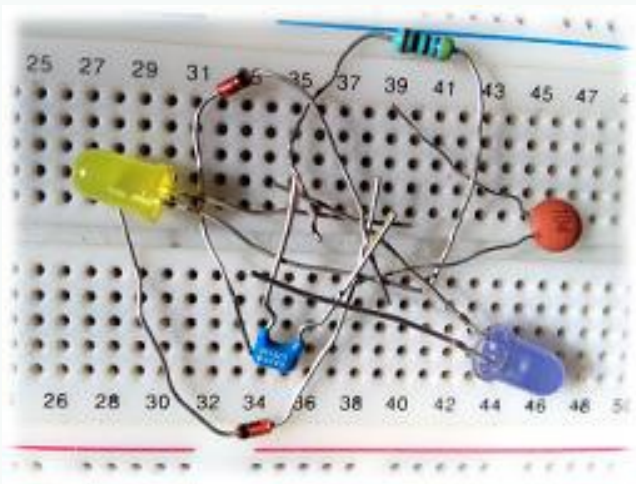


EMILIA ȘIPOȘ

LAURA IVANCIU



DISPOZITIVE ELECTRONICE

Îndrumător de laborator

UTPRESS

Cluj-Napoca, 2022

ISBN 978-606-738-580-0

Emilia ȘIPOȘ

Laura IVANCIU

DISPOZITIVE ELECTRONICE

Îndrumător de laborator



UTPRESS

Cluj-Napoca, 2022

ISBN 978-606-737-580-0



Editura U.T.PRESS
Str. Observatorului nr. 34
C.P. 42, O.P. 2, 400775 Cluj-Napoca
Tel.: 0264 401999
e-mail: utpress@biblio.utcluj.ro
<http://biblioteca.utcluj.ro/editura>

Director : Ing. Viorica Domșa

Recenzia : Prof.dr.ing. Gabriel Oltean

Prof.dr.ing. Ovidiu Pop

Pregătire online: Gabriela Groza

Copyright © 2022 Editura U.T.PRESS
Reproducerea integrală sau parțială a textului sau ilustrațiilor din această carte
este posibilă numai cu acordul prealabil scris al editurii U.T.PRESS.
Tiparul executat la Tipografia UTCN.

ISBN 978-606-737-580-0

Bun de tipar: 09.06.2022

Cuprins

Prefață	2
1. Aparatura de laborator. Divizor de tensiune	3
2. Diode semiconductoare	13
3. Circuite de comutare DR, diporți și multiporți simpli	18
4. Circuite de comutare DC	22
5. Dublor de tensiune și redresoare cu filtru capacitiv	26
6. Circuite cu diode Zener și LED-uri	30
7. Comparatoare de tensiune cu AO – comparatoare simple	34
8. Indicator optic al nivelului de tensiune cu AO	38
9. Comparatoare de tensiune cu AO – comparatoare cu reacție pozitivă	41
10. Amplificatoare linie-la-linie cu alimetare diferențială și unipolară	46
11. TB – regiuni de funcționare	52
Bibliografie	56

Prefață

Acest îndrumător de laborator se adresează în principal studenților din anul I ai Facultății de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației, dar și celor din anul I de la Facultatea de Automatică și Calculatoare. De asemenea, alte categorii de studenți care încep să descopere universul dispozitivelor și circuitelor electronice pot utiliza acest material.

Prima lucrare de laborator prezintă aparatura ce va fi implicată în realizarea experimentelor și descrie modul corect de utilizare a fiecărui instrument. Celelalte zece lucrări au rolul de a fundamenta aspectele teoretice discutate la curs, prin implicarea studenților în realizarea circuitelor, analiza lor și în comentarea rezultatelor obținute.

Experimentele își propun trei scopuri principale:

- i) să crească încrederea studenților în nivelul noțiunilor teoretice dobândite la curs, prin verificarea experimentală;
- ii) să identifice diferențele dintre rezultate obținute prin calcul teoretic (utilizând modele ale dispozitivelor) și rezultate experimentale (utilizând dispozitive reale);
- iii) să aplice noi metode și tehnici de analiză și verificare a circuitelor electronice.

Fiecare lucrare de laborator, cu excepția primei, este organizată în patru secțiuni: *I. Obiective; II. Componente și aparatură; III. Exerciții pregătitoare; IV. Experimentare și rezultate.*

Prima secțiune, *Objective*, enunță conceptele pe care studenții le vor stăpâni, la finalul ședinței de laborator.

Secțiunea a doua, *Componente și aparatură*, enumeră dispozitivele electronice și aparatura de laborator necesară desfășurării lucrării.

Secțiunea *Exerciții pregătitoare* este, de fapt, tema de casă pe care studenții trebuie să o pregătească, înainte de a participa la laborator. Întrebările și analizele propuse aici fac referință la aceleași circuite ce vor fi realizate practic, furnizând astfel referința teoretică cu care se vor compara rezultatele experimentale.

Ultima secțiune, *Experimentare și rezultate*, este partea culminantă a fiecărei lucrări. Secțiunea este structurată pe mai multe niveluri, fiecare nivel având părțile de *Experimentare* respectiv *Rezultate* separat, pentru o bună înțelegere a conceptelor. În partea de *Experimentare* sunt detaliate etapele de urmat pentru implementarea și analiza circuitelor. În partea de *Rezultate* sunt date indicații legate de valorile numerice, formele de undă și caracteristicile de transfer care vor fi analizate, pe durata experimentelor.

Comparația între rezultatele teoretice și cele experimentale este încurajată, pentru a beneficia la maximum de o experiență de învățare completă și stimulantă.

Cluj – Napoca, Mai 2022

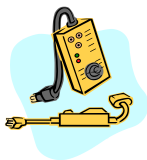
Autorii

APARATURA DE LABORATOR. DIVIZOR DE TENSIUNE.



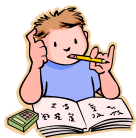
I. OBIECTIV

Deprinderea utilizării aparatelor de laborator (sursă de tensiune, multimetru digital, generator de semnale, osciloscop catodic) necesare studiului experimental a unor dispozitive și circuite electronice.



II. COMPONENTE ȘI APARATURĂ

Aparatele pe care le vom folosi sunt cele disponibile în laboratorul de *Dispozitive și Circuite Electronice*: sursă de tensiune continuă stabilizată (HM8040, HM7042), multimetru digital (DM302, M890G, B4100), generator de semnale (HM8030, BK Precision4070, G5100) și osciloscop catodic cu două canale (HM303, HM304, HM507, HM1507, Metrix OX6152). Pentru realizarea conexiunilor necesare folosim jumperi, conductoare prevăzute cu banane electrice la ambele capete și sonde ecranate.



III. SUPORT TEORETIC

T1. Sursa de tensiune continuă stabilizată

O sursă de tensiune stabilizată are rolul de a menține constantă tensiunea de ieșire la variația între anumite limite a unor mărimi (tensiune de intrare, sarcină, temperatură, etc.)

Sursele de tensiune continuă stabilizată sunt folosite pentru alimentarea majorității circuitelor electronice, furnizându-le acestora energie electrică de curent continuu.

În laborator folosim o sursă triplă de tensiune continuă stabilizată. În aceeași carcasă ea conține două surse flotante, independente, de tensiune continuă stabilizată, reglabile (0-20V/0.5A) și o sursă de tensiune dependentă de celelalte două surse independente (5V/1A).



Observații

În laborator se vor folosi doar cele două surse independente. De aici înainte ne vom referi doar la respectivele surse.

Panoul frontal al aparatului este prezentat în Fig. 1.

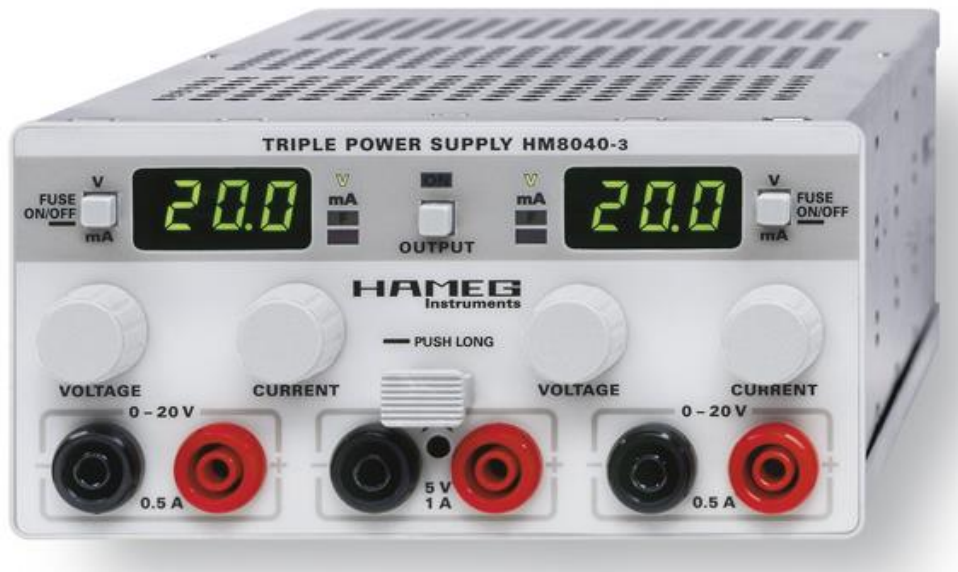


Fig. 1. Panou frontal al sursei stabilizate HM8040

Fiecare din cele două surse independente are două terminale de ieșire Roșu (+) și Negru (-) la care este disponibilă tensiunea de ieșire.

Sursa de tensiune stabilizată conține:

- buton OUTPUT care prin apăsare permite ca tensiunea reglată să fie disponibilă la bornele de ieșire ale surselor (colorate în roșu și negru);
- două afisaje digitale unde sunt afișate valorile tensiunilor stabilizate sau a curentului consumat (câte un afisaj pentru fiecare sursă);
- fiecare sursă are două potențiometre pentru reglarea valorilor tensiunii dorite la ieșire sau a curentului maxim (VOLTAGE, CURRENT);

T2. Multimetrul digital

Multimetrul digital este un aparat electronic cu ajutorul căruia putem măsura rezistențe, tensiuni și curenți (de c.c. și c.a.). Pentru semnalele de curent alternativ sinusoidal este măsurată valoarea efectivă. Prelucrarea semnalelor și afisarea rezultatelor este digitală.

Multimetrul digital DM302 are afișaj de 3 1/2 digiți, valoare maximă afișată fiind 1999. Pentru fiecare mărime aparatul este prevăzut cu mai multe domenii de măsurare. O

precizie de citire cât mai bună se obține folosind domeniul cu capătul de scală cel mai mic, fără a avea depășire de scală (“1” aprins pe prima poziție, celelalte poziții fiind stinse). Panoul frontal al multimetrului este prezentat în Fig. 2.

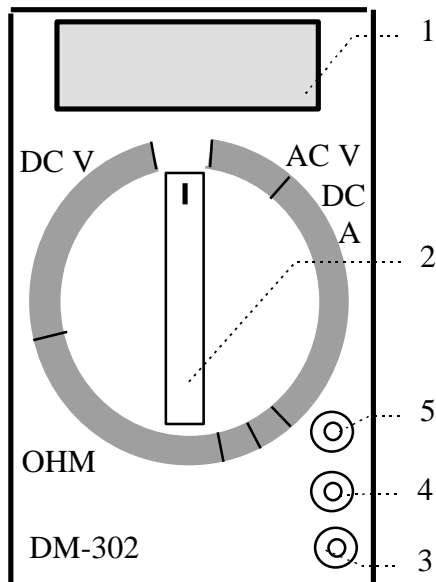


Fig. 2. Panoul frontal al multimetrului digital

Descrierea elementelor de pe panoul frontal al multimetrului digital DM302 este prezentată în Tabelul 1.

Tabelul 1

NUME ELEMENT	NUMĂR	FUNCȚIE ELEMENT
Afișaj	1	afișaj 3 1/2 digiți
Comutator mod de lucru	2	<p>OFF: aparatul este oprit</p> <p>DCV: 5 domenii pentru măsurarea tensiunii continue (max. 1000V)</p> <p>OHM: 5 domenii pentru măsurarea rezistenței (max 2MΩ)</p> <p>—▷ se poate verifica o joncțiune pn; este afișată căderea de tensiune pe diodă.</p> <p>10A: domeniu pentru măsurarea valorilor mari a intensității curentului continuu (max. 10A)</p> <p>DCA: 5 domenii pentru măsurarea intensității curentului continuu (max. 2A)</p> <p>ACV: 2 domenii pentru măsurarea valorii efective a tensiunii alternative (max 750V)</p>
Borne de	3	COM: borna de referință (fir rece, masă, “-”) față de care se fac toate măsurătorile; de obicei firul care se aplică acestei borne are culoarea neagră
	4	VΩmA: borna de măsură (fir cald, “+”); de obicei firul ce se aplică acestei borne este de culoarea

măsură		roșie pentru toate mărimile de măsurat cu excepția curentului continuu cu intensitate mai mare de 2A
	5	10A: borna de măsură (fir cald, “+”) numai pentru măsurarea valorilor mari a intensității curentului continuu (max. 10A)

T3. Generator de semnale

Generatorul de semnal este un aparat electronic ce furnizează semnale variabile de diferite forme (sinus, dreptunghi, triunghi, impuls, etc.), permițând modificarea după dorința a unor parametri: amplitudine, frecvență, factor de umplere, etc. Generatorul se folosește la aplicarea de semnale variabile în circuitele electronice care se studiază experimental.

Panoul frontal al generatorului HM8030 este prezentat în Fig. 3.



Fig. 3 Panoul frontal al HM8030

Generatorul de semnale HM8030 conține:

- partea de reglare a frecvenței semnalului generat (FREQUENCY), cu două tipuri de reglaje: în trepte (butoanele 50mHz și 10MHz) și un reglaj fin (un potențiomtru);
- partea de reglare a amplitudinii semnalului generat (AMPLITUDE), cu două tipuri de reglaje: brut (se modifică valoarea atenuării introdusă de aparat – două butoane de atenuare ”-20dB” fiecare) și un reglaj fin (un potențiomtru). De asemenea se poate regla componenta continuă a semnalului generat (OFFSET) prin apăsarea butonului ON/OFF și acționarea potențiometrului ;
- un buton pentru selectarea formei semnalului de ieșire (FUNCTION);
- două ieșiri de semnal: una pentru semnalul dorit de utilizator (50Ω OUTP.) având forma de undă și valorile reglate pentru frecvență și amplitudine (de ex. un semnal

sinusoidal cu frecvența 20Hz și amplitudinea 4V) și o ieșire pentru semnal de sincronizare TTL (TRIG.OUTP.)



Observații

1. În laborator pentru obținerea semnalului dorit se va utiliza ieșirea 50Ω OOUTP.
2. Generatorul de semnale permite și modificarea factorului de umplere în cazul generării unui semnal dreptunghiular.

T4. Osciloscopul catodic

Osciloscopul este un aparat electronic ce permite vizualizarea pe ecranul lui a curbelor ce reprezintă variația în timp a diferitelor mărimi sau a curbelor ce reprezintă dependența dintre două mărimi. Imaginile obținute pe ecran se numesc oscilograme.

Osciloscopul poate fi utilizat pentru:

- vizualizarea variației în timp a tensiunilor electrice, precum și măsurarea parametrilor acestora: valoare vârf la vârf, amplitudine, valoarea componentei continue, perioada (frecvența);
- vizualizarea relației dintre două tensiuni variabile în timp, putând determina raportul frecvențelor tensiunilor și defazajul dintre ele.
- trasarea curbelor caracteristice ale unor dispozitive sau materiale (caracteristici statice ale unor dispozitive sau circuite electronice, ciclu de histerezis al materialelor feromagnetice, etc.)

Osciloscopul poate funcționa în două moduri:

- modul **Y-t** : pe ecran apare curba $y(t)$, care arată variația unei tensiuni în funcție de timp – cronogramă
- modul **Y-X sau X-Y** : pe ecran apare o curbă ce reprezintă relația $y(x)$, prin eliminarea timpului între cele două variații $x(t)$ și $y(t)$ (pe ecran se vizualizează variația unei tensiuni în funcție de o altă tensiune – de ex. variația tensiunii de ieșire în funcție de tensiunea de intrare).

În laborator se vor folosi osciloscoapele HAMEH HM303, HM304, HM507, HM1507 sau Metrix OX6152. Deși au denumiri diferite, principiul de funcționare este identic. Panoul frontal al osciloscopului HM303 este prezentat în Fig. 4.

Osciloscopul HM303 permite vizualizarea alternativă sau concomitentă (cu ajutorul butonului DUAL) a două semnale de tensiune, având două canale pentru aplicarea acestora (CH I și CH II).

Fiecare canal are:

- borna de intrare semnal (de ex. INPUT CH I);
- un potențiomtru de modificare a scării de reprezentare pe verticală (VOLTS/DIV.);
- câte un potențiomtru pentru poziționarea axelor X (X-POS) și Y (Y-POS);
- un buton (AC/DC) pentru vizualizarea semnalului cu componentă continuă (AC), respectiv fără componentă continuă (DC).

Comun ambelor canale este un potențiomtru de modificare a scării de reprezentare pe verticală (TIME/DIV.);

Selectarea modului de lucru dorit Y-t respectiv X-Y se face cu ajutorul butonului XY.

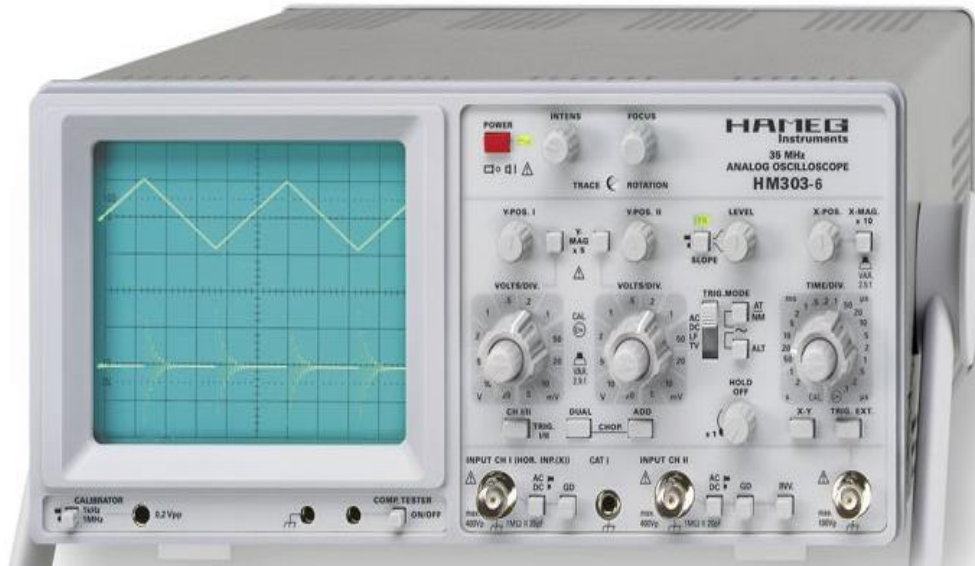


Fig. 4. Panoul frontal al osciloscopului catodic HM303

IV. EXPERIMENTARE ȘI REZULTATE

1. Obținerea tensiunilor continue

1.1. TENSIUNE DE UN SINGUR SEMN (UNIPOLARĂ)



Experimentare

- Se alimentează aparatul cu tensiunea de rețea .
- Se reglează valoarea dorita a tensiunii.
- Cu multimetrul digital pe domeniul 0-20V DC, borna “COM” legată la borna “-” a sursei, se măsoară valoarea tensiunii.



Rezultate

- Valorile de tensiune citite cu voltmetrul sursei, respectiv cu multimetru, sunt identice sau diferite? De ce?

- Având de alimentat un circuit cu +12V față de masă, care bornă a sursei o vom lega la firul de masă și care la firul de alimentare al circuitului? Dar dacă circuitul trebuie alimentat cu -12V față de masă?
- Este posibilă obținerea unui tensiuni continue de 40V cu sursa dublă de tensiune? Dacă da, cum?



Observații

1. Pentru alimentarea unui circuit electronic, mai întâi reglăm tensiunea sursei de alimentare la valoarea dorită, conectăm firele de alimentare ale circuitului la sursa de tensiune, și apoi aplicăm tensiune la ieșirea sursei prin apăsarea butonului output.
2. Ori de câte ori efectuăm modificări în montajul experimental (de ex. modificarea conexiunilor, înlocuirea unui componente, realizarea unei lipituri, etc.) acestea se vor face cu montajul nealimentat.

2. Vizualizarea tensiunilor cu osciloscopul

2.1. PUNEREA ÎN FUNCȚIUNE A OSCILOSCOPULUI



Experimentare

- Se pune aparatul sub tensiune prin apăsarea butonului POWER.
- Se reglează trasa astfel încât să se suprapună perfect cu linia de la mijlocul ecranului (butonul GD și Y-Pos) .
- Comutatoarele modului de lucru se pun pe poziția corespunzătoare modului de lucru Y-t.
- Comutatoarele pentru lucrul în modul Y-t se pun pe poziții corespunzătoare vizualizării unui singur canal.
- Se reglează luminozitatea (potentiometrul INTENS) și focalizarea (potentiometrul FOCUS) spotului la o valoare optimă.



ATENȚIE

Funcționarea cu spotul exagerat de luminos duce la distrugerea stratului de luminofor de pe ecranul tubului catodic.

2.2. VIZUALIZĂRI ÎN MODUL DE LUCRU Y-T



Experimentare

a) Vizualizarea unui singur semnal

După punerea în funcțiune a osciloscopului se fac operațiile:

- Se pune comutatorul modului de cuplare al semnalului de intrare pe poziția DC, dacă dorim vizualizarea semnalului cu componenta sa continuă, sau pe poziția AC, dacă dorim doar vizualizarea componentei alternative a semnalului.
- Se pornește generatorul de semnale.
- Se selectează generarea unui semnal sinusoidal.
- Se reglează valoarea frecvenței și amplitudinii tensiunii.
- Cu ajutorul sondelor coaxiale se leagă borna de ieșire a generatorului cu borna de intrare a osciloscopului.
- Se pune comutatorul de selectare al canalului cu care se face sincronizarea pe poziția corespunzătoare canalului la care am aplicat semnalul de intrare.
- Se reglează potențiometrele poziție X și poziție Y, comutatoarele atenuatorului pe verticală, comutatorul bazei de timp și potențiometrul nivelului de sincronizare până se obține o imagine stabilă, optimă.

b) Vizualizarea simultană a două semnale

- Se aplică unui canal al osciloscopului un semnal variabil de la generatorul de semnale, iar la celălalt canal o tensiune continuă de la sursa de tensiune continuă stabilizată.
- Comutatoarele de stabilire a lucrului în modul Y-t se pun pe poziții corespunzătoare vizualizării simultane a semnalelor aplicate celor 2 canale.
- Pentru obținerea unei imagini optime pe ecranul osciloscopului se manevrează butoanele de poziție pe X și pe Y, comutatoarele atenuatoarelor pe verticală, comutatoarele bazei de timp, nivel de sincronizare. Sincronizarea se va face cu semnalul aplicat de la generator.



Rezultate

a) Vizualizarea unui singur semnal

- Desenați forma de undă obținută pe ecranul osciloscopului.

b) Vizualizarea simultană a două semnale

- Desenați cele două forme de undă obținute pe ecranul osciloscopului.

2.3. MĂSURĂRI ÎN MODUL DE LUCRU Y-T

Pentru ușurarea măsurătorilor, ecranul osciloscopului este prevăzut cu un rastru (caroiaj) care îl împarte în câmpuri dreptunghiulare. Măsurarea tensiunilor și timpului (perioadei) se face direct prin citirea deviațiilor spotului pe verticală respectiv pe orizontală.



Experimentare

a) Măsurarea tensiunilor cu osciloscopul calibrat

Pentru măsurare se folosesc indicațiile comutatorului atenuatorului pe verticală. Se pot măsura amplitudinea, valoarea vârf la vârf și componenta continuă ale unei tensiuni. Pentru acesta se înmulțește deviația verticală citită pe ecran cu indicația corespunzătoare poziției în care se află comutatorul. De exemplu, dacă deviația verticală totală este 4,2 div și comutatorul se află în poziția 0,1V/div valoarea totală a tensiunii este:

$$4,2 \text{ div} \times 0,1 \text{ V/div} = 0,42 \text{ V}$$

b) Măsurarea perioadei cu osciloscopul calibrat

Măsurarea se face folosind indicațiile comutatorului bazei de timp. Pentru aceasta se înmulțește numărul de diviziuni pe orizontală, corespunzătoare unei perioade, cu indicația corespunzătoare poziției în care se află comutatorul. De exemplu, dacă deviația orizontală este 4,6 diviziuni și indicația este 5ms/div, perioada T_y va fi:

$$T_y = 4,6 \text{ div} \times 5 \text{ ms/div} = 23 \text{ ms}$$



Rezultate

Se desenează formele de undă vizualizate pe ecranul osciloscopului, evidențiindu-se amplitudinea și perioada semnalelor.

2.4. MĂSURĂRI ÎN MODUL DE LUCRU Y-X



Experimentare

- Se trece osciloscopul în modul de lucru Y-X:
 - comutatorul modului de lucru se trece în poziția XY. Uzual, pe axa OX (în locul timpului) vom avea semnalul aplicat canalului Y1 iar pe axa OY semnalul aplicat canalului Y2.



Rezultate

Se desenează graficul vizualizat pe ecranul osciloscopului.

3. Divizorul de tensiune



Experimentare

- Construiți circuitele din Fig. 5. Aplicați la intrarea circuitelor o tensiune V_I continuă, 10 V.

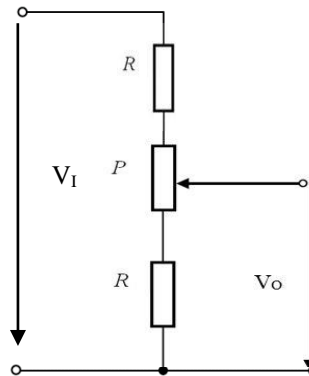
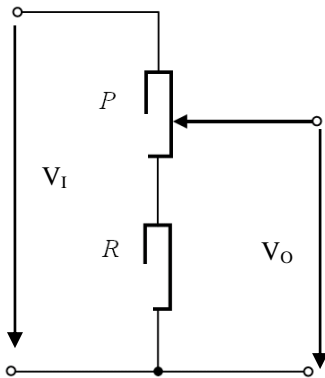


Fig. 5. Divizorul de tensiune



Rezultate

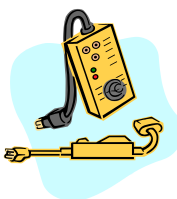
- Mășurați valoarea tensiunii de ieșire, V_O , pentru cursorul potențiometrului P în diferite poziții. În ce poziție trebuie să fie cursorul potențiometrului P, pentru a determina valorile R și P?
- Determinați valorile rezistenței R și a potențiometrului P, pe baza valorilor măsurate și a relației dintre V_I și V_O .

DIODE SEMICONDUCTOARE



I. OBIECTIVE

- Determinarea caracteristicilor curent-tensiune pentru diode redresoare.
- Determinarea unor modele statice și diferențiale.



II. COMPONENTE ȘI APARATURĂ

Pentru experimentare vom folosi diode cu siliciu (banda indică catodul): o diodă redresoare 1N400x, rezistențe de diferite valori. Tensiunea continuă o obținem de la o sursă dublă de tensiune continuă stabilizată, iar tensiune sinusoidală de amplitudine și frecvență variabilă de la un generator de semnale. Pentru vizualizarea tensiunilor variabile și a caracteristicilor diodelor avem nevoie de un osciloscop cu două canale. Valorile continue de tensiune și curent se măsoară cu multimetrul.



III. EXERCIIII PREGĂTITOARE

P1. Verificarea diodelor cu ohmmetrul digital

Un ohmmetru este folositor pentru analiza rapidă a diodelor cu joncțiuni deoarece circuitul lui echivalent conține o sursă de tensiune mai mare de 0.7V (baterie) și o rezistență.

- Dacă se folosește un multimetru ce are desenat simbolul diodei pe una dintre poziții, ce ar trebui să apară pe ecranul multimetrului dacă terminalul pozitiv al aparatului se conectează la anodul diodei iar terminalul negativ la catodul diodei? În ce stare este dioda în acest caz?

P2. Dioda redresoare

P2.1. Caracteristica curent-tensiune $i_D(v_D)$

- Cum arată caracteristica $i_D(v_D)$ a unei diode cu siliciu?

Diodele de tip 1N 400x sunt caracterizate de ecuația:

$$i_D = I_S (e^{\frac{v_D}{nV_T}} - 1)$$

$$I_s = 2,3 \cdot 10^{-9} \text{ A};$$

$$n \approx 2;$$

$$V_T = 26 \text{ mV}, \text{ la } 27^\circ\text{C}.$$

- În punctele de pe caracteristica diodei în care $I_{D1}=30\text{mA}$ și $I_{D2}=200\text{mA}$ determinați valorile rezistențelor statice, utilizând formulele:

$$r_{D1} = \frac{V_{D1}}{I_{D1}} \quad \text{și} \quad r_{D2} = \frac{V_{D2}}{I_{D2}}$$

- Pentru determinarea r_{d1} și r_{d2} , pentru fiecare din cele două puncte de funcționare se mai consideră un punct în imediata lui vecinătate, ales de către voi. De exemplu, pentru punctul D1 se poate considera punctul D1' în care $I_{D1'}=33\text{mA}$, rezultând astfel .

$$\Delta I_{D1} = I_{D1'} - I_{D1}$$

Formula utilizată pentru determinarea rezistențelor diferențiale este:

$$r_a = \frac{\Delta V_D}{\Delta I_D}$$

P2.2. Oscilografiera caracteristicii cu sursă de tensiune neflotantă

Pentru oscilografiera caracteristicii se poate folosi montajul din Fig. 2. Rezistența R_T are rol de traductor curent-tensiune, necesar pentru vizualizarea cu osciloscopul a curentului prin dioda D.

- De ce punctul de masă al osciloscopului (M) nu se poate lega între D și R dacă v_s este sursă neflotantă (Fig. 2)?

Indicație : Trebuie ținut seama de faptul că atât masa sursei v_s cât și masa osciloscopului sunt legate la carcasa aparatelor respective și la împământare.

- Ce mărimi vom avea pe cele două axe (X și Y)?
- În ce cadrane se obține oscilograma?

IV. EXPERIMENTARE ȘI REZULTATE

1. Verificarea diodelor cu ohmmetrul digital



Experimentare

Cu ohmmetrul digital se verifică starea joncțiunilor diodei redresoare.

- Dacă pe unul din domeniile de măsură ale ohmmetrului digital este desenat simbolul diodei, verificarea se va face folosind acest domeniu; în caz contrar se poate folosi orice domeniu al ohmmetrului.

- Se leagă dioda redresoare cu anodul la borna + a ohmmetrului (polarizare directă a diodei) și se citește valoarea indicată.
- Se inversează sensul de legare al diodei (polarizare inversă) și se citește din nou valoarea indicată.



Rezultate

- Valorile obținute în urma celor patru măsurători (câte două pentru fiecare diodă: în polarizare directă, respectiv în polarizare inversă).
- Dacă dioda este bună, rezultatele obținute în urma măsurătorilor se vor regăsi în tabelul de mai jos:

Tabelul 1.

	Domeniul de măsură al ohmmetrului	
	cu simbolul diodei	fără simbolul diodei
D - polarizată direct	0,7 - 0,9 (tensiunea v_D)	rezistență mică
D - polarizată invers	1. (depășire de scală)	rezistență mare

Dacă se obțin alte situații, dioda este stricată (scurtcircuitată, întreruptă).

2. Dioda redresoare

Pentru experimentare s-a ales o diodă semiconductoare de tip 1N400x, unde x poate lua ca valoare un număr întreg între 1 și 7. Semnificația acestui număr o puteți descoperi ușor consultând un catalog cu diode.

2.1. Caracteristica curent-tensiune $i_D(v_D)$

Metoda punct cu punct



Experimentare

Se construiește circuitul din Fig. 1.

D-polarizată direct

- V_S - sursă de tensiune continuă reglabilă.
- Miliampermetrul indică curentul i_D prin D, iar voltmetrul tensiunea v_o la bornele D.
- Modificând tensiunea sursei V_S în domeniul $[0, 12][V]$ se măsoară mai multe perechi de puncte (i_D, v_D).

D-polarizată invers

- La schema din Fig. 1. se înlocuiește sursa V_S de tensiune pozitivă cu o sursă de tensiune negativă reglabilă în domeniul $[0, -40][V]$. Pentru a obține tensiune mai mare de 20V (în modul) se înseriază cele două surse de tensiune din sursa dublă stabilizată.

- Modificând tensiunea sursei V_S în domeniul $[0, -40][V]$, se măsoară mai multe perechi de puncte (i_D, v_D).



Rezultate

- Tabel cu valorile i_D, v_D pentru toate punctele măsurate la experimentul 2.1. (atât pentru polarizarea directă cât și inversă a diodei).
- Grafic $i_D(v_D)$.
- Care este tensiunea de prag a diodei?
- Se aleg pentru D două puncte de funcționare (I_{D1}, V_{D1}) și (I_{D2}, V_{D2}) la $I_{D1} \approx 30\text{mA}$, respectiv $I_{D2} \approx 200\text{mA}$.
- Se determină rezistențele statice r_{D1} și r_{D2} și rezistențele diferențiale r_{d1} și r_{d2} în aceste puncte. Pentru calculul rezistențelor diferențiale se folosesc valorile din punctul de funcționare și dintr-un punct din imediata lui vecinătate (conform tabelului cu i_D, v_D)

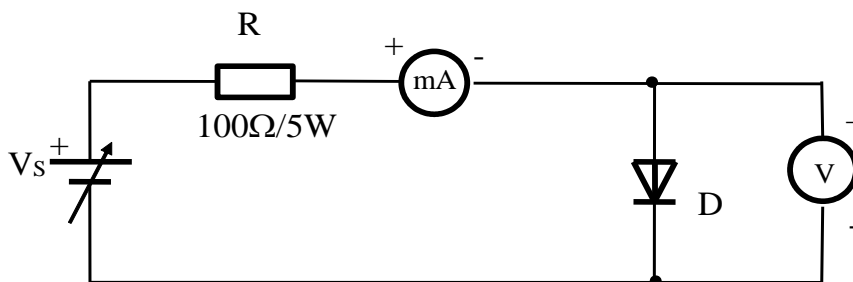


Fig. 1. Montaj pentru ridicarea caracteristicii diodei

2.2. Oscilografiera caracteristicii cu sursă de tensiune neflotantă



Experimentare

Se construiește circuitul din Fig. 2.

- v_S -tensiune sinusoidală cu amplitudine de 10V și frecvență de 100Hz obținută de la generatorul de semnale.
- Cu osciloscopul calibrat, se aplică la un canal semnalul din punctul A iar la al doilea canal semnalul din punctul B. Pentru vizualizarea caracteristicii diodei se setează modul de lucru XY.
- Se vizualizează caracteristica diodei și pentru frecvența de 2KHz a semnalului de intrare.

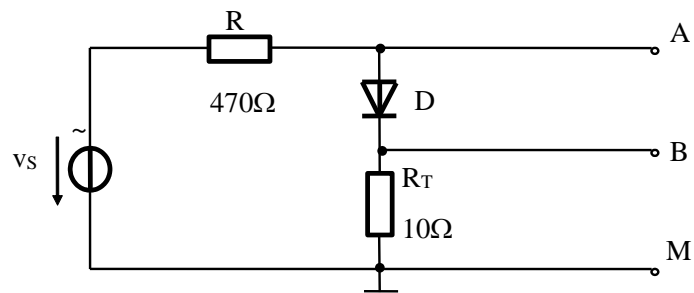


Fig. 2. Oscilografierea $i_D(v_D)$ folosind sursă neflotantă



Rezultate

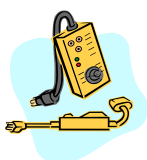
- Desenați caracteristicile obținute pentru frecvențele de 100Hz și 2KHz ale semnalului sinusoidal de intrare.
- În ce cadran sunt reprezentate caracteristicile?

CIRCUITE DE COMUTARE DR. DIPORȚI ȘI MULTIPORȚI SIMPLI



I. OBIECTIVE

- Determinarea caracteristicilor statice de transfer în tensiune pentru un diport DR.
- Deducerea aplicațiilor unui diport DR pentru diverse forme de variație în timp a tensiunii de intrare.
- Determinarea funcției electrice a unui triport de extrem spațial.



II. COMPONENTE ȘI APARATURĂ

Folosim un breadboard, două diode semiconductoare (banda indică catodul), un condensator și 2 rezistențe. Deoarece aplicăm și măsurăm atât tensiuni continue, cât și variabile, avem nevoie de o sursă de tensiune continuă stabilizată, un generator de semnale, un multimetru digital și un osciloscop catodic cu două canale.



III. EXERCIȚII PREGĂTITOARE

P1. Diportul limitator DR

P1.1. Caracteristica statică de transfer în tensiune (CSTV)

- Pentru circuitul din Fig. 1, considerând pentru diodă modelul ideal, deduceți CSTV considerând $v_I(t) \in [-10; 10]$ [V]? Dar dacă $v_I(t) \in [1; +1,5]$ [V]?
- Ce funcție îndeplinește circuitul?
- Care este expresia tensiunii de ieșire pe fiecare din cele două ramuri ale CSTV?
- Desenați $v_O(t)$ pentru $v_I(t)$ – tensiune sinusoidală cu amplitudine de 10V și frecvență de 100Hz.
- Rededuceți CSTV și redesenați $v_O(t)$ considerând modelul diodei cu cădere de tensiune constantă $v_D=0.7V$.

P1.2. Translatarea CSTV

- Cum arată CSTV pentru circuitul din Fig. 2, considerând $V_{POL}=5V$ și $v_I(t) \in [10; +10]$ [V]?
- Care este expresia tensiunii de ieșire pe fiecare din cele două ramuri ale CSTV?

P2. Triport de extrem spațial DR

P2.1. Funcția electrică a triportului DR

- Care este funcția electrică a triportului reprezentat în Fig. 3? Cum se exprimă matematic această funcție?

- Pentru triportul reprezentat în Fig. 3, care este variația în timp a tensiunii de ieșire $v_O(t)$ pentru $v_A(t)=5V$ și $v_B(t)=10\sin\omega t [V]$?
- Dar pentru $v_B(t)=10\sin\omega t [V]$ și $v_A(t)=-1V$?

IV. EXPERIMENTARE ȘI REZULTATE

1. Diportul limitator DR

Dintre cele patru posibile topologii de circuit cu 1R, 1D și o sursă de tensiune am ales pentru experimentare circuitul din Fig. 1, fiind mai puțin familiar decât circuitul cu ieșirea pe R, dar la fel de important.

1.1. Caracteristica statică de transfer în tensiune (CSTV)



Experimentare

Se construiește circuitul din Fig. 1.

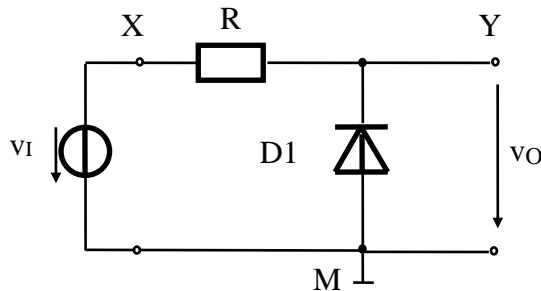


Fig. 1. Diport limitator DR

a) Obținerea CSTV prin metoda punct cu punct.

- Tensiunea $v_I=10V$ c.c. se obține de la sursa de tensiune continuă stabilizată.
- Cu multimetrul digital se măsoară v_I și v_O .
- Se măsoară v_O și pentru următoarele valori ale v_I : 5V, 1.5V, 0.8V, 0.4V, 0V, -1V, -5V, -10V.

b) Vizualizarea CSTV cu ajutorul osciloscopului.

- Tensiunea v_I se obține de la generatorul de semnale reglat pentru a furniza o tensiune sinusoidală cu amplitudine de 10V și frecvență de 100Hz.
- Se trece osciloscopul calibrat în modul de lucru Y-X (vezi și Lucrarea nr. 1, experimentul 2.4), se fixează originea sistemului de axe de coordonate în centrul ecranului și se conectează sonda corespunzătoare intrării X la intrarea circuitului iar sonda corespunzătoare intrării Y la ieșirea circuitului (punctele X, respectiv Y din Fig. 13). Se vizualizează CSTV obținută.
- Se trece osciloscopul calibrat în modul de lucru Y-t, se fixează referința în mijlocul ecranului pentru ambele canale și se conectează sonda corespunzătoare intrării X la intrarea circuitului iar sonda corespunzătoare intrării Y la ieșirea circuitului. Se vizualizează simultan $v_I(t)$, respectiv $v_O(t)$.



Rezultate

- a) Obținerea CSTV prin metoda punct cu punct.
- Tabel cu v_I , v_O pentru $v_I = -10V, -5V, 0V, +5V, +10V$.
 - Tabel cu v_I , v_O pentru $v_I = -1V, 0V, +0.4V, +0.8V, +1.5V$.
 - 2 grafice reprezentând $v_O(v_I)$, pentru datele din cele două tabele de mai sus.
 - Specificați pe grafice porțiunile corespunzătoare stărilor de conducție, respectiv de blocare a diodei.
 - În care situație trebuie avută în vedere tensiunea de prag diferită de zero a diodei?
- b) Vizualizarea CSTV cu ajutorul osciloscopului.
- Desenați și comparați CSTV obținută pe ecranul osciloscopului cu cea obținută prin metoda punct cu punct.
 - Pentru ce valoare a tensiunii de intrare dioda trece din blocare în conducție?
 - Desenați formele de undă obținute pentru $v_I(t)$ și $v_O(t)$.

1.2. Translatarea CSTV



Exprimentare

Se construiește circuitul din Fig. 2.

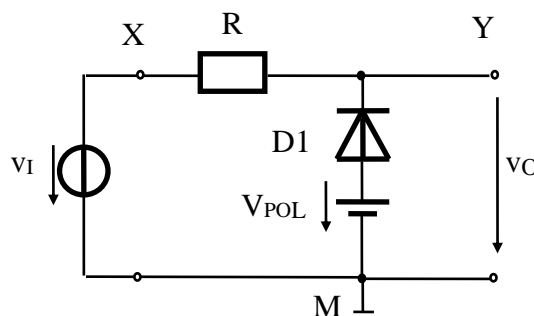


Fig. 2. Diport limitator DR cu V_{POL}

- V_{POL} este realizată cu sursa de tensiune continuă reglată la valoarea de 5V.
- Se vizualizează cu osciloscopul CSTV. Experimentul se desfășoară în mod similar cu cel de la secțiunea 1.1 b.



Rezultate

- Desenați și analizați CSTV obținută. Ce deduceți prin compararea ei cu cea obținută la secțiunea 1.1? Comentați.
- Pentru ce valoare a tensiunii de intrare dioda trece din blocare în conducție?
- Pe ce direcție s-a deplasat CSTV în comparație cu cea obținută la secțiunea 1.1? Cum explicați?

2. Triport de extrem spațial DR

Pentru experiment folosim triportul din Fig. 3 cu A, B porți de intrare și Y poartă de ieșire.

2.1. Funcția electrică a triportului



Exprimentare

Se construiește circuitul din Fig. 3.

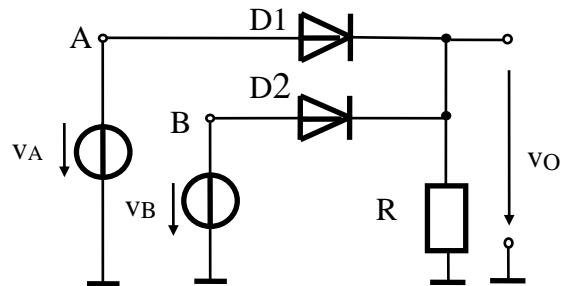


Fig. 3. Triport DR

- v_A este tensiune sinusoidală cu frecvență de 100Hz și amplitudine de 10V, de la generatorul de semnale .
- $v_B=5V$ este tensiune continuă.
- Cu osciloscopul, cu ambele canale cuplate direct, cu 0V la mijlocul ecranului se vizualizează v_A și v_O .
- Se repetă vizualizarea v_A și v_O și pentru $v_B=-1V$.



Rezultate

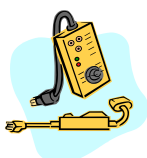
- Desenați conogramele tensiunilor v_A , v_B și v_O pentru $v_B(t) = 5V$, apoi pentru $v_B(t) = -1V$.
- Precizați pe cronogramele obținute intervalele de timp corespunzătoare stărilor de conducție, respectiv de blocare a diodei.
- Comparați cu rezultatele obținute la exercițiile pregătitoare. Interpretați.
- Există situații în care ambele diode sunt în conducție? Dar în blocare?

CIRCUITE DE COMUTARE DC



I. OBIECTIV

- a) Stabilirea legăturii dintre alcătuirea diporților DC și funcțiile realizate de aceștia.



II. COMPONENTE ȘI APARATURĂ

Folosim un breadboard, două diode semiconductoare de tip 1N4148 (banda indică catodul) și două condensatoare cu valoarea de 330 nF. Deoarece aplicăm tensiuni continue și variabile și măsurăm tensiuni continue și variabile avem nevoie de o sursă de tensiune continuă stabilizată, un generator de semnale, un osciloscop catodic cu două canale și un multimetru digital.



III. EXERCIȚII PREGĂTITOARE

Pentru toate circuitele, exercițiile se vor rezolva folosind pentru diodă modelul acesteia cădere de tensiune constantă, $v_D=0.7V$.

P1. Diporți DC de extrem (maxim/minim) temporal

Cronograme și funcționarea circuitului

- Cum arată cronogramele tensiunilor $v_O(t)$ și $v_D(t)$, în regim permanent, pentru circuitele din Fig. 1 și Fig. 2, dacă $v_I(t)=5V$ c.c. (Fig. 1) și $v_I(t)=-5V$ c.c. (Fig. 2) ?
- Cum arată cronogramele tensiunilor $v_O(t)$ și $v_D(t)$, în regim permanent, pentru circuitele din Fig. 1 și Fig. 2, dacă $v_I(t)$ este tensiune sinusoidală cu amplitudinea de 0.3V?
- Cum arată cronogramele tensiunilor $v_O(t)$ și $v_D(t)$, în regim permanent, pentru circuitele din Fig. 1 și Fig.2, dacă $v_I(t)$ este tensiune sinusoidală cu amplitudinea de 10V?

P2. Diporți DC de translație

Cronograme și funcționarea circuitului

- Cum arată cronogramele tensiunilor $v_O(t)$ și $v_C(t)$, în regim permanent, pentru circuitele din Fig. 3 și Fig. 4, dacă $v_I(t)$ este tensiune sinusoidală cu amplitudinea de 0.3V?
- Cum arată cronogramele tensiunilor $v_O(t)$ și $v_C(t)$, în regim permanent, pentru circuitele din Fig. 3 și Fig. 4, dacă $v_I(t)$ este tensiune sinusoidală cu amplitudinea de 10V

IV. EXPERIMENTARE ȘI REZULTATE

1. Diporturi DC de extrem (maxim/minim) temporal

1.1. Diportul de maxim temporal - cronograme și funcționarea circuitului



Experimentare

Se construiește circuitul din Fig. 1.

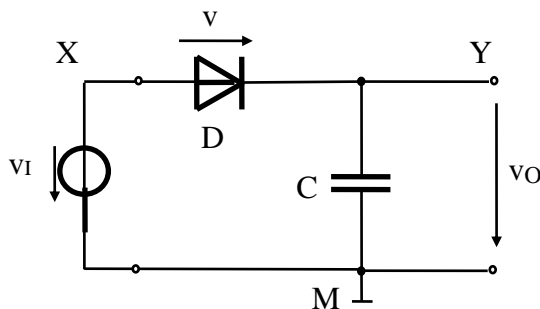


Fig. 1. Diport de maxim temporal

- La intrarea circuitului se aplică tensiune continuă de 5V de la sursa de tensiune continuă stabilizată.
- Cu multimetrul digital se măsoară tensiunile v_D și v_O .
- La intrarea circuitului se aplică semnal sinusoidal cu frecvența de 500Hz și amplitudine de 0.3V de la generatorul de semnale.
- Se vizualizează semnalele v_I și v_O cu ajutorul osciloscopului. Semnalul v_I se vizualizează între punctele X și masă M iar semnalul v_O se vizualizează între punctele Y și masă M.
- Se crește amplitudinea semnalului de intrare la 10V și se repetă măsurătorile.



Rezultate

- Valorile tensiunilor v_I , v_O , v_D pentru $v_I=5V$ c.c.
- Graficele tensiunilor $v_I(t)$, $v_O(t)$ și $v_D(t)$ pentru valorile amplitudinii semnalului sinusoidal de intrare de 0.3V, respectiv 10V. Tensiunea $v_D(t)$ se determină prin calcul ca diferență a tensiunilor $v_I(t)$ și $v_O(t)$.

1.2. Diportul de minim temporal - cronograme și funcționarea circuitului



Experimentare

Se construiește circuitul din Fig. 2.

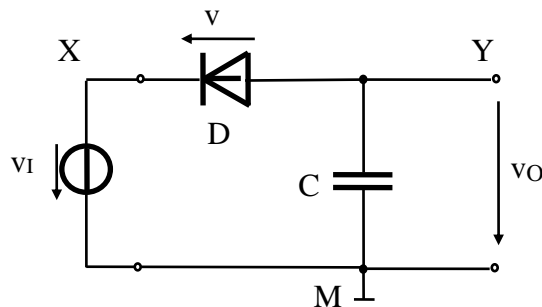


Fig. 2. Diport de minim temporal

- La intrarea circuitului se aplică tensiune continuă de $-5V$ de la sursa de tensiune continuă stabilizată.
- Cu multimetrul digital se măsoară tensiunile v_D și v_O .
- La intrarea circuitului se aplică semnal sinusoidal cu frecvența de $500Hz$ și amplitudine de $0.3V$ de la generatorul de semnale.
- Se vizualizează semnalele v_I și v_O cu ajutorul osciloscopului. Semnalul v_I se vizualizează între punctele X și masă M iar semnalul v_O se vizualizează între punctele Y și masă M.
- Se crește amplitudinea semnalului de intrare la $10V$ și se repetă măsurătorile.



Rezultate

- Valorile tensiunilor v_I , v_O , v_D pentru $v_I = -5V$ c.c.
- Graficele tensiunilor $v_I(t)$, $v_O(t)$ și $v_D(t)$ pentru valorile amplitudinii semnalului sinusoidal de intrare de $0.3V$, respectiv $10V$. Tensiunea $v_D(t)$ se determină prin calcul ca diferență a tensiunilor $v_I(t)$ și $v_O(t)$.

2. Diport DC de translație

2.1. Diportul de translație spre valori pozitive - Cronograme și funcționarea circuitului



Experimentare

Se construiește circuitul din Fig. 3.

- La intrarea circuitului aplicăm semnal sinusoidal cu frecvență de $500Hz$ și amplitudine de $0.3V$ de la generatorul de semnale.
- Se vizualizează semnalele v_I și v_O cu ajutorul osciloscopului.
- Se crește amplitudinea semnalului de intrare la $10V$ și se repetă măsurătorile.



Rezultate

- Graficele tensiunilor $v_I(t)$, $v_O(t)$ și $v_C(t)$ pentru valorile amplitudinii semnalului

sinusoidal de intrare de 0.3V, respectiv 10V. Tensiunea $v_C(t)$ se determină prin calcul ca diferența dintre $v_I(t)$ și $v_O(t)$.

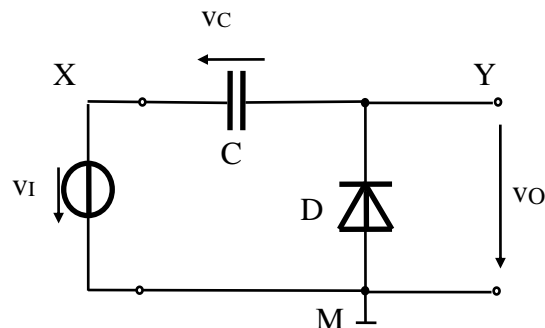


Fig. 3. Diport de translație spre valori pozitive

2.2. Diportul de translație spre valori negative - Cronograme și funcționarea circuitului



Experimentare

Se construiește circuitul din Fig. 4

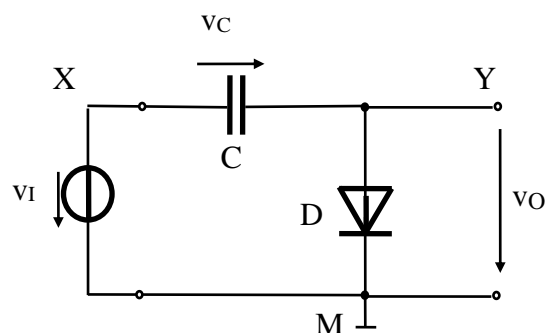


Fig. 4. Diport de translație spre valori negative

- La intrarea circuitului aplicăm semnal sinusoidal cu frecvență de 500Hz și amplitudine de 0.3V de la generatorul de semnale.
- Se vizualizează semnalele v_I și v_O cu ajutorul osciloscopului.
- Se crește amplitudinea semnalului de intrare la 10V și se repetă măsurătorile.



Rezultate

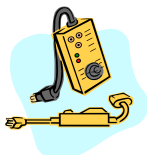
- Graficele tensiunilor $v_I(t)$, $v_O(t)$ și $v_C(t)$ pentru valorile amplitudinii semnalului sinusoidal de intrare de 0.3V, respectiv 10V. Tensiunea $v_C(t)$ se determina prin calcul ca diferența dintre $v_I(t)$ și $v_O(t)$.

DUBLOR DE TENSIUNE ȘI REDRESOARE CU FILTRU CAPACITIV



I. OBIECTIVE

- Înțelegerea modului prin care un multiplicator de tensiune (dublor) se poate construi folosind diporți DC simpli.
- Determinarea efectelor modificării frecvenței semnalului de intrare asupra tensiunii redresate.



II. COMPONENTE ȘI APARATURĂ

Folosim un breadboard, diode semiconductoare de tip 1N4148 (banda indică catodul), condensatoare cu valoarea de 330 nF și o rezistență 10 k Ω . Deoarece aplicăm tensiuni variabile, avem nevoie de un generator de semnale și un osciloscop catodic cu două canale.



III. EXERCITII PREGĂTITOARE

P1. Dublor de tensiune

În continuare ne referim la circuitul din Fig. 1.

- Ce funcție îndeplinește circuitul format din D_1 și C_1 , cu ieșirea $v_{O1}(t)$?
- Desenați cronogramele tensiunilor $v_I(t)$, $v_{O1}(t)$ și $v_{C1}(t)$, în regim permanent, dacă $v_I(t)$ este sinusoidală cu amplitudinea de 10 V.
- Ce funcție îndeplinește circuitul format din D_2 și C_1 , cu ieșirea $v_O(t)$?
- Desenați cronogramele tensiunilor $v_I(t)$, $v_O(t)$ și $v_{D2}(t)$, în regim permanent, dacă $v_I(t)$ este sinusoidală cu amplitudinea de 10 V.

P2. Redresor monoalternanță cu filtru capacitiv

În continuare ne referim la circuitul din Fig. 2.

- Desenați cronogramele tensiunilor $v_I(t)$ și $v_O(t)$, dacă $v_I(t)$ este sinusoidală cu amplitudinea de 10 V.
- Calculați valoarea ondulației Δv_O pentru $f = 100$ Hz și $f = 1$ kHz.
- Care este efectul frecvenței asupra $v_O(t)$ și asupra Δv_O ?

P3. Circuit de maxim spațial cu filtru capacitiv

În continuare ne referim la circuitul din Fig. 3.

- Desenați cronogramele tensiunilor $v_A(t)$, $v_B(t)$ și $v_O(t)$, dacă $v_A(t)$ este sinusoidală cu amplitudinea de 10 V, iar $v_B(t)$ este tensiune continuă cu amplitudinea 5 V.
- Se poate utiliza aceeași relație de calcul a ondulației Δv_O ca la P2? Justificați răspunsul.

IV. EXPERIMENTARE ȘI REZULTATE

1. Dublorul de tensiune



Experimentare

Se construiește circuitul din Fig. 1.

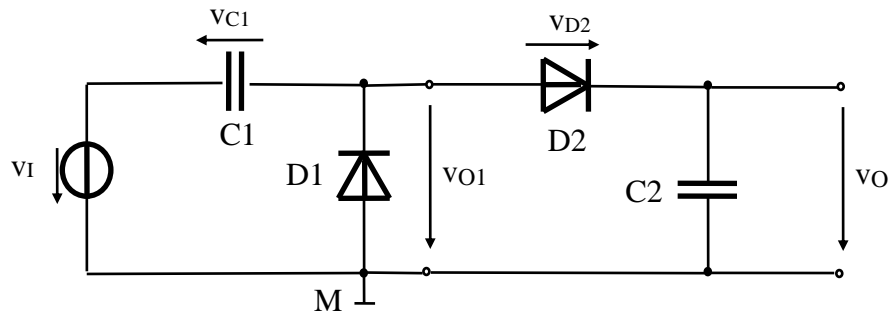


Fig. 1. Dublorul de tensiune

- La intrarea circuitului aplicăm semnal sinusoidal cu frecvența de 500 Hz și amplitudine de 10 V de la generatorul de semnale.
- Se vizualizează semnalele v_I , v_{O1} și v_O cu ajutorul osciloscopului. Deoarece cu osciloscopul cu două canale putem vizualiza simultan doar două semnale, vom vizualiza pe rând v_I și v_{O1} , apoi v_I și v_O , cu ambele canale setate pe modul DC.



Rezultate

- Graficele tensiunilor $v_I(t)$, $v_{O1}(t)$, $v_O(t)$, $v_{C1}(t)$ și $v_{D2}(t)$ pentru amplitudinea de 10 V a semnalului sinusoidal de intrare.

2. Redresor monoalternanță cu filtru capacitiv



Experimentare

Se construiește circuitul din Fig. 2.

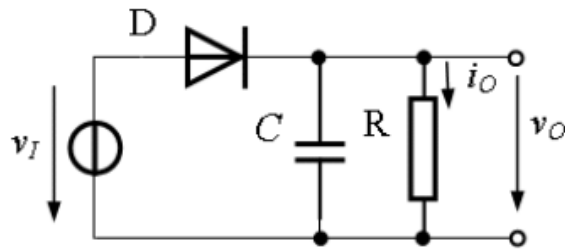


Fig. 2. Redresor monoalternanță cu filtru capacitiv

- La intrarea circuitului aplicăm semnal sinusoidal cu frecvența de 100 Hz și amplitudine de 10 V de la generatorul de semnale.
- Se vizualizează semnalele v_I și v_O cu ajutorul osciloscopului, cu ambele canale setate pe modul DC.
- Se determină valoarea ondulației tensiunii de ieșire, prin citire de pe osciloscop.
- Se modifică frecvența semnalului de intrare la $f = 1$ kHz. Se recalculează valoarea ondulației tensiunii de ieșire, prin citire de pe osciloscop.



Rezultate

- Graficele tensiunilor $v_I(t)$, $v_O(t)$.
- Valorile ondulației tensiunii de ieșire pentru $f = 100$ Hz și $f = 1$ kHz.
- Care este efectul frecvenței asupra $v_O(t)$ și asupra Δv_O ?

3. Circuit de maxim spațial cu filtru capacitiv



Experimentare

Se construiește circuitul din Fig. 3.

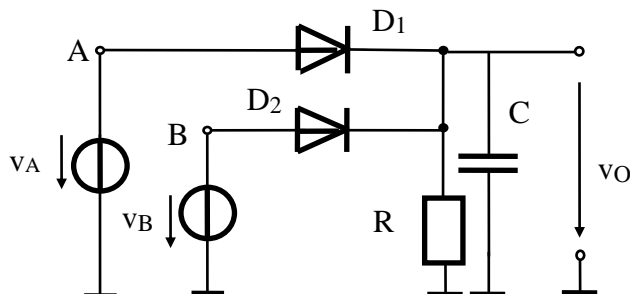


Fig. 3. Circuit de maxim spațial cu filtru capacitiv

- v_A este tensiune sinusoidală cu frecvență de 100 Hz și amplitudine de 10 V, de la generatorul de semnale .
- $V_B = 5$ V este tensiune continuă.
- Cu osciloscopul, cu ambele canale setate pe modul DC, se vizualizează v_A și v_O .
- Se determină valoarea ondulației tensiunii de ieșire, prin citire de pe osciloscop.
- Se modifică frecvența semnalului v_A la $f = 1$ kHz. Se recalculează valoarea ondulației tensiunii de ieșire, prin citire de pe osciloscop.



Rezultate

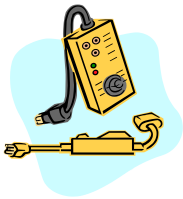
- Graficele tensiunilor $v_A(t)$, V_B și $v_O(t)$.
- Valorile ondulației tensiunii de ieșire pentru $f = 100$ Hz și $f = 1$ kHz.
- Care este efectul frecvenței asupra $v_O(t)$ și asupra Δv_O ?
- Cum variază Δv_O față de circuitul analizat anterior?

CIRCUITE CU DZ ȘI LED-URI



I. OBIECTIVE

- Determinarea caracteristicii curent-tensiune pentru diode Zener.
- Determinarea funcționării diodelor Zener în circuite de limitare.
- Determinarea modului de utilizare și funcționare a LED-uri în circuite de semnalizare a nivelului logic.



II. COMPONENTE ȘI APARATURĂ

Pentru experimentare vom folosi diode cu siliciu (banda indică catodul): diode semiconductoare, două diode Zener (DZ3V3 și DZ6V8), trei LED-uri și rezistențe de diferite valori. Tensiunile continue le obținem de la o sursă dublă de tensiune continuă stabilizată, iar tensiunea sinusoidală de amplitudine și frecvență variabilă de la un generator de semnale. Pentru vizualizarea tensiunilor variabile și a caracteristicilor diodelor avem nevoie de un osciloscop cu două canale. Valorile continue de tensiune și curent se măsoară cu multimetrul.



III. EXERCII PREGĂTITOARE

P1. Dioda Zener

P1.1. Oscilografierea caracteristicii $i_Z(v_Z)$

- Cum arată caracteristica DZ $i_Z(v_Z)$?

P1.2. Limitator asimetric cu diode Zener

- Care este tensiunea de stabilizare a diodei Zener de tip DZ3V3? Dar a diodei DZ6V8?
- Pentru circuitul din Fig. 2, deduceți CSTV $v_O(v_I)$ pentru v_I cu valori între $[-10; 10]$ V. Specificați pe grafic stările celor două diode, DZ1 și DZ2.

P2. Circuite cu LED-uri

- Pentru circuitul din Fig. 3, care este rolul diodelor D1, D2? Care este rolul LED-urilor LED1, LED2, LED3?
- Completați tabelul de funcționare electrică:

v_A [V]	v_B [V]	v_O [V]	D1	D2	LED1	LED2	LED3
0	0						
0	10						
10	0						
10	10						

- Se consideră convenția logică pozitivă - nivelul ridicat al tensiunii (10 V): "1" logic, nivelul scăzut al tensiunii (0 V): "0" logic. Completați tabelul de adevăr.

A	B	OUT
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

IV. EXPERIMENTARE ȘI REZULTATE

1. Dioda Zener

1.1. Oscilografiera caracteristicii $i_Z(v_Z)$



Experimentare

Se construiește circuitul din Fig. 1.

- v_S -tensiune sinusoidală cu amplitudine de 10V și frecvență de 100Hz obținută de la generatorul de semnale.
- Cu osciloscopul calibrat, se aplică la un canal semnalul din punctul A iar la al doilea canal semnalul din punctul B. Pentru vizualizarea caracteristicii diodei se setează modul de lucru XY.



Rezultate

- Desenați caracteristica obținută.
- În ce cadran se situează regiunea de stabilizare (străpungere) a DZ?

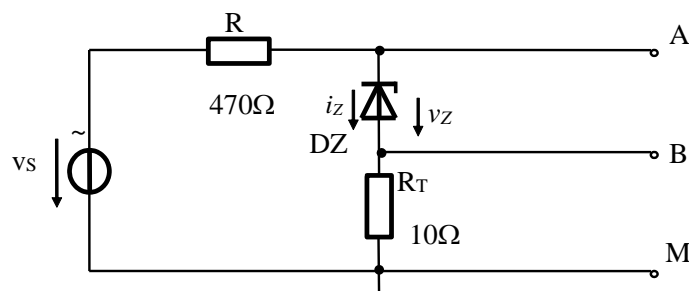


Fig. 1. Oscilografiera $i_z(v_z)$ folosind sursă neflotantă

1.2. Limitator asimetric cu diode Zener



Experimentare

Se construiește circuitul din Fig. 2.

- v_I -tensiune sinusoidală cu amplitudine de 10V și frecvență de 100Hz obținută de la generatorul de semnale.
- Cu osciloscopul calibrat, se aplică la un canal semnalul de intrare v_I iar la al doilea canal semnalul de ieșire v_O . Pentru vizualizarea CSTV $v_O(v_I)$ se setează modul de lucru XY.

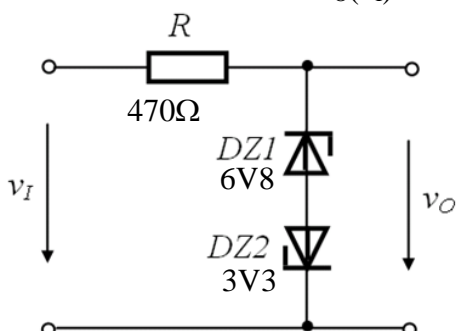


Fig. 2. Limitator asimetric cu diode Zener



Rezultate

- Desenați CSTV $v_O(v_I)$.

2. Circuite cu LED-uri



Experimentare

Se construiește circuitul din Fig. 3.

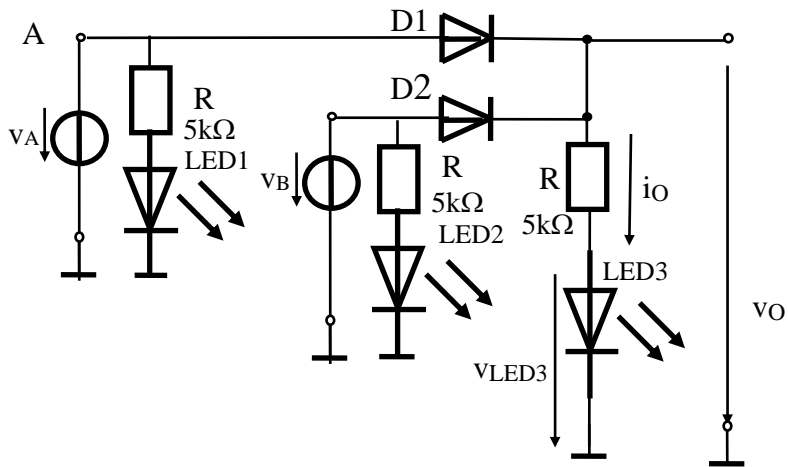


Fig. 3. Circuit de semnalizare a nivelului logic cu diode și LED-uri

- v_A, v_B sunt tensiuni continue.
- Tensiunea v_O se măsoară cu voltmetrul.
- Aplicați pentru tensiunile v_A, v_B succesiv toate cele 4 combinații de valori, conform tabelului de mai jos. Completați tabelul cu valorile măsurate pentru v_O, v_{LED3} și starea celor 3 LED-uri.

v_A [V]	v_B [V]	v_O [V]	v_{LED3} [V]	LED1	LED2	LED3
0	0					
0	10					
10	0					
10	10					



Rezultate

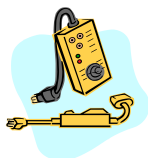
- Valorile măsurate pentru v_O, v_{LED3} și starea celor 3 LED-uri.
- Pentru ce valori ale v_O LED-ul 3 luminează?
- Care este funcția logică a circuitului?
- Care este valoarea curentului de ieșire maxim, $i_{O, max}$?

COMPARATOARE DE TENSIUNE CU AO FĂRĂ REACȚIE



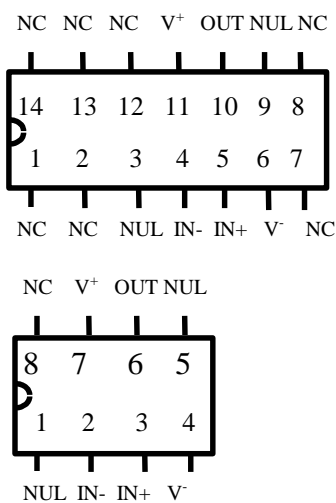
I. OBIECTIVE

- Determinarea caracteristicilor statice de transfer în tensiune pentru comparatoare cu AO fără reacție.
- Determinarea tensiunilor de ieșire în funcție de configurația circuitelor și de tensiunile de intrare.
- Determinarea efectelor modificării tensiunilor de alimentare și de referință, și a valorii rezistențelor de reacție, asupra caracteristicilor statice de transfer în tensiune ale comparatoarelor.



II. COMPONENTE ȘI APARATURĂ

Se folosește un breadboard, două amplificatoare operaționale de tip 741 (având configurația și semnificația terminalelor explicitată în Fig. 1.), un potențiomtru de 10K Ω , rezistențe de diferite valori și un condensator de 10nF. Pentru alimentarea montajului folosim o sursă dublă de tensiune continuă stabilizată, reglabilă, iar ca sursă de semnal sinusoidal, un generator de semnale. Pentru vizualizarea tensiunilor avem nevoie de un osciloscop catodic cu două canale iar pentru măsurarea unor tensiuni continue de un voltmetru de c.c.



NC - neconectat
NUL - compensare offset
IN- -intrare inversoare
IN+ - intrare neinversoare
V⁻ -tensiunea de alimentare negativă
V⁺ -tensiunea de alimentare pozitivă
OUT -ieșire

Fig. 1. Configurația și semnificația terminalelor AO 741



III. EXERCIIII PREGĂTITOARE

P1. Comparator inversor

În continuare ne referim la circuitul din Fig. 2. cu $+V_{AI}=12V$ (alimentare pozitivă), $-V_{AI}=-12V$ (alimentare negativă).

a) Cronograme

- Cum arată $v_o(t)$ dacă $v_i(t)$ este tensiune sinusoidală cu amplitudinea de 5V și frecvența 200Hz, pentru $V_{REF}=0V$? Dar pentru $V_{REF}=4V$?
- Ce valoare are tensiunea de prag V_P (valoarea v_i la care au loc comutările comparatorului)?
- Cum arată $v_o(t)$ dacă amplitudinea v_i devine 1V, celelalte valori rămânând ca mai sus?

b) CSTV

- Cum arată CSTV $v_o(v_i)$ pentru $V_{REF}=0V$?
- Cum se modifică CSTV dacă V_{REF} devine 4V? Dar -4V?

c) Efectele modificării tensiunilor de alimentare

- Cum arată $v_o(t)$ pentru v_i sinus cu amplitudinea de 8V și frecvența de 200Hz, $V_{REF}=0V$, dacă $+V_{AI}=9V$, $-V_{AI}=-9V$? Dar dacă $+V_{AI}=15V$, $-V_{AI}=-9V$?

P2. Comparator neinversor

- Desenați schema unui comparator de tensiune neinversor, cu posibilitatea reglării V_P între $+V_{AI}$ și $-V_{AI}$.
- Cum arată CSTV pentru comparatorul neinversor propus de voi, cu $V_P=0V$?

IV. EXPERIMENTARE ȘI REZULTATE

1. Comparator inversor



Experimentare

Se construiește schema din Fig. 2.

- Montajul se alimentază diferențial cu $+V_{AI}=12V$, $-V_{AI}=-12V$ de la sursa dublă de tensiune continuă stabilizată.
- $v_i = 8 \sin 2\pi \cdot 200t$ [V], [Hz] de la generatorul de semnale.
- Din potențiometrul P se reglează valoarea tensiunii de referință V_{REF} , care se măsoară cu voltmetru de cc.

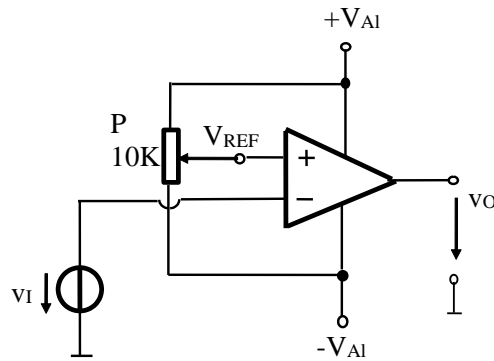


Fig. 2. Comparator inversor fără reacție

a) Cronograme



Experimentare

- Cu osciloscopul calibrat se vizualizează $v_I(t)$ și $v_O(t)$ pentru $V_{REF}=0V$ și pentru $V_{REF}=4V$.
- Se modifică amplitudinea v_I la 2V.
- Se vizualizează $v_O(t)$ și $v_I(t)$ cu $V_{REF}=4V$.
- Pentru amplitudinea v_I de 8V și $V_{REF}= -4V$ se vizualizează $v_O(t)$ și $v_I(t)$.



Rezultate

- $v_I(t)$ și $v_O(t)$ pentru amplitudinea v_I de 8V, $V_{REF}=0V$, respectiv $V_{REF}=4V$.
- Ce valori are tensiunea de prag V_P a comparatorului în cele două situații de mai sus? V_P se deduce de pe cronogramele v_I și v_O astfel: se determină valorile instantanee ale v_I la momentele de timp la care au loc comutările comparatorului.
- În ce relație se află V_P și V_{REF} ?
- $v_O(t)$ pentru amplitudinea $v_I=2V$, $V_{REF}=4V$.
- De ce $v_O(t)$ nu mai este tensiune dreptunghiulară ?

b) CSTV



Experimentare

- $v_I = 8 \sin 2\pi \cdot 200t$ [V], [Hz] de la generatorul de semnale, $V_{REF}=0V$.
- Cu osciloscopul calibrat în modul de lucru Y-X se vizualizează CSTV $v_O(v_I)$, aplicând celor două intrări X și Y ale osciloscopului, tensiunile $v_I(t)$, respectiv $v_O(t)$.
- Se vizualizează CSTV și pentru $V_{REF}=4V$, $v_I(t)$ rămânând aceeași.
- Se vizualizează CSTV și pentru $V_{REF}= -4V$, $v_I(t)$ rămânând aceeași.



Rezultate

- CSTV pentru $V_{REF}=0V, 4V, -4V$.
- Pe care axă a sistemului de coordonate v_I-v_O se deplasează CSTV dacă se modifică V_{REF} ?

c) Efectele modificării V_{AI}



Experimentare

- Montajul se alimentează diferențial cu $+V_{AI}=9V$ (alimentare pozitivă), $-V_{AI}=-9V$ (alimentare negativă) de la sursa dublă de tensiune continuă stabilizată.
- $v_I = 8 \sin 2\pi \cdot 200t$ [V], [Hz] de la generatorul de semnale, $V_{REF}=0V$.
- Cu osciloscopul în modul de lucru Y-t se vizualizează $v_I(t)$ și $v_O(t)$
- Se modifică tensiunile de alimentare astfel: $+V_{AI}=15V, -V_{AI}=-9V$
- Se vizualizează $v_I(t)$ și $v_O(t)$.



Rezultate

- $v_I(t)$ și $v_O(t)$ pentru $+V_{AI}=9V, -V_{AI}=-9V$, respectiv $+V_{AI}=15V, -V_{AI}=-9V$
- Care este efectul modificării tensiunii de alimentare asupra V_P ?
- Cum se modifică valorile maximă V_{OH} și minimă V_{OL} a tensiunii de ieșire a comparatorului dacă se modifică tensiunile de alimentare? Comparați și cu valorile V_{OH}, V_{OL} obținute la punctele **a)** și **b)**.

2. Comparator neinvertor



Experimentare

Se construiește schema desenată de voi la P2.

- $v_I = 8 \sin 2\pi \cdot 200t$ [V], [Hz] de la generatorul de semnale.
- Din P se reglează valoarea tensiunii de referință V_{REF} , care se măsoară cu voltmetru de cc.
- Se vizualizează $v_I(t)$ și $v_O(t)$ pentru $V_{REF}=0V, 4V, -4V$
- Se vizualizează CSTV $v_O(v_I)$ pentru $V_{REF}=0V, 4V, -4V$



Rezultate

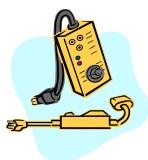
- Cronogramele $v_I(t)$ și $v_O(t)$ pentru $V_{REF}=0V, 4V, -4V$
- CSTV pentru $V_{REF}=0V, 4V, -4V$
- Prin ce se deosebește CSTV de cea obținută la secțiunea **1.b)**

INDICATOR OPTIC AL NIVELULUI TENSIUNII CU AO



I. OBIECTIVE

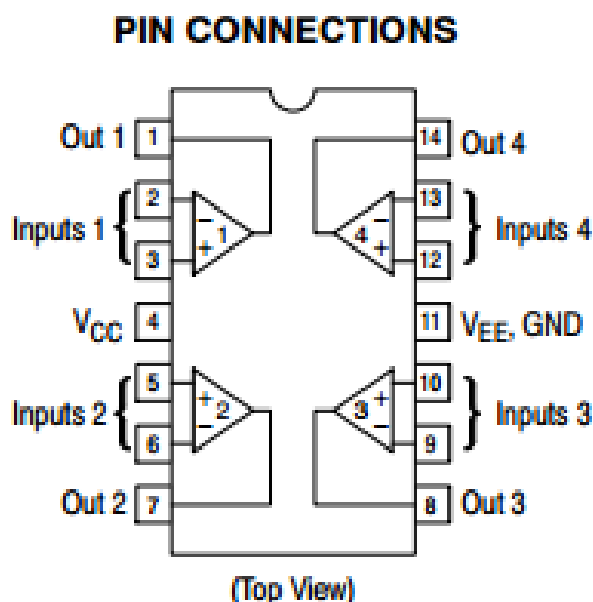
- a) Realizarea practică a unui circuit cu mai multe comparatoare simple de tensiune cu AO, care indică în mod optic nivelul tensiunii de intrare.



II. COMPONENTE ȘI APARATURĂ

Folosim un breadboard, un circuit integrat de tip LM324 ([single supply quad operational amplifier](#)) ce conține 4 AO, rezistențe de diferite valori și 4 LED-uri de culori diferite. Pentru alimentarea montajului și generarea tensiunii de intrare continue se va folosi sursa dublă de tensiune continuă stabilizată. Pentru generarea tensiunii de intrare sinusoidale se va utiliza generatorul de semnal, iar pentru vizualizare, osciloscopul.

Configurația pinilor circuitului integrat LM324 este descrisă în Fig. 1.



Inputs 1, 2, 3, 4 – intrări AO 1, 2, 3, 4
Out 1, 2, 3, 4 – ieșiri AO 1, 2, 3, 4
 V_{CC} - tensiunea de alimentare pozitivă
 V_{EE} , GND - tensiunea de alimentare negativă sau masă.

Fig. 1. Configurația și semnificația terminalelor LM 324

III. EXPERIMENTARE ȘI REZULTATE



Experimentare

Se construiește schema din Fig. 2.

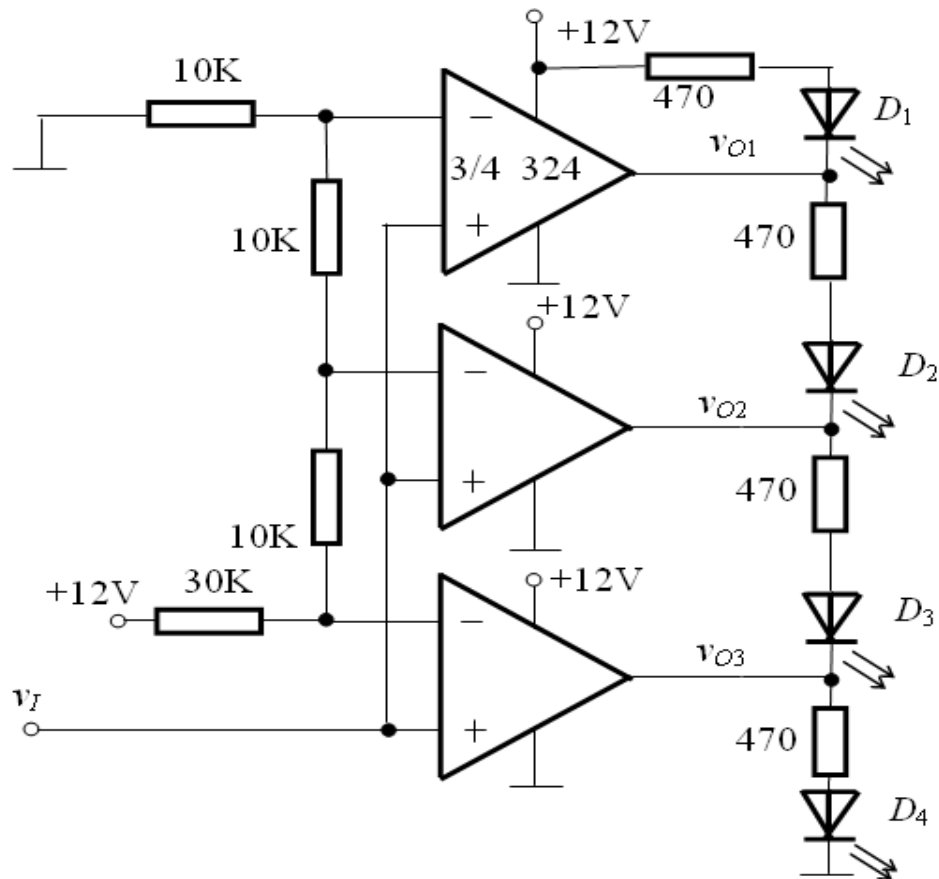


Fig. 2 – Indicator optic de nivel al tensiunii cu AO

- Din cele 4 AO disponibile în circuitul integrat LM324, se vor folosi doar 3, la alegere.
- Montajul se alimentază unipolar cu $+V_{AI}=12V$, $-V_{AI}=0V$ de la sursa dublă de tensiune continuă stabilizată.

a) Indicarea nivelului tensiunii de intrare continue

- Tensiune de intrare v_I se obține de la sursa dublă de tensiune continuă stabilizată, și ia valori între 0 și 12V.



Rezultate

- Pentru ce domeniu de valori ale $v_I(t)$ se aprinde fiecare dintre LED-uri?

b) Indicarea nivelului tensiunii de intrare alternative

Observație: din cauza faptului că circuitul integrat LM324 este alimentat unipolar $+V_{AI}=12V$, $-V_{AI}=0V$, semnalul de intrare v_I va avea și o componentă continuă de $+5V$. Astfel, $v_I = 5V_{c.c} + 4 \sin 2\pi \cdot 10t$ [V], [Hz] de la generatorul de semnale.

- Cu osciloscopul calibrat în modul de lucru Y-t se vizualizează $v_I(t)$.



Rezultate

- Pentru ce domeniu de frecvențe a $v_I(t)$ se poate observa luminarea succesivă a LED-urilor?
- Pentru ce domeniu de frecvențe a $v_I(t)$ se poate observa luminarea continuă a LED-urilor?

COMPARATOARE DE TENSIUNE CU AO CU REACȚIE POZITIVĂ



I. OBIECTIVE

- Determinarea caracteristicilor statice de transfer în tensiune pentru comparatoare cu AO cu RP.
- Determinarea tensiunilor de ieșire în funcție de configurația circuitelor și de tensiunile de intrare.
- Determinarea efectelor modificării tensiunilor de alimentare și de referință asupra caracteristicilor statice de transfer în tensiune ale comparatoarelor cu RP.
- Deducerea efectului zgomotului suprapus peste tensiunea de intrare asupra comutărilor comparatoarelor cu RP.



II. COMPONENTE ȘI APARATURĂ

Se folosește un breadboard, două amplificatoare operaționale de tip 741, un potențiomtru de $10K\Omega$, rezistențe de diferite valori și un condensator de $10nF$. Pentru alimentarea montajului folosim o sursă dublă de tensiune continuă stabilizată, reglabilă, iar ca sursă de semnal sinusoidal, un generator de semnale. Pentru vizualizarea tensiunilor avem nevoie de un osciloscop catodic cu două canale, iar pentru măsurarea unor tensiuni continue de un voltmetru de c.c.



III. EXERCIȚII PREGĂTITOARE

P1. Comparator neinversor cu RP

În continuare ne vom referi la schema din Fig. 1.

- Care este CSTV pentru comparatorul neinversor cu RP?
- Cum arată $v_o(t)$ pentru $v_i(t)$ tensiune sinusoidală cu amplitudinea de $3V$ și frecvența de $200Hz$? Dar dacă v_i are amplitudinea $8V$?

P2. Comparator inversor cu RP

Pentru schema din Fig. 2 se cunosc: $+V_{AI}=12V$, $-V_{AI}=-12V$.

- Care sunt expresiile pentru tensiunile de prag V_{PL} și V_{PH} ?
- Ce valori au V_{PL} și V_{PH} pentru $V_{REF}=0V$, $+V_{AI}=12V$, $-V_{AI}=-12V$?
- Care este CSTV $v_O(t)$? Marcați sensul de parcurgere al histerezisului.
- Cât este lățimea histerezisului, $\Delta V_P=V_{PH}-V_{PL}$?
- Care sunt efectele modificării tensiunii de alimentare asupra CSTV ?
- Care sunt efectele modificării V_{REF} asupra CSTV ?
- Cum arată $v_O(t)$ pentru $v_I = 8 \sin 2\pi \cdot 200t$ [V], [Hz], în condițiile de mai sus? Dar dacă amplitudinea v_I este de 1V?

P3. Comparator inversor cu RP în prezența zgomotului

În continuare ne vom referi la schema din Fig. 3. Dorim să studiem efectul zgomotului suprapus peste tensiunea utilă asupra comutărilor comparatorului fără reacție. Pentru aceasta, în Fig. 5, semnalul de intrare în comparator (v_I) se obține prin însumarea tensiunii utile de formă sinusoidală (v_s), de amplitudine 10V și frecvență 200Hz, cu un semnal aproape triunghiular v_{zg} (considerat zgomot) de amplitudine 2.2V și frecvență 2.7KHz. Însumarea se face cu ajutorul rezistențelor R_1 și R_2 . Tensiunea de zgomot este generată de circuitul basculant astabil încadrat cu linie punctată.

Desenați cronogramele v_s , v_{zg} și v_I .

- Cum arată $v_s(t)$, $v_{zg}(t)$ și $v_I(t)$?
- Cum arată $v_O(t)$?

IV. EXPERIMENTARE ȘI REZULTATE

1. Comparator neinversor cu RP



Experimentare

Se construiește schema din Fig. 1.

- Se alimentează montajul cu tensiunea diferențială: $+V_{AI}=12V$, $-V_{AI}=-12V$.
- v_I este tensiunea sinusoidală cu amplitudinea de 8V și frecvența de 200Hz de la generatorul de semnale.
- Cu osciloscopul calibrat se vizualizează $v_I(t)$ și $v_O(t)$, apoi CSTV $v_O(v_I)$.

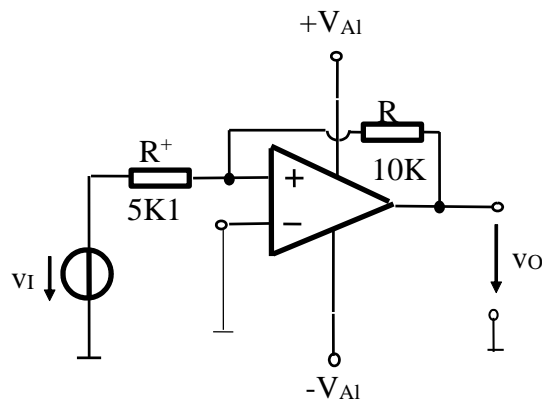


Fig. 1. Comparator neinvertor cu RP



Rezultate

- $v_I(t)$, $v_O(t)$, CSTV.

2. Comparator invertor cu RP



Experimentare

Se construiește schema din Fig. 2.

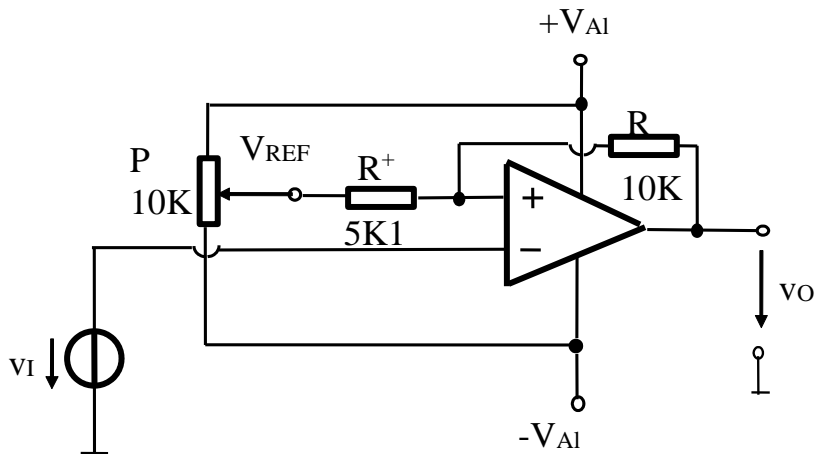


Fig. 2. Comparator invertor cu RP

- $+V_{AI} = 12V$, $-V_{AI} = -12V$ de la sursa dublă de tensiune continuă stabilizată
- Se acționează P până când $V_{REF} = 0V$.
- $v_I = 8 \sin 2\pi \cdot 200t$ [V], [Hz] de la generatorul de semnale.
- Se vizualizează $v_I(t)$ și $v_O(t)$ cu osciloscopul calibrat, în modul de lucru Y-t.
- Se vizualizează CSTV $v_O(v_I)$ cu osciloscopul în modul de lucru Y-X, pe intrările X și Y ale osciloscopului aplicând tensiunile v_I , respectiv v_O .

- Se modifică amplitudinea tensiunii v_I la 1V.
- Se vizualizează $v_I(t)$ și $v_O(t)$ cu osciloscopul calibrat în modul de lucru Y-t.



Rezultate

- $v_I(t)$ și $v_O(t)$ pentru amplitudinea v_I de 8V și de 1V.
- CSTV, $v_O(v_I)$ când v_I are amplitudinea de 8V.
- Care sunt valorile tensiunilor de prag V_{PH} și V_{PL} și a tensiunilor de ieșire V_{OH} și V_{OL} ?

a) Efectele modificării V_{AI}



Experimentare

- Se modifică tensiunile de alimentare la $+V_{AI}=9V$, $-V_{AI}=-9V$.
- Se vizualizează $v_I(t)$ și $v_O(t)$, apoi CSTV $v_O(v_I)$, pentru $V_{REF}=0V$ și amplitudinea v_I de 8V.
- Se modifică din nou alimentarea $+V_{AI}=15V$, $-V_{AI}=-9V$.
- Se vizualizează $v_I(t)$ și $v_O(t)$ și CSTV.



Rezultate

- $v_I(t)$, $v_O(t)$, $v_O(v_I)$ pentru $+V_{AI}=9V$, $-V_{AI}=-9V$, respectiv $+V_{AI}=15V$, $-V_{AI}=-9V$.

b) Efectele modificării V_{REF}



Experimentare

- Se readuce alimentarea circuitului la $+V_{AI}=12V$, $-V_{AI}=-12V$.
- Se acționează P până când $V_{REF}=3V$.
- Se vizualizează cu osciloscopul $v_I(t)$ și $v_O(t)$, apoi $v_O(v_I)$.
- Se vizualizează cu osciloscopul $v_I(t)$ și $v_O(t)$, apoi $v_O(v_I)$ și pentru $V_{REF}=-3V$.



Rezultate

- $v_I(t)$, $v_O(t)$, $v_O(v_I)$ pentru $V_{REF}=3V$ și pentru $V_{REF}=-3V$

3. Comparator inversor cu RP în prezența zgomotului



Experimentare

Se construiește circuitul din Fig. 3.

- Se alimentează circuitul la $+V_{Al}=12V$, $-V_{Al}=-12V$.
- Se vizualizează simultan v_I și v_O .



Rezultate

- $v_I(t)$, $v_O(t)$

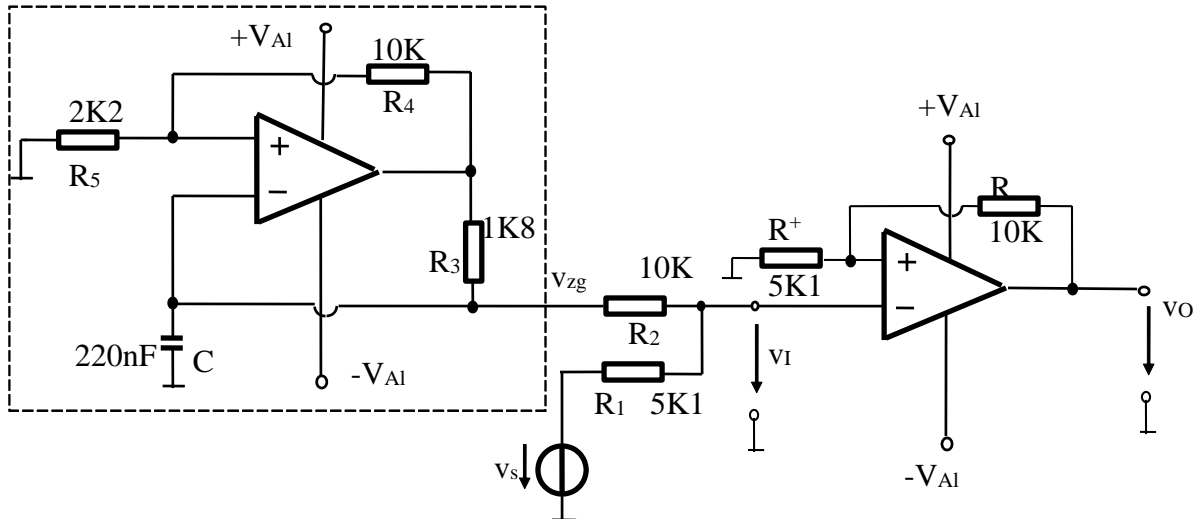


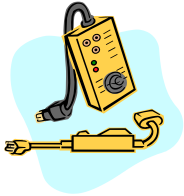
Fig. 3. Comparator inversor cu RP în prezența zgomotului

AMPLIFICATOARE CU AO LINIE LA LINIE CU ALIMENTARE DIFERENȚIALĂ ȘI UNIPOLARĂ



I. OBIECTIVE

- Determinarea amplificărilor pentru amplificatoarele neinversor și inversor cu alimentare diferențială, și pentru amplificatorul inversor cu alimentare unipolară.
- Determinarea cauzelor ce duc la limitarea tensiunii de ieșire a amplificatoarelor (saturația amplificatoarelor).
- Înțelegerea principiului utilizării amplificatoarelor cu alimentare unipolară (cuplaj capacitiv și polarizare în curent continuu).
- Înțelegerea diferenței dintre amplificatoarele operaționale de uz comun și cele linie-la-linie.



II. COMPONENTE ȘI APARATURĂ

Se va utiliza un breadboard, AO linie-la-linie AD820, rezistențe și condensatoare. Alimentarea montajului se realizează cu o sursă dublă de tensiune, tensiunea de intrare este generată cu ajutorul generatorului de semnale iar formele de undă și caracteristicile statice sunt vizualizate pe un osciloscop cu două canale.

Configurația terminalelor circuitului integrat de tip AD820 este identică cu cea a LM741 și este dată în lucrarea *Comparatoare de tensiune cu AO*.



III. EXERCIȚII PREGĂTITOARE

P1. Amplificatorul neinversor

P1.1. Cronograme. Saturația amplificatorului.

În acest paragraf se are în vedere schema din Fig. 1.

- Ce valoare are amplificarea în tensiune, A_v ?
 - Cum arată $v_o(t)$ pentru $v_i(t)$ sinusoidală cu frecvența de 1KHz și amplitudinea de 1V? Dar pentru amplitudinea de 2V?
- Ce valoare are A_v , dacă R^- devine 44K?
 - Cum arată $v_o(t)$ pentru $R^- = 44K$ și $v_i = 2\sin 2\pi 1000t$ [V],[Hz] ?
- Tensiunea de alimentare a circuitului se schimbă la $\pm 10V$.

- La ce valoare a tensiunii de ieșire apare saturația AO?
- Cum arată $v_o(t)$ în acest caz pentru $R^- = 22K\Omega$; $v_i = \sin 2\pi 1000t$ [V],[Hz] ?

P1.2. Caracteristica statică de transfer în tensiune (CSTV)

- Cum arată CSTV pentru circuitul din Fig. 1.?
- Cum se modifică CSTV dacă R^- devine $44K\Omega$?
- În ce domeniu poate lua valori v_o ?

P2. Amplificatorul neinversor

P2.1. Cronograme

- Ce valoare are amplificarea în tensiune pentru circuitul din Fig. 2.?
- Care este cronograma tensiunii v_o , dacă v_i este sinusoidală cu frecvența de 1KHz și amplitudinea de 1V? Dar pentru amplitudinea v_i de 2V?
- Dacă $R=0$, $R^- = \infty$, care este valoarea amplificării în tensiune?

P2.2. Caracteristica statică de transfer în tensiune (CSTV)

- Cum arată CSTV pentru circuitul din Fig. 2.?
- Cum se modifică CSTV dacă $R^- = 44K\Omega$?

P3. Amplificatorul inversor cu alimentare unipolară

P3.1. Cronograme și CSTV

- Care este valoarea amplificării în tensiune pentru circuitul din Fig. 2, dacă alimentarea negativă se înlocuiește cu 0 (alimentare unipolară)?
- Pentru circuitul din Fig. 3, cum arată $v_o(t)$, pentru $v_i(t)$ sinusoidală cu frecvența de 1KHz și amplitudinea de 0.5V? Dar pentru amplitudinea v_i de 1V?
- Care este rolul condensatorului C_2 ?
- Care sunt valorile amplificării în tensiune în ca și cc?

$$A_{v,ca} = \frac{v_o}{v_i}, A_{v,cc} = \frac{V_o}{V_I}$$

- Cum arată CSTV pentru circuitul din Fig. 3.?
- În ce domeniu poate lua valori v_o ?

IV. EXPERIMENTARE ȘI REZULTATE

1. Amplificatorul neinversor

1.1. Cronograme. Saturația amplificatorului.

a)



Experimentare

Se construiește schema din Fig. 1.

- $v_i(t)$ semnal sinusoidal cu frecvența de 1KHz de la generatorul de semnale.

- Cu osciloscopul calibrat, în modul de lucru Y-t, se vizualizează $v_I(t)$ și $v_O(t)$ pentru valorile de 1V, respectiv 2V ale amplitudinii v_I .



Rezultate

- Cronogramele tensiunilor $v_I(t)$ și $v_O(t)$ pentru amplitudini ale v_I de 1V și de 2V.
- De pe cronograma corespunzătoare amplitudinii de 2V a v_I , deduceți domeniul în care poate lua valori v_I astfel încât AO să nu intre în saturație (semnal de ieșire maxim nedistorsionat).

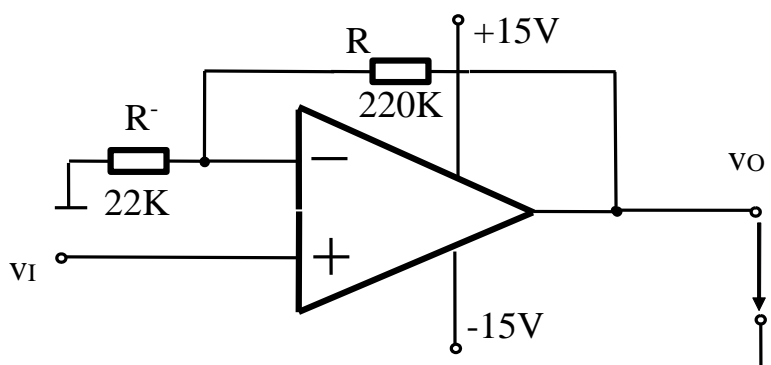


Fig. 1. Amplificator neinversor

b)



Experimentare

- Se modifică valoarea lui R^- la $44K\Omega$ (prin înserierea a două rezistențe de $22K\Omega$).
- Se vizualizează $v_I(t)$ și $v_O(t)$ pentru $v_I(t) = 2 \sin 2\pi 1000t$ [V], [Hz].



Rezultate

- Cronogramele v_I și v_O .
- Ce valoare are amplificarea în tensiune?

c)



Experimentare

- Se modifică tensiunea de alimentare la $\pm 10V$.
- Se vizualizează $v_I(t)$ și $v_O(t)$ pentru $v_I(t)$ - tensiune sinusoidală cu frecvența de 1KHz și amplitudinea de 1V; $R^- = 22K\Omega$.



Rezultate

- Cronogramele $v_I(t)$ și $v_O(t)$.
- Cum influențează valoarea tensiunii de alimentare domeniul în care poate lua valori v_O ?

1.2. Caracteristica statică de transfer în tensiune (CSTV)



Experimentare

Se folosește circuitul din Fig. 1.

- $v_I = 5 \sin 2\pi 500t$ [V], [Hz] de la generatorul de semnale.
- Cu osciloscopul calibrat, în modul de lucru Y-X se vizualizează v_O (v_I).
- Se modifică valoarea lui R^- la $44\text{K}\Omega$ prin legarea în serie cu rezistența de $22\text{K}\Omega$ a unei rezistențe de aceeași valoare ($22\text{K}\Omega$).
- Se vizualizează $v_O(v_I)$.



Rezultate

- Graficele CSTV pentru $R^- = 22\text{K}\Omega$ și pentru $R^- = 44\text{K}\Omega$.
- Care sunt valorile maximă, respectiv minimă pe care le poate lua v_O ?

2. Amplificatorul inversor

2.1. Cronograme



Experimentare

Se construiește circuitul din Fig. 2.

- $v_I(t) = \sin 2\pi 1000t$ [V],[Hz], de la generatorul de semnale.
- Cu osciloscopul calibrat în modul de lucru Y-X, se vizualizează $v_I(t)$ și $v_O(t)$.
- Se repetă vizualizările și pentru amplitudinea v_I de 2V.
Se desenează circuitul ce rezultă din scurtcircuitarea rezistenței R ($R=0$) și înlăturarea rezistenței R^- ($R^- = \infty$).
- Cu aceeași v_I ca mai sus se vizualizează $v_I(t)$ și $v_O(t)$.

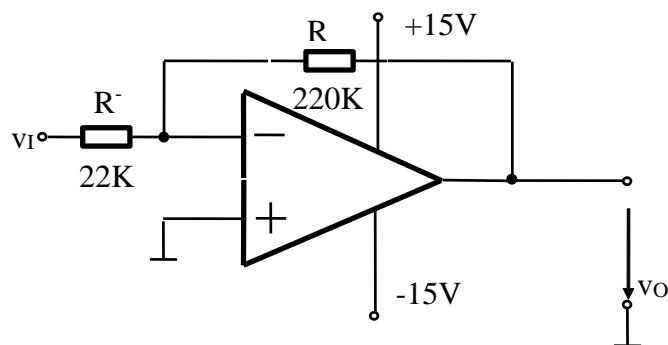


Fig. 2. Amplificator inversor



Rezultate

- Graficele $v_I(t)$ și $v_O(t)$ pentru amplitudinile de 1V, respectiv de 2V ale v_I cu $R=220K\Omega$ și $R^-=22K\Omega$,
- Graficele $v_I(t)$ și $v_O(t)$ pentru $R=0$, $R^-=\infty$.
- Care este valoarea amplificării în tensiune și cum se mai numește acest circuit?

2.2. Caracteristica statică de transfer în tensiune (CSTV)



Experimentare

Se folosește circuitul din Fig. 2.

- Se oscilografiază pe rând două CSTV $v_O(v_I)$ pentru două valori ale R^- : $22K\Omega$, respectiv $44K\Omega$.



Rezultate

- Graficele CSTV pentru $R^-=22K\Omega$ și pentru $R^-=44K\Omega$.
- Care sunt valorile tensiunii de ieșire la care apare saturația AO?

3. Amplificatorul neinversor cu alimentare unipolară

3.1. Cronograme



Experimentare

- Pentru circuitul din Fig. 2, se înlocuiește alimentarea negativă cu conexiune la GND.
- $v_I(t) = 0.5\sin 1000\pi t$ [V],[Hz]

- Cu osciloscopul calibrat, în modul de lucru Y-t se vizualizează $v_I(t)$ și $v_O(t)$. Care alternanță a tensiunii de intrare este amplificată?

Se construiește circuitul din Fig. 3.

- $v_I(t) = 0.5\sin 1000\pi t$ [V],[Hz]
- Cu osciloscopul calibrat, în modul de lucru Y-t și ambele canale setate pe DC, se vizualizează $v_I(t)$ și $v_O(t)$.
- $v_I(t) = 1\sin 1000\pi t$ [V],[Hz]
- Cu osciloscopul calibrat, în modul de lucru Y-t și ambele canale setate pe DC, se vizualizează $v_I(t)$ și $v_O(t)$.
- Cu osciloscopul calibrat în modul de lucru X-Y, se vizualizează CSTV $v_O(v_I)$

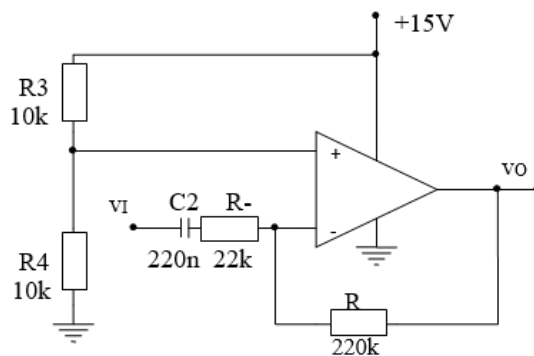


Fig. 3. Amplificator inversor cu alimentare unipolară



Rezultate

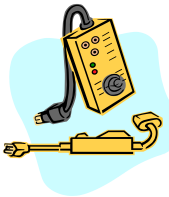
- Graficele $v_I(t)$ și $v_O(t)$ pentru amplitudinile de 0.5V, respectiv de 1V ale v_I .
- CSTV $v_O(v_I)$.

TB – REGIUNI DE FUNCȚIONARE



I. OBIECTIVE

- Determinarea experimentală a limitelor dintre regiunile de funcționare a tranzistorului bipolar
- Înțelegerea utilizării TB ca commutator, în circuite logice, sau ca amplificator.



II. COMPONENTE ȘI APARATURĂ

Se va utiliza un breadboard, un TB npn 2N2368, rezistoare de diferite valori și două LEDuri. Alimentarea montajului se realizează cu o sursă dublă de tensiune, tensiunea de intrare este generată cu ajutorul generatorului de semnale iar formele de undă și caracteristicile statice sunt vizualizate pe un osciloscop cu două canale.

Terminalele TB npn 2N2368 sunt prezentate în Fig. 1.

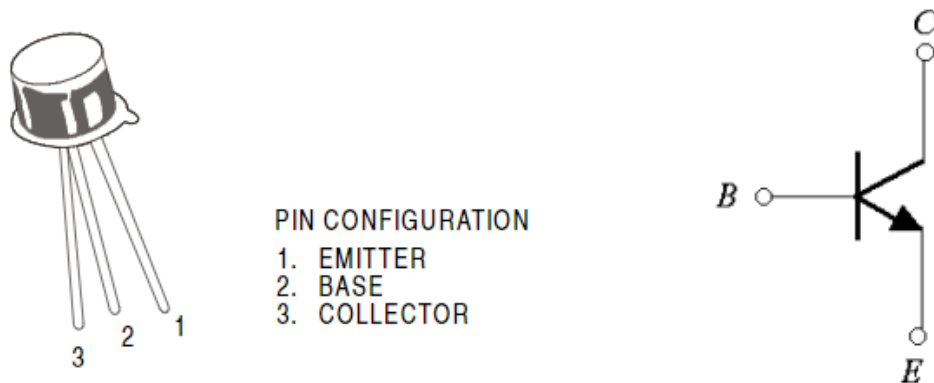


Fig. 1. Configurația terminalelor pentru TB 2N2368



III. EXERCIȚII PREGĂTITOARE

Pentru T se consideră: $\beta=100$, $V_{BEon} = 0.6 \text{ V}$, $V_{CEsat} = 0.2 \text{ V}$.

P.1. Dependența CSTV de R_C și V_{CC}

Pentru circuitul din Fig. 2:

- $v_A(t) = 10 \sin(2\pi 1000t) \text{ [V]}$ [Hz]

- Cum arată CSTV $v_Y(v_A)$ pentru $R_B = 10 \text{ k}\Omega$ și $R_C = 10 \text{ k}\Omega$? Marcați regiunile de funcționare ale T (b, a_F, cex) pe grafic.
- Pentru ce valori ale v_A T este în stare de blocare? Dar în saturație?
- Cum arată CSTV dacă $R_C = 2.2 \text{ k}\Omega$? ($R_B = 10 \text{ k}\Omega$)
- Cum se modifică CSTV dacă $V_{CC} = 15 \text{ V}$?

P.2. TB ca întrerupător – funcția logică

Pentru circuitul din Fig. 2 se consideră convenția logică 0 V - “0” logic, 10 V - “1” logic.

- Calculați v_Y pentru $v_A = 0 \text{ V}$. Care este starea tranzistorului?
- Calculați v_Y pentru $v_A = 10 \text{ V}$. Care este starea tranzistorului?
- Completați tabelul de funcționare electrică, cu v_A – tensiune de intrare și v_Y – tensiune de ieșire.
- Completați tabelul de funcționare logică, cu A – variabilă de intrare și Y – variabilă de ieșire. Care este funcția logică a circuitului?

P.3. TB ca amplificator

Pentru circuitul din Fig. 3, se consideră v_A – tensiune continuă, variabilă între 0 și 5 V.

- Care este valoarea minimă a v_A pentru care cele două LEDuri sunt aprinse? Ce semnificație are aprinderea LEDurilor, din punct de vedere al curenților prin T?

IV. EXPERIMENTARE ȘI REZULTATE

1. Dependența CSTV de R_C și V_{CC}

Construiți circuitul din Fig. 2.



Experimentare

- $v_A = 10 \sin(2\pi 1000t) [\text{V}][\text{Hz}]$
- Cu osciloscopul în modul X-Y, vizualizați CSTV $v_Y(v_A)$ pentru

a) $R_B = 10 \text{ k}\Omega$	b) $R_B = 10 \text{ k}\Omega$
$R_C = 10 \text{ k}\Omega$	$R_C = 2.2 \text{ k}\Omega$
- Determinați limitele dintre regiunile b și a_F, respectiv a_F și exc. Cum se modifică aceste valori dacă R_C se modifică?
- Modificați $V_{CC} = 15 \text{ V}$. Repetați vizualizările anterioare. Determinați limitele dintre regiunile b și a_F, respectiv a_F și exc. Cum sunt aceste valori, comparative cu cazurile anterioare?

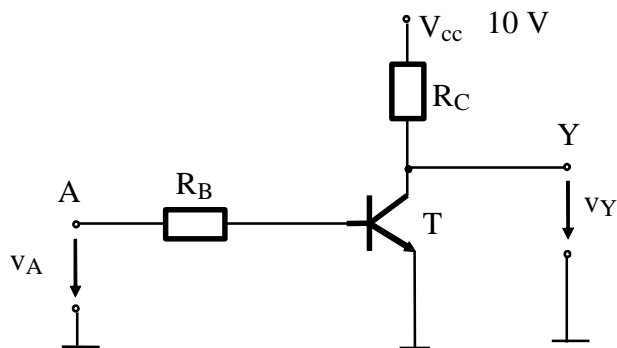


Fig. 2. Circuit cu TB



Rezultate

- CSTV $v_Y(v_A)$ pentru toate cazurile.
- Pentru ce valori ale v_A T este în blocare? Dar în cex?
- Care este efectul R_C și V_{CC} asupra CSTV $v_Y(v_A)$?

2. TB ca întrerupător – funcția logică

Construiți circuitul din Fig. 2.



Experimentare

- $v_A \in \{0 \text{ V}; 10 \text{ V}\}$
- Măsurați v_Y cu voltmetrul.
- Calculați curentul prin T, pentru $v_A = 0 \text{ V}$, respectiv $v_A = 10 \text{ V}$.



Rezultate

- Completați tabelul, utilizând valorile măsurate ale v_Y

Tensiune de intrare v_A	Tensiune de ieșire v_Y	Curent prin T
0 V		
10 V		

- Completați tabelul de adevăr, cu A – variabilă de intrare și Y – variabilă de ieșire. Care este funcția logică a circuitului?

3. TB ca amplificator

Construiți circuitul din Fig. 3.

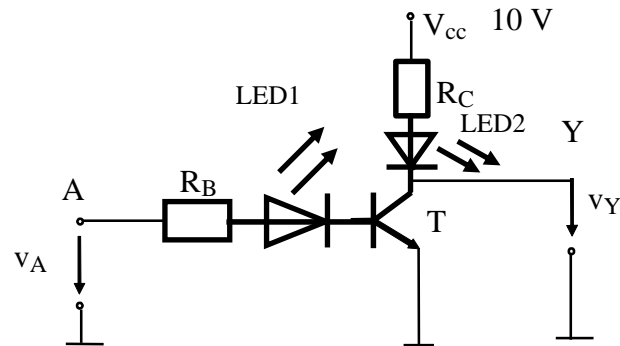


Fig. 3. Circuit cu TB si LEDuri



Experimentare

- $v_A \in [0 \text{ V}; 5 \text{ V}]$ – tensiune continuă variabilă
- Determinați valoarea minimă a v_A pentru care cele două LEDuri sunt aprinse.
- Cum se observă faptul că curentul de ieșire (prin colectorul lui T) este mai mare decât curentul de intrare (prin baza lui T)?



Rezultate

- Valoarea minimă a v_A pentru care LEDurile sunt aprinse.

BIBLIOGRAFIE

1. Oltean, G., Dispozitive și circuite electronice. Dispozitive electronice, Risoprint, Cluj-Napoca, ISBN 973-656-433-9, 316 pag, 2003, *retipărită în 2004*
2. Sedra, A. S., Smith, K. C., Microelectronic Circuits, Fifth Edition, Oxford University Press, ISBN: 0-19-514252-7, 2004
3. Pagina web a disciplinei *Dispozitive Electronice*, <http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/de/>