

Описание функциональных характеристик ПО «TMC Pack»

Аннотация

Настоящий документ содержит описание функциональных характеристик ПО «TMC Pack» (далее – ПО), в том числе описание ПО, информацию о назначении ПО, описание основных возможностей ПО, а также задачи, реализуемые при помощи программы.

Содержание документа

Аннотация.....	2
Содержание документа	3
1. Описание и назначение ПО	4
2. Основные задачи, которые можно выполнять при помощи программы.....	5
Задача: «Управление аналоговым измерительным каналом (AI_05)»	5
Задача: «Формирование блокировок и аварийных остановов (P02_Trip)»	6
Задача: «Реализация последовательности пуска, работы и останова (P03_Sequence)»	6
Задача: «Реализация антипомпажного регулирования (P05_Antisurge)»	7
Задача: «Управление исполнительными механизмами (задвижками, клапанами) (VLV_06)»	7
Задача: «Сбор и обработка данных с удаленных устройств по Modbus (P08_BN, P09_EQP, P10_DCS)».....	8
Задача: «Формирование выходных аналоговых сигналов управления (AO_05, AO_SCALE_05)».....	9
Задача: «Формирование выходных дискретных сигналов управления (DO_05)»	9
Задача: «Управление главным электродвигателем компрессора (MTR_07)»	9
Задача: «Обработка сигналов с модулей ввода/вывода в резервированной конфигурации (Redundant Line Bus - RLB)».....	11
Задача: «Моделирование работы оборудования для отладки (T03_MODEL)»	12
Задача: «Предоставление данных человеко-машинному интерфейсу AstraRegul»	12
3. Контакты	14

1. Описание и назначение ПО

ПО “TMC Pack” – программное обеспечение, представляющее собой библиотеку функциональных блоков (ФБ) для реализации прикладного программного обеспечения системы автоматического регулирования антипомпажной защитой.

Функциональные возможности программы:

- реализация в программируемых логических контроллерах (ПЛК) алгоритмов управления технологическим процессом;
- реализация на серверах персональных компьютерах человека-машинного интерфейса (ЧМИ) управления технологическим процессом.

2. Основные задачи, которые можно выполнять при помощи программы

Задача: «Управление аналоговым измерительным каналом (AI_05)»

Условия, при соблюдении которых возможно выполнение операции: Успешная регистрация в системе.

Подготовительные действия: Не требуются.

Затрачиваемые ресурсы: 1 минута.

Основные действия в требуемой последовательности:

1. Получение исходных данных от одного или двух резервированных модулей аналогового ввода (wPV_A, wPV_B) или из внешних источников.
2. Выполнение шкалирования и линеаризации сигнала (линейное или корнеизвлекающее преобразование) в соответствии с заданными пределами измерений (kMin_RAW, kMax_RAW, kMin_PV, kMax_PV).
3. Формирование сигнала неисправности канала измерения в соответствии с рекомендациями NAMUR NE43 или на основе внешних сигналов отказов (mFail_A, mFail_B).
4. Фильтрация сигнала (экспоненциальный фильтр) для устранения высокочастотных помех и/или вычисление скорости его изменения.
5. Голосование и выбор итогового значения (rPV) из двух каналов по алгоритму (минимальное, максимальное или среднее значение — kSet_2).
6. Контроль выхода значения за заданные уставки с формированием предупредительной (H, L) и аварийной (HH, LL) сигнализации, включая зоны нечувствительности и временные задержки.
7. Формирование сигналов разрешений (fPrm_H, fPrm_L) на основе сравнения с заданными порогами (kPrm_H_SP, kPrm_L_SP).
8. Диагностика аппаратных неисправностей модулей ввода (mHW_Err), поддержка режимов обслуживания канала (kMOS) и сервисного режима (fSRV).
9. Формирование структурированных выходных данных (sPV, sAlm_HH, sWrn_H и т.д.) и слов состояния (sIO_State, sIO_Alm) для передачи в ЧМИ (AstraRegul) и логику ППО.

Задача: «Управление дискретным измерительным каналом (DI_05)»

Условия, при соблюдении которых возможно выполнение операции: Успешная регистрация в системе.

Подготовительные действия: Не требуются.

Затрачиваемые ресурсы: 1 минута.

Основные действия в требуемой последовательности:

1. Получение дискретных сигналов от одного или двух резервированных каналов (wPV_A, wPV_B), включая сигналы типа NAMUR с контролем целостности линии (dFail_A, dFail_B).

2. Обработка входных сигналов с учетом инверсии логики (kPV_Inv) и выбор алгоритма голосования для резервированных каналов (1oo2 или 2oo2 — kPV_2oo2).
3. Формирование сигнала неисправности канала на основе аппаратных сигналов отказа или выхода за допустимые пределы.
4. Формирование выходной дискретной переменной (fPV) и её структурированного представления (sPV).
5. Формирование дискретной сигнализации (аварийной или предупредительной — kOut) с заданными задержками (kAlm_Dly).
6. Формирование дискретного сигнала разрешения (fPrm) на основе состояния входа.
7. Контроль аппаратных неисправностей модулей ввода (mHW_Err), поддержка режимов обслуживания канала (kMOS) и сервисного режима (fSRV).
8. Формирование слов состояния (sIO_State) и сигнализации (sIO_Alm) для интеграции с ЧМИ и верхнеуровневой логикой.

Задача: «Формирование блокировок и аварийных остановов (P02_Trip)»

Условия, при соблюдении которых возможно выполнение операции: Успешная регистрация в системе.

Подготовительные действия: Не требуются.

Затрачиваемые ресурсы: 1 минута.

Основные действия в требуемой последовательности:

1. Получение сигналов аварийной сигнализации (mAlm) и статусов отказов каналов (mFail) от блоков обработки сигналов (AI_05, DI_05 и др.).
2. Выполнение логического голосования по схемам заданной надежности (1oo1, 1oo2, 2oo2, 2oo3, 2oo4) с использованием специализированных блоков (TRP1oo1_05, TRP2oo3_05 и т.д.).
3. Учет подавления сигналов (flnh) и приоритета логики (позитивная/негативная — kAlm_Inv) при формировании итогового сигнала блокировки (mTRIP).
4. Организация последовательности деградации логики голосования при отказах измерительных каналов (например, 2oo3 -> 2oo2 -> 1oo1).
5. Формирование первопричины аварийного останова (FO — First Out) для идентификации исходного события, вызвавшего останов.
6. Формирование обобщенного сигнала аварийного останова и связанных с ним разрешений для других подсистем.
7. Подготовка данных для отображения информации о блокировках и первопричинах на мнемосхеме «Блокировки» в ЧМИ.

Задача: «Реализация последовательности пуска, работы и останова (P03_Sequence)»

Условия, при соблюдении которых возможно выполнение операции: Успешная регистрация в системе.

Подготовительные действия: Не требуются.

Затрачиваемые ресурсы: 1 минута.

Основные действия в требуемой последовательности:

1. Контроль выполнения всех необходимых разрешений (PRM) от подсистем (смазки, уплотнений, вибромониторинга и т.д.) для перехода к пуску.
2. Пошаговое выполнение технологической последовательности: «Остановлен» (SHUTDOWN), «Готов к пуску» (RDYTOSTART), «Холостые обороты» (IDLE), «Разгон» (ACCEL), «В работе» (RUN), «Штатный останов» (NSTOP).
3. Формирование и передача заданий (уставок) на регуляторы скорости привода (электродвигателя или турбины) на каждом шаге последовательности.
4. Контроль времени выполнения шагов и технологических параметров (давление, температура, вибрация) для разрешения перехода к следующему шагу.
5. Обработка команд оператора («Пуск», «Стоп») и автоматических переходов по условиям.
6. Формирование статуса текущего шага (MODE) и отображение хода последовательности на мнемосхеме «Последовательность пуска» в ЧМИ.
7. Взаимодействие с программами управления приводом (P04_Drive) и вспомогательным оборудованием (P06_Auxiliary).

Задача: «Реализация антипомпажного регулирования (P05_Antisurge)»

Условия, при соблюдении которых возможно выполнение операции: Успешная регистрация в системе.

Подготовительные действия: Не требуются.

Затрачиваемые ресурсы: 1 минута.

Основные действия в требуемой последовательности:

1. Получение и обработка рабочих параметров компрессора: давление на входе/выходе, температура, расход, скорость вращения.
2. Расчет инвариантных координат для построения компрессорной карты: приведенный расход (SRG_RF) и степень сжатия (SRG_PR).
3. Расчет положения рабочей точки относительно линии помпажа (SRG_PT) и задание для антипомпажного регулятора (SRG_SP).
4. Расчет и адаптация зоны безопасности (SAF_MAR, RCL_MAR, TOT_MAR, MAR).
5. Формирование управляющего воздействия антипомпажным регулятором (PID-алгоритм в блоке SRG_PID_05) на байпасный или дроссельный клапан.
6. Поддержка режимов работы: автоматический (SRG_AUTO), полуавтоматический (SRG_PART) и ручной (SRG_FULL).
7. Визуализация компрессорной карты с отображением рабочей точки, линии помпажа и зоны безопасности на мнемосхеме «Антипомпажный контроллер».
8. Формирование сигналов для взаимодействия с основной последовательностью пуска/останова и системой блокировок.

Задача: «Управление исполнительными механизмами (задвижками, клапанами) (VLV_06)»

Условия, при соблюдении которых возможно выполнение операции: Успешная регистрация в системе.

Подготовительные действия: Не требуются.

Затрачиваемые ресурсы: 1 минута.

Основные действия в требуемой последовательности:

1. Получение команд управления от оператора (ручной режим), программной логики или регулятора (автоматический режим).
2. Проверка приоритетных команд и блокировок от систем безопасности (SIL) и технологических блокировок (PIL).
3. Проверка разрешений на управление (разрешение на открытие/закрытие) и технических запретов.
4. Контроль состояния механизма через сигналы обратной связи (концевые выключатели, позиционер) и диагностические сигналы (питание, авария).
5. Формирование управляющих сигналов на исполнительное устройство (например, на аналоговый выход AO_05 или дискретный выход DO_05) с учетом типа управления (непрерывный, импульсный).
6. Выполнение диагностики (рассогласование задания и обратной связи, время срабатывания) и формирование статуса механизма и аварийных сигналов.
7. Поддержка режимов: «Автоматический», «Ручной», «Сервисный» и «Обслуживание».

Задача: «Сбор и обработка данных с удаленных устройств по Modbus (P08_BN, P09_EQP, P10_DCS)»

Условия, при соблюдении которых возможно выполнение операции: Успешная регистрация в системе.

Подготовительные действия: Не требуются.

Затрачиваемые ресурсы: 1 минута.

Основные действия в требуемой последовательности:

1. Организация обмена данными по протоколу Modbus с внешними системами (вибромониторинг — BN, частотные приводы — EQP, общестанционная АСУТП — DCS).
2. Чтение данных из регистров удаленных устройств с использованием специализированных блоков (MBREAD_REAL, MBREAD_DINT).
3. Преобразование и шкалирование полученных сырых данных в инженерные величины.
4. Интеграция полученных данных в общую структуру ППО (например, передача данных о вибрации в блоки AI_05 для формирования сигнализации и блокировок).
5. Подготовка внутренних данных для передачи вовне (задания, статусы) и запись их в регистры Modbus Slave устройств.
6. Контроль целостности связи и формирование сигналов неисправности каналов обмена.

Задача: «Формирование выходных аналоговых сигналов управления (AO_05, AO_SCALE_05)»

Условия, при соблюдении которых возможно выполнение операции: Успешная регистрация в системе.

Подготовительные действия: Не требуются.

Затрачиваемые ресурсы: 1 минута.

Основные действия в требуемой последовательности:

1. Получение управляющего воздействия (rMV) от регулятора (PID), программной логики или оператора.
2. Ограничение сигнала по заданным пределам ($kMin_MV$, $kMax_MV$).
3. Преобразование инженерного значения в сигнал для модуля вывода (шкалирование) в соответствии с типами преобразования (линейное или квадратичное — $kMode$).
4. Установка выходного сигнала ($yRAW$) в диапазон, соответствующий модулям аналогового вывода (по умолчанию 4-20 mA).
5. Интеграция с блоком управления исполнительным механизмом (например, VLV_06) для передачи итогового сигнала на физический выход.

Задача: «Формирование выходных дискретных сигналов управления (DO_05)»

Условия, при соблюдении которых возможно выполнение операции: Успешная регистрация в системе.

Подготовительные действия: Не требуются.

Затрачиваемые ресурсы: 1 минута.

Основные действия в требуемой последовательности:

1. Получение логической команды управления от вышестоящей логики (блоки MTR_07 , VLV_06 и др.).
2. Проверка разрешений на управление, блокировок и текущего режима работы (ручной/автоматический).
3. Формирование физического дискретного выходного сигнала ($cOUT$) с возможностью инверсии.
4. Контроль целостности цепи вывода при поддержке данной функции модулем.
5. Формирование статуса о неисправности выхода при расхождении между командой и фактическим состоянием (при наличии обратной связи).

Задача: «Управление главным электродвигателем компрессора (MTR_07)»

Условия, при соблюдении которых возможно выполнение операции: Успешная регистрация в системе.

Подготовительные действия: Не требуются.

Затрачиваемые ресурсы: 1 минута.

Основные действия в требуемой последовательности:

1. Получение команд «Пуск» (CRN) и «Стоп» (CST) от последовательности пуска (P03_Sequence) или оператора.

2. Проверка комплекта разрешений на запуск от всех подсистем (смазки, охлаждения, виброзащиты).
3. Формирование и передача задания на скорость (обороты) в частотный преобразователь или систему управления двигателем.
4. Контроль состояния двигателя по дискретным сигналам: «В работе» (RN), «Готов» (RDY), «Авария» (FLT).
5. Выполнение плавного пуска и останова, управление разгоном/замедлением по заданному рампу.
6. Диагностика и формирование статусов для ЧМИ («Пуск разрешен», «Двигатель работает», «Авария двигателя»).

Задача: «Регулирование скорости паровой турбины (P04_Drive, блоки AVR2_07, AVR_GT_07)»

Условия, при соблюдении которых возможно выполнение операции: Успешная регистрация в системе.

Подготовительные действия: Не требуются.

Затрачиваемые ресурсы: 1 минута.

Основные действия в требуемой последовательности:

1. Получение задания на скорость (основное, холостого хода, операционных оборотов) от последовательности пуска.
2. Реализация ПИД-регулирования (с помощью базового блока PIDA_05) для управления скоростью вращения турбины.
3. Формирование управляющего сигнала на исполнительный механизм (регулятор клапана подачи пара).
4. Обеспечение плавного изменения скорости (разгона/замедления) по заданным временным параметрам.
5. Переключение между регуляторами скорости (основным и вспомогательным) в зависимости от режима работы.
6. Контроль критических скоростей (CRT_LOW, CRT_HI) и обеспечение их быстрого прохождения.
7. Взаимодействие с системой защиты турбины (P02_Trip) для аварийного останова.

Задача: «Голосование и выбор достоверного значения из нескольких источников (AI_VOTE_05, VOTE2_05, VOTE3_05)»

Условия, при соблюдении которых возможно выполнение операции: Успешная регистрация в системе.

Подготовительные действия: Не требуются.

Затрачиваемые ресурсы: 1 минута.

Основные действия в требуемой последовательности:

1. Получение значений от двух (VOTE2), трех (VOTE3) или четырех (VOTE4) резервированных измерительных каналов.

2. Оценка достоверности каждого канала: проверка на отказ (mFail) и возможность программного подавления (fInh).
3. Выбор алгоритма голосования в зависимости от числа исправных каналов: медианное, среднее, максимальное или минимальное значение (kSet_3, kSet_2).
3. Контроль рассогласования между каналами (rMis_In_In) и между выбранным значением и каналами (rMis_In_Out).
4. Формирование сигнализации о превышении допустимого рассогласования (mMis_Alm).
5. Передача итогового выбранного значения (rPV_Sel) и всех параметров настройки в связанные блоки обработки сигналов (AI_05).

Задача: «Фильтрация аналоговых сигналов (EMA_05, SMA_05, BUTT2_05, ABGE_05)»

Условия, при соблюдении которых возможно выполнение операции: Успешная регистрация в системе.

Подготовительные действия: Не требуются.

Затрачиваемые ресурсы: 1 минута.

Основные действия в требуемой последовательности:

1. Получение исходного аналогового сигнала (rIn_PV).
2. Применение выбранного алгоритма фильтрации в зависимости от требуемого эффекта:

- EMA_05 (Экспоненциальное скользящее среднее): Подавление высокочастотных помех с заданной постоянной времени (kFTime).
- SMA_05 (Простое скользящее среднее): Усреднение сигнала по заданному временному окну.
- BUTT2_05 (Фильтр Баттервортса 2-го порядка): Более эффективное подавление помех в заданной полосе частот.
- ABGE_05 (Альфа-Бета-Гамма-Эта фильтр): Сглаживание сигнала с одновременной оценкой его скорости и ускорения, эффективное для сопровождения изменяющихся параметров.
- Выдача сглаженного значения (rOut_PV) и, для ABGE_05, скорости изменения (rSpd_PV).

Задача: «Обработка сигналов с модулей ввода/вывода в резервированной конфигурации (Redundant Line Bus - RLB)»

Условия, при соблюдении которых возможно выполнение операции: Успешная регистрация в системе.

Подготовительные действия: Не требуются.

Затрачиваемые ресурсы: 1 минута.

Основные действия в требуемой последовательности:

1. Получение "сырых" данных и статусов от парных модулей в резервированной стойке (NL(S)-16DI, NL(S)-8AI, NL(S)-4RTD).

2. Для дискретных входов (DI_RLB_06): пакетное чтение состояний 16 каналов и их распределение по переменным.
3. Для термопар и RTD (AI_RLB_TC_06, AI_RLB_RTD_06): чтение оцифрованных значений и автоматическое определение обрыва/короткого замыкания датчика.
4. Преобразование кодов в инженерные величины (например, в °C для температуры).
5. Передача подготовленных и диагностированных значений на соответствующие каналы в основной программе обработки сигналов (в AI_05, DI_05).
6. Обеспечение целостности и синхронизации данных между резервированными процессорами.

Задача: «Моделирование работы оборудования для отладки (T03_MODEL)»

Условия, при соблюдении которых возможно выполнение операции: Успешная регистрация в системе.

Подготовительные действия: Не требуются.

Затрачиваемые ресурсы: 1 минута.

Основные действия в требуемой последовательности:

1. Замена физических сигналов ввода (wPV, dPV) на сигналы от модельных блоков (APER1, INTEGR, TD, RAND).
2. Имитация динамики объекта управления: интеграторы для моделирования давления/уровня, апериодические звенья, временные задержки.
3. Генерация реалистичных помех и изменений параметров для проверки устойчивости регуляторов.
4. Моделирование специфического поведения оборудования (например, компрессора блоком MDL_C_CMPLR_05).
5. Проверка корректности работы всех алгоритмов управления, регулирования и защиты в замкнутом контуре без риска для реального оборудования.
6. Исключение данной задачи из состава ППО перед вводом в промышленную эксплуатацию.

Задача: «Предоставление данных человеко-машинному интерфейсу AstraRegul»

Условия, при соблюдении которых возможно выполнение операции: Успешная регистрация в системе.

Подготовительные действия: Не требуются.

Затрачиваемые ресурсы: 1 минута.

Основные действия в требуемой последовательности:

1. Формирование иерархической структуры мнемосхем для разных типов оборудования: антипомпажный контроллер, компрессор с электроприводом, паровая турбина, комбинированный привод.
2. Подготовка и передача данных для отображения на мнемосхемах: технологические параметры, состояние оборудования, тренды, компрессорные карты.

3. Группировка событий по приоритетным агрегаторам (Alarm, Warning, Override, Fault) для навигации оператора.
4. Применение единой цветовой палитры для индикации состояний: норма, авария, предупреждение, сервисный режим, отказ.
5. Организация обмена данными (слова состояния sIO_State, слова сигнализации sIO_Alm) для динамического обновления графических элементов и отображения диагностической информации.

3. Контакты

Контакты технической поддержки:

E-mail: atiss@gk-atiss.ru