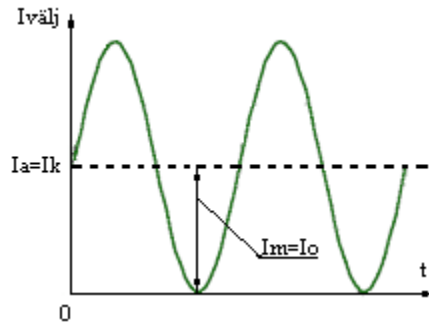


A-klassi võimsusvõimendi arutamise põhitõed

Nagu A-klassile kohane, valitakse rahurežiimi tööpunkt koormussirge keskel (tuleb kasutada tunnusjoonte lineaarset osa). Väljundvoolu kuju ning sellest ka väljundpinge kuju, siinisel sisendpingel, on lähedane siinusele.



Väljundvoolu keskvärtus I_k on lähedane vooluallikast tarbitava keskmise vooluga ning võib lugeda võrdseks rahurežiimi (alg-) jõudevooluga I_o ; $I_k \approx I_o$. Koormusele antav võimsus $P = 0,5 U_m I_m$, tarbitav võimsus toiteallikast $P_o = I_k E_o \approx I_o U_o$. Toiteallika pinge võib võtta võrdseks anoodpingega võimenduselemendil, kuna sobitustrafo primaarmähise aktiivtakistus ning sellest ka pingelang on tühiselt väike. Anoodi kaovõimsus lõppastmes $P_a = P_o - P$. Siit ka siis A-klassi iseärasus: lõppastme kaovõimsus ei sõltu signaali amplituudist ning on maksimaalne rahurežiimis, kui $P = 0$. Sellepärast valitakse lõppastme jõudevool I_o selline, mille puhul P_o ei ületa valitud lambile maksimaalselt lubatavat anoodi kaovõimsust (hajuvõimsus) P_{amax} : $I_o U_o \leq P_{amax}$; $I_o \leq P_{amax} / U_o$.

Vajaliku väljundvõimsuse saavutamiseks koormustakistusel (väljuhääldi) tuleb arvestada ka väljundtrafo kasutegurit; väljundastme võimsus P peab olema selle arvelt arvatud suurem; $P = P_v / \eta_{tr}$.

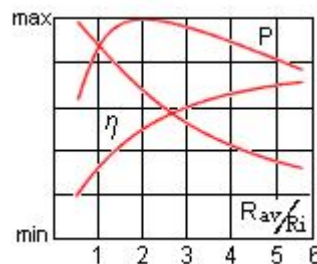
Kahetaktiline A-klassi võimendi arvutatakse samuti nagu ühetaktilinegi, kuid arvestatakse asjaolu, et kogu väljundvõimsus on võrdne kahekordse ühe öla võimsusega ning toiteallikast tarbitav vool ning võimsus on samuti kahekordne.

Trioodidel lõppaste

Trioodidel lõppastme eelised ekraneeritud lampidel lõppastme ees on madalamad moonutused (2. harmooniline on madalam) ning suurem töökindlus nimikoormustakistuse järsul vähenemisel (mitmeid kordi arvatud väärtusest). Puudused ekraneeritud lampide ees on madal kasutegur (tavaliselt 0,15...0,25 maksimaalsel väljundsignaalil ning väheneb veelgi signaali puudumisel) ning 3...5 korda suurema sisendsignaali vajadus, võrreldes sama võimsusega ekraneeritud lampidel lõppastet. Tänu sellistele iseärasustele kasutatakse triode ainult juhtudel kui vajalik väljundvõimsus on madal (1...2 W) ja soovitakse võimalikult madalaid moonutusi ning mingil põhjusel ei ole võimalik kasutada neg.-tagasisidet või seda lihtsalt ei soovita kasutada.

Et trioodiga lõppastmest saada maksimaalne signaalivõimsus ette antud anoodtoitepingel, madalaid moonutusi ning võimalikult kõrget kasutegurit, tuleb kasutada selliseid triode, millel on võimalikult suur tõus S ning väike võimendustegur μ (tavaliselt 3...10).

Suurima väljundvõimsuse ette antud anoodpingel annab triood kui tema anoodkoormuse vahelduvvoolutakistus R_{av} ületab kahekordselt lambi sisetakistuse R_i valitud tööpunkti. Rav valitakse tavaliselt $2...4 R_i$, millest madalama väärtuse korral on väljundvõimsus suurim kuid samuti on kõrgeid ka moonutused ning kasutegur madal, suurema väärtuse korral väheneb väljundvõimsus 10...15% kuid tunduvalt suureneb kasutegur ning vähenevad moonutused.



A-klassi lõppastme arvutus algab lõppastme lambi valikust, mis valitakse vastavalt soovitud väljundvõimsusele; kui pole lambi andmelehel A-klassi väljundvõimsust toodud, siis võib selle ligilähedaselt leida läbi lubatava anoodi kaovõimsuse P_{amax} :

$$P_{amax} \approx (3,5 \dots 6) P.$$

Lamp valitud, antakse ette tema anoodpinge U_{ao} , mis valitakse 0,7...0,8 maksimaalselt lubatud pingest, ning leitakse jõudevool rahurežiimis:

$$I_{ao} = [(0,8 \dots 0,9) P_{amax} / U_{ao};$$

kordaja (0,8...0,9) on vajalik seetõttu, et lambivabanemise tõttu parameetrite muutudes ning samuti toitepinge kõikumise tõttu, ei oleks võimalik lubatud kaovõimsuse ületamine.

Peale rahurežhiimi punkti leidmist koostatakse koormussirge valitud trioodi tunnusgraafikul ning leitakse neg.-eelpinge tüürvõrel U_{so} punktis I_{ao} ; tüürsignaali maksimumväärtus valitakse tavaliselt sama suur kui neg.-eelpinge. Seejärel leitakse lambi sisetakistus R_i graafilisel meetodil või andmelehel ning sellest leitakse vajalik anoodkoormuse vahelduvvoolutakistus R_{av} :

$$R_{av} = (2...4)R_i.$$

Peale seda tõmmatakse graafikule koormussirge, mis leitakse läbi R_{av} , ning märgitakse punktid $u_{sa} = U_{so} + U_{sm}$ ning $u_{sb} = U_{so} - U_{sm}$; nendele punktidele vastavad voolud I_{max} ning I_{min} .

Õieti valitud režiimis on $I_{min} = (0,1...0,15)I_{ao}$ ühetaktilise skeemilahenduse korral. Madalama väärtuse korral suurenevad järsult moonutused, suurema väärtuse korral aga väheneb väljundvõimsus ning kasutegur. I_{min} väärtuse muutmiseks tuleb muuta U_{ao} või R_{av} väärtust.

Signaalivõimsuse leidmiseks kasutatakse graafikult saadud suurusi valemis:

$$P = 0,125(4I_{am}U_{am}) = 0,125R_{av}(I_{max} - I_{min})^2.$$

Kahetaktilise skeemilahenduse korral võib võtta I_{min} väärtuse kuni (0,05...0,07) I_{ao} , mistõttu suureneb astmest saadav võimsus ning kasutegur.

Arvutusnäide:

A-klassi ühetaktiline võimsusvõimendi, mille koormuseks on 4Ω valjuhääldi. Sobituselendiks on trafo. Vajalik signaalivõimsus P_v valjuhääldile oleks 3W ning harmoonilismoonutustegur K_h peab olema alla 6%.

3W väljundvõimsuse jaoks vajaliku trafo kasutegur on keskmiselt 0,8, millest leiame väljundastme poolt vajaliku väljundvõimsuse:

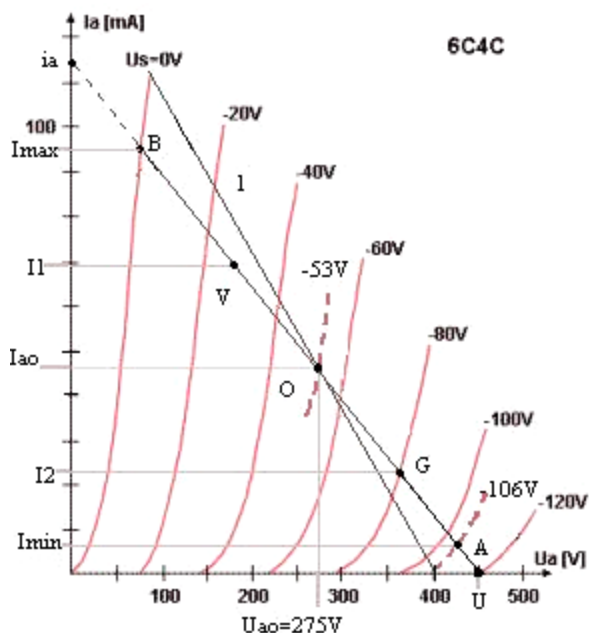
$$P = P_v / \eta_{tr} = 3,0 / 0,8 = 3,75W.$$

Orjenteeruv kaovõimsus trioodi anoodil:

$$P_a = (3,5...6)P = (3,5...6)3,75 = 13...22,5W.$$

Sobivaks trioodiks, millel on madal μ , oleks otseküttega triood 6C4C, mille $P_a = 15W$. Valime $U_{ao} = 275V$, mis on piisavalt madal, arvestades antud lambile maksimaalselt lubatud 360V, ning leiame rahurežhiimi jõudevoolu:

$$I_{ao} = 0,85P_a / U_{ao} = 0,85 \times 15 / 275 \approx 46mA.$$



Paigutame graafikule algpunkti (jõudevool) mis vastab voolule $I_{ao} = 46mA$ ja $U_{ao} = 275V$ ning tähistame selle punktina O. Sellele punktile vastab tüürvõre neg.-eelpinge $U_{co} = -53V$; tüürvõrel muutub seega signaalpinge väärtus 0...-106V. Rahurežhiimile vastav trioodi sisetakistus $R_i = 900\Omega$, mis erineb vähe andmelehel toodud väärtusest (s.o. 840Ω). Valime $R_{av} = 3R_i$, same trioodile anoodkoormustakistuse:

$$R_{av} = 3R_i = 3 \times 900 = 2700\Omega.$$

Koostatud koormussirgelt, mis vastab $R_a = 2700\Omega$ (1. koormussirge graafikul), leiame, et anoodvoolu miinimum (punktis $u_s = -106V$) on praktiliselt 0; see on kehva seis kuna harmoonilismoonutus kujuneb väga suureks. Lahenduseks on R_{av} suurendamine. Selleks valime I_{min} uueks väärtuseks 0,125 I_{ao} , mis vastab 6mA, ning leiame graafikul punkti punkti A, mis vastab varivõrepingele $u_c = -106V$ ning anoodvoolule $I_{min} = 6mA$. Punktide A ja O tõmbame uue koormussirge 2. Koormussirge lõikab uusi U ja I punkte, millede väärtusteks saame 455V ning 114mA; siit leiame uue anoodkoormustakistuse, mis vastab uuele koormussirgele:

$$R_{av} = U/I = 455 / 0,114 \approx 4000\Omega.$$

Punktis $u_s = 0$ (graafikult punkt B) annab I_{max} väärtuseks 94mA; sellest leiame astme väljundvõimsuse

$$P \approx 0,125R_{av}(I_{max} - I_{min})^2 = 0,125 \times 4000(0,094 - 0,006)^2 \approx 3,87W,$$

mille väärtus on vastuvõetav.

Edasi leiame harmoonilismoonutusteguri. Selleks leiame koormussirgel punktid, mis vastavad poolele neg.-poolperioodi signaali amplituudile ning poolele pos.-poolperioodi signaali amplituudile (punktid G ja V koormussirgel). Nendele punktidele vastavad tüürvõrepinged (-53V suhtes) -26,5V ning -79,5V. Need punktid vastavad anoodvooludele $I_1=69\text{mA}$ ning $I_2=23\text{mA}$. Seejärel arvutatakse esimese-, teise-, kolmanda-, neljanda- ning kogu perioodi keskmise väljundvoolu harmooniliste väärtused:

$$I_1m = (I_{\max} - I_{\min} + I_1 - I_2)/3 = (0,094 - 0,006 + 0,069 - 0,023)/3 = 0,0447\text{A e. } 44,7\text{mA};$$

$$I_2m = (I_{\max} + I_{\min} - 2I_{ao})/4 = (0,094 + 0,006 - 2 \times 0,046)/4 = 0,002\text{A e. } 2\text{mA};$$

$$I_3m = [I_{\max} - I_{\min} - 2(I_1 - I_2)]/6 = [0,094 - 0,006 - 2(0,069 - 0,023)]/6 = -0,0000067\text{A e. } -0,67\text{mA};$$

$$I_4m = [I_{\max} + I_{\min} - 4(I_1 + I_2) + 6I_{ao}]/12 = 0,0000067\text{A e. } 0,67\text{mA};$$

$$I_k = [I_{\max} + I_{\min} + 2(I_1 + I_2)]/6 = 0,0473\text{A e. } 47,3\text{mA}.$$

Leiame harmoonilismoonutusteguri:

$$K_h = [(\sqrt{I_2m^2 + I_3m^2 + I_4m^2})/I_1m] \times 100\% \approx 5\%,$$

mis on madalam ette antud 6% väärtusest.

Tüürvõre negatiivseks automaat-eelpingestamiseks leiame katoodtakisti R_k väärtuse:

$$R_k = U_{so}/I_k = 53/0,0473 \approx 1100\Omega;$$

sellel takistil hajuv võimsus:

$$P_k \approx I_k^2 R_k = 0,0473^2 \times 1100 = 2,46\text{W (soovitavalt tuleb valida 3W takisti)}.$$

Kuna lamp 6C4C on otseküttega, siis tuleb katoodtakisti ühendada kütteniidi keskpunkti (vastav väljaviiik, vt. andmelehte) ning toiteallika negatiivse poolusega (üldmaa/korpus). Et ei tekiks katoodtakistil signaali voolust tingitud pingelangu (parasiitne negatiivne tagasiside), tuleb ta šunteerida el.-lüütkondensaatoriga, mille mahtuvus valitakse tavaliselt paarsada μF ning tööpinge 20...30% kõrgem tüürvõre signaalipinge amplituudist (antud juhul oleks sobiv 130V).

Juhul kui väljundtrafo primaarmähise aktiivtakistus on 320Ω , siis vajalik anoodoitepinge:

$$E_a = U_{ao} + r_{lk} I_k + U_{so} = 275 + 320 \times 0,0473 + 53 \approx 343\text{V}.$$

Võimendusastme kasutegur, arvestades kadusi väljundtrafos ning automaatset eelpingestamist:

$$\eta = (\eta_{tr} P)/(I_k E_a) = (3,87 \times 0,8)/(0,0473 \times 343) \approx 0,19 \text{ e. } 19\%.$$

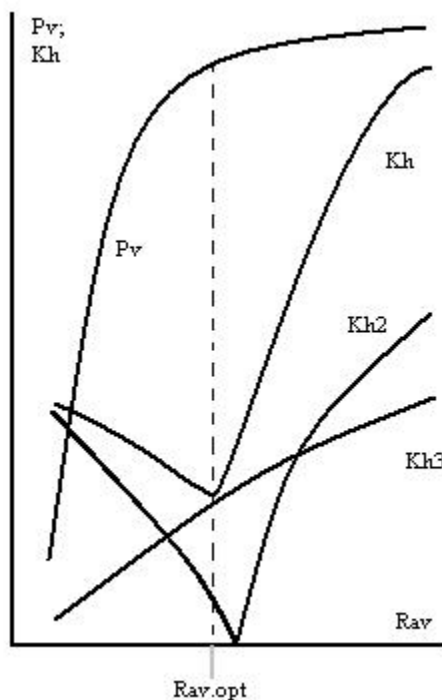
Kuna antud triood tarbib veel küttevõimsust ca. 6,3W, siis kujuneb kogu lõppastme kasuteguriks ca. 13,8%.

Antud näitest on näha, et triood annab peamise osa harmoonilismoonutustest tänu 2. harmoonilisele; seega kahetaktilise skeemilahenduse puhul vähenevad tunduvalt moonutused.

Ekraaneeritud lampidel lõppaste

Ekraaneeritud lampidel (pentood, jugatetrood, jt.) A-klassi võimsusvõimendi iseärasusteks, trioodidel astme ees, oleks tunduvalt suurem kasutegur ning väiksem tüürsignaali amplituud sama võimsuse puhul. Puudusteks oleks suuremad moonutused, peamiselt 3. harmoonilise tõttu, ning madalam stabiilsus nii optimaalse koormustakistuse suurenemisel kui vähenemisel.

Madala anoodkoormustakistise R_{av} korral annab ekraaneeritud lamp peamise osa moonutustest tänu 2. harmoonilisele (nagu trioodki) kuid R_{av} suurendamisel algalt 2. harmooniline langeb kiiresti kuni 0 ning seejärel tõuseb jälle suhteliselt kõrgeks. 3. harmooniline aga seevastu suureneb kogu graafiku ulatuses. Madalamad moonutused saavutatakse mitte olukorras, kus 2. harmooniline on 0, vaid hoopis sellega lähedasel väärtusel, millele vastab optimaalne anoodkoormustakistus $R_{av, opt}$.



Optimaalse anoodkoormustakistuse suhe lambi sisetakistusesse on väga väike; tavaliselt vahemikus 0,07...0,15.

Väljundastme arvutus algab samuti lambi valikuga arvestades vajalikku väljundvõimsust. Kui pole kataloogis/andmelehel antud valitud lambi väljundvõimsust, võib selle leida arvutuslikult;

$$P_{\max} = (2,5 \dots 4) P_v,$$

ning sellest leitakse jõudevool sama valemiga, mis trioodide puhul, kuid kordaja valitakse vahemikus 0,7...0,8. Seejärel valitakse varivõrepinge lambile lubatud vahemikus. Leitakse graafikud, mis vastavad valitud varivõrepingele Ueo; sellelt graafikult leitakse tüürvõre negatiivne eelpinge U_{so} (punkt O nagu trioodiga lülituse puhul). Koormussirge tõmmatakse nii, et lõik OB oleks 1,1...1,2x pikem lõigust OA; selliselt koostatud koormussirge korral on maksimaalsel väljundsignaalil moonutused madalaimad. Kui I_{min} jääb vahemikku (0,2...0,25) I_{ao}, siis on režiim valitud õieti; sel juhul on harmoonilismoonutustegur tavaliselt vahemikus 6...8%, mida võib lugeda ekraaneeritud lambi jaoks A-klassis normaalseks.

Anoodkoormustakistuse leidmiseks pikendatakse koormussirge kuni koordinaattelgedega lõikumiseni (lõikepunktides vastavad voolud-pinged) ning leitakse ka astme poolt antav väljundvõimsus nagu trioodlülituse puhulgi. Kui võimsus klapib algandmetega, leitakse anoodvoolu harmoonilised ning leitakse kogu astme harmoonilismoonutustegur. Kui väljundvõimsus tuleb suurem vajalikust ning moonutused on samuti suuremad, siis võib lihtsalt vähendada tüürvõrele antavat signaali amplituudi eelastmete arvutamise käigus (või lihtsalt sisendpinge- e. Vol.-regulaatorist vähendada sisendsignaali).

Kahetaktilise skeemilahenduse korral tuleb valida Rav.opt väiksem kui seda ühetaktilise skeemilahenduse puhul. Seletub asjaolu sellega, et kuigi öla harmoonilismoonutustegur suureneb eelkõige 2. harmoonilise tõttu, väheneb 3. harmooniline aga 2. harmoonilised mõlemas ölas kompenseerivad üksteist kahetaktilise skeemilahenduse tõttu. Praktika on näidanud, et valides koormussirgel lõigu AO 1,4...1,6 pikema lõigust BO on Rav.opt kõige paremini valitud. Normaalseks I_{min} väärtuseks sel juhul kujuneb (0,15...0,2) I_{ao}.

Teadupärast varivõre vool suureneb tunduvalt anoodpinge langedes; seetõttu leiavad aset varivõlevoolus tõuked, mis ületavad mitmekordselt rahurežiimile vastava varivõrevoolu. Seetõttu suurim võimsus varivõrel hajub olukorras, kus signaali amplituud on maksimaalne; see on oma väärtuselt lähedane varivõrevoolu keskvaartuse ja varivõrepinge korutisega

$$P_e = I_{ek} U_{eo}.$$

I_{ek} väärtuse võib leida sama valemiga, mis kasutatakse trioodlülituse harmooniliste voolu keskvaartuse leidmisel:

$$I_{ek} = [I_{emax} + I_{emin} + 2(I_{e1} + I_{e2})].$$

Kuna ekraaneeritud lampidel võimenduste töötab hästi ainult juhul kui Rav.opt on püsiv (aktiivtakistusslik). Kahjuks aga dünaamilise valjuhääldi võnkepooli takistus on aga kompleksuurus, mis hõlmab endas aktiiv- ning reaktiivkomponente (põhilise komponendi reaktiivsuurustest annab induktiivsus L). Seetõttu suureneb valjuhääldi komplekstakistus Z₂ ca. 10x sagedusvahemikus 500Hz...10kHz võrreldes aktiivtakistusega R₂.

Eelpool nimetatud põhjustel omad ekraaneeritud lambil lõppaste sagedusharakteristiku tõusu kõrgetel sagedustel, mis põhjustab kogu väljundastme töös häireid. Peale selle on ekraaneeritud lampidega lõppastmel inimaalsed moonutused just ettenähtud optimaalsel koormustakistusel. Kuid viimase muutudes suurenevad moonutused kõrgetel sagedustel.

Et vähendada ülal nimetatud põhjustest tulenevaid moonutusi, paigutatakse eranditult väljundtrafo primaarmähisega paralleelselt RC jadaahel, mis arvutatakse valemite järgi:

$$R = R_v; C = (L_{pr} + L_2 / n^2) / R_v^2, \text{ kus}$$

L_{pr} – väljundtrafo primaarmähise induktiivsus,

n – väljundtrafo ülekandetegur;

R₂ ja L₂ – valjuhääldi aktiivtakistus ja induktiivsus.

Sel juhul jadaahel RC täpselt kompenseerib valjuhääldi takistuse suurenemise kõrgetel sagedustel ning koormustakistus lambile jääb kogu sagedusalas muutumatuks.

Arvutusnäide:

A-klassi lõppaste, mis töötab ekraaneeritud lambil läbi sobitustrafo dünaamilise valjuhääldiga, peab andma väljundvõimsust 6W harmoonilismoonutusteguriga mitte üle 4%.

Kuna tegu on suhteliselt madalate moonutustega ekraaneeritud lambi jaoks, kasutame näitena kahetaktilist A-klassi skeemilahendust, kus üks lamp töötab kummaski ölas. Sellisel juhul öhe öla poolt arendatav võimsus

$$P = P_2 / 2 \eta_{tr} = 6 / 2 \times 0,83 = 3,62 \text{ W}.$$

Sellise võimsusega saab hakkama jugatetrood 6Π1Π, millel P_{max}=12W ning soovitatav U_{ao} ja U_{eo} on 250V. Sel juhul rahurežiimi jõudevool:

$$I_{ao} = 0,85 P_{\max} / U_{ao} = 0,85 \times 12 / 250 = 0,41 \text{ A e. } 41 \text{ mA}.$$

Punkti O paigutame graafikule, mis vastab U_{ao} ja I_{ao} lõikepunktile. Sellele punktile vastab tüürvõre negatiivne eelpinge -12,5V; tüürsignaali maksimumväärtuseks valime lähedase sellele pingele. Seega hakkab tüürvõre pingele kõikuma signaali taktis vahemikus 0...-25V. Koormussirge ülemine ja alumine punkt (A ja B) asuvad siis tüürvõre 0V ja -25V tunnusjoontel. Koormussirge joonistatakse nii, et lõik BO oleks 1,5x pikem lõigust AO; seega saame madalaimad moonutused kahetaktilise A-klassi lõppastme juures. Koormussirge pikendamisel kuni koordinaattelgedega lõikumiseni, saame arvutada Rav (vt. trioodlülituse arvutust), mille väärtuseks kujuneb Rav=4000Ω. 6Π1Π infolehel leiame, et antud lambi Ri=50kΩ, millest tulenevalt

$$R_v / R_i = 4000 / 50\,000 = 0,08,$$

mis asetseb soovitatud väärtuste piires.

Väärtuste I_{max}=93mA (punkt B) ning I_{min}=7mA (punkt A) järgi leiame mõlema öla poolt antava võimsuse:

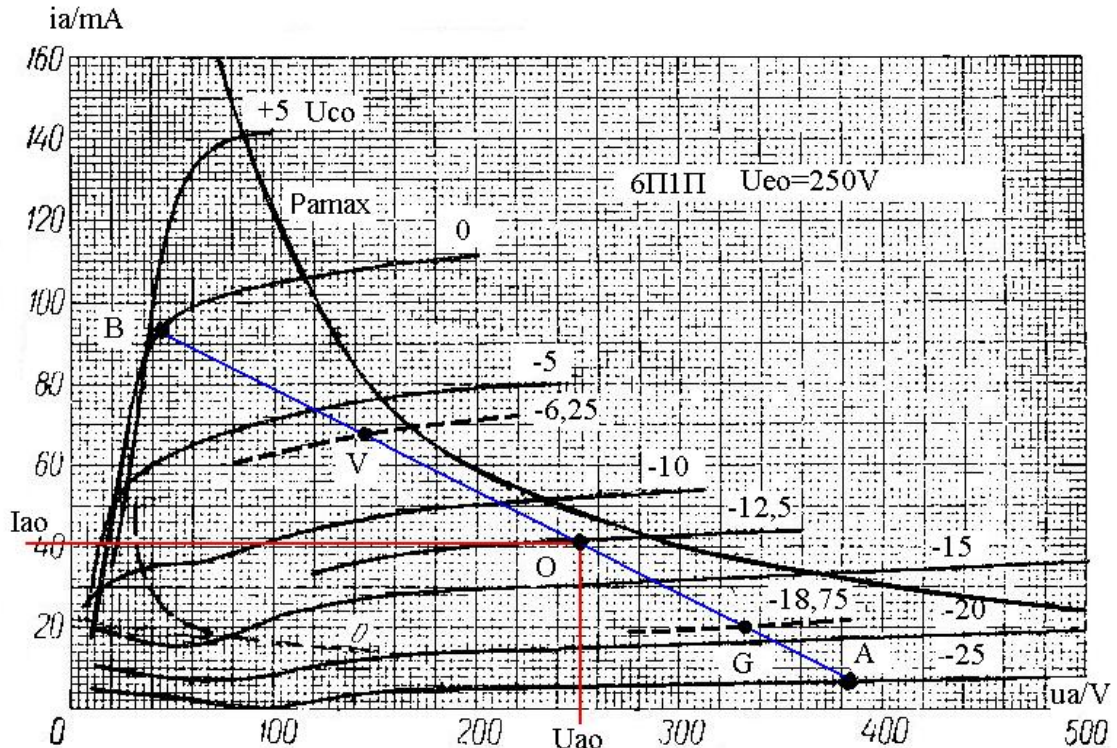
$$P = 0,125 R_v (I_{\max} - I_{\min})^2 = 0,125 \times 4000 (0,093 - 0,007)^2 \approx 3,7 \text{ W},$$

mis vastab eelpool toodud tingimustele; I_{min} on peaaegu võrdne 0,17 I_{ao}, mis asetseb samuti kahetaktilise skeemilahendusele soovitatud vahemikus.

Leiame punktid G ja V graafikul, mis vastavad poolele negatiivse ning positiivse poolperioodi tüürsignaali amplituudile, kus u_s=-6,25V ja u_s=-18,75V, saame I_{max}=93mA, I₁=67,5mA, I_{ao}=41mA, I₂=20mA ning I_{min}=7mA. Edasi arvutame harmooniliste voolumaksimumid ning öhe öla keskmise voolu nagu trioodlülituse puhulgi: I_{1m}=44,5mA, I_{2m}=4,5mA, I_{3m}=-1,5mA, I_{4m}=-0,33mA ning I_k=45,83mA. Et kontrollida leitud voolude paikapidavust kasutame kontrollivat valemit:

$$I_{1m} + I_{2m} + I_{3m} + I_{4m} + I_k = I_{\max}.$$

Kui võrdus kehtib, siis on kogu arvutus toimunud õieti. Järgmisena leiame harmoonilismoonutusteguri. Selleks peame valima

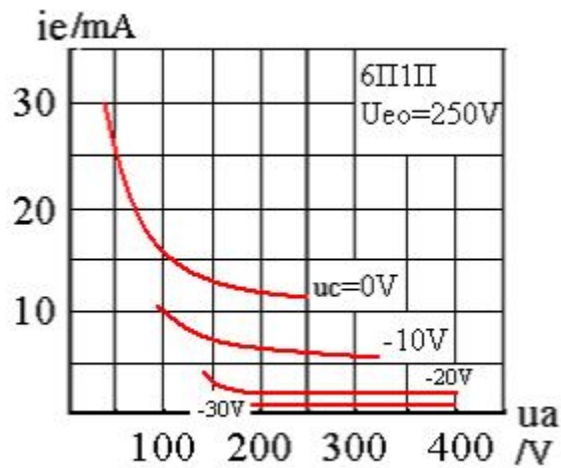


ku võimendusastme asümeetriateguri b , mis antud juhul on 0,2, kuna me ei kasuta võimendi töötamisel sümmeetrilise kontrollimiseks mõõte- ja reguleeriseadiseid. Kui meil oleks kasutusel pidev sümmeetria kontroll ning reguleerimise võimalus, siis võiksime selle väärtuse langetada 0,07. Harmoonilismoonutusteguri arvutame järgmiselt:

$$K_h = \frac{[(bI_{2m})^2 + I_{3m}^2 + (bI_{4m})^2]/11m}{[\sqrt{(0,2 \times 4,5)^2 + 1,5^2 + (0,2 \times 0,33)^2}]/44,5} \approx 0,0393 \approx 4\%$$

mille väärtus rahuldab ettenähtut.

Varivõre hajuvõimsuse leidmiseks koostame varivõre-tunnusjoontel uue graafiku, mis vastab punktidele A, B, O, V ja G.



Punktis A on tüürvõre pinge $u_c = 0V$, mis vastab anoodpingele $u_a = 45V$. Sellele punktile vastab varivõregraafikul varivõrevoolu maksimumväärtus: $I_{e\max} = 27mA$. Samal põhimõttel leitakse kõik ülejäänud voolud: $I_{e1} = 9,5mA$ ($u_s = -6,25V$ ja $u_a = 145V$). Voolud I_{e2} ja $I_{e\min}$ on vastavalt ca. 2,5mA ja 1mA. Edasi leiame varivõrevoolu keskvaartuse:

$$I_{ek} = \frac{I_{e\max} + I_{e\min} + 2(I_{e1} + I_{e2})}{6} = \frac{27 + 1 + 2(9,5 + 2,5)}{6} = 8,67mA$$

Kasutades leitud väärtust, saame arvutada varivõrel hajuva maksimaalse võimsuse (maksimaalse signaali korral):

$$P_e = I_{ek} U_{eo} = 0,0087 \times 250 \approx 2,14W,$$

mis oma väärtuselt ei ületa antud lambile lubatud väärtust (2,5W).

Kui väljundtrafo ühe primaarõla aktiivtakistus $r_{l\phi} = 300\Omega$, siis vajalik anoodtoiteallika pinge:

$$E_a = U_{ao} + r_{l\phi} I_{ek} + U_{co} = 250 + 300 \times 0,04583 + 12,5 \approx 276V$$

Võimendusastme kasutegur, arvestades lambi poolt tarvitavat 2,48W küttevõimsust, kujuneb järgmine:

$$\eta = \frac{P_e}{P_e + P_{\lambda}} = \frac{2,14}{2,14 + 2,48} = 0,46 \approx 46\%$$

Amtud juhul võib automaatse eelpingestamise(katood) takisti panna ühise(mõlema lambi katoodid ühendatakse kokku) ning teda pole vaja šunteerida el.-lüütkondensaatoriga, kuna A-klassi kahetaktilises lülituses ei läbi katoodtakistit signaalivool. Vajaliku katoodtakisti leiame järgmise valemiga:

$$R_k = U_{so} / [2(I_k + I_{ek})] = 12,5 / [2(0,04583 + 0,00867)] = 115 \Omega$$

ning temal hajuv võimsus maksimaalse signaali olukorras:

$$P_k = 2(I_k + I_{ek}) U_{so} = 2(0,04583 + 0,00867) \times 12,5 = 1,37 \text{ W.}$$