

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КЛЕММНЫХ СОЕДИНИТЕЛЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ АВТОМАТИЧЕСКОГО СИНТЕЗА СХЕМ АСУТП

О.Л. Ахремчик (ТГТУ)

*Выделяются базовые свойства клеммных соединителей для представления в базах данных и знаний средств автоматизированного проектирования АСУТП. Предлагается классификация соединителей и связанные с классами правила вывода, ориентированные на автоматический синтез принципиальных электрических схем систем управления.*

*Ключевые слова: клеммный соединитель, проектирование, свойства, система управления.*

В лаборатории систем автоматизированного проектирования (САПР) Тверского государственного технического университета (ТГТУ) проводятся работы по созданию средств автоматического синтеза технических структур систем управления разнообразными технологическими объектами. Данные средства ориентированы на решение задач сравнительного анализа вариантов технической реализации алгоритмов управления на базе устройств электрической ветви государственной системы приборов и их импортных аналогов. При рассмотрении реализации связей учитываются условия совместимости структурных элементов, определяемых на основе порядка следования по функциональной структуре АСУТП. Совместимость рассматривается в логическом, электрическом и конструктивном аспектах.

Установка преобразователей сигналов, применение многоточечного подключения технических устройств, использование конструктивов для размещения технических устройств приводят к учету свойств физических линий связи для организации конструктивной совместимости и появлению на принципиальных схемах АСУТП соединителей (как правило, в виде блоков зажимов и клеммных колодок). Каждая связь в ее технической реализации использует медные или алюминиевые провода в цепях напряжением до 380 В переменного и 220 В постоянного тока и токе до 10 А и характеризуется как минимум наличием двух клеммных соединителей, что является узким местом при использовании методов автоматизированного проектирования и САПР в ходе разработки принципиальных схем. Выбор и установка соединителя в существующих программных продуктах (например, Schematics) на макет поля схемы производятся вручную, что увеличивает временные затраты на разработку при снижении числа рассматриваемых вариантов технической реализации.

Автоматизация разработки принципиальных схем осуществляется на основе совокупности графовых моделей структуры проектируемой системы. Для решения задач автоматизации выделяются две подзадачи: представление соединителей в информационных массивах БД САПР; формирование логических правил учета соединителей в линиях связи. При рассмотрении первой подзадачи возникает необходимость рассмотрения клеммных соединителей как равноправного класса технических устройств, представляемых в базах данных и знаний САПР.

Число соединителей определяется топологией АСУТП и используемыми конструктивами для размещения и монтажа технических средств на основе формальной грамматики для синтеза схем АСУТП, в состав которой входит класс соединителей. Характеристическими свойствами элементов класса являются: входные/выходные сигналы соединителей, которые определяются свойствами элементов, входящих в состав цепи; сами соединители относятся к пассивным элементам. Основное свойство функционального назначения, используемое в процедурах автоматического синтеза, можно сформулировать следующим образом: соединитель предназначен для обеспечения конструктивной совместимости линий связи и технических устройств в любом сочетании при передаче сигналов в цепях системы управления.

Набор остальных свойств соединителя можно представить в виде множества

$$\langle X_1, X_2, X_3, \dots, X_{12} \rangle,$$

где  $X_1$  — наименование,  $X_2$  — тип технического устройства, к которому присоединяется соединитель,  $X_3$  — число контактов соединителя,  $X_4$  — тип присоединяемых проводов,  $X_5$  — сечение присоединяемых проводов,  $X_6$  — характеристики сигналов, передаваемых через соединитель,  $X_7$  — поддержка резервирования,  $X_8$  — категория пожаро- и взрывоопасности,  $X_9$  — габаритные размеры,  $X_{10}$  — стоимость,  $X_{11}$  — способ установки,  $X_{12}$  — характеристики надежности.

В отличие от других технических элементов свойства соединителей, учитываемые при автоматическом формировании схем, зависят от вида сигнала  $X_6$ , который определяется типами подключенных к линии связи приемного и передающего приборов. Таким образом, свойства клеммного соединителя непосредственно связаны с контуром управления через вид информационного или энергетического сигнала.

Учет дополнительных свойств соединяемых устройств расширяет множество свойств соединителя (например, учет сопротивления входных/выходных цепей заставляет устанавливать соединители с подгоночной катушкой).

Моделирование операций монтажа и размещения элементов в монтажном пространстве с помощью программных средств, входящих в состав САПР, позволяет оценить сложности монтажа на базе того или иного соединителя. При этом обязатель-

## Наука развивается благодаря синтезу ее полярных начал.

Г. Александров

ным является 2D изображение соединителя с выделенными активными зонами для имитации подключения линий связи (большая часть современных САПР в БД имеет только простую фотографию, без интерактивной разметки изображения). Изображение является также свойством соединителя, представляемым в БД.

В ходе решения задач автоматической установки соединителей в описания принципиальных схем АСУТП предлагается выделение подклассов класса клеммных соединителей с разным типом соединения (таблица).

При автоматическом построении описаний принципиальных схем АСУТП класс соединителей задает правила, позволяющие осуществить учет конструктивной совместимости технических элементов.

**Правило 1.** При учете свойств соединителей при переходе к схемным решениям для типа соединений разъемное 1 (таблица) производится автоматическое добавление соединителя в перечень элементов и на поле схемы (в табличное представление схемы), при этом число клемм разъема этого соединителя равно числу клемм разъема соединяемого элемента с наследованием их свойств.

**Правило 2.** Для группы соединений разъемное 2 происходит объединение всех линий связи, соединяющих клеммы в одну магистраль без детальной расшивки по клеммам и без добавления в перечень элементов и на поле схемы нового технического средства.

**Правило 3.** Для групп соединений разъемное 3 и 4 учет соединителей не производится и синтез решений происходит по правилам, соответствующим виду сигнала и типу цепи АСУТП.

**Правило 4.** Установка соединителя из группы клеммное 5 осуществляется автоматически в перечень элементов и на поле схемы при использовании конструктива.

**Правило 5.** Установка соединителя из группы клеммное 5 осуществляется автоматически в пере-

чень элементов и на поле схемы в случае необходимости многоточечного соединения ("точка-много точек") линий связи и технических устройств.

Применение правил 1-3 показывает направления повышения эффективности процесса создания АСУТП (эффективность монтажа максимальная, если соединения осуществлялись с применением соединителей из группы 2). В свою очередь каждое правило предусматривает связь с продукционной системой, являющейся основой формальной системы для синтеза схем АСУТП и ее цепей.

Программная реализация предлагаемого набора свойств на языке C++ (таблица) выполнена силами сотрудников ТГТУ в БД средств автоматизированного проектирования технической реализации функциональной структуры систем управления. Наряду с клеммными соединителями в базу включены классы технических элементов, применяемые при проектировании локальных систем автоматизации технологических объектов различного назначения: измерительные преобразователи, регулирующие контроллеры, исполнительные устройства, элементы сигнализации и индикации, преобразователи сигналов. Логическая модель БД для указанных технических средств включает свойства из групп  $X_6$  —  $X_{12}$  и дополнительные свойства, присущие рассматриваемым классам. Программная реализация предлагаемых правил учета конструктивной совместимости технических элементов с использованием клеммных соединителей реализована на основе SQL запросов.

Апробация программных модулей проводилась при проектировании отдельных подсистем системы управления распылительной сушилкой на ОАО "Старицасыр" (по заказу АО "Ратмиринжиниринг"). Для набора измерительных и управляющих цепей с аналоговыми сигналами, цепей сигнализации с релейными сигналами, управляющих цепей с импульсными сигналами в соответствии с правилами 1-3 производилась автоматическая установка соединителей в межэлементные связи описания принципиальной электрической схемы, формируемой в виде таблицы. Все описания при экспертной оценке признаны правильными.

Таблица. Классификация соединителей для баз данных САПР

Тип соединения	Вид подключения	Пример из области значений	Конкретизация значения
Разъемное 1	Подключение с использованием множителя "разъем-клемма"	КБС1	Разъем вилка РП15-Ш — с одной стороны, блок винтовых зажимов — с другой
Разъемное 2	Подключение с использованием соединителя с магистральным принципом соединения и одноточечным подключением	МБС RS232	С двух сторон разъем вилка РП15-Ш; с одной стороны — вилка DB9, с другой — розетка DB9
Разъемное 3	Подключение с использованием соединителя с магистральным принципом соединения и многоточечным подключением	RJ45	С двух сторон розетка RJ45
Разъемное 4	Подключение с использованием разъема и подпайкой к его выводам соединительных проводов	ШР 16П2ЭГ5 ШР 16П2ЭШ5 ШР 20У3	Вилка кабельная, вилка блочная, розетка кабельная
Клеммное 5	Винт	Б310	Число контактов
	Зажим	Wago	

**Выводы**

В результате рассмотрения класса клеммных соединителей предложена группа свойств, которые целесообразно представить в рекламно-коммерческой документации; класс соединителей имеет свойства, наследуемые от вида сигналов и типа цепи АСУТП; выделение подклассов соединителей позволяет сформулировать правила, обеспечивающие автоматиза-

цию установки соединителя на поле схемы (в перечень элементов).

В целом рассмотрение вопросов автоматического синтеза схем АСУТП позволяет сказать, что клеммный соединитель является составляющей системы управления, на базе которой осуществляется взаимосвязь ее функциональной, технической и топологической структур.

*Ахремчик Олег Леонидович — доцент кафедры автоматизации ТП Тверского государственного технического университета (ТГТУ).*

*Контактный телефон (4822) 44-44-88. E-mail: axremchic@mail.ru*

**ПРЕИМУЩЕСТВА МОНТАЖА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЗОЛИРОВАННЫХ КОННЕКТОРОВ****ООО "Техэлектро Брянск"**

*В начале 60-х годов XX века компания AMP (США) представила миру свою новую революционную разработку – серию изолированных коннекторов под опрессовку (разнообразных наконечников, разъемов и соединителей). Это ознаменовало решающее наступление техники механической опрессовки на последний традиционный оплот паянных соединений – область проводов мелких сечений.*

*Ключевые слова: механическая опрессовка, паянные соединения, наконечники, соединительные разъемы, гильзы.*

По своим основным характеристикам (физической прочности, электропроводимости, надежности) механическое соединение опрессовкой не уступает традиционному способу фиксации методом пайки, а по удобству, простоте, практичности и безопасности монтажа обладает несомненными преимуществами.

Наконечники и соединительные разъемы (клеммы) с изолирующей манжетой трех стандартных цветов: красного, синего и желтого предназначены для оконцевания и соединения многопроволочных (гибких) и моножильных медных проводов сечением 0,5...6 мм<sup>2</sup> и рассчитаны на силу тока 5...50 А, напряжение до 500 В и различные температурные диапазоны в зависимости от материала, из которого изготовлена изолирующая манжета. Также представлен специализированный ряд изолированных втулочных наконечников (одинарных и двойных с автономной системой цветовой кодификации) с диапазоном сечений 0,5...35 мм<sup>2</sup>, рассчитанный на температуру -40...105°С.

Изолированные наконечники, соединительные разъемы и гильзы изготовлены по ТУ 3424-001-59861269-2004.

Наконечники изолированные кольцевые и вилочные предназначены для оконцевания медных проводов и используются при монтаже электрических узлов, где предусмотрено соответствующее крепёжное соединение на основе винтовой фиксации, например, при сборке силовых щитков и т.п.

При необходимости оперативных перекрестировок электрических соединений предпочтительно использование вилочных наконечников, поскольку в этом случае не требуется полный демонтаж крепёжного соединения, достаточно лишь ослабить винтовую фиксацию.

Наконечники штыревые изолированные различных модификаций: круглые, плоские, втулочные одинарные и втулочные двойные предназначены для оконцевания медных проводов и подключения их к контакт-

ным гнездам различного электрооборудования (клеммным блокам и зажимам, автоматическим выключателям, розеткам и т.п.). При этом способ фиксации контактного соединения может быть разнообразным: винтовая клемма с лепестковым или лифтовым зажимом; пружинная клемма; ТОР подключение и пр. В зависимости от матричной формы гнездового контакта и функциональных требований предпочтение отдается той или иной модификации штыревых наконечников: плоской (в различных вариациях) или круглой. Втулочные штыревые наконечники предназначены для оконцевания прежде всего многопроволочных гибких проводов – зачищенный конец многожильного провода заводится внутрь поллой концевой медной трубки и затем опрессовывается вместе с трубкой при помощи специального инструмента, образуя единую (пропрессованную) штыревую конструкцию, надежно фиксирующую пучок многопроволочной жилы.

Разъемы плоские изолированные, плоские изолированные ответвительные и штекерные изолированные служат для формирования изолированных разъемных соединений электрической меднопроводящей цепи по принципу "папа-мама". Использование разъемов делает возможным оперативное размыкание/замыкание цепи, а также переключение различных контуров электрической проводки в новые конфигурации.

Гильзы соединительные изолированные предназначены для стационарного соединения медных проводов в единую электрическую цепь. Для фиксации и изоляции пучка проводов ("скрутки") предлагаются соединительные изолирующие зажимы и концевые изолирующие заглушки.

При необходимости смонтировать отвод (ответвление) от основной токонесущей жилы используются ответвители. Преимуществом использования миниатюрных ответвителей ОВ является то, что при их