ISSN: 3060-4966
JIZPI XABARNOMASI



ISSN: 3060-4966





JIZPI XABARNOMASI

ILMIY-TEXNIK JURNAL

05.00.00 - Texnika fanlari
05.02.00 - Mashinasozlik va mashinashunoslik. Mashinasozlikda materiallarga ishlov berish. Metallurgiya. Aviasiya texnikasi
05.03.00 - Asbobsozlik, metrologiya va axborot-o'lchov asboblari va tizimlari
05.04.00 - Radiotexnika va aloqa
05.05.00 - Energetika va elektrotexnika. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini elektrlashtirish texnologiyasi. Elektronika
05.06.00 - To'qimachilik va yengil sanoat materiallari va buyumlari texnologiyasi
05.07.00 - Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini mexanizasiyalash texnologiyasi
05.08.00 - Transport
05.09.00 - Qurilish
05.10.00 - Inson faoliyati xavfsizligi

2026

maxsus son

JURNAL.JIZPI.UZ

JIZPI XABARNOMASI

Muassis:
Jizzax politexnika instituti

O‘zR Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 2024-yil 25- dekabrdagi 365/4-son qarori bilan jurnal 05.00.00 – Texnika fanlari bo‘yicha OAK milliy nashrlari ro‘yxatiga kiritilgan

JizPI xabarnomasi
ILMIY-TEXNIK JURNAL

Vestnik DjizPI
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Bulletin of JizPi
SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

Bir yilda to‘rt marta chop etiladi.

Jizzax viloyati Matbuot va axborot boshqarmasi tomonidan 2019 yil 14 martda 06-042 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Nashr uchun mas’ul:
K.Karimova

Bosishga ruxsat etildi: 04.10.2026.
Qog’oz bichimi: 60x84 1/8.
Bosma tabog’i: 13,5.
Ofset bosma. Ofset qog’ozi.
Adadi: 100 dona.
Bahosi kelishilgan narxda.
Buyurtma №14
“JIZPI TIPOGRAFIYASI” MChJ tomonidan tayyorlangan.

“JIZPI TIPOGRAFIYASI” MChJ bosmaxonasida chop etildi.
130100,Jizzax shahri, Islom Karimov shoh ko‘chasi, 4 - uy.

Telefon: (+99888) 140 00 74

BOSH MUHARRIR:
A.USMANKULOV, texnika fanlari doktori, professor
BOSH MUHARRIR O‘RINBOSARI:
J.ABDUNAZAROV, texnika fanlari doktori, professor
MAS’UL MUHARRIR
K.KARIMOVA, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori
TAHRIR HAY’ATI:
S.M.Turobjonov, texnika fanlari doktori, akademik (TDTU)
S.S. Shaumarov, texnika fanlari doktori, professor (TDTrU)
U.Yu.Yuldashev, fizika-matematika fanlari doktori, professor (JizPI)
J.N.Abdunazarov, texnika fanlari doktori, professor (JizPI)
A.Parpiyev, texnika fanlari doktori, professor (JizPI)

I.S.Shukurov, texnika fanlari doktori, professor (SamGASU)
Q.J.Jumaniyozov, texnika fanlari doktori, professor (TEITI)
M.T.Xodjiyev, texnika fanlari doktori, professor (GulDU)
A.Z.Mamatov, texnika fanlari doktori, professor (TTYeSI)
U.B. Yusupov, texnika fanlari doktori, dotsent (TDTrU)
Sh. A.Qorabayev, texnika fanlari doktori, professor (NDTU)
S.L. Eshkobilov, PhD, professor (AQSH)
M.Mikusova, PhD, professor (Slovakia)
V.A.Kondratev, texnika fanlari doktori, professor (Belarus)
M.M. Ganiyev, texnika fanlari doktori, professor (Rossiya)
F.A. Egamberdiyev, texnika fanlari doktori, dotsent (JizPI)
I.Z.Abbazov, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
O.Zafarov, texnika fanlari doktori, dotsent (JizPI)
I.B.Asqarov, pedagogika fanlari doktori, professor (JizPI)
W. Pangwei, PhD, professor (Xitoy)
K. Kim, PhD, professor (Janubiy Koreya)
K. Széll, - PhD, Dotsent (Vengriya)
A. Cansiz – PhD, Professor (Turkiya)
M. Pogatsnik – PhD, Dotsent (Vengriya)
Sh. Madjidov – DSc, Dotsent (Xitoy)
V.I. Rimshin, texnika fanlari doktori, professor (Rossiya)
A.B. Zabiyeva, PhD, dotsent (Qozog'iston)
S.X.Baxriev, texnika fanlari nomzodi, dotsent (Tojikiston)
I.V.Yakimenko, texnika fanlari doktori, professor (Rossiya)
S.O. Eshbekova, fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent
O.K.Adilov, texnika fanlari nomzodi, professor (JizPI)
S.Tavboyev, Texnika fanlari nomzodi, dotsent (O‘zMU JF)
Sh.M. Musayev, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
A.O. Sultonov, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
S.V.Djiyanbayev, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
G‘I.Mamayev, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
O.B.Berdiyev, texnika fanlari nomzodi, professor (JizPI)
B.I.Matniyazov, texnika fanlari nomzodi, professor (JizPI)
S.A. Sattarov, fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent (JizPI)
G’.G’.Egamnazarov, texnika fanlari nomzodi, dotsent (JizPI)
B.B.Doniyorov, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
M.A.Doniyorova, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
T.A.Berdiyorov, iqtisodiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
O‘.I.Jamolov, iqtisodiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
S.A.Usmanov, pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, professor (JizPI)
A.A.Taylaqov, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
B.A.Tursunov, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
M.Anorboyev, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
E.Abdullayev, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
L.M.Qurbonova, kimyo fanlari falsafa doktori, PhD (JizPI)
B.U.Meliyev, texnika fanlari falsafa doktori, dotsent (JizPI)

TEXNIK MUHARRIRLAR:
M.Eshqulov - assistent o‘qituvchi, (UZ, ENG, RUS)

X.Xamdamova – filologiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (UZ)
M.Ziyayeva - pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (RU)
F.Xiloliddinova - v.b.dotsent (ENG)

Tahririyat manzili:
Jizzax shahri, Islom Karimov shoh ko‘chasi, 4-uy
Faks: (0372) 226-45-47. Rasmiy sayt jurnal.jizpi.uz

Mundarija

1 ***Oybek Achilovich Kayumov, Nazokat Rashitovna Kayumova.*** A Safety-Constrained Speaker-Adaptive Algorithm for Foreign Language Pronunciation Assessment in Correctional Education **6**

2 ***Хамиджонов Шермурод Хомиджон ўғли.*** Namangan viloyatida sanoat tarmoqlari joylashuvining o‘ziga xos xususiyatlari va rivojlanish tendensiyalari **10**

3 ***Fakhriddin A. Boboyev, Malokhat U. Ilkhamova, Shakhruzbek O. Ozodov.*** Optimizing Overlock Seam Parameters for Joining Footwear Uppers to Nonwoven Strobel Insoles **14**

4 ***Nuriddin Tojiyev, Shohruh Safarov, Behzod Tahirov, Otabek Abdullayev.*** Thermo-Magneto-Electro-Elastic Nonlinear Bending of Anisotropic Plates of Complex Shape **18**

5 ***Yusufov Khakim, Khamidov Ilyosbek.*** Investigation of the strength properties of polymer-modified asphalt concrete mixtures **24**

6 ***Nazarov Furqat Daminovich, Saodullayev Abror Saypullayevich.*** Shamol tezligi nisbatan past bo‘lgan hududlar uchun ikki rotorli qarama-qarshi aylanadigan shamol turbinalarini hisoblash (Jizzax hududi misolida) **27**

7 ***Kamoliddin Kadirov, Nazarov Furqat Daminovich, Xoldarov Botir.*** Yengil sanoat korxonalarining rivojlanishi va elektr energiya iste’moli holati tahlili **32**

8 ***O‘rinov Shuhrat, Shermuxammedov, Abdulatif.*** Multisim dasturi asosida elektron sxemalarni modellashtirish va tadqiq etish **36**

Multisim dasturi asosida elektron sxemalarni modellashtirish va tadqiq etish

O‘rinov Shuhrat
Fizika kafedrasi v.b. dots.
Jizzax politexnika instituti
Jizzax, O‘zbekiston
shuhraturinov1980@gmail.com

Shermuxamedov, Abdulatif
Fizika kafedrasi assistenti
Jizzax politexnika instituti
Jizzax, O‘zbekiston
ORCID- 0000-0001-8807-9216

***Annotatsiya*. Mazkur maqolada elektron sxemalarni kompyuter yordamida modellashtirish, ularning elektr va fizik parametrlarini tadqiq etishda Multisim dasturiy muhitining imkoniyatlari yoritilgan. Elektron zanjirlarni loyihalash, virtual laboratoriya tajribalarini tashkil etish, elektr toki, kuchlanish, qarshilik va chastota parametrlarini tahlil qilish masalalari ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, Multisim dasturi yordamida RC elektr zanjirini modellashtirish asosida uning vaqt va chastota xarakteristikalarini o‘rganish metodikasi taklif etilgan. Olingan modellashtirish natijalarini nazariy hisob-kitoblar bilan taqqoslash orqali elektron sxemalarning ishlash qonuniyatlarini chuqurroq anglash imkoniyatlari asoslangan.**

Kalit so‘zlar: Multisim, elektron sxema, kompyuterli modellashtirish, virtual laboratoriya, elektr zanjiri, RC zanjir, elektronika, simulyatsiya, chastota xarakteristikasi, muhandislik ta’limi.

KIRISH

Hozirgi vaqtda elektronika, elektrotexnika va avtomatlashtirish sohalarining jadal rivojlanishi elektron qurilmalarni loyihalash, sinovdan o‘tkazish hamda ularning ishlash parametrlarini oldindan aniqlashga bo‘lgan ehtiyojni oshirmoqda. Ayniqsa, zamonaviy elektron qurilmalarni ishlab chiqishda kompyuterli modellashtirish texnologiyalaridan foydalanish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etmoqda. Kompyuterli modellashtirish murakkab elektron jarayonlarni virtual muhitda o‘rganish, turli parametrlarning o‘zgarishini kuzatish va loyihalashtirilayotgan qurilmaning ishlash samaradorligini baholash imkonini beradi [1].

An’anaviy elektronika laboratoriyalarida elektr zanjirlarini yig‘ish, o‘lchash asboblarini ulash va tajribalarni amalga oshirish muayyan vaqt, texnik vositalar hamda moddiy resurslarni talab qiladi. Bundan tashqari, ayrim murakkab yoki yuqori xavfga ega elektr jarayonlarini real sharoitda tajribadan o‘tkazish imkoniyati cheklangan bo‘lishi mumkin. Shu sababli elektron sxemalarni virtual modellashtirish dasturlaridan foydalanish muhim ahamiyatga ega [2-3].

Mazkur yo‘nalishda keng qo‘llaniladigan dasturiy vositalardan biri National Instruments kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan Multisim dasturidir. Ushbu dastur elektron sxemalarni yaratish, ularning ishlash jarayonini simulyatsiya qilish, elektr parametrlarini o‘lchash va turli tahlil usullaridan foydalanish imkoniyatini beradi.

Multisim dasturining asosiy afzalligi shundaki, foydalanuvchi real elektron komponentlarning virtual modellaridan foydalanib, elektr zanjirlarini loyihalashi va ularning ishlash xususiyatlarini tajriba asosida o‘rganishi mumkin. Bu esa nafaqat muhandislik loyihalarini ishlab chiqishda, balki oliy ta’lim muassasalarida elektronika fanini o‘qitish samaradorligini oshirishda ham muhim vosita hisoblanadi [4].

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Tadqiqot jarayonida elektron sxemalarni kompyuterli modellashtirishning nazariy va amaliy jihatlarini o‘rganish, Multisim dasturining funksional imkoniyatlarini tahlil qilish hamda elektron zanjirlarning asosiy parametrlarini simulyatsiya qilish metodlaridan foydalanildi.

Elektron sxemalarni tadqiq etishda matematik modellashtirish, kompyuterli simulyatsiya, taqqoslash, grafik tahlil va natijalarni umumlashtirish metodlari qo‘llanildi [5].

Tadqiqotning amaliy qismi sifatida RC elektr zanjiri tanlandi. Mazkur zanjir rezistor va kondensatordan tashkil topgan bo‘lib, elektr signallarining vaqt davomida o‘zgarishini, kondensatorning zaryadlanish va razryadlanish jarayonlarini hamda chastotaga bog‘liq xususiyatlarini o‘rganish imkonini beradi.

RC zanjirining asosiy matematik ifodasi quyidagicha [6]:

$$\tau = R * C \qquad (1)$$

Bu yerda

R-rezistor qarshiligi

C- kondensator sig‘imi

τ- Zanjirning vaqt doimiysi

Kondensatorning zaryadlanish jarayonida kuchlanish quyidagi ifoda orqali aniqlanadi [7]:

$$U_C(t) = U_0(1 - e^{-t/RC}) \qquad (2)$$

Razryadlanish jarayonida esa

$$U_C(t) = U_0 e^{-t/RC} \qquad (3)$$

Mazkur formulalar RC zanjirining vaqt xarakteristikalarini nazariy jihatdan aniqlash va Multisim dasturida olingan natijalar bilan taqqoslash imkonini beradi.

Tadqiqotning amaliy qismi va Multisim dasturida elektron sxemani modellashtirish

Elektron sxemalarni modellashtirish jarayonida dastlab tadqiqot obyekti sifatida past chastotali RC filtr tanlandi. RC filtr elektron qurilmalarda signallarni chastota bo‘yicha ajratish, keraksiz yuqori chastotali shovqinlarni kamaytirish va foydali signallarni qayta ishlashda keng qo‘llaniladi [8].

Mazkur sxemani Multisim dasturida modellashtirish orqali rezistor qarshiligi va kondensator sig‘imining chiqish kuchlanishiga ta’sirini aniqlash mumkin.

Tadqiqot uchun quyidagi parametrlar tanlandi:

Rezistir qarshiligi R=10 kΩ

Kondensator sig‘imi C=100 nF

Kirish signali. Sinusoidal

Kirish kuchlanishi U_{in}=5 V

RC filtrning chegaraviy chastotasi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

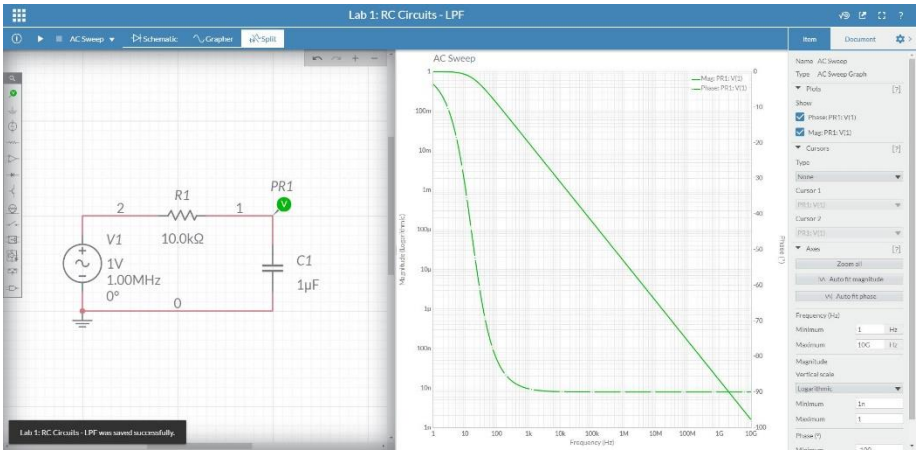
$$f_c=\frac{1}{2\pi RC} \qquad (4)$$

Berilgan qiymatlarni formulaga qo‘yish orqali:

$$f_c=\frac{1}{2\pi*10000*100*10^{-9}}$$

$$f_c\approx 159.15\ Hz$$

Demak, mazkur RC filtrning chegaraviy chastotasi taxminan 159,15 Hz ni tashkil etadi. Ushbu chastotada chiqish signalining amplitudasi kirish signaliga nisbatan taxminan 0,707 marta kamayadi.



1-rasm. Multisim muhitida RC past chastotali filtrni modellashtirish sxemasining namunaviy ko‘rinishi.

Multisim dasturida sxemani yaratish uchun dastlab rezistor, kondensator, sinusoidal signal generatori va yerga ulash elementi tanlanadi. Komponentlar ishchi maydonga joylashtirilib, belgilangan tartibda o‘zaro ulanadi. Sxemaning kirish va chiqish nuqtalariga osiloskop ulanadi. Simulyatsiya ishga tushirilgandan so‘ng kirish hamda chiqish signallarining shakli, amplitudasi va vaqt bo‘yicha o‘zgarishi kuzatiladi.

RC filtrning chastota xarakteristikasini tahlil qilish imkonini beradi [9].

$$H(jw)=\frac{1}{1+jwRC} \qquad (5)$$

Uzatish koeffitsiyentining amplituda qiymati:

$$H(jw)=\frac{1}{\sqrt{1}+(wRC)2} \qquad (6)$$

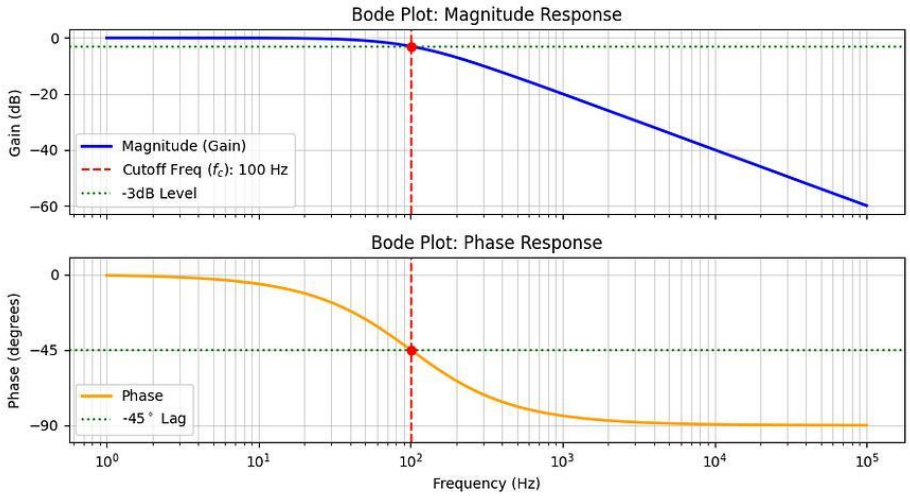
Bu ifodadan foydalanib, turli chastotalarda chiqish va kirish signallari amplitudalari nisbatini aniqlash mumkin.

Mazkur jarayonda Multisim dasturining osiloskop, signal generatori, multimetr va chastota tahlili vositalaridan foydalanish elektron zanjir parametrlarini batafsil o‘rganish

TABLE-I RC filtrning nazariy chastota xarakteristikasi

Chastota (Hz)	Uzatish koeffitsiyenti	Faza siljishi
10	0,998	−3,6°
50	0,954	−17,4°
159,15	0,707	−45°
500	0,303	−72,4°
1000	0,157	−81,0°

Jadval ma’lumotlaridan ko‘rinadiki, chastota ortishi bilan RC filtrning uzatish koeffitsiyenti kamayib boradi. Chegaraviy chastotada uzatish koeffitsiyenti 0,707 ga teng bo‘ladi. Bu holat filtrning asosiy nazariy xususiyatlaridan biri hisoblanadi.



2-rasm. RC past chastotali filtrning amplituda-chastota va faza-chastota xarakteristikalarining namunaviy ko‘rinishi.

Olingan nazariy ma’lumotlarni Multisim dasturidagi AC Analysis funksiyasi orqali tekshirish mumkin. Buning uchun chastota diapazoni belgilanadi va sxemaning chiqish kuchlanishi bo‘yicha chastota xarakteristikasi hosil qilinadi. Natijada nazariy hisob-kitoblar bilan kompyuterli modellashtirish natijalarini o‘zaro taqqoslash imkoniyati yuzaga keladi.

Elektron sxemalarni kompyuterli modellashtirish natijalarining tahlili

Multisim dasturida amalga oshiriladigan simulyatsiya elektron komponentlarning o‘zaro ta’sirini, elektr signallarining o‘zgarishini va sxemaning umumiy ishlash xususiyatlarini aniqlashga xizmat qiladi.

RC filtr misolida olib borilgan nazariy hisob-kitoblar shuni ko‘rsatadiki, rezistor qarshiligi va kondensator sig‘imi filtrning chegaraviy chastotasini belgilovchi asosiy parametrlar hisoblanadi. Ushbu parametrlarning o‘zgarishi filtrning chastota xarakteristikasiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi [10].

Masalan, kondensator sig‘imini oshirish chegaraviy chastotaning pasayishiga olib keladi. Aksincha, kondensator sig‘imini kamaytirish chegaraviy chastotani oshiradi. Xuddi shuningdek, rezistor qarshiligining ortishi ham filtrning chegaraviy chastotasini kamaytiradi.

Shu jihatdan Multisim dasturi turli parametrlarning elektron zanjir faoliyatiga ta’sirini tajriba tariqasida o‘rganish, optimal qiymatlarni tanlash va elektron qurilmalarning ishlash samaradorligini baholash imkonini beradi.

Multisim dasturidan foydalanishning ilmiy-amaliy imkoniyatlari

Elektr zanjirlarini tahlil qilish. O‘zgarmas va o‘zgaruvchan tok zanjirlarida kuchlanish, tok va quvvat parametrlarini aniqlash.

Yarimo‘tkazgichli qurilmalarni tadqiq etish. Diod, tranzistor va integral mikrosxemalarning ishlash xususiyatlarini o‘rganish.

Signalni qayta ishlash. Past va yuqori chastotali filtrlar, kuchaytirgichlar hamda generatorlarning xarakteristikalarini aniqlash.

Elektron qurilmalarni loyihalash. Turli elektron komponentlar asosida amaliy qurilmalar sxemasini ishlab chiqish.

Virtual laboratoriya tajribalarini tashkil etish. Real laboratoriya jihozlarisiz elektron jarayonlarni modellashtirish va natijalarni kuzatish.

Mazkur imkoniyatlar elektronika va elektrotexnika fanlarini o‘qitishda ham muhim ahamiyatga ega. Talabalar Multisim orqali nazariy bilimlarini amaliy modellashtirish bilan mustahkamlash, elektr zanjirlaridagi fizik jarayonlarni vizual kuzatish va mustaqil tajribalar o‘tkazish ko‘nikmalariga ega bo‘ladilar [11].

Shuningdek, dasturdan foydalanish loyihalash jarayonidagi ayrim xatolarni oldindan aniqlash va elektron qurilmalarni yaratish bilan bog‘liq moddiy xarajatlarni kamaytirishga xizmat qiladi. Biroq simulyatsiya natijalari real qurilmalardagi komponentlar toleransi, harorat va tashqi shovqin kabi omillarni har doim ham to‘liq aks ettirmasligini hisobga olish lozim [12].

XULOSA

O‘tkazilgan nazariy tahlil va matematik modellashtirish asosida Multisim dasturi elektron sxemalarni loyihalash, ularning ishlash xususiyatlarini o‘rganish va elektr parametrlarini tahlil qilishda samarali dasturiy vosita ekanligi aniqlandi. Xususan, RC past chastotali filtr misolida elektron zanjirning vaqt va chastota xarakteristikalarini matematik ifodalash hamda ularni kompyuterli simulyatsiya orqali tekshirish metodikasi ko‘rib chiqildi.

Tadqiqot doirasida rezistor qarshiligi va kondensator sig‘imining filtrning chegaraviy chastotasiga ta’siri nazariy jihatdan asoslandi. Hisob-kitoblar natijasida (R=10kOm) va (C=100nF\) qiymatlarida chegaraviy chastota 159,15 Hz ekanligi aniqlandi. Shuningdek, chegaraviy chastotada signal amplitudasining kirish signaliga nisbatan 0,707 qiymatgacha kamayishi filtrning muhim xarakteristikasi sifatida izohlandi.

Multisim dasturining simulyatsiya, AC Analysis va virtual o‘lchash vositalaridan foydalanish elektron sxemalarning parametrlarini tizimli ravishda tadqiq etish imkonini beradi. Bu esa elektron qurilmalarni loyihalashda

tajriba jarayonlarini soddalashtirish, nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan bog‘lash va muhandislik masalalarini hal etish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Umuman olganda, Multisim dasturidan foydalanish elektronika sohasidagi ilmiy tadqiqotlar, muhandislik loyihalari va ta’lim jarayonini takomillashtirish uchun istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

[1]. Báez-López, D., Guerrero-Castro, F. E. (2011). Circuit Analysis with Multisim. Morgan & Claypool Publishers. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-79840-5.

[2]. Asadi, F. (2022). Essential Circuit Analysis using NI Multisim and MATLAB. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-89850-2.

[3]. Báez-López, D., Guerrero-Castro, F. E., Cervantes-Villagómez, O. (2012). Advanced Circuit Simulation Using Multisim Workbench. Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-79843-6.

[4]. Alexander, C. K., Sadiku, M. N. O. (2017). Fundamentals of Electric Circuits. 6th ed. McGraw-Hill Education.

[5]. Nilsson, J. W., Riedel, S. A. (2015). Electric Circuits. 10th ed. Pearson.

[6]. Boylestad, R. L., Nashelsky, L. (2013). Electronic Devices and Circuit Theory. 11th ed. Pearson.

[7]. Sedra, A. S., Smith, K. C. (2015). Microelectronic Circuits. 7th ed. Oxford University Press.

[8]. Horowitz, P., Hill, W. (2015). The Art of Electronics. 3rd ed. Cambridge University Press.

[9]. Tuma, T., Bürmen, Á. (2009). Circuit Simulation with SPICE OPUS: Theory and Practice. Birkhäuser. DOI: https://doi.org/10.1007/978-0-8176-4867-1.

[10]. Reeder, J. (2006). Using MultiSIM: Troubleshooting DC/AC Circuits. 4th ed. Thomson Delmar Learning.

[11]. Antognetti, P., Massobrio, G. (1988). Semiconductor Device Modeling with SPICE. McGraw-Hill.

[12]. Nagel, L. W. (1975). SPICE2: A Computer Program to Simulate Semiconductor Circuits. University of California, Berkeley. ece.charlotte.edu

[13]. National Instruments. NI Multisim User Manual. Rasmiy texnik qo‘llanma. NI Multisim User Manual.

[14]. National Instruments. Fundamental Analysis – Transient Analysis. Multisim texnik hujjatlari. Transient Analysis Documentation.

[15]. National Instruments. Multisim Help and Circuit Simulation Documentation. Multisim Help.