

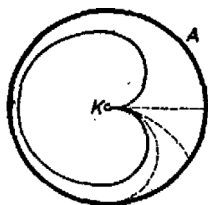
A rádiótechnika egyik, egyre nehezebbé váló feladata a vevőkészülékek szelektivitásának növelése. Tudnunk kell ugyanis, hogy az adóállomások által kisugárzott hullámok a hivatalosan megadott frekvencia mindkét oldalán egy-egy kb. 8 kHz széles frekvenciasávot foglalnak el. Belátható lenne, hogy ha egy n_0 frekvenciájú vivőrezgést egy n_1 frekvenciájú rezgéssel modulálunk, a hullám tartalmazni fogja n_0 -n kívül az $n_0 - n_1$ és az $n_0 + n_1$ frekvenciákat is; általában amplitúdó modulált adóknál a moduláló frekvencia felső határa 8 kHz. Az eddigiekből kiderül, ahhoz, hogy két egymáshoz rezgésszámban közel eső adó jól szétválasztható legyen, frekvenciáiknak legalább 16 kHz-cel különbözniük kellene. Ezzel szemben már ma is kb. 9 kHz a szomszédos frekvenciák közötti távolság!

A szelektivitás növelése csak félmegoldásnak számíthatott, annál is inkább, mert mind újabb hírközlési, hadászati, stb. feladatokra is használtak elektromágneses hullámokat. Célszerűnek látszott a gyakorlatilag használható hullámhossz tartomány kiterjesztése, mégpedig a rövidebb hullámhosszak felé, az addig használt egy-tíz méteres alsó határtól le egészen a mm-es hullámokig, ezek ugyanis számos előnyös tulajdonsággal rendelkeznek, pl. a fényhez hasonlóan jól fókuszálhatók.

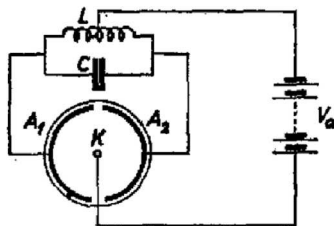
A Meissner-féle visszacsatolással működő rezgőkörök kb. 10^7 Hz-es rezgéseket állítottak elő. A Thomson-formula szerint a kis rezgésidőkhöz kis önindukciók és kapacitások szükségesek. Ezért az önindukciós tekercseket rövid drót darabokkal, a kondenzátorokat az elektroncső alkatrészei közötti ún. csőkapacitásokkal cserélték fel, és a visszacsatolást is módosították. (ECO, ultraaudion, stb.) Így 10^8 – 10^9 Hz nagyságrendű rezgésszámok váltak elérhetővé. Ezek a rezgőkörök azonban rossz hatásokkal, kis intenzitású rezgések előállítására voltak csak alkalmasak. A legnagyobb nehézségek mégis a rezgés csillapítatlanságát biztosító visszacsatolás megvalósításánál léptek fel. Az energia visszapotlásánál nemcsak az a kritérium, hogy minden teljes periódusban bekövetkezzék, hanem az is, hogy a rezgés pillanatnyi ütemét követve, folytonosan történjék, a szinuszoszagságot el ne rontsa. Ehhez egy igen gyorsan, úgyszólván tehetetlenségmentesen működő eszközre volt szükség, mely jelen esetben az elektroncső. Itt a vezérlés tehetetlenségmentes voltát az biztosítja, hogy az elektroncsőben lejátszódó folyamatok (elektronok átrepülése az elektródok között) elhanyagolhatóan kis időt vesznek igénybe a rezgésidőhöz képest. Ez azonban annál kevésbé tekinthető igaznak, minél inkább közeledünk a 10^{10} – 10^{11} Hz frekvenciákhoz, itt ugyanis az elektronok átrepüléséhez szükséges idő nagyságrendben megegyezik a rezgésidővel, a vezérlés nem tehetetlenség mentes.

Két különleges cső – a magnetron és a klystron – működési elve éppen az idők megegyezésén alapul, ami előzőleg a nehézséget okozta.

A magnetron sematikusan így képzelhető el: evakuált csőben az izzószállal koaxiálisan hengeres anódot helyezünk el. Az eszközt homogén mágneses térbe helyezzük, melynek erővonalai a fűtőszállal párhuzamosak. Könnyen belátható, hogy a kialakuló elektromos tér erővonalai sugarasan futnak, a térerősséget az $E = k/r$ törvény írja le, ahol k konstans, r pedig az izzószáltól való távolság. Az izzókatódról kirepülő elektronok, az elektromos erőter hatására a sugárirányba repülve, gyorsuló mozgással érnék el az anódot. A töltésekre azonban a mágneses tér a Lorentz-törvény szerint sebességükre és a tér erővonalaira merőleges, a sebességgel arányos eltérítő hatást gyakorol. A H mágneses térerősséget nulláról növelve az elektronok egyre görbültebb pályákon érik el az anódot (1. ábra). Később lesz olyan (az anódfeszültségtől és az anódhenger sugarától függő) H^* érték, melynél az elektronok zárt, ún. kardiod pályára térnek. Ennek egy szakaszán az anódhengerhez közel azzal csaknem párhuzamosan repülnek. Belátható, hogy ilyen állapotában a magnetron az anódfeszültség kis növelésére az anódáram nagyarányú növekedésével válaszol: kis feszültségugrás is elég ahhoz, hogy az elektronok már elérjék az anódot.



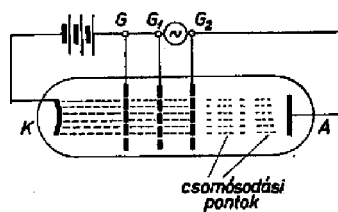
1. ábra



2. ábra

Hozzuk a magnetront rezgőkörünkkel a második ábrán látható csatolásba. Az anódhenger itt két szeletből: A_1 , A_2 áll. V_a -t és H^* -ot úgy választottuk meg, hogy egyrészt éppen a fent leírt kritikus eset álljon fenn, másrészt az elektronok átrepülési ideje a kardiod pályáról az anódra egy rezgésidőt vegyen igénybe. V_a bekapcsolása után a rezgőkör árama hol A_1 , hol A_2 feszültségét emeli a kritikus érték fölé. Az adatok helyes megválasztásával elérhető, hogy az elektronok helyes ütemben táplálják be energiájukat a rezgőkörbe.

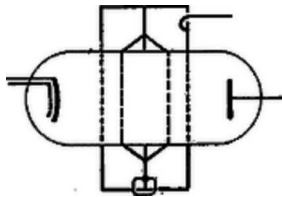
A gyakorlati kivitelezésben Alekejev és Maljárov szovjet kutatók kezdeményezésére (1933) a rezgőkört (vagy rezgőköröket) a vastagfalú anód belsejébe vájt üregrezonátorok helyettesítik. A magnetronok intenzív mm-es hullámok előállítására is alkalmasak, jónak mondható 75%-os hatásfokkal.



3. ábra

A klystron lényegében sűrűség szerint modulált elektronáramot állít elő. Elvi felépítése (3. ábra): evakuált csőben a K izzókatódból kilépő elektronokat egy erős egyenfeszültségre kapcsolt G rács felgyorsítja, majd ezek a G' ; G'' rácsokkal lezárt térbe, az ún. Faraday-féle ketrecbe kerülnek. Ezen rácsokon ugyanaz az egyenfeszültség van, mint G -n, de erre – az ábrán látható módon – még egy nagyfrekvenciás váltófeszültséget szuperponálunk. A G által felgyorsított elektronokat a G' és G'' közötti térben a váltófeszültség tovább gyorsítja (ami negatív értelmű is lehet). Mivel a G' és G'' között fellépő hatás attól függ, hogy a rezgés milyen szakaszában tartózkodott ott az elektron, G'' -t elhagyva sebességük különböző lesz. A gyorsabb elektronok utoléri, majd elhagyják a lassabbakat, így G'' és A között, az ún. kifutó térben időben periodikusan töltés csomópontok jelentkeznek, sűrűség szerint modulált elektron áram jött létre. Ha ebben a térrészben felfogó rácsokként egyhengeres üregrezonátor (rhumbatron) alap és fedőlapját alkalmazzuk, ebben az időben periodikusan jelentkező töltések elektromágneses állóhullámokat hoznak létre a rhumbatron geometriai méreteinek jó megválasztása mellett (rezonancia eset). A klystron ilyen formájában a G' és G'' rácsoakra vitt váltófeszültség erősítésére alkalmas!

Gyakorlati kivitelezésben G' és G'' is egy rhumbatron alap és fedőlapjai. (A rhumbatronok megfelelően méretezettek és egyformák.) A beérkező töltések a katód felőli rhumbatronban saját rezgéseket keltenek, melyekre visszacsatolás útján a másik rhumbatron rezgései is hatnak. A rezgés csillapodó részének gyors elhalása után csillapítatlan, ultra-nagyfrekvenciájú csatolt) rezgések jönnek létre (4. ábra).



4. ábra

Az ismertetett két rezonátoros klystron alkalmas 1 KW teljesítményű cm-es hullámok impulzusszerű előállítására. Csillapított rezgéseket, kis szikraközökkel már 10^{12} Hz frekvenciával is sikerült előállítani.

A gyakorlati alkalmazások közül elsősorban említendő a radar, mely főleg katonai szempontból fontos. Csillagászati mérésekre is jól felhasználható: először Magyarországon az Egyesült Izzó laboratóriumában (1946.) mérték meg radarral nagy pontossággal a Hold–Föld távolságot. Repülőgépek elektronikus vezérlésére, magasságának mérésére is alkalmas.

Fazekas Patrik