

Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Tehniskā fakultāte
Lauksaimniecības enerģētikas institūts

Elektronika

Jelgava 2008

Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Tehniskā fakultāte
Lauksaimniecības enerģētikas institūts

Elektronika

Mācību – metodiskais līdzeklis

Jelgava 2008



Mācību līdzeklis sagatavots un izdots ESF projekta „Inženierzinātņu studiju satura modernizācija Latvijas Lauksaimniecības universitātē” ietvaros, projektu līdzfinansē Eiropas Savienība.

Elektronika: Mācību metodiskais līdzeklis / sast. A. Galiņš, P. Leščevics. – Jelgava: LLU, 2008. – 58 lpp.

Izklāstīta laboratorijas darbu sagatavošanas un izpildes metodiska un uzdevumi priekšmetā „Elektronika”, kā arī priekšmetos, kuros ir ietverts kurss par elektroniku un mikroprocesoru tehniku. Katram laboratorijas darbam dots apraksts, norādes par sagatavošanas tā izstrādei, noformēšanai un aizstāvēšanai. Dots laboratorijas stenda OABT, funkcionālo platīšu un darba trafaretu (kartīšu) apraksts. Mācību līdzeklis paredzēts laboratorijas darbu izstrādei lauksaimniecības enerģētikas, datorvadības un datorzinātnes, Lauksaimniecības inženierzinātnes, kokapstrādes un mežistrādes inženieru bakalauru studiju programmu studentiem, kuri apgūst elektroniku, ciparu elektroniku un mikroprocesoru tehnikas pamatus mācību priekšmetos „Elektronika”, „Lietišķā elektronika un sakaru tehnika”, „Elektrotehnika un elektronika”, „Praktiskā elektronika”, „Elektronikas pamati” „Mikroprocesoru vadības sistēmas”.

Recenzenti: RTU Industriālās elektronikas un elektriskās piedziņas institūta profesors J.Greivulis
LLU TF Lauksaimniecības enerģētikas institūta asoc. prof. I.Ž.Klegeris

ISBN 978-9984-784-42-7

© Ainārs Galiņš, Pēteris Leščevics
© LLU Tehniskā fakultāte

Saturs

Ievads.....	3
Drošības tehnikas instrukcija.....	4
Laboratorijas iekārtas apraksts	6
Laboratorijas darbs Nr. 1	10
Laboratorijas darbs Nr. 2	13
Laboratorijas darbs Nr. 3.....	17
Laboratorijas darbs Nr. 4.....	22
Laboratorijas darbs Nr. 5.....	29
Laboratorijas darbs Nr. 6.....	32
Laboratorijas darbs Nr. 7.....	37
Laboratorijas darbs Nr. 8.....	41
Laboratorijas darbs Nr. 9.....	43
Laboratorijas darbs Nr. 10.....	48
Laboratorijas darbs Nr. 11.....	55
Laboratorijas darbs Nr. 12.....	57
Ieteicamā literatūra	58

Ievads

Mācību līdzeklis ir izveidots, kā laboratorijas darbu aprakstu apkopojums, kas sastāv no divām daļām, pirmā daļa veltīta klasisko pusvadītāju elementu: diodes, stabilitrona un bipolārā tranzistora pētījumiem, bet otra, lielāka daļa veltīta ciparu elektronikas un loģisko funkciju principu apguvei.

Pusvadītāju elementu pētīšanai, laboratorijā ir speciāls aprīkojums; regulējami laboratorijas barošanas avoti, mērinstrumenti, vadi un shēmu elementi (tranzistori, diodes, rezistori, kondensatori u.c.). Ciparu elektronikas laboratorijas darbu izpildei paredzēti specializēti laboratorijas darbu stendi OABT, ar kura palīdzību var pētīt ciparu elektronikas elementus, loģiskās funkcijas un to vienkāršākās kombinācijas. Kā arī atsevišķu skaitļošanas tehnikas mezglu un ierīču uzbūvi, shēmas un darbību.

Izpildot šai mācību līdzeklī apkopotos laboratorijas darbus, studenti padziļinās savas teorētiskās un praktiskās zināšanas par pusvadītāju elementu darbību:

- iepazīs galvenās loģiskās funkcijas un to vienkāršākās kombinētās pamatfunkcijas;
- iepazīs no loģiskajiem elementiem veidotos ciparu elektronikā izmantotos funkcionālos blokus – divu kārtu bināro skaitļu salīdzināšanas shēmu, bināro summatoru;
- iepazīs ciparu elektronikā izmantotos funkcionālos blokus – dešifratorus, demultipleksorus, multipleksorus, binārā koda pārveidotājus septiņu segmentu decimālajā un heksadecimālajā kodā, četru kārtu bināro summatoru, četru kārtu aritmētiski loģisko ierīci;
- izpētīs RS triggerus veidotos uz loģisko elementu UN-NE, VAI-NE bāzes; iepazīsies ar ciparu mikroshēmām - RS triggeri, D triggeri, T triggeri, divu kārtu paralēlo reģistru, divu kārtu virknes reģistru, četru kārtu universālo reģistru, skaitītāju, summējošo un atskaitīšanas skaitītāju, skaitītāju ar saskaitīšanas koeficientu, reversīvo skaitītāju ar sākuma iestatījumu, operatīvās atmiņas ierīci 16x4 biti;
- iepazīsies ar 4 bitu mikroprocesora modeli un tā darbību.

DROŠĪBAS TEHNIKAS INSTRUKCIJA

Lauksaimniecības enerģētikas institūta elektronikas laboratorijās strādājošiem studentiem.

Lai varētu sākt strādāt laboratorijas darbus, studentiem jāiepazīstas ar darbu izpildes kārtību elektronikas laboratorijās.

Pirms laboratorijas darbu strādāšanas studentiem jāiepazīstas ar drošības tehnikas noteikumiem un stingri tie jāievēro. Par drošības tehnikas instruktāžas saņemšanu studenti parakstās žurnālā.

Mācību laboratorijās pievadītais darba spriegums ir 220/380 V, kas ir bīstams cilvēka veselībai un dzīvībai. Jāatceras, ka nelabvēlīgos apstākļos cilvēka ķermeņa pretestība var samazināties pat līdz dažiem simtiem omu, kā rezultātā pat 36 V spriegums var būt bīstams cilvēka dzīvībai. Tādēļ, lai izvairītos no nelaimes gadījumiem, strādājot laboratorijā, jābūt sevišķi uzmanīgiem.

Laboratorijā jāievēro sekojošas drošības tehnikas prasības:

1. Uz darba galdiem nedrīkst novietot portfeļus, somas, liekus vadus, aparātus un citus nevajadzīgus priekšmetus. Laboratorijā ierasties bez mēteļiem un cepurēm.
2. Sākot saslēgt shēmu, studentiem personiski jāpārliciecinās, vai darba vietā visi slēdži (automāti) ir atslēgti un aparāti nav pieslēgti spriegumam.
3. Neieslēgt slēdži (automātu), pirms pasniedzējs, kas vada nodarbību, vai laborants nav pārbaudījis shēmu un devis atļauju ieslēgt.
4. Shēmas saslēgšanai drīkst izmantot tikai vadus ar nebojātu izolāciju un uzgaļiem, nodrošinot labu un drošu kontaktu zem aparātu vai iekārtas spailēm.
5. Pirms jebkuras izmaiņas shēmā, mēraparāta vai automātikas ierīces nomaiņas obligāti jāatslēdz barošanas spriegums, shēmu drīkst pieslēgt spriegumam atkārtoti tikai pēc pasniedzēja vai laboranta atļaujas.

6. Elektromērinstrumenti un barošanas avoti jāizvēlas tā, lai tie atbilstu pētāmo ierīču parametriem.
7. Studentiem aizliegts ieslēgt vai atslēgt elektriskos slēdžus un aiztikt mēraparātus un iekārtas, ja tie nav vajadzīgi darbā.
8. Pieslēdzot shēmu spriegumam, pārējos brigādes locekļus nepieciešams skaļi brīdināt: „*Ieslēdzu spriegumu*”.
9. Pēc tam, kad spriegums shēmai pieslēgts, studentiem kategoriski aizliegts:
 - a) pieskarties pie shēmas mēraparātu vai iekārtu neizolētām, strāvu vadošām daļām;
 - b) pieskarties siltumapgādes radiatoriem un ūdensvada caurulēm;
 - c) izdarīt shēmā izmaiņas vai aparātu nomaiņu;
 - d) atstāt darba vietu bez uzraudzības.
10. Aizliegts staigāt no vienas darba vietas uz otru, traucēt citus ar sarunām, iejaukties citu brigāžu darbā.
11. Sprieguma „pazušanas” gadījumā, nekavējoties izslēgt galveno darba vietas slēdzi un ziņot par to pasniedzējam vai laborantam.
12. Avārijas gadījumā, nekavējoties darīt visu iespējamo, lai pārtrauktu elektroenerģijas padevi – izslēgt slēdžus darba vietā, bet ja tas nav iespējams, tad izslēgt galveno laboratorijas sadales skapja slēdzi.
13. Darbu beidzot, pirms shēmas izjaukšanas, pārliecināties, vai barojošais tīkls ir atslēgts.
14. Par visiem aparātu vai iekārtas bojājumiem, kas notikuši darba laikā, jāziņo pasniedzējam.
15. Pēc darba nostrādāšanas sakārtot darba vietu, to atstāt drīkst tikai ar pasniedzēja atļauju.
16. Ja notiek nelaimes gadījums un cietušais nokļūst zem sprieguma, nekavējoties ar jebkuriem līdzekļiem, neapdraudot sevi un citus, jāatslēdz spriegums.

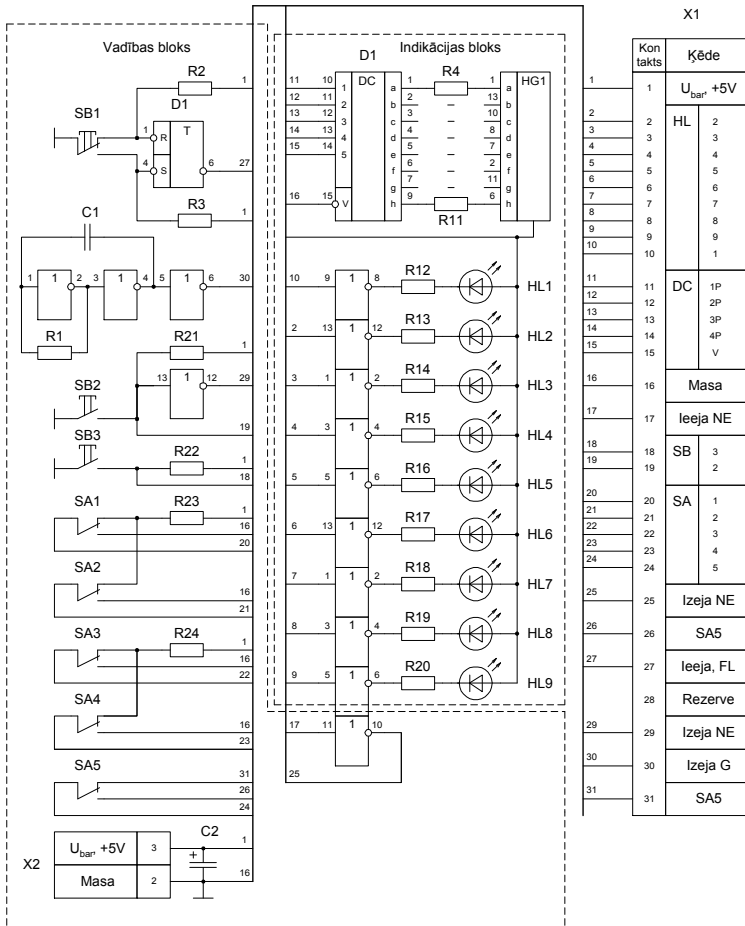
Kamēr cietušais atrodas zem sprieguma, pārējiem jāizvairās no saskares ar to, taču sprieguma izslēgšanas brīdī jāsarģā cietušais no iespējamā kritiena. Pēc cietušā

atbrīvošanas no sprieguma, tam jāsniedz palīdzība vai jāizsauc neatliekamā medicīniskā palīdzība.

Par jebkuru, arī vismazāko nelaimes gadījumu nekavējoties jāziņo pasniedzējam.

Laboratorijas iekārtas apraksts

Laboratorijas iekārta izveidota kā galda stends (turpmāk „bloks”), kura principiālā shēma dota 1. attēlā. Uz stenda slīpās virsmas atrodas slēdži (SA1 ÷ SA5) un slēdži – spiedpogas (SB1 ÷ SB3), ar kuru palīdzību ievada informāciju un uzstāda darba režīmus. Visu slēdžu un spiedpogu izvadi, izņemot SB1, ir savienoti ar saspardņa X1 kontaktiem.



1. att. Laboratorijas stenda principiālā shēma

Slēdži S1 ÷ S4, SB2 un SB3 paredzēti loģisko signālu „0” (atbilstošais izvads tiek pieslēgts kopējam vadam) vai „1” (izvads tiek pieslēgts +5 V) pievadīšanai. Slēdža SA5 visi izvadi pievienoti savienojošam spraudnim un tādēļ to var izmantot kā pārslēgu ar kura palīdzību var savienot „divus signālus vienā līnijā” vai otrādi „vienu signālu divos virzienos”. Slēdzis SB1 savienots ar trigeri (mikroshēma D1.1), kas paredzēts „vibrāciju” (pašsvārstību) novēršanai. Ar slēdža SB1 palīdzību trigeru izejā (spraudņa X1 27. kontakts) formējas viens impulss ar stāvām frontēm, kurš nepieciešams pētīšanai paredzēto trigeru, reģistru un skaitītāju normālai darbībai. Nospiežot slēdzi SB1 uz spraudņa spaiļi 27 tiek padota loģiskā „0”, bet atlaižot slēdzi – loģiskais „1”. Šis bloks turpmāk shēmās tiks apzīmēts kā viena impulsa formētājs (F).

Darbības režīmu, kā arī pētāmās ierīces ieejas un izejas informācijas indikācijai uz bloka priekšējā paneļa ir izvietots „displejs”, kuru veido deviņas gaismas diodes HL1, . . . HL9 un septiņu segmentu indikators HG1. Gaismas diodes paredzētas binārās informācijas indicēšanai - ja loģiskā signāla līmenis „1”, tad gaismas diode mirdz, ja līmenis „0” – diode neizstaro gaismu. Septiņu segmentu indikators paredzēts decimālo un heksidecimālo skaitļu indicēšanai. Uz displeja indicējamo skaitļu vērtības un to kodi doti 1. tabulā.

Indikators HG1 pētāmai shēmai pieslēgts caur dešifratoru (integrālā mikroshēma D5), kurš četrzīmju bināro skaitļa kodu (uz savienotāj spraudņa X1 spailēm 11 – 14) pārvērš septiņzīmju indikatora kodā. Ja uz mikroshēmas D5 izvada 14 ir zema līmeņa signāls, kas atbilst loģiskajai „0” (spraudņa X1 spaiļi 15), tad uz ciparu indikatora HG1 tiek indicēti skaitļi decimālajā skaitīšanas sistēmā, bet ja uz iepriekšminētā izvada padod augsta līmeņa signālu, kas atbilst loģiskajam „1”, tad tiek indicēti skaitļi heksadecimālā skaitīšanas sistēmā. Gaismas diodes HL1-HL9 ir pieslēgtas caur invertoriem D3.1-D3.4, D3.6, D4.1-D4.4. Laboratorijas stenda daļa, kas sastāv no dešifratora D5, indikatora HG1, invertoriem un gaismas diodēm HL1-HL9 veido indikācijas bloku.

Papildus aprakstītajiem informācijas ievada un izvada blokiem laboratorijas stendam ir vairākas palīgierīces:

- uz loģiskā elementa D4.5 veidots invertors, kuru izmanto darbā ar plāītēm II3 un II4;
- uz elementiem D2.1-D2.3 izveidots taisnstūra signāla ģenerators ar svārstību frekvenci 2...10 kHz. Ģeneratora izejas signāls ir iedots uz X1spraudņa 30. spaiļes;
- vadības bloku veido slēdži un pogas, impulsu formētājs, invertori D2.6 un D4.5. Invertors D2.6 tiek izmantots darbā ar II6 plati.

1.tabula

Uz displeja indicējamo skaitļu vērtības un to kodi

Skaitlis	Binārais kods	Decimālais kods	Heksidecimālais kods
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	8	8
9	1001	9	9
10	1010	0,	A
11	1011	1,	B
12	1100	2,	C
13	1101	3,	D
14	1110	4,	E
15	1111	5,	F

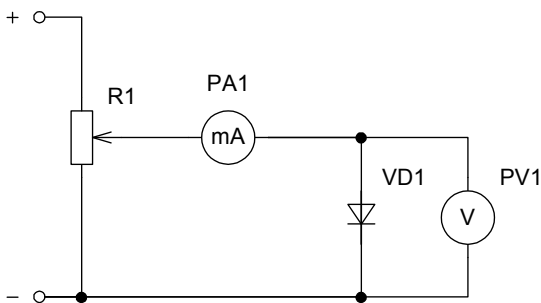
Pusvadītāju diode

Darba mērķis.

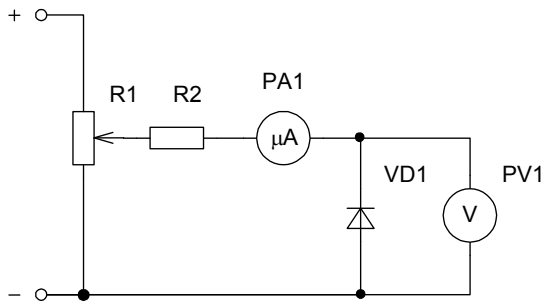
Iepazīties ar pusvadītāju diožu uzbūvi, tehniskajiem parametriem, darbības principu un raksturlīknēm.

Laboratorijas iekārtas apraksts.

Pusvadītāju diodes raksturlīkņu uzņemšanai nepieciešamās iekārtas shēmas attēlotas 1.1. un 1.2. attēlos. Iekārtas spriegumu regulē ar reostatu R1 vai barošanas avota sprieguma regulatoru. Strāvu un spriegumu mēra ar magnētelektriskās un/vai elektroniskās sistēmas mēraparātiem.



1.1. att. Iekārtas principiālā shēma pusvadītāju diodes izpētei vadāmības virzienā



1.2. att. Iekārtas principiālā shēma pusvadītāju diodes izpētei sprostā virzienā

Iepriekšējā sagatavošanās

- Izstudēt teorētisko materiālu par pusvadītāju diodes uzbūvi un darbības principu;
- noskaidrot kādas konstruktīvas un elektriskās atšķirības ir taisngriežu diodēm, augstfrekvences diodēm un impulsa diodēm;
- noskaidrot kādi parametri jāzina, lai varētu veikt diodes pētīšanu;
- iepazīties ar slēguma shēmām (1.1. att. un 1.2. att.) un noskaidrot kādas atšķirības sagaidāmas iekārtu izvēlē un izpētes laikā.

Darba uzdevums

1. Izpētīt divas atšķirīgas pusvadītāju diodes.
2. Iepazīties ar doto diožu tehniskajiem datiem un ierakstīt tos protokolā.
3. Ierakstīt protokolā visu izmantoto iekārtu nosaukumus, un galvenos tehniskos parametrus.
4. Saslēgt pētīšanas iekārtu atbilstoši 1.1. attēlā dotai shēmai.
5. Uzņemt voltampēru raksturlīkni vadāmības virzienā vienai diodei, pēc tam otram. Mērījumu rezultātus ierakstīt atsevišķās tabulā.

6. Saslēgt pētīšanas iekārtu atbilstoši 1.2. attēlā dotai shēmai.
7. Uzņemt voltampēru raksturlielni sproststrāvas virzienā vienai diodei, pēc tam otrai. Mērījumu rezultātus ierakstīt atsevišķās tabulā.
8. Uzzīmēt voltampēru raksturlieknes diodēm vadāmības virzienā.
9. Uzzīmēt voltampēru raksturlieknes diodēm sproststrāvas virzienā.
10. Uzzīmēt voltampēru raksturlieknes, apvienojot vadāmības un sprosta virzienā iegūtos mērījumu rezultātus.

Kontroles jautājumi

1. Ko sauc par p-n pāreju?
2. Paskaidrojiet pusvadītāju diodes voltampēru raksturlielni!
3. Kuru diodes voltampēru raksturlieknes zaru izmanto strāvas taisngriešanai?
4. Kādam mērķim 1.2 attēlā dotajā shēmā ievietots balasta rezistors R2?
5. Kas ierobežo maksimāli pieļaujamo strāvu pusvadītāju diodēs?
6. Kāda atšķirība ir starp lielas jaudas un mazas jaudas taisngrieža diodēm
7. Kāda atšķirība ir starp taisngrieža un augstfrekvences diodēm?
8. Kāda atšķirība ir starp impulsa un augstfrekvences diodēm?
9. Kādus dzesēšanas veidus izmanto taisngriežu diodēm?

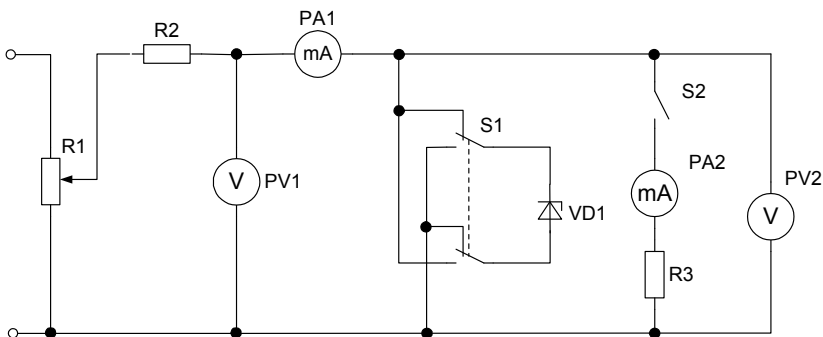
Sprieguma stabilizators

Darba mērķi

Iepazīties ar stabilitrona konstrukciju tehniskiem parametriem un raksturlīknēm.
Izpētīt stabilitrona darbību sprieguma stabilizācijas shēmā.

Laboratorijas iekārtas apraksts

Stabilitrona raksturlīkņu uzņemšanai un sprieguma stabilizācijas pētīšanai nepieciešamās iekārtas shēma parādīta 2.1. attēlā. Stabilizatora ieejas spriegumu regulē ar reostatu R1 vai barošanas avota sprieguma regulatoru. Ar pārslēgu S1 var mainīt stabilitrонаm V1 pievadītā sprieguma polaritāti. Uzņemot stabilitrона voltampēru raksturlīknes vadāmības un sprosta virzienā, slodzes rezistoru R3 atslēdz ar slēdzi S2.



2.1. att. Shēma stabilitrона un sprieguma stabilizatora pētīšanai

Strāvu I_1 balasta rezistorā R2, slodzes strāvu I_{sl} rezistorā R3 un ieejas spriegumu U_{ie} mēra ar magnētelektriskās vai elektroniskās sistēmas mēraparātiem, bet izejas spriegumu U_{iz} – ar elektroniskās sistēmas mēraparātu.

Iepriekšējā sagatavošanās

- Izstudēt teorētisko materiālu par pusvadītāju stabilitrona uzbūvi un darbības principu.
- Izmantojot literatūrā doto stabilitrona voltampēru raksturlīkni, noskaidrot, kā no tās var noteikt stabilitrona parametrus – stabilizācijas spriegumu U_z un diferenciālo pretestību R_d . Uzrakstīt formulu diferenciālās pretestības aprēķinam.
- Iepazīties ar slēguma shēmu (2.1. att.) un noskaidrot tās elementu nozīmi. Noskaidrot kā mainās spriegumu sadalījums uz shēmas elementiem, ja mainās ieejas spriegums U_{ie} , kā arī , ja nemainīga ieejas sprieguma gadījumā mainās slodzes strāva I_{sl} .
- Uzzīmēt sakarību $U_{iz} = f(U_{ie})$, ja $R_2 = \text{const}$. Izdomāt, kā jārikojas, lai no tās noteiktu stabilizācijas koeficientu.
- Pieņemot, ka strāva stabilitronā vienāda ar nulli (sk. 5. punktu), uzrakstīt sakarības $U_{iz} = f(I_{sl})$ vienādojumu un uzzīmēt šo sakarību. Izdomāt, kā izmainīsies iegūtais grafiks, ja stabilitrons nonāks sprieguma stabilizācijas režīmā.
- Uzrakstīt formulu rezistora pretestības R_2 aprēķinam.

Darba uzdevums

1. Iepazīties ar dotā stabilitrona tehniskajiem datiem un ierakstīt tos protokolā.
2. Saslēgt pētīšanas iekārtu atbilstoši 2.1. attēlā dotai shēmai.
3. Ierakstīt protokolā visu izmantoto iekārtu nosaukumus, un galvenos tehniskos parametrus.
4. Uzņemt stabilitrona voltampēru raksturlīkni. Mērījumus veikt divos paņēmienos; vispirms vadāmības virzinā un pēc tam sprosta virzienā. Mērījumu rezultātus ierakstīt tabulā.
5. Uzņemt stabilitrona izejas sprieguma atkarību no ieejas sprieguma $U_{iz} = f(U_{ie})$ pie nemainīgas slodzes pretestības R_2 . Mērījumu rezultātus ierakstīt tabulā.

6. Ieregulēt $U_{ie} = 15 + 0,5\dots$ (V), kur ... – cipars, kuru nosaka pasniedzējs. Uzņemt sakarību $U_{iz} = f(I_{s1})$. Mērījumu rezultātus ierakstīt tabulā.
7. Uzzīmēt stabilitrona voltampēru raksturlīkni $I_1 = f(U_{iz})$ un, to izmantojot, noteikt stabilitrona parametrus – stabilizācijas spriegumu U_z un diferenciālo pretestību R_d .
8. Uzzīmēt sprieguma stabilizatora izejas sprieguma atkarību no ieejas sprieguma – $U_{iz} = f(U_{ie})$ un noteikt stabilizācijas koeficientu.
9. Uzzīmēt sakarības $U_{iz} = f(I_{s1})$ grafiku. Izmantojot šo grafiku, izrēķināt balasta rezistora $R1$ pretestību. Noteikt maksimālo slodzes strāvu, pie kuras vēl iespējama sprieguma stabilizācija.

Norādījumi un metodiskas rekomendācijas

Stabilitronam sasilstot, tā stabilizācijas spriegums nedaudz palielinās. Tādēļ, lai iegūtu stabilākus izejas voltmetra PV2 rādījumus, ieteicams pēc sprieguma pieslēgšanas ieregulēt maksimālo ieejas spriegumu un dažas minūtes sasildīt stabilitronu.

Diferenciālo pretestību nosaka voltampēru raksturlīknes sprostvirziena zaram. Sakarības $U_{iz} = f(U_{ie})$ un $U_{iz} = f(I_{s1})$ arī uzņem, pievadot stabilitronam sprostsprriegumu. Sprieguma polaritāti var noteikt, salīdzinot izejas spriegumus abos pārslēga S1 stāvokļos.

Stabilizācijas koeficientu var noteikt, izmantojot formulu

$$K_{st} = \frac{\frac{U_{ie}}{U_{ievid}}}{\frac{U_{iz}}{U_{izvid}}} = \frac{(U_{ie\max} - U_{ie\min})(U_{iz\max} + U_{iz\min})}{(U_{ie\max} + U_{ie\min})(U_{iz\max} - U_{iz\min})}$$

kur - U_{ie} un U_{iz} – ieejas un izejas spriegumu izmaiņas; $U_{ie\ vid}$ un $U_{iz\ vid}$ – vidējais ieejas un izejas spriegums izvēlētajā līknes $U_{iz} = f(U_{ie})$ posmā.

Rēķinot stabilizācijas koeficientu, jāievēro, ka punktiem, kas atbilst maksimālajām un minimālajām spriegumu vērtībām, jāatrodas sakarības $U_{iz} = f(U_{ie})$ lēzenajā daļā, kur izejas spriegums mainās maz.

Izpildot 4.8. punktu, var pieņemt, ka gadījumā, kad stabilitrons vairs nespēj uzturēt izejā praktiski nemainīgu spriegumu (t.i., kad slodzes pretestībai samazinoties, ķēdes režīms tuvojas īsslēgumam), strāva stabilitronā ir tik maza, ka to var neievērot. Tad sakarības $U_{iz} = f(I_{sl})$ slīpums ir atkarīgs no balasta rezistora R_2 pretestības.

Kontroles jautājumi

1. Ko sauc par p-n pāreju?
2. Kas ierobežo maksimāli pieļaujamo strāvu caur stabilitronu?
3. Ar ko atšķiras simetriskais stabilitrons no stabilitrona?
4. Paskaidrojiet pusvadītāju stabilitrona voltampēru raksturlielni!
5. Kuru stabilitrona voltampēru raksturlieknes zaru izmanto sprieguma stabilizēšanai?
6. Kādēļ sprieguma stabilizatora shēma satur balasta rezistoru R_2 ?
7. Kā strādā sprieguma stabilizators?
8. Kā noteikt stabilitrona diferenciālo pretestību?
9. Kādu stabilitronu labāk izmantot sprieguma stabilizēšanai – ar lielāku vai mazāku diferenciālo pretestību?
10. Kāds stabilitrona režīms aplūkojamajā shēmā ir smagāks – ar lielāku vai mazāku slodzes strāvu?
11. Pie kādas polaritātes spriegums uz stabilitrona ir lielāks – pie caurlaides vai sprosvirziena?
12. Ar ko stabilitrons atšķiras no pusvadītāju diodes.

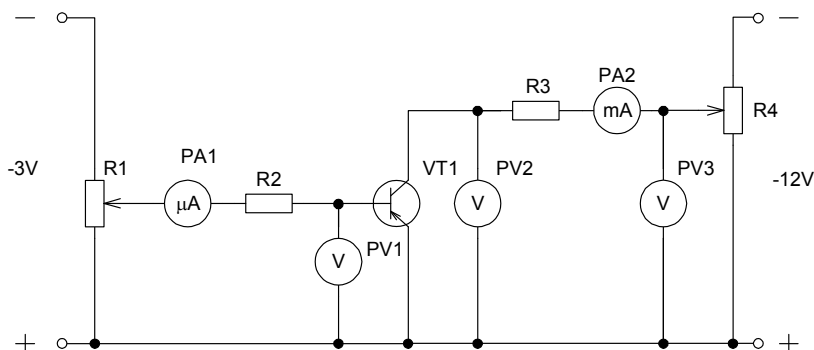
Bipolārais tranzistors

Darba mērķis

Iepazīties ar bipolārā tranzistora uzbūvi, tehniskiem parametriem un raksturlīknēm. Uzņemt tranzistora ieejas un izejas raksturlīknes kopemitera slēgumā ar kolektora slodzi un noteikt tā parametrus.

Laboratorijas iekārtas apraksts

Laboratorijas iekārtas izveidošanai nepieciešami; divi barošanas avoti ar regulējamu izejas spriegumu vai divi reostati R1 un R4 barošanas sprieguma regulēšanai, tranzistors V1, rezistors R2 bāzes strāvas ierobežošanai, rezistors R3 kolektora strāvas ierobežošanai un mēraparāti. Laboratorijas iekārtas principiālā shēma parādīta 3.1. attēlā.



3.1. att. Iekārtas slēguma shēma tranzistora pētīšanai

Iepriekšējā sagatavošanās

- Izstudēt bipolārā tranzistora uzbūvi un darbības principu.
- Pārdomāt kopemitera shēmā slēgta tranzistora izejas raksturlīkņu uzņemšanas metodiku. Uzzīmēt šīs raksturlīknes.
- Izstudēt tādu elektrisko ķēžu grafiskās analīzes metodi, kurās virknē slēgti lineārs un nelineārs rezistors.
- Pārdomāt uzdevuma 4.4. punkta izpildes kārtību. Papildināt 3.2. punktā uzzīmētās tranzistora raksturlīknes ar slodzes līniju.
- Uzrakstīt formulas strāvas pārvades koeficientu h_{21E} un h_{21B} aprēķinam.

Darba uzdevums

1. Iepazīties ar tranzistora pases datiem un ierakstīt tos protokolā.
2. Saslēgt laboratorijas iekārtas shēmu (skat. 3.1. att.).
3. Uzņemt izejas raksturlīknes $I_k = f(U_k)$ pie vairākām bāzes strāvām, ja $R_3 = 0$. Mērījumu rezultātus ierakstīt tabulā.
4. Izpētīt tranzistora darbību ar kolektora ķēdē ieslēgtu pretestību. Šajā nolūkā izvēlēties kolektora barošanas avota EDS

$$E_k = 5 + N/2 \text{ (V)}$$

un kolektora ķēdē ieslēgtu pretestību

$$R_4 = \frac{E_k}{I_{K \max} (1 - 0,03M)} \quad (\Omega),$$

kur M – cipars, kuru norāda pasniedzējs;

N – cipars, kuru norāda pasniedzējs;

$I_{K \max}$ – 3. punktā izmērītā maksimālā kolektora strāva.

Izmēri kolektora strāvu pie visām 3. punktā izmantotajām bāzes strāvām. Mērījumu rezultātus ierakstīt tabulā.

5. Uzzīmēt izejas raksturlīknes un uzkonstruēt slodzes līniju, kas atbilst 4. punktā noteiktajām E_K un R_3 vērtībām. Grafiski noteikt kolektora strāvu pie visām bāzes strāvām. Rezultātus ierakstīt tabulā.
6. Izmantojot 5. punktā iegūtās tranzistora izejas raksturlīknes, noteikt bāzes strāvas pārvades koeficientu pie kolektora sprieguma $U_K = 5 + N/2$ (V). Iegūto h_{21E} vērtību salīdzināt ar tranzistora pases datiem.
7. Izrēķināt emitera strāvas pārvades koeficientu h_{21B} .

Norādījumi un metodiskas rekomendācijas

Uzņemot tranzistora izejas raksturlīknes, bāzes strāvas jāizvēlas tā, lai to pieaugumi būtu vienādi, t.i., $I_{B2} - I_{B1} = I_{B3} - I_{B2}$ utt. Jāievēro, ka raksturlīknēm ir stāvais posms, kurā spriegums ir neliels, un lēzenais posms, kura strāva mainās relatīvi maz. Katrā raksturlīknes posmā, kā arī lūzuma punkta tuvumā vajag uzņemt ne mazāk kā 3 punktus. Raksturlīknes uzņemot, kolektora spriegums jāmaina no nulles līdz maksimāli iespējamam.

Izdarot mērījumus ar kolektora ķēdē ieslēgtu rezistīvu slodzi (4. punkts), jāievēro, ka voltmetra PV1 rādījumi ir atkarīgi no kolektora strāvas sakarā ar sprieguma kritumu potenciometra R4 pretestībā. Ieteicams vispirms kolektora ķēdē ieslēgt uzdoto pretestību R3, pēc tam iestādīt pirmo bāzes strāvu un ieregulēt uzdoto spriegumu E_K . Izdarot mērījumus pie citām bāzes strāvām, spriegums E_K jāieregulē no jauna.

Mērījumu rezultātu pierakstīšanai, studentam jāizveido atbilstošas tabulas.

Kontroles jautājumi

1. Paskaidrojiet bipolārā tranzistora uzbūvi un darbības principu!
2. Kādas aptuveni var būt strāvas pārvades koeficientu h_{21E} un h_{21B} vērtības?
3. Kā bāzes strāva iespaido tranzistora izejas raksturlīkni?

4. Kāds lielums jāmaina, uzņemot kopemitera shēmā slēgta tranzistora izejas raksturlīkni?
5. Ko sauc par kolektora sproststrāvu? Kā to ietekmē temperatūra?
6. Ko sauc par slodzes līniju? Kādam nolūkam to zīmē tranzistora izejas raksturlīknēs?
7. Kādi lielumi jāzina, lai uzkonstruētu slodzes līniju?
8. Kas jāizmaina laboratorijas iekārtā, lai pētītu n-p-n tipa tranzistoru?
9. Kādas ir sakarības starp tranzistora strāvām?

Loģisko elementu un to vienkāršāko kombināciju pētīšana

Darbu izpilda ar platīti П1 un tehnoloģiskajām kartēm I-1 - I-9. Uz šīm kartēm attēlotas pētāmo loģisko ierīču principiālās shēmas kā loģisko elementu slēgums, ar kuru var atrisināt kaut kādu loģisku funkciju λ .

Darba uzdevums

Manipulējot ar slēdžiem, kuri norādīti dotajā kartē:

- sastādīt dotās ierīces patiesumvērtību tabulu,
- noteikt loģisko funkciju un pierakstīt to izmantojot pamatfunkciju apzīmējumus – UN, VAI, NE,
- noteikt dotās ierīces katra loģiskā elementa tipu.

Patstāvīgi sastādīt un izveidot funkciju karti uz kuras vairāku principiālās elementu shēmas vietā attēlota daudzpolu ierīce ar nepieciešamo ieeju un izeju skaitu. Sastādīt patiesumvērtību tabulu.

Darba gaita

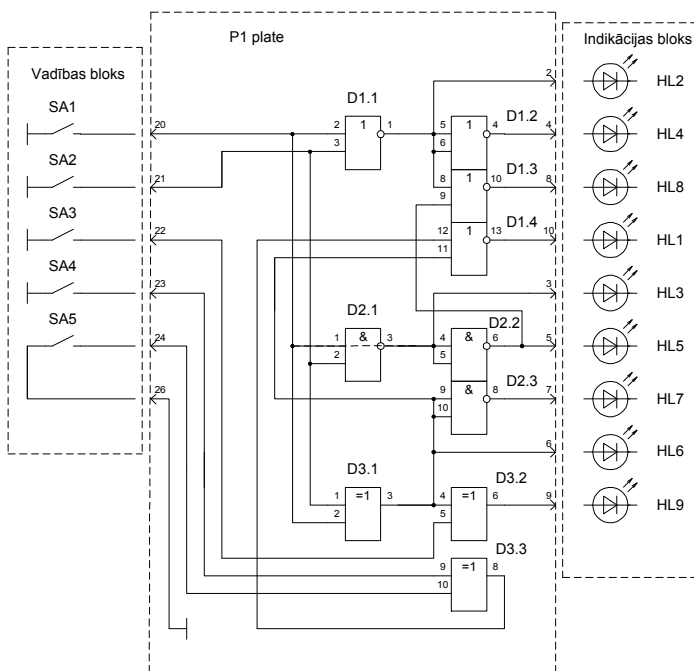
Laboratorijas darba gaitā izpētīt:

- elementu UN – NE pozitīvās loģikas gadījumā vai elementu VAI – NE noliedzošās loģikas gadījumā (karte I – 1);
- elementu VAI – NE pozitīvās loģikas gadījumā vai elementu UN – NE noliedzošās loģikas gadījumā (karte I – 3);
- elementu UN (karte I – 2);
- elementu VAI (karte I – 4);
- „izslēdzošā - VAI” (antivalence) elementu (karte I – 5);
- elementu „neviennozīmība” (ekvivalence) (karte I – 6);

- trīs zīmju ierīci pāra skaitļu pārbaudei (karte I – 7);
- ierīci divu zīmju bināro skaitļu salīdzināšanai (karte I – 8);
- vienas zīmes binārā skaitļa summatoru (karte I – 9);

Platīte III

Platītes principiālā shēma parādīta 4.1. attēlā ar raustītu līniju apvilktā taisnstūra iekšpusē. Taisnstūra malās pierakstītie cipari atbilst savienotāja X1 spaiļu numuriem. Vadības un indikācijas bloku elementi ir izvietoti darba stendā uz virsējā paneļa.



4.1. att. Platītes III principiālā shēma un tās pieslēgums laboratorijas stendam

Loģiskie elementi un ierīces, kuras izvietotas uz platītes П1, tiek pētītas, ja to ieejām pievada loģiskos signālus ar līmeni „0” vai „1” ar slēdžu SA1 – SA5 palīdzību. Ieejas signāla līmeni, kuru pievada no atbilstošā slēdža, nosaka ar slēdža sviras stāvokli (svira vērsta uz augšu – „1”, svira vērsta uz leju „0”), bet izejas signāla līmeni nosaka indikācijas elementi HL1 – HL9 (gaismas diode spīd – „1”, bet ja nespīd – „0”).

Visi pētāmie elementi un ierīces samontēti uz platītes П1. Izmantojot tehnoloģiskās kartes (trafaretes) I-1 līdz I-9 veikt pētījumus deviņām dažādām ierīcēm.

Tehnoloģiskā karte I-1

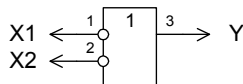
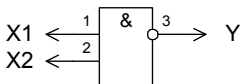
Šajā kartē parādīts, ka var izmantot tikai slēdžus SA1, SA2 un gaismas indikatoru HL3. Ar doto ierīci iespējams realizēt funkciju

$$“HL3” = \overline{“SA1” \wedge “SA2”}$$

vai vispārpieņemtā formā

$$Y = \overline{X1 \wedge X2}$$

Tā ir loģiskā funkcija UN-NE.

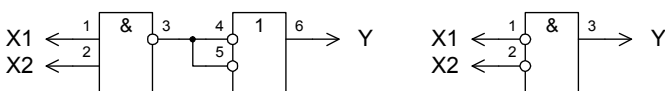


Tehnoloģiskā karte I-2

Šajā kartē parādīts, ka var izmantot tikai slēdžus SA1, SA2 un gaismas indikatoru HL5. Vispirms tiek realizēta loģiskā funkcija UN-NE (elements D2.1), tad funkcija NE (elements D2.2). Tātad attiecībā pret ieejas signāliem SA1 (X1) un SA2 (X2) izejas signālu Y (HL5) var izteikt kā loģisko funkciju

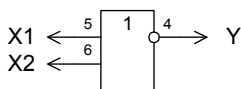
$$Y = X1 \wedge X2,$$

Tas ir realizējas loģiskā funkcija UN.



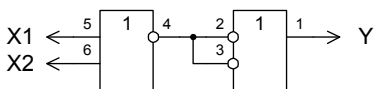
Tehnoloģiskā karte I-3

Šajā kartē parādīts, ka var izmantot tikai slēdžus SA1, SA2 un gaismas indikatoru HL2 un ar to iespējams realizēt loģisko funkciju VAI-NE.



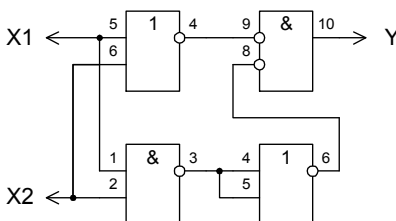
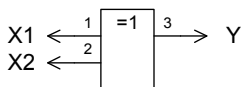
Tehnoloģiskā karte I-4

Šajā kartē parādīts, ka var izmantot tikai slēdžus SA1, SA2 un gaismas indikatoru HL4 un ar to iespējams realizēt loģisko funkciju VAI.



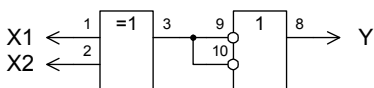
Tehnoloģiskā karte I-5

Šajā kartē parādīts, ka var izmantot tikai slēdžus SA1, SA2 un gaismas indikatoru HL6 un ar to iespējams realizēt loģisko funkciju neekvivalence („izslēdzošo VAI”, sauc arī par viennozīmību) jeb summu pēc moduļa 2.



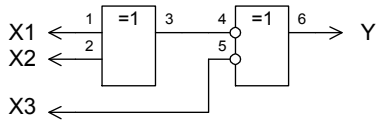
Tehnoloģiskā karte I-6

Šajā kartē parādīts, ka var izmantot tikai slēdžus SA1, SA2 un gaismas indikatoru HL7 un ar to iespējams realizēt loģisko funkciju ekvivalence (izslēdzošo VAI-NE, sauc arī par neviennozīmību).



Tehnoloģiskā karte I-7

Šajā kartē parādīts, ka var izmantot tikai slēdžus SA1, SA2, SA3 un gaismas indikatoru HL9. Tā ir trīs kārtu binārā skaitļa ierīce pārskaitļu pārbaudei.



Tehnoloģiskā karte I-8

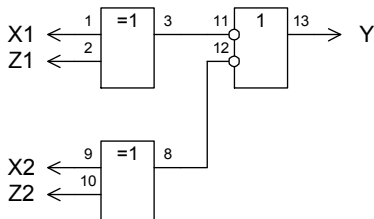
Šajā kartē parādīts, ka var izmantot tikai slēdžus SA1, SA2, SA4, SA5 un gaismas indikatoru HL1. Tā ir ierīce divu divzīmju (divu kārtu) bināro skaitļu salīdzināšanai.

X1(SA1) X2(SA4) un Z1(SA2) Z2(SA5).

Pie nosacījuma

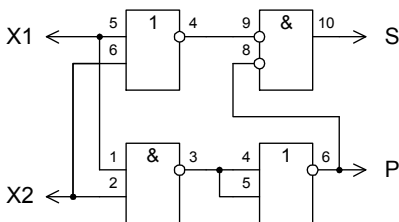
$$X1 X2 = Z1 Z2$$

izejā parādās „1” (spīd gaismas diode HL1).



Tehnoloģiskā karte I-9

Šajā kartē parādīts, ka var izmantot tikai slēdžus SA1, SA2 un gaismas indikatorus HL5, HL8. Tas ir vienas kārtas binārā skaitļa summators pēc moduļa 2. Izejošā summa – HL8, rezultāta pārnese nākošajā kārtā – HL5.



RS, D un JK trigeru pētīšana

Darbu izpilda ar platīti II2 un tehnoloģiskajām kartēm II-1 - II-4. Uz šīm kartēm ir attēlotas dažāda tipa trigeru principiālās shēmas, izmantojot loģiskos elementus VAI-NE (II-1), UN-NE (II-2) un integrālā izpildījumā (II-3) ar mikroshēmu K155TM2. Uz kartes II-4 attēlota D-trigera shēma, kuras izveidošanai arī izmantota integrālā mikroshēma K155TM2.

Veikt sekojošu sagatavošanos:

1. Uzzīmēt RS-trigeri, izveidotu no loģiskajiem elementiem UN-NE un VAI-NE.
2. Papildinot RS-trigeri ar nepieciešamiem loģiskiem elementiem, izveidotu sinhrono RS-trigeri, D-trigeri un T-trigeri.
3. Uzzīmēt laika diagrammas, kuras attēlo minēto trigeru darbību.
4. Izdomāt tabulu formas pētāmo rezultātu pierakstam.

Darba izpildes laikā veikt:

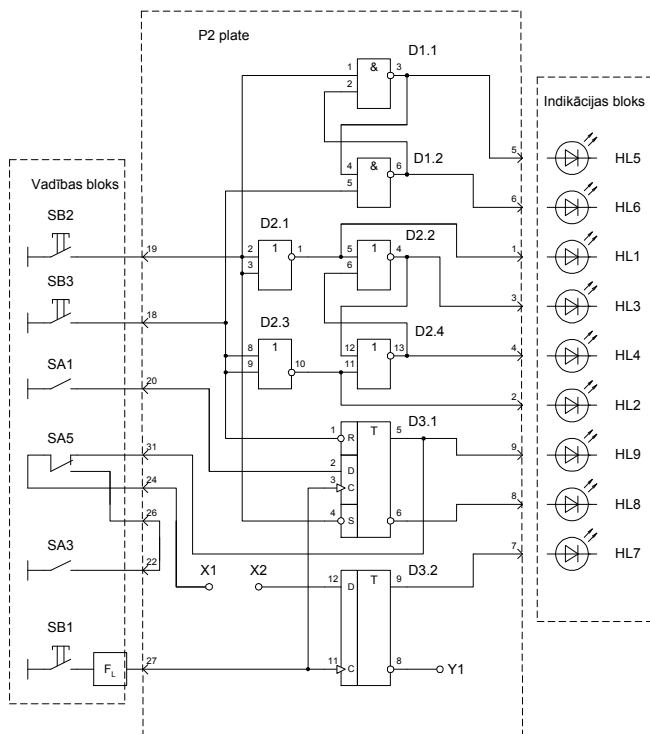
1. Priekš katras ierīces sastādīt tabulu ar izejas signālu vērtības atkarību no ieejas signāliem (tabulā jābūt visām iespējamām ieejas signālu kombinācijām). Izzināt visus trigeru darba režīmus (uzglabāšanas, ieraksta, aizliegto režīmu).
2. Taktējamam D-trigerim sastādīt funkcionēšanas spriegumu laika diagrammu tiešās izejas vērtībai, izmantojot tabulu datus atbilstoši zināmiem ieeju D un C pievadītiem signāliem.
3. Veikt eksperimentu, kurš apstiprina, ka informācijas ieraksts D-trigerī (karte II-4) tiek veikts ar sinhroimpulsa fronti (ar sākuma vai beigu?).
4. Izdomāt izmaiņu shēmu uz platītes II2, lai dotu trigeri pārvērstu par T-trigeri (uzlikt savienojošo vadu uz spailēm Y1 un X2). Izpētīt T-trigera darbību.

Darba aizstāvēšanā prast izskaidrot:

- trigeru ieeju R, S, D, C, T funkcionālo nozīmi;
- ko nozīmē aktīvais līmenis;
- atšķirību starp sinhronajiem asinhronajiem trigeriem;
- trigeru (RS, D, JK) darbības principu.

Platīte Π2

Platītes principiālā shēma parādīta 5.1. attēlā. Taisnstūra malās pierakstītie cipari atbilst savienotāja X1 spaiļu numuriem. Vadības un indikācijas bloku elementi ir izvietoti darba stendā uz virsējā paneļa.



5.1. att. Platītes Π2 principiālā shēma un tās pieslēgums laboratorijas stendam

Tehnoloģiskā karte II-1

Paredzēta RS-trigera, kurš izveidots no VAI-NE elementiem, pētīšanai. Šādam triggerim par aktīvu ieejas līmeni kalpo loģiskais „1”. Tādēļ vadības signāli netiek ņemti tieši no spiedpogām (turpmāk *slēdži*) SB2 un SB3, bet no tām pieslēgto inverteru D2.1 un D2.3 izejām. Ieejas signālu līmeņi (trigieri) indicējas ar gaismas diodēm HL1 un HL2, bet trigera izejas signālu līmeņi – ar HL3 un HL4.

Tehnoloģiskā karte II-2

Paredzēta RS-trigera, kurš izveidots no UN-NE elementiem, pētīšanai. Aktīvie ieejas līmeņi ir loģiskā 0. Šī iemesla dēļ slēdži SB2 un SB3 pievienoti tieši trigera ieejām (laikā, kad slēdži ir izslēgti – informācijas uzglabāšanas režīms). Ieejas signālu līmenis indicējas gaismas diodēs HL1 un HL2 kā inversais kods (caur inverteriem D2.1 un D2.3), tas ir, ja ieejas signāli X1 un X2 vienādi ar 0, tad gaismas diodes spīd. Izejas signāli indicējas ar gaismas diodēm atbilst HL5 un HL6.

Tehnoloģiskā karte II-3

Shēma analogiska iepriekšējai, tikai triggeris izveidots integrālā izpildījumā uz integrālās mikroshēmas K155TM2 (D3.1) bāzes. Informācija par izejas signāla līmeni tiek izvadīta uz indikatoriem HL9 (tiešā izeja) un HL8 (inversā izeja).

Tehnoloģiskā karte II-4

Karte paredzēta D-trigera pētīšanai. Signāla līmeni D – ieejā nosaka slēdža SA1 stāvoklis. Izejas signālu līmeņus nosaka uz indikatoriem HL9 (tiešā izeja) un HL8 (inversā izeja).

Paralēlā, virknes un universālā reģistra pētīšana

Darbu izpilda uz platītēm П2 un П3 ar tehnoloģiskajām kartēm П-5, П-6 un III-1, III-2, III-3.

Veikt sekojošu sagatavošanos:

- uzzīmēt četru kārtu paralēlā reģistra un četru kārtu virknes reģistra iekšējo loģisko struktūru. Analizēt to darbību, kā arī parādīt rezultātu tabulas vai laika diagrammas;
- uzzīmēt universālā bīdes reģistra K155ИP1 pamata izvadu izkārtojumu;
- apdomāt un uzzīmēt darba shēmas: divu kārtu paralēlu un virknes reģistrus izveidotus uz mikroshēmas K155TM2 bāzes, četru kārtu paralēlu un virknes reģistrus uz K155ИP1 bāzes, virknes koda pārveidotāju paralēlajā kodā un otrādi uz K155ИP1 bāzes;
- izstrādāt ierīču pārbaudes rezultātu tabulu formas.

Darba gaita:

1. Ar tehnoloģisko karšu palīdzību izpētīt divpakāpju paralēlo un divpakāpju virknes reģistrus (platīte П2, tehnoloģiskās kartes П-5 un П-6), ierakstot izejas un ieejas signālu vērtības pašu sastādītās tabulās.
2. Izpētīt četrpakāpju paralēlo un četrpakāpju virknes reģistrus, kuri izveidoti uz mikroshēmas K155ИP1 bāzes (platīte П3, tehnoloģiskās kartes III-1 un III-2). Pie kam skaitļi, kuri ierakstīti reģistrā, jāanalizē binārajā skaitīšanas sistēmā un skaitīšanas sistēmā ar bāzi sešpadsmit. Iemācīties ierakstīt reģistros jebkurus uzdotos bināros skaitļus, bināri - decimālos un skaitīšanas sistēmā ar bāzi sešpadsmit.

3. Izpētīt bīdes reģistra darbību režīmā, kurā tiek mainīta skaitļu attēlošanas forma no virknes paralēlajā un otrādi ar tehnoloģiskās kartes III-3 palīdzību. Shēmas daļa, kura attiecas uz summatoru (D2) un dešifratoru (D3) neanalizēt.

Darba aizstāvēšanā prast izskaidrot:

- prast izskaidrot reģistra funkcijas skaitļošanas ierīcēs;
- parādīt līdzības un atšķirības starp paralēlajiem un virknes reģistriem;
- prast paskaidrot kādēļ nepieciešams un kādā veidā var pārveidot paralēlo kodu virknes kodā un otrādi.

Platīte II2

Platītes principiālā shēma parādīta 5.1. attēlā. Taisnstūra malās pierakstītie cipari atbilst savienotāja X1 spaļu numuriem. Vadības un indikācijas bloku elementi ir izvietoti darba stendā uz virsējā paneļa.

Tehnoloģiskā karte II-5

Ar tehnoloģisko karti II-5 var izpētīt divu kārtu paralēlo reģistru. Ieejas informāciju pievada caur slēdzi SA1 tieši uz pirmā trigera (D3.1) ieeju, bet caur slēdzi SA3 (caur slēdzi SA5, kurš atrodas virzienā „uz leju”) uz otrā trigera (D3.2) ieeju „D”. Tādēļ dotā darba izpildes laikā slēdzim SA5 jābūt ieslēgtam kartē norādītajā stāvoklī. Reģistrā ierakstītā informācija tiek parādīta ar gaismas diodēm HL9 un HL7.

Tehnoloģiskā karte II-6

Ar tehnoloģisko karti II-6 var izpētīt divu kārtu virknes reģistru. Lai izveidotu tādu reģistru, otrā trigera (D3.2) D-ieveju savieno ar pirmā trigera (D3.1) tiešo izeju. Šo savienojumu veic ar slēdzi SA5, kurš šajā gadījumā ir ieslēgts „uz augšu”.

Tehnoloģiskā karte II-7

Ar tehnoloģisko karti II-7 var izpētīt skaitošo T-trigeri. Lai to izveidotu nepieciešams trigerā D3.2 inverso izeju savienot ar D-izeju (X2). Izejas vērtības indikācijai kalpo gaismas diode HL7.

Platīte П3

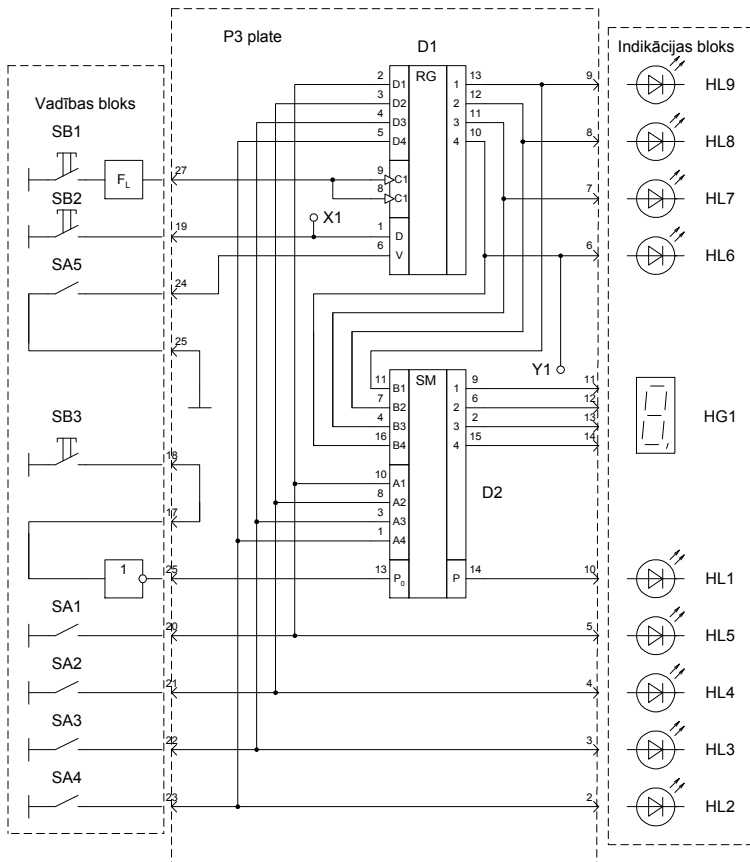
Platītes principiālā shēma dot 6.1. attēlā. Taisnstūra malās pierakstītie cipari atbilst savienotāja X1 spaiļu numuriem. Vadības un indikācijas bloku elementi ir izvietoti darba stendā uz virsējā paneļa.

Tehnoloģiskā karte III-1

Karte paredzēta četru zīmju virknes reģistra un četru zīmju apļa skaitītāja pētīšanai. Universālais reģistrs K155ИР1 (D1) tiek pārveidots virknes režīmā pie vadības signāla $V=0$, tādēļ, strādājot ar šo karti, slēdzim SA5 jābūt ieslēgtam stāvoklī "0". Ieejas informāciju ievada slēdzi (spiedpoga) SB2 (bez indikācijas). Ja spiedpoga nav nospiesta $D=1$, spiedpoga nospiesta $D=0$. Izejas informācija tiek izvadīta uz gaismas diožu displeju HL6 ÷ HL9. Lai reģistru pārveidotu par apļa skaitītāja režīmā, tajā ieraksta skaitli 0001, bet pēc tam, ar speciāla vada palīdzību (uz platītes П3), savieno spaiļes Y un X. Tad ar takta impulsu palīdzību (spiedpoga SB1), vieninieks pārvietosies uz nākošo skaitītāja kārtu.

Tehnoloģiskā karte III-2

Karte atļauj pētīt mikroshēmas K155ИР1 darbību paralēla reģistra režīmā, lai to paveiktu, nepieciešams ieejā padot loģisko „1” ($V=1$). Tādēļ strādājot ar šo karti, slēdzim SA5 jābūt stāvoklī „1”. Ieejas informācija tiek izvadīta uz gaismas diodēm HL2 ÷ HL5, izejas – HL6 ÷ HL9.



6.1. att. Platītes П3 principiālā shēma un tās pieslēgums laboratorijas stendam

Tehnoloģiskā karte III-3

Karte paredzēta divu četrzīmju skaitļu summatora, kas izveidots uz integrālās mikroskāmas K155ИМ3 (D2) bāzes, pētīšanai. Divu doto četrzīmju saskaitāmo skaitļu uzstādīšanai paredzēti slēdži SA1 – SA4 (saskaitāmo A) un reģistrs D1 (saskaitāmais B). Saskaitāmā B ievadišanu reģistrā var veikt kā paralēlā (ar slēdžiem SA1 – SA4), tā virknes (slēdzis SB2) režīmos. Signāla sākuma pārnese P₀.

veic ar slēdzi SB3 caur invertoru D2.3, kurš izvietots pamata blokā. Ieejas operandu A un B indikācija realizējas ar astoņiem binārajiem indikatoriem HL2 – HL9. Signāla pārmese augstākā (piektajā) kārtā tiek parādīta ar indikatoru HL1. Pirmajās četrās kārtās esošā summa tiek dešifrēta indikācijas blokā un parādās heksidecimāla skaitļa formā uz septiņu segmentu indikatora

Tipveida kombinacionālo loģisko ierīču pētīšana

(dešifrators, demultipleksors, multipleksors un kodu pārveidotājs pastāvīgās atmiņas iekārtās)

Darbu izpilda ar platīti П4 un ar tehnoloģiskajām kartēm IV-1, IV-2 un IV-3.

Veikt sekojošu sagatavošanos un izpētīt:

- Izmantojot rokasgrāmatas, uzzīmēt K155 sērijas ИД un КП tipa mikroshēmu funkcionālās shēmas un grafiskos apzīmējumus, kādus izmanto šo ierīču apzīmēšanai principiālās shēmās.
- Izmantojot patiesuma tabulas, aprakstīt dešifratora, multipleksora (mikroshēma K155ИД4), komutatora (mikroshēma K155КП5) un kodu pārveidotāja (mikroshēma K155PE5) darbību.
- Izskaidrot indikācijas iekārtas visu elementu darbību:
 - a. binārā koda pārveidotāju septiņu segmentu cipara kodā, lai attēlotu informāciju decimālos simbolos;
 - b. ciparu un gaismas diožu punktveida indikatorus.
- Spiežot un atlaižot slēdzi SB2, padot impulsu signālu demultipleksora ieejā. Izeju stāvoklis tiks attēlots ar gaismas diodēm HL2 – HL9. Uzzīmēt demultipleksora ieejas un izeju spriegumu diagrammas.

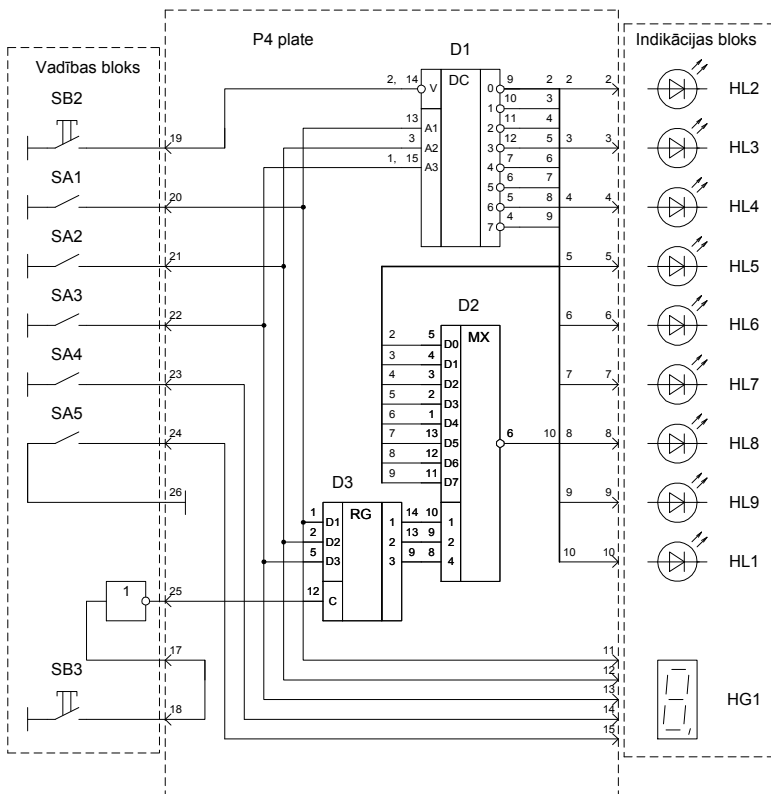
Darba aizstāvēšanā:

1. Parādīt dešifratora, demultipleksora un komutatora iekšējās struktūras un darbības loģikas līdzības un atšķirības.
2. Izskaidrot kodu pārveidotāja darbības principu.
3. Parādīt apskatīto ierīču praktisko pielietojumu.

4. Izskaidrot septiņu segmentu indikatora izmantošanas iespēju paplašināšanu alfabēta burtu attēlošanai.

Platīte П4

Platītes principiālā shēma parādīta 7.1. attēlā. Taisnstūra malās pierakstītie cipari atbilst savienotāja X1 spaiļu numuriem. Vadības un indikācijas bloku elementi ir izvietoti darba stendā uz virsējā paneļa.



7.1. att. Platītes П4 principiālā shēma un tās pieslēgums laboratorijas stendam

Tehnoloģiskā karte IV-1

Ļauj izpētīt dešifratoru – demultipleksoru, kurš izveidots izmantojot integrālo mikroshēmu K155ИД4, kuras shēma savienota tā lai trīszīmju (kārtu) bināro skaitli dešifrētu astoņās izejās. Dešifrators invertē izejas signālus. Tādēļ pie nenospiesta slēdža SB2 (aizliegums) mirdz visas gaismas diodes (HL2 – HL9), kuras pieslēgtas dešifratora izejām. Nospiežot slēdzi SB2, gaismas diode, kuras numurs atbilst ar slēdžiem SA1 – SA3 uzstādītajam kodam, nodzīsīs. Lai varētu pētīt integrālās mikroshēmas darbību demultipleksora režīmā nepieciešams padodot ieejas informāciju no slēdža SB2 uz tās ieeju V.

Tehnoloģiskā karte IV-2

Ļauj izpētīt binārā koda pārveidošanu septiņu segmentu indikatora kodā. Šis elements atrodas uz stenda pamatplates un kalpo informācijas ievadīšanai un izvadīšanai, bet uz platītes П4 ir tikai savienojošie vadi, kuri savieno slēdžus SA1 – SA5 ar integrālo mikroshēmu K155PE3. Kodu pārveidošanas mikroshēma veido pastāvīgās atmiņas iekārtu, kurā informācijas „aizsardzība” dota 7.1. tabulā, kas parāda pastāvīgās iekodētās šūnas. Katram „0” pastāvīgās atmiņas izejā tiks izgaismots atbilstošs indikatora HL1 segments (skatīt att. 1). Kad signāls, kuru saņem no SA5 vienāds ar loģisko 0 uz indikatora indicējas decimālie cipari. Bez tam, ja skaitlis ir lielāks par 9 uz indikatora iedegas komats (gaismas diode h).

Kad signāls, kuru saņem no SA5 vienāds ar loģisko „1” uz indikatora indicējas hexsidecimālie skaitļi no 0 līdz F.

Tehnoloģiskā karte IV-3

Karte paredzēta multipleksora pētīšanai. Multipleksora vadības adresi uzstāda ar slēdžiem SA1 – SA3 ievada reģistrā nospiežot slēdzi SB3. Pēc tam vienā no multipleksora ieejām padod informācijas signālu no tās dešifratora izejas, kuras adresi atkal uzstāda ar slēdžiem SA1 – SA3. Dešifratora un multipleksora adrešu sakrīšanas gadījumā iedegas gaismas diode HL1.

Pastāvīgajā atmiņā ieprogramētās binārās informācijas kodu tabula

Nr p.k.	Adrese (A)					Izejas								Indikatorī
	5	4	3	2	1	h	g	f	e	d	c	b	a	
1.	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
2.	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
3.	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	2
4.	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	3
5.	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	4
6.	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	5
7.	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	6
8.	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	7
9.	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8
10.	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	9
11.	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12.	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1
13.	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
14.	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3
15.	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	4
16.	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	5
17.	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
18.	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
19.	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	2
20.	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	3
21.	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	4
22.	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	5
23.	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	6
24.	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	7
25.	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8
26.	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	9
27.	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	A
28.	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	B
29.	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	C
30.	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	D
31.	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	E
32.	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	F

Decimālais kods

Heksidecimālais kods

Četru kārtu paralēlā summatora pētīšana

Darbu izpilda ar plāfīti П3 un tehnoloģisko karti III-3.

Veikt sekojošu sagatavošanos:

- Ar bināro skaitļu aritmētiskās darbības piemēriem pamatot apgalvojumu, ka visbiežāk lietojamā darbība skaitļojamās ierīcēs ir saskaitīšanas operācija.
- Paskaidrot ar ko atšķiras paralēlās un virknes summēšanas operācijas.
- Pēc variantu tabulas, kas rodas saskaitot divus vienas kārtas skaitļus, sastādīt un izskaidrot Būla algebras izteiksmes, kuras aprakstītu vienas kārtas summatoru.
- Apdomāt un uzzīmēt burtnīcā darba shēmas, kas nepieciešamas četru kārtu paralēlā summatora pētīšanai. Uzzīmēt ierīces grafisko apzīmējumu.
- Apdomāt atskaišu tabulu formas.

Izpildot darbu :

1. Sastādīt stenda shēmu lai varētu izpētīt četru kārtu paralēlo summatoru (tehnoloģiskā karte III – 3).
2. Veikt četru kārtu paralēlā summatora pētīšanu. Pētīšanas procesā veikt 4-5 četru kārtu bināro skaitļu pāru (operandu) summēšanu. Formēšanu un operandu starpoperāciju uzglabāšanu izpildīt izmantojot reģistru RG un slēdžus SA1 – SA4. Summēšanu izpildīt ņemot vērē pārneses signālu (SB3). Rezultātus pārbaudīt pārvēršot operandu vērtības decimālā kodā.
3. Veikt 3-4 pāru četru kārtu operandu atskaitīšanu, izmantojot atskaitāmā pārvēršanu papildus kodā. Atskaitīšanas rezultātu pārbaudīt pārveidojot operandus decimālā kodā.

4. Pētījuma rezultātus parādīt atbilstošās tabulās.
5. Summatora (SM) ieeju un izeju stāvokļa pārbaudi veikt ar ciparu indikācijas ierīci uzrādot informāciju binārā un heksidecimālā kodā.

Darba aizstāvēšanā prast:

1. Dot salīdzinošu summatoru izveidošanai izmantoto integrālo mikroskāmu novērtējumu.
2. Izskaidrot vai uz K155ИМ3 bāzes ir iespējams izveidot summatoru lielāku kārtu skaitu.

Platīte П3

Platītes principiālā shēma dot 6.1. attēlā. Taisnstūra malās pierakstītie cipari atbilst savienotāja X1 spaiļu numuriem. Vadības un indikācijas bloku elementi ir izvietoti darba stendā uz virsējā paneļa.

Tehnoloģiskā karte III-3

Karte paredzēta divu četrzīmju skaitļu summatora, kas izveidots uz integrālās mikroskāmas K155ИМ3 (D2) bāzes, pētīšanai. Divu doto četrzīmju saskaitāmo skaitļu uzstādīšanai paredzēti slēdži SA1 – SA4 (saskaitāmo A) un reģistrs D1 (saskaitāmais B). Saskaitāmā B ievadīšanu reģistrā var veikt kā paralēlā (ar slēdžiem SA1 – SA4), tā virknes (slēdzis SB2) režīmos. Signāla sākuma pārnese P₀ veic ar slēdzi SB3 caur invertoru D2.3 kurš izvietot pamata blokā. Ieejas operandu A un B indikācija realizējas ar astoņiem binārajiem indikatoriem HL2 – HL9. Signāla pārnese augstākā (piektajā) kārtā tiek parādīta ar indikatoru HL1. Pirmajās četrās kārtās esošā summa tiek dešifrēta indikācijas blokā un parādās heksidecimāla skaitļa formā uz septiņu segmentu indikatora

Elektrisko impulsu skaitītāju pētīšana

Darbu izpilda ar platītēm П2 (5.1. att.), П3 (6.1. att.), П5 (8.1. att.) un ar tehnoloģiskajām kartēm II-7, III-1, V-1, V2, V-3.

Veikt sekojošu sagatavošanos:

1. Atkārtot skaitošā trigeru un bīdes reģistra darbības principu. Uzzīmēt četru kārtu apla skaitītāja, kurš izveidots uz bīdes reģistra bāzes.
2. Apgūt summējošo un reversīvo skaitītāju darbības principu uzrādot informāciju binārajā un pozīciju kodā.
3. Uzzīmēt funkcionālos apzīmējumus un cokolējumu (izvadu secību) skaitītājiem uz mikroshēmu K155ИЕ5 un K155ИЕ7 bāzes.
4. Uzzīmēt vadības signālu tabulu mikroshēmai K155ИЕ7 un iepazīties ar ieejas loģiku, kura nodrošina tās dažādos darba režīmus.
5. Uzzīmēt pētījumu shēmu summējošam un atskaitošam skaitītājiem, kuri izveidoti izmantojot universālo trigeri K155ТМ2 padodot skaitāmos impulsus uz sinhronizācijas ieeju.
6. Uzzīmēt pētījumu shēmu summējošam skaitītājam, izmantojot papildus loģiskos elementus, kas nodrošinātu pārrēķina koeficienta iegūšanu, kuru norāda pasniedzējs.
Uzzīmēt skaitītāja ieeju un izeju laika diagrammas, kuras jūs cerat tam darbojoties ar pasniedzēja norādītajiem pārrēķina koeficientiem.
7. Uzzīmēt shēmu reversīvā skaitītāja K155ИЕ7 pētīšanai, tiešā un atgriezeniskā skaitīšanas režīmā (neizmantojot iepriekšēja informācijas ieraksta režīmu).
8. Uzzīmēt shēmu reversīvā skaitītāja K155ИЕ7 pētīšanai, tiešā un atgriezeniskā skaitīšanas režīmā (pēc pasniedzēja norādījuma), izmantojot iepriekšēja informācijas ieraksta režīmu.

9. Apdomāt un pierakstīt signālu pievadīšanas algoritmu, kāds nepieciešams pētot skaitītāju K155ИЕ7 tiešā un atgriezeniskā skaitīšanas režīmā, izmantojot iepriekšēja informācijas ieraksta režīmu.
10. Uzzīmēt skaitītāja ieeju un izeju laika diagrammas, kuras jūs cerat iegūt šajā režīmā.
11. Apsvērt iespējas izmantot skaitītāju šajā režīmā kā frekvenču dalītāju ar maināmu dalījuma koeficientu.

Darba gaita:

1. Uz platītes П2 (karte III-1) saslēgt skaitošo trigeri, kura izveidošanai nepieciešams ar savienojošo vadu saslēgt spaiļes Y1 un X2. Izpētīt T-trigera darbību, ar oscilografu mērot signālu līmeņus tā ieejās un izejās.
2. Uzstādīt platīti П3 (karte II-7), saslēgt apla skaitītāja shēmu un izpētīt tā darbību (skat. atbilstošo tehnisko aprakstu).
3. Izpētīt summējošu skaitītāju, kurš izveidots no četriem trigieriem (ar platīti П5 un karte V-1). Nodzēst skaitītāja rādījumu. Pievadot secīgi impulsus un izmantojot gaismas diožu indikāciju, aizpildīt skaitītāja nosacījumu tabulu tiešās skaitīšanas režīmā.
4. Pārveidot shēmu (karte V-2), lai varētu realizēt atskaitošo režīmu. Aizpildīt skaitītāja nosacījumu tabulu dotajam skaitīšanas režīmam.
5. Saslēgt shēmu skaitītājam ar pārrēķina koeficientu, kuru norāda pasniedzējs (karte V-3). Uzzīmēt ieejas un izejas spriegumu oscilogrammas.
6. Izpētīt skaitītāju K155ИЕ7 tiešās skaitīšanas režīmā un aizpildīt nosacījumu tabulu (karte V-3). Atkārtot skaitītāja K155ИЕ7 izpēti atskaitīšanas režīmā.
7. Veikt skaitītāja K155ИЕ7 izpēti režīmā ar iepriekš ievadītu informāciju, kuru ierakstītu pasniedzējs. Šo informāciju ievada ar slēdžiem Sa1 – SA4. Bet skaitāmos impulsus uz skaitītāja K155ИЕ7 ieeju padod ar slēdzi SB1.
8. Veikt skaitītāja K155ИЕ7 izpēti režīmā ar iepriekš ievadītu informāciju, kad skaitītājs ir pārpildīts vai skaitītāja dzēšanas gadījumā, vai nu tiešās

skaitīšanas vai atskaitīšanas režīmā (norāda pasniedzējs). Pētījuma rezultātus ierakstīt nosacījumu tabulā.

Darba aizstāvēšanā prast izskaidrot:

1. Izskaidrot eksperimentos iegūtos rezultātus.
2. Izskaidrot skaitļu kārtu ierobežojumu skaitītājos signāla virknes pārnēs.
3. Izdomāt skaitītāja pielietojuma piemērus.

Platīte П5

Platītes principiālā shēma parādīta 8.1. att. Uz platītes uzstādīta integrālā mikroshēmas K155ИЕ7 un K155ЛA4, kuras veido ieprogrammētu reversīvo četru kārtu bināro skaitītāju (CT) un trīs UN – NE elementus ar trim ieejām. Skaitītājs ir dzēšanas (nullēšanas) režīmā (nulle ir visu kārtu izejās) un ir aizliegta visu pārējo signālu uzņemšana, ja ieejā R = 1. Tāpēc elementa D2.2 ieejā X1 pieslēgts rezistors R1, kurš nodrošina zema līmeņa signālu formēšanu skaitītāja ieejā R. Slēdži SA1 – SA4 nodrošina signālus, kurus var ierakstīt skaitītājā nospiežot slēdži SB2 (sākuma informācijas ievadīšanai). Slēdzis SA5 nodrošina taktēšanas impulsa padošanu uz ieejām, lai summētu (+1) vai atskaitītu (-1). Skaitītāja ST dzēšanai izmanto slēdži SB3.

Tehnoloģiskā karte V-1

Ļauj izpētīt summējošu skaitītāju ar maināmu dalījuma koeficientu, šajā gadījumā slēdzis SA5 ir ielēgts pozīcijā „1”. Skaitīšanas impulsu formē nospiežot slēdži SB1 padodot (+1) skaitītāja summēšanas ieejā, pārrēķina koeficients ir $2^4 = 16$. Ja kādu no izejām Y1 – Y4 savieno (ar savienojosa vada palīdzību) ar ieejām X1 – X3, tad mainās pārrēķina koeficients. Iespējamie pārrēķina koeficienti K un nepieciešamo skaitītāja izeju Y1 – Y4 savienojumi ar elementa D2.2 ieejām X1 – X3 doti 9.1. tabulā.

Svītņiņas tabulas ailēs norāda, ka atbilstošā ieeja X ir „brīva”. Pie jebkura pārrēķina koeficienta (izņemot 16) ar vienu no skaitītāja izejām obligāti (!) ir savienota ieeja X1. Pretējā gadījumā pārrēķina koeficients K nemainīsies un būs vienāds ar 16.

Tehnoloģiskā karte V-2

Ļauj izpētīt atskaitošu skaitītāju ar maināmu dalījuma koeficientu, šajā gadījumā slēdzim SA5 ir jābūt ieslēgtam pozīcijā „0”. Skaitīšanas impulsu formē nospiežot slēdzi SB1, padodot (+1) skaitītāja summēšanas ieejā, pārrēķina koeficients ir $2^4 = 16$. Ja kādu no izejām Y1 – Y4 savieno (ar savienojoša vada palīdzību) ar ieejām X1 – X3, tad mainās pārrēķina koeficients. Iespējamie pārrēķina koeficienti K un nepieciešamo skaitītāja izeju Y1 – Y4 savienojumi ar elementa D2.2 ieejām X1 – X3 doti 9.1. tabulā.

Tehnoloģiskā karte V-3

Ļauj izpētīt universālu reversīvo skaitītāju ar iepriekšēju uzstādījumu. Informācija, kura ierakstīta skaitītājā CT indicējas binārā kodā (HL2 – HL5) un vienlaicīgi heksadecimālā kodā (HG1). Gaismas diode HL1, kura pieslēgta elementa D2.1 (shēma VAI zema līmeņa ieejas signāliem), parāda signālu par pārnesi skaitītāja augstākā kārtā gan summēšanas un atskaitīšanas režīmos.

Standarta aritmētiski – loģiskās ierīces (ALU) pētīšana

Darbu izpilda ar platīti П6, ar vienu tehnoloģisko karti VI-1.

Standarta ALU ir mikroskāma K155ИП3 ar kuru var izpildīt 64 loģiskās vai aritmētiski – loģiskās operācijas, atkarībā no signāliem, kurus pievada ieejām S, M un pārmesei ieeju P_O.

Lai iepazītos ar ALU darbības principu var izmantot ievērojami mazāku operāciju skaitu, kuras jau iepazītas iepriekšējos laboratorijas darbos. Šo operāciju saraksts un tiem atbilstošie kodi doti 9.1. tabulā.

10.1. tabula

Ieejas kodi un izpildāmās operācijas

Nr. p.k.	Operācijas kods							Operācija (izejas signāls)	Operācijas tips
	P _O 6	M 5	S ₄ 4	S ₃ 3	S ₂ 2	S ₁ 1	kods "16"		
0	1	1	0	0	1	1	3	0 0 0 0	Piešķiršana vai loģiska operācija ar vienu operandu
1	1	1	1	1	0	0	C	1 1 1 1	
2	1	1	1	1	1	1	F	\underline{A}	
3	1	1	0	0	0	0	0	A	
4	1	1	1	0	1	0	A	\underline{A}	
5	1	1	0	1	0	1	5		
6	1	1	1	1	1	0	E	$\underline{A \vee B}$	Loģiskās operācijas ar diviem operandiem
7	1	1	0	0	0	1	1	A ∨ B	
8	1	1	1	0	1	1	B	$\underline{A \wedge B}$	
9	1	1	0	1	0	0	4	A ∧ B	
A	1	1	0	1	1	0	6	$A \oplus B$	
B	1	1	1	0	0	1	9	$A \oplus B$	
C	1	0	1	0	0	1	9	A+B	Aritmētiskās operācijas
D	0	0	0	1	1	0	6	A-B	
E	1	0	1	1	0	0	C	A+A	
F	1	0	1	1	1	1	F	A-1	

Uz stenda izpildot darbu ar karti VI-1 ērtāk ir izmantot heksidecimālā koda operācijas, kuras uzstāda ar slēdži SB1 un kontrolē uz indikatora HG1. Izpildot darbu uz stenda nepieciešams ievērot sekojošu operāciju secību:

1. Ievadīt operācijas kodu, atkārtoti spiežot slēdži SB1 n reizes, kur n atbilst koda skaitlim.
2. Ar slēdžiem SA3, SA2, SA1 uzstādīt adresi 010, atbilstoši koda reģistra operācijai.
3. Nospiežot slēdži SB3, ievadīt ierakstīto kodu reģistrā D7. Ierakstu šajā reģistrā nosaka mirdzdiode HL4.
4. Ar slēdži SB1 ievadīt operandu K (no 0 līdz F). Kontrolē - HG1.
5. Uzstādīt reģistra operanda adresi K (SA3, SA2, SA1 = 000) un, nospiežot slēdži SB3, pārrakstīt ierakstīto operanda K vērtību reģistrā D5. Kontrolē – HL2.
6. Ar slēdži SB1 ievadīt operandu B (no 0 līdz F). Kontrolē - HG1.
7. Uzstādīt reģistra operanda adresi B (SA3, SA2, SA1 = 001) un, nospiežot slēdži SB3, pārrakstīt ierakstīto operanda B vērtību reģistrā D6. Kontrolē – HL3.
8. Uzstādīt reģistra – akumulatora adresi (SA3, SA2, SA1 = 101) un, nospiežot slēdži SB3, pārrakstīt uzdotās operācijas (S, M, P₀) izpildes rezultātu ar dotajiem operandiem (K un B) no ALU izejas reģistrā – akumulatorā D10. Kontrolē – HL7. Operācijas rezultātu nolasa heksidecimālā koda formā uz displeja HG1 un signāla pārnesei augstākā kārtā (tikai izpildot matemātiskās operācijas) norāda gaismas diode HL9.
9. Ja iegūtais rezultāts ir tikai starprezultāts un to nepieciešams turpmāk izmantot kā vienu no operandiem, tad no reģistra – akumulatora izejas to pārraksta vai nu reģistrā D5 vai reģistrā D6, atbilstoši atkārtotot operāciju 5 vai 7.

Izpildāmais uzdevums

Veicot iepriekšēju sagatavošanos mājās:

1. Uzzīmēt funkcionālās shēmas: centrālais procesors, procesora operāciju bloks.
2. Uzzīmēt stenda principiālo shēmu priekš ALU pētīšanas.
3. Principiālajā shēmā sameklēt elementus, kuri atbilst funkcionālās shēmas elementiem (tehnoloģiskā karte VI 1).
4. Apskatīt pilnīgu operāciju tabulu, kuras var izpildīt tipveida ALU.

Darba izpildes laikā:

1. Izpētīt ar operāciju bloku veicamās loģiskās operācijas. Katru loģisko operāciju izpildīt ar 4 – 5 bināriem četru kārtu (zīmju) operandiem.
2. Pētījuma rezultātus ierakstīt nosacījumu tabulā.
3. Veikt ar operāciju bloku izpildāmo aritmētisko darbību izpēti. Katru aritmētisko operāciju (saskaitīšana, atskaitīšana) izpildīt ar 4 – 5 skaitļu pāriem. Ņemt vērā pārneses signālu. Izmantot iegūto rezultātu pārvēršanai par papildus kodu.
4. Pētījuma rezultātus ierakstīt atbilstošās nosacījumu tabulās.
5. Sastādīt skaitļošanas programmu, kura satur ne mazāk kā 3 – 6 komandas (nosaka pasniedzējs).

Darba aizstāvēšanā prast izskaidrot:

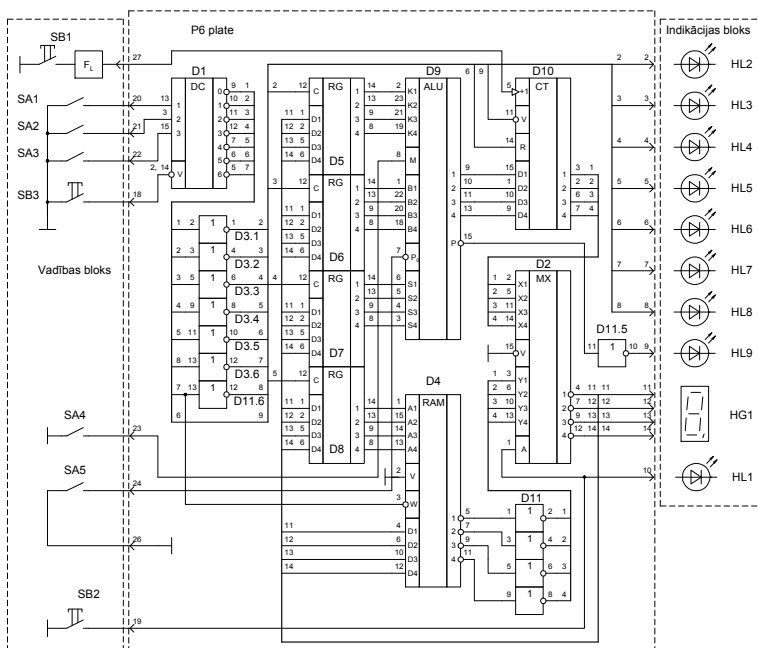
1. Zināt priekš kāda mērķa un kādā veidā veic skaitļu pārveidošanu no virknes uz paralēlo attēlošanas formu.
2. Zināt visu operacionālā bloka mezglu nozīmi.
3. Zināt, kāpēc procesoros vajadzīgs pazīmju reģistrs. Cik kārtu varētu būt šādam reģistram, ja to ievietotu pētāmajā operāciju blokā?
4. Kā doto stendu varētu izmantot skaitļošanas tehnikas mācīšanai skolās. Izdomāt metodiku demonstrāciju veikšanai.

Platīte П6

Platītes principiālā shēma parādīta 10.1. attēlā. Platītē ietilpst:

- ievada bloks datu (operandu K un B; S operācijas koda, kuras izpilda ALU; operatīvās atmiņas ierīces A šūnas adreses). Bloks sastāv no slēdža SB1, impulsa formētāja F_{imp} un skaitītāja D10. Lai ievadītu informāciju (jebkuru četrzīmju skaitli) nepieciešams spiest atbilstošu skaitu reizes slēdzi (pogu) SB1. Ievadīto skaitli no D10 izejas caur multipleksoru D2 var padot uz kopējo šinu, kura pievienota visu operatīvo reģistru informācijas ieejām, kā arī uz indikācijas bloku. Lai ar indikācijas bloku varētu kontrolēt ievadīto skaitli, nepieciešams multipleksoru (D2) pārslēgt skaitļa uzņemšanai no X ieejām. To realizē padodot uz mikroshēmas D2 adresu ieejas loģisko signālu „0” (slēdzis SB2 nav nospiests);
- aritmētiski–loģiskā ierīce (ALU), kura izveidota izmantojot mikroshēmu K155ИП3 (D9). Operandu K un B, kā arī izpildāmo operāciju S kodu vērtības tiek padotas atbilstošiem reģistriem (D5, D6, D7), vadības signāls M (loģiskās vai aritmētiski–loģiskās operācijas) – no slēdža SA4, pārneses signāls P_0 – no slēdža SA5. Signālu par pārnesi P_0 augstākā kārtā (kad pārpildītas visu kārtu šūnas) parāda gaismas diode HL9. ALU izpildītās operācijas rezultāts tiek ierakstīts reģistrā – akumulatorā (D10), kurš apvienots ar ieejas datu skaitītāju. Lai D10 pārslēgtu reģistra – akumulatora režīmā, mikroshēmas D10 ieejā V jāpievada loģiskā „0”. Ieslēdzoties dotajam režīmam sāk mirdzēt gaismas diode HL7;
- operatīvo reģistru bloks RS – S, RG – K, RS – B, RS – A (D7, D5, D6, D8), kuros var ierakstīt nepieciešamo informāciju no kopējās šinas. Lai šo informāciju ierakstītu, nepieciešams atbilstošajam reģistram ieejā C padot signālu ar loģisko „1”. Šos signālus kontrolē ar gaismas diodēm HL4, HL2, HL3, HL5;
- operatīvā atmiņas ierīce (OAI), kuru veido integrālā mikroshēma K155PY2 (D4) un četri invertori D11.1 – D11.4. Operatīvajā atmiņas ierīcē var ierakstīt 16 četru kārtu vārdus. Vajadzīgā vārda izvēle – ar adreses palīdzību izmantojot signālus A4 – A1. Izvēlētajā adresē informāciju

ieraksta no kopējās šinas (izvadi D4 – D1) ar ierakstīšanas signālu $W=0$. Dotā režīma laikā mirdz gaismas diode HL8. Ja $W=1$ (HL8 nespīd) OAI ir informācijas nolasīšanas režīmā. Tā kā operatīvās atmiņas ierīces mikroshēmai ir tikai inversās izejas, tad lai varētu strādāt ar tiešā koda informāciju ir uzstādīti papildus četri invertori D11.1 – D11.4. Lai padotu informāciju no OAI kopējā šinā (integrālā mikroshēma D2) nepieciešams multiplexora adrešu ieejā A pievadīt signālu ar loģisko „1”, nospiežot slēdži SB2. Dotajā režīmā mirdz gaismas diode HL1;



10.1. att. Platītes P6 principiālā shēma un tās pieslēgums laboratorijas stendam

- komandu koda dešifrators, kuru veido integrālās mikroshēmas D1 un D3, slēdži SA1, SA2, SA3, SA4. Atkarībā no koda, kurš uzstādīts ar slēdžiem SA1 – SA4, nospiežot slēdži SB3, vienā no septiņām dešifratora D1 izejām

būs signāls atbilstošs loģiskajai „0”. Signāli no izejām „0” – „4”, invertēti mikroskāpā D3, tiek padoti (ar augstu līmeni) reģistru D5 – D8 ieejās C un skaitītāja D10 ieejā. Norādītos signālus kontrolē ar gaismas diodēm HL2 – HL6 un nodrošina informācijas ierakstu no kopējās šinas atbilstošajā reģistrā (signāli „0” – „3”) vai dzēšanas režīmu (uzstādot izejās „0”) ievadāmās informācijas skaitītājam (signāls „4”). No dešifratora izejām „5” un „6” signāls nonāk tieši bez papildus inversēšanas. Bet šo režīmu indikācijai uz gaismas diodēm HL7 un HL9 signāls tiek padots caur invertoriem D3.6 un D11.6. Visu komandu kodi un atbilstošā indikācija dota 10.2. tabulā.

10.2. tabula

Komandu koda dešifratora darba režīms

Nr. p.k.	Komanda	Komandas kods			Ta kts	Vadāmā ierīce un tās ieeja	Mirdzošā gaismas diode
		SA3	SA2	SA1	SB3		
1.	Informācijas ieraksts no kopējās šinas ALI operanda K reģistrā	0	0	0	0	D5 ieeja C	HL2
2.	Informācijas ieraksts no kopējās šinas ALI operanda B reģistrā	0	0	1	0	D6 ieeja C	HL3
3.	Informācijas ieraksts no kopējās šinas ALI operācijas koda reģistrā	0	1	0	0	D7 ieeja C	HL4
4.	Informācijas ieraksts no kopējās šinas ALI vārda adreses reģistrā	0	1	1	0	D8 ieeja C	HL5
5.	Nulles uzstādīšana (nullēšana) ievada informācijas bloka skaitītājam	1	0	0	0	D8 ieeja R	HL6
6.	Režīma “paralēls ieraksts reģistrā – akumulatorā (informācijas ievada bloka skaitītājs)” uzstādīšana	1	0	1	0	D10 ieeja V	HL7
7.	Režīma “ieraksts” OAI uzstādīšana	1	1	0	0	D4 ieeja W	HL8
8.	Komandu pārvadīšanas aizliegums	X	X	X	1	-	Indikatori HL2 - HL8 nemirdz

Piezīme: X – jebkura vērtība (0 vai 1).

Tehnoloģiskā karte VI-1

Paredzēta ALI pētīšanai. Ja nav nospiests slēdzis SB2, kopējā šina ir pieslēgta skaitītāja D19 izejai. Uzstādot jebkuru nepieciešamo informāciju (ar slēdzi SB1), kontrolējot to ar indikatoru HL1, pārraksta to operāciju koda vai operandu reģistros. Informācijas izvadīšana no ALI uz indikatoru HL1 realizē ar signālu, kuru padod mikroshēmas D10 ieejā V.

Tehnoloģiskā karte VI-2

Paredzēta mikroprocesora modeļa ar iebūvētu operatīvo atmiņas ierīci (turpmāk OAI) un iespēju multipleksēt kopējo kopni. Iespējamie darba režīmi aprakstīti 10.2. tabulā. OAI šūnas saturs indikācija tiek panākta nospiežot slēdzi SB2, (šajā gadījumā mirdz gaismas diode HL1).

Operatīvās atmiņas ierīces pētīšana un datu kopnes organizēšana ar multiplekso metodi

Darbu izpilda uz platītēm П6 (10.1. att.), ar vienu tehnoloģisko karti VI-3.

Strādājot ar karti VI-3, tiek ievērota tā pati operāciju secība, kāda ir darbā ar karti VI-1.

Izpildot darbu uz stenda nepieciešams ievērot sekojošu operāciju secību:

1. Ievadīt operācijas kodu, atkārtoti spiežot slēdzi SB1 n reizes, kur n atbilst koda skaitlim, datu ievade notiek ar skaitītāju D10.
2. Lai pārbaudītu ievadītos datus, tos jāpadod uz kopējo datu kopni. Datu pārvade notiek ar adresējamu multipleksoru D2. Ja $A=0$ (iestata ar SB2, kontrolē ar gaismas diodi HL1), kopnes informācija tiek paņemta ar skaitītāju D10. Skaitlis, kas ir kopējā datu kopnē tiek padots uz operatīvās atmiņas D4 datu ieeju un operatīvās atmiņas adresu reģistru D8 un tiek indicēts ar indikatora bloka palīdzību heksadecimālajā kodā.
3. Atkarībā no tā, kas ir ievadītais skaitlis – operatīvās atmiņas adrese, vai dati, kas paredzēti ierakstīt operatīvajā atmiņā, ar slēdžiem SA3, SA2, SA1 tiek ieslēgts atbilstošs kods (011 – adreses reģistrs vai 110 – operatīvā atmiņa). Nospiežot pogu SB3 kopnē esošais skaitlis tiek ierakstīts vai nu adreses reģistrā (D8, to uzrāda HL5), vai pēc iepriekš iestatītas adreses, atbilstošajā operatīvās atmiņās šūnā (D4, to uzrāda HL8).
4. Lai nolasītu operatīvās atmiņas šūnā ierakstīto skaitli, ar pogu SB1 iestata nolasāmās atmiņas šūnas adresi (ja $HL1=0$ adresi kontrolē indikācijas bloks), pēc tam ar SA3, SA2, SA1 iestata kodu 011 un nospiežot pogu SB3 pārraksta adreses kodu reģistrā RG – A (D8) un tad, ar multipleksoru D2 ($A=1$, HL1 – mirdz) pārvada operatīvās atmiņas informāciju uz kopējo datu kopni un indikācijas bloku.

Orientējošs izpildāmo uzdevumu apjoms

Veikt sekojošu sagatavošanos:

1. Uzzīmēt funkcionālās shēmas dažādu tipu adresvadāmiem operatīvās atmiņas blokiem.
2. Uzzīmēt operatīvās atmiņas mikroshēmas struktūras shēmu.
3. Izpētīt statiskās un dinamiskās atmiņas šūnu īpatnības.
4. Iepazīties ar operatīvās atmiņas paplašināšanas iespējām.
5. Iepazīties ar datu apmaiņas organizāciju starp vairākām ierīcēm izmantojot kopnes multiplicēšanas principu.

Darba izpildes laikā veikt:

1. Attīrīt operatīvās atmiņas šūnas, kuru adreses norādījis pasniedzējs.
2. Ierakstīt operatīvās atmiņas pēdējās trīs un pirmajās piecās šūnās pasniedzēja doto informāciju binārajā, decimālajā un heksadecimālajā kodā.
3. Nolasīt ierakstīto informāciju.
4. Nodemonstrēt vienu no operācijām (pēc pasniedzēja norādījuma) paskaidrojot katru darbību.

Darba aizstāvēšanā prast izskaidrot:

1. Zināt galvenos, operatīvo atmiņu raksturojošos rādītājus.
2. Zināt dažāda tipa operatīvās atmiņas šūnu darbības principu un organizāciju.
3. Zināt datu apmaiņas organizāciju starp dažādiem mikroprocesora mezgliem.

Tehnoloģiskā karte VI-3

Paredzēta operatīvās atmiņas ierīces pētīšana un datu kopnes organizēšana ar multiplekso metodi. Tā ir VI-2 tehnoloģiskās kartes vienkāršots variants, jo netiek izmantota aritmētiski loģiskā ierīce un tās reģistri.

Mikroskaitļotāja darbības pētījumi

Darbu izpilda uz platītēm П16 (10.1. att.), ar vienu tehnoloģisko karti VI-2.

Pētāmais mikroskaitļotājs sastāv no:

- datu ievades un vadības bloka (SA1- SA5, SB1-SB3);
- procesora, kas sastāv no elementiem D1, D5 – D10, ar struktūru raksturīgu mikroprocesoriem;
- operatīvās atmiņas ierīce (D4);
- procesora kopne ar multiplekso vadību (D2);
- Datu izvades bloks (gaismas diožu displejs).

Darba izpilde ar šo mikroskaitļotāja modeli notiek pēc individuāla uzdevuma ņemot vērā katra studenta panākumus kursa apguvē.

Izpildot darbu katram studentam ir jā sastāda algoritms un programma ar mašīnkodiem (ar slēdžiem SA1-SA5 un SB1-SB3), kas izpilda vienkāršas darbības ar četru kārtu skaitļiem, obligāti uzrādot starprezultātus, kurus ieraksta operatīvajā atmiņā. Izejas skaitļu diapazons, izpildāmo operāciju skaits un raksturs jā ierobežo, lai nepārpildītu pieļaujamo kārtu skaitu. Starprezultāti nedrīkst būt lielāki par F (heksadecimālajā sistēmā), bet ja izpilda aritmētiskās operācijas, gala rezultāts nedrīkst pārsniegt 1F.

Ieteicamā literatūra

1. Vainovskis E. Pusvadītāju radioelektronika. – R.: Zvaigzne, 1985. – 209 lpp.
2. Manfred Frohn, Wolfgang Oberthür, Hans-Jobst Siedler, Manfred Wiemer, Peter ZastroW. Mikroelektronikas komponentes un pamatshēmas. VPIC izdevniecība, tulkojums, 2003. – 512 lpp
3. Greivulis J., Raņķis I. Iekārtu vadības elektroniskie elementi un mezgli. - R.: Avots. – 288 lpp.
4. Priedīte J., Ciparu tehnika energoautomātikā. – R.: RTU Izdevniecība, 2004. – 312 lpp.
5. Grundulis A., Stanke H. Tehniskā elektronika. – R.: Zvaigzne, 1976. – 326 lpp.