

Ванесса Ромеро Сеговия, Альфред Теорин

История управления

История ПЛК и РСУ

Дата публикации: 15.06.2012 (редакция от 26.07.2013)

Перевод на русский: Евгений Кислов (12.2017)

<https://oscat-ru.weebly.com/>

1. Вступление

Текущий облик промышленности является результатом исследований и упорного труда людей, занимавшихся улучшением технологий, менеджмента и организации производственных процессов. Пословица «нужда – мать всех изобретений» замечательно описывает рабочие будни инженеров и техников 1950-х – 1960-х годов прошлого века. Потребность в развитии средств автоматизации привела к появлению [программируемых логических контроллеров \(ПЛК\)](#) и [распределенных систем управления \(РСУ\)](#).

2. Программируемые логические контроллеры (ПЛК)

Программируемый логический контроллер (ПЛК) представляет собой промышленное управляющее устройство, используемое в системах автоматизации технологических процессов. Целью создания первых ПЛК была замена систем релейной автоматики в автомобилестроении. В настоящее время ПЛК нашли применение практически в любой области промышленности. Исторически для обозначения программируемых контроллеров использовалась аббревиатура ПК; в 1980-х годах, с началом бурного роста рынка персональных компьютеров, она была изменена на ПЛК.

Общее число используемых ПЛК не поддается подсчету. Согласно недавно опубликованному отчету журнала [Control Engineering](#), «к основным задачам, решаемым ПЛК, относятся управление механизмами (87%), управление процессами (58%), управление движением (40%), [batch-процессы](#) (26%), системы диагностики (18%) и другие (3%)». Как можно заметить, общая сумма превышает 100%, так как обычно одна система управления решает несколько задач.

На рынке присутствует определенное число крупных производителей, которые занимаются производством и продажей ПЛК. Кроме того, существует множество компаний, выпускающие ПЛК для [OEM](#).

2.1. Рождение ПЛК

История создания ПЛК отправляет нас в 1960-е, когда системы управления еще были основаны на релейной автоматике. Они занимали целые помещения и состояли из бесчисленного множества реле, клеммных колодок и сотен метров проводов.

Из проблем, связанных с эксплуатацией подобных систем, выделялись две основные:

1. Отсутствие гибкости и способности к масштабированию – даже простые изменения в управляющих алгоритмах требовали серьезных работ по проектированию и последующей перекоммутации проводки;
2. Значительные затраты по устранению сложно локализуемых неисправностей, связанных с окислением контактов, повреждением проводов, выцветанием маркировки контактов и т.д. (напомним, реле и проводов было ОЧЕНЬ много).

Эти проблемы постоянно преследовали инженеров и техников. В те времена появилась поговорка «пять часов на поиск проблемы и пять минут на устранение».

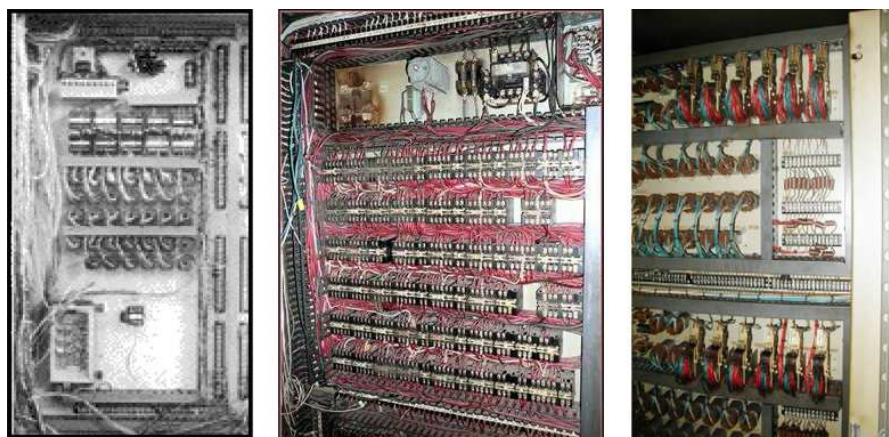


Рис. 1. Шкафы релейной автоматики, начало 60-х

В 1968-м году Билл Стоун, инженер подразделения **GM Hydramatic** (отвечавшего за выпуск автоматических коробок передач) автомобилестроительной компании [General Motors](http://www.gm.com) выступил с докладом на Вестингаузовской конференции, в котором озвучил проблемы с надежностью оборудования и качеством документации систем управления на примере завода GM. Он также представил разработанные им и другими инженерами GM требования к «типовому устройству управления».

В соответствии с разработанными требованиями, данное устройство не только должно было обеспечить замену ненадежным электромеханическим реле и уменьшить время простоя производства при изменении управляющей логики, но также:

- сократить время простоя из-за неисправностей, быть простым в обслуживании и настройке, позволять использовать при программировании принципы релейной логики;
- быть масштабируемым, иметь модульную структуру, позволяющую легко добавлять и заменять компоненты;
- быть пригодным к эксплуатации в условиях промышленного производства (грязь, влажность, электромагнитные помехи, вибрация);
- обладать полным набором логических функций, за исключением функций сжатия данных.

Предложение об участии в тендере по созданию прототипа, соответствовавшему бы перечисленным требованиям, было разослано 4 компаниям:

- [Allen-Bradley](#), через дочернюю компанию Michigan-based Information Instruments, Inc;
- [Digital Equipment Corporation](#) (DEC);
- Century Detroit;
- Bedford Associates.

2.2. Начало гонки

В ответ на запрос компания **Digital Equipment** отправила в GM свой мини-компьютер, который был отклонен по многим причинам, основной из которых стала статическая память, данные которой были доступны только для чтения.

Компания **Allen-Bradley**, уже известная своими реостатами, электрическими приводами и, в особенности, электромеханическими реле пошла на риск – ведь разрабатываемое устройство стало бы прямым конкурентом ее основной продукции. Собираясь выполнить все требования тендера, компания потратила всего 5 месяцев на запуск прототипа в серийное производство. Первый образец – программный модулятор данных **PDQ-II** (program data quantizer) – получился слишком массивным, состоял из большого количества элементов и был сложен в программировании. Созданный на его базе программируемый матричный контроллер **PMC** (programmable matrix controller) был меньше и проще в программировании, но все равно не отвечал требованиям GM для управления технологическими агрегатами.

К моменту публикации тендера команда инженеров компании **Bedford Associates** (в число которых входили Ричард Морли, Майкл Гринберг, Йонас Ландау, Георг Швенк и Том Бусевейн) уже вела разработку устройства с модульной структурой и прочным корпусом, которое предоставляло программисту прямой доступ к памяти и не использовало прерывания для обработки сигналов. Разработчики присвоили прибору кодовое имя «084» - так как он являлся 84-ым проектом компании. Получив внешнее финансирование, команда создала новую компанию **Modicon** (акроним от **Modular Digital Controller** – модульный цифровой контроллер), продолжив разработку в тесном сотрудничестве с Bedford Associates. К моменту завершения работ Modicon 084 стали называть программируемым контроллером (ПК).

В 1969 году Modicon 084 был представлен GM, и Bedford Associates совместно с Modicon выиграли тендер. Контроллер состоял из трех элементов: процессора, памяти и блока обработки релейной логики.

Modicon 084 был спроектирован для тяжелых условий эксплуатации и имел прочный корпус без переключателя ON/OFF с контактным охлаждением (через радиатор). Ни вентиляторы, ни отверстия для естественной циркуляции воздуха не использовались. Как объясняет Ричард Морли, *«Это было сделано, чтобы избежать загрязнения и коррозии. Мысленно мы представляли, что контроллер может быть установлен под кузовом грузовика, который направляется из Техаса на Аляску. Мы хотели, чтобы он мог выдержать этот путь. Другим примером была радиовышка – с непредсказуемыми климатическими условиями и отсутствием сервисного обслуживания».*

2.3. История продолжается

В 1971 году инженеры Allen-Bradley Одо Стрюгер и Эрнст Доммермут приступили к разработке улучшенной версии контроллера РМС, которая бы соответствовала требованиям клиентов. Прототип получил название **Bulletin 1774 PLC**. Allen-Bradley использовали аббревиатуру РС (ПЛК) вместо распространенной в то время РС (ПК); вскоре ПК станет ассоциироваться в большей степени с персональными компьютерами, а термин «ПЛК» станет стандартом в области автоматизации. В 1985 Allen-Bradley будет приобретена компанией [Rockwell Automation](#), которая продолжит использовать это название в качестве своего бренда.



Рис. 2. Создатели ПЛК Modicon. Слева направо – Ричард Морли, Том Бусевейн, Modicon 064, Георг Швенк, Йонас Ландау

В это время Modicon, используя опыт, полученный при разработке 084, разрабатывала контроллер Modicon 184. Проектированием, как и раньше, занимался Майкл Гринберг, маркетингом – Ли Руссо. Продажи нового контроллера начались в 1973. Новый ПЛК отвечал всем требованиям рынка, что сделало Modicon лидером в этой отрасли. Из-за внезапного успеха Modicon компания Bedford Associates была закрыта, чтобы избежать проблем с налогами. В 1977 году Modicon была приобретена компанией [Gould Electronics](#), а в 1997 – [Schneider Electric](#), которая и в настоящее время продолжает использовать это название в качестве своего бренда.

В 70-х годах на рынке присутствовало 7 компаний, которые производили ПЛК. В их число входили Allen-Bradley, Modicon, [General Electric](#), [Square D](#) и Industrial Solid State Controls. Несмотря на то, что ПЛК были революционным прорывом в области автоматизации, они по-прежнему оставались достаточно примитивными устройствами, ориентированными в первую очередь на решение узкоспециализированных задач (в основном, в автомобилестроении).

Однако первые годы ПЛК были не такими уж безоблачными. Существовало множество причин, затруднявших продвижение ПЛК на рынке. По словам Ричарда Морли, *«Нам было трудно убедить первых клиентов, что ящик с программой, пусть и облицованный чугуном, может заменить 50 футов шкафов с реле»*. Морли вспоминает, что в 1969 *«Все компьютеры требовали для эксплуатации стерильных помещений с кондиционированием, и все равно часто давали сбой. Поэтому несмотря на фактическую близость ПЛК к компьютерам, предпринимались значительные усилия, чтобы разрушить эти ассоциации – так как это приводило к мнению о ненадежности ПЛК»*. В отличие от компьютеров, ПЛК изначально разрабатывались для применения в тяжелых условиях эксплуатации – и надежность работы была одним из ключевых требований.

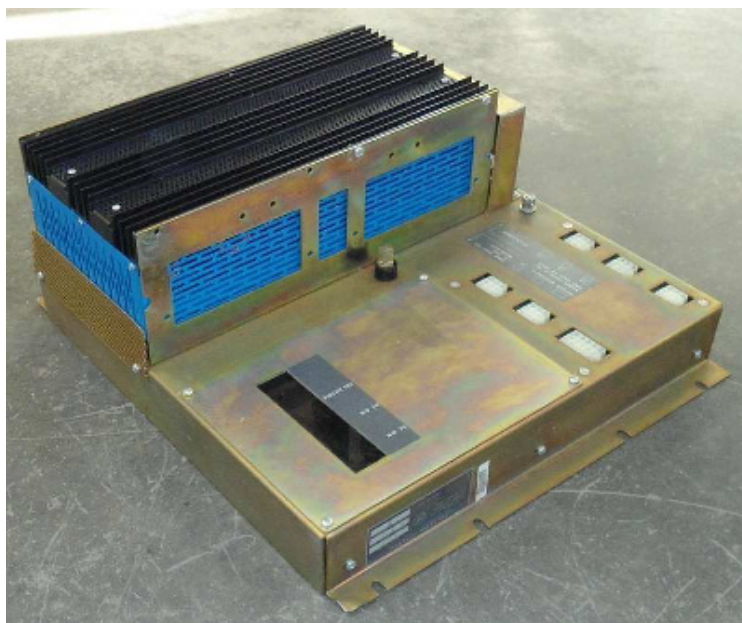


Рис. 3. Bulletin 1774 PLC – первый ПЛК производства Allen-Bradley



Рис. 4. Modicon 184 – второй ПЛК производства Modicon

Еще одной трудностью были специализированные терминалы, которые использовались для программирования первых ПЛК – и создавали множество проблем для программистов. Это вдохновило таких инженеров, как Скотта Цифферера (сооснователя **ICOM Software**) и Нила Тейлора (владельца **Taylor Industrial Software**) на разработку собственных средств программирования ПЛК, что оказало значительное влияние на облик промышленного ПО.

Скотт Цифферер сосредоточился на продуктах Allen-Bradley. Как он упоминает, *«Я хотел использовать обычный компьютер для программирования ПЛК и создания документации вместо разработанного Allen-Bradley терминала T-3. <...> Allen-Bradley и сами пошли по этому пути, но крайне медленно»*. Таким образом, пользователи T-3 получили удобный интерфейс от ICOM Software, что упростило процесс разработки ПО и снизило порог вхождения. В 1993-м году компания Цифферера вошла в состав Rockwell Automation.

Нил Тейлор в свою очередь сделал акцент на ПЛК Modicon. По его словам, *«Я работал экспертом и осознал необходимость ухода от табличных лестничных диаграмм (LD), которые требовали слишком много времени на создание и были сложны для отладки»*. Тейлор изначально сфокусировался на средствах документирования, и это привело к появлению возможности создания различного вида отчетов об ошибках – что упрощало поиск проблем в ПО (в режиме оффлайн). После этого он занялся разработкой ПО для онлайн-мониторинга ПЛК Modicon и Allen-Bradley – которое, благодаря популярности Modicon, стало широко известным. Со временем были добавлены новые функции и поддержка оборудования других производителей. В 1996-м году Тейлор продал свою компанию TSP, которая позже стала частью [GE Fanuc](#).

2.4. Эволюция ПЛК

В начале 1980-х произошел обмен идеями между ПЛК и распределенными системами управления (PCU). Некоторые ПЛК уже поддерживали функции распределенного управления – поэтому могли использоваться в качестве элементов PCU. По мере роста популярности ПЛК появилось множество компаний, которые занимались разработкой связанного с ними программного обеспечения. Основной темой 90-х стало создание стандартов и открытых систем. Практически все ПЛК стали поддерживать коммуникацию через одноранговые Ethernet-сети. На замену EPROM-памяти, использовавшейся в 80-х, пришли EEPROM и flash. Для создания человеко-машинного интерфейса вместо ламп и переключателей начали применяться компьютеры. На рынке появились компактные ПЛК, которые получили название «кирпичи». Стандартным требованием для систем управления стало резервирование.

Наступил 21-й век; наметилась тенденция слияния компаний, производящих ПЛК. Появились очень маленькие контроллеры (нано- и пико-ПЛК), размером не превышающие обычное реле. Повышение внимания к промышленной безопасности стало причиной создания технологий тройного резервирования. На замену ЭЛТ-мониторам пришли панели оператора с LCD-дисплеями.

Можно рассказать еще очень многое об истории ПЛК; мы ограничились только двумя крупными компаниями, которые приняли участие в их создании и до сих пор остаются на рынке – Modicon (сейчас – Schneider Electric) и Allen-Bradley (сейчас – Rockwell Automation). На рис. 5 приведена дополнительная информация, связанная с вкладом этих компаний в историю развития ПЛК.

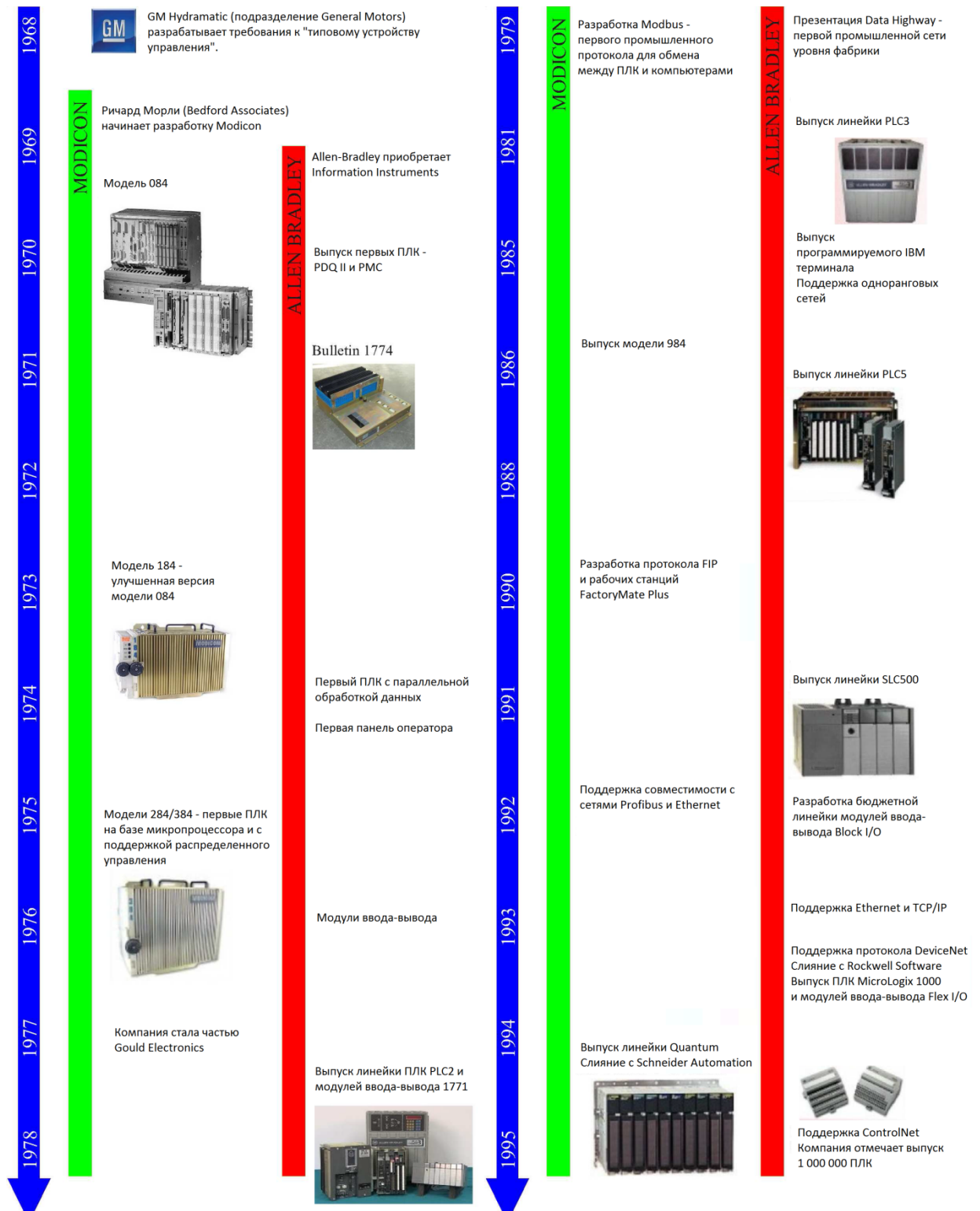


Рис. 5. Основные даты истории Modicon и Allen-Bradley

2.5. Отцы ПЛК

2.5.1. Ричард Морли

Многие считают Морли отцом программируемых контроллеров. Среди его достижений – разработка контроллера Modicon и создание языка программирования **LD**, который, по словам Морли, был основан на схемах, применявшихся в Германии для описания релейной логики.

Инженер и изобретатель, получивший высшее образование в области физики в [Массачусетском технологическом институте](#), автор более 20 патентов, в настоящий момент продолжает заниматься разработками в области ПО, искусственного интеллекта, [теории хаоса](#) и концепции «[фабрик будущего](#)». Морли является членом Зала славы промышленности. Сообщество Инженеров-Технологов присудило ему премию «Выдающийся молодой инженер» за достижения, совершенные в возрасте до 35 лет.

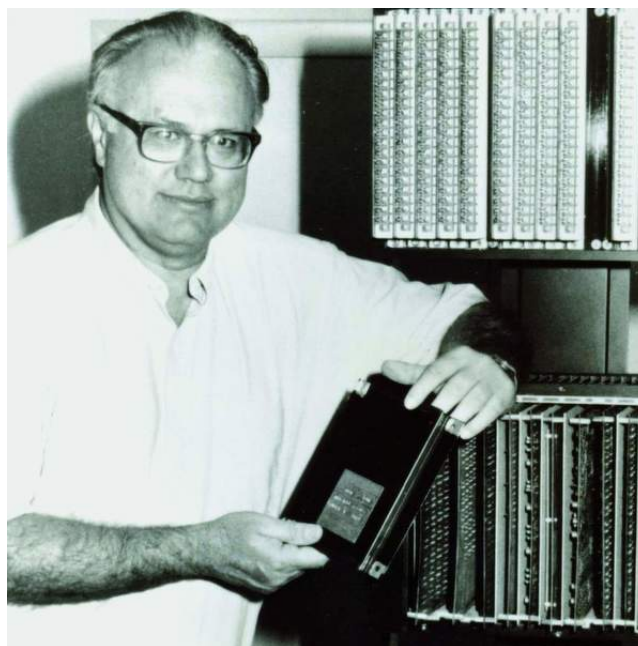


Рис. 6. Ричард Морли

2.5.2. Одо Джозеф Стрюгер (1931-1998)

Стрюгер является отцом ПЛК Allen-Bradley и автором акронима «ПЛК». Он переехал в США из Австрии в начале 50-х, а в 1958 году начал работать в Allen-Bradley. В 1997 году он ушел в отставку, являясь вице-президентом по технологиям компании Rockwell Automation.

В течение 40 лет Одо Стрюгер занимался разработкой программного обеспечения для ПЛК, а также сыграл значимую роль в создании [Национальной ассоциации производителей электрооборудования \(NEMA\)](#) и [Международной электротехнической комиссии \(IEC\)](#), приняв участие в работе над стандартом языков программирования ПЛК [МЭК 61131-3](#). Стрюгер является автором более 50 патентов и членом Зала славы автоматизации.



Dr. Odo J. Struger

Рис. 7. Одо Джозеф Стрюгер

3. Распределенные системы управления

3.1. На заре эпохи автоматизации

До наступления 60-х годов и развития средств автоматизации, системы управления состояли из аналоговых регуляторов, которые коммутировались вручную. Если в производственный процесс вносились изменения, то коммутация производилась заново; это занимало много времени, в течение которого производство останавливалось – что приводило к уменьшению объема выпускаемой продукции и потерям прибыли. Из-за этого компании были гораздо менее гибкими, чем в наши дни, и с большой неохотой проводили изменения на своих фабриках. Основную часть стоимости аналоговой системы управления составляли непосредственно аналоговые регуляторы – таким образом, цена добавления нового контура управления никак не зависела от числа уже существующих. Вследствие этого было нерентабельно автоматизировать некоторые этапы производства. Кроме того, с увеличением числа устройств управления линейно увеличивалось занимаемое ими пространство. При добавлении каждого нового контура требовалось добавлять на мнемосхит новые лампы, индикаторы и кнопки – чтобы оператор мог наблюдать за процессом и контролировать его. Мнемосхемы с рассыпями сотен разноцветных ламп выглядели, безусловно, впечатляюще – но работать с ними было довольно неудобно.



Рис. 8. Зал управления

3.2. 50-е – время первопроходцев

В 1956 году аэрокосмическая компания [Thomson Ramo Wolridge](#) (TRW) совместно с нефтяной компанией [Texaco](#) начала научно-исследовательскую работу, целью которой было определение возможности использования компьютеров в системах управления. Три года (за которые было потрачено 30 человеко-лет) спустя система на базе компьютера RW-300 (производства TRW) была запущена в работу. Хотите оценить быстродействие компьютеров того времени? Тогда представьте: одна операция сложения занимала 1 мс, умножения – 20 мс, а средняя наработка на отказ (в данном случае имеется в виду время между ошибками ЦПУ) составляла 50-100 часов. Было очевидно, что это является неприемлемым для управления в реальном времени. Вместо этого компьютеры стали использоваться для визуализации процесса, отображения инструкций и изменения значений уставок. Задача управления процессом пока оставалась закреплена за человеком-оператором – но использование компьютеров помогло ее упростить.

Пример TRW и Техасо вдохновил другие компании из различных отраслей промышленности на проведение подобных исследований. Их результатом стали специальные компьютеры для конкретных производственных процессов. Например, выпущенный в 1961 году программно-технический комплекс (ПТК) [IBM 1620](#) получил широкое распространение на целлюлозно-бумажных комбинатах и нефтеперерабатывающих заводах – он применялся для контроля качества и оптимизации производственных процессов. ПТК [IBM 1710](#) состоял из компьютера IBM 1620 и аналого-цифрового преобразователя [IBM 1711](#). По результатам проведенных исследований были сформулированы требования к системам управления конкретных процессов, что привело к реализации на данном ПТК обработки прерываний – в то время обычные компьютеры не поддерживали такую возможность.

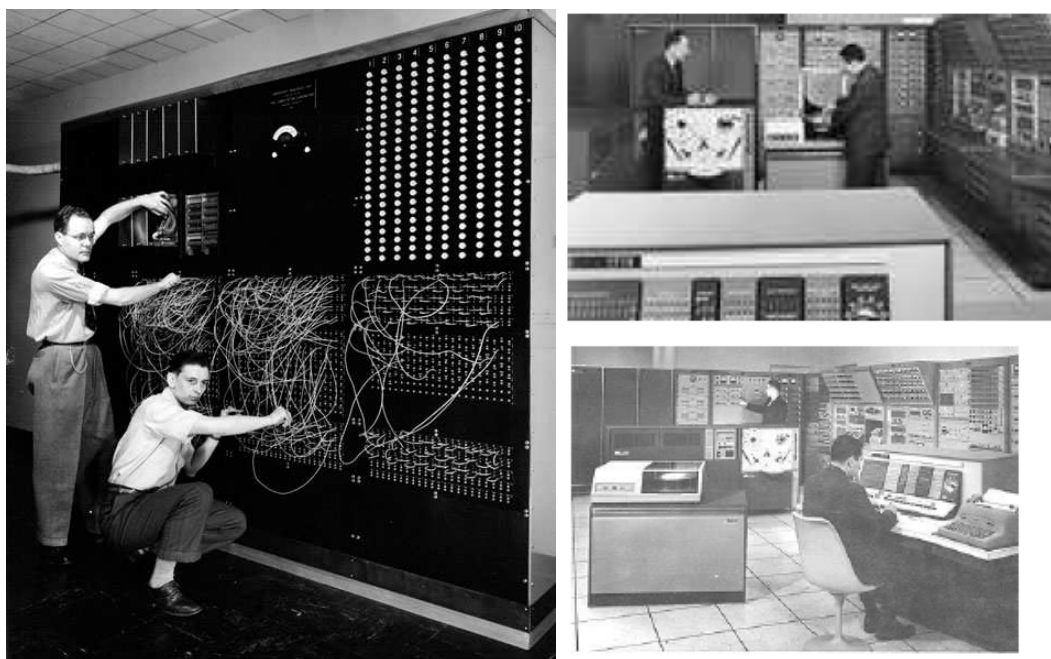


Рис. 9. Компьютеры Harvard Mark I (слева, 1944 г.) и IBM 1710 (справа, 1961 г.)

3.3. 60-е – цифровые системы управления

Следующий скачок в управлении процессами был сделан в 1962 году, когда британская химическая компания [Imperial Chemical Industries](#) (ICI) заменила аналоговую систему управления на заводе по производству кальцинированной соды компьютером **Argus**. В данном случае компьютер использовался не для визуализации работы аналоговой системы управления, а непосредственно управлял производственным процессом. Такой способ управления получил название «прямое цифровое управление» ([Direct Digital Control](#), DCC). По сравнению с аналоговым управлением он обладал рядом преимуществ: низкая стоимость системы, продвинутый операторский интерфейс, высокий уровень гибкости. В общем-то, стоимость самого компьютера составляла чудовищную сумму, но так как он заменял собой целую груду аналогового оборудования, то общая стоимость системы действительно снижалась. Монитор обеспечивал более удобный вывод информации, чем мнемощиты с индикаторами. Кроме того, теперь при изменении логики управления не приходилось заново коммутировать все оборудование – достаточно было просто поменять программу в компьютере. Время простоя производства значительно снижалось, и в случае проблем с новой программой всегда можно было быстро вернуться к предыдущей версии.

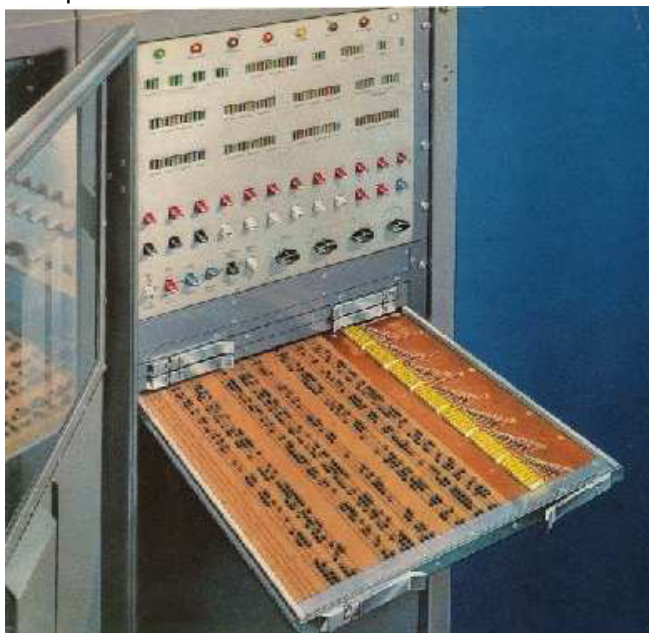


Рис. 10. Компьютер Argus (1961 г.)

Компьютер Argus первоначально был разработан британской компанией [Ferranti](#) для управления ракетным комплексом [Bloodhound Mk2](#). Со временем он получил широкое распространение в промышленности и все еще используется в системах мониторинга и контроля ядерных реакторов Великобритании.

В последующие годы появилось специализированное программное обеспечение, которое значительно упростило разработку DCC-систем. От пользователя не требовалось навыков программирования: достаточно было заполнить таблицы входов-выходов, и далее система осуществляла управление на основании этих таблиц и встроенных алгоритмов. Простота и легкость конфигурирования сочетались с высокой сложностью создания собственных (не заложенных в систему) алгоритмов. Это затрудняло применение цифровых систем в специфических производственных процессах. Благодаря простоте и эффективности, DCC до сих пор широко используется в системах автоматизации зданий ([HVAC](#)). Стандартное для современных ПЛК программирование с использованием функциональных блоков (**FBD**) является развитием идей, заложенных таблично-ориентированными языками DCC.

3.4. 70-е – время дешевых компьютеров

Появление в середине 60-х [мини-компьютеров](#) открыло новые возможности для систем управления. Компьютеры стали дешевле, быстрее и надежнее. Дешевизна сделала выгодной замену аналоговых систем управления цифровыми. Быстродействие позволило использовать компьютеры для управления быстро протекающими процессами. Повышение надежности дало возможность применять компьютеры для управления наиболее важными процессами. В результате за 5 лет число используемых в промышленности компьютеров выросло в 10 раз – от 5000 шт. в 1970 до 50000 шт. в 1975 году.

Одним из популярных мини-компьютеров был [IBM 1800 DACS](#) (Data Acquisition and Control System, система сбора данных и управления), который был промышленной модификацией [IBM 1130](#), выпущенного в 1964. Он позиционировался как устройство, способное «осуществлять мониторинг конвейерной линии, управлять сталеплавильной печью или анализировать состояние ракеты во время испытательного запуска». Последний IBM 1800 был демонтирован в июне 2010-го. На Youtube доступно видео, демонстрирующее процесс загрузки этого компьютера [54]. Крайне рекомендуем посмотреть его – чтобы ощутить, как происходила работа с ПК в то время; достаточно сказать, что для включения надо было не просто нажать одну кнопку, как сейчас.



Рис. 11. Мини-компьютер IBM 1800 (1964 г.)

К началу 70-х мини-компьютеры окончательно вытеснили аналоговые системы управления – в частности, из-за резкого снижения цен: от 10 000 \$ до 500 \$. Мини-компьютеры стали настолько дешевыми, что стало рентабельным использовать их в любых, даже самых простых системах управления – цена на аналоговые устройства все равно была выше.



Рис. 12. Рекламный постер из 70-х

3.5. 80-е – появление РСУ

До 80-х годов развитие средств автоматизации заключалось в основном в замене аналоговых систем управления на компьютеры. Следующим технологическим прорывом стало появление [распределенных систем управления \(PCU\)](#). В начале 80-х австралийская компания R-Тес выиграла контракт на внедрение продвинутых инженерных систем зданий в [Мельбурнском университете](#). R-Тес оказалась не способна выполнить взятые на себя обязательства и была закрыта. После этого проект перешел к компании [Midac \(Microprocessor Intelligent Data Acquisition and Control\)](#). Результатом стало одно из первых успешных внедрений распределенной системы управления. Ядром системы являлись 11 микропроцессоров [Z80](#), которые использовали [разделяемую память \(shared memory\)](#) и управляли периферийными контроллерами, подключенными по последовательной линии связи. Оценив концепцию Midac, крупные производители, такие как [Honeywell](#) и [Johnson Controls](#), также приступили к разработке подобных решений.

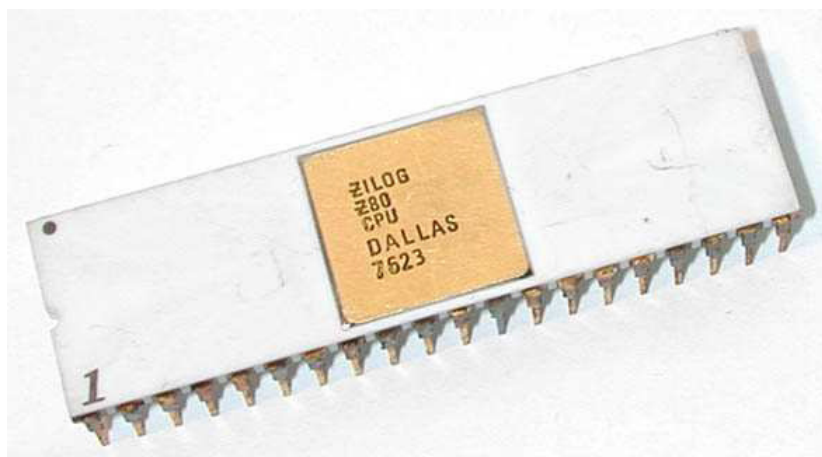


Рис. 13. Микропроцессор Z80

Одним из популярных стандартов передачи данных в то время являлся [IEEE 802.4 \(Token Bus\)](#). Он описывал механизм организации сетей с контролем маркера (токена). В каждый момент времени маркер принадлежит только одному узлу сети, и только этот узел может осуществлять передачу данных. Такие сети очень чувствительны к ошибкам, так как при выходе из строя узла, который в данный момент владеет маркером, дальнейшая передача маркера становится невозможной и обмен по сети прекращается. С такими ошибками было очень трудно справиться – поэтому вскоре после появления РСУ начались разработки протоколов реального времени, поддерживающих резервирование.

Другой глобальной идеей 80-х была разработка новых языков программирования РСУ. В 1982-м году Midac поддержали элементы [объектно-ориентированного программирования](#) в своих системах. Проводились и другие работы в этом направлении – например, стоит упомянуть исследования Хильдинга Эльмквиста, занимавшегося разработкой языка **LICS** (Language for Implementation of Control Systems) [2].

3.6. 90-е – война протоколов

С появлением распределенных систем управления возник вопрос коммуникации между устройствами различных производителей. Одной из проблем являлась закрытость подобных систем и отсутствие стандартных протоколов обмена. Другая проблема заключалась в том, что хотя контроллеры и являлись цифровыми устройствами, построенными на базе микропроцессоров, передача данных осуществлялась с помощью аналоговых сигналов. Таким образом, основной темой 90-х стала разработка цифровых интерфейсов обмена и стандартных протоколов передачи данных.

Некоторые организации и производители стремились разработать собственный протокол, который занял бы лидирующее положение на рынке. Многие из этих протоколов используются и в настоящее время – например, [Profibus](#), [ControlNet](#), [DeviceNet](#), [Modbus](#). При этом ни одному из них так и не удалось стать доминирующим – все они до сих пор применяются в промышленности. Кроме того, в связи с повсеместным внедрением интерфейса [Ethernet](#) производится разработка новых протоколов обмена.



Рис. 14. Логотипы нескольких промышленных сетей

Влияние на рынок РСУ в те годы также оказала Windows – практически всё ПО для работы с данными в реальном времени было написано под эту ОС. Технология [OPC \(OLE for Process Control\)](#), стала фактически промышленным стандартом для доступа к данным. Она основана на проприетарных стандартах [OLE](#), [COM](#) и [DCOM](#), которые принадлежат Microsoft. Следующее поколение технологии OPC – [OPC UA](#) – в настоящий момент находится в разработке. Одним из требований к ней является платформенная независимость.

Ранее производители РСУ занимались разработкой как аппаратного, так и программного обеспечения. В течение 90-х появились компании, которые выпускали готовые «коробочные» решения, в связи с чем производство собственных устройств стало менее выгодным, и акцент в области РСУ стал постепенно смещаться на ПО. Этот процесс продолжается и в настоящий момент.



Рис. 15. Внешний вид разъема Profibus

3.7. История производителей PCS

Многие компании внесли свой вклад в формирование существующего рынка PCS. В рамках данного обзора попросту невозможно подробно рассказать о каждой из них. Вместо этого мы приведем «генеалогические деревья» компаний, демонстрирующие историю их происхождения в виде последовательности слияний и поглощений.

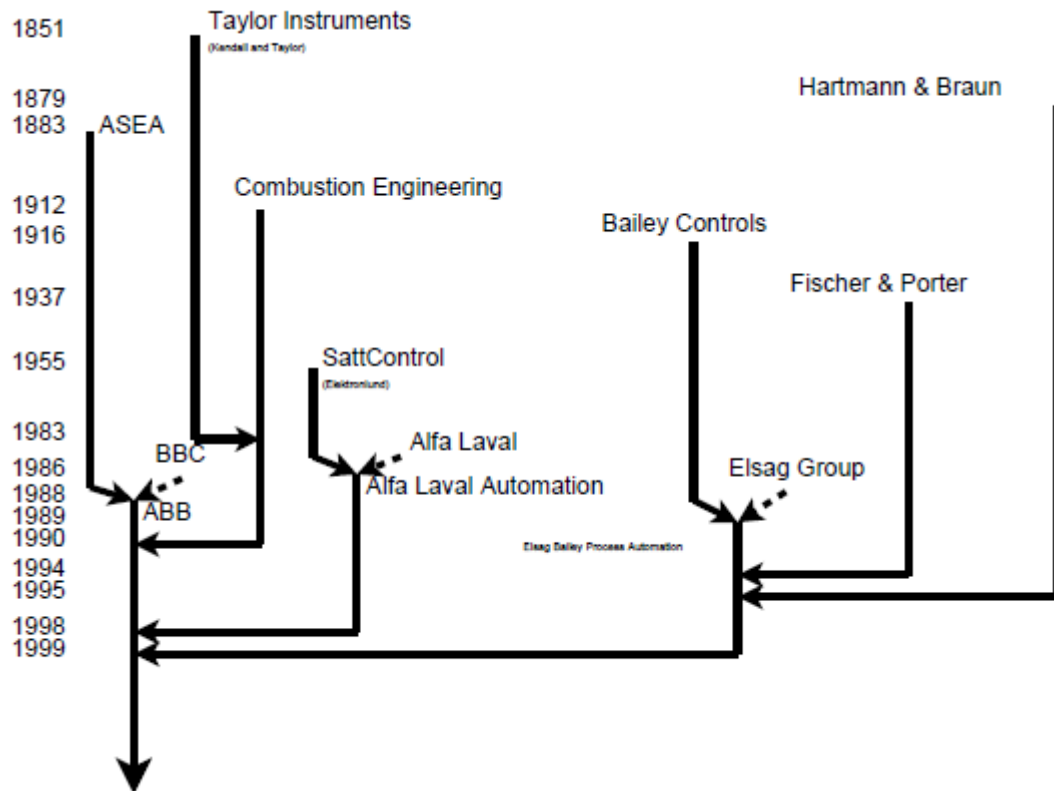


Рис. 16. Генеалогическое древо ABB

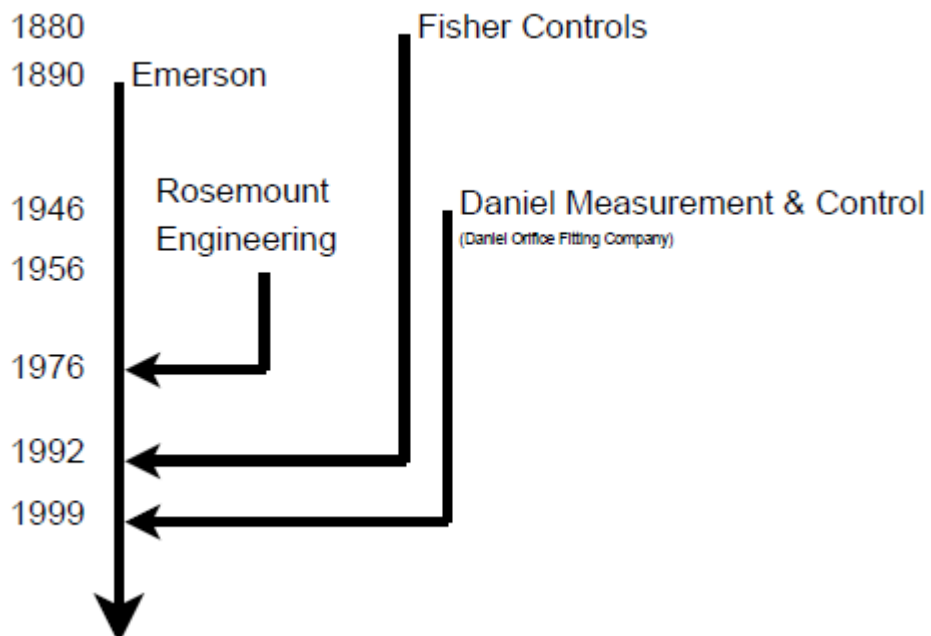


Рис. 17. Генеалогическое древо Emerson

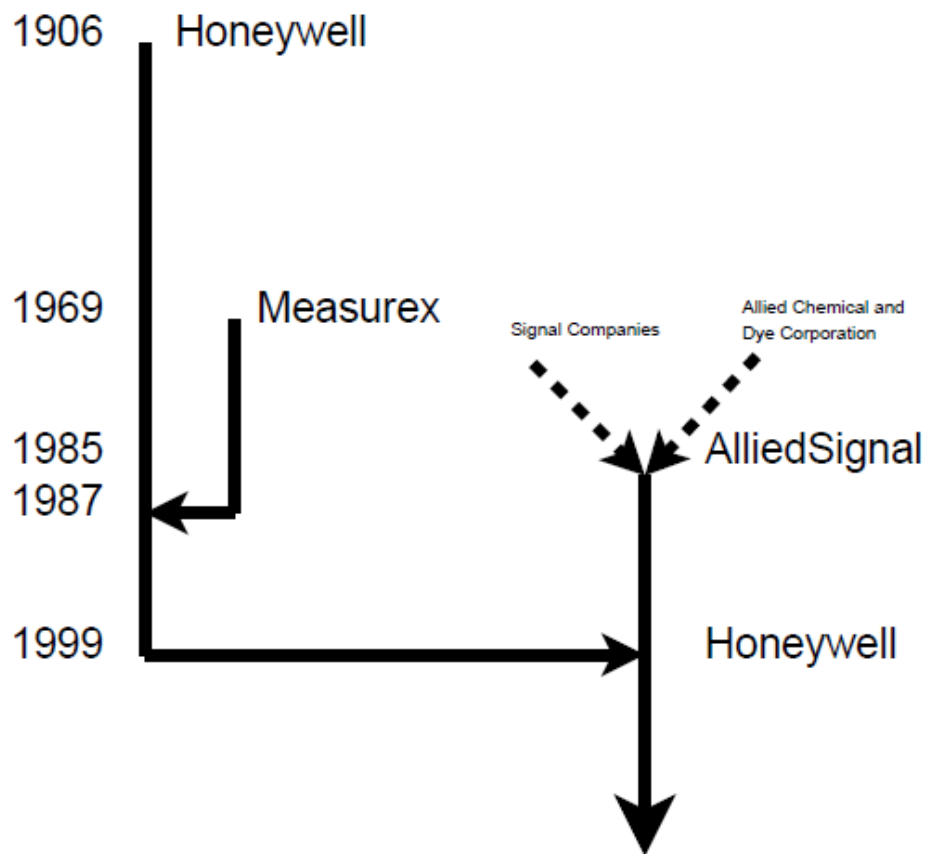


Рис. 18. Генеалогическое древо Honeywell

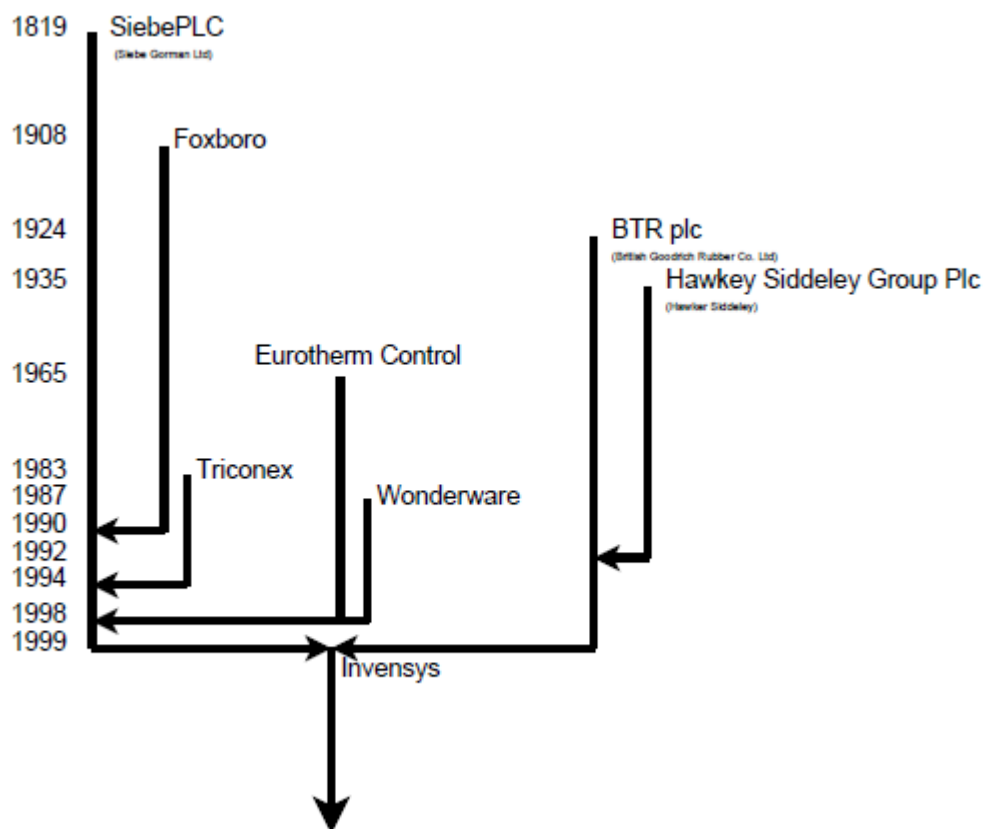


Рис. 19. Генеалогическое древо Invensys

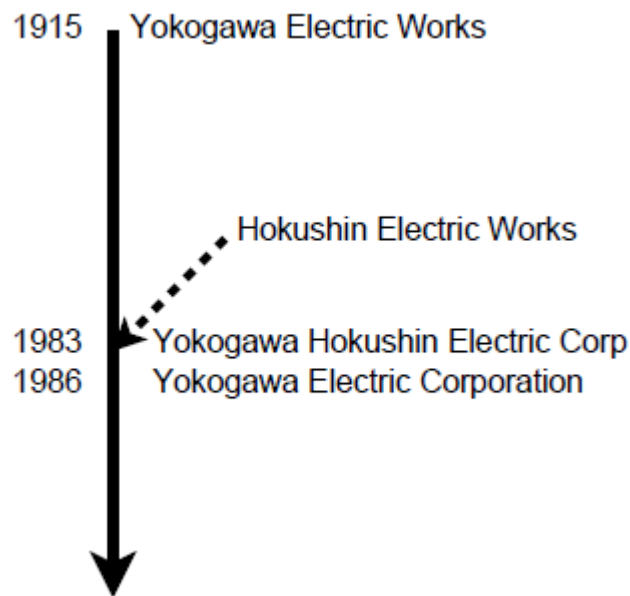


Рис. 22. Генеалогическое древо Yokogawa

4. Взгляд в будущее

ПЛК и РСУ оказали огромное влияние на промышленность, позволив автоматизировать процессы производства. Основным преимуществом этих систем является их программируемость – что позволяет достаточно легко изменять или добавлять управляющие алгоритмы. К другим их преимуществам по сравнению с механическими реле и аналоговыми регуляторами относятся:

- высокая надежность;
- длительный срок службы;
- отсутствие необходимости в постоянном обслуживании.

Благодаря этому ПЛК и РСУ получили широкое распространение в самых различных системах автоматизации.

Исторически ПЛК и РСУ применялись в различных отраслях и сегментах промышленности, но с течением времени становились все более похожими. Судя по всему, в какой-то момент производители этих систем станут прямыми конкурентами. Что будет дальше? Произойдет ли слияние этих технологий и как это повлияет на развитие систем автоматизации? Ответы на эти вопросы ждут нас в будущем.

Список использованной литературы

- [1] Åström, K.J., Wittenmark, B.: Computer Controlled Systems—Theory and Design. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey (Jan 1984)
- [2] Elmqvist, H.: Lics - language for implementation of control systems. Technical Report ISRN LUTFD2/TFRT- -3179- -SE, Department of Automatic Control, Lund University, Sweden (Dec 1985)
- [3] <http://ed-thelen.org/comp-hist/BRL64-i.html>
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/Abb>
- [5] <http://en.wikipedia.org/wiki/AIM-65>
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/BTR_plc
- [7] http://en.wikipedia.org/wiki/Control_Data_Corporation
- [8] http://en.wikipedia.org/wiki/Direct_digital_control
- [9] http://en.wikipedia.org/wiki/Distributed_Control_System
- [10] http://en.wikipedia.org/wiki/Emerson_Electric_Company
- [11] <http://en.wikipedia.org/wiki/Eurotherm>
- [12] http://en.wikipedia.org/wiki/Ferranti_Argus
- [13] https://en.wikipedia.org/wiki/Hawker_Siddeley
- [14] http://en.wikipedia.org/wiki/IBM_1800_Data_Acquisition_and_Control_System
- [15] <http://en.wikipedia.org/wiki/Invensys>
- [16] http://en.wikipedia.org/wiki/Midac_22
- [17] <http://en.wikipedia.org/wiki/Minicomputer>
- [18] http://en.wikipedia.org/wiki/OLE_for_process_control
- [19] http://en.wikipedia.org/wiki/OPC_Unified_Architecture
- [20] http://en.wikipedia.org/wiki/Rockwell_Automation
- [21] http://en.wikipedia.org/wiki/Siebe_plc
- [22] <http://en.wikipedia.org/wiki/Siemens>
- [23] http://en.wikipedia.org/wiki/Token_bus_network
- [24] <http://en.wikipedia.org/wiki/TRW>
- [25] <http://en.wikipedia.org/wiki/Wonderware>

- [26] http://findarticles.com/p/articles/mi_m0EIN/is_2000_April_12/ai_61464672/
- [27] <http://historyofasaferworld.blogspot.se/2012/02/founding-of-triconex.html>
- [28] <http://honeywell.com/About/Pages/our-history.aspx>
- [29] http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/mainframe/mainframe_2423PH1620.html
- [30] http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/vintage/vintage_4506VV4021.html
- [31] http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/vintage/vintage_4506VV4022.html
- [32] <http://www2.emersonprocess.com/en-US/brands/Pages/AllBrands.aspx>
- [33] <http://www.abb.com/cawp/abbzh252/1f5ba35208d1e5e1c125791900224ba8.aspx>
- [34] <http://www.abb.com/cawp/abbzh252/8024d96d5bf8191ec125791900224b80.aspx>
- [35] <http://www.abb.com/cawp/abbzh252/8659e073a6853e14c1257919002249de.aspx> 23
- [36] <http://www.abb.com/cawp/abbzh252/88c19477a996bd94c1257876003d6836.aspx>
- [37] <http://www.abb.se/cawp/abbzh252/8024d96d5bf8191ec125791900224b80.aspx>
- [38] <http://www.analogmuseum.org/english/collection/eai/tr10/>
- [39] <http://www.answers.com/topic/daniel-measurement-and-control-inc>
- [40] <http://www.apv.com/us/aboutus/historyandfacts/History+and+Facts.asp>
- [41] <https://www.classicautomation.com/Parts/taylor>
- [42] <http://www.computerhistory.org/collections/accession/102646234>
- [43] <http://www.emersonindustrial.com/en-us/brands/Pages/brands.aspx>
- [44] <http://www.fundinguniverse.com/company-histories/Fisher-Controls-International-LLC-Company-History.html>
- [45] <http://www.fundinguniverse.com/company-histories/Foxboro-Company-Company-History.html>
- [46] <http://www.metronome-trading.com/argus/>
- [47] <http://www.midac.com.au>
- [48] <http://www.neatorama.com/2008/01/25/the-wonderful-world-of-early-computing/>
- [49] <http://www.retrothing.com/2008/10/incomprehensibl.html>
- [50] <https://www.rockwellautomation.com/global/about-us/history/overview.page>
- [51] <http://www.sattcontrol.se/sida/sida2.php?select=meny6>

[52] <http://www.thefreelibrary.com/Elsag+Bailey+Process+Automation+N.V.+to+acquire+the+Hartmann+%26+Braun...-a017449406>

[53] <http://www.vintageadbrowser.com/military-ads-1970s/7>

[54] <http://www.youtube.com/watch?v=QdHWFn94KjQ>