

# Regulátor jalového výkonu NOVAR 5+

Milan BLEHA, KMB systems, s.r.o.

Regulátory jalového výkonu řady NOVAR jsou mezi dodavateli a uživateli kompenzačních systémů již dobře známy. Přehled vyráběných typů byl uveden např. v lit.[2] V loňském roce byl uveden na trh nový typ – NOVAR 5+.

## Základní nové vlastnosti

Jak už název napovídá, regulátor NOVAR 5+ vychází z typu NOVAR 5. Od něho přebírá všechny vlastnosti včetně konstrukčního provedení. Liší se ale ve dvou základních bodech : v rozšíření alarmových funkcí o ochranu kompenzačních kondenzátorů proti přepětí a harmonickému přetížení a v rozsahu pracovních teplot.

## Ochrana proti přetížení kondenzátorů vlivem harmonického zkreslení napětí

Všechny moderní regulátory vyhodnocují napěťové a proudové signály metodou FFT a poskytují tak vedle přesné hodnoty  $\cos \varphi$  i rozložení spektra vyšších harmonických složek. Obvykle disponují i funkcemi, které dle nějakého kritéria zajistí odpojení kondenzátorů při výskytu harmonického zkreslení v síti. Dle zkušeností autora článku však drtivá většina uživatelů v Česku tuto vlastnost nepoužívá (pokud o ní vůbec ví), jelikož v našich podmínkách harmonické zkreslení zpravidla nedosahuje kritických hodnot.

V těžších provozních podmínkách, jaké panují třeba v některých oblastech bývalého Sovětského Svazu, je ovšem jiná situace. Proto vznikl ze strany našeho ruského obchodního partnera požadavek rozšířit vlastnosti regulátoru NOVAR 5 o funkce ochrany kondenzátorů.

## Kritérium harmonického přetížení kondenzátorů v regulátoru NOVAR 5+

Životnost kompenzačních kondenzátorů je závislá na dodržení mezních provozních parametrů. Jedním z nich je mezní proud kondenzátoru. U kompenzačních systémů bez ochranných hradicích tlumivek vzniká při harmonickém zkreslení napětí nebezpečí překročení tohoto proudu z důvodu závislosti impedance kondenzátoru na frekvenci.

Pokud má napětí čistě sinusový průběh, je

proud kondenzátoru dán vztahem

$$I_c = \frac{U}{Z_c} = \frac{U}{1/2\pi f C} = 2\pi f C U \quad [A] \quad [1]$$

kde :

- $I_c$ ...proud kondenzátoru [ A ]
- $U$ ...napětí na kondenzátoru [ V ]
- $Z_c$ ...impedance kondenzátoru [  $\Omega$  ]
- $f$ ... frekvence napětí [ Hz ]
- $C$ ... kapacita kondenzátoru [ F ]

V případě harmonického zkreslení napětí je celkový proud protékající kondenzátorem tvořen vektorovým součtem jednotlivých harmonických složek proudu

$$\vec{I}_c = \sum_{i=1}^n \vec{I}_i \quad [A] \quad [2]$$

kde velikost proudu každé harmonické složky je dle vztahu [ 1 ]

$$I_i = 2 \pi f_i C U_i = 2 \pi (f_i x i) C U_i \quad [A] \quad [3]$$

kde :

- $i$ ... řád harmonické složky [ - ]
- $I_i$ ...proud  $i$ -té harmonické složky [ A ]
- $U_i$ ... napětí  $i$ -té harmonické složky [ V ]
- $f_i$ ...frekvence  $i$ -té harmonické složky [ Hz ]
- $f$ ... frekvence základní h. složky napětí [ Hz ]

Ze vztahu [3] je patrné, že proud každé harmonické složky je přímo úměrný násobku napětí harmonické složky a jejího řádu ( $U_i \times i$ ). Z toho plyne, že obecně známý koeficient harmonického zkreslení, definovaný vztahem

$$THD_U = \sqrt{\sum_{i=2}^N \left( \frac{U_i}{U_1} \right)^2} * 100 \quad [%] \quad [4]$$

kde :

- $THD_U$ ...celkové harm. zkreslení napětí [ % ]
- $U_i$ ..... $i$ -tá harmonická složka napětí [ V ]
- $U_1$ .....základní harmonická složka napětí [ V ]

není vhodný jako kritérium proudového přetížení kondenzátoru vlivem harmonického zkreslení, protože nerespektuje rozložení jednotlivých



Obr. 1 : Regulátor NOVAR 5+

harmonických složek.

Úroveň proudového přetížení kondenzátorů je proto v regulátoru NOVAR 5+ vyhodnocena nově zavedeným vztahem

$$CHL = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left( \frac{i * U_i}{U_{NOM}} \right)^2} * 100 \quad [%] \quad [5]$$

kde :

- $CHL$ ...činitel harmonického zatížení kondenzátoru ( Capacitor Harmonic Load ) [ % ]
- $i$ ... řád harmonické složky [ - ]
- $U_i$ ..... $i$ -tá harmonická složka napětí [ V ]
- $U_{NOM}$ ...nominální hodnota napětí [ V ]

Tento činitel jednak respektuje vedle relativní úrovně napětí harmonických složek i jejich spektrální rozložení a dále zahrnuje i vliv absolutní velikosti napětí. Je tedy vhodnější jako hodnota specifikující celkové proudové zatížení kondenzátoru. Při nezkrusleném napětí nominální velikosti má hodnotu 100 %.

Při nastavení funkce alarmu od harmonického zkreslení v regulátoru NOVAR 5+ je tedy nutné zvolit mezní hodnotu harmonického zatížení kondenzátoru CHL, při kterém má dojít k aktivaci alarmu, resp. jejich odpojení. Parametr CHL je uveden v procentech a lze jej nastavit v rozsahu 80 až 300% . Pro porovnání jsou v tab. 1 uvedeny hodnoty THD a CHL pro několik typických rozložení harmonických složek při nominální hodnotě složky základní harmonické. Příklad č. 3 ( CHL = 133 %) odpovídá mezním povoleným hodnotám harmonického zkreslení napětí podle normy EN 50160. Standardně přednastavená mezní hodnota parametru CHL je 130 %.

Mimo výše uvedenou alarmovou funkci disponuje regulátor NOVAR 5+ i nezávislým alarmem od přepětí, reagující na překročení efektivní hodnoty napětí nad 110%, tak jak to požadují příslušné předpisy v Rusku.

Tab. 1 : Příklad hodnot THD a CHL pro vybraná rozložení harm. složek napětí ( $U_1=U_{NOM}$ )

př. č.	úroveň harmonických složek napětí [ % ]										THD [ % ]	CHL [ % ]
	3.	5.	7.	9.	11.	13.	15.	17.	19.			
1	2.5	3.5	2.5	1.0	2.0	1.5	0.8	1.0	0.5	5.8	110	
2	3.5	4.5	3.5	1.2	2.5	2.0	1.0	1.5	1.0	7.8	118	
3	5.0	6.0	5.0	1.5	3.5	3.0	0.5	2.0	1.5	10.8	133	
4	5.5	6.5	5.5	2.0	4.0	4.0	1.8	2.3	1.8	12.3	146	
5	8.0	9.0	8.0	6.0	7.0	7.0	2.3	4.0	3.5	19.4	208	

Okamžité hodnoty výše uvedených nových parametrů lze sledovat na displeji regulátoru – přehled zobrazovaných údajů uvádí obr. 2.

### Rozšíření teplotního rozsahu a krytí

Regulátor NOVAR 5+ je určen pro nasazení v těžších podmínkách jak po stránce harmonického zkreslení, tak i z hlediska klimatických. Proto je, stejně jako typy NOVAR 1xx/2xx osazován výhradně součástkami s rozšířeným teplotním rozsahem a funkčnost je garantována v rozsahu teplot  $-40$  až  $+60$  °C.

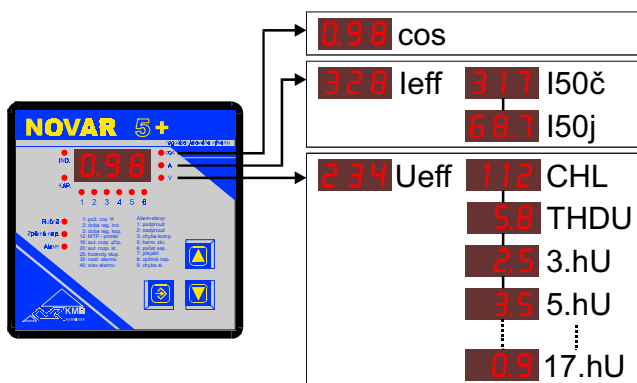
Při požadavku vyššího stupně krytí lze jako volitelné příslušenství objednat pružný průhledný plastický kryt předního panelu. Čitelnost displeje ani funkce tlačítek není při použití štítku nijak omezena. Úroveň krytí při použití štítku je IP65.

### Závěr

Nový typ regulátoru je určen zejména pro nasazení v těžších podmínkách a rozšiřuje paletu regulátorů řady NOVAR. Bližší informace včetně manuálu lze nalézt na internetových stránkách výrobce [www.kmb.cz](http://www.kmb.cz), nebo u dodavatele – firmy Závodný Elektro, [www.zavodny.cz](http://www.zavodny.cz).

### Literatura

[1] BLEHA, M. : Regulátory jalového výkonu NOVAR dva roky poté aneb další krok ke zvýšení spolehlivosti kompenzačního systému. Elektro, 2002, č. 5, s. 33.



Obr.2 : Přehled zobrazovaných aktuálních hodnot regulátoru NOVAR 5+

[2] BLEHA, M. : Regulátory jalového výkonu NOVAR – „epizoda 5“. Elektrotechnika v praxi, 2003, březen/duben, s. 62.