

**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 bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar. Aripova M.X. – Toshkent: ToshDTU, 2015.

Uslubiy ko'rsatmalarda 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 bo'yicha laboratoriya ishlari ishlab chiqilgan.

Uslubiy ko'rsatmalar “5350700 – Radioelektron qurilmalar va tizimlar(radiosanoat)”, “5111000 – Kasb ta'limi (Radioelektron qurilmalar va tizimlar(radiosanoat))” yo'nalishlari bo'yicha ta'lim olayotgan talabalarga mo'ljallangan.

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 bo'lib axborotlarga ishlov berish, ularni uzatish va qabul qilishdan iborat. Bu funksiyalarni bajarish uchun turlicha murakkablikka ega bo'lgan 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 ko'riladi va uning turli xarakteristikalarining sonli miqdorlari aniqlab olinadi.

Hozirgi vaqtda jahonda ko'plab kompyuterda modellash dasturlari qo'llanilmoqda. Ular ichida o'quv yurtlarida eng ko'p qo'llaniladigan dasturlardan biri Interactive Image Technologies firmasining Electronics Workbench dasturidir. Bu dasturning ma'lumotlar bazasi ko'plab elementlar - rezistorlar, kondensatorlar, g'altaklar, diodlar, tranzistorlar, mikrosxemalar va boshqa elementar to'g'risidagi ma'lumotlarni o'z ichiga olgan. Ma'lumotlar bazasidagi har bir element o'zining ekvivalent sxemasi va parametrlarining tavsifiga egadir. Dastur paketi nisbatan kichik hajmga ega bo'lishiga qaramasdan, unda katta miqdordagi real elementlarning modellari mavjud. U sxemotexnik tahrirlagich va SPICE simulyatorni o'z ichiga olgan integrallashgan paket bo'lib hisoblanadi.

Electronic Workbench dasturi signallar generatorlari, ossillograflar, testerlar, jahondagi ko'plab taniqli firmalarning (Motorola, Nationl, Philips, Toshiba va boshqalar) yarim o'tkazgichli priborlari va mikrosxemalarini o'z ichiga oluvchi katta kutubxonaga ega. Uning yordamida elektr zanjirlar, analog hamda raqamli elektron sxemalarni taxlil qilish mumkin.

Electronic Workbench dasturi tayyor elementlardan tekshiriladigan sxema yig'ilgandan keyin, uning har bir komponentining matematik modellarini o'zaro bog'laydi va chiziqli bo'lmagan differensial tenglamalar sistemasi ko'rinishiga o'tkazadi. Ularga asosan chiziqli bo'lmagan algebraik tenglamalar sistemasini hosil qilib, takomillashtirilgan Newton-Raphson usulidan foydalanib sonli ko'rinishda yechadi va natijalarni sxemaga ulangan o'lchash qurilmalariga (ampermetrlar, voltmeterlar) yoki ikki nurli ossillografta uzatadi. Bundan tashqari dasturda grafik analizator ham mavjud. Ossillograf 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.

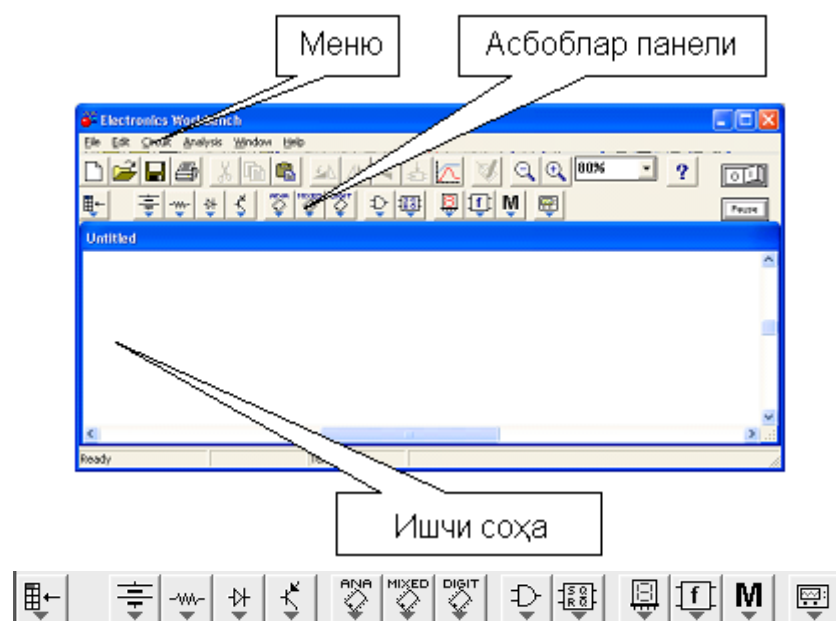
MODELLASHTIRISH DASTURIDAN FOYDALANIB RADIOELEKTRON QURILMALAR SXEMALARINI MODELLASHTIRISH

Electronics Workbench dasturining interfeysi

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

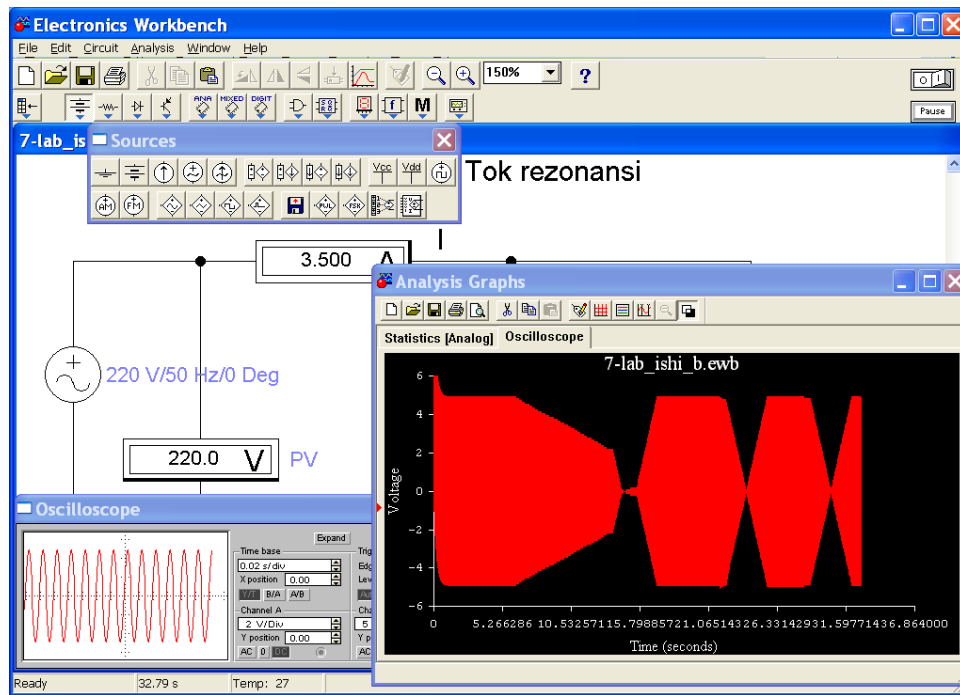
Foydalanuvchining interfeysi menyu, asboblari paneli va ishchi sohadan iborat (1.1-rasm).

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 asboblari paneli

Asboblari panelida radioelektron sxemalar elementlarining tasvirlari bo'lgan tugmachalar mavjud. Tugmachalar bosilganda ularga mos bo'limlar ochiladi, masalan, diodning tasviri ko'rsatilgan tugmacha aktivlashtirilsa diodlar bo'limi ochiladi.



1.2-rasm. EWB dasturining bosh oynasi

Dasturning bosh oynasi 1.2-rasmda keltirilgan. Ko`rinib 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 o`zgartirishlar kiritiladi.

Belgilar (ikonalar) oynasi sxema oynasining yuqori qismida joylashgan bo`lib, u yuqori qatordagi menyu buyruqlarini qaytaradi. Keyingi, ya`ni sxema oynasining yuqorisida joylashgan belgilardan zanjirga ulanuvchi elementlar va o`lchash asboblari tanlash uchun foydalaniladi. Diodlarni (Diodes) va o`lchash asboblari (Instruments) tanlash oynalari 1.1-rasmda ko`rsatilgan.

*Sxemani hisoblashni aktivlashtirish va to`xtatish (Activate/Stop)* hamda *pauza (Resume)* tugmachalari dastur oynasining yuqori o`ng burchagida joylashgan. Activate/Stop knopkasi 0 va 1 raqamlariga ega. Ulardan birini bosish yo`li bilan sxemani hisoblashni aktivlashtirish yoki to`xtatish mumkin.

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

- sxemani tuzish;
- sxemaga o`lchov 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:

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

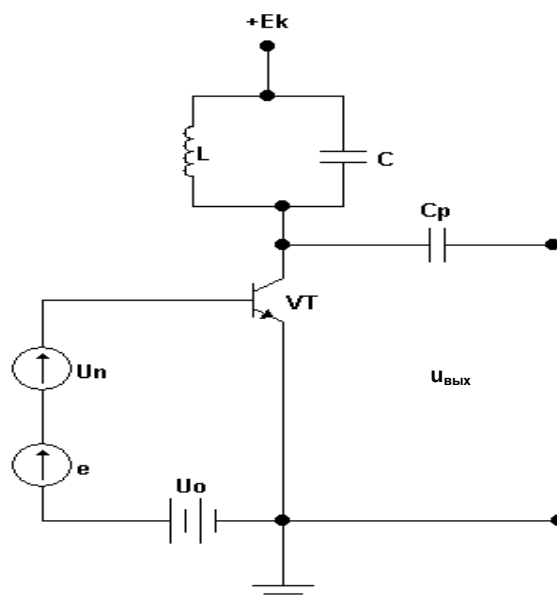
$$\text{CHM da } \omega(t)=\omega_0+\Delta\omega k U_n(t); \quad (1.3)$$

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

bo`ladi, bunda k-proporsionallik koeffiicienti.

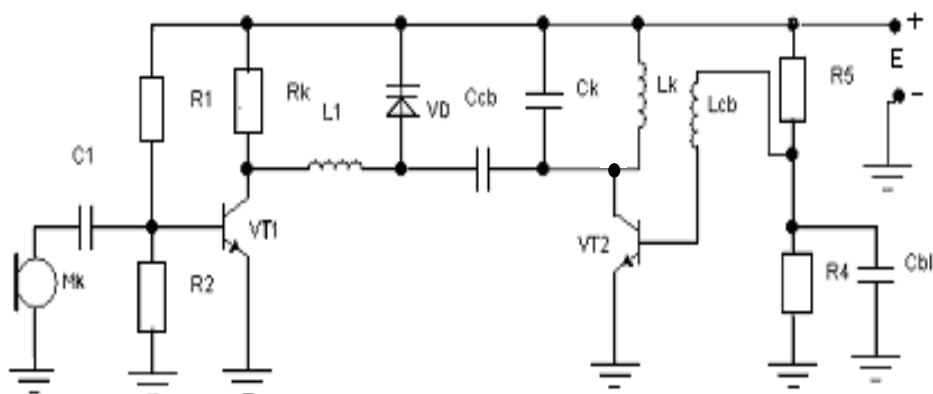
Amplitudali modulyatsiyada signalning amplitudasi past chastotali axborotli signalga to`g`ri proporsional hisoblanadi.

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



1.3-rasm. Rezonans kuchaytirgich asosidagi amplitudali modulyator

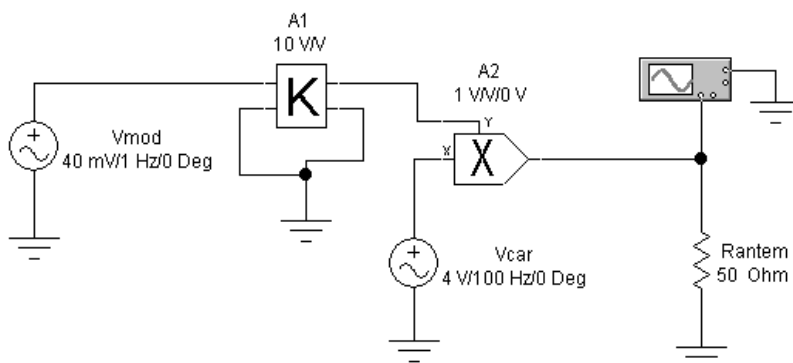
Chastotali modulyatsiya, modulatsiyalanuvchi signalning tebranishlarning oniyli chastotasi bilan chiziqli bog'lanishga egaligi bilan xarakterlanadi. Chastotali modulyatorning sodda sxemasi 1.4-rasmda ko'rsatilgan, undan ko'rinib turibdiki, amplitudali modulyatsiyadan farqli, chastotali modulyatsiya bevosita 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 bo'lishi mumkin), yuqori chastotali tebranishlarni tashib yuruvchi Vcar manbaaga, modulyatsiyalanuvchi past chastotali signalni

kuchaytirgich - A1, nochiqli kuchaytirgich – A2 modulyator (signallarni ko'paytirgich) va sxemada ekvivalent qarshiliklar - Ranten qilib tasvirlangan antennaga egadir.



1.5-rasm. Amplitudali modulyatsiyali RUQ strukturasi

Chastota modulyatsiyali RUQ (1.6-rasm) Vfm yuqori chastotali modulyatsiyalangan signal manbaasiga (real RUQlarda varikapli avtogenerator, chastotali chiqishga ega avtogeneratorli o'zgartirgich va boshqalar bo'lishi mumkin), modulyatsiyalangan A1 signalni kuchaytirgich va Ranten antennaga egadir.

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

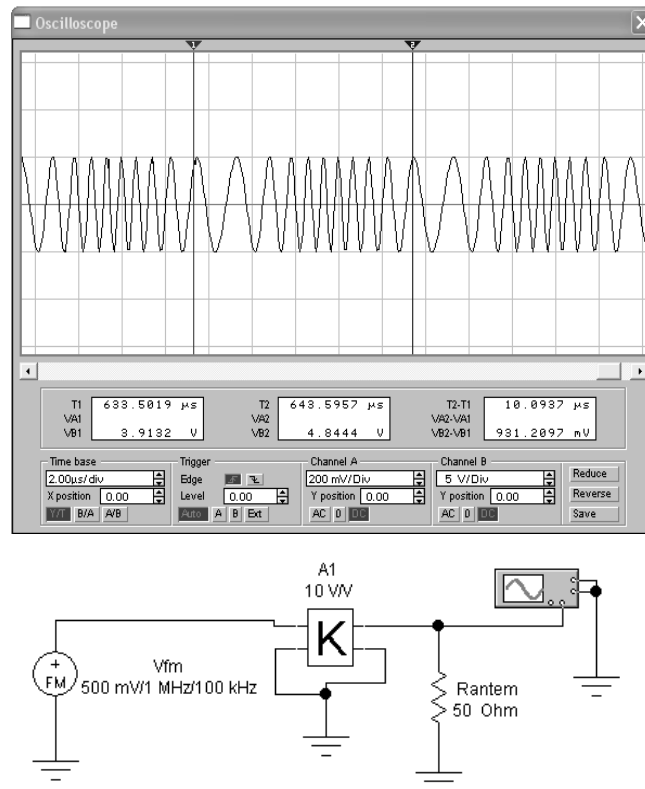
$$\begin{aligned} V_{\text{mod}} &= U_{\text{mod}} \cos \Omega_{\text{mod}} t, \\ V_{\text{car}} &= U_{\text{car}} \cos \omega_{\text{car}} t. \end{aligned} \quad (1.5)$$

Modulyatsiyalangan YUCH signallar amplitudali va chastotali modulyatsiyalashda quyidagi vaqtli tasavvurlarga ega bo'ladi.

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

bu yerda, M –modulyatsiyaning chuqurlik indeksi.

Amplitudali buzilishlar (ideal holatlarda) bo'lmagan hollarda, amplitudali va chastotali modulyatsiyada $M = k * U_{\text{mod}}$ ga teng bo'ladi, 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 yig'ish;
3. Ossillogramadan YUCH modulyatsiyalangan chiqish tebranishlarini olish;
4. Chastotali modulyatsiyali radiouzatuvchi qurilmalar sxemasini yig'ish. 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 bo'lgandan so'ng hisobot tayyorlanadi. Hisobotda laboratoriya ishining nomi, ishni bajarishdan maqsad, amplitudali va chastotali modulyatsiyali RUQ strukturasi, modellashtirish natijalari va xulosa keltiriladi.

Nazorat savollari

1. RUQlari mo'ljallanishi bo'yicha qanday sinflanadi?
2. Amplitudali modulyatsiyaning qanday xususiyatlarini bilasiz?
3. Chastotalili modulyatsiyaning qanday xususiyatlarini bilasiz?
4. Sxemadagi elementlarni asosiy vazifalarini aytib bering.

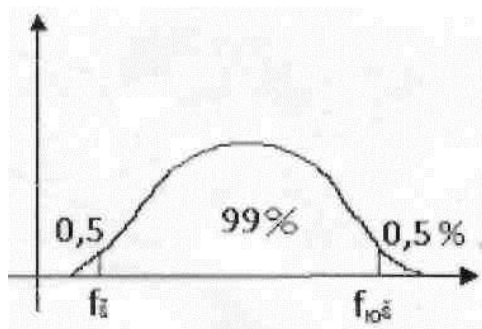
2- laboratoriya ishi. Radiouzatuvchi qurilmaning sxemasini tadqiq qilish

Ishni bajarishdan maqsad - radiouzatuvchi qurilmaning tarkibiy qismlarini sxemotexnik yechimlarini o'rganish va signallarni uzatishning sifatli ko'rsatkichlariga amplitudali modulyatsiya rejimini 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 tuqinlar, 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.

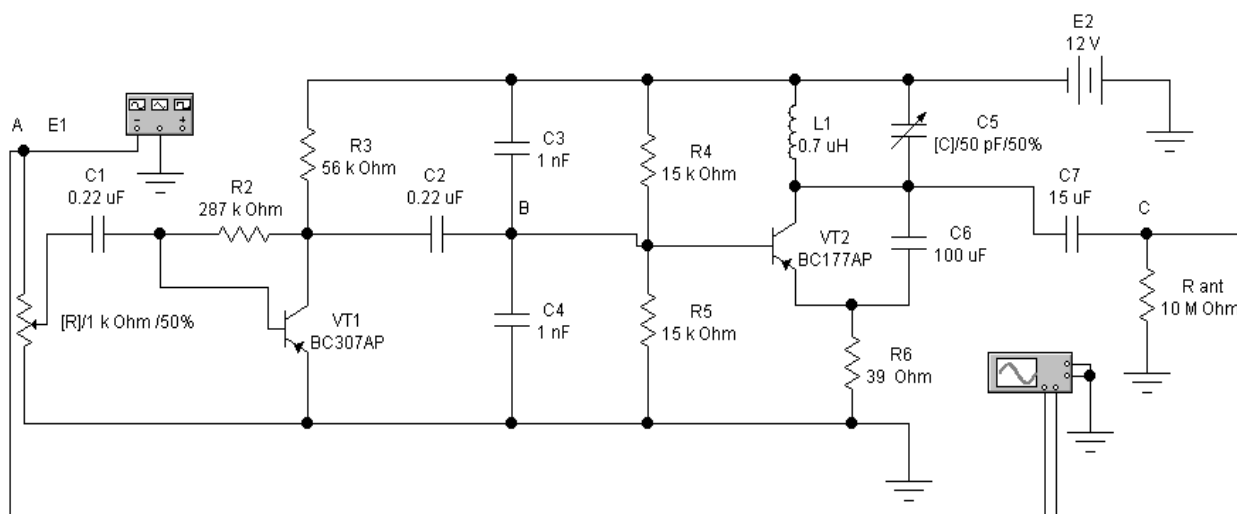
f_c ish chastotasining t vaqt davomida o'zgarishi chastota turg'unligi bilan aniqlanadi ($\Delta f/f$). Chastota turg'unligi iloji boricha kichik bo'lishi kerak va u ish chastotasiga va qurilmaning quvvatiga bog'liq bo'ladi.



2.1- rasm .Radiosignalning tarkibi

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

Sxemotexnik tashkil qilinishi bo'yicha juda ko'p radiosignallarni uzatuvchi va qabul qiluvchi turlicha sxemalar mavjuddir. Ularning ichidan radiouzatuvchi qurilma sxemasini ko'rib chiqamiz (2.2-rasm).

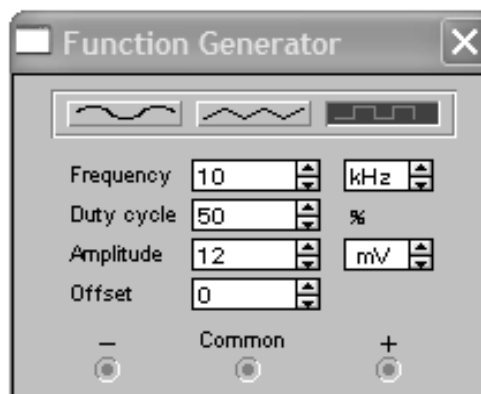


2.2-rasm. Radiouzatuvchi qurilmaning prinsipial sxemasi

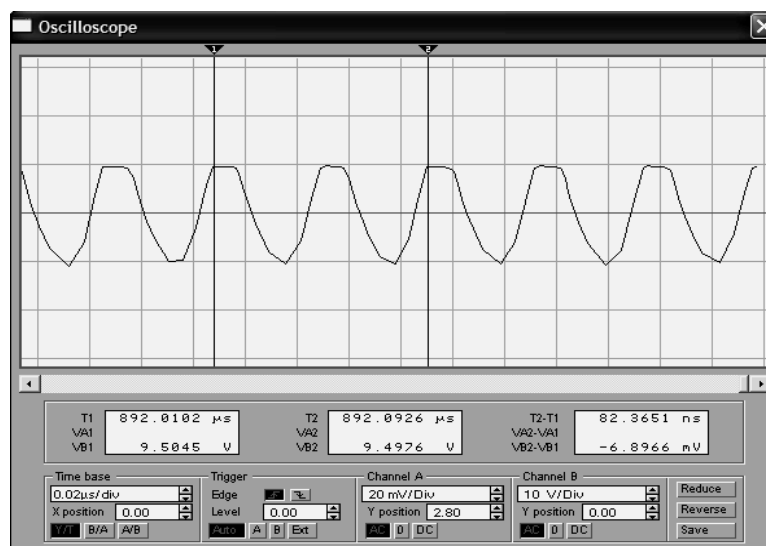
Radiouzatuvchi bipolyar tranzistorlarda yig'ilgan ikkita kaskaddan tashkil topadi. Real kirish signali manbasi (mikrofon), sxema modelida E1 to'g'ri burchakli impuls generatori bilan almashtirilgan. VT1 tranzistorida tashkil qilingan birinchi kaskad, modulyatsiyalanayotgan signalni dastlabki kuchaytirgichi hisoblanadi. VT2 tranzistorida yig'ilgan ikkinchi kaskad yuqori (tashuvchi) chastotaning LC- generatori hisoblanadi. E1 generatordan olingan signallarning parametrlari 2.3-rasmda ko'rsatilgan.

E1 generator o'chirilgan holda olingan, o'rnatilgan rejimdagi modulyatsiyalanmagan tashuvchi chastota tebranishlari 2.4- rasmda ko'rsatilgan. Modulyatsiyalanuvchi to'g'ri burchakli impuls va antennali chiqishdagi tebranishlarning ossilogrammasi 2.4- rasmda ko'rsatilgan. Huddi shu tebranishlarni "Transient" rejimida ham olish mumkin.

Yig'ilgan real uzatkich 6 Vt chiqish quvvatiga ega bo'lishi kerak. Chorak-to'lqinli nurlantiruvchi antenna dipolida va ultra qisqa to'lqinli(UQT) qabul qilgichning 10 mkV sezgirlikda, 100 metrgacha uzoqlikkacha turg'un aloqani ta'minlashi mumkin.



2.3-rasm. Generatorni parametrlarini o`rnatish



2.4-rasm. Tashuvchi chastota tebranishlari ossillogrammasi

Tadqiqotlar o`tkazish uchun topshiriqlar

1. Kuchaytirgich kaskadini o`rganish.

1.1. Kirishdagi chastotani o`zgartirib, kuchaytirgich kaskadining amplituda-chastotali va faza-chastotali xarakteristikasini o`lchash. A va B nuqtalaridan ossillogrammani olish(2.2-rasm).

1.2. Kirish signali amplitudasini ishchi chastotaga, kaskad xarakteristikasiga ta'sirini o`rganish. Kuchlanishning mos ossillogrammasini chizish.

2. LC-generatori ($E1=0$) 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.

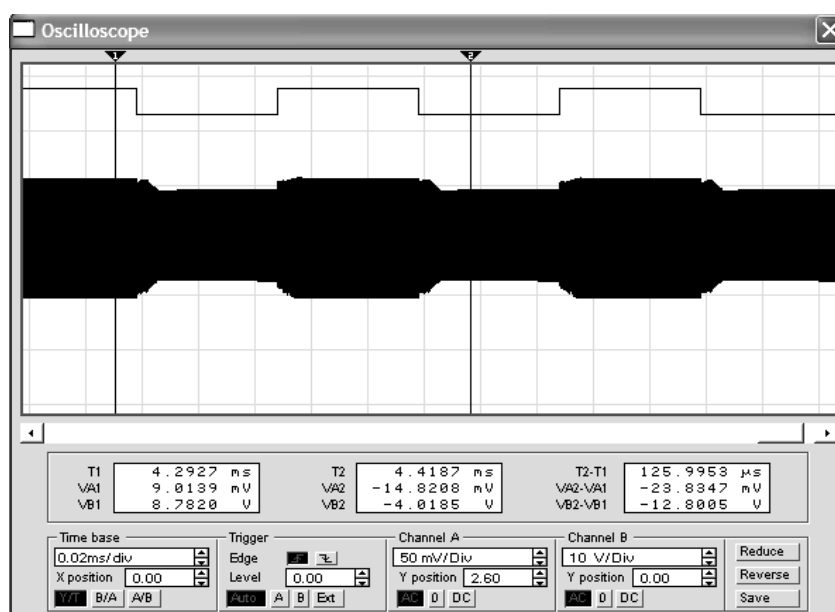
4. Ossillografdagi E1 generatorni va A kanalni ulab, sxema elementlari parametrlarini modulyatsiya chuqurligiga ta'sirini tekshiring. Xarakteristikalarini o'tish jarayonlari tugagandan so'ng olish tavsiya qilinadi.

Laboratoriya ishi hisoboti

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

Nazorat savollari

1. To'g'ri 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 impulslar tebranishlari ossillogrammasi

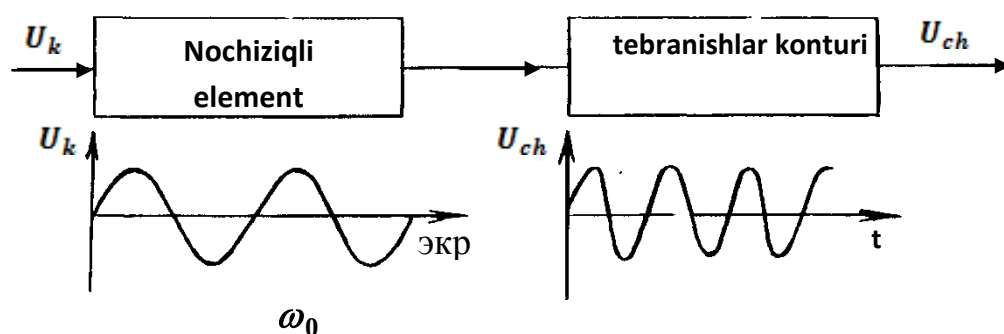
3- laboratoriya ishi. Chastota ko`paytirgich sxemasini modellashtirish

Ishni bajarishdan maqsad: Radiouzatuvchi qurilmalarda qo`llaniladigan chastota ko`paytirgich sxemasini modellashtirish.

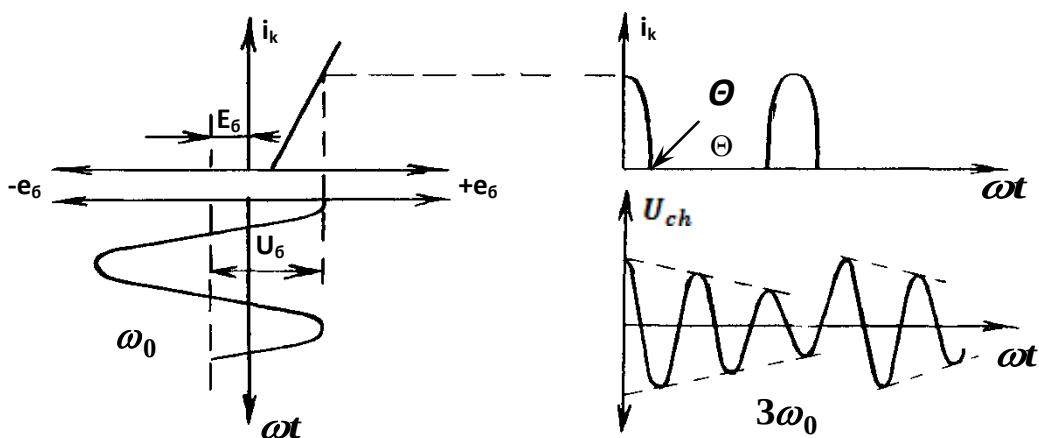
Nazariy qism. Chastota ko`paytirgichlari deb, tebranishlar chastotasini butun son bo`yicha bir necha marotabaga oshirishga mo`ljallangan qurilmaga aytiladi. Chastota ko`paytirgichlaridan juda yuqori chastotali barqaror kvarsli avtogeneratorni yaratishning iloji bo`lmagan holatlarda foydalaniladi. Chastota 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).

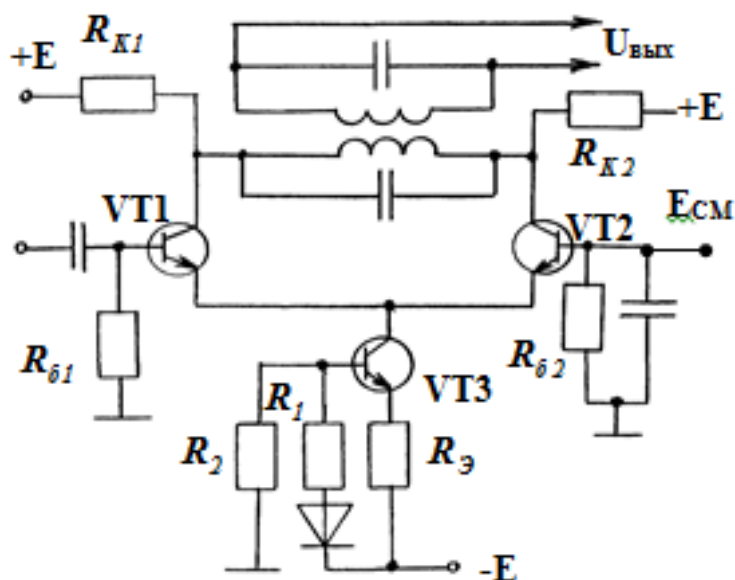


3.1-rasm. Filtr yoki garmonika chastotasiga sozlangan tebranishlar konturi



3.2-rasm. Chastotani uch marotaba ko`paytiruvchining ishlash diogrammasi

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

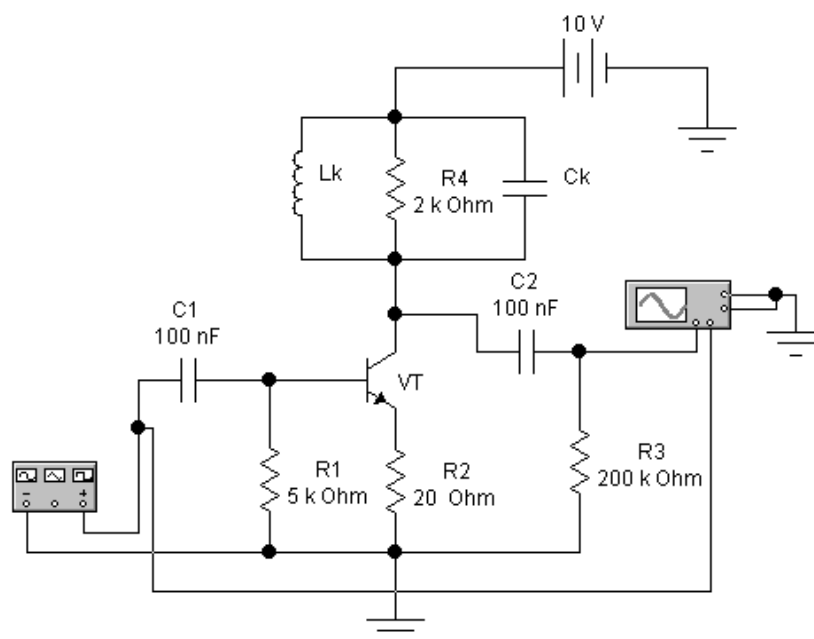
Chastota ko`paytirgichining Electronics Workbench dastur paketidan foydalanib yig'ilgan sxemasi 3.4 - rasmda ko`rsatilgan. Ko`paytirgichning  $n$  ko`paytirish koeffitsienti ikkidan to'rtgacha bo'lgan diapazonda yotadi. Kompyuterda hisoblashlarni amalga oshirishdan oldin tebranishlar konturining parametrlarini,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

Parallel konturning sifatililigi $Q = Rc/\rho$ bo'lib, bu yerda Rc – 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:

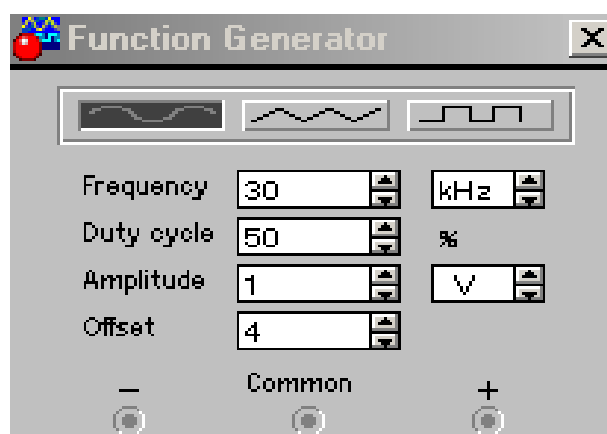
$$\rho = \sqrt{L_K / C_K}$$

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.

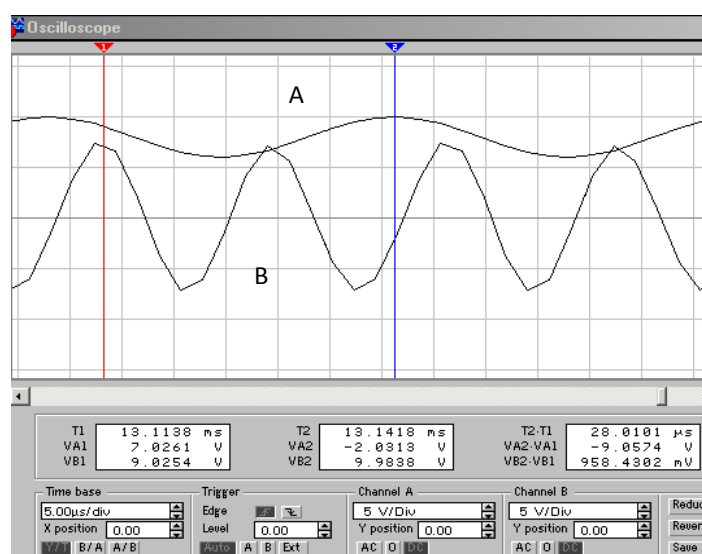
2. Ossillografni tranzistorning emitter zanjiridagi rezistorga ulab, tranzistorning emitterida garmonik signal hosil bo`lishi ko`riladi. Bu signalni yuzaga kelishi sabablarini va uning kirishdagi garmonik signal shaklidan farqlanishini tushuntirib bering. Tranzistorning VAXsidan foydalanib, tranzistorning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

3. Chastota ko`paytirgichining amplituda xarakteristikalarini olinadi. Kirish signalini 0,1 Vgacha va undan kamiga kamaytirishda ko`paytirgich chiqishidagi kuchlanishning pasayishi kuzatiladi.

4. Kirish signalining chastotasini kamaytirib, ko`paytirish koeffitsientiga nisbatan kuchaytirilgan signal hosil qilinadi.

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

6. Chastota ko`paytirgichining A kirish va V chiqish ossillogrammasi 3.6-rasmda ko`rsatilgan.



3.6- rasm. Chastota ko`paytirgichining A kirish va V chiqish ossillogrammasi

Laboratoriya ishi hisoboti

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

Nazorat savollari

1. Sxemadagi elementlarning mo`ljallanishini tushuntirib bering.
2. Chastota ko`paytirgichning sxemasida tranzistorning qanday ulanishidan foydalanilgan?
2. Konturning sifatliiligi 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.

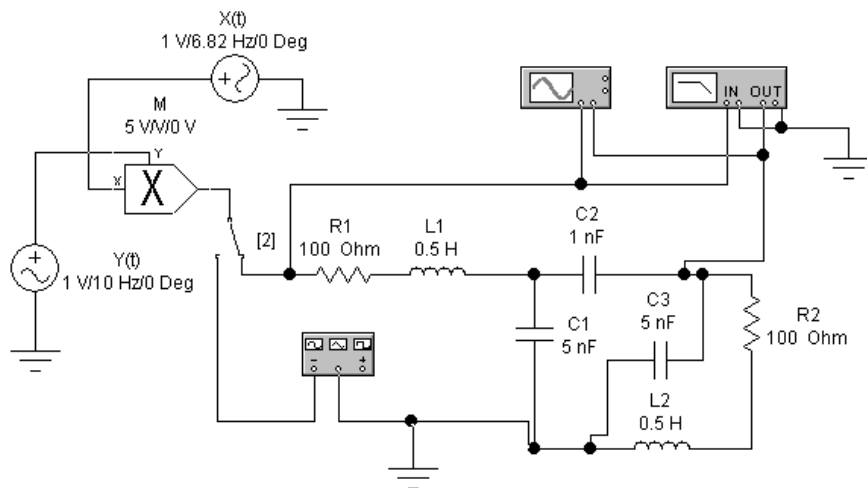
Nazariy qism. Radioqabul qiluvchi qurilmalarda aralashtirgichdan antennalardan kelib tushayotgan radiochastotali signallarni oraliq chastota signaliga o'zgartirish uchun foydalaniladi. Signallar chastotalarini o'zgartirish tamoyili ikkita garmonik tebranishlarni ko'paytirishdan iboratdir, ya'ni

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

Bunday holda, natijaviy tebranishlar quyidagicha aniqlanadi:

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

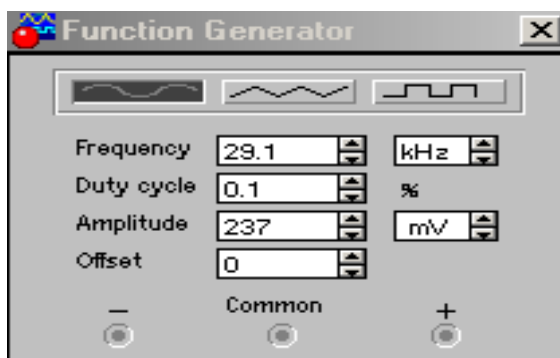
Bu tebranishlar $(\Omega - \omega)$ va $(\Omega + \omega)$ chastotali tebranishlarning yig'indisi hisoblanadi. Filtr yordamida 1-ifodadagi u yoki boshqa tashkil etuvchini belgilab, juda past yoki juda yuqori chastotali tebranishlarni hosil qilinadi. Bunday algoritmnı amalga oshiruvchi chastota o'zgartirgichning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



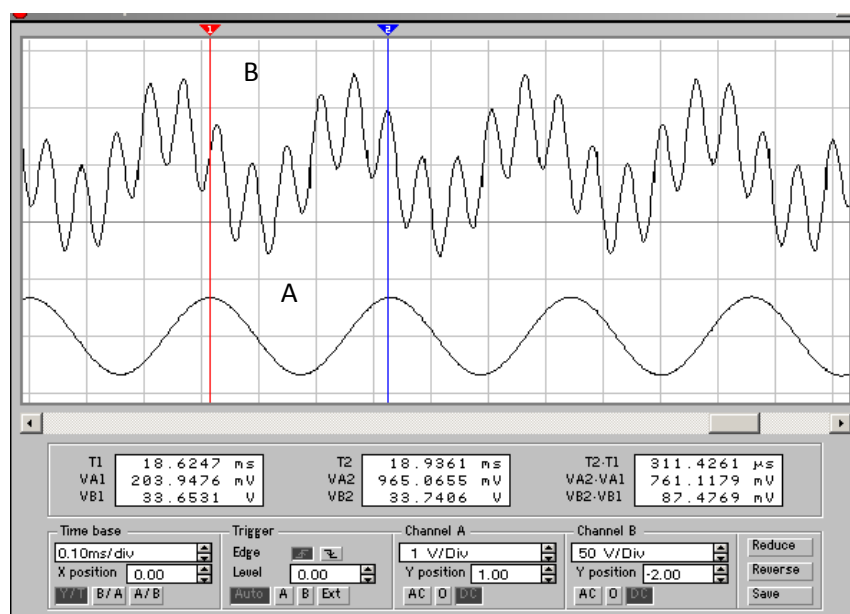
4.1-rasm. Ko'paytirgich asosidagi o'zgartirgich sxemasi

Sxema ikkita $X(t)$ va $Y(t)$ garmonik tebranishlar manbasidan, M ko'paytirgichdan, modellashtirish rejimini ulash uchun Z ulagichdan, nazorat-o'lchash asbobidan va 3,18 kGs atrofıdagi rezonans chastotali filtrdan tashkil topadi.

Aralashtirgich sxemasini modellashtirish uchun funksional generatorni sozlash, ko`paytirgich va filtrning kirish signallari ossilogrammasi 4.2 va 4.3-rasmlarda ko`rsatilgan.



4.2-rasm. Funksional generatorni sozlash



4.3-rasm. Ko`paytirgich(A) va filtr (V) kirishidagi signal ossilogrammasi

Ishni bajarish tartibi

1. Electronics Workbench dastur paketidan foydalanib chastota o`zgartirgich sxemasi yig`iladi (4.1-rasm).
2. X signal chastotasini o`zgartirib, X signalning smesitel chiqishidagi signalga ta`siri tekshiriladi.

3. X signal amplitudasini o'zgartirib, X signalning smesitel chiqishidagi signalga ta'siri tekshiriladi.

4. Y signal chastotasini o'zgartirib, Y signalning smesitel chiqishidagi signalga ta'siri tekshiriladi.

5. Y signal amplitudasini o'zgartirib, Y signalning smesitel chiqishidagi signalga tasiri tekshiriladi.

6. Filtrning kirish va chiqishidan amplituda-chastotali xarakteristikasi olinadi.

7. Ko'paytirgich va filtrning kirishidagi kuchlanishning ossillogrammasini tasvirlang.

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. 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. O'zgaruvchan tokning rezistorli kuchlanish kuchaytirgichlarini modellashtirish

Ishni bajarishdan maqsad: Rezistorli kuchaytirgichlar yordamida o'zgaruvchan kirish tokini kuchaytirish jarayonini kompyuterli modellashtirish orqali o'rganish.

Nazariy qism. Kuchaytirgich – bu signal quvvatini kattalashtiruvchi qurilma (to'rt qutblik) hisoblanadi. Signalning quvvatini oshirish ta'minlash manbasining energichsini signal energiyasiga o'zgartirish hisobiga amalga oshiriladi. Signal kuchaytirilganda uning shakli buzilmasligi kerak hisoblanadi.

Kuchaytirgichlar chiziqli qurilmalar bo'lishi kerak bo'lib, ularning kuchaytirish xususiyatlari signalning sathiga va uning spektral tarkibiga bog'liq bo'lmasligi kerak.

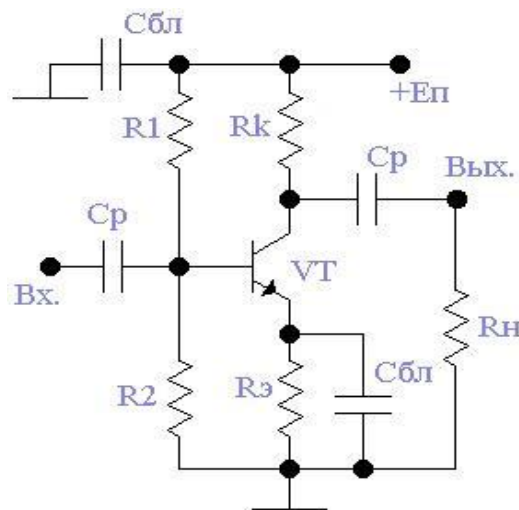
Kuchaytirgichlar asosan axborotli signallarni uzoq masofalarga uzatishdagi yo'qotishlarni kompensatsiya qilish uchun, ya'ni uzatilayotgan axborotlarni insonlar qabul qilishi uchun normal sharoitlar yaratib, registratsiya qiluvchi qurilmalarni ishlashini ta'minlash uchun ishlatiladi.

Kuchaytiriluvchi chastota diapazoni bo'yicha kuchaytirgichlar doimiy tok kuchaytirgichlariga, past (tovushli) chastota, yuqori chastota va o'ta yuqori chastota kuchaytirgichlariga bo'linadi. Doimiy tok kuchaytirgichlaridan kompyuterlarning ta'minlash manbalarida, past chastota kuchaytirgichlaridan tovushli platalarda, yuqori va o'ta yuqori chastota kuchaytirgichlaridan radio va televizion signallarni qabul qilgichlarida foydalaniladi.

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

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

Bunday kuchaytirgich quvvat bo'yicha katta kuchaytirish koeffitsientiga ega hisoblanadi. R_k va R_n rezistorlar ichki va tashqi yuklanishlar hisoblanadi. Agar ichki kollektorli yuklanish sifatida baland tovushli so'zlashuvchi, rele, aloqa liniyalari ulangan bo'lsa, u holda tashqi yuklanuvchi rezistor bo'lmasligi 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.

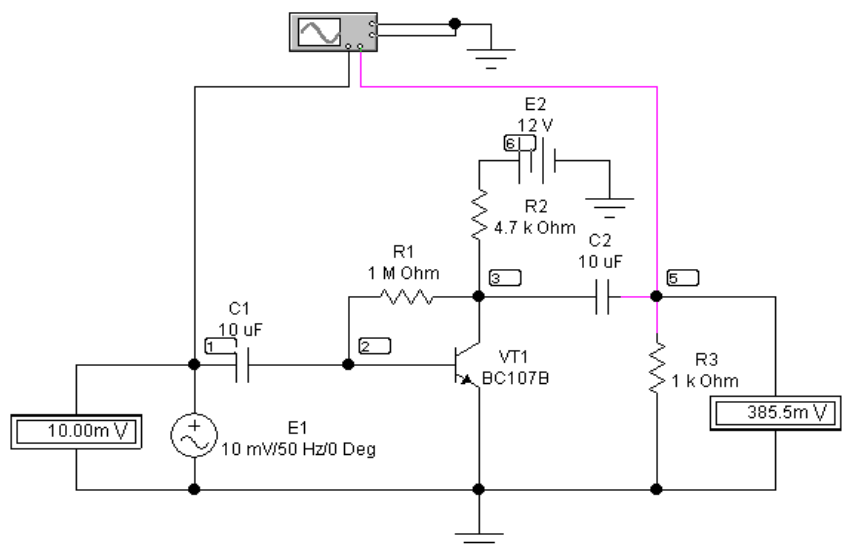
3. Sxemadagi 1 (kuchaytirish kaskadining kirishi) va 5 (kuchaytirgich chiqishi) nuqtalaridan signalni kuchaytirish jarayoni tekshiriladi. Kirishdagi va chiqishdagi signallar ossillogrammalari olinadi (5.3-rasm).

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

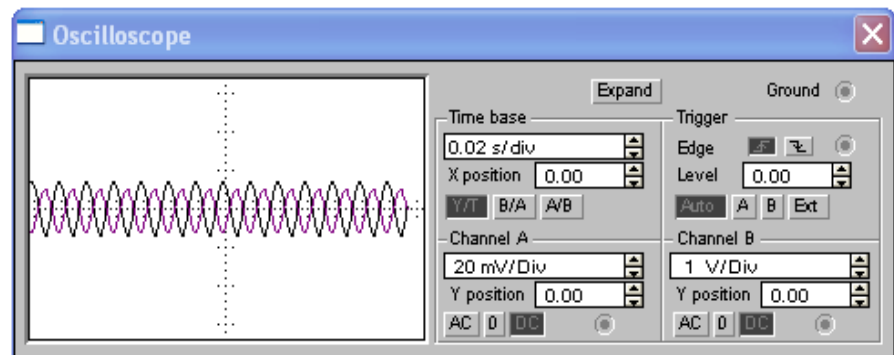
4. Electronics Workbench dastur paketidan foydalanib 5.4-rasmda ko'rsatilgan ikki kaskadli o'zgaruvchan tok kuchaytirgichi sxemasi yig'iladi.

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.

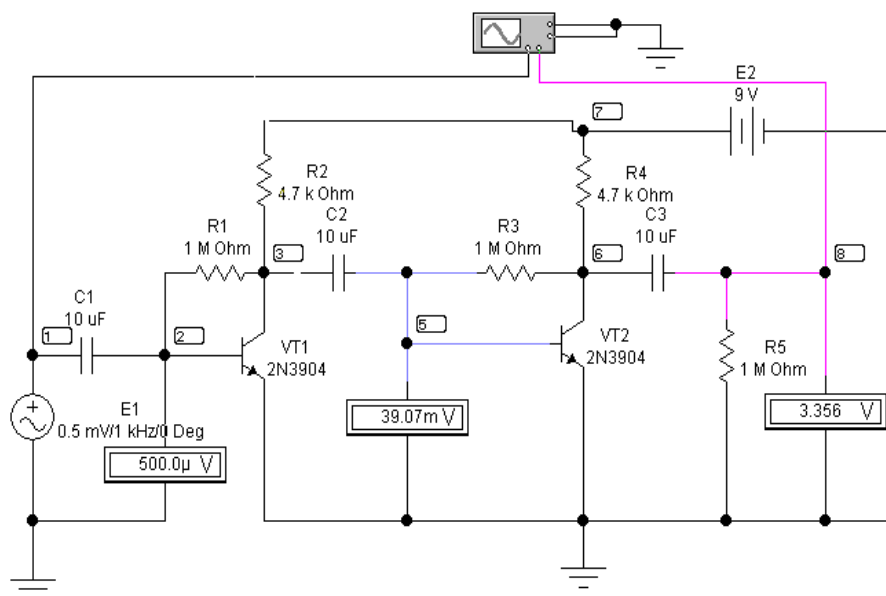
6. Signalni kuchaytirish jarayonini tadqiq qilish. Sxemadagi 1- nuqtadan (birinchi kuchaytiruvchi kaskad kirishi), 5-nuqtadan (ikkinchi kuchaytiruvchi kaskad kirishi), 8-nuqtadan (kuchaytirgich chiqishi) voltmeter yordamida ossillografda signalning ossillogrammasi olinadi. Ossillograf ikki kanalli bo'lganligi 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

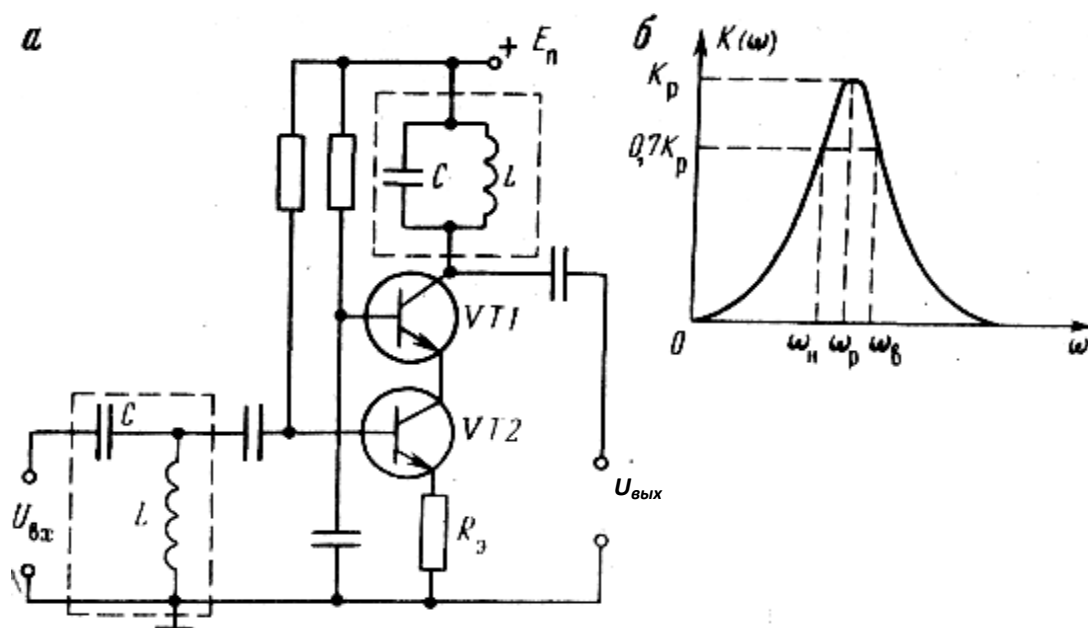
1. Rezistorli kuchaytirgichlar qanday xususiyatlarga ega hisoblanadi?
2. Sxemadagi elementlarning vazifalarini tushuntirib bering.
3. Kuchaytirgichlarning qanday turlarini bilasiz?
4. Modellashtirish jarayoni qanday amalga oshiriladi?

6- laboratoriya ishi. O`zgaruvchan tokning rezonans kuchlanish kuchaytirgichlarini modellashtirish

Ishni bajarishdan maqsad: O`zgaruvchan kirish toki kuchlanishini rezonans kuchaytirgichlar yordamida kuchaytirish jarayonini kompyuterli modellashtirish orqali o`rganish.

Nazariy qism. Garmonik signallarni va samarali tor spektrli signallarni kuchaytirish uchun, davriy bo`lmagan 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 ko`payishi hisobiga kuchaytirish koeffitsienti oshadi va o`tkazuvchanlik polosasi minimal torayadi.

Rezonans kuchaytirgich bu tarkibida yuklanish sifatida tebranishlar konturi qo`llaniladigan kuchaytirgich hisoblanadi. Rezonansli kuchaytirgich ketma-ket yoki parallel LC-kontur asosida, yoki ikkalasining birgalikda qo`llanilishi asosida bajarilgan bo`lishi 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 ko`rsatadi. Bu yerda $\rho = (LC)^{1/2}$ – konturning xarakteristik qarshiligi, r – induktivlik katushkasi qarshiligi.

K_1 -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 $E_1=100 \cdot N$ mkV, 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 $f_{rez}=1/(2\pi\sqrt{L_k C_k})$).

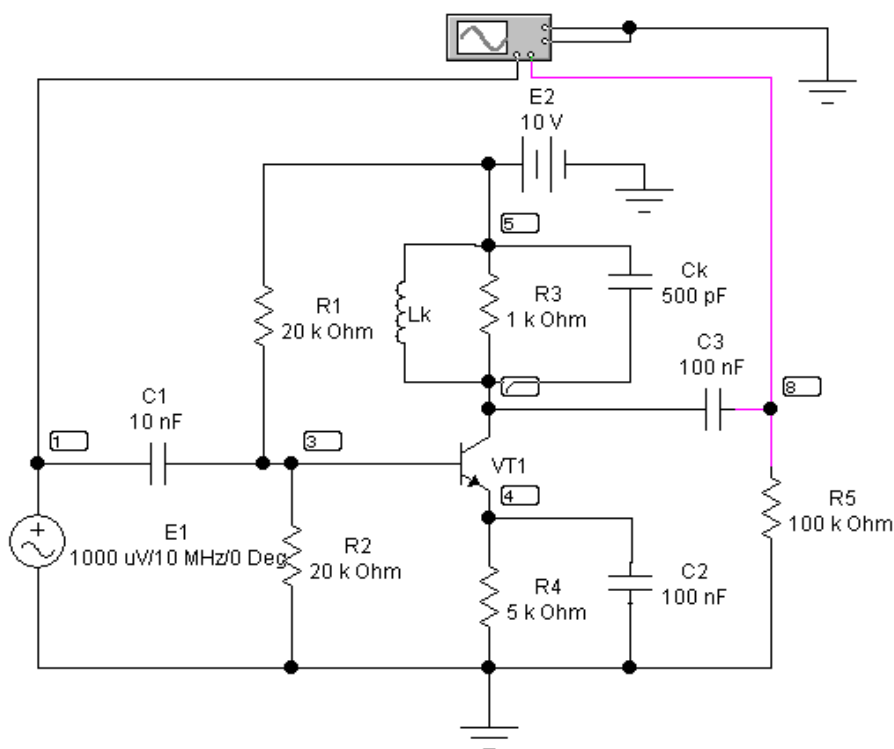
2. **Analysis/AC Frequency** buyrug'idan foydalanib rezonans kuchaytirgichning ACHX si olinadi. Kuchaytirgichning rezonans chastotasini E_1 kirish signalining berilgan chastotasiga mosligi tekshiriladi. Rezonans

kuchaytirgichning ACHXsini aniqlash uchun, kuchaytirgichning chiqish reaksiyasiga misol 6.3-rasmda ko`rsatilgan.

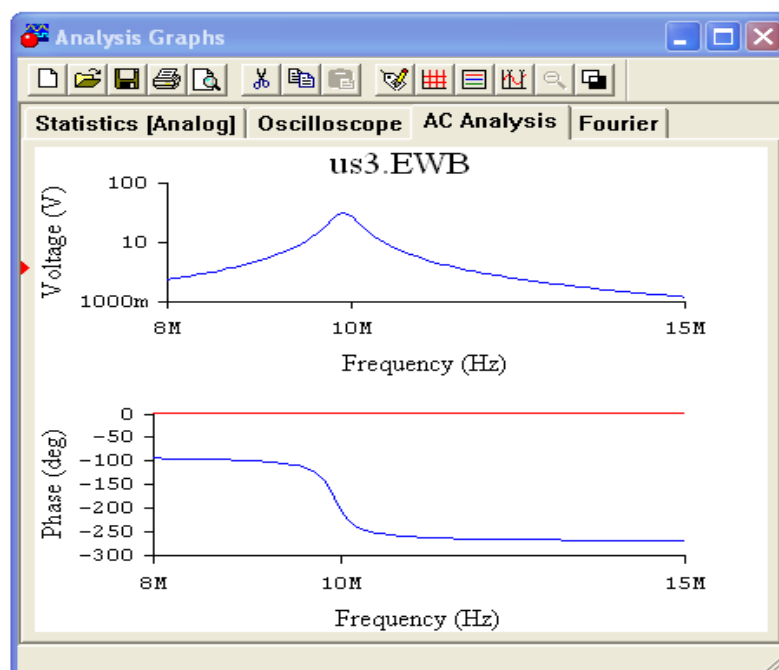
3. Kuchaytirgichning ACHXning maksimumdan 0,707 darajasidagi o`tkazish polosasini ($P_{0.7}$) nazariy hisoblanadi va kompyuterda modellashtirish bilan solishtiriladi.

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

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



6.2-rasm. Rezonans kuchaytirgich kaskadini modellashtirish sxemasi.



6.3-rasm. Kuchaytirgichning chiqish reaksiyasi.

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

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. Tebranishlar konturidagi rezonans qanday aniqlanadi?
2. Rezonans kuchaytirgich qanday vazifaga mo'ljallangan?
3. Sxemadagi elementlarning vazifalarini tushuntirib bering.
4. Kuchaytirgichning o'tkazuvchanlik 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

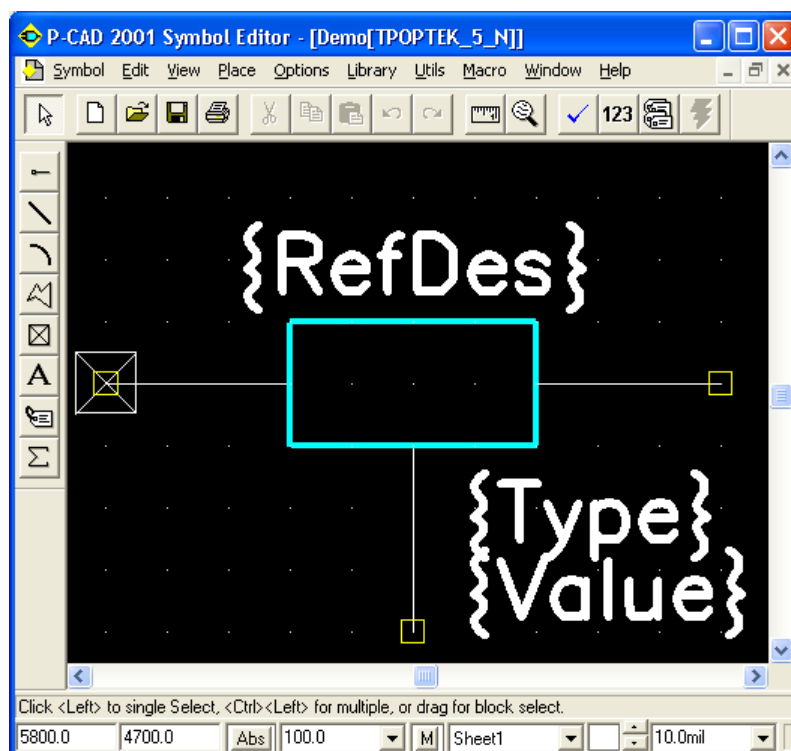
Ishning maqsadi: P-CAD Symbol Editor grafik muharriri vositalaridan foydalanib elektroradioelementlarning belgilarini yaratish uslubini o`rganish.

Nazariy qism. P-CAD lib kutubxonasida loyihani yaratish uchun kerakli bo`lgan, 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 ko`rinishi, bosma plata uchun joylashtirish o`rni tasviri, komponent ichki tuzilishini va bajaradigan funksiyasini ko`rsatuvchi axborotlar jamlangandir.

Kutubxona elementini yaratish uchun quyidagilarni amalga oshirish kerak bo`ladi:

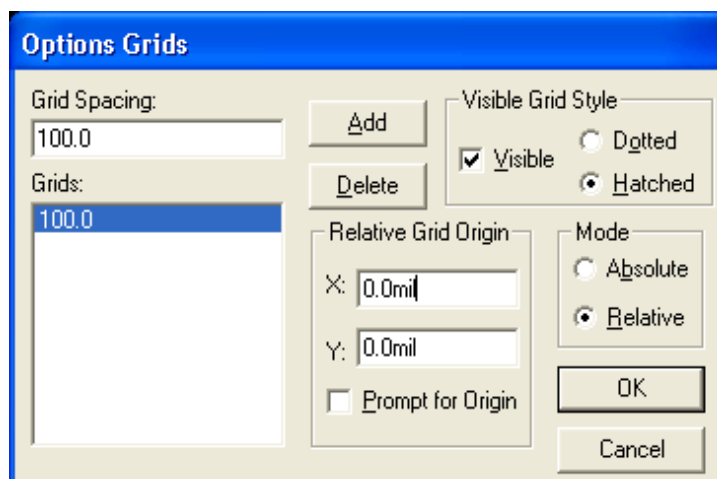
- komponentning tashqi ko`rinishini yaratib, uni kutubxonaga yozib qo`yish;
- elementni montaj maydonchasiga joylashtirish uchun o`rnatish joyini yaratish;
- element belgisi va ularning o`rnatish joyi o`rtasida o`zaro bog`liqlikni yaratish.

Kutubxona elementini yaratish uchun bajariladigan operatsiyalar ketma-ketligini K31-11 kondensatori va K555LA3 mikrosxemasini yaratish misolida ko`rib chiqamiz. Qo`yilgan masalani yechish uchun **P-CAD Symbol Editor** grafik muharriridan foydalaniladi. 7.1- rasmda muharrirning interfeys ekrani ko`rsatilgan.

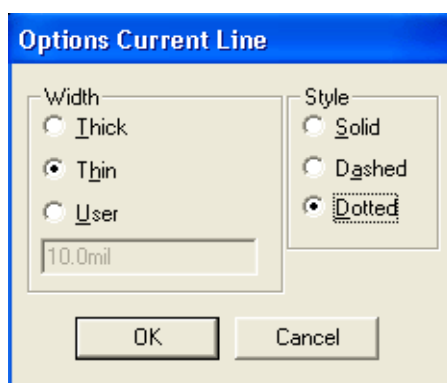


7.1- rasm. Muharrirning interfeys ekrani

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**), o`rnatiladi, **Style** sohasida **Solid** (to`liq chiziq) ni o`rnatib **OK** tugmachasi bosiladi. Foydalanuvchi **User** bayrog`qchasini aktivlashtirib standart bo`lmagan qalinlikdagi chiziqlarni ham o`rnatish mumkin. (7.3-rasm).

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

Display Colors sohasida ekran fonining rangi o`rnatiladi (**Background**), asosiy setka (**1x Grid**), kattalashtirilgan qadamli setka (**10x Grid**), yoritiladigan ob`ektlar uchun (**Highlight**), tanlangan ob`ektlar 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** buyrug`idan foydalaniladi. Kondensatorning plastinkalari orasidagi oraliq 1,5 mm ekanligini e`tiborga olib, setka qadamini 0,5 mm qilib o`rnatib, kursorni setkaning tugunlari bo`yicha siljishini **View/Snap to Grid** orqali kiritiladi (7.4- rasm).

Komponent chiqishlarini yaratish uchun setka qadamini 2,5 mm qilib o`rnatiladi va **Place/Pin.**  buyrug`ini tanlab chiqish ko`rinishi sozlanadi (7.5-rasm).



7.4-rasm. K31-11 kondensatori, shartli belgisi va o`rnatish joyi.

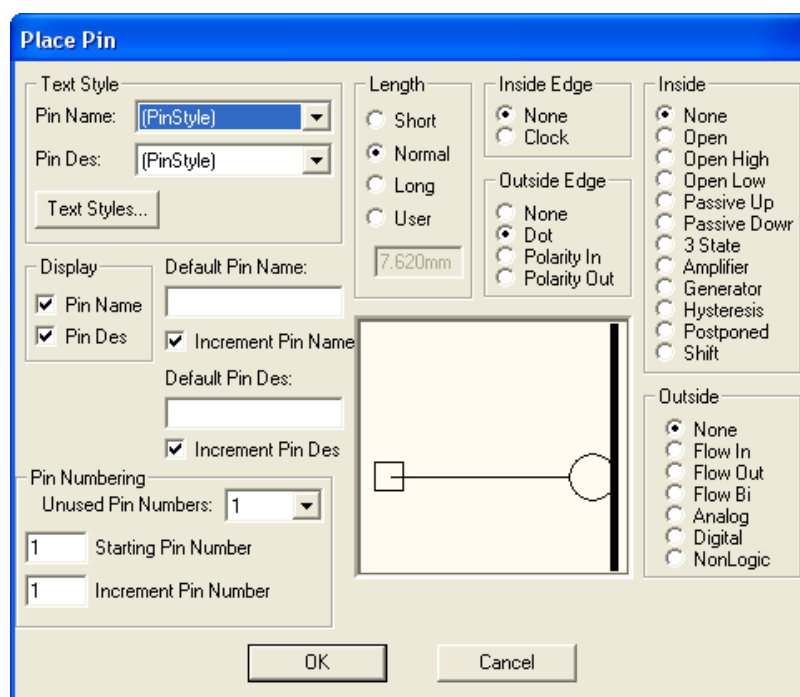
- Birinchi kontaktni chizish uchun **Length** (uzunlik) maydonida **Normal** kontakt uzunligi tanlanadi;
- **Outside Edge** (chiqish kontakti) maydonida **None** (**Dot** inversii doirachasi) qiymati o`rnatiladi;
- **Default Pin Des** (birinchi chiqishni pozitsionn tasvirlash (birinchi chiqish) oynasida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

- **Increment Pin Des** bayroqchalar ham o`chirib qo`yiladi;
- **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 qo`yib yubormasdan **F** klavishi orqali tasvirni 180° ga buriladi.

– Komponentni bog`lash nuqtasini berish uchun **Place/Ref Point** buyrug`i tanlanadi. Sichqonchani belgining birincha kontakt nuqtasi ustida bosiladi, birinchi kontakt tasviri ustida to`rtburchak hosil bo`ladi.



7.5-rasm. Place/Pin muloqot oynasi.

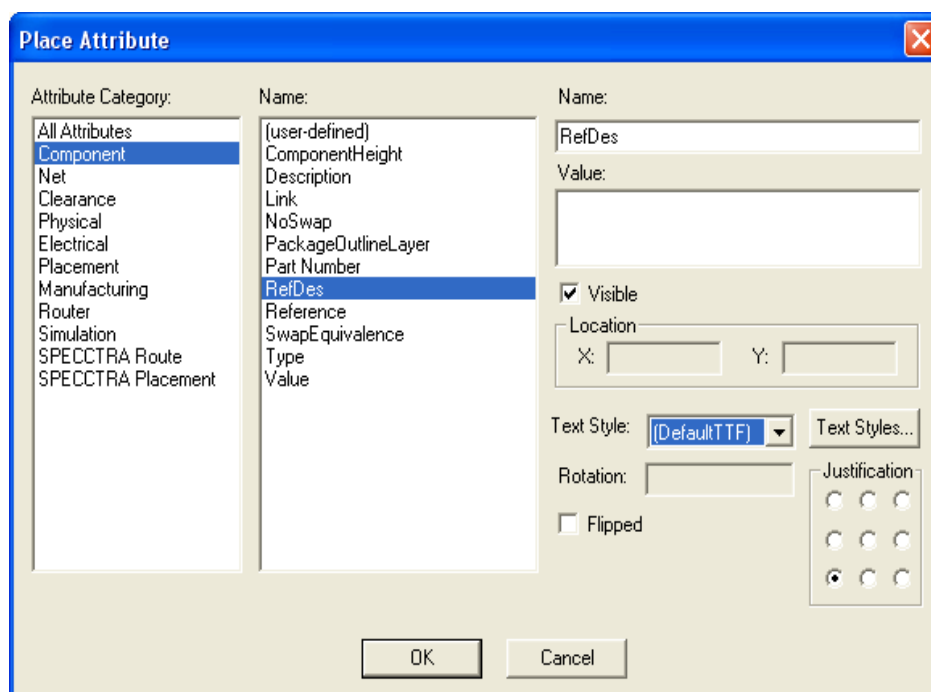
–Belgining atributlarini berish uchun **Place/Attribute** buyrug`i bajariladi (7.6-rasm):

–**Attribute/Sategy** maydonida element atributini **Component** bo`limidan tanlanadi;

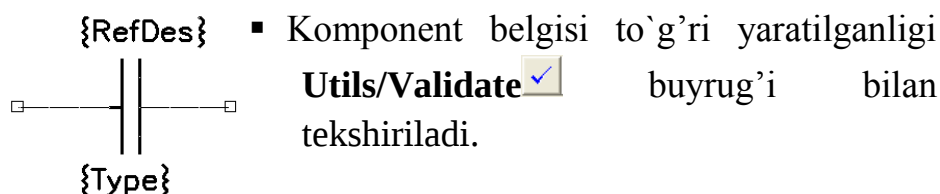
– (**Name**) maydonida atributning pozitsion belgisini **Refdes** tanlanadi;

– Text **Style** ro`yhatidan elementning sxemadagi pozitsion belgilanishni **Default TTF** o`rnatiladi;

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



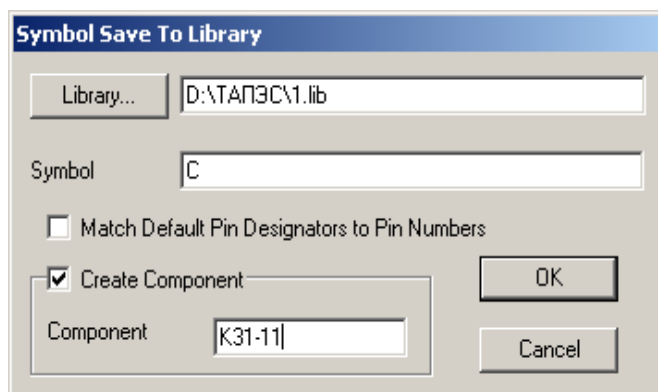
7.7-rasm.Element belgisi tasviri

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.

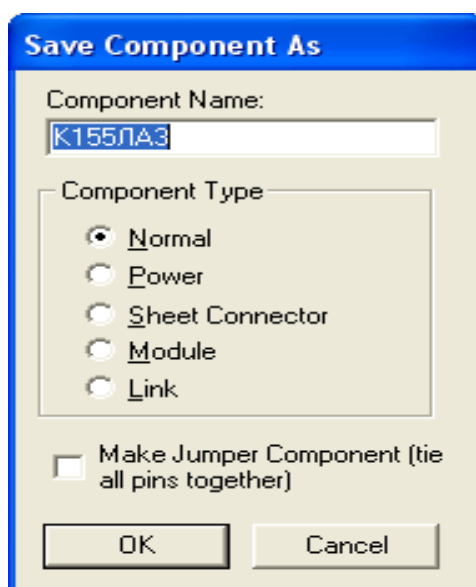
Keyingi muloqot oynasida **Normal** bayroqcha aktivlashtirilib **OK** tugmachasi bosiladi (7.9-rasm). Agar kutubxona yaratilmagan bo`lsa, **Library/New** buyrug`i orqali yaratiladi.

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 buyrug'ini tanlab, sichqonchani chap tugmachasini bosamiz, hosil bo'lgan muloqot oynasidagi **Length** (uzunlik), maydonida **Normal** belgisini o'rnatamiz.



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 qo'yamiz. **Display** maydoniga **Pin Des** va **Pin Name** larni o'rnatamiz.

Increment Pin Des buyrug'ini o'rnatamiz. **Text Style** maydonida **Pin Name** va **Pin Des** qatorlaridan **Default TTF** matnni tanlab **OK** ni bosiladi.

Kursorni komponent belgisidagi chiqish joylashtiriladigan nuqtaga olib kelib sichqonchani chap tugmachasi bosiladi (invers chiqishli kontakt paydo bo'ladi). Sichqoncha tugmasini qo'yib yubormasdan turib P klavishini kontakti holatini kerakli o'zgartirish uchun bosiladi, so'ngra tugmachani qo'yib yuboriladi, kontakt o'rnatiladi. Kirish kontaktlarini kiritish uchun sichqonchani chap tugmachasi bosiladi. Muloqot oynasida **Outside Edge** maydonida **None**

(inversiyani 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.

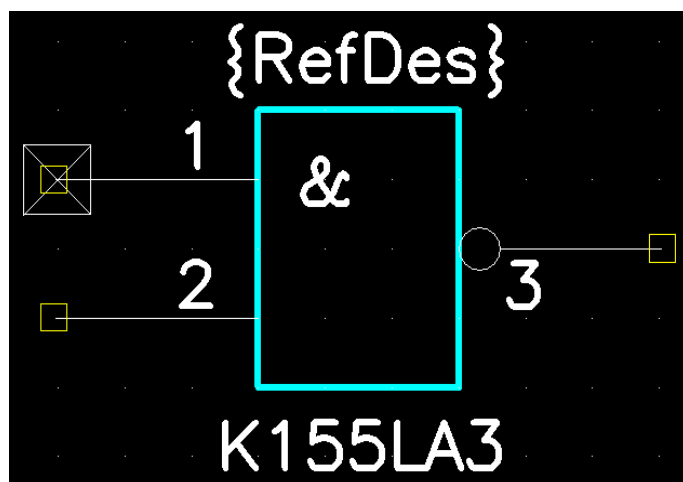
Ikkinchi kirish kontaktini yaratish uchun kursorni kerakli nuqtaga qo'yib, sichqonchani chap tugmasini bosish kerak (birinchi kontaktdan 5 mm pastga).

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 R1 0.1 R2 220 R3 2.2 к R4 3.3 М	Резистор постоянный 0.125 Вт 0.25 Вт 0.5 Вт 1 Вт 2 Вт 5 Вт	Резистор переменный R5 470 R6 220 к R7 3.3 М R8 470 к	Резистор переменный сдвоенный R9 110 к R10 1.1 М R9.2 10 к R10.2 1 М	Резистор переменный с замыкающим контактом SA1 SA1 SA1 SA1	Резистор подстроечный R14 470 R17 3.3 к R15 100 к R16 2.2 М R18 47 к
Резисторы нелинейные: терморезистор и варистор RK1 45° RK3 RK2 RU1	Конденсатор постоянной емкости C1 120 C3 0.047 мк C2 1 мк x 600 В	Конденсаторы оксидные полярный и неполярный C4 100 мк x 6.3 В C5 4.7 мк x 30 В C6 10 мк x 20 В	Конденсатор подстроечный C7 5...20 C8 8...30	Конденсатор переменной емкости (КПЕ) C9 5...240 C10 9...270 C11 4...50	Сдвоенный блок КПЕ C12.1, C12.2 12...495
Конденсаторы проходной и опорной C13 6800 C14 6800 C15 4700	Катушка индуктивности, дроссель (L3 – с отводами) R2.5 L1 L2 L3	Катушка, дроссель с магнитопроводом (L7 – с медным) L4 L5 L6 L7	Трансформатор с тремя обмотками и электро- статическим экраном T1	Диод, диодный мост VD1 40 VD3 VD2 VD4	Стабилитрон (VD8 – двуханодный) VD5 5 VD7 VD6 VD8
Диод шоттки (VD9), ограничительный (VD10), варикал (VD11) VD9 VD12 VD10 VD11 VD13	Варикальная матрица VD14 VD15	Динистор (VS1), трингистор (VS2, VS3), симистор (VS4) VS1 VS2 VS3 VS4	Транзистор p-n-p VT1	Транзистор n-p-n VT2 VT4 VT3 VT5	Транзистор однопереходный VT6
Транзистор полевой с p-каналом VT7 VT8	Транзистор полевой с изолированным затвором и p-каналом VT9 VT10	Транзистор полевой с двумя изолированными затворами и n-каналом VT11	Фоторезистор R20 R19	Фото- и светодиод VD13 HL1 VD14 HL2	Фототранзистор VT12 VT13
Оптрон резисторный R6 U1	Оптрон диодный U2 U2.2 U2.1	Оптрон тиристорный U3	Оптрон транзисторный U4 U5	Триод VL1 R3.5 R2	Двойной триод VL2 VL3.2 VL3.1
Пентод R7	Контакт замыкающий (выключатель) SA1 SA3 SA2 SA4	Контакт размыкающий SA6 SA5 SA7 SA8	Контакт переключающий SA9 SA11 SA10 SA12	Геркон SF1 SF2 SF3	Переключатель 2ПЗН SA13
Переключатель 6П1Н SA14	Переключатель 3П2Н (среднее положение – нейтральное) SA15	Выключатель и переключатель кнопочные (с самовозвратом) SB1 SB3 SB2 SB4	Выключатель и переключатель кнопочные с воз- вратом в иск. положение повторным нажатием SB5 SB7 SB6	Штырь и гнездо разъе- много соединителя (XW1- XW4 – коаксиального) XP1 XS1 XW1 XW3 XW2 XW4	Вилка и розетка разъемного соединителя XP1 XS1 X1 X2

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.

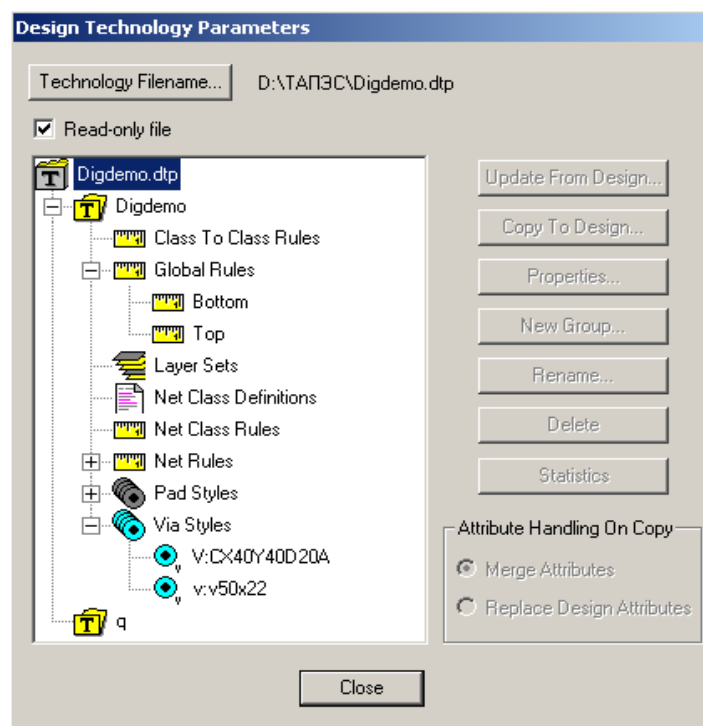
Kondensator uchun o`rnatish joyini yaratish.** Dastur konfiguratsiyasi o`rnatib olinadi. Buning uchun **Options/Configure orqali ishchi soha 80x80 mm qilib o`rnatiladi. **Options/Grids** orqali setka qadami 1,25 mm qilib, **Options>Current Line** orqali ob'ektni chizish uchun chiziq qalinligi 0,2 mm 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.

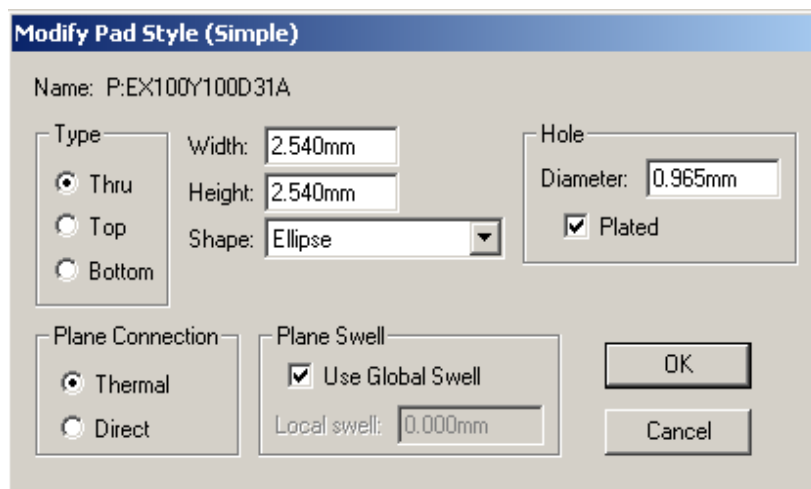
Komponentlar chiqishlari uchun kontakt maydonchalari va o`tish teshikchalari turli shakl va o`lchamga ega bo`lishi mumkin, shuning uchun loyihalash jarayoida foydalaniladigan elementlar bazasi uchun foydalanuvchi kontakt maydonchasi va o`tish teshikchalari steklarining xususiy kutubxonasini yaratish 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.



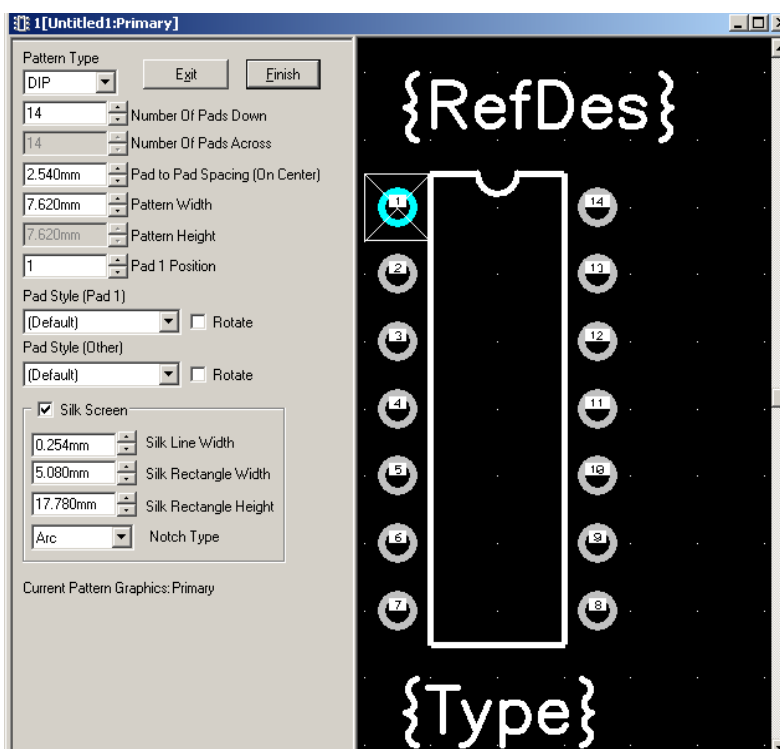
8.2-rasm. Kontakt maydonchasi parametrlarini o`rnatish oynasi

Oldindan yaratilgan kutubxona **Pattern/Open** buyrug'i orqali ochiladi yoki yangi kutubxona **Library/New** yaratiladi. O`rnatish kerak bo`lgan joyga kontakt maydonalari joylashtiriladi. Buning uchun **Options/Pad Style** buyrug'i orqali kontakt maydonchasi ko`rinishi tanlanadi (masalan, **Default**). **Place Pad**  buyrug'i bilan birinchi kontaktni kerakli nuqtaga o`rnatiladi. Ikkinchi kontakt ham

xuddi shu buyruq orqali o`rnatiladi. Birinchi kontaktga komponentni bog`lash nuqtasini o`rnatish uchun **Place/Ref Point** buyrug`idan foydalaniladi.

Komponentning konturini chizish uchun holatlar qatoridan **Top Silk** qavat o`rnatiladi. **Place Line** va **Place Arc** buyruqlari orqali komponent korpusi chiziladi. **Place/Attribute** buyrug`idan foydalanib komponent atributlari beriladi. **Utils/Validate** buyrug`i bilan yaratilgan faylning to`g`riligi tekshiriladi va yaratilgan komponentni **Pattern/Save As** buyrug`idan foydalanib kutubxonaga saqlanadi.

Mikroxschema uchun o`rnatish joyini yaratish.** Mikroxschemaning o`rnatish 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 bo`yicha chiqishlar soni, **Number of Pads - Across** – massivdagi ustunlar soni, **Pad to Pad Spacing** – qatorlardagi kontaktlar orasidagi masofa kiritiladi. Shu oynada quyidagilar tanlanadi:



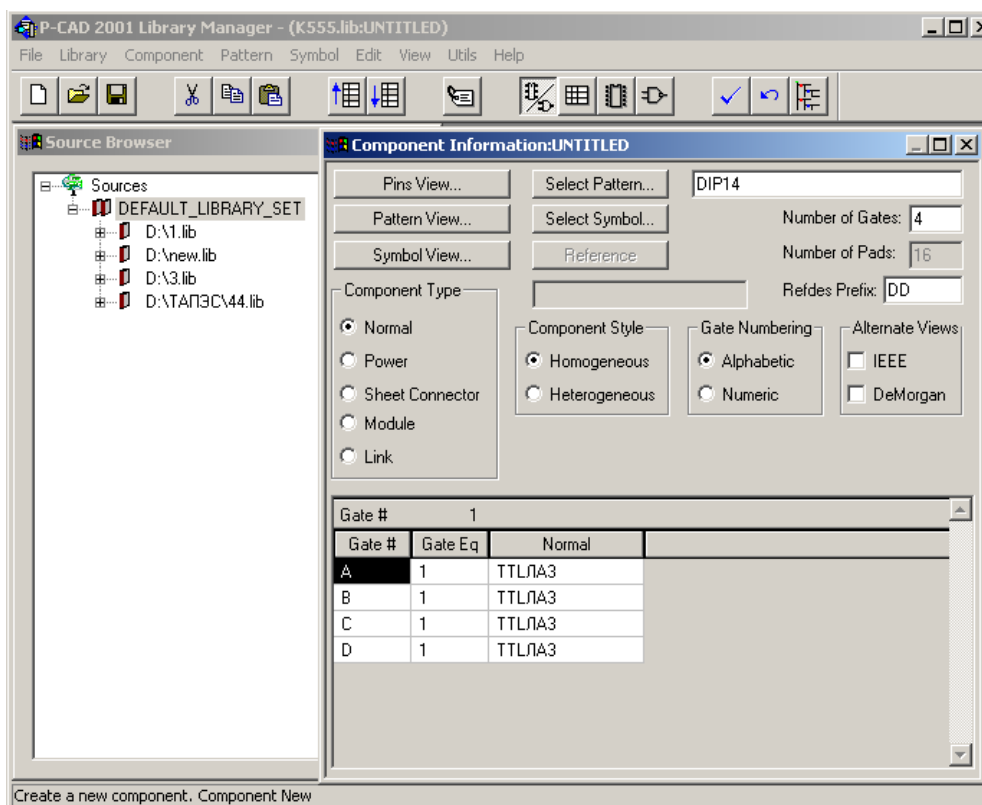
8.3-rasm. **Pattern/Pattern Wizard** buyrug`i oynasi

- **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:

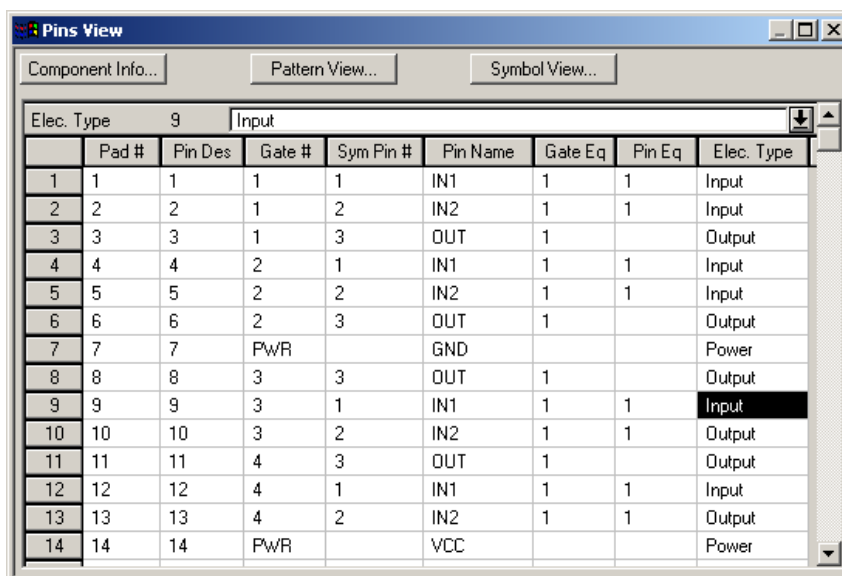
- **Gate#** - mantiqiy seksiyalar nomi;
- **Gate Eq** –mantiqiy ekvivalent seksiyalar kodi (1 –agar hamma seksiya bir xil bo'lsa);

- **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.



The screenshot shows a software window titled "Pins View" with three tabs: "Component Info...", "Pattern View...", and "Symbol View...". The "Component Info..." tab is active, displaying a table of pin information. The table has columns: Elec. Type, Pad #, Pin Des, Gate #, Sym Pin #, Pin Name, Gate Eq, Pin Eq, and Elec. Type. The table contains 14 rows of data, with the 9th row (Pin 9) highlighted.

	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 muhaseeri bilan tanishish, prinsipial–elektrik sxemalarni yaratish tamoyillarini, kontaktlarga elektrik bog'lanishlar o'tkazish usullarini o'rganish, radioelektron qurilmalar prinsipial-elektrik sxemalarini yaratish.

Nazariy qism. **P-CAD Schematic** grafik muharririning asosiy mo'ljallanishi 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 o'qish, tushunish va joylashtirishni ta'minlay olishi kerak.

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

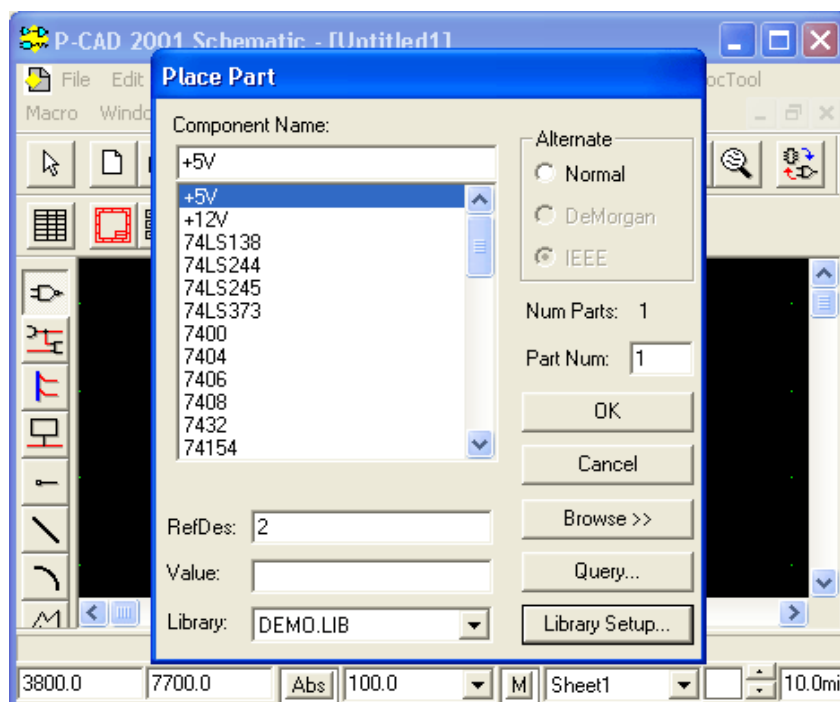
Grafikli muharrirda ishlash jarayoni ketma-ketligi quyidagichadir:

- **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** buyrug'i bilan kerakli kutubxona yuklanadi va **Add** tugmasini bosib **Open Libraries** sohasida ularning nomi qo'shiladi.



9.1-rasm. Komponent belgisini tanlash

Joylashtirish maydoniga kutubxona elementini joylashtirish. Place/Part buyrug'i beriladi va hosil bo'lgan 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 ko'rinishini **Browse** sxemasida pozitsiyali belgilash (**RefDes**) tugmachasini bosib ko'riladi. **Part Num** oynasida 1 tartibli seksiya turadi, uni tartibini shu oynada o'zgartirish mumkin bo'ladi.

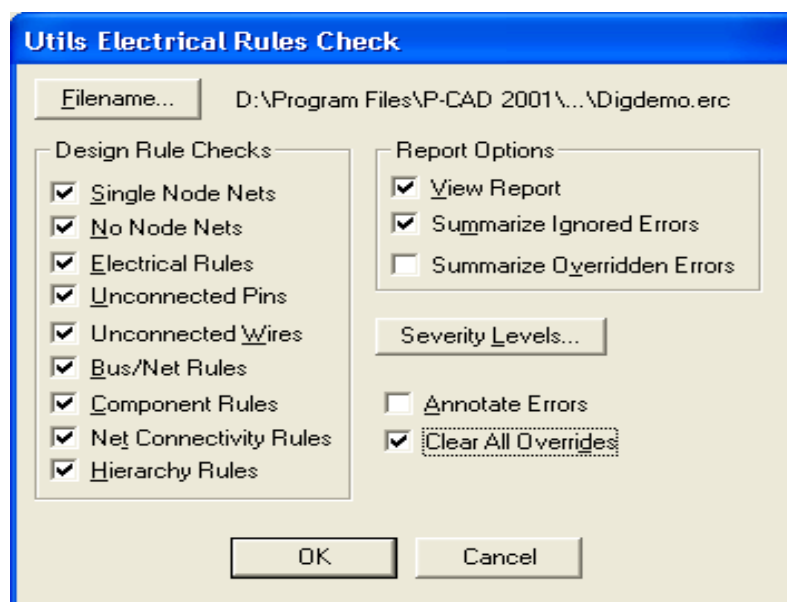
Num Parts komponentga kiruvchi mantiqiy seksiyalar sonini belgilaydi, **Part Num** –esa kiritilayotgan mantiqiy seksiya tartibini ko'rsatadi. Joylashtirilayotgan elementning **RefDes** pozitsiyali belgisi va uning seksiyalari elektrik sxemaga avtomatik ravishda qo'yiladi, kerakli parametrlar tanlangandan so'ng **OK** tugmachasi bosiladi.

Aytib o'tilgan tayyorlov ishlari bajarilib bo'lingandan so'ng belgini joylashtirish uchun sichqoncha tugmachasi ekranda paydo bo'ladi. Element tasvirini ko'paytirish kerak bo'lsa sichqoncha tugmachasi ekranning kerakli joylarida bosiladi. So'ngra belgilangan elementni sichqonchani o'ng tugmasini bosib, **Properties** opsiyasini tanlab tahrirlash mumkin.

Elementlar joylashtirilganidan so'ng **Place/Wire** buyrug'i orqali kontaktlar o'rtasidagi elektrik bog'lanishlar o'tkaziladi. Bog'lanish simi kengligi

Options/Current Wire buyrug'i bilan o'rnatiladi: **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 bog'lanish chiziqlarining turli konfiguratsiyasini o'tkazish mumkin. Sichqoncha tugmachasini bosib turib O klavishani bosish bilan chiziqni chizish burchagini **Options/Configure** menyusida berilgan burchaklarga o'zgartirish mumkin. F klavishani bosish esa chiziq yo'nalishini o'zgartiradi. Navbatdagi elektr zanjir o'tkazib bo'lingandan so'ng, sichqonchaning o'ng tugmasi yoki ESC klavishi bosiladi. Zanjirga qo'shimcha sinish nuqtalarini kiritish uchun **Rewire/Manual** buyrug'i bajariladi.

Komponent belgilaridagi bog'lanmagan chiqishlar va boshqa kontaktlarga ulanmagan zanjir chiqishlari kvadrat shakllar bilan belgilanib turadi va ular bog'langandan so'ng o'chadi. Bitta zanjirdagi fragmentlarni bog'lash joyi nuqta orqali belgilanadi.



9.2-rasm. Bog'lanishlardagi xatoliklarni nazorat qilish buvruqlari 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 birlashtirilgan bo'lib, 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 muhariri 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.

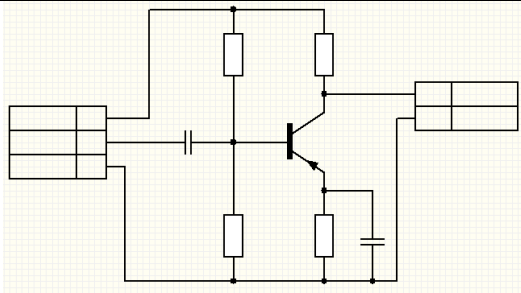
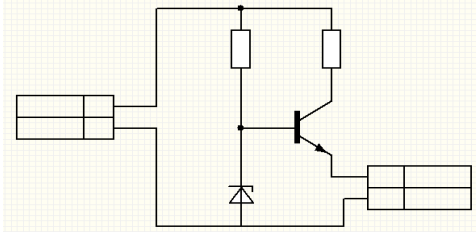
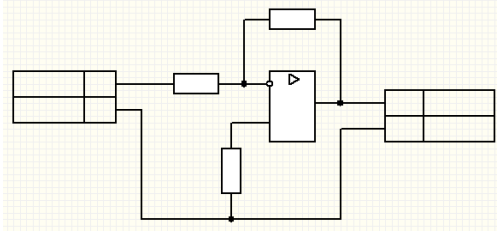
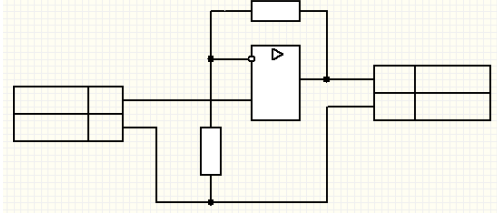
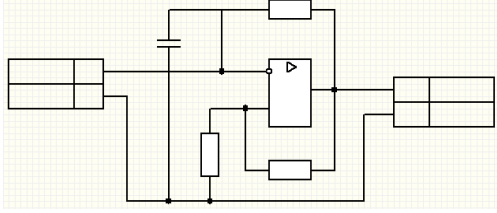
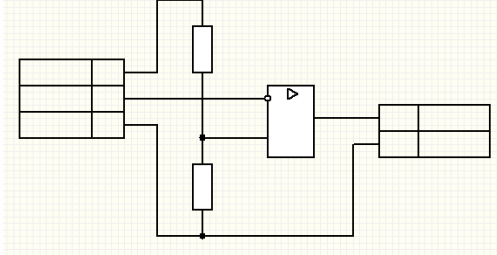
Nazorat savollari

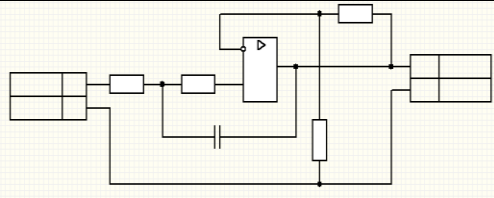
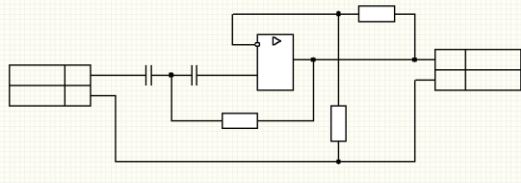
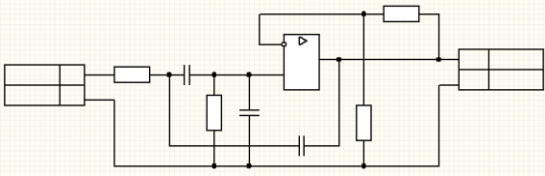
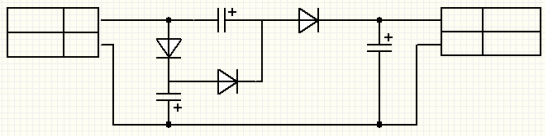
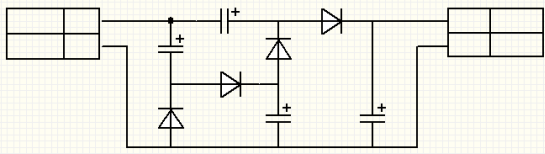
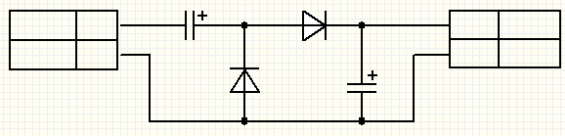
1. **P-CAD Schematic** grafik muharriri qanday ishni bajarishga mo'ljallangan?
2. Grafik muharririda ishlash ketma-ketligi qanday ?
3. Formatlash maydoniga kutubxona elementlari qanday joylashtiriladi ?
4. Joylashtirilgan elementlar kontaktlarini elektrik bog'lanishlari qanday amalga oshiriladi?
5. Komponentlarni 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 o'rganish, bosma platani tahrirlash, oldin yaratilgan sxema uchun bosma plata yaratish.

Nazariy qism. P-CAD PCB bosma plata muharriri montaj-kommutatsiya maydoniga o'tkazgichlarni qo'lda, interaktiv, va avtomatik trassirovka qilish uchun komponentlarni joylashtirish uchun ishlatiladi. Interaktiv rejimda kursor orqali o'tkazgich segmentining boshlanishi va oxiri belgilab olinadi, shundan so'ng, to'siqlar e'tiborga olinib trassirovka qilinadi. Bunda foydalanuvchi tomonidan o'rnatilgan, trassani o'tkazishga qo'yilgan barcha cheklanishlarga amal qilinadi.

Bosma platalarni yaratish masalasi loyihadagi komponentlarni bir-birlariga bo'lgan munosabatlariga qarab joylashtirish va qo'lda yoki avtomatik ravishda bog'lanishlarni 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.

So'ngra **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 bo'lmasa, komponentlar plataga **Place/ Component** buyrug'i bilan o'rnatiladi. Komponentlar o'rtasidagi bog'lanishlar **Place/ Connection** buyrug'i orqali o'tkaziladi.

Agar prinsipial sxema mavjud bo'lsa, bu sxemani plataga joylashtirish amalga oshiriladi (kerakli kutubxona ochiq bo'lishi kerak).

Buning uchun dastlab **Utils/Load Netlist** buyrug'i orqali bosma platadagi bog'lanishlar ro'yxati fayli yuklanadi (.net kengaytmali).

Oldindan raz'yomlari va boshqa komponentlar joylashtirilgan bosma plataga sxema joylashtiriladi (kerakli komponent ajratib ko'rsatilgandan so'ng Properties muloqotli oynasida Fixed bayroqcha o'rnatiladi) va ba'zi bir zanjirlar o'tkaziladi.

Utils/Load Netlist buyrug'i yuklangandan so'ng ekranga quyidagi cheklanishlarga rioya qilish to'g'risidagi ma'lumotlar chiqadi:

- Plataga mos tushuvchi komponentlar va pozitsion belgisi (RefDes) sxema bir xil tipdagi korpusga (Ture) ega bo'lishi 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).

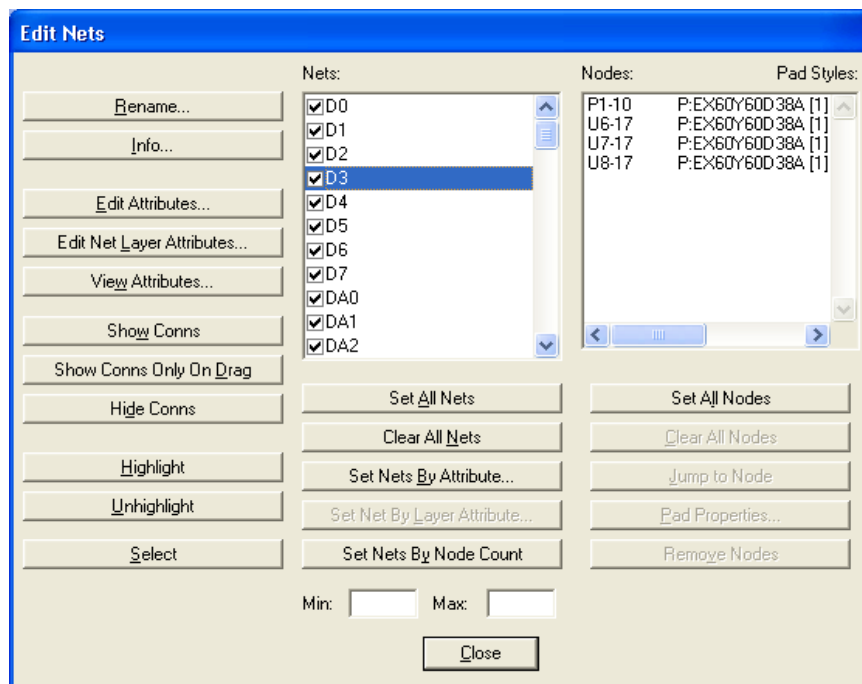
Agar bosma plata oldindan tayyorlab qoʻyilmagan boʻlsa barcha komponentlar loyixasning ishchi fazosini chapdagi pastki burchagiga joylashadi. Ekranda hali oʻtkazilmagan elektrik bogʻlanishlarning toʻgʻri chiziqlari tasvirlanadi.

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 o`rnatish yoki tahrirlashga o`tish imkoniyatini beradi. **View Attributes** tugmachasi zanjirdagi o`rnatilgan atributlarni ko`rish uchun **Notepad** muharririni ochadi.

Info tugmachasini bosish bilan belgilangan zanjir haqidagi barcha ma'lumotlar tasvirlanadi.

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

Show Conns Only on Drag tugmachasi esa , komponentlarning joyini o`zgartirilgandagi barcha bog`lanishlarni ko`rsatib turadi.

Hide Conns tugmachasi belgilangan zanjir va uning bog`lanishlarini tasvirlanishini berkitib turadi. **Highlight va Unhighlight** tugmachalari belgilangan zanjirni yoki zanjirlarni yoritib berish yoki yorug`likni o`chirish uchun ishlatiladi. Agar zanjir va uning qismi **Nodes** oynasida belgilangan bo`lsa, **Jump to Node** tugmachasini bosish bilan ko`rsatilgan qismini topish imkoniyatini beradi. **Select** tugmachasi tanlangan zanjirni tahrirlashga tayyorlaydi.

Pad Properties tugmachasi kontakt maydonchasi ko`rinishini o`zgartirish imkonini beradi.

Bosma plataga komponentlarni joylashtirilgandan so`ng ularni avtomatik ravishda tekislash uchun oldindan ularni belgilab olish kerak (Ctrl tugmachasini ushlab turib komponentlarga ketma-ket o`tiladi).

So`ngra sichqonchanning o`ng tugmasini bosib, **Selection Point** bog`lanish nuqtasi tanlanadi va uni bosma platadagi shu komponentga nisbatan tenglashtiriladigan nuqtaga o`rnatilib, komponentlar tekislanadi. Sichqonchanning

o`ng tugmachasi bosiladi, va **Align** qatori tanlanadi muloqot oynasidan **Alignment** sohasida uch xil yo`nalishda tekislashdan biri tanlanadi:

- **Horizontal About Selection Point** – platadagi bog`lanish nuqtasiga nisbatan gorizontal tekislash;

- **Vertical About Selection Point** – bog`lanish nuqtasiga nisbatan vertikal tekislash;

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

Component Spasing sohasida, **Space Equally** bayroqchasi o`rnatilgan bo`lsa, **Spacing** oynasida, tekislashtirilayotgan komponentlar o`rtasidagi masofani, tanlangan o`lchov tizimida o`rnatish mumkin.

Ko`rsatilgan tekislash buyruqlari, plataga mustaxkamlangan komponentlarga ta'sir ko`rsatmaydi.

Bosma platada bog`lanishlarni trassirovka qilishdan oldin, komponentlar o`rtasidagi fizik bog`lanishlarning umumiy uzunligini minimallashtirish maqsadida elektr bog`lanishlarni optimallashtirish amalga oshiriladi va bog`lanishlar zichligi gistogrammasi ham optimallashtiriladi. Buning uchun **Utils/Optimize Nets** buyrug`idan foydalaniladi.

Method sohasida optimallashtirish rejimlari tanlanadi.

- **Auto** — avtomatik optimallashtirish

- **Manuel Gate Swap** — ekvivalent ventillarni juftlab qo`lda o`rnini almashtirish;

- **Manuel Pin Swap** - ekvivalent chiqishlarini juftlab qo`lda o`rnini almashtirish.

Auto Options sohasiga avtomatik usulda joylashtirishni tanlashda quyidagilar o`rinli bo`ladi:

- **Gate Swap** - ekvivalent ventillarni o`rnini almashtirish;

- **Pin Swap** — ekvivalent chiqishlarni o`rnini almashtirish;

- **Entire Design** — loyihadagi barcha bog`lanishlarni optimallashtirish.

Selected Objects buyrug`i oldindan tanlangan ob`ektlar o`rtasidagi bog`lanishlarni optimallashtiradi.

Qo`lda 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 qoidalari 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'siqlarni 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 qoidalari 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;
- **Clearence** – 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** buyrug'i bajarilgandan so'ng kiritiladi, yoki komponent nomi, **Properties** tugmachasini bosib, **Attributes** qismi tanlanib **Add** tugmasi bosiladi, **Value** oynasida atributlar qiymatlari kiritiladi.

Interaktiv trassirovka qilishda o'rnatilgan oraliqlar avtomatik ushlab turiladi, to'siqlar avtomatik egiladi. Interaktiv trassirovka **Route/Interactive** buyrug'i bilan, yoki unga mos piktogrammani bosish bilan bajariladi.

Trassirovka kursorni komponent chiqishiga olib borib bosish bilan boshlanadi va keyin trassa segmentlari o'tkaziladi yoki komponentning ikkinchi chiqishiga kursor olib borib bosiladi, trassa o'tkazilish davomida oraliqlarda buzilishlar bo'lsa, ya'ni trassalar boshqa zanjirlarga yaqinlashsa yoki o'tish teshikchalariga yaqinlashsa, bu trassani o'tkazish mumkin emasligi to'g'risida signal beriladi. Sichqonchani o'ng tugmachasi bosiladi. Ekranda interaktiv tartibda trassirovka qilish uchun menyu ochiladi:

- **Complete** — o'rnatilgan oraliqlar va qoidalarga amal qilingan holda trassa o'tkazishni tugallash;
- **Suspend** — trassa o'tkazishni to'xtatish (trassa tugallanmay qoladi);
- **Cancel** - trassirovka qilish to'xtatiladi va oxirgi trassa segmentini kiritish to'xtatiladi;
- **Options - Options/Configure** menyusida **Route** qismi aktivlashtiriladi;
- **Layers** —plata qavatlarini tuzilishini o'zgartirish uchun **Options/Layers** buyrug'i beriladi;
- **Via Style** – o'tish teshikchasini ko'rinishini tanlash, va uni tahrirlash uchun **Via Style** buyrug'i beriladi;
- **Unwind** – oxirgi o'tkazgich segmentini o'rnatishni bekor qiladi (**Backspace** klavishasidan foydalanish).

Bosma plata topologiyasini yaratish tugatilgandan so'ng va fotoshablonlar chiqarish uchun dastlabki ma'lumotlarni yaratishdan oldin, platani prinsipial sxemaga, loyihalash qoidasiga va texnologik cheklanishlarga mos tushishligi, ya'ni **Options/Design Rules** buyrug'i orqali o'rnatilgan qoidalarga amal qilishligini tekshirish kerak bo'ladi. Bunday tekshirish **DRC (Design Rule Check)** utilitasidan foydalanib amalga oshiriladi. Bu utilita **Utils/DRC** buyrug'i orqali ishga tushiriladi.

Hamma parametrlar o'rnatib bo'lingandan so'ng **OK** tugmasi bosiladi.

Barcha aniqlangan hatoliklarni izlash va taxlil qilish **Utils/Find Errors** buyrug'i 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 o`rganish.
4. Berilgan variant (ilova 2) bo`yicha topshiriqni bajarish.
5. Yaratilgan bosma platani prinsipial sxemaga mosligini, loyihalash qoidalarini va texnologik cheklanishlar asosidaligini tekshirish.
6. Yaratilgan bosma platani kompyuterga saqlab qo`yish.
7. Bajarilgan ish bo`yicha hisobot tayyorlash.

Hisobotga talablar

Tajriba ish bajarilgandan so`ng, tayyorlangan hisobotda quyidagilar bo`lishi kerak.

- 1) Ishning nomi va bajarishdan maqsad.
- 2) Komponent bosma platasini yaratish va taqqoslangandan keyingi ekranni chop etilgan ko`rinishi.
- 3) Olingan natija saqlangan fayl va uni topish uchun yo`l.

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 ko`rinishda modulatsiyalanlgan radiouzatuvchi qurilmalarni modellashtirish	7
2- laboratoriya ishi. Radiouzatuvchi qurilmaning sxemasini tadqiq qilish	12
3- laboratoriya ishi. Chastota ko`paytirgich sxemasini modellashtirish.....	17
4- laboratoriya ishi. Radioqabul qiluvchi qurilmalar tarkibidagi aralashtirgich (smesitel) sxemasini modellashtirish	21
5- laboratoriya ishi. O`zgaruvchan tokning rezistorli kuchlanish kuchaytirgichlarini modellashtirish.....	24
6- laboratoriya ishi. O`zgaruvchan 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 o`rnatish 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