は、蒸気およびガス・タービン・エンジン制御の改良およびアップグレードを世界的に行う独立した会社であり、Woodwardシステムの全製品および改良やオーバホールのための部品、長期間のサービス契約、緊急修理などの提供も可能です。

Woodwardビジネス・パートナーの最新リストは、弊社ウェブサイトでご覧いただけます。

www.woodward.com/directory.

製品サービス

弊社の「製品およびサービスに対する保証」(マニュアル番号5-01-1205)で定める弊社の製品に対して、フル・サービス代理店または機器システムのOEM、パッケージャーを通じて弊社が行うサービスは以下のとおりです。この「製品およびサービスに対する保証」の効力は、ウッドワード社から製品が最初に発送された時点、もしくは修理などのサービスが実施された時点で発生します。

- 部品や装置の交換(24時間のサービス体制)
- 通常の修理
- 通常のオーバホール

部品や装置の交換:「部品や装置の交換」は、カスタマが装置や施設をできるだけ早期に稼働させたい場合に行います。カスタマの要望があり次第、直ちに新品同様の交換部品や代替りの装置をお届けします。(通常、サービス・コール後24時間以内にお届けします。)ただし、カスタマからの要望があったときに持って行ける部品や装置が有った場合に限りです。したがって、装置や施設の停止時間や、そのために発生するコストは最少になります。

このサービスに要する費用は、通常の料金体系 (Flat Rate program) に基づいて計算され、弊社のマニュアル JP5-01-1205 で規定する「製品およびサービスに対する保証」に従って、弊社で定める製品に対する保証が全期間にわたって適用されます。

既設の装置を予定より早めに交換する場合や、あるいは不意に装置を取り替えなければならないために、交換用の装置が必要な場合には、フル・サービスの代理店にこのサービスをお申しつけください。カスタマが弊社にサービス・コールをくださったときに、社内にお送りできる交換用の装置があれば、通常24時間以内にカスタマ宛てに発送されます。カスタマは、現在使用している装置を、弊社から送られた新品同様の装置と付け替えて、古い装置はフル・サービスの代理店に送り返してください。

「部品や装置の交換」にかかる費用はフラットレート (通常料金) プラス出荷に要する費用を基準に計算されます。通常料金の「部品や装置の交換」費用に、交換部品を出荷した際のコアチャージが追加されます。コア (フィールドユニット) は60日以内に弊社に返送くだされば、コアチャージに対してクレジットを発行します。

通常の修理: この領域の標準製品のほとんどには、通常の修理がご利用いただけます。このサービスでは、弊社が装置を修理する前に、修理に要する費用がどれくらいになるかをカスタマにお知らせします。「通常の修理」を行なった装置の、修理／交換を行った部品や修理作業は、マニュアルJP5-01-1205で規定する「製品およびサービスに対する保証」に基づく、弊社の標準のサービス保証が適用されます。

通常のオーバーホール: このサービスは通常の修理とほぼ同じ内容ですが、ユニットがほぼ新品の状態でお手元に届き、弊社の新品と同じ保証条件 (マニュアルJP5-01-1205で規定する「製品およびサービスに対する保証」) が付けられる点が異なります。機械製品に対してのみ適用されます。

装置の返送要領

電子制御装置やその部品を修理のために日本ウッドワードガバナー社に返送する場合は、最初にフル・サービスの代理店に問い合わせ、リターン・オーソライゼーションと発送指示を受けてください。

部品を発送する際は、以下の情報を記載したタグを添付してください。

- 返品確認番号
- 修理後の制御装置を返送する先の事業所名と所在地
- 修理を依頼された担当者の氏名と電話番号
- 制御装置の銘板に示されている部品番号 (P/N) とシリアル番号 (S/N)
- 故障内容の詳細説明
- 希望する修理の範囲

装置を本体ごと梱包する

装置を本体ごと返送する場合は、次の材料を使用します。

- 装置のコネクタすべてに、保護用キャップを装着します。
- 電子制御装置は、静電保護袋に入れてから梱包します。
- 装置の表面に傷が付かないような梱包材料を用意します。
- 工業認可された対衝撃性の最低10cm厚の梱包材料で、しっかりと梱包します。
- 装置を2重のダンボール箱に入れます。
- 箱の外側を荷造り用のテープでしっかりと縛ります。

注

装置を梱包するときには、不適切な取り扱いによって電子部品が損傷を受けないようにするために、弊社のマニュアルJA82715:「電子制御装置、プリント基板および制御モジュールの取り扱い時の注意事項」をよく読んで、その注意事項を厳守してください。

交換用部品

制御装置の部品交換の注文の際には、以下の情報をお伝えください。

- エンクロージャの銘板に示されている部品番号 (P/N) (XXXX-XXXX)
- ユニットのシリアル番号 (同様に銘板に記載)

エンジニアリング・サービス

弊社では弊社製品に対してさまざまなエンジニアリング・サービスをご用意しています。これらのサービスをご希望される方は、弊社に電話、Eメール、ウェブサイトなどでお知らせください。

- テクニカル・サポート
- カスタマ・トレーニング
- フィールド・サービス

テクニカル・サポートは、製品およびアプリケーションに応じて、機器システムのサプライヤ、フル・サービスの代理店または世界各地にある弊社の支店から受けることができます。このサービスは、ご契約いただいた弊社支店の通常業務時間内に技術的な質問や問題解決をサポートするものです。弊社にお電話いただき、問題の緊急性をお伝えいただければ、業務時間外の緊急時のサポートも可能です。

製品トレーニングは、世界各地の弊社支店の多くで標準のクラスとして利用可能です。また、お客様のニーズに合わせてカスタマイズしたクラスを、弊社支店またはお客様の環境で実施することも可能です。熟練のトレーナーによるこのトレーニングを受けることで、システムの信頼性および可用性の保持が可能になります。

フィールド・サービスは、製品および場所に応じて、世界各地の支店の多くまたはフル・サービスの代理店から受けられる、オンサイトの技術サポートです。フィールド・エンジニアは弊社製品およびそれらとインターフェースを持つ弊社以外の機器に関する専門知識を有します。

これらのサービスに関する詳細は、弊社に電話、Eメール、ウェブサイトwww.woodward.comなどでお知らせください。

Woodwardサポート組織へのお問い合わせ

最寄りのWoodwardフル・サービス代理店またはサービス事業所の名称については、弊社ワールドワイド・ディレクトリwww.woodward.com/directoryを参照してください。最新の製品サポートと連絡窓口情報も記載されています。

または、以下のいずれかの事業所からWoodwardカスタマーサービス部門にお問い合わせいただければ、最寄りのサービス事業所の住所と電話番号をお知らせいたします。

電力システム用製品

事業所	電話番号
ブラジル	+55 (19) 3708 4800
中国	+86 (512) 6762 6727
ドイツ	
ケンペン	+49 (0) 21 52 14 51
シュトゥットガルト	+49 (711) 78954-510
インド	+91 (124) 4399500
日本	+81 (43) 213-2191
韓国	+82 (51) 636-7080
ポーランド	+48 12 295 13 00
アメリカ合衆国	+1 (970) 482-5811

エンジンシステム用製品

事業所	電話番号
ブラジル	+55 (19) 3708 4800
中国	+86 (512) 6762 6727
ドイツ	+49 (711) 78954-510
インド	+91 (124) 4399500
日本	+81 (43) 213-2191
韓国	+82 (51) 636-7080
オランダ	+31 (23) 5661111
アメリカ合衆国	+1 (970) 482-5811

タービンシステム用製品

事業所	電話番号
ブラジル	+55 (19) 3708 4800
中国	+86 (512) 6762 6727
インド	+91 (124) 4399500
日本	+81 (43) 213-2191
韓国	+82 (51) 636-7080
オランダ	+31 (23) 5661111
ポーランド	+48 12 295 13 00
アメリカ合衆国	+1 (970) 482-5811

技術サポート

技術サポートにお問い合わせの際は、以下の情報が必要になります。エンジンOEM、パッケージャー、Woodwardビジネスパートナー、Woodwardの工場へのご連絡の前に、このフォームに必要事項を記入してください。

一般

氏名 _____

工場所在地 _____

電話番号 _____

ファクシミリ番号 _____

原動機情報

製造メーカー _____

タービンモデル番号 _____

燃料の種類(ガス、ガス類、蒸気など) _____

定格出力 _____

用途(発電、船舶など) _____

コントロール/ガバナー情報

コントロール/ガバナー#1

Woodward部品番号およびレビジョン番号 _____

制御装置の説明またはガバナー形式 _____

シリアル番号 _____

コントロール/ガバナー#2

Woodward部品番号およびレビジョン番号 _____

制御装置の説明またはガバナー形式 _____

シリアル番号 _____

コントロール/ガバナー#3

Woodward部品番号およびレビジョン番号 _____

制御装置の説明またはガバナー形式 _____

シリアル番号 _____

症状

説明 _____

電子式の制御装置またはプログラム可能な制御装置をお使いの場合は、お電話される前にポテンショメータなどの調整位置もしくは設定値を書き出したリストをご用意ください。

付録A

推奨予備部品

以下に、重要な用途で使用される制御システムの利用可能性を最大限に高める、5009FT用推奨予備部品リストを示します。

部品番号	名称	数量
5466-1049	MicroNetカーネル電源装置 – DC24V入力	1
5466-1047	CPU - PowerPC5200 400 MHz アプリケーション付	1
5466-1115	TMR高密度アナログコンボI/O	1
5466-1051	TMR高密度ディスクリートI/O(入力24/出力12)	1
5466-257	TMR高密度アナログI/O(入力24/出力8)(使用されている場合)	1
5501-432	アクチュエータコントローラモジュール(2チャンネル)(使用されている場合)	1
5501-380または 5501-381	メインシャシ用電源装置 – AC/DC120VまたはAC220V入力	1
1752-423	ネットワークイーサネットスイッチ(Hirschmann RS2-TX)	1
1784-3039	Phoenix Quint電源 AC100~240V/DC24V/5 A	1
5501-502	FTM – TMRスピード入力	1
5453-276	FTM – ディスクリートI/O FTリレーボックス用	1
5501-372	FTM – 高密度アナログI/O用(使用されている場合)	1
5437-672	FTM – アクチュエータコントローラ用	1
5417-027	ケーブル – 8'(2.4 m)アナログコンボ用	1
5417-172	ケーブル – 8'(2.4 m)ディスクリートI/Oまたは高密度アナログ用	1
5417-039	ケーブル – 8'(2.4 m)アクチュエータコントローラ用(使用されている場合)	1

改訂履歴

レビジョンEでの変更—

- 表1-1、1-2、2-1の部品番号を更新

レビジョンDでの変更—

- CCTの記述を更新(25、147ページ)

レビジョンCでの変更—

- 表1-2に新しい部品番号を追加

レビジョンBでの変更—

- 表1-2に新しい部品番号を追加

弊社書類に関するご意見をお待ちしております。

メールアドレス: icinfo@woodward.com

書類番号**26518V1**を明記してください。



B J A 2 6 5 1 8 V 1 : E



PO Box 1519, Fort Collins CO 80522-1519, USA
1041 Woodward Way, Fort Collins CO 80524, USA
Phone +1 (970) 482-5811

Eメールおよびウェブサイト—www.woodward.com

弊社は、会社所有の工場、関連子会社および支店だけでなく、
世界各地に認可を受けた代理店、他のサービスおよび販売を行う施設を有しております。

これらのすべての住所／電話／ファックス／Eメールに関する情報は、弊社のWebサイトからご覧いただけます。