

## Mintavételező és tartó áramkörök

### 1. A dolgozat célja

A mintavételező és tartó (Sample and Hold – S/H) áramkörök működésének vizsgálata, a tároló kondenzátor értékének és minőségének a hatása a kimeneti feszültségre.

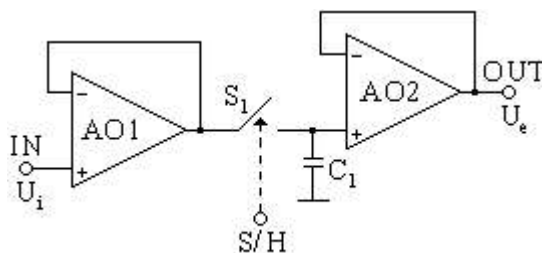
Dinamikus jellemzők, mintavételezési idő, késési idő mérése. Valódi mintavételezés tanulmányozása a lépcsős feszültségjel megjelenítésével a S/H áramkör kimenetén.

Integrált NE5537 mintavételező áramkör paramétereinek vizsgálata.

### 2. Elméleti bevezető

A mintavételező és tartó áramkörök egyenlő időközönként mintát vesznek a mérendő feszültségből és azt az értéket megtartják az analóg-digitál átalakítás időtartamára. Az analóg jel tárolását végzik relatív rövid időre ( $1\mu\text{s} - 1\text{s}$ ). Az áramkör alapvető alkotó része a kondenzátor, mely meghatározza az áramkör dinamikus jellemzőit, ezért nagyon jó minőségű kell, hogy legyen.

A 8. 1. ábrán a mintavételező és tartó áramkör elvi kapcsolási rajza látható.



8.1. ábra

A műveleti erősítők feszültségismétlő kapcsolásban működnek. Az első műveleti erősítő nagy bemeneti impedanciát biztosít, hogy az áramkör ne befolyásolja a mérendő feszültséget, ugyanakkor kis kimeneti impedanciát is eredményez, hogy a kondenzátor minél gyorsabban töltődjön fel. A második műveleti erősítő nagy bemeneti impedanciáján keresztül a kondenzátor lassan sül ki.

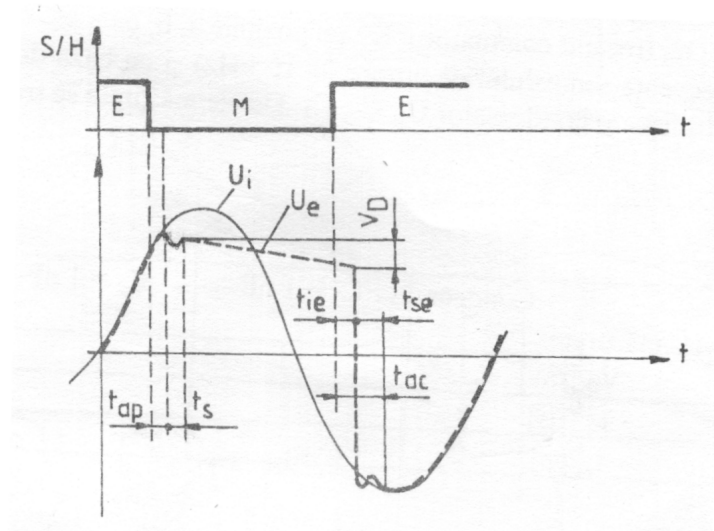
A mintavételezésnél az  $S_1$  kapcsoló zárt, a  $C_1$  feltöltődik, az időállandó:

$$t_t = (r_o + r_k)C_1 \quad (8.1.)$$

$r_o$  – AO1 műveleti erősítő kimeneti ellenállása

$r_k$  – a kapcsoló átmeneti ellenállása zárt állapotban.





8.4. ábra

$t_{ap}$  -késési idő (apertúra idő). A vezérlőjel tartás parancsa után a kimenet még követi egy bizonyos ideig a bemenetet (2 - 200ns). Nem állandó, függ a bemenőjel változási sebességétől  $\frac{du_i}{dt}$

$t_s$  -stabilizálódási idő, az az idő, ami alatt a kimenő jel lengése a megengedett érték alá csökken. A lengések a tartásra való áttérés pillanatában jelennek meg

$t_{ie}$  - mintavételezési késés. A vezérlés pillanatától a kimenet változásáig eltelt idő.

$t_{se}$  -stabilizálódási idő. A tartási állapotból a mintavételezési állapotba való átmenetkor szintén lengések jelennek meg, melyek egy idő után a megengedett érték alá csökkennek

$t_{ac}$  -mintavételezési idő,  $t_{ac} = t_{ie} + t_{se}$

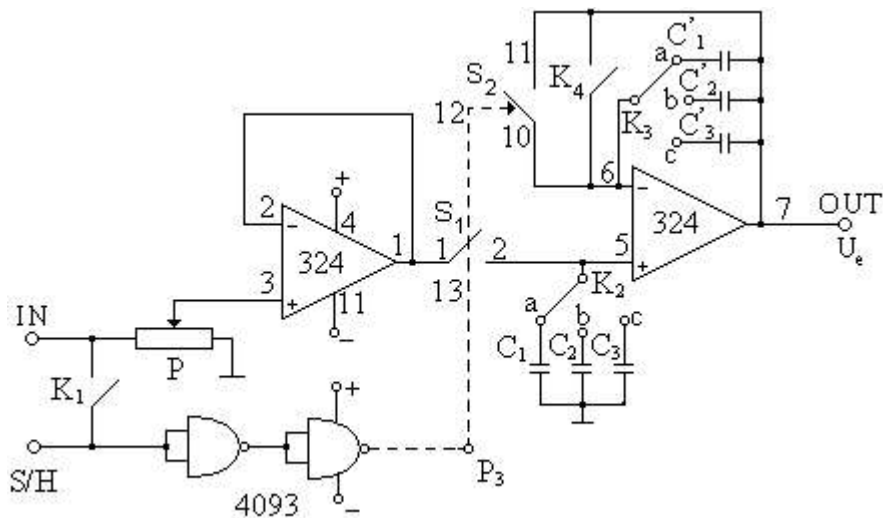
$V_d$  -a kimeneti feszültség változása a tartási idő alatt.

Az ofszet és a  $V_d$  feszültségek változása meghatározó lassan változó jelek és hosszú tartási idő esetén.

A késési idő ( $t_{ap}$ ) és a mintavételezési idő ( $t_{ac}$ ) meghatározza a bemenő jel maximális frekvenciáját, egy adott mintavételezési frekvencia esetén.

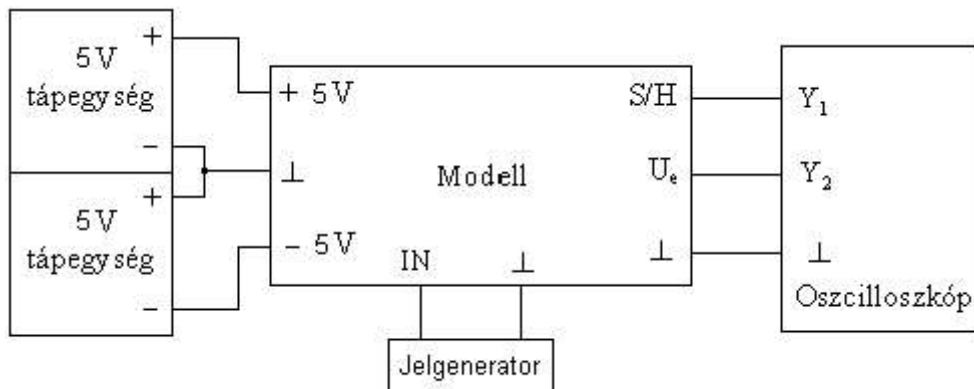
### 3. A mérés menete

A laboratóriumi-mérőhelyen (8.5.ábra) egy mintavételező tartó (S/H) áramkört találunk, melyhez különböző tároló kondenzátorokat kapcsolunk.  $C_1=1\text{nF}$  keramikus,  $C_2=1\text{nF}$  sztiroflex és  $C_3=10\text{nF}$  sztiroflex kondenzátorok. A gyakorlat folyamán vizsgáljuk, hogy a kondenzátorok típusa és értéke hogyan befolyásolják a 8.4. ábrán feltüntetett paramétereiket.



8.5. ábra

**3.1.** Először a 8.1.ábrának megfelelő áramkört hozzuk létre,  $K_4=1$  zárt pozícióban zövidre zárja a műveteli erősítő visszacsatolásában lévő kondenzátorokat.  $K_1$  kapcsoló zárt helyzete biztosítja, hogy ugyanaz a jel legyen a bemeneten (IN), mint amiből a vezérlőjelet (S/H) alakítjuk ki. Az áramkört a 8. 6. ábrának megfelelően kötjük be.



8.6. ábra

A jelgenerátorból 100 Hz frekvenciájú és  $5V_{cs-cs}$  amplitúdójú jelet állítunk be. A kétsugaras oszcilloszkópon megjelenítjük a vezérlőjelet (a  $P_3$  pont = S/H) valamint a kimenőjelet  $U_e$  (OUT). Lerajzoljuk a kimenőjel formáját és meghatározzuk a tartott jel (feszültség),  $V_D$  változását a három különböző kondenzátor esetében. A kondenzátorokat a  $K_2$  kapcsoló segítségével váltogatjuk.

Megnöveljük a jel frekvenciáját ( $\approx 10$  kHz) és az oszcilloszkóp második időalapját használva, megmérjük a  $t_{ap}+t_s$  és  $t_{ac}$  időket, mindhárom kondenzátor esetén. Az adatokat a 8. 1. táblázatba írjuk.

8.1.táblázat

Frekvencia	Kondenzátor	$C_1 = 1nF$	$C_2 = 1nF$	$C_3 = 10nF$
	Mért érték			
50÷100Hz	$V_D$ [mV]			
10kHz	$t_{ap}+t_s$ [ $\mu s$ ]			
	$t_{ac}$ [ $\mu s$ ]			

**3.2.** A 8.2. ábrának megfelelő konfigurációt kapjuk, ha a  $K_4=0$ . Így az  $S_2$  kapcsolót beiktattuk az áramkörbe, a  $K_3$  kapcsoló segítségével pedig kiválasztjuk a megfelelő kondenzátort, amit a műveleti erősítő visszacsatolásába kapcsolunk, hogy ezáltal a bemeneti áramot kompenzáljuk.

Először ismét alacsony frekvenciájú jelnél megmérjük a  $V_D$  feszültség változását három esetben, a  $C_1-C'_1$  ( $K_2=K_3=a$  pozíció),  $C_2-C'_2$  ( $K_2=K_3=b$ ) és  $C_3-C'_3$  ( $K_2=K_3=c$ ) kondenzátoroknak megfelelően. Majd 10kHz frekvenciájú jelnél meghatározzuk a  $t_{ap}+t_s$  és  $t_{ac}$  időintervallumokat. Az adatokat a 8.2.táblázatba írjuk.

8.2.táblázat

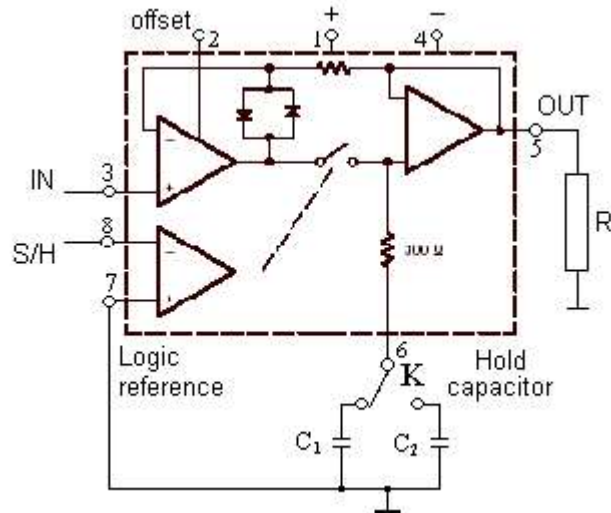
Frekvencia	Kondenzátor	$C_1 = 1nF$	$C_2 = 1nF$	$C_3 = 10nF$
	Mért érték			
50÷100Hz	$V_D$ [mV]			
10kHz	$t_{ap}+t_s$ [ $\mu s$ ]			
	$t_{ac}$ [ $\mu s$ ]			

**3.3.** A valódi mintavételezés - tartás üzemmód megfigyeléséhez a 8.5.ábrán levő áramkörön a következő módosításokat végzzük: a  $K_2$  és  $K_3$  kapcsolókkal kiválasztunk egy kondenzátor párt, a  $K_1=0$  kapcsolót kinyitjuk, az IN bemenetre  $f_0=1kHz$ -es frekvenciájú szinusz jelet kapcsolunk egy másik jelgenerátorból, melynek csúcstól csúcsig feszültsége 5V. Az első jelgenerátorból négyszögjelet kapcsolunk az S/H bemenetre, melynek frekvenciáját növeljük  $f=(1, 2, 4, 6, 8, 10, 12)f_0$  értékeken addig, míg az oszcilloszkópon megközelítőleg vissza nem kapjuk azt a szinusz formát, melyet az IN bemenetre kapcsolunk. Lejegyezzük ezt a maximális frekvenciát, majd kiszámítjuk az  $f/f_0$  arányt.

**3.4.** A mérés végén egy integrált mintavételező-tartó NE5537N típusú áramkört vizsgálunk, melynek bekötési rajza a 8. 7. ábrán látható. Az IN és S/H bemenetekre ugyanazt a jelet kapcsoljuk. Megvizsgáljuk a tartott feszültség  $V_D$  értékének változását 100 Hz frekvencián, majd 10kHz-en megmérjük a  $t_{ap}+t_s$  és  $t_{ac}$  időket két kondenzátor értékre. Az adatokat a 8. 3. táblázatba írjuk:

8.3.táblázat

Frekvencia	Kondenzátor	$C_1 = 10nF$	$C_2 = 1nF$
	Mért érték		
100Hz	$V_D$ [mV]		
10kHz	$t_{ap}+t_s$ [ $\mu s$ ]		
	$t_{ac}$ [ $\mu s$ ]		



8.7. ábra

Ebben az esetben is tanulmányozzuk a valós mintavételezést, hasonlóan a 3. 3. pontban leírtakhoz.

Hasonlítsuk össze a 8. 2. és 8. 3. táblázatban összefoglalt mérési eredményeket és magyarázzuk meg a különbségeket!

#### 4. Kérdések, megjegyzések

- 4.1. A 3. 3. pontban meghatározott  $f/f_0$  arányt hasonlítsuk össze a Shannon tétellel megadott értékkel ( $f/f_0 > 2$ )!
- 4.2. Hogyan befolyásolja a vezérlő jel (S/H) frekvenciája a kimeneti jel formáját?
- 4.3. Hogyan befolyásolja a tároló kondenzátor értéke a mért időket, valamint a  $V_D$  feszültség változását?
- 4.4. A mért adatok alapján hasonlítsuk össze a diszkrét elemekből összeállított mintavételező - tartó áramkört az NE5537N típusal. Mit tudunk megállapítani? Magyarázzuk meg a különbségeket!
- 4.5. A 8. 3. táblázatban összefoglalt mérési eredmények alapján milyen értékű tároló kondenzátor ajánlott egy S/H áramkör megvalósításánál? Miért?