

nál igen sok példát láttunk arra, hogy a legbonyolultabb kérdéseket is lehet magas fokú matematika alkalmazása nélkül is tárgyalni. A nyugati folyóiratokban gyakran alkalmazott öncélú matematikai levezetések csak a szerzők sorszám szerinti díjazását emelik, de gyakran nem járulnak hozzá a felvetett kérdések lényegének tisztázásához, hanem inkább elhomályosítják azt. Kétségtelen, hogy sokkal nehezebb feladat olyan cikket írni, amely mellőzi a bonyolult matematikai levezetéseket, viszont a fi-

zikai folyamatok pontos és következetes leírásával tárja fel az összefüggéseket és vonja le az eredményeket. A lapnak az amatőrök színvonalának érdekében ezt a nehezebb utat kell járnia. A magukat elméletileg és gyakorlatilag folyton képző amatőrök biztosítják a híradástechnikai ipar és kutatás utánpótlását és fontos szerepet töltenek be híradástechnikánk fejlődésében.

Bognár Géza
Kossuth-díjas akadémikus

ELEKTRONCSÖVES KAPCSOLÁSOK ANÓDÁRAMFORRÁS NÉLKÜL

Kadinger Béla

4. rész

Most vizsgáljuk meg, hogy mekkora vezérlőfeszültség szükséges a 6. ábra szerinti oszcillátorban a kivezéléshez. Ha az áttételt a múlt alkalommal ismertett módon állítjuk be, akkor a 12. ábra szerinti helyettesítő kapcsolás érvényes. Ezek szerint a vezérlőfeszültség két részből tevődik össze: az r_a anód belsőellenállás és az anóddalra $1:a^2$ arányban illetve átranzformált rács belsőellenállás eredőjének kivezéléséhez, valamint az R_i ellenállással jelzett rezgőköri veszteség kivezéléséhez szükséges feszültségből, azaz összesen szükséges:

$$U = \frac{1}{\frac{r_a}{S} + \frac{1}{SR_i}}$$

Az oszcillátor beregzésének azonban az a feltétele, hogy a rácsoldalon kapjunk elegendő feszültséget a kivezéléshez. A rezgőkör rácsoldalán azonban $1/a$ arányban kisebb a feszültség, ha tehát a rácsoldalon akarunk 1 Volt feszültséget, akkor az ehhez szükséges kivezélő feszültség az előbbinek a -szorososa, azaz

$$U = a \left(\frac{1}{\frac{r_a}{S} + \frac{1}{SR_i}} \right)$$

Ha a helyébe az illesztésnek megfelelő

$$a = \sqrt{\frac{r_a}{r_i}}$$

értéket behelyettesítjük és egyszerűsítünk, az eredmény a következő:

$$U > \frac{1}{S\sqrt{r_a r_i}} \left(2 + \frac{r_a}{R_i} \right)$$

Ideális rezgőkör esetén R_i végtelen, illetve jóminőségű rezgőkör esetén elég nagy ahhoz, hogy a zárójelben a 2 melletti tört elhanyagolható legyen. Ez könnyen kimutatható. Tegyük fel, hogy az anód-egyenáram, $I_a = 0,1$ mA. A cső egyéb adatai: $D=0,3$; $h=7$; ezekből következik, hogy

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

a számértékeket behelyettesítve:

$$r_a < \frac{1}{0,3 \cdot 7 \cdot 0,1} = 4,75 \text{ kohm}$$

vagyis az anód belsőellenállása kisebb, mint 4,75 kohm, ha tehát egy olyan rezgőkörünk van, amelyik a rezonanciafrekvencián legalább 50 kohm ellenállású, akkor r_a és R_i hányadosa feltétlenül kisebb, mint 4,75/50, azaz kisebb, mint 0,1, tehát a zárójelben szereplő

$$2 + \frac{r_a}{R_i}$$

érték legfeljebb 5%-kal nagyobb, mint 2. Ha azonban a zárójelben szereplő értéket gyakorlatilag 2-vel vehetjük egyenlőnek, akkor a szükséges kivezélő feszültség:

$$U > \frac{2}{S\sqrt{r_a r_i}}$$

Az azonban S kisebb, mint hI_a , r_a kisebb, mint $1/DhI_a$, r_i kisebb, mint $1/hI_a$, de mivel a nevezőben mindezek szorozva vannak, és mindezek kisebbek egy bizonyos számértéknél, a szorzatuk is kisebb, azaz

$$S\sqrt{r_a r_i} < hI_a \sqrt{\frac{1}{hI_a} \frac{1}{hDI_a}}$$

hI_a tényezőt bevisszük a gyökjel alá, egyszerűsítve lesz:

$$S\sqrt{r_a r_i} < \sqrt{\frac{I_a}{DI_a}}$$

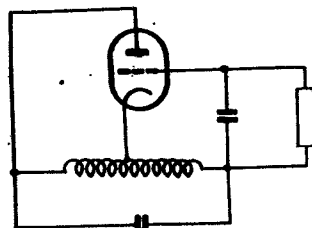
a reciprokon értékre áttérve tehát a szükséges vezérlő feszültség lesz:

$$U > 2\sqrt{\frac{DI_a}{I_a}}$$

Az oszcillátor beregzési feltétele az, hogy a bemeneten 1 Volt, vagy kevesebb elég legyen a bemenetre visszacsatolt „kimenet”-en, vagyis a rezgőkör rácsfelőli „szekunder” oldalán 1 Volt feszültség előállításához, vagyis más szóval a kivezéléshez szükséges fenti feszültség 1 Voltnál kisebb legyen. Mivel a fentiek értelmében a szükséges kivezélőfeszültség

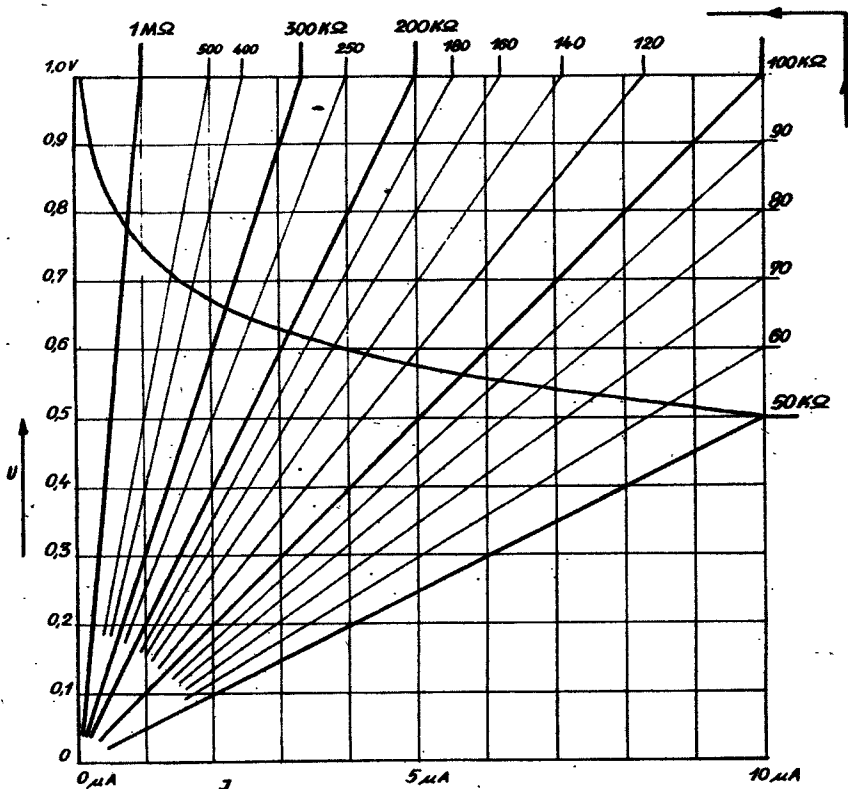
nem lehet kisebb, mint kétszer a DI_a/I_a hányados négyzetgyöke, ez azonban 1-nél csak akkor lehet kisebb, ha ez a hányados a gyökjel alatt kisebb $\frac{1}{4}$ -nél. Mivel D értéke az alkalmazott csővel adott, az I_a/I_a hányadosot kell a lehetőséghez képest csökkenteni a szükséges kivezélőfeszültség csökkentése érdekében.

Az árameloszlás fontosságára már többször kitértünk, ebben az esetben azonban az árameloszlás döntő fontosságúnak mutatkozik. Az árameloszlás az elektróda feszültségektől olyan módon függ, hogy ha valamely elektróda feszültségét negatívabb tesszük, miközben a másik elektróda feszültsége állandó marad, akkor az áramok aránya a másik elektróda (amelynek feszültségén nem változtatunk) javára változik. Ha például a 6. ábra szerinti kapcsolást a 16. ábra szerint átalakítjuk, akkor a rácsáramkörbe kapcsolt ellenálláson a rácsáram feszültségcsökkenést okoz, a rács tehát negatívabb



16. ábra

lesz az anódnál, amelynek egyenfeszültsége továbbra is zérus. Ekkor a katódáram megoszlása a rács és az anód között úgy módosul, hogy az anódáram viszonylag nagyobb része lesz a katódáramnak, mint volt, a rácsáram ezzel szemben viszonylag kisebb része lesz. Ez azonban annyit jelent, hogy az I_a/I_a hányadosa csökken, tehát a rácskörbe egy ellenállásnak a 16. ábra szerint való beiktatása az árameloszlás szempontjából előnyös. A negatívra való rácsfeszültség miatt azonban a katódáram csökken, ha tehát túl nagy ellenállást teszünk a rácskörbe, akkor az anódáram is lecsökkenhet annyira, hogy r_a , melynek értéke nagyjából az anódárammal fordítva arányos, annyira megnő, hogy az r_a/R_i hányadosa már nem lesz elhanyagolható.



17. ábra

tehát erről a részről a szükséges vezérlő-feszültség nő, azaz egy bizonyosnál nagyobb ellenállás alkalmazása az anód belsőellenállásnak erős megnövekedése miatt kevésbé kedvező. Hogy mekkora az az ellenállásérték, amely a legjobban megfelel, az a rezgőkörtől és a csőtől egyaránt függ, ez az érték azonban a legtöbbször nem kritikus. Például egy triódának kötött 6AQ5 csőnél egy bizonyos rezgőkörrel, az anód és a katód között mérve különböző rácsellenállásoknál az alábbi táblázatban feltüntetett nagyfrekvenciás nivót mértük:

ellenállás Mohm	feszültség Volt
0,1	0,3
0,22	0,35
0,47	0,37
1	0,4
2	0,37
5	0,25

Mielőtt az elméleti vizsgálódásainkat lezárnánk, utóljára még egy, az exponenciális karakterisztikából származó körülményt említsünk meg. Ugyanis, ha például egy dióda, vagy diódának kötött elektroncső kapcsaira különböző ellenállásokat kötünk, azt tapasztaljuk, hogy a dióda indulóárama által okozott feszültségés sokkal kisebb arányban változik, mint amilyen arányban az ellenállás értékét változtattuk. Például a következő méréseredményeket kapjuk:

ellenállás Mohm	feszültség Volt
0,1	0,56
0,25	0,65
1,0	0,78
2,5	0,87
10,0	1,0

tehát miközben az ellenállás 0,1 Mohmtól 10 Mohmig, azaz összesen 1:100 arányban változott, az alatt a feszültség mindössze

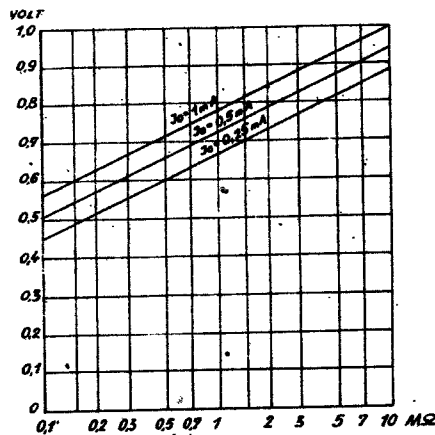
$$1 : \frac{1}{0,56}$$

arányban, azaz 1:1,8 arányban változott. Ezt könnyen megérthetjük, ha a 17. ábrára nézünk, amelynél a vízszintes tengely a dióda árama, a függőleges tengely pedig a feszültség, mégpedig egy olyan diódánál, amelynek adatai: $I_0 = 1 \text{ mA}$, $\beta = 4$.

Az ábrába berajzolt ferde egyenesek különböző ellenállásoknak felelnek meg. A 18. ábra a feszültséget mutatja az ellenállás függvényében olyan diódák esetén, amelyeknek I_0 kezdeti árama 1:2 arányban tér el egymástól. Az ellenállást a vízszintes tengelyre vittük fel logaritmusos léptékben. Az összefüggést majdnem párhuzamos egyenesek alkotják, az egyes diódáknál a feszültségés azonos ellenállásérték mellett alig tér el egymástól. Ebből is ismételtén látszik az a tény, hogy az üzemszerű működést I_0 értéke aránylag csak kis mértékben befolyásolja.

Az eddigiekben már elég ismeretet szereztünk ahhoz, hogy a lehetőségeket át tudjuk tekinteni. Ezek az anódáramforrás nélküli elektroncsöves áramkörök erősítés céljaira csak nagyon kevésbé alkalmasak, mert az erősítés — amint azt láttuk — nem lehet D -nél nagyobb, azonban D értéke az ilyen kis negatív anód- és rácsfeszültségek mellett eléggé kis érték, például 3. Az elérhető erősítés (ellenállásokkal az anódban és a rácsban) általában 2 alatt marad. Oszcillátort és multivibrátort azonban építhetünk, sőt még olyan speciális alkalmazásra is lehetőség nyílik, mint például egy limiter, ha túlzérelt erősítőként alkalmazzuk az elektroncsövet. Bizonyos esetekben jobb eredményeket érünk el, ha a csövet pentódának kötve alkalmazzuk, mely esetben az árnyékoló rács egy ellenállással és vele párhuzamosan kötött kondenzátorral a katódhoz van kötve. Bizonyos esetekben nagy előny az is, hogy az ismertetett üzemszervekkel működő oszcillátor a rezgőköri tekercsen levő kis nivó miatt sem a szomszédos rádiózt nem zavarja, de ha egy bonyolultabb készülékben alkalmazzuk, nem kell törődni különösebben azzal sem, hogy a rezgőkör más áramköri részbebe indukció vagy kapacitív úton beleszór. Ugyanis a rezgőkörön a nivó kb. két nagyságrenddel kisebb, mint egy, szokásos módon anódpótlóról vagy telepről, tehát anódáramforrással táplált oszcillátornál, vagyis a szórás minden árnyékolás nélkül kb. annyi, mintha egy szokásos oszcillátort a szórás 1:100 arányban csökkentő árnyékolással láttunk volna el.

Van azonban egy nagy hátrány, mégpedig az, hogy az árameloszlás nagy mértékben függ a csövek elektronoptikai felépítésétől, olyannyira, hogy kis szerelési különbségek, például a rácsmenetek elhelyezésében az árameloszlást jelentősen megváltoztatják, ezért egy adott kapcsolatban, például multivibrátorban ugyanazon a típuson belül sem minden



csőpéldány működőképes. A kis elektródafeszültségek miatt azonban a csövek élettartama igen nagy, hacsak valamilyen hájszárperedésen keresztül, vagy a cső szerkezetén belül valamilyen gázzárvány felszabadulása miatt a vákuum el nem romlik.

Néhány működőképes kapcsolást méretezési adatokkal együtt a későbbiekben fogunk bemutatni.