

# D) Pomoćno (sekundarno) postrojenje

Omogućuje:

- **nadzor stanja** glavnog (primarnog) postrojenja (signalizacija položaja, stanja i alarma, te mjerenje)
- **obradu informacija** o stanju (grupni optički i zvučni signali, te zapisi, odnosno registracija)
- davanje automatskih (zaštita i lokalna automatizacija) ili voljnih **naloga za izmjene stanja** (upravljanje ili komanda, blokada, te regulacija):
  - lokalno
  - daljinski (samo nadzor ili nadzor+upravljanje)
- **komunikaciju** s centrom i/ili susjednim postrojenjem
- **napajanje** vlastitih potreba električnom energijom i eventualno stlačenim zrakom
- **samokontrolu.**

# Podsustavi pomoć.postrojenja

- Signalizacija (položaja, stanja, alarmna)
- Mjerenje
- Zaštita
- Upravljanje i blokada
- Regulacija
- Lokalna automatizacija
- Automatska registracija
- Daljinsko vođenje
- Telekomunikacije
- Napajanje električnom energijom

# IEC-označavanje elemenata

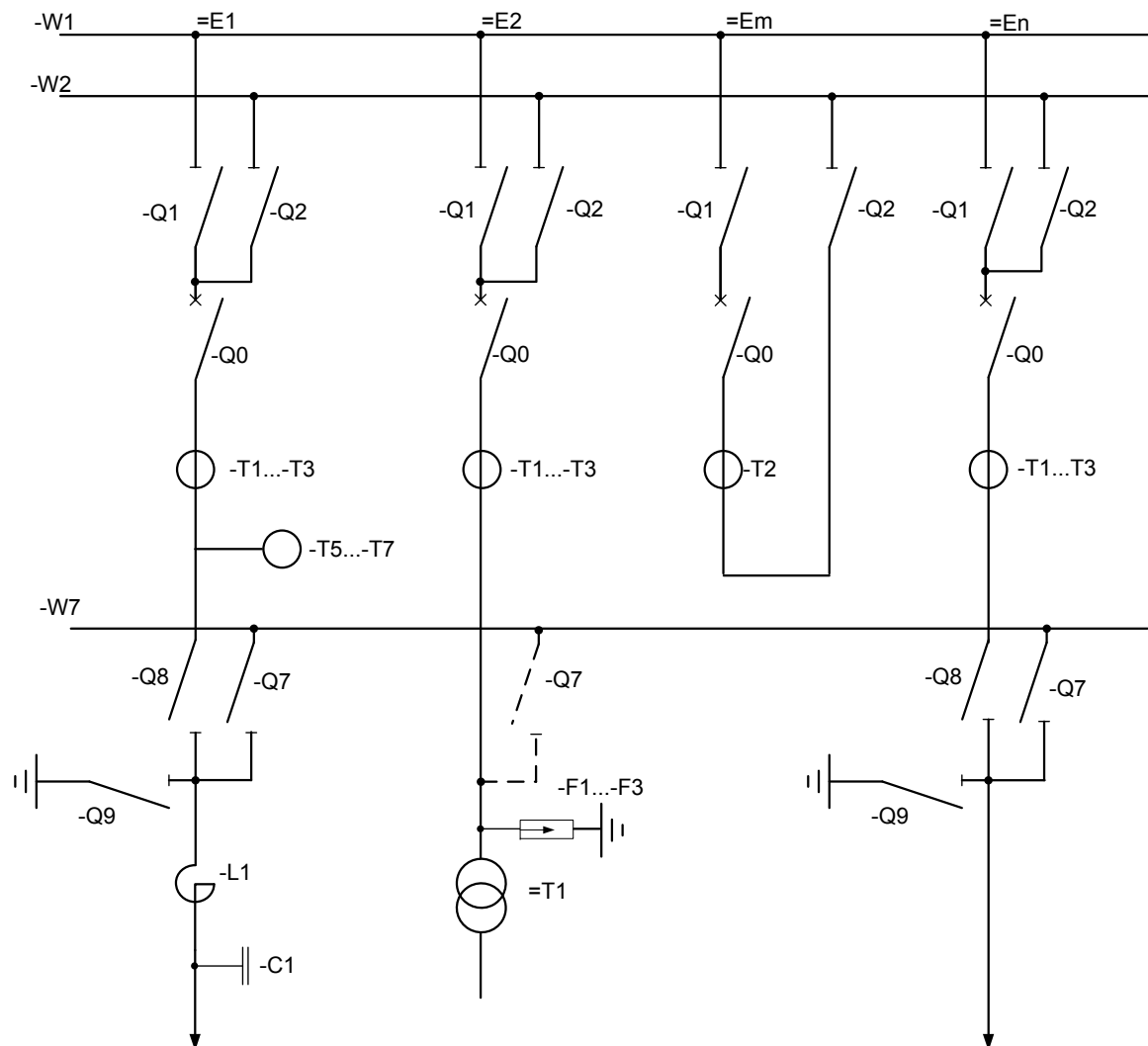
IEC - četiri skupine znakova kojima prethodi simbol skupine:

=skupina 1	+skupina 2	-skupina 3	:skupina 4
polje ili uređaj izvan polja	mjesto ugradnje	vrsta, red.broj, funkcija	priključnica

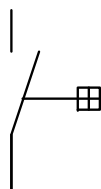
Slovni znak u pojedinoj skupini je propisano značenje:

=	+ (1.slovo)	+ (2.slovo)	- (vrsta)
A -	-	prekidači-pribor	grupe, sklopovi
B >400kV	>400kV	umnožavači	pretvarači neel/el.
C 400kV	400kV	mj.trafoi-pribor	kondenzatori
D 220kV	220kV	kompr.zrak, ulje	memorije, digit.el.
E 110kV	110kV	-	razno
F 60..90	60..90	-	zaštita, osig, odvod.
G 45..50	45..50	-	generatori, baterije
H 30..35	30..35	-	ured.za signaliz.
J 20kV	20kV	automat.+regulac.	-
K 10kV	10kV	-	releji, sklopnici
L 6kV	6kV	-	svici, prigušnice
M 1..<6	1..<6	mjerenje	motori
N <1kV*	<1kV	pomoć.napajanje	pojačala, regulatori
P -	pultovi	registracija	mjerni uređaji
Q mjer.	ploče mjerenja	brojila	sklopni aparati/**
R zaštita	ploče zaštite	zaštita	otpornici
S -	ploče decentr.	sinhronizacija	sklopke, preklopke, tipkala
T trafoi	ploče trafoa	pretvarači	transformatori
U signaliz.ploče nadzora pomoć.ur.		pom.uređaji	pretvarači el/el., izmjenjivači
V -	ranžirne ploče	sabirn., vodiči	poluvodiči, cijevi
X komanda	komandne ploče	pokazivači	prijen.put, kabeli
Y centr.ur.centr.ploče		alarm.signaliz.	priključnice, utik.
Y veze	ploče veza		meh.ured.pokretani električki
Z -	-	-	filtri, ograničav.

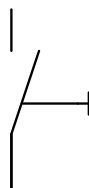
# Oznake aparata u gl.postrojenju



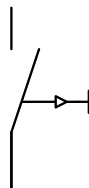
# Simboli pogona skl.aparata



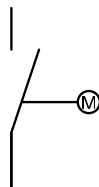
okidač



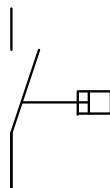
ručni pogon



s automat. vraćanjem  
nakon ručnog pritiska

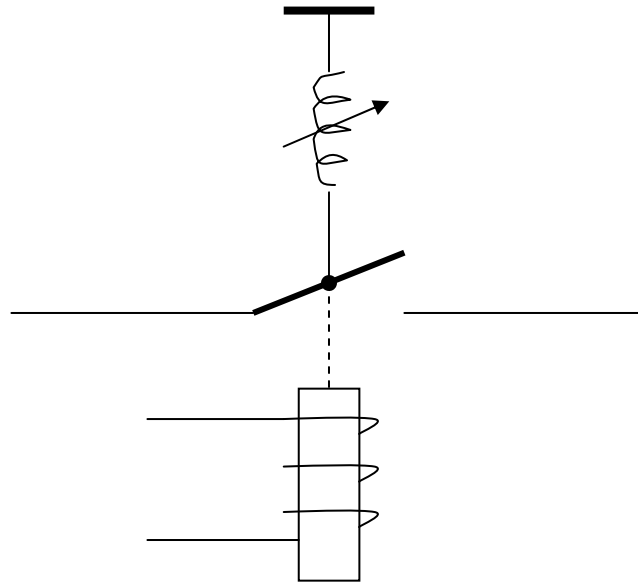


elektromotorni pogon



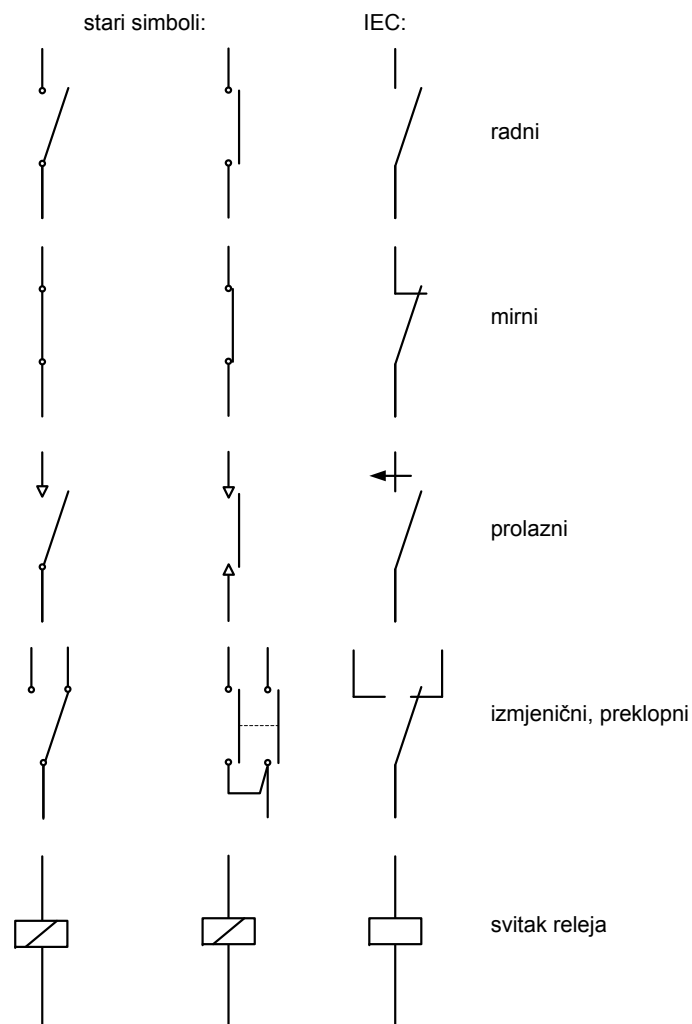
hidraulički ili pneumatski  
pogon

# (Elektromagnetski) relej



# Simboli kontakata releja

(uz neuzbuđen svitak releja)



# Signalizacija položaja

Signalizacija (dojava) položaja pruža obavještenost o uspostavljenom položaju aparata glavnog postrojenja (ponekad i ključnih aparata pomoćnog postrojenja). Velika većina sklopnih aparata (prekidači, rastavljači..) ima dva moguća položaja (uključeno i isključeno) a neki više položaja (regulacijske sklopke, npr.) te se razlikuje:

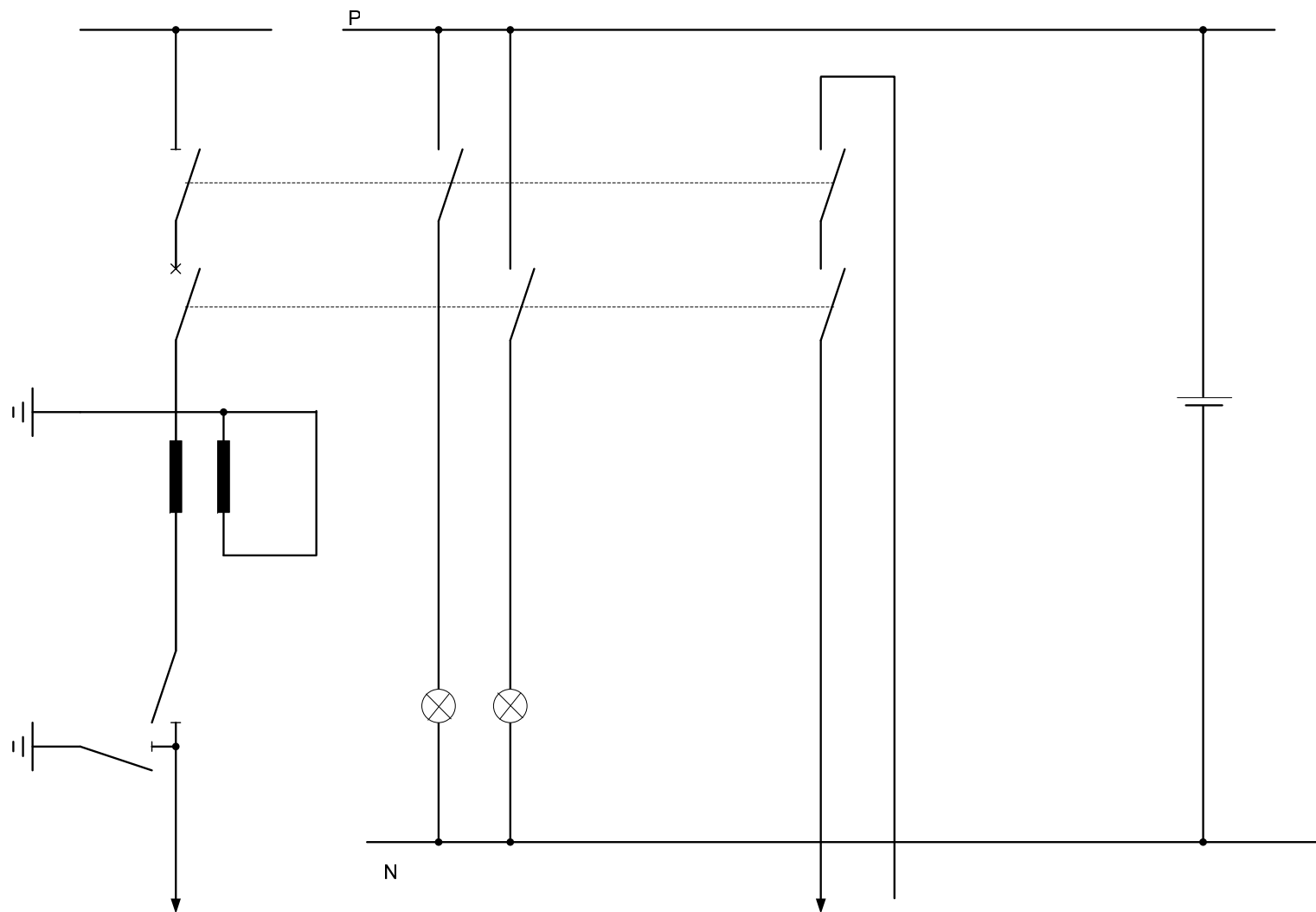
- signalizacija položaja dvopoložajnih aparata
  - signalizacija samo jednog od ta dva položaja
  - signalizacija oba položaja
- signalizacija položaja višepoložajnih aparata.



# Poticajni i pokazni elementi

- Poticajni elementi signalizacije položaja dvopoložajnih aparata su uklopni i isklopni kontakti signalnih preklopki koje su u mehaničkoj vezi s položajem primarnih elemenata aparata.
- Pokazni elementi signalizacije položaja su:
  - pokazivači položaja
  - signalne žarulje
  - tipkala sa žaruljicama
  - komandno-potvrdne preklopke
  - mehaničke zastavice (meh.pokazivači, bez električkog posredovanja, npr.na prekidačima ili na rastavljačima u oklopljenim plinom izoliranim postrojenjima, gdje je položaj noževa rastavljača nedostupan pogledu)
  - ekranski prikazi na monitoru.

# Primjer signalizacije položaja



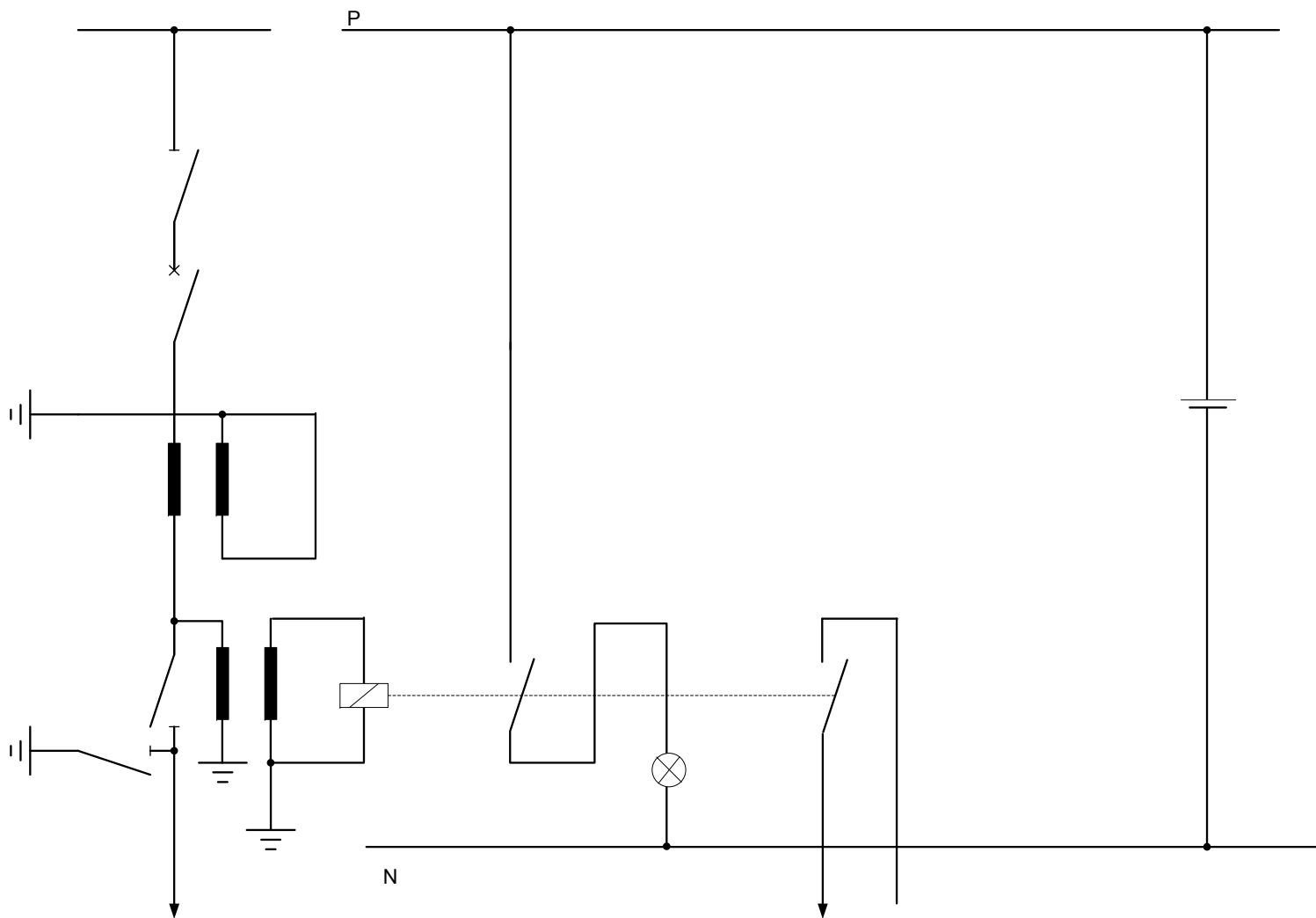
# Signalizacija stanja

O spontanom nastupu nekih događaja u postrojenju, koji inače nisu neobični ili kritični, može biti korisna ili čak nužna obaviještenost. Nastup (ili/i prestanak) takvih stanja javlja signalizacija stanja.

Primjeri u električnim postrojenjima:

- dio postrojenja pod naponom - bez napona
- opruga u motorno-opružnom mehanizmu prekidača nategnuta - nije nategnuta (te se prekidač ne može uključiti)
- neki ključni element postrojenja uključen - isključen
- neki rezervni uređaj automatskim nalogom stavljen u pogon
- otvaranje ulaznih vrata (ulazak) u postrojenje
- vođenje pogona nekog polja ili čitavog postrojenja oduzeto s lokalnog mjesta višoj razini vođenja
- kakvo spremište (rezervoar) na gornjoj - donjoj razini napunjenosti.

# Primjer signalizacije stanja



# Alarmna signalizacija

Alarmna signalizacija osigurava trenutnu obavještenost o nastupu alarmnih, kritičnih stanja, osobito:

- ako je došlo do zastoja dijela primarnog, glavnog postrojenja, djelovanjem zaštite (te je moguć izostanak opskrbe električnom energijom)
- ako je neka veličina ili neko stanje primarnog postrojenja takvo da prijeti zastoj, ako se pravodobno ne intervenira
- ako je u sekundarnom, pomoćnom postrojenju nešto u zastoju.

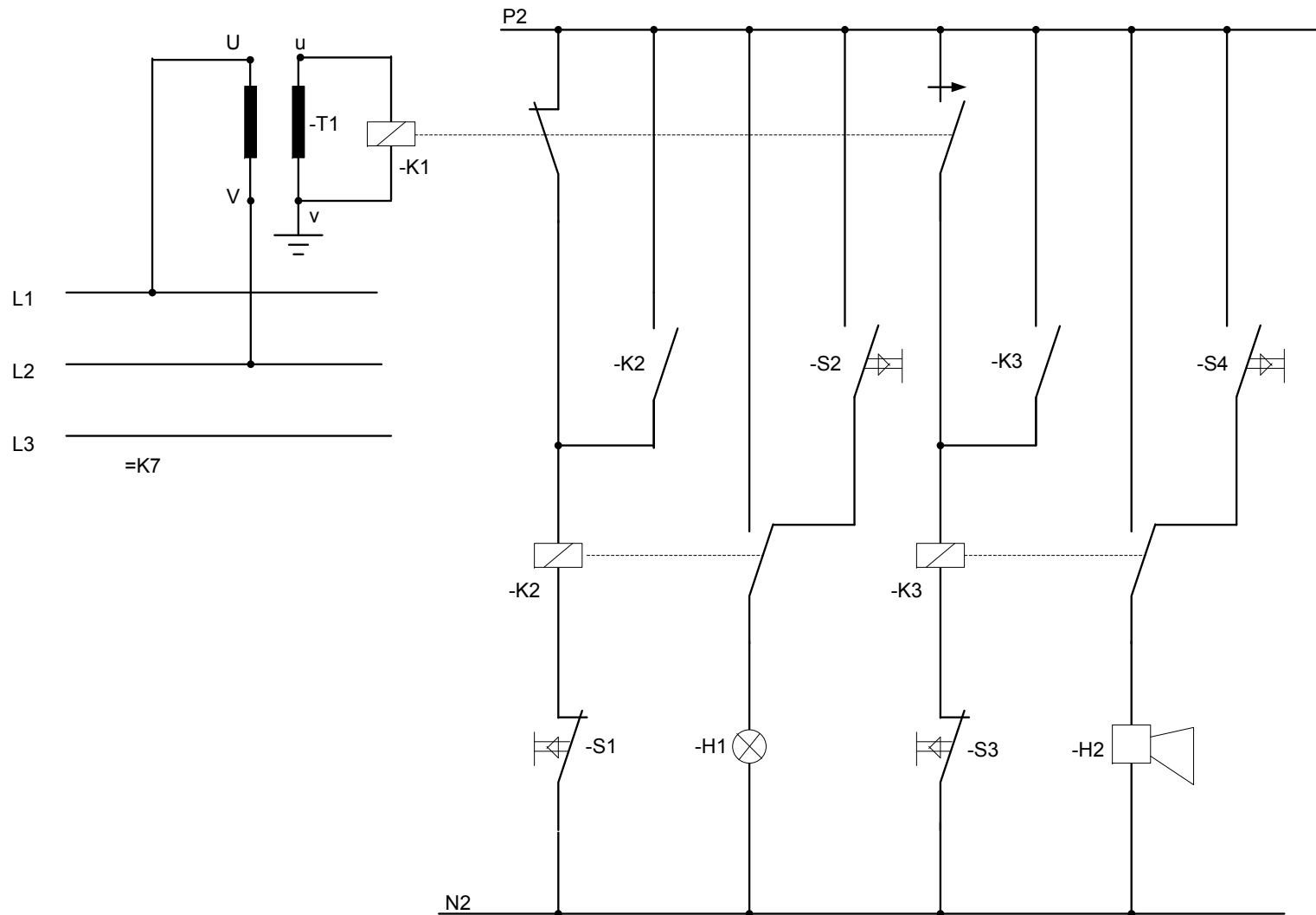
# Poticaaj, prikaz i grupiranje

- Poticaaj za alarm može biti:
  - trenutni (npr.isključenje zaštitom)
  - trajni (npr.nestanak pomoćnog napona ispadom osigurača).
- Nastup alarmnog stanja najčešće je signaliziran dvostruko:
  - zvučno (akustički) - znači da se nešto dogodilo
  - vidno (optički) - iskazuje što se dogodilo.
- Zvučna i vidna alarmna signalizacija često se grupira. Uobičajeni način grupiranja zvučnog alarma je u dvije grupe:
  - alarm 1 (A1) - zastoj se zbio (zvuk trubom)
  - alarm 2 (A2) - zastoj prijeti (zvuk zvonom).

# Prihvat alarmnih signala

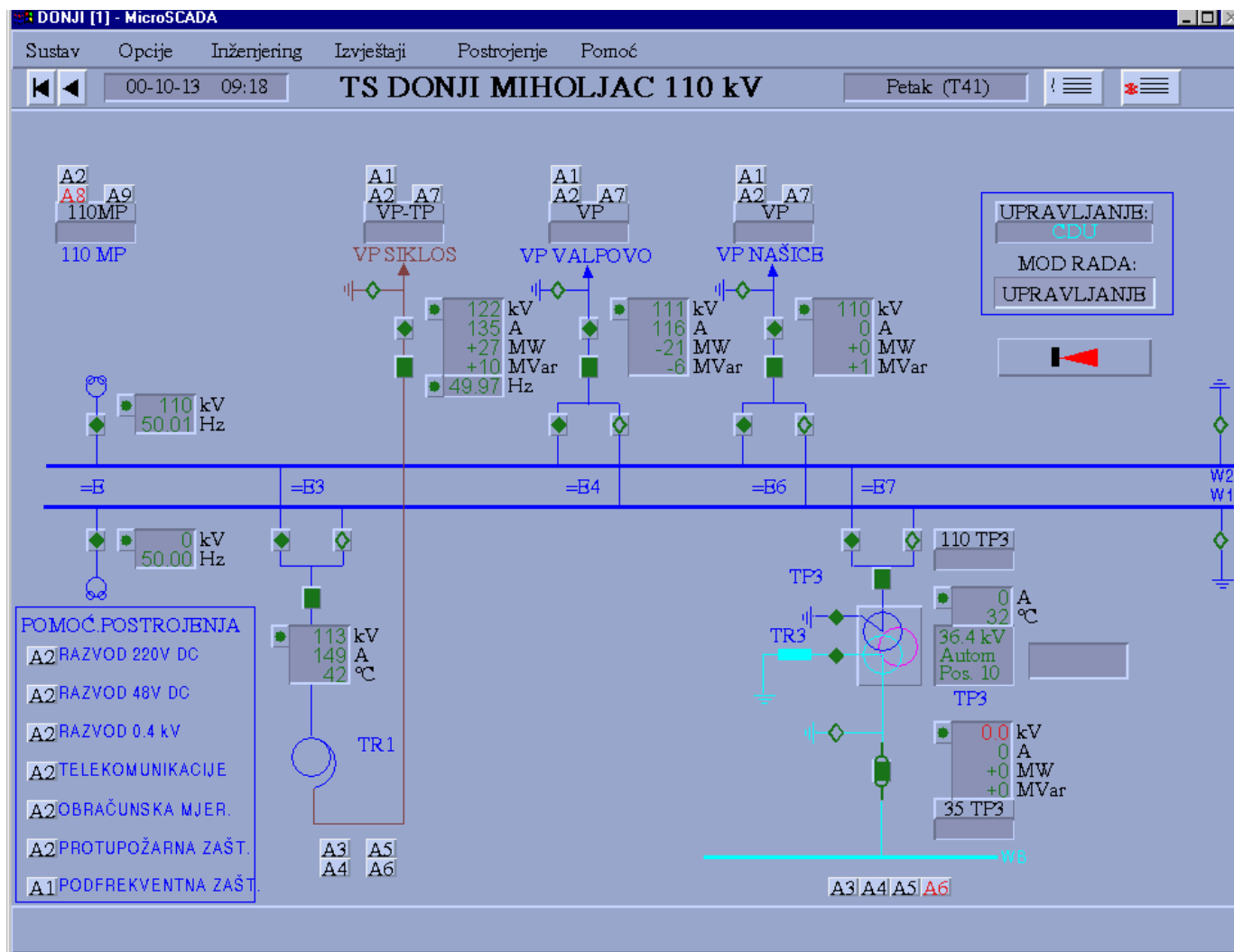
- Uobičajena obrada alarmnih signala (i signala stanja) je svrstavanje u grupu za zvučni signal i aktiviranje zvučnog uređaja, te svrstavanje u grupu i prikaz ili prikaz pojedinačnog vidnog signala.
- Signali moraju trajati sve dok nadzorno osoblje ne potvrdi da ih je prihvatilo, neovisno o tome da li je poticaj bio trenutni ili i dalje traje. Nakon alarmiranja nadzornog osoblja, zvučni se signal ponajprije mora moći prekinuti ("kvitirati") i po tom se treba pristupiti sagledavanju aktiviranih vidnih signala. Ti se moraju moći također potvrditi, nakon čega "nestaju" na elementima vidnog prikaza, ako im je poticaj bio trenutni ili ostaju prikazani ako poticaj još uvijek traje.

# Primjer obrade alarmnih signala





# Nadzor stanja (signali i mjerenja)



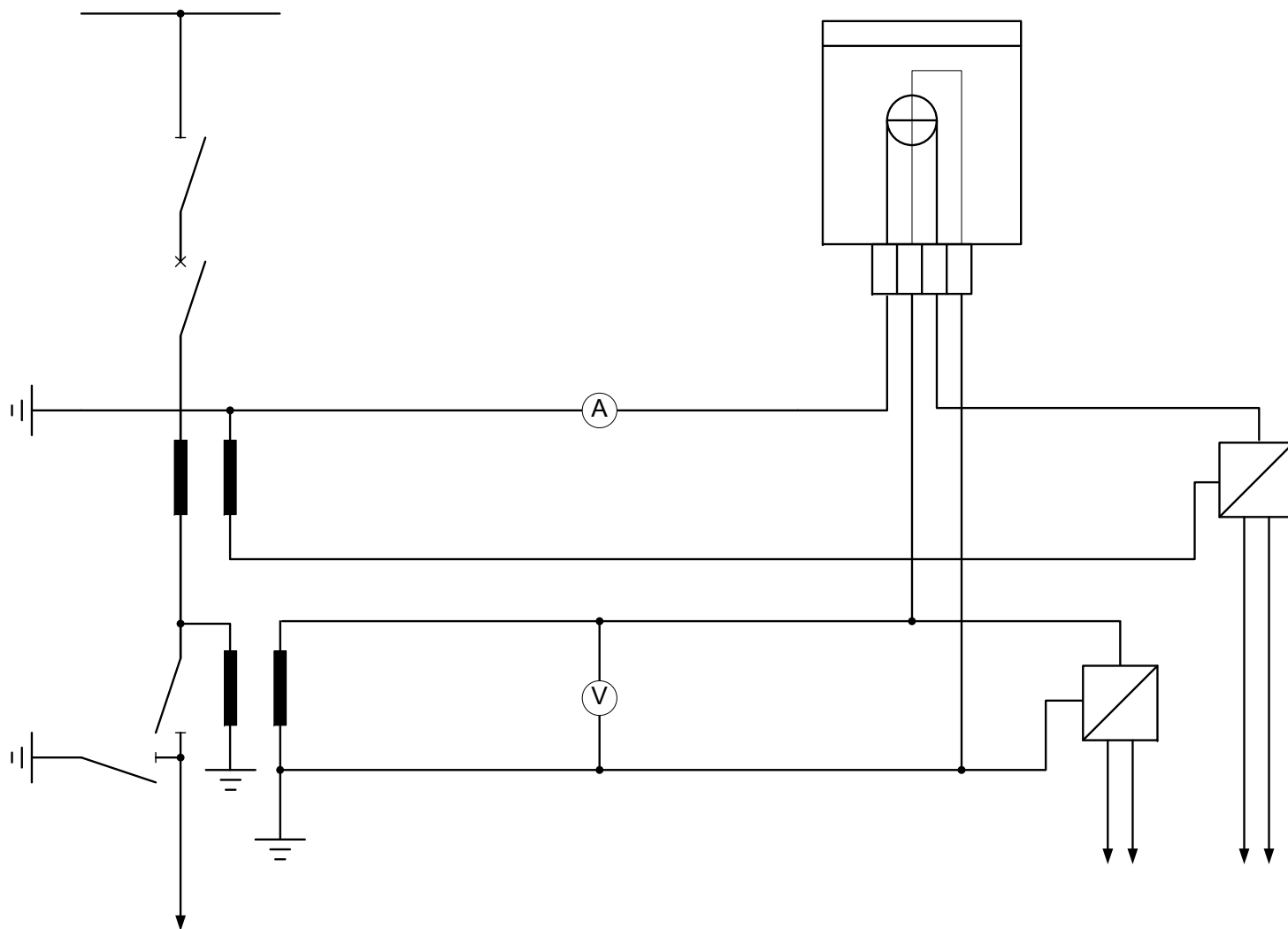
# Mjerenje

- Mjerenje u postrojenjima omogućuje utvrđivanje vrijednosti pogonskih električnih i neelektričnih veličina, radi sagledavanja pogonskog stanja postrojenja - kako električne mreže u kojoj je to postrojenje čvorište, tako i uređaja u postrojenju, samih za sebe.
- Električne veličine koje se mjere: struja, napon, djelatna i jalova snaga, faktor djelatne snage, djelatna i jalova energija, frekvencija. Najčešće neelektrične veličine koje se mjere u postrojenjima su temperatura i tlak (kojim se mjerenjem utvrđuje stanje pojedinih elemenata postrojenja). Mjerenje neelektričnih veličina može biti električko (npr. temperature termoelementom ili tlaka piezoelektričnim elementom).

# Vrste mjerenja i izvori

- Mjerenje može biti pokazno (iskazuje tekuću vrijednost veličine), registracijsko (pamti ostvarene tekuće vrijednosti u prethodnom razdoblju) i integracijsko (integrira ostvarenja tijekom proteklog vremena). Mjerenje električne energije može biti za pogonske ili za obračunske (kupoprodajne) potrebe.
- Izvor električnih mjernih veličina u električnim visokonaponskim postrojenjima su mjerni naponski i strujni transformatori, a u niskonaponskim postrojenjima priključak mjernih instrumenata može biti neposredan, no pri većim strujama i tu je nužna primjena strujnih mjernih transformatora. U razvodu istosmjerne struje, mjerenje napona je neposredno, a mjerenje većih struja ostvaruje se mjerenjem napona na serijskom mjernom otporniku (šentu).

# Mjerenje struje, napona i energije



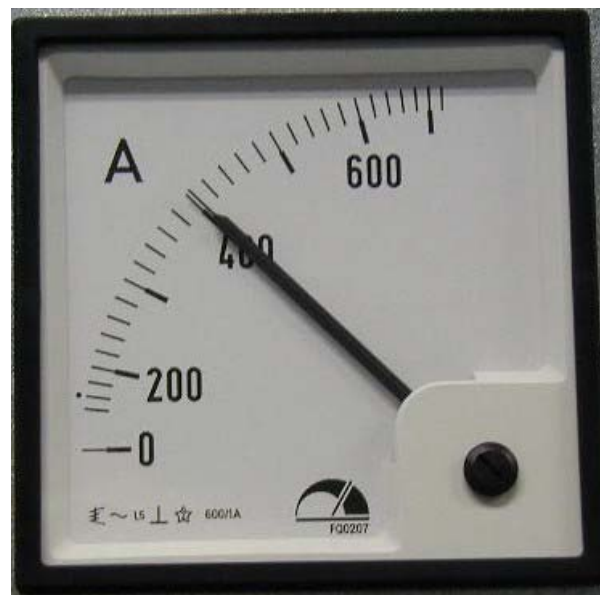
# SMT, NMT i A/D pretvornici

- Jezgre strujnih mj.transformatora na koje se priključuje mjerenje treba da su s malim nadstrujnim brojem, odnosno malim faktorom sigurnosti (uobičajeno 5), kako bi se mjerni instrumenti zaštitili od prevelike struje pri primarnom kratkom spoju.
- Prilagođenje konvencionalnih mjernih uređaja na uobičajenu sekundarnu nazivnu struju mjernih transformatora od 1 ili 5 A, odnosno sekundarni nazivni napon od 100 V, pokazalo se neprikladnim za uređaje u elektroničkoj ili mikroprocesorskoj izvedbi.
- Stoga se primjenjuju mjerni pretvornici struje, napona i snage, koji spomenute nazivne vrijednosti struja i napona pretvaraju u analogne vrijednosti struja, najčešće u granicama 0...10 mA ili -5 mA...0...+5 mA.
- Na ulazima uređaja koji obavljaju numeričku obradu mjernih vrijednosti postavljaju se analogno/digitalni mjerni pretvornici (A/D pretvornici).

# Prikaz mjernih vrijednosti

- Konvencionalni uređaji za prikaz i očitavanje mjernih vrijednosti su pokazni instrumenti (voltmetri, ampermetri, vatmetri, varmetri), s kazaljkom ili digitalni. Prikaz mjernih vrijednosti, u postrojenju opremljenom računalom je na ekranu monitora, u tabličnom formatu ili u (prikladnijem) prikazu na jednopolnoj shemi.
- Registracijski instrumenti u konvencionalnoj izvedbi su s papirnom trakom; registriraju i pokazuju trend.
- Numerička obrada mjernih veličina računalom omogućuje prikaze trenda na ekranu monitora a pamćenje na magnetskom sredstvu (trake, diskete).
- Brojila, vatmetri i varmetri moraju biti s poznatim smjerom mjerenja (prema sabirnicama ili od sabirnica; polje priključeno na postrojenje "daje" ili "prima"), ako su moguća oba smjera u pogonu onda ti instrumenti moraju biti za dva smjera ili se mora primjeniti slog dva jednosmjerna instrumenta. Osobita izvedba brojila je s pokazivačem (registratorom) maksimalne snage; taj pokazuje (i registira) najveću snagu u poznatom proteklom razdoblju ili periodički u svakih 15 ili 60 minuta.

# Pokazni voltmetar i ampermetar



# Zapis i kontrola pragova

- Mjerne vrijednosti se moraju ciklički zapisivati, ručno - makar jednom godišnje ili u nekim razumnijim navratima ili svakog sata. Ako se zapisuju automatski, obično se to obavlja u satnom ciklusu (kronološki zapis mjerenja). Ako se automatski zapis ostvaruje primjenom mikroprocesora, može biti samo lokalno sačuvan na magnetskom sredstvu koje se periodički prikuplja, radi uvida, obrade i pohranjivanja na središnjem mjestu.
- Osobita obrada mjernih vrijednosti je kontrola pragova. Za pojedine veličine, stanovite njihove vrijednosti predstavljaju pragove o čijem prelasku je korisna obaviještenost (npr. postizanje 90% nazivne struje ili 110% nazivnog napona). Uređaj za kontrolu pragova uspoređuje tekuću vrijednost s namjestivim pragom i prelaskom praga formira signal koji se tretira kao alarmni (kritično male ili kritično velike vrijednosti) ili signal stanja.



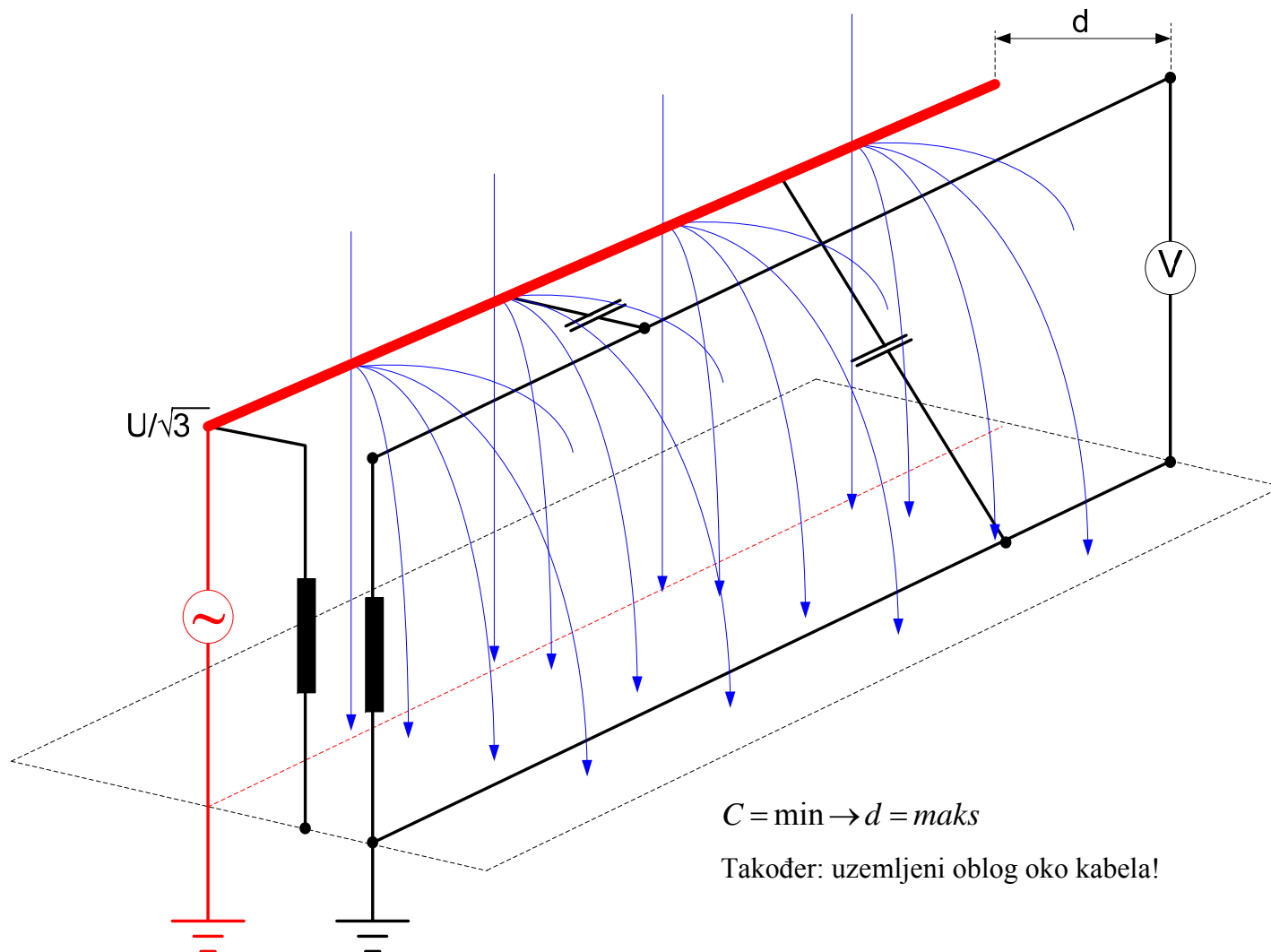
# Opresz!

- Pojedini mjerni krugovi **moraju imati jednu točku uzemljenu** radi sigurnosti. Priključci moraju biti točno izvedeni, obzirom na oznake priključnica (k-ℓ strujnih mj.transformatora, odnosno u-x naponskih mj.transformatora); to je presudno za vatmetre, varmetre i brojila. Brojilima mora biti doveden napon onog sabirničkog sistema, u postrojenjima s višestrukim sabirnicama, na koji je pojedino polje trenutno priključeno.
- Osigurati se treba od nesmotrenog otvaranja k-ℓ priključnica strujnih mj.transformatora. Ako sve jezgre nisu iskorištene, **priključnice neiskorištenih jezgara treba kratkospojiti prije puštanja u pogon**. Ako naponski mj.transformator snabdijeva obračunsko brojilo mjernim naponom, korisno je da njegova automatska zaštitna sklopka ima signalizaciju ispada, inače može doći do dugotrajnog neregistriranja utrošene energije.

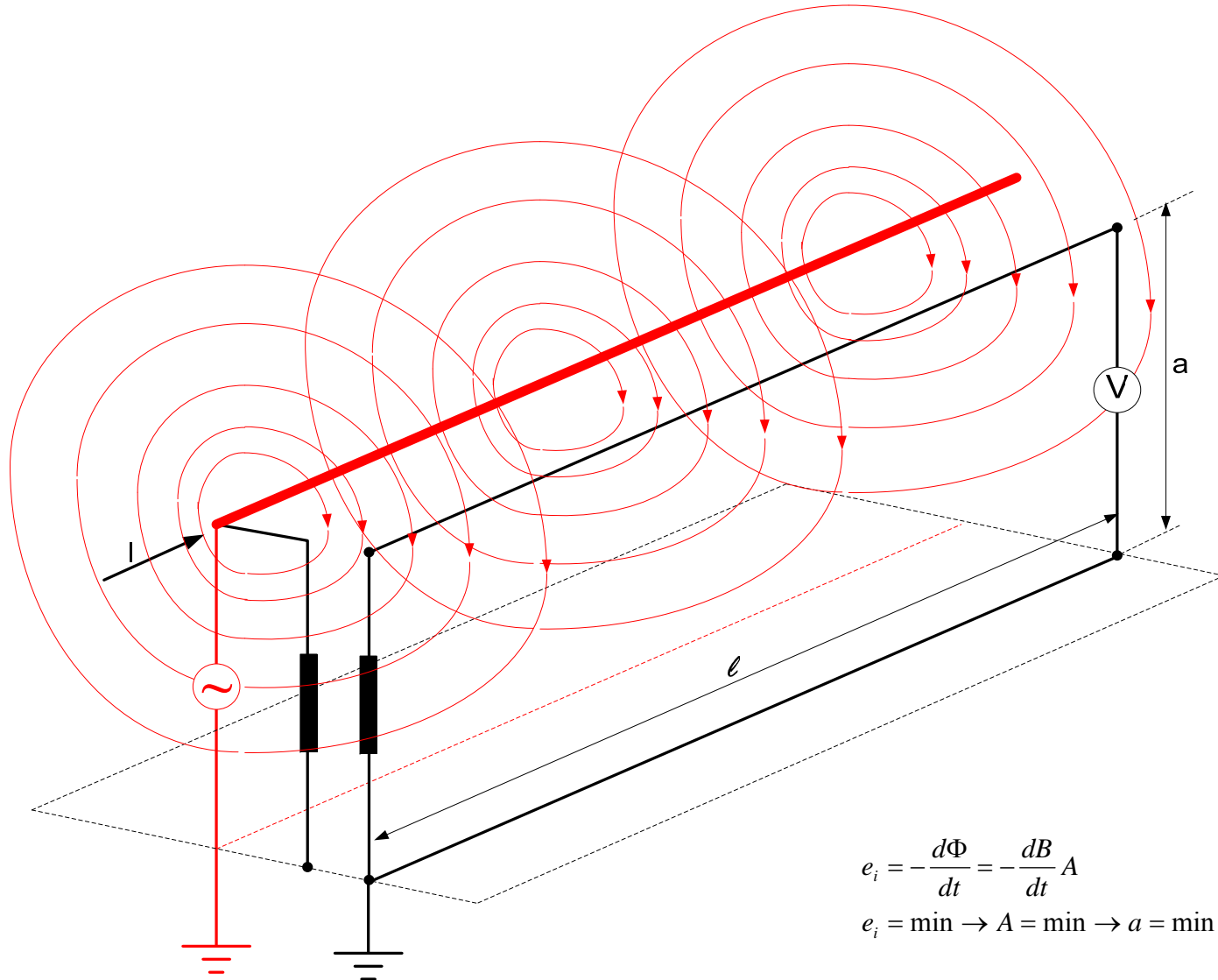
# Priključak mjernih uređaja

- Svi se mjerni uređaji priključuju *paralelno* na isti sekundarni namot naponskih mj.transformatora odnosno *serijski* u mjerni krug iste jezgre strujnih mj.transformatora.
- Ponekad, mora se dodati u mjerne krugove umjetno opterećenje, kako bi se uspostavilo ukupno opterećenje mjernih transformatora u granicama u kojima su oni u klasi točnosti, ako je potrošnja mjernih instrumenata i spojnih vodiča u mjernom krugu znatno manja od snage mj.transformatora.
- Mjerni krugovi treba da su što manje izloženi elektromagnetskim smetnjama čiji su izvori neizbježni u postrojenju. To su: magnetska polja pogonskih i kratkospojnih struja pogonske frekvencije, električna polja radi pogonskog napona na dijelovima postrojenja, elektromagnetska polja visoke frekvencije kod razvoja električnog luka pri manipulacijama sklopnim aparatima, te galvanski utjecaji radi struje kroz izolaciju.

# Djelovanje električnog polja



# Djelovanje magnetskog polja



# Zaštita

- Zaštita sprječava posljedice predugog trajanja izloženosti dijelova mreže ili/i postrojenja neprihvatljivo velikim (ili malim) vrijednostima pogonskih veličina, isključivanjem odgovarajućih dijelova mreže/postrojenja iz pogona.
- Temeljni element zaštite je elektromagnetski relej, elektronički ili mikroprocesorski mjerni član koji daje izlaz ako je mjerena veličina na njegovu ulazu prekoračila (na više ili na niže) podešenu vrijednost.

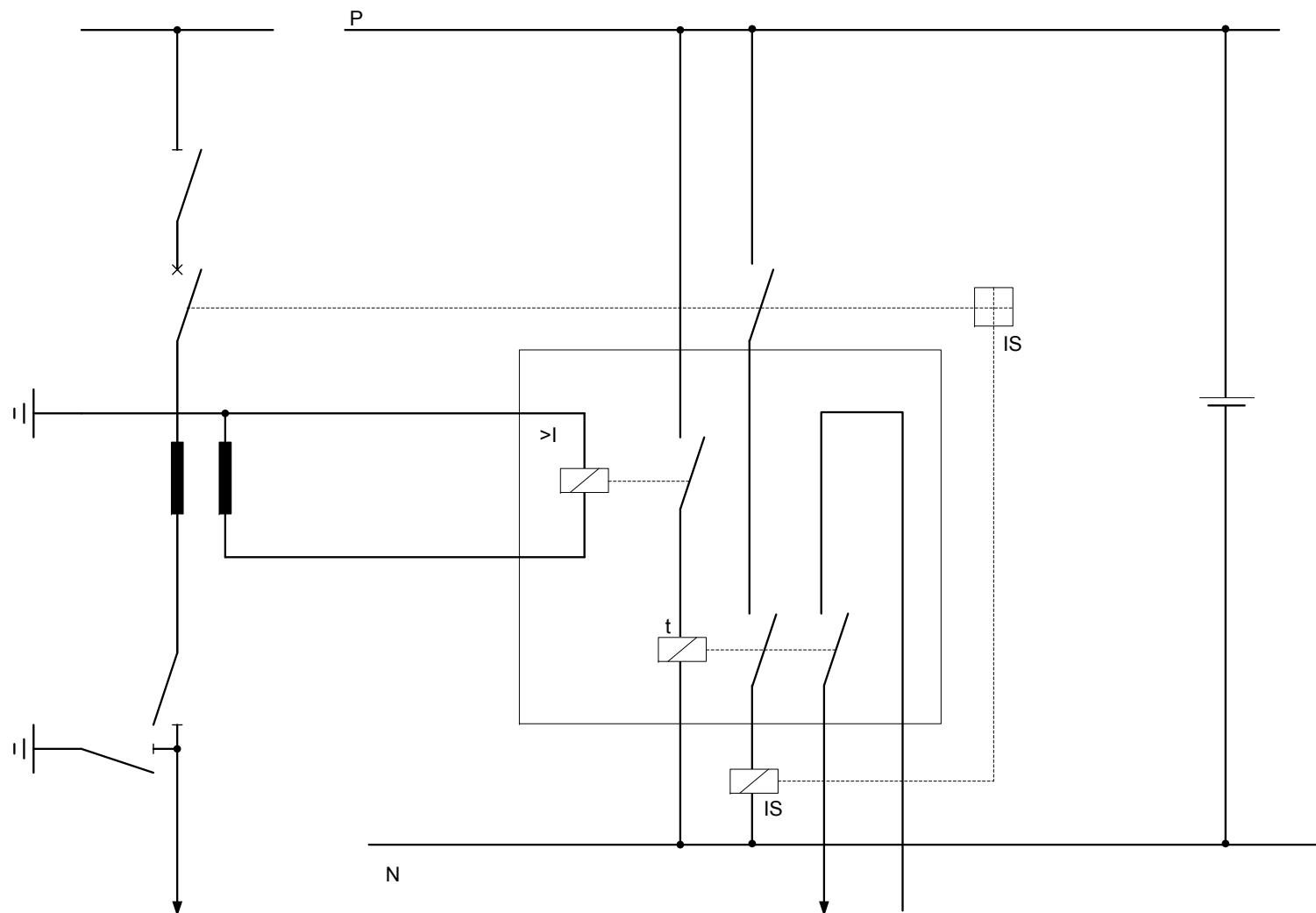
# Primarna i sekundarna zaštita

- Primarna (npr.nadstrujna, podnaponska) zaštita djeluje na primarni udesivi poticaj, ako se takav poticaj dogodi - izolacijskim polužjem zaštitni uređaj djeluje na okidač prekidača.
- Sekundarna zaštita djeluje na veličine struje ili/i napona sa sekundara strujnih i naponskih mj.transformatora i ako se prekorači udesiva vrijednost, pomoću tih struja i napona (rjeđe) ili posredovanjem pomoćnog istosmjernog napona (uobičajeno) daje električki nalog okidaču prekidača za isklup.

# Nadstrujna zaštita

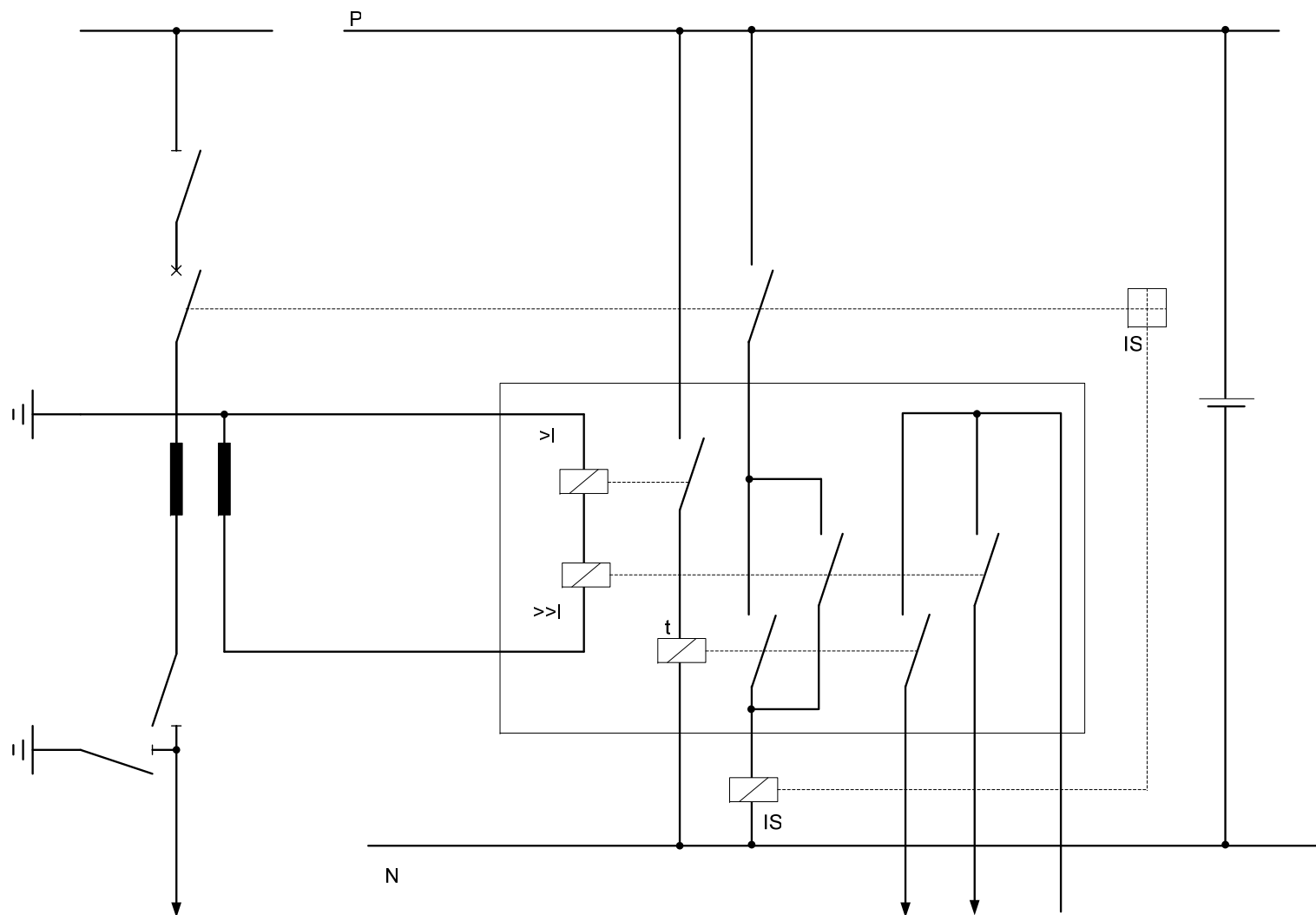
- Najraširenija i neobilazna je nadstrujna zaštita, njezinom proradom spriječava se termičko djelovanje prevelike struje na elemente mreže/postrojenja kojima bi ona tekla predugo (ubrzano starenje ili potpuna termička degradacija).
- Može biti sa strujno ovisnim ili strujno neovisnim vremenom isključenja, vremenskim zatezanjem isključenja. Dodavanje vremenskog zatezanja nužno je radi spriječavanja djelovanja na zanemarivo kratkotrajna prekoračenja struje i radi omogućenja vremenskog usklađivanja prorada nadstrujnih zaštita na pojedinim razinama u mreži.
- Za vrlo velike struje nadstrujna zaštita može biti bez vremenskog zatezanja, s neposrednim izlaznim nalogom za okidač prekidača.

# Nadstrujna zaščita s vrem.zatez.



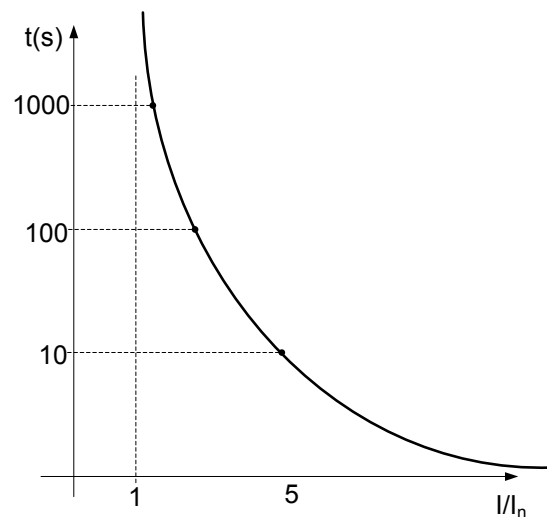
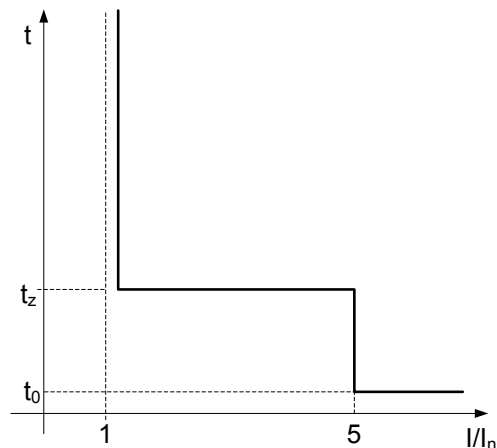
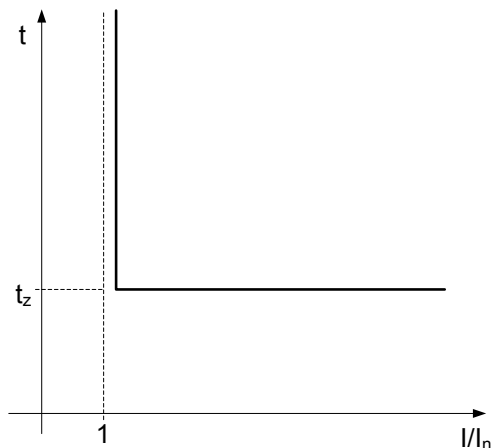


# Nadstrujna zaštita sa zaštitom od KS



# Karakteristike nadstrujne zaštite

- a) s vremenskim zatezanjem
- b) s vrem.zatezanjem i isklopom KS bez zatezanja
- c) termička nadstrujna zaštita



# Neke ostale zaštite

- Usmjerena nadstrujna zaštita
- Termička (nadstrujna) zaštita
- Diferencijalna (strujna) zaštita
- Zemljospojna zaštita i signalizacija
- Zaštita od nulte struje
- Distantna (podimpedantna) zaštita
- Podfrekvencijska zaštita
- Automatsko ponovno uključenje, brzo i sporo

# Jezgre SMT za zaštitu

Jezgre strujnih mjernih transformatora na koje se priključuje zaštita trebaju imati veliki granični faktor točnosti (15...40), kao bi pri velikim prekoračenjima primarne struje (kratki spoj), vrijednost na sekundarnoj strani bila zadovoljavajuće točna. Ako je priključena diferencijalna zaštita (djeluje na razliku struja na ulazu i izlazu iz transformatora ili voda, koja razlika je u ispravnom stanju štícene jedinice jednaka nuli), tada je osobito važna usklađenost pogreški svih strujnih mjernih transformatora.

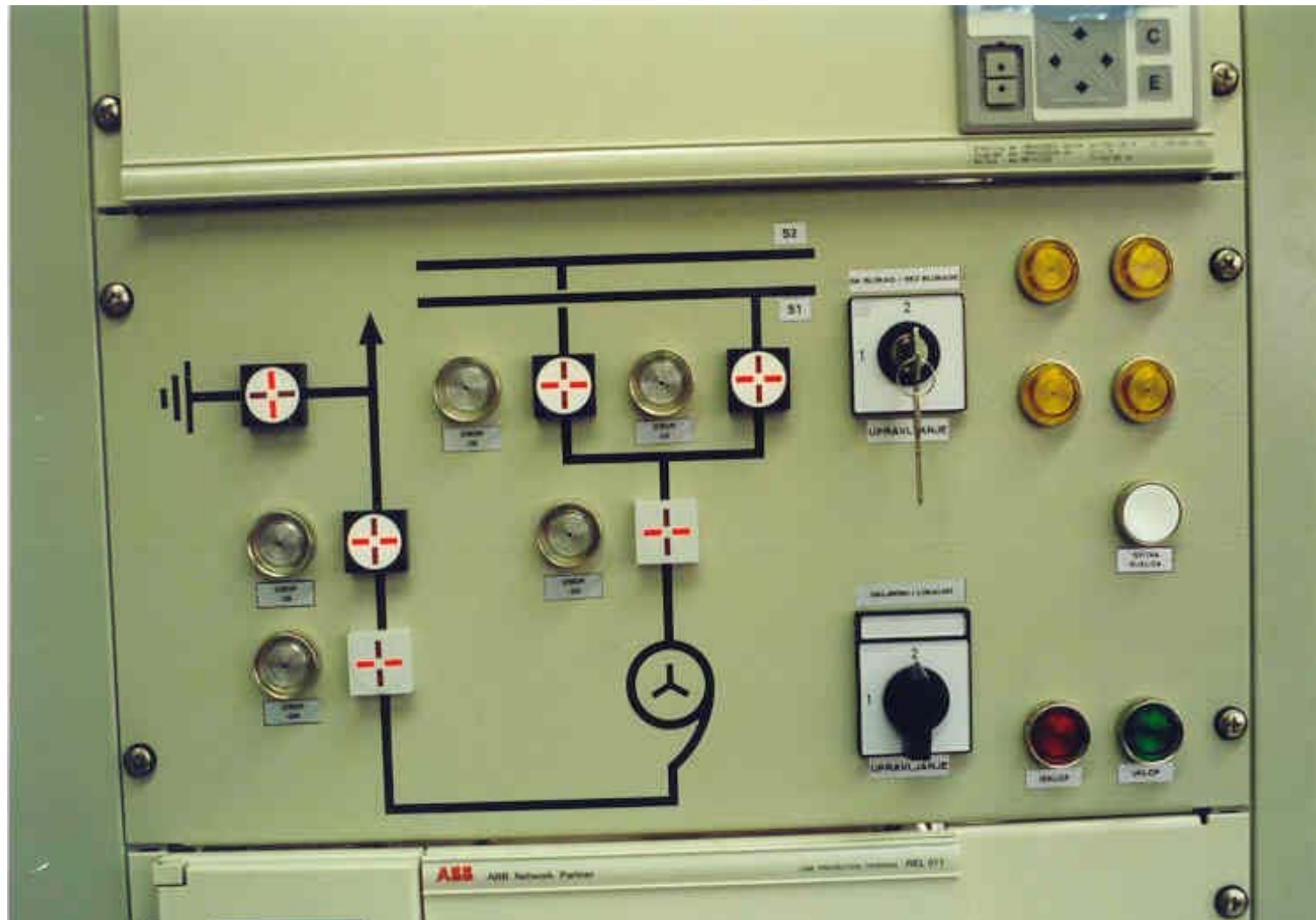
# Upravljanje (komanda)

- Upravljanje (ili komanda) je davanje naloga za promjenu sklopnog položaja aparata (nalog za uklop, nalog za isklop).
- Upravljanje može biti provedeno ručnim mehanizmom ili elektrotehničkim, uljnohidrauličkim i pneumatskim mehanizmom. Nalog za promjenu uklopnog stanja može se dati voljom osoblja za vođenje pogona (obično se kaže ručni nalog), uređajima zaštite ili automatskim uređajima.

# Lokalno i daljinsko upravljanje

Nalog se može dati lokalno, iz blizine aparata kojim se upravlja, ili daljinski, s ponekad vrlo velike udaljenosti od upravljanog aparata. Rješenja moraju biti takva da se trenutno može upravljati samo s jednog od mogućih mjesta; izbor tog mjesta mora biti uvijek na nižoj razini, s te razine mora se moći omogućiti/onemogućiti upravljanje višoj razini.

# Lokalno upravljanje s polja

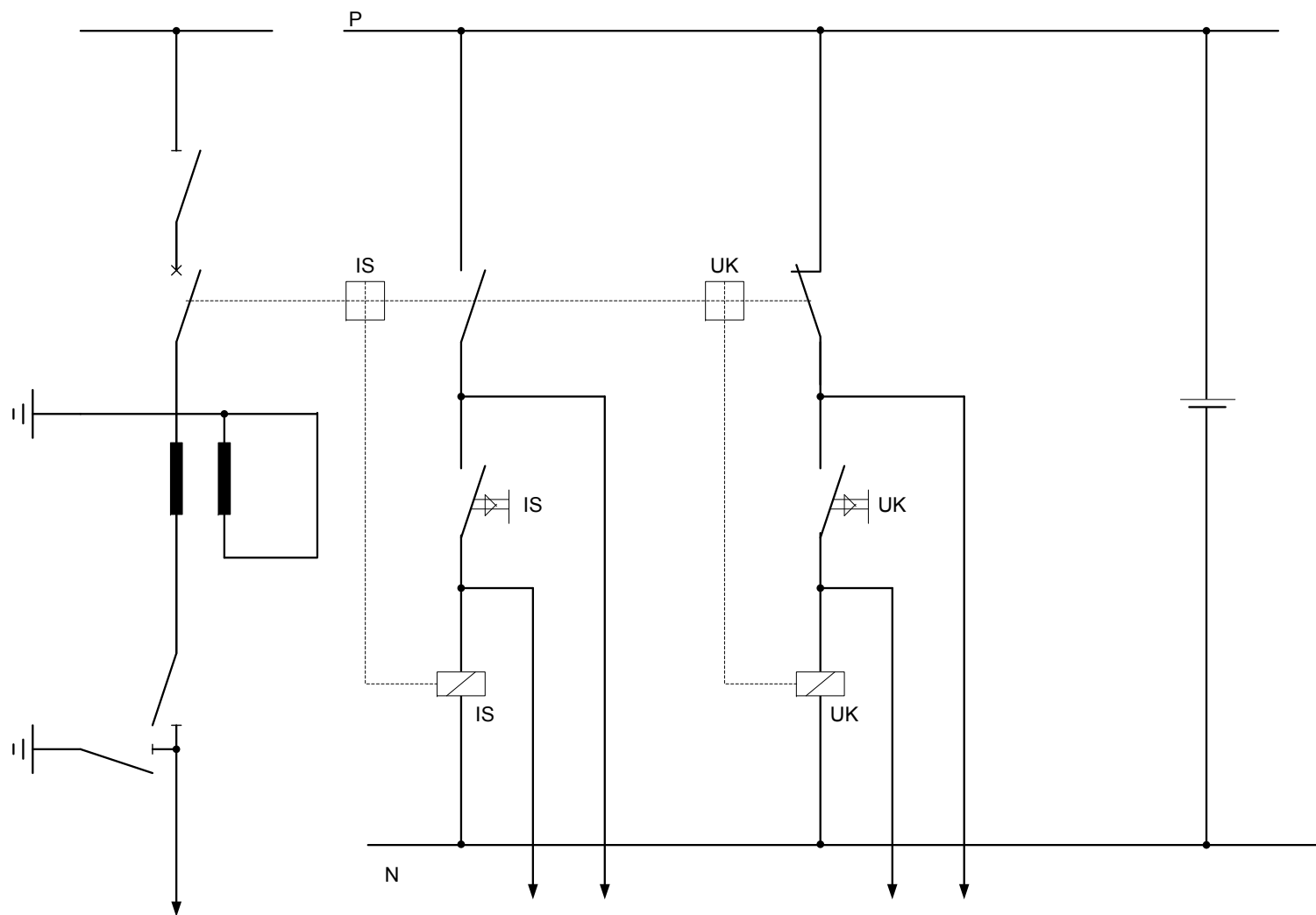


# Sigurnost upravljanja

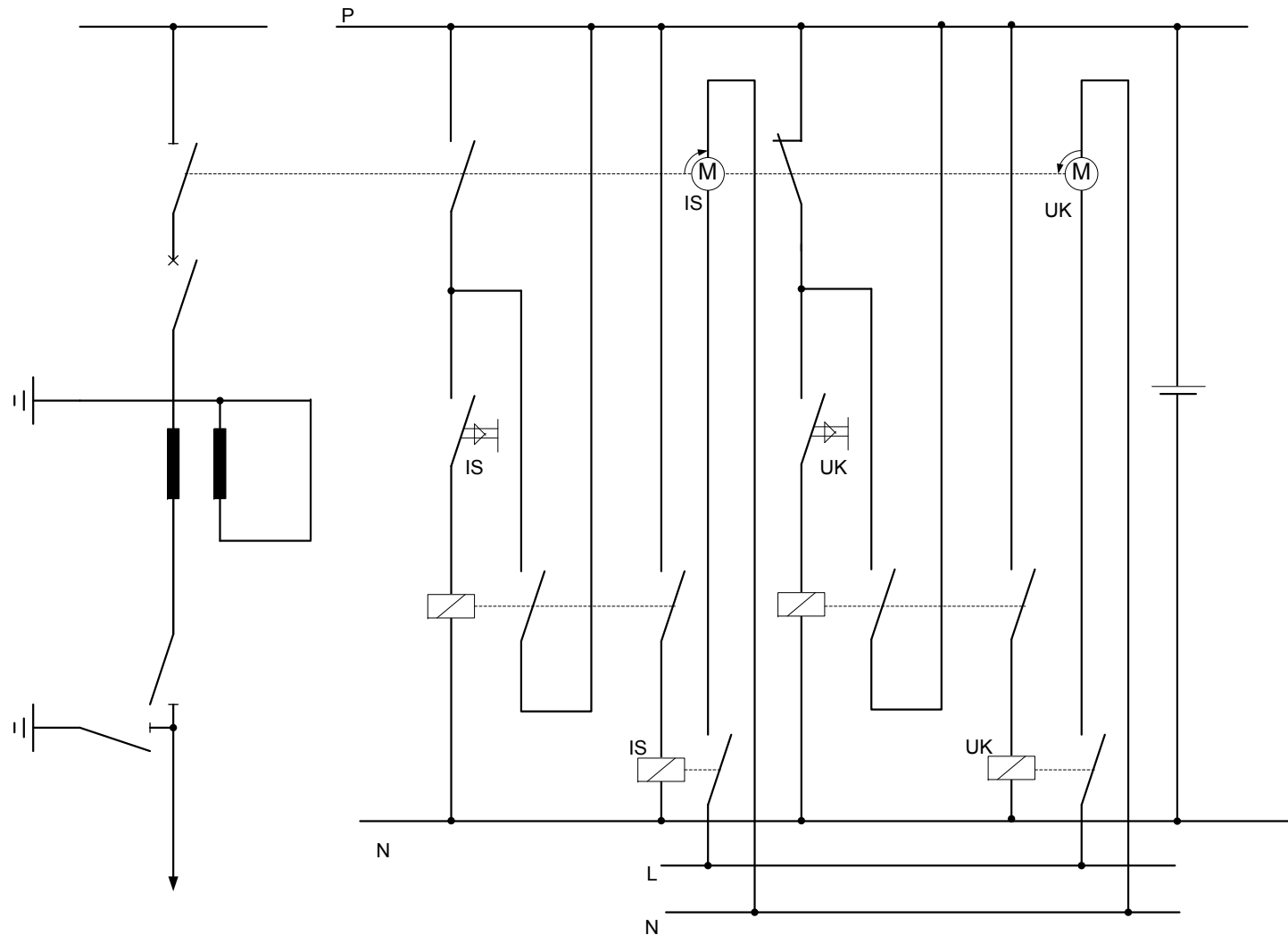
- Radi provođenja mjera sigurnosti na radu, upravljanje se mora moći posve onemogućiti, elektrotehničkim mjerama (isključenjem pomoćnog napona za upravljanje) ili fizičkim mjerama (zaključavanjem mehanizma u određenom položaju, ili izolacijskom pregradom koja sprečava zatvaranje noževa rastavljača).
- Električni nalog za upravljanje može biti jednopolni ili dvopolni. Jednopolni je jednostavniji, pouzdaniji ali nesigurniji (lakše može zbog nekog kvara doći do neželjenog naloga). Obično se nalozi zaštite provode jednopolno, a za upravljanje rastavljačima dvopolno. Nalozi: tipkalima ili komandno-potvrdnim preklopkama.



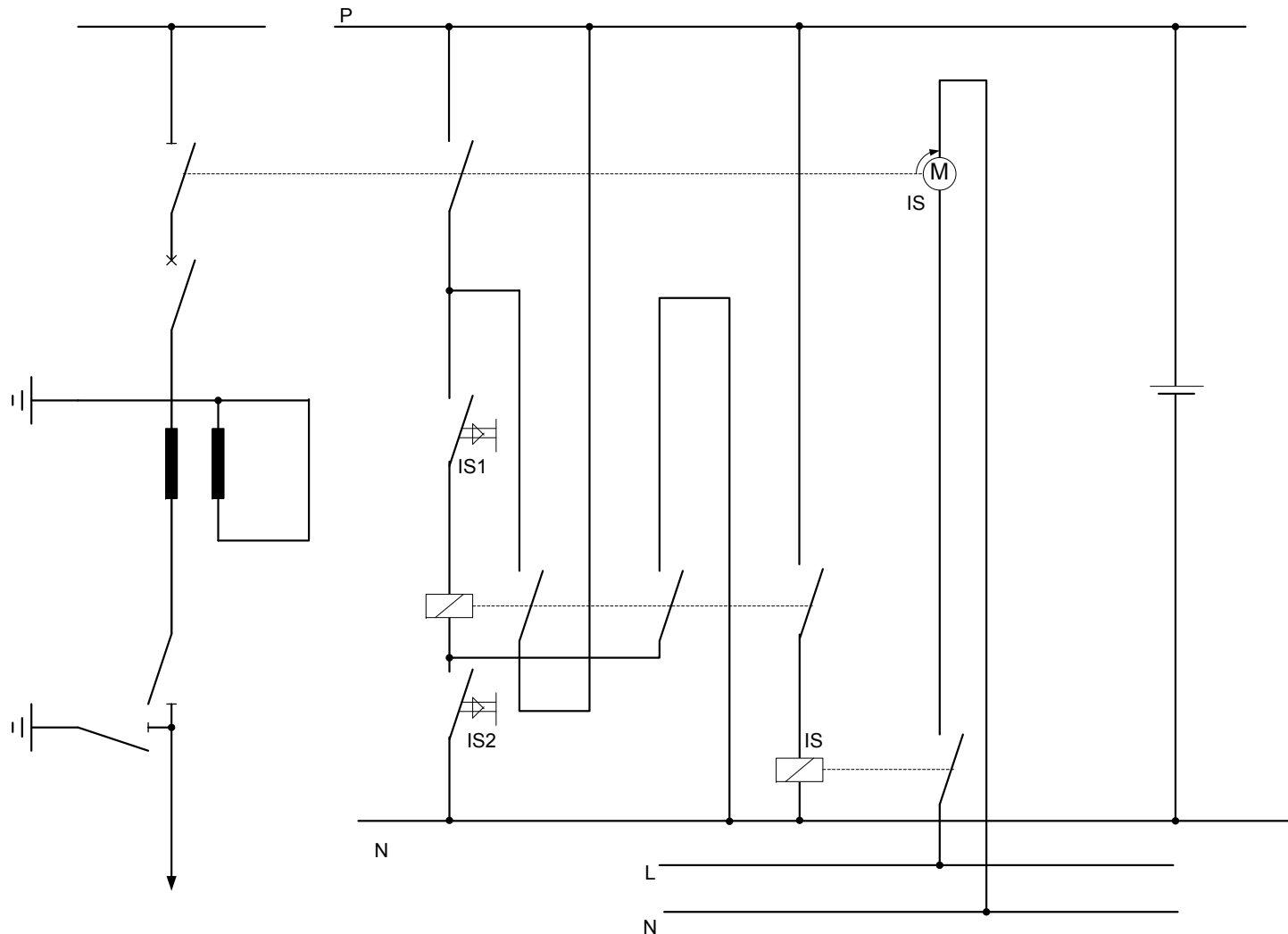
# Jednopolno upravljanje prekidačem



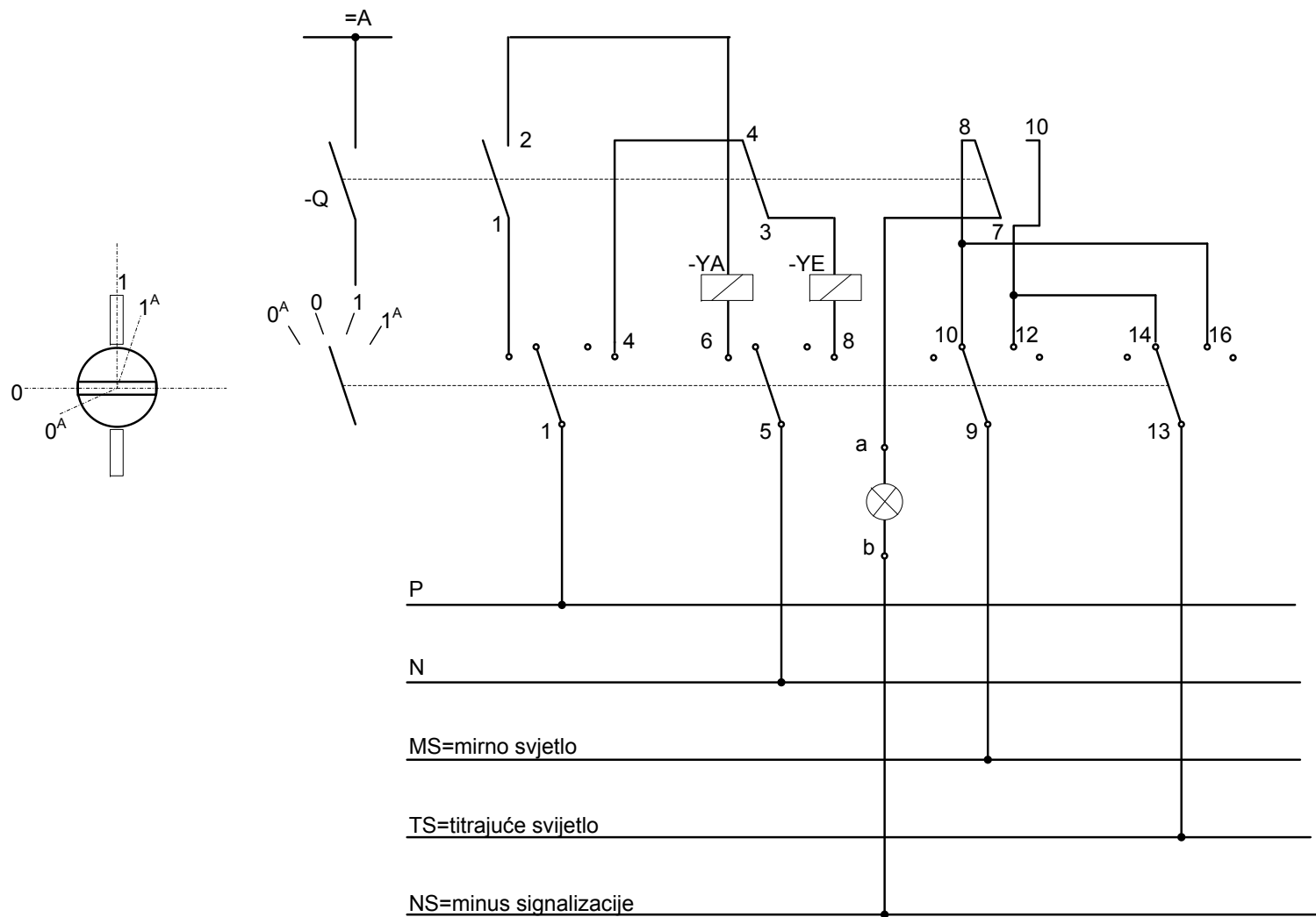
# Jednopolno upravljanje rastavljačem



# Dvopolno upravljanje rastavljačem, isklop (analogno: uklop)



# Komandno-potvrдна preklompka



# Blokada

Blokada spriječava izvršenje pogrešnih ili opasnih upravljačkih naloga.

Tipičan i najbrojniji primjer je blokada naloga za isključenje rastavljača kojim teče struja, odnosno blokada naloga za njegovo uključenje na opterećenje. Provodi se blokiranjem manevra rastavljačem ako je prekidač koji je u seriji s tim rastavljačem uključen (a dopuštanjem manevra rastavljačem ako je taj prekidač isključen). Ostali češći primjeri:

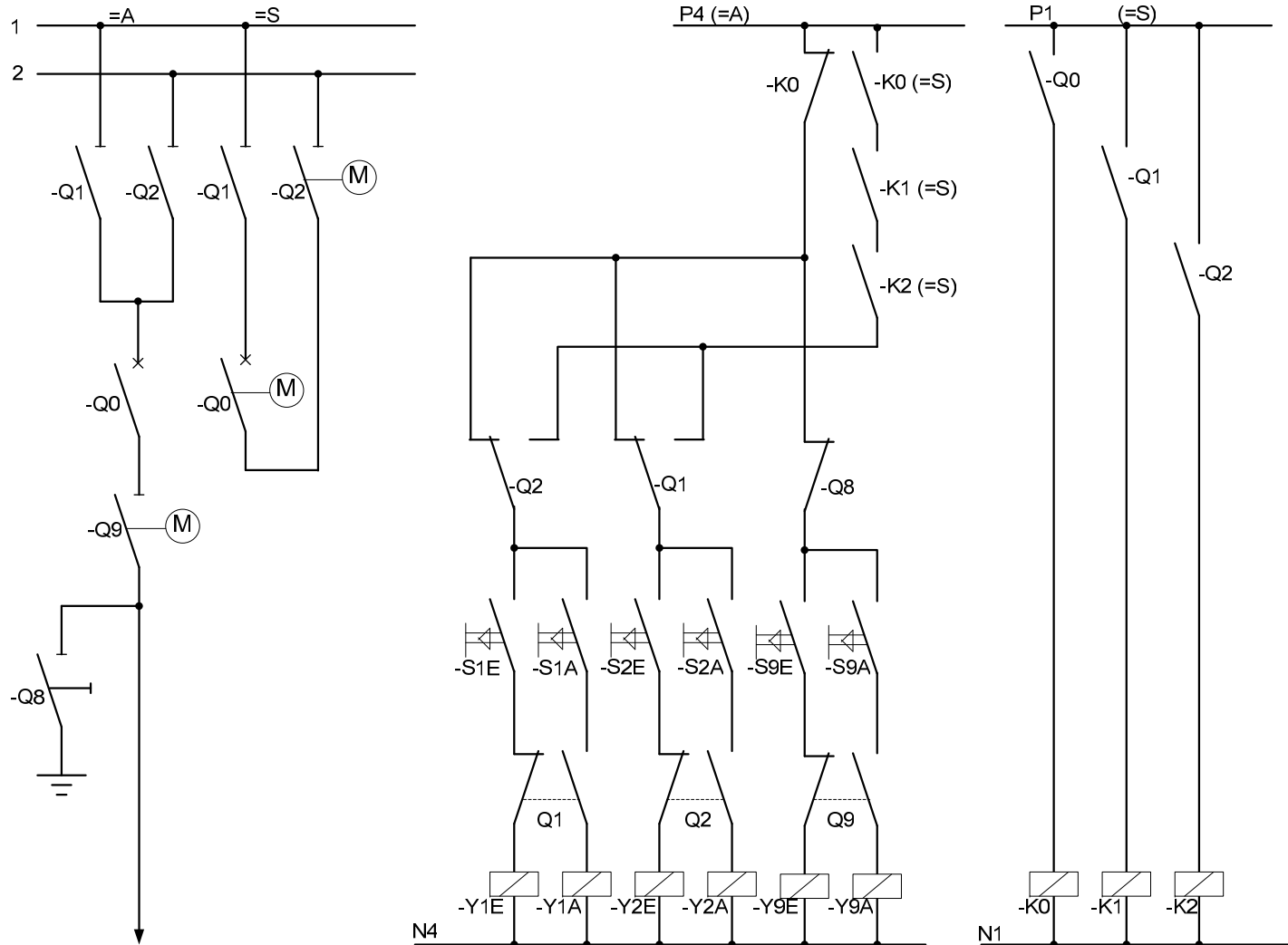
- blokada uključjenja noževa za uzemljenje, ako su glavni noževi uključeni (rastavljač s noževima za uzemljenje obično je opremljen takvom mehaničkom blokadom)
- blokada uključjenja uzemljenja dijela postrojenja koji je pod naponom
- blokada isključenja ili uključjenja uzdužnog sabirničkog rastavljača ako su na obje sekcije priključeni odvodi.

# Blokada u postrojenjima s dvostrukim sabirnicama

U postrojenjima s dvostrukim sabirnicama uobičajene su blokade:

- između rastavljača u određenom polju (sabitničkih i vodnih) i prekidača tog polja
- između sabirničkih rastavljača određenog polja i spojnog polja (sabitničkim rastavljačima polja smije se manipulirati ako je sporno polje uključeno, ali tako da je barem jedan sabirnički rastavljač uvijek uključen - drugi se tada mora moći uključiti ili isključiti)
- između spojnog polja i sabirničkih rastavljača bilo kojeg polja (sporno polje se ne smije moći isključiti ako su u bar jednom polju oba sabirnička rastavljača uključena).

# Primjer blokade



# Provedba blokade

- Električka provedba blokade rastavljača (ne provodi se blokada prekidača!) izvodi se prema slijedećim načelima:
  - izostanak pomoćnog napona ne smije voditi deblokadi
  - upravljački napon vodi se preko kontakata, čije zatvaranje vodi deblokadi, spojenih u seriju
  - na mjestu grananja uvjeta i blokadni električni krug se grana, deblokada može se postići po barem jednoj od paralelnih grana.
- Blokadni krugovi sadrže često mnogo kontakata spojenih u seriju (i više od desetak), stoga je pouzdano stanje tih kontakata i sigurnost njihova uklopnog položaja u vezi s izvornim stanjem aparata od presudnog značaja za dobro funkcioniranje blokade. Opasno je privikavanje na nepouzdanu blokadu i provođenje manevara usprkos tome što deblokadni uvjeti nisu ostvareni, jer je to izlaganje opasnosti od nedopuštenog manevra i time havarije i/ili ljudske ozljede.



# Regulacija

- Regulacijski krug je sustav u kojem se trajno uspoređuje tekuća vrijednost poticajne veličine s namještenom vrijednošću te veličine i ako je odstupanje veće od namještenog i traje dulje od namještenog vremena, regulator daje regulacijski nalog koji djeluje na promjenu regulirane veličine u pravom smjeru (više-niže).
- Regulacija može biti ručna, regulator je čovjek - svi ostali elementi regulacijskog kruga su riješeni tehnički, ili automatska, regulator je podesivi automat. Uobičajena oprema automatskog regulatora:
  - podešenje regulacijskih parametara
  - izbor ručne ili automatske regulacije (ako je ručna regulacija: lokalno ili daljinski)
  - izbor eventualno mogućih različitih programa autom.regulacije.

# Primjeri regulacije

Primjeri automatske (ručne) regulacije u električnim postrojenjima:

- regulacija napona (regulacijskim transformatorima)
- regulacija kompenzacije (kondenzatorskim baterijama).

Regulacija regulacijskih transformatora mora se moći obaviti i posve ručno, ručnim (mehaničkim) prebacivanjem regulacijske sklopke u željeni položaj, zatim ručnom davanjem električnog naloga elektromotornom pogonu regulacijske sklopke i automatskim električnim nalogom iz regulatora napona.

# Regulacija transformatora

Dakako, regulacija transformatora se obavlja bez prekida pogona. Za vrijeme prebacivanja kontakata regulacijske sklopke u novi položaj (višeg ili nižeg napona u odnosu na zatečeno stanje) kratkotrajno će jedan namotni segment biti premošten. Kako to ne bi bio potpuni kratki spoj, regulacijska sklopka sadrži otpornik preko kojeg se odvija to kratkotrajno premoštenje. Sklopka ne smije dugo ostati u takvu međupoložaju, jer bi se taj otpornik pregrijao i izgorio. Sklopka i otpornik smješteni su u kotao s uljem, zajedno s aktivnim dijelom transformatora ili uz pregradu (radi omogućenja odvojenog tretiranja ta dva uljna prostora).

# Regulacija kompenzacije

- Regulirani slogovi kondenzatorskih baterija moraju biti snabdjeveni otpornicima za pražnjenje baterija, jer se uključivanje ne smije činiti na nabijenu bateriju. Mogao bi se napon nabijene baterije i trenutna vrijednost mrežnog napona u trenutku uključanja tako kombinirati da dođe do opasno velike udarne struje uključanja.
- Ako se pojedini baterijski elementi izaberu prikladnih jediničnih snaga, može se ostvariti regulacija jalove snage u vrlo finim stupnjevima. Imamo li četiri osnovne jedinice snaga 1, 2, 4 i 8 kvar (ili takvog omjera snaga), mogu se regulacijskim uključivanjem ostvariti sve snage do ukupno 15 kvar, u skokovima od po 1 kvar: 1, 2, 1+2, 4, 1+4, 2+4, 1+2+4, 8, 1+8, 2+8, 1+2+8, 4+8, 1+4+8, 2+4+8 i 1+2+4+8.

# Lokalna automatizacija

- Lokalna automatizacija omogućuje rasterećenje čovjeka ako je lokalno prisutan (dakle prisutan u postrojenju) ili njegovu zamjenu ako je postrojenje bez ljudske posade. Atribut "lokalna" naglašava da se ne radi o automatizaciji koja bi bila provedena daljinskim automatom, posredovanjem sustava daljinskog vođenja.
- Lokalna automatiziranost upravo se poželjno prožima s daljinskim vođenjem: dio zahvata u postrojenjima obavi se posredovanjem lokalne automatike i takvim se zahvatima ne opterećuje osoblje u centrima daljinskog vođenja ili se takvi zahvati obave automatski i u slučaju kada sustav daljinskog vođenja nije raspoloživ.

# Primjeri lok.automatizacije

- sporo automatsko ponovno uključenje (sporo APU), najčešće 3 minute nakon ispada voda djelovanjem određenih zaštita
- brzo automatsko ponovno uključenje (brzo APU), ispod 1 sekunde nakon najčešće jednopolnog (ali i tropolnog) isključenja voda zaštitom
- automatsko uključenje rezervnog voda (ili transformatora) nakon nestanka napona na osnovnom dovodu električne energije
- automatsko uključenje-isključenje paralelnom transformatora, radi ekonomičnijeg pogona i sigurnosti
- automatski start dizelskog agregata nakon nestanka pomoćnog napona iz električne mreže
- automatsko gašenje požara transformatora
- automatske sklopne sekvencije (npr.uključenje vodnog polja na sistem 2 sabirnica, kao kompleksni nalog itsl).

# Automatska registracija

- Automatska registracija (na prikladni način bilježenje) nastup alarmnih signala, promjene uklopnih stanja, mjernih vrijednosti i djelovanja zaštite.
- Automatska registracija može biti:
  - uz automatsko pridruživanje vremena iznenadnog nastanka događaja koji je registriran
  - s cikličkim očitavanjem u namjestivom ciklusu (npr.automatska registracija mjernih vrijednosti svakog punog sata, ili svake minute)
  - s poznatim prethodnim razdobljem u kojem se ostvario registrirani događaj (npr.od prvoga dana tekućeg mjeseca do dana promatranja).
- Obično se automatska registracija može svrstati u dvije grupe: automatski zapis mjernih vrijednosti i automatska registracija događaja-stanja.
- Tzv.oscilo-perturbograf ("zapisivač oscilacija smetnji") u konvencionalnoj izvedbi ili mikroprocesorski registrator uzima mjerne vrijednosti npr.svake milisekunde, dakle dvadeset u jednoj periodi 50-hercne pojave.

# Daljinsko vođenje

Jednosmjernom komunikacijom radi prijenosa mjerenja i/ili signalizacija iz postrojenja omogućen je daljinski nadzor; ako se tome doda i komunikacija prema postrojenju radi prijenosa naloga za promjenu stanja (upravljanje, regulacija) omogućeno je daljinsko vođenje pogona električnih postrojenja.

(Razlikovati od lokalno udaljenog mjesta vođenja, lokalnog središnjeg mjesta nadzora i upravljanja, lokalne upravljačke prostorije.)



# SDV u postrojenju

Sustav daljinskog vođenja u vođenom postrojenju sastoji se iz:

- ulazno/izlaznih (*engl. i/o*) jedinica, koji ulazi mogu biti analogni (iz A/A mjernih pretvornika ili mjernih transformatora), digitalni (iz A/D mjernih pretvornika, te signali položaja, stanja i alarma) ili impulsni (iz impulsnih brojila kod kojih davanje jednog impulsa znači protok određene količine električne energije) a izlazi su digitalni (upravljački nalozi, nalozi regulacije ili nalozi za postavljanja parametara)
- jedinice za lokalnu obradu: logičku, numeričku, kontrolu suvislosti i pragova, registracija
- jedinice za lokalnu čovjek-stroj komunikaciju (*engl. MMI*) obradu; radi alarmiranja i vidnog prikaza, te za izdavanje naloga
- jedinice za komunikaciju s centrom daljinskog vođenja
- jedinice za štampanje i pamćenje (memorijske jedinice).

# SDV u centru

U centru daljinskog vođenja su glavni elementi:

- jedinice za komunikaciju s vođenim postrojenjima
- jedinice za čovjek-stroj komunikaciju; omogućen opći nadzor, prioritetan prijem alarma, detaljni nadzor po izboru i izdavanje upravljačkih i regulacijskih naloga prema vođenim postrojenjima
- jedinice za registraciju (periodički, ili spontano nakon iznenadnih događaja, ili po izboru operativnog osoblja).

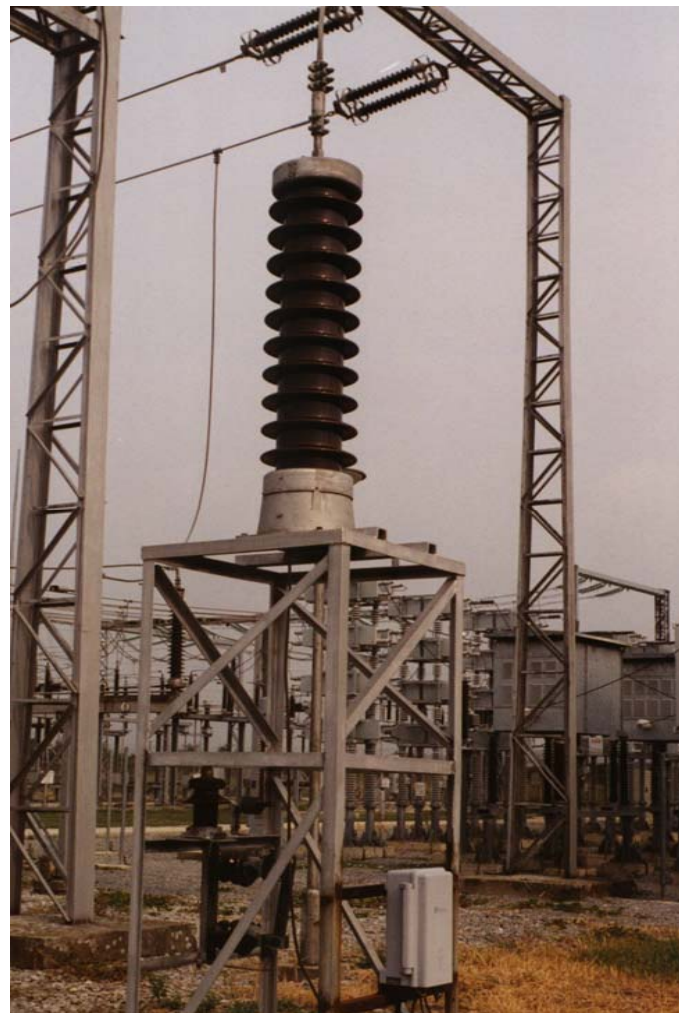
# Telekomunikacije

- Električno rasklopno postrojenje je dio sustava koji mora usklađeno funkcionirati s ostalim dijelovima sustava. Stoga, od samih početaka korištenja električnih postrojenja postavljala se potreba govornog komuniciranja između pojedinih postrojenja te između postrojenja i nekog središnjeg mjesta vođenja pogona.
- Govornim vezama prenosio se nalog za promjenu uklopnog stanja, obavještavalo se o provedbi tog naloga, o stanju postrojenja i o pogonskim električnim parametrima, te o kritičnim i alarmnim stanjima (havarije, požari, ozljede osoba).
- Razvojem mogućnosti i postavljanjem novih zahtjeva: uspostavljanje veza radi procesnih potreba (barem za daljinski nadzor i za daljinsko vođenje pogona).
- Današnje procesne potrebe su toliko složene i isprepletene da su brojnije od govornih (npr: komunikacija zaštitnih uređaja na početku i kraju voda radi usklađenog naloga za isključenje voda i naloga za brzo APU ili komunikacija računala u sustavu dalj.vođenja).

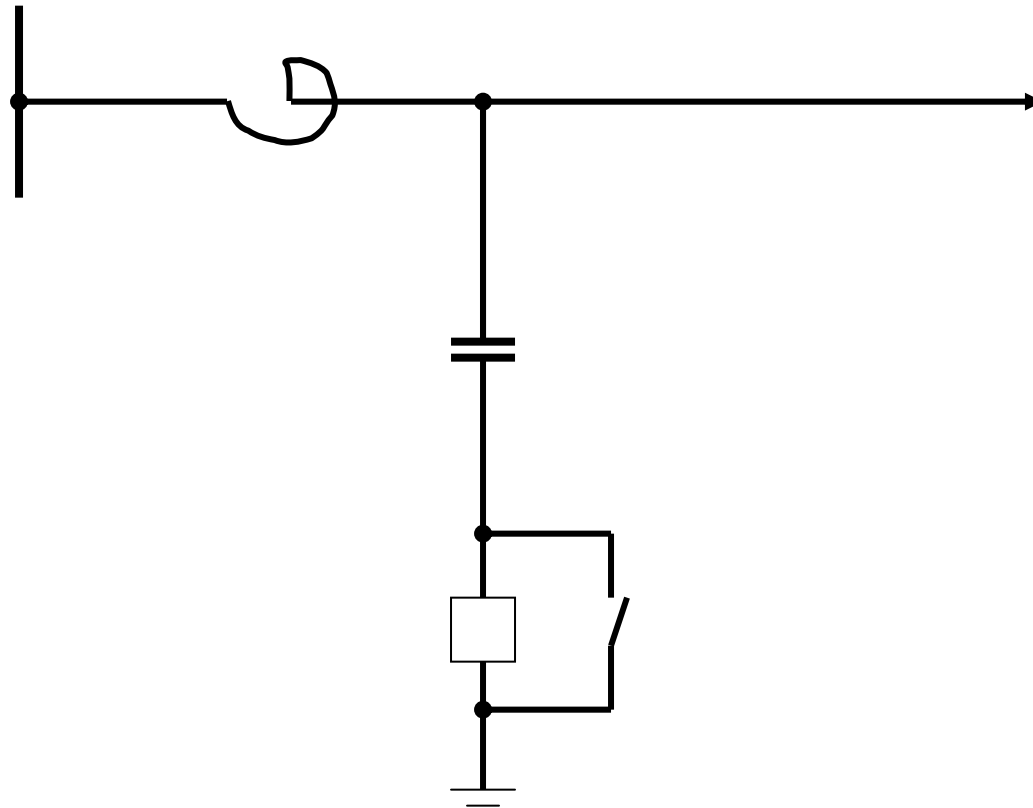
# Prijenosni telekom.putevi

- NF-veze, nosećih frekvencija do nekoliko kiloherca; izvorno predviđene za govorne potrebe, za procesne potrebe koriste se posredovanjem modema (modulator/demodulator niskofrekventnog signala), to je javna telefonska mreža ili privatna/zatvorena telefonska mreža
- VF-veze putem nadzemnih VN-dalekovoda, frekvencije od nekoliko desetaka kiloherca do 500 kiloherca, ispod emisijskih frekvencija dugih valova, a iznad čujne zvučne frekvencije, vodiči dalekovoda koriste se i za prijenos takvog VF-signal, moduliranog govornim i/ili procesnim signalima
- kabelske veze, višežičnim ("telefonske parice", koje se koriste u NF-području) ili koaksijalnim kabelskim vodovima (koji se koriste u VF-području)
- usmjerene radio-veze, frekvencije između 0,5 MHz i 22 GHz, takve veze razlikovati od mobilnih radio-veza, ponajprije za govorno komuniciranje pri pogonu i održavanju postrojenja i vodova
- veze putem svjetlovoda, frekvencije reda veličine 200 THz, položenih kao podzemnih kabela, uz energetske kabele ili u zajedničkoj izvedbi, ili postavljenih u zaštitnom užetu nadzemnih elektroenergetskih dalekovoda.

# VF-veza putem dalekovoda, VF-prigušnica i spojni kondenzator



# Priključak VF-uređaja na DV



# Napajanje el.energijom

- Pomoćna postrojenja su tako konstruirana da energiju za vlastiti pogon u pravilu uzimaju u električnom obliku. Ako su pojedina rješenja takva da i koriste ulje pod tlakom ili stlačeni zrak, opet se primarno za takvo stlačivanje koristi električna energija.
- Bitne grupe potrošača električne energije u postrojenjima su:
  - uređaji zaštite
  - pogonski mehanizmi prekidača i, eventualno, rastavljača
  - uređaji nadzora, upravljanja i blokade
  - ostali uređaji pomoćnog postrojenja
  - uređaji telekomunikacija i daljinskog vođenja
  - osnovna rasvjeta i nužna rasvjeta
  - hlađenje energetske transformatora, ako ono nije s prirodnim strujanjem zraka i ulja
  - ostali i opći uređaji (npr.vodoopskrba).

# Nužnost istosmjerne struje

Većina uređaja moraju funkcionirati ili biti spremni za funkcioniranje i u prilikama kada postrojenje nije priključeno na električnu mrežu ili kada je iz bilo kojih razloga taj priključak neraspoloživ. Stoga se njihove potrebe moraju namirivati iz sustava koji može akumulirati energiju i trenutno je davati u električnom obliku. Tako dolazimo do primjene ispravljača s akumulatorskom baterijom u električnim postrojenjima i rješenjem najvažnijih potrošača primjenom istosmjerne struje (zaštita, upravljanje, signalizacija, nužna rasvjeta).



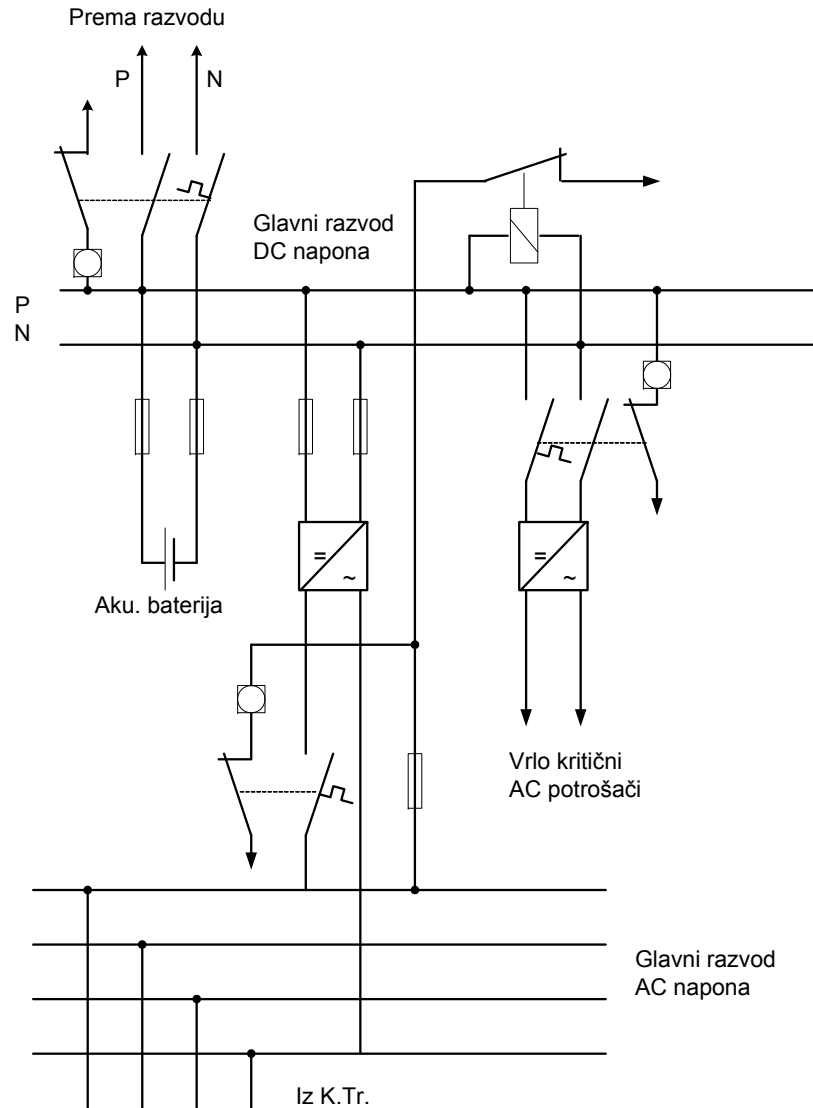
# Akumulatorska baterija



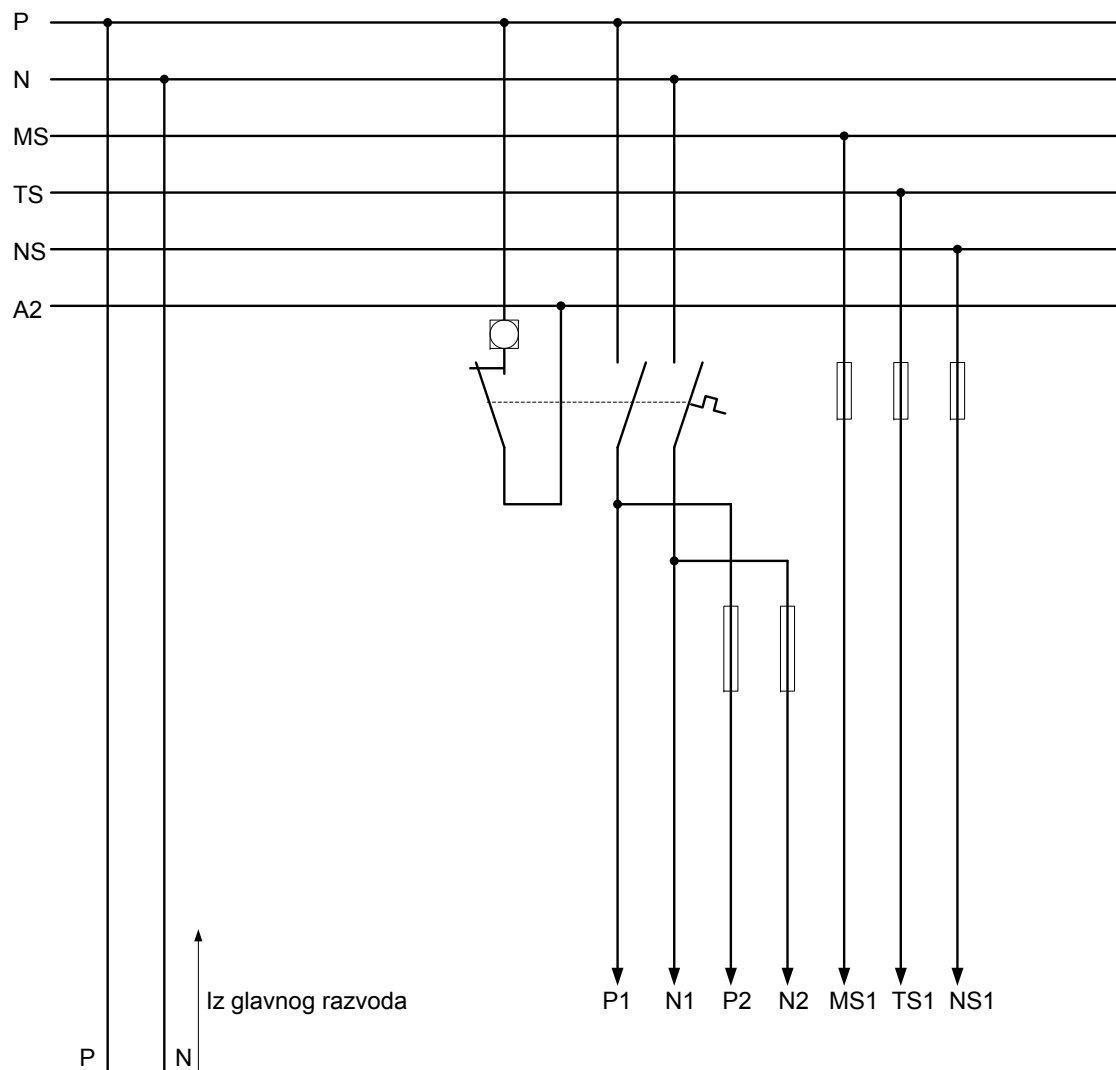
# Razvod istosmjernog napona

- Na glavne sabirnice P, N priključuje se paralelni spoj ispravljača i akumulatora. Izvodi se formiraju u pravilu za svako pojedino polje glavnog postrojenja i, odvojeno, za ostale zajedničke potrebe.
- Izvod za pojedino polje nastoji se štititi automatskom zaštitnom sklopom (kako bi postojala mogućnost signalizacije njezina ispada, što nije moguće ako se primjene rastalni osigurači) i time se formira napajanje ključnih potreba u polju: P1, N1 - zaštita i upravljanje.
- Manje bitne potrebe u polju nastoje se napajati odvojeno od toga, te se formira podkrug iza P1, N1 koji se štiti rastalnim (ili automatskim) osiguračima P2, N2 - signalizacija i ostalo.

# Glavni razvod DC napona



# Razvod DC napona po poljima



# Oba pola – neuzemljena!

Uobičajeno je da su pozitivni i negativni pol istosmjernog razvoda neuzemljeni (za razliku od niskonaponskog izmjeničnog razvoda gdje je nulvodič uzemljen).

To se izvodi stoga da kod jednog kvara s probojem izolacije prema uzemljenim dijelovima postrojenja i dalje bude moguć pogon pomoćnog postrojenja ali i omogućeno signaliziranje takva kvara, te njegovo traženje i otklanjanje. Prije nego dođe do još jednog takvog kvara na suprotnom polu, što onda znači kratki spoj i izbacivanje iz pogona dijela pomoćnog postrojenja i onemogućenje funkcioniranja određenog dijela glavnog postrojenja dok se kvar ne otkloni.

Ako bi se istosmjerni razvod izveo s uzemljenim jednim polom, svaki proboj suprotnog pola prema masi značio bi takvu redukciju pogona.

# Potrošači izmjenične struje

Veći potrošači i oni čije eventualno električno funkcioniranje nije presudno, znaju se izvesti s univerzalnim elektromotorima, te se u određenom postrojenju može izabrati, ili čak naknadno promijeniti, povoljniji način priključka.

Najveći potrošači (ventilatori, pumpe, osnovna rasvjeta) obično se izvode kao trošila izmjenične struje i pri nestanku izmjeničnog pomoćnog napona oni ne mogu biti u pogonu ili se u postrojenje ugrađuje i dizelski agregat za namirenje takvih potreba u nuždi.

# Razvod izmjeničnog napona

Snagu kućnih transformatora srednji napon/niski napon ili dopušteno trajno opterećenje voda za priključak na niskonaponsku električnu mrežu određuje zbroj istodobno priključenih potrošača izmjenične struje, ali se mora kontrolirati i na iznimne potrebe, npr. potrebe prilikom periodičkih održavanja; priključak nekih specifičnih pomagala ili alata.

Razvod izmjeničnog napona nema nekih naglašenih osobitosti u odnosu prema rješenjima iz općih električnih instalacija izmjenične struje.

# Kuční transformator 35/0,4 kV





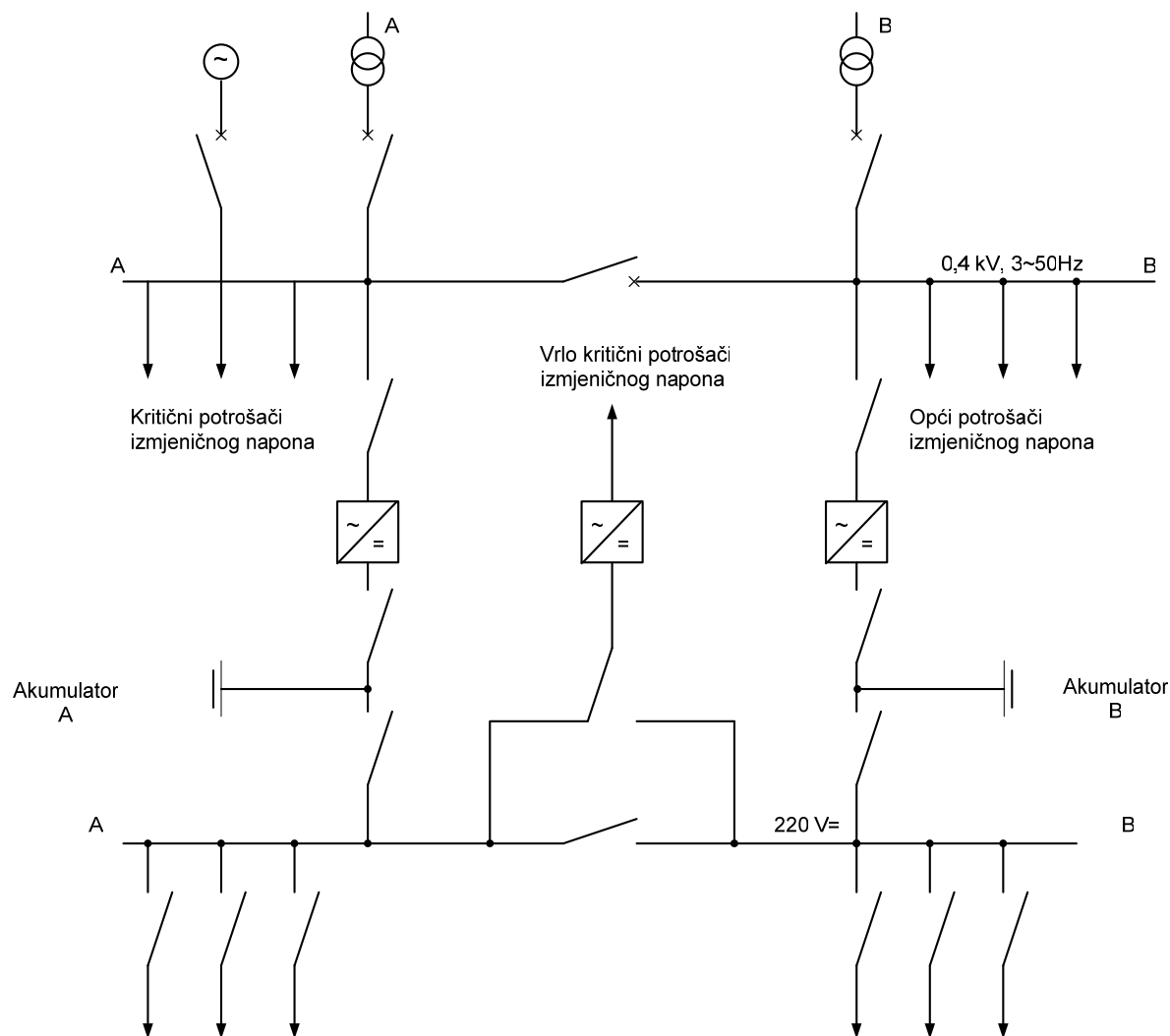
# Dizelski agregat 250 kVA



# Sigurnost napajanja

- razdvajanjem bitnog od nebitnog, kritičnog za pogon od nekritičnog
- udvajanjem ključnih elemenata: dvije akumulatorske baterije s ispravljačima, dva kućna transformatora, dodavanje dizelskog agregata snabdijevanju iz električne mreže, dvostrukim dovodima do ključnih potrošača
- provedbeno: položajem razdjelnica i polaganjem kabela za napajanje dovoljno daleko od mjesta na kojima može nastupiti električni luk, eksplozija ili požar, pažljivo izabranom selektivnošću zaštite pojedinih strujnih krugova
- sa stalnom kontrolom stanja u pogonu, signalizacijom nestanka napona i isključenja automatskih zaštitnih sklopki.

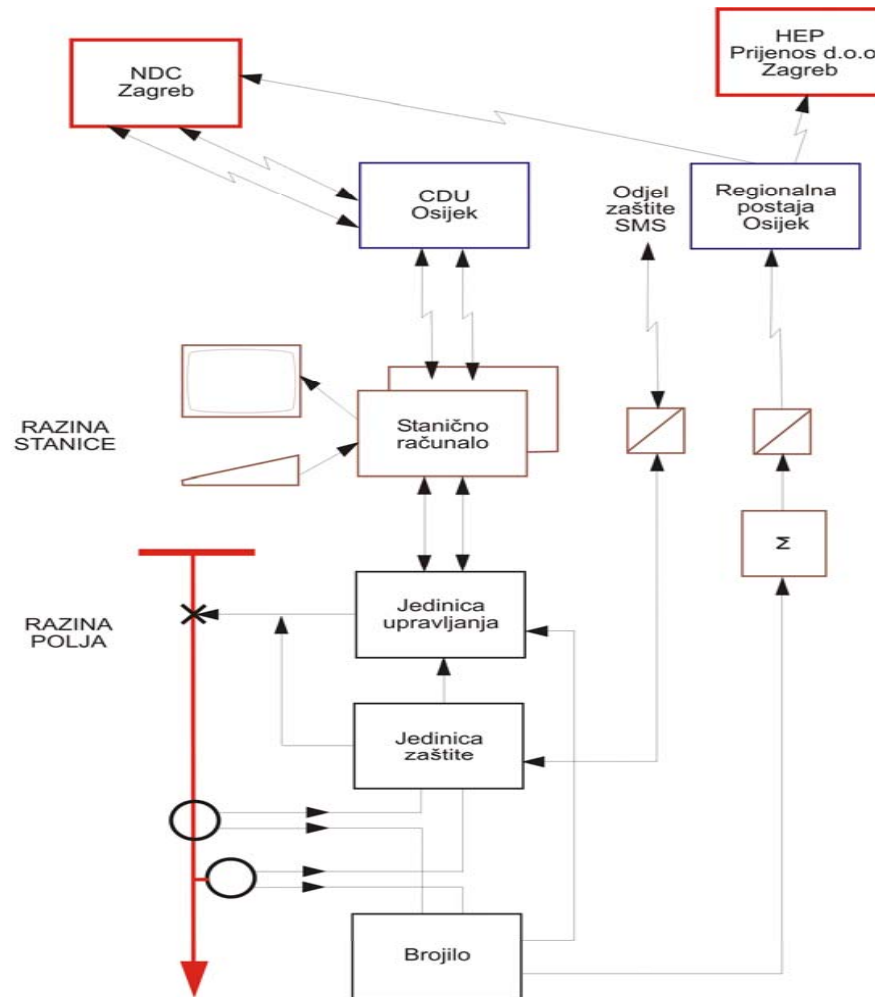
# Udvojeno napajanje



# Izvedbe pomoć.postrojenja

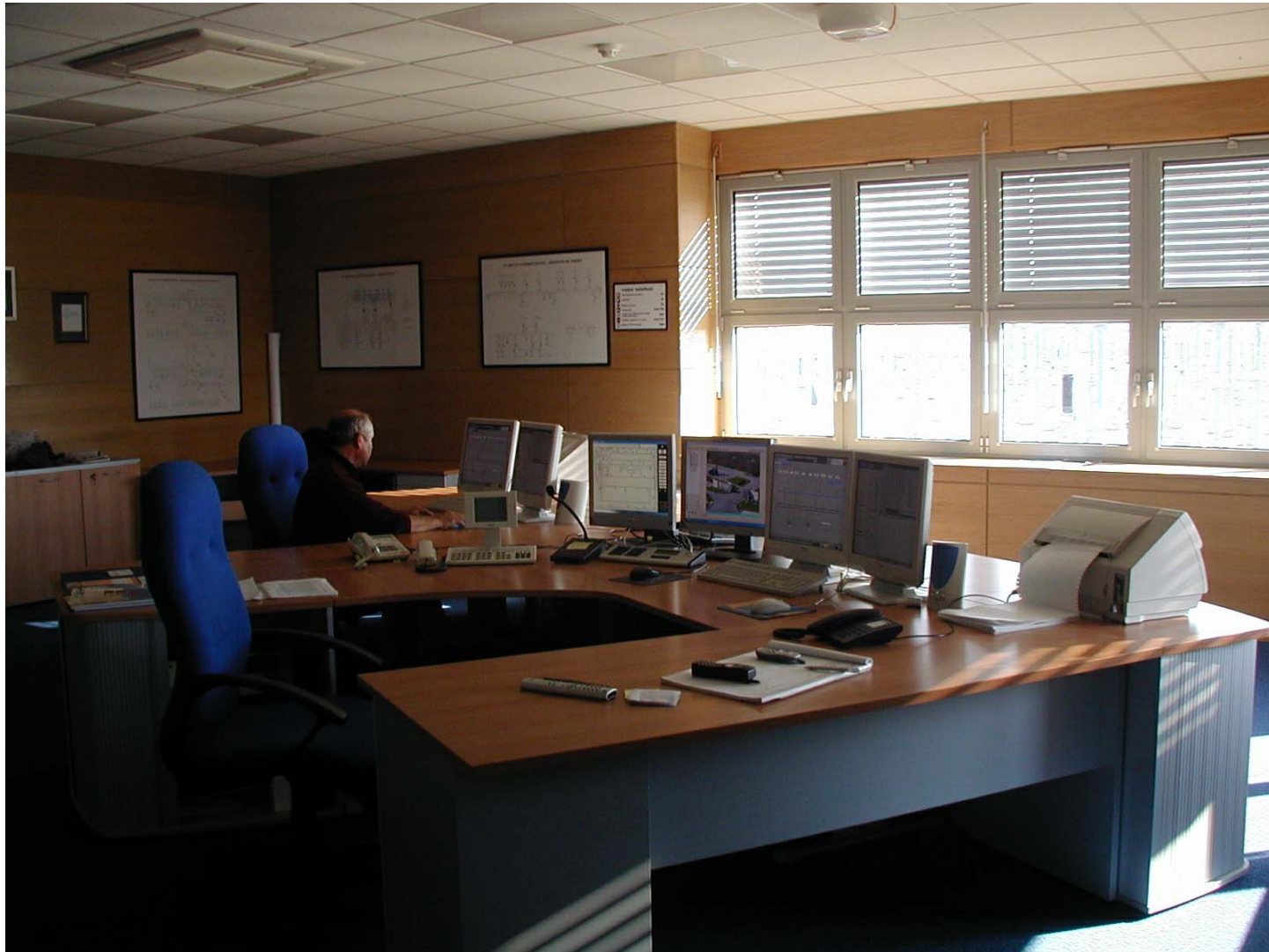
- *Konvencionalna rješenja* izvedena su iz elemenata koji, svaki za sebe, predstavljaju jedan od podsustava ili (češće) njegov element. S glavnim postrojenjem i međusobno povezani su ožičenjem. Svojstvena je izdvojenost elemenata, ulazno/izlaznih priključnica, te mnogobrojni spojni vodiči i kabele.
- *Suvremena rješenja* uzimaju pojedinu informaciju o stanju samo jednom i daji potrebne izlazne obavijesti/naloge, te registriraju i komuniciraju, uz logiku namjestivu programskom podrškom, a ne ožičenjem i bez fizičke razdvojenosti po podsustavima. S glavnim postrojenjem i međusobno povezani su (u pravilu) svjetlovodičima.

# Primjer TS 400/110 kV Ernestinovo





# Suvremeni upravljački prostor



# Ugradnja elemenata pom.postr.

- Primjeren smještaj, pogodan za nadzor i održavanje.
- Udvojena rješenja za najzahtjevnije funkcije.
- Izbjegavati paralelno vođenje signalnih i energetske (napojnih) kabela.
- Signalni kabele: oklopljeni (ne čelik) a oklopi uzemljeni.
- Najvažnije: pouzdanost napajanja!
- Pažljivo s akumulatorskim baterijama.
- Pojedinačno napajanje, a ne “šniranjem”.
- Napojni kabele neizloženi potencijalnom razvoju električkog luka ili požara.
- Selektivnost u razvodu+signalizacija nestanka napona.

# Korištenje pomoć.postrojenja

- Svaku ispravnu ili lažnu proradu zaštite – analizirati!
- Netočna mjerenja i signalizacije, neproslijeđene naloge za uklop/isklop – otklanjati.
- Uvjete za rad (temperatura i sl.) – trajno održavati!
- Periodički nadzor (dnevni, tjedni, mjesečni), osobito osigurača i automatskih sklopki – provoditi!
- Pokusni start dizelskog agregata – jednom tjedno.
- Napone i struje u pomoćnom postrojenju – periodički očitavati.
- Tlak komprimiranog zraka i plinova, ulja u uljnihidrauličnim pogonima – kontrolirati.



# Održavanje pomoć.postrojenja

- Jedanput godišnje – revizija zaštite i svih podsustava pomoćnog postrojenja!
- Ispravnost pomoćnog postrojenja utvrđivati i nakon svake havarije ili preuređenja u postrojenju.
- Osobito: istinitost svih signala, naziva mjerenja i ispravna upućivanja upravljačkih naloga.
- Ne otvarati sekundarne krugove SMT.
- Ne uklanjati zaštitna uzemljenja u sekund.krugovima.
- Pažnja: nesmotreno privođenje izmjeničnog napona na sekundar NMT vodi visokom primarnom naponu!
- Ne uklanjati napise i oznake, a izmjene u naravi unositi u pogonsku dokumentaciju.