



Ženijná podpora

T 4/2 ELEKTRICKÝ ROZNET

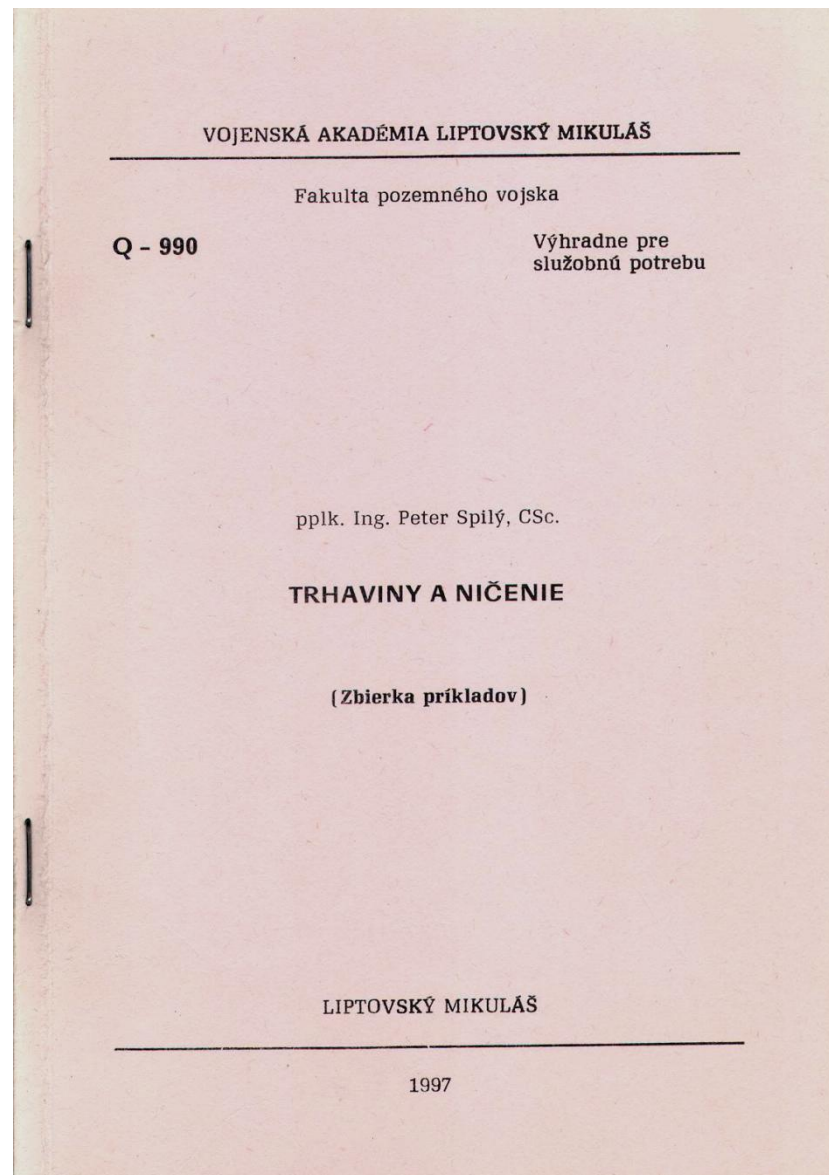
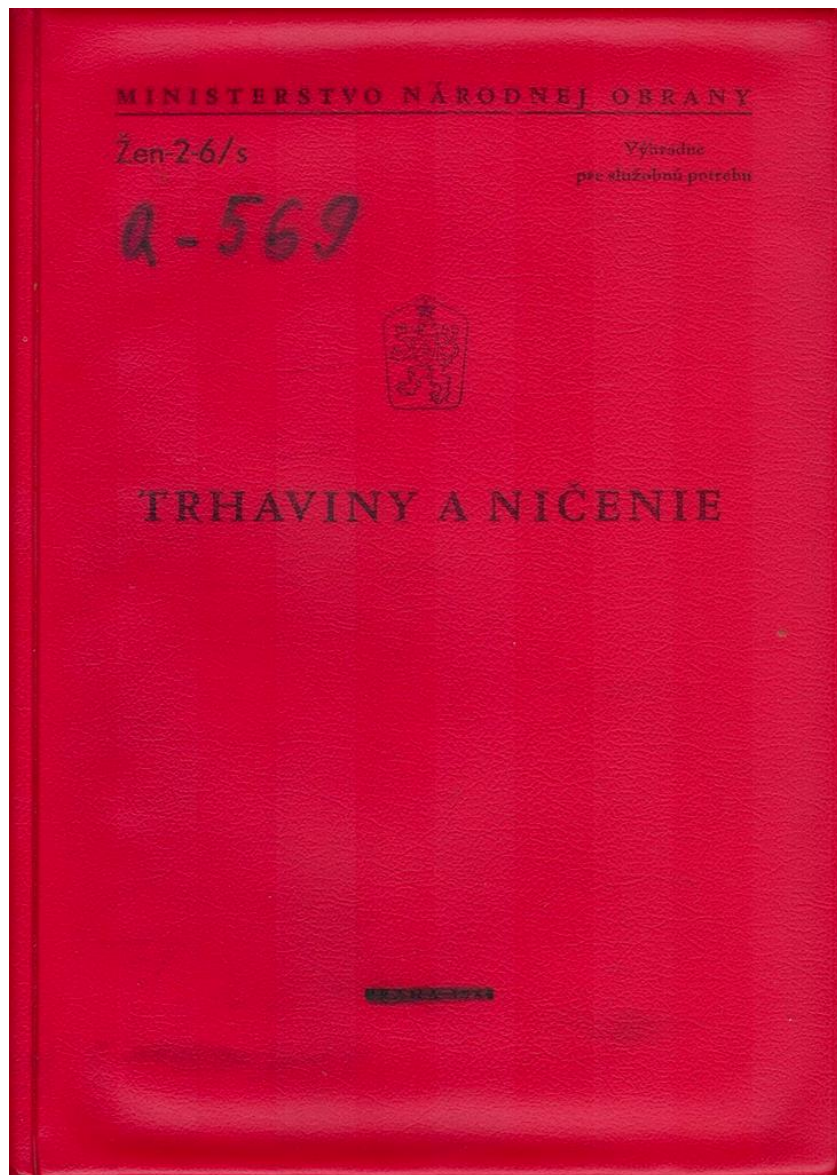
5. 11. 2013



Obsah

1. Prostriedky na elektrický roznet
2. Elektrické roznetové siete
3. Výpočet elektrických roznetových sietí

Literatúra





Trhaviny a ničenie

1. PROSTRIEDKY NA ELEKTRICKÝ ROZNET

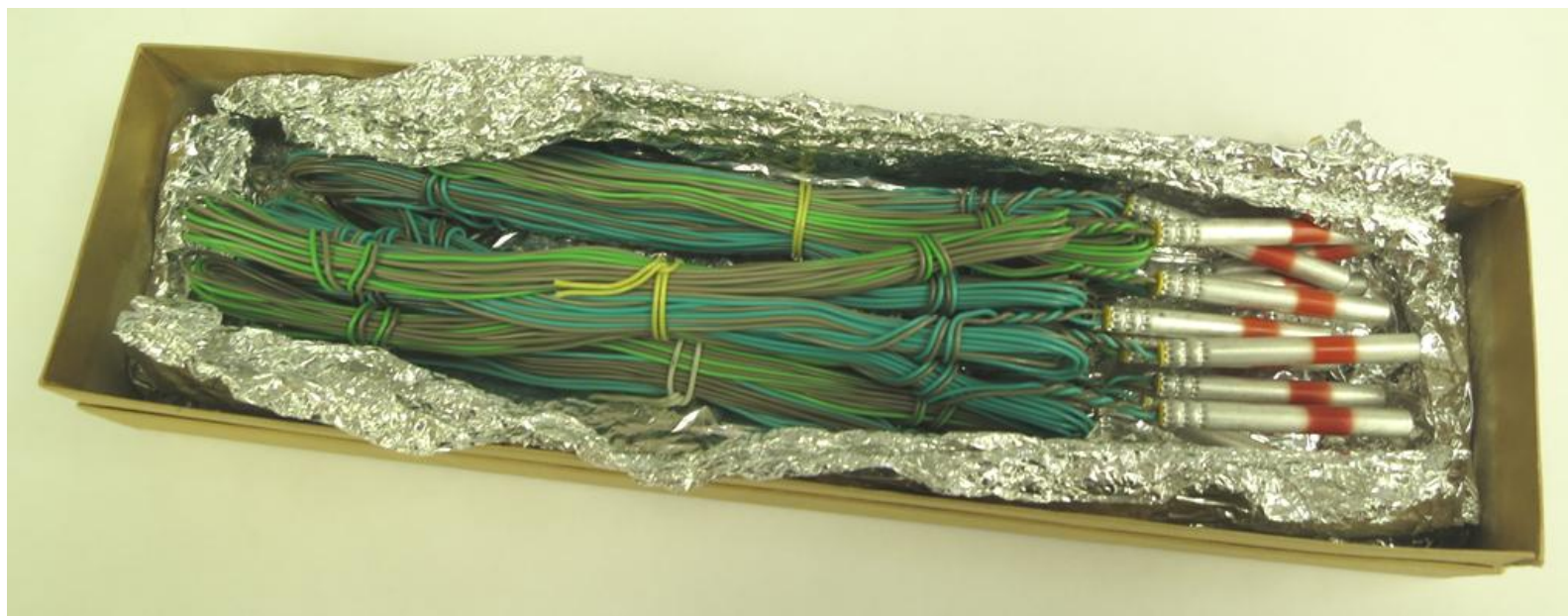
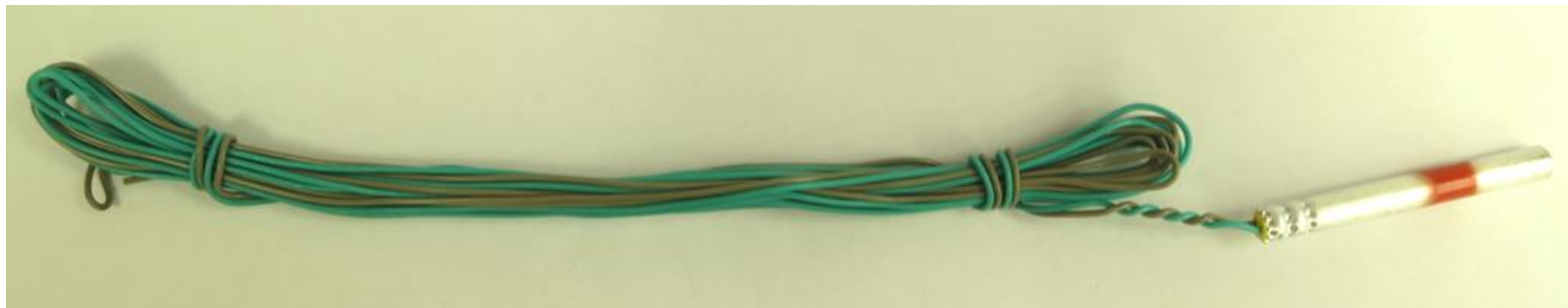


Prostriedky na elektrický roznet

- elektrické roznecovadlá
- vodiče prúdu
- meracie prístroje
- zdroje prúdu
- pomôcky na roznet

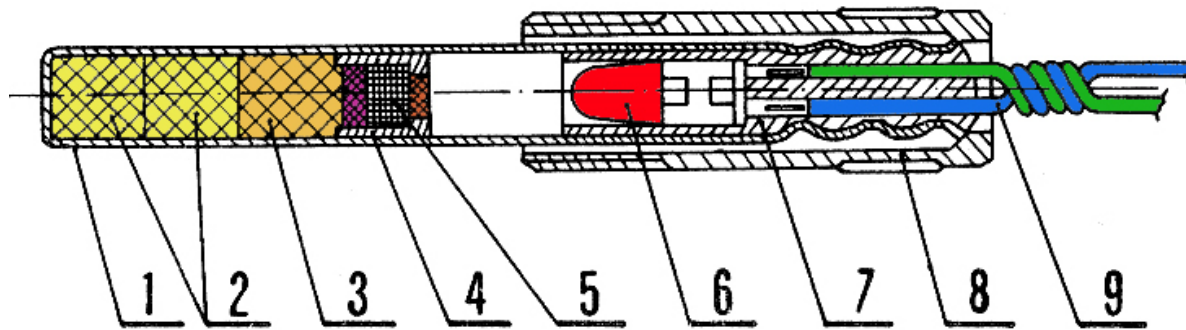
Elektrické roznecovadlá

Bezpečnostná elektrická rozbuška Že-B



Elektrické roznecovadlá

Bezpečnostná elektrická rozbuška Že-B

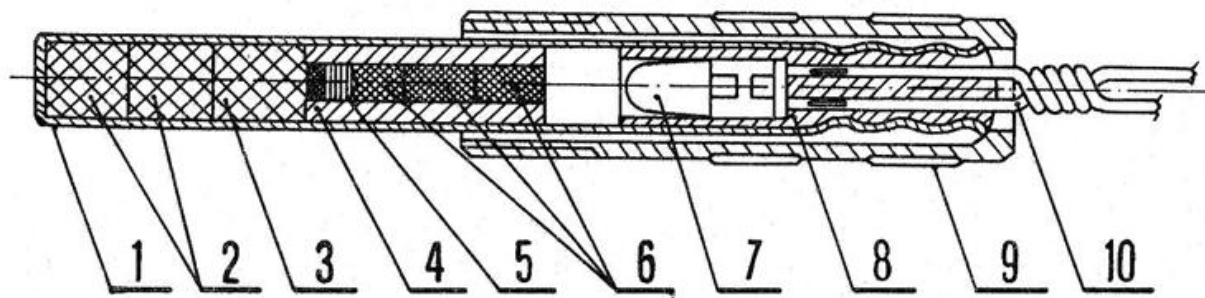


1 – dutinka, 2 - sekundárna náplň, 3 - primárna náplň, 4 - poistka rozbušky, 5 - prenosová zlož,
6 - elektrická pilula, 7 - tesniaca zátka, 8 - rozbušková skrutka, 9 - vodiče



Elektrické roznecovadlá

Bezpečnostná časovaná elektrická rozbuška ŽeČ-B



1 – dutinka, 2 - sekundárna náplň, 3 - primárna náplň, 4 - oneskorovač, 5 - prenosová zlož,
6 - zlož oneskorovača, 7 elektrická pilula, 8 - tesniaca zátka, 9 - rozbušková skrutka, 10 - vodiče

Elektrické roznecovadlá

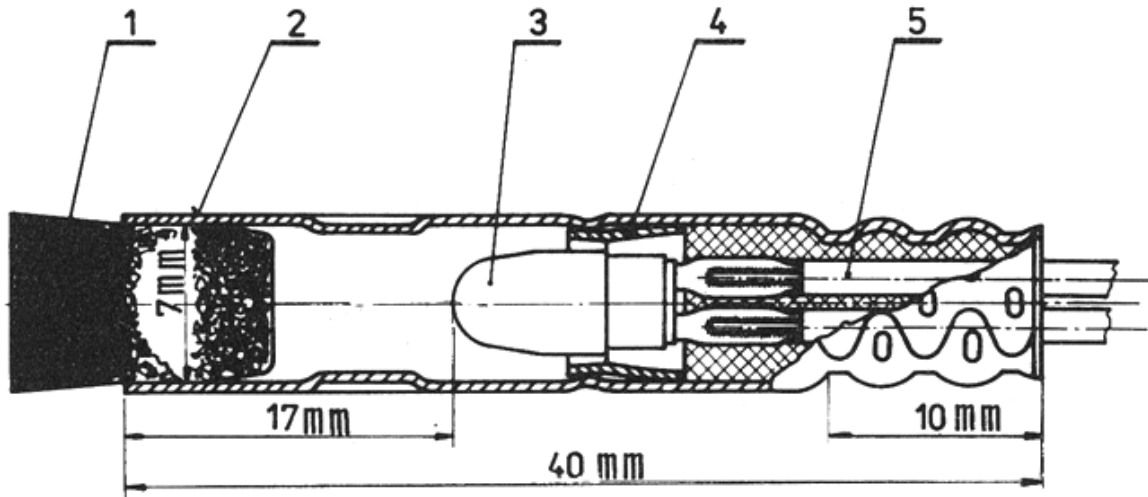
Hodnoty Že-B a ŽeČ-B



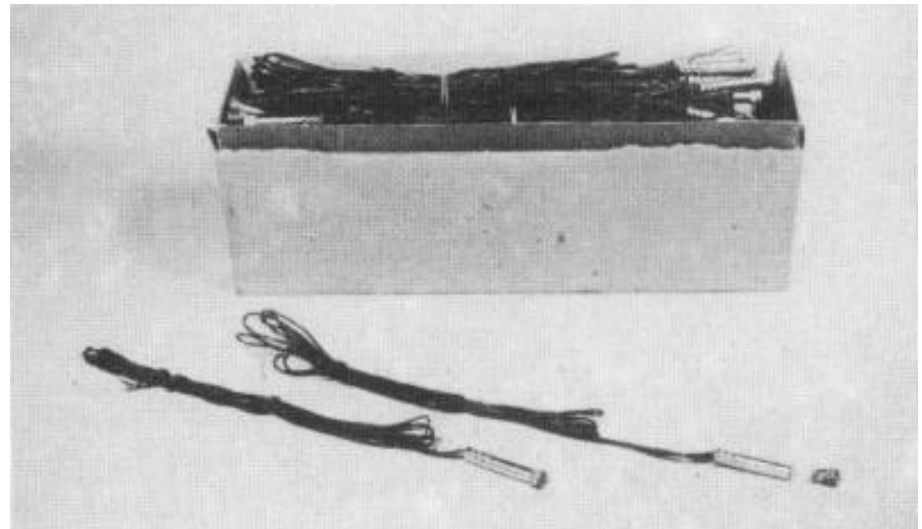
ohmický odpor	1,0 až 1,3 [Ω] (rozbušky sú balené s toleranciou odporu max. 0,1 Ω)
zážihový impulz	18 [mJ/ Ω]
kategória odolnosti proti nežiaducemu roznetu	stredná (SO)
odolnosť voči prúdu 0,45 A	počas 5 minút
antistatická odolnosť	5,0 kV/2000 pF

Elektrické roznecovadlá

Elektrický palník P-1

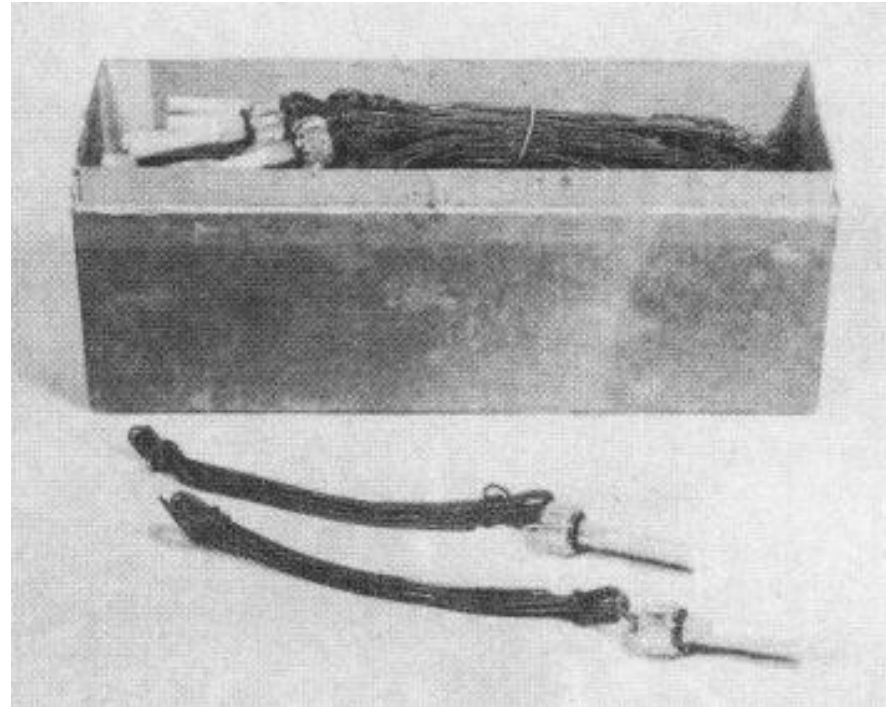
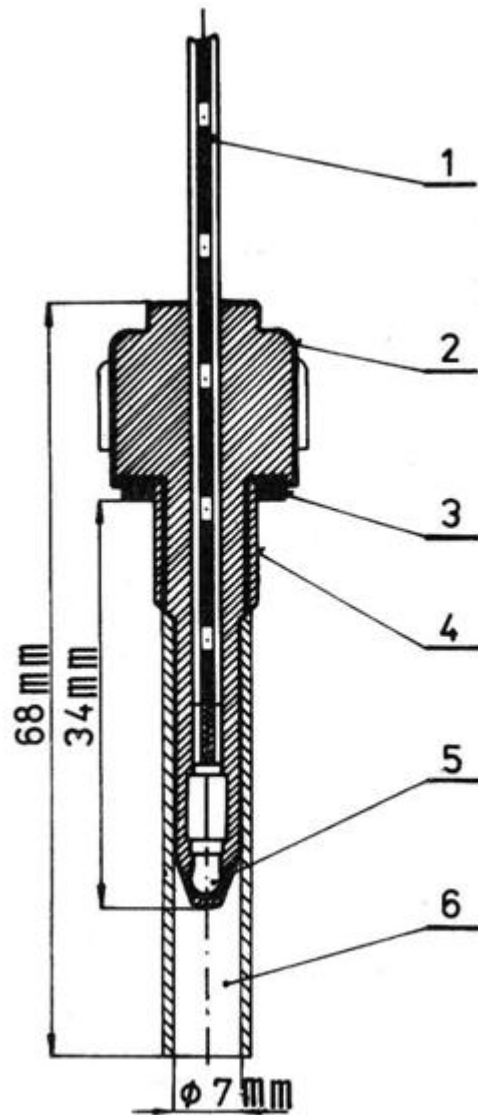


- 1 – tesniaca zátka, 2 – dutinka,
3 – elektrická pilula, 4 – tesniaci krúžok,
5 - vodiče



Elektrické roznecovadlá

Elektrický palník P-2



1 – vodiče, 2 – hlavica palníku, 3 – tesniaci krúžok,
4 – závit, 5 – elektrická pilula, 6 – dutinka

Elektrické roznecovadlá

Hodnoty P-1 a P-2



ohmický odpor	1,5 až 3,0 [Ω]
zážihový impulz	3 [mJ/ Ω]
kategória odolnosti proti nežiaducemu roznetu	nízka (NO)
odolnosť voči prúdu 0,18 A	počas 5 minút



Vodiče prúdu

Dvojžilová terénna šnúra

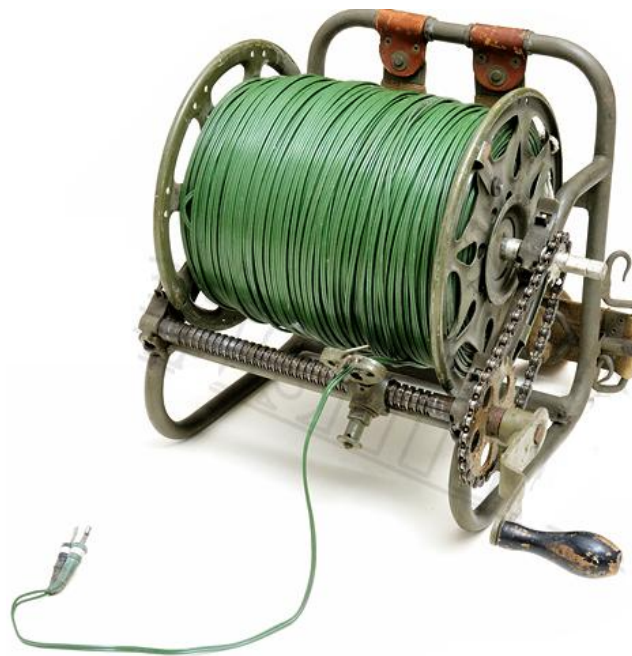


Počet drôťikov		Vonkajší priemer [mm]	Počet žíl	Odpor na 1 km [Ω]	Dĺžka kábla [m]	Hmotnosť kábla [kg]	Izolácia
meď	oceľ						
10	-	3,1 x 6,4	2	obe žily 80	500	14	mäkčený PVC



Vodiče prúdu

Dvojžilový poľný telefónny kábel PK-2



Počet drôťkov		Vonkajší priemer [mm]	Počet žíl	Odpor na 1 km [Ω]	Dĺžka kábla [m]	Hmotnosť kábla [kg]	Izolácia
5	2	2,8	2	obe žily 76	250 až 255	9,1 (s cievkou)	mäkčený PVC

Jednožilový poľný telefónny kábel PK-1

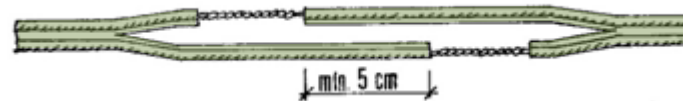


Počet drôťov		Vonkajší priemer [mm]	Počet žíl	Odpor na 1 km [Ω]	Dĺžka kábla [m]	Hmotnosť kábla [kg]	Izolácia
meď	ocel'						
3	4	2,8	1	56 až 62,5	1000 až 1015	16 (s cievkou)	mäkčený PVC

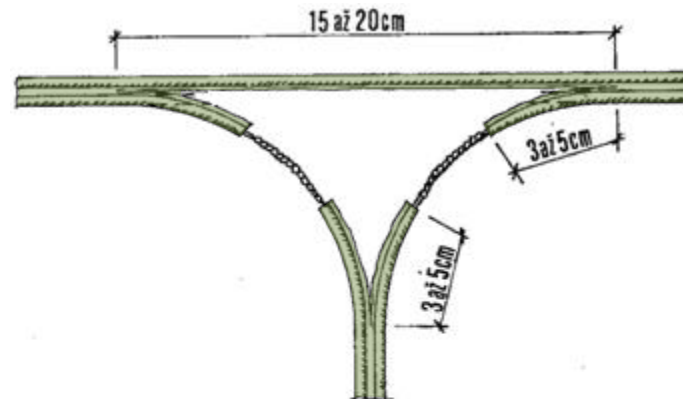


Spojenie vodičov prúdu

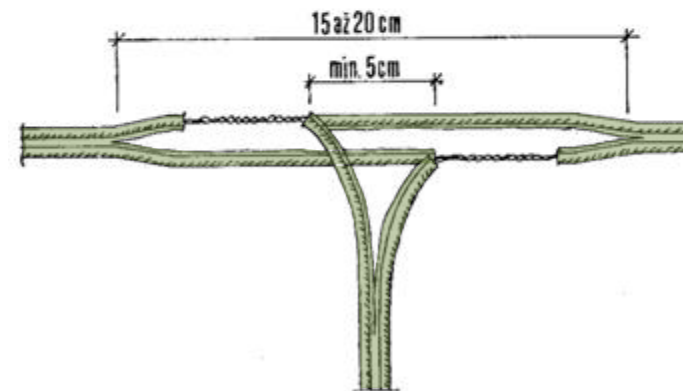
priamy spoj



pravouhlý spoj v sériovej sieti



pravouhlý spoj v paralelnej sieti



Rýchlospojky



Zdroje prúdu

Roznetnice



Roznetnica	Napätie (U) [V]	Kapacita (C) [F]	Energia (N) [J]	Maximálny odpor R_{mez} [Ω] pre	
				Že-B, ŽeČ-B	P-1, P-2
RKA	1000	$8 \cdot 10^{-6}$	4	222	1333
RK-1	1000	$4 \cdot 10^{-6}$	2	111	666
RT-P	200 až 300		0,6	33	200



Zdroje prúdu

Roznetnica RKA



Zdroje prúdu

Roznetnica RKA

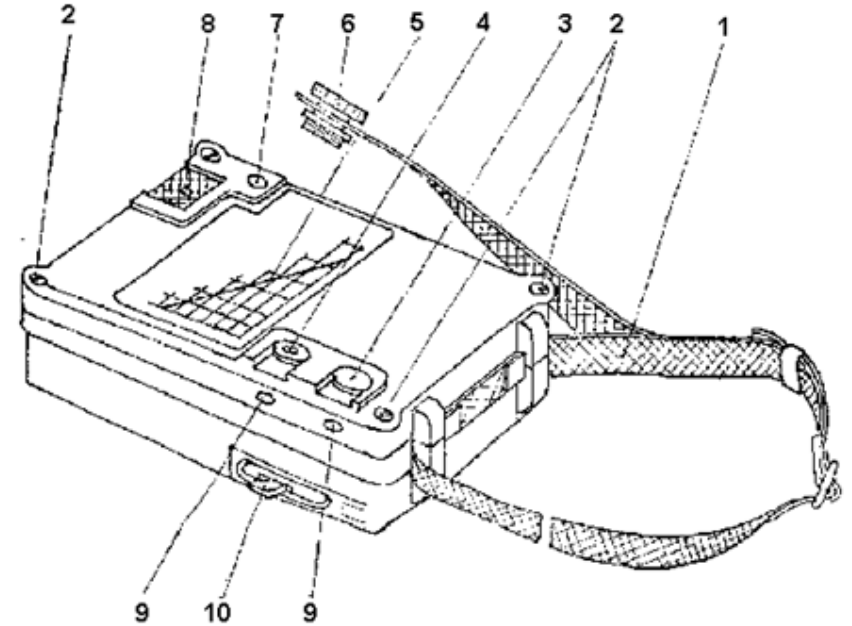


Zdroje prúdu Roznetnica RK-1



Zdroje prúdu

Roznetnica RK-1



- 1 – nosný popruh
- 2 – skrutka veka skrinky
- 3 – tlaková svorka
- 4 – tlaková svorka s vybíjacím kontaktom
- 5 – diagram na stanovenie odporu siete
- 6 – kryt otvoru induktoru
- 7 – indikačná tlejkva
- 8 – tlačidlo roznetu
- 9 – otvory na prívod vodiča
- 10 – priestor na uloženie kľučky induktoru

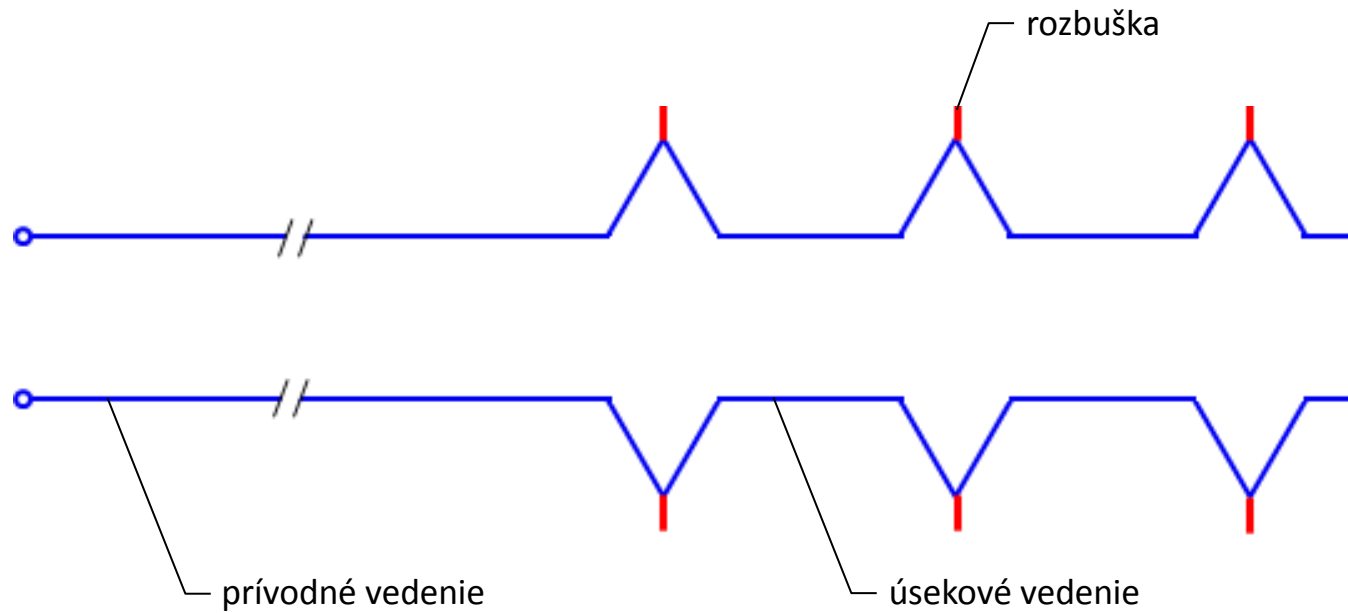


Trhaviny a ničenie

2. ELEKTRICKÉ ROZNETOVÉ SIETE

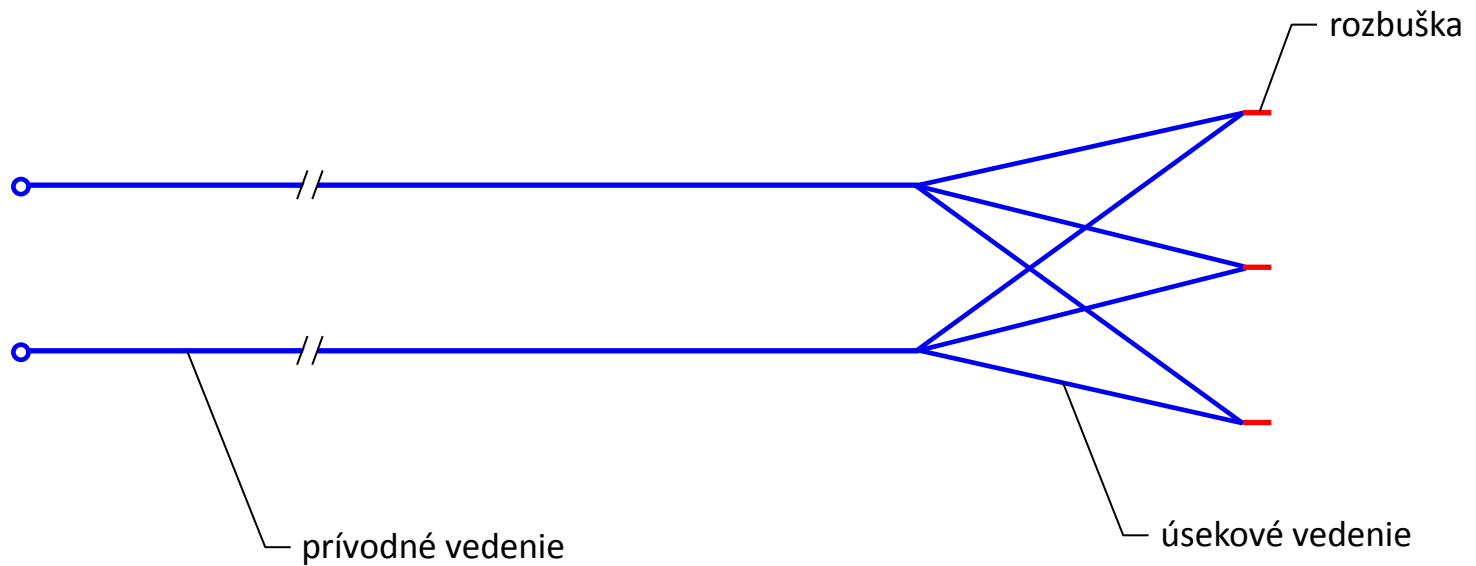


Sériová elektrická roznetová sieť



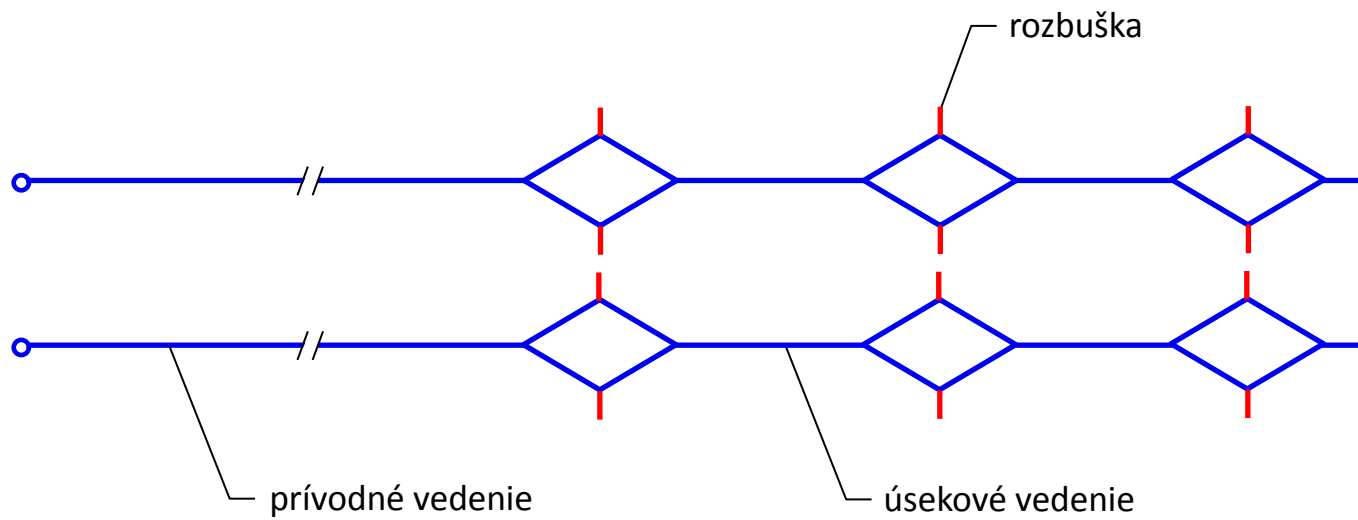


Paralelná elektrická roznetová sieť



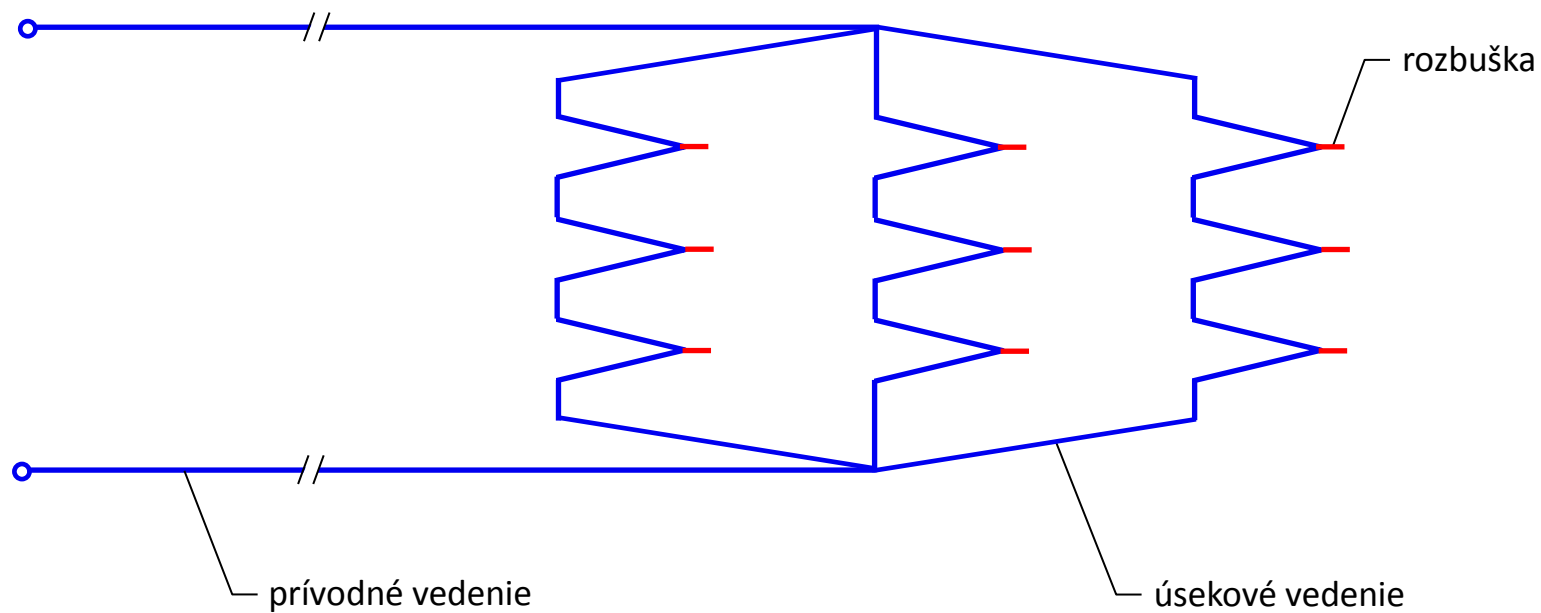


Párová paralelná elektrická roznetová sieť



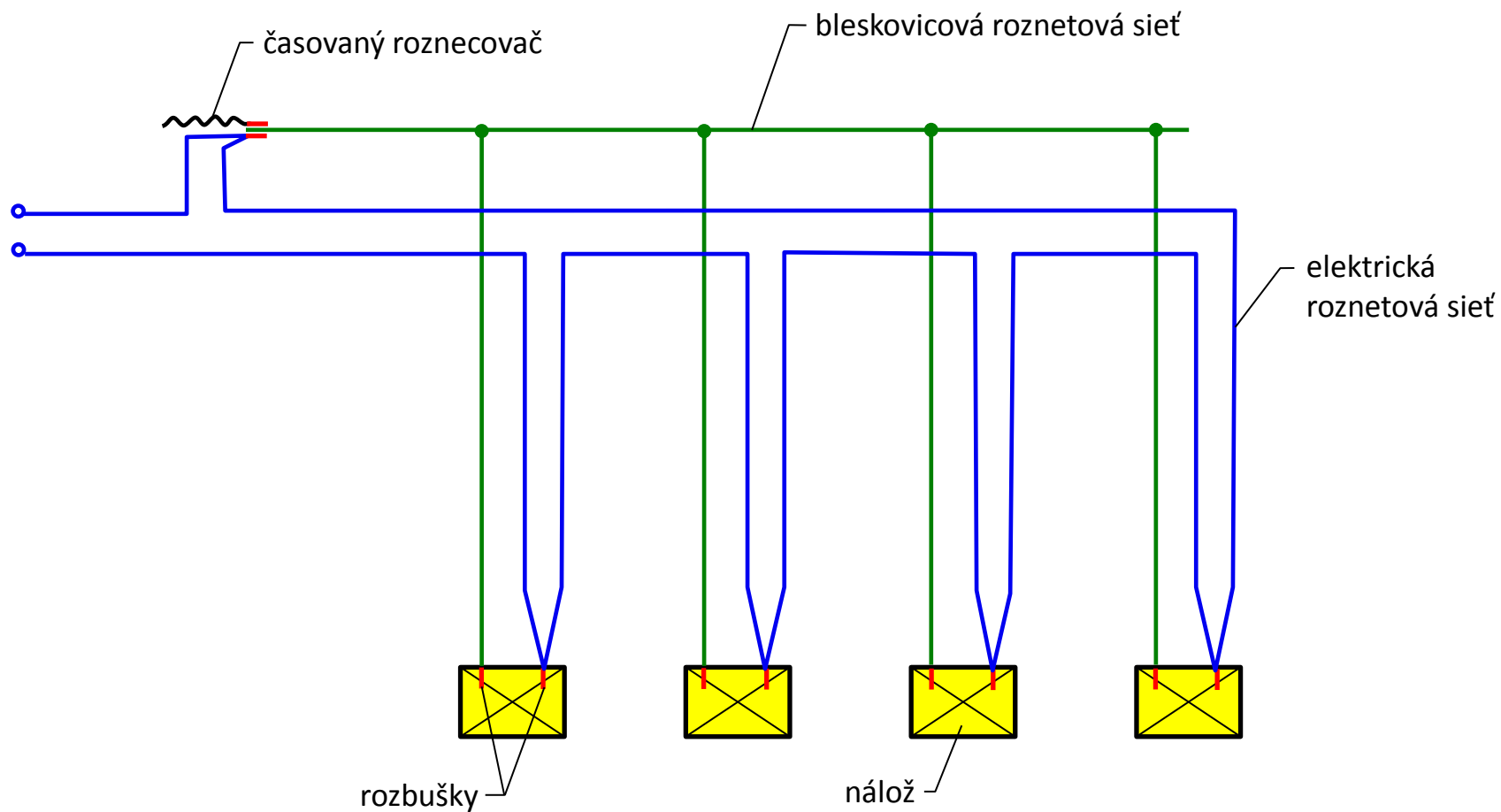


Zmiešaná elektrická roznetová sieť





Kombinovaný (združený) roznet





Trhaviny a ničenie

3. VÝPOČET ELEKTRICKÝCH ROZNETOVÝCH SIETÍ



Výpočet elektrických roznetových sietí

$$E = \frac{U^2 \cdot C}{2(n^2 \cdot R_p + R_u + m \cdot R_r)} \cdot \left(1 - e^{-\frac{2t}{\tau}}\right)$$

E – zážihový impulz dodaný roznetnicou do siete [mJ/Ω]

U – napätie roznetnice [V]

C – kapacita kondenzátora roznetnice [F]

n – počet paralelných vetiev s rovnakým odporom

R_p – odpor prívodného vedenia [Ω]

R_u – odpor úsekového vedenia [Ω]

m – počet rozbušiek zapojených v sieti

R_r – odpor rozbušky [Ω]

e – základ prirodzeného logaritmu

t – čas, za ktorý musí byť energia na roznet dodaná do siete [s]

τ – časová konštanta vybíjania kondenzátora [s]



Výpočet elektrických roznetových sietí

$$\tau = C \cdot \left(R_p + \frac{R_u + m \cdot R_r}{n^2} \right)$$

τ – časová konštanta vybíjania kondenzátora [s]

C – kapacita kondenzátora roznetnice [F]

R_p – odpor prírodného vedenia [Ω]

R_u – odpor úsekového vedenia [Ω]

m – počet rozbušiek zapojených v sieti

R_r – odpor rozbušky [Ω]

n – počet paralelných vetiev s rovnakým odporom



Výpočet elektrických roznetových sietí

$$N = \frac{U^2 \cdot C}{2}$$

$$t = 0,004$$

$$E = \frac{N \cdot 10^3}{n^2 \cdot R_p + R_{\dot{u}} + m \cdot R_r} \cdot \left(1 - e^{-\frac{0,008}{\tau}} \right)$$

- N – výkon roznetnice [J]
- U – napätie roznetnice [V]
- C – kapacita kondenzátora roznetnice [F]
- t – čas, za ktorý musí byť energia na roznet dodaná do siete [s]
- E – zážihový impulz dodaný roznetnicou do siete [mJ/Ω]
- n – počet paralelných vetiev s rovnakým odporom
- R_p – odpor prívodného vedenia [Ω]
- $R_{\dot{u}}$ – odpor úsekového vedenia [Ω]
- m – počet rozbušiek zapojených v sieti
- R_r – odpor rozbušky [Ω]
- e – základ prirodzeného logaritmu
- τ – časová konštanta vybíjania kondenzátora [s]



Výpočet elektrických roznetových sietí

ak je splnená podmienka $\rightarrow \tau \leq 0,002$ \rightarrow považuje sa hodnota v zátvorke rovná jednej

výpočet sa vykoná podľa **zjednodušeného vzťahu**

$$E = \frac{N \cdot 10^3}{n^2 \cdot R_p + R_u + m \cdot R_r}$$

- τ – časová konštanta vybíjania kondenzátora [s]
- E – zážihový impulz dodaný roznetnicou do siete [mJ/Ω]
- N – výkon roznetnice [J]
- n – počet paralelných vetiev s rovnakým odporom
- R_p – odpor prívodného vedenia [Ω]
- R_u – odpor úsekového vedenia [Ω]
- m – počet rozbušiek zapojených v sieti
- R_r – odpor rozbušky [Ω]



Výpočet elektrických roznetových sietí

Úprava vzťahu na výpočet max. počtu rozbušiek „m“ o odpore „ R_r “

$$m \cdot R_r = \frac{N \cdot 10^3}{E_z} - n^2 \cdot R_p - R_{\dot{u}}$$

m – počet rozbušiek zapojených v sieti

R_r – odpor rozbušky [Ω]

N – výkon roznetnice [J]

E – zážihový impulz dodaný roznetnicou do siete [mJ/ Ω]

n – počet paralelných vetiev s rovnakým odporom

R_p – odpor prívodného vedenia [Ω]

$R_{\dot{u}}$ – odpor úsekového vedenia [Ω]



Výpočet sériových elektrických roznetových sietí

$$R_c = R_p + R_u + m \cdot R_r$$

$$R_c \leq R_{mez}$$

R_c – celkový odpor roznetovej siete [Ω]

R_p – odpor prívodného vedenia [Ω]

R_u – odpor úsekového vedenia [Ω]

m – počet rozbušiek zapojených v sieti

R_r – odpor rozbušky [Ω]

R_{mez} – maximálny prípustný odpor pre roznetnicu [Ω]



Príklad 1

Sériová elektrická roznetová sieť so 60 elektrickými rozbuškami Že-B o odpore $1,2 \Omega$ má prírodné vedenie dlhé 0,4 km a úsekové vedenie o celkovej dĺžke (jednej žily) 0,1 km. Použitá je dvojžilová terénna šnúra. Na roznet je k dispozícii roznetnica RK-1. Zabezpečí roznetnica spoľahlivý roznet el. siete?

$$R_c = R_p + R_{\dot{u}} + m \cdot R_r$$

$$R_p = 0,4 \cdot 80 = 32 [\Omega]$$

$$R_{\dot{u}} = 0,1 \cdot 80/2 = 4 [\Omega] \quad \text{odpor jednej žily}$$

$$R_c = 32 + 4 + 60 \cdot 1,2 = 108 [\Omega]$$

$$R_{mez} = 111 [\Omega] \quad \text{pre roznetnicu RK-1}$$

$$R_c < R_{mez} \rightarrow \text{roznetnica zabezpečí spoľahlivý roznet siete}$$

$$E = \frac{N \cdot 10^3}{R_c} = \frac{2 \cdot 10^3}{108} = 18,5 [\text{mJ}/\Omega]$$

$$E_z = 18 [\text{mJ}/\Omega] \quad \text{zážihový impulz rozbušky}$$

$$E > E_z \rightarrow \text{roznetnica zabezpečí spoľahlivý roznet siete}$$



Príklad 2

Na roznet sériovej el. roznetovej siete o dĺžke prírodného vedenia 0,4 km a celkovej dĺžke úsekových vedení 0,2 km sa má použiť roznetnica RKA. Koľko rozbušiek Že-B o odpore 1,1 [Ω] bude možno v tejto sieti zapojiť? Prírodné vedenie bude z dvojžilovej terénnej šnúry a úsekové z jednožilového vodiča o odpore 60 [Ω] na 1 km.

$$R_{\text{mez}} = 222 \text{ [}\Omega\text{]} \text{ pre roznetnicu RKA}$$

$$R_{\text{mez}} = R_p + R_{\text{ú}} + m \cdot R_r$$

$$m = \frac{R_{\text{mez}} - R_p - R_{\text{ú}}}{R_r} = \frac{222 - 0,4 \cdot 80 - 0,2 \cdot 60}{1,1} = 161,8$$

Do roznetovej siete bude možné zapojiť maximálne **161** rozbušiek Že-B.



Príklad 3

Na roznet párovej paralelnej siete s 20 pármí rozbušiek Že-B o zážihovom impulze 18 mJ/Ω a odpore 1,2 Ω je k dispozícii roznetnica o energii 12 J s kondenzátorom o kapacite 24 μF. Na prírodné vedenie o dĺžke 1,1 km a úsekové vedenie o celkovej dĺžke 125 m bude použitá dvojžilová terénna šnúra. Má sa zistiť, či energia roznetnice stačí na spoľahlivý roznet siete.

$$R_p = 1,1 \cdot 80 = 88 \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$R_{\dot{u}} = 0,125 \cdot \frac{80}{2} = 5 \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$m = 20 \cdot 2 = 40$$

$$R_r = 1,2 \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$E = \frac{N \cdot 10^3}{n^2 \cdot R_p + R_{\dot{u}} + m \cdot R_r} \cdot \left(1 - e^{-\frac{0,008}{\tau}} \right)$$

$$\tau = C \cdot \left(R_p + \frac{R_{\dot{u}} + m \cdot R_r}{n^2} \right) = 24 \cdot 10^{-6} \cdot \left(88 + \frac{5 + 40 \cdot 1,2}{2^2} \right) = 0,0024 \text{ [s]}$$

$$E = \frac{12 \cdot 10^3}{2^2 \cdot 88 + 5 + 40 \cdot 1,2} \cdot \left(1 - e^{-\frac{0,008}{0,0024}} \right) = 29,62 \cdot 0,96 = 28,56 \text{ [mJ/}\Omega\text{]}$$

$E > E_z \rightarrow$ roznetnica zabezpečuje spoľahlivý roznet siete



Príklad 4

Paralelná roznetová sieť má štyri vetvy. Na prívodné vedenie o dĺžke 0,3 km a na úsekové vedenie na predĺženie vodičov rozbušiek o celkovej dĺžke 100 m bude použitá dvojžilová terénna šnúra. V sieti sú zapojené štyri rozbušky ŽeČ-B o odpore 1,2 Ω . Na roznet je k dispozícii roznetnica RKA. Výpočtom je potrebné overiť či roznetnica zabezpečí spoľahlivý roznet siete.

$$R_p = 0,3 \cdot 80 = 24 \text{ } [\Omega]$$

$$R_{\dot{u}} = 0,1 \cdot 80 = 8 \text{ } [\Omega]$$

$$m = 4$$

$$R_r = 1,2 \text{ } [\Omega]$$

$$\tau = C \cdot \left(R_p + \frac{R_{\dot{u}} + m \cdot R_r}{n^2} \right) = 8 \cdot 10^{-6} \cdot \left(24 + \frac{8 + 4 \cdot 1,2}{4^2} \right) = 0,0002 \text{ } [s]$$

Pretože hodnota $\tau \ll 0,002$ možno urobiť zjednodušený výpočet.

$$E = \frac{N \cdot 10^3}{n^2 \cdot R_p + R_{\dot{u}} + m \cdot R_r} = \frac{4 \cdot 10^3}{4^2 \cdot 24 + 8 + 4 \cdot 1,2} = 10,13 \text{ } [mJ/\Omega]$$

$E < E_z \rightarrow$ roznetnica nezabezpečuje spoľahlivý roznet siete

Úprava siete zdvojením vodičov prívodného vedenia:

$$R_p = 0,3 \cdot \frac{80}{2} = 12 \text{ } [\Omega]$$

$$E = \frac{4 \cdot 10^3}{4^2 \cdot 12 + 8 + 4 \cdot 1,2} = 19,53 \text{ } [mJ/\Omega]$$

$E > E_z \rightarrow$ po úprave roznetnica zabezpečí spoľahlivý roznet siete



Príklad 5

Má sa zriadiť zmiešaná elektrická roznetová sieť o dvoch vetvách s rozbuškami ŽeČ-B o odpore 1,1 Ω . Na prírodné vedenie o dĺžke 0,3 km a na úsekové vedenie o celkovej dĺžke 100 m bude použitá dvojžilová terénna šnúra. Na roznet je k dispozícii roznetnica RK-1. Má sa vypočítať, koľko rozbušiek môže byť zapojených v každej vetve.

$$m \cdot R_r = \frac{N \cdot 10^3}{E_z} - n^2 \cdot R_p - R_{\dot{u}}$$

$$R_p = 0,3 \cdot 80 = 24 \text{ } [\Omega]$$

$$R_{\dot{u}} = 0,1 \cdot \frac{80}{2} = 4 \text{ } [\Omega]$$

$$N = 2 \text{ } [J]$$

$$E_z = 18 \text{ } [\text{mJ}/\Omega]$$

$$R_r = 1,1 \text{ } [\Omega]$$

$$n = 2$$

$$m \cdot R_r = \frac{2 \cdot 10^3}{18} - 2^2 \cdot 24 - 4 = 19$$

$$m = \frac{19}{R_r} = \frac{19}{1,1} = 17$$

*V každej vetve môže byť zapojených **8** rozbušiek ŽeČ-B.*



OTÁZKY?