

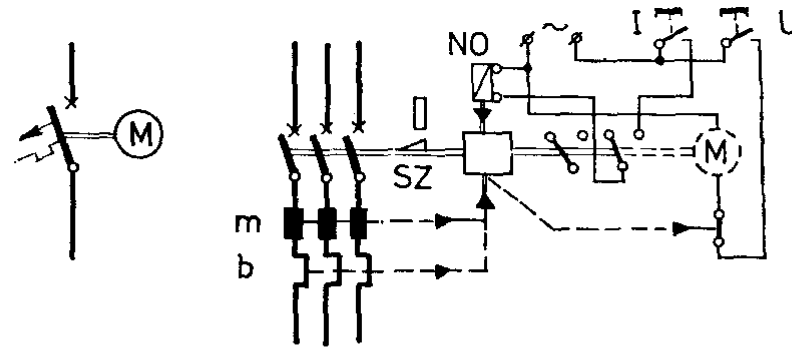
Niskonaponska sklopna i razvodna postrojenja

ELEMENTI: sabirnice, prekidači, osigurači, sklopke, sklopnici

Tipna niskonaponska polja elektroenergetske mreže

Glavno niskonaponsko polje transformatora

GNP



jednopolna shema

tropolna shema

- M — motorni pogon zaštitnog prekidača
- SZ — samozapor kod aktiviranja zaštite od kratkog spoja
- NO — naponski okidač (ne aktivira se kod nestanka napona)
- m — elektromagnetski okidači za zaštitu od kratkog spoja
- b — bimetalni okidači za zaštitu od preopterećenja
- I — tipka za isklon prekidača
- U — tipka za uklop prekidača

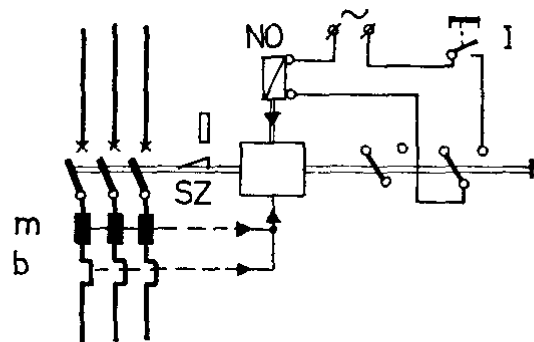
Zaštitni prekidač glavnog niskonaponskog polja trafostanice

Kabelsko polje sa zaštitnim prekidačem

KPP



jednopolna shema



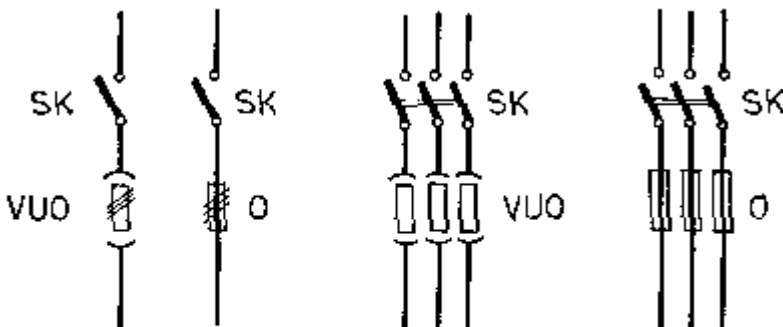
tropolna shema

- SZ — samozapor kod aktiviranja zaštite od kratkog spoja
- NO — naponski okidač (ne aktivira se kad nestane napona)
- m — elektromagnetski okidači za zaštitu od kratkog spoja
- b — bimetalni okidači za zaštitu od preopterećenja
- I — tipka za isklon prekidača

Zaštitni prekidač kabelskog polja

Kabelsko polje s osiguračima

KPO



jednopolna shema

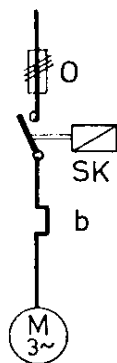
tropolna shema

- SK — sklopka ili rastavljač
- O — osigurači
- VUO — visokoučinski osigurači

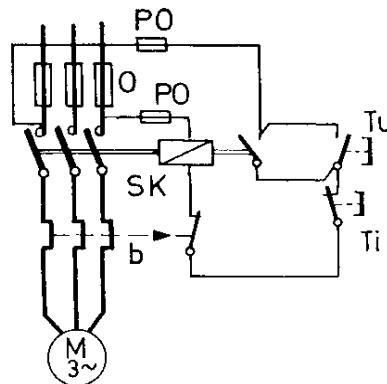
Osigurači sa sklopnikom ili rastavljačem kabelskog polja

Motorski zaštitni sklopnik

MZS



jednopolna shema



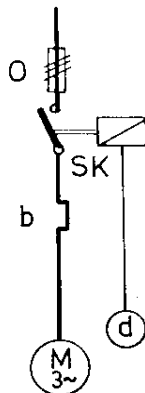
tropolna shema

- SK — sklopnik
- O — osigurači za zaštitu od kratkog spoja
- b — bimetalni relej za zaštitu od preopterećenja
- PO — osigurači pomoćnog strujnog kruga
- T_u — tipka za uklop sklopnika
- T_i — tipka za isklop sklopnika

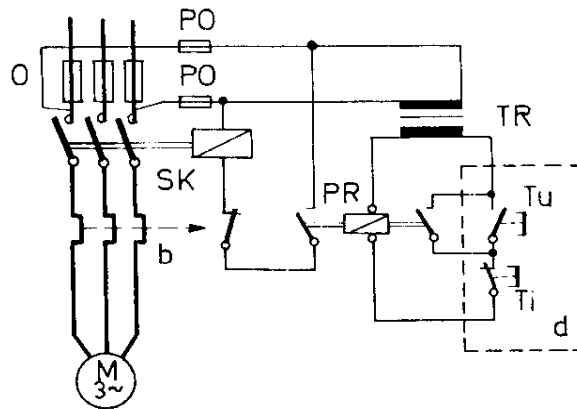
Motorski zaštitni sklopnik

Motorski zaštitni sklopnik s daljinskim upravljanjem

MZSD



jednopolna shema



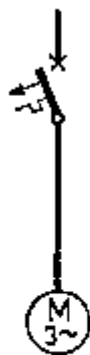
tropolna shema

- SK — sklopnik
- O — osigurači za zaštitu od kratkog spoja
- b — bimetalni relej za zaštitu od preopterećenja
- PO — osigurači pomoćnog strujnog kruga
- d — tipka za daljinsko upravljanje
- T_u — tipka za uklop sklopnika
- T_i — tipka za isklop sklopnika
- TR — transformator za daljinsko upravljanje
- PR — pomoćni relej za daljinsko upravljanje

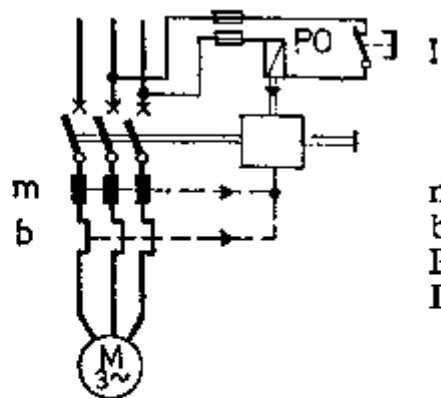
Motorski zaštitni sklopnik s daljinskim upravljanjem sniženim naponom

Motorski zaštitni prekidač

MZP



jednopolna shema

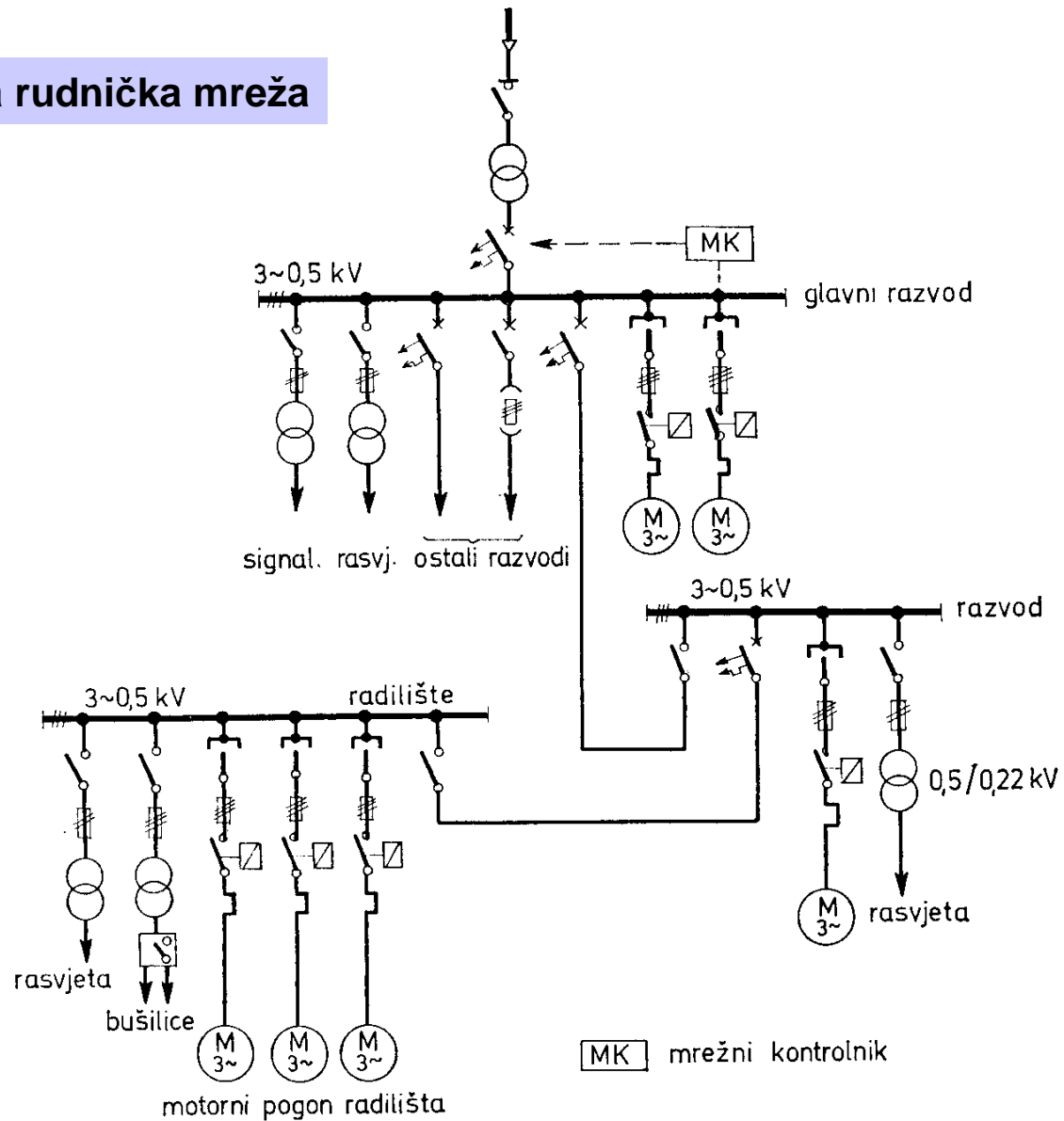


tropolna shema

- m — elektromagnetski okidači
- b — bimetalni okidač
- PO — podnaponski okidač
- I — tipka za isključivanje prekidača

Motorski zaštitni prekidač

Niskonaponska rudnička mreža



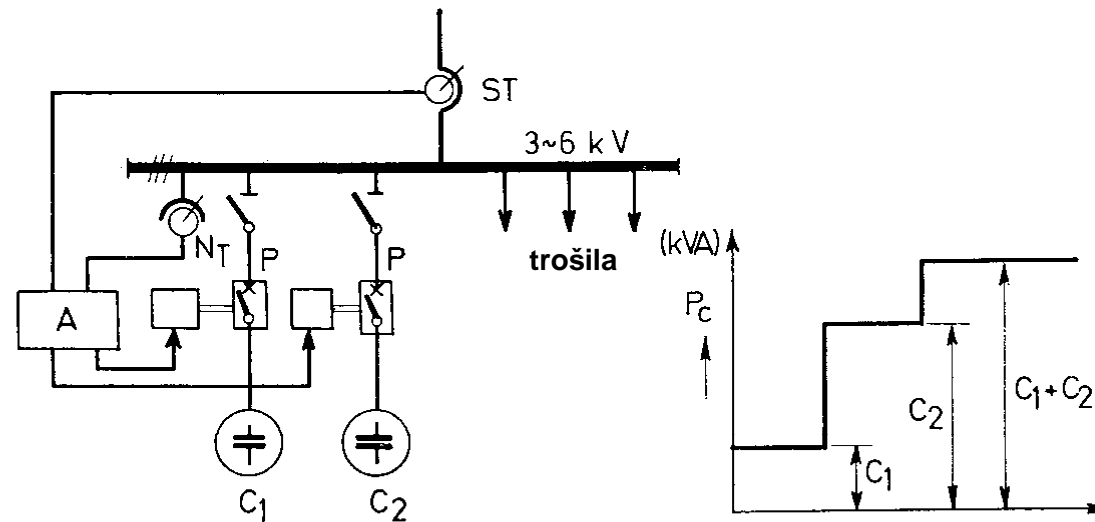
Primjer niskonaponske mreže rudnika

Kompensacija jalove energije

Izvedba

- a) pomoću sinhronih motora kod većih pogonskih jedinica
- b) spajanjem kondenzatorskih baterija na mrežu

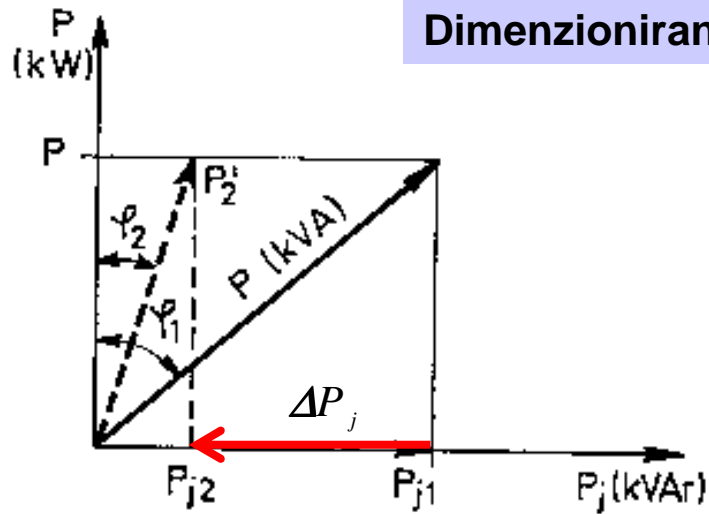
- centralna
- grupna
- pojedinačna



- C₁ — kondenzatorska baterija 1
- C₂ — kondenzatorska baterija 2
- P — sklopni uređaj (prekidač ili sklopnik) za kondenzatorske baterije
- ST — strujni transformator ukupne potrošnje rudnika
- NT — naponski transformator
- A — uređaj za automatsko upravljanje kompenzacijom

Automatska kompenzacija jalove energije

Dimenzioniranje kondenzatorskih baterija



$$P_{jSM} = \frac{P_{SM}}{\eta} \cdot t_g \varphi_{SM} = \Delta P_j$$

P_{jSM} - potrebna jalova snaga sinhronog motora

P_{SM} - snaga sinhronog motora (revirna)

φ_{SM} - kut faznog pomaka sinhronog motora

η - stupanj korisnog djelovanja sinhronog motora

$$\Delta P_j = \left(\frac{\sin \phi_1}{\cos \phi} - \frac{\sin \phi_2}{\cos \phi_2} \right) = P (t_g \phi_1 - t_g \phi_2) \quad (\text{kVAr})$$

Kazalični prikaz kompenzacije jalove energije

$$P_j = P_{j1} - P_{j2} = \Delta P_j$$

$$P_C = \Delta P_j$$

P_C - potrebna snaga kondenzatorske baterije

$$C = \frac{P_C \cdot 10^3}{2\pi f \cdot U^2} (\mu\text{F})$$

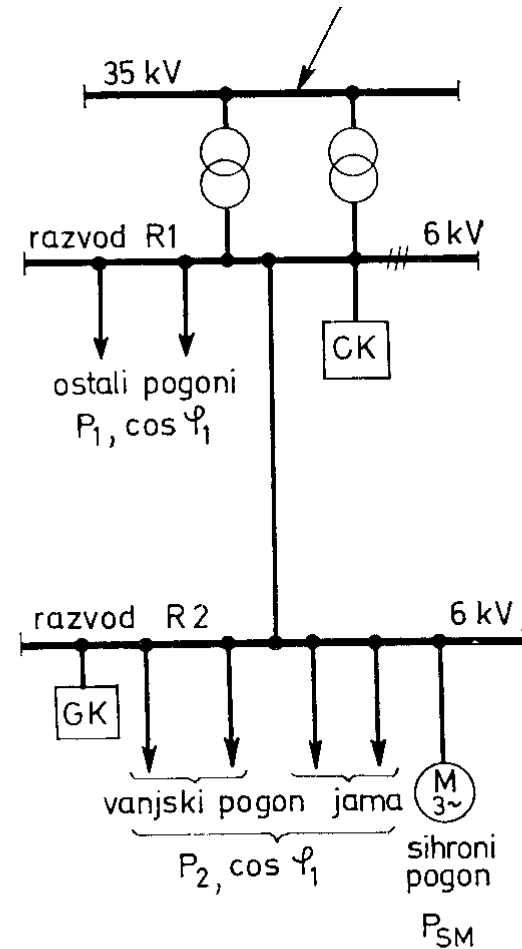
$$I_C = \frac{P_C}{\sqrt{3} \cdot U} (\text{A})$$

VRIJEDNOSTI $(t_g \varphi_1 - t_g \varphi_2)$ ZA
KOMPENZACIJU $\cos \varphi_1$ NA $\cos \varphi_2$

$\cos \varphi_2 \backslash \cos \varphi_1$	0,80	0,85	0,90	0,95	1
0,20	4,150	4,280	4,416	4,571	4,900
0,30	2,430	2,560	2,696	2,851	3,180
0,40	1,540	1,670	1,806	1,961	2,290
0,50	0,982	1,112	1,248	1,403	1,732
0,60	0,583	0,713	0,849	1,004	1,333
0,65	0,419	0,549	0,685	0,840	1,169
0,70	0,270	0,400	0,536	0,691	1,020
0,75	0,132	0,262	0,398	0,553	0,882
0,80	—	0,130	0,266	0,421	0,750
0,85	—	—	0,146	0,291	0,620
0,90	—	—	—	0,155	0,484
0,95	—	—	—	—	0,329

snaga kompenzacije kondenzatora
pri kombiniranoj kompenzaciji
pomoću sinkronog motora i
kondenzatorskih baterija

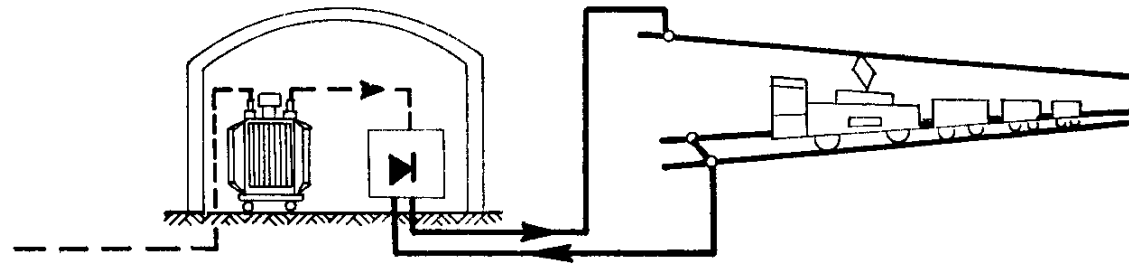
$$P_c = P(t_g \varphi_1 - t_g \varphi_2) - \frac{P_{SM}}{\eta} \cdot t_g \varphi_{SM} \quad (\text{kVAR})$$



- R1 — glavne sabirnice potrošnje rudnika
- CK — centralna kompenzacija rudnika
- R2 — sabirnice razvoda dijela rudnika (jame)
- GK — grupna kompenzacija dijela rudnika (jame) ili grupe trošila

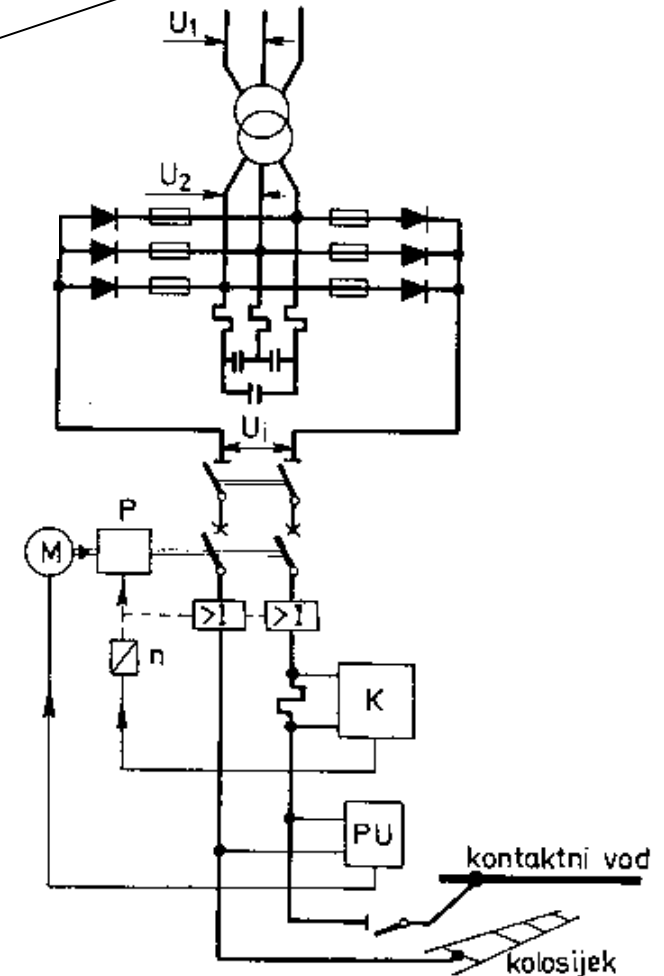
Kompenzacija jalove energije rudnika

Kontaktna mreža



Shematski prikaz postrojenja za kontaktnu mrežu

lutajuće struje

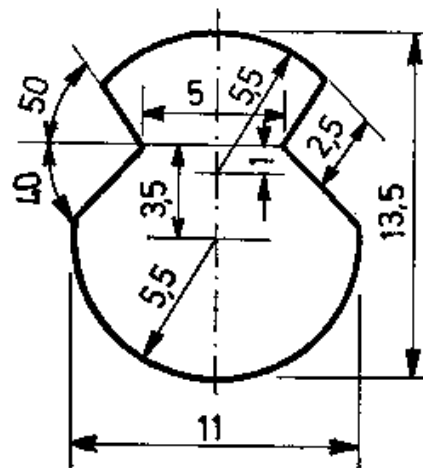


- P — zaštitni prekidač
- M — motorni pogon za uklapanje prekidača
- $> I$ — prekostrujna zaštita po veličini struje
- K — kontrolni uređaj za zaštitu od kratkog spoja po brzini porasta struje
- n — naponski okidač prekidača
- PU — uređaj za automatski ponovni uklop s blokadom za jedan do tri uklopa

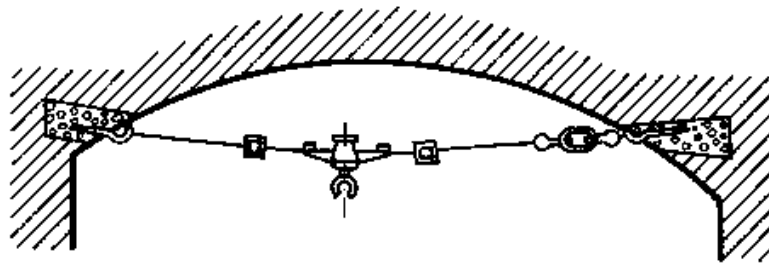
ISPRAVLJAČI

- valovitost < 5%
- 100% trajno
- 150% 2 sata
- 200% 1 minuta

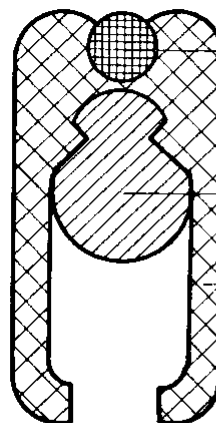
Usmjerivačko postrojenje za kontaktnu mrežu (trofazni mosni spoj)



Presjek kontaktnog voda



Zavješanje kontaktnog voda

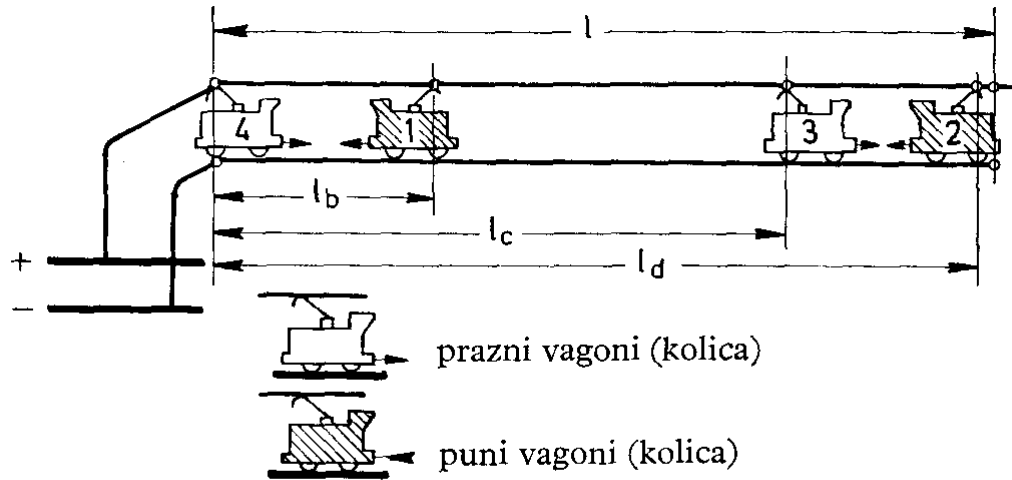


okrugla guma kao klin
utiskuje se nakon ume-
tanja na kontaktni vod

kontaktni vod

gumena navlaka s
procjepom

Zaštitna izolacija kontaktnog voda



Raspored lokomotiva za proračun

$$\Sigma \Delta U = \Delta U_k + \Delta U_t + \Delta U_v \leq \Delta U_d$$

ΔU_k - pad napona kontaktnog voda

ΔU_t - pad napona tračnica

ΔU_v - pad napona kabela napajanja

ΔU_d - maksimalno dopušteni pad napona

$$\Delta U_k = \frac{I_4 \cdot l_a + I_1 \cdot l_b + I_3 \cdot l_c + I_2 \cdot l_d}{k \cdot s} (V)$$

I_2, I_3, I_1, I_4 - struje pojedinih lokomotiva u amperima

l_a, l_b, l_c, l_d - udaljenosti električnih lokomotiva od napojne stanice u metrima

k - specifična vodljivost kontaktnog vodiča (iznosi 57 za Cu)

s - presjek odabranog kontaktnog vodiča u mm^2

$\Sigma I_x l_x$ - suma umnoška struje i udaljenosti

b - otpor, jednog km pruge (2 tračnice) koji ovisi o težini tračnice po dužinskom metru,

npr. za tračnice od 24 kg/m bit će $b = 0,28$ ohma/km

m - broj pruga u određenoj prometnici

$$\Delta U_t = b \frac{l}{m} (\Sigma I_x \cdot I_x) (V)$$

$$\Delta U_v = \frac{(\Sigma I) \cdot l_v}{K \cdot S} (V)$$

l_v - dužina pojnog ili povratnog voda (m)

S - presjek pojnog ili povratnog voda (mm^2)

$$U_i = 2,34 \cdot U_f = 2,34 \frac{U}{\sqrt{3}}$$

$$U_i = 2,34 \frac{U}{\sqrt{3}} = 542V \approx 550V$$



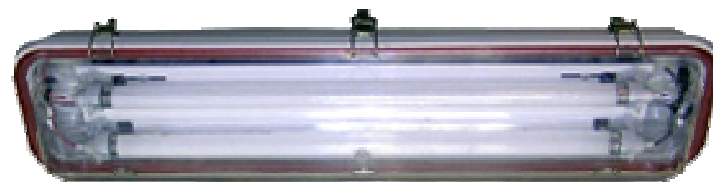
MOSKYT
FILM

Albánský uhelný díl 1995

Rasvjeta rudničkih prostora

Rasvjeta jamskih prostora

Davyjeva lampa – mrežicom ograničen plamen
(hlađenje, odvođenje topline)



Rasvjeta rudničkih prostora

Rasvjeta jamskih prostora

Investicijsko ulaganje od 1 % do 2 %

Flourescentno svjetlo (cijevi ili visokotlačne žarulje)

Flourescentna:

- minimalna blještavost
- osjetljivost na promjene napona

Visokotlačna:

- za visoke jamske prostore (inače uzrokuju blještanje)
- ekonomična
- neosjetljivost na promjene napona

Flourescentna:

- Za niske prostore
- Povoljna razdioba osvijetljenosti
- Više svjetla nego žarulje sa žarnom niti
- Odlična trajnost kada se rasvjeta praktički ne gasi

Rasvjeta rudničkih prostora

Rasvjeta jamskih prostora

Izbor izvora svjetla flourescentna rasvjeta, štedne žarulje

Napon rasvjetne mreže 24 V, 50 V, 110 V, 230 V (standardna rasvjetna tijela, presjek kabela, doseg instalacije)

Izbor osvjetljenosti

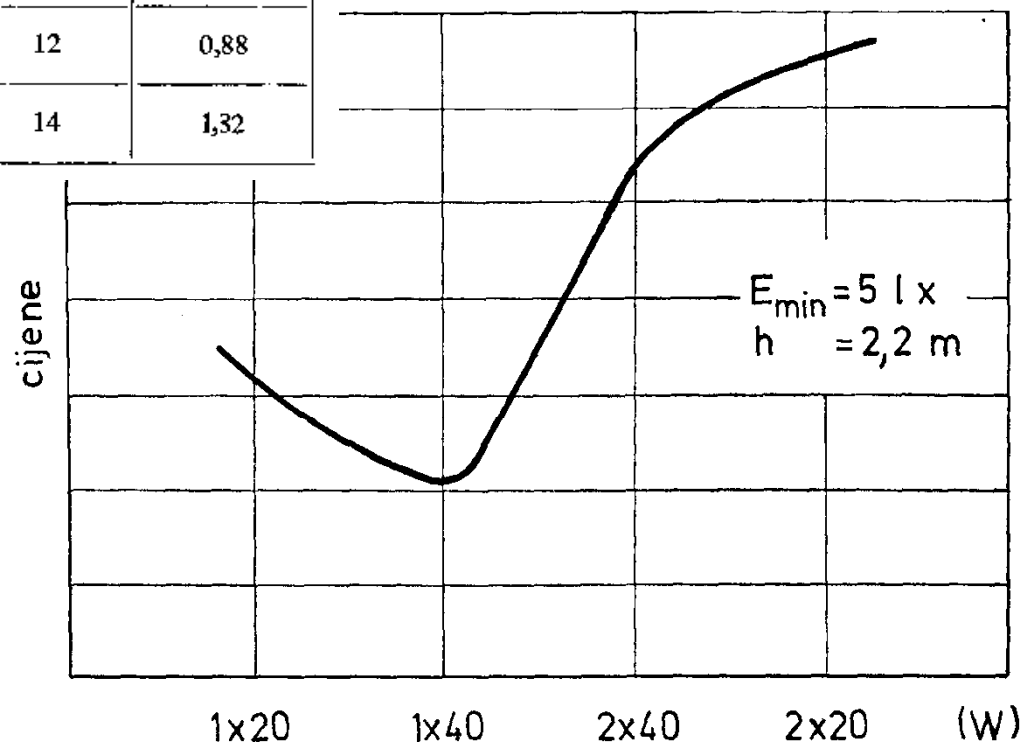
OSVIJETLJENOSTI JAMSKIH PROSTORA

JAMSKI PROSTOR	Najmanja osvjetljenost (lx)					
	svjetiljke sa žarnom niti			fluorescentne svjetiljke		
	Sovjetski autori	Njemački autori	Preporučene vrijednosti	Sovjetski autori	Njemački autori	Preporučene vrijednosti
Trafo podstanica	50	80	50	150	120	120
Lokomotivni depo	20	50	50	75	80	80
Jamske radionice	50	80	80	150	120	120
Navozišta	20	20	20	75	80	30—50
Crpne stanice	50	80	50	150	120	80
Glavni hodnici	2	2	2	5	1—10	2—5
Raskrsnice	20	25	10—15	50	50	30—50

Izbor tipa rasvjetne armature za jamske hodnike

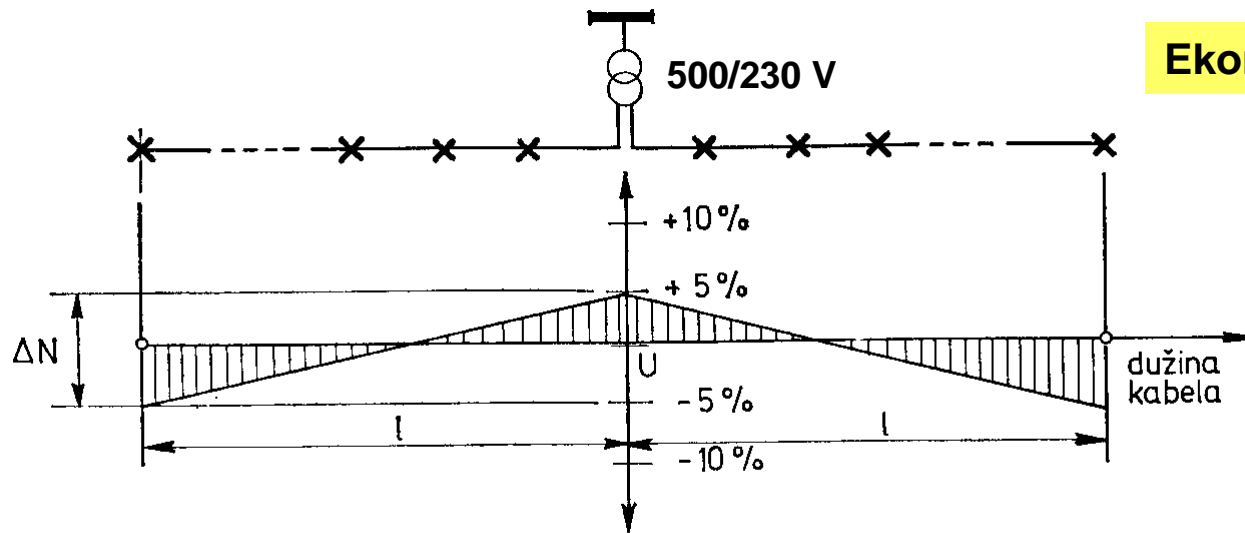
ODNOS CIJENA ZA OSVJETLJENJE
JAMSKIH HODNIKA

Fluorescentna armatura	Minimalno osvjetljenje (lx)	Visina zavješnja (m)	Razmak (m)	CIJENA /m
1 × 20 W	5	2,20	7,60	1,0
2 × 20 W	5	2,20	10,40	1,44
1 × 40 W	5	2,20	12	0,88
2 × 40 W	5	2,20	14	1,32

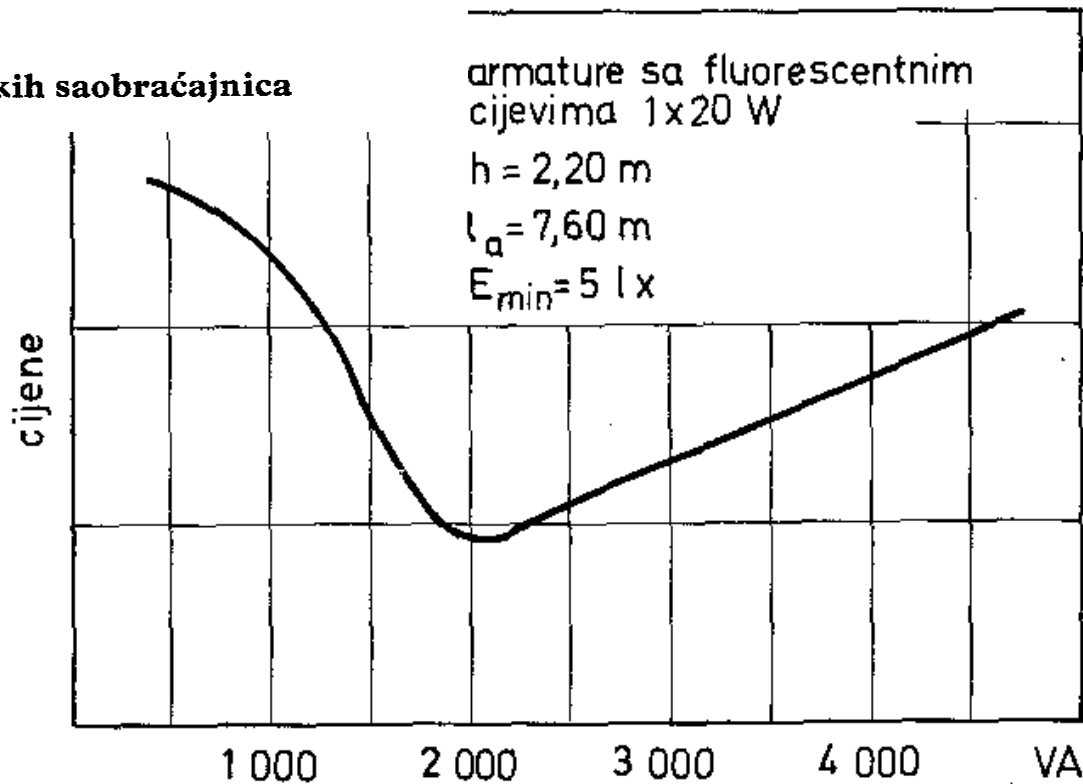


Troškovi rasvjete jamskih saobraćajnica fluorescentnim svjetiljkama

Ekonomska snaga transformatora



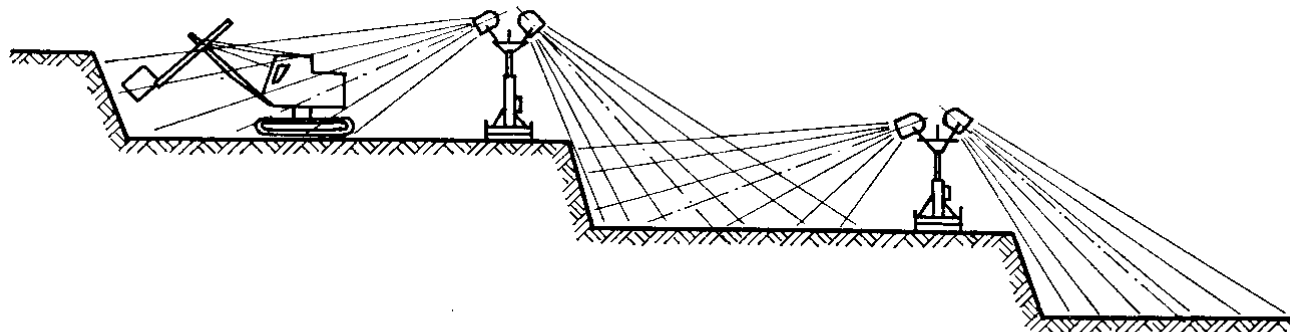
Pad napona u kabeu kod rasvjete jamskih saobraćajnica



Optimalna snaga transformatora za rasvjetu jamskih saobraćajnica

Rasvjeta površinskih kopova

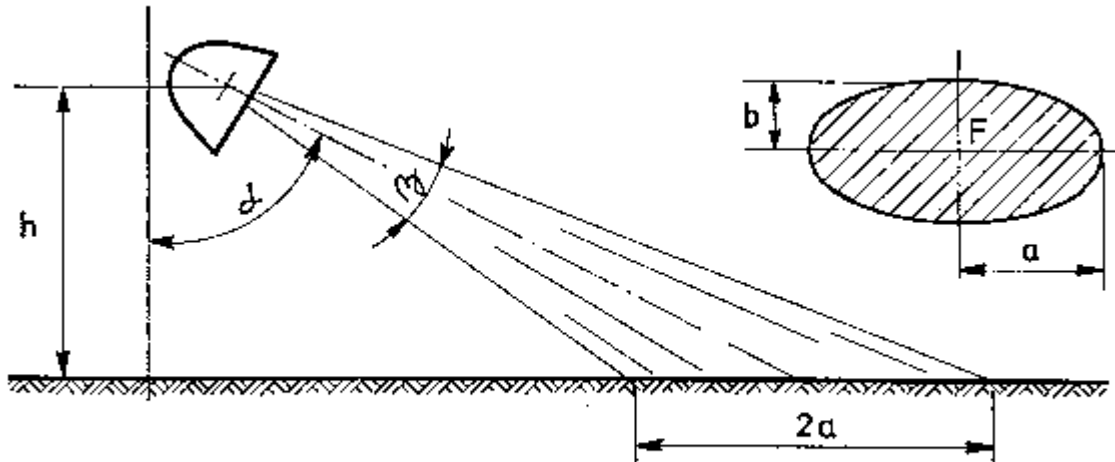
Izvedba rasvjete kopa i njegove osvjetljenosti



Osvjetljenje etaža dnevnog kopna

- radna mjesta: (5 -10) lx
- horizontalne površine etaže (10-20) lx
- vertikalne površine etaže (1 – 2) lx
- konture kopa izvan radne plohe minimalno (3 – 5) lx
- prilazni putovi kopa (20-30) lx
- fiksna postrojenja (5 -10) lx
- prijenosna postrojenja (2 – 3) lx
- transportni put 10 lx
- utovarne stanice, pogonska mjesta 30 lx
- stanice za transport ljudi

Dimenzioniranje i izbor rasvjetnih tijela



$$a = \frac{h}{2} \cdot \tan\left(\alpha + \frac{\beta}{2}\right) - \tan\left(\alpha - \frac{\beta}{2}\right) \text{ (m)}$$

$$b = a \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{\sin \alpha}{\cos \frac{\beta}{2}}\right)^2} \text{ (m)}$$

Proračun osvjetljenja reflektorom

$$F = \pi \cdot a \cdot b \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\Phi = k \cdot E_{sr} \cdot F \text{ (lm)}$$

E_{sr} - srednja osvjetljenost (lx/m^2)

F - površina (m^2)

k - koeficijent raspršenosti i gubitka svjetla, uzima se 1,2-1,5

$$\Phi_s \geq \Phi$$

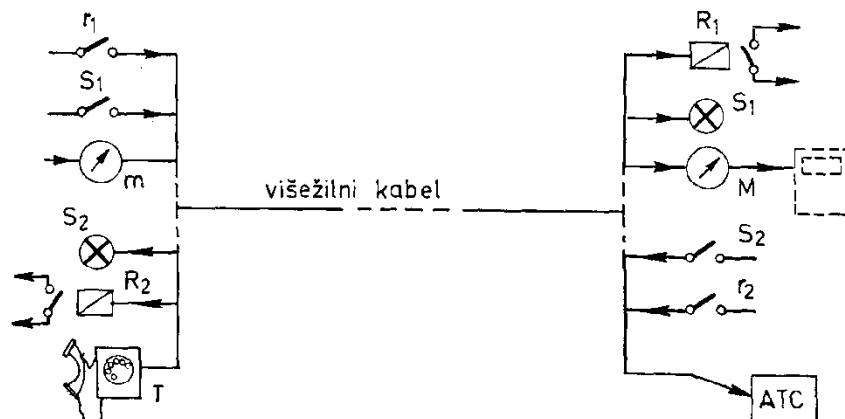
$$\Phi_s \geq \Phi = k (E_{sr} - E_o) \cdot F \text{ (lm)}$$

E_{sr} – potrebno osvjetljenje

E_o – postojeće osvjetljenje

Signalizacija i prijenos vijesti

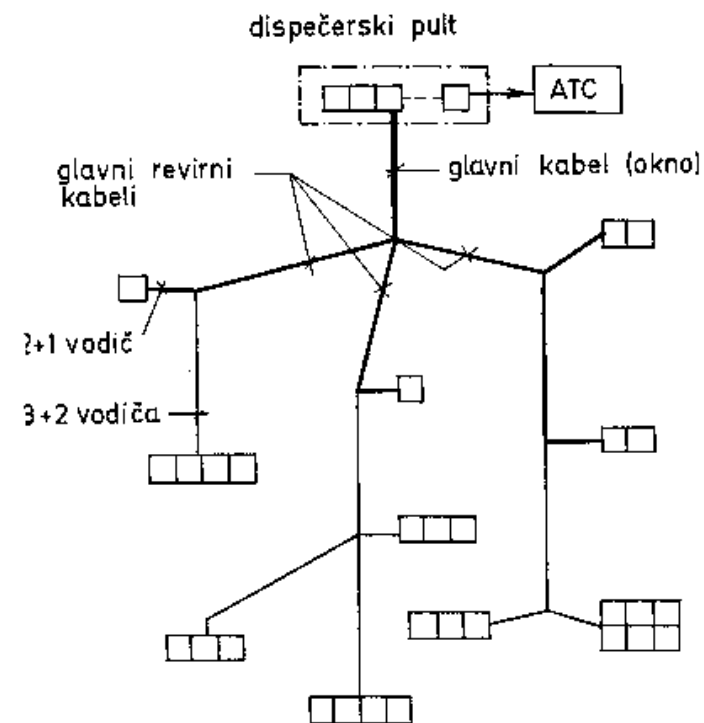
Prijenos podataka



- r_1, r_2 — tipke za daljinsko upravljanje
- R_1, R_2 — daljinski upravljani releji
- S_1, S_2 — tipke i signalne sijalice uz daljinsko upravljanje signalizacijom
- m — mjerni analogni podatak za daljinski prijenos
- M — preneseni mjerni analogni podatak
- T — telefon s automatskim biranjem
- ATC — automatska telefonska centrala

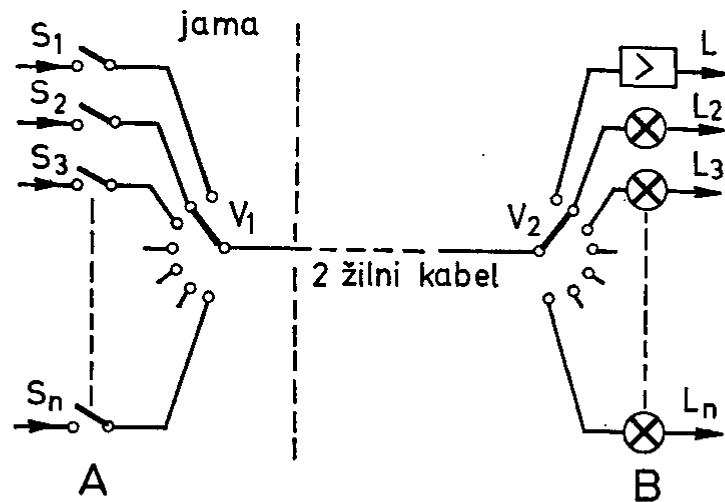
Direktni prijenos podataka višežilnim kablom

- Upravljanje
- Signalizacija
- Mjerenje
- Alarmni signali



Primjer mreže za direktni prijenos podataka

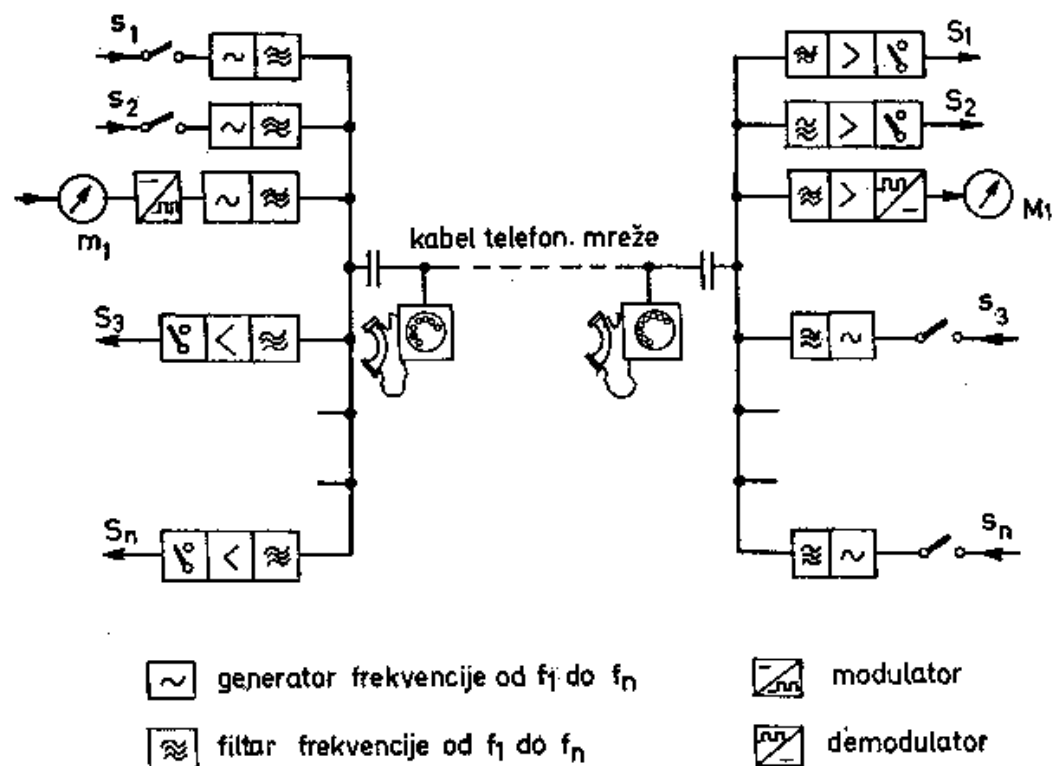
vremenski multipleks



- $S_1, S_2 \dots S_n$ — podaci za daljinski prijenos iz »A«
 $L_1, L_2 \dots L_n$ — odgovarajući primljeni podaci u »B« sa ili bez obrade (pojačanja)
 V_1 — vremenska (sinhrona) sklopka za odašiljanje podataka iz »A«
 V_2 — vremenska (sinhrona) sklopka za prijem podataka u »B«

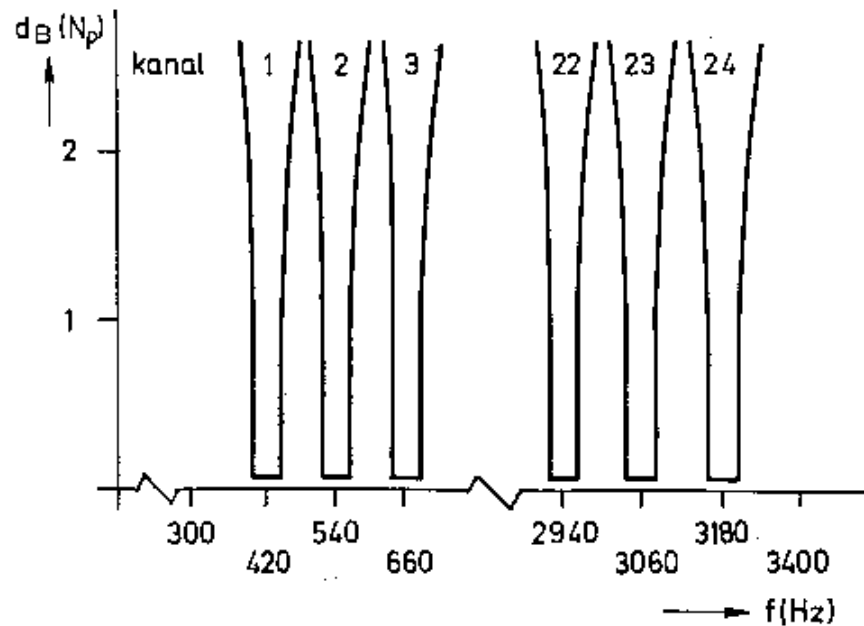
Princip prijenosa podataka vremenskim multipleksom

frekventni multipleks



- s_1, s_2 — podaci (uklop-isklop) za daljinski prijenos iz jame vani
 S_1, S_2 — primljeni podaci (uklop-isklop) vani sa pojačanjem signala radi upravljanja relejom ili sklopnikom
 $m_1 \dots s$ — mjerni (analogni) podatak za prijenos iz jame npr. koncentracija metana
 $M_1 \dots s$ — primljeni mjerni (analogni) podatak vani npr. koncentracije metana u jami
 $s_3 \dots s_n$ — podaci (uklop — isklop) za daljinsko upravljanje u jami iz dispečerskog centra (vani)
 $S_3 \dots S_n$ — podaci primljeni u jami za daljinsko upravljanje iz dispečerskog centra (vani)

Princip prijenosa podataka frekventnim multipleksom

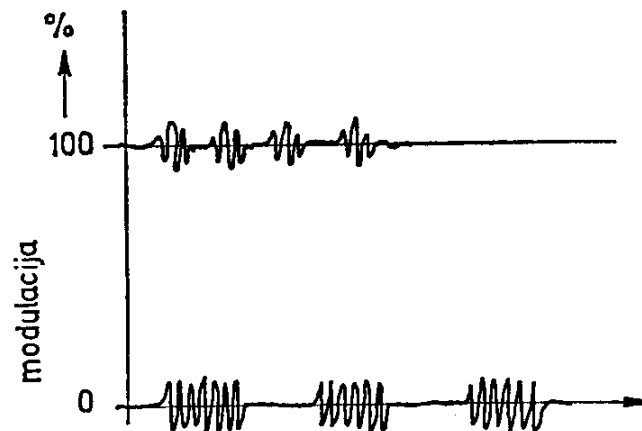


Signalizacija

- optičku signalizaciju
 - semafore
 - signalne žaruljice
 - signalne table
- zvučnu signalizaciju

Sporazumijevanje - telefonija

Podjela frekvencija u tonfrekventnom području jednog govornog kanala



Modulacija analogne veličine jednog kanala u frekventnom multipleksu

Radio - veze