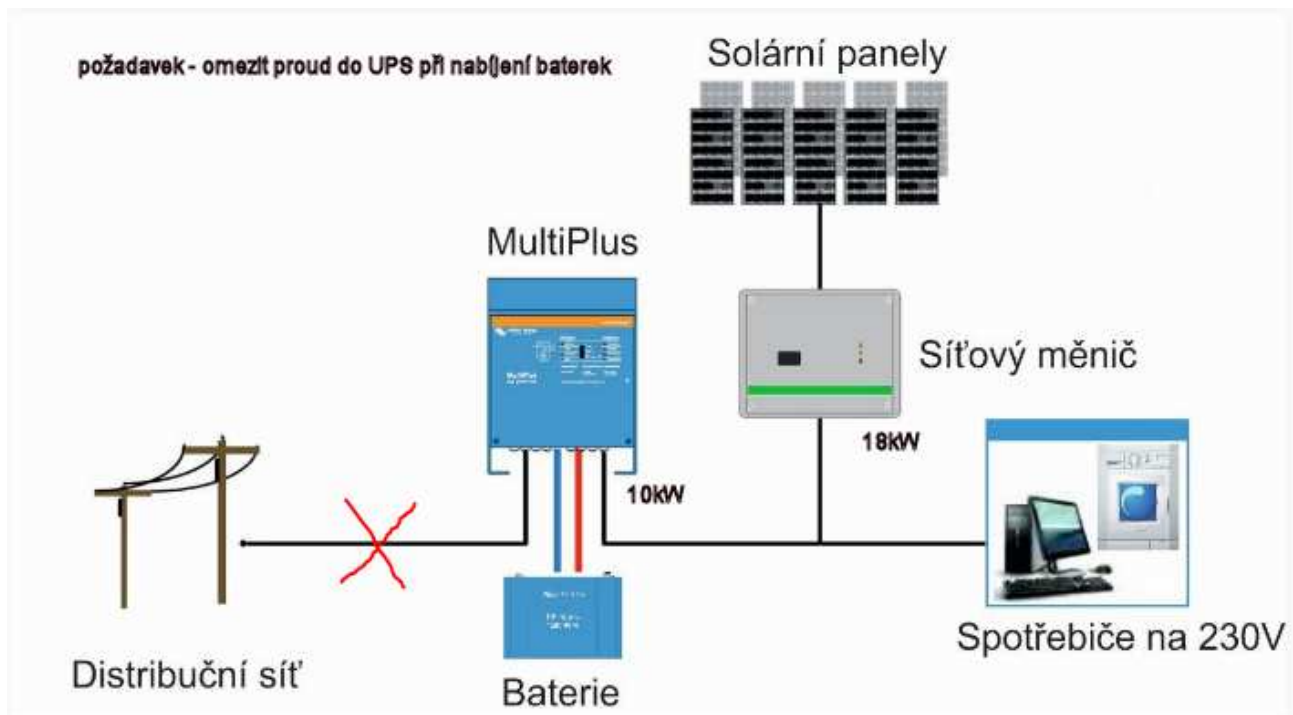


Výchozí Situace (srpen 2017):

MultiPlus (Victron energy) je 10kW UPS pro lodě vytvářející síťové napětí. Lze ho kdykoli připojit k rozvodné síti za účelem nabití baterie (nehrozí přetok do sítě). Majitel svou domácí síť provozuje bez připojení k síti, pouze při hlubokém vybití baterie (po deficitu slunečního záření) dočasně připojí Multiplus k síti v době nočního proudu, aby baterii dobil na nezbytně nutnou úroveň. **Síťový měnič** má celkem 18kW (tři „On grid“ měniče **PowerOne PVI-6000-OUTD-S**), opírá se o napětí UPS. Všechno je jednofázové, Multiplus zvyšuje frekvenci při nadměrném zatížení baterií (tedy i při nabíjení příliš velkým proudem. Měníče mají rozdílně nastavený práh frekvence, aby se při překročení dovolené frekvenční odchylky postupně odpínaly.)

AC napětí mezi měničem a Multiplusem se za běžného provozu pohybuje mezi 220 a 240V, frekvence při tom drží dokonale 50Hz. Závislost frekvence na zatížení v rozsahu povolených hodnot prakticky není, navýšení frekvence nastává až při překročení dovoleného zatížení. Také závislost napětí na zatížení je zcela náhodná a pro regulaci nepoužitelná.

Baterie jsou NiCD 48V, úplné nabití je při dosažení 56V.

Přídavnou spotřebu zatím zajišťuje Wattrouter a PLC modifikující citlivost proud.snímače Wattrouteru, funguje to, ale ne ideálně. Síť je rušena flikrem a dochází k občasnému odepnutí měniče (ů).

Zadání:

Nová regulace s GreenBonem má zajistit spolehlivou funkci nabíjení baterie ze soláru a současně využití veškeré energie, kterou měniče dokážou vyrobit; odpínání měničů je nežádoucí stav.

GreenBonO by měl hlídat:

a: nabíjecí proud (=žádaná hodnota pro PI regulátor - snímač na výstupní AC straně Multiplusu), při jeho překročení přepínat zátěž k měniči (Konfigurovatelné omezení nabíjecího proudu Multiplusu funguje jen ze strany veřejné sítě; kvůli jističům v nabíjecích sloupcích přístavu.)

b: napětí baterií při plně nabité baterii držet nabíjecí proud na nule - veškerou výrobu měniče přesměrovat do spotřebičů GreenBona.

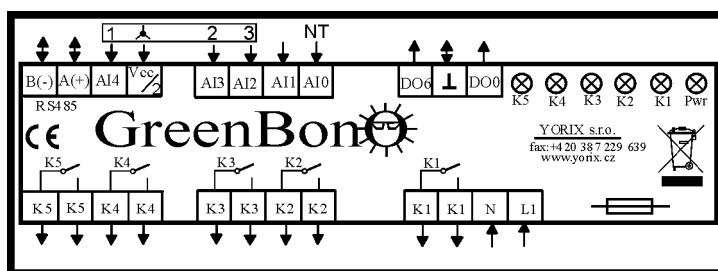
GreenBonO-AKU pro jednofázový rozvod:

hardware:

pro jednofázový rozvod zůstává GreenBonO+ ve standardním provedení bez jakékoli hw úpravy. Dochází pouze k překonfigurování původně proudového vstupu (I3) na napěťový, což je výhradně sw záležitost.

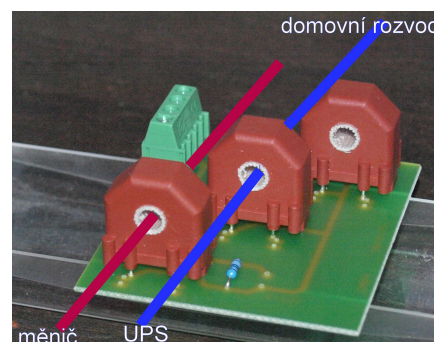
Vstupy:

1. **proud ze síťového měniče:** (průvlak č.1. na 3f snímači) vstup AI4 GreenBona proti svorce Vcc/2 (rozsah -2,5V...+2,5V; rozlišení ±512 digit)
2. **proud do Multiplusu (UPS) :** (průvlak č.2. na 3f snímači) vstup AI3 GreenBona proti svorce Vcc/2 (rozsah -2,5V...+2,5V; rozlišení ±512 digit)
3. **napětí baterie** (snímač Yorix) vstup AI2 GreenBona (místo třetího extern.proud. snímače) proti svorce GND (rozsah 0...5V ; rozlišení 1024 digit)



Orientace průvlaků na proudovém snímači:

1. **Průvlak č. 1** - proud ze síťového měniče; v PC programu *GreenbonO_HMI* bude zobrazován zápornými hodnotami (*toto měření nakonec není použito k regulaci - není nutné; slouží jen a jen k zobrazení okamžité výroby*)
2. **průvlak č.2** - proud mezi UPS a domovní sítí; v PC programu bude vybíjecí proud zobrazován zápornými hodnotami, nabíjecí proud kladnými hodnotami



Oba průvlaky směřují dolní stranou k měničům, horní strany průvlaků jsou připojeny k domovnímu rozvodu (viz. foto).

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 70V / 5V (podle použité svorky na primární straně). Měření vyšších primárních napětí je možné doplněním vnějšího předřadného rezistoru do vstupní svorky 70V.



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

Výsledné provedení: indukční vazba mezi oběma galv.oddělenými obvody, vf. pulsní měnič na primární straně a usměrňovač na sekundární straně. (na obou stranách 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).

Regulace:

Regulace sestává z:

1. proudového regulátoru, který řídí velikost nabíjecího proudu baterie
2. předřazeného bloku U/I charakteristiky, který určuje závislost požadovaného nabíjecího proudu na napětí baterie (v podstatě proporcionální regulátor s nastavitelným omezením výstupní hodnoty)



převodová U/I charakteristika je určena třemi hodnotami:

- jmenovitým napětím nabitých baterií
- mezním nabíjecím proudem
- bodem zlomu - napětím, od něhož bude nabíjecí proud lineárně klesat k nule s napětím stoupajícím ke jmenovitému

Regulace napětí baterie

popis algoritmu:

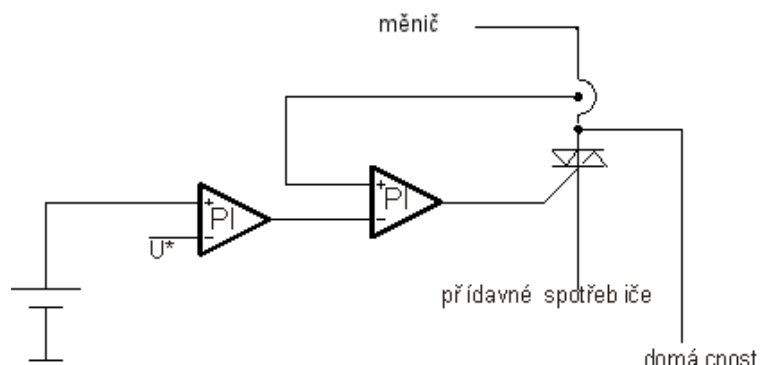
Proudový regulátor pak měří velikost střídavého proudu tekoucího do UPS a udržuje ji na hodnotě stanovené blokem U/I charakteristiky, a to tak, že řídí odběr přídatných spotřebičů, připojených na výstupy GreenBona. (klasický algoritmus Greenbona).

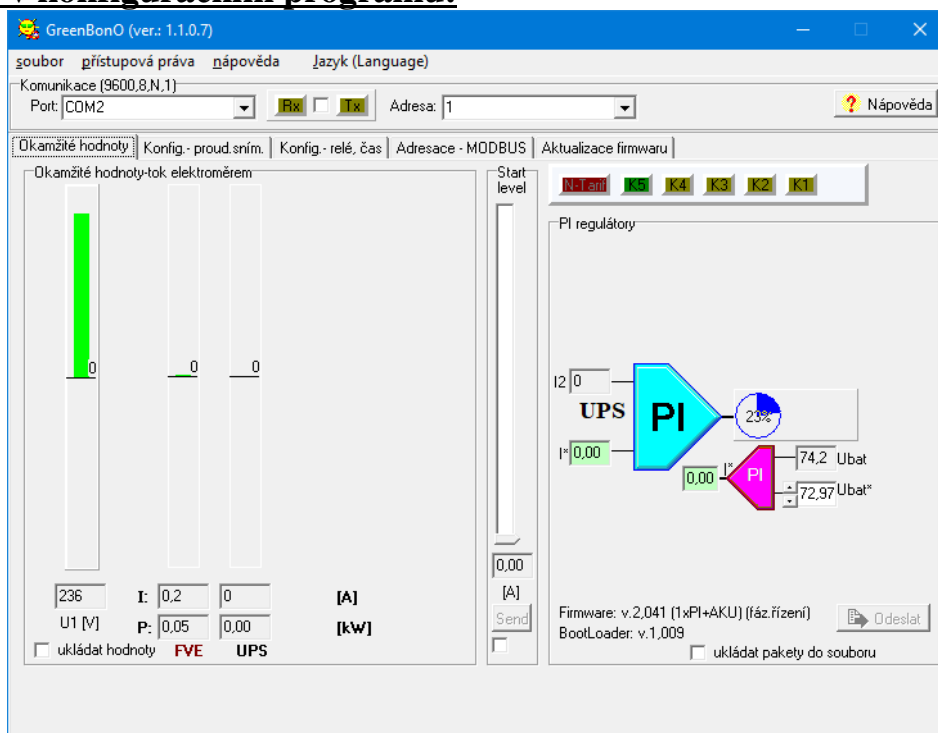
Pokud jsou napětí baterie i nabíjecí proud menší, než požadované, GreenBonO zůstává v klidu veškerá výroba jde do baterie.

Když výroba překročí nabíjecí výkon UPS, zahájí GreenBonO činnost a odvádí nadbytečný výkon do svých spotřebičů.

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

Proud tekoucí z UPS (vybíjecí proud z baterie) vyhodnocuje jako záporný a ubírá výkon svých spotřebičů až do úplného odpojení.



Zobrazení v konfiguračním programu:

regulátor napětí baterie (fialový; - definuje nabíjecí proud v závislosti na napětí baterie podle charakteristiky na straně 3; obrací přitom polaritu výstupu, aby mohl být v druhém stupni použit algoritmus proudového PI regulátoru bez jakýchkoli úprav)

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

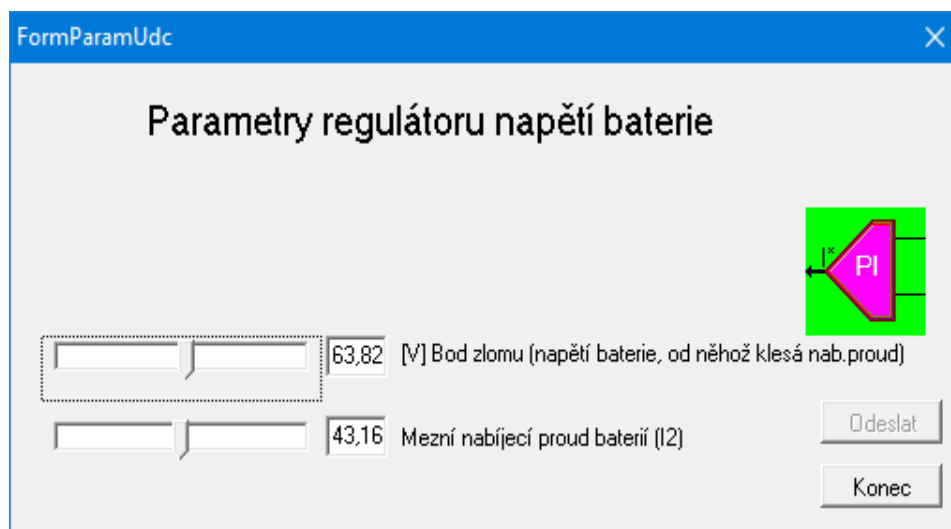
horní vstup - naměřená hodnota napětí na baterii (snímač napětí nemá lineární charakteristiku, proto je potřeba ho nakalibrovat na požadované napětí baterie; jiné hodnoty napětí již nezobrazí přesně)

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 „podleze“ (tj.bude zápornější) pod skutečnou hodnotu proudu síťového měniče (je též záporná), začne regulátor zvyšovat svou výstupní hodnotu a tím i odběr řízený GreenBonem, čímž proud původně tekoucí do UPS přesměruje do přídatných spotřebičů.

Zadávání hodnot:

- **požadované napětí baterie** - zadává se tlačítky UP/Down v dolním vstupu fialového regulátoru v záložce „okamžité hodnoty“ (viz. screenshot v horní části této stránky)
- **další dva parametry regulátoru napětí baterie** - po kliknutí na fialový regulátor se zobrazí dialogové okno s dalšími parametry:



- **parametry proudových regulátorů** je možno upravit po kliknutí na horní azurový PI regulátor při současném držení stisku klávesy CTRL (v záložce „*okamžité hodnoty*“)
- **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

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 ani nepočítá.

Je zde použito „fázové řízení“, které vyžaduje SSR typu „spínané okamžitě“. Fázové řízení je zdrojem radiového rušení v frekvenčních pásmech amplitudové modulace (AM), a tak je (pro jistotu) ještě k dispozici jako další alternativa možnost nastavit „pomalou modulaci“ v záložce „*konfig.relé*“.

Při pomalé modulaci spíná SSR dvoustavově (zap/vyp) v relativně dlouhých časových intervalech (podobně jako např. pečící trouba), takže míra vjemu flikru je podstatně nižší nežli při modulaci spínáním v nule a zároveň odpadá i radiové rušení. Rychlost cyklování pomalé modulace lze měnit nastavením parametrů proudových regulátorů (viz. kapitola „Zadávání hodnot“) Zmenšení parametrů vede k prodloužení intervalů. Při použití pomalé modulace pak také nezáleží na typu použitého SSR - výsledek je totožný, ať už jsou SSR spínaná okamžitě, nebo v nule.

Při použití rozšiřujícího modulu:

Propojení:

Každý rozšiřující modul je další GreenbonO s firmwarem, zajišťujícím režim „Slave“. Od hlavního Greenbona dostává protokolem MODBUS informaci, kolik relé má sepnout. Rozšiřující moduly včetně hlavního Greenbona jsou vzájemně propojeny sběrnici RS485 (svorky A všech přístrojů jsou propojeny paralelně, stejně tak svorky B).

Adresace MODBUS:

Při použití více GreenBon na jedné sběrnici RS485 musí mít každý přístroj vlastní jedinečnou MODBUS adresu. Protože adresa „1“ (běžně používaná v instalacích s jediným přístrojem) je vyhrazena pro nouzový režim, je v případě více přístrojů na sběrnici žádoucí adresu „1“ nepoužívat (aby byla volná pro případ, že některý přístroj bude muset komunikovat v nouzovém režimu) a začít s adresací od „2“. Hlavnímu GreenBonu přidělit adresu „2“ a každému následujícímu přístroji pak další volnou adresu.

Konfigurace:

Zároveň je nutno:

- u hlavního přístroje nastavit v záložce „*konfigurace relé*“ počet externích modulů a jejich skupinovou adresu (vpravo dole)
- u rozšiřujícího modulu nastavit v záložce „*adresace MODBUS*“ jeho pořadové číslo a skupinovou adresu; poté je celková reléová kaskáda rozšířena o 5 relé. Lze použít až 10 rozšiřujících modulů

Firmwary:

Řídící GreenBonO: *GreenBonoAku2041_phctrl_upg.hex*

Rozšiřující modul: *GreenBono2041_ext_modul_upg.hex*

Zkušenosti z provozu (září 2017):

Regulace splnila očekávání, majitel je spokojen. S fázovým řízením zmizel flikr, všechny měniče pracují trvale v režimu MPPT, nabíjení baterie probíhá v optimálním režimu, napětí lokální sítě zcela výjimečně a nakrátko opustí rozsah 229...231V a frekvence drží dokonale na 50 Hz.