

Proiect
Sisteme cu circuite integrate analogice
Convertor D/A de tip R-2R

Schmidt Sabina-Cristina
An III
Grupa 2233

Cuprins

1. Fundamentare teoretică
2. Simulare LtSpice
 - 2.1. Proiectul _Counter
 - 2.2. Proiectul _Swing
3. Analiza Monte Carlo
4. Simulare Proteus

1. Fundamentare teoretică

Rețelele de rezistoare de tip scară oferă o modalitate simplă și economică de a realiza conversia digital-analogică (DAC), transformând informațiile digitale de tensiune în semnale analogice.

Rețeaua scară rezistivă R-2R utilizează doar două valori de rezistență. Primul rezistor are o valoare de bază notată "R", iar al doilea rezistor are o valoare de două ori mai mare decât cea a primului rezistor, notată "2R". Această caracteristică este valabilă indiferent de numărul de biți utilizați pentru construcția rețelei în formă de scară.

Atunci, o rețea scară rezistivă R-2R nu este altceva decât șiruri lungi de rezistoare conectate în paralel și serie care acționează ca divizoare de tensiune interconectate de-a lungul lungimii și a cărei tensiune de ieșire depinde de interacțiunea tensiunilor de intrare între ele.

Modalitatea de calcul a tensiunii de ieșire:

$$V_{out} = \frac{R_F}{R} \cdot V_{REF} \cdot \left(\frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{2^N} \right),$$

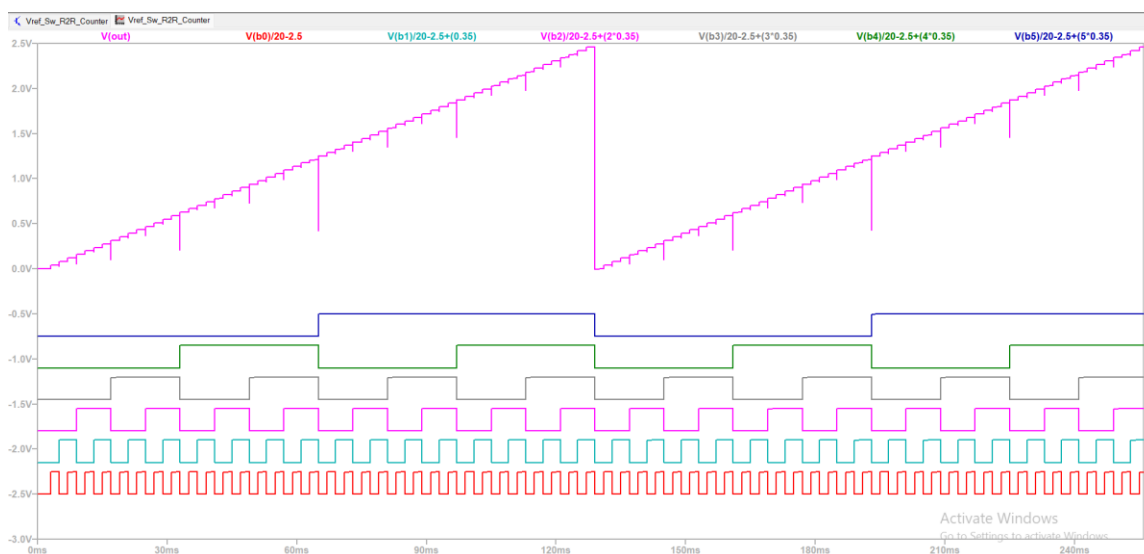
unde N=bitul.

2. Simulare LtSpice

2.1. Proiectul _Counter

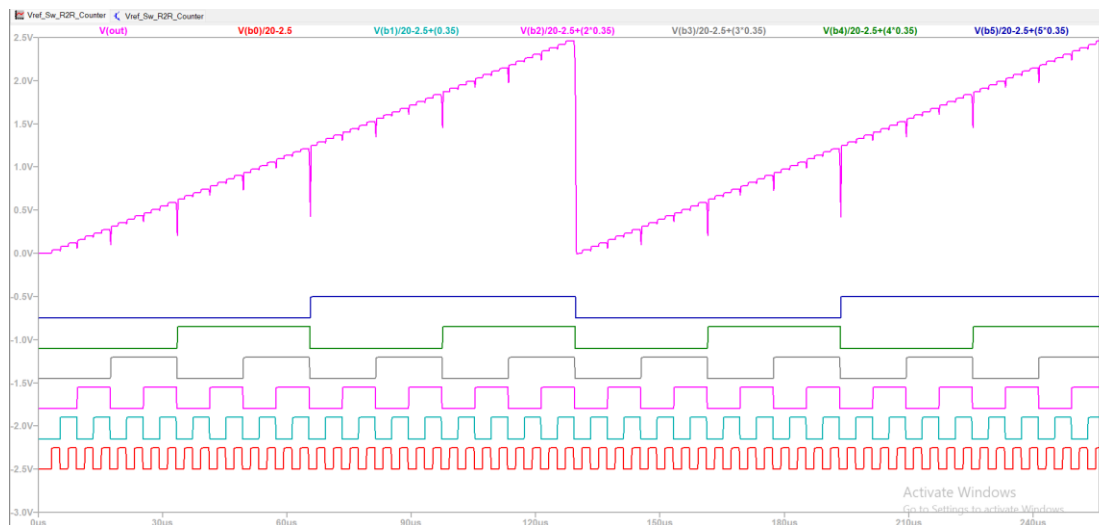
Simulările cu rezistențele având valorile $R=50K$, $2R=100K$ și $R_f=25K$:

1) Reprezentarea dintelui de fierăstrău la ieșire în cazul unei frecvențe joase, $f=500Hz$:



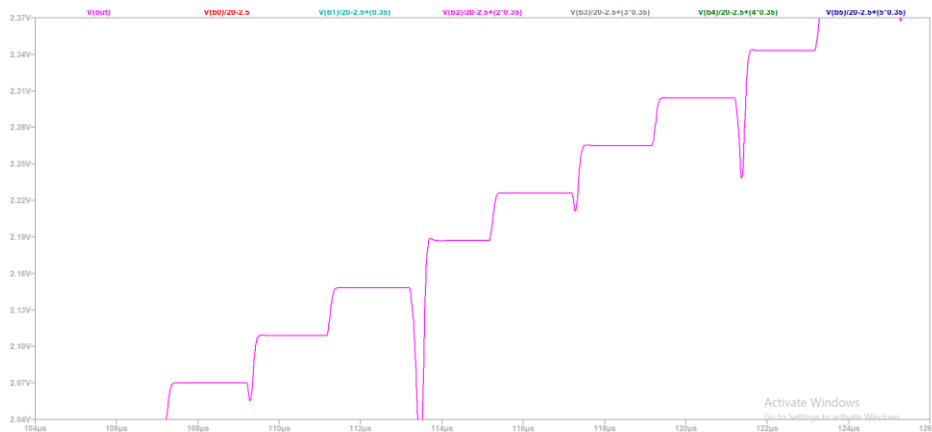
Răspunsul în timp: 2.676 secunde.

2) Reprezentarea dintelui de fierăstrău la ieșire în cazul unei frecvențe înalte, $f=500KHz$:



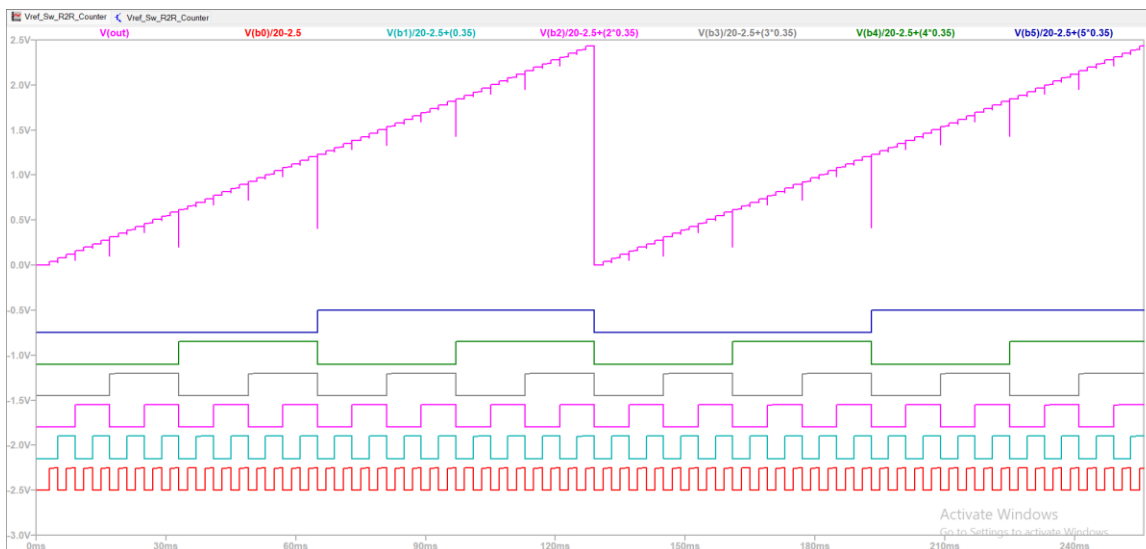
Răspunsul in timp: 2.595 secunde.

Aici putem observa efectele de înalta frecventa daca mărim(Slewrate-ul si efectul de Ringing):



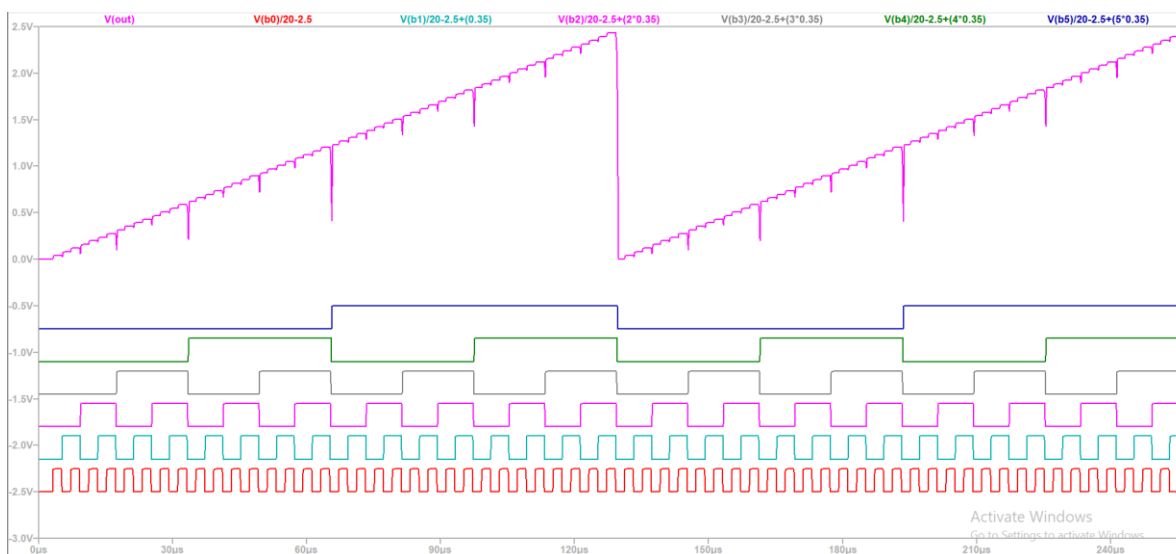
Simulările cu rezistentele având valorile $R=5K$, $2R=10K$ si $R_f=2.5K$:

- 1) Reprezentarea dintelui de fierăstrău la ieşire in cazul unei frecvente joase, $f=500Hz$:



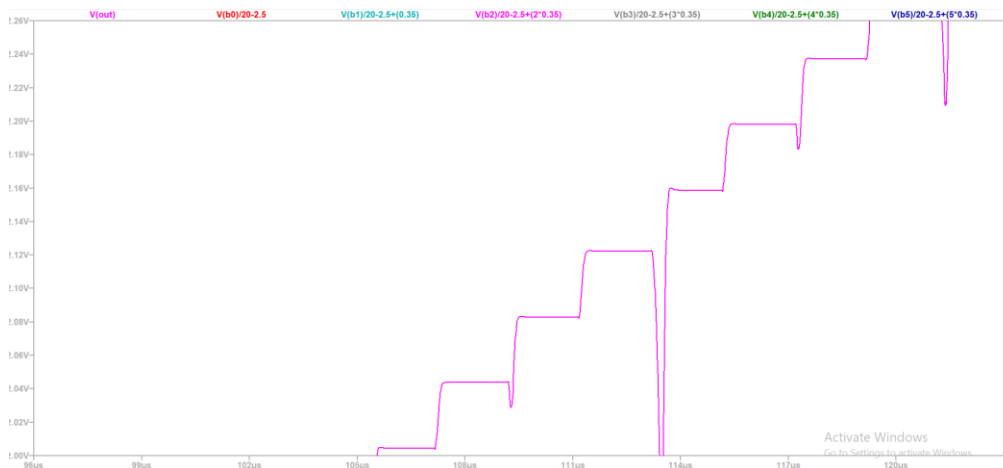
Răspunsul in timp: 2.607 secunde.

2) Reprezentarea dintelui de fierăstrău la ieșire in cazul unei frecvente înalte, $f=500\text{KHz}$:



Răspunsul in timp: 1.546 secunde.

Putem vedea efectele de înalta frecventa:

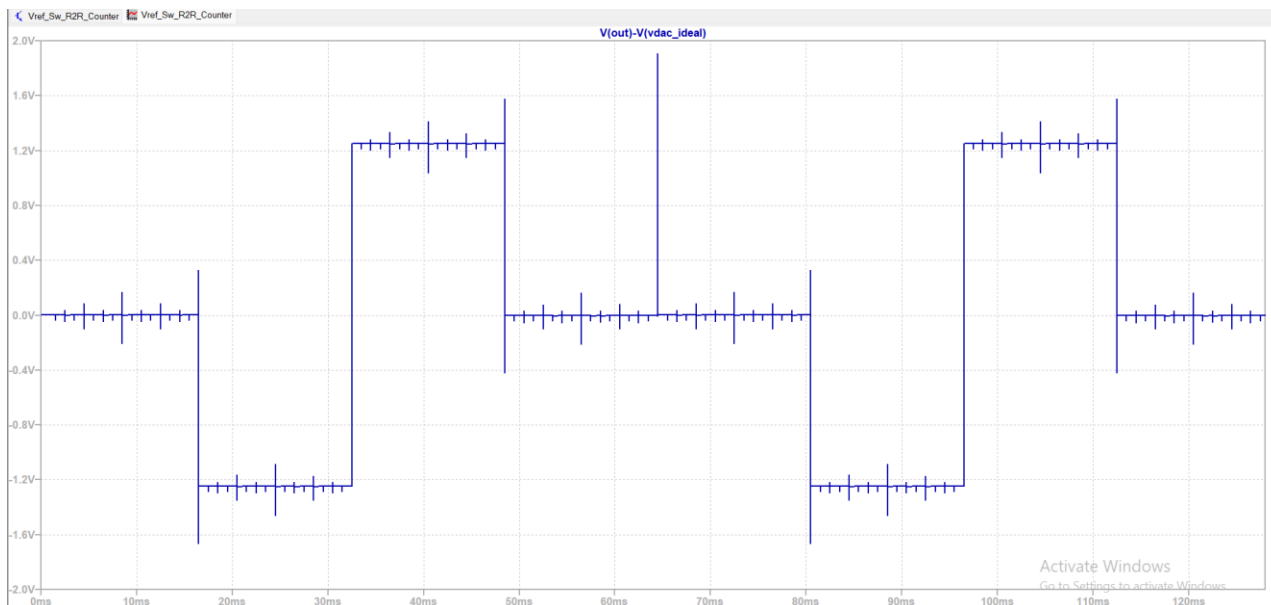


Astfel, putem observa ca in cazul celui de al doilea set de rezistente($R=5k$, $2R=10K$, $R_f=2.5k$) răspunsul este mai rapid.

De asemenea, putem vorbi despre precizie.

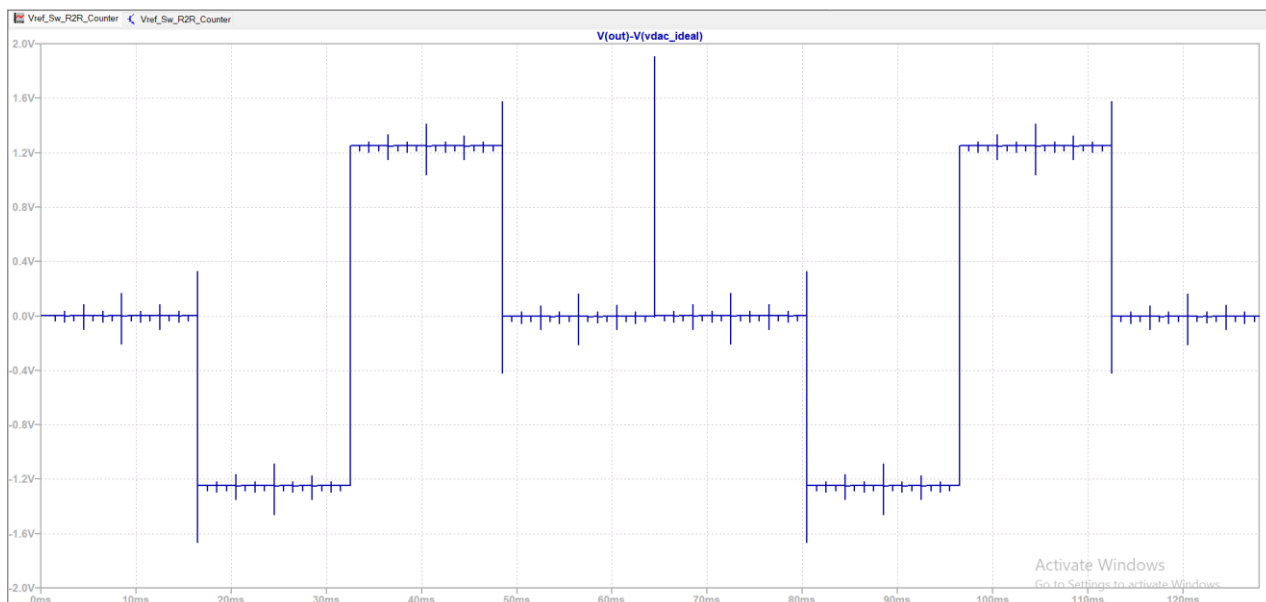
In primul rând, in cazul rezistentelor de $R=50K$, $2R=100K$ SI $R_f=25K$, tensiunea maxima de ieșire este de 2.4604731V.

Pentru a specifica care valori au o precizie mai buna, am reprezentat $V(out)-V(DAC_ideal)$:



Iar în celălalt caz cu $R=5K$, $2R=10K$ și $R_f=2.5K$, aceasta este de 2.432951V.

Reprezentare $V(out)-V(DAC_ideal)$:



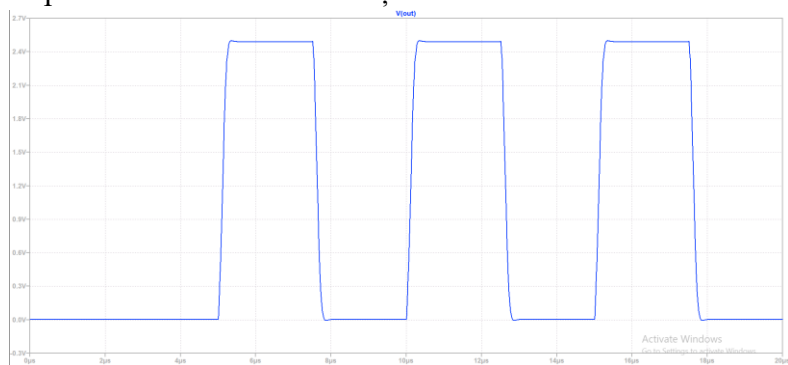
Ținând cont că valoarea calculată a tensiunii este de 2,45V, circuitul cu rezistențele mai mari este mai precis.

2.2. Proiectul _Swing

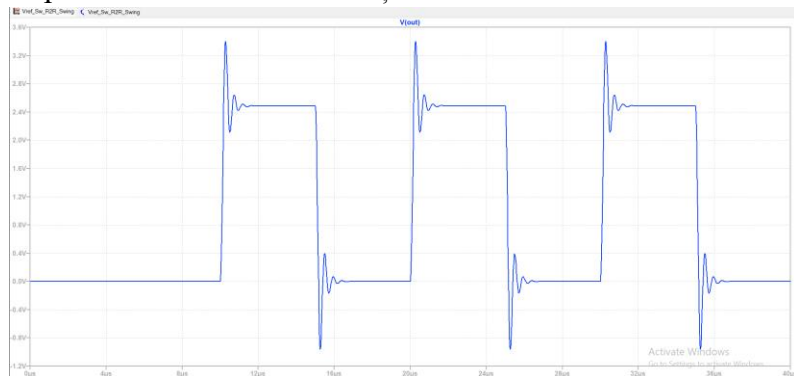
Seturi valori rezistente:

- 1) $R=50K$, $2R=100K$ și $R_f=25K$

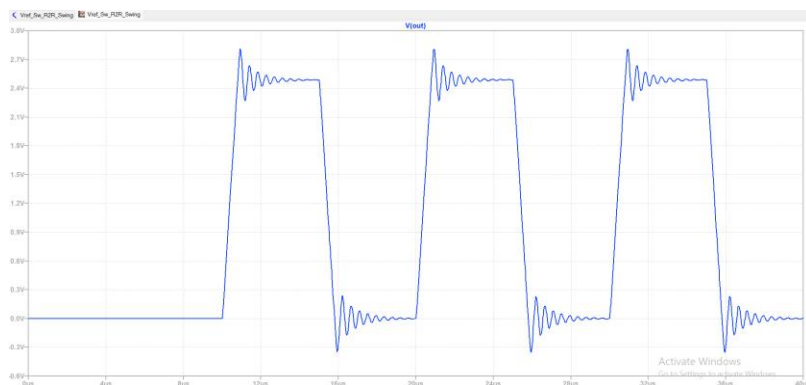
Reprezentarea tensiunii de ieșire când folosim TL082:



Reprezentarea tensiunii de ieșire când folosim ADTL082:

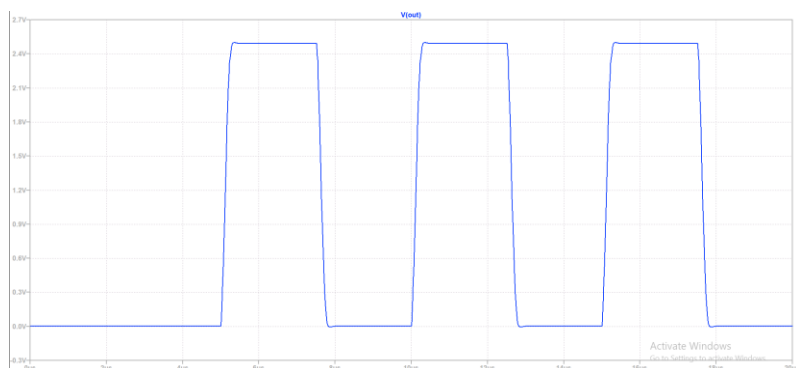


Reprezentarea tensiunii de ieșire când folosim OP27:

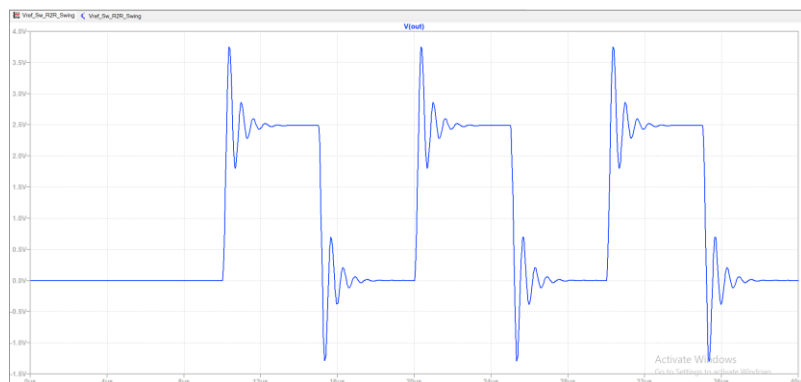


2) $R=100K$, $2R=200K$ și $R_f=50K$

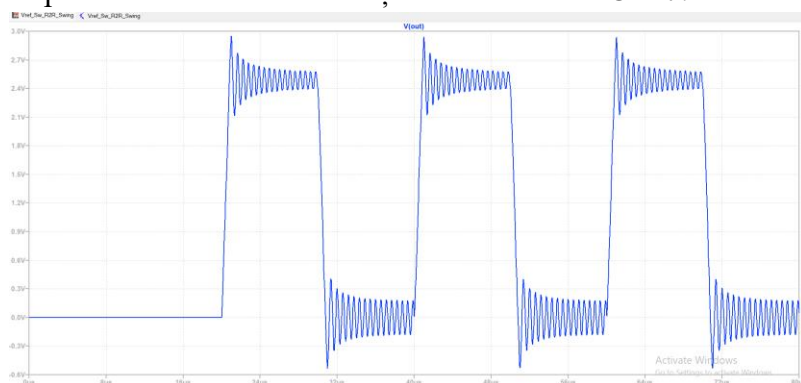
Reprezentarea tensiunii de ieșire când folosim TL082:



Reprezentarea tensiunii de ieșire când folosim ADTL082:



Reprezentarea tensiunii de ieșire când folosim OP27:



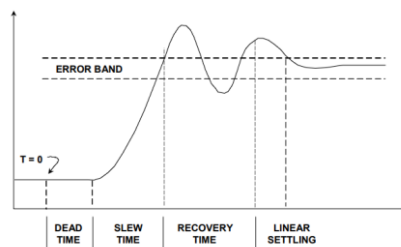
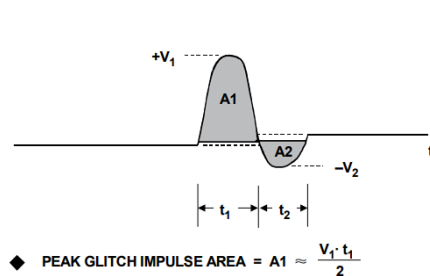
AO	Settling Time	Peak Area
TL082	218.716ns	0.225pVs
	152.61153ns	0.265pVs
ADTL082 (SR=20V/us)	1.0037899μs	0.392pVs
	2.3194369μs	0.599pVs
OP27 (SR=2,8V/us)	1.597832μs	761pVs
	1.6450216μs	1260pVs

Peak area1= 183.35147ns*2.5V/2 ; Peak area2= 212.45919ns*2.5V/2

Peak area3= 231.94369ns*3.4V/2; Peak area4= 324.85111ns* 3.7V/2

Peak area5= 272.30686ns *2.8V/2; Peak area6= 429.04908ns* 2.9V

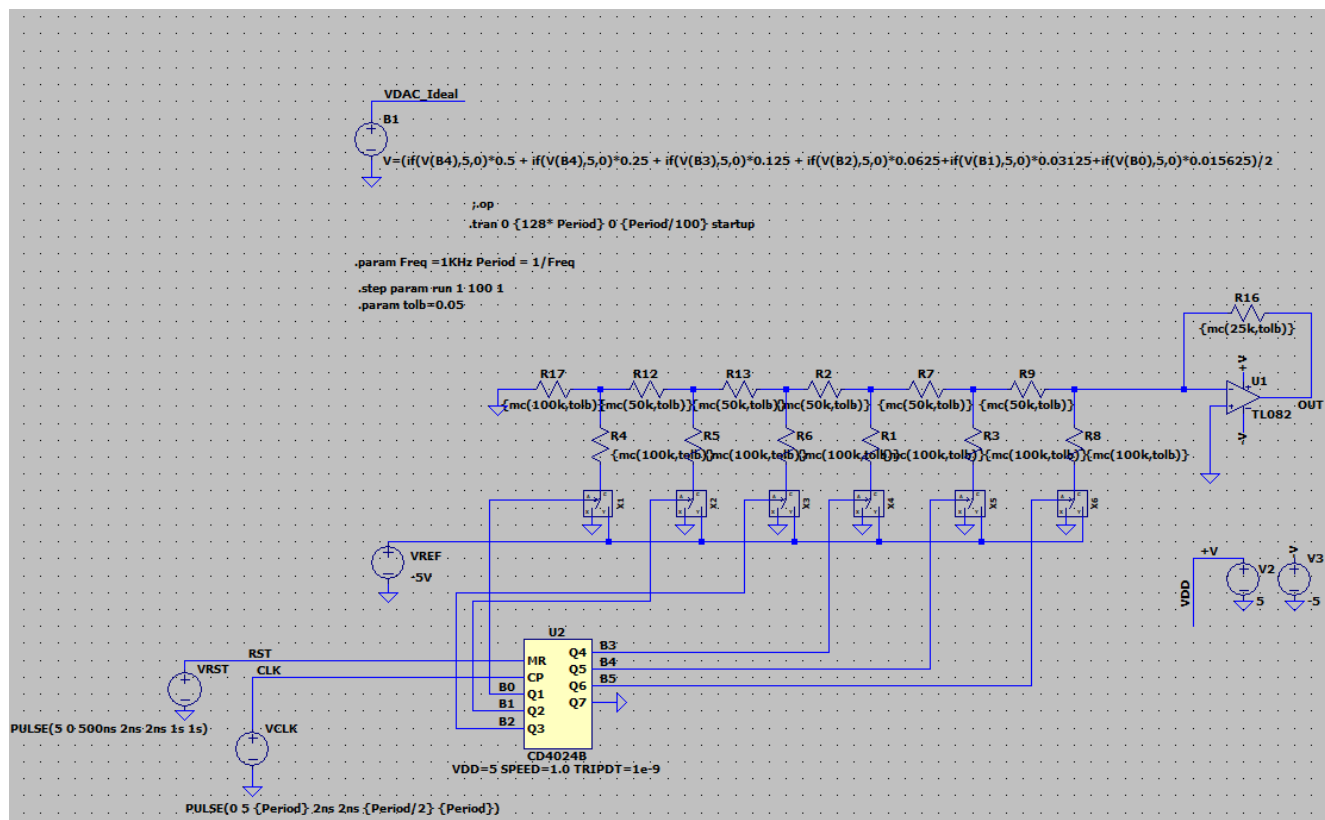
Pentru a calcula/măsura valorile din tabelul de mai sus m-am folosit de aceste informații:



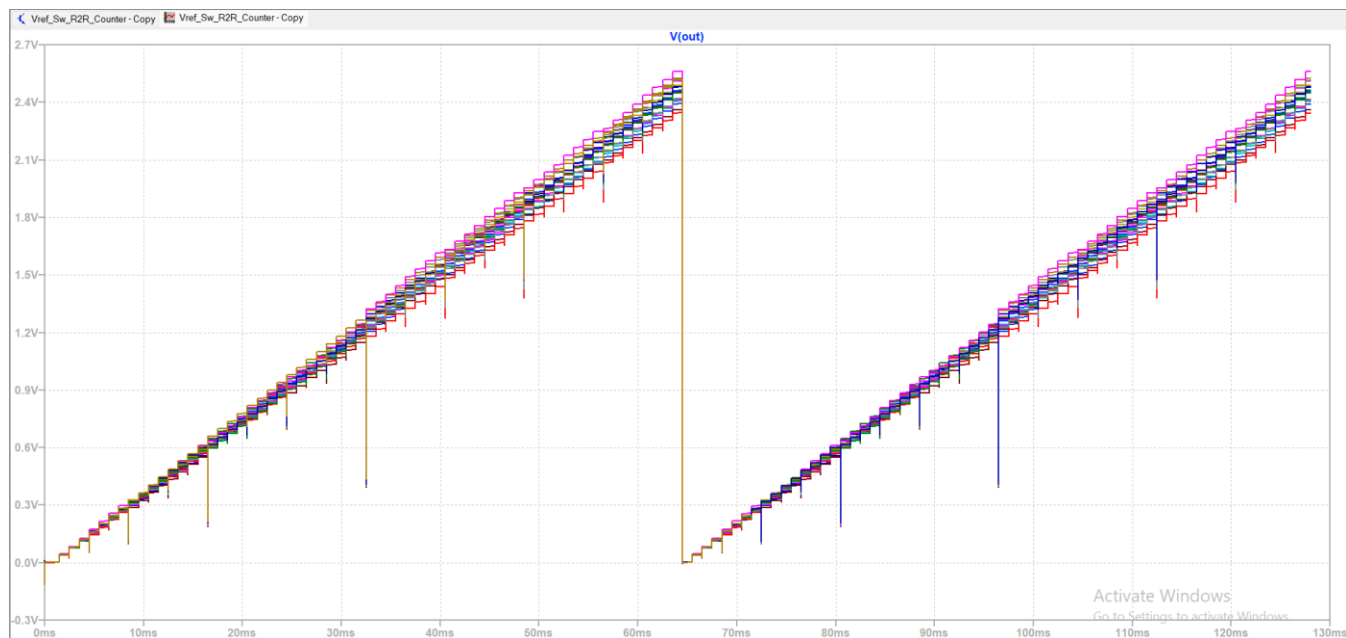
3. Analiza Monte Carlo

Pe circuitul _Counter am setat toleranțele fiecărei rezistențe la 5%.

Circuitul cu valorile rezistentelor schimbate ($\{mc(100k, tol b)\}$ sau $\{mc(50k, tol b)\}$ sau $\{mc(25k, tol b)\}$) arata așa:



Analiza Monte Carlo a circuitului:



Putem vedea ca tensiunea variază din ce în ce mai mult o data cu înaintarea nivelelor.

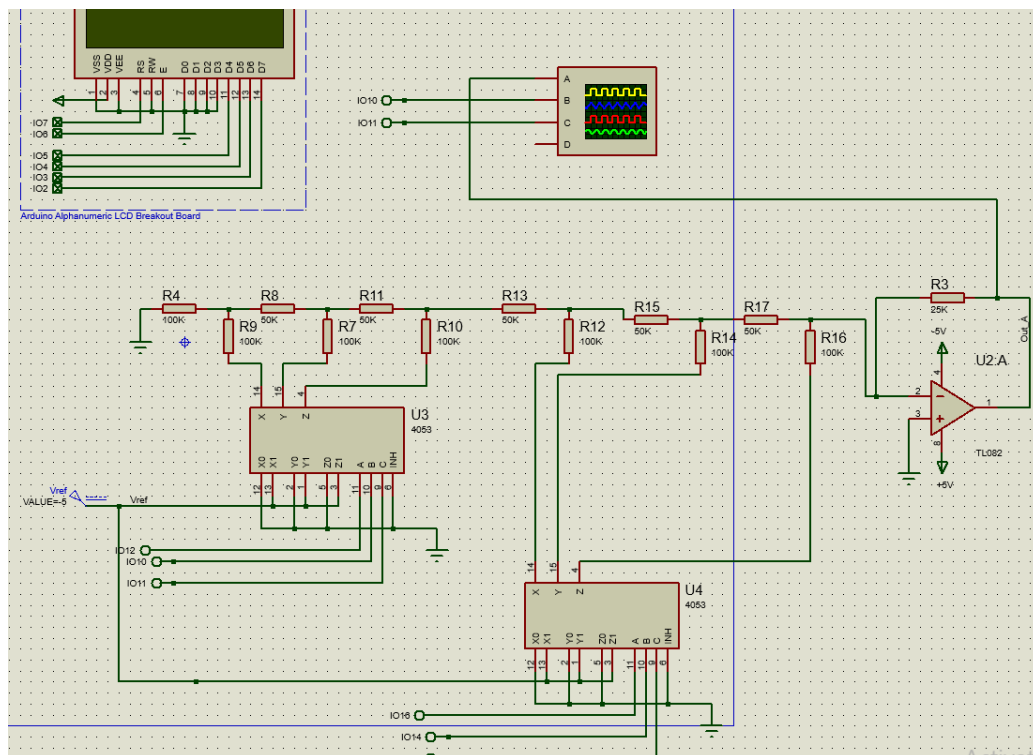
In cazul in care biții sunt toți 1, adică codul este 111111, tensiunea de ieșire calculată este 2.45V, după calculele următoare:

$$\begin{aligned}
 V_{out} &= \frac{R_F}{R} \cdot \lim \left(\frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{64} \right) \\
 V_{out} &= \frac{25k}{50k} \cdot 5 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \frac{1}{64} \right) \\
 &= \frac{25k}{50k} \cdot 5 \cdot 0,98 \\
 &= 2,45
 \end{aligned}$$

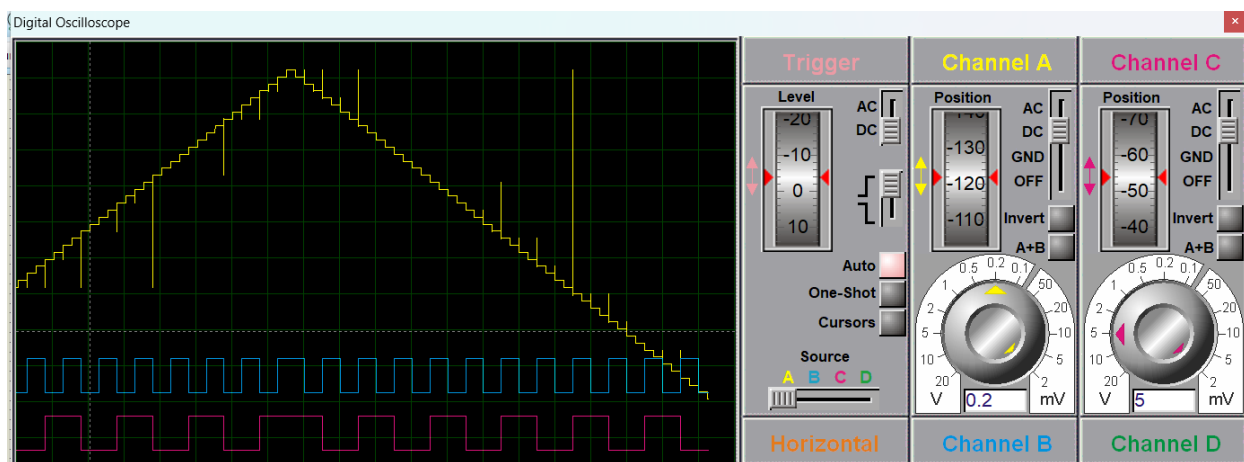
iar variația tensiunii din analiza Monte Carlo variază între $[2.346V, 2.562V]$.

4. Simulare Proteus

Am extins circuitul pe 6 biți:



1. Triunghi



2. Dinte de fierăstrău

Digital Oscilloscope

