

ODRŽAVANJE SISTEMA ZA KONTROLU PARAMETARA JAMSKOG ZRAKA U METANSKIM JAMAMA TIPAMA DIGITRANS 2100

MAINTENANCE SYSTEM OF CONTROL AIR PARAMETER IN METHANE MINE TYPE DIGITRANS 2100

Mr.sc. Fehim Velić, dipl.ing.el.
JP Elektroprivreda BiH dd Sarajevo
ZD RMU „Kakanj“ d.o.o. Kakanj
Kakanj

REZIME

Pouzdan, precizan i neprekidan u radu sistem za kontrolu parametara jamskog zraka, znači sigurnost i postojanje osnovnih predušlova za odvijanje tehnološkog procesa i boravak ljudi u metanskim jamama. Da bi sistem za kontrolu parametara jamskog zraka mogao biti takav, potrebno ga je kontinuirano održavati i uz to težiti da troškovi održavanja budu što niži, a što se jedino može postići stalnim educiranjem i usavršavanjem na polju održavanja.

Ključne riječi: digitrans 2100, parametri jamskog zraka, održavanje, senzori, kalibracija

SUMMARY

Reliable, precise and continual in functioning system of control air parameter in indicate safety and existance basic postulate to run technological process and residence men in methane mine. In order to system of control air parameter can be this necessary that system continual maintenance and pretend reducing costs maintenance but also implement permanently education and training.

Key words: digitrans 2100, air parameter in methane mine, maintenance, sensors, calibration

1. UVOD

Sistem digitrans 2100 omogućava kontrolu slijedećih plinova i fizikalnih veličina: metan (CH_4), ugljen-monoksid (CO), ugljen-dioksid (CO_2), brzina zraka (v), temperatura (t), vlažnost jamskog zraka (Rh) i diferencijalni pritisak (dp). Zadatak ovog sistema je praćenje parametara koji su bitni za život i zdravlje ljudi i koji u slučaju prekoračenja dozvoljenih granica tih parametara, upozorava ljude na prisutnu opasnost i isključuje električnu energiju u dijelu jame u kome je prisutna opasnost. Za ispravno funkcionisanje sistema potrebno je posebnu pažnju posvetiti održavanju svih komponenti sistema, redovnoj kalibraciji senzora, testiranju funkcionalnosti isklopa električne energije, ispravnosti protueksplozijske zaštite itd. Sistem digitrans 2100 čine komponente koje su različitih vrsta protueksplozijske izvedbe (Ex d, Ex e, Ex ia, Ex ib), a koje su međusobno povezane, te je potrebno posebnu pažnju posvetiti održavanju navedenih komponenti kako bi se spriječio prodor energije u samosigurane strujne krugove (Ex ia i Ex ib).

2. PRINCIP RADA I OSNOVNI DIJELOVI SISTEMA

Ovaj sistem koncipiran je tako da se senzori, koji se postavljaju na lokacijama u jami koje su interesantene za praćenje određenih veličina, povezuju sa podstanicama sistema preko kojih se vrši programiranje rada sistema, podešavanje na propisima određene vrijednosti koncentracija plinova na kojima ljudi treba da budu upozoreni na prisutnu opasnost, odnosno na kojima treba da dođe do isključenja električne energije i prekida svih radova u određenom dijelu jame. Podstanice sistema omogućavaju lokalno praćenje pokazivanja svakog od senzora koji je priključen na konkretnu podstanicu. Na svaku od podstanica može biti priključeno maksimalno 12 senzora. Sa podstanice sistema prikupljene informacije prenose se preko kablova sa bakarnim vodičima (PP/Jz) do komandno – upravljačkog centra na površini zemlje. Daljinsko praćenje parametara jamskog zraka ostvaruje se preko računara sa vizuelizacijom (citec scada ver.7.0.), koji omogućava da se određena podešavanja na podstanicama sistema urade daljinski. Maksimalno rastojanje, bez ugrađivanja pojačavača signala, između susjednih podstanica je 500 m. Također, maksimalno dozvoljena udaljenost senzora od podstanice sistema je 500 m i to za kablove PP/JZ 4 x 1,5 / 1,5 (mm²), jer bi se u slučaju većih udaljenosti narušila samosigurnost strujnih krugova u kojima su instalisani senzori

2.1. Karakteristike podstanica sistema digitrans 2100

Osnovna namjena jamske podstanice digitrans 2100 je napajanje mjernih davača i prijem podataka iz njih, obrada izmjerenih veličina, interno prikazivanje i posredovanje za prijenos u dispečerski centar. Glavni sastavni dijelovi su:

- metalno kućište u mehaničkoj zaštiti IP 54,
- interni pokazivač izmjerenih veličina MICRO PANEL 5,7, tip XV200,
- samosigurni izvor napajanja, tip NL 220 7 12 ia,
- alarmna sirena, tip ASB 12 – 24 VDC,
- analogna barijera REMUTE I/O sistem I.S.1,
- mikro kontroler (PLC),
- modul za napajanje,
- modem za prijenos podataka, tip MODEL 1002,
- priključne stezaljke.

Tehnički parametri jamske stanice DIGITRANS 2000:

- tip: digitrans 2100,
- priključna snaga: 300 VA,
- napon napajanja: 230 V, 50 Hz – preko UPS-a;
- mehanička zaštita: IP 54;
- težina: 280 kg.

Jamska stanica izrađena je za srednje teške uslove rada u mehaničkoj zaštiti IP 54, dimenzija 1000 x 1800 x 400 mm i u kojoj je smještena sva navedena oprema. Na vratima sa spoljne strane ugrađen je pokazivač za stalan nadzor stanja u jami nezavisno od veze sa dispečerskim centrom. Najbitniji dio podstanice sistema digitrans 2100 je mikro kontroler (PLC) serije XC-200. Njegova je funkcija prikupljanje podataka iz CPU-a analognih barijera, obrada podataka, arhiviranje podataka, prosljđivanje podataka preko modema u dispečerski centar i upravljanje preko izlaznih releja električnim uređajima (selektivno isljučenje električne energije), koji su ovisni o izmjerenim veličinama na mjernim davačima u jami. Preko PLC-a se upravlja i sa internim pokazivačima izmjerenih veličina MIKRO PANEL-om ručnim načinom na licu mjesta. Sastavni djelovi mikro kontrolera (PLC) su:

- | | |
|--------------------------------------------|-------|
| 1. modul CPU tip XC-CPU 201 | 1 kom |
| 2. modul digitalnih izlaza tipa XI0C-16 DO | 2 kom |

- | | |
|----------------------------------------------|-------|
| 3. komunikacijski modul tip XIOC – NET- DP-M | 1 kom |
| 4. modul za napajanje tip SN3-050-BUS | 1 kom |

2.2. Senzori za praćenje parametara jamskog zraka

Sistem za kontrolu parametara jamskog zraka digitrans 2100 posjeduje mogućnost vršenja slijedećih mjerenja:

1. procentualni sadržaj metana u jamskom vazduhu;
2. procentualni sadržaj kiseonika u jamskom zraku;
3. procentualni sadržaj - ugljen monoksida u jamskom zraku;
4. procentualni sadržaj ugljen - dioksida u jamskom zraku;
5. brzinu zračne struje u profilu jamske prostorije;
6. vlažnost jamskog zraka;
7. temperatura jamskog zraka;
8. depresiju glavnih ventilacionih postrojenja.

Svaki od senzora sastoji se od tri osnovna dijela:

- kućište senzora u protueksplozijskoj izvedbi (I M1 Ex ia I);
- mjerna glava koja je najvažniji i najosjetljiviji dio mjerno pretvaračkog sklopa i koja je ugrađena u metalno kućište;
- elektronski sklop koji služi za pojačanje mjernog signala i pretvara ga u standardni strujni signal 4–20 mA.

3. ODRŽAVANJE

U ovom radu bit će razmatrana problematika održavanja senzora za kontrolu metana (CH₄), ugljen – monoksida (CO) i ugljen – dioksida (CO₂), jer su ova tri senzora najzastupljenija u sistemu za kontrolu parametara jamskog zraka digitrans 2100, odnosno jer su tri plina koja oni kontrolišu najopasnija i najviše prisutna u metanskim jamama.

3.1. Održavanje podstanice sistema digitrans 2100

Rukovanje i održavanje kompletne opreme mjernog nadzornog sistema za kontrolu parametara jamskog zraka, vrši se na osnovu instrukcija datih u prevedenoj tehničkoj dokumentaciji koju je dostavio isporučilac opreme. Obzirom da podstanica sistema predstavlja mjesto gdje se dodiruju komponente sistema različite protueksplozijske izvedbe, tj. mjesto gdje se odvajaju samosigurni od nesamosigurnih dijelova sistema, posebnu pažnju treba posvetiti njenom pravilnom održavanju:

1. Lica kojima je dužnost da održavaju i nadziru električna postrojenja, uređaje i instalacije moraju naročito paziti da protiveksplozijska zaštita bude uvijek u ispravnom stanju;
2. Oštećeni električni uređaji ne smiju se dalje upotrebljavati, osim ako je oštećenje takve prirode da očigledno njihovo oštećenje ne donosi neku opasnost. Svaki uređaj ako nije u ispravnom stanju mora se odmah isključiti i može se ponovo uključiti tek poslije otklanjanja kvara;
3. Svaki uređaj, a naročito oni u zatvorenim električnim pogonskim prostorijama, moraju se povremeno očistiti i zaštititi od hrđanja;
4. Svi gumeni zaptivači moraju biti od mehke elastične gume. Ako zaptivač nije više elastičan, mora se odmah zamijeniti novim;
5. Sve zaštitne površine Ex uređaja u pogonu moraju se redovno čistiti i premazivati bezkiselnim mastima. Uređaje u skladištima takođe treba pregledati i dovesti u red najmanje jednom godišnje;
6. Svi vijci koji drže poklopce ili dijelove uređaja, a posebno na Ex uređajima, moraju biti u punom broju, čvrsto pritegnuti i osigurani od popuštanja;

7. Nije dozvoljeno otvarati ormariće i kućišta sa nezaklonjenim dijelovima pod naponom. U metanskim jamama zabranjen je svaki rad pod naponom i ispod 50 V. U metanskim jamama ne smiju se zamjenjivati ulošci osigurača i sijalice pod naponom. Rad i otvaranje kućišta pod naponom dozvoljen je samo kod samosigurnih strujnih krugova i uređaja;
8. Kućišta protiveksplozijski zaštićenih električnih uređaja treba otvarati samo na predviđen način. Zabranjeno je otvaranje na način koji bi oštetio njihovu protiveksplozijsku zaštitu.

Također, za pravilan rad sistema od presudnog značaja je to da podstanica sistema bude pravilno programirana. Za svaku podstanicu pravi se uputstvo za programiranje na osnovu odobrene projektne dokumentacije, odnosno na osnovu potreba koje diktiraju ventilacione prilike u dijelu jame gdje je podstanica instalisana. Prema uputstvu o programiranju podstanice sistema unose se vrijednosti mjerenih veličina na kojima treba da dođe do prorade alarma upozorenja na prisutnu opasnost, odnosno do isključenja napona u određenom dijelu jame. Automatsko isključenje električne energije ostvaruje se preko veznog člana za upravljanje (tip: KLV – 230 – Pex), na kome se odvaja samosigurni strujni krug od upravljačkog strujnog kruga sklopnog uređaja. Uputstvom za programiranje također se definiše koji su to senzori koji ostvaruju isključenje napona, a koji imaju samo ulogu informativnog pokazivanja mjerenih veličina. Jedanput u svakom mjesecu vrši se testiranje isklopa napona.

3.2. Održavanje senzora za kontrolu metan (CH₄)

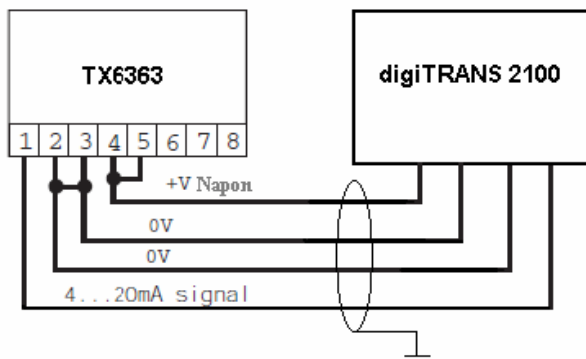
Tačnost i osjetljivost djelovanja senzora za kontrolu metana (CH₄) provjeravamo obaveznim baždarenjem u određenom vremenskom periodu. Proizvođač preporučuje provjeravanje tačnosti svakog senzora najmanje jedanput mjesečno. Međutim, na mjernim mjestim koja su locirana u zoni sa većom koncentracijom metana, starenje gorivih otpornika u mjernoj glavi je intenzivnije. Zbog toga baždarenje treba vršiti češće. Praksa je pokazala da je na takvim mjestima učestalost baždarenja jedanput sedmično. Izuzetno, baždarenje pojedinih mjernih glava može biti i češće zavisno o uslovima u kojima radi. Prilikom svakog baždarenja potrebno je procijeniti životnu dob gorivnih elemenata u mjernoj glavi i pravovremeno predvidjeti njihovu zamjenu. Osim nultačke (na displeju je pokazivanje 0,00 jer u vazduhu nema metana) potrebno je provjeriti mjernu glavu senzora još u jednoj ili dvije mjerne tačke mjernog područja. Uobičajeno je to između 0,5 i 2 % CH₄ ili kod granice isklopa koja je određena rudarskim propisima zavisno od lokacije na kojoj će senzor biti postavljen. Za tu provjeru je potrebno imati etalonski metan u tim granicama. Za baždarenje traži se minimalna etalonska tačnost od 2 %. To znači, ako je etalon metana 0,57 CH₄ -2 % koncentracija je u dijapazonu (0,56 – 0,58 % CH₄). Mjerno pretvarački sklop sa jednostavno baždari pod uslovom da su svi ostali uslovi postavljeni. Baždarenje mogu vršiti samo stručno osposobljena lica. Za baždarenje je potrebno :

- ampermetar;
- etalonska smjesa (2 % CH₄ u sintetičkom vazduhu);
- mjerač protoka za volumenski protok 0,3 – 05 l/min;
- imbus odvijači;
- izvijač (manji).

Ovaj senzor ima dva potenciometra za podešavanje, namijenjena za podešavanje pokazivanja "nule" i podešavanje "osjetljivosti" prema slijedećoj proceduri. Prvo pregledamo zaštitni filter na mjernoj glavi, očistimo ga ili zamijenimo. Zatim senzor metana (CH₄) spojimo prema shemi vezivanja.

Tabela 1. Izvještaj o kontroli isklopa električne energije za mjesec januar 2012. godine

Datum kontrole	Uređaj na koji djeluje senzor	Lokacija senzora koji vrši isklop	Tip senzora	Stanje isklopa
12.01.2012.	NN kablovski zaštitni prekidač sa koga je napojeno radilište	radilište br. 331	CH4	ispravan
12.01.2012.	NN kablovski zaštitni prekidač sa koga je napojeno radilište	radilište br. 331	v	ispravan
13.01.2012.	NN zaštitni prekidač ventilatora	ispred ventilatora radilišta br. 331	CH4	ispravan
13.01.2012.	NN zaštitni prekidač ventilatora	ispred ventilatora radilišta br. 331	v	ispravan
13.01.2012.	NN kablovski zaštitni prekidač sa koga je napojeno radilište	radilište br. 314	CH4	ispravan
13.01.2012.	VN prekidač – kablovski odvod za široko čelo	transportni hodnik širokog čela	CH4	ispravan
24.01.2012.	NN kablovski zaštitni prekidač sa koga je napojena pumpa	pored pumpe br. 1	CH4	ispravan
24.01.2012.	NN kablovski zaštitni prekidač sa koga je napojena pumpa	pored pumpe br. 2	CH4	ispravan
24.01.2012.	NN kablovski zaštitni prekidač sa koga je napojeno radilište	radilište br. 104	CH4	ispravan
24.01.2012.	NN kablovski zaštitni prekidač sa koga je napojeno radilište	radilište br. 104	v	ispravan
24.01.2012.	NN kablovski zaštitni prekidač sa koga je napojeno radilište	radilište br. 105	CH4	ispravan
24.01.2012.	NN kablovski zaštitni prekidač sa koga je napojeno radilište	radilište br. 105	v	ispravan
24.01.2012.	VN prekidač lociran u transformatorskoj stanici	ispred ventilatora radilišta br. 104 i 105	CH4	ispravan
24.01.2012.	VN prekidač lociran u transformatorskoj stanici	ispred ventilatora radilišta br. 104 i 105	v	ispravan
24.01.2012.	Zaštitni prekidač ventilatora	ispred ventilatora radilišta br. 104 i 105	v	ispravan
28.01.2012.	NN kablovski zaštitni prekidač 0,5 kV sa koga je napojena oprema u ŠČ	ulaz u široko čelo	CH4	ispravan
28.01.2012.	NN kablovski zaštitni prekidač 0,5 kV sa koga je napojena oprema u ŠČ	ispred ventilatora u širokom čelu	CH4	ispravan
28.01.2012.	NN kablovski zaštitni prekidač 0,5 kV sa koga je napojena oprema u ŠČ	ispred ventilatora u širokom čelu	CH4	ispravan
28.01.2012.	NN kablovski zaštitni prekidač 0,5 kV sa koga je napojena oprema u ŠČ	gornja komora širokog čela	CH4	ispravan



Slika 1. Shema vezivanja senzora metana (CH₄) sa posdtanicom sistema digitrans 2100

Sačekamo 10 sekundi, da se sklop stabilizira i započnemo provjeru. Prvo podesimo pokazivanje "nule". To je potrebno uraditi u uslovima gdje nema metana ili drugog eksplozivnog plina ili pomoću boce sa komprimiranim zrakom. Nakon toga smješu etalonskog metana i zraka sa adapterom, dovedemo na mjernu glavu. Nakon dvije minute pomoću drugog potenciometra (za osjetljivost) podesimo tačno pokazivanje na LCD displeju senzora (CH₄) prema koncentraciji metana u boci. Po procjeni da je to potrebno, zbog starosti glave ili slično postupak ponoviti onda to treba uraditi sa drugom poznatom (etalonskom) smjesom metana i zraka. Na licu mjesta je moguće provjeriti pokazivanje izlazne struje pomoću miliampermetra. Primjer mjesečnog izvještaja o kalibraciji senzora dat je u tabeli 2.

Tabela 2. Izvještaj o kalibraciji senzora metana (CH₄) za mjesec januar 2012. godine

Lokacija kalibracije	Datum	Pokazivanje prije kalibracije (%)	Etalonska smješa CH ₄ u sintetičkom vazduhu (%)	Pokazivanje poslije kalibracije (%)	Tip senzora	Broj senzora
radionica	04.01.	0	1,79	0	CH ₄	108
radionica	09.01.	0	1,79	0	CH ₄	122
jama	15.01.	0,60%	1,81	0,48%	CH ₄	139
jama	15.01.	0,45%	1,81	0,41%	CH ₄	140
jama	15.01.	0,15%	1,81	0,21%	CH ₄	110
jama	15.01.	0,26%	1,81	0,27%	CH ₄	117
jama	15.01.	0,17%	1,81	0,17%	CH ₄	103
jama	15.01.	0,38%	1,81	0,47%	CH ₄	133
jama	18.01.	0	1,81	0,02%	CH ₄	106
jama	18.01.	0,19%	1,81	0,12%	CH ₄	120
jama	18.01.	0,28%	1,81	0,21%	CH ₄	134
jama	18.01.	0,29%	1,81	0,27%	CH ₄	111
jama	18.01.	0,30%	1,81	0,22%	CH ₄	112
jama	18.01.	0,30%	1,81	0,20%	CH ₄	124
jama	18.01.	0,20%	1,81	0,26%	CH ₄	127
jama	21.01.	0	1,81	0	CH ₄	111
radionica	31.01.	5%	1,81	0	CH ₄	111
radionica	31.01.	0	1,81	0	CH ₄	108

Za pravilno funkcionisanje ovog, ali i ostalih senzora, potrebno je prilikom instalisanja u jami uzeti u obzir sve stalne i promjenjive parametre okoline i to:

1. senzor postaviti na pristupačno mjesto u gornjem dijelu prostorije, ali tako da displej ima pravilan položaj (da se može očitati pokazivanje);
2. da je brzina zraka u prostoriji manje od 7 m/s;
3. da mjerna glava bude zaštićena od prskajuće i kapajuće vode kao i od mehaničkih udara;
4. prisustvo eventualnih izvora drugih zapaljivih plinova.

3.3. Održavanje senzora za kontrolu ugljen - monoksida (CO)

Tačnost i osjetljivost djelovanja senzora za kontrolu ugljen - monoksida (CO) provjeravamo obaveznim baždarenjem u određenom vremenskom periodu. Preporučena provjera tačnosti od strane proizvođača je jedanput u šest mjeseci. Međutim, na mjernim mjestima koja su locirana u zoni sa većom pojavom CO, baždarenje treba vršiti češće. Praksa je pokazala da je učestalost baždarenja jedanput mjesečno. Izuzetno baždarenje pojedinih mjernih glava može biti i češće zavisno o uslovima u kojima se radi. Za baždarenje ovog senzora koristi se ista oprema, kao i za baždarenje senzora za kontrolu metana (CH₄), s tim da je etalonska boca sadrži 200 ppm CO u sintetičkom vazduhu. Prvo izvršimo pregled zaštitnog filtera na mjernoj glavi, te ga očistimo a po potrebi i zamjenimo. Zatim spojimo senzor na podstanicu digitrans 2100, na isti način kako se spaja i senzor za kontrolu metana (CH₄). Sačekamo 35 sekundi, da se sklop stabilizira i započnemo provjeru. Prvo izvršimo podešenja pokazivanja nule i to namjestu gdje se ne očekuje prisustvo CO ili pomoću boce sa komprimiranim vazduhom. Nakon toga smješu ugljen-monoksida (CO) i sintetičkog vazduha iz etalonske boce sa adapterom dovedemo na mjernu glavu. Nakon dvije minute pomoću drugog potencijometra (za osjetljivost) podesimo tačno pokazivanje na LCD displeju, prema koncentraciji iz etalonske boce. Na licu mjesta je moguće provjeriti pokazivanje izlazne struje pomoću miliampermetra.

3.4. Kontrola RLC parametara kabela za prijenos informacija

Samosigurni strujni krugovi, koji služe za prijenos informacija od senzora do podstanice sistema imaju svoje RLC parametre (otpornost, induktivnost i kapacitivnost), koji nesmiju izvan određenih granica, odnosno koje je potrebno proračunati kako samosigurnost (Ex ib zaštita) nebi bila narušena. Osnovni zahtjev koji se postavlja pred ove uređaje i instalacije je taj da iskra koja je u njima može pojaviti, nemože izazavati upalu eksplozivne smješe. Samosigurnost se postiže ograničenjem energije strujnog kola. Samosigurni izvor za napajanje ima slijedeće granične parametre s obzirom na priključenje induktivnog i kapacitivnog tereta:

- $U_0 \leq 12,6 \text{ V}$,
- $I_0 \leq 590 \text{ mA}$,
- $C_0 \leq 27 \text{ } \mu\text{F}$,
- $L_0 \leq 580 \text{ } \mu\text{H}$,
- $\frac{L_0}{R_0} \leq 53 \text{ } \mu\text{H} / \Omega$.

Prije nego što izvršimo instalaciju bili koje konfiguracije jamske podstanice sistema, sa pripadajućim samosigurnim strujnim krugovima i sensorima posebno je provjeriti da li su prethodno navedeni parametri narušeni, odnosno da li vrijedeslijedeće relacije:

$$C_{doz} \geq C_k \cdot \ell_{\max} + C_u \quad \dots (1)$$

ℓ_{\max} – maksimalna dužina kabla (km),
 C_k – najveća kapacitivnost kabla po jedinici dužine ($\mu\text{F}/\text{km}$),
 C_u – unutrašnji kapacitet senzora (μF),
 C_{doz} – najmanja dozvoljena kapacitivnost (μF) za samosigurni izvor.

$$\frac{L_{\text{kabla}}}{R_{\text{kabla}}} < 53 \mu\text{H} / \Omega \quad \dots (2)$$

L_{kabla} - induktivitet kabla (μH),
 R_{kabla} – aktivni otpor kabla (Ω).

Minimalna količina energije koju treba dovesti nekoj zapaljivoj materiji ili smješi metana i vazduha naziva se energijom paljenja. Ta elektromagnetna energija ni u kom slučaju ne smije preći dozvoljenu vrijednost od 0,2 mJ. Proračun elektromagnetne energije vršise se pomoću slijedeće relacije:

$$W_e = (L \times i^2 + C \times u^2) / 2 \leq 0,2 \text{ mJ} \quad \dots (3)$$

gdje je:

- L – induktivitet kablova (H) ;
- C – kapacitet kablova (F);
- i - struja koja protiče strujnim krugom (A);
- u – napon napajanja strujnog kruga (V).

4. ZAKLJUČAK

Obzirom da sistem za kontrolu parametara jamskog zraka digitrans 2100 radi neprekidno, da je učestalost izmjena u njegovoj konfiguraciji jako velika, segment održavanja zavređuje ogromnu pažnju. Bilo kakav prekid u radu onemogućuje odvijanja drugih aktivnosti (izrada rudarskih prostorija, eksploatacija uglja, montiranje postrojenja itd.) u dijelu jame u kome je prekid nastupio, tako da ovakve okolnosti nameću obavezu da se sistem stalno prati i da se djeluje pravovremeno. Usavršavanje na polju održavanja doprinosi tome da svaka od komponenti sistema bude optimalno iskorištena, da njen životni vijek bude značajno produžen, čak i u radnom okruženju kakvo je metanska jama.

5. LITERATURA

- [1] Marinović N.: Rudarska elektrotehnika, Školska knjiga Zagreb, 1982.,
- [2] Pravilnik o tehničkim normativima za el.postrojenja, uređaje i instalacije u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom (sl.list SFRJ br.21/88),
- [3] Karić A., Sikira Z.: Dopunski rudrski projekat mjerno nadzornog sistema za kontrolu gasnih i ventilacionih parametara u jamama pogona "Haljinići" RMU "Kakanj" d.o.o. Kakanj, RMU "Kakanj" d.o.o. Kakanj, 2009.,
- [4] Tehnička dokumentacija elektro službe pogona „Haljinići“, arhiva pogona „Haljinići“, 2012.