

# MREŽNI AUTOTRANSFORMATORI I SAMOUPRAVLJIVI REGULACIONI TRANSFORMATORI







MREŽNI AUTOTRANSFORMATORI ATTES I AMTES – UVOD .....	2
ATTES I AMTES U KUĆIŠTU .....	4
ATTES I AMTES .....	6
SAMOUPRAVLJIVI REGULACIONI TRANSFORMATORI VROT .....	10
PRIMENA TROFAZNOG VROT-18 U DISTRIBUTIVNOJ I INDUSTRIJSKOJ MREŽI .....	13
PRIMENA MONOFAZNOG VROT-18 U DISTRIBUTIVNOJ I INDUSTRIJSKOJ MREŽI.....	14
BELEŠKE.....	24



## UVOD

### OPIS

Razlikuju se u odnosu na klasične transformatore po tome što ne odvajaju galvanski sekundarne strujne krugove od primarnih. Imaju samo jedan namotaj te su dobili naziv autotransformatori.

Zamenjujući dva namotaja jednim oni postaju i znatno jeftiniji od klasičnih transformatora u zavisnosti od prenosnog odnosa i zato ih još nazivaju transformatorima u štednom spoju.

Urađeni su od najkvalitetnijeg magnetnog lima i bakarnih namotaja kao suvi i impregnirani epoksidnom smolom u klasi izolacije „F“ (maksimalna dozvoljena temperatura na transformatoru je 155°C). Prenosni odnos autotransformatora može biti u svim varijantama do 1 kV. Ovako izveden autotransformator se primenjuje za unutrašnju ugradnju, a za primenu spolja ugrađuju se u posebna zaštitna kućišta stepena mehaničke zaštite od IP21 do IP55.

### PRIMENA

Namenjeni su za transformaciju električne energije jednog naponskog nivoa i struje na druge vrednosti uz istu frekvenciju.

Posebnu primenu, manje jedinice nalaze za redukovanje naponskog nivoa 230 V na napon pogodan za priključak uređaja namenjenih za mreže 110, 120, 127 V ili drugih vrednosti.

Autotransformatori većih snaga od 5 – 50 kVA mogu se primenjivati za poboljšavanje naponskih prilika na mrežama niskog napona gde je duga mreža do potrošača. U takvim prilikama krajnji potrošači obično nemaju dovoljan napon prikladan za napajanje kućnih uređaja, elektromotora i vodenih pumpi. Za razrešenje tih problema moguće je ugraditi autotransformator „uzlazni“ 3x400V/3x900 V, koji podiže napon na 900 V čime dobijamo struju kroz mrežu za 2,25 puta manju, a samim tim i toliko puta manji pad napona u odnosu kad autotransformator nije postojao. Na kraju mreže, a pre potrošača postavlja se drugi „silazni“ autotransformator 3x900/3x400 V čime bi potrošači dobili adekvatan napon napajanja.

U monofaznim mrežama se na ulazu mreže može postaviti tzv. „uzlazni“ transformator prenosnog odnosa 230 V / 520 V, a na kraju mreže u liniju se postavlja „silazni“ autotransformator prenosnog odnosa 520 V / 230 V. Efekat poboljšanja naponskih prilika je potpuno isti kao i u trofaznim mrežama.

### IZVEDBA

Ovakve transformatore fabrika radi kao trofazne tipa ATTES-\*, od 10 do 50 kVA (tabela 1) i monofazne tipa AMTES-\*, od 5 do 20 kVA (tabela 2).

Oba tipa autotransformatora mogu biti izvedbe sa i bez zaštitnih kućišta u zavisnosti od zahtevane ugradnje. U narednim tabelama 3. i 4. predstavljene su dimenzije i mase autotransformatora trofaznih i monofaznih bez zaštitnih kućišta.

Unutar kućišta pored autotransformatora na zahtev kupca mogu biti postavljeni i automatski kompaktni prekidači koji štite transformator od kratkih spojeva kao i osigurači za zaštitu od preopterećenja. Prekidači imaju mogućnost podešenja nazivne struje od  $(0,8-1) \times I_n$  tako da pravim izborom prekidača i osigurača u potpunosti se može obezbediti zaštita od preopterećenja i kratkih spojeva.

Na poseban zahtev ugrađujemo i odvodnike namenjene za zaštitu transformatora i potrošača od atmosferskih pražnjenja kao i dodatnu opremu za zaštitu od podnapona i zemljospoja.

Cena klasičnih transformatora u odnosu na autotransformator za navedeni prenosni odnos i istu snagu je za oko 25 % veća.

Postavljanjem ovih autotransformatora na niskonaponsku mrežu dobijamo:

- poboljšanje naponskih prilika NN voda;

- kvalitet isporučene energije;

- znatno jeftiniju investiciju od klasične (10 kV voda i TS 10/0.4 kV ili izmena NN voda);

- mogućnost ugradnje u različitim tačkama NN voda i po fazama;

- brza i jednostavna ugradnja - ne zahteva angažovanje specijalne mehanizacije.

### MONTAŽA

Autotransformatori su postavljeni u zaštitno kućište prilagođeno za montažu na drvene i betonske stubove pomoću metalne konzole. Sa donje strane kućišta postavljeni su uvodnici kabla u položaju koji sprečava ulazak vode u kućište.

Transformatori bez zaštitnog kućišta ne smeju biti izloženi atmosferskim padavinama. Priključivanje transformatora na mrežu se obavlja preko rednih klema, izolatora ili pak preko posebnih bakarnih priključaka za jedinice većih snaga. Obratiti pažnju da priključci kabla, kablovske papučice (igličaste,



okaste) budu dobro pritegnuti kako bi se obezbedila kvalitetna električna i mehanička veza. Nepritegnute priključne veze imajuće za posledicu zagrevanje kontaktnih površina iznad dozvoljene granice što se može preneti i na temperaturu namotaja i zagrevanje priključnih provodnika.

Da bi se smanjila buka transformatora, vezivanje transformatora za kućište je urađeno umetanjem tvrde gume između stranica transformatora i nosećih konzola.

Pre puštanja transformatora u pogon obavezno prekontrolisati ispravnost priključnih veza kao i vezu zaštitnog provodnika na transformatoru i kućištu gde je to označeno.

Postavljanjem autotransformatora namenjenih za poboljšanje naponskih prilika u niskonaponskim trofaznim mrežama obavezno uzemljiti zvezdište transformatora i stub na koji se postavljaju prema odredbama Pravilnika o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadajućih transformatorskih stanica.

Svaki transformator ovakvog tipa, proizveden u našoj fabrici je komadno ispitan te je praćen fabričkim izveštajem o ispitivanju. Nikakvo ispitivanje transformatora pre puštanja u rad nije potrebno, čak iako duže vremena nije bio u pogonu. Dovoljni su samo vizuelni pregledi, otklanjanje nečistoća ako postoje i provera ispravnosti i zategnutosti mehaničkih i električnih priključnih veza.

### ODRŽAVANJE

Tokom eksploatacije ovih transformatora održavanje skoro da nije potrebno. Preporučuje se s vremena na vreme provera sigurnosti veza na priključcima transformatora, jer usled vibracija u radu vremenom može doći do popuštanja. Takođe je potrebno pritegnuti i mehaničke veze vijaka za stezanje i centriranje jezgra kao i proveriti zategnutost vijaka koji su veza transformatora sa postoljem. Potrebno je takođe transformator obrisati od raznih nečistoća i to sve raditi periodičnim pregledom. Ovo sve raditi kad je transformator van pogonskog stanja. Ovi transformatori su po svojoj izvedbi otporni na vlagu i hemijske agense.

Ukoliko se desi da je transformator dugo vremena bio van pogona te poprimio razne nečistoće i vlagu, neophodno ga je očistiti, dovesti u suvo stanje i onda ga staviti u pogon.

U prostoriji ili napolju sa maksimalnom temperaturom okoline od 40°C, ovi transformatori su pogonski potpuno sigurni.

U zavisnosti od prenosnog odnosa kod autotransformatora se postiže veća ili manja ušteda u bakru. Kod većih prenosnih odnosa ušteda je manja. Uštedom u bakru dobija se više mesta u prostoru jezgra, pa se može povećati broj zavojaka i time smanjiti presek jezgra.

Imajući u vidu sve napred rečeno i prikazano zaključuje se da je autotransformator manjih dimenzija od klasičnog transformatora sa dva namotaja za istu snagu.

Pri svemu ovome treba naglasiti da je značajna ušteda kod transformatora kod kojih je prenosni odnos bliže jedinici. Ozbiljan nedostatak kod autotransformatora je galvanska veza između primara i sekundara, što često puta nije dopustivo.

Merna skica transformatora sa kućištem data je na sledećem crtežu a odgovarajuće dimenzije date su u tabelama 1. i 2. ispod.

### ATTES I AMTES U KUĆIŠTU

TROFAZNI AUTOTRANSFORMATOR U KUĆIŠTU SA UGRAĐENIM ZAŠTITAMA OD PREOPTEREĆENJA, KRATKOG SPOJA, ZEMLJOSPOJA I ATMOSFERSKIH PRAŽNENJA

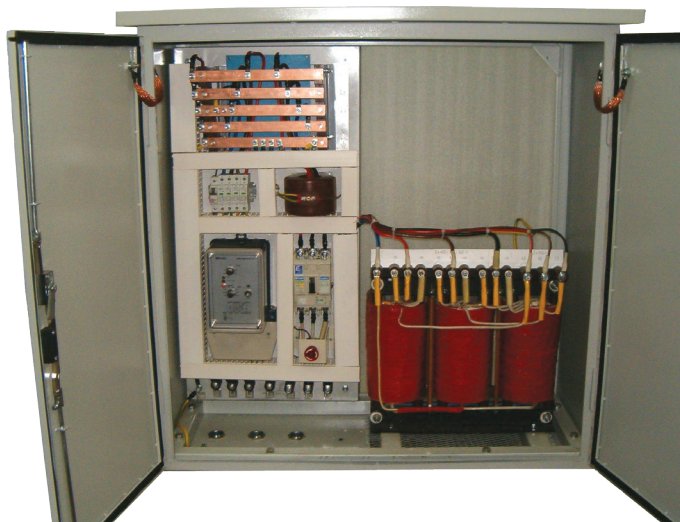


Tabela 1 – Dimenzije kućišta trofaznih autotransformatora

Tip autotransformatora	Naznačena snaga (kVA)	Naznačeni prenosni odnos (V/V)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Masa (kg)
<b>ATTES-10</b>	10	3x400±5%//3x900(950)	700	450	630	73
<b>ATTES-12.5</b>	12.5		700	450	630	85
<b>ATTES-16</b>	16		750	450	680	103
<b>ATTES-20</b>	20		750	450	680	121
<b>ATTES-25</b>	25	3x900(950)//3x400±5%	800	460	750	140
<b>ATTES-31.5</b>	31.5		800	460	750	169
<b>ATTES-40</b>	40		800	460	750	198
<b>ATTES-50</b>	50		800	500	800	257

Napomena: Na zahtev kupca naznačene snage kao i prenosni odnosi mogu biti i drugačiji.

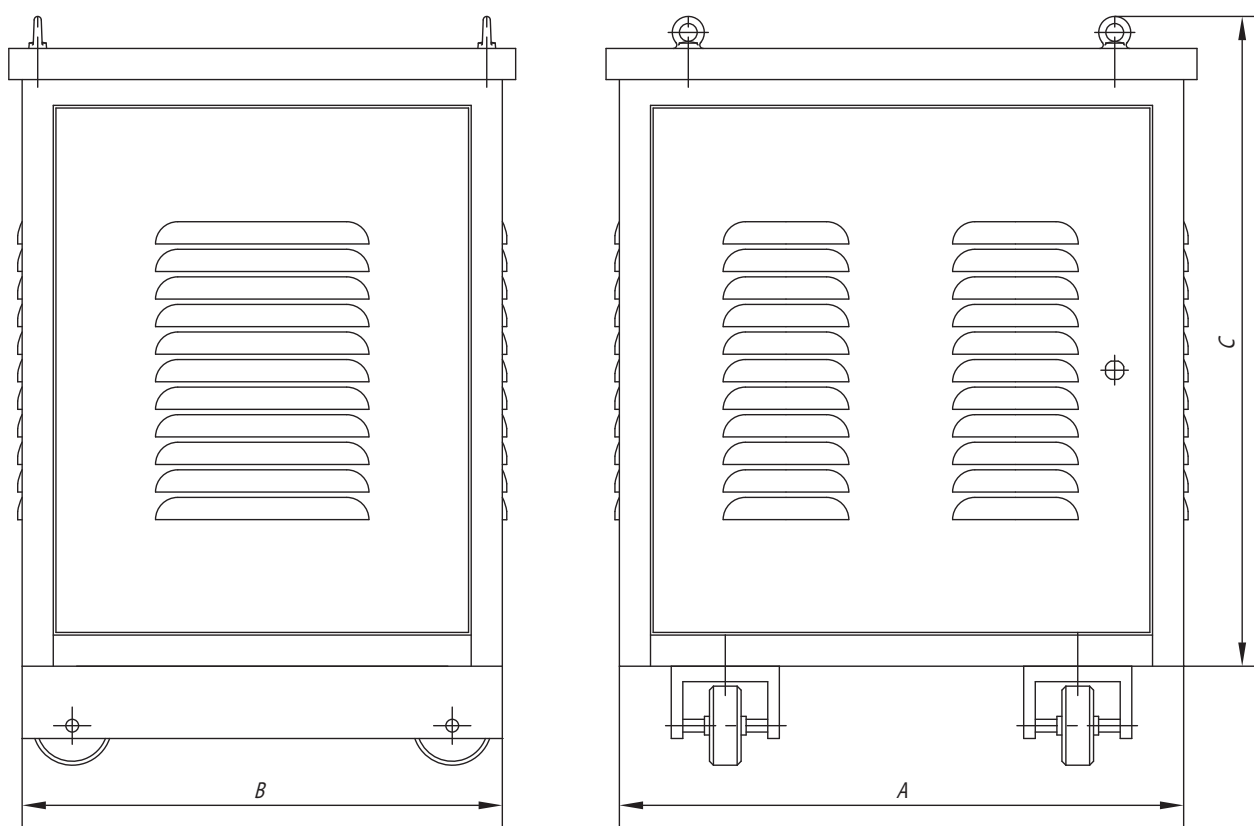
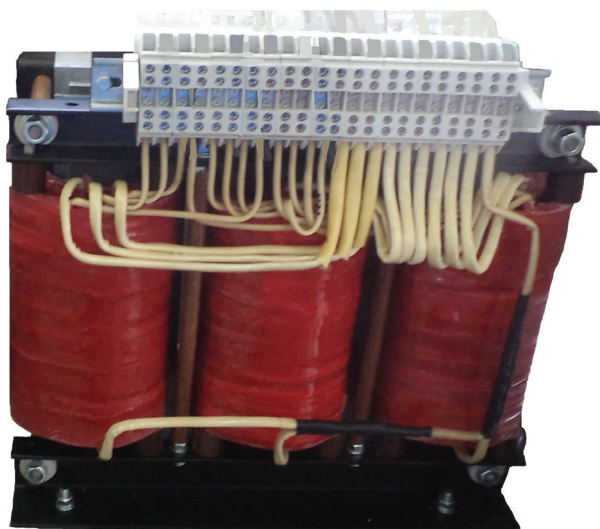


Tabela 2 – Dimenzije kućišta monofaznih autotransformatora

Tip autotransformatora	Naznačena snaga (kVA)	Naznačeni prenosni odnos (V/V)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Masa (kg)
<b>AMTES-5</b>	5	230±5%/520(550)	550	400	500	50
<b>AMTES-6.3</b>	6.3		550	400	500	54
<b>AMTES-8</b>	8		550	400	500	65
<b>AMTES-10</b>	10	520(550)//230±5%	600	400	550	75
<b>AMTES-12.5</b>	12.5		600	400	550	90
<b>AMTES-16</b>	16		700	450	630	112
<b>AMTES-20</b>	20		700	450	630	131

Napomena: Na zahtev kupca naznačene snage kao i prenosni odnosi mogu biti i drugačiji.

### ATTES I AMTES



TROFAZNI AUTOTRANSFORMATOR ATTES

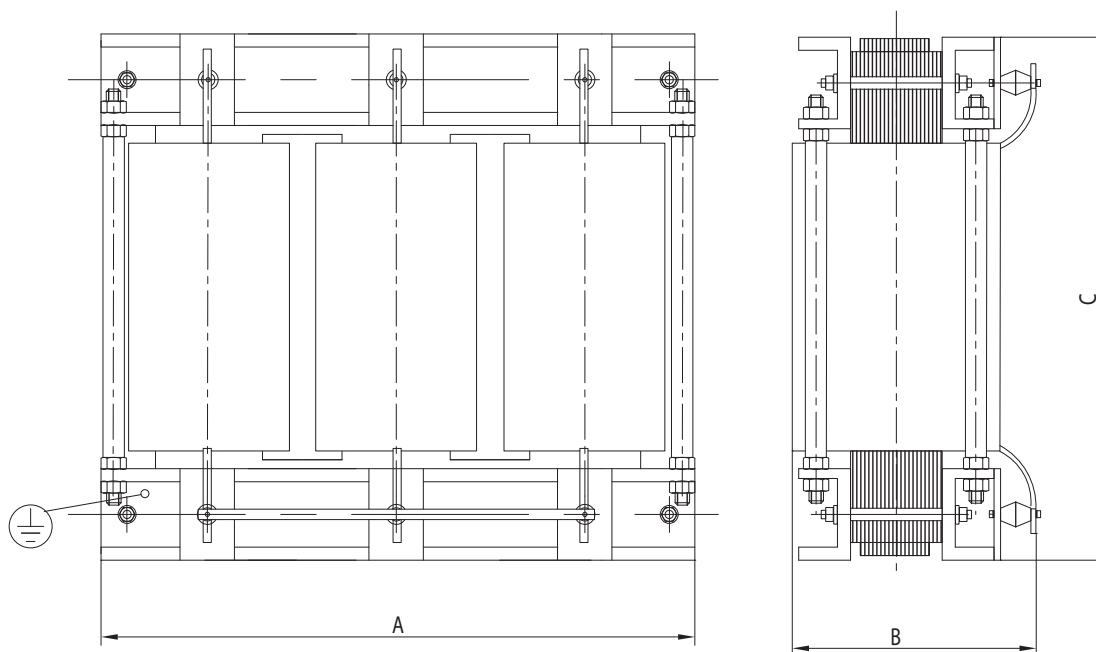


Tabela 3 – Dimenzije trofaznih autotransformatora

Tip autotransformatora	Naznačena snaga (kVA)	Naznačeni prenosni odnos (V/V)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Masa (kg)
ATTES-10	10	3x400±5%//3x900(950)	370	166	315	58
ATTES-12.5	12.5		370	172	320	64
ATTES-16	16		420	188	360	80
ATTES-20	20	3x900(950)//3x400±5%	420	198	360	93
ATTES-25	25		450	208	410	108
ATTES-31.5	31.5		460	218	420	130
ATTES-40	40		460	232	420	145
ATTES-50	50		540	495	590	198

Napomena: Na zahtev kupca naznačene snage kao i prenosni odnosi mogu biti i drugačiji.



MONOFAZNI AUTOTRANSFORMATOR AMTES

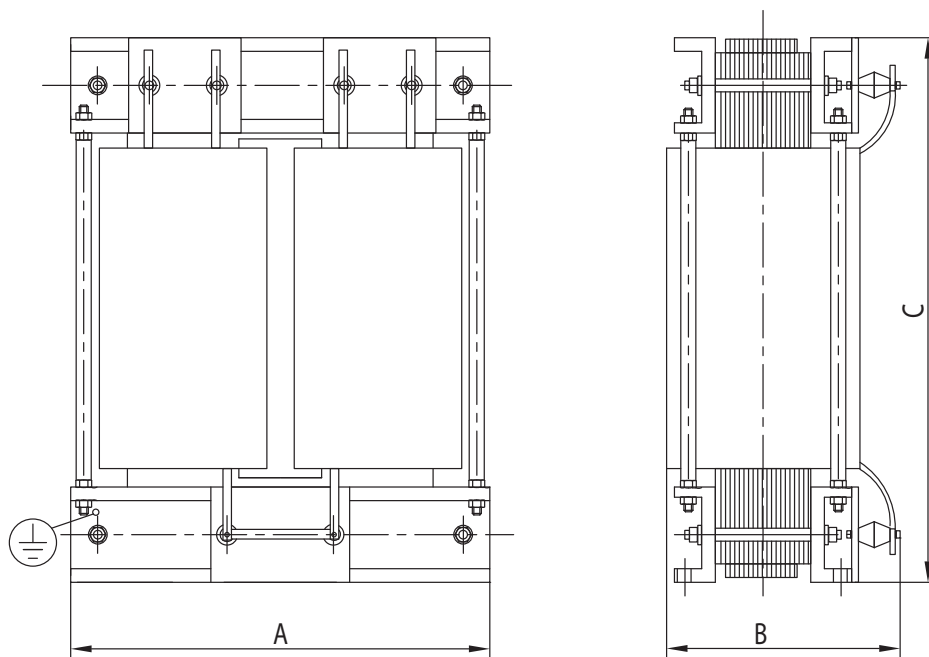


Tabela 4 – Dimenzije monofaznih autotransformatora

Tip autotransformatora	Naznačena snaga (kVA)	Naznačeni prenosni odnos (V/V)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Masa (kg)
<b>AMTES-5</b>	5	230±5%/520(550)	250	186	285	33
<b>AMTES-6.3</b>	6.3		250	196	285	37
<b>AMTES-8</b>	8		260	200	285	41
<b>AMTES-10</b>	10		260	230	315	53
<b>AMTES-12.5</b>	12.5	520(550)//230±5%	260	250	335	61
<b>AMTES-16</b>	16		310	240	385	78
<b>AMTES-20</b>	20		340	250	425	93

Napomena: Na zahtev kupca naznačene snage kao i prenosni odnosi mogu biti i drugačiji.

## VROT-X



### UVOD

#### OPIS

Samoupravljivi regulator energije namenjen je za upravljanje naponskim prilikama u niskonaponskoj mreži, simetriranju opterećenja duž voda gde se ugrađuje, eliminisanju povratne struje po neutralnom provodniku za potrošače priključene iza uređaja VROT -\*, poboljšanju uslova rada zaštite kao i selektivnosti zaštite, te zaštiti potrošača od previsokog napona kod kratkih spojeva između faznog i neutralnog provodnika. Odlikuje se velikim stepenom prenosa maksimalne snage po niskonaponskom vodu.

Osnovni elementi su: osiguračka kutija, specijalni galvanski izolovan energetski transformator suve izvedbe i upravljačka kutija.

#### OSIGURAČKA KUTIJA

Opremljena je automatskim osiguračem velike rasklopne moći. Poklopac je proziran tako da se vizuelno može ustanoviti statusno stanje rasklopnog i zaštitnog elementa.

#### SUVI ENERGETSKI TRANSFORMATOR

To je specijalan tip upravljivog transformatora čiji rad je zasnovan na principu upravljanja promenjivom strukturom galvanski razdvojenog kola i ne spada u gru-

pu autotransformatora. Izrađen je od najkvalitetnijih epoksidnih smola predviđenih za spoljno-unutrašnju ugradnju, a dimenzije su optimalizovane s obzirom na snagu i mesto ugradnje. Izuzetna pažnja je poklonjena dizajnu, mehaničkim i elektroenergetskim karakteristikama u pogledu termodinamičkih, dijalektričnih opterećenja i gubitaka (gubici u gvožđu i bakru), što ga čini veoma efikasnim, pouzdanim i dopadljivim.

#### UPRAVLJAČKA KUTIJA

Izrađena je od najkvalitetnijih materijala PVC u zaštiti IP 54, a opremljena je elektronikom koja je galvanski odvojena od niskonaponske mreže i koja vodi transformator. Specijalnim izvršnim organom elektronika daje nalog za ulazak transformatora u regulaciju. Elektronski sklop ima i funkciju samotestiranja.

#### PRINCIP RADA

Zasniva se da elektronika koja je galvanski odvojena od niskonaponske mreže prati stanje parametara niskonaponskog voda na mestu ugradnje i po unesenom programu vrši upravljanje. Ugradnjom uređaja u projektovanu tačku na niskonaponskom odlazu na mestu ugradnje dobiju se identični parametri kao na sabirnicama pripadajuće transformatorske stanice 10(20)/0.4kV, tako da je ostvaren metod preslikavanja transformatorske stanice TS 10(20)/0.4kV u tačku ugradnje uređaja.



### NAČIN I MESTO UGRADNJE

Samoupravljivi regulator energije nalazi se na specijalno dizajniranoj nerđajućoj metalnoj konzoli. Ugrađuje se na visinu 1m ispod najnižeg provodnika NN mreže. Priključak na niskonaponsku mrežu ostvaruje se tako što se primarni provodnici priključuju na linijski napon mrže, a sekundar

se veže na fazni i neutralni provodnik. Na mestu ugradnje potrebno je uraditi združeno uzemljenje. Koristi se jedan transformator po fazi.

### ZAŠTITA OD DIREKTOG NAPONA DODIRA

Svi delovi uređaja koji su pod naponom su pokriveni.

### KARAKTERISTIKE SAMOUPRAVLJIVIH TRANSFORMATORA

TEHNIČKI PODACI	VROT-3	VROT-5	VROT-10	VROT-18
Naznačena snaga (kVA)	3	5	10	18
Naznačeni napon mreže (V)	400/231			
Vrednost napon na izlazu (V)	230 ± 10%			
Stepen izolacije (kV)	1			
Ispitni napon 50Hz, 1min (kV)	3			
Udarni napon 1,2/50μs (kV)	6			
Naznačena struja na izlazu (A)	13	22	44	80
Gubici u transformatoru $P_{cu} (W)/P_{fe} (W)$	120/22	160/30	310/50	500/80
Faktor snage transformatora $\cos \varphi$	0.95			
Stepen mehaničke zaštite	IP 54			
Temperaturni opseg	-30°C do +45°C			
Način ugradnje	u svim položajima na stubu			

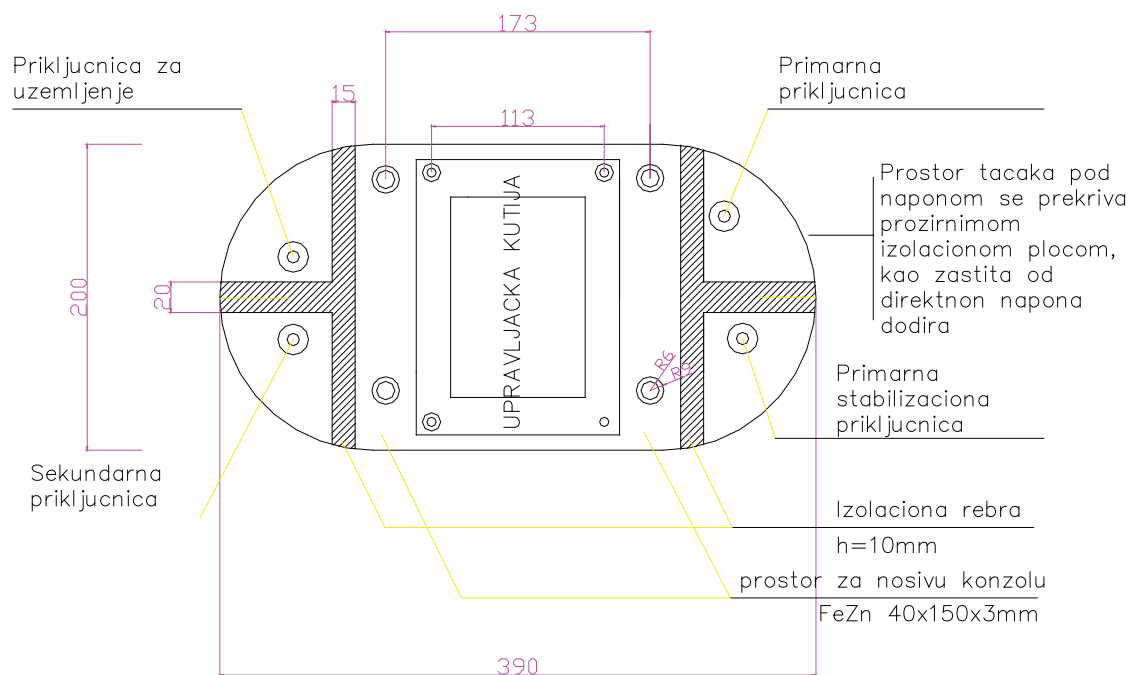
Pogodnosti koje nam omogućava korištenje ovog sistema:

- jednostavna i brza ugradnja;
- mala investicija kada se radi rekonstrukcija mreže;
- znatno veća efikasnost sistema pri prenosu energije duž NN voda ;
- smanjeni gubici energije pri prenosu do potrošača;
- mogućnost prenosa znatno veće snage na veće udaljenosti uz održavanje kontinualnih naponske prilike duž niskonaponskog voda u granicama definisanim standarda IEC 60038/EN 50160;
- eliminisan uticaj viših harmonika zbog galvanskog odvajanja;
- eliminisano opterećenje neutralnog provodnika u trafostanici, kod velikih nesimetrija, jer je na mestu ugradnje  $I_0 = 0$ ;
- poboljšani uslovi zaštite TNC-S sistema;
- zaštita potrošača od previsokog napona pri kratkom spoju faznog i neutralnog provodnika ili prekidu neutralnog provodnika;

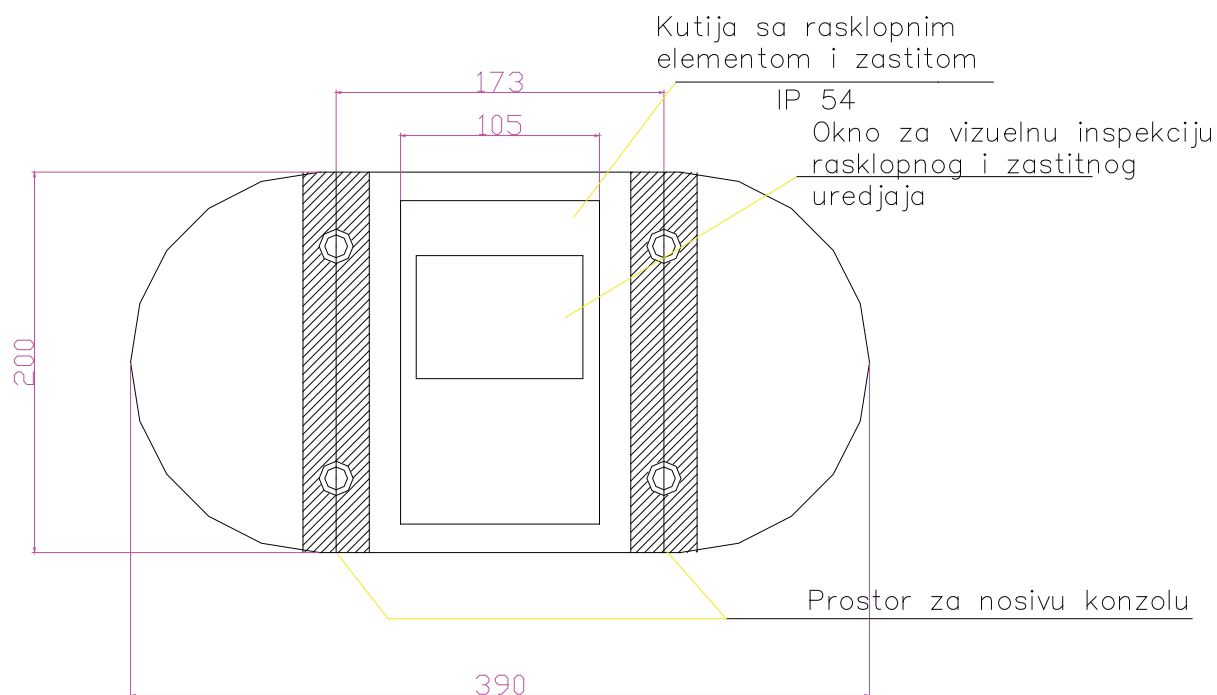
- simetriranje opterećenja po faznim provodnicima;
- postignuta selektivnost i osetljivost delovanja zaštite duž niskonaponskog voda;
- u kombinaciji sa samonosivim kablovskim snopom ne zahteva održavanje tog odlaza sa transformatorske stanice, pogotovo ako elektroenergetski vod prolazi kroz područja sa visokom vegetacijom;
- veoma podesan kao zamena za TS 10/0.4 kV, do 50 kVA pri napajanju malih konzuma;
- ukoliko se koristi kao zamena za TS 10/0.4 kV, do 50 kVA, smanjen broj ispada glavnih magistralnih vodova 10(20) kV zbog kvarova na visokonaponskom vodu koji prolazi kroz područja sa visokom vegetacijom i napaja trafostanicu TS 10/0.4 kV male snage;
- Veoma je podesan za prstenastu koncepciju mreže TS 10/0.4 kV 250 kVA sa 5 odlaznih izvoda po 50 kVA kad je reč o tipu VROT-18;
- veoma je podesan za primenu u industrijskim objektima, velikim zgradama i trgovinskim centrima za distribuirani sistem napajanja udaljenih potrošača.



Bočna strana 1.



Bočna strana 2.





Efekti dobijeni ugradnjom regulacionog transformatora u NN mrežu:

### SA VROT 18 U NISKONAPONSKOJ MREŽI

Naznačeni napon na transformatorskoj stanici 10(20)/0.4kV, 250 kVA Nivo 1	Korišteni provodnik u niskonaponskoj mreži Nivo 1 ka Nivou 2	Dužina NN voda [m]	Naznačena snaga / Linijski napon / Fazni napon na kraj voda Nivo 2	
			Simetrično 3 faze	Nesimetrično 1 faza
231/400V	AlFe 3x 25/4mm ili X00-A-3x25mm <sup>2</sup>	800	16kW/400/230V	7.8kW/230V
		450	30kW/400/230V	13.8kW/230V
		250	50kW/400/230V	18kW/230V
	AlFe 3x 35/6mm ili X00-A-3x35mm <sup>2</sup>	1100	16kW/400/230V	7.8kW/230V
		500	30kW/400/230V	13.8kW/230V
		300	50kW/400/230V	18kW/230V
	AlFe 3x 50/8mm ili X00-A-3x50mm <sup>2</sup>	1500	16kW/400/230V	7.8kW/230V
		800	30kW/400/230V	13.8kW/230V
		500	50kW/400/230V	18kW/230V
	X00-A-3x70mm <sup>2</sup>	2000	16kW/400/230V	7.8kW/230V
		1000	30kW/400/230V	13.8kW/230V
		600	50kW/400/230V	18kW/230V

X00-A je samonosivi kablovski snop. TABELA 1.0

### BEZ UGRAĐENOG VROT 18 U NISKONAPONSKU MREŽU

Naznačeni napon na transformatorskoj stanici 10(20)/0.4kV, X kVA Nivo 1	Korišteni provodnik u niskonaponskoj mreži Nivo 1 ka Nivou 2	Dužina NN voda [m]	Naznačena snaga / Linijski napon / Fazni napon na kraj voda Nivo 2	
			Simetrično opterećenje 3 faze	Nesimetrično opterećenje 1 faza
231/400V	AlFe 4x 25/4mm ili X00-A-4x25mm <sup>2</sup>	400	16kW/376/217V	5.00kW/207V
		225	30kW/376/217V	8.66kW/207V
		125	50kW/376/217V	15.4kW/207V
	AlFe 4x 35/6mm ili X00-A-4x35mm <sup>2</sup>	550	16kW/377/218V	5.00kW/207V
		320	30kW/377/218V	8.66kW/207V
		180	50kW/377/218V	15.4kW/207V
	AlFe 4x 50/8mm ili X00-A-4x50mm <sup>2</sup>	770	16kW/377/218V	5.00kW/207V
		450	30kW/377/218V	8.66kW/207V
		260	50kW/377/218V	15.4kW/207V
	X00-A-3x70+71.5 mm <sup>2</sup>	1000	16kW/377/218V	5.00kW/207V
		600	30kW/377/218V	8.66kW/207V
		340	50kW/377/218V	15.4kW/207V

TABELA 1.1

Za prenos većih snaga sa početka na kraj voda, kao i za veće distance od prikazanih u tabeli TABELA 1.0" potrebno je koristiti veće preseke provodnika.



### EFEKTI UGRADNJE MONOFAZNOG VROT 18 U MONOFAZNU NISKONAPONSKU MREŽU:

	Metod	Sa VROT 18		Bez VROT 18	
		R	N	R	N
Nivo 2	Faze na potrošaču	R	N	R	N
	Snaga na potrošaču	12.70kW		7.61kW	
	Struja kroz potrošač	55.5 A	55.5 A	42.52 A	42.52 A
	Napon na potrošaču	230.00 V		179.00 V	
	Potrošač dobija napajanje preko	VROT 18		Al/Fe -2 x 50/8mm <sup>2</sup>	
	Priključna veza prema trafostanici	R	S	R	N
Niskonaponski elektroenergetski vod 1000m	Korišteni provodnik	Al/Fe -2 x 50/8mm <sup>2</sup>		Al/Fe -2 x 50/8mm <sup>2</sup>	
	Struja koja teče kroz vod prema trafostanici	36.60 A	36.60A	42.52 A	42.52 A
	Gubici na niskonaponskom elektroenergetskomvodu [kW]	0.80	0.80	1.08	1.08
TS 10(20)/0.4kV Nivo 1	Naznačeni napon na trafostanici	230V			

TABELA 2

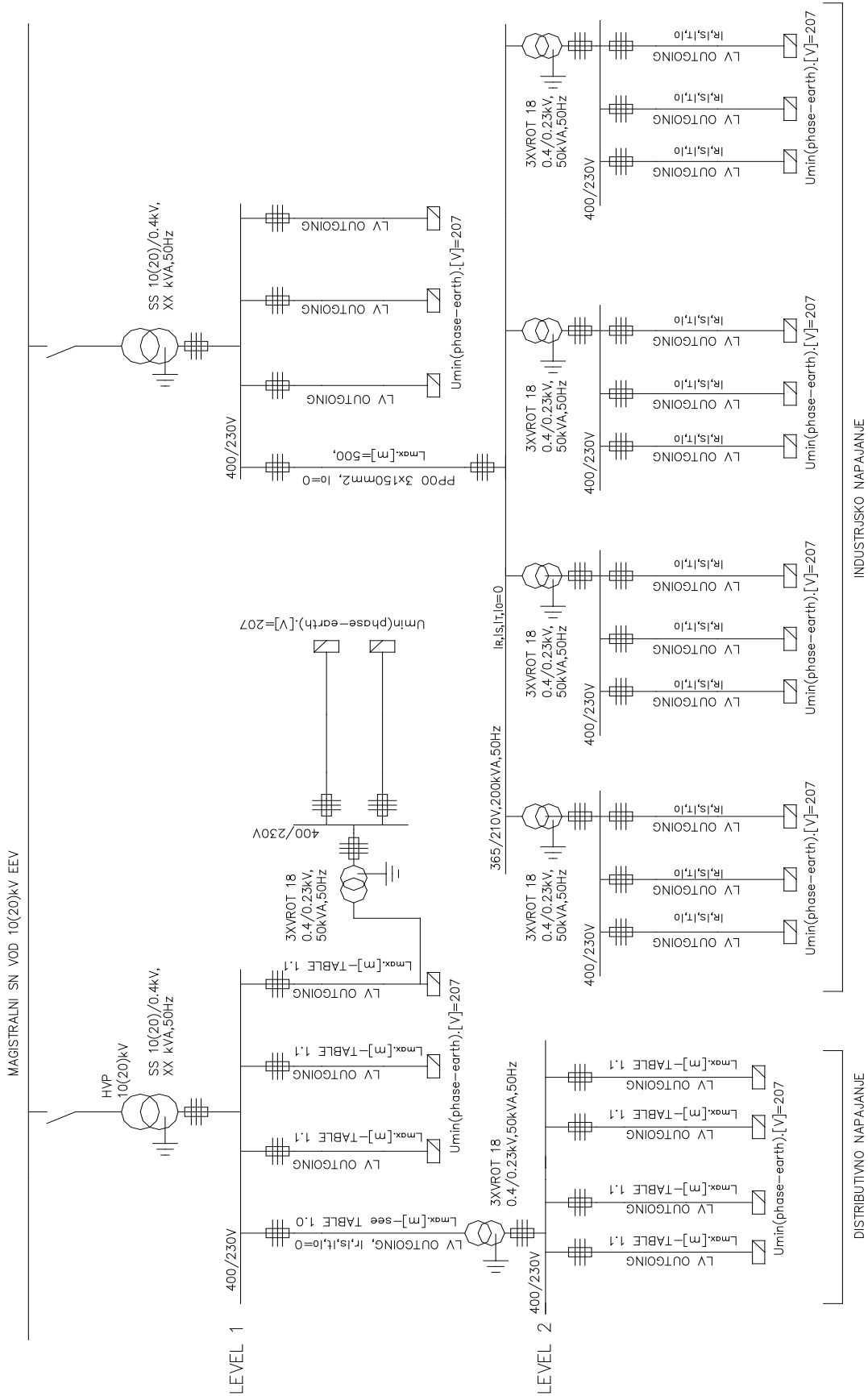
Rešavanjem problema kontinualnog održavanja napona u granicama definisanim standardom IEC 60038/EN 50160 duž niskonaponskog elektroenergetskog voda od pripadajuće transformatorske stanice 10/0.4 kV do poslednjeg potrošača u režimima rada od nesimetričnog do simetričnog opterećenja utičući samo na presek provodnika ili povećanjem napona na pripadajućoj transformatorskoj stanici 10/0.4 kV, nije efikasna metoda što se može videti kroz uporednu analizu prema tabeli 1.0 i 1.1, pogotovo, ako se vrši napajanje monofaznog konzuma što se vidi u tabeli 2.

Ukoliko je koncepcija razvoja srednjenaponske i niskonaponske mreže zasnovana na prstenastom napajanju preko transformatorskih stanica 10/0.4 kV, 250 kVA sa 5 odlaza, tada bi se mogao minimalno jedan odlaz uvek koristiti za napajanje udaljenih potrošača, koristeći se kombinacijom odgovarajućeg preseka provodnika i uređaja VROT -X u zavisnosti od zahtevane snage konzuma saglasno prikazanoj tabeli 1.0.

Primenom napred navedenog sistema za napajanje malog konzuma snage do 50 kVA u odnosu na klasična rešenja (prenos snage po 10(20) kV elektroenergetskomvodu, transformatorska stanica TS 10(20)/0.4 kV, 50 kVA) ostvarujemo:

- manje troškove održavanja pogotovo ako elektroenergetski vod prolazi kroz područja sa visokom vegetacijom gde je potrebno vršiti održavanje trase (proseka) ili korišćenje visokonaponskog kablovskog snopa;
- brža, jeftinija i lakša za održavanje mreža, kada se kao primarni vod za napajanje malog konzuma koristi niskonaponski kablovski snop sa uređajem VROT -X, nego visokonaponski kablovski snop;
- manji broj ispada magistralnog elektroenergetskog 10(20) kV kada se kao primarni provodnici koriste neizolovani Al/Fe –provodnici, pri prolasku voda kroz područja sa visokom vegetacijom.

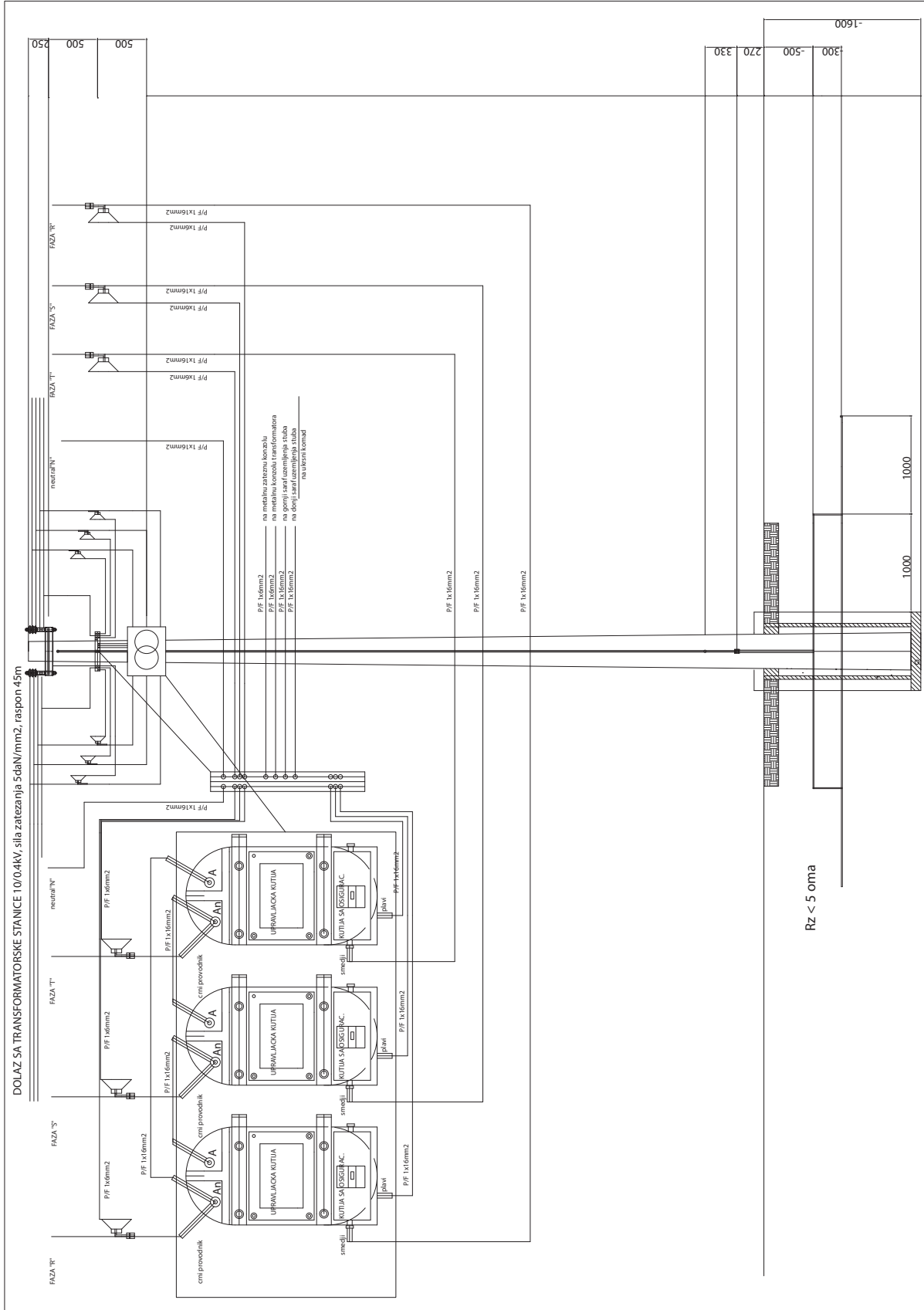
**PRIMENA TROFAZNOG VROT-18 U DISTRIBUTIVNOJ I INDUSTRIJSKOJ MREŽI**





# MREŽNI AUTOTRANSFORMATORI I SAMOUPRAVLJIVI REGULACIONI TRANSFORMATORI

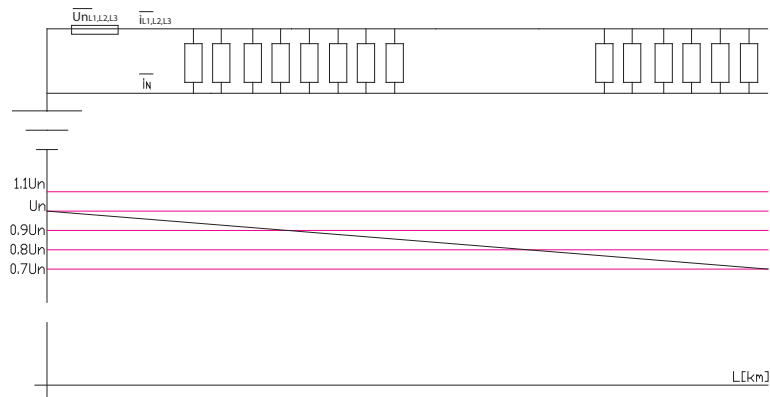
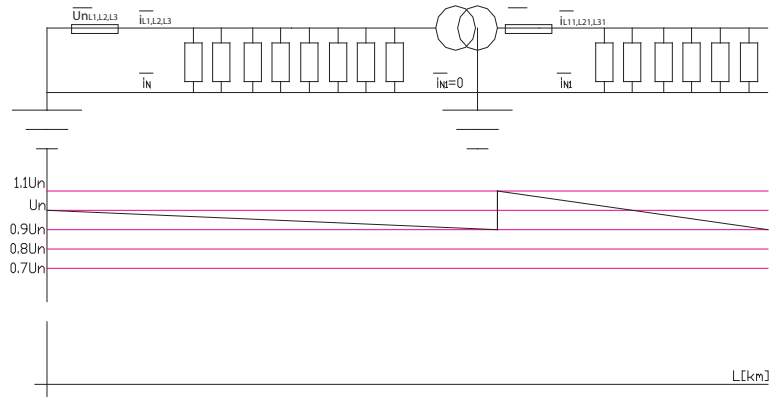
## SAMOUPRAVLJIVI REGULACIONI TRANSFORMATORI



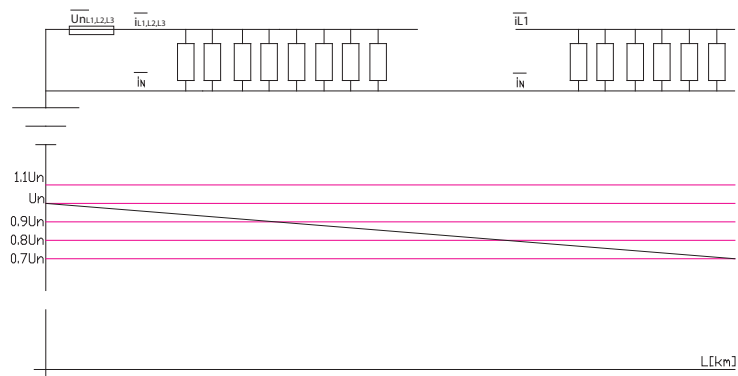
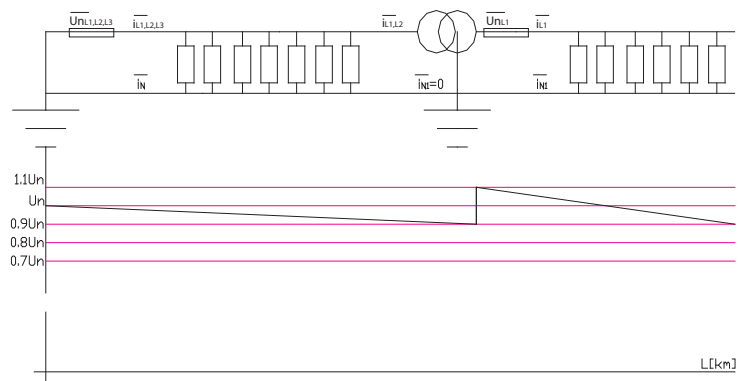


Karakteristika naponskih prilika duž niskonaponskog voda

Primena trofaznog VROT za trofazno napajanje konzuma na kraju voda

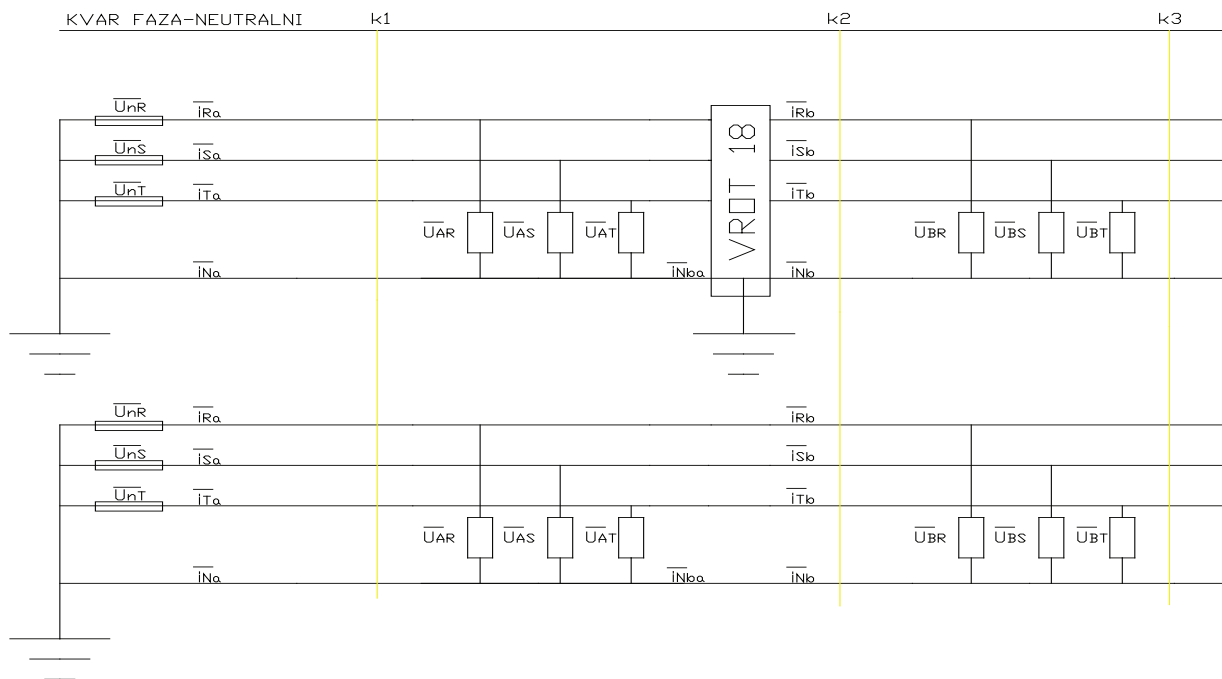


Primena monofaznog VROT za monofazno napajanje konzuma na kraju voda





Zaštita potrošača od previsokog napona u distributivnoj niskonaponskoj mreži pri kvarovima nastalim spojem faznog i neutralnog provodnika.



Simulacija mesta kvara	SA VROT 18			BEZ VROT 18		
	k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>	k <sub>3</sub>	k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>	k <sub>3</sub>
Provodnik	X00- 3x70+71.5mm <sup>2</sup>					
Udaljenost od pripadajuće trafostanice[m]	200	600	1000	200	600	1000
<b>i<sub>Ra</sub></b> [A] <b>U<sub>RA</sub></b> [V]	1224.04 12.18	709.81 117.30	757.60 117.98	1241.04 12.41	483.38 14.46	516.42 15.45
<b>i<sub>Sa</sub></b> [A] <b>U<sub>SaA</sub></b> [V]	39.18 297.36	710.18 117.15	758.00 117.80	61.40 293.42	58.45 279.35	58.70 280.51
<b>i<sub>Ta</sub></b> [A] <b>U<sub>TA</sub></b> [V]	67.71 293.54	57.07 212.74	57.35 213.91	67.40 292.63	63.90 277.41	64.19 278.69
<b>i<sub>Na</sub></b> [A]	1163.54	14.24	14.4	1145.04	393.64	426.24
<b>i<sub>Nab</sub></b> [A]	0	0	0	43.42	442.91	475.65
<b>i<sub>Rb</sub></b> [A] <b>U<sub>RB</sub></b> [V]	0 136.12	1176.73 16.90	1256.00 3.38	0 23.10	482.03 7.29	514.98 2.19
<b>i<sub>Sb</sub></b> [A] <b>U<sub>SB</sub></b> [V]	29.08 234.36	24.37 196.46	24.50 195.21	36.40 275.85	34.66 281.05	34.80 277.39
<b>i<sub>Tb</sub></b> [A] <b>U<sub>TB</sub></b> [V]	12.40 135.07	13.42 196.60	13.48 198.22	19.97 280.88	18.94 279.53	19.02 278.49
<b>i<sub>Nb</sub></b> [A]	23.26	1173.43	1252.49	43.42	442.91	475.65

Izgled aparata ugradjenog u mofaznu niskonaponsku mrežu:



Uređaj VROT 18 napaja monofazno konzumno područje udaljeno 1500m od pripadajuće transformatorske stanice (TS 10(20)/0.4kV,250kVA).

Konzumno područje je prije ugradnje VROT 18- imalo potrošnju 750kWh/mesec

Konzumno područje je nakon ugradnje VROT 18- ima potrošnju 3.048kWh/mesec- kvalitet napona u skladu sa IEC 60038/EN 50160.



Slike ugradnje:



Uređaj se isporučuje krajnjem korisniku, sa svom spojnom i ovjesnom opremom, tako da se ugradnja vrši direktno bez prilagođenja.



**RESEARCH, DEVELOPMENT AND TESTING  
NATIONAL INSTITUTE FOR  
ELECTRICAL ENGINEERING  
ICMET CRAIOVA**

Address: Calea Bucuresti No.144, 200515 Craiova, ROMANIA  
Matriculation certificate: J 16/312/1999; Fiscal code: RO3871599  
Phone: 0351 – 404888, 0351 – 404889; Fax: 0251 – 415482, 0351 – 404890;  
www.icmet.ro, e-mail: market@icmet.ro

**HIGH VOLTAGE DIVISION - HVD  
LOW VOLTAGE LABORATORY**  
Phone: 0351 – 402425; e-mail: ljt@icmet.ro

**TEST REPORT**

Nr. 20093 / 23.03.2010

1. **CUSTOMER:** Fabrica Mernih Transformatora Zajecar A.D.  
Paracinski put bb, 19000 Zajecar, SERBIA
2. **MANUFACTURER:** Fabrica Mernih Transformatora Zajecar A.D.  
Paracinski put bb, 19000 Zajecar, SERBIA  
ENERGO-GROUP D.O.O  
Petra Milosevica 7, 71123 I. Sarajevo, B&H
3. **TESTED PRODUCT:** Power low voltage transformer,  
type VROT 18, 400 V, 18 kVA, serial no. 2/10
4. **REFERENCE STANDARD:** IEC 60076-11:2004
5. **TEST PERFORMED:** I. Separate-source AC withstand voltage test  
II. Induced AC withstand voltage test  
III. Lightning impulse test
6. **TEST DATE:** 23.03.2010
7. **TEST RESULT:** The product PASSED the test.

This report contains 7 pages and it is edited in 4 copies from which 3 copies for customer and one copy for laboratory.

**HEAD OF HV DIVISION,**  
Eng. Ion PĂTRU



**HEAD OF LABORATORY,**  
Eng. Aurelia SCORNEA

**Issue date:** 25.03.2010

**WARNINGS:**

- a. The results refer to the tested product only.
- b. Publication or reproduction of the contents of this report in any other form, unless its complete photocopying, is not allowed without writing approval of the division to which laboratory belong to.
- c. Accreditation of the laboratory or any of its test reports issued under accreditation regime do not constitute or do not imply themselves an approval of the product by the accreditation body.
- d. All signatures from the present report are originals.
- e. The product was presented to be tested by the customer.

**Fabrika mernih transformatora Zaječar d.o.o.**

Stražilovska 57, 19000 Zaječar

Centrala: +381 19 3413 122; +381 19 3413 222; +381 19 3413 111

Generalni direktor: +381 19 31 5555 1

Sektor prodaje: +381 19 31 5555 5; +381 19 31 5555 6;

+381 19 31 5555 8; +381 19 3413 111

[komercijala@fmt.rs](mailto:komercijala@fmt.rs)

Sektor nabavke: +381 19 31 5555 7

Sektor razvoja: +381 19 31 5555 3

Sektor finansija: +381 19 31 5555 2

[www.fmt.rs](http://www.fmt.rs) • [office@fmt.rs](mailto:office@fmt.rs)

