

ბ. ჩიხრაძე, გ. გოგიჩაიშვილი

ავტომობილებში ელექტრომაგნიტური
თავსებადობის დიაგნოსტიკისა და
ანალიზის ექსპერტული სისტემა

„ტექნიკური უნივერსიტეტი“

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ბ. ჩიხრაძე, გ. გოგინაიშვილი

ავტომობილებში ელექტრომაგნიტური
თავსებადობის დიაგნოსტიკისა და
ანალიზის ექსპერტული სისტემა



დამტკიცებულია სტუ-ს
სარედაქციო-საგამომცემლო
საბჭოს მიერ

თბილისი
2009

თანამედროვე ავტომობილებს გააჩნიათ რთული ელექტრული სისტემები. სისტემის კომპონენტებს შორის ელექტრომაგნიტურმა ურთიერთქმედებამ, აგრეთვე გარემოს ელექტრომაგნიტურმა ზემოქმედებამ შეიძლება შეუქმნას პრობლემები მის გამართულად ფუნქციონირებას.

ავტომობილის დაპროექტებისას რაც უფრო ადრეულ ეტაპზე მოხდება ელექტრული სისტემების ელექტრომაგნიტური თავსებადობის დიაგნოსტიკა და ანალიზი, მით უფრო ნაკლები იქნება კონსტრუქციაში ცვლილების აუცილებლობით გამოწვეული დროითი და მატერიალური დანახარჯები.

მონოგრაფიაში წარმოდგენილია ავტომობილებში ელექტრომაგნიტური თავსებადობის დიაგნოსტიკისა და ანალიზის ექსპერტული სისტემის, **EMC Expert**, დამუშავება და რეალიზაცია. ექსპერტული სისტემის დანაშნულება ავტომობილების დაპროექტების ადრეულ ეტაპზე აღმოაჩინოს მოსალოდნელი ელექტრომაგნიტური თავსებადობის პრობლემები და დაეხმაროს ინჟინრებს მათ აღმოფხვრაში.

სისტემის შექმნის მიზნით შემუშავებულია ავტომობილების ელექტროგაყვანილობის კომპიუტერული მოდელირების მეთოდები, ექსპერტული ცოდნის წარმოდგენის მეთოდები, ლოგიკური გადაწყვეტილებების ბირთვის მუშაობის მეთოდები, ელექტროგაყვანილობის კომპონენტებს შორის ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედების მოდელირების მეთოდები, ექსპერტული სისტემის მთლიანი სტრუქტურა დაპროექტების ობიექტზე ორიენტირებული და რელაციური მეთოდების გამოყენებით. შემუშავებულია მომხმარებლის ინტერფეისები და სისტემის მუშაობის შედეგების წარმოდგენის საშუალებები.

ავტომობილებში ელექტრომაგნიტური თავსებადობის კვლევის ექსპერტული სისტემის პროგრამული უზრუნველყოფა დამუშავებულია **Microsoft Visual C++** გარემოში, **OpenGL**, **CLIPS**, **LibXML**, **VBScript** ბიბლიოთეკების გამოყენებით.

რეცენზენტები: ასოც. პროფ. ბ. მეფარიშვილი
ასოც. პროფ. თ. თოდუა

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2009

ISBN 978-9941-14-312-0

<http://www.gtu.ge/publishinghouse/>



Verba volant,
scripta manent

ყველა უფლება დაცულია. ამ წიგნის არც ერთი ნაწილი (იქნება ეს ტექსტი ილუსტრაცია თუ სხვა) არანაირი ფორმით და საშუალებით (იქნება ეს ელექტრონიკური), არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას გამომცემლის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.

Si naarsi

1	el eqtromagnituri Tavsebadobis diagnostikisa da anal izis eqspertul i sistemis (EMC Expert) Seqmnis amocana da misi gadawyvetis gzebi.....	7
1.1	eqspertul i sistemis Seqmnis aqtual ur oba.....	7
1.2	arsebul i sistemebis anal izi	10
1.3	sistemis arqiteqtura.....	17
2	EMC Expert-is real izaciis meTodebis damuSaveba.....	23
2.1	avtomobil is el eqtrogayvanil obis model ireba.....	23
2.2	logikuri daskvnebis meqanizmebis damuSaveba.....	29
2.3	el eqtrogayvanil obis komponentebis Soris el eqtromagnituri urTierTqmedebis model irebis meTodebis SemuSaveba.....	37
3	EMC Expert-is real izacia.....	57
3.1	EMC Expert-is Semadgenel i modul ebi da maT Soris kavSi rebi	57
3.2	avtomobil is el eqtrul i sistemis monacemTa bazis real izacia.....	62
3.3	eqspertul i sistemis birTvis real izacia.....	77
3.4	momxmarebl is grafikul i interfeisis damuSaveba.....	88
4	EMC Expert-is praqtikul i gamoyeneba.....	105
4.1	el eqtromagnituri Tavsebadobis Semowmebis arsebul i meTodebi	105
4.2	EMC Expert-is gamoyeneba el eqtromagnituri Tavsebadobis Sesamowmebl ad.....	106
	gamoyenebul i literatura.....	116

Sesaval i

Tanamedrove avtomobil ebis erT-erTi mTavari komponenti urTul esi el eqtrul i sistemebia. avtomobil ebis ganviTarebis mTel i istoriis manZil ze el eqtrul i sistemebis roli ganuxrel ad izrdeba, Sesabamisad izrdeba is moTxovnebi, roml ebsac isini unda akmayofil ebdnen.

el eqtrul i mowyobil obebis raodenobis da sirTul is zrdis gamo metad aqtual urad dgas maTi saimedo muSaobis sakiTxi.

imisaTvis, rom uzrunvel yofil iqnas avtomobil ebis saimedooba, el eqtrul i mowyobil obebisa da mTlianad el eqtrul i gayvanil obis daproeqtobisas saWiro xdeba sxvadasxva faqtorebis gaTval iswineba. maT Soris erT-erTi umniSvnel ovanesi aris sistemis el eqtromagnituri Tavsebadoba.

sistemis el eqtromagnituri Tavsebadoba aris misi unari imuSaos Seferxebebis gareSe gansazRvrul el eqtromagnitur garemoSi. el eqtromagnituri Tavsebadobis kvl evisas ganxil eba rogorc gare faqtorebi, aseve sistemis komponentebs Soris arsebul i el eqtromagnituri zegavl ena.

Tanamedrove saavtomobil o industriaSi metad aqtual urad dgas produqciis warmoeba el eqtromagnituri Tavsebadobis gaTval iswinebiT. erTis mxriv, amas moiTxovs warmoebul i avtomobil is usafrTxoeba, xolo meores mxriv saxel mwifo standartebi, roml ebic evropis bevr qveyanaSi muSaobs da SezRudvebs uwesebs el eqtrul mowyobil obebs garemos dabinzurebis Tval sazrisiT. aseve mniSvnel ovania marketingis moTxovnebic, radgan produqcia, romelic ar muSaobs gamarTul ad, ver daikavebs adgil s bazarze.

avtomobil is daproeqtobisas rac ufro adreul etapze moxdeba el eqtrul i sistemebis el eqtromagnituri Tavsebadobis diagnostika da anal izi, miT ufro nakl ebi iqneba konstruqciaSi cvl il ebis aucil ebl obiT gamowveul i droiTi da material uri

danaxarj ebi. amitom, metad did mniSvnel obas iZens programul i saSual ebebi, roml ebic inJinrebs saSual ebas miscems daproeqtobis adreul etapze moaxdinon sistemis kompiuterul i model ireba da winaswar gansazRvron SesaZl o el eqtromagnituri Tavsebadobis probl emebi.

mecnierebi da inJinrebi avtomobil ebis el eqtromagnituri Tavsebadobis kvel evisas iyeneben saSual ebebs, roml ebic zust gaTvl ebzea dafuZnebul i (momentebis meTodi, damxmare wyarobebis meTodi da a.S.). aseTi sistemebi moiTxoven did gamoTvl iT da droiT resursebs, ris gamoc maTi saSual ebiT SeuZl ebel ia avtomobil is mTl iani el eqtrul i sistemis kompl eqsuri gamokvl eva.

aRniSnul i probl emis gadawyveta SesaZl ebel ia avtomobil ebis el eqtromagnituri Tavsebadobis diagnostikis da kvl evis eqspertul i sistemis SemuSavebiT, romel ic daproeqtobis adreul etapze aRmoacens konstruqciis SesaZl o probl emebs da momxmarebel s Sestavazebs misi gadaWris gzebs.

eqspertul i sistema ar moiTxovs did gamoTvl iT resursebs, ris gamoc misi saSual ebiT SesaZl ebel ia avtomobil is el eqtrul i sistemis mTl ianad da erTdroul ad gamokvl eva. igi ar moiTxovs momxmarebl is maRal kval ifikacias, ris gamoc masTan muSaoba im inJinersac SeuZl ia, romel sac ara aqvs gamocdil eba el qtrostatikisa da el eqtrodinamikis sferoebSi. sistemas gaaCnia gafarToebis da masSi axal i saSual ebebis damatebis didi SesaZl ebl oba.

Catarebul i muSaobis Sedegad Sei qmna avtomobil ebis el eqtrogayvanil obis model irebisa da kompiuterul i warmodgenis meTodebi; SemuSavda codnis baza, codnis warmodgenis meTodebi, l ogikuri gadawyvetil ebebis birTvis muSaobis principebi; SemuSavda el eqtromagnituri urTierTqme- debis model irebis saSual ebebi, monacemTa cxril uri, samgan- zomil ebiani da sqematuri warmodgenis saSual ebebi. ganisazRvra sistemis mTl iani arqiteqtura. damuSavda momxmarebl is grafi-

kul i interfeisi. moxda mTI iani sistemis realizacia. Catarda sistemis muSaobis sizustisa da saimedobis kvl eva.

avtomobil ebSi el eqtromagnituri Tavsebadobis diagnostikis da analizis eqspertul i sistema EMC Expert Sei qmna kompania „EM konsul taciebi da programul i uzrunvel yofa“-Si da warmoadgens mis sakuTrebas.

1 el eqtromagnituri Tavsebadobis diagnostikisa da anal izis eqspertul i sistemis (**EMC Expert**) Seqmnis amocana da misi gadawyvetsi gzebi

1.1 eqspertul i sistemis Seqmnis aqtual uroba

avtomobil ebSi el eqtrul i mowyobil obebis rol i ganuxrel ad izrdeboda mTel i misi ganviTarebis istoriis manZlize. es zrda gansakuTrebiT sagrZnobia bol o 30 wl is ganmavlobaSi, rac Tavis mxriv iwvevs avtomobil Si rogorc el eqtronul i mowyobil obebis raodenobis, aseve maTi sirTul is zrdas. es tendencia momaval Sic gagrZel deba. Tu dReisaTvis avtomobil is el eqtrul i mowyobil oba misi Rirebul ebis 25%-s gansazRvavs, 2010 wl isTvis es cifri 40%-s miaRwevs [1].

Tu Tvals gadavavl ebT avtomobil ebis el eqtronul i mowyobil obebis ganviTarebis istorias, masSi SeiZl eba gamoiyos Semdegi ZiriTadi etapebi:

- 1970-iani wl ebi – gamoCnda Zravis marTvis el eqtronul i sistemebi.
- 1980-iani wl ebi – gamoCnda muxruWebis antibl okirebis sistemebi.
- 1990-iani wl ebi – sahaero bal iSebi gaxda standarti.
- 2000-iani wl ebi – mikroprocesorul i sistemebi, gl oba luri pozicionirebis sistemebi, Zravis, transmisiis da sxva komponentebis muSaobis kontrol irebis da marTvis sistemebi, satel ituri radio da a.S. gaxda umetesi avtomobil ebis standartul i nawil i.

magal iTisaTvis, 1998 wl is model is mercedess aqvs 40 kompiuteri da 100-ze meti el eqtroZravi [2].

el eqtrul i mowyobil obebis raodenobis da sirTul is aseTi zrdis gamo metad aqtual urad dgas maTi saimedo muSaobis sakiTxi, ris gamoc avtomobil ebis el eqtrul i mowyobil obebisa da mTI ianad el eqtrogayvani obis daproeqtobisas saWi-ro xdeba sxvadasxva faqtorebis gaTval iswineba. maT Soris erT-erTi umniSvnel ovanesi aris sistemis el eqtromagnituri Tavsebadoba.

sistemis el eqtromagnituri Tavsebadoba SeiZl eba ganisazRvros Semdegnairad: el eqtronul i sistemis el eqtromagnituri Tavsebadoba aris misi unari imuSaos Seferxebebisa da Secdomebis gareSe misTvis gansazRvrul el eqtromagnitur garemoSi da ar ganaxorciel os urTierTqmedeba sxva sistemebTan da garemoebTan [3].

arsebobs ori mizezi, ramac SeiZl eba gamoiwvios el eqtronul i sistemis mdgradi muSaobis darRveva:

1. el eqtromagnituri urTierTqmedeba sistemis el ementebis Soris.
2. garemos el eqtromagnituri zemoqmedeba sistemaze.

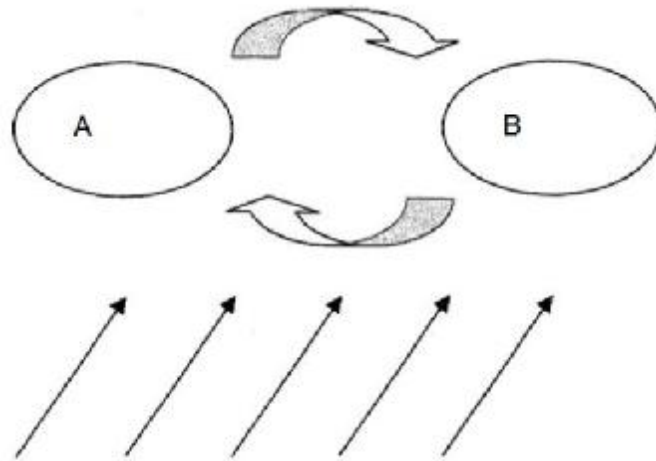
warmovidginoT, rom gvaqvs ori mowyobil oba A da B (nax. 1). sistema iqneba el eqtromagniturad Tavsebadi, Tu orive mowyobil obis erTdroul ad muSaobisas isini gavlenas ar moaxdenen erTmaneTze da agreTve verc garemoSi arsebul i el eqtromagnituri vel i Seferxebes maT muSaobas.

el eqtromagnituri Tavsebadobis probl emebis tipiur magaliTebis warmoadgens radioSi warmoqmnil i xmauri Zravis CarTvis dros, xazebi tel evizoris ekranze, roca rekavs mobil uri tel efonida a.S.

ismis kiTxva: ratom gaxda aqtual uri avtomobil ebis el eqtrul sistemebSi el eqtromagnituri Tavsebadobis gaTval iswineba? amis sami ZiriTadi mizezi arsebobs:

1. vinaidan el eqtronul i mowyobil obebis gamarTul ad muSaobaze damokidebul ia avtomobil is usafrTxoeba, avtomwarmeobl ebi iZul ebul ebi arian uzrunvel yon maTi gamarTul i muSaoba nebismier pirobebSi.

2. arsebobs saxel mwifo standartebi, roml ebic aiZul eben mwarmoebl ebs maTi produqcia akmayofil ebdes garemoze radiaciul i zegavl enis SezRudvebs.



ნახ. 1. ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედება

3. marketingის მოქმედებები. პროდუქცია, რომელიც არ მუშაობს გამართულად, ვერ დაიკავებს ადგილს ბაზარზე.

ამრიგად, თანამედროვე საავტომობილო ინდუსტრიაში მეთად აქტუალურად დგას პროდუქციის წარმოება ელექტრონული მობილობების ელექტრომაგნიტური თავსებადობის გათვალისწინებით.

წარმოების წინააღმდეგ დგას ამოცანა შემოწმების იყნას მათი პროდუქტი ელექტრომაგნიტურ თავსებადობაზე. ეს კი დევედ პროექტების ეტაპზე, რატა თავიდან იყნას აცილებული დასრულებული პროდუქტის ხელახლა დაპროექტება. მაშინ ცვლილებების შეტანის მიზნით. დაპროექტების რაც უფრო ადრეულ ეტაპზე მოხდება ელექტრომაგნიტური თავსებადობის შესავალია, მით უფრო ნაკლები იქნება დანახარჯები პრობლემების გამოსაწვდომად.

ამგვარად, ისეთი პროგრამის უზრუნველყოფის არსებობა, რომელიც მოახდენს ავტომობილის ელექტროგაყვანილობის ელექტრო-

magnituri movl enebis model irebas da Seswavl as daproeqtobis adreul etapze, metad aqtual uria.

swored am mizniT Seiqmna eqspertul i sistema (EMC Expert) Seqmna, romel ic axorciel ebs avtomobil ebis el eqtromagnituri Tavsebadobis probl emebis diagnostikas, anal izs da aRmofxvras daproeqtobis etapze.

1.2 arsebul i sistemebis anal izi

el eqtromagnituri Tavsebadobis kvl evisaTvis dResdReobiT bazarze arsebul i programul i uzrunvel yofa gamoyenebul i meTodebis mixedviT SeiZl eba daiyos oTx nawil ad:

1. programebi, roml ebic iyeneben anal itikur meTodebs.
2. programebi, roml ebic iyeneben ricxviT meTodebs.
3. programebi, roml ebic iyeneben hibridul meTodebs.
4. eqspertul i sistemebi.

ganvixil oT TiToeul i maTgani cal -cal ke:

anal itikuri model irebis saSual ebebi iyeneben martiv gamosaxul ebebs da/an winaswar gaTvl il amocanebs nacnobi geometriisaTvis. aseTi programebi cdil oben Seusabamon arsebul i probl ema im probl emas, roml is amonaxsnic ukve cnobil ia [4].

aseTi sistemebis dadebiTi mxareebia:

- gaTvl ebisaTvis saWiro mcire dro.

uaryofiTi mxareebia:

- amocanebis kl asi, roml is gadawyvetac SeiZl eba, Zal ze SezRudul ia.
- Sedegebis nakl ebi sizuste.

ricxviT meTodebze damyarebul i model irebis saSual ebebi xsnian maqsvel is gantol ebebs ricxviTi meTodebiT. ZiriTadi meTodebi, roml ebsac isini gamoiyeneben aris momentebis meTodi (MoM) da sasrul i el ementebis meTodi (FEM) [5]. aseTi tipis programul i uzrunvel yofis dadebiTi mxareebia:

- Sedegebis didi sizuste.

uaryofiTi mxareebia:

- gaTvl ebisaTvis saWi ro didi droiTi da kompiuterul i resursebi.
- sawyisi monacemebis momzadeba warmoadgens sirTul es.
- Sedegebis sizuste damokidebul ia sawyisi monacemebis momzadebis sizusteze.

avtomobil ebis mTi iani el eqtrogayvanil obis el eqtro-
magnituri Tavsebadobis kvl ebisaTvis maTi gamoyeneba SeuZl ebe-
l ia, radgan:

- rTul ia sawyisi monacemebis momzadeba, raTa gaTvl ebi ganxorciel des mTi ian avtomobil ze mTel i misi el eqtrogayvanil obis gaTval iswinebiT.
- romc moxerxdes monacemebis momzadeba gaTvl ebisaTvis saWi ro resursebi imdenad didia, rom gamoTvl iTi teqniki s ganvitarebis Tanamedrove donis gaTval iswinebiT maTi ganxorciel eba SeuZl ebel i xdeba (avtomobil is Zaris model irebisaTvis saWi roa 20000 el ementi, mavTul ebis saerTo sigrZe aRemateba 20 km-s, 1 m mavTul - ze modis 100 segmenti. yovel ive amis gaTval iswinebiT gaTvl ebisaTvis saWi ro cvl adebis raodenoba aRwevs 230000-s, gaTvl ebisaTvis saWi ro operatiul i mexsiereba 788 gigabai ts, xol o 1.4 gigahercis sixSiris mqone procesorze gaTvl ebs dasWirdeba 2 wel ze meti).

Tumca, unda aRiniSnos, rom l okal uri amocanebis gadawyveta (magal iTad, gaTvl ebi mxol od ramdenime mavTul ze) warmatebiT xorciel deba ricxviTi meTodebis gamoyenebiT.

programul i produqtebi, roml ebi c dafuZnebul ia ricxviT meTodebze aris: **EMC Studio, FEKO, Microwave Studio, PAM-CEM** da a.S.

hibridul meTodebze dafuZnebul i programul i saSual ebebi iyeneben sxvadasxva ricxviTi meTodebis Serwymas [37]. gaTvl ebis nawil i xdeba erTi meTodiT, xol o nawil i ki sxva meTodebiT

hibridul i programul i saSual ebebis upiratesobebi ricxviT meTodebze dafuZnebul saSual ebebTan SedarebiT aris:

- upiratesobebi zogierTi specifikuri amocanis gadawyvetisas.
- sawyisi monacemebis momzadebis simartive zogierTi hibriduli sistemebisaTvis.

hibriduli programuli saSual ebebis uaryofitixareebia:

- Sedegebis sizuste Zalze damokidebulia amocanis specifikaze.
- rTuli amocanebze saWiroa didi raodenobit droitida kompiuteruli resursebi.

avtomobilebis el eqtromagnituri Tavsebadobis Sesaswvili ad hibriduli metodebis gamoyeneba SeuZil ebelia igive mizezTagamo, romeli mizezebic analitikuri da ricxviti metodebis SemTxvevasi iyo arniSnuli.

hibriduli metodebze dafuznebulia Semdegi programuli saSual ebebi: **XTalk**, **RHybrid**, **SHybrid** [34].

eqspertuli sistema es aris kompiuteruli programa, romelic operirebs codnit garkveul sagnobriv areSi rekomendaciis gamomusavebis an probl emis gadawyvetis miznit [6].

Tuki zemoT arniSnuli programuli saSual ebebi garkveulwil ad universaluria da mati meSveobit SesaZil ebelia el eqtromagnituri Tavsebadobis amocanis gadawyveta sxvadasxva sferoSi, eqspertuli sistemebs gaaCnia viwro specializacia. es gamowveulia Tvit eqspertuli sistemebis specifikit. programa SeiZleba CaiTvalos eqspertuli sistemad, Tu mas gaaCnia codna. es codna koncentrirebuli unda iyos garkveul sagnobriv areze. codndan unda gamomdinareobdes probl emis gadawyveta [7].

zemoT arwerili saSual ebebi dafuznebulia maTematikur metodebze, amitom maTTvis mTavaria Sesabamisi sawyisi monacemebis momzadeba (modelis ageba), gatvlebisTvis sxvarames mniSvneloba ar gaaCnia. mati saSual ebit SeiZleba gadawydes probl emebi manqanaTmSeneblobis, el eqtronikis da a.S. sferodan.

eqspertuli sistemebi dafuznebulia eqspertuli codnaze, romelic sxvadasxva sferoSi sxvadasxvaa. eqspertuli sistemebis

codnis baza moicavs wesebis erTobl iobas, romel Ta amoqmedebac xdeba saprobl emo aris model ze. wesebi, roml ebic gamoiyeneba el eqtronikaSi, SeuZl ebel ia gamoyenebul iqnas manqanaTmSeneb- l obaSi da a.S. garda amisa sawyisi monacemebic (model i, romel - zec xdeba wesebis amoqmedeba) momzadebul i unda iyos konkre- tul i sferos specifikis gaTval iswinebiT.

eqspertul i sistemebis dadebiTi mxareebia:

- ar swirdeba didi raodenobiT kompiuterul i da droiTi resursebi.
- ar moiTxovs momxmarebl is maRal kval ifikacias.
- aqvs gafarToebis didi SesaZl ebl obebi.

uaryofiTi mxareebia:

- viwro special izacia.
- eqspertul i codnis Segrovebis sirTul e.

dReisaTvis Seqmnil ia eqspertul i sistemebi, roml ebic gamoiyeneba el eqtromagnituri Tavsebadobis kvl evisaTvis el eq- tronul pl atebSi (Quiet Expert da a.S), magram maTi gamoyeneba SeuZl ebel ia avtomobil ebis el eqtrogayvanil obis Sesaswavl ad.

ganvsazRvroT, mizanSewonil ia Tu ara eqspertul i sistemis Seqmna da gamoyeneba avtomobil ebis el eqtromagnituri Tavsebadobis probl emis gadawyvetis sferoSi.

im saprobl emo areebis dasadgenad, sadac SeiZl eba eqspertul i sistemis gamoyeneba, mraval i faqtoris gaTval is- wineba aris saWiros. magal iTad, Tu saprobl emo aris codnis sfero Zal ze didia, misTvis SeiZl eba SeuZl ebel ic iyos eqsper- tul i sistemis Seqmna. Tu probl emis gadawyveta SeiZl eba moxdes maTematikuri meTodebis gamoyenebiT, am SemTxvevaSic ar aris saWiros da mizanSewonil i eqspertul i sistemebis midgomis gamoye- neba. sagnobrivi sferos Sesabamisoba eqspertul i sistemebis midgomi saTvis ganisazRvrebora ori ZiriTadi kriteriumiT: saprob- l emo aris xasiaTi da sazRvrebi, sistemis praqtikul oba [7].

codna, romel ic SeiZl eba gadaeces eqspertul sistemas, SemosazRvrul ia. amitom misi gamoyeneba, rogorc zemoT iyo

aRniSnul i, SesaZl ebel ia mxol od viwro special izaciiT. aqedan gamomdinare, saprobl emo are aucil ebl ad unda iyos Semo-sazRvrul i. Cvens SemTxvevaSi saprobl emo are SemozRudul ia da igi moicavs mxol od avtomobil is el eqtrogayvanil obas da gareSe gamosxivebis wyaroebs.

eqspertul i sistemebis moqmedebis principi dafuZnebul ia simbol ur gansjaze da ara pirdapir ricxviT gamoTvl ebze, amitom probl emis arCevis erT_erTi kriteriumi unda iyos misi warmodgenis SesaZl ebl oba simbol uri saxiT [8]. es niSnavs, rom monacemebis warmodgena unda iyos SesaZl ebel i simbol uri saxiT, roml ebic gamoiyeneba informaciis misaRebad da ara ricxvebis saxiT, roml ebic gamoiyeneba gaTvl ebis dros. avtomobil is el eqtrogayvanil oba Sedgeba uamravi mavTul isgan, koneqtorisgan, terminal isgan, kontaqtisgan da a.S. TiToeul i maTgani Tavis mxriv warmoadgens rTul obieqts, amis gamo avtomobil is mTl iani model is warmodgena iseTi saxiT, rom ganxorciel des ricxviTi meTodebiT gaTvl a, SeuZl ebel ia. misi warmodgena SeiZl eba moxdes rel aciuri model is saxiT, romel ic kargad miesadageba eqspertul i sistemis ideol ogias.

Tuki probl emas gaaCnia potencial i gadawydes ricxviTi meTodebiT, maSin mistvis eqspertul i sistemis Seqmna ar iqneba gamarTl ebul i. marTal ia, Teoriul ad SesaZl ebel ia Cveni amocanis ricxviTi meTodebiT gadawyveta, magram gamoTvl iTi teqniki dRevandel i ganvitarebis donisa da iseTi faqtorebis gamo, rogoricaa sawyisi monacemebis momzadebis sirtul e, es idea ar aris ganxorciel ebadi.

sxva faqtori, romel ic mxedvel obaSi unda miviRoT, aris probl emis warmoSobis sixSire. probl ema unda warmoiSvebodes sakmaod xSirad, raTa gamarTl ebul i iyos mistvis eqspertul i sistemis Seqmna. Tu probl ema warmoiSveba iSviaTad, maSin ekonomikurad ufro gamarTl ebul i iqneba (rogorc drois, aseve xarjebis mxrivac) eqspertis mowveva mis gadasawrel ad. rogorc zemoT iyo aRniSnul i, el eqtromagnituri Tavsebadobis kvl evis

problema aktualuri nebismieri axali avtomobilis daproeqtebis dros.

eqspertul sistemas yovel Tvis ar SeuZlia optimaluri gadawyvetis povna. Tu problema mudmivad moTxovs optimalur amonaxsns, eqspertuli sistema ar gamogvadgeba. xolo Tuki problemis miaxloebiTi amonaxsni misaRebia da zemoT aRniSnuli yvela sxva kriteriumi dakmayofil ebulia, sagnobrivi sferosaTvis SeiZleba Seiqmnas eqspertuli sistema. Cvens SemTxvevaSi, umetesi problemis dafiqsireba SesaZlebelia eqspertuli sistemis saSual ebit. Tu mainc gaCnda moTxovnil eba uzustesiricxviti gamotvlebis, maSin eqspertuli sistemis saSual ebit dadgindeba problemuri komponentebi da avtomobilis mTliani modelidan gamoiyofa mxolod isini. amrigad mTliani modelidan miviRebT mxolod mis mcire nawils, romel zedac ukve SesaZlebeli iqneba gamotvlebis ganxorciel eba ricxviti metodebis gamoyenebit.

amrigad, Cveni saproblemo are, kerZod ki el eqtromagnituri Tavsebadobis analizi da diagnostika avtomobil ebSi, akmayofil ebs yvela kriteriums, raTa mizanSewonili iyos masze eqspertuli sistemis Seqmna.

ganvixilot sistemis praqtikuloba.

pirveli nabiji, romelic unda gadaidgas, mdgomareobs imis gansazRvraSi, sistema unda Seiqmnas eqspertis Sesacvlel ad Tumis damxmare iaraRad [7]. Seqmnilieqspertuli sistema daxmarebas gauwevs rogorc kvalificiur eqsperts, aseve naklebi gamocdilebis mqone inJinersac. aseve mas saSual eba eqneba Secvalos eqsperti garkveul SemTxvevebSi.

codnis bazis ganvitareba ar unda warmoadgendes sirTules. advilad unda iyos SesaZlebeli axali codnis gadacema sistemisTvis da misiT manipuliereba. Seqmnil sistemas eqneba moxerxebuli da intuiciuri interfeisi axali codnis damatebisa da codnis bazasTan muSaobisaTvis.

SesaZl ebel i unda iyos sistemis Semowmeba testebis saSual ebiT. damuSavebul i sistema SeiZl eba Semowmdes adre ukve Catarebul i real uri eqsperimentebis saSual ebiT.

sistema megobrul i da advil ad gamosayenebel i unda iyos momxmarebl isTvis. damuSavebul i sistema mTl ianad daakmayofil ebs am kriteriums, radgan mas eqneba konfigurirebadi momxmarebl is interfeisi, monacemebis sxvadasxva saxiT warmodgenis farTo SesaZl ebl oba (cxril ebi, samganzomil ebiani vizual iza- cia, sqematuri warmodgena), angariSebis, codnis bazis redaqtirebis, Sedegebis damuSavebis mZl avri meqanizmebi da a.S.

rogorc yovel ive zemoT Tqmul idan Cans, avtomobil ebis el eqtrogayvanil obis el eqtromagnituri Tavsebadobis kvl evisaTvis eqspertul i sistemis Seqmna gamarTl ebul ia da eqneba didi praqtikul i mniSvel oba. eqspertul i sistema, romelic orientirebul i iqneba avtomobil ebis el eqtrogayvanil obis el eqtromagnituri Tavsebadobis probl emebis diagnosti- kasa da gamosworebaze, j erj erobiT ar arsebobs. misi Seqmna warmoadgens Cvens mi zans.

sistemis saSual ebiT:

- SesaZl ebel i iqneba el eqtromagnituri Tavsebadobis probl emebis gamovl ena avtomobil is daproeqtების etapze.
- SesaZl ebel i iqneba anal izi gaukeTdes avtomobil is mTel el eqtrul sistemas, radgan mas ar esaWiroeba didi raodenobiT gamoTvl iTi resursebi.
- SesaZl ebel i iqneba eqspertul i sistemis gafarToeba codnis bazaSi axal i wesebis damatebiT.
- SesaZl ebel i iqneba el eqtrogayvanil obis rogorc el eq- tromagnituri, aseve topol ogiuri probl emebis aRmoCena da aRmofxvra.

sistema

- mosaxerxebel i iqneba momxmarebl isaTvis da ar moiTxovs mis maRal kval ifikacias.

- სასაუბრო ელემენტების მონაცემების ტარების ანალიზის რეალური დროის განხორციელება.
- მასში ინტეგრირებული იქნება ანალიტიკური და რეკვიზიტის მეთოდების უსაფრთხოების საფრთხეების შემოწმების.
- ელემენტების მონაცემების ვიზუალიზაციის, შედეგების და ანგარიშების გენერაციის მზადყოფნის სასაუბრო ელემენტები.

ამრიგად, დროის რეზერვების საავტომობილო უსაფრთხოების მკვლევარების დროის პროდუქციის ელექტრომაგნიტური უსაფრთხოების შესაძლებლობების ამოცანა, უკვე არსებული სასაუბრო ელემენტების კომპლექსური ამოცანის გადაწყვეტად. დამუშავებული ექსპერტული სისტემა სასაუბრო ელემენტების ავტომობილების კონსტრუქტორებს და ინჟინრებს დაპროექტების ადრეულ ეტაპზე გამოავლინონ გაყვანილობის არსებული ელექტრომაგნიტური უსაფრთხოების პრობლემები და დროულად მოახდინონ მათი აღმოფხვრა.

1.3 სისტემის არქიტექტურა

ტიპური ექსპერტული სისტემა შედგება შემდეგი ზირითადი კომპონენტებისაგან: ამოცანისაგან (ინტერპრეტორი), მონაცემთა ბაზისაგან, კოდის ბაზისაგან, კოდის მიწოდების საფრთხე კომპონენტებისაგან [9].

ავტომობილების ელექტრომაგნიტური უსაფრთხოების დიაგნოსტიკისა და ანალიზის ექსპერტული სისტემა EMC Expert არის რეალური პროგრამული კომპლექსი [35][36]. მასში ერთმანეთთან დაკავშირებულია კოდის ბაზა, ელექტროგაყვანილობის მოდელირების ბირთვი, ლოგიკური გადაწყვეტილების ბირთვი, ელექტრომაგნიტური დროის ელემენტების მოდული, სამკვლევარების ვიზუალიზაციის სასაუბრო ელემენტები, შედეგების დამუშავების სასაუბრო ელემენტები, მზადყოფნის ანგარიშების გენერაციის ბირთვი, გაყვანილობის სქემური უსაფრთხოების მოდული, სისტემის კოდის გადაცემის სასაუბრო ელემენტები, კონფიგურირებადი

momxmarebl is interfeisi, monacemTa Zebnisa da fil traciis saSual ebebi da a.S.

eqspertul sistemas SeuZl ia mTl ianad aiRos sakuTar Tavze funqciebi, romel Ta Sesrul ebac moiTxovs gamocdil i special istis codnas, an Seasrul os gadawyvetil ebis mimRebi adamianis asistentis rol i. sxva sityvebiT rom vTqvaT, amocanis gadawyveta SeiZl eba miRebul iqnas TviT programis mier, an adamianis mier programisagan SeTavazebul i rekomendaciis safuZvel ze. EMC Expert-Si realizebul ia orive saxis funqcional uroba.

zogadad, eqspertul i sistemis Sesaqmnel ad SemuSavebul unda iqnas meTodebi da saSual ebebi sistemisTvis codnis gadasacemad, codnis wamosadgenad, gadawyvetil ebis miRebis procesis samarTavad, Sedegebis momxmarebl isaTvis mosaxerxebel i formiT warsadgenad.

EMC Expert sistemis zogadi sqema mocemul ia nax. 2-ze.

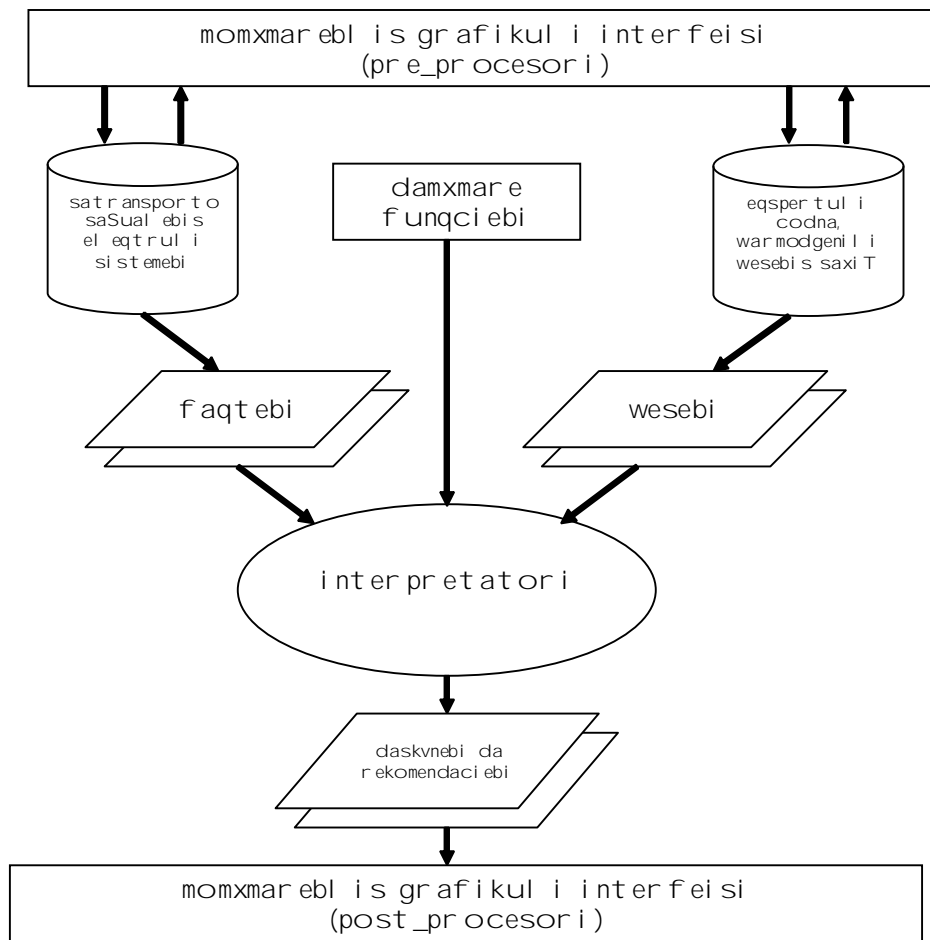
momxmarebl is grafikul i interfeisis saSual ebiT xorciel deba dial ogi momxmarebel sa da eqspertul sistemas Soris. pirobiTad igi SesaZl ebel ia gavyoT or nawil ad: pre-procesorad da post-procesorad.

pre-procesori Sedgeba saSual ebebisagan, romel Ta daxmarebiTac momxmarebel i axorciel ebs sawyisi monacemebis momzadebas: avtomobil is el eqtrogayvanil obis sistemaSi CatvirTvas da masTan muSaobas, codnis bazasTan muSaobas (wesebis Seqmna, redaqtireba, waSl a, daj gufeba da a.S.), eqspertul i sistemis birTvis amuSavebas da a.S.

pre-procesori Sedgeba el eqtrogayvanil obis tabul arul i saxiT warmodgenis, samganzomil ebiani saxiT warmodgenis, sqematuri saxiT warmodgenis, redaqtirebis, informaciis Zebnisa da fil traciis, codnis bazis redaqtirebis modul ebisagan.

post-procesori axorciel ebs l ogikuri daskvnebis birTvis muSaobis Sedegebis damuSavebas da mis wardgenas momxmarebl isaTvis. eqspertul i sistemis daskvnebi da

რეკომენდაციები მომხმარებელს უზრუნველყოფს რამდენიმე სახით: ცხრილებს სახით, სადაც მას შეუძლია საკუთარი კომენტარების დამატება, რისკების განსაზრვრა და ა.შ., გრაფიკებს სახით, სადაც მოცემულია ელექტროდინამიკური გაწვრიების სივრცეები და ანგარიშების სახით.



ნახ. 2. სისტემის ზოგადი სქემა

ცოდნის ბაზა უზრუნველყოფს ეკსპერტული ცოდნის საცავს. ეკსპერტის ცოდნის სისტემაში უზრუნველყოფს ვებსების სახით.

ელექტროგადასაცემების ბაზა ინახავს ინფორმაციას ავტომობილის ელექტროგადასაცემების შესახებ. მას გააჩნია რელაციური სტრუქტურა.

interpretatori axorciel ebs wesebis amuSavebas el eqtro-
gayvanil obaze. igi aris sistemis intel eqtual uri nawil i. mas
Sesasvl el ze gadaecema faqtebi el eqtrogayvanil obis bazidan da
wesebi codnis bazidan. am wesebisa da faqtebis saSual ebiT xdeba
l ogikuri gadawyvetil ebebis miReba da Sesabamisi moqmedebebis
ganxorciel eba. mas agreTve saSual eba aqvs gamoiyenos damxmare
funqciebi, rogoricaa: el eqtrodinamikuri gaTvl ebi, el eqtro-
statikuri gaTvl ebi, geometriul i gaTvl ebi, informaciis Zebnis
funqciebi da a.S. interpretatoris muSaobis Sedegad gamomuSav-
deba daskvnebi, romel ic gadaecema post-procesors momxmareb-
l isaTvis warsadgenad.

momxmarebl is eqspertul sistemasTan muSaobis scenari
Semdegia:

sistemas gaaCnia codnis baza, romel Sic inaxeba eqspertebis
mier Seqmnil i wesebi. codnis bazis redaqtirebis modul is
saSual ebiT SesaZl ebel ia masSi axal i wesebis damateba, ukve
arsebul is redaqtireba, waSl a da daj gufeba. codnis bazaSi
informacia inaxeba mudmivad.

momxmarebel i sistemasTan muSaobis seansis dasawyisSi qmnis
axal proeqts da tvirTavs monacemebs avtomobil is
el eqtrogayvanil obis Sesaxeb. es informacia moTavsdeba
el eqtrogayvanil obis bazaSi. erTi proeqtis fargl ebSi
SesaZl ebel ia ramdenime el eqtrogayvanil obis CatvirTva.
el eqtrogayvanil obis redaqtirebis modul is saSual ebiT
momxmarebel i SeZl ebs sxvadasxva gayvanil obebis gaerTianebas,
misgan nawil is gamoyofas, erTmaneTTan Sedarebas, komponentebis
modificirebas da a.S.

CatvirTul i el eqtrogayvanil obis vizual izaciis ramdenime
SesaZl ebl oba arsebobs: tabularul i, roca gayvanil obis
komponentebi warmodgenil ia cxril ebis saxiT, sqematuri, roca
gayvanil oba warmodgenil ia el eqtrul i sqemis saxiT da
samganzomil ebiani, roca gayvanil oba warmodgenil ia samganzomi-
l ebiani model is saxiT.

gayvanil obis Semadgenel TiToeul i tipis komponents (mavTul i, koneqtori da a.S.) gaaCnia redaqtirebis cal ke fanj ara.

garda amisa, momxmarebel s SeuZl ia CatvirTos avtomobil is Zaris modeli da antenebi.

momxmarebel s SeuZl ia Seqmnas wesebi TviT proeqtSi an gadmoitanos isini codnis bazidan.

momxmarebel i gaaqtiurebs erT-erT gayvanil obas, moniSnavs wesebs, roml is amoqmedebac surs da gauSvebs Sesrul ebaze. am dros programa qmnis faqtebs gayvanil obis bazis monacemebze dayrdnobiT, iRebs moniSnul wesebs da gadascems l ogikuri daskvnebis birTvs. birTvis muSaobis Sedegebi Sesrul ebul i wesebis Sesabamisad SeiZl eba iyos Semdegi saxis:

- gamomuSavdes rekomendaciebi da waredginos momxmarebel s.
- ganxorciel des gayvanil obis modifitseba da amis Sesaxeb Setyobineba gadaeces momxmarebel s.
- Catardes el eqtrodinamikuri da el eqtroatatikuri gaTvl ebi da Sedegebi gadaeces momxmarebel s.
- moxdes angariSebis generacia (teqsturi, grafikuli).

Sedegebis vizual izaciis modul is saSual ebiT eqspertul i sistemis muSaobis Sedegebi waredgineba momxmarebel s. am informaciis safuZvel ze mas SeuZl ia gaakeTos Sesabamisi daskvnebi da moaxdinos gayvanil obis modifitseba. agreTve SesaZl ebl oba aqvs gaakeTos angariSebi sistemis Sedegebis muSaobis Sesaxeb.

SesaZl ebel ia proeqtis damaxsovreba da momaval Si muSaobis gagrZel eba.

imisaTvis, rom real izebul i iyos zemoT aRweril i sistema, saWiroa gadawydes Semdegi amocanebi: SemuSavdes avtomobil is el eqtrul i sistemebis modeli ebis meTodebi, SemuSavdes codnis warmodgenis meTodebi, damuSavdes l ogikuri gadawyvetil ebebis birTvi da Sedegebis damuSavebis meTodebi, damuSavdes meTodebi el eqtromagnituri urTierTqmedebis modeli rebisaTvis,

damuSavdes sistēmis mTI ianī modelī da komponentēbs Soris
urTierTqmedebis sēma, moxdes sistēmis programulī realizācia.

2 **EMC Expert**-ის რეალიზაციის მეთოდების დამუშავება

2.1 ავტომობილის ელექტროგაყვანილობის მოდელირება

ექსპერტული სისტემის უმნიშვნელოვანესი ადგილი უკავია მონაცემთა ბაზას, რომელიც შეიცავს ინფორმაციას საპრობლემო არისებს. გენს შემთხვევაში საპრობლემო არისებზე უკავია ავტომობილის ელექტროგაყვანილობის უკავია მისი შემადგენელი კომპონენტები. უდიდესი უმნიშვნელობა ენიჭება საპრობლემო არისებში მოდელის შერჩევა, რადგან მასზე უმნიშვნელოვანესი დამოკიდებულია ექსპერტული სისტემის უკავია, შედეგების სიზუსტე, საიმედოობა და მოხმარების ხარჯები.

ავტომობილის ელექტროგაყვანილობის მოდელირება, ერთი მხრივ, უკავია და ამოწმობს უკავია ასახავს რეალურ ობიექტს, ხოლო მეორე მხრივ, უკავია იყოს კომპაქტური და კარგად ორგანიზებული, რათა არ მოითხოვდეს დიდ რესურსებს და უკავია უკავია საურო ინფორმაციის მოშენება.

ავტომობილის ელექტროგაყვანილობის უკავია რეალური სისტემის, რომელიც შედგება ერთმანეთთან დაკავშირებული მრავალი კომპონენტისაგან. ამასთან ერთად უკავია კომპონენტების შერჩევა უკავია სირთულე.

ავტომობილის ელექტროგაყვანილობის მათემატიკური მოდელირება შესაძლებელია საურო იგი უკავია უკავია დავით სხვადასხვა ტიპის ნაწილებად და დავით მათ შორის უკავია. ავტომობილის ელექტროგაყვანილობის შეშენება უკავია ფიზიკური კომპონენტები (მავტულები, კონექტორები, ტერმინალები და ა.შ.), ელექტროგაყვანილობის უკავია (რომელიც მავტულები რომელიც კონექტორთან არის დაკავშირებული და ა.შ.), კომპონენტების განლაგება სივრცეში (კონექტორების მდებარეობები, მავტულების გაყვანილობის ტრაექტორიები და ა.შ.). მასადამოკიდებულია:

$$H = \{P, C, L, G\} \quad (2.1.1)$$

sadac H aris avtomobil is el eqtrul i sistema, P aris avtomobil is el eqtrogayvanil obis Semadgenel i komponentebi, C aris el eqtrul i kavSirebi, L aris komponentebis sivrcesi ganl agebis aRwera, G aris komponentebis daj gufeba maTi funqcional uri daniSnul ebis mixedviT.

el eqtrogayvanil obis Semadgenel i komponentebi P warmoadgens sxvadasxva saxis komponentebis erTobl iobas:

$$P = (p_1, p_2, \dots, p_i, \dots, p_n) \quad (2.1.2)$$

sadac, p_i aris gayvanil obis Semadgenel i konkretul i komponenti.

komponentebi SeiZl eba davaj gufoT maTi tipis mixedviT. avtomobil is el qtrul sistemaSi gamoiyeneba Semdegi tipis komponentebi: mavTul i, mraVal gul iani mavTul i, koneqtori, terminal i, kontaqtis Semamwidrovebel i, kontaqtis sarqvel i, kontaqtis terminal i, figsatori, damxmare komponenti [10]. Tu ganvixil avT komponentebis tipebis mixedviT maSin miviRebT, rom

$$P = T_1 \cup T_2 \cup \dots \cup T_n \quad (2.1.3)$$

sadac, T_i aris konkretul i tipis komponentebis erTobl ioba.

TiToeul komponents gaaCnia parametrebi, roml ebic mas aRwers. es parametrebi SeiZl eba gavyoT or nawil ad, komponentis fizikur parametreb ad (misi forma, zoma, masal a da a.S., e.i. TviTon fizikuri obieqti) da misi konkretul i gamoyenebis parametreb ad (mavTul is sigrZe, romel ic gamoiyeneba SuSis el eqtroamwevis kvebisatvis, romel ime koneqtorSi Casmul i kontaqtetebis raodenoba da a.S.). maSasadame:

$$p_i = (v, o) \quad p_i \in P \quad i = \overline{1, n} \quad (2.1.4)$$

sadac p_i aris gayvanil obis Semadgenel i komponenti, v aris komponentis fizikuri TviSebebis aRmweri parameterebi, o aris misi gamoyenebis aRmweri parametrebi, xol o n aris gayvanil obaSi

komponentebis raodenoba. maSasadame, avtomobil is el eqtrul i sistemis Semadgenel i TiToeul i komponentis aRsawerad saWiroa misi fizikuri (v) da gamoyenebis (σ) parametrebis aRwera.

magal iTad, $vTqvaT p_i$ aris mavTul i, romelic kvebis wyaros aerTebis minis el eqtroamwevTan. maSin, $v = (kveTis farTobi, izolaciis sisqe, feri, nivTiereba, \dots)$, xolo $\sigma = (sigrZe, identifikatori, mavTulis nomeri, \dots)$.

unda aRiniSnos, rom komponentis Semadgenel i v nawil i SesaZl ebel ia erTnairi iyos ramdenime komponentisTvis, xolo gamoyenebis nawil i ki unikal uri iqneba TiToeul i maTganisaTvis. magal iTad, erTi da imave tipis mavTul i, romlis feric aris mwvane, gulis diametri 1 mm, xolo izolaciis sisqe 0.5, gayvanil obaSi SeiZleba gamoyenebul iqnes mravaljer (magal iTad, rogorc avtomobilis marcxena karis minis el eqtroamwevisTvis, aseve marjvena karis minis el eqtroamwevisTvis).

Tuki TiToeul komponents aRvwerT cal-cal ke, miviRebT informaciul siWarbes, radgan v nawil i ganmeordeba TiToeul i erTnairi komponentisTvis. amitom, umj obesi iqneba, Tu komponentebis v fizikur parametrebs aRvwerT cal-cal ke da maT o gamoyenebebs gayvanil obaSi _ cal-cal ke. es saSual ebas mogvcems TiToeul i saxis fizikuri obieqti aRvwerOT erTjer, xolo komponentis aRwerisas ganvsazRvroT mxolod misi gamoyenebis nawil i da mivuTiToT ukve aRweril im fizikur obieqtze, romelic gamoiyeneba. zemoT ganxilul i SemTxvevisTvis mavTul i aRiwereba erTjer, xolo im komponentisTvis, romelic gamoiyeneba marcxena karSi, aRvwerT mxolod gamoyenebis parametrebs (sigrZes, damontajebis parametrebs da a.S.) da mivuTitebT, rom gamoiyeneba konkretul i tipis ukve aRweril i fizikuri mavTul i. aseve marjvena karisaTvis aRvwerT mxolod gamoyenebis parametrebs da mivuTitebT igive fizikur obieqtze.

garda amisa, saWiroa aRiniSnos is faqtic, rom zogierTi komponenti SeiZleba Seicavdes sxva komponents. es Seexeba

rogorc fizikur obieqtibs, aseve maT gamoyenebebsac. pirvel is magal iTia koneqtori, romel ic Seicavs sl otebs, xol o sl otebi Seicavs kontaqtibs. meoris magal iTia mavTul is gul ebis gamoyeneba mraVal gul ian mavTul Si.

maSasadame miviRebT, rom avtomobil is el eqtul sistemaSi Semaval i komponentebi P aRiwereba Semdegnairad:

$$P = \{V, O, R, CV, CO\} \quad 2.1.5$$

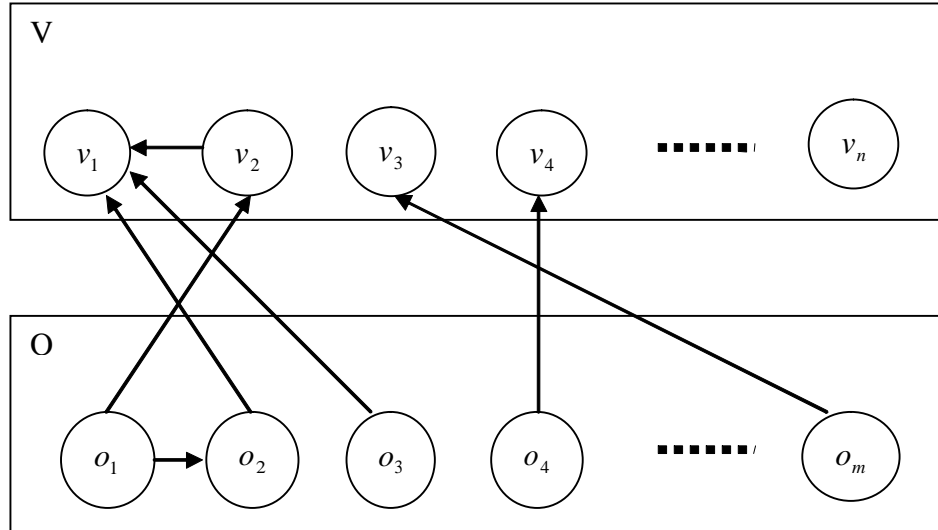
sadac, $V = (v_1, v_2, \dots, v_i, \dots, v_n)$ aris fizikuri obieqtibis aRweril obebis erTobl ioba, n aris mTl ianad gayvanil obaSi gamoyenebul i sxvadasxva tipis fizikuri obieqtibis raodenoba. $O = (o_1, o_2, \dots, o_i, \dots, o_m)$ aris komponentebis gamoyenebis aRweril obebi, m aris komponentebis raodenoba gayvanil obaSi, $R = (r_1, r_2, \dots, r_i, \dots, r_m)$ aris O simravl is mimarTeba V simravl eze. misi Semadgenel i TiToeul i r_i el ementi asaxavs kavSirs o_i obieqtis gamoyenebisa v_j fizikur obieqtTan. maSasadame,

$$r_i = f(o_i, v_j) \quad r_i \in R, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n} \quad (2.1.6)$$

sadac m aris komponentebis raodenoba gayvanil obaSi, n aris fizikuri obieqtibis raodenoba, xol o f aris kavSiri i komponentsa da mis Sesabamis j fizikur obieqts Soris. sqematurad es gamosaxul ia nax. 3.-ze.

$CV = (cv_1, cv_2, \dots, cv_i, \dots, cv_m)$ aris mimarTeba V fizikuri obieqtibis simravl isa sakuTar Tavze da aRwers erTi fizikuri obieqtis meores SigniT gamoyenebas.

$$cv_k = g(v_i, v_j) \quad cv_k \in CV, \quad i = \overline{1, n}, \quad i \neq j, \quad k = \overline{1, m} \quad (2.1.7)$$



ნახ. 3. კავსირები კომპონენტების გამოყენებასა და ფიზიკურ ობიექტებს
 Soris

g არის კავსირი v_i ობიექტისა მის შემადგენელ v_j ობიექტთან. n არის ფიზიკური ობიექტების რაოდენობა, ხოლო m არის ობიექტებს Soris კავსირების რაოდენობა.

$CO = (co_1, co_2, \dots, co_i, \dots, co_m)$ არის მიმართება O კომპონენტების გამოყენების სიმრავლისა საკუთარ თავზე და არაერთი კომპონენტის მეორეს სიგნიტ გამოყენებას.

$$co_k = g(o_i, o_j) \quad co_k \in CO, i = \overline{1, n}, i \neq j, k = \overline{1, m} \quad (2.1.8)$$

g არის კავსირი o_i კომპონენტის გამოყენებისა მის შემადგენელ o_j კომპონენტის გამოყენებასთან. n არის ობიექტების გამოყენებათა რაოდენობა, ხოლო m არის გამოყენებათა Soris კავსირების რაოდენობა.

model ის ასეთი სახით ორგანიზება დამატებით იმითაც არის მოსახერხებელი, რომ თუ შეიძლება ობიექტის რაიმე ფიზიკური პარამეტრი, მისი შეცვლა საშუალებას იძლევა მხოლოდ ერთ ადგილას V სიმრავლეში, რაც ავტომატურად აისახება ყველა კომპონენტში, რომელიც ამ ტიპის ფიზიკურ ობიექტს უკავშირდება.

ავტომობილის შემადგენელ კომპონენტებს Soris არსებობს ელემენტური კავსირები, რომლებსაც გააჩნია დამატებითი პარამეტრები.

el eqtrul i kavSiri aris virtual uri cneba, igi fizikurad warmodgenil ia mavTul isa da mis bol oebTan mierTebul i ori koneqtoris saxiT. misi damaxasiaTebel i parametria signal is saxel i, romel ic gansazRvravs Tu ristTvis gamoiyeneba es kavSiri (magal iTad, Tu signal is saxel i iwyeba 31-iT es niSnavs rom mavTul i uerTdeba damiwebas). el eqtrul i kavSirebi warmovidgi noT Semdegi saxiT:

$$C = \{(c_s, p_s, c_e, p_e, w)_1, (c_s, p_s, c_e, p_e, w)_2, \dots, (c_s, p_s, c_e, p_e, w)_n\} \quad (2.1.9)$$

sadac, c_s, c_e aris koneqtorebi Sesabamisad mavTul is dasawyisSi da dasasrul Si, p_s, p_e aris kontaqtebi roml ebTanac mavTul i aris mierTebul i sawyis da sabol oo koneqtortan, w aris TviT mavTul i.

avtomobil is el eqtrul i sistemebis Semadgenel i komponentebis sivrcesi ganl agebis aRsawerad saWiroa ori saxis meqanizmis damuSaveba. erTi aris iseTi komponentebis mdebareobis gansazRvra sivrcesi rogoricaa koneqtori, terminal i da a.S. (maT gaaCniat garkveul i koordinatebi sivrcesi). xol o meores mxriv sivrcesi gavl is traektoriebi mavTul ebisatvis. amisaTvis Semovitanot kvanZisa da segmentis cnebebi. kvanZi aris virtual uri wertil i sam ganzomil ebian sivrcesi. kvanZze miebmeba konkretul i komponentebi. magal iTad, vTqvaT gansazRvrul ia kvanZi koordinatebiT (100,30,50) da masze mi bmul ia koneqtori, maSin am koneqtoris koordinatebi iqneba (100,30,50). segmenti aris mrudi sivrcesi, igi Sedgeba bi-spl ainuri [11] mrudebisagan. segmentic, iseve rogorc kvanZi, virtual uri obieqtia, radgan fizikurad igi ar arsebobs avtomobil is el eqtrogayvanil obaSi. sivrcesi ganl agebis aRwera warmovadgi noT Semdegi saxiT:

$$L = \{N, S\} \quad (2.1.10)$$

L aris sivrcesi obieqtebis ganl agebis aRwera, N aris kvanZebis simravle, S _ segmentebis simravle.

segmentebis mimdevroba qmnis mavTul is traektorias sivrcesi. arsanisnavia, rom erT segmentSi ramdenime mavTul i SeiZl eba gadiodes da piriqit, erTi mavTul ic Sesazl ebel ia ramdenime segmentSi gadiodes.

garda amisa, saWiroa SemovitanoT meqanizmi, romelic erTmaneTTan daakavSirebs mavTul ebs da segmentebs. am meqanizms vuwodoT mavTul is trasireba.

$$T = (w, S') \quad (2.1.11)$$

sadac, $w \in P$ aris mavTul i, xol o $S' \subset S$ aris segmentebis mimdevroba.

avtomobil is el eqtrul sistemaSi Semaval i komponentebi daj gufebul ia modul ebad da anakreb komponentebad maT mier Sesasrul ebel i funqciis mixedvit. magal iTad, yvel a is el eqtrul i komponenti, romelic emsaxureba Zravis muSaobas, gaerTianebul ia erT modul Si, el eqtrominebis momsaxure koponentebi sxva modul Si da a.S. komponentebis aseTi daj gufeba mniSvnel ovania maTi el eqtromagnituri Tavsebadobis anal izisas funqcional obis gaTval iswinebit.

2.2 I ogikuri daskvnebis meqanizmebis damuSaveba

eqspertul i sistemis Seqmnisas udidesi mniSvnel oba eniWebal I ogikuri daskvnebis birTvis (interpretatoris) damuSavebas. avtomobilebis el eqtromagnituri Tavsebadobis kvlevis eqspertul i sistemis I ogikuri daskvnebis birTvi unda gamoiyenebdes gadawyvetil ebaTa pirdapir j aWvs [12], roml is drosac monacemebze (el eqtrogayvanil obis parametrebi da gare faqtorebi) dayrdnobiT sistema aformirebs hipotezebs potenciuri el eqtromagnituri Tavsebadobis probl emebis Sesaxeb. magal iTad, "Tu mavTul is zogadi kl asi aris "antena" da manZil i

antendan mavTul amde nakl ebia dasaSvebze, maSin mavTul i arasworadaa gayvani l i".

interpretatori interpretacias ukeTebS codnis bazaSi arsebul wesebs da avtomobil is el eqtrul i sistemis model is mixedviT formirebul i faqtebis safuZvel ze akeTebS l ogikur daskvnebs. imisda mixedviT, Tu rogoria wesebSi aRweril i l ogika, SesaZl ebel ia daformirdes axal i faqtebi, roml ebic gamoiyeneba Semdgomi gadawyvetil ebebis mi saRebad.

stransporto saSul ebebSi el eqtromagnituri Tavsebadobis diagnostikis eqspertul i sistemis interpretatori muSaobs Semdegi principi T:

1. codnis bazidan SeirCeva wesi, roml is interpretaciac unda moxdes.
2. xdeba faqtebis SesabamisobaSi moyvana wesSi aRweril l ogikaSTan.
3. Tu wina punqtis Sedegi damakmayofil ebel ia, xdeba gadasvl a punqt 4-ze, winaaRmdeg SemTxvevaSi punqt 6-ze.
4. xdeba wesSi aRweril i l ogikuri moqmedebebis Sesrul eba.
5. wina punqtis muSaobis Sedegad formirdeba axal i faqtebi an xorciel deba daskvnebis gamomuSaveba.
6. Tu arsebobs kidev wesi, romel ic unda amoqmeddes, xdeba gadasvl a punqt 1-ze, winaaRmdeg SemTxvevaSi srul deba interpretatoris muSaoba.

ase rom, l ogikuri daskvnebis birTvis Sesaqmnel ad saWiroa SemuSavebul iqnas faqtebis formirebis meTodebi, wesebSi codnis aRweris da maTi interpretaciis meTodebi, gadawyvetil ebebis miRebis meTodebi.

faqtebi, erTis mxriv, formirdeba saprobl emo aris model is safuZvel ze, xol o, meores mxriv, TviT l ogikuri daskvnebis birTvis muSaobis procesSi. amitom:

$$F = F_m \cup F_e \quad (2.2.1)$$

sadac, F aris faqtebis simravle, Fm aris faqtebi, formirebuli modelis safuZvelze, xolo Fe aris faqtebi, formirebuli wesebis amoqmedebis Sedegad. Fm simravle formirdeba interpretatoris amuSavebamde da igi ar icvl eba misi muSaobis damTavrebamde. xolo Fe simravle interpretatoris muSaobis dawyebis momentisaTvis carielia, xolo muSaobis procesSi TandaTan emateba el ementebi.

faqtebi formirdeba saprobl emo aris modelis safuZvelze. avtomobilis el eqtruli sistemebis el eqtromagnituri Tavsebadobis kvlevis eqspertuli sistemisaTvis SemuSavebul iqna faqtebis warmodgenis metodebi freimebis saxiT [13]. el eqtrogayvanilobis Semadgenel TiToeul komponents (2.1.2) SevusabamebT sakuTar freims. freimebic SeiZleba davaj gufoT gayvanilobis komponentebis tipebis mixedvit (2.1.3). TiToeul itipis obieqtisaTvis miviRebT prototip freims, romlis TiToeul islotit iqneba aRwerili obieqtis TiTo parametri.

amrigad, freimi SeiZleba warmovidginoT Semdegi saxiT:

$$Fr = (T, S) \quad (2.2.2)$$

sadac T aris freimis prototipis identifikatori. vinaidan TiTouli komponentis tips Seesabameba freimis sakuTari prototipi, swored T gansazRvavs am Sesabamisobas. S aris slotebis simravle.

$$S = \{s\} \quad (2.2.3)$$

slots, Tavis mxriv, gaaCnia saxel wodeba, romelic unikal urad gansazRvavs mas, mniSveloba da mniSvelobis tipi.

$$s = (i, v, t) \quad (2.2.4)$$

s aris sloti, sadac, i aris slotis dasaxel eba, v aris misi mniSveloba, t aris mniSvelobis tipi.

magal iTad, zemoT aRwerili metodis mixedvit avtomobilis el eqtrogayvanilobaSi Semavali iseTi komponentis tips, rgoricaa mavTuli, Seesabameba erTi freimis prototipi, igi saerTo iqneba yvela mavTulisaTvis, xolo roca prototipSi

სი ობიექტის მნიშვნელობებს შევსებთ კონკრეტული მართვის
შესაბამისი მაქსიატების მნიშვნელობებით, მივიღებთ კონკრეტულ
ფორმებს, რომლებიც შესაბამისად უკვე კონკრეტულ ობიექტებს.
მართვის ისტვის ფორმის პროტოტიპი ეყრდნობა შემდეგი სახე:

```
(მართვი  
(<სახელი> <> <სიმბოლოთა მასივი>  
(<გულისკვეთის ფართობი> <> <რიცხვი მცურავი მზიმით>  
(<ნომერი> <> <მთელი რიცხვი>  
...  
)
```

როგორც ვხედავთ, ფორმის პროტოტიპი საერთოა ყველა
მართვის ისტვის კონკრეტულ მართვის სი შესაბამისად შემდეგი
კონკრეტული ფორმი:

```
(მართვი  
(<სახელი> <WR_1_37> <სიმბოლოთა მასივი>  
(<გულისკვეთის ფართობი> <0.25> <რიცხვი მცურავი მზიმით>  
(<ნომერი> <5> <მთელი რიცხვი>  
...  
)
```

ეს ფორმი აჩვენებს ფაქტს, რომ საკვლევი ობიექტის ელექტრული
სისტემის არსებობს მართვი, რომლის სახელია WR_1_37, გულის
კვეთის ფართობია 0.25, ნომერია 5 და ა.შ.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მხოლოდ სტატიკური მონაცემები
ავტომობილის ელექტრული სისტემის შესახებ საკმარისი არ არის,
ინტერპრეტატორს ესაუბროება სხვადასხვა ტიპის მონაცემები,
რომლებიც გათვლილებს სედეგად მიღება. ზირიტადად ეს არის
გეომეტრიული მანძილები (მანძილები სხვადასხვა ობიექტებს
შორის და ა.შ.) და ელექტრომაგნიტური მაქსიატების გათვლა
(მაგნიტური ველები, ურთერთქმედების დენები და ა.შ.) ამ მონაცემების
მიღება ფაქტების საფუძველზე შეუძლებელია, ამიტომ ისინი
რეალიზებულია გარე ფუნქციებით, რომლებსაც გამოიჯახებს
ინტერპრეტატორი.

amrigad, interpretatorisaTvis informaciis wyaros warmoadgens faqtebi da gare funqciebi.

eqspertul i codna avtomobil ebis el eqtrul i sistemebis el eqtromagnituri Tavsebadobis kvlevis eqspertul sistemaSi inaxeba da gamoiyeneba wesebis saxiT.

wesebSi codnis warmodgena damyarebul ia produqciebze [13]. produqcia SeiZl eba warmovadginoT Semdegnairad:

$$U : A \rightarrow B \quad (2.2.5)$$

sadac, U aris piroba, romelic unda Sesrul des produqciis asamoqmedebl ad, $A \rightarrow B$ aris produqciis birTvi $_ A$ aris piroba, xolo B aris moqmedeba. pirobiT nawil s sxvanairad marcxena nawil sac uwodeben, xolo moqmedebis nawil s ki marjvena nawil s.

imis gansazRvra, amoqmeddeba Tu ara konkretul i wesi, damokidebul ia faqtebisa da produqciis pirobiT nawil Si arweril cvl adebze. produqciis marcxena nawil i warmovadginoT Semdegi saxiT:

$$A = \{Cf, Ca\} \quad (2.2.6)$$

sadac, Cf aris piroba, romelic moqmedeba faqtebis safuzvel ze, xolo Ca aris damatebiTi piroba, romelic SeiZl eba iyos nebismieri logikuri gamosaxul eba. produqcia amoqmeddeba mxol od im SemTxvevaSi Tu dakmayofil da orive piroba. e.i.

$$U = Cf \wedge Ca \Rightarrow TRUE \quad (2.2.7)$$

unda aRiniSnos, rom SeiZl eba arsebobdes pirobebis Semdegi kombinaciebi: marcxena nawil Si arsebobs rogorc Cf aseve Ca , marcxena nawil Si arsebobs mxol od Cf , marcxena nawil Si arsebobs mxol od Ca , marcxena nawil Si ar arsebobs arc Cf da arc Ca . bol o SemTxvevaSi produqcia aris upirobo da igi amoqmeddeba yovel Tvis. vinaidan Ca aris nebismieri logikuri gamosaxul eba, igi ganxil vas ar saWiroebs. ganvixil oT rogor aris realizebul i Cf .

Cf warmoadgens freimebze mimarTvebis simravl es.

$$Cf = (Rf_1, Rf_2, \dots, Rf_n) \quad (2.2.8)$$

sadac Rf aris freimze mimarTva.

freimze mimarTva SeiZl eba iyos warmatebul i an warumatebul i. vTvl iT, rom piroba Cf dakmayofil da, Tu warmatebul i aRmoCnda yvel a freimze mimarTva.

$$Res(Cf) = Res(Rf_1) \wedge Res(Rf_2) \wedge \dots \wedge Res(Rf_n) \quad (2.2.9)$$

sadac $Res(Cf)$ aris Cf -is dakmayofil ebis Sedegi, $Res(Rf)$ aris freimze mimarTvis warmatebul oba.

freimze mimarTvebis ganxorciel eba xdeba pirobebis SesabamisobaSi moyvaniT arsebul faqtebTan. Tu arsebul ma faqtebma daakmayofil a yvel a piroba, maSin freimze mimarTva CaiTvl eba warmatebul ad, winaaRmdeg SemTxvevaSi _ warumatebl ad.

TiToeul i freimze mimarTva warmodgenilia freimis prototipis identifikatoriT, cvl adebisa da cvl adebis gansazRvrebemis saxiT.

$$Rf_i = \{Fid, V, D, f(V, D)\} \quad (2.2.10)$$

sadac Rf aris freimze mimarTva, Fid aris freimis identifikatori, V aris cvl adebis simravl e, D aris cvl adebis gansazRvrebemis simravl e, xolo $f(V, D)$ akavSirebs TiToeul cvl ads Tavis gansazRvrebTan. unda aRiniSnos rom TiToeul i $v \in V$ cvl adi V simravl idan Seesabameba freimis erT sl ots. TiToeul cvl ads Seesabameba TiTo $d \in D$ gansazRvreba D simravl idan. gansazRvreba Sedgeba sl otis identifikatorisagan da SemzRudavi pirobebisagan.

$$d = \{Sid, Rst\} \quad (2.2.11)$$

sadac Sid aris sl otis identifikatori, xolo Rst SezRudva.

sl otis identifikatori gansazRvravs Tu romel i sl otidan unda iqnas amoRebul i cvl adis mniSvel oba, xolo SezRudva gansazRvravs Tu ra pirobas unda akmayofil ebdes es mniSvel oba. Tu mniSvel obam SemzRudavi piroba ar daakma-

yofil a, maSin cvl adSi ar xdeba sl otis mniSvnel obis amoReba da freimze mimarTva iTvl eba warumatebl ad. maSasadame, Tu freimze mimarTvaSi arsebul i yvel a cvl adis mniSvnel obis aReba moxda warmatebiT, freimze mimarTva warmatebul ia, xol o winaaRmdeg SemTxvevaSi _ warumatebel i.

$$\text{Res}(Rf) = g(Rst_1) \wedge g(Rst_2) \wedge \dots \wedge g(Rst_n) \quad (2.2.12)$$

sadac $g(Rst_i)$ aris Rst_i SezRudvis dakmayofil ebis Sedegi.

freimze mimarTvis procesi unda warmovidginoT Semdeg-nairad:

1. freimis prototipis identifikatoris mixedviT aiReba konkretul i freimi.
2. TiToeul i $v_i \in V$ cvl adisaTvis moiZebnaba $d_i \in D$ gansazRvrebis *Sid* nawil Si aRweril i sl oti da aiReba masSi Caweril i mniSvnel oba.
3. xdeba Semowmeba, aRebul i mniSvnel oba akmayofil ebs Tu ara Rst_Ti gansazRvrul SezRudvebs.
4. Tu piroba dakmayofil da, aRebul i mniSvnel oba mieniWeba v_i cvl ads. winaaRmdeg SemTxvevaSi xdeba momdevno konkretul freimze gadasvl a.

im SemTxvevSi, Tu produqciis amoqmedebis piroba dakmayofil da, ganxorciel deba produqciis B nawil i. unda aRiniSnos, rom marcxena nawil Si aRebul i cvl adebisa da maTi mniSvnel obebis gamoyeneba SesaZl ebel ia marj vena nawil Si c.

magal iTad, freimze mimarTva SeiZl eba mocemul i iyos Semdegi saxiT:

(mavTul i (x <gul is kveTis farTobi> [<0.5]) (y <nomeri>[=5]))

es mimarTva eZebS mavTul s, roml is gul is kveTis farTobi nakl ebia 0,5-ze da nomeri aris 5. Tu aseTi mavTul i moiZebna, x-s mieniWeba misi gul is kveTis farTobi, xol o y-s nomeri.

TviT wesebi Tavisi Sinaarsis mixedviT, pirobiTad SeiZl eba davaj gufoT or nawil ad: wesebi, roml ebic qmnian axial faqtebs

და ვესები, რომელთა მუშაობის შედეგად ხდება მხოლოდ დავების გამოტანა და ჰიპოთეზების შეთავაზება ექსპერტული სისტემის მომხმარებლისათვის. პირველი რიგში ინტერპრეტაციას აწვდის ვესები, რომლებიც უზრუნველყოფენ, რომ სემდეგ ხდება დანარჩენი ვესების ამოცნობა.

B ნაწილის განსაზღვრული არის უკვე კონკრეტული მოცულობის, რომლებიც უნდა განხორციელდეს ვესების ამოცნობისას. მოცულობებთან ერთად ამ ნაწილში შეიძლება გამოყენებულ იქნას პირობითი გამოსახულებებიც, რაც შესაძლებლობას იძლევა შევქმნილიყო უფრო რთული ლოგიკის ვესები, ეს კი, თავის მხრივ, აწარმოებს ექსპერტული სისტემის შესაძლებლობებს. პროდუქციის მარჯვენა ნაწილი შესაძლებელია წარმოვიდგინოთ შემდეგი სახით:

$$B = \{O, C, F, V\} \quad (2.2.13)$$

სადა O — ოპერატორებია, C — პირობითი გამოსახულებები, F — გარე ფუნქციები, ხოლო V — ცვლადები.

გამოიყენებთ ორი სახის ოპერატორებს: მათემატიკურს და ლოგიკურს. პირობითი გამოსახულებები აყვთ სახე: T_u (პირობა), m_{sin} (მოცულობა), w_{in} (სემდეგ შემთხვევაში) (მოცულობა), s_{an} (პირობა) m_{and} (მოცულობა). გარე ფუნქციები, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, გამოიყენება სხვადასხვა სახის გეომეტრიული და ელექტრომაგნიტური გატვლიების განხორციელებისათვის, ასევე საპრობლემო არის მოდელი ცვლილებების შესატანად. ცვლადები არსებობს სამი ტიპის: ცვლადები, რომლებიც გადმოიღობა მარცხენა (A) ნაწილიდან და რომლებიც ზემოთ იყო აღწერილი; ცვლადები, რომლებიც განსაზღვრულია ლოკალურად B ნაწილში და გამოიყენება მხოლოდ მისი რეგულირების მიზნით; ცვლადები, რომლებიც გამოიყენება სხვადასხვა ვესების მონაცემთა გასაცვლიელად და მათი გამოყენება შეიძლება ყველა ვესში.

ზემოთ აღწერილი სასუალებები და მეთოდები ლოგიკური დავების ბირთვი ინტერპრეტაციას უკეთებს ვესების B ნაწილს და იწვევს ლოგიკურ გადაწყვეტილებებს პრედიკატების ლოგიკის მეთოდები დაყრდნობით [14].

2.3 el eqtrogayvani l obis komponentebs Soris el eqtromagnituri urTierTqmedebis model irebis meTodebis SemuSaveba

avtomobil ebis el eqtromagnituri Tavsebadobis potenciuri probl emebis gamovl ena SeuZl ebel ia maTi el eqtrul i sistemebis komponentebs Soris el eqtromagnituri zemoqmedebis model irebis gareSe. rogorc wina paragrafSi iyo aRniSnul i, eqspertul i sistemis birTvi iyenebs gare funqciebs, roml ebic gamoiyeneba el eqtrogayvani l obis komponentebs Soris urTierTqmedebis iseTi el eqtromagnituri parametrebis da sidi deebis gamosaTvl el ad, rogoricaa mavTul ebs Soris urTierTtevadobebi da urTierTinduqciurobebi, urTierTqmedebis kvazistatikuri denebi da Zabvebi, S parametrebi [15] da a.S.

qvemoT moyvani l ia meTodebi, roml ebic gamoiyeneba el eqtromagnituri parametrebis gamosaTvl el ad:

kvazistatikuri eqval enturi denis wyaros deni, romel ic kvebavs antenas, gamoiTvl eba Semdegi formul iT:

$$I = C_m \frac{I_{\max}}{T_{\min}} \quad (2.3.1)$$

C_m _ aris mavTul sa da antenas Soris urTierTtevadoba.

I_{\max} _ maqsimal uri deni (parametri aRweril ia gayvani l obis model Si).

T_{\min} _ minimal uri gadasvl is dro (parametri aRweril ia gayvani l obis model Si).

kvazistatikuri eqval enturi Zabvis wyaros Zabva, romel ic kvebavs antenas, gamoiTvl eba Semdegi formul iT:

$$V = L_m \frac{V_{\max}}{T_{\min}} \quad (2.3.2)$$

L_m _ aris mavTul sa da antenas Soris urTierTinduqciuroba.

V_{\max} – maqsimal uri Zabva (parametri aRweril ia gayvani l obis model Si).

T_{\min} – minimal uri gadasvl is dro (parametri aRweril ia gayvani l obis model Si).

mavTul sa da antenas Soris urTierTtevadobisa da urTierTinduqciurobis gamoTvl ebisaTvis gamoiyeneba samganzomil ebiani el eqtostatikuri gaTvl ebis birTvi **Static3D**, romel ic cal ke programis saxiT aris real izebul i. antena da mavTul i el eqtostatikuri gaTvl ebis birTvs gadaecema nastranis [16] formatis mqone fail is saxiT. Tu model Si aRweril ia avtomobil is Zara, maSin misi gaTval iswinebac xdeba gaTvl ebisas. mavTul is izol aciis SeRwevadobis gaTval iswineba ar xdeba.

S parametrebis gamoTvl ebisTvis mavTul sa da antenas Soris gamoiyeneba samganzomil ebiani el eqtrodinamikuri gaTvl ebis birTvi **TRiD**, romel ic cal ke programis saxiTaa real izebul i. S11 parametr is gamoTvl is procesi moicavs Semdeg bij ebs:

1. unda ganisazRvros antenis porti. porti ganisazRvreba antenis segmentiT da winaRobiT am segmentze.
2. unda aigos model i el eqtrodinamikuri gaTvl ebisaTvis. mavTul is bol oebze generirdeba damiwebis segmentebi, roml ebic mavTul is bol oebis aerTebis avtomobil is Zaris triangul irebul badesTan. segmentisa da Zaris aRmweri badis SeerTebis wertil Si xdeba badis triangul ireba ise, rom Sexebis wertil i aRmoCndes samkuTxedis wveroSi. programaSi gansazRvrul i wredi mi eni Weba pirvel damiwebis segments, xol o meore damiwebis segments mi eni Weba Zabvis wyaro (1 v) da winaRoba (50 omi).
3. dagenerirebul i model i gadaecema el eqtrodinamikuri gaTvl ebis birTvs gaTvl ebis gansaxorciel ebl ad.
4. el eqtrodinamikuri gaTvl ebis Sedegad vi RebT:
dens mavTul is meore damiwebis segmentSi (porti 1) _ l1

Zabvas mavTul is meore damiwebis segmentSi (porti 1) _ V1

winaRobas mavTul is meore segmentSi (porti 1) _ Z1

miRebul i mniSvnel obebidan S11 parametri gamoiTvl eba Semdegi formul iT:

$$Z_{in} = \frac{V1}{I1} - Z1$$

$$S11 = \frac{Z_{in} - Z1}{Z_{in} + Z1} \quad (2.3.3)$$

S12 parametris gamoTvl is procesi moicavs Semdeg bij ebs:

1. unda ganisazRvros antenis porti. porti ganisazRvreba antenis segmentiT da winaRobiT am segmentze.
2. unda aigos model i el eqtrodinamikuri gaTvl ebisatvis. mavTul is bol oebze generirdeba damiwebis segmentebi, roml ebic mavTul is bol oebis aerTebis avtomobil is Zaris triangul irebul badesTan. segmentisa da Zaris aRmweri badis SeerTebis wertil Si xdeba badis triangul ireba ise, rom Sexebis wertil i aRmoCndes samkuTxedis wveroSi. programaSi gansazRvrul i wredi mieniWeba orive damiwebis segments, antenis ports mieniWeba Zabvis wyaro (1 v) da winaRoba (50 omi).
3. dagenerirebul i model i gadaecema el eqtrodinamikuri gaTvl ebis birTvs gaTvl ebis gansaxorciel ebl ad.
4. el eqtrodinamikuri gaTvl ebis Sedegad viRebT:
dens mavTul is meore damiwebis segmentSi (porti 1) _ I1
Zabvas antenis portis segmentSi (porti 2) _ V2
winaRobas antenis portis segmentSi (porti 2) _ Z2

miRebul i mniSvnel obebidan S12 parametri gamoiTvl eba Semdegi formul iT:

$$S12 = 2 * Z2 * \frac{I1}{V2} \quad (2.3.4)$$

S21 parametris gamoTvl is procesi moicavs Semdeg bij ebs:

1. unda ganisazRvros antenis porti. porti ganisazRvreba antenis segmentiT da winaRobiT am segmentze.
2. unda aigos model i el eqtrodinamikuri gaTvl ebisaTvis. mavTul is bol oebze generirdeba damiwebis segmentebi, roml ebic mavTul is bol oebis aerTebis avtomobil is Zaris triangul irebul badesTan. segmentisa da Zaris aRmweri badis SeerTebis wertil Si xdeba badis triangul ireba ise, rom Sexebis wertil i aRmoCndes samkuTxedis wveroSi. programaSi gansazRvrul i wredi mieniWeba pirvel damiwebis segments, xol o meore damiwebis segments mieniWeba Zabvis wyaro (1 v) da winaRoba (50 omi).
3. dagenerirebul i model i gadaecema el eqtrodinamikuri gaTvl ebis birTvs gaTvl ebis gansaxorciel ebl ad.
4. el eqtrodinamikuri gaTvl ebis Sedegad viRebT:
dens antenis portis segmentSi (porti 2) _ I1
Zabvas mavTul is meore damiwebis segmentSi (porti 1) _ V1
winaRobas mavTul is meore segmentSi (porti 1) _ Z1
miRebul i mniSvnel obebidan S21 parametri gamoiTvl eba Semdegi formul iT:

$$S_{21} = 2 * Z_1 * \frac{I_2}{V_1} \quad (2.3.5)$$

S22 parametris gamoTvl is procesi moicavs Semdeg bij ebs:

1. unda ganisazRvros antenis porti. porti ganisazRvreba antenis segmentiT da winaRobiT am segmentze.
2. unda aigos model i el eqtrodinamikuri gaTvl ebisaTvis. mavTul is bol oebze generirdeba damiwebis segmentebi, roml ebic mavTul is bol oebis aerTebis avtomobil is Zaris triangul irebul badesTan. segmentisa da Zaris aRmweri badis SeerTebis wertil Si xdeba badis triangul ireba ise, rom Sexebis wertil i aRmoCndes samkuTxedis wveroSi. programaSi gansazRvrul i wredi

mi eni Weba orive dami webis segments, antenis ports
mi eni Weba Zabvis wyaro (1 v) da wi naRoba (50 omi).

3. dagenerirebul i model i gadaecema el eqtrodinamikuri gaTvl ebis birTvs gaTvl ebis gansaxorciel ebl ad.
4. el eqtrodinamikuri gaTvl ebis Sedegad vi RebT:
dens antenis portis segmentSi (porti 2) _ I2
Zabvas antenis portis segmentSi (porti 2) _ V2
winaRobas antenis portis segmentSi (porti 2) _ Z2

mi Rebul i mni Svel obebida S22 parametri gamoiTvl eba Semdegi formul iT:

$$Z_{in} = \frac{V^2}{I^2} - Z_2$$

$$S_{22} = \frac{Z_{in} - Z_2}{Z_{in} + Z_2} \quad (2.3.6)$$

kvazistatikuri eqval enturi denis wyaros deni, romel ic aRiZvrebareTi mavTul idan meore mavTul Si, gamoiTvl eba Semdegi formul iT:

$$I = C_m \frac{I_{max}}{T_{min}} \quad (2.3.7)$$

C_m _ aris mavTul ebs Soris urTierTtevadoba.

I_{max} _ maqsimal uri deni (parametri aRweril ia gayvani l obis model Si).

T_{min} _ minimal uri gadasvl is dro (parametri aRweril ia gayvani l obis model Si).

kvazistatikuri eqval enturi Zabvis wyaros Zabva, romel ic aRiZvrebareTi mavTul idan meore mavTul Si, gamoiTvl eba Semdegi formul iT:

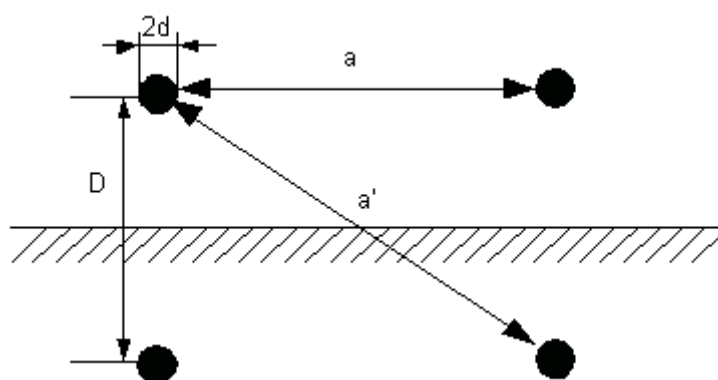
$$V = L_m \frac{V_{max}}{T_{min}} \quad (2.3.8)$$

L_m _ aris mavTul ebs Soris urTierTinduqciuroba.

V_{max} _ maqsimal uri Zabva (parametri aRweril ia gayvani l obis model Si).

T_{\min} – minimal uri gadasvl is dro (parametri aRweril ia gayvani l obis model Si).

mavTul ebs Soris urTierTtevadobis da urTierTinduqciurobis martivi gaTvl ebisTvis vTvl iT, rom mxol od paral el uri mavTul ebi (mavTul ebi roml ebic erT segmentSi gadis) urTierTqmedeben miwis sibrtiyis gaTval iswinebiT. j er xdeba mavTul ebis avtomaturi dal ageba TiToeul i segmentis kveTaSi da Semdeg urTierTtevadobebis da urTierTinduqciurobebis dadgena TiToeul segmentSi. sigrZis mniSvnel obebi D, a da a' aiReba rogorc mudmivi (max. 4). tevadobis da induqciurobebis mniSvnel obebi ikribeba sabol oo Sedegis mi saRebad.



nax. 4. kveTa, romel zec xdeba urTierTtevadobebis gamoTvl a

mavTul ebis radiusebs vTvl iT erTnairad da mis mniSvnel obad viRebT yvel a mavTul is radiusebis saSual o mniSvnel obas. sigrZis erTeul ze tevadoba gamoiTvl eba Semdegi formul iT:

$$C = \frac{2pe_0 \ln(a'/a)}{\ln^2(D/d) - \ln^2(a'/a)} \quad (2.3.9)$$

sigrZis erTeul ze urTierTinduqciurobebi gamoiTvl eba Semdegi formul iT:

$$M = \frac{m_0}{2p} \ln\left(\frac{a'}{a}\right) \quad (2.3.10)$$

Sesazl ebel ia gamoTvl il i iqnes geometriis sami varianti: cudi, saSual o da kargi.

cudi: $D = 0.02 \text{ m}$; $a = 2.1*d$; $a' = \sqrt{a^2 + D^2}$.

saSual o: $D = 0.02 \text{ m}$; $a = R \text{ Tu } R > 2.1*d$, winaaRmdeg SemTxvevaSi $a=2.1*d$ sadac R – aris segmentis j amuri radiusi; $a' = \sqrt{a^2 + D^2}$.

kargi: $D = 0.02 \text{ m}$; $a = 2*R \text{ Tu } 2*R > 2.1 d$, winaaRmdeg SemTxvevaSi $a=2.1*d$ sadac R – aris segmentis j amuri radiusi; $a' = \sqrt{a^2 + D^2}$.

sivrceSi nebismier or mavTul s Soris urTierTtevadobisa da urTierTinduqciurobis gamoTvl ebisaTvis gamoiyeneba samganzomil ebiani el eqtrostatikuri gaTvl ebis birTvi **Static3D**. mavTul ebi gaTvl ebis birTvs gadaecema nastranis formatis mqone fail is saxiT. winaswar xdeba mavTul ebis avtomaturi gadanawil eba segmentis kveTaSi (al goriTmi aRweril ia qvemoT). Tu model Si aRweril ia avtomobil is Zara, maSin misi gaTval iswinebac xdeba gaTvl ebisas. mavTul is izol acis SeRwevadobis gaTval iswineba ar xdeba.

S parametris gamosaTvl el ad or mavTul s Soris gamoiyeneba samganzomil ebiani el eqtrodinamikuri gaTvl ebis birTvi **TRiD**. gamoTvl is procesSi gamoyenebul i formul ebi identuria mavTul sa da antenas Soris S parametris gamosaTvl el ad gamoyenebul i formul ebisa.

el eqtrostatikuri da el eqtrodinamikuri gaTvl ebis birTvebi saWiroeben mavTul ebis model irebas sivrceSi. **KBL** standarti mavTul ebis gatarebis traektorias sivrceSi aRwers segmentebis saSual ebiT. TiToeul mavTul s mieTiteba segmentebis mimdevroba, romel Sic igi gadis, xolo TviT segments aqvs RerZul i mrudi, romel ic warmoadgens spl ains sivrceSi. mavTul s ar mieTiteba misi mdebareoba segmentis kveTSi, ase rom yvel a mavTul is gatarebis traectoria emTxveva segmentis RerZul a xazs. e.i. segmentis kveTaSi, masSi gamaval yvel a

mavTul s aqvs pozicia (0,0). es imiT aris gamowveul i, rom **KBL** standarti Seqmnil ia avtomobil ebis el eqtrogayvanil obis topol ogiis warmosadgenad da ar aris gaTval iswinebul i misi gamoyeneba el eqtroatatikuri da el eqtrodinamikuri gaTvl ebisaTvis.

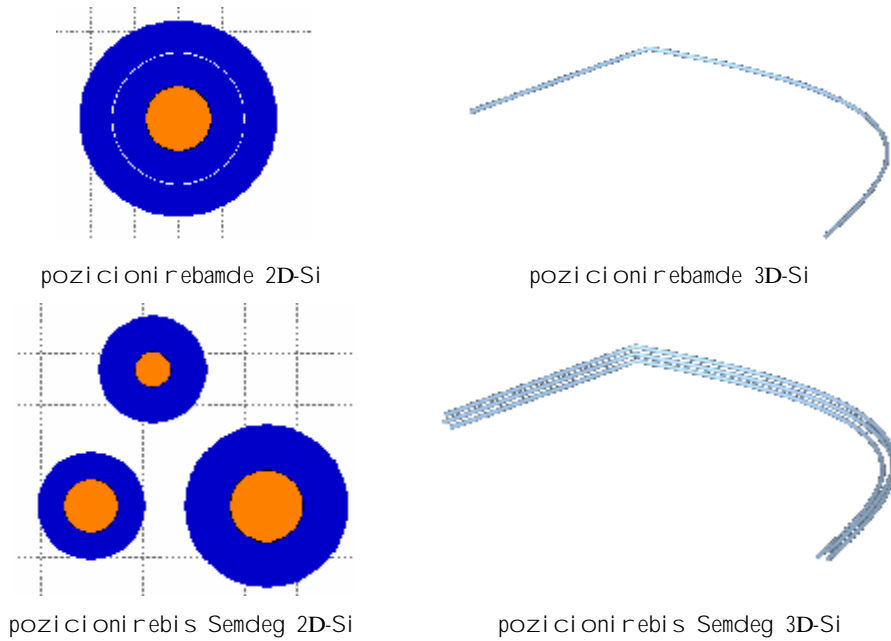
imisaTvis, rom ganvaxorciel oT el eqtroatatikuri da el eqtrodinamikuri gaTvl ebi, saWiroa mavTul ebi sivrceSi ar emTxveodes da ar kveTdes erTmaneTs. SemuSavebul i iqna al gorITmebi, roml ebic erTis mxriv mavTul ebs anawil ebs segmentis kveTSi ise, rom isini ar emTxveodes erTmaneTs, xol o meores mxriv, atarebs maT sivrceSi RerZul i traeqtoriis gaswrviv kveTaSi gadanawil ebiT miRebul manZil ze TanakveTebis gareSe (nax. 5.).

mavTul ebis segmentis kveTaSi gadanawil ebis al gorITmis mizania yvel a mavTul i rac SeiZl eba mWidrod gaanawil os segmentis or ganzomil ebian kveTaSi. mavTul is kveTa sibrtyeze warmoadgens wres. simWidrovis kriteriumad aRebul ia mavTul is centris siaxl ove ukve dal agebul i mavTul ebis centrebis simZimis centrTan. maSasadame, saWiroa wreebi ganval agoT rac SieZl eba mWidrod erTmaneTisgan gansazRvrul manZil ze. Semovitanot Semdegi aRniSvnebi: O – ukve dal agebul i mavTul ebis simravl e, U – dasal agebel i mavTul ebis simravl e. Tavdapirvel ad O aris cariel i, xol o U moicavs kveTaSi arsebul yvel a mavTul s. al gorITmis muSaobis Semdeg ki O moicavs yvel a mavTul s, xol o U aris cariel i.

“mavTul Ta wyvil i” vuwodoT iseT or mavTul s, romel Tagan erT-erTma miRo monawil eoba meoris mdebareobis gansazRvraSi da roml ebic mdebareoben uSual od erTmaneTis gverdiT. mavTul Ta wyvil i aRvniSnoT Semdegnairad $Pair(o_i, o_j)$ $o_i \in O, o_j \in O, i \neq j$. mavTul Ta wyvil Ta simravl e aRvniSnoT P-Ti. manZil i, romel ic unda iyos mavTul ebs Soris aRvniSnoT d-Ti. ganl agebul i wreebis centrebis simZimis centri aRvniSnoT W-Ti.

al goriTmis arsi mdgomareobs SemdegSi:

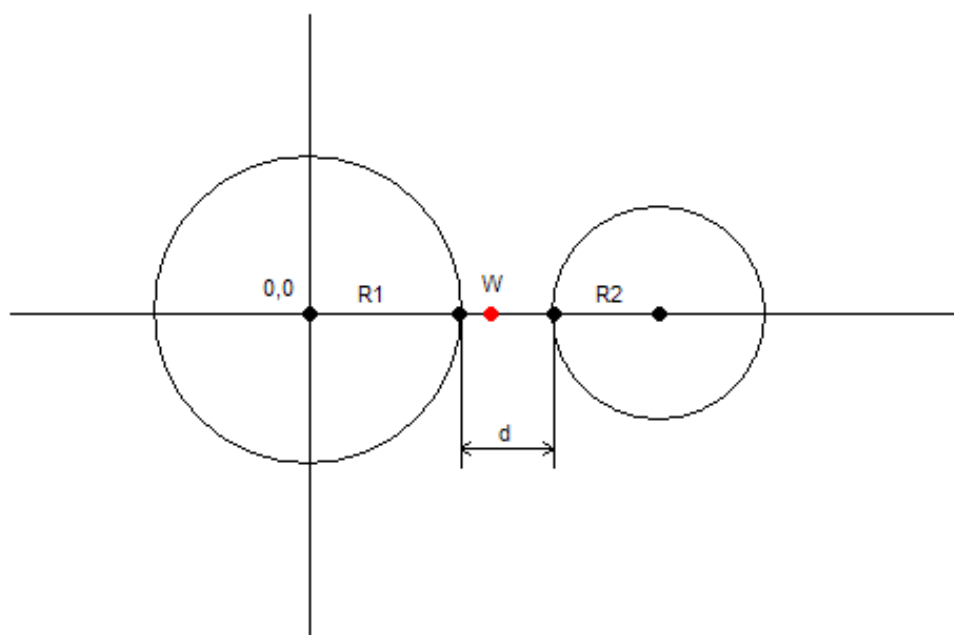
1. aviRoT dasal agebel i mavTul ebis U simravl idan pirvel i mavTul i, ganvaTavsoT koordinatTa saTaveSi $(0,0)$ da gadavitanoT O dal agebul mavTul Ta simrav- l eSi.



nax. 5. mavTul ebis avtomaturi pozici oni rebis al goriTmis muSaobis Sedegebi

2. aviRoT dasal agebel i mavTul ebis U simravl idan meore mavTul i da ganvaTavsoT koordinatebiT $(R_1 + R_2 + d, 0)$, sadac R_1 aris pirvel i wris radiusi, xol o R_2 _ meore wris. gadavitanoT O dal agebul mavTul Ta simravl eSi. SevqmnaT wyvil i $Pair(o_1, o_2)$ da mi vaniWoT P wyvil Ta simravl es.
3. gamoviTval oT simZimis centri W (nax. 6).
4. aviRoT dasal agebel i mavTul ebis simravl idan U erT- erTi mavTul i $u_k (u_k \in U)$.

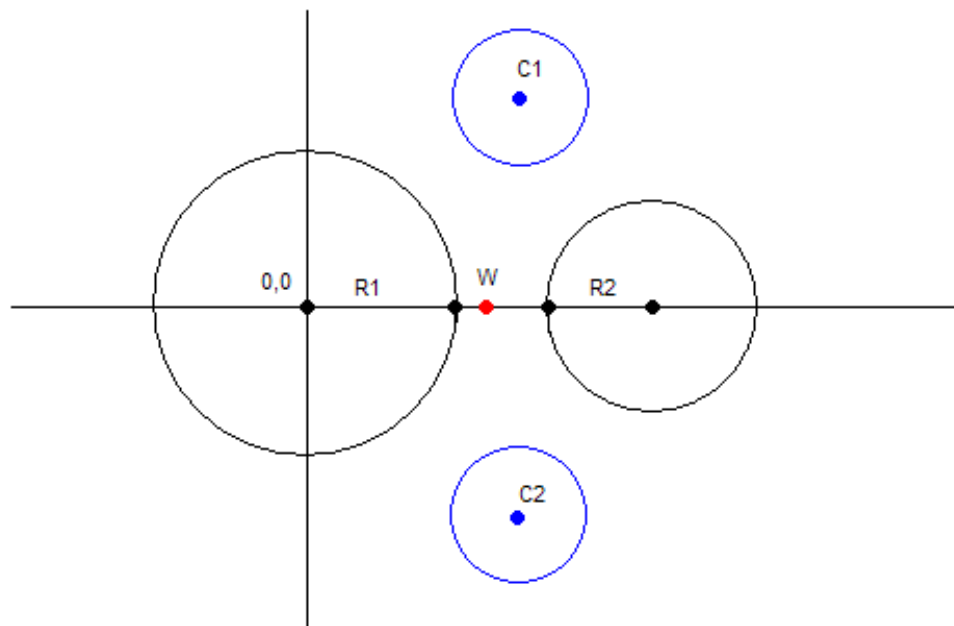
5. P wyvil Ta simravl idan aviRoT erT-erTi wyvil i $Pair_i(o_i, o_j), o_i \in O, o_j \in O, i \neq j$ da vipovoT masSi Semaval i mavTul ebis gverdiT axal i mavTul is SesaZl o ganl agebis ori wertil i C_1 da C_2 (nax. 7).
6. u_k wres ganvaTavsebT C1 wertil Si, O dal agebul i wreebis simravl idan mimdevrobiT viRebT yvel a el ements da vamowmebT, xom ar kveTen u_k wres. Tu TanakveTa ar moiZebna, maSin vpoul obT manZil s C1 centrasa da W simZimis centrs Soris DistW. igives vimeorebT C2 wertil istvis.



nax. 6. mavTul ebis ganl ageba pozicionirebis al goritmis me-3 bij is Semdeg

7. Tu DistW nakl ebia aqamde ganxil ul i sxva $Pair(o_i, o_j)$ wyvil ebisaTvis napovn minimal ur manZil ze MinDistW, maSin $MinDistW = DistW$.
8. gadavideT me-3 bij ze vidre ar ganvixil avT P simravl is yvel a el ements.

9. u_k mavTul is Sesabamis wres ganvaTavsebT im centrSi C_{min} , roml istvisac dafiqsirda simZimis centramde minimal uri manZil i $MinDistW$. u_k mavTul s viRebT dasal agebel i mavTul ebis U simravl idan da gadagvaqvs dal agebul i mavTul ebis O simravl eSi.



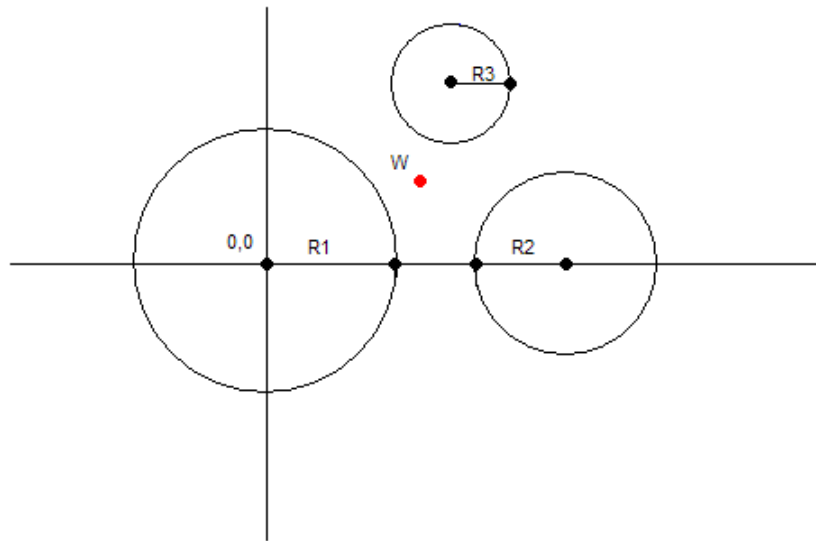
nax. 7. mavTul ebis SesaZl o ganl agebis wer til ebi

10. viRebT im wyvil s $Pair_{min}(o_m, o_n)$, romel mac monawil oeoba miiRo mavTul is centris formirebaSi da vaformirebT axal wyvil ebs axl ad ganTavsebul i $o_k \in O$ mavTul i-saTvis: $Pair(o_k, o_m)$ da $Pair(o_k, o_n)$. vamatebT maT P wyvil Ta simravl eSi.
11. vpoul obT axal simZimis centrs W (nax. 8).
12. gadavdivarT me-4 bij ze vidre dasal agebel i mavTul ebis U simravl e ar gaxdeba cariel i.

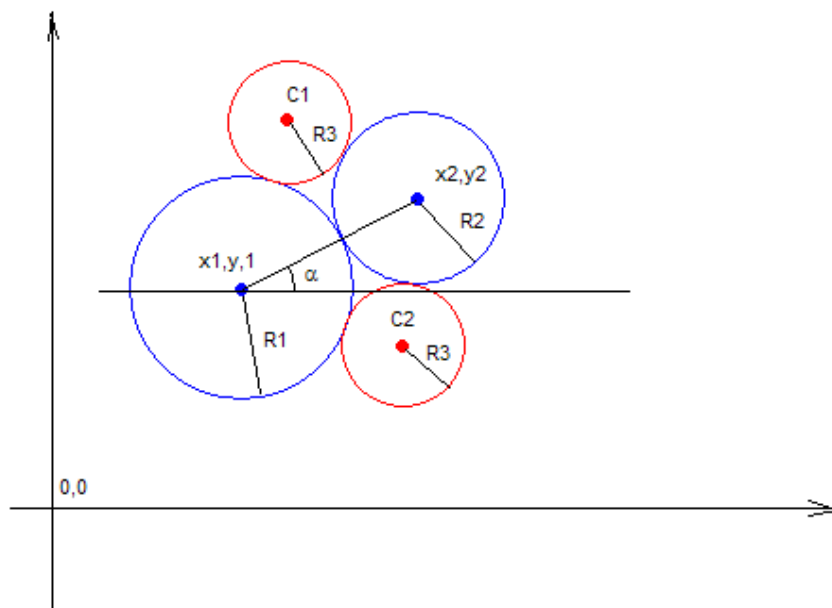
am al goriTmSi gamoyenebul i iyo wreebis wyvil is maxl obl ad mocemul manZil ze mesame wris ganTavsebis

wertil ebis (C_1, C_2) povna da wreebis centrTa W simZimis centris povna.

vTqvaT, gvaqvs ori wre: centriT (x_1, y_1) , radiusiT R_1 da centriT (x_2, y_2) , radiusiT R_2 . gvinda vipovoT centrebi wrisTvis radiusiT R_3 ise rom igi exebodes orive wres (max. 9).



nax. 8. mavTul ebis ganl ageba da simZimis centri pozicionirebis al gorITmis me-11 bij is Semdeg



nax. 9. mxebi wreebis centrebis gansazRvra

C1 da C2 wertil ebis koordinatebi gamoiTvl eba Semdegi formul ebiT:

$$X3_{11} = X3_{12} = \frac{(R1 + R3)^2 + (R1 + R2)^2 - (R2 + R3)^2}{2 * (R1 + R2)}$$

$$Y3_{11} = \sqrt{(R1 + R3)^2 - X3_{11}^2}$$

$$Y3_{12} = -Y3_{11}$$

$$\cos(a) = \frac{X2 - X1}{R1 + R2} \tag{2.3.15}$$

$$\sin(a) = \frac{Y2 - Y1}{R1 + R2}$$

$$C1.x = X1 + X3_{11} * \cos(a) - Y3_{11} \sin(a)$$

$$C1.y = X1 + X3_{11} * \sin(a) + Y3_{11} \cos(a)$$

$$C2.x = X1 + X3_{12} * \cos(a) - Y3_{12} \sin(a)$$

$$C2.y = X1 + X3_{12} * \sin(a) + Y3_{12} \cos(a)$$

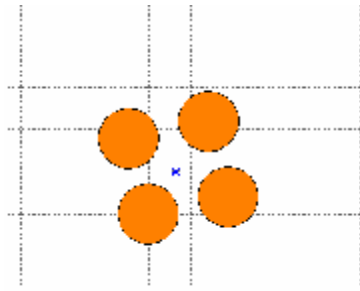
vTqvaT mocemul i gvaqvs wreebis centrebis mimdevroba $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$. maTi simZimis centri moiZebneba Semdegi formul iT:

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \tag{2.3.16}$$

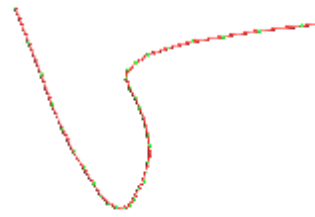
$$y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$$

mas Semdeg, rac mavTul ebi gadanawil deba segmentis or ganzomil ebian kveTaSi, saWiroa kveTaSi segmentis centridan mavTul is centrebis daSorebebis gaTval iswinebiT gavataroT isini segmentTa mimdevrobis central uri RerZebis gaswriv sam ganzomil ebian sivrceSi (max. 10).

segmentebis RerZul i xazis traeqtoria Sedgeba erTmaneTze gadabmul i monakveTebisagan. mavTul ebi unda gavataroT am monakveTebis paral el urad ise, rom Tu aviRebT TiToeul i monakveTis perpendikul arul kveTas, miviRoT segmentis kveTaSi mavTul ebis ganTavsebis suraTi.



mavTul ebis gadanawil eba kveTaSi



segmentebis RerZul i xazebis traeqtoria



mavTul ebi, romel ic gatarebul ia segmentebis RerZul i xazebis gaswvri v kveTaSi arsebul i gadanawil ebis mi xedvi T

nax. 10. mavTul ebis gatareba sivrcesi

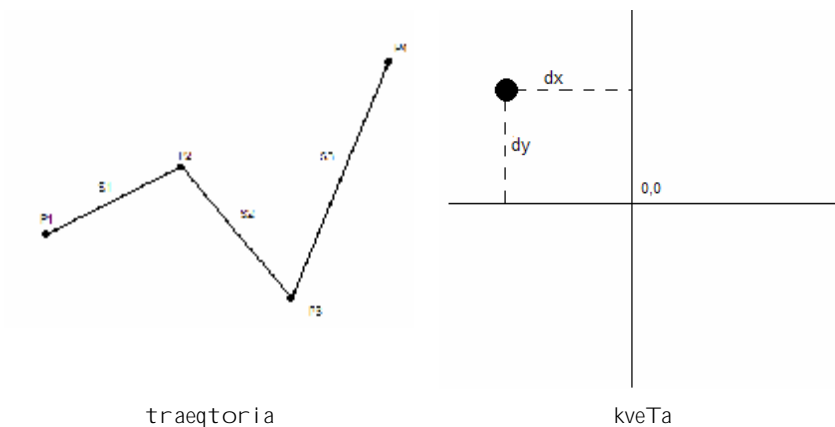
mavTul ebis sivrcesi gatarebis al goriTmi Sedgeba sami etapisagan:

1. ganisazRvros iseTi veqtori, romel ic RerZul i xazis TiToeul segments gadaitans sivrcesi ise, rom Tu aviRebT segmentis perpendikul arul kveTs, axal i segmenti ganTavsebul i iqnes mavTul is ganTavsebis adgil as.
2. traeqtoriis Semadgenel i yvel a segmentis paral el urad gavataroT axal i segmentebi sivrcesi ise, rom isini miRebul i iqnes traeqtoriis Semadgenel i segmentis paral el urad gadataniT wina punqtSi miRebul i veqtoriT.
3. miRebul i segmentebi SevaertoT erTmaneTTan.

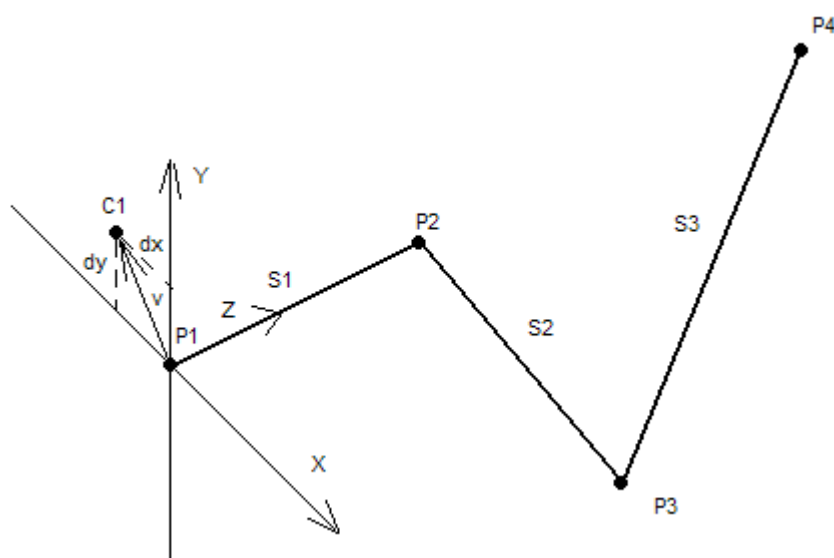
vTqvaT mocemul i aris nax. 11-ze gamosaxul i traeqtoria da or ganzomil ebiani kveTa.

imisatvis, rom vipovoT gadatani veqtori, saWiroa pirvel segments mi vabaT koordinatTa sistema ise, rom Z RerZi emTxve-

odes segments, xol o koordinatTa saTave _ P1 wertil s. am SemTxvevaSi, XoY si br tye daemTxveva kveTas (nax. 12.)



nax. 11. mavTul ebis sawyisi traeqtoria da kveTa

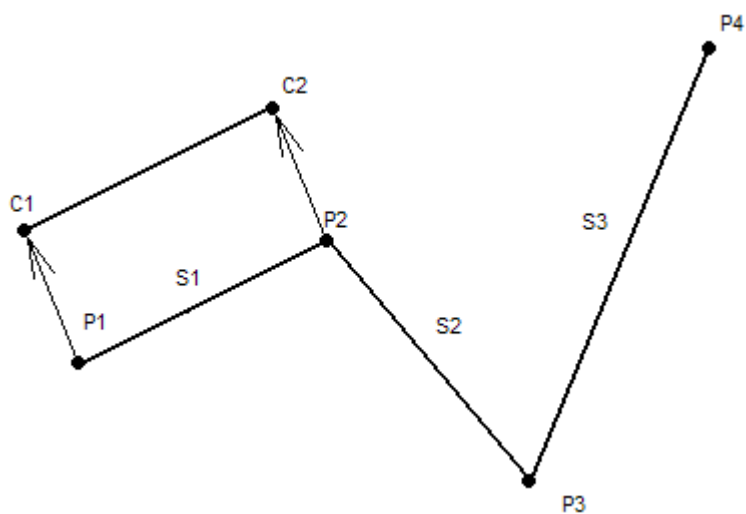


nax. 12. koordinatTa sistemis gansazRvra

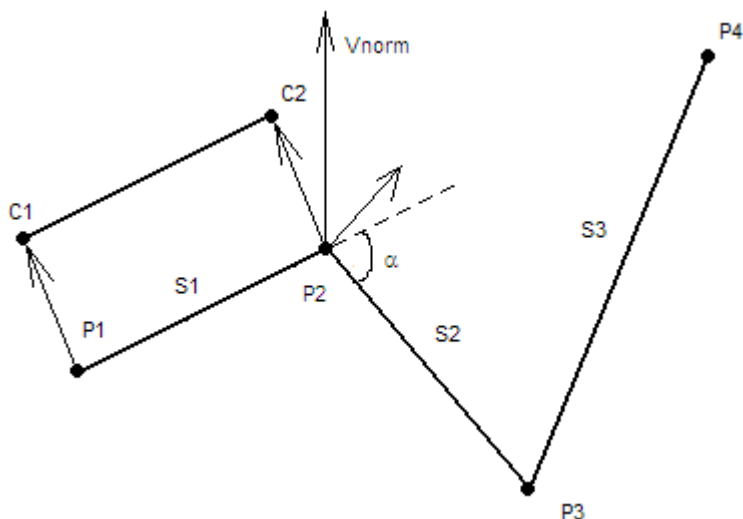
\vec{v} veqtori iqneba saZiebel i gadatanis veqtori. mis sapovnel ad viqceviT Semdegnairad: j er vsazRvra vT mas standartul koordinatTa sistemaSi. igi iqneba $\vec{v} = (dx, dy, 0)$. Semdeg ki standartul i koordinatTa sistemis transformacias

vaxdenT ise, rom misi Z RerZi daemTxves traeqtoris segmentis Sesabamis $\overrightarrow{P1P2}$ veqtors.

maSasadame, am bijis Semdeg miRebul i gvaqvs gadatanis \vec{v} veqtori traeqtoriis pirvel i P1P2 segmentisTvis. Tu segments paral el urad gadavitanT am veqtoriT, miviRebT saZiebel i traeqtoriis pirvel segments C1C2 (nax. 13).



nax. 13. traeqtoriis segmentis paral el urad gadatana



nax. 14. gadatanis veqtoris formireba meore segmentisTvis

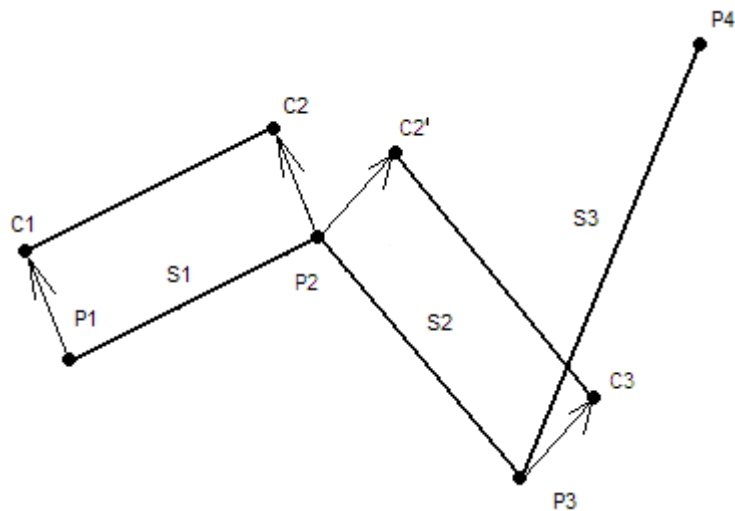
amis Semdeg saWiroa ganisazRvros gadatanis veqtori meore segmentisTvis. amisaTvis gadatanis veqtors vabrunebT S1 da S2 segmentebs Soris arsebul i kuTxiT P1P2P3 sibrtiys perpendikul aris irgliv (nax. 14.).

veqtoris mabruneba meore veqtoris irgliv xdeba misi gadamravl ebiT mabrunebis matricaze. mabrunebis matrica aris 3X3 ganzomil ebis da misi el ementebia:

$$\begin{aligned}
 a_{11} &= \cos(\alpha) + (1 - \cos(\alpha)) * x^2 \\
 a_{12} &= (1 - \cos(\alpha)) * x * y - \sin(\alpha) * z \\
 a_{13} &= (1 - \cos(\alpha)) * x * z + \sin(\alpha) * y \\
 a_{21} &= (1 - \cos(\alpha)) * x * y + \sin(\alpha) * z \\
 a_{22} &= \cos(\alpha) + (1 - \cos(\alpha)) * y^2 \\
 a_{23} &= (1 - \cos(\alpha)) * y * z - \sin(\alpha) * x \\
 a_{31} &= (1 - \cos(\alpha)) * x * z - \sin(\alpha) * y \\
 a_{32} &= (1 - \cos(\alpha)) * y * z + \sin(\alpha) * x \\
 a_{33} &= \cos(\alpha) + (1 - \cos(\alpha)) * z^2
 \end{aligned}
 \tag{2.3.17}$$

sadac (x,y,z) aris veqtori, romlis irglivac xdeba mabruneba, xol α aris mabrunebis kuTxe.

amis Semdeg vaxdent RerZul i traqtoriis segmentis gadatanas igive principiT rogorc pirvel i segmentisTvis (nax. 15.)

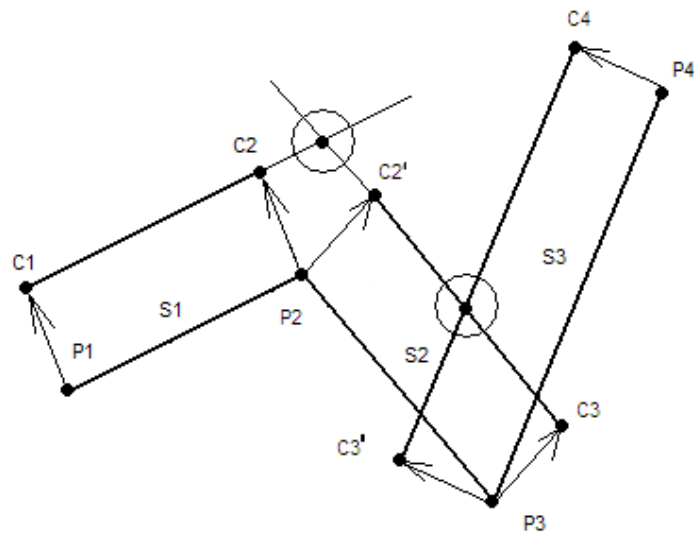


nax. 15. traqtoriis segmentis paral el urad gadatana

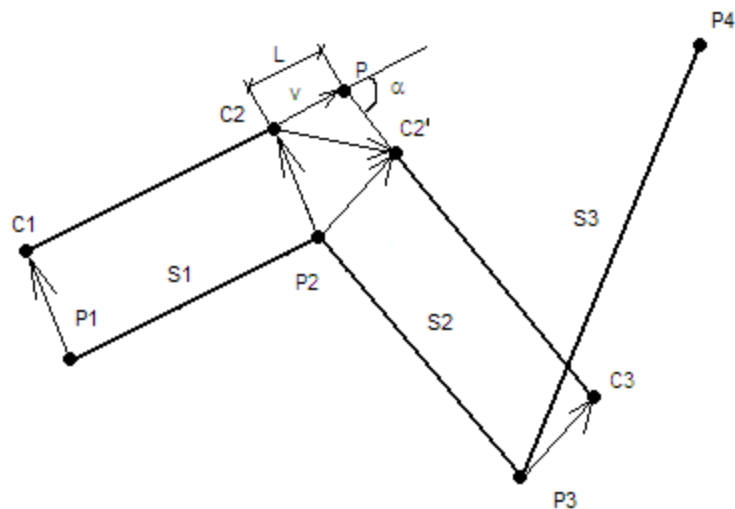
igive proceduras vimeorebT traektoriis Semadgenel i yvel a segmentisTvis.

rogorc vxedavT, mxol od segmentebis gadatana sakmarisi ar aris, radgan warmoiqmneba segmentebis Soris wyvetebi da TanakveTebi (nax. 16). saWi roa traektoriis kuTxeebSi miRebul i segmentebis erTmaneTTan SeerTeba.

SeerTebis wertil is povnis al goriTmi ganvixil oT nax. 17- is mixedvi T.



nax. 16. segmentebis SeerTebis wertil ebi



nax. 17. segmentebis SeerTebis wertil ebis povna

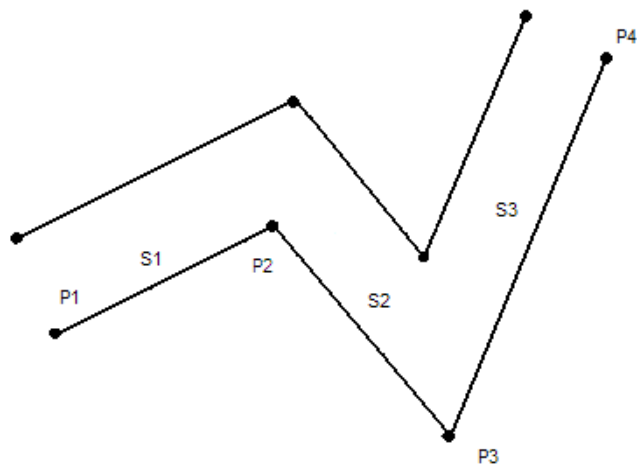
Ընդհանուր դեպքում P կետի կոորդինատները կարելի է գտնել որպես $P = C_2 + \vec{v}$, որտեղ C_2 -ի կոորդինատները կարելի է գտնել որպես $C_1 + \vec{v}$ կետի կոորդինատները, որտեղ \vec{v} վեկտորը կախված է C_1 և C_2 կետերի միջև եղած հեռավորությունից և α անկյունից (որտեղ α անկյունը կախված է C_1 և C_2 կետերի միջև եղած հեռավորությունից և α անկյունից):

\vec{v} վեկտորի մոտավորապես գտնելու համար կարելի է օգտագործել հետևյալ բանաձևը:

$$L = \frac{\sqrt{(C_2'.x - C_2.x)^2 + (C_2'.y - C_2.y)^2 + (C_2'.z - C_2.z)^2}}{2 * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \quad (2.3.18)$$

Ենթադրելով, որ α անկյունը փոքր է, ապա կարելի է օգտագործել հետևյալ բանաձևը:

Այս դեպքում, երբ α անկյունը փոքր է, կարելի է օգտագործել հետևյալ բանաձևը:



Նախ. 18. մատուցված է միջանկյունի տրեգոն

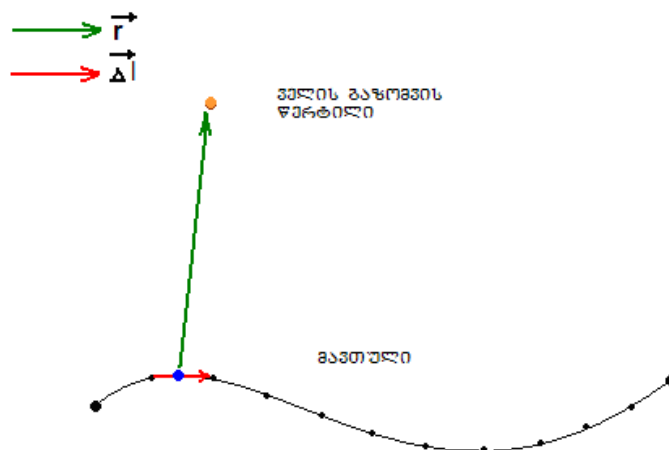
როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მართლაც სწორია და მართლაც და ანტენის სწორი ურთიერთდაცხადება და ურთიერთდუქირობის დასადგენად გამოიყენება გამოთვლების ბირთვი Static3D, რომელიც ცალკე პროგრამის სახით არის რეალიზებული. გამოთვლების ბირთვი დაფუძნებულია მონტე-კარლო მეთოდზე (MoM) და ექვტრული ველის ინტეგრალი გარეობის (EFIE) რიცხვითი მეთოდებით მოხსენიებულია [17][19][20].

ექვტრული სისტემის გამოთვლების მოდული სივრცითი ურთიერთდაცხადების ნაწილია მანტიური ველის გამოთვლის სივრცის მოცემული ვითარება.

მანტიური ველის გამოთვლის სივრცის გამოიყენება ბიოტ-სავარის მეთოდი [22].

$$\vec{H} = \frac{I}{4\pi} \sum \frac{\Delta \vec{l} \times \vec{r}}{r^3} \quad (2.3.19)$$

სადაც, I არის მაქსიმალური დენი მართლაც კვანძის, $\Delta \vec{l}$ ვექტორი, რომელიც ყოველი მართლაც სეგმენტი, \vec{r} არის ვექტორი მართლაც სეგმენტის ცენტრიდან იმ ვითარებაში სადაც ვიღებთ მანტიური ველს (ნახ. 19.).



ნახ. 19. მანტიური ველის გამოთვლის ა

3 EMC Expert-ის რეალიზაცია

3.1 EMC Expert-ის შემადგენელი მოდულები და მათი სრული კავშირები

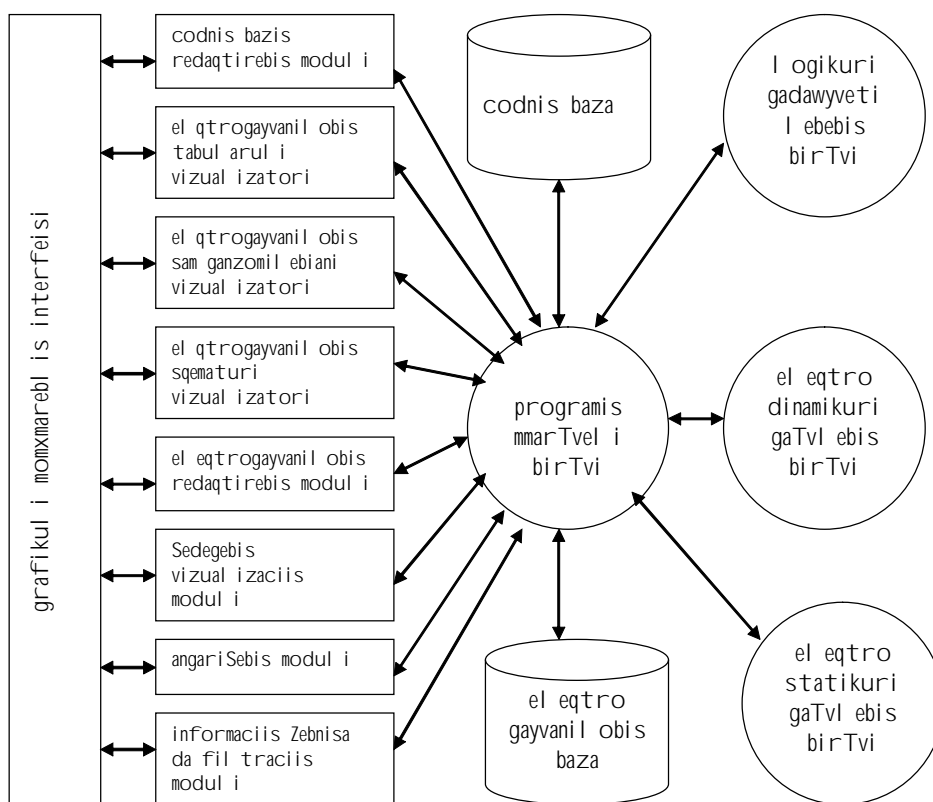
ავტომობილის ელექტრომაგნიტური თავსებადობის დიაგნოსტიკისა და ანალიზის ექსპერტული სისტემა წარმოადგენს რთულ პროგრამულ კომპლექსს, რომელიც დამუშავებულია ობიექტზე ორიენტირებული ტექნოლოგიის გამოყენებით [23]. იგი შედგება მრავალი მოდულიდან, როგორც: ავტომობილის ელექტრული სისტემების მონაცემთა ბაზა, ექსპერტული ცოდნის ბაზა, ელექტრული სისტემის შემადგენელი კომპონენტების მოხმარების ტვის ცხრილი, სავალი ურთიერთობის მოდული, ინტერფეისების სხვადასხვა კომპონენტების ურთიერთობისა და მოდიფიცირების, სამგანზომილებიანი ვიზუალიზატორი, სემატური ვიზუალიზატორი, ვებ-რედაქტირების მოდული, ინტერფეისების ცოდნის ბაზა, ტანამუშაოს მოდიფიცირების, ლოგიკური გადაწყვეტილების ერთი, ცვლილების ბაზა, ისტორიის მოდული, ტრიანგულირების ბაზის ტანამუშაოს მოდული, ლოგიკური გადაწყვეტილების ერთი, შედეგების post-პროცესორი, ანგარიშების წარმოდგენის მოდული და პროგრამის ცენტრალიზებული მოდული.

ტიტოების შემადგენელი მოდული წარმოადგენს რთულ კლასების სტრუქტურას. მათი რეალიზებულია სხვადასხვა ალგორითმები და გამოყენებულია ისეთი ბიბლიოთეკები, როგორც **OpenGL**, **CLIPS**, **LibXML**. პროგრამის ზოგადი სტრუქტურა მოცემულია ნახ. 20-ზე.

ზოგადად, პროგრამის მოდულები დანიშნულია და მათი ურთიერთკავშირი შეიძლება შემდეგი სავალი ურთიერთობით:

პროგრამის მთავარი ერთი არის ცენტრალიზებული მოდული, იგი კოორდინაციას უწევს ყველა სხვა მოდულს მუშაობის და წარმოადგენს პროგრამის შემკველს პირდაპირ. ავტომობილის ელექტრული სისტემის კომპიუტერული მოდელი რეალიზებულია გაყვანილობის მონაცემთა ბაზის სავალი, მასში ინახება

el eqtrogayvanil obis srul i arwera. arsanisnavia, rom erTdroul ad programaSi SesaZl ebel ia Cai tvirTos ramdenime gayvanil obis model i, SesaZl ebel ia komponentebis gadatana erTi model idan meoreSi. realizebul ia informaciis Zebnis al goritmebi. gayvanil obis bazaSi informaciis Semotana xorciel deba XML da ASC formatis mqone fail ebidan [24]. bazas gaaCnia rel aciuri da obieqtze orientirebul i struqtura [23][25][26].



nax. 20. programis zogadi struqtura

avtomobilis el eqtrul i sistemis model i eqspertul i sistemis momxmarebel s waredgineba sami sxvadasxva saxiT: cxril urad, sam ganzomil ebaSi da sqematurad.

gayvanil obis monacemTa bazaSi arsebul i informaciis momxmarebl isaTvis cxril uri saxiT warmodgenas uzrunvel yofs

cxრილ ური უარმოდგენის მოდული. ელ ეკრულ ი სისტემის შემადგენელ ტიტოეული ტიპის კომპონენტს შესაბამება ტიტო ცხრილი. ესენია: მოდულები, ობიექტები, მოდულები, კონეკტორები, მავტულები, მრავალგულიანი მავტულები, ტერმინალები, კონტაქტის ტერმინალები, კონტაქტის შემამუშავებლები, კონტაქტის სარკველები, დამხმარე კომპონენტები, დამატებითი კომპონენტები, ფიქსატორები, ანაკრები კომპონენტები, მავტულის დაცვები, სეგმენტები, კვანძები, მაგნიტური ველის მზომები, ტრიანგულირებული ბადეები, ანტენები, კონტაქტები, კვლის კლასები. ტიტოეული ცხრილი განთავსებულია ტიტო გვერდზე. ცხრილის ტიტო სვეტი შესაბამება შესაბამისი ტიპის კომპონენტის ტიტო პარამეტრს. შესაზღვრება ელ ცხრილებს ინფორმაციის ზეზნა სხვადასხვა პარამეტრების ან მათი კომბინაციის მიხედვით. შესაზღვრება ელ ინფორმაციის სორტირება სხვადასხვა სვეტების მიხედვით როგორც ზრდადობით, ასევე კლებადობით. შესაზღვრება ელ გამოცნობის მოლოდინის მონიტორინგის ხაზები. აგრეთვე შესაზღვრება ელ კავსირების დადგენის კომპონენტებს სორის მაგალითად, მომხმარებელს შესაზღვრება ელ მონიტორინგის მავტულები, აირციოს მენიუს შესაბამისი პუნქტი და მოზებნობის მავტულები შესაბამის კონეკტორები და ა.ს.

ტიტოეული ტიპის კომპონენტის პარამეტრების მოდიფიცირებისათვის და მათი განხილვისათვის დამუშავებულია დიალოგური ფანჯრები. მომხმარებელს შესაზღვრება ელ მონიტორინგის კომპონენტი და შესაბამისი დიალოგური ფანჯრის სასაუბროები მოდიფიკაცია გაუკეთების პარამეტრებს.

ელ ეკრულ ი სისტემის მომხმარებლისათვის უარმოდგენის კიდევ ერთი სასაუბრო ელამის სამგანზომილებიანი ვიზუალიზაცია, რომელსაც უზრუნველყოფს სამგანზომილებიანი ვიზუალიზაციის მოდული. იგი **OpenGL** ბიბლიოტეკის გამოყენებით იკნა რეალიზებული [27][28]. ვიზუალიზატორის სასაუბროები მომხმარებელს უარედგინება ავტომობილის რეალური მოდელი, შესაზღვრება ელ მისი შემოზრუნება სხვადასხვა კუთხით, მიმართულებით და დასორება, კვეთის სიბრტყეებით მანიპულირება და ა.ს. აგრეთვე მას შესაზღვრება ელ კომპონენტების მონიტორინგის და იგივე ოპერაციების განხორციელება რაც ცხრილ ური უარმოდგენის მოდულიდან შესაზღვრება ელ.

damatebiT moxerxebul saSual ebas warmoadgens gayvanil obis sqematuri vizual izacia, romelic realizebul ia sqematuri warmodgenis modul is saSual ebiT. SesaZl ebel ia sqemis miaxl oeba-daSoreba, masSi komponentebis moniSvna da igive moqmedebebis ganxorciel eba, rac cxril uri da samganzomil ebiani vizual izaciis modul ebidanaa SesaZl ebel i.

amrigad, cxril uri, samganzomil ebiani da sqematuri vizual izaciis modul ebi saSual ebas aZl even momxmarebel s mosaxerxebeli formiT ganxil os da redaqtireba gaukeTos avtomobil is el eqtrogayvanil obis model s.

eqspertul sistemaSi avtomobil is Zara warmodgenilia triangul irebul i badis, e.w. meSis saSual ebiT. meSebTan muSaoba uzrunvel yofil ia special uri modul is saSual ebiT. igi uzrunvel yofs triangul irebul i badeebis imports NAS da STL fail ebidan [16][29]. uzrunvel yofs samkuTxedebze Tvi sebebis miniWebas da a.S.

eqspertis codnis warmodgena realizebul ia codnis bazis saxiT. TviT codna warmodgenilia **CLIPS**_is enaze Cawerili wesebis sSual ebiT [30][31]. codnis bazaSi realizebul ia wesebis daj gufebis da Zebnis al goriTmebi. codnis baza dayofil ia or nawil ad: bibli oTekad, romelic wesebi inaxeba mudmivad, da proeqtul nawil ad. proeqtul nawil Si ganTavsebul i wesebi inaxeba proeqtTan erTad, SesaZl ebel ia bibli oTekasa da proeqts Soris wesebis ormxrivi gacvla. amisaTvis SemuSavebul ia special uri interfeisebi.

wesebis Seqmna da codnis bazaSi Senaxva xorciel deba wesebis redaqtirebis modul is meSveobiT. igi warmoadgens teqstur redaqtors da gaaCnia damxmare saSual ebebi, romelic uadvil ebs momxmarebel s **CLIPS**-is enaze Caweros wesebis logika. es damxmare saSual ebebia sintaqsis Seferadeba, frCxil ebis gamoyofa, blokebis gamoyofa da xe_asistansi. asistansSi mocemul ia yvel a obieqti da funqcia, romelic SesaZl ebel ia

gamoyenebul iqnas wesSi. aseve Sesazl ebel ia daxmarebis gamozaxeba TiToeul i funqciis Sesaxeb.

I ogikuri gadawyvetil ebebis birTvis uzrunvel yofis modul is daniSnul ebaa gayvaniI obis bazaSi arsebul i informaciis safuZvel ze moaxdinis faqtebis formireba, codnis bazidan aiRos wesebi, gadasces isini I ogikuri gadawyvetil ebebis birTvis da aamuSaos igi.

I ogikuri birTvi arsebul faqtebze dayrdnobiT axorciel ebs wesebSi gansazRvrul moqmedebებს da aformirebs fail s, romel sac SemdgomSi iyenebs post-procesori, raTa Sedegebi warudginos eqspertul i sistemis momxmarebel s da ganaxorciel os cvl il ebebi satransprto saSual ebis el eqtrul sistemaSi. I ogikuri daskvnebis birTvi realizebul ia **CLIPS** bibli oTekis gamoyenebi T.

post-procesoris daniSnul ebaa I ogikuri daskvnebis birTvis muSaobis Sedegebi warudginos momxmarebel s da ganaxorciel os cvl il ebebi el eqtrogayvaniI obis bazaSi. Sedegebi momxmarebel s waredgineba cxril ebisa da grafikebis saxiT.

istoriis Senaxvis modul i uzrunvel yofs proeqtis arsebul i mdgomareobis damaxsovrebas wesebis Sesrul ebaze gaSvebis yovel i sesiis win. igi saSual ebas iZl eva aRdges proeqti nebismier etapze arsebul mdgomareobaSi.

angariSebis generirebis modul i saSual ebas iZl eva formirebul i iqnes Semdegi saxis angariSebi Excel-Si: cxril ebi, detal uri informacia, jamuri informacia, informacia komponentebis gamoyenebaze (**BOM**), angariSi proeqtis Sesaxeb.

amrigad, sistema realizebul ia erTmaneTTan dakavSirebul i sxvadasxva modul ebis saxiT, romel Tagan TiToeul s gaaCnia mkveTrad gansazRvrul i funqcia. sistemis muSaoba uzrunvel - yofil ia maTi muSaobis koordinaci iT da maT Soris informaciis gacvl iT.

3.2 avtomobil is el eqtrul i sistemis monacemTa bazis real izacia

avtomobil ebis el eqtrul i sistemebi metad rTul ia da moicaven didi raodenobiT komponentebs, roml ebic Tavis mxriv warmoadgenen kompl eqsur mowyobil obebs mraVal i maxasiaTebi iT. el eqtrogayvanil obis informaciul i model i SemuSavebul iqna firma VDA-s mier Seqmnil KBL standartze dayrdnobiT [10]. es aris standarti, romelic gamoiyeneba germaniis avtomarmoebel ebis mier el eqtrul i sistemebis Sesaxeb informaciis gasacvl el ad. misi arCevis mizezi iyo is, rom igi gavr cel ebul ia evropis umsvil es saavtomobil o sawarmoebis Soris da l akonurad aRwers avtomobil ebis el eqtrul i sistemebs. unda aRiniSnos, rom es standarti aRwers el eqtrogayvanil obis mxol od topologias, amitom agreTve SemuSavebul i iqna damatebiTi parametrebi gayvanil obis el eqtrul i maxasiaTebi ebis aRsawerad.

qvemoT aRweril ia komponentebi, roml ebic qmni an avtomobil is el eqtrul i sistemas da roml ebic aRweril ia KBL standarti iT. el eqtrul i sistemis aRwersi SeiZl eba gamovyot ramdenime ZiriTadi Semadgenel i nawil i:

1. komponentebis saerto attributebi da maxasiaTebi – aRweril ia el eqtrogayvanil obis Semadgenel i komponentebis is maxasiaTebi, roml ebic saertoa yvel asaTvis.
2. gayvanil oba da modul ebi – aRweril ia gayvanil obis, rogorc obieqtis maxasiaTebi da agreTve is modul ebi, roml ebadac is aris dayofil i.
3. komponentebi – aRweril ia gayvanil obis Semadgenel i komponentebi: mavTul ebi, koneqtorebi, terminal ebi da a.S.
4. kavSirebi – aRwers komponentebs Soris el eqtrul kavSirebs.

5. komponentTa gamoyeneba – aRwers Tu romel i komponenti sad da rogor aris gamoyenebul i gayvanil obaSi.
6. topol ogia _ aRwers komponentebis ganl agebas sivrce-Si. magal iTad, mavTul ebis gayvanis gzebs, koneqtorebis mdebareobas da a.S.
7. damxmare saSual ebebi – damatebiTi saSual ebebi, roml e-bic gamoiyeneba ZiriTadi informaciis warmosadgenad. magal iTad, bispl ain mrudebi, ganzomil ebebi da a.S.

rogorc zemoT iyo aRniSnul i, mocemul i aRweris safuZvel ze Sesazl ebel ia avtomobil is el eqtrul i mowyobil obis mxol od topol ogiuri model is Seqmna. amitom igi ar aris sakmarisi. mis safuZvel ze eqspertul i sistema sakvl evi obieqtis mxol od topol ogiur probl emebs da EMC probl emebis umcires nawil s aRmoaCenda. vinaidan sistemis ZiriTadi daniSnul ebaa el eqtrogayvanil obis el eqtromagnituri Tavsebado bis Seswavl a, aucil ebel i gaxda damatebiTi parametrebis SemoReba, roml ebic aRweren komponentebis el eqtromagnitur maxasiaTebel ebs.

standartSi aRweril i TiToeul i komponenti sistemaSi realizebul ia konkretul i kl asis saxiT.

mokl ed ganvixil oT kl asebi, roml ebiTac realizebul ia standartSi aRweril i obieqtebi:

komponentebis saerto attributebi da maxasiaTebel ebi:

“sxva komponenti” (**Alias Part**) – aris meqanizmi, romel ic komponentTan asociacias ukeTebis sxva komponentis nomers (**Part Number**), romel ic gamoiyeneba sxva kompaniaSi.

“damtkiceba” (**Approval**) _ amtkicebs im komponentebis da modul ebis xarisxs, romel sac igi Seexeba.

“cvl il eba” (**Change**) _ aris meqanizmi, romel ic saSual ebas gvaZl evs davafiqsiroT cvl il ebebi konstruqciaSi.

“Seqmna” (**Creation**) – modul s an gayvanil obas aniWebs informaciis Seqmnis Sesaxeb.

“gare mimarTvebi” (External References) – aris meqanizmi, romelic saSual ebas izI eva komponentTan davakavSiROT is dokumentebi, romlebic mas Seexeba.

“damontajebis instruqcia” (Installation Instruction) – arwers komponentis damontajebis meTodebs.

“masal a” (Material) – masal a, romlisganac komponentia Seqmnil i.

“komponenti” (Part) – wadmoadgens im saerto nawilis, romelic yvel a konkretuli saxis komponents (koneqtors, mavTulis da a.S.) gaaCnia.

“komponenti dasataurebit” (Part with Title Block) – aris meqanizmi, romelic aniwebs damatebit informacias gayvanil obas an modul s.

“damusavebis instruqcia” (Processing Instruction) – arwers meTodebs romlebic gamoiyeneba komponentis Sesaqmnel ad.

“mavTulis sigrZe” (Wire Length) – mavTulis sigrZe aris meqanizmi, romelic gansazRvavs mavTulis sigrZes sigrZis tipTan erTad.

gayvanil oba da modul ebi:

“gayvanil oba” (Harness) – gayvanil oba aris awyobil i komponentebis erTobl ioba, romlebic qmnian avtomobil is el eqtrul sistemas.

“gayvanil obis konfiguracia” (Harness Configuration) – aris gayvanil obis varianti.

“gayvanil obis komponenti” (Harness Part) – gayvanil oba, romelic SeiZl eba iqnes Sekvetil i.

“moduli” (Module) – moduli aris gayvanil obis nawili, romel sac gaaCnia funqcional uri daniSnul eba.

“modulis konfiguracia” (Module Configuration) – aris komponentebis erTobl ioba, romlebic qmnian modul s da aqvT gansazRvruli funqcional uri daniSnul eba gayvanil obaSi.

“modul ebis oj axi” (Module Family) – aris meqanizmi, romel ic aj gufebs modul ebs.

komponentebi:

“damxmare komponenti” (Accessory) – damxmare komponenti aris nebismieri komponenti, romel ic Tan erTvis koneqtors da exmareba gayvanil obas Tavisi funqciis Sesrul ebaSi.

“anakrebi komponenti” (Assembly Part) – anakrebi komponenti aris komponenti, romel ic awyobil ia sxva komponentebisagan.

“kontaqtis sarqveli” (Cavity Plug) – kontaqtis sarqveli aris wyal gaumtari arael eqtruli komponenti, romel ic faravs Tavisufal kontaqts.

“kontaqtis SemamWidrovebeli” (Cavity Seal) – kontaqtis SemamWidrovebeli aris wyal gaumtari arael eqtruli mowyobil oba, romel ic faravs ara Tavisufal kontaqts.

“damatebiTi komponenti” (Co Pack Part) – damatebiTi komponenti aris mowyobil oba, romel ic Tan mohyveba gayvanil obas da ar gaaCnia el eqtruli kavSiri.

“koneqtoris korpusi” (Connector Housing) – koneqtoris korpusi aris koneqtori Casmuli kontaqtebis gareSe.

“mavTulis guli” (Core) – mavTulis guli aris mraval guli ani mavTulis Semadgeneli gamtari izolaciiT.

“samagri” (Fixing) – samagri aris komponenti, romel ic gamoiyeneba gayvanil obis dasamagrebl ad.

“terminali” (General Terminal) – terminali aris mowyobil oba, romel ic magrdeba gamtaris bol oze, raTa Sewyvtos kontaqti an miuertos sxva gamtars.

“mavTuli” (General Wire) – mavTuli aris fizikuri komponenti, romel ic qmnis SeerTebas.

“sloti” (Slot) – sloti aris meqanizmi, romel ic aj gufebs kontaqtebs koneqtoris korpusSi.

“mavTul is feri” (Wire Color) _ mavTul is feri aris meqanizmi, romel ic gansazRvravs mavTul is fers feris tipTan erTad. misi parametrebia: feri, feris tipi.

“mavTul is dacva” (Wire Protection) _ mavTul is dacva aris meqanizmi, romel ic aRwers mavTul ebis SefuTvas.

kavSirebi:

“kontaqti” (Cavity) _ kontaqti aris Casmul i koneqtoris korpusSi da mas uerTdeba mavTul i.

“kavSiri” (Connection) _ kavSiri aris meqanizmi, romel ic gansazRvravs el eqtrul kavSirs or kontakts wertil s Soris.

“mavTul is gul is arseboba” (Core Occurrence) _ mavTul is gul is arseboba aris mavTul is gul is gamoyeneba mraval gul ian mavTul Si.

“komponentis Secvl a” (Part Substitution) _ komponentis Secvl a aris meqanizmi, romel ic aRwers kontakts sarqvel is Secvl as terminal iT.

“mraval gul iani mavTul is arseboba” (Special Wire Occurrence) _ mraval gul iani mavTul is arseboba aris mraval gul iani mavTul is gamoyeneba modul Si.

“mavTul is arseboba” (Wire Occurrence) _ mavTul is arseboba aris erTgul iani mavTul is gamoyeneba modul Si.

komponentTa gamoyeneba:

“damxmare komponentis arseboba” (Accessory Occurrence) _ damxmare komponentis arseboba aris damxmare komponentis gamoyeneba modul Si.

“damxmare komponentis specifiuri arseboba” (Specified Accessory Occurrence) _ damxmare komponentis specifiuri arseboba aris misi gamoyeneba anakrebSi.

“anakrebi komponentis arseboba” (Assembly Part Occurrence) _ anakrebi komponentis arseboba aris anakrebi komponentis gamoyeneba modul Si.

“kontaqtis sarqvel is arseboba” (Cavity Plug Occurrence) _
kontaqtis sarqvel is arseboba aris kontaqtis sarqvel is
gamoyeneba modul Si.

“kontaqtis sarqvel is specifiuri arseboba” (Specified Cavity
Plug Occurrence) _ kontaqtis sarqvel is specifiuri arseboba aris
misi gamoyeneba anakrebSi.

“kontaqtis SemamWidrovebl is arseboba” (Cavity Seal Occurrence)
_ kontaqtis SemamWidrovebl is arseboba aris kontaqtis Sema-
mWidrovebel is gamoyeneba modul Si.

“kontaqtis SemamWidrovebl is specifiuri arseboba” (Specified
Cavity Plug Occurrence) _ kontaqtis SemamWidrovebl is specifiuri
arseboba aris misi gamoyeneba anakrebSi.

“damatebiTi komponentis arseboba” (Co Pack Occurrence) _
damatebiTi komponentis arseboba aris damatebiTi komponentis
gamoyeneba modul Si.

“damatebiTi komponentis specifiuri arseboba” (Specified Co
Pack Occurrence) _ damatebiTi komponentis specifiuri arseboba
aris misi gamoyeneba anakrebSi.

“koneqtoris arseboba” (Connector Occurrence) _ koneqtoris
arseboba aris koneqtoris korpusis gamoyeneba modul Si.

“koneqtoris specifiuri arseboba” (Specified Connector
Occurrence) _ koneqtoris specifiuri arseboba aris misi gamoyeneba
anakrebSi.

“samagris arseboba” (Fixing Occurrence) _ samagris arseboba
aris samagris gamoyeneba modul Si.

“samagris specifiuri arseboba” (Specified Fixing Occurrence) _
samagris specifiuri arseboba aris misi gamoyeneba anakrebSi.

“zogadi mavTul is arseboba” (General Wire Occurrence) _ zogadi
mavTul is arseboba aris mraVal gul iani an erTgul iani mavTul is
gamoyeneba gayvani l obaSi.

“special uri terminal is arseboba” (**Special Terminal Occurrence**) _ special uri terminal is arseboba aris terminal is gamoyeneba modul Si identifikatoriT.

“special uri terminal is specifiuri arseboba” (**Specified Special Terminal Occurrence**) _ special uri terminal is specifiuri arseboba aris misi gamoyeneba anakrebSi.

“terminal is arseboba” (**Terminal Occurrence**) _ terminal is arseboba aris terminal is gamoyeneba modul Si.

“terminal is specifiuri arseboba” (**Specified Terminal Occurrence**) _ terminal is specifiuri arseboba aris misi gamoyeneba anakrebSi.

“mavTul is dacvis arseboba” (**Wire Protection Occurrence**) _ mavTul is dacvis arseboba aris mavTul is dacvis gamoyeneba modul Si.

“mavTul is dacvis specifiuri arseboba” (**Specified Wire Protection Occurrence**) _ mavTul is dacvis specifiuri arseboba aris misi gamoyeneba anakrebSi. misi parametrebia: dakavSirebul i arseboba, dakavSirebul i anakrebi.

“mavTul is specifiuri arseboba” (**Specified Wire Occurrence**) _ mavTul is specifiuri arseboba aris misi gamoyeneba anakrebSi.

topologia:

“samagris miniWeba” (**Fixing Assignment**) _ samagris miniWeba amyarebs kavSirs samagris arsebobasa da segments (aRwerilia qvemoT) Soris.

“kvanZi” (**Node**) _ kvanZi warmoadgens segmentis bol os an sxva komponentis mdebareobis ganmsazRvrel sayrdens.

“dacvis are” (**Protection Area**) _ dacvis are aris meqanizmi, romelic gansazRvavs mavTul is dacvis arseboiT dafarul segmentis zedapirs.

“gayvanis traektoria” (**Routing**) _ gayvanis traektoria gansazRvavs mavTul is gzas segmentebSi.

“segmenti” (Segment) – segmenti aris virtual uri traektoriis monakveTi sivrceSi romel Sic, gadis el eqtrul i kavSirebi.

automobil is el eqtrogayvanil obis aRmwer obieqtebs Soris SesaZl ebel ia erTis mxriv, rel aciuri, xol o, meores mxriv, memkvidreobiTi kavSirebis dadgena. magal iTad, erTi mraVal Tan rel aciuri kavSirebi arsebobs komponentebsa da maT arsebobebs Soris, vinaidan erTi da igive komponenti mraVal j er gamoiyeneba gayvanil obaSi. meores mxriv, memkvidrul i kavSiri arsebobs zogad komponentsa da konkretul komponentebs Soris.

el eqtrogayvanil obis model irebisaTvis gamoiyenoT obieqt-orientirebul i proeqtireba [23][25]. zemoT aRweril i TiToeul komponenti aRweroT Sesabamisi kl asiT. kl asebs Soris arsebobs Semdegi saxis damokidebul ebebi: asociaciuri (rel aciuri), memkvidreobiTi, agregacia, gamoyenebiTi, instancireba. es damokidebul ebebi kl asebs Soris sakmarisia gayvanil obis model irebisaTvis. standartSi aRweril TiToeul obieqts warmovadgenT kl asis saxiT da maT Soris vamyarebT memkvidreobiT, asociaciur da agregaciul damokidebul ebebs.

memkvidreobiToba aris kl asebs Soris iseTi damokidebul eba, roca erTi kl asi imeorebs meoris qcevasa da struqturas [23]. rogorc zemoT moyvanil i obieqtebis aRweridan Cans, yvel a konkretul i komponenti aris zogadi komponentis tipis, e.i. gaaCnia zogadi komponentis yvel a Tviseba da damatebiT afarToebs mas sakuTari TvisebebiT. es aris memkvidreobiTi damokidebul ebis tipiuri magal iTi, amitom zogadi komponentisa da konkretul i komponentebis kl asebs Soris vamyarebT memkvidreobiT damokidebul ebas (nax. 21.).

rel aciuri kavSiri arsebobs komponentis kl asebsa da maT arsebobebs Soris. es kavSirebi ZiriTadad aris erTi mraVal Tan, Tumca gvxxdeba sxva tipis kavSirebic. magal iTad, erTi tipis mavTul i (komponenti “mavTul i”) mraVal j er SeiZl eba iqnes gamoyenebul i (“mavTul is arseboba”) gayvanil obaSi, amitom

“mavTul sa” da “mavTul is arsebobas” Soris aris rel aciuri kavSiri erTi mraVal Tan. “mavTul is arseboba” SeiZl eba ekuTvnodes ramdenime “modul s”, aseve erT modul Si SeiZl eba iyos mraVal i “mavTul is arseboba”, amitom “modul sa” da “mavTul is arsebobas” Soris aris mraVal i mraVal Tan rel aciuri kavSiri. es msj el oba SeiZl eba gavavr cel oT sxva obieqtebzec.

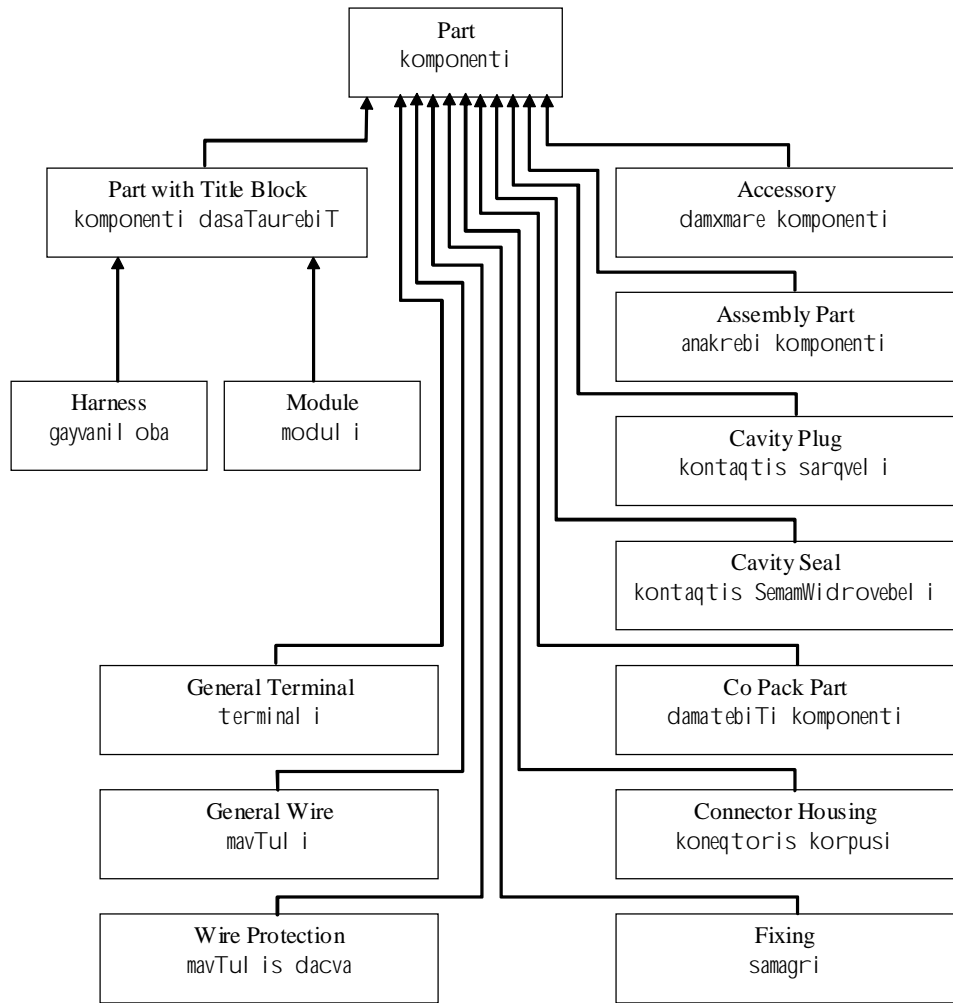
arsebul i rel aciebi SeiZl eba davyoT Semdeg nawil ebad:

1. kavSirebi komponentebsa da maT arsebobebs Soris (1-N).
2. kavSirebi komponentis arsebobebsa da modul is konfiguraciebs Soris (N-N).
3. kavSirebi komponentebis arsebobebs, komponentebis specifikur arsebobebs da anakrebi komponentebis arsebobebs Soris (1-N-1)
4. sxva rel aciuri kavSirebi.

nax. 22.-ze mocemul ia obieqtebs Soris rel aciuri kavSirebi.

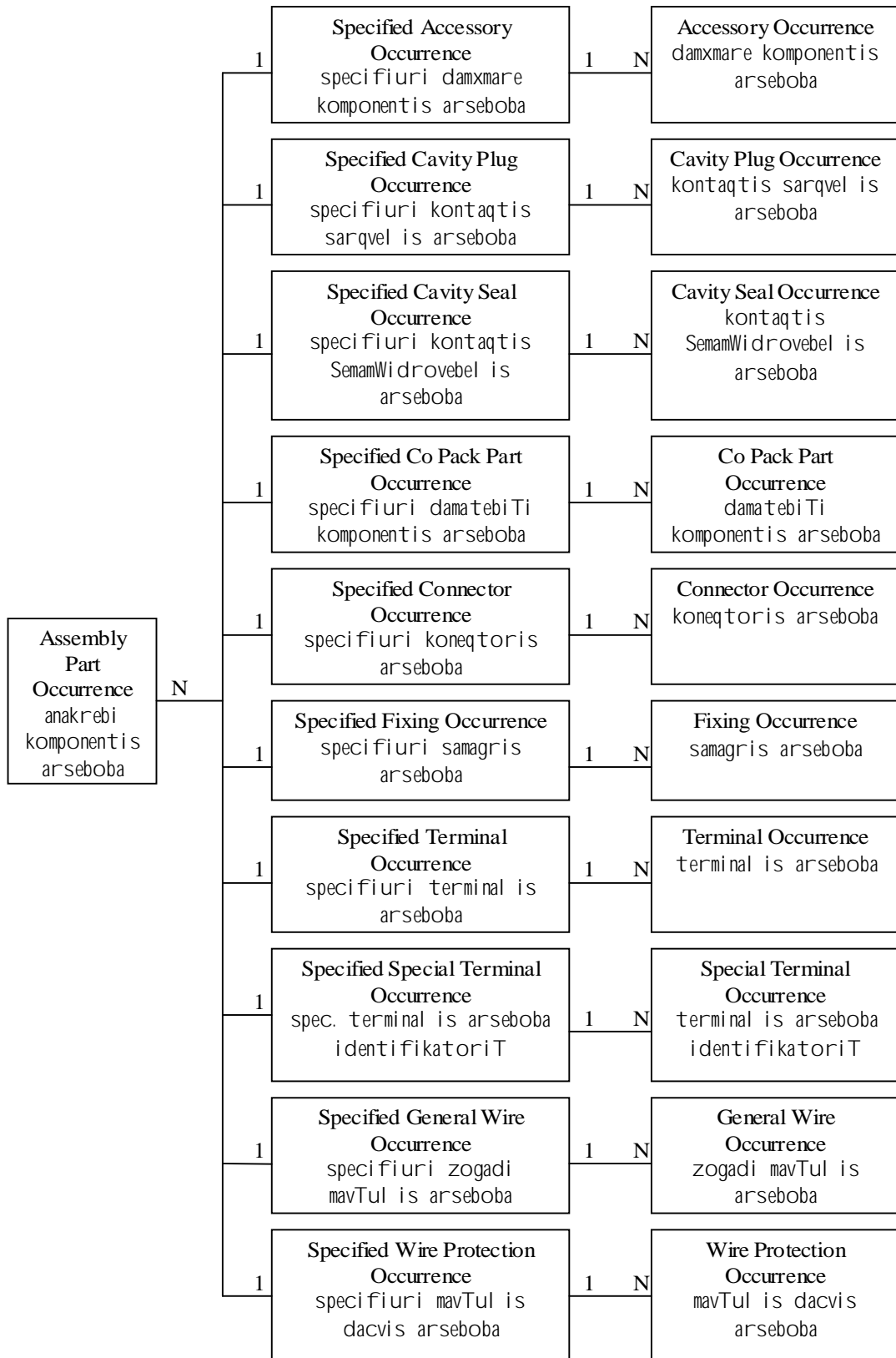
agregacia aris kl asebs Soris iseTi damokidebul eba, roca erTi kl asi Seicavs meores. Cvens SemTxvevaSi, magal iTad, “mraVal gul iani mavTul i” Seicavs “mraVal gul iani mavTul is gul ebs”, “gayvani l oba” Seicavs yvel a komponentis “arsebobas” da a.S. kl asebs Soris arsebul i ZiriTadi agregaciul i damoki debu- l ebebi mocemul ia nax. 23.-ze.

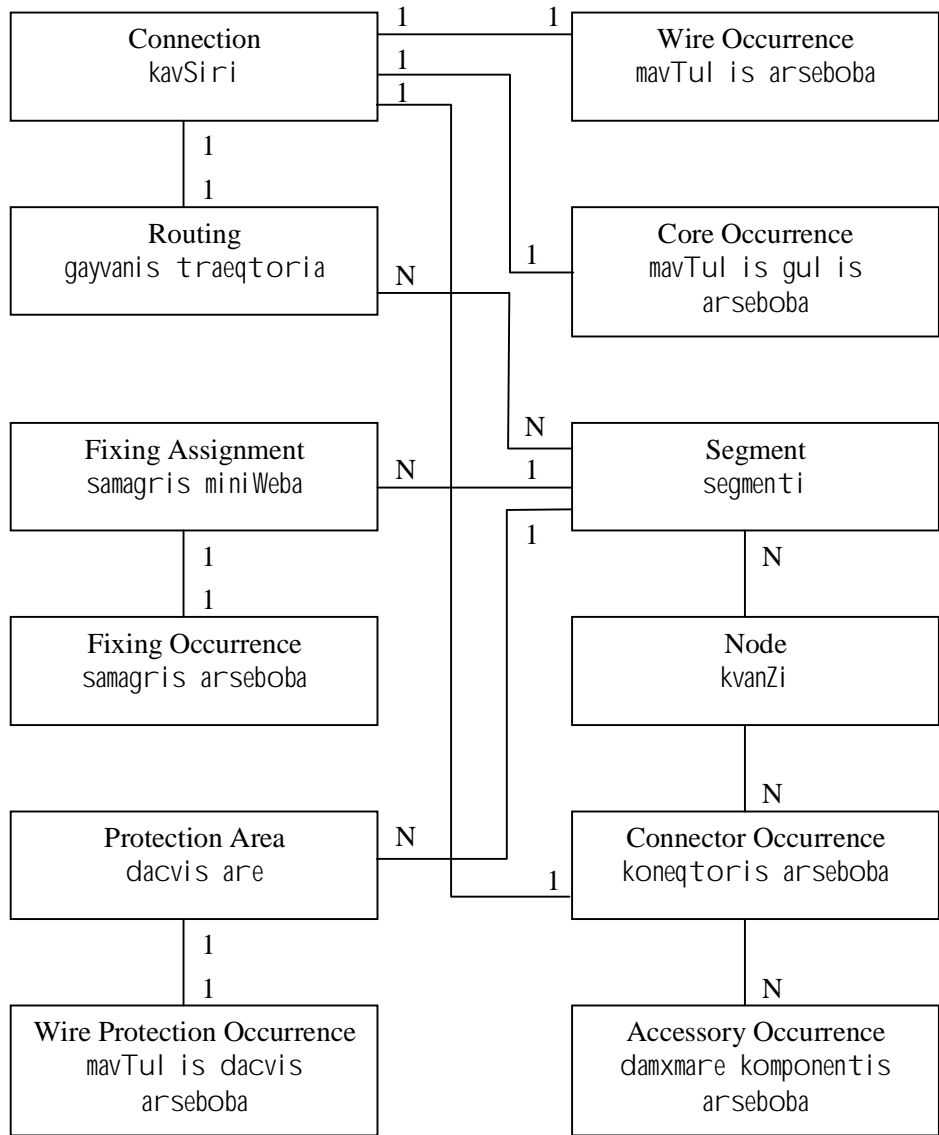
stransporto saSual ebis model Si, garda gayvani l obisa, warmodgenil ia antenebi da Zaris triangul irebul i bade. isinic Sesabamisi kl asebiTaa real izebul i.



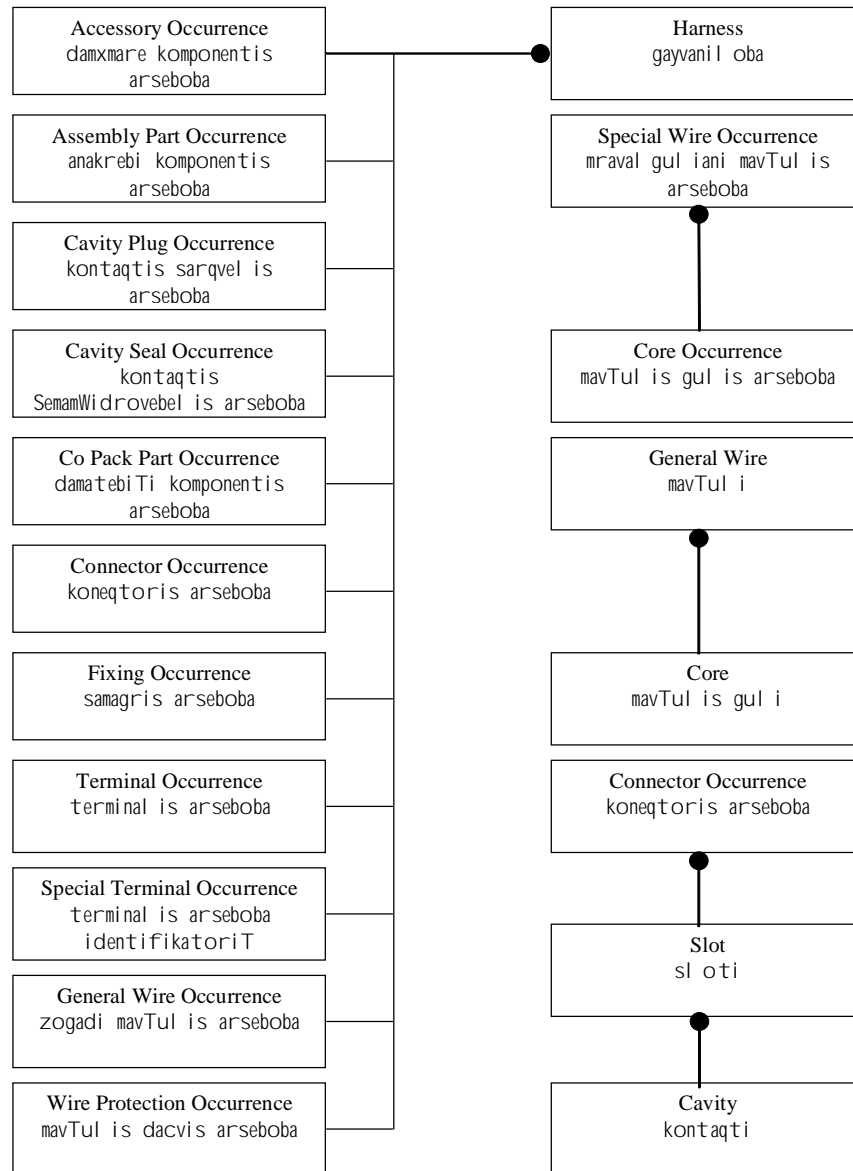
nax. 21. komponentebis kl asebis ierarqia

Accessory Occurrence damxmare komponentis arseboba	N	1	Accessory damxmare komponenti
Assembly Part Occurrence anakrebi komponentis arseboba	N	1	Assembly Part anakrebi komponenti
Cavity Plug Occurrence kontaqtis sarqvel is arseboba	N	1	Cavity Plug kontaqtis sarqvel i
Cavity Seal Occurrence kontaqtis SemamWidrovebel is arseboba	N	1	Cavity Seal kontaqtis SemamWidrovebel i
Co Pack Part Occurrence damatebiTi komponentis arseboba	N	1	Co Pack Part damatebiTi komponenti
Connector Occurrence koneqtoris arseboba	N	1	Connector Housing koneqtoris korpusi
Fixing Occurrence samagris arseboba	N	1	Fixing samagri
Terminal Occurrence terminal is arseboba	N	1	General Terminal terminal i
Special Terminal Occurrence terminal is arseboba identifikatoriT	N	1	General Wire mavTul i
General Wire Occurrence zogadi mavTul is arseboba	N	1	Wire Protection mavTul is dacva
Wire Protection Occurrence mavTul is dacvis arseboba	N	1	





nax. 22. rel aciuri kavSirebi komponentebis kl asebs Soris



ნახ. 23. კომპონენტების კლასების სორის აგრეგაციული დამოკიდებულება

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, **KBL** სტანდარტის შემთხვევაში ტიტოული ობიექტის შესაბამისად კლასი, რომლის ატრიბუტებიც ზემოთ აღწერილი ობიექტების პარამეტრებია. აგრეთვე ნაცვინები იყო კლასების სორის არსებული სხვადასხვა ტიპის დამოკიდებულებები და კავშირები. მაგრამ **KBL** სტანდარტი არ აღწერს ობიექტების ელემენტულ მახასიათებლებს, ამიტომ, ზოგიერთი ობიექტის კლასის დამატებითი იყნა სპეციალური ატრიბუტები ელემენტული მახასიათებლების აღსაწერად. ეს ატრიბუტებია:

“koneqtoris arseboba” _ zogadi kl asi, manZil i damiwe-
bamde, damiwebasTan SeerTebis done, infotainmenti, mosti.

“kontaqti” _ zogadi kl asi, qsel is identifikatori,
sayrdeni kontaqti, kontaqtis kl asifikacia, util izacia, tipiuri
winaRoba, tipiuri, minimal uri da maqsimal uri Zabva, tipiuri,
minimal uri da maqsimal uri deni, daSl is Zabva, daSl is deni,
damcavi wredi, signal is kl asi, maqsimal uri sixSire, dakavebis
cikli is minimal uri da maqsimal uri mniSvnel obebi, gamosxivebis
Zabvis ampl ituda, zrda da dacema, gamosxivebis denis ampl ituda,
zrda da dacema, tevadoba, induqciuroba, winaRoba, done, manZil i
saTavemde.

“mavTul is arseboba”, “mavTul is gul is arseboba” _
zogadi kl asi, qvekl asi, signal is kl asi, mgrZnobiarobis kl asi,
gamosxivebis kl asi, sawyisi koneqtori, sabol oo koneqtori,
maqsimal uri sixSire, gadacemis minimal uri dro, winaRoba,
induqciuroba, tipiuri, minimal uri da maqsimal uri Zabva,
tipiuri, minimal uri da maqsimal uri deni, agreTve kontaqtis
yvel a atributi.

amrigad, monacemTa struqtura, romel ic damuSavebul i iqna
avtomobil is el eqtrogayvanil obis kompiuterul i model is
Sesaqmnel ad, aris obieqtze orientirebul i da efuZneba
el eqtrogayvanil obis aRweris **KBL** standarts. kl asebs Soris
arsebobs memkvidreobiTi, asociaciuri (rel aciuri) da
agregaciul i damokidebul ebebi. model i optimal uria obieqtis
aRweris sizustiT, obieqtze nebismeri informaciis miRebis
siadvil iT da siswrafiT, resursebze minimal uri moTxovniT. igi
advil ad gamoyenebadia programaSi arsebul i sxvadasxva
funqcional obis uzrunvel sayofad: martivia axal i obieqtibis
damateba, arsebul is waSl a da modificireba, monacemTa Zebna da
fil tracia, obieqtibs Soris urTierTkavSiris gansazRvra,
mTI iani model is da misi nawil ebis samganzomil ebiani
vizual izacia da sqematuri warmodgena, faqtebis generacia
eqspertul i sistemis birTvisTvis.

3.3 eqspertul i sistemis birTvis real izacia

eqspertul sistemaSi mTavari adgili ukavia logikuri daskvnebis birTvis, radgan igi gansazRvavs, erTis mxriv, codnis bazis warmodgenis meTodebs (wesebis sintaqsi, wesebis Seqmnis logika da a.S.), xolo, meores mxriv, faqtebis formirebebis wessac.

zogadad rom iTqvas, logikuri daskvnebis birTvi warmoadgens interpretators, romelic interpretacias ukeTebis garkveul enaze Caweril wesebs da asrulebs garkveul moqmedebebs maTi mixedvit.

arsebobs codnis warmodgenis sxvadasxva enebi, romlebic gamoiyeneba eqspertul i sistemebis daskvnebis birTvebis Seqmnisas. magalitad: OPS5, ART, LISP da a.S. avtomobilebis el eqtromagnituri Tavsebadobis kvl evis eqspertul i sistemis logikuri daskvnebis birTvis SeqmnisaTvis arCeul iqna codnis warmodgenis ena CLIPS.

CLIPS aris codnis warmodgenis ena, romelic Semdegnairad iSifreba: **C Language Integrated Production System**. igi SemuSavebuli iyo NASA-s kosmosuri kvl evis centrSi 80-ian wlebsi. misi interpretatori realizebulia C daprogramebis enaze, rac imiT aris gamowveuli, rom misi integracia ufro advili xdeba sxvadasxva platformebsa da sxvadasxva daprogramebis enaze Seqmnil programul produqtebsi [6]. igi aris kargad dokumentirebuli produqti, romelic farTod gamoiyeneba eqspertul i sistemebis Seqmnisas.

logikuri daskvnebis birTvis bazisad CLIPS-is arCeva ganapiroba Semdegma faqtorebma:

- masSi realizebulia saSual ebebis farTo speqtri.
- mas aqvs sakmaod mkafiod gansazRvrulebi sintaqsi, romelic arebulia LISP-dan.

- mis bazaze Seqmnil sistemebs gaaCniaT kargi warmadoba da muSaoben swrafad.
- masSi realizebul ia gare funqciebis (sxva programirebis enaze dawerili) gamoZaxebis SesaZlebloba, rac aucil ebel ad gvWirdeba Cvens SemTxvevaSi.
- mas aqvs saSual ebebi, roml ebic SesaZlebl obas izl eva wesebisa da obieqtebis kombinirebisa.

mokled ganvixilot **CLIPS**-is Ziritadi maxasiaTeblebi: rogorc zemoT iyo aRniSnuli, **CLIPS** aris wesebis aRweris ena, romel sac Semdeg interpretacias ukeTebis interpretatori, amit igi garkveul wil ad mogvagonebs daprogramebis enas. mas gaaCnia sami Ziritadi elementi wesebis dasawerad: monacemTa tipebi, funqciebi monacemebTan muSaobisaTvis, konstruqciebi codnis bazis formirebisaTvis [30].

CLIPS-Si gansazRvrulia Semdegi monacemTa tipebi: ricxvi (*number*), simbol o (*symbol*), striqoni (*string*), gare misamarTi (*external adress*), faqtis misamarTi (*fact adress*), egzempl aris saxeli (*instance name*) da egzempl aris misamarTi (*instance adress*) [31].

funqciebi aris saxel iT identificirebadi Sesrul ebadi kodi, romelic abrunebs raime sidides an asrul ebs raime moqmedebas. **CLIPS**-Si arsebobs ori saxis funqciebi: sistemuri da momxmareblis mier gansazRvruli. sistemuri funqciebi iseTi funqciebia, roml ebic **CLIPS**-is garemoSia gansazRvruli, xolo momxmareblis mier gansazRvruli funqciebi ki **CLIPS**-is garemos gareT gansazRvreb.

funqciebi **CLIPS**-Si gamoizaxeba prefiqsuli notaciiT, rac imas niSnavs, rom jer iwereba funqciis saxeli, Semdeg argumentebi da es yvel aferi frCxilebSia Casmul i. argumentebi erTmaneTisgan da funqciis saxel isgan gamoiyofa Tavisufali ariT. argumentad SesaZlebel ia gadacemuli iqnes sxva funqcia. magalitad: (+ 3 2), (* 3 (+ 5.5 2)).

konstrukciebi, roml ebic CLIPS-Si gamoiyeneba, aris wesebi, faqtebi, Sabl onebi, modul ebi, gl obal uri cvl adebi, funqciebi, kl asebi, egzempl arebi, Setyobinebebis dammuSavebl ebi da a.S. konstrukciebic moTavsebul ia frCxil ebSi.

codnis warmosadgenad CLIPS-i produqciebs iyenebs [13]. produqcia CLIPS-Si warmodgenial ia wesiT (Rule). wesi gamoiyeneba evristikis warmosadgenad, romel ic gansazRvravs moqmedebaTa simravl es konkretul i situaciisaTvis [31]. radgan wesi aris produqcia, igi Sedgeba ori nawil isagan: marcxena nawil i (LHS), romel sac sxvanairad "Tu nawil sac" uwodeben, Seicavs pirobas, da marjvena nawil isagan (RHS), romel sac "maSin nawil sac" uwodeben da Seicavs moqmedebas.

Tu marcxena nawil is piroba kmayofil deba, maSin amoqmedeba marjvena nawil Si gansazRvrul i procedurebi. marcxena nawil is pirobis dakmayofil eba _ ar dakmayofil eba ganisazRvreb: faqtebis siaSi faqtis arsebobiT an ararsebobiT, an egzempl arebis arseboba _ ararsebobiT egzempl arTa siaSi. erT-erTi pirobis tipi aris "paterni" [30]. paterni Sedgeba SezRudvaTa simravl isgan, roml ebic gansazRvraven Tu romel i faqtebi an obieqtebi akmayofil eben paterns. process, romel ic Seusabamebs faqtebs an obieqtebs, "paternTan SeTanxmeba" ewodeba. CLIPS-Si realizebul ia meqanizmi, romel ic avtomaturad axorciel ebs paternTan SeTanxmebas faqtebis siis da obieqtTa siis mimdinare mdgomareobaze dayrdnobiT da gansazRvravs romel i wesia gamoyenebadi. wesis marjvena nawil Si gansazRvrul ia moqmedebebi, roml ebic unda ganxorciel des maSin, roca wesi aris gamoyenebadi. CLIPS-is daskvnebis birTvi Seasrul ebs gamoyenebad wesebs, rogorc ki miRebs instruqcias amis Sesaxeb.

CLIPS agreTve uzrunvel yofs codnis warmodgenis procedurul meqanizms. funqciebi abruneben saWiro mniSvnel o-bebs an asrul eben sxvadasxva saWiro moqmedebes. funqciebi SeiZl eba gansazRvrul i iqnas momxmarebl is mier. aseT

SemTxvevaSi isini gamoiZaxeba iseve, rogorc sistemuri funqciebi. funqciebi SeiZl eba gansazRvrul i iyos TviTon CLIPS-is garemoSi (deffunction) konstruqciis gamoyenebiT, an realizebul i iyos programirebis sxva garemoSi (C, pascal da a.S.) da daskvnebis birTvi maT iyenebdes gare funqciebis gamoZaxebis meqani zmiT.

moviyvanoT wesebis aRweris enaze Caweril i wesis magal iTi. vTqvaT aris Semdegi wesi: "Tu mavTul is zogadi kl asi aris "antena" da manZil i antenidan mavTul amde nakl ebia 10-ze, maSin gamoitane Setyobineba, rom mavTul i axl osaa antenasTan". igi CLIPS-is enaze Semdegnairad gamoisaxeba:

```
(defrule sample_rule
  (wire (id ?w_id) (general_class ?gen_class))
  (antenna (id ?a_id))
  (test (eq ?gen_class "antenna"))
=>
  (if (< (get_wire_antenna_distance ?w_id ?a_id) 10) then
    (report_warning "Wire" ?w_id "is close to antenna")
  )
)
```

wesis nawil i "=>" simbol omde aris marcxena nawil i, simbol os Semdeg _ marj vena nawil i. marcxena nawil Si gansazRvrul ia paterni freimebis saxiT da piroba, rom mavTul is zogadi kl asi unda iyos "antena". aiReba yvel a mavTul i da yvel a antenna wyvil -wyvil ad. Tu piroba srul deba (mavTul is zogadi kl asi aris "antena"), maSin amoqmeddeba wesis marj vena nawil i. marj vena nawil Si gamoiZaxeba gare funqcia (get_wire_antenna_distance), romel ic gamoiTvl is manZil s mavTul sa da antenas Soris. xdeba am funqciis amoqmedebis Sedegis Sedareba 10-Tan da Tu igi masze nakl ebia, gamoiZaxeba meore gare funqcia (report_warning), romel ic momxmarebel s gamoutans Setyobinebas, rom mavTul i axl osaa antenasTan.

wesebis aRweris enis ZiriTad komponentebs warmoadgens faqtebis baza da wesebis baza. faqtebis baza aRwers probl emis

sawyis mdgomareobas, xol o wesebis baza Seicavs operatorebs, roml ebic gardaqmnan probl emis mdgomareobas da mihyavT igi amoxsnamde [6]. aqedan gamomdinare, erTis mxriv, saprobl emo aris model is mixedviT unda daformirdes faqtebi, roml ebic Caweril i iqneba wesebis aRweris enaze da meores mxriv, codnis bazaSi ganTavsebul i wesebic amave enaze unda iqnes Sedgenil i.

ase rom, eqspertul i sistemis l ogikuri gadawyvetil ebebis birTvis Sesaqmnel ad saWiroa gadawyvetil iqnas Semdegi amocanebi:

1. saprobl emo aris model is safuZvel ze daformirdes faqtebi CLIPS-is sintaqsis gamoyenebiT.
2. eqspertul i codna daformirdes wesebis saxiT CLIPS-is sintaqsis gamoyenebiT.
3. damuSavdes gare funqciebi, roml ebsac gamoiZaxებს l ogikuri gadawyvetil ebebis birTvi.
4. damuSavdes Sedegebis warmodgenis da gadamuSavebis saSual ebebi.

faqtebi unda warmovadginot freimebis saxiT [13]. freimi aris informaciul i struqtura, romel ic Seicavs iseT informaciul erTeul s, rogoricaa sl oti. sl oti aris sicariel e, xvrel i, romel ic Seivseba informaciit. sl otebis mniSvnel obebiT Sevsebis SemTxvevaSi, freimi aRwers konkretul obieqtis an situacias. Tu freimis sl otebi ar aris Sevsebul i mniSvnel obebiT, maSin aseT freims uwodeben prototips.

Cvens SemTxvevaSi TiToeul obieqtis, romel ic gamoiyeneba saprobl emo aris (avtomobil is el eqtrul i sistemis) aRsaWerad, SevusabamoT cal keul i freimi. obieqtis TiToeul parametrs ki SevusabamoT sl oti.

freimebi unda Caiweros iseTi formatiT, romel ic gasagebia CLIPS_ is interpretatorisTvis. es formatia:

(freimis saxel i

(sl oti 1)

(sl oti 2)

...

(slot id N)

)

magali iTisaTvis moviyvanoT freimis prototipi, romel ic

Seesabameba koneqtors:

(deftemplate MAIN::connector

(slot id (type STRING))

(slot name (type STRING))

(slot part_number (type STRING))

(slot usage (type STRING))

(slot description (type STRING))

(slot number_of_slots (type NUMBER))

(slot number_of_cavities (type NUMBER))

(slot housing_code (type STRING))

(slot housing_type (type STRING))

(slot add_on_text (type STRING))

(slot comment1 (type STRING))

(slot eqt_part_number (type STRING))

(slot eqt_reference_id (type STRING))

(multislot cavity_terminals)

(slot assembly (type STRING))

(slot general_class)

(slot length_to_ground (type NUMBER))

(slot level (type NUMBER))

(slot infotainment)

(slot most)

(slot base_node (type STRING))

(multislot processing_information_type)

(multislot processing_information_text)

(multislot installation_information_type)

(multislot installation_information_text)

(multislot alias_part_number)

(multislot alias_part_company_name)

(multislot alias_ids)

(slot abbreviation (type STRING))
 (slot version (type STRING))
 (slot degree_of_maturity (type STRING))
 (slot predecessor (type STRING))
 (slot copyright_notes (type STRING))
 (slot mass_information (type NUMBER))
 (slot material_key (type STRING))
 (slot material_reference_system (type STRING))
 (multislot associated_cavities)
 (multislot associated_wires)
)

mxol od freimebis saxiT warmodgenil i faqtebi sakmarisi ar aris saprobl emo aris Sesaxeb srul i informaciis misaRebad. garda amisa, saWiroa sxvadasxva el eqtromagnituri Tu geometriul i gaTvl ebis ganxorciel eba, wesebSi aRweril i logikis mixedviT el eqtrogayvanil obis model Si cvl il ebebis Setana, Sedegebis warmodgena momxmarebl istvis cxril ebis, grafikebis da a.S. saxiT. yovel ive amisaTvis gamoiyeneba gare funqciebi, roml ebic real izebul ia eqspertul sistemaSi CLIPS-is garemos gareT, daregistrirebul ia CLIPS-is garemosi da roml ebsac gamoiZaxებს logikuri daskvnebis birTvi.

damuSavebul i funqciebi SeiZl eba davyoT ramdenime j gufad:

1. funqciebi saprobl emo aris Sesaxeb damatebiTi informaciis mosapovebl ad.
2. funqciebi avtomobilis el eqtrogayvanil obis model Si cvl il ebebis Sesatanad.
3. funqciebi logikuri gadawyvetil ebebis birTvis muSabis Sedegebis warmosadgenad.
4. gamoTvl iTi funqciebi.

ganvixil oT TiToeul j gufSi Semaval i funqciebi da maTi daniSnul eba:

funqciebi saprobl emo aris Sesaxeb damatebiTi informaciis mosapovebl ad: am funqciaTa j gufSi Sedis funqciebi, roml ebic el eqtrogayvanil obis Semadgenel i komponentisaTvis abrunebs mis Sesabamis sxva komponentebs. magal iTad, mavTul isaTvis im koneqtorebs, roml ebTanacaa dakavSirebul i; koneqtorisTvis im mavTul ebs, roml ebic masTan aris dakavSirebul i; modul isTvis masSi Semaval mavTul ebs, koneqtorebs, terminal ebs da a.S. es funqciebi realizebul ia CLIPS-is garemos gareT da iyenebs rel aciur bazebsi informaciis Zebnis al gorITmebs. sul realizebul ia aseTi tipis 144 funqcia, romelic faqtebTan erTad saSual ebas iZi eva miRebul iqnas saprobl emo aris Sesaxeb amomwuravi da yovel mxrivi informacia.

funqciebi avtomobil is el eqtrogayvanil obis model Si cvl il ebebis Sesatanad: eqspertul i sistema aramarto aRmoaCens probl emebs, aramed wesebSi Cadebul i l ogikis mixedviT SeuZl ia aRmofxvras kidec isini. amisaTvis mas esaWi roeba funqciebi, roml ebic saSual ebas miscemen cvl il ebebi Seitanos avtomobil is el eqtrogayvanil obis model Si. aseTi funqciebic realizebul ia CLIPS-is garemos gareT. sinamdvil eSi es funqciebi gamoZaxebisTanave ar cvl ian model s. isini qmnian fail s, romel Sic garkveul i formatiT Caweril ia Sesatani cvl il ebebi. rogorc ki l ogikuri daskvnebis birTvi amTavrebs muSaobas, eqspertul i sistemis post-procesori kiTxul obs am fail s da axorciel ebs Sesabamis cvl il ebebs model Si. aseTi tipis funqciebis magal iTebia: mavTul is sawyisi da sabol oo koneqtorebis Secvl a, mavTul is tipis Secvl a, sxvadasxva el eqtrul i parametrebis miniWeba da a.S. sul damuSavebul ia aseTi tipis 175 funqcia.

funqciebi l ogikuri gadawyvetil ebebis birTvis muSaobis Sedegebis warmosadgenad: l ogikuri daskvnebis birTvis muSaobis Sedegebi unda gadamuSavdes da moxerxebul i saxiT miwodos momxmarebel s. am funqcias asrul ebs eqspertul i sistemis post-procesori. saWi roa garkveul i kavSiris damyareba l ogikuri

daskvnebis birTvsa da post-procesors Soris. amisaTvis damuSavebul iqna special uri gare funqciebi. es funqciebi, Tavis mxriv, SeiZl eba daiyos ramndenime nawil ad: funqciebi angariSebis formirebisaTvis, funqciebi grafikebis dasaxazad, funqciebi cxril ebis Sesadgenad, funqciebi Setyobinebebis momxmarebl isaTvis warmosadgenad.

angariSebis formirebis funqciebis saSual ebiT pirdapir wesidan SesaZl ebel ia moxdes angariSebis formireba el eqtrogayvanil obis komponentebis Sesaxeb Excel-is cxril ebis saxiT. damuSavebul ia aseTi tipis 19 funqcia.

grafikebis dasaxazi funqciebis saSual ebiT SesaZl ebel ia sxvadasxva saxis grafikebis daxazva da momxmarebl isaTvis warmodgena pirdapir wesebidan. SesaZl ebel ia mieTiTos grafikis saxe, warwerebi da a.S. damuSavebul ia aseTi tipis 15 funqcia.

cxril ebis Sesadgeni funqciebis saSual ebiT SesaZl ebel ia nebismieri Sinaarsis cxril is formireba. Seqmnil ia aseTi tipis 8 funqcia.

funqciebi momxmarebl isaTvis Setyobinebebis warsadgenad, model is Semcvl el i funqciebis msgavsad, Setyobinebebs weren special uri formatis mqone fail Si. I ogikuri gadawyvetil ebebis birTvsa muSaobis damTavrebis Semdeg es fail i ikiTxeba post-procesoris mier da xdeba Sesabamisi Setyobinebebis momxmarebl istvis wardgena. Setyobineba SeiZl eba iyos zogadi xasiaTis an Seexebodes konkretul ad romel ime obieqts. SemuSavbul ia am daniSnul ebis mqone 3 funqcia.

gamoTvl iTi funqciebi: gamoTvl iTi funqciebi aris ori tipis: geometriul i da el eqtromagnituri. geometriul i funqciebi gamoiyeneba el eqtrogayvanil obis sxvadasxva komponentebis Soris manZil ebis dasadgenad, agreTve mavTul ebis saerTo da paral el uri monakveTebis sigrZis saangariSod. magl iTad, manZil i koneqtorebs Soris, manZil i mavTul sa da antenas Soris da a.S. damuSavebul ia 14 geometriul i funqcia.

ელ ელტრომაგნიტური გატვილების ფუნქციები გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის გატვილების განსაზღვრების მიზნით. ესენია ელექტროსტატიკური და ელექტროდინამიკური გატვილები. მაგალითად, მათვლილების ურთიერთდაკავშირების და ინდუქციური ეფექტების განსაზღვრა, მათვლითა და ანტენის სიხშირეების S11, S12, S21, S22 პარამეტრების განსაზღვრა და ა.შ. შემუშავებულია ასეთი ტიპის 26 ფუნქცია.

ლოგიკური დანაკრების ბირთვის სტრუქტურა არის ორი ტიპის: დანაკრები და სეტიობინები, რომელიც უნდა შედგინოს მომხმარებელს და ცვლილებები, რომლებიც ავტომატურად უნდა განსაზღვრდეს ელექტროგაყვანილობის მოდელი და ამის შესახებ სეტიობინების მიხედვით მომხმარებელს. ორივე შემთხვევაში საჭიროა ლოგიკური დანაკრების ბირთვის მუშაობის სტრუქტურის გადამსწავლელი სახით. ამას ახორციელებს ექსპერტული სისტემის post-პროცესორი. ლოგიკური დანაკრების ბირთვის მუშაობის სტრუქტურის post-პროცესორს გადაეცემა ფაილის სახით, რომელსაც იგი კითხვითი ობიექტი და გადაამუშავებს.

ექსპერტული სისტემის pre-პროცესორი აფორმირებს ფაქტებს ელექტროგაყვანილობის ბაზაში არსებულ ინფორმაციის საფუძველზე, რაც იმას ნიშნავს, რომ სტრანსპორტი სასაუბროების შესახებ ყველა მონაცემი გაიშვება ფაილების სახით. შემდეგ კოდის ბაზიდან აირჩევიან ის ფაქტები და იშვება ფაილის სახით. ფაქტები და ფაქტების გადაეცემა ლოგიკური დანაკრების ბირთვის. ლოგიკური დანაკრების ბირთვი ინტერპრეტაციას უკეთებს ფაქტებს და ფაქტების არჩევნის მიხედვით ახორციელებს სხვადასხვა მოქმედებებს. მუშაობის პროცესში ლოგიკური დანაკრების ბირთვი იყენებს ექსპერტული სისტემის სხვა მოდულების დახმარებას გარე ფუნქციების სასაუბროებით (სხვადასხვა გატვილები და ა.შ.). ლოგიკური დანაკრების ბირთვი ფაქტების გამოყენებით მუშაობის სტრუქტურის დასადგენი და მოდელის შესაქმნელი ფუნქციების სასაუბროებით აფორმირებს სპეციალური ფორმის ფაილებს, სადაც იშვება სეტიობინები, რომლებიც შედგინდება მომხმარებელს და ბრუნდება, რომელთა მიხედვით უნდა მოხდეს ელექტროგაყვანილობის მოდელი

cvl il ebebis ganxorciel eba. am fail s kiTxul obs post-procesori da axorciel ebs Sesabamis instruqiebs.

Sedegebis fail s aqvs Semdegi formati:

\$obieqtis tipi \$obieqtis identifikatori \$Setyobineba \$wesi, roml is Sedegicaa

SET: \$obieqtis tipi \$obieqtis identifikatori \$parametri\$ mniSvnel oba \$Setyobineba \$wesi, roml is Sedegicaa

...

fail is TiToeul i striqoni Seesabameba moqmedebas an Setyobinebas. moqmedebis SemTxvevaSi striqoni iwyeba gasaReburi sityiT "SET:", romel sac mosdevs im obieqtis tipi da identifikatori, romel ic unda Seicval os, Semdeg modis parametri, romel ic unda Seicval os da misi mniSvnel oba, bol os Caweril ia Setyobineba, romel ic unda miwodos momxmarebel s. Setyobinebis SemTxvevaSi gansazRvrul ia obieqti, romel sac Seexeba Setyobineba da TviT Setyobineba. igive formati gamoiyeneba Sedegebis dasamaxsovrebl ad maTi Semdgomi gamoyenebis mi zni T.

post-procesori kiTxul obs TiToeul striqons, anal izebs mas da asrul ebs masSi Caweril moqmedebebs.

amrigad, eqspertul i sistemis gadawyvetil ebebis birTvi Seqmnil ia codnis warmodgenis ena CLIPS-ze dayrdnobiT, romel sac gaaCnia rigi upiratesobebi sxva enebTan SedarebiT. damuSavebul ia el eqtrogayvanil obis model is Sesabamisi warmodgena faqtebis saxiT, xol o eqspertul i codna warmodgenil ia wesebis meSveobiT. wesebi dafuZnebul ia produqciebze, xol o faqtebi ki _ freimebze. garda amisa, SemuSavebul ia gare funqciebi, roml ebsac iyenebs I ogikuri daskvnebis birTvi muSaobis procesSi. I ogikuri daskvnebis birTvis Sedegebis gadasamuSavebl ad da adeqvaturi moqmedebebis gansaxorciel ebl ad SemuSavebul ia post-procesori, romel ic urTierTqmedebis I ogikuri daskvnebis birTvTan special uri formatis mqone fail is saSual ebiT.

3.4 momxmarebl is grafikul i interfeisis damuSaveba

eqspertul i sistemis, iseve rogorc nebismieri programul i produqtis, Seqmnisas umniSvnel ovanesi adgil i ukavia momxmarebl is interfeisis damuSavebas [32][33]. interfeisi aris programis swored is nawil i, romel Tanac urTierToba uwevs momxmarebel s. radganac sistemis daniSnul ebaa swored momxmarebel s gauwios rekomendaciebi da daxmareba samuSaos Sesrul ebaSi, mniSvnel o- vania momxmarebl is interfeisi rac SeiZl eba mosaxerxebel i da sasiarovno iyos momxmarebl isTvis. erTis mxriv, igi unda iyos martivi da advil ad gamosayenebel i, xol o, meores mxriv, farTo Sesazl ebl obebs unda azl evdes momxmarebal s.

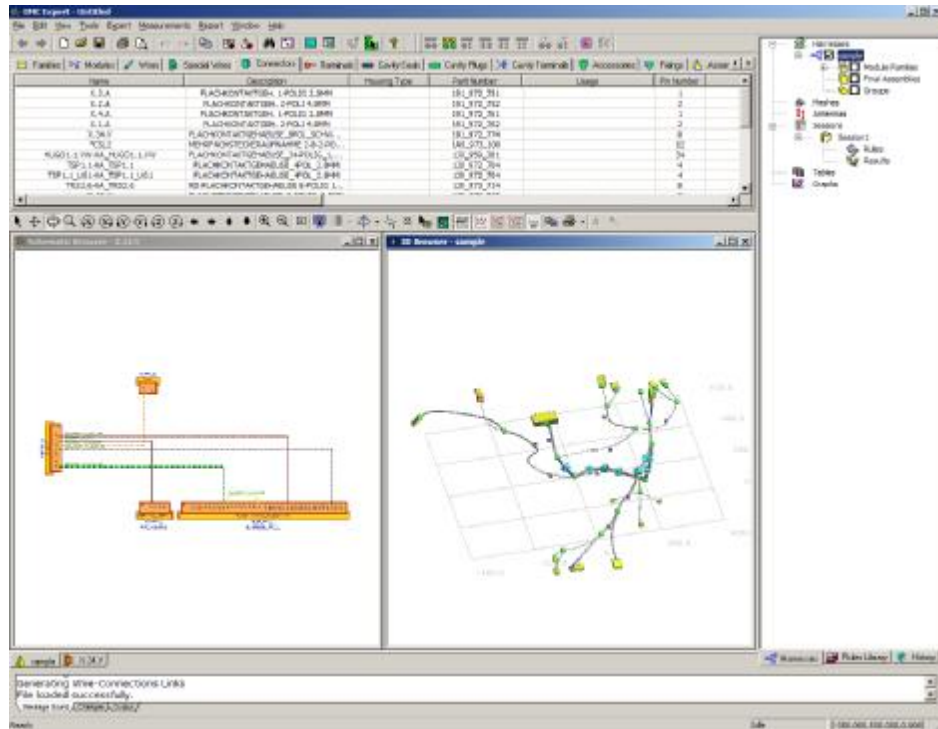
damuSavebul i eqspertul i sistemis momxmarebl is interfe- isi SeiZl eba daiyos ramdenime nawil ad:

1. programis mTavari fanj ara, romel ic moicavs yvel a sxva interfeisul obieqts
2. saSual ebebi proeqtTan, wesebis bibli oTekasTan da proeqtis istoriasTan samuSaod
3. monacemTa cxril uri vizual izatori
4. monacemTa samganzomil ebiani vizual izatori
5. monacemTa sqematuri vizual izatori
6. komponentTa Tvis ebis dial oguri fanj rebi
7. wesebis redaqtori
8. Sedegebis post-procesori.

ganvixil oT TiToeul i maTgani da momxmarebl is maTTan muSaobis scenari.

programis mTavari fanj ara mocemul ia nax. 24.-ze.

programis mTavari fanj ara Sedgeba ramdenime nawil isagan. fanj ris zeda mxares ganTavsebul ia mTavari menu. misi saSual ebiT momxmarebel i izaxebs programis sxvadasxva funqcias. menius qvemoT moTavsebul ia instrumentTa panel i, romel ic dublirebas ukeTebis menius ZiriTad punqtebs da saSual ebas azl evs momxmarebel s swrafad gamoiZaxos saWiro funqciebi.



ნახ. 24. eqspertul i sistemis mTavari fanj ara

instrumentTa panel is qvemoT ganTavsebul ia monacemTa cxril uri vizual izatori. masSi xdeba monacemTa bazaSi arsebul i el eqtrogayvanil obis komponentebis parametrebis vizual izacia cxril ebis saxiT.

fanj ris marjvena mxares moTavsebul ia interfeისul i komponenti, romelic Sedgeba sami gverdisagan. pirvel gverdze ganTavsebul ia xe, romelic gamoiyeneba proeqtTan samuSaod. meore gverdze ganTavsebul ia xe, romelic gamoiyeneba wesebis bibliotekასTan samuSaod, xolo mesame gverdze _ xe proeqtis istoriasTan samuSaod.

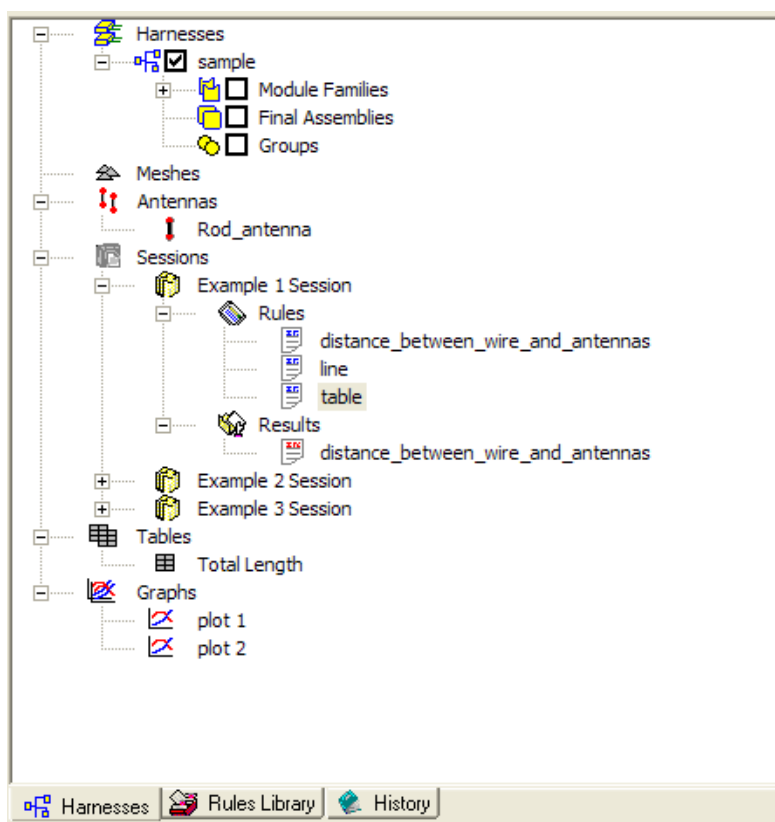
fanj ris udidesi central uri nawil i uWiravs ares, sadac muSaobis procesSi xdeba sxvadasxva Svil obil i fanj rebis gaxsna. esenia: samganzomil ebiani vizual izatori, sqematuri vizual izatori, wesebis redaqtori da grafikebis vizual izatori.

fanj ris qveda nawil Si moTavsebul ia Setyobinebebis dafa. igi Sedgeba sami gverdisagan. pirvel gverdze gamodis zogadi

Setyobinebebi (romel i fail i CaitvirTa da a.S.), meore gverdze mimdinareobs Setyobinebebis gamotana proeqtSi ganxorciel ebul i cvl il ebebis Sesaxeb. mesame gverdze gamodis Setyobinebebi, romel Tac gzavnian el eqtrodinamikuri da el eqtrostatikuri gaTvl ebis birTvebi.

rodesac momxmarebel i iwyebis eqsper tul sistemasTan muSaobas, igi qmnis proeqts. proeqti Sedgeba CatvirTul i avtomobil is el eqtrogayvanil obebisagan, avtomobil is Zaris triangul irebul i badebisagan, antenebisagan, proeqtSi mimdinare wesebis amoqmedebis sesiebisagan, eqsper tul i sistemis muSaobis Sedegad formirebul i cxril ebisagan da grafikebisagan.

proeqtTan muSaoba mimdinareobs xis saSual ebiT (nax. 25.), romel ic programis mTavari fanj ris marjvena nawil Sia ganTavsebul i.



nax. 25. proeqtis marTvis xe

proeqtis marTvis xis saSual ebiT xorciel deba eqspertul i sistemis proeqtis Semadgenel i komponentebiT manipul ireba. igi Sedgeba xuTi ZiriTadi kvanZisagan. esenia:

1. avtomobil is el eqtrogayvanil obebi
2. meSebi
3. antenebi
4. sesiebi
5. cxril ebi
6. grafikebi

el eqtrogayvanil obebis kvanZis qveS moTavsebul ia proeqtSi CatvirTul i el eqtrogayvanil obebi. erTdroul ad proeqtSi SesaZl ebel ia CatvirTul i iyos ramdenime el eqtrogayvanil oba, magram drois garkveul momentSi mxol od erT-erT aqtiurTan mimdinareobs muSaoba. xis saSual ebiT SesaZl ebel ia aqtiuri gayvanil obis arCeva, misi vizual izacia cxril urad an sivrcul ad sam ganzomil ebaSi, agreTve ramdenime gayvanil obis gaerTianeba, erTmaneTTan Sedareba, proeqtidan waSl a, eqsporti da a.S.

meSebis kvanZis qvemOT ganTavsebul ia proeqtSi CatvirTul i triangul irebul i badeebi, romel Ta saSual ebiTac xorciel deba avtomobil is Zaris model ireba. SesaZl ebel ia meSebis parametrebis naxva, maTi waSl a proeqtidan da a.S.

antenebis kvanZis qveS moTavsebul ia proeqtSi CatvirTul i antenebi. SesaZl ebel ia antenebis parametrebis naxva, maTi waSl a proeqtidan da a.S.

sesiebis kvanZis qveS moTavsebul ia wesebis amoqmedebis sesiebi. TiToeul i sesia Sedgeba wesebisagan da maTi amoqmedebis Sedegebisagan. rodesac momxmarebel s surs aamoqmedos raime wesebi da miiRos Sedegebi, igi qmnis sesias. Semdeg sesiaSi aformirebs wesebs. wesebi SesaZl ebel ia gadmotanil i iqnes codnis bazidan, an Sei qmnas TviT sesiaSi. SesaZl ebel ia wesebis daj gufeba garkveul i j gufebis saxiT. mas Semdeg, rac sesiaSi ganisazRvrebawesebi, momxmarebel s SeuZl ia amuSaos isini cal -

cal ke an erTdroul ad. miRebul i Sedegebic ganTavsdeba sesiis kvanZis qvemoT igive j gufSi, ra j gufis wesic iyo amuSavebul i. momxmarebel s xis meSveobiT aqvs saSual eba Seqmnas, waSal os da aamuSaos sesia, Seqmnas wesebis j gufebi, Seqmnas, redaqtirebisTvis gaxsnas da waSal os wesebi, aamuSaos wesebi da wesebis j gufebi, naxos wesebis amoqmedebis Sedegebi.

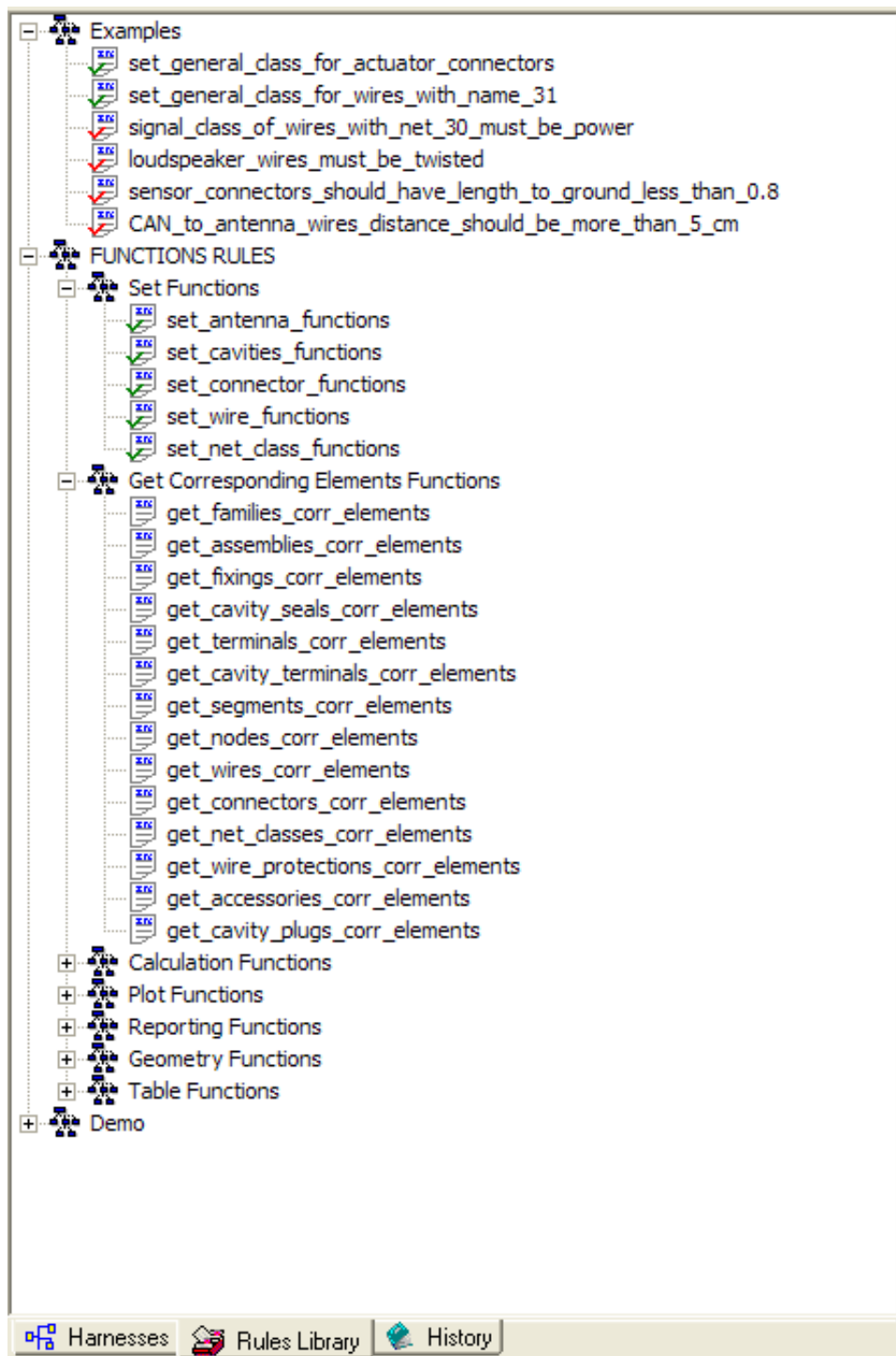
cxril ebis kvanZis qveS moTavsebul ia cxril ebi, roml Ta formirebac SeiZl eba moxdes wesebis amuSavebis Sedegad. xis saSual ebiT momxmarebel s SesaZl ebl oba aqvs naxos isini an waSal os.

grafikebis kvanZis qveS moTavsebul ia grafikebi, roml Ta formirebac SeiZl eba moxdes wesebis amuSavebis Sedegad. xis saSual ebiT momxmarebel s SesaZl ebl oba aqvs naxos isini an waSal os.

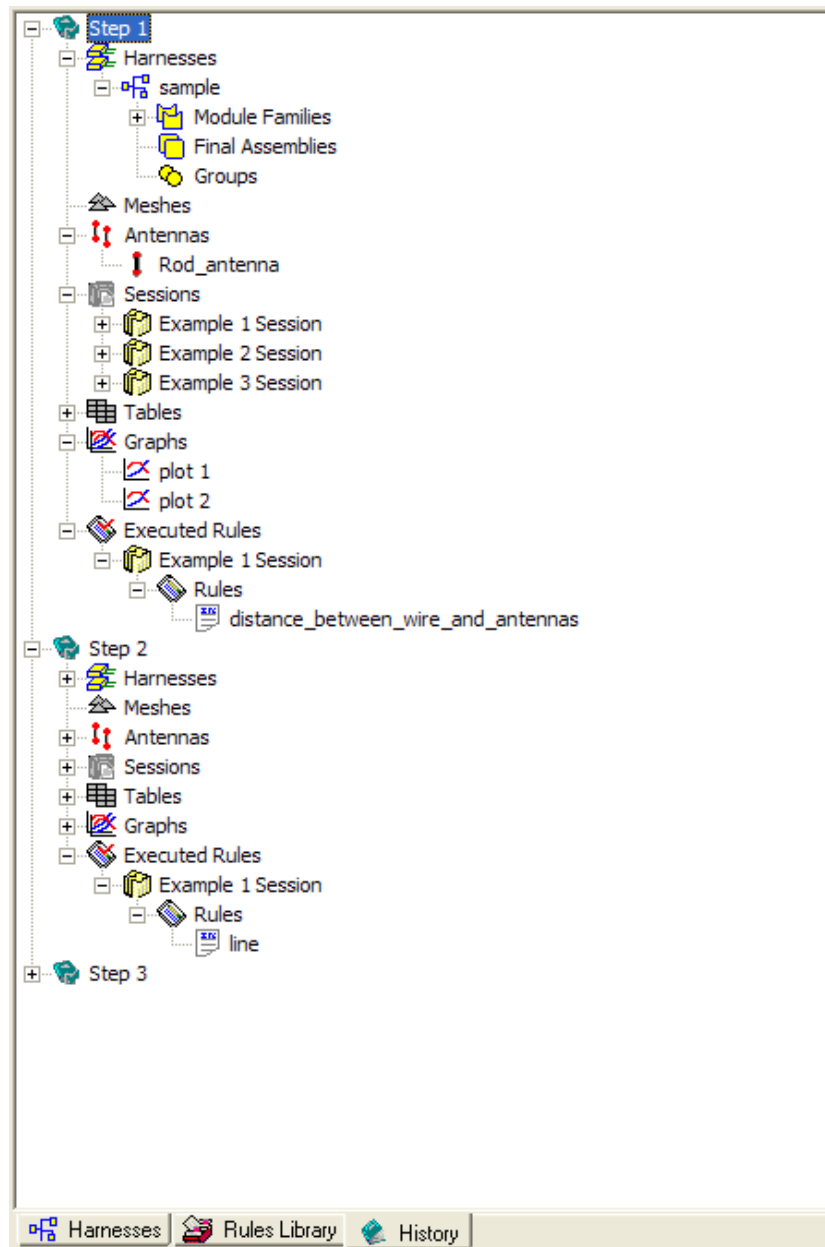
xis saSual ebiT operaciebi xorciel deba mis kvanZebze mausis marjvena Ril akis daWeriT da konteqsturi menius punqtების არცევიT.

codnis bazaSi arsebul i wesebis marTva xorciel deba agreTve xis saSual ebiT, romel ic meore gverdzea ganTavsebul i (nax. 26).

xe Sedgeba kvanZebisagan, romel Tagan TiToeul i Seesabameba an wess an wesebis j gufs. wesebi SesaZl ebel ia daj gufebul i iqnes nebismerad. SesaZl ebel ia rogorc cal keul i wesebis, aseve mTI iani j gufebis gadatana proeqtis sesiebsi. momxmarebel s saSual eba aqvs Seqmnas axal i wesebi, moaxdinos maTi importi da eqsporti, waSal os an gaxsnas redaqtirebisTvis. obieqtebze moqmedebebis ganxorciel eba am xeSic xdeba kvanZze mausis marjvena Ril akis daWeriT da Sesabamisi konteqsturi menius punqtის არცევიT.



nax. 26. wesebi s bi bl i oTeki s xe



nax. 27. istoriis xe

programas SeuZl ia dai maxsovros proeqtis mdgomareoba wesebis yovel i amoqmedebis win da ganaTavsos istoriaSi. momxmarebel s saWiroebis SemTxvevaSi saSual eba eZl eva aRadginos proeqtis mdgomareoba nebi smier bij ze. amis ganxorciel eba xdeba istoriis xis meSveobiT (nax. 27.).

xis TiToeul i mTavari kvanZi Seesabameba TiToeul damaxsovrebul mdgomaroebas. kvanZebi emateba qronol ogi urad yovel i wesebis amoqmedebis win. mTavari kvanZis qvemoT moTavse-

bul ia proeqtis xe im mdgomareobaSi, ra mdgomareobaSic iqna damaxsovrebuli da agreTve im wesebis sia, romel Ta amoqmedebamdec damaxsovrebuli iqna proeqtis mdgomaroba. momxmarebel s SeuZl ia aRadginos nebismeri mdgomareoba, Tu igi mausis marjvena Ril aks daaWers kvanZze da airCevs konteqsturi menius punqts "aRdgena".

proeqtSi CatvirTuli avtomobilis el eqtrogayvanil obis, meSebisa da antenebis Sesaxeb informacia momxmarebel s waredgineba cxril ebis saxiT. amisaTvis SemuSavebul iqna cxril uri vizual izatori (nax. 28). is, Tu romel i gayvanil oba an misi nawili iqneba vizual izebuli cxril ebis saxiT, momxmarebel s SeuZl ia gansazRvros proeqtis xis meSveobiT.

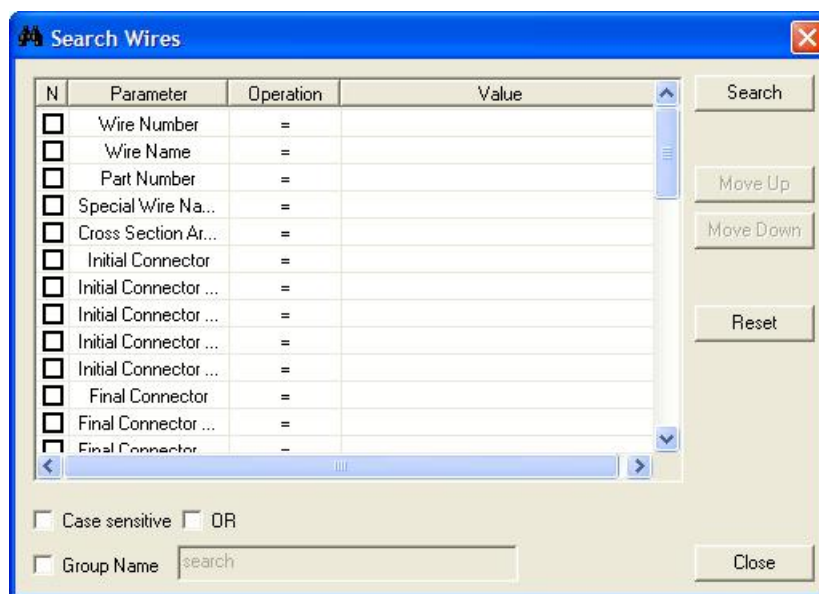
Wire Number	Part Number	Wire Name	Signal Name	Special Wire	Associated W	Initial Connector	Initial Connector Comment	Initial Connector EQ Reference
31	N_037_304_1	34_X_2_1_1	34			X_2A		
37	N_037_304_2	10_TR52.6.A3_2	30			HUG01.1.WW-AA_HUG01.1.WW	EL-SPIEGEL_F_U	
35	N_037_304_4	10_HUG01.1.V...	30			HUG01.1.WW-AA_HUG01.1.WW	EL-SPIEGEL_F_U	
31	N_037_304_6	10_TSP-1_U6...	30			TSP-1_U6-AA_TSP-1_U6_U1	TWT_BASE	
33	N_037_304_4	10_HUG01.1.V...	30			HUG01.1.WW-AA_HUG01.1.WW	EL-SPIEGEL_F_U	
35	N_037_304_4	10_HUG01.1.V...	30			HUG01.1.WW-AA_HUG01.1.WW	EL-SPIEGEL_F_U	
42	N_037_304_5	ACON_X_2_2_1	ACON			X_2A		
45	N_037_304_5	ACON_X_2_2_1	ACON			X_2A		
30	N_037_304_7	34_Y_12_1_1	34			Y_12.2		
38	N_037_309_5	15_AA_49_1	15			Y_12.2		
25	N_037_309_5	33_S_55_L_1_1	33			Y_12.2		
7	N_037_320_1	49_HUG01.1.V...	49			SP46.2.V		
4	N_037_320_1	49_HUG01.1.V...	49			SP46.2.V		
4	N_037_320_1	49_HUG01.1.V...	49			SP46.4.V		
4	N_037_320_1	49_HUG01.1.V...	49			SP46.4.V		
4	N_037_320_1	49_HUG01.1.V...	49			SP46.2.V		
6	N_037_320_1	49_HUG01.1.V...	49			X_4A		
202	N_037_320_5	49_HUG01.1.V...	49			SP46.2.V		
8	N_037_324_4	10_BSP1.L_49_5	30			SP46.2.V		
5	N_037_324_4	10_BSP1.L_49_7	30			SP46.2.V		
30	N_037_324_4	10_BSP1.L_49_8	30			SP46.2.V		
39	N_037_324_5	ACON_TR52.6...	ACON			SP46.2.V		
40	N_037_324_5	ACON_TR52.6...	ACON			SP46.2.V		
44	N_037_324_5	ACON_TR52.6...	ACON			SP46.2.V		
35	N_037_326_5	55_HUG01.1.V...	55			X_34.V		
27	N_037_327_1	58_TR52.6.A3_3	58			SP38.4.V		
35	N_037_327_1	58_TR52.6.A3_1	58			SP38.4.V		
36	N_037_327_1	52_TR52.6.A3_2	58			SP38.4.V		
1	N_037_328_5	515_TR52.6.A3_1	515			X_34.V		
34	N_037_329_5	54_HUG01.1.V...	54			X_34.V		
32	N_037_329_7	53A_HUG01.1...	53A			X_34.V		
31	N_037_329_5	52_TR52.6.A3_2	53			HUG01.1.WW-AA_HUG01.1.WW	R-SPRFG_F_U	
29	N_037_329_5	52_TR52.6.A3_1	53			TR52.6-AA_TR52.6	KONSTRUKTIONSSCHLUS	
35	N_037_344_1	34_HUG01.1.V...	34			HUG01.1.WW-AA_HUG01.1.WW	EL-SPIEGEL_F_U	
27	N_037_344_1	34_TR52.6.A3_1	34			SP43.1.V		

nax. 28. cxril uri vizual izatori

cxril uri vizual izatori Sedgeba ramdenime gverdisagan. TiTo gverdze moTavsebul ia TiTo cxrili, romel ic Seesabameba erTi tipis komponents. es cxrili ebia: modul ebis oj axebi, modul ebi, mavTul ebi, mraVal guliani mavTul ebi, koneqtorebi, terminal ebi, kontakts SemamWidrovebi ebi, kontakts sarqvel ebi, kontakts terminal ebi, damxmare komponentebi, damatebiTi

komponentebi, anakrebi komponentebi, figsatorebi, kvanzebi, segmentebi, kontaktebi, qsel is kl asebi, meSebi, antenebi.

momxmarebel s saSual eba aqvs Secval os cxril ebis mimdevroba, TviT cxril ebSi SesaZl ebel ia svetebis mimdevrobis gadaadgil eba. cxril Si informaciis sortireba xdeba svetebis mixedviT. Tu momxmarebel i mausis marcxena Ril aks daaWers svetis dasaTaurebas, cxril Si arsebul i informacia dal ageba am svetis mixedviT zrdadobiT, meored daWeris SemTxvevaSi dal ageba moxdeba kl ebadobiT. SesaZl ebel ia cxril Si informaciis moZebna. Zebnis kriteriუმebis gansazRvra xorciel deba special uri fanj ris meSveobiT (nax. 29).



nax. 29. Zebnis fanj ara

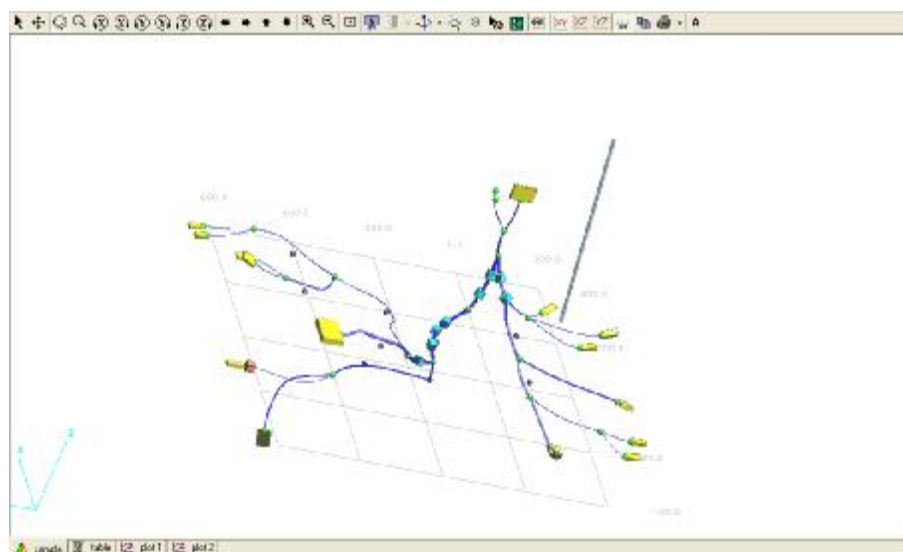
Zebnis fanj araSi SesaZl ebel ia im parametrebis arCeva, roml iTac mimdinareobs Zebna, maTi mniSvnel obebis da sxva kriteriუმebis gansazRvra. moZebnil i komponentebi SesaZl ebel ia avtomaturad gaerTiandnen j gufSi.

SesaZl ebel ia cxril Si gamoCndes yvel a komponenti an mxol od moniSnul ebi. cxril ebis safuZvel ze SesaZl ebel ia Excel- is angariSebis formireba.

cxრიl Si კომპონენტის მონიშვნისა და მასზე მაუსის მარჯვენა კლიკის დაწკაპუნების შემთხვევაში გამოიხატება კონტექსტური მენიუ, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია კომპონენტზე ოპერაციების განხორციელება. ეს მენიუ სხვადასხვა კომპონენტისთვის სხვადასხვაა, მაგრამ მათში არის ისეთი საერთო პუნქტები, როგორცაა “დაკავშირების ნახვა”, “კომპონენტის რედაქტირების ფანჯარაში გახსნა”, “კომპონენტის ჯგუფისათვის მინი-ვება”, “კომპონენტის სხვა გაყვანილობის გადართვა” და ა.შ.

ყოველივე ზემოთაღწერილი ფუნქციონალი უნდა ცხრილურ ვიზუალიზატორს ხდის შესაძლებელი და მოხერხებულ საშუალებას ავტომობილის ელექტრული სისტემების კვლევებისთვის.

გაყვანილობის კვლევის კიდევ ერთ მნიშვნელოვან საშუალებას წარმოადგენს სამგანზომილებიანი ვიზუალიზატორი, რომელიც მომხმარებელს წარმოადგენს გაყვანილობის რეალურ მოდელს (ნახ. 30).

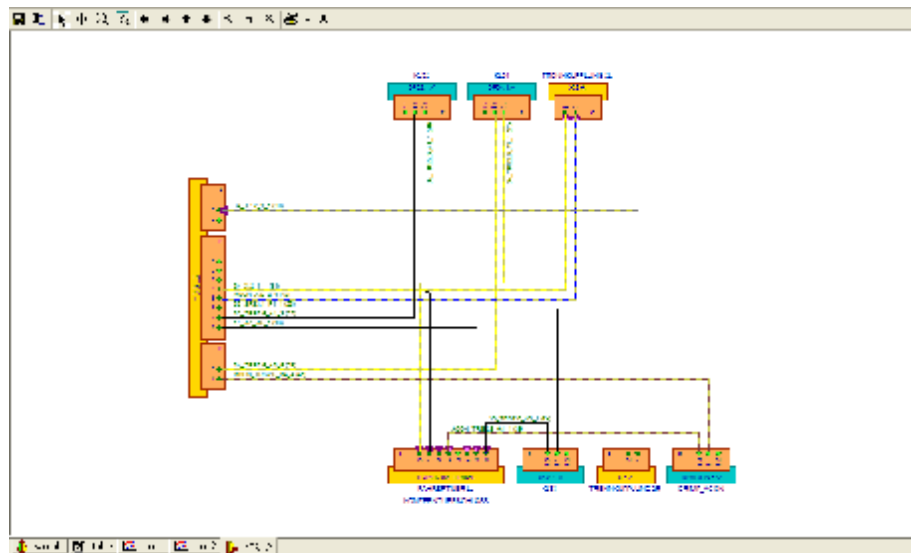


ნახ. 30. სამგანზომილებიანი ვიზუალიზატორი

მომხმარებელს საშუალება აქვს ვიზუალიზაცია გაუკეთოს როგორც მთლიან გაყვანილობას, ასევე მის ნაწილს. შესაძლებელია მოდელის მოხრეხვა ნებისმიერი კუთხით, გადართვა, მასშტაბირება, კვლევის სიბრტყეების დაყენება, განათების და გამწვანების ობიექტების

manipul ireba da a.S. garda amisa, momxmarebel s saSual eba aqvs moniSnos obieqtebi mausis marcxena Ril akis meSveobiT da ganaxorciel os maTze operaciebi. unda aRiniSnos, rom obieqtis moniSvna cxril ur vizual izatorSi, samganzomil ebian vizual izatorSi da sqematur vizual izatorSi xdeba paral el urad. erT-droul ad SesaZl ebel ia gamoZaxebul iqnas ramdenime vizual izatori.

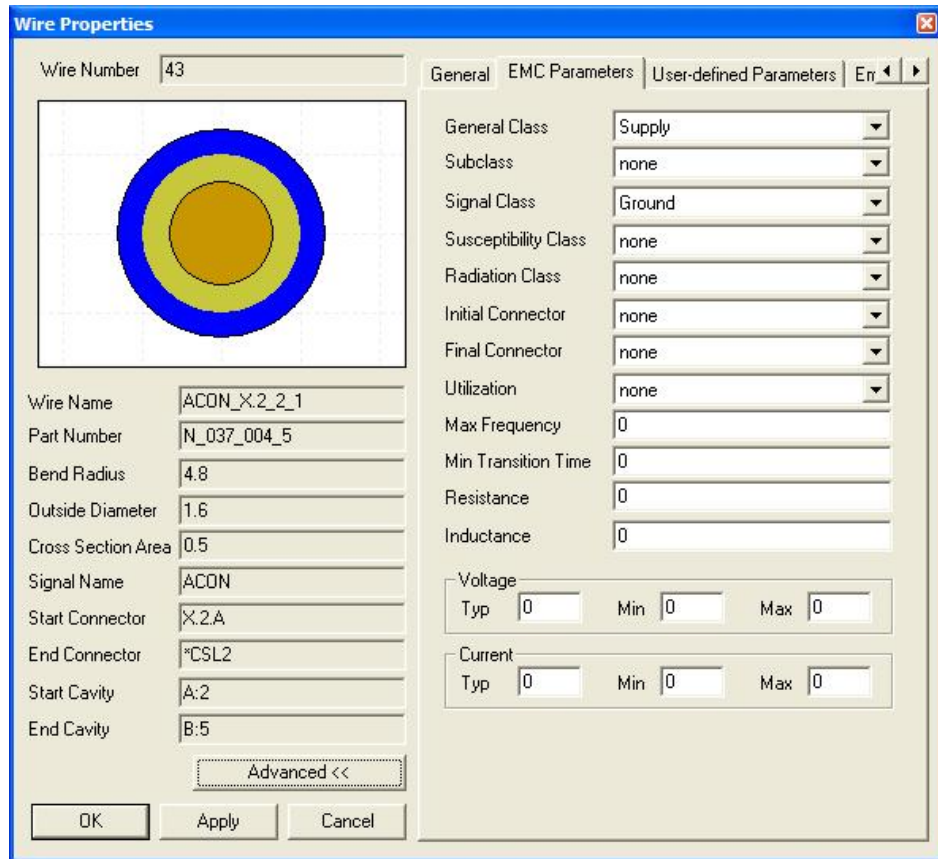
gayvani l obis kvl evis kidev erT saSual ebas warmoadgens sqematuri vizual izatori (nax. 31.). masSi gayvani l oba warmodgenil ia el eqtrul i sqemis saxiT.



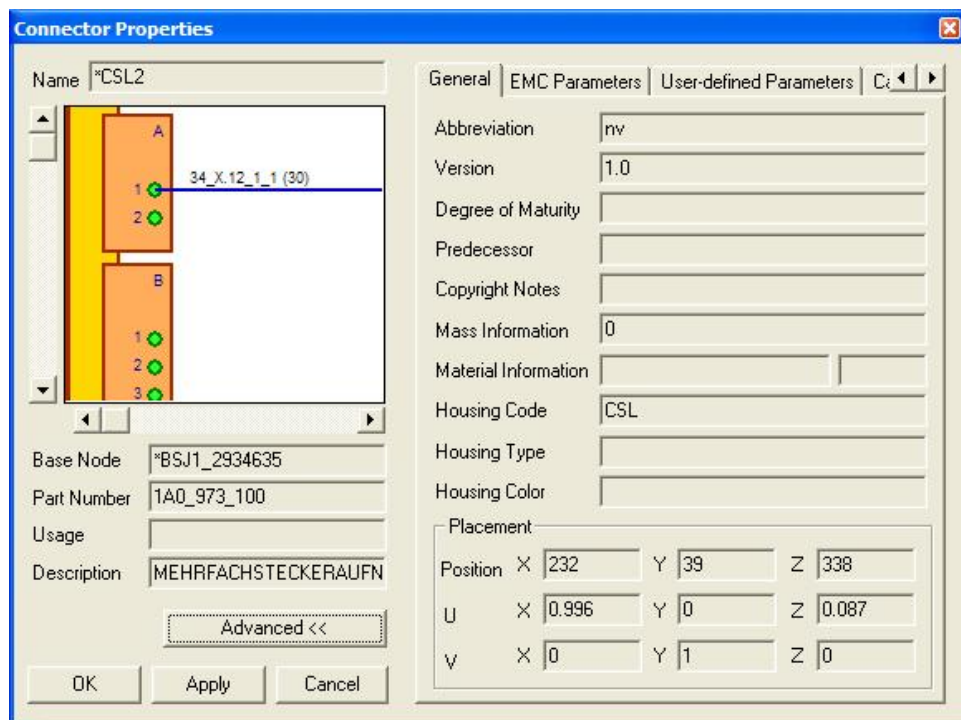
nax. 31. sqematuri vizual izatori

momxmarebel s SesaZl ebl oba aqvs masSi moniSnos obieqtebi, agreTve gaakeTos gamosaxul ebis gadatana da masStabi reba.

automobil is el eqtrul i sistemis TiToeul i komponentis parametrebis naxvisa da redaqtirebisaTvis SemuSavebul ia dial oguri fanj rebi. maTi aqtivacia xdeba komponentis moniSvniT da konteqsturi menius Sesabamisi punqtis gamoZaxebiT. nax. 32.-ze da nax. 33.-ze gamosaxul ia mavTul isa da koneqtoris Sesabamisi dial oguri fanj rebi.



nax. 32. mavTul is redaqtirebis dial ogi

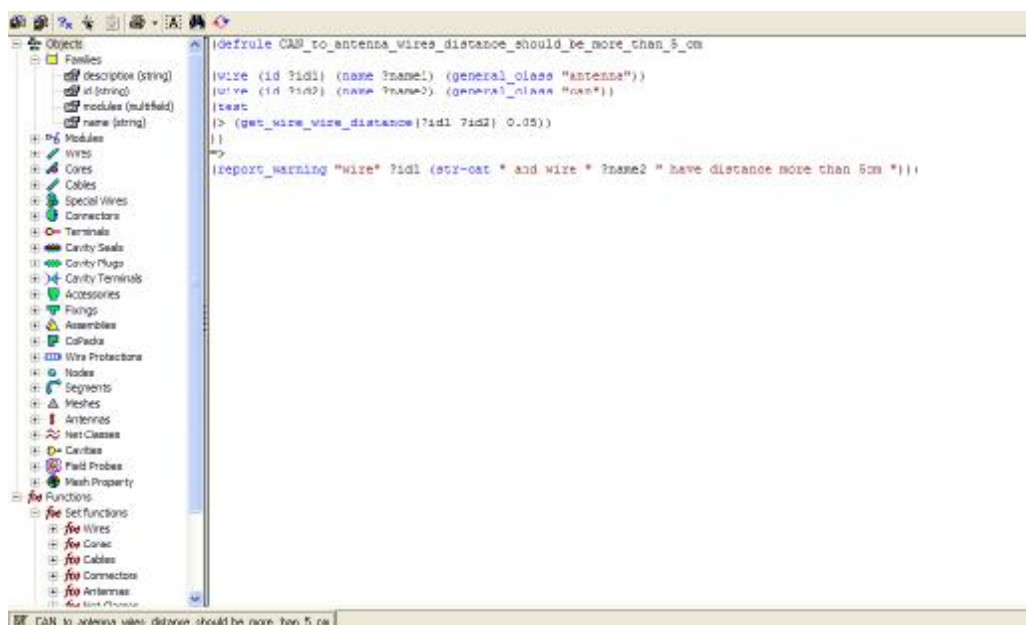


nax. 33. koneqtoris redaqtirebis dial ogi

msgavsi dial ogebia damuSavebul i sxva danarCeni komponentebisTvisac. maTi saSual ebiT momxmarebel s SesaZl ebl oba aqvs mosaxerxebel i formiT ganxil os komponentis parametrebi da Secval os zogierTi maTganis mniSvel obebi.

eqspertul i sistemis umniSvel ovanes nawil s warmoadgens wesebis redaqtori, roml is saSual ebiTac SesaZl ebel ia sistemas gadavceT eqspertul i codna. wesebis redaqtori warmoadgens teqstur redaqtors, romel ic samganzomil ebiani vizual iza torisa da sqematuri vizual iza toris msgavsad ixsneba Svil o bil i fanj ris saxiT (nax. 34).

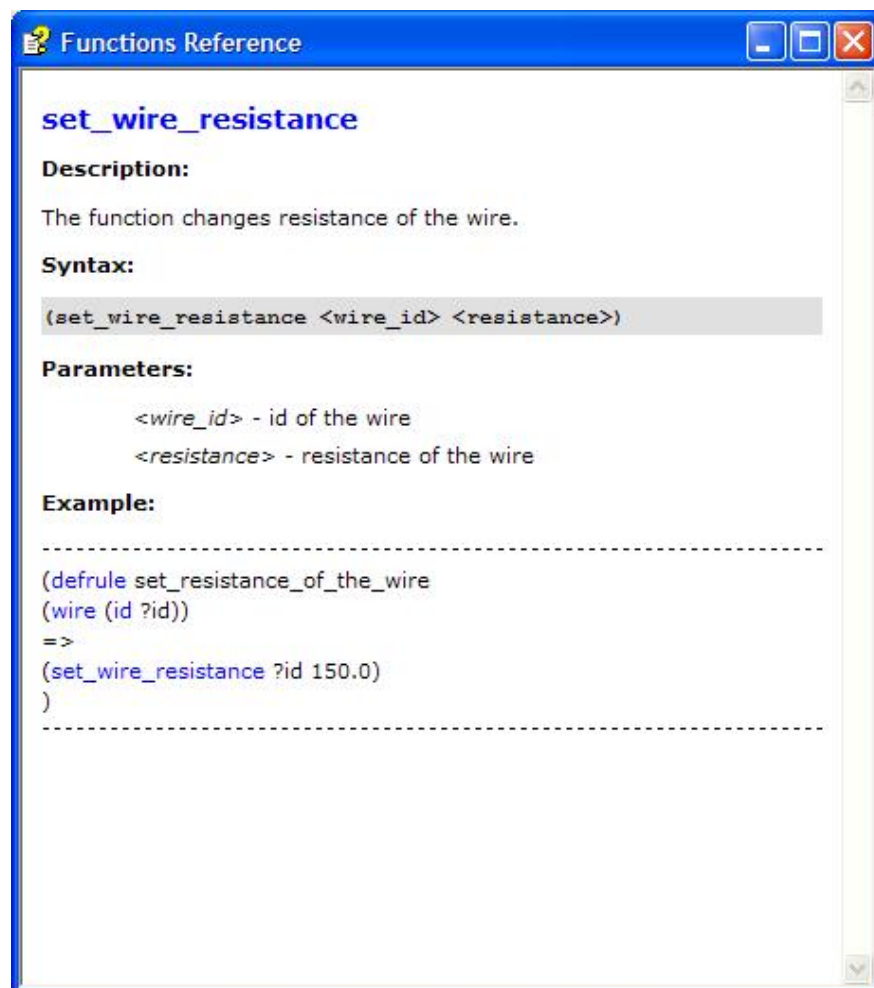
wesebis redaqtori Sedgeba ori nawil isagan: TviT redaqtoris da asistantis xisgan. redaqtorSi xdeba gasaReburi sityebis sxva ferad gamoyofa, frCxil ebis da bl okebis gamoyofa, rac Zal ze mosaxerxebel ia momxmarebl iTvis wesebis daweris dros. agreTve SesaZl ebel ia redaqtorSi sityebis Zebna da avtomaturi Secvl a.



nax. 34. wesebis redaqtori

მარცხნივ განთავსებული ასისტანტის ხის დანიშნულია ებაა გაუადვილოს მომხმარებელს გარე ფუნქციებისა და გაყვანილობის კომპონენტების გამოყენება. მასში გამოტანილია ყველა კომპონენტი თავისი ყველა პარამეტრით და აგრეთვე ყველა გარე ფუნქცია. კომპონენტის პარამეტრზე ან ფუნქციაზე მაუსის ორჯერ დაკაპუნებით შესაბამისი პარამეტრი ან ფუნქცია ავტომატურად ედება თვითნებური კურსორის ადგილი. აგრეთვე შესაძლებელია ფუნქციის მონიშვნა და მასზე დახმარების გამოწვევა (ნახ. 35).

ეკსპერტული სისტემის მუშაობის შედეგების წარდგენა მომხმარებლისთვის ხდება post-პროცესორის საშუალებით. შედეგები მომხმარებელს წარედგინება ცხრილი და გრაფიკული სახით. post-პროცესორის ფაქტობრივი შედეგები გვერდის სიგრძეზე (ნახ. 36).



ნახ. 35. დახმარების ფაქტობრივი შედეგები

Element	Name	Message	EHC Risk	Comment
connector	SP33_1.V	general_class=splice	Open	
connector	SP32_1.V	general_class=splice	Open	
connector	SPWNET_2.V	general_class=splice	Open	
connector	SPACDN_1.V	general_class=splice	Open	
connector	SP5B_4.V	general_class=splice	Open	
connector	SP49_4.V	general_class=splice	Open	
connector	SP49_2.V	general_class=splice	Open	
connector	SP34_1.V	general_class=splice	Open	

nax. 36. post-procesoris fnj ara (pirvel i gverdi)

pirvel gverdze mocemul ia detal uri informacia. igi Sedgeba ori cxril isagan. zeda cxril Si mocemul ia wesebi, roml ebic amoqmedda, xol o qveda cxril Si maTi amoqmedebis Sedegad miRebul i Setyobinebebi. qveda cxril i Sedgeba ramdenime svetisagan. esenia: obieqtis tipi, romel mac ar daakmayofil a raime kriteriumi, misi dasaxel eba, Setyobineba, romel ic aRwers probl emas, el eqtromagnituri Tavsebadobis riski da momxmarebl is komentari. rodesac obieqti iniSneba cxril Si, misi paral el urad moniSvna xdeba cxril ur, samganzomil ebian da sqematur vizual izatorebSi. SesaZl ebel ia Sedegebis angariSis formireba.

meore gverdze warmodgenil ia ukve komponentebis mixedviT daj gufebul i j amuri informacia (nax. 37.).

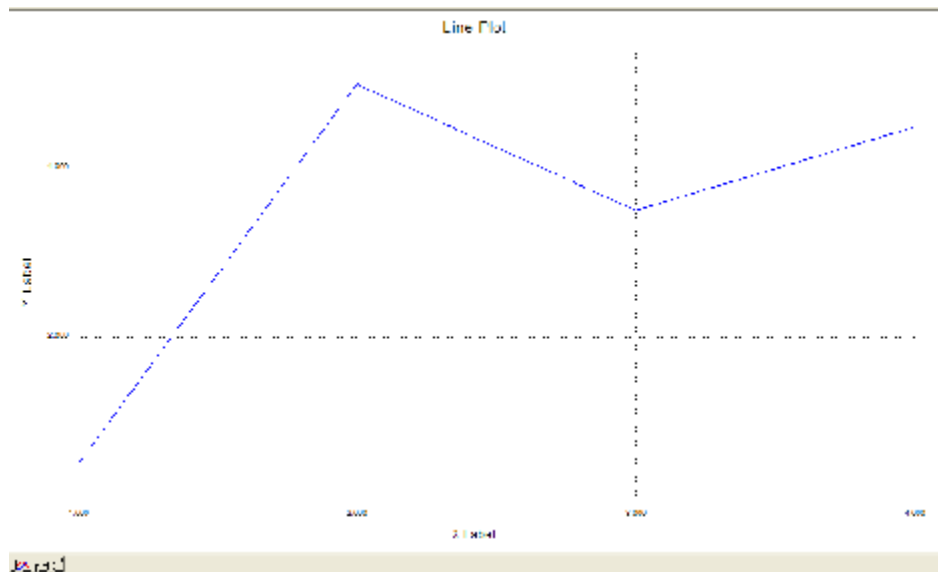
pirvel svetSi mocemul ia komponentis tipi, meoreSi misi dasaxel eba, mesameSi im wesebis raodenoba, romel mac aRmoaCina komponentis probl ematuroba, Semdeg j amuri el eqtromagnituri Tavsebadobis riski, xol o Semdeg modis svetebi, roml ebic aRwers TiToeul i wesis mixedviT Tu ra riski hqonda komponents.

Details		Summary			
Element	Name	Violated Rules: N	Total EMC Risk	sel_connector	
connector	SP33 1V	1	0 per:1	0 per:1	
connector	SP32 1V	1	0 per:1	0 per:1	
connector	SPNET 3V	1	0 per:1	0 per:1	
connector	SPCON 1V	1	0 per:1	0 per:1	
connector	SPB 4V	1	0 per:1	0 per:1	
connector	SP49 4V	1	0 per:1	0 per:1	
connector	SP49 2V	1	0 per:1	0 per:1	
connector	SP34 1V	1	0 per:1	0 per:1	

nax. 37. post-procesoris fanj ara (meore gverdi)

cxrii ebSi SesaZI ebel ia riskebis gansazRvra, komentarebis gakeTeba, Zebna, dal ageba da a.S.

wesebis amoqmedebis Sedegad formirebul i grafikebi waredgineba momxmarebel s cal ke Svil obil i fanj ris saxiT. SesaZI ebel ia grafikebis eqsportireba da redaqtireba (nax. 38).



nax. 38. Sedegebis grafikul i vizual izatori

amrigad, eqspertul i sistemisTvis SemuSavebul i iqna mosaxerxebel i grafikul i momxmarebl is interfeisi. igi moicavs saprobl emo arestan da codnis bazasTan muSaobis mZI avr saSual ebebs. informacia momxmarebel s waredgineba sxvadasxava saxiT (cxril urad, vizual urad, sqematurad, grafikul ad). SemuSavebul ia eqspertul i codnis sistemisTvis gadacemis da muSaobis Sedegebis momxmarebl isTvis wardgenis mosaxerxebel i saSual ebebi. yovel ive es avtomobil ebis el eqtromagnituri Tavsebadobis kvlevis eqspertul sistemas xdis mZI avr da advil ad gamosayenebel saSual ebad.

4 **EMC Expert**-ის პრაქტიკული გამოყენება

4.1 ელექტრომაგნიტური თავსებადობის შემოწმების არსები და მეთოდები

ავტომობილების დაპროექტებისას დრეზინების გამოყენება როგორც საცდელი ექსპერიმენტების რეალური მოდელი, აგრეთვე კომპიუტერული მოდელირების სხვადასხვა მეთოდები. უნდა აღინიშნოს, რომ რეალური ექსპერიმენტების განხორციელება გაციანა მთელი რიგი უარყოფითი მხარეები. ასეთი ექსპერიმენტის დატარება თავის აუცილებელია ავტომობილის მზა პროტოტიპის არსებობა, რაც, ერთი მხრივ, დიდ ფინანსურ დანახარჯებთანაა დაკავშირებული, ხოლო, მეორეს მხრივ, შესაძლებელია განხორციელებისას მოლოდინების დაპროექტების ბოლო ეტაპზე. ამ დროს არმოცნობილი პრობლემების აღმოჩენა კი გააძლიერებს უფრო დიდ დროს და ფინანსურ დანახარჯებთანაა დაკავშირებული ვიდრე დაპროექტების ადრეულ ეტაპზე.

ამიტომ უფრო ხშირად გამოიყენება სტრანსპორტის საშუალებების ელექტრომაგნიტური თავსებადობის კვლევების კომპიუტერული მეთოდები. პროექტირებადი ავტომობილის კომპიუტერული მოდელის შემდგომ შესაძლებელია დაპროექტების ადრეულ ეტაპზე დახედვით ნაკლებ დანახარჯებთანაა დაკავშირებული ვიდრე რეალური პროტოტიპის აგება. ზრდიან კვლევებისათვის გამოიყენება კომპიუტერული პროგრამები, რომლებიც რიცხვით მეთოდებზეა დაყრდნობილი მათი დიდი სიზუსტისა და შედეგების რეალური ექსპერიმენტთან სიახლოვის გამო.

ასეთი პროგრამული საშუალებების რიცხვს მიეკუთვნება **EMC Studio**, **FEKO**, **Microwave Studio**. მათი მუშაობის პრინციპი დაყრდნობილია მომენტებისა და სასრული ელემენტების მეთოდზე, ამიტომ ისინი მუშაობის პროცესში მოითხოვენ დიდ გამოთვლით და დროით რესურსებს. შესაბამისად, მათი საშუალებით შესაძლებელია მოლოდინის მიწვევა ზომის მოდელირებაში მუშაობა. მთლიანად ავტომობილის

el eqtromagnituri Tavsebadobis kvl eva ricxviti meTodebiT SeuZl ebel ia, swored amitom Sei qmna eqspertul i sistema, romel sac SesaZl ebl oba aqvs ganixil os mTl iani avtomobil i da aRmoaCinos probl ematuri areebi, roml ebi c SemdegSi ufro zusti kvl evis mizniT SesaZl ebel ia amoRebul iqnes model idan da gamokvl eul iqnes zemoT aRniSnul i saSual ebebis gamoyenebiT.

avtomobil ebis el eqtromagnituri Tavsebadobis kvl evis eqspertul i sistemis muSaobis sizustis Semowmebis mizniT erTi da igive amocanebi gadawyvetil iqna eqspertul i sistemisa da EMC Studio-s meSveobiT da moxda Sedegebis Sedareba. EMC Studio aris msofli oSi mowinave programul i sistema, romel ic gamoiyeneba avtomobil ebis el eqtromagnituri Tavsebadobis kvl evisaTvis. misi muSaobis principi damyarebul ia momentebis meTodze. Sedarebul i Sedegebi erTmaneTs daemTxva didi sizustiT, rac adasturebs eqspertul i sistemis maRal efeqturobas.

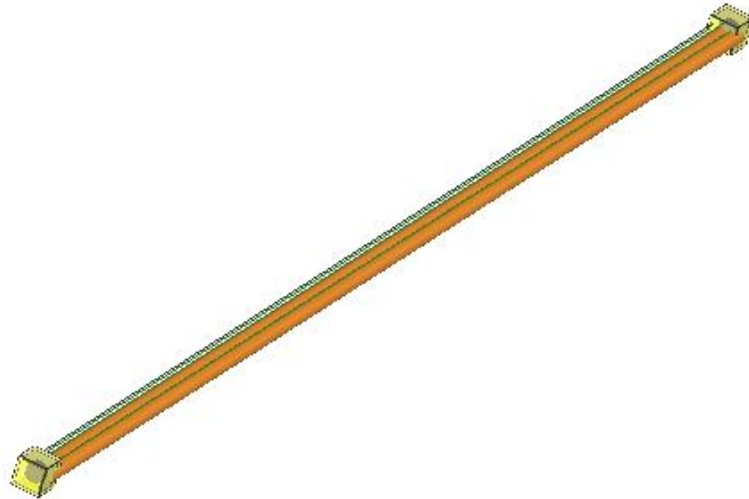
eqspertul i sistema warmatebiT aris danergil i msofli os iseTi cnobil i avtomwarmeobel ebis sawarmoo procesSi, rogoricaa fol ksvageni, audi da reno.

4.2 **EMC Expert**-is gamoyeneba el eqtromagnituri Tavsebadobis Sesamowmebl ad

avtomobil ebSi maRal i denis matarebel i mavTul ebi xSirad ganTavsebul ia mgrZnobiare mavTul ebis maxl obl ad, Sesabamisad, maRal i denis gavlena mgrZnobiare mavTul ze SesaZl ebel ia aRmoCndes kritikul i da gamoiwvios aparaturis muSaobis Seferxeba. eqsperimenti Catarda ideal ur model ze, roca mavTul ebi ganTavsebul ia erTmaneTis paral el urad da real uri avtomobil idan aRebul i gayvanil obis model ze. model ebi gamokvl eul iqna eqspertul i sistemisa da EMC Studios-s

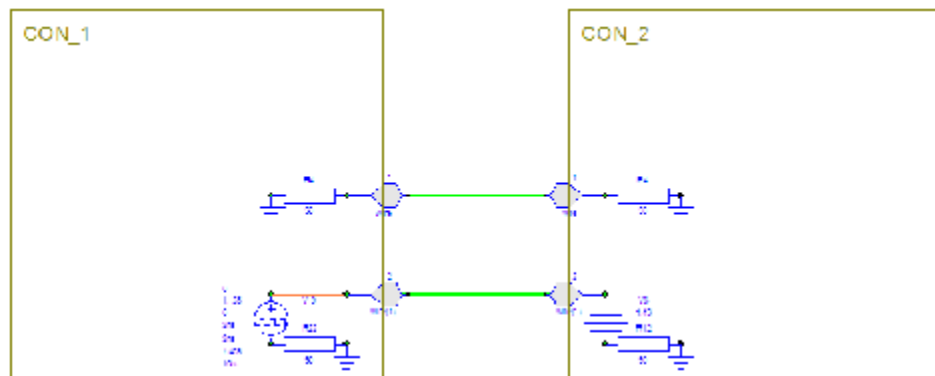
saSual ebiT da Sedegebi Sedarda erTmaneTs. agreTve gamokvl eul i qna gamoTvl ebisaTvis saWi ro droc.

pirvel SemTxvevaSi ori mavTul i moTavsebul ia erTmaneTis gverdiT. erT mavTul Tan mierTebul ia dens wyaro. vikvl evT meore mavTul Si aRZrul dens (nax. 39.).



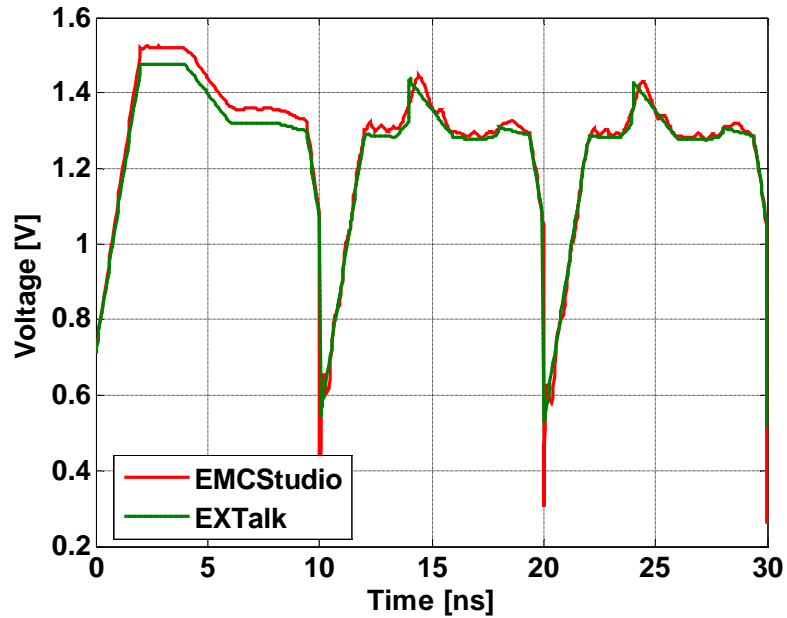
nax. 39. ori erTmaneTis gverdiT ganTavsebul i mavTul i

Sesabamisi sqema mocemul ia nax. 40.-ze

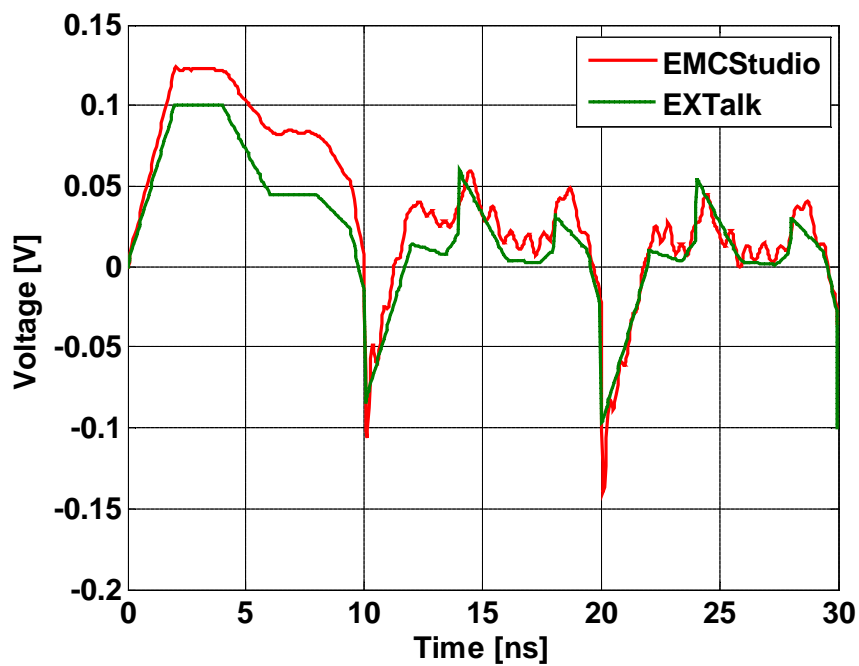


nax. 40. mavTul ebTan mierTebul i mowyobil obebis sqema

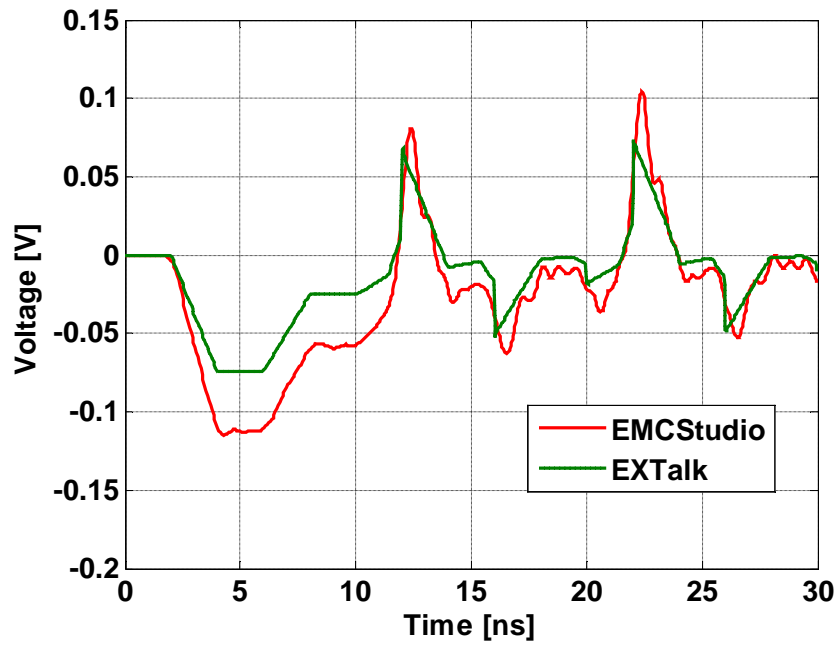
programebis muSaobis Sedegebi warmodgenilia Semdegi grafikebit (witeli grafiki aris EMC Studio-s gatvlebis Sedege, xolo mwane _ eqspertuli sistemis):



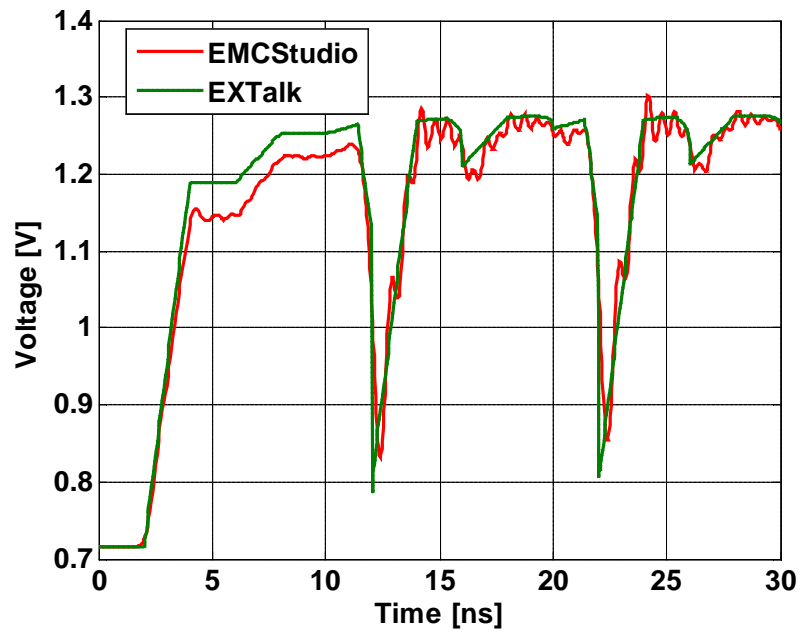
ნახ. 41. ზაბვა გამოსხივებელის მავტულის პირველ კონტაქტზე



ნახ. 42. ზაბვა მგრზნობიარე მავტულის პირველ კონტაქტზე



nax. 43. Zabva gamomsxivebel i mavTul is meore kontakqtze



nax. 44. Zabva mgrZhobiare mavTul is meore kontakqtze

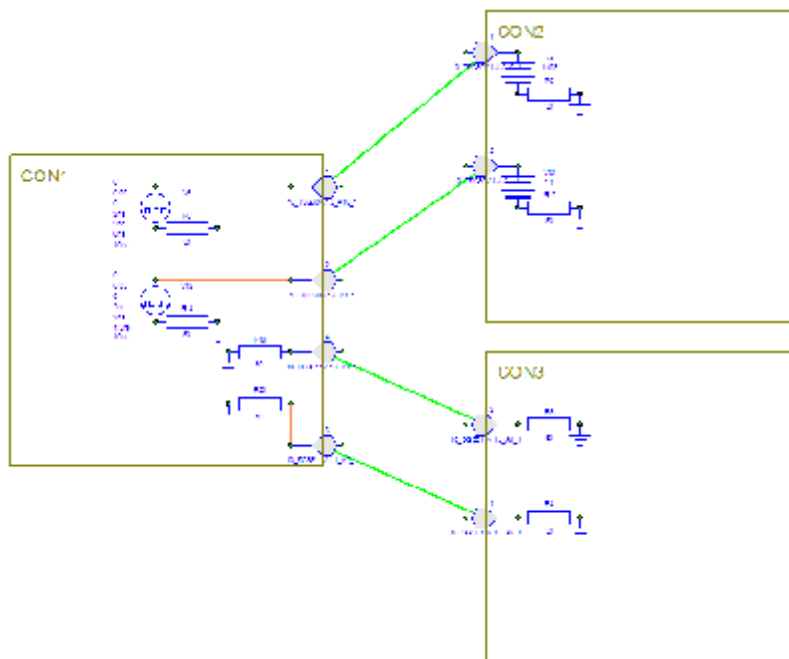
rogorc eqsperimentis Sedegebis Sedarebidan Cans ori programis muSaobis Sedegebi sakmaod didi sizustiT daemTxva erTmaneTs.



nax. 45. avtomobil is el eqtrogayvanil obis nawil i

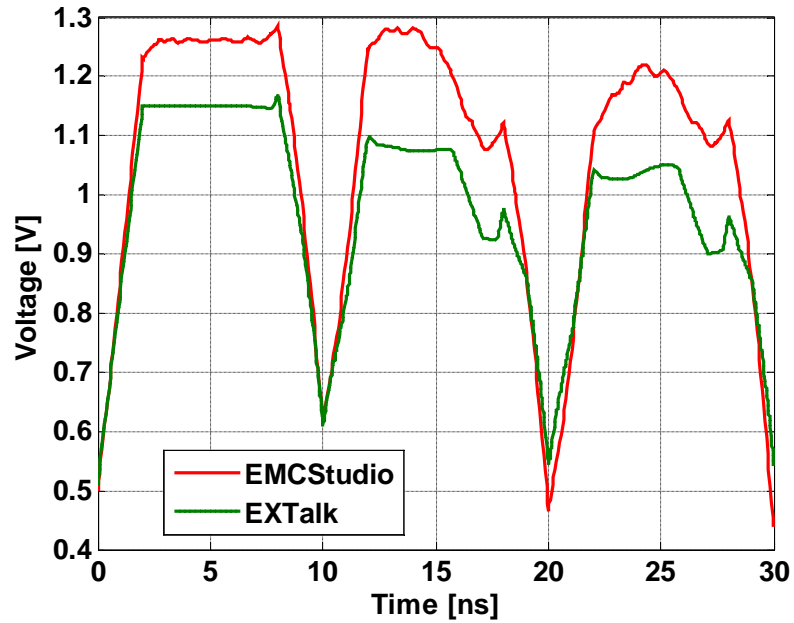
meore eqsperimentis dros aRebul iqna namdvil i avtomobil is el eqtrogayvanil obis nawil i (nax. 45.). ori mavTul i aris gamomsxivebel i, xol o ori _ mgrZnobi are.

Sesabamisi el eqtrul i sqema mocemul ia nax. 46.-ze.

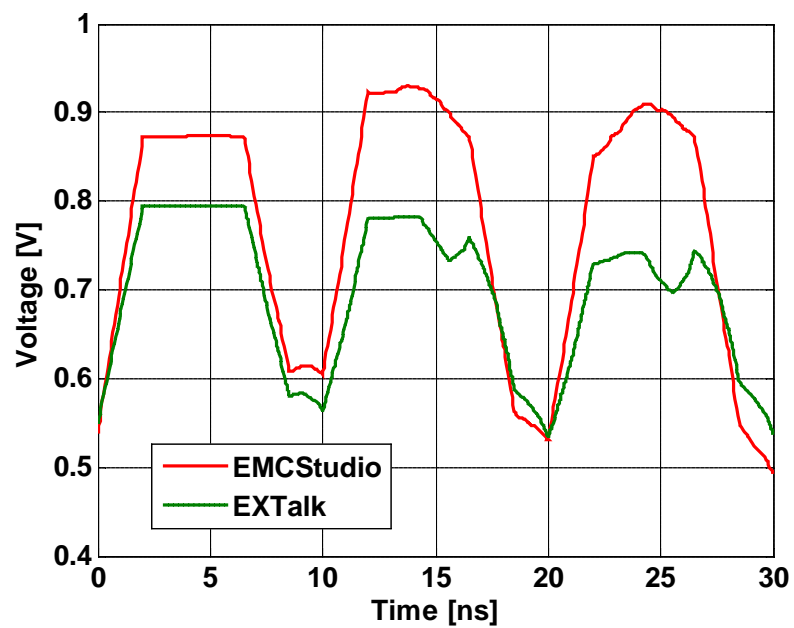


nax. 46. mavTul ebTan mierTebul i mowyobil ebebis sqema

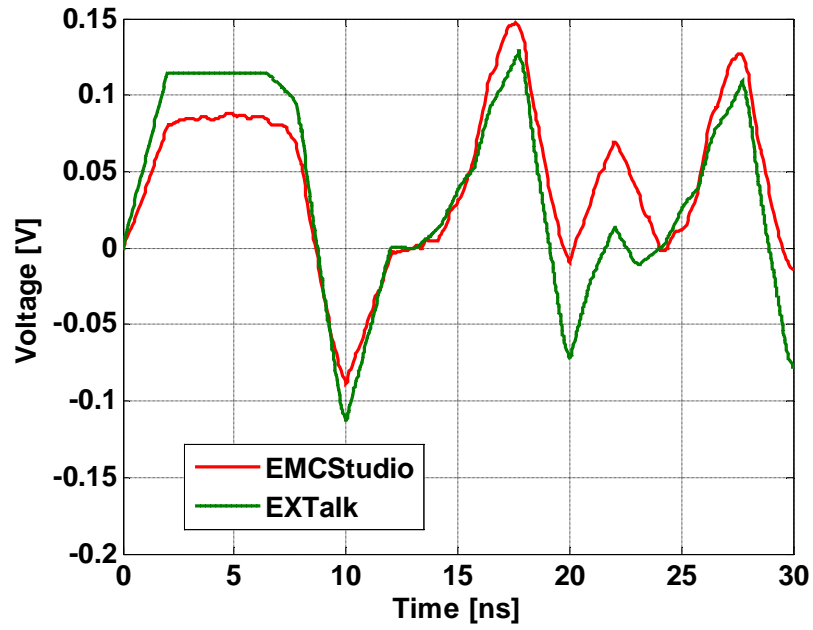
eqsperimentis Sedegebi warmodgenil ia Semdegi grafikebiT (wiTel i grafiki aris EMC Studio-s gaTvl ebis Sedege, xol o mwvane _ eqspertul i sistemis):



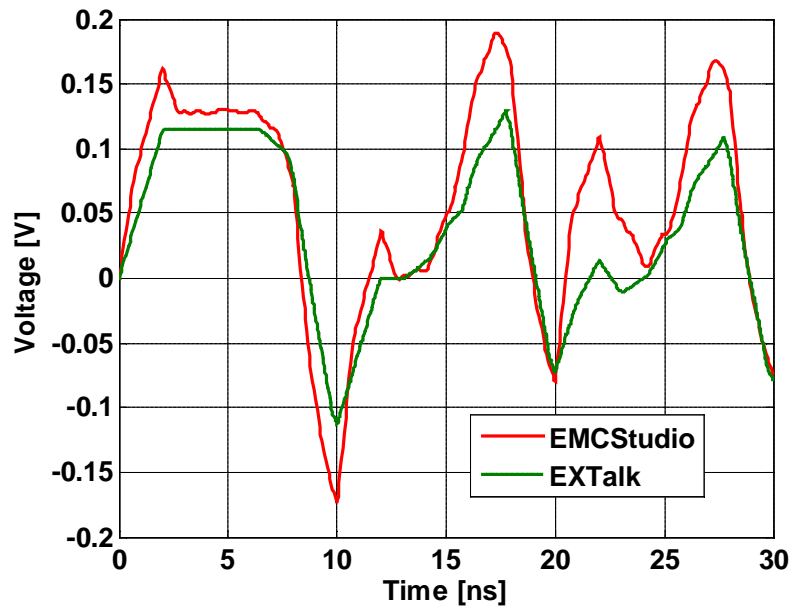
nax. 47. Zabva pirvel i gamomsxivebel i mavTul is pirvel kontakqtze



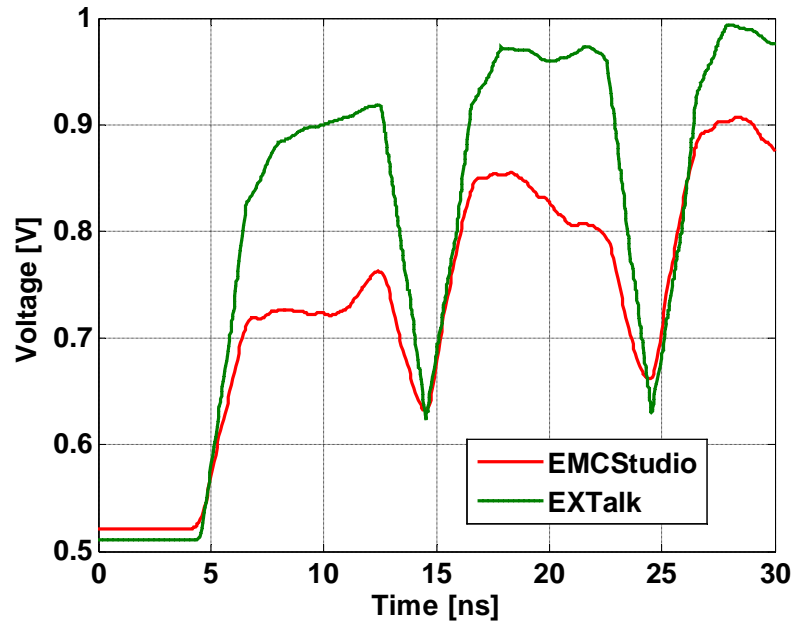
nax. 48. Zabva meore gamomsxivebel i mavTul is pirvel kontakqtze



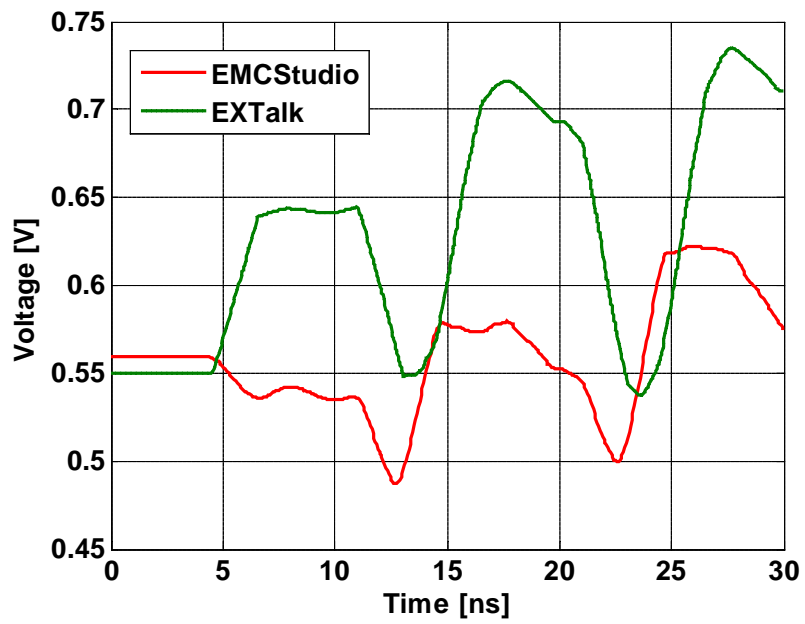
nax. 49. Zabva pirvel i mgrZnobiare mavTul is pirvel kontakqtze



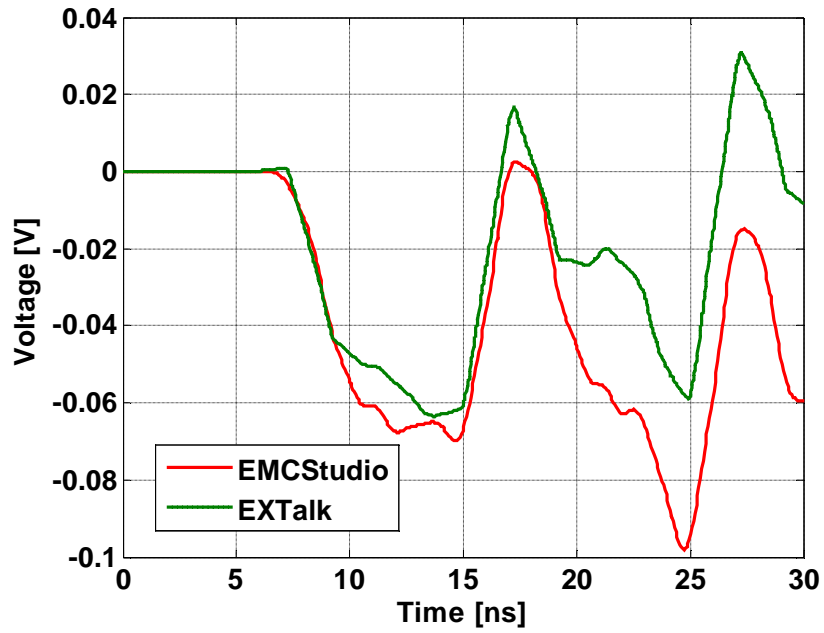
nax. 50. Zabva meore mgrZnobiare mavTul is pirvel kontakqtze



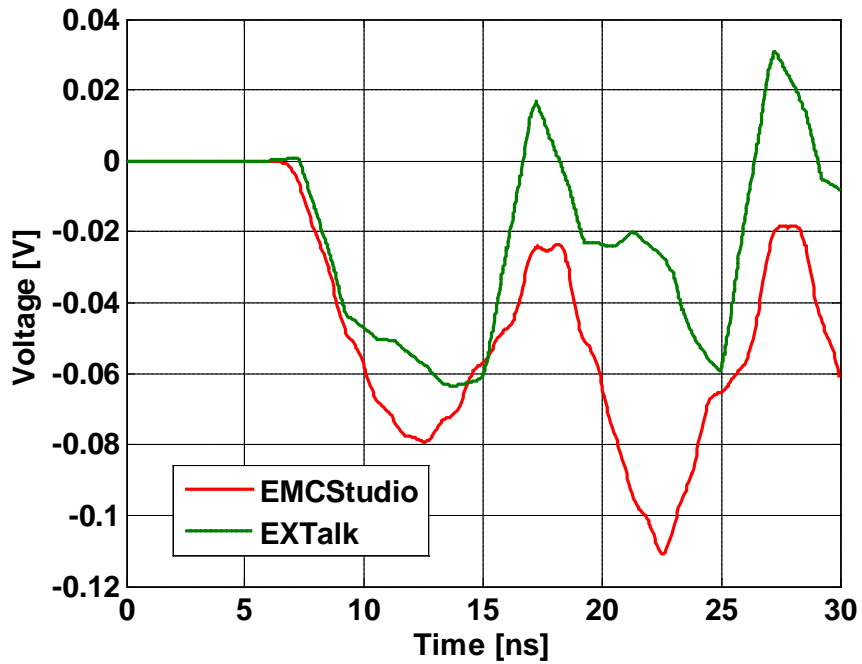
nax. 51. Zabva pirvel i gamomsxivebel i mavTul is meore kontakqtze



nax. 52. Zabva meore gamomsxivebel i mavTul is meore kontakqtze



nax. 53. Zabva pirvel i mgrZnobiare mavTul is meore kontakqtze

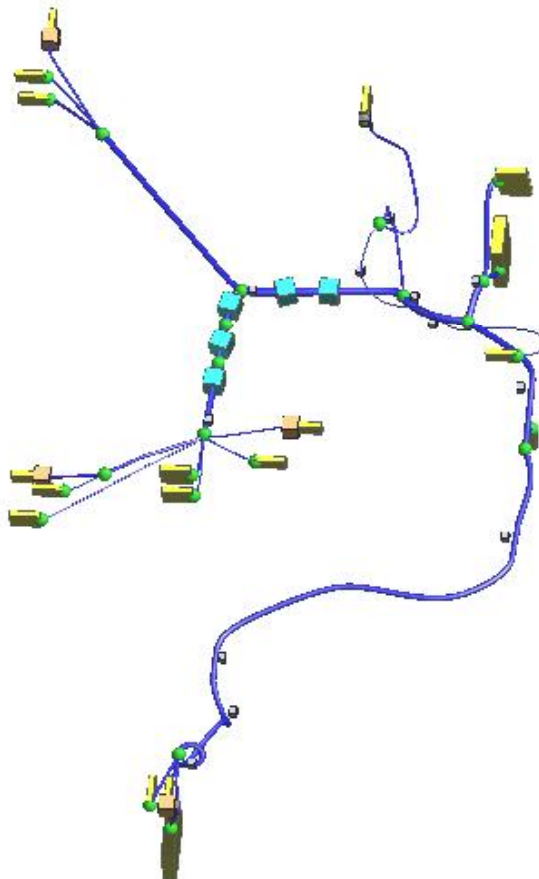


nax. 54. Zabva meore mgrZnobiare mavTul is meore kontakqtze

rogorc moyvanil i grafikebidan Cans, am SemTxvevaSi c Sedegebi didi sizustiT emTxveva erTmaneTs. mcire gansxvavebebi

gamowveul ia im faqtIT, rom EMC Studio–sa da EMC Expert–Si SeuZl ebel ia zustad identuri model is Seqmna.

gaTvl ebisaTvis saWiro drois dasadgenad aRebul iqna mavTul ebis rTul i sistema 5 gamomsxivebel i da 40 mgrZnobiare mavTul iT (nax. 55).



nax. 55. avtomobil is rTul i el eqtrogayvani l obis nawil i

gaTvl ebis dro arsebul SemTxvevaSi Seadgenda 3 wuTs, rac sakmaod kargi Sedegia. programebSi, roml ebic iyeneben ricxviT meTodebs msgavsi sistemis gamokvl eva praqtikul ad SeuZl ebel ia Zal ian didi droiT i da gamoTvl iTi resursebis saWiroebis gamo.

gamoyenebul i literatura

1. <http://auto.ihs.com/news/newsletters/auto-nov04-electronic-components.htm> ukanasknel ad iqna gadamowmebul i - 15.01.2006.
2. Denton T. Automobile Electrical and Electronic Systems. London: Arnold, 2000, 412 p.
3. Rybak T., Steffka M. Automotive Electromagnetic Compatibility. New York: Kluwer Academic Publishers, 2004, 295 p.
4. Kashyap N. An Expert Systems Application in electromagnetic compatibility. A thesis for master of science in electrical engineering. University of Missouri-Rolla, 1997, 112 p.
5. Колмогоров А.Н., Новиков С.П. Численные методы теории дифракции, Сборник статей. Москва: Мир, 1982, 200 с.
6. Jackson P. Introduction to Expert Systems, 3rd edition. Boston, MA,: Addison-Wesley Longman Publishing Co. Inc., 1998, 542 p.
7. Форсайт Р. Экспертные системы, принципы работы и примеры. Москва: Радио и связь, 1990, 224 с.
8. Adedeji B. Badiru. Expert systems applications in Engineering and manufacturing. Englewood, NJ: Prentice-Hall, 1992, 436 p.
9. Попов Э. В. Искусственный интеллект, системы общения и экспертные системы. Москва: «Радио и связь», 1990, Книга 1,462 с.
10. http://www.prostep.org/file/19592.KBL_2_3_Model ukanasknel ad iqna gadamowmebul i - 28.09.2006.
11. Rogers D.F., Adams J.A. Mathematical elements for computer graphics. Singapore: McGraw-Hill, 1990, 611 p.
12. Krishnamoorthy C.S., Rajeev S. Artificial Intelligence and Expert Systems for Engineers. London: CRC Press , 1996, 320 p.
13. CogovaZe g., gogi Cai Svili g., surgul aZe g., Serozia T., Sonia o. marTvis avtomatizebul i sistemebis daproeqteba da ageba. Tbilisi: teqniki universiteti, 2001, 742 gv.
14. Грэй П. Логика, алгебра и базы данных. Москва: Машиностроение, 1989, 360с.
15. Сещу С. Балабанян Н. Анализ линейных цепей. Москва: Госенергоиздат, 1963, 550 с.
16. ReMesh users manual. Tbilisi: EMCoS, 2003, 79 p.
17. Karkashadze D., Tsereteli P., Muchaidze G. Modifications Of The EMC Solver Static3D To Meet The Requirements Of The Audi EMC-Department. Tbilisi: EMCoS, 2003, 43 p.
18. Wilton D.R., Rao S.M., Shaubert D.H., Al-Bunduck O.M., Butler C.M. Potential integrals for uniform and linear source distributions on polygonal and polyhedral domains. IEEE Trans. on Antennas and Propagation. March 1984, Vol.AP-32, pp.276-281.

19. Static3D Users manual. Tbilisi: EMCoS, 2006 , 21 p.
20. Frei S., Jobava R., Karkashadze D., Gheonjian A., Yavolovskaia E. Calculation of Low Frequency EMC Problems in Large Systems with a Quasi-Static Approach. Santa Clara, USA: IEEE International Symposium on EMC, 2004.
21. Никольский В.В. Электродинамика и распространение радиоволн, Москва: Наука, 1973, 152 с.
22. Harrington R.F. Time Harmonic Electromagnetic Fields. New York: McGraw Hill Inc., 1961, 496 p.
23. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++. Москва: БИНОМ, 2000, 560 с.
24. Холзнер С. XML: Энциклопедия. 2-е издание. СПб.: Питер, 2004, 1101 с.
25. Страуструп Б. Язык программирования C++. Москва: БИНОМ, 2000, 990
26. Харрингтон Д. Проектирование реляционных баз данных. Москва: Лори, 2006, 230 с.
27. Хилл Ф. OpenGL, Программирование компьютерной графики. СПб.: Питер 2002, 1082 с.
28. Бу М., Нейдер Д., Девис Т., Шрайнер Д. OpenGL. Официальное руководство программиста. СПб.: ДиаСофт 2002, 592 с.
29. http://rpdrc.ic.polyu.edu.hk/old_files/stl_introduction.htm - ukanasknel ad i qna gadamowmebul i - 28.09.2006.
30. www.ghg.net/clips/download/documentation/bpg.pdf - ukanasknel ad i qna gadamowmebul i - 28.09.2006.
31. <http://www.ghg.net/clips/download/documentation/arch5-1.pdf> - ukanasknel ad i qna gadamowmebul i - 28.09.2006.
32. Sommerville I. Software Engineering. New York: Addison-Wesley, 2001, 693
33. Pressman R. S. Software Engineering, a practitioner's approach. London: McGraw Hill, 2000, 915 p.
34. EMC Studio users manual. Tbilisi: EMCoS, 2003, 175 p.
35. Chikhradze B., Topchishvili D., Demurov A, Jobava R. Expert System for Detecting and Curing EMC Problems of Automobile Harness. saqar Tvel os mecni ereba Ta akademi is moambe. 2006, 3, gv. 469-471.
36. CixraZe b., To fCi Svil i d., demurovi a., j obava r., gogi Cai Svil i g. avtomobil ebis el eqtrul i sistemebis el eqtromagnituri Tavsebadobis anal izi eqspertul i sistema EMCExpert-is saSual ebi T. mecni ereba da teqnol ogiebi. 2006, 4-6, gv. 28-30.
37. Topchishvili D., Jobava R., Bogdanov F., Chikhradze B., Frei S. A hybrid MTL/MOM approach for investigation of radiation problems in EMC. DIPED, 2004, pp. 65-68.

იბეჭდება ავტორთა მიერ წარმოდგენილი სახით

გადაეცა წარმოებას 30.01.2009. ხელმოწერილია დასაბეჭდად
19.02.2009. ქალაქის ზომა 60X84 1/16. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 7.
ტირაჟი 100 ეგზ.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი,
კოსტავას 77



Verba volant,
scripta manent