

# Elektroinstalace bez hranic

Margreet Leeftink

# Obsah

<b>1. Úvod</b>	<b>1</b>
1.1. Bezpečnostní upozornění	1
1.2. Odmítnutí odpovědnosti	1
1.3. Slovníček pojmů	1
<b>2. Teorie</b>	<b>2</b>
2.1. Ohmův zákon	2
2.2. Power	3
2.3. Vodivost a odpor	4
2.4. Elektrická izolace	6
2.5. Odpor připojení	6
2.6. Točivý moment	7
2.7. Proud, odpor kabelu a úbytek napětí	8
2.8. Negativní účinky poklesu napětí na kabelu	11
2.9. Zvlnění napětí	12
<b>3. Zapojení bateriové banky</b>	<b>15</b>
3.1. Bateriová banka	15
3.2. Velké baterie	16
3.3. Paralelní zapojení bateriové banky	17
3.4. Vyvažování olověných akumulátorů	18
3.5. Střední bod bateriové banky	19
<b>4. Zapojení stejnosměrného proudu</b>	<b>21</b>
4.1. Výběr kabelů	21
4.2. Přípojnice	24
4.3. Připojení kabelů	26
4.4. Krimpovací svorky	29
4.5. Kabelové trasy	30
4.6. Pojistky a jističe	31
4.7. Stejnosměrné oddělovací spínače	35
4.8. Bočník	36
4.9. Paralelní a/nebo třífázové zapojení stejnosměrného proudu	37
4.10. Velké systémové přípojnice	37
4.11. Snímání a kompenzace napětí	38
4.12. Solární	40
<b>5. Komunikační zapojení</b>	<b>44</b>
5.1. Datové signály	44
5.2. Interference	44
5.3. Typy komunikačních kabelů	45
5.4. Rozhraní	47
<b>6. Zapojení střídavého proudu</b>	<b>49</b>
6.1. Výroba energie	49
6.2. Distribuční sítě	49
6.3. Systémový proud, VA a wattů	50
6.4. Kabeláž střídavého proudu	52
6.5. Pojistky a jističe střídavého proudu	53
6.6. Přepínač AC bypass	54
6.7. Zvláštní upozornění Paralelní zapojení střídavého proudu se střídačem/nabíječkou	55
6.8. Střídání fází 3fázové měniče/nabíječky	56
<b>7. Uzemnění, uzemnění a elektrická bezpečnost</b>	<b>57</b>
7.1. Elektrická bezpečnost	57
7.2. Zemní vedení	58
7.3. RCD, RCCB nebo GFCI	58
7.4. Propojení nulového vodiče se zemí u střídačů a u střídačů/nabíječek	60
7.5. Mobilní instalace	61
7.6. Izolace a uzemnění zařízení Victron	62
7.7. Uzemnění systému	63

---

<b>8. Galvanická koroze</b> .....	<b>66</b>
8.1. Prevence galvanické koroze .....	66
8.2. Galvanický oddělovač.....	67
8.3. Oddělovací transformátor.....	67
<b>9. Kredity</b> .....	<b>68</b>

# 1. Úvod

Vítejte v knize "Elektroinstalace bez omezení", která pojednává o elektroinstalačních systémech obsahujících baterie, měniče, nabíječky a měniče/nabíječky.

Cílem této knihy je vysvětlit základy zapojení elektrických systémů. Vysvětlíme, jak je důležité "správně zapojit", a budeme se zabývat problémy, které mohou nastat, pokud má systém špatné zapojení. Pomůže také elektroinstalatérům nebo uživatelům při řešení problémů, které vznikly v důsledku špatného zapojení, aby bylo možné vyvodit správný závěr pro elektrické systémy, na kterých se podílejí.

Problémy s elektroinstalací jsou často příčinou problémů se systémem nebo mohou vést k nedostatečnému výkonu systémů.

Pro bezproblémový provoz jakéhokoli elektrického systému, zejména těch, které obsahují střídač/nabíječku a baterie, což jsou "silnoproudá" zařízení, je nezbytné, aby bylo zapojení systému provedeno správně.

Tato kniha vám pomůže s tím, abyste to "zvládli správně".

## 1.1. Bezpečnostní upozornění

Elektřina je nebezpečná. Může způsobit škody na zdraví osob nebo majetku.

K zastavení lidského srdce je zapotřebí pozoruhodně malého proudu. Vzhledem k přirozenému odporu lidské kůže a tkáně je k vytvoření proudu, který zastaví srdce, zapotřebí vysoké napětí, ale lidé zemřeli již při napětí 42 V.

Tento fatální jev může způsobit stejnosměrný i střídavý proud. Elektrikářské práce by proto měl vždy provádět kvalifikovaný elektrikář nebo technik a je třeba dodržovat místní bezpečnostní pokyny a požadavky.



### DŮLEŽITÉ:

- Střídavé a stejnosměrné napětí je nebezpečné a škodlivé.
- Při práci s elektřinou a bateriemi vždy používejte izolované náradí.
- Baterie nezkratujte. To může způsobit požár nebo výbuch.
- Při nabíjení baterií mohou vznikat výbušné plyny.
- Nedostatečně dimenzovaná elektroinstalace nebo špatný elektrický kontakt mohou způsobit požár.
- Vždy si přečtěte bezpečnostní upozornění v příslušných příručkách k výrobku.

## 1.2. Odmítnutí odpovědnosti

Jediným účelem tohoto dokumentu je pomoci pochopit základní principy některých elektrických pojmů. Tento dokument je určen pouze jako příručka.

Předpisy pro elektroinstalaci se mohou lišit podle toho, kde se nacházíte. Místní předpisy pro elektroinstalaci se mohou lišit od rad pro elektroinstalaci uvedených v tomto dokumentu.

Před zahájením jakýchkoli elektrických prací jste povinni vždy požádat o odbornou radu a instrukce místní úřady a/nebo licencované elektrikáře.

## 1.3. Slovníček pojmů

Tato kniha používá metrický systém a všechny jednotky a zkrácené zápisy jsou v souladu s mezinárodním systémem jednotek (SI). Další informace o Mezinárodní soustavě jednotek naleznete na tomto odkazu: [https://en.wikipedia.org/wiki/International\\_System\\_of\\_Units](https://en.wikipedia.org/wiki/International_System_of_Units).

## 2. Teorie

Největší užitek z této knihy získáte, pokud máte znalosti základní elektrotechnické teorie. To vám pomůže pochopit základní faktory, které určují tloušťku vodičů a jmenovité hodnoty pojistek. Možná již tyto základní znalosti máte a můžete tuto kapitolu možná přeskóčit, ale vřele vám doporučujeme si ji přečíst.

### 2.1. Ohmův zákon

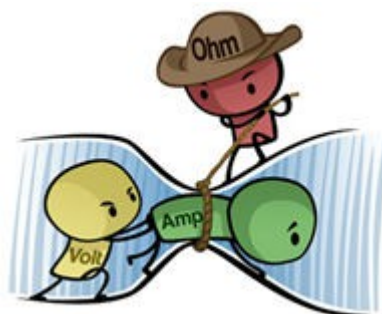
Ohmův zákon je nejdůležitějším zákonem elektrického obvodu. Je základem téměř všech elektrických výpočtů. Umožňuje vypočítat proud, který prochází kabelem (nebo pojistkou) při různých napětích. Znalost toho, jak velký proud prochází kabelem, je základní znalostí, abyste mohli vybrat správný kabel pro váš systém. Nejprve je však třeba získat základní znalosti o elektřině.

#### Co je to elektřina:

Elektřina je pohyb elektronů v materiálu, který se nazývá vodič. Tento pohyb vytváří elektrický proud. Tento proud se měří v ampérech (zkráceně ampér) a jeho symbolem je písmeno A.

Síla potřebná k tomu, aby elektrony proudily, se nazývá napětí (nebo potenciál). Měří se ve "voltech" a symbolem je písmeno V (v Evropě se označuje také jako U).

Když elektrický proud prochází materiálem, naráží na určitý odpor. Tento odpor se měří v ohmech. Symbol je  $\Omega$ .



#### Jak spolu souvisí napětí, proud a odpor:

- Když je odpor nízký, pohybuje se mnoho elektronů a proud je vysoký.
- Když je odpor vyšší, pohybuje se méně elektronů a proud je nižší.
- Pokud je odpor velmi vysoký, nepohybují se vůbec žádné elektrony a proud se zastavil.

#### Ohmův zákon:

Lze říci, že odpor vodiče určuje, jaký proud prochází materiálem při daném napětí. To lze znázornit vzorcem. Vzorec se nazývá Ohmův zákon:

$$\text{Current (A) = Voltage (V) / Resistance (\Omega)}$$

$$I = V/R$$

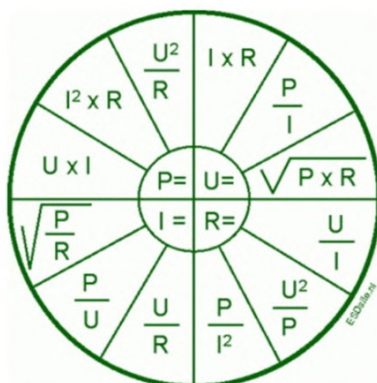
## 2.2. Power

Ohmův zákon popisuje vztah mezi odporem, proudem a napětím. Z Ohmova zákona lze však odvodit ještě jednu elektrickou jednotku, a tou je výkon.

Výkon vyjadřuje, jak velkou práci může elektrický proud vykonat. Měří se ve wattech a označuje se symbolem P. Lze jej vypočítat podle následujícího vzorce:

$$P = I \times V$$

Z Ohmova zákona lze odvodit i další vzorce. Všechny možné vzorce jsou uvedeny na následujícím obrázku. Všimněte si, že ve světě se používají dva symboly, které znázorňují napětí. Jsou to U nebo V.



Některé z těchto vzorců jsou velmi užitečné při výpočtu proudu v kabelu. Jeden z často používaných vzorců je:

$$I = P/V$$

Podle tohoto vzorce lze vypočítat, jaký proud prochází kabelem, pokud je známo napětí a výkon.

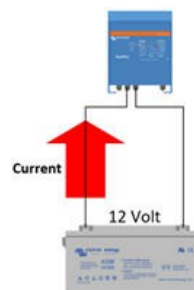
### Příklad použití tohoto vzorce:

#### Otázka:

- Pokud máme 12V baterii, která je připojena k 2400W zátěži. Jak velký proud teče kabelem?

#### Odpověď:

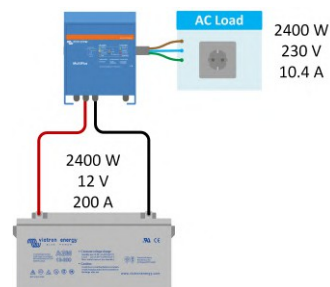
- $V = 12V$
- $P = 2400\text{ W}$
- $I = P/V = 2400/12 = 200A$



### Výhody používání výkonu místo proudu ve výpočtech:

Velkou výhodou použití výkonu při výpočtech nebo měřeních je, že výkon je nezávislý na napětí. To je užitečné v systémech, kde existuje více napětí. Příkladem může být systém se stejnosměrnou baterií, střídavým napájením a možná solárním panelem s jiným stejnosměrným napětím než baterie.

Výkon zůstává při různých napětích stejný. Například pokud budete z 12V baterie provozovat střídavou zátěž o výkonu 2400 W prostřednictvím měniče, bude z baterie odebírat také 2400 W (bez ohledu na neefektivitu měniče).

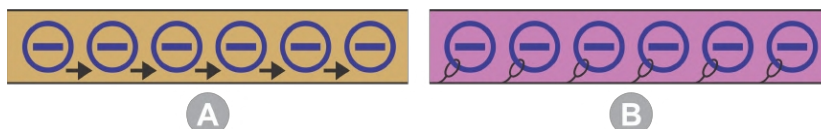


## 2.3. Vodivost a odpor

Některé materiály vedou elektřinu lépe než jiné. Materiály s nízkým odporem vedou elektřinu dobře a materiály s vysokým odporem ji vedou špatně nebo vůbec.

Kovy mají nízký odpor a dobře vedou elektrický proud. Tyto materiály se nazývají vodiče. Proto se používají jako jádro elektrických kabelů.

Plast nebo keramika mají velmi vysoký odpor, nevedou vůbec elektrický proud. Říká se jim izolanty. Proto se na vnější straně kabelů používají nevodivé materiály, jako je plast nebo guma. Když se kabelu dotknete, nedostanete elektrický šok, protože elektřina tímto materiálem nemůže procházet. Izolatory se používají také k zabránění zkratu v případě, že se dva kabely vzájemně dotknou.



Odpověď: Ve vodiči se elektrony mohou pohybovat.

B: V izolantu se elektrony nemohou pohybovat nebo se pohybují velmi pomalu.

Každý materiál má svou specifickou odolnost. Měří se v  $\Omega \cdot m$  a značí se  $\rho$  (rho). V následující tabulce jsou uvedeny různé vodivé materiály, jejich elektrická vodivost a měrný odpor. Jak vidíte v této tabulce, měď dobře vede elektrický proud a má nízký odpor. To je důvod, proč se elektrické kabely vyrábějí z mědi. Ale například titan nevede elektřinu dobře, a proto má vyšší měrný odpor. Titan není jako elektrický vodič příliš vhodný.

Materiál	Elektrická vodivost (10.E6 Siemens/m)	Elektrický odpor (10.E-8 Ohm.m)
Silver	62.1	1.6
Měď	58.5	1.7
Zlato	44.2	2.3
Hliník	36.9	2.7
Molybden	18.7	5.3
Zinek	16.6	6.0
Lithium	10.8	9.3
Mosazné	15.9	6.3
Nikl	14.3	7.0
Iron	10.1	9.9
Palladium	9.5	10.5
Platinum	9.3	10.8
Wolfram	8.9	11.2
Cín	8.7	11.5
Bronz	7.4	13.5
Uhlíková ocel	5.9	16.9
Olovo	4.7	21.3
Titan	2.4	41.7

Odpor kabelu určují další dva faktory. Jsou to délka a tloušťka vodiče (kabelu):

**Tyto faktory spolu souvisejí následujícím způsobem:**

- Tenký kabel má vyšší odpor než tlustý kabel stejné délky.
- Dlouhý kabel má vyšší odpor než krátký kabel stejné tloušťky.

Odpor délky kabelu lze vypočítat podle následujícího vzorce:

$$\text{Resistance} = \rho \times \text{length} / \text{Area}$$

$$R = \rho \times l / A$$

Stejně jako ve výše uvedeném vzorci jsou i zde 3 faktory, které určují odpor kabelu. Jmenovitě:

- Elektrický odpor použitého materiálu.
- Délka kabelu, delší kabel znamená větší odpor.
- Průměr kabelu, tenčí kabel znamená větší odpor.

Je důležité znát odpor kabelu, protože když kabelem prochází proud, je odpor kabelu zodpovědný za tyto dva jevy:

- Na délce kabelu dochází k poklesu napětí (ztrátám).
- Kabel se zahřívá.

Pokud se proud zvýší, tyto účinky se zhorší. Zvýšený proud zvýší úbytek napětí a kabel se bude více zahřívát.

**Příklad výpočtu odporu kabelu:**

Otázka:

- Jaký je odpor kabelu o délce 1,5 metru a průřezu 16 mm<sup>2</sup>?

Vzhledem k tomu, že:

- $\rho$  měď =  $1,7 \times 10^{-8} \Omega/\text{m}$
- $l = 1,5 \text{ m}$
- $A = 16 \text{ mm}^2 = 16 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

Odpověď:

- $R = \rho \times l / A$
- $R = 1,7 \times 10^{-8} \times 1,5 / (16 \times 10^{-6})$
- $R = 1,7 \times 10^{-2} \times 1,5 / 16$
- $R = 0,16 \times 10^{-2} = 1,6 \times 10^{-3}$
- $R = 1,6 \text{ m}\Omega$

**Vliv délky kabelu:**

Použijme předchozí příklad a nyní provedme výpočet pro pětimetrový kabel. Výsledkem bude, že odpor je 5,3 mΩ. Pokud kabel prodloužíte, odpor se zvýší.

**Vliv tloušťky kabelu:**

Vezměme původní příklad a nyní provedme výpočet pro kabel o průřezu 2,5 mm<sup>2</sup>. Výsledkem bude, že odpor je 10,2 mΩ. Pokud kabel ztenčíte, odpor se zvýší.

**Závěr:**

Tloušťka i délka kabelu mají velký vliv na odolnost kabelu.



## 2.4. Elektrická izolace

Elektrické izolátory se používají k zabránění průchodu elektrického proudu z jedné části elektrického obvodu do druhé a k ochraně osob a zařízení před úrazem elektrickým proudem.

Jak jsme viděli v tabulce v předchozí kapitole, pokud materiál nevede dobře elektrický proud, nazývá se izolant.

Mezi elektrické izolátory patří například guma, plast, sklo, keramika a vzduch. Tyto materiály se používají v různých elektrotechnických aplikacích, například jako izolace vodičů, izolátory elektrických zařízení a povlaky elektrických součástí.

Elektrické izolátory hrají klíčovou roli při zajišťování bezpečného a efektivního provozu elektrických systémů a při prevenci elektrických nebezpečí.

Obecně platí, že čím vyšší je napětí, tím silnější nebo kvalitnější musí být izolace. Proto jsou například k vysokonapěťovým solárním soustavám a od nich vyžadovány speciální kabely.

Izolované kabely a elektrické nářadí jsou dimenzovány na určité maximální napětí. Ujistěte se, že toto jmenovité napětí odpovídá vaší aplikaci.

## 2.5. Odpor připojení

Odpor v elektrické instalaci není dán pouze odporem kabelu, protože k celkovému odporu přispívá také odpor elektrických spojů.

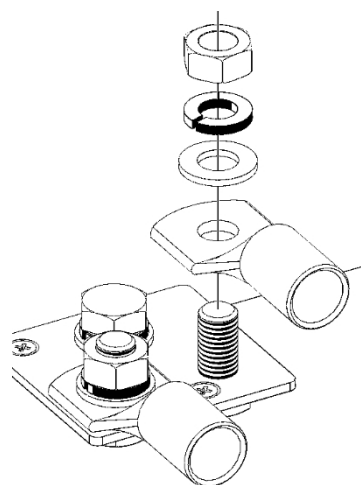
### Jak se vytváří odolnost připojení:

Kdykoli dojde ke spojení mezi kabelem a spotřebičem nebo mezi kabelem a kabelovou koncovkou, zvýší se odpor obvodu. Stupeň odporu je ovlivněn kvalitou spojení a velikostí připojovací plochy.

- Těsný spoj má menší odpor než volný spoj.
- Velká připojovací plocha má menší odpor než malá připojovací plocha.

### Jak omezit odpory připojení:

- Provedte těsné a bezpečné připojení. Dbejte na správné upevnění konektorů a nepřekračujte maximální utahovací moment. Další informace naleznete v kapitole [Krouticí moment \[7\]](#).
- V případě maticového nebo šroubového spoje vždy přidejte podložku a pružnou podložku ve správném pořadí, jak je uvedeno na obrázku vpravo.
- Správné krimpování kabelových svorek na kabelu. Použijte vhodný krimpovací nástroj a použijte kabelovou svorku správné velikosti. Další informace naleznete v kapitole [Krimpovací svorky \[29\]](#):



### Uvědomte si, že odpor také vytváří teplo:

Špatné spojení s vysokým odporem vytváří nadměrné teplo. Vztah mezi výkonem, proudem a odporem popisuje vzorec  $P = I^2 R$ . V případě velmi nízkého stejnosměrného napětí může i malý odpor způsobit nebezpečnou úroveň tepla, která může způsobit poškození zařízení a kabelů nebo v závažných případech dokonce požár.

## 2.6. Točivý moment

Jak bylo popsáno v předchozí kapitole, je důležité provést těsné elektrické spoje, protože volné spoje vedou k odporu, teple a možné korozi v důsledku oblouku. Dbejte však také na to, abyste tato spojení neutahovali příliš, protože by mohlo dojít k poškození spojovacího prvku konektoru.

Spojovací materiál pro elektrické spoje, šrouby nebo svorníky jsou často vyrobeny z pocínované mosazi. Častým omylem je domněnka, že tyto spojovací prvky jsou vyrobeny z nerezové oceli, což vede k jejich přílišnému utažení a poškození.

Vždy používejte momentový klíč (nebo momentový šroubovák), abyste věděli, že je šroub nebo vrut správně utažen.

Upozorňujeme, že naše výrobky mají metrické připojovací šrouby, běžně používané závity jsou M4, M5, M6, M8 a M10 a doporučené hodnoty krouticího momentu v naší dokumentaci jsou uvedeny v N.m (newtonmetrech).



Izolovaný momentový šroubovák.



Izolovaný momentový klíč.

### Jak správně používat momentový klíč

Chcete-li použít momentový klíč, postupujte podle následujících pokynů:

1. Zvolte správné nastavení krouticího momentu podle návodu. Momentový klíč by měl mít stupnici nebo číselník, který lze nastavit na požadovanou hodnotu momentu.
2. Nasadte momentový klíč na upevňovací prvek (šroub, matici nebo vrut).
3. Momentovým klíčem působte na spojovací prvek silou a otáčejte jím, dokud nedosáhnete požadovaného nastavení momentu.
4. Momentový klíč obvykle cvakne nebo vydá nějaký signál, když je dosaženo požadovaného nastavení točivého momentu. Pokud je k dispozici, překontrolujte hodnotu krouticího momentu pomocí zařízení pro kontrolu krouticího momentu.



Upozorňujeme, že při používání momentového klíče je důležité dodržovat pokyny a pokyny výrobce, aby byla zajištěna přesnost a nedošlo k poškození nástroje nebo zařízení, na kterém se pracuje.

Maximální krouticí moment mosazných šroubů se může lišit v závislosti na faktorech, jako je typ mosazi, velikost a délka šroubu a zamýšlené použití. Obecně platí, že maximální krouticí moment pro mosazné šrouby je nižší než pro ocelové šrouby stejné velikosti.

V návodu k obsluze výrobku je obvykle uveden správný maximální krouticí moment pro elektrická připojení. Pokud však tato informace chybí, použijte níže uvedenou tabulku pro mosazné šrouby, matice nebo vruty.

### Maximální hodnoty krouticího momentu pro mosazné spojovací prvky:

Vlákno	Maximální točivý moment v N.m	Ekvivalent v lbf.ft	Ekvivalent v lbf.in
M3	0.5	0.4	4.4
M4	1.0	0.7	8.9
M5	2.0	1.5	17.7
M6	3.0	2.2	26.6
M8	5.0	3.7	44.3
M10	9.0	6.6	79.7



Veźměte na vědomí, že se jedná o hrubé odhady, které se mohou lišit v závislosti na konkrétní aplikaci, proto je důležité konzultovat příručku k výrobku nebo technické pokyny pro určení vhodné hodnoty krouticího momentu.

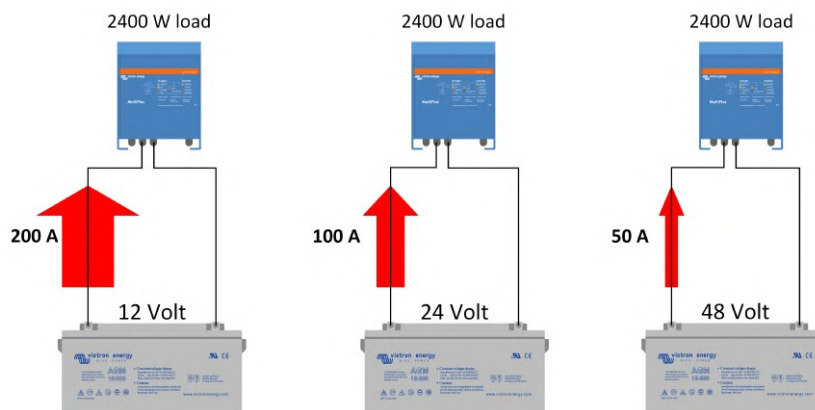
Nadměrný utahovací moment šroubu může vést k poškození nebo poruše šroubu nebo upevňovaných součástí.

## 2.7. Proud, odpor kabelu a úbytek napětí

**Nízké napětí má za následek vysoký proud:**

Jak již bylo vysvětleno, proud, který protéká elektrickým obvodem pro pevnou zátěž, se liší pro různá napětí v obvodu. Čím vyšší je napětí, tím nižší je proud.

Níže je uveden přehled velikosti proudu, který protéká třemi různými obvody, kde je zátěž stejná, ale napětí baterie je v každém obvodu jiné:



**Odpor kabelu vytváří na kabelu úbytek napětí:**

Jak již bylo vysvětleno, kabel má také určitý odpor. Kabel je součástí elektrického obvodu a lze jej považovat za odpor.

Když rezistorem protéká proud, rezistor se zahřívá. Totéž se děje v kabelu; když kabelem protéká proud, kabel se zahřívá a výkon se ztrácí ve formě tepla. Tyto ztráty se nazývají ztráty v kabelu. Ztracený výkon lze vypočítat podle následujícího vzorce:

$$\text{Power} = \text{Resistance} \times \text{Current}^2$$

$$P = R \times I^2$$

Dalším důsledkem ztrát v kabelu je pokles napětí na celé délce kabelu. Úbytek napětí lze vypočítat podle následujícího vzorce:

$$\text{Voltage} = \text{Resistance} \times \text{Current}$$

$$V = R \times I$$

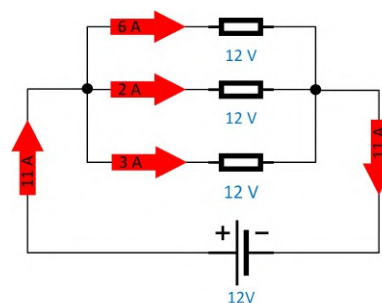
**1. a 2. Kirchhoffův zákon:**

Abyste mohli vypočítat vliv úbytku napětí na kabelu, budete potřebovat znát další dva elektrické zákony, a to první a druhý Kirchhoffův zákon:

**Kirchhoffův proudový zákon (1. zákon):**

**Proud tekoucí do spoje se musí rovnat proudu, který z něj teče.**

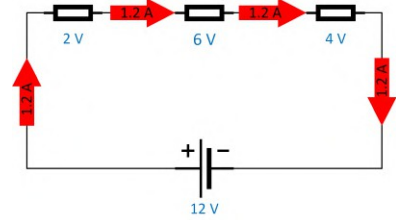
Příkladem je paralelní obvod. Napětí na každém rezistoru je stejné, zatímco součet proudu protékajícího každým rezistorem se rovná celkovému proudu.



### Kirchhoffův napětový zákon (2. zákon):

Součet všech napětí v uzavřené smyčce obvodu se musí rovnat nule.

V tomto případě je tomu přesně naopak. V sériovém obvodu je proud procházející každým rezistorem stejný, zatímco součet napětí na každém rezistoru se rovná celkovému napětí.

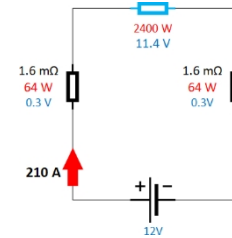
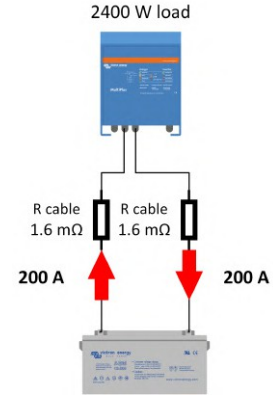


### Příklad výpočtu úbytku napětí:

Nyní použijeme reálný příklad měniče, který je připojen k 12V baterii, a vypočítáme ztráty na kabelu. Na schématu zapojení naleznete 2400W měnič připojený k 12V baterii pomocí dvou 1,5 metru dlouhých kabelů o průřezu 16 mm<sup>2</sup>.

Jak jsme již dříve vypočítali, každý kabel má odpor 1,6 mΩ. Když to víme, můžeme nyní vypočítat úbytek napětí na jednom kabelu:

- Zátěž 2400 W při 12 V vytváří proud 200 A.
- Úbytek napětí na jednom kabelu je:  $V = I \times R = 200 \times 0,0016 = 0,32 \text{ V}$ .
- Vzhledem k tomu, že se jedná o dva kabely, kladný a záporný, činí celková napěťová ztráta v tomto systému 0,64 V.
- Kvůli poklesu napětí o 0,64 V již měnič nedostává 12 V, ale  $12 - 0,64 = 11,36 \text{ V}$ .



Výkon měniče je v tomto zapojení konstantní. Když tedy napětí na měniči klesne, proud se zvýší. Pamatujte si, že  $I = P/V$ .

Baterie nyní bude dodávat více proudu, aby kompenzovala ztráty. V předchozím příkladu to znamená, že proud se zvýší na 210 A.

Tím se systém stává neefektivním, protože jsme nyní ztratili 5 % ( $0,64/12$ ) celkové energie. Tato ztracená energie se přeměnila na teplo.

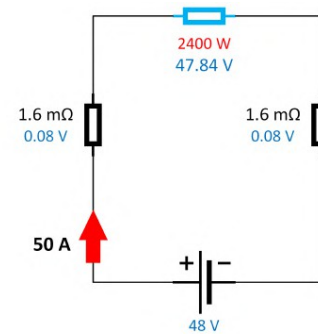
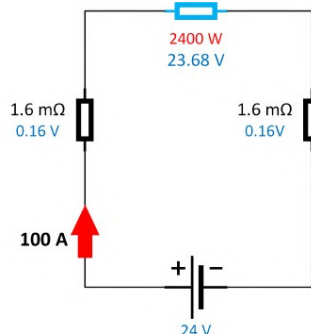
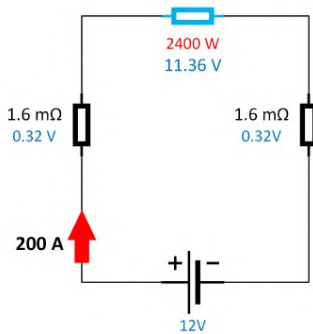
### Jak snížit pokles napětí:

Je důležité, aby byl úbytek napětí co nejmenší. Zřejmým způsobem, jak toho dosáhnout, je zvětšit tloušťku kabelu nebo udržet délku kabelu co nejkratší. Můžete však udělat i něco jiného. Tím je zvýšení napětí elektrického obvodu. Úbytek napětí na kabelu se liší pro různá napětí baterie (systému). Obecně platí, že čím vyšší je napětí obvodu, tím nižší bude úbytek napětí.

#### Příklad:

Pokud se podíváme na stejnou 2400W zátěž, ale nyní je systémové napětí 24 nebo 48 V:

- Zátěž 2400 W při napětí 24 V vytvoří proud  $2400/24 = 100 \text{ A}$ .
- Celkový úbytek napětí bude  $2 \times 100 \times 0,0016 = 0,32 \text{ V}$  (= 1,3 %).
- A při napětí 48 V bude proud 50 A. Úbytek napětí je 0,16V (= 0,3%).



## Jak velký pokles napětí je povolen?

To vede k další otázce: Jak velký pokles napětí je povolen? Názory se poněkud liší, ale doporučujeme, aby úbytek napětí nebyl větší než 2,5 %. To je uvedeno v následující tabulce pro různá napětí:

Systémové napětí	Procento	Pokles napětí
12V	2.5%	0.3V
24V	2.5%	0.6V
48V	2.5%	1.2V

### Nejen odpor kabelu, ale i další faktory vytvářejí odpor:

Je důležité si uvědomit, že odpor se nevyskytuje pouze v samotném kabelu. Další odpor vytvářejí všechny předměty na cestě, kterou musí proud protékat.

### Seznam možných položek, které mohou zvýšit celkový odpor:

- Délka a tloušťka kabelu.
- Pojistky.
- Šunty.
- Spínače nebo jističe.
- Kvalita a vhodnost kabelových svorek a to, jak dobře jsou ke kabelu přichyceny.
- Kvalita a těsnost všech elektrických spojů.

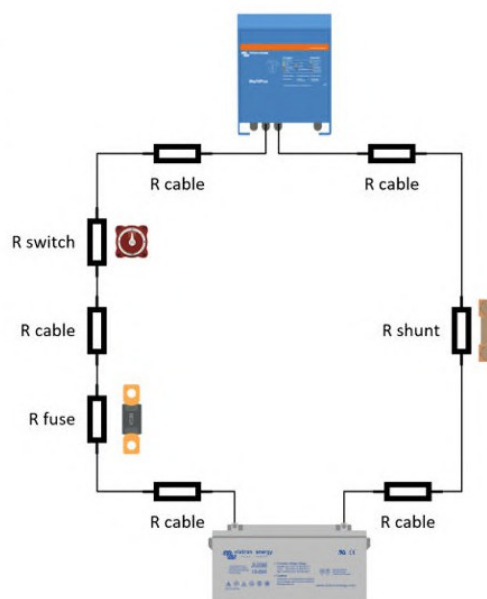
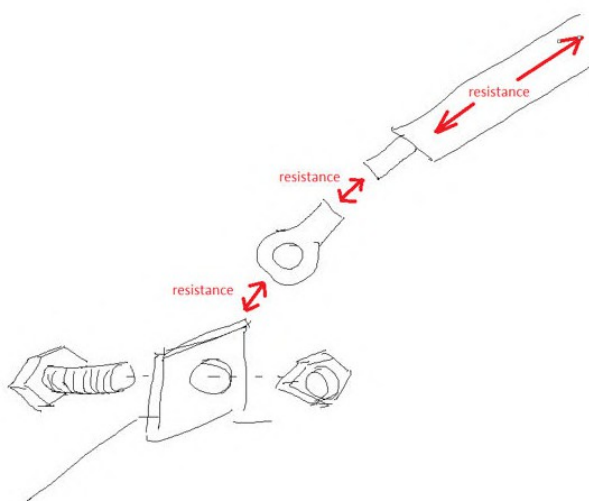
### A zejména si dejte pozor na:

- Volné spoje.
- Znečištěné nebo zkorodované kontakty.
- Špatné krimpování kabelových koncovek.

Při každém připojení nebo pokud se do cesty mezi baterií a měničem něco vloží, přidá se do elektrického obvodu odpor.

### Seznam možných položek, které mohou zvýšit celkový odpor:

- Každé kabelové připojení: 0,06 mΩ.
- Bočník 500 A: 0,10 mΩ.
- Pojistka 150 A: 0,35 mΩ.
- Dvoumetrový kabel 35 mm<sup>2</sup>: 1,08 mΩ.



## 2.8. Negativní účinky poklesu napětí na kabelu

Nyní víme, co musíme udělat, abychom udrželi nízký odpor v obvodu a zabránili tak poklesu napětí. Jaké jsou však negativní účinky, pokud je v systému vysoký úbytek napětí?

### Jedná se o negativní účinky vysokého poklesu napětí:

- Dochází ke ztrátám energie a systém je méně účinný. Baterie se vybíjejí rychleji.
- Proud v systému se zvýší. To může vést k přepálení stejnosměrných pojistek.
- Vysoké systémové proudy mohou vést k předčasnému přetížení měniče.
- Pokles napětí během nabíjení způsobí nedostatečné nabití baterií.
- Střídač přijímá nižší napětí baterie. To může potenciálně vyvolat alarm nízkého napětí.
- Kabely baterie se zahřívají. To může způsobit roztavení izolace kabelů nebo poškození kabelových rozvodů či připojeného zařízení. V extrémních případech může zahřívání kabelů způsobit požár.
- Životnost všech zařízení připojených k systému se zkrátí.

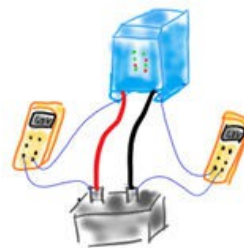
### Tímto způsobem lze zabránit ztrátám napětí:

- Kabely udržujte co nejkratší.
- Používejte kabely s dostatečnou tloušťkou.
- Spojení proveďte těsně, ale ne příliš těsně. Dodržujte doporučení pro utahovací momenty uvedená v příručce.
- Zkontrolujte, zda jsou všechny kontakty čisté a neokorodované.
- Používejte kvalitní kabelová oka a lisujte je pomocí vhodného nástroje.
- Používejte kvalitní bateriové oddělovací spínače.
- Snižte počet připojení v rámci kabelového vedení.
- Použijte stejnosměrné rozvodné body nebo přípojnice.
- Dodržujte právní předpisy týkající se elektroinstalace.

Po dokončení elektrické instalace, která obsahuje baterie, je vhodné změřit pokles napětí v systému. Nezapomeňte, že k poklesu napětí obvykle dochází při vysokém proudu. Pokles napětí se zvětšuje, když se proud zvyšuje. To je případ, kdy je měnič zatížen maximální zátěží nebo kdy nabíječka baterií nabíjí plným proudem.

### Jak měřit úbytek napětí například v systému se střídačem:

- Střídač zatěžujte maximálním výkonem.
- Změřte napětí na záporném kabelu mezi přípojkou měniče a pólem baterie.
- Tento postup zopakujte pro kladný kabel.



### Jak měřit pokles napětí, když je baterie příliš daleko nebo v jiné místnosti či skříni:

- Střídač zatěžujte maximálním výkonem.
- Změřte napětí na stejnosměrných přípojkách uvnitř měniče.
- Změřte napětí na pólech baterie
- Porovnejte tyto údaje. Rozdíl mezi oběma hodnotami je úbytek napětí.

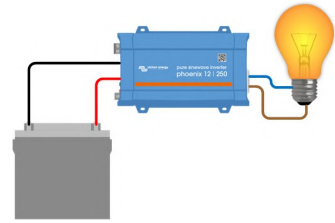


## 2.9. Zvlnění napětí

Jedním z negativních účinků vysokého úbytku napětí v systému je zvlnění.

### V systémech s měničem dochází ke zvlnění:

Vlnění se objevuje v systému, kde je zdrojem energie baterie (stejnoseměrný proud) a zátěží je střídavé zařízení. To je vždy případ systému se střídačem. Střídač se připojuje k bateriím, ale napájí střídavou zátěž.

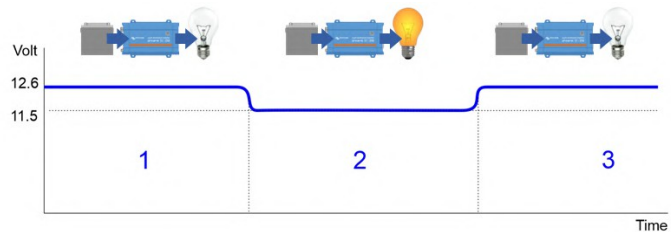


### Úbytek napětí je příčinou zvlnění:

Mechanismus, který způsobuje zvlnění, přímo souvisí s úbytkem napětí na stejnosměrných kabelech, když je systém zatížen a proudy baterie jsou vysoké. Vysoký proud způsobuje vysoký úbytek napětí, který se zvláště zvýší, pokud byly použity tenké kabely.

Pokles napětí v systému jako celku může být ještě větší, zejména pokud se používají příliš malé, staré nebo poškozené olověné akumulátory. K poklesu napětí nedochází pouze na kabelech, ale také uvnitř samotné baterie. Zvlnění souvisí s jevem, že když střídač napájí velkou zátěž, napětí stejnosměrného proudu v systému klesá. Po vypnutí zátěže se však systémové napětí obnoví. Tento proces je znázorněn na následujícím obrázku.

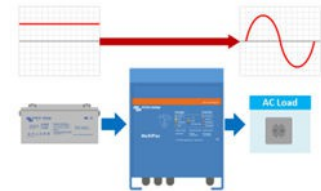
1. Napětí naměřené na měniči je normální. V tomto příkladu je to 12,6 V.
2. Při zapnutí velké zátěže klesne napětí baterie na 11,5 V.
3. Po vypnutí zátěže se napětí baterie obvykle obnoví na 12,6 V.



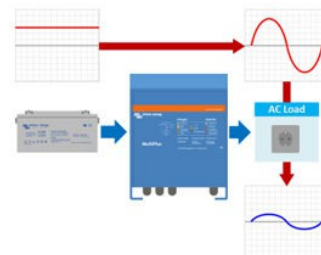
### Jak vzniká vlnění?

Následující kroky sledují posloupnost vytváření zvlnění:

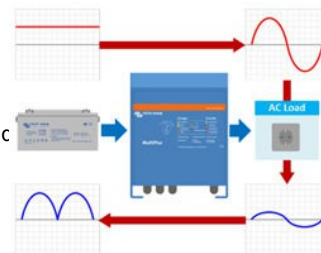
1. Měníč převádí stejnosměrné napětí na střídavé.



2. Zátěž připojená ke střídači vytváří ve střídači střídavý proud.



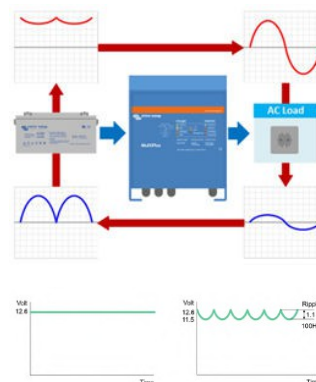
3. Tento střídavý proud způsobuje (prostřednictvím měniče) kolísání stejnosměrného proudu



4. Výsledkem tohoto kolísání stejnosměrného proudu je následující:

- Když stejnosměrný proud dosáhne maxima, napětí baterie klesne.
- Při poklesu stejnosměrného proudu se napětí baterie obnoví.
- Když stejnosměrný proud dosáhne maxima, napětí baterie opět klesne.
- A tak dále a tak dále.

Stejnosemné napětí se neustále zvyšuje a snižuje a již není konstantní. Nyní kolísá. Stoupá a klesá 100krát za sekundu (100 Hz). Velikost kolísání stejnosměrného napětí se nazývá zvlnění napětí.

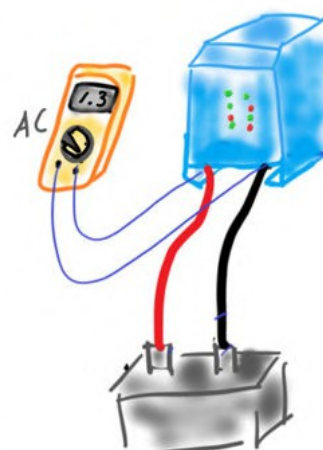
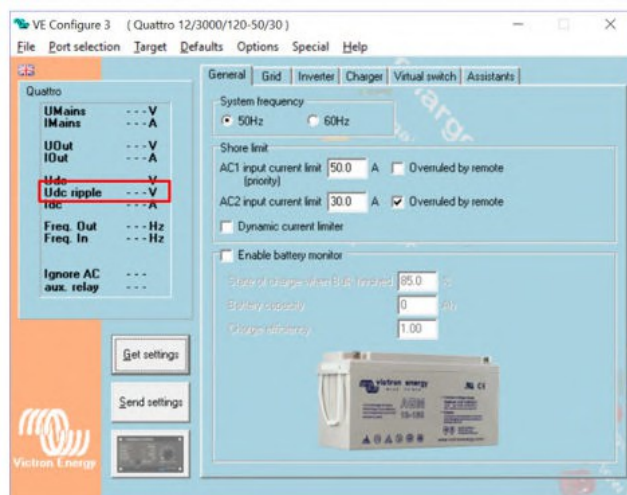


### Jak měřit zvlnění:

Při měření zvlnění mějte na paměti, že k němu dochází pouze při plném zatížení systému. Zvlnění lze zjistit pouze tehdy, když střídač napájí plnou zátěž nebo když nabíječka nabíjí vysokým proudem. Totéž platí při měření úbytku napětí,

### Vlnění lze měřit těmito dvěma způsoby:

- Použijte multimetr. Na multimetru zvolte režim střídavého proudu. Změřte napětí na stejnosměrných přípojkách měniče. Nyní měřte střídavou složku stejnosměrného napětí. Toto střídavé napětí je zvlněné napětí.
- Použijte VEConfigure, sleduje zvlnění.



### Negativní dopady vlnění:

Malé zvlnění může existovat bez měřitelného dopadu. Nadměrné zvlnění však může mít negativní dopad.

### Negativní dopad nadměrného zvlnění:

- Životnost měniče se sníží. Kondenzátory ve střídači se budou snažit co nejvíce vyrovnat zvlnění, a v důsledku toho budou kondenzátory rychleji stárnout.
- Zkrátí se i životnost ostatních stejnosměrných zařízení v systému. I ta trpí zvlněním stejným způsobem jako střídače.
- Baterie předčasně stárnou. Každé zvlnění působí na baterii jako minicyklus a životnost baterie se zkracuje v důsledku zvyšujícího se počtu cyklů baterie.
- Vlnění během nabíjení snižuje nabíjecí výkon. Nabíjení baterií bude trvat déle.



### Vlnění alarmů:

Střídače nebo měniče/nabíječky mají zabudovaný alarm zvlnění. Existují dvě úrovně alarmu zvlnění:

- **Předběžný alarm Ripple:** LED diody přetížení i slabé baterie blikají a jednotka se po 20 minutách vypne.
- **Plný alarm zvlnění:** LED diody přetížení i slabé baterie svítí a jednotka se vypne.

**Jedná se o alarmové úrovně zvlnění pro modely střídačů/nabíječek při různých stejnosměrných napětích a pro MultiPlus Compact bez ohledu na napětí:**

Systémové napětí	Předběžný alarm (20 min) *	Alarm plného zvlnění (3 s) *	Regulace poplatků
12V	1.50V	2.50	1.4
24V	2.25V	3.75	2.1
48V	3.00V	5.00	2.8
<b>Pouze MultiPlus Compact</b> (bez ohledu na stejnosměrné napětí)	1.50V	2.5V	0.8V

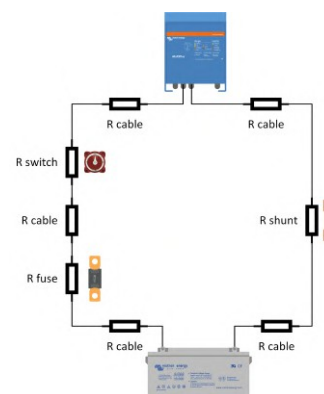
\*) Všechna napětí jsou efektivní hodnoty.

### Jak opravit zvlnění:

Zvlnění se objeví pouze tehdy, když v systému dojde k poklesu napětí. Chcete-li vyřešit problémy s vlněním, musíte snížit úbytek napětí. To znamená, že musíte snížit odpor na cestě od baterie ke střídači a zpět k baterii. Další informace naleznete v kapitole [Proud, odpor kabelu a úbytek napětí \[8\]](#).

**Pro odstranění vysokého zvlnění v systému proveďte následující kroky:**

- Zkrácení dlouhých kabelů baterie
- Používejte silnější kabely.
- Zkontrolujte, zda jsou pojistky, bočníky a spínače odpojení baterie připojeny.
- Zkontrolujte specifikace pojistek, bočníků a spínačů odpojení baterie.
- Zkontrolujte, zda nejsou uvolněné svorky a kabelové spoje.
- Zkontrolujte, zda nejsou znečištěné nebo zkorodované spoje.
- Zkontrolujte, zda nejsou špatné, staré nebo příliš malé baterie.
- Vždy používejte kvalitní systémové komponenty.



## 3. Zapojení bateriové banky

Srdcem každého systému Victron je baterie. Jedná se buď o jednu baterii, nebo o několik vzájemně propojených baterií.



**POZOR:** Svorky baterie nejsou izolované. Abyste zabránili zkratu nebo úrazu elektrickým proudem, používejte izolované nářadí a nenoste kovové šperky,

### 3.1. Bateriová banka

Baterie se propojují za účelem zvýšení napětí baterie nebo zvýšení kapacity baterie, případně obojího. Více propojených baterií se nazývá bateriová banka.

**Pro baterie platí následující:**

- Při sériovém zapojení baterií se napětí zvyšuje.
- Při paralelním zapojení baterií se jejich kapacita zvyšuje.
- Při sériovém/paralelním zapojení baterií se zvyšuje napětí i kapacita.

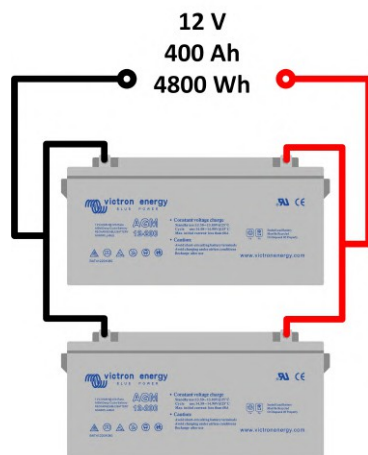
Několik příkladů:



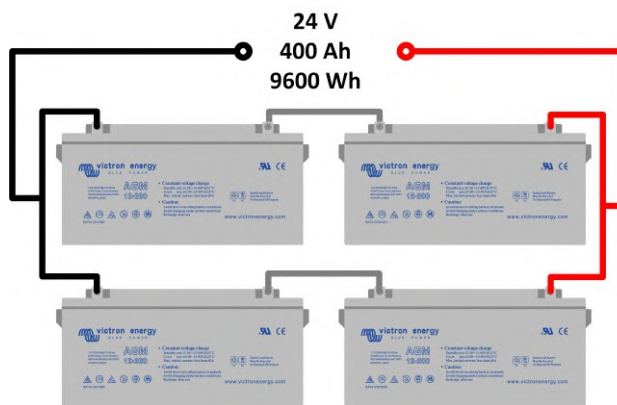
*Jedna baterie.*



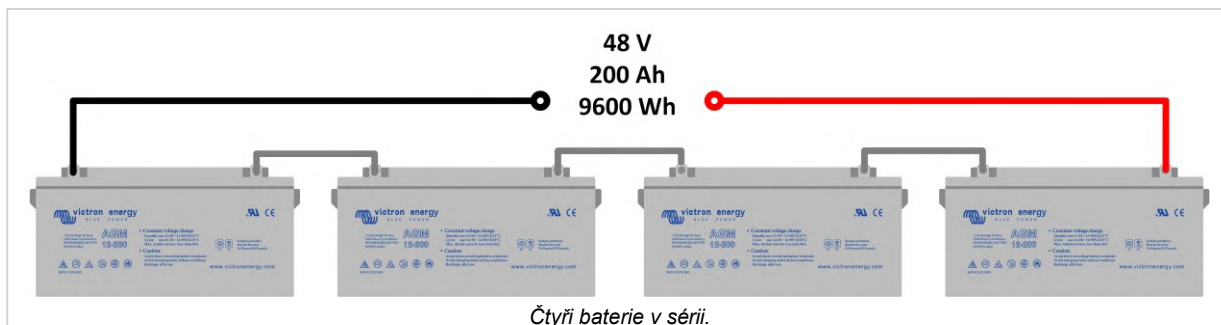
*Dvě baterie v sérii.*



*Dvě paralelní baterie.*



*Čtyři baterie v sérii/paralelně.*



## 3.2. Velké baterie

Pokud potřebujete velkou bateriovou banku, nedoporučujeme ji sestavovat z mnoha sériových/paralelních 12V olověných akumulátorů. Maximum je přibližně 3 (nebo 4) paralelně zapojené řetězce. Důvodem je, že u takto velké bateriové banky je obtížné vytvořit vyváženou bateriovou banku. Ve velké sériové/paralelní bateriové bance vzniká nerovnováha kvůli rozdílům v zapojení a nepatrným rozdílům ve vnitřním odporu baterií.

### Příklady velkých baterií obsahujících 2V olověné nebo lithiové baterie:

#### 2V olověné baterie:

2V baterie OPzV nebo OPzS jsou k dispozici v různých velkých kapacitách. Stačí si jen vybrat požadovanou kapacitu a zapojit je do série. Přesně k tomuto účelu jsou dodávány se speciálními propojovacími články.



2V olověné baterie OPzV a propojovací články.



#### Victron Energy lithiová baterie Smart:

Lithiové baterie Battery Smart mají interní vyvažování článků a externí systém správy baterií (BMS).



Lithiová baterie 12,8V & 25,6V Smart



#### Chytré lithiové baterie:

S vyvažováním článků a interním nebo externím systémem správy baterií (BMS). Jednotlivé baterie mají možnost vzájemné komunikace, ale mohou také komunikovat s monitorovacím zařízením. V případě společnosti Victron se jedná o zařízení GX. Baterie vygenerují celkovou hodnotu stavu nabití pro celou baterii a odešlou ji do zařízení GX. Další informace o tom, které značky mohou fungovat s Victronem a jak je nastavit, viz tento odkaz: [https://www.victronenergy.com/live/battery\\_compatibility:start](https://www.victronenergy.com/live/battery_compatibility:start).



#### Další chemické složení baterií:

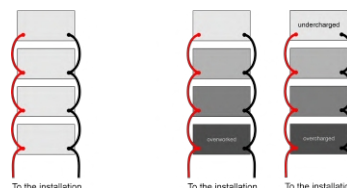
Průtokové baterie a další chemické technologie. Běžně jsou k dispozici ve 48V provedení. Více baterií lze bez problémů zapojit paralelně. Každá baterie má svůj vlastní systém správy baterií. Společně vytvoří celkovou hodnotu stavu nabití pro celou baterii. V systému je zapotřebí monitorovací zařízení GX. Další informace o tom, které značky mohou pracovat s Victronem a jak je nastavit, najdete na tomto odkazu: [https://www.victronenergy.com/live/battery\\_compatibility:start](https://www.victronenergy.com/live/battery_compatibility:start).



### 3.3. Paralelní zapojení bateriové banky

#### Zapojení bateriové banky

Záleží na tom, jak je akumulátorová baterie zapojena do systému. Při zapojování akumulátorové baterie je snadné udělat chybu. Jednou z nejčastějších chyb je zapojení všech baterií paralelně k sobě a následné připojení jedné strany paralelní bateriové banky k elektrické instalaci. Jak je naznačeno na obrázku vpravo.



#### Co se stane, když je připojena zátěž?

Napájení ze spodní baterie probíhá pouze přes hlavní propojovací vodiče. Naproti tomu proud z následujících baterií musí projít hlavním připojením a dalšími propojovacími vodiči, aby se dostal k další baterii. S rostoucím počtem baterií roste i počet propojovacích vodičů. To má za následek snížení proudu dostupného z horní baterie ve srovnání s dolní baterií.

#### Co se stane, když je akumulátor nabitý?

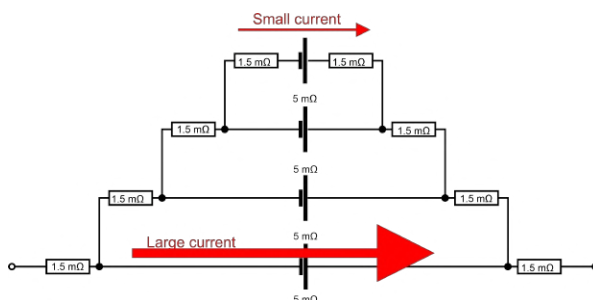
Spodní baterie se nabíjí vyšším proudem než horní baterie. Horní baterie se nabíjí nižším napětím než spodní baterie. Výsledkem je, že spodní baterie je více namáhána, více vybíjena a více nabíjena. Spodní baterie předčasně selže.

#### Proč je při zapojování baterií důležitý odpor kabelů?

Nezapomeňte, že kabel je odpor. Čím delší je kabel, tím větší je jeho odpor. K tomuto odporu se přidávají také koncovky kabelu a připojení baterie.

Pro představu, celkový odpor 20cm kabelu o ploše 35 m<sup>2</sup> s připojenými kabelovými koncovkami je přibližně 1,5 mΩ. Možná si řeknete, že 1,5 mΩ není mnoho, ale nezapomeňte, že vnitřní odpor baterie je také nízký. Proto na něm hodně záleží! Vnitřní odpor baterie se obvykle pohybuje mezi 10 až 3mΩ.

Pokud sestavíte elektrické schéma nesprávně zapojené bateriové banky, bude vypadat takto:

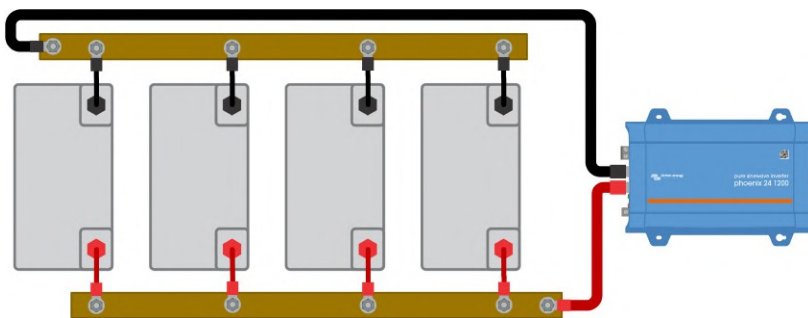


Proud si vždy vybere cestu nejmenšího odporu. Většina proudu proto prochází spodní baterií. A pouze malá část proudu bude procházet horní baterií.

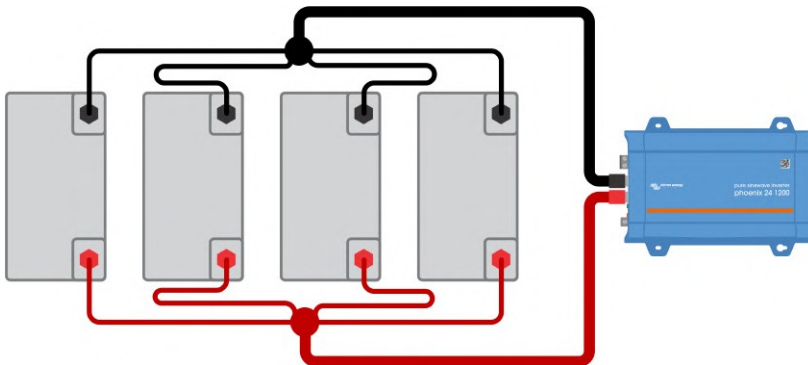
Správný způsob paralelního zapojení více baterií spočívá v tom, že celková dráha proudu do každé baterie a z každé baterie je stejná.

#### Existují čtyři způsoby, jak správně zapojit paralelní baterii:

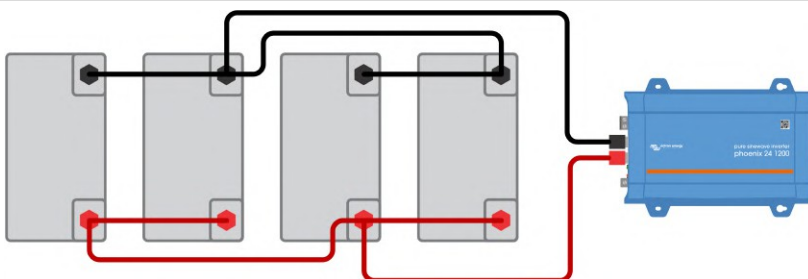
- Použijte přípojnice.



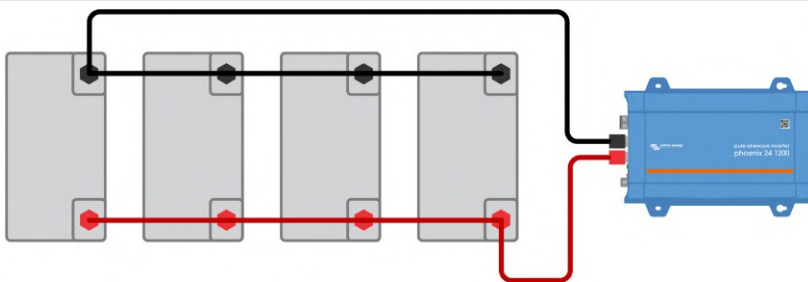
- Připojte se pomocí kladných a záporných sloupků. Zajistěte stejnou délku kabelu od každého sloupku ke každé baterii.



- Připojte se v polovině cesty. Ujistěte se, že všechny kabely mají stejnou tloušťku.



- Připojte se diagonálně. Upozorňujeme, že tento způsob připojení baterie je sice jednoduchý a účinný, ale není dokonalý. Může dojít k stále existujícím malým rozdílům v proudech jednotlivých baterií.

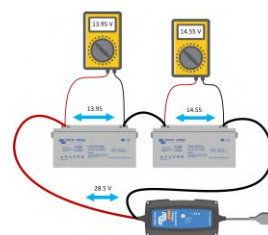


### 3.4. Vyvažování olověných akumulátorů

Při vytváření banky olověných akumulátorů s vyšším napětím, například 24 nebo 48 V, je třeba zapojit více 12V akumulátorů do série. Sériové zapojení baterií má však jeden problém, a to ten, že baterie nejsou elektricky identické. Mají mírné rozdíly ve vnitřním odporu. Když se tedy sériový řetězec baterií nabíjí, tento rozdíl v odporu způsobí odchylky v napětí na svorkách jednotlivých baterií. Jejich napětí se stane "nevyváženým". Tato "nevyváženost" se časem zvětšuje a vede k tomu, že jedna z baterií je neustále přebíjena, zatímco druhá baterie je neustále podbitá. To vede k předčasnému selhání jednoho z akumulátorů v sériovém řetězci.

**Jak zkontrolovat, zda je baterie vyvážená:**

- Nabíjení akumulátoru.
- Měření ke konci fáze hromadného nabíjení. Tehdy nabíječka nabíjí plným proudem.
- Změřte napětí jedné z baterií.
- Změřte napětí jednotlivých baterií druhé baterie.
- Porovnejte napětí.
- Pokud je mezi těmito napětími znatelný rozdíl, je baterie nevyvážená.



#### Jak zabránit nevyváženosti baterie při první instalaci:

Abyste předešli počáteční nerovnováze baterií, ujistěte se, že jste před jejich sériovým (a/nebo paralelním) zapojením plně nabili každou jednotlivou baterii. Abyste zabránili nevyváženosti v budoucnu, kdy baterie stárnou, použijte Battery Balancer. Vyvažovač baterií se zapojuje do systému podle obrázku vpravo. Měří napětí bateriové banky a také napětí jednotlivých baterií.

#### Jak Battery Balancer funguje:

- Vyvažovač akumulátoru se aktivuje, jakmile se akumulátorová baterie nabíjí a nabíjecí napětí dosáhne více než 27,3 V.
- V tomto okamžiku začne balancer měřit a porovnávat napětí obou baterií.
- Jakmile zjistí rozdíl napětí mezi oběma bateriemi větší než 0,1 V, rozsvítí se výstražná kontrolka a začne obě baterie vyrovnávat.
- Toho se dosáhne vybitím vyššího akumulátoru odebráním proudu až 0,7 A z tohoto akumulátoru, dokud se napětí obou akumulátorů nevyrovná.



Pokud vyvážení baterie nemá požadovaný účinek a rozdíl napětí je větší než 0,2 V, nevyváženost baterie je větší, než může vyvážení baterie korigovat. To s největší pravděpodobností znamená, že se na jedné z baterií vyskytla závada a zařízení Battery Balancer spustí alarm a aktivuje své alarmové relé.

Pro 24V systém je zapotřebí jeden balancer baterie. Pro 48V systém jsou potřeba tři vyrovnávače baterií, jeden mezi každou baterií.

Další informace naleznete na stránce s informacemi o produktu Battery Balancer na adrese: <https://www.victronenergy.com/batteries/battery-balancer>.

### 3.5. Střední bod bateriové banky

Nevyváženost baterie lze zjistit pomocí středního napětí baterie. Pokud je středové napětí sledováno, může být použito ke generování alarmu, pokud se odchýlí nad určitou hodnotu.

Vyvažovač baterie i monitor baterie mohou generovat alarm středního bodu.

Monitory baterií BMV 702, BMV 712 a SmartShunt mají druhý napěťový vstup, který lze použít pro monitorování středního bodu. Lze jej zapojit do středního bodu bateriové banky. Monitor baterie zobrazí rozdíl mezi obou napětí nebo v procentech. Další informace naleznete na produktové stránce monitoru baterií na adrese: <https://www.victronenergy.com/battery-monitors>.

#### Poplach ve středním bodě může znamenat následující:

- Jednotlivé baterie selhaly, například otevřený článek nebo zkrat.
- Jednotlivé baterie nebo více baterií dosáhly konce své životnosti z důvodu sulfatace nebo vylučování aktivního materiálu.
- Vyrovnání je nutné (pouze u mokrych buněk).



V sériové/paralelní bateriové bance může být užitečné propojit středy jednotlivých paralelních sériových řetězců. Důvodem pro tento postup je odstranění nevyváženosti v rámci bateriové banky.

**Jak spojit midpointy:**

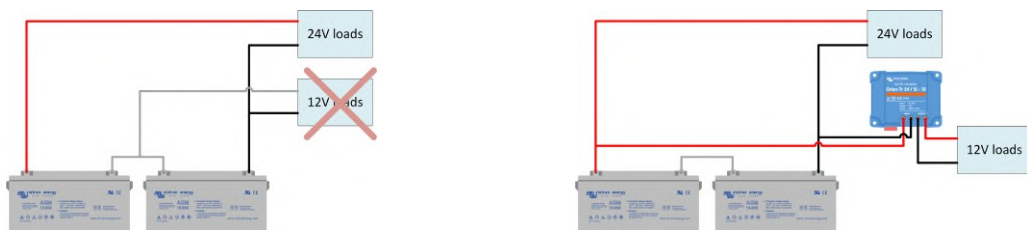
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pokud zapojíte baterie sériově/paralelně, jako na obrázku vpravo, uvidíte, že jednotlivá napětí se budou lišit v sérii a budou se lišit i v rámci řetězce.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nejprve se ujistěte, že každý řetězec má stejné napětí pomocí společného záporného a kladného přípojovacího bodu nebo přípojnice.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jakmile je napětí na každém řetězci stejné, lze spojit středové body. Ujistěte se, že kabeláž středního bodu je schopna přenášet plný proud mezi bateriemi.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Po připojení středního bodu bateriové banky lze použít jeden balancér baterie namísto 3 balancérů baterie (jeden pro každý řetězec). Také lze použít jeden BMV pro monitorování středního bodu celé bateriové banky.</li> </ul>	

### Nepřipojujte zátěž ke středovému bodu baterie:

Nedoporučuje se připojovat zátěže ke středu bateriové banky, aby bylo možné provozovat zátěže, které vyžadují nižší napětí. Takový postup způsobí velkou nerovnováhu v bateriové bance. Tato nerovnováha je mnohem větší, než může potenciálně vyrovnat vyrovnávač baterií (větší než 0,7 A), a baterie, která se používá k zajištění nižšího napětí, předčasně selže.

Jediný důvod, proč používat středové body bateriové banky, je pro účely vyvažování a/nebo monitorování.

### Nedělejte to: Místo toho použijte měnič DC-DC Orion:

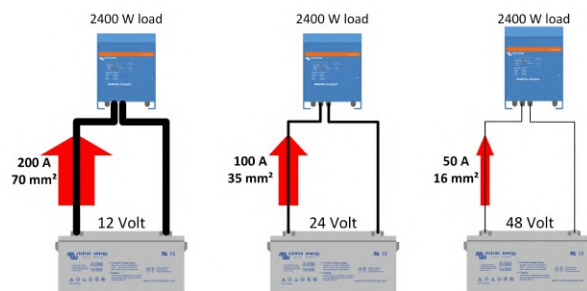


## 4. Zapojení stejnosměrného proudu

V systému je důležité použít správnou tloušťku kabelu. Tato kapitola vysvětluje proč a obsahuje další užitečné informace o tom, na co si dát pozor při navrhování stejnosměrné kabeláže systému.

### 4.1. Výběr kabelů

Správný kabel lze zvolit až po zjištění proudů v systému. Postup výpočtu proudu naleznete v kapitole [Proud, odpor kabelu a úbytek napětí](#) [8].



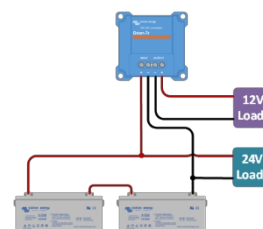
Níže uvedený seznam ukazuje příklad, jaká velikost kabelu patří k těmto proudům, pokud je vzdálenost kabelu menší než 5 metrů.

**Přednostní horní meze výkonu měniče pro napětí systému jsou:**

- **12V:** až 3000VA.
- **24V:** až 5000VA.
- **48V:** 5000VA a více.

Abyste se vyhnuli velmi tlustým kabelům, měli byste nejprve zvážit zvýšení napětí systému. Systém s velkým měničem bude způsobovat velké stejnosměrné proudy. Pokud se zvýší stejnosměrné napětí systému, stejnosměrný proud klesne a kabely mohou být tenčí.

Pokud chcete zvýšit napětí systému, ale existují stejnosměrné zátěže nebo zdroje stejnosměrného nabíjení, které si vystačí pouze s 12 V, můžete zvážit použití měničů DC-DC namísto volby nízkého napětí pro celý systém.



Jak již bylo vysvětleno, je velmi důležité vždy použít správnou tloušťku kabelu. Správnou tloušťku kabelu najdete v návodu k obsluze výrobku. Použití příliš tenkého kabelu má přímý negativní vliv na výkon systému. Obecně se tloušťka žil kabelu udává v mm<sup>2</sup>. Ten udává plochu povrchu jádra kabelu. Používají se však i jiné poznámky, například AWG (American Wire gauge). Na konci této kapitoly naleznete tabulku převodu AWG na metrickou soustavu.

- Průměr žily kabelu slané kabelu zjistíte tak, že se podíváte na izolaci kabelu. Na kabelu budou značky, které označují tloušťku žil kabelu.





Uvědomte si, že některé kabely mohou mít velmi silnou izolaci a mohou se zdát silnější, než ve skutečnosti jsou. Zjistěte skutečný průměr žíly podle označení kabelu nebo jeho specifikací, případně proveďte fyzickou kontrolu. Odstraňte kousek izolace kabelu a podívejte se na měděné jádro kabelu a odhadněte průměr jádra. U plného kabelu můžete vypočítat povrch, pokud změříte průměr jádra kabelu, ale u laněného kabelu není tato metoda tak přesná. (Upozorňujeme, že nedoporučujeme používat kabely s plným jádrem).



Pokud nemůžete najít dostatečně silný kabel, zdvojte ho. Na jedno připojení použijte raději dva kabely než jeden velmi silný. Pokud tak ale učiníte, vždy se ujistěte, že se kombinovaná plocha obou kabelů rovná doporučené ploše. Pro například 2 kabely <sup>35</sup> mm<sup>2</sup> se rovnají jednomu kabelu <sup>70</sup> mm<sup>2</sup>. Větší měniče/nabíječky Victron jsou vybaveny dvěma kladnými a dvěma zápornými kabely. záporné připojení baterie, zejména pro tento účel.

#### Při výběru kabelů se vyvarujte těchto chyb: -

- Nepoužívejte kabely s hrubými vlákny.
- Nepoužívejte nepružné kabely.
- Nepoužívejte kabely střídavého proudu.
- Pro použití v moři nebo ve vlhkém prostředí použijte "námořní kabely". Jedná se o kabely s pocínovanými měděnými vlákny.



Zleva doprava: nepružný kabel, kabel s hrubými vlákny, správný kabel s jemnými vlákny, správný námořní kabel s pocínovanými vlákny.

#### Výpočet tloušťky kabelu může být obtížný. Existují způsoby, které vám pomohou s výběrem správné tloušťky kabelu:

- Podívejte se do příručky k výrobku.
- Aplikace Victron toolkit.
- Pravidlo.
- Tabulka doporučených kabelů baterie.

#### Příručky k výrobku:

Všechny naše příručky doporučují velikost stejnosměrného kabelu baterie (a velikost pojistky), kterou je třeba pro daný výrobek použít.

#### Aplikace Victron toolkit:

Aplikace Victron vám pomůže vypočítat velikost kabelu a úbytek napětí. Aplikace je zdarma zdarma a lze ji stáhnout zde: <https://www.victronenergy.com/support-and-downloads/software#victron-toolkit-app>.

Můžete zadat následující parametry:

- Napětí.
- Délka kabelu.
- Současný stav.
- Průřez kabelu.

Po zadání parametrů aplikace vypočítá úbytek napětí na obou kabelech. Měli byste se snažit o pokles napětí pod 2,5 %.



### Tabulka doporučených kabelů baterie:

Níže uvedená tabulka uvádí maximální proud pro řadu standardních kabelů, kde je úbytek napětí 0,259 V. V této tabulce je použita celková délka kabelu, tj. délka kladného kabelu plus délka záporného kabelu. Nehledě na to, že nejsou zahrnuty ztráty přes kontakty.

Průměr kabelu (mm)	Průřez kabelu (mm <sup>2</sup> )	Maximální proud (A) pro celkovou délku kabelu až 5 metrů	Maximální proud (A) pro celkovou délku kabelu až 10 metrů	Maximální proud (A) pro celkovou délku kabelu až 15 metrů	Maximální proud (A) pro celkovou délku kabelu až 20 metrů
0.98	0.75	2.3	1.1	0.8	0.6
1.38	1.5	4.5	2.3	1.5	1.1
1.78	2.5	7.5	3.8	2.5	1.9
2.26	4	12	6	4	3
2.76	6	18	9	6	5
3.57	10	30	15	10	8
4.51	16	48	24	16	12
5.64	25	75	38	25	19
6.68	35	105	53	35	26
7.98	50	150	75	50	38
9.44	70	210	105	70	53
11.00	95	285	143	95	71
12.36	120	360	180	120	90

#### Pravidlo:

Pro rychlý a obecný výpočet pro kabely do 5 metrů použijte tento vzorec:

$$\text{Current} / 3 = \text{cable size in mm}^2$$

Například: pokud je proud 200 A, pak kabel musí mít:  $200/3 = 66 \text{ mm}^2$ .

## AWG do Metrická převodní tabulka

V této tabulce jsou uvedeny převody a odpory pro kabely do AWG 10. Úplnou tabulku (do AWG 40) najdete na tomto odkazu: <https://www.victronenergy.com/upload/documents/AWG%20to%20Metric%20Conversion%20Chart.pdf>.

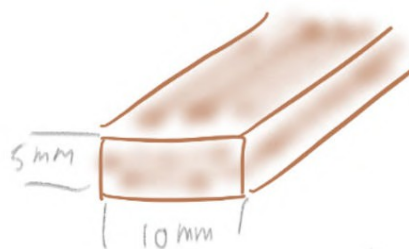
AWG	Průměr (in)	Průměr (mm)	Plocha povrchu (mm <sup>2</sup> )	Odpor (ohm/m)
4/0 = 0000	0.460	11.7	107	0.000161
3/0 = 000	0.410	10.4	85.0	0.000203
2/0 = 00	0.365	9.26	67.4	0.000256
1/0 = 0	0.325	8.25	53.5	0.000323
1	0.289	7.35	42.4	0.000407
2	0.258	6.54	33.6	0.000513
3	0.229	5.83	26.7	0.000647
4	0.204	5.19	21.1	0.000815
5	0.182	4.62	16.8	0.00103
6	0.162	4.11	13.3	0.00130
7	0.144	3.66	10.5	0.00163
8	0.128	3.26	8.36	0.00206
9	0.114	2.91	6.63	0.00260
10	0.102	2.59	5.26	0.00328

## 4.2. Přípojnice

Přípojnice jsou jako kabely, jen jsou to pevné kovové tyče. Jsou vyrobeny z mědi nebo pocínované mědi. Používají se ve velkých systémech, kde tečou velké proudy. Poskytují společný kladný a záporný bod mezi bateriemi a více měniči. Přípojnice se používají také v menších systémech, zejména pokud je v nich mnoho stejnosměrných zařízení. Přípojnice v tomto případě poskytují pěkné místo, ke kterému lze připojit všechny různé stejnosměrné kabely.

Pro výpočet tloušťky přípojnic jednoduše použijte doporučenou plochu kabelu a tu aplikujte na plochu průřezu přípojnice.

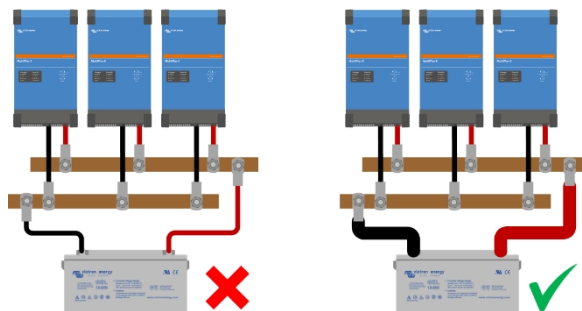
**surface area = width x depth**



### Například:

- Přípojnice 10 mm x 5 mm.
- Plocha průřezu je  $5 \times 10 = 50 \text{ mm}^2$ .
- To by mělo být vhodné pro 150 A na vzdálenost až 5 metrů.

Při zapojování systému dbejte na to, aby se průřez spojení mezi bateriemi a stejnosměrným rozvodem rovnal součtu požadovaných průřezů spojení mezi rozvodem a stejnosměrným zařízením. Příklady viz níže uvedený obrázek.



**POZOR:** Přípojnice nejsou izolované. Abyste zabránili zkratu nebo úrazu elektrickým proudem, používejte izolované nářadí a nenoste kovové šperky,

Při použití přípojnic je ve většině případů nutné přípojnice stínit, zejména pokud je přípojnice na volném prostranství. Je to proto, aby se přípojnice nedotýkaly osoby nebo aby se zabránilo zkratu, pokud by přes kladnou a zápornou přípojnici náhodou spadl kovový předmět a zkratoval obě přípojnice. Snadno to lze provést tak, že před přípojnicí nebo nad ní připevníte fólii Perspex. Viz obrázek vpravo.



Přípojnice si můžete snadno vyrobit sami, stačí vám měděná nebo mosazná tyč, do které vyvrtáte otvory, abyste k ní mohli připojit elektrické kabely. Pro námořní aplikace použijte pocínovanou měď nebo mosaz. Přípojnice lze zakoupit v elektrotechnických velkoobchodech nebo u dodavatelů kovů.



Společnost Victron nabízí řadu produktů, které obsahují přípojnice. Ty naleznete také na naší produktové stránce stejnosměrných distribučních systémů a pojistek. Úplné informace o výrobku naleznete na tomto odkazu: <https://www.victronenergy.com/dc-distribution-systems>.

#### Přehled přípojnic Victron:

Přípojnice s jmenovitým proudem 150, 250 a 600 A, s různými možnostmi připojení a s kryty i bez nich (model 250 A 6p je na obrázku vlevo).



Pojistkový držák 6-cestný pro pojistky MEGA s přípojnicí 250 A.



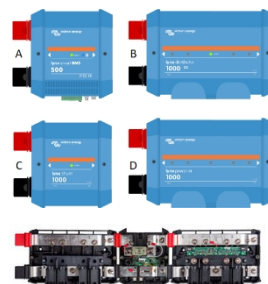
Modulární držáky pojistek MEGA:

- 5polohová přípojnice, jmenovitý proud 500 A.
- 6polohová přípojnice. 1500A (na obrázku vlevo).



Distribuční systém Lynx se skládá ze samostatných modulů, které lze vzájemně propojit a vytvořit tak souvislou přípojnicí pro 12, 24 nebo 48V systémy:

- Lynx Smart BMS - BMS pro naše inteligentní lithiové baterie s monitorem baterie a Bluetooth. Využívá komunikaci VE.Can ke čtení informací o pojistkách distributora Lynx a ke komunikaci se zařízením GX. Jmenovitý proud 500 A.
- Rozdělovač Lynx - pro připojení až čtyř stejnosměrných zátěží nebo baterií a jejich pojistek a světelné indikace na pojistku. (Lze jich připojit více). Jmenovitý proud 1000 A.
- Bočník Lynx - Monitor baterie a držák hlavní pojistky. Používá VE.Can ke komunikaci se zařízením GX a k odečítání údajů z monitoru baterie. Jmenovitý proud 1000 A.
- Lynx Power in - pro připojení baterií (Lze použít i rozdělovač Lynx). Jmenovitý proud 1000 A.



### 4.3. Připojení kabelů

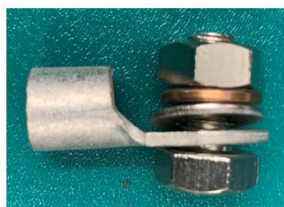
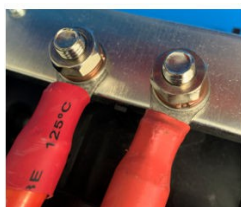
Existuje několik způsobů připojení kabelů k bateriím nebo k výrobkům Victron a připojení se provádí různými způsoby.

#### Šrouby, matice a vrutky

Obvykle se dodávají ve velikostech M5, M6, M8 nebo M10. Všimněte si, že šrouby používané pro elektrické účely jsou obvykle vyrobeny z pocínované mosazi. Při jejich utahování proto vždy použijte správný utahovací moment. Přílišné utažení by mohlo způsobit zlomení matice nebo šroubu. Doporučený utahovací moment naleznete v návodu k výrobku.

Kabelová oka se používají k připojení kabelu ke šroubu. Kabelové oko musí odpovídat tloušťce kabelu. K upevnění kabelového oka na kabel je zapotřebí speciální lisovací nástroj. Pokud kabelové oko nemá izolaci, budete ji muset přidat.

Při připojování kabelového oka ke šroubu nasadte podložku a pružný kroužek a poté matici. Dbejte na to, aby bylo oko rovně přiloženo k povrchu pod ním. Nevkládejte nic mezi oko a montážní povrch, například podložky nebo pojistky. Tím se sníží proudová zatížitelnost spoje.



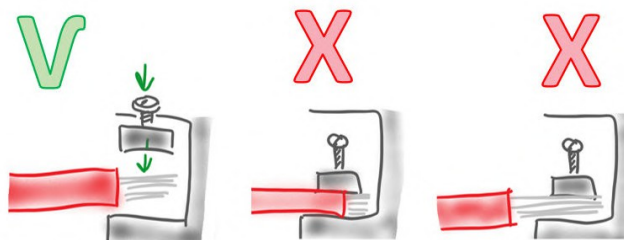
Při utahování matice používejte izolované nářadí. Náhodný zkrat baterie může být velmi nebezpečný a proudy mohou roztavit neizolovaný klíč nebo jiskra může způsobit výbuch baterie.

#### Šroubové konektory

Šroubové konektory se dodávají v různých tvarech a velikostech, vhodné pro silné i tenké vodiče. Informace o maximální velikosti vodiče, který lze použít ve šroubovém konektoru, naleznete v návodu k výrobku.



Před zasunutím holého konce kabelu do konektorové dutiny odizolujte dostatečnou délku izolace kabelu. Zabraňte vniknutí izolace kabelu do konektoru. To může vést k příliš velkému odporu. Konektor se zahřeje a může se roztavit. Vyhněte se holému kabelu, který je viditelný vně konektoru. To je nebezpečné, může to způsobit úraz elektrickým proudem nebo zkrat.



Šrouby uvnitř elektrických konektorů jsou obvykle vyrobeny z pocínované mosazi. Při utahování vždy použijte správný utahovací moment. Přílišné utažení by mohlo šroub zlomit. Správný utahovací moment naleznete v návodu k výrobku.

Nikdy také nepoužívejte tuhé začátky kabelů nebo nepájejte vlákna kabelu dohromady, protože by se tím vytvořil špatný kontakt uvnitř šroubového konektoru, vodič by se mohl uvolnit nebo by se tím vytvořil příliš velký kontaktní odpor. Příliš velký odpor způsobí zahřívání konektoru.

Důrazně se doporučuje používat kování (viz také další část). Okovy vyrovnají žily kabelu a udrží je pohromadě. Tím se vytvoří optimální kontakt uvnitř šroubového konektoru.

#### Ferule

Jedná se o objímky, které se nasunou na odizolovaný konec kabelu a připevní se ke kabelu pomocí speciálního lisovacího nástroje.

Slouží k vyrovnání odizolovaných žil kabelu a k zabránění jejich roztažení při zasouvání kabelu do šroubového nebo tlačného konektoru.



#### Co se stane, když se nepoužijí žádné koncovky?

Pro všechna kabelová připojení používejte koncovky, zejména při připojování ke šroubovému konektoru, který nemá klec. Pokud se použije lankový kabel bez koncovky, může se šroub konektoru přiskřípnout jen na několik vláken a otáčivý pohyb šroubu může vlákna dokonce zkroutit a přetřhnout.

To ilustruje fotografie vpravo. Prameny horního vodiče byly poškozeny a došlo pouze k částečnému kontaktu. Prameny spodního kabelu byly chráněny a došlo k plnému kontaktu.



#### Push konektory

Takto je můžete používat:

- Odstraňte dostatečně dlouhou část izolace kabelu.
- Oranžovou část zatlačte plochým šroubovákem dolů.
- Vložte odizolovaný vodič.
- Zabraňte vniknutí izolace kabelu do konektoru. To může vést k příliš velkému odporu a konektor se zahřeje a může se roztavit.
- Zabraňte tomu, aby byl neizolovaný kabel (holý kabel) viditelný mimo konektor. Je to nebezpečné, může to způsobit úraz elektrickým proudem nebo zkrat.
- Uvolněte oranžovou část.
- Kabel je nyní zajištěn na místě. Malým zatažením za kabel zkontrolujte, zda je kabel bezpečně upevněn.



## Svorky s lopatkami

Krimpovací svorku je třeba ke kabelu přichytit speciálním krimpovacím nástrojem. Sortiment těchto konektorů zahrnuje konektory s izolací i bez izolace a některé se speciálními funkcemi, jako jsou například konektory typu piggy back.



## Konektory MC

Tyto konektory se používají výhradně k připojení solárních panelů k jiným solárním panelům a/nebo k solárním nabíječkám. Nejběžnější je MC4, ale existují i MC, MC2 a MC3, ale.

se již nepoužívají. Písmena "MC" znamenají MultiContact, což je název jednoho z původních výrobců, který se uchytil. Číslice 1 až 4 znamenají průřez kontaktního kolíku v mm<sup>2</sup>. Některá specifika:

- Jsou vodotěsné (IP67) a lze je používat ve venkovním prostředí. -
- Konektory samec nebo samice.
- Jmenovitý proud 20 A, 600 V (novější verze 1500 V).
- Je zapotřebí speciální krimpovací nástroj.
- Lze zakoupit jako předem smontované kabely.
- MC4 Y-kusy (nebo Y kabely) sloužící k paralelnímu propojení solárních panelů.

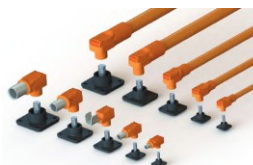


Další informace naleznete v kapitole [Solární \[40\]](#).

## Konektory RADLOKTM

Stejnosečné konektory typu Push od společnosti Amphenol. Tyto konektory mají jedinečný mechanismus pozitivního uzamčení, který zajišťuje konektor na místě a zabraňuje náhodnému odpojení. Konektor je navržen tak, aby byl vysoce spolehlivý, s vysokou úrovní odolnosti vůči okolním podmínkám, jako jsou vibrace, teplota, vlhkost a působení korozivních látek.

K dispozici jsou modely od 70 do 400 A se jmenovitým napětím až 1000 V. Ty se často používají s řízenými bateriemi. Datový list naleznete na [adrese: http://www.amphenol-industrial.com/images/datasheets/IDS-67%20RADLOK.pdf](http://www.amphenol-industrial.com/images/datasheets/IDS-67%20RADLOK.pdf).



## Andersonovy zátky

Pružinové konektory vyrobené z pocínované nebo poniklované mědi, která odolává korozi. Dodávají se v různých velikostech, aby vyhovovaly různým průřezům vodičů a proudovým požadavkům. Často se používají v automobilových nebo mobilních aplikacích, kde je běžné rychlé připojování a odpojování.

Ujistěte se, že jmenovitý proud odpovídá proudu při plném zatížení systému. Uvědomte si, že pokud jsou umístěny mezi baterií a měničem, zvyšují odpor kabelu. V takovém případě omezte jejich použití nebo se mu vyhněte.



## Zástrčky do auta

Ty se obvykle používají v automobilových aplikacích nižší třídy. Nejsou schopny přenášet proudy vyšší než 10 A. Proto nejsou vhodné pro připojení měniče. Uvažte také, že obvod v automobilu může mít pouze ještě nižší jmenovitou hodnotu pojistky než 10 A.

Při jejich používání dbejte na správné a dostatečně hluboké zasunutí zástrčky. Při nesprávném zasunutí se může konektor zahřát a roztavit. Omezte jejich používání nebo se mu vyhněte.



## Svorky baterií

Ty jsou určeny pouze pro dočasná připojení. Často nemají dostatečně vysokou proudovou zatížitelnost a nikdy by neměly být trvale používány v elektrickém systému. Omezte jejich používání nebo se mu vyhněte.





## 4.4. Krimpovací svorky











Několik zvláštních poznámek k izolovaným krimpovacím svorkám. Tyto typy krimpovacích svorek jsou snadno dostupné a snadno se používají. Dodávají se ve třech barvách, a to červené, modré a žluté. Tyto barvy označují velikost vodiče, který lze použít s krimpovací svorkou:

- Červená - pro vodiče o průřezu 0,5 až 1,5 mm<sup>2</sup>.
- Modrá - pro vodiče o průřezu 1,5 až 2,5 mm<sup>2</sup>.
- Žlutá - pro vodiče o průřezu 2,5 až 6 mm<sup>2</sup>.

Níže uvedená tabulka uvádí maximální proud pro každou barvu krimpovací svorky při použití různých délek kabelu.

	Colour	wire size mm <sup>2</sup>	wire size AWG	5 m cable max A	10 m cable max A	15 m cable max A	20 m cable max A
	Red	0.5 - 1.5	22-16	4.5	2.3	1.5	1.1
	Blue	1.5 - 2.5	16-14	7.5	3.8	2.5	1.9
	Yellow	2.5 - 6	10-12	18	9	6	5

Krimpovací svorky jsou k dispozici v různých tvarech, jak je uvedeno v následující tabulce.

Spade female	Spade female Isolated	Spade male	Fork	Bullet female	Bullet male	Pin	Butt splice	Eye	Blade
									

### Zleva doprava:

- Svorka s kolíky, neizolovaná.
- Svorka s dutým hrotem, izolovaná.
- Zásuvná svorka.
- Vidlicový terminál.
- Svorka s kuličkou - nedoporučujeme používat tuto svorku; často dochází ke špatnému kontaktu a může být zdrojem problémů v systému.
- Kulová svorka - nedoporučujeme používat tuto svorku; často dochází ke špatnému kontaktu a může být zdrojem problémů v systému.
- Kolíkový terminál.
- Svorka na tupo - nedoporučujeme používat tuto svorku; často dochází ke špatnému kontaktu a může být zdrojem problémů v systému. Lepší alternativou je kompaktní spojovací konektor WAGO 221-482, určený pro kabely do 4 mm<sup>2</sup>, více informací naleznete na tomto odkazu: <https://www.wago.com/global/installation-terminal-blocks-and-connectors/compact-splicing-connector/p/221-482>.
- Terminál čepele.



Ke správnému nalisování svorky na kabel použijte profesionální ráčnový lisovací nástroj. Ráčnový mechanismus zajišťuje správný tlak na krimpování. Nástroj má 3 krimpovací oblasti, které jsou označeny červenými, modrými a žlutými body. Tyto tečky odpovídají barvě krimpovací svorky. Příklad profesionálního krimpovacího nástroje naleznete na následujícím obrázku.

Před krimpováním se také ujistěte, že izolace vodiče není zatlačena příliš hluboko do krimpovací svorky. Krimpovací svorka má dvě různé krimpovací části, jednu pro jádro vodiče a druhou pro izolaci vodiče. Profesionální krimpovací nástroj krimpuje obě sekce pod různým tlakem.

Po krimpování je vhodné vyzkoušet krimpování malým zatažením za vodič, abyste se ujistili, že je svorka pevně krimpována.



## 4.5. Kabelové trasy

Při vedení a propojování kabelů mezi všemi součástmi systému je třeba dbát na řadu praktických věcí, které se týkají vedení kabelů. I když byste se řídili správnými radami ohledně kabelů, stále jsou ve hře některé faktory související s kabely, které mohou v systému způsobit problém.

### **Použijte správnou tloušťku kabelu a v případě potřeby jej zdvojte:**

V kapitole [Teorie \[2\]](#) této knihy je vysvětleno, proč musí mít kabely určitou tloušťku a jaké jsou negativní účinky příliš tenkých kabelů. Při zapojování systému však může být požadovaná tloušťka kabelu nedostupná nebo obtížně dostupná. S velmi tlustými kabely se také špatně manévruje nebo nejsou schopny provádět těsné ohyby. V těchto případech je v pořádku použít dva kabely místo jednoho. Mnoho měničů a střídačů/nabíječek má právě pro tento účel dvojité kladné a dvojité záporné svorky.

Při použití dvojitých kabelů se může stát, že každý kabel musí být samostatně jištěn. Požadavky se mohou v jednotlivých zemích a aplikacích lišit, proto si prosím ověřte místní předpisy.

Dalším místním požadavkem pak může být, že každý jednotlivý vodič musí být schopen nést plné zatížení, takže v tomto případě zdvojení kabelů není možné, proto si prosím ověřte místní předpisy, pokud se vás to týká.

### **Kabely udržujte co nejkratší:**

Snažte se, aby vzdálenost mezi silnoproudými kabely, jako je baterie a střídač nebo střídač/nabíječka, byla co nejmenší. Dávejte si však pozor, abyste neumístili elektronické zařízení přímo nad olověné akumulátory, a to i v případě, že jsou olověné akumulátory utěsněné.

To proto, abyste nemuseli používat velmi silné kabely. Čím blíže jsou baterie, tím kratší je kabel a tím tenčí může být.

### **Uvědomte si, že kabely vytvářejí teplo:**

Vzhledem k odporu kabelů se kabely při průchodu proudu zahřívají. Čím větší je úbytek napětí na kabelu, tím více tepla vzniká. Pokud je například úbytek napětí 2,5 %, znamená to, že pokud kabelem prochází 1000 W výkonu, 2,5 % tohoto výkonu se rozptýlí ve formě tepla. Pro zátěž 1000 W to tedy znamená 25 W tepla.

Je důležité, aby se toto vzniklé teplo mohlo odvádět.

Pokud jsou kabely uzavřeny, například kabelovým kanálem, nemusí se teplo rozptýlit a nakonec se kabely příliš zahřejí. Jediným řešením je v tomto případě zvětšit tloušťku kabelu a možná ji i zdvojnásobit.

Použijte kabelový kanál, který je nahoře otevřený. Případně použijte silnější kabely, aby byl úbytek napětí menší, a tím vznikalo méně tepla. Více informací o tom naleznete v kapitole [Proud, odpor kabelu a úbytek napětí \[8\]](#) a v kapitole [Negativní účinky úbytku napětí na kabelu \[11\]](#).

Doporučením by mohlo být spuštění systému při plném zatížení a kontrola kabelů termokamerou. To je také dobrý způsob, jak odhalit uvolněné kabelové spoje nebo špatně zalisované svorky.

### Udržujte vůli v kabelech

Těsné kabely spolu s vibracemi vozidla nejsou dobré. Krimpovací svorky a póly baterie jsou příliš namáhány a časem se uvolní. Dobrým příkladem je vedení mezi bateriemi, které tvoří velkou bateriovou banku. Pokud propojovací vodiče nemají určitou vůli a baterie nemusí být zcela nepohyblivé, dojde k přílišnému namáhání svorek baterií nebo kabelů a nakonec k jejich uvolnění nebo poškození.

### Použití odlehčovačů tahu

silné kabely jsou těžké, nenechávejte celou váhu silného kabelu plně viset na měniči, měniči/nabíječe nebo na přípojce baterie. To je důležité zejména v případě, že je instalace vystavena vibracím. Hmotnost kabelu unesou odlehčovače tahu nebo držáky pro upevnění kabelu.

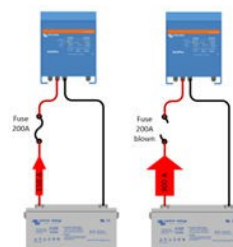
## 4.6. Pojistky a jističe

Pojistka je elektrické bezpečnostní zařízení. Chrání elektrický obvod před vysokými proudy.

Pojistka je umístěna v přívodním kabelu k elektrickému zařízení. Jakmile pojistkou po určitou dobu protéká proud, který je vyšší než její jmenovitý proud, pojistka se vyhodí. Jakmile se pojistka přepálí, do obvodu již nepoteče žádný proud. K situacím s vyšším proudem, než se očekávalo, může dojít při poruše elektrického zařízení nebo při zkratu v elektrickém obvodu.

#### Pojistka chrání vodiče a zařízení před:

- Nadproud - když systémem protéká větší proud, než na jaký je dimenzován.
- Zkrat - když se jeden vodič náhodně dotkne jiného vodiče.



#### Jak funguje pojistka?

Existují tři typy pojistkových mechanismů:

- Drátová pojistka (pouze jednou).
- Tepelná pojistka (resetovatelná).
- Magnetická pojistka (resetovatelná).

#### "Jednorázová" pojistka:

Pojistka tradičně obsahuje drát nebo kovový pásek, který se roztaví, jakmile pojistkou projde nepřijatelně vysoký proud. Když se drátek v pojistce roztaví, elektrický obvod je přerušen a obvodem již neprotéká žádný proud. Jakmile se pojistka přepálí, je třeba ji nahradit novou pojistkou, aby byl obvod opět funkční. Tyto pojistky jsou pojistky na jedno použití. Jakmile se jednou přepálí, nelze je resetovat. Musí být nahrazeny novými.

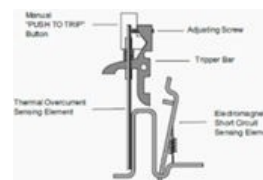


#### Opakovaně nastavitelná (nebo automatická) pojistka:

Dalším typem pojistky je automatická pojistka, často nazývaná jistič nebo miniaturní jistič (CB nebo MCB). Tato zařízení přeruší tok proudu, když je detekován vysoký proud. Někdy se po odeznění události s vysokým proudem znovu připojí nebo je třeba je ručně resetovat. Není třeba je vyměňovat jako tradiční pojistky.

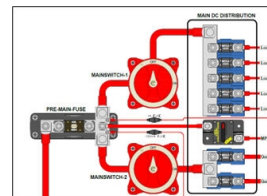
Tyto pojistky fungují dvěma způsoby, buď tepelně, nebo magneticky, případně jejich kombinací:

- Tepelný jistič obsahuje bimetalový pásek, který se při nadproudu zahřívá. Při zahřátí se ohne a tím přeruší cestu proudu.
- Magnetický jistič obsahuje elektromagnet, který je citlivý na velký proud. Při průtoku velkého proudu vytvoří elektromagnet magnetickou sílu, která přeruší cestu proudu.



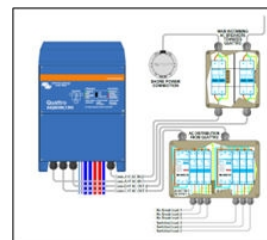
### umístění stejnosměrných pojistek:

Každý spotřebič, který se připojuje k baterii, musí být jištěn. Pojistka se umísťuje do kladného kabelu. Každý jednotlivý spotřebič musí mít samostatnou pojistku. Nezáleží na tom, jak velký nebo malý je jmenovitý výkon zařízení. Baterie mohou potenciálně produkovat velmi vysoké proudy, které mohou způsobit požár. Pokud dojde k poruše spotřebiče a vnitřnímu zkratu, poteče velmi velký proud, který může způsobit nebezpečí požáru. Stejnosemřný obvod obvykle obsahuje hlavní pojistku baterie, za kterou se rozvětvuje k jednotlivým spotřebičům. Každý spotřebič má samostatnou pojistku.



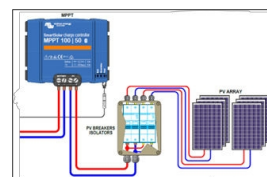
### Umístění jističů střídavého proudu:

Jističe jsou umístěny v blízkosti místa vstupu veřejné sítě a/nebo generátoru do rozváděče. Jistič střídavého proudu je umístěn v živém vodiči nebo v živém i nulovém vodiči. Používají se jednopólové nebo dvoupólové jističe. Na jeden střídavý přívod je obvykle jeden hlavní jistič, za kterým se přívod rozvětvuje do různých skupin. Každá skupina obsahuje jistič, který chrání skupinu spotřebičů střídavého proudu.



### Umístění jističů fotovoltaického pole:

Mezi fotovoltaickým panelem a solární nabíječkou musí být umístěna pojistka. Informujte se u místních úřadů, předpisy pro jednotlivé aplikace a země se liší.



### Držáky pojistek

Pojistky je třeba umístit do pojistkových držáků. Držák pojistky bezpečně drží pojistku na místě. A v některých případech zajišťují také elektrickou izolaci. Jističe se obvykle montují na lištu DIN. Pojistky a jističe jsou obvykle umístěny v rozváděči, nejlépe uvnitř skříně.

### Jmenovité hodnoty pojistek a jak vybrat správnou pojistku:

Při výběru pojistky existují 4 kritéria výběru: -

- Aktuální hodnocení
- Jmenovité napětí
- Rychlost
- Typ

Je důležité zvolit správnou pojistku, která odpovídá obvodu a příkonu zařízení v tomto obvodu. Jmenovitá hodnota pojistky je uvedena na pojistce nebo ji lze nalézt v datovém listu pojistky nebo v jejích specifikacích.

### Aktuální hodnocení

Pokud je v obvodu pouze jeden spotřebič, musí pojistka odpovídat jmenovitému proudu tohoto spotřebiče nebo jmenovitému proudu kabelu, podle toho, která hodnota je nižší. Pokud je v obvodu více spotřebičů, musí pojistka odpovídat jmenovitému proudu kabeláže v obvodu.

### Jmenovité napětí

Jmenovité napětí pojistky musí být stejné nebo větší než očekávané maximální napětí v systému. Pojistka musí být speciálně dimenzována pro požadovaný typ, stejnosměrný a/nebo střídavý proud. Většina stejnosměrných pojistek je vhodná pro 12 a 24 V, ale nemusí být nutně vhodná pro 48 V a vyšší. Upozorňujeme, že ne všechny pojistky nebo jističe lze použít jak pro střídavý, tak pro stejnosměrný proud.

obvody. Pokud lze pojistku použít pro střídavý i stejnosměrný proud, je napětí pro střídavý proud často vyšší než jmenovité napětí pro stejnosměrný proud. Dejte také pozor na to, že jističe nemusí být jednosměrné, takže pro stejnosměrný proud záleží na tom, jakým směrem jsou zapojeny do obvodu.

## Rychlost

Rychlost pojistky je doba, za kterou se pojistka otevře, když dojde k poruchovému proudu. Je dána materiálem pojistky, jejím mechanismem, proudem a teplotou.

Existují pomalé a rychlé pojistky:

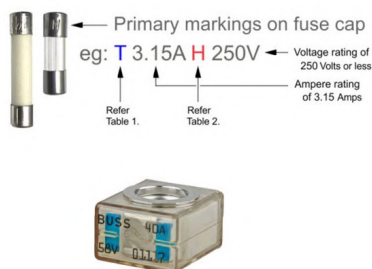
- Pomalé pojistky se běžně používají ve stejnosměrných aplikacích, které lze nalézt v automobilových a námořních obvodech. Tyto obvody obsahují spotřebiče s vysokým rozběhovým proudem, jako jsou motory, nebo zařízení s kondenzátory, jako je měnič. Pomalá pojistka vydrží vysoký, krátkodobý počáteční proud a umožní spuštění motoru.
- Rychlé pojistky se používají ve střídavých aplikacích. Spotřebiče střídavého proudu jsou často citlivé na změny v toku elektřiny, takže potřebují pojistku, která dokáže rychle reagovat, aby spotřebič ochránila. V některých případech však může mít spotřebič střídavého proudu vysoký rozběhový proud, jedná se o zařízení s elektromotory, jako jsou chladničky, klimatizace a kompresory. V těchto případech bude potřeba pomalejší pojistka.

Rozsah otáček pojistného prvku:

- FFVelmi rychle působící (Flink Flink).
- FFast Acting (Flink).
- MMedium Acting (Mitteltrage).
- TSlow Acting (Trage).
- Velmi pomalé jednání (Trage Trage).

## Označení pojistek












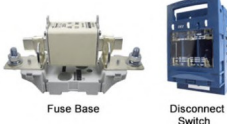

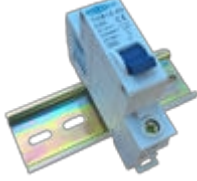
Pojistka obsahuje označení, jaké jsou její jmenovité hodnoty. Informace však mohou chybět. Pak jsou dobrým zdrojem pro zjištění dalších informací specifikace pojistek. Ty lze snadno najít na internetu nebo u dodavatele pojistek.



Catalog Number	Marine Rated Battery Fuses
Application	Full range circuit protection for automotive and marine applications. Break in capacity meets the requirements of conventional vehicle batteries and 42V electrical networks
Voltage Rating	58Vdc Maximum
Amperage Rating	30A - 300A
Ingress Protection	IP66
Ignition Protected	Per SAEJ1117
Interrupt Rating	10000 AMP @ 14Vdc 5000 AMP @ 32Vdc 2000 AMP @ 58Vdc
Torque Rating	Maximum 12 N·m (106 in-lbs)
Material	Body - Ceramic Housing & Cover: UL-rated 94V0 Thermoplastic Ring Terminals - Tin Plated

## Přehled typů pojistek:

Typ pojistky	Pojistka	Držák pojistek
<b>Skleněné nebo keramické pojistky</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drátová pojistka</li> <li>• Až do přibližně 60 A</li> <li>• Až 250 V AC nebo DC</li> <li>• Rychle nebo pomalu</li> </ul>		
<b>Čepelové pojistky (automobilové)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drátová pojistka</li> <li>• Až 120 A</li> <li>• 32V DC</li> <li>• Pomalý</li> </ul>		

Typ pojistky	Pojistka	Držák pojistek
<p><b>Midi pojistky</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drátová pojistka</li> <li>• 23 - 200A</li> <li>• 32 Vdc</li> <li>• Pomalý</li> </ul>		
<p><b>Pojistky Cooper Bussmann MRBF</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drátová pojistka</li> <li>• 30 - 300A</li> <li>• 58 Vdc</li> <li>• Hodnocení námořnictva</li> <li>• Pro stísněný prostor. Lze namontovat přímo na stejnosměrnou svorku, například na přípojnicí. Snižuje také celkové množství potřebných kabelů a krimpovacích svorek.</li> </ul>		
<p><b>Pojistky CNN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drátová pojistka</li> <li>• 10 - 800 A</li> <li>• 48 Vdc, 125 Vac</li> <li>• Rychle</li> </ul>		
<p><b>Mega pojistky</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drátová pojistka</li> <li>• 40 - 500A</li> <li>• 32 Vdc</li> <li>• Pomalý</li> </ul>		
<p><b>Pojistky ANL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drátová pojistka</li> <li>• 35 - 750 A</li> <li>• 32 V DC</li> <li>• Rychle</li> </ul>		
<p><b>Pojistky NH</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drátová pojistka</li> <li>• Až 1000 A</li> <li>• 500 - 690 Vac 440 - 550 Vdc</li> <li>• K dispozici je více rychlostí</li> </ul>		 <p>Fuse Base      Disconnect Switch</p>
<p><b>Jističe (CB nebo MCB)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tepelné a magnetické</li> <li>• Různé hodnoty proudu</li> <li>• Různá napětí</li> <li>• Střídavý nebo stejnosměrný proud</li> <li>• Různé rychlosti</li> <li>• Montáž na lištu DIN</li> </ul>		

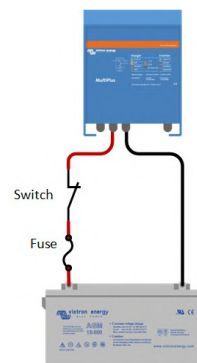
## 4.7. Stejnosemřné oddělovací spínače

K oddělení akumulátoru (nebo akumulátorové baterie) od zbytku elektrického obvodu lze použít oddělovací spínač. Nebo jej lze použít k oddělení stejnosměrného zdroje nebo stejnosměrného spotřebiče od elektrického obvodu.

Možnost odpojit baterii nebo stejnosměrný spotřebič od elektrického obvodu je užitečná v případě, že systém nebude po určitou dobu používán, nebo při údržbě systému. Při výběru odpojovače se vždy ujistěte, že je odpojovač dimenzován na proudy, které lze v systému očekávat při plném zatížení.

Pravidla a pokyny pro izolaci baterie se v různých zemích liší, ale doporučuje se, abyste v případě potřeby izolace baterie izolovali pouze kladný kabel baterie.

Možná ani nebude nutné přidávat oddělovací spínač. Stejnosemřný systém by měl vždy obsahovat hlavní pojistku. Vyjmutím pojistky se obvod rovněž přeruší. Pokud je tedy potřeba provést údržbu systému nebo vyměnit baterii, stačí vyjmout hlavní pojistku a oddělit baterii od zbytku systému.



Vždy používejte kvalitní oddělovací spínače. Oddělovací spínač zvyšuje odpor obvodu. Nekvalitní spínač bude mít větší odpor, což může potenciálně zvýšit úbytek napětí a způsobit problémy v systému.

Izolátorové spínače jsou dimenzovány na určité napětí a trvalý proud (ujistěte se, že se jedná o stejnosměrný proud) a často jsou také dimenzovány na 5minutový proud a několikasekundový špičkový proud.

Některé oddělovací spínače nejsou konstruovány na přerušení proudu (zejména stejnosměrného) a některé bateriové spínače nemohou spínat pod zátěží. Podívejte se na technické specifikace spínačů oddělovačů.

### Typy oddělovacích spínačů:

- Přepínač oddělovače baterií pro mobilní systémy (obvykle 12 a 24 V). Všimněte si, že **bateriový spínač Victron Energy ON/OFF 275A** je schopen spínat 12, 24 a 48 V a je schopen spínat i pod zátěží.
- Jističe montované na DIN, pro pozemní systémy pro baterie a fotovoltaiku (obvykle 48 V a více).
- NH spínač s držákem pojistek pro vysokoproudé pozemní systémy pro baterie a fotovoltaiku (obvykle 48 V a více).



Spínač baterií Victron Energy ON/OFF 275A.



Vysoký proud DC MCB.



NHpojistkové držáky lze použít jako jistič.

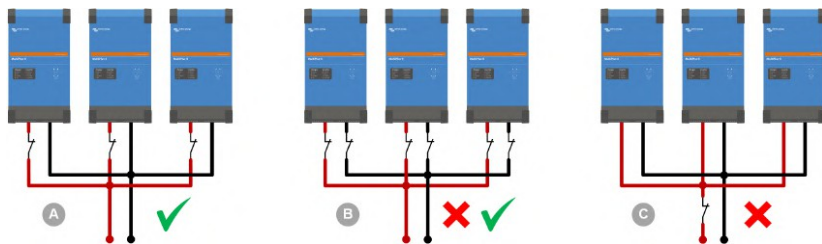
### Systémy s více měniči nebo měniči/nabíječkami

Každou jednotku je třeba tavit samostatně. Ujistěte se, že je pro každou jednotku použit stejný typ pojistky. Tím se zajistí, aby každá cesta stejnosměrného proudu měla stejný odpor.

Nemějte jeden velký jistič nebo pojistku, která spíná celý systém. Důvodem je, že zkrat (nebo jiná porucha) v jednom měniči/nabíječce nebude mít (téměř) nikdy dostatečně malý odpor, aby se velká jediná pojistka vyhodila nebo vylét. Pokud tato pojistka nevyválí, bude proud nadále protékat na úrovni, která je příliš vysoká pro vnitřní nebo vnější zapojení měniče/nabíječky.

Upřednostňuje se (není to povinné), aby v systému bylo trvalé záporné stejnosměrné připojení a aby bylo spínáno, chráněno nebo jištěno pouze kladné stejnosměrné připojení každého měniče/nabíječky. Důvodem je to, že může být velmi složitě

odstranit závadu v systému, pokud je v záporné cestě stejnosměrného proudu uvolněné spojení, zejména v systémech složených z více jednotek (paralelních, dělených, třífázových). Všimněte si, že trvalé záporné spojení není podmínkou, protože některé instalace mohou vyžadovat, aby byl stejnosměrný záporný proud chráněn pojistkou nebo jističem.



- A. Kladné stejnosměrné napájení každé jednotky se spíná samostatně.
- B. Kladné a záporné stejnosměrné napájení každé jednotky se přepíná samostatně.

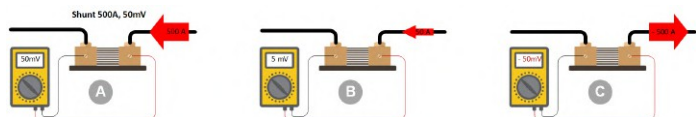
C. Hlavní přívod ke všem jednotkám se spíná jako celek. Upozorňujeme, že se to nedoporučuje!

## 4.8. Bočník

K měření průtoku proudu se do systému přidává bočník. Ten je potřebný pro monitorování systému nebo pro výpočet stavu nabití baterie.

Bočník je odporový prvek. Když jím prochází proud, vzniká na bočníku malý úbytek napětí. Pokud je proud malý, bude napětí nízké, a pokud je proud velký, bude napětí vyšší. Pokud se tok proudu obrátí, změní se polarita úbytku napětí. Napětí na bočníku je ukazatelem velikosti proudu a jeho směru. Tuto informaci lze použít ke zjištění, jak velký proud teče do systému, nebo pro výpočet stavu nabíječky akumulátoru.

Bočník má jmenovitý proud a napětí, například 500 A, 50 mV. To znamená, že pokud bočníkem prochází proud 500 A, vznikne na bočníku úbytek napětí 50 mV (= 0,05 V).



- A. Bočníkem prochází velký proud.
- B. Bočníkem prochází méně proudu.
- C. Zpětný proud procházející bočníkem.

Bočník musí být dimenzován na maximální stejnosměrný proud, který poteče do kombinovaných spotřebičů v systému.

Příklad: Příklad: Měnič je připojen k baterii. Maximální proud bude odpovídat špičkové hodnotě měniče. Střídač s výkonem 3000VA má špičkový proud 6000 W, což je při napětí 12 V proud 500 A.



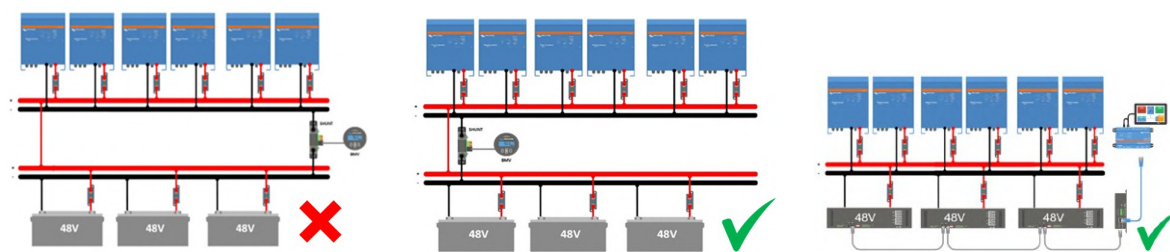
- A. 500A bočník BMV.
- B. 2000A SmartShunt.
- C. 6000A bočník.

Victron SmartShunt je k dispozici s bočníkem 500A, 1000A nebo 2000A 50mV. Monitor baterií Victron BMV se dodává s bočníkem 500 A, 50 mV. V případě, že tento bočník není dostatečně velký, budete muset přidat větší bočník. Bočníky Victron 50mV jsou k dispozici v provedení 500, 1000, 2000 a 6000A. Při použití bočníku s jiným jmenovitým napětím nebo proudem se ujistěte, že jste změnil parametry bočníku v nastavení monitoru baterií BMV.

Bočník je obvykle umístěn v záporném kabelu. Záporný se volí proto, že je bezpečnější. Bočník musí být posledním prvkem před bateriovým blokem nebo bateriovou připojnicí. Všechny stejnosměrné spotřebiče a stejnosměrné zdroje musí být připojeny až za bočníkem. Vpravo se podívejte, jak zapojit bočník do systému. Šunt lze umístit i jinde v systému, například: k měření stejnosměrného spotřebiče nebo stejnosměrného zdroje. Tyto bočníky se obvykle připojují k měřiči proudu.



Uvědomte si, že nesprávné umístění bočníku může v závislosti na způsobu z a p o j e n í způsobit v systému problém. To platí zejména pro velmi velké systémy, kde je mezi baterií a střídačem/nabíječkou dlouhá cesta. Při inverzi bude střídač/nabíječka v blízkosti bočníku "vidět" nižší stejnosměrné vstupní napětí než jednotky vzdálené od bočníku. Při nabíjení budou baterie v blízkosti bočníku "vidět" nižší stejnosměrné vstupní napětí, než když jsou baterie dále od bočníku. Viz následující obrázky. Chcete-li to napravit, posuňte bočník dále od kladného kabelu (není to ideální). Nebo zvažte, zda vůbec nepoužít bočník, ale místo toho použít inteligentní baterie, které si generují vlastní stav nabití.



Zkrat je umístěn nesprávně. Zkrat je umístěn správně.

Používají se inteligentní baterie a není potřeba žádný bočník.

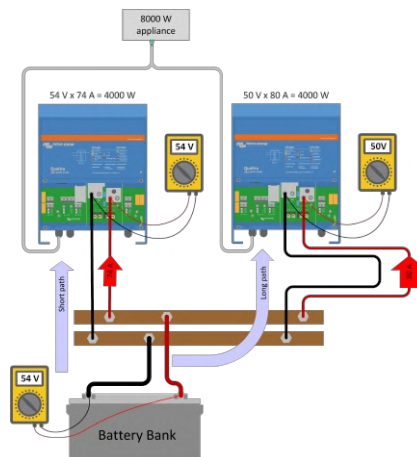
## 4.9. Paralelní a/nebo třífázové zapojení stejnosměrného proudu

Velký střídač/nabíječku nebo třífázový střídač/nabíječku lze vytvořit spojením více střídačů/nabíječek dohromady. Tyto jednotky spolu komunikují a dohromady tvoří jeden velký střídač/nabíječku. Všechny musí být připojeny ke stejné baterii akumulátorů. Při zapojování takové instalace je třeba věnovat pozornost některým důležitým aspektům týkajícím se kabelů k bateriím.

Pro správnou funkci je nezbytné, aby každá jednotka dostávala naprosto stejné napětí. Aby to bylo zajištěno, musí být stejnosměrný proud veden z bateriové banky do každé jednotlivé jednotky nebo z přípojnice do každé jednotlivé jednotky.

Pokud je rozdíl v tloušťce nebo délce kabelu mezi jednotlivými jednotkami, bude rozdíl i mezi napětím těchto jednotek.

Různá napětí znamenají různé proudy. Jednotka s nižším napětím bude mít vyšší proud protékající její výkonovou elektronikou. Střídač/přetížení nabíječky je vyvoláno velikostí tohoto proudu. Ačkoli tedy výkon, který každý střídač dodává, bude stejný, jednotkou s nižším napětím bude protékat větší proud a dojde k přetížení dříve než u ostatních jednotek. Celkový výkon střídačů v systému bude nyní méně, protože když se jedna jednotka přetíží, přestane fungovat celý systém. Jednotka se špatným zapojením bude určovat výkon celého systému.

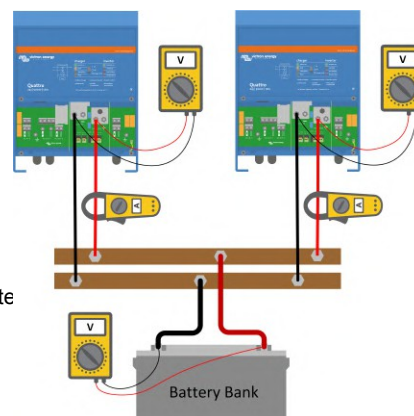


Abyste dosáhli vyváženého systému, musíte pro každou jednotku použít stejný typ kabelu, stejný průřez a délku kabelu od bateriové banky nebo od přípojnic. Rovněž zajistíte, aby všechna kabelová oka byla stejná a všechny spoje byly utaženy stejnými hodnotami kroučícího momentu. Zvažte použití napájecích sloupků na přípojnicích mezi bateriovou bankou a měničem/nabíječkami.

Při umístění pojistek do instalace zvažte použití pouze jedné stejnosměrné pojistky na fázi. Pokud není k dispozici jedna velká pojistka, použijte jednu pojistku na jednotku, ale ujistěte se, že všechny tyto pojistky jsou naprosto stejné.

Chcete-li zkontrolovat, zda je systém správně zapojen, nebo vyřešit problémy se zapojením, postupujte podle následujících kroků:

- Zatíže systém na maximální zatížení.
- Proudové svorky stejnosměrných vodičů ke každé jednotce.
- Porovnejte naměřené hodnoty proudu, každá jednotka by měla mít podobný ste



Případně můžete změřit napětí na přípojnici nebo bateriové baterii a porovnat je s napětím naměřeným na svorkách baterii jednotlivých jednotek. Všechna tato napětí by měla být stejná.

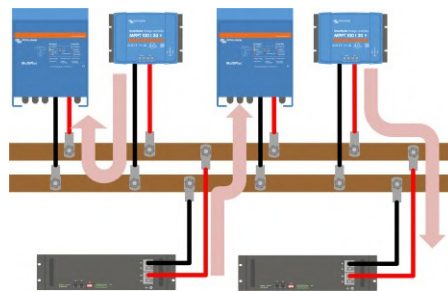
Další informace o paralelních a třífázových systémech najdete na tomto odkazu: [https://www.victronenergy.com/live/ve.bus:manual\\_parallel\\_and\\_three\\_phase\\_systems](https://www.victronenergy.com/live/ve.bus:manual_parallel_and_three_phase_systems).

## 4.10. Velké systémové přípojnice

Velké instalace se obvykle skládají z více stejnosměrných spotřebičů a stejnosměrných zdrojů. Například více baterií, více střídačů/nabíječek a více solárních nabíječek. Všechny se připojují k centrální přípojnici. Při zapojování těchto instalací je třeba věnovat zvláštní pozornost.

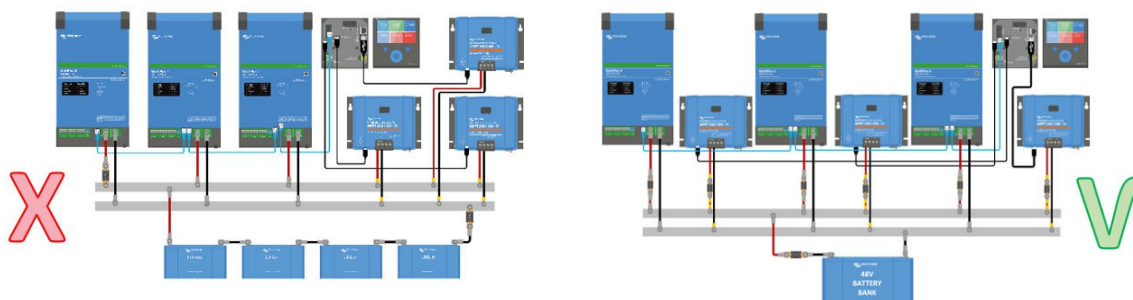


V těchto systémech je třeba použít přípojnice, ale i tak záleží na tom, jak jsou všechna zařízení k přípojnicím připojena a v jakém pořadí. Je to důležité střídat připojovat střídače/nabíječky a solární nabíječky ke sběrnicím. Důvodem je, že se tím sníží proud protékající přípojnicemi. Zjednodušeně řečeno, proud vstupující do přípojnice ze solární nabíječky může krátkou cestou putovat přímo do střídače nebo do baterie. Tento proud nemusí procházet celou přípojnicí. Díky tomu je místní "provoz" nízký.



*Proud tekoucí přípojnicí.*

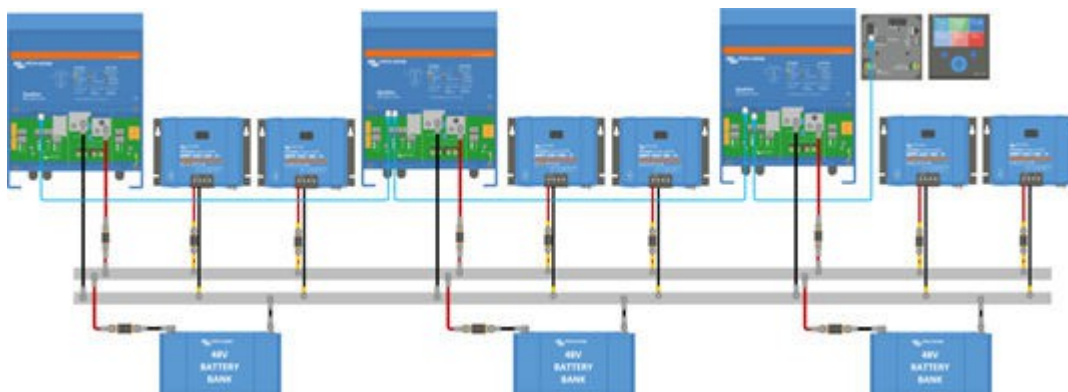
Při zapojování dbejte na to, aby všechny měniče/nabíječky měly stejnou délku kabelu. Také solární nabíječky musí mít přibližně stejně dlouhý kabel. A totéž platí pro baterie.



*Nemějte všechny střídače/nabíječky na jedné straně a solární zařízení na druhé straně přípojnic.*

*Střídač/nabíječky a solární nabíječky se vzájemně prolínají.*

Pokud má systém pouze jednu bateriovou baterii, měli byste ji připojit uprostřed přípojnic. V případě několika paralelních bateriových bank nebo inteligentních baterií by však měly být rovněž rovnoměrně rozmístěny podél přípojnic.



*Pokud je systém vybaven samostatnými bateriemi, smíchejte je také se střídači/nabíječkami a solárními nabíječkami.*

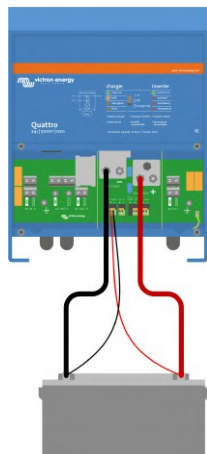
## 4.11. Snímání a kompenzace napětí

Snímání napětí je funkce nabíječky baterií. Funguje na základě měření rozdílu mezi napětím v jednotce a napětím na svorkách baterie. Jakmile je zjištěn rozdíl, zvýší se nabíjecí napětí, aby se kompenzovaly ztráty na kabelu během nabíjení. Tím se zajistí, že baterie budou vždy nabíjeny správným napětím. Tato funkce obecně kompenzuje pouze ztráty napětí do 1 V. Pokud jsou ztráty v systému větší než 1V (tj. 1V nad kladným připojením a 1V nad záporným připojením), nabíječka baterií, solární nabíječka nebo střídač/nabíječka sníží své nabíjecí napětí tak, aby pokles napětí zůstal omezen na 1V. Důvodem je, že pokud jsou ztráty větší než 1V, jsou kabely akumulátoru příliš tenké a nejsou schopny přenést velký proud, a proto je třeba snížit nabíjecí proud.

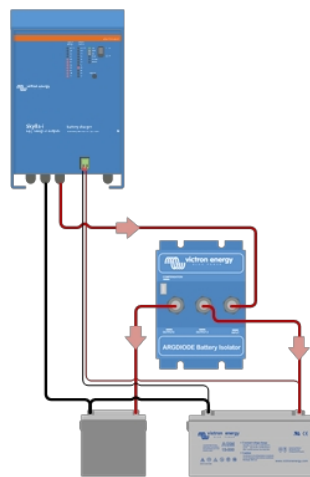
Napěťový senzor lze také použít ke kompenzaci napěťových ztrát při použití diodových rozdělovačů. Diodový dělič má na diodě úbytek napětí 0,3 V.

Některé výrobky Victron, jako například střídač/nabíječka nebo velké nabíječky, mají zabudovaný senzor napětí. U jiných výrobců, jako jsou solární nabíječky a nabíječky baterií Smart, je třeba přidat senzor Smart Battery Sense.

Pokud je výrobek vybaven svorkovnicí pro snímání napětí (V-sense), lze ze svorkovnice V-sense připojit dva vodiče přímo ke kladnému a zápornému pólu baterie. Použijte kabel o průřezu 0,75 mm<sup>2</sup>.



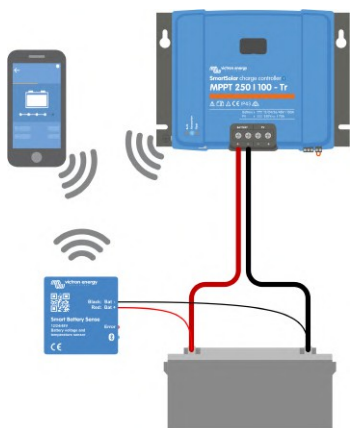
*Měníč/nabíječka se snímáním*



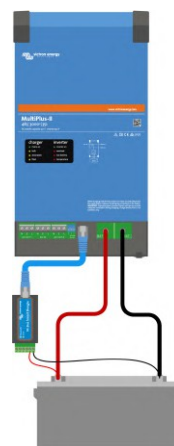
*napětíVelká nabíječka se snímáním napětí a diodovým rozdělovačem*

Pokud je střídač/nabíječka vybaven klíčem VE.Bus Smart, není třeba používat vodiče pro snímání napětí, protože o snímání napětí se stará klíč. Další informace o klíči VE.Bus Smart naleznete na tomto odkazu: <https://www.victronenergy.com/accessories/ve-bus-smart-dongle>.

V případě solární nabíječky nebo nabíječky Smart připojte k baterii zařízení Smart Battery Sense a nastavte síť Smart Networking pomocí aplikace VictronConnect. Další informace o zařízení Smart Battery sense naleznete na tomto odkazu: <https://www.victronenergy.com/accessories/smart-battery-sense>.



*Inteligentní baterie SenseVE.*



*Bus Smart dongle*

### Snímání napětí v systému pro ukládání energie (ESS) se stejnosměrnou solární nabíječkou

V systému ESS (Energy Storage System), který obsahuje pouze stejnosměrné solární nabíječky (bez střídačů napájených ze sítě), je nabíječka střídače/nabíječky vypnuta. Je to proto, že solární nabíječka nabíjí baterii a přebytečná solární energie je dodávána zpět do sítě. Tento proces je řízen zařízením GX. Aby to fungovalo, zařízení GX nastaví solární nabíječku na vyšší stejnosměrné napětí, než je stejnosměrné napětí střídače/nabíječky.

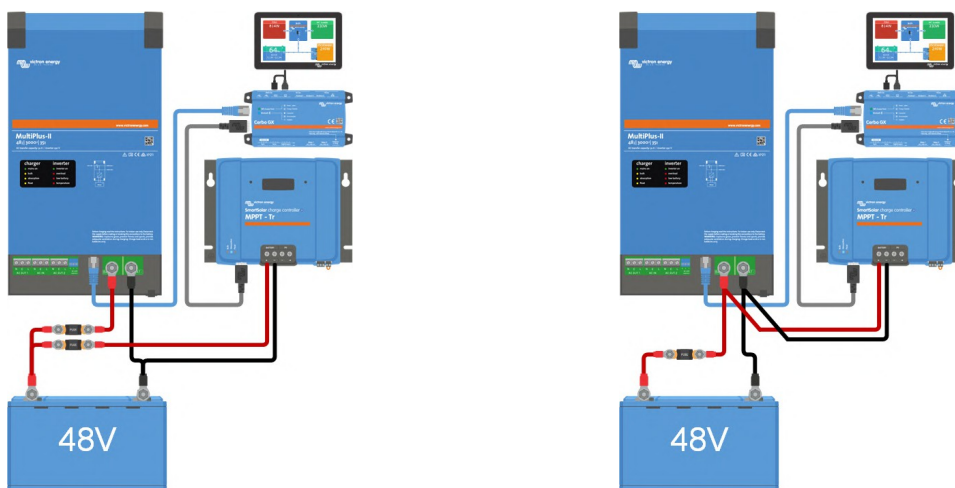
Když je baterie téměř plná, bude napětí baterie o něco vyšší než stejnosměrné napětí měniče/nabíječky. To je "pokyn" pro střídač/nabíječku, aby toto "přepětí" snížil. Učiní tak tím, že dodá energii do sítě. U 48V systému je toto přepětí nastaveno na 0,4 V a u 24V systému je to 0,2 V.

Pro správnou funkci tohoto procesu je nezbytné, aby baterie dostávala ze solární nabíječky správné napětí. Je třeba věnovat zvláštní pozornost konstrukci a umístění stejnosměrné kabeláže, pojistek a spojů, protože mohou potenciálně způsobit pokles napětí v systému.

Pokles napětí může snížit "přepětí", které střídač/nabíječka potřebuje, než může dodávat energii do sítě. Příklad systému ESS se 100A solární nabíječkou, dvěma 1metrovými kabely 35 mm<sup>2</sup> a 150A pojistkou:

- Odpor spojů je 0,35 mΩ. -
- Odpor pojistky 150 A je 0,35 mΩ. -
- Odpor 2m kabelu je 1,08 mΩ.
- Celkový odpor je 1,78 mΩ.
- Úbytek napětí při 100 A je 178 mV.

Řešením je použití solární nabíječky s automatickou kompenzací poklesu napětí (snímání napětí). Výsledkem bude, že výstupní napětí solární nabíječky se bude s rostoucím proudem mírně zvyšovat. Pokud však solární nabíječka nemá snímání napětí, pak je nejlepší připojit solární nabíječku přímo ke střídači/nabíječce.



Systém ESS se solární nabíječkou připojenou k baterii. Systém ESS se solární nabíječkou připojenou k baterii.

## 4.12. Solární

Solární panely není dovoleno připojovat přímo k baterii. Mezi solární panely a baterie je třeba umístit solární nabíječku. Solární nabíječka převádí vyšší napětí solárních panelů na napětí vhodné pro nabíjení baterií. Pokud je solární panel připojen přímo k baterii, dojde k jejímu poškození.

### Bezpečnost:

V závislosti na místních předpisech může být nutné instalovat mezi fotovoltaickou soustavu a solární nabíječku pojistku, jistič, proudový chránič nebo GFCI.

### Konektory MC4:

Pro připojení solárních panelů k solární nabíječce je solární panel ve většině případů vybaven speciálními vodotěsnými konektory, obvykle se jedná o konektory MC4. Tyto konektory se dodávají ve dvou variantách, jako samec a samice.

Konektor se připojuje ke kladnému kabelu vycházejícímu ze solárního panelu a konektor se připojuje k zápornému kabelu.

V případě, že solární kabely nejsou dostatečně dlouhé, je třeba použít prodlužovací kabel. Prodlužovací kabel je často předmontovaný s konektory MC4. Solární kabel je vybaven konektorem na jednom konci a konektorem na druhém konci. Takto:

Konektory MC4 lze připojit k solárním kabelům o průměru  $4 \text{ mm}^2$  nebo  $6 \text{ mm}^2$ .



Solární kabel. Vlevo je konektor MC4 a vpravo konektor MC4.

### Typy solárních kabelů:

Solární kabel je speciální kabel. Je to velmi odolný kabel a byl navržen pro venkovní použití v instalacích solárních panelů. Je odolný proti prachu, stárnutí a UV záření a má pocínovaná měděná vlákna.

Solární kabel pro malá fotovoltaická pole, například pro automobilové nebo námořní aplikace, je často dvoužilový kabel. Pro tyto instalace opět platí totéž, kabel musí být odolný proti UV záření a musí mít pocínovaná měděná vlákna.



Solární kabel pro malá fotovoltaická pole, například pro automobilové nebo námořní aplikace, je často dvoužilový kabel. Pro tyto instalace opět platí totéž, kabel musí být odolný proti UV záření a musí mít pocínovaná měděná vlákna.



### Tloušťka kabelu:

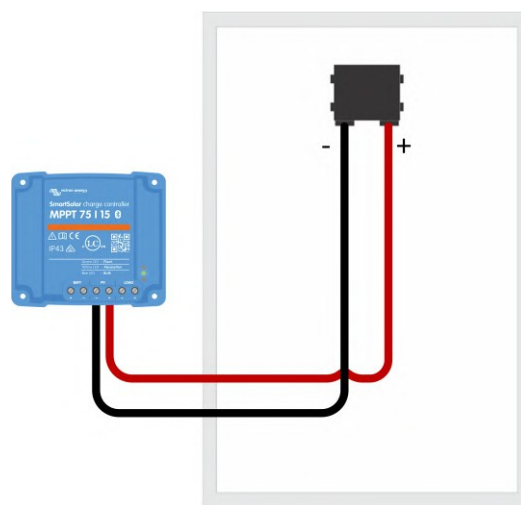
Tloušťka solárního kabelu závisí na velikosti solárního pole a na jeho napětí. Od toho se odvíjí proud a od toho se odvíjí tloušťka kabelu. Více informací o tom [naleznete](#) v kapitole [Výběr kabelu \[21\]](#).

### Připojení k solárnímu panelu:

Solární nabíječky se prodávají ve dvou provedeních, buď s konektory MC4, nebo se šroubovacími konektory na straně PV. Takto se připojují k solárnímu panelu z pohledu ze zadní strany solárního panelu:

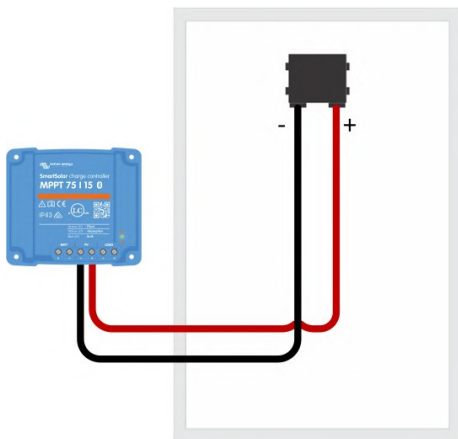


Solární nabíječka s konektory MC4.



Solární nabíječka se šroubovacími konektory.

V některých případech nejsou k solárnímu panelu připojeny kabely. Ty si pak musíte připojit sami. Za tímto účelem otevřete propojovací skříňku na zadní straně panelu a připojte kabely tam. Můžete použít solární kabely s konektory MC 4 nebo bez nich. Pokud připojujete solární panel přímo k solární nabíječce, pak bude instalace vypadat takto:



Připojení solární nabíječky k solárnímu panelu bez použití konektorů MC4.



Rozvodná skříňka solárního panelu.

### Solární panely:

V mnoha solárních instalacích jeden solární panel nestačí. V takovém případě je třeba vytvořit solární pole neboli fotovoltaické pole (FV). Solární pole se skládá z několika solárních panelů, které jsou vzájemně propojeny.

Při sériovém zapojení solárních panelů se zvyšuje napětí a při paralelním zapojení se zvyšuje proud. Stejně tak je tomu při sestavování bateriové banky z jednotlivých baterií.

### Rozdělovače MC4:

Pro snadné paralelní připojení použijte solární rozbočovače MC4. Existují dva typy:



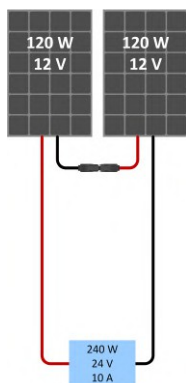
MC4-Y - 1 samec a 2 samice.



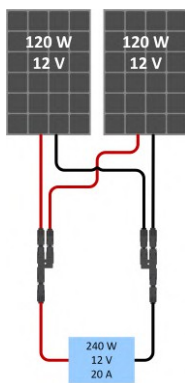
MC4-Y - 1 samice a 2 samci.

### Příklady zapojení solárních soustav

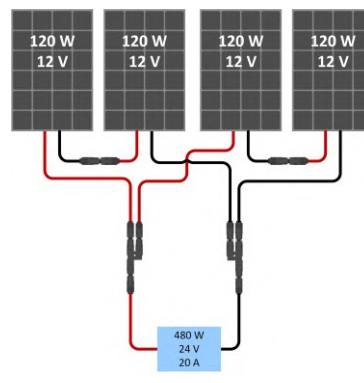
Několik příkladů zapojení solárních soustav, které ukazují sériové, paralelní a sériové/paralelní zapojení pomocí rozdělovačů MC4.



Sériové solární pole.



Paralelní solární pole.



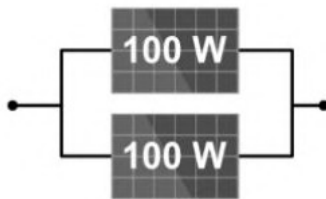
Sériové/paralelní solární pole.

### Celkový výkon solárního pole

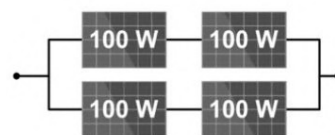
Chcete-li určit celkový výkon solárního pole, musíte jednoduše sečíst výkony jednotlivých modulů bez ohledu na to, zda jsou zapojeny paralelně nebo sériově:



200W solární pole.



200W solární pole.



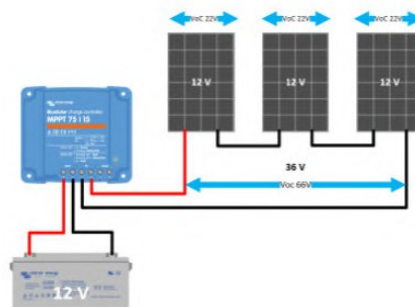
400W solární pole.

### Celkové napětí solárního pole:

Při návrhu solárního pole je třeba zajistit, aby napětí otevřeného obvodu ( $V_{oc}$ ) pole nepřekročilo jmenovité napětí MPPT. Další informace o návrhu solárního pole:

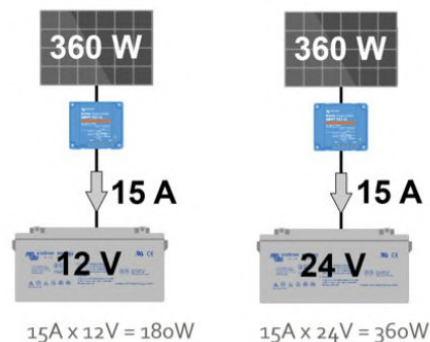
### Příklad napětí pole při sériovém zapojení panelů:

Pokud se podíváte na specifikace 12V solárního panelu, zjistíte, že  $V_{oc}$  je přibližně 22 V. U solární nabíječky 75/15 MPPT může být solární napětí až 75 V. To vám umožní zapojit až 3 x 12V panely do série.



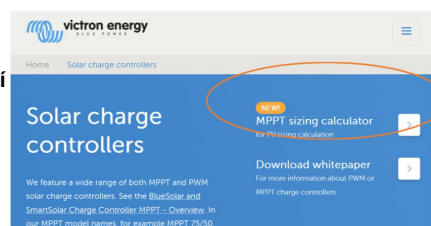
### Poznámka k nabíjecímu proudu MPPT při různých napětích baterie:

Příklad: Pro solární nabíječku 75/15 MPPT je jmenovitý proud 15 A. To je proud, který jde do baterie. To znamená, že s 12V baterií dostanete do baterie menší proud než s 24V baterií.



### Pomůže vám navrhnout solární soustavu a přizpůsobit ji správné solární nabíječce:

Použijte kalkulačku Victron MPPT s určením velikosti, viz zde: <https://www.victronenergy.com/solar-charge-controllers>.



## 5. Komunikační zapojení

Zařízení v moderních systémech musí být schopna komunikovat buď mezi sebou, nebo s řídicím či monitorovacím zařízením. Aby se komunikace mohla uskutečnit, jsou zapotřebí komunikační kabely. Ty přenášejí informace z jednoho zařízení do jiného zařízení. Často se jedná o komunikaci důležitou pro plnění úkolů. Pokud kabel selže, komunikace se zastaví a systém může přestat fungovat.

### Některé příklady komunikačních kabelů používaných v systémech střídačů/nabíječek:

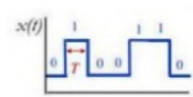
- Komunikační kabely mezi více střídači nebo jednotkami střídač/nabíječka pro vytvoření paralelního a/nebo třífázového systému.
- Komunikační kabely k ovládání zařízení, například mezi solární nabíječkou a zařízením Color Control GX nebo jiným zařízením GX.
- Komunikace mezi měřicím zařízením a monitorovacím zařízením, jako je bočník BMV a hlavní jednotka BMV, nebo mezi teplotním čidlem a měničem/nabíječkou.
- Internetové nebo síťové kabely.
- Dvou vodičové signální nebo ovládací kabely, například mezi poplachovým relé a automatickým startem generátoru, spínačem zapalování automobilu a měničem DC/DC nebo mezi BMS baterie a BatteryProtect.

### 5.1. Datové signály

Datový signál je signál, který se neustále mění v souladu s vysílanými informacemi. Může být analogový nebo digitální. Signály v komunikačních kabelech mohou být některého z těchto typů. Tyto signály mají nízké napětí a proud. Často ne více než 5 V.

#### Různé typy signálů:

- Analogový signál: Napětí může mít libovolnou hodnotu a mezi napětím a hodnotou existuje přímá závislost.
- Digitální signál: Napětí signálu je omezeno na konečnou množinu napětí.
- Binární signál: Existují pouze dvě hodnoty napětí. Signál představuje stav zapnuto/vypnuto nebo se používá k přenosu dat vysíláním řetězců jedniček a nul.



### 5.2. Interference

Stejně jako u všech kabelů je důležité, aby komunikační kabely byly kvalitní. Také jejich konektory musí být kvalitní a musí být na kabelu správně nakrímpovány. Záleží také na tom, jak kvalitní je připojení k přijímací zásuvce.

Komunikační kabely přenášejí nízkonapěťové signály s malým proudem. Pokud se tyto signály šíří na větší vzdálenost, může samozřejmě dojít k poklesu napětí, ale to není tak časté, protože tyto signály přenášejí jen velmi malý proud. Pokles napětí obvykle nepředstavuje problém, pokud nejsou kabely velmi dlouhé.

Při přenosu nízkonapěťových signálů na velkou vzdálenost je však pro komunikační kabely zásadní jiný aspekt, a to rušení.

### Různé typy rušení a jejich příčiny:

- Elektromagnetické rušení - od generátorů, transformátorů, elektromotorů a nožových spínačů.
- Rádiofrekvenční rušení - ze zdrojů rádiového vysílání, radarů a špatně stíněných zařízení.
- Elektrostatické rušení - ze statické elektřiny.
- Přeslechové rušení - rušení od blízkých kabelů.
- Společné rušení - způsobené proudem tekoucím mezi různými potenciály v systému.

V prvních čtyřech případech funguje kabel jako anténa a přijímá toto rušení. Rušení indukuje další elektřinu do komunikačních kabelů. Tím se změní napětí signálu, což má za následek změnu odesílaných dat a způsobí zmatení nebo přerušení komunikace.

Ve skutečně špatných případech, kdy dochází k velkému rušení nebo k problému s uzemněním, může být napětí v kabelu tak vysoké, že dojde k poškození komunikačních obvodů v zařízení, které se ke komunikačnímu kabelu připojuje.

### Existují způsoby, jak rušení omezit nebo mu zabránit:

- Udržujte kabely krátké.
- Používejte kroucenou dvojlinku.
- Používejte stíněné kabely.

### Nestíněné a nekroucené kabely:

Tyto kabely jsou velmi náchylné na rušení. Z tohoto důvodu je jejich délka omezena. To je přibližně 10 metrů. Proto neprodáváme kabely VE.Direct delší než 10 metrů. Kabel VE.Direct je nestíněný a nekroucený kabel.



*Nestíněný nekroucený.*

### Kroucená dvojlinka:

Dva vodiče jednoho obvodu jsou zkrouceny dohromady. Tím se zlepší odrušení elektromagnetického rušení a kabel je také méně náchylný na křížové přeslechy ze sousedních kabelů.



*Nestíněný kroucený pár.*

### Stínění kabelu:

Kovová fólie nebo opletení pokrývá skupinu kabelů nebo může dokonce pokrývat kroucený pár.



*Fóliový štít*



*Opletený štít*



*Vícenásobné stínění*

## 5.3. Typy komunikačních kabelů

Tento odstavec obsahuje stručný výběr běžně používaných typů komunikačních kabelů, které se používají v systémech měničů/nabíječek.

### Typy komunikačních kabelů:



### Přímý kabel RJ45 UTP:

Tento kabel se používá pro počítačové sítě, internet a ethernet, ale také pro komunikaci střídačů/nabíječek mezi sebou a s řídicím produktem, jako je panel Multi Control nebo zařízení GX.

Tento kabel má 8 vodičů. V přímém kabelu se pin 1 na jedné straně připojuje k pinu 1 na druhé straně, pin 2 se připojuje k pinu 2 atd.

Správnost zapojení kabelu můžete ověřit pomocí zkoušečky kabelů. Společnost Victron používá tento kabel pro produkty VE.Bus a VE.Can. Používal se také pro dnes již nepoužívané produkty VE.Net.

V minulosti měly tyto kabely obvykle modrou barvu, ale v poslední době se objevilo více kabelů různých barev. Společnost Victron vyrábí kabely různých délek, stejně jako ostatní výrobci. Další informace naleznete na [adrese: <https://www.victronenergy.com/cables/rj45-utp-cable>](https://www.victronenergy.com/cables/rj45-utp-cable).

Nedoporučuje se tyto kabely vyrábět svépomocí. Špatně zalisovaný konektor může být příčinou těžko diagnostikovatelných závad systému.

Chcete-li otestovat kabel RJ45, nejprve kabel vyměňte a zjistěte, zda problém zmizel. Dalším zdrojem závad je, když konektor RJ45 není správně zasunut do zásuvky RJ45 nebo když kontakty zásuvek RJ45 ztratily pružnost a již nemají dobrý kontakt.



Dávejte pozor na křížové kabely RJ45. Vypadají jako běžný "přímý" kabel RJ45 UTP. Používaly se ve starých počítačových sítích nebo je používali jiní výrobci měničů. Může to být velmi nepříjemné v případě, že je jeden z těchto kabelů použit tam, kde měl být použit přímý kabel. Tyto kabely nelze použít pro zařízení Victron.

Některé produkty Victron mají pouze jeden konektor RJ45, v takovém případě použijte rozbočovač RJ45. Další informace naleznete na [adrese: <https://www.victronenergy.com/cables/rj45-splitter>](https://www.victronenergy.com/cables/rj45-splitter).



### Terminátor RJ45:

Slouží k ukončení řetězové sítě CANbus. Jeden terminátor se umístí na první prvek v řetězci a jeden na poslední prvek v řetězci. Dodávají se v páru, protože systém VE.Can potřebuje vždy dva terminátory. Další informace naleznete na [adrese: <https://www.victronenergy.com/accessories/ve-can-rj45-terminator>](https://www.victronenergy.com/accessories/ve-can-rj45-terminator).



### Kabel RJ45 se speciálním rozložením vývodů:

Vypadají jako běžné "rovné" kabely RJ45 UTP, ale jsou přepojeny tak, aby sloužily k určitému účelu. Tyto typy kabelů jsou určeny pro speciální aplikace. Často mají pouze jedinečné použití. V případě společnosti Victron se používají mezi inteligentní baterií a zařízením Color Control GX nebo jiným zařízením GX. Označení kabelů je velmi důležité. Na štítku musí být uvedeno, jak je kabel vnitřně zapojen. To znamená, že v pozdější fázi tyto kabely neskončí v běžném systému, kde mohou potenciálně způsobit poruchu komunikace. Další informace naleznete na [adrese: <https://www.victronenergy.com/cables/ve-can-to-can-bus-bms>](https://www.victronenergy.com/cables/ve-can-to-can-bus-bms).



### Kabel RJ12 UTP:

Ty se používají mezi bočnickem BMV a hlavní jednotkou BMV. Jedná se o kabel se 6 vodiči. Tyto kabely se obvykle používají k přenosu digitálních dat, ale BMV používá k odesílání analogových dat. BMV se dodává s jedním z těchto kabelů. Společnost Victron vyrábí kabely různých délek, v případě kabelu na míru si vyberte jeden z nich.

je zapotřebí. Stejně jako u kabelu RJ45 používejte pouze předem vyrobené kabely. Nedoporučujeme, abyste si tento kabel vyráběli sami. Příliš často je špatně zalisovaný konektor příčinou těžko diagnostikovatelného podivného chování systému. Kabely s konektory RJ12 se běžně používají také pro telefony. V případě telefonního kabelu však není přítomno všech 6 vodičů. Telefonní kabel také není kroucená dvojlinka. Nemohou se tedy použít pro BMV. Další informace naleznete na: <https://www.victronenergy.com/cables/rj12-utp-cable>.



**VE.Přímý kabel:**

Jedná se o 4žilový datový kabel. Jedná se o speciální kabel pro monitorování nebo ovládání některých produktů Victron, jako je BMV nebo MPPT. Více informací naleznete na: <https://www.victronenergy.com/cables/ve.direct.cable>.

**Signální nebo přípojný vodič:**

Většinou se jedná o tenký drát, obvykle ne silnější než 1,5 mm<sup>2</sup>. Dodávají se jako kabely v různých barvách a s jedním, dvěma nebo více vodiči. Tyto kabely obvykle přenášejí slaboproudé analogové signály nebo signály zapnutí/vypnutí. Pro námořní aplikace použijte přívodní vodič s pocínovanými měděnými vlákny.

**Kabely a konektory NMEA2000:**

Používá se v námořních datových sítích CAN-bus. Tato kabeláž se skládá ze speciálního námořního datového kabelu a vodotěsných konektorů, T-kusů a terminátorů. Další informace naleznete na Wikipedii.

**Kabely RS485:**

Používá se pro sériovou komunikaci. V případě Victronu se používá pro komunikaci mezi měřiči energie a zařízením GX. Další informace o RS485 naleznete na Wikipedii.

**Kabely USB:**

K dispozici jsou různé typy. Victron používá především konektor typu A. Další informace o USB naleznete na Wikipedii.



## 5.4. Rozhraní

Rozhraní jsou malá zařízení, která překládají jeden datový protokol na jiný datový protokol. Často jsou zapojena do kabelu nebo jsou umístěna na jednom konci kabelu.

**Některé příklady specifických rozhraní Victron:**

<p><b>MK3 na rozhraní USB:</b></p> <p>Slouží k připojení počítače k produktu VE.Bus. Rozhraní MK3 nahradilo rozhraní MK2. Rozhraní MK2 lze stále používat, ale nedoporučuje se. Vážně zvažte přechod na MK3.</p> <p>Další informace naleznete na: <a href="https://www.victronenergy.com/accessories/interface-mk3-usb">https://www.victronenergy.com/accessories/interface-mk3-usb</a></p>	
<p><b>VE.Přímé rozhraní USB:</b></p> <p>Slouží k připojení počítače k produktu VE.Direct nebo k připojení produktu VE.Direct k portu USB zařízení GX.</p> <p>Další informace naleznete na adrese: <a href="https://www.victronenergy.com/accessories/ve-direct-to-usb-interface">https://www.victronenergy.com/accessories/ve-direct-to-usb-interface</a></p>	
<p><b>Rozhraní RS485 na USB:</b></p> <p>Slouží k připojení elektroměru k zařízení GX.</p> <p>Další informace naleznete na adrese: <a href="https://www.victronenergy.com/accessories/rs485-to-usb-interface">https://www.victronenergy.com/accessories/rs485-to-usb-interface</a></p>	
<p><b>Kabel VE.Can na NMEA 2000 micro-C samec:</b></p> <p>Slouží k připojení produktu VE.Can k síti NMEA 2000.</p> <p><a href="https://www.victronenergy.com/accessories/ve-can-to-nmea2000-micro-c-male">https://www.victronenergy.com/accessories/ve-can-to-nmea2000-micro-c-male</a></p>	

Kompletní nabídku rozhraní Victron naleznete na stránce příslušenství Victron na adrese: <https://www.victronenergy.com/accessories>.

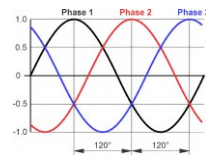
## 6. Zapojení střídavého proudu

Tato kapitola se zabývá výrobou střídavé elektřiny, distribucí, dimenzováním kabelů a zapojením střídavých systémů střídačů/nabíječek.

### 6.1. Výroba energie

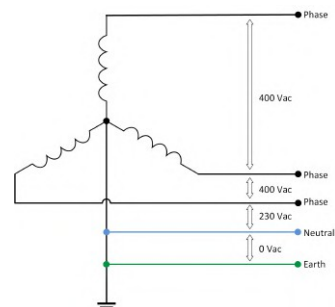
Generátor v elektrárně vyrábí třífázovou elektřinu.

Každá z těchto 3 fází má střídavé napětí 230 V (nebo jiné napětí v závislosti na zemi). Střídavé napětí má frekvenci 50 (nebo 60) Hz. A protože se cívky v generátoru otáčejí, je mezi jednotlivými fázemi fázový posun  $120^\circ$ .



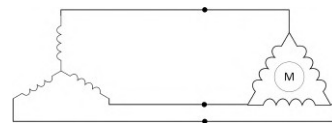
Tyto 3 cívky jsou vzájemně propojeny a vytvářejí trojitý obvod, tzv. hvězdicové uspořádání. Jedna cívka ( fáze) má potenciál 230 Vac. A mezi dvěma cívkami je vytvořena druhá potenciálová úroveň. Vzhledem k fázovému posunu  $120^\circ$  je potenciál 400Vac.

Aby bylo možné používat fáze odděleně, je společný bod (hvězda) připojen k vodiči zvanému "nulový". Mezi nulovým vodičem a jednou z fází je napětí 230 Vac. Nulový vodič je vodič, který mohou využívat všechny 3 fáze a může být použit ve 3 samostatných elektrických obvodech.



Hvězdicový bod slouží v domovní elektrické instalaci jako nulový bod. Funkcí nulového vodiče je umožnit odděleně použít každé fáze a každá fáze může být použita jako samostatný zdroj 230 Vac. Nulový vodič je také připojen ke kovovému hrotu zaraženému do země, tzv. zemnicímu hrotu. Tímto způsobem se potenciál země rovná 0 V. Toto připojení se nazývá zem.

Třífázová zátěž, jako je třífázový elektromotor, využívá elektřinu ze všech tří fází. Nulový vodič nemá žádnou funkci, protože 3 elektrické obvody se navzájem vyrovnávají. Pouze v případě, že jedna z fází spotřebovává větší zátěž než ostatní, začne nulový vodič vést proud. Tento proud se nazývá "vyrovnávací nebo vyrovnávací proud".



Při nastavování třífázových střídačů/nabíječek je třeba je nastavit do hvězdy. Musí mít společný nulový vodič. Delta není povolena. Systém 3fázového střídače/nabíječky však může napájet zátěž v konfiguraci "delta".

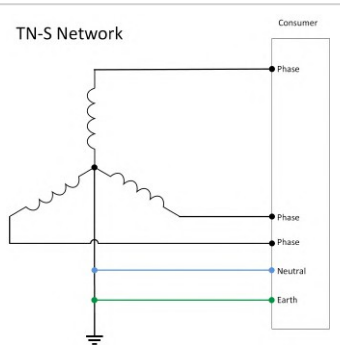
Nerovnoměrné zatížení nepředstavuje problém, pokud střídač/nabíječky pracují v invertujícím režimu, ale může být problémem, pokud pracují v průchozím režimu a jsou připojeny ke generátoru, který se nedokáže vypořádat s nerovnoměrným zatížením.

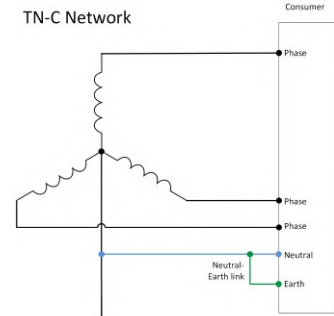
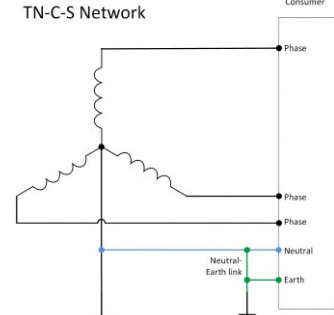
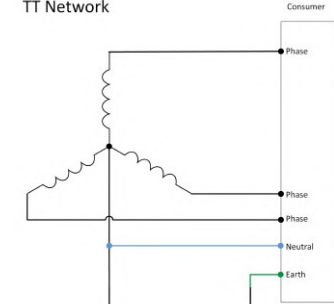
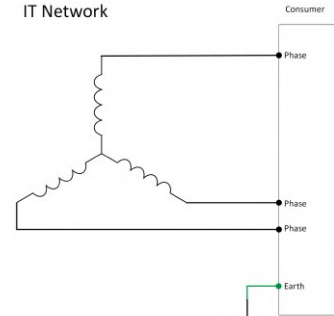
### 6.2. Distribuční síť

Elektřina se ke spotřebiteli distribuuje různými způsoby. A různé způsoby připojení spotřebitelského systému. Všechny sítě dodávají 3 fáze, ale způsob připojení nulového vodiče a země se liší podle typu sítě.

#### Sít' TN-S

- Hvězdicový bod generátoru je spojen s nulovým vodičem a se zemí.
- Fáze, nulový vodič a zem jsou rozděleny.
- Spotřebič využívá dodávané fáze nulový vodič a zem.
- Nulový vodič a zem nejsou vzájemně propojeny.



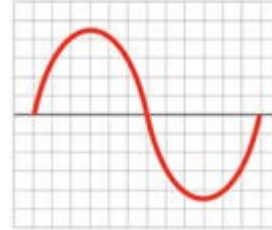
<p><b>Síť TN-C</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvězdicový bod generátoru je spojen s nulovým vodičem a se zemí.</li> <li>• Fáze a kombinovaný nulový vodič jsou rozděleny.</li> <li>• Spotřebič rozděluje přívodní nulový vodič a zem (MEN link).</li> <li>• Spotřebič využívá dodané fáze a nově vytvořenou nulovou a zemnicí.</li> </ul>	 <p>TN-C Network</p>
<p><b>Síť TN-C-S</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvězdicový bod generátoru je spojen s nulovým vodičem a se zemí.</li> <li>• Fáze a kombinovaný nulový vodič jsou rozděleny.</li> <li>• Spotřebič rozděluje přívodní nulový vodič a zem (MEN link).</li> <li>• Spotřebič se připojí k uzemňovacímu kolíku.</li> <li>• Spotřebič využívá dodané fáze a nově vytvořenou nulovou a zemnicí.</li> </ul>	 <p>TN-C-S Network</p>
<p><b>Síť TT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvězdicový bod generátoru je spojen s nulovým vodičem a zemí.</li> <li>• Fáze a nulový vodič jsou rozděleny.</li> <li>• Spotřebitel používá dodané fáze a nulový vodič.</li> <li>• Spotřebitel vytváří místní uzemnění pomocí zemního kolíku.</li> </ul>	 <p>TT Network</p>
<p><b>IT síť</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvězdicový bod generátoru není spojen s nulovým vodičem a zemí.</li> <li>• Fáze jsou rozděleny.</li> <li>• Spotřebitel používá dodané fáze.</li> <li>• Spotřebitel vytvoří místní zemní spojení.</li> </ul>	 <p>IT Network</p>

### 6.3. Systémový proud, VA a watt

Abyste mohli správně vypočítat pojistky, velikost kabeláže nebo velikost střídače, musíte vědět, jak velký je proud v obvodu střídavého proudu. Abyste mohli správně vypočítat proud, bude třeba vysvětlit jeden aspekt střídavého proudu, a to watt a VA. Jak již bylo vysvětleno dříve, střídavý proud je střídavý proud. Napětí i proud nemají konstantní hodnotu jako stejnosměrný proud, ale střídají se od kladných hodnot přes záporné až po kladné atd. K tomu dochází 50krát za sekundu v systému 50 Hz a 60krát za sekundu v systému 60 Hz. Průběh je sinusový.



Stejnosměrné

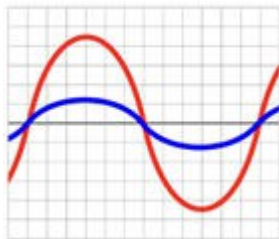


Stojnosměrné napětí

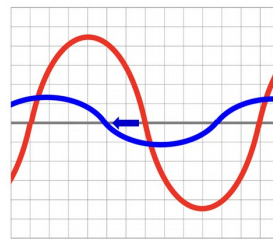
Ve střídavém obvodu se střídá nejen napětí, ale i proud. V odporovém systému se střídají současně. Pokud však obvod obsahuje neodporové zátěže, může sinusoida proudu zaostávat za sinusoidou napětí nebo být před sinusoidou napětí. Existují tři různé typy zátěží:

- Odporové zátěže jsou zátěže s odporovými prvky, jako jsou: topná tělesa, žárovky, topinkovače, fény apod.
- Indukční zátěže jsou zátěže s cívkami, jako jsou elektromotory nebo transformátory. Příklady: chladničky, kompresory, klimatizace, žárovky.
- Kapacitní zátěže jsou zátěže, které obsahují kondenzátory, příkladem jsou kondenzátorové baterie, startovací motory, nabíječky baterií, zařízení UPS.

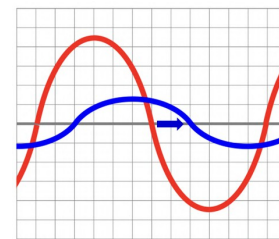
Na následujících obrázcích je znázorněno chování napětí (červeně) a proudu (modře) ve střídavém obvodu s různými typy zátěží:



Odporová



Induktivní zátěž -



Kapacitní zátěž - jalová

Watt je skutečný výkon odebraný zařízením. Jmenovitý výkon ve wattch určuje skutečný výkon nakoupený od energetické společnosti, spotřebu nafty generátorem nebo tepelné zatížení generované zařízením.

VA je "zdánlivý výkon" a je součinem napětí a proudu odebraného zařízením. Hodnota VA se používá pro dimenzování elektroinstalace, jističů, střídačů nebo generátorů.

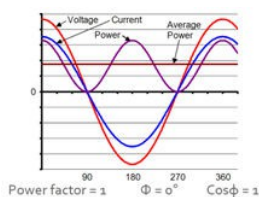
V čistě odporovém obvodu střídavého proudu jsou vlny napětí a proudu ve vzájemném kroku (nebo ve fázi). Pro výpočet proudu lze použít tento vzorec:

$$\text{Current} = \text{Power}/\text{Voltage}$$

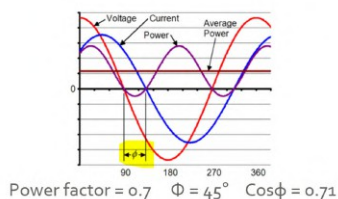
$$I = P/V$$

V čistě odporové soustavě je účinník roven 1. Pokud obvod střídavého proudu obsahuje zátěže, jako jsou indukční nebo kondenzátory, dochází k fázovému posunu mezi proudovou a napětíovou vlnou. Obě tyto vlny již nejsou v kroku (ve fázi).

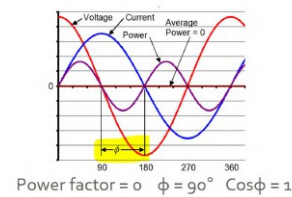
Když se podíváte na vlny, zjistíte, že skutečný výkon (W) je menší než zdánlivý výkon (VA).



Výkonový faktor = 1



faktor = 0,7



faktor = 0

Je-li znám účinník, lze vypočítat zdánlivý výkon.

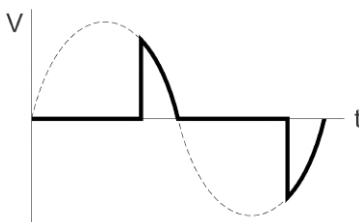
$$W = V \times A \times \text{Power factor}$$

$$\text{True power} = \text{Apparent power} \times \text{Power factor}$$

Průměrný účinník obvodu střídavého proudu v obytných domech je 0,8. Pro obecné výpočty je tedy v pořádku používat jako účinník hodnotu 0,8.

#### Nelineární zatížení:

Pak je tu ještě jeden typ zátěže, nelineární zátěž. Zjednodušeně řečeno se jedná o zátěže, které nezatažují celou sinusovku rovnoměrně nebo mohou využívat pouze část vlny. Proud odebíraný nelineární zátěží nebude mít sinusový tvar, přestože je zátěž připojena k sinusovému napětí.



Příklad nelineární zátěže. Na zátěž je přivedena pouze část napětí.

Často se jedná o zátěže, které obsahují polovodiče, jako jsou diody, tyristory nebo LED diody. Příkladem je střídavé LED osvětlení, stmívače světla, tepelné pistole, recitfiery a některá zařízení s pozvolným startem.

Pokud střídač napájí nelineární zátěž, může dojít k přetížení dříve, než se očekává na základě jmenovitého výkonu zátěže a střídače.

## 6.4. Kabeláž střídavého proudu

V domovní nebo tovární instalaci je přívod elektřiny rozdělen do skupin, obvykle na rozvaděči. Průměr elektrického vedení pro každý obvod střídavého proudu (skupinu) musí odpovídat velikosti předpokládaného maximálního proudu v daném obvodu. Je to z důvodu ochrany připojených zátěží a elektrických rozvodů.

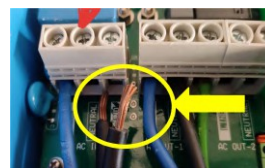
K poklesu napětí a zahřívání kabelů může docházet i v obvodech střídavého proudu. Poklesy napětí mohou poškodit připojený spotřebič a způsobit zahřátí kabelů a v extrémních případech mohou vést až k požáru domu.

Důležité je také správné propojení kabelů. Špatné propojení kabelů může také vést k poklesu napětí a zahřívání. Použijte pokyny, jak již bylo popsáno dříve.

#### Nepoužívejte pevné vodiče střídavého proudu:

Nepřipojujte měnič/nabíječku k vodičům s tuhými vlákny (jak je znázorněno na obrázku vpravo).

Vodiče s tuhými vlákny nejsou vhodné pro konektory střídače/nabíječky, což vede k špatnému kontaktu a riziku odpojení. Používejte raději dráty s jemnými a pružnými vlákny.



Tuhé vodiče střídavého proudu, které mají se uvolní.

#### Dimenzování kabeláže:

Aplikace [Victron Energy Toolkit](#) obsahuje také ustanovení pro výpočet zapojení střídavého proudu pro systémy 120, 240 a 400 Vac. Při používání aplikace je cílem zvolit takovou velikost vodiče, aby pokles napětí zůstal pod 2,5 %.

Pro výpočet zapojení můžete použít podobné výpočty jako pro stejnosměrné zapojení, jak již bylo vysvětleno. Uvědomte si však, že dříve uvedené pravidlo nelze použít. Pro zapojení pro napětí od 200 do 400 Vac použijte toto pravidlo:

- Potřebná plocha jádra v  $\text{mm}^2$  se získá vydělením jmenovitého proudu číslem 8.
- Přidejte 1  $\text{mm}^2$  na každých 5 metrů délky kabelu.



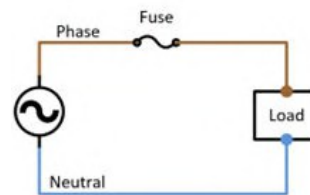
Uvědomte si, že "pravidlo palce" nemusí odpovídat místním normám pro zapojení střídavého proudu. Má sloužit pouze jako vodítko.

## 6.5. Pojistky a jističe střídavého proudu

Pojistky se obvykle nacházejí na rozvodné desce. Každý obvod střídavého proudu (skupina) je jištěn samostatně. Pojistka je přizpůsobena velikosti očekávané zátěže a tloušťce kabeláže.

### Pojistka chrání před:

- Přetížení - když systémem protéká více proudu, než lze normálně očekávat.
- Zkrat - když se fázový vodič náhodně dotkne nulového vodiče nebo země.



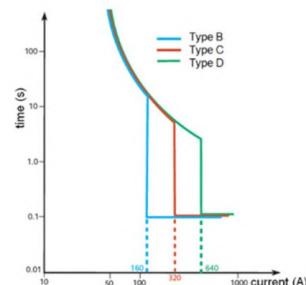
Pojistka tradičně obsahuje drátek, který se roztaví, když jím prochází nepřijatelný proud. Jakmile se drátek v pojistce roztaví, elektrický obvod je přerušen a neproudí žádný další proud.

Častěji se k ochraně před nadproudem používají automatické jističe. Ty se nazývají miniaturní jističe (MCB). Toto zařízení má dvě spouště pro aktivaci vypínacího mechanismu. Tepelnou spoušť pro dlouhodobé malé proudy přetížení a magnetickou spoušť pro velké krátkodobé proudy, jako jsou zkratové proudy.

MCB se vyrábějí ve třech typech: B, C a D. Všechny mají stejné tepelné vlastnosti. Mají však různé úrovně zkratového proudu.

- Typ B odpojuje při  $5 I_n$  (5 jmenovitých proudů) a běžně se používá jako MCB pro domácnosti.
- Typ C se odpojuje při  $10 I_n$  a používá se pro transformátory a zářivky.
- Typ D se odpojuje při  $20 I_n$  a používá se pro velké motory, transformátory a rtuťové výbojky.

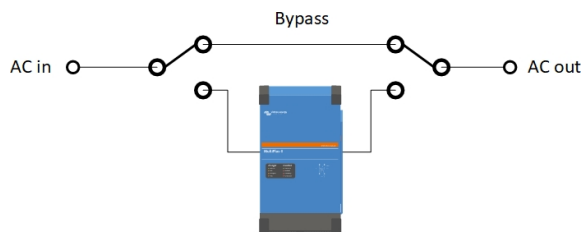
Při výskytu zkratového proudu s dostatečným proudem se MCB (B, C nebo D) vypne do 100 ms.





## 6.6. Přepínač AC bypass

Doporučuje se přidat k systému střídač/nabíječka ruční bypass. To je užitečné zejména v systémech s kritickým provozem. Umožní vám to obejít střídač/nabíječku a připojit střídavý vstup (sít' nebo generátor) přímo k zátěži. To se ukáže jako neocenitelné v případě, že střídač/nabíječka potřebuje změnit konfiguraci nebo pokud se něco pokazí se střídačem/nabíječkou a přímo připojit střídavý vstup (sít' nebo generátor), pokud je třeba jej odstranit kvůli servisu.

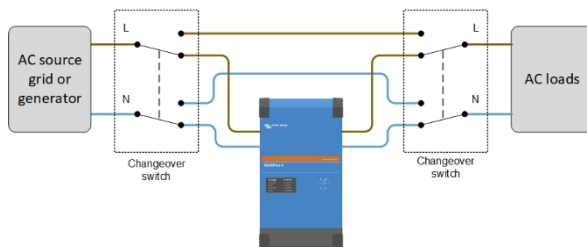


*Funkce přepínače bypass.*

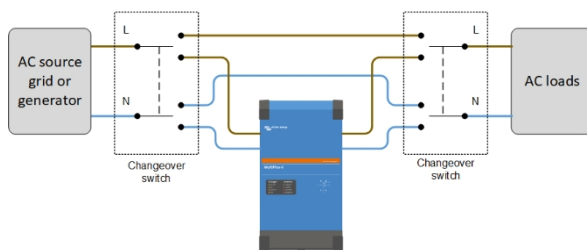
Pro vytvoření bypassu je třeba přerušit cesty střídavého proudu do a ze střídače/nabíječky a vytvořit samostatný bypassový obvod. Obtok musí být dimenzován na plné střídavé zatížení systému.

Ruční bypass lze zkonstruovat pomocí dvou přepínačů. Příkladem vhodného přepínače je dvoupólový přepínač Hager SF263 se středovou vypínací polohou.

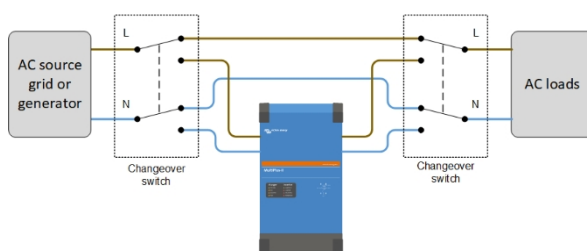
Níže uvedená schémata znázorňují zapojení přepínačů v systému a 3 možnosti spínání.



*Střídač/nabíječka je připojen a bypass je odpojen.*



*Měníč/nabíječka i bypass jsou odpojeny.*



*Střídač/nabíječka je odpojen a je připojen bypass.*

V případě použití měniče/nabíječky s nízkým výkonem, jako je MultiPlus Compact nebo Multiplus 500 až 2000VA, je snadné měnič/nabíječku ručně obejít. Jednoduše vytáhněte černé zástrčky AC in a AC out ze střídače/nabíječky a zasuňte tyto zástrčky do sebe.

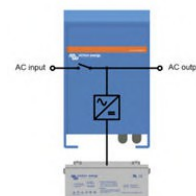


Kompaktní zástrčky MultiPlus

## 6.7. Zvláštní upozornění Paralelní zapojení střídavého proudu se střídačem/nabíječkou

Více střídačů/nabíječek lze zapojit paralelně a vytvořit tak větší střídač/nabíječku. Při paralelním připojení systému ke zdroji střídavého proudu záleží na délce a tloušťce vodičů střídavého proudu. Na rozdíl od stejnosměrné kabeláže je u střídavé kabeláže důležité, aby kabely nebyly příliš krátké nebo příliš tlusté. Nepředimenzovávajíte střídavou kabeláž. Použití příliš tlusté kabeláže má negativní vedlejší účinky.

V paralelním systému by měl být každý střídač/nabíječka stejný. Ne vždy tomu tak ale je. Každý střídač/nabíječka obsahuje vnitřní vstupní stykač střídavého proudu. Tyto stykače nejsou vždy zcela identické, mohou mít malý rozdíl ve svém vnitřním odporu ve srovnání s ostatními stykači. Tento malý rozdíl v odporu může mít za následek odklonění střídavého proudu z jedné jednotky do druhé.



Příklad vnitřního zapojení měniče/nabíječky.

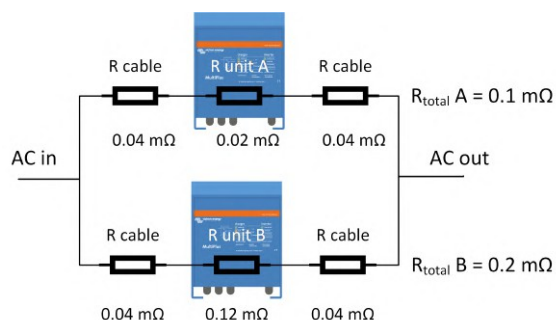
V paralelním systému by měl být střídavý proud rovnoměrně rozdělen mezi všechny paralelně zapojené střídače/nabíječky. Pokud je odpor kabeláže velmi nízký, malý rozdíl v odporu stykačů bude mít za následek velký relativní rozdíl. A to způsobí nerovnoměrné rozdělení proudu.

### Přehnaný příklad:

Jednotka A a jednotka B jsou zapojeny paralelně. Je použita extrémně silná a krátká kabeláž, aby byl vytvořen velmi nízký odpor vedení. Obě jednotky však mají mírný vnitřní odpor (střídavý stykač). Viz obrázek vpravo.

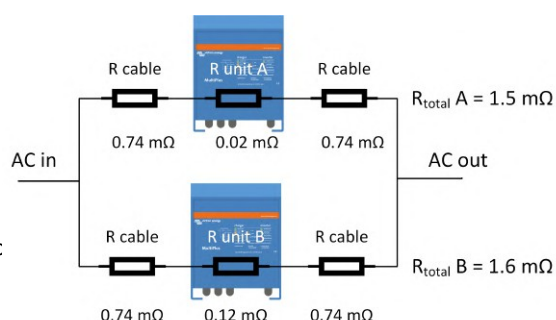
V tomto případě je celkový odpor jednotky A 0,1 mΩ a celkový odpor jednotky B 0,2 mΩ.

Jednotka A tak bude přenášet dvakrát větší proud než jednotka B.



Nyní používáme stejné 2 paralelní jednotky, ale používáme tenčí a delší kabely. Viz obrázek vpravo. Celkový odpor pro jednotku A je 1,5Ω a celkový odpor pro jednotku B je 1,6Ω. Tím se dosáhne mnohem lepšího rozložení proudu.

Jednotka A bude přenášet pouze 1,066krát větší proud než jednc



### Zabránění nerovnoměrnému rozložení střídavého proudu:

Pro ochranu před tímto problémem se doporučuje používat dlouhé střídavé kabely podobné délky. Vždy dodržujte doporučené délky a tloušťky kabelů uvedené v příručce k výrobku. Nezvětšujte průřez střídavé kabeláže více, než je doporučeno v návodu!

#### Například:

Tolerance úbytku napětí u stykače se zpětným napájením 100 A je přibližně 20 mV při 100 A. Celkový odpor kabelu (vstup + výstup) by proto měl být větší než  $R = 60 \text{ mV} / 100 \text{ A} = 6 \text{ m}\Omega$ .

### Kontrola rovnoměrného rozložení střídavých proudů:

Nejllepší způsob, jak zkontrolovat, zda se tento typ zapojení týká paralelního systému, je následující:

- Plně načtete systém.
- Změřte (proudové kleště) střídavý proud pro každý jednotlivý proud.
- Porovnejte proudy.

Aktuální hodnoty by měly být velmi podobné. Pokud jsou rozdíly velké, je problém v zapojení (nebo v přípojce).

### Střídavé jištění paralelních řetězců:

Každou jednotku je třeba tavit samostatně. Dbejte na to, abyste u každé jednotky použili stejný typ pojistky kvůli stejnému odporu. Zvažte použití mechanicky připojených pojistek

### Další informace:

Další informace o paralelních a třífázových systémech najdete v příručce Paralelní a třífázové systémy, viz [https://www.victronenergy.com/live/ve.bus:manual\\_parallel\\_and\\_three\\_phase\\_systems](https://www.victronenergy.com/live/ve.bus:manual_parallel_and_three_phase_systems).

## 6.8. Střídání fází 3fázové měniče/nabíječky

### Střídání fází:

Tři fáze L1, L2 a L3 třífázového napájení musí být zapojeny v numerickém pořadí. Zvláštní pozornost věnujte střídání fází střídavého napájení ze sítě nebo z generátoru. Při zapojení s nesprávným pootočením nebude systém přijímat vstup ze sítě a bude pracovat pouze v režimu střídače. V takovém případě prohodte dvě fáze, abyste to napravili. Rychlý způsob, jak opravit střídání fází, je prohodit 2 náhodné fáze a zjistit, zda nyní bude systém střídače přijímat střídavý vstup.

Pokud je systém mobilní, je pravděpodobné, že v určitém okamžiku dojde k připojení generátoru nebo sítě s nesprávně zapojeným střídáním fází a systém střídače/nabíječky odmítne vstup a zůstane v režimu střídače, což povede k vybití baterií. Montáž jednoduchého přepínače, který dokáže prohodit dvě fáze, je příjemným řešením, které okamžitě vyřeší problém s otáčením fází, aniž by došlo k zastavení akce. Kromě ručního přepínání jsou k dispozici i automatická zařízení, která toto umožňují.

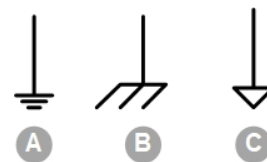
Další informace o paralelních a třífázových systémech najdete v příručce Paralelní a třífázové systémy, viz [https://www.victronenergy.com/live/ve.bus:manual\\_parallel\\_and\\_three\\_phase\\_systems](https://www.victronenergy.com/live/ve.bus:manual_parallel_and_three_phase_systems).

## 7. Uzemnění, uzemnění a elektrická bezpečnost

Zem nebo uzemnění zajišťuje společnou zpětnou cestu elektrického proudu v elektrickém obvodu. Vytváří se spojením nulového bodu instalace s obecnou hmotou země nebo podvozku. Uzemnění je nutné pro elektrickou bezpečnost a také vytváří referenční bod v obvodu, ke kterému se měří napětí.

Obecně existují 3 typy uzemnění, a to:

- A. Země
- B. Uzemnění podvozku
- C. Pozemek



- **Země** je přímé fyzické spojení se Zemí. Obvykle se to dělá tak, že se do země zarazí měděná tyč (zemnicí kolík). V závislosti na stáří a umístění systému to však může být také měděná deska nebo měděný pásek zakopaný v zemi nebo vodovodní potrubí či vodovodní trubky v domě. -
- **Uzemnění podvozku** je připojení ke kovovému rámu, jako je rám vozidla nebo kovový trup lodi. Může to být také kovová skříň elektrického zařízení. -
- **Zem** je společný referenční bod v obvodu, ke kterému se měří napětí. V důsledku toho může být napětí nad zemí (kladné) nebo pod zemí (záporné).



### 7.1. Elektrická bezpečnost

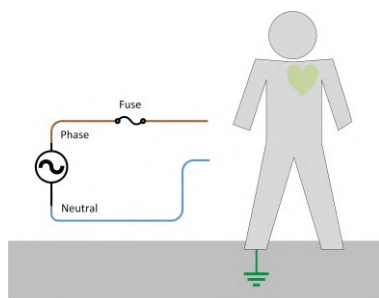
Elektřina je nebezpečná, může člověka zabít, zranit nebo popálit. Nejnebezpečnější částí elektřiny je proud. Už malý proud procházející člověkem může být velmi nebezpečný. Viz níže uvedená tabulka.

Elektrický proud (1sekundový kontakt)	Fyziologické účinky
1mA	Práh pocitu mravenčení.
5mA	Přijímá se jako maximální neškodný proud.
10 - 20 mA	Začátek trvalé svalové kontrakce ("nelze pustit").
100 - 30 mA	Komorová fibrilace, pokud pokračuje, je smrtelná. Dýchací funkce pokračuje.
6A	Trvalý komorový stah s následným normálním srdečním rytmem (defibrilace). Dočasné ochrnutí dýchacích cest a případně popáleniny.

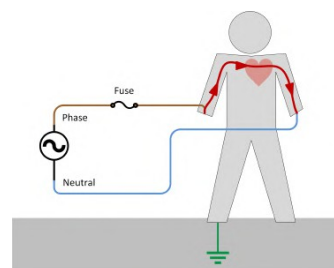
Jakmile se elektrický obvod uzavře, začne protékat proud. Představte si například dva volné vodiče střídavého proudu, živý a nulový vodič. Když dráty jen tak visí, nepoteče žádný proud, protože obvod není uzavřený. Jakmile se jednou rukou dotknete vodiče pod napětím a druhou rukou vodiče neutrálního, obvod se uzavře a elektřina bude proudit z vodiče pod napětím přes vaše tělo a přes vaše srdce zpět do vodiče neutrálního. Proud bude proudit tak dlouho, dokud pojistky nevyhoří, ale to už budete pravděpodobně mrtví.



Odkryté elektrické vodiče.



Elektrický obvod není uzavřen a elektřina nemůže proudit.



Elektrický obvod je uzavřen a elektřina bude proudit.

Kromě současného dotyku nulového a živého vodiče existuje ještě jeden způsob, jak může dojít k nebezpečné situaci, a to když elektřina teče přes zem. Tato situace nastává častěji, než když se někdo dotkne fázového a nulového vodiče současně. Neutrální vodič je v určitém bodě spojen se zemí. Může to být v domovní instalaci, v distribuční síti nebo u generátoru elektrické energie (hvězdicový bod).

Pokud dojde k poruše na elektrickém zařízení, mohou se kovové části vnějšího povrchu tohoto zařízení dostat pod napětí. Důvodem může být vnitřní zkrat mezi elektrickým proudem pod napětím a kovovým krytem zařízení. Vzpomeňte si například na vadnou pračku. K poruše mohlo dojít kvůli elektrické závadě, mechanickému poškození nebo poškozeným elektrickým vodičům, které se dotýkají kovového krytu elektrického zařízení.

V okamžiku, kdy se dotknete vadné pračky, začne proud proudit z fáze do kovového krytu a přes vás do země. Ze země pak elektřina poteče do neutrální části elektrické sítě. Obvod je dokončen. Elektřina bude proudit tak dlouho, dokud se nevyválí pojistka v elektrické síti. Ale stejně jako v předchozí situaci jste již pravděpodobně mrtví.

Pro zvýšení bezpečnosti elektrických instalací byl zaveden zemnicí vodič. Zemnicí vodič spojuje kovový kryt se zemí.

Pokud se nyní dotknete vadného zařízení, proud poteče do zemnicího vodiče, nikoli do vás. Důvodem je to, že elektřina se šíří cestou nejmenšího odporu. Cesta přes vás a zem je odporovější než přes zemnicí vodič. Uvědomte si však, že přes člověka může stále protékat velmi malé množství proudu. Proud větší než 30 mA již může být nebezpečný.

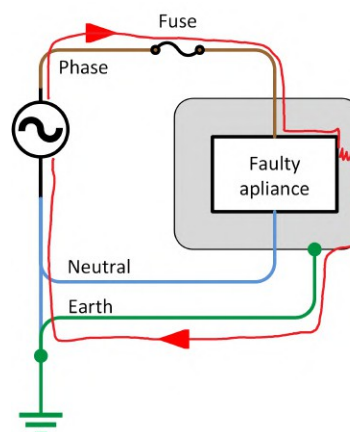
Upozorňujeme, že pouhý zemnicí vodič nestačí. V instalaci je také zapotřebí proudový chránič (RCD). Více informací naleznete v kapitole [RCD, RCCB nebo GFCI \[58\]](#).

## 7.2. Zemní vedení

Dobré uzemnění je pro elektrickou bezpečnost zásadní. Vodiče a uzemnění musí mít nízký elektrický odpor. Nezapomeňte, že elektřina se bude šířit cestou nejmenšího odporu. Musíte se tedy ujistit, že zemnicí kabel je dostatečně silný a všechny spoje jsou těsné.

Zemnicím vodičem mohou při poruše zařízení protékat potenciálně velké proudy. Zemnicí vodič musí být schopen přenášet tento proud, dokud nevyválí systémová pojistka. Proto je důležité, aby byl zemnicí vodič dostatečně silný.

Zemnicí nebo uzemňovací vodiče jsou žluté/zelené. Ve starších instalacích nebo v různých zemích se může vyskytovat také zelený vodič.



**UPOZORNĚNÍ:** Vždy se řiďte místními předpisy pro elektroinstalaci, abyste zjistili správnou velikost uzemňovacího vodiče.

## 7.3. RCD, RCCB nebo GFCI

Elektřina může být velmi nebezpečná. Přidání uzemňovacího vodiče do systému zvyšuje bezpečnost, ale instalace může být ještě bezpečnější, pokud se do ní zabuduje proudový chránič (RCD).

Použití proudového chrániče je povinné ve všech instalacích střídavého proudu.

### Funkce RCD:

Jakmile proudový chránič zjistí, že do země teče elektřina, odpojí ji. Elektřina poteče do země, pokud je v systému porucha, nebo, což je důležitější, pokud proud protéká člověkem. Přístroje RCD jsou navrženy tak, aby se odpojily, jakmile je zjištěn tok proudu do země.

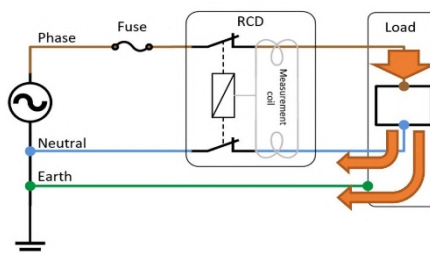
Proudový chránič (RCD) může být znám pod různými názvy:

- Jistič zbytkového proudu (RCCB).
- Přerušovač zemního spojení (GFCI).
- Přerušovač zemního spojení (GFI).
- Přerušovač unikajícího proudu spotřebiče (ALCI).
- Bezpečnostní spínač.
- Zařízení pro svod zeminy.

### Provoz RCD:

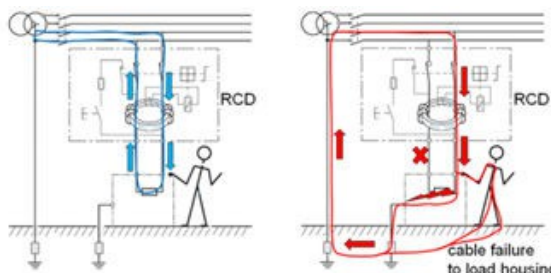
RCD měří rovnováhu proudu mezi fázovým a nulovým vodičem. Zařízení rozezne kontakt, když zjistí rozdíl proudu mezi fází a nulovým vodičem.

V bezpečném systému musí být součet napájecího a zpětného proudu roven nule. Pokud tomu tak není, je v systému porucha, proud uniká do země nebo do jiného obvodu.



Chrániče jsou navrženy tak, aby zabránily úrazu elektrickým proudem tím, že detekují tento unikající proud, který může být mnohem menší (obvykle 5-30 mA) než proudy potřebné k vypnutí běžných jističů nebo pojistek (několik ampér). Přístroje RCD jsou určeny k tomu, aby fungovaly během 25 až 40 milisekund. Tato doba je rychlejší než doba potřebná k tomu, aby elektrický výboj uvedl srdce do fibrilace komor, což je nejčastější příčina úmrtí v důsledku elektrického šoku.

Bezpečný systém je systém, který chrání proti zkratu, přetížení a svodovým proudům.



Detekce zemního svodu může probíhat pouze v systémech, kde je nulový vodič spojen se zemnicím vodičem, jako je tomu v systémech TN nebo TT. V síti IT není detekce zemního svodu možná.

### Kam namontovat proudový chránič

Přístroj RCD musí být v elektrické instalaci namontován před zátěží. Ve skutečnosti to znamená, že proudové chrániče musí být namontovány před rozdělením instalace do různých skupin. Pokud je použit střídač nebo měnič/nabíječka, měl by být RCD umístěn až za nimi, jinak nebude zajištěna ochrana uzemněním v době, kdy je střídač v provozu. Spotřebiče, které jsou v provozu pouze při připojení k pobřežnímu napájení, budou potřebovat vlastní RCD.

### Rušivé vypínání proudových chráničů

V některých instalacích se proudové chrániče vypínají předčasně. To může být způsobeno následujícími příčinami:

- Systém má dvojitě propojení MEN (nulový vodič - zem), což způsobí vypnutí proudového chránič v důsledku rozdílu potenciálů v zemi.
- Systém obsahuje zařízení, které způsobuje malý "podprahový" únik neutrálního uzemnění, jehož kumulativní účinek může způsobit nepředvídatelné rušivé vypínání proudových chráničů. Mezi běžné problematické spotřebiče, které je třeba při řešení problémů nejprve zkontrolovat a odpojit, patří: desky s přepětovou ochranou Power-board, kompresory starých chladniček a elektrické jednotky na ohřev vody (kvůli vlastnímu zemnímu rozdílu od hlavního zemnicího kolíku).

## 7.4. Propojení nulového vodiče se zemí u střídačů a u střídačů/nabíječek

Aby mohl proudový chránič fungovat, musí mít zdroj střídavého proudu propojení nulového vodiče se zemí (propojení MEN). To platí pro síť, ale také pokud je zdrojem střídavého proudu generátor nebo střídač.

- Pokud je zdrojem střídavého proudu síť, bude propojení MEN pevně připojeno v rozváděči, kde síť vstupuje do instalace.
- Pokud je zdrojem střídavého proudu generátor, je propojení MEN pevně připojeno do svorek pro připojení střídavého proudu generátoru.
- Pokud je zdrojem střídavého proudu střídač, je propojení MEN pevně připojeno buď na přípojce střídavého proudu střídače, nebo v instalačním rozváděči.

Při použití kombinovaných jednotek střídač/nabíječka je však spojení MEN méně jednoduché. Jednotka měniče/nabíječky má dva různé provozní režimy:

- V režimu měniče pracuje jako samostatný měnič a je hlavním zdrojem energie v systému.
- V režimu nabíjení bude do systému dodávat energii ze sítě nebo z generátoru.

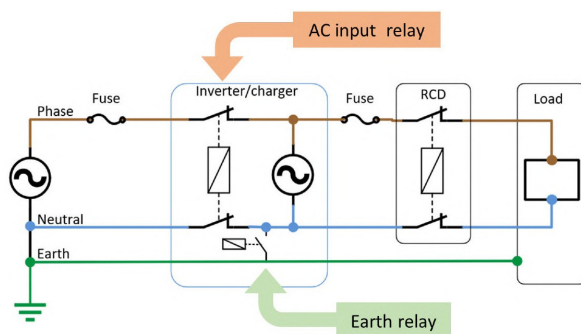
Pokud střídač/nabíječka invertuje a funguje jako zdroj napájení, musí vytvořit nezávislé propojení MEN. Pokud však napájí přes generátor nebo síť, musí mít přichodzí zdroj propojení MEN místo měniče/nabíječky.

Měniče/nabíječky Victron obsahují interní zemnicí relé. Toto relé automaticky vytvoří nebo přeruší spojení mezi zemí a nulovým vodičem. Pokud to není žádoucí, lze toto relé v nastavení měniče/nabíječky vypnout. Upozorňujeme, že pokud je relé vypnuto, budete muset v systému natvrdo propojit nulový vodič se zemí.

Stejně tak v některých instalacích nemusí být povoleno přerušit nulový vodič, v takovém případě, pokud je použit střídač/nabíječka-II, zvolte nastavení síťového kódu typu, který uvádí, že nulová cesta střídavého proudu je připojena externě.

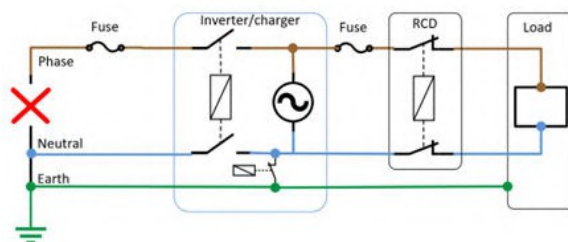
### Střídač/nabíječka je v režimu nabíjení a/nebo průchozího režimu:

Když je měnič připojen k napájení střídavým proudem, je vstupní relé střídavého proudu sepnuto a současně je rozepnuto zemní relé. Výstupní systém střídavého proudu spoléhá na to, že spojení mezi nulou a zemí zajistí zdroj střídavého proudu. Toto propojení je nutné, aby byl proudový chránič v obvodu střídavého výstupu funkční. Zemní relé Vstupní relé střídavého proudu



### Měnič/nabíječka je v režimu měniče:

Když je odpojeno napájení střídavým proudem, bylo vypnuto nebo došlo k poruše, relé vstupu střídavého proudu se rozezne. Když je vstupní relé střídavého proudu rozepnuto, instalace již nemá spojení mezi nulou a zemí. Proto je současně sepnuto zemnicí relé. Jakmile se zemnicí relé uzavře, měnič/nabíječka vytvořila vnitřní propojení mezi nulou a zemí. Toto propojení je nutné, aby byl proudový chránič ve výstupním obvodu střídavého proudu funkční.



## 7.5. Mobilní instalace

Mobilní zařízení je zařízení, které funguje nezávisle na síti. Když se připojuje ke střídavému proudu, obvykle se připojuje k síti na různých místech a/nebo ke generátorům. Například lodě, vozidla nebo mobilní záložní napájecí systémy. V této kapitole je použita instalace na lodi. Tyto informace však lze použít pro jakoukoli mobilní instalaci.

Mobilní systém nemá zemní kolík. Proto je třeba, aby na jeho místě bylo něco jiného, co vytvoří centrální zemní potenciál. Všechny kovové části lodi nebo vozidla, kterých se lze dotknout, musí být vzájemně propojeny, aby se vytvořilo místní uzemnění. Příklady kovových částí lodi nebo vozidla jsou: podvozek, trup, kovové trubky pro kapaliny, zábradlí, motor, zemnicí kontakty zásuvek, hromosvody a zemnicí deska (pokud je přítomna).

Mobilní systém se obvykle připojuje k různým zdrojům energie. V těchto situacích někdy není jasné, který z vodičů pobřežního zdroje je připojen k zemi nebo zda je vůbec připojen k zemi. Také fáze a nulový vodič nemusí být zapojeny správně. Připojení takového zdroje k mobilnímu systému může potenciálně způsobit zkrat na zem. Nebo zem zcela chybí.

Záleží také na tom, zda je mobilní systém připojen k napájení, nebo zda je odpojen od napájení a pracuje samostatně.

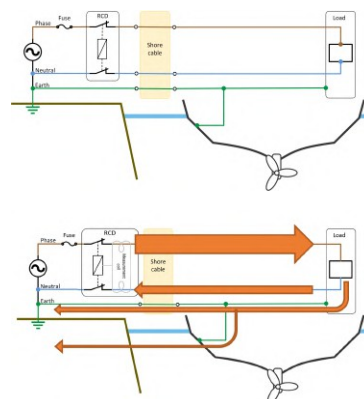
Několik příkladů různých situací, ve kterých se mobilní systém může nacházet:

### Lod' je připojena k pobřežnímu napájení

Když je loď zakotvená a připojena k pobřežní elektrické instalaci je podobná instalace v obytných budovách. Je zde pouze jeden rozdíl; loď nemá vlastní uzemnění; jako zemnicí kolík, který najdete v domě.

Instalace na lodi je závislá na uzemnění, které poskytuje pobřežní přípojka. Bohužel toto uzemnění není vždy spolehlivé vzhledem k tomu, že přístavní kabely jsou často dlouhé a mohou mít nedostatečnou tloušťku žil kabelu. Aby byla situace bezpečná, musí být kovové části lodi, například trup, připojeny k příchozímu uzemnění z pobřežního kabelu. Uzemnění pobřežního napájení je připojeno k nulovému vodiči.

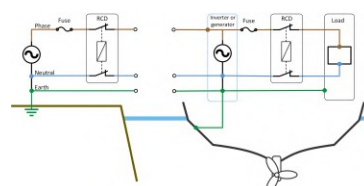
Pokud dojde k úniku zemního proudu, proud poteče zemnicím vodičem v síťovém kabelu, ale také trupem přes vodu a zpět do uzemnění na břehu. Oba obvody zemního svodu mají stejný potenciál a jsou svým způsobem zapojeny paralelně. Zemním vodičem v pobřežním kabelu však poteče více proudu. Cesta přes trup a vodu má větší odpor. Přístroj RCD přesto spustí zemní poruchu, protože porovná fázový proud dovnitř a proud ven přes nulový vodič.



### Lod' je odpojena od pobřežního napájení

Jakmile se loď odpojí od pobřežního napájení, celá instalace se změní, protože instalace již není součástí sítě a spojení s nulovým vodičem a zemí se ztratí.

Instalace je nyní hlavním zdrojem napájení a spolu se zátěží tvoří vlastní autonomní elektrický obvod. Do trupu a do vody neproudí žádný proud.



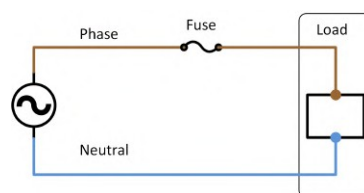
### Plovoucí síť' na lodi nebo ve vozidle (sít' IT)

V mobilním systému, kde je jediným zdrojem energie měnič (nebo generátor), se lze rozhodnout nepoužívat síť TT, ale síť IT. V síti IT nejsou fáze a nulový vodič spojeny s jiným potenciálem, například se zemí. Napětí vytvářené nezávislým zdrojem energie jsou plovoucí. Takový systém je velmi bezpečný a snadno se instaluje.

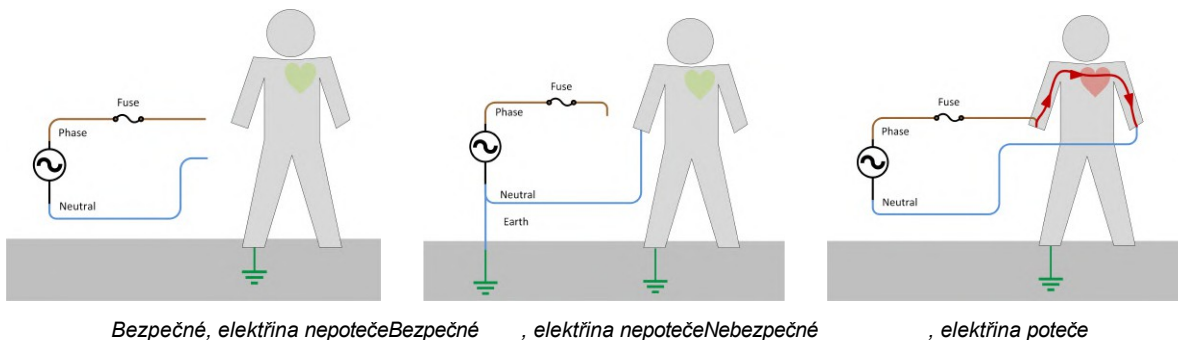
Dotkne-li se člověk vodiče nebo pouzdra v tomto systému, nemůže do země protékat žádný proud. Nezapomeňte, že k průtoku proudu je zapotřebí úplný obvod. V této soustavě uzemňovací vodič chybí a elektrický obvod k zemi není úplný. Jedná se o podobnou situaci jako u bezpečnostního transformátoru v koupelně.

Měniče a generátory nejsou v zásadě nic jiného než zdroj dvou potenciálových rozdílů s rozdílem 230 V (nebo 120 V). Dotyk nevede k průtoku proudu, protože cesta je neúplná. Je to stejné, jako když pták sedí na elektrickém vedení.

Uvědomte si, že dotýkat se současně fázového i nulového vodiče je vždy nebezpečné, protože pak je cesta kompletní.

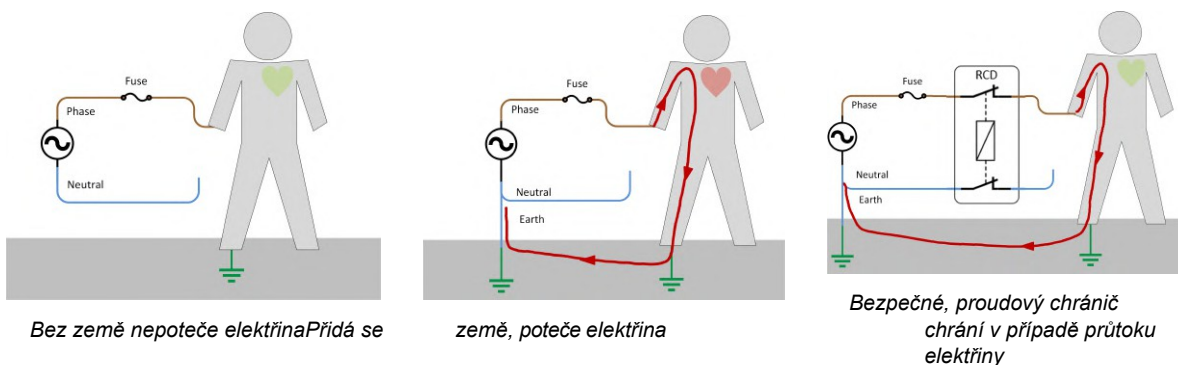






### Mobilní síť se zemním a nulovým propojením (síť TT)

Pokud se mobilní systém připojuje k síti prostřednictvím přenosového spínače nebo střídače/nabíječky, je do systému zavedeno uzemnění a propojení nulového vodiče se zemí. Stává se z ní síť TT. To platí i v případě, že místní předpisy vyžadují, aby v mobilním systému, který obsahuje střídač nebo generátor, bylo pevně zapojeno uzemnění a propojení nulového vodiče se zemí a proudový chránič. V okamžiku, kdy k tomu dojde, se systém stane nebezpečnějším, takže jakmile se do systému přidá zem a propojení nulového vodiče se zemí, je třeba nainstalovat proudový chránič, aby byly splněny požadavky sítě TT nebo TN, ke které je nyní mobilní síť připojena.



### Od sítě IT k síti TT

S mobilním systémem je možné vytvořit síť, která je sítí TT, když je připojena k síti, a zároveň se stane plovoucí sítí IT, když je síť odpojena a používá se generátor nebo střídač. To je něco, co není žádoucí a čemu je třeba se vyhnout.

Když se zařízení odpojí od sítě, odpojí se také od uzemnění sítě. Pokud mobilní instalace nemá uzemnění a také žádné zemní a nulové spojení, stane se v okamžiku odpojení od sítě plovoucím systémem.

Přestože systém může být vybaven proudovým chráničem, nemůže již detekovat unikající proud, protože neutrál není spojen se zemí.

Stisknutí testovacího tlačítka na proudovém chrániči je zbytečné, pokud chybí propojení nulového vodiče se zemí. Po stisknutí testovacího tlačítka získáte falešný dojem, že RCD je funkční, zatímco ve skutečnosti RCD v případě zemní poruchy nefunguje, protože chybí propojení mezi nulou a zemí. Po stisknutí testovacího tlačítka na proudovém chrániči se aktivuje vnitřní bypass, který simuluje zemní svod, takže lze proudový chránič elektricky a mechanicky otestovat. Testovací tlačítko v žádném případě neznamená test celé instalace. Testuje pouze samotný proudový chránič. To vede k záměně a/nebo nebezpečným situacím. Právě z těchto důvodů je doporučujeme vždy dodržovat zásady sítě TT, a to i v situacích, kdy instalace není připojena k elektrické síti.

Přechod ze sítě IT na síť TT musí umožnit, aby se po odpojení sítě vytvořilo spojení mezi nulovým vodičem a zemí mobilního systému. To může být provedeno automaticky střídačem/nabíječkou se zemnicím relé nebo musí být pevně zapojeno do přepínače. Ne všechny střídače a generátory mají nulový vodič spojený se zemí. To je třeba vždy před instalací zkontrolovat. A v případě potřeby je třeba propojení nulového vodiče se zemí zapojit napevno.

## 7.6. Izolace a uzemnění zařízení Victron

Tato kapitola vysvětluje izolaci různých produktů Victron mezi střídavým a stejnosměrným proudem nebo mezi stejnosměrným a stejnosměrným proudem. Tyto informace jsou potřebné k tomu, aby systém obsahující výrobek Victron mohl být správně uzemněn.

#### **Izolace všech střídačů Victron a střídačů/nabíječek:**

- Mezi obvody střídavého proudu a šasi: základní izolace. Šasi proto musí být uzemněno. -
- Mezi střídavým a stejnosměrným proudem: zesílená izolace. Po uzemnění šasi je proto stejnosměrný proud považován za bezpečný pro dotyk, pokud je jmenovité napětí 28 V nebo nižší.
- Mezi stejnosměrnými obvody a šasi: základní izolace. Proto je povoleno stejnosměrné záporné nebo kladné uzemnění.

V případě kladného uzemnění se neizolovaná připojení rozhraní vztahují na stejnosměrný záporný proud, nikoli na zem. Uzemnění takového připojení povede k poškození výrobku. Zemnicí svorka střídavého proudu všech měničů a střídačů/nabíječek je připojena k šasi.

#### **Uzemnění nulového vodiče střídavého proudu měničů Victron**

U všech měničů s výkonem 1600VA a vyšším a u měniče Phoenix Compact 1200VA je nulový vodič připojen k podvozku. Uzemněním šasi se proto uzemní i nulový vodič střídavého proudu. Uzemněný nulový vodič je nutný pro správnou funkci RCD (nebo RCCB, RCBO nebo GFCI).

Pokud není k dispozici spolehlivé uzemnění a/nebo pokud není nainstalován proudový chránič (nebo RCCB, RCBO nebo GFCI), mělo by být pro zvýšení bezpečnosti odstraněno spojení střídavého proudu s nulovým vodičem. Upozornění: Taková instalace pravděpodobně neodpovídá místním předpisům.

Střídavý nulový vodič měničů nižšího výkonu není zpravidla připojen k šasi. Spojení nulového vodiče se zemí však lze vytvořit: viz návod k obsluze výrobku.

#### **Uzemnění nulového vodiče střídavého proudu měniče/nabíječky Victron**

Výstupní střídavý nulový vodič všech střídačů/nabíječek je připojen ke vstupnímu střídavému nulovému vodiči, když jsou relé zpětného napájení sepnutá (na vstupu je k dispozici střídavý proud). Když jsou relé zpětného napájení otevřená, zemní relé připojí výstupní nulový vodič k podvozku. Uzemněný nulový vodič je nutný pro správnou funkci proudového chrániče. U většiny modelů je možné zemnicí relé vypnout. Viz návod k obsluze výrobku.

#### **Izolace solárních nabíječek MPPT**

Mezi fotovoltaickým vstupem a stejnosměrným výstupem není izolace. Mezi vstupem/výstupem a šasi je základní izolace.

#### **Izolace jiných produktů**

Nabíječky baterií: zesílená izolace mezi střídavým a stejnosměrným proudem. Základní izolace mezi střídavým proudem a šasi, s výjimkou nabíječek Smart IP65, které mají zesílenou izolaci mezi střídavým proudem a plastovým krytem. DC-DC měniče, diodové a FET rozbočovače a další DC produkty: skříň je vždy izolována od DC (základní izolace).

## **7.7. Uzemnění systému**

Dosud jsme se zabývali uzemněním střídavého proudu v instalacích střídavého proudu, ale uzemnění je nutné i pro stejnosměrné komponenty v instalaci. Tato kapitola popisuje některé běžné instalace, které obsahují nejen střídač/nabíječku, ale také baterii, solární nabíječku a fotovoltaické pole.

### Uzemnění systému mimo síť

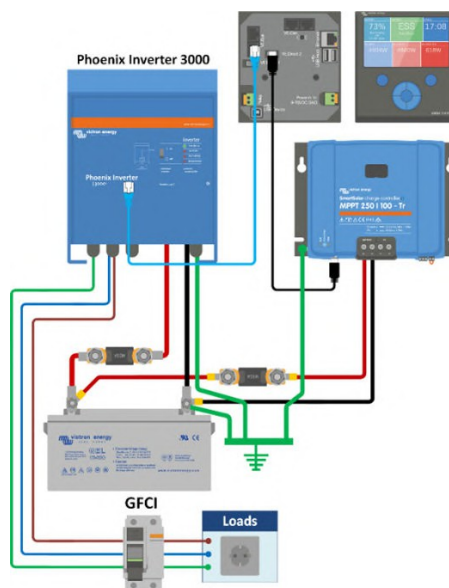
Neuzemňujte kladný ani záporný bod fotovoltaického pole. Záporný vstup PV MPPT není izolován od záporného výstupu. Uzemnění PV proto způsobí zemní proudy. Rámy PV však mohou být uzemněny, a to buď v blízkosti PV pole, nebo (nejlépe) k centrálnímu uzemnění. To zajistí určitou ochranu před bleskem.

Uzemnění v blízkosti baterie. Předpokládá se, že póly baterie jsou bezpečné pro dotyk. Uzemnění akumulátoru by proto mělo být nejspolehlivějším a nejviditelnějším zemnicím spojením.

Zemnicí kabel stejnosměrného proudu by měl mít dostatečnou tloušťku, aby byl schopen přenést poruchový proud alespoň ve výši jmenovitého proudu stejnosměrné pojistky.

Podvozek měniče nebo zařízení Multi/Quattro musí být uzemněn. Mezi střídavým proudem a šasi je základní izolace. Šasi solární nabíječky MPPT musí být uzemněno. Mezi střídavým proudem a šasi je základní izolace.

Vezměte prosím na vědomí, že rozvod střídavého proudu s pojistkami nebo MCB a uzemnění FV pole a FV rámu nejsou zobrazeny.



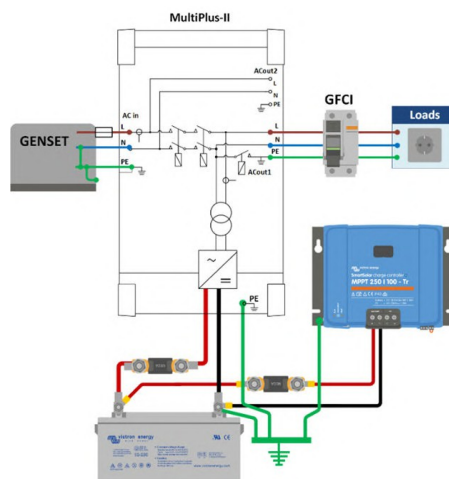
### Off-grid s generátorem

Používejte pouze jedno uzemnění v blízkosti baterie. Předpokládá se, že póly baterie jsou bezpečné pro dotyk. Uzemnění akumulátoru by proto mělo být nejspolehlivějším a nejviditelnějším zemnicím spojením.

Zemnicí kabel stejnosměrného proudu by měl mít dostatečnou tloušťku, aby byl schopen přenést poruchový proud alespoň ve výši jmenovitého proudu stejnosměrné pojistky.

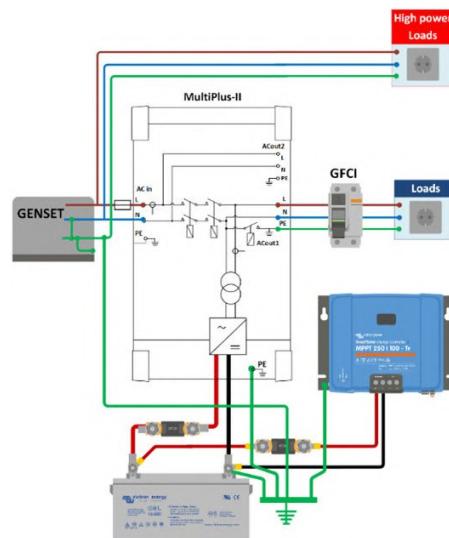
Stejně tak by měla být uzemněná kabeláž pro střídavý proud schopna přenést poruchový proud alespoň ve výši jmenovitého proudu střídavé pojistky.

GFCI je funkční pouze tehdy, je-li šasi zařízení Multi/Quattro uzemněno.



### Off-grid s generátorem vysokého výkonu

Uzemněte generátor přímo na centrální uzemnění.

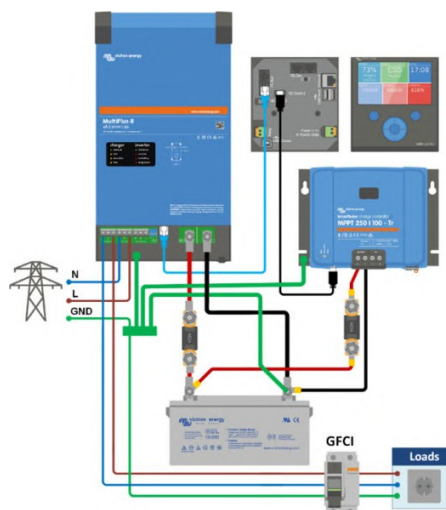


### System ukládání energie (ESS) připojený k síti

Zemní kabeláž pro stejnosměrný proud by měla být schopna přenést poruchový proud alespoň ve výši jmenovitého proudu stejnosměrné pojistky.

Připojte podvozek měniče/nabíječky k zemnicí přípojnici.

Uzemnění AC-out může být odebráno z centrální přípojnice nebo ze svorky AC-out.

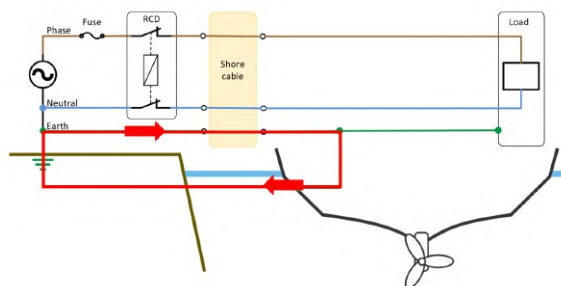


## 8. Galvanická koroze

Galvanická koroze je způsobena elektrickým proudem, který vstupuje do lodi přes uzemňovací vodič na břehu a vrací se vodou zpět na břeh. Tyto proudy mohou způsobit korozi kovů pod vodou, jako je trup lodi, lodní šroub, hřídel apod. Tento proud se nazývá galvanický proud.

Galvanický proud je stejnosměrný proud. Je způsoben přirozeným rozdílem napětí mezi kovy. Galvanický proud může existovat pouze v případě, že existuje uzavřený elektrický obvod. Vodič patřící do jiného elektrického obvodu může být součástí galvanického korozního obvodu. Pokud se loď s kovovým trupem nachází v blízkosti břehu, existuje mezi trupem a vodou přirozený rozdíl napětí 0,1 - 1 Vss.

Tento rozdíl potenciálů nevede k ničemu, dokud nedojde k dokončení elektrického obvodu. Jakmile je však k lodi připojeno pobřežní napájení, zem na břehu se stane součástí elektrického obvodu. automaticky připojen k trupu lodi a elektrický obvod je dokončen. Nyní je vytvořen následující obvod: trup - voda - břeh - zemnicí trn - zemnicí drát - trup. Tímto obvodem bude protékat galvanický proud. Galvanický proud částečně prochází obvodem střídavého proudu, ale nesouvisí s tímto obvodem. Proud bude protékat tak dlouho, dokud se potenciál rozdíl je odstraněn. Výška proudu závisí na odporu elektrického obvodu. Odpor je určen faktory, jako je délka pobřežního napájecího kabelu a místní zemní odpor.



Z chemického hlediska "nejslabší" kov v galvanickém obvodu nejrychleji odevzdá své molekuly, aby udržel proud. Pokud je trup lodi součástí galvanického obvodu a trup obsahuje nejslabší kov, začne trup časem korodovat. To se může vyvinout v nepříjemnou situaci, která se může stát poměrně nákladnou a nebezpečnou, pokud se nechá bez kontroly. Jsou známy případy lodí, které se potopily v důsledku galvanické koroze. Hliníkové trupy jsou na tento druh koroze notoricky náchylné. Galvanická koroze může existovat také mezi různými kovy, které jsou k lodi připojeny, jako je lodní šroub, motor, trup atd. Všechny tyto části jsou spojeny se zemí, a proto mezi nimi tečou další malé proudy. To je důvod, proč se montují obětní anody. Obětní anoda je kus kovu, který je slabší než kov v jeho okolí. Proto jsou obětovány, aby chránily ostatní kovy. Korozi mohou zabránit pouze tím, že ji oddálí. Jaký typ obětní anody použít, závisí na typu kovu, který chrání, a na tom, v jakém typu vody se loď nachází. Doporučuje se tyto anody pravidelně kontrolovat.

### 8.1. Prevence galvanické koroze

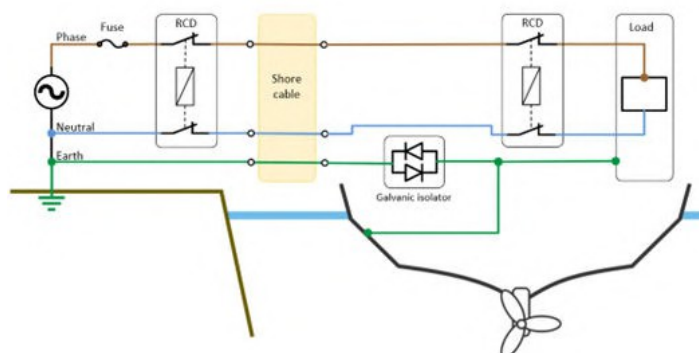
Odpověď na otázku prevence je jednoduchá. Aby se zabránilo korozi, musí se přerušit elektrický obvod. Ačkoli je to u malých obvodů mezi různými kovy připevněnými k lodi téměř nemožné, u připojení k pobřežnímu zdroji je to dosažitelné.

Nejjednodušší způsob, jak tento obvod přerušit, je nepřipojovat uzemnění k trupu. To však není bezpečné a nedoporučuje se to, protože to vede k tomu, že trup není dostatečně uzemněn, a proto již nelze zaručit uspokojivou funkci proudového chrániče, což vede k nebezpečným situacím na palubě. Existují bezpečné způsoby, jak zabránit galvanické korozi, aniž by byla ohrožena bezpečnost. Toho lze dosáhnout použitím galvanického oddělovače nebo oddělovacího transformátoru.

## 8.2. Galvanický oddělovač

Galvanický oddělovač zabraňuje galvanické korozi. Blokuje nízkonapěťové stejnosměrné proudy, které se do lodi dostávají přes zemnicí vodič pobřežního napájení. Tyto proudy mohou způsobit korozi kovů pod vodou, jako je trup lodi, lodní šroub, hřídel atd.

Galvanický oddělovač se skládá ze dvou diod zapojených antiparalelně. Galvanický oddělovač je připojen mezi uzemňovací přípojku na břehu a centrální uzemňovací bod v lodi.

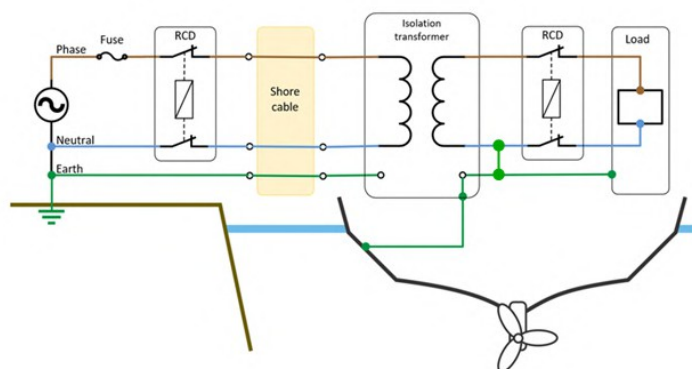


Diody v tomto uspořádání vedou elektrický proud oběma směry pouze při dosažení určitého prahového napětí. Prahové napětí je přibližně 1,4 Vss. Prahové napětí je vyšší než galvanický rozdíl potenciálů mezi různými kovy. Tímto způsobem nemůže protékat žádný galvanický proud. Na druhou stranu bude umožněn průchod vyššího zemního poruchového napětí v obvodu střídavého proudu, což umožní plnou funkčnost připojeného proudového chrániče.

Výhodou galvanického oddělovače je jeho nízká hmotnost a rozměry, nevýhodou je, že tato jednotka závisí na dobrém vybavení zemnicí vodič. Dalším aspektem je, že galvanická koroze může probíhat také přes nulový vodič, a to v případech, kdy je nulový vodič připojen k zemi přes některý z elektrických spotřebičů na palubě, jako je odrušovací filtr nebo jiné spotřebiče.

## 8.3. Oddělovací transformátor

Lepším řešením pro zastavení galvanické koroze je použití oddělovacího transformátoru. V oddělovacím transformátoru se přiváděná elektřina mění na elektromagnetismus a poté se opět mění na elektřinu.



Vstup a výstup jsou zcela izolované a přerušují elektrický obvod mezi hvězdicovým bodem - zemnicím - trupem - vodou - hvězdicovým bodem, čímž účinně zablokuje galvanický proud. Další vlastností oddělovacího transformátoru je, že

z elektrického hlediska se jedná o zdroj elektřiny, který je napájen jiným zdrojem elektřiny. Na výstupní straně transformátoru je jedna z vystupujících fází připojena k trupu, čímž se vytvoří fáze, nulový vodič a zem, což zaručuje správnou funkci proudového chrániče.

Oddělovací transformátor zajistí stejnou bezpečnost jako v případě domovní instalace a ještě více. Instalace je také zcela izolována od elektrických problémů okolních lodí. Další výhodou je, že oddělovací transformátor je často schopen zvýšit nebo snížit příchozí napětí na břehu. To může být užitečné v případě, kdy se loď s napětím 230 Vac musí připojit k napájení 120 Vac nebo naopak.

## 9. Úvěry

### Autor: Mgr:

Margreet Leefink

### S poděkováním:

Reinout Vader, komunita Victron a World Wide Web.

### Obsahové kredity:

Informace o rychlosti pojistky: [https://www.swe-check.com.au/pages/learn\\_fuse\\_markings.php](https://www.swe-check.com.au/pages/learn_fuse_markings.php)

Lodní pojistky Eaton Bussmann: <https://www.eaton.com/au/en-gb/catalog/fuses-and-fuse-holders/marine-fuses-and-mounting-bars.html#tab-1>

Nebezpečí elektřiny: [https://www.hsa.ie/eng/Topics/Electricity/Dangers\\_of\\_Electricity/](https://www.hsa.ie/eng/Topics/Electricity/Dangers_of_Electricity/)

Rušení a stínění kabelů: <https://www.multicable.com/resources/reference-data/signal-interference-and-cable-stinění/>

Obrázek Ohmův zákon karikatura: <https://www.clipart.email/download/4165420.html>

Obrázek Ohmův zákon vzorec kolo: <https://www.esdsite.nl/elektronica/wetvanohm.html>

Obrázek tepelného magnetického jističe: <https://electrical-engineering-portal.com/how-circuit-breaker-trip-unit-works>

Obrázek pocínované měděné přípojnice: <https://au.rs-online.com/web/p/din-rail-terminal-accessories/4895420/>

Čepelové pojistky:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electrical\\_fuses,\\_blade\\_type.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electrical_fuses,_blade_type.svg) RS pro

krimpovací nástroj: (rs-online.com): Nářadí na krimpování kabelů a vodičů | RS (rs-online.com)

Obrázek kabelu NMEA2000: <https://www.powerandmotoryacht.com/electronics/download-wire>

Stránka Wikipedie o blesku: <https://en.wikipedia.org/wiki/Lightning>