

EC-Control アプリケーションマニュアル V2.3

部品番号: 25714-2-0199 / バス対応ファン用PC 制御ソフトウェア
アプリケーションマニュアル

ebmpapst



Copyright @ ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. KG, 2011-2014

All rights reserved

April 2014

ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. KG

Bachmühle 2

74673 Mulfingen

<http://www.ebmpapst.com>

info1@ebmpapst.com

このアプリケーションマニュアルには他のメーカーの製品についてもふれています。その多くの記載されている製品とメーカー名は登録商標またはブランド名またはその両方です。

もくじ

1.	安全に使用するために	3
2.	EC-Control の基本情報と用語	4
2.1.	オープンループ制御	8
2.2.	クローズドループ制御	8
2.3.	P および I 制御	9
2.3.1	比例制御	10
2.3.2	PI 制御	11
2.4.	EC-Control の制御モード	12
2.5.	クローズドループの制御機能（「センサー制御」モードの場合のみ）	13
2.6.	回転速度と PWM 信号の制限値	15
3.	MODBUS のオプション設定と基本的機能	17
3.1.	MODBUS ノードのネットワーキングとアドレス設定	17
3.1.1	自動アドレス割当	21
3.2.	ソフトオン/オフ&モータ停止許可	22
3.3.	パラメーター設定の切替え	23
3.3.1	昼/夜 運転モードの設定値の設定	24
3.4.	緊急時運転機能	24
3.5.	冬季機能	26
3.6.	モータ設定 (リレー作動遅延設定)	27
3.7.	入力 Ain2 U または Ain2 I 経由によるセンサーによる実値	27
3.8.	2 つのセンサーによる実値	29
3.9.	入力 Ain1 U または Ain1 I、または EC-Control 経由の設定値入力	30
3.10.	特性曲線	31
3.10.1	入力制御曲線	31
3.10.2	逆制御曲線	32
3.10.3	出力制御曲線	33
3.10.4	アナログ信号出力：回転あたりのパルス数	35
3.10.5	モータディレーティング	35
3.11.	運転監視	37
4.	顧客装置での EC-Control の使用	38
4.1.	冷凍プラント	38
4.1.1	マスター-スレーブ設定（星形）	38
4.1.2	カスケード運転のマスター-スレーブ構成	43
4.1.3	熱交換器清掃と除氷のための逆回転モード	45
4.2.	空調ユニット内での風量制御の設定について	48
4.2.1	昼/夜モード切替えなど風量制御用デジタル設定値入力	50
4.2.2	風量制御時のアナログ設定値入力	52
4.3.	温度制御 - 温度センサーによる任意の制御特性	53
	索引	58

変更／修正履歴

日付	バージョン	変更／修正内容
2011.03.31	1.0	初回バージョン、英語版
2011.06.28	1.01	一部訂正
2011.09.09	1.02	詳細改訂
2012.03.12	1.0J	初回バージョン、日本語版
2012.09.27	2.00	MODBUS 5.00 & EC-Control 2.10 用に改訂
2012.12.15	2.00J	2.10 用日本語版
2014.07.24	2.30J	2.30 用日本語版

1. 安全に使用するために

EC-Control の使用を開始する前にユーザーマニュアルとアプリケーションガイドを必ずお読みください。警告や指示を無視した場合、動作異常やエラーが発生する恐れがあります。EC-Control を使用する際には常にユーザーマニュアルを手元に置いてください。ソフトウェアを第三者に売却または譲渡する場合、インストレーションマニュアルとユーザーマニュアルの両方も同時に渡してください。リスクとその回避方法を周知するために、インストレーションマニュアルはコピーして配付しても構いません。



このソフトウェアは、作業の安全性に関する各国ごとの法律に従って対応する事が必要です。



電磁放射による影響が及ぶ場合があります。

ファン設置後に許容限度を超えた放射強度が発生した場合、適切な防御策をお客様で対策する必要があります。



誤ってファンのスイッチが入らないよう注意してください。

EC-Control を慎重に使用しなかった場合、スイッチが入る恐れがあります。

これにより死亡事故までには至らなくても身体への傷害が発生することがありますのでご注意ください。ファンを運転する場合は必ずガードグリルを設置し、その他出来る限りの安全措置が講じられていることを確認してください。



このソフトウェアは、人命などの安全に重大な影響を及ぼす、あるいは人命維持を目的とした設備での使用は想定していません。

このソフトウェアはリアルタイムな動作には対応していません。

正しい使いかた

- RS485 ベースの ebmbus V3 または ebm-papst の標準プロファイルによる MODBUS による ebm-papst ファンの診断と制御

間違った使いかた

- そのような用途向けに設計されていないインターフェース変換器またはインターフェースの操作
- 規定よりも高い電圧でのインターフェース変換器の操作
- 規定から外れた方法によるインターフェース変換器ケーブルの使用
- 極端に高湿度の環境（激しい雨または高湿度）での操作
- 爆発性雰囲気での操作
- 安全機能が有効になっていないファンをソフトウェア経由で運転すること
- 不適切なパラメーター設定によるファンファームウェアの安全機能を無効にすること
- 本ソフトウェアを人命などの安全に重大な影響を及ぼす、あるいは人命維持を目的とした設備に使用すること

2. EC-Control の基本情報と用語

EC-Control は ebmBUS と MODBUS のファンネットワーク視覚化とパラメーター設定を行うことができます。

EC-Control は特に以下の作業に有効です。

- 運転モード、設定値、制御パラメーターなどのファンパラメーター設定
- ファンアドレスの変更
- 実回転数、シリアル番号、製造日などのファンパラメーターの読み出し
- エラーステータスとエラーメモリの読み出し
- 電子メールによるエラーレポートを含む設備監視
- ひとつのインストール設定に基づく複数の設備の管理 - サービス担当者に特に有効
- RS232/RS485 および Ethernet/RS485 インターフェース変換器のサポート
- ebmBUS と MODBUS をベースとする、対象施設の複数の部分の同時監視（少なくとも 2 台のインターフェース変換器が必要）

このアプリケーションガイドはマニュアルの補足資料として、EC-Control V 2.1 のすべての機能を活用するための実践的な事例が記載されています。

注：このアプリケーションガイドでは EC-Control V 2.1 J のスクリーンショットを使用しています。したがって記載されている EC-Control の図はお使いのバージョンと異なる場合があります。また MODBUS Protocol V3.02（バージョン 01.09.2010）の図も使用しています。機器のファームウェアが古い場合、すべての機能をご利用いただけないことがあります。

以下に EC-Control V 2.1 の画面表示について説明します。本プログラムの構成を以下に示しています。

EC-Control V 2.1

- EC-Control V 2.1 を構成する 3 つの主要項目
 - 概要
 - 設定
 - 情報
- アプリケーションガイドでは概要と設定に含まれるオプションについて記載しています。

メニュー項目とサブメニュー項目の概要を下表に示します。

設定メニュー項目	サブ項目	概要
パラメーター設定 1 または パラメーター設定 2	• 実パラメーター設定	2つのパラメーターにより設定を容易に変更可能です。たとえば動作モードや有効にする制御機能などを選択することができます。
	• パラメーター設定	
	• 制御モード	
	• 最小 PWM [%]	
	• 最大 PWM [%]	
	• モータ停止許可	
	• 制御機能	
	• P 制御[%]	
	• I 制御[%]	
センサー設定	• 最小センサー値	センサー経由で実値パラメーターを設定します。 <u>クローズドループセンサー制御による動作モード</u> の場合のみ有効です。
	• 最大センサー値	
	• センサー単位	
	• 制御機能選択ソース	
	• 制御機能	
入力制御曲線 1 または 入力制御曲線 2	• 入力制御曲線 X1	入力制御曲線はどの入力値（電流/電圧）がどの設定値に達するかを規定します。
	• 入力制御曲線 X2	
	• 入力制御曲線 Y1	
	• 入力制御曲線 Y2	
出力制御曲線	• アナログ信号出力モード	ebm-papst ファンの端子台には更にファンを接続するための 0～10 V 出力が用意されています。この 0～10 V 出力には PWM 位相制御係数の 0～100% と rpm のいずれも割り当てることができます。
	• 出力制御曲線 X1 [%]	
	• 出力制御曲線 X2 [%]	
	• 出力制御曲線 Y1 [V]	
	• 出力制御曲線 Y2 [V]	
加減速時間設定	• 立ち上り時間 [秒]	立ち上り設定値はファンがフルスピードに達するまでに必要な時間を規定します。この時間を短縮すると運転時の騒音値が上昇します。
	• 立ち下り時間 [秒]	
回転方向	• 回転方向設定方ソース	回転方向を一時的に変更することができます。変更する方法は、通信（RS-485）か端子のいずれかでを行います。
	• 回転方向	
緊急時運転機能	• 緊急時運転回転数	ケーブル断線時（設定値入力）にモータは設定された緊急時運転回転数で運転を続けます。
	• 緊急時運転 PWM [%]	
	• 緊急時運転機能作動時間 [秒]	
制限値	• 最高回転数 [rpm]	最高回転数の設定とその他の限界値の表示を行います。
	• 最大許容回転数 [rpm]	
	• 最小許容 PWM [%]	
	• 定格 PWM [%]	
	• 警報出力回転数 [rpm]	

通信パラメーター	デバイスアドレス	デバイスアドレスを変更できます。 MODBUS デバイスの納品時のアドレスは 1 です。
モータ設定	リレー作動遅延設定	警報リレーの作動時間を設定します。
読込/保存	- OEM データ読込み - OEM データ保存 - 工場初期値読込み	権限に応じて設定の読込/保存を行います。

ebm-papst MODBUS デバイスの端子台を下図に示します。実際の端子台はモータサイズと製造時期によって図とは異なる場合があります。

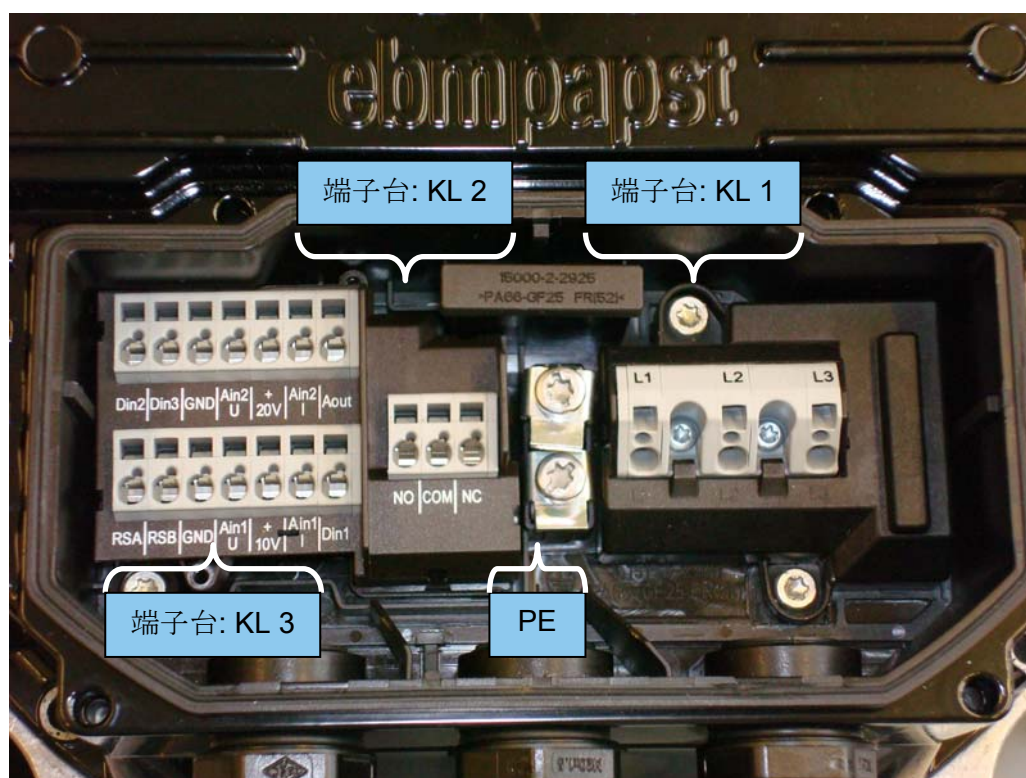


図 2 : ebm-papst MODBUS デバイスの端子台

MODBUS の端子台について

端子		用途	説明
KL1	1 L1	電源	供給電圧 3~380-480V AC, 50/60Hz: 3~200-240V AC, 50/60Hz: 1~200-277V AC, 50/60Hz
	2 L2		
	3 L3		
PE	PE	PE 端子	PE (Protective Earth: 保護接地) 端子
KL2	1 NC	警報リレー	以下の場合に保護のためのステータス信号切り替え: モータ/回路の過熱、DC リンクの電圧過大/過小、ホールセンサーエラー、ローター拘束保護、欠相不良、特性 NC-COM - 「エラー時ブレーク」、特性 NO-COM - 「エラー時メイク」
	2 COM	警報リレー	
	3 NO	警報リレー	
KL3	1 RSA	バス接続	RS485-RSA; MODBUS RTU-D1
	2 RSB	バス接続	RS485-RSB; MODBUS RTU-D0
	3 GND	接地	基準電位 (接地) / 制御インターフェース用 / RS485/MODBUS のコモン線用
	4 Ain1 U	アナログ入力 1 (設定値)	0~10 V インターフェースデバイスのためのアナログ設定値 例: ポテンシオメータ (第 3.9 章参照)
	5 +10V	電源出力 +10 VDC	追加外部ユニット用電源 例: ポテンシオメータ
	6 Ain1 I	アナログ入力 1 (設定値)	4-20 mA インターフェースデバイスのためのアナログ設定値 例: ポテンシオメータ (第 3.9 章参照)
	7 Din1	デジタル入力 1	ドライバ回路 On(有効) / Off(無効) 有効: ピン開放または印加電圧 DC 5~50 V 無効: GND にブリッジまたは印加電圧 DC 1 V 以下
	8 Din2	デジタル入力 2	パラメーター設定切り替え (P) (第 3.3 章参照) P1: ピン開放または印加電圧 DC 5~50 V P2: GND にブリッジまたは印加電圧 DC 1 V 以下
	9 Din3	デジタル入力 3	有効な速度制御特性を選択します。(第 2.5 章参照) ヒーティング/ポジティブ: ピン開放または印加電圧 DC 5~50 V クーリング/ネガティブ: 無効: GND にブリッジまたは印加電圧 DC 1 V 以下
	10 GND	接地	信号用接地/制御インターフェース用/RS485/MODBUS のコモン線用
	11 Ain2 U	アナログ入力 2 (実値)	0~10V センサー用アナログ信号実値 (第 3.7 章参照)
	12 +20V	電源出力 +20 VDC	追加外部ユニット用電源、許容負荷電流 40mA 例: センサー
	13 Ain2 I	アナログ入力 2 (実値)	4-20 mA センサー用アナログ信号実値 (第 3.7 章参照)
	14 Aout	アナログ出力	実 PWM レベルまたは実回転数を出力 (第 3.10.3, 4 章参照)

2.1. オープンループ制御

オープンループ制御は制御変数が初期量に影響するがその逆は影響しない、フィードバックが行われない制御系です（図 3 参照）。この場合、初期量 x （実値）が制御変数 w （設定値）に対応するよう、補正変数 y を正しく選択することが目標となります。設定値と実値の間で比較は行われず、そのような比較に基づく補正変数の修正も行われません。どのような干渉も、そのための補正は行われません。

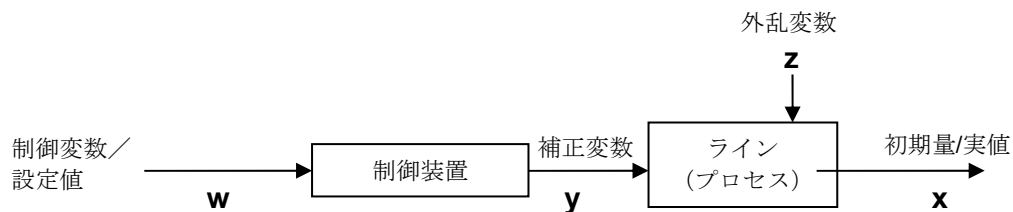


図 3：オープンループ制御のブロック図

0～10V / PWM 制御によるファンのオープンループ（図 4）

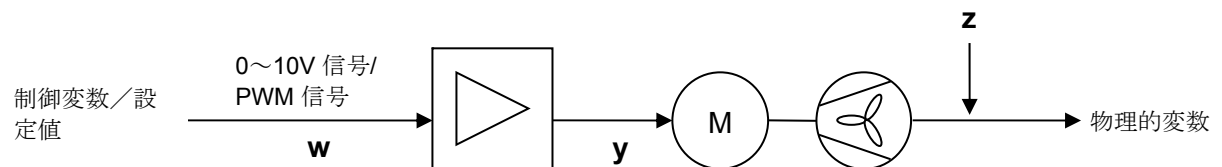


図 4：ebm-papst のオープンループ制御

2.2. クローズドループ制御

クローズドループ制御では測定装置経由で実値 x が取得され、フィードバック変数 r として設定値 w と比較されます（図 5 参照）。比較の際にはこれらの値から制御偏差 e が計算されます。これは、設定値とフィードバック変数との差です。制御対象となる部分は常に外乱変数 z による影響を受けるため、この変数は常に計算し直されます。前述のオープンループ制御とは対照的に、クローズドループ制御ではこのフィードバックを通じて外乱変数の釣合いが出来ます。したがって制御変数 x を目標とする曲線へ近づける事が出来ます。

図 5 と図 6 の凡例：

- w 制御変数（設定値）
- e 制御偏差
- u 制御器出力変数
- y 補正変数
- z 外乱変数
- x 制御変数（実値）
- r フィードバック変数

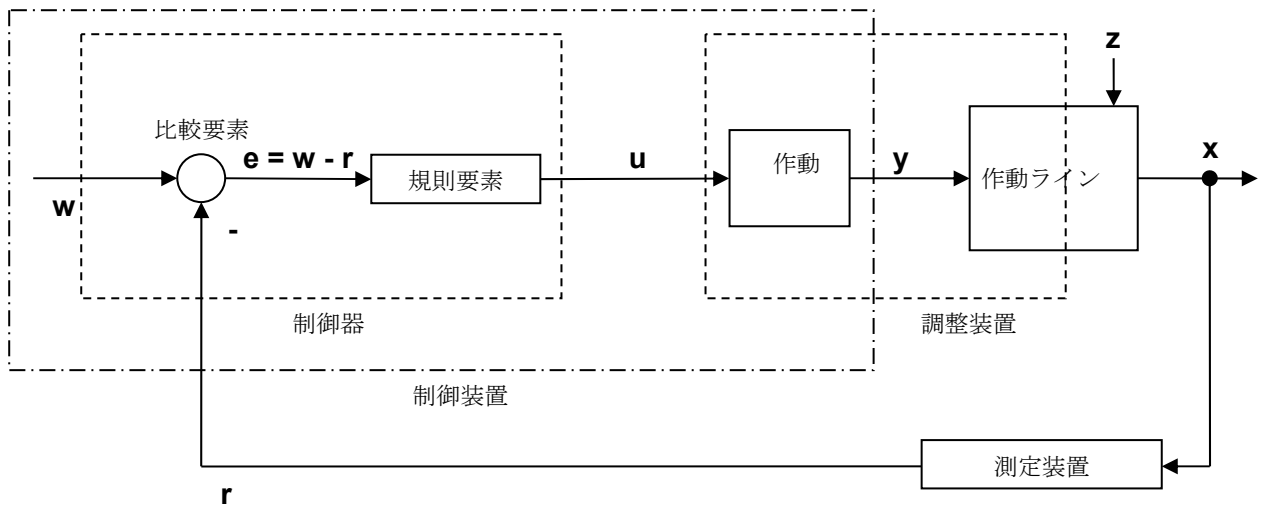


図5：クローズドループ制御のブロック図

一般に制御器出力変数 u と補正変数 y は区別されておらず、これらはまとめて補正変数 y と呼ばれています。測定機器の影響も無視されることが多く、したがって多くの場合にはフィードバック変数 r が制御変数（実値） x と呼ばれます。

このように簡素化された制御ループを下図に示します。

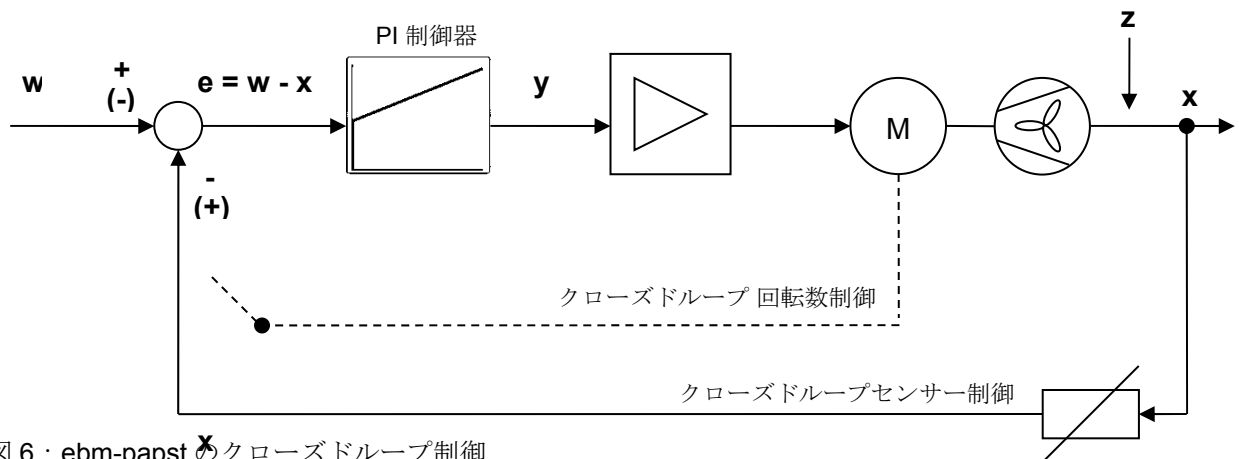


図6：ebmpapst のクローズドループ制御

ファンのための典型的な測定装置には圧力、風量、および温度センサーがあります。設定値 w は EC-Control を使ってアナログまたはデジタで設定できます。PI 制御器はシステムのずれを補正し、設定値＝実値を得る役目を担います。

2.3. P および I 制御

クローズドループ制御においては、設定値と実値の差は理想的にはゼロです（ $t \rightarrow \infty$ において制御偏差 $e(t)=0$ ）。前述のようにクローズドループ制御内で差が生じたときには実値が更新されます。この更新の迅速さと精度は、制御器の比例割合（P 割合）と積分割合（I 割合）によって決まります。

2.3.1 比例制御

PI 制御器の I 割合がゼロの場合は純粋な P 制御システムになります。P 制御器は制御偏差 e の増幅装置として機能します。EC-Control において P 制御がどのように計算されるかを図 7 に示します。

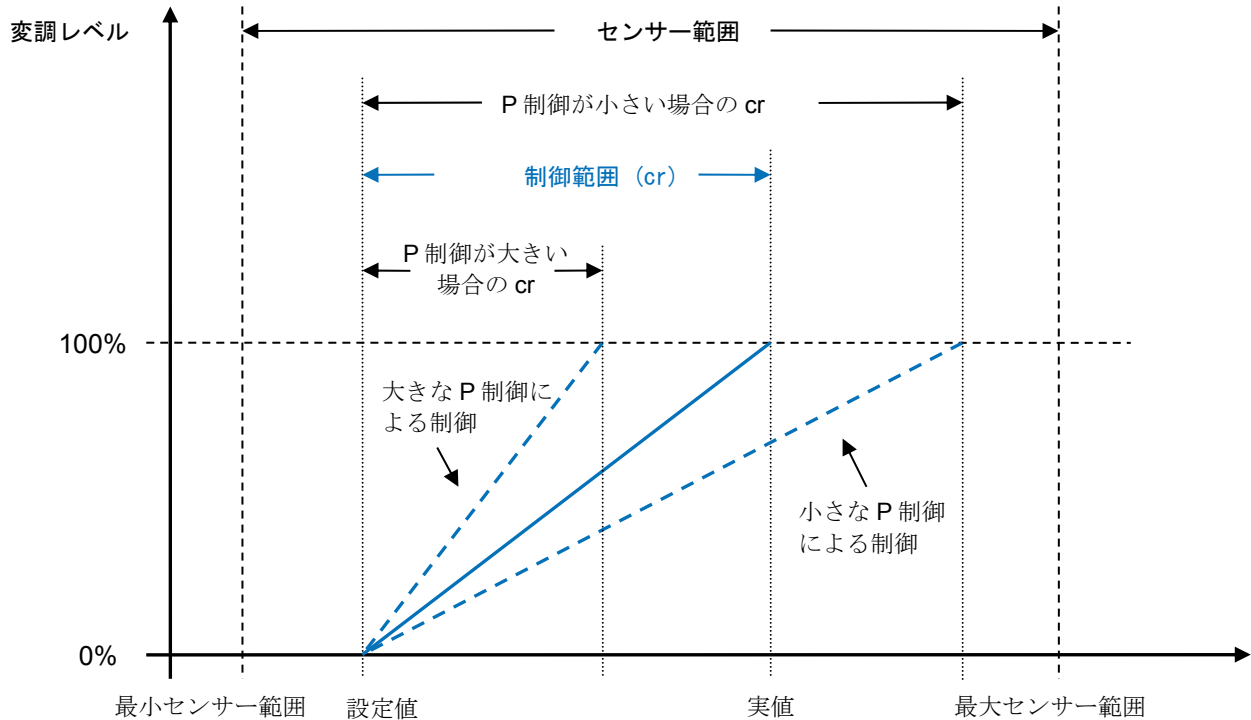


図 7 : P 制御

実値はセンサーから得られます。センサー自体には上限と下限があり、これは「センサー範囲」と呼ばれます。このセンサー自体の仕様範囲は EC-Control 内で設定されなければなりません。

目標とする設定値は EC-Control でアナログ（Ain1 U または Ain1 I 端子）またはデジタル的に定義します。実値と設定値の差はモータの最大変調 100% となり、制御範囲と呼ばれます。制御範囲と P 制御は相互に依存関係にあり、同じものを違う形で表したものです。P 制御はセンサー範囲と制御範囲から計算できます。

$$P\text{制御} = \frac{(\text{最大値} - \text{最小値})}{\text{制御範囲}} \times 100\% = \frac{\text{センサー範囲}}{\text{制御範囲}} \times 100\% \quad (1)$$

P 制御は EC-Control から入力することができます。以下が適用されます。

- P 制御が大きすぎる場合はクローズドループ制御の継続的振動が発生する。
- P 制御が小さすぎる場合は恒常的な制御偏差が発生し、設定値に正確に到達することはない。

P 制御を使って P 割合（絶対偏差の一部）を計算することができます。ここで制御偏差 e はとは、設定された設定値と、センサーから常に更新される最新の実値との間の差です。

$$P\text{割合} = P\text{制御} \times \frac{\text{制御偏差 } e(t)}{\text{センサー範囲}} \quad (2)$$

式(1)を式(2)に代入すると以下の式が得られます。

$$P \text{ 割合} = \frac{\text{センサー範囲}}{\text{制御範囲}} \times 100\% \times \frac{\text{制御偏差 } e(t)}{\text{センサー範囲}} = \frac{\text{制御偏差 } e(t)}{\text{制御範囲}} \times 100\% \quad (3)$$

制御偏差 $e(t) \geq \text{制御範囲}$ である場合、モータは最大変調レベルの最大値 100% で運転されます。制御偏差が設定された制御範囲に到達しない場合には最大変調レベルに戻ります。

2.3.2 PI 制御

純粹に比例制御した P 制御器に代わり、追加の積分割合をもつ PI 制御器を以下に説明します。
(すべての偏差の合計の部分)

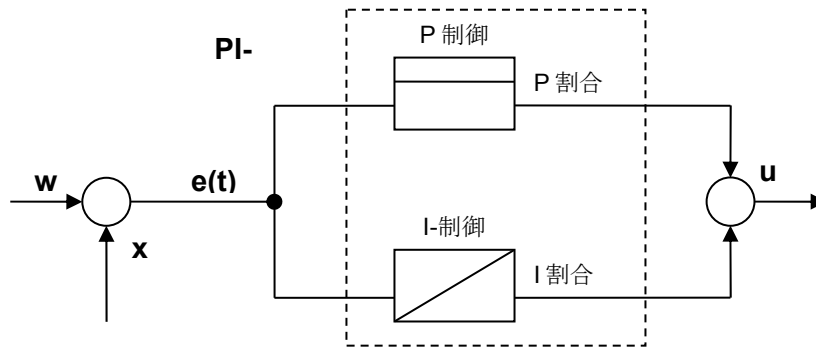


図 8 : PI 制御器

ここでは比例積分制御器について説明しています。制御器出力変数 u は P 割合と I 割合の合計から構成され、I 割合は時間加重平均ベースで制御偏差をゼロにしようとします。

$$\text{制御器 出力} = P \text{ 割合} + I \text{ 割合} \quad (4)$$

ここで P 割合は既知であり、I 割合は以下のとおり計算されます。

$$\Delta I \text{ 要素} = I \text{ 制御} \times \frac{P \text{ 制御}}{100\%} \times \frac{\text{制御偏差 } e(t)}{\text{センサー範囲}} \quad (5)$$

ここで I 制御は EC-Control を使ってユーザーが入力する値です。一定の範囲内でサンプリングごとの I 割合の差を累計し、以下の式に基づいて制御器出力を計算します。

$$\text{制御器出力}(t) = P \text{ 割合}(t) + \sum_{i=0}^t \Delta I \text{ 要素}(i) \quad (6)$$

P 割合と I 割合について、式(2)と(5)を使うと以下の式が得られます。

$$\text{制御器 出力}(t) = P \text{ 制御} \times \frac{e(t)}{\text{センサー範囲}} + \sum_{i=0}^t I \text{ 制御} \times \frac{e(t)}{\text{センサー範囲}} \quad (7)$$

この式を制御工学で一般的な形に組み替えると以下の式が得られます。

$$\text{制御器 出力}(t) = \frac{P \text{ 制御}}{\text{センサー範囲}} \times e(t) + \frac{I \text{ 制御}}{\text{センサー範囲}} \times \sum_{i=0}^t e(t) \quad (8)$$

式(8)は PI 制御器に以下の修正をして共通の方程式にする事が出来ます。

$$\text{制御器出力 (t)} = \frac{P \text{ 制御}}{\text{センサー範囲}} \left(e(t) + \frac{I \text{ 制御}}{P \text{ 制御}} \sum_{i=0}^t e(t) \right) \quad (9)$$

比例利得を使用すると

$$k_p = \frac{P \text{ 制御}}{\text{センサー範囲}} \quad (10)$$

またサンプリング時間 T_a と積分時間 T_n とのかんけいにより

$$\frac{T_a}{T_n} = \frac{I \text{ 制御}}{P \text{ 制御}} \quad (11)$$

式(10)と(11)からは PI 制御器の次の式(12)が得られます。

$$\text{コントローラー出力 (t)} = k_p \left(e(t) + \frac{T_a}{T_n} \sum_{i=0}^t e(t) \right) \quad (12)$$

ebm-papst ではサンプリング時間 T_a は 50 ms のため、以下の式(13)が得られます。

$$I \text{ 制御} = \frac{50 \text{ ms}}{T_n} \times P \text{ 制御} \quad (13)$$

この式を一般的に知られている形に並べ替えると以下のとおりになります。

$$\text{制御器出力 (t)} = k_p \left(e(t) + \frac{1}{T_n} \int_0^t e(t) dt \right) \quad (14)$$

2.4. EC-Control の制御モード

EC-Control は 3 つの制御モードのいずれかで動作します。制御モードの選択は EC-Control V 2.1 の パラメーター設定から行います。

制御モード

- 制御モードの選択は他の多くの機能にも影響
- 制御モードは2つのパラメーターセット P1 と P2 にそれぞれ独立して割り当てることが可能

■ センサー制御 (クローズドループセンサー制御)

センサーは温度、圧力、または風量の実値を検出します。設定値は同じユニットを使って供給されます。設定値と実値の間に制御偏差が存在する場合、ファンは干渉要因に関わらずその差を最小化しようとします。

■ クローズドループ回転数制御

設定値と実値は回転数 [rpm] として直接設定されます。現在の回転数は回路によって測定され、制御器により設定値は、それに応じて更新されます。ファンは回転数を一定に保つため、負荷変動による影響を補償しようとします。

■ PWM 制御 (オープンループ制御)

純粋にオープンループによる制御です。この制御モードには干渉を補償するためのフィードバックが存在しません。P 制御と I 制御はこれには適用されません。

2.5. クローズドループの制御機能 (「センサー制御」モードの場合のみ)

センサー制御 (クローズドループセンサー制御) の制御モードでは、制御機能を反転にするためのオプションをユーザーが選択できます。この機能は他の 2 つの運転モードでは利用できません。図 10 に示すように、有効な制御機能を切り替えると設定値と実値が逆転し (クーリング／ネガティブ)、したがって得られる制御偏差も変更されます。下図ではフィードバック変数 r と設定値 x とは区別していません。

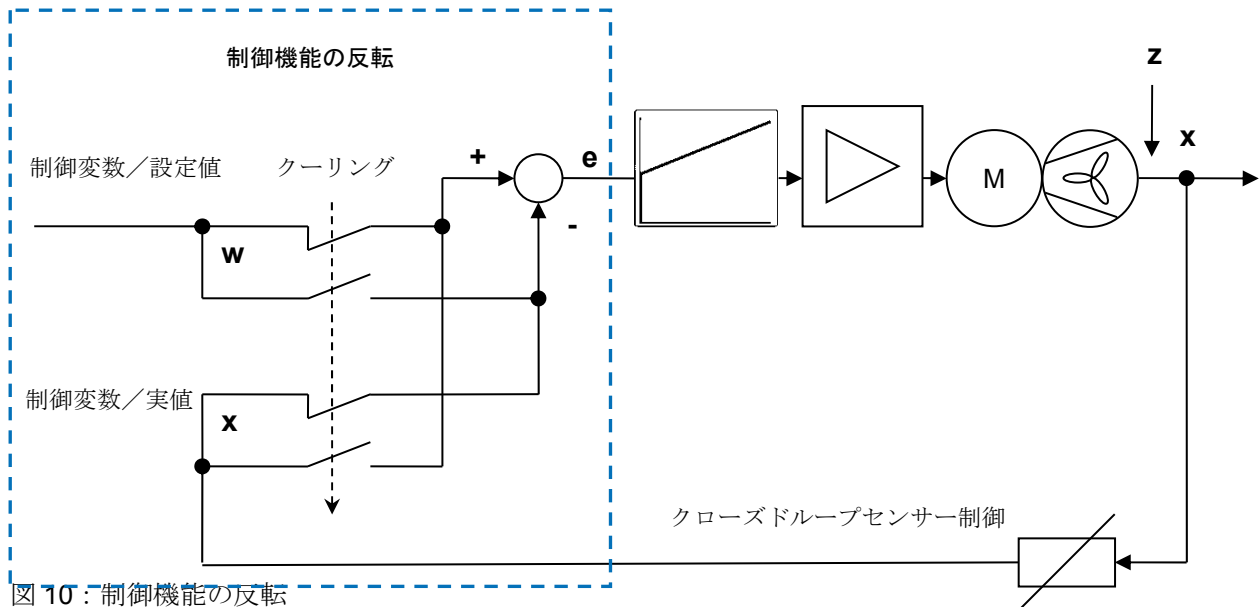


図 10：制御機能の反転

EC-Control では、用語 ヒーティング と クーリング は制御機能として使用されます。以下が適用されます。

ポジティブな制御機能（「ヒーティング」）の場合：制御偏差＝設定値－実値
 ネガティブな制御機能（「クーリング」）の場合：制御偏差＝実値－設定値



制御機能

ヒーティング/ポジティブかクーリング/ネガティブ

- 制御機能は、制御偏差を計算する際に先頭の符号を決定
- 制御機能はセンサー制御 運転モードにのみ適用
- いずれのパラメーターセットについても設定可能
- 用語 ヒーティング と クーリング は圧力制御と風量制御にも使用されています

ただし制御機能はモーターの回転方向には影響せず、制御偏差の計算に使用されるだけです。

制御機能の切替えは図 12 の X 軸を見れば容易に理解できます。通常は実値 > 設定値の場合に クーリング/ネガティブ を使用し、設定値 > 実値の場合には ヒーティング/ポジティブ を使用します。

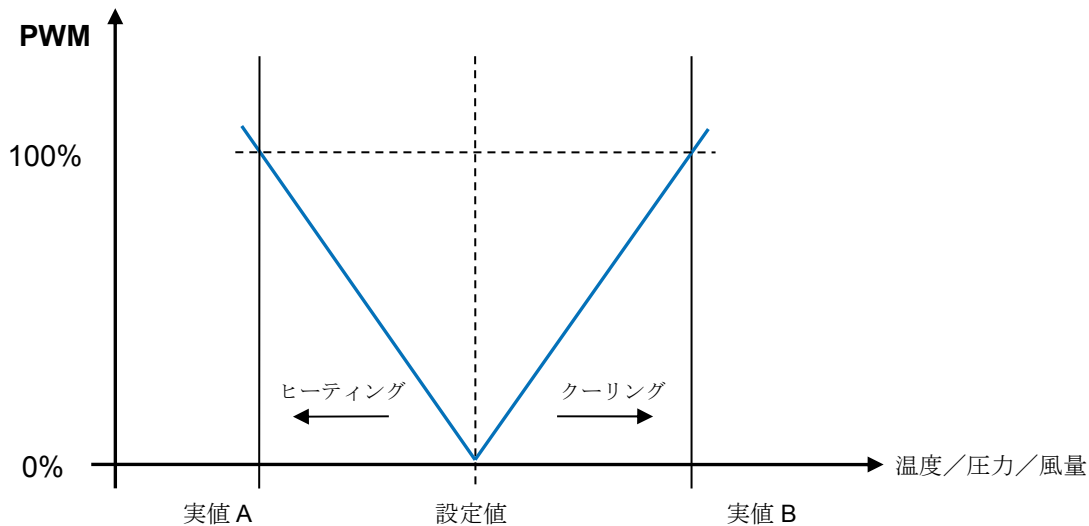


図 12：ヒューティング／クーリング

2.6. 回転数と PWM 信号の制限値

EC-Control V 2.1 では設定に制限値というサブ項目が存在します。ここではユーザーが回転数の制限値を設定してそれを ebm-papst が設定したものとして表示することができます。



制限値

- 最高回転数はユーザーによる設定が可能
- 他の制限値は ebm-papst によってのみ書込み可能ですが、ユーザーには書込み権限はありません

以下が回転数の制限の用語になります。

<u>定格回転数</u>	ebm-papst が設定した最大許容回転数でユーザーには書込み権限はありません
<u>最高回転数</u>	ユーザーは上限回転数の範囲内で回転数を制限することができます

したがって以下のことが常に適用されます：

定格回転数 $\geq$ 最高回転数

制御モードのクローズドループ回転数制御の最高回転数は入力電圧 10V（入力電流 20mA）の時の回転数を意味し、電圧の増減によって比例的に変化します。

他の 3 つの制限値も通常のユーザー権限では変更できません。

起動 PWM [%]はモータが、回転を開始する値です。それは起動トルクに打ち勝つ為に常に最小許容 PWM[%]よりも大きくなります。

PWM Signal にはユーザー定義の値を指定することができます。ただし最小 PWM [%]と最大 PWM [%]は制限値サブ項目ではなく、パラメーター設定の下にあります（図 14 参照）。ファンはここで定義された PWM の範囲内で動作します。

最小許容 PWM $\leq$ 最小 PWM $\leq$ 変調レベル $\leq$ 最大 PWM $\leq$ 定格 PWM

最小／最大 PWM

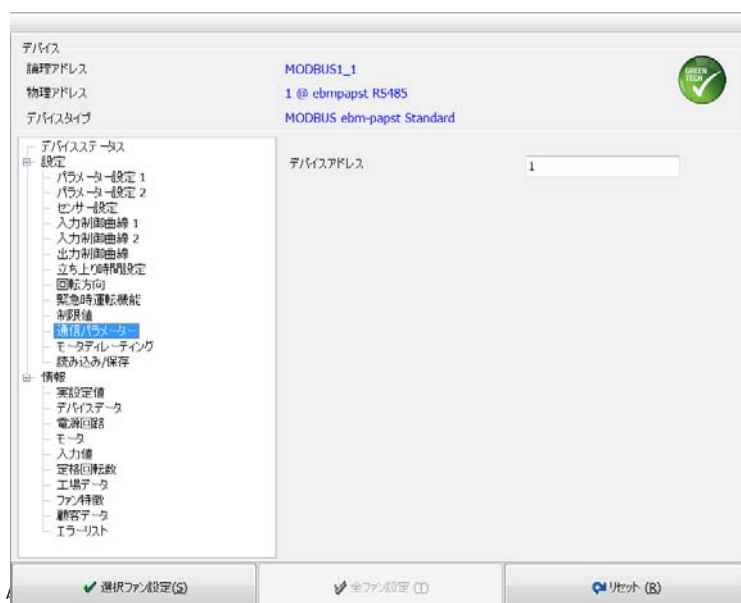
- ユーザーによる制限値：
PWM 信号の 15～70%
- ebm-papst による制限値：
PWM 信号の 5～100%

3. MODBUS のオプション設定と基本的機能

3.1. MODBUS ノードのネットワーキングとアドレス設定

ファンの為の問題のないネットワーク運用の要件は、それぞれのデバイスに正しいアドレスを設定する必要があります。このための基本原則を以下に示します。

- MODBUS セグメント内のアドレスは一意でなければなりません
- 各アドレスは 1 回のみ存在可能です。重複して割り当ててはできません
- ファンは工場設定によりアドレス 1 が割り当てられています
- インストール時の最初のステップはファンのアドレスを設定することです(自動または手動)



デバイスアドレス

- アドレス 1 は空けておく
- 異常が発生したデバイスを交換する場合は、アドレス 1 が事前に設定されているのでこれを変更

MODBUS-RTU で使用可能なアドレス範囲は 1~247 です。ただしネットワークには 4 つの通信バス（サブネット）を並列して設置することができます。これによりサブネットごとのアドレス範囲 x サブネットの数のアドレスを扱うことができます。サブネットはインターフェース変換器を通じて定義され、それによって名称を設定されます。以下の例に示すように、通信バスはアドレスの一部となります。

サブネット/通信バス：

- RS232 / RS 485 1...247
- Ethernet / RS485 1...247
- Bluetooth / RS485 1...247

これにより以下の物理的アドレスが設定されます：

- 1...247@RS232_Converter_1
- 1...247@Ethernet_Converter_2
- 1...247@Bluetooth_Converter_3

MODBUS のネットワーキング方法は図 16 と図 17（19/20 ページ参照）に示しています。

図 16 の接続図には以下の項目が含まれます。

■ シンプルツイストペアケーブル

ebm-papst ではシンプルなツイストペアケーブルの利用を推奨しています。ツイストペアケーブルとは 2 本のケーブルを互いにより合わせたものです。より合わせることで対称性の障害からの保護を提供します。

■ コモン線

共用データ線（いわゆるコモン線）の構成は、伝送上の問題を防止する為に MODBUS 仕様により明示的に推奨されています。そうすることでインターフェースコンポーネントの GND 電圧が接続されています。すべてのシステムは、この様に共通の基準電位（接地）を持っています。

■ 回線終端（終端抵抗）

下段の接続図では、回線終端での反射を最小限に抑えて信号品質を改善するため、コモン線に終端抵抗（LT）が追加されています。終端抵抗は D0 (RSB)と D1 (RSA)間のバスの起点と終点に設置されます。ただし設置できる抵抗は最大 2 個（回線のそれぞれの起点に 1xLT とそれぞれの終点に 1xLT）までです。容量 0.5W の 120Ω LT 抵抗器をお勧めします。

図 17 の接続図には以下の項目が含まれます。

■ シールド付きツイストペアケーブル

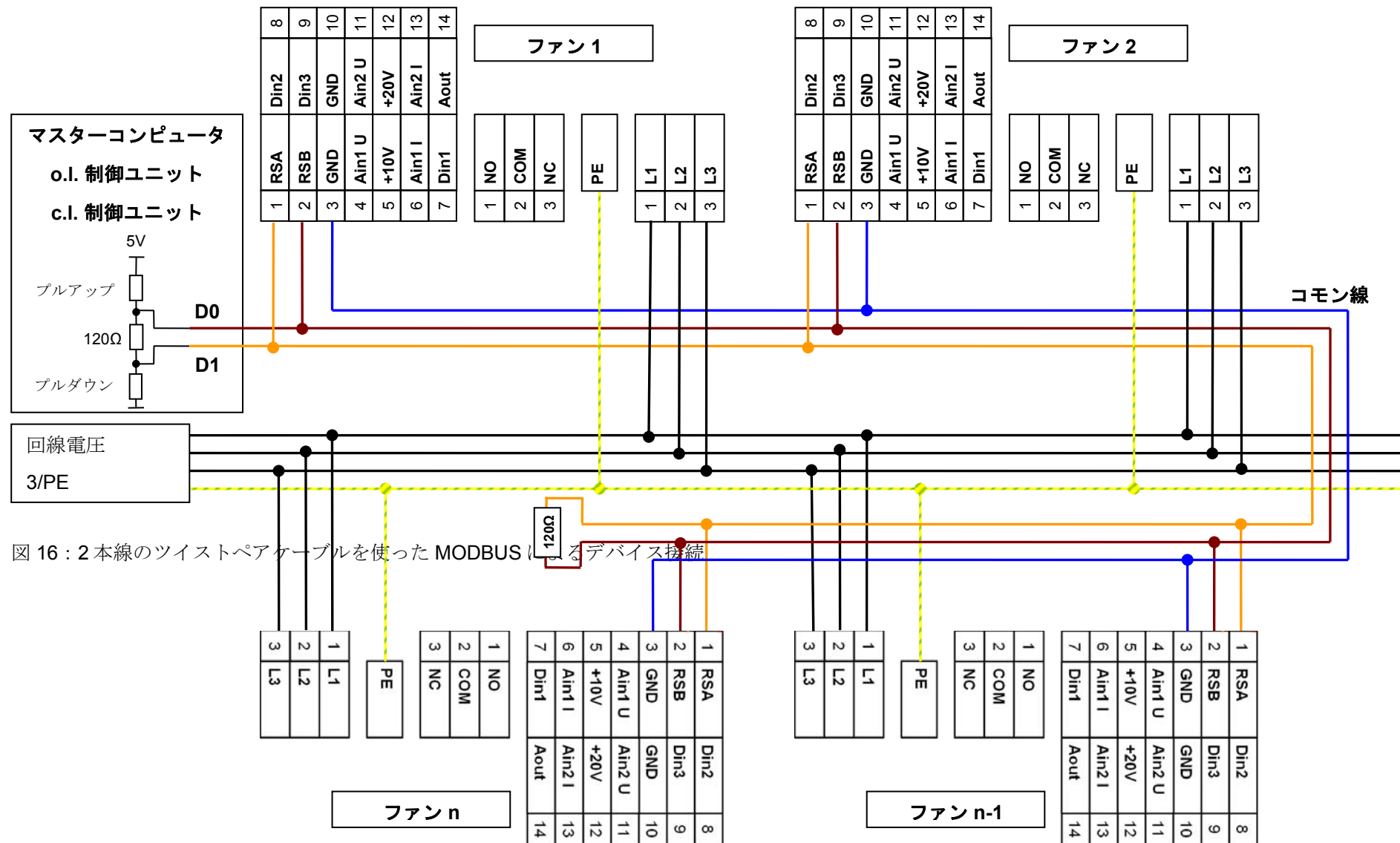
MODBUS.org は干渉が発生しやすい場所での使用についてシールド付きツイストペアケーブルを推奨しています。このシールドはアルミ箔と銅線の網によって構成され、電磁場による影響を防止します。

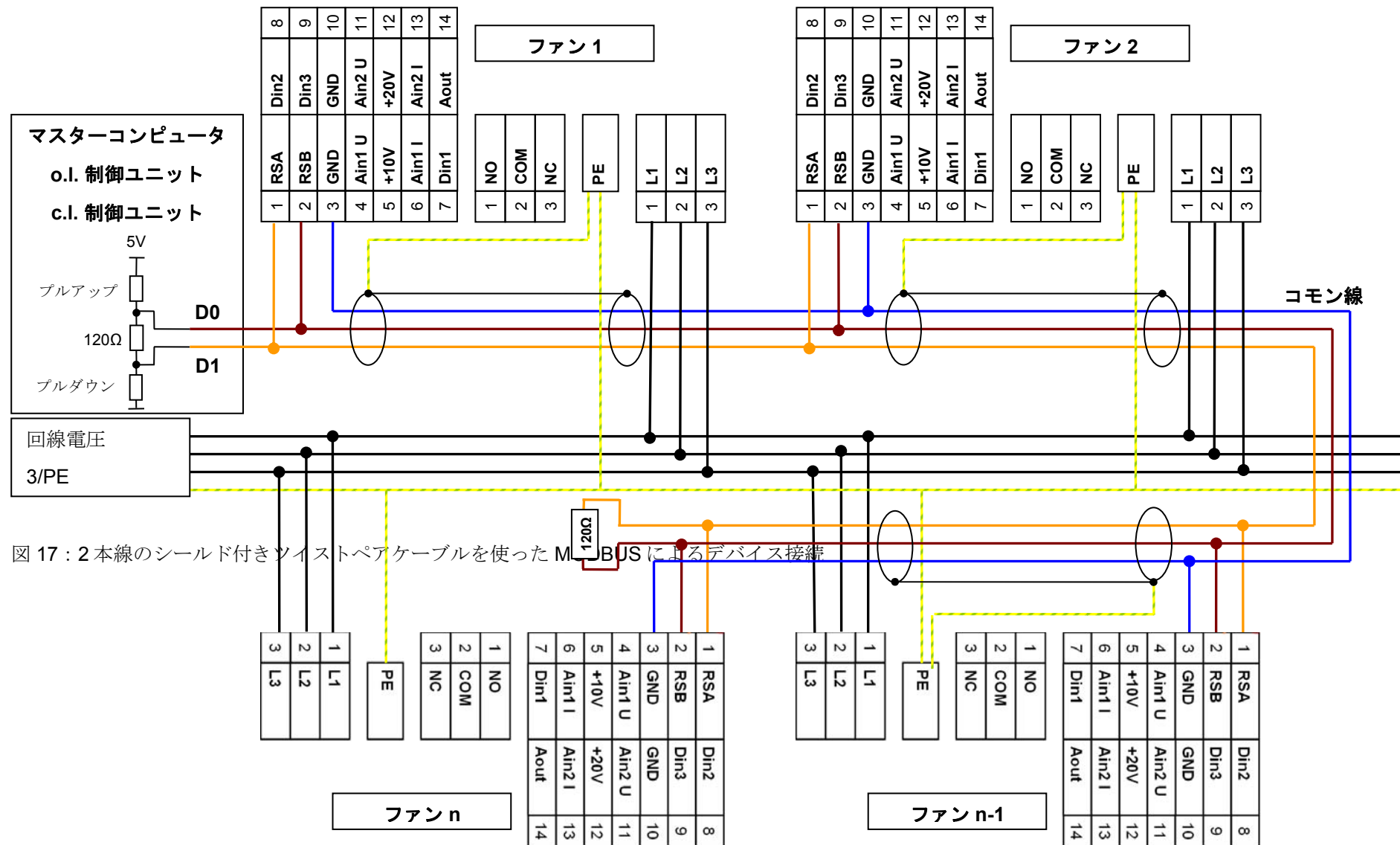
■ コモン線

上記参照

■ 回線終端（終端抵抗）

上記参照





3.1.1 自動アドレス割当

工場からの新しいファンの場合、自動アドレス割当を使用するオプションがあります。このオプションは **ebm-papst MODBUS プロトコルバージョン 5.00** 以降に存在します。自動アドレス割当昨日は、**EC-Control マニュアル V2.1 (第 3.3.4 章)** で説明されています。

この機能を使用する為に注意を払わなければならない事は？

- システムの全てのファンが工場出荷時状態である
システム内で工場出荷時状態のファンを持つサブネットもバージョン **5.00** よりも古い **ebm-papst MODBUS** プロトコルの場合は、自動アドレス割当は自動的に半自動方式に切り替わります。この機能は、**EC-Control マニュアル V2.1 (第 3.3.5 章)** に記載しています。
- ファンは自動アドレス割当時に、ファンのアドレスがシリアル番号に基づいて並べられ、システムへのインストール時に照準にシリアル番号で並べ替えられます。これによりシステム内での個々のファンの識別が容易になります。シリアル番号は、次の様に構成されて、**JJWW00XXXX**、JJ は製造年(西暦下二桁)で WW は製造週で、XXXX は順番採番する英数字になります。
- さておきあなたの **ebm-papst** ファンに、他の **MODBUS** 装置が使用されているサブネットに接続してはなりません。

3.2. ソフトオン/オフ&モータ停止許可

EC モータへの電源を繰り返しオン/オフすると電子回路にストレスがかかり、耐用年数が低下します。これを防止するため ebm-papst の EC モータはモータをゆっくり停止させることのできるオン/オフ機能を備えています。これは電源回路の停止につながるデジタル入力 1 (Din1 端子) にローレベルの信号を入力することにより実現できます。モータ停止許可を有効にする機能もありますが、これは Din1 (ソフトオン/オフ) による切換とは異なるものです。そうすることにより設定している換気 (最小 PWM) を回避することが出来るので、この機能は点検保守時に有効です。したがって、モータは最小 PWM の値を変更することなく設定値入力の 0 rpm または 0% PWM で停止状態にする事が出来ます。モータ停止許可が有効になっている場合は、風量を必要としなければ (=内部 0%PWM) 通常運転で停止状態に出来ます。

モータ停止許可

- モータ停止許可機能は任意の設定している換気を停止する為に有効にする必要があります。
- この機能が無効になっている場合、モータは常に事前に設定された最小PWM値で運転します。
- デジタル入力 1 (Din1 端子) にローレベル信号を入力することによりモータを停止する事も出来ます。

- クローズドループ回転数制御またはオープンループPWM 制御モード
モータ停止許可が有効な場合、設定値にゼロを入力（運転モードにより回転数=0 rpm または PWM 信号= 0%）するとモータ回転数がゼロになります。
- クローズドループセンサー制御モード
実値が設定値を（実制御機能により）下回った、または超過し、かつモータ停止許可が有効な場合にはモータは停止します。

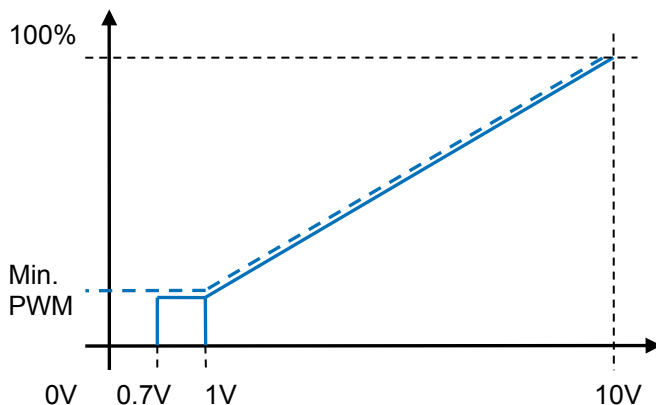


図 19 : モータ停止許可

- モータ停止許可有効（実線）：モータは信号<0.7V で停止
- モータ停止許可無効（破線）：モータは最小 PWM 信号で運転
- ヒステリシス；モータは 1V で起動するが（モータ停止許可が有効な場合は）0.7 V で停止

3.3. パラメーター設定の切替え

MODBUS では 2 つのパラメーター設定を保存することができます。パラメーター設定を選択することによりそれぞれのオプションのプリセットを利用できます。このパラメーター設定にはそれぞれ以下の選択オプションが含まれます。

The image displays two screenshots of the EC-Control software interface, showing the 'パラメーター設定' (Parameter Setting) screen for MODBUS1_1. The interface is divided into a left sidebar with a tree view and a main content area. The top screenshot shows 'パラメーター設定 1' (Parameter Setting 1) selected, with a 'GREEN TECH' logo in the top right. The bottom screenshot shows 'パラメーター設定 2' (Parameter Setting 2) selected, also with a 'GREEN TECH' logo. A blue double-headed arrow points between the two screenshots, indicating the switching between the two parameter settings.

パラメーター設定 1 (Top Screenshot):

- デバイス: MODBUS1_1
- 論理アドレス: 1 @ ebmpapst RS485
- 物理アドレス: MODBUS ebm-papst Standard
- デバイスタイプ: MODBUS ebm-papst Standard
- パラメーター設定 1 (Selected):
 - 実パラメーター設定: 1
 - パラメーター選択ソース: RS485/バス
 - パラメーター設定: パラメーター設定 1
 - 制御モード (P1): クローズドループ回転数制御
 - 最小PWM (P1) [%]: 10
 - 最大PWM (P1) [%]: 100
 - モータ停止許可 (P1): ☐
 - 制御機能 (P1): クーリング/加熱タイプ
 - P制御 (P1) [%]: 100
 - I制御 (P1) [%]: 6.25

パラメーター設定 2 (Bottom Screenshot):

- デバイス: MODBUS1_1
- 論理アドレス: 1 @ ebmpapst RS485
- 物理アドレス: MODBUS ebm-papst Standard
- デバイスタイプ: MODBUS ebm-papst Standard
- パラメーター設定 2 (Selected):
 - 実パラメーター設定: 1
 - パラメーター選択ソース: RS485/バス
 - パラメーター設定: パラメーター設定 1
 - 制御モード (P2): クローズドループセンサー制御
 - 最小PWM (P2) [%]: 8
 - 最大PWM (P2) [%]: 35
 - モータ停止許可 (P2): ☒
 - 制御機能 (P2): クーリング/加熱タイプ
 - P制御 (P2) [%]: 1000
 - I制御 (P2) [%]: 0

パラメーター設定 P1/P2 パラメーターの説明

■ パラメーター選択ソース

RS485/バスは EC-Control 経由、Din2 端子は端子台の Din2 デジタル入力経由の切り替えを指定

■ パラメーター設定

パラメーター選択ソース が RS485/バスに設定されている場合、EC-Control はパラメーター設定 1 とパラメーター設定 2 を切替可能

■ 制御モード

制御モードはそれぞれのパラメーター設定について互いに独立して指定可能 (第 2.4 章参照)

■ 最小 PWM と最大 PWM

モータが対応する変調レベルの限界値 (第 2.6 章参照)

■ モータ停止許可

この機能が有効な場合はモータを停止可 (第 3.2 章)

■ 制御機能 (第 2.5 章参照)

■ P 制御 / I 制御

ここではクローズドループ制御パラメーターの P 制御と I 制御を入力。この値はクローズドループセンサー制御とクローズドループ回転数制御運転モードに影響 (第 2.3 章参照)

したがってパラメーター設定ソースとして Din2 端子か Din3 端子が選択された場合、EC-Control 経由のパラメーター設定切り替えは行えなくなります。

- パラメーター設定 1 は Din2 (または Din3) がオープンな場合、または電圧が >5V の場合に選択されます。
- パラメーター設定 2 は Din2 (または Din3) が GND にブリッジされているときに選択されます。

上記の設定オプションはパラメーター設定サブメニューにありますが、設定値はデバイスステータスからのみ行えます。

3.3.1 昼/夜 運転モードの設定値の設定

それぞれのパラメーター設定の設定値を保存する場合、以下の設定項目を順に 1 つずつ決定します。各ステップを完了するごとに設定(選択ファン、全ファン)をクリックして有効化する事が重要です。

設定値の保存

両方のパラメーター設定が対象

- パラメーター設定でパラメーター設定 1 を選択
- デバイスステータスで設定値をEEPROMに保存機能を有効にして設定値を入力
- パラメーター設定 2でパラメーター設定 2 を選択。
- デバイスステータスで設定値をEEPROMに保存機能を有効にして設定値を入力

パラメーター設定を切り替えた時に設定値が失われないようにするには設定値をEEPROMに保存機能を有効にする必要があります。

3.4. 緊急時運転機能

- 緊急時運転機能は、予期しないケーブルの断線や故障に対する保護機能を提供します。
- インターフェース接続(RS485/bus)が失われた場合、この機能が設定した緊急時運転回転数でファンを運転させます。
インフォメーション：ファンはRS485 インターフェースを介して“バストラフィック”を検出していて、“バストラフィック”が検出されない場合は緊急時運転機能に切り替わります。
- また、アナログ信号入力用に閾値を設定する事が出来ます。例えば、アナログ信号はアナログ入力 Ain1 でこの閾値を下回る場合は、設定した緊急時運転回転数が適用されます。
- MODBUS 5.00 以上では、回転方向も緊急時運転モード時に設定できます。これらのオプションが設定できます：時計回り、反時計回り、回転方向の保持
- この機能は設定値ソースに障害がある場合でも、設定された風量特性を保証出来るようする為に使用する事が出来ます。
- ファンが再び閾値以上のアナログ設定値またはバス信号を検出すると、正しい回転方向において検出したアナログ設定値または、最後に設定した設定値(デジタル)で“通常”運転を継続します。

デバイス
論理アドレス MODBUS1_4
物理アドレス 4 @ 127.0.0.1:8000
デバイスタイプ MODBUS ebm-papst Standard

デバイスステータス
設定
パラメーター設定 1
パラメーター設定 2
センサー設定
入力制御曲線 1
入力制御曲線 2
出力制御曲線
立ち上がり時間設定
回転方向
緊急時運転機能
制限値
通信パラメーター
モータ設定
モータディレーティング
冬季機能
読み込み/保存
情報
実設定値
デバイスデータ
電源回路

緊急時運転機能 ☐

緊急時運転回転数 [rpm] 819

緊急時運転機能作動時間 [秒] 20

ケーブル断線検出電圧値 [V] 10

緊急時運転の回転方向 現行回転方向の継続

選択ファン設定(S) 全ファン設定(S) リセット(R)

緊急時運転機能

- 緊急時運転機能を有効にするにはボックスをチェック
- 緊急時運転回転数を入力
- 緊急時運転機能が作動するまでの時間を入力
- 例外事項に注意！

例外事項：

- 緊急時運転機能作動時間を 0 秒に設定した場合
この場合にはケーブルが断線していてもモータは直ちに緊急時運転回転数を適用します。このような短い遅延をしたい場合には、0.1 秒の作動時間の設定をお勧めします。
- MODBUS インターフェースでケーブル断線が発生したが緊急時運転機能が有効になっていない場合
モータは停止せず一定の回転数で運転を続けます。MODBUS インターフェースとの接続が失われているため、モータの制御は行えなくなります。回転数の変更やモータ停止は行えません。
- ケーブル断線時にモータが停止（緊急時運転回転数=0 rpm）
前提条件：モータ停止許可が有効になっている必要があります。この機能が有効になっていない場合、モータは最小 PWM 信号での運転を継続します。
- ケーブル断線検出電圧
前提条件：設定値ソースがアナログ入力 Ain1に設定されている。設定値ソースとして選択しているアナログ入力の電圧が、ここで設定された電圧よりも下回ると、アナログ設定値用デバイスのケーブル断線と診断されてファンは緊急時運転機能モードに切り替わります。
- EC-Control を閉じたときに緊急時運転回転数が有効になっていた場合
緊急時運転回転数が有効に設定されている場合、モータは EC-Control を閉じたときにこの条件を適用します。

3.5. 冬季機能

デバイス
論理アドレス MODBUS1_4
物理アドレス 4 @ 127.0.0.1:8000
デバイスタイプ MODBUS ebm-papst Standard

デバイスステータス
設定
パラメーター設定 1
パラメーター設定 2
センサー設定
入力制御曲線 1
出力制御曲線
立ち上がり時間設定
回転方向
緊急時運転機能
制限値
通信パラメーター
モータ設定
モータデレーティング
冬季機能
読み込み/保存
情報
実設定値
デバイスデータ
電源回路

暖気運転機能始動温度 -60
暖気運転機能停止温度 -40
モータ温度センサー -60-195 °C
氷結振り落とし機能 オフ
最大起動振り落としPWM % 100
最大起動回数 255

選択ファン設定(S) 全ファン設定(S) リセット(R)

冬季機能

- 有効/無効：氷結振り落とし機能
- 最大起動振り落とし
PWM 機能：氷結振り落とし機能の最大起動 PWM の設定
- 最多起動回数：
起動を試みる度に PWM レベル制御係数を増加させる
- 非常に寒い地域において、モータの暖気運転機能を有効にする事が出来ます。(ファンに応じて次のテキストをご参照ください。)

冬季機能は、MODBUS 5.00 以上でのみ利用可能であり、冬の間のファンの機能を確保する為に次の二つのオプションを伴います。

■ 氷結振り落とし機能：

問題点：インペラーに氷が付着した場合に拘束状態となり、モータは拘束を検出しますが、起動を試みます。しかし、そうすることでインペラーが損傷を受けることがあります。

氷結振り落とし機能が有効な場合に、ファンは ebm-papst により設定されたデューティサイクルにより運転を再開しようとします。これがうまくいかない場合は、ファンは逆回転方向に回転を試みます。これらの試みの回数は、最多起動回数で設定できます。それぞれの試みが失敗した後に起動デューティサイクルが増加します。最大起動振り落としにおいてファンが氷結振り落とし機能を試み続ける最大 PWM ファンレベルを指定する事が出来ます。氷結振り落とし機能が成功した場合、もともとの設定値で正しい回転方向で回転します。氷結振り落とし機能の実行後にインペラーが拘束状態のままである場合、ファンは通常の拘束保護機能の挙動に切り替わります。氷結振り落とし機能を試みている間、氷結振り落とし機能作動という警告が表示されます。

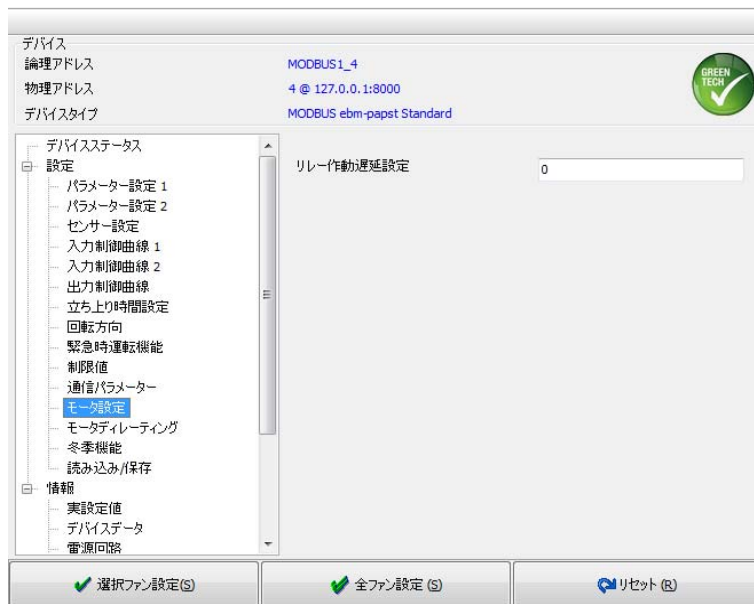
■ モータ暖気運転機能：

問題点：ファンが直接非常に低い動作温度(例えば-60℃)で始動された場合、その潤滑油が-40℃よりも低い温度では設計されていないので、ベアリングの損傷に繋がることになります。

ebm-papst により下限最低温度(例えば-60℃)が設定され、モータ暖気運転機能が作動しファンのモータとベアリングが温められます。ファンは上限温度に到達するまで作動されません。到達するとファン暖気運転機能はオフになり、ファンは再び通常運転モードになります。モータ暖気運転機能が有効の間、暖気運転機能という警告が表示されます。

この機能は、特定のファンでのみ可能で、現在 ebm-papst でのみ有効に出来ます。

3.6. モータ設定 (リレー作動遅延設定)



モータ設定

- これによりエラーを検出した後の警報リレーを作動させるまでの時間を設定する事が出来ます。

図 24 : モータ設定

例：“欠相”

システムには、少なくとも 1 台の ebm-papst ファン(3 相タイプ)が内蔵されています。警報リレーの全ての出力は、このシステムの制御システムに接続されています。3 相の内の 1 相において短時間の電圧降下があった場合、ファンの機能はこれにより損なう事はありませんが、電圧降下を検出して警報リレーが作動します。このエラーは、制御システムにおいて検出されてシステム全体が停止する可能性があります。

- このように簡単に発生したエラーは（上述の例）、警報リレーの作動遅延時間を設定する事によって、無視する事が出来ます。警報リレーの作動遅延時間を長すぎではいけません。長すぎた場合には、長期的に深刻な障害が見落とされてファンの損傷につながる可能性があります。
- 都度発生したエラーは、MODBUS インターフェースを介して、遅延無く通知されます。

3.7. 入力 Ain2 U または Ain2 I 経由によるセンサーによる実値

EC Motor がクローズドループセンサー制御の運転モードで動作している場合、実値はセンサー経由で取得されます。センサーは圧力、温度、または風量を指定することができます。

センサー接続のため端子台 (KL) には 2 つのアナログポート **Ain2 U** と **Ain2 I** があります (図 25 参照)。あるいは **Ain1 U** と **Ain1 I** 端子を使用することも可能です。端子 12 経由の供給電圧は +20VDC です。

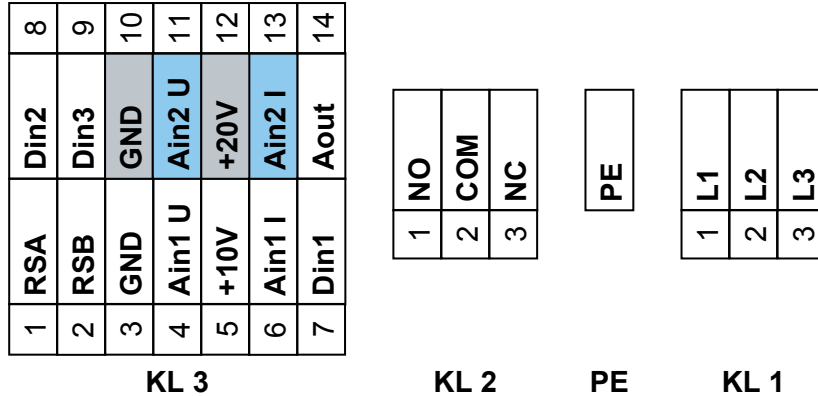


図 25 : クローズドループセンサー制御のための実値に使用する端子台と端子

センサーからの出力に応じ、2 つの入力を実値に利用できます。

- **Ain2 U** または **Ain1 U** アナログポート 11 または 4 (0~10 V 出力のセンサー用)
- **Ain2 I** または **Ain1 I** アナログポート 13 または 6 (4~20 mA 出力のセンサー用)

原理的には、二つの異なる接続タイプ、3 線式と 2 線式の方法があります (図 26 参照)。

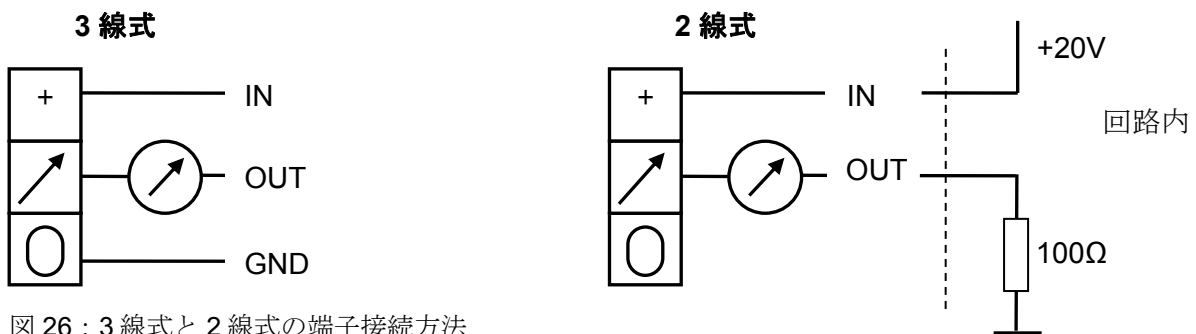


図 26 : 3 線式と 2 線式の端子接続方法

■ 2 線式センサー

電源に直接接続され、4~20mA 信号を供給します。GND への接続はファンに内蔵されている 100Ω の抵抗 (皮相抵抗) 経由で行います。図 25 の端子台では **Ain2 I** と +20 V に接続します。

■ 3 線式センサー

電流 (4~20 mA) と電圧 (0~10 V) の両方の信号を出力します。タイプに応じて **Ain2 I** (端子 13) か **Ain2 U** (端子 11) を使用します。図 25 の端子台では **Ain2 I** または **Ain2 U**、+20 V、および GND に接続します。

3.8. 2つのセンサーによる実値

2つのセンサーを同時に使用して実値を取得することもできます。下図（図 27）では ebmpapst 部品番号 50005-1-0174 の温度センサーが 2 個使用されています。



2つのセンサー

事例画像

- 部品番号 50005-1-0174 の温度センサー x 2 個
- センサー 1:
Ain1 U
+20V
GND
- センサー 2:
Ain2 U
+20V
GND

このセンサーの対応温度範囲は -20°C から 80°C までです。Ain1 U と Ain2 U の両方の端子が実値取得に使用されています。4~20 mA 出力のセンサーの場合は Ain1 I と Ain2 I 端子を使用します。

2つの測定値から実値を計算するには下記の方法が存在します。

- 最大値 (Ain1:Ain2) 2つのうち高い方を実値として使用します
- 最小値 (Ain1:Ain2) 2つのうち低い方を実値として使用します
- 平均値 (Ain1:Ain2) 2つのセンサーの平均値を実値として使用します

2つのセンサーから実値を取得する場合の重要な注意事項：

両方のアナログポートが使用されるため、設定値は EC-Control 経由（制御ソース：RS485/バス）で設定する必要があります。

2つのセンサー

センサーの設定

- センサー範囲：-20°C～80°C
- センサーの単位：°C
- 2つのセンサーから実値を取得する場合は センサー値ソース で設定
- この場合センサーは Ain1 U と Ain2 U、または Ain1 I と Ain2 I に接続

3.9. 入力 Ain1 U または Ain1 I、または EC-Control 経由の設定値入力

設定値は運転モードにかかわらずアナログ入力 Ain1 または RS485/バス 経由で入力することができます。この制御ソースは デバイスステータス から設定します（図 29 参照）。



制御ソース

アナログ Ain1 または RS485/バス

- 制御ソース：RS485/バス
設定値は EC-Control からデジタル的に入力
- 制御ソース：アナログ入力 Ain1
電圧または電流信号を端子台の Ain1 U または Ain1 I 経由で供給

端子台に外部の制御ソース（例：ポテンショメータ）を接続する必要があります。この場合には端子 5 を 10VDC の補助電源として使用することができます。

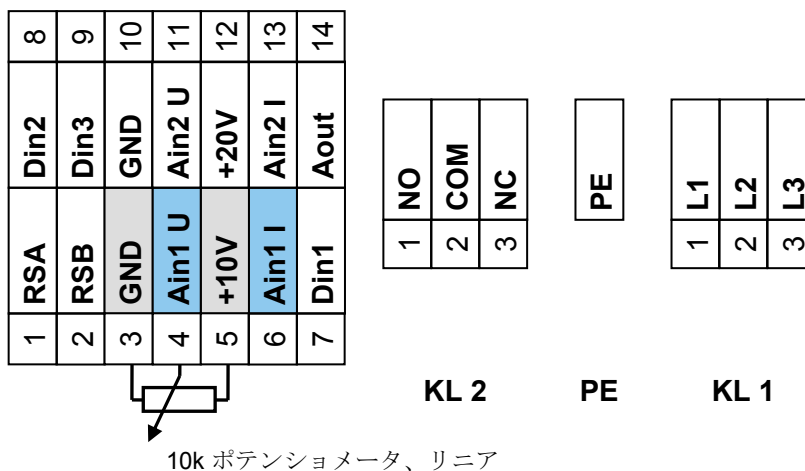


図 30：端子台の設定値入力用ポート

図 30 の端子 4 と 6 は設定値入力のためのアナログポートです。実値取得用と同様に 2 種類の入力ポートが存在します。

- Ain1 U アナログポート 1、端子 4、0～10 V デバイス（例：ポテンシオメータ）用
- Ain1 I アナログポート 1、端子 6、4～20 mA デバイス用

3.10. 特性曲線

3.10.1 入力制御曲線

入力制御曲線は設定値をアナログ設定値入力の場合にのみ適用されます（制御ソース：アナログ入力 Ain1）。EC-Control 経由で設定値が入力される場合（制御ソース：RS485/バス）、これは機能しません。

- 制御ソースが Ain1 U または Ain1 I 経由のアナログ入力 Ain1 である場合は入力制御曲線を定義できます。
- 設定にはサブ項目の入力制御曲線 1 と入力制御曲線 2 があります。
- 図 32 のどちらの制御曲線についても、0 V でのモータ停止はモータ停止許可機能が有効である場合にのみ可能です。

デバイス
論理アドレス MODBUS1_1
物理アドレス 1 @ ebmapst RS485
デバイスタイプ MODBUS ebm-papst Standard

デバイスステータス
設定
パラメーター設定 1
パラメーター設定 2
センサー設定
入力制御曲線 1
入力制御曲線 2
出力制御曲線
立ち上がり時間設定
回転方向
緊急時運転機能
制限値
通信/パラメーター
モータディレーティング
読み込み/保存
情報
実設定値
デバイスデータ
電源回路
モータ
入力値
定格回転数
工場データ
ファン特徴
顧客データ
エラーリスト

入力制御曲線 X1 (P1) [V] 0
入力制御曲線 Y1 (P1) [rpm] 100
入力制御曲線 X2 (P1) [V] 10
入力制御曲線 Y2 (P1) [rpm] 700

選択ファン設定 (S) 全ファン設定 (I) リセット (R)

入力制御曲線

パラメーター設定 1

- パラメーター設定 1 の例：運転モード：クローズドループ回転数制御
- 左側の例：100～700rpm の範囲でリニア
- 入力制御曲線はそれぞれのパラメーター設定について独立して定義可能
- 曲線は図 32 参照

デバイス
論理アドレス MODBUS1_3
物理アドレス 3 @ 127.0.0.1:8000
デバイスタイプ MODBUS ebm-papst Standard

デバイスステータス
設定
パラメーター設定 1
パラメーター設定 2
センサー設定
入力制御曲線 1
入力制御曲線 2
出力制御曲線
立ち上がり時間設定
回転方向
緊急時運転機能
制限値
通信/パラメーター
モータディレーティング
読み込み/保存
情報
実設定値
デバイスデータ
電源回路
モータ
入力値

入力制御曲線 X1 (P2) [V] 5
入力制御曲線 Y1 (P2) [%] 20
入力制御曲線 X2 (P2) [V] 8
入力制御曲線 Y2 (P2) [%] 80

選択ファン設定 (S) 全ファン設定 (S) リセット (R)

入力制御曲線

パラメーター設定 2

- パラメーター設定 2 の例：運転モード：オープンループ PWM 制御
- 左側の例：入力電圧が 5V からのみ変調レベル>20%が可能
- 入力制御曲線はそれぞれのパラメーター設定について独立して定義可能
- 曲線は図 32 参照

入力制御曲線 パラメーター設定 1

入力制御曲線 パラメーター設定 2

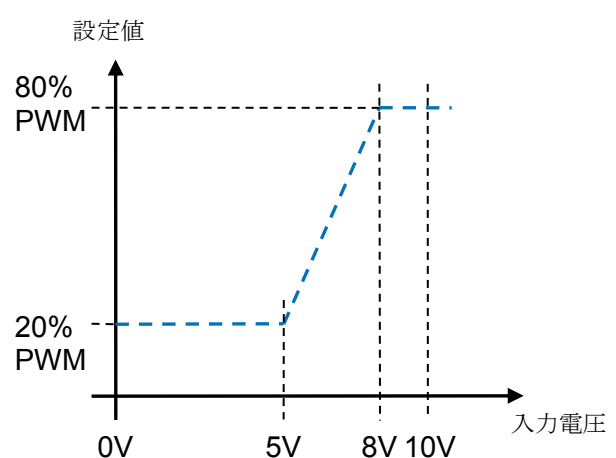
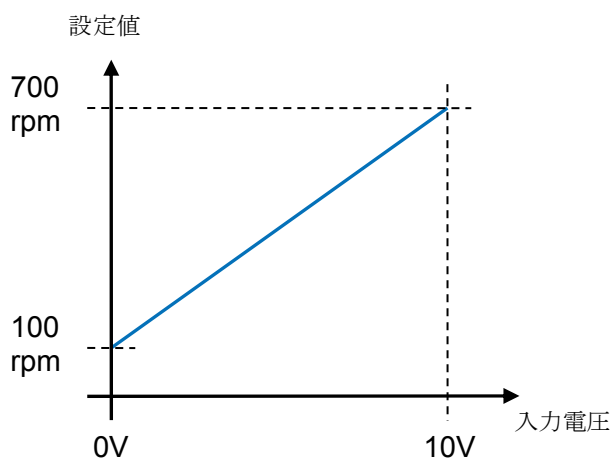


図 32 : P1 と P2 の入力制御曲線の例

3.10.2 逆制御曲線

アナログ設定値入力の場合、入力制御曲線は逆制御曲線とすることもできます。これは入力信号が小さくなると、設定値が大きくなることを意味します。

デバイス
論理アドレス MODBUS1_1
物理アドレス 1 @ ebmpapst RS485
デバイスタイプ MODBUS ebm-papst Standard

デバイスステータス
設定
パラメータ設定 1
パラメータ設定 2
センサ設定
入力制御曲線 1
入力制御曲線 2
出力制御曲線
立ち上がり時間設定
回転方向
緊急時運転機能
制限値
通信パラメータ
モータデレーティング
読み込み/保存
情報
実設定値
デバイスデータ
電源回路
モータ
入力値
定格回転数
工場データ
ファン特徴
顧客データ
エラーリスト

入力制御曲線 X1 (P1) [V] 0
入力制御曲線 Y1 (P1) [rpm] 700
入力制御曲線 X2 (P1) [V] 10
入力制御曲線 Y2 (P1) [rpm] 100

選択ファン設定 (S) 全ファン設定 (I) リセット (R)

逆制御曲線

- 図 32 の曲線が逆転しています
- 入力電圧の例：
0V → 700 rpm
10V → 100 rpm
- 入力電圧が大きくなると変調レベルが小さくなります。

この逆制御曲線は図 32 と下記の図 34 を比較することによって明らかになります。

逆制御曲線によるパラメータ設定 1

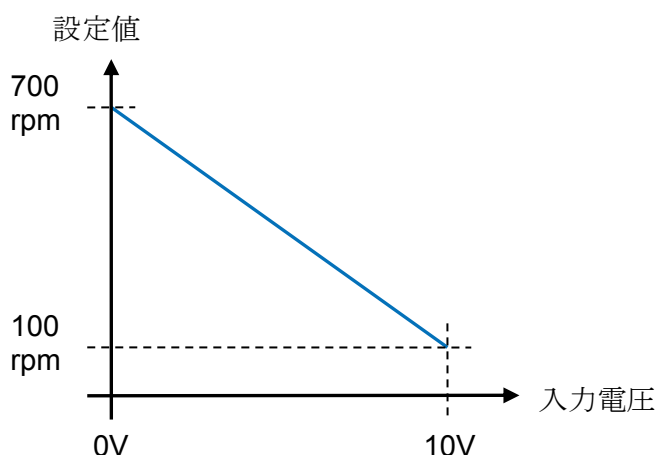


図 34 逆制御曲線の例

実際には、装置においてアナログ設定値（→入力信号 0V）よりケーブル断線が生じた時に、ファンが最大レベルで動作することを保証する為に、逆制御曲線を使用する事が知られています。詳細については、緊急時運転機能（第 3.4 章）を参照して下さい。

3.10.3 出力制御曲線

マスターファンにさらにスレーブを接続するため、MODBUS の端子台には Aout 出力が設けられています。回転数または PWM 信号に基づき、この端子からは電圧信号が常に出力されます。制御ソースには、関係はありません。

デバイス
論理アドレス MODBUS_1
物理アドレス 1 @ ebmpapst RS485
デバイスタイプ MODBUS ebm-papst Standard

デバイスステータス
設定
パラメータ-設定 1
パラメータ-設定 2
センサー設定
入力制御曲線 1
入力制御曲線 2
出力制御曲線
立ち上がり時間設定
回転方向
緊急時運転機能
制限値
通信パラメータ
モータデレーティング
読み込み/保存
情報
実設定値
デバイスデータ
電源回路
モータ
入力値
定格回転数
工場データ
ファン特徴
顧客データ
エラーリスト

アナログ信号出力モード 実回転数

出力制御曲線 X1 [rpm] 100

出力制御曲線 X1 [V] 0

出力制御曲線 X2 [rpm] 870

出力制御曲線 X2 [V] 10

選択ファン設定 (S) 全ファン設定 (I) リセット (R)

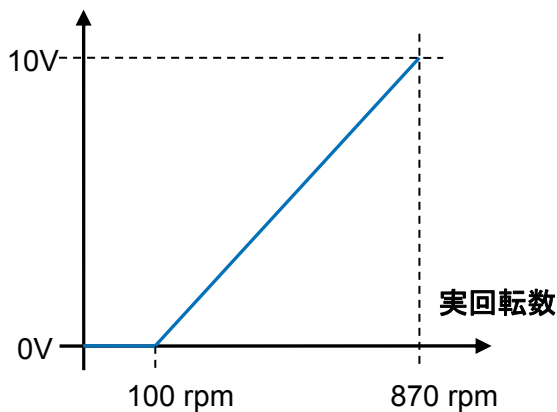
出力制御曲線

- アナログ信号出力モード：
実行回転数[rpm]
- 出力制御曲線の設定値をここに入力
- 出力制御曲線の例は図 36
の左図参照
- 出力制御曲線はアナログ信号出力モードに応じて実PWM または実回転数にすることができ

生成する出力制御曲線は要件に応じて個別に適合させることができます。設定メニューには出力制御曲線サブメニューが存在します（図 35 参照）。アナログ出力の関数は X 軸が回転数か PWM かを示します。出力制御曲線は下図のようになります。

実回転数

出力信号

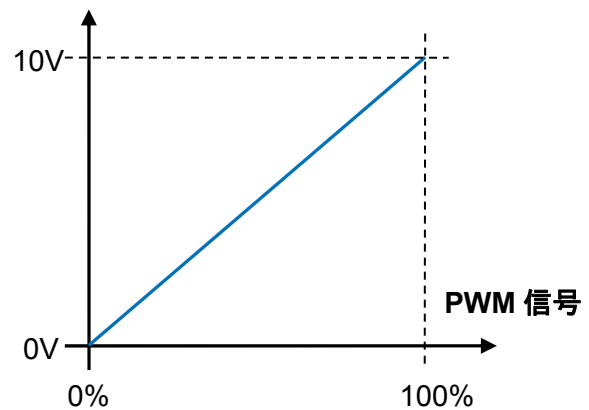


図

モータが 870 rpm で回転している場合、Aout 端子には 10V の電圧が生じます。回転数が ≤ 100 rpm の場合には 0V 信号が生成されます。最大回転数は制限値で設定された値になります（ここでは 870 rpm）。

PWM 信号

出力信号



モータが 100% の PWM 信号で回転している場合、Aout 端子には 10V の電圧が生じます。この曲線はリニアで PWM 信号が 0% の場合の出力は 0V 信号になります。

3.10.4 アナログ信号出力：回転あたりのパルス数



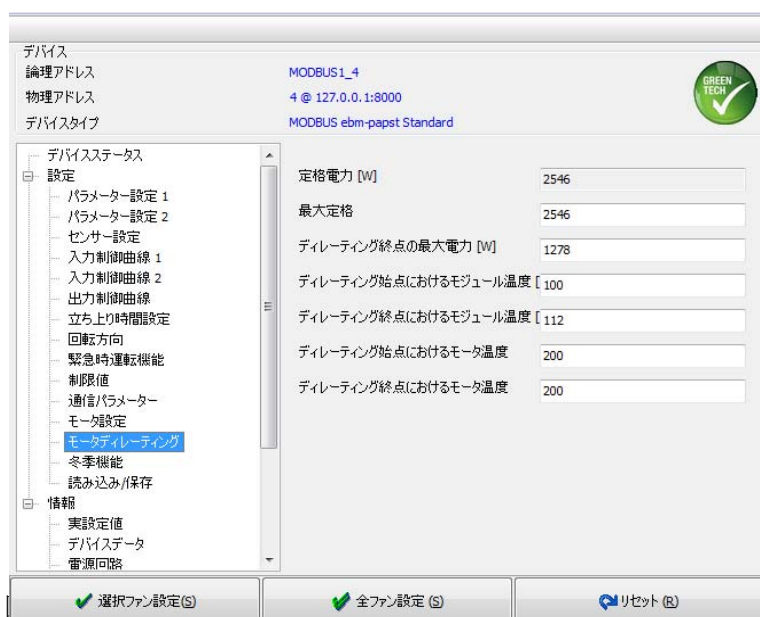
出力制御曲線

- アナログ信号出力モード：回転数監視(パルス数)
- パルス/回転：アナログ出力 Aout に出力する回転あたりのパルス数の設定

MODBUS 5.00 以上の場合には、アナログ出力 Aout で回転あたり 255 パルスを出力する事が出来ます。この機能の使用には、ハードウェアがサポートしていることが要求されます。しかし、適切なパルス数を選択する事が必要です。非常にゆっくり回転するファンには、255 パルスが必要とされるでしょう。早く回転するファンには、より少ないパルス数の選択が必要です。回転あたりのパルス出力周波数がハードウェアにより制限されているので、255 パルスの設定はより速い回転数において想定よりも少ないパルス出力になる可能性があります。

この機能は、特定のファンでのみ設定可能です。

3.10.5 モータディレーティング



モータディレーティング

- 定格電力は、ebm-papst により設定
- 最大定格：所要電力を制限できます
- モジュール温度とモータ温度の制限については次の図をご参照ください
図 39：ディレーティング図

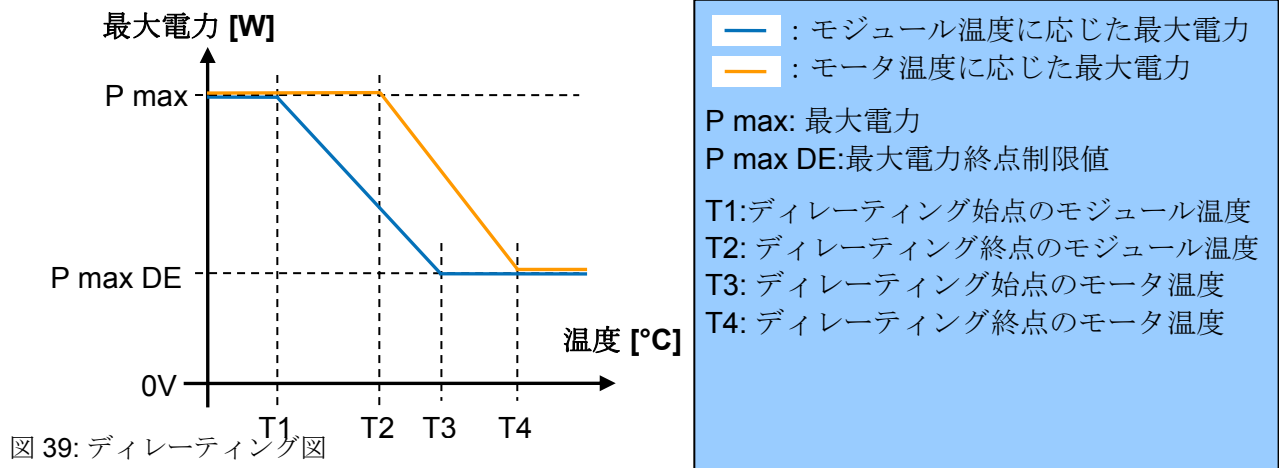


図 39: ディレーティング図

このパラメーターは必ずしも設定する必要はありません。温度に応じた最大電力の制限値について情報を得ていない場合には、単純にこのパラメーターを無視して下さい。

図 39 に見られるように、モジュール温度および/またはモータの温度に応じて、最大電力は設定する事が出来ます。

モータ温度に応じてプロセスを例に挙げて説明します：

- T2 を 100°C、T4 を 130°C に設定
- ファンは最大電力で運転 例) 1191W
- モータ温度が 100°C (T2) に上昇
- 入力が高減される
- モータ温度が更に 110°C に上昇
- 入力が高更に高減される
- モータ温度が 130°C (T4) に到達
- 入力は終点制限値で最大電力 (P max DE) に設定 例) 1006W
- 130°C (T4) に達した時点で、入力は一定になる 例) 1006W (P max DE).

3.11. 運転監視

MODBUS 4.00 以上では、警報出力回転数に到達しない場合、警報リレーを作動させるオプション機能があります。この状況は、警報リレーが作動すると同時に MODBUS(警告ビット)上で警告として表示されます。



運転監視

- 回転数が設定した警報出力回転数に到達しない場合にアラームリレーが作動すると同時に MODBUS 上でも警告表示されます
- 最大回転数を 0 に設定すると機能は完全に停止します

4. 顧客装置での EC-Control の使用

典型的な顧客アプリケーションのパラメーター設定と接続図を以下に示しています。これは推奨であり、何らかの拘束力を持つ仕様を意図したものではありません。**マスター**に関連する設定は**緑**の背景で示しています。**スレーブ**に関するものは**オレンジ**で示しています。両方に関連するものは**緑**と**オレンジ**で示しています。

4.1. 冷凍プラント

4.1.1 マスター-スレーブ設定（星形）

通常冷凍プラントでは、1 台のファンはマスターとして残りのファンはスレーブとして運転させます。この様な運転において圧力を設定する事が出来るようにする為には、EC-Control でマスターとスレーブ用のシステム設定を行う事を推奨いたします。目的は凝縮圧力を一定に保つ事です。

デバイス
論理アドレス
物理アドレス
デバイスタイプ

MODBUS1_1
1 @ ebmpapst RS485
MODBUS ebmpapst Standard

デバイスステータス
設定
パラメータ-設定 1
パラメータ-設定 2
センサ-設定
入力制御曲線 1
入力制御曲線 2
出力制御曲線
立ち上がり時間設定
回転方向
緊急時運転機能
制限値
通信パラメータ
モータデレーティング
読み込み/保存
情報
実設定値
デバイスデータ
電源回路
モータ
入力値
定格回転数
工場データ
ファン特徴
顧客データ
エラーリスト

実パラメータ-設定 1
パラメータ-選択ソース RS485/バス
パラメータ-設定 1
制御モード (P1) クローズドループ回転数制御
最小PWM (P1) [%] 8
最大PWM (P1) [%] 100
モータ停止許可 (P1) ☒
制御機能 (P1) クーリング/ネガティブ
P制御(P1) [%] 2000
I制御(P1) [%] 0

選択ファン設定 (S) 全ファン設定 (I) リセット (R)

ステップ 1: パラメーター設定

マスターファン

- 制御モードを クローズドループセンサー制御 に設定
- 有効な制御機能: クーリング/ネガティブ
- P 制御: 2000%
I 制御: 0%
P のみによる制御
- パラメーター設定のソース
通常は RS485/バス
Din2 端子 または Din3 端子 でも設定可能

デバイス
論理アドレス
物理アドレス
デバイスタイプ

MODBUS2_1
1 @ EPUAFAL4
MODBUS ebmpapst Standard

デバイスステータス
設定
パラメータ-設定 1
パラメータ-設定 2
センサ-設定
入力制御曲線 1
入力制御曲線 2
出力制御曲線
立ち上がり時間設定
回転方向
緊急時運転機能
制限値
通信パラメータ
モータデレーティング
読み込み/保存
情報
実設定値
デバイスデータ
電源回路
モータ
入力値
定格回転数
工場データ
ファン特徴
顧客データ
エラーリスト

最小センサー値 0
最大センサー値 30
センサー単位 BAR
センサー値ソース Ain2U/Ain2I
制御機能選択ソース RS485/バス
制御機能 (P1) クーリング/ネガティブ
制御機能 (P2) クーリング/ネガティブ
Pバンド (P1) [BAR] 30.11
Pバンド (P2) [BAR] 60

選択ファン設定 (S) 全ファン設定 (I) リセット (R)

ステップ 2: センサー設定

マスターファン

- センサー値範囲（最大、最小）：
(30,0) パール, センサー製造元の仕様より設定
- センサー単位; パール
- センサーを接続し、適切な実値ソースを選択、ここでは Ain2U/Ain2I
- 制御ソース: RS485/バス
- 制御機能: クーリング/ネガティブ

ステップ 3: マスター用設定値の入力

マスターファン

- 設定値をEEPROMに保存を有効に設定
- 制御ソース：RS485/バス
- 設定値を入力
- 設定値は有効なパラメーター設定にのみ保存可能

スレーブはそれ自身の Ain1 U と GND 端末を通じ、マスターの Aout ポートの 0～10V 信号として設定値を取得します。マスターの出力制御曲線は図 44 のように設定します。この曲線はリニアであり、実PWMはアナログ出力の機能として選択されます。

ステップ 4: マスターの出力制御曲線

マスターファン

- アナログ信号出力モード：実PWM
- 出力制御曲線はリニア
0%は 0 V に対応
100%は 10 V に対応

スレーブの設定（下記参照）：

スレーブはセンサーや 2 つのパラメーターの設定を必要としないため、そのシステム設定も比較的簡単です（図 45 参照）。

スレーブの設定に関する重要な注意事項：

ステップ 5、6、および 7 はすべてのスレーブについて行う必要があります。

デバイス
論理アドレス MODBUS1_1
物理アドレス 1 @ ebmpapst RS485
デバイスタイプ MODBUS ebm-papst Standard

デバイスステータス
設定
パラメータ-設定 1
パラメータ-設定 2
センサ-設定
入力制御曲線 1
入力制御曲線 2
出力制御曲線
立ち上がり時間設定
回転方向
緊急時運転機能
制限値
通信パラメータ
モータデレーティング
読み込み/保存
情報
実設定値
デバイスデータ
電源回路
モータ
入力値
定格回転数
工場データ
ファン特徴
顧客データ
エラーリスト

実パラメータ-設定
パラメータ-選択ソース
パラメータ-設定
制御モード (P1)
最小PWM (P1) [%]
最大PWM (P1) [%]
モータ停止許可 (P1)
制御機能 (P1)
P制御(P1) [%]
I制御(P1) [%]

1
RS485//バス
パラメータ-設定 1
オープンループPWM制御
5
100
☒
クーリングヒガタイプ
1000
0

選択ファン設定 (S) 全ファン設定 (I) リセット (R)

デバイス
論理アドレス MODBUS1_1
物理アドレス 1 @ ebmpapst RS485
デバイスタイプ MODBUS ebm-papst Standard

デバイスステータス
設定
パラメータ-設定 1
パラメータ-設定 2
センサ-設定
入力制御曲線 1
入力制御曲線 2
出力制御曲線
立ち上がり時間設定
回転方向
緊急時運転機能
制限値
通信パラメータ
モータデレーティング
読み込み/保存
情報
実設定値
デバイスデータ
電源回路
モータ
入力値
定格回転数
工場データ
ファン特徴
顧客データ
エラーリスト

設定PWM [%]
制御ソース
設定値をEEPROMに保存
実回転数 [rpm]
実PWM [%]
実パラメータ-設定
実制御モード
パラメータ-選択ソース
実制御特性
制御機能選択ソース
ステータス

45
アナログ入力 Ain 1
☐
704
40
1
オープンループPWM制御
RS485//バス
クーリングヒガタイプ
RS485//バス
ファンOK

選択ファン設定 (S) 全ファン設定 (I) リセット (R)

デバイス
論理アドレス MODBUS1_1
物理アドレス 1 @ ebmpapst RS485
デバイスタイプ MODBUS ebm-papst Standard

デバイスステータス
設定
パラメータ-設定 1
パラメータ-設定 2
センサ-設定
入力制御曲線 1
入力制御曲線 2
出力制御曲線
立ち上がり時間設定
回転方向
緊急時運転機能
制限値
通信パラメータ
モータデレーティング
読み込み/保存
情報
実設定値
デバイスデータ
電源回路
モータ
入力値
定格回転数
工場データ
ファン特徴
顧客データ
エラーリスト

入力制御曲線 X1 (P1) [V]
入力制御曲線 Y1 (P1) [%]
入力制御曲線 X2 (P1) [V]
入力制御曲線 Y2 (P1) [%]

0
0
10
100

選択ファン設定 (S) 全ファン設定 (I) リセット (R)

ステップ 5:

スレーブの制御モード : PWM 制御

スレーブファン

- 制御モード : オープンループPWM 制御
- スレーブについてはひとつのパラメーターのみ設定が必要、ここでは P1
- 制御機能と PWM 制御モードの P または I 制御は無関係
- モータ停止許可を有効化

ステップ 6:

アナログ制御ソース

スレーブファン

- 制御ソース : アナログ Ain1
- 設定値をEEPROMに保存を無効化
- スレーブはマスターの出力端子から 0~10V 信号を取得

ステップ 7:

入力制御曲線

スレーブファン

- スレーブの入力制御曲線はリニア

次ページの図 46 には冷凍プラント用のマスターとスレーブの接続図を示しています。

- ファンは星形に配置されています。

- 設定値はマスターの **Aout** 出力ポートからパッチパネルの **0~10V** 信号として供給されます。これは対象となるスレーブの **Ain1 U** 制御ソースポートに接続されます。
- マスターの運転モード：クローズドループセンサー制御
スレーブの運転モード：オープンループ **PWM** 制御とアナログ入力 **Ain1** 制御ソース

シリアル配線（シリアル接続）に対する星形配置の利点

- エラーが発生した場合、システム全体を止めることなく該当するファンを迅速、容易に交換可能。唯一の問題は長距離の配線を行う場合に使用するケーブルが非常に大量になること

この例で使用されている圧力センサーの代わりとして、**GND** 接続を必要としない **2 線式** のセンサーが存在します。この出力信号は **4~20 mA** の電流信号とすることができます。この場合にはセンサーは実値入力 **Ain2 I** と **+20 V** 端末に接続します（第 3.7 章参照）。

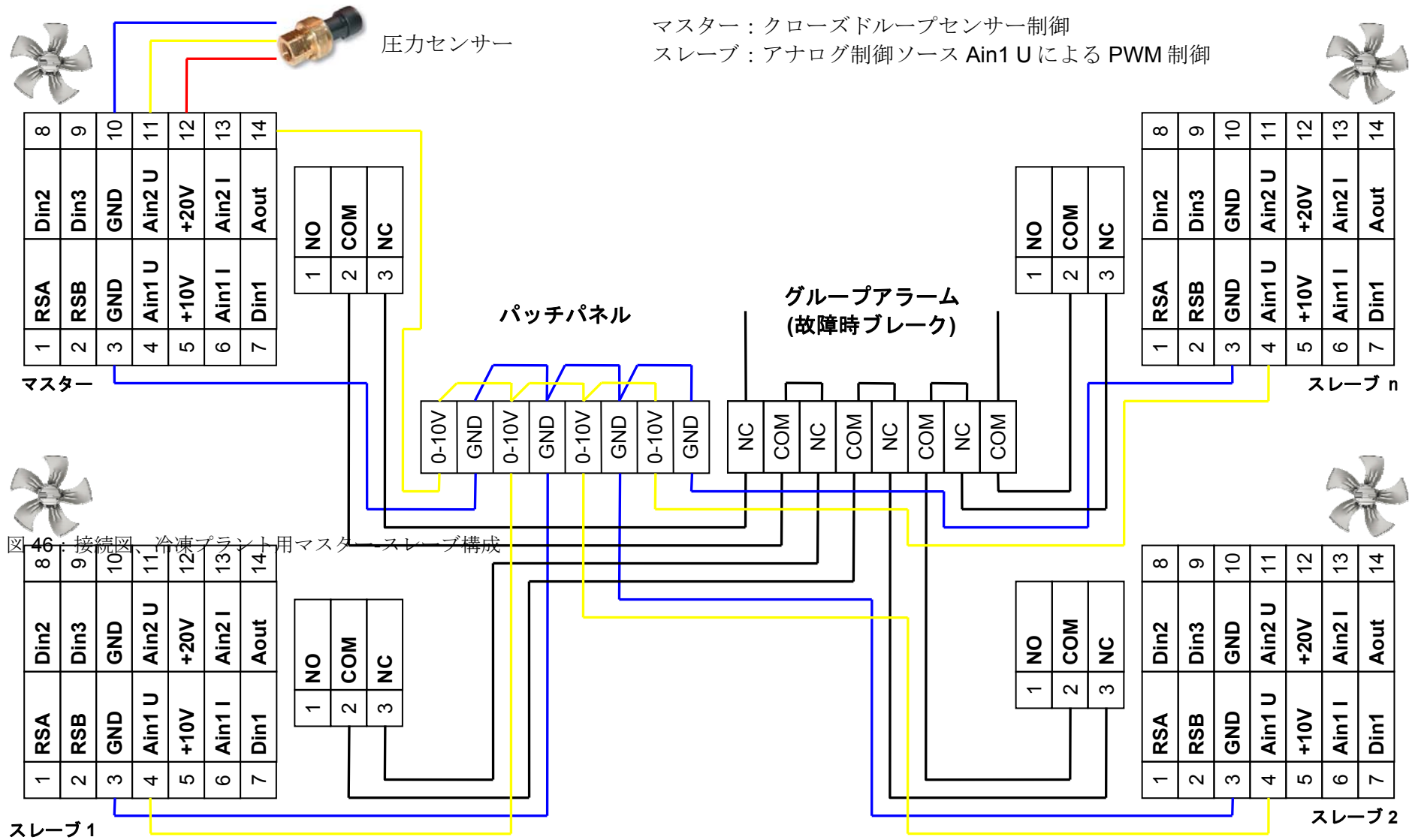


図 46：接続図、冷凍プラント用マスター・スレーブ構成

4.1.2 カスケード運転のマスター-スレーブ構成

マスター-スレーブが取り得るもうひとつの構成にカスケード運転があります。マスターは最初のスレーブに対し、0~10 V 信号による設定値を Aout 出力ポート経由で出力します。図 46 に示す星形の構成とは異なり、各スレーブは並列ではなく直列に接続され、またそれぞれの出力制御曲線は一致します。

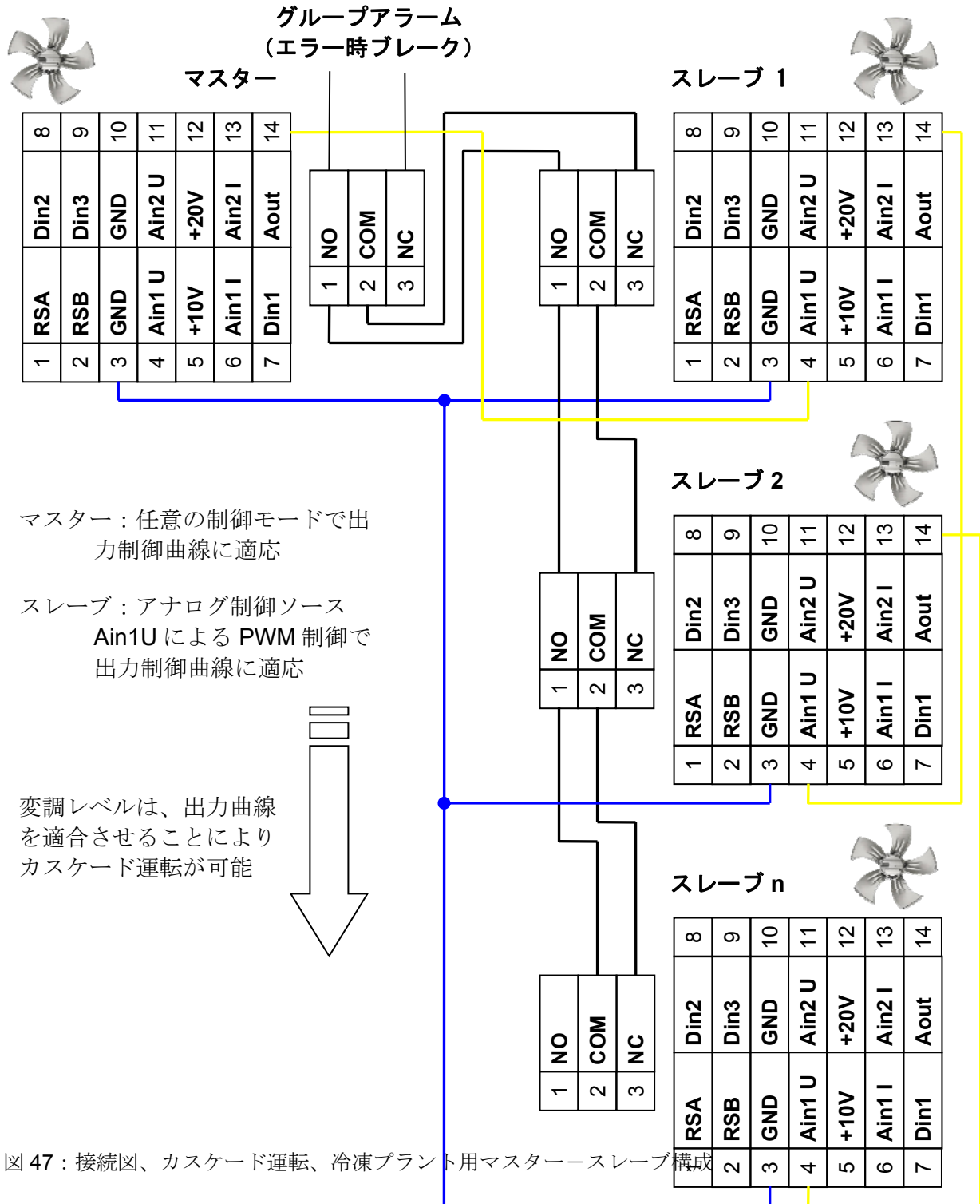


図 47：接続図、カスケード運転、冷凍プラント用マスター-スレーブ構成

カスケード運転の要件：

- マスターの制御モード：任意

- スレーブの制御モード：オープンループPWM制御
- スレーブの制御ソース：アナログ入力Ain1、設定値をEEPROMに保存は無効に設定
- すべてのファンの入力制御曲線は変更不要（0V/0%と10V/100%）
- マスターとすべてのスレーブの出力制御曲線は同じにする。例：図48参照

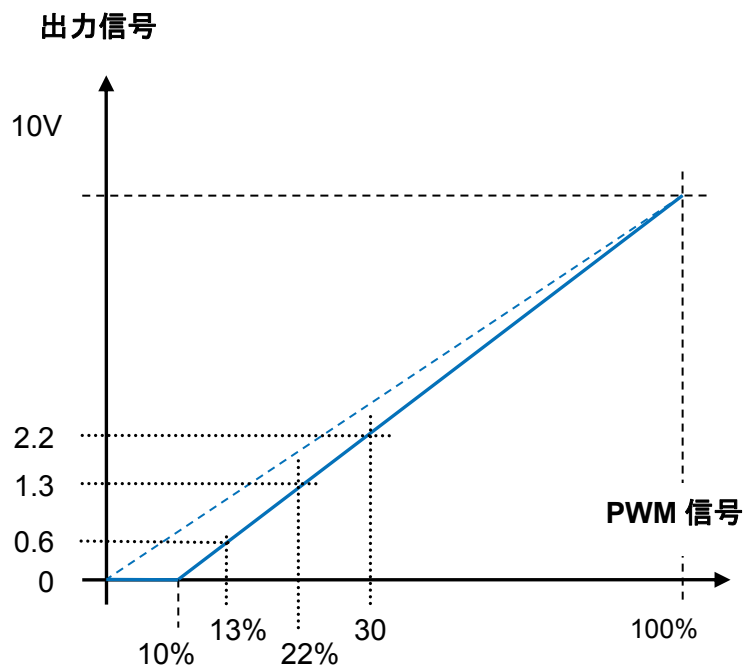


図48：カスケード運転の出力制御曲線

出力制御曲線

カスケード運転

- 標準出力曲線（0%/0Vと100%/10V）は、所望のカスケード運転をする為、ファンレベルの下部領域に移動（10%/0Vと100%/10V）
- この出力制御曲線の設定はすべてのファン（マスターとスレーブ）で行わなければなりません

図48には、マスターが低速で運転されるときにはスレーブはそれよりもさらに低速で運転される場合の曲線を示しています。これによりチェーン中の最後のファンは停止されます。

上記の出力制御曲線に適用されるルール：

マスターの回転数が高いほど他のファンとの差は小さくなります。マスターがフル速度の位相制御で運転されている場合にはスレーブも100%の回転数で運転されます。

例1：マスター＝30%の場合。マスターの変調レベルは30%になります。

- 図48の出力制御曲線に基づきスレーブ1に送信される信号は約2.2Vです。
→スレーブ1の位相制御係数＝22%
- スレーブ1はマスターと同じ出力制御曲線を持ち、したがってスレーブ2に送信される信号は約1.3Vです。
→スレーブ2の変調レベル＝13%
- スレーブ2はマスターと同じ出力制御曲線を持ち、したがってスレーブ3に送信される信号は約0.6Vとなり起動閾値電圧よりも小さくなります。
→スレーブ3の変調レベル＝0%となり、停止します。

例2：マスターの変調レベル＝100%の場合。

- 図48の出力制御曲線に基づきスレーブ1に送信される信号は10Vです。
→スレーブ1の位相制御係数＝100%
- スレーブ1はマスターと同じ出力制御曲線を持ち、したがってスレーブ2に送信される信号は約10Vです。
→スレーブ2の変調レベル＝100%
- スレーブ2はマスターと同じ出力制御曲線を持ち、したがってスレーブ3に送信される信号は約10Vです。
→スレーブ3の変調レベル＝100%

カスケード運転はスレーブ数が最大3～4台の場合にのみ実行してください。

図 49 には、図 48 に示すカスケード運転のため EC-Control 内で設定すべき入力と出力制御曲線を示しています。入力制御曲線を変更せず、初期設定とすることが重要です。図 49 に加え、スレーブにはオープンループ PWM 制御運転モードと制御ソースとしてアナログ入力 Ain1 を選択しています。スレーブについては設定値を EEPROM に保存機能を無効にしておく必要があります。

出力制御曲線

- マスターとすべてのスレーブの出力制御曲線を一致させること
- 座標 X1 は初期設定曲線から 10% シフト

入力制御曲線

スレーブ

- スレーブにのみ関連
- 入力制御曲線はリニア
- すべてのスレーブの入力制御曲線は初期設定 (0 V/0% と 10 V/100%)

4.1.3 熱交換器清掃と除氷のための逆回転モード

リバースモードではファンの回転方向を変更できます。MODBUS インターフェースとバージョン V3.02 以降のファームウェアプロトコルを備えたデバイスでは、デジタル入力端子がバス経由でユーザーによる回転方向変更が可能です。

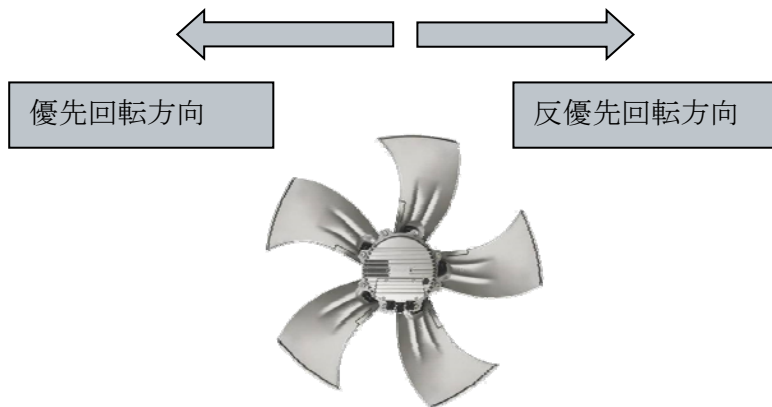


図 50：軸流ファンの回転方向

優先される回転方向は工場で設定：逆回転モードとは回転方向が反優先方向であることを意味します。

回転方向が時計回りか反時計回りかの情報は提示できません。

例：逆回転モードを含む 2 つのパラメーター設定を切り替え

■ パラメーター設定 1：オープンループPWM 制御モード、回転方向は優先方向(工場設定)

■ パラメーター設定 2：クローズドループ回転数制御モード、回転方向は反優先方向

このモードには、以下の設定を記載された順に行う必要があります。

ステップ 1: パラメーター設定 1 の定義

- パラメーター選択ソース：Din2 端子、回転方向変更とパラメーター設定切替を同時に行う為、Din2 と GND をブリッジ
- 制御モード：オープンループPWM 制御
- P 制御及び I 制御と PWM 制御の制御機能とは無関係

ステップ 2: RS485/バス制御ソースの選択

- パラメータ設定1を有効に設定
- 制御ソース：RS485/バス
- 設定値をEEPROMに保存を有効化
- 設定PWM[%]を入力

デバイス
論理アドレス MODBUS1_1
物理アドレス 1 @ ebmpapst RS485
デバイスタイプ MODBUS ebm-papst Standard

デバイスステータス
設定
パラメータ-設定 1
パラメータ-設定 2
センサ-設定
入力制御曲線 1
入力制御曲線 2
出力制御曲線
立ち上がり時間設定
回転方向
緊急時運転機能
制限値
通信パラメータ
モータデレーティング
読み込み/保存

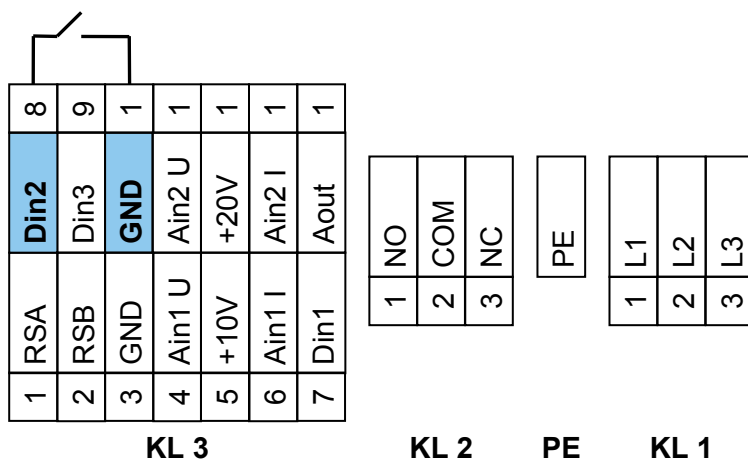
情報
実設定値
デバイスデータ
電源回路
モータ
入力値
定格回転数
工場データ
ファン特徴
顧客データ
エラーリスト

実パラメータ-設定
1
パラメータ-選択ソース Din2 端子
パラメータ-設定 パラメータ-設定 1
制御モード (P2) クローズドループ回転数制御
最小PWM (P2) [%] 5
最大PWM (P2) [%] 100
モータ停止許可 (P2) ☒
制御機能 (P2) ヒーティング/ポジティブ
P制御(P2) [%] 50.19
I制御(P2) [%] 6.25

選択ファン設定 (S) 全ファン設定 (I) リセット (R)

ステップ 3: パラメーター設定 2

- パラメーター選択ソース は Din2 端子 により設定済み
- 制御モード: クローズドループ回転数制御
- P 制御: 50%
- I 制御: 6.25%
- 制御機能 は PWM 制御とは無関係



ステップ 4: パラメーター設定 2 の有効化

- GND と Din2 端子をブリッジしてパラメーター設定 2 を有効化
- ステップ 5 はステップ 4 でパラメーター設定 2 を有効化した場合にのみ実行可能

デバイス
論理アドレス MODBUS1_1
物理アドレス 1 @ ebmpapst RS485
デバイスタイプ MODBUS ebm-papst Standard

デバイスステータス
設定
パラメータ-設定 1
パラメータ-設定 2
センサ-設定
入力制御曲線 1
入力制御曲線 2
出力制御曲線
立ち上がり時間設定
回転方向
緊急時運転機能
制限値
通信パラメータ
モータデレーティング
読み込み/保存

情報
実設定値
デバイスデータ
電源回路
モータ
入力値
定格回転数
工場データ
ファン特徴
顧客データ
エラーリスト

回転数設定値 [rpm] 300
制御ソース RS485/バス
設定値をEEPROMに保存 ☒
実回転数 [rpm] 300
実パラメータ-設定 2
実制御モード クローズドループ回転数制御
パラメータ-選択ソース RS485/バス
実制御特性 クーリング/ネガティブ
制御機能選択ソース RS485/バス
ステータス OK

選択ファン設定 (S) 全ファン設定 (I) リセット (R)

ステップ 5: 設定値の入力と保存

- パラメーター設定 2 を事前に設定しておく (ステップ 4 参照)
- 制御ソース: RS485/バス
- 設定値をEEPROMに保存を有効化
- 回転数設定値[rpm]を入力

パラメーター設定 1 と優先回転方向 : Din2 端子開放または 5…50 V の電圧を印加
パラメーター設定 2 と逆回転運転 : GND にブリッジまたは 1 V 未満の電圧を印加

回転方向とパラメーター設定を同時に変更する為には、回転方向設定方法とパラメーター選択ソースの設定方法は同じでなければなりません（Din2 端子または Din3 端子）。



図 53：逆回転セータ、回転方向設定方法

ステップ 6: 回転方向の設定方法

- 回転方向設定方向：
Din2 端子
- 回転方向設定方法とパラメーター選択ソースの設定方法は同じにする

パラメーター設定と回転方向変更を同時に行うには Din2 と GND をブリッジします。

4.2. 空調ユニット内での風量制御の設定について

差圧法では、EC 遠心ファンのインレットノズル前の静圧とインレットノズル内の静圧とを比較します。流量 [m³/時]は差圧（静圧の差を[Pa]で表したもの）に基づき以下の式から計算されます。

$$\dot{V} = k \times \sqrt{\Delta p_w} \quad \text{または} \quad \Delta p_w = \frac{\dot{V}^2}{k^2}$$

ebm-papst の「EC モータプラグファン」製品カタログにはファンのサイズに応じて下表の k 値が記載されています。この表はターボファンを対象としています。

ターボファンの風量を測定するための測定機器を取り付けたインレットノズル

部品番号	部品番号	サイズ	k-value	寸法は下記参照
25075-2-4013 ⁽¹⁾ / 25080-2-4013 ⁽²⁾		250	70	11ページ
28075-2-4013 ⁽¹⁾ / 28080-2-4013 ⁽²⁾		280	93	15ページ
31575-2-4013 ⁽¹⁾ / 31580-2-4013 ⁽²⁾		310	116	21ページ
35675-2-4013 ⁽¹⁾ / 35680-2-4013 ⁽²⁾		355	148	29ページ
40075-2-4013 ⁽¹⁾ / 40080-2-4013 ⁽²⁾		400	188	35ページ
45075-2-4013 ⁽¹⁾ / 45080-2-4013 ⁽²⁾		450	240	39ページ
64025-2-4013 ⁽¹⁾ / 64002-2-4013 ⁽²⁾		500	281	45ページ
64030-2-4013 ⁽¹⁾ / 64001-2-4013 ⁽²⁾		560	348	49ページ
64040-2-4013 ⁽¹⁾ / 64000-2-4013 ⁽²⁾		630	438	53ページ
71075-2-4013 ⁽¹⁾ / 71080-2-4013 ⁽²⁾		710	545	55ページ
80075-2-4013 ⁽¹⁾ / 80080-2-4013 ⁽²⁾		800	695	57ページ
90075-2-4013 ⁽¹⁾ / 90080-2-4013 ⁽²⁾		900	900	59ページ

数値は変更されることがあります。

(1) 圧力タップ1個

(2) ピエゾメーターリング付き (チューブに4個の圧力タップを接続)

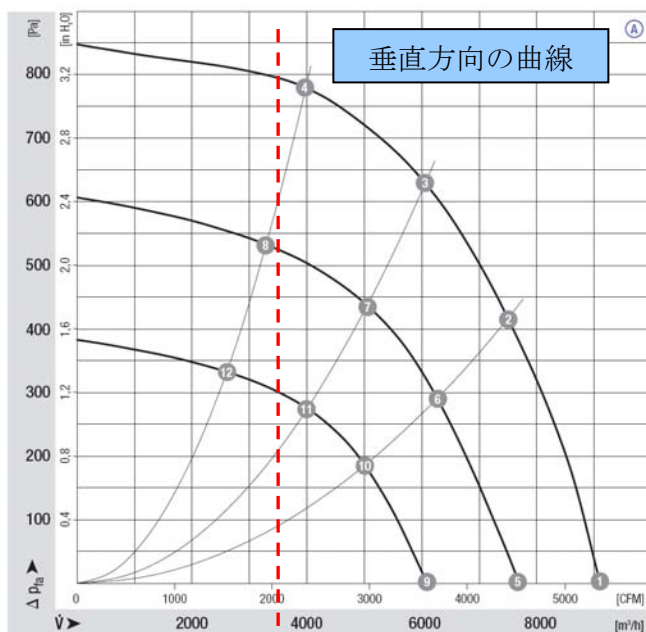
インレットノズル内の静圧が一定の場合は流量も一定になります。 ΔP_w を測定するためインレットノズルにより外周上に 1 個または 4 個の圧力タップが用意されています。

例：

- 床面積 600m²、天井高 3 m のホール
- したがってホールの容積は 1800m³
- この風量をファンにより 30 分ごとに完全に入れ換え
→ 風量は 3600 m³/時
- 使用製品：R3G450-AY86-01、k 値 = 240
→ したがって差圧は $(3600/240)^2 = 225 \text{ Pa}$

インレットノズルでの差圧は 225 Pa に維持する必要があります。ファンはシステムにおいて圧力条件にかかわらず一定の空気量を供給します。ファンの回転数は垂直方向の曲線に沿って自動的に調整されます。

R3G450-AY86-01



	n [min ⁻¹]	P ₁ [W]	I [A]	L _{wA} [dB(A)]
①	1750	1036	1.61	87
②	1750	1457	2.25	80
③	1750	1616	2.50	77
④	1750	1524	2.33	80
⑤	1450	571	0.92	82
⑥	1450	812	1.28	75
⑦	1450	906	1.42	73
⑧	1450	810	1.27	76
⑨	1155	306	0.56	76
⑩	1155	427	0.73	69
⑪	1155	462	0.77	67
⑫	1155	411	0.70	69

施設内の静圧上昇
≠
ノズル内の差圧 (ここでは 225 Pa)

図 54：R3G450-AY86-01 の特性曲線

ノズル内の予想される差圧に基づき、EC-Control のパラメーター設定に関する推奨事項を以下に記載しています。



ステップ 1: パラメーター設定 1 の定義

- 制御モード： クローズドループセンサー制御
- パラメーター選択ソース： RS485/バス
- P 制御： 50%
- I 制御： 6.25%
- パラメーター設定 1 を有効化



ステップ 2: センサー設定： 0...500 Pa

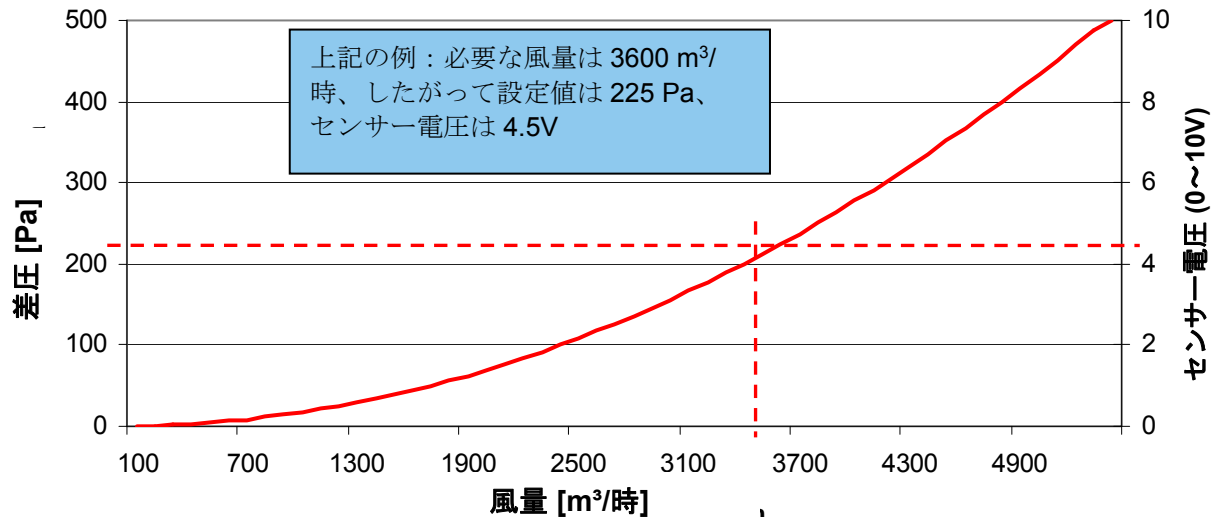
- 0～500 Pa センサーの場合
最小センサー入力値：
0 Pa
最大センサー入力値：
500 Pa
- センサー単位： Pa
- センサー値ソースを選択
- 他のセンサータイプ：
0～1000 Pa

図 56: 圧力センサーのセンサー設定

4.2.1 昼／夜モード切替えなど風量制御用デジタル設定値入力

ノズル内の差圧の変化により、風量がまた第 4.2 章に示した式に応じて変更する事が出来ます。上記のプラグファン R3G450-AY86-01、k 値 240、0...500 Pa 圧力センサーの場合、図 57 に示す曲線が得られます。差圧とセンサー電圧の関係は以下のとおり定義されます。

- 差圧 500 Pa はセンサー電圧 10 V に対応
- 差圧 225 Pa はセンサー電圧 4.5 V に対応（図 57 の破線）
- 差圧 0 Pa はセンサー電圧 0 V に対応



デバイスステータスでの差圧設定値（225 Pa）入力（図 58 参照）は第 4.2 章の設定をすべて行った後にしか行えません。この設定値は EC-Control からデジタル入力します。ノズル内に 225 Pa の静圧を常に維持することにより一定の風量（ここでは 3600m³/時）が確保されます。



ステップ 3a:

RS485/バス経由の設定値入

- 設定値を入力：225 Pa、**昼モード**
- 制御ソース：RS485/バス
- 設定値をEEPROMに保存を有効化
- 一定の風量を得るために必要な差圧を設定値に入力
- 設定値 ≈ 実値

図 58：パラメーター設定 1 のデジタル入力、差圧 225 Pa、昼間モードの設定値を入力

オプションとして、2 番目のパラメーター設定、たとえば昼夜切替えを入力することもできます。

センサー設定を入力した後、以下の手順でパラメーター設定 1 とパラメーター設定 2 を保存します（各ステップ毎に設定をクリックします）。：

- パラメーター設定 1を選択して設定内容を入力します（図 55 参照）。
- デバイスステータスで設定値をEEPROMに保存を有効化します（図 58 参照）。
- デバイスステータスで設定値を入力します（図 58 参照）。
- パラメーター設定 2を選択して設定内容を入力します（図 59 参照）。
- デバイスステータスで設定値をEEPROMに保存を有効化します（図 60 参照）。
- デバイスステータスで設定値を入力します（図 60 参照）。



図 59 : パラメーター設定 2

ステップ 4: Define パラメーター設定 2

- 制御モード：クローズドループセンサー制御
- P 制御：50%
I 制御：6.25%
- パラメーター設定 2 を選択



図 60 : パラメーター設定 2 のファン出力、圧力 450 Pa、夜間モードの設定値を入力

ステップ 5: RS485/バス経由の設定値入力

- 設定値を入力：450 Pa、**夜モード**
- 制御ソース：RS485/バス
- 設定値をEEPROMに保存を有効化
- 一定の風量を得るために必要な差圧を設定値に入力
- 設定値 ≈ 実値

4.2.2 風量制御時のアナログ設定値入力

第 4.2.1 章の設定値デジタル入力に代わるもうひとつのオプションとして、Ain1U または Ain1 I 端子経由のアナログ設定入力も可能です。風量制御の設定値入力のためポテンショメータを接続した例を図 61 に示しています。

設定値をアナログ入力する場合、2 つの設定値入力を使った昼夜切替えは行えません。したがって上記のステップ 4 と 5 はこの章では省略しております。

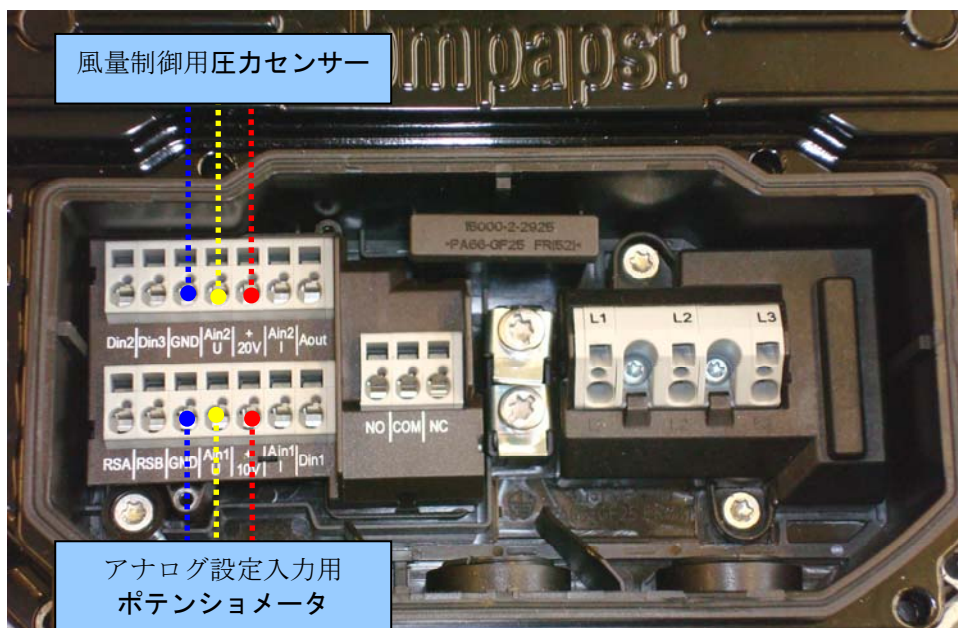


図 61：風量制御のためのポテンショメータ経由のアナログ設定入力

EC-Control 内で（第 4.2 章で行ったパラメーター設定に加えて）さらに設定を行う必要があります。これを行うには制御ソースを アナログ入力 Ain1 に変更し、設定値を EEPROM に保存 を無効に設定します。



図 62：差圧 225 Pa、ポテンショメータ経由の設定値入力の場合のアナログ入力

ステップ 3b: Ain1 経由のアナログ入力

- 制御ソース：アナログ Ain1
- 設定値をEEPROMに保存を無効化
- 一定の風量を得るために必要な差圧を外部制御ソースから設定
- 設定値 ≈ 実値

4.3. 温度制御 - 温度センサーによる任意の制御特性

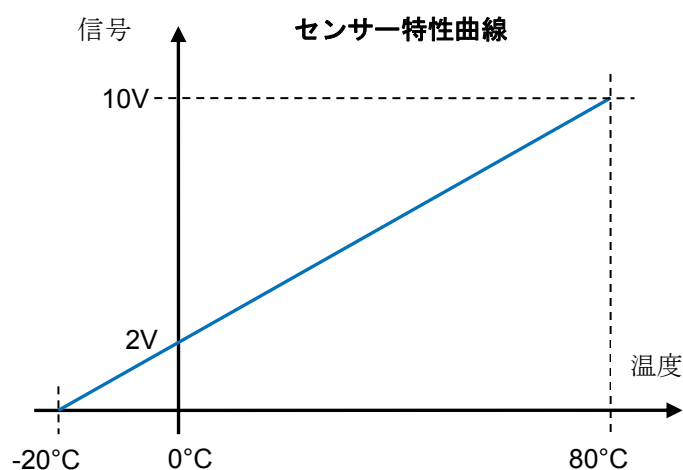
温度制御のシステムは多くのアプリケーションに見られます。このタイプの温度制御をお客様が実際に運用されるときのため、制御特性の設定方法を以下に説明しています。温度センサーから実値を取得してそれに基づき制御特性を生成するには、いくつかの設定が必要です。この例では下図のセンサーを使用しています。



- 温度センサー：ebm-papst
部品番号 50005-1-0174
- 測定範囲：-20℃～80℃
- 接続する端子：
+20 V
Ain2 U
GND

図 63：標準的温度センサー、部品番号 50005-1-0174

この温度センサーからは図 64 に示すセンサー曲線が得られます。



- センサーからの 0-10V の出力信号が測定範囲（-20℃～80℃）内でニアに推移

図 64：温度センサーのセンサー特性曲線

使用する制御範囲の設定を簡単に行えるよう、図 65 の比較に示すとおり EC-Control にはあらかじめ以下の式が組み込まれています。

$$\text{制御範囲} = \frac{\text{センサー範囲}}{P\text{制御}} \times 100\%$$

これは I 制御が 0% の場合に常に有効です。

ステップ 1:

P 制御のみ

- 制御モード：クローズドループセンサー制御
- P 制御 1000%
- I 制御 0%
- P 制御のみのクローズドループ温度制御
- 制御機能：クーリングネガティブ

ステップ 2:

温度センサーの設定

- センサー範囲：-20°C ~ 80°C
- センサー値ソース：Ain2U/Ain2I
- 制御機能選択ソース：RS485/バス
- P1 の制御範囲：10°C

$$\text{制御範囲} = \frac{80^{\circ}\text{C} - (-20^{\circ}\text{C})}{1000\%} \times 100\% = 10^{\circ}\text{C}$$

制御範囲と P 制御は 2 つの選択ウィンドウを使って変更できます。これらの 2 つの値は互いに依存するため、P 制御を入力すると制御範囲も自動的に変更され、またその逆も適用されます。I 制御が 0% よりも大きい場合、入力ウィンドウはグレー表示になります（図 65 のパラメーター設定 2 の制御範囲参照）。

クローズドループ温度制御において制御範囲が持つ重要性を図 66 の例に示しています。

デバイス
論理アドレス MODBUS1_6
物理アドレス 6 @ ebmpapst RS485
デバイスタイプ MODBUS ebm-papst Standard

デバイスステータス

設定

- パラメータ設定 1
- パラメータ設定 2
- センサ設定
- 入力制御曲線 1
- 入力制御曲線 2
- 出力制御曲線
- 立ち上がり時間設定
- 回転方向
- 緊急時運転機能
- 制限値
- 通信パラメータ
- モータデレーティング
- 読み込み/保存

情報

- 実設定値
- デバイスデータ
- 電源回路
- モータ
- 入力値
- 定格回転数
- 工場データ
- ファン特徴
- 顧客データ
- エラーリスト

設定値 [°C] 20

制御ソース RS485/バス

設定値をEEPROMに保存 ☐

実回転数 [rpm] 567

実センサ値 [°C] 21.99

実パラメータ設定 1

実制御モード クローズドループセンサ制御

パラメータ選択ソース RS485/バス

実制御特性 クーリング/ネガティブ

制御機能選択ソース RS485/バス

ステータス ファンOK

選択ファン設定(S) 全ファン設定(I) リセット(R)

ステップ 3 (2 例)

温度の設定値入力

例 1:

- 単位 : [°C]
設定値 : 20
実値 : 21.99
制御偏差 : 1.99
制御範囲 : 10
- 変調レベルは約 20%、回転数は 584 rpm

上記の制御偏差 :
 $21.99^{\circ}\text{C} - 20.0^{\circ}\text{C} = 1.99^{\circ}\text{C}$

下記の制御偏差 :
 $25.11^{\circ}\text{C} - 20.0^{\circ}\text{C} = 5.11^{\circ}\text{C}$

デバイス
論理アドレス MODBUS1_6
物理アドレス 6 @ ebmpapst RS485
デバイスタイプ MODBUS ebm-papst Standard

デバイスステータス

設定

- パラメータ設定 1
- パラメータ設定 2
- センサ設定
- 入力制御曲線 1
- 入力制御曲線 2
- 出力制御曲線
- 立ち上がり時間設定
- 回転方向
- 緊急時運転機能
- 制限値
- 通信パラメータ
- モータデレーティング
- 読み込み/保存

情報

- 実設定値
- デバイスデータ
- 電源回路
- モータ
- 入力値
- 定格回転数
- 工場データ
- ファン特徴
- 顧客データ
- エラーリスト

設定値 [°C] 20

制御ソース RS485/バス

設定値をEEPROMに保存 ☐

実回転数 [rpm] 1536

実センサ値 [°C] 25.11

実パラメータ設定 1

実制御モード クローズドループセンサ制御

パラメータ選択ソース RS485/バス

実制御特性 クーリング/ネガティブ

制御機能選択ソース RS485/バス

ステータス ファンOK

選択ファン設定(S) 全ファン設定(I) リセット(R)

例 2:

- 単位 : [°C]
設定値 : 20
実値 : 25.11
制御偏差 : 5.11
制御範囲 : 10
- 変調レベルは約 50%、回転数は 1500 rpm

温度の制御偏差が拡大すると変調レベルが大きくなります。

図示の例では、設定値が 20°C であり、かつ実値すなわちセンサからの実測定温度が、 30°C に達した場合にモータはフル回転数に達します。

制御範囲に応じて図 67 に示すような制御特性が生成されます。上記の例の制御範囲は制御特性 2 に相当します。この図では温度の制御偏差が 2°C と 5°C の場合も示しています。上記においてたとえば制御特性 4 のようなより幅広い温度の制御偏差を選択した場合、温度の実値が同じならモータの回転速度ははるかに低くなります。

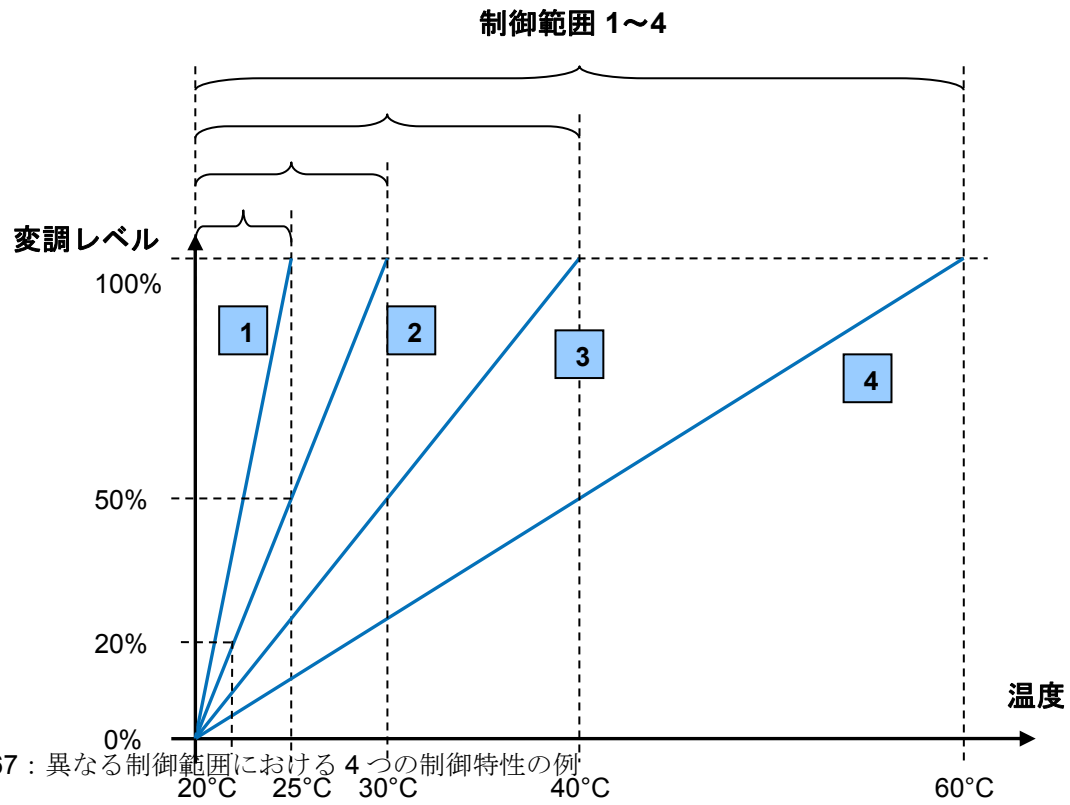


図 67：異なる制御範囲における 4 つの制御特性の例

索引

2 線式センサー	28	コモン線	18
3 線式センサー	28	差圧	48
Ain1 I	7, 30	最高回転数	15
Ain1 U	7, 30	最小 PWM	16
Ain2 I	7, 27, 41	最大 PWM	16
Ain2 U	7, 27	最多起動回数	26
Aout	7, 33	実値	28, 29
D0	18	出力制御曲線	33, 34
D1	18	シリアル番号	21
Din1 端子	7	シンプルツイストペアケーブル	18
Din2 端子	7, 23, 48	制御特性	54, 56
Din3 端子	7, 23, 48	制御範囲	10, 55, 57
I 制御	12, 54	制御偏差 e	8
k 値	48	制御モード	12
MODBUS	6	制限値	15
PWM 制御	13	設定値	24, 30, 56
P 制御	10, 55	設定値入力	30, 50, 52
RSA	7	設定値を EEPROM に保存	24, 44, 45, 51, 53
RSB	7	センサー	28, 29, 41, 54
アドレス設定	17	センサー制御	13
アナログ設定入力	52	センサー範囲	10
アナログ入力 Ain1	24, 41	端子台	6, 28
警報リレー	27	昼夜切替え	51
運転監視	37	定格回転数	15
オープンループ PWM 制御	13, 22, 41, 45	デジタル設定値	50
オープンループ制御	8	冬季機能	26
温度制御	54	入力制御曲線	31
温度センサー	53	パラメーター設定	12, 23
回線終端（終端抵抗）	18	ヒータリング／ポジティブ	14
回転あたりのパルス数	35	氷結振り落とし機能	26
カスケード運転	43	風量制御	48
起動 PWM	16	ブリッジ	7, 47
逆回転モード	45	マスタスレーブ	38, 42, 43
逆制御曲線	33	モーター停止許可	22
緊急時運転機能	24	モータ設定	27
空調ユニット	48	モータ暖気運転機能	26
クーリング／ネガティブ	13, 14	モータディレーティング	35
クローズドループ温度制御	53, 55	リレー作動遅延設定	27
クローズドループ回転数制御	13, 22	冷凍プラント	38
クローズドループ制御	8		
クローズドループセンサー制御	13, 22, 41		
警報出力回転数	37		
警報リレー	37		

ebm-papst
Mulfingen GmbH & Co. KG

Bachmühle 2
74673 Mulfingen
Germany
Phone +49 7938 81-0
Fax +49 7938 81-110
info1@de.ebmpapst.com

ebm**papst**