

Oscilatoare de audiofrecventa

1. Notiuni teoretice

Oscilatorul de audiofrecventa studiat are în componenta un amplificator operational LM741 (β A741, uA741) în configuratie de amplificator neinversor si o retea de reactie pozitiva cu 2 condensatoare si 2 rezistente (Wien).

Schema circuitului pe care îl vom simula e data mai jos:

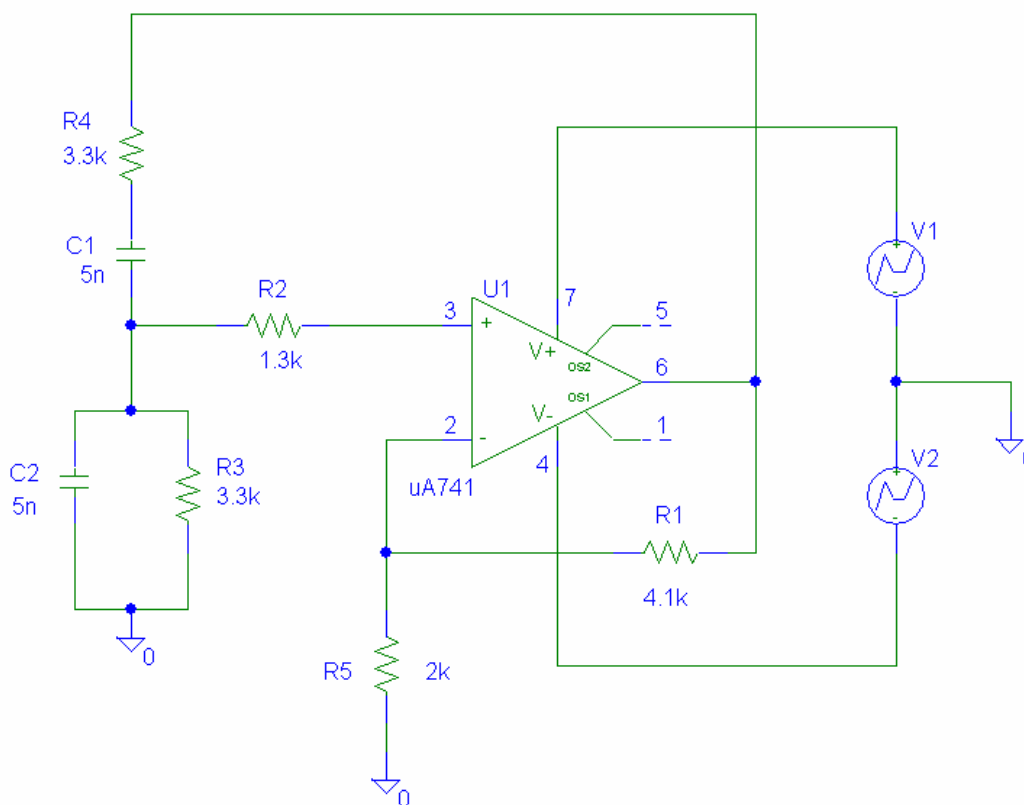


Figura 1. Schema oscilatorului în punte Wien cu amplificator operational

Componentele si librariile asociate sunt descrise în tabelul 1. Dupa cum se observa, circuitul se alimenteaza de la o sursa dubla de tensiune formata cu V_1 si V_2 , simetrica. Circuitul are 2 retele de reactie: una pozitiva si cealalta negativa. Reteaua de reactie negativa e formata cu R_1 si R_5 , iar retea de reactie pozitiva cu R_4 , C_1 , R_3 si C_2 . Pentru a avea aceeasi impedanta de intrare pe intrarea neinversoare (+) cu impedanta de intrare pe intrarea inversoare (-) s-a conectat rezistenta $R_2=R_1||R_5$.

Amplificatorul de baza e format din: R_2 , U_1 , R_5 , R_1 . Reteaua Wien e formata din: R_4 , C_1 , C_2 si R_3 . În schema de principiu s-a renuntat la compensarea ofsetului amplificatorului uA741 (terminalele 5 si 1 lasate în aer). Amplificatorul e în configuratie neinversoare, amplificarea în tensiune a circuitului fiind data de relatia:

$$A_v = \frac{V_o}{V_{in}} = 1 + \frac{R_1}{R_5}$$

Tabelul 1

Denumire	Componenta	Valoare	Librarie
V_1, V_2	VPWL	T1=0 ; V1=0; T2=5us; V2=11	Source.slb
Rx (x=1...n)	R	<ul style="list-style-type: none"> - pentru ohmi doar valoarea numerica - pentru kohmi se trece simbolul k dupa valoarea numerica 	Analog.slb
Cx (x=1...n)	C	<ul style="list-style-type: none"> - pentru capacitati de ordinul picofarazilor se trece litera p dupa valoarea numerica - pentru capacitati de ordinul nanofarazilor se trece litera n dupa valoarea numerica - pentru capacitati de ordinul microfarazilor se trece litera u dupa valoarea numerica 	Analog.slb
U1	uA741	Circuit integrat stabilizator liniar de tensiune	Eval.slb
J1	J2N3819	Tranzistor JFET	Eval.slb
Masa	GND_ANALOG	0	Port.slb

Amplificatorul operational are urmatoarele caracteristici:

- amplificarea în tensiune a_v în bucla deschisa foarte mare (cuprinsa între zeci de mii si sute de mii);
- impedanta de intrare diferentiala Z_i foarte mare (de ordinul M?);
- impedanta de iesire Z_o mica (de ordinul sutelor de ?);
- curentii de intrare în bornele neinversoare si inversoare foarte mici (de ordinul pA);
- relatia de legatura dintre tensiunea de intrare diferentiala $u_{id} = V_{i+} - V_{i-}$ (diferenta dintre tensiunea pe borna neinversoare si tensiunea pe borna inversoare) si tensiunea de iesire v_o este:

$$v_o = a_v \cdot (V_{i+} - V_{i-})$$

- deoarece marimea v_o este finita ($-V_{EE} < v_o < V_{CC}$) si amplificarea a_v foarte mare, putem scrie o relatie teoretica între tensiunile de intrare:

$$V_{i+} = V_{i-}$$

, relatie care aproximeaza foarte bine situatia din realitate.

Amplificatorul cu reactie negativa este desenat în figura de mai jos:

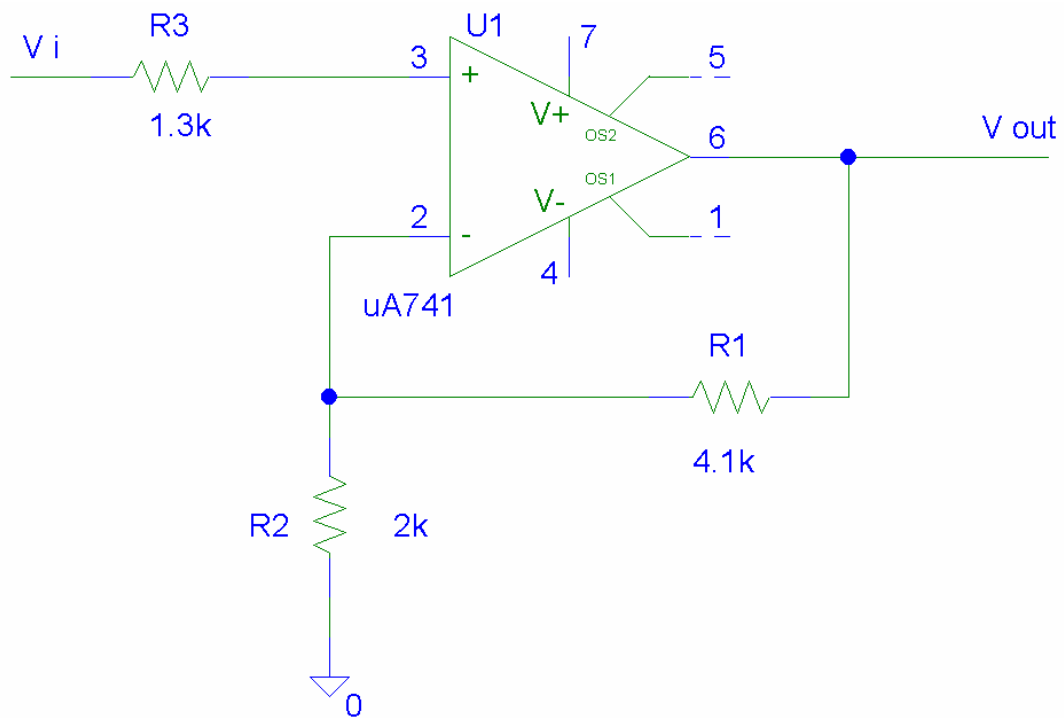


Figura 2: Amplificatorul uA741 în configuratie neinversoare

Deoarece curentul de intrare în borna neinversoare este foarte mic (de ordinul pA) se poate scrie ca:

$$V_{i-} = V_o \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Observînd ca $V_i = V_{i+}$ avem ca:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{1}{\frac{R_2}{R_1 + R_2} + \frac{1}{a_v}}$$

Deoarece:

$$\frac{1}{a_v} \ll \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Putem scrie:

$$A_v = 1 + \frac{R_1}{R_2}$$

Se observa din aceasta relatie ca amplificarea este independenta de marimea amplificarii în tensiune a_v , de sarcina, de frecventa si de tensiunea de alimentare. În realitate însa amplificarea scade la cresterea frecventei (cu 20dB pe octava), la scaderea rezistentei de sarcina, la modificarea tensiunii de alimentare. Relatia este valabila pentru un raport R_1/R_2 suficient de mic (mult mai mic decât amplificarea în bucla deschisa a_v).

2. Desfasurarea lucrarii

A. Reteaua Wien:

Reteaua Wien este formata cu ajutorul condensatoarelor C_1 , C_2 , respectiv a rezistentelor R_4 si R_3 .

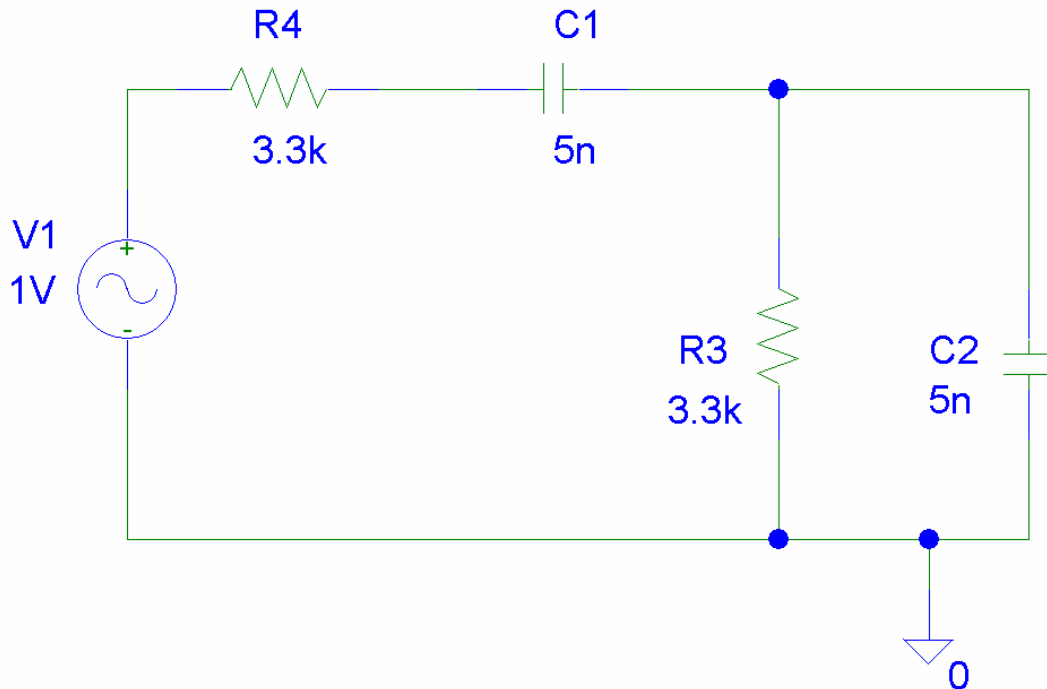


Figura 3: Schema rețelei Wien (RC)

Se va studia comportarea circuitului în domeniul frecvența. Pentru aceasta vom aplica la intrare o sursă ideală de tensiune VAC de amplitudine 1V (independentă de frecvența) și vom măsura tensiunea la bornele rezistenței R_3 .

Se desenează schema cu ajutorul utilitarului Schematics, alegându-se simularea în domeniul frecvența 1Hz-10MHz (figura 4). După rularea simulării cu F11 se alege pentru reprezentare tensiunea $V_2(R_3)$: Trace-Add Trace: $V_2(R_3)$.

Se determină frecvența de oscilație f_0 (frecvența la care tensiunea pe R_3 e maximă).

Se completează tabelul de mai jos:

Tabelul 2

$V_1=1V$	f_0								
f/f_0	0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20
$V_2(R_3)$									
$F_w=V_2/V_1$									

Ulterior vom determina partea reală și partea imaginară a tensiunii la bornele lui R_3 :

- $R(V_2(R_3))$
- $Im(V_2(R_3))$

În figurile 4, 5, 6 și 7 se arată configurarea simulării în frecvența și rezultatele ei.

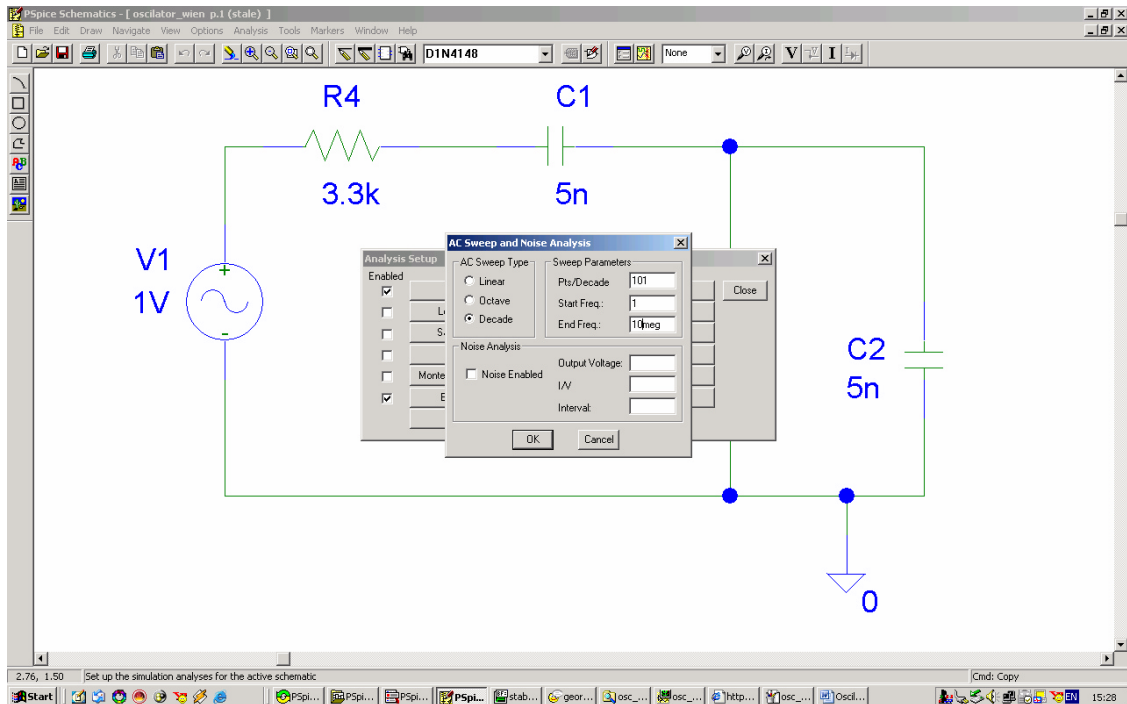


Figura 4: Simularea în domeniul frecvența a rețelei Wien

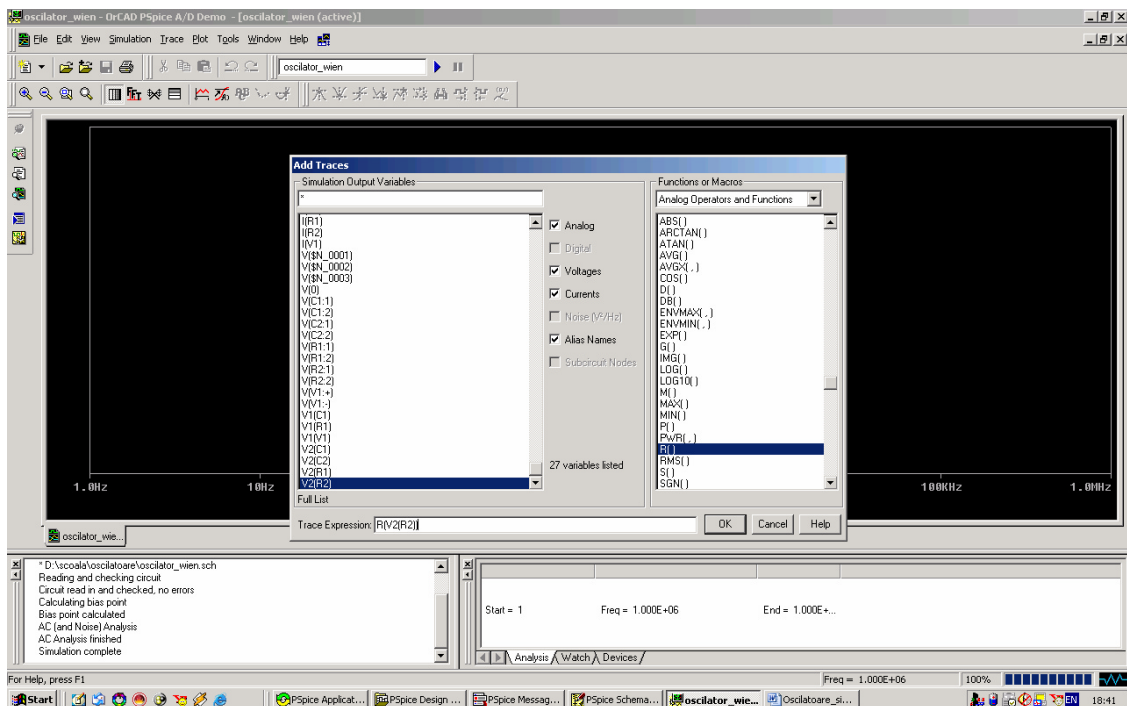


Figura 5: Simularea partii reale a tensiunii la bornele lui R_2

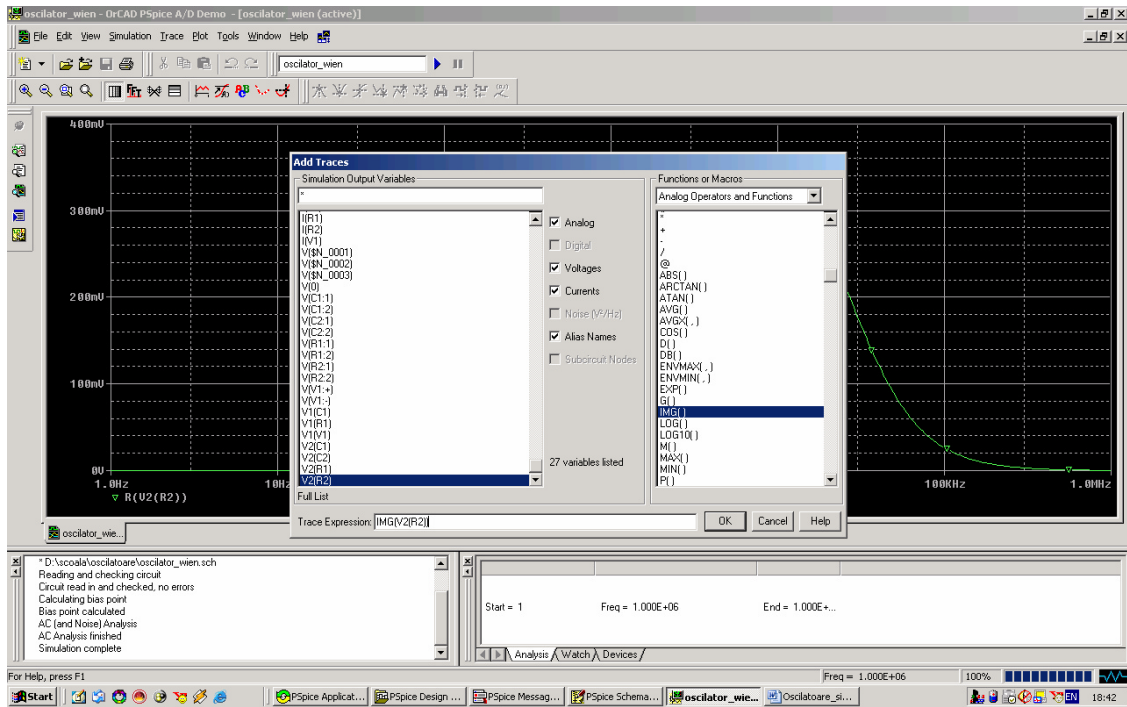


Figura 6. Reprezentarea partii imaginare a tensiunii pe R_2

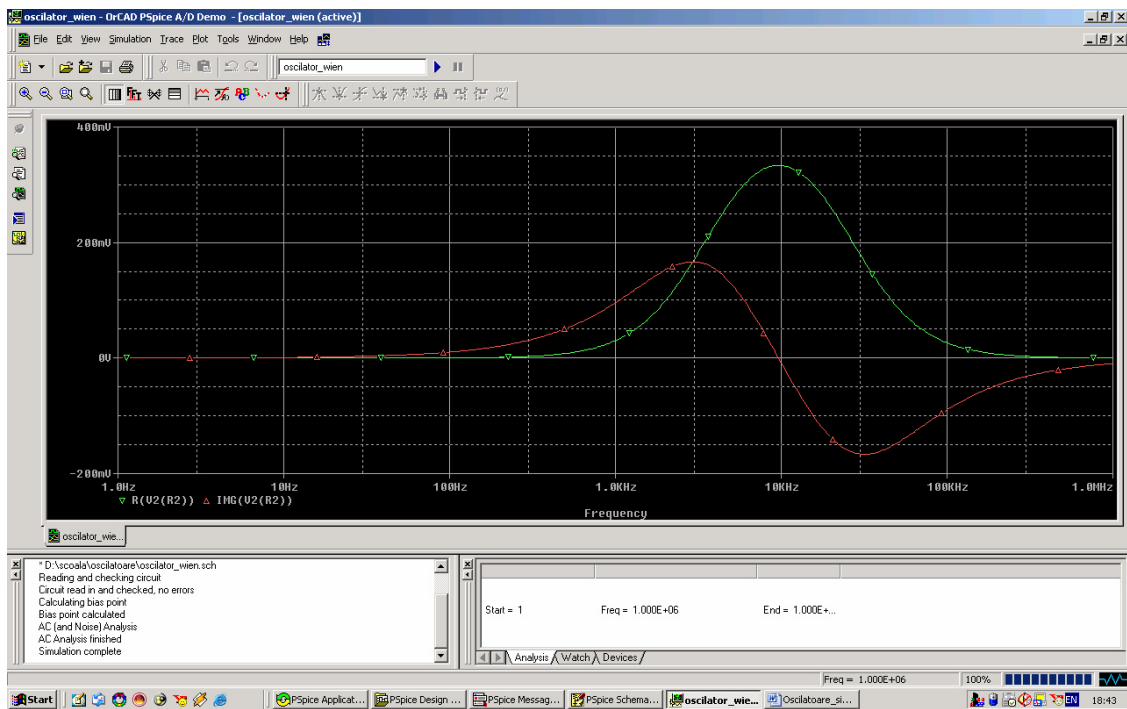


Figura 7: Reprezentarea tensiunii si fazei la bornele rezistentei R_2

B. Oscilatorul cu retea Wien

Se conectează între ieșirea amplificatorului operațional (terminalul 6) și masa o rezistență de sarcină R_1 :

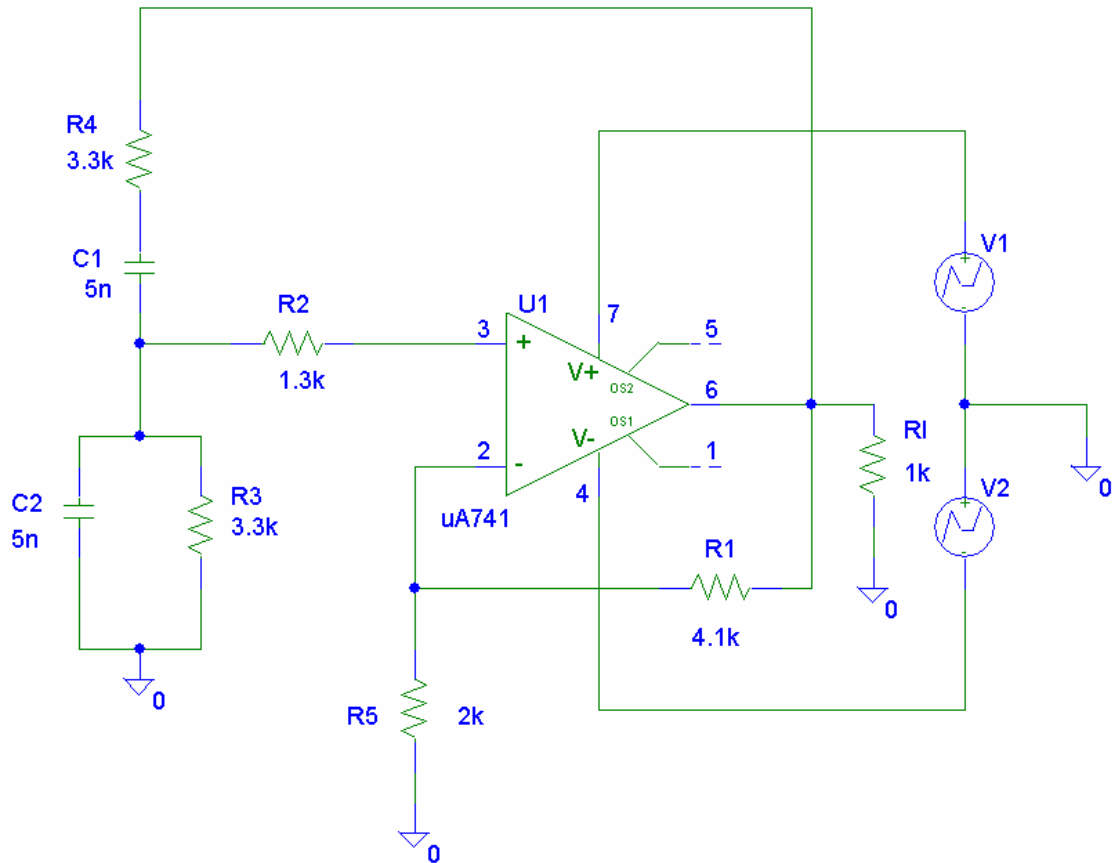


Figura 8. Schema oscilatorului cu rețea Wien și rezistența de sarcină

Se măsoară valoarea amplitudinii oscilațiilor pe rezistența de sarcină R_1 pentru diferite valori ale rezistenței de sarcină și ale tensiunii de alimentare (V_1 , V_2). Rezultatele se trec în tabel.

Tabelul 3

V_{cc}/R_1	$f_{osc} =$				
	$R_1=330?$	$R_1=470?$	$R_1=1k?$	$R_1=2,4k?$	$R_1=8$
+7/-7					
+11/-11					
+15/-15					

Se studiază forma oscilațiilor modificând $R_1=4,1K?$:

- $R_1= 3.9K?$;
- $R_1= 4.1K?$;
- $R_1=4.4K?$.

Ce observați în fiecare situație?

C. Oscilatorul cu retea Wien si stabilizare a amplitudinii oscilatiilor cu FET

Se modifica schema din figura 8 adaugându-se în locul rețelei rezistive în circuitul de reactie negativa al amplificatorului un tranzistor cu efect de câmp (2N3819). Se deseneaza circuitul si se reia simularea în domeniul frecventa, notându-se valoarea amplitudinii oscilatiilor în tabelul de mai jos:

Tabelul 4

V_{cc}/R_1	$f_{osc} =$				
	$R_1=330?$	$R_1=470?$	$R_1=1k?$	$R_1=2,4k?$	$R_1=8$
+7/-7					
+11/-11					
+15/-15					

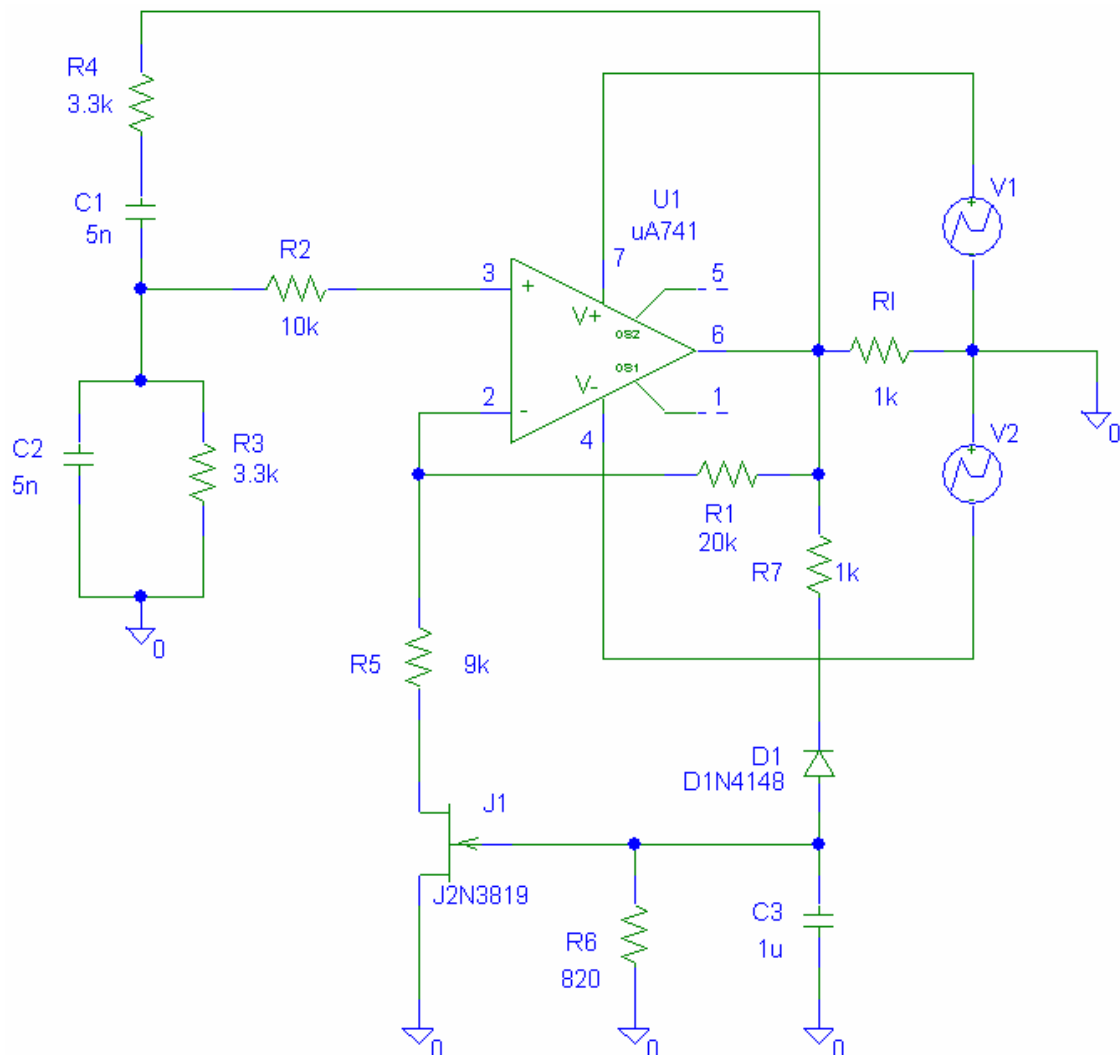


Figura 9. Schema oscilatorului în punte Wien la care amplitudinea oscilatiilor de iesire se regleaza cu tranzistor cu efect de câmp

Toata viata sa omul-inginer cauta raspuns la problemele care-l framînta (atît pe plan sufletesc cît si profesional), oscilînd între siguranta unei solutii imperfecte si frica de necunoastere. Pentru ca amplitudinea acestor oscilatii proprii sa fie cît mai mica, sunteti asteptati cu întrebări sau propuneri legate de aceasta lucrare la adresa lteodorescu@arh.pub.ro .

As. ing. Laurentiu Teodorescu