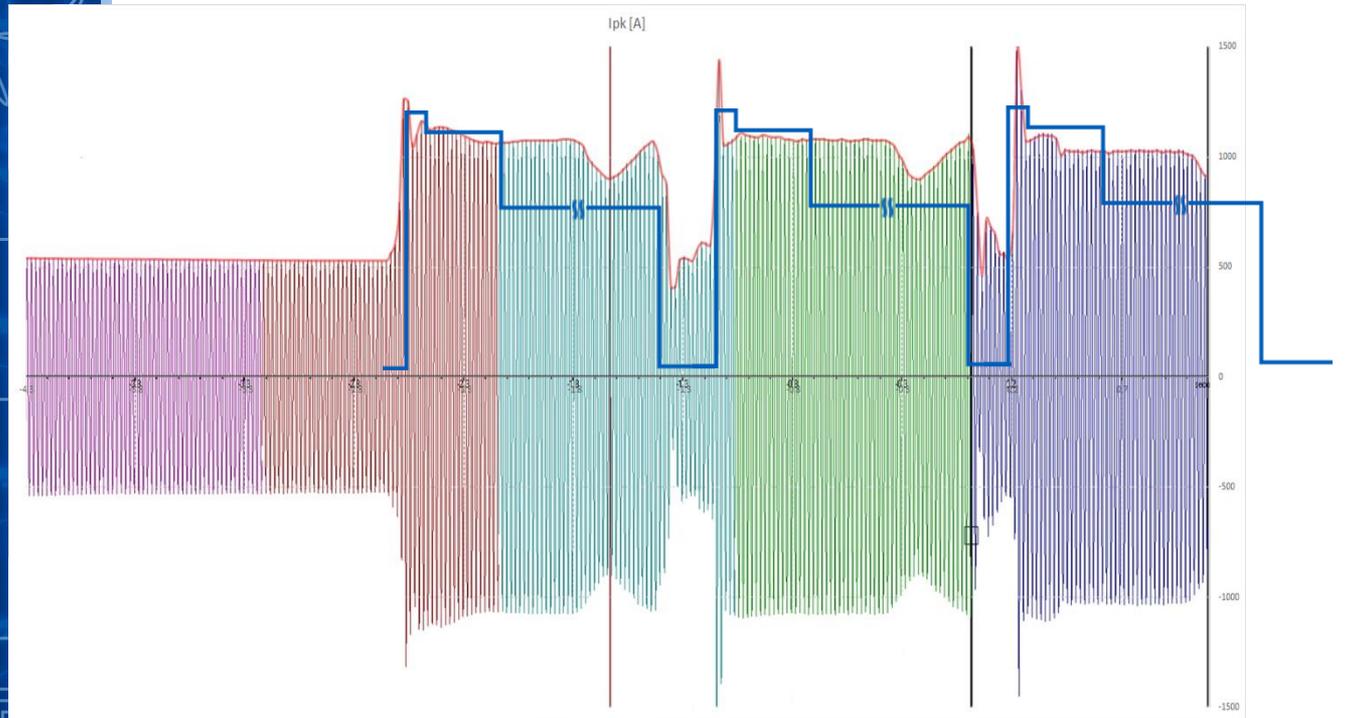


Особенности построения ЦОД для работы с AI нагрузкой

Илья Комаров

Март 2026

Профиль
нагрузки AI
сильно
отличается
от того, к
чему мы
привыкли...



... что приводит к пяти новым проблемам с питанием



Масштабирование



Скачки мощности



Колебания мощности



Гармоники



Цикличность



Два способа управления с колебаниями нагрузки на уровне ИБП

**Передача
колебаний в
питающую
сеть**

**Смягчение
колебаний**

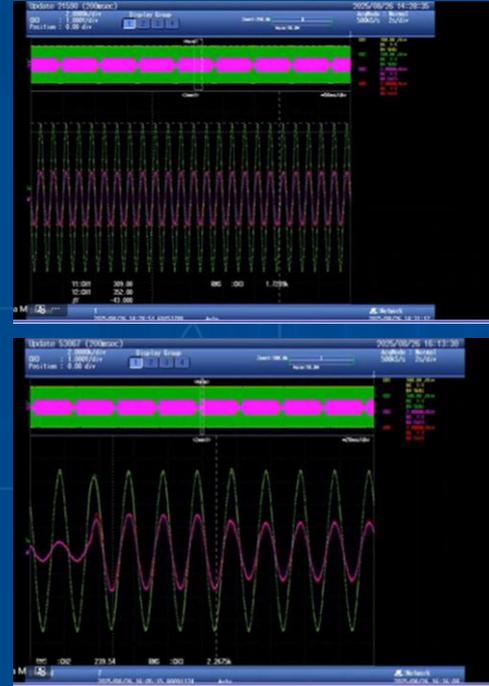
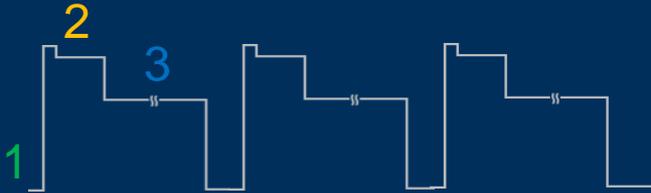
Два способа управления с колебаниями нагрузки на уровне ИБП

**Передача
колебаний в
питающую
сеть**

Заводской тест 9395X проверен с AI нагрузкой

An example of 4hr AI FAT testing

- 1 Step1 Load (Idle state): ≈ 325 kVA / kW
Step1 Time: ≈ 300 ms
- 2 Step2 Load (Peak state): ≈ 1610 kVA / kW
Step2 Time: ≈ 60 ms
- 3 Step3 Load (Steady state): ≈ 1290 kVA / kW
Step3 Time: ≈ 2 seconds



Два способа управления с колебаниями нагрузки на уровне ИБП

Смягчение колебаний

Сглаживание мощности на уровне стойки

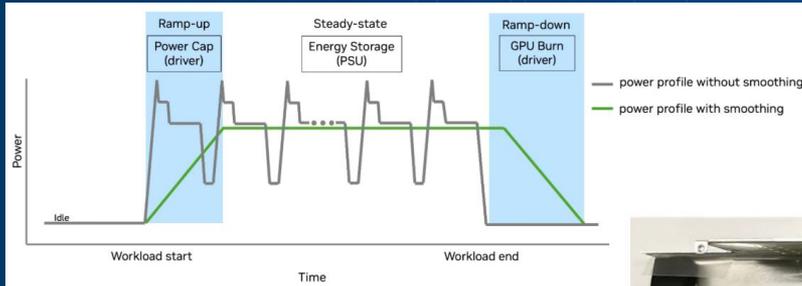


Figure 3. Power smoothing solution

| Key Configuration Parameters | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Parameter | GB300 |
| GPU-active floor (burn + GPU) power | 0 (rely on PSU) |
| GPU-Idle floor power | 5 seconds average power |
| GPU-Idle-to-burn time | 60 milliseconds |
| Ramp-up rate | 20 Watts/ second |
| Idle time before ramp-down | 10 seconds |
| Ramp-down rate | 20 Watts/ second |

Table 1. Key configuration parameters that impact power demands, as shown in Figure 5 above.

NVIDIA DEVELOPER Home Blog Forums Docs Downloads Training

Technical Blog

Data Center / Cloud

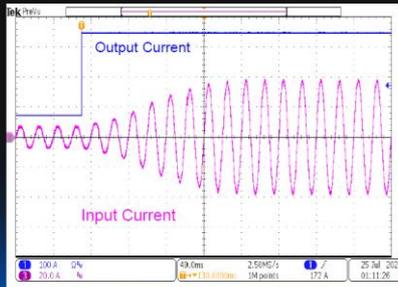
How New GB300 NVL72 Features Provide Steady Power for AI



Figure 8. A photo from power supply vendor LITEON Technology showing the inside of a GB300 power supply unit, with the energy storage area highlighted in green.

Сглаживание мощности на уровне стойки

RAMP RATE OF THE INPUT CURRENT UNDER STEP LOAD



| lin (A) | Ramp Rate |
|---------|-----------|
| 7.6 | |
| 8.4 | 10.5% |
| 9.6 | 14.3% |
| 11.2 | 16.7% |
| 12.4 | 10.7% |
| 14.8 | 19.4% |
| 17.4 | 17.6% |
| 20.8 | 19.5% |
| 23.2 | 11.5% |
| 26.4 | 13.8% |
| 28.4 | 7.6% |
| 30.8 | 8.5% |
| 32.4 | 5.2% |
| 34 | 4.9% |
| 34.6 | 1.7% |

20%

20% to 100% Load Step

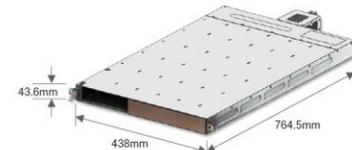
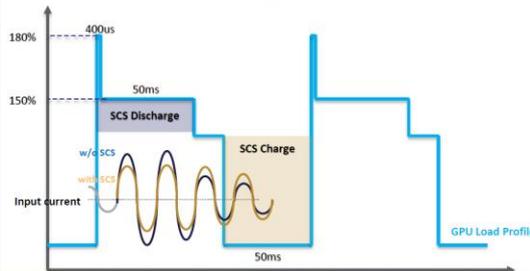
CIPS-Sales@litemon.com

LITEON

1RU Super-Capacitor Shelf (SCS) - Solution to Mitigate GPU Power Fluctuation

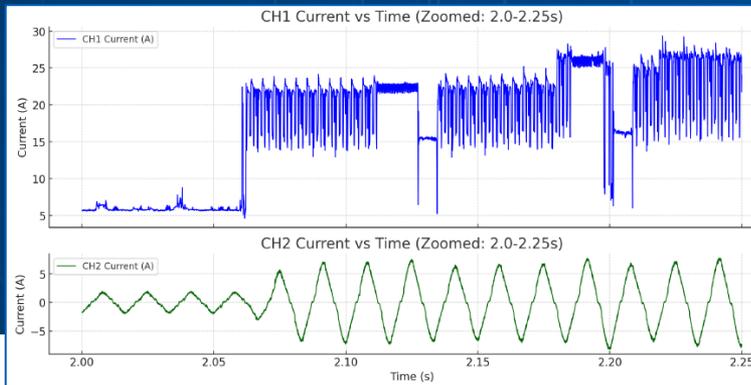
Key Spec

| | |
|--------------------|----------------|
| Energy Capacity | 20kW / 1.5s |
| Output | 50V / 408A max |
| Super-caps voltage | 20V ~ 49V |
| Super-cap type | EDLC |
| Life | 5 years |



EDLC Supercap cells

- ✓ No BMS needed,
- ✓ No min. operating voltage restrict.
- ✓ Less COS issue



19inch 20kW Cap Shelf

Key Features

- Max charge/discharge time: 1.5s @20kW
- Protection: OCP, OVP, UVP, OTP and Fan Fault
- PMBUS communication
- RU PMM Card (Same as RU 33kW shelf)
- EDLC large vendor with reliable supply

EATON

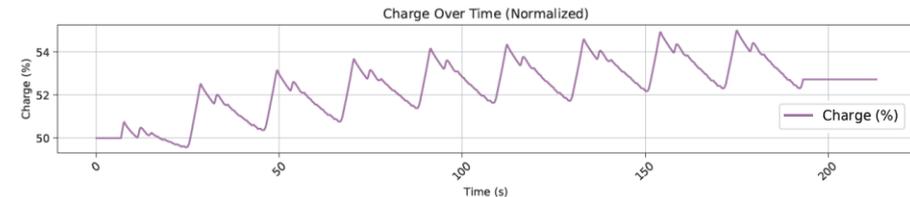
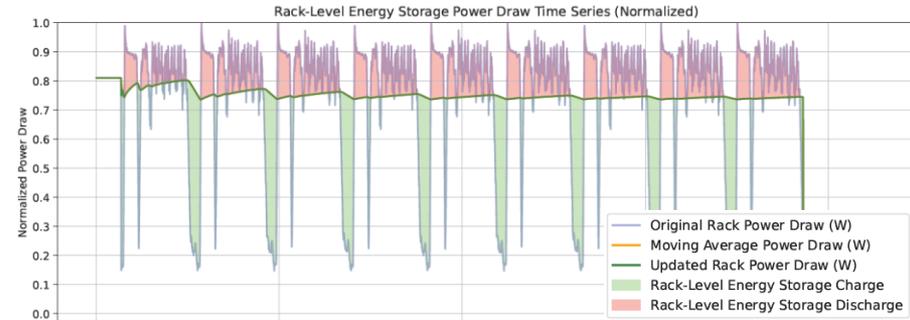
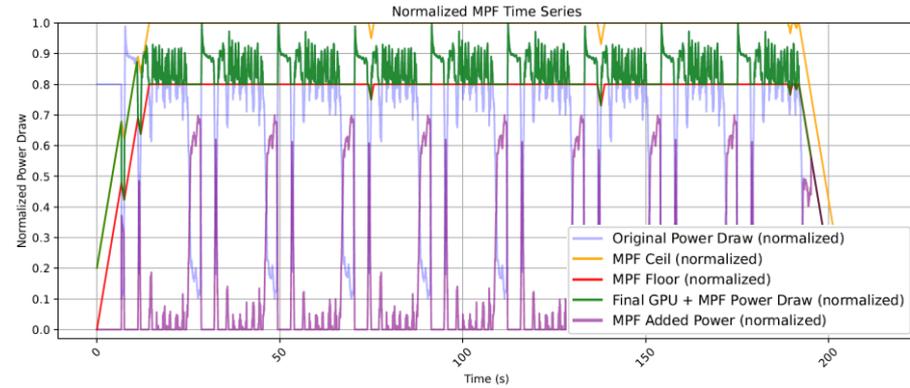
Powering Business Worldwide

© 2026 Eaton. All rights reserved.

Сглаживание на уровне стойки

- Определённый уровень сглаживания нагрузки можно реализовать с новыми GPU (например, Blackwell 300)
- Обеспечение минимального уровня мощности (MPF), использование «dummy operations» в режиме холостого хода для устранения скачков нагрузки
- Дополнительная фильтрация на уровне блоков питания или стойки с использованием суперконденсаторов
- Снижение негативных скачков в направлении инфраструктуры верхнего уровня.
- Огромное количество старых и других xPU, отправленных и ещё не внедрённых в эксплуатацию (Nvidia реализовали >6 миллионов видеокарт только в 2025 году*)

*) <https://www.cnbc.com/2025/11/21/nvidia-gpus-google-tpus-aws-trainium-comparing-the-top-ai-chips.html#:~:text=Once%20used%20primarily%20for%20gaming,GPU%20over%20the%20past%20year.>



Choukse, E., et al. Power Stabilization for AI Training Datacenters. <https://arxiv.org/abs/2508.14318>



Powering Business Worldwide

Сглаживание на уровне стойки

- Определённый уровень сглаживания нагрузки можно реализовать с новыми GPU (например, Blackwell 300)
- Обеспечение минимального уровня мощности (MPF), использование «dummy operations» в режиме холостого хода для устранения скачков нагрузки
- Дополнительная фильтрация на уровне блоков питания или стойки с использованием суперконденсаторов
- Снижение негативных скачков в направлении инфраструктуры верхнего уровня.
- Огромное количество старых и других xPU, отправленных и ещё не внедрённых в эксплуатацию (Nvidia реализовали >6 миллионов видеокарт только в 2025 году*)

*) <https://www.cnbc.com/2025/11/21/nvidia-gpus-google-tpus-aws-tranium-comparing-the-top-ai-chips.html#:~:text=Once%20used%20primarily%20for%20gaming,GPU%20over%20the%20past%20year.>



Смягчение колебаний

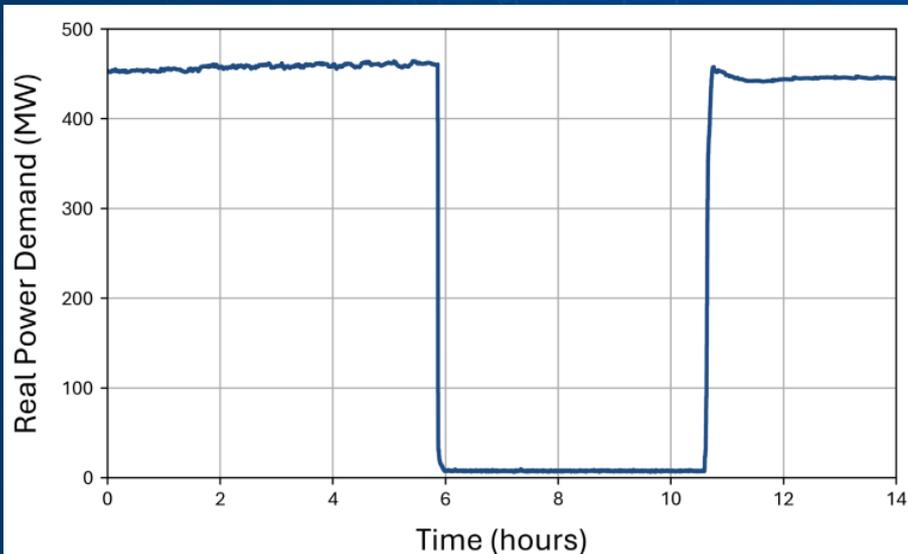


Figure 3.1: Data Center Load Ramp Down and Up

Figure 3.1 shows a North American data center ramping down from about 450 MW to about 40 MW within 36 seconds around hour 6.



*) <https://www.nerc.com/globalassets/who-we-are/standing-committees/rstc/whitepaper-characteristics-and-risks-of-emerging-large-loads.pdf>

Смягчение колебаний

KJV2026

New requirements for demand connections

What, why and when?

Presentation to stakeholders on 5th of June 2025

FINGRID

Fluctuations in active power caused by market controls or third parties must be limitable when necessary. In such cases, the maximum rate of change in active power must be limitable;

- 5–100% of P_{max} / \min but max 50 MW / minute.
- Fingrid must have the capability to activate a request to limit the rate of change in active power.



Смягчение колебаний

KJV2026

New requirements for demand connections

What, why and when?

Presentation to stakeholders on 5th of June 2025

FINGRID

Fluctuations in active power caused by market controls or third parties must be limitable when necessary. In such cases, the maximum rate of change in active power must be limitable;

- 5–100% of Pmax / min but max 50 MW / minute.
- Fingrid must have the capability to activate a request to limit the rate of change in active power.



- Note: There will be 193 AI cycles/day (only ramp-up and ramp-down) which is equivalent to 3.8 full cycles/day (1370 full cycles/year);

Смягчение колебаний



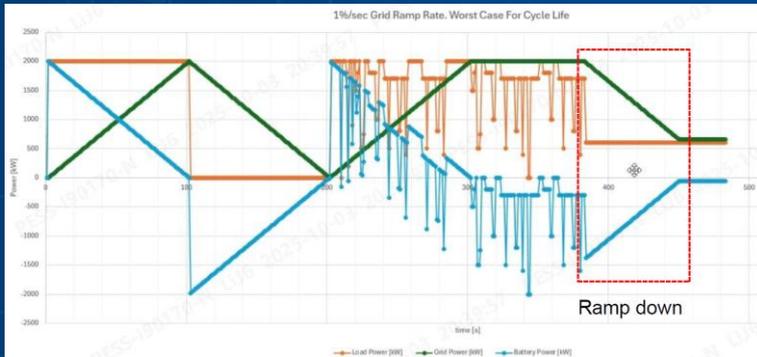
New UPS control of d.c. bus

Adapted battery type

Accurate sizing for batteries

Enhanced UPS charger capability

Смягчение колебаний



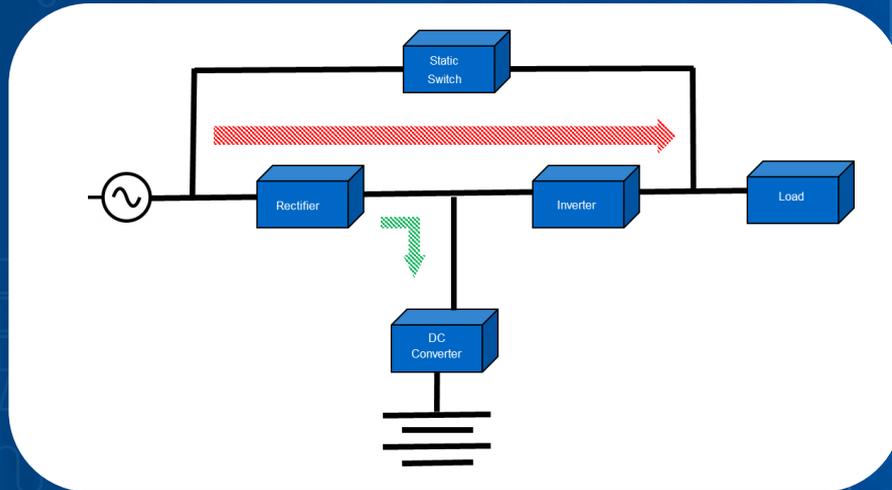
**Max charging
current rate 2C**

Adapted battery type

Accurate sizing for batteries

| Original and Assumed Requirements | Value |
|---|---------------|
| Back up power (kVA) | 2000 |
| Converter efficiency | 96% |
| Ramp down time (s) | 70 (Update) |
| Ramp down power (kVA) | 1400 (Update) |
| Ratio between ramp down and total power | 70% (Update) |
| Back up time-EOL (min) | 5 |

Смягчение колебаний



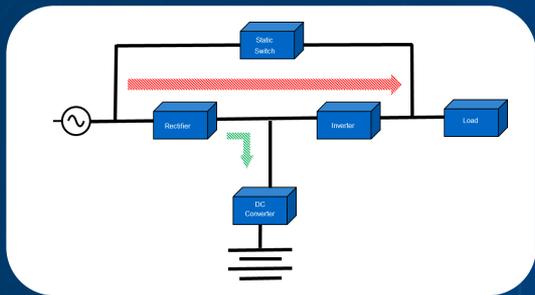
Enhanced UPS charger capability



Powering Business Worldwide

© 2026 Eaton. All rights reserved.

Смягчение колебаний



Enhanced UPS charger capability

| | |
|---------------------|----------------|
| System Power | 2000 kW |
|---------------------|----------------|

| | |
|--------------------|---------------|
| Floor Power | 600 kW |
|--------------------|---------------|

| | |
|------------------------|------------|
| Ramp down ratio | 70% |
|------------------------|------------|

| | |
|-----------------------|-------------|
| Grid ramp-rate | 1%/s |
|-----------------------|-------------|

Required capabilities for UPS d.c. charger

| | |
|------------------------|----------------|
| Ramp down power | 1400 kW |
|------------------------|----------------|

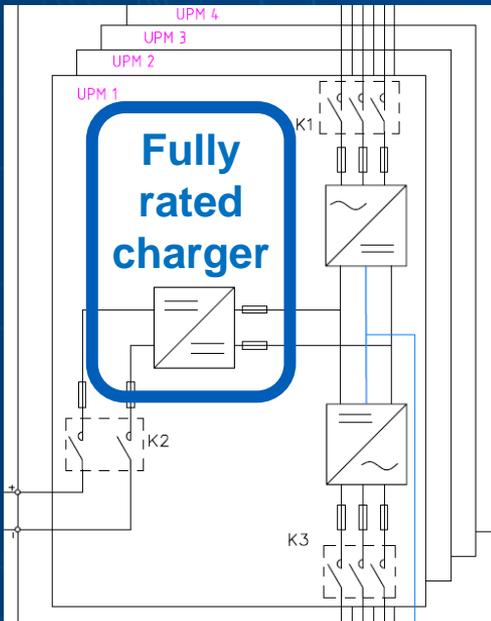
| | |
|--------------------------------|------------|
| d.c. to a.c. efficiency | 96% |
|--------------------------------|------------|

| | |
|-------------------------------|---------------|
| Total charging current | 2848 A |
|-------------------------------|---------------|

| | |
|--|---------------|
| Total charging power at t = 30s | 833 kW |
|--|---------------|

| | |
|--|---------------|
| Total charging current at t = 30s | 1628 A |
|--|---------------|

Смягчение колебаний



Enhanced UPS charger capability

| | |
|---|----------------|
| System Power | 2000 kW |
| Floor Power | 600 kW |
| Ramp down ratio | 70% |
| Grid ramp-rate | 1%/s |
| Required capabilities for UPS d.c. charger | |
| Ramp down power | 1400 kW |
| d.c. to a.c. efficiency | 96% |
| Total charging current | 2848 A |
| Total charging power at t = 30s | 833 kW |
| Total charging current at t = 30s | 1628 A |

Смягчение колебаний

Examples of 1MW UPS systems leading to oversizing due to charger limitations

| Voltage (V) | 380 | 400 | 415 |
|--|---|--|-----|
| Charging power in % of output power | 0-75% load: 40% 75-100% load: 40% to 15% 100% load: 15% | At 0-80% load: 40% At 80-100% load: 40% to 20% At 100% load: 20% | |
| Maximum charging power (kW) (at 100% load) | 150 | 200 | 200 |
| Maximum charging power (kW) (at 0% load) | 400 | 400 | 400 |

12.5 Electrical Characteristics (Battery Bus)

Table 12.4 Battery

| Item | Unit | Rated Power (kVA) | |
|--------------------------|------|--------------------------------|--------------------------------------|
| | | 1250 kVA 415V | |
| Maximum charging current | A | 550 (55 amps per power module) | <i>Meaning 280 kW for 1MW system</i> |

Enhanced UPS charger capability

System Power 2000 kW

Floor Power 600 kW

Ramp down ratio 70%

Grid ramp-rate 1%/s

Required capabilities for UPS d.c. charger

Ramp down power 1400 kW

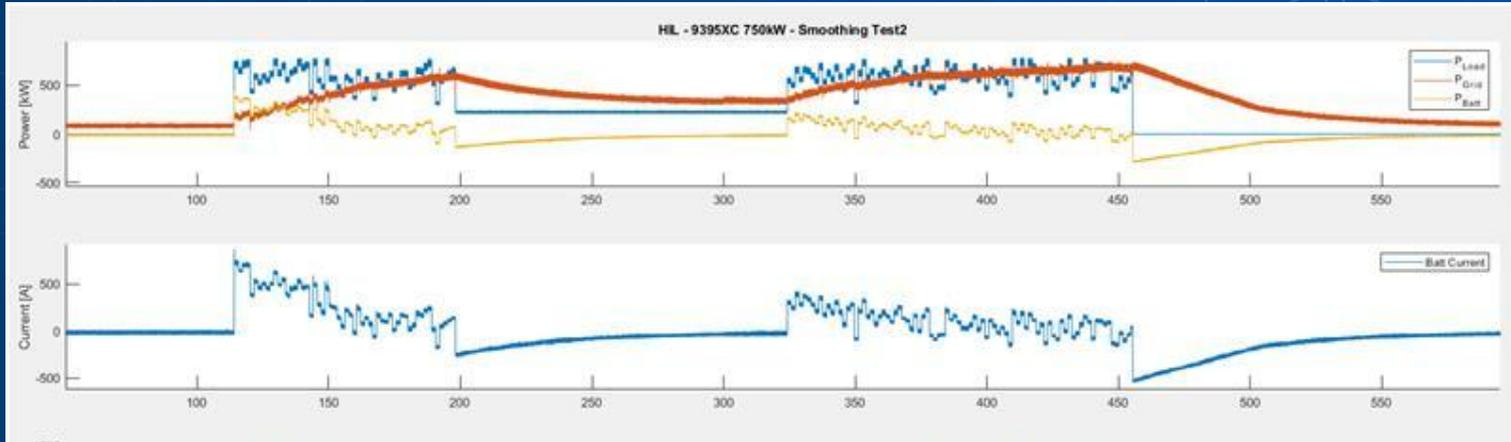
d.c. to a.c. efficiency 96%

Total charging current 2848 A

Total charging power at t = 30s 833 kW

Total charging current at t = 30s 1628 A

Смягчение колебаний



New UPS control of d.c. bus

EATON

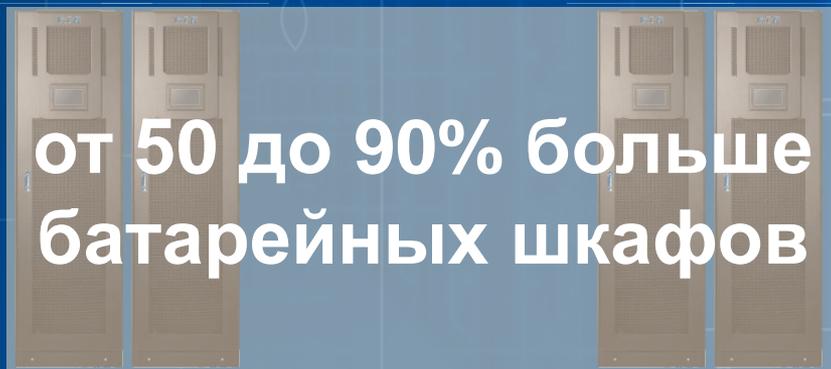
Powering Business Worldwide

© 2026 Eaton. All rights reserved.

Изменения, которые стоит учитывать в аккумуляторах



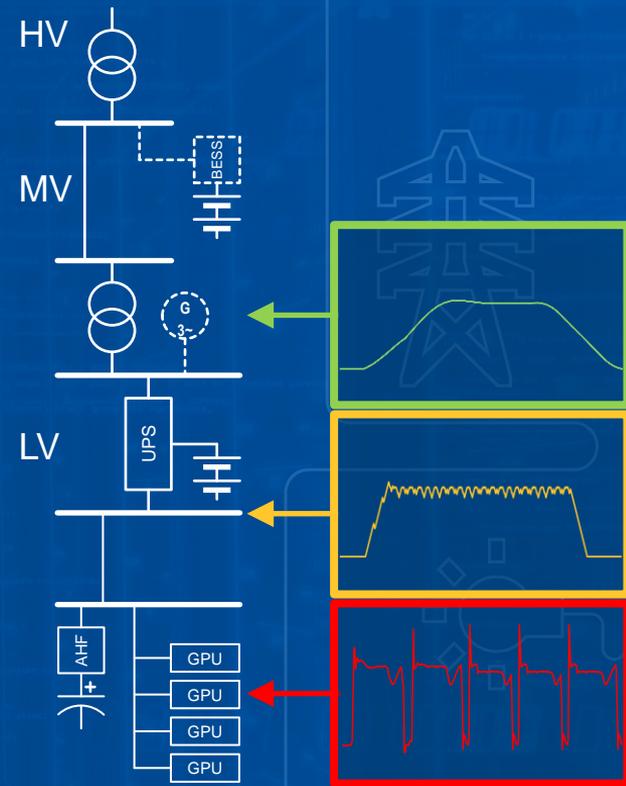
Требования к охлаждению
аккумуляторного помещения:
Дополнительно ≈ 1 kW на кабинет



от 50 до 90% больше
батарейных шкафов

Стратегия фильтрации AI нагрузки

- Быстрый транзист, фильтруемый вблизи или внутри нагрузки, с помощью программного обеспечения, в серверном блоке питания, в стойке или на уровне PDU (AHF)
 - Чрезмерное количество циклов и ограниченная энергетическая потребность, современная технология супер- или гибридных конденсаторов
 - Многообещающая информация о батареях следующего поколения
 - Колебания нагрузки в пределах допустимых пределов для вышестоящей электросети - трансформаторы и генераторы
- Может потребоваться дополнительная фильтрация для достижения лимитов нарастания мощности (МВт/мин) для сети
 - Время увеличивается с десятков секунд до нескольких минут
 - Ограниченное количество циклов в зависимости от продолжительности тренировочных циклов
 - ИБП будет управлять LVVRT для соответствия требованиям электросети





Powering Business Worldwide

Eaton.com