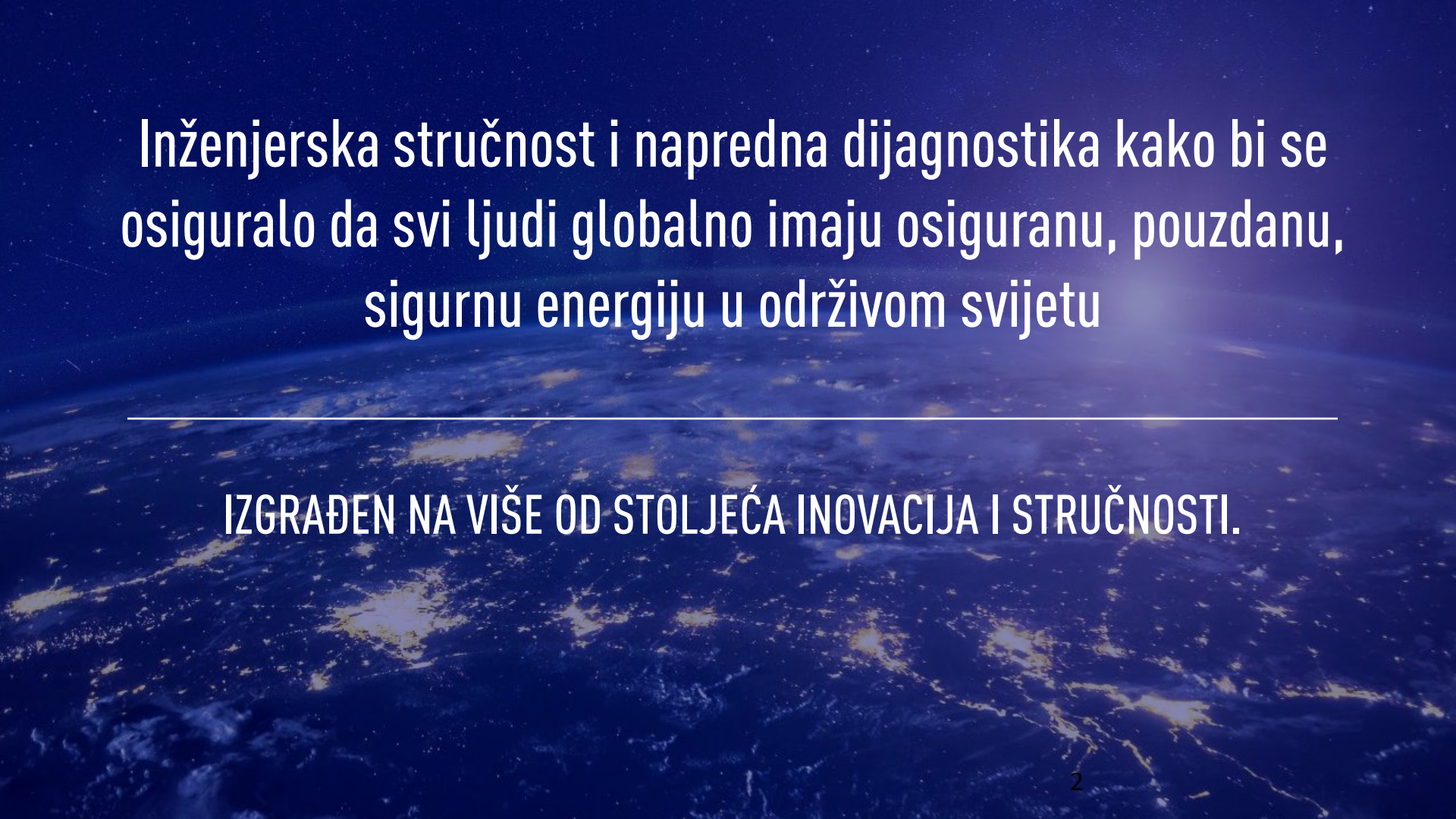


Ispitivanje prekidača: Evolucija najboljih praksi

Andrej Šepčić
Business Development Manager
asepcic@ddoble.com

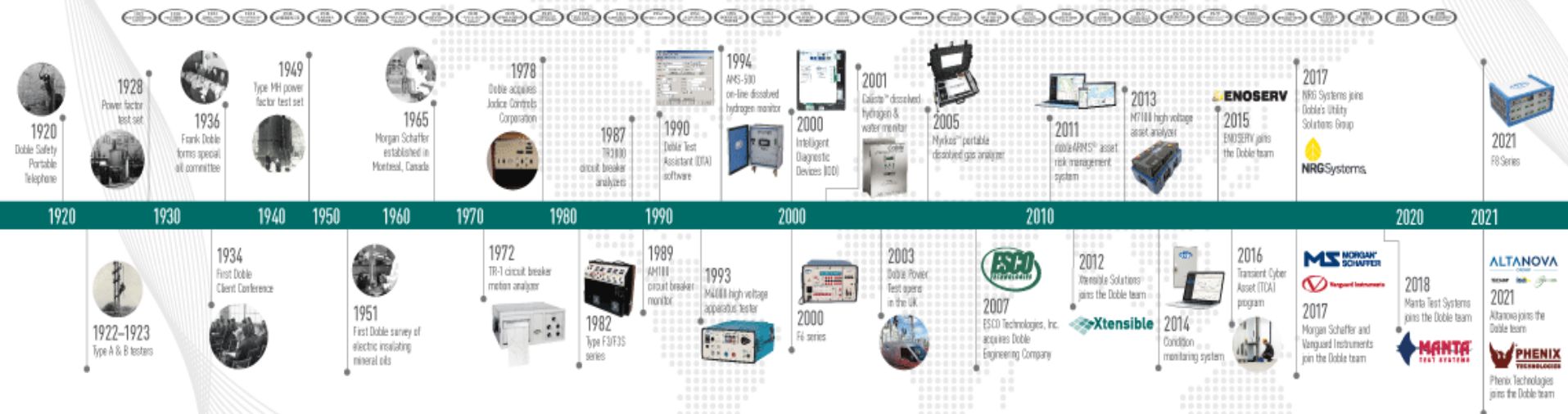




Inženjerska stručnost i napredna dijagnostika kako bi se osiguralo da svi ljudi globalno imaju osiguranu, pouzdanu, sigurnu energiju u održivom svijetu

IZGRAĐEN NA VIŠE OD STOLJEĆA INOVACIJA I STRUČNOSTI.

100 YEARS OF SERVICE TO THE ELECTRIC UTILITY INDUSTRY



DOBLE DANAS



110

ZEMALJA



12

URED DILJEM
SVIJETA



800+

ZAPOSLENIKA



5,550+

KUPACA GLOBALNO



Dio ESCO Technologies'
Utility Solutions Group

NAŠI BRENDОВИ



OSIGURAVANJE POUZDANOSTI SUOČENI S BRZIM PROMJENAMA



- Tranzicija u čistu energiju
- Rastuća potražnja za električnom energijom
- Distribuirana energija i obnovljivi izvori energije
- Razvoj kibernetičke sigurnosti i regulatornih zahtjeva
- U korak s IoT-om
- Umjetna inteligencija i nove tehnologije

S pogledom usmjerenim u budućnost, Doble će pomoći kompanijama da upravljaju promjenama – baš kao što smo radili zadnjih 100 godina.

OPTIMIZIRAJTE PERFORMANSE UZ DOBLE PROIZVODE I RJEŠENJA

- Kontinuirano praćenje stanja
- Upravljanje imovinom poduzeća
- Ispitivanje relejne zaštite
- Off-line testiranje i ocjenjivanje
- Ispitivanje i ocjenjivanje tijekom rada
- Sigurnost i usklađenost
- Uljni standardi



UVOD U PREKIDAČE

Prekidač: što je to?

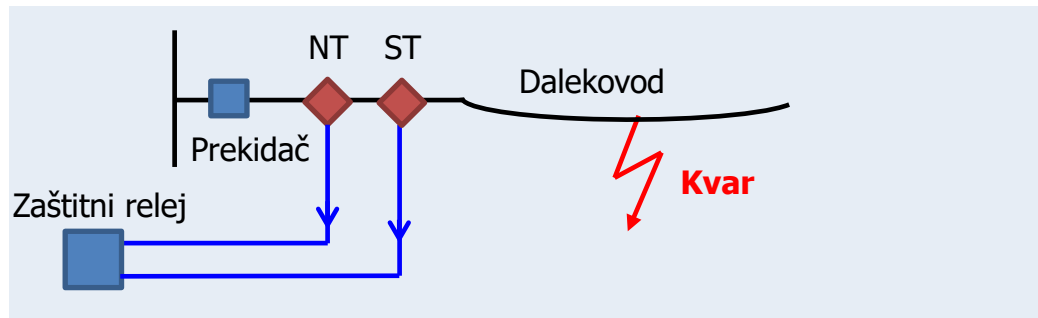
Prekidač strujnog kruga je automatski upravljani električni uređaj, dizajniran za zatvaranje ili otvaranje kontakata unutar komora, zatvarajući i otvarajući tako električni krug pod opterećenjem ili uvjetima kvara

Njegova je zadaća održati struju opterećenja tijekom normalnog rada i prekinuti struju kvara u

NAJBRŽE MOGUĆE VRIJEME



Prekidač: što je to?



Releji detektira kvar dobivajući informacije od NT-a i ST-a



Prekidač



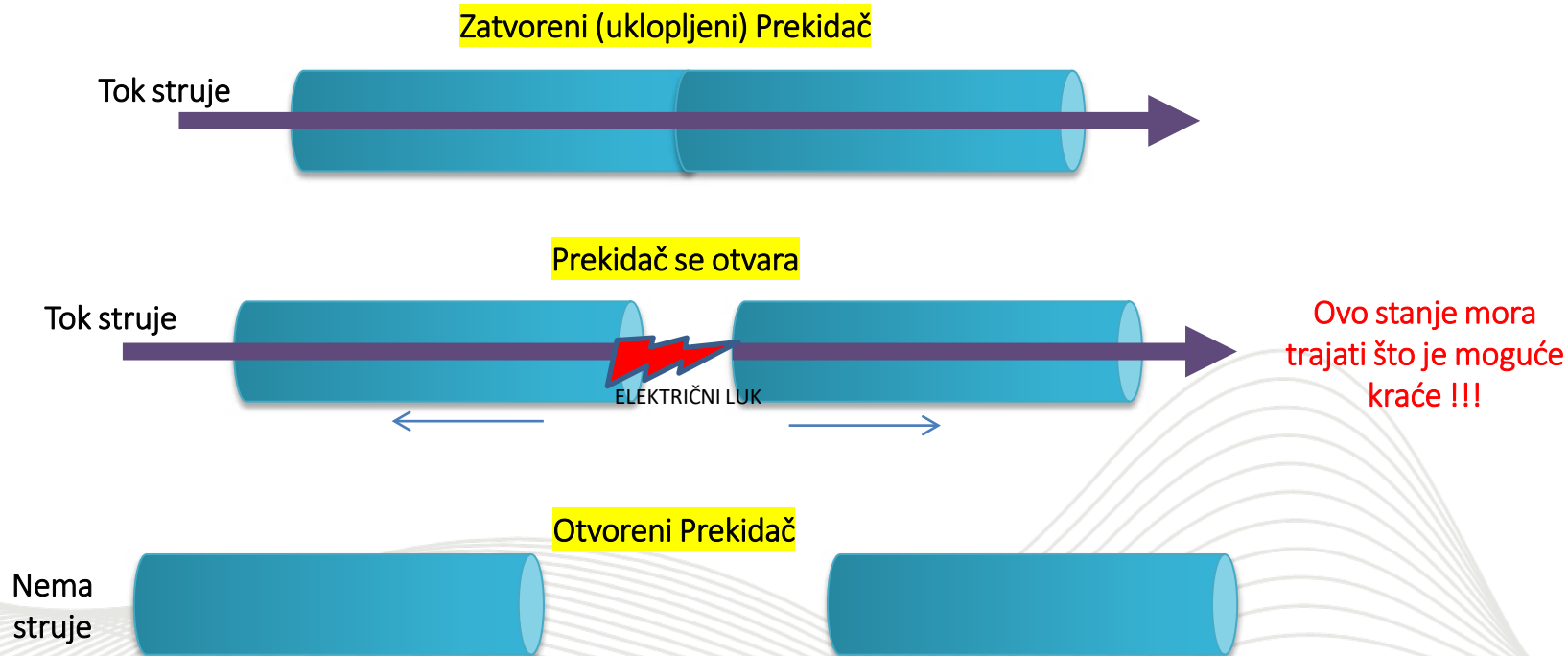
Releji naređuje prekidaču da se otvori kako bi se prekinula struja kvara



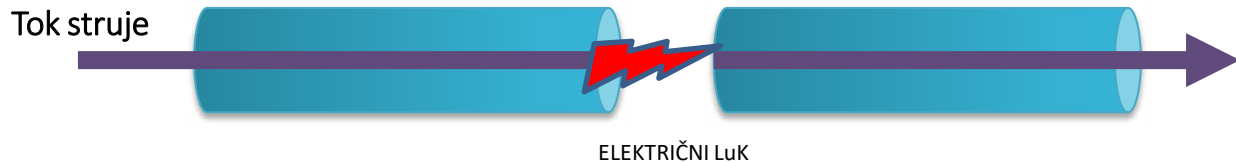
Prekidač

Kada se kvar desi

Vrijeme



Vrijeme otvaranja je najvažniji parametar



Električni luk može oštetiti vodiče ako predugo traje!
Vrijeme otvaranja nikada ne smije trajati duže od nekoliko desetaka milisekundi

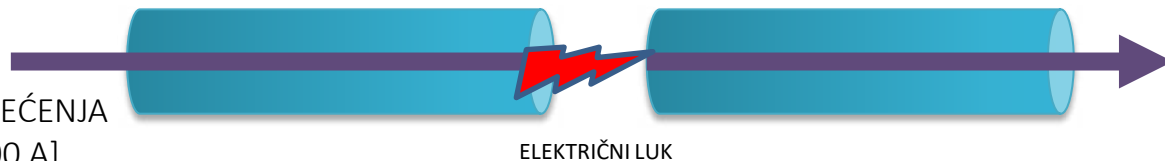


Rizici zbog električnog luka



Prekidač se otvara

STRUJA OPTEREĆENJA
[100 A ÷ 300 A]



Glavni kontakt je dizajniran da izdrži stotine normalnih prekida struje opterećenja

Prekidač se otvara

STRUJA KVARA
[> 1000 A]



Glavni kontakt može izdržati samo nekoliko prekida struja kvara



PREKIDI STRUJE KVARA ZNAČAJNO SE SMANJUJU
PREOSTALI ŽIVOTNI VIJEK PREKIDAČA

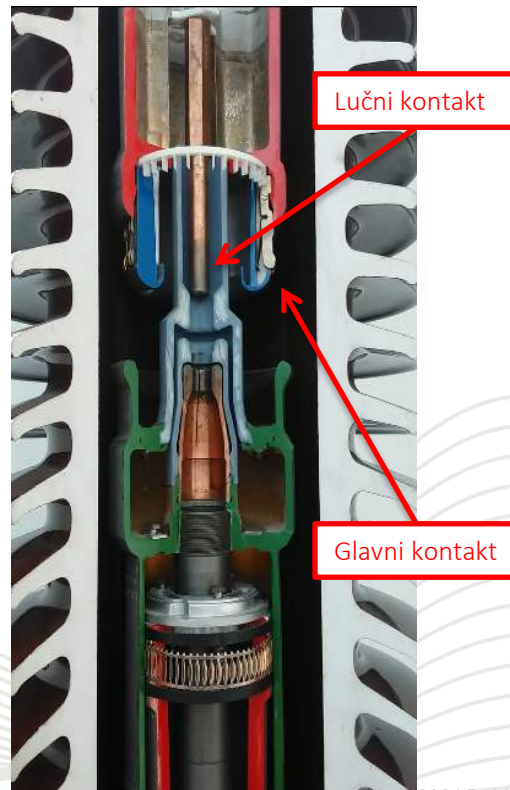
Lučni kontakt

Svrha lučnog kontakta je gašenje luka koji se stvara u prvim milisekundama otvaranja.

Sastoji se od kontakta s većim otporom od glavnog (nekoliko $m\Omega$ u usporedbi sa stotinama $\mu\Omega$).

Ostaje spojen na drugi kraj stupa prekidača još neko vrijeme, tijekom otvaranja.

Svaki put kada CB prekine struju kvara, dio lučnog kontakta izgori, pa je potrebno izmjeriti njegovu duljinu (bit će objašnjeno kasnije)



Plin SF₆



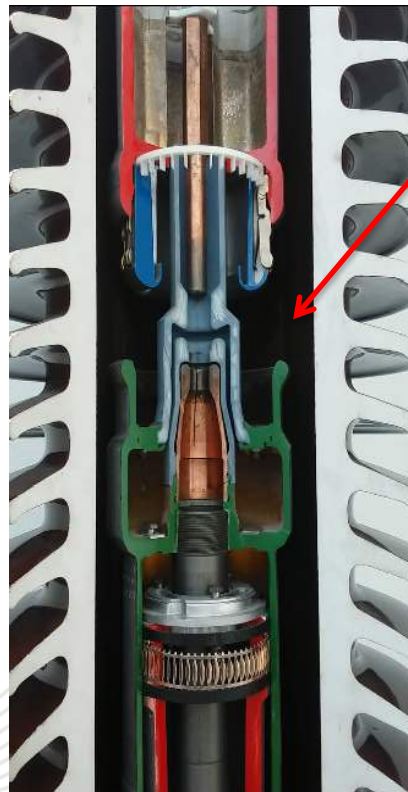
SF₆ (sumporov heksafluorid) je nezapaljiv, neotrovan plin bez mirisa koji djeluje kao prekidni medij i izolacijski medij.

SF₆ se komprimira unutar komore za prekid: što je veći tlak, veća je i snaga prekidanja.

Svaki gubitak SF-6 smanjuje tlak i, ako postane prenizak, CB ne može raditi



SF₆ priključak za punjenje ispod prekidača

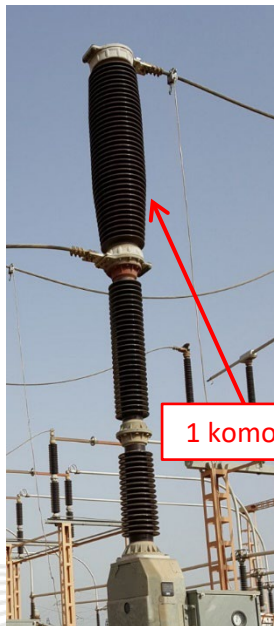


Komprimirani plin SF₆



Prekidač: prekidne komore

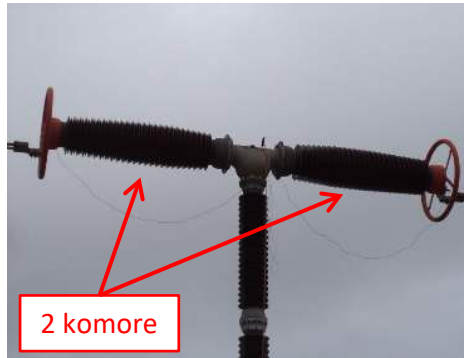
VN prekidači mogu imati više od jednog pomičnih kontakata (komora) spojenih u seriju, koje se koriste za prekid opterećenja ili struje kvara.



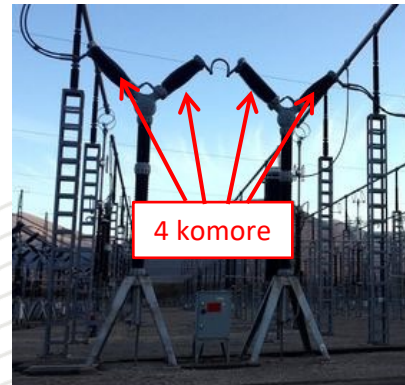
1 komora



2 komore



4 komore



1 komora po fazi

(do 300 kV - Prekidač sa SF6)

2 komore po fazi

(do 550 kV – Prekidač sa SF6)

Faza A



Faza B



Faza C



Faza A



Faza B



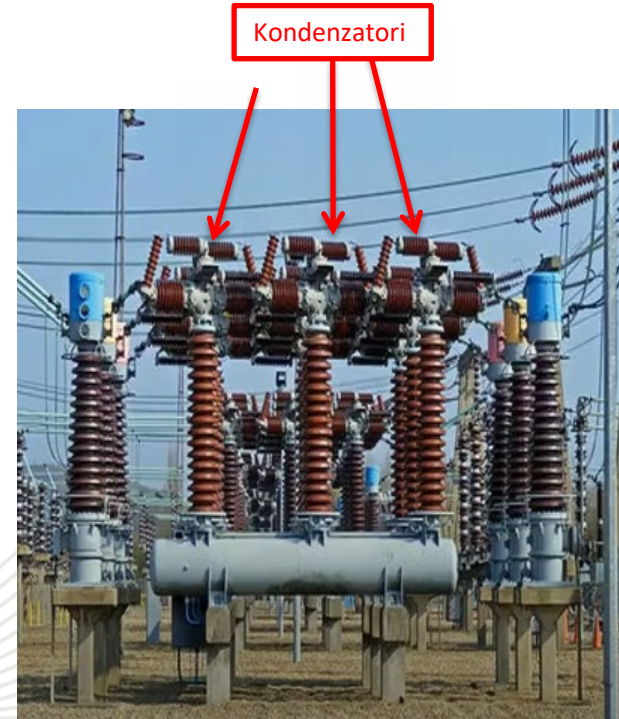
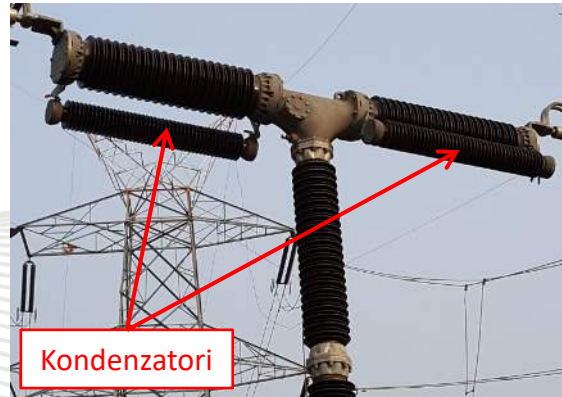
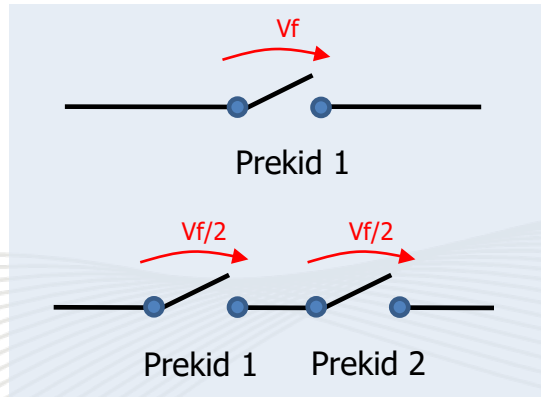
Faza C



Prekidač: gradirajući kondenzatori

Gradirajući kondenzatori osiguravaju jednoliku distribuciju napona na svim kontaktnim točkama tijekom normalnog i sklopnog rada.

Oni također mogu povećati sklopni kapacitet prekidača pod određenim uvjetima



Prekidač: komande



Ormar komandi

Stezaljke/Terminali koji sadrže
zavojnice i pomoćne kontakte



Ormar upravljanja
Prekidač 63kV



Ormar hidrauličnih komandi

Upravljačke zavojnice

Kretanje prekidača generira se naredbom:

- ISKLOP/OTVARANJE koristeći zavojnicu za Otvaranje
- UKLOP/ZATVARANJE koristeći zavojnicu za Zatvaranje

Prekidač	NN 600 V	SN & VN do 50 kV	EVN 220 /400 kV
Otvaranje		 	  
Zatvaranje		 	

Moguće točke izdavanja komandi:

- Lokalno (CB's auxiliary)
- Daljeniski (kontrolna soba)
- Daljinski (sustav zaštite)



Stezaljke na koje su spojene komande

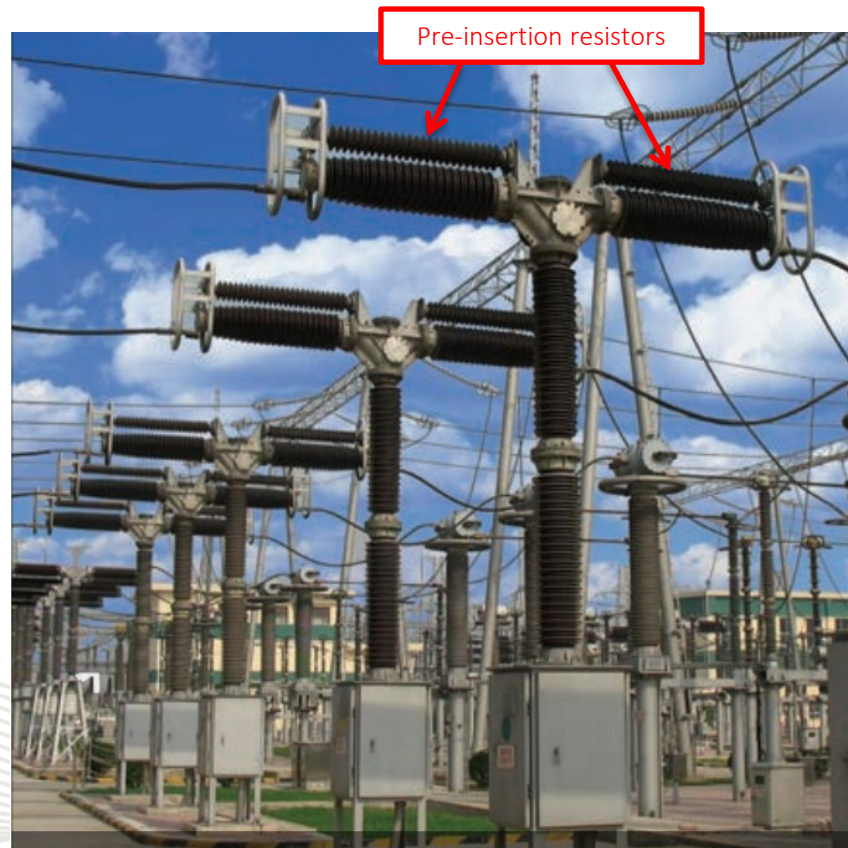
NAPOMENA: Prekidač se testira sa komandom u Lokalno

Prekidač: PIR

Preinsertion resistors smanjuju prijelazne napone koji se generiraju kada je prijenosna linija bez opterećenja uključena ili ponovno uključena nakon kvara na liniji.

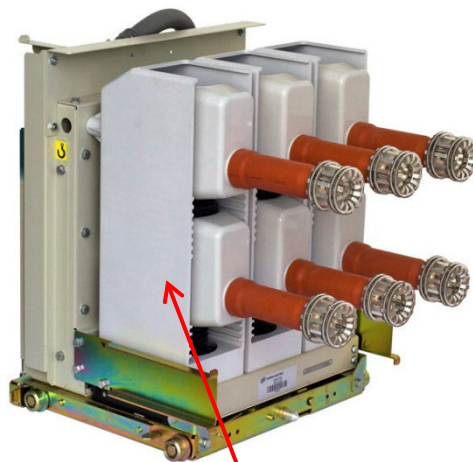
Gradirajući kondenzatori i predumetni otpornik mogu biti prisutni istovremeno.

Prijelazni naponi imaju amplitude čija vrijednost može ići izvan nazivnog napona



Prekidač: Prekidne komore

Srednjonaponski prekidači (sklopni uređaji) obično imaju jedan pokretni kontakt (prekidač). Ovi uređaji su dizajnirani za rad na nižem naponu, ali u osnovi rade isti posao kao visokonaponski prekidači.

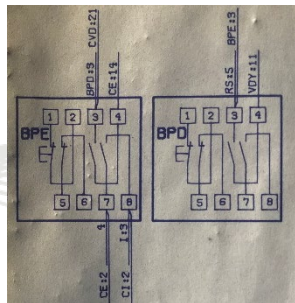
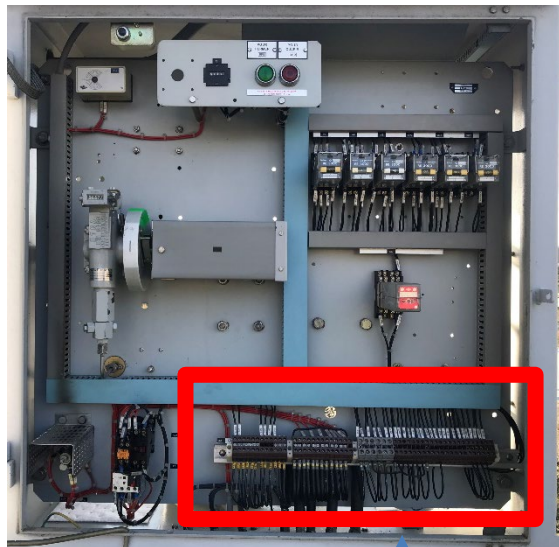
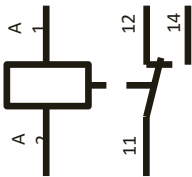


1 break

Sekvenca događaja

Kada je pod naponom,
zavojnica aktivira opruge

Komandne
zavojnice



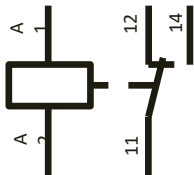
Komandne zavojnice
Pomoćni kontakti



Sekvenca događaja

Kada je pod naponom,
zavojnica aktivira opruge

Komandne
zavojnice



MEHANIZAM I
POLUGE



Opruge otpuštaju
pohranjenu energiju
mehanizmima



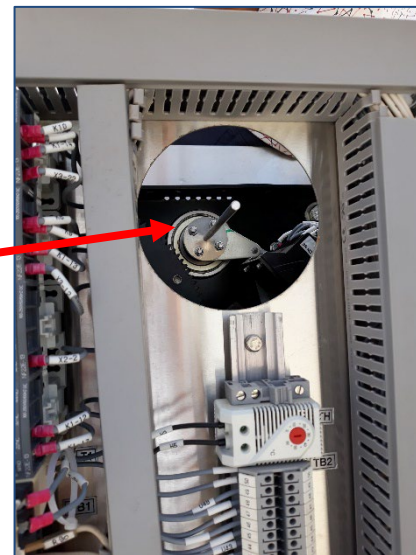
OPRUGE



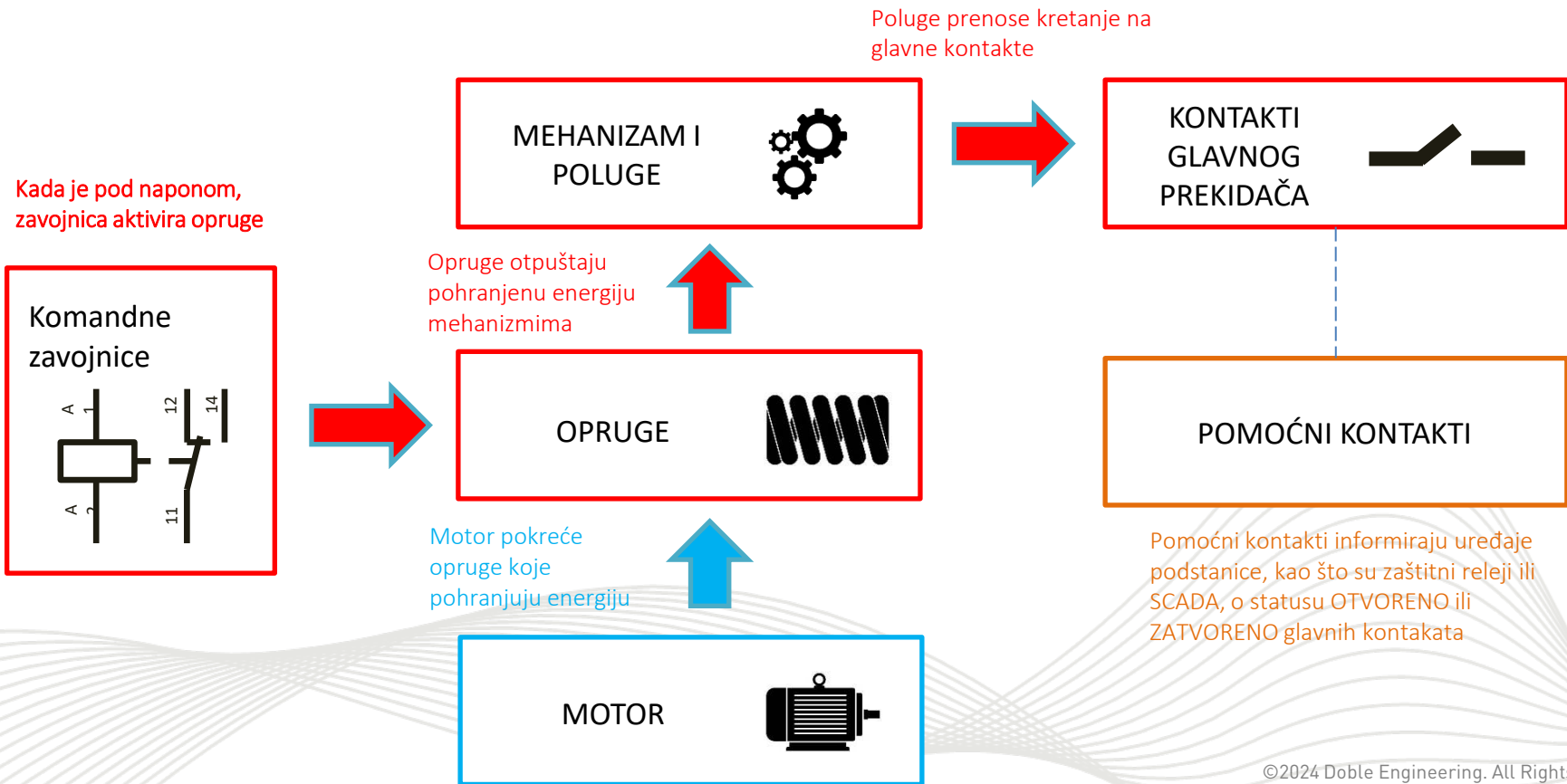
Motor pokreće
opruge koje
pohranjuju energiju



MOTOR



Sekvenca događaja



ODRŽAVANJE PREKIDAČA:

Referenca dobre prakse (*)

(*) Izvor: EXCELEC Datasheet – izdanje 2007
Razine temeljene na knjižici Afnor FDX 60000 - Industrijsko održavanje -
Funkcija održavanja (sadrži razine održavanja - publikacija iz svibnja 2002)

VN prekidači s uljem ili SF6



AKTIVNOST	PERIODIČNOST	RAZINA
Vizualni pregled općeg stanja, čistoće, krhotina, pukotina, odsutnosti korozije na nosačima itd.	Godišnje Dok je prekidač u funkciji	1
Očitavanje brojača operacija	Godišnje	
Provjera zatezanja: - Vijci za uokvirivanje - VN veze	Godišnje : - Prekidač u funkciji - Van funkcije	2
Check general condition and absence of traces of heating of earthing connections	Godišnje, Dok je prekidač u funkciji	
Checking oil levels (oil type CB) Checking the seals	Godišnje, Dok je prekidač u funkciji	
SF6 filling pressure control of the poles (SF6 type CB)	Svake 3 godine, Dok je prekidač u funkciji	
Cleaning porcelain (particular risk: porcelain under pressure)	Svake 3 godine, u funkciji/van funkcije	

1

Rutinsko održavanje

Zahvati koji se odnose na opremu općenito su opisani u priručniku za održavanje proizvođača

2

Intervencije koje zahtijevaju **jednostavne procedure** i/ili pomoćnu **opremu za jednostavnu upotrebu i implementaciju** (općenito opisano u priručniku za održavanje proizvođača).



HTB prekidači sa prekidanjem u ulju



AKTIVNOST	PERIODIČNOST	RAZINA
Provjera vremena uklopa/iskopa i sinkronizma	Svake 3 godine, Van funkcije	3
Mjerenje dielektričnih gubitaka (stupovi, izolacijsko ulje, izolacijsko ulje za prijenos ako je primjenjivo)	Svake 3 godine, Van funkcije	4
Mjerenje statičkog otpora glavnih kontakata	Svake 3 godine, Van funkcije	4
Zamjena izolacijskog ulja	Svaki 5 godina, Van funkcije	2
Provjera istrošenosti lučnih kontakata (Dinamičko mjerenje otpora)	Svaki 5 godina, Van funkcije	4
Obnova i nadogradnja	Svaki 20 godina	2

3

Operacije koje zahtijevaju **kompleksne procedure** i/ili **oprema za podršku složenoj uporabi ili implementaciji**

4

Operacije čije **postupci uključuju** **ovladavanje određenom tehnikom ili tehnologijom** i/ili **implementacija posebne opreme**



VN prekidači sa prekidanjem u SF6

AKTIVNOST	PERIODIČNOST	RAZINA
Provjera vremena uklopa/iskopa i sinkronizma	Svake 3 godine, Van funkcije	3
Kontrola rada denzimetra i kontrola kvalitete plina	Svaki 5 godina, Van funkcije	4
Mjerenje statičkog otpora glavnih kontakata	Svaki 5 godina, Van funkcije	5
Zamjena kondenzatora	Svaki 5 godina, Van funkcije	3
Obnova i nadogradnja	Svaki 20 godina	5

4

Operacije čiji postupci uključuju ovladavanje određenom tehnikom ili tehnologijom i/ili upotrebu posebne posebne opreme

5

Operacije čije procedure uključuju znanje, koristeći posebne tehnike ili tehnologije, procese ili posebnu opremu.



GIS prekidači



AKTIVNOST	PERIODIČNOST	RAZINA
Provjera vremena uklopa/iskopa i sinkronizma (glavni i pomoćni kontakti)	Svakih 5 godina, Van funkcije	3
Provjera istrošenosti kontakata	Svakih 5000 operacija, Van funkcije	4
Zamjena kondenzatora	Svakih 5000 opracija ili 25 godina – Van funkcije	5
Provjera postavki spojeva prekidača (ako je primjenjivo)	Svakih 15 godina, Van funkcije	3
Renovation and upgrading	Svakih 20 godina Van funkcije	5

3

Opracije koje zahtjevaju **kompleksne procedure** i/ili **kompleksna upotreba** ili **implementacija pomoćne opreme**

4

Operacije čije **procedure uključuju** **ovladavanje određenom tehnikom** ili **tehnologijom** i/ili **implementacija posebne opreme**



Analizatori prekidača

Među ovim operacijama, neke zahtijevaju **složenu ili specijaliziranu opremu za podršku:**

- Provjera vremena rada i sinkronizma (KONTAKTI GLAVNOG PREKIDAČA)
- Mjerenje statičkog otpora (SRM)
- Mjerenje dinamičkog otpora (DRM)

Ovi se testovi mogu provesti pomoću analizatora prekidača, čije se tehnologije razvijaju kako bi jamčile precizna, pouzdana mjerenja uz poboljšanje brzine implementacije, sigurnosti i jednostavnosti korištenja.

Analizator
prekidača



Analizatori prekidača



CBA 1000



CBA 2000



CBA 3000

Do 2 PREKIDA PO FAZI	DA	DA	DA
Do 6 PREKIDA PO FAZI	NE	DA	DA
STATIČKI I DINAMIČKI OTPOR KONTAKTA	DA, jednofazno	DA, jednofazno	DA, 3 fazno
PRETVARAČI POMAKA	1 analogni	3 analogna ili 3 digitalna	4 analogna ili 4 digitalna
OBJE STRANE UZEMLJENE AIS	NEW! DA (1 PREKID PO FAZI)	NEW! DA (1 PREKID PO FAZI)	DA (Do 2 PREKIDA PO FAZI)
OBJE STRANE UZEMLJENE GIS	NE	NE	DA

Analizatori prekidača

Glavni testovi i mjerenja s CBA1000/2000



Osnovne karakteristike

- Vremena O, C, OC, CO, OCO
- Vršna vrijednost struje zavojnica
- Trajanje struje zavojnica
- Oblik struje zavojnica
- Vrijeme pomoćnih kontakata

Do 2 prekida po fazi (CBA1000)

Do 6 prekida po fazi (CBA2000)

Opcije

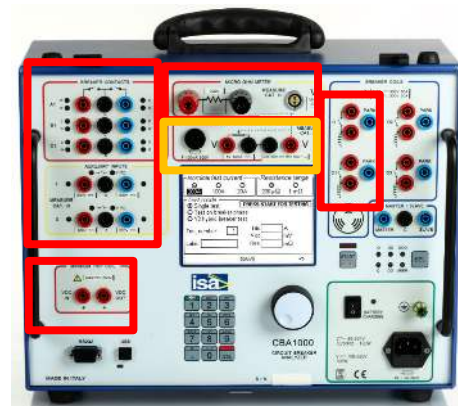
- Mjerenje statičkog otpora (SRM)
- Mjerenje dinamičkog otpora (DRM)

Ugrađeni mikroommetar 200A

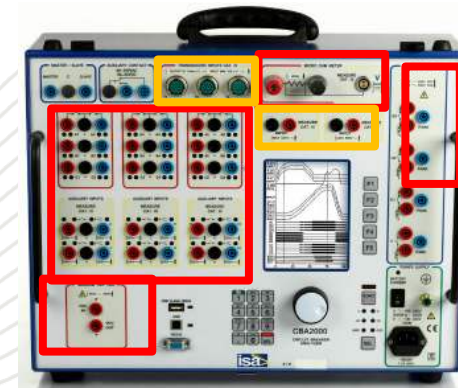
Ugrađeni modul

Moguće s vanjskim dodacima
(strujna kliješta, pretvarači struje,
pribor)

- Vremena O, C, OC, CO, OCO sa Obje Strane Uzemljene
- eksterna strujna
kliješta



CBA1000



CBA2000



Analizatori prekidača

Osnovne karakteristike

- Vremena O, C, OC, CO, OCO
- Vršna vrijednost struje zavojnica
- Trajanje struje zavojnica
- Oblik struje zavojnica
- Vrijeme pomoćnih kontakata

Do 2 prekida po fazi

Do 4/6/8 prekida po fazi (opcija)

Options

- Mjerenje statičkog otpora (SRM)
- Mjerenje dinamičkog otpora (DRM)
- Min. Trip Coil (MTC)
- Printer

Do 3 ugrađena Microohmmetra 200A

Ugrađeni modul

- Pomak, brzina i akceleracija
- Pritisak
- Struja motora
- First trip test
- Vremena O, C, OC, CO, OCO sa Obje Strane Uzemljene i za GIS

Moguće s vanjskim dodacima (strujna kliješta, pretvarači struje, pribor)



CBA1000 – Glavne značajke



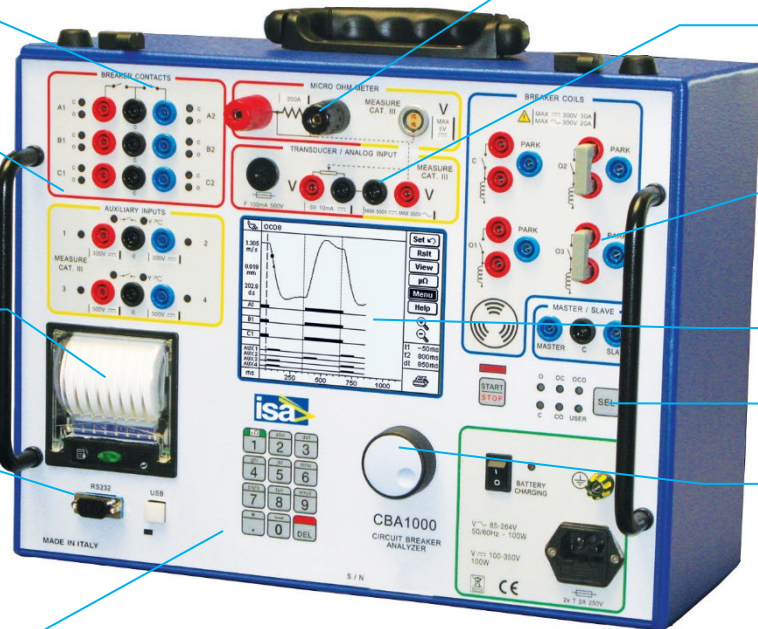
2 prekida po fazi:
glavni ulazi

4 pomoćna ulaza (suhi i/ili
sa naponom do 300V)

Opcija : Minimum Trip Coil ili
printer

USB i RS232 Comm
port

Tipkovnica



Opcija : 200 A $\mu\Omega$ meter

1 kanal za pretvarače/
analogni ulaz (pretvarači
i strujna klijesta kao
opcija)

Komande :
1 Isklup (+ 2 kao opcija)
1 Uklop

Veliki grafički zaslon

Izbor testa

Kontrolni gumb

CBA2000 – main features



2/4/6 prekida po fazi: glavni ulazi

4/8/12 pomoćnih ulaza

Opcija : Minimum Trip Coil ili printer

USB and RS232
Comm port
& Flash Memory

Tipkovnica

3 kanala za pretvarače/
digitalni ulazi
(pretvarači i strujna
kliješta kao opcija)

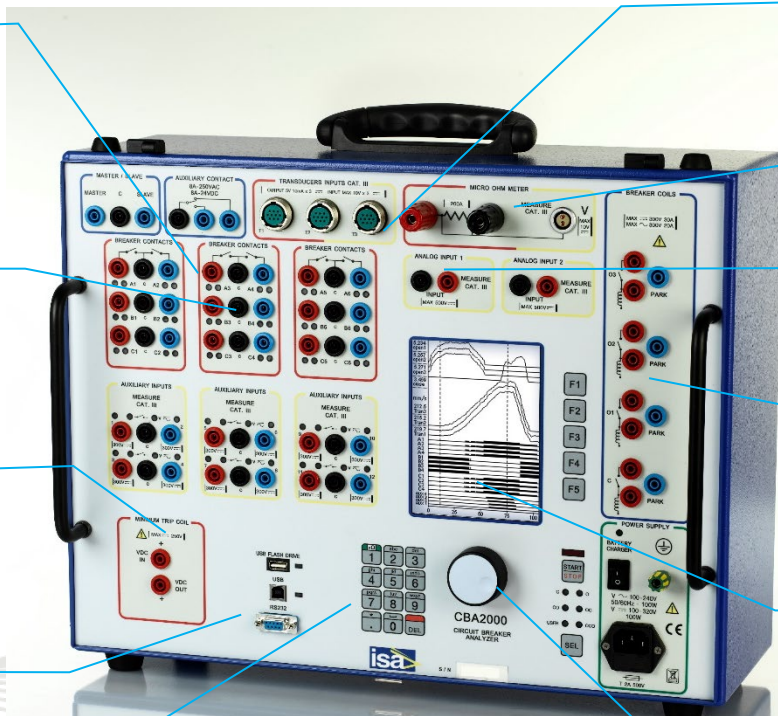
Opcija : 200 A $\mu\Omega$ meter

Analogni ulazi
(pretvarači i strujna
kliješta kao opcija)

Komande :
1 Isklup (+ 2 kao opcija)
1 Uklop

Veliki grafički zaslon

Kontrolni gumb



CBA3000 – main features

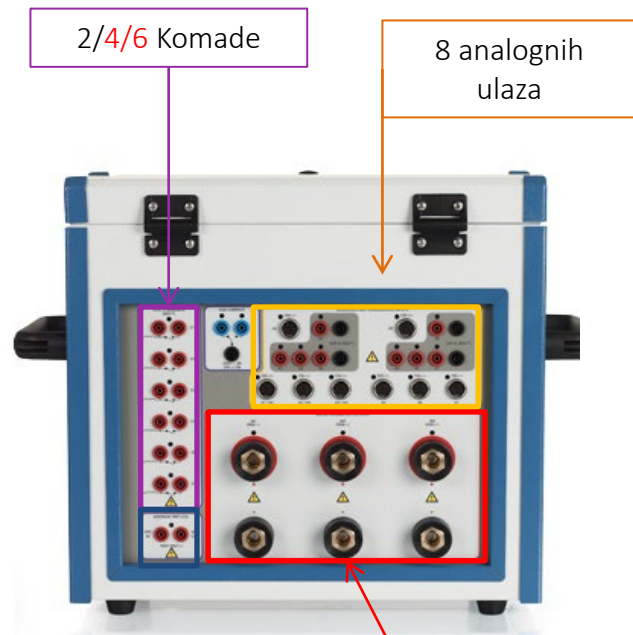


Veliki grafički ekran

Izbor ispitivanja



8 / 16 / 24 ulaza za mjerenje vremena
Za glavne i pomoćne kontakte



2/4/6 Komade

8 analognih
ulaza

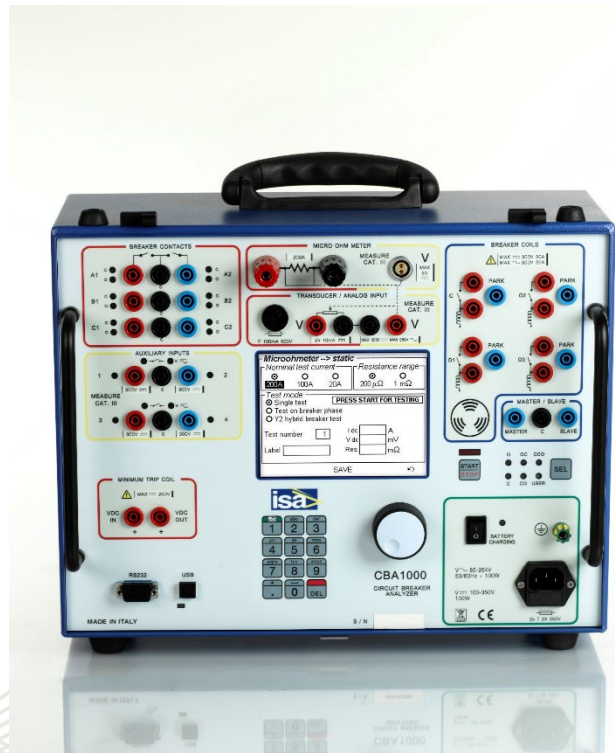
Opcija : 1 or 3
μohmetara do 200A

Analizatori prekidača

PREDNOSTI CBA1000 i CBA2000



- ❑ Jednostavan, praktičan i intuitivan
- ❑ Sve u jednom bez dodatka
- ❑ Modularno, s osnovnim mjerenjima vremena i sinkronizacije
- ❑ Brza izvješća koja se mogu uređivati (pisač, softver)
- ❑ Interna memorija za 250 rezultata i 64 ispitna plana
- ❑ Upravljanje ispitivanjem s CBA ili daljinski (TDMS softver)
- ❑ Baterijski rad
- ❑ BSG ispitivanje (obje strane uzemljene) prekidača instaliranih u podstanicama izoliranim zrakom (AIS)



Analizatori prekidača

PREDNOSTI CBA3000



- ☐ Jednostavan, praktičan i intuitivan+ **Test wizard**
- ☐ Sve u jednom bez dodataka
- ☐ Modularno, s osnovnim mjerenjima vremena i sinkronizacije
- ☐ Brza izvješća koja se mogu uređivati (pisač, softver)
- ☐ Interna memorija za 250 rezultata i 64 ispitna plana
- ☐ Upravljanje ispitivanjem s CBA ili daljinski (TDMS softver)
- ☐ BSG ispitivanje (obje strane uzemljene) prekidača ugrađenih u podstanice izolirane zrakom (AIS) i podstanice izolirane plinom (GIS)
- ☐ Kombinirana mjerenja u jednom kabliranju



ISPITIVANJA sa ANALIZATORIMA PREKIDAČA



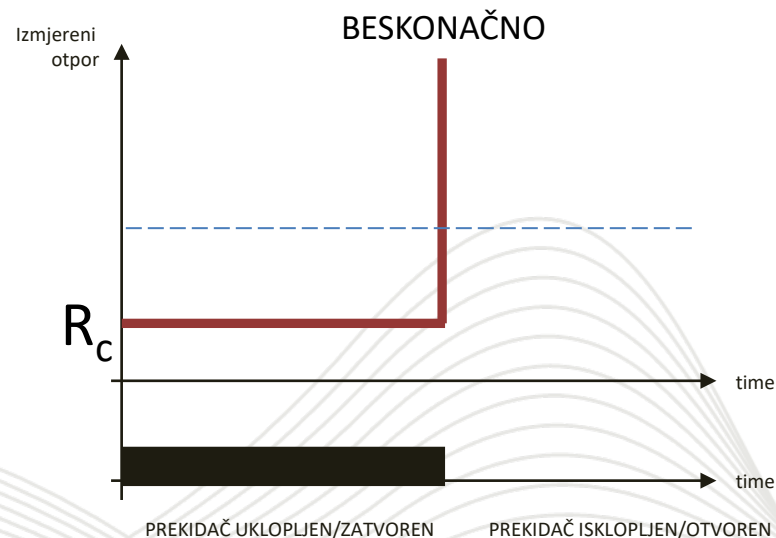
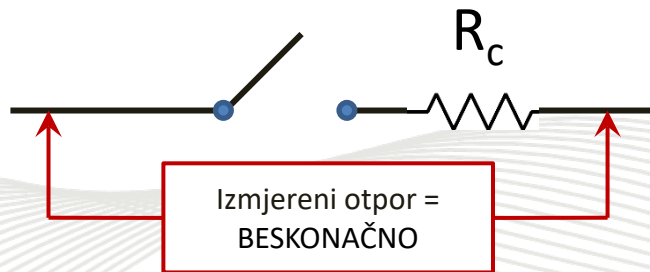
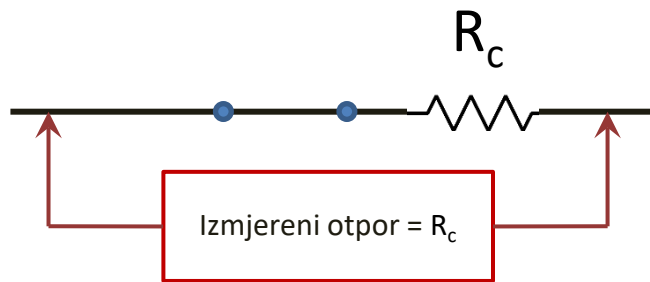
GLAVNI KONTAKTI PREKIDAČA (AIS)



GLAVNI KONTAKTI PREKIDAČA



Uobičajeni način da shvatite je li glavni kontakt otvoren ili zatvoren je mjerenje vrijednosti otpora



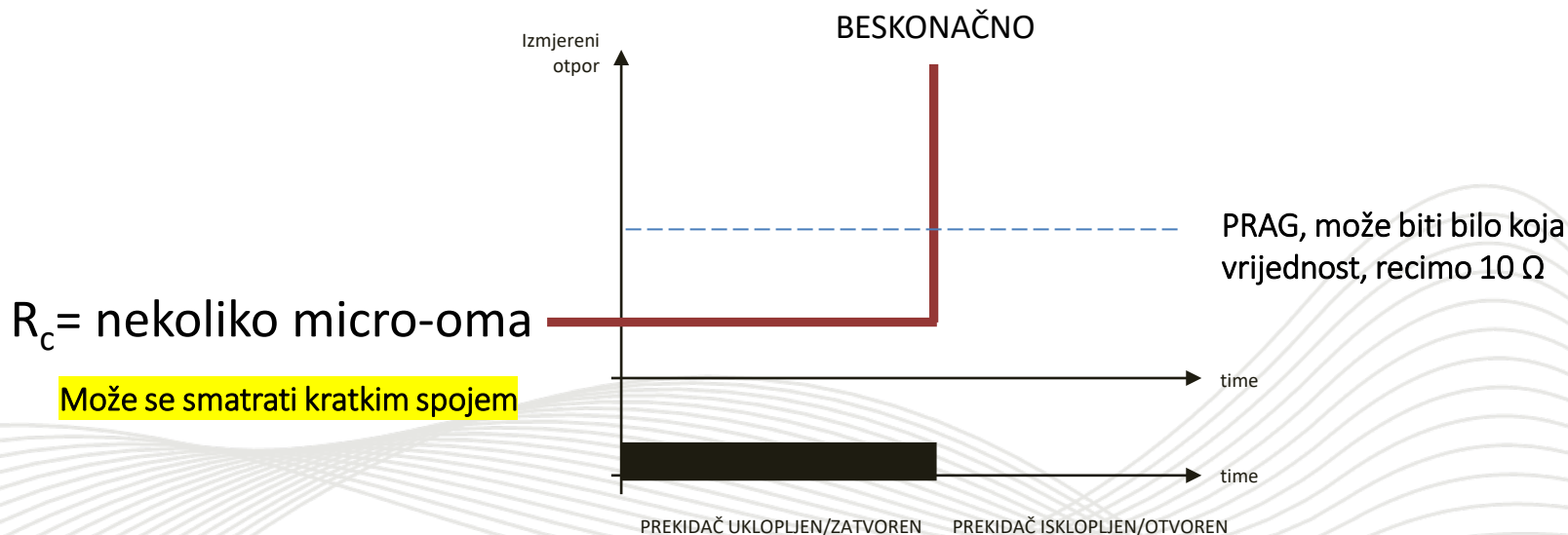
GLAVNI KONTAKTI PREKIDAČA



Drugim riječima, potrebno je pronaći način kako razlikovati kratki spoj od otvorenog kruga.

Da biste to učinili, potrebno je odrediti prag:

- ispod praga, kontakt je zatvoren
- iznad praga, kontakt je otvoren



GLAVNI KONTAKTI PREKIDAČA

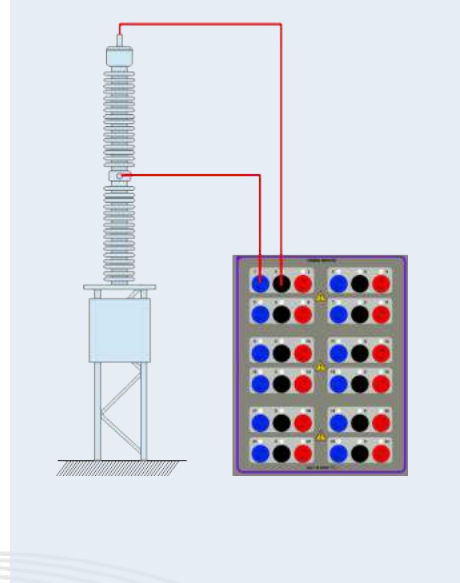
Što mi je potrebno za izvođenje ispitivanja vremena ukopa/isklopa glavnih kontakata?

- Zavojnica komande

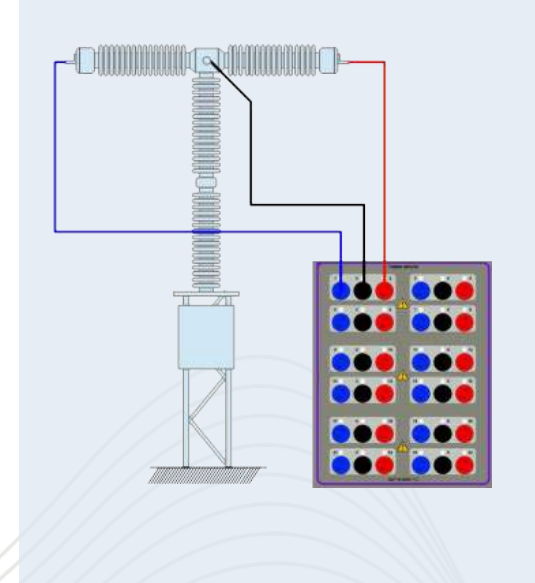
Struja zavojnice je referenca za mjerenje vremena, kada ona počne teći, mjerač vremena počinje brojati.

- Ulaz za mjerenje vremena

koristi se za praćenje statusa CB kontakta i tako za otkrivanje i mjerenje vremena njegovog uključivanja.

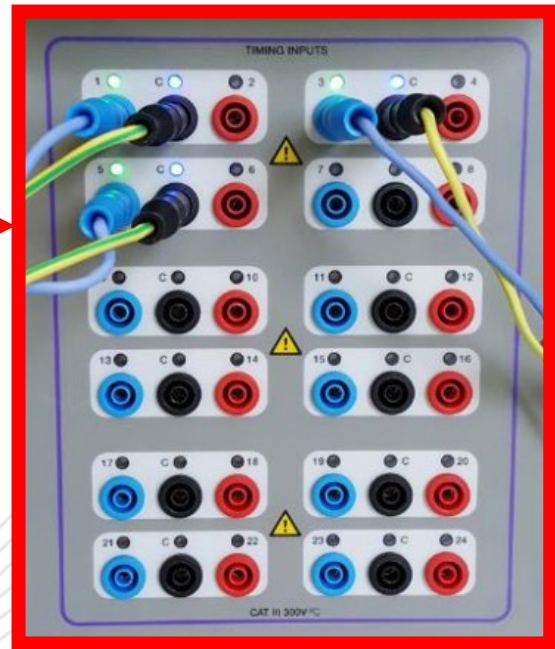


Prekidač sa jednom prekidnom komorom

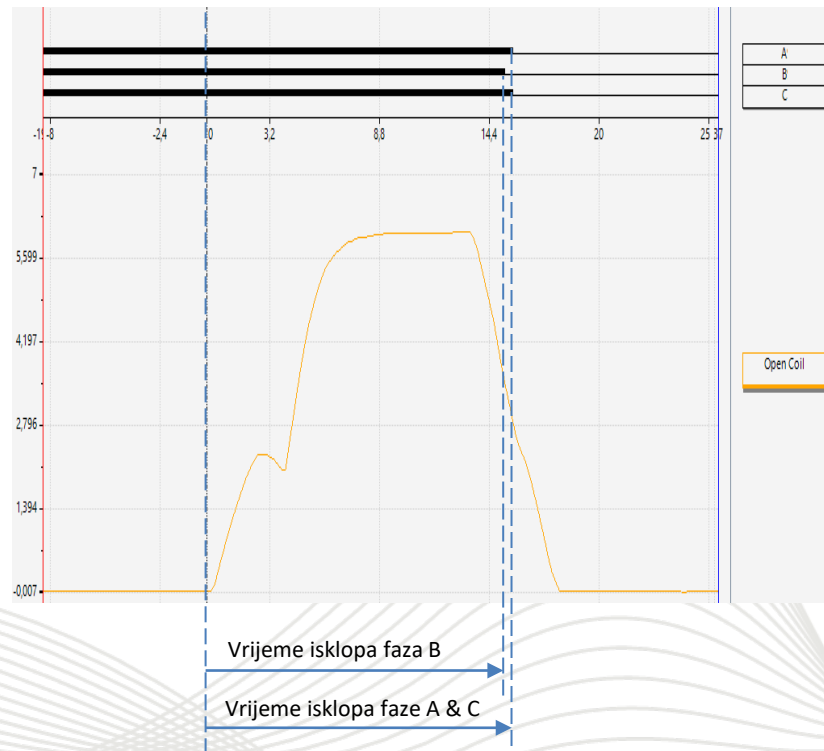
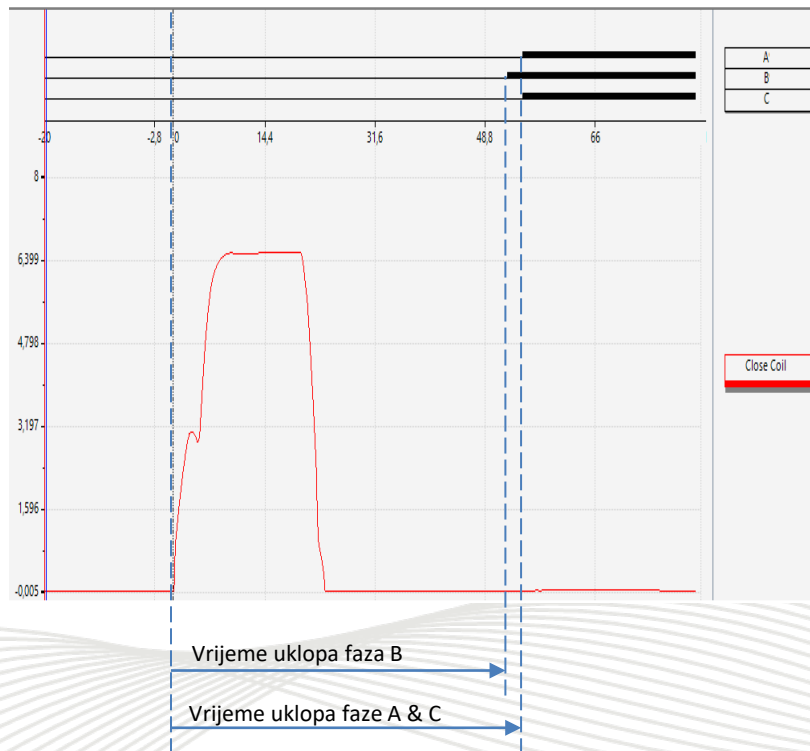


Prekidač sa dvije prekidne komore

GLAVNI KONTAKTI PREKIDAČA



GLAVNI KONTAKTI PREKIDAČA



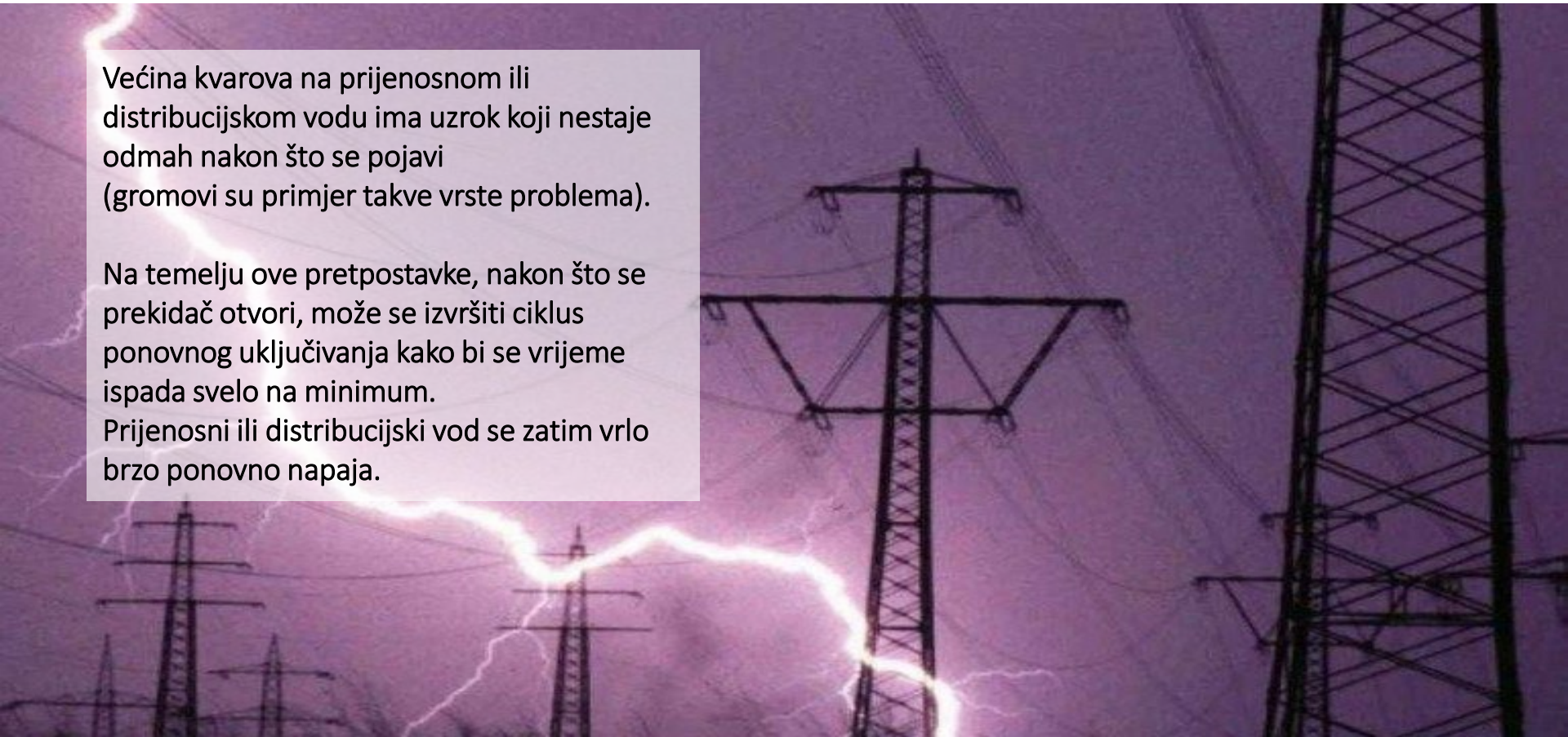
GLAVNI KONTAKTI PREKIDAČA



Većina kvarova na prijenosnom ili distribucijskom vodu ima uzrok koji nestaje odmah nakon što se pojavi (gromovi su primjer takve vrste problema).

Na temelju ove pretpostavke, nakon što se prekidač otvori, može se izvršiti ciklus ponovnog uključivanja kako bi se vrijeme ispada svelo na minimum.

Prijenosni ili distribucijski vod se zatim vrlo brzo ponovno napaja.



GLAVNI KONTAKTI PREKIDAČA



Ali može se dogoditi i suprotna situacija: uzrok kvara je trajan.

Na primjer, stabla koja rastu odmah ispod zračne linije.

U ovakvim slučajevima, daljnja naredba za otvaranje mora se izdati odmah nakon ciklusa ponovnog zatvaranja.

GLAVNI KONTAKTI PREKIDAČA: ciklus APU

SF ₆ CIRCUIT BREAKER TYPE GL316 WITH CR			
BREAKER SERIAL NUMBER			
RATED VOLTAGE	kV		420
NORMAL CURRENT	A		3150
FREQUENCY	Hz		50
POWER FREQUENCY WITHSTAND VOLTAGE ACROSS OPEN CONTACTS TO EARTH	kV rms		610
	kV rms		520
LIGHTNING IMPULSE WITHSTAND VOLTAGE	kVp		1425
SWITCHING SURGE WITHSTAND VOLTAGE	kVp		1050
FIRST-POLE-TO-CLEAR FACTOR			1.3
SHORT-TIME WITHSTAND CURRENT	kA		50
DURATION OF SHORT-CIRCUIT	s		3
SHORT-CIRCUIT BREAKING CURRENT SYMMETRICAL	kA		50
ASYMMETRICAL	kA		61.2
SHORT-CIRCUIT MAKING CURRENT	kAp		125
OUT-OF-PHASE BREAKING CURRENT	KA rms		12.5
LINE CHARGING BREAKING CURRENT			
OPERATING SEQUENCE	O - 0.3s - CO - 3min - CO		
SF ₆ GAS PRESSURE AT 20 °C, 1013 hPa	bar (gauge pressure)		6.5
TOTAL MASS OF SF ₆ GAS	kg		61.1
MASS OF THE CIRCUIT BREAKER	kg		7245
REFERENCE STANDARD	IEC 62271-100		

Ciklus Automatskog
ponovnog uklopa

Uključenje na kvar - Switch On
To Fault (SOTF)

O - t - CO

Komanda
isklopa

Mrtvo vrijeme
između operacija

BRZI APU : t = 0.3 s

SPORI APU : t > 30 s

Komanda
isklopa

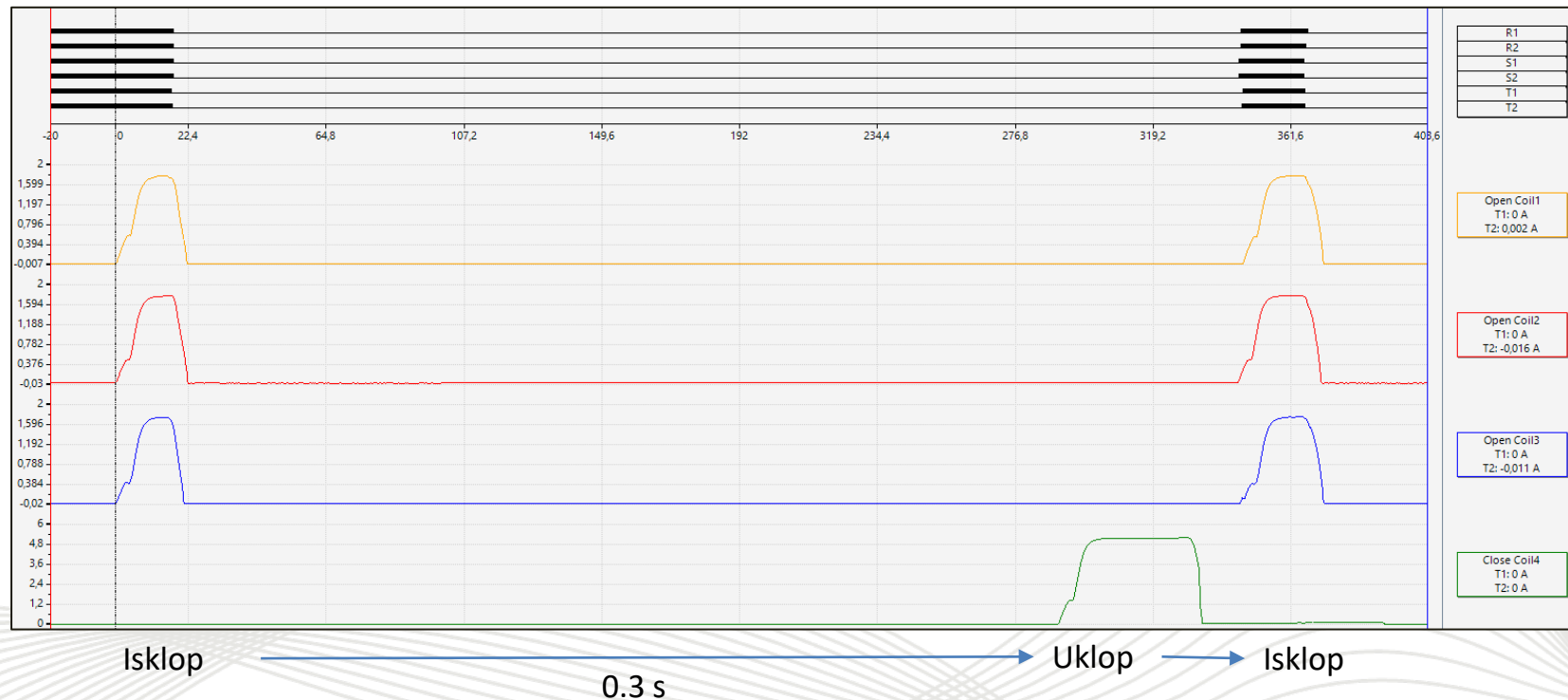
Komanda
uklopa

Ne postoji
međunarodni
standard za
Mrtvo vrijeme

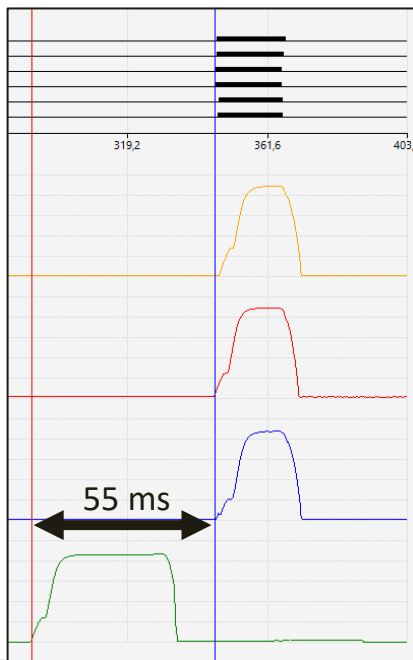
« Brzi APU + SOTF » je nakritičnija sekvenca

Opruge moraju osloboditi svu svoju energiju u vrlo kratkom
vremenu

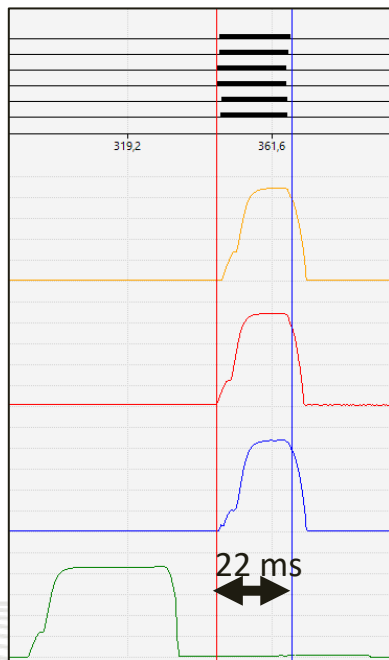
GLAVNI KONTAKTI PREKIDAČA: Primjeri



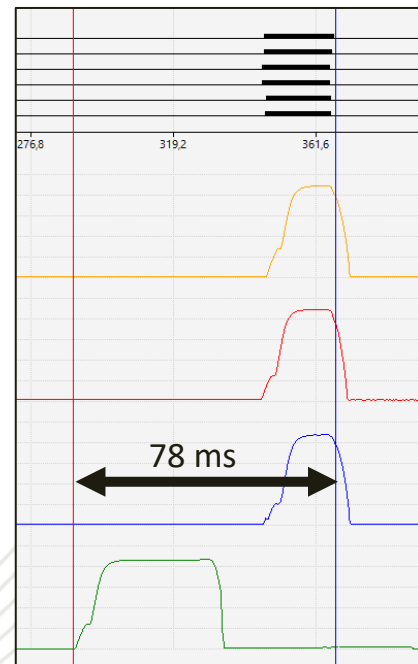
GLAVNI KONTAKTI PREKIDAČA: Primjeri



Kašnjenje od 55 ms nastaje zbog mehanizma kojim se izbjegava preklapanje naredbi za zatvaranje i otvaranje



Vrijeme u kojem glavni kontakti ostaju zatvoreni naziva se DWELL TIME



Mora se napomenuti da CB može izvršiti kompletnu CO sekvencu u vrlo kratkom vremenu

GLAVNI KONTAKTI PREKIDAČA

Obje strane uzemljene (BSG)

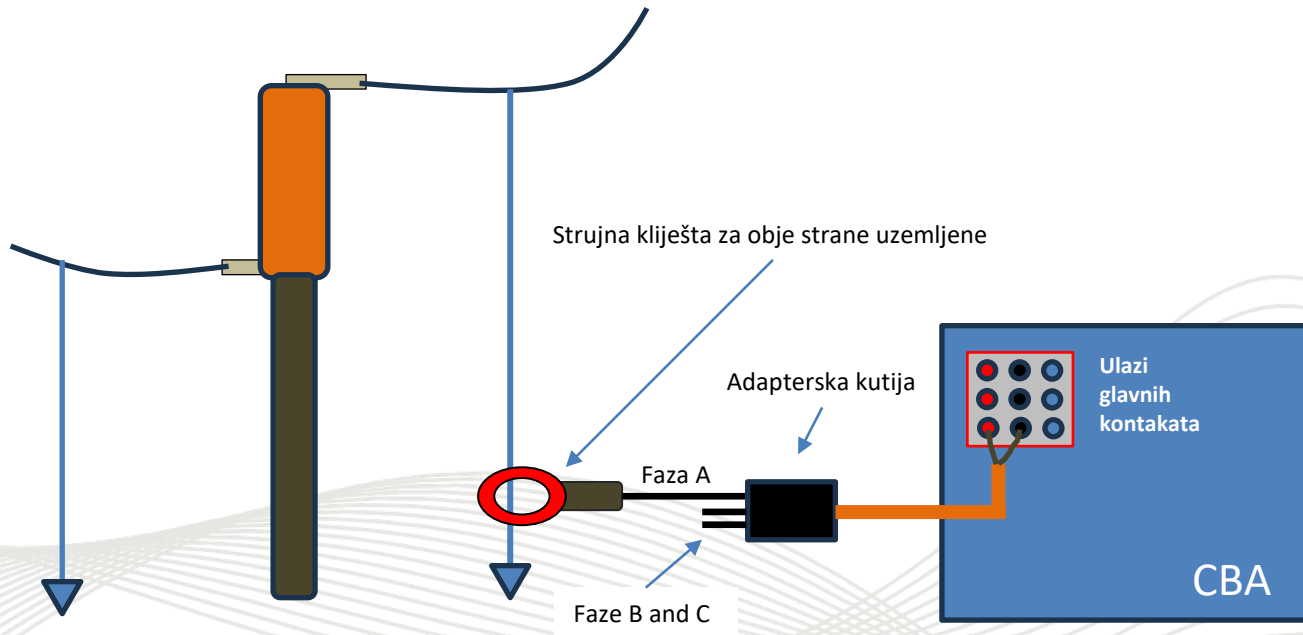


BRZO, JEDNOSTAVNO I SIGURNIJE!



GLAVNI KONTAKTI PREKIDAČA: Obje strane uzemljene

Komplet se sastoji od 3 posebna strujna kliješta koje se spajaju izravno na kabel za uzemljenje. Stezaljke surađuju s CBA putem adapterske kutije koja omogućuje spajanje na ulaze za glavne kontakte. Ovo se rješenje koristi bez potrebe za ažuriranjem softvera ili firmvera za CBA, jednostavno ga spojite i napajajte.



GLAVNI KONTAKTI PREKIDAČA: Obje strane uzemljene



- Postavljanje je izuzetno kompaktno i lagano
- Nisu potrebne košare za podizanje
- Priključak se izvodi na tlu
- Odmah kompatibilan s vašim CBA
- Duljina kabela do 18 metara

GLAVNI KONTAKTI PREKIDAČA (GIS)



GIS Prekidač

U trafostanici izoliranoj plinom (GIS) visokonaponski vodiči se drže unutar uzemljenih metalnih kućišta, ispunjenih plinom SF6. To uključuje prekidače, ST-ore, NT-ore, rastavljače itd.



Plin SF6 ima dielektričnu čvrstoću 2,5 puta veću od zraka, a 100 puta je bolji za prekidanje luka. To omogućuje smanjenje izolacijskog prostora za 10 puta u usporedbi sa trafostanicom izoliranom zrakom (AIS).

GIS Prekidač

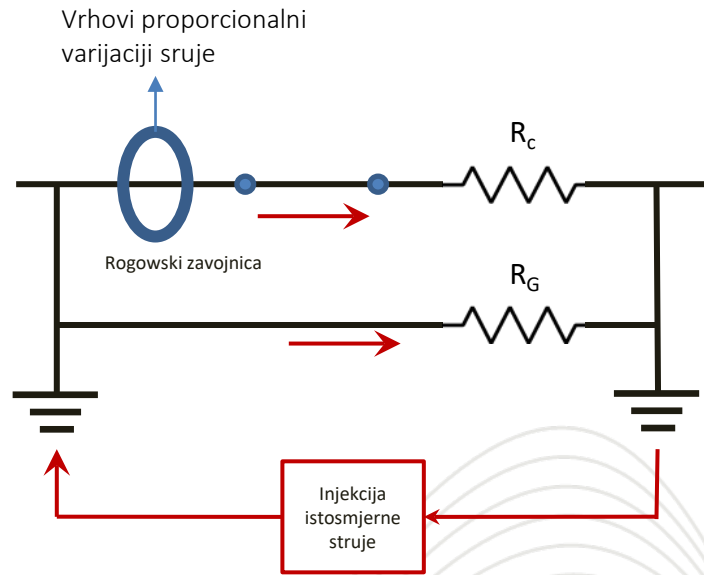
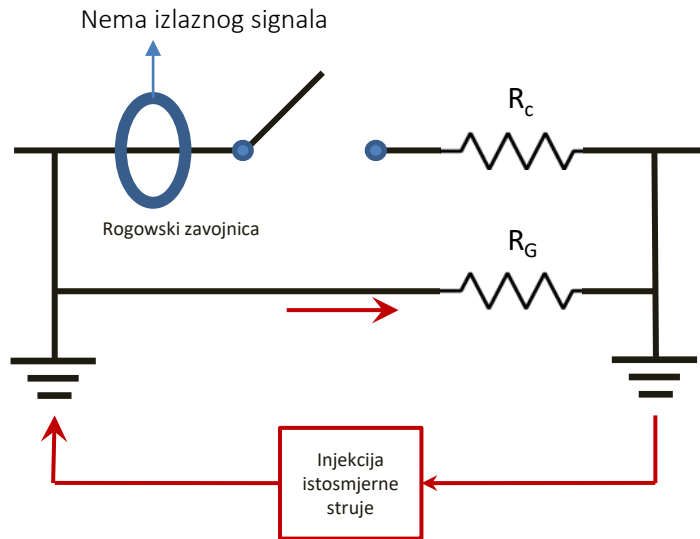


Kućište je uvijek strogo uzemljeno preko dva rastavljača uzemljenja, s obje strane Prekidača.

To rezultira otporom paralelno spojenim s glavnim kontaktima Prekidača. Razlika u odnosu na AIS je u tome što ovaj otpor ima izuzetno nisku vrijednost (stotine $\mu\Omega$).

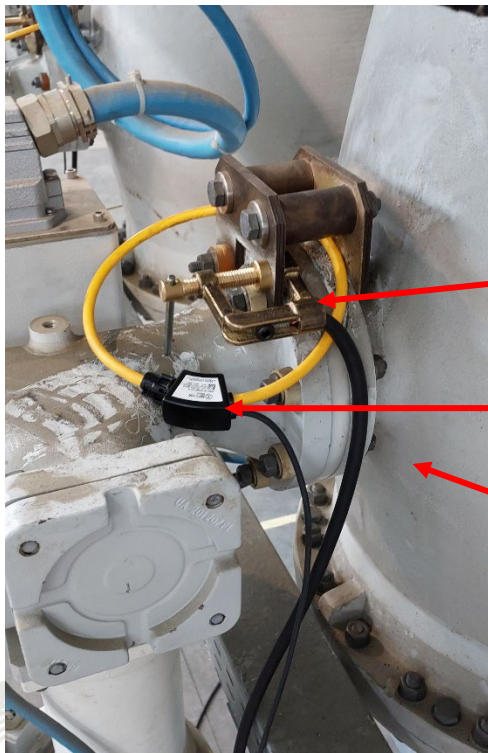
Postavljanje mjerenja i princip mjerenja NE MOGU biti isti kao BSG način rada za AIS prekidače

GIS Prekidač



Pomoću zavojnica Rogowskog moguće je detektirati signale koji se generiraju samo kada istosmjerna struja mijenja amplitudu, u skladu s otvaranjem i zatvaranjem glavnih kontakata

GIS Prekidač



Stezaljka za injekciju struje

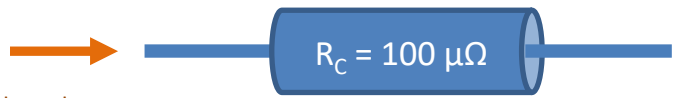
Rogowski zavojnica

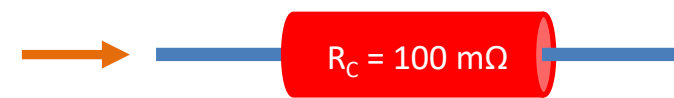
Uzemljivač



Mjerenje statičkog otpora (SRM)

SRM: Zašto otpor glavnog kontakta ima tako nisku vrijednost?

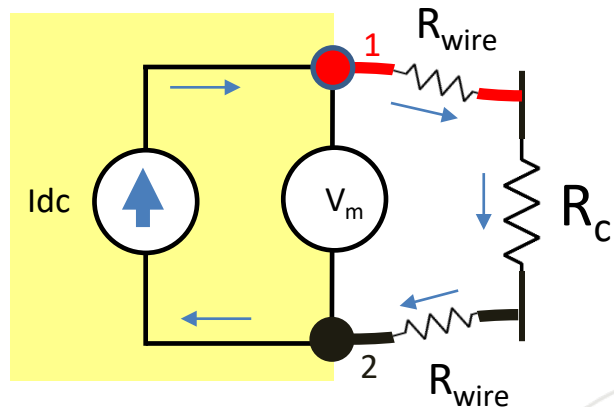
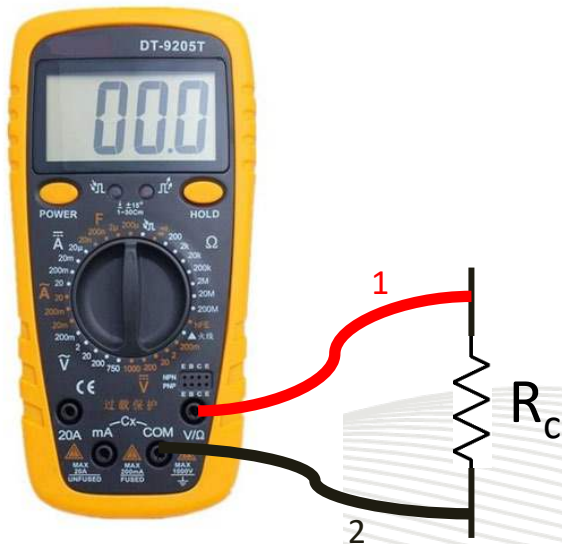
$P = (100 \mu\Omega) * (100 \text{ A})^2 = 1 \text{ W}$

 $R_C = 100 \mu\Omega$
 $I \text{ tereta} = 100 \text{ A}$

$P = (100 \text{ m}\Omega) * (100 \text{ A})^2 = 1000 \text{ W}$

 $R_C = 100 \text{ m}\Omega$
 $I \text{ tereta} = 100 \text{ A}$



SRM: Mjera vrijednosti otpora – dvožična metoda

Mjera generičke vrijednosti otpora na prvi se pogled čini vrlo jednostavnom operacijom. Svaki dobar multimeter može obaviti ovaj posao.



Stvarna vrijednost otpora je:

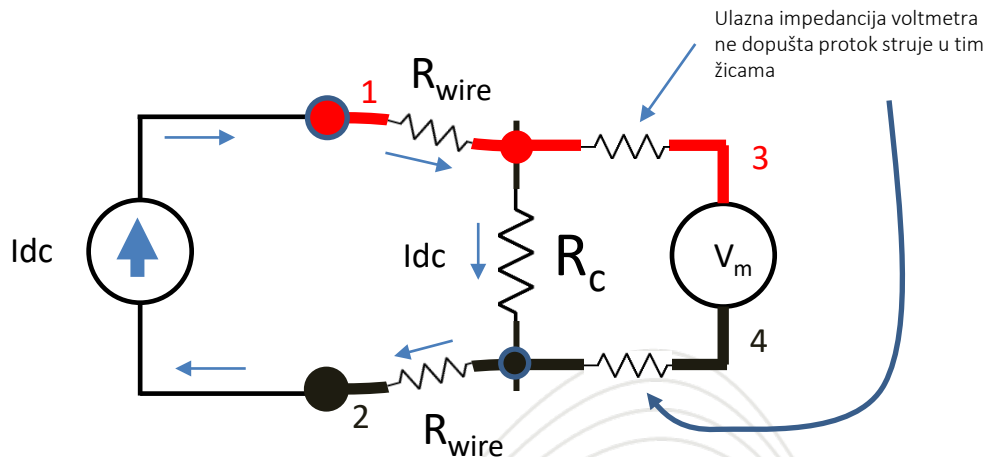
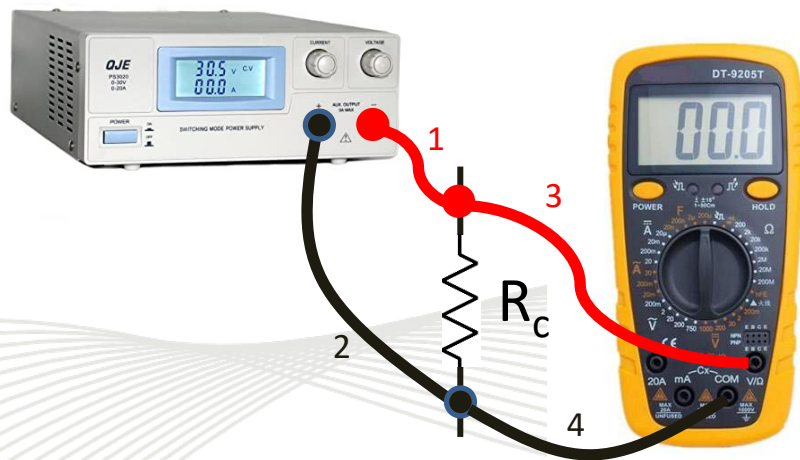
$$V_m = I_{dc} * (R_C + 2R_{wire})$$

$$R_{meas} = R_C + 2R_{wire}$$

Dvožična metoda nije prikladna za mjerenje vrijednosti otpora u rasponu od nekoliko mikrooma

SRM: Mjera vrijednosti otpora – Četverožična metoda

Multimetar se i dalje može koristiti, ali kao voltmetar, a ne kao ohm-metar.
Struja mora biti generirana iz vanjskog izvora.



Stvarna vrijednost otpora je:

$$V_m = I_{dc} \cdot R_C$$

$$R_{meas} = R_C$$

Metoda s četiri žice
ispravna je metoda
koju treba koristiti

Metoda s četiri žice ne jamči uvijek dobivanje najtočnije vrijednosti.
Mjerenje mikro-oma zahtijeva mjere opreza:

NAPONSKE STEZALJKE MORAJU
BITI POSTAVLJENI U PRAVOM
POLOŽAJU



TRENUTNA AMPLITUDA MORA BITI
VRLO STABILNA (BEZ VALOVA)



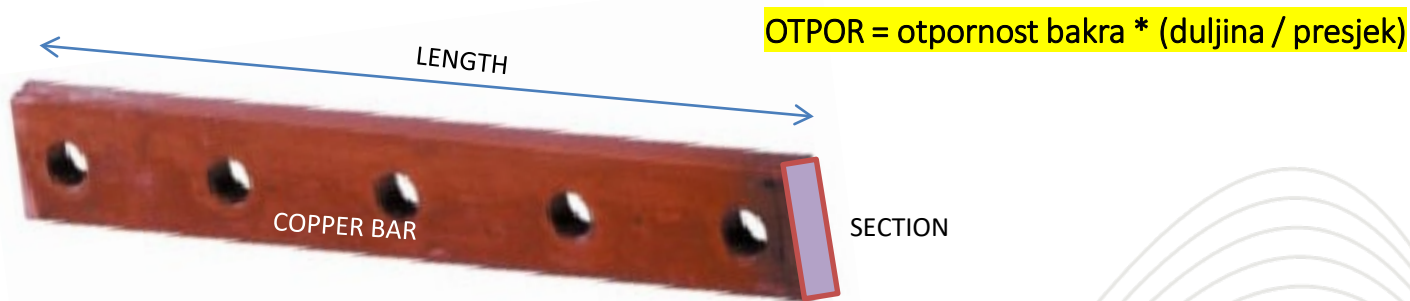
ISPITNA STRUJA MORA IMATI
VISOKU VRIJEDNOST
AMPLITUDE



VRLO DOBRO
POTISKIVANJE ŠUMA

1

NAPONSKE STEZALJKE MORAJU BITI POSTAVLJENE U PRAVOM POLOŽAJU



PRMIJER

Otpor bakra = $0,017 [\Omega * mm^2 / m]$

Duljina = $0,5 m$

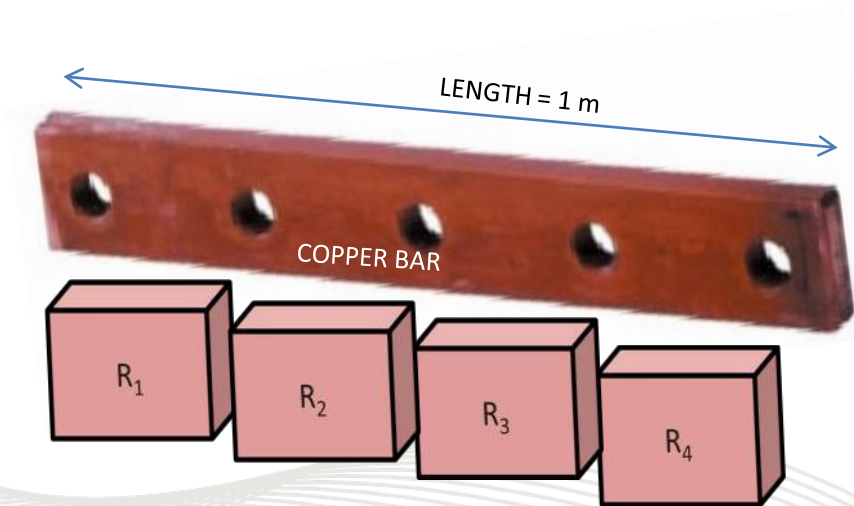
Presjek = $300 mm^2$



$$R = 0.017 \left[\frac{\Omega * mm^2}{m} \right] * \frac{0.5 [m]}{300 [mm^2]} \approx 28 \mu\Omega$$

1

NAPONSKE STEZALJKE MORAJU BITI POSTAVLJENE U PRAVOM POLOŽAJU



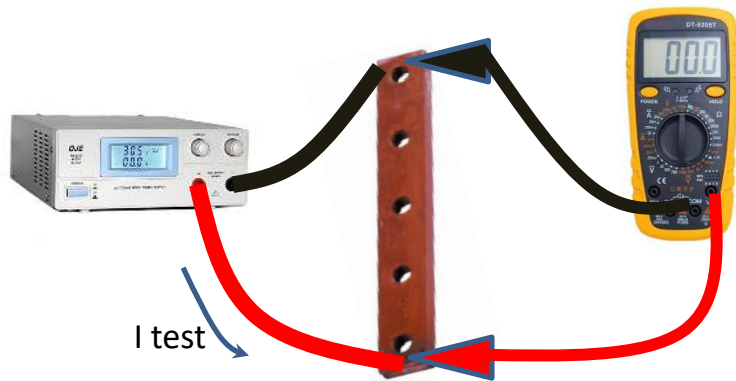
Bakrena šipka može se promatrati kao niz kraćih dijelova, od kojih svaki ima svoju vrijednost otpora. U našem primjeru šipku dijelimo na 4 dijela

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 28 \mu\Omega$$

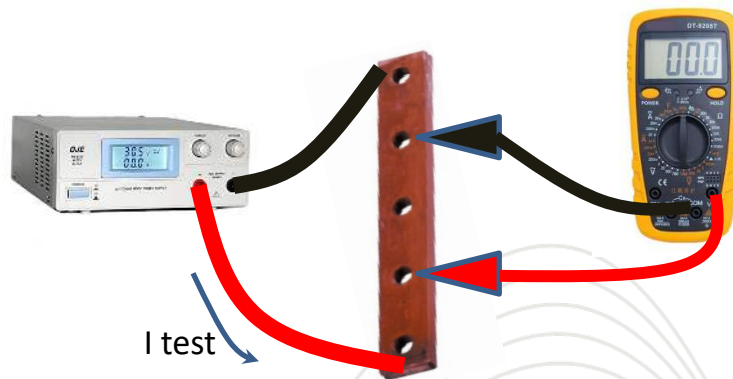
SRM

1

NAPONSKE STEZALJKE MORAJU BITI POSTAVLJENE U PRAVOM POLOŽAJU



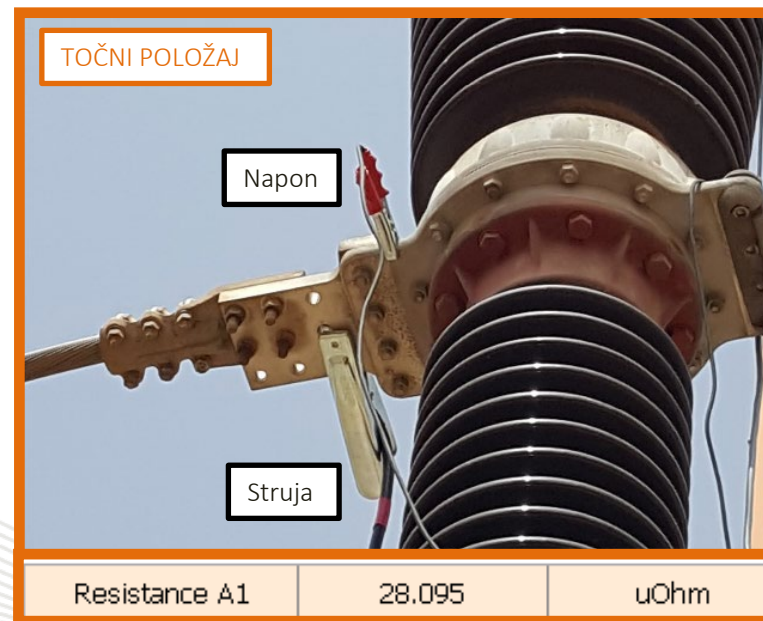
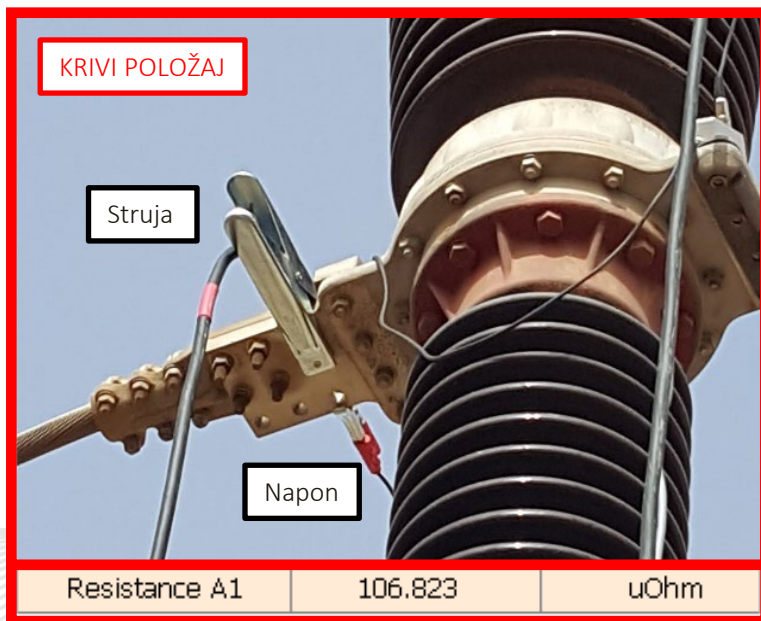
$$R_{\text{mjereno}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 28 \mu\Omega$$



$$R_{\text{measured}} = R_2 + R_3 = 14 \mu\Omega$$

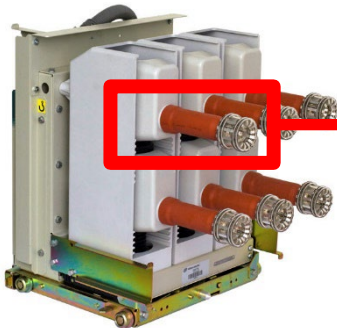
1

NAPONSKE STEZALJKE MORAJU BITI POSTAVLJENE U PRAVOM POLOŽAJU



1

NAPONSKE STEZALJKE MORAJU BITI POSTAVLJENE U PRAVOM POLOŽAJU



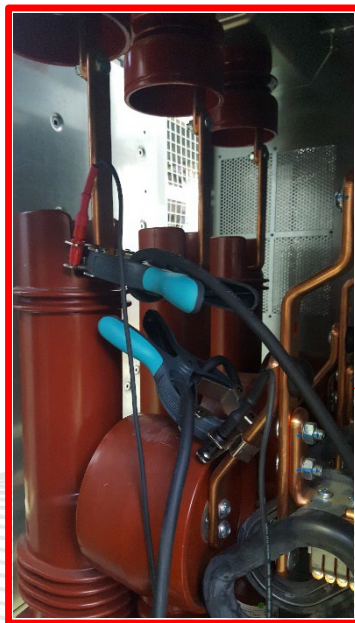
Za pravilno
spajanje
naponskih stezaljki
mogu biti potrebni
posebni adapteri

Izvlačivi sklopni uređaji s prekidačima (WCBS)

1

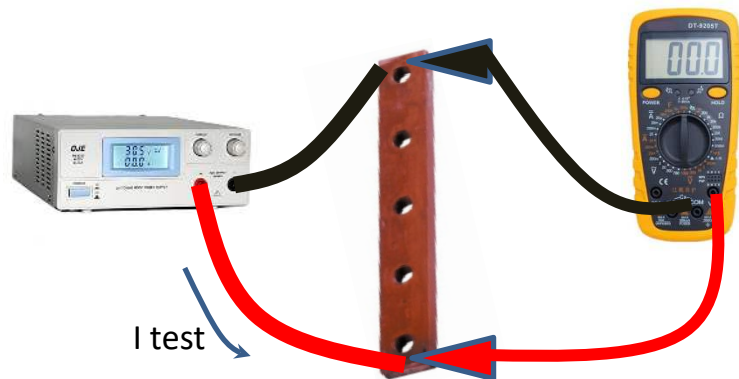
NAPONSKE STEZALJKE MORAJU BITI POSTAVLJENE U PRAVOM POLOŽAJU

Fiksni
sklopni uređaji
s prekidačima
(FCBS)



2

ISPITNA STRUJA MORA IMATI VISOKU AMPLITUDU



$$V_{\text{izmjereno}} = 28 \mu\Omega * 10 \text{ A} = 280 \mu\text{V}$$

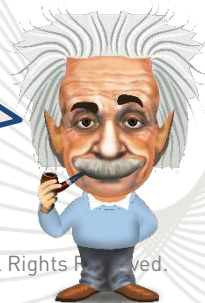


Vrlo je teško mjeriti napone čija je amplituda manja od 1 mV.

Iz tog razloga, preporučena ispitna struja je 100 A

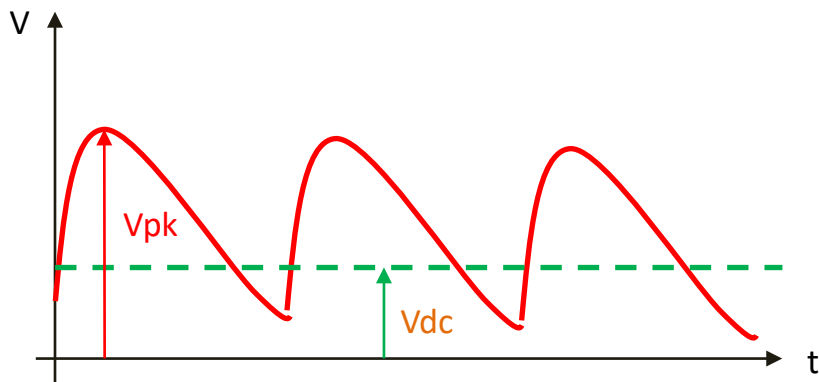
$$V_{\text{izmjereno}} = 28 \mu\Omega * 100 \text{ A} = 2.8 \text{ mV}$$

Spoj između dva različita materijala vodiča, ovdje predstavljenog bakrenom šipkom i naponskim terminalom, stvara napon čija vrijednost pada u rasponu od nekoliko mikrovolta (SEEBECKOV UČINAK).
Ovaj napon djeluje kao pomak i mora se kompenzirati.



3

AMPLITUDA STRUJE MORA BITI VRLO STABILNA (BEZ VALOVA)



Istosmjerna komponenta mora se izračunati iz «ne-DC» valnog oblika

Mogući uzroci netočnosti

- Matematičke aproksimacije
- $V_{pk} \gg V_{dc}$: pogreška cijelog raspona ljestvice može biti veća od V_{dc} (npr. raspon od 1 V za mjerenje 1 mV)



ČISTI DC SIGNALI JAMČE NAJBOLJU TOČNOST



U podstanicama električni šum može biti vrlo visok, napon sabirnice može inducirati dodatni napon u mjernim kabelima.

RJEŠENJA:

Oklopljeni kabeli

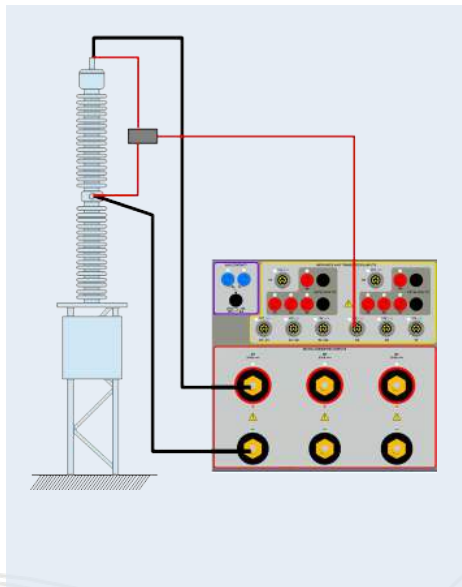
Filtri za signale na frekvenciji linije

SRM

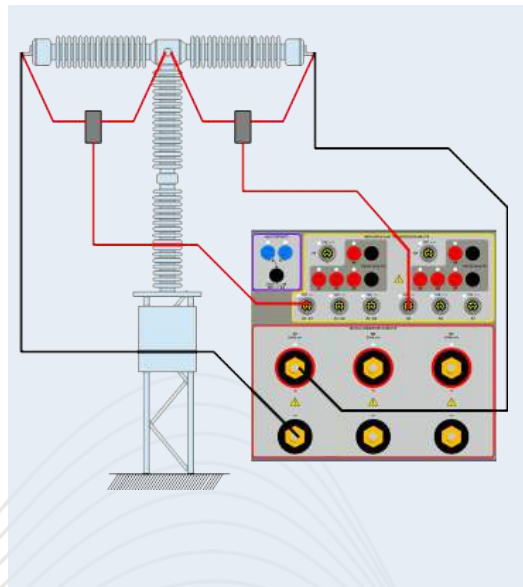
Analogni ulazi za mikro-
ommetar



3 X 200 A DC
generatora



Prekidač sa jednom
prekidnom komorom



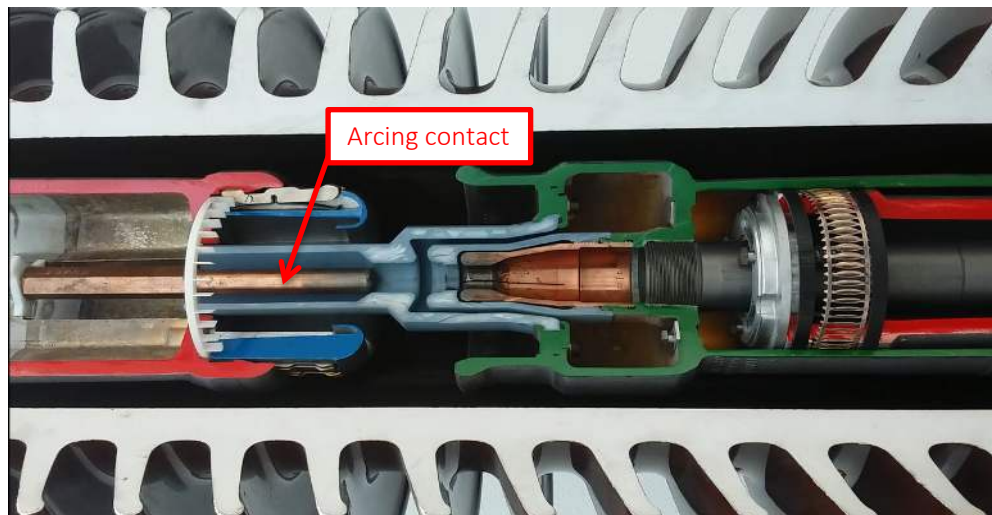
Prekidač sa dvije prekidne
komore



**MOGUĆNOST MJERENJA DO
6 OTPORA ISTOVREMENO**

Mjerenje dinamičkog otpora (DRM)

Mjerenje dinamičkog otpora kontakta (DCRM) je metoda za procjenu stanja kontakta lučnog kontakta

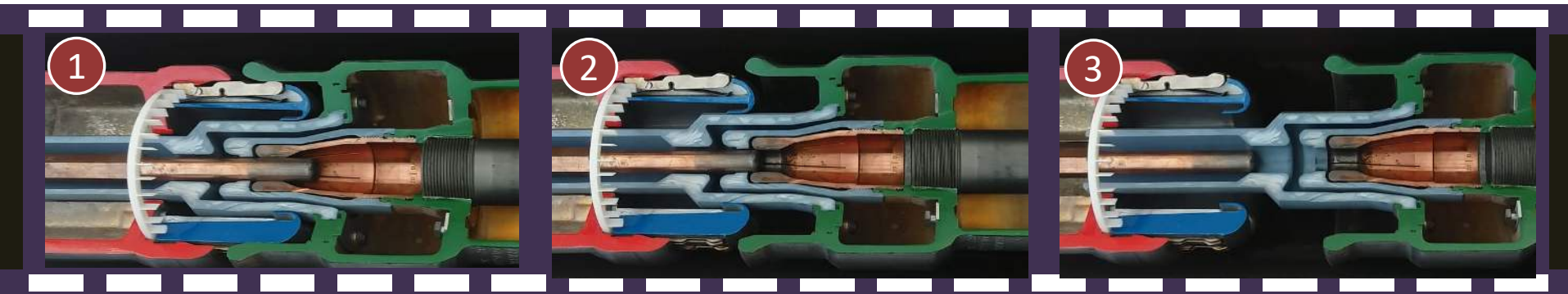


KAKO IZMJERITI:

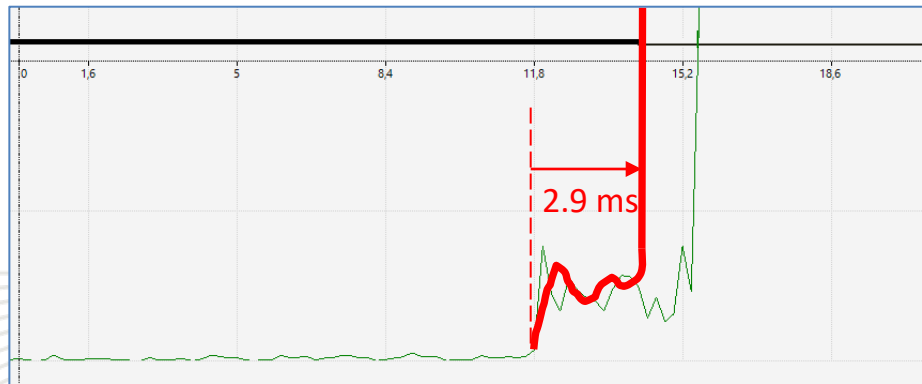
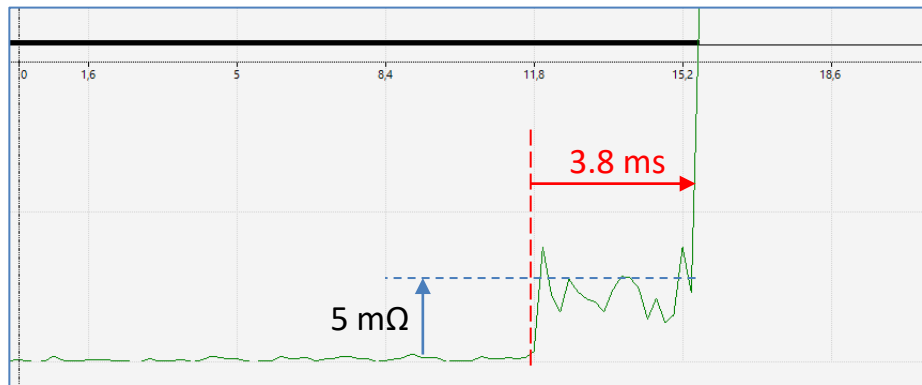
1. Započnite generaciju struje
2. Izdajte naredbu ISKLOP
3. Održavajte struju dok se glavni kontakt potpuno ne otvori
4. Zabilježite trenutne varijacije s najmanje 10 kHz kao frekvencijom uzorka (vremenska rezolucija 100 μ s)

Postavljanje mjerenja je isto kao kod mjerenja Statičkog otpora

DRM



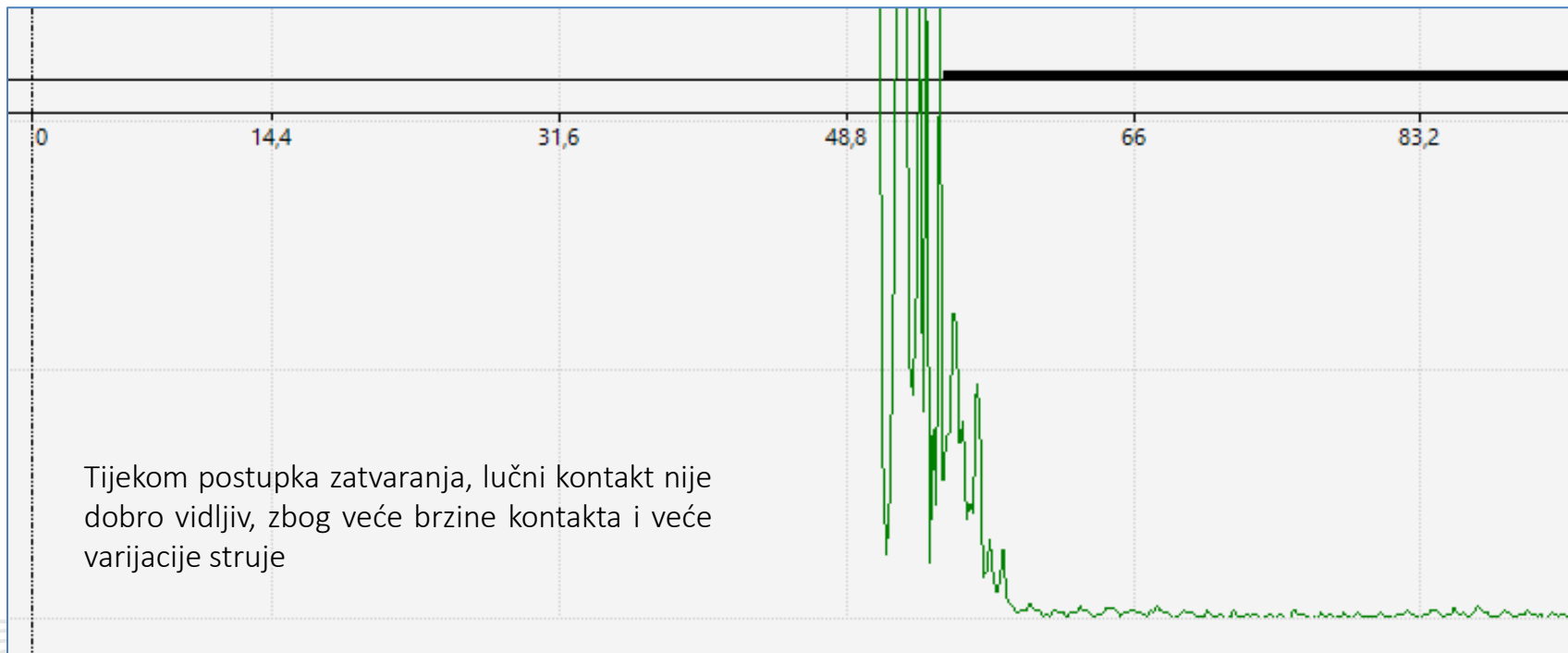
DRM



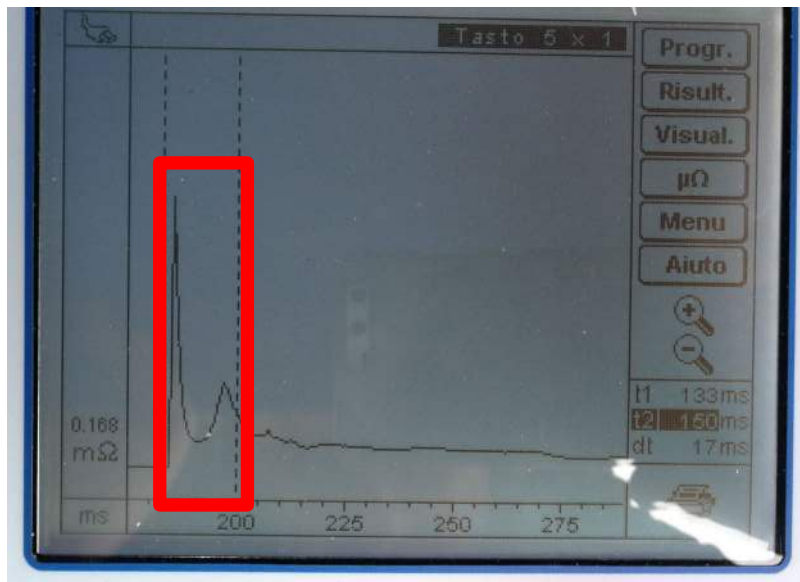
- Svaki put kada prekidač prekine struju kvara, dio kontaktne površine luka izgara, tada se ekvivalentna duljina smanjuje.
- Smanjenje duljine kontakta luka može se promatrati kao smanjenje vremena otvaranja.
- Duljina se može mjeriti u milimetrima, ali je potrebna uporaba pretvarača kretanja (objašnjeno kasnije)

Najmanju prihvatljivu duljinu definira proizvođač prekidača

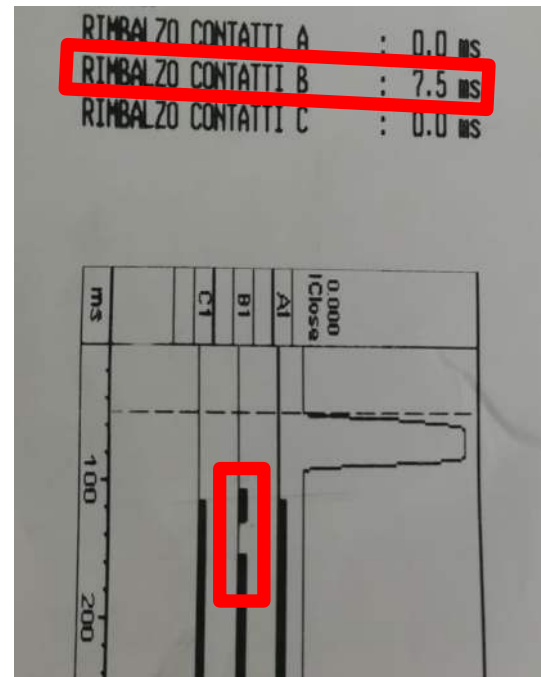
DRM



DRM



DCRM može potvrditi prisutnost mjera odbijanja tijekom mjerenja vremena
DCRM can confirm the presence of bounces measures during the timing measurement
(izvodi ISA CBA 1000)



Bounce detected on phase B
after a closing operation

HVALA VAM NA PAŽNJI 😊

Andrej Šepčič

Business Development Manager

asepcic@doble.com



©2024 Doble Engineering. All Rights Reserved.