6. სიმძლავრის ხარისხი

ანიბალ ტ. დე ალმეიდა

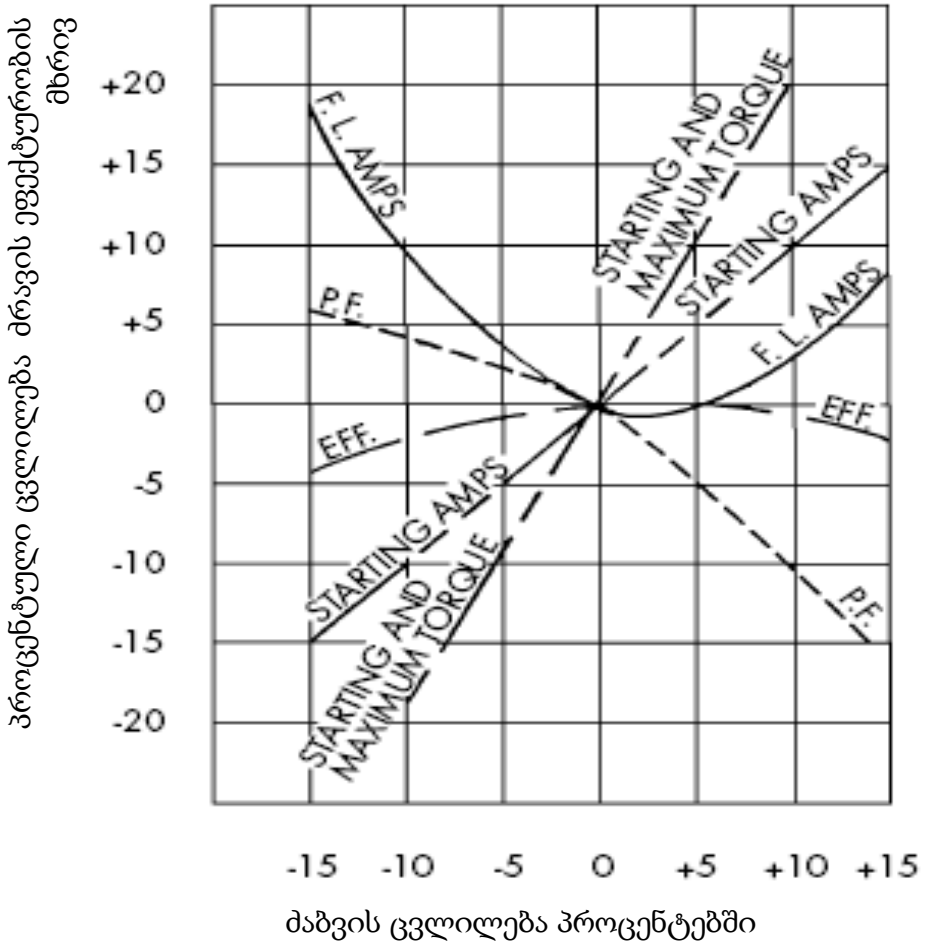
განხილული საკითხები

- მაბვის დონეები
- მაბვის დისბალანსი
- სიმძლავრის ფაქტორი
- ჰარმონიული ტალღები

სიმძლავრის ხარისხი

1. **შეინარჩუნეთ ძაბვის დონეები**

95%-ზე ნაკლებ ნომინალურ ძაბვაზე ექსპლუატაციისას, ძრავები, ჩვეულებრივ, ეფექტურობას კარგავენ. მეტ ნომინალურ ძაბვაზე ფუნქციონირებაც ამცირებს სიმძლავრის ფაქტორსა და ეფექტურობას

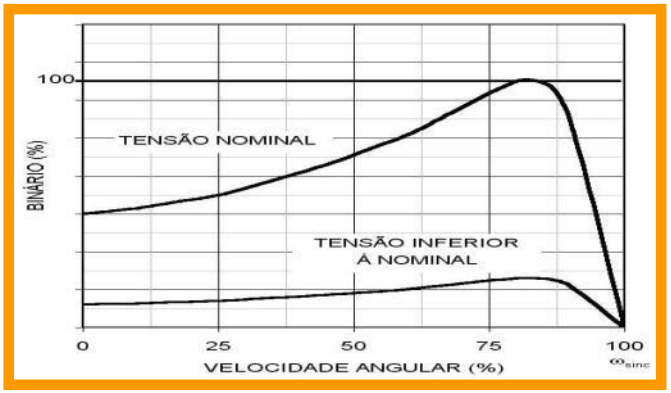


ძაბვის ცვლილების გავლენა ძრავის ეფექტურობაზე

სიმძლავრის ხარისხი

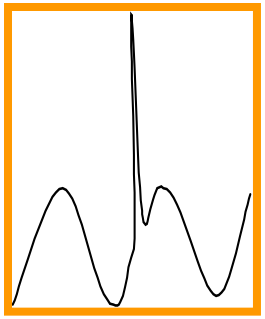
<u>ძაბვის ამპლიტუდის კლება</u>

შედეგები: ნაკლები ეფექტურობა, მაბრუნი მომენტის სიჩქარის ცვლილება, ძრავის გამძლეობის კლება თუ მას სრული დატვირთვით იყენებდნენ.



<u>გარდამავალი ძაბვა</u>

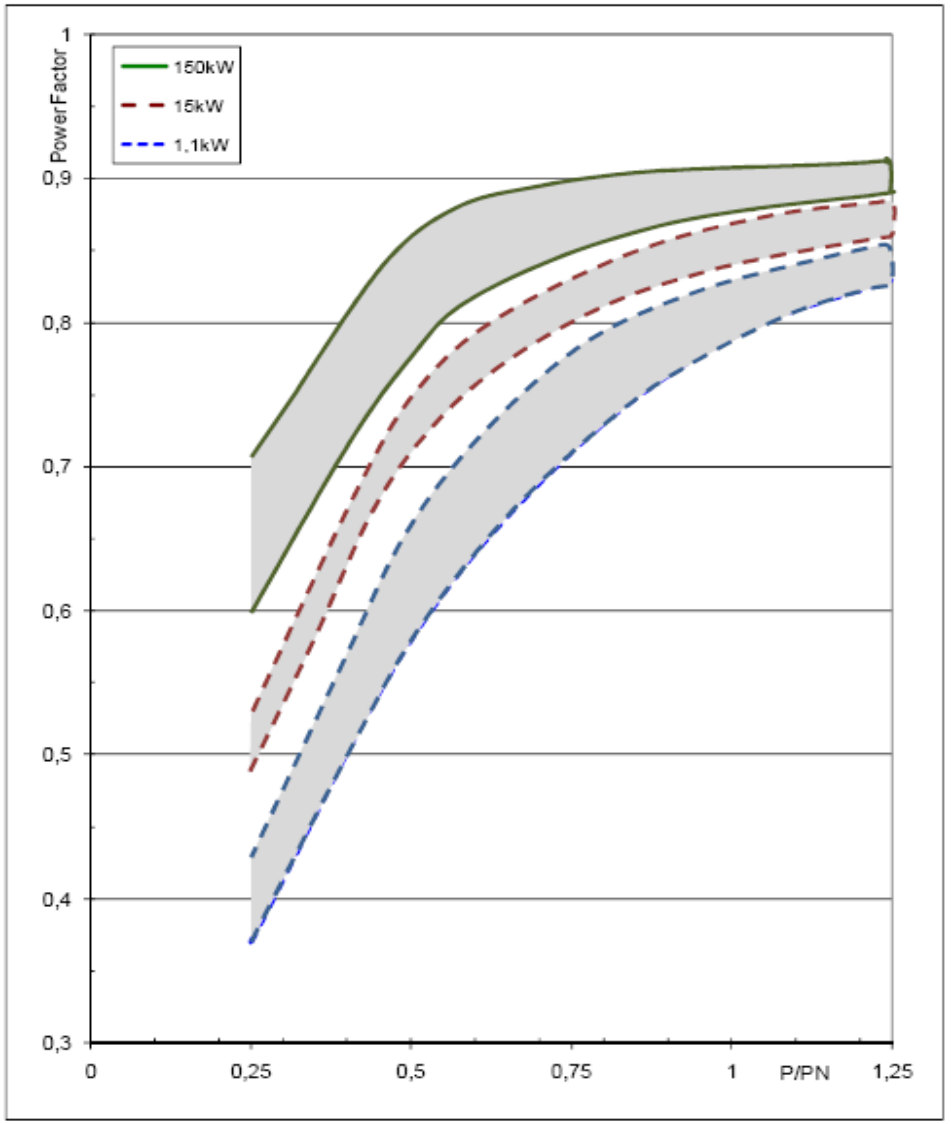
შედეგები: გამძლეობის კლება ძაბვით გადატვირთვისა და ნაწილობრივი განმუხტვა-გამოფიტვის გამო.



სიმძლავრის ხარისხი

2. შეინარჩუნეთ მაღალი სიმძლავრის ფაქტორი

დაბალი სიმძლავრის ფაქტორი ელექტრული დისტრიბუციის სისტემის ეფექტურობას ამცირებს ობიექტშიც და მის გარეთაც. დაბალი სიმძლავრის ფაქტორს ადგილი აქვს მაშინ, როდესაც ასინქრონული ძრავები სრულ დატვირთვაზე ნაკლები დატვირთვის ფუნქციონირებს.

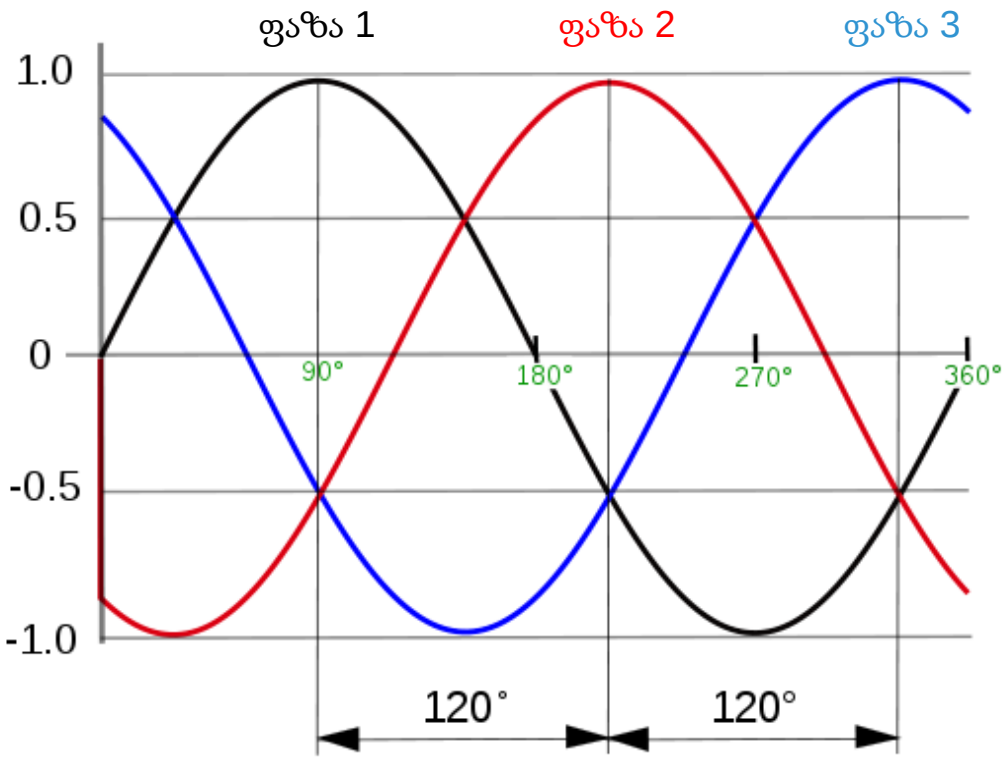


ჩვეულებრივი სიმძლავრის ფაქტორი დატვირთვის მიმართ

წყარო:IEC 60034-31

სიმძლავრის ხარისხი

დაბალანსებული სისტემა

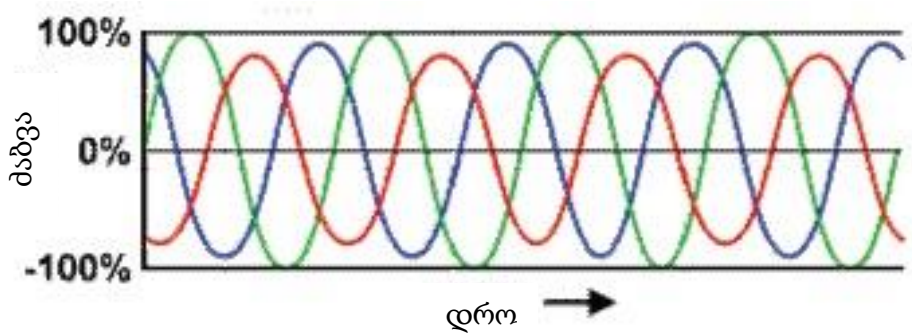


მაბვის დისბალანსი

განმარტება

მაბვის დისბალანსი (VU) მოცემულია:

$$\%VU = \frac{\text{საშუალო მაბვიდან მაქსიმალური გადახვევა}}{\text{საშუალო მაბვა}} \times 100$$



მაგალითი

L1 = 600 V
L2 = 585 V
L3 = 609 V

$$\text{საშუალო ძაბვა} = \frac{600 + 585 + 609}{3} = 598\ \text{V}$$

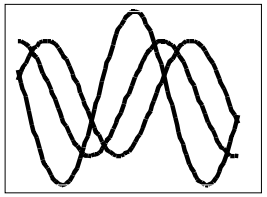
$$\text{საშუალო ძაბვიდან მაქსიმალური გადახვევა} = 598 - 585 = 13\ V$$

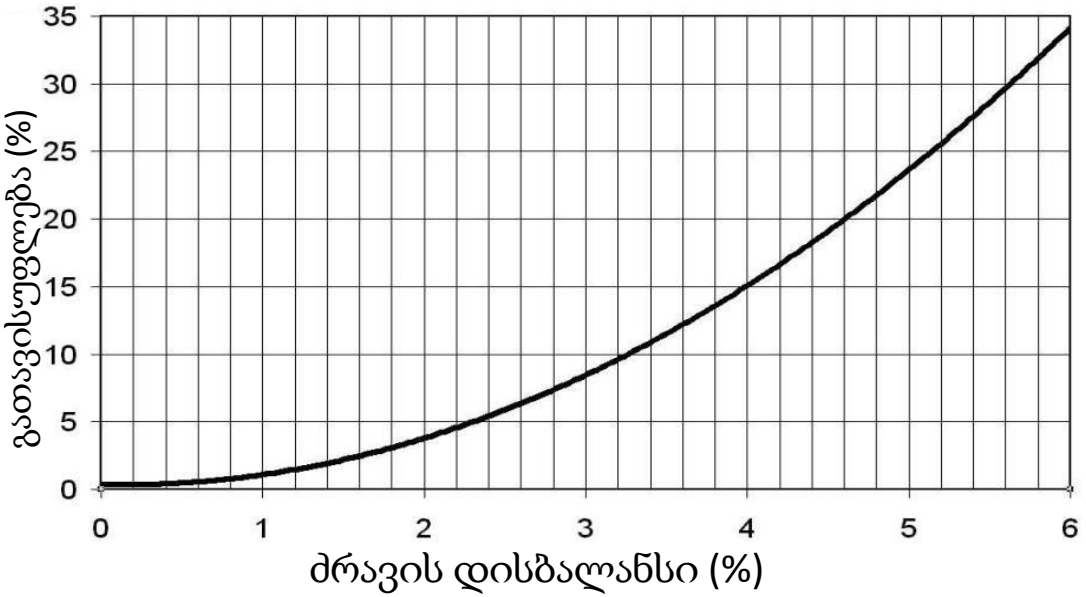
$$\text{ძაბვის დისბალანსი} = \frac{\mathbf{13}}{\mathbf{598}} \times \mathbf{100} = \mathbf{2,17\%}$$

სიმძლავრის ხარისხი

3. მინიმუმამდე დაიყვანეთ ფაზის დისბალანსი

დაუბალანსებელი სისტემა სადისტრიბუციო სისტემის დანაკარგების რაოდენობას ზრდის და ძრავის ეფექტურობას ამცირებს.





სავარჯიშო

- დავუშვათ, 100 კვტ-იანი ძრავა 75% დატვირთვაზე ფუნქციონირებს წელიწადში 8000 საათის განმავლობაში 2,5%-იან ძრავის დისბალანსზე

ძრავის ეფექტურობა* ძრავის დისბალანსის პირობებში

ძრავის მთლიანი დატვირთვის %	ძრავის ეფექტურობა		
	ძრავის დისბალანსი		
	Nominal	1%	2.5%
100	94.4	94.4	93.0
75	95.2	95.1	93.9
50	96.1	95.5	94.1

- სწორი ქმედების განხორციელების შემთხვევაში გამოითვალეთ დანაზოგები

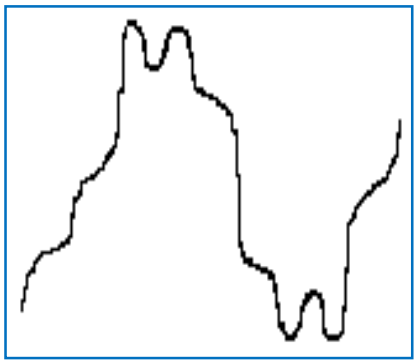
სავარჯიშო

დანაზოგები = 100 x 0,75 x 8000 x (1/0,939 – 1/0,952) =

= 9000 კვტ.სთ

სიმძლავრის ხარისხი

ძაბვის დამახინჯება-დეფორმაცია შესაძლოა გამოითვალოს ***ჰარმონიული ტალღების მთლიანი დეფორმაციით,*** THD:



$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{n} V_k^2}}{V_{RMS}}$$

გამომწვევი მიზეზები: ცვალებადი სიჩქარის ამძრავები, გამმართველები, სამრეწველო ღუმლები, ძაბვის რეგულატორები, ცვალებადი სრული წინაღობის დატვირთვა, გაჯერებული ძირითადი დატვირთვა (გადამცემები).

სიმძლავრის ხარისხის - სტანდარტები

IEEE 519 – განსაზღვრავს THD ≤ 5%, და არა ინდივიდუალურ ჰარმონიულ ტალღას >3%

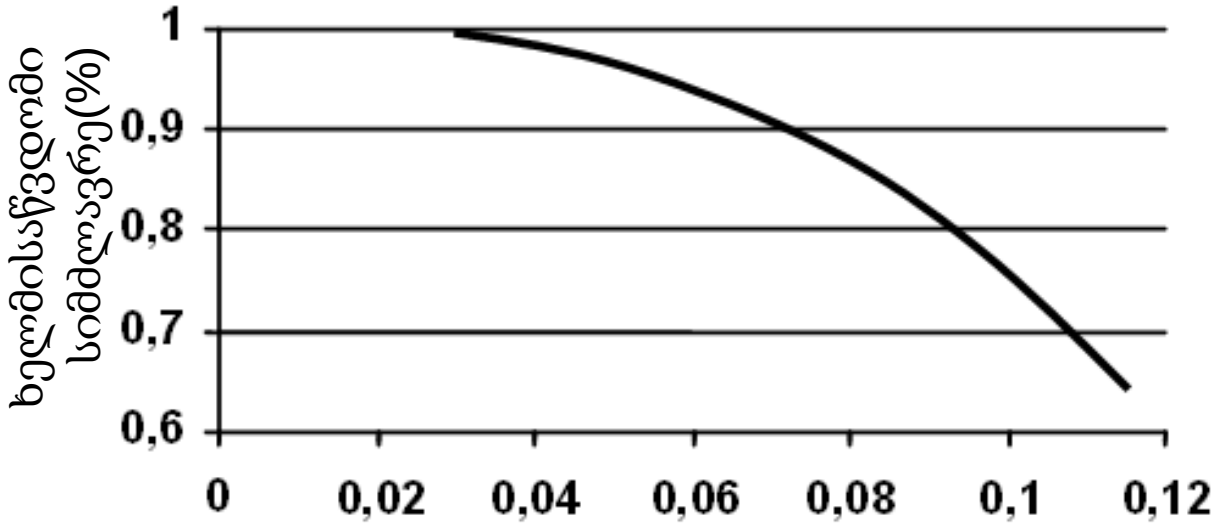
EN 50160 – განსაზღვრავს THD ≤ 8%, მე-5 ჰარმონიულ ტალღას ≤ 6%, 7მე-7 ჰარმონიულ ტალღას ≤ 5%,

მე-11 ჰარმონიული ტალღა ≤ 3.5%, მე-13 ჰარმონიული ტალღა ≤ 3%,

სიმძლავრის ხარისხი

4. შეინარჩუნეთ სიმძლავრის კარგი ხარისხი

დამახინჯებული, დეფორმირებული ტალღა ეფექტურობასაც მიაყენებს ზიანს.



HVF - ჰარმონიული ტალღის ძაბვის ფაქტორი(%)

$$HVF = \sqrt{\sum_{n=5}^{n=\infty} \frac{(V_n)^2}{n}}$$

ჰარმონიული ტალღის მაღალი დონეების გავლენები

- სუსტი სიმძლავრის ფაქტორი, ე.ი. მაღალი დენი მოცემულ სიმძლავრეზე,
- დაბრკოლება მოწყობილობისთვის, რომელიც ძაბვის ტალღისადმი სენსიტიურია,
- ნეიტრალური სადენების გადაჭარბებული გათბობა (მხოლოდ ერთფაზიანი დატვირთვა),
- ასინქრონული ძრავების ჭარბი გათბობა,
- ტრანსფორმარტორების, სალტეების, მანაწილებელი მოწყობილობის მაღალი აკუსტიკური ხმიანობა და ა.შ.
- ტრანსფორმატორებისა და მასთან დაკავშირებული მოწყობილობის ზედმეტი გათბობა და სიმძლავრის ფაქტორის კორექტირების კონდენსატორების დაზიანება.

ჰარმონიული ტალღების ტიპები

- უარყოფითი მიმდევრობა – მე - 5, მე -11, მე -17...
- დადებითი მიმდევრობა - მე - 7, მე -13, მე -19...

დაუბალანსებელ სისტემებში ნეიტრალური სადენით

- ტრიპლეტი (უნიპოლარული)- მე-3, მე-6, მე-9...

სიმძლავრის ხარისხი

5. **შეარჩიეთ ეფექტური ტრანსფორმატორები**

   დაამონტაჟეთ ეფექტური და სწორად აწყობილი, ძაბვის შემამცირებელი ტრანსოფრმატორები. ძველი, დატვირთვის გარეშე ან გადატვირთული ტრანსფორმატორები ხშირ შემთხვევაში არაეფექტურია.

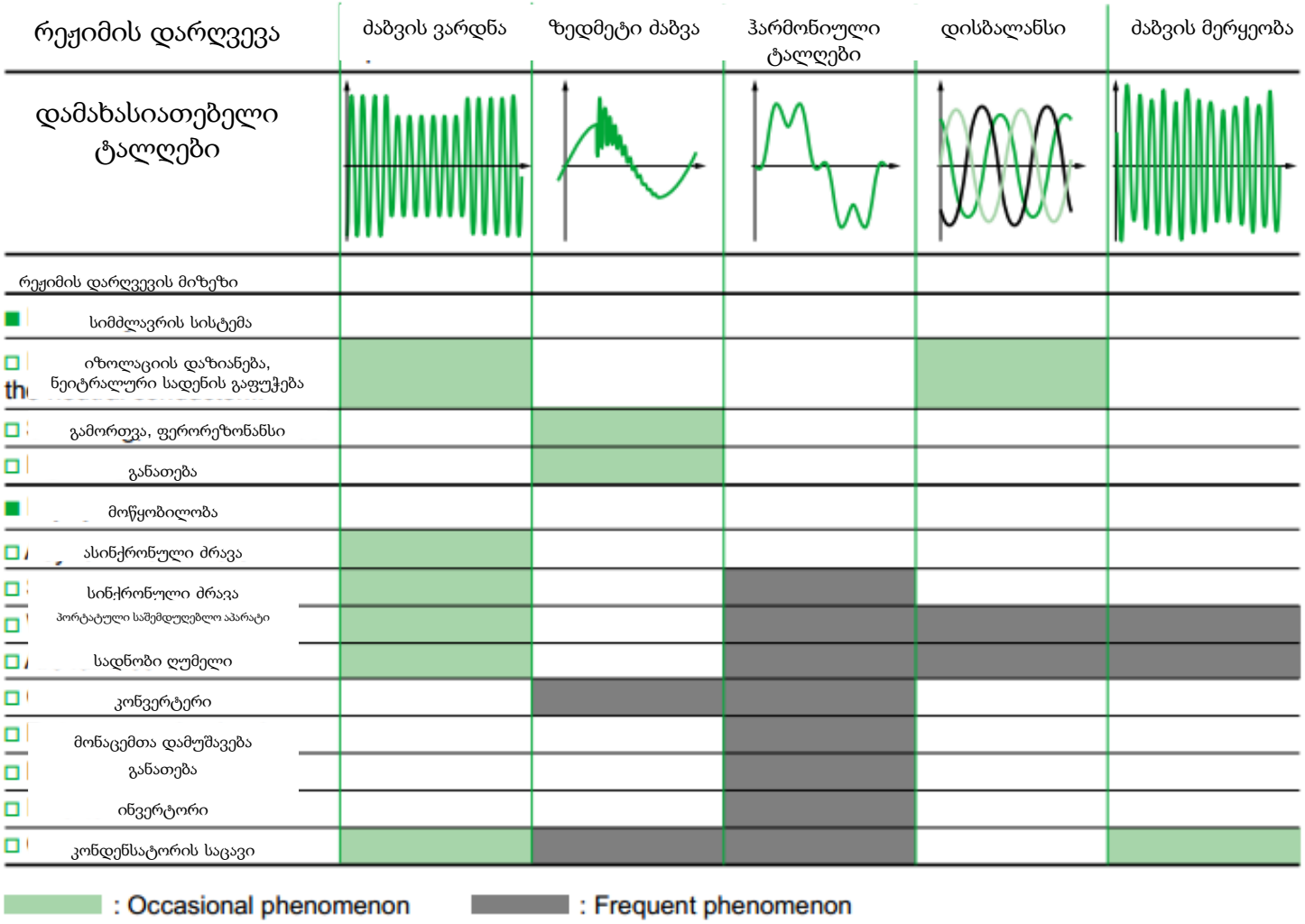
6. **დაადგინეთ და აღმოფხვერით დისტრიბუციის სისტემის დანაკარგები**

   რეგულარულად აწარმოეთ შემოწმება დაბალი ხარისხის კავშირის, ცუდი დამიწებისა და მოკლე ჩართვების აღმოსაჩენად. ასეთი პრობლემები ხშირად ენერგიის დაკარგვას იწვევს, საშიშროების შემცველია და სისტემის სანდოობას ამცირებს.

7. **მინიმუმამდე შეამცირეთ დისტრიბუციული სისტემის წინაღობა**

   სადენები, რომლებიც ექსპლუატაციაში მყოფ ძრავას დიდი ხნის განმავლობაში ტვირთავენ, სწორი ზომით უნდა იქნას შერჩეული ახალი კონსტრუქციის ან ხელახალი გაყვანის დროს.

სიმძლავრის ხარისხი



სიმძლავრის ხარისხი

რეჟიმის დარღვევის ტიპი	წარმოშობა	შედეგები	შემსუბუქების გზების მაგალითები (სპეციალური აღჭურვილობა და მოდიფიკაციები)
ძაბვის ცვლილება და მერყეობა	დიდი დატვირთვის ცვლილება (საშემდუღებლო აპარატები, სად ნობი ღუმელი და ა.შ.)	ნათურების განათებულობის მერყეობა (ციმციმი)	ელექტრომექანიკური რეაქტიული სიმძლავრის ავტოტრანსფორმატორი, რეალურ დროში რეაქტიული ძალის ავტოტრანსფორმატორი, სერიული ელექტრონული კონდიციონერი, განშტოების სატენი
ძაბვის ვარდნა	მოკლე ჩართვა, დიდი დატვირთვის გამორთვა (ძრავის სტარტი და ა.შ.)	რეჟიმის დარღვევა ან პროცესის შეწყვეტა, მონაცემების დაკარგვა, არასწორი მონაცემები, კონტაქტორის გახსნა, ამძრავების ბლოკირება, შენელება ან ძრავის გაჩერება, განმუხტული ნათურების ჩაქრობა	UPS, რეალური დროის რეაქტიული ავტოტრანსფორმატორი, დინამიკური ელექტრონული ძაბვის რეგულატორი, რბილი სტარტერი, სერიული ელექტრონული კონდიციონერი. გაზარდეთ მოკლე ჩართვის სიმძლავრე (Scc). მოახდინეთ დამცავი მოწყობილობების დისკრიმინაციის მოდიფიკაცია.
შეწყვეტა	მოკლე ჩართვა, ზედმეტი დატვირთვა, ტექნიკური მომსახურება, არასასურველი გათიშვა		UPS, მექანიკური წყაროს გადაცემა, გადაცემის სტატიკური გადამრთველი, ნულოვანი დროი, შუნტის წრედის გამტეხი, დისტანციური მართვა
ჰარმონიული ტალღები	არაწფივი დატვირთვა (რეგულირებადი სიჩქარის ამძრავები, სადნობი ღუმლები, საშემდუღებლო აპარატები, განმუხტული ნათურები, ფლუორესცენციული ტუბები და ა.შ.)	ზედმეტი დატვირთვა (ნეიტრალური სადენის, წყაროების და ა.შ.) არასასურველი გათიშვა, დაჩქარებული დაძველება, ენერგოეფექტურობის დეგრადაცია, პროდუქტიულობის დაკარგვა	ანტი-ჰარმონიული დროსელიანი კოჭა, პასიური ან აქტიური ფილტრი, ჰიბრიდული ფილტრი, ხაზის დროსელიანი კოჭა. გაზარდეთ Scc. შეიცავს დამაბინძურებელ დატვირთვას. შეამცირეთ აღჭურვილობა..
ინტერ-ჰარმონიული ტალღები	მერყევი დატვირთვა (სადნობი ღუმლები, საშემდუღებლო აპარატები და ა.შ.) სიხშირის ინვერტორები	მრიცხველის სიგნალის შეწყვეტა, ციმციმი.	სერიების რეაქტიული წინაღობა
გარდამავალი ჭარბი ძაბვა	გადამრთველისა და კონდენსატორების მუშაობა, განათება	ამძრავების ბლოკირება, არასასურველი გათიშვა, გადამრთველის განადგურება, ცეცხლი, საექსპლუატაციო დანაკარგები	ზედმეტი ძაბვის განმმუხტველი, ზედმეტი ძაბვის გასაშვები, კონტროლირებული გათიშვა, ჩასმის წინა რეზისტორი, ხაზის ელექტრული დროსელი, სტატიკური ავტომატური ავტოტრანსფორმატორი..
ძაბვის დისბალანსი	დაუბალანსებელი დატვირთვა (დიდი, ერთფაზიანი დატვირთვა და ა.შ.)	ინვერსიული ძრავის მაბრუნი მომენტი (ვიბრაცია) და ასინქრონული მოწყობილობების გადახურება	დააბალანსეთ დატვირთვა. მოახდინეთ ელექტრონული ავტოტრანსფორმატორის შუნტირება, დინამიკური ელექტრონული ძაბვის რეგულატორის. გაზარდეთ Scc.

სიმძლავრის ხარისხის ხარჯები

პირდაპირი ხარჯები

- ზოგიერთ კომუნალურ მომსახურებას ზედმეტი რეაქტიული სიმძლავრის ჯარიმა ეკისრება(kVAr)
- რეაქტიული სიმძლავრე წარმოადგენს გამოუყენებელ სიმძლავრეს, რომელიც პიკურ სიმძლავრესა და მის ღირებულებას ზრდის
- აღჭურვილობის დაზიანება
- პროდუქციისა და ნედლეულის დანაკარგი
- სახელფასო ხარჯები არაპროდუქტიულ პერიოდში
- გადატვირთვის ხარჯები

არაპირდაპირი ხარჯები

- ,,დედლაინების'' შეუსრულებლობა
- სამომავლო შეკვეთების დანაკარგი

სიმძლავრის ხარისხის ხარჯები

- **Business Week (1991)** - 26,000 მილიონი აშშ დოლარი წელიწადში, აშშ-ში
- **EPRI (1994)** - 400,000 მილიონი აშშ დოლარი წელიწადში, აშშ-ში
- **აშშ-ის ენერგეტიკის დეპარტამენტი (1995)** - 150,000 მილიონი აშშ დოლარი წელიწადში აშშ-ში.
- **Fortune Magazine (1998)** - დაახლოებით 10,000 მილიონი აშშ დოლარი წელიწადში აშშ-ში
- **E Source (2001)** - 60,000 - 80,000 აშშ დოლარი ყოველი მონტაჟისას, წელიწადში, მუდმივი ინდუსტრიისთვის, ფინანსური სერვისებისა და საკვების დამუშავებისთვის აშშ-ში.
- **ევროპის სპილენძის ინსტიტუტი (2001)** - 10,000 მილიონი ევრო წელიწადში, ევროკავშირის ინდუსტრიისა და კომერციულ სფეროში.

სიმძლავრის ხარისხის ხარჯები

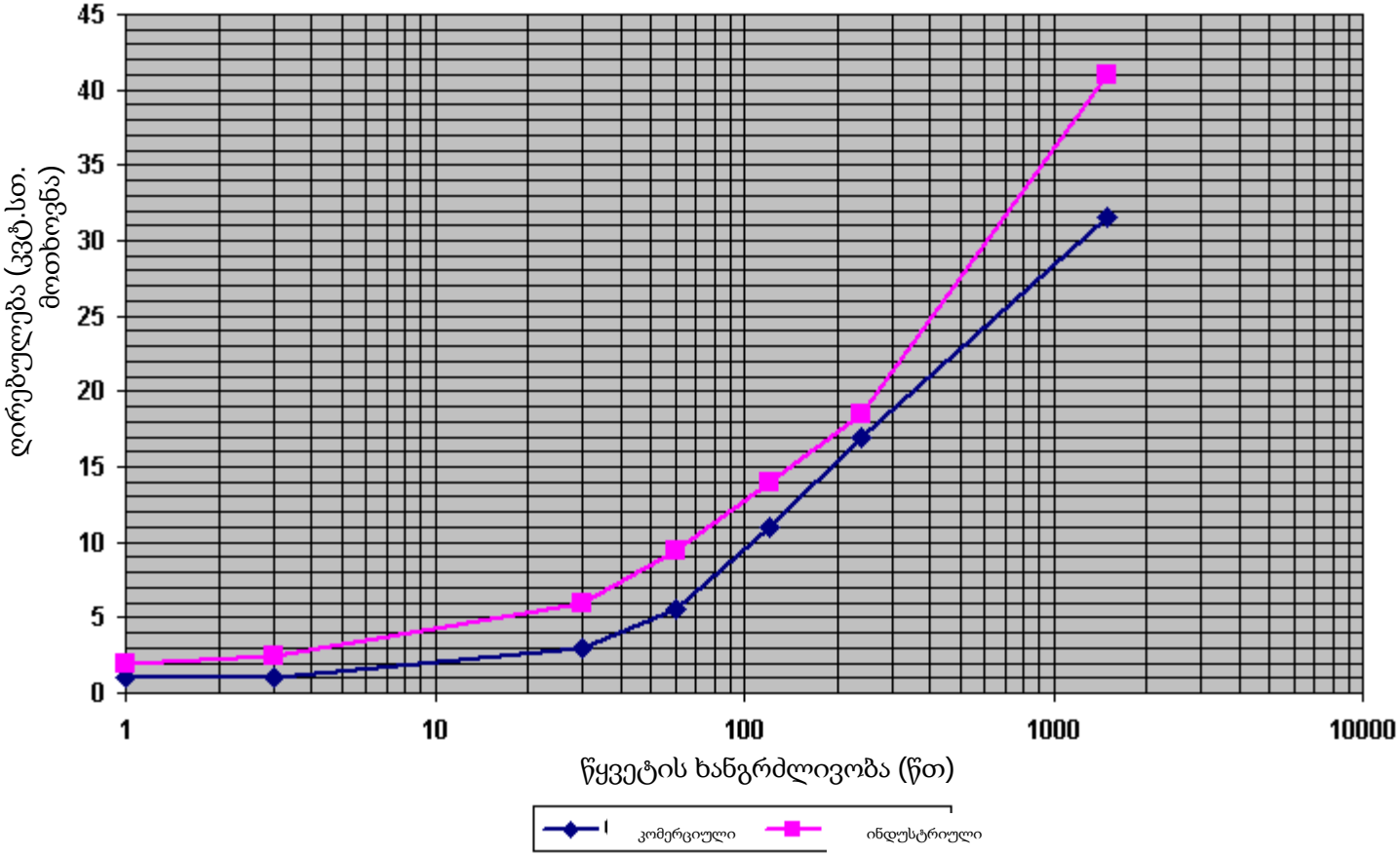
	მინიმალური	მაქსიმალური
სამეწარმეო, ინდუსტრიული		
ავტომანქანების წარმოება	5	7,5
რეზინი და პლასტმასი	3	4,5
ტექსტილი	2	4
ქაღალდი	1,5	2,5
ბეჭდური (გაზეთები)	1	2
ნავთობქიმიკატები	3	5
მეტალის დამუშავება	2	4
მინა	4	6
სამთო მრეწველობა	2	4
სურსათის დამუშავება	3	5
ფარმაცევტული პროდუქცია	5	50
ელექტრონიკა	8	12
ნახევრადგამტარული მასალების წარმოება	20	60
მომსახურება		
კომუნიკაცია, ინფორმაციის დამუშავება	2	3
საავამდყოფოები, ბანკები, სამოქალაქო სერვისები	0,5	1
რესტორანი, ბარი, კაფე	0,1	0,5
სავაჭრო მაღაზიები	1	10

მომენტალური შეწყვეტის ხარჯი (1 წთ)

დოლარი/კვტ მოთხოვნისას

წყარო: Electrotek ცნებები

სიმძლავრის ხარისხის ხარჯები



შეჩერების ხარჯები ხანგრძლივობასთან მიმართებაში