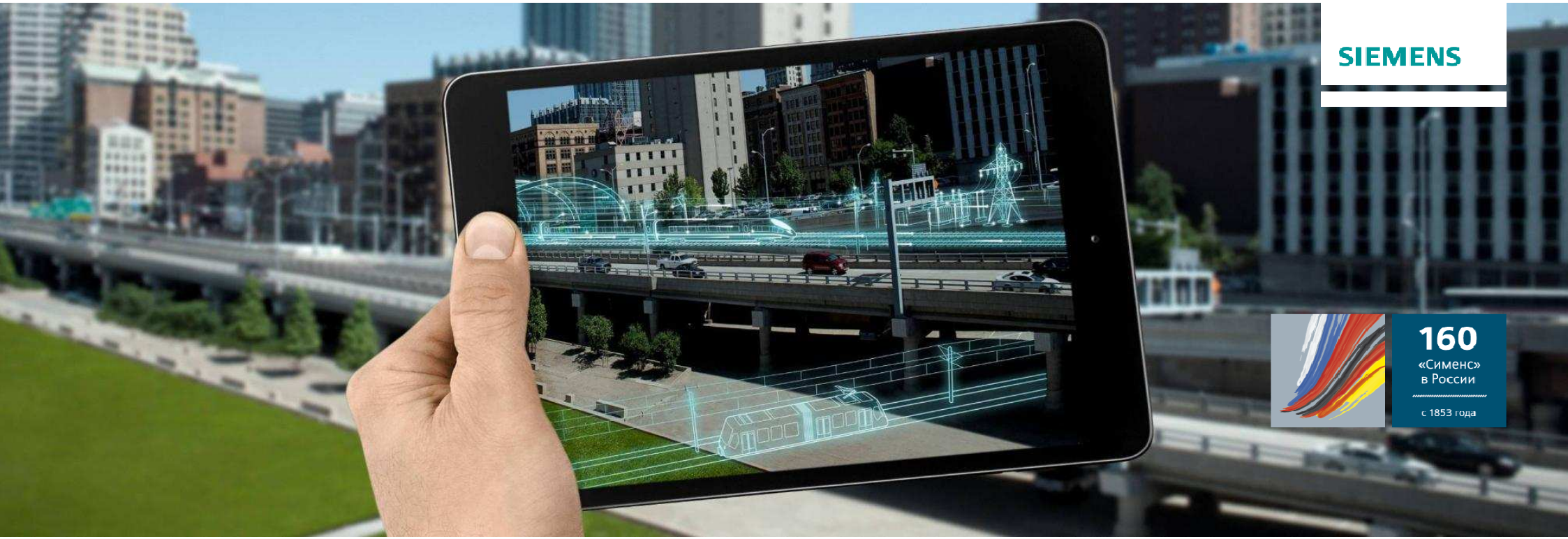


«Высокоскоростное железнодорожное движение»

Цикл лекций президента «Сименс» в России Дитриха Мёллера

Московский Государственный Университет Путей Сообщения (МИИТ)/14-02-2014

Содержание цикла лекций

SIEMENS

- 20.09.13 - Общий обзор высокоскоростного движения, история развития и основные технические принципы;
- 11.10.13 - Высокоскоростные поезда в Германии;
- 15.11.13 - Высокоскоростные поезда : международные проекты (Испания, Китай, Россия);
- 20.12.13 - Системы автоматизации и связи;
- **14.02.14 - Электрификация и электроснабжение высокоскоростных магистралей (ВСМ);**
- 14.03.14 - Инфраструктура и особенности проектирования;
- 18.04.14 - Управление и финансирование проектов высокоскоростных магистралей и поездов;
- 16.05.14 - Примеры проектов высокоскоростных магистралей, социально-экономические аспекты.

Содержание лекции

SIEMENS

- Краткое содержание предыдущих лекций;
- Введение;
- Sicat HA – этапы реализации контактной сети ВСМ;
- Специальные решения для контактной сети Sicat HA;
- Тяговые подстанции 27,5 кВ и 2x25 кВ – основные решения для электроснабжения ВСМ;
- Специальные решения для тяговых подстанций ВСМ;
- Примеры реализованных объектов;
- Совершенствование систем тягового электроснабжения. Система 94 кВ – новое решение в электроснабжении;
- Пример реализованного объекта. ВСМ Zuid, Голландия;
- Предложения для проекта ВСМ Москва-Казань
- Заключение.

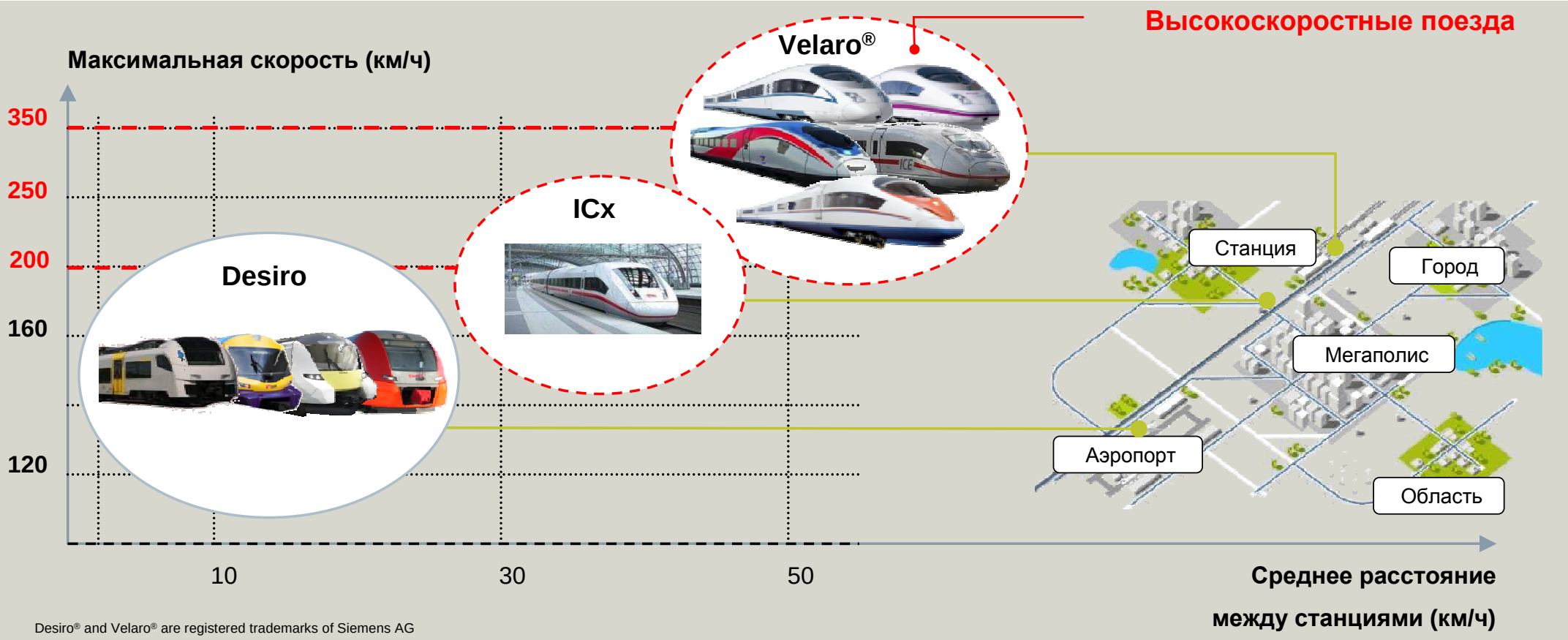
SIEMENS

Краткое содержание предыдущих лекций

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Определение высокоскоростного поезда

SIEMENS



Desiro® and Velaro® are registered trademarks of Siemens AG

Этапы развития высокоскоростного железнодорожного транспорта

SIEMENS

1903г. экспериментальный поезд с оборудованием Siemens-Halske развил скорость 206 км./ч.

1964г. Япония, высокоскоростной поезд Shinkansen между Токио и Осака, скорость до 210 км./ч.

Высокоскоростная магистраль Париж-Леон с поездами TGV, скорость до 260 км./ч.

1991г. Линия Ганновер-Вюрцбург с поездами ICE1, скорость до 280 км./ч.

1992г. Высокоскоростная магистраль Мадрид-Севилья

2009 г. - регулярное сообщение высокоскоростных поездов «Сапсан», скорость до 250 км./ч..

(Электропоезда ЭР200 находились в эксплуатации с 1984г.)

1903 - Германия | 1964 - Япония | 1981 – Франция | 1991 - Германия | 1992 - Испания | 1997 - Бельгия | 2001 – Италия | 2004 - Корея | 2008 - Китай | 2009 - Россия

Page 6

Высокоскоростные железные дороги Германии

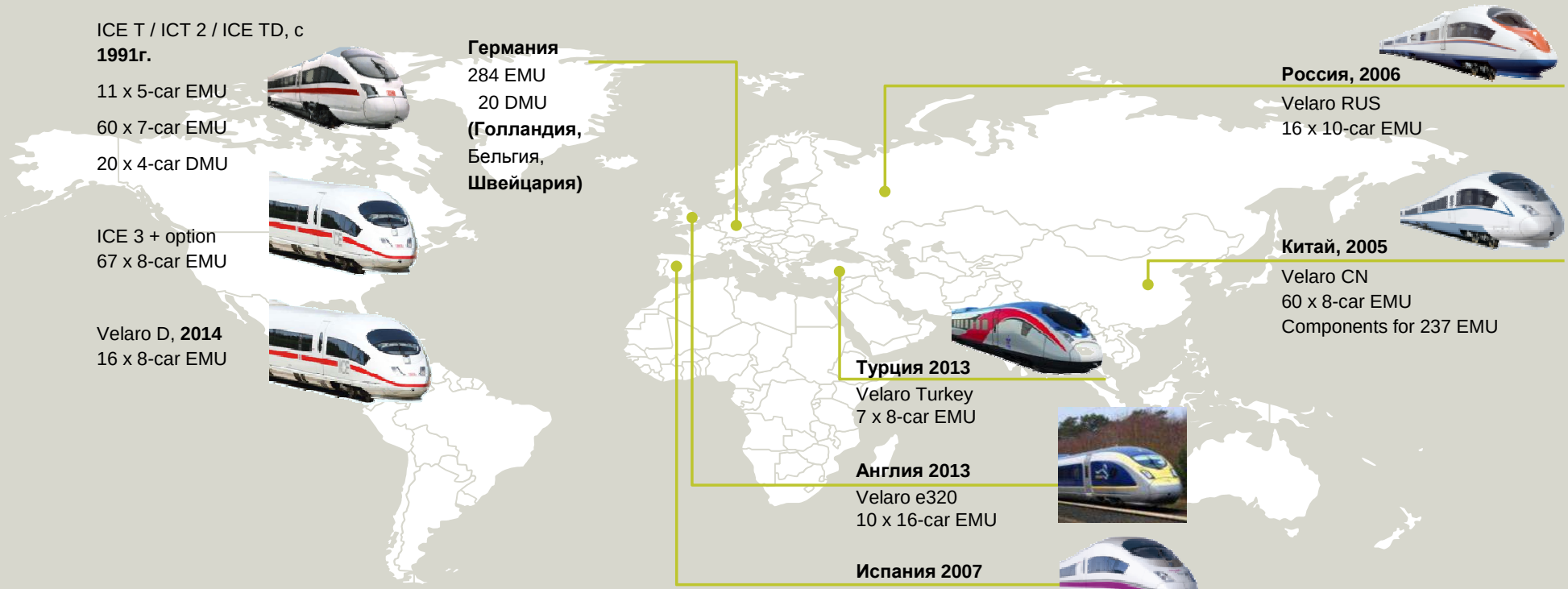
SIEMENS

ICE 1 > ICE 2 > ICE 3 > ICE T(TD) > Velaro D

Мировой опыт «Сименс» в проектах высокоскоростных поездов

SIEMENS

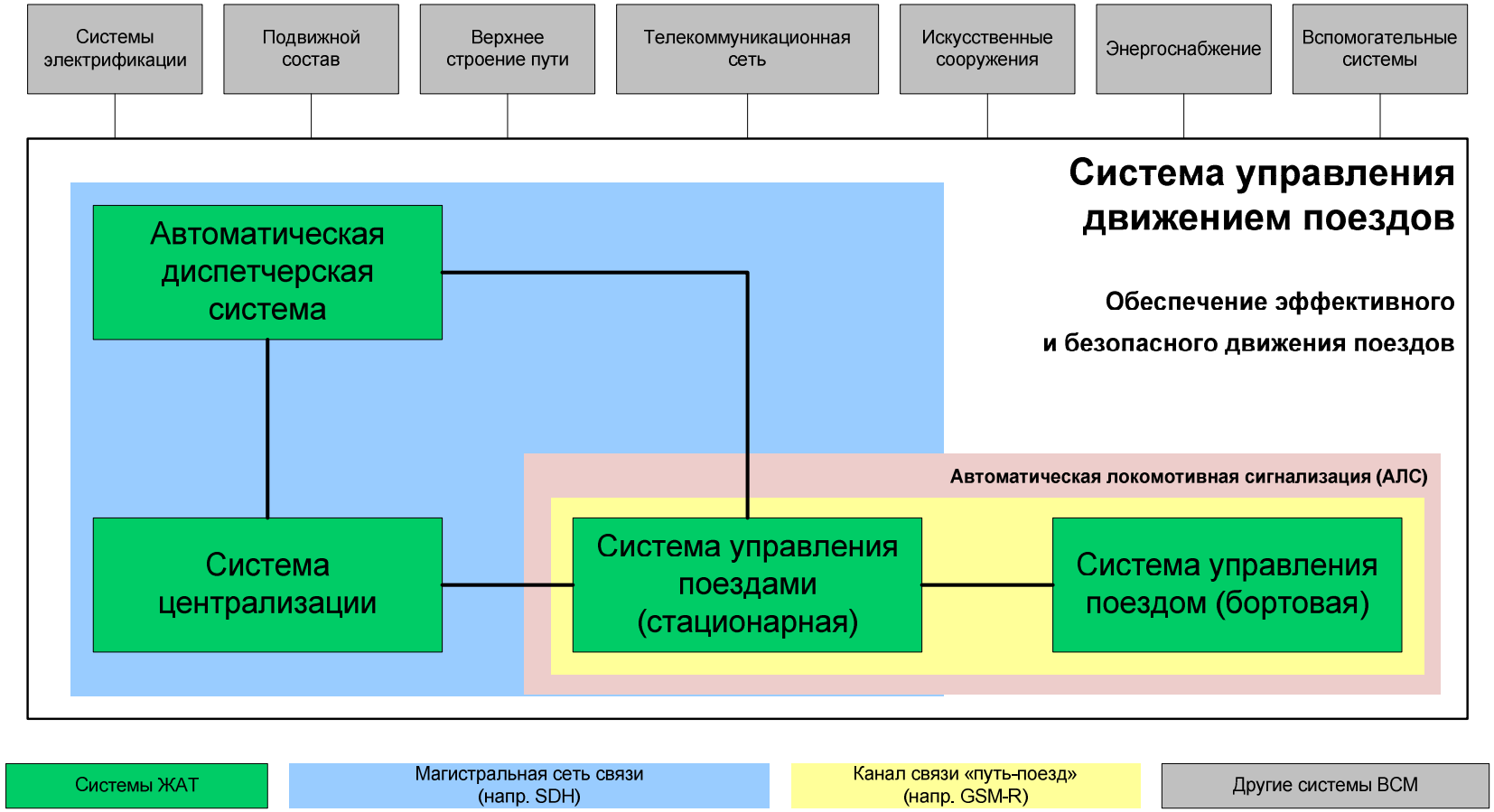
Более 400 высокоскоростных поездов и компоненты для более 200 поездов по всему миру



ICE® is a registered trademark of DB AG

Система железнодорожной автоматики и управления движением поездов в контексте высокоскоростного движения

SIEMENS



SIEMENS

Введение

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Электрифицированные железные дороги

SIEMENS

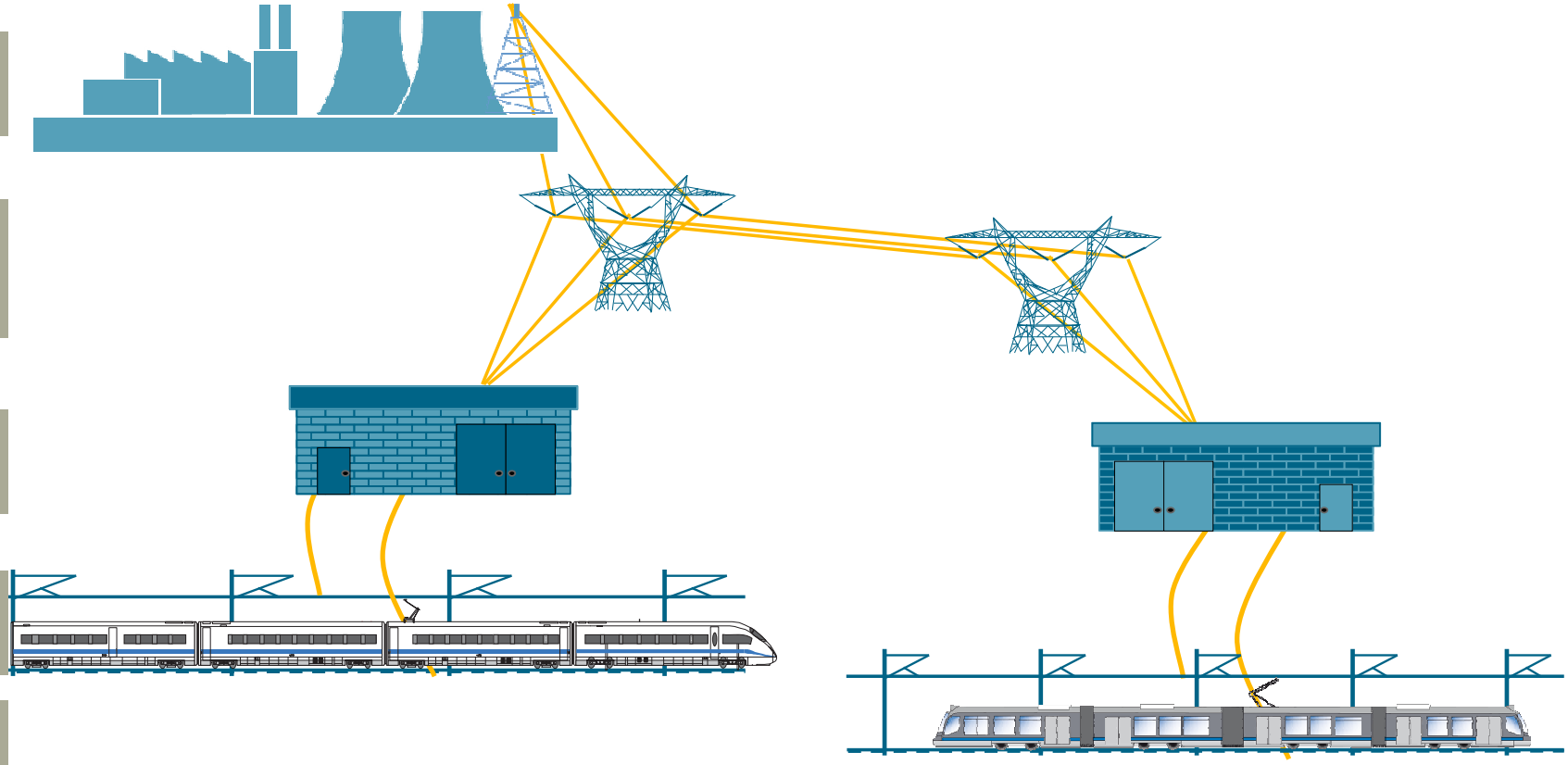
Генерация
Электростанции

Передача
Линии высокого/среднего напряжения

Распределение
Тяговая подстанция

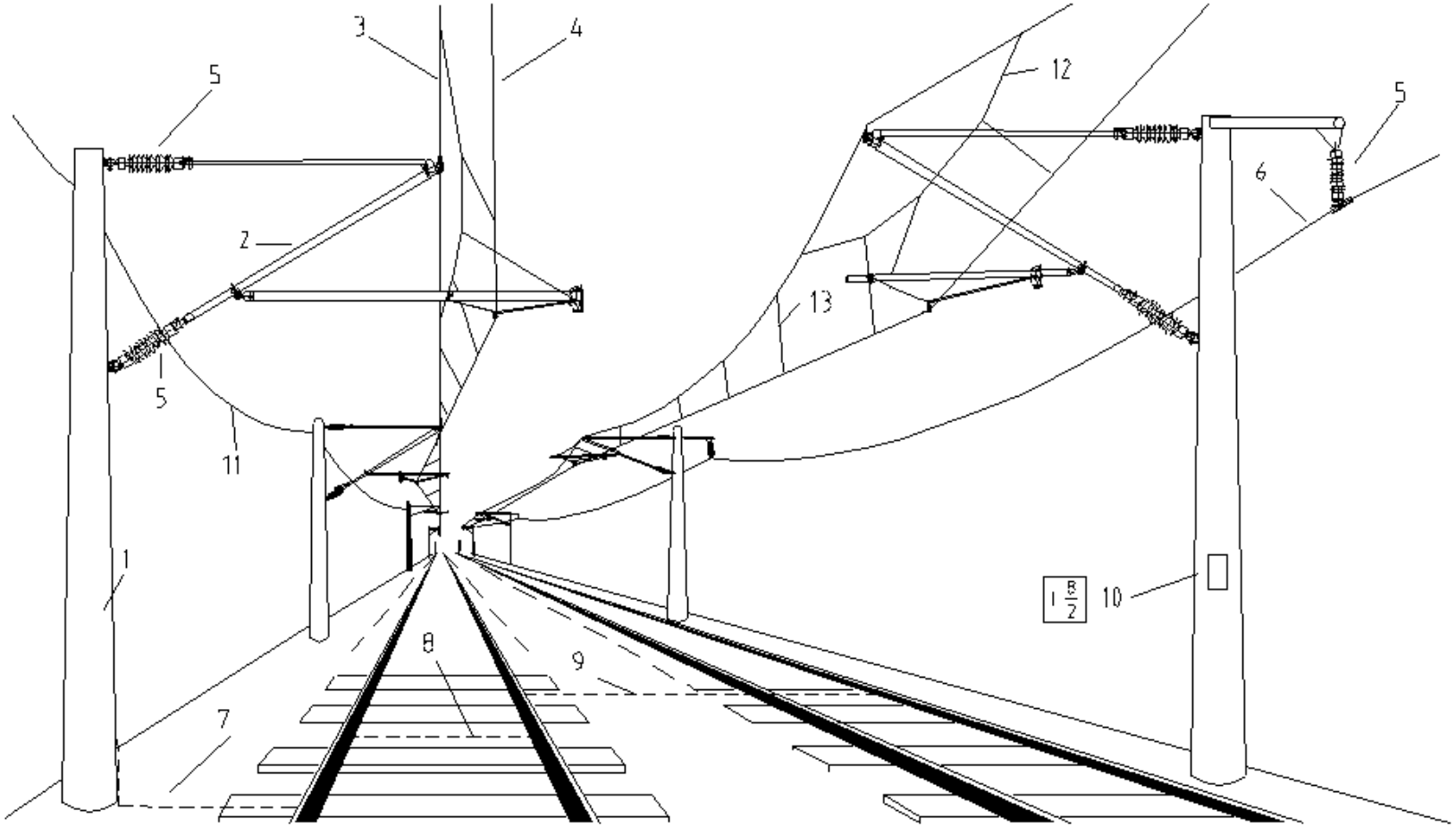
Электроснабжение
Контактная сеть

Возврат тока
Рельс



Электрифицированные железные дороги. Контактная сеть

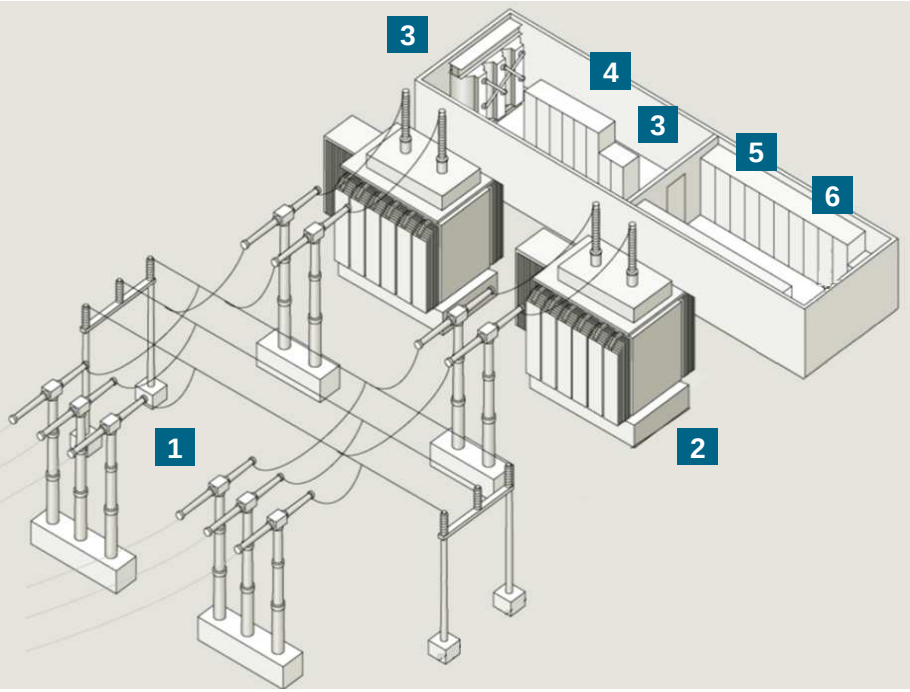
SIEMENS



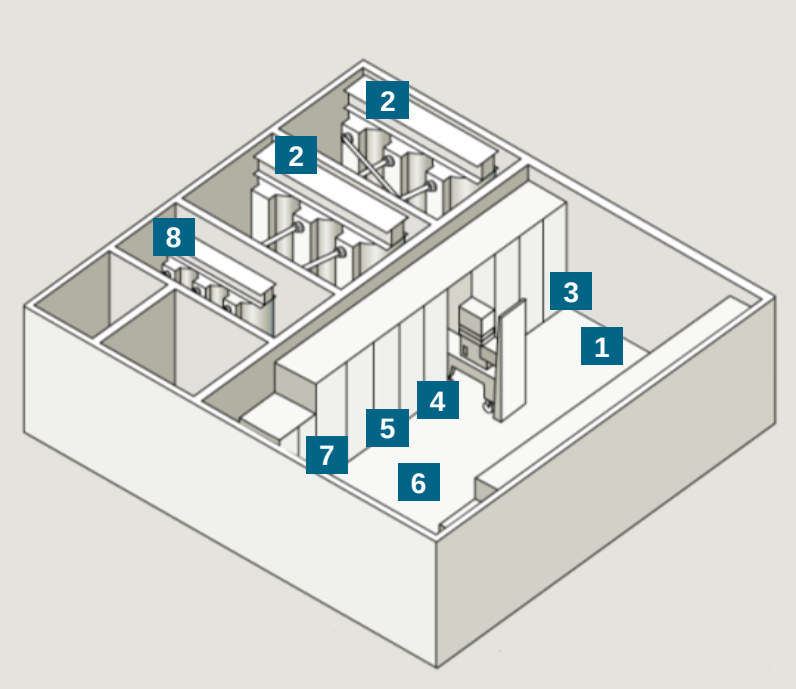
1. Опора контактной сети
2. Консоль
3. Несущий трос
4. Контактный провод
5. Консольный изолятор
6. Усиливающий провод
7. Габарит опоры
8. Ширина колеи
9. Ширина междупутья
10. Маркировка опоры
11. Провод обратного тока
12. Рессорный трос
13. Струна

Электрифицированные железные дороги. Тяговые подстанции (постоянный/переменный ток)

SIEMENS



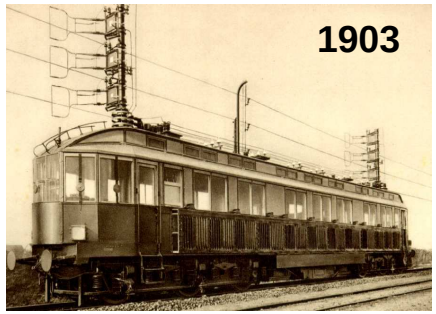
1. Распределительное устройство высокого напряжения
2. Тяговый трансформатор
3. Собственные нужды
4. Система контроля
5. Тяговое распределительное устройство
6.Релейная защита

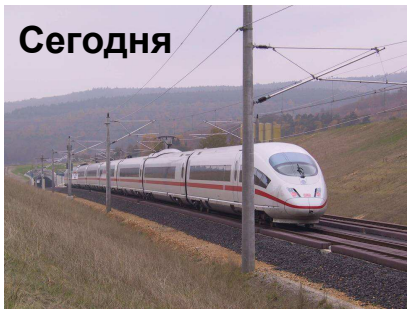


1. Распределительное устройство среднего напряжения
2. Трансформатор
3. Выпрямитель
4. Распределительное устройство постоянного тока
5. Собственные нужды
6.Система контроля
7. Релейная защита
8. Трансформатор собственных нужд

Этапы развития систем тягового электроснабжения

SIEMENS

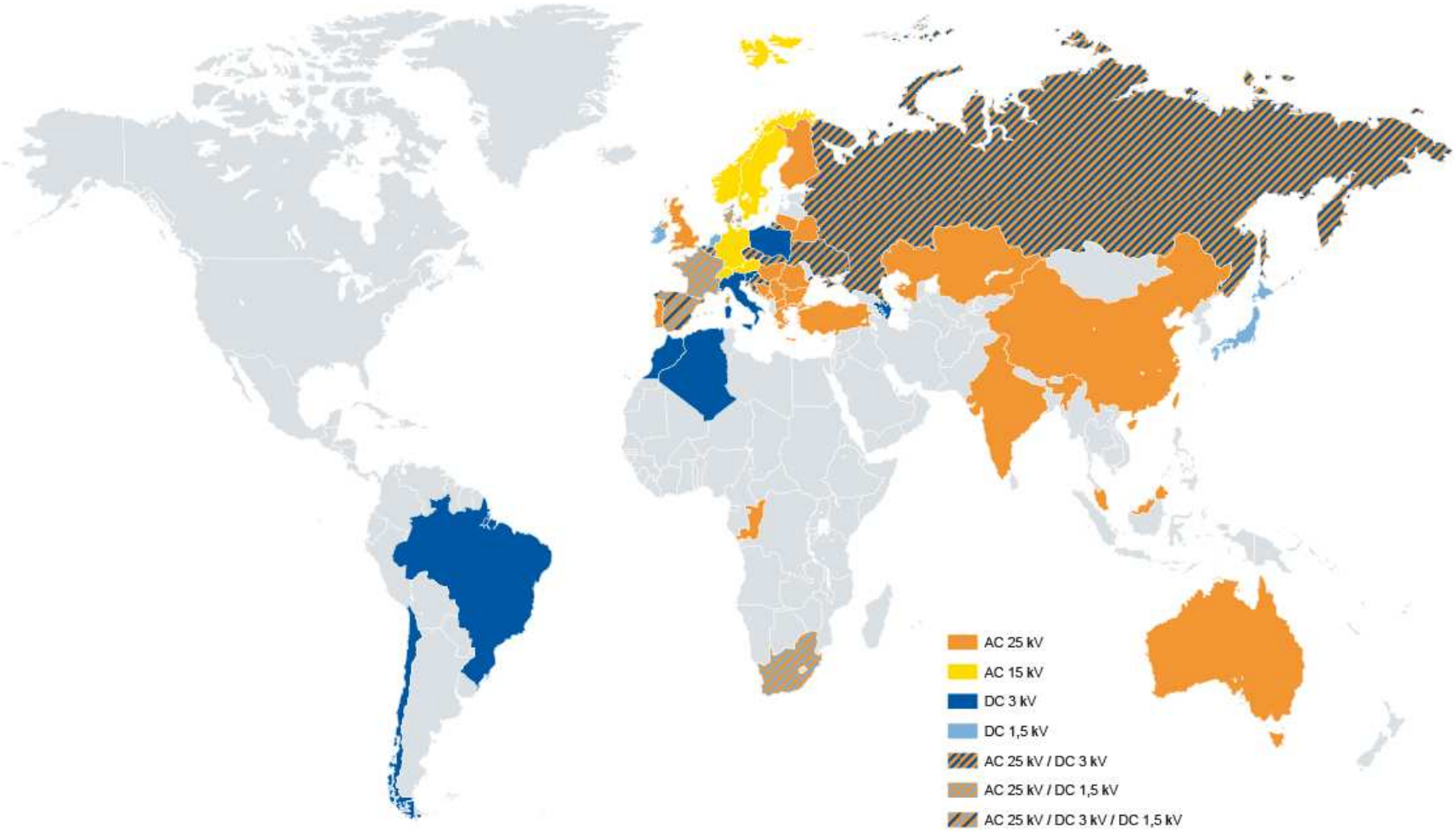




Первый локомотив на электрической тяге	1879
3-х фазный высокоскоростной поезд (210 км/ч)	1903
Первая GRP контактная сеть Siemens	1908
Первый статический частотный преобразователь	1933
Контактная сеть 200 км/ч	1970
Микропроцессорный терминал защиты	1991
Первое КРУЭ для тяговых подстанций	1997
Контактная сеть 400 км/ч (экспериментальная)	1997

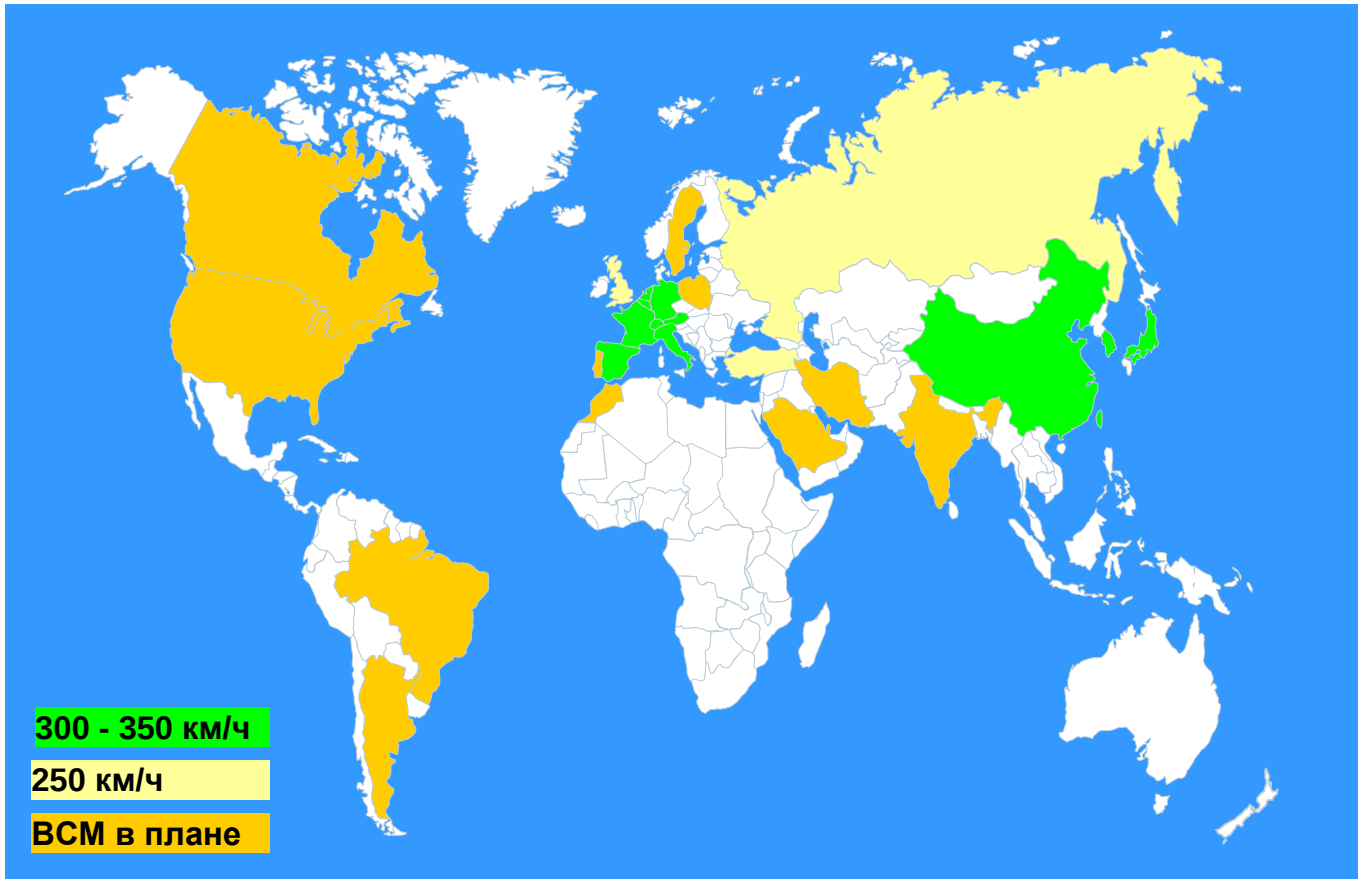
Страны с электрифицированными железнодорожными линиями

SIEMENS

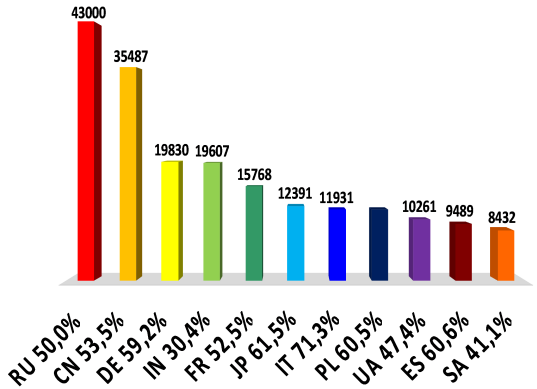


Страны с высокоскоростным движением 250-350 км/ч

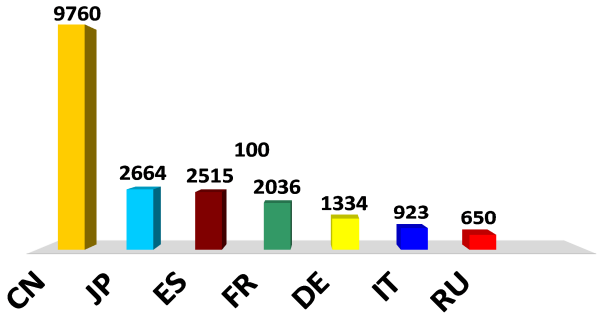
SIEMENS



Протяжённость электрифицированных ж/д (км)



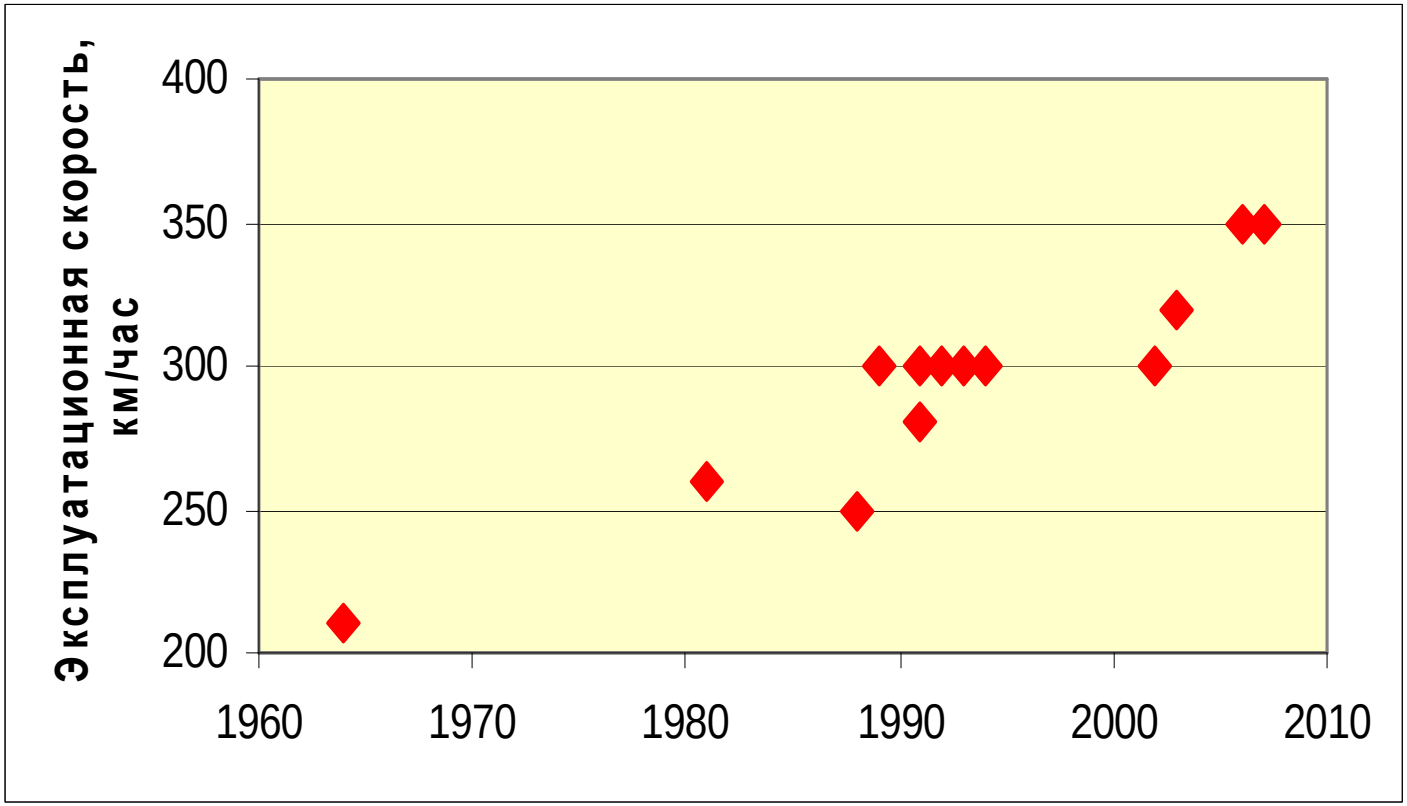
Объём ВСМ в мире (км)



Этапы развития ВСМ в мире (по скорости)

SIEMENS

Эксплуатационная скорость на участках с высокоскоростным движением увеличилась до 350 км/ч



Пошаговое увеличение эксплуатационной скорости (величина шага – ~50 км/ч)

Sicat – инновационные решения для контактных сетей

SIEMENS

Sicat = **Si**emens **Cat**enary System

Магистральный транспорт

ВСМ	Магистральные линии
Sicat HA	Sicat SA Sicat SD Sicat SX Sicat SR Sicat LA Sicat HD

Городской транспорт

Метро	АРМ	Троллеи
Sicat SA Sicat SD Sicat LA Sicat LD Sicat SR Sicat 3S	Sicat LD Sicat 3S Sicat RTV	Sicat LD Sicat LLD

Sicat – инновационные решения для контактных сетей
Контактные сети постоянного тока

SIEMENS

Магистральные линии 3,3 кВ

SICAT HD (v < 250 км/ч)

Контактная сеть с рессорным тросом. Используются стандартные провода (два контактных) и тросы для натяжения более 10 кН.

SICAT SD (v < 160 км/ч)

Контактная сеть без рессорного троса. Используются стандартные провода (два контактных) и тросы для натяжения более 10 кН.

Sicat – инновационные решения для контактных сетей
Контактные сети переменного тока

SIEMENS

Магистральные линии 27,5 (2x25) кВ

SICAT HA (v < 400км/ч)

Контактная сеть с рессорным тросом. Используются провода и тросы повышенной прочности для натяжения более 20 кН.

SICAT SA (v < 250 км/ч)

Контактная сеть с рессорным тросом. Используются стандартные провода и тросы для натяжения более 10 кН.

SICAT LA (v < 160 км/ч)

Контактная сеть без рессорного троса. Используются стандартные провода и тросы для натяжения не более 10 кН.

Sicat – инновационные решения для контактных сетей
Специальные решения

SIEMENS

Sicat SR – система жёсткой контактной подвески

Sicat SX – система контактной подвески с увеличенной длиной пролёта

Elastic support – система гибкого подвеса контактной сети в местах с уменьшенным габаритом

Типы тяговых подстанций

SIEMENS

Тяговые подстанции

Переменный ток

60 Гц	50 Гц	25 Гц	16,7 Гц
25 кВ	10 кВ 20 кВ 27,5 кВ 2x25 кВ 94 кВ	12 кВ	15 кВ

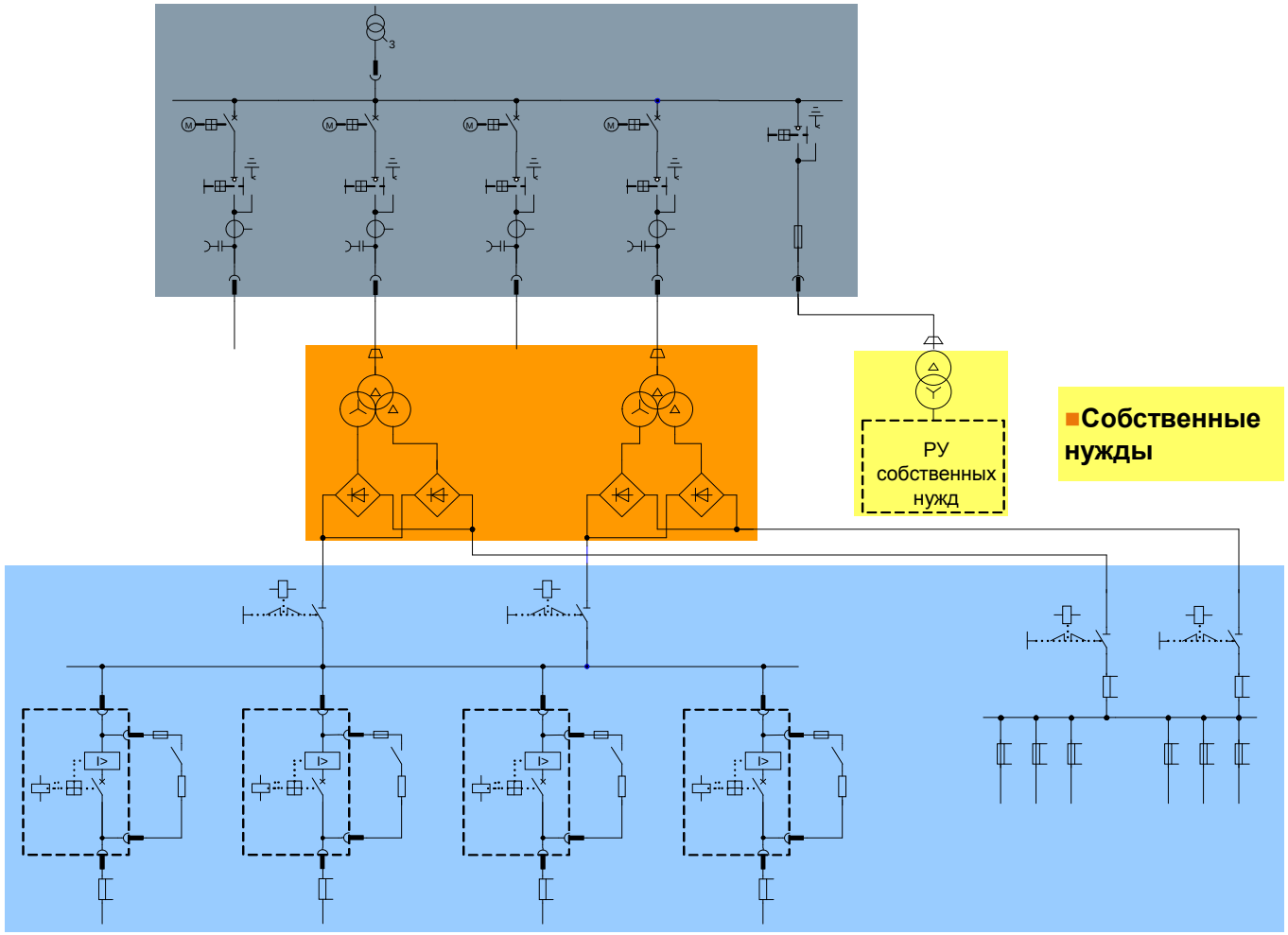
Постоянный ток

Городской транспорт	Магистральные линии
600 В 750 В 825 В 1500 В	3,3 кВ

Тяговые подстанции постоянного тока

SIEMENS

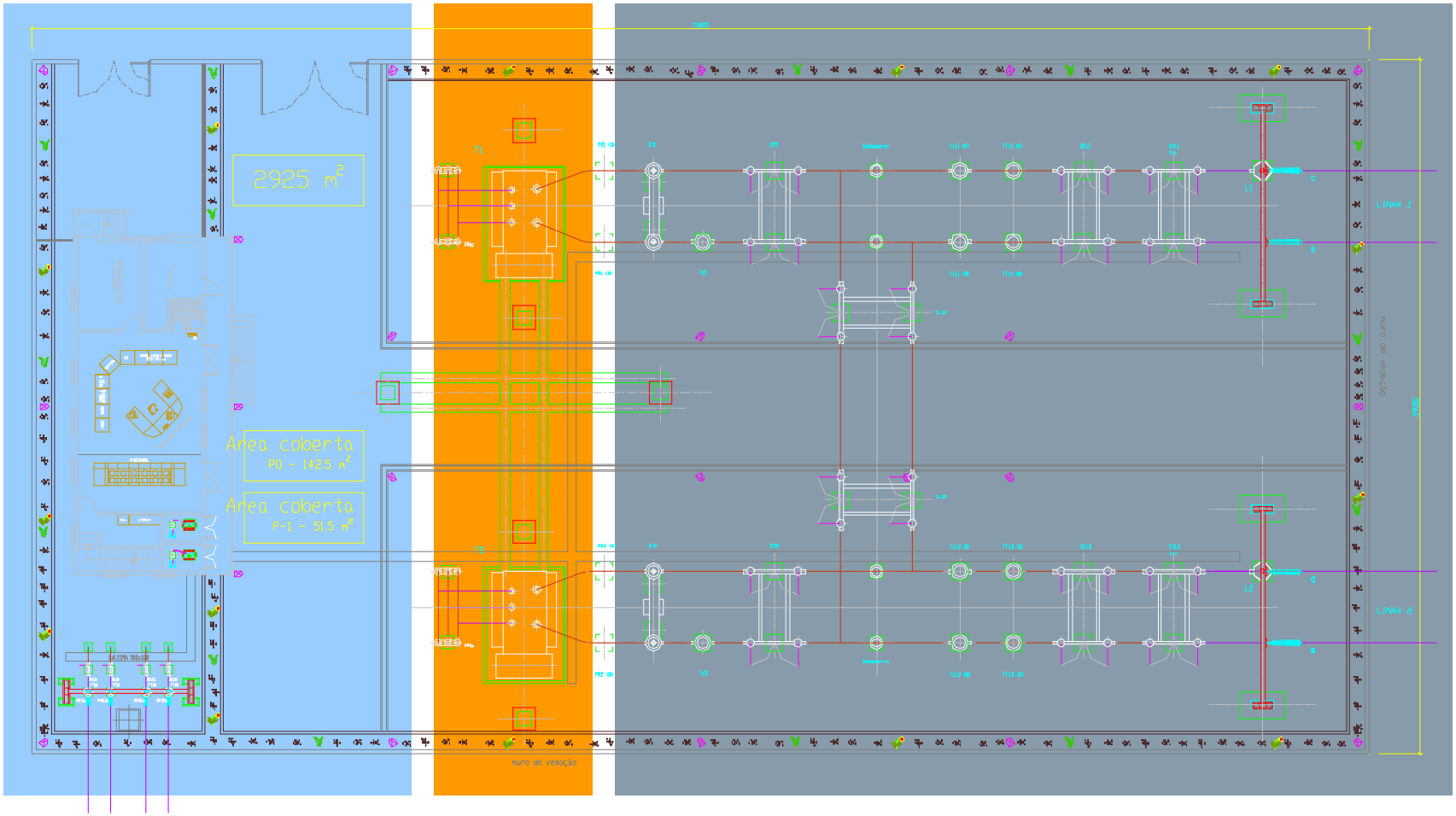
- Распределительное устройство 10/20 кВ
- Преобразовательный агрегат
- Тяговое распределительное устройство



- Собственные нужды

Тяговые подстанции переменного тока

SIEMENS



■Распределительное устройство 110/220 кВ

■Тяговые трансформаторы (1 фазные и 3 фазные)

■Тяговое распределительное устройство (27,5 кВ/2X25 кВ)

SIEMENS

Этапы реализации контактной сети ВСМ

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Нормативная база

SIEMENS

Система	Подсистема	Компонент
TSI Energy	IEC 60913-Контактная сеть	IEC 62917-Контактные провода
EN 50121/443-Электромагнитная совместимость	EN 50119-Контактная сеть	IEC 62621-Полимерные изоляторы
EN 50124-Изоляция	EN 50317-Валидация измерений	EN 50152-Разъединители
EN 50125- Условия окр. среды	EN 50118-Моделирование	EN 50206-Пантограф
EN 50126-RAMS	EN 50163-Уровни напряжения	
IEC 60850-Уровни напряжения	EN 50367-Взаимодействие КС и токоприёмника	

Во всех рабочих группах по стандартизации в области электрификации железных дорог участвуют представители ведущих мировых электротехнических компаний. Siemens не является исключением.

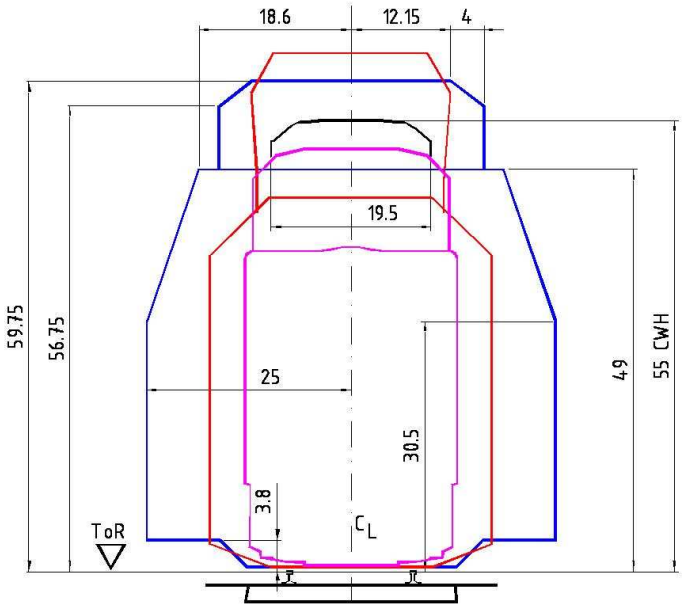
Д-р Аксель Шмидер (главный инженер по КС Siemens) – руководитель международной рабочей группы по стандартизации контактной сети

Влияние подвижного состава на контактную сеть

SIEMENS

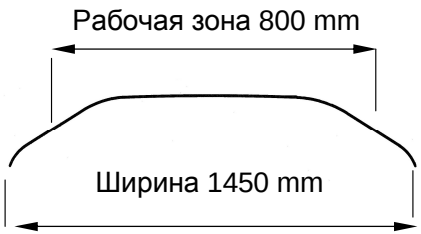
Характеристики подвижного состава, влияющие на основные параметры контактной сети:

1. Максимальная скорость
2. Габариты
3. Тип пантографа:
   - Габаритные размеры
   - Аэродинамические характеристики
   - Трение
   - Переходное сопротивление Пантограф - КС



Европантограф

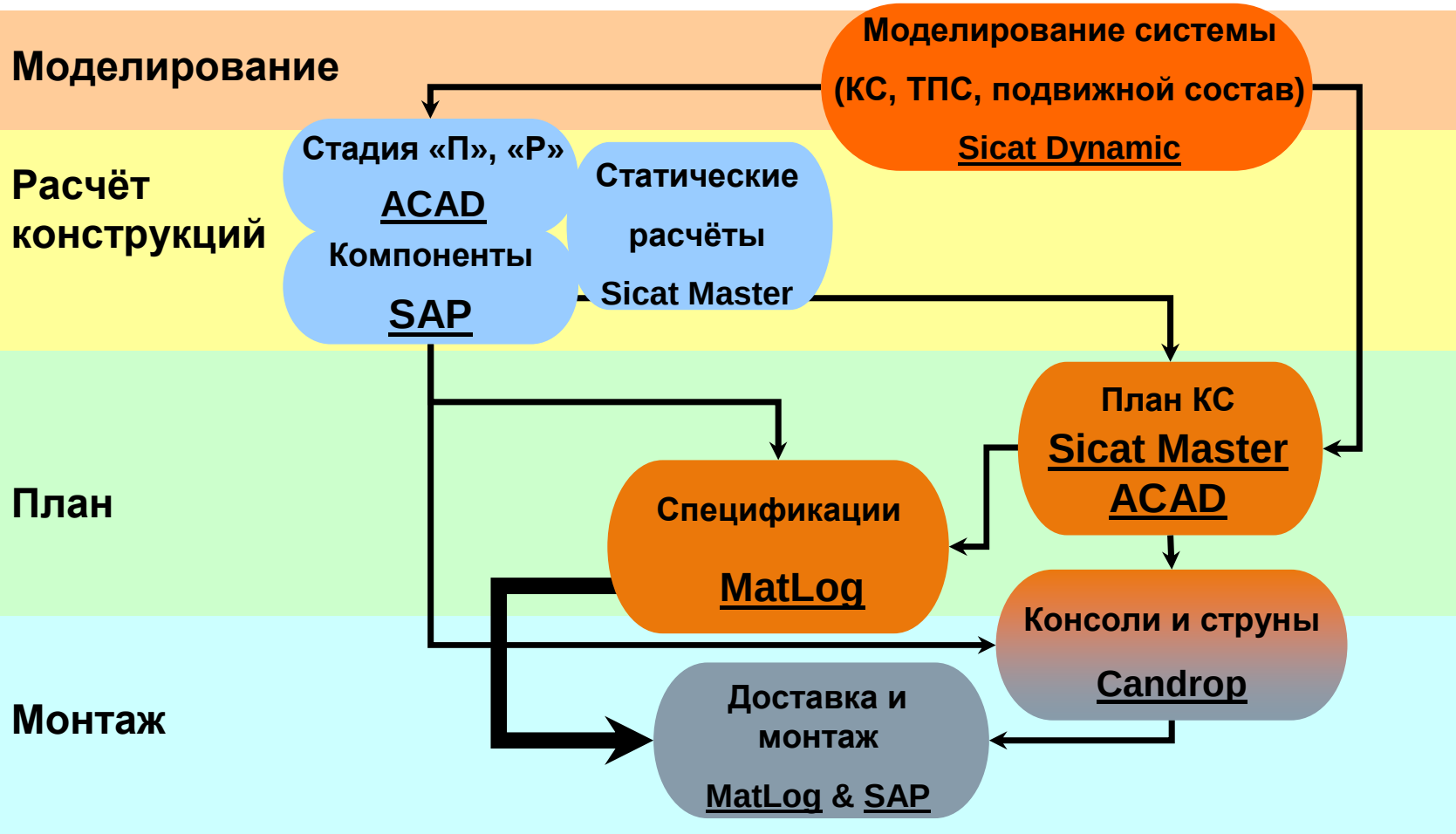
Германия, Франция, Швеция, Норвегия



Франция, Швейцария

Алгоритм реализации системы контактной сети

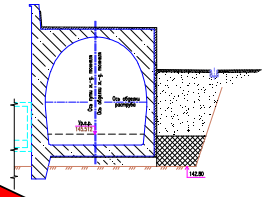
SIEMENS



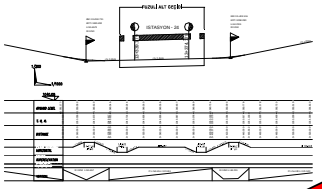
Sicat Master – специальное ПО для разработки системы контактной сети

SIEMENS

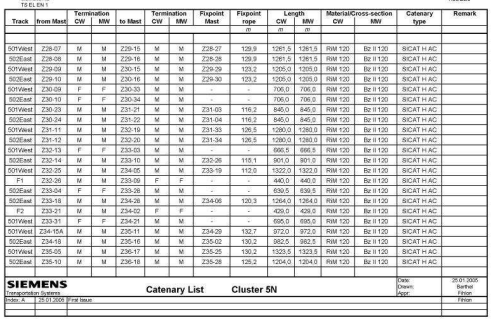
CAD (чертежи)



План пути



Excel (таблицы)



Siemens AG
TS EL EN 1

HSL Zuid

Track	from Mast	Termination CW	Termination MW	to Mast	Termination CW	Termination MW	Fixpoint Mast	Fixpoint rope m	Length CW m	Length MW m	Material/Cross-section CW	Material/Cross-section MW	Catenary type	Remark
501Viest	Z28-07	M	M	Z29-15	M	M	Z28-27	129,9	1261,5	1261,5	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
502East	Z28-08	M	M	Z29-16	M	M	Z28-28	129,9	1261,5	1261,5	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
501Viest	Z29-09	M	M	Z30-15	M	M	Z29-29	123,2	1205,0	1205,0	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
502East	Z29-10	M	M	Z30-16	M	M	Z29-30	123,2	1205,0	1205,0	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
501Viest	Z30-09	F	F	Z30-33	M	M	-	-	706,0	706,0	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
502East	Z30-10	F	F	Z30-34	M	M	-	-	706,0	706,0	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
501Viest	Z30-23	M	M	Z31-21	M	M	Z31-03	116,2	845,0	845,0	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
502East	Z30-24	M	M	Z31-22	M	M	Z31-04	116,2	845,0	845,0	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
501Viest	Z31-11	M	M	Z32-19	M	M	Z31-33	126,5	1280,0	1280,0	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
502East	Z31-12	M	M	Z32-20	M	M	Z31-34	126,5	1280,0	1280,0	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
501Viest	Z32-13	F	F	Z33-03	M	M	-	-	666,5	666,5	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
502East	Z32-14	M	M	Z33-10	M	M	Z32-26	115,1	801,0	801,0	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
501Viest	Z32-25	M	M	Z34-05	M	M	Z33-19	112,0	1322,0	1322,0	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
F1	Z32-26	M	M	Z33-09	F	F	-	-	440,0	440,0	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
502East	Z33-04	F	F	Z33-28	M	M	-	-	630,5	630,5	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
502East	Z33-18	M	M	Z34-28	M	M	Z34-06	120,3	1264,0	1264,0	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
F2	Z33-21	M	M	Z34-02	F	F	-	-	429,0	429,0	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
501Viest	Z33-31	F	F	Z34-21	M	M	-	-	695,0	695,0	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
501Viest	Z34-15A	M	M	Z35-11	M	M	Z34-29	132,7	972,0	972,0	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
502East	Z34-18	M	M	Z35-16	M	M	Z35-02	130,2	982,5	982,5	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
501Viest	Z35-05	M	M	Z36-17	M	M	Z35-25	130,2	1323,5	1323,5	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	
502East	Z35-10	M	M	Z36-18	M	M	Z35-28	125,2	1204,0	1204,0	RIM 120	Bz II 120	SICAT H AC	

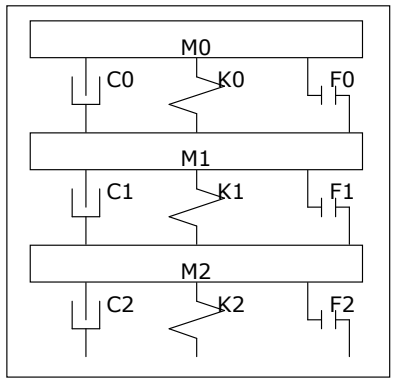
SIEMENS
Transportation Systems

Catenary List Cluster 5N

Date: 20.01.2005
Checked: Berthel
Appr: Fittion

Index: A 06.01.2005 First issue: Fittion

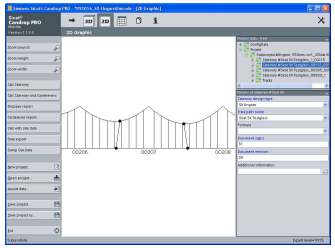
CAD (чертежи)



Sicat Dynamic

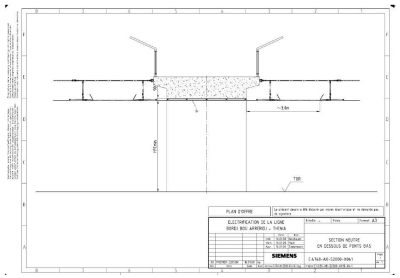
Sicat Master

Matlog



Candrop

Разработка плана контактной сети



Искусственные сооружения

Путь

Климатические условия

Параметры контактной сети

Строительные чертежи

План контактной сети

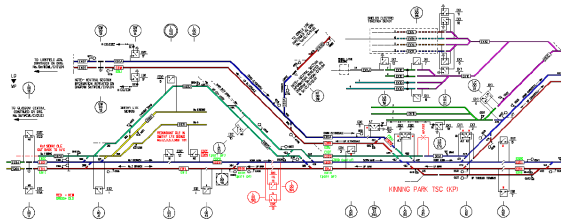
Заземление

Подвижной состав

Топография

Расположение подстанций

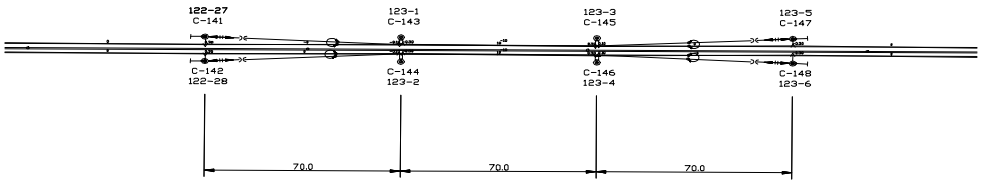
Схема питания и секционирования



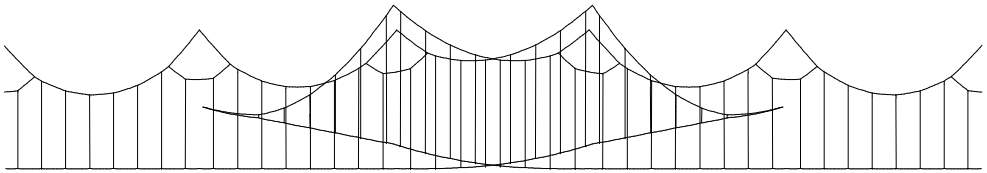
Sicat Dynamic – ПО для моделирования взаимодействия контактной сети и токоприёмника

SIEMENS

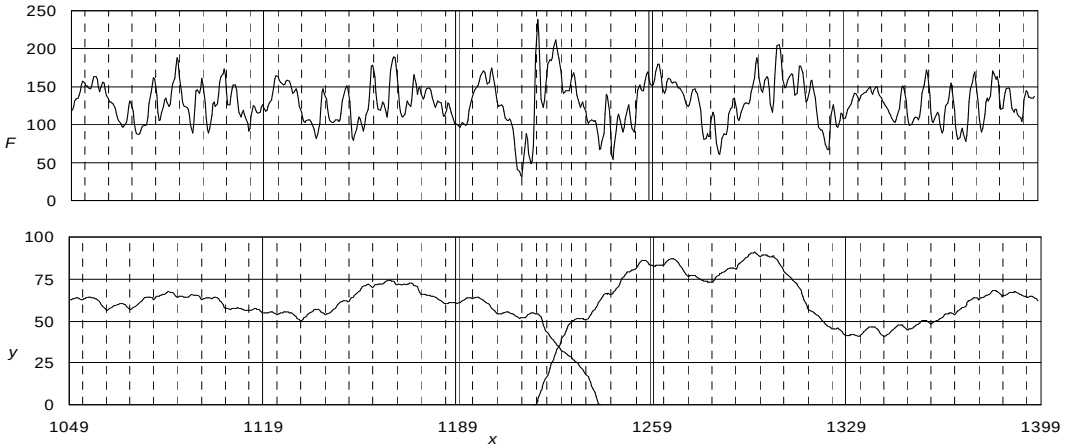
План КС



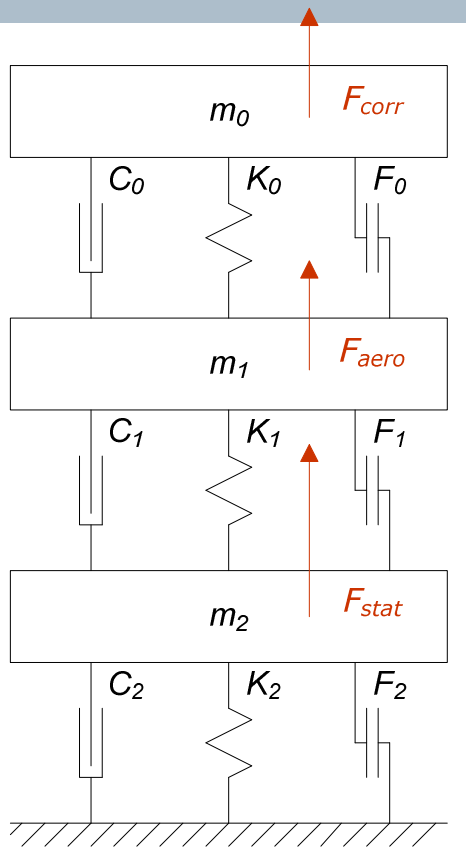
Модель



Результаты



Модель токоприёмника



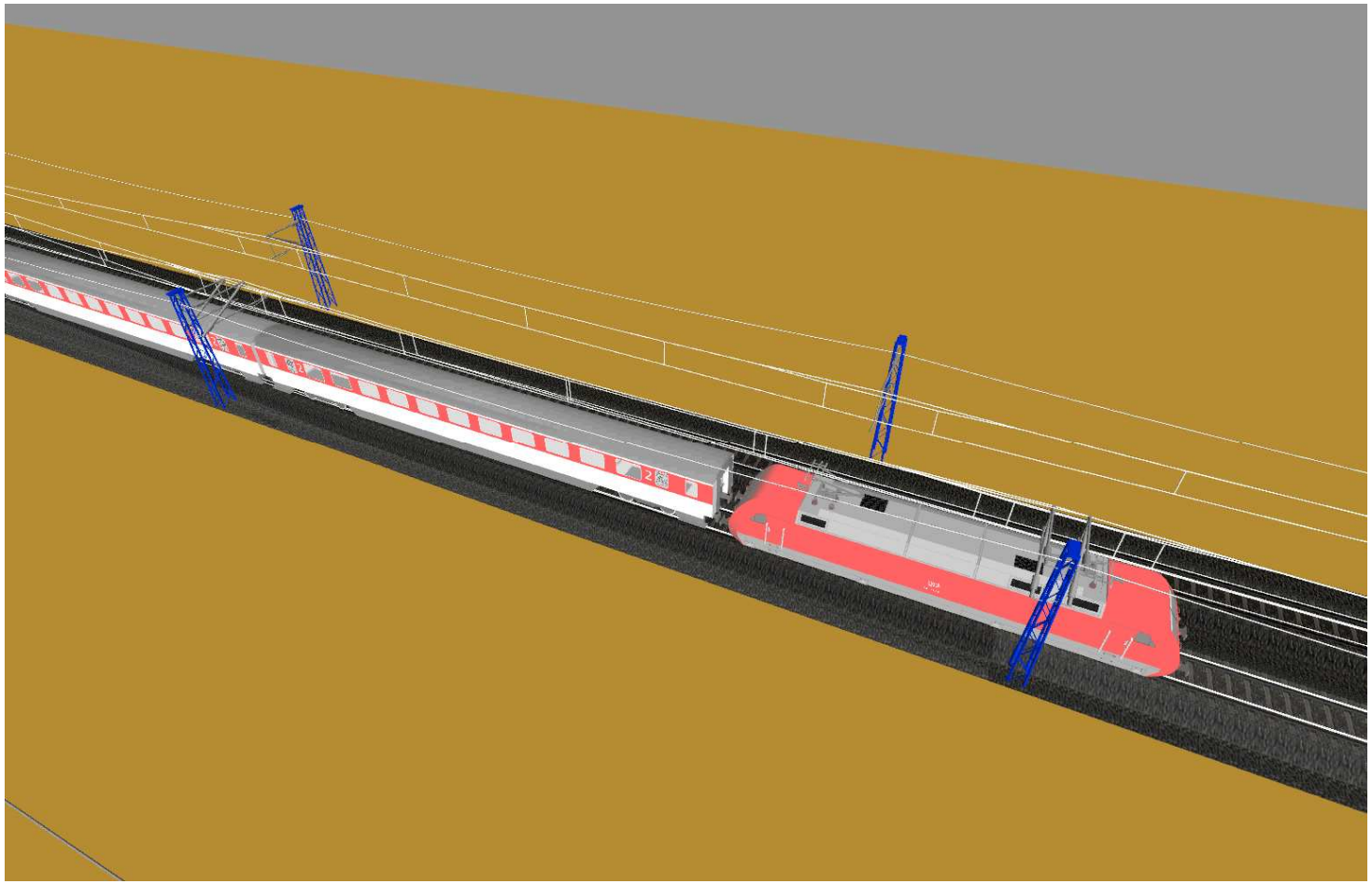
Взаимодействие контактной сети и токоприёмника
Пример

SIEMENS

SNCF 574,8 км/ч

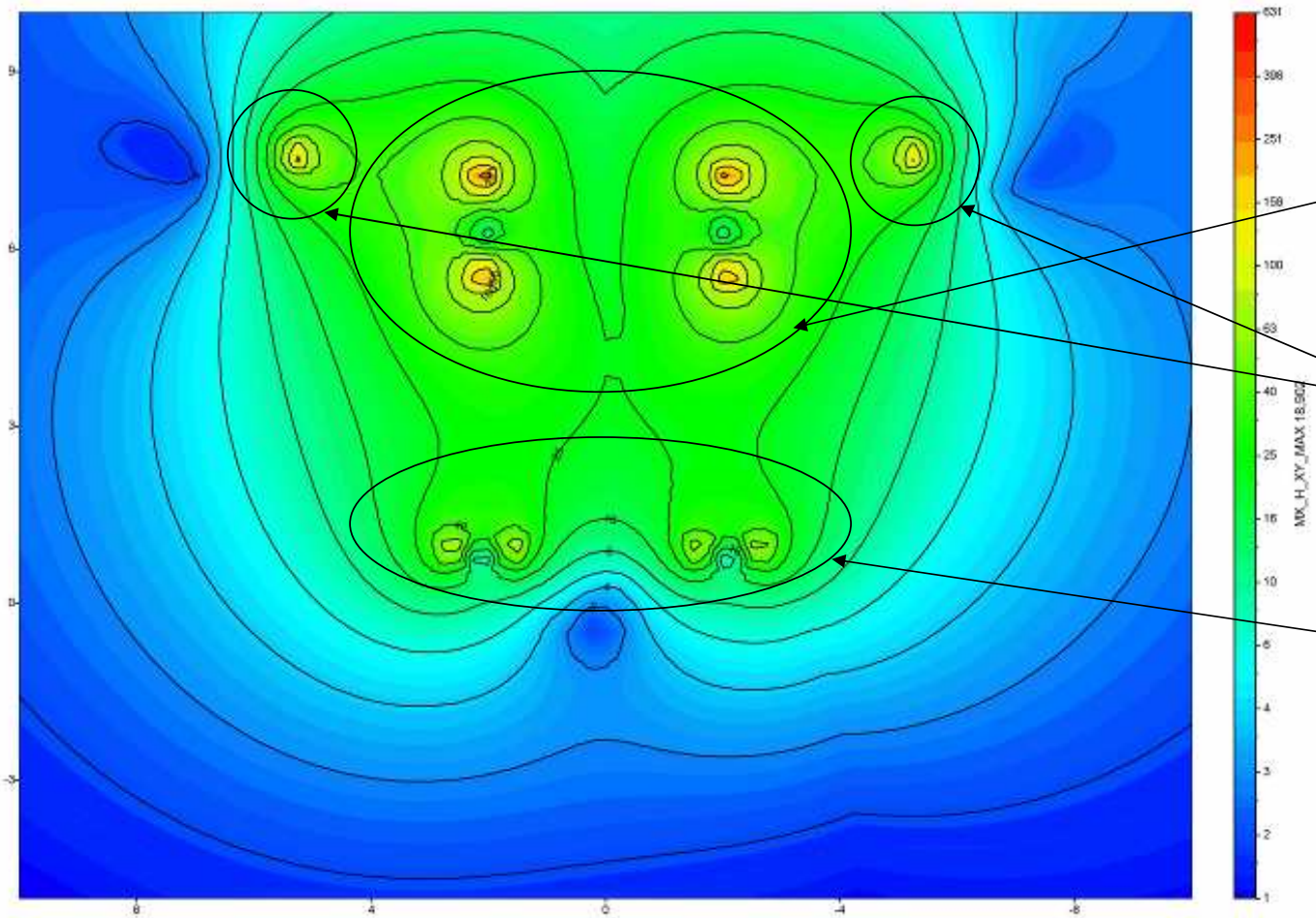
Результаты проектирования в Sicat Master

SIEMENS



Исследование электромагнитных полей

SIEMENS

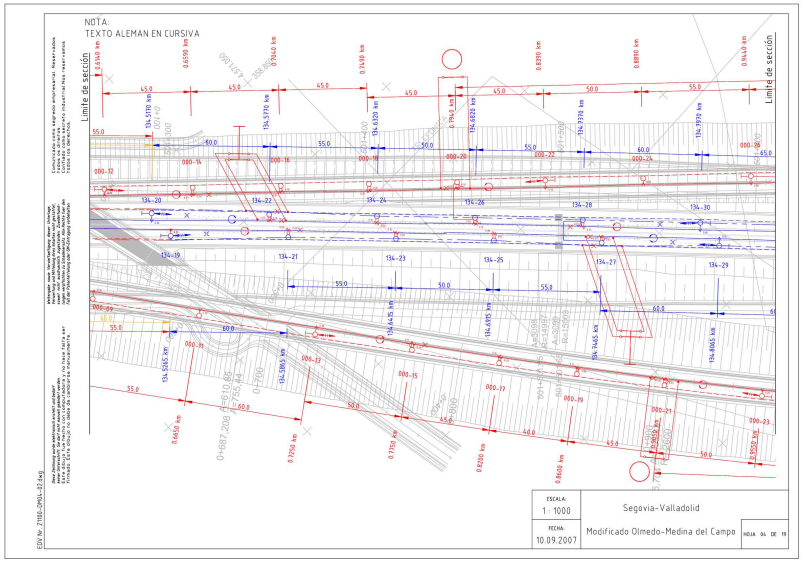


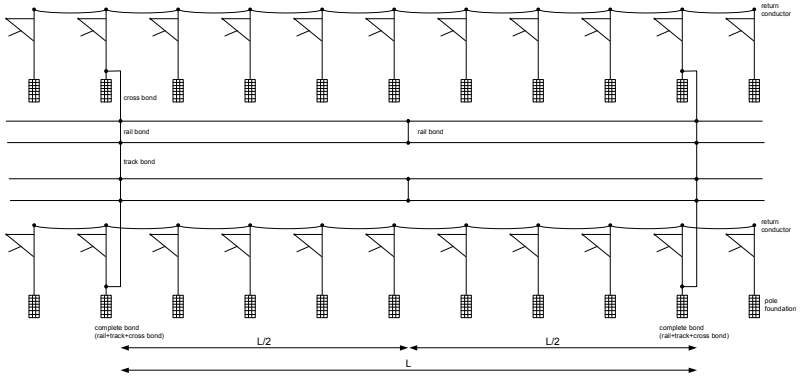
Контактная подвеска

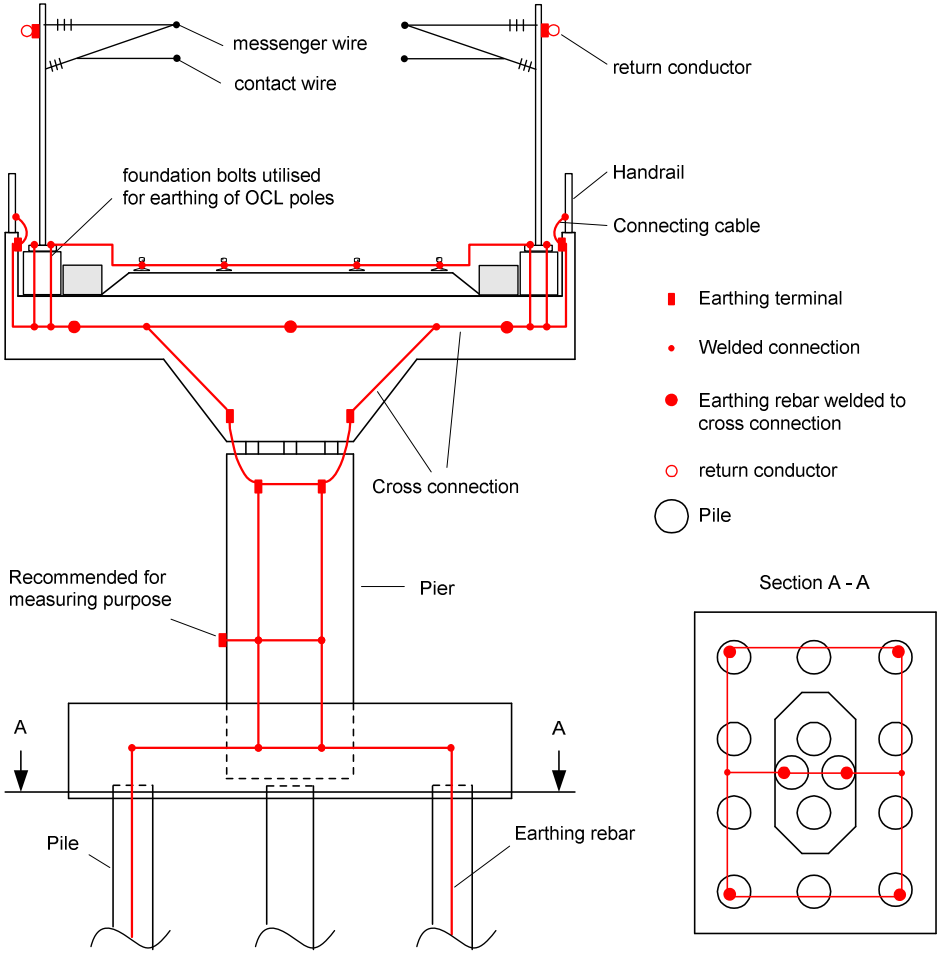
Питающие провода

Рельсы

Проектирование схемы заземления



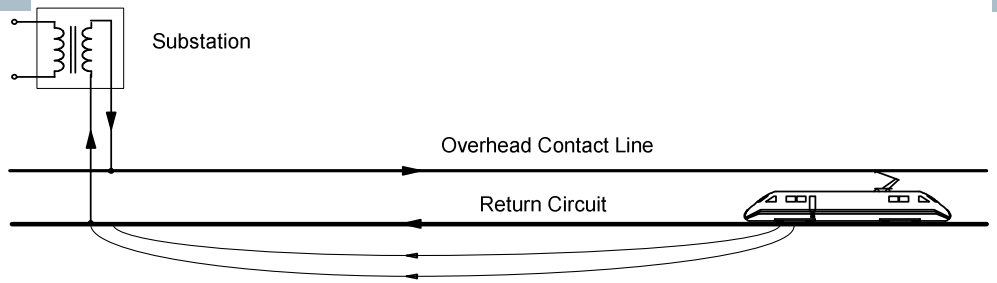




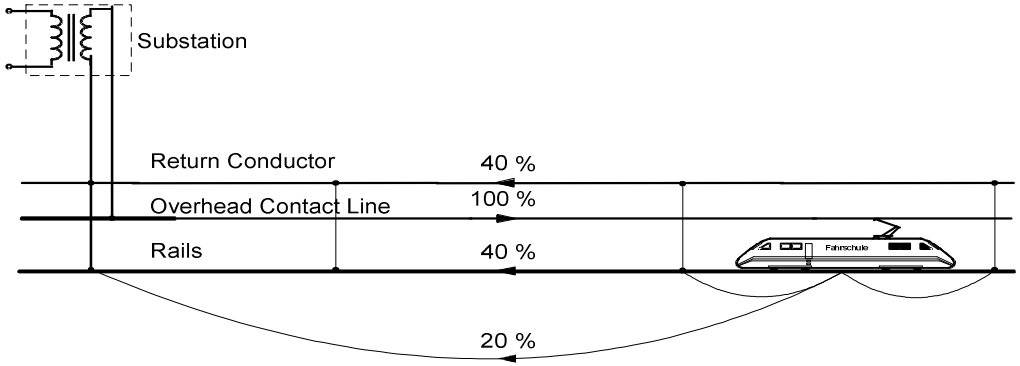
Проектирование цепи возврата тягового тока

SIEMENS

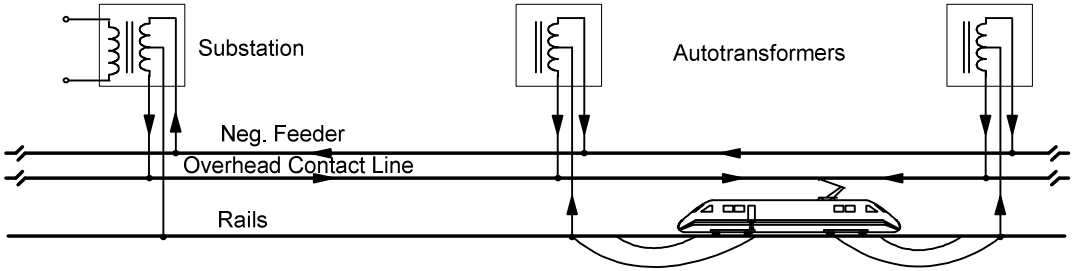
1



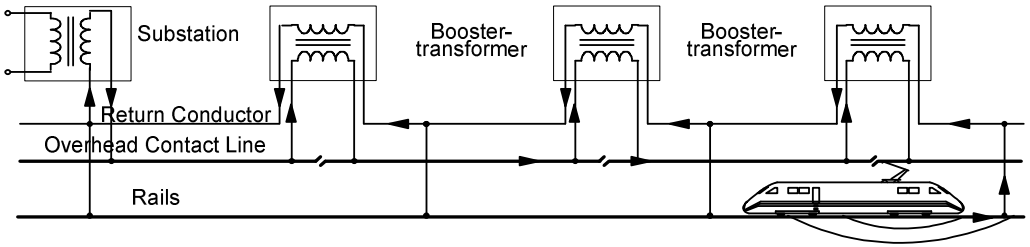
2



3

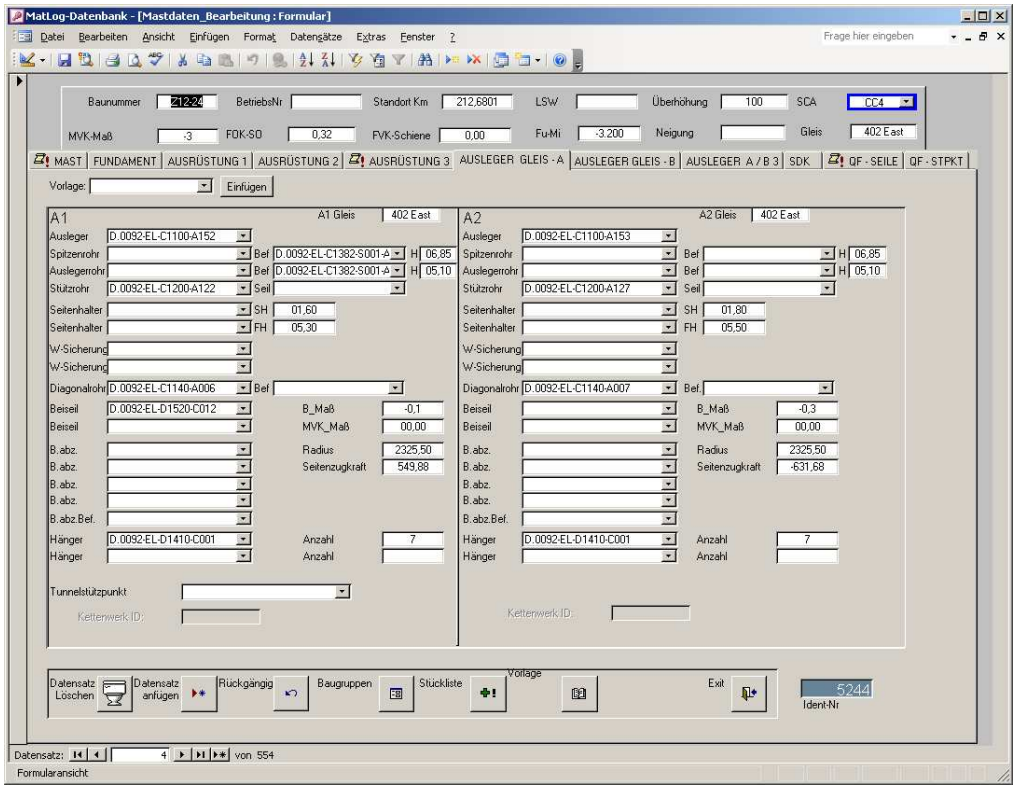


4



MatLog – ПО для формирования спецификаций основных компонентов

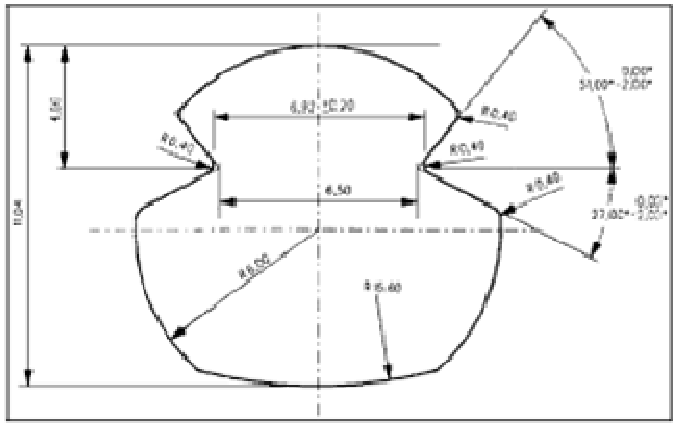
SIEMENS

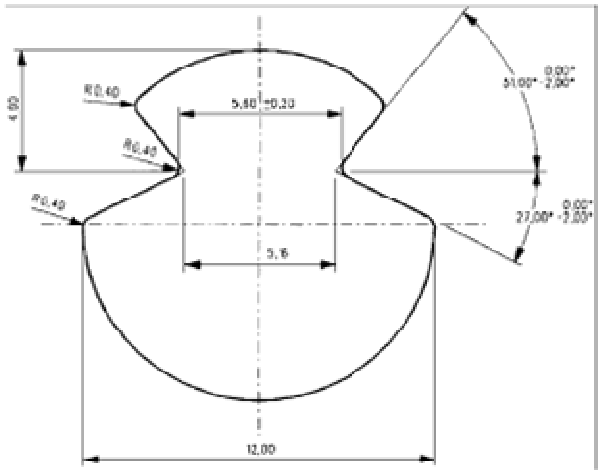


Основные компоненты контактной сети
Контактный провод

SIEMENS

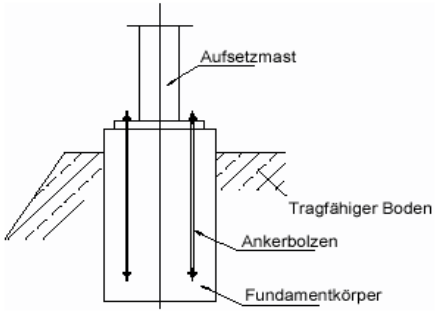
Материал	Удельное сопротивление Ω/км	Сила натяжения Н/мм²	Пример
Медь электротехническая (Cu)	0,183	355	AC-100 BF-100
Медь легированная серебром (CuAg0,1) 0,1 – доля примеси	0,183	360	AC-120
Медь легированная магнием (CuMg0,5) 0,5 – доля примеси	0,286	510	AC-120 BF-150
Медь легированная оловом (CuSn0,2) 0,2 – доля примеси	0,247	450	

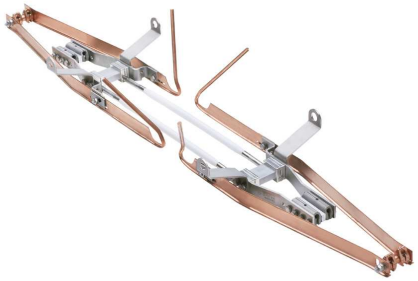


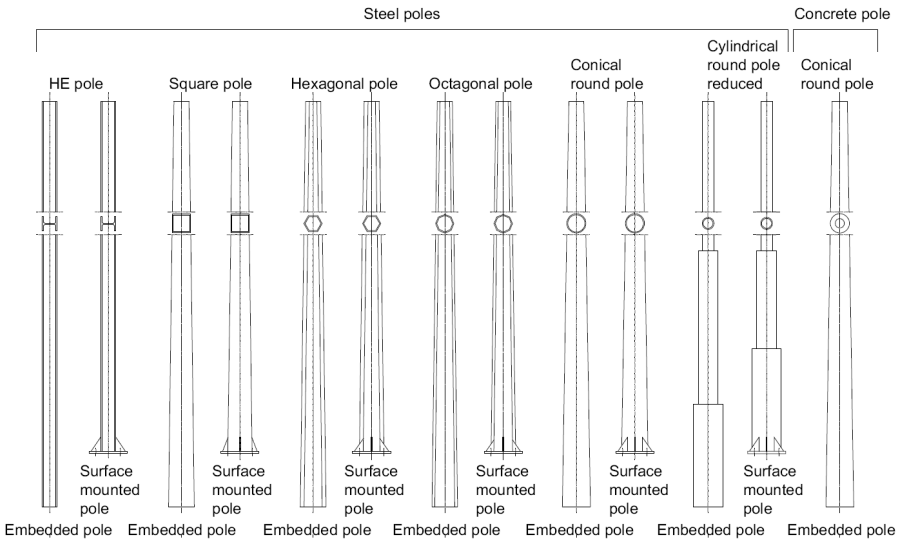


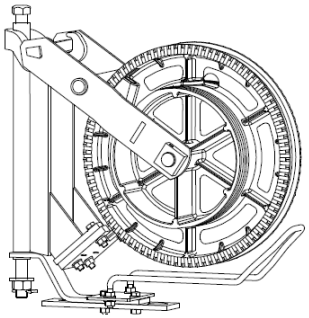
Основные компоненты контактной сети

SIEMENS





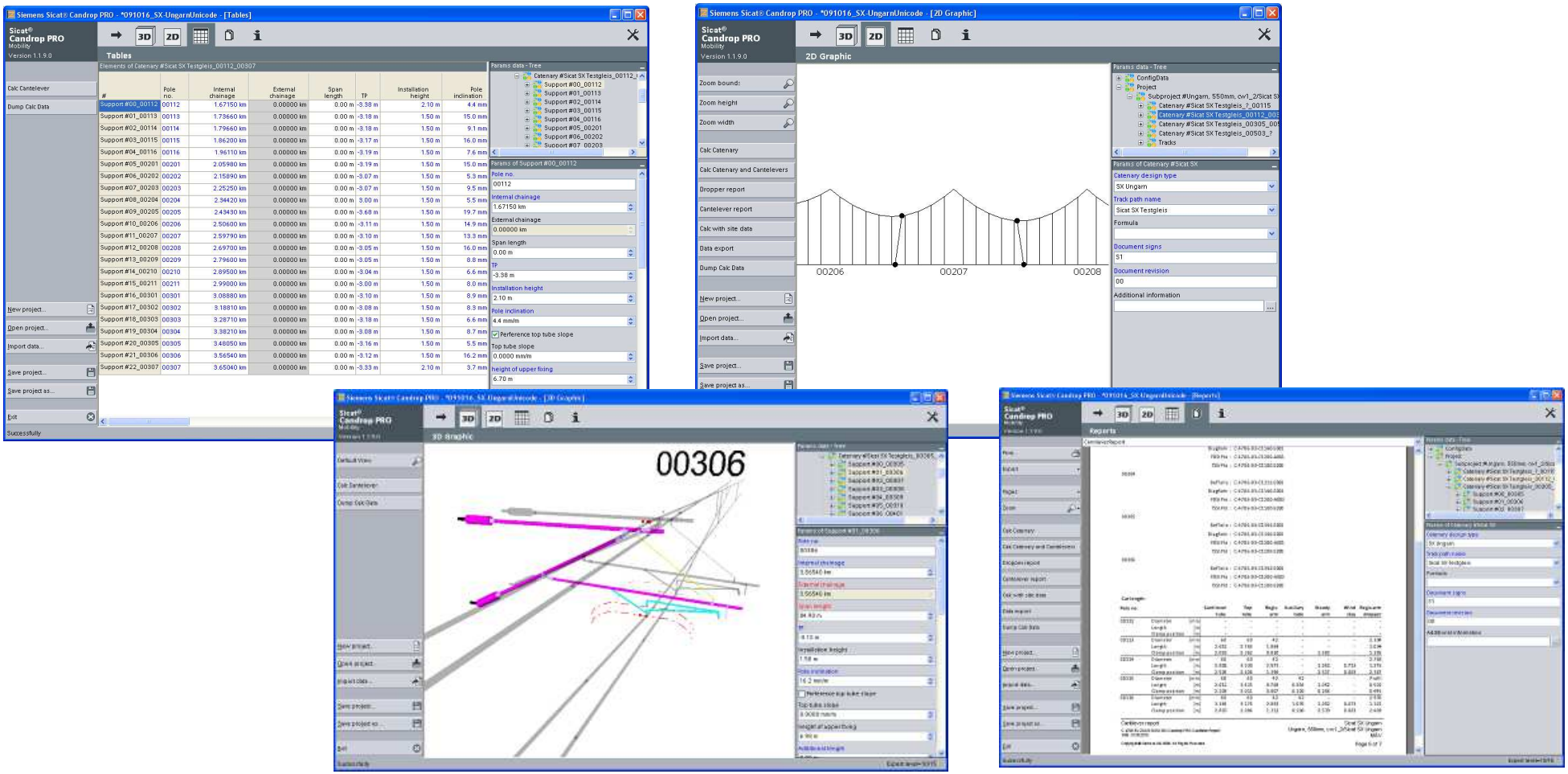




Contact line poles

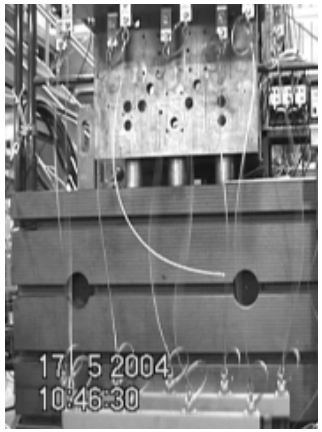
Candrop – ПО для расчёта мерных деталей

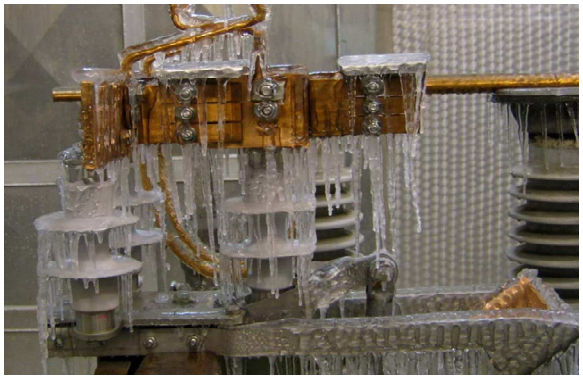
SIEMENS



Лабораторные испытания компонентов контактной сети

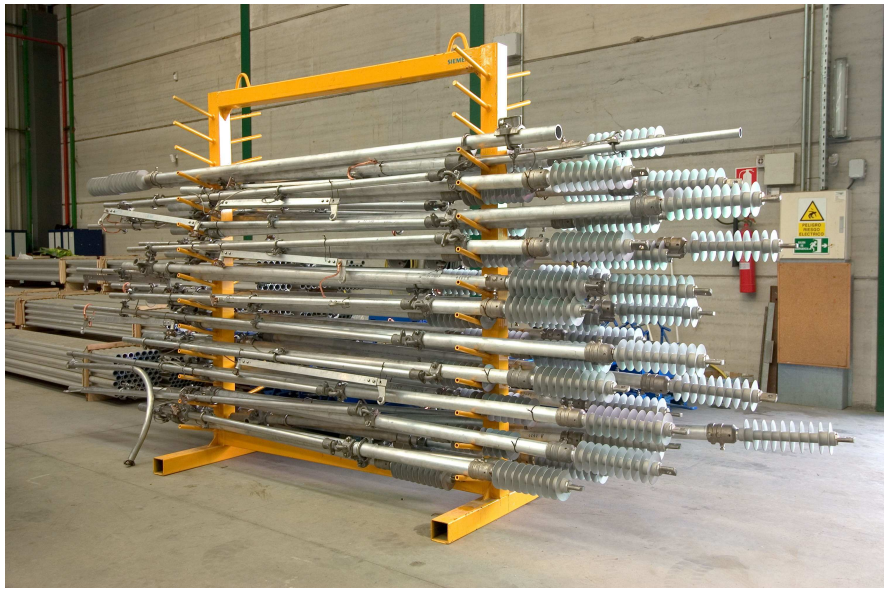
SIEMENS





Сборка и хранение компонентов

SIEMENS



Сборка компонентов контактной сети (в особенности струн и консолей) осуществляется на основе результатов, полученных в программе Candrop. Управление процессом складирования, хранения и распределения происходит через программу SAP.

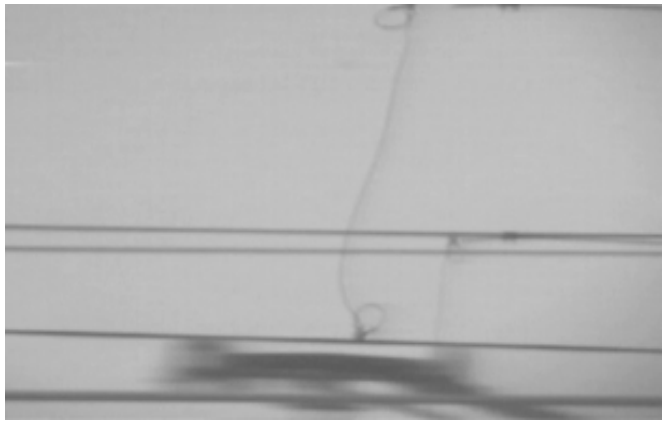
Монтаж контактной сети

SIEMENS

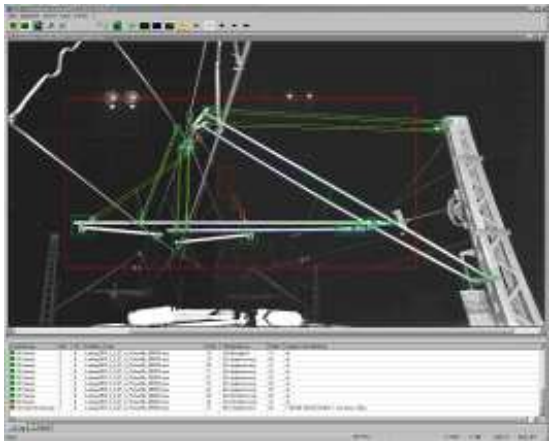
Специальные методы, инструменты и механизмы для монтажа контактной сети ВСМ для достижения наибольшей точности расположения проводов и тросов в плане и более точной величины натяжения

Полевые испытания компонентов контактной сети

SIEMENS



Испытания струн и вход токоприёмника в заземлённые и нейтральные секции без отключения главного выключателя



Специальные вагоны лаборатории для диагностики КС на ВСМ

Текущее содержание

SIEMENS

Тип проверки	Тип	Количество точек измерений (раз в месяц)	Количество точек измерений (раз в два месяца)
Визуальный контроль	Z1	6	24
	Z2	24	24
Функциональный тест	F1	6	12
	F2	12	12
	F3	12	12
	F4	24	24
	F5	72-12	72-12
	F6	6	24
	F7	По необходимости	По необходимости

Необходимость определяется на основе количества проходов токоприёмника

Проверка проводится только на главных путях

Проверка контактной сети со скоростью движения более 160 км/ч

Z1 – визуальный контроль опор и устройств компенсации;

Z2 – визуальный контроль фидеров, кабельных присоединений, разъединителей, контактной сети в пролётах, заземления, СЦБ.

F1 – проверка контактных проводов на пересечениях с силой контактного нажатия 150 Н;

F2 – проверка величины зигзага контактного провода с силой контактного нажатия 150 Н;

F3 – проверка высоты подвеса контактного провода;

F4 – проверка минимальных изоляционных промежутков в условиях искусственных сооружений при силе контактного нажатия 250 Н;

F5 – проверка контактного провода и измерение износа в нескольких местах на одном анкерном участке;

F6 – проверка динамического поведения контактного провода;

F7 – визуальное наблюдение прохода токоприёмника по контактной сети после её ремонта.

Сервисное обслуживание
Формирование бригад

SIEMENS

Формирование одной обслуживающей бригады:

- 8 электромонтеров;
- 1 автомотриса со скоростью движения 160 км/ч;
- 1 грузовой автомобиль;
- 1 служебный автомобиль;
- Наибольшее расстояние до места аварии – 80 км;
- Время готовности – 45 минут.

Одна монтажная бригада может эффективно обслуживать 280 км. ВСМ

Примеры реализованных объектов

SIEMENS

1. Германия. Кёльн-Франкфурт (300 км/ч)
2. Голландия. BCM Zuid (350 км/ч)
3. Китай. Пекин-Тяньджин (350 км/ч)
4. Различные участки в Испании (350км/ч)

SIEMENS

Специальные решения для контактной сети

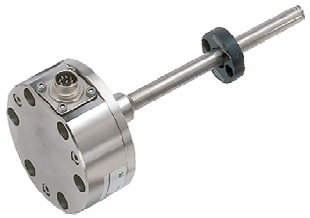
Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

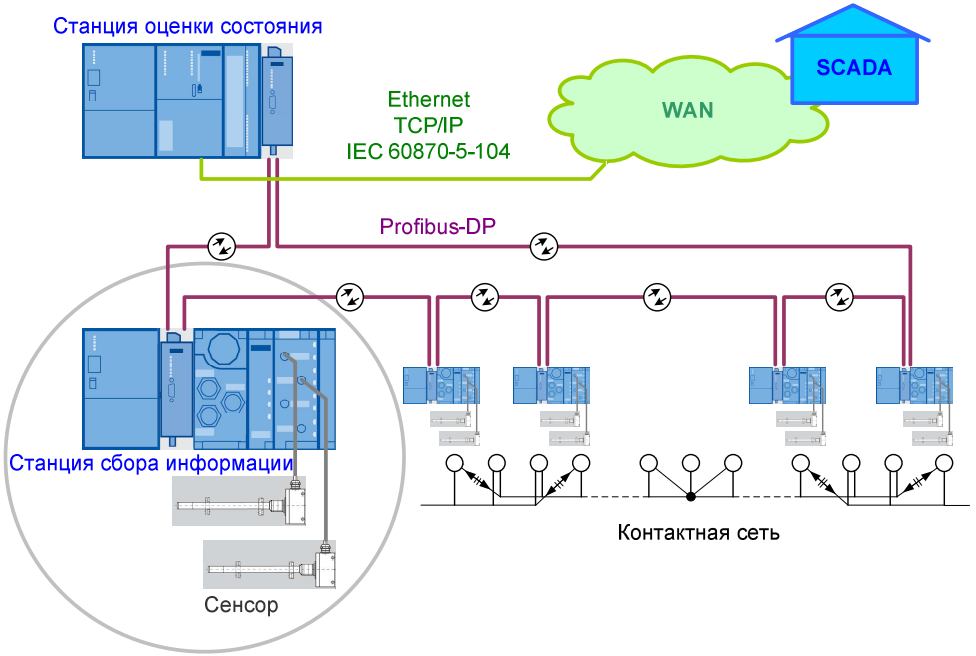
Sicat CMS – система мониторинга контактной сети

SIEMENS

Назначение:

1. **Определения места обрыва проводов (точность – анкерный участок);**
2. **Различие устойчивого и проходящего КЗ;**
3. **Постоянное измерение силы натяжения;**
4. **Мониторинг взаимодействия контактной сети и токоприёмника.**





Sicat DMS – система мониторинга разъединителя

SIEMENS

Sicat DMS – система мониторинга разъединителей контактной сети

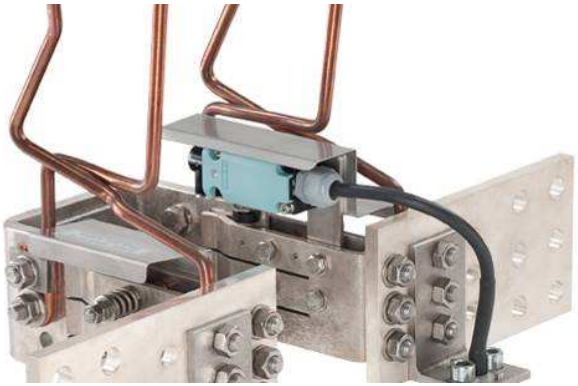
<u>Назначение:</u>

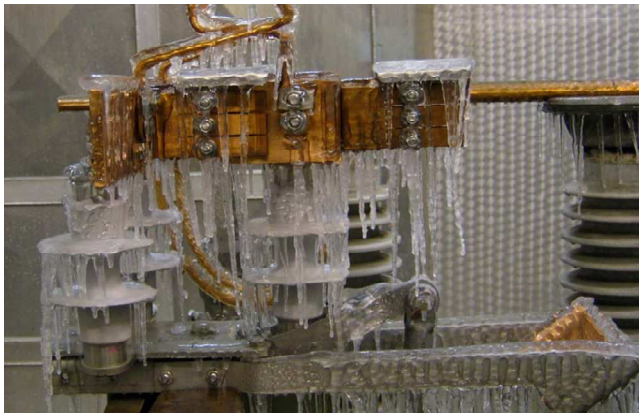
Мониторинг следующих устройств и компонентов:

- Положение разъединителя;

- Целостность тяги;

- Работоспособность привода.





Sicat AES – система автоматического заземления контактной сети

SIEMENS

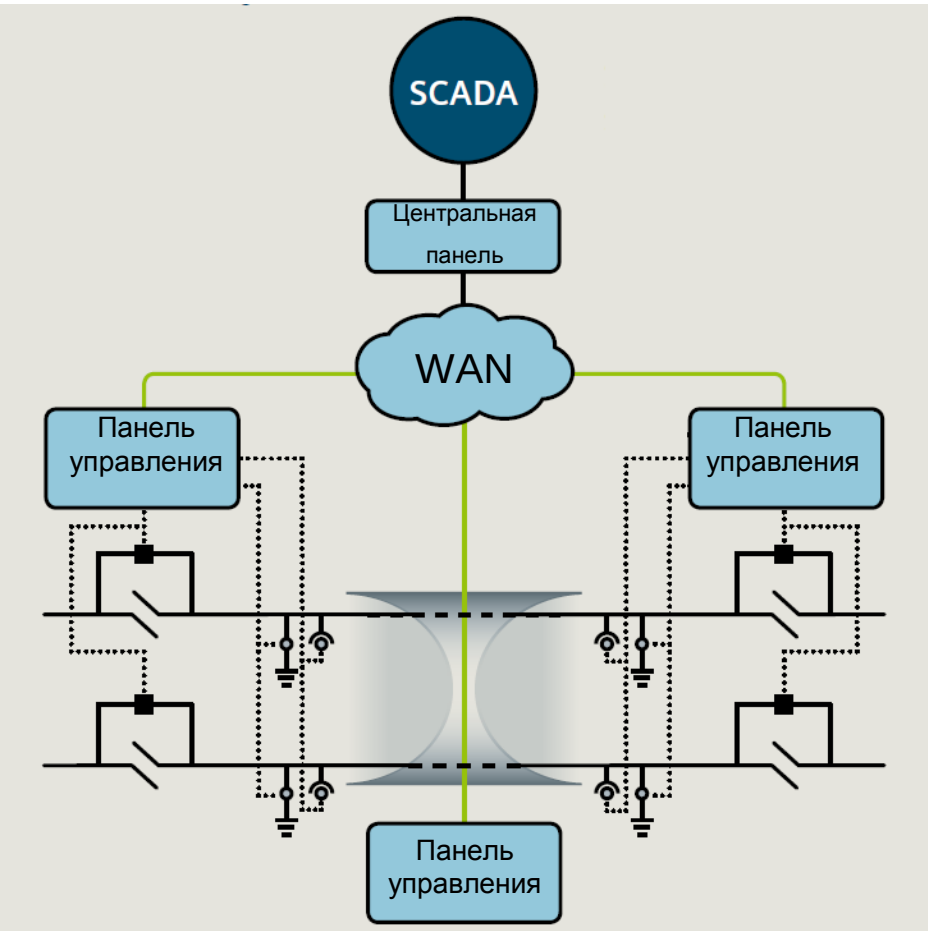
Sicat AES – система автоматического заземления контактной сети тоннельных комплексов

Назначение:

1. Двухстороннее отключение контактной сети тоннеля от источника питания;
2. Защита от АПВ (автоматическое повторное включение);
3. Заземление тоннельного участка контактной сети;
4. Самодиагностика и мониторинг.

Преимущества:

1. Быстрое отключение от источника питания;
2. Быстрое и безопасное обслуживание контактной сети;
3. Sitras AES подходит как для систем постоянного, так и для систем переменного тока;
4. Использование только стандартных элементов контактной сети без дополнительных разработок.



SIEMENS

Тяговые подстанции 27,5 кВ и 2х25 кВ – основное решение для электроснабжения ВСМ

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Системные требования для тяговых подстанций ВСМ

SIEMENS

Географическое положение
- Климат
- Топография

Нормативная база
- Локальная
- Международная

Электробезопасность
- Обслуживающий персонал
- Пассажиры / Пешеходы

Работоспособность
- Надёжное электроснабжение
- Резервирование

Требования сетевых организаций
- Качество энергии
- Пиковые нагрузки
- Измерение и защиты

Тяговое электроснабжение

Жизненный цикл
- Инвестиции
- Обслуживание
- Текущее содержание

Система перевозок
- Транспортные средства
- Расписание

Энергосбережение

ИССО
- Станции
- Технологические здания
- Тоннели
- Виадуки
- Пересечения

Воздействие на окружающую среду
- Электрические и магнитные поля
- Шум
- Климат (CO_2)

ЖАТ
- Сигнализация

Организация инжиниринга

SIEMENS

Организация:

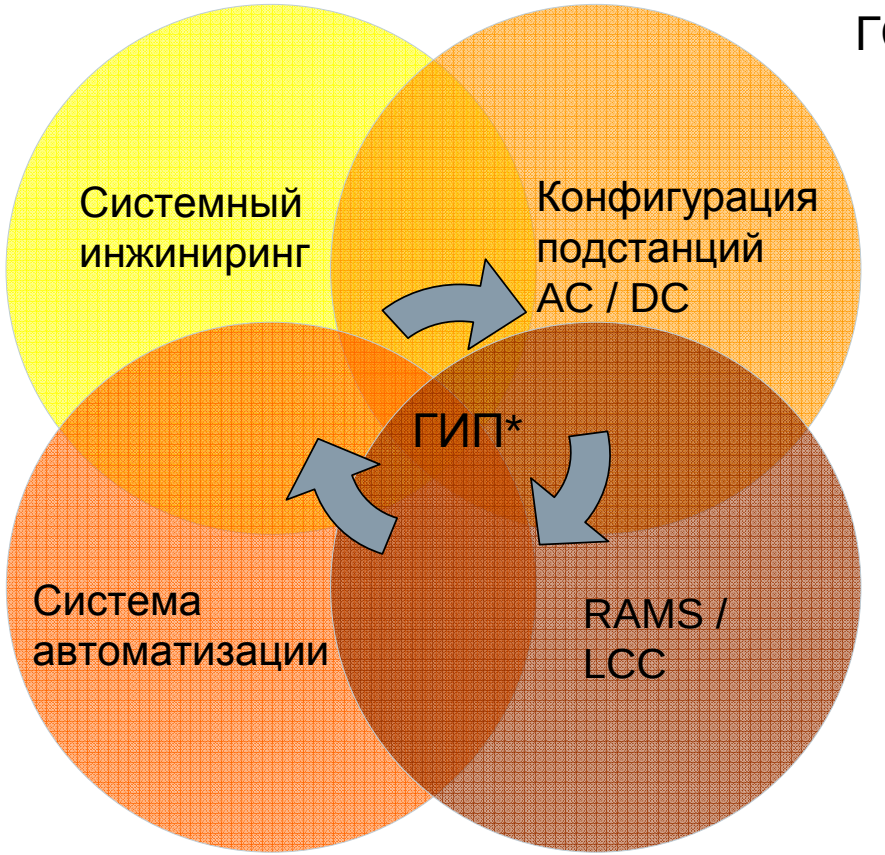
-Системный инжиниринг

-Конфигурация подстанций (постоянный ток)

-Конфигурация подстанций (переменный ток)

-Система автоматизации

-RAMS/LLC



ГИП* - Главный инженер проекта

ГС* - Главный специалист по системам тягового электроснабжения

Системное проектирование тяговых подстанций

SIEMENS

Требования к системам тягового электроснабжения

- Географические требования
- Требования сетевых организаций
- Transportation performance
- ЖАТ
- Нормативные требования
- ИССО
- Электробезопасность
- Работоспособность
- Требования жизненного цикла
- Энергосбережение
- Воздействие на окружающую среду

- Учёт результатов испытаний и измерений
- При проектировании принимаются во внимание результаты предыдущих проектов

Специальное программное обеспечение

- Sitras® Sidytrac
- Sitras® EMF

Результаты

- Детальное проектирование новых систем постоянного и переменного тока с габаритами подстанции и параметрами контактной сети:
  - Экономический концепт всей системы
  - Расчёт запаса мощности для дальнейшего расширения
- Технико-экономическое обоснование
- Оптимизация системы с точки зрения энергопотребления и затрат на строительство
- Требования к другим подсистемам (нетяговые потребители, заземление и т.д.)

Sitras Sidytrac – программное обеспечение для расчёта систем тягового электроснабжения

SIEMENS

С помощью программы ***Sitras® Sidytrac*** проектирование становится более универсальным и автоматизированным, поэтому возрастает эффективность работы и уменьшается вероятность возникновения ошибок

- **Общая структура системы:**
  - Моделирование подвижного состава и сетевой расчёт систем постоянного/переменного тока;
  - Оптимизация концепта электроснабжения;
  - Определение места расположения подстанций;
  - Расчёт энергопотребления ж/д линии;
  - Расчёт и оценка непредвиденных работ;
  - Расчёт нагрузок контактной сети, шин, распределительных устройств и трансформаторов;
  - Расчёт полных сопротивлений системы и распределения потенциала вдоль линии;
  - Оценка эффективности применения инверторов и накопителей энергии (для систем постоянного тока);
  - Расчёт токораспределения в контактной сети.

Критерии выбора основного оборудования

SIEMENS

Критерии выбора
(на основе моделирования в Sidytrac)

Термические:

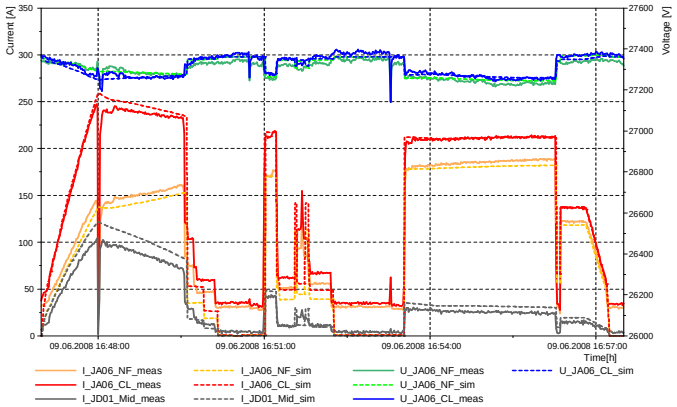
1. Эксплуатационные нагрузки и перегрузки
2. Термический ток короткого замыкания

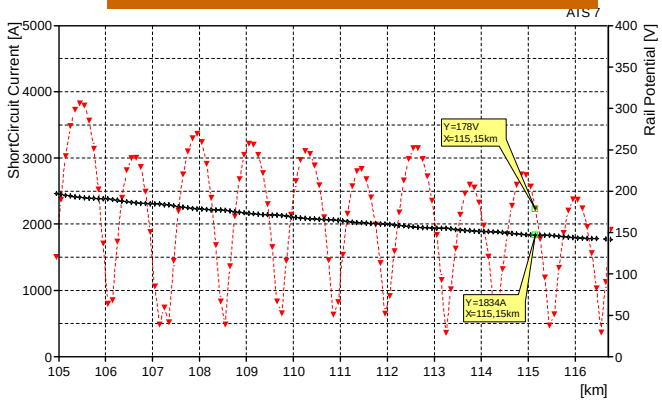
Механические:

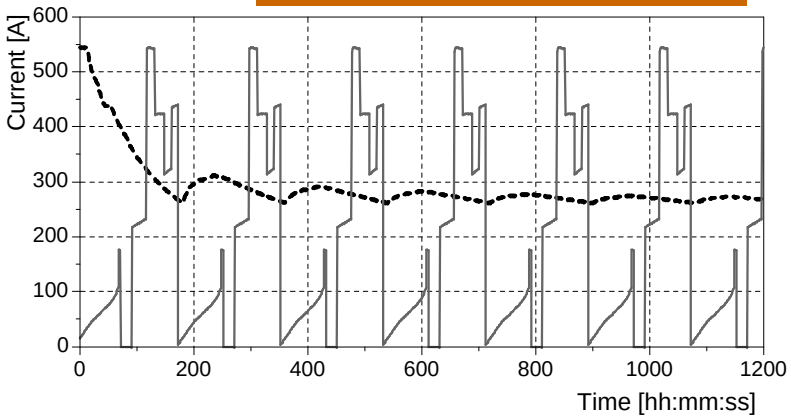
1. Динамический ток короткого замыкания

Электрические:

1. Изоляция
2. Перенапряжения







Распределительные устройства 110/220 кВ

SIEMENS

ОРУ (открытые распределительные устройства)

ЗРУ (закрытые распределительные устройства)

КРУЭ (комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией)

Тяговые понижающие трансформаторы

SIEMENS

Трёхфазный трансформатор с масляной изоляцией 110/35/27,5 кВ

Однофазный тяговый трансформатор с масляной изоляцией 110/27,5 кВ

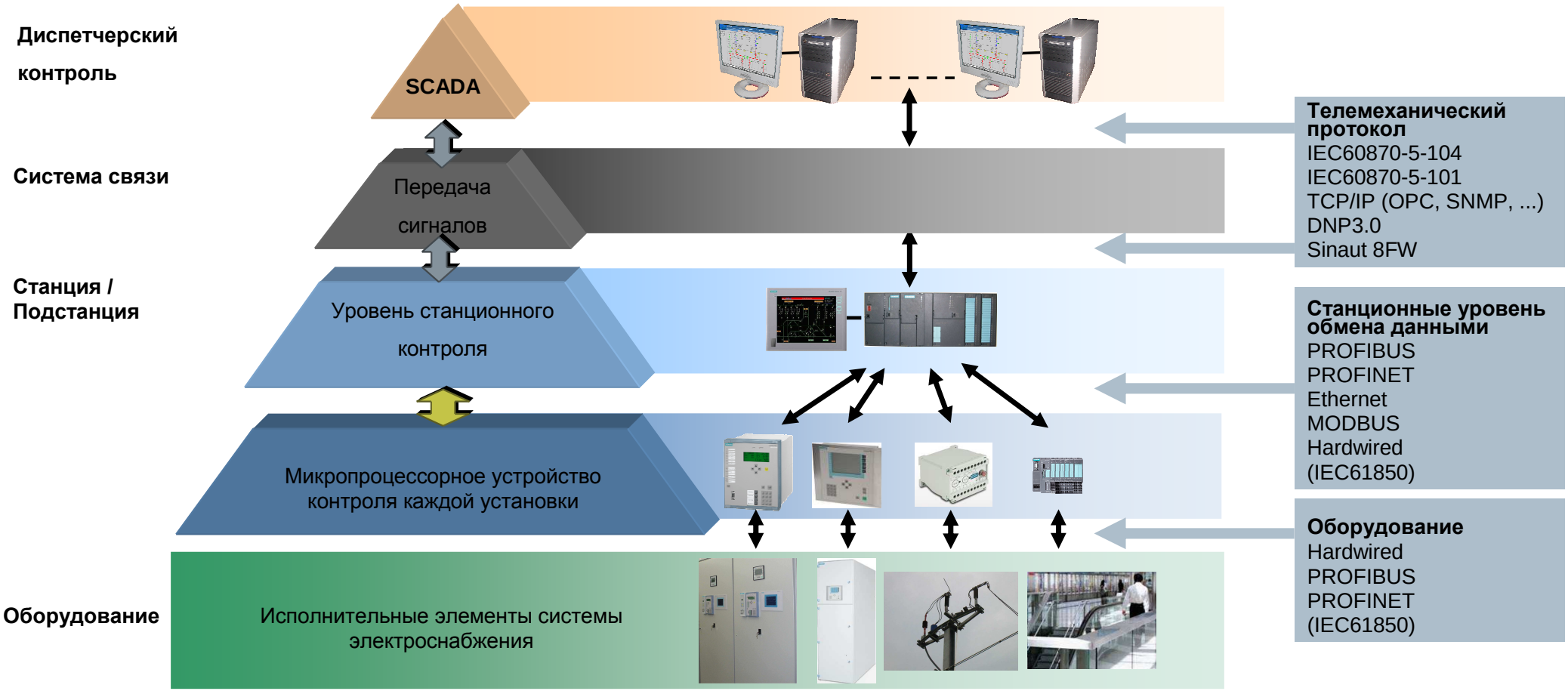
Тяговые распределительные устройства 27,5 и 2x25 кВ

SIEMENS

Тяговые распределительные устройства с твёрдой, элегазовой и воздушной изоляцией

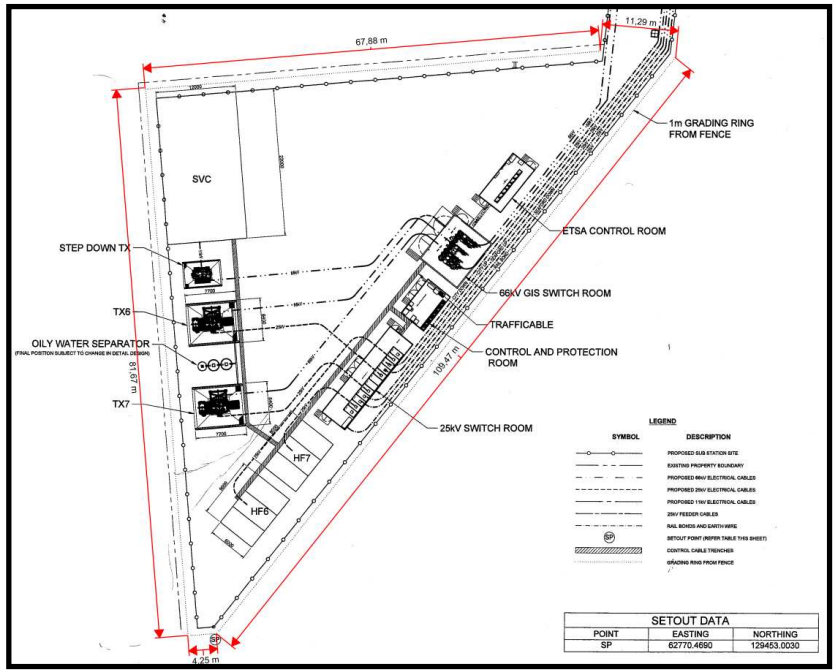
Система дистанционного контроля

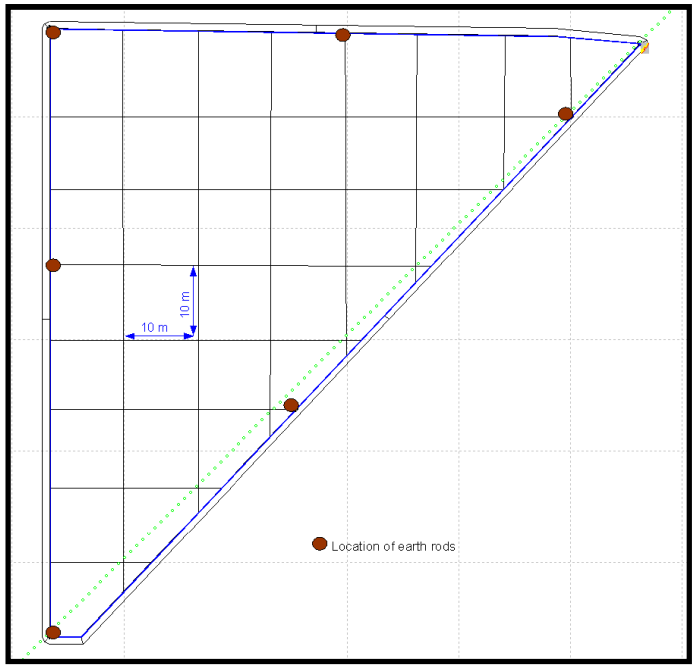
SIEMENS

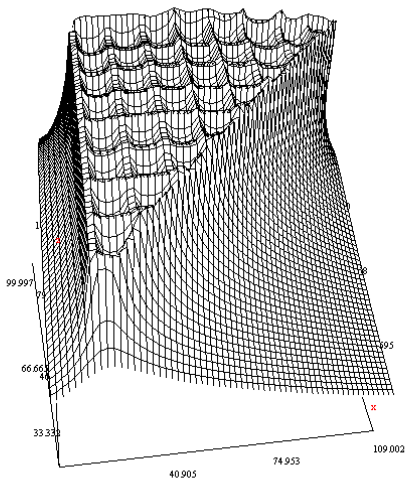


Организация контура заземления

SIEMENS







Планировка подстанции

Контур заземления

Распределение потенциала

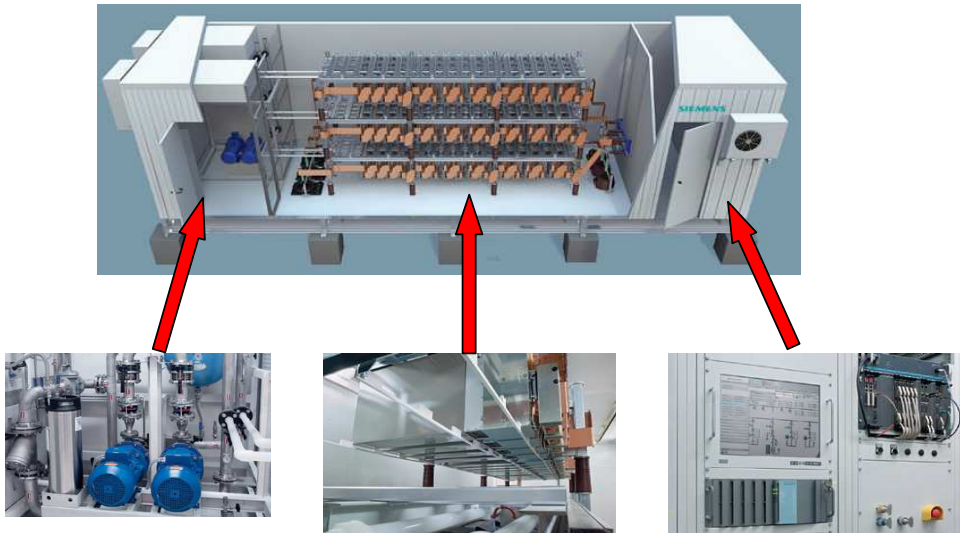
SIEMENS

Специальные решения для тяговых подстанций ВСМ

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Siemens SVC plus R– компенсатор реактивной мощности

SIEMENS



Охлаждение | IGBT модуль | Управление

Назначение – обеспечение качества характеристик напряжения в точке подключения тяговой подстанции к питающей сети 110 (220) кВ.

Sitras SAB– активное симметрирующее устройство

SIEMENS

Силовой блок

IGBT модуль

Преобразователь

Назначение – контроль токовой нагрузки по вводам тяговой подстанции (или тягового РУ). Обеспечение активного контроля равномерного распределения однофазной тяговой нагрузки по трем питающим фазам подстанции. Компенсация реактивной мощности.

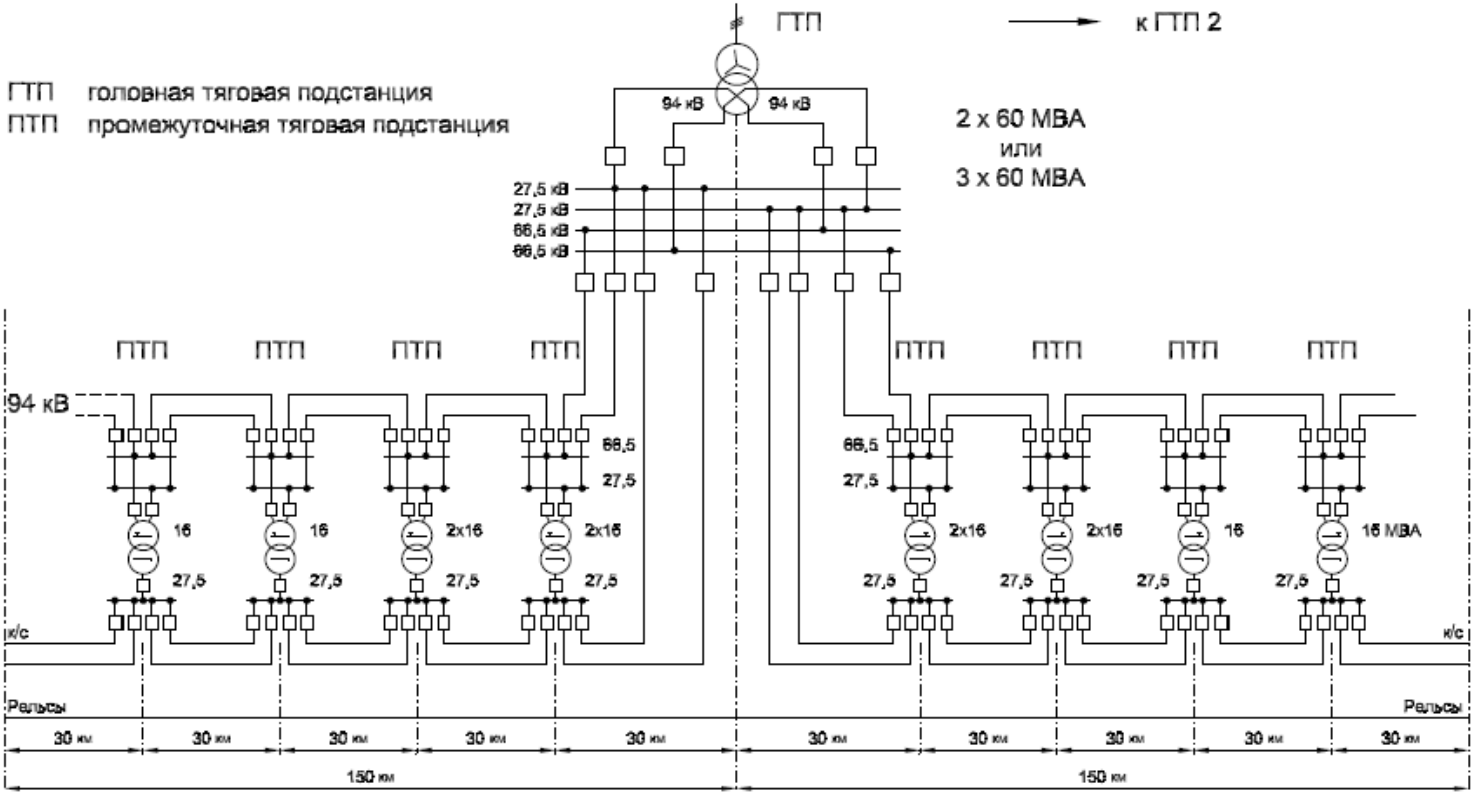
SIEMENS

Совершенствование систем тягового электроснабжения. Система 94 кВ – новое решение в электроснабжении

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Основная информация

SIEMENS



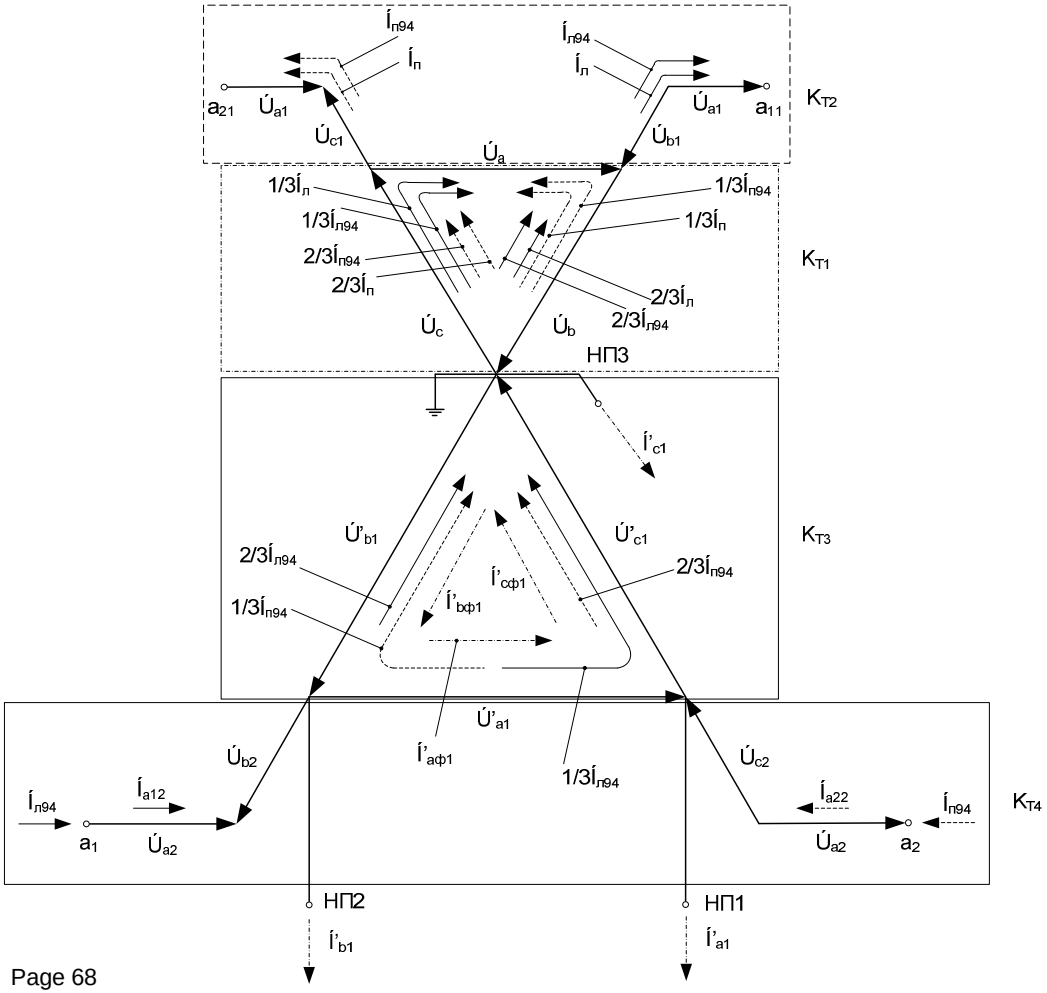
Система тягового электроснабжения 94 кВ – система с симметрирующим трансформатором, расположенным на головной тяговой подстанции (ГТП), и промежуточными тяговыми подстанциями (ПТП).

Особенности:

1. Плечё питания – 200-300 км.
2. Продольные питающие линии повышенного напряжения (94 кВ).
3. Стандартный подвижной состав.
4. Равномерная загрузка питающей сети.
5. Минимизация количества нейтральных вставок.

Симметрирующий трансформатор

SIEMENS



Двухкаскадный тяговый симметрирующий трансформатор. Общее количество обмоток – 14 (без учёта первичной обмотки).

Стандартные уровни напряжения каскадов (35 кВ и 110 кВ), что позволяет применять уже существующие нормы проектирования и приёмо-сдаточных испытаний.

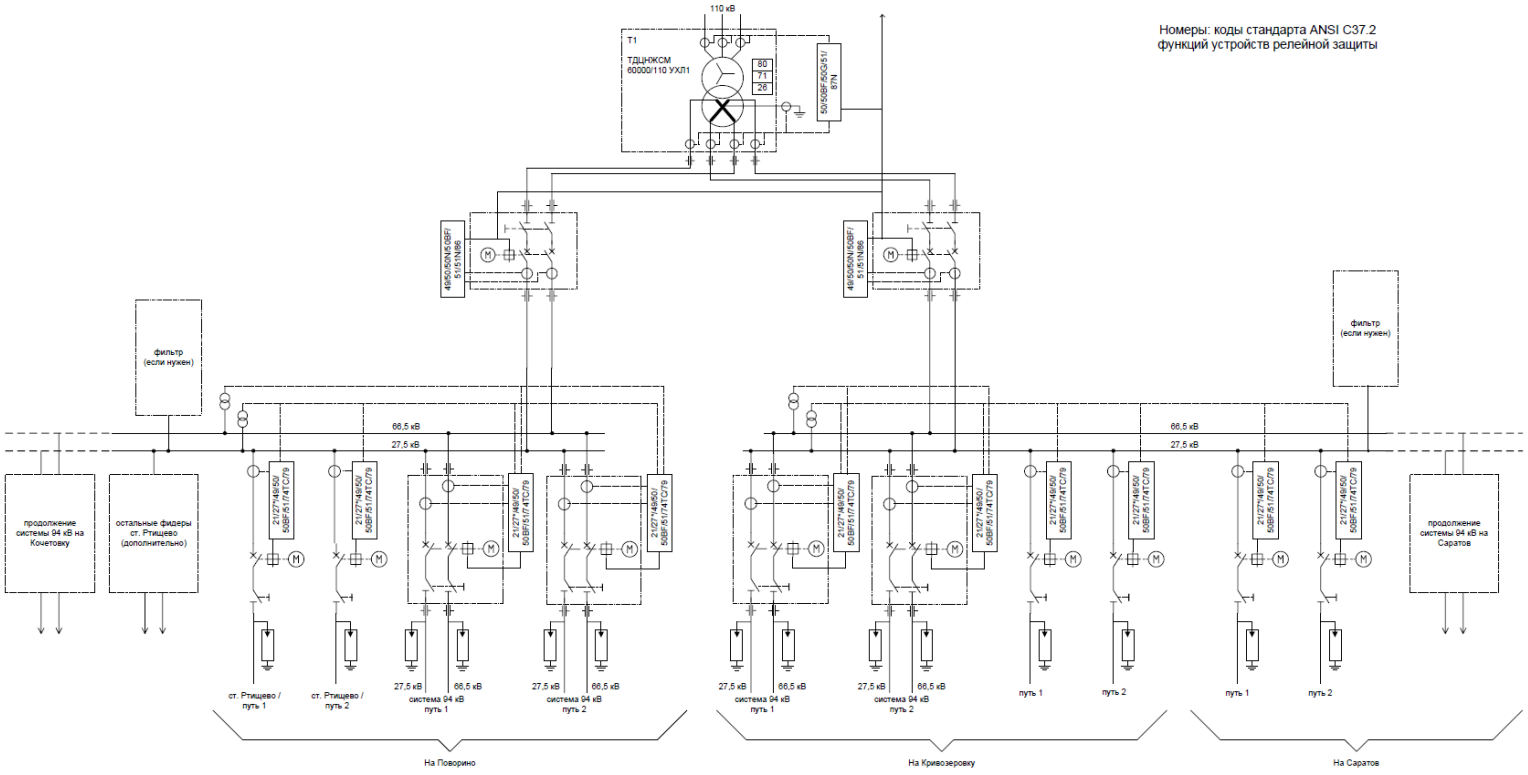
Два варианта исполнения:

1. Единые обмотки в одном кожухе.
2. Два раздельных трансформатора (верхний тяговый каскад и нижний каскад питания продольной линии) с соединением выводов подключаемых в рельс.

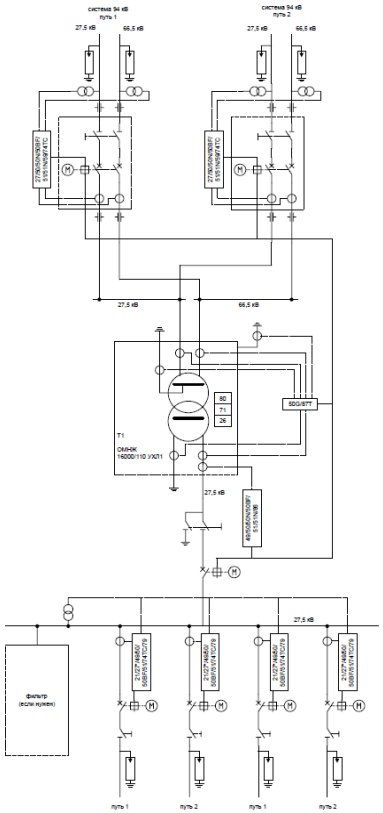
Конфигурация ГТП и ПТП

SIEMENS

ГТП



ПТП



Преимущества перед другими системами

SIEMENS

Параметр	94 кВ	27,5 кВ	2х25 кВ
Количество подстанций, питающихся от сетей 220 (110) кВ, шт.	2	9	7
Количество промежуточных подстанций автотрансформаторных станций и постов секционирования, шт.	11	16	40
Общая установленная мощность трансформаторов, включая резервы, мВА	560	800	1160
Несимметрия высоковольтной сети из-за ж/д, %	0,5-0,7	2,5-3	прибл.2
Контактная сеть - контактный провод/ несущий трос/ ДП, шт.	1/1/2	1/1/1	1/1/1
Количество нейтральных вставок в контактной сети	4	18	14
Стоимость линий 110 кВ, необходимых для питания подстанций, млрд.руб.	0,5	1,1	0,9
Стоимость подстанций, автотрансформаторных пунктов млрд.руб.	14,3	14,9	>14,9
Стоимость контактной сети и постов секционирования, млрд.руб.	2,7	2,9	>2,9
Суммарная стоимость, млрд. руб.	**17,5**	**18,9**	**>18,7**

Сравнение проведено на участке Карымская – Забайкальск (353 км) с массой поездов от 1800 до 8000 тонн

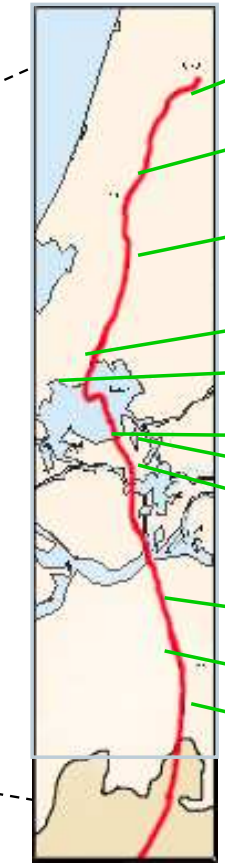
SIEMENS

Пример реализованного объекта. BCM Zuid, Голландия

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Информация о объекте BCM Zuid

SIEMENS



Хоффдор

Нордельик, Голландия

Туннель “Groene Hart”

Мидден, Голландия

Роттерлам

Барендрехт

Роттердам

Голландия, Юг

Бреда

Брабант, Север

Брабант, Юг

Техническая информация

SIEMENS

Двухпутная линия общей протяжённостью 98 км.;

Скорость:

- Международные поезда 350 км\ч;
- Региональные поезда 220 км\ч;

Минимальное время между поездами - 180 секунд;

Максимальная пропускная способность - 20 поездов в час в одном направлении;

Максимальный подъём - 25 ‰;

Протяжённость тоннелей - 17,9 км;

Протяжённость мостов и виадуков - 8,4 км;

Ровная поверхность - 25% общей протяжённости линии;

Сооружения - 75% общей протяжённости линии.

Объём работ

SIEMENS

Разработка, поставка, инсталляция, проектный менеджмент и ввод в эксплуатацию следующих систем:

1.Тяговые подстанции и контактная сеть;

- СТЭ 2Х25 кВ переменного тока и 1500 В постоянного тока;
- Автотрансформаторные станции (7 шт.);
- Контактная сеть Sicat HA;
- Участки стыкования двух родов тока (5 шт.);
- Нейтральные вставки (3 шт.);
- Система автоматизации – SCADA.

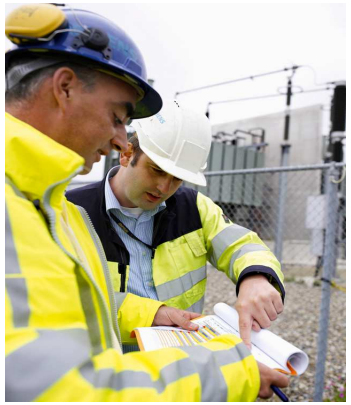
2.Связь;

3.Сигнализация;

4.ETCS;

5.Дополнительное оборудование.

25 лет сервисного обслуживания.



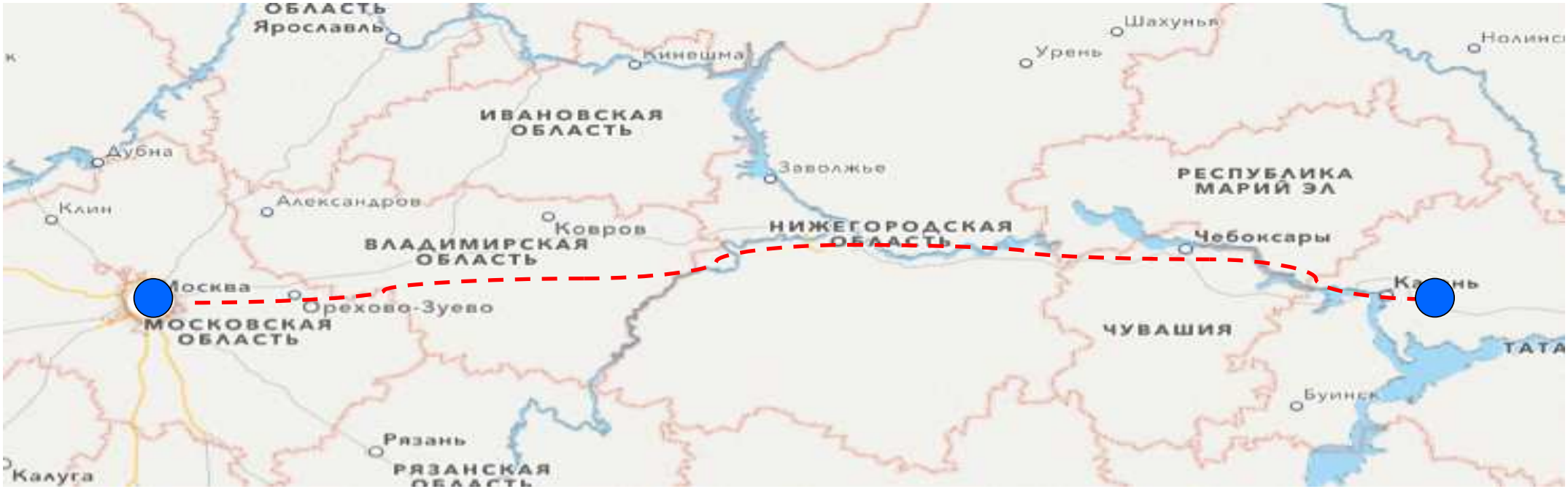
SIEMENS

Предложения для проекта ВСМ Москва-Казань

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

ВСМ Москва-Казань

SIEMENS



Длина участка – 756,2 км

Максимальная скорость - <400 км/ч

Время в пути – 3 часа 30 минут

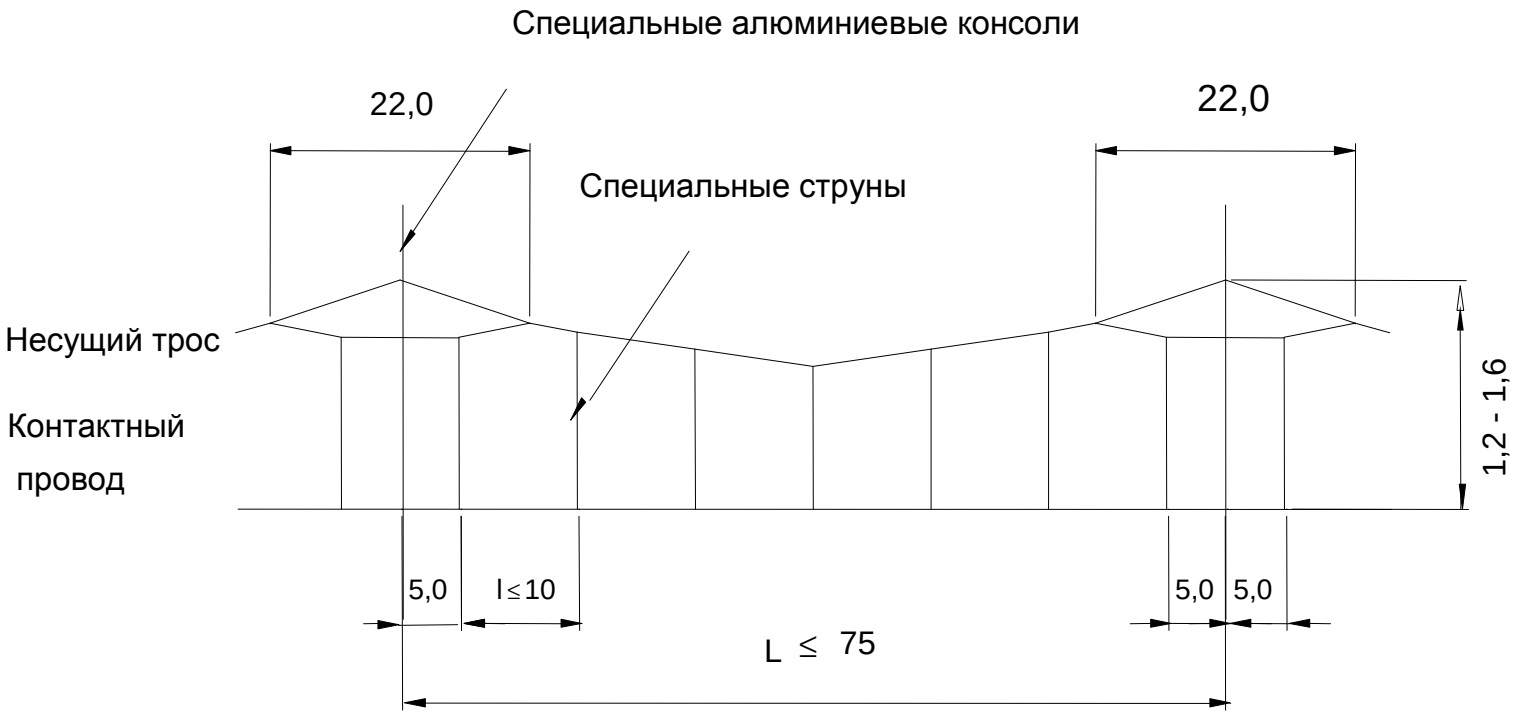
Более 340 искусственных сооружений

Около 800 разноуровневых пересечений

Пересечения с реками Ока, Сура и Волга

Sicat HA 400 - контактная сеть для ВСМ России

SIEMENS



Контактный провод:	**AC120 CuMg / AC 150 CuMg**
Несущий трос:	**BzII 120**
Максимальная длина анкерного участка:	**≤2000 м**
Максимальная скорость:	**400 км/ч**
Срок эксплуатации:	**> 2 миллиона проходов токоприёмника**

Система полностью адаптирована для применения на территории Российской Федерации

SIEMENS

Заключение

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Заключение

SIEMENS

1. Десятилетний опыт испытаний и эксплуатации систем ВСМ по всему миру;
2. Адаптированное к условиям эксплуатации в России оборудование;
3. Sicat HA 400 – контактная сеть ВСМ;
4. Комплексный подход на всех этапах реализации проекта ВСМ;
5. Надёжность всех подсистем инфраструктуры;
6. Долголетнее сотрудничество с университетами, проектными институтами и монтажными организациями.

SIEMENS

Вопросы?

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»