

Datum: 30.05.2010. god.

**Predmet:** Mišljenje o ispunjenosti kriterijuma za priznanje tehničkog rešenja

Na osnovu dostavljenog materijala, u skladu sa odredbama *Pravilnika o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača*, koji je doneo Nacionalni savet za naučni i tehnološki razvoj Republike Srbije ("Službeni glasnik RS", br. 38/2008) **recenzenti: Doc dr. Tomislav Šekara i Prof.dr Zoran Stojiljković, sa Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu su ocenili da su ispunjeni uslovi za priznanje svojstva tehničkog rešenja sledećem rezultatu naučnoistraživačkog rada:**

**NAZIV: Prototip uređaja za merenje zakošenja segmentnih zatvarača i klapni ustave "Stajićevo"**-(Projekat sa ev. br. 399 01 500 79: *Projekat rekonstrukcije elektroopreme ustave "Stajićevo"*).Rukovodilac projekta: *Dr Željko Despotović.*

**Autori:** Dr Željko Despotović, mr Miloš Jovanović-*Institut "M.Pupin", Beograd, Aleksandar Jevtović- IMP ProjektInženjering, Beograd*

**Kategorija tehničkog rešenja:** M(82) – industrijski prototip

## OBRAZLOŽENJE

Recenzentska komisija je utvrdila da je predloženo rešenje urađeno za *Preduzeće ELEKTROVOLT, ul V.Nikolaja 25, Valjevo i JVP "VODEVOJVODINE", Novi Sad.*

**Subjekt koji rešenje koristi:** *Preduzeće ELEKTROVOLT, ul V.Nikolaja 25, Valjevo i JVP "VODEVOJVODINE", Novi Sad.*

**Predloženo rešenje je urađeno:** u periodu jul-oktobar 2006 godine.

**Subjekt koji je rešenje prihvatio i primenjuje:** *JVP "VODEVOJVODINE", Novi Sad.*

**Rezultati su verifikovani na sledeći način, tj. od strane sledećih tela:**

*Služba elektro održavanja JVP "VODEVOJVODINE".*

**Predloženo rešenje se koristi na sledeći način:** *Integralni je deo elektro-upravljačkog sistema ustave "Stajićevo"- JVP "VODEVOJVODINE". .*

**Oblast na koju se tehničko rešenje odnosi je** *Vodoprivreda, mehatronika , električna merenja*

**Problem koji se tehničkim rešenjem rešava:**

Zakošenje segmentnog zatvarača nastaje kao posledica nedovoljne sinhronizovanosti levog i desnog pogona, odnosno uređaja za *dizanje/spuštanje* zatvarača. U slučaju neravnomernog *dizanja/ spuštanja* zakošenje segmentnog zatvarača je uslovljeno:

- zazorom između točkova za bočno vođenje zatvarača i ubetoniranih bočnih vodica
- zazorima u ležajevima "nogu" segmentnog zatvarača
- nedovoljna krutost "nogu" i tela segmenta zatvarača, odnosno plastične deformacije ovih sklopova.

Za navedene uslove merenja položaja i zakošenja segmentnog zatvarača potrebno je razviti robustan i pouzdan merni digitalni uređaj baziran na apsolutnom merenju pozicije. Ovaj uređaj

treba prilagoditi osovini doboša užeta. Izvedba mernog uređaja treba da bude IP65. Pri realizaciji predloženog rešenja merenja položaja i zakošenja segmentnog zatvarača potrebno je izraditi platforme od čelične konstrukcije dimenzija 1.2x2.5m koje bi nosile enkoderske uređaje - sklop doboša sa sajlama, protivteg sa ugrađenim enkoderom i kablovskim vezama sa upravljačkim pultom.

### Stanje rešenosti problema u svetu:

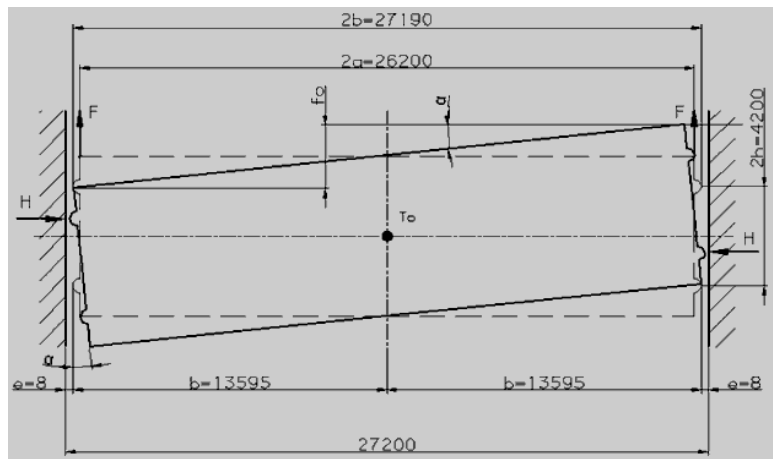
Problem zakošenja segmentnih zatvarača na ustavama je u svetski okvirima rešavan u sklopu integralnih sistema koji se nude na svtekome tržištu. Tako veliki svetski proizvođači ove oreme (*Vortex Hydra, Golden Harvest Inc., Armtec, Waterman-Industries, ...* itd.) nude sisteme "ključ u ruke" i po pravilu teško se mogu naći merni sistemi pojedinačno. Rekonstrukcija postojećih pogona bez zamene mehanike je skopčana sa rešavanjem problema mernog sistema zavisno od tipa zatvarača. Svi pomenuti proizvođači nude radijalne segmentne zatvarče za potrebe kontrole protoka u sistemima za zaštitu od poplava, hidro projekta i drugih sistema za kontrolu voda. Radijalni segmentni zatvarači su dimenzionisani za kontrolu protoka. Rad ovih segmentnih zatvarača se postiže pomoću tandema bubanj dizalica sa sajlom u kombinaciji s električnim ili ručnim pogonom. Ovi pogoni sadrže i indikatore položaja, krajnje (limit prekidače), detektore momenta preopterećenja, kao i automatizovano otvaranje i zatvaranje. U oba režima rada se kontroliše vrednost zakošenja segmenta. Ovu opremu proizvođač isključivo prodaje integrisanu u celokupan sistem (segmentni zatvarač, pogoni, senzori za merenje pozicije, reduktorske sklopke, krajnji prekidači i sl.) i nije je moguće nabaviti po prihvatljivim cenama.

### Sušтина tehničkog rešenja:

Zakošenje segmentnog zatvarača nastaje kao posledica nedovoljne sinhronizovanosti levog i desnog pogona, odnosno uređaja za dizanje-spuštanje zatvarača. U slučaju neravnomernog dizanja (spuštanja) zakošenje segmentnog zatvarača uslovljavaju :

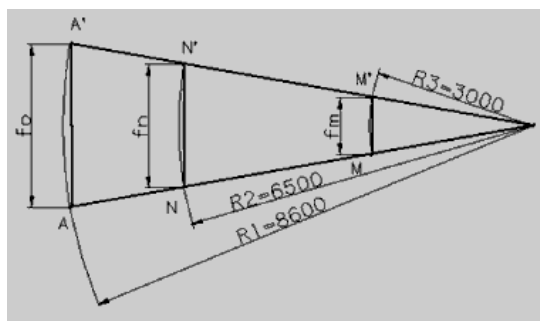
1. Zazor "e" između točkova za bočno vođenje zatvarača i ubetoniranih bočnih vođica.
2. Zazori u ležajevima "nogu" segmentnog zatvarača.
3. Nedovoljna krutost "nogu" i tela segmenta zatvarača odnosno plastične deformacije ovih sklopova.

Ovo zakošenje može nastati i usled nasedanja sklopova segmenta na različite vrste nanosa kao što je slučaj kod uređaja za dizanje baziranih na galovim lancima. Pravilno izabran zazor "e" predstavlja jedinu merodavnu veličinu za određivanje dozvoljenog zakošenja segmentnog zatvarača. Ovde se pretpostavlja, što je pretežno i slučaj, da ugrađeni ležajevi nogu zatvarača dozvoljavaju znatno veća zakošenja od onih koje dozvoljava zazor "e".



Sl.1. Prikaz zakošenja segmentnog zatvarača

Zakošenje “ $f_o$ ” tela segmentnog zatvarača predstavlja visinsku razliku krajnjih tačaka gornje ivice segmenta, kada se telo segmentnog zatvarača zakrene oko središnje ose  $To$  za određeni ugao  $\alpha$ , čemu proporcionalno odgovara visinska razlika prihvatnih tačaka mehanizma za dizanje “ $f_n$ ” i prihvatnih tačaka mehanizma za merenje zakošenja “ $f_m$ ”.



Sl.2. Bočna geometrija segmentnog zatvarača

Pretpostavlja se da su, kada nema zakošenja, prihvatne tačke uređaja za dizanje i uređaja za merenje zakošenja u ravni paralelnoj sa gornjom prelivnom ivicom odnosno “nožem” zatvarača.

Iz bočne geometrije sa Sl.2. možemo napisati sledeće geometrijske odnose:

$$\frac{f_o}{R_1} = \frac{f_n}{R_2} = \frac{f_m}{R_3}, \text{ odnosno}$$

$$f_n = \frac{R_2}{R_1} f_o = \frac{6500}{8600} f_o = 0.75581 f_o; \text{ i}$$

$$f_m = \frac{R_3}{R_1} f_o = \frac{3000}{8600} = 0.34884 f_o;$$

gde su:

$R_1$  - rastojanje tačkova za bočno vođenje od ose ležaja segmentnog zatvarača

$R_2$  – rastojanje tačke vešanja pogona od ose ležaja segmentnog zatvarača

$R_3$  – rastojanje tačke vešanja uređaja za merenje zakošenja od ose ležaja segmentnog zatvarača

$f_o$  – zakošenje tela segmentnog zatvarača

$f_n$  – visinska razlika tačaka vešanja segmentnog zatvarača

$f_m$  – visinska razlika tačaka veze uređaja za merenje zakošenja

(Kod računskog određivanja zakošenja na objektu, potrebno je izmeriti zazore “ $e$ ” sa obe strane segmenta, sabrati obe vrednosti, pa zbir podeliti sa dva i prema ovako dobijenoj srednjoj vrednosti “ $e$ ” naći u tabeli 1. odgovarajuću vrednost mogućeg zakošenja  $f_o$ .)

U tabeli 1. je prikazano zakošenje  $f_o$  kao funkcija zazora “ $e$ ” za vrednosti od  $e=1mm.....20mm$ . Tačna vrednost za  $f_o$  se može izračunati prema obrascu:

$$f_o = 2a \frac{\frac{b+e}{\sqrt{h^2 - 2be - e^2}} - \frac{b}{h}}{\sqrt{1 + \left(\frac{b}{h}\right)^2} \sqrt{1 + \left(\frac{b+e}{\sqrt{h^2 - 2be - e^2}}\right)^2}};$$

a približna vrednost , sa dovoljnom tačnošću, je

$$f_o = \frac{2a}{h} e;$$

Bočni zazor $e$ (mm)	Zakošenje ( $f_o$ ) (računske vrednosti)			Red. razlika u visini tačaka za vezu	
	$f_o = \frac{2a}{h} e$ (mm)	Približna vrednost	Tačna vrednost	Uređaj za nošenje $f_n$ (mm)	Uređaj za merenje zakošenja $f_m$ (mm)
1.	12.48	12.5	12.6	$0.7558 \cdot f_o = 9.4$	$0.3488 \cdot f_o = 4.3$
2.	24.95	25	25.2	18.9	8.7
3.	37.43	37.5	37.8	28.3	13.1
4.	49.90	50	50.3	37.7	17.4
5.	62.38	62.5	62.87	47.1	21.8
6.	74.86	75	75.3	56.6	26.1
7.	87.33	87.5	87.9	66.0	30.5
8.	99.80	100	100.5	75.4	34.8
9.	112.23	112	112.0	84.8	39.1
10.	124.76	125	126	94.3	43.5
12.	149.71	150	150.8	113.2	52.2
13.	162.19	162	163	122.6	56.6
14.	174.67	175	176.2	132.0	60.9
15.	187.14	187	188.5	141.4	65.3
16.	199.62	200	201	150.9	69.6
18.	224.57	225	227	169.7	78.3
20.	249.50	250	252	188.6	87.0
22.	274.48	275	277	207.5	95.7
25.	311.905	312	314	235.7	108.8

Približne vrednosti zakošenja ( $f_o$ ) u zavisnosti od ( $e$ ) **Tabela 1.**

Vrednosti veličina za  $b$ ,  $h$ ,  $e$  i  $2a$  su date na sl.1.

Ovako izračunato zakošenje “ $f_o$ ” važi za slučaj bez pojave bočnih sila “ $H$ ”, odnosno kada su točkovi ili klizači za bočno vođenje bez opruga i drugih elastičnih elemenata. Kada je stvarna razlika tačaka vešanja segmentnog zatvarača “ $f_n$ ” veća od “ $f_o$ ”, tada bi moglo doći do pojave bočnovodećih sila “ $H$ ” sa odgovarajućim silama trenja  $\mu H$ , koje bi dodatno opterećivale desni i levi pogon segmenta silom:

$$Z = \left( \frac{h}{a} \pm \mu \right) H$$

### Temperaturne promene

Prema DIN-u 19704 tačka 4.11, potrebno je uzeti u obzir razlike u temperaturi koje se mogu javiti u odnosu na srednju (montažnu) temperaturu, u našem slučaju od +10°C:

- Za konstrukcije koje su uvek iznad vode ili su pretežno iznad vode a povremeno se spuštaju u vodu, računaska razlika temperatura je  $\pm 35$  °C .
- Za konstrukcije koje vire iz vode, odnosno povremeno se podižu iznad malim delom ili koje su zaštićene od temperaturnih promena, računaska razlika temperatura je  $\pm 20$  °C .
- Za konstrukcije koje su stalno pod vodom ili u vodi, računaska razlika temperatura je  $\pm 10$  °C .

Za ovaj konkretan slučaj uzeto je radno područje promena temperature  $-20+10+40$  ( $^{\circ}C$ ) tj. maksimalna apsolutna razlika od  $\pm 30$   $^{\circ}C$ . Promena dužine segmentnog zatvarača – povećanje (smanjenje) iznosi:

$$\Delta l = \varepsilon \cdot l \cdot \Delta t = 12 \cdot 10^{-6} ({}^{\circ}C^{-1}) \cdot 26200(mm) \cdot (\pm 30^{\circ}C) = \pm 9.432(mm)$$

odnosno na svakoj strani po cca 5mm. Na bazi ovoga je i preporučen montažni zazor  $e_{max} = 8mm$ ; pod pretpostavkom da je temperatura čelika segmentnog zatvarača pri montaži i podešavanju bočnih točkova  $\pm 10^{\circ}C$ , a da pri temperaturi od  $+40^{\circ}C$  bočni točkovi ne zadiru u bočne vođice, odnosno da još uvek postoji bočni zazor od  $e \approx 3mm$ . Da bi bočni zazor bili u granicama zadatih vrednosti veoma je važno, pri podešavanju bočnih zazora “ $e$ ” meriti temperaturu čelika segmentnog zatvarača. U tabeli 2. date su zavisnosti bočnog zazora “ $e$ ” i “ $f_o$ ” od  $\Delta t$ , odnosno temperature segmentnog zatvarača.

$t$ $^{\circ}C$ čelika tela segmenta	$\Delta l$ (mm) smanjenje (povećanje) dužine segmenta	$e$ (mm) srednji zazor na svakoj stazi	$f_o$ (mm) moguće zakošenje tela segmenta	$f_n$ (mm) zakošenje točka za dizanje segmenta	$f_m$ (mm) reduk. razlika visina tačaka mernog uređaja
-20	-9.43	12.7	158.5	$0.7558 f_o = 119.8$	$0.3488 f_o = 55.3$
-15	-7.86	12.0	149.7	113.1	52.2
-10	-6.29	11.1	138.5	104.7	48.3
- 5	-4.72	10.4	129.8	98.1	45.3
$\pm 0$	-3.14	9.6	119.8	90.5	41.8
+5	-1.57	8.8	109.8	83.0	38.3
+10	$\mp 0.00$	8.0	100.0	75.6	34.9
+15	+1.53	7.2	89.8	67.9	31.3
+20	+3.14	6.4	79.8	60.3	27.8
+25	+4.72	5.6	69.9	52.8	24.4
+30	+6.29	4.9	61.1	46.2	21.3
+35	+7.86	4.1	51.2	38.7	17.9
+40	+9.43	3.3	41.2	31.1	14.4

Segment $l = 26200$ (mm)	$\Delta t$ $^{\circ}C$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40
	$\Delta l$ (mm)		0.31	0.63	0.94	1.26	1.57	1.89	2.20	2.52	2.83	3.14	6.29	9.43

**Tabela 2.** Zavisnosti bočnog zazora i zakošenja od temperature

$e = 8mm$  - preporučeni bočni zazor koji bi trebalo ostvariti pri remontu segmenta na  $+10$   $^{\circ}C$

$f_o = 100mm$  - zakošenje segmenta pri bočnom zazoru  $e = 8mm$ ,  $\alpha = 0^{\circ} 13' 5.8''$

$$(\tan \alpha = 8 / 2100 = 0.0038095)$$

$$f_o = \frac{2a}{h} e = \frac{26200}{2100} e = 12.4762e$$

$$f_n = 0.7558 f_o$$

$$f_m = 0.34884 f_o$$

Veličina zakošenja segmenta u zavisnosti od temperature

$$\Delta l = \varepsilon \cdot l \cdot \Delta t = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 26200 \Delta t = 0.3144 \Delta t \text{ mm}$$

Napomena:

- Iz ove tabele je moguće odrediti srednji bočni zazor “ $e$ ” pri svakoj navedenoj temperaturi čelika segmentnog zatvarača u opsegu  $(-20 < +10 < +40) \text{ } ^\circ\text{C}$ .
- U tabeli su data moguća zakošenja segmentnog zatvarača bez pojave bočnih sila  $H$ .

### Uređaj za merenje položaja i kontrolu zakošenja segmentnog zatvarača

#### *Položaj i zakošenje segmenta*

Na crt. br. 3390131000 prikazana je kinematika segmentnog zatvarača sa geometrijskim veličinama i osnovnim položajima:

- Segmentni zatvarač na pragu ustave. Prelivna ivica segmenta je na koti  $71.5m$ .
  - Segmentni zatvarač u gornjem radnom položaju – zatvaranje ustave. Prelivna ivica je na koti  $76.00m$ .
  - Segmentni zatvarač u položaju "revizija". Donja ivica zatvarača je na koti  $73.5m$  laki remont i pregled zatvarača pri niskim vodama. Gornja prelivna ivica zatvarača je na  $79.08m$ .
- Vertikalno rastojanje prelivnih ivica zatvarača od položaja "a)" do položaja "c)" je  $H_z=7850mm$ .
  - Pređeni put tačaka za vezu užeta uređaja za merenje položaja i zakošenja od položaja "a)" do položaja "c)" je  $H_m=2699mm$ .
  - Za usvojenu geometriju doboša ( $D_s=195mm$ ) radni broj obrtaja apsolutnog enkodera je:

$$\sum N_E = \frac{H_m}{D_s \pi} = \frac{2699}{195\pi} = 4.4 \text{ obrtaja} \quad \sum N_E < 5 \text{ obrtaja}$$

Za navedene uslove merenja položaja i zakošenja segmentnog zatvarača su predviđeni apsolutni enkoderi, koji su robusne konstrukcije i direktno su vezani na na osovinu doboša užeta, dok je njihova pouzdana rotacija je obezbeđena protivtegom  $G=60kg$ . Izvedba enkodera je u zaštiti  $IP65$ .

Na obe “noge” zatvarača, na desnoj i levoj strani, vezani su krajevi užeta. Rastojanje od ose ležaja zatvarača do tačke za vezu sajli uređaja za merenje zatvarača je  $R_n=3000mm$ . Rezolucija merenja položaja i zakošenja se dobija iz relacije:

$$RMZ = \frac{H_z}{\sum N_E \cdot RE / 1obr} = \frac{7580}{4.4 \cdot 4096} = 0.42mm$$

Broj inkremenata na celom putu zatvarača od  $H_z=7580mm$  iznosi:

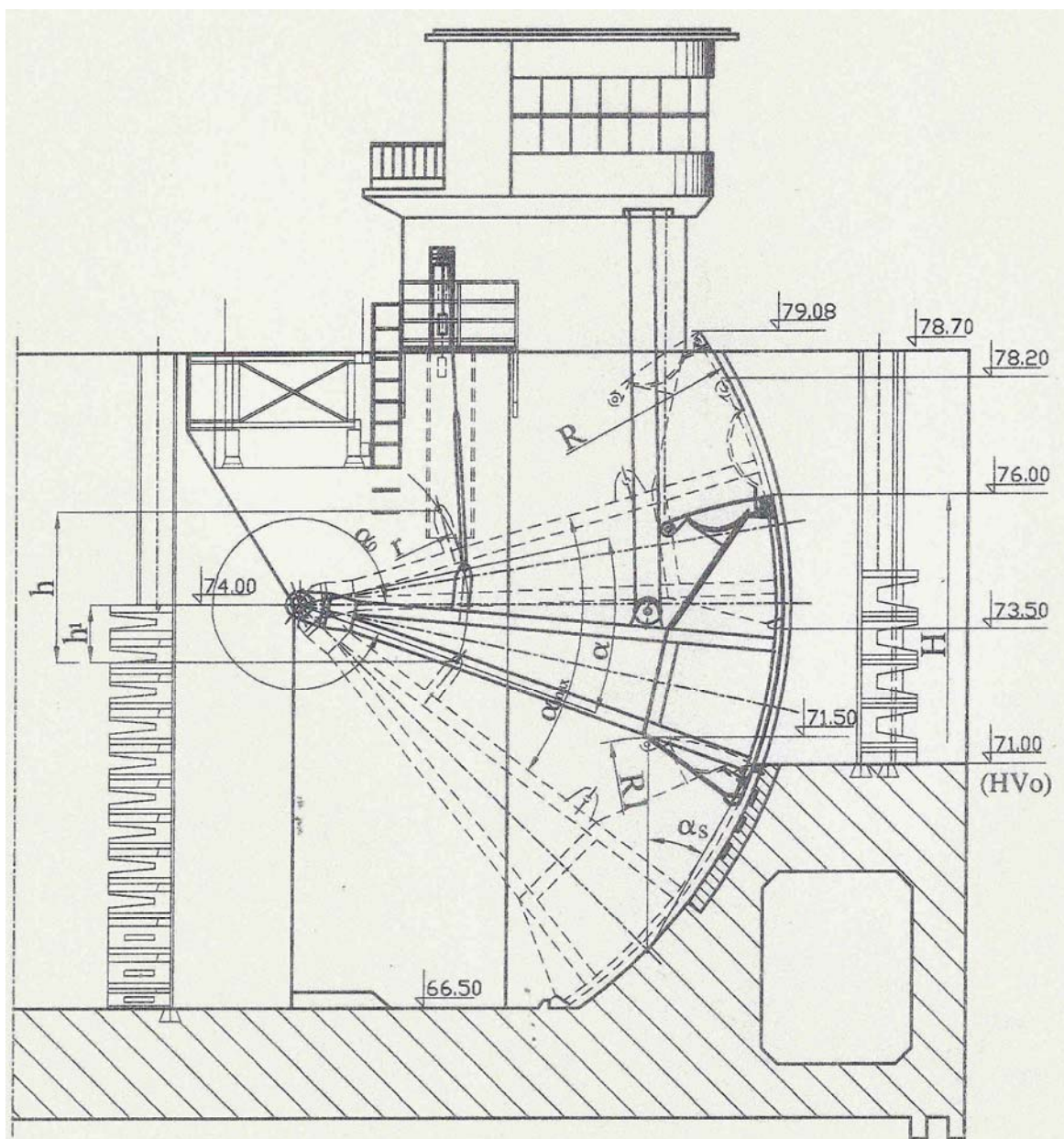
$$\sum I = \sum N_E \cdot RE / 1obr = 4.4 \cdot 4096 = 18023$$

Ugaona rezolucija se izračunava iz relacije:

$$\alpha_R = \frac{\sum I}{\alpha_{\max}} = \frac{18023}{53.716^\circ} = 335.5I / o$$

Pri realizaciji predloženog rešenja merenja položaja i zakošenja segmenta su izrađene platforme od čelične konstrukcije dimenzija 1.2x2.5m koje služe da bi nosile enkoderske uređaje - sklop doboša sa sajlama, protivteg sa ugrađenim enkoderom i kablovskim vezama sa upravljačkom jedinicom. Podeste (platforme) su izrađene tako da se sa njih može izvršiti pregled i revizija deponija lanaca.

U ovom rešenju je bilo veoma bitno odrediti zavisnost visine prelivne ivice segmentnog zatvarača od ugla zakretanja segmenta i ugla zakretanja enkoderskog uređaja. Na Sl.3 prikazana je kinematika segmentnog zatvarača sa ugrađenim enkoderskim uređajem za određivanje položaja i kontrolu zakošenja prelivne ivice segmentnog zatvarača.



Sl. 3. Kinematika segmentnog zatvarača sa ugrađenim za merenje pozicije

U Tabeli 3. dat je odnos visine prelivne ivice segmenta od ugla zakretanja segmenta i ugla zakretanja enkoderskog uređaja, kao i broj inkrementa po zadatoj visini, a u okviru graničnih položaja koje segment može zauzeti. Ova zavisnost se može izraziti kao:

$$H = HVO + \frac{R}{r} \left\{ h_1 + r \sin[\alpha + \alpha_0] \right\} + R_1 [1 - \cos(\alpha_s - \alpha)], \text{ za } 0 \leq \alpha \leq \alpha_s \text{ i}$$

$$H = HVO + \frac{R}{r} \left\{ h_1 + r \sin[\alpha + \alpha_0] \right\}, \text{ za } \alpha_s < \alpha \leq 53.716^\circ, \text{ pri čemu je}$$

$$h = \frac{rH}{R} = \frac{\alpha_e}{360} D_e \pi; \quad \alpha_e = \frac{h \cdot 360}{D_e \cdot \pi}$$

gde su:

- $HVO$  - kota ivice zatvarača u krajnjem donjem položaju
- $H$  - kota prelivne ivice segmentnog zatvarača
- $R$  - poluprečnik kružnice po kojoj se kreće tačka ivice segmentnog zatvarača
- $R_1$  - poluprečnik prelivnog dela klapne
- $r$  - poluprečnik kružnice po kojoj se kreće tačka za vezu užeta
- $h_1$  - vertikalno rastojanje mereno od tačke za vezu užeta segmentnog zatvarača u krajnjem donjem položaju do ose zakretanja segmentnog zatvarača
- $\alpha$  - ugao zakretanja segmentnog zatvarača od početnog donjeg položaja
- $\alpha_s$  - ugao kružnog luka prelivnog dela klapne
- $\alpha_0$  - početna vrednost ugla zakretanja segmentnog zatvarača u krajnjem donjem položaju
- $\alpha_e$  - ugao zakretanja enkoderskog uređaja
- $D_e$  - prečnik doboša enkoderskog uređaja

Vrednosti veličina sa crteža dispozicije ustave, a koje figurišu u prethodnim jednačinama su date u sledećoj tabeli:

Veličina	Vrednost
$HVO$	71000 mm
$R$	9000 mm
$R_1$	4000 mm
$r$	3000 mm
$h_1$	1044.24 mm
$\alpha_0$	339.63°
$\alpha_s$	28.955°
$D_e$	195 mm

Na crtežu koji je dat na Sl.4 je prikazan položaj mernog sistema zakošenja segmentnog zatvarača u odnosu na njegovu konstrukciju i crtež preseka A-A. Na crtežu na Sl.5 su prikazani detalji sa crteža sa Sl.4 (detalj B i detalj C), kao i dispozicija i mesto ugradnje uređaja za merenje zakošenja segmentnih zatvarača ustave "Stajićevo"

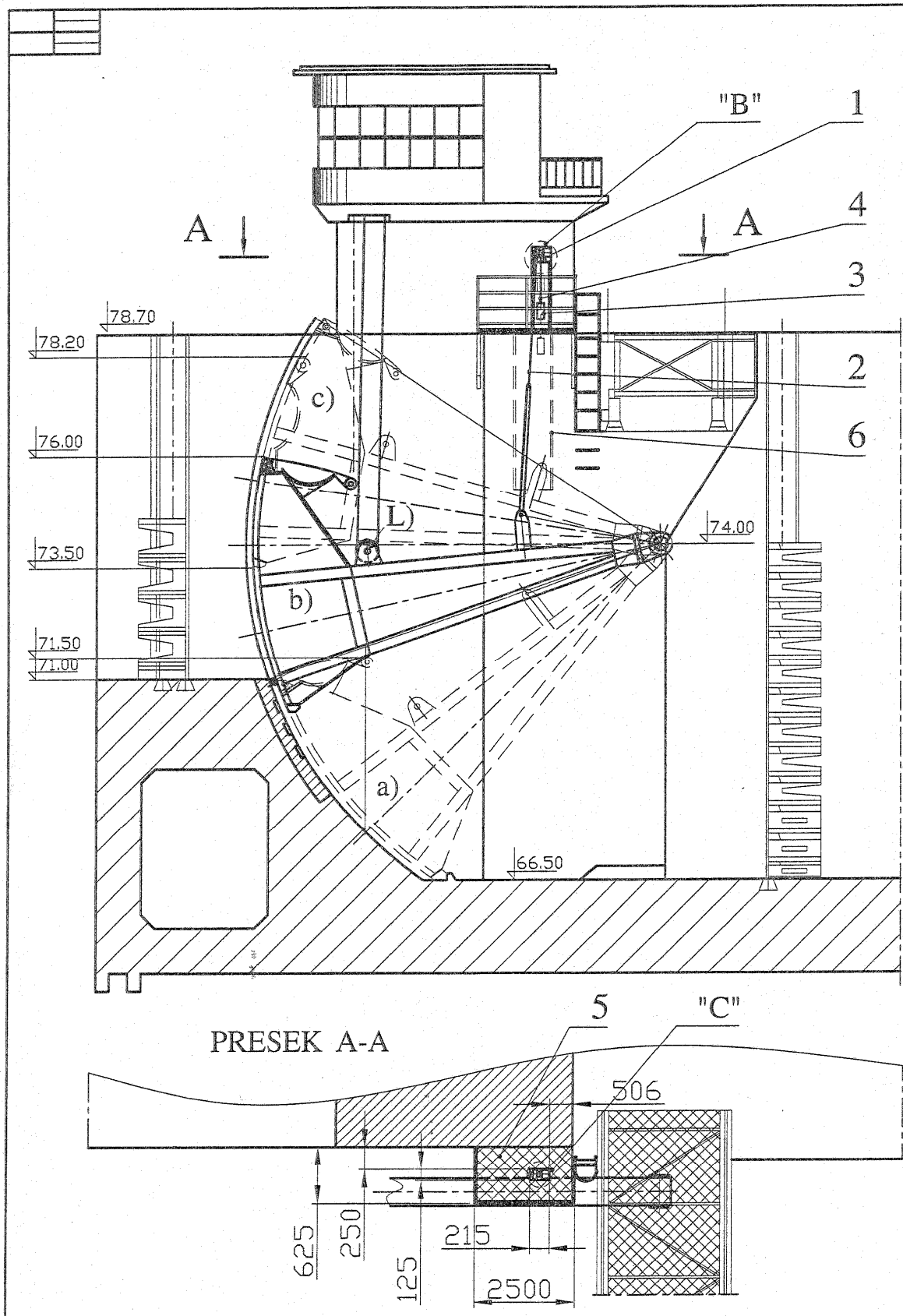


$\alpha$ [°]	$H$ [mm]	$\alpha_e$ [°]	$I$
0	71500	0.000	0
2	71731	58.052	661
4	71970	116.781	1330
6	72216	176.116	2005
8	72469	235.983	2687
10	72730	296.311	3374
12	72997	357.025	4065
14	73270	418.052	4760
16	73549	479.318	5458
18	73833	540.747	6157
20	74123	602.264	6858
22	74418	663.796	7559
24	74717	725.266	8259
26	75021	786.601	8957
28	75328	847.725	9653
28.955	75476	876.815	9984
30	75638	908.563	10346
34	76254	1029.089	11718
38	76859	1147.591	13068
42	77450	1263.491	14387
46	78026	1376.225	15671
50	78582	1485.245	16912
53.716	79080	1582.730	18023

**Tabela 3.** Odnos visine prelivne ivice segmenta od ugla zakretanja segmenta i ugla zakretanja enkoderskog uređaja

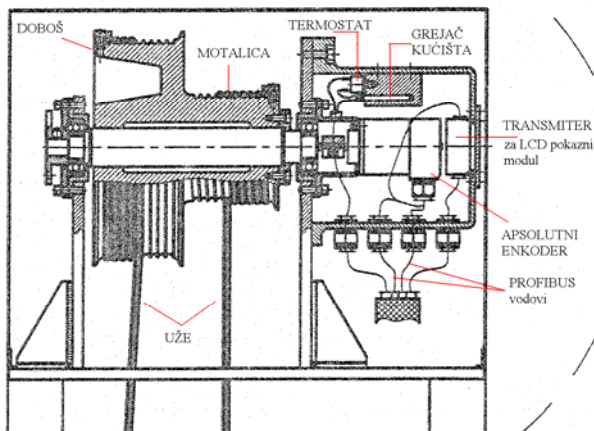
Geometrijske veličine, na bazi kojih je sačinjena Tabela 3, uzete su sa crteža sa kojima smo raspolagali i mogu biti u odnosu na izvedeno stanje različite. **Pri izvođenju je bilo potrebno geodetski naći stvarni odnos  $H$  i  $I$ , a potom ga uneti u upravljačku jedinicu.** Linearnom interpolacijom se određuje zavisnost  $H$  i  $I$  između merenih tačaka.

- Položaj prelivne ivice segmenta je srednja vrednost položaja njenih krajnjih tačaka sa leve i desne strane segmenta  $H = \frac{H_L + H_d}{2}$
- Zakošenje segmenta je razlika položaja krajnjih tačaka prelivne ivice sa leve i desne strane segmenta  $\Delta H = H_L - H_d$

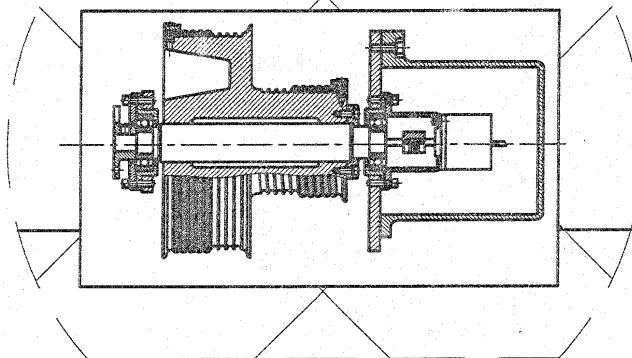


Sl.4. Položaj mernog sistema zakošenja u odnosu na konstrukciju segmentnog zatvarača

DETALJ B  
R 1:5



DETALJ C  
R 1:5



NAPOMENA:  
 - Identičan uređaj se nalazi na desnoj strani segmentnog zatvarača ugrađen kao slika u ogledalu.  
 - Put lančanika "L)" od "a)" do "c)" je  $Sl=5900\text{mm}$ .  
 - Put tačaka za vezu sađe od "a)" do "c)" je  $Hm=2699\text{mm}$ .  
 - Put protivtega  $Pt=140\text{mm}$ .

6	ZAŠTITA	2	B. B.	—	—	
5	PLATFORMA	2	B. B.	—	1.2x2.5m	
4	UŽE TEGA	2	Ø6 pocinkovano DIN 656-A6	GOTOVA ROBA	Ø6x3563	
3	TEG	2	—	Č.0000	354	
2	UŽE UREĐAJA	2	Ø6 pocinkovano DIN 656-A6	GOTOVA ROBA	7156	
1	UREĐAJ DAVAČA POLOŽAJA	2	399 01310 20	—	sklop	
POZ.	NAZIV	Kom.	BROJ CRTEŽA	MATERIJAL	DIMENZIJE	
Konstruisao		Z.Despotović	Kopija br.	Broj registra	Institut "Mihajlo Pupin" Projekt INŽENJERING Beograd	
Crtao		A.Jevtović		Datum kopiranja		
Uskladio sa JUS		M.Jovanović				
Pregledao		P.Jevtović				
Odobrio		P.Jevtović				
		Materijal	dispozicija		List	Listova
Razmera :	Oznaka konstruktora	NAZIV			BROJ	
1:100		UREĐAJ ZA MERENJE ZAKOŠENJA			399 01510 00	

Sl.5. Dispozicija i mesto ugradnje uređaja za merenje zakošenja segmentnih zatvarača ustave "Stajicevo"

## Uređaji za merenje apsolutne pozicije

Za merenje apsolutne pozicije leve odnosno desne strane segmenta i klapne su predviđeni industrijski apsolutni enkoderni 24-bitne rezolucije, sa kućištem u stepenu zaštite IP65 koje ima tri priključka (dva za serijsku vezu i jedan za brojački izlaz za pokazivač pozicije). Apsolutni enkoderni se vezuju preko PROFIBUS-DP industrijske mreže sa modulom Nu3 programabilnog logičkog kontrolera, koji je u funkciji *master*, dok su enkoderni u funkciji *slave*. Enkoderni se napajaju naponom +10V...30VDC kroz jednu paricu mrežnog širmovanog kabla. Informacija o poziciji odgovarajuće strane se šalje putem dvožičnog RS485 interfejsa po PROFIBUS protokolu, čime se obezbeđuje da centralno procesorski modul Nu2 prikazuje izmerenu vrednost vrednosti pozicije i obezbeđuje funkciju zaštite od kritičnog zakošenja. Pored ovoga svaki od apsolutnih enkodera ima dva izlaza (*count i reset*) odnosno dodatni brojački izlaz, sa mogućnošću automatskog ili ručnog reseta, koji se koristi za nezavisno prikazivanje pozicije na odgovarajućem pokaznom indikatoru. Ovim je obezbeđeno merenje apsolutne pozicije u slučaju isključenja ili prestanka napajanja upravljačke jedinice.

### a) segmentni zatvarač

- B5- apsolutni enkoder na levoj strani
- B6- apsolutni enkoder na desnoj strani
- U<sub>1</sub>- konvertor brojačkog signala/RS485 na predajnoj strani (*ka enkoderu B5*)
- U<sub>2</sub>- konvertor brojačkog signala/RS485 na predajnoj strani (*ka enkoderu B6*)
- Pd1-digitalni pozicioni indikator za prikaz apsolutne pozicije leve strane
- Pd3-digitalni pozicioni indikator za prikaz apsolutne pozicije desne strane
- Pd2-programabilni digitalni pozicioni indikator za prikaz zakošenja
- U<sub>1</sub>'-konvertor signala RS485/brojački signal na prijemnoj strani (*ka Pd1*)
- U<sub>2</sub>'-konvertor signala RS485/brojački signal na prijemnoj strani (*ka Pd3*)

### b) klapna

- B3- apsolutni enkoder na levoj strani
- B4- apsolutni enkoder na desnoj strani
- U<sub>3</sub>- konvertor brojačkog signala/RS485 na predajnoj strani (*ka enkoderu B3*)
- U<sub>4</sub>- konvertor brojačkog signala/RS485 na predajnoj strani (*ka enkoderu B4*)
- Pd4-digitalni pozicioni indikator za prikaz apsolutne pozicije leve strane
- Pd6-digitalni pozicioni indikator za prikaz apsolutne pozicije desne strane
- Pd5-programabilni digitalni pozicioni indikator za prikaz zakošenja
- U<sub>3</sub>'-konvertor signala RS485/brojački signal na prijemnoj strani (*ka Pd4*)
- U<sub>4</sub>'-konvertor signala RS485/brojački signal na prijemnoj strani (*ka Pd6*)

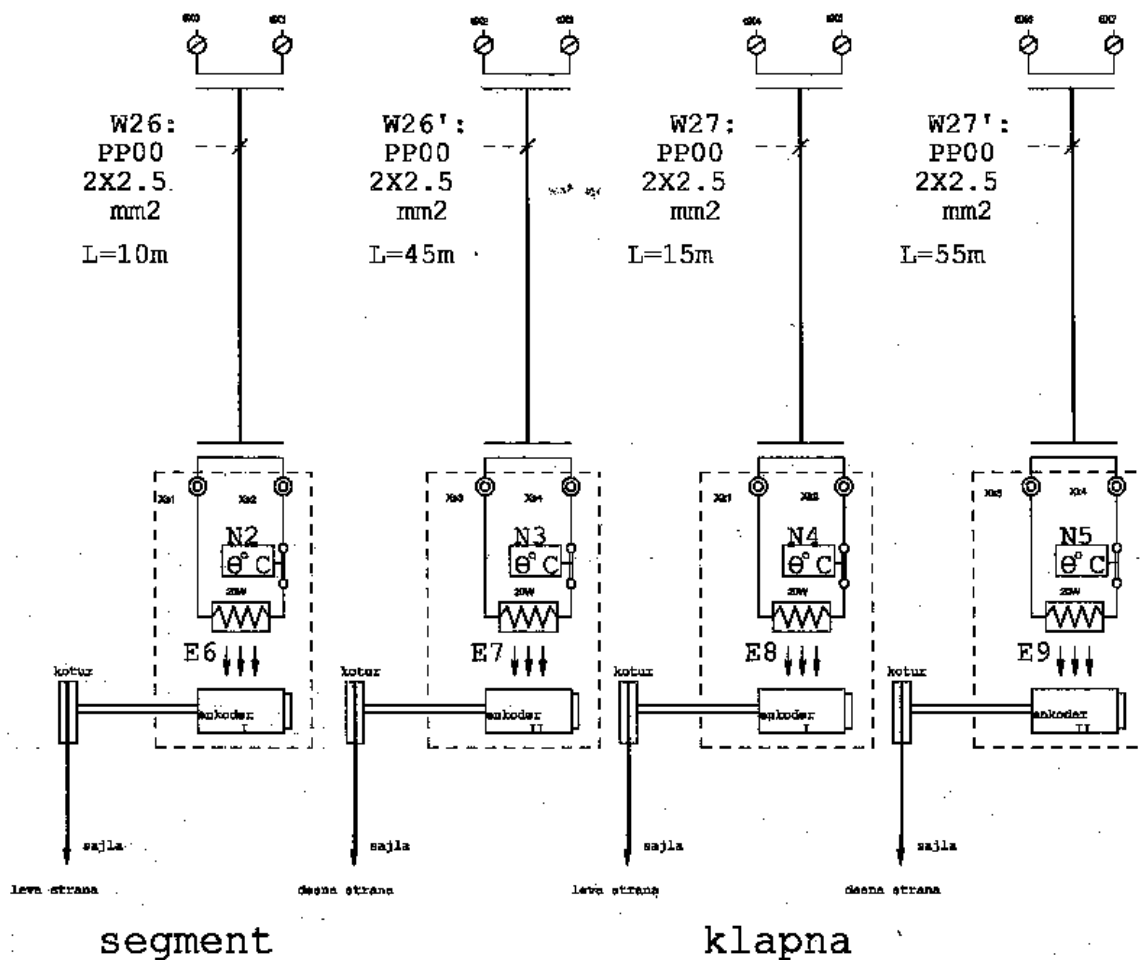
Obzirom da se merne jedinice pozicije segmenta nalaze u spoljnim uslovima, te su stoga izložene temperaturnim uticajima i vlažnosti, unutar kućišta za smeštaj enkodera i konvertora signala su predviđeni grejači snage 20W koji se napajaju naponom 24V,50Hz (šema povezivanja na Sl.6) i to:

- E6 u kućištu merne grupe segmenta na levoj strani
- E7 u kućištu merne grupe segmenta na desnoj strani
- E8 u kućištu merne grupe klapne na levoj strani
- E9 u kućištu merne grupe klapne na desnoj strani

Za održavanje temperature se uz svaki grejač pripadajući termostati i to:

- N2 za uključenje i isključenje grejača E6
- N3 za uključenje i isključenje grejača E7
- N4 za uključenje i isključenje grejača E8
- N5 za uključenje i isključenje grejača E9

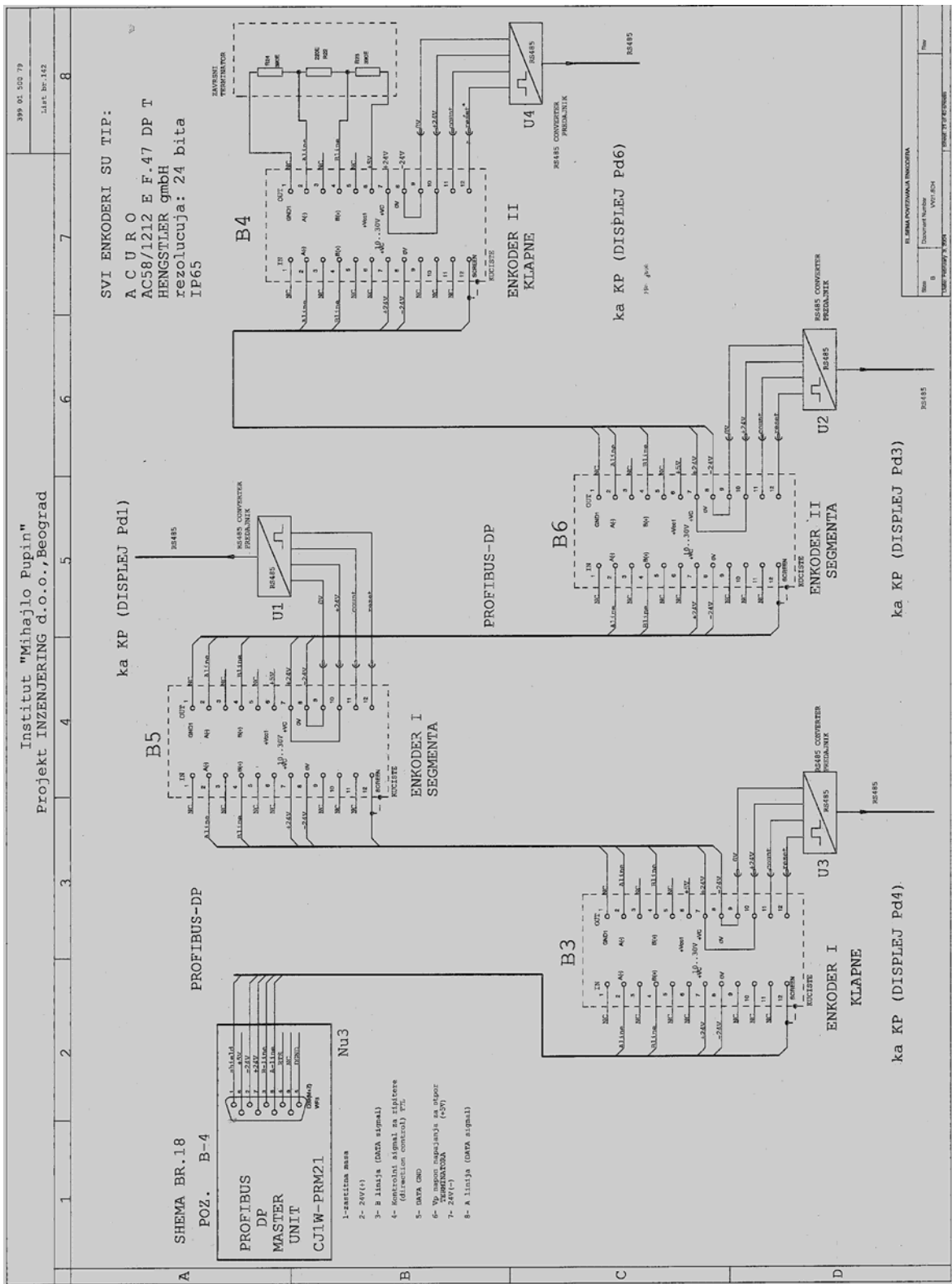
Na ovaj način je sprečena pojava kondenzacije unutar kućišta mernog sistema zakošenja.



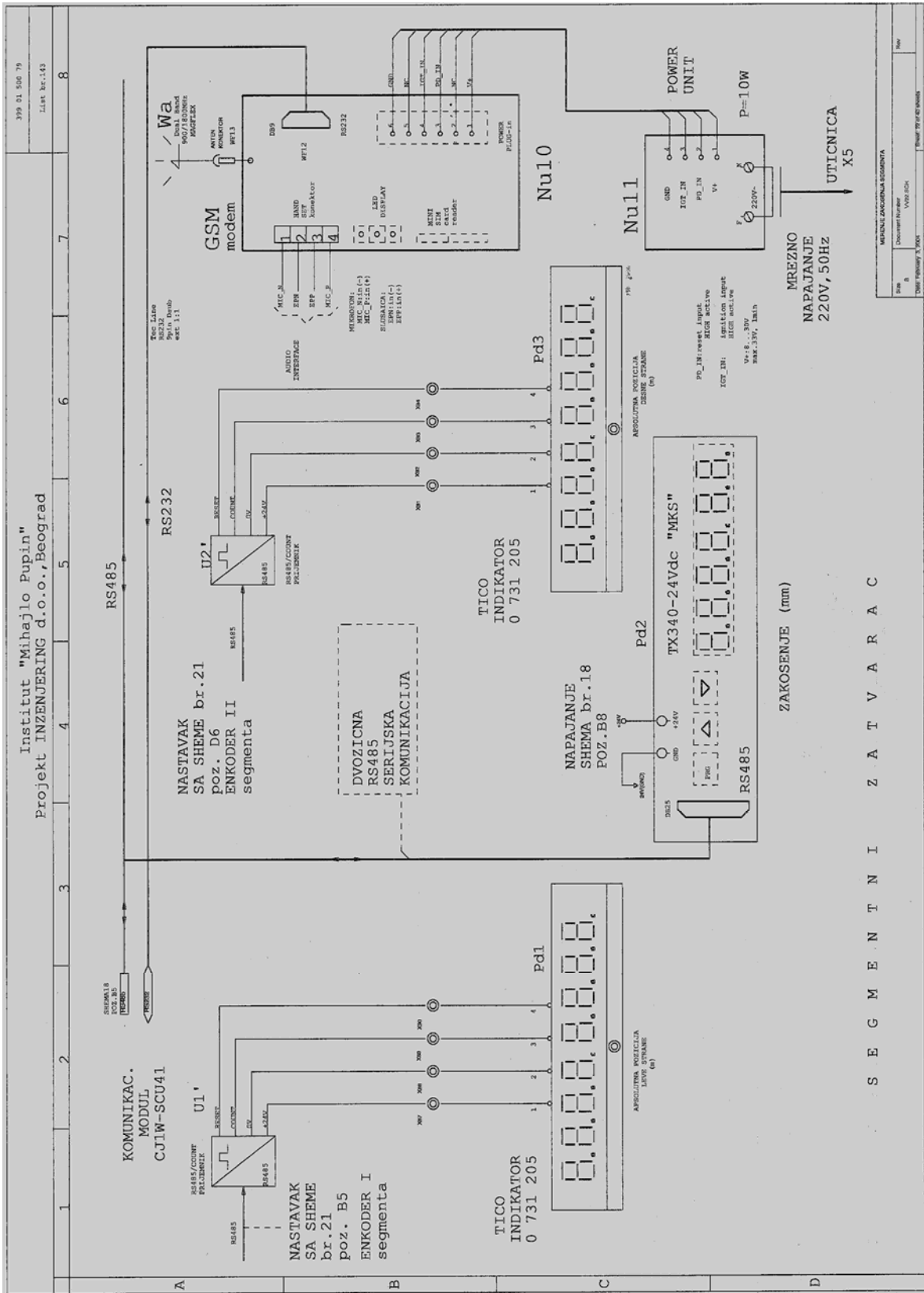
Sl.6. Šema napajanja termostata i grejača kućišta sistema za merenje zakošenja na segmentnim zatvaračima i klapnama ustave "Stajićevo".

Pošto su merene grupe sa pripadajućim enkoderima udaljene od komandnog pulta, prenos brojačkih signala do komandnog pulta se ostvaruje serijskom vezom RS485 i putem konvertora na predajnoj strani (ka apsolutnom enkoderu) i prijemnoj strani (ka KP).

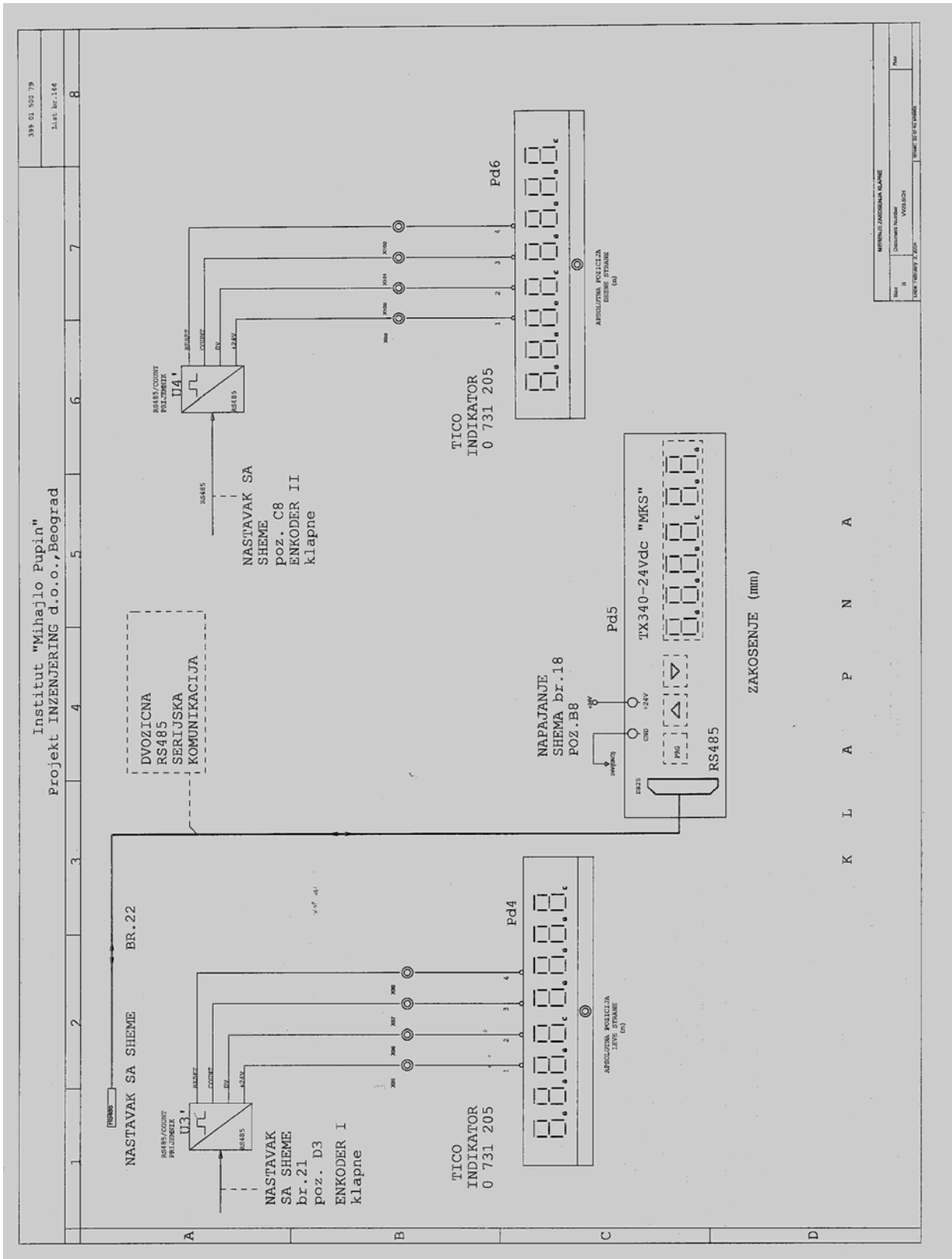
Električna šema povezivanja uređaja za apsolutno merenje pozicije (apsolutnih enkodera) u PROFIBUS mreži je data na šemi sa Sl.7, dok je šema povezivanja sa digitalnim pozicionim indikatorima leve, desne strane i zakošenja data na šemi sa Sl.8 za segment i Sl.9 za klapnu. Na datim šemama su oznake za opremu sledeće:



Sl.7. Električna šema povezivanja uređaja za apsolutno merenje pozicije segmentnih zatvarača i klapni



Sl.8. Električna šema povezivanja šema povezivanja uređaja za apsolutno merenje pozicije sa digitalnim pozicionim indikatorima leve strane, desne strane i zakošenja segmenta



Sl.9. Električna šema povezivanja šema povezivanja uređaja za apsolutno merenje pozicije sa digitalnim pozicionim indikatorima leve strane, desne strane i zakošenja klapni



## **Karakteristike predloženog tehničkog rešenja su sledeće:**

### Uređaj za apsolutno merenje pozicije:

*Apsolutni enkoder* višeobrtni (MT),  
rezolucija 12bit/obr, programabilni u skladu sa Class2:rezolucija, preset, smer,  
*Izlazni kod* : Binarni  
*Interfejs*: PROFIBUS-DP  
*Brzina prenosa*: 9.6Kbaud-12Mbaud  
*Napajanje*: 10-30VDC  
*Interna potrošnja*: 250mA  
*Priključak*: tri priključka Pg12 (jedan za ulaz kabla IN, jedan za izlaz kabla OUT, jedan za kabl za vezu sa pozicionim indikatorom TICO na komandnom pultu KP  
*Radna temperatura*: -40°C... +85°C  
*Težina*: 400g  
*Integrirane specijalne funkcije*: brzina, ubrzanje, vreme rada

### Konvertor COUNT/RS485

TM-RS485/COUNT-T-1, Institut "M.Pupin", Beograd

*Konvertor signala* COUNT i RESET apsolutnog enkodera u serijski signal RS485.  
*Napon napajanja* 10-30VDC  
*Režim rada*: predajnik digitalnog serijskog signala.  
*Ugradnja*: neposredno uz pripadajući apsolutni enkoder

### Reduktorska sklopka

*Namena*: detekcija krajnjih položaja segmenta  
(krajnji prekidači S20,S21,S30 koji su mehanički spregnuti sa pogonom sklopke);  
*Tip kontakata*: "snap action"  
*Tip sklopke* : 16NE-490FV, Bauform B3, Stromag

### Grejanje kućišta uređaja

#### 1. Grejač cevasti,

za ugradnju unutar kućišta mernog sklopa apsolutne pozicije segmenta i klapne.  
*Snaga grejača*: P=20W.  
*Specifična snaga*: 10W/cm<sup>2</sup>.  
*Nazivni napon*: 24V AC/DC (9-36V AC/DC).  
*Dimenzije*:  $\Phi=4.5\text{mm}$ , L=40mm.  
*Tip*: HLP4.5-EN, 24VAC, 20W, TURK8Hillinger

#### 2. Regulator temperature

unutar kućišta u kojem su smešteni merni sklopovi apsolutne pozicije  
*Temperaturno područje* : +10°C ...+ 40°C;  
*Nominalna temperatura* : +10°C  
*Histerezis*:  $\pm 3^{\circ}\text{C}$ .  
*Nominalni napon*: 24V, 50Hz;  
*Izlaz*: 1 preklopni kontakt nominalne struje 5A.

## **Mogućnosti primene predloženog tehničkog rešenja:**

Primena u oblastima: vodoprivreda, elektroprivreda. Uređaj bi se mogao primeniti za apsolutno merenje pozicije na svim mehaničkim sklopovima koji vrše rotaciono i translatorno kretanje (radijalni i tablasti segmentni zatvarači). Prilagođen je prvenstveno za merenja zakošenja segmentnih zatvarača ustava, ali bi se mogao primeniti za merenja zakošenja i pozicija na brodskim prevodnicama, segmentnim zatvaračima na hidroelektranama i sl. Uređaj bi se mogao primeniti i u upravljačkim krugovima za regulaciju pozicije.

## LITERATURA:

- [1] [http://www.goldenharvestinc.com/products/radial\\_gates/](http://www.goldenharvestinc.com/products/radial_gates/)
- [2] [http://www.coldwellgates.com/sluiice\\_gates.html](http://www.coldwellgates.com/sluiice_gates.html)
- [3] <http://www.vortexhydradams.com/Products/Gates/>
- [4] <http://www.armtec.com/>
- [5] <http://www.waterman-industries.com/>

## MIŠLJENJE RECENZENATA

Autori tehničkog rešenja Dr Željko Despotović, mr Miloš Jovanović i Aleksandar Jevtović su jasno prikazali i obradili kompletnu strukturu tehničkog rešenja. Na osnovu svega navedenog recenzenti su ocenili da tehničko rešenje pod nazivom: **Prototip uređaja za merenje zakošenja segmentnih zatvarača i klapni ustave “Stajićevo”** predstavlja rezultat koji pored stručne komponente pruža originalni naučnoistraživački doprinos. Sa zadovoljstvom predlažemo da se opisano tehničko rešenje **prihvati kao tehničko rešenje u kategoriji M82-industrijski prototip.**

### Recenzenti:

---

Doc. dr Tomislav Šekara ,  
Elektrotehnički fakultet – Beograd

---

Prof. dr Zoran Stojiljković,  
Elektrotehnički fakultet - Beograd