

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

**RADIOELEKTRON APPARATLARNI LOYIHALASH VA
MODELLASHTIRISH ASOSLARI**

fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha

USLUBIY KO'RSATMALAR

Toshkent 2015

Radioelektron apparatlarni loyihalash va modellashtirish asoslari. Laboratoriya ishlarini bajarish boʻyicha uslubiy koʻrsatmalar. Aripova M.X. – Toshkent: ToshDTU, 2015.

Uslubiy koʻrsatmalarda radioelektron apparatlarini loyihalash jarayonlarida, ularning tarkibidagi qurilmalarning ishlash jarayonlarini tekshirish uchun, maxsus dastur paketi asosida modellashtirish va shu modellardan foydalanib qurilmalarning xarakteristikalarini tekshirish va zamonaviy loyihalashni avtomatlashtirish sistemalaridan foydalanib radiosxemalarni loyihalash boʻyicha laboratoriya ishlari ishlab chiqilgan.

Uslubiy koʻrsatmalar “5350700 – Radioelektron qurilmalar va tizimlar(radiosanoat)”, “5111000 – Kasb ta’limi (Radioelektron qurilmalar va tizimlar(radiosanoat))” yoʻnalishlari boʻyicha ta’lim olayotgan talabalarga moʻljallangan.

Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy Kengashi qaroriga asosan chop etildi.

Taqrizchilar:

Umarov F.F. – TTYMI «Elektr aloqa va radio» kafedrası dotsenti, t.f.n.;

Mavlonov SH. A. – TDTU «Radiotexnik qurilmalar va tizimlar» kafedrası dotsenti, t.f.n.

Kirish

Zamonaviy radioelektron qurilmalarni loyihalash va ishlab chiqish katta aniqlik va chuqur taxlilni talab qiladi. Bundan tashqari, bajariladigan ishlarning katta hajmga egaligi va murakkabligi sababli kompyuter texnologiyalaridan foydalaniladi.

Radioelektron apparatlarining asosiy bajaradigan funksiyalari boʻlib axborotlarga ishlov berish, ularni uzatish va qabul qilishdan iborat. Bu funksiyalarni bajarish uchun turlicha murakkablikka ega boʻlgan radioqurilmalardan foydalaniladi. Bunday radioqurilmalarni loyihalash jarayonlari murakkab jarayon hisoblanib, asosan zamonaviy kompyuterlarda, avtomatlashtirilgan loyihalash sistemalaridan foydalanib amalga oshiriladi.

Loyihalash jarayonida radioqurilmada kechadigan jarayonlarni modellashtirish muhim masala hisoblanadi. Modellashtirish orqali qurilmaning ishlash jarayoni taxlil qilinadi, kerakli parametrlari tekshirib koʻriladi va uning turli xarakteristikalarining sonli miqdorlari aniqlab olinadi.

Hozirgi vaqtda jahonda koʻplab kompyuterda modellashtirish dasturlari qoʻllanilmoqda. Ular ichida oʻquv yurtlarida eng koʻp qoʻllaniladigan dasturlardan biri Interactive Image Technologies firmasining Electronics Workbench dasturidir. Bu dasturning maʼlumotlar bazasi koʻplab elementlar - rezistorlar, kondensatorlar, gʻaltaklar, diodlar, tranzistorlar, mikroshemalar va boshqa elementar toʻgʻrisidagi maʼlumotlarni oʻz ichiga olgan. Maʼlumotlar bazasidagi har bir element oʻzining ekvivalent sxemasi va parametrlarining tavsifiga egadir. Dastur paketi nisbatan kichik hajmga ega boʻlishiga qaramasdan, unda katta miqdordagi real elementlarning modellari mavjud. U sxemotexnik tahrirlagich va SPICE simulyatorni oʻz ichiga olgan integrallashgan paket boʻlib hisoblanadi.

Electronic Workbench dasturi signallar generatorlari, ossillograflar, testerlar, jahondagi koʻplab tanimli firmalarning (Motorola, Nationl, Philips, Toshiba va boshqalar) yarim oʻtkazgichli priborlari va mikroshemalarini oʻz ichiga oluvchi katta kutubxonaga ega. Uning yordamida elektr zanjirlar, analog hamda raqamli elektron sxemalarni taxlil qilish mumkin.

Electronic Workbench dasturi tayyor elementlardan tekshiriladigan sxema yigʻilgandan keyin, uning har bir komponentining matematik modellarini oʻzaro bogʻlaydi va chiziqli boʻlmagan differensial tenglamalar sistemasi koʻrinishiga oʻtkazadi. Ularga asosan chiziqli boʻlmagan algebraik tenglamalar sistemasini hosil qilib, takomillashtirilgan Newton-Raphson usulidan foydalanib sonli

ko'rinishda yechadi va natijalarni sxemaga ulangan o'lchash qurilmalariga (ampermetrlar, voltmترلar) yoki ikki nurli ossilloqrafga uzatadi. Bundan tashqari dasturda grafik analizator ham mavjud. Ossilloqraf va grafik analizator elektr zanjirlarida sodir bo'ladigan jarayonlarni xotirasiga yozib oladi va keyinchalik ularni har tamonlama taxlil qilish imkoniyatini beradi.

Ushbu uslubiy ko'rsatmada radioelektron apparatlar tarkibiga kiruvchi radioqurilmalarni Electronic Workbench dasturidan foydalanib modellashtirish va P-CAD zamonaviy avtomatlashtirilgan loyihalash sistemasidan foydalanib radioelektron qurilmalarning sxemalarini loyihalash bo'yicha laboratoriya ishlarini virtual bajarish masalalari ko'rib chiqilgan.

Virtual laboratoriya – tajribalar o'tkazish va fanlarni qiziqarli tarzda o'rganish uchun ideal muhit bo'lib hisoblanadi. Interaktiv virtual reallik oddiy eksperimentlar bilan bir qatorda quyida sanab o'tilgan murakkab eksperimentlarni ham o'tkazish imkoniyatini beradi:

- qimmat va murakkab jihozlarni talab qiluvchi eksperimentlar;
- real sharoitlarda o'tkazish qiyin, yoki amalda mumkin bo'lmagan eksperimentlar;
- real sharoitlarda katta mablag'larni talab qiluvchi eksperimentlar;
- qisqa vaqt davomida o'tkazilishi zarur bo'lgan eksperimentlar va boshqalar.

Uslubiy ko'rsatmada radiouzatuvchi va qabul qiluvchi qurilmalarni modellashtirish, ularning ishlash jarayonlarini taxlil qilish va P-CAD zamonaviy avtomatlashtirilgan loyihalash sistemasidan foydalanib radioelektron qurilmalarning sxemalarini loyihalash bo'yicha laboratoriya ishlari ishlab chiqilgan bo'lib, uning yordamida talabalar nazariy olgan bilimlarini laboratoriya ishlarini bajarish orqali mustaxkamlash imkoniyatiga ega bo'ladilar.

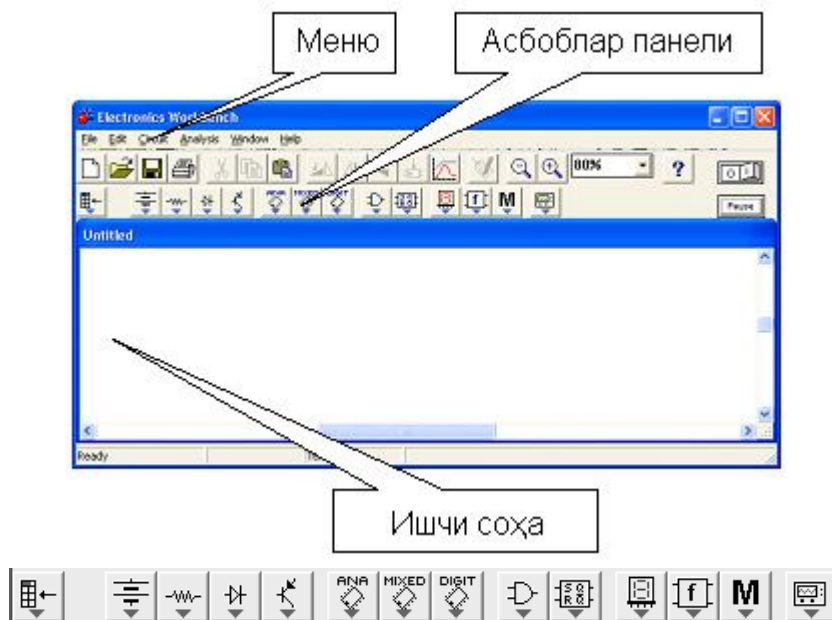
MODELLASHTIRISH DASTURIDAN FOYDALANIB RADIOELEKTRON QURILMALAR SXEMALARINI MODELLASHTIRISH

Electronics Workbench dasturining interfeysi

Electronics Workbench (EWB) dasturi real vaqt masshtabida ishlovchi, olchash asboblari bilan jihozlangan, tadqiqotchining real ish joyi boʻlib, unda radioelektron qurilmalarning ishlash jarayonlarini imitatsiya qilish amalga oshiriladi. Dastur yordamida har qanday murakkablikdagi analog va raqamli radioelektron qurilmalarni prinsipial-elektrik sxemalarini tuzish, modellash va tadqiq qilish mumkin.

Foydalanuvchining interfeysi menyu, asboblar paneli va ishchi sohadan iborat (1.1-rasm).

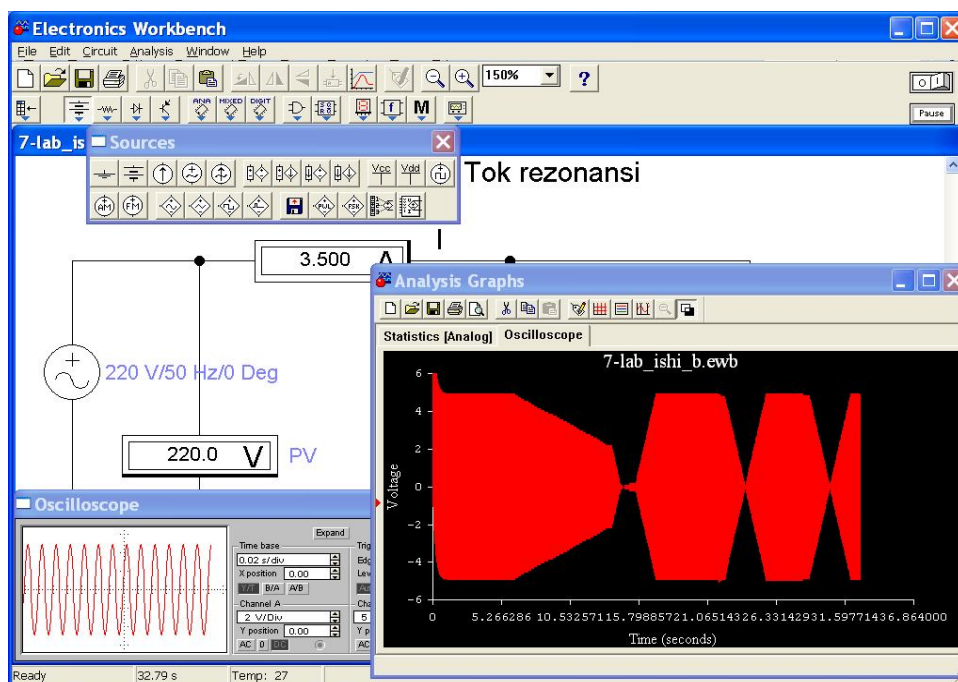
Menyu quyidagi komponentlarga ega: fayllar bilan ishlash menyusi (File), tahrirlash menyusi (Edit), zanjirlar bilan ishlash menyusi (Circuit), sxemalarni tahlil qilish menyusi (Analysis), oynalar bilan ishlash menyusi (Window), yordam fayllari bilan ishlash menyusi (Help).



1.1-rasm. Electronics Workbench kompleksining interfeysi va asboblar paneli

Asboblar panelida radioelektron sxemalar elementlarining tasvirlari boʻlgan tugmachalar mavjud. Tugmachalar bosilganda ularga mos boʻlimlar ochiladi,

masalan, diodning tasviri koʻrsatilgan tugmacha aktivlashtirilsa diodlar boʻlimi ochiladi.



1.2-rasm. EWB dasturining bosh oynasi

Dasturning bosh oynasi 1.2-rasmida keltirilgan. Koʻrinib turganidek, dastur standart interfeysga ega.

Komandalar menyusi oynasi dastur oynasining yuqori qismida joylashgan.

Sxema oynasi dastur oynasining markaziy qismini egallaydi. Ushbu oynada elektr zanjirlar hosil qilinadi va ularga kerakli oʻzgartirishlar kiritiladi.

Belgilar (ikonalar) oynasi sxema oynasining yuqori qismida joylashgan boʻlib, u yuqori qatordagi menyu buyruqlarini qaytaradi. Keyingi, yaʼni sxema oynasining yuqorisida joylashgan belgilardan zanjirga ulanuvchi elementlar va oʻlchash asboblari tanlash uchun foydalaniladi. Diodlarni (Diodes) va oʻlchash asboblari (Instruments) tanlash oynalari 1.1-rasmida koʻrsatilgan.

Sxemani hisoblashni aktivlashtirish va toʻxtatish (Activate/Stop) hamda pauza (Resume) tugmachalari dastur oynasining yuqori oʻng burchagida joylashgan. Activate/Stop knopkasi 0 va 1 raqamlariga ega. Ulardan birini bosish yoʻli bilan sxemani hisoblashni aktivlashtirish yoki toʻxtatish mumkin.

Sxemani uzoq vaqt davomida aktivlashgan holatda ushlab turish maqsadga muvofiq emas. Chunki maʼlumotlarni uzoq vaqt davomida intensiv qayta ishlash natijasida hisoblashlardagi xatoliklar ortib ketishi mumkin. EWB dasturida ishlash quyidagi uchta etapni oʻz ichiga oladi:

- sxemani tuzish;
- sxemaga oʻlchov asboblari ulash;

- sxemani aktivlashtirish, ya'ni tadqiq qilinayotgan qurilmadagi jarayonlarni hisoblash.

1-laboratoriya ishi. Turlicha ko'rinishda modulatsiyalanlgan radiouzatuvchi qurilmalarni modellashtirish

Ishni bajarishdan maqsad – amplitudali, chastotali modulyatsiyali radiouzatuvchi qurilmalar(RUQ) strukturalari bilan tanishish va ularning ishlash jarayonlarini modellashtirish.

Nazariy qism. Xabarlarini uzoq masofalarga uzatish uchun uni elektrik kattalikka, ya'ni dastlabki signalga o'zgartiriladi. Dastlabki signal past chastotali tebranishlar hisoblanadi. Uzatish kanallari orqali dastlabki signalni uzatish uchun uni modulyatsiyalash orqali yuqori chastotali tebranishlarga o'zgartiriladi. Modulyatsiyalash deb yuqori chastotali garmonik tashuvchi tebranishning biror bir parametirini (amplitudasini, chastotasini, yoki fazasini) past chastotali birlamchi signalning o'zgartirish qonuniga mos ravishda o'zgarishiga aytiladi.

Radiotexnikada tashuvchi sifatida: nisbatan yuqori chastotali garmonik signallar; to'g'ri to'rtburchakli impulslar ketma-ketligi va shovqinsimon signallardan foydalaniladi.

Ko'p hollarda xabarni uzoq masofaga uzatishda yuqori chastotali sinusoidal tebranishlardan foydalaniladi,

$$S(t)=A\sin(\omega_0 t+\varphi_0). \quad (1.1)$$

Bu tashuvchi uchta parametr: A-amplitudasi; ω_0 -tebranish chastotasi va φ_0 – boshlang'ich fazasi bilan baholanadi. Ushbu tashuvchining har bir parametrini uzatiladigan nisbatan past chastotali analog yoki raqamli signalga mos ravishda o'zgartirib, amplitudasi modulyatsiyalangan (AM); chastotasi modulyatsiyalangan (CHM) va fazasi modulyatsiyalangan (FM) signalni olish mumkin. Shunday qilib:

$$\text{AM da } A(t)=A_0+\Delta A k U_n(t); \quad (1.2)$$

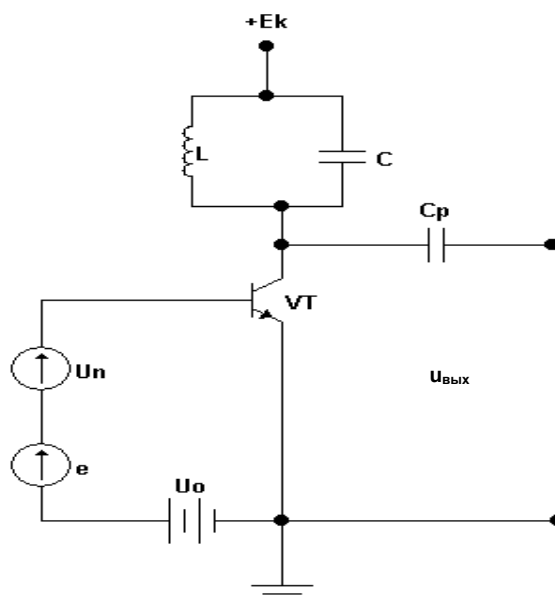
$$\text{CHM da } \omega(t)=\omega_0+\Delta\omega k U_n(t); \quad (1.3)$$

$$\text{FM da } \varphi(t)=\varphi_0+\Delta\varphi k U_n(t); \quad (1.4)$$

bo'ladi, bunda k-proporsionallik koeffitsienti.

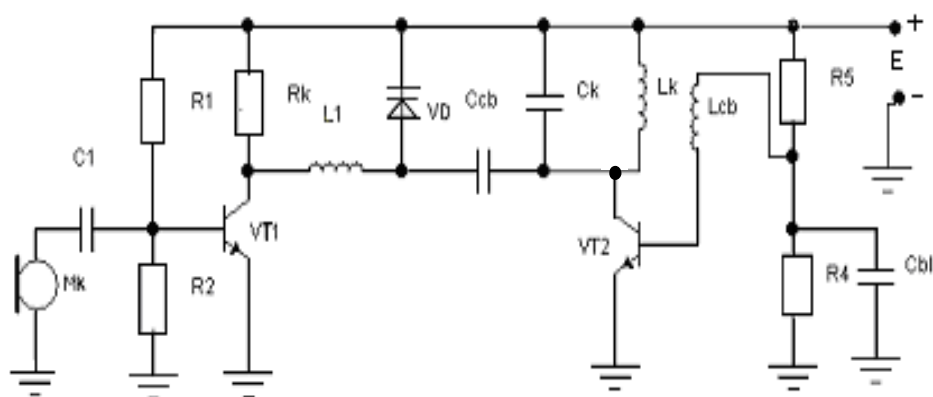
Amplitudali modulyatsiyada signalning amplitudasi past chastotali axborotli signalga to'g'ri proporsional hisoblanadi.

Amplitudali modulyator qurilmasini loyihalashda ko'pincha rezonans quvvat kuchaytirgichlaridan foydalaniladi(1.3-rasm).



1.3-rasm. Rezonans kuchaytirgich asosidagi amplitudali modulyator

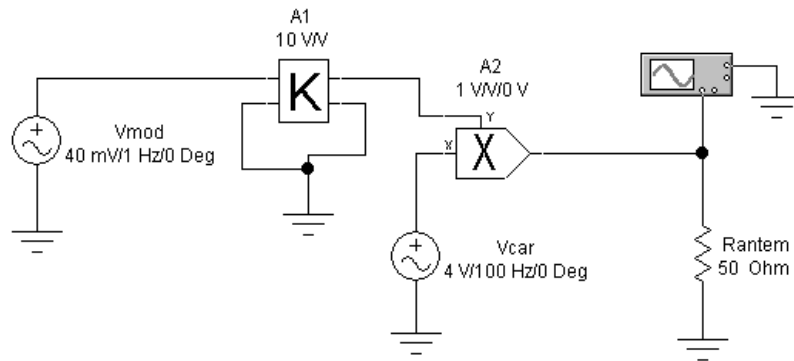
Chastotali modulyatsiya, modulyatsiyalanuvchi signalning tebranishlarning oniyli chastotasi bilan chiziqli bog'lanishga egaligi bilan xarakterlanadi. Chastotali modulyatorning sodda sxemasi 1.4-rasmda ko'rsatilgan, undan ko'rinib turibdiki, amplitudali modulyatsiyadan farqli, chastotali modulyatsiya bevosita uzatuvchining generatorida amalga oshiriladi.



1.4-rasm. Chastota modulyatorining sxemasi

Electronics Workbench paketi vositalaridan foydalanib bajarilgan, amplitudali va chastotali modulyatsiyali RUQ strukturalari 1.5 va 1.6-rasmlarda ko'rsatilgan. Amplitudali modulyatsiyali RUQ signalni past chastotali modulyatsiya qiluvchi Vmod manbaaga (real RUQlarda bu manba mikrafon,

magnitafon va boshqalar boqilishi mumkin), yuqori chastotali tebranishlarni tashib yuruvchi V_{car} manbaaga, modulyatsiyalanuvchi past chastotali signalni kuchaytirgich - A1, nochiqli kuchaytirgich – A2 modulyator (signallarni koqpaytirgich) va sxemada ekvivalent qarshiliklar - R_{anten} qilib tasvirlangan antennaga egadir.



1.5-rasm. Amplitudali modulyatsiyali RUQ strukturasi

Chastota modulyatsiyali RUQ (1.6-rasm) V_{fm} yuqori chastotali modulyatsiyalangan signal manbaasiga (real RUQlarda varikapli avtogenerator, chastotali chiqishga ega avtogeneratorli oqzgartirgich va boshqalar boqilishi mumkin), modulyatsiyalangan A1 signalni kuchaytirgich va R_{anten} antennaga egadir.

Signallarni modulyatsiyalovchi va tashuvchi manbaalar quyidagi koqinishdagi past chastotali(PCH) va yuqori chastotali(YUCH) tebranishlarni shakllantiradi:

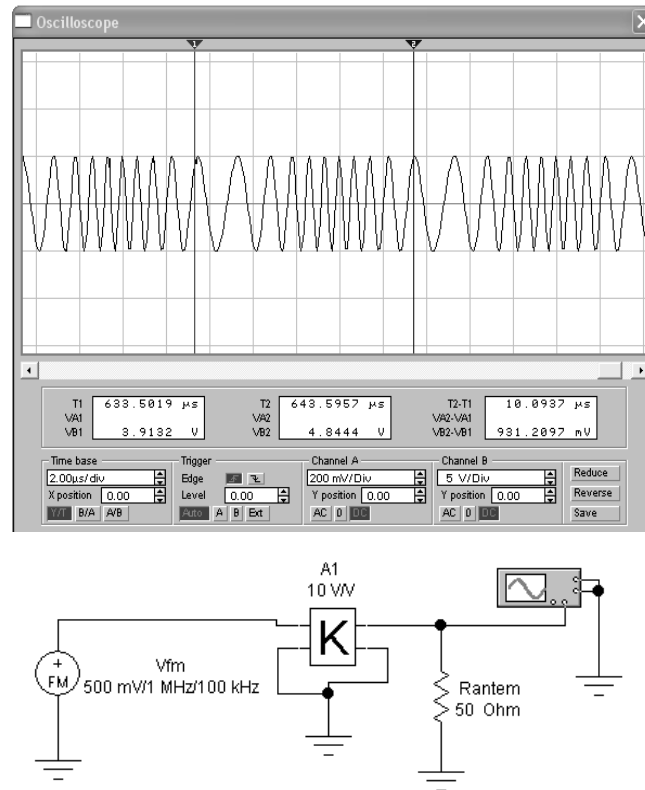
$$\begin{aligned} V_{mod} &= U_{mod} \cos \Omega_{mod} t, \\ V_{car} &= U_{car} \cos \omega_{car} t. \end{aligned} \quad (1.5)$$

Modulyatsiyalangan YUCH signallar amplitudali va chastotali modulyatsiyalashda quyidagi vaqtli tasavvurlarga ega boqladi.

$$\begin{aligned} V_{am} &= U_{car} (1 + M \cos \Omega_{mod} t) \cos \omega_{car} t \\ V_{fm} &= U_{car} \cos \omega_{car} (1 + M \cos \Omega_{mod} t) t \end{aligned} \quad (1.6)$$

bu yerda, M –modulyatsiyaning chuqurlik indeksi.

Amplitudali buzilishlar (ideal holatlarda) boqlmagan hollarda, amplitudali va chastotali modulyatsiyada $M = k * U_{mod}$ ga teng boqladi, bu yerda k – modulyatsiyalash xarakteristikasining tikligi hisoblanadi.



1.6-rasm. Chastota modulyatsiyali RUQ strukturasi va signalning ossillogramasi

Ishni bajarish tartibi

Electronics Workbench paketidan foydalanib quyidagi bosqichlarni bajarish kerak:

1. Amplitudali va chastotali modulyatsiyali RUQning bazali sxemasi bilan tanishish;
2. Amplituda modulyatsiyali RUQ sxemasini yigish;
3. Ossillogramadan YUCH modulyatsiyalangan chiqish tebranishlarini olish;
4. Chastotali modulyatsiyali radiouzatuvchi qurilmalar sxemasini yigish. Sxema elementlari parametrlarini 2-jadvaldan olinadi.
5. Ossillogrammadan olingan modulyatsiyalangan yuqori chastotali tebranishlarni olish.
6. Bajirilgan ish bo'yicha hisobot tayyorlash.

1-jadval

Amplitudali modulyatsiyali parametrlari	variantlar №					
	1	2	3	4	5	6
V_{mod} , mV manba amplitudasi	10	20	30	40	50	60
Manba chastotasi V_{mod} , kGЦ	1	2	3	4	5	6

2-jadval

Chastotali modulyatsiyali RUQ parametrlari	Variantlar №					
	1	2	3	4	5	6
V_{fm} , mV manbaning VA amplitudasi	300	400	500	600	700	800
modulyatsiya indeksi	30	40	50	60	70	80

Laboratoriya ishi hisoboti

Laboratoriya ishini bajarib boʻlgandan soʻng hisobot tayyorlanadi. Hisobotda laboratoriya ishining nomi, ishni bajarishdan maqsad, amplitudali va chastotali modulyatsiyali RUQ strukturasi, modellashtirish natijalari va xulosa keltiriladi.

Nazorat savollari

1. RUQlari moʻljallanishi boʻyicha qanday sinflanadi?
2. Amplitudali modulyatsiyaning qanday xususiyatlarini bilasiz?
3. Chastotalili modulyatsiyaning qanday xususiyatlarini bilasiz?
4. Sxemadagi elementlarni asosiy vazifalarini aytib bering.

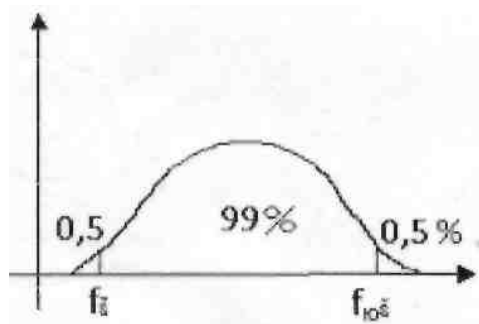
2- laboratoriya ishi. Radiouzatuvchi qurilmaning sxemasini tadqiq qilish

Ishni bajarishdan maqsad - radiouzatuvchi qurilmaning tarkibiy qismlarini sxemotexnik yechimlarini o'rganish va signallarni uzatishning sifatli ko'rsatkichlariga amplitudali modulyatsiya rejimining ta'sirini tadqiq qilish.

Nazariy qism. Radiosignallarni uzatuvchi qurilma (RUQ) deb, tarkibida uzatilishi kerak xabar bo'lgan yuqori chastotali radioto'lqinlarni ishlab beruvchi qurilmalarga aytiladi. Qurilmaning asosiy vazifasi radiosignalni yuzaga keltirib, shakllantirib va kerakli miqdorgacha kuchaytirib, uni antennaga uzatishdir. Radiosignal bu yuqori chastotali to'lqin bo'lib, uning biror parametri uzatilayotgan xabar ta'sirida o'zgarib turadi. Radiosignal quvvati R_{chiq} radioqurilmani loyihalayotgan paytda aniqlanadi.

Radiosignal spektri ish chastotasi f , chastota turg'unligi $\Delta f/f$, band qilingan chastota kengligi va parazit to'lqinlar, ya'ni kerakmas bo'lgan to'lqinlar miqdori bilan xarakterlanadi (2.1-rasm). Band qilingan chastota kengligi bu yuqori f_{yu} va quyi f_q chastotalar oralig'i bo'lib, bu oraliqda signalning 99% quvvati yig'ilgan bo'ladi. Yuqori f_{yu} va quyi f_q oraliqdan tashqarida bo'lgan to'lqinlar kerak emas parazit to'lqinlar hisoblanadi. Ular boshqa chastotadagi signallarni qabul qilishga xalaqit berishadi va shu tufayli ularni miqdorini iloji boricha kamaytirish kerak.

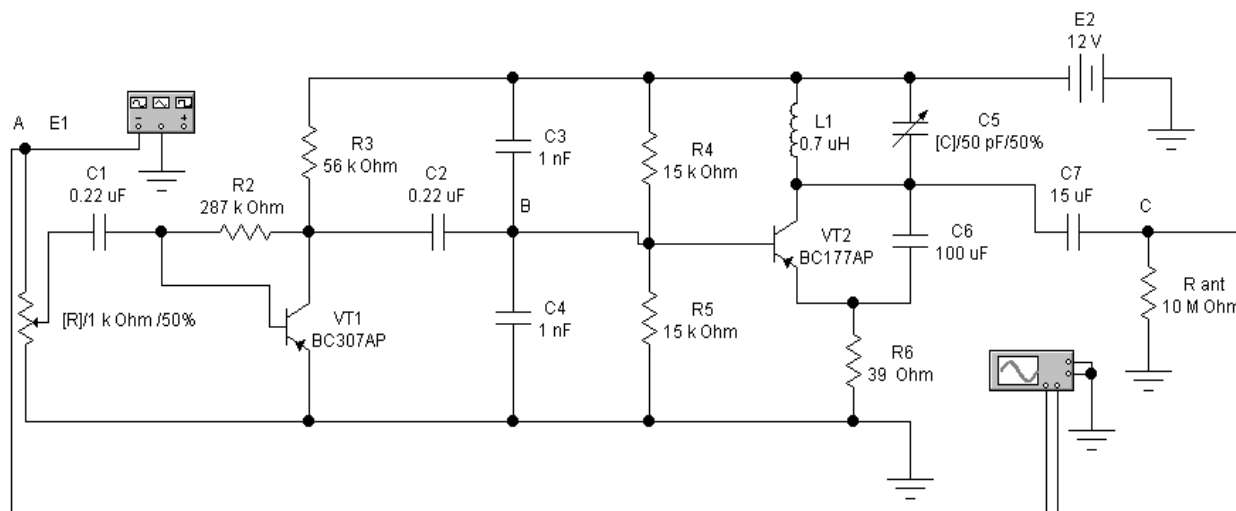
f_c ish chastotasining t vaqt davomida o'zgarishi chastota turg'unligi bilan aniqlanadi ($\Delta f/f$). Chastota turg'unligi iloji boricha kichik bo'lishi kerak va u ish chastotasiga va qurilmaning quvvatiga bog'liq bo'ladi.



2.1- rasm .Radiosignalning tarkibi

Masalan: (4 - 29, 7) MGs chastota oralig'ida ishlovchi va quvvati $R = 500 \text{ Vt}$ bo'lgan qurilmalarda $Af_c < 50 \cdot 10^{-6}$ bo'lishi kerak.

Sxemotexnik tashkil qilinishi boʻyicha juda koʻp radiosignallarni uzatuvchi va qabul qiluvchi turlicha sxemalar mavjuddir. Ularning ichidan radiouzatuvchi qurilma sxemasini koʻrib chiqamiz (2.2-rasm).

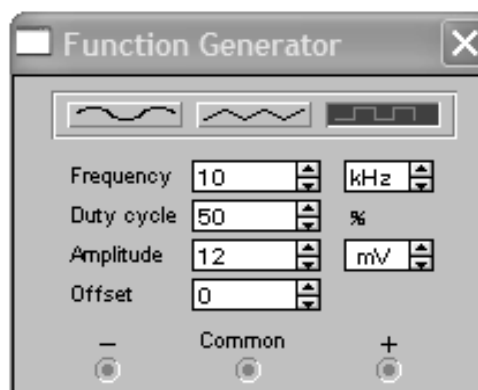


2.2-rasm. Radiouzatuvchi qurilmaning prinsipial sxemasi

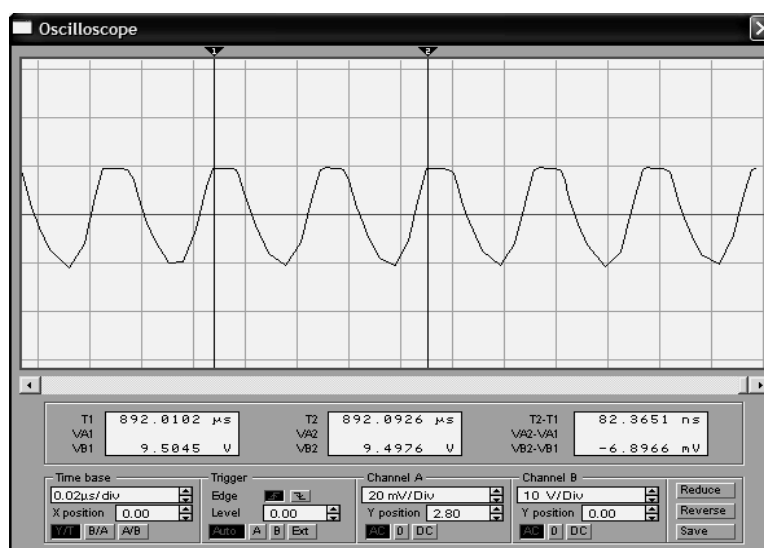
Radiouzatuvchi bipolyar tranzistorlarda yigʻilgan ikkita kaskaddan tashkil topadi. Real kirish signali manbasi (mikrofon), sxema modelida E1 toʻgʻri burchakli impuls generatori bilan almashtirilgan. VT1 tranzistorida tashkil qilingan birinchi kaskad, modulyatsiyalanayotgan signalni dastlabki kuchaytirgichi hisoblanadi. VT2 tranzistorida yigʻilgan ikkinchi kaskad yuqori (tashuvchi) chastotaning LC- generatori hisoblanadi. E1 generatoridan olingan signallarning parametrlari 2.3-rasmda koʻrsatilgan.

E1 generator oʻchirilgan holda olingan, oʻrnatilgan rejimdagi modulyatsiyalanmagan tashuvchi chastota tebranishlari 2.4- rasmda koʻrsatilgan. Modulyatsiyalanuvchi toʻgʻri burchakli impuls va antennali chiqishdagi tebranishlarning ossilogrammasi 2.4- rasmda koʻrsatilgan. Huddi shu tebranishlarni “Transient” rejimida ham olish mumkin.

Yigʻilgan real uzatkich 6 Vt chiqish quvvatiga ega boʻlishi kerak. Chorak-toʻlqinli nurlantiruvchi antenna dipolida va ultra qisqa toʻlqinli(UQT) qabul qilgichning 10 mkV sezgirlikida, 100 metrgacha uzoqlikkacha turgʻun aloqani taʼminlashi mumkin.



2.3-rasm. Generatorni parametrlarini oʻrnatish



2.4-rasm. Tashuvchi chastota tebranishlari ossillogrammasi

Tadqiqotlar oʻtkazish uchun topshiriqlar

1. Kuchaytirgich kaskadini oʻrganish.

1.1. Kirishdagi chastotani oʻzgartirib, kuchaytirgich kaskadining amplituda-chastotali va faza-chastotali xarakteristikasini oʻlchash. A va B nuqtalaridan ossillogrammani olish(2.2-rasm).

1.2. Kirish signali amplitudasini ishchi chastotaga, kaskad xarakteristikasiga taʼsirini oʻrganish. Kuchlanishning mos ossillogrammasini chizish.

2. LC-generatori ($E_1=0$) ishlashini o'rganish.

2.1. LC – konturining generatsiya chastotasini hisoblash.

2.2. O'lchashlarni 2.2-rasmdagi C nuqtada amalga oshiriladi. C5 kondensatorining ta'sirini o'rganiladi. Kuchlanishlar ossillogrammasini ko'rsatilgan masshtabda olinadi. Tashuvchi chastota parametrlarini aniqlanadi.

3. Uzatkichning chiqish signallarini tadqiq qilish.

LC-generatorining ikkita chastotasi uchun tekshirishlar o'tkaziladi.

3.1. Modulyatsiya qilinayotgan signalni shaklining ta'sirini tekshiriladi. Buning uchun generator yordamida kirishga navbatma-navbat turli shakllardagi standart signallar beriladi (to'g'ri burchakli, sinusoidal, uch burchakli). Radiouzatkichning chiqishidan modulyatsiyalangan signalning ossillogrammasi olinadi.

3.2. Har bir ko'rinishdagi modulyatsiyalanayotgan signalni parametrlarga ta'siri tekshiriladi. Buning uchun standart signallar generatori yordamida kirishga navbatma-navbat turli shakllardagi standart signallar beriladi (to'g'ri burchakli, sinusoidal, uch burchakli). Har bir holat uchun generator chiqish signalining amplitudasi, chastotasi o'rganiladi. Radiouzatkichning chiqish signali va modulatsiyalanayotgan signal ossillogrammasi olinadi.

Ishni bajarish tartibi

1. 2.2-rasmda ko'rsatilgan sxemani Electronics Workbench dastur paketidan foydalanib yig'ing. Sxemadagi elementlarni belgilab ularning parametrlarini ko'rsating. Generatorning parametrlarini 2.3-rasmda ko'rsatilgandek o'rnatish.

2. Sxemani ishlashini modellashtirish rejimini ishga tushirib, uning ishlashini tekshiring, ossillografni 2.4-rasmdagidek sozlang. E1 generatorni va ossillografning A kanalini o'chirib, tashuvchi chastota tebranishlarini oling (2.5-rasm).

3. Sxema elementlari parametrlarini yuqori chastota generatorining chastotasiga tasirini tekshirib, bajarilgan ish bo'yicha xulosa qiling.

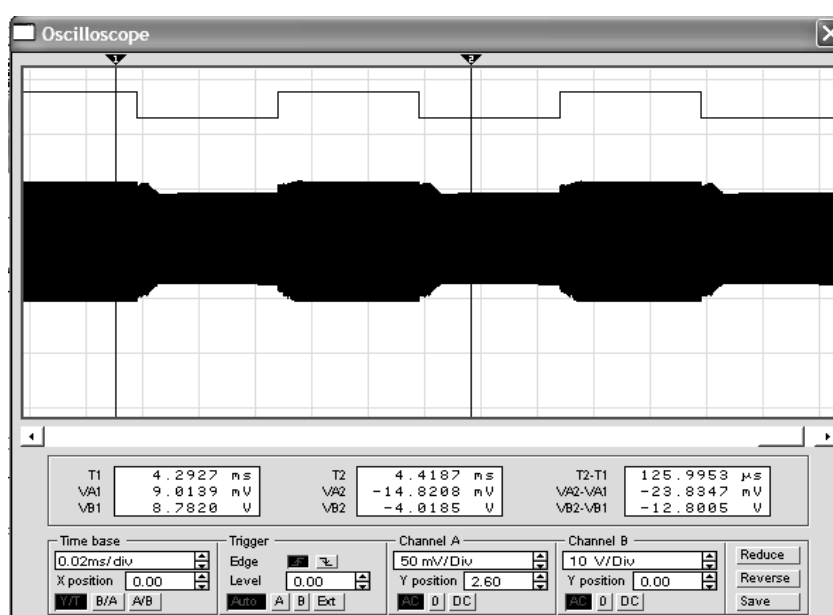
4. Ossillografdagi E1 generatorni va A kanalni ulab, sxema elementlari parametrlarini modulyatsiya chuqurligiga ta'sirini tekshiring. Xarakteristikalarini o'qitish jarayonlari tugagandan so'ng olish tavsiya qilinadi.

Laboratoriya ishi hisoboti

Laboratoriya ishini bajarib. boʻlgandan soʻng hisobot tayyorlanadi. Hisobotda laboratoriya ishining nomi, ishni bajarishdan maqsad, radiouzatuvchi qurilmaning prinsipial sxemasi, modellashtirish natijalari va xulosa keltiriladi.

Nazorat savollari

1. Toʻgʻri kuchaytiriladigan radiouzatuvchi qurilmaning ishlash tamoyilini tushuntirib bering.
2. Signallarni uzatuvchi tarkibiga kiruvchi funksional qismlarni aytib bering.
3. Radiouzatuvchi qurilma sxemasi tarkibidagi elementlarning asosiy vazifalarini tushuntirib bering
4. Radiouzatuvchi qurilma deb nimaga aytiladi?



2.5-rasm. Antennali chiqishdagi va modulyatsiyalashtirilayotgan impulsar tebranishlari ossillogrammasi

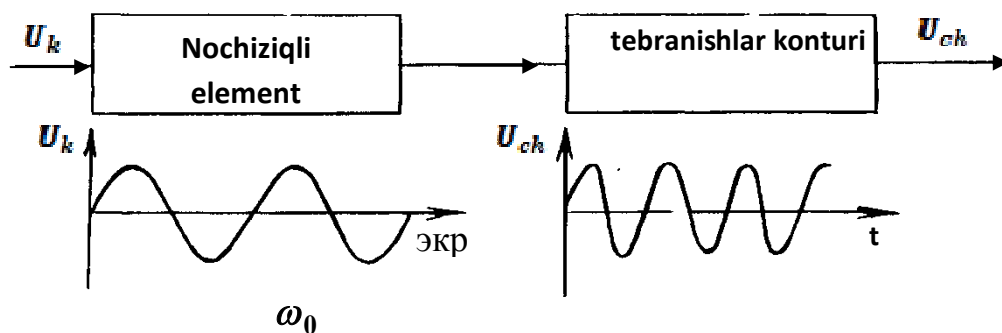
3- laboratoriya ishi. Chastota ko'paytirgich sxemasini modellashtirish

Ishni bajarishdan maqsad: Radiouzaturvchi qurilmalarda qo'llaniladigan chastota ko'paytirgich sxemasini modellashtirish.

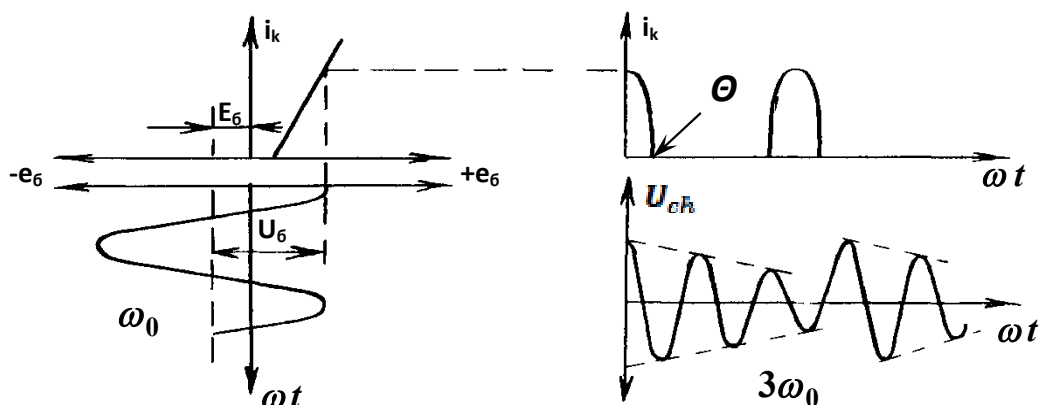
Nazariy qism. Chastota ko'paytirgichlari deb, tebranishlar chastotasini butun son bo'yicha bir necha marotabaga oshirishga mo'ljallangan qurilmaga aytiladi. Chastota ko'paytirgichlaridan juda yuqori chastotali barqaror kvarsli avtogenertorni yaratishning iloji bo'lmagan holatlarda foydalaniladi. Chastota ko'paytirish operatsiyasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$u_k = U_1 \cos \omega t \rightarrow u_{ch} = U_2 \cos n \omega t$$

bu yerda $n=2,3,4 \dots$ – ko'paytirish koeffitsienti. Chastotani ko'paytirish maqsadida nohiziqli yoki parametrik elementlardan foydalaniladi. Kerakli garmonikani ajratib olish uchun, filtr yoki garmonika chastotasiga sozlangan tebranishlar konturidan foydalaniladi (3.1-rasm).

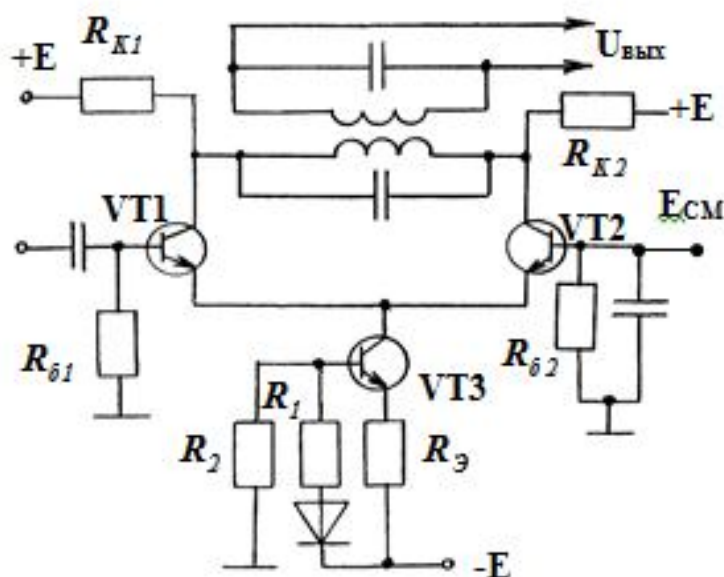


3.1-rasm. Filtr yoki garmonika chastotasiga sozlangan tebranishlar konturi



3.2-rasm. Chastotani uch marotaba ko'paytiruvchining ishlash diagrammasi

Nochiziqli elementli chastota ko'paytirgichlari garmonikli deb atalib, tashqi ta'sir ostida ishlovchi generatorlar bazasida yaratiladi. Chastotani 3 marotaba ko'paytiruvchi chastota ko'paytirgichining ishlash diogrammasi ($n = 3$) 3.2-rasmda ko'rsatilgan. 3.3-rasmda differensial kuchaytirgich asosida yaratilgan chastota ko'paytirgich sxemasi ko'rsatilgan.



3.3-rasm. Differensial kuchaytirgich asosidagi chastota kupaytirgich

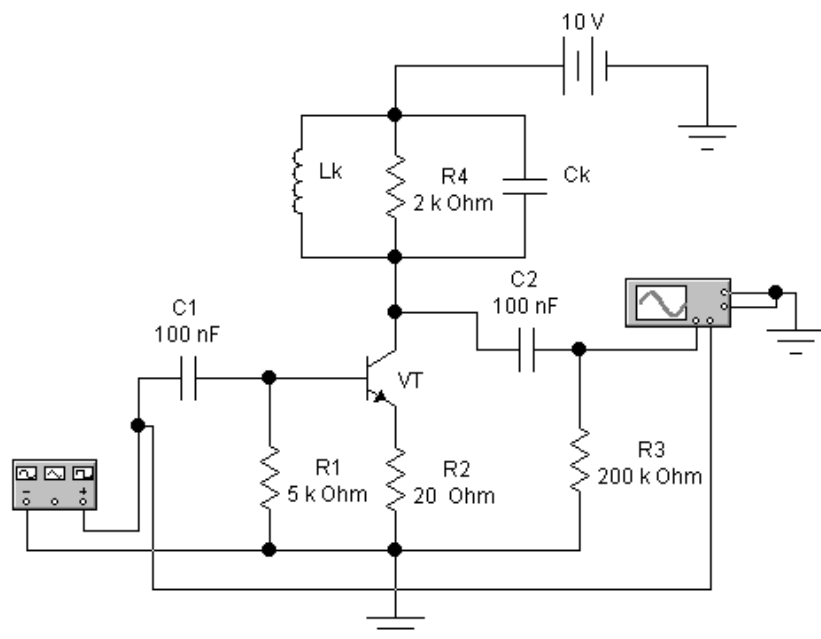
Chastota ko'paytirgichining Electronics Workbench dastur paketidan foydalanib yig'ilgan sxemasi 3.4 - rasmda ko'rsatilgan. Ko'paytirgichning n ko'paytirish koeffitsienti ikkidan to'rtgacha bo'lgan diapazonda yotadi. Kompyuterda hisoblashlarni amalga oshirishdan oldin tebranishlar konturining parametrlarini, Q - sifatliqligi 20 dan 40gacha bo'lgan diapazonda aniqlash kerak bo'ladi.

Parallel konturning sifatliqligi $Q = R_c/\rho$ bo'lib, bu yerda R_c – konturdagi qarshilik yo'qotishlari yig'indisi bo'lib, u parallel ulangan kollektorli qarshiliklar va ko'paytirgichning tashqi yuklanish rezistorlariga teng hisoblanadi, ρ -konturning xarakteristik qarshiligi bo'lib, quyidagicha aniqlanadi:

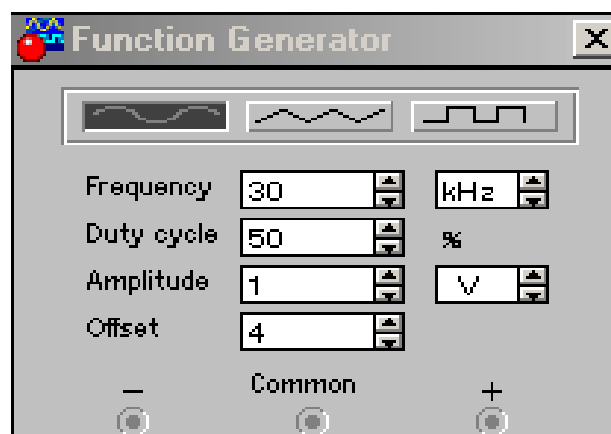
$$\rho = \sqrt{L_k / C_k}$$

Ishni bajarish tartibi

3.4-rasmda ko'rsatilgan sxemani Electronics Workbench dastur paketidan foydalanib yig'iladi.



3.4-rasm. Chastota ko'paytirgich sxemasi



3.5-rasm. Funktsional generatorni sozlash

1. Kirish va chiqishdagi signallarning ossillogrammasi olinadi. Ularni taqqoslab, chastota ko'paytirgichining ko'paytirish koeffitsienti tekshiriladi. Bu ossillogrammani o'qlar bo'yicha ko'rsatilgan masshtabda chiziladi.

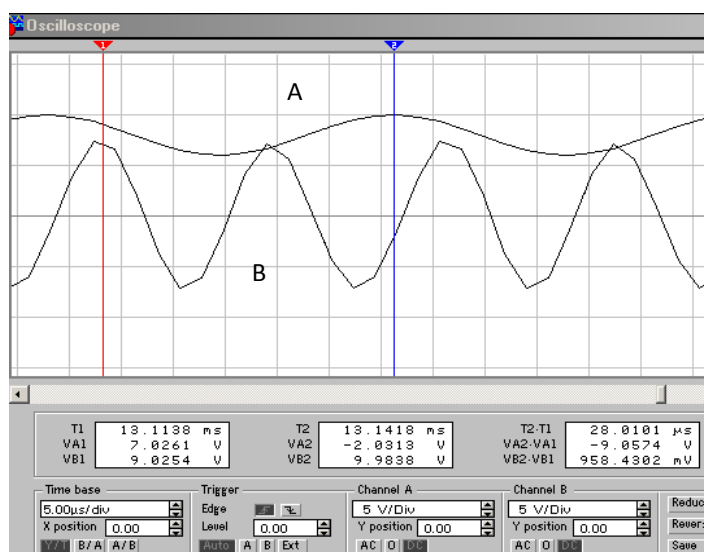
2. Ossillografni tranzistorning emitter zanjiridagi rezistorga ulab, tranzistorning emitterida garmonik signal hosil bo'lishi ko'riladi. Bu signalni yuzaga kelishi sabablarini va uning kirishdagi garmonik signal shaklidan farqlanishini tushuntirib bering. Tranzistorning VAXsidan foydalanib, tranzistorning emitter toki impulsi amplitudasini hisoblang.

3. Chastota koʻpaytirgichining amplituda xarakteristikalarini olinadi. Kirish signalini 0,1 Vgacha va undan kamiga kamaytirishda koʻpaytirgich chiqishidagi kuchlanishning pasayishi kuzatiladi.

4. Kirish signalining chastotasini kamaytirib, koʻpaytirish koeffitsientiga nisbatan kuchaytirilgan signal hosil qilinadi.

5. Kirishga amplitudali modulyatsiyalangan signal generatori ulanadi va modulyatsiyalangan signalga chastota oʻzgartirgichi kiritgan xalaqitlarni tadqiq qilinadi (3.5-rasm).

6. Chastota koʻpaytirgichining A kirish va V chiqish ossillogrammasi 3.6-rasmda koʻrsatilgan.



3.6- rasm. Chastota koʻpaytirgichining A kirish va V chiqish ossillogrammasi

Laboratoriya ishi hisoboti

Laboratoriya ishini bajarib boʻlgandan soʻng hisobot tayyorlanadi. Hisobotda laboratoriya ishining nomi, ishni bajarishdan maqsad, radiouzatuvchi qurilmaning prinsipial sxemasi, modellash natijalari va xulosa keltiriladi.

Nazorat savollari

1. Sxemadagi elementlarning moʻljallanishini tushuntirib bering.
2. Chastota koʻpaytirgichning sxemasida tranzistorning qanday ulanishidan foydalanilgan?
2. Konturning sifatli nima va u qanday aniqlanadi?
3. Konturning xarakteristik qarshiligi deb nimaga aytiladi?

4- laboratoriya ishi. Radioqabul qiluvchi qurilmalar tarkibidagi aralashtirgich (smesitel) sxemasini modellashtirish

Ishni bajarishdan maqsad: Radioqabul qiluvchi va uzatuvchi qurilmalar tarkibidagi aralashtirgich (smesitel) sxemasini tadqiq qilish uchun modellashtirish.

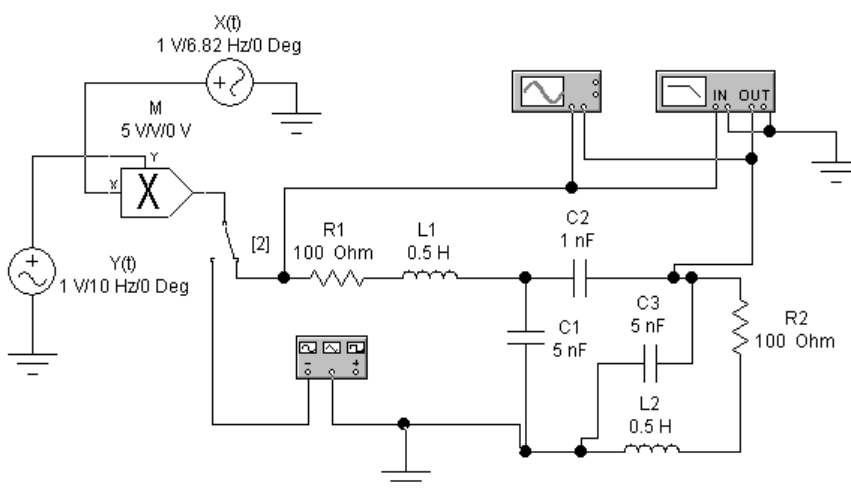
Nazariy qism. Radioqabul qiluvchi qurilmalarda aralashtirgichdan antennalardan kelib tushayotgan radiochastotali signallarni oraliq chastota signaliga oʻzgartirish uchun foydalaniladi. Signallar chastotalarini oʻzgartirish tamoyili ikkita garmonik tebranishlarni koʻpaytirishdan iboratdir, ya'ni

$$Y(t) = Y_m \cdot \cos \Omega t \text{ va } X(t) = X_m \cdot \cos \omega t.$$

Bunday holda, natijaviy tebranishlar quyidagicha aniqlanadi:

$$Z(t) = 0,5Y_m \cdot X_m(\cos(\Omega - \omega)t + \cos(\Omega + \omega)t) \quad (1)$$

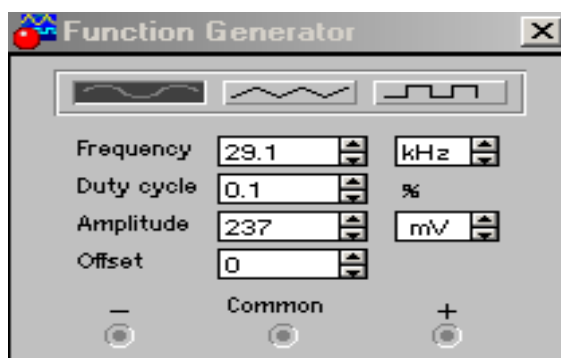
Bu tebranishlar $(\Omega - \omega)$ va $(\Omega + \omega)$ chastotali tebranishlarning yigʻindisi hisoblanadi. Filtr yordamida 1-ifodadagi u yoki boshqa tashkil etuvchini belgilab, juda past yoki juda yuqori chastotali tebranishlarni hosil qilinadi. Bunday algoritmnı amalga oshiruvchi chastota oʻzgartirgichning sxemasi 4.1-rasmda koʻrsatilgan.



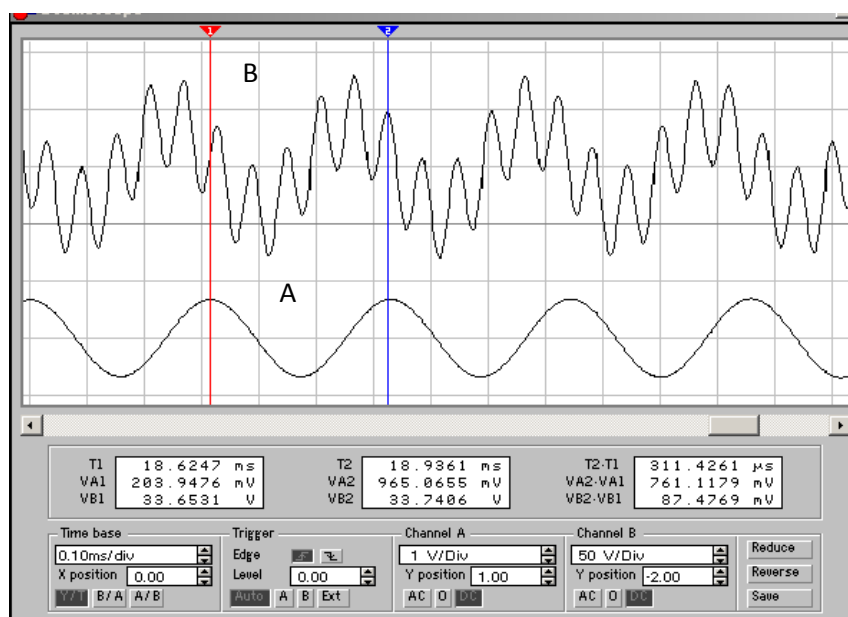
4.1-rasm. Koʻpaytirgich asosidagi oʻzgartirgich sxemasi

Sxema ikkita $X(t)$ va $Y(t)$ garmonik tebranishlar manbasidan, M koʻpaytirgichdan, modellashtirish rejimini ulash uchun Z ulagichdan, nazorat-oʻlchash asbobidan va 3,18 kGs atrofıdagi rezonans chastotali filtdan tashkil topadi.

Aralashtirgich sxemasini modellashtirish uchun funksional generatorni sozlash, koʻpaytirgich va filtrning kirish signallari ossilogrammasi 4.2 va 4.3-rasmlarda koʻrsatilgan.



4.2-rasm. Funksional generatorni sozlash



4.3-rasm. Koʻpaytirgich(A) va filtr (V) kirishidagi signal ossilogrammasi

Ishni bajarish tartibi

1. Electronics Workbench dastur paketidan foydalanib chastota oʻzgartirgich sxemasi yigʻiladi (4.1-rasm).
2. X signal chastotasini oʻzgartirib, X signalning smesitel chiqishidagi signalga taʼsiri tekshiriladi.

3. X signal amplitudasini oʻzgartirib, X signalning smesitel chiqishidagi signalga ta'siri tekshiriladi.
4. Y signal chastotasini oʻzgartirib, Y signalning smesitel chiqishidagi signalga ta'siri tekshiriladi.
5. Y signal amplitudasini oʻzgartirib, Y signalning smesitel chiqishidagi signalga tasiri tekshiriladi.
6. Filtrning kirish va chiqishidan amplituda-chastotali xarakteristikasi olinadi.
7. Koʻpaytirgich va filtrning kirishidagi kuchlanishning ossillogrammasini tasvirlang.

Laboratoriya ishi hisoboti

Laboratoriya ishini bajarib boʻlgandan soʻng hisobot tayyorlanadi. Hisobotda laboratoriya ishining nomi, ishni bajarishdan maqsad, qurilmaning modellashtirish sxemasi, modellashtirish natijalari va xulosa keltiriladi.

Nazorat savollari

1. Sxemadagi elementlar qanday vazifalarni bajaradi?
2. Smesitel nima va u qanday vazifani bajaradi?
3. Radioqabul qiluvchi qurilmalar ishlash tamoyilini tushuntirib bering.
4. Signallarni qabul qiluvchi qurilmalar tarkibiga kiruvchi funksional qismlarni sanab bering.

5- laboratoriya ishi. Oʻzgaruvchan tokning rezistorli kuchlanish kuchaytirgichlarini modellashtirish

Ishni bajarishdan maqsad: Rezistorli kuchaytirgichlar yordamida oʻzgaruvchan kirish tokini kuchaytirish jarayonini kompyuterli modellashtirish orqali oʻrganish.

Nazariy qism. Kuchaytirgich – bu signal quvvatini kattalashtiruvchi qurilma (toʻrt qutblik) hisoblanadi. Signalning quvvatini oshirish taʼminlash manbasining energichsini signal energiyasiga oʻzgartirish hisobiga amalga oshiriladi. Signal kuchaytirilganda uning shakli buzilmasligi kerak hisoblanadi.

Kuchaytirgichlar chiziqli qurilmalar boʻlishi kerak boʻlib, ularning kuchaytirish xususiyatlari signalning sathiga va uning spektral tarkibiga bogʻliq boʻlmasligi kerak.

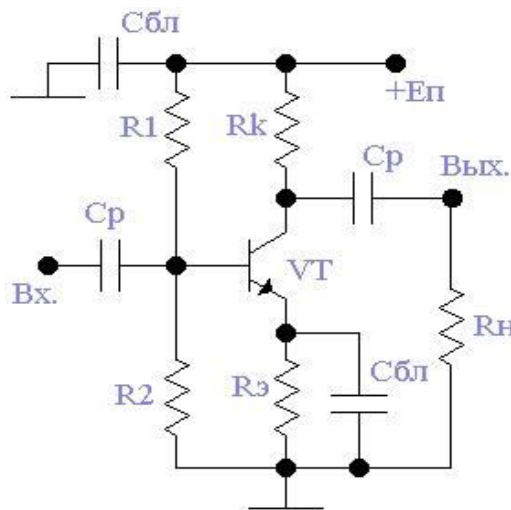
Kuchaytirgichlar asosan axborotli signallarni uzoq masofalarga uzatishdagi yoʻqotishlarni kompensatsiya qilish uchun, yaʼni uzatilayotgan axborotlarni insonlar qabul qilishi uchun normal sharoitlar yaratib, registratsiya qiluvchi qurilmalarni ishlashini taʼminlash uchun ishlatiladi.

Kuchaytiriluvchi chastota diapazoni boʻyicha kuchaytirgichlar doimiy tok kuchaytirgichlariga, past (tovushli) chastota, yuqori chastota va oʻta yuqori chastota kuchaytirgichlariga boʻlinadi. Doimiy tok kuchaytirgichlaridan kompyuterlarning taʼminlash manbalarida, past chastota kuchaytirgichlaridan tovushli platalarda, yuqori va oʻta yuqori chastota kuchaytirgichlaridan radio va televizion signallarni qabul qilgichlarida foydalaniladi.

Rezistorli kuchaytirgichlar. Rezistorli kuchaytirgichlarda yuklanish sifatida rezistorlardan foydalaniladi. Bunday kuchaytirgichlarda induktivlik katushkalari mavjud boʻlmaganligi sababli tebranishli jarayonlar yuzaga kelmaydi, shuning uchun bunday kuchaytirgichlarni aperiodik kuchaytirgichlar deyiladi.

Rezistorli kuchaytirgichlardagi rezistorlardan ichki va tashqi yuklanish sifatida foydalaniladi. 5.1-rasmda koʻproq ishlatiladigan bir kaskadli, umumiy emitterli(UE) rezistorli kuchaytirgich koʻrsatilgan.

Bunday kuchaytirgich quvvat boʻyicha katta kuchaytirish koeffitsientiga ega hisoblanadi. R_k va R_n rezistorlar ichki va tashqi yuklanishlar hisoblanadi. Agar ichki kollektorli yuklanish sifatida baland tovushli soʻzlashuvchi, rele, aloqa liniyalari ulangan boʻlsa, u holda tashqi yuklanuvchi rezistor boʻlmasligi ham mumkin.



5.1-rasm. Rezistorli kuchaytirgich sxemasi

Ishni bajarish tartibi

1. Electronics Workbench dastur paketidan foydalanib 5.2-rasmda ko'rsatilgan sxema yig'iladi.

2. E1 o'zgaruvchan tok kuchlanish manbasidan kuchaytiruvchi kaskadga $f = 50 \text{ Hz}$ chastotali, $u = N \cdot 10 \text{ mV}$ ($N=2,3,4,5$) kuchlanishlar beriladi.

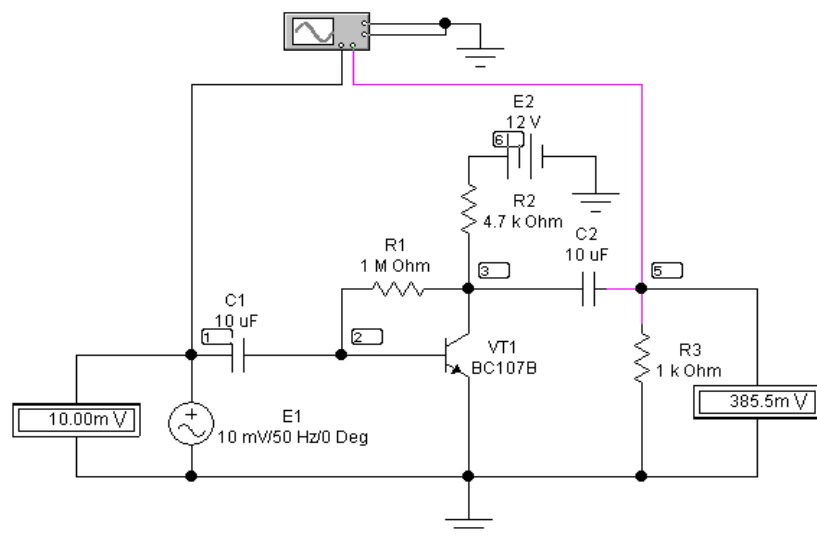
3. Sxemadagi 1 (kuchaytirish kaskadining kirishi) va 5 (kuchaytirgich chiqishi) nuqtalaridan signalni kuchaytirish jarayoni tekshiriladi. Kirishdagi va chiqishdagi signallar ossillogrammalari olinadi (5.3-rasm).

Ossillogramma aniq ko'rinishi uchun kuchaytirgichning chiqish zanjiri qizg'ish rangga bo'yalgan, chiqish signalining ossillogrammasi ham shu rangda bo'ladi. Ossillogramani aniqroq tasavvur qilish maqsadida, uni ossillograf panelidan Expand maydoniga bosib o'giriladi.

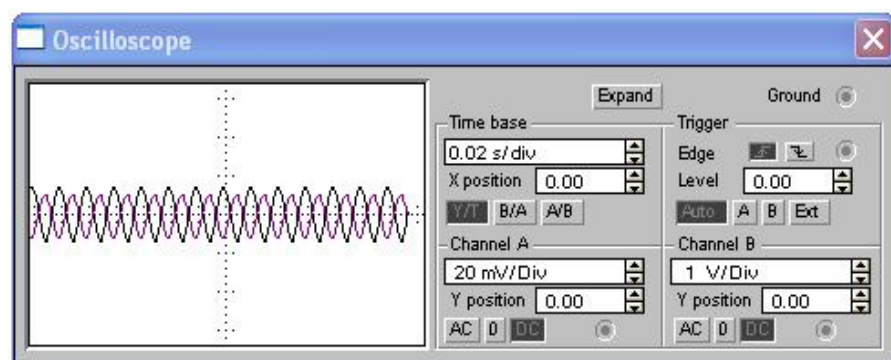
4. Electronics Workbench dastur paketidan foydalanib 5.4-rasmda ko'rsatilgan ikki kaskadli o'zgaruvchan tok kuchaytirgichi sxemasi yig'iladi.

5. E1 o'zgaruvchan tok kuchlanish manbasidan kuchaytiruvchi kaskadga $f = 1 \text{ kHz}$ chastotali, $u = N \cdot 0,1 \text{ mV}$ ($N=2,3,4,5$) kuchlanishlar beriladi.

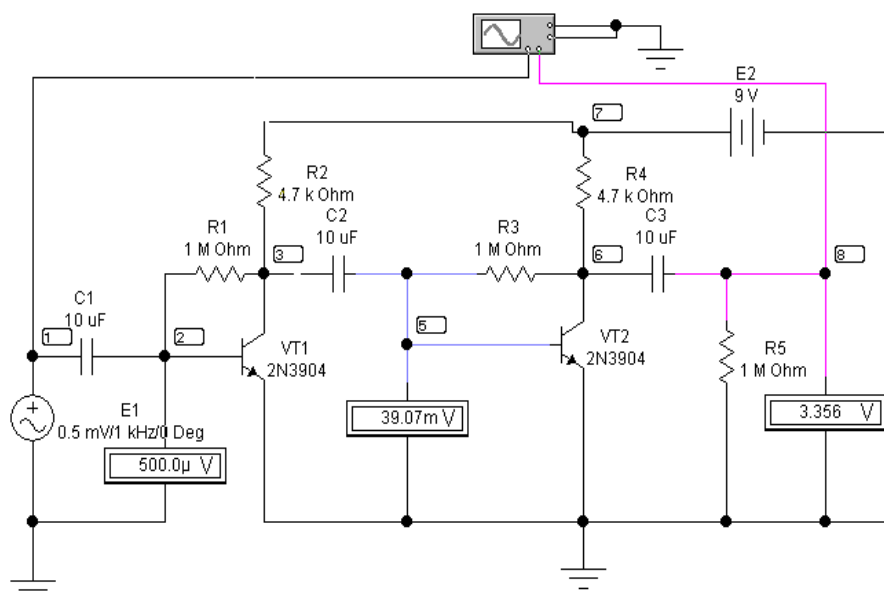
6. Signalni kuchaytirish jarayonini tadqiq qilish. Sxemadagi 1- nuqtadan (birinchi kuchaytiruvchi kaskad kirishi), 5-nuqtadan (ikkinchi kuchaytiruvchi kaskad kirishi), 8-nuqtadan (kuchaytirgich chiqishi) voltmeter yordamida ossillografda signalning ossillogramasi olinadi. Ossillograf ikki kanalli bo'lganligi sababli ossillografning A kanalini 1-nuqtadagi kirishga, V kanalni 5-nuqtadagi kirishga va 8-nuqtaga ulanadi. So'ngra sxemadagi 5, 8-nuqtalaridagi signalning kuchaytirilganligi tadqiq qilinadi.



5.2-rasm. Rezistorli kuchaytirgich kaskadini tadqiq qilish sxemasi



5.3-rasm. Ossillografning ishchi oynasi



5.4-rasm. Ikki kaskadli rezistorli kuchaytirgichning tadqiq qilish sxemasi

Laboratoriya ishi hisoboti

Laboratoriya ishini bajarib bo'lgandan so'ng hisobot tayyorlanadi. Hisobotda laboratoriya ishining nomi, ishni bajarishdan maqsad, qurilmaning modellashtirish sxemasi, modellashtirish natijalari va xulosa keltiriladi.

Nazorat savollari

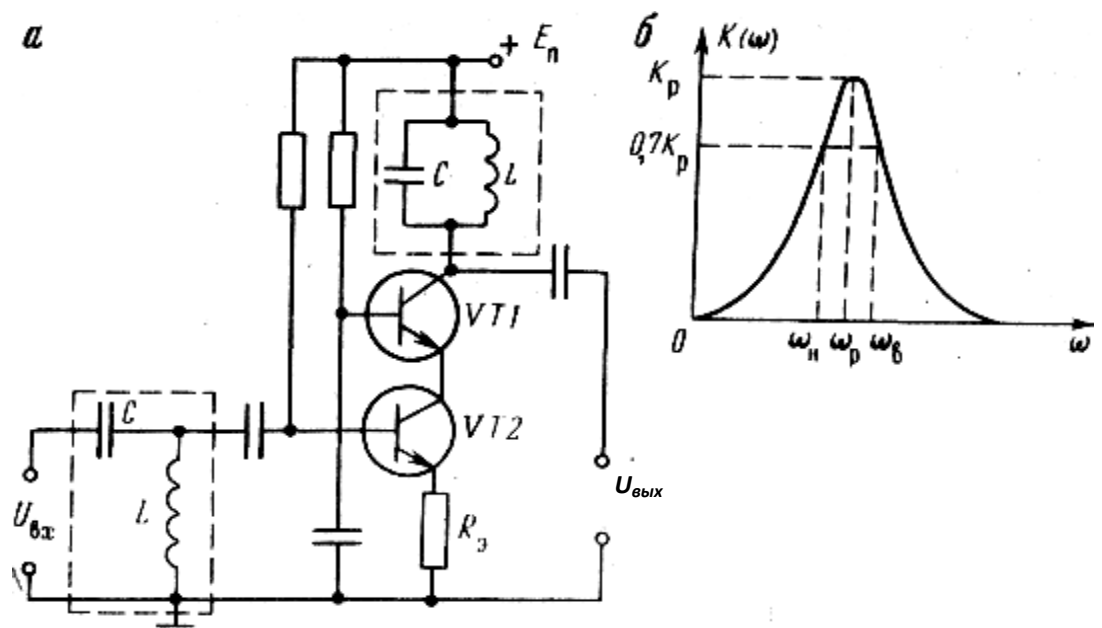
1. Rezistorli kuchaytirgichlar qanday xususiyatlarga ega hisoblanadi?
2. Sxemadagi elementlarning vazifalarini tushuntirib bering.
3. Kuchaytirgichlarning qanday turlarini bilasiz?
4. Modellashtirish jarayoni qanday amalga oshiriladi?

6- laboratoriya ishi. Oʻzgaruvchan tokning rezonans kuchlanish kuchaytirgichlarini modellashtirish

Ishni bajarishdan maqsad: Oʻzgaruvchan kirish toki kuchlanishini rezonans kuchaytirgichlar yordamida kuchaytirish jarayonini kompyuterli modellashtirish orqali oʻrganish.

Nazariy qism. Garmonik signallarni va samarali tor spektrli signallarni kuchaytirish uchun, davriy boʻlmagan kuchaytirgichlardan foydalanish kutilgan natijalarni bermaydi. Shuning uchun bunday tor polosali signallarni kuchaytirish uchun LC – konturli rezonans kuchaytirgichlardan foydalaniladi. Rezonans konturlaridan foydalanishda, tok va kuchlanishning rezonans koʻpayishi hisobiga kuchaytirish koeffitsienti oshadi va oʻtkazuvchanlik polosasi minimal torayadi.

Rezonans kuchaytirgich bu tarkibida yuklanish sifatida tebranishlar konturi qoʻllaniladigan kuchaytirgich hisoblanadi. Rezonansli kuchaytirgich ketma-ket yoki parallel LC-kontur asosida, yoki ikkalasining birgalikda qoʻllanilishi asosida bajarilgan boʻlishi mumkin (6.1,a - rasm).



6.1-rasm. Rezonans LC – kuchaytirgichning pritsipial sxemasi va amplituda-chastota xarakteristikasi.

Rezonans chastotada $\omega = \omega_r$ kaskadli kuchaytirgichning ketma-ket konturining uzatish koeffitsienti moduli $K_1(\omega_r) = Q$ (Q –konturning «sifatlilik»), chiqish va kirishdagi kuchlanishlar orasidagi fazali siljish $\phi_1(\omega_r) = -90^\circ$ ga teng. Shunday qilib, rezonans chastotada kuchaytirish Q marotaba oshadi. $Q = \rho/r = \omega L/r$ kattalik rezonansda chiqishdagi kuchlanish kirishdagiga nisbatan necha marotaba oshganligini koʻrsatadi. Bu yerda $\rho = (LC)^{1/2}$ – konturning xarakteristik qarshiligi, r – induktivlik katushkasi qarshiligi.

K_I -uzatish ko'effitsientining chastotaga bog'liq egri chizig'i, rezonans egri chizig'i deb ataladi va 6.1,b – rasmda ko'rsatilgan. $\Delta\omega$ o'tkazish polosasi kengligi, yuqori va past chastotalar farqi bilan aniqlanadi: $\Delta\omega = \omega_v - \omega_n$ yoki $\Delta f = f_v - f_n$, bunda uzatish ko'effitsienti 0,707ni tashkil qiladi. O'tkazish polosasi kengligi konturning sifatliiligiga bog'liq hisoblanadi va $\Delta\omega = \omega_p/Q$ ili $\Delta f = f_r/Q$ kabi aniqlanadi.

Rezonans vaqtida, ya'ni $\omega = \omega_p$, parallel tebranishlar konturining uzatish ko'effitsienti moduli $K_2(\omega_p) = \rho Q/R_i$ (R_i – kaskadli kuchaytirgichning chiqish qarshiligi), kirish va chiqish kuchlanishlari orasidagi fazali siljish $\varphi_2(\omega_p) = 0$ ga teng, chunki rezonans vaqtida parallel konturning to'la qarshiligi haqiqiy kattalik hisoblanadi. Agar $R_i \ll \rho \gg r$ bo'lsa, u holda rezonans egri chizig'ining xarakteri xuddi ketma-ket konturining egri chizig'i kabi bo'ladi va o'tkazish polosasi ham xuddi shunday aniqlanadi.

Ko'rilayotgan kaskadli rezonans kuchaytirgichda uzatish ko'effitsienti yig'indisi ketma-ket va parallel LC-konturlar uzatish ko'effitsientlarini va kaskadli kuchaytirgichning kuchaytirish ko'effitsientini hisobga olib aniqlanadi: $K_\Sigma(j\omega) = K_0 \cdot K_1(j\omega) \cdot K_2(j\omega)$.

LC-konturli rezonans kuchaytirgichlarining chastota diapazonlari pastdan bir necha gers chastota bilan chegaralangan. Shuning uchun tovushli, ultratovushli va yuqori radiochastotalarda induktivlik katushkalari sifatida ferritli o'zakdan va korbonil temir o'zagidan foydalaniladi. Bir necha o'n megagersdan yuqori chastotalarda induktivlik katushkalarida, yo'qotishlar juda katta bo'lganligi uchun ferromagnetiklardan umuman foydalanilmaydi.

Rezonans kuchaytirgichlar qabul qiluvchi qurilmalarda kerakli radiostansiyalarning signallarini kuchaytirish uchun va boshqa radiostansiyalarning signallarini bostirish uchun foydalaniladi.

Ishni bajarish tartibi

1. Electronics Workbench dastur paketidan foydalanib 6.2-rasmda ko'rsatilgan sxema yig'iladi. Bunda kuchlanish $E_1=100$ V, E_1 signal chastotasi $f=N$ MGs, L_k -induktivlik L_k , C_k tebranishlar konturidagi rezonans shartidan kelib chiqib nazariy aniqlanadi, bunda N – variant tartibi (tebranishlar konturining xususiy tebranishlar chastotasi kirishga berilayotgan signal chastotasiga mos tushadi va rezonans chastota deb ataladi $f_{rez}=1/(2\pi\sqrt{L_k C_k})$).

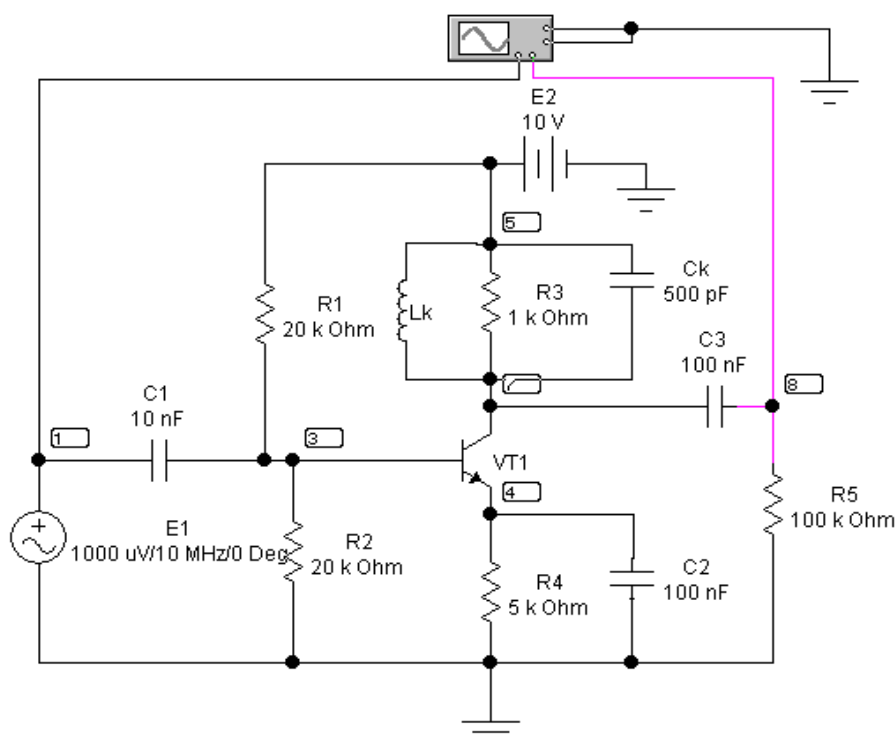
2. **Analysis/AC Frequency** buyrug'idan foydalanib rezonans kuchaytirgichning ACHX si olinadi. Kuchaytirgichning rezonans chastotasini E_1 kirish signalining berilgan chastotasiga mosligi tekshiriladi. Rezonans

kuchaytirgichning ACHXsini aniqlash uchun, kuchaytirgichning chiqish reaksiyasiga misol 6.3-rasmda koʻrsatilgan.

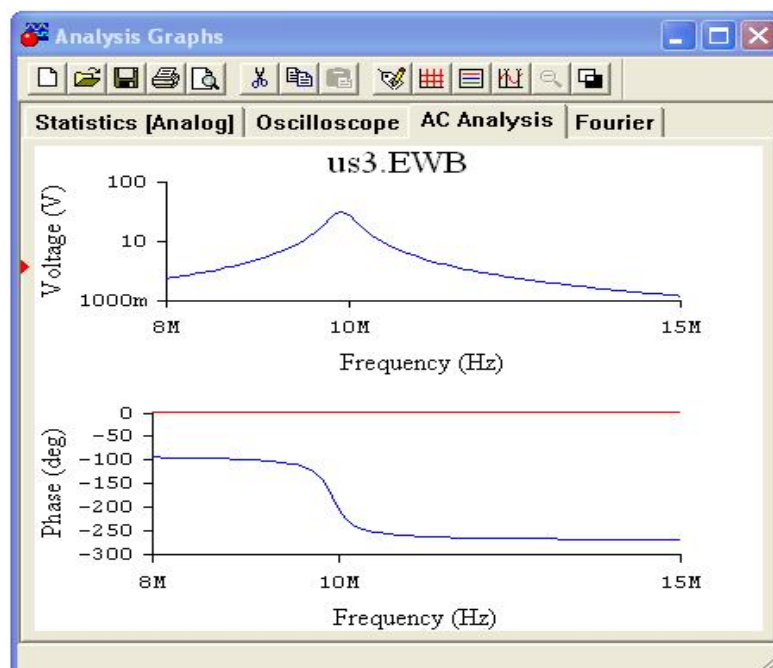
3. Kuchaytirgichning ACHXning maksimumdan 0,707 darajasidagi oʻtkazish polasasini ($P_{0.7}$) nazariy hisoblanadi va kompyuterda modellashtirish bilan solishtiriladi.

$$(P_{0.7} = f_{rez} / Q, Q = \frac{\sqrt{L}}{R\sqrt{C}}).$$

4. Rezonans kuchaytirgichning oʻtkazuvchanlik polosasini kompyuterda modellashtiriladi. Kuchaytirgichning oʻtkazuvchanlik polosasini tadqiq qilish uchun E1 kirishga polosada joylashmagan va oʻtkazuvchanlik polosasida joylashgan chastotali signallar beriladi (5-6 signallar). Ossillogrammadan har bir holatlar uchun signallarning kuchaytirilishi nazorat qilinadi. Ossillografda kuchaytirilgan signal kattaligini ACHX boʻyicha berilgan chastotadagi kuchaytirish koefitsienti bilan taqqoslanadi.



6.2-rasm. Rezonans kuchaytirgich kaskadini modellashtirish sxemasi.



6.3-rasm. Kuchaytirgichning chiqish reaksiyasi.

5. Rezonans kuchaytirgichning oʻtkazuvchanlik polosasi kompyuterda modellashtiriladi. Kuchaytirgichning oʻtkazuvchanlik polosasini tadqiq qilish uchun E1 kirishga polosada joylashmagan va oʻtkazuvchanlik polosasida joylashgan chastotali signallar beriladi (5-6 signallar). Ossillogrammadan har bir holatlar uchun signallarning kuchaytirilishi nazorat qilinadi. Ossillografda kuchaytirilgan signal kattaligini ACHX boʻyicha berilgan chastotadagi kuchaytirish koeffitsienti bilan taqqoslanadi.

Laboratoriya ishi hisoboti

Laboratoriya ishini bajarib boʻlgandan soʻng hisobot tayyorlanadi. Hisobotda laboratoriya ishining nomi, ishni bajarishdan maqsad, qurilmaning modellashtirish sxemasi, modellashtirish natijalari va xulosa keltiriladi.

Nazorat savollari

1. Tebranishlar konturidagi rezonans qanday aniqlanadi?
2. Rezonans kuchaytirgich qanday vazifaga moʻljallangan?
3. Sxemadagi elementlarning vazifalarini tushuntirib bering.
4. Kuchaytirgichning oʻtkazuvchanlik polosasi qanday aniqlanadi?

AVTOMATLASHTIRILGAN LOYIHALASH SISTEMALARIDAN FOYDALANIB RADIOELEKTRON QURILMALARNI LOYIHALASH

Zamonaviy REAlari vositalarini loyihalash jarayonlari hozirgi kunda hisoblash texnikasi vositalari asosida amalga oshirilmoqda. Murakkab tizimlarni, ularning elementlar bazasini loyihalash jarayonlarini avtomatlashtirishga mo'ljallangan ko'plab avtomatlashtirilgan loyihalash sistemalari yaratilmoqda. P-CAD dasturi ana shunday sistemalardan biri hisoblanadi.

P-CAD sistemasi zamonaviy radioelektron va hisoblash texnikasi vositalarining ko'p qavatli bosma platalarini loyihalash jarayonini avtomatlashtirishga mo'ljallangan bo'lib, uning tarkibiga to'rtta asosiy dastur paketlari: P-CAD Schematic, P-CAD PCB, P-CAD Library Executive, P-CAD Avtotouters, va bir qancha yordamchi dasturlar, prinsipial-elektrik sxemalar va bosma platalar grafikli muharrirlari kiradi. Redaktorlar Windows kabi menyuga va ko'p ishlatiladigan komandalar piktogrammalariga ega.

REAlarini sistema yordamida loyihalashda birinchi navbatda uning tarkibiga kiruvchi baza elementlarini sistema kutubxonasidan tanlash, agar kutubxonada mavjud bo'lmasa uni yaratish, so'ngra qurilmaning prinsipial elektrik sxemasini yaratish, taqqoslash, solishtirish, komponent uchun joylashtirish o'rnini yaratish, montaj maydonchasini yaratish, unga prinsipial sxemani joylashtirish, bog'lanishlarni avtomatik trassirovka qilish masalalari qo'yilgan.

P-CAD sistemasiining grafik muharrirlari bir-biriga o'xshash interfeyslarga va komandalar menyusi tizimiga egadir.

Gorizontal instrumentlar paneli tizimli komandalar piktogrammalardan, vertikal panel esa, ob'ektlarni ekranning ishchi maydoniga joylashtirish komandalaridan tashkil topgan.

Ishchi oyna maydonida prinsipial sxema belgilari va shu belgilardan tashkil etilgan sxemalar, elektrik bog'lanishlar, shinalar va boshqalar joylashgan.

Pastdan ikkinchi qator ma'lumotlar qatori. Eng pastki qator holatlar qatori X va U koordinatalar kursorni turgan holatini ko'rsatadi. Koordinata qiymatlari millarda (mil), millimetrlarda (mm) yoki dyuym (inch) larda kiritiladi.

7-laboratoriya ishi. Prinsipial elektr sxemalar uchun komponentlar belgilarini yaratish

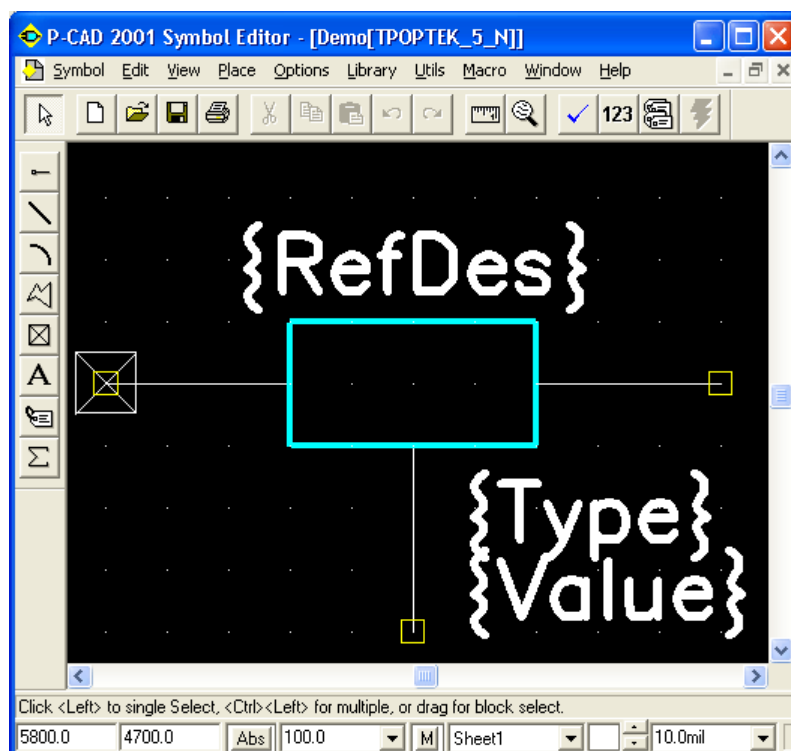
Ishning maqsadi: P-CAD Symbol Editor grafik muharriri vositalaridan foydalanib elektroradioelementlarning belgilarini yaratish uslubini oʻrganish.

Nazariy qism. P-CAD lib kutubxonasida loyihani yaratish uchun kerakli boʻlgan, standart talablariga javob beradigan barcha elementlar mavjud emas. Shuning uchun sistema hohlagan elementni yaratish va uni kutubxonaga kiritish imkoniyatiga ega. Sistema kutubxonasi jamlangan kutubxona hisoblanadi, ya'ni har bir komponent uchun kutubxonada komponentning tashqi koʻrinishi, bosma plata uchun joylashtirish oʻrni tasviri, komponent ichki tuzilishini va bajaradigan funksiyasini koʻrsatuvchi axborotlar jamlangandir.

Kutubxona elementini yaratish uchun quyidagilarni amalga oshirish kerak boʻladi:

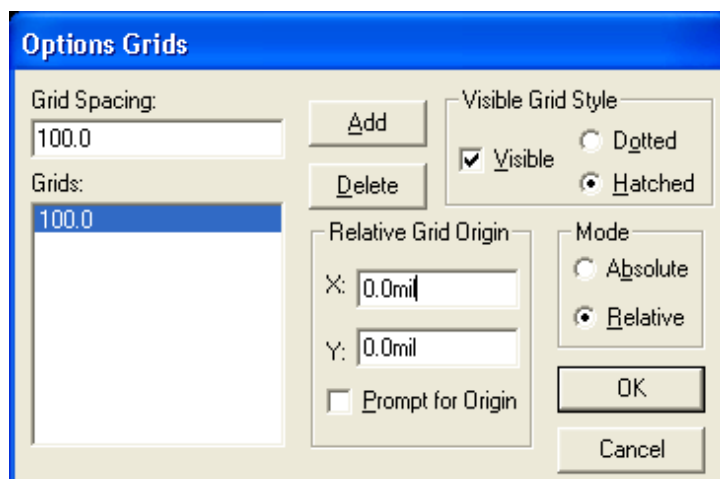
- komponentning tashqi koʻrinishini yaratib, uni kutubxonaga yozib qoʻyish;
- elementni montaj maydonchasiga joylashtirish uchun oʻrnatish joyini yaratish;
- element belgisi va ularning oʻrnatish joyi oʻrtasida oʻzaro bogʻliqlikni yaratish.

Kutubxona elementini yaratish uchun bajariladigan operatsiyalar ketma-ketligini K31-11 kondensatori va K555LA3 mikrosxemasini yaratish misolida koʻrib chiqamiz. Qoʻyilgan masalani yechish uchun P-CAD Symbol Editor grafik muharriridan foydalaniladi. 7.1- rasmda muharrirning interfeys ekrani koʻrsatilgan.

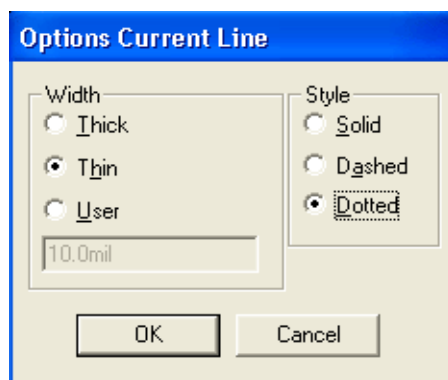


7.1- rasm. Muharrirning interfeys ekrani

Ekranning chap tomonida **Placement Toolbar** paneli, ya'ni komponentlar chiziqlarini joylashtirish, chiziqlarni, aylanalarni, poligonlarni chizish, bog'lanish nuqtasini o'rnatish, turli matnlarni kiritish, komponent atributlarini berish va belgining funksional mo'ljallanishini ko'rsatuvchi **IEEE** standart belgilarni joylashtirish uchun mo'ljallangan piktogrammalar joylashgan.



7.2-rasm. Ekranning o'rnatilgan setkasi ro'yxati



7.3-rasm. Chiziq qalinligi va chizish stilini o'rnatish.

Grafik muharriri konfiguratsiyasini sozlash.

Options/Configure buyrug'ini bajarib, o'lchov birliklari o'rnatiladi.—mm, A4 format va **OK** tugmasi bosiladi. Ishchi maydon o'lchovi 280x210 mm ni tashkil etadi.

Options/Grids buyrug'i (7.2-rasm.) kerakli setkalar tartibini aniqlash uchun ishlatiladi. Kerakli qadam bo'yicha setkani o'rnatish uchun **Grid Spasing** maydonida qadamning sonli qiymati kiritiladi va **ADD** tugmachasi bosiladi so'ngra «OK» tugmasi bosiladi.

Width sohasida **Thin** (ingichka chiziq — **0.254 mm**), oʻrnatiladi, **Style** sohasida **Solid** (toʻliq chiziq) ni oʻrnatib **OK** tugmachasi bosiladi. Foydalanuvchi **User** bayroqchasini aktivlashtirib standart boʻlmagan qalinlikdagi chiziqlarni ham oʻrnatish mumkin. (7.3-rasm).

Options/Display buyrugʻini bajarib **Item Colors** sohasida, **Colors** muloqot oynasida belgilarning turli qismlari oʻrnatiladi: kontaktlar (**Pin**), chiziqlar (**Line**), poligon (**Polygon**), matn (**Text**), ozod chiqishlar (**Open End**).

Display Colors sohasida ekran fonining rangi oʻrnatiladi (**Background**), asosiy setka (**1x Grid**), kattalashtirilgan qadamli setka (**10x Grid**), yoritiladigan obʼektlar uchun (**Highlight**), tanlangan obʼektlar uchun (**Selection**). **Cursor Style** sohasida kursor stilini tanlash uchun **Miscellaneous** dan kerakli bayroqcha aktivlashtiriladi:

strelka (**Arrow**), kichkina krest (**Small Cross**), hamda ekran uchun krest (**Large Sross**).

Komponent belgisi grafik tasvirini konturini yaratish. K31-11 kondensatori shartli belgisini yaratish. Kondensator tashqi tasvirini chizish uchun **Place/Line** buyrugʻidan foydalaniladi. Kondensatorning plastinkalari orasidagi oraliq 1,5 mm ekanligini eʼtiborga olib, setka qadamini 0,5 mm qilib oʻrnatib, kursorni setkaning tugunlari boʻyicha siljishini **View/Snap to Grid** orqali kiritiladi (7.4- rasm).

Komponent chiqishlarini yaratish uchun setka qadamini 2,5 mm qilib oʻrnatiladi va **Place/Pin**.  buyrugʻini tanlab chiqish koʻrinishi sozlanadi (7.5-rasm).



7.4-rasm. K31-11 kondensatori, shartli belgisi va oʻrnatish joyi.

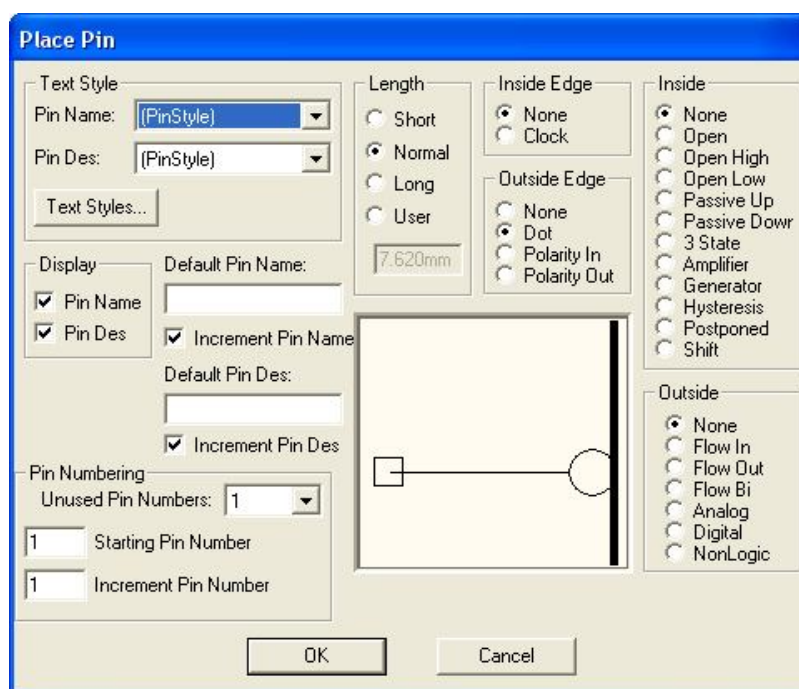
- Birinchi kontaktni chizish uchun **Length** (uzunlik) maydonida **Normal** kontakt uzunligi tanlanadi;
- **Outside Edge** (chiqish kontakti) maydonida **None** (**Dot** inversii doirachasi) qiymati oʻrnatiladi;
- **Default Pin Des** (birinchi chiqishni pozitsionn tasvirlash (birinchi chiqish) oynasida 1 qoʻyiladi;
- **Display** maydonida **Pin Name** va **Pin Des** bayroqchalarni oʻchirib qoʻyiladi;

- **Increment Pin Des** bayroqchalar ham oqchirib qoqyiladi;
- **Text Style** maydonida **Pin Name** va **Pin Des** qatorlarida (matn stilini tanlang) **Default TTF** matn tanlanadi;
- **OK** tugmachasi bosiladi.

Komponent chiqishi joylashtiriladigan joyda sichqonchanning chap tugmachasi bosiladi.

Ikkinchi kontaktni chizish uchun sichqonchanning chap tugmachasini komponentning chiqish joylashtiriladigan nuqtasiga bosiladi, tugmachani qoqyib yubormasdan **F** klavishi orqali tasvirni 180° ga buriladi.

– Komponentni bogqlash nuqtasini berish uchun **Place/Ref Point** buyrugqi tanlanadi. Sichqonchani belgining birincha kontakt nuqtasi ustida bosiladi, birinchi kontakt tasviri ustida toqrtburchak hosil boqladi.

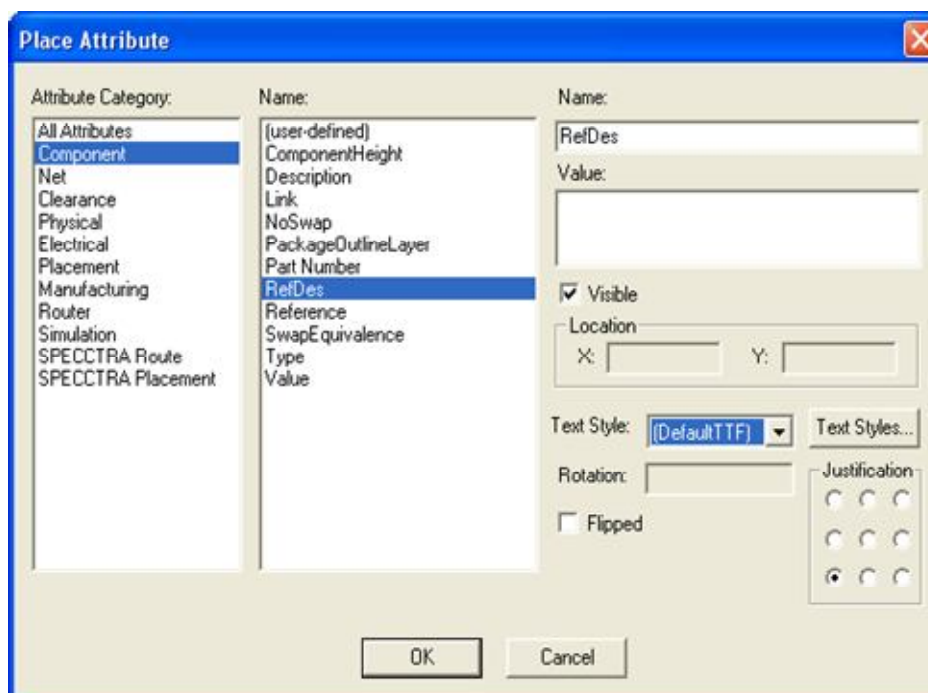


7.5-rasm. Place/Pin muloqot oynasi.

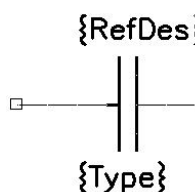
–Belgining atributlarini berish uchun **Place/Attribute** buyrugqi bajariladi (7.6-rasm):

- Attribute/Sategy** maydonida element atributini **Component** boqlimidan tanlanadi;
- (**Name**) maydonida atributning pozitsion belgisini **Refdes** tanlanadi;
- **Text Style** roqyhatidan elementning sxemadagi pozitsion belgilanishni **Default TTF** oqrnatiladi;

OK tugmachasi bosilib, yozuvlarni kerakli joylarga joylashtiriladi. Komponent turini (**Type**) joylashtirish uchun oldingi operatsiyalar takrorlanadi (7.7-rasm).



7.6-rasm. Komponent belgisi atributlarini o'rnatish oynasi



- Komponent belgisi to'g'ri yaratilganligi **Utils/Validate** buyrug'i bilan tekshiriladi.

7.7-rasm. Element belgisi tasviri

Yaratilgan komponent belgisini kutubxonaga kiritish uchun **Symbol/Save As** buyrug'i tanlanadi. **Library** maydonida kerakli kutubxona nomi kiritiladi (7.8-rasm). **Create Component** aktivlashtiriladi. **Symbol** oynasida belgi nomi kiritiladi, ya'ni C. **Component** maydoniga element nomi, K311-11 kiritiladi va **OK** tugmachasi bosiladi.

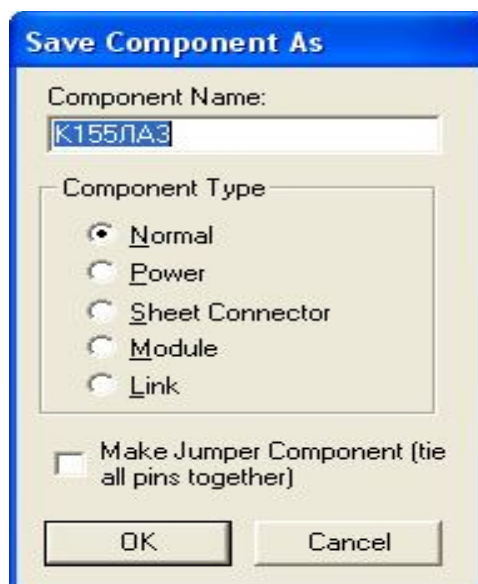
Keyingi muloqot oynasida **Normal** bayroqcha aktivlashtirilib **OK** tugmachasi bosiladi (7.9-rasm). Agar kutubxona yaratilmagan bo'lsa, **Library/New** buyrug'i orqali yaratiladi.

K155LAZ mikrosxemasi shartli belgisini yaratish. Chiqishlar orasidagi qadamni 5 mm deb qabul qilamiz, 2,5 mm qadamli setkani o'rnatib 7,5x10 mmli to'g'ri to'rtburchak chiziladi. Element chiqishlarini o'rnatamiz. Buning uchun

Place/Pin buyrugʻini tanlab, sichqonchani chap tugmachasini bosamiz, hosil boʻlgan muloqot oynasidagi **Length** (uzunlik), maydonida **Normal** belgisini oʻrnatamiz.



7.8-rasm. Komponent belgisini kutubxonaga saqlash.



7.9-rasm. Kutubxonaga elementni saqlash oynasi.

Outside Edge (chiqish kontakti) maydonida **Dot** (inversiya) qiymatini tanlaymiz **Default Pin Des** oynasiga bir qiymatni qoʻyamiz. **Display** maydoniga **Pin Des** va **Pin Name** larni oʻrnatamiz.

Increment Pin Des buyrugʻini oʻrnatamiz. **Text Style** maydonida **Pin Name** va **Pin Des** qatorlaridan **Default TTF** matnni tanlab **OK** ni bosiladi.

Kursorni komponent belgisidagi chiqish joylashtiriladigan nuqtaga olib kelib sichqonchanning chap tugmachasi bosiladi (invers chiqishli kontakt paydo boʻladi). Sichqoncha tugmasini qoʻyib yubormasdan turib P klavishini kontaktni holatini keraklicha oʻzgartirish uchun bosiladi, soʻngra tugmacha qoʻyib yuboriladi, kontakt oʻrnatiladi. Kirish kontaktlarini kiritish uchun sichqonchanning chap tugmachasi bosiladi. Muloqot oynasida **Outside Edge** maydonida **None**

(inversiyanı olib tashlash) tanlanadi va **Default Pin Des** oynasiga 2 raqami qo'yiladi (komponentning pozitsiya nomeri). **OK** tugmachasi bosiladi.

Birinchi kirish kontaktini yaratish uchun komponent belgisini tasvirini proporsiyasini aniqlovchi koordinata nuqtalarini o'rnatish kerak (chap tomondan eng yuqori burchakdan 2,5 mm qoldirib tanlanadi)

180° ga aylantirish uchun sichqonchani chap tugmasini bosib, R – tugmacha ikki marta bosiladi.

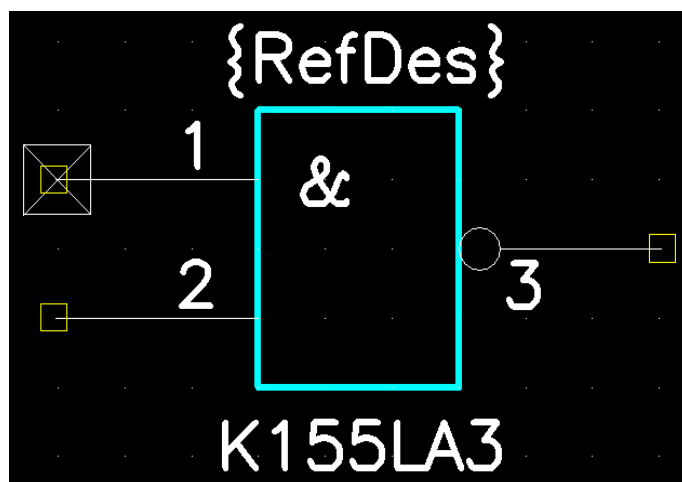
Ikkinchi kirish kontaktini yaratish uchun kursorni kerakli nuqtaga qo'yib, sichqonchani chap tugmasini bosish kerak (birinchi kontaktdan 5 mm pastga).

Matnlarni kiritish uchun **Place/Text** buyrug'i beriladi va yozilgan matnni kursor yordamida komponentning kerakli joyiga qo'yiladi.

Stillar (Style) tarkibidan kerakligini tanlab olib joylashtiriladi. Buning uchun **Place** tugmachasini bosib, matn belgilab olinadi va uni kerakli joyga o'rnatiladi.

Starting Pin Number (kontaktni boshlang'ich tartibi) va **Increment Value** (tartiblarni o'sishi) oynasida bir qiymat qo'shib **OK** tugmasi bosiladi.

Place/Ref Point buyrug'i bilan komponent belgisini bog'lanish nuqtasi beriladi/



7.10-rasm. Hosil qilingan natija.

Place/Attribute buyrug'i bilan komponent belgilari atributlari beriladi. Buning uchun **Attribute Category** bo'limiga kirib **Component** uchun kerakli atribut tanlanadi. (m-n Refdes) **Text Style** tartibidan **Default TTF** matnini o'rnatiladi **Justification** – matnlarni tekislash sohasida, ular vertikal bo'yicha pastga, gorizontaal bo'yicha markazga to'g'rilanib **OK** tugmachasi bosiladi. Hosil qilingan natija 7.10- rasmda ko'rsatilgan.

Kontakt nomi qo'yilib, kontakt belgilanib, **Properties** kontekst menyusidan tanlab olingandan va **Pin Name** aktivlashtirilgandan so'ng, **Default Pin Name** oynasida kontakt nomini qo'yib **OK** tugmachasi bosiladi.

Komponent belgisining to'g'riligini tekshirish uchun **Utils/Validate** buyrug'i bajariladi. Ekranda komponent belgisi to'g'ri yoki noto'g'ri ekanligi to'g'risida axborot chiqadi.

Yaratilgan elementni kutubxonaga yozish. Element belgisini kutubxonaga kiritish uchun **Symbol/Save** buyrug'i chaqiriladi, **Symbol Save To Library** muloqot oynasi ochiladi. **Library** maydonida kerakli kutubxona tanlanadi. Axborotni kutubxonaga kirituvchi belgini alohida element kabi - **Create Component** qilib kiritiladi.

Symbol oynasida **NAND** nomi kiritiladi **Component** oynasiga element nomi kiritilib **OK** tugmacha bosiladi. **Save Component As** muloqot oynasida **Component Ture** sohasida **Normal** holati o'rnatilib **OK** ni bosiladi.

Yangi kutubxonaga belgini kiritish uchun **Library/New** buyrug'i beriladi, olingan muloqotli oynada kerakli disk o'rnatilgan muloqotli oynada kerakli disk o'rnatilib, papka ochiladi va **.lib** kengaytmali kutubxonani nomlab **"Save"** tugmasi bosiladi.

Ishni bajarish tartibi

1. Nazariy qism bilan tanishish.
2. Grafik muharririni sozlash usullarini o'rganish.
3. Grafikli element belgisini yaratish.
4. Variant bo'yicha komponent belgisini yaratish (komponent belgilari 1- ilovada ko'rsatilgan).
5. Yaratilgan komponent belgisini saqlab qo'yish.
6. Qilingan ish bo'yicha hisobot tayyorlash.

Laboratoriya ishi hisoboti

Laboratoriya ishini bajarilganlik to'g'risida tayyorlangan hisobotda ishni bajarishdan maqsad, komponent belgisini ekran ko'rinishi va saqlangan natija fayliga olib boriladigan yo'l to'liq ko'rsatilishi kerak.

Nazorat savollari

1. **P-CAD Symbol Editor** grafik muharriri qanday sozlanadi?
2. Element belgisi tasvirining konturi qaysi buyruq yordamida chiziladi?
3. Inversli kontakt qanday tanlanadi ?
4. Ishchi maydonga matn qanday kiritiladi ?
5. Belgi atributlari qanday o'rnatiladi ?
6. Kutubxonaga elementlar qanday yoziladi ?

Ishni bajarish uchun variantlar

1-ilova

<i>№ var.</i>	<i>Element tipi</i>	<i>№ var.</i>	<i>Element tipi</i>
	Kondensatorы		Tranzistorы
1	K21-8 B	12	KT805 (AM-VM)
2	K10-60 (a)	13	KT807 (AM, BM)
3	K50-6	14	KT808 A
4	K15-5	15	KT815
	Rele	16	2T831 (A-G)
5	RES 64B	17	KT864 A
6	RES 81	18	KT660 A,B
	Transformatorы		Mikrosxemy
7	TVT 1	19	K572 PA1
8	TOT 1	20	AT89 S51
9	TM 5	21	K580 VI55
	Rezistorы	22	K155 LP9
10	SP3-44	23	DS 232
11	RP1-60	24	MAX 487
		25	K564 KP2
		26	K1113 PV1A

Резистор постоянный	Резистор постоянный	Резистор переменный	Резистор переменный сдвоенный	Резистор переменный с замыкающим контактом	Резистор подстроечный
Резисторы нелинейные: терморезистор и варистор	Конденсатор постоянной емкости	Конденсаторы оксидные полярный и неполярный	Конденсатор подстроечный	Конденсатор переменной емкости (КПЕ)	Сдвоенный блок КПЕ
Конденсаторы проходной и опорный	Катушка индуктивности, дроссель (L3 – с отводами)	Катушка дроссель с магнитопроводом (L7 – с медным)	Трансформатор с тремя обмотками и электро- статическим экраном	Диод, диодный мост	Стабилитрон (VD8 – двуханодный)
Диод Шоттки (VD9), ограничительный (VD10), варикап (VD11)	Варикапная матрица	Динистор (VS1), триактор (VS2, VS3), симистор (VS4)	Транзистор p-n-p	Транзистор n-p-n	Транзистор однопереходный
Транзистор полевой с р-каналом	Транзистор полевой с изолированным затвором и р-каналом	Транзистор полевой с двумя изолированными затворами и n-каналом	Фоторезистор	Фото- и светодиод	Фототранзистор
Оптрон резисторный	Оптрон диодный	Оптрон тиристорный	Оптрон транзисторный	Триод	Двойной триод
Пентод	Контакт замыкающий (выключатель)	Контакт размыкающий	Контакт переключающий	Геркон	Переключатель 2ПЗН
Переключатель 6П1Н	Переключатель 3П2Н (среднее положение – нейтральное)	Выключатель и переключатель кнопочные (с самовозвратом)	Выключатель и переключатель кнопочные с воз- вратом в иск. положение повторным нажатием	Штырь и гнездо разъ- емного соединителя (XW1- XW4 – коаксиального)	Вилка и розетка разъемного соединителя

8-laboratoriya ishi. REAlar baza element komponentlari uchun o'rnatish joyini loyihalash

Ishning maqsadi: P-CAD Library Manager moduli P-CAD Pattern Editor (Utils/P-CAD Pattern Editor) muharriridan foydalanib baza element komponentlari uchun o'rnatish joylarini yaratish.

Nazariy qism. Komponentni o'rnatish joyini yaratish uchun P-CAD Pattern Editor (Utils/P-CAD Pattern Editor) grafik muharriridan foydalaniladi.

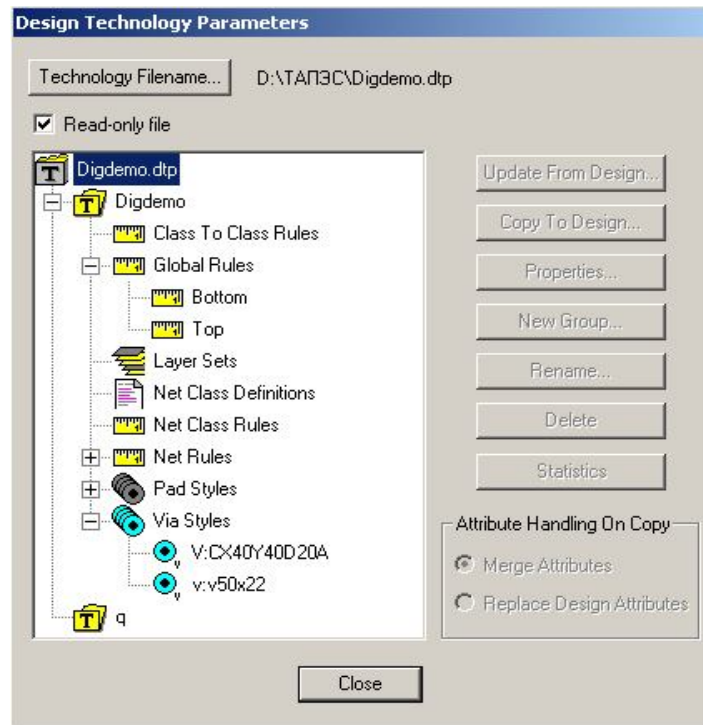
Kondensator uchun o'rnatish joyini yaratish. Dastur konfiguratsiyasi o'rnatib olinadi. Buning uchun Options/Configure orqali ishchi soha 80x80 mm qilib o'rnatiladi. Options/Grids orqali setka qadami 1,25 mm qilib, Options>Current Line orqali ob'ektni chizish uchun chiziq qalinligi 0,2 mm qilib o'rnatiladi va Options>Display orqali kerak bo'lsa, ob'ekt rangi, plataning turli qavatlariga joylashtirish uchun tanlanadi.

Kontakt maydonchalari va o'tish teshikchalarini steklari ulanadi. Buning uchun kontakt maydonchasi va o'tish teshikchalari haqidagi ma'lumotlar komponentlar chiqishlarini o'rash uchun shakllantiriladi.

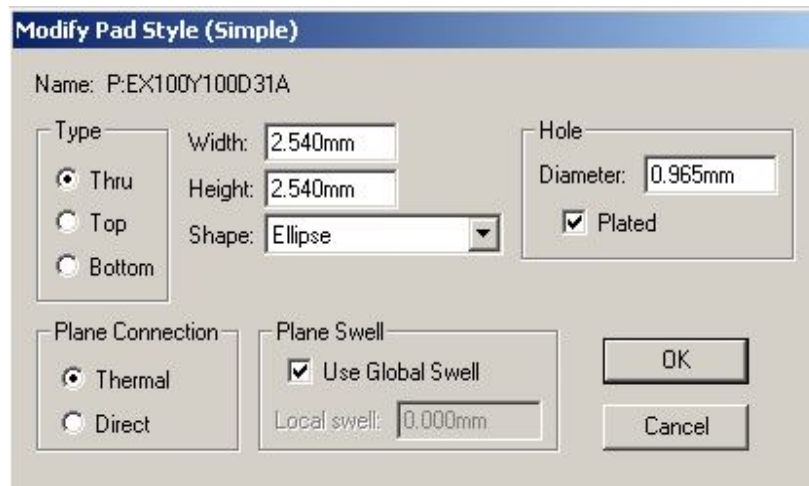
Komponentlar chiqishlari uchun kontakt maydonchalari va o'tish teshikchalari turli shakl va o'lchamga ega bo'lishi mumkin, shuning uchun loyihalash jarayoida foydalaniladigan elementlar bazasi uchun foydalanuvchi kontakt maydonchasi va o'tish teshikchalari steklarining xususiy kutubxonasini yaratish va Design Technology Parameters (.dtp kengaytma) loyihaning texnologik parametrlari saqlanuvchi faylga saqlab qo'yishi mumkin (8.1-rasm). Bu fayl loyihaning boshqa parametrlari haqidagi ma'lumotlarni (ruxsat etilgan oraliqlar, qavatlar tuzilishi, zanjirlarning sinflari va xususiyatlari) ham saqlaydi. Laboratoriya ishida tayyor texnologik parametrlar fayllaridan (Digdemo.dtp) foydalaniladi.

Ishni bajarish tartibi. File/ Design Technology Parameters buyrug'i tanlanadi (8.1-rasm). Technology/Filename tugmachasi yordamida D:\TAPES\Digdemo.dtp fayliga kiriladi.

Kontakt maydonchasi va o'tish teshikchalarining parametrlarini o'rnatish uchun ob'ektni tanlab, oynaning chap tomonidagi Properties tugmachasi bosiladi (8.2-rasm). Type sohasida kontakt maydonchasi tipi o'rnatiladi (Thru – shtirli chiqish, Top va Bottom planar chiqish uchun). Kontakt maydonchasi o'lchami va shaklini Width, Height Shape oynasida, o'tish teshikchalari diametri Diameter orqali o'rnatiladi. Agar Plated tanlangan bo'lsa, u holda teshikchalar metallashtirilgan bo'ladi. OK tugmachasi bosilib parametrlar o'rnatiladi.



8.1-rasm. Loyihaning texnologik parametrlari oynasi.



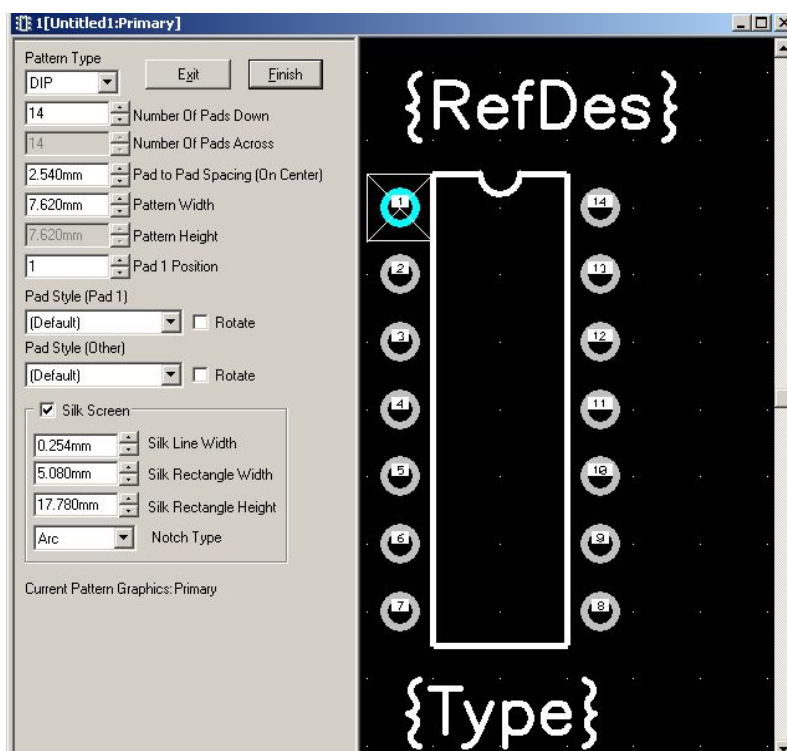
8.2-rasm. Kontakt maydonchasi parametrlarini oʻrnatish oynasi

Oldindan yaratilgan kutubxona **Pattern/Open** buyrugʻi orqali ochiladi yoki yangi kutubxona **Library/New** yaratiladi. Oʻrnatish kerak boʻlgan joyga kontakt maydonalari joylashtiriladi. Buning uchun **Options/Pad Style** buyrugʻi orqali kontakt maydonchasi koʻrinishi tanlanadi (masalan, **Default**). **Place Pad**  buyrugʻi bilan birinchi kontakti kerakli nuqtaga oʻrnatiladi. Ikkinchi kontakt

ham xuddi shu buyruq orqali oʻrnatiladi. Birinchi kontaktga komponentni bogʻlash nuqtasini oʻrnatish uchun **Place/Ref Point** buyrugʻidan foydalaniladi.

Komponentning konturini chizish uchun holatlar qatoridan **Top Silk** qavat oʻrnatiladi. **Place Line** va **Place Arc** buyruqlari orqali komponent korpusi chiziladi. **Place/Attribute** buyrugʻidan foydalanib komponent atributlari beriladi. **Utils/Validate** buyrugʻi bilan yaratilgan faylning toʻgʻriligi tekshiriladi va yaratilgan komponentni **Pattern/Save As** buyrugʻidan foydalanib kutubxonaga saqlanadi.

Mikroxschema uchun oʻrnatish joyini yaratish. Mikroxschema oʻrnatish joyini yaratishda **Pattern/Pattern Wizard** ⚡ komponentni yaratish masteridan foydalanish qulay hisoblanadi (8.3-rasm). Muloqot oynasida **Pattern Type** korpus tipi, **Number of Pads Down** – vertikal boʻyicha chiqishlar soni, **Number of Pads - Across** – massivdagi ustunlar soni, **Pad to Pad Spacing** – qatorlardagi kontaktlar orasidagi masofa kiritiladi. Shu oynada quyidagilar tanlanadi:



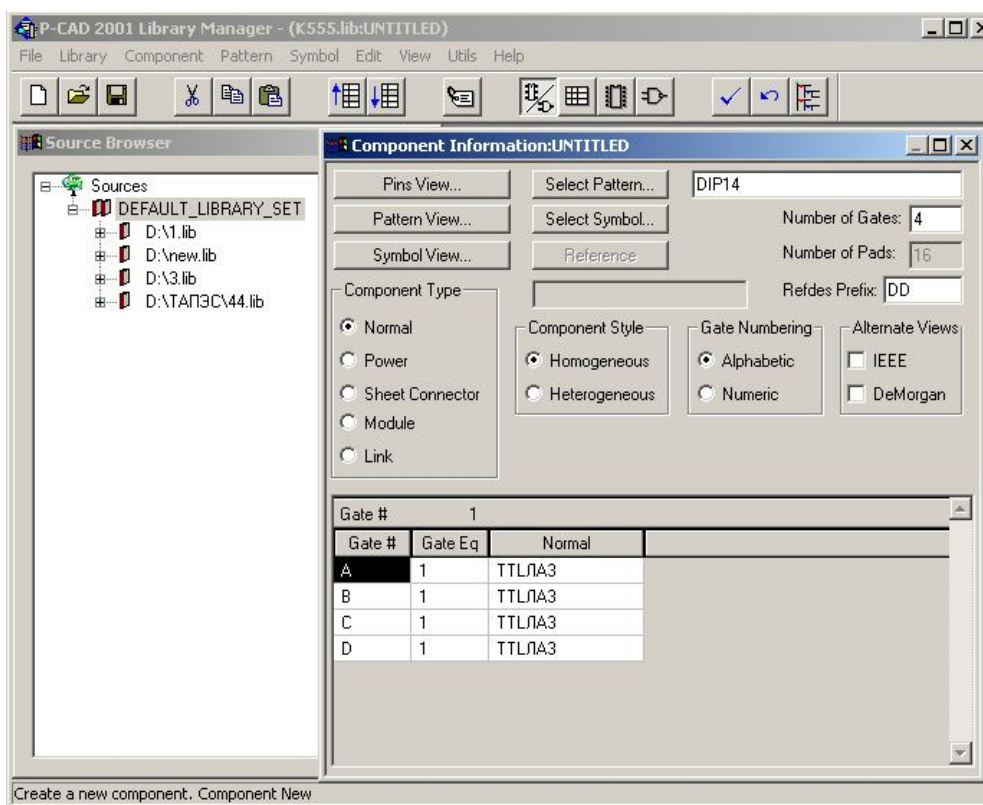
8.3-rasm. **Pattern/Pattern Wizard** buyrugʻi oynasi

- **Pattern Width, Pattern Height** – mikroxschema korpusining kengligi va balandligi;
- **Pad 1 Position** – birinchi chiqish (DIP korpusda yuqoridagi chap chiqish);
- **Pad Style (Pad 1/Other)** – birinchi va qolgan chiqishlar uchun kontakt maydonchasi steki turlari;
- **Silk Screen** – korpus tasvirini ekranga chiqarish;

- **Silk Line Width** – korpus chizig'i kengligi;
- **Silk Rectangle Width/Height** – korpusning kengligi va balandligi;
- **Finish** – mikrosxemani o'rnatish joyining tasviri muxarrirning asosiy ekraniga o'tkaziladi va u yerda oxirgi tahrirlash ishlari bajariladi. Yaratilgan o'rnatish joyi nomlanib (masalan Dip14) kutubxonaga saqlab qo'yiladi.

Komponentning o'rnatish joyi yaratilib bo'lingandan so'ng, komponent belgisini o'rnatish joyi bilan bog'lash kerak hisoblanadi. Bunday amal komponentni korpusga joylashtirish deb ataladi. Buning uchun **P-CAD Library Executive** kutubxona menedjeridan foydalaniladi.

Utils/P-CAD Library Executive ishga tushiriladi va oldin yaratilgan, kutubxonaga kiritilib qo'yilgan komponent **Component/New** buyrug'i orqali chaqiriladi (8.4-rasm).



8.4-rasm. Ma'lumot kiritish oynasi

Select Pattern tugmachasini aktivlashtirib, o'rnatish nomi kiritiladi (masalan Dip14). Mikrosxema korpusiga joylashtirilishi kerak bo'lgan komponentning ventillar soni kiritiladi (K155LA3 mikrosxemasi uchun 4), **Enter** tugmachasi bosiladi, muloqot oynasining pastki qismida jadval ochiladi, unda:

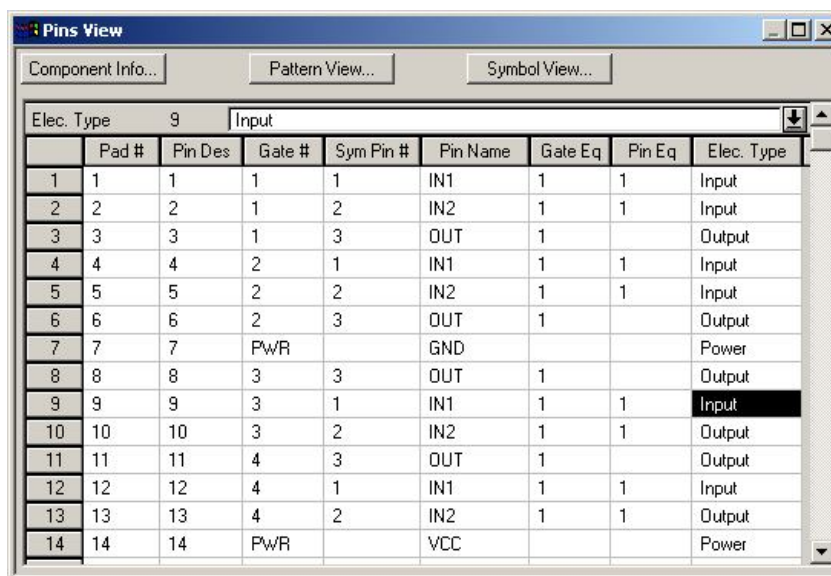
- **Gate#** - mantiqiy seksiyalar nomi;
- **Gate Eq** –mantiqiy ekvivalent seksiyalar kodi (1 –agar hamma seksiya bir xil bo'lsa);

- **Normal** – berilgan seksiyadagi belgi nomi. Kursivni Normal yacheyka usunigao□rnatib, **Select Symbol tugmachasi bosilib**, komponent nomi tanlanadi (jadvalda shu nom paydo bo□ladi.);

- **Refdes Prefix** oynasida **DD** –nom kiritiladi, sxemada komponent shu nom bilan nomlanadi;

- **Normal** bayroqcha o□rnatiladi, bu oddiy komponent, **Homogeneous** – birmuhitli komponent (barcha seksiyalar bir xil).

- **Pin View** chiqishlar jadvali to□ldiriladi, buning uchun **Pins View** tugmachasi bosilib, komponent uchun ma'lumot kiritiladi. Yaratilgan komponent uchun jadval 8.5-rasmda ko□rsatilgan.



	Pad #	Pin Des	Gate #	Sym Pin #	Pin Name	Gate Eq	Pin Eq	Elec. Type
1	1	1	1	1	IN1	1	1	Input
2	2	2	1	2	IN2	1	1	Input
3	3	3	1	3	OUT	1		Output
4	4	4	2	1	IN1	1	1	Input
5	5	5	2	2	IN2	1	1	Input
6	6	6	2	3	OUT	1		Output
7	7	7	PWR		GND			Power
8	8	8	3	3	OUT	1		Output
9	9	9	3	1	IN1	1	1	Input
10	10	10	3	2	IN2	1	1	Output
11	11	11	4	3	OUT	1		Output
12	12	12	4	1	IN1	1	1	Input
13	13	13	4	2	IN2	1	1	Output
14	14	14	PWR		VCC			Power

8.5-rasm. Komponent chiqishlari jadvali.

Bu yerda:

- **Pad#** - komponent korpusi kontakt maydonchalari nomeri;
- **Pin Des** – sxemadagi komponentlar chiqishlarining pozitsion tartibi;
- **Sym Pin** – komponent belgisiga mos seksiyadagi belgi chiqishi tartibi;
- **Pin Name** – har bir seksiyadagi chiqishlar tartibi;
- **Gate Eq** – seksiyaning mantiqiy ekvivalentligi;
- **Pin Eq** – chiqishlarning mantiqiy ekvivalentligi;
- **Gate#** - belgi chiqishi mo□ljallangan seksiya tartibi;
- **Elec.Type** – chiqishlar tipi, Gate# ustundan keyin to□ldiriladi.
- **Pattern View, Symbol View** tugmachasi o□rnatish joyini va komponentni ko□rish va tahrirlash uchun foydalaniladi;

Barcha ishlar bajarilib bo'lingandan so'ng **Component/Validate** buyrug'i bajarilib, komponentlar ma'lumotlari mos kelishligi tekshiriladi. Komponent kutubxonaga **Component Save As** buyrug'i orqali saqlanadi.

Ishni bajarish tartibi

1. Nazariy qism bilan tanishish.
2. Grafik muharririni sozlash usullarini o'rganish.
3. Grafikli elementni o'rnatish joyini yaratish.
4. Variant bo'yicha (ilova 1) yaratilgan komponent uchun o'rnatish joyini yaratish (komponentni o'rnatish joyi haqidagi kerakli axborotlar ma'lumotnomadan olinadi).
5. Yaratilgan komponent belgisini saqlab qo'yish.
6. Qilingan ish bo'yicha hisobot tayyorlash.

Laboratoriya ishi hisoboti

Laboratoriya ishini bajarilganlik to'g'risida tayyorlangan hisobotda ishni bajarishdan maqsad, komponent belgisini ekran ko'rinishi va saqlangan natija fayliga olib boriladigan yo'l to'liq ko'rsatilishi kerak.

Nazorat savollari

1. Komponent belgisini o'rnatish joyi qaysi grafik muharrirda yaratiladi?
2. Komponent belgisini o'rnatish joyi bilan bog'lash qanday amalga oshiriladi?
3. Komponent chiqishlari jadvali qanday to'ldiriladi?
4. Komponent kutubxonaga qanday saqlanadi?

9- laboratoriya ishi. Radioelektron qurilmalar prinsipial-elektrik sxemalarini yaratish

Ishning maqsadi: P-CAD Schematic grafik muharriri bilan tanishish, prinsipial–elektrik sxemalarni yaratish tamoyillarini, kontaktlarga elektrik boglanishlar otkazish usullarini organish, radioelektron qurilmalar prinsipial-elektrik sxemalarini yaratish.

Nazariy qism. P-CAD Schematic grafik muharririning asosiy mojlallanishi radioelektron qurilmalarining prinsipial-elektrik sxemalarini yaratishdir. Elektrik sxema masshtabga rioya qilinmasdan yaratiladi. Komponentni montaj-kommutatsiya maydonida real joylashishi, elektrik sxemalarni yaratishda e'tiborga olinmaydi. Sxema chiziladigan varaq formati o'lchami sxema detallarini oqish, tushunish va joylashtirishni ta'minlay olishi kerak.

Elektrik sxemada komponent belgilari, ular o'rtasidagi boglanishlar, matnli axborotlar, raqamli-harfli belgilar, sxema formatiga yoziladigan asosiy yozuvlar ifodalanadi.

Grafikli muharrirda ishlash jarayoni ketma-ketligi quyidagichadir:

- **P-CAD Schematic** grafik muharriri yuklanadi;
- Muharrir konfiguratsiyasi sozlanadi. Buning uchun **Edit Title Sheets** tugmasi bosiladi, so'ngra **Titles** oynasida **Title Block** sohasida **Select** tugmachasi bosiladi, tayyor formatli fayl tanlanib "Ochish" tugmachasi bosiladi. Oldingi barcha oynalar yopiladi. Ekranda formatli maydon tasviri hosil bo'ladi.
- Loyiha haqidagi axborotlarni to'ldirish uchun **File/ Design Info/Fields** buyrug'i bajariladi, so'ngra kerakli qatorlar ketma-ket belgilanib, **Properties** tugmasi bosiladi va **Field Properties** oynasida **Value** qismi kerakli matn bilan to'ldiriladi. Har bir turdagi ma'lumotlar kiritilgandan so'ng **OK** tugmasi bosiladi.

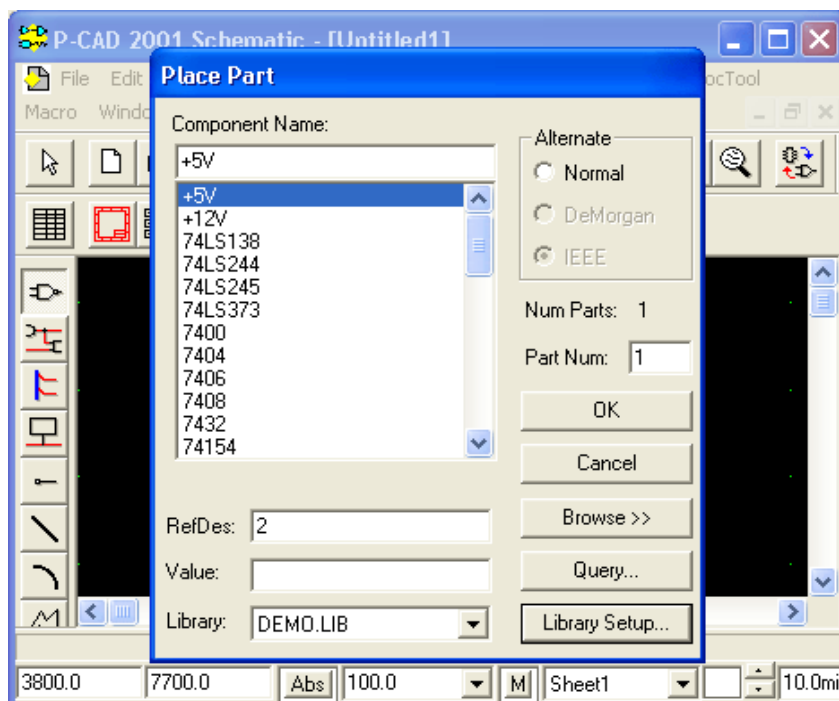
- Sxemani tahrirlashda kiritiladigan ma'lumotlar:

Autor – avtor familiyasi; **Date** – sxemani yaratish vaqti; **Revision** – sxemani o'zgartirish vaqti; **Time** – sxemani yaratish vaqti; **Title** – loyiha nomi.

Place/Field buyrug'i bajarilsa, shu nomli muloqot oynasi ochiladi, unda **Title** axborotli maydon nomi tanlanib **OK** tugmasi bosiladi. so'ngra kursorni maydonning kerakli joyiga olib borilib sichqoncha bosiladi. Agar oldin **Options/Sheets** buyrug'i bilan loyihaga nom berilgan bo'lsa shu nom ekranga chiqadi.

- **Place/Field** buyrug'ini maydon to'lishi uchun kerakli marotaba takrorlanadi.

- **Library Setup** buyrugʻi bilan kerakli kutubxona yuklanadi va **Add** tugmasini bosib **Open Libraries** sohasida ularning nomi qoʻshiladi.



9.1-rasm. Komponent belgisini tanlash

Joylashtirish maydoniga kutubxona elementini joylashtirish. Place/Part buyrugʻi beriladi va hosil boʻlgan muloqot oynasida (9.1-rasm) kerakli belgi tanlab olinadi. (**Library Setup** tugmachasi bosilib, kerakli kutubxona ochiladi).

Oldindan (**Component** tanlangan belgi tasviri, yoki **Name**) seksiya tartibi (**Part Num**) va koʻrinishini **Browse** sxemasida pozitsiyali belgilash (**RefDes**) tugmachasini bosib koʻriladi. **Part Num** oynasida 1 tartibli seksiya turadi, uni tartibini shu oynada oʻzgartirish mumkin boʻladi.

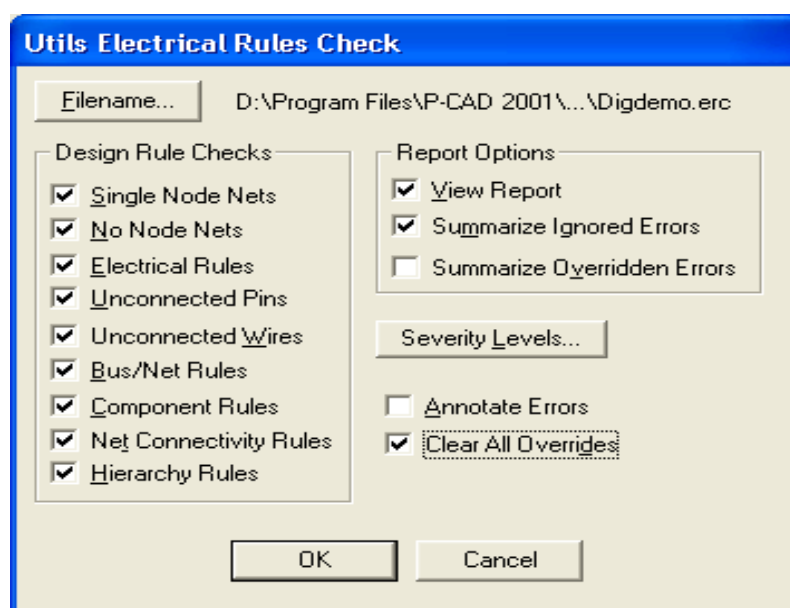
Num Parts komponentga kiruvchi mantiqiy seksiyalar sonini belgilaydi, **Part Num** –esa kiritilayotgan mantiqiy seksiya tartibini koʻrsatadi. Joylashtirilayotgan elementning **RefDes** pozitsiyali belgisi va uning seksiyalari elektrik sxemaga avtomatik ravishda qoʻyiladi, kerakli parametrlar tanlangandan soʻng **OK** tugmachasi bosiladi.

Aytib oʻqilgan tayyorlov ishlari bajarilib boʻlingandan soʻng belgini joylashtirish uchun sichqoncha tugmachasi ekranda paydo boʻladi. Element tasvirini koʻpaytirish kerak boʻlsa sichqoncha tugmachasi ekranning kerakli

joylarida bosiladi. Soʻngra belgilangan elementni sichqonchani oʻng tugmasini bosib, **Properties** opsiyasini tanlab tahrirlash mumkin.

Elementlar joylashtirilganidan soʻng **Place/Wire** buyrugʻi orqali kontaktlar oʻrtasidagi elektrik bogʻlanishlar oʻtkaziladi. Bogʻlanish simi kengligi **Options/Current Wire** buyrugʻi bilan oʻrnatiladi: **Thick** -(keng) kengligi 0,381 mm (15 mil), **Thin** (tor) kengligi 0,254 mm (10 mil) va **User** - foydalanuvchi tomonidan 10 dan 100 mil. gacha beriladi. Ishchi maydondagi mos joylarga sichqoncha yordamida kontaktlarni bogʻlanish chiziqlarining turli konfiguratsiyasini oʻtkazish mumkin. Sichqoncha tugmachasini bosib turib O klavishani bosish bilan chiziqni chizish burchagini **Options/Configure** menyusida berilgan burchaklarga oʻzgartirish mumkin. F klavishani bosish esa chiziq yoʻnalishini oʻzgartiradi. Navbatdagi elektr zanjir oʻtkazib boʻlingandan soʻng, sichqonchaning oʻng tugmasi yoki ESC klavishasi bosiladi. Zanjirga qoʻshimcha sinish nuqtalarini kiritish uchun **Rewire/Manual** buyrugʻi bajariladi.

Komponent belgilaridagi bogʻlanmagan chiqishlar va boshqa kontaktlarga ulanmagan zanjir chiqishlari kvadrat shakllar bilan belgilanib turadi va ular bogʻlangandan soʻng oʻchadi. Bitta zanjirdagi fragmentlarni bogʻlash joyi nuqta orqali belgilanadi.



9.2-rasm. Bogʻlanishlardagi xatoliklarni nazorat qilish buyruqlari oynasi.

Agar GND yerga ulanish komponenti bilan sxemadagi elementning qaysidir kontakti ulansa, shu ulangan zanjir avtomatik ravishda GND nom oladi. Chunki kutubxonada yerga ulanish komponenti chiqishiga Power tipi biriktirilgan boʻlib, unga ulangan chiqish zanjiriga avtomatik nom beriladi. Shu zanjirni

keyingi belgilash uchun sichqonchani o'ng tugmachasi bosiladi va **Properties** qatori aktivlashtiriladi va hosil bo'lgan muloqot oynasida **Wire** sohasida **Display** oynasi aktivlashtiriladi. Natijada zanjir nomi ekranga chiqariladi.

Umumiy shinani o'tkazish uchun **Place/Bus** buyrug'i bajariladi va kerakli konfiguratsiyali chiziq o'tkaziladi. Chiziq qalinligi $0,76 \text{ mm} = 30 \text{ mil}$ qilib dastur tomonidan avtomatik o'rnatiladi va uni o'zgartirish mumkin emas.

Umumiy shinaga ulangan zanjirlar nomi, zanjirga portlarni ulash uchun **Place/Port** buyrug'i orqali beriladi. **Port**-sxemaning maxsus elementi hisoblanib, o'ziga ulangan zanjirning nomini o'zlashtiradi va uni loyihadagi barcha varaqlarga yoki bitta varaqdagi bir nechta qismga borishini aniqlaydi.

Portni shinaga ulash usulini tanlash uchun oldindan **Options/Display** buyrug'i tanlanadi va **Bus Connection Mode** ulagichni mos tushuvchi pozitsiyaga ulaydi.

Place/Port buyrug'i chaqiriladi, ekranda muloqot oynasi paydo bo'ladi.

Murakkab elektrik sxemalarni yaratishda, sxemadagi hamma ob'ektlarni kiritishda hatoliklar yuzaga kelishi mumkin. Shuning uchun sxemani doimo sintaksis xatoliklarga tekshirib turish kerak bo'ladi. Sxemani tekshirish **Utils/Erc (Electrical Rules Check** — elektrik bog'lanishlarni to'g'riligini tekshirish) buyrug'i bilan bajariladi.

Buyruqning muloqot oynasi 9.2-rasmda ko'rsatilgan.

Filename tugmasi sxemani tekshirish qoidasiga kiritilgan, ko'rsatilgan fayl nomini o'zgartirish imkoniyatini beradi (jim turilganda — sxema nomini), **Design Rule Checks** sohasida tekshirilayotgan parametrlar tarkibi o'rnatiladi:

- **Single Node Nets** – yagona tugunga ega zanjir;
- **No Node Nets** — tugunchaga ega bo'lmagan zanjir;
- **Electrical Rules** — bog'lanishlardagi elektrik xatoliklar;
- **Unconnected Pins** — komponentlarni ulanmagan chiqishlari;
- **Unconnected Wires** — ulanmagan zanjir;
- **Bus/Net Rules** — boshqa komponentga biror marta ham bog'lanmagan, zanjir shinasiga o'tkazilgan;
- **Component Rules** — boshqa komponentlarga bog'liq komponentlar;
- **Net Connectivity Rules** — «manba» va «yerga ulash» noto'g'ri ulangan zanjir.

Hierarchy Rules — ierarxik strukturadagi xatoliklar.

Xatoliklarni qiymati darajasini (**Error** — yo'l qo'yilishi mumkin bo'lmagan xatolik, **Warning** — kritik bo'lmagan xatoliklardan ogohlantirish, **Ignored** — xatolikni chetlab o'tish mumkin) foydalanuvchi **Severity Levels** tugmasini bosib, aniq parametrlarni belgilab (**Rule** ustuni) va **Severity Level** sohasida mos bayroqchani aktivlashtirish orqali o'rnatish mumkin.

Report Options sohasida **View Report** bayroqchasini kiritib, ekrandagi xatoliklar to'g'risidagi hisobotni ko'rib chiqish mumkin, **Annotate Errors** bayroqchasini kiritib, tekshirish bajarilib bo'lingandan so'ng tezda sxemadagi xatoliklarni ko'rsatishni aniqlash mumkin.

Aniqlangan xatoliklar to'g'risidagi matnli axborotlarni chiqarish uchun, xatolik aniqlangan sxema fragmentini tanlab, **Edit/Properties** buyrug'ini bajarish kerak. Natijada xatolikni ko'rsatuvchi ma'lumotli oyna ochiladi.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi

1. Nazariy qism bilan tanishish;
2. **P-CAD Schematic** grafik muharriri ishlashi asosini o'rganish.
3. Prinsipial-elektrik sxemalarni yaratish qoidasini o'rganish.
4. Berilgan variant (ilova 2) bo'yicha ishni bajarish.
5. Yaratilgan sxemani tekshirish.
6. Yaratilgan sxemani kompyuterda saqlab qo'yish.
7. Bajarilgan ish bo'yicha hisobot tayyorlash.

Hisobotga talablar

Bajarilgan ish bo'yicha hisobotda quyidagilar bo'lishi kerak:

Ishning nomi va maqsadi.

- 1) Prinsipial-elektrik sxema yaratilgan ekranning tashqi ko'rinishining chop etilgan varianti
- 2) Ishning natijasi saqlanayotgan faylni topish yo'li va uning nomi.

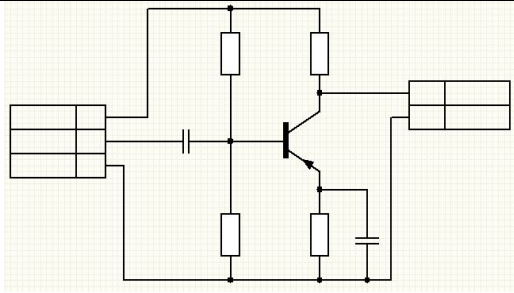
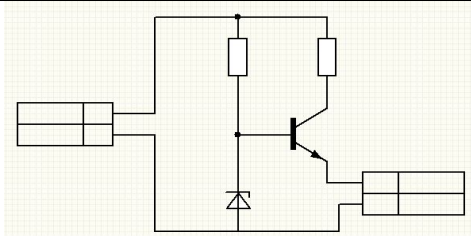
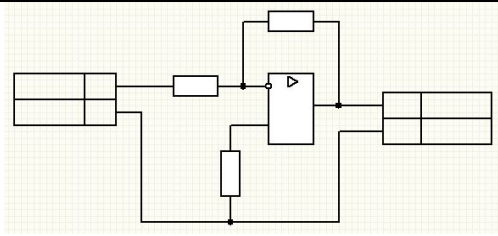
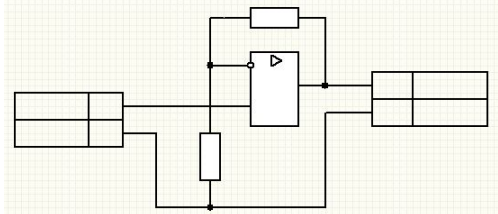
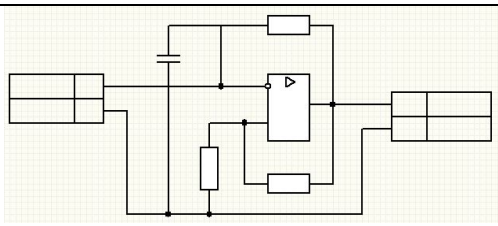
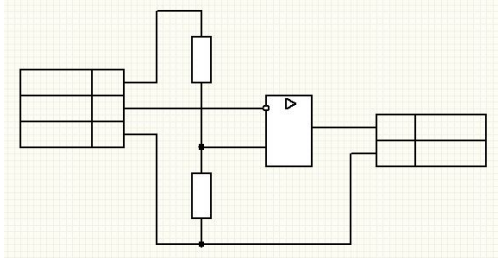
Nazorat savollari

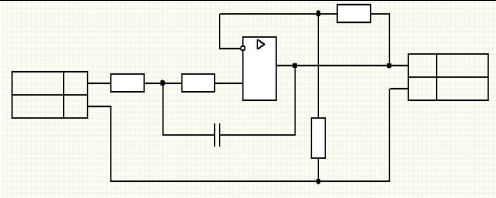
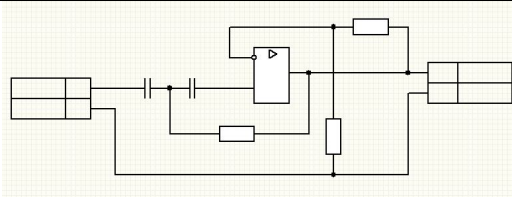
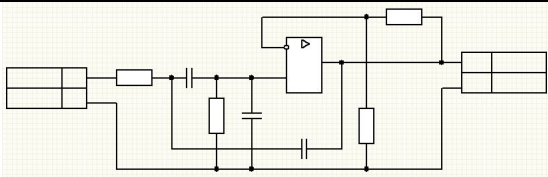
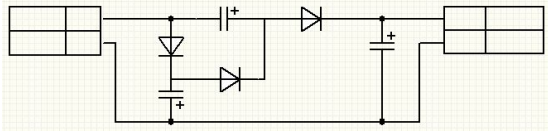
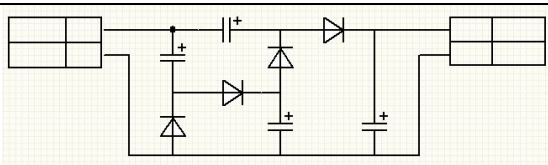
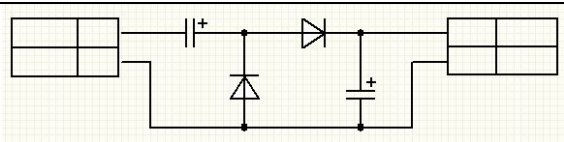
1. **P-CAD Schematic** grafik muharriri qanday ishni bajarishga mo'ljallangan?
2. Grafik muharririda ishlash ketma-ketligi qanday ?
3. Formatlash maydoniga kutubxona elementlari qanday joylashtiriladi ?
4. Joylashtirilgan elementlar kontaktlarini elektrik bog'lanishlari qanday amalga oshiriladi?
5. Komponentlarni ulanmagan chiqishlarini qanday aniqlash mumkin?
6. Umumiy shina qaysi buyruq orqali o'tkaziladi?
7. Sxemaning elektr bog'lanishlarini to'g'riligini qanday tekshirish mumkin ?
8. Sxemaning qanday parametrlarini tekshirish mumkin?

Laboratoriya uchun variantlar.

Ilova 2

№	Sxema nomi	Sxema
<i>Filtrli to'g'rilagich sxemalari</i>		
1	Sig'imli filtrga ega ko'prikli to'g'rilagich sxemasi	
2	P shaklli sig'imli filtrga ega bitta yarimdavrli to'g'rilagich sxemasi	
3	RC filtrli ikki yarimdavrli to'g'rilagich sxemasi	
4	Uch fazali to'g'rilagich (Larionova sxemasi)	
<i>Tranzistorli sxemalar</i>		
5	n-p-n bipolyar tranzistorli kuchaytirgich	

6	p-n-p bipolyar tranzistorli kuchaytirgich	
7	tranzistor va stabilitron asosidagi kuchlanish stabilizatori	
<i>Operatsion kuchaytirgichlar asosidagi sxemlar</i>		
8	Invertlovchi kuchaytirgich	
9	Noinvertlovchi kuchaytirgich	
10	Multivibrator	
11	Komparator	

12	Aktiv past chastota filtri	
13	Aktiv yuqori chastota filtri	
14	Aktiv polosa filtri	
<i>Kuchlanish ko'paytirgichlari</i>		
15	Kuchlanishni 3 ga ko'paytiruvchi	
16	Kuchlanishni 4 ga ko'paytiruvchi	
17	Kuchlanishni 2 ga ko'paytiruvchi	

10- laboratoriya ishi. P-CAD PCB grafik muharriri yordamida bosma platani yaratish

Ishdan maqsad: P-CAD PCB bosma plata muharriri bilan tanishish, bosma plata yaratish qoidasini oʻrganish, bosma platani tahrirlash, oldin yaratilgan sxema uchun bosma plata yaratish.

Nazariy qism. P-CAD PCB bosma plata muharriri montaj-kommutatsiya maydoniga oʻtkazgichlarni qoʻlda, interaktiv, va avtomatik trassirovka qilish uchun komponentlarni joylashtirish uchun ishlatiladi. Interaktiv rejimda kursor orqali oʻtkazgich segmentining boshlanishi va oxiri belgilab olinadi, shundan soʻng, toʻsiqlar eʼtiborga olinib trassirovka qilinadi. Bunda foydalanuvchi tomonidan oʻrnatilgan, trassani oʻtkazishga qoʻyilgan barcha cheklanishlarga amal qilinadi.

Bosma platalarni yaratish masalasi loyihadagi komponentlarni bir-birlariga boʻlgan munosabatlariga qarab joylashtirish va qoʻlda yoki avtomatik ravishda bogʻlanishlarni trassirovka qilish masalasiga keltiriladi.

Plataga komponentlarni joylashtirishdan oldin ishchi maydon setkasi qadami aniqlanadi. Masalan, planarli chiqishli komponentlar uchun maydon setkasi qadami 1,25 mm qilib, shtirli chiqishli komponentlar uchun - 2,5 mm qilib olinadi.

Soʻngra **Board** qavatida, monitoring ishchi maydonida bosma plataning yopiq konturini chizib olinadi. Buning uchun **Place/Line** va **Place/Arc** buyruqlaridan foydalaniladi.

Agar **P-CAD Schematic** muharririda yaratilgan prinsipial sxema mavjud boʻlmasa, komponentlar plataga **Place/ Component** buyrugʻi bilan oʻrnatiladi. Komponentlar oʻrtasidagi bogʻlanishlar **Place/ Connection** buyrugʻi orqali oʻtkaziladi.

Agar prinsipial sxema mavjud boʻlsa, bu sxemani plataga joylashtirish amalga oshiriladi (kerakli kutubxona ochiq boʻlishi kerak).

Buning uchun dastlab **Utils/Load Netlist** buyrugʻi orqali bosma platadagi bogʻlanishlar roʻyxati fayli yuklanadi (.net kengaytmali).

Oldindan razʼyomlari va boshqa komponentlar joylashtirilgan bosma plataga sxema joylashtiriladi (kerakli komponent ajratib koʻrsatilgandan soʻng Properties muloqotli oynasida Fixed bayroqcha oʻrnatiladi) va baʼzi bir zanjirlar oʻtkaziladi.

Utils/Load Netlist buyrugʻi yuklangandan soʻng ekranga quyidagi cheklanishlarga rioya qilish toʻgʻrisidagi maʼlumotlar chiqadi:

- Plataga mos tushuvchi komponentlar va pozitsion belgisi (RefDes) sxema bir xil tipdagi korpusga (Ture) ega boʻlishi kerak, aks holda sxemani joylashtirish amalga oshmaydi;

- Joylashtirishdan oldin plataga oʻrnatilgan, lekin bogʻlanishlar roʻyxatiga kiritilmagan barcha komponentlar saqlanib qoʻyiladi;

- Bosma plataga oldindan oʻrnatib qoʻyilgan lekin bogʻlanishlar roʻyxatida bor barcha komponentlar oʻtkaziladi;

- Oldindan oʻtkazilgan, lekin bogʻlanishlar roʻyxatida boʻlmagan elektr bogʻlanishlar olib tashlanadi (elektr zanjirlar boʻyicha barcha axborotlar yangilanadi). Lekin bogʻlanishlar roʻyxatida boʻlgan oldindan oʻtkazilgan oʻtkazgichlar saqlanib qoladi;

- Buyruqlar bajarilgandan soʻng, bosma plataning dastlabki koʻrinishini tiklab boʻlmaydi, shuning uchun uni oldindan alohida faylga saqlab qoʻyish tavsiya qilinadi.

Yes tugmachasi bosilgandan soʻng loyihadagi yuklanadigan barcha komponentlar bosma plataning tepadagi chegarasiga joylashadi (agar bosma plata oldindan tayyorlangani joylashtirilgan boʻlsa).

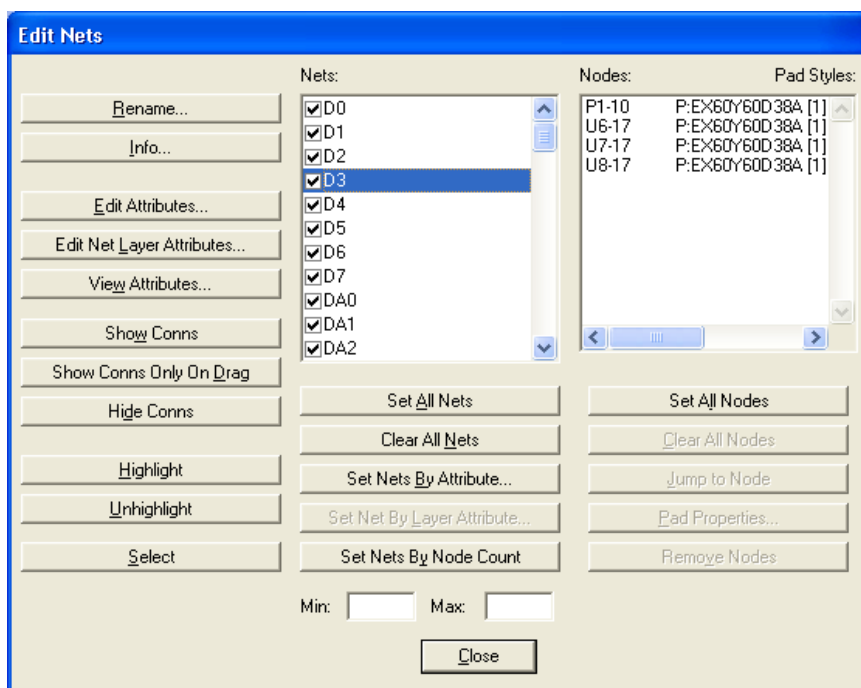
Agar bosma plata oldindan tayyorlab qoʻyilmagan boʻlsa barcha komponentlar loyixasning ishchi fazosini chapdagi pastki burchagiga joylashadi. Ekranda hali oʻtkazilmagan elektrik bogʻlanishlarning toʻgʻri chiziqlari tasvirlanadi.

Bosma plataga sxemalar joylashtirilib boʻlingandan soʻng, plata tekisligiga komponentlarni joylashtirishni tartiblashga (yaratuvchi nuqtai nazariga asosan) kirishiladi.

Komponentlarni joylashtirishda bitta yoki bir nechta zanjirda elektr bogʻlanishlarni koʻrinadigan yoki koʻrinmaydigan qilib oʻtkazish, bita zanjirli yoki bir nechta zanjirni nomlash va atributlar qiymatlarini tahrirlash mumkin. Buning uchun **Edit/Nets** muloqot oynasidan foydalaniladi (10.1-rasm).

Nets oynasida loyihadagi barcha nomlar tasvirlangan Nodes oynasida esa komponentlar nomi va ularni ajratilgan zanjirga ulangan kontaktlari tartiblari koʻrsatilgan. Roʻyxatdagi barcha zanjirlarni belgilab olish mumkin (Set All Nets tugmasi). Yoki **Set Nets By Attribute** tugmachasini bosib, bir xil qiymatli atributga ega boʻlgan zanjirlar belgilanadi (masalan, bir xil kenglikdagi oʻtkazgichlar **Width**). Atributlar boʻyicha zanjirni belgilash, hosil boʻlgan muloqotli oynada amalga oshiriladi. Barcha zanjirlardan belgilashni olib tashlash **Clear All Nets** tugmachasi orqali amalga oshiriladi. Kerakli zanjirni uning nomi orqali belgilash mumkin.

Set Nets By Node Count tugmachasi minimal yoki maksimal kontaktlarga ega boʻlgan, qiymatlari muloqot oynasidagi Min va Max orqali oʻrnatiladigan zanjirni tanlash imkoniyatini beradi.



10.1-rasm. Edit/ Nets muloqot oynasi

Edit Attributes tugmachasi, belgilangan zanjir atributlarini oʻrnatish yoki tahrirlashga oʻrnatish imkoniyatini beradi. **View Attributes** tugmachasi zanjirdagi oʻrnatilgan atributlarni koʻrish uchun **Notepad** muharririni ochadi.

Info tugmachasini bosish bilan belgilangan zanjir haqidagi barcha maʼlumotlar tasvirlanadi.

Show Conns tugmachasi tanlangan zanjirga mos keluvchi barcha fragmentlarni ekranda yoritib beradi.

Show Conns Only on Drag tugmachasi esa , komponentlarning joyini oʻzgartirilgandagi barcha bogʻlanishlarni koʻrsatib turadi.

Hide Conns tugmachasi belgilangan zanjir va uning bogʻlanishlarini tasvirlanishini berkitib turadi. **Highlight va Unhighlight** tugmachalari belgilangan zanjirni yoki zanjirlarni yoritib berish yoki yorugʻlikni oʻchirish uchun ishlatiladi. Agar zanjir va uning qismi **Nodes** oynasida belgilangan boʻlsa, **Jump to Node** tugmachasini bosish bilan koʻrsatilgan qismini topish imkoniyatini beradi. **Select** tugmachasi tanlangan zanjirni tahrirlashga tayyorlaydi.

Pad Properties tugmachasi kontakt maydonchasi koʻrinishini oʻzgartirish imkonini beradi.

Bosma plataga komponentlarni joylashtirilgandan soʻng ularni avtomatik ravishda tekislash uchun oldindan ularni belgilab olish kerak (Ctrl tugmachasini ushlab turib komponentlarga ketma-ket oʻqitiladi).

Soʻngra sichqonchaning oʻng tugmasini bosib, **Selection Point** bogʻlanish nuqtasi tanlanadi va uni bosma platadagi shu komponentga nisbatan tenglashtiriladigan nuqtaga oʻrnatilib, komponentlar tekislanadi. Sichqonchaning oʻng tugmachasi bosiladi, va **Align** qatori tanlanadi muloqot oynasidan **Alignment** sohasida uch xil yoʻnalishda tekislashdan biri tanlanadi:

- **Horizontal About Selection Point** – platadagi bogʻlanish nuqtasiga nisbatan gorizontal tekislash;

- **Vertical About Selection Point** – bogʻlanish nuqtasiga nisbatan vertikal tekislash;

- **Onto Grid** — cetkaning tugunli nuqtalarida tekislash..

Component Spasing sohasida, **Space Equally** bayroqchasi oʻrnatilgan boʻlsa, **Spacing** oynasida, tekislashtirilayotgan komponentlar oʻrtasidagi masofani, tanlangan oʻlchov tizimida oʻrnatish mumkin.

Koʻrsatilgan tekislash buyruqlari, plataga mustaxkamlangan komponentlarga taʼsir koʻrsatmaydi.

Bosma platada bogʻlanishlarni trassirovka qilishdan oldin, komponentlar oʻrtasidagi fizik bogʻlanishlarning umumiy uzunligini minimallashtirish maqsadida elektr bogʻlanishlarni optimallashtirish amalga oshiriladi va bogʻlanishlar zichligi histogrammasi ham optimallashtiriladi. Buning uchun **Utils/Optimize Nets** buyrugʻidan foydalaniladi.

Method sohasida optimallashtirish rejimlari tanlanadi.

- **Auto** — avtomatik optimallashtirish

- **Manuel Gate Swap** — ekvivalent ventillarni juftlab qoʻlda oʻrnini almashtirish;

- **Manuel Pin Swap** - ekvivalent chiqishlarini juftlab qoʻlda oʻrnini almashtirish.

Auto Options sohasiga avtomatik usulda joylashtirishni tanlashda quyidagilar oʻrinli boʻladi:

- **Gate Swap** - ekvivalent ventillarni oʻrnini almashtirish;

- **Pin Swap** — ekvivalent chiqishlarni oʻrnini almashtirish;

- **Entire Design** — loyihadagi barcha bogʻlanishlarni optimallashtirish.

Selected Objects buyrugʻi oldindan tanlangan obʼektlar oʻrtasidagi bogʻlanishlarni optimallashtiradi.

Qoʻlda yoki avtomatik trassirovka qilishdan oldin va metallashtirilgan sohani yaratishda bir qancha qoida va cheklanishlar bajarilishi kerak.

Turli ob'ektlar uchun (BP ning turli uchastkalari uchun va turli elektr zanjirlar to'plami uchun) turlicha trassirovka qilish qoidalarini o'rnatilib ularga turlicha ustunliklar beriladi.

- **Class To Class** – sinf-sinf qoidasi (oliy ustunlik);
- **N'et** — zanjir uchun qoida;
- **Net Class** — zanjir sinflari uchun qoida;
- **Global** – global qoida (quyi ustunlik).

To'loqlarni global o'rnatish **Options/ Design Rules** menyusida **Design** qismida o'rnatiladi.

Zanjir sinflari **Net Class** qismida **Options/ Design Rules** buyrug'i orqali aniqlanadi. Har bir sinf ichida ikkita ob'ekt uchun ruxsat etilgan oraliq (kontakt maydonchasi – o'tkazgich - o'tkazgich) va shu oraliqlarni o'rnatishning umumiy qoidalarini o'rnatiladi **PRO Route** avtotrassirovkachi faqatgina global o'rnatilgan oraliqlardan va trassirovka qilish qoidasi **Options/ Design Rules** menyusida **Net** qismidan foydalanadi.

Aniq zanjirlar uchun oraliqlar **Options/Design Rules** buyrug'ini **Net** qismida o'rnatiladi. Buning uchun oldindan kursor orqali zanjir nomi tanlab olinib, **Edit** tugmachasi va **Add** tugmachasi bosiladi. **Name** qatoridan kerakli atribut nomi belgilanib olinib, hosil bo'lgan **Place Attribute** oynasidan **Value** sohasida kerakli oraliq qiymati kiritiladi.

Zanjirni tahrirlash **Nets** ustunidan uni nomi belgilangandan so'ng boshlanadi. Tanlangan zanjir atributlari **Edit Nets** buyrug'i bajarilgandan so'ng o'rnatiladi. **View Attributes** tugmachasi bosilgandan so'ng atributlar ro'yxatini menyuning muloqotli oynasida ko'rish mumkin, yoki **Edit Attributes** tugmachasini bosgandan so'ng atributlarni tahrirlashga o'tish mumkin. Atributlarni o'zgartirish, to'ldirish uchun **Add** tugmachasi bosiladi va hamma standart atributlar joylashgan menyu ochiladi, chap tomondagi **Attribute Category** sohasida **Net atribut** tanlanadi, o'ng tomondagi **Name** sohasidan atribut nomi tanlanadi. So'ngra **Value** sohasida atributning qiymati kiritiladi.

Attribute Category oynasida turli loyihalash ob'ektlari uchun atributlar turlari ro'yxati chiqariladi:

- **All Attributes** – hamma standart atributlar ro'yxati;
- **Component** -komponent atributlari;
- **Net** – zanjir atributlari;
- **Clearance** – kerakli oraliq atributlari;
- **Physical** —fizik xarakteristikalar atributlari;
- **Electrical** - elektrik xarakteristikalar atributlari;
- **Placement** – avtojoylashtirish atributlari;

- **Manufacturing** – loyiha texnologiyasini yaxshilovchi atributlari;
- **Router - PRO Route** - avtotrassirovkachi atributlari;
- **Simulation** - sxemani modellashtiruvchi atributlar;
- **SPECCTRA Route** — **SPECCTRA** dasturi avtotrassirovka qiluvchi atributlari;
- **SPECCTRA Placement** — **SPECCTRA** dasturi avtojoylashtiruvchisi atributlari.

Komponent atributlari, **Edit/Components** buyrugʻi bajarilgandan soʻng kiritiladi, yoki komponent nomi, **Properties** tugmachasini bosib, **Attributes** qismi tanlanib **Add** tugmasi bosiladi, **Value** oynasida atributlar qiymatlari kiritiladi.

Interaktiv trassirovka qilishda oʻrnatilgan oraliqlar avtomatik ushlab turiladi, toʻsiqlar avtomatik egiladi. Interaktiv trassirovka **Route/Interactive** buyrugʻi bilan, yoki unga mos piktogrammani bosish bilan bajariladi.

Trassirovka kursorni komponent chiqishiga olib borib bosish bilan boshlanadi va keyin trassa segmentlari oʻtkaziladi yoki komponentning ikkinchi chiqishiga kursor olib borib bosiladi, trassa oʻtkazilish davomida oraliqlarda buzilishlar boʻlsa, yaʼni trassalar boshqa zanjirlarga yaqinlashsa yoki oʻtish teshikchalariga yaqinlashsa, bu trassani oʻtkazish mumkin emasligi toʻgʻrisida signal beriladi. Sichqonchani oʻng tugmachasi bosiladi. Ekranda interaktiv tartibda trassirovka qilish uchun menyu ochiladi:

- **Complete** — oʻrnatilgan oraliqlar va qoidalarga amal qilingan holda trassa oʻtkazishni tugallash;
- **Suspend** — trassa oʻtkazishni toʻxtatish (trassa tugallanmay qoladi);
- **Cancel** - trassirovka qilish toʻxtatiladi va oxirgi trassa segmentini kiritish toʻxtatiladi;
- **Options - Options/Configure** menyusida **Route** qismi aktivlashtiriladi;
- **Layers** —plata qavatlari tuzilishini oʻzgartirish uchun **Options/Layers** buyrugʻi beriladi;
- **Via Style** – oʻtish teshikchasini koʻrinishini tanlash, va uni tahrirlash uchun **Via Style** buyrugʻi beriladi;
- **Unwind** – oxirgi oʻtkazgich segmentini oʻrnatishni bekor qiladi (**Backspace** klavishasidan foydalanish).

Bosma plata topologiyasini yaratish tugatilgandan soʻng va fotoshablonlar chiqarish uchun dastlabki maʼlumotlarni yaratishdan oldin, platani prinsipial sxemaga, loyihalash qoidasiga va texnologik cheklanishlarga mos tushishligi, yaʼni **Options/Design Rules** buyrugʻi orqali oʻrnatilgan qoidalarga amal qilishligini tekshirish kerak boʻladi. Bunday tekshirish **DRC (Design Rule Check)** utilitasidan foydalanib amalga oshiriladi. Bu utilita **Utils/DRC** buyrugʻi orqali ishga tushiriladi.

Hamma parametrlar oʻrnatib boʻlingandan soʻng **OK** tugmasi bosiladi.

Barcha aniqlangan hatoliklarni izlash va taxlil qilish **Utils/Find Errors** buyrugʻi orqali amalga oshiriladi.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi

1. Nazariy qism bilan tanishish.
2. **P-CAD PCB** bosma plata muharririda ishlash tamoyillari bilan tanishish.
3. Bosma platani yaratish qoidasini oʻrganish.
4. Berilgan variant (ilova 2) boʻyicha topshiriqni bajarish.
5. Yaratilgan bosma platani prinsipial sxemaga mosligini, loyihalash qoidalari va texnologik cheklanishlar asosidaligini tekshirish.
6. Yaratilgan bosma platani kompyuterga saqlab qoʻyish.
7. Bajarilgan ish boʻyicha hisobot tayyorlash.

Hisobotga talablar

Tajriba ish bajarilgandan soʻng, tayyorlangan hisobotda quyidagilar boʻlishi kerak.

- 1) Ishning nomi va bajarishdan maqsad.
- 2) Komponent bosma platasini yaratish va taqqoslangandan keyingi ekranni chop etilgan koʻrinishi.
- 3) Olingan natija saqlangan fayl va uni topish uchun yoʻl.

Nazorat savollari

1. **P-CAD PCB** bosma plata muharriri qanday vazifani bajaradi?
2. Bosma platada sxema qanday joylanadi?
3. Bosma platalarni yaratishda qanday cheklanishlar mavjud?
4. Komponentlarni avtomatik ravishda tenglashtirish uchun qanday ishlar bajarish kerak?
5. Bosma platalarni qanday optimallashtirish tartiblari mavjud?
6. Bosma platalarni trassirovka qilishda qanday ustunliklar mavjud?
7. Prinsipial sxemani, loyihalash qoidalarini va texnologik cheklanishlarni plataga mosligini qanday tekshirish mumkin?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Алексеев О.В. Автоматизация проектирования радиоэлектронной аппаратуры - М.: Высшая школа, 2002.
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник. – М.: Высш. Школа., 2000. – 462 с.
3. Мактас М. Я. Восем уроков по P-CAD 2001. – М.: Солон, 2001.
4. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. Учебник для вузов. - М.: МГТУ, 2002. -336 с.
5. Кучеров А.И. Электроника и схемотехника: Учебное пособие. – М.: Гелиос АРВ, 2002. – 179 с.
6. Карлащук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Программа Electronics Workbench и ее применение. – М.: Солон – Р, 2001. – 736 с.
7. Сучков. Основы проектирования печатных плат в САПР/P-CAD и ACCEL EDA – М.: 2000.
8. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. – М.:Мир,2001. – 704с.

Mundarija

Kirish	3
MODELLASHTIRISH DASTURIDAN FOYDALANIB RADIOELEKTRON QURILMALAR SXEMALARINI MODELLASHTIRISH.....	5
Electronics Workbench dasturining interfeysi	5
1-laboratoriya ishi. Turlicha koʻrinishda modulatsiyalanlgan radiouzatuvchi qurilmalarni modellashtirish.....	7
2- laboratoriya ishi. Radiouzatuvchi qurilmaning sxemasini tadqiq qilish	12
3- laboratoriya ishi. Chastota koʻpaytirgich sxemasini modellashtirish.....	17
4- laboratoriya ishi. Radioqabul qiluvchi qurilmalar tarkibidagi aralashtirgich (smesitel) sxemasini modellashtirish	21
5- laboratoriya ishi. Oʻzgaruvchan tokning rezistorli kuchlanish kuchaytirgichlarini modellashtirish	24
6- laboratoriya ishi. Oʻzgaruvchan tokning rezonans kuchlanish kuchaytirgichlarini modellashtirish	28
AVTOMATLASHTIRILGAN LOYIHALASH SISTEMALARIDAN FOYDALANIB RADIOELEKTRON QURILMALARNI LOYIHALASH....	32
7-laboratoriya ishi. Prinsipial-elektrik sxemalar uchun komponentlar belgilarini yaratish.....	33
8-laboratoriya ishi. REAlar baza element komponentlari uchun oʻrnatish joyini loyihalash.....	43
9- laboratoriya ishi. Radioelektron qurilmalar prinsipial-elektrik sxemalarini yaratish.....	49
10- laboratoriya ishi. P-CAD PCB grafik muharriri yordamida bosma platani yaratish.....	57
Foydalanilgan adabiyotlar	64

Muharrir Sidiqova K. A.