

**Výchozí situace (hybrid bez vytěžovače):**

**Jednofázový hybridní měnič v režimu off grid** spolehlivě zamezí přetokům do sítě, což je často hlavní důvod pro jeho použití (striktní požadavek správce veřejné sítě).

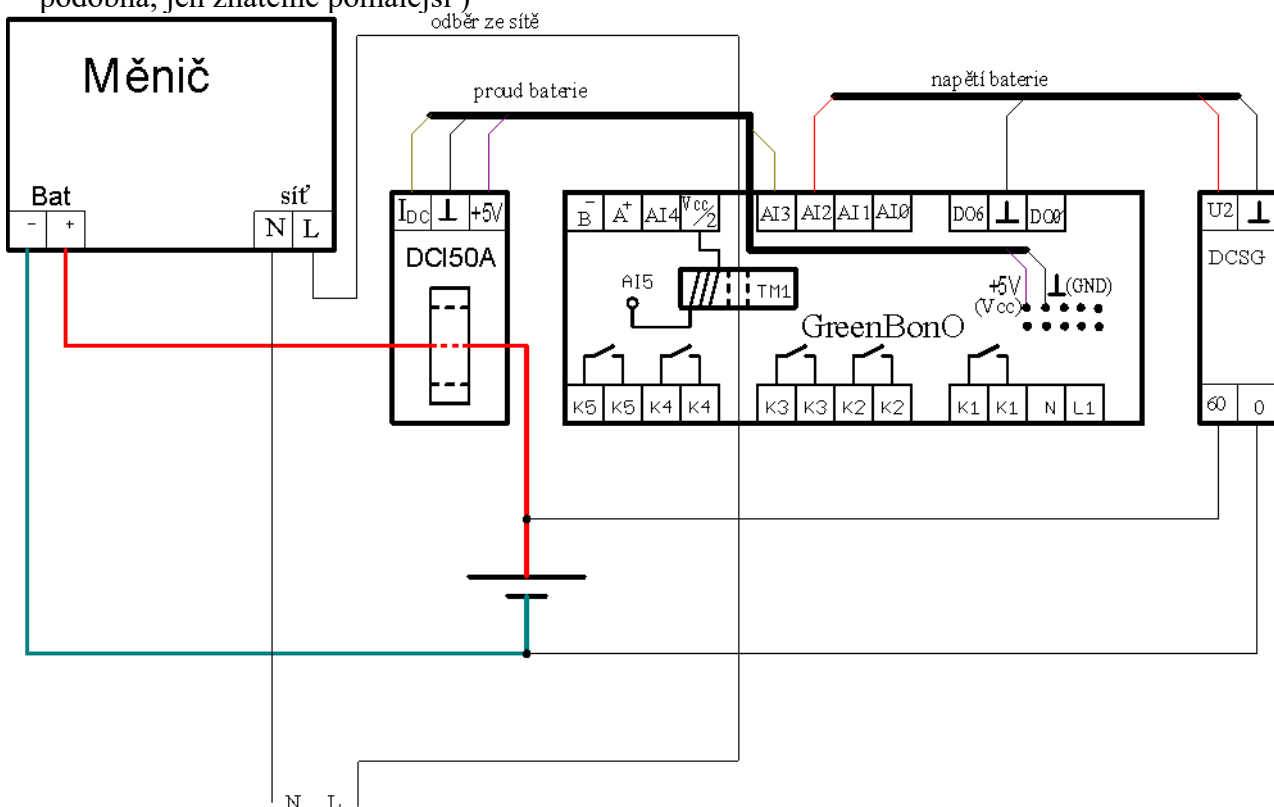
V době výroby z FV panelů měnič přednostně nabíjí baterii, dále pokryje okamžitou spotřebu objektu. Z panelů si však bere pouze energii nutnou ke krytí okamžitých potřeb objektu, která obvykle zdaleka nedosahuje skutečné výrobní kapacity dosažitelné režimem MPPT. Výtěžnost energie je pak chabá a návratnost celé investice pochybná. Tento režim měniče (Off-grid bez MPPT) přitom neumožňuje ani správné fungování klasické regulace přebytků typu „watrouter“, protože měnič v režimu *off-grid* narozdíl od *on-grid* režimu žádné přebytky neprodukuje.

**Regulace s GreenBonem:**

rozšíří původní chování elektrárny s hybridním měničem o schopnost vytěžit veškerou energii, kterou FV panely dokáží vyprodukovat; regulace průběžně vytváří takovou zátěž, aby měnič trvale pracoval co nejbližší maximálního pracovního bodu FV panelů a zachovává přitom prioritu pro ukládání FV energie do baterie a pro pokrytí přirozené spotřeby objektu. Takto získaná energie půjde obvykle do ohřevu teplé užitkové vody.

**Měřené veličiny:**

- a: napětí baterie (povinně)** po dosažení plného napětí baterie odvádí GreenBonO do svých spotřebičů právě tolik energie, aby měnič pokračoval ve výrobě a proud baterie přitom držel na nule - veškerá energie FV panelů je přeměňována do spotřebičů GreenBona a baterie zůstává nabitá a nezatížená.
- b: nabíjecí proud baterie (nepovinně viz. str.7.- *alternativní režim* )**  
DC snímač je navlečen na jednom (obvykle plusovém) vodiči mezi baterií a měničem; při dosažení zadané velikosti nabíjecího proudu GreenBonO začne plynule zvyšovat odběr do svých spotřebičů do takové míry, aby vytěžil z měniče maximum a zachoval přitom nabíjecí proud baterie na požadované hodnotě.
- c: odběr ze sítě (nepovinně)** (interním proudovým snímačem) - jakmile zaznamená odběr ze sítě, okamžitě stáhne plynulou regulaci SSR na nulu, aby (pokud možno) zamezil nechtěnému přechodu do režimu Bypass. (není-li tento snímač použit, je reakce SSR na odběr ze sítě podobná, jen znatelně pomalejší )



## GreenBonO - provedení

### hardware:

je ve standardním provedení **GreenBonO+ (1f)** (s vestavěným proudovým snímačem) bez jakékoli hw úpravy.

### Vstupy GreenBona a typy snímačů pro měřené veličiny:

1. **napětí baterie:** vstup AI2 GreenBona (místo třetího externího proudového snímače) proti svorce GND (rozsah 0...5V ; rozlišení vstupu 1024 digit) ;snímač DC napětí DCSG (Yorix)
2. **DC proud do baterie:** vstup AI3 GreenBona proti svorce GND - snímač DC proudu typ AMPLOC 50A (Hall sonda, bipolární měření; nulovému proudu primárního okruhu odpovídá výstup  $V_{cc}/2$ ; rozlišení vstupu GreenBona  $\pm 512$  digit)
3. **proud ze sítě do hybridního měniče:** interní AC snímač proudu (v provedení „GreenBonO+ (1f)“ je zaletován v zákl.desce GreenBona)

### Snímání napětí baterie:

Aby elektronika GreenBona i nadále zůstala galvanicky oddělena od sítě je nezbytně nutné doplnit vně GreenBona **napěťový snímač s galvanicky oddělenou vazbou**.

Pro účely zde popsané regulace je volitelným příslušenstvím Greenbona snímač DC/DC s induktivní vazbou, převodem 30V / 5V nebo 60V / 5V (podle použité svorky na primární straně). Měření vyšších primárních napětí je možné doplněním vnějšího předřadného rezistoru do vstupní svorky 60V.

Snímač je navržen s cílem zajistit jednoduché připojení ke GreenBonu, stabilitu převodu a nezávislost na velikosti napájecího napětí.

Provedení: indukční vazba vf transformátorem mezi oběma galv.oddělenými obvody, vf. pulsní měnič na primární straně a usměrňovač na sekundární straně. (k napájení je využito primární měřené napětí; na obou stranách se připojují pouze dvě pracovní svorky: „+“ a „-“ .)

Snímač nemá úplně lineární charakteristiku, předpokládá se u něho proto provedení kalibrace na jmenovité napětí baterie až na připojeném GreenBonu (pracovní bod se bude pohybovat v relativně úzkém pásmu okolo jmenovitého napětí baterie;chyba měření při větší odchylce od jmen.napětí nemá vliv na kvalitu regulace).



### Snímání proudu baterie:

Stejně jako AC snímače fungující na principu proudového transformátoru, tak i DC snímač DCI50A (od 2020/02 nahrazuje dříve používaný AMPLOC 50A) pracující na principu Hallova efektu se navléká na vodič měřeného proudu, což je zde **přívod k baterii**. Výstup snímače je galvanicky oddělen od měřeného vodiče a má 3 svorky:

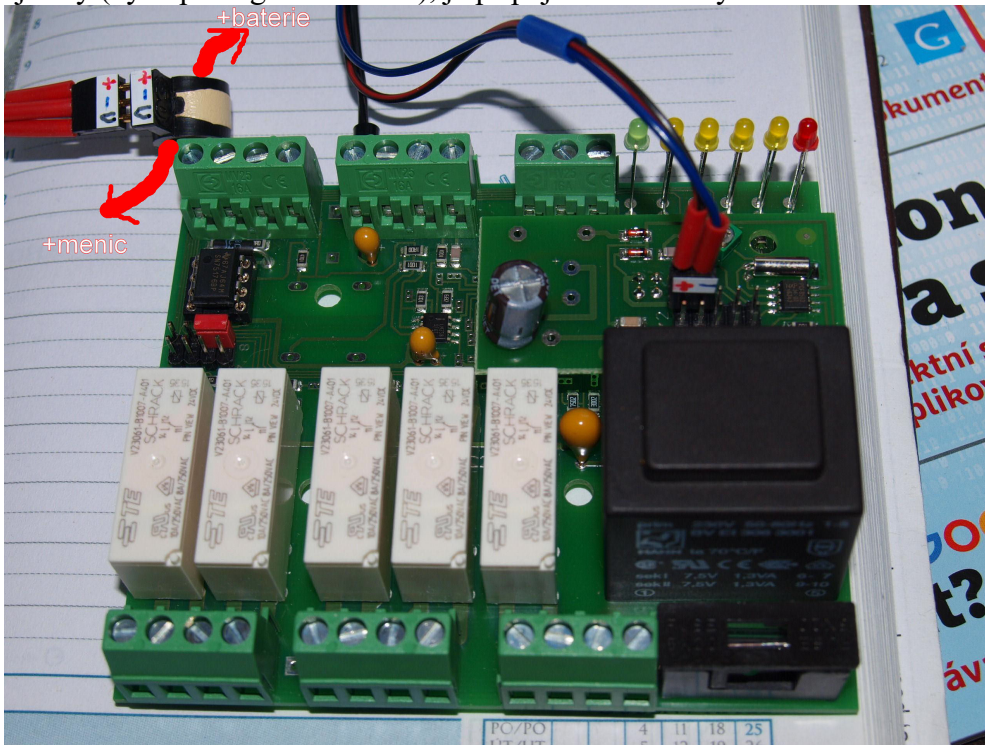


1. napájení +5V ( $V_{cc}$  v GreenBonu)
2. napájení 0V (GND v GreenBonu)
3. výstupní signál

*Pozn.:obrácení polarity měřené veličiny lze provést pouze obrácením směru průvzlaku. Snímač Yorix DCI50A má předepsanou orientaci průvzlaku vyznačenou, tam by takový problém nastat neměl.*

**Připojení snímače DC proudu do greenBona:**

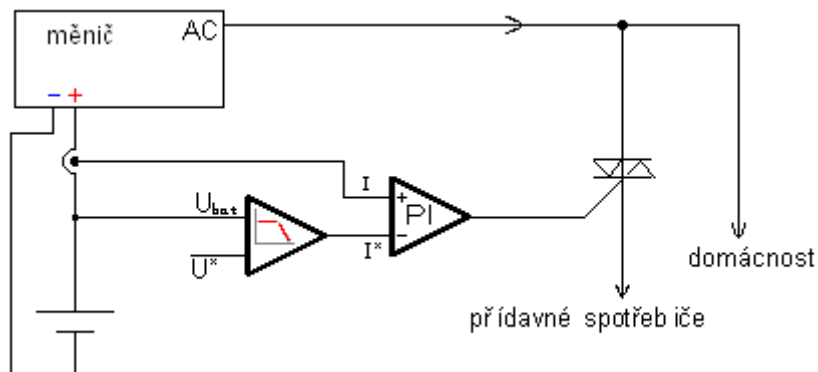
Svorky 1 a 2 snímače (napájení +, -) jsou připojeny ke kolíkové liště 2x5 pinů na kartě reálného času Greenbona, a to tak, že + je připojeno na pin2 a GND (-) na pin4. Tyto dvě žíly trojlinky snímače jsou provlečeny otvorem mezi svorkami Vcc/2 a AI3 (který je standardně určen pro průvlak vodiče interním proudovým AC snímačem) a ukončeny dvoupinovou dutinkovou lištou. Třetí žíla trojlinky (výstupní signál snímače), je připojena do svorky AI3. Viz foto:



**Regulace:**

**Popis algoritmu:**

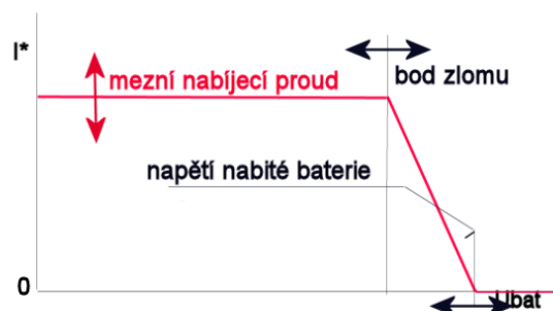
Regulace je složena z kaskády dvou funkčních bloků, vizn schéma.:



**První (nadřazený) blok: blok U/I charakteristiky** měří napětí baterie, porovnává ho s napětím požadovaným a na svém výstupu pak definuje požadovaný nabíjecí proud, který je zaveden do proudového regulátoru jako žádaná hodnota.

**Převodová (nabíjecí) U/I charakteristika** je určena třemi nastavitelnými hodnotami: (viz obr:)

- jmenovitým napětím nabité baterie **U<sub>bat</sub>**
- mezním nabíjecím proudem
- bodem zlomu - napětím, od něhož bude nabíjecí proud baterie lineárně klesat k nule s napětím stoupajícím ke jmenovitému



Druhý blok - proudový PI regulátor pak měří velikost nabíjecího proudu tekoucího do baterie a udržuje ji na hodnotě stanovené blokem U/I charakteristiky, a to tak, že řídí odběr přídatných spotřebičů, připojených na výstupy GreenBona. (klasický algoritmus Greenbona).

#### **Funkce regulační smyčky:**

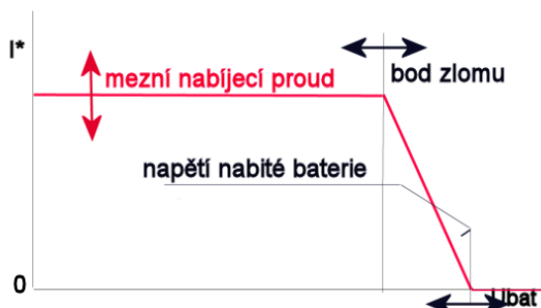
Pokud jsou napětí baterie i nabíjecí proud menší, než požadované, GreenBonO zůstává v klidu a veškerá výroba jde do baterie. (celá oblast pod čarou nabíjecí charakteristiky viz. obr. níže)

Když nabíjecí proud baterie překročí hodnotu *mezního nabíjecího proudu* nastavenou v GreenBonu, zahájí GreenBonO činnost tak, že odvádí do svých spotřebičů právě tolik výkonu, aby udržel nabíjecí proud baterie na požadované hodnotě. (oblast nad čarou nabíjecí charakteristiky)

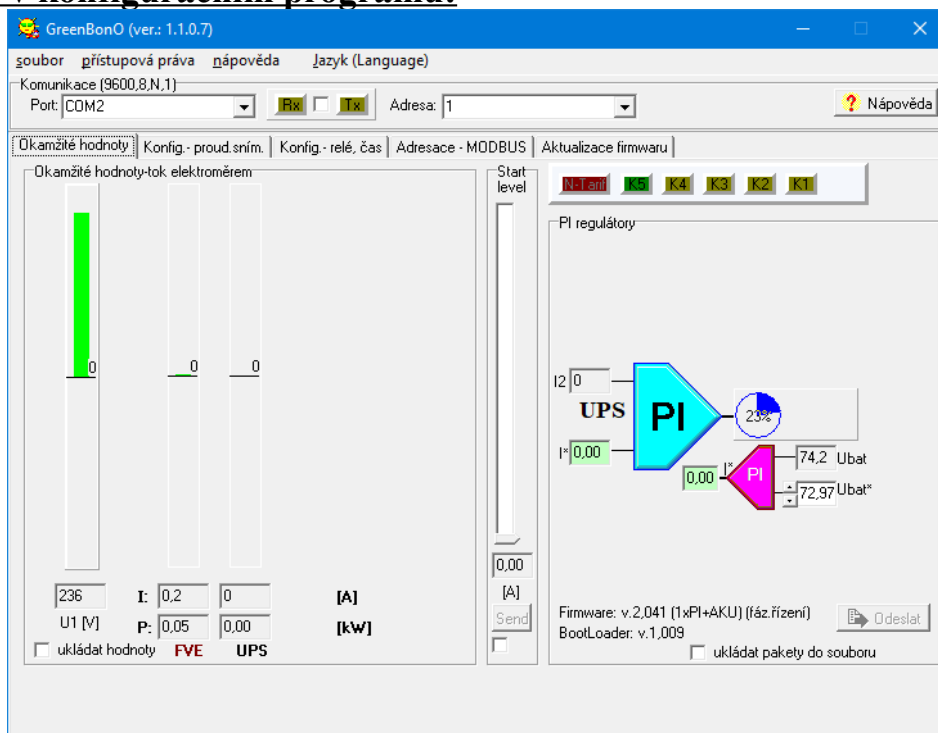
Pokud je měnič schopen vyrábět větší výkon, než je nabíjecí výkon baterie, pak by měl být mezní nabíjecí proud nastaven v Greenbonu trochu níž, než v měniči. Takové nastavení zajistí chod měniče v režimu MPPT nejen po úplném nabití baterie, ale také již v době nabíjení baterie. Jinak GreenBonO zahájí činnost až poté, co napětí baterie překročí bod zlomu (až převodová charakteristika GreenBona „podleze“ nabíjecí charakteristiku měniče).

Když se napětí baterie blíží požadované hodnotě, proudový regulátor lineárně podle napětí baterie snižuje nabíjecí proud zvýšením odběru do spotřebičů GreenBona. Při dosažení plného napětí baterií drží proudový regulátor nulový proud do baterie - veškerou nadbytečnou výrobu spotřebovává v přídatných spotřebičích.

Vybíjecí proud z baterie vyhodnocuje GreenBonO jako záporný a ubírá výkon na svých spotřebičích tak dlouho, dokud tento proud neklesne k nule, nebo až do úplného odpojení všech spotřebičů GreenBona.



Další použitý sensor - AC proudový snímač uvnitř GreenBona měří proud ze sítě do měniče. V době výroby FVE je tento proud nulový, pouze v okamžiku připojení velkého spotřebiče uvnitř objektu může nastat situace, že panely spolu s baterií nestačí pokrýt okamžitou spotřebu a měnič si pomůže ze sítě; na to reaguje GreenBonO bleskovým vypnutím SSR, aby měniči odlehčil zátěž a tak (pokud možno) zamezil nechtěnému přechodu do režimu Bypass.

**Zobrazení v konfiguračním programu:**

**regulátor napětí baterie** (fialový; - definuje nabíjecí proud v závislosti na napětí baterie podle charakteristiky na straně 3;

dolní vstup - žádaná hodnota napětí baterie (zadáva se tlačítky UP/Down v tomto vstupu)

horní vstup - naměřená hodnota napětí na baterii (snímač napětí nemá lineární charakteristiku, proto je potřeba ho nakalibrovat na požadované napětí baterie; jiné hodnoty napětí již nezobrazí přesně)

výstup - požadovaný proud vyvedený do druhého stupně regulace jako vstup žádané hodnoty

**PI regulátor nabíjecího proudu** (azurový; druhý stupeň regulace napětí baterie)

reaguje na změnu žádané hodnoty (kterou nastavuje regulátor napětí baterie-viz předchozí odstavec) následovně: Pokud žádaná hodnota „přeroste“ skutečnou hodnotu proudu síťového měniče, začne regulátor zvyšovat svou výstupní hodnotu a tím i odběr řízený GreenBonem, čímž proud původně tekoucí do UPS přeměruje do přídatných spotřebičů.

**Zadávání parametrů pro regulaci:**

- **požadované napětí baterie Ubat\*** - zadává se tlačítky UP/Down v dolním vstupu fialového regulátoru v záložce „okamžité hodnoty“ (viz. screenshot v horní části této stránky)

**Správné nastavení této hodnoty je naprosto klíčové!** Je nutno při odpojených spotřebičích Greenbona vyčkat na úplné nabití baterie, a pak, když měnič pracuje jenom v udržovacím režimu odečíst hodnotu Ubat naměřenou GreenBonem (viz. obr. nahoře) a tutéž hodnotu zadat jako požadovanou: Ubat\*. Pak bude zřejmě ještě potřeba hodnotu Ubat\* nepatrně snížit.

-



- **další dva parametry regulátoru napětí baterie** - po kliknutí na fialový regulátor (viz. screenshot v horní části předchozí stránky) se zobrazí následující dialogové okno s dalšími parametry.

FormParamUdc

### Parametry regulátoru napětí baterie

A

35,6A 52,05V

0 56,00V

52.05 [V] Bod zlomu (napětí baterie, od něhož GBD omezí nab.proud)

35.6 Mezní nabíjecí proud baterií (I2)

Odeslat

Konec

- **parametry proudových regulátorů** je možno upravit po kliknutí na horní azurový PI regulátor při současném držení stisku klávesy CTRL (v záložce „okamžité hodnoty“, viz horní obrázek na předchozí stránce) Zmenšení hodnot KI a kP vede ke zpomalení reakce regulátoru a lze tak omezit kmitání regulace.
- **kalibrace snímačů** je shodná se standardním postupem u všech firmwarů Greenbona (v záložce „konfigurace proudových snímačů“), v provedení AKU pouze přibývá panel pro kalibraci napětí Udc
- **způsob měření a regulace proudu** na záložce „konfigurace proud.sním.“

způsob měření a regulace proudu

nepoužito - není 1f interní trafo

1f externí trafo - 1f regulace ( I1 )

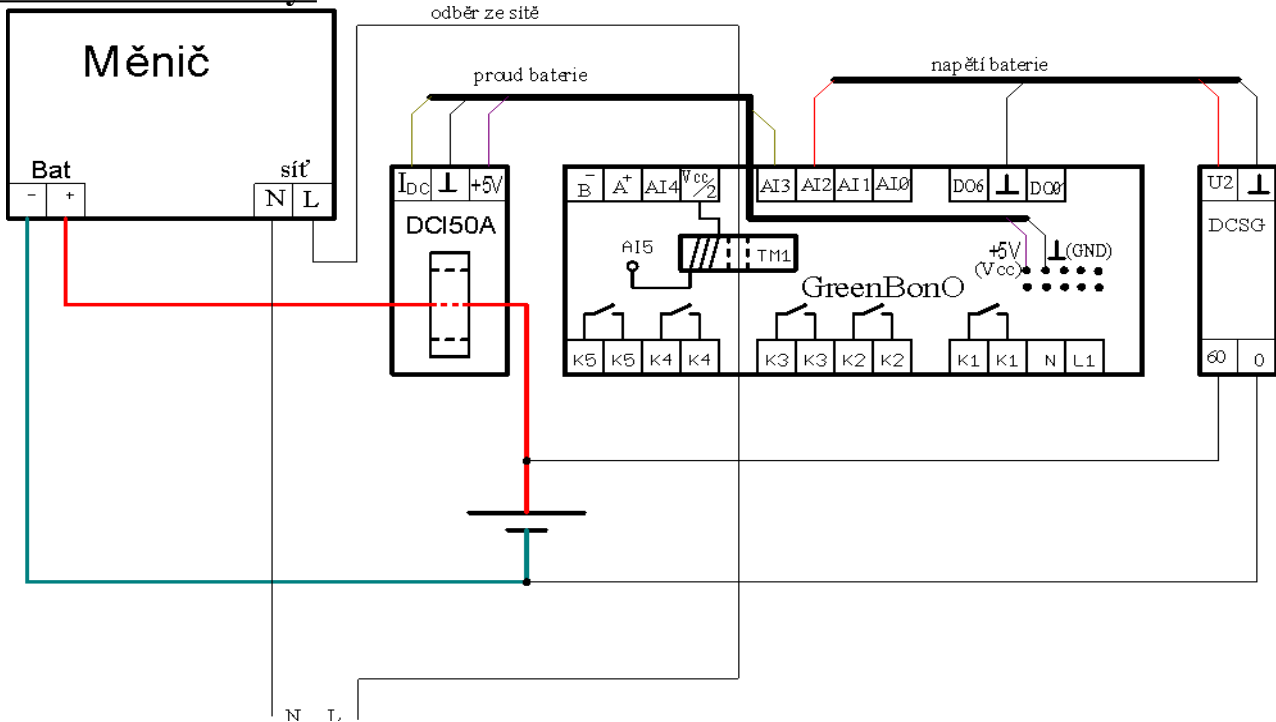
2 ext.trafa; omezení nab.proudu

2 ext.trafa; omezení nab.proudu

třetí a čtvrtá možnost jsou totožné - lze volit kteroukoli z nich

**Schéma zapojení vstupních obvodů:**

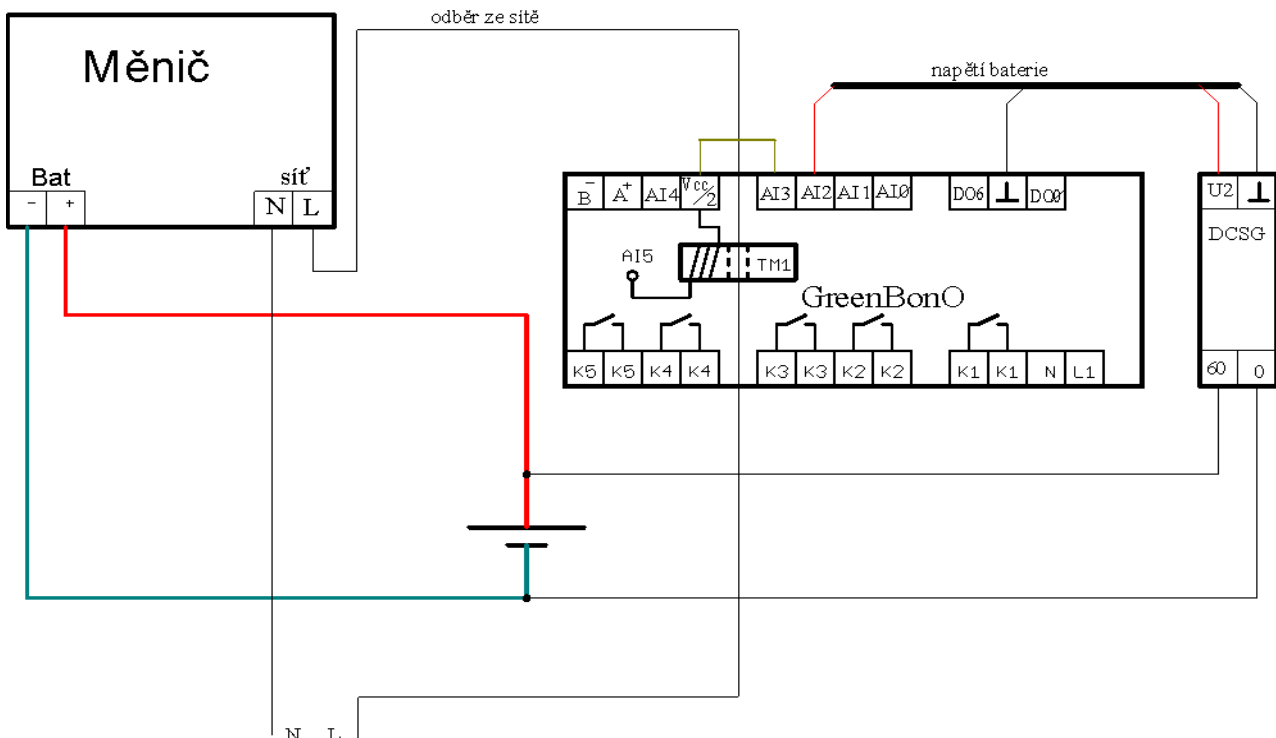
**1. Se všemi sensory:**



**2. Alternativní režim - provozování vytěžovače bez proudového DC snímače**

Pokud je baterie tak silná, že snese nabíjení plným (nebo skoro plným) výkonem měniče, není potřeba vytěžovat během nabíjení a stačí zahájit funkci vytěžování až po úplném nabití baterie. V takovém případě nemusí být součástí regulátoru proudový snímač, ale odpovídající vstupní svorka na GreenBonu (AI3) musí být proklemována se sousední svorkou Vcc/2 aby byla trvale zajištěna nulová naměřená hodnota DC proudu. (viz. červená propojka na obr. níže)

Převodová U/I charakteristika pak ovlivňuje pouze rychlost ubírání vytěžovacího výkonu při poklesu napětí baterie pod jmenovitou hodnotu.



Výstupní strana regulace - tj. zapojení přídatných spotřebičů se nijak neliší od zapojení pro regulaci přebytků a lze pro ně použít všechna dostupná schémata zveřejněná na webu firmy Yorix.

## Způsoby modulace SSR:

**V lokální síti** je modulace „spínáním v nule“ ta nejhorší možnost, neboť v měkké síti je zdrojem nesnesitelného flikru, proto se s ní zde původně ani nepočítalo.

Je zde použito „fázové řízení“, které vyžaduje SSR typu „spínané okamžitě“.

Firmware:

- **GreenBonoAku2043\_phctrl\_upg.hex**
- **GreenBonoAku2043\_phctrl\_TC\_upg.hex** (obsahuje navíc plynulé řízení tep.čerpadla)

**V režimu Grid-tie** (AC výstup měniče je paralelně napojen na síť, přetok do sítě je konfigurací omezen na nulu, odběr ze sítě je povolen). Kombinace sítě + měnič je zpravidla dostatečně tvrdý zdroj a lze použít SSR spínané v nule.

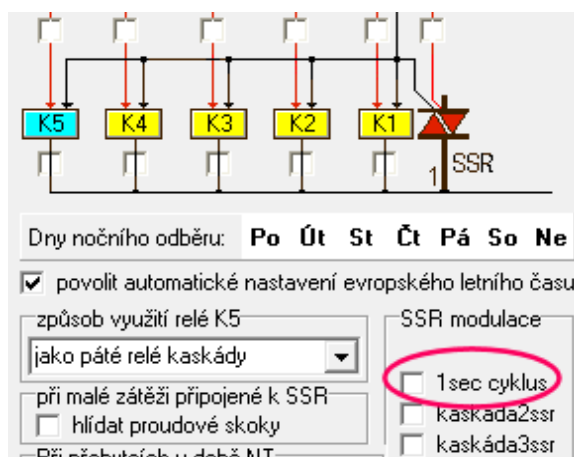
Pak se použije firmware:

**GreenBonoAku2043\_upg.hex.**

*Pozn.:*

*Pokud SSR spíná(spínají) spotřebič(e) malého výkonu a flikr nevadí, lze tento firmware použít i u ostrovního měniče.*

*V takovém provedení je nutno zrušit nastavení pomalé modulace SSR (uvolnit zatřítko „1-sec cyklus“) v záložce „konfigurace relé“, aby celá soustava příliš nekmitala (zejména PI-regulátor a proud baterie). (režim „1-sec cyklus“ je určen pouze pro „On grid“ měniče, jeho úkolem je tam omezit flikr tím, že se modulace vyhne kritickým frekvencím 5...15Hz)*



Firmwary jsou součástí zipu, který je volně ke stažení na <http://www.yorix.cz>.