**ივანე ჯავახიშვილის სახელობის**

**თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
და**

**აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია\***



***გიორგი კაპანაძე***

**არადანი**

ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი  
ელექტრული და ელექტრონული ინჟინერია

სადოქტორო ნაშრომი

სადოქტორო ნაშრომის ხელმძღვანელი : **არჩილ ბოლქვაძე\***

აბასთუმნის ობსერვატორია 2021

სარჩევი

[არადანი: 3](#_Toc83573061)

[ჩონჩხი : 5](#_Toc83573062)

[ანოტაცია 7](#_Toc83573063)

[1 შესავალი 7](#_Toc83573064)

[1.1 თავი 1.1 7](#_Toc83573065)

[2 სამაგისტრო ნაშრომის მიზნები და სტრუქტურა 8](#_Toc83573066)

[3 თეორიის მიმოხილვა და მისი იმპლემენტაცია 9](#_Toc83573067)

[3.1 თავი 3.1 9](#_Toc83573068)

[3.1.1 თავი 3.1.1 10](#_Toc83573069)

[4 ახალი გადაბმის მექანიზმის გამოყენება და კვლევის შედეგები 12](#_Toc83573070)

[4.1 კვლევის შედეგები და მათი განხილვა 14](#_Toc83573071)

[5 დასკვნა 15](#_Toc83573072)

[ლიტერატურა 16](#_Toc83573073)

# არადანი:

კითხვები: // ფონტია შესაცვლელი

1. რა არის არადანი?
2. გადაბმის მექანიზმები, მანქანური ენა
3. მანქანური სიტყვების თქმის განზომილება. განზომილებები
4. ახალი ენა
   1. აენის განზომილება
5. ახალი გადაბმის მექანიზმი
   1. მექანიზმის აღწერა oars (ო სიგმა)
   2. გულგული
6. ოპერაციული სისტემის (მრავალამოცანიანობის) იმპლემენტაცია სიტყვებად (ახლებურად)
   1. ვიდეო
   2. ციკლი სამმაგი (3დ) ვაილის გარეშე (ახლებურად)
   3. გამოყენება
   4. უპირატესობები
   5. ნაკლები
   6. დასვნა
7. ოპერაციული სისტემები
   1. აღწერა
   2. ნაკლები
   3. უპირატესობები
   4. ოპერაციული სისტემა oars (ახლებურად)
   5. დასვნა
8. C ენა. კოდის იმპლემენტაცია (არადანი)
   1. მექანიზმის აღწერა (იმპლემენტაცია კოდი)
   2. Gaming (თამაშების იმპლემენტაცია, ახლებურად)
   3. HTTP პარსერი (ახლებურად)
9. უფრო ლამაზი გახდება თუ უფრო სწრაფი და ჩახლართული?
10. რატომაა საჭირო არსებულის შეცვლა?
11. რა უპირატესობას მომიტანს?
12. რა საშენი მასალა მაქვს?
13. რა წესებით შემიძლია გადაბმების გაკეთება?
14. რისი შეცვლაა შესაძლებელი?
15. და რა ვერ შეიცვლება?
16. რის ოპტიმიზირებას ცდილობთ? (ოპტიმიზირებას?)
17. რატომ არ მოგწონთ აქამდე არსებული?

პასუხები:

როცა return ზე ორიენტირებული გადაბმის სისტემა გვაქვს. რთული ლოგიკური კომპოზიციის წარმოსადგენად საჭიროა ბევრი “if” - „თუ“ - ების გამოყენება.   
ლოგიკური კომპოზიციები უფრო სწრაფად გადაებმება ახალი გადაბმის მექანიზმით, რადგან გადაბმის დროს „თუ“ ინსტრუქციები (გადახტომები, CPU ს მუშაობის დროს, სტეკის გამოყენება) აღარ იქნება საჭირო. მივდივართ სულ წინ. (დასაზუსტებელია პასუხი)!

/\*

კიდევ იქნება პასუხები ☺)))

\*/

# ჩონჩხი :

ანოტაცია   
ვიტყვით ვინ ვართ. რას ვაკეთებთ (მოკლედ). ვისაუბრებთ პრობლემებზე და მათი გადაჭრის გზაზე (მოკლედ).

1. შესავალი

/\*

//////////////////////// გადასალაგებელია თავებში ///////////////////////////

რას ვაკეთებთ (ვრცლად). რისთვის ვაკეთებთ (ვრცლად). როგორ ვაკეთებთ ( მოკლედ --- ვრცლად ჩაიშლება სხვა თავებში, ან ამავე თავში)

--- 1.1 გადაბმის მექანიზმები, მანქანური ენა

--- 1.2 მანქანური სიტყვების თქმის განზომილება

--- 1.3 ოპერაციული სისტემების მიმოხილვა

--- 1.3.1 ზოგადი მიმოხილვა (ვრცლად)

..............................................................................................

--- 1.3.x დასკვნა

--- 1.4 ახალი ენა (ახალი განზომილების შექმნა)

--- 1.4.1 oarsC

--- 1.4.2 აენის განზომილება

--- 1.5 არადანი. ახალი გადაბმის მექანიზმი

--- 1.5.1 მექანიზმის აღწერა

--- 1.6 გულგული და მისი გამოყენება

--- 1.7 ოპერაციული სისტემის მრავალ ამოცანიანობის იმპლემენტაცია სიტყვებად

--- 1.7.1 multitasking

--- 1.8 linking (???)

--- 1.9 Gaming - თამაშების იმპლემენტაცია, ახლებურად

--- 1.9.1 Raylib და aradan და (წერტილი)

--- 1.10 HTTP პარსერი (ახლებურად)

2. სადოქტორო ნაშრომის მიზნები და სტრუქტურა

3. თეორის მიმოხილვა და მისი იმპლემენტაცია

--- 3.1

4. ახალი გადაბმის მექანიზმის გამოყენება და კვლევის შედეგები

5. დასკვნა

ლიტერატურა

/\*

პირველი ფურცელი

ანოტაცია

თავი 1. თავში დასაბუთებულია ამოცანის აქტუალობა.

ავღწერთ პრობლემას და ვლაპარაკობთ გადაბმის ახალ მექანიზმზე (სიტყვების თქმის ახალ მექანიზმზე და მასთან არსებული თავები)

// პარაგრაფები გადასალაგებელია თავებში (დასამთავრებელია)

განხილულია გადაბმის არსებული მექანიზმი

განხილულია ოპერაციული სისტემები

აღწერილია გადაბმის ახალი მექანიზმი - ქვეთავებად

აღწერილია გადაბმის ახალი მექანიზმით სიტყვებად წერის ენა

აღწერილია ოპერაციული სისტემის მრავალ ამოცანიანობის იმპლემენტაცია

Multitasking

Linking (???)

განხილულია სადოქტორო ნაშრომის მიზნები

თავი 2. თავში კი სადოქტორო ნაშრომის მიზნები.

იქნება პარაგრაფი. სადაც ვიტყვით თუ რა არის კონკრეტული მიზანი და როგორ მივაღწევთ მას ( რაც შემდეგ თავებში იქნება ჩაშლილი)

----------- თავი 2-ის სათაური: სადოქტორო ნაშრომის მიზნები და სტრუქტურა

თავი 3. თავში დეტალურად აღწერილია ახალი გადაბმის მექანიზმის და მასთან დაკავშირებული ყველა სტრუქტურის თეორიული მოდელები და მათი იპლემენტაცია.

----------- თავი 3-ის სათაური: თეორის მიმოხილვა და მისი იმპლემენტაცია

თავი 4. თავში დეტალურად არის აღწერილი სამუშაოს შესრულების პროცესი და შედეგები. ახალი გადაბმის მექანიზმით შესრულებული ამოცანები (კონკრეტული ამოცანები). თავი დამთავრდება შედეგების განხილვით და შედარებით (შედარებები მოსაფიქრებელია არსებული გადაბმის მექანიზმისა და ახლის)

----------- თავი 4-ის სათაური: ახალი გადაბმის მექანიზმის გამოყენება და კვლევის შედეგები

თავი 5. დასვნა

ლიტერატურა

\*/

# ანოტაცია

# შესავალი

## თავი 1.1

იხ. ნახ. 1

|  |
| --- |
|  |
| 1. ONE TRUTH – MANY SONGS |

 (1)

 (2)

 (3)



 (4)

 (5)

 (6)

Zo=.

 (7)

 -





# სადოქტორო ნაშრომის მიზნები და სტრუქტურა

/\*

////////////////////////////// გადასაკეთბელია.

ჰიბრიდულ და ელექტრო ავტომობილებში მაღალი სიმძლავრის მოდულები მუშაობენ იმპულსურ რეჟიმებში და გააჩნიათ მძლავრი ფართოზოლოვანი EM გამოსხივება. ოპტიმალურ ეკრანირებას მოითხოვს, როგორც აქტიური მოდულები ასევე მათი შემაერთებელი კაბელები.

სამაგისტრო ნაშრომის შესრულება შემდეგ მიზნებს ისახავდა:

* რთული ეკრანების მქონე მაღალი ძაბვის კაბელების გადაცემის წინაღობის მიღების მეთოდოლოგიის გაუმჯობესება
* ადვილად გადაწყობადი გამზომი სტენდის შექმნა დამიწების და ეკრანირების ეფექტების შესასწავლად
* კომპიუტერული მოდელირების, როგორც დამხმარე ინსტრუმენტის გამოყენება დამიწების იმპედანსის ბუნების და მისი გავლენების გამოსაკვლევად.
* კომპიუტერული მოდელირების დროს გამოყენებული მეთოდებისა და მოდელირების გზის აღწერა.

პირველ თავში დასაბუთებულია ამოცანის აქტუალობა, მე-2 თავში კი სამაგისტრო ნაშრომის მიზნები. მე-3 თავში განხილულია გაზომვებისა და მოდელირების მეთოდები, ხოლო მე-4 თავში დეტალურად არის აღწერილი სამუშაოს შესრულების პროცესი და შედეგები.

\*/

# თეორიის მიმოხილვა და მისი იმპლემენტაცია

## თავი 3.1

|  |
| --- |
|  |
| 1. VALARS |

 (8)

 (9)



 (10)

 (11)



 (12)

, ,  (13

### თავი 3.1.1

 (14)

 (15)

უნდა გავშალოთ ბაზისური ფუნქციების სასრულ ჯამად:

 (16)

()

 (17)

სადაც 

 (18)

 (19)

სადაც

 (20)

 (21)

 (22)

|  |  |
| --- | --- |
| Parameters | Notation |
| Core diameter, [mm] | Dl |
| Shield inner diameter, [mm] | Di |
| Shield filament diameter, [mm] | d |
| Shield thickness, [mm] | Ts |
| Outer insulation thickness, [mm] | To |
| Number of filaments in carrier | N |
| Number of carriers | L |
| Weave Angle, [°] | ψ |
| Optical coverage, [%] | K |
| Shield Conductivity, [S/m] | σ |

, , ,  . -ს.

 (34)

 (35)

 (36)

 (37)

 (38)

სადაც:

 (39)

 არიან სიდიდეები რომელბიც მოყვანილია ცხრილში

- ეკრანის ოპტიკური დაფარვა

 - skin სიღრმე []

# ახალი გადაბმის მექანიზმის გამოყენება და კვლევის შედეგები

ცხრილი 2 - ში მოყვანილია თვითოეული ობიექტის სისქე, გამტარებლობა მეტალური ზედაპირებისთვის და დიელექტრიკული შეღწევადობა Fr\_4 დიელექტრიკისთვის.



|  |  |
| --- | --- |
| Parameter | Value |
| **FR-4** \_**Dielectric material** | ɛ=4.8, Dielectric loss=0.01, µ=0 |
| **Thickness of dielectric substrate** | 1.6 mm |
| **Conductivity of wire** | 57.6 MS/m |
| **Diameter of wire** | 1.2 mm |
| **Conductivity of boxes** | 20.3 MS/m |
| **Thickness of boxes** | 3 mm |
| **Conductivity of grounding wire** | 57.6 MS/m |
| **Diameter of grounding wire** | 1.2 mm |
| **Conductivity of table** | 20.3 MS/m |
| **Thickness of table** | 3 mm |
| **Source** | Impressed currents |
| **Loads** | 50 ohm |
| **Number of triangles** | 34707 |
| **Calculation Frequency Range** | 150 kHz – 30 MHz |

ცხრილი 3 -სა და ცხრილი 4 -ში მოყვანილია გამზომი სტენდის სხვადასხვა კონფიგურაციები ეკრანირებული და არაეკრანირებული კაბელების შემთხვევაში.

1. გამზომი სტენდის სხვადასხვა კონფიგურაციები არაეკრანირებული კაბელის შემთხვევაში

|  |  |
| --- | --- |
| კონფიგურაცია 1.1 | გენერატორის და დატვირთვის მხარეები დამიწებულია |
| კონფიგურაცია 1.2 | გენერატორის მხარე დამიწებულია, დატვირთვის მხარე კი იზოლირებულია მაგიდიდან FR\_4 დიელექტრიკით |
| კონფიგურაცია 1.3 | გენერატორის მხარე დამიწებულია, დატვირთვის მხარე იზოლირებულია მაგიდიდან FR\_4 დიელექტრიკით და დამიწებულია დამატებითი მავთულით |
| კონფიგურაცია 1.5 | გენერატორის მხარე იზოლირებულია FR\_4 დიელექტრიკით და დამიწებულია დამატებითი მავთულით, ხოლო დატვირთვის მხარე იზოლირებულია მაგიდიდან |
| კონფიგურაცია 1.6 | გენერატორის და დატვირთვის მხარეები იზოლირებულნი არიან მაგიდიდან FR\_4 დიელექტრიკით და დამიწებულნი არიან დამატებითი მავთულებით |

1. გამზომი სტენდის სხვადასხვა კონფიგურაციები ეკრანირებული კაბელის შემთხვევაში

|  |  |
| --- | --- |
| კონფიგურაცია 2.1 | გენერატორის და დატვირთვის მხარეები დამიწებულია |
| კონფიგურაცია 2.2 | გენერატორის მხარე დამიწებულია, დატვირთვის მხარე კი იზოლირებულია მაგიდიდან FR\_4 დიელექტრიკით |
| კონფიგურაცია 2.3 | გენერატორის მხარე დამიწებულია, დატვირთვის მხარე იზოლირებულია მაგიდიდან FR\_4 დიელექტრიკით და დამიწებულია დამატებითი მავთულით |
| კონფიგურაცია 2.4 | გენერატორის მხარე იზოლირებულია FR\_4 დიელექტრიკით და დამიწებულია დამატებითი მავთულით, ხოლო დატვირთვის მხარე დამიწებულია |
| კონფიგურაცია 2.5 | გენერატორის მხარე იზოლირებულია FR\_4 დიელექტრიკით და დამიწებულია დამატებითი მავთულით, ხოლო დატვირთვის მხარე იზოლირებულია მაგიდიდან |
| კონფიგურაცია 2.6 | გენერატორის და დატვირთვის მხარეები იზოლირებულნი არიან მაგიდიდან FR\_4 დიელექტრიკით და დამიწებულნი არიან დამატებითი მავთულებით |

ცხრილი 3 -სა და ცხრილი 4 -ში

## კვლევის შედეგები და მათი განხილვა

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | |  |
|  | |  |
|  | |  |
|  | |  |
| 1. კაბელში აღძრული ძაბვა | 1. მაგნიტური ველი სენსორში | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |
| პირდაპირი კავშირი | ტევადური კავშირი | დამატებითი მავთულით კავშირი |

# დასკვნა

# ლიტერატურა

[1]. SAE Handbook, *Society of Automotive Engineers*, Warrendale, PA, USA, 1999.

[2]. SAE EMI Standards Committee, “Limits and Methods of Measurement of Radio Disturbance Characteristics of Components and Modules for the Protection of Receivers Used On Board Vehicles,” SAE Standard SAE J1113/41, July, 1995.

[3]. SAE EMI Test Methods and Standards Committee, “Electromagnetic Compatibility – Component Test Procedure – Part 42 – Conducted transient Emissions,” SAE Standard SAE J1113/42, July, 1994.

[4]. CISPR25, “Radio disturbance characteristics for the protection of receivers used on board vehicles, boats and devices – limits and methods of measurement,” International Electrotechnical Commission (CISPR), March, 2008.

[5]. G. L. Skibinski, R. J. Kerkman and D. Schlegel, “EMI emissions of modern PWM AC drives,” In IEEE Industry Applications Magazine, vol. 5, no. 6, pp. 47 - 80, 1999.

[6]. M. E. Haque, A. A. Bokhari and A. I. Alolah, “Simulink modeling of the problem associated with fast switching PWM IGBT-inverter fed AC motor drive with long cable and its remedies,” IEEE Intl. conference on Systems, Signals & Devices, Sousse-Tunisia, March 21-24, 2005.

[7] M. E. Haque, M. F. Rahman. and T. R. Blackburn, “A study of the over-voltage stress with IGBT inverter waveforms on motor and supply cabling and their remedial measures,” Proc. of AUPEC/EECON Conference, Darwin, Australia, pp. 87-92, Sept. 26-29,1999.

[8]. T. Haider, M .E. Haque, M. F. Rahman, T. R. Blackburn and C. Grantham, “Modeling and experimental studies of effect of steep fronted inverter waveform on motor and supply cabling and their remedies,” IEEE International Conference on Power Electronics and Drives (PEDS'99), Hong Kong, vol. 2, pp. 519-525, July 27-29, 1999.

[9]. K. M. Muttaqi and M. E. Haque, “Electromagnetic Interference Generated from Fast Switching Power Electronic Devices,” International Journal of Innovations in Energy Systems and Power, vol. 3, no. 1, April, 2008.

[10]. “EMCoS Ltd. EMCoS Studio,” www.emcos.com, 2018.

[11]. C. R. Paul, *Introduction to Electromagnetic Compatibility,* Second edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2006.

[12]. C. R. Paul, *Analysis of Multiconductor Transmission Lines,* John Wiley & Sons, New York, 1994.

[13]. D. Karkashadze, R. Jobava, S. Frei and B. Soziashvili, “A fast method of auxiliary sources based calculation of capacitance and inductance matrices,” in Proc. 6th Int. Seminar/Workshop Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory, DIPED 2001, Lviv, Ukraine, pp. 187-190.

[14]. H. Chobanyan, I. Badzagua, T. Injgia, A. Gheonjian and R. Jobava, “Application of hybrid MoM/MTL method to simulation of interaction between cable harness and antennas,” in Proc. 14th Int. Seminar/Workshop Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory, DIPED 2009, Lviv, Ukraine, pp. 33-38.

[15]. K. L. Kaiser, *Electromagnetic Compatibility Handbook,* Boca Raton, FL: CRC Press, 2005, ch. 5.

[16]. S. A. Schelkunoff, “Theory of lines and shields,” Bell Syst. Tech. J., v. 13, no. 4, pp. 532-579, 1934.

[17]. F. Tesche, M. V. Ianoz and T. Karlsson, *EMC Analysis Methods and Computational Models,* John Wiley & Sons, Inc., New York, 1997, Part V Shielding Models.

[18]. R. F. Harrington, *Field Computation by Moment Methods,* New York, Macmillan, 1968.

[19]. L. Qi, X. Cui, and X. Gu, “A simple method for measuring complex transfer impedance and admittance of shielded cable in substations,” 17th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility, Singapore, 27 February–3 March 2006, pp. 650–653.

[20]. A. Mushtaq and S. Frei, “Transfer impedance simulation and measurement methods to analyze shielding behavior of HV cables used in Electric-Vehicles and Hybrid-Electric-Vehicles,” Proc. of the 2013 International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC Europe 2013), Brugge, Belgium, September 2-6, 2013, pp. 241-246.

[21]. A. Mushtaq and S. Frei, “Analysis of Shielding Effectiveness of HV Cable and Connector Systems used for Electric Vehicles,” open access proceedings of Advances in Radio Science, 14, 139–145, 2016

[22]. F. Tesche, M. V. Ianoz and T. Karlsson, “EMC Analysis Methods and Computational Models”, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1997.

[23]. Communication cables – Specification for test methods Part1-6 of EN50289: Electrical test methods of Part 1-6 – Electromagnetic performance (English version).

[24]. E. F. Vance, “Shielding Effectiveness of Braided-Wire Shields,” IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, vol. EMC-17. no. 2. May 1975.

[25]. E. F. Vance, *Coupling to Shielded Cables,* John Wiley & Sons, Inc., 1978.

[26]. M. Tyni, “The Transfer Impedance of Coaxial Cables with Braided Outer Conductor,” Digest of the 10th International Wroclaw Symposium on EMC, 1976.

[27]. S. Sali, “An improved Model for the Transfer Impedance Calculations of Braided Coaxial Cables,” IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, vol.32, no. 2, 1991.

[28]. F. A. Benson, P. A. Cudd and J. M. Tealby, “Leakage from coaxial cables,” IEE Proc-A, vol. 139, no. 6, 1992, pp 285-303.

[29]. T. Kley, “Optimized Single-braided Cable Shields,” IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, vol.35, no. 1, 1993.

[30]. H. Schippers, J. Verpoorte, R. Otin, “Electromagnetic analysis of metal braids,” Proc. of the 10th Int. Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC Europe 2011), York, UK, September 26-30, 2011, pp 543-548.