

**სამრეწველო ელექტრონული  
მოწყობილობების ავტომატიზებული  
დაპროექტების სისტემები**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სამრეწველო ელექტრონული მონყობილობების  
ავტომატიზებული დაპროექტების სისტემები

მეთოდური მითითებები



დამტკიცებულია სტუ-ს  
სასწავლო-მეთოდური  
საბჭოს მიერ

თბილისი  
1998

მოცემულია ავტომატიზებული დაპროექტების სისტემების (ადს) ტექნიკური, პროგრამული, ინფორმაციული და ლინგვისტიკური უზრუნველყოფა. აგრეთვე ელექტრული სქემების პარამეტრული სინთეზი ადს-ში.

განკუთვნილია სამრეწველო ელექტრონიკის სპეციალობის სტუდენტებისათვის

შემდგენელი ა. შარმაზანაშვილი

რეცენზენტები: დოც. ა. მუჩიაური  
დოც. თ. გვაგაძორი

## შესავალი

განხილულია ავტომატიზებული დაპროექტების სისტემების (ადს) ტექნიკური, პროგრამული, ინფორმაციული და ლინგვისტიკური უზრუნველყოფა, რაც უმეტესწილად ეხება სამრეწველო ელექტრული მოწყობილობების ავტომატიზებული დაპროექტების საფუძვლებს. ლაბორატორიული სამუშაოებისათვის ბაზურ პროგრამულ პაკეტებად შერჩეულია შედარებით მარტივი და ფართოდ გავრცელებული პროგრამული პაკეტები: ანალოგური ელექტრული სქემების ავტომატიზებული დაპროექტების პაკეტი - MicroCAP და გრაფიკული დოკუმენტირების ავტომატიზებული პაკეტი - AutoCAD.

რა თქმა უნდა, ეს არ გამოირიცხავს უფრო მძლავრი ინტეგრირებული პაკეტების გამოყენების შესაძლებლობას, როგორებიცაა - PCAD, QUEST და სხვ., სადაც ერთ პროგრამულ გარემოში შესაძლებელია ელექტრული სქემების ავტომატიზებული ანალიზის, სინთეზის, ტრასირების, კონსტრუირებისა და დოკუმენტირების ამოცანათა გადამწყვეტა.

ზოგიერთი ამოცანის ჩასატარებლად აუცილებელია შესაბამისი სალექციო და საცნობარო მასალების მომზადება. ამიტომ ასეთ ლაბორატორიულ სამუშაოებს წინ უძღვის საშინაო დავალება, რომელიც სტუდენტებს ლაბორატორიული სამუშაოს ჩატარებამდე არა უკვიანეს ერთი კვირით ადრე გადაეცემათ.

ჯგუფი წინასწარ იყოფა 2-3 - კაციან ქვეჯგუფებად. თითოეული ქვეჯგუფი ატარებს ამოცანას განსხვავებული მონაცემებით. სამუშაოს შესრულებისა და ჩაღვლის ფორმალური საბუთია ოქმი, რომელიც მთელი ქვეჯგუფისთვის ფორმდება A4 ფორმატის ფურცელზე და თავფურცლისა და შესრულებული ამოცანისაგან შედგება. თავფურცელი შეიცავს მონაცემებს ჯგუფის, კათედრის, მასწავლებლის, სტუდენტებისა და ლაბორატორიული სამუშაოს შესახებ.

**სამუშაო 1. ელექტრული სქემების კომპონენტთა მოდულების ინფორმაციული მასივების შევსება ადს-ში**

სამუშაოს მიზანი — სამრეწველო ელექტრონული მონოციკლობების ადს-ის მონაცემთა ბაზების გაცნობა და მათთან მუშაობის პრაქტიკული გამოცდილების შექმნა.

სამუშაოს შინაარსი. შეისწავლება რელაციური ტიპის მონაცემთა ბაზებთან მუშაობა [1] პროგრამა MicroCAP-ის ინფორმაციული ბაზის სტრუქტურის საფუძველზე, რისთვისაც კომპონენტთა ბიბლიოთეკაში ხორციელდება პარამეტრების შევსება შემდეგ ელემენტებზე: ბიპოლარული ტრანზისტორი, ნახევარგამტარული დიოდი და ოპერაციული მაძლიერებელი. ამასთან ქვეჯგუფების მიხედვით გათვალისწინებულია ოთხი განსხვავებული ვარიანტი:

**I ქვეჯგუფი:** ბიპოლარული ტრანზისტორი — KT315, KT361, ნახევარგამტარული დიოდი — D7,

ოპერაციული მაძლიერებელი — K544YD2.

**II ქვეჯგუფი:** ბიპოლარული ტრანზისტორი — KT3102, KT3107, ნახევარგამტარული დიოდი — D10,

ოპერაციული მაძლიერებელი — K140YD8.

**III ქვეჯგუფი:** ბიპოლარული ტრანზისტორი — KT814, KT815, ნახევარგამტარული დიოდი — D226,

ოპერაციული მაძლიერებელი — K553YD2.

**IV ქვეჯგუფი:** ბიპოლარული ტრანზისტორი — KT816, KT817, ნახევარგამტარული დიოდი — D7,

ოპერაციული მაძლიერებელი — K140YD7.

პროგრამა MicroCAP-ის კომპონენტების ბიბლიოთეკაში აღნიშნული ელემენტები აღინიშნება ატრიბუტების გარკვეული სიმრავლით, რომელთა მნიშვნელობებს სტუდენტები ცნობარებიდან და დამხმარე საბელმძღვანელოებიდან წინასწარ შეარჩევენ საშინაო დავალების შესრულებისას.

ოპერაციული მაძლიერებელი

0: Input resistance (om) — შესასვლელი წინალობა,

1: Open loop gain — გაძლიერება უკუკავშირის გარეშე,

2: Output — გამოსასვლელი წინალობა,

3: Offset voltage (Voffset) — ნანაცვლების ძაბვა,

4: Temp coeff, of Voffset (V/Deg C) — ნანაცვლების ძაბვის ტემპერატურული კოეფიციენტი,

5: First pole (Hz) — ქვედა ზღვრული სიხშირე,

6: Second pole (Hz) — ზედა ზღვრული სიხშირე,

7: Slew rate (V/Sec) — ძაბვის ზრდის სიჩქარე,

8: Input offset current (Ioffset),

9: Input bias current,

10: Current doubling interval (Deg.C).

**ნ/გ დიოდი**

0: Saturation current (I<sub>S</sub>) — უკუდენი,

1: Zener voltage (V) — გარღვევის ძაბვა,

2: Zener resistance (om) — გარღვევის წინალობა,

3: Minimum forward resistance (R<sub>F</sub>) — მიმდევრობითი წინალობა,

4: Zero-bias junction capacitance (F) — ტევადობა,

5: Reverse leakage resistance (om) — პარალელური წინალობა,

6: Energy gap (eV to 1.3) — ენერჯის ინტერვალი,

7: Grading coefficient,

8: Junction potential (V) — შიგა პოტენციალი,

8: Transit time (sec) — აღდგენის დრო.

**ბიპოლარული ტრანზისტორი**

0: Forward beta — ბეტა პირდაპირი ჩართვისას,

1: Reverse beta — ბეტა ინვერსიული ჩართვისას,

- 2: Temp coeff of BETAF (PPM) — ბეტას ტემპერატურული კოეფიციენტი,
- 3: Saturation current (A) — კოლექტორის უკუდენი,
- 4: Energy gap (.6 to 1.3) — ენერჯის ინტერვალი,
- 5: CJCO (F) — ბაზა-კოლექტორის ტევადობა,
- 6: CJEO (F) — ბაზა-ემიტერის ტევადობა,
- 7: Base resistanse (om) — ბაზის წინაღობა,
- 8: Collector resistanse (om) — კოლექტორის წინაღობა,
- 9: Early voltage (V) — ტემპერატურული კოეფიციენტი,
- 10: TAU forward (sec) — მუდმივი დრო პირდაპირი ჩართვისას,
- 11: TAU reverse (sec) — მუდმივი დრო ინვერსიული ჩართვისას,
- 12: MJC — ბაზა-კოლექტორის ვარგისიანობის კოეფიციენტი (MJC=0.33),
- 13: VJC (V) — ბაზა-კოლექტორის შიგა პოტენციალი (VJC=0.75),
- 14: MJE — ბაზა-ემიტერის ვარგისიანობის კოეფიციენტი (MJE=0.33),
- 15: VJE (V) — ბაზა-ემიტერის შიგა პოტენციალი (VJE=0.75),
- 16: CSUB (F),
- 17: Minimum junction resistanse (om) — მინიმ. შემაერთებელი წინაღობა.

### სამუშაოს შესრულების მეთოდიკა

1. საცნობარო ინფორმაციის მომზადება;
2. პროგრამა MicroCAP-ის გამოძახება.

კლავიატურაზე აკრიბეთ დირექტივა `CD\MC2 <ENTER>`. მისი შესრულების შემდგომ კი - დირექტივა `MC2 <ENTER>`.

3. კომპონენტთა ბიბლიოთეკასთან მუშაობის რეჟიმში შესვლა ხორციელდება მენიუდან რეჟიმ LIB-ის ამორჩევით, რისთვისაც საჭიროა კლავიატურიდან ავკრიბოთ `<L>`. ამის შემდეგ ეკრანზე გამოდის ინფორმაცია ბიბლიოთეკის შემადგენლობის შესახებ.

\* - სიმბოლოებს შორის აღნიშვნა მიუთითებს შესაბამის ლილაკზე.

Standart Components Library	სტანდარტული ელემენტების ბიბლიოთეკა
0: Opamps	— ოპერაციული მაძლიერებლები
1: Diodes	— დიოდები
2: Bipolar transistors	— ბიპოლარული ტრანზისტორები
3: MOS transistors	— МДП ტრანზისტორები
4: Programmable waveforms	— პროგრამირებადი წყაროები
5: Sinusoidal sources	— სინუსოიდური წყაროები
6: Transformers	— ტრანსფორმატორები
7: Polynimial sources	— პოლინომიალური წყაროები
8: Printer copy of library	— ბიბლიოთეკის პრინტერზე ბეჭდვა
9: Passive components labels	— პასიური კომპონენტების დასახ.
10: Retrieve a library	— ბიბლიოთეკის აღდგენა
11: Save a library	— ბიბლიოთეკაში შენახვა
12: Rename current library	— ახალი სახელის მინიჭება
13: Quit	— რეჟიმიდან გამოსვლა
14: Change colors	— ფერების შეცვლა
Your choice?	— თქვენი არჩევანი?

4. ბიბლიოთეკის სახელის განსაზღვრა.

მენიუდან ამორჩიეთ რეჟიმი `Rename current library`, რისთვისაც აკრიბეთ კლავიატურიდან `12 <ENTER>`, ეკრანზე გამოჩნდება წარწერა:

Enter the new name, max. three characters?

ამასთან სახელი სამი სიმბოლოსაგან უნდა შედგებოდეს. სიმბოლოთა აკრების შემდეგ დააჭირეთ <ENTER>, რითაც ბიბლიოთეკას ენიჭება ახალი სახელი. ახალი სახელის არმითითების შემთხვევაში - <ESC>-ის დაჭერით ბიბლიოთეკას რჩება ძველი სახელი.

5. შესაბამისი ელემენტის ატრიბუტების რიცხვითი მნიშვნელობების შეყვანა/რედაქტირება.

რიცხვითი მნიშვნელობების შეყვანა/რედაქტირების რეჟიმში შესვლისათვის მენიუდან უნდა შეირჩეს ელემენტი და კლავიატურიდან შეყვანილ იქნას შესაბამისი კოდი:

- 1) ოპერაციული მაძლიერებლისათვის (Opamps) - <0> <ENTER>;
- 2) ნ/გ დიოდისათვის (Diodes) - <1> <ENTER>;
- 3) ბიპოლარული ტრანზისტორისათვის (Bipolar transistors) - <2> <ENTER>;

6. ატრიბუტების რიცხვითი მნიშვნელობების ფორმატი და რედაქტირების თანმიმდევრობა.

ელემენტის ატრიბუტები გამოხატულია ეკრანზე შემდეგი ფორმატით:

<ელემენტი> Type <N> ...alias <სახელი>  
Value Tolerance (%)

0: <ატრიბუტი> <მნიშვნელობა> <გაბნევა>

1:

.....  
ეკრანის ქვედა ნაწილში გამოისახება ბრძანებათა მენიუ:

E: Edit J: Jump N: Next L: Last C: Copy A: Alter alias Q: Quit

Edit — ატრიბუტის რიცხვითი მნიშვნელობის რედაქტირება. აკრიბეთ <N>. ეკრანზე გამოდის შეტყობინება:

Enter parameter number to edit or press <ENTER> to start at the top?

მოუთითეთ პარამეტრის ნომერი, რომლის შეცვლაც გსურთ ან დააჭირეთ კლავისს <ENTER>.

რედაქტირებადი ატრიბუტი გამოირჩევა სიმკვეთრით.

ეკრანის ქვედა ნაწილში გამოჩნდება ამოსარჩევი ატრიბუტების მმართველი ბრძანებების სია:

E: Edit high-lighted field <E> — განათებული არის რედაქტირება

Q: Quit editing <Q> — რედაქტირების რეჟიმიდან გამოსვლა

Up - cursor keys — ჭდის გადაადგილება ზემოთ

Down - cursor keys — ჭდის გადაადგილება ქვემოთ

Left - cursor keys — ჭდის გადაადგილება მარცხნივ

Right - cursor keys — ჭდის გადაადგილება მარჯვნივ

<ENTER> — ჭდის გადაადგილება მარჯვნივ/მარცხნივ

<E>-ზე დაჭერით. განათებულ ზონაში ჩნდება ნიშანი "?". შეიყვანეთ რიცხვითი მნიშვნელობა და დააჭირეთ <ENTER>-ს.

>Jump — სტანდარტული კომპონენტების მოცემული ტიპის ასახვაზე გადასვლა. აკრიბეთ <J> და მოთხოვნაზე

Jump to which type (0-99) or alias?

მოუთითეთ საჭირო ტიპის ნომერი და მისი სახელი.

>Next — გადასვლა სიის მიხედვით შემდეგი ტიპის ელემენტის ასახვაზე. აკრიბეთ <N>.

>Last — გადასვლა სიის მიხედვით წინამდებარე ტიპის პარამეტრების ასახვაზე. აკრიბეთ <L>.

>Copy — მოცემული ტიპის ელემენტის კოპირება სხვა ტიპში. აკრიბეთ <C> და მოთხოვნაზე:

Enter type number of first recipient type?

შეიყვანეთ ტიპის ნომერი, რომლის ჩანერაც გსურთ და დააჭირეთ <ENTER>-ს. ხოლო მოთხოვნაზე:

Enter type number of last recipient type?

შეიყვანეთ ელემენტის ტიპის ნომერი, სადაც გსურთ ჩანერა და დააჭირეთ <ENTER>-ს.

>Alter alias — ელემენტის ტიპის დასახელების შეცვლა. აკრიბეთ <A> მოთხოვნაზე:

Enter the new alias?

შეიყვანეთ კომპონენტის ახალი სახელი და დააჭირეთ <ENTER>-ს.

Quit — გამოსვლა წინა მენიუზე. აკრიბეთ <Q>.

### ჩატარებულ სამუშაოზე ოქმის გაფორმება

თითოეულ ქვეჯგუფზე ფორმდება ერთი ოქმი. იგი შედგება თავ-ფურცლისა და ბიბლიოთეკიდან შეყვანილი ატრიბუტების მნიშვნე-ლობების ამონაბეჭდისაგან.

ამობეჭდვის თანმიმდევრობა

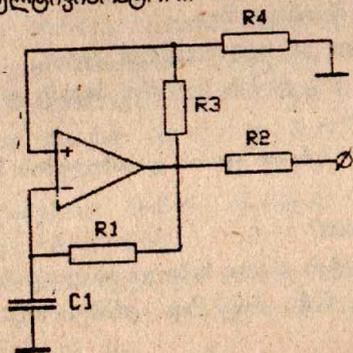
1. ჩართეთ პრინტერი და მოამზადეთ საბეჭდი ფურცელი;
2. დააყენეთ პრინტერზე ჩართული ON LINE-ის რეჟიმი;
3. გადადით ელემენტების ატრიბუტების რიცხვითი მნიშვნელო-ბების შეყვანა/რედაქტირების რეჟიმში;
4. მოძებნეთ თქვენს მიერ შეყვანილი ელემენტი შესაბამისი ატრიბუტებით;
5. ამობეჭდეთ ეკრანზე გამოსახული ინფორმაცია კლავიატურაზე <PrScreen>-ის დაჭერით.

### სამუშაო 2. პრინციპული ელექტრული სქემების აგება ადს-ში

სამუშაოს მიზანი. სამრეწველო მონაცემების ადს-ის ლინ-გვისტიკურ უზრუნველყოფასთან გაცნობა და მუშაობის პრაქტიკული გამოცდილების შექმნა.

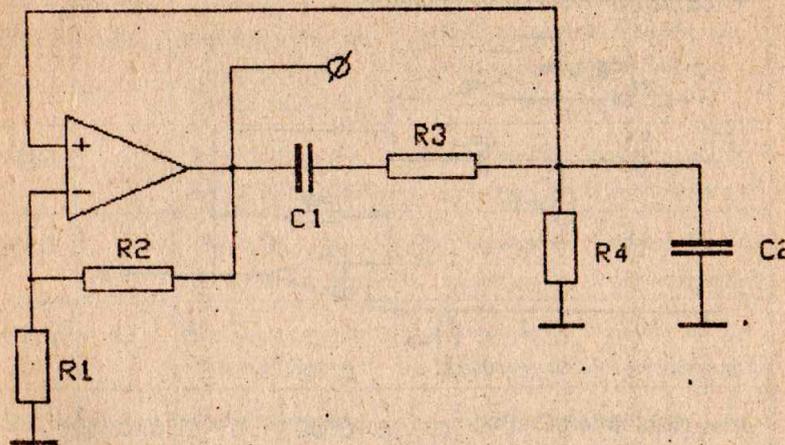
სამუშაოს შინაარსი. შეისწავლება ადს-ის შესასვლელ და რედაქ-ტირების ენებთან მუშაობა [2] პროგრამა MicroCAP-ის ბაზაზე. ამასთან ხორციელდება ქვეჯგუფების მიხედვით ოთხი სხვადასხვა პრინციპული სქემის რედაქტირება:

1. ქვეჯგუფი მულტივიბრატორი

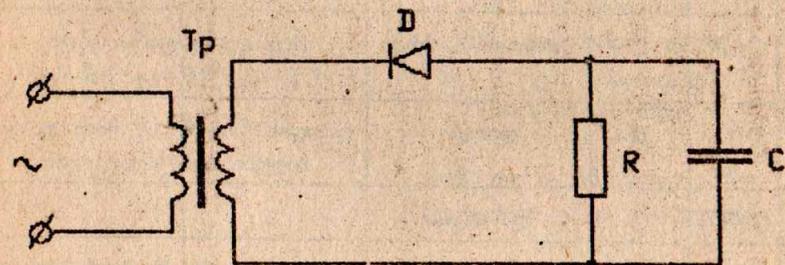


10

2. ქვეჯგუფი სინუსოიდური რხევის გენერატორი

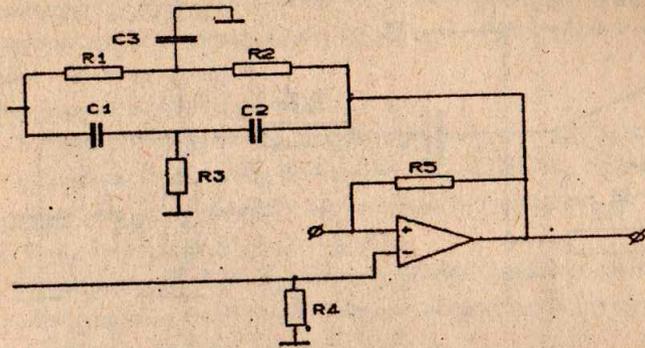


3. ქვეჯგუფი ნახევარპერიოდული გამმართველი აქტიურ-ტევადუ-რი დატვირთვით



11

4. ქვეჯგუფი აქტიური ფილტრი



პროგრამა MicroCAP-ის ლინგვისტიკური უზრუნველყოფა.  
 პროგრამა MicroCAP-ს გააჩნია შესასვლელი ენის სიტყვათა შემდეგი სიმრავლე:

სრული	შემოკ.	ტიპი	პარამეტრი
BAT	B	მუდმივი დაბვის წყარო	დაბვა ვოლტებით
CAP	C	კონდენსატორი	ტევადობა ფარადებით UF-მკ; NF-ნფ; PF-პფ
DIO	D	დიოდი	დიოდის ნომერი ან მისი დასახელება ბიბლიოთეკიდან
OND	O	დამინება	
IND	I	ინდუქციურობის კოჭა	ინდუქციურობა ჰენრებით MH-მრ; UH-მკრ; NH-ნრ
NPN	N	n-p-n ტიპის ბიპოლარული ტრანზისტორი	ტრანზისტორის ნომერი ან მისი დასახელება ბიბლიოთეკიდან

PNP	P	n-p-n ტიპის ბიპოლარული ტრანზისტორი	ტრანზისტორის ნომერი ან მისი დასახელება ბიბლიოთეკიდან
NMO		N-MOS ველიანი ტრანზისტორი	ტრანზისტორის ნომერი ან მისი დასახელება ბიბლიოთეკიდან
PMO		P-MOS ველიანი ტრანზისტორი	ტრანზისტორის ნომერი ან მისი დასახელება ბიბლიოთეკიდან
OPA	O	ოპერაციული მაძლიერებელი	მაძლიერებლის ნომერი ან მისი დასახელება ბიბლიოთეკიდან
RES	R	რეზისტორი	წინაღობა ომებით K-კომ; M-მომ
SWI	S	ჩამრთველი (რელე)	ჩამრთველის მართვის პარამეტრები შეიძლება იყოს: ა) დრო TX/Y/E ბ) დაბვა VX/Y/E გ) დენი IX/Y/E X - ჩართვის დრო Y - გამორთვის დრო E - X და Y სიდიდეების თანმიმდევრობა  მომჭერებზე მმართველი ზემოქმედება უნდა ემთხვეოდეს "+", "-".
TRA	T	ტრანსფორმატორი	ტრანსფორმატორის ნომერი ან მისი დასახელება ბიბლიოთეკიდან

V (T)	V	სწორკუთხა იმპულსების წყარო	წყაროს ნომერი ან მისი დასახელება ბიბლიოთეკიდან
POL		პოლინომიალური წყარო	წყაროს ნომერი ან მისი დასახელება ბიბლიოთეკიდან
VBI		სინუსოიდური სიგნალის წყარო	წყაროს ნომერი ან მისი დასახელება ბიბლიოთეკიდან
UBE	U	თავისუფალი ფორმის სიგნალის წყარო	ნომერი (0...9), გენერირებული პროგრამის WAVEGEN.BAS ფაილის USER-ში შესაბამისად
PIN		კვანძი	ერთასოიანი აღნიშვნა
TIE		შემაერთებელი	ერთასოიანი აღნიშვნა
ფაილის სახელი		ოთხბოლუსა	.
LIN	L	დაყოვნების ხაზი	t/e/r t, e — მანტისა და დაყოვნების დრო e — ტალღური წინაღობა

პროგრამა MicroCAP-ის ელექტრული სქემების რედაქტირების ენა შეიცავს შემდეგ დირექტივებს:

1. ZAP — ელემენტის ნაშლა (პარამეტრის შეცვლა). დირექტივის შესრულებისათვის საჭიროა მიიყვანოთ კურსორი იმ კომპონენტის კვანძთან, რომლის ნაშლა ან პარამეტრის შეცვლაც გსურთ. აკრიბეთ <Z> და ელემენტის გამოსახულება გახდება მოციმციმე ან შეიცვლის ფერს. თუ კვანძში შედის რამდენიმე ელემენტი მაშინ ნასაშლელი ელემენტის მოძებნა ხორციელდება <ENTER>-ის საშუალებით. ამ დროს ეკრანის ზედა ნაწილში, ელემენტისათვის, რომელსაც არ გააჩნია პარამეტრი, გამოდის შეტყობინება:

Press Z to ZAP... <ENTER> to SKIP...

დააჭირეთ Z ნაშლისათვის ... <ENTER>-ს გამოტოვებისათვის...  
პარამეტრიანი ელემენტებისათვის კი —

Press Z to ZAP... <ENTER> to SKIP...C to change parameter of \*\*\*\*

დააჭირეთ <Z> ნაშლისათვის... <ENTER>-ს გამოტოვებისათვის...

<C> პარამეტრის შესაცვლელად.

ამრიგად, ელემენტის ნასაშლელად განმეორებით აკრიბეთ <Z>, ხოლო პარამეტრების შესაცვლელად <C>. ამ დროს ეკრანის ზედა ნაწილში გამოდის შეტყობინება:

Enter new parameter?

შეიყვანეთ ახალი პარამეტრი?

მიუთითეთ პარამეტრის ახალი მნიშვნელობა და აკრიბეთ <ENTER>.

2. SHORT — ელემენტების ელექტრული შეერთება.

შემაერთებელი ხაზების რედაქტირებისათვის აკრიბეთ <S> და მოთხოვნაზე:

Direction (R, L, U, D)?

მიუთითეთ საჭირო მიმართულება: <R> — კურსორიდან მარჯვნივ, <L> — კურსორიდან მარცხნივ, <U> — კურსორიდან ზევით, <D> — კურსორიდან ქვევით.

3. DRAW — გამოსახულების განახლება.

ამისათვის აკრიბეთ კლავიატურიდან .

4. NODES — ელექტრული კვანძების ნუმერაცია.

ელექტრული კვანძების ნუმერაცია ხორციელდება ავტომატურად <N>-ის აკრიბის შემდეგ.

5. CLR — სქემის ეკრანიდან ნაშლა.

ამასთან <C>-ს აკრიბის შემდეგ ეკრანზე ფორმირდება შეკითხვა:

Clear the Current network (Y/N)?

ეკრანზე გამოსახული სქემის ნაშლა?

მიუთითეთ <Y> — თუ გსურთ სქემის ნაშლა და <N> — თუ არ გსურთ სქემის ნაშლა.

## სამუშაოს შესრულების მეთოდთა

1. პროგრამა **MicroCAP**-ის გამოძახება.

კლავიატურაზე აკრიბეთ დირექტივა **CD/MC2 <ENTER>**, მისი შესრულების შემდეგ კი - დირექტივა **MC2<ENTER>**.

2. ელემენტის რედაქტირება.

მიიყვანეთ კურსორი ეკრანის იმ ნაწილში, სადაც გსურთ ელემენტის გამოსახვა. აკრიბეთ **<E>** ეკრანზე, გამოვა შეტყობინება:

Enter type of component...Press ESC to abort?

შეიყვანეთ ელემენტის ტიპი... შეწყვეტისათვის აკრიბეთ **<ESC>**.

ელემენტის ტიპის შესაყვანად საჭიროა შესასვლელი ენის სიტყვათა სიმრავლიდან ელემენტის შესაბამისი დირექტივისა და შემდეგ **<ENTER>**-ის აკრება. ამის შემდეგ ეკრანზე გამოვა შეტყობინება:

Direction (R, L, U, D)?

ელემენტის გეომეტრიული ადგილმდებარეობის განსაზღვრა, რაც ხორციელდება შესაბამისი კლავიშის აკრებით: **<R>** — კურსორიდან მარჯვნივ, **<L>** — კურსორიდან მარცხნივ, **<U>** — კურსორიდან ზევით, **<D>** — კურსორიდან ქვევით.

ეკრანზე გამოდის შემდეგი შეტყობინება:

Reflection (x, y, none)?

შემობრუნება X-ის მიმართ, Y-ის მიმართ, შემობრუნების გარეშე თუ საჭიროა ელემენტის გამოსახულების მობრუნება. პორიზონტალურად, აკრიბავთ — **<X>**, თუ ვერტიკალურად — **<Y>**, თუ არ მოითხოვს მობრუნებას — **<n>**.

ეკრანზე გამოისახება შეტყობინება:

Parameter?

პარამეტრი?

მიუთითეთ ელემენტის პარამეტრის მნიშვნელობა უშუალოდ ან დასახელება ბიბლიოთეკიდან და დააჭირეთ **<ENTER>**-ს.

3. ელემენტებს შორის ელექტრული კავშირების დამყარება

ხორციელდება დირექტივა **SHORT**-ის საშუალებით.

4. სქემის კვანძების ავტომატური აღმოჩენა და დანომვრა ხორციელდება დირექტივა **NODES**-ის საშუალებით.

5. ფაილში ჩანერა.

გამოიძახეთ ფაილების ბიბლიოთეკასთან მუშაობის რეჟიმი **<F>**-ის აკრებით მოთხოვნაზე:

File options...1:Retrieve 2:Save... 3:Delete 4:Show Directory  
აკრიბეთ **<2>**. ეკრანზე გამოვა შეტყობინება:

Enter name of file to be saved...Press ESC to abort...?

შეიყვანეთ ფაილის სახელი და დააჭირეთ **<ENTER>**-ს ან **<ESC>**-ს ფაილის შენახვის გარეშე რეჟიმიდან გამოსვლისათვის.

## ჩატარებულ სამუშაოზე ოქმის გაფორმება

თითოეულ ქვეჯგუფზე ფორმდება ერთი ოქმი. იგი შედგება თავ-ფურცლისა და შეყვანილი პრინციპული სქემის ამონაბეჭდისაგან.

პრინციპული სქემის ამონაბეჭდვა:

1. ჩართეთ პრინტირი და მოამზადეთ საბეჭდი ფურცელი.
2. დააყენეთ პრინტერზე ჩართული **ON LINE**-ის რეჟიმში.
3. გამოიძახეთ უტილიტებთან მუშაობის რეჟიმი **<U>** -ს აკრებით. ეკრანზე გამოვა შეტყობინება

1:Netlist 2:Data drive 3:Shape colors 4:Print circuit 5:Show Voltages.

4. ამოირჩიეთ დაბეჭდვის ფუნქცია **<4>** -ის აკრებით.

5. ეკრანზე გამოვა შეტყობინება  
large (L) or Small (S) scale.

მიუთითეთ მასშტაბი: **<L>** — მთლიანად A4-ის ფორმატზე **<S>** — შემცირებული მასშტაბი.

6. ეკრანზე გამოვა შეტყობინება

Enter optional title?

მიუთითეთ სქემის დასახელება და ქვეჯგუფის ნომერი.

7. ბეჭდვა ხორციელდება **<ENTER>**-ის დაჭერით.

**სამუშაო 3. ელექტრული სქემების პარამეტრული სინთეზი ადს-ში**

სამუშაოს მიზანი. იმიტაციური მოდელირების ბაზაზე ელექტრული სქემების სინთეზის მეთოდებთან გაცნობა და შესაბამისი პრაქტიკული უნარ-ჩვევების შექმნა.

სამუშაოს შინაარსი. შეისწავლება პროგრამა MicroCAP-ში ელექტრული სქემების ავტომატიზებული ანალიზის შესაძლებლობები და ამის საფუძველზე სქემის ელემენტების პარამეტრების რიცხვითი მნიშვნელობების შერჩევის მეთოდები. ამასთან თითოეული ქვეჯგუფისათვის გათვალისწინებულია სხვადასხვა სქემის ანალიზი მე-2 სამუშაოში მოცემული ვარიანტების მიხედვით.

სქემის ელემენტების პარამეტრული სინთეზი წარმოებს მიზანმიმართული ძებნის მეთოდით. ამასთან თითოეული სქემისათვის დადგენილია მოთხოვნები (მახასიათებლები), რომლებსაც უნდა აკმაყოფილებდეს ელექტრული სქემა და ასევე მითითებულია ის პირობები, აქსიომური ცოდნის სახით, რომლებიც განსაზღვრავენ ძებნის მიმართულებას.

პროცესის გამარტივების მიზნით, სტუდენტისათვის დასაძლევ ფარგლებში, სქემის ელემენტების მთელი სიმრავლიდან ცნობილია ყველა, გარდა ერთი ან ორი პარამეტრისა. ასევე მარტივი სახე აქვს აქსიომურ ცოდნასაც.

პარამეტრებისათვის რიცხვითი მნიშვნელობების შერჩევის პროცესი იტერაციულია და გრძელდება სქემისათვის წინასწარ დადგენილი მახასიათებლების მიღებამდე. ამასთან თითოეულ იტერაციულ საფეხურზე ხორციელდება პარამეტრისათვის საცდელი რიცხვითი მნიშვნელობის მინიჭება, სქემის მუშაობის იმიტაციური მოდელირება და მიღებული შედეგების შეფასება.

**გამოსაკვლევი სქემების ვარიანტები:**

**I ქვეჯგუფი:**

ელექტრული სქემა: მულტივიბრატორი,  
 სქემის პარამეტრები:  $R1=200 R2=101 C1=1 \text{ mf A-K544YD2,}$   
 შესარჩევი პარამეტრები:  $R3=? R4=?$

საწყისი პირობები:  
 აქსიომური ცოდნა:

**II ქვეჯგუფი:**

ელექტრული სქემა:  
 სქემის პარამეტრები:  
 შესარჩევი პარამეტრები:  
 საწყისი პირობები:  
 აქსიომური ცოდნა:

**III ქვეჯგუფი:**

ელექტრული სქემა:  
 სქემის პარამეტრები:  
 შესარჩევი პარამეტრები:  
 საწყისი პირობები:  
 აქსიომური ცოდნა:

**IV ქვეჯგუფი:**

ელექტრული სქემა:  
 სქემის პარამეტრები:  
 შესარჩევი პარამეტრები:  
 საწყისი პირობები:  
 აქსიომური ცოდნა:

იმპულსების გენერაცია,  
 $R31000 R4.$

სინუსოიდური რხევების გენერატორი,  
 $R3=R4=11 C1=C2=2 \text{ mf A-K140YD8,}$   
 $R1=? R2=?$   
 თვითაგზნების რეჟიმის დამყარება,  
 $R24 R1,$

ნახევარპერიოდიანი გამმართველი აქტიურტევადური დატვირთვით,  
 $D - D220 R=500,$   
 $C=?$   
 მინიმალური პულსაციის მიღება,  
 $C \rightarrow \infty.$

აქტიური ფილტრი,  
 $A-K140YD7 R5=100k,$   
 $R1=? R2=? R3=? C1=? C2=? C3=?$   
 ფილტრის განყოფილება 1000 ჰე სიხშირეზე,  
 $R1=R2=R C1=C2=C C3=2C R3=R/2,$   
 $R5 > R4 f = \frac{1}{2\pi RC}.$

ნახევარპერიოდიანი გამმართველისა და აქტიური ფილტრისათვის პარამეტრული სინთეზი მიმდინარეობს ორ ეტაპად: გამმართველისათვის თავდაპირველად გამოიკვლევა სქემა აქტიური დატვირთვით, ხოლო შემდგომ აქტიურ-ტევადურით; აქტიური ფილტრისათვის კი ჯერ ხორციელდება პასიური ორმაგი T-ბრი ბოგას განყოფილება მოცემულ რეზონანსულ სიხშირეზე, რის შემდეგაც ხდება მისი ჩართვა უარყოფითი უკუკავშირის წრედში და აქტიური ფილტრის განყოფილება R5 რეზისტორის შერჩევით.

აღსანიშნავია, რომ სამუშაოს მსვლელობისას სტუდენტი იყენებს წინა ორი ჩატარებული სამუშაოს შედეგებს — მონაცემთა ბაზას და პრინციპულ ელექტრულ სქემას.

### სამუშაოს შესრულების მეთოდთა

1. პროგრამა Micro CAP-ის გამოძახება.

კლავიატურაზე აკრიბეთ დირექტივა CD\MC2 <ENTER>. მისი შესრულების შემდგომ დირექტივა MC2 <ENTER>.

2. პრინციპული ელექტრული სქემის ჩატვირთვა.

გამოიძახეთ ფაილების ბიბლიოთეკასთან მუშაობის რეჟიმი <F>-ის აკრებით მოთხოვნაზე:

File options... 1:Retrive 2:Save 3>Delete 4:Show directory აკრიბეთ <1>. ეკრანზე გამოვა შეტყობინება:

Enter name of file to be retrieved...Press ESC to abort...

მიუთითეთ ფაილის სახელი, რომლითაც მე-2 სამუშაოში დამახსოვებული გქონდათ პრინციპული ელექტრული სქემა და აკრიბეთ <ENTER>.

3. პარამეტრების ცნობილი მნიშვნელობების შეყვანა.

ხორციელდება კურსორის მიყვანით შესაცვლელი პარამეტრის მქონე ელემენტთან და დირექტივა ZAP-ის გამოყენებით.

4. შესარჩევი პარამეტრების საცდელი მნიშვნელობების შეყვანა.

სრულდება მე-3 პუნქტის ანალოგიურად.

5. ელექტრულ სქემაში კვანძების ავტომატური დაფიქსირება და ნომრის მინიჭება

ხორციელდება დირექტივა NODES-ის საშუალებით — <N>-ის აკრებით.

6. ანალიზის რეჟიმში გადასვლა.

ანალიზის რეჟიმში გადასვლისათვის საჭიროა კლავიატურიდან აკრიბოთ <A>, რის შემდეგაც ეკრანის ზედა ნაწილში გამოიბეჭდება ანალიზის სახეობების ჩამონათვალი:

Analysis Options 1:Transient 2:AC 3:DC 4:Fourier

1: გარდამავალი მახასიათებლების ანალიზი  $U=f(t)$   $I=f(t)$ ;

2: სიხშირული მახასიათებლების ანალიზი  $U=f(F)$   $I=f(F)$   $\phi=f(F)$ ;

3: ანალიზი მუდმივი დენის მიმართ;

4: სპექტრული ანალიზი.

7. გარდამავალი მახასიათებლების ანალიზი მულტივიბრატორის, სინუსოიდური რხევების გენერატორის და ნახევარპერიოდული გამართველისათვის. აკრიბეთ <1>.

ანალიზის დაწყებამდე უნდა განისაზღვროს რეჟიმი და ანალიზის საზღვრები მოცემული ჩამონათვალის შესაბამისად:

Analysis limit	ანალიზის საზღვრები
Simulation time (Tmax/Tmin/Time Step)	— ანალიზის დრო
Display time (Dmax/Dmin/Print Step)	— ინდიკაციის დრო
Minimum accuracy (%)	— მინიმალური ცდომილება
Upper trace A waveform spec	— ზედა გრაფიკი A
Upper trace B waveform spec	— ზედა გრაფიკი B
Upper trace range (High/Low)	— ზედა გრაფიკის მასშტაბი
Lower trace A waveform spec	— ქვედა გრაფიკი A
Lower trace B waveform spec	— ქვედა გრაფიკი B
Lower trace range (High/Low)	— ქვედა გრაფიკის მასშტაბი
Zero, Read, Leave initial values (Z, R, L)	— ნულიანი საწყ. პირობ. ინიც.
Edit/Review initial conditions (Y/N)	— საწყ. პირობების შეცვლა
Dump node waveform to user file (Y/N)	— კვანძზე ზემოქ. მიცემა
Calculate D.C. operating point (Y/N)	
Temperature (Low/High/Step)	— ტემპერატურა
number of Cases	— გამეორებათა რაოდენობა
Output: Disk, Printer, Node (D, P, N)	- შედეგების ცხრილის ბეჭდვა
Save, Retrieve, Normal run (S, R, N)	
Default plotting parameters (Y/N)	- ფორმატის პარამეტრები
Are these correct (Y/N/ESC=Abort)	— დამაკმაყ. პირობები?

<Y>-ს დაჭერით იწყება სქემის მუშაობის იმიტაციური მოდელირება. ამასთანავე, მოდელირების დაწყებამდე შესაძლებელია დამატებითი დიალოგი შემდეგი შემთხვევებისათვის:



10. სინთეზირებული სქემის ფაილში ჩანერა.

გამოიძახეთ ფაილების ბიბლიოთეკასთან მუშაობის რეჟიმი <F>-ის აკრებით და მოთხოვნაზე

File options...1:Retrieve 2:Save 3>Delete 4:Show Directory

აკრიბეთ <F>. ეკრანზე გამოვა შეტყობინება:

Enter name of file to be saved...Press ESC to abort...?

შეიყვანეთ შესანახი ფაილის სახელი... დააჭირეთ <ESC> რეჟიმიდან გამოსვლისათვის.

შეიყვანეთ ფაილის სახელი და დააჭირეთ <ENTER>-ს, ან <ESC>-ს ფაილის შენახვის გარეშე რეჟიმიდან გამოსვლისათვის.

### ჩატარებულ სამუშაოზე ოქმის გაფორმება

თითოეულ ქვეჯგუფზე ფორმდება ერთი ოქმი. იგი შედგება თავ-ფურცლისა და ანალიზის შედეგების ამონაბეჭდისაგან.

პრინციპული სქემის ამობეჭდვა:

1. ჩართეთ პრინტიერი და მოამზადეთ საბეჭდი ფურცელი;
2. დააყენეთ პრინტერზე ჩართული ON LINE-ის რეჟიმი;
3. გამოიძახეთ ანალიზის რეჟიმი და ჩაატარეთ გარდამავალი ან სიხშირული მახასიათებლების ანალიზი პარამეტრების შერჩეული მნიშვნელობებისათვის. ეკრანზე გამოვა შეტყობინება:

1:Another run 2:Analysis limits 3:Quit 4:Dump 5:Save values

ამოირჩიეთ დაბეჭდვის ფუნქცია <4>-ის აკრებით. ეკრანზე გამოვა შეტყობინება:

Large (L) or Small (S) Scale

მიუთითეთ მასშტაბი: <L> — მთლიანად A4-ის ფორმატზე

<S> — შემცირებულ მასშტაბში.

ეკრანზე გამოვა შეტყობინება:

Enter optional title?

მიუთითეთ სქემის დასახელება და ქვეჯგუფის ნომერი. ბეჭდვა ხორციელდება <ENTER>-ის დაჭერით.

### სამუშაო 4. ელექტრული სქემების ტექნიკური დოკუმენტირება ადს-ში

**სამუშაოს მიზანი.** ტექნიკური ინფორმაციის დოკუმენტირების ავტომატიზებულ სისტემებთან გაცნობა და მათთან მუშაობის პრაქტიკული უნარ-ჩვევების შექმნა.

**სამუშაოს შინაარსი.** შეისწავლება პროგრამა AutoCAD-ში პრინციპული ელექტრული სქემების რედაქტირებისა და დოკუმენტირების შესაძლებლობები. სქემის ელემენტების რედაქტირება ხორციელდება სტანდარტულ ზომებში. ამასთან თითოეული ქვეჯგუფისათვის გათვალისწინებულია სხვადასხვა სქემის დოკუმენტირება — მე-2 სამუშაოში მოცემული ვარიანტების მიხედვით:

I ქვეჯგუფი — მულტივიზორატორი;

II ქვეჯგუფი — სინუსოიდური რხევების გენერატორი;

III ქვეჯგუფი — ნახევარპერიოდული გამმართველი აქტიურ-ტევადური დატვირთვით;

IV ქვეჯგუფი — აქტიური ფილტრი.

პროგრამა AutoCAD წარმოადგენს საკმაოდ პოპულარულ პროგრამულ პაკეტს გრაფიკული სამუშაოების ავტომატიზაციისათვის. პაკეტი ძირითადად განკუთვნილია საკონსტრუქტორო დარგებისათვის და ასევე ნახაზებისა და ელექტრული სქემების დოკუმენტირებისათვის.

გრაფიკული რედაქტირების რეჟიმში ეკრანი დაყოფილია სამ ზონად. ცენტრალური ნაწილი წარმოადგენს უშუალოდ რედაქტირების ზონას. მასში ხორციელდება პლანშეტის გადაადგილება mouse-ის ან კლავიატურის საშუალებით და განისაზღვრება ადგილმდებარეობა ეკრანზე. ეკრანის ზედა ნაწილი გამოსახავს მდგომარეობის სტრიქონს და აქვს სახე:

Layer 0 Ortho Snap 0.000,0.000 ,

სადაც Layer 0 მიუთითებს იმ ფენის სახელს, რომელზეც მიმდინარეობს რედაქტირება. ფენების რაოდენობა პროგრამაში შეუზღუდავია. Ortho მიუთითებს, რომ რედაქტირება წარმოებს მხოლოდ მართი კუთხეებით. რეჟიმის გამორთვისათვის (ან ხელახალი ჩართვისათვის) აკრიბეთ <F8>. Snap — რედაქტირება ხორციელდება საკოორდინატო ბადის საშუალებით. რეჟიმის გამორთვისათვის (ან

ხელახალი ჩართვისათვის) აკრიბეთ <F9>. ციფრები 0.000,0.000 იძლევიან ინფორმაციას აბსოლუტურ კოორდინატთა სისტემაში პლანშეტის ადგილმდებარეობის შესახებ, მიღებული ათვლის სისტემის მიხედვით. ინფორმაციის ინდიკაციის რეჟიმის გამორთვისათვის (ან ხელახალი ჩართვისათვის) აკრიბეთ <F6>.

ეკრანის ზედა ნაწილი შეიძლება გადაყვანილ იქნას „ვარდნად“ მენიუს რეჟიმში, ამ არეში კურსორის გადაადგილებით.

პროგრამა AutoCAD-ის ბრძანებები:

პროგრამა AutoCAD-ის ბრძანებები შეიძლება დაიყოს შემდეგ ჯგუფებად:

- ხაზის ბრძანებები;
- რედაქტირების ბრძანებები;
- ინფორმაციის მიღების ბრძანებები;
- ეკრანის მართვის ბრძანებები;
- ობიექტის მართვის ბრძანებები;
- რეჟიმის დაყენების ბრძანებები;
- ბლოკებთან მუშაობის ბრძანებები;
- ზომების მინიჭებისა და დაშტროხვის ბრძანებები;
- უტილიტები.

წინამდებარე მეთოდურ მითითებებში განხილულია AutoCAD-ის ბრძანებათა ის მინიმალური რაოდენობა, რომელიც აუცილებელი და საკმარისია ელექტრული სქემების ტექნიკური დოკუმენტაციისთვის.

### ხაზის ბრძანებები

1. LINE — წრფის მონაკვეთების ხაზვა

ფორმატი: LINE From point: (point)

მონაკვეთი წერტილიდან: მიუთითეთ (წერტილი)

To point: (point)

წერტილამდე: მიუთითეთ (წერტილი).

წინა მონაკვეთის წასაშლელად მოთხოვნაზე To point აკრიბეთ <U>. ასევე წინა მონაკვეთი შეიძლება გაგრძელებულ იქნას, თუ მოთხოვნაზე From point აკრიბავთ ხარვეზს ან <ENTER>-ს. თუ საჭიროა შეკრული მრავალკუთხედის დახაზვა, შემკვერელი წრფის

მონაკვეთი შეიძლება არ მიუთითოთ — მოთხოვნაზე To point აკრიბეთ <C>. ამის შედეგად მრავალკუთხედი ავტომატურად შეიკვერება წრფის მონაკვეთით.

ჩართული ORTHO რეჟიმის დროს წრფის მონაკვეთები იხაზება მხოლოდ ვერტიკალურად ან ჰორიზონტალურად.

2. CIRCLE — წრეწირის ხაზვა.

წრე შეიძლება დახაზულ იქნას ქვემოთ მოყვანილი ერთ-ერთი მეთოდით:

ფორმატი: CIRCLE 3P/2P/TTR/ <Center point>: (point);

3წერტ./2წერტ./მმრ/<ცენტრ. წერტ.>: მიუთითეთ (წერტილი);

Diameter/<Radius>: (radius value)

დიამეტრი/<რადიუსი>: (რადიუსის მნიშვნელობა).

წრის ცენტრის მითითების შემდეგ, რადიუსის განსაზღვრისათვის შეგიძლიათ მიუთითოთ წერტილი წრეწირზე. ასევე შესაძლებელია რადიუსის ნაცვლად დიამეტრის განსაზღვრა, მოთხოვნაზე Diameter/<Radius>: <D>-ს აკრებით.

<3P> — წრის აღწერა წრეწირზე სამი წერტილის მითითებით;

<2P> — წრის აღწერა დიამეტრზე ორი წერტილის მითითებით;

<TTR> — წრის აღწერა რადიუსითა და ორი მხებით. ამასთან

ეკრანზე გამოისახება დამატებითი მოთხოვნები:

Enter tangent spec% (point);

განსაზღვრეთ მხები: მიუთითეთ (წერტილი);

Enter second tangent spec: (point);

განსაზღვრეთ მეორე მხები: მიუთითეთ (წერტილი);

Radius: (radius value);

რადიუსი: (რადიუსის მნიშვნელობა).

მხების განსაზღვრისათვის აუცილებელია მიუთითოთ ორი მონაკვეთი ან ორი წრე.

3. ARC - რკალის დახაზვა.

რკალი შეიძლება დახაზულ იქნას ერთ-ერთი ქვემოთ მოყვანილი მეთოდით:

— სამი წერტილით;

— საწყისი წერტილით, ცენტრით და საბოლოო წერტილით;

- საწყისი წერტილით, ცენტრით და ცენტრალური კუთხით;
- საწყისი წერტილით, ცენტრით და ქორდის სიგრძით;
- საწყისი წერტილით, საბოლოო წერტილით და რადიუსით;
- საწყისი წერტილით, საბოლოო წერტილით და ცენტრალური კუთხით;

— საწყისი წერტილით, საბოლოო წერტილით და საწყისი მიმართულებით;

— წრფის მონაკვეთის ან რკალის გაგრძელებით.

თუ მეთოდი არ მიეთითება, მაშინ რკალი იხაზება სამი წერტილის საშუალებით, ამასთან ვერანზე გამოდის შეტყობინებები:

**ARC Center/ <Start point>:**

რკალის ცენტრი/ <F255cfo.bcb othnbkb: მიუთითეთ (წერტილი);

**Center/End/ point: (point);**

ცენტრი/დასასრული/ <შემდეგი წერტილი>: მიუთითეთ (წერტილი);

**End point: (point);**

საბოლოო წერტილი: მიუთითეთ (წერტილი).

4. **TEXT** — ტექსტური ინფორმაციის დახაზვა მოცემული სიმბოლოთა და კუთხით.

ფორმატი: **TEXT Start point or Allign/Center/Edit/Middle/Right/Style: (point)**

საწყისი წერტილი ან ჩანერილი/ცენტრი/გასწორება/მარჯვნივ/გარნიტურა: მიუთითეთ (წერტილი).

**A** — ტექსტის გასწორების რეჟიმი ორ მოცემულ წერტილს შორის. ტექსტის სიმაღლე და კუთხე არ მიეთითება;

**C** — ტექსტის ცენტრირების რეჟიმი პორიზონტალურად, მოცემული წერტილის მიმართ;

**F** — ტექსტის გასწორების რეჟიმი ორ მოცემულ წერტილს შორის. მიეთითება მხოლოდ ტექსტის სიმაღლე;

**M** — ტექსტის ცენტრირების რეჟიმი ვერტიკალურად და პორიზონტალურად მოცემული წერტილის მიმართ;

**R** — ტექსტის გასწორების რეჟიმი მოცემული მარჯვენა საზღვრის მიხედვით;

**S** — გარნიტურის არჩევის რეჟიმი.

თუ რეჟიმს არ ამოირჩევთ და მიუთითებთ წერტილს, მაშინ ტექსტის დახაზვა დაიწყება ამ წერტილიდან. ბრძანება **TEXT**-ის გამოვრებისას, ხარვეზის ან **<ENTER>**-ის აკრებისას, ახალი ტექსტი გამოხაზული იქნება წინა ტექსტის ქვეშ, იმავე სიმაღლით, კუთხით და გასწორების რეჟიმით.

### რედაქტირების ბრძანებები.

რედაქტირების ბრძანებებთან სამუშაოდ აუცილებელია ობიექტის ამორჩევა, რაც შეიძლება განხორციელდეს მოთხოვნაზე:

**Select objects:**

ამოირჩიეთ ობიექტი:

კურსორის მიყვანით (აქვს კვადრატის ფორმა) ობიექტთან და **<ENTER>**-ის აკრებით, ან **Window (W)**-ის რეჟიმში ჩარჩოს ფორმირებით და მისი გადაადგილებით. ამასთან ყველა ობიექტი, რომელიც ჩარჩოს შიგნით მოხვდება, ითვლება ამორჩეულად. ამისათვის მოთხოვნაზე:

**Window (W):**

ჩარჩო:

მიუთითეთ: **First corner: (point);**

პირველი წერტილი: მიუთითეთ (წერტილი);

**Other corner: (point);**

შემდეგი წერტილი: მიუთითეთ (წერტილი).

ეს წერტილები განსაზღვრავენ ჩარჩოს მარცხენა ქვედა და მარჯვენა ზედა წერტილებს.

1. **ERASE** — ობიექტის წაშლა ნახაზიდან.

ფორმატი: **ERASE Select objects: (select)**

ამოირჩიეთ ობიექტი:

ობიექტის ამორჩევის შემდეგ წაშლა ხორციელდება **<ENTER>**-ის აკრებით.

2. **OOPS** — უკანასკნელად წაშლილი ობიექტის აღდგენა ნახაზზე.

ფორმატი: **OOPS <ENTER>;**

3. **MOVE** — ერთი ან რამდენიმე ობიექტის გადატანა ნახაზის ერთი ადგილიდან მეორეში.

ფორმატი: **MOVE Select objects: (select)**

ამორჩიეთ ობიექტი:

**Base point or displacement:**

ბაზური წერტილი ან გადაადგილება:

**Second point of displacement:**

მეორე წერტილი გადაადგილებისათვის:

აირჩიეთ ბაზური წერტილი მოთხოვნაზე **Base point...** და შემდეგ მოთხოვნაზე **Second point...** მიუთითეთ მეორე წერტილი გადაადგილებისათვის.

4. **COPY** — ერთი ან რამდენიმე ობიექტის კოპირება ნახაზის ერთი ადგილიდან მეორეში.

ფორმატი: **COPY Select objects: (select);**

ამორჩიეთ ობიექტი:

**Base point or displacement:**

ბაზური წერტილი ან გადაადგილება:

**Second point of displacement:**

მეორე წერტილი გადაადგილებისათვის:

აირჩიეთ ბაზური წერტილი მოთხოვნაზე **Base point...** და შემდეგ მოთხოვნაზე **Second point...** მიუთითეთ მეორე წერტილი გადაადგილებისათვის. ერთი და იგივე ობიექტის მრავალჯერადი კოპირებისათვის მოთხოვნაზე **Base point...** აკრიბეთ **<M>** (Multiply), რის შემდეგაც ყოველი კოპირების შემდეგ ავტომატურად მოხდება გასვლა მოთხოვნაზე **Second point...** და ა.შ. სანამ არ აკრიბავთ **<ENTER>**-ს.

5. **SCALE** — დახაზული ობიექტებისათვის მასშტაბის შეცვლა.

ფორმატი: **SCALE Select objects: (select)**

ამორჩიეთ ობიექტი:

**Base point: (point)**

ბაზური წერტილი: მიუთითეთ (წერტილი);

**<Scale factor>/Reference:**

**<მასშტაბი>/მინიშნება:**

თუ მეორე მოთხოვნაზე შეიყვანთ რიცხვს, მაშინ ის იქნება გაგებული როგორც მასშტაბის კოეფიციენტი და ნახაზზე მოცემული ყველა ზომა გადამრავლდება ამ რიცხვზე. ობიექტების გასადიდებ-

ლად აუცილებელია მასშტაბური კოეფიციენტი მიეთითოს 1-ზე მეტი, ხოლო შემცირებისათვის 1-ზე ნაკლები. თუ საჭიროა ობიექტის ზომის შეცვლა რაიმე წინასწარ დადგენილ აბსოლუტურ მნიშვნელობამდე, ამისათვის მიუთითეთ **<R>** და ეკრანზე გამოვა შემდეგი მოთხოვნა:

**Reference length <1>:**

მინიშნების სიგრძე **<1>**:

**New length:**

ახალი სიგრძე:

შესაბამისად მიუთითეთ ძველი სიგრძე, შემდეგ კი - ახალი.

**ეკრანის მართვის ბრძანებები**

ამ კატეგორიის ბრძანებები აყენებენ ნახაზის ვიზუალიზაციის რეჟიმებს და არ ცვლიან მათ შინაარსს. ასე მაგალითად, შესაძლებელია გადიდებულ და შემცირებული მასშტაბებით ხაზვა, კოორდინატთა სისტემის შემობრუნება და ა.შ.

1. **ZOOM** — გამოსახულების გადიდება/შემცირება ეკრანზე.

ფორმატი: **ZOOM All/Center/Dinamic/Extents/Left/Previous/Window/<Scale(X)>**

ყველაფერი/ცენტრი/დინამიკა/საზღვრები/მარცხენა/წინა/ჩარჩო/<მასშტაბი(x)>

შესაძლებელია შემდეგი ინფორმაციის მითითება:

**<რიცხვი>** — მასშტაბის კოეფიციენტი;

**<რიცხვი X>** — მასშტაბი X-ის მიმართ;

**<All>** — ნახაზის სრულად გამოყვანა;

**<Extens>** — ნახაზის გამოყვანა საზღვრების გათვალისწინებით;

**<Window>** — ნახაზის ჩარჩოთი ამორჩეული არის გადიდება, ჩარჩოს ქვედა მარცხენა და ზედა მარჯვენა კუთხეების მითითებით.

**<Previous>** — წინა გამოსახულების აღდგენა.

**<Left>** — წერტილის მითითების შემდეგ გამოსახულება იცვლება ისე რომ, მითითებული წერტილი აღმოჩნდეს ეკრანის მარცხენა ქვედა კუთხეში.

<Center> — ნერტილის მითითების შემდეგ გამოსახულება იცვლება ისე რომ, მითითებული ნერტილი აღმოჩნდეს ეკრანის ცენტრში.

<Dynamic> — დინამიკური ჩარჩოს მითითება და არჩეული ჩარჩოსათვის შესაბამისი გამოსახულების გამოყვანა.

### სამუშაოს შესრულების მეთოდიკა

1. პროგრამა AutoCAD-ის გამოძახება.

კლავიატურაზე აკრიბეთ ღირეტიკა CD/ACAD <ENTER>. ამის შემდეგ კი ACAD <ENTER>;

2. დოკუმენტისათვის სახელის მინიჭება, რედაქტირების რეჟიმში შესვლა. პაკეტის ჩატვირთვისა და რამდენიმე შეტყობინების გამოტანის შემდეგ ეკრანზე ფორმირდება მთავარი მენიუ:

Main Menu მთავარი მენიუ

0. Exit AutoCAD 0. AutoCAD-დან გამოსვლა

- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| 1. Begin a NEW drawing                 | 1. ახალი ნახაზის ხაზვა;            |
| 2. Edit a EXISTING drawing             | 2. შექმნილი ნახაზის რედაქტირება;   |
| 3. Plot a drawing                      | 3. გრაფომგებზე დახაზვა;            |
| 4. Printer Plot a drawing              | 4. პრინტერზე დაბეჭდვა;             |
| 5. Configure AutoCAD                   | 5. AutoCad-ის კონფიგურაცია         |
| 6. File Utilities                      | 6. ფაილებთან მუშაობის უტილიტები;   |
| 7. Compile shape/font description file | 7. ფორმების/გარნიტურის კომპილაცია; |
| 8. Convert old drawing file            | 8. ფაილების განახლება.             |

Enter selection;

შეიყვანეთ კოდი:

დოკუმენტის სახელის მინიჭებისათვის აკრიბეთ <1> და დააჭირეთ <ENTER>-ს. ეკრანზე გამოდის შეტყობინება:

Enter NAME of drawing:

შეიყვანეთ დოკუმენტის დასახელება:

სახელი შეიძლება შედგებოდეს ასოებისა და რიცხვებისაგან. მისი მითითების შემდეგ აკრიბეთ <ENTER>-ი. პროგრამა ავტომატურად გადადის რედაქტირების რეჟიმში.

3. A4 ფორმატის ჩარჩოს ფორმირება.

3.1. მარჯვენა ზონაში, მენიუდან, კურსორის მიყვანით და <ENTER>-ის დაჭერით, ამოირჩიეთ ფუნქცია SETUP. ეკრანზე გამოვა შეტყობინება:

UNIT

TYPE — ტიპი

DECIMAL — დეციმეტრული SCIENTFC — საინჟინრო

IMPERIAL —

3.2. DECIMAL-ის ამორჩევითა და <ENTER>-ის დაჭერით, მიუთითეთ დეციმეტრული კოორდინატა სისტემა. ეკრანზე გამოვა შეტყობინება:

UNIT

VALUE — ბიჯის მნიშვნელობა

1 UNIT=1

METER — მეტრი

MILLIMTR — მილიმეტრი

3.3. MILLIMTR-ის ამორჩევითა და <ENTER>-ის დაჭერით მიუთითეთ მილიმეტრული ბიჯი. ეკრანზე გამოვა შეტყობინება ასარჩევი მასშტაბის შესახებ, რაზეც უნდა მიუთითოთ მასშტაბი 1:1 და დააჭიროთ <ENTER>-ს. ეკრანზე გამოვა შეტყობინება სტანდარტული ფორმატების შესახებ:

A0:1189x841

A1:841x594

A2:594x420

A3:420x297

A4:297x210

OTHER — დანარჩენი;

VERTICAL — ვერტიკალური.

3.4. ამორჩიეთ VERTICAL და დააჭირეთ <ENTER>-ს. ამით განისაზღვრება A4 ფორმატის ვერტიკალური მდგომარეობა, ე.ი. A4: 210x297.

3.5. ამორჩიეთ A4 და დააჭირეთ <ENTER>-ს. რედაქტირების ზონა ავტომატურად მასშტაბირდება და ფორმირდება A4-ის ჩარჩო.

4. რედაქტირების არის ამორჩევა შესაძლებელია ბრძანება ZOOM/Window-ის საშუალებით.

5. ჩართეთ რეჟიმები ORTHO და SNAP. ამასთან რედაქტირება ხორციელდება საკოორდინატო ბადის საშუალებით, ხოლო ეკრანის ზედა ნაწილში პლანშეტის ადგილმდებარეობის შესახებ ინფორმაცია მილიმეტრებით გამოისახება.

6. ხაზის ბრძანებების საშუალებით ელექტრული სქემის ელემენტები სტანდარტული ზომებით დახაზეთ.

7. ბრძანება TEXT-ის საშუალებით დაიტანეთ ნახაზზე შესაბამისი აღნიშვნები.

8. რედაქტირების ბრძანებების საშუალებით შეადგინეთ ნახაზის საბოლოო სახე.

9. სანყისი ეკრანის მასშტაბში დაბრუნება.

ხორციელდება ბრძანება ZOOM/ALL-ის საშუალებით.

10. ნახაზის ფაილში ჩანერა.

აკრიბეთ ბრძანება SAVE. ეკრანზე გამოდის მოთხოვნა:

File name (...):

რაზეც უნდა მიუთითოთ ფაილის სახელი, რომლითაც გასურთ ნახაზის შენახვა, და აკრიბეთ <ENTER> ან პირდაპირ <ENTER> სახელის მითითების გარეშე, რითაც ნახაზი ჩაინერება მოთხოვნაში სიმბოლოებს შორის აღნიშნული <> სახელით.

#### ჩატარებულ სამუშაოზე ოქმის გაფორმება

თითოეულ ქვეჯგუფზე ფორმდება ერთი ოქმი. იგი შედგება თავ-ფურცლისა და ამონაბეჭდისაგან.

პრინციპული სქემის ამობეჭდვა:

1. ჩართეთ პრინტერი და მოამზადეთ საბეჭდი ფურცელი.
2. დააყენეთ პრინტერზე ჩართული ON LINE-ის რეჟიმი.
3. სქემის ნახაზის დაბეჭდვა.

აკრიბეთ ბრძანება PRPLOT. ეკრანზე გამოვა შეტყობინება:

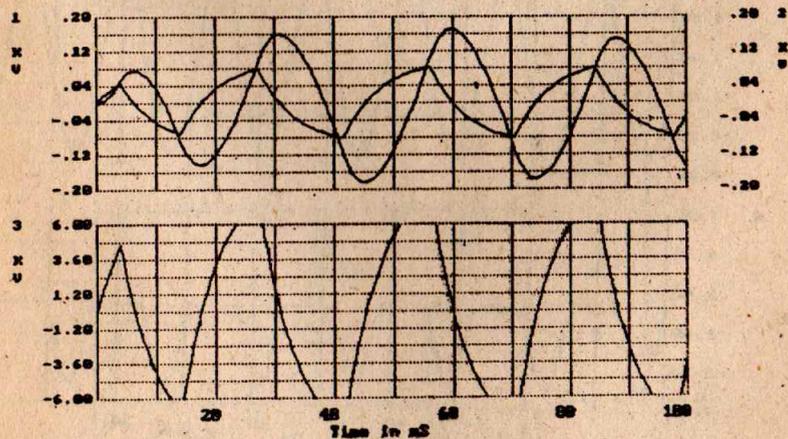
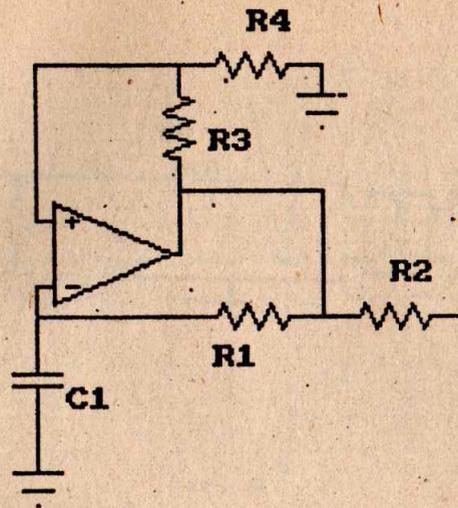
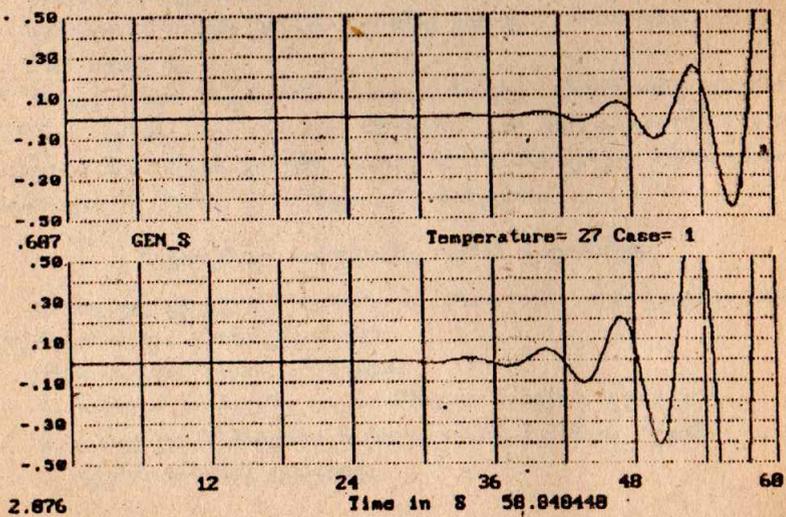
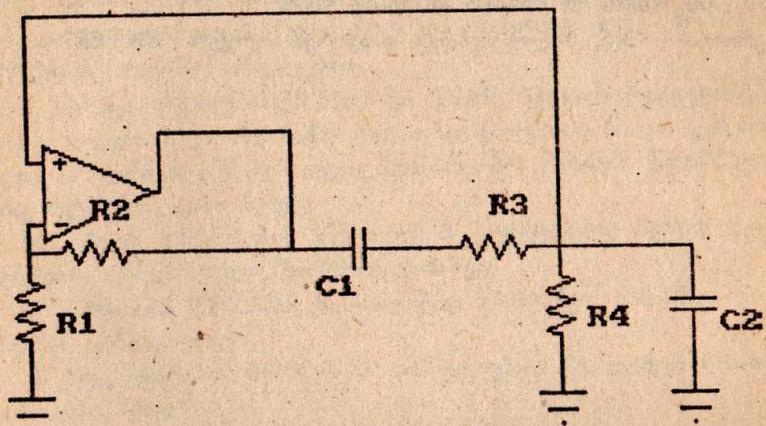
What to plot — Display, Extents, Limits, View or Window <D>:

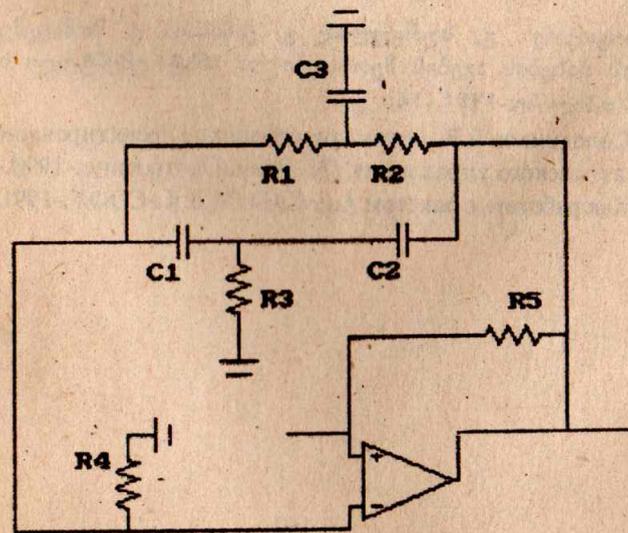
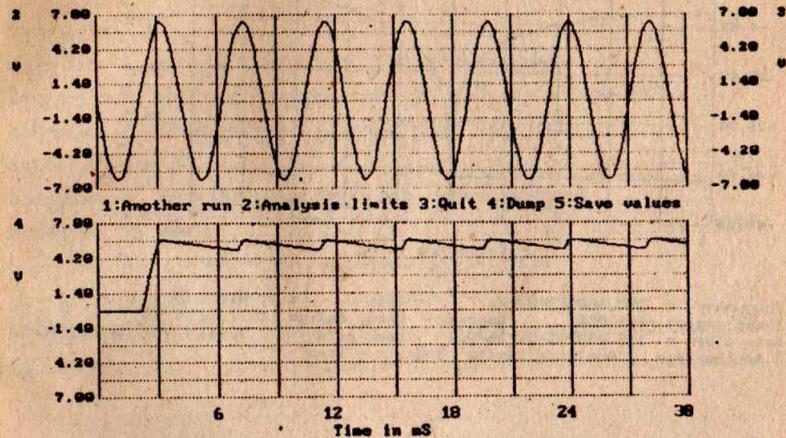
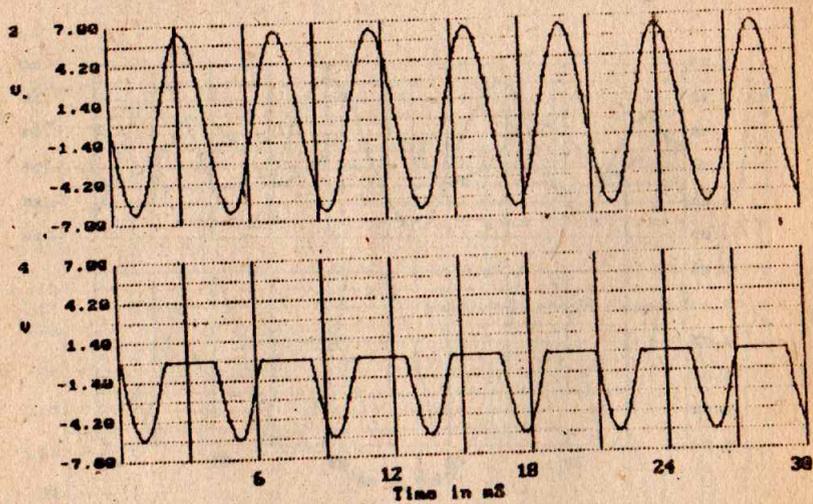
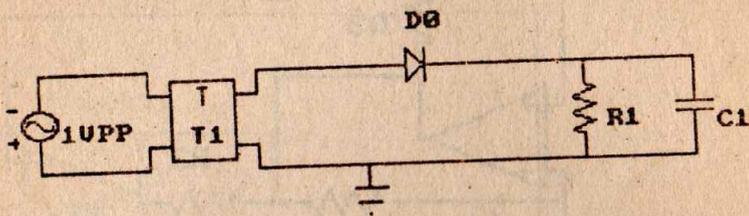
აკრიბეთ <D> და შემდეგ <ENTER>. ეკრანზე გამოვა მოთხოვნა:

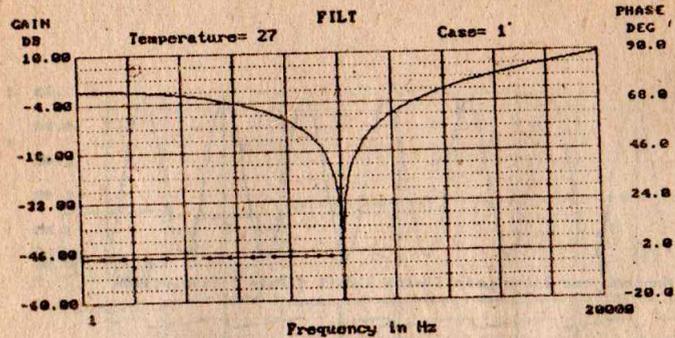
Do you want to change anything <N>:

აკრიბეთ <N>, ხოლო შემდეგ დააჭირეთ ორჯერ <ENTER>-ს.

დავანარი







Frequency = 200.00000E+02 Hz Gain = 9.132 Db  
 Phase angle = -188.888 Degrees Group delay = 187.33430E-13  
 Gain slope = 158.44870E-01 Db/Oct Peak gain = 9.132Db/F= 200.00000E+02  
 1:Another run 2:Analysis limits 3:Quit 4:Dump

### ლიტერატურა

1. ჩოგოვაძე გ., სურგულაძე გ., ქაჩიბაია ვ. მონაცემებისა და ექონის ბაზების აგების მეთოდები და ინსტრუმენტული საშუალებანი /თბილისი.-1991.-145 გვ.
2. Солодников В.В. Автоматизированное проектирование систем автоматического управления /М.: Машиностроение.-1990.-33с.
3. Как работать с пакетом AutoCAD /И.В.К.-СОФТ.-1991.-47 с.

### სარჩევი

შესავალი.....	3
სამუშაო 1. ელექტრული სქემების კომპონენტთა მოდულების ინფორმაციული მასივების შევსება ადს-ში.....	4
სამუშაო 2. პრინციპული ელექტრული სქემების აგება ადს-ში.....	10
სამუშაო 3. ელექტრული სქემების პარამეტრული სინთეზი ადს-ში.....	17
სამუშაო 4. ელექტრული სქემების ტექნიკური დოკუმენტირება ადს-ში.....	25
ლიტერატურა.....	35
დანართი .....	36

რედაქტორი ი.სემიკინა  
ტექნიკური რედაქტორი ნ. ცირევიძე  
კორექტორი ო.ჭანკვეტაძე  
კომპიუტერული უზრუნველყოფა მ.ჩიქოვანის

გადაეცა წარმოებას 5.12.97 წ. ხელმოწერილია დასაბეჭდად  
30.11.98 წ. ქალაქის ზომა 60X84 1/16. გარნიტურა კოლხეთი  
ნაბეჭდი თაბახი 2,75. სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 2.  
ტირაჟი 100 ეგზ. შეკვეთა № 928

ფასი სახელშეკრულებო

გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77

---

სტუ-ს სტამბა, თბილისი, კოსტავას 75