

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ტექნიკური ელექტრონიკის კათედრა

გ. ღვებუაძე

საკურსო სამუშაოს მეთოდური

მ ი თ ი თ ე ბ ე ბ ი

სასწავლო კურსში - „ძალური ელექტრონიკა“

თბილისი 2006

დასათაურება

შესავალი -----	3
1. გამმართველის საქმის შერჩევა და ვენტილური კვანძის პარამეტრების განსაზღვრა -----	4
2. მაგლუეებელი ფილტრის ანგარიში -----	7
3. ტრანსფორმატორის ანგარიში -----	9
4. გამმართველის მართვის სქემის შერჩევა და სქემის ელემენტების პარამეტრების გაანგარიშება -----	15
5. გამოყენებული ლიტერატურა -----	17

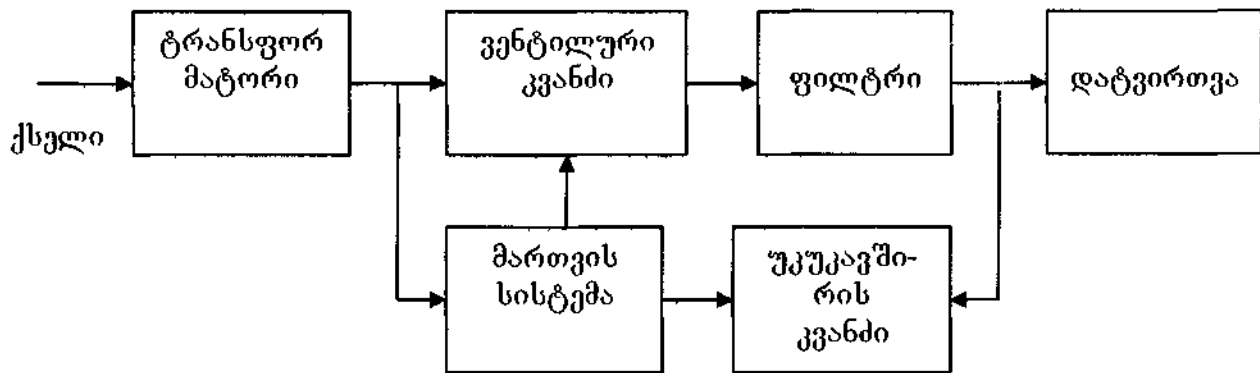
შესავალი

გამმართველის დანიშნულებაა ცვლადი ძაბვის გარდაქმნა მუდმივ ძაბვად. აქედან გამომდინარე, გამმართველი გამოიყენება ელექტრული ენერჯის სხვადასხვა მომხმარებლების მუდმივი დენით კვების მიზნით. ასეთი მომხმარებლებია: მუდმივი დენის ძრავები, სხვადასხვა რადიოტექნიკური მოწყობილობები, გამოთვლითი ტექნიკის საშუალებები და სხვა.

ყოველი გამმართველი მოწყობილობის პრინციპულად აუცილებელ ნაწილს წარმოადგენს ვენტილური კვანძი, რომელშიც არამართვადი ან მართვადი ვენტილები(დიოდები, ტირისტორები)) შეერთებულია სხვადასხვა სქემის მიხედვით და განაპირობებს შესავალი ცვლადი ძაბვის გარდაქმნას უცვლელი ნიშნის ფეთქადი ხასიათის გამოძაღვალ ძაბვად. არსებობს ცვლადი ძაბვის გამართვის ერთფაზა და სამფაზა სქემები, რომლებშიც ვენტილები შეერთებული არიან ერთტაქტა ან ორტაქტა (ბოგური) სქემის მიხედვით.

ვენტილური კვანძის გარდა გამმართველი მოწყობილობა შეიძლება შეიცავდეს:

1. ქსელის) ანუ შესასვლელის ტრანსფორმატორს, რომლის დანიშნულებაა მკვებავი ცვლადი დენის ქსელის ძაბვის სიდიდის გარდაქმნა დატვირთვის მიერ მოთხოვნილი მუდმივი ძაბვის საჭირო სიდიდის უზრუნველსაყოფად. გარდა ამისა, ტრანსფორმატორი ანხორციელებს მკვებავი ქსელისა და დატვირთვის ელექტრულ (გალვანურ) განმხოლოებას;
2. ფილტრს, რომლის დანიშნულებაა ფეთქადი ხასიათის გამართული ძაბვის გასწორება (გაგლუვება);
3. მართვის სისტემას, რომლის დანიშნულებაა გამმართველის გამოსავალზე მიღებული ძაბვის რეგულირება მოთხოვნილ ფარგლებში. გამართული ძაბვის რეგულირება საჭიროა, ერთ შემთხვევაში, დატვირთვაზე უცვლელი სიდიდის (სტაბილური) ძაბვის მისაღებად, როდესაც მერყეობს მკვებავი ცვლადი დენის ქსელის ძაბვა ან იცვლება დატვირთვაში გამავეალი დენის სიდიდე. მეორე შემთხვევაში დატვირთვას უნდა მიეწოდოს განსაზღვრული კანონით ცვალებადი გამართული ძაბვა. ამ მიზნის მისაღწევად, როგორც წესი, მართვის სისტემა ჩაირთვება უკუკავშირის წრედში, რის შედეგადაც მიიღება რეგულირების შეკრული სისტემა.



1. გამმართველის სქემის შერჩევა და ვენტილური კვანძის პარამეტრების განსაზღვრა

გამმართველის სქემის შერჩევის საკითხი დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორზე. ეს ფაქტორებია: გამმართველის სიმძლავრე, მკვებავი ქსელის ფაზათა რიცხვი, მკვებავი ქსელის ძაბვის რყევის სიდიდე, ფეთქადობის კოეფიციენტის დასაშვები სიდიდე და სხვა.

თუ მკვებავი ცვლადი დენის ქსელი ერთფაზაა, მაშინ ცხადია, შეირჩევა ერთფაზა გამმართველი (გამართვის ბოგური სქემა ან გამართვის სქემა ტრ-ის შუა გამოყვანით). ერთფაზა გამმართველების გამოყენება, ამავე დროს, მიზანშეწონილია, როდესაც დატვირთვის მიერ მოთხოვნილი სიმძლავრე რამდენიმე ერთეული კილოვატის ფარგლებშია. უფრო მეტი სიმძლავრის შემთხვევაში მიზანშეწონილია სამფაზა გამმართველის გამოყენება (ძირითადად გამართვის სამფაზა ბოგური სქემა).

გამართვის ყოველ კონკრეტულ სქემას გააჩნია გამოსავალი ძაბვის ფეთქადობის განსაზღვრული კოეფიციენტი. თუ დატვირთვის მიერ მოთხოვნილი გამართული ძაბვის ფეთქადობის დასაშვები კოეფიციენტი ნაკლებია გამმართველის გამოსავალი ძაბვის ფეთქადობის კოეფიციენტზე, მაშინ აუცილებელია მაგლუვებელი ფილტრის გამოყენება. ფილტრის სქემის შერჩევის დროს ამოსავალ სიდიდეს წარმოადგენს დატვირთვაზე მისაწოდებელი გამართული ძაბვის ფეთქადობის კოეფიციენტის დასაშვები სიდიდე. ფილტრის სქემის შერჩევისას ვსარგებლობთ შემდეგი რეკომენდაციებით:

1. მარტივი (ინდუქციური ან ტევადური) ფილტრის გამოყენება მიზანშეწონილია, თუ ფილტრაციის კოეფიციენტის სიდიდე $K_{ფ} \leq 20$. ამავე დროს, მარტივი ტევადური ფილტრის გამოყენება მიზანშეწონილია იმ შემთხვევაში, თუ დატვირთვის დენი რამდენიმე მილიამპერის ფარგლებშია. მეტი სიდიდის დენებზე, როგორც წესი, იყენებენ ინდუქციურ ფილტრს.

2. თუ ფილტრაციის კოეფიციენტის საჭირო სიდიდე $K_{ფ} > 20$, მაშინ შევირჩევთ "I"-სებრ ან "II"-სებრ შედგენილ ფილტრს. "II"-სებრი ფილტრის გამოყენების შემთხვევაში, როდესაც $K < 50$, ეკონომიკური თვალსაზრისით მიზანშეწონილია ერთგოლიანი "II"-სებრი ფილტრის გამოყენება. თუ $K_{ფ} > 50$ მიზანშეწონილია ორგოლიანი "II"-სებრი ფილტრის გამოყენება.

გამმართველის სქემაში შეიძლება როგორც არამართვადი, აგრეთვე მართვადი ვენტილების გამოყენება. თუ დატვირთვა მოითხოვს ფიქსირებული სიდიდის გამართულ ძაბვას, ხოლო მკვებავი ცვლადი დენის ქსელის რყევადობის დროს გამართული ძაბვის ცვალებადობა გავლენას არ ახდენს დატვირთვის ნორმალურ მუშაობაზე, გამმართველის სქემაში გამოვიყენებთ დიოდებს. მაგრამ თუ მკვებავი

ქსელის ძაბვის რყევის დროს ან დატვირთვის დენის ცვალებადობის შემთხვევაში აუცილებელია დატვირთვაზე სატბილური ძაბვის შენარჩუნება, უნდა გამოვიყენოთ მართვადი ვენტილები (ტირისტორები).

ვითვალისწინებთ რა ყოველივე ზემოთ აღნიშნულს, საკურსო დავალების გათვალისწინებით შევირჩევთ გამმართველის პრინციპულ სქემას, რომელიც წარმოდგენილია ნახ.1-ზე.

ნახ.1

ვპოულობთ უქმი სვლის რეჟიმში გამართული ძაბვის სიდიდეს

$$U_{d0} = U_d \left(1 + \frac{\Delta U_d \%}{100} \right), \text{ სადაც } \Delta U_d \% = 3 \div 5.$$

ვპოულობთ უქმი სვლის რეჟიმში გამართული ძაბვის მნიშვნელობებს მკვებავი ქსელის ძაბვის ნომინალური მნიშვნელობიდან გადახრის დროს. ქსელის ძაბვის გაზრდილი მნიშვნელობის შემთხვევაში

$$U'_{d0} = U_{d0} \left(1 + \frac{\Delta U_{ქ} \%}{100} \right).$$

ცვლადი დენის ქსელის ძაბვის შემცირებული მნიშვნელობის დროს

$$U''_{d0} = U_{d0} \left(1 - \frac{\Delta U_{ქ} \%}{100} \right),$$

სადაც $\Delta U_{ქ} \%$ არის ცვლადი დენის ქსელში ძაბვის რყევის სიდიდე პროცენტებით და იგი მითითებულია საკურსო დავალებაში.

ვსაზღვრავთ გამმართველის გამოსავალზე სტაბილური სიდიდის ძაბვის შენარჩუნებისათვის U_d საჭირო რეგულირების სიღრმეს. აქტიურ-ინდუქციური ბუნების დატვირთვის შემთხვევაში რეგულირების სიღრმე განისაზღვრება გამოსახულებიდან

$$\alpha = \arccos \frac{U''_{d0}}{U'_{d0}}.$$

ცვლადი დენის ქსელის ძაბვის ნომინალური მნიშვნელობის დროს ტირისტორების გაღების კუთხე

$$\alpha_0 = \arccos \frac{U''_{d0}}{U_{d0}} \cdot$$

შევირჩიოთ გამმართველის სქემაში გამოყენებული ვენტილების ტიპი. ამისათვის საჭიროა ვენტილში გამავალი პირდაპირი დენის საშუალო მნიშვნელობისა და ჩაკეტილ ვენტილზე მოქმედი უკუ ძაბვის მაქსიმალური მნიშვნელობის ცოდნა.

ვენტილში გამავალი პირდაპირი დენის საშუალო მნიშვნელობა
 $I_a = K_i \cdot I_d$

სადაც K_i – გამართავის სქემის დენური კოეფიციენტი. ერთფაზა სქემებისათვის $K_i = 1/2$, ხოლო სამფაზა სქემებისათვის - $K_i = 1/3$.

ჩაკეტილ ვენტილზე მოქმედი უკუ ძაბვის მაქსიმალური მნიშვნელობა
 $U_{bmax} = K_U \cdot U_{d0}$

სადაც K_U – გამმართველის სქემის ძაბვის კოეფიციენტია;
 $K_U = \pi$, თუ შერჩეული გვაქვს ერთფაზა გამართვის სქემა ტრ-ის შუა გამომყვანით;

$K_U = \pi/2$ გამართვის ერთფაზა ბოგური სქემისთვის;

$K_U = 2.09$ გამართვის სამფაზა სქემისთვის ტრ-ის ნულის გამომყვანით;

$K_U = 1.05$ გამართვის სამფაზა ბოგური სქემის შემთხვევაში.

I_a და U_{bmax} სიდიდეების ნაპოვნი მნიშვნელობების მიხედვით ცნობარიდან [3] შევირჩევთ ვენტილის ტიპს და ამოვიწერთ შემდეგ ძირითად მონაცემებს:

— მაქსიმალურად დასაშვები საშუალო დენი ღია მდგომარეობაში.....

— განმეორებადი დასაშვები იმპულსური ძაბვა ჩაკეტილ მდგომარეობაში.....

— არაგანმეორებადი დასაშვები იმპულსური ძაბვა ჩაკეტილ მდგომარეობაში.....

— განმეორებადი დასაშვები იმპულსური უკუ ძაბვა....

— არაგანმეორებადი დასაშვები იმპულსური უკუ ძაბვა....

— მაქსიმალურად დასაშვები მუდმივი უკუ ძაბვა....

— მინიმალურად დასაშვები მართვის პირდაპირი იმპულსური დენი.....

— მაქსიმალურად დასაშვები მართვის პირდაპირი იმპულსური დენი.....

— ზღურბლური ძაბვა...•••

— p-n გადასასვლელების დასაშვები ტემპერატურა....

— კორპუსის დასაშვები ტემპერატურა...•••

— დინამური წინაღობა ღია მდგომარეობაში...

—p-n გადასასვლელი —კორპუსის თბური წინაღობა...

შენიშვნა: ვენტილის ტიპის შერჩევას როგორც დენის, აგრეთვე ძაბვის მიხედვით, ვახდენთ გარკვეული მარაგით სქემის მუშაობის საიმედოების გაზრდის მიზნით. მარაგის კოეფიციენტს ავიღებთ 1.25÷1.5-ის ფარგლებში, ასე, მაგ., თუ I_a -ს ნაანგარიშები მნიშვნელობა გამოვიდა 10ა-ს ტოლი, ხოლო U_{bmax} -ის მნიშვნელობა 100ვ-ის ტოლი ვენტილის შერჩევას ვახდენთ $I_a=(1.25÷1.5)*10$ -სა და

$$U_{bmax}=(1.25÷1.5)*100\text{-ის მიხედვით.}$$

ვენტილის ტიპის შერჩევის შემდეგ უნდა შემოწმდეს p-n გადასასვლელების თერმული მდგომარეობა ხანგრძლივი დატვირთვის რეჟიმში

$$Q_{p-n}=Q_0+P_a*R_T,$$

სადაც Q_0 — გარემოს მაქსიმალური ტემპერატურაა;

P_a — ხანგრძლივი დატვირთვის დროს ვენტილში გამოყოფილი სიმძლავრეა;

R_T — p-n გადასასვლელი —კორპუსი შუალედის თბური წინაღობაა.

ვპოულობთ ვენტილში გამოყოფილ სიმძლავრეს

$$P_a = U_0 I_a + K_f I_a^2 R_{\text{ფონ } J}$$

სადაც U_0 — ზღურბლური ძაბვაა;

K_f — დენის ფორმის კოეფიციენტი;

I_a — ვენტილში გამავალი პირდაპირი დენის ფაქტიური მნიშვნელობაა;

$R_{\text{ფონ } J}$ — ვენტილის დინამიური წინაღობა.

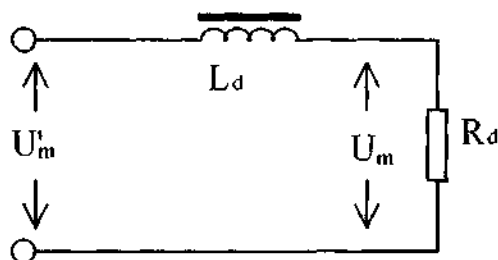
p-n გადასასვლელის ტემპერატურის სიდიდე არ უნდა აღემატებოდეს ცნობარში მითითებულ დასაშვებ მნიშვნელობას. თუ ეს პირობა არ დაკმაყოფილდა საჭიროა შევირჩიოთ მეტი სიმძლავრის ვენტილიდან მოვახდინოთ შერჩეული ტიპის ვენტილების პარალელური ჩართვა.

2. მაგლუვებელი ფილტრის ანგარიში

შენიშვნა: წინასწარ უნდა შევირჩიოთ ფილტრის სქემა. ამ მიზნით ვიყენებთ 1 პარაგრაფში ჩამოყალიბებულ რეკომენდაციებს საკურსო დავალებასთან შესაბამისობაში. ქვემოთ განხილულია ფილტრის შესაძლო სამივე ვარიანტის გაანგარიშების მაგალითები. სტუდენტი ისარგებლებს გაანგარიშების იმ მაგალითით, რომელიც მის მიერ შერჩეულ ფილტრის სქემას შეესაბამება.

2.1 ძაოტოეი ინდუქციოეი ფილტრის ანგარიში

საჭიროა განისაზღვროს L_d მაგლუეეებელი დროსელის ინდუქციოეობა



$$L_d = \frac{R_d \sqrt{K_{ფ}^2 - 1}}{\omega}$$

სადაც R_d - დატვირთვის აქტიური წინაღობა $R_d = U_d / I_d$;

$K_{ფ}$ - ფილტრაციის კოეფიციენტი $K_{ფ} = K'_{ფეთ} / K_{ფეთ}$.
 $K'_{ფეთ}$ გამართეელის გამოსაეალი ძაბვის ფეთქადობის კოეფიციენტი,

$$K'_{ფეთ} = \frac{2}{m^2 - 1}$$

სადაც m -განმართული ძაბვის ფეთქადობის რიცხეია. ერთფაზა სრულპერიოდინი გამართვის სქემებში $m=2$. სამფაზა გამართვის სქემაში ტრ-ის ნულის გამომეეანით $m=3$. სამფაზაჭბოგურ სქემაში $m=6$. $K_{ფეთ}$ - დატვირთვზე (ფილტრის გამოსაეალზე) არსებული ძაბვის ფეთქადობის დასაშეები კოეფიციენტი.

ω - გამართული ძაბვის ძირითადი ჰარმონიკის კუთხური სიხშირეა

$$\omega = \omega_{ფ} m = 2\pi f_{ფ} m$$

R_d , $K_{ფ}$ და ω ნაპოვნი სიდიდეების L_d -ს გამოსახულებაში შეტანის შედეგად ეპოულობთ მაგლუეეებელი დროსელის ინდუქციოეობას და ცნობარიდან ავირხევთ საჭირო ტიპის დროსელს.

2.2 ერთრგოლიანი "T"-სებრი LC ფილტრის ანგარიში

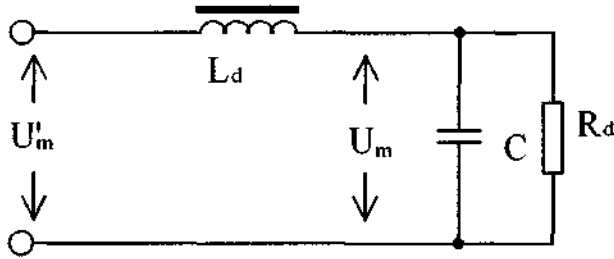
ფილტრის ინდუქციოეობა იანგარიშება ფორმულიდან

$$L_d > \frac{2R_d}{(m^2 - 1)m\omega_{ფ}}$$

ფილტრის ტეეადობა: $C = \frac{10(K_{ფ} + 1)}{m^2 L_d}$

R_d , $K_{ფ}$, m , $\omega_{ფ}$ სიდიდეების განსაზღვრა ხდება წინა მაგალითში განხილულის ანალოგიურად.

L_d და C სიდიდეების განსაზღვრის შემდეგ შევირჩევთ საჭირო ტიპის მაგლუვებელი დროსელის და კონდენსატორის ტიპს.

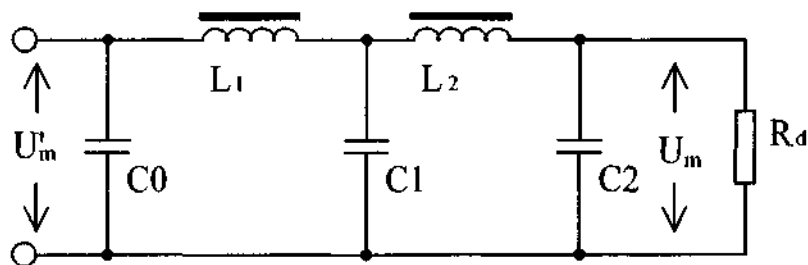


2.3 ორგოლიანი "Π" სებრი ფილტრის ანგარიში

ფილტრის რგოლების რაოდენობა დამოკიდებულია ფილტრაციის კოეფიციენტის საჭირო სიდიდეზე. თუ $K_{ფ} > 50$ მიზანშეწონილია ორგოლიანი ფილტრის გამოყენება. ერთი რგოლის ფილტრაციის კოეფიციენტი $K_{ფ1} = \sqrt{K_{ფ}}$ ვპოულობთ ერთი რგოლისთვის ნამრავლს

$$LC = \frac{10(K_{ფ1} + 1)}{m^2} \cdot \text{ამავე დროს, } L > \frac{2R_d}{(m^2 - 1)\omega_{\text{ს}}}$$

საშუალებით დავადგენთ თითოეული რგოლის L და C ელემენტების სიდიდეებს და ცნობარიდან შევირჩევთ სათანადო ტიპის დროსელს და კონდენსატორს.



3. ტრანსფორმატორის ანგარიში

დატვირთვის მიერ მოთხოვნილი სიმძლავრის P_d მიხედვით ვპოულობთ ტრ-ის საანგარიშო (ტიპიურ) სიმძლავრეს

$$P_{ტ} = K_p \cdot P_d$$

სადაც K_p – სიმძლავრის სქემური კოეფიციენტი:

$K_p = 1.34$, თუ სქემა ერთფაზა ტრ-ის შუა გამოყვანით;

$K_p = 1.24$, თუ სქემა ერთფაზა ბოგურია;

$K_p = 1.35$, თუ სქემა სამფაზა ტრ-ის ნულის გამოყვანით;

$K_p = 1.045$, თუ სქემა სამფაზა ბოგურია.

ვპოულობთ ტრ-ის მეორეული გრაგნილის ძაბვის ეფექტურ მნიშვნელობას უქმი სვლის რეჟიმში

$$U_{20} = K_u U'_{40},$$

სადაც K_u - ძაბვის სქემური კოეფიციენტი:

$K_u = 1.1$ - ერთფაზა გამართვის ორივე სრულპერიოდთან სქემის შემთხვევაში;

$K_u = 0.855$, თუ სქემა სამფაზაა ტრ-ის ნულის გამოყვანით;

$K_u = 0.427$, თუ სქემა სამფაზა ბოგურია.

ეპოულობთ ტრ-ის ტრანსფორმაციის კოეფიციენტს

$$K_T = \frac{U_1}{U_{20}}.$$

ეპოულობთ ტრ-ის მეორეული გრაგნილის დენის ეფექტურ მნიშვნელობას

$$I_2 = K_T I_d,$$

სადაც K_T - დენის სქემური კოეფიციენტი:

$K_T = 0.707$, თუ სქემა ერთფაზაა ტრ-ის შუა გამოყვანით;

$K_T = 1.11$, თუ სქემა ერთფაზა ბოგურია;

$K_T = 0.58$, თუ სქემა სამფაზაა ტრ-ის ნულის გამოყვანით;

$K_T = 0.817$, თუ სქემა სამფაზა ბოგურია.

ეპოულობთ ტრ-ის პირველადი გრაგნილის დენის ეფექტურ მნიშვნელობას უქმი სვლის დენის გაუთვალისწინებლად

$$I_1 = I_2 / K_g.$$

შევირჩევთ ტრანსფორმატორის რკინის გულარის მარკას და ფურცლის სისქეს (ლიტ.1, ცხრილი №1.3). ტრანსფორმატორის საანგარიშო სიმძლავრის მიხედვით შევირჩევთ **B** ინდუქციის სიდიდეს (ლიტ. 1, ცხრილი №1.5).

ეპოულობთ ტრ-ის რკინის გულარის გეომეტრიულ ზომებს. ამ მიზნით ვანგარიშობთ

$$S_{რკ} \cdot S_{ფან} = \frac{P_g \cdot 10^2}{2.22 \cdot m \cdot f \cdot K_{სა} \cdot K_{რკ} \cdot B \cdot \sigma},$$

სადაც m - გამართველის ფაზათა რიცხვია;

$S_{რკ}$ - გულარის კვეთის ფართობია;

$S_{ფან}$ - ფანჯრის ფართობია;

f - მკვებავი ქსელის ძაბვის სიხშირეა;

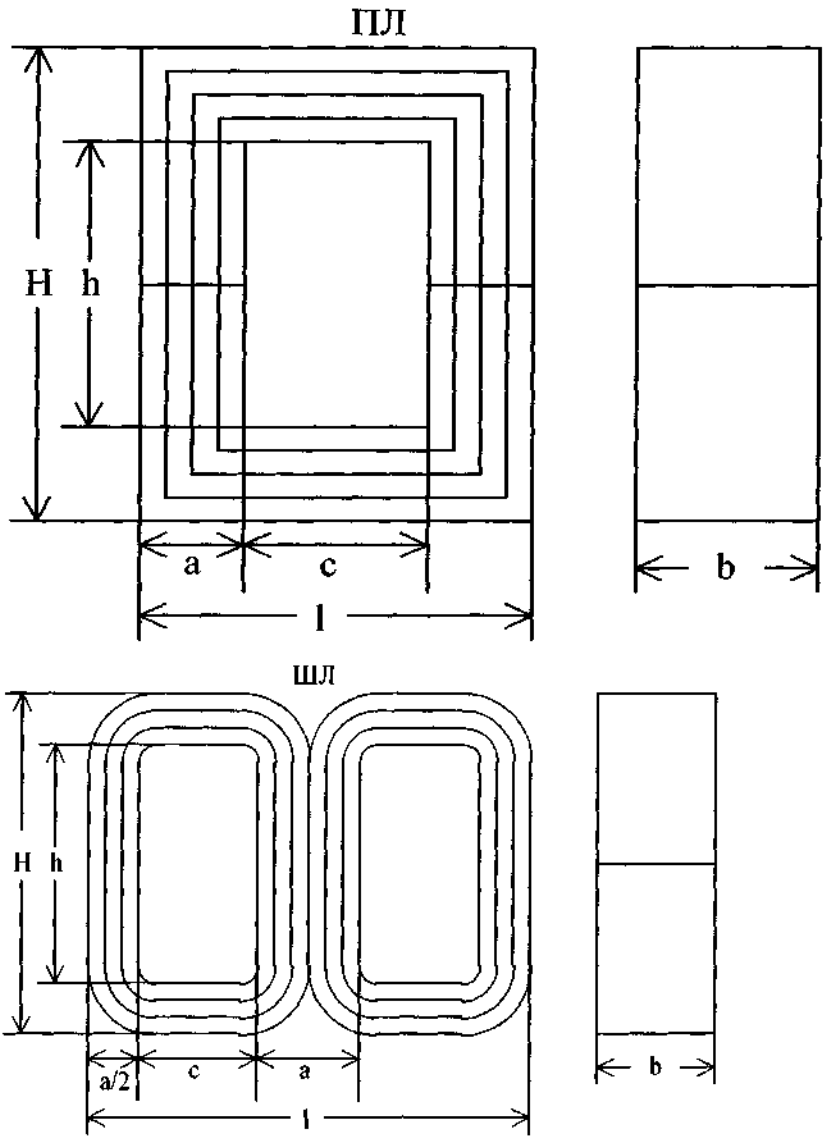
$K_{სა}$ - ფანჯრის სპილენძით შევსების კოეფიციენტი. აიღება 0.35-0.04 ფარგლებში;

$K_{რკ}$ - გულარის რკინით შევსების კოეფიციენტი, აიღება 0.9-0.92-ის ფარგლებში;

σ - დენის სიმკვრივეა (შეირჩევა ლიტ.1 ცხრ. №1.5-დან).

$S_{რკ} \cdot S_{ფან}$ ნანგარიშები სიდიდის მიხედვით შევირჩევთ III ან II ტიპის მაგნიტურ გულარს (ლიტ.2 ცხრ. №11, №12), ამოვიხაზავთ

გულარის კონსტრუქციას გაბარიტული ზომების ჩვენებით და ამოვიწერთ გულარის ძირითად მონაცემებს; $S_{რკ} * S_{ფან} =$; $a =$; $b =$; $c =$; $S_{რკ} =$; $l_{საშ.რკ} =$; $V_{რკ} =$; $Q_{რკ} =$; $l_{საშ.სკ} =$;



ნახ.2

ვპოულობთ აქტიურ დანაკარგებს გულარის რკინაში

$$\Delta P_{რკ} = Q_{რკ} * P,$$

P - ხვედრითი დანაკარგებია.

ხვედრითი დანაკარგების მნიშვნელობას ავიღებთ №1.3 ცხრილიდან (ლიტ I). ვსაზღვრავთ ტრ-ის პირველადი გრაგნილის ხვიათა რიცხვს

$$W_1 = \frac{U_1 * 10^4}{4.44 * f_{\text{წ}} * B * S_{რკ} * K_{რკ}} .$$

ტრ-ის მეორეული გრაგნილის ხვიათა რიცხვი $W_2 = W_1 / K_{\delta}$.

ესაზღვრათ უქმი სვლის დენს $I_0 = \sqrt{I_{0a}^2 + I_{0r}^2}$.

$$I_0 = \sqrt{I_{0a}^2 + I_{0r}^2} ,$$

სადაც I_{0a} - უქმი სვლის დენის აქტიური შემდგენია - $I_{0a} = \Delta P_{\text{რკ}} / U_1$,

I_{0r} - უქმი სვლის დენის რეაქტიული შემდგენია

$$I_{0r} = \frac{a_w I_{\text{საშ.რკ}}}{W_1} .$$

აქ a_w - ხვედრითი ამპერსეიება, იგი აიღება ცხრ. №14 (ლიტ.1)

ვპოულობთ ტრ-ის პირველადი გრაგნილის დენს უქმი სვლის დენის გათვალისწინებით

$$I_1 = \sqrt{I_0^2 + I_2^2} .$$

განვსაზღვროთ ტრ-ის პირველადი გრაგნილის გამტარის განიკვეთის ფართობი

$$q_1 = \frac{I_1}{\sigma} .$$

განიკვეთის ნაანგარიშები სიდიდის მიხედვით ცხრილი №14-დან ან ცხრილი № 15-დან (ლიტ.2), შევირჩევთ სტანდარტული განიკვეთის საგრაგნილე გამტარს და ამოვიწერთ მის ზომებს და ტიპს.

ვპოულობთ ტრ-ის მეორეული გრაგნილის გამტარის განიკვეთს

$$q_2 = \frac{I_2}{\sigma}$$

და იგივე ცხრილებიდან შევირჩევთ სტანდარტული განიკვეთის მქონე საგრაგნილე გამტარს ტიპისა და ზომების ჩვენებით.

მოვახდინოთ გრაგნილების განლაგება რკინის გულარზე ტრანსფორმატორის ღეროზე პირველ რიგში უნდა მოხდეს ნაკლები ძაბვის მქონე გრაგნილის დახვევა, ხოლო შემდეგ მეტი ძაბვის გრაგნილის დახვევა. თუ შევარჩიეთ III ტიპის რკინის გულარა ერთფაზა გამმართველის ტრანსფორმატორისათვის, მაშინ გრაგნილების დახვევას ვახდენთ ორივე ღეროზე; თითოეულზე $W_{1/2}$ და $W_{2/2}$ ხვიათა რაოდენობით და შემდეგ ნახევარ გრაგნილებს დავაკავშირებთ ელექტრულად. სამფაზა ტრანსფორმატორის შემთხვევაში სამივე ღეროზე დაიხვევა W_1 და W_2 მთელი რაოდენობით (III ტიპის გულარა).

გრაგნილების განთავსებისას პირველ რიგში დავადგენთ ერთ ფენაში მოთავსებულ ხვიათა რიცხვს. პირველადი გრაგნილის ერთ ფენაში ჩაეტევა

$$n_1 = \frac{h-3}{d_1} ,$$

სადაც d_1 არის დასახვევი გამტარის დიამეტრი იზოლაციის გათვალისწინებით, თუ შერჩეული გვაქვს მრგვალი კვეთის გამტარი, ან განივი კვეთის დიდი გვერდის სიგრძე, როდესაც შერჩეული გვაქვს მართკუთხა განივი კვეთის გამტარი.

პირველადი გრაგნილისათვის საჭირო იქნება ფენათა რიცხვი:
 $m_1 = W_1 / 2n_1$ - ერთფაზა ტრანსფორმატორის შემთხვევაში III ტიპის გულარის ერთ ღეროზე;

$m_1 = W_1 / n_1$ - სამფაზა ტრანსფორმატორის შემთხვევაში III ტიპის გულარის ერთ ღეროზე.

მეორეული გრაგნილის ერთ ფენაში ჩაეტევა

$$n_2 = \frac{h-3}{d_2},$$

სადაც d_2 - არის დასახვევი გამტარის დიამეტრი იზოლაციის გათვალისწინებით მრგვალი კვეთის გამტარისთვის, ან განივი კვეთის დიდი გვერდის სიგრძე მართკუთხა კვეთის მქონე გამტარისთვის. მაშინ, მეორეული გრაგნილის დასახვევად საჭირო იქნება

$m_2 = W_2 / 2n_2$ ან $m_2 = W_2 / n_2$ ფენათა რაოდენობა,

ავიღოთ ცალკეულ ფენებს შორის საიზოლაციო შრის სისქე $\sigma = 0.5\text{მმ}$.

გულარის ღეროსა და გრაგნილის პირველ შრეს შორის საიზოლაციო შრის სისქე ავიღოთ $\Delta' = 3\text{მმ}$. ასეთივე სისქის საიზოლაციო შრე მოვათავსოთ პირველად და მეორეულ გრაგნილებს შორის - $\Delta_{12} = 3\text{მმ}$. ვპოულობთ პირველადი გრაგნილის სისქეს

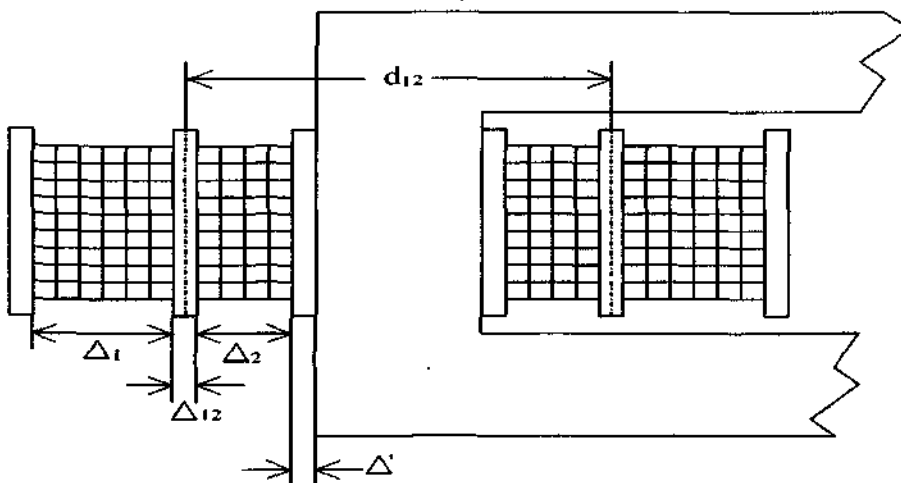
$$\Delta_1 = m_1 d'_1 + (m_1 - 1)\sigma,$$

სადაც $d'_1 = d_1$ მრგვალი კვეთის გამტარის შემთხვევაში.

d'_1 - არის განივი კვეთის მცირე გვერდის სიგრძე მართკუთხა განივი კვეთის მქონე გამტარის შემთხვევაში.

მეორეული გრაგნილის სისქეს ვიანგარიშებთ შემდეგი გამოსახულებით

$$\Delta_2 = m_2 d'_2 + (m_2 - 1)\sigma,$$



ნახ. 3

სადაც d'_2 განისაზღვრება d'_1 -ის ანალოგიურად. ერთ ღეროზე დახვეული გრაგნილის სრული სისქე იქნება

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta' + 2\sigma_{12}.$$

აუცილებელია შესრულდეს პირობა

$$\Delta < C/2 .$$

ვსაზღვრავთ სიმძლავრის დანაკარგს ტრ-ის გრაგნილებში

$$\Delta P_{\text{სა}} = I_1^2 r_1 + I_2^2 r_2 ,$$

სადაც r_1 – ტრ-ის პირველადი გრაგნილის აქტიური წინააღობაა,

$$r_1 = \rho \frac{l_1}{q_1} ; \rho = 0.0175 \text{ ომ.მმ}^2/\text{მ} - \text{სპილენძის ხვედრითი წინააღობაა;}$$

l_1 – პირველადი გრაგნილის გამტარის სიგრძეა;

$$r_2 = \rho \frac{l_2}{q_2} ; l_2 - \text{მეორეული გრაგნილის გამტარის სიგრძეა.}$$

ვპოულობთ ტრ-ის ღეროზე პირველად დახვეული გრაგნილის გამტარის სიგრძეს. ვთქვათ, ასეთია მეორეული გრაგნილი, მაშინ

$$l_2 = l_{2\text{საშ.}} * W_2 ,$$

სადაც $l_{2\text{საშ.}}$ – მეორეული გრაგნილის ერთი ხვიის საშუალო სიგრძეა,

$$l_{2\text{საშ.}} = 2(a+b+\Delta_2) + 8\sigma .$$

პირველადი გრაგნილის გამტარის სიგრძე იქნება

$$l_1 = l_{1\text{საშ.}} * W_1 ,$$

$$\text{სადაც } l_{1\text{საშ.}} = l_{2\text{საშ.}} + 2(\Delta_{12} + \Delta_1 + \Delta_2) .$$

ნაპოვნი l_1 და l_2 მიხედვით ვიანგარიშებთ r_1 და r_2 , ხოლო შემდეგ $\Delta P_{\text{სა}}$ ვანგარიშობთ ტრ-ის მოკლედ ჩართვის (მ.ჩ) ძაბვას

$$U_{\text{მ.ჩ.}} = \sqrt{U_{\text{მ.ჩ.ს}}^2 + U_{\text{მ.ჩ.რ}}^2} ,$$

სადაც $U_{\text{მ.ჩ.ს}}$ – მ.ჩ.-ის ძაბვის აქტიური შემდგენია

$$U_{\text{მ.ჩ.ს}} = I_1^2 (r_1 + K_0^2 r_2) .$$

$U_{\text{მ.ჩ.რ}}$ – მ.ჩ.-ის ძაბვის რეაქტიული შემდგენია

$$U_{\text{მ.ჩ.რ}} = I_1 X_{\text{მ.ჩ.}} ,$$

სადაც $X_{\text{მ.ჩ.}}$ არის მ.ჩ.-ის წრედის რეაქტიული წინააღობა

$$X_{\text{მ.ჩ.}} = \frac{7.92 * f_{\text{შ.}} * W_1^2 * \pi * d_{12} * \Delta'' * K_R * 10^{-8}}{l_s} ,$$

სადაც d_{12} – ფანტვის ნაკადის საშუალო დიამეტრია (იხ.ნახ.1);

K_R – როგოვსკის კოეფიციენტი. K_R მოთავსებულია 0.93÷0.98 ფარგლებში

$$\Delta'' = \Delta_{12} + \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{3} .$$

$X_{\text{მ.ჩ.}}$ -ის ნაპოვნი მნიშვნელობის მიხედვით გავიანგარიშებთ $U_{\text{მ.ჩ.}}$ ძაბვას და ვპოულობთ $\frac{U_{\text{მ.ჩ.}}}{U_1} 100\%$ სიდიდეს.

ვსაზღვრავთ ტრ-ის ფანჯრის სპილენძით შევსების კოეფიციენტს

$$K_{\text{ვს}} = \frac{W_1 q_1 + W_2 q_2}{hc}$$

$K_{\text{ვს}}$ კოეფიციენტი უნდა იმყოფებოდეს 0.35±0.45-ის ფარგლებში. ვპოულობთ ტრანსფორმატორის მარგი ქმედების კოეფიციენტს (მქკ)

$$\eta = \frac{P_{\delta}}{P_{\delta} + \Delta P_{\text{ვს}} + \Delta P_{\text{ტა}}}$$

4. გამმართველის მართვის სქემის შერჩევა და სქემის ელემენტების პარამეტრების ბაანბარიშება

4.1 ერთფაზა ბოგური გამმართველის მართვის სქემის შერჩევა და სქემის ელემენტების პარამეტრების გაანგარიშება

ასეთი გამმართველის მართვის სისტემაში უნდა გამოიმუშაოს ერთმანეთის მიმართ 180°-ით დაძრული, ტირისტორების გამღები, ორი იმპულსი. მართვის სისტემის პრინციპული სქემა წარმოდგენილია ნახ-4-ზე. აქვეა ნაჩვენები ნახევრად მართვადი ერთფაზა ბოგური გამმართველის სქემაც.

VS1 ტირისტორის გაღებას ახდენს გამმართველის ტრ-ის მეორეული გრაგნილიდან მოხსნილი ძაბვა D_H , R_p , VD3 მაფორმირებელი წრედის დახმარებით. VS2 ტირისტორის გაღება კი ხდება 180°-იანი დაძვრით VT2 ტრანზისტორზე აგებული დამუხრუჭებული ბლოკინგ-გენერატორის გამოსავალი იმპულსებით. ამ ტრანზისტორის შესავალზე მოქმედებს VT1 მაძლიერებლის გამოსავალი სიგნალი, ხოლო VT1-ის შესავალზე მოქმედებს მართვის S_g მუდმივი ძაბვისა და სინოსოიდური ძაბვის სხვაობა. გამმართველის გამოსავალზე სტაბილური ძაბვის შესანარჩუნებლად მკვებავი ქსელის ძაბვის არასტაბილობის შემთხვევაში, S_g ძაბვა VT1-ის შესასვლელს მიეწოდება გამმართველის გამოსავალიდან უკუ კავშირის კვანძით, რომელიც ნახ-ზე ნაჩვენები არ არის. მართვის სქემის ელემენტების პარამეტრების განსაზღვრის დროს საწყის მონაცემად ვიყენებთ ტირისტორების გამღები იმპულსური ძაბვის ამპლიტუდას და გამღები იმპულსური დენის მნიშვნელობას (ავიღებთ შერჩეული ტიპის ტირისტორის საპასპორტო მონაცემებიდან). ტიპის ტირისტორის $U_{a.o} =$ ვ; $I_{a.o} =$ ა. სქემაში გამოყენებული ტრანზისტორების კოდექტორული კვების ძაბვა $E_g = 10$ ვ-ის ტოლია მართვის ძაბვის სტაბილიზაციისთვის გამოვიყენოთ K814 ტიპის სტაბილიტრონები, რომლის პარამეტრებია: $U_{სტ} = 10$ ვ; $I_{სტ,max} = 33$ მა; R_1 შემზღული წინაღობა

$$R_1 = \frac{U_a}{I_{სტ}} = \frac{10}{33 \cdot 10^{-3}} \approx 303 \text{ ომი.}$$

მაძლიერებელში გამოვიყენოთ KT316 ტიპის ტრანზისტორი. მისი პარამეტრებია $I_j=30\text{მა}$, $I_{j\text{იმპ.}}=50\text{მა}$; $\beta=40$; $f_{\text{ხღ.}}=2\text{მგჰც}$; $U_{\text{კვ.დას}}=10\text{ვ}$; $P_{\text{კვ.დას}}=0.15\text{ვტ}$; $T_{(p-n)\text{დას}}=120^\circ\text{C}$.

განვსაზღვროთ VT1 ტრანზისტორის ბაზის დენი.

$$I_b = \frac{I_d}{\beta} = \frac{30}{40} = 0.75\text{მა}.$$

ბაზის დენის შემზღუდი რეზისტორის წინაღობა

$$R_2 = \frac{U_a}{I_b} = \frac{10}{0.75 \cdot 10^{-3}} = 13.3\text{კომ}.$$

კოლექტორული დატვირთვის წინაღობა

$$R_j = \frac{E_d - U_{\text{კვ.დას}}}{I_j} = \frac{10 - 0.8}{30 \cdot 10^{-3}} = 305\text{ომ}.$$

ავიღოთ $\tau = R_j C$ დროის მუდმივა 20მკწმ-ის ტოლი. მაშინ

$$C = \frac{\tau}{R_j} = \frac{20}{305} = 0.066\text{მკფ}.$$

VT2 ტრანზისტორზე აგებული ბლოკინგ-გენერატორის მიერ გამომუშავებული იმპულსების განმეორებადობის პერიოდი ტოლი უნდა იყოს გასამართავი ცვლადი ძაბვის განმეორებადობის პერიოდის, ე.ი. 20მკწმ-ის ტოლი. გენერატორის გამოსავალი იმპულსების ხანგრძლივობა შევირჩიოთ $t_0=20\text{მკწმ}$ -ის ტოლი. ბლოკინგ-გენერატორში გამოვიყენოთ მაღალ-სიხშირული IT708A ტიპის ტრანზისტორი.

4.2. სამფაზა ბოგური გამმართველის მართვის სქემის შერჩევა და სქემის ელემენტების პარამეტრების გაანგარიშება

სამფაზა ნახევრად მართვადი ბოგური გამმართველის სქემა და მისი მართვის სისტემა წარმოდგენილია ნახ.5-ზე. მართვის სისტემის ელემენტების პარამეტრების გაანგარიშებას ვახდენთ შემდეგი თანმიმდევრობით. შევირჩევთ მართვის ძაბვის სიდიდეს შემდეგი პირობის მიხედვით

$$U_a = \frac{1}{3} U_{2m},$$

სადაც U_{2m} - არის ტრ-ის მეორეული გრავნილის ძაბვის ამპლიტუდური მნიშვნელობა.

გამოვიყენოთ KT209M ტიპის ტრანზისტორები, რომელთა კოლექტორული დენის დასაშვები იმპულსური მნიშვნელობა $I_{\text{კვ.დას}}=0.5\text{ა}$. კოლექტორული წრედის დატვირთვის წინაღობა

$$R_2 = R_4 = R_6 = \frac{0.86U_{2m} - U_d}{I_{d\text{დაბ}}}$$

რეზისტორზე გამოყოფილი სიმძლავრე

$$P_{R2} = P_{R4} = P_{R6} = \left(\frac{I_{d\text{დაბ}}}{\sqrt{3}} \right)^2 R_2$$

კონდენსატორის დამუხტვის დროის მუდმივა

$$\tau = \frac{1}{m_{\text{ფ}} \cdot \ln \left(1 - \frac{1}{\gamma_j} \right)}$$

სადაც $m_{\text{ფ}} = 3$, $\gamma_j = 3$.

შევირჩიოთ $R_1 = R_3 = R_5$ რეზისტორები 2800 ომი წინააღობით, მაშინ ტოლობიდან

$$\tau = C_1 R_1 = C_2 R_3 = C_3 R_5$$

დავადგენო

$$C_1 = C_2 = C_3 = \tau / R_1$$

დამუხტვის წრედის რეზისტორებზე გამოყოფილი სიმძლავრე იქნება

$$P_{R1} = P_{R3} = P_{R5} = \left(\frac{U_{2m}}{\sqrt{3}R_1} \right)^2 R_1$$

გამოყენებული ლიტერატურა

1. დ. დვალი, გ. დგებუაძე, ა. კერესელიძე. ნახევარგამტარული გარდამქმნელების ესკიზური დაპროექტება. თბილისი 1992წ.
2. Г.С. Векслер. Расчет электропитающих устройств. Киев, 1978г.
3. Справочник. Полупроводниковые приборы – Тиристоры. Москва, „Радио связь“ 1988г.

დ ა ნ ა რ თ ი

ცხრილი №13

ფოლადის მარკა	ფურცლის სისქე	სისშირე f, პც	ხვედრითი დანაკარგები, ვტ/კმ		
			1.0	1.5	1.7
Э41	0.35	50	1.35	3	—
	0.5		1.55	3.5	

Շենքերի №1.3

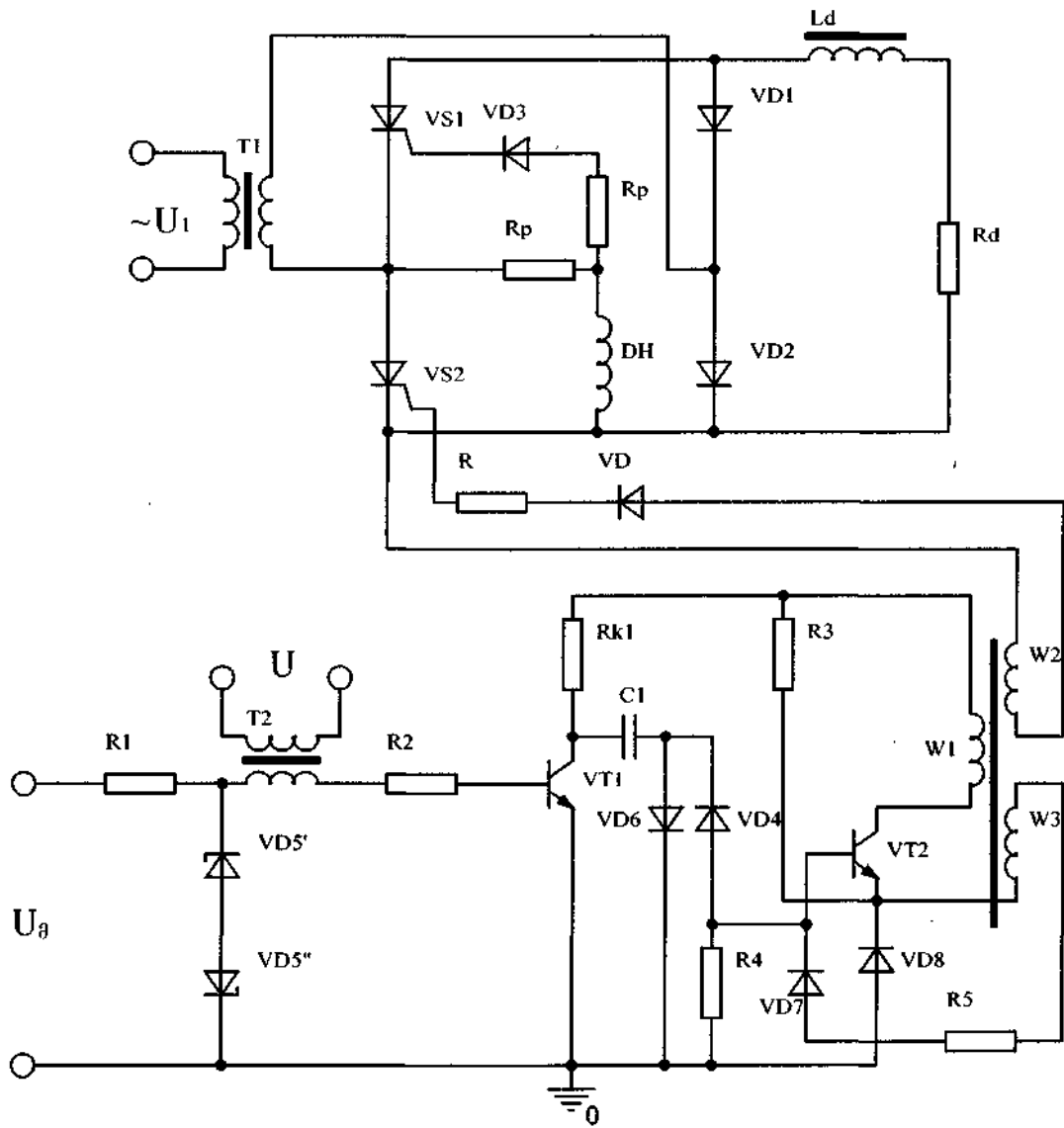
Յ42	0.35 0.5	50	1.2 1.4	2.8 3.1	—
Յ43	0.35 0.5	50	1.05 1.25	2.5 2.9	—
Յ43A	0.35 0.5	50	0.9 1.15	2.2 2.7	—
Յ44	0.35	400	9.0	10.7	—
Յ310	0.35 0.5	50	0.8 1.25	1.75 2.45	2.5 3.2
Յ320	0.35 0.5	50	0.7 0.95	1.5 2.1	2.2 2.8
Յ330	0.35 0.5	50	0.6 0.8	1.3 1.75	1.9 2.5

ცხრილი №1.4

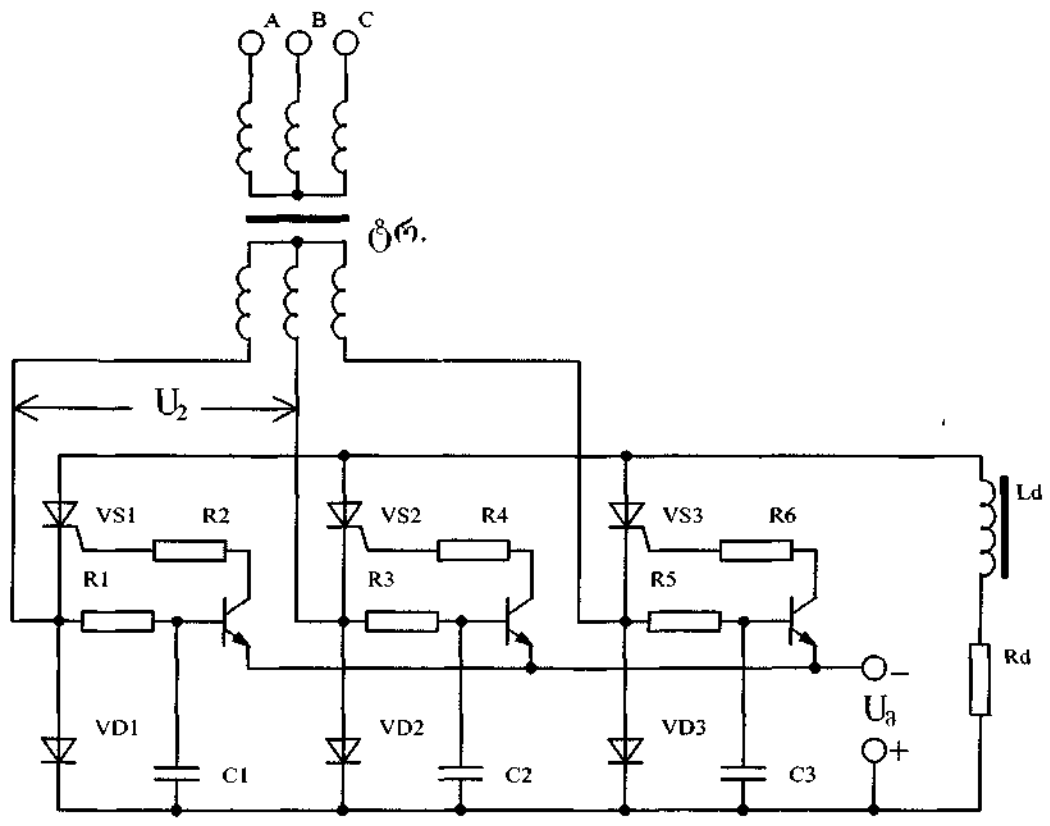
ფოლადის მარკა	ინდექცია B, ტესლა	ხვედრითი ამკერხეები a_w , ა/სმ	შენიშვნა
Э41	0.5–1.0	1.95–5.85	ფოლადის ფურცლის სისქე 0.35მმ-დან 0.5მმ-მდე
	1.3–1.46	10–25	
	1.57–1.7	50–100	
Э42	0.5–1.2	2.0–9.7	
	1.3–1.45	10–25	
	1.56–1.9	50–300	
Э43	0.8–1.2	3.44–9.45	
	1.3–1.44	10–25	
	1.55–1.89	50–300	
Э44	1.3–1.44	10–25	
Э310	1.6–1.75	10–25	
	1.83–1.98	50–300	
	1.65–1.8	10–25	
Э320	1.65–1.8	10–25	
	1.87–2.0	50–300	
Э330	1.7–1.85	10–25	
	1.9–2.0	50–300	

ცხრილი №1.5

სიმძლავრე P, ვა	ინდექცია B, ტესლა	ღენის სიმკვრივე σ , ა/მმ ²	მქს
10	0.5–0.6	2.5–4	0.6–0.7
10–50	0.7–1.0	2.5–3.5	0.7–0.8
50–100	1.0–1.2	2.5–3.0	0.8–0.85
100–1000	1.1–1.35	2–2.5	0.85–0.92
>1000	1.4–1.7	2.5	0.9–0.95



536.4



625.5