



МЕЖДУНАРОДНАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ

ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ  
СТАНДАРТ IEC 61850

ЦИФРОВИЗАЦИЯ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

МОСКВА, 2-4 ИЮЛЯ 2019 ГОДА



**МЭК 61850**

**Тестирование систем автоматизации и управления**

**IEC 61850**

**Extend the Testing with Automation and Control**

Т. Шоссиг, Э. Карвальейра, OMICRON electronics GmbH Австрия

Th. Schossig, E. Carvalheira, OMICRON electronics GmbH Austria

10 July 2019

- > Проверка защит: множество улучшений за последние 20 лет
  - > Инструменты для Автоматизированных испытаний
  - > Стандартизированные планы испытаний значительно сократили усилия на испытания

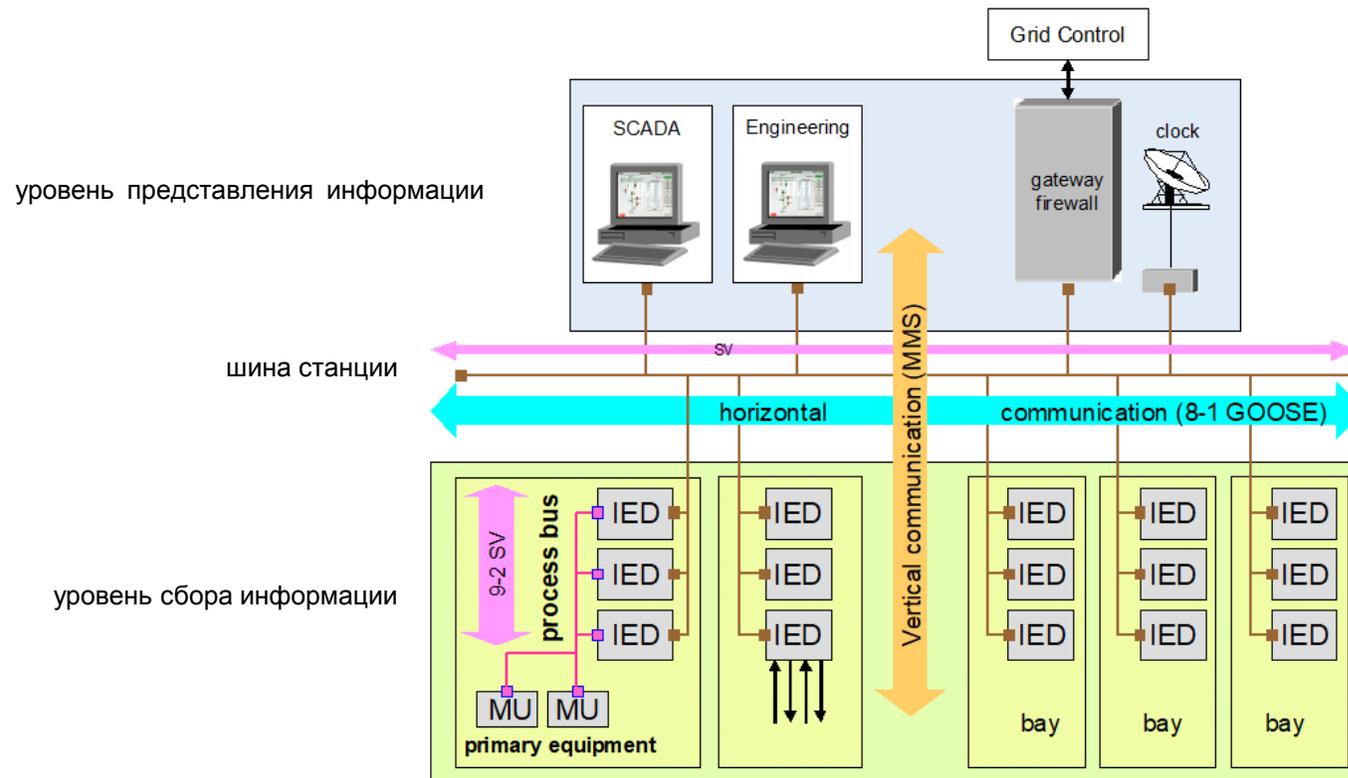
- > Но что произошло в области

**acworld ?**

- > Испытания систем **У**правления и **А**втоматизации:
  - > Ручная проверка в обычной Подстанции с «Кабельными» Связями
  - > Усложнение Взаимосвязей
  - > Использование Логики и Блокировок
  - > SCADA, Маршрутизаторы, RTUs
  - > Необходимость обновление ПО и использование Патчей из-за требований Кибербезопасности
- > Использование аналогичных Ручных Методов Проверки...

# Подстанции IEC 61850

- > Модели Данных
- > Клиент/Сервер (Отчеты), GOOSE, Sampled Values
- > Язык описания конфигурации системы (SCL)

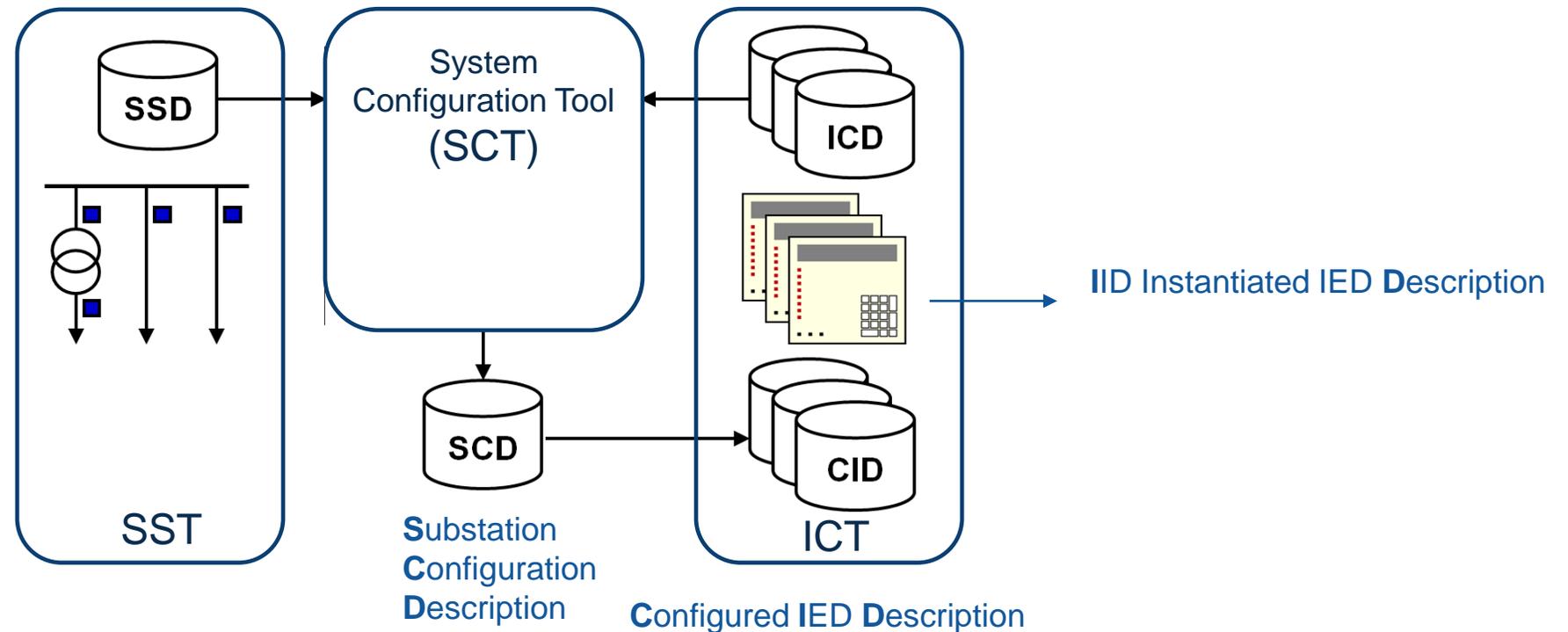


# Настройка IEC 61850 с SCL

- > IEC 61850-6
- > Конфигурация общей системы связи
- > Совместимость между Инструментами Конфигурирования

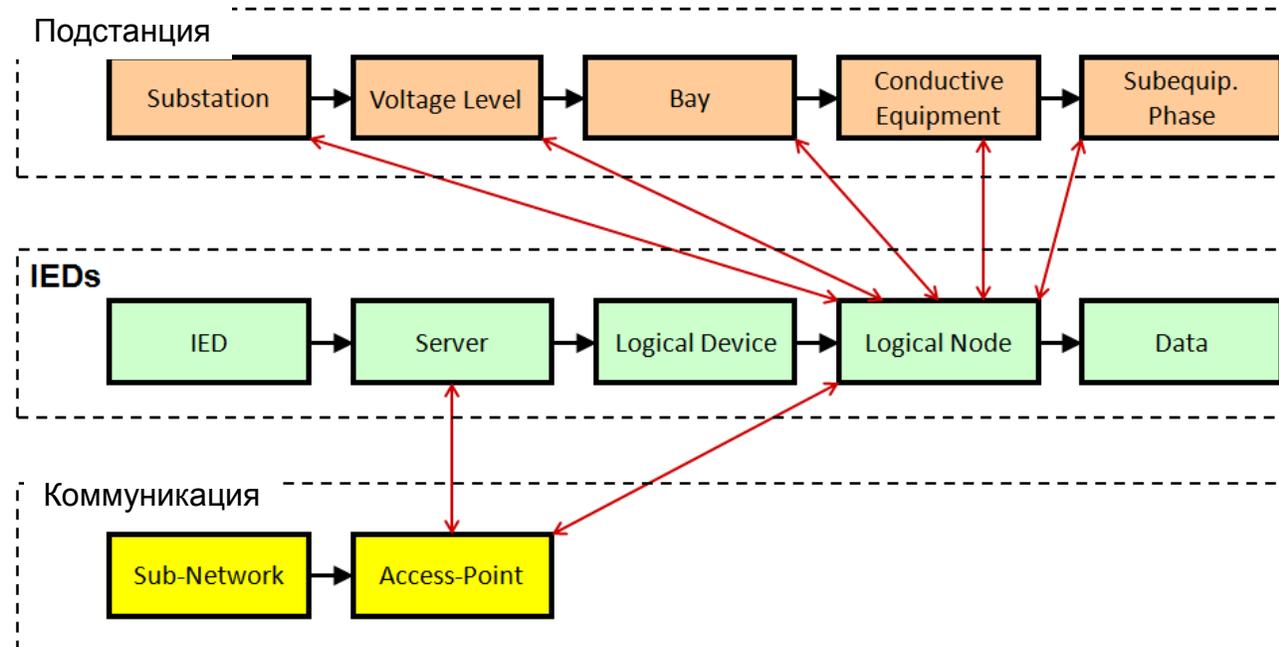
System Specification Description

IED Capability Description



# Область применения SCL

- > SCL использует XML-базу для файла
- > SCL-файл содержит следующую информацию:



- > IEDs: Модели данных и Конфигурация Отчетов, GOOSE, SV
- > Корреляция между Коммутационными аппаратами и Функциями в Логических узлах
- > Каналы связи между IED

# Приближение нового метода проверки

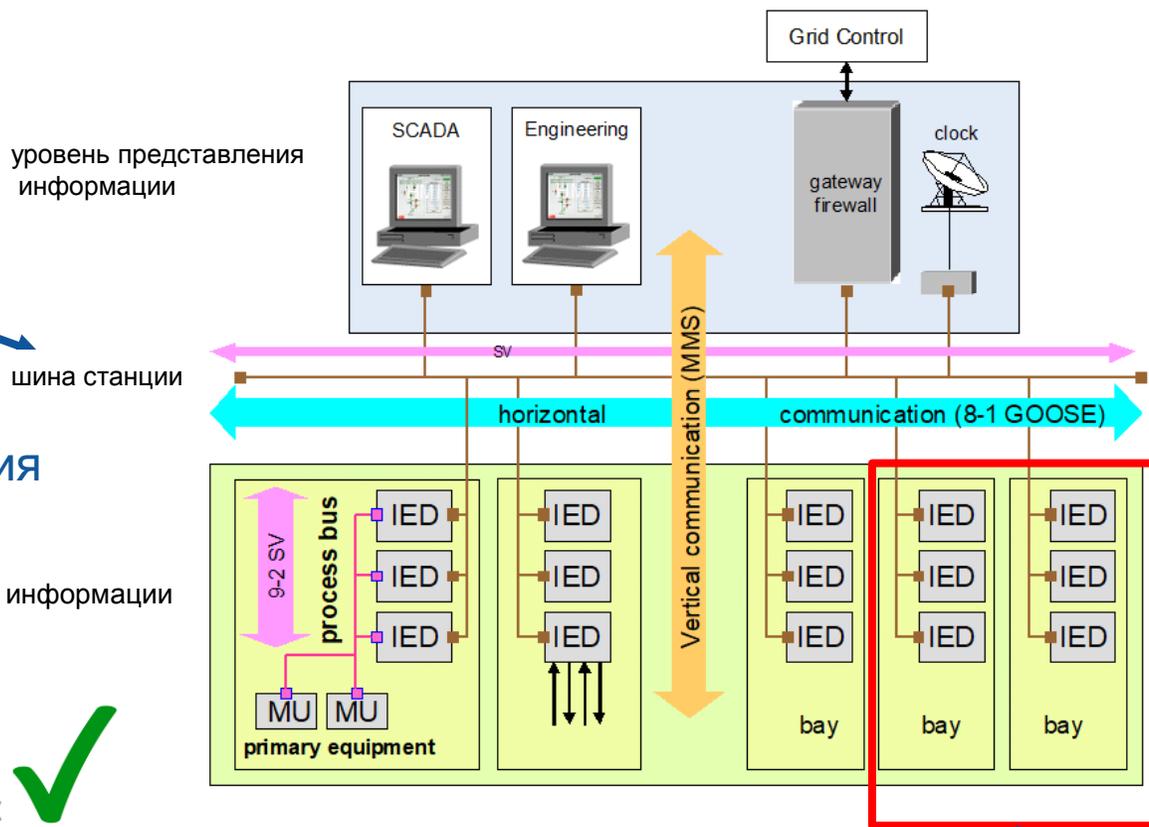
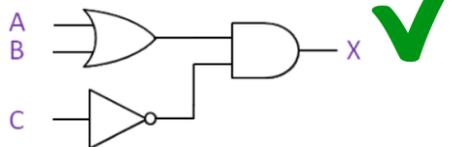
- > Основанного на SCL-информации
- > Визуализации и отображении всей Системы Автоматизации Подстанции
- > Автоматизированных планах испытаний

## #1 Обзор и проверка Коммуникации



## #2 Идентификация ошибок

## #3 Проверка логики



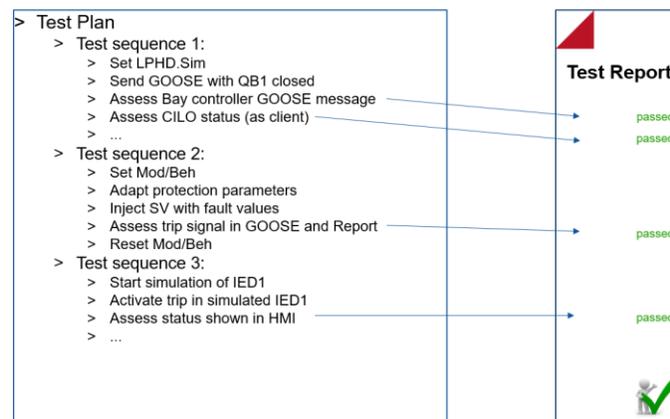
## #4 Симуляция (напр. FAT)

# Приближение новых методов испытаний

- > Испытание Систем Автоматизации Подстанции в течении ее жизненного цикла



- > Автоматизированные планы испытаний



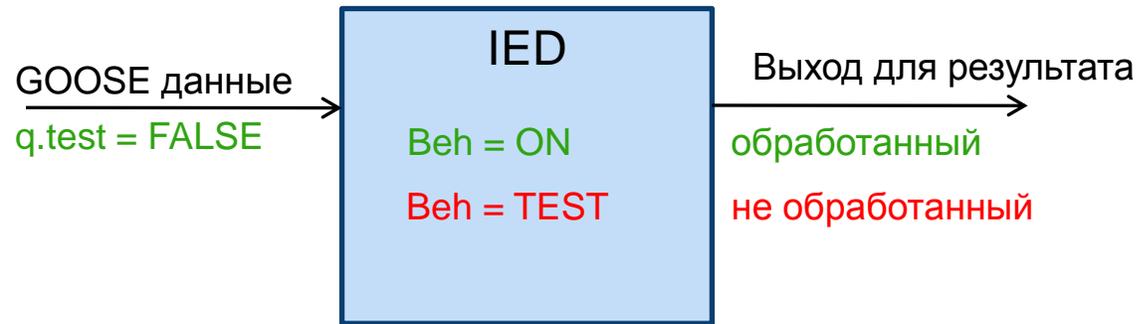
Требования к эффективным испытаниям:

- Дополнительные свойства IED
- Качество SCD-файла !

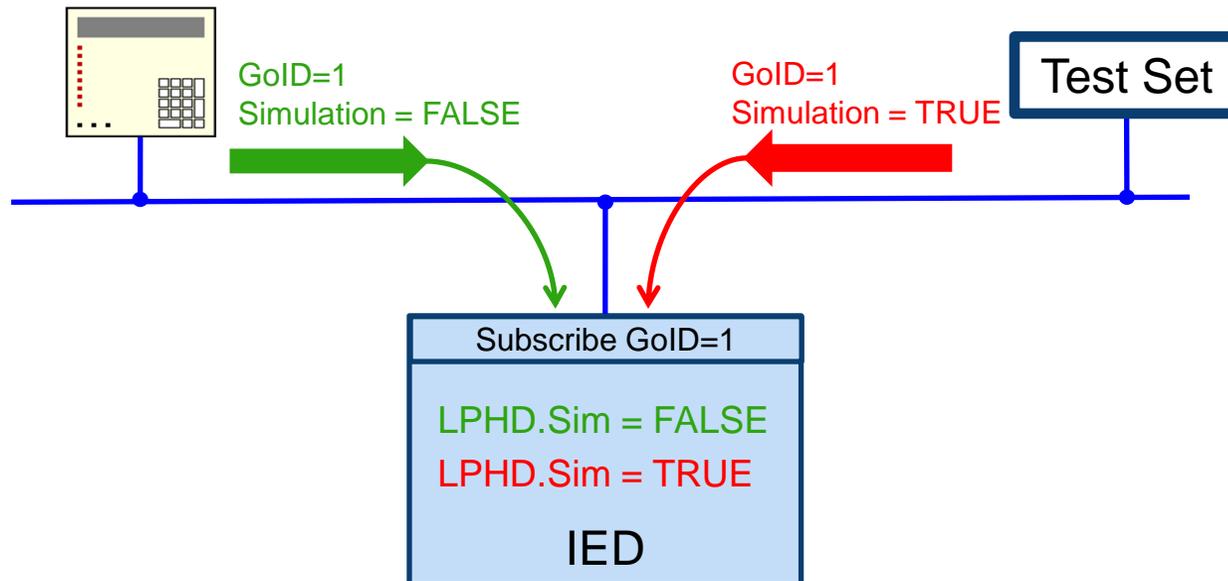
# Режим Тестирования и метка Симуляции

# Требование.#1

> Режим Тестирования: что такое Тестируемое устройство (DUT)



> Симуляция сообщений с Набором Данных (Test Set)

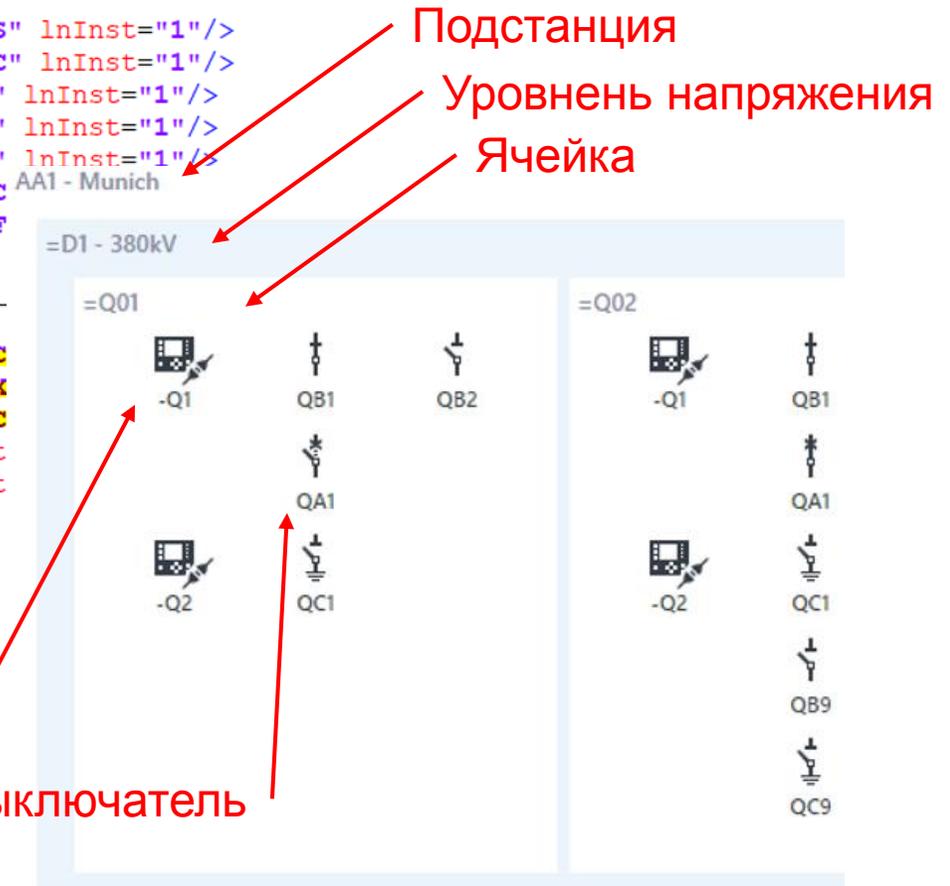


# SCD – Секция Подстанции

# Требование.#2

> Топология подстанции в SCD

```
<Substation desc="Munich" name="AA1" sxy:x="1" sxy:y="5">  
<PowerTransformer name="TA1" sxy:y="9" type="PTR">  
<PowerTransformer name="TA2" sxy:x="15" sxy:y="9" type="PTR">  
<VoltageLevel name="D1">  
  <Voltage multiplier="k" unit="V">380</Voltage>  
  <Bay desc="TF1" name="Q01" sxy:x="1" sxy:y="2">  
    <LNode iedName="AA1D1Q01Q1" ldInst="C1Q01F1" lnClass="PDIS" lnInst="1"/>  
    <LNode iedName="AA1D1Q01Q1" ldInst="C1Q01F1" lnClass="PTOC" lnInst="1"/>  
    <LNode iedName="AA1D1Q01Q2" ldInst="T3S1S1" lnClass="ATCC" lnInst="1"/>  
    <LNode iedName="AA1D1Q01Q2" ldInst="T3T1P1" lnClass="YLTC" lnInst="1"/>  
    <LNode iedName="AA1D1Q01Q2" ldInst="T3T1P1" lnClass="YPTR" lnInst="1"/>  
    <LNode iedName="AA1D1Q01Q1" ldInst="C1Q01F1" lnClass="PTRC" lnInst="1"/>  
    <LNode iedName="AA1D1Q01Q1" ldInst="C1Q01F1" lnClass="RBRF" lnInst="1"/>  
    <LNode lnClass="MMXU" lnInst="1"/>  
  <ConductingEquipment name="BC1" sxy:y="4" type="CTR">  
  <ConductingEquipment name="QA1" sxy:y="5" type="CBR">  
    <LNode iedName="AA1D1Q01Q1" ldInst="C1Q02QA1" lnClass="C" lnInst="1"/>  
    <LNode iedName="AA1D1Q01Q1" ldInst="C1Q02QA1" lnClass="X" lnInst="1"/>  
    <LNode iedName="AA1D1Q01Q1" ldInst="C1Q02QA1" lnClass="C" lnInst="1"/>  
    <Terminal bayName="Q01" cNodeName="L11" name="L11" subst="AA1" lnClass="L" lnInst="1"/>  
    <Terminal bayName="Q01" cNodeName="L12" name="L12" subst="AA1" lnClass="L" lnInst="1"/>  
  </ConductingEquipment>  
</Bay>  
</VoltageLevel>  
</Substation>
```



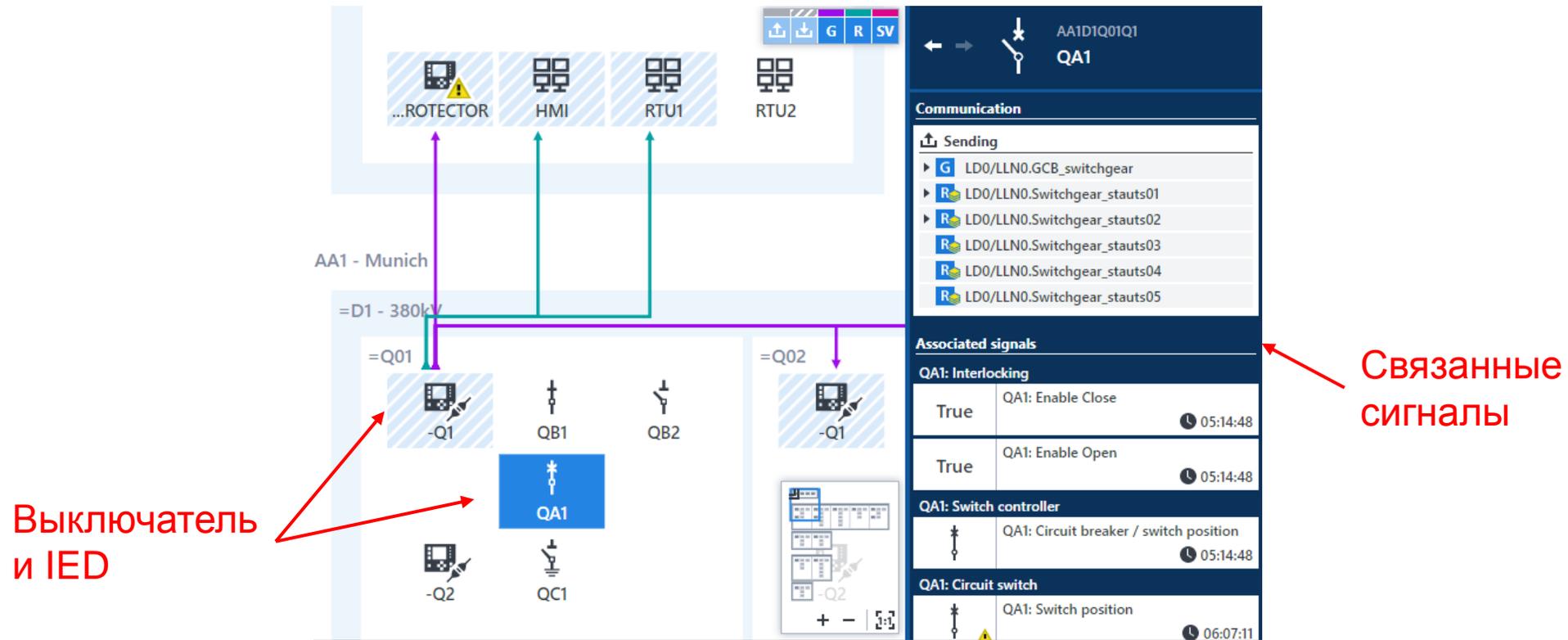
IED

Выключатель

Testing Tool

> Связывание между Коммутационным оборудованием и LNs

```
<ConductingEquipment name="QA1" sxy:y="5" type="CBR">  
  <LNode iedName="AA1D1Q01Q1" ldInst="C1Q02QA1" lnClass="CILO" lnInst="3"/>  
  <LNode iedName="AA1D1Q01Q1" ldInst="C1Q02QA1" lnClass="XCBR" lnInst="1"/>  
  <LNode iedName="AA1D1Q01Q1" ldInst="C1Q02QA1" lnClass="CSWI" lnInst="3"/>  
  <Terminal bayName="Q01" cNodeName="L11" name="L11" substationName="AA1" vo  
  <Terminal bayName="Q01" cNodeName="L12" name="L12" substationName="AA1" vo  
</ConductingEquipment>
```



- > “desc” – атрибут Объектов данных (Data Objects) и должен присутствовать в SCD-файле
- > IEC 61850 позволяет спрятать 61850
- > Вместо Сложных Адресов использовать названия сигналов взятых из проекта
- > Если недоступно, то использовать типовые обозначения из Стандарта

The screenshot displays a software interface with a tooltip on the left and a table on the right. The tooltip shows details for the data object 'AA1D1Q01Q1C1Q02QA1/XCBR1.Pos.stVal', including its value 'Open', quality 'Invalid' (indicated by a yellow warning icon), and a timestamp '2019-03-21 06:04:54.595Z' with an accuracy of '≤ 10 ms (T0)'. The table on the right lists signal descriptions with their respective values and timestamps. The first row is 'QA1: Circuit switch' with a value of 'QA1: Switch position' (indicated by a switch icon and a yellow warning icon) and a timestamp of '06:04:54'. The second row is 'QA1: Block opening' with a value of 'False' (indicated by a yellow warning icon) and a timestamp of '05:14:48'. A mouse cursor is pointing at the 'QA1: Switch position' text in the first row.

Value	Quality	Time
Open	Invalid	2019-03-21 06:04:54.595Z Accuracy ≤ 10 ms (T0)
QA1: Circuit switch	QA1: Switch position	06:04:54
False	QA1: Block opening	05:14:48

## Описание GOOSE-связей

- > Подписки определенные в SCD

```
<GSEControl name="GCB_switchgear" type="GOOSE"
  <IEDName>BB_ПРОТЕКТОР</IEDName>
  <IEDName>AA1D1Q02Q1</IEDName>
  <IEDName>AA1D1Q03Q1</IEDName>
  <IEDName>AA1D1Q04Q1</IEDName>
  <IEDName>AA1D1Q05Q1</IEDName>
</GSEControl>
```

- > Использование LGOS

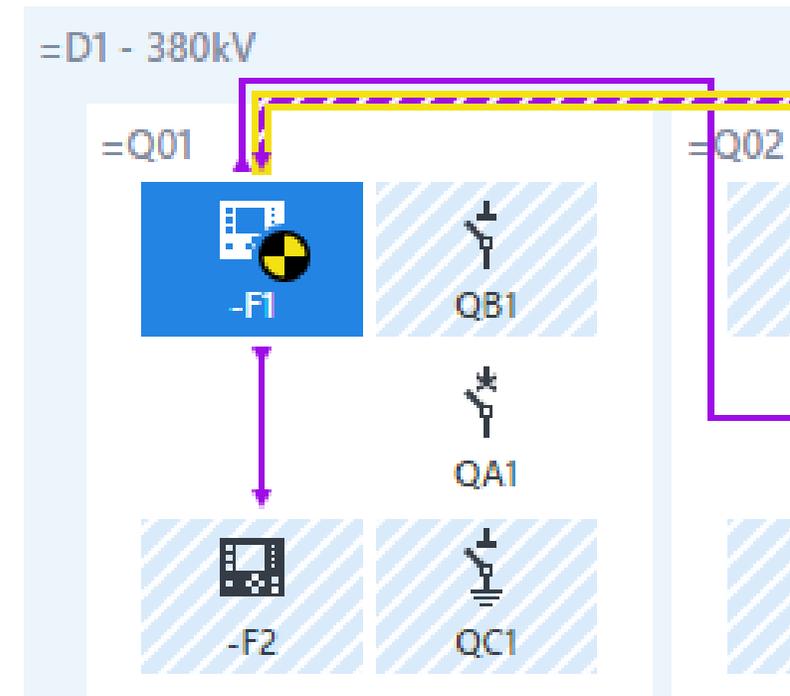
- > Логических узлов для GOOSE-подписок
- > Один на Подписку
- > Активация Мониторинга принимаемого состояния

- > Преимущество → Проверка GOOSE-связей:

- > Проверка Издателя
- > Проверка несоответствий путем сравнения трафика с SCD
- > Проверка приема с LGOS-Подписчиками

## Требование.#4

AA1 - Niflheim

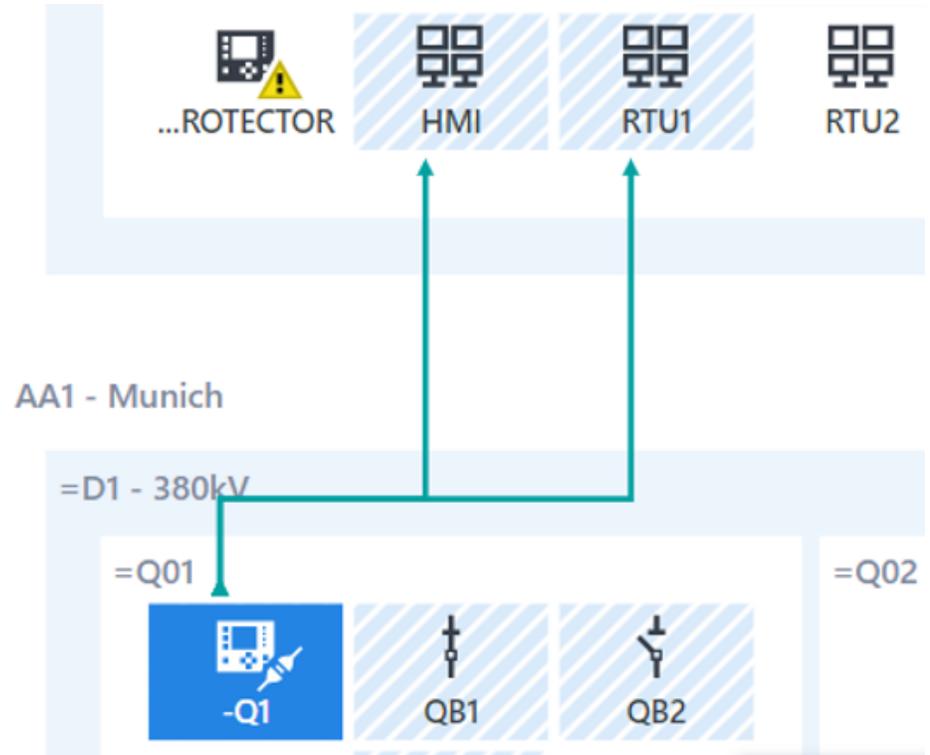


# Конфигурирование отчетов

# Требование.#5

- > Отчеты используются для передачи в SCADA
- > Соединения точка-в-точку между IED и Клиентами
- > Отчеты могут быть зарезервированы для
  - > Атрибутов "Владельца"
  - > Описания в SCD

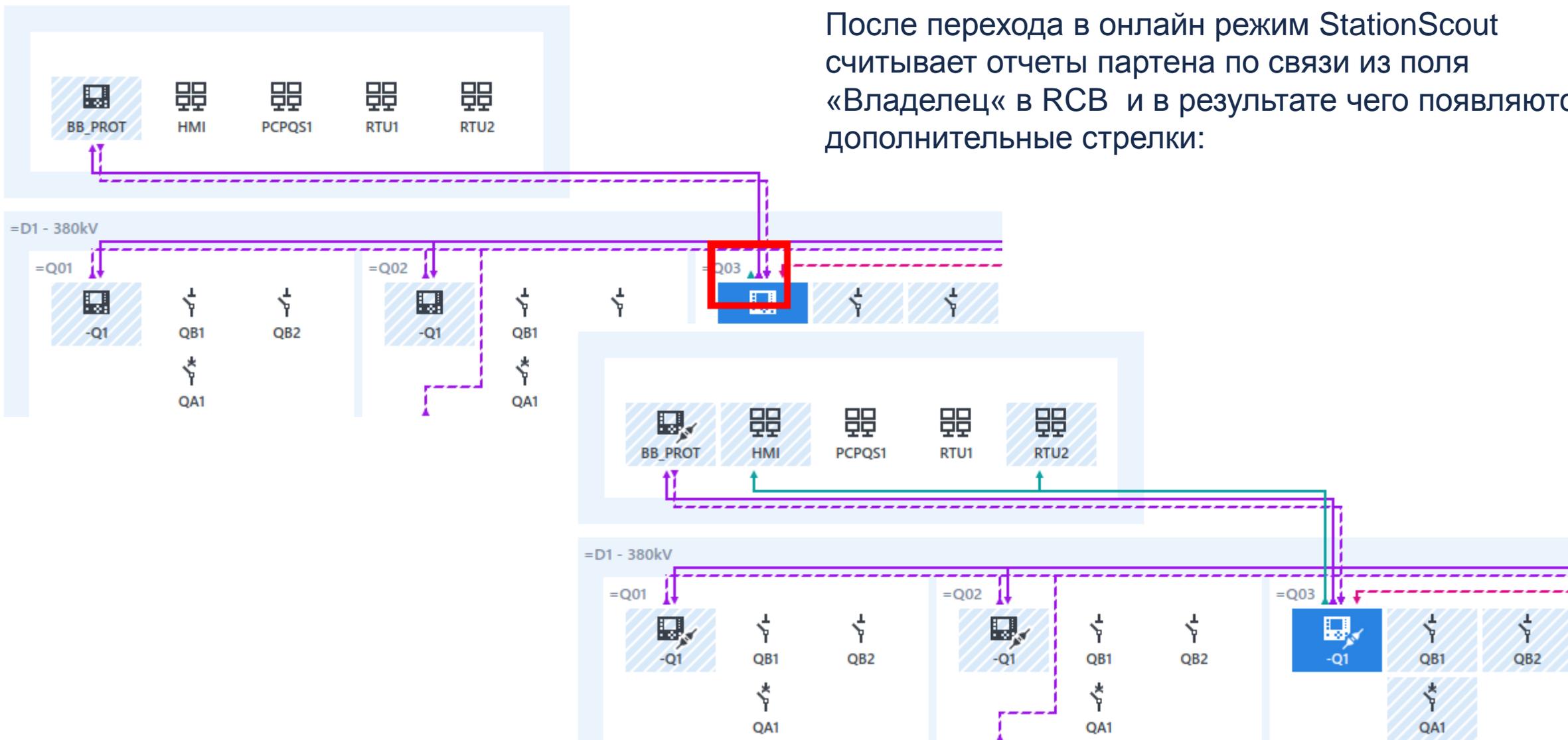
```
<ReportControl name="Measurments" buffered="true" bufTime="100" dat
  <TrgOps dchg="true" qchg="true" dupd="true" period="true" gi=
  <OptFields seqNum="true" timeStamp="true" dataSet="true" reas
  <RptEnabled max="5">
  <ClientLN iedName="HMI" ldInst="none" lnInst="1" lnClass="IHMI"/>
  <ClientLN iedName="RTU1" ldInst="none" lnInst="1" lnClass="ITCI"/>
  </RptEnabled>
</ReportControl>
```



- > Преимущество → Проверка связей Отчетов:
  - > Проверка "Владельца" - описан ли Клиент в SCD- файле

# Динамические Отчеты

После перехода в онлайн режим StationScout считывает отчеты партнера по связи из поля «Владелец» в RCB и в результате чего появляются дополнительные стрелки:



# Динамические Наборы Данных (DataSets)

**AA1D1Q04Q1**  
Transformer bay Q04

**Details**

Status: Connection to IED estab...

IP address: 192.168.1.155

Vendor: ACME

Model: PROTEC 400

**Simulation**

**Control**

QA1: Circuit breaker

QB2: Circuit switch 1

QC1: Circuit switch 2

QB1: Circuit switch 4

**Interlocking**

QB2: Interlocking 1 All allowed

QC1: Interlocking 2 All allowed

QB1: Interlocking 3 All allowed

QA1: Interlocking 5 All allowed

```

Open  Save
signal_import.txt
/tmp/build_image/output
AA1D1Q04Q1LD0/PTOC1.Op Time overcurrent - Trip
AA1D1Q04Q1LD0/PTRC1.Str Trip conditioning - Start
AA1D1Q04Q1LD0/PTRC1.Tr Trip conditioning - Trip
AA1D1Q04Q1LD0/XCBR2.Pos QA1 - Position
AA1D1Q04Q1LD0/XSWI1.Pos QB2 - Position
AA1D1Q04Q1LD0/XSWI2.Pos QC1 - Position
AA1D1Q04Q1LD0/XSWI4.Pos QB1 - Position
AA1D1Q04Q1LD0/XSWI5.Pos Reference does not exist in IED
AA1D1Q04Q1LD0/ATCC1.CtlV
AA1D1Q04Q1LD0/ATCC1.ParOp
AA1D1Q04Q1LD0/ATCTR4.AmpSv
AA1D1Q04Q1LD0/BTCTR1.AmpSv
AA1D1Q04Q1LD0/CTCTR2.AmpSv
AA1D1Q04Q1LD0/MMXU1.A
AA1D1Q04Q1LD0/MMXU1.Hz
AA1D1Q04Q1LD0/MMXU1.PPV
AA1D1Q04Q1LD0/MMXU1.PPV
AA1D1Q04Q1LD0/MMXU1.PPV
AA1D1Q04Q1LD0/MMXU1.PhV
AA1D1Q04Q1LD0/MMXU1.TotW
AA1D1Q04Q1LD0/MMXU1.W
AA1D1Q04Q1LD0/SPTR1.CGAlm
AA1D1Q04Q1LD0/SPTR1.HPTmpClc
AA1D1Q04Q1LD0/YLTC1.EndPosL
AA1D1Q04Q1LD0/YLTC1.EndPosR
AA1D1Q04Q1LD0/YLTC1.OpCnt
AA1D1Q04Q1LD0/YLTC1.TapChg
AA1D1Q04Q1LD0/YPTR1.OpTmh
    
```

# Динамические Наборы Данных (DataSets)

Signal Name Import

Copy or drag two columns (e.g. from Excel) to the table. One column must contain paths in MMS or IEC 61850 format and the other one the corresponding signal names.

MMS or IEC 61850 path	Message	Comment
+ AA1D1Q04Q1LD0/PTOC1.Op.general	Time overcurrent - Trip - general	
+ AA1D1Q04Q1LD0/PTOC1.Op.phsA	Time overcurrent - Trip - phsA	
+ AA1D1Q04Q1LD0/PTRC1.Str.general	Trip conditioning - Start - general	
+ AA1D1Q04Q1LD0/PTRC1.Str.dirGeneral	Trip conditioning - Start - dirGeneral	
+ AA1D1Q04Q1LD0/PTRC1.Tr.general	Trip conditioning - Trip - general	
+ AA1D1Q04Q1LD0/PTRC1.Tr.phsA	Trip conditioning - Trip - phsA	
AA1D1Q04Q1LD0/XCBR2.Pos.stVal	QA1 - Position	Switch position
AA1D1Q04Q1LD0/XSWI1.Pos.stVal	QB2 - Position	Switch position 1
AA1D1Q04Q1LD0/XSWI2.Pos.stVal	QC1 - Position	Switch position 2
AA1D1Q04Q1LD0/XSWI4.Pos.stVal	QB1 - Position	Switch position 4
AA1D1Q04Q1LD0/XSWI5.Pos	Reference does not exist in IED	
AA1D1Q04Q1LD0/ATCC1.Cuv.mag		
+ AA1D1Q04Q1LD0/ATCC1.ParOp.stVal		
+ AA1D1Q04Q1LD0/ATCTR4.AmpSv.instMag		
+ AA1D1Q04Q1LD0/BTCTR1.AmpSv.instMag		
+ AA1D1Q04Q1LD0/CTCTR2.AmpSv.instMag		

4 updated signals  
+ 32 new signals  
x 1 invalid signal  
36 signals will be imported

Delete selected signals

Import Cancel

Receiving

Новые сигналы с именами

Переименованные существующие сигналы

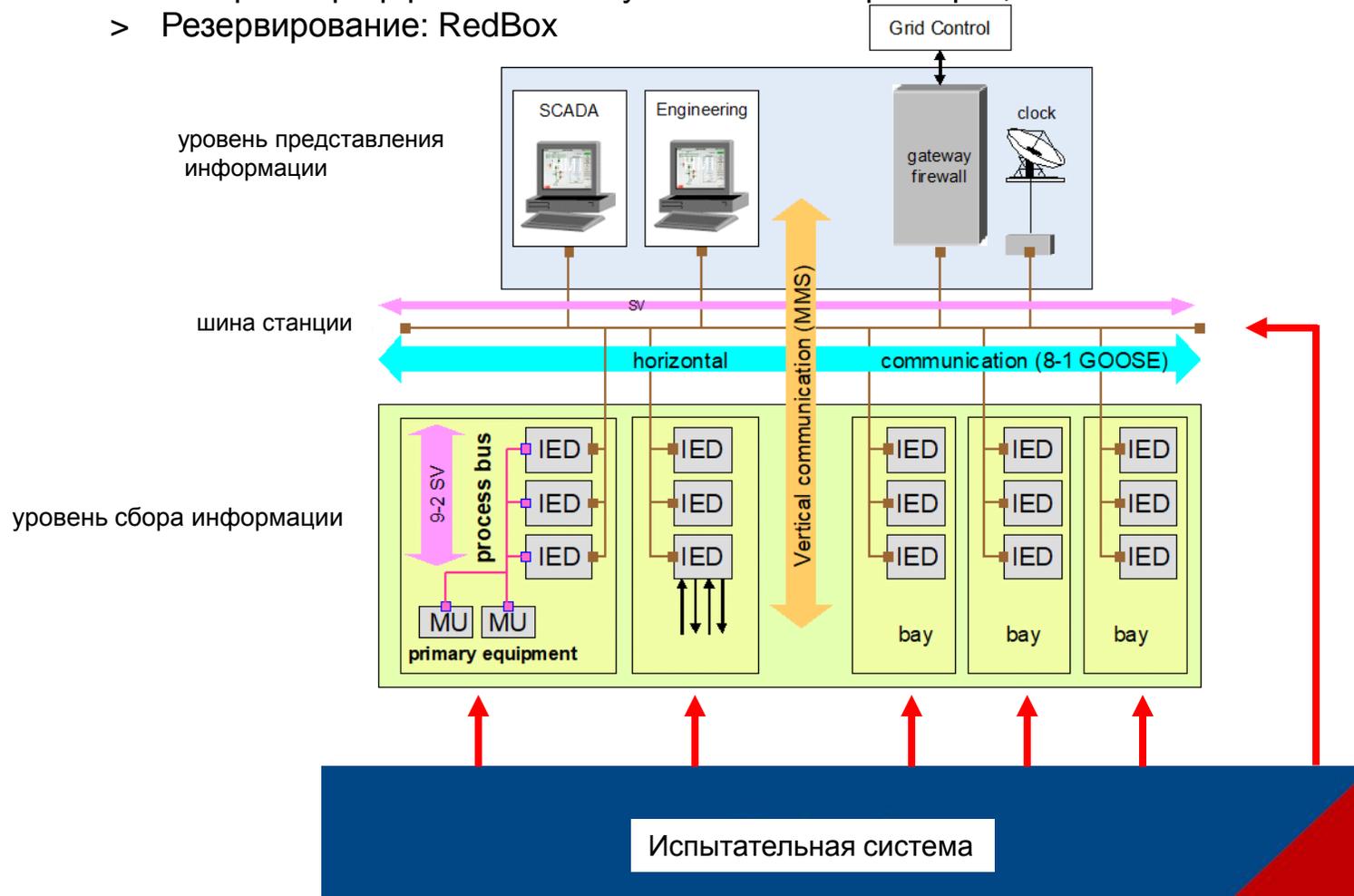
Поврежденные ссылки

Новые сигналы с именами по умолчанию

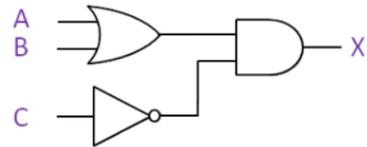
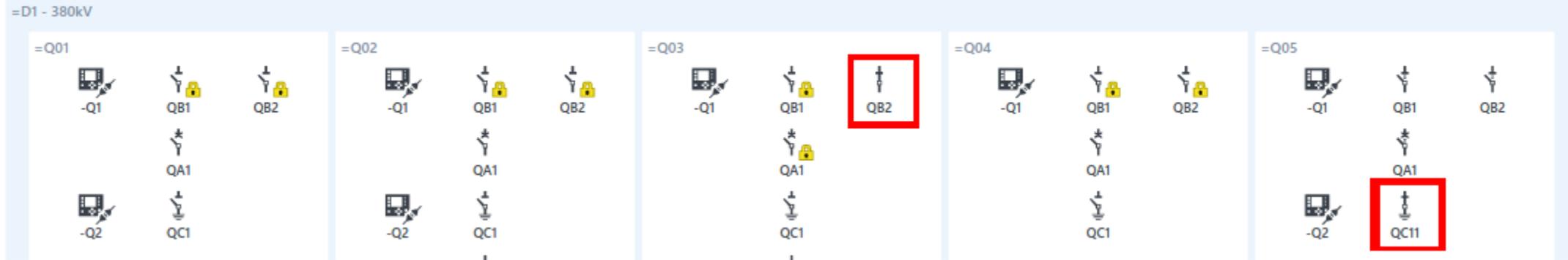
# Рекомендации по построению сети

## Требование.#6

- > Требования к испытаниям должны учитываться при проектировании сети
- > Доступные точки доступа для испытаний с учетом:
  - > Топологии: Шины станции и Шины процесса
  - > Контроль трафика: VLAN Мультикастовая фильтрация
  - > Резервирование: RedBox



# Пример: Проверка логики оперативной блокировки



# Блокировки

> CILO LN показывает результат оперативной блокировки для каждого коммутационного аппарата

## ▼ Test case Q01-1

### Simulation

QB1:  QB2:  QA1: 

### Assessments

QB1-CILO: close-locked

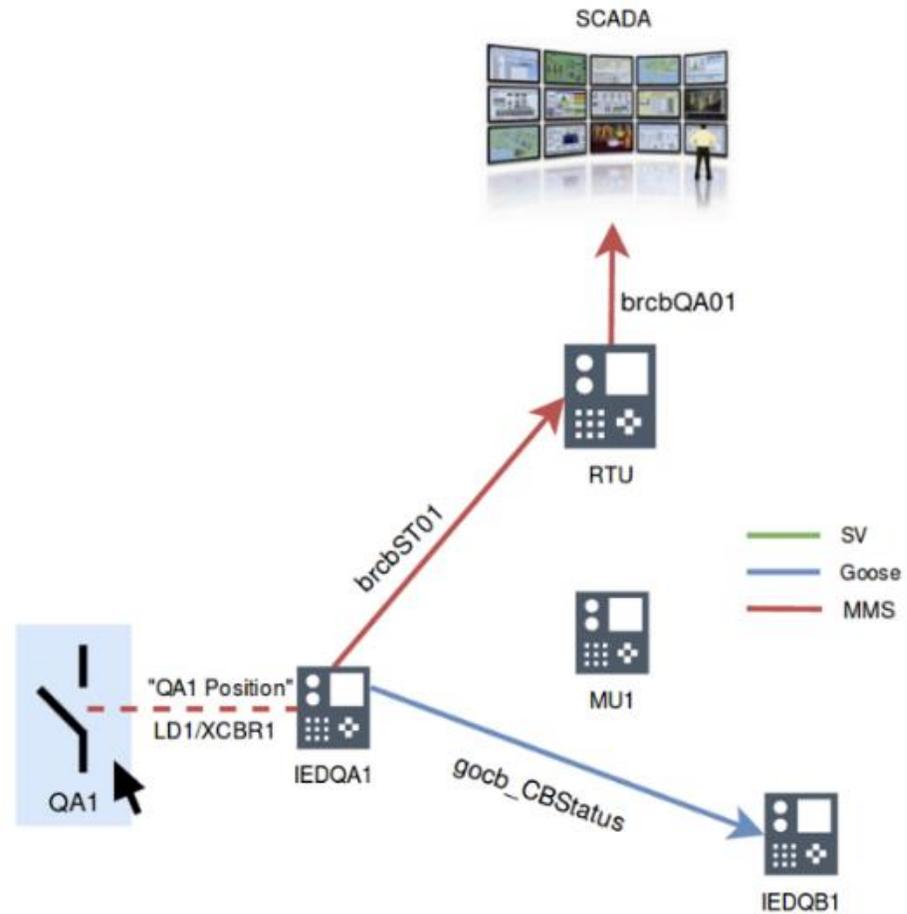
QB2-CILO: open-locked

QA1-CILO: unlocked

## ▶ Test case Q01-2

# Пример: Поиск неисправностей

> Отслеживание сигнала через всю SAS-систему



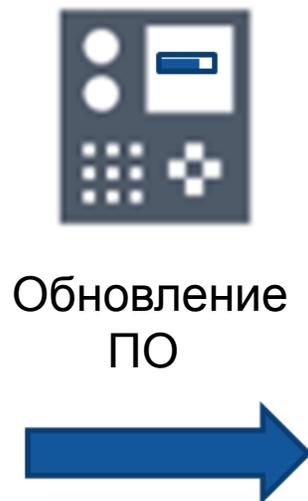
## Пример: Повторные испытания после Обновления Системы

**Test Report**

GOOSE	passed
Reporting	passed
Test modes	passed
Interlocking	passed



Перед обновлени  
Программного Обеспечения



**Test Report**

GOOSE	passed
Reporting	passed
Test modes	passed
Interlocking	passed



После обновлени  
Программного Обеспечения

## Заключение

- > SCL очень мощный аспект IEC 61850
- > Преимущества выходящие за рамки проектирования:
  - > Тестирование / Мониторинг
  - > Кибербезопасность
  - > Документирование
- > Сохранение времени и повышение эффективности с использованием того, что предлагает SCL
- > Трудности:
  - > Некоторые функции опциональны
  - > Отсутствие необходимых инструментов
- > Требования, которые необходимо учитывать при Проектировании и Создании Системы
- > Включить новые методы испытаний в течении всего жизненного цикла Системы Автоматизации Подстанции (SAS)
  - > Автоматизированные планы Испытаний
  - > Симуляция на стадии проектирования и заводских испытаниях
  - > Повторные испытания после Обновления Программного Обеспечения
- > Включить мониторинг функциональной безопасности Системы Автоматизации Подстанции (SAS)

Спасибо за внимание!

> [thomas.schossig@omicronenergy.com](mailto:thomas.schossig@omicronenergy.com)