

**Úvod - proč vzniklo fázové řízení, když už bylo spínání v nule:**

Při standardní regulaci pomocí SSR „spínaných v nule“, kterou řadu let používá jak GreenBonO, tak i Wattrouter, je energetická rovnováha udržována uvnitř časového intervalu, trvajícího **několik půlperiod sinusovky**, kdy se mezi sítí a odběrným místem navzájem střídá **odběr činného výkonu s jeho dodávkou**. Tento způsob pomalé pulsní regulace výkonu je respektován čtyřkvadrantovými elektroměry, které uvnitř intervalu mezi dvěma pulsy odběr a dodávku vzájemně odečítají. V odběrných místech s licenci na FVE je 4Q elektroměr vždy, a proto tam regulace „spínáním v nule“ dosahuje očekávaných výsledků.

Jiná situace je však v přípojných místech bez licence, které poslední dobou přibývají díky rozmachu mikroinvertorů. Tam často (ne vždy) bývají elektroměry, které účtují odběr i dodávku tak, jako by se vždy jednalo o odběr. Tyto elektroměry odměří hodnotu činné energie **v každé půlperiodě** síťové sinusovky, udělají z ní absolutní hodnotu a přičtou jí k dosud nastřádané hodnotě. Pulsní regulaci popsané v předchozím odstavci tak nedávají šanci.

Jedna půlperioda základní harmonické (50Hz) je pro elektroměr nejkratší možný vyhodnocovací interval; v kratším intervalu již nelze z naměřených hodnot stanovit činnou a jalovou složku. Proto minimálně v celé půlperiodě musí provádět numerickou integraci s respektováním znaménka. Pokud se bude odběr a dodávka stejné velikosti střídát uvnitř jediné půlperiody sinusovky, každý elektroměr naměří hodnotu činného výkonu blízkou nule (\*). A právě to je důvod, proč byla funkce GreenBona rozšířena o schopnost fázového řízení SSR.

**Popis:**

Samotný GreenBonO zůstává beze změny, nový je jen firmware. Jedná se o alternativu k standardnímu provedení, zde je původní řízení SSR (spínáním v nule) nahrazeno fázovým řízením. To vyžaduje jiný typ **SSR (s okamžitým spínáním)** a doplnění sestavy o další „měď a železo“ (**odrušovací filtr, tlumivka k omezení  $di/dt$** ).

**Příznivé vlastnosti:**

1. Dosažitelnost téměř (\*) nulového činného výkonu - i při fázovém řízení výkonu spotřebiče přebytků dochází k pravidelnému střídání přetoku s odběrem, zde ovšem uvnitř každé půlperiody sinusovky (10ms), takže výsledný průběh má charakter indukční jaloviny (s masivním obsahem vyšších harmonických). A kde **není činný výkon**, tam jej také **žádný elektroměr** nenaměří.
2. Absence flickru - tato regulace ovlivňuje každou půlperiodu síťové sinusovky shodnou měrou (flickr, definovaný jako rozdíl velikosti amplitud dvou sousedních půlperiod síťového napětí zde nevzniká)

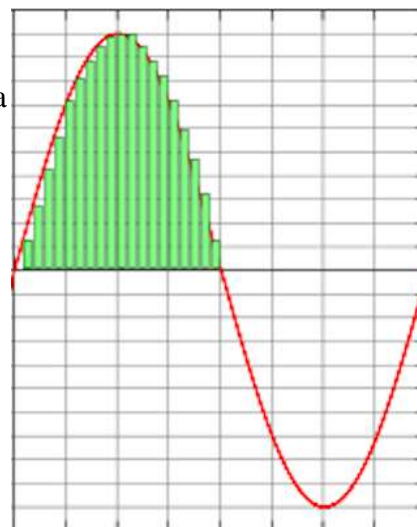
**Nepříznivé vlastnosti:**

1. Zdroj vyšších harmonických - fázové řízení generuje úplné spektrum vyšších harmonických; je proto nezbytně nutné doplnit regulaci dobrým odrušovacím filtrem. Tyto filtry ovšem účinně omezují až kmitočty řádu jednotek až desítek MHz. Na nižší spektrum filtry prakticky neexistují a lze je účinně omezit pouze omezením řízeného výkonu (\*\*).
2. Nutnost použití tlumivky - sepnutí tyristoru nebo triacu při velkém napětí zákonitě vyvolá strmý nárůst proudu touto polovodičovou součástkou. Protože však proud uvnitř polovodiče v okamžiku zapnutí neteče okamžitě celou plochou polovodičového přechodu, ale začíná u řídicí elektrody a postupně se šíří do celé plochy, je třeba omezit strmost nárůstu proudu tlumivkou ( $\geq 10 \mu H$ ), aby v okolí řídicí elektrody nedošlo k lokálnímu přehřátí polovodiče a jeho následnému zničení.
3. (\*) Chyba měření i regulace se blíží 10% jmenovitého výkonu řízeného spotřebiče

GreenBonO vzorkuje analogové hodnoty s opakovací frekvencí 2,4 kHz.

V každé půlperiodě síťové sinusovky nabere 24 vzorků a výslednou hodnotu stanoví numerickou integrací obdélníkovou metodou (jako sumu 24 obdélníkových segmentů viz. obr.) Krok je tedy 7,5° síťové sinusovky. Sepnutí SSR uvnitř tohoto intervalu není zachyceno okamžitě, ale až s nejbližším vzorkem -to je příčinou chyby měření. (Pozn.: - také elektroměry vzorkují a integrují ...)

Největší výkon je v okolí amplitudy (tam připadá na jediný segment skoro 10% výkonu celé půlperrody, segmenty směrem k oběma krajům sinusovky pak obsáhnou menší výkon a tím menší chybu.



**(\*\*) Pozn.: Způsob omezení nepříznivých vlivů na síť**

Regulační odchylku způsobenou touto chybou měření lze (ale pouze s jednofázovým firmwarem) zredukovat na třetinu rozložením fázově regulovaného výkonu do tří malých spotřebičů řízených **kaskádou tří SSR**: v každém okamžiku reguluje jen jedno SSR, zatímco rozsah plynulé regulace je roven součtu všech tří regulovaných spotřebičů. Stejnou měrou se zredukuje velikosti vyšších harmonických i samotná jalovina, takže se nakonec ani nemusí příliš lišit od jaloviny způsobené oběhovým čerpadlem ústředního topení.

Firmware s fázovým řízením:

**greenBono2xxx\_phctrl\_upg.hex** - v jednofázovém provedení.

**greenBono2xxx\_3PI\_phctrl\_upg.hex** - 3fázové provedení .