

ELEKTRONSÖVES KAPCSOLÁSOK ANÓDÁRAMFORRÁS NÉLKÜL

Kadinger Béla

3. rész

Hasonló gondolatmenettel a rács-anód statikus meredekségről kimutathatjuk, hogy nemcsak hI_a -nál, hanem hI_a -nál is kisebb. Ugyanis, ha a rács van vezérelve, az anódfeszültség pedig állandó, akkor az anódáram változásának aránya kisebb, mint a katódáram változásának aránya, azaz

$$\frac{\Delta I_a}{I_a} < \frac{\Delta I_k}{I_k} = h \Delta U_p$$

$$\frac{\Delta I_a}{I_a} < h \Delta U_p$$

Tehát

$$\frac{\Delta I_a}{\Delta U_p} = S < hI_a$$

Az anód belső ellenállását is teljesen hasonló módon vizsgálhatjuk meg. Felteesszük, hogy az anódfeszültség változik, a rácsfeszültség állandó. Ekkor az anódáram nagyobb arányban fog változni, mint a katódáram, tehát

$$\frac{\Delta I_a}{I_a} > \frac{\Delta I_k}{I_k} = \frac{DhI_k \Delta U_a}{I_k}$$

mert az áthatás miatt

$$\Delta I_k = DS_k \Delta U_a$$

azaz $\Delta I_k = DhI_k \Delta U_a$

de akkor $\frac{\Delta I_a}{I_a} > Dh \Delta U_a$

a belső ellenállás definíciója:

$$r_a = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a}$$

ebből és az előbbi egyenlőségből következik, hogy

$$r_a < \frac{1}{DhI_a}$$

Nemcsak a rács vezérli az anódáramot, hanem az anódfeszültségváltozás is vezérli a rácsáramot, tehát az anódnak a rácsáramra való meredekségéről is beszélhetünk. Ezt a meredekséget G -vel fogjuk jelölni. Azt már előre sejtjük, hogy ez a meredekség összefüggésben lesz az anódnak a katódáramra vonatkozó meredekségével. Mínt hogy a rácsnak a katódáramra vonatkozó meredeksége hI_k volt, az anódnak a katódáramra vonatkozó meredeksége a vezérlőrács meredekségével az áthatás által meghatározott arányban áll, azaz

$$DhI_k$$

amint azt az előbb is láttuk az anódbelsőellenállás levezetésénél,

$$\Delta I_k = DhI_k \Delta U_a$$

A rács most nem vezérelt elektróda, a nem vezérelt elektróda árama pedig kisebb arányban változik, mint a katódáram, tehát:

$$\frac{\Delta I_a}{I_a} < \frac{\Delta I_k}{I_k} = \frac{DhI_k \Delta U_a}{I_k}$$

Mivel

$$G = \frac{\Delta I_p}{\Delta U_a}$$

következik, hogy az anódnak a rácsáramra vonatkozó meredeksége

$$G < DhI_k$$

A teljes rácsáramváltozás tehát két részből tevődik össze: 1. a rácsáramnak a rácsfeszültség változásából eredő megváltozásából, ennek nagysága:

$$\frac{\Delta U_p}{r_p}$$

2. A rácsáramnak az anódfeszültségváltozásból eredő megváltozásából, ennek nagysága:

$$G \Delta U_a$$

A teljes változás ennek a két változásnak az összege, tehát

$$\Delta I_p = G \Delta U_a + \frac{\Delta U_p}{r_p}$$

Alakra teljesen hasonlóan írhatjuk fel az anódáram teljes változását:

$$\Delta I_a = S \Delta U_p + \frac{\Delta U_a}{r_a}$$

az anódáram részint a vezérlőrácsfeszültség hatására változik meg $S \Delta U_p$ -vel, részint az anódfeszültségváltozás hatására $\Delta U_a/r_a$ -val, a teljes változás a kettő összege. Mivel a rácsáram és az anódáram összege — triódánál — egyenlő a katódárammal, a rácsáram változásának és az anódáram változásának összege egyenlő a katódáram változásával tehát

$$\Delta I_p + \Delta I_a = \Delta I_k$$

A katódáram változása azonban

$$\Delta I_k = \Delta U_p hI_k + \Delta U_a DhI_k = hI_k (\Delta U_p + D \Delta U_a)$$

tehát

$$hI_k (\Delta U_p + D \Delta U_a) = \left(S + \frac{1}{r_p} \right) \Delta U_p + \left(G + \frac{1}{r_a} \right) \Delta U_a$$

Ennek az egyenletnek teljesülni kell, akárhogy változzon is az anódfeszültség és a rácsfeszültség, amiből következik, hogy a ΔU_p és a ΔU_a együtthatóinak az egyenlet mindkét oldalán egyenlőnek kell lenni, azaz

$$hI_k = S + \frac{1}{r_p}$$

$$\text{és } DhI_k = G + \frac{1}{r_a}$$

Ezek az egyenletek nagy segítséget nyújtanak, mert az árameloszlástól nagyon is függő négy változó, S , G , r_p , r_a ezekben az egyenletekben az I_k katódáramon kívül — amely azonban legtöbbször könnyen meghatározható —

az árameloszlástól gyakorlatilag független h és D csőjellemzőkkel van kifejezve. Még az áttekinthetőség kedvéért írjuk egymás alá azokat az eddig megismert egyenlőségeket, amelyek S , G , r_p és r_a értékeire tájékoztatást nyújtanak:

$$S < hI_a$$

$$G < DhI_k$$

$$r_p < \frac{1}{hI_k}$$

$$r_a < \frac{1}{DhI_k}$$

Ezekből az egyenlőségekből máris néhány nagyon érdekes következtetésre juthatunk. Így például a közönséges üzemi erősítő csőnél az erősítési tényező a statikus meredekség és az anód belső ellenállás szorzata. Itt ennek $S \cdot r_a$ felel meg. De

$$\mu = S r_a < hI_a \frac{1}{DhI_k}$$

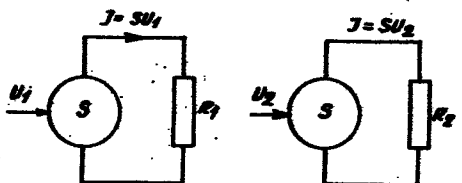
azaz

$$\mu < \frac{1}{D}$$

tehát az erősítés kisebb, mint a katódáramra vonatkozó áthatás reciproka. Például 6AQ5 csőnél triódának köve a mérések tanúsága szerint $D=0,3$, tehát az erősítés csak kisebb lehet, mint $1/0,3=3,3$ még akkor is, ha végtelen nagy anódmunkaellenállást alkalmazunk. Valóban, akármiféle munkaellenállásokkal próbálkozunk is, az erősítés 3,3-nál kisebbnek mutatkozik, a legnagyobb elérhető erősítés ebben az esetben kb. 1,5.

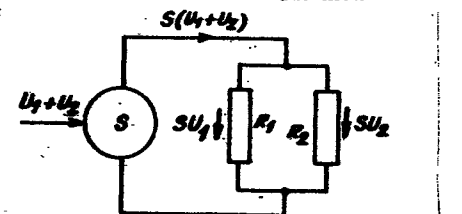
Tegyük fel, hogy egy áramgenerátorra, amelynek meredeksége például S , rákapcsolunk egy R_1 nagyságú ellenállást. Ahhoz hogy ekkor az ellenálláson U_1 vezérlés hatására 1 volt feszültség keletkezzen, az szükséges, hogy az U_1 feszültség nagysága

$$U_1 = \frac{1}{SR_1}$$



13. ábra

14. ábra



15. ábra

legyen, mert ekkor a vezérelt áram szorozva az ellenállással

$$SU_1 R_1 = 1$$

azaz éppen 1 Volt, (13. ábra)

Ha most ugyanerre az áramgenerátorra nem R_1 , hanem R_2 ellenállást kapcsolunk, akkor U_2 feszültség szükséges ahhoz, hogy a vezérlés hatására az R_2 ellenálláson 1 Volt feszültség keletkezzen. (14. ábra)

Ha ugyanarra az S áramgenerátorra az R_1 és az R_2 ellenállást is rákapcsoljuk a 15. ábra szerint, akkor ahhoz, hogy az R_1 és az R_2 ellenállások közötti kapcsolás 1 Volt feszültség keletkezzen, $U_1 + U_2$ nagyságú feszültséggel kell vezérelni. Ez könnyen belátható, hogy ha meggondoljuk, hogy az $U_1 + U_2$ feszültség hatására keletkező áram $S(U_1 + U_2)$ kettéválva az A csomópontban SU_1 és SU_2 áramokra bomlik, amelyek éppen elegendőek ahhoz, hogy az R_1 és R_2 ellenállásokon 1 Volt feszültségesést hozzanak létre.

Általános szabály, hogyha egy áramgenerátorra párhuzamosan kapcsolt ellenállásokat kötünk, a szükséges vezérlőfeszültség azoknak a vezérlőfeszültségeknek az összege, amelyek akkor szükségesek, amikor az egyes ellenállások külön-külön vannak az áramgenerátorra kapcsolva.

Például, visszatérve a múlt számban közölt 9. ábrára, ha olyan nagy a vezérlőfeszültség frekvenciája, hogy a C kondenzátor rövidzárnak tekinthető, akkor négy ellenállás: r_0 , R_0 , R_0 és r_0 van az áramgenerátorral párhuzamosan kapcsolva. A szükséges vezérlőfeszültség az A pontban egyenlő azoknak a feszültségeknek az összegével, amelyek akkor szükségesek ha az ellenállások egyenként vannak az áramgenerátorra kapcsolva. Ily módon tehát a szükséges vezérlőfeszültséget a többi terhelő ellenállástól független részekre lehet bontani. Nézzük meg ezeket a feszültségeket egyenként.

Az r_0 ellenállásnak 1 Volttal való kivezérléséhez szükséges

$$U_1 = \frac{1}{Sr_0}$$

feszültség. Azonban S kisebb, mint hI_0 , r_0 kisebb, mint $1/DhI_0$, tehát

$$Sr_0 < \frac{hI_0}{DhI_0} = \frac{1}{D}$$

tehát Sr_0 reciproka nagyobb (reciprok értékenl ugyanis az egyenlőtlenség megfordul, a kisebből nagyobb lesz, a nagyobból kisebb) mint $1/D$ reciproka, azaz D , tehát

$$U_1 > D$$

ami annyit jelent, hogy az anód belső ellenállásának kivezérléséhez szükséges feszültséget elsősorban a cső áthatása határozza meg, mégpedig úgy, hogy a

szükséges vezérlőfeszültség az áthatásnál nagyobb kell hogy legyen.

Az R_0 anódmunkaellenállás kivezérléséhez

$$U_2 = \frac{1}{SR_0}$$

feszültség szükséges. Mivel S kisebb, mint hI_0 , SR_0 kisebb, mint $hI_0 R_0$, tehát

$$U_2 > \frac{1}{hI_0 R_0}$$

A 9. ábrának, mint helyettesítő kapcsolásnak az 5. ábra szerint megfelelő valódi esetben nemcsak a váltófeszültségű, hanem az egyenfeszültségű vezérléssel szemben is R_0 az anódmunkaellenállás, tehát $I_0 R_0 = U_0$, ahol U_0 az anódegyenfeszültség, tehát azt is írhatjuk, hogy

$$U_2 > \frac{1}{hU_0}$$

mely szerint a szükséges feszültséget a h csőállandón kívül az U_0 anódegyenfeszültség határozza meg. Ez azonban csak az 5. ábránál és a hozzá hasonló áramköri esetekben igaz, de például a 6. ábra szerinti oszcillátornál nem, mert ott az egyenáramú munkaellenállás gyakorlatilag zérus, a váltóáramú munkaellenállás pedig a helyettesítő kapcsolásokban R_0 ellenállással jelzett rezgőköri veszteség. Az R_0 rácslevezető ellenálláshoz szükséges vezérlő feszültséget ugyanúgy számítjuk, mint az R_0 ellenálláshoz szükséges vezérlőfeszültséget, természetesen a megelőző mindenkor érvényes képlettel azonos eredményre jutunk, csak R_0 helyett R_0 szerepel:

$$U_2 > \frac{1}{hI_0 R_0}$$

Igen érdekes eredményre jutunk, ha a rács r_0 belső ellenállásának kivezérléséhez szükséges feszültséget vizsgáljuk meg. Ez ugyanis:

$$U_4 = \frac{1}{Sr_0}$$

de S kisebb, mint hI_0 , r_0 kisebb, mint $1/hI_0$, tehát Sr_0 kisebb, mint I_0/hI_0 , azaz

$$Sr_0 < \frac{I_0}{I_0}$$

tehát a reciprok értéket véve az egyenlőtlenség megfordul, vagyis

$$U_4 > \frac{1}{I_0}$$

ezt a feszültséget tehát a rácsáram és az anódáram, pontosabban kifejezve a rácsra folyó egyenáram és az anódon folyó egyenáram hányadosa korlátozza.

Végül az A ponton szükséges vezérlőfeszültséget ezeknek a részletenként kiszámított feszültségeknek az összege

adja meg, illetve, mivel az alapul szolgáló összefüggések, egyenlőtlenségek, a végeredményt is egyenlőtlenség formájában kapjuk meg. A szükséges vezérlőfeszültség 1 Volt előállítására a 9. helyettesítő kapcsolás szerinti áramkörben tehát:

$$U > D + \frac{1}{hI_0} \left(\frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_0} \right) + \frac{I_0}{I_0}$$

illetve, mivel R_0 egyúttal egyenáramú munkaellenállás is,

$$I_0 = \frac{U_0}{R_0}$$

ennek behelyettesítése után lesz a szükséges feszültség:

$$U > D + \frac{1}{hU_0} \left(1 + \frac{R_0}{R_0} \right) + \frac{I_0}{I_0}$$

Ebben a képletben feltűnő, hogy csak áramok, illetve az ellenállások hányadosa szerepel, U_0 értéke pedig általában az értékek helyes megválasztásával beállítható, azonban, nem szerepel I_0 , vagyis a cső üzemviszonyait a csőpélda nyomonként meglehetősen különböző I_0 rövidzárlati diódaáram a szükséges vezérlőfeszültség szempontjából az 5. ábra szerinti kapcsolásban lényegesen nem zavarja. (Folytatjuk)

FELHÍVÁS:

A KGM. Híradástechnikai Igazgatóság felhívja azon rádióamatőrök figyelmét, akik magnetofon szerkesztésével, illetve készítésével foglalkoznak, hogy az elkészített, vagy elkészítendő konstrukciót mutassák be a Híradástechnikai Igazgatóság Műszaki osztálynak.

Tekintve, hogy az amatőrök igen szép eredményt mutattak fel a legutóbbi kiállítás alkalmával, így méltán reméljük, hogy oly ötletek és megoldások születtek már azóta is, amit az ipar felhasználhat. Az elkészített magnetofont az iparág szakembereiből alakult bizottság fogja felülvizsgálni és amennyiben akad közöttük olyan, melyet az ipar fel tud használni, úgy azt megfelelő jutalomban részesítjük. Tájékoztatásul az alábbi szempontokat közöljük:

1. Sorozatgyártásra alkalmas, legnagyobb rézát lemezből sajtoltató, kevés forgácsolással elkészíthető kivitel legyen.

2. 9,5 vagy 19 cm/sec. szalagsebességre, esetleg mindkettőre alkalmas.

3. A magnetofon-fej kivitelezése nem lényeges követelmény.

4. Előre-háttra játszás külön előny.

5. Legnagyobb súlyt a mechanikai kivitelezésre helyezték.

Fenti szempontok természetesen csak irányvonalak és az amatőrök szabad kezét adunk a konstrukció kivitelezésére. Egyéb szakkérdésekre a KGM. Híradástechnikai Igazgatóság Műszaki osztálya ad felvilágosítást, telefon: 128-069. Az elkészítés határideje: 1955. október 17.

ÚJ ADÓENGEDÉLYESEK

Balázs Tibor, Budapest
Herényi István, Budapest
Sass András, Budapest

»B« egyéni HASAB
»B« egyéni HASAC
»C« egyéni HASAD