

### III Upravljačke i spojne šeme

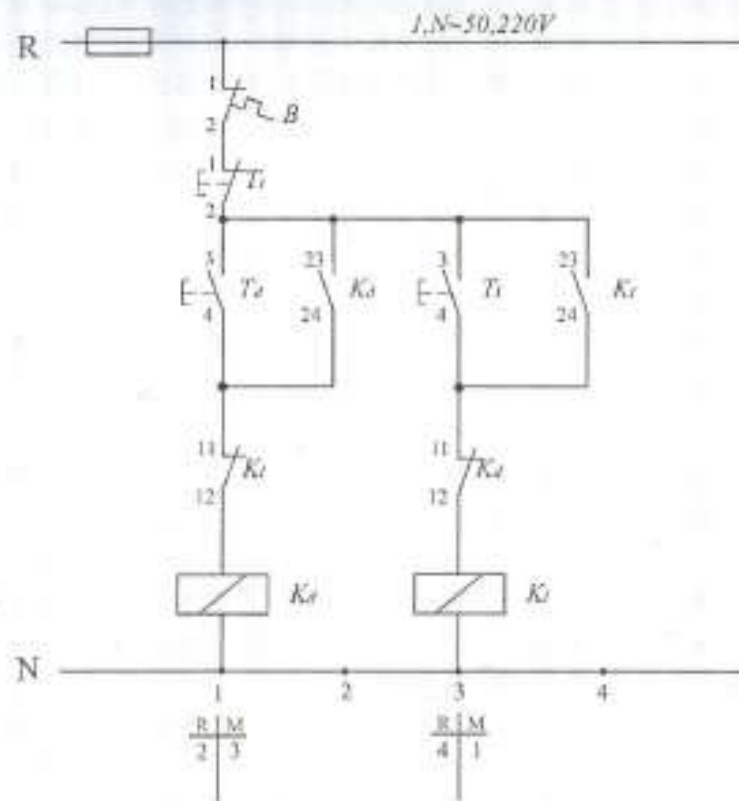
27. Puštanje u rad trofaznog asinhronog motora sa kratkospojenim rotorom, uz mogućnost izbora smera obrtanja njegovog rotora, vrši se pritiskom na jedan od tastera  $T_1$  i  $T_d$ , dok se njegovo zaustavljanje ostvaruje pritiskom na taster  $T_1$ . Prikazati upravljačku i spojnu šemu ovog motora.

Rešenje

Upravljačka šema motora mora da zadovolji svaki od sledećih zahteva:

1. Ako je motor isključen, njegovo uključenje (puštanje u rad) može da se izvrši delovanjem na bilo koji od tastera  $T_1$  i  $T_d$ , a u zavisnosti od željenog smera obrtanja rotora;
2. Delovanjem na taster  $T_1$ , elektromagnet prekidača (kontaktora)  $K_1$  dolazi pod napon i prekidač zatvara svoje glavne kontakte; da po prestanku delovanja na taster  $T_1$  ne bi došlo do isključenja prekidača, mora se obezbediti da krajevi elektromagneta ostanu pod naponom i po otpuštanju tastera  $T_1$ , što se postiže radnim (normalno otvorenim) pomoćnim kontaktom prekidača  $K_1$ , paralelno vezanim sa tasterom  $T_1$ ;
3. Analogno tački 2., samo za taster  $T_d$  i prekidač  $K_d$ ;
4. Dok se rotor obrće u jednom smeru, npr. onom koji odgovara prekidaču  $K_1$ , pritiskom na taster  $T_d$  elektromagnet prekidača  $K_d$  ne sme da dođe pod napon, jer bi tada i on zatvorio svoje glavne kontakte, što bi izazvalo dvofazni kratak spoj; to se rešava uvođenjem mirnog (normalno zatvorenog) pomoćnog kontakta prekidača  $K_1$  u strujno kolo elektromagneta prekidača  $K_d$  i obratno;
5. Motor se može isključiti u svakom trenutku, delovanjem na taster  $T_1$ ;
6. U slučaju delovanja bimetalnog relea, dolazi do isključenja motora.

Upravljačka šema koja zadovoljava sve ove zahteve ima sledeći izgled:

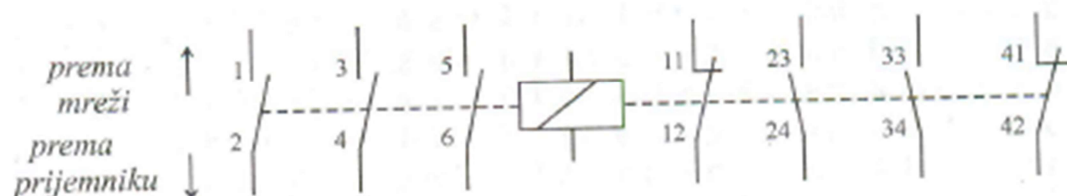
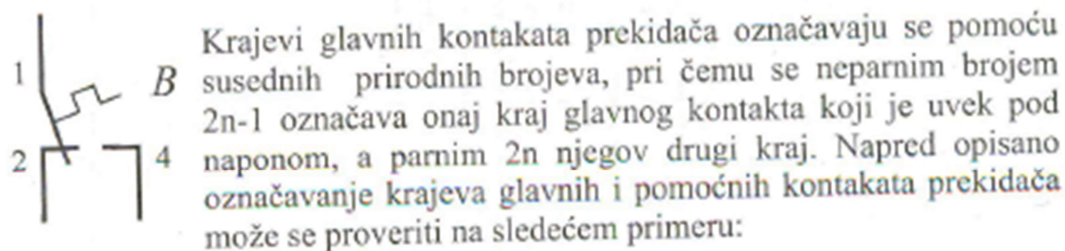


Kao što se vidi, upravljačka šema (šema delovanja) formira se tako što se između faznog i nultog provodnika (u opštem slučaju između dva provodnika pod naponom) na jednakom međusobnom rastojanju reda niz uzdužnih pozicija, čiji se redni brojevi ispisuju ispod donjeg provodnika. Neke od pozicija predstavljaju strujna kola koja se završavaju prijemnicima električne energije: elektromagnetima prekidača i vremenskih relea, signalnim sijalicama, servo motorima itd. Ispod svakog strujnog kola u kome se kao prijemnik nalazi električna komponenta koja sadrži i pomoćne kontakte, crta se tablica sa dve kolone. U prvu se upisuju redni brojevi pozicija u kojima se nalaze radni (R), a u drugu redni brojevi pozicija u kojima se nalaze mirni (M) pomoćni kontakti te električne komponente (kontaktora, odnosno vremenskog relea).

Monostabilni dvopoložajni prekidači sa neposrednim dejstvom (tasteri) prikazuju se u svom stabilnom stanju. Ukoliko su normalno zatvoreni, njihovi krajevi se označavaju ciframa 1 i 2, pri čemu se cifrom 2 označava onaj kraj koji pri otvorenom tasteru nije pod naponom. Krajevi normalno otvorenih tastera označavaju se ciframa 3 i 4, pri čemu se cifrom 4 označava onaj kraj koji pri otvorenom tasteru nije pod naponom.

Pomoćni kontakti kontaktora i vremenskih relea prikazuju se u svom stabilnom stanju, odnosno stanju u kome kalem kontaktora, odnosno vremenskog relea, nije pod naponom. Krajevi ovih pomoćnih kontakata označavaju se sa po dve cifre. Prva cifra je ista za oba kraja jednog pomoćnog kontakta i označava redni broj pomoćnog kontakta u kontaktoru, odnosno vremenskom releu. Ako kontaktor, na primer, ima četiri pomoćna kontakta, njihovi redni brojevi su 1, 2, 3 i 4. U slučaju normalno otvorenog pomoćnog kontakta, druge cifre u oznakama njegovih krajeva su 3 i 4 (kao i u slučaju normalno otvorenog tastera). Ako se radi o normalno zatvorenom pomoćnom kontaktu, druge cifre u oznakama njegovih krajeva su 1 i 2 (kao na upravljačkoj šemi).

Bimetalna relea se izrađuju sa preklopnim kontaktom, čiji se krajevi označavaju kao na sledećoj slici:



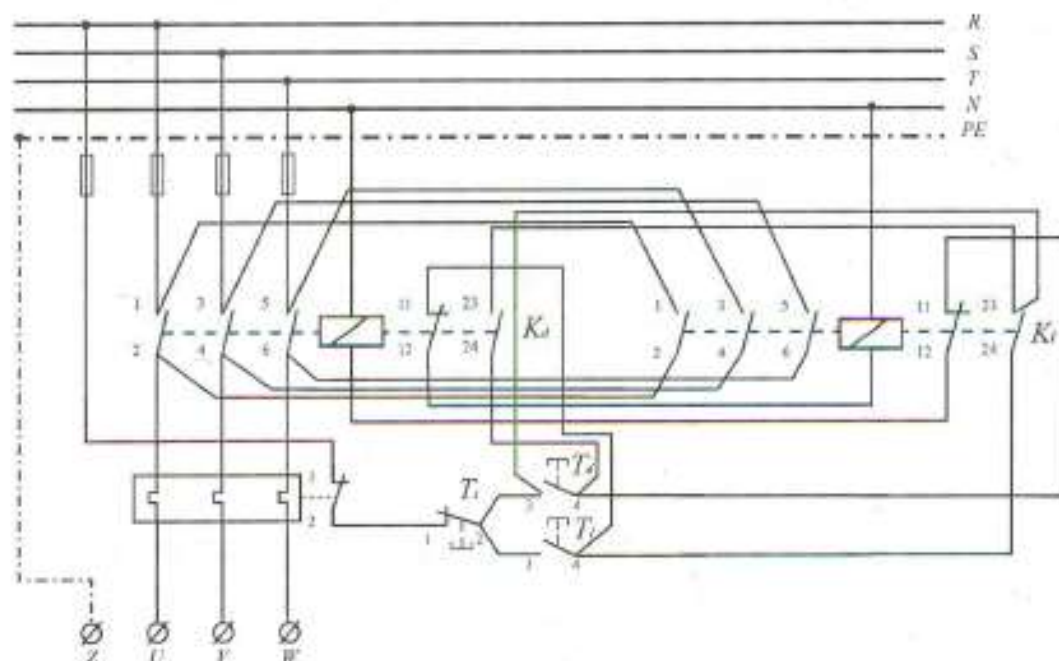
Treba težiti da upravljačka šema bude bez ili sa što je moguće manje ukrštanja uzdužnih i poprečnih linija. Nije dozvoljeno da se u nužnim poprečnim linijama, kojima se povezuju pojedine pozicije, postavljaju pomoćni kontakti (tada se ne bi moglo odrediti kojoj poziciji pripadaju, što je potrebno znati za svaki pomoćni kontakt, radi lakšeg praćenja šeme).

Napomenimo da svi pomoćni kontakti jedne komponente imaju istu oznaku kao i sama komponenta. Osigurač u faznom provodniku (R) upravljačke šeme ima ulogu zaštite svih elemenata šeme u slučaju nastanka kratkog spoja.



Dugačke upravljačke šeme se ponekad prikazuju na crtežu sa većim brojem listova. Svaki takav list sadrži broj crteža i redni broj lista. Na svakom od listova (osim na poslednjem) gornji provodnik upravljačke šeme završava se desno usmerenom strelicom, pored koje se ispisuju broj crteža i redni broj lista na kome se provodnik i šema nastavljaju. Takođe, na svakom od listova (osim na prvom) gornji provodnik se završava levo usmerenom strelicom, pored koje se ispisuju broj crteža i redni broj lista sa koga se provodnik i šema nastavljaju.

Kao kombinacija jednopolne strujne šeme (slične onoj koja je data u rešenju zadatka br.17) i prikazane upravljačke šeme dobija se spojna električna šema (šema veza), koja ima sledeći izgled:



Napomena:

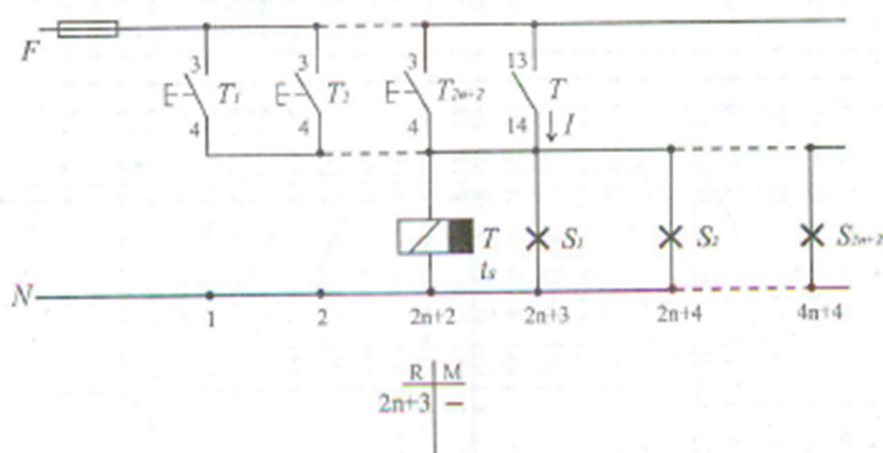
Pri uključenju prekidača  $K_d$ , priključni krajevi motora, na spojnoj šemi označeni sa U, V i W, dolaze redom na potencijale faza R, S i T. Pri uključenju prekidača  $K_1$ , isti priključni krajevi dolaze redom na potencijale faza R, T i S, odnosno dolazi do takozvanog "ukrštanja" faza, čija je posledica promena smera obrtnog elektromagnetskog polja, odnosno promena smera obrtanja rotora.

Pomoću zaštitne žile napojnog voda, kućište motora (priključni kraj Z na šemi) povezano je sa zaštitnom sabirnicom razvodnog ormana (sibirnicom PE).

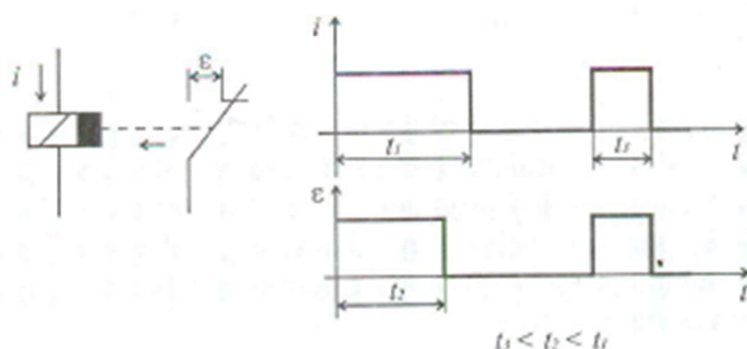
28. Dati šemu delovanja i spojnu električnu šemu automata stepenišnog osvetljenja jednog stambenog objekta sa  $n$  spratova, koji treba da omogući da se uključenje osvetljenja vrši preko stepenišnih tastera i traje unapred određeno vreme -  $t_s$ . Uzeti da se u prizemlju i na svakom od spratova nalaze po 2 tastera i 2 sijalice, svaka snage 100W.

Rešenje

Pritiskom na bilo koji od tastera treba da se upale sve sijalice na stepeništu. Posle vremena  $t_s$ , podešenog na vremenskom releu, treba da se ugase sve sijalice. Jedno od mogućih rešenja zahtevane šeme delovanja ima sledeći izgled:



Upotrebljeno je vremensko rele čiji se način delovanja može videti iz sledećeg dijagrama:

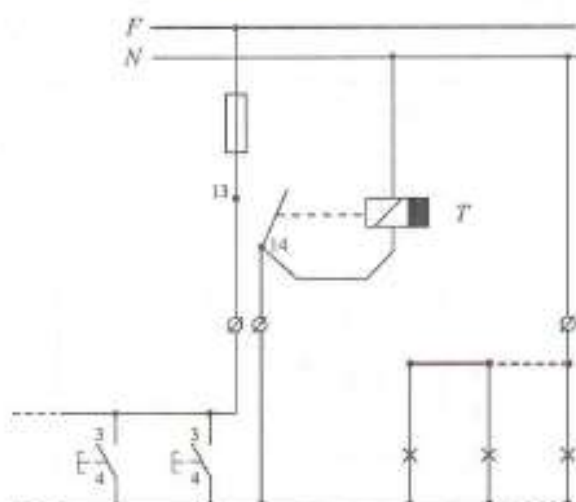


Pritiskom na bilo koji od tastera  $T_i$  ( $i=1,2,\dots,2n+2$ ), elektromagnet vremenskog relea  $T$  dolazi pod napon, usled čega rele odmah počne odbrojavanje vremena i odmah zatvara svoj radni (pomoćni) kontakt, što

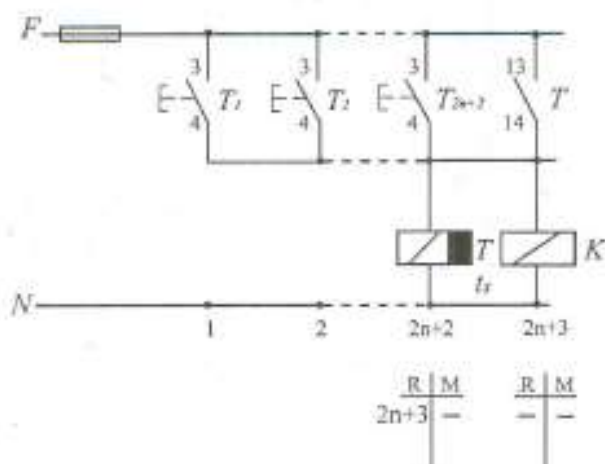
omogućava da i po otpuštanju tastera elektromagnet relea ostane pod naponom. Preko tastera  $T_1$ , odnosno preko pomoćnog kontakta vremenskog relea  $T$ , vrši se napajanje svih sijalica i one svetle. Posle vremena  $t_x$  vremensko rele otvara svoj pomoćni kontakt, usled čega se prekida napajanje sijalica i one se gase.

Pošto se napajanje svih sijalica vrši pomoću tastera, odnosno pomoću pomoćnog kontakta vremenskog relea, ovo rešenje se može primeniti samo u slučajevima kada struja stepenišnog osvetljenja nije veća od 6A ( $n \leq 5$ ).

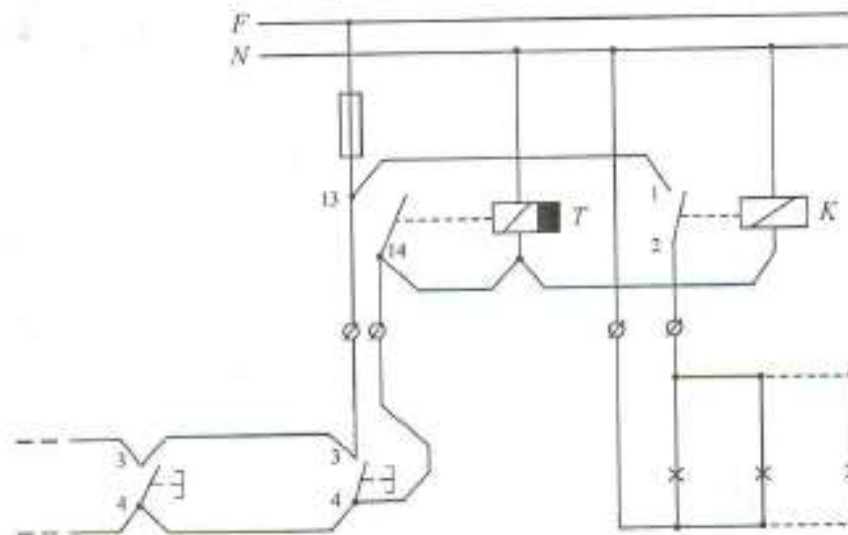
Odgovarajuća spojna šema ima sledeći izgled:



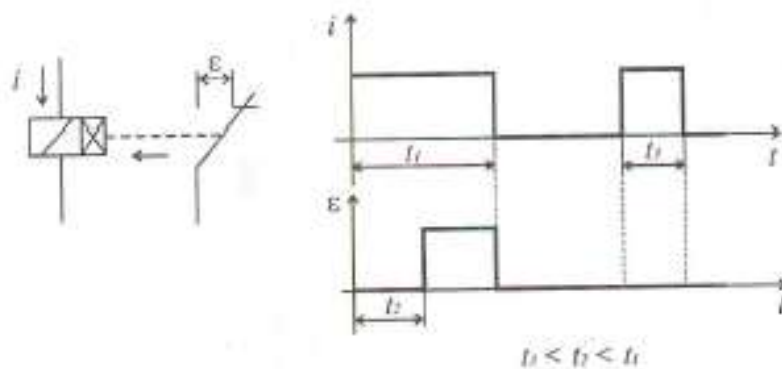
Za veće zgrade, sa strujom u strujnom kolu stepenišnog osvetljenja većom od 6A, pored vremenskog relea mora se upotrebiti i prekidač sa elektromagnetom, čiji glavni kontakt može da podnesu tu veću struju. U tom slučaju šema delovanja ima sledeći izgled:



Pritiskom na bilo koji od tastera  $T_i$  ( $i=1,2,\dots,2n+2$ ), elektromagneti vremenskog relea  $T$  i kontaktora  $K$  dolaze pod napon i odmah zatvaraju svoje radne kontakte. Pomoćni kontakt  $T$  vremenskog relea, koje počne sa odbrojavanjem čim njegov elektromagnet dođe pod napon, omogućava da elektromagneti vremenskog relea i kontaktora ostanu pod naponom i po otpuštanju tastera. Napajanje svih sijalica se u ovom slučaju vrši pomoću glavnog kontakta prekidača  $K$ , čime je izbegnuto da se ono vrši preko tastera i pomoćnog kontakta vremenskog relea. Po isteku vremena  $t_s$ , vremensko rele otvara svoj pomoćni kontakt, usled čega elektromagnet kontaktora prestaje da bude pod naponom. Kao posledica toga, otvara se njegov glavni kontakt i sijalice se gase. Prikazanoj upravljačkoj šemi odgovara sledeća spojna šema:

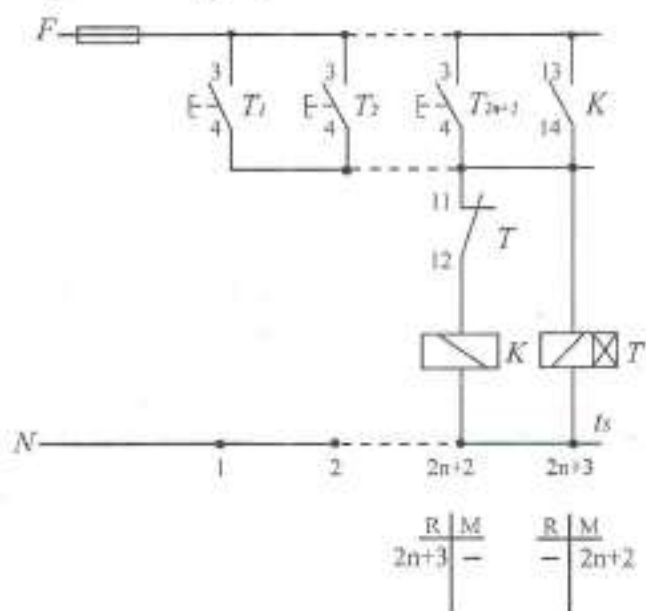


Zadatak se može rešiti i primenom vremenskog relea drugog tipa, čiji se način delovanja može videti iz sledećeg dijagrama:





Ovo je takozvano vremensko rele "sa kašnjenjem", čijom se primenom dobija šema delovanja sledećeg izgleda:

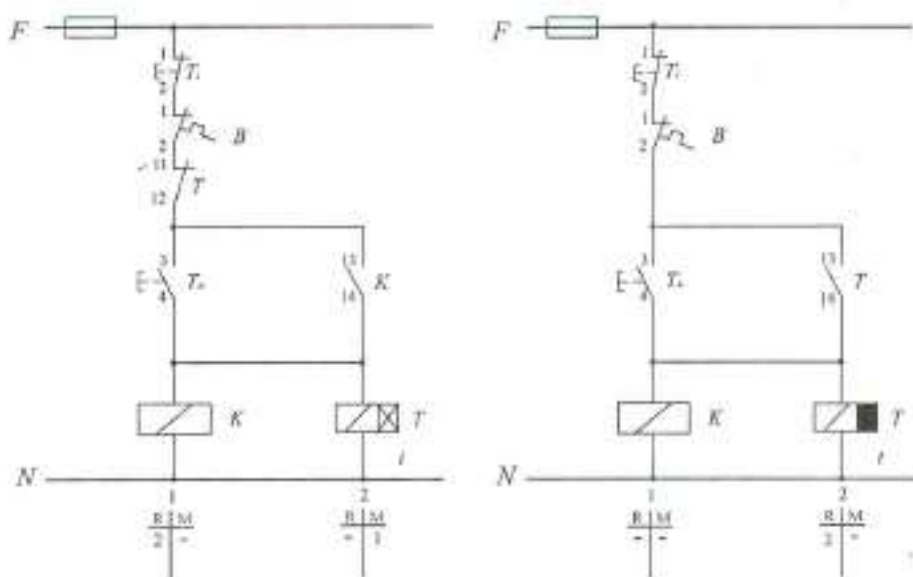


Spojna šema se formira analogno prethodnim slučajevima.

29. Izraditi upravljačku šemu koja omogućava da se motor automatski zaustavlja posle vremena  $t$  od momenta puštanja u rad. Predvideti i mogućnost ručnog isključenja motora u svakom trenutku.

Rešenje

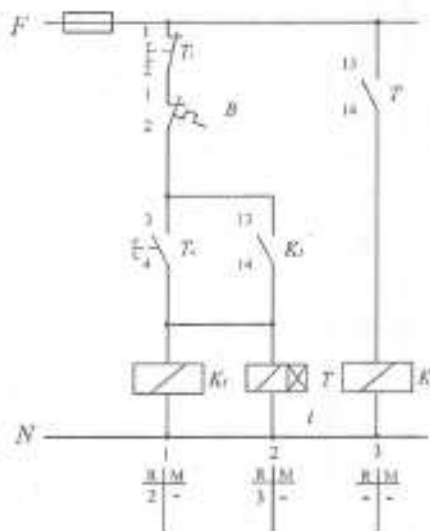
Moguća su dva rešenja, a u zavisnosti od tipa primenjenog vremenskog relea.





30. Izraditi upravljačku šemu koja omogućava da motor startuje posle vremena  $t$  od momenta pritiska na odgovarajući taster i da se zaustavlja po želji (pritiskom na drugi taster).

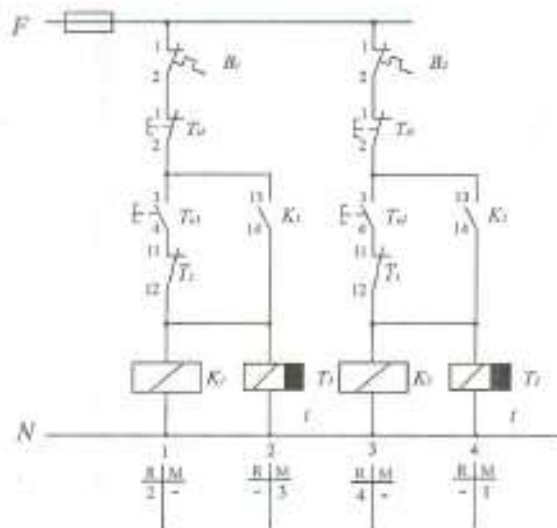
Rešenje



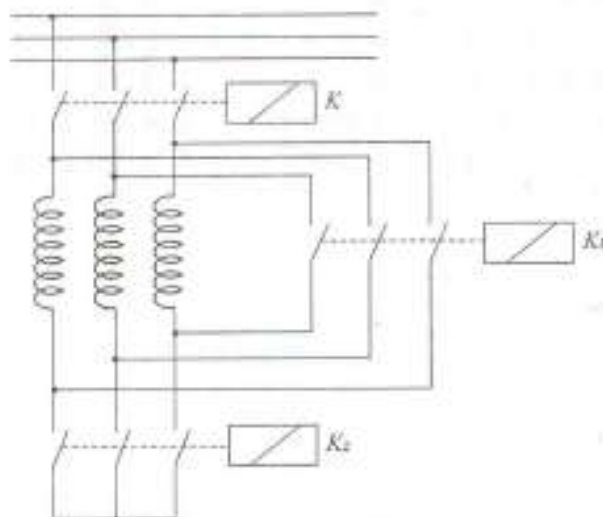
Na šemi je sa K označen elektromagnet glavnog prekidača, a sa  $K_1$  elektromagnet pomoćnog prekidača.

31. Izraditi upravljačku šemu za puštanje u pogon dva električna motora, koji su na električnu mrežu povezani preko osigurača, prekidača sa elektromagnetom i bimetalnih zaštitnih relea, tako da se motori, i pored želje, ne mogu istovremeno pustiti u pogon pritiskom na odgovarajuće tastere, nego se to može učiniti sa drugim tek posle vremena  $t$  rada prvog motora (motori se puštaju u rad proizvoljnim redom). Isključenje svakog motora vrši se pritiskom na poseban taster za isključenje.

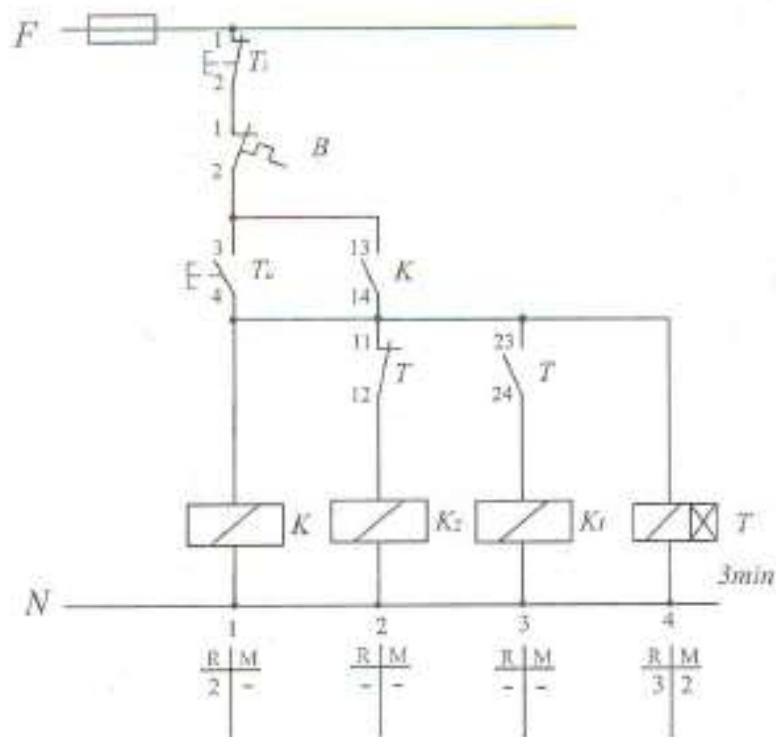
Rešenje



32. Na slici je data tropolna šema puštanja u rad trofaznog asinhronog motora sa kratkospojenim rotorom primenom "upuštača" zvezda – trougao. Potrebno je izraditi upravljačku šemu koja će omogućiti da po pritisku na taster za uključenje motor počne da radi sa statorom vezanim u zvezdu, da bi posle 3 minuta "prešao" na trajan rad sa statorom vezanim u trougao. Motor se isključuje pritiskom na taster za isključenje.

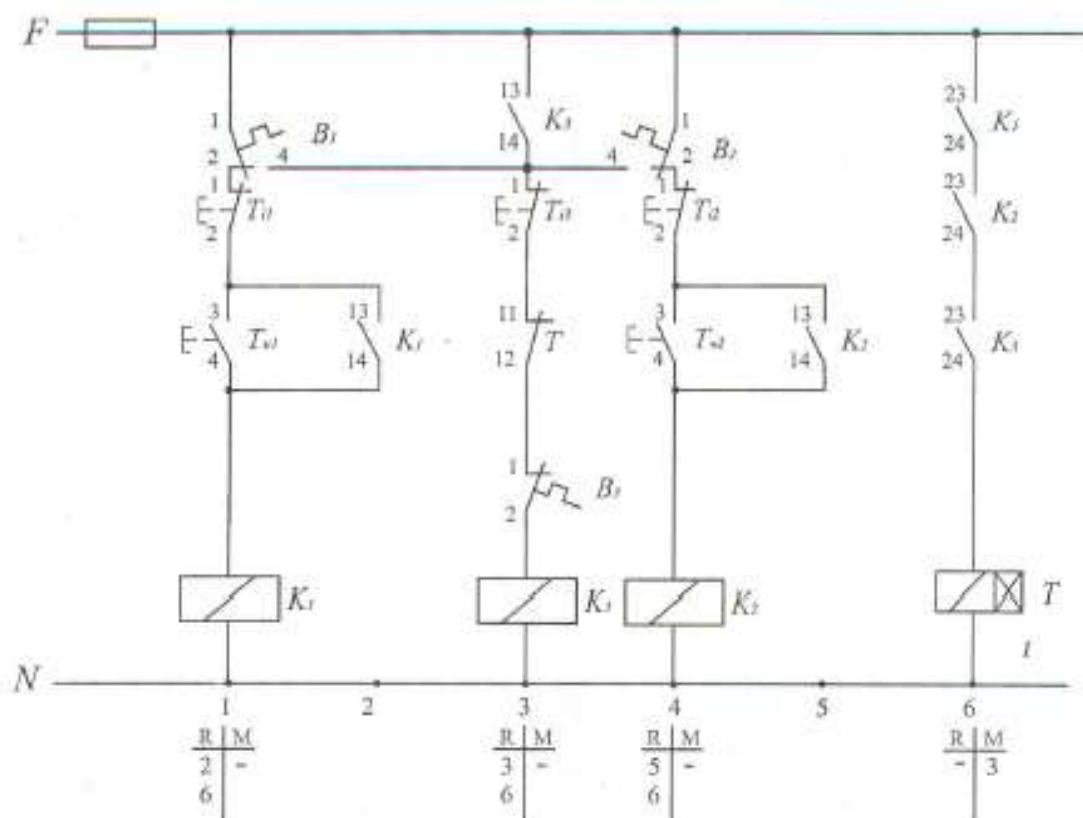


Rešenje



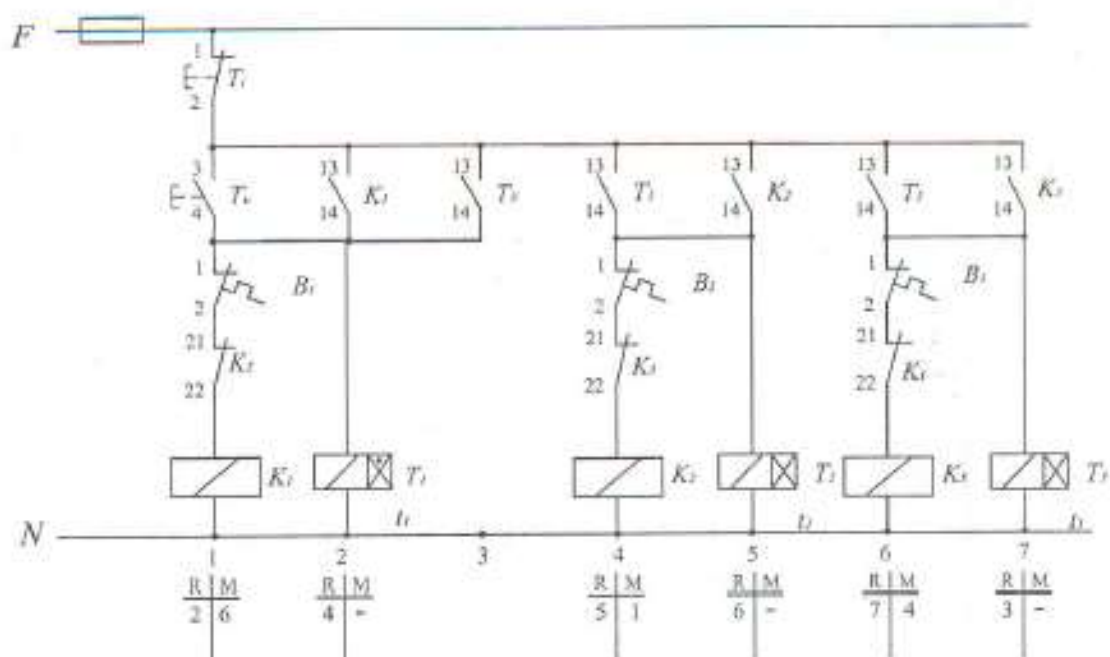
33. Dva trofazna asinhrona motora sa kratkospojenim rotorom ( $M_1$  i  $M_2$ ) treba istovremeno da rade u jednom pogonu, dok motor  $M_3$  služi kao rezerva. U slučaju delovanja povratne bimetalne zaštite bilo motora  $M_1$ , bilo motora  $M_2$ , automatski se uključuje motor  $M_3$ . Pošto se uzrok delovanja bimetalne zaštite motora  $M_1$  ili  $M_2$  otkloni, ovaj se ponovo uključuje i sva tri motora rade zajedno vreme  $t$ , posle čega se motor  $M_3$  automatski isključuje, a motori  $M_1$  i  $M_2$  nastavljaju da rade. Uključivanje i isključivanje motora  $M_1$  i  $M_2$  vrši se delovanjem na odgovarajuće tastere  $T_{u1}$ ,  $T_{i1}$ ,  $T_{u2}$  i  $T_{i2}$ . Ako se, dok motor  $M_3$  radi sa jednim od motora  $M_1$  i  $M_2$ , želi isključiti pogon, to se može postići delovanjem na taster za isključenje motora  $M_3$  ( $T_{i3}$ ) i na taster za isključenje motora koji je sa njim radio. Izraditi upravljačku šemu za ovaj pogon.

Rešenje



34. Tri trofazna asinhrona motora sa kratkospojenim rotorom treba da rade u jednom elektromotornom pogonu. Pritiskom na taster za uključenje, motor  $M_1$  treba da počne sa radom, da bi se posle vremena  $t_1$  uključio motor  $M_2$ , a isključio motor  $M_1$ . Potom motor  $M_2$  treba da radi vreme  $t_2$ , posle čega treba da se uključi motor  $M_3$ , a isključi motor  $M_2$ . Motor  $M_3$  treba da radi vreme  $t_3$ , posle čega treba da se uključi motor  $M_1$ , a isključi motor  $M_3$ . Opisani ciklus rada ova tri motora ponavlja se sa periodom  $T=t_1+t_2+t_3$ , sve dok se rad pogona ne zaustavi pritiskom na taster za isključenje, ili usled delovanja bimetalne zaštite nekog od motora. Izraditi upravljačku šemu koja će ispuniti sve napred navedene zahteve.

## Rešenje

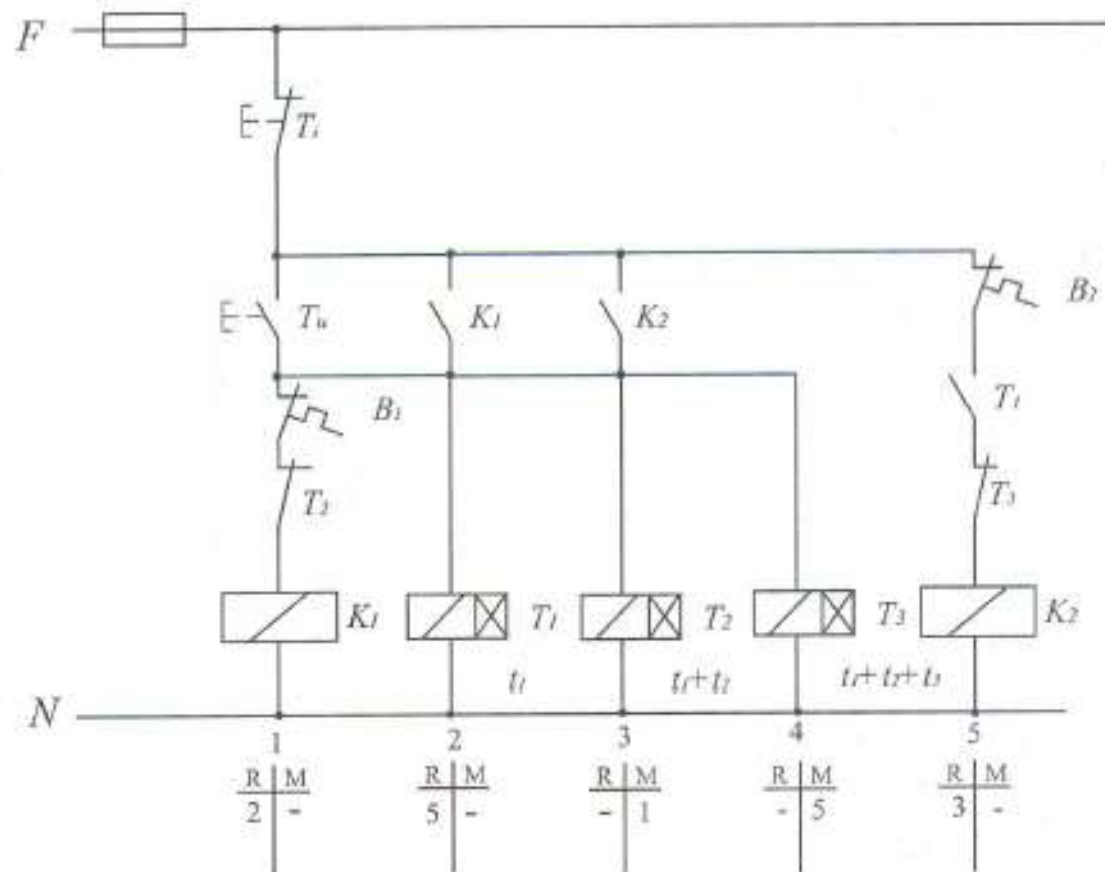






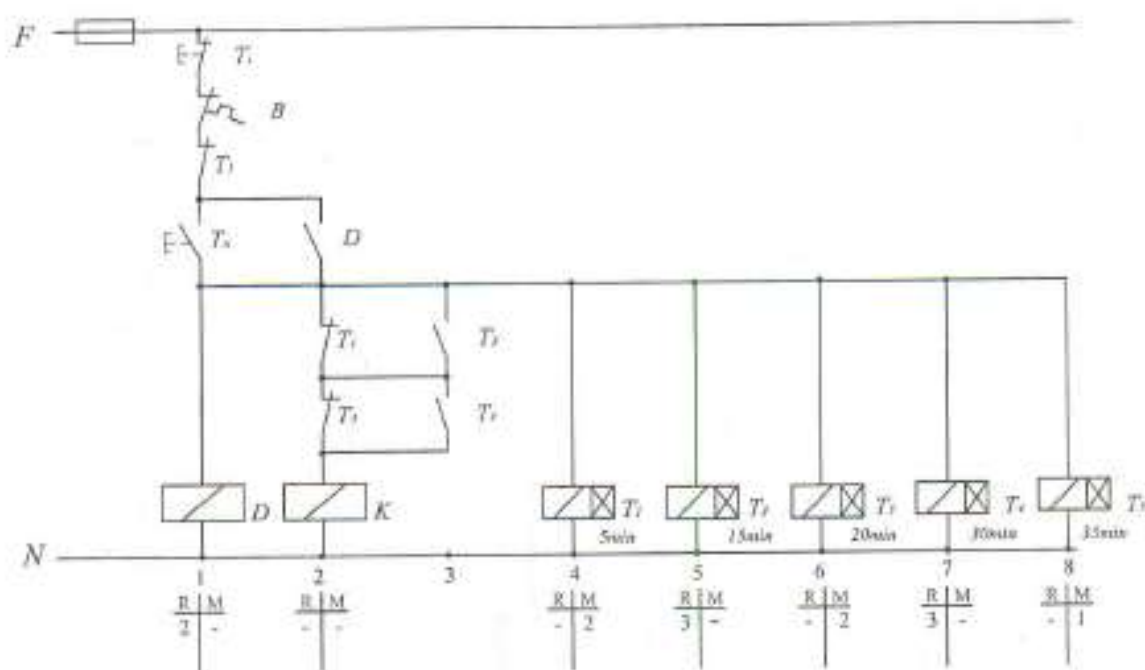
36. U jednom elektromotornom pogonu trofazni asinhroni motori  $M_1$  i  $M_2$  treba da rade prema sledećem programu: pritiskom na taster za uključenje, motor  $M_1$  počinje sa radom, da bi se posle vremena  $t_1$  uključio i motor  $M_2$ . Oni zatim istovremeno rade vreme  $t_2$ , posle čega se isključuje motor  $M_1$ . Motor  $M_2$  radi još vreme  $t_3$ , posle čega se i on isključuje. Pomoću jednog tastera za isključenje rad pogona se može prekinuti u bilo kom trenutku. Izraditi upravljačku šemu za ovaj pogon.

Rešenje



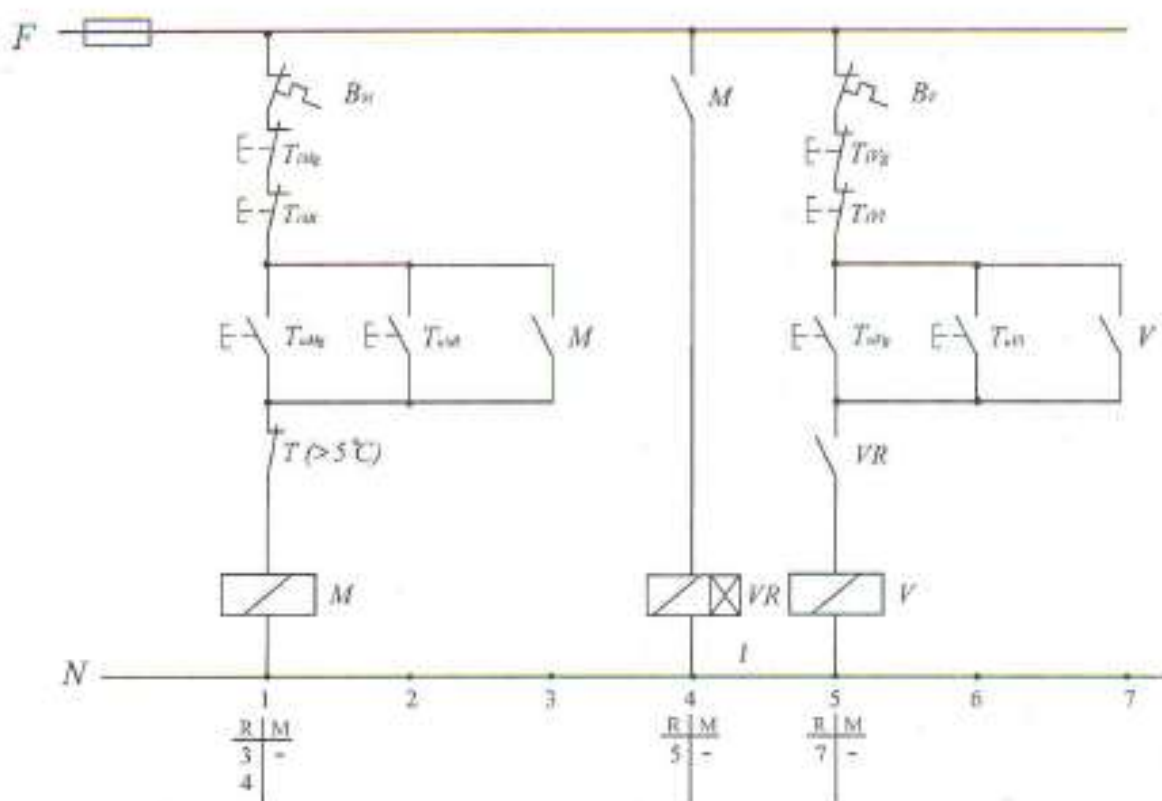
37. Izraditi upravljačku šemu za asinhroni motor sa kratkospojenim rotorom čiji se pogon sastoji u sledećem: po pritisku na taster za uključenje motor radi 5 minuta, posle čega se automatski isključuje i ostaje isključen 10 minuta. Posle toga automatski počinje drugi ciklus rada i pauze, identičan prvom. Po njegovom završetku, motor se još jednom automatski uključuje, da bi se posle 5 minuta konačno isključio. Motor se može isključiti i u bilo kom trenutku, pritiskom na taster za isključenje. Pored svakog vremenskog relea naznačiti podešeno vreme njegovog reagovanja.

Rešenje



38. U jednoj prostoriji se nalaze kalorifer K, koji služi za njeno grejanje, i aksijalni ventilator V, koji se koristi za njenu ventilaciju. Kalorifer se greje toplom vodom, a toplota se prenosi u okolinu pomoću ventilatora M. Sem ventilatora M, u kaloriferu se nalazi i kontaktni termostat T, koji onemogućava rad ventilatora M ako je temperatura na mestu na kome je termostat postavljen ispod  $5^{\circ}\text{C}$ . Ventilator V, kojim se potiskuje vazduh iz prostorije, može se pustiti u rad tek posle vremena t rada ventilatora M (po isključenju ventilatora M, automatski se isključuje i ventilator V). Uključenje i isključenje ventilatora M i V vrši se pomoću tastera, i to kako sa glavne razvodne table za ceo objekat, tako i sa lokalne razvodne table za tu prostoriju. Izraditi upravljačku šemu koja će omogućiti opisani rad ventilatora M i V.

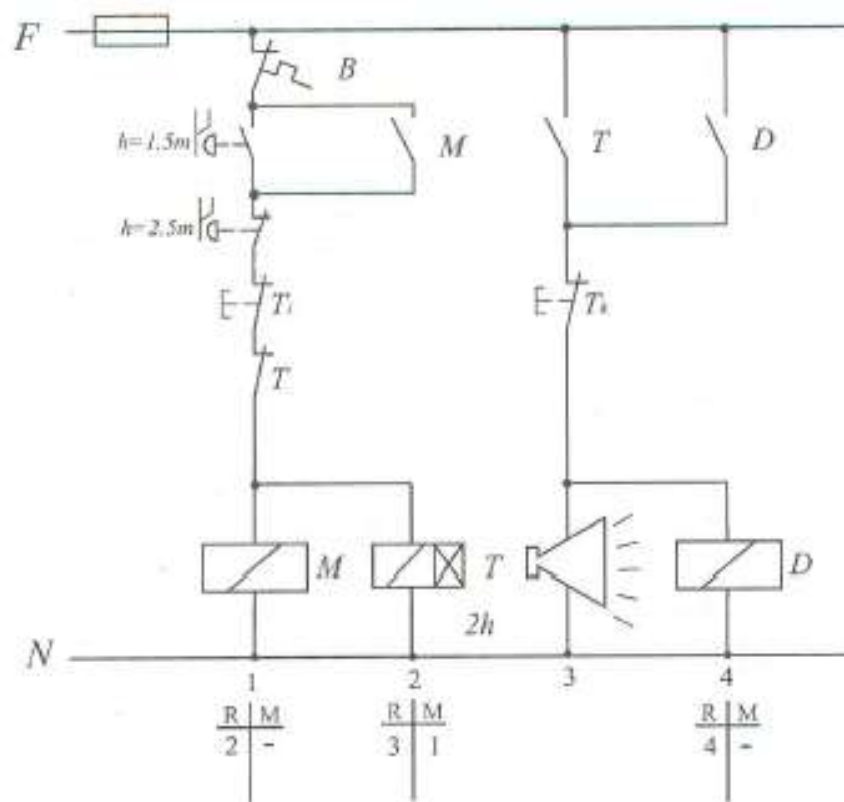
Rešenje





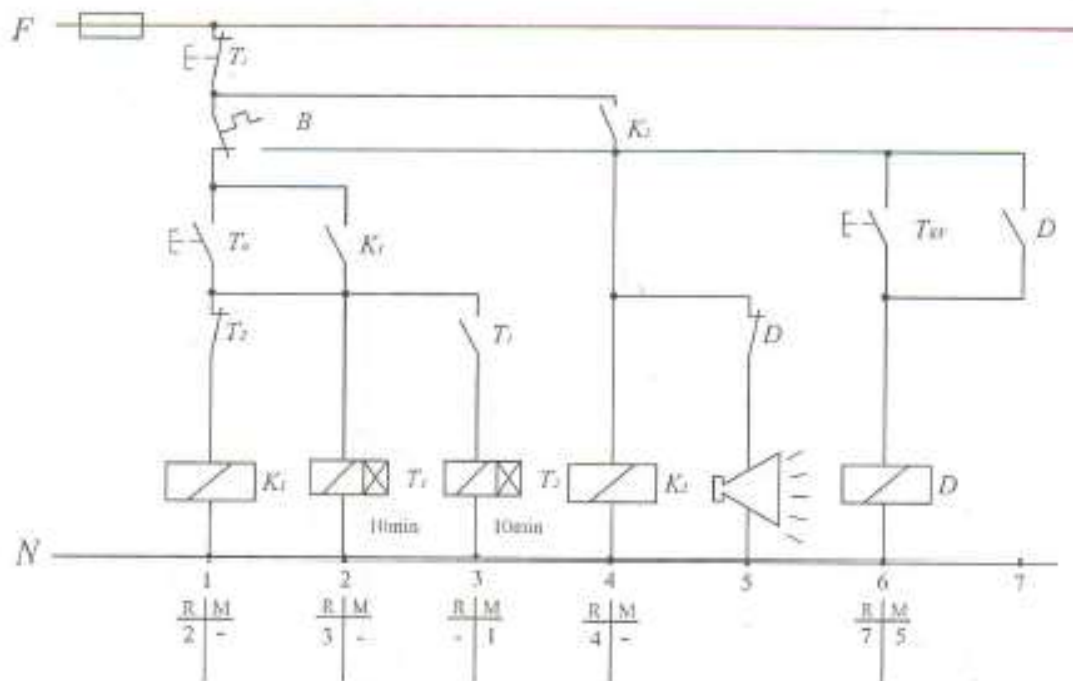
39. Rezervoar vode, korisne visine 3m, puni se pomoću pumpe koju pokreće trofazni asinhroni motor sa kratkospojenim rotorom. U rezervoaru su postavljena dva plovka – prvi na visini 1.5m i drugi na visini 2.5m. Treba izraditi upravljačku šemu koja će omogućiti ispunjenje sledećih zahteva:
- motor pumpe se automatski uključuje čim nivo vode u rezervoaru padne ispod 1.5m (informaciju pruža granični prekidač povezan sa plovkom, koji je u stanju "zatvoreno" kad plovak nije u kontaktu sa vodom),
  - motor pumpe se automatski isključuje čim nivo vode poraste iznad 2.5m (komentar analogan prethodnom),
  - ako je nivo vode između 1.5m i 2.5m, motor se može ručno isključiti, i
  - ako motor neprekidno radi 2 sata, uključuje se alarm (koji se može ručno isključiti), a motor se automatski isključuje (nezavisno od dostignutog nivoa).

Rešenje



40. Pritiskom na taster za uključenje motor  $M_1$  počinje sa radom, da bi se posle 20 minuta automatski isključio. U slučaju delovanja njegovog povratnog bimetalnog zaštitnog relea, automatski se uključuju rezervni motor  $M_2$  i alarm, koji se pritiskom na tzv. "taster za kvitiranje" može isključiti. Rezervni motor se isključuje pritiskom na taster za isključenje, pomoću koga se može isključiti i motor  $M_1$ . Izraditi upravljačku šemu za ovakav elektromotorni pogon, znajući da opseg podešavanja vremena vremenskih relea koja stoje na raspolaganju iznosi 0-15min.

Rešenje

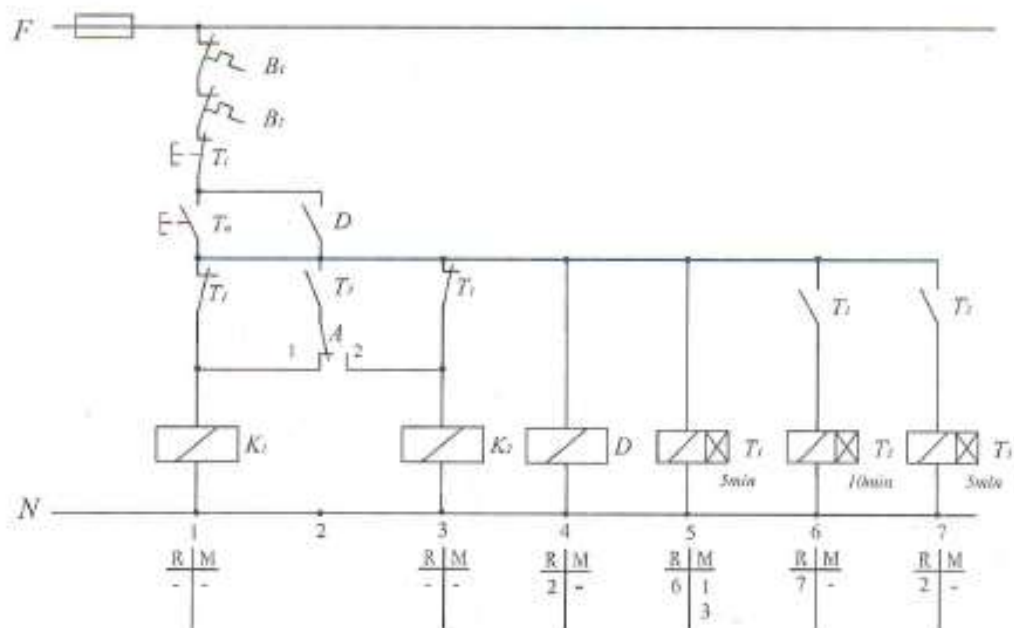


41. Pritiskom na taster za uključenje, motori  $M_1$  i  $M_2$  istovremeno počinju da rade, da bi se posle 5min. oba motora automatski isključili. Motori ostaju isključeni 15min., posle čega se automatski uključuje:

- motor  $M_1$ , ako je preklopni kontakt jednog automata u položaju 1, ili
- motor  $M_2$ , ako je preklopni kontakt automata u položaju 2.

Uključeni motor ( $M_1$  ili  $M_2$ ) nastavlja da radi sve dok se ne isključi pritiskom na taster za isključenje. Delovanjem povratnog bimetalnog zaštitnog relea bilo kog od njih, isključuju se oba motora. Izraditi upravljačku šemu prema ovim zahtevima, znajući da na raspolaganju stoje vremenska relea sa opsegom podešavanja vremena 0-10min.

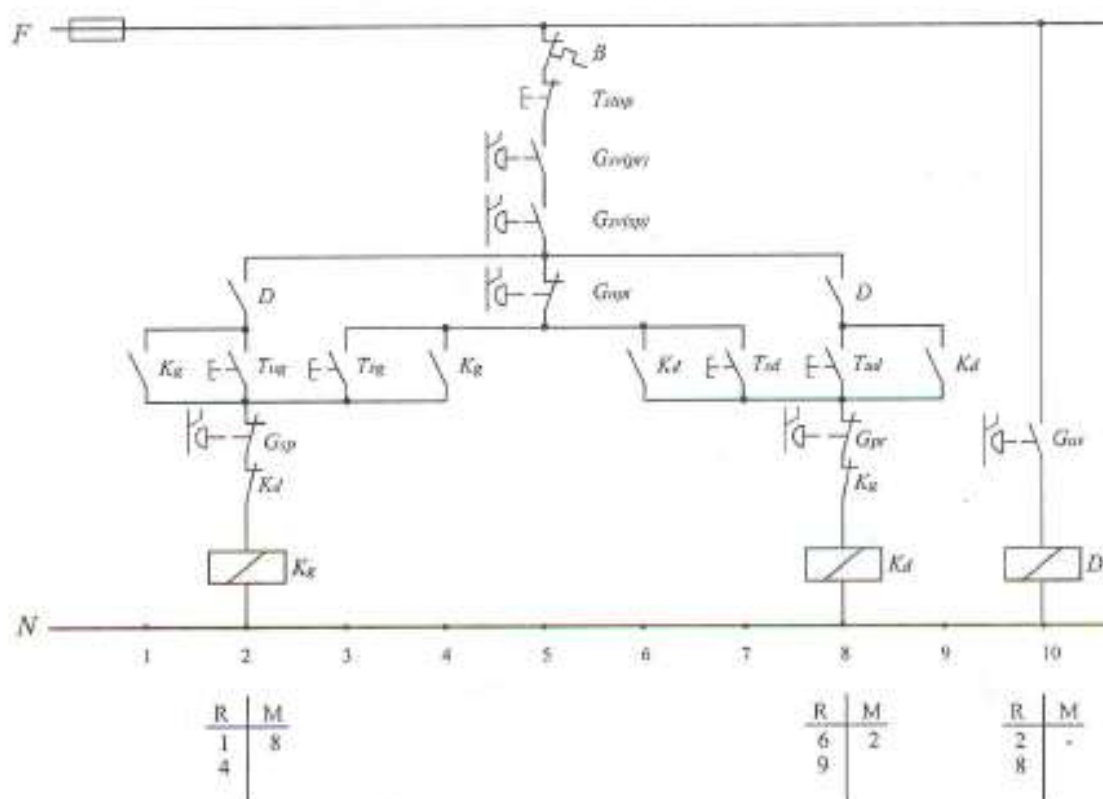
## Rešenje



42. Izraditi upravljačku šemu za rad motora lifta, koji povezuje samo prizemlje i prvi sprat zgrade. Postoje sledeći granični kontakti:

- spoljnih vrata lifta u prizemlju i na prvom spratu,
- unutrašnjih vrata lifta,
- poda lifta (reaguje kada nekog ima u liftu), i
- poda prizemlja i tavanice prvog sprata (pružaju informaciju da je lift stigao u prizemlje, odnosno na prvi sprat).

Rešenje



Legenda:

$T_{ug}, T_{ud}$  – testeri u liftu za njegovo pokretanje naviše, odnosno naniže,  
 $T_{sg}, T_{sd}$  – spoljni tasteri za pozivanje lifta (smešteni na I spratu, odnosno u prizemlju),

$G_{opt}$  – granični prekidač poda lifta,

$G_{sv(sp)}, G_{sv(pr)}, G_{uv}$  – granični prekidači spoljnih vrata lifta u prizemlju i na spratu, kao i unutrašnjih vrata lifta, respektivno, i

$G_{sp}, G_{pr}$  – granični prekidači na spratu i u prizemlju.