

Návod k regulátoru ZMC  
**Regulátor jalového výkonu AJA**  
 v1.14

Značná část elektrických zařízení potřebuje ke své činnosti tzv. jalový výkon. Ten je možné odebírat přímo ze sítě, síť se tím však zbytečně zatěžuje, navíc velké odběry jsou penalizovány. Proto je výhodnější jalový výkon vyrobit pomocí sady kondenzátorů a vhodného regulátoru. A naopak: je-li nějaký odběr kapacitního charakteru, můžeme jej eliminovat vhodným připojováním tlumivek.

### Popis přístroje

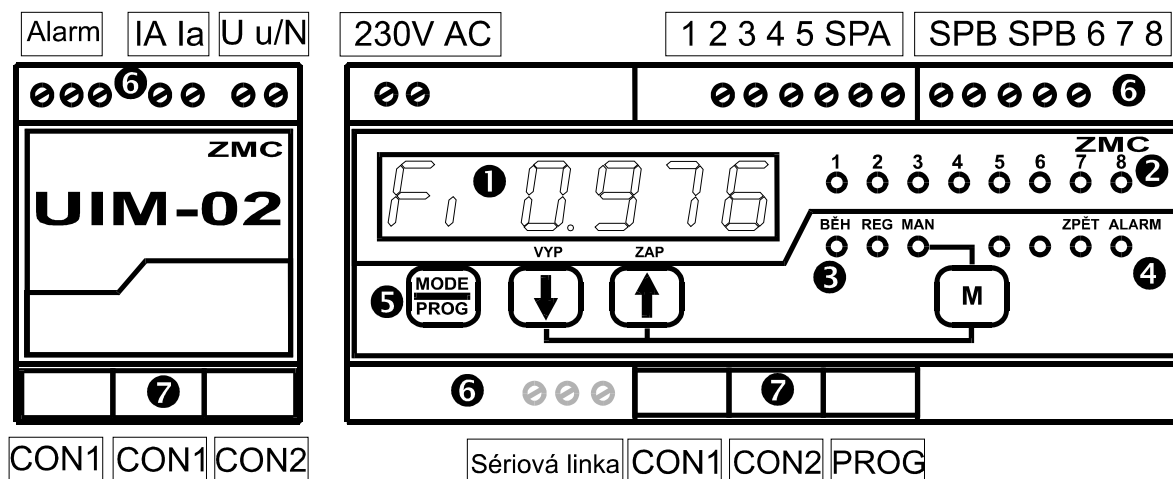
Informace o aktuálním odběru činného a induktivního, popř. kapacitního výkonu je zjišťována měřením napětí a proudu K výpočtu fáze se používá tzv. rychlá Fourierova transformace, která rozloží průběh na jednotlivé harmonické a z nich teprve určí fázi. Takto získaný výsledek je velmi přesný a není ovlivněn zkreslením průběhu. Zároveň je možné získat další informaci - právě toto zkreslení, charakterizované veličinou THD (total harmonic distortion) Fáze je pak regulátorem vyhodnocena a následně vybrána nevhodnější kombinace kondenzátorů popř. kompenzačních tlumivek. Kombinace je vybírána na základě požadovaného účinníku ( $\cos \phi$ ) a pěti dalších kritérií. Regulace může probíhat ve všech kvadrantech. Je možné nastavit které výstupy jsou připojeny na polovodičový spínač, kdy kondenzátory nepotřebují čas k vybití. Přístroj umožňuje zobrazit aktuální napětí, proud, činný a jalový výkon a přes sériovou linku vylistovat denní odběry činné a jalové energie a průměrného účinníku až 99 dnů zpět. Historii účinníku až 9 dnů zpět je možné prohlížet přímo na přístroji.

Proud se připojuje přes měřící transformátor proudu  $x/1A$  nebo  $x/5A$ , napětí může být fázově 230V, sdružené 400V nebo z měř. transformátoru napětí  $x/100V$  ze soustavy VN. Vybrané typy poruchových stavů jsou mohou být signalizovány na displayi a pomocí alarmového relé. Napájení je ze sítě 230V, výstupy jsou reléové 230V/5A, vybaveny odrušovacím členem. Zařízení se vyrábí ve verzi s 5-ti a 8-mi výstupy.

### Použití

Prakticky všude, počínaje malými provozy (zemědělství, dílny, ...) až po velké podniky.

### Přední panel



Display: ❶ Příklad je osazen 6-ti místným displayem ze sedmissegmentových LED zobrazovačů. První dva znaky jsou zelené a znázorňují zkratku zobrazovaného či programovaného parametru, popř. hlášení. Zbylé čtyři znaky jsou červené a zobrazují hodnotu parametru, popř. význam hlášení.

LED diody: Na panelu jsou umístěny tři bloky LED diod.

- 1) Zelené ❷ - indikují stav jednotlivých výstupů - svítí-li, výstup je sepnut
- 2) Červené ❸ - indikují stav přístroje
  - "MĚŘ" - svítí trvale s výjimkou svitu "REG" a kaskádního režimu
  - "REG" - blikne při regulaci, svítí, když čeká na stupeň, který ještě nelze připojit
- 3) Žluté ❹ -
  - "ALARM" - indikuje stav alarmového relé.
  - "ZPĚT" - indikují zpětné napájení

Tlačítka: ❺ Na panelu jsou umístěny čtyři tlačítka

- 1) **MODE/PROG**- volba zobrazovaného a programovaného parametru
  - Dlouhý stisk - vstup a výstup z režimu programování (nastavování)
- 2) ↓ (směr dolů) - snižování hodnoty parametru
  - krokování v historii a listování jednotlivými harmonickými
  - vypnutí relé v manuálním režimu
- 2) ↑ (směr nahoru)- zvyšování hodnoty parametru
  - krokování v historii a listování jednotlivými harmonickými
  - zapnutí relé v manuálním režimu
- 3) **M** (manuál) - Výběr relé v manuálním režimu
  - Dlouhý stisk - vstup a výstup z manuálního režimu

Svorkovnice ❻, konektory ❼

1) Svorky 230V~:

Svorky pro připojení napájecího napětí. Připojíte mezi svorku (PE)N a libovolnou fázi.

2) Svorky relé:

Kontakty relé jsou galvanicky odděleny od napájecího napětí i vnitřního potenciálu přístroje. Navíc jsou rozděleny do dvou vzájemně oddělených bloků: relé 1-5 (společný vývod SPA) a 6-8 (2 x společný vývod SPB). Svorky kontaktů relé můžete připojit na libovolnou fázi, popř. i na jiné napětí. Každý blok může být připojen na jiný potenciál.

3) Svorky proudových a napěťových vstupů: (na 2. modulu)

Na pár svorek **IA-Ia** se připojí výstup z proudového transformátoru. Na svorky **U-u/N** pak měřené napětí. (fázové 230V, sdružené 400V nebo z MTN 100V) Oba páry svorek jsou galvanicky odděleny jak od potenciálu přístroje, tak vzájemně, takže výstupy z měřících transformátorů je možné použít i pro jiný přístroj.

4) Konektory:

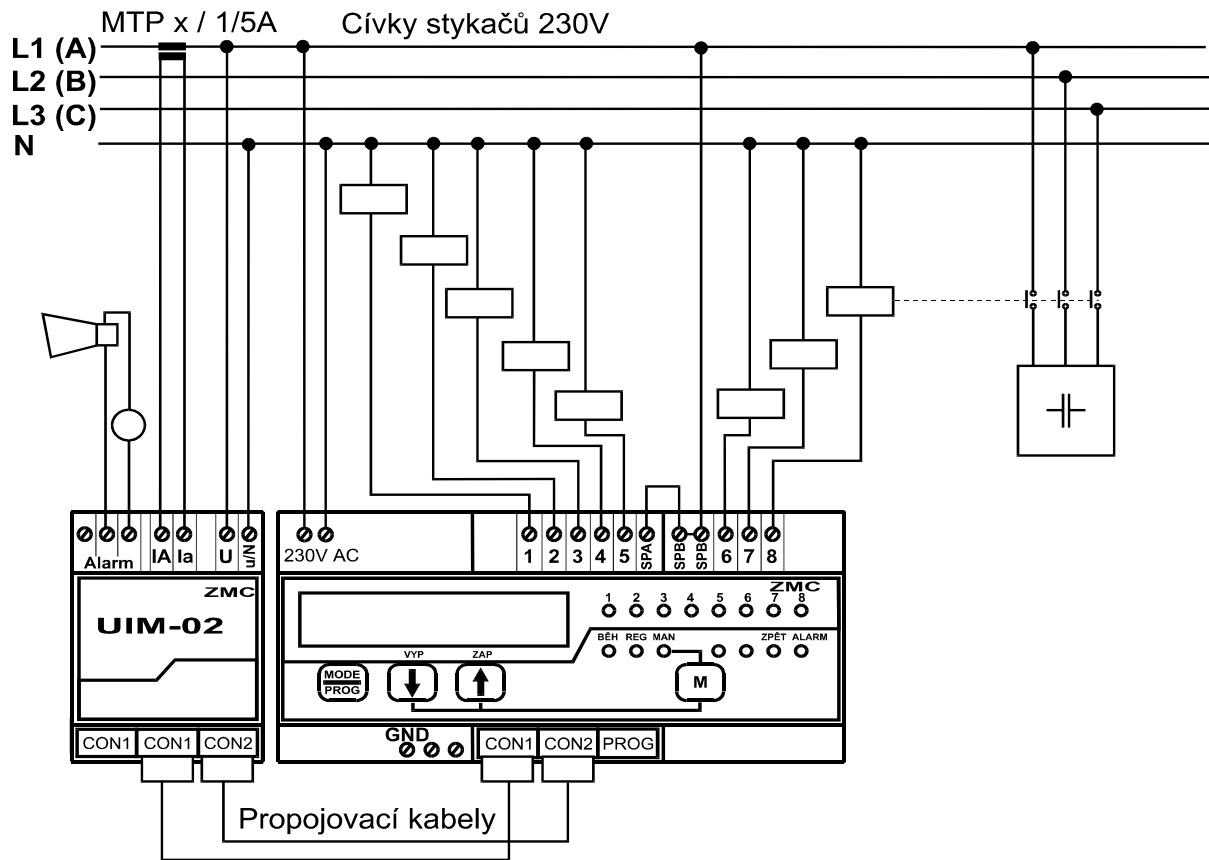
Slouží ke vzájemnému propojení obou modulů, pro připojení servisního a programovacího konektoru.

## Montáž

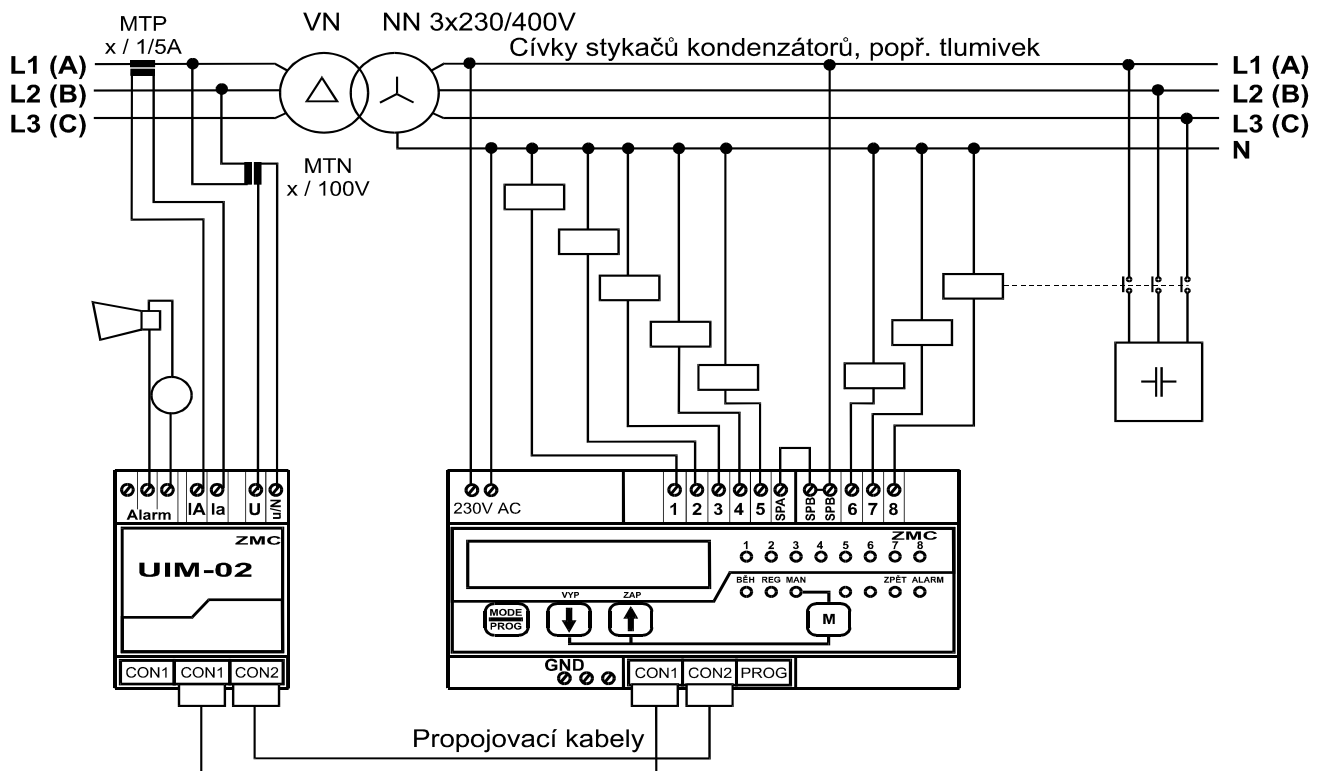
Montáž se provádí na din lištu. Vodiče se připojí dle schématu.

## Schéma připojení

a) Typické zapojení v síti 3x230/400V



b) zapojení v síti VN



## Uvedení do provozu

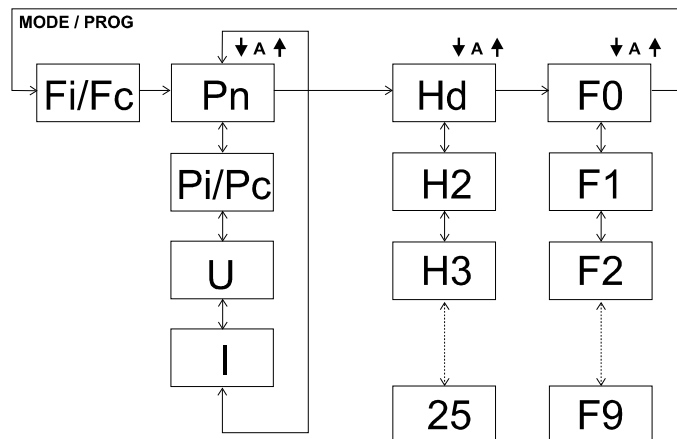
Po zapnutí display postupně zobrazí, hlášení "Ab AJA" (název zařízení) a "v 1.11" (verze software), pak aktuální  $\cos \phi$ . Každý údaj je doprovázen zvukovou signalizací. Zkontrolujte velikost napětí a proudu, pak funkčnost jednotlivých okruhů (viz. kapitola Obsluha).

## Obsluha

Prohlížení parametrů: Listování aktuálními hodnotami veličin se provádí krátkým stiskem klávesy MODE/PROG. Listování mezi výkony, napětím a proudem, v hloubce historie a velikostí jednotlivých harmonických pak klávesami  $\downarrow$  a  $\uparrow$ . Pokud 1 min žádnou klávesu nestisknete, zobrazení se automaticky vrátí na 1. parametr, tj. aktuální účinník.

## Zobrazované veličiny

Symbol	Rozsah	Jednotka	Popis
Fi / Fc	0.00 ÷ 1.00	-	Aktuální hodnota $\cos \phi$ Fi se zobrazuje při induktivním účinníku, Fc při kapacitním.
Pn	0.0 ÷ 6500	kW	Aktuální hodnota činného výkonu
Pi / Pc	0.0 ÷ 6500	kVAr	Aktuální hodnota jalového výkonu Pi se zobrazuje při induktivním odběru, Pc při kapacitním.
U	0 – 35k	V, kV	Napětí v síti S výjimkou jednofázového provozu se zobrazuje sdružené napětí
I	0.0 ÷ 5000	A	Odebíraný proud
Hd H2÷25	0.0 ÷ 100.0	-	THD proudu Obsah jednotlivých harmonických
F0 ÷ F9	0.00 ÷ 1.00	-	Denní historie $\cos \phi$ F0 je průměrný účinník v aktuálním dnu, F1 ÷ F9 je průměrný účinník v předchozích dnech.



Pozn: Některé veličiny je možné spočítat pouze při dostatečné velikosti měřeného proudu a napětí. Pro výpočet účinníku je nutné napětí na vstupu alespoň 50V a proud alespoň 0,01A, tedy 1%  $I_n$  při použití MTP x/1A nebo 0,2%  $I_n$  v případě použití MTP x/5A. Pro výpočet harmonického zkreslení (THD) a jednotlivých harmonických je požadován proud do vstupu alespoň 0,1A, tedy 10%  $I_n$  (MTP x/1A) popř. 2%  $I_n$  (MTP x/5A). Pokud podmínky splněny nejsou, zobrazuje se "----".

### **Manuální režim:**

Přístroj umožňuje zcela vypnout automatický provoz a jednotlivé výstupy obsluhovat manuálně. Do tohoto režimu se vstupuje dlouhým stiskem tlačítka **M**. Pak začne blikat LED odpovídající relé č. 1. To signalizuje, že se bude pracovat právě s tímto relé. Střída blikání LED diody odpovídá stavu relé.(relé vypnuto - krátké bliknutí, dlouhá prodleva, relé zapnuto - dlouhá doba světla, krátká prodleva ) Tlačítka ↓ a ↑ můžete výstup ovládat, krátkým stiskem **M** se posunete na další relé. Manuální režim zůstává zachován trvale a to i po vypnutí a následném zapnutí. Manuální režim je také indikován rychlým blikáním červené LED diody MAN. Výstup z man. režimu se provede opět dlouhým stiskem **M**.

Pozn: Relé lze ovládat pouze v případě, kdy display zobrazuje aktuální účinník. V ostatních případech jsou tlačítka ↓ a ↑ použita pro listování, nebo změny parametrů.

### **Nastavení:**

Do režimu nastavování se vstupuje dlouhým stiskem tlačítka MODE/PROG.. Pak je nutné zadat správné heslo, které potvrdíte krátkým stiskem MODE/PROG. Pokud je heslo chybné, budete vyzváni k opětovnému vložení. Pak se postupně zobrazují parametry dle následující tabulky. Jednotlivé parametry se přepínají krátkým stiskem klávesy MODE/PROG, hodnota se mění tlačítka ↑ a ↓. Výstup z programování a uložení všech parametrů se provede opět dlouhým stiskem MODE/PROG. Pokud toto neprovedete, dojde 60s po posledním stisku tlačítka k výstupu z programování automaticky a obnoví se původní hodnoty.

### **Regulace:**

Přístroj v nastavených intervalech kontroluje hodnotu účinníku a spíná tak, aby byl v nastavených mezích. Není-li to možné, volí nejbližší kombinaci pod spodní mezí. Pokud regulátor zvolil kombinaci, při které čeká na vybití některých kondenzátorů a změny se podmínky, vypočte se nová kombinace, vhodnější pro aktuální situaci. Je zajištěno (s výjimkou manuálního režimu), aby nedocházelo k současnemu připojování kondenzátorů a tlumivek. Kompenzační výkon kondenzátorů popř. tlumivek je závislý na kvadrátu napětí. Proto v sítích NN, kde je aktuální hodnota napětí k dispozici, regulátor kompenzační výkon jednotlivých prvků automaticky přepočítává, čímž eliminuje nepřesnost výběru stupňů a tím i počet sepnutí.

## Nastavované veličiny

Symbol	Rozsah	Jednotka	Popis
--	0 ÷ 255	-	Heslo – <b>zvolte 222</b> Správná hodnota umožní nastavení dalších parametrů
$\wedge F$	0.71 ÷ 1.00 ÷ c0.71	-	Horní mez účinníku v režimu spotřebiče Regulátor bude udržovat účinník vždy pod touto mezí
uF	0.71 ÷ 1.00 ÷ c0.71	-	Dolní mez účinníku v režimu spotřebiče Regulátor se bude snažit udržet účinník nad touto mezí
$\wedge G$	0.71 ÷ 1.00 ÷ c0.71	-	Horní mez účinníku v generátorickém provozu Regulátor bude udržovat účinník vždy pod touto mezí
uG	0.71 ÷ 1.00 ÷ c0.71	-	Dolní mez účinníku v generátorickém provozu Regulátor se bude snažit udržet účinník nad touto mezí
Ut	230 ÷ 35k	V, -	Jmenovité napětí kompenzované soustavy, převod MTN (měřicího transformátoru napětí)
It	0 ÷ 5000	A	Jmenovitá hodnota primárního proudu MTP (měřicího transformátoru proudu)
it	1, 5	A	Jmenovitá hodnota sekundárního proudu MTP (měřicího transformátoru proudu)
PU	6 možností	-	Způsob připojení napětí
tr	20 ÷ 250	s	Maximální interval regulace. Skutečný interval se vypočítá dle velikosti odchylky od zadaných mezí účinníku
nH	10 ÷ 100	-	Hranice, od které je THD (harmonické zkreslení) vyhodnoceno jako nebezpečné pro kondenzátory.
AL	výběr podmínek	-	Výběr podmínek pro sepnutí alarmového relé a zobrazení chybového hlášení
ro	výběr podmínek	-	Výběr podmínek pro odpojení kompenzačních baterií
oP	6 možností	-	Optimalizace dle kritérií na rychlost, přesnost, vyváženost či úspornost
tC	20 ÷ 250	s	Vybíjecí doba kondenzátorů spínaných relé Minimální doba mezi odpojením a opětovným připojením kondenzátoru v základní skupině (spínaných pomocí relé)
t0	0 ÷ 20	s	Vybíjecí doba kondenzátorů spínaných polovodičem Minimální doba mezi odpojením a opětovným připojením kondenzátoru ve skupině spínaných polovodičem
PC	0.01 ÷ 650	kVar	Základní kapacita kondenzátorů
PL	0.01 ÷ 650	kVar	Základní indukčnost kompenzačních tlumivek
nC	0 ÷ 5 / 8	-	Počet osazených stupňů spínaných polovodičem Osazují se od nejnižšího stupně.
nL	0 ÷ 5 / 8	-	Počet osazených kompenzačních tlumivek Tlumivky se osazují od nejvyššího stupně.
C1 ... Cn	0 ÷ 100	-	Násobek základní kapacity n ... počet výstupů regulátoru osazených kondenzátory
Ln+1...L5/8/12	0 ÷ 100	-	Násobek základní indukčnosti n ... počet výstupů regulátoru osazených kondenzátory
r1 ...r5/8/12	0,0 ÷ 25.0	1000	Počet sepnutí jednotlivých relé (v tisících) – pouze zobrazení Listuje se tlačítky $\uparrow$ a $\downarrow$ .

### $\wedge F$ , uF, $\wedge G$ , uG – Meze účinníku:

Meze účinníku lze nastavit od 0,71 induktivního, přes 1,00, tedy pouze činný výkon až k 0,71 kapacitního. Kapacitní účinník se zobrazuje s písmenem „c“ před hodnotou. Přístroj má dvě sady mezí a to pro režim spotřebičový ( $\wedge F$ , uF) a pro režim generátorický. ( $\wedge G$ , uG).

Přístroj připojuje kondenzátory a tlumivky tak, aby se výsledný účinník pohyboval mezi těmito hodnotami. Není-li to možné, nastavuje účinník nejbližší pod spodní mez.

**Pozor:** Při nastavování se meze „otáčí“ z induktivního účinníku do kapacitního. Při zvyšování hodnota roste v induktivní oblasti a klesá v kapacitní. Horní mez musí mít více kapacitní charakter než dolní, v kapacitní oblasti tedy nižší hodnotu, než mez dolní. Přístroj přesto meze kontroluje a chybné zadání zkoriguje.

**Ut – Jmenovité napětí kompenzované soustavy,  
použití MTN (měřícího transformátoru napětí):**

Symbol	Význam	
F.230	Regulátor je použit v jednofázové soustavě 1x230V, není použit MTN	
400	Regulátor je v soustavě 3x230/400V, není použit MTN	schéma a)
6.3-.1	Reguluje se soustava 6.3kV, informace o napětí se získává z MTN 6.3kV/100V	schéma b)
10-.1	Reguluje se soustava 10kV, informace o napětí se získává z MTN 10kV/100V	
22-.1	Reguluje se soustava 22kV, informace o napětí se získává z MTN 22kV/100V	
35-.1	Reguluje se soustava 35kV, informace o napětí se získává z MTN 35kV/100V	

V prvním případě se výkony počítají:  $P_n = U_f I \cos\varphi$ ,  $P_i = U_f I \sin\varphi$

V ostatních:  $P_n = \sqrt{3} U_{sd} I \cos\varphi = 3 U_f I \cos\varphi$ ,  $P_i = \sqrt{3} U_{sd} I \sin\varphi = 3 U_f I \sin\varphi$

Na tomto parametru závisí rozsah nastavení parametrů It a PU

**It – Primární proud MTP:**

Maximální hodnotu primárního proudu lze nastavit dle napětí soustavy

Soustava	1x230V	3x230/400V	6.3kV	10kV	22kV	35kV
max. It [A]	5000	5000	500	300	150	100

**it – Sekundární proud MTP:**

Umožňuje volit mezi oběma standardy, tj 1A a 5A. Doporučujeme přednostně používat 5A MTP.

**PU – Volba přivedení napětí:**

Přístroj umožňuje připojit napětí fázové 230V, sdružené 400V nebo 100V z NTN. Velikosti a základní fázový posun se liší, proto je nutné toto regulátoru oznámit.

Vstup proudu fáze A je připojen na svorku **IA**, výstup na svorku **Ia**, pak regulátor nabízí tyto možnosti připojení napětí na svorky **U** a **u/N**

Svorky U – u/N	Význam	Poznámka	
A – N	Svorky připojeny mezi fází A s stř. vodič.	Fázová napětí	viz schéma a)
B – N	Svorky připojeny mezi fází B s stř. vodič.		
C – N	Svorky připojeny mezi fází C s stř. vodič.		
A – B	Svorky připojeny mezi fází A a B	Sdružená napětí	
B – C	Svorky připojeny mezi fází B a C		
C – A	Svorky připojeny mezi fází C a A		

**tr – Maximální interval regulace:**

Regulátor ZMC-AJA volí interval regulace dynamicky a to podle aktuální odchylky fáze od zadaných mezí. Skutečný interval se pohybuje od hodnoty  $tr/10$  až do hodnoty  $tr$ . Zjistí-li však přístroj kapacitní odběr, provede regulaci okamžitě, bez ohledu na čas minulé regulace.

**AL – Aktivace alarmového relé a hlášení:**

Alarm lze aktivovat splněním alespoň jedné ze čtyř podmínek. Aktivitu lze individuálně nastavit.

Symbol	Podmínka	Doba do signalizace	Chybové hlášení
<u>t</u>	THD je nad povolenou hranici	4min	Er thd
<u>u</u>	Měřené napětí je menší než 50V	10s	Er noU
<u>b</u>	Detekován zpětný proud	2min	Erback
<u>I</u>	Proud 10% nad jmen. hodnotu MTP	1min	Er HiI

Př.: Chci alarmovat nedostatečné napětí a zpětný proud - volím bu

**ro – Odpojení stupňů:**

Volba podmínky pro odpojení všech stupňů. Nastavení je zcela analogické parametru AL

**oP - Optimalizace:**

Přístroj umožňuje optimalizovat kombinaci kondenzátorů dle 5 kritérií: Rychlost, spínaný výkon, přesnost, vyváženost jednotlivých stupňů, okamžitý a průměrný účinník. Na výběr máte 6 kombinací, pro různé typy provozu:

Symbol	Význam
Uni	Univerzální nastavení, všechna kritéria jsou v optimálním poměru
EqL	Při výběru stupňů je kladen důraz na rovnoměrné využití jednotlivých stupňů
PrEC	Vybírá kombinace, aby byl okamžitý účinník uprostřed nastaveného intervalu
AVG	Vybírá kombinace, aby byl průměrný účinník uprostřed nastaveného intervalu
SAVE	Minimalizuje celkový počet sepnutí a šetří tím stykače
MSt	Volba pro režim MASTER, jsou-li reg. kaskádně řazeny

**Pozn nC, nL.:**

Nejlépe vysvětlíme na příkladu:

Máme 8-mi stupňový regulátor, 3 stupně rychlé a 2 tlumivky. Volíme  $nC = 3$  a  $nL = 2$ . Pak polovodičové stupně připojíte na výstupy 1,2 a 3 a tlumivky na 7 a 8.

Parametry se budou zobrazovat následovně: ... ,C1,C2,C3,C4,C5,C6,L7,L8, ...



### **Sériová linka:**

Regulátor může být osazen sériovou linkou (volitelně RS232, nebo RS485). Její parametry jsou 9600Bd, 1 stop bit, žádná parita, CTS/RST nepoužito, Xon/Xoff nepoužito.

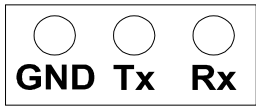
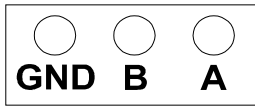
Přes sériovou linku je možné stahovat historii regulace (příkaz HIST) (denní odběry a průměrný účinek v 24hodinových intervalech, hloubka je 100 dní) a počet sepnutí jednotlivých stykačů (příkaz CVAK). Verzi software lze zjistit (kromě nápisu po zapnutí) příkazem VER.

Regulátory lze propojovat.

Od verze 1.08 lze k nastavení a vyčítání použít program ZMC-SETUP a kabel ZMC-LINK, který se připojuje do programovacího konektoru.

### **Kaskádní řazení**

K regulátoru ZMC-AJA lze připojit regulátor ZMC-JALO a použít jeho výstupy. Tím je možné rozšířit celkový počet výstupů až na 16. ZMC-AJA je jako master (řídící), ZMC-JALO jako slave (řízený) Propojí se třemi vodiči sériové linky a to následovně:

RS 232	RS 485
	
Rx – Tx	A – A
Tx – Rx	B – B
GND – GND	GND – GND

Propojení sériové linky

Měřené veličiny se přivedou do mastera. ZMC-JALO se uvede do režimu slave vynulováním parametru Ep (Váha činného pulsu – viz návod k ZMC-JALO), display zobrazuje nápis "\_SLAVE", režim master není třeba nijak nastavovat. Oba regulátory musí mít shodnou hodnotu parametru PC (zákl. kapacita kondenzátorů), slave neumožňuje pracovat s indukčnostmi, tzn. parametr nL musí být nulový. V režimu slave je změněna funkce kontrolky "MĚŘ". Pokud svítí, signalizuje stav, že regulátory jsou spojeny a probíhá komunikace, v normálním provozu by tedy měla svítit trvale.

Systém pracuje tak, že master provede hlavní regulaci, slave ji upřesní. Každý regulátor si prohledává "své" stupně a počítá se "svými" parametry. V masteru je vhodné nastavit optimalizaci spínání "MSt".

**Kondenzátory s větší kapacitou musí být připojeny k masteru.**

### Hlášení:

Hlášení	Význam (odstranění)
ErJoin	Chyba spojení modulů – překontrolujte propojovací kablíky
Er EEP	Chyba uložení parametrů – vstupte do programování, zkontrolujte a uložte.
Er nL	V režimu SLAVE jsou nastaveny indukčnosti – opravte
Er PC	V regulátoru MASTER a SLAVE je rozdílně nastaven parametr PC (základní kapacita) – opravte
Er noU	Nízké nebo žádné měřené napětí. – zkontrolujte přívod
Er thd	Příliš vysoké THD
Erback	Detekován proud od spotřebiče ke zdroji
Er Hil	Proud nad jmenovitou hodnotu MTP = na sekundární straně proud vyšší než 5 nebo 1A

### Parametry:

Vstupy:	Napěťový 100 / 230 / 400V, Proudový 1 / 5 A
Výstupy:	5 nebo 8 x relé ke kompenzaci + 1x relé signalizační
Interface	6-ti znakový sedmissegmentový display, 10 nebo 13 x LED, piezo, 4 tlačítka
Algoritmus výpočtu	FFT (rychlá Fourierova transformace)
Algoritmus spínání	Nejvhodnější kombinace dle kritérií
Další funkce	Měření proudu a jeho harmonických, napětí, výkonů a práce
Sériová linka	RS232 / RS485 / Servisní

Rozměry	Řídicí modul: 158 * 90 *58 mm Měřicí modul: 52 * 90 *58 mm
Hmotnost	750g
Napájení	230V
Spotřeba	3W
Krytí	IP20
Třída impulsního přepětí	III dle IEC 664-I