

**თემა 13. არაწრფივი რეზონანსული გამაძლიერებლები
და სიხშირის მამრავლები**

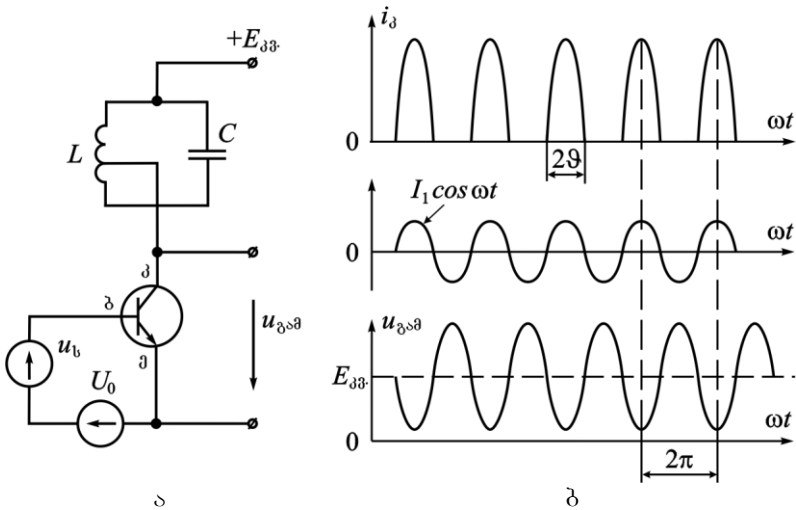
რადიოგადამცემი მოწყობილობების ტექნიკაში ფართოდ გამოიყენება სიმძლავრის რეზონანსული გამაძლიერებლები. მათი განმასხვავებელი ნიშანია შესასვლელი ძაბვების დიდ ამპლიტუდებზე მუშაობა, რაც აუცილებელს ხდის აქტიური ელემენტების (ტრანზისტორების ან მილაკების) ვოლტ-ამპერული მახასიათებლების არაწრფივი სახის გათვალისწინებას).

**13.1. არაწრფივი რეზონანსული გამაძლიერებლის
მუშაობის პრინციპი.**

ნახ. 13.1 მოყვანილია რეზონანსული გამაძლიერებლის პრინციპიალური სქემა (ა) და მისი მუშაობის დროითი დიაგრამები (ბ)

განვიხილოთ ტრანზისტორული გამაძლიერებელი (ნახ. 13.1 ა), რომლის დატვირთვაა პარალელური რხევითი კონტური. გამაძლიერებლის შესასვლელზე მიწოდებულია ძაბვა

$u_{ჰგს}(t) = u_{ჰგა} = U_0 + u_b = U_0 + U_m \cos \omega t$, სადაც u_b - ცვლადი პერიოდული სიგნალია. რხევითი კონტური აწყობილია სიგნალის სისშირეზე $\omega_{რეზ} = \omega$.



ნახ. 13.1

დავუშვათ, რომ ტრანზისტორის მახასიათებელი $i_c(u_{კა})$ აპროქსიმირებულია წრფეთა მონაკვეთებით და მივმართოთ ნახ. 13.1,ბ. დენს კოლექტორის წრედში აქვს კოსინუსოიდალური იმპულსების ფორმა მოკვეთით. ამ იმპულსებს აქვთ რთული სპექტრალური შემადგენლობა, თუმცაღა წამყვან როლს მოწოდების მუშაობაში ასრულებს დენის მხოლოდ პირველი ჰარმონიკა I_1 , რომლის სიხშირე ემთხვევა კონტურის რეზონანსულ სიხშირეს; რხევითი სისტემის წინაღობა სიხშირეებზე 2ω , 3ω ,... იმდენად მცირეა, რომ უმაღლეს ჰარმონიკებს პრაქტიკულად არ შეაქვთ წვლილი გამოსასვლელ სიგნალში.

კოლექტორული დენის პირველი ჰარმონიკა ქმნის გამოსასვლელზე სასარგებლო ძაბვას ამპლიტუდით

$$U_{m_{გაგ}} = I_1 R_{ტგ} = S R_{ტგ} U_{m_{შგ}} \gamma_1(\vartheta), \quad (4.24)$$

სადაც ϑ - მოკვეთის კუთხეა,

$\gamma_n(\vartheta)$ ბერგის n -რი ფუნქციის მნიშვნელობებია

$$(\gamma_0(\vartheta) = (1/\pi)(\sin \vartheta - \vartheta \cos \vartheta), \gamma_1(\vartheta) = (1/\pi)(\vartheta - \sin \vartheta \cos \vartheta) \dots)$$

დენის პირველი ჰარმონიკის ტეილორის მწკრივად დაშლის

$$(I_1 = a_1 U_m + \frac{3}{4} a_3 U_m^3 + \frac{5}{8} a_5 U_m^5 + \dots) \quad (4.19)$$

ფორმულის გამოყენებით

შეიძლება ჩაიწეროს რეზონანსული გამაძლიერებლის გამოსასვლელზე ჰარმონიული სიგნალის ამპლიტუდის გამოსახულება ტრანზისტორის მახასიათებლის საფესუროვანი აპროქსიმაციისას:

$$U_{m_{გაგ}} = R_{ტგ} (a_1 U_{m_{შგ}} + \frac{3}{4} a_3 U_{m_{შგ}}^3 + \frac{5}{8} a_5 U_{m_{შგ}}^5 + \dots). \quad (4.25)$$

13.2. რეზონანსული გამაძლიერებლის რხევითი მახასიათებელი

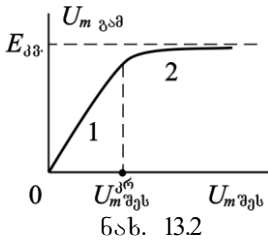
ასე უწოდებენ დამოკიდებულებას $U_{გაგ} = f(U_{შგ})$, რომელიც გამოდინარეობს ფორმულიდან (4.24)-დან. ერთადერთი მოთხოვნა რხევითი მახასიათებლისადმი ესაა წრფივობა, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ამპლიტუდურად მოდულირებული სიგნალების გაძლიერებისას. როგორც ჩანს, მაგალითად, (4.24) გამოსახულებიდან, რხევითი მახასიათებელი ზოგად შემთხვევაში არაწრფივია, რამდენადაც მოკვეთის კუთხე ϑ და, მაშასადამე, ბერგის კოეფიციენტი $\gamma_1(\vartheta)$ დამოკიდებულია აღმზნები ძაბვის ამპლიტუდაზე $U_{m_{შგ}}$. გამონაკლისს შეადგენს

შემთხვევა, როცა მუშა წერტილის მდებარეობა ემთხვევა მახასიათებლის დასაწყისს. ამ დროს, ადვილად დასანახია, რომ $U_{m.შეს}$ არ არის დამოკიდებული მოკვეთის კუთხეზე $\varphi = 90^\circ$.

გამაძლიერებლის მუშაობა 90° მოკვეთის კუთხით სასარგებლოა იმიტომაც, რომ მაღალსიხშირული სიგნალის არარსებობისას ("გაწუმების რეჟიმში") კოლექტორული დენის მუდმივი შემდგენი ხდება ნული. ეს გარემოება კეთილმოფიქვლ ვავლენას ახდენს გამაძლიერებლის მძვ-ზე.

რხევითი მახასიათებლის მნიშვნელოვან პარამეტრს წარმოადგენს მისი წრფივი უბნის სიგანე, რომელიც განსაზღვრავს გამაძლიერებელი სიგნალების დინამიურ დაპაზონს.

ბუნებრივი მიზეზი, რაც რხევითი მახასიათებლის ზრდას ზღუდავს, მდგომარეობს შემდეგში: შესასვლელი სიგნალის ამპლიტუდის რაიმე კრიტიკული მნიშვნელობისას $U_{m.შეს}^{პრ}$ რხევითი ძაბვა კონტურზე სიდიდით უახლოვდება კვების წყაროს ძაბვას $E_{კვ}$. კონტურზე ძაბვის ამპლიტუდის შემდგომი ზრდა შეუძლებელი ხდება, რამდენადაც დროის ზოგიერთ მომენტებში ტრანზისტორის კოლექტორზე ძაბვის მყისიერი მნიშვნელობა ხდება მცირე. შედეგად, ნორმალურად ჩაკეტილი კოლექტორული გადასასვლელი იღება და წრედი კოლექტორი - ბაზა - სიგნალის წყარო - კვების ძაბვა მკვეთრად აშუშტებს გამაძლიერებლის რხევით სისტემას.



თუ $U_{m.შეს} > U_{m.შეს}^{პრ}$, (იხ. ნახ. 13.2, სადაც 1 - გადაძაბვამდე რეჟიმი; 2 - გადაძაბვის რეჟიმი), მაშინ ამბობენ, რომ გამაძლიერებელი მუშაობს **გადაძაბულ რეჟიმში** (გამოსავალი მახასიათებლის მე-2 მონაკვეთი).

ეს რეჟიმი უვარგისია ამპლიტუდურად მოდულირებული აშ-სიგნალების გაძლიერებისათვის. თუმცა, კვების წყაროს ძაბვის მნიშვნელოვანი დაწვეით, რეზონანსული გამაძლიერებელი შეიძლება გადავიყვანოთ გადაძაბულ რეჟიმში მისი გადაქცევით კვაზიპარმონიული რხევების ამპლიტუდის შემზღვევლად - სასარგებლო მოწყობილობად, რომელიც **ახდენს სმ** (სიხშირულ-მოდულირებული) და **შმ** (ფაზურ-მოდულირებული) სიგნალების პარაზიტულ ამპლიტუდურ მოდულაციის **ლიკვიდაციას**.

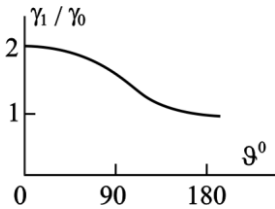
13.3. ენერგეტიკული თანაფარდობანი არაწრფივი რეზონანსულ გამაძლიერებელში.

აქ განხილული რეზონანსული გამაძლიერებლები, როგორც წესი, საკმაოდ მძლავრი მოწყობილობებია და მათთვის მცირე მნიშვნელობა არ აქვს მაღალ მარგი ქმედების კოეფიციენტი. იმისათვის, რომ გამოითვალოს მძკ, აუცილებელია ვიცოდეთ კვების წყაროდან მოთხოვნილი სიმძლავრე: $P_{კვ} = E_{კვ} I_0$ და

სასარგებლო აქტიური სიმძლავრე, რომელიც გადაეცემა რხევით კონტურს: $P_{სს} = U_{m_{გამ}} \cdot I_1 / 2$.

მძლავრ გამაძლიერებლებში ჩვეულებრივ მიისწრაფიან მაქსიმალურად სრულად გამოიყენონ კვების წყარო გადაძაბული რეჟიმის ზღვართან, ე.ი. $U_{m_{გამ}} \approx E_{კვ}$. მაშინ

$$\text{მძკ} = P_{სს} / P_{კვ} = \frac{1}{2} \gamma_1(\vartheta) / \gamma_0(\vartheta). \quad (4.26)$$



ნახ. 13.3

$\gamma_1(\vartheta) / \gamma_0(\vartheta)$ თანაფარდობის გამოკვლევისას ადვილად ვრწმუნდებით, რომ ის მაქსიმალურია და უდრის ორს, როცა $\vartheta = 0^\circ$. ϑ -ს ზრდით ეს თანაფარდობა მცირდება და 90° მნიშვნელობის დროს შეადგენს $\pi/2 = 1.57$.

ამიტომ კვების წყაროს გამოყენების ეფექტურობის თვალსაზრისით ხელსაყრელია რეჟიმი მოკვეთის მცირე კუთხით, როცა გამაძლიერებლის მძკ უახლოვდება ერთიანს. ამ დროს ელექტრონული ხელსაწყო დროის უმეტეს ნაწილში იმყოფება ჩაკეტილ მდგომარეობაში და არ ხდება სიმძლავრის სითბური გაფანტვა კოლექტორზე (ანოდზე). თუმცა ამ დროს მკვეთრად მცირდება γ_1 კოეფიციენტი და მოცემული სასარგებლო სიმძლავრის მისაღებად საჭირო ხდება მნიშვნელოვნად გაზრდა გამოსასვლელი სიგნალის ამპლიტუდისა, რაც ყოველთვის არ არის შესაძლებელი. რხევითი მახასიათებლის წრფივობის მოთხოვნის მხედველობაში მიღებით პრაქტიკაში მიდიან მძკ-ის რაღაც შემცირებაზე და ორჩვენ მოკვეთის კუთხეს, რომელიც 90° -თან ახლოსაა.

13.4. სისშირის რეზონანსული გამრავლება.

თუ რეზონანსული გამაძლიერებლის სქემაში, რომელიც მუშაობს შესასვლელი სიგნალის დიდ ამპლიტუდასთან, რხევითი სისტემა აწვობილი იქნება სისშირეზე $n\omega$ - შესასვლელი სიგნალის მაღალი ჰარმონიკებიდან ერთ-ერთ სისშირეზე, მაშინ მოცემული მოწყობილობა შეიძლება გამოვიყენოთ სისშირის გამამრავლებლად.

გამამრავლებლების მოთხოვნილება ჩნდება, მაგალითად, სისშირის მაღალი სტაბილობის მქონე ჰარმონიული რხევების წყაროების შექმნისას, თუ ასეთი რხევების უშუალო გენერირება მოცემულ სისშირულ დიაპაზონში შეუძლებელია, თუმცა კუთვნილებაშია საკმაოდ სტაბილური დაბალსისშირული გენერატორი.

სისშირის გამამრავლებლების და არაწრფივი რეზონანსული გამაძლიერებლების გამოთვლები პრინციპში არ განსხვავდება. (4.24)-ის ანალოგიით გამამრავლებლის გამოსასვლელი სიგნალის ამპლიტუდა ნაწვევტ-წრფივი აპროქსიმაციისას

$$U_{mგამ} = S \cdot R_{რეზ} U_{mშეს} \gamma_n(\vartheta) \quad (4.27)$$

სისშირის რეზონანსული გამამრავლებლების შექმნის სირთულე მდგომარეობს $\gamma_n(\vartheta)$ -ის დაბალ მნიშვნელობების დროს გამრავლების მაღალი ჯერადობის მიღება. ამიტომ უნდა ავირჩიოთ მოკვეთის კუთხეები, რომლებიც ახდენენ ბერჯის შესაბამისი კოეფიციენტების მაქსიმიზაციას. რაც უფრო მაღალია კოლექტორული დენის იმპულსების მიმდევრობის სიმეხრე, მით მდიდარია მათი სპექტრალური შემადგენლობა. აქედან გამომდინარეობს, რომ თუ გვსურს შევქმნათ გამამრავლებელი მაღალი ჯერადობით, უნდა ავირჩიოთ მოკვეთის მცირე



ნახ. 13.4

კუთხეები. $\gamma_n(\vartheta)$ ფუნქციების ანალიზი აჩვენებს, რომ არსებობს ოპტიმალური კუთხე ϑ_{opt} , რომლის დროსაც

$$\vartheta_{opt} = 180^0 / n. \quad (4.28)$$

სწორედ ასეთი უნდა იყოს დენის მოკვეთის კუთხე სისშირის გამამრავლებელში აღმზნები ძაბვის ამპლიტუდის ფიქსირებული მნიშვნელობისას.