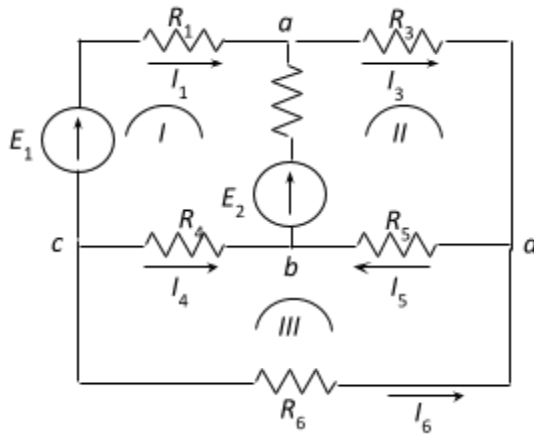


რთული წრედის ანგარიშის მეთოდები. კირხოფის კანონები

პრაქტიკაში ხშირად გვხვდება, რთული კონფიგურაციის წრედები, რომლებიც არა ერთს არამედ კვების რამდენიმე წყაროს შეიცავენ. ასეთ წრედებს რთულ წრედებს უწოდებენ. მათ დასახასიათებლად საჭიროა რამდენიმე განმარტების შემოგანა. კერძოდ: შგო ეწოდება წრედის ნაწილს, რომელიც მიმდევრობით შეერთებული ელემენტებისაგან შედგება. ცხადია, მის ყველა ელემენტში ერთი და იგივე დენი უნდა გადიოდეს. შგო შეიძლება იყოს აქტიური ან პასიური. თუკი შგო კვების წყაროს შეიცავს, (ე.მ.ძ.) იგი აქტიურია წინააღმდეგ შემთხვევაში პასიური. ცალკეულ შემთხვევაში შგო შეიძლება შეიცავდეს მხოლოდ ერთ ელემენტს. კვანძი ეწოდება სამი ან უფრო მეტი შგოს გადაკვეთის ადგილს, ხოლო კონტური წარმოადგენს შგოების ერთობლიობას, რომელიც ჩაკეტილ წრედს ქმნის. კონტური შეიძლება იყოს დამოკიდებული ან დამოუკიდებელი. კონტური დამოუკიდებელია თუკი იგი ერთ ახალ შგოს მაინც შეიცავს.



რთული წრედების საანგარიშოდ ომის კანონებთან ერთად იყენებენ კირხოფის კანონებს. კირხოფის ორი ძირითადი კანონი არსებობს: პირველი კანონი სამართლიანია კვანძებისათვის და იგი ასე გამოითქმება: კვანძში შემავალი დენების ალგებრული ჯამი უდრის ნულს და ასე ჩაიწერება $\sum I = 0$

თუკი პირობითად, კვანძში შემავალ დენებს მივიჩნევთ დადებითად, ხოლო გამომავალს უარყოფითად, მაშინ a კვანძისათვის პირხოფის I კანონი შემდეგნაირად ჩამოყალიბდება: $I_1 + I_2 + I_3 = 0$ ანალოგიურად შეიძლება ჩაიწეროს ეს კანონი სხვა კვანძებისათვის.

კირხოფის მეორე კანონი სამართლიანია კონტურებისათვის და იგი ასე ჩამოყალიბდება. ყოველ შეკრულ კონტურში მოქმედი ე.მ. ძალების ალგებრული ჯამი ამ კონტურის უბნებზე მოქმედი ძაბვის ვარდნათა ალგებრულ ჯამის ტოლია.

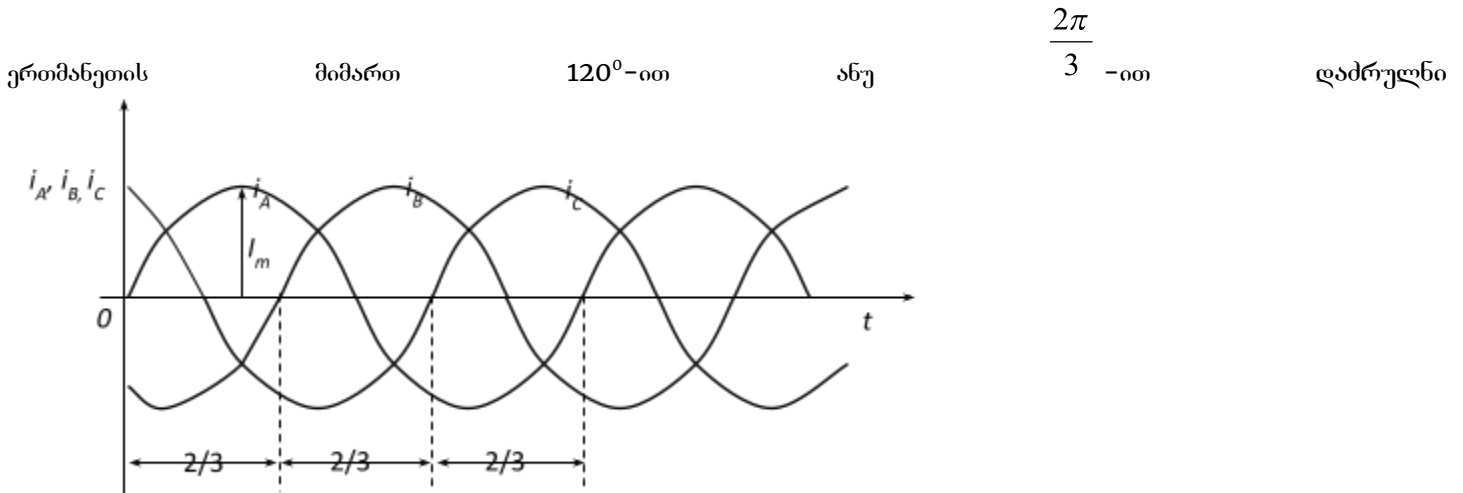
$$\sum E = \sum IR$$

თუკი კონტურის შემოვლის დადებით მიმართულებად პირობით მივიღებთ საათის ისრის მიმართულებას, მაშინ პირველი კონტურისათვის კირხოფის მეორე კანონი ასე ჩაიწერება: $E_1 - E_2 = R_1 I_1 - R_2 I_2 - R_4 I_4$. ანალოგიურად შეიძლება ჩაიწეროს II კანონი დანარჩენი კონტურებისათვისაც.

ცვლადი ღენის სამუაზა წრელები

სამუაზა წრელები წარმოადგენენ ცვლადი ღენის მრავალუაზა სისტემების კერძო შემთხვევას. მრავალუაზა კი ისეთ სისტემებს ეწოდება, რომლებიც გენერირებული არიან ერთი კვების წყაროდან და გააჩნიათ ერთი და იგივე სისშირე. სამუაზა სისტემა შესდგება შემდეგი ძირითადი ნაწილებისაგან: სამუაზა გენერატორი, გადაცემის სამუაზა ხაზი და ელექტრული მომხმარებელი, რომელიც შეიძლება იყოს, როგორც სამუაზა, ასევე ცალუაზა.

სამუაზა გენერატორი თავის მომჭერებზე წარმოქმნის სამ ე.მ.ძ.-ს, რომლებიც სიდიდით ერთმანეთის ტოლი, ხოლო უაზით ერთმანეთის მიმართ 120° -ით არიან დაძრული. თუ ამ მომჭერებთან მიუაერთებთ სამუაზა მომხმარებელს, მაშინ სისტემაში გაივლის სამუაზა ღენი. სამუაზა სისტემის უაზებში გამავალი ღენები სიდიდით ერთმანეთის ტოლი არიან, ხოლო ღროში,

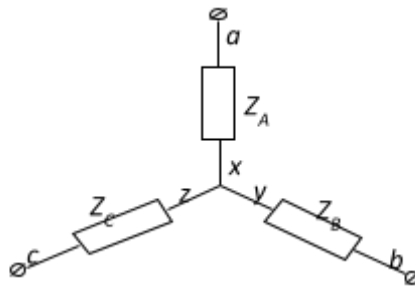
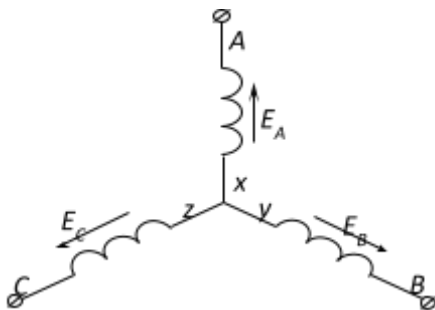


ნახაზზე მოცემულ სამუაზა ღენების სინუსოიდებს შემდეგი ტრიგონომეტრიული ჩანაწერები შეესაბამება.

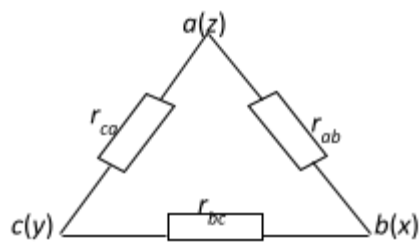
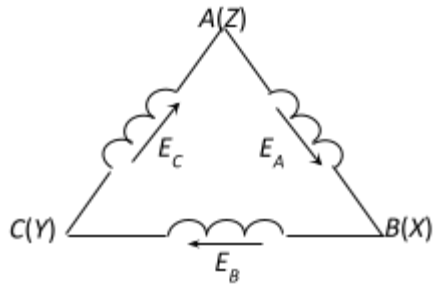
$$i_A = I_{m_A} \sin \omega t, \quad i_B = I_{m_B} \sin\left(\omega t - \frac{2}{3}\pi\right), \quad i_C = I_{m_C} \sin\left(\omega t - \frac{4}{3}\pi\right) = I_C \max \sin\left(\omega t + \frac{2}{3}\pi\right)$$

სამუაზა სისტემის უაზები ორგვარად შეიძლება იქნენ შეერთებული, კერძოდ, განასხვავებენ: ვარსკვლავურ და სამკუთხედურ შეერთებებს.

ვარსკვლავური შეერთების ღროსა უაზები ბოლოები ერთ წერტილში არიან გაერთიანებული. ამ წერტილს ნეიტრალურ წერტილს უწოდებენ.



სამკუთხედური ისეთ შეერთებას ეწოდება, რომლის ღროსაც, საერთო წერტილებში გაერთიანებული არიან შემდეგი მომჭერები: $B(X), C(Y), A(Z)$.



სამფაზა წრედებში- ფაზური დენი ეწოდება გენერატორის ან დაგვირთვის ფაზებში გამავალ დენს.

საზური დენი ეწოდება გენერატორის და დაგვირთვის შემაერთებულ სამფაზა ხაზის სადენებში გამავალ დენს.

ფაზური ძაბვა ეწოდება ძაბვას, რომელიც მოდებულია ფაზის საწყის და ბოლო წერტილებს შორის. ვარსკვლავური შეერთების დროს ფაზური ძაბვა იგივეა, რაც ძაბვა ფაზის საწყისსა და ნეიტრალურ წერტილებს შორის, ან კიდევ, საწყისსა და ნეიტრალურ სადენს შორის.

საზური ძაბვა ეწოდება ძაბვას, რომელიც მოდებულია ფაზების საწყის წერტილებს შორის.

ნეიტრალური სადენი ეწოდება სადენს, რომელიც აერთებს გენერატორის და დაგვირთვის ნეიტრალურ წერტილებს.

ვარსკვლავური შეერთების დროს $I_x = I_f$, $U_x = \sqrt{3}U_f$, ხოლო სამკუთხედური შეერთების დროს $U_x = U_f$, $I_x = \sqrt{3}I_f$

ნეიტრალური სადენების დანიშნულებაა მასიმეტირებული გავლენა მოახდინოს დაგვირთვის ძაბვებზე. ვინაიდან ნეიტრალური სადენის როლი ასეთი მნიშვნელოვანია, და მისი გაწყვეტა გამოიწვევს ძაბვების მაქსიმალურ დამახინჯებას დაგვირთვაზე, ყოველად დაუშვებელია ნეიტრალურ სადენში დნობადი მცველის ან ამომრთველის ჩაყენება.

სამფაზა წრედის აქტიური სიმძლავრე - $P = \sqrt{3}UI \cos \varphi$ (ვტ),

რეაქტიული სიმძლავრე - $Q = \sqrt{3}UI \sin \varphi$ (ვარ),

ხოლო სამფაზა სრული სიმძლავრე $S = \sqrt{3}UI$ (ვა)

სინუსოიდური დენის უმარტივესი წრედი იდეალური

რეზისტორული (აქტიური) ელემენტით

ვთქვათ, მოცემულია წრედი, რომელიც შეიცავს მხოლოდ რეზისტორულ ელემენტს და მასზე მოდებულია სინუსოიდური ძაბვა: $u = U_m \sin(\omega t + \psi_u)$

განვიხილოთ ასეთი წრედის სახასიათო რეჟიმები.

წრედში გაძაგალი დენი შეიძლება განვსაზღვროთ ომის კანონის საფუძველზე მყისა მნიშვნელობებისათვის

$$i = \frac{u}{r} = \frac{U_m}{r} \sin(\omega t + \psi_u)$$

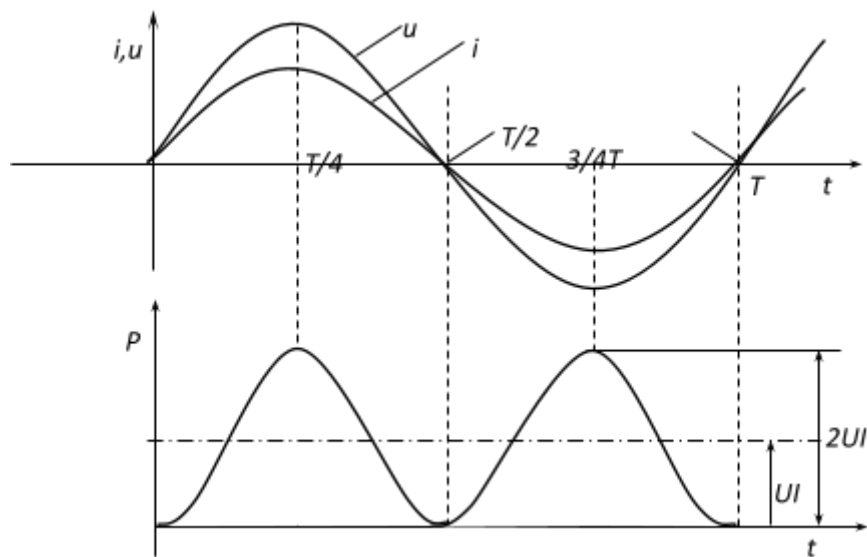
აღვნიშნოთ სიდიდე $\frac{U_m}{r} = I_m$, მაშინ $i = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$

მიღებული გამოსახულებიდან შეიძლება დავადგინოთ ორი რამ:

1. რეზისტორულელემენტიან წრედში, ძაბვის სინუსოიდა ფაზით ემთხვევა დენის სინუსოიდას.

$$\psi_{iu} = \psi_u$$

გრაფიკულად ეს შეიძლება შემდეგნაირად გამოისახოს:



2. დენის მაქსიმუმი ძაბვის მაქსიმუმთან დაკავშირებულია გამოსახულებით:

$$I_m = \frac{U_m}{r}$$

ეს გამოსახულება ფაქტობრივად წარმოადგენს ომის კანონს რეზისტულეუმენტიანი წრედისათვის, ჩაწერილს დენისა და ძაბვის ამპლიტუდური მნიშვნელობისათვის. თუკი მის ორივე ნაწილს $\sqrt{2}$ -თან შევაფარდებთ, მივიღებთ იგივე ომის კანონს, ჩაწერილს დენისა და ძაბვის მოქმედი მნიშვნელობებისათვის.

ომის კანონი რეზისტულეუმენტიანი წრედისათვის შეიძლება კომპლექსური ფორმითაც ჩაიწეროს:

$$\vec{P} = \frac{\vec{U}}{r};$$

სადაც $\vec{P} = Ie^{j\psi_u}$ არის დენის კომპლექსური მნიშვნელობა, ხოლო $\vec{U} = rIe^{j\psi_u}$ – ძაბვის კომპლექსური მნიშვნელობა.

აღნიშნული კომპლექსური ტოლობის საფუძველზე შეიძლება ავაგოთ ვექტორული დიაგრამა, საიდანაც ჩანს, რომ რეზისტულეუმენტიან წრედში ძაბვის და დენის ვექტორები ერთმანეთს ფაზით ემთხვევიან.

რეზისტულეუმენტიანი წრედის მყისა სიმძლავრე ძაბვისა და დენის მყისა მნიშვნელობების ნამრავლის ტოლია.

$$P = u \cdot i = U_m I_m \sin^2(\omega t + \psi_u) = U_m I_m \frac{1 - \cos 2(\omega t + \psi_u)}{2}$$

საიდანაც მარტივი გარდაქმნების შედეგად მივიღებთ:

$$P = UI - UI \cos 2(\omega t + \psi_u)$$

ვიპოვოთ აქტიური დატვირთვის მქონე წრედის საშუალო სიმძლავრე

$$P_{\text{saS}} = \frac{1}{T} \int_0^T p dt = \frac{1}{T} \int_0^T (UI - UI \cos 2(\omega t + \psi_u)) dt = rI^2 = UI.$$

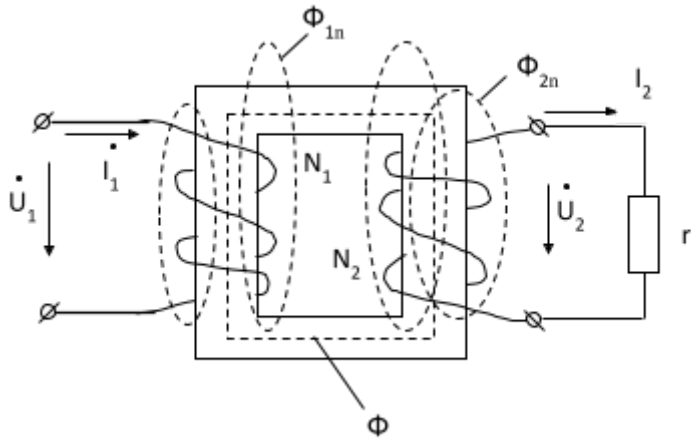
ამრიგად, რეზისტულეუმენტიანი წრედის საშუალო სიმძლავრე მისი აქტიური სიმძლავრის ტოლი ყოფილა. აქტიური სიმძლავრის საზომი ერთეულებია ვტ, კვტ, მგვტ და ა.შ.

რეზისტულეუმენტიანი წრედის მყისა სიმძლავრის გრაფიკიდან, ჩანს, რომ რეზისტულ-ეუმენტიანი წრედის სიმძლავრე არასოდესაა უარყოფითი, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ასეთ წრედში ადგილი აქვს სიმძლავრის

განუწყვეტლივ გაცემას და მყისა სიმძლავრე პულსირებს საშუალო სიმძლავრის ფარგლებში 0-დან საშუალო სიმძლავრის გაორკეცებულ მნიშვნელობამდე.

გრანსფორმატორები, მოწყობილობა, მოქმედების პრინციპი

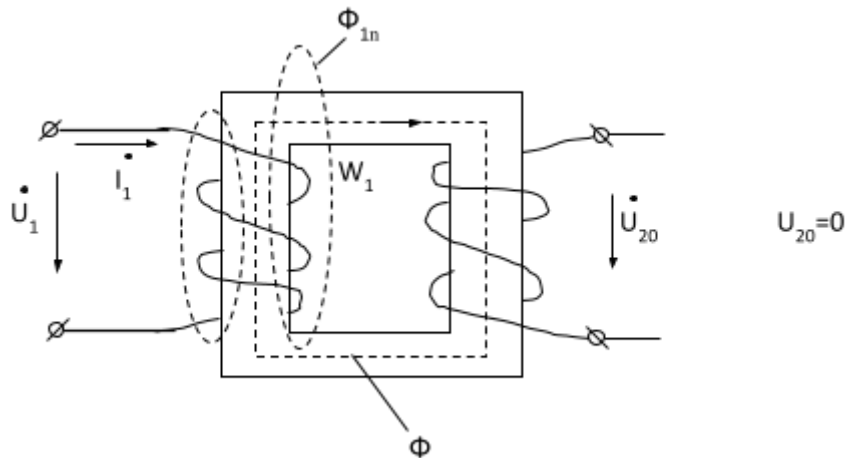
გრანსფორმატორი ეწოდება ელ. აპარატს, რომელიც ერთი სიდიდის ცვლად ძაბვას გარდაქმნის მეორე



სიდიდის ცვლად ძაბვად სიმძლავრისა და სიხშირის შეუცვლელად. კონსტრუქციული თვალსაზრისით გრანსფორმატორი წარმოადგენს მაგნიტოგამტარს, რომელზედაც მოთავსებულია ორი გრაგნილი. ერთი გრაგნილი, რომლის ხვიათა რიცხვი არის ω_1 მიერთებულია ქსელთან. ამ გრაგნილს პირველად გრაგნილს უწოდებენ, ხოლო მცირე გრაგნილს, რომლის ხვიათა რიცხვიცაა ω_2 მიაერთებენ დაგვირთვას და მას მეორად გრაგნილს უწოდებენ. ჩანაცვლების სქემაზე გრანსფორმატორი შემდეგნაირად აღინიშნება



გრანსფორმატორის უქმი სვლის რეჟიმი უწოდეს ისეთ რეჟიმს, რომლის დროსაც პირველადი გრაგნილი ჩართულია ქსელში, ხოლო მეორადი გრაგნილი გახსნილია და მეორადი დენი ნულის ტოლია ე.ი. $I_2 = 0$. რადგან უქმი სვლის რეჟიმში პირველადი გრაგნილი ქსელშია ჩართული, მასში გადის დენი, რომელსაც უქმი სვლის დენს უწოდებენ. ეს დენი არ არის დიდი. იგი გრანსფორმატორის მაგნიტოგამტარში პირველადი გრაგნილის გარშემო ქმნის ძირითად ნაკადს Φ -ს და ამასთან ერთად ფანტვის ნაკადს Φ_n -ს, რომელიც ჰაერის საშუალებით იკვრება. ძირითადი ნაკადი პირველად და მეორად გრაგნილებში აღძრავს ელექტრომაგნიტურ ძალებს E_1 და E_2 ძალებს, რომლებიც ტოლი არიან.



$$E_1 = 4,44f\omega_1\Phi_m$$

$$E_2 = 4,44f\omega_2\Phi_m$$

ორივე ეს ნაკადი იქმნება ერთი და იმავე დამამაგნიგებელი ძალის მიერ

$$F = \omega_1 I_0$$

აღნიშნულ გამოსახულებებში f ქსელის დენის სიხშირეა, Φ_m – ძირითადი მუშა ნაკადის ამპლიტუდური მნიშვნელობა, ხოლო ω_1 და ω_2 შესაბამისად პირველადი და მეორადი გრაგნილების ხვიათა რიცხვები.

თუკი ყურადღებით დავუკვირდებით ე.მ.ძ-ს გამოსახულებებს, შეიძლება დავადგინოთ გრანსფორმატორის მოქმედების პრინციპი. კერძოდ, მათი შედარებიდან ჩანს, რომ ე.მ.ძ იქ არის მეტი, სადაც მეტია ხვიათა რიცხვი.

ამრიგად, ხვიათა რიცხვებს შორის სასურველი თანაფარდობის შერჩევით შეგვიძლია მივიღოთ ჩვენთვის სასურველი ე.მ.ძ. მეორად გრაგნილზე, თუკი პირველადი ე.მ.ძ მოცემულია. აღნიშნოთ თანაფარდობა გრაგნილების

$$k = \frac{E_1}{E_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

ხვების რიცხვებს შორის k -თი.

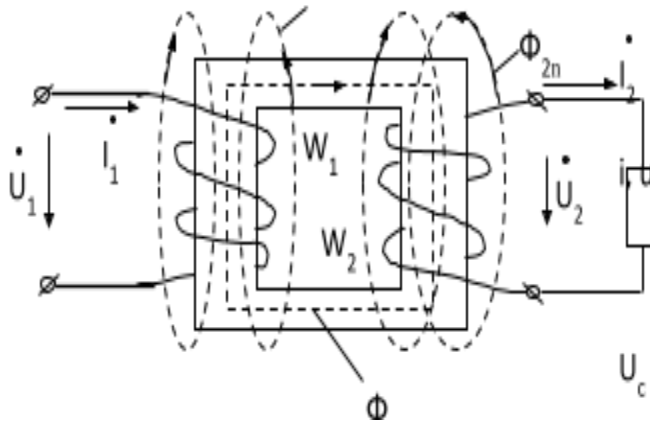
ამ თანაფარდობას გრანსფორმატორის გრანსფორმაციის კოეფიციენტს უწოდებენ და იგი გრანსფორმატორის უმნიშვნელოვანესი პარამეტრია. თუ გავითვალისწინებთ იმას რომ ე.მ.ძ ძაბვის ერთსახელა სიდიდეა უგულებელვყოფთ ძაბვის ვარდნას პირველად და მეორად გრაგნილებში, მაშინ გრანსფორმატორის გრანსფორმაციის კოეფიციენტი შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც პირველადი და მეორადი ძაბვის

$$k = \frac{U_1}{U_{20}} \left(\frac{U_{10}}{U_{20}} \right)$$

თანაფარდობა.

ჩვენი მსჯელობიდან ჩანს, რომ იმისდამოკიდებით თუ როგორი თანაფარდობაა პირველად და მეორად ხვებს

შორის, შეიძლება არსებობდეს ძაბვის ამამაღლებელი და ძაბვის დამადაბლებელი ტრანსფორმატორები კერძოდ თუკი $\omega_1 > \omega_2$ გვექნება ძაბვის დამადაბლებელი ტრანსფორმატორი, ხოლო თუკი $\omega_1 < \omega_2$, მაშინ – ძაბვის ამამაღლებელი ტრანსფორმატორი.



თუკი ტრანსფორმატორის მეორად გრაგნილთან მიუყვართ ელ. დატვირთვას, მაშინ უკვე დენი გაივლის მის მეორად გრაგნილში.

ფანტგის ნაკადი ამჯერად იარსებებს, როგორც პირველად გრაგნილთან, ასევე მეორად გრაგნილთანაც. რაც შეეხება პირველად დენს, იგი მკვეთრად გაიზრდება, რაც იმაზე მიანიშნებს, რომ ტრანსფორმატორის მეორადი გრაგნილიდან აღილი აქვს სიმძლავრის გაცემას.