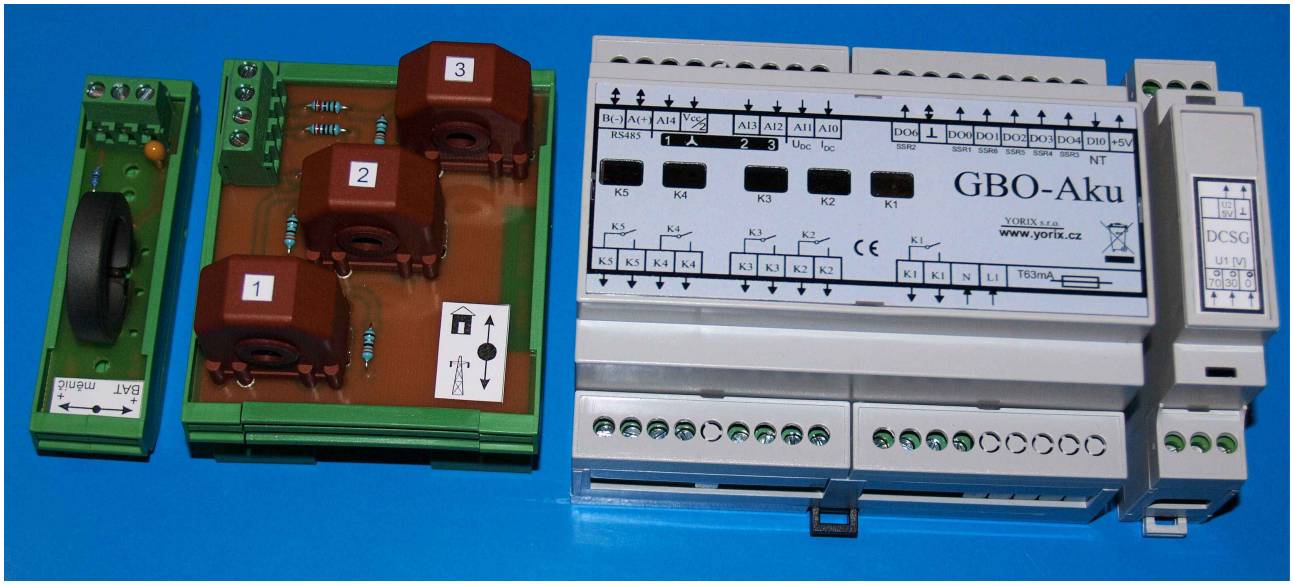
GBO-Aku

vytěžovač k třífázovému hybridnímu měniči pracujícímu v režimu off grid

fw. verze >=2.046



Obsah:

1. Úvodní poznámka k firmwaru 2
2. K čemu je dobré vytěžování 2
3. Vstupní obvody regulátoru 2
4. Regulace - popis..... 5
5. Zobrazení v konfiguračním programu 6
6. Zadávání parametrů pro regulaci 7
7. Schéma zapojení vstupních obvodů 9
8. Schéma zapojení výstupních obvodů 9
9. Způsoby modulace SSR 10

Yorix s.r.o., 2021/01

1. Úvodní poznámka k firmwaru:

Tato dokumentace je určena k firmwarům počínaje v.2046, který je prvním firmwarem určeným výhradně jen pro GBO-Aku; sjednocuje regulační algoritmus pro jednofázové a třífázové měniče. *(U starého GreenBona to nebylo možné z důvodu nedostatku analogových vstupů a oba algoritmy se kvůli tomuto omezení od sebe diametrálně odlišovaly)*

- Jednofázová verze přebírá od třífázové verze algoritmus pro hlídání výstupního proudu měniče a umí omezovat vytěžování tak, aby nedošlo k dlouhodobému přetížení měniče
- Třífázová verze přebírá od jednofázové prakticky celý, osvědčený algoritmus regulace podle nabíjecího proudu baterie, definovaného nastavenou nabíjecí charakteristikou *(narozdíl od jednofázové verze ale nemá hlídání odběru ze sítě; na to už chybí analogový vstup)*

2. K čemu je dobré vytěžování:

2.1. Výchozí situace (hybrid bez vytěžovače):

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 „wattrouter“, protože měnič v režimu *off-grid* narozdíl od *on-grid* režimu žádné přebytky neprodukuje.

2.2. Regulace s GBO-Aku: *(pozn.: GBO-Aku je druhá generace GreenBona)*

Regulace rozšíří původní chování elektrárny s hybridním měničem o schopnost vytěžit veškerou energii, kterou FV panely dokáží vyrobit; regulace průběžně vytváří takovou zátěž, aby měnič trvale pracoval co nejblíže 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.

3. Vstupní obvody regulátoru:

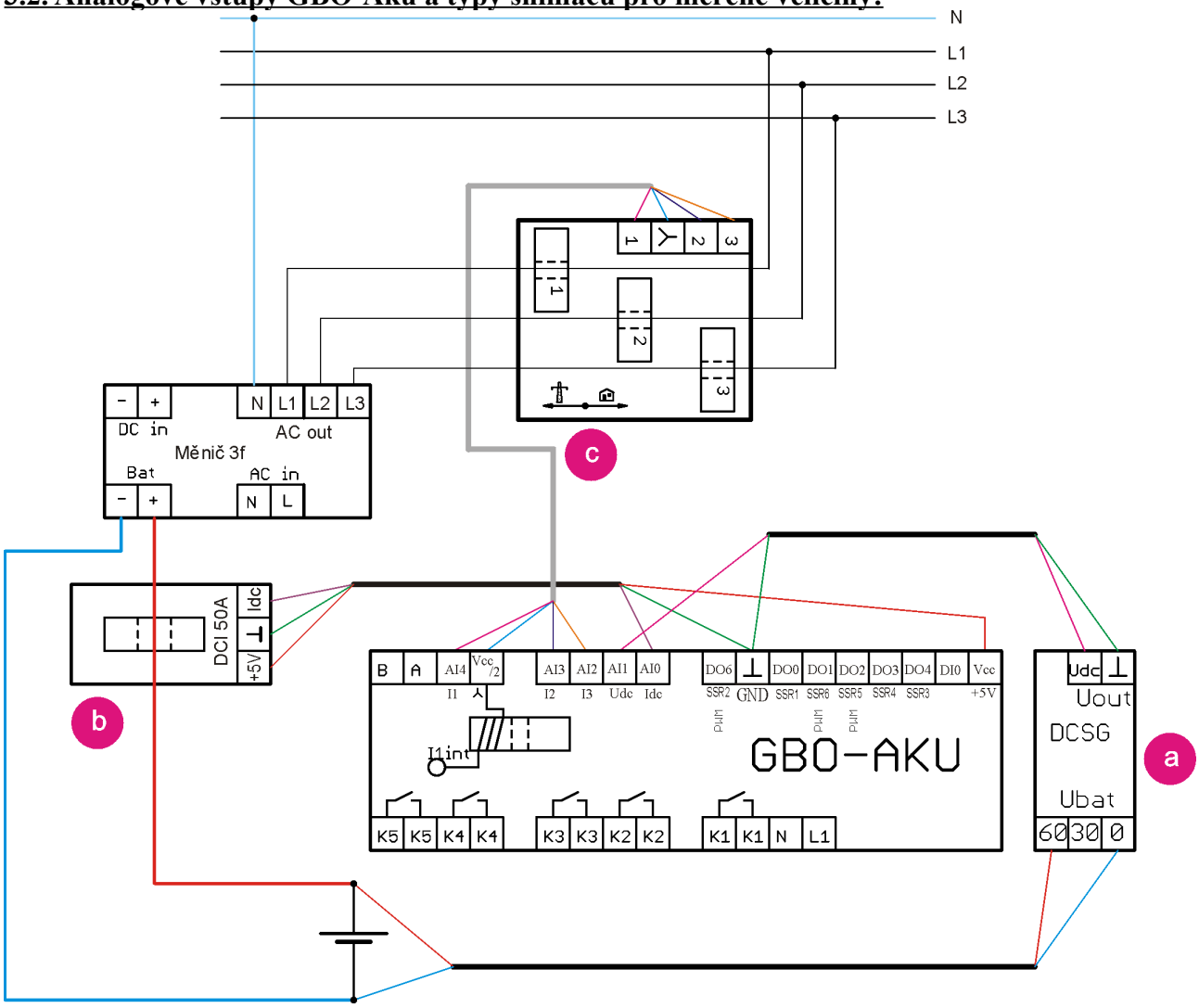
3.1. Měřené veličiny:

a: napětí baterie (povinně) po dosažení plného napětí baterie odvádí GBO-Aku do svých spotřebičů právě tolik energie, aby měnič pokračoval ve výrobě a proud baterie přitom držel na nule - veškerá energie FV panelů je přesměrována do spotřebičů GBO-Aku a baterie zůstáná nabitá a nezatížená.
Pozn.: (snímač napětí lze někdy nahradit kontaktem od BMS viz. str.9.- alternativní režim)

b: nabíjecí proud baterie (nepovinně *viz. str.9.- **alternativní režim*** **)**
DC snímač je navlečen na jednom (obvykle plusovém) vodiči mezi baterií a měničem; při dosažení zadané limitní velikosti nabíjecího proudu GBO-Aku 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: výstupní proud měniče (load) Regulátor vytěžuje jen do té úrovně, při níž výstupní proud měniče dosáhne nastavené hodnoty. Snímač může ochránit měnič před přetížením, pokud by snad samotný měnič takovou ochranu neměl.
*Pozn.: **Alternativou k tomuto měření** je umístění třífázového AC snímače proudu na přívodní kabel ze sítě. GBO pak neměří výstupní proud měniče, ale proud mezi domem a sítí a má za úkol omezit výkon svých spotřebičů, pokud naměří odběr ze sítě. K zajištění této funkce je ještě nutné nastavit v konfiguraci GBO nulovou hodnotu pro tento snímač, která je podle původního umístění snímače označena jako „ **mezní výstupní proud měniče** “.*

3.2. Analogové vstupy GBO-Aku a typy snímačů pro měřené veličiny:



a) **napětí baterie:** vstup AI1 (Udc) GBO-Aku proti svorce GND (rozsah 0...5V ; rozlišení vstupu: 0...5V = 0...1023 digit) ;snímač DC napětí DCSG (Yorix)

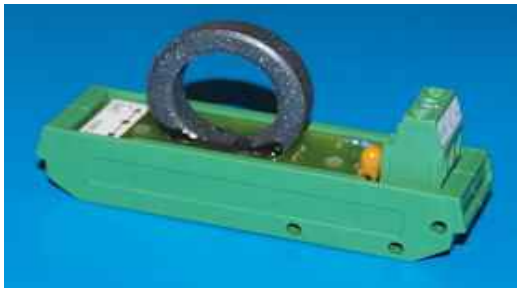
b) **DC proud do baterie**: vstup AI0 (Idc) GBO-Aku proti svorce GND - snímač DC proudu typ DCI 50A (Yorix) (Hall sonda, bipolární měření; nulovému proudu primárního okruhu odpovídá výstupní napětí Vcc/2;) rozlišení vstupu GBO-Aku: ±2,5V = ±512 digit

c) výstupní proud měniče (LOAD) externí AC snímač proudu zapojený do svorek pro měření proudu I1,I2,I3 (AI4,AI3,AI2 proti Vcc/2), rozlišení vstupů GBO-Aku: ±2,5V = ±512 digit

3.2.1.Snímání napětí baterie:

Aby elektronika GBO-Aku i nadále zůstala galvanicky oddělena od sítě je nezbytně nutné doplnit vně vytěžovače **napěťový snímač s galvanicky oddělenou vazbou**.
Pro účely zde popsané regulace je volitelným příslušenstvím vytěžovače 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 k vytěžovači, 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 GBO-Aku (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).

3.2.2. 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**. Otvor pro vodič má průměr 20mm. Výstup snímače je galvanicky oddělen od měřeného vodiče a má 3 svorky:

1. napájení +5V (Vcc v GBO-Aku)
2. napájení 0V (GND v GBO-Aku)
3. výstupní signál Idc

Pozn.:obrácení polarity měřené veličiny lze provést pouze obrácením směru průvlaku. Snímač Yorix DCI50A má předepsanou orientaci průvlaku vyznačenou, tam by takový problém nastat neměl.
***U vysokonapěťových baterií** je vhodné provléci snímačem **více závitů**, aby se měření alespoň přiblížilo plnému rozsahu snímače(50A; 512 digitů A/D převodníku). Omezí to chybu měření způsobenou zbytkovým magnetismem feritu (velikost zbytkového magnetismu dosahuje 8 digitů).*

3.2.3. Snímání střídavých proudů:

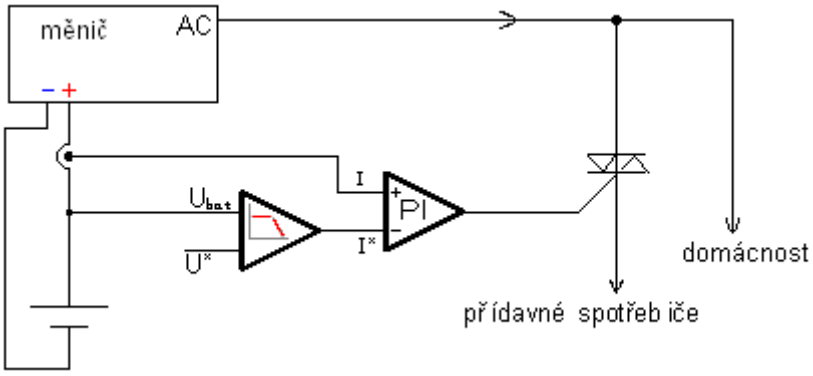
V třífázovém provedení lze střídavé proudové hodnoty snímat pouze v jednom místě (pro dvě měření není dostatek vstupů). Snímač lze umístit buď mezi výstup měniče a dům (GBO omezí výkon svých spotřebičů při překročení mezního proudu měniče), nebo na přívodní kabel ze sítě (GBO omezí výkon svých spotřebičů při odběru ze sítě → při tomto zapojení je nutno nastavit v konfiguraci GBO parametr „mezní proud měniče“ na nulu).
Orientace průvlaků:

- u síťového přívodu se dodrží orientace vyznačena na snímači
- u výstupního proudu z měniče je strana měniče tam, kde je na snímači vyznačena strana sítě. *(výstupní proud(y) měniče se v monitorovacím programu **musí zobrazovat jako záporná hodnota**)*

4. Regulace:

4.1. Popis algoritmu:

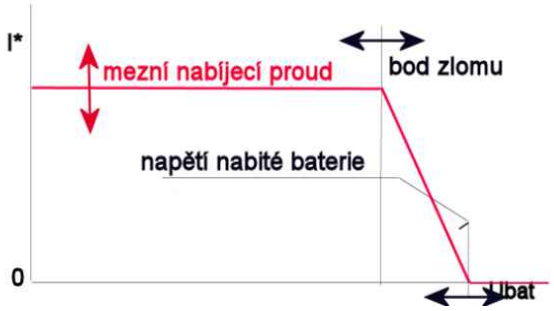
Regulace je složena z kaskády dvou funkčních bloků, vizn schéma.:



První (nadřazený) blok: **blok U/I charakteristiky** měří napětí baterie a na svém výstupu pak definuje požadovaný nabíjecí proud I*, 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 **Ubat**
- mezním nabíjecím proudem
- bodem zlomu - napětím, od něhož bude nabíjecí proud baterie lineárně klesat k nule s napětím stoupajícím ke jmenovitému. Cílem omezování proudu směrem k plnému napětí baterie je postupné snižování úbytku napětí na vnitřním odporu baterie (čili odchylky od skutečného elektromotorického napětí baterky) až do stavu, kdy při plném napětí baterie je nabíjecí proud roven nule a napětí na baterii je její elektromotorické napětí.



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 přídavných spotřebičů, připojených na výstupy GBO-Aku. (klasický, léty osvědčený algoritmus Greenbona).

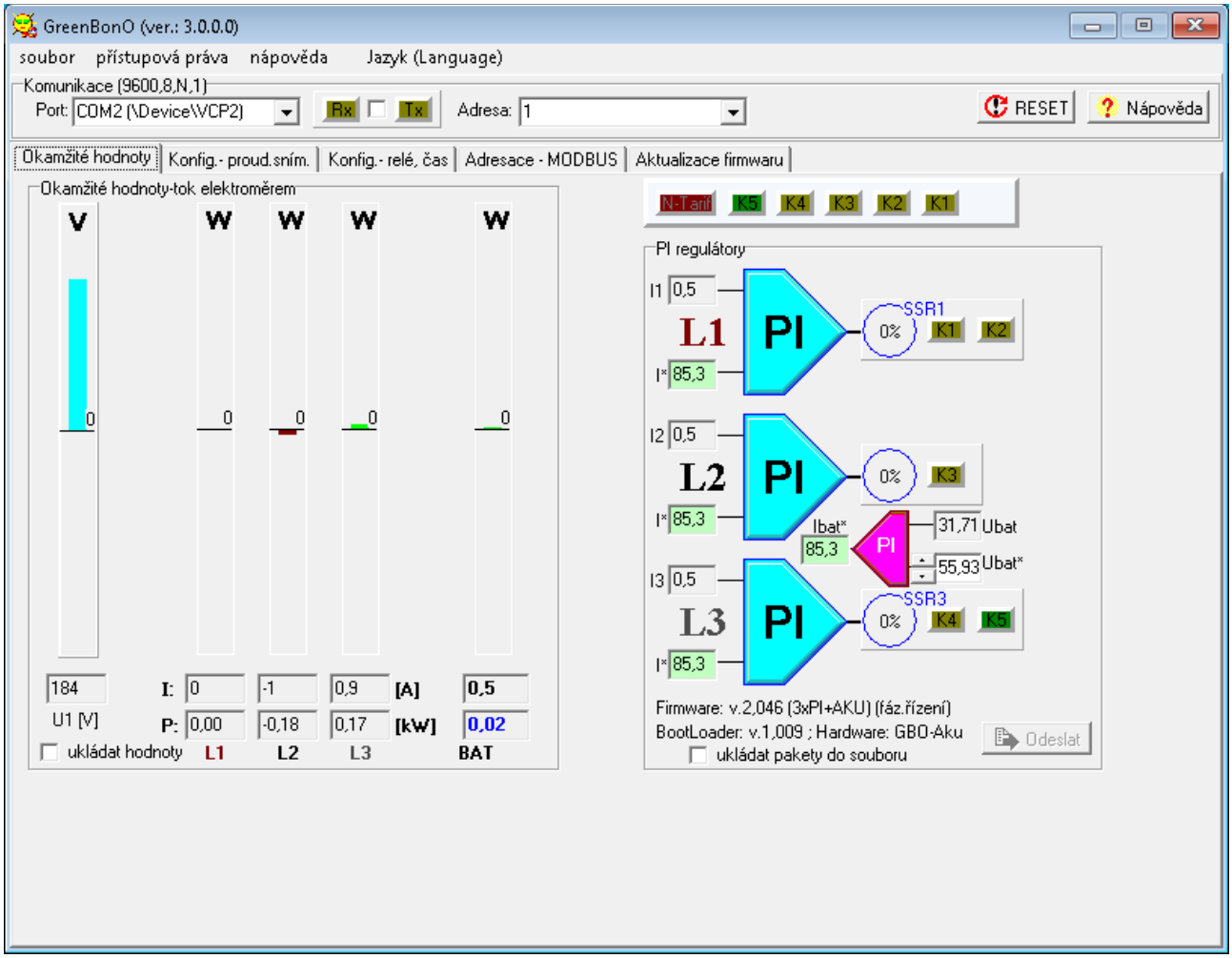
4.2. Funkce regulační smyčky:

Pokud jsou napětí baterie i nabíjecí proud menší, než požadované, GBO-Aku 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 GBO, zahájí GBO 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 GBO-Aku 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 na U/I charakteristice (až převodová charakteristika GBO-Aku „podleze“ nabíjecí charakteristiku měniče).
Když se napětí napětí baterie blíží požadované hodnotě, proudový regulátor lineárně podle napětí baterie snižuje nabíjecí proud zvýšením odběru do spotřebičů GreenBona (sestupná hrana U/I charakteristiky).
Při dosažení plného napětí baterií drží proudový regulátor nulový proud do baterie - veškerou nadbytečnou výrobu spotřebovává v přídavných spotřebičích.
Vybíjecí proud z baterie vyhodnocuje GBO-Aku jako záporný a ubírá výkon na svých spotřebičích tak dlouho, dokud tento proud neklesne k nule, nebo až až do úplného odpojení všech svých spotřebičů .

Třetí sensor - 3f. AC proudový snímač výstupního proudu měniče hlídá měnič proti přetížení. Když GBO-Aku zjistí překročení nastaveného proudového limitu, začne regulovat podle proudových hodnot výstupu měniče a omezí výstupní proud měniče tím, že ubere odběr na svých spotřebičích. Po omezení výstupního proudu měniče pod limitní hodnotu se GBO-Aku vrátí k regulaci podle proudů baterie.

5. Zobrazení v konfiguračním programu:

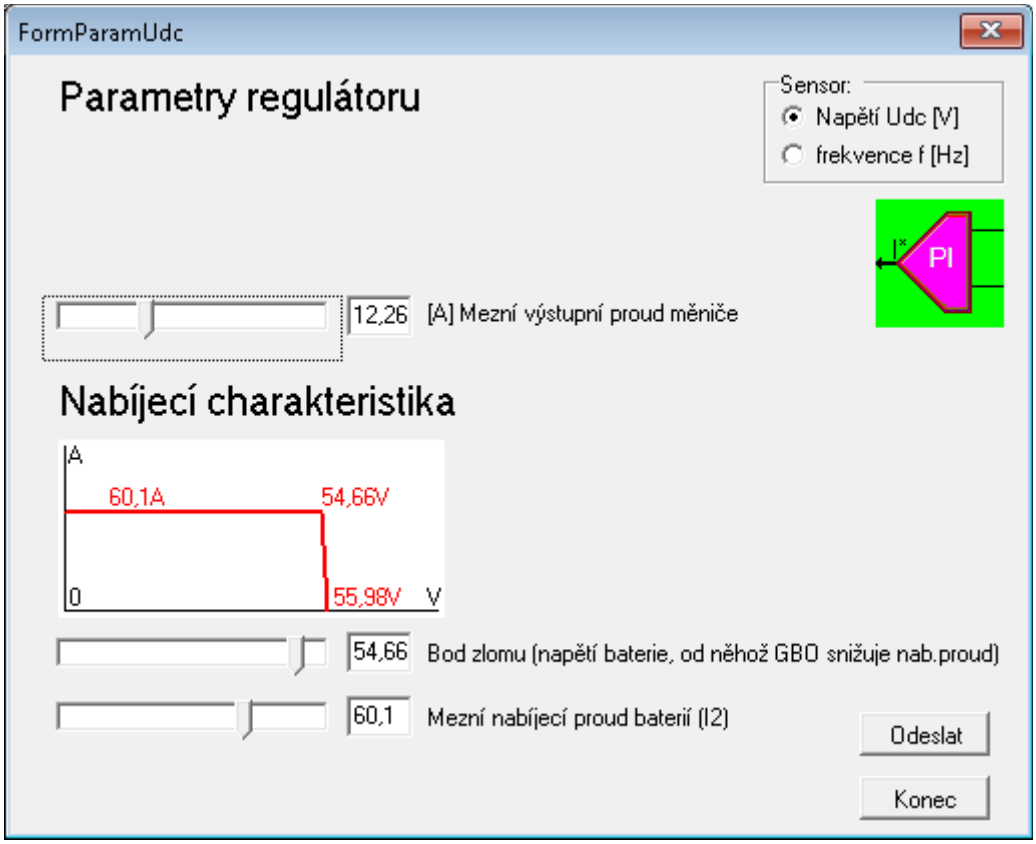


regulátor napětí baterie (růžový; - definuje nabíjecí proud v závislosti na napětí baterie podle charakteristiky na straně 5;
dolní vstup - žádaná hodnota napětí baterie (zadává se tlačítky UP/Down v tomto vstupu)
horní vstup - naměřená hodnota napětí na baterii (snímač napětí nemá lineární charakteristiku, proto je potřeba ho nakalibrovat na požadované napětí baterie; jiné hodnoty napětí již nezobrazí přesně)
výstup - požadovaný proud vyvedený do druhého stupně regulace jako vstup žádané hodnoty

PI regulátory nabíjecího proudu (azurový; druhý stupeň regulace napětí baterie)
Každá fáze má svůj PI regulátor. Ten reaguje na změnu žádané hodnoty (kterou generuje regulátor napětí baterie-viz předchozí odstavec) následovně: Pokud žádaná hodnota „přeroste“ skutečnou hodnotu proudu příslušné fáze síťového měniče, začne PI-regulátor zvyšovat svou výstupní hodnotu a tím i proudový odběr spotřebiče této fáze řízeného z GBO-Aku, čímž proud původně tekoucí do UPS přesměruje do spotřebiče.
Omezení výstupního proudu měniče indikuje konfigurační program pouze nepřímo. Zobrazuje výstupní proud měniče a PI regulaci. Pokud dojde k překročení odběru z měniče, PI regulátor zobrazuje nadále na vstupech hodnoty baterie, třebaže v tu chvíli reguluje podle výstupního proudu měniče. Projeví se to pouze na výstupním koláči regulátoru (neodpovídá vstupním hodnotám.)

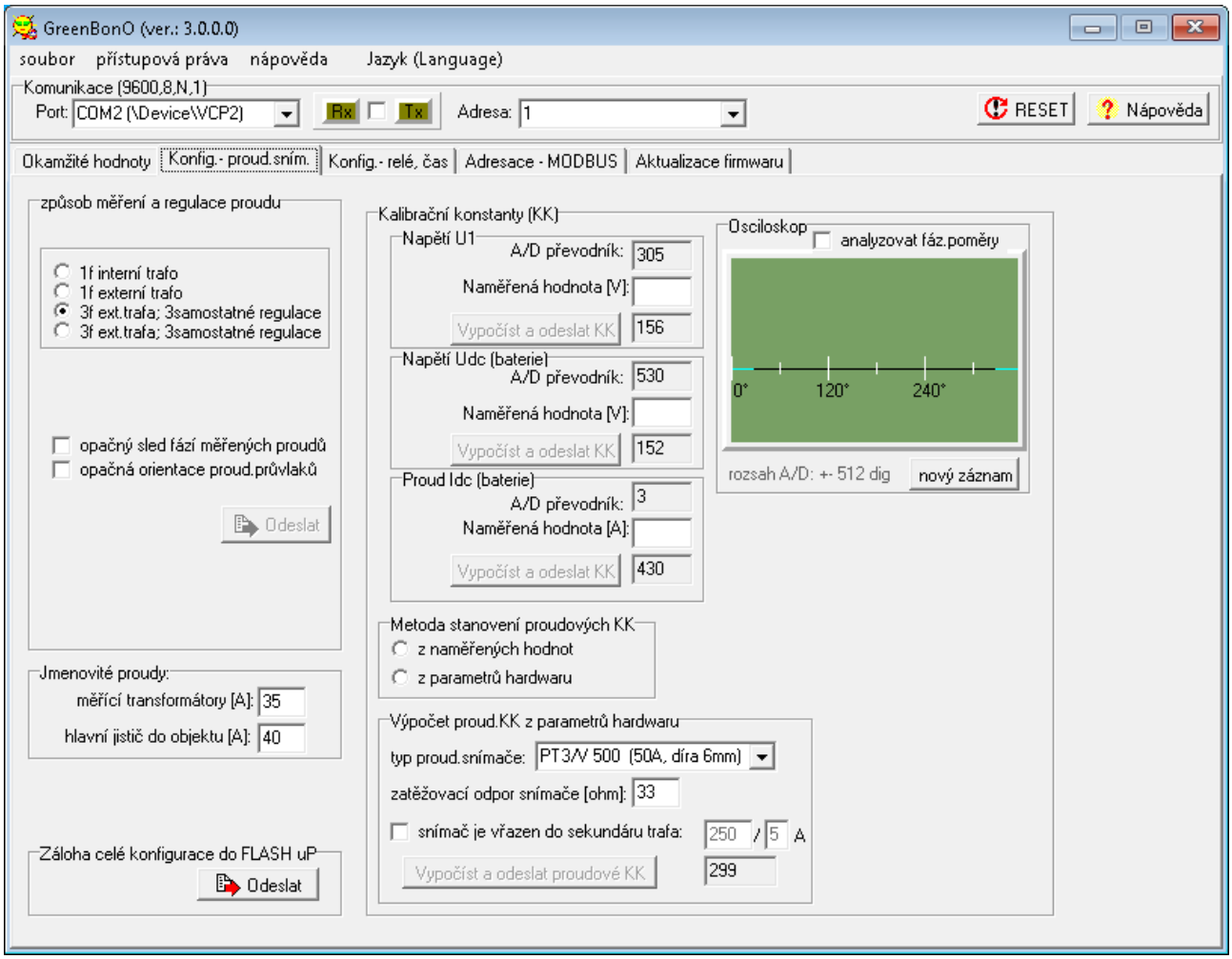
6. Zadávání parametrů pro regulaci:

- **požadované napětí baterie Ubat* -** zadává se tlačítky UP/Down v dolním vstupu růžového regulátoru v záložce „*okamžité hodnoty*“ (viz. předchozí obrázek)
  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 tři parametry regulátoru napětí baterie -** po kliknutí na růžový regulátor v záložce „Okamžité hodnoty“ se zobrazí následující dialogové okno s dalšími parametry (mezní AC proud měniče, mezní nabíjecí proud baterie a bod zlomu).
  Pozn.: Pokud místo výstupního proudu měniče měříte proud mezi sítí a domem, pak u parametru „mezní výstupní proud měniče“ nastavte nulu.



- **parametry proudových regulátorů** (proporcionální a integrační konstantu) je možno upravit po kliknutí na horní azurový PI regulátor při současném držení stisku klávesy CTRL (v záložce „*okamžité hodnoty*“, viz obrázek na předchozí stránce). Zmenšení hodnot kI a kP vede ke zpomalení reakce regulátoru a lze tak omezit případné kmitání regulace.
- **kalibrace snímačů**
  je shodná se standardním postupem u všech firmwarů Greenbona (v záložce „*konfigurace proudových snímačů*“), v provedení AKU pouze přibývají panely pro kalibraci napětí Udc a proudu Idc
  Postup:
  - rozhodujícím okamžikem pro záznam hodnot naměřených regulátorem je přepnutí ze záložky „okamžité hodnoty“ do záložky „konfig.-proud.sním.“ v monitorovacím programu. V tomto okamžiku je potřeba změřit kalibrovanou veličinu vhodným měřidlem (nebo alespoň odečíst příslušnou hodnotu z měniče).

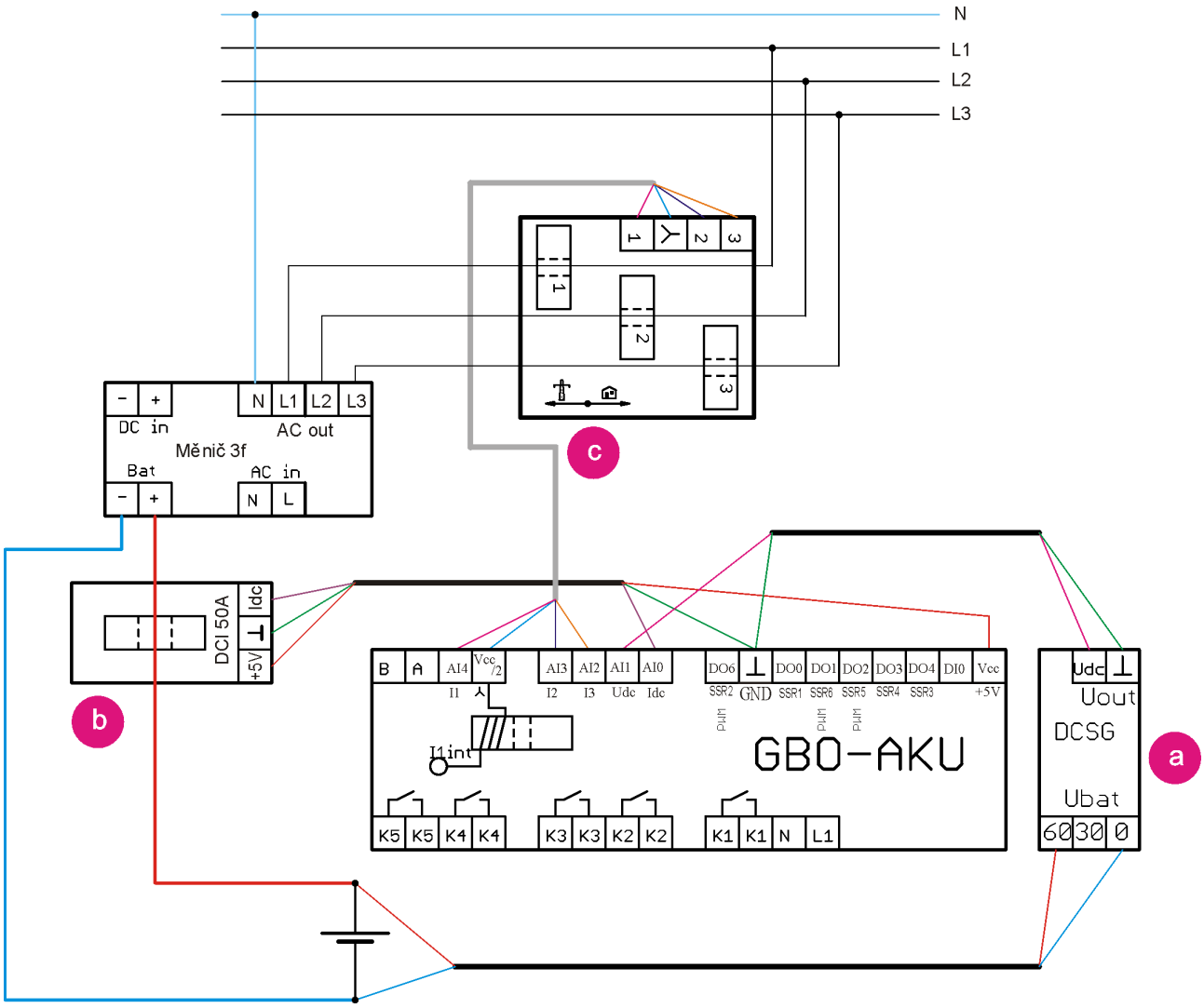
- V záložce „konfig.-proud.sním.“ se poté zobrazí číselné hodnoty naměřené A/D převodníkem regulátoru . Pro převod na příslušné měrné jednotky je potřeba do kolonky „Naměřená hodnota“ vyplnit hodnotu získanou v předchozím kroku a tlačítkem „vypočíst a odeslat KK dokončit proces kalibrace. Někdy je potřeba celý proces zopakovat.



Pozn.: Před první kalibrací proudu baterie se u tohoto firmwaru může stát, že výchozí kalibrační konstanta je závratně vysoká a nedaří se její nastavení. Pak je nutné vyvolat v hlavním menu načtení výrobního nastavení. KK_Idc se nastaví na hodnotu 430 a pak už ji lze doladit standardním postupem .

7. Schéma zapojení vstupních obvodů:

7.1. Se všemi sensory:



7.2. 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 GBO-Aku (AI0; Idc) musí být proklemována se svorkou Vcc/2 aby byla trvale zajištěna nulová naměřená hodnota DC proudu. Regulace se snímačem je však živější a přesnější.

7.3. Bez napěťového snímače

Pokud by byl k dispozici bezpotenciálový kontakt od BMS signalizující nabitou baterii, pak by odpadla nutnost použít napěťový snímač; stačilo by kontaktem od BMS připojit +5V (Vcc) na vstup AI1 (Udc) a v konfiguraci nastavit žádané napětí Ubat* těsně pod maximum (cca Max - 10 digitů). Strmost sestupné rampy převodové U/I charakteristiky pak ovlivňuje pouze rychlost ubírání vytěžovacího výkonu při poklesu napětí baterie pod jmenovitou hodnotu.

8. Schéma zapojení výstupních obvodů:

Výstupní strana regulace - tj. zapojení přídavných spotřebičů se nijak neliší od zapojení pro regulaci přebytků a lze pro ně použít všechna dostupná schémata zveřejněná na webu firmy Yorix. *(soubor „greenbono_schemata.zip“ v sekci download)*

9. Způsoby modulace SSR:

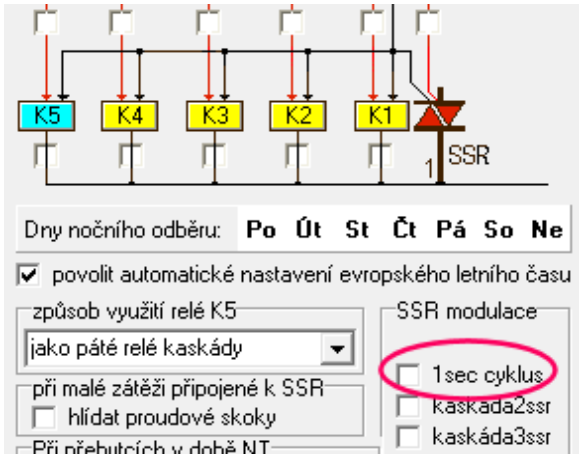
V lokální síti by modulace „spínáním v nule“ byla ta nejhorší možnost, neboť v měkké síti je zdrojem nesnesitelného flikru, proto se s ní zde ani nepočítá.
Je zde použito „fázové řízení“, které vyžaduje SSR typu „spínané okamžitě“.
Firmware:

- ***GBo20xx_Aku3PI_phctrl_upg.hex*** *(kde 20xx >= 2046)*
-

Upozornění: firmwary pro staré GreenBonO (název fw. začíná greenbono) nelze použít - přístroje nejsou navzájem kompatibilní. Naopak monitorovací PC program „Greenbono_HMI.exe“ je společný pro oba přístroje.

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 síť + měnič je zpravidla dostatečně tvrdý zdroj a lze použít SSR spínané v nule.
Pak také lze použít firmware:
GBo20xx_aku_3PI_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 zatržítko „1-sek 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.