

Zadanie č. 10

Odozva výbojkovej bleskoistky na impulz napätia

Úloha

Definícia ...

Tvary ...

Generátor ...

Analýza ...

Schéma ...

Meracie ...

Nastavenie T_1

Postup ...

Časový ...

Určenie U_z ...

Tabuľka ...

Tabuľka ...

Grafy

Vyhodnotenie ...

Úloha

Zistite rázovú charakteristiku výbojkovej bleskoistky:

1. meraním zistite zapalovacie napätie výbojkovej bleskoistky pre rôzne tvary skúšobného impulzu napätia;
2. z údajov nameraných pomocou osciloskopa, zostrojte rázovú charakteristiku výbojkovej bleskoistky;
3. namerané výsledky porovnajte s teoretickými poznatkami a uveďte ich vo vyhodnotení merania.

Úloha laboratórneho cvičenia je zameraná na konštrukciu rázovej charakteristiky výbojkovej bleskoistky.

Použijú sa bleskoistky s rôznym menovitým napätím od rôznych výrobcov.

Experimentom zistí sa odozva bleskoistky na impulzy napätia s definovaným tvarom čela impulzu.

Úloha

Definícia ...

Tvary ...

Generátor ...

Analýza ...

Schéma ...

Meracie ...

Nastavenie T_1

Postup ...

Časový ...

Určenie U_z ...

Tabuľka ...

Tabuľka ...

Grafy

Vyhodnotenie ...



Definícia rázovej charakteristiky

Vlastnosti elektrického zariadenia počas namáhania impulzami napätia vyjadruje rázová charakteristika.

Rázová charakteristika udáva závislosť amplitúdy useknutého impulzu napätia od jeho trvania, pozri obr. 14.1b.

Zisťuje sa impulzmi napätia s rovnakým tvarom, ale s premenlivou amplitúdou. Jej priama konštrukcia je možná len pre zariadenia so samočinne obnovujúcou sa izoláciou (izolácia, ktorá po priereze úplne obnoví svoje izolačné schopnosti).

Rázová charakteristika využíva sa pri koordinácii izolácie.

Úloha

Definícia ...

Tvary ...

Generátor ...

Analýza ...

Schéma ...

Meracie ...

Nastavenie T_1

Postup ...

Časový ...

Určenie U_z ...

Tabuľka ...

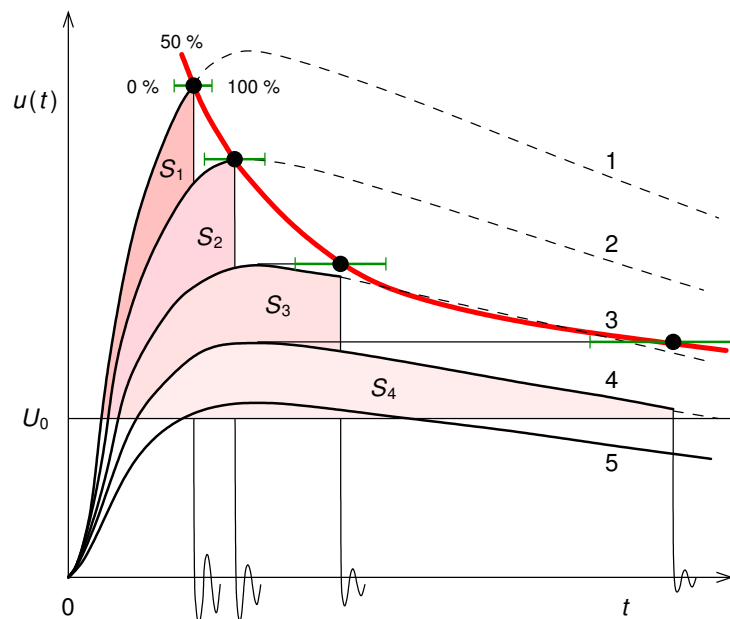
Tabuľka ...

Grafy

Vyhodnotenie ...



Rázová charakteristika výbojkovej bleskoistky



Obr. 2.1 Konštrukcia rázovej charakteristiky: U_0 – preskokové napätie; S_1 – S_4 – plocha „napätie–čas“

Na **obr. 2.1** určujú rázovú charakteristiku hodnoty preskokového napätia (časové priebehy 1 až 4). Postupným zväčšovaním amplitúdy impulzu napätia vznikne preskok najprv v tyle impulzu, potom v maxime a napokon, ďalším zväčšovaním amplitúdy impulzu napätia, vznikne preskok v čele impulzu. Časový priebeh impulzu napätia označovaný číslicou 5 naznačuje, že preskok nenastal a nemá už vplyv na konštrukciu rázovej charakteristiky meraného elektrického zariadenia.

Úloha

Definícia ...

Tvary ...

Generátor ...

Analýza ...

Schéma ...

Meracie ...

Nastavenie T_1

Postup ...

Časový ...

Určenie U_z ...

Tabuľka ...

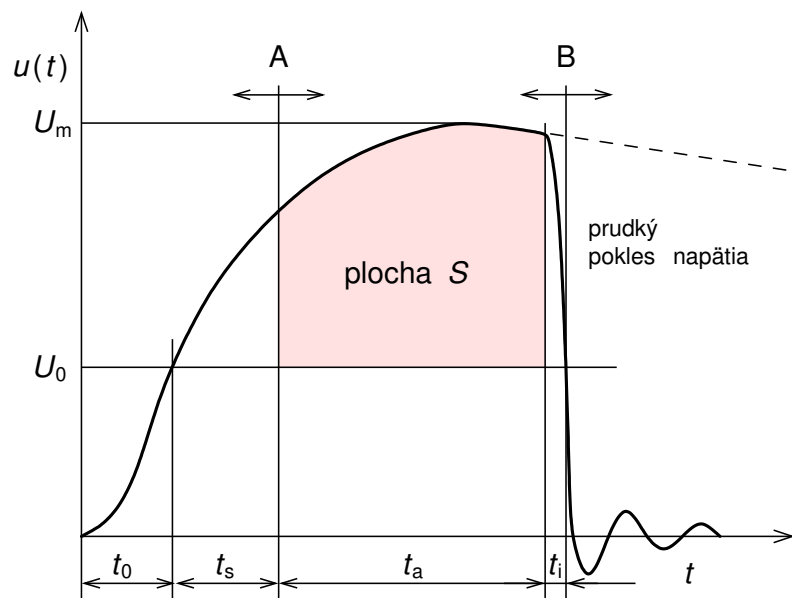
Tabuľka ...

Grafy

Vyhodnotenie ...

Procesy súvisiace s oneskorením a zapálením výboja

Elektrický výboj v plyne a procesy súvisiace s týmto výbojom v skutočnosti trvajú určitý čas.



Obr. 2.2 Impulz napätia: oneskorenie a zapálenie výboja

Pre doskovú vzdialenosť centimetre až metre trvá proces elektrického výboja v plyne maximálne niekoľko mikrosekúnd. Oneskorenie výboja t_d skladá sa zo štatisticky neurčitého času t_s a času výstavby výboja t_a .

Úloha

Definícia ...

Tvary ...

Generátor ...

Analýza ...

Schéma ...

Meracie ...

Nastavenie T_1

Postup ...

Časový ...

Určenie U_z ...

Tabuľka ...

Tabuľka ...

Grafy

Vyhodnotenie ...

Celkový čas do preskoku t_d

Dôkladným výskumom zistilo sa, že nehľadiac na prekročenie statického preskokového napätia U_0 , prieraz začne v čase $t = t_0$, keď po štatisticky neurčitom čase t_s vznikne štartovací elektrón a vodivý kanál za čas výstavby výboja t_a **obr. 2.2**.

Čas od vzniku výboja (prúdu), t. j. do poklesu napätia, nazýva sa čas vzniku iskrového výboja t_i . Celkový čas do preskoku t_d (oneskorenie výboja) pozostáva zo súčtu týchto štyroch časov

$$t_d = t_0 + t_s + t_a + t_i. \quad (2.1)$$

Vo vzduchu štatisticky neurčitý čas t_s má pre doskovú vzdialenosť nad 1 milimeter trvanie niekoľko desiatok nanosekúnd, čo je veľmi krátky čas.

Úloha

Definícia ...

Tvary ...

Generátor ...

Analýza ...

Schéma ...

Meracie ...

Nastavenie T_1

Postup ...

Časový ...

Určenie U_z ...

Tabuľka ...

Tabuľka ...

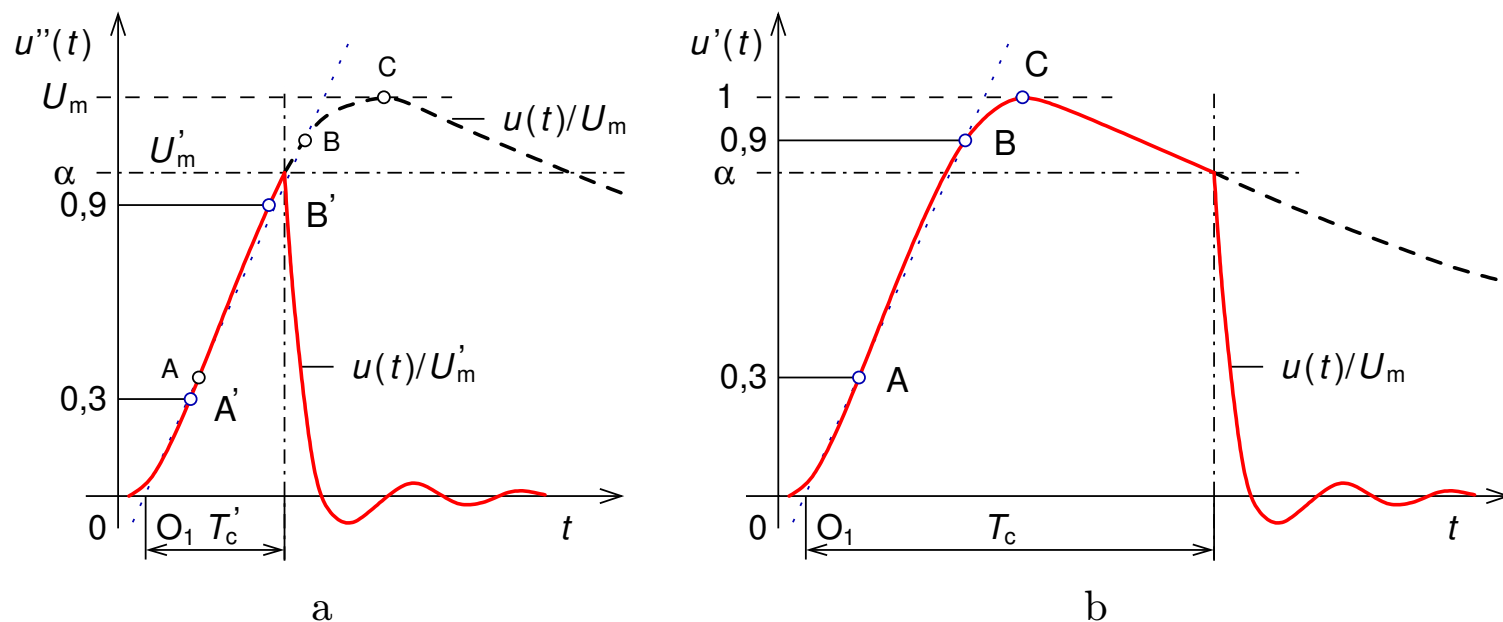
Grafy

Vyhodnotenie ...



Tvary useknutých impulzov napätia

Na **obr. 3.1** sú zobrazené časové priebehy dvoch typov impulzov napätia s useknutým tvarom; líšia sa navzájom okamihom useknutia, ktorý je alebo v čele impulzu alebo v tyle impulzu.



Obr. 3.1 Kusý impulz napätia: a – useknutie v čele impulzu; b – useknutie v tyle impulzu

Na obr. **3.1a** vidno posun bodu A do bodu A' a posun bodu B do bodu B' vyplývajúci zo zmeny amplitúdy U'_m useknutého impulzu napätia.

Úloha

Definícia ...

Tvary ...

Generátor ...

Analýza ...

Schéma ...

Meracie ...

Nastavenie T_1

Postup ...

Časový ...

Určenie U_z ...

Tabuľka ...

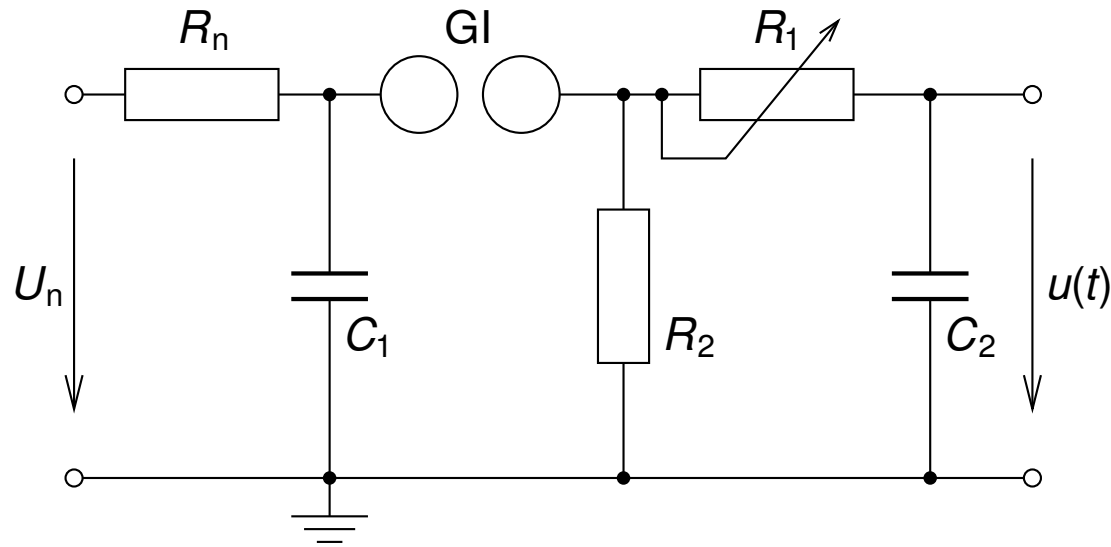
Tabuľka ...

Grafy

Vyhodnotenie ...

6

Generátor impulzov napätia



Obr. 4.1 Schéma generátora impulzov napätia

GI	guľové iskrisko
U_n	napätie jednosmerného zdroja
R_n	nabíjací rezistor
C_1, C_2	kondenzátor
R_1	rezistor v sériovej vetve (nastaviteľný)
R_2	rezistor v paralelnej vetve
$u(t)$	výstupný impulz napätia

Úloha

Definícia ...

Tvary ...

Generátor ...

Analýza ...

Schéma ...

Meracie ...

Nastavenie T_1

Postup ...

Časový ...

Určenie U_z ...

Tabuľka ...

Tabuľka ...

Grafy

Vyhodnotenie ...



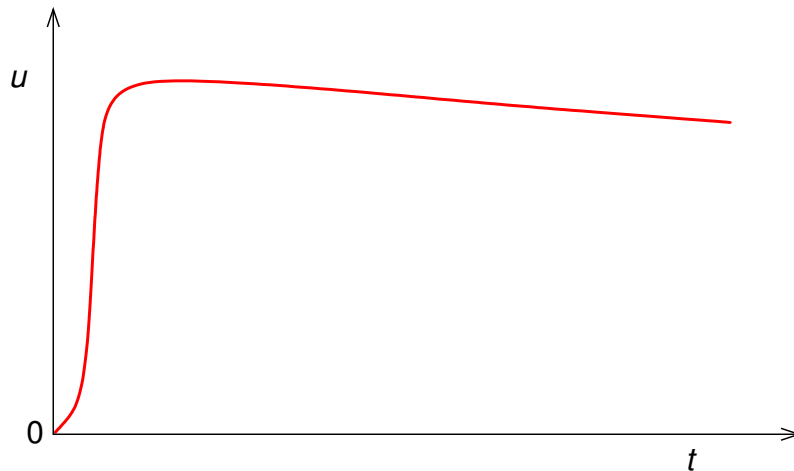
Analýza obvodu generátora impulzov napätia

Výstupné napätie $u(t)$ z generátora impulzov napätia vypočíta sa

$$u(t) = \frac{U_n}{R_1 C_2} \cdot \frac{\tau_1 \tau_2}{\tau_1 - \tau_2} \left(e^{-t/\tau_1} - e^{-t/\tau_2} \right), \quad (5.1)$$

časové konštanty τ_1 a τ_2 :

$$\tau_1 = R_2 (C_1 + C_2); \quad \tau_2 = R_1 \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}. \quad (5.2)$$



Obr. 5.1 Atmosférický impulz napätia

Úloha

Definícia ...

Tvary ...

Generátor ...

Analýza ...

Schéma ...

Meracie ...

Nastavenie T_1

Postup ...

Časový ...

Určenie U_z ...

Tabuľka ...

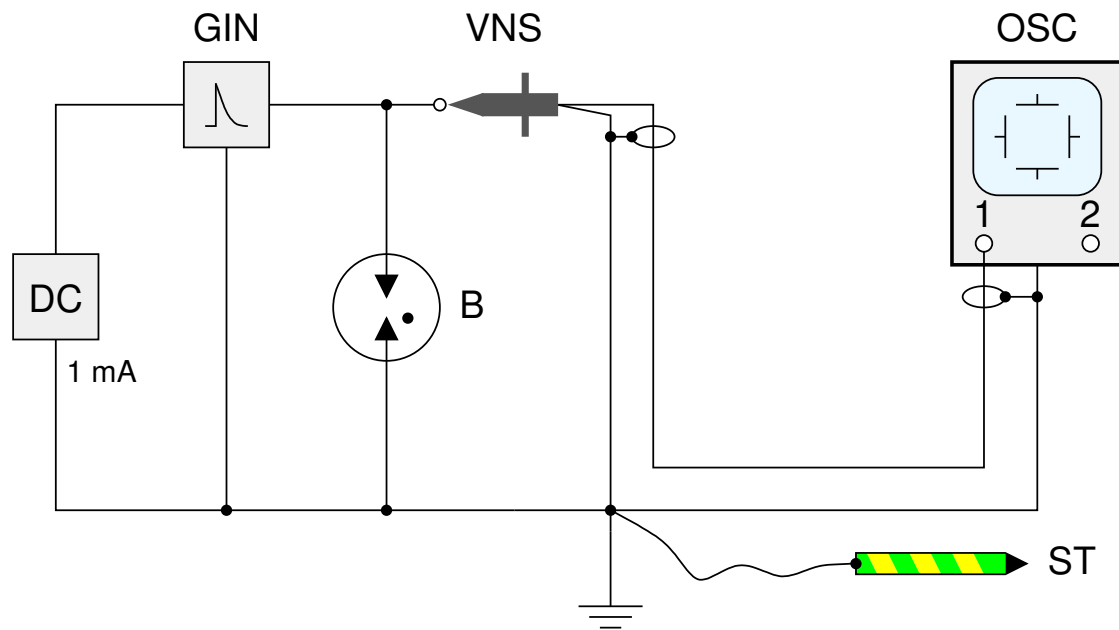
Tabuľka ...

Grafy

Vyhodnotenie ...



Schéma zapojenia



Obr. 6.1 Schéma zapojenia meracieho obvodu

DC	zdroj jednosmerného napätia
GIN	generátor impulzov napätia
B	meraná bleskoistka
VNS	odporový delič napätia (1 000 : 1)
OSC	osciloskop
ST	skratovacia tyč

Úloha

Definícia ...

Tvary ...

Generátor ...

Analýza ...

Schéma ...

Meracie ...

Nastavenie T_1

Postup ...

Časový ...

Určenie U_z ...

Tabuľka ...

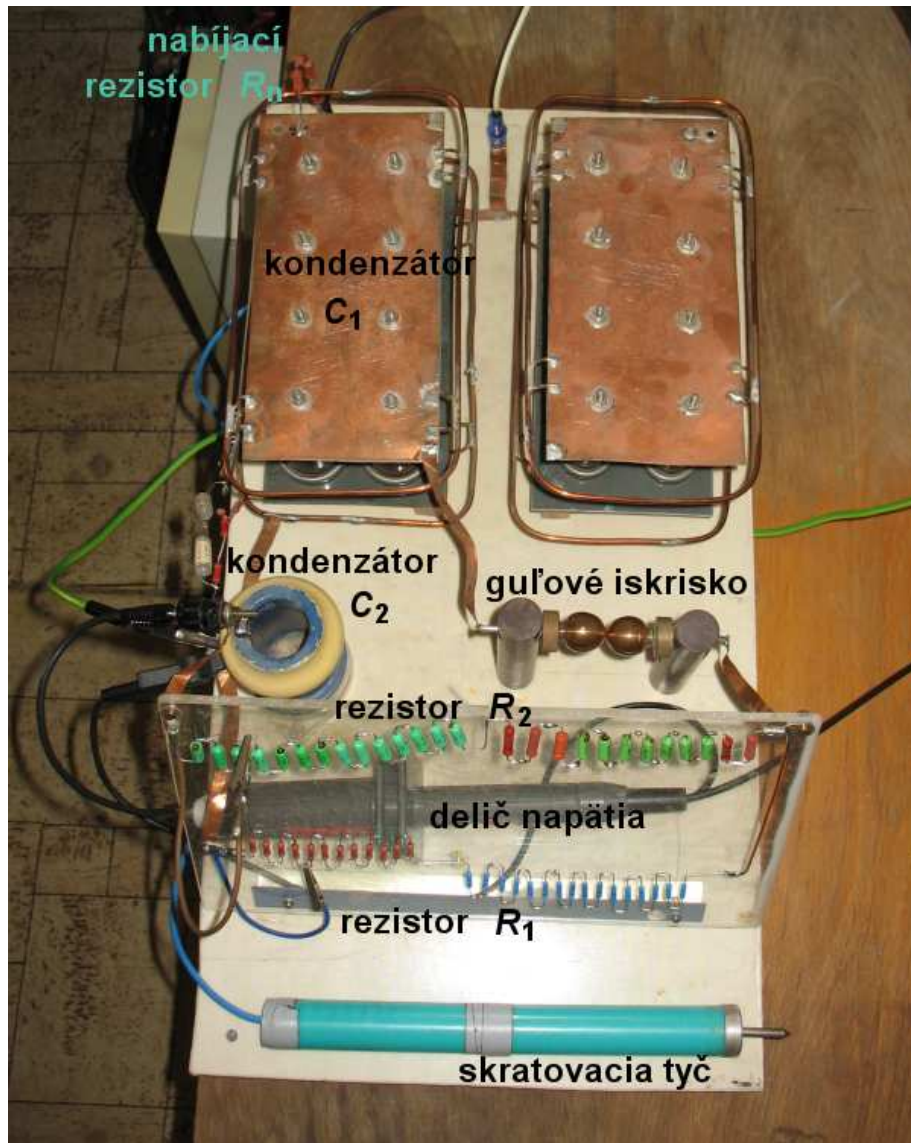
Tabuľka ...

Grafy

Vyhodnotenie ...



Meracie pracovisko



Obr. 7.1 Rozloženie meracieho obvodu

1. Delič napätia (VNS) pripojiť na výstup GIN a zapojiť do kanála č. 1 (resp. A) OSC.
2. Pamäťový osciloskop nastaviť do režimu NORM, resp. do režimu SINGLE.
3. Jednosmerné napätie na zdroji DC nastaviť na hodnotu väčšiu ako je preskokové napätie na guľovom iskrisku.

Pozor na správne uzemnenie!

Úloha

Definícia ...

Tvary ...

Generátor ...

Analýza ...

Schéma ...

Meracie ...

Nastavenie T_1

Postup ...

Časový ...

Určenie U_z ...

Tabuľka ...

Tabuľka ...

Grafy

Vyhodnotenie ...

10

Nastavenie T_1



Obr. 8.1 Zapojenie rezistorov na prednom paneli generátora impulzov napätia

vytvorený sériovým radením 28 rezistorov. Aj v tomto prípade určitá časť (16 rezistorov) je určená na nastavenie požadovanej hodnoty, ostatné slúžia na dosiahnutie minimálnej hodnoty odporu R_2 , ktorá činí 495Ω . Celková hodnota odporu $R_2 = 1\,031,6 \Omega$.

Požadovaná hodnota odporu R_1 nastaví sa vo vypnutom stave pomocou spájacích vodičov.

Odpor R_1 je vytvorený sériovým radením rezistorov, pričom časť z nich (14 rezistorov) slúži na nastavenie požadovanej hodnoty; ostatné slúžia na dosiahnutie minimálnej hodnoty odporu R_1 , ktorá činí $91,1 \Omega$. Celková hodnota odporu R_1 je $1\,031,6 \Omega$. V tab. 12.1 sú uvedené požadované hodnoty R_1 . Odpor R_2 je

Úloha

Definícia ...

Tvary ...

Generátor ...

Analýza ...

Schéma ...

Meracie ...

Nastavenie T_1

Postup ...

Časový ...

Určenie U_z ...

Tabuľka ...

Tabuľka ...

Grafy

Vyhodnotenie ...

1

1

Postup merania

1. odvieť zvyškový náboj na kondenzátore C_1 skratovacou tyčou;
2. nastaviť odpor R_2 na hodnotu, ktorá spôsobí pokles tyla impulzu napätia na polovičnú hodnotu za čas $50 \mu\text{s}$ ($T_2 \approx 50 \mu\text{s}$);
3. nastaviť odpor R_1 na požadovanú hodnotu;
4. spustiť osciloskop;
5. zapnúť jednosmerný zdroj – nabíjanie kondenzátora C_1 ;
6. z osciloskopu odčítať namerané veličiny, pozri obr. **10.1**;
7. vzorové priebehy zaznamenať na záznamové médium.

***Dodržiavajte bezpečnosť pri práci
a obsluhu na elektrických zariadeniach!***

Úloha

Definícia ...

Tvary ...

Generátor ...

Analýza ...

Schéma ...

Meracie ...

Nastavenie T_1

Postup ...

Časový ...

Určenie U_z ...

Tabuľka ...

Tabuľka ...

Grafy

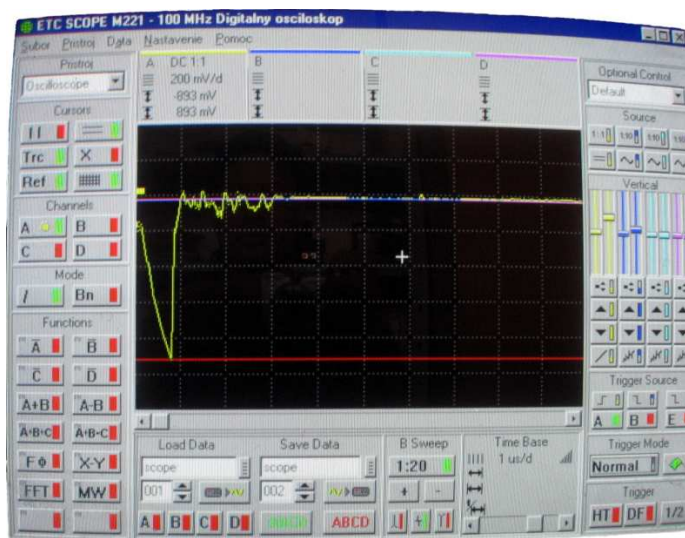
Vyhodnotenie ...

1 2

Časový záznam odozvy bleskoistky na impulz napätia



(a) – meracia zostava



(b) – časový priebeh

Obr. 10.1 Odozva bleskoistky na záporný impulz napätia

Úloha

Definícia ...

Tvary ...

Generátor ...

Analýza ...

Schéma ...

Meracie ...

Nastavenie T_1

Postup ...

Časový ...

Určenie U_z ...

Tabuľka ...

Tabuľka ...

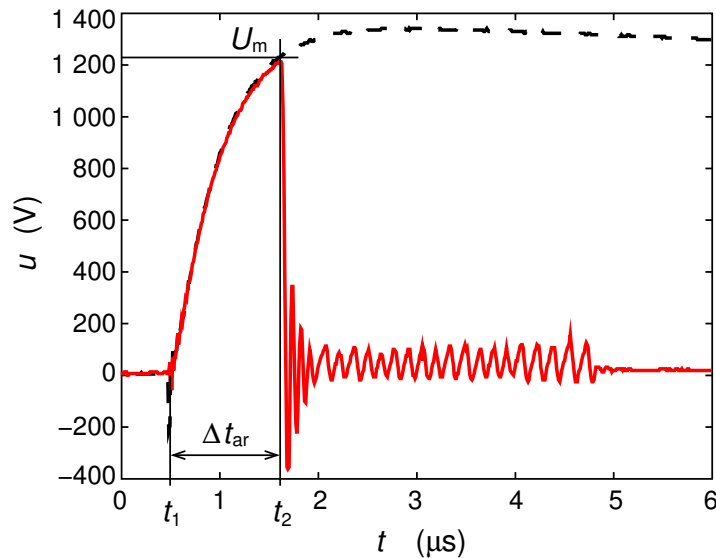
Grafy

Vyhodnotenie ...

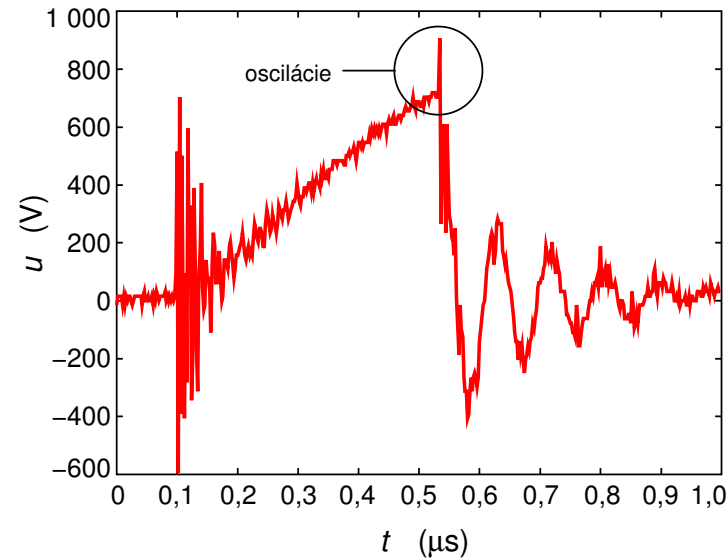
1

3

Určenie U_z a Δt_{ar}



(a) – určenie hľadaných veličín



(b) – oscilácie v okamihu preskoku

Obr. 11.1 Časový priebeh napätia

Čas označený $\Delta t_{ar} = t_2 - t_1$ reprezentuje časový úsek daný okamihom začiatku nábehu impulzu napätia t_1 až po okamih preskoku medzi elektródami bleskoistky t_2 .

Oscilácie v čase useknutia impulzu napätia, ktoré zvyšujú skutočnú hodnotu zapalovacieho napätia bleskoistky, treba odlíšiť pomocou vhodného nastavenia časovej základne osciloskopa; $U_m = U_z$.

Pre každé nastavené trvanie čela T_1 treba realizovať aspoň päť meraní.

Úloha

Definícia ...

Tvary ...

Generátor ...

Analýza ...

Schéma ...

Meracie ...

Nastavenie T_1

Postup ...

Časový ...

Určenie U_z ...

Tabuľka ...

Tabuľka ...

Grafy

Vyhodnotenie ...

1

4

Tabuľka nameraných veličín 1

Typ bleskoistky:										
Odpor (Ω)	Trvanie čela (μs)	Zapaľovacie napätie bleskoistky <i>záporná polarita</i> (V)						Začiatok nábehu impulzu	Okamih preskoku	Trvanie impulzu
								(μs)		
R_1	T_1	u_{z1}	u_{z2}	u_{z3}	u_{z4}	u_{z5}	u_z	t_1	t_2	Δt_{ar}
91,1	0,379									
106,1	0,401									
121,2	0,470									
143,3	0,576									
173,3	0,598									
203,3	0,718									
271,3	0,935									
346,2	1,230									
428,2	1,453									
510,4	1,634									
592,5	1,920									
683,2	2,316									
792,4	2,602									
901,3	2,911									
1 031,6	3,301									

Tabuľka 12.1 Namerané veličiny: údaje na konštrukciu rázovej charakteristiky pre zápornú polaritu skúšobného napätia

Pre nastavenú hodnotu odporu R_1 zistí sa zodpovedajúce trvanie čela namerané na laboratórnom cvičení č. 1.

1

5

Grafy

Vyhodnotenie ...

Úloha

Definícia ...

Tvary ...

Generátor ...

Analýza ...

Schéma ...

Meracie ...

Nastavenie T_1

Postup ...

Časový ...

Určenie U_z ...

Tabuľka ...

Tabuľka ...

Tabuľka nameraných veličín 2

Typ bleskoistky:										
Odpor (Ω)	Trvanie čela (μs)	Zapaľovacie napätie bleskoistky <i>kladná polarita</i> (V)						Začiatok nábehu impulzu	Okamih preskoku	Trvanie impulzu
								(μs)		
R_1	T_1	u_{z1}	u_{z2}	u_{z3}	u_{z4}	u_{z5}	u_z	t_1	t_2	Δt_{ar}
91,1	0,379									
106,1	0,401									
121,2	0,470									
143,3	0,576									
173,3	0,598									
203,3	0,718									
271,3	0,935									
346,2	1,230									
428,2	1,453									
510,4	1,634									
592,5	1,920									
683,2	2,316									
792,4	2,602									
901,3	2,911									
1 031,6	3,301									

Tabuľka 13.1 Namerané veličiny: údaje na konštrukciu rázovej charakteristiky pre kladnú polaritu skúšobného napätia

Úloha

Definícia ...

Tvary ...

Generátor ...

Analýza ...

Schéma ...

Meracie ...

Nastavenie T_1

Postup ...

Časový ...

Určenie U_z ...

Tabuľka ...

Tabuľka ...

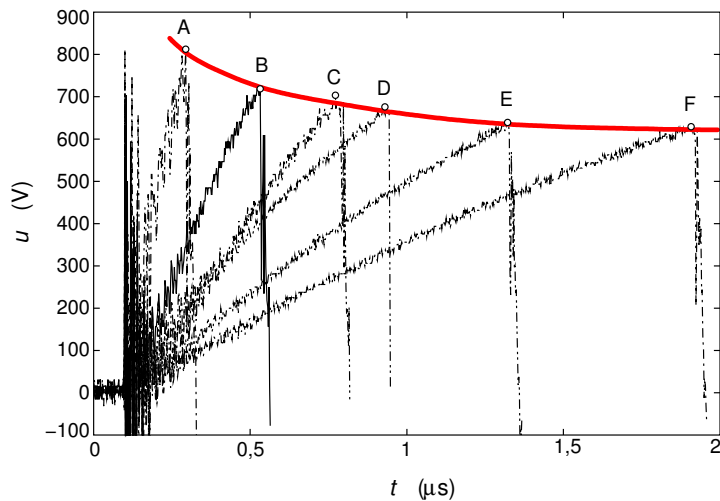
Grafy

Vyhodnotenie ...

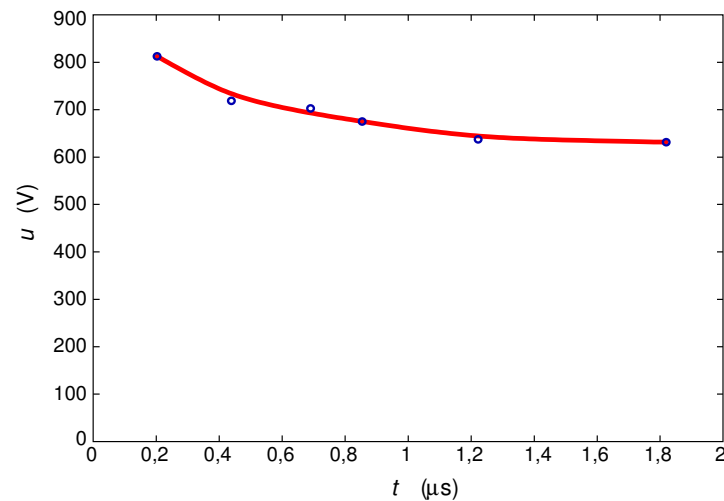
1

6

Grafy



a



b

Obr. 14.1 Príklad grafických závislostí výbojkovej bleskoistky: a – reálne namerané časové priebehy useknutého impulzu napätia na výbojkovej bleskoistke UC 230 Q (použité boli impulzy napätia so zápornou polaritou); b – konštrukcia rázovej charakteristiky výbojkovej bleskoistky

Na konštrukciu rázovej charakteristiky výbojkovej bleskoistky, pre obidve polaritty skúšobného impulzu napätia, použite údaje Δt_{ar} a u_z zapísané v tab. 12.1 a tab. 13.1.

Úloha

Definícia ...

Tvary ...

Generátor ...

Analýza ...

Schéma ...

Meracie ...

Nastavenie T_1

Postup ...

Časový ...

Určenie U_z ...

Tabuľka ...

Tabuľka ...

1

7 Grafy

Vyhodnotenie ...

Vyhodnotenie a záver

Vo vyhodnotení uvažujte stanovené ciele, ktoré sú uvedené v kapitole „**Úloha**“ na str. 1:

1. zmeny zapalovacieho napätia v závislosti od trvania čela skúšobného impulzu napätia T_1 ;
2. konštrukcia rázovej charakteristiky výbojkovej bleskoistky na rôzne menovité napätie;
3. vzájomné porovnanie rázovej charakteristiky pre kladnú polaritu a zápornú polaritu skúšobného impulzu napätia;
4. vzájomné porovnanie rázovej charakteristiky výbojkovej bleskoistky na rôzne menovité napätie.

Úloha

Definícia ...

Tvary ...

Generátor ...

Analýza ...

Schéma ...

Meracie ...

Nastavenie T_1

Postup ...

Časový ...

Určenie U_z ...

Tabuľka ...

Tabuľka ...

Grafy

Vyhodnotenie ...

1

8