

REGULÁTORY ODBĚRU ELEKTRICKÉ ENERGIE ŘADY HJ

Úvodem

Poplatky za odebranou elektrickou energii se stávají jednou z významných položek vydání jak podnikatelských subjektů, tak i každé domácnosti. Jsou složeny z pevné složky, stanovené podle jmenovité hodnoty proudu hlavního jističe a dále z položky za množství odebrané elektrické energie v odpovídající tarifní třídě. V provozech a domácnostech s vysokou úrovní vybavenosti elektrickými spotřebiči akumulárního i neakumulárního charakteru vznikají občasné "odběrové špičky", které mají za následek buď vybavení hlavního jističe objektu, nebo vedou k instalaci jističe s vysokou hodnotou jmenovitého proudu, která je vzhledem k výši pevných složek plateb neefektivně využívána. Přitom vhodně provedený regulační zásah může bez následných komplikací snížit odběr elektrické energie, výrazně omezit odběrové špičky a celkově zrovnoměnit zatížení elektrické rozvodné sítě. Vhodně rozložené regulační zásahy mezi akumulární a neakumulární spotřebiče vedou dokonce k absolutním úsporám elektrické energie, které jsou jak z celospolečenského tak i ryze soukromého hlediska velmi žádoucí. Vhodně provedenou regulací lze na jedné straně dosáhnout snížení jmenovitého proudu hlavního jističe objektu a tím ušetřit náklady na pevné platby a na druhé straně díky absolutní úspoře snížit i platby za odebrané kWh. Rozšíření regulace odběru elektrické energie z úrovně velkospotřebitelů na úroveň malospotřeby má velký význam i z hlediska spolehlivosti a stability chodu energetické soustavy.

K řešení regulačního problému malých odběratelů jsou určeny regulátory odběru elektrické energie řady HJ.

Princip činnosti a vlastnosti regulátorů řady HJ

Regulátory odběru elektrické energie řady HJ jsou určeny pro regulaci odběru elektrické energie z rozvodné sítě nízkého napětí. Jejich funkce je založena na:

Měření odebíraného proudu v místě připojení hlavního rozváděče a jeho porovnávání s jmenovitým proudem hlavního jističe.

- V případě překročení jmenovité hodnoty proudu v kterékoliv krajním vodiči napájecího vedení, dochází k postupnému vypínání vybraných spotřebičů.
- Po snížení odběru a splnění podmínek pro opětovné připojení jsou vypnuté spotřebiče opět zapnuty.
- Použitý způsob měření a vyhodnocování okamžitých trendů spotřeby, umožňuje rozpoznat zkraty a krátkodobé přechodné děje doprovázené překročením nastavené rozhodovací meze vypínání a nereagovat na ně.

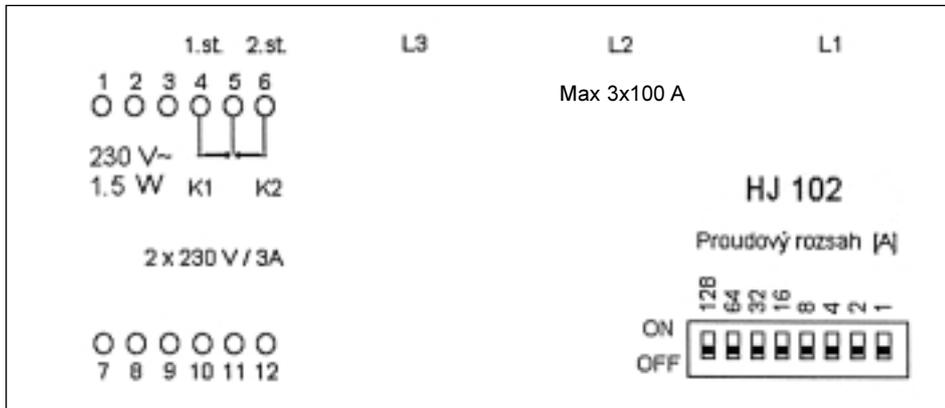
Provedení regulátorů řady HJ

Regulátory řady HJ se vyrábějí v modulovém provedení o délce 6M. Napájení je jednofázové z jednoho krajního vodiče přes jistič nebo pojistku 2A. Toto pomocné napájení lze použít i pro ovládací cívky stykačů regulačních spotřebičů.

Měření proudu je nepřímé, přes průvlakové proudové transformátory, umístěné v čelní části regulátoru. Toto uspořádání činí regulátor velmi kompaktním a jednoduše aplikovatelným zařízením. Nastavení jmenovité hodnoty proudu hlavního jističe se provádí přepínačem DIP přístupovým otvorem ve svorkovnicové části přístroje.

Vývody kontaktů ovládacích obvodů stykačů a pomocného napájení jsou na svorkovém poli, jak je obvyklé u přstrojů modulového provedení. Provedení čelního panelu regulátoru HJ 102 je uvedeno na obr.1.

Obr.1 Čelní panel regulátoru HJ 102



Technické parametry regulátorů řady HJ

Maximální proud měřicích transformátorů	3 x 100 A
Zatížení jednoho ovládacího kontaktu	3A/ 230V, 50 Hz
Příkon regulátoru	1,5 W

Přehled vyráběných typů

Regulátory řady HJ se vyrábějí v jednokanálovém a tříkanálovém provedení. Všechny typy jsou vybaveny třemi proudovými měřicími obvody.

Jednokanálové regulátory měří zatížení ve všech třech krajních (fázových) vodičích a reagují na překročení nastaveného proudu v kterémkoliv z nich. Regulační zásah se provádí dle typu přístroje v jednom, dvou nebo třech regulačních stupních.

Tříkanálové regulátory měří zatížení ve všech třech krajních (fázových) vodičích a reagují na překročení nastaveného proudu výběrově. Každému krajnímu vodiči (fázi) přísluší jeden regulační kanál, který může obsahovat dle typu přístroje, jeden nebo dva regulační stupně. Tímto řešením lze dosáhnout rovnoměrnějšího zatěžování jednotlivých krajních vodičů a přispět k symetrizaci zatížení rozvodné sítě. Přehled vyráběných typů regulátorů je uveden v tabulce 1.

Tabulka 1

Typ regulátoru	Počet regulačních kanálů	Počet regulačních stupňů na jeden kanál
HJ 101	1	1
HJ 102	1	2
HJ 103	1	3
HJ 303	3	1
HJ 306	3	2

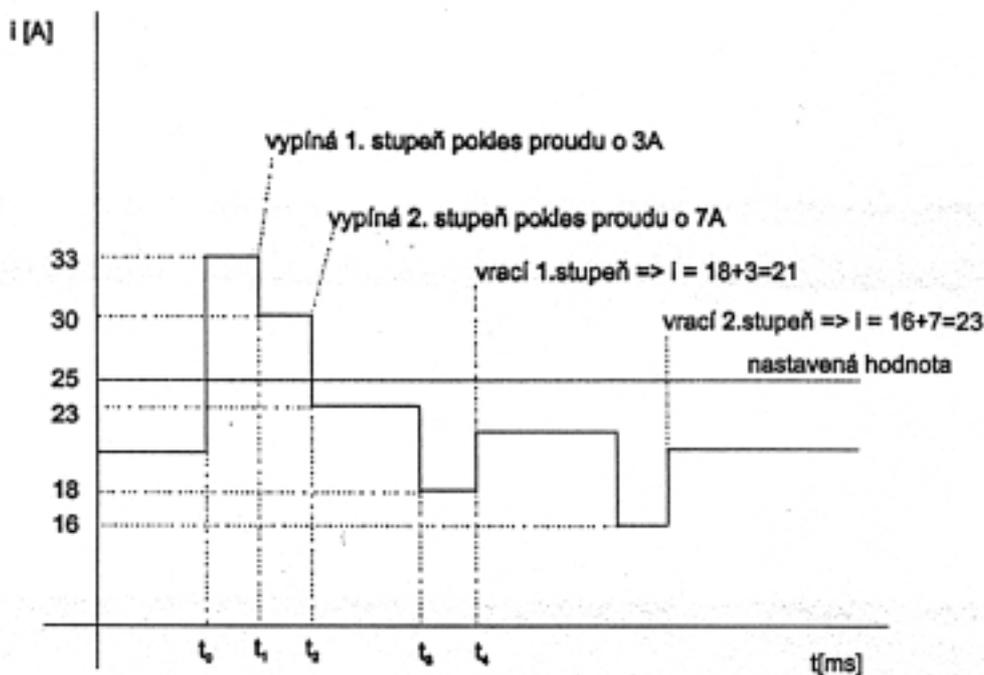
Algoritmus regulace

Proud tekoucí krajními vodiči je vzorkován a analogově číslicovým převodníkem převáděn do digitální formy. Rychlost vzorkování je s ohledem na možné tvarové zkreslení (nesinusovost) volena dostatečně vysoká, aby bylo možno spolehlivě postihnout i jeho vyšší harmonické složky až do 19. řádu. Harmonická analýza je prováděna metodou diskrétní Fourierovy transformace (DFT). Tento způsob měření a zpracování informace o protékajícím proudu umožňuje spolehlivě stanovit jeho efektivní hodnotu. Na základě porovnání změřené aktuální hodnoty protékajícího proudu I_a a nastavené hodnoty I_n protékajícího proudu probíhá regulační zásah. Po překročení nastavené prahové hodnoty je zjišťována rychlost nárůstu proudu a probíhá vyhodnocování trendu. Pokud je nárůst vyhodnocen jako zkrat nebo krátkodobé přetížení, k žádnému zásahu nedochází. V případě přetížení dlouhodobějšího charakteru jsou postupně aktivovány jednotlivé regulační stupně. Během regulačního zásahu je měřena velikost poklesu proudu ΔI a tato hodnota je ukládána do paměti jako jedno z kritérií pro opětovné zapnutí spotřebičů po poklesu zatížení. Pro opětovné zapnutí spotřebičů musí aktuální hodnota proudu klesnout pod hodnotu nastaveného proudu tak, aby po přičtení dílčích úbytků během vypínání, součet proudů nepřesahoval nastavenou mez. To znamená, že musí být splněna podmínka

$$I_a < I_n - \sum \Delta I$$

kteřá snižuje riziko nestability regulované soustavy. U vícestupňové regulace (dvou nebo tří) je prováděno testování podmínky pro opětovné zapnutí z dílčích poklesů ΔI . Pokud je pro některý pokles podmínka splněna, dochází k opětovnému zapnutí příslušného spotřebiče bez ohledu na pořadí vypínání. Graficky je průběh regulace pro nastavenou hodnotu proudu 25 A znázorněn na obr.2.

Obr.2 Časový průběh regulačního zásahu regulátoru řady HJ.



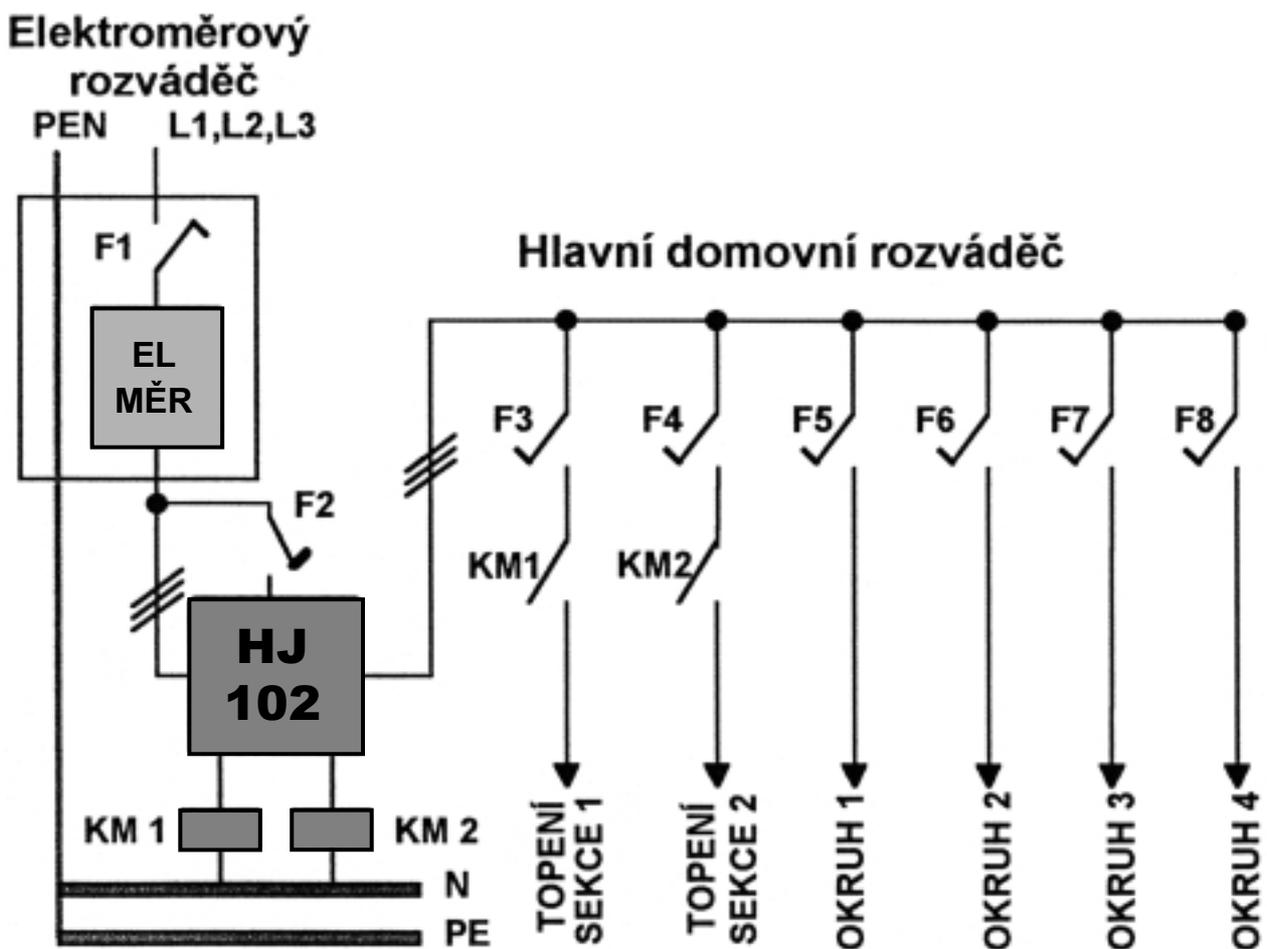
$$t_1 - t_0 = t_2 - t_1 = 200 \text{ ms}$$

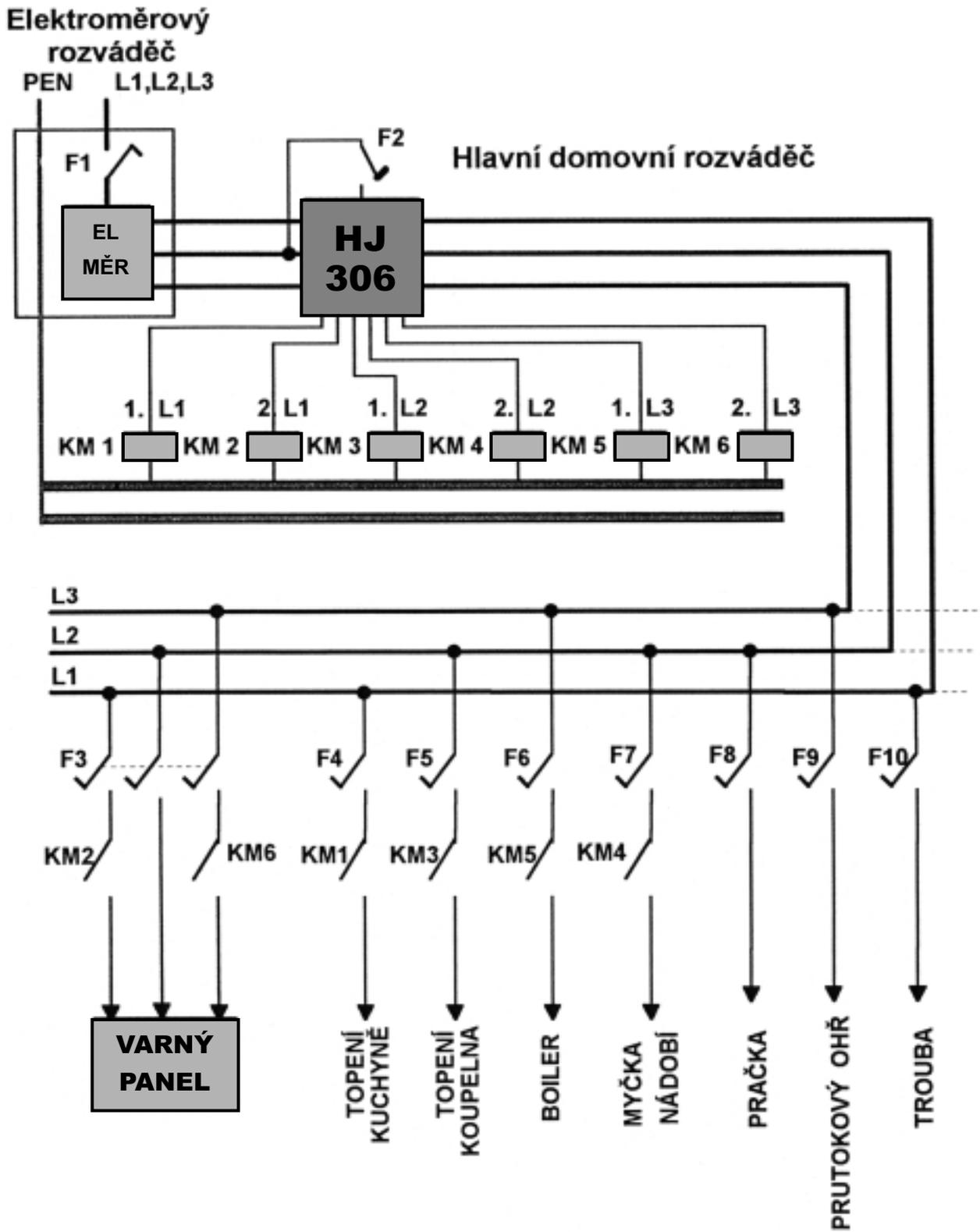
$$t_1 - t_3 \leq 200 \text{ ms}$$

Aplikace regulátorů řady HJ

Velké aplikační možnosti pro prezentované regulátory jsou v menších provozních a administrativních objektech s určitým podílem akumulacních elektrických ohřivačů. Obzvláště příhodnými objekty jsou rodinné domky, vybavené elektrickým přímotopným zařízením, vysoce elektrifikovanou kuchyní a průtokovými ohřivači vody. Vlivem spotřebičů s nároky na vysoký pohotovostního výkonu je nutné použít hlavní jistič o vysokém jmenovitém proudu. Zařazením regulace lze však jeho velikost o jeden a v některých případech i o dva stupně snížit. Praktická ukázka jednoduché aplikace regulátoru HJ 102 pro jednoduchou soustavu vytápění rodinného domku je na obr.3. Pro komfortněji vybavený rodinný domek je uvedeno zjednodušené aplikační schéma na obr.4 s regulátorem HJ 306. Ve schématech je z důvodů názornosti úmyslně vynecháno zapojení blokovacích obvodů systému hromadného dálkového ovládání.

Obr.3 Ukázka zapojení dvoustupňového jednonálového regulátoru HJ 102 (bez obvodů blokování HDO)





Obr.4 Ukázka zapojení dvoustupňového třífázového regulátoru HJ 306 (bez obvodů blokování HDO)