

## Предимства на HVDC за захранване на LED осветление или IT инфраструктура

(както и множество битови уреди като монитори, телевизори, захранвания за notebook, зарядни за телефони, LED крушки и всичко друго, което използва SMPS в диапазон 90-240V)

### Въведение

Необходимостта от създаване и поддържане на ефективна и надеждна електрическа инфраструктура става по-разпространена през последните години. Търсят се и се възприемат нови и различни подходи в стремежа да се използват и поддържат методи, които внасят оптимизация и опростяване на инфраструктурата.

С непрекъснатото нарастване на глобалната консумация на енергия и нарастването на изискванията за захранване на съвременните LED, IT и битови консуматори, стремежът към по-голяма ефективност и надеждност на разпределението на енергията показва необходимостта от по-усъвършенстван и ефективен метод за разпределение на мощността.

Повечето електрически инфраструктури днес използват променлив ток (AC) за захранване, който разпределя електричество в диапазона 100 - 600 V AC в цялото съоръжение.

Въпреки това, поради ефективността и надеждността на захранването с постоянен ток (DC), се забелязва нарастващ интерес към DC захранване. Следните фактори отправят предизвикателства за преминаването DC захранване:

Ограничено познаване и разбиране на HVDC мощността

Технологични ограничения в консуматорите на DC

Липса на установени практики и общи стандарти

Ограничени познания за процедурите за внедряване и работа

Липса на персонал, запознат със спецификите на DC.

Интересен е факта, че повечето съвременни **LED, IT и битови консуматори** могат безпроблемно да работят както на AC 230V, **така и на DC 100-240V**. От друга страна, нарастващата необходимост от внедряване на фотоволтаични системи като алтернативен независим източник на електроенергия може да бъде задоволена от островна фотоволтаична система, произвеждаща 192 V HVDC при **отпадане на разхода за скъп DC/AC инвертор**.

### Какво е HVDC

HVDC е използването на DC напрежения в диапазона от 200 - 600 V DC за захранване на консуматорите. Използването на HVDC захранване може да доведе до спестяване на енергия и следователно до подобрени оперативни разходи.

Компаниите, които се възползват най-много от HVDC захранването, са тези, които имат големи разходи за осветление, управляват големи центрове за данни или които се стремят да увеличат максимално енергийната ефективност в широк мащаб. HVDC може да бъде особено привлекателен за компании, които искат да изградят нови (на зелено) инсталации.

HVDC разпределението има потенциал за по-висока надеждност и наличност, по-добра ефективност и по-малко изисквания за физическо пространство поради по-малко компоненти (като токоизправители) в сравнение със сравними системи за разпределение на променлив ток.

AC е нелинейна синусоидална форма на вълната, при която електрическият ток често обръща посоката.

Електричеството с променлив ток се измерва в цикли. Един цикъл е времето, необходимо на вълновата форма да завърши 360 градуса с един положителен и един отрицателен полупериод. В

Съединените щати има 60 цикъла, които се изпълняват в секунда и мерната единица е херц (Hz). В много други страни честотата от 50 Hz е често срещана.

За разлика от AC, постоянният ток е еднопосочен, което означава, че токът тече само в една посока.

Често срещаните източници на постоянен ток са батерии, горивни клетки и слънчеви панели.

Разпределението на DC е преобладаващо в телекомуникационната индустрия, където типичното разпределение е при -48 V DC.

HVDC често се класифицира като напрежения 200 - 600 V DC. **Най-типичното HVDC разпределение на захранването в Китай е 240 V DC.** В Северна Америка и останалата част от света е по-често срещано внедряване на 380 V DC.

За разгръщане на променлив ток днес, най-разпространеното световно разпределение е 380 - 600 V AC трифазен. В крайна сметка LED осветлението, сървърните и ИТ подсистемите за захранване, като процесори, памет, дискове и адаптери, работят на входове за захранване между 12 V DC и по-малко от 1 V DC. За да осигурите V DC към компонентите на подсистемата за захранване на сървъра в разпределителна система на AC център за данни, трябва да преминете през множество етапи на преобразуване на мощност, всеки от които включва свързани загуби, които намаляват ефекта от цялостната ефективност на осветлението или вашия център за данни.

### **Стъпки на преобразуване за захранване от променлив ток в центровете за данни или системи с непрекъсваемо захранване.**

Мощността от променлив ток може да се преобразува чрез следния процес:

1. Типичното за Северна Америка разпределение на променлив ток внася 4k V AC - 69k V AC чрез трансформатор, за да създаде 480 V AC захранване за разпределение към модул за непрекъсваемо захранване с двойно преобразуване (UPS) (който е токоизправител). UPS устройството първо преобразува променливотоковото захранване в постоянен ток за зареждане на батерията.
2. Инвертор в UPS преобразува (например) 380 V DC обратно в 480 V AC. Много UPS устройства с двойно преобразуване на пазара днес могат да имат 94% или по-висока ефективност.
3. Изходът на UPS обикновено е 480 V AC мощност, която се преобразува в 208/120 V AC чрез трансформатор с типични загуби от 1-2% и се разпределя чрез разпределително устройство (PDU).
4. Захранването на LED осветлението или ИТ системата преобразува входящия променлив ток в 12 V DC за междусървърно разпределение на мощността. Загубите на захранване исторически варират от 4 - 10%, в зависимост от фактори като входно напрежение и натоварване на сървъра или LED осветителното тяло.

Загубите в ефективността по време на разпределението на променливотоковото захранване пряко засягат осветлението или центъра за данни под формата на топлина, за което охладителната система на центъра за данни трябва да отчита. Тези загуби водят до по-високи енергийни разходи на съоръжението.

Допълнителна сложност в разпределенията на променлив ток е необходимостта от синхронизиране на AC вълните, които са синусоидални. При паралелни източници на променливо захранване, синусоидалните вълни между двата източника трябва да са във фаза и да имат същата амплитуда и честота като един друг, за да се гарантира, че няма прекъсвания в захранването на LED осветлението или ИТ системата.

### **Стъпки на преобразуване за HVDC разпределителни системи**

За разлика от стъпките, описани в “Стъпки за преобразуване за захранване от променлив ток”, HVDC разпределителните системи имат по-малко стъпки за преобразуване. Компонентите за предаване на мощност между разпределенията на AC и DC са еднакви до предната част на UPS. При UPS процесът се разминава. С разпределението на постоянен ток вече не е необходимо да обръщате постояннотоковото захранване, което се осигурява от UPS батериите, обратно към AC. Вместо това може да се използва директна връзка от изхода на UPS на 380 V DC (през прекъсвач) към входовете на DC захранване.

Следователно, единствената стъпка в процеса на преобразуване е, че при захранването 380 V DC се преобразува в 12 V DC за LED осветлението или междусистемно разпределение на захранването.

Тази промяна премахва множество стъпки за преобразуване от UPS, PDU или трансформатор и предния край на захранването на LED осветлението или ИТ системата.

Намаляването на стъпките на преобразуване подобрява ефективността на разпределението на енергия HVDC от край до край и намалява загубите и потреблението на енергия от съоръжението. Възможните икономии на ефективност на HVDC система за разпределение на електроенергия спрямо система за разпределение на променлив ток могат да бъдат 5 - 10%, въпреки че тези спестявания зависят от много фактори (като ефективността на захранването с променлив ток и възрастта на хардуера). Тези подобрения пряко засягат разходите за енергия на съоръжението.

Друго предимство на HVDC е намалената сложност на дизайна, който не изисква синхронизация между паралелни HVDC източници. Като цяло системите с по-малко компоненти предлагат по-висока надеждност и наличност. Този фактор е една от основните причини, поради които -48 V DC мощността все още е стандартна в телекомуникационната индустрия.

С HVDC също е по-лесно да се добавят алтернативни източници на енергия, като горивни клетки и слънчеви системи към HVDC шината, тъй като тези видове енергийни източници естествено произвеждат постоянен ток.

Други възможни спестявания на разходи, свързани с HVDC, са намалените разходи за захранване и UPS поради по-малко компоненти и намалени разходи за окабеляване, тъй като медните проводници може да са с по-малък габарит (по-малко мед).

Следващият раздел описва някои от предимствата на HVDC захранването на LED осветителни тела или центъра за данни.

### **Предимства на HVDC**

Обикновено, когато е проектирана и внедрена електрическата енергийна инфраструктура за LED осветление или център за данни, мениджърите се сблъскват с множество пречки, за да гарантират, че инфраструктурата е оптимизирана за надеждност и ефективност.

Има няколко предимства от наличието на HVDC захранване, което може да донесе надеждност и ефективност отвъд тази на променливотокова захранваща система. HVDC включва следните предимства:

Намаляване на броя на преобразуванията и загубата на енергия преди достигане на натоварването.

Това предимство е едно от очевидните предимства на използването на HVDC захранване.

Системата за захранване с променлив ток изисква повече трансформация, за да се постигнат правилните нива на напрежение (в допълнение към повече стъпки за изправяне от AC към DC), отколкото тази на DC захранваща система. Това изискване от своя страна води до по-голяма загуба на мощност в променливотокова захранваща система.

**По-малко топлина се произвежда от системите за захранване с постоянен ток.**

Когато мощността се загуби по време на стъпките на преобразуване и трансформиране, които се изискват от системите за захранване с променлив ток, захранването не изчезва. Тази загуба на мощност се превръща в топлина. След това тази топлина се разсейва в осветителните тела или центъра за данни, което добавя към количеството топлина, което системите за охлаждане на съоръженията трябва да отстранят.

### **Опростена структурна архитектура**

За LED осветлението или центъра за данни HVDC предлага по-проста архитектура от традиционните решения за променливотоково захранване, тъй като оборудването, като LED захранванията или сървърите, изисква вътрешно захранване от 12 V DC, за да работи.

Следователно, чрез вкарване на HVDC захранване директно към хардуера или LED, предишните стъпки, необходими за преобразуване на AC в DC мощност, се елиминират. По-малко операции означава по-малко пространство, материали, труд и разходи и по-голяма простота.

Повишаване на надеждността на системата чрез премахване на оборудване за преобразуване.

Тъй като има по-малко отделни движещи се части от край до край, които са необходими за постигане на 12 V DC захранване в LED/ИТ система, цялостната архитектура е по-надеждна.

Тази надеждност е резултат от необходимостта от по-малко оборудване, което може да се повреди и да причини проблеми.

### **Високо използване на съществуващата площ**

Това предимство от използването на HVDC идва от изискването на по-малко място на скъпи повдигнати подови настилки.

Чрез използването на по-малко трансформатори се освобождава пространството в стойката и пода в центъра за данни, за да се използва за ИТ оборудване, или можете да намалите подовото пространство на центъра за данни, от което се нуждаете.

### **По-добра ефективност на охлаждане**

Наличието на безброй захранващи кабели, които се движат към всяка стойка под повдигнат под (което често се вижда в системите за захранване с променлив ток) може до голяма степен да повлияе на ефективността на охладителната система, като блокира перфорираните плочки от осигуряването на хладен въздух към хладните острови в центъра за данни. Най-доброто разгръщане на DC захранващата система е с използването на шина, която може да бъде разположена отгоре и премахва кабелите под пода и освобождава пространството за свободно стичане на хладен въздух.

### **Лесно интегриране на алтернативни източници на енергия**

DC захранването позволява директна, безпроблемна инфраструктура за интеграция за възобновяеми енергийни източници.

Например източници, като вятърни турбини, слънчеви фотоволтаици (PV), концентрирана слънчева енергия (CSP) и батерии, са DC. Чрез премахване на преобразуването на променлив ток има подобрена ефективност и възвръщаемост на инвестициите (ROI).

HVDC захранването позволява използването на DC UPS устройства.

Използването на HVDC захранване в центъра за данни позволява използването на DC UPS устройства. Тази конфигурация означава, че се предприемат по-малко стъпки за изправяне от AC към DC обратно към AC, което означава по-кратък път с по-висока ефективност и по-висока надеждност.

### **По-добра ефективност на LED/ИТ захранването.**

HVDC директно към захранването води до по-голям напредък в ефективността на захранването, което елиминира процесите на изправяне на AC към DC, които са необходими, когато се използва AC входно захранване.

### **Технологии за защита на веригата**

HVDC предлага възможности за нови технологии за защита на вериги с потенциал за осигуряване на по-безопасни системи.

Тъй като разпределението на центрове за данни за променлив ток се премества към по-високи напрежения (например 400 V

AC, 415 V AC и 480 V AC), претоварването на системата, мигането на дъга и защитата на веригата в стойката стават по-голям проблем за безопасността в системите за хранване с променлив ток.

#### **По-добра плътност на електроразпределителната система**

HVDC хранването позволява повече мощност, отколкото AC и -48V DC хранване със същото количество мед.

По-голяма модулност и стабилност

Модулността, която досега не беше налична, позволява по-лесно проектиране и инсталиране, както и подобрена наличност при plug-and-play.

Няма загриженост за трифазно балансиране на натоварването

Балансирането на натоварването с трифазен променлив ток изисква по-голямо внимание към детайлите. Например UPS може да покаже, че е необходима подмяна, ако е близо до претоварване поради неравномерно потребление на мощност. Това опасение не се отнася за HVDC, тъй като не се изисква балансиране на натоварването.

#### **Отпада грижата за еднофазно балансиране на натоварването.**

Балансирането на натоварването в променливотокова хранваща система, в която се използват множество еднофазни товари, е критично и обикновено е трудно за постигане. Липсата на пълно балансиране на натоварването в променливотокова хранваща система води до вграден, непрекъснато променящ се ефект на понижаване, който трябва да бъде разгледан. Този проблем липсва при с HVDC, тъй като не се изисква балансиране на натоварването.

Загубите на фактор на мощността отпада като проблем с DC хранванията

Използването на DC хранванията позволява по-голяма надеждност и енергийна ефективност, тъй като няма нужда да се отчита факторът на мощността (PF) в DC хранващите устройства.

#### **По-ниска температура на сървъра или LED тялото**

Системите за хранване с постоянен ток работят по своята същност по-хладни от системите за хранване с променлив ток,

тъй като има по-малко преобразуване, което се случва при хранването.

#### **Предимства в охладителните системи**

Охладителните системи могат да използват 380 V безчеткови DC двигатели, които осигуряват присъщи предимства на инфраструктурата на охладителната система.

#### **Няма проблем с хармониците**

Хармониците се отнасят до изкривяването на нормалната AC вълнова форма, която обикновено се предава от нелинейни товари. В центъра за данни хранващите устройства, които се използват в AC сървъри или LED тела, представляват нелинеен товар, който може да създаде хармоници. В неутралния проводник се натрупват хармонични токове, което причинява загуби при разпределение и повишено генериране на топлина.

Ако кумулативното ниво на хармоници (известно като общо хармонично изкривяване) стане твърде високо, може да доведе до повреда на чувствителната електроника и намалена ефективност и може да се наложи намаляване на мощността на оборудването, за да се преодолее. Тези загуби са трудни за прогнозиране в сложни системи за разпределение на променлив ток и могат да бъдат значителни. Хармониците не присъстват в системите за хранване с постоянен ток, тъй като няма вълнови форми, с които да се борим.

#### **Елиминира необходимостта от паралелиране и синхронизация.**

Комбинирането на АС източници изисква активно паралелиране със сложни контроли и измерване. Комбинирането на DC източници изисква само паритет на напрежението в и между системите.

### **По-добро качество на хранването**

Измерването за променливотокови хранващи системи става скъпо, когато се изисква улавяне на форма на вълната и високоскоростни измервания, за да се определи какво се е случило по време на инцидент с качеството на електроенергията (например повреда, провисване, трептене, високочестотен преходен процес или временно пренапрежение).

Постоянното естество на постояннотоковото напрежение и ток позволява по-прости изисквания за измерване и способността да се дешифрира проблем и да се действа по-бързо, когато възникне проблем.

DC разпределението има следните бъдещи предимства:

- Защита на твърда верига
- Токови граници за къси съединения
- Сигнатури за хранване, позволяващи активна защита на веригата и контрол на потока на натоварване

Всички тези предимства допринасят за надеждността, наличността и ефективността на използването на HVDC в центъра за данни. В следващия раздел описваме ползите от ефективността от внедряването на HVDC.

### **Енергийна ефективност**

Когато говорим за ефективност и мощност, има смисъл да разгледаме топологията от край до край, или от мрежа до чип, на инфраструктурата и как хранването се доставя до консуматора. Също така е важно да се разбере, че повечето вътрешно електрическо хранване, което се изисква в LED/IT системи, като сървъри и LED Осветителни тела, в крайна сметка изисква 12 V DC хранване, за да работи.

Използването на DC хранване като източник е по-ефективно при осигуряване на 12 V DC хранване на консуматора, отколкото източникът на променлив ток. Тази ефективност е резултат, защото цялостното доставяне на променливотоково хранване към целевата система изисква повече трансформация и корекция (например, преобразуване на променлив ток в постоянен ток и обратно в променлив ток), отколкото това, което DC хранването изисква, за да достигне и хранва LED/IT система.

За да се определи количествено ефективността на променлив и постоянен ток в пример, типична АС хранваща система в американски център за данни може да получи средно напрежение от комунални услуги; например 5 kV, 15 kV или 35 kV. Първо, това входящо променливо напрежение трябва да бъде намалено чрез трансформиране и преобразуване в 480 V AC, например.

Като цяло, тези резултати могат да имат първоначална загуба на мощност от приблизително 0,3%.

След това това преобразувано напрежение може да бъде разпределено чрез прекъсвачи за безопасност, което обикновено води до загуба от 0,1%. След това се изпраща през вторичен трансформатор, който обикновено намалява напрежението до 120/208 V AC.

Допълнителни загуби се наблюдават в UPS с двойно преобразуване (AC-to-DC за зареждане на батерията и след това обратно към AC), което обикновено може да доведе до загуби от 3% - 10%. И накрая, АС се разпределя към хранващия блок (PSU) и изисква преобразуване и понижаване на напрежението, за да осигури 12 V DC хранване на системата. Това преобразуване може да доведе до 6% - 10% загуба на мощност от мрежата към чипа.

За разлика от АС хранващата система, HVDC системата елиминира необходимостта от допълнителни преобразувания и стъпки за коригиране. Например, системата HVDC изисква

само токоизправител за преобразуване на входящото напрежение от АС в DC (например преобразуване от 480 V АС в 380 - 400 V DC).

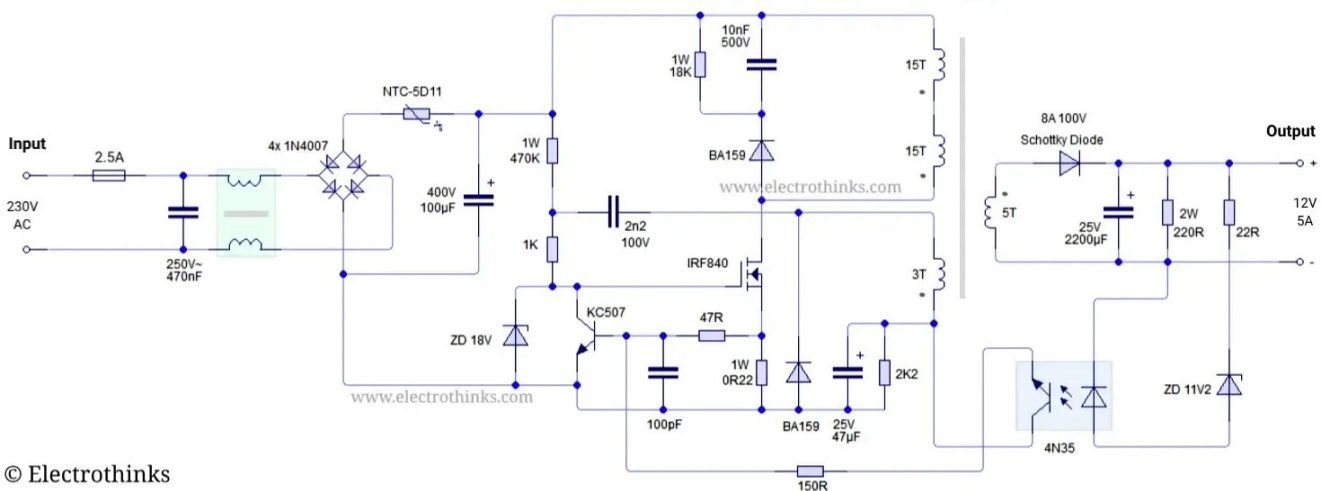
Когато захранването достигне PSU, то все още трябва да бъде намалено до 12 V DC. По време на тази стъпка надолу може да има загуба от приблизително 7%. Чрез елиминиране на присъщата неефективност на инфраструктурите за захранване с променлив ток, включително множество преобразувания на енергия, губещи енергия, трансформации и ненужни компоненти, произвеждащи топлина, HVDC системите са много по-малко сложни и вероятно ще бъдат по-ефективни и надеждни.

**Къде са доказателствата, че изброените електроуреди ще работят на прав ток:**

Повече информация какво е SPMS има тук:

<https://www.electrothinks.com/2020/10/Switched-mode-power-supply-smps-circuit-working-explanation.html>

## 12V 5A Switched-Mode Power Supply (SMPS) Circuit Diagram



© Electrothinks

Както е видно, още на входа имаме ГРЕЦ схема от четири диода, които изправят тока.

Четем "Захранващите устройства с превключван режим (SMPS) са основно DC-dc преобразуватели. Ако входът е АС, входът първо се коригира, за да се получи постоянен ток"

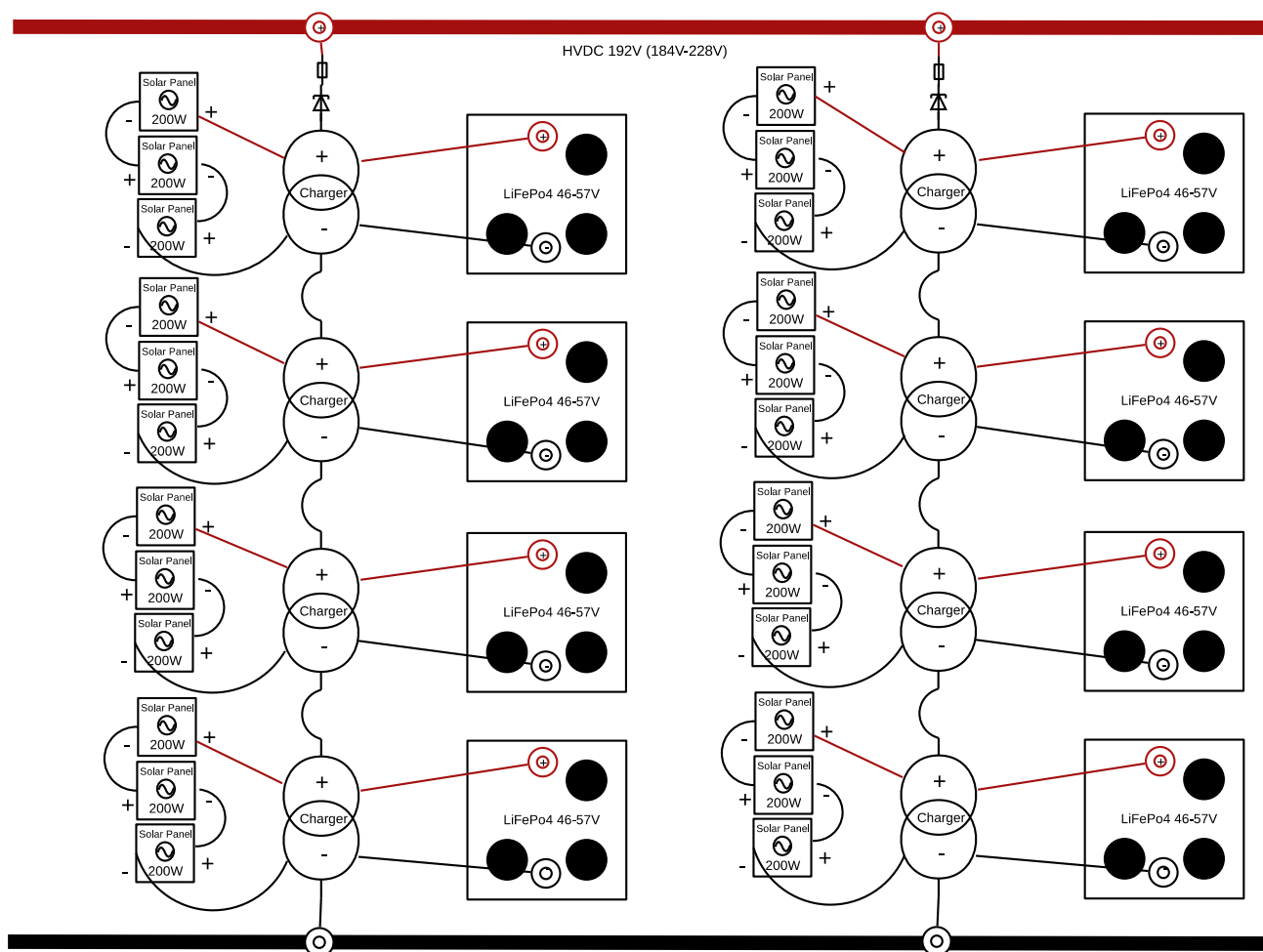
Някои захранвания за LED осветление дори в спецификацията им пише, че поддържат входно DC.

Например <http://www.meanwell.eu/webapp/product/search.aspx?prod=XLG-150>

<b>VOLTAGE RANGE</b>	<b>Note.5</b>	100 ~ 305VAC      142 ~ 431VDC (Please refer to "STATIC CHARACTERISTIC" section)
----------------------	---------------	---

Множество съвременни битови уреди като монитори, телевизори, захранвания за notebook, зарядни за телефони, LED крушки и др. използват SMPS в диапазон AC 90-240V, а както разбрахте по-горе и HVDC

### Примерна схема на фотоволтаична система, осигуряваща 192V HVDC



Разгледаната фотоволтаична система е модулна, като всеки модул е с максимална соларна мощност от 2.4kW. Максималната мощност на товара зависи от подбора на Charger устройствата, като тя може да бъде много по-голяма от соларната при кратковременна консумация. Например електрическа печка/котлон, която консумира 3 kW може да бъде включена за 1 час, а през останалото време, системата ще събира енергия от слънцето и ще натрупва в акумулаторите.

За да бъде разширена системата до големи капацитети, може да се добавят например 10 модула за 200 kW, 100 модула за 2 MW и т.н.

Разгледания пример е бюджетен за минимална мощност и подходящ за домакинство.

Мощността за единичен модул може да бъде много по-голяма с повече панели към единичен Charger, по-мощни Charger устройства, както и акумулатори с по-висок капацитет.

Подхода с 4 Charger устройства, свързани последователно е порари факта, че на пазара са достъпни такива с най-много 48V. Системата може да бъде реализирана и с 2 Charger-а на 96V или 1 на 192V.

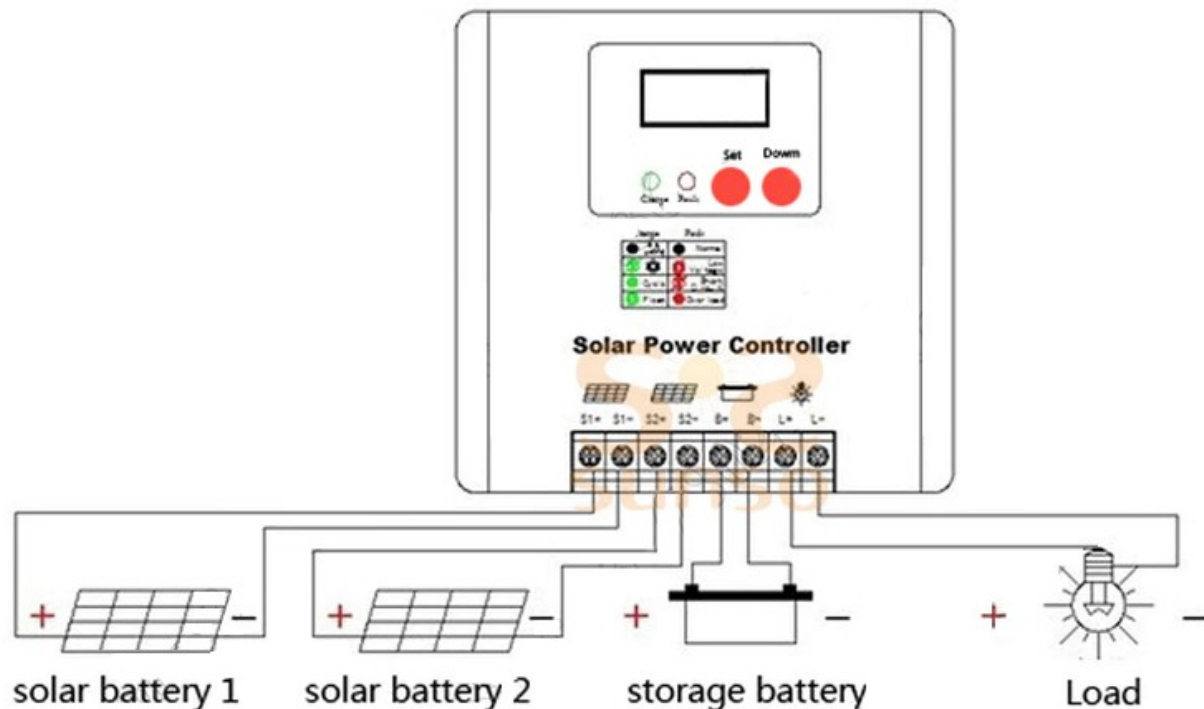
### Има ли решение за един Charger вместо 4 ?

Пазара е беден нз такива решения и все пак си заслужава да бъде тестван следния:

[https://www.aliexpress.com/item/1005003101705453.html?spm=a2g0o.store\\_pc\\_groupList.8148356.7.2d373172hh2NPR](https://www.aliexpress.com/item/1005003101705453.html?spm=a2g0o.store_pc_groupList.8148356.7.2d373172hh2NPR)



Тогава всеки модул от горния пример ще представлява:



Така наречената “storage battery” е 192V батерия която може да е 64 клетъчна Lifepo4

Тук ограничението идва и от BMS, тъй като наличните са до 24S (72V)

Тук <https://www.facebook.com/ElectricVintageCars/> могат да бъдат полезни, както и на пазара се намират готови решения за такива “storage battery”

Solar battery 1 и Solar battery 2 могат да бъдат два низа по 6 панела, тъй като максимална ефективност се постига с близък до батерията диапазон на напрежението от соларните панели. Изходите за Load на всеки един модул се свързват паралелно така както се свързват и модулите реализирани с 4 charger-a на 48V

### Има ли островни инвертори за 192V DC към 230 V AC

Има. SURT6000XLI UPS на APC използва такъв инвертор. На пазара за фотоволтаични системи, най-големия островен инвертор е за 48 V DC батерия.

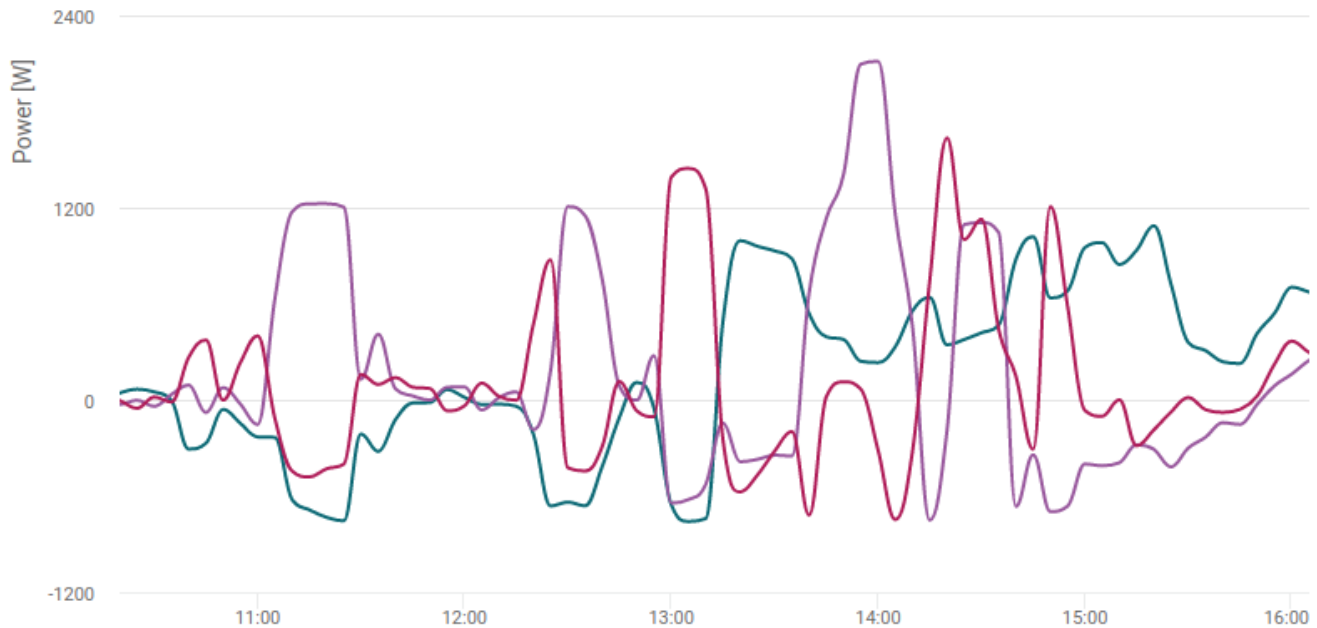
Това всъщност означава, че дори и да искате да направите мощна островна фотоволтаична инсталация, произвеждаща AC, ще срещнете проблем, защото на 48 V ще трябва да използвате 4 пъти по-дебели кабели за да постигнете същата мощност.

### Защо ми трябва островна система за големи мощности или как ЧЕЗ отчете 6 киловат часа потребление в безоблъчен слънчев ден

В България ЧЕЗ отчита произведената от вас електроенергия като потребление (да, без майтап, хем ги захранваш, хем си и плащаш за това). За заобикаляне на този проблем, Fronius са измислили система за регулиране на производството спрямо потреблението, така че да се избегне износа на електроенергия в електропреносната мрежа. На теория всичко много хубаво, само че на практика малцина знаят че трифазните инвертори произвеждат еднаква мощност на

трите фази.

Следната графика показва какво отчита ЧЕЗ като потребление по трите фази:



Малцина знаят, че за да работи системата за ограничение на изнесената електроенергията, трябва и консумацията по трите фази да е еднаква.

Задачата тук е много проста. Ако имате 3 домакинства, трябва само да накарате да пускат миялните машини, пералните и готварските печки по график – в едно и също време.

Ако можете да се справите с тази задача, спрете да четете за HVDC островни системи и си купете един трифазен мрежови инвертор с “export limit” Търговците ще ви го продадат и ще ви обещаят че ще връща в мрежата “малко”.

Други предпоставки да захранвате ЧЕЗ вместо консуматорите е факта че обикновено инвертора се свързва с по-дебели кабели до електромера на ЧЕЗ отколкото до вашите консуматори в къщата. Това прави синхронизацията още по-сложна задача. Имах наскоро обмяна на опит с колега от Германия, който каза: Всички в Германия знаем за този проблем и за това там изкупуват изнесената електроенергия много по-евтино отколкото ако я сладират в Акумулатор и я употребят за себе си. И дори да си сложат ограничение за износа, винаги имат изнесена електроенергия. За това трябвало много внимателно да си преокабелят постоянните консуматори за да балансират трите фази. Сложно взе да става, нали ?

### **Предизвикателството с комутацията на големи мощности с HVDC.**

Тук трябва много да внимавате с проектирането на инсталацията си, защото обикновените прекъсвачи за променлив ток не работят за прав. При прекъсване на веригата се получава волтова дъга в прекъсвача, който буквално може да завари клемите една за друга.

За това решението е подмяна на обикновените релета с SSR и използването на предпазители, предвидени за DC

### **Предизвикателството с двигателите.**

Трифазните двигатели се подкарват с VFD устройства

Например frequency converter DC 200V-400V to AC 220V 0.75kw1.5kw2.2kw solar pump inverter with MPPT control - <https://www.aliexpress.com/item/1005001572595663.html?>

[srcSns=sns\\_Messenger&spreadType=socialShare&bizType=ProductDetail&social\\_params=20491747741&aff\\_fcid=70220cb752ba437cbc81bd6352414d6b-1645984752843-09420-mOPID4U&tt=MG&fbclid=IwAR24NwXklJ7PMn5MM5ii2RJu1dBnAduX1Yng4y1D\\_q7WQ\\_eLmtufoquDIQE&aff\\_fsk=mOPID4U&aff\\_platform=default&sk=mOPID4U&aff\\_trace\\_key=70220cb752ba437cbc81bd6352414d6b-1645984752843-09420-mOPID4U&shareId=20491747741&businessType=ProductDetail&platform=AE&terminal\\_id=8a2dbb9e61e845ce908f1d3b544c12ed&afSmartRedirect=n](https://www.facebook.com/messenger/?srcSns=sns_Messenger&spreadType=socialShare&bizType=ProductDetail&social_params=20491747741&aff_fcid=70220cb752ba437cbc81bd6352414d6b-1645984752843-09420-mOPID4U&tt=MG&fbclid=IwAR24NwXklJ7PMn5MM5ii2RJu1dBnAduX1Yng4y1D_q7WQ_eLmtufoquDIQE&aff_fsk=mOPID4U&aff_platform=default&sk=mOPID4U&aff_trace_key=70220cb752ba437cbc81bd6352414d6b-1645984752843-09420-mOPID4U&shareId=20491747741&businessType=ProductDetail&platform=AE&terminal_id=8a2dbb9e61e845ce908f1d3b544c12ed&afSmartRedirect=n)

## **Термопомпи и климатици**

В процес на изследване са. Интересни са инверторни и хиперинверторни климатици и как захранват движещите си части.

Следете регулярно за обновявания на документа.