

## 40. Mnohokanálový analyzátor impulzov. Meranie na zosilňovači

### 1. Všeobecná časť

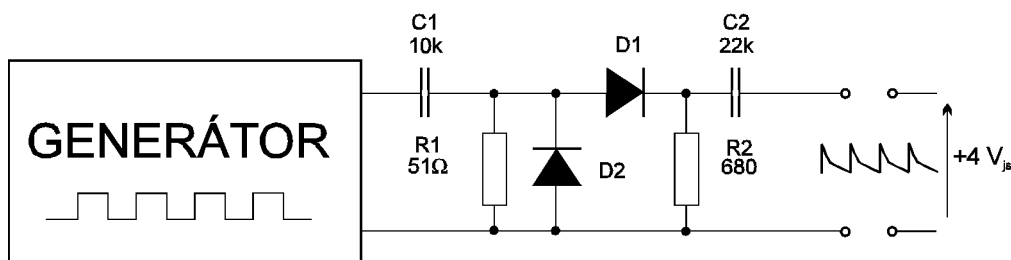
Zosilňovač je prvým stupňom mnohokanálového analyzátoru impulzov (predzosilňovač býva zaradený tesne za detektorom). Jeho úlohou je prispôbiť výstupné impulzy z predzosilňovača (alebo priamo z detektora) vstupnej úrovni analógovo-číslicového prevodníka. Preto má nastaviteľné zosilnenie a to po určitých diskretných hodnotách, aj spojitou, pomocou potenciometra (v novších prístrojoch býva viacotáčkový, so stupnicou).

Od takéhoto zosilňovača požadujeme vysokú linearitu, dlhodobú časovú stabilitu zosilnenia a nízku úroveň šumového napätia na výstupe. Pred prvým meraním na neznámom mnohokanálovom analyzátoze impulzov je potrebné si aspoň krátkym meraním overiť a skontrolovať linearitu zosilňovača pri rôznych hodnotách nastaveného zosilnenia.

Keďže zosilňovače tohto typu bývajú väčšinou impulzné, t. j. neprenášajú jednosmernú zložku, nemôžeme priamo merať diferenciálnu linearitu superpozíciou malého striedavého signálu na jednosmerné vstupné napätie. Postačí nám orientačné meranie zosilnenia pri rôznych prípustných veľkostiach vstupného signálu, až po obmedzenie na výstupe.

V tomto cvičení budeme pracovať so 400-kanálovým analyzátorom **SA41** francúzskej firmy *Intertechnique*. Namiesto detektora ionizujúceho žiarenia budeme ako náhradný zdroj používať generátor obdĺžnikových impulzov; výšku impulzu budeme merať osciloskopom.

Obdĺžnikový priebeh z generátora nie je vhodný na priame použitie. Aby sme na vstup zosilňovača dostali dostatočne krátke kladné impulzy, upravujeme obdĺžnikový priebeh jednoduchým tvarovacím obvodom:



Obr. 40.1: Tvarovací obvod. Vstup zosilňovača nie je na nulovom potenciáli, ale je naň pripojené napätie +4 V; toto napätie sa môže použiť na napájanie prípadného invertora polarity impulzov (takéto riešenie si zvolil výrobca). Preto je výstup tohto obvodu oddelený ešte kondenzátorom C2.

**Kontrolná otázka:** Načo sú potrebné dióda D2 a odpor R2? Čo by sa stalo keby tam neboli (napr. pri odpojenom vstupe zosilňovača)?

Okrem generátora obdĺžnikového priebehu napätia použijeme v druhej časti aj jednoduchý ciachovný generátor impulzov firmy KFKI Budapest, vyvinutý špeciálne na tento účel. (Ortuťové relé, spínané na sieťovej frekvencii, ktoré kľúči stabilizované jednosmerné napätie; výstup sa dá nastaviť pomocou niekoľkých presných deličov a v poslednom stupni 10-otáčkovým potenciometrom).

### Technické údaje zosilňovača:

Kladný vstup, vstupná impedancia 500  $\Omega$  až 11 k $\Omega$  (podľa aktuálneho nastavenia), doba nábehu 0,3  $\mu$ s, teplotná stabilita 0,02 %/ $^{\circ}$ C, výstupná impedancia <10  $\Omega$ . Maximálne zosilnenie 400, realizované v dvoch stupňoch (20x20), prepínateľné deličom v stupňoch 1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16 a 1/32; a jemne potenciometrom od 1 po 0,5. Možné reálne hodnoty zosilnenia sú teda od 6,25 po 400.

Výstup zosilňovača sa pripája na vstup ADC konvertora (analogovo-číslicového prevodníka) s rozsahom vstupného napätia od 0 po +8 V.

## 2. Zadanie a postup merania

**Úloha 1:** Kanál 1 osciloskopu pripojte na vstup zosilňovača, kanál 2 na výstup. Osciloskop synchronizujte na kanál 1. Pri rozsahu časovej základne 0,5 $\mu$ s/cm zmerajte dobu nábehu (oneskorenie maxima na výstupe voči vstupnému impulzu).

<b>1) doba nábehu zosilňovača:</b>		generátor: 1 kHz výška imp. 10 mV		zosilnenie A = 1/2 x 1 (diskrétno x spojité)	
		<b>osciloskop:</b>		<b>meranie:</b>	
		synchronizácia: kanál 1	časová základňa: 0,5 $\mu$ s/cm	kanál 1: vstup zosilňovača + generátor	kanál 2: výstup zosilňovača
vstup 10 mV				oneskorenie $\mu$ s = ?	

**Úloha 2A:** Pri nastavenom vstupnom deliči A = 1 x 1 a vstupnej frekvencii 10 kHz zmerajte skutočné zosilnenie pri výške vstupného impulzu 5, 10, 20, 30 a 40 mV. Namerané hodnoty si zapíšte do tabuľky.

Zmerajte vstupné napätie pri výške výstupných impulzov 8 V. Pri tejto hodnote vypočítajte skutočné zosilnenie.

Nájdite výstupné napätie, pri ktorom sa už začína obmedzenie výstupného impulzu.

Tabuľka nameraných a vypočítaných hodnôt

Tabuľka 40.1

<b>A) Vstup z generátora obdĺžnikového napätia</b>		$f = 10 \text{ kHz}$	zosilnenie
<b>zosilnenie <math>A = 1 \times 1</math></b>			
vstup mV		výstup V	
5 mV			A =
10 mV			A =
20 mV			A =
40 mV			A =
?? mV		<b>8 V</b>	A =
max. výška vstupu pri ktorej už začína zosilňovač obmedzovať mV ??		V	A =

Tabuľka nameraných a vypočítaných hodnôt

Tabuľka 40.2

<b>A) Vstup z ciachovného generátora</b>		$f = 50 \text{ Hz}$	zosilnenie
<b>zosilnenie <math>A = 1/4 \times 0,5</math></b>			
vstup mV		výstup V	
5 mV			A =
10 mV			A =
20 mV			A =
40 mV			A =
?? mV		<b>8 V</b>	A =
max. výška vstupu pri ktorej už začína zosilňovač obmedzovať mV ??		V	A =

Výsledkami vyplňte len hrubo orámované rámčeky.

## Príloha

### Najčastejšie používané konštanty v jadrovej fyzike a technike

Rýchlosť šírenia sa elektromagnetického vlnenia vo vákuu (fázová)	$c=2,99793 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$
Avogadrova konštanta $L, N_A$	$L=6,023 \cdot 10^{26} \text{ kmol}^{-1}$
Normálny mólový objem	$V_{mn}=22,41 \text{ m}^3 \text{ kmol}^{-1}$
Mólová plynová konštanta	$R=8314 \text{ J kmol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Boltzmanova konštanta	$k=1,380 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$
Planckova konštanta	$h=6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
Elementárny elektrický náboj	$e=1,6021 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Merný náboj elektrónu	$e/m_e=1,7589 \cdot 10^{11} \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1}$
Komptonova vlnová dĺžka a) elektrónu	$\lambda_e=2,426 \cdot 10^{-12} \text{ m}$
b) protónu	$\lambda_p=1,321 \cdot 10^{-15} \text{ m}$
Klasický polomer elektrónu	$r_e=2,81777 \cdot 10^{-15} \text{ m}$
Konštanta jemnej štruktúry	$\alpha=1/137,039$
Bohrov magnetón	$\mu_B=9,2732 \cdot 10^{-24} \text{ A} \cdot \text{m}^2$
Jadrový magnetón	$\mu_N=5,0505 \cdot 10^{-27} \text{ A} \cdot \text{m}^2$
Unifikovaná hmotnostná jednotka	$m_u=1,66053 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Pokojuv hmotnosť a) elektrónu	$m_e=9,1091 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
b) protónu	$m_p=1,6725 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
c) neutrónu	$m_n=1,6782 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
d) alfa-častice	$m_\alpha=6,6444 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Jednotka rádioaktivity	$1 \text{ Bq}=\text{s}^{-1}, 1 \text{ Ci}=3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$
Jednotka účinného prierezu	$\sigma=\text{m}^2$
Permitivita vákua	$\epsilon_0=8,8543 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$
Permeabilita vákua	$\mu_0=1,2566 \cdot 10^{-6} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$