

**თემა 15. ამპლიტუდური, ფაზური და სიხშირული დეტექტირება**

თუ გავაერთიანებთ არაწრფივ ელემენტებს შესაბამისი წრფივი სიხშირულად-ამრჩევი რგოლებით, შეიძლება შევქმნათ მოწყობილობები რადიოსიგნალების დეტექტირებისათვის (დემოდულაციისათვის). ქვემოთ განხილული იქნება დეტექტორთა მნიშვნელოვანი სახეების მუშაობის თეორია.

**15.1. ამ-სიგნალების დეტექტირების პრინციპები**

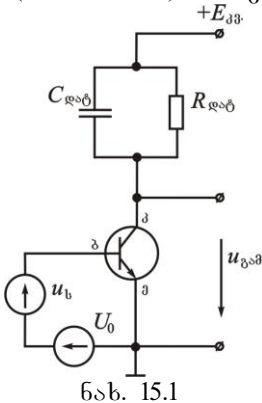
ამპლიტუდური დეტექტირების ოპერაცია პირდაპირ ამპლიტუდური მოდულაციის საპირისპიროა. თუ გვექნება იდეალური დეტექტორის შესასვლელზე **ამ-რხევა**  $u_{\text{შვს}}(t) = U_{m\text{შვს}}(1 + \cos \Omega t) \cos \omega_0(t)$ , გამოსასვლელზე შეიძლება მივიღოთ დაბალსიხშირული სიგნალი  $u_{\text{გამ}}(t) = U_{m\text{გამ}} \cos \Omega t$ , რომელიც გადასაცემი შეტყობინების პროპორციულია. დეტექტორის მუშაობის ეფექტურობა მიღებულია შეფასდეს **დეტექტირების კოეფიციენტი**

$$k_{\text{დეტ}} = U_{m\text{გამ}} / (MU_{m\text{შვს}}), \tag{4.50}$$

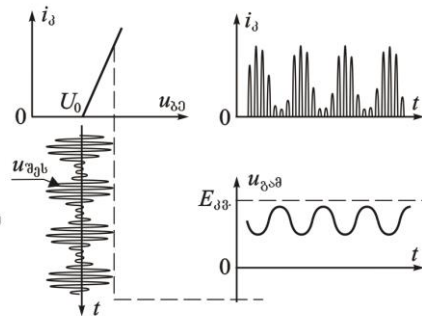
რომელიც უდრის გამოსასვლელზე დაბალსიხშირული სიგნალის ამპლიტუდის შეფარდებას შესასვლელზე მაღალსიხშირული სიგნალის ამპლიტუდის ცვლილების "გაქანებასთან".

შეიძლება განვახორციელოთ დეტექტირება **ამ-სიგნალის** მიწოდებით არაწრფივ უინერციო ელემენტზე და სპექტრის დაბალსიხშირული მდგენელების შემდგომი ფილტრაციის გათვალისწინებით.

განვიხილოთ ეგრეთწოდებული **კოლექტორული დეტექტორის** სქემა (იხ. ნახ. 15.1), რომელიც წარმოადგენს ტრანზისტორულ



ნახ. 15.1



ნახ. 15.2

მოწყობილობას, რომლის დატვირთვაა პარალელური  $RC$  წრედი. იმისათვის, რომ დატვირთვის წრედმა შეასრულოს სიხშირული ფილტრის როლი, რომელიც ახშობს მაღალსიხშირულ სპექტრალურ მდგენელებს, მოვითხოვთ უტოლობათა შესრულება

$$1/(\omega_0 C_{\text{ღ}}) \ll R_{\text{ღ}}, \quad 1/(\Omega C_{\text{ღ}}) \gg R_{\text{ღ}}. \quad (4.51)$$

უტოლობანი აუცილობლად შესრულებდება, თუ შესასვლელი სიგნალი საკმაოდ ვიწროხოლოვანია, ე.ი.  $\omega_0 \gg \Omega$ .

ეს ნიშნავს, რომ სიგნალისათვის, რომლის მოდულაციის სიხშირეა  $\Omega$ , დეტექტორის დატვირთვა პრაქტიკულად რეზისტულია და ტოლია  $R_{\text{ღ}}$ , ამავე დროს დატვირთვის წინაღობის მოდული, და, მაშასადამე, სისტემის გადაცემის კოეფიციენტი მატარებელ  $\omega_0$  სიხშირეზე უგულველსაყოფად მცირეა.

დავუშვათ შესასვლელი ძაბვა ტრანზისტორის ბაზაზე

$$u_{\text{ბა}}(t) = U_0 + U_{m_{\text{შეს}}} (1 + M \cos \Omega t) \cos \omega_0(t),$$

ამასთან ამპლიტუდა საკმაოდ დიდია იმისათვის, რომ შესაძლებელი იყოს არაწრფივი ელემენტის ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის უბან-უბან წრფივი აპროქსიმაციით სარგებლობა. სიმარტივისათვის დავუშვათ აგრეთვე, რომ  $U_0 = U_{\text{ღ}}$  და დენის

მოკვეთის კუთხე  $\vartheta = 90^\circ$  არ არის დამოკიდებული შესასვლელი სიგნალის ამპლიტუდის დროში ცვლილებაზე. პროცესები კოლექტორულ დეტექტორში ილუსტრირებულია გრაფიკებით ნახ. 15.2.

კოლექტორული დენის იმპულსების თანმიმდევრობა აღმოჩნდება ამპლიტუდის მიხედვით მოდულირებული; დენის ნულოვანი მდგენელი ნელა ( $\omega_0$  სიხშირით) იცვლება დროში, ამასთან

$$I_{0,3}(t) = S_{m_{\text{შეს}}} (1 + M \cos \Omega t) \gamma_0(90^\circ) = 0.318 S_{m_{\text{შეს}}} (1 + M \cos \Omega t),$$

დეტექტორის შესასვლელი ძაბვა

$$u_{\text{ბა}}(t) = E_{\text{კვ}} - I_{0,3}(t) R_{\text{ღაზ}} = E_{\text{კვ}} - 0.318 S R_{\text{ღაზ}} (1 + M \cos \Omega t), \quad (4.52)$$

$$\text{საიდანაც დეტექტირების კოეფიციენტი } k_{\text{ღაზ}} = 0.318 S R_{\text{ღაზ}}. \quad (4.53)$$

არსებითაა, რომ აქ შესასვლელზე და გამოსასვლელზე სიგნალების ამპლიტუდები ერთმანეთთან პირდაპირპროპორციული დამოკიდებულებითაა დაკავშირებული. ამიტომ დეტექტორის მუშაობის ასეთ რეჟიმს ეწოდება **წრფივი**. მისი განმასხვავებელი ნიშანია გადასაცემი შეტყობინების დამახინჯებების არარსებობა.

## 15.2. კვადრატული დეტექტირება.

განვიხილოთ ცალკე გამოყენებისათვის მნიშვნელოვანი სუსტი სიგნალების დეტექტირების შემთხვევა, როცა ვოლტ-ამპერული მასხასათებელი შეიძლება აპროქსიმირებული იყოს შემდეგი სახის ხარისხობრივი დამოკიდებულებით

$$i(u) = a_0 + a_1(u_{\text{შეს}} - U_0) + a_2(u_{\text{შეს}} - U_0)^2 + \dots \quad (4.54)$$

შემოვიფარგლოთ მხოლოდ აქ ამოწერილი წევრებით და დავუშვათ, რომ დეტექტორზე მიწოდებულია ამ-სიგნალის ძაბვა მუდმივ წანაცვლებასთან ერთად:

$$u_{\text{შეს}}(t) = U_0 + U_{m\text{შეს}}(1 + M \cos \Omega t) \cos \omega_0(t). \quad (4.55)$$

(4.55)-ის (4.54)-ში ჩასმით, სხვადასხვაგვარ კომბინაციურ რხევებს შორის აღმოვაჩენთ დენში არსებულ შემდეგ დაბალ-სიხშირულ მდგენელს (დს):

$$i_{\text{დს}}(t) = a_2 U_{m\text{შეს}}^2 M \cos \Omega t + 1/4 a_2 U_{m\text{შეს}}^2 M^2 \cos 2\Omega t. \quad (4.56)$$

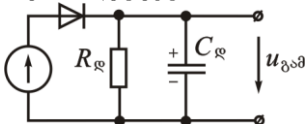
დატვირთვის წრედის მაფილტრირებელი მოქმედების წყალობით სიგნალი განისაზღვრება სწორედ ამ დენით:

$$u_{\text{გამ}}(t) = E_{\text{გამ}} - a_2 R_{\text{დს}} U_{m\text{შეს}}^2 M \cos \Omega t - 1/4 a_2 R_{\text{დს}} U_{m\text{შეს}}^2 M^2 \cos 2\Omega t. \quad (4.57)$$

დეტექტირების სასარგებლო ეფექტი აქ პროპორციულია სიდიდის  $U_{m\text{შეს}}^2$ , ამიტომ მცირე ამპლიტუდიანი ამ-სიგნალების დეტექტირება წარმოადგენს *კვადრატულს*. (4.57)-ში  $\cos 2\Omega t$ -ის პროპორციული შესაკრების არსებობა იმაზე მეტყველებს, რომ კვადრატულ დეტექტირებას თან ახლავს გადასაცემი შეტყობინების დამახინჯებანი. **არაწრფივი დამახინჯებების კოეფიციენტის** (ადკ)  $k_{\text{ადკ}}$  შემოტანით, რომელიც ტოლია  $2\Omega$  და  $\Omega$  სიხშირეებიანი გამოსასვლელი რხევების ამპლიტუდების შეფარდების, (4.57)-დან ვპოულობთ, რომ  $k_{\text{ადკ}} = M/4$ . არაწრფივი დამახინჯებები საკმაოდ მნიშვნელოვანია შესასვლელზე ღრმა ამპლიტუდური მოდულაციისას. ამიტომ რადიომიმღებ მოწყობილობებში სასურველია, რომ ამ-სიგნალის მატარებელი რხევის ამპლიტუდამ, რომელიც ეწოდება დეტექტორს, **შეადგინოს რამდენიმე ვოლტი**. ამასთან ხდება წრფივი დეტექტირების რეალიზაცია და არაწრფივი დამახინჯებები არ აღიძვრება.

### 15.3. ამ-სიგნალების დიოდური დეტექტორი

ფართოდ გამოიყენება დიოდური დეტექტორი, რომელიც განსაკუთრებით ვარგისია დიდი დონის სიგნალებთან სამუშაოდ. ასეთი დეტექტორი (ნახ. 15.3) შექმნილია დიოდისა და პარალელური RC-წრედის თანმიმდევრული



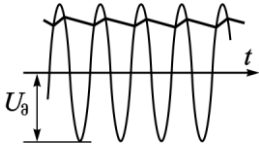
შეერთებით.  $RC$ -წრედის პარამეტრებს ირჩევენ (4.51) პირობების შესაბამისად.

ნახ. 15.3 ჩავთვალოთ, რომ დიოდს გააჩნია უბან-უბან წრფივი მამ დასაწყისის ნულოვანი ძაბვით:

$$i(u) = \begin{cases} 0, & u < 0 \\ Su, & u \geq 0. \end{cases}$$

დეტექტორის ნორმალური მუშაობისათვის აუცილებელია, რომ დატვირთვის  $R_{\text{დატ}}$  რეზისტორის წინაღობა მნიშვნელოვნად აჭარბებდეს დიოდის წინაღობას პირდაპირი მიმართულებით, ე.ი.  $SR_{\text{დატ}} \gg 1$ . დაეუშვათ, დეტექტორის შესასვლელზე მიწოდებულია არამოდულირებული ჰარმონიული სიგნალი

$$u_{\text{შეს}}(t) = U_{m\text{შეს}} \cos \omega_0(t).$$

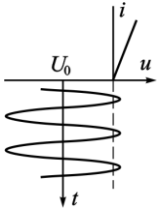


ნახ. 15.4

კონდენსატორი იმუხტება დია დიოდის გავლით გაცილებით სწრაფად, ვიდრე განიმუხტება დატვირთვის მაღალ-მიანი

რეზისტორის გავლით. ამიტომ გამოსასვლელი სიგნალის ოსცილოგრამა წარმოადგენს ხერხისებურ მრუდს კბილების მცირე ფარდობითი სიმაღლით. გამოსასვლელი ძაბვის საშუალო დონე ახლოსაა შესასვლელი სიგნალის ამპლიტუდასთან. ამგვარად, დიოდი პერიოდის მეტი დროის ნაწილზე რჩება ჩაკეტილი.

უგულებელვყოთ გამოსასვლელი სიგნალის ეს არამუდმივობა და ჩავთვალოთ, რომ  $U_{\text{გამ}}$  მუდმივი სიდიდეა.



ნახ. 15.5

შემდგომ შევნიშნოთ, რომ ძაბვა  $U_{\text{გამ}}$  მოდებულია დიოდზე უკუ მიმართულებით და ასრულებს მისთვის წინაცვლების ძაბვის როლს  $U_0 = -U_{\text{გამ}}$

მოცემული მოწყობილობის დეტექტირების კოეფიციენტი  $k_{\text{დეტ}} = U_{\text{გამ}} / U_{m\text{შეს}} = \cos \vartheta$  შეიძლება

გავხადოთ ერთთან მიახლოებული, რამდენადაც  $U_{\text{გამ}} \approx U_{m\text{შეს}}$ , და ე.ი. დენის მოკვეთის კუთხე საკმაოდ მცირეა.

მოკვეთის კუთხეს პოულობენ თანაფარდობიდან

$$-U_0 = I_0 R_{\text{დატ}} = S U_{\text{max}} \gamma_0(\vartheta) R_{\text{დატ}},$$

საიდანაც გამომდინარეობს ტრანსცენდენტური განტოლება  $\cos \vartheta = (SR_{\text{დატ}} \pi)(\sin \vartheta - \vartheta \cos \vartheta)$  ან  $\text{tg} \vartheta - \vartheta = \pi / (SR_{\text{დატ}})$ . (4.58)

(მცირე  $\theta$ -ს დროს ადგილი აქვს:  $\operatorname{tg} \theta \approx \theta + \theta^3 / 3$ )

როცა  $SR_{\text{დბ}} \gg 1$  ამ განტოლების ფესვი ნულთან ახლოსაა, ასე რომ (4.58)-დან გამომდინარეობს ფორმულა დეტექტირების კოეფიციენტის გამოსათვლელად:

$$k_{\text{დბ}} = \cos \theta \left[ \sqrt[3]{3\pi / (SR_{\text{დბ}})} \right] \quad (4.59)$$

**მაგალითი 11.5.** დიოდურ დეტექტორს გააჩნია პარამეტრები:  $R_{\text{დბ}} = 18$  კომ,  $S = 10$  მპ/ვ. განვსაზღვროთ მოცემული მოწყობილობის დეტექტირების კოეფიციენტი.

უგანზომილებო ნაშრავლი  $SR_{\text{დბ}} = 180$  საკმაო დიდია, ამიტომ შეიძლება ვისარგებლოთ ფორმულით (4.59), რომელიც გვაძლევს

$$k_{\text{დბ}} = \cos \theta \cdot \left[ \sqrt[3]{3 \cdot 3.14 / 180} \right] = 0.93.$$

თუ დიოდური დეტექტორის შესასვლელზე მოდის **ამ-რხევა**, მაშინ (4.51) პირობის შესრულებისას დეტექტორის გამოსასვლელი ძაბვა "მისდევს" შესასვლელი სიგნალის ამპლიტუდის დონეს.

### 15.4. სიგნალისა და დაბრკოლების ურთიერთქმედება ამპლიტუდურ დეტექტორში

დავუშვათ, რომ იდეალური წრფივი **ამ-სიგნალის** დეტექტორის შესასვლელზე, რომელსაც გააჩნია დეტექტირების ცნობილი  $k_{\text{დბ}}$  კოეფიციენტი არსებობს **სასარგებლო** (ს) ერთტონალური **ამ-რხევისა** და **დაბრკოლების** (დაბ) არამოდულირებული რხევის ჯამი:

$$u_{\text{შეს}}(t) = U_{m_s} (1 + M \cos \Omega t) \cos \omega_0(t) + U_{m_{\text{დაბ}}} \cos \omega_{\text{დაბ}}(t);$$

სიხშირეები  $\omega_0$  და  $\omega_{\text{დაბ}}$  ზოგად შემთხვევაში განსხვავებულია.

დეტექტორის გამოსასვლელი სიგნალი პროპორციულია  $u_{\text{შეს}}(t)$  რხევის ფიზიკური მომენტების. იმისთვის, რომ გამოითვალოს ეს სიგნალი, ვისარგებლოთ შეუდლებული სიგნალის ცნებით  $\hat{u}_{\text{შეს}}(t)$  (იხ. სიგნალების თეორია, თავი 5), რომელიც, აშკარაა, ჩაიწერება როგორც:

$$\hat{u}_{\text{შეს}}(t) = U_{m_s} (1 + M \cos \Omega t) \sin \omega_0(t) + U_{m_{\text{დაბ}}} \sin \omega_{\text{დაბ}}(t), \quad \text{საიდანაც}$$

$$U_{\text{გამ}}(t) = k_{\text{დბ}} \sqrt{u_{\text{შეს}}^2 + \hat{u}_{\text{შეს}}^2} = k_{\text{დბ}} U_{m_{\text{დაბ}}} \left[ 1 + (U_{m_s} / U_{m_{\text{დაბ}}})^2 (1 + 2M \cos \Omega t + M^2 \cos^2 \Omega t) + 2(U_{m_s} / U_{m_{\text{დაბ}}})(1 + M \cos \Omega t) \cos(\omega_0 - \omega_{\text{დაბ}})(t) \right]^{1/2}. \quad (4.60)$$

განვიხილოთ შემთხვევა, როცა **სასარგებლო სიგნალი** გაცი-

ლებით სუსტია დაბრკოლების სიგნალზე ე.ი.  $(U_{m_b}/U_{m_{დბ}} \ll 1)$ . დაინტერესდეთ გამოსასვლელი რხევის სასარგებლო (ს) მდგენელით, რომელიც იცვლება გადასაცემი შეტყობინების  $\cos \Omega t$  პროპორციულად დროში. რადიკალის გაშლით მწკრივად, რომელიც შედის (4.60)-ში, მცირე პარამეტრის  $U_{m_b}/U_{m_{დბ}}$  ხარისხების მიხედვით, ვრწმუნდებით, რომ მოცემული სპექტრალური მდგენელი ქმნის გამოსასვლელზე რხევას.

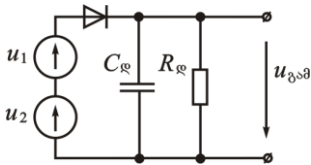
$$U_{სს}(t) = k_{დტ} U_{m_b} (U_{m_b}/U_{m_{დბ}}) M \cos \Omega t. \quad (4.61)$$

ჩანს, რომ დაბრკოლების ამპლიტუდის ზრდით ხდება სასარგებლო სიგნალის ჩახშობა. ეს მოვლენა უკვე იყო განხილული მოცემულ თავში.

დაბრკოლების მაგნე ზემოქმედება ვლინდება აგრეთვე იმაში, რომ დეტექტორის გამოსასვლელზე შეიძლება აღიძრას კომბინაციური რხევების დიდი რიცხვი სიგნალისა და დაბრკოლების არაწრფივი ურთიერთქმედების გამო.

### 15.5. ფაზური დეტექტირება

ცნობილია მრავალი სქემა ფაზური დეტექტორებისა – მოწყობილობებისა რხევების დემოდულაციისათვის სრული ფაზით  $\psi(t) = \omega_0(t) + \varphi(t)$ , რომლებიც მოდულირებულია ფაზური კუთხის მიხედვით. ასეთი დეტექტორების მუშაობა ეფუძნება არაწრფივ ურთიერთქმედებას მოდულირებულ სიგნალს და არამოდულირებულ საყრდენ რხევას შორის, რომელიც შეიქმნება დამხმარე გარე წყაროს გამოყენებით.



ნახ. 15.6

ვთქვათ, მაგალითად, არაწრფივ უინერციო ორპოლუსაზე (ნახ. 15.6), რომლის შამ-ს აქვს  $i(u) = a_0 + a_1 u + a_2 u^2$  სახე, მოდებულია ორი ძაბვის ჯამი:

$$u(t) = u_1 + u_2 = U_{m_1} \sin[\omega_0 t + \varphi(t)] + U_{m_2} \cos \omega_0 t.$$

მახასიათებლის კვადრატული შესაკრების გამო დენში იარსებებს შემდგენი, რომელიც აღწერს რხევების არაწრფივ ურთიერთქმედებას:

$$\begin{aligned} i_{ურ}(t) &= 2a_2 U_{m_1} U_{m_2} \sin[\omega_0 t + \varphi(t)] \cos \omega_0 t = \\ &= a_2 U_{m_1} U_{m_2} \sin \varphi(t) + a_2 U_{m_1} U_{m_2} \sin[2\omega_0 t + \varphi(t)]. \end{aligned} \quad (4.62)$$

(4.62) ფორმულის მეორე შესაკრები შეესაბამება მაღალ-სიხშირული სიგნალი საშუალო სიხშირით  $2\omega_0$ , რომელსაც ადვილად "აღწობს" დაბალი სიხშირეების არაწრფივი ფილტრი

(მაგალითად,  $RC$ -წრედი). პირველი შესაკრები (4.62)-ში აღწერს დაბალსიხშირულ დენს

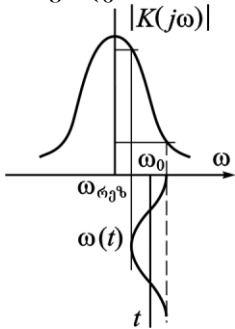
$$i_{\text{დბ}}(t) = a_2 U_{m1} U_{m2} \sin \varphi(t) \approx a_2 U_{m1} U_{m2} \varphi(t). \quad (4.63)$$

გადასაცემი შეტყობინების მიახლოებით პროპორციულს, თუ დეტექტირებადი სიგნალის **ფაზის დევიაცია** (მოდულაციის ინდექსი) საკმაოდ მცირეა.

ფაზური დეტექტორების შექმნისას ვერ ავიცილებთ სირთულეებს, რომლებიც დაკავშირებულია საყრდენი გენერატორის ძაბვის ფაზის რხევებთან. კერძოდ, მკაცრად მოთხოვება საყრდენი ძაბვის ფაზის სტაბილიზაციაა.

### 15.6. სიხშირული დეტექტირება

სიხშირული მოდულაციისას, როგორც ცნობილია, სასარგებლო შეტყობინება პროპორციულია სიგნალის სიხშირის მყისიერი გადახრისა მატარებელი რხევის სიხშირისაგან. განვიხილოთ **სმ**-სიგნალების დემოდულაციის ზოგიერთი საშუალება.



დემოდულირებული სიგნალის მიწოდებით წრფივ სიხშირულ ფილტრზე, შეიძლება სიხშირული მოდულაცია გარდაექმნათ არაღრმა ამპლიტუდურ მოდულაციად, რომელიც აწეობილია ისე, რომ **სმ**-ს დაშლაში

$$|K(j\omega)| = |K(j\omega_0)| + |K(j\omega)|'(\omega - \omega_0) + \dots$$

კოეფიციენტი  $|K(j\omega)|'$  განსხვავდებოდეს ნულისაგან. თუ ჩავთლით, რომ დეტექტირებული სიგნალის სიხშირე

$$\omega(t) = \omega_0 + \Delta\omega \cos \Omega t,$$

ნახ. 15.7 მაშინ, ფილტრის გამოსასვლელზე ვდებულობთ სიგნალს რთული ამპლიტუდურ -კუთხური მოდულაციით. ამ სიგნალის ცვლადი შემდგენის მყისიერი ამპლიტუდა იცვლება დროში შემდეგი კანონის მიხედვით

$$U_{m_{\text{გამ}}}(t) = B_0 |K(j\omega)|' \Delta\omega \cos \Omega t$$

სადაც  $B_0$ -მუდმივი კოეფიციენტია. მაშასადამე ცვლადი შემდგენის მყისიერი ამპლიტუდა ფორმით იმეორებს გადასაცემი შეტყობინებას.

სიგნალის საბოლოო დამუშავება ხდება ჩვეულებრივი **ამ**-დეტექტორით, რომელიც ჩართულია ფილტრის გამოსასვლელზე.

სისშირული დეტექტირების განხილულ მეთოდს ახასიათებს რიგი **ნაკლოვანებანი**: 1) მკაცრად მოითხოვება ფილტრის შესასვლელზე შესაძლებელი პარაზიტული **ამ-**ლი სიგნალის ხარისხიანი შეზღუდვა (ფილტრაცია); 2) დეტექტირების მახასიათებლის არასაკმარისი წრფივობა.

საუკეთესო შედეგებს უზრუნველყოფს მეთოდი, რომელიც ეფუძნება **სმ-**სიგნალების გარდაქმნას **შმ-**სიგნალებში წრფივი სისშირულად-ამრჩევი ფილტრების საშუალებით და შემდეგ ფაზური დეტექტირებით. დემოდულაციის ასეთი მეთოდისას ამრჩევი ვიწროზოლოვანი წრედის ფაზურ-სისშირულ მახასიათებელს (იხ. თავი 2) სისშირის მცირე მიდამოში აქვს სახე

$$\varphi_{\kappa}(\omega) = \varphi_{\kappa}(\omega_0) - t_{\%b}(\omega - \omega_0), \quad (4.65)$$

სადაც  $t_{\%b}$  - **ჯგუფური დაგვიანების დრო**.

თუ  $\omega(t) = \omega_0 + \Delta\omega \cos \Omega t$ , მაშინ ვიწროზოლოვან სიგნალს ფილტრის გამოსასვლელზე აქვს **სრული ფაზა**

$$\psi(t) = \omega_0 t + \varphi_{\kappa}(\omega_0) - \Delta\omega t_{\%b} \cos \Omega t$$

გ.ი. ნამდვილად წარმოადგენს **შმ-**სიგნალს.



$\nu_1$  სიგნალის და  $\nu_2$  სიგნალის სპექტრი და რხევები ბალანსური მოდულატორის გამოსასვლელზე ედვინ არმსტრონგი (1890-1954) – ცნობილი ამერიკელი რადიოინჟინერი და გამომგონებელი სიგნალის ვექტორული დიაგრამები არმსტრონგის მოდულატორის გამოსასვლელზე ორი  $t_1$  და  $t_2$  დროის თანმიმდევრულ მომენტში დეტექტირების კოეფიციენტი

არაწრფივი დამახინჯებანი დეტექტირებისას გამოსასვლელი ძაბვა დიოდურ დეტექტორში ახლოსაა შესასვლელი სიგნალის ამპლიტუდასთან

ეს გარემოება უნდა იყოს გათვალისწინებული რადიომიმღები მოწყობილობების პროექტირებისას, რომლებიც უზრუნველყოფენ ხელშეშლების საგულდაგულო სიხშირულ ფილტრაციას წრფივ წრედებში ამპლიტუდურ დეტექტორამდე იმისათვის, რომ გადავაქციოთ სმ ამ-ად, საკმარისია მატარებელი სიხშირე  $\omega_0$  მოვათავსოთ რეზონანსული კონტურის ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებლის ”ფერდობზე” აღვნიშნოთ, რომ ამ-დეტექტორი პრინციპიალურად არამგრძობიარეა მის შესასვლელზე მიწოდებული სიგნალის მყისიერი სიხშირის დროში ცვალებადობის მიმართ