

ТЯГОВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНА ИНФРАСТРУКТУРА В ГРАДСКИЯ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТ - ТЕНДЕНЦИИ, ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА И ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ

[siemens.com/rail-electrification](https://www.siemens.com/rail-electrification)



Съдържание:

1. Контейнерна ТИС

- Концепция и предимства
- Основни технически характеристики

2. Системи за управление и мониторинг

- Sitras SCS – контрол и защита
- Системи за ретрофит

3. Решения за енергийна ефективност

- Sitras PCI – интелигентно управление на енергията

Контейнерна токоизправителна станция



Интелигентно решение за градски електротранспорт

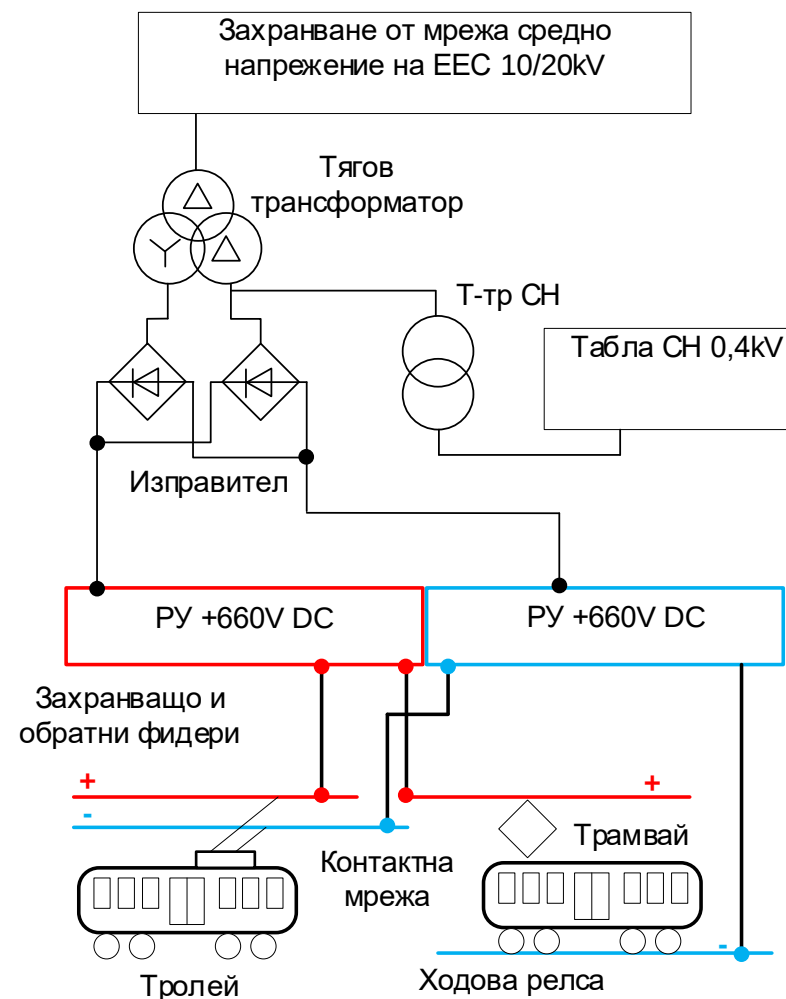
Защо контейнерна станция?

- Siemens използва контейнерни станции повече от 40 години.
- Компактна, надеждна, лесна за монтаж.
- Минимална поддръжка.
- Бърза доставка и инсталация – сглобена в завода, тествана и готова за експлоатация.
- Модулен дизайн – лесно адаптиране към различни инфраструктури.
- Минимални строителни дейности – подходящо решение при модернизация без прекъсване на транспорта.



Принцип на работа

- **АС 10kV вход - КРУ Средно напрежение**
- **Тягов агрегат (Трансформатор + Токоизправител)**
- **РУ за захранване на Контактна мрежа 750V DC**
- **Локална SCADA** – Телемеханизация и телесигнализация, защита, комуникация
- **0,4 kV табло** – захранване на системи за собствени нужди



Технически характеристики



Захранване КРУ - Средно напрежение

от 10 kV / 25 kA или 24 kV / 20 kA

Херметизирано, метално, типово изпитано

Гъвкаво за разширения

Трансформатор + Токоизправител Sitras REC:

Мощност: 50 kVA – 20 MVA

Напрежение: до 36 kV

Без масло, нисък шум, малък CO2 отпечатък

РУ 750 V DC

Защитни устройства Sitras MDC

IEC 61850 / PROFINET комуникация

Системи за управление:

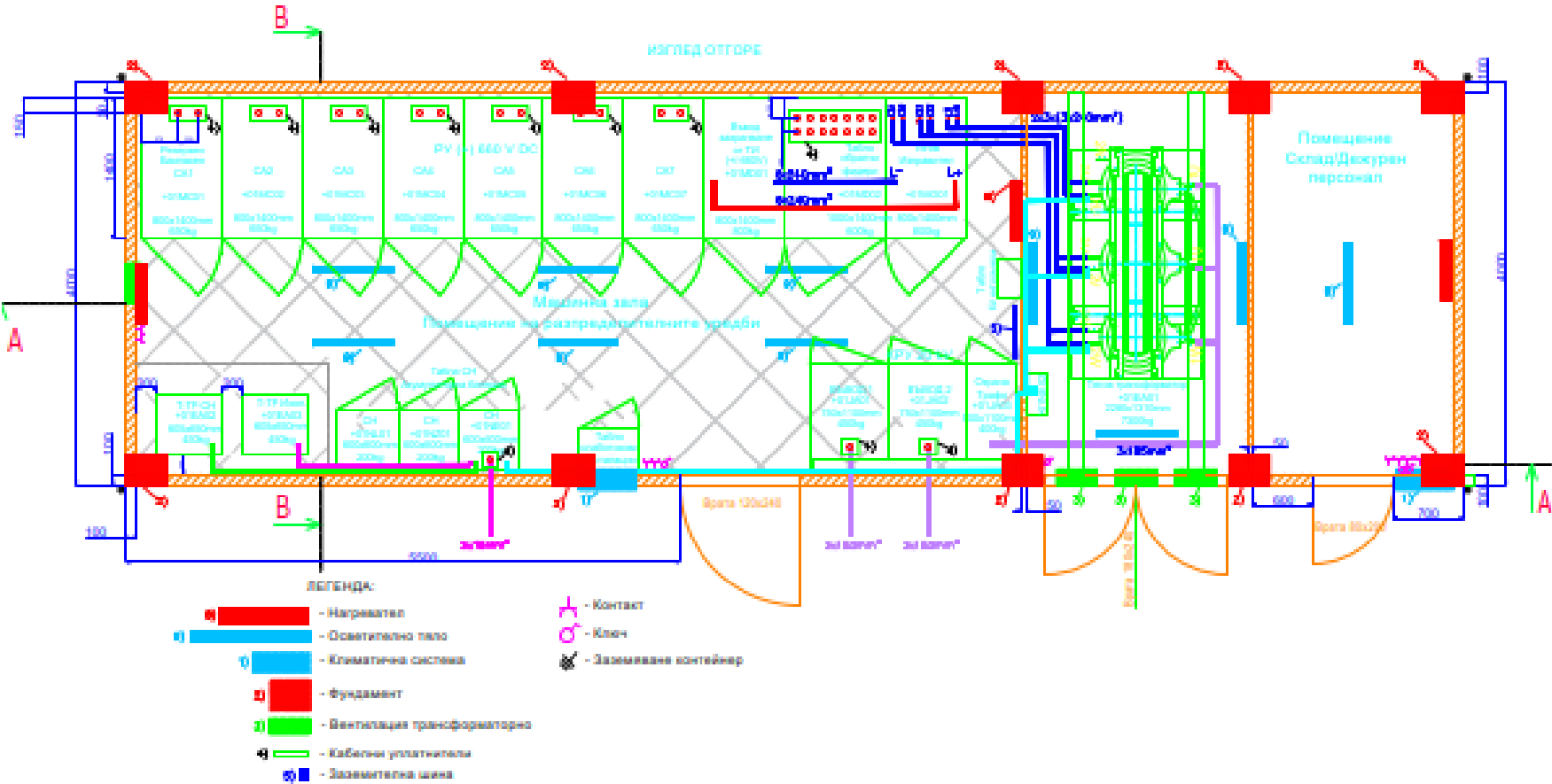
Sitras SCS – контрол и защита

Sitras iEMS – енергиен мениджмънт

Asset Monitoring + Cloud Connectivity



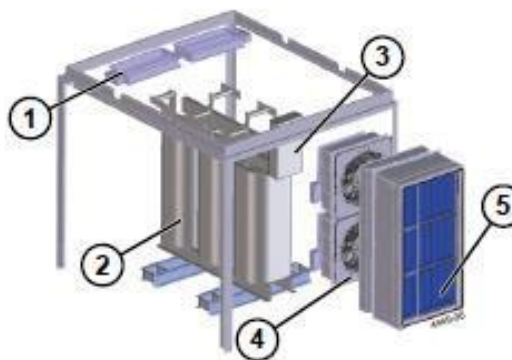
Примерно разположение на оборудването в ТИС



Системи за спомагателни нужди



- Алармена система COT
- Осветление и контакти
- Пожароизвестителна система
- Нагреватели за защита от конденз
- Климатична инсталация ОВК
- Въздушно охлаждане на трансформаторно помещение
- Заземителна инсталация



KPY 10 kV 8DJH 12 – blue GIS



Rated voltage	kV	7.2	12
Rated short-duration power-frequency withstand voltage	kV	20	28
Rated lightning impulse withstand voltage	kV	60	75
Rated frequency	Hz	50	
Rated normal current – busbar	A	630	
Rated normal current – feeders	A	630	
Rated peak withstand current up to	kA	52,5	
Rated short-circuit making current up to	kA	52,5	
Rated short-time withstand current (up to 3 s)	kA	21	
Rated short-circuit breaking current	kA	21	
Insulating medium	Clean Air		
GWP (global warming potential)	< 1		
Rated filling level	kPa	160	
Panel widths	mm	310 / 430 / 500 / 840	
Depth	mm	775 / 890	
Height	mm	1200 /1400 / 1700	
Ambient air temperature range	°C	- 25 °C to + 55 °C / - 40 °C to + 70 °C	
Internal arc classification IAC	IAC A FL 21 kA 1 s, IAC A FLR 21 kA 1 s		
Partition class	PM		
Loss of service continuity	LSC 2		
Degree of protection	Primary part IP65 Switchgear enclosure IP2X / IP3X		
Expected lifetime (under normal operating conditions)	> 35 years		
Classification	IEC 62271-1/-100/-102/-103/-200		

KPY 20 kV 8DJH 24 – blue GIS



Rated voltage	kV	15	17.5	24
Rated short-duration power-frequency withstand voltage	kV	36	38	50
Rated lightning impulse withstand voltage	kV	95	95	125
Rated frequency	Hz	50		
Rated normal current – busbar	A	630		
Rated normal current – feeders	A	200 / 250 / 630		
Rated withstand current up to	kA	52,5		
Rated short-circuit making current up to	kA	52,5		
Rated short-time withstand current (up to 3 s)	kA	21		
Rated short-circuit breaking current	kA	21		
Insulating medium	Clean Air			
GWP (global warming potential)	< 1			
Rated filling level	kPa	190		
Panel widths	mm	350 / 450 / 550 / 840		
Depth ¹⁾	mm	775		
Height (without LV compartment and duct) ²⁾	mm	1400		
Ambient air temperature range ³⁾	°C	- 25 °C to + 55 °C		
Internal arc classification IAC	IAC A FL 21 kA 1 s, IAC A FLR 21 kA 1 s			
Partition class	PM			
Loss of service continuity	LSC 2			
Degree of protection ⁴⁾	Primary part IP65 Switchgear enclosure IP2X			
Expected lifetime ⁵⁾	> 35 years			
Classification	IEC 62271-1/-100/-102/-103/-105/-200			

Sitras® DSG – КРУ за постоянно напрежение



Типово тествана, метално затворена и разделена разпределителна уредба за захранване на DC тягови линии в масовия градски транспорт и основните железопътни линии за номинални напрежения до 3000 V

- Проектирана с изваждаеми прекъсвачи на колички
- Използва различни типове прекъсвачи
- АПВ
- Автоматично изключване на захранващите линии
- Лесна работа с подвижната количка и механизма ѝ движение в КРУ



Sitras® DSG – КРУ за постоянно напрежение

Технически характеристики на стандартни панели



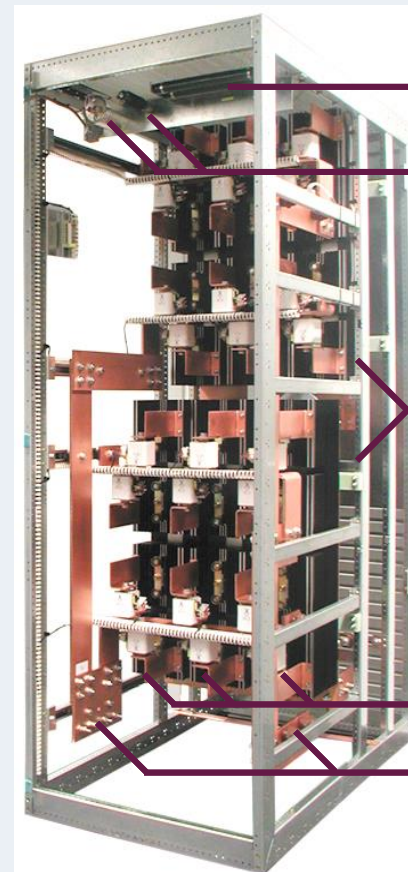
Nominal voltage U_n	[V]	600 / 750	1,500	3,000
Rated voltage U_{Ne}	[V]	900	1,800	3,600
Rated insulation voltage U_{Nm}	[kV]	2	2	4
Impulse voltage withstand level $U_{Ni}1,2/50 \mu s$	[kV]	18	18	30 / 40
Power frequency withstand voltage U_a (50 Hz, 1 min)	[kV]	8.3	8.3	18.5
Rated current, busbar I_{Ne}	[kA]	4.7 ... 10	4.7 ... 10	4.7 ... 10
Rated current, feeder I_{Ne}	[kA]	2.6 ... 8	2.6 ... 6	2.6 ... 4
Rated short-circuit current I_{Nss} (Peak value $\hat{I}_{Nss}$)	[kA]	125 (180)	80 (115)	40 (57)
Rated track time constant T_{Nc}	[ms]	100	80	30
Rated earth fault current I_{Ncwe}	[kA]	50	50	50

Other values on request

Sitras® REC

Диоден изправители

Sitras® REC Диоден изправител



Резистор за празен ход

Защита от
пренапрежение

Диоди

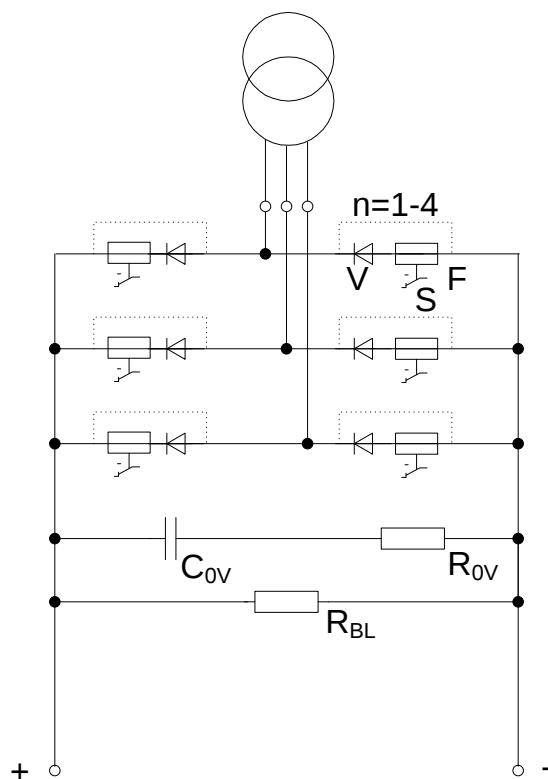
AC Вход

DC Изход

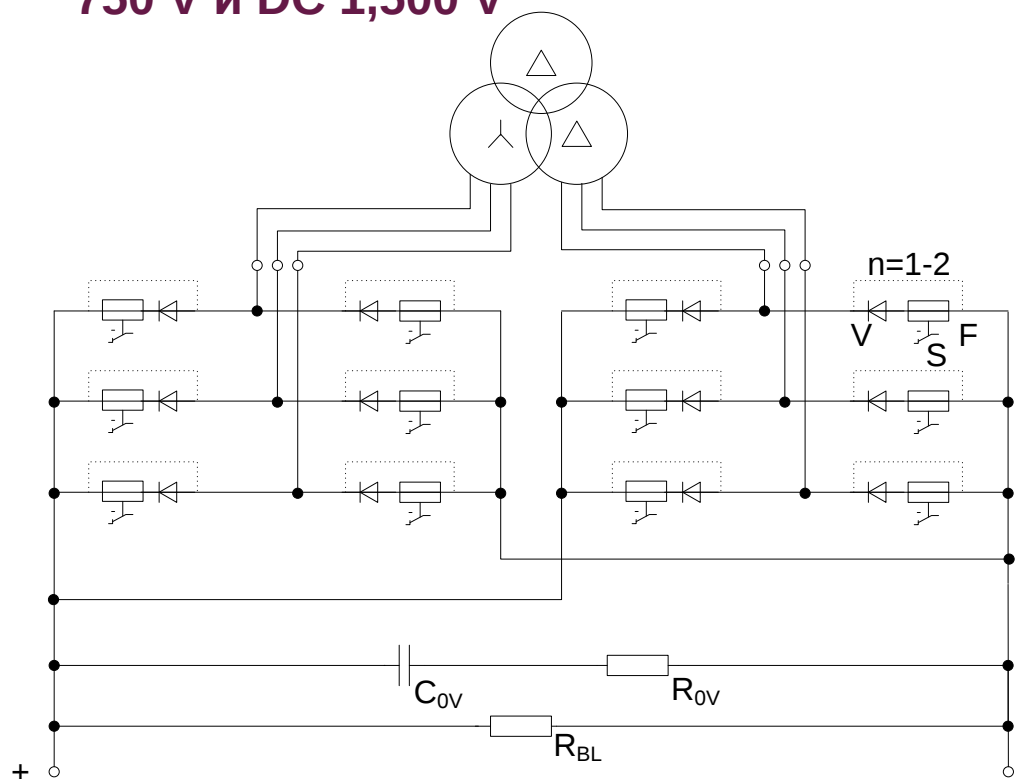
Sitras® REC

Диодни изправители

6 - Пулсна версия, DC 600 / 750 V и DC 1,500 V



Паралелно свързване на 6 - Пулсна версия и 12 пулсна версия, DC 600 / 750 V и DC 1,500 V



Легенда:

- n: Брой паралелни диоди
- C0V: Кондензаторна схема за защита от пренапрежение
- F: Предпазители
- R0V: Резисторна схема за защита от пренапрежение
- RBL: Резистор за базово натоварване
- S: Микропревключвател
- V: Диоди тип диск

Sitras® REC – Диоден изправител

Технически параметри



Nominal voltage	[V]	600 / 750	1,500	3,000
Peak inverse voltage of diodes (Option)	[V]	2,200	4,000 (4,600)	4,000 (4,600)
Maximum rated current ^{1, 2}	[A]	5,220	3,780	3,230
Rated input voltage (3AC) ¹	[V]	650	1,300	2 x 1,300
Rated insulation voltage	[kV]	1	2	3.6
Power frequency withstand voltage (50 Hz, 1 min) ¹	[kV]	3.6	5.5	11.5
Rated frequency	[Hz]	50 / 60	50 / 60	50 / 60

1 Other values on request
2 Value for each cubicle depending on version and load class

Sitras® SCS – Система за управление на станцията

Общи сведения



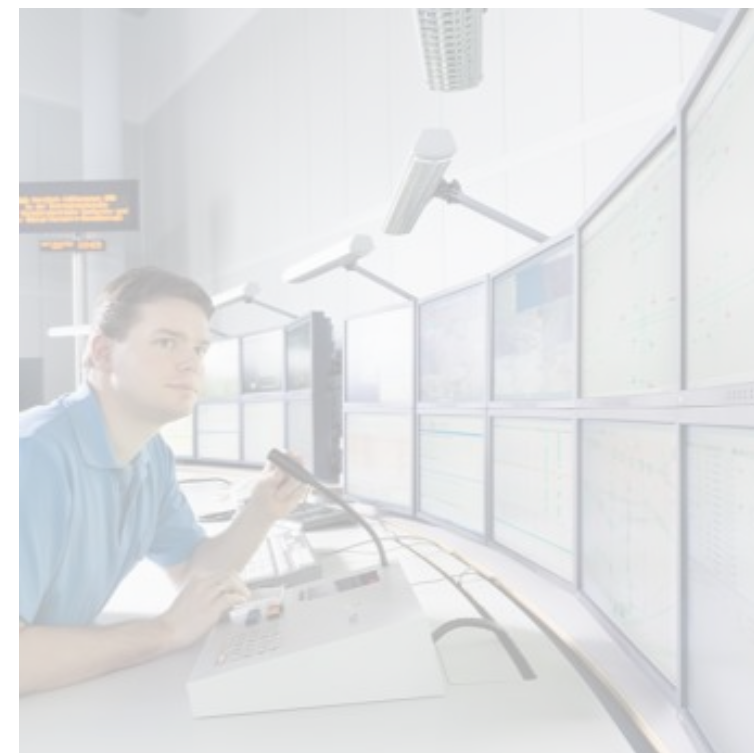
Устройства за защита и управление

Sitras PRO / Sitras MDC / Siprotec



Система за управление локална SCADA

Sitras SCS / Sitras RCI



SCADA

Sitras RSC / Sitras SMS

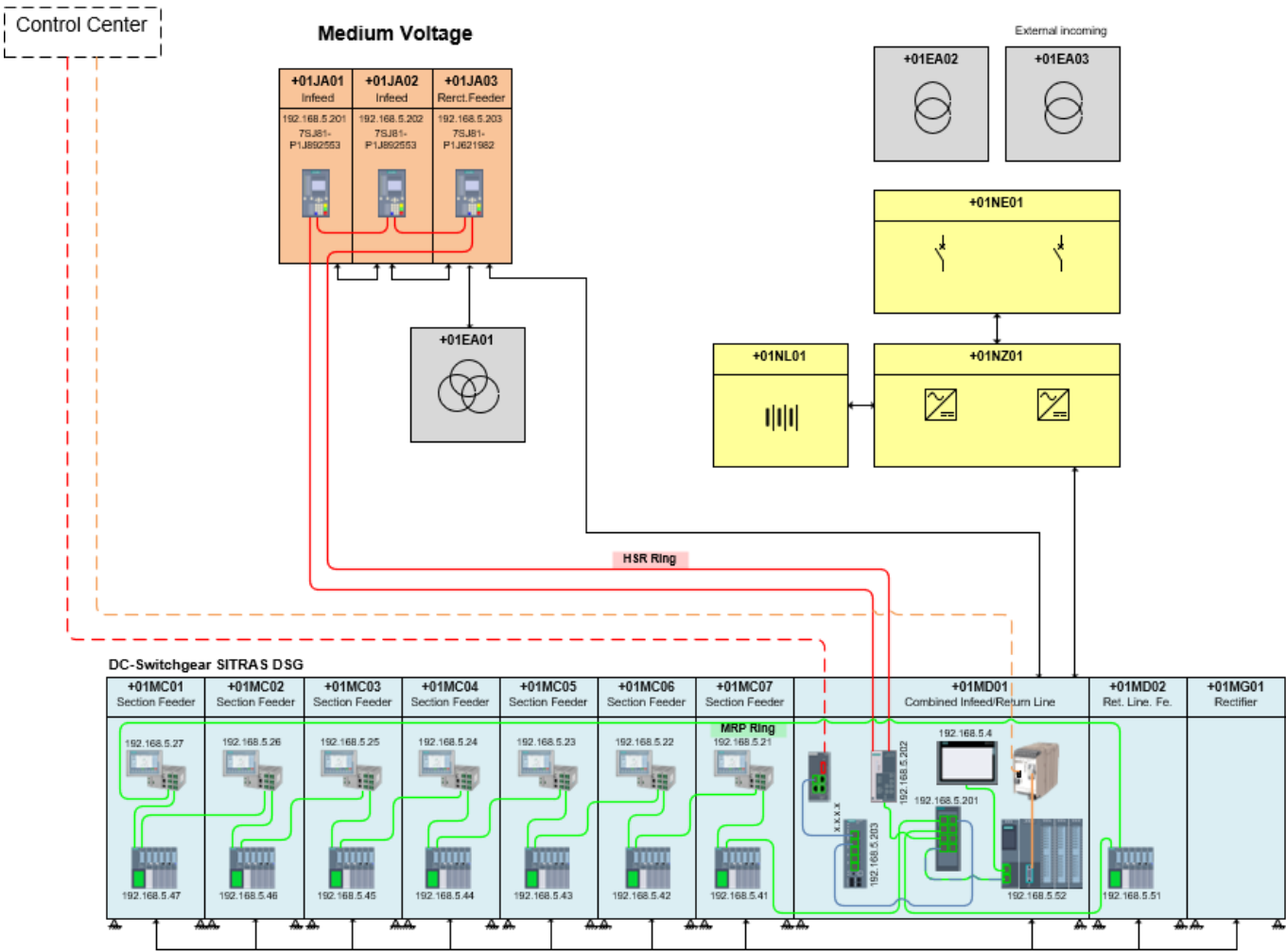
Sitras® SCS – Система за управление на станцията

Преглед



Поток от информация за

- Експлоатация
- Поддръжка
- Наблюдение
- Енергийно набл.
- ...

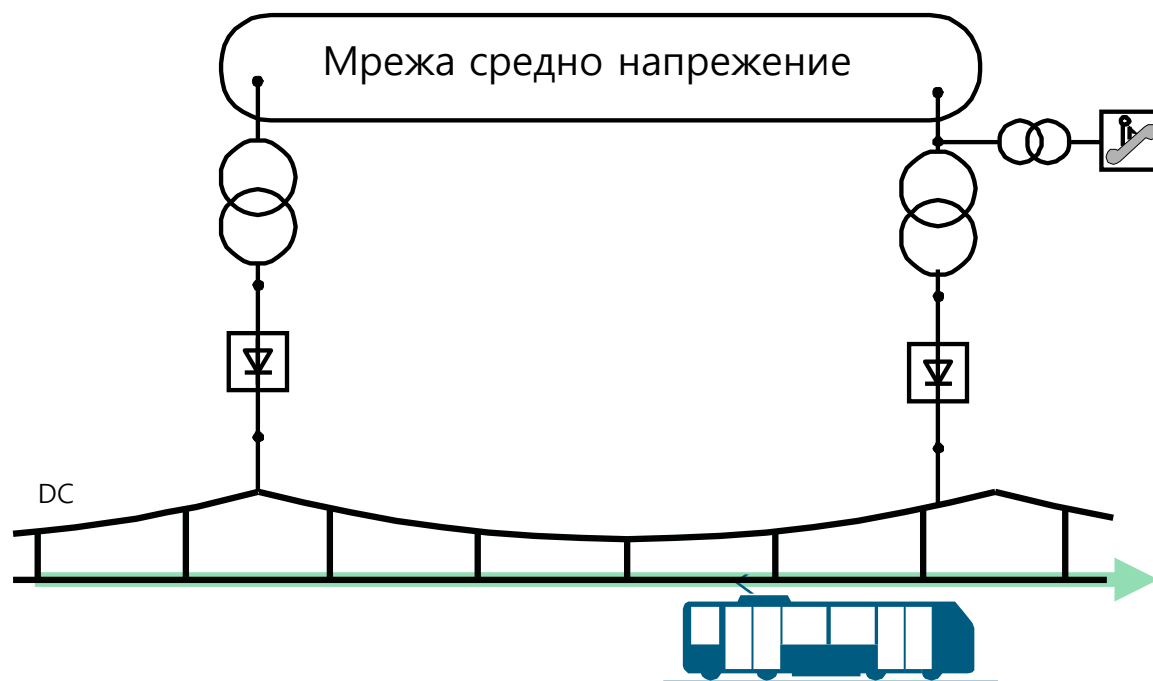


SIEMENS
Ingenuity for life

Sitras SCS - Петрофит

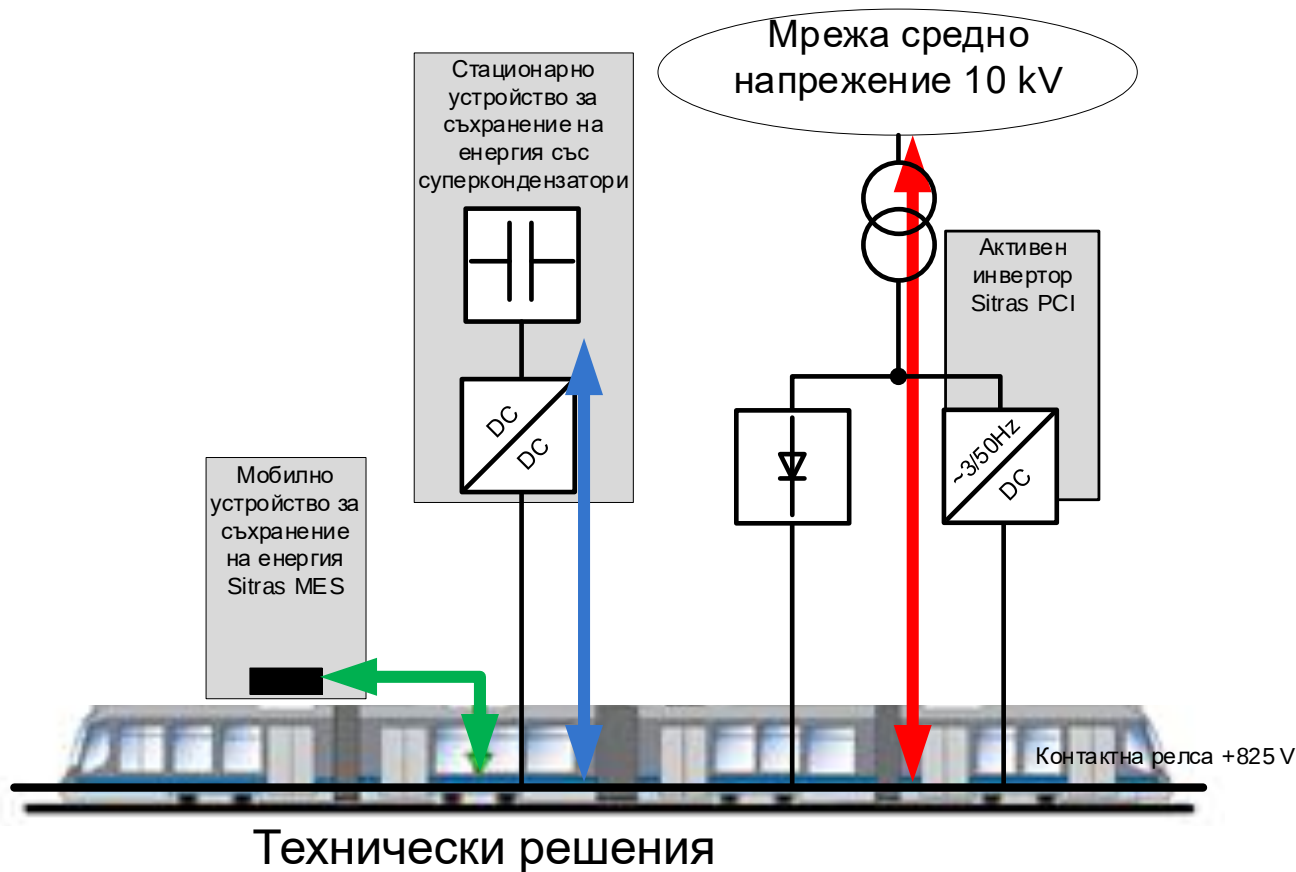
**ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА
ЕФЕКТИВНО ИЗПОЛЗВАНЕ НА
РЕКУПЕРИРАНАТА ЕЛЕКТРИЧЕСКА
ЕНЕРГИЯ В ТЯГОВА МРЕЖА ЗА
ПОСТОЯНЕН ТОК**

ELEKTRIZITÄTSWERK
GRINDELWALD AG
UNTERSTATION GRUND



- Към настоящия момент не е актуален въпроса как да се осъществи рекуперативно спиране, а как да се повиши неговата ефективност.
- Въпреки развитието на силовата електроника и внедряването на управляеми преобразуватели в електрозахранването на всички нови ЕТС, проблематиката свързана с повишаването на ефективността на рекуперативното спиране остава нерешена.
- Размера на върнатата в мрежата електрическа енергия, при рекуперативно спиране може да достигне до 40 % от консумираната от ЕТС.
- За съжаление практиката у нас показва, че ефективността на рекуперативното спиране не достига повече от 25 % (за Метрополитен). Това е така защото тя зависи от множество фактори свързани, както с параметрите и характеристиките на ЕТС,

3. Предложение за техническо решение за повишаване ефективността на рекуперативното спиране



Най-разпространените и предпочитани технически решения към момента са показани на фигурата.

Устройствата за съхранение на енергия използващи суперкондензатори имат висока цена и кратък живот. Този тип технически решения са предпочитани за тягови електрозахранващи системи, при които липсва собствена мрежа за захранване и резервиране на страна средно напрежение.

Sitras® PCI – Технически характеристики



Тип	[V DC]	750 ¹⁾	750	1,500 ¹⁾	1,500 ¹⁾
Брой инверторни панели		1	2	1	2
Мощност (max.)	[MW]	1.25	2.5	1.25	2.5
Ток (max., DC end) 2)	[A]	1,500	3,000	750	1,500
Пример за работен цикъл: for 20 s for 80 s	[A]	1,400	2,800	700	1,400
	[A]	0	0	0	0
Ефективност съгл. to EN 50328	[%]	>96	>96	>96	>96
Оперативно напрежение	[Hz]	50 / 60	50 / 60	50 / 60	50 / 60
	[V AC]	400	400	400	400
Допълнително (опция)	[V DC]	110	110	110	110
Ширина (без DC табло)	[mm]	2,800	4,200	2,800	4,200
Височина (с вентилация)	[mm]	2,500	2,500	2,500	2,500
Дълбочина	[mm]	1,400	1,400	1,400	1,400
Общо тегло (без дросели и DC табло)	[kg]	са. 1,340	са. 2,100	са. 1,340	са. 2,100
Максимална околна температура	[°C]	+40	+40	+40	+40
Степен на защита съгл. to IEC 60529 ²⁾		IP20	IP20	IP20	IP20

Sitras PCI един инверторен панел

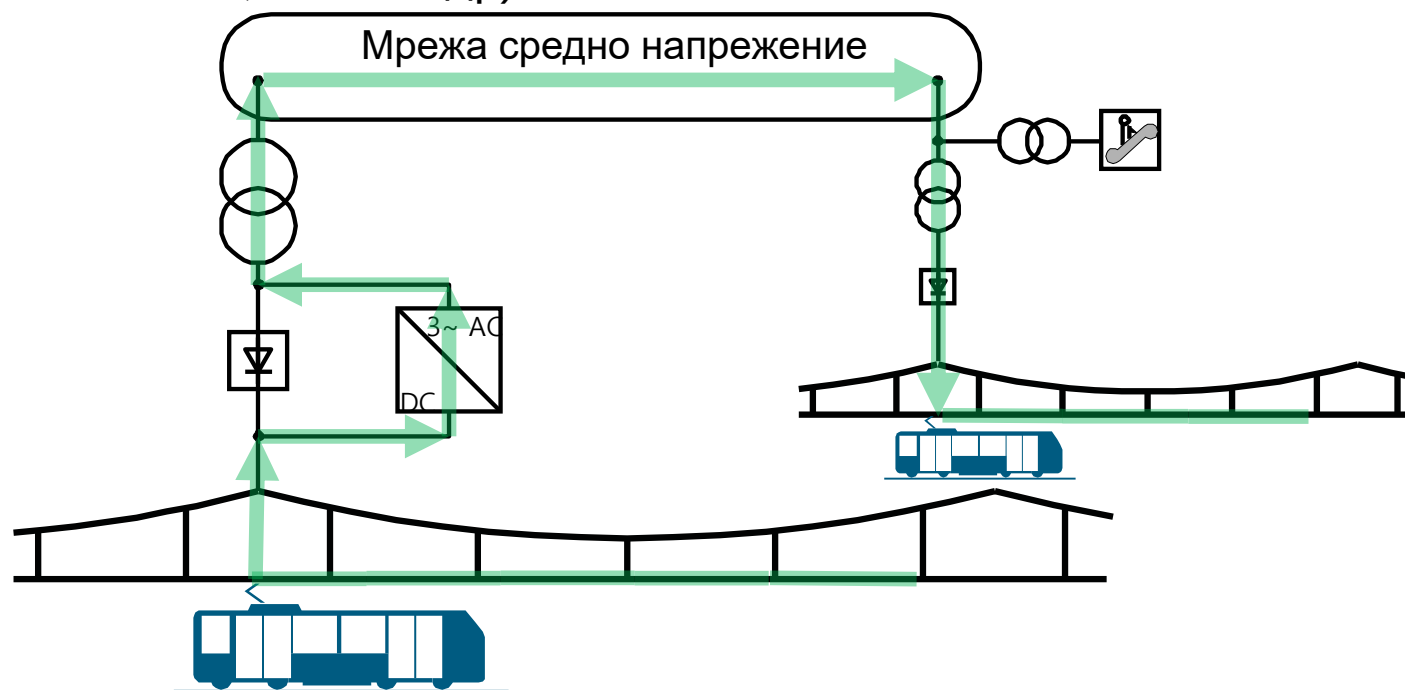


Sitras PCI с два инверторни панела



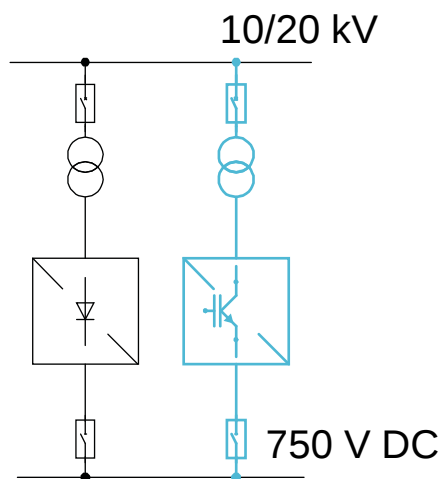
3. Предложение за техническо решение за повишаване ефективността на рекуперативното спиране

- Втората група технически решения са предпочитани при тягови електрозахранващи системи с изградена собствена мрежа за захранване и резервиране на системата на страна средно напрежение, като тук рекуперираната от ЕТС електрическа енергия може да бъде върната на страна средно напрежение и съответно използвана както за тягови, така и за друг вид консуматори (пр. ескалатори, осветление, ОВиК и др).

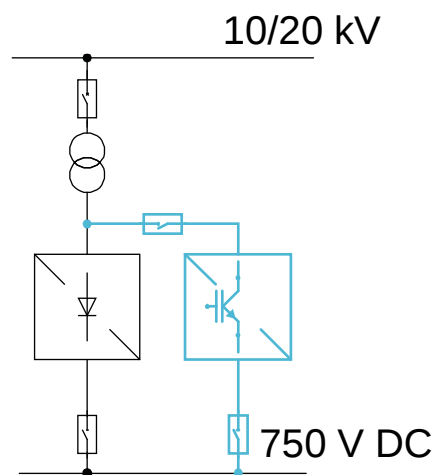


3. Предложение за техническо решение за повишаване ефективността на рекуперативното спиране

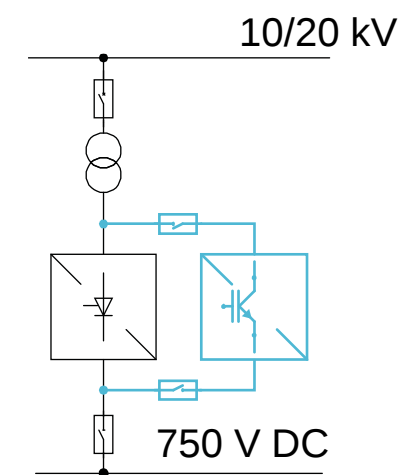
За да се повиши ефективното оползотворяване на електрическата енергията получена при рекуперативното спиране е необходимо в ТИС/ТПС да се инсталират съвременни силови инвертори, изградени на базата на IGB технологията, които да направят възможен преноса на рекуперирания електроенергия от постояннотоковата страна на ТЕС към променливотоковата електрозахранваща мрежа средно напрежение (фиг. а,б и в Sitras®PCI).



фиг. а) Свързване като автономен инвертор



фиг. б) Свързване като спомагателен инвертор



фиг. в) Свързване като спомагателен инвертор



Сименс Мобилити ЕООД

България

Ул. Кукуш 2
1309 София

Доц. д-р инж. Тодор Лалев
Ръководител група

Е-mail: todor.Lalev@siemens.com

gsm:+359 885 111 328

История - регламенти относно електрически уредби Средно Напрежение 10/20kV SF6



ЕС: Предложение за F-газове в нови инсталации Решението и приемането се очакват в средата на 2023 г

 EUROPEAN COMMISSION Strasbourg, 5.4.2022 COM(2022) 150 final	
Prohibition of F-gases GWP ≥ 10	
≤ 24 kV	January 1, 2026
≤ 52 kV	January 1, 2030
≤ 145 kV, 50 kA	January 1, 2028
> 145 kV, 50 kA	January 1, 2031

РЕГЛАМЕНТ (ЕС) 2024/573 НА ЕВРОПЕЙСКИЯ ПАРЛАМЕНТ И НА СЪВЕТА - от 7 февруари 2024 година

Чл. 13
9. Забранява се въвеждането в експлоатация на посочената по-долу електрическа комутационна апаратура, при която се използват или чието функциониране зависи от флуорсъдържащи парникови газове в изолационен материал или среда за прекъсване на електрическия ток, както следва:

а) от 1 януари 2026 г. – електрическа комутационна апаратура за средно напрежение за първично и вторично разпределение до 24 kV включително;

Настоящи регламенти относно електрически уредби Средно Напрежение 10/20kV SF6



През 1997, протоколът от Киото определя SF6 като един от шестте основни парникови газове. Основана причина за това е, че SF6 е най-ефективния парников газ, познат на човечеството, с “парников потенциал” 23 900 пъти по-голям от този на въглеродния диоксид (CO2) и престой в атмосферата до 3200 години.

Трябва ли да се притесняваме?

Въпреки, че влиянието SF6 е само около 0.8% глобално затопляне*, неговата сила като парников газ и атмосферна устойчивост от 3200 години изискват действия. Атмосферната концентрация на SF6 се е увеличила бързо с течение на времето, основно провокиране от търсенето на газоизолирано електрическо оборудване в развиващите се страни.

* изчислено като еквивалентно на CO2