

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko.

Študent: **Gregor Nikolić**

Vpisna št.: **E1054204**

Predmet: **Meritve**

Datum: **02.11.2011**

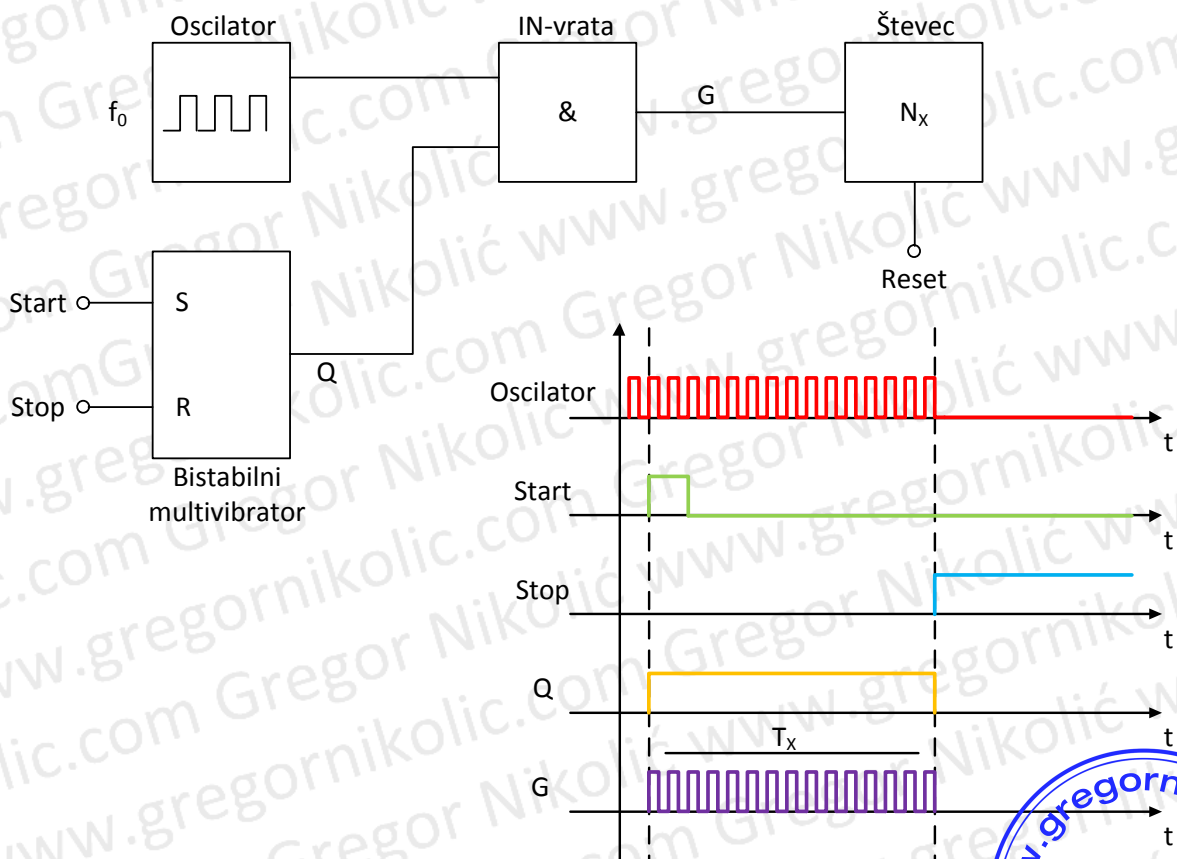
Domača naloga št. 5;

**1. V kateri veličini pretvarjamo z AD pretvornikom analognu enosmerno napetost v digitalno obliko?**

Pri merjenjih večkrat uporabljamo analogni digitalni (AD) pretvornik, kateri nam pretvarja iz analognega signala v digitalni signal. Vhodna veličina AD pretvornika je neka napetost  $u$ , ki jo nato pretvorimo v digitalno veličino; čas ali frekvenco. Torej veličina katero pretvarjamo je napetost  $u$ .

**2. Skicirajte blokovno shemo digitalnega principa merjenja časa (ali digitalnega principa merjenja frekvence).**

Digitalni princip merjenja časa:



Na en vhod IN vrat pripeljemo neko znano in točno določeno frekvenco  $f_0$ . Na drugi vhod IN vrat pripeljemo izhod bistabilnega multivibratorja (BM)  $Q$ . Izhod IN vrat povežemo s števcem impulzom, kateri nam bo štel pretečene impulze. Ko damo na priključek Start BM pozitiven impulz se postavi izhod BM  $Q$  na logično 1 kar odpre IN vrata. Na števec sedaj prihajajo impulzi z znano frekvenco oscilatorja tako dolgo, dokler ne pošljemo pozitivnega impulza na vhod Stop BM, sedaj se izhod BM  $Q$  postavi na logično stanje 0, kar zapre IN vrata in s tem tudi več na števec ne prihajajo nobeni impulzi.

Za izračun časa, ki je pretekel imamo sedaj slednje podatke;

*frekvenco oscilatorja –  $f_0$*

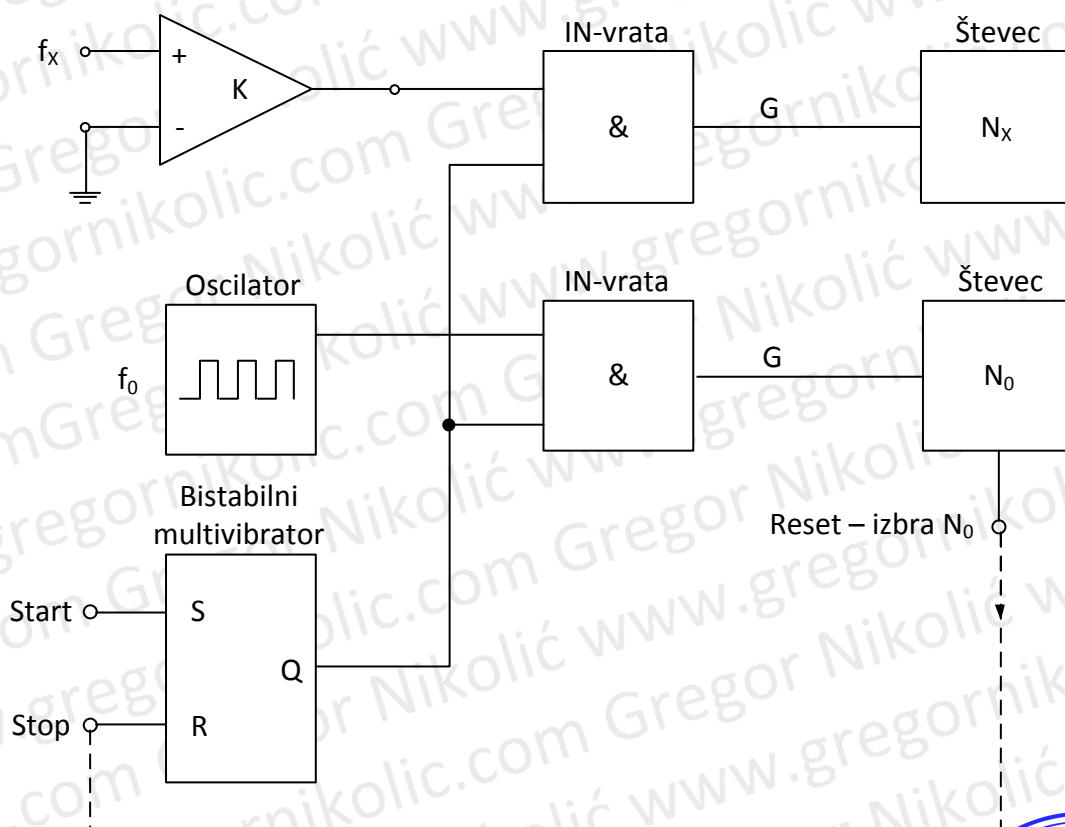
*število impulzov, ki jih je zabeležil števec –  $N_x$*

S temi podatki lahko izračunamo čas:

$$N_x = f_0 * T_x \Rightarrow T_x = \frac{N_x}{f_0}$$

V prilogi A1 je priložen simulacijski primer.

**Digitalni princip merjenja frekvence:**



Na (+) vhod komparatorja pripeljemo nek signal katerega želimo izvedeti neznanu frekvenco. Komparator primerja ta signal s potencialom zemlje (GND), tako vsakič ko je vhodni signal manjši od tega potenciala (gre skozi nič) je izhod komparatorja logična nič (0 – GND), kadar preide vhodni signal na višji potencial od zemlje je izhod komparatorja logična ena (1 – GND).



Izhod komparatorja povežemo z vhom prvih IN vrat. Na vhod drugih IN vrat pripeljemo nek pravokotni signal znane frekvence. Ostala prosta priključka IN vrat povežemo z izhodom (Q) bistabilnega multivibratorja. Ko za trenutek postavimo priključek Start (S) bistabilnega multivibratorja na logično 1 se izhod (Q) le tega postavi na logično 1. Tako pričetna številca šteti impulze vsak svojega signala tako dolgo, dokler drug števec ne doseže vrednosti  $N_0$  katero smo predhodno določili. Ko števec doseže določeno vrednost  $N_0$ , pošlje logično stanje 1 na vhod Stop (R) bistabilnega multivibratorja, kateri s svojim izhodom (Q), ki se postavi na logično stanje 0 ustavi štetje impulzov obeh signalov. Tako smo pridobili podatke s katerimi lahko izračunamo neznanu frekvenco  $f_x$ :

$N_x$  – število impulzov neznanega signala

$N_0$  – število meje štetja impulzov

$f_0$  – znana frekvenca

Najprej izračunamo čas štetja impulzov  $T$ :

$$T = \frac{N_0}{f_0}$$

Nato neznanu frekvenco:

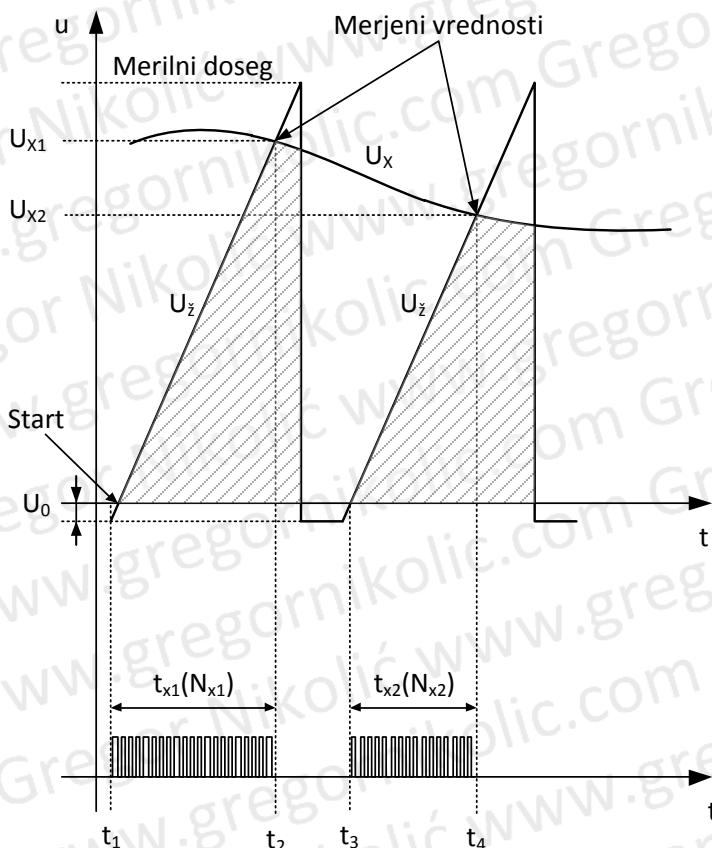
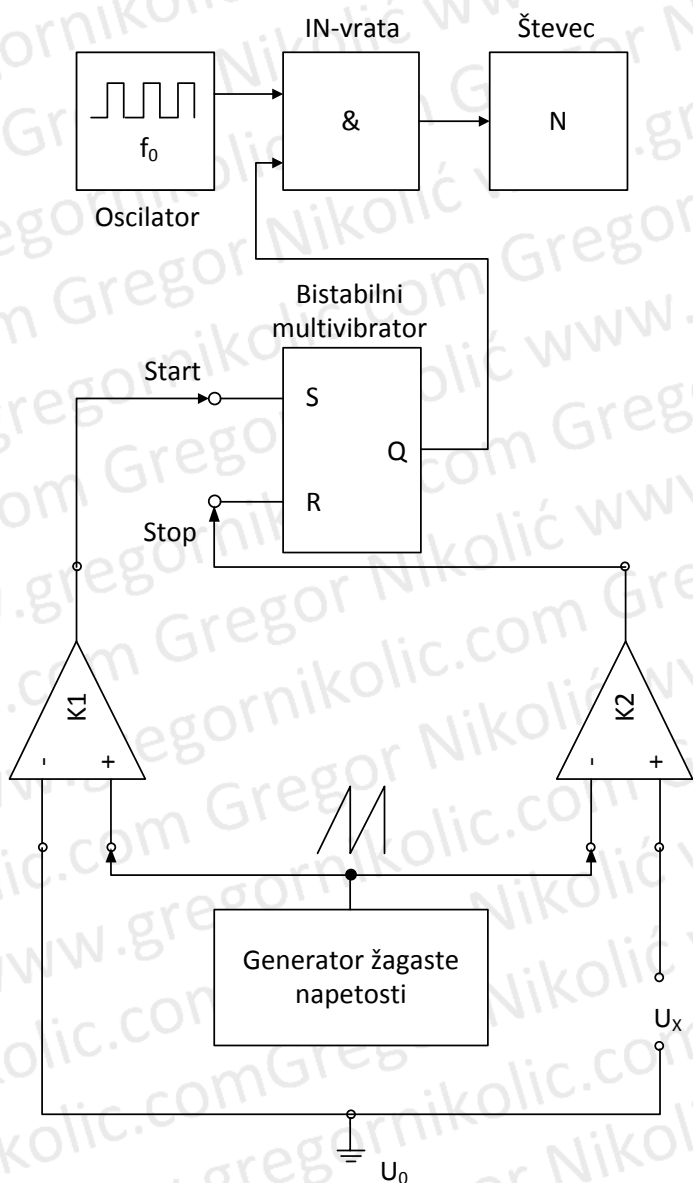
$$f_x = \frac{N_x}{T} = \frac{f_0}{N_0} N_x$$

V prilogi A2 je priložen simulacijski primer.

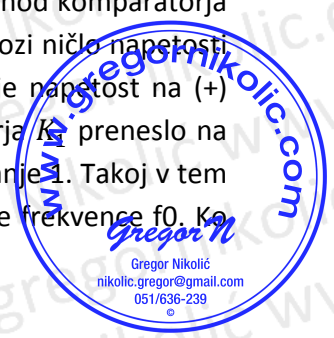


3. Z blokovno shemo in časovnim potekom pojasnite AD pretvorbo  $u/t$  z enojno žagasto napetostjo (ali  $u/t$  z dvojnim naklonom ali enojnim naklonom).

AD pretvorba  $u/t$  z enojno žagasto napetostjo



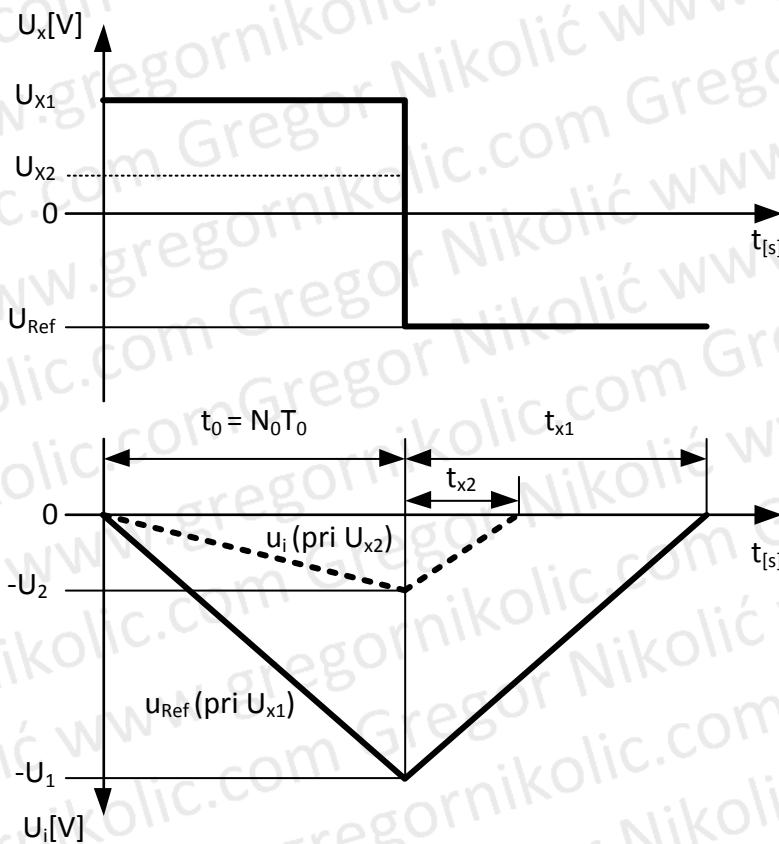
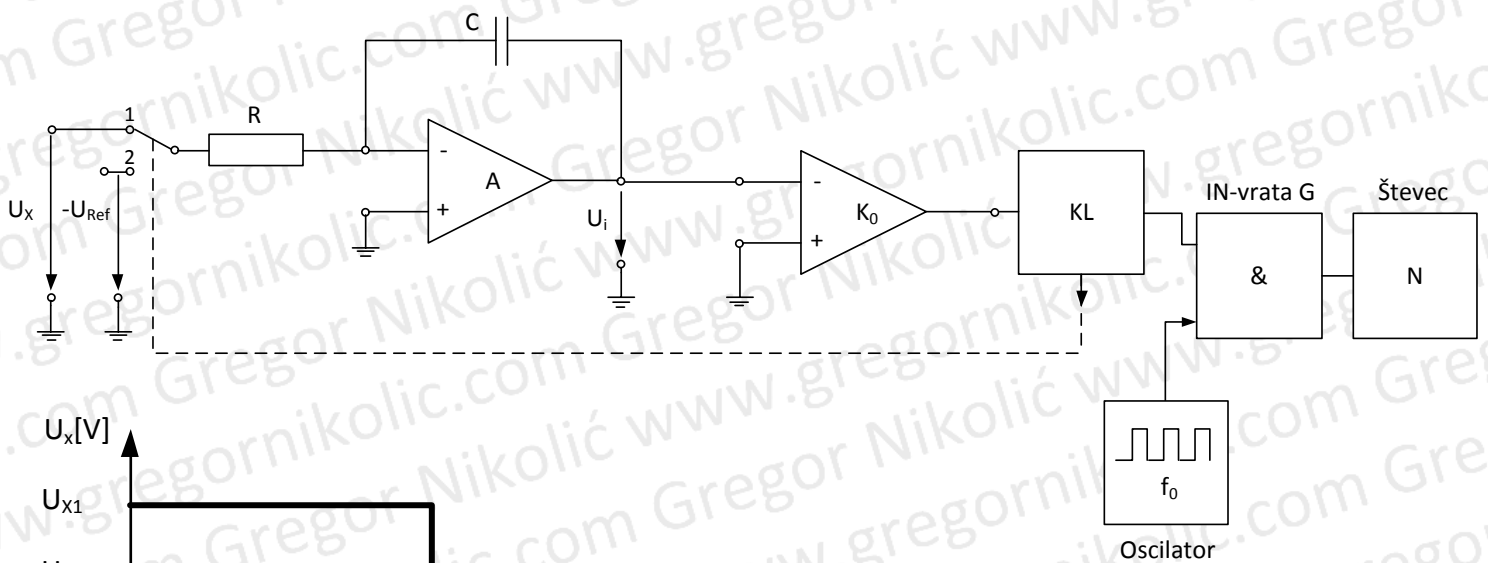
Pri tej AD pretvorbi imamo generator žagaste napetosti, katera je priključena na komparatorja  $K_1$  in  $K_2$ , na vsakega na različna priključka, v tem primeru je na  $K_1$  na priključek (+) ter na  $K_2$  na priključek (-). Na drug priključek komparatorja je priključena neka minimalna negativna napetost  $U_0$ , katera je zgolj za detekcijo prehoda skozi nič (0). Na drug priključek komparatorja  $K_2$  je priključen nek analogen signal, katerega želimo pretvoriti v digitalnega. Izhod komparatorja  $K_1$  je povezan z vhodnim priključkom Start (S) bistabilnega multivibratorja (BM) ter izhod komparatorja  $K_2$  je povezan z vhodnim priključkom Stop (R) BM. Ko je prešel žagasti signal skozi ničlo napetosti ( $U_z > U_0$ ) je komparator  $K_1$  preklopil svoje izhodno stanje na logično 1, saj je napetost na (+) sponki večja od napetosti na (-) sponki, tako se je logično stanje 1 komparatorja  $K_1$  preneslo na vhodni priključek BM Start in s tem se je tudi izhod BM Q postavil na logično stanje 1. Takoj v tem trenutku so se IN vrata odprla in števec je pričel šteti impulze zelo točno znane frekvence  $f_0$ . Ko



žagasta napetost preseže napetost analognega signala  $U_x$  bo komparator  $K_2$  zaznal, da je signal na priključku (-) večji od signala na priključku (+) ( $U_z > U_x$ ) bo preklopil svoje izhodno stanje na logično 1 in s tem preklopil izhodno stanje BM iz 1 na 0, kar bo povzročilo zaporo IN vrat in s tem štetje impulzov.

Po kratkem intervalu žagaste napetosti odčitamo stanje števca, kateri se nato resetira in postopek se ponovi. Če se je napetost  $U_x$  med tem spremenila, se bodo tudi temu primerno spremenilo število pulzov naslednje meritve v naslednjem intervalu. Meritev se ponavlja na kratkih intervalih, kateri so pa odvisni od frekvence generatorja žagaste napetosti.

### AD pretvorba $u/t$ z dvojnim naklonom



Pretvorba se prične takoj, ko krmilna logika KL preklopi stikalo v pozicijo 1 in s tem priključi napetost  $U_x$  na vhod integratorja. KL hkrati odpre še vrata G in s tem omogoči štetje impulzov oscilatorja. V primeru pozitivne napetosti  $U_x$  bo na izhodu integratorja napetost padala (integrator obrne predznak) od vrednosti 0V proti negativnim vrednostim napetosti. Strmina upadanja je konstantna in je proporcionalna (sorazmerna) velikosti neznane napetosti  $U_x$ . V primeru števca, ki šteje do maksimalno 100 impulzov, se bo števec po preteku

100tih impulzov oz. času  $t_0$  ( $t_0 = N_0 T_0$ ) resetiral in s tem bo tudi krmilna logika preklopila stikalo S v pozicijo 2. Po preklopu stikala je na vhod integratorja priključena referenčna napetost, ki je po predznaku negativna, zato napetost na izhodu integratorja raste proti pozitivnim vrednostim

napetosti s strmino, ki je proporcionalna referenčni napetosti  $U_{Ref}$ . V trenutku, ko izhodna napetost integratorja doseže napetost 0V, komparator spremeni izhodno logično stanje in na izhodu zapre vrata (IN) G. Število prešteti impulzov  $N$ , ki jih je preštel števec v času  $t_{x1}$  oz.  $t_{x2}$  je proporcionalno velikost vhodne napetosti  $U_x$ . Sledijo izračuni napetosti  $U_1$ , ko je stikalo S v poziciji 1 ter ko je v poziciji 2.

$$U_1 = \frac{N_0 * T_0}{R * C} * \bar{U}_{x1}$$

Pri čem je  $\bar{U}_{x1}$  povprečna vrednost neznane napetosti v času integriranja  $t_0$ .

$$U_1 = \frac{t_{x1}}{R * C} * U_{Ref}$$

Iz obeh enačb izračunamo čas  $t_{x1}$ ;

$$t_{x1} = \frac{N_0 * T_0}{U_{Ref}} * \bar{U}_{x1}$$

Število impulzov, ki jih pa števec prešteje v času  $t_{x1}$  pa je;

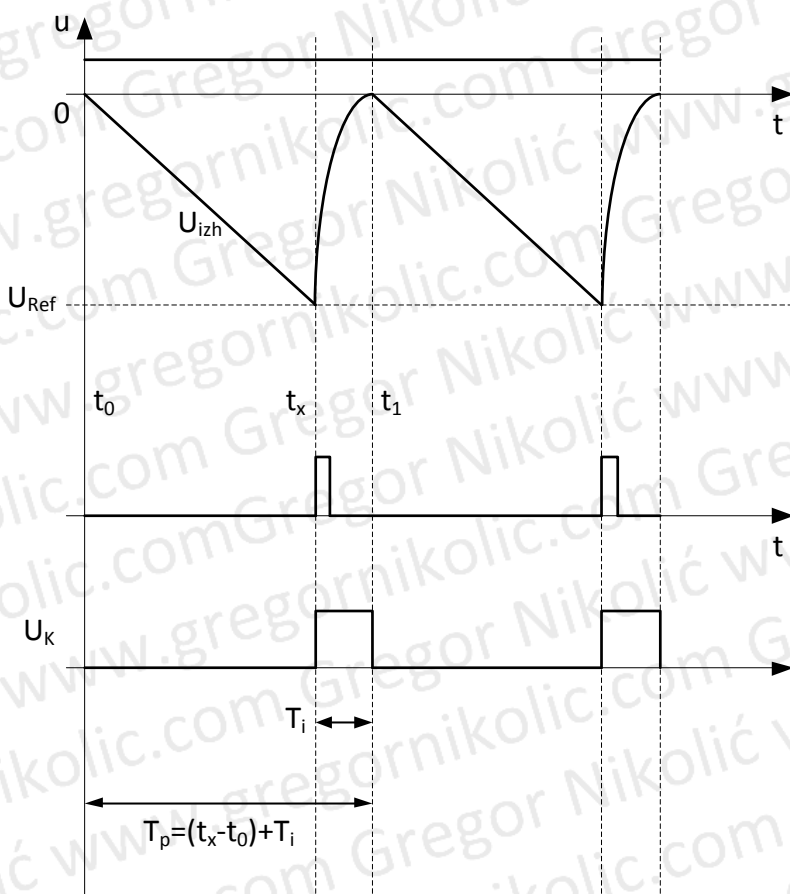
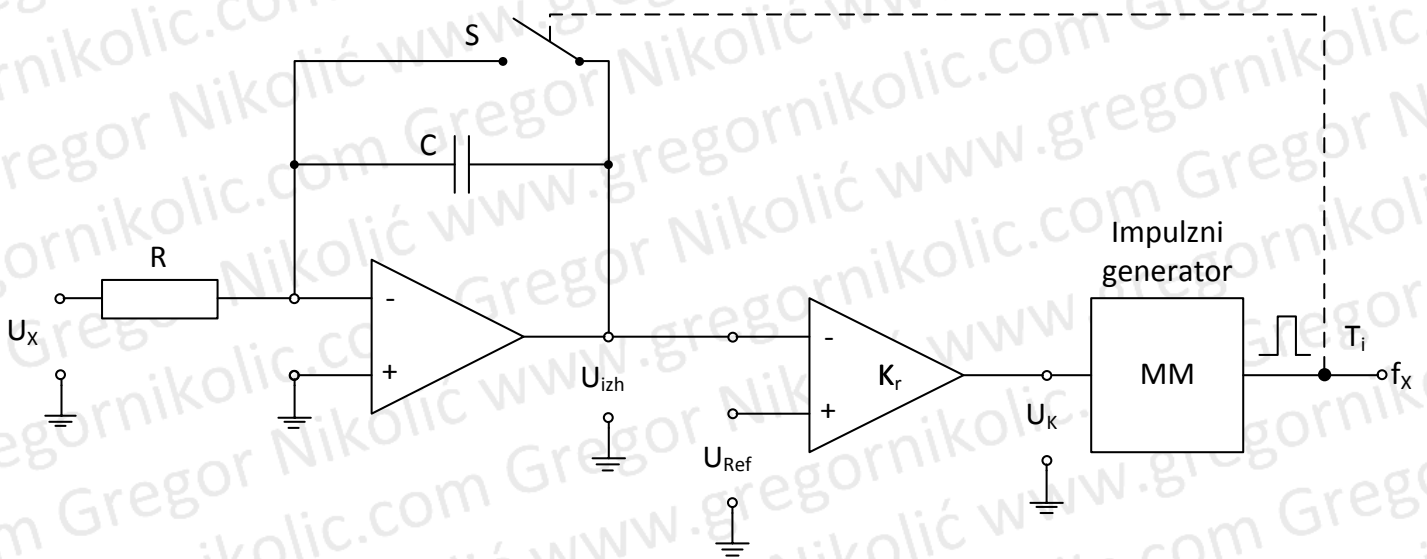
$$N = \frac{t_{x1}}{T_0}$$

Iz zadnjih dveh enačb izpeljemo formulo;

$$N = \frac{N_0}{U_{Ref}} * \bar{U}_{x1}$$



4. Z blokovno shemo in časovnim potekom pojasnite AD pretvorbo  $u/f$ .



Vezje predstavlja napetostno frekvenčni pretvornik, kateri daje na izhodu pravokotne impulze katerih frekvenca je proporcionalna merjeni napetosti.

Ko izhodna napetost integratorja  $U_{izh}$  doseže referenčno napetost  $U_{Ref}$  bo komparator preklopil svoje izhodno stanje na logično 1, kar bo povzročilo, da bo impulzni generator na izhodu general kratek impulz za čas  $T_i$ . Ta impulz za ta čas vključi stikalo S katero povzroči, da se kondenzator integratorja izprazni in s tem se tudi izhodna napetost integratorja postavi na 0V. En tak dogodek traja čas  $T_p$  od  $t_0$  do  $t_1$  in je;

$$T_p = (t_x - t_0) + T_i$$

Iz  $T_p$  lahko določimo frekvenco  $f_x$ ;

$$f_x = \frac{1}{T_p} = \frac{1}{(t_x - t_0) + T_i}$$



V času  $t_x$  pa je

$$u_{izh} = u_r = -\frac{1}{RC} \int_{t_0}^{t_x} u_x dt = -\frac{1}{RC} \bar{u}_x (t_x - t_0)$$

Iz tega izračunamo

$$(t_x - t_0) = -\frac{u_r}{u_x} RC$$

Če enačbe združimo, dobimo, da je frekvenca

$$f_x = \frac{1}{-\frac{u_r RC}{\bar{u}_x} + T_i} = \frac{\bar{u}_x}{-u_r RC + \bar{u}_x T_i}$$

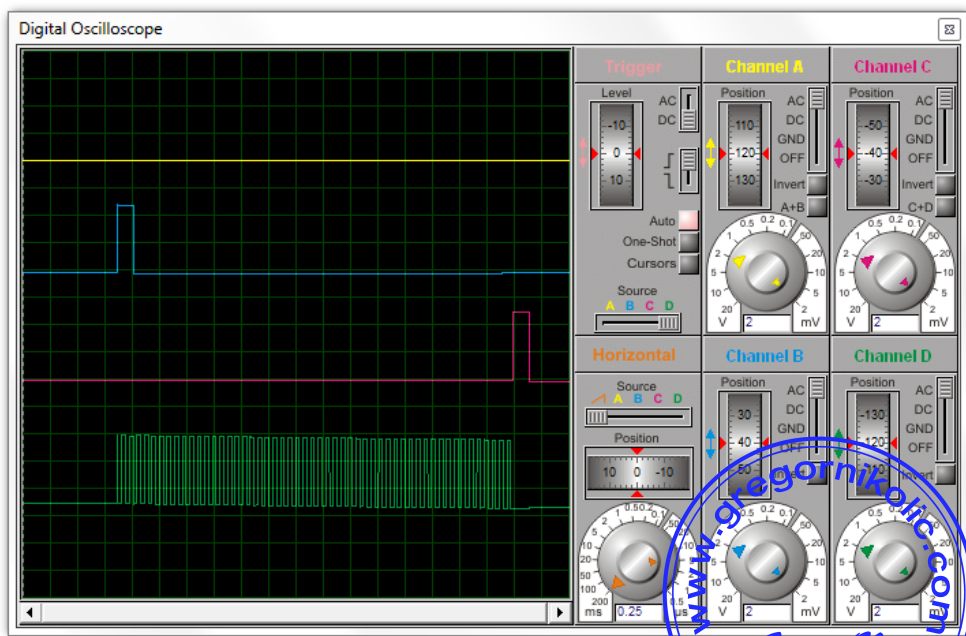
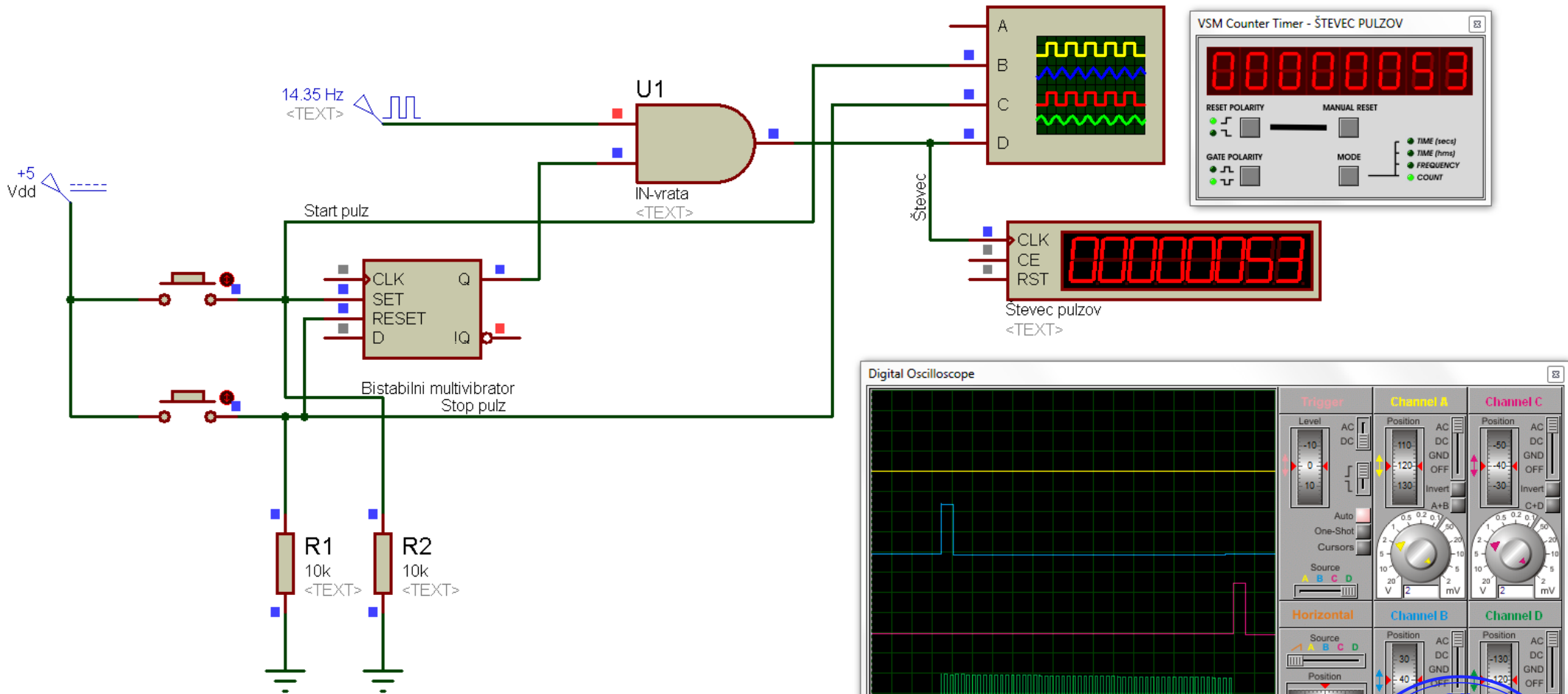
**Izvod je prepis originala!**

Gregor Nikolić

E1054204



# Priloga A1



# Priloga A2

