



ფრაქტალურ სტრუქტურებში სრულყოფილი შეფასების მეთოდების დამუშავება საიმედოობის პარამეტრების გათვალისწინებით

მარინა ქურდაძე¹; გედევან მურჯიკნელი²

¹პროფესორი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ციფრული სატელეკომუნიკაციო ტექნოლოგიების დეპარტამენტის უფროსი. 555441020, m.kurdadaze@gtu.ge, orcid- 0009-0001-2918-3328;

²დოქტორანტი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. სადოქტორო პროგრამა- ციფრული სატელეკომუნიკაციო ტექნოლოგიები. 551512582, orcid-0009-0008-1855-2571

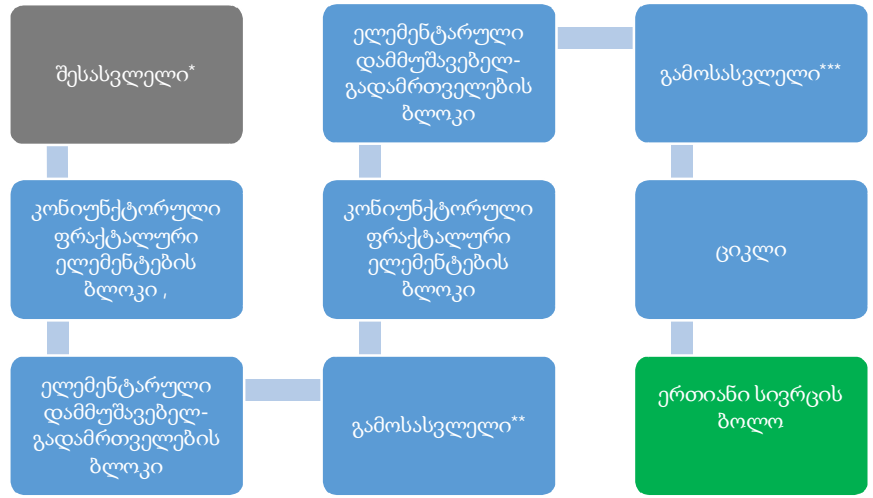
აბსტრაქტი

დამუშავებული და გაანალიზებულია სატელეკომუნიკაციო სისტემებში ფრაქტალური სტრუქტურების საიმედოობის ამაღლების ახალი მეთოდები. განხილულია ფრაქტალთა გამომთვლელი მოდულების სტრუქტურა, ქაოსურად გადაადგილების ფუნქციითა და არაქაოსურად გადაწყობის ალგორითმით. გაანალიზებულია გადამცემ სისტემებში (მოწყობილობებში) ფრაქტალთა მეთოდური დამუშავების ძირითადი რეჟიმები. ნაჩვენებია საიმედოობის უზრუნველყოფისა და შეფასების თვალსაზრისით ფრაქტალური ბუნების თვისებები და აპარატურული უზრუნველყოფის სხვადასხვა ვარიანტები. განხილულია ფრაქტალური სტრუქტურების საიმედოობის ამაღლების მეთოდი მცოცავი ცვალებადი გადაადგილებით. დამუშავებულია სატელეკომუნიკაციო სისტემების მიმღებ-გადამცემზე ფრაქტალთა რეალიზაციის მეთოდი საიმედოობის წინასწარ დაგეგმილი ალბათობით.

საკვანძო სიტყვები: ფრაქტალი; არხი; მოდული; კონიუნქტორული; რეგისტრული სტრუქტურა; საიმედოობა; ალბათობა.

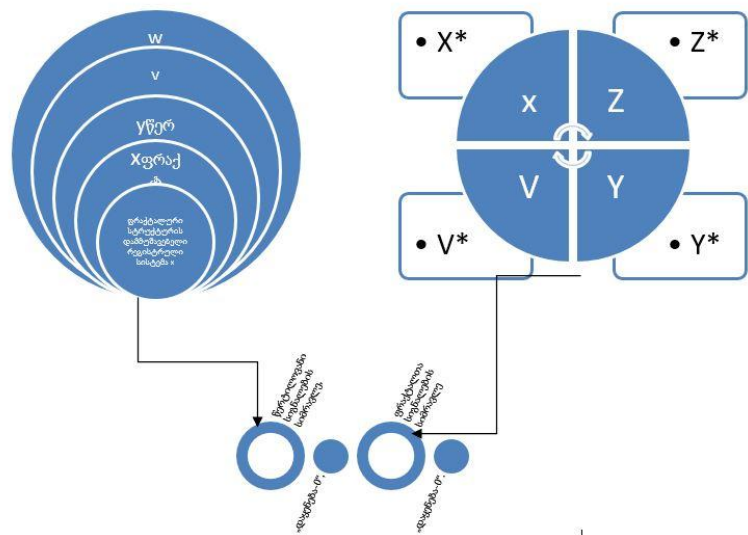
ფრაქტალთა ქვესტრუქტურების გარკვეული სასრულო სიმრავლეებისაგან შედგება ერთიანი სტრუქტურა და ამ ქვესტრუქტურების ფუნქციონირების ძირითადი არსი მდგომარეობს მათ გამოსასვლელებზე ცვალებადი ხასიათის გენერირების შესაძლებლობაში. ნებისმიერი სიგნალის ფრაქტალური მოდული - ეს არის თავის თავში გადაწყობადი სტრუქტურა, რომლის შინაგანი ფუნქციონალური კავშირების გადაწყობის გზით რეალიზაციას გაუკეთებს თითქმის ყველა ქვეჯგუფებს (Jelinek, Herbert F.; Karperien, Audrey; Cornforth, David; Cesar, Roberto; Leandro, Jorge de Jesus Gomes., 2002) ზოგადად აღნიშნული მიდგომით მოდული შედგება შემდეგი ძირითადი ნაწილებისაგან (ნახ.1): კონიუნქტორული

ლოგიკური ფრაქტალური ელემენტების ბლოკისაგან, ელემენტარული დამმუშავებელ-გადამრთველების ბლოკისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებული არიან საინფორმაციო და მმართველი სიგნალების შესასვლელ-გამოსასვლელებით.



ნახ. 1

ფუნქციონალურ გამომთვლელ მოდულში ფრაქტალური ელემენტების ბლოკი და ელემენტარული დამმუშავებელ-გადამრთველების ბლოკი ერთობლიობაში ქმნიან ფრაქტალურ რეგისტრულ ოპერაციულ სტრუქტურებს, რომლებიც განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან სარეალიზაციო ფუნქციების სახესხვაობითა და სიმრავლით. სარეალიზაციო ფუნქციის კონკრეტული სახეს განაპირობებს სტრუქტურაზე მომქმედი სხვადასხვა ფაქტორები. (Ostwald, Michael J., and Vaughan, Josephine, 2016) ეს ფაქტორები წარმოდგენილია ფუნქციათა სიმრავლეების სახით. მათი ხასიათი და ურთიერთქმედების კავშირები ნაჩვენებია ნახ.2-ზე, სადაც შემოღებულია შემდეგი აღნიშვნები:



ნახ. 2

$X=\{x_1, x_2, \dots, x_{nx}\}$ -საინფორმაციო წერტილოვანი სიგნალების სიმრავლე, $x_i \in$

$X^*=\{x^*_1, x^*_2, \dots, x^*_{nx}\}$ -საინფორმაციო ფრაქტალთა სიგნალების სიმრავლე,

$Y=\{y_1, y_2, \dots, y_{ny}\}$ - გამოსასვლელი წერტილოვანი სიგნალების სიმრავლე,

$Y^*=\{y^*_1, y^*_2, \dots, y^*_{ny}\}$ - გამოსასვლელი ფრაქტალთა სიგნალების სიმრავლე,

$Z=\{z_1, z_2, \dots, z_{nz}\}$ - მოდულაციის წერტილოვანი სიგნალების სიმრავლე,

$Z^*=\{z^*_1, z^*_2, \dots, z^*_{nz}\}$ - მოდულაციის ფრაქტალთა სიგნალების სიმრავლე,

$V=\{v_1, v_2, \dots, v_{nv}\}$ -ოპერაციების შესრულებაზე ელემენტების გადაწყობის წერტილოვანი სიგნალების სიმრავლე,

$V^*=\{v^*_1, v^*_2, \dots, v^*_{nv}\}$ - ოპერაციების შესრულებაზე ელემენტების გადაწყობის ფრაქტალთა სიგნალების სიმრავლე,

$W=\{w_1, w_2, \dots, w_{nw}\}$ - წერტილოვანი სიგნალების სიმრავლე, „დაყენება-0“,

$W^*=\{w^*_1, w^*_2, \dots, w^*_{nw}\}$ - ფრაქტალთა სიგნალების სიმრავლე, „დაყენება-0“.

ფრაქტალური სტრუქტურის მომართვა (გადაწყობა) რაიმე მოცემული $f_i \in F$ ფუნქციის შესასრულებლად სწარმოებს გადაწყობის პრინციპით $V^*=\langle V, V^* \rangle$. შესაძლებელია გადაწყობის ისეთი ვარიანტებიც, როცა $V=\emptyset$ და $F_V=\langle V^* \rangle$ და $F_V=\langle V \rangle$, ანდა პირიქით, როცა $V^*=\emptyset$ და $F_V=\langle V \rangle$ საჭიროა ასევე აღინიშნოს, რომ რეგისტრული სტრუქტურის ფრაქტალურ ელემენტებს გააჩნიათ არხები Z, Z^* - სიგნალების სიმრავლეებისათვის, რომლებზედაც საჭიროებისამებრ მიეწოდება მომმართველი (გადასაწყობი) წერტილოვანი ან ფრაქტალთა (შესაძლებელია კომბინირებულადაც) სიგნალები.

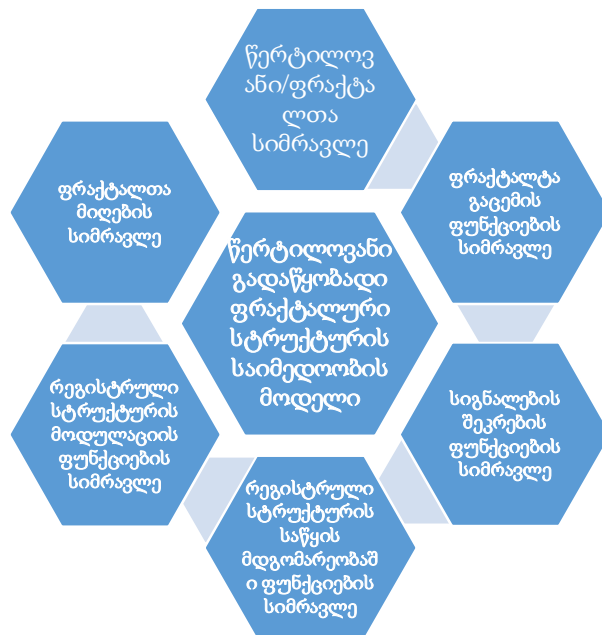
სქემურ-პრინციპულ დონეზე, ეს მმართველი სიგნალები იყოფა 1. სიგნალებად, რომლებიც აღაგზნებენ რეგისტრულ სტრუქტურაში ფრაქტალურ ელემენტებს, ე.ი. როცა ელემენტები აეწყობა სიგნალების გარდასაქმნელად, რომლის დროსაც რეალიზდება გარკვეული ელემენტარული ფუნქცია (მაგალითად, ელემენტარული შეკრება) და 2. ფიქსაციის სიგნალებად, რომლის მიხედვითაც-გარდაქმის შემდეგ ამ ელემენტებში შემცველი სიგნალები ინახება (ან არ შეინახება).

ამგვარად თითოეული ფრაქტალის „შემსრულებელი“ ლოგიკურ (პროგრამულ) სტრუქტურაში მუშაობს შემდეგ რეჟიმებში: გარდაქმნის სიგნალს და არ შეინახავს (არ დაიმახსოვრებს); გარდაქმის სიგნალს და შეინახავს (დაიმახსოვრებს); გარდაქმნის შემდეგ შეინახავს სიგნალს, მაგრამ არ გასცემს; გარდაქმნის შემდეგ გასცემს სიგნალს და დაიმახსოვრებს კიდევ გაცემული სიგნალის სახეს; სიგნალების არავითარ გარდაქმნებს, შენახვებს და გაცემებს არ აწარმოებს (ნულოვანი მდგომარეობა).

ზემოდ ჩამოთვლილი რეჟიმები ვრცელდება როგორც წერტილოვანი სიგნალებზე, ასევე ფრაქტალურ აკუმულირებელ სიგნალებზეც. ამ რეჟიმებიდან გამომდინარე არაა ძნელი მიხვედრა, რომ ფრაქტალურ სტრუქტურებში შესაძლებელია გადაწყობის ვარიანტები, როცა $Z=\emptyset$ და $FZ=\langle Z^* \rangle$ (ე.ი. გადაწყობა ხდება მხოლოდ ფრაქტალთა მმართველი სიგნალით), ან პირიქით, როცა $Z^*=\emptyset$ და $FZ=\langle Z \rangle$ (გადაწყობა ხდება მხოლოდ წერტილოვანი მმართველი სიგნალით) ცხადია $FZ=\langle Z, Z^* \rangle$ -ის დროს გადაწყობაში მონაწილეობას იღებს ორივე სახის მმართველი სიგნალები. ამის ანალოგიურად ფრაქტალური სტრუქტურის კოსტრუქციაში შეიძლება გათვალისწინებული იყოს სტრუქტურის განულების, ე.ი. საწყის მდგომარეობაში ჩაყენების („დაყენება-0“) სხვადასხვა ვარიანტებიც. მაგალითად, როცა $W=\emptyset$ და $FW=\langle W \rangle$ ან პირიქით, როცა $W^*=\emptyset$ და $FW=\langle W^* \rangle$. შესაძლებელია ვარიანტიც $FW=\langle W, W^* \rangle$.

ყველა ფუნქციებისათვის ფრაქტალთა სიმრავლე ქმნის ქვეფრაქტალთა ველს $F=\{F_1, F_2, \dots, F_k\}$ ამგვარად, სხვადასხვა ელემენტარული ლოგიკური და არითმეტიკული ფუნქციები წერტილოვანი სტრუქტურებში რეალიზდება რეგისტრულ სტრუქტურებს შორის სიგნალების გადაცემის გზით.

რეგისტრული წერტილოვანი სტრუქტურები ერთმანეთთან ურთიერთდინამიურ კავშირებში ქმნიან ცალკეულ ოპერაციულ სტრუქტურებს (ოპერაციულ კვანძებს), ხოლო ამ უკანასკნელთა გარკვეული სასრულო სიმრავლე კი მთლიანობაში წერტილოვანი ფუნქციონალურ გადაწყობად სტრუქტურებს (Sadegh, Sanaz, 2017). თითოეული სტრუქტურის საიმედოობის მოდელზე (ნახ.3.) ასახული უნდა იქნეს სხვადასხვა ფუნქციების ზემოქმედებათა სიმრავლეები, რომლებიც თავის მხრივ წარმოდგენილნი არიან ასევე წერტილოვანი ან ფრაქტალთა ბუნების სიგნალებით.



ნახ.3

გადაწყობად წერტილოვან სტრუქტურებში ფრაქტალთა გამომთვლელი მოდული -ეს არის ფუნქციონალურად სრული კვანძი, ე.ი. ცვალებადი ფუნქციის მოდული, რომელსაც გააჩნია გადაწყობის უნარი $F=\{f_1, f_2, \dots, f_k\}$ სასრულო სიმრავლიდან საჭირო ფუნქციის რეალიზაციისათვის მაგალითად, რაიმე f_i ბუნების მქონე ფრაქტალის შესასრულებლად საჭიროა, რომ გადაწყობადი ბუნების მქონე ფრაქტალის გამომთვლელ მოდულს ჰქონდეს $V_{წერტილოვანი}$ (წერტილოვანი) და $V_{ობტ}$ (ფრაქტალთა) მმართველი შესასვლელების სიმრავლე, $V_{წერტილოვანი}$ (წერტილოვანი) და $V_{ფრაქტ}$ (ფრაქტალთა) საინფორმაციო შესასვლელების სიმრავლე და $W_{წერტილოვანი}$ (წერტილოვანი) და $W_{ფრაქტ}$ (ფრაქტალთა) გამოსასვლელების სიმრავლე. ამგვარად, თუ სტრუქტურის აპარატურულ შემადგენლობას ავლნიშნავთ B ასოთი, სტრუქტურის ფუნქციონალური ელემენტების რიცხვს- E -ასოთი (შესაბამისად B წერტილოვანი კომპონენტების შემცველი, $B_{ფრაქტ}$ -ფრაქტალთა კომპონენტების შემცველი), მაშინ ცხადია წერტილოვანი სტრუქტურის ყველანაირი სახის ელემენტების (სტრუქტურული კომპონენტების) კომბინირებული მონაწილეობით ფუნქციონალური ბუნების ზემოთხსენებული პარამეტრები (რომლებიც ამავე დროს წარმოადგენენ ფრაქტალური სტრუქტურების საიმედოობის კრიტერიუმებს) მიიღებენ შემდეგი სიმრავლეების სახეს $B=E_i$ წერტილოვანი E_i ფრაქტ V_i წერტილოვანი V_i ფრაქტ V_i წერტილოვანი V_i ფრაქტ W_i წერტილოვანი W_i ფრაქტ,

სადაც E_i წერტილოვანი E_i ფრაქტ E_i წერტილოვანი E_i ფრაქტ ანალოგიურად დანარჩენი კომპონენტებიც V_i ელემ V_i წერტილოვანი; V_i ფრაქტ V_i ფრაქტ; V_i წერტილოვანი V_i წერტილოვანი; W_i წერტილოვანი W_i წერტილოვანი; W_i ფრაქტ W_i ფრაქტ,

სხვა რომელიმე f_i ფუნქციის შესასრულებლად საჭიროა სხვა კონფიგურაციის სტრუქტურა $B_j \leq B$ (Hu, Shougeng; Cheng, Qiuming; Wang, Le; Xie, Shuyun , 2012).

ფუნქციონალურ ფრაქტალთა გამომთვლელ მოდულში f_i ფუნქციის რეალიზაცია წარმოებს მათი მიკრო ფუნქციების მიმდევრობითი შესრულებით, ამასთან მოდულის გადაწყობა ხორციელდება მიკროპროგრამის შესაბამისი ალგორითმის თანახმად, რომელშიც თითოეულ ციკლის ალგორითმს შეესაბამება გარკვეული მიკროფუნქცია (Taylor, Richard P. , 2016).

მაგალითად, ვთქვათ საჭიროა დამუშავდეს ფრაქტალთა მოდულური f სტრუქტურა ფუნქციათა რაღაც F სიმრავლიდან. დაუშვათ, რომ ამ f ფუნქციის შესრულება შესაძლებელია ორი გზით, ე.ი. თითოეულში ორ-ორი შესაბამისი მიკროფუნქციების ან წერტილოვანი ფრაქტალთა სიმრავლიდან f'_1, f'_2 და f''_1, f''_2 რეალიზაციით, მაშინ მოდულის გადაწყობის ალგორითმის შესასრულებელი ბიჯები გაგრძელდება სასრულ შედეგამდე

მსჯელობიდან გამომდინარე წერტილოვან ფრაქტალთა სარეალიზაციო მიკროფუნქციებს f'_1, f'_2 და (f''_1, f''_2) შეიძლება პრინციპში ქონდეთ საკუთარი რეალიზაცია ის სხვადასხვა ფორმები. ადვილი შესაძლებელია, რომ f საბოლოო წერტილოვანი ფუნქციის რეალიზაციამ მოითხოვოს მიკროფუნქციების შესრულება ფრაქტალთა წერტილოვანი გადასვლით ერთი ფორმიდან მეორეში.

მაგალითისათვის შეიძლება ავლნიშნოთ, რომ პრაქტიკულად სატელეკომუნიკაციო სისტემების ბევრ ამოცანებში (მათ შორის უპირველეს ყოვლისა მმართველი ხასიათის

ამოცანებში“) შეიძლება არსებობდეს ისეთი მიზნობრივი შესრულების სარეალიზაციო ფრაქტალური კვანძები, რომელთა შემადგენელი ნაწილების რეალიზაცია შეიძლება უკეთესად (ოპტიმალურად) წარმართოს თუ სიგნალების წარმოდგენის ერთი ფორმიდან გადავალთ მეორე ფორმაში, ასეთ შემთხვევებში ფრაქტალური ბუნებიდან გამომდინარე, კრიტერიუმების გათვალისწინებით წერტილოვანი სტრუქტურის საიმედოობის კონტროლი შეიძლება წარმართოს იმ ალგორითმის მიხედვით, რომლის მიხედვითაც შედგენილი ალგორითმის დასაწყისშივე იწარმოებს წერტილოვანი სიმრავლის შემოწმება და შემადგენელი (დაშვებული) შუალედური გათვლების შესაბამისი შესაძლო შესასრულებელი კვანძების გადაწყობა სიგნალების ერთ-ერთ რომელიმე ფორმაში სარეალიზაციოდ. ამის შემდეგ ხდება მეორე შემოწმება (საიმედოობის წინასწარ განსაზღვრული კრიტერიუმების მიხედვით) საიმედოობის აკვარგიაობაზე. თუ საიმედოობა დამაკმაყოფილებელია მიწოდებული კრიტერიუმების მიხედვით, მაშინ შემდეგი ქვეფუნქციების (წერტილოვანიც და სტრუქტურულიც) შესრულება გრძელდება, წინააღმდეგ შემთხვევაში წყდება.

დასკვნა

საიმედოობის შესაბამისი კრიტერიუმის მიხედვით შემოწმდა წერტილოვანი სტრუქტურის გადაწყობის ალგორითმები, მეორე სახის (წერტილოვანი სახეში, ან და ფრაქტალიდან წერტილოვანში) სიგნალებით და მოხდა შუალედური ფუნქციების შესრულება. ეს კი დამუშავებულ და გაანალიზებულ იქნა სატელეკომუნიკაციო სისტემებში ფრაქტალური სტრუქტურების საიმედოობის ამაღლების ახალი მეთოდებით. ფრაქტალთა გამომთვლელი მოდულების სტრუქტურში ქაოსურად გადაადგილების ფუნქციის ვარიანტები განხილულ იქნა არაქაოსურად გადაწყობის ალგორითმით. ფრაქტალთა მეთოდური დამუშავების ძირითადი რეჟიმებით ნაჩვენები იქნა ფრაქტალური ბუნების თვისებები და აპარატურული უზრუნველყოფის სხვადასხვა ვარიანტები და უპირატესობა მიენიჭა მცოცავი ცვალებადი გადაადგილებით საიმედოობის ამაღლების მეთოდს და ასევე მიმღებ-გადამცემზე ფრაქტალთა რეალიზაციის მეთოდს, საიმედოობის წინასწარ დაგეგმილი ალბათობით.

ლიტერატურა

Hu, Shougeng; Cheng, Qiuming; Wang, Le; Xie, Shuyun . (2012). "Multifractal characterization of urban residential land price in space and time".

Jelinek, Herbert F.; Karperien, Audrey; Cornforth, David; Cesar, Roberto; Leandro, Jorge de Jesus Gomes. (2002). "MicroMod-an L-systems approach to neural modelling". University of New South Wales. ISBN 978-0-7317-0505-4.

Koutonin, Mawuna. (March 18, 2016). The mighty medieval capital now lost without trace . "Story of cities #5: Benin City,.

Ostwald, Michael J., and Vaughan, Josephine. (2016). The Fractal Dimension of Architecture. Basel.

Sadegh, Sanaz. (2017). "Plasma Membrane is Compartmentalized by a Self-Similar Cortical Actin Meshwork".

Taylor, Richard P. . (2016). "Fractal Fluency: An Intimate Relationship Between the Brain and Processing of Fractal Stimuli". The Fractal Geometry of the Brain. Springer Series in Computational Neuroscience. (pp. pp. 485–496). Springer.

Development of complete estimation methods in fractal structures considering reliability parameters.

Marina Kurdadze¹. Gedevan Murjikneli²

¹Professor. Georgian Technical University. Head of the Department of Digital Telecommunication Technologies.

²PHD student. Georgian Technical University. Doctoral Program in Digital Telecommunication Technologies.

Abstract:

A new method for increasing the reliability of fractal structures in telecommunication systems is developed and analyzed. The structure of fractal computing modules with a chaotic displacement function and a non-chaotic rearrangement algorithm is discussed. The main modes of methodical processing of fractals in transmission systems (devices) are analyzed. A block diagram of the reliability control algorithm is given. The properties of fractal nature and different hardware options are shown in terms of reliability assurance and evaluation. The method of increasing the reliability of fractal structures by creeping variable displacement is discussed. The method of realization of fractals on the receiver-transmitter of telecommunication systems with pre-planned probability of reliability has been developed.

Keywords: fractal; channel module; Conjunctive registry structure; reliability; probability