

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».

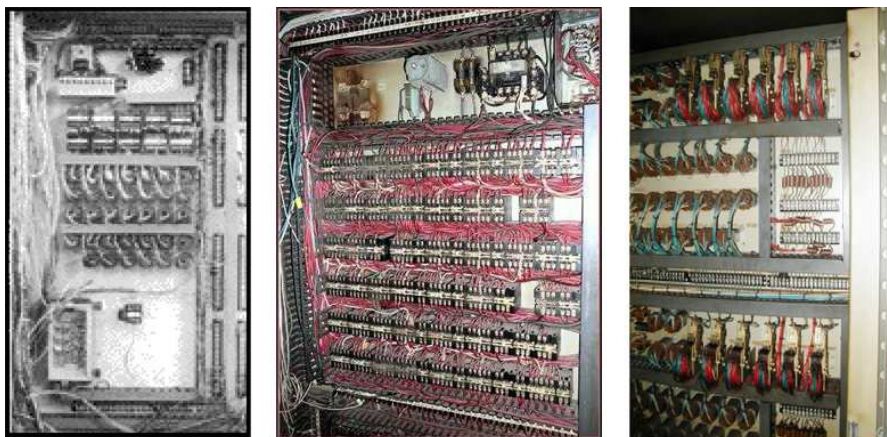


Рис. 1. Шкафы релейной автоматики, начало 60-х

В 1968-м году Билл Стоун, инженер подразделения **GM Hydramatic** (отвечавшего за выпуск автоматических коробок передач) автомобилестроительной компании [General Motors](https://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 quantizier) – 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 PMC, которая бы соответствовала требованиям клиентов. Прототип получил название **Bulletin 1774 PLC**. Allen-Bradley использовали аббревиатуру PLC (ПЛК) вместо распространенной в то время PC (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 084, 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.

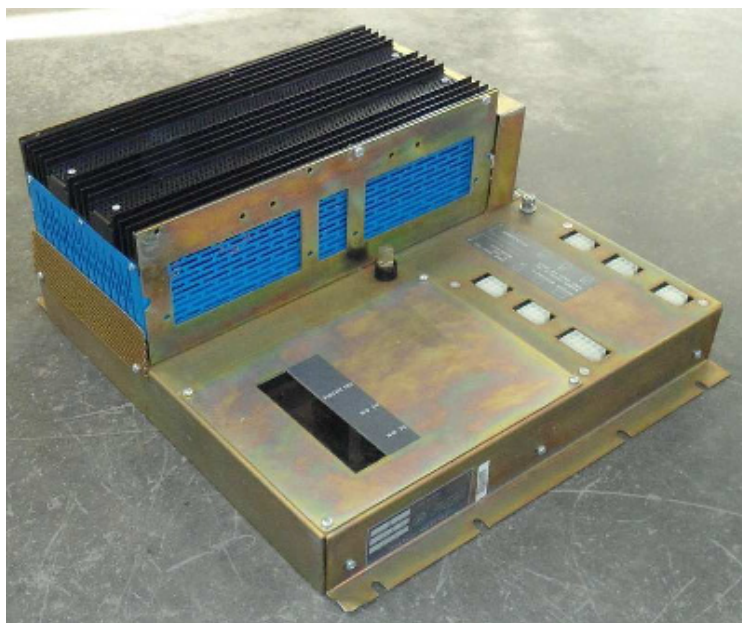


Рис. 3. Bulletin 1774 PLC – первый ПЛК производства Allen-Bradley



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 TCP, 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.

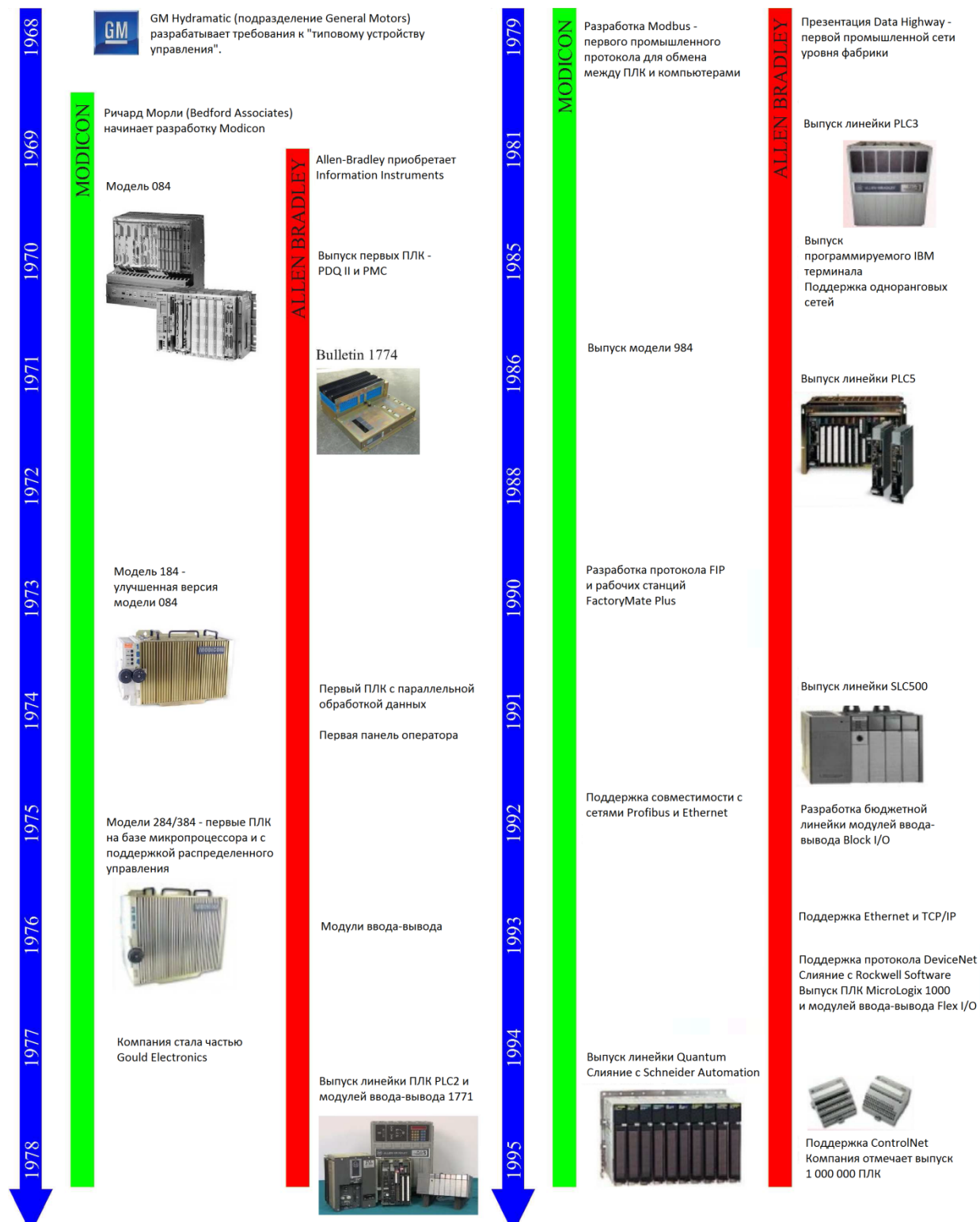


Рис. 5. Основные даты истории Modicon и Allen-Bradley

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.

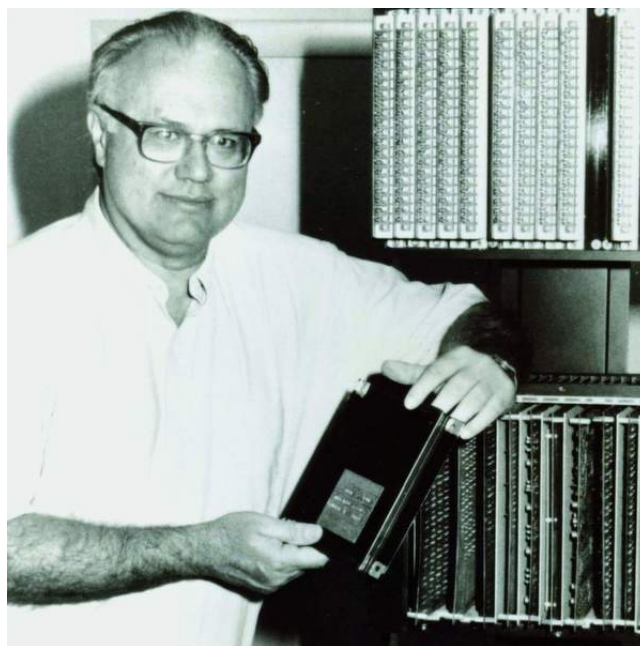


Рис. 6. Ричард Морли

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 мнемощит новые лампы, индикаторы и кнопки – чтобы оператор мог наблюдать за процессом и контролировать его. Мнемосхемы с россыпями 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.

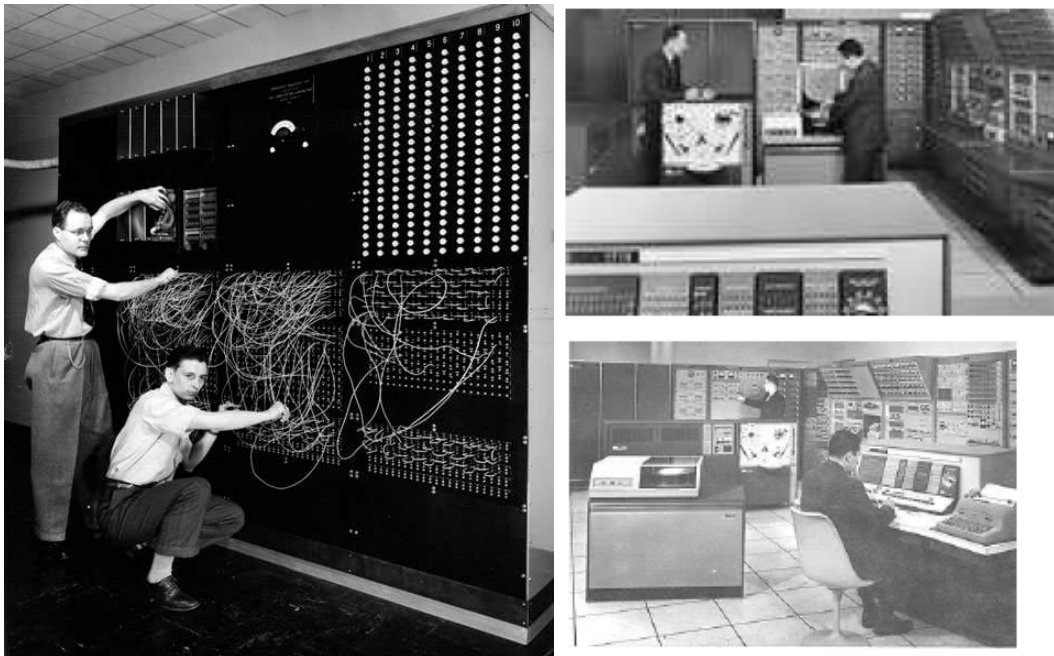


Рис. 9. Компьютеры Harvard Mark I (слева, 1944 г.) и IBM 1710 (справа, 1961 г.)

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.

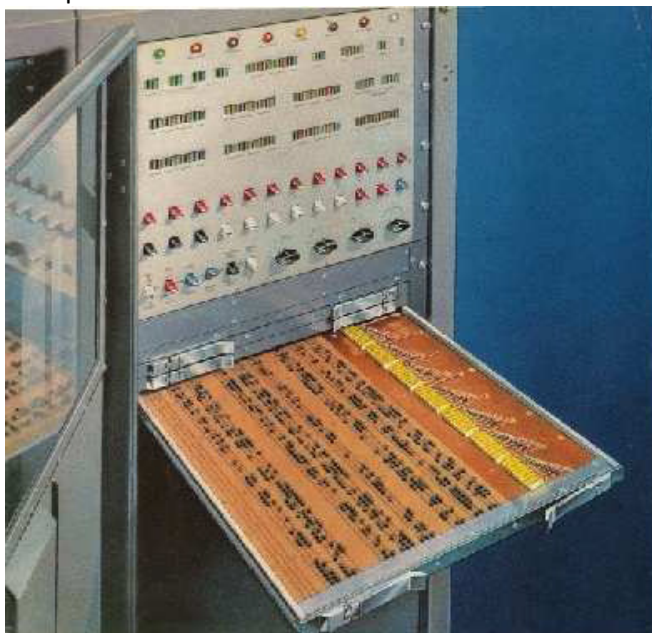


Рис. 10. Компьютер Argus (1961 г.)

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 PCY

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 \(PCY\)](#). 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](#) (**M**icroprocessor **I**ntelligent **D**ata **A**cquisition and **C**ontrol). 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.

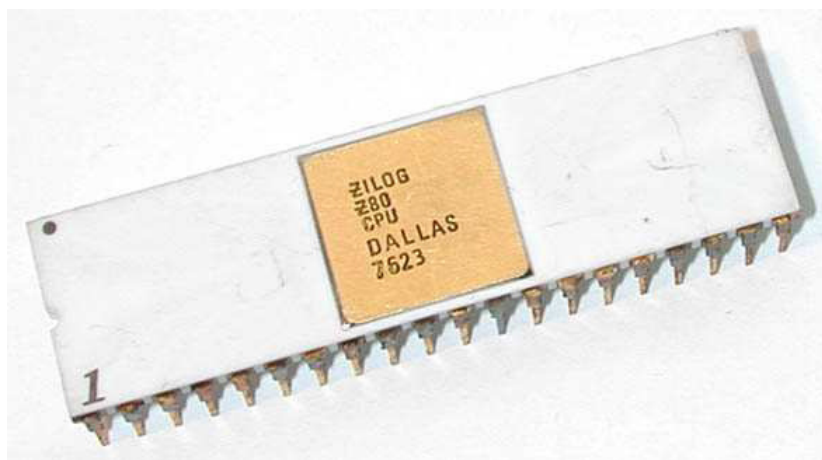


Рис. 13. Микропроцессор Z80

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 PCY начались разработки протоколов реального времени, поддерживающих резервирование.

Другой глобальной идеей 80-х была разработка новых языков программирования PCY. В 1982-м году Midac поддерживали 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](#) (**O**LE **f**or **P**rocess **C**ontrol), 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 требованием 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 РСУ

Многие компании внесли свой вклад в формирование существующего рынка РСУ. 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.

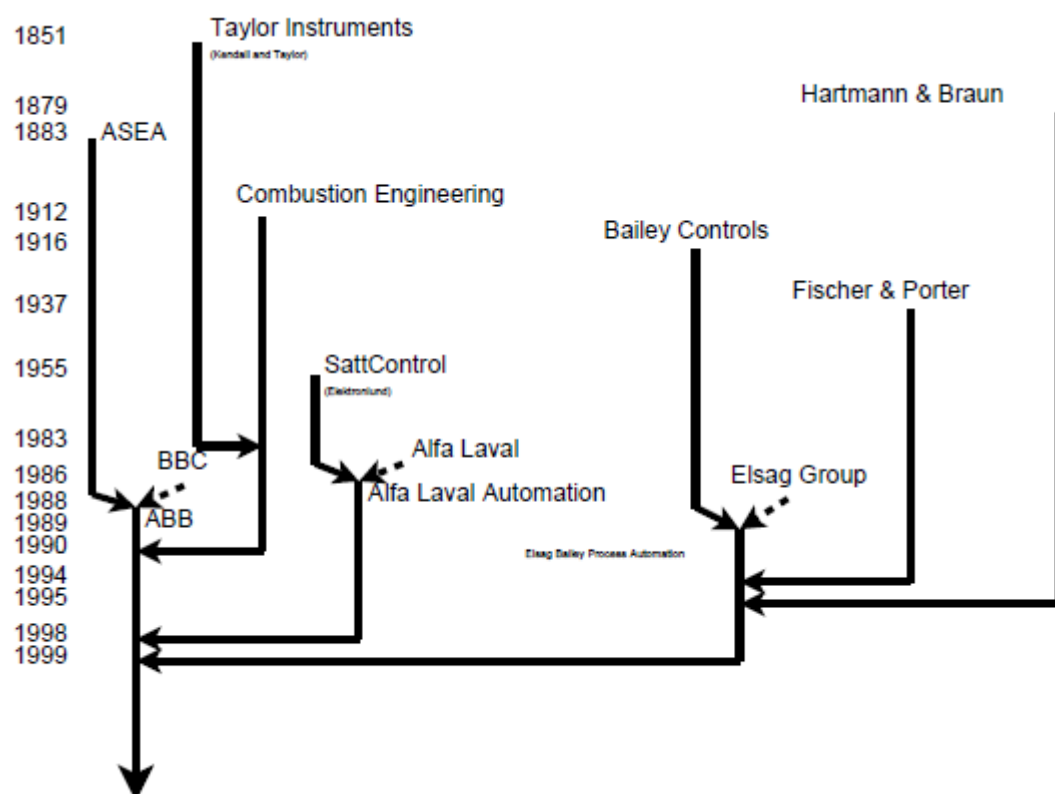


Рис. 16. Генеалогическое древо ABB

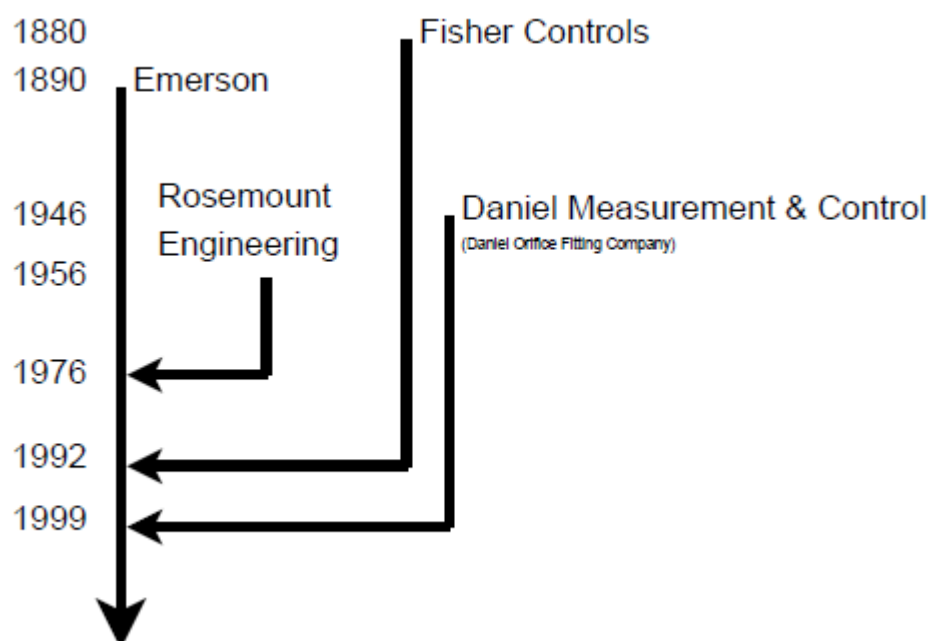


Рис. 17. Генеалогическое древо Emerson

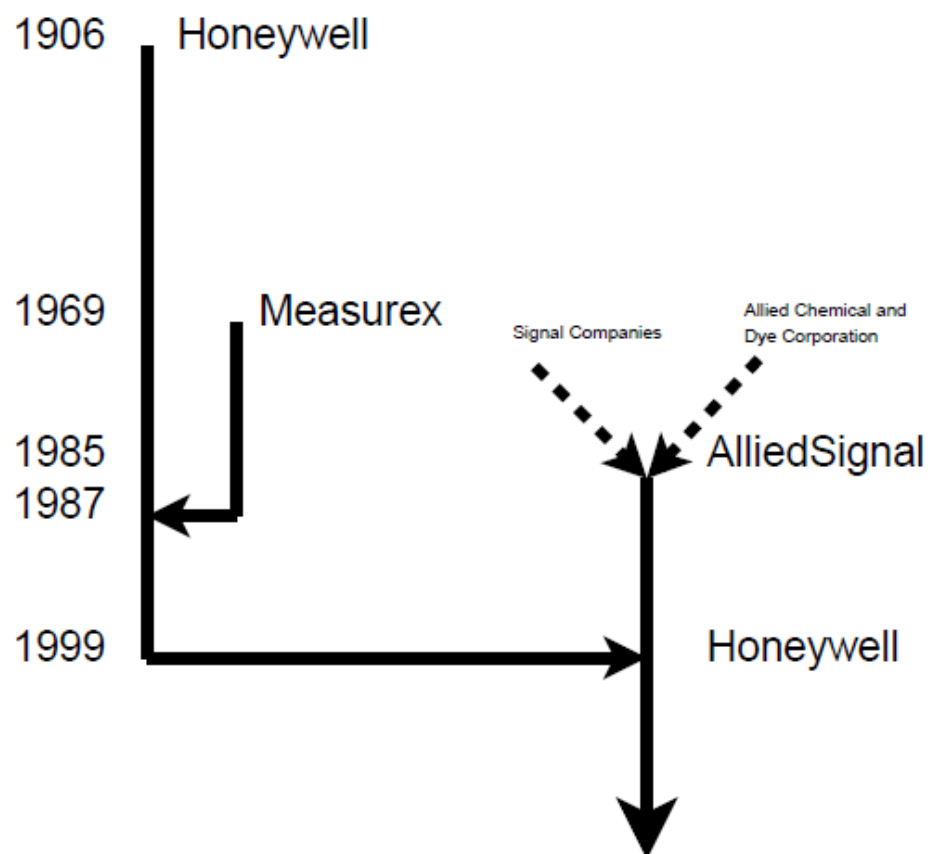


Рис. 18. Генеалогическое древо Honeywell

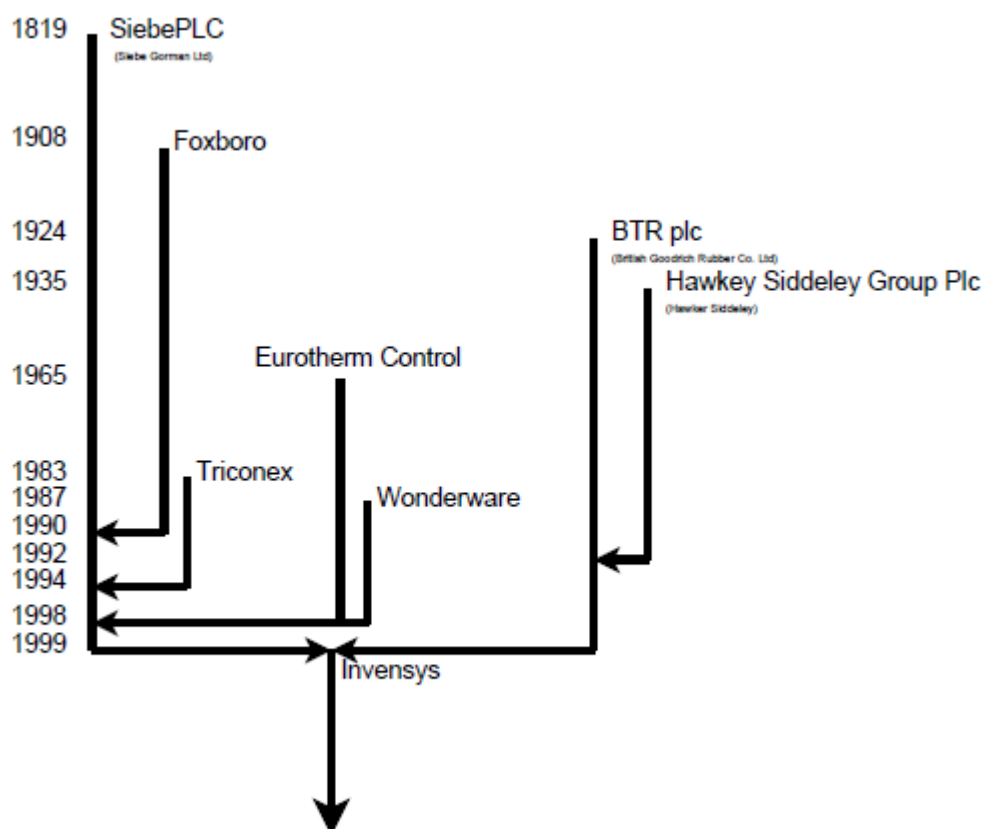


Рис. 19. Генеалогическое древо Invensys

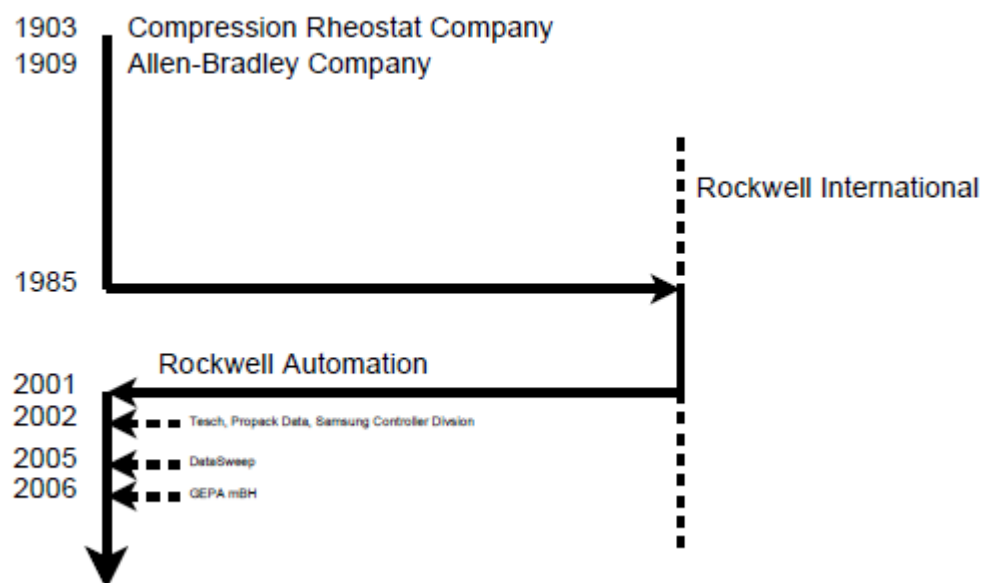


Рис. 20. Генеалогическое древо Rockwell

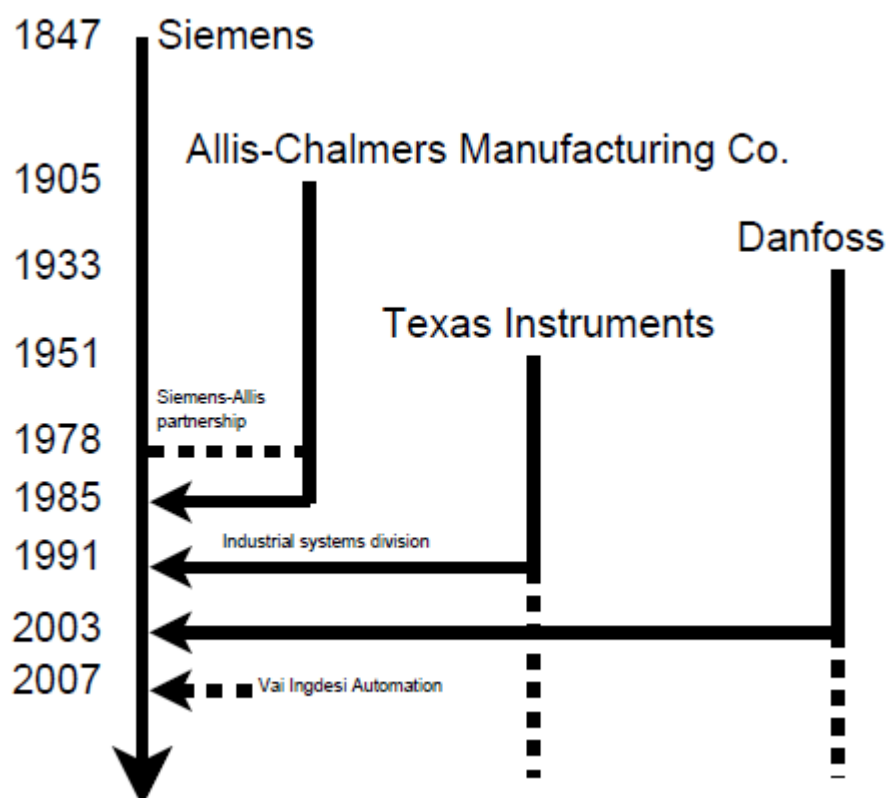


Рис. 21. Генеалогическое древо Siemens

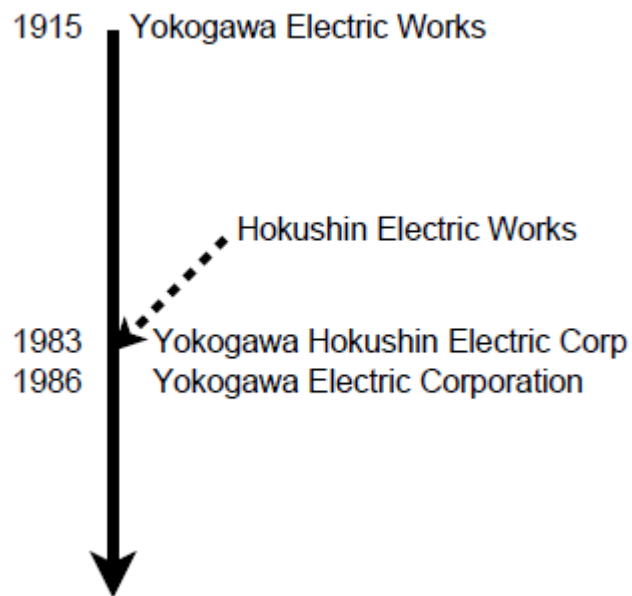


Рис. 22. Генеалогическое древо Yokogawa

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://historyofasafeworld.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>