

Gunn- és IMPATT diódás oszcillátorok

ETO 621.373.51

1. Bevezetés

A mikrohullámú sávban közvetlen rezgéskeltésre elsősorban Gunn- és IMPATT diódákat használnak. A Gunn-dióda előnye az IMPATT diódával szemben, hogy kisebb zajú; hátránya viszont, hogy rosszabb hatásfokú. Ezért kb. 300 mW alatti teljesítményre a Gunn-dióda, ennél nagyobb teljesítményre pedig az IMPATT dióda használatos. Eltérés van még az egyenáramú táplálásban is. Ugyanis a Gunn-dióda feszültségstabilizált, az IMPATT dióda pedig áramstabilizált táplálást kíván. Az egyenszint a Gunn-diódán 10 V körüli, az IMPATT diódán viszont 100 V körül van. Tehát az egyenáramú táplálás szempontjából a Gunn-dióda az előnyösebb.

A Gunn- és IMPATT diódás oszcillátorok elméleti és kísérleti vizsgálatáról sok közlemény számolt már be [1–7]. Ugyancsak többen foglalkoztak e diódák fizikai működésének elemzésével [8–12]. Ebben a cikkben a Távközlési Kutató Intézetben kifejlesztett Gunn- és IMPATT diódás oszcillátorokat és az azokkal végzett vizsgálatokat ismertetjük. Az oszcillátorok különböző típusai a 6, 8, 10 és 12 GHz-es frekvenciasávra készültek.

2. Kis zajú oszcillátorok

Többféle célra fejlesztettünk ki kis zajú oszcillátorokat. Ezek az oszcillátorok általában rögzített frekvencián üzemelnek és csak esetenkénti áthangolásuk szükséges. A legtöbb alkalmazásnál a frekvencia-zajt kell kis értéken tartani. A kis FM zajt Gunn-dióda használatával és nagy jóságú tényező beállításával értük el. Az utóbbi érdekében csőtápvonalas üregrezonátorba helyeztük a diódát.

Az oszcillátor vázlatos metszetét az 1. ábra mutatja. Az üregrezonátort téglalap keresztmetszetű csőtápvonalban alakítottuk ki. A Gunn-diódát az elektromos erővonalakkal párhuzamosan az egyik keskeny oldalfal közelében jó érintkezésbe hoztuk a csőtápvonal széles oldalfalával. A dióda másik végéhez szűrőn keresztül a tápfeszültséget vezetjük. Az üregrezonátorból a jelet írisz révén csatoljuk ki. Hangolásra állítható rövidzárát használunk.

Az oszcillátorokat közel maximális kimenő telje-

sítménnyel járattuk. A dióda síkjában az ehhez szükséges terhelő impedanciát az írisz szuszceptanciájának és a diódától való távolságának a megfelelő megválasztásával érjük el. Finom beállításra hangolócsapok szolgálnak.

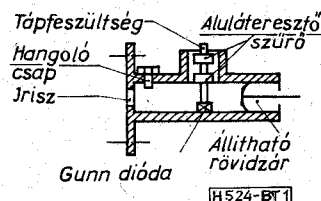
A dióda melegpontjához csatlakozó szűrőknek több feladatuk is van. Egyrészt biztosítaniuk kell, hogy a dióda melegpontja és az üregrezonátor ehhez legközelebb levő fala között az üzemi frekvenciasávban valós terhelés ne legyen és ezáltal az oszcillátorból a mikrohullámú jel ne szívárognon ki a tápegység felé. Másrészt meg kell akadályozni, hogy a dióda az egyenáramú tápláló áramkörökkel együtt kismfrekvencián begerjedjen. E két feladat ellátása érdekében mikrohullámú és kismfrekvenciás szűrőt kell a dióda kivezetéséhez lehetőleg közel elhelyezni.

A kis zajú Gunn-oszcillátorokat mikrohullámú összeköttetésekben helyi oszcillátorként, parametrikus erősítőkben pumposzcillátorként, és különféle mérési összeállításokban alkalmaztuk. A teljesítmény 1 és 100 mW között van a követelményektől függően. A mechanikus áthangolási sáv 0,5–1,0 GHz körüli.

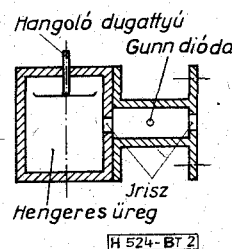
A frekvencia-zaj további jelentős csökkenésére a csatolt üreges terhelés ad lehetőséget. Ha az oszcillátor rezonátorához nagy jóságú üreget csatolunk, a frekvenciazaj lényeges csökkenését érhetjük el. A csatolt üreges oszcillátor felépítését a 2. ábra adja meg vázlatosan. A dióda lapos csőtápvonalból kialakított rezonátorban van elhelyezve, melyhez hengeres üreget csatoltunk.

A frekvenciazaj spektrális eloszlását az alapsávban a 3. ábra mutatja. A zaj löketét 200 kHz-es jellöket-höz viszonyítottuk. A felső görbe a csőtápvonalas oszcillátor, az alsó görbe a csatolt üreges oszcillátor esetén adja meg a zaj szintjét 2 kHz széles sávban mérve. A mérőrendszer lényegileg mikrohullámú vevőt, 70 MHz-es erősítőt, FM demodulátort és szelektív szintmérőt tartalmaz. A vevő termikus zaja az oszcillátorok zajához képest számottevő és ezért az úgynevezett háromszög-zaj nagyobb alapsávi frekvenciákon elfedi az oszcillátorok saját zaját. A 3. ábra az oszcillátorok és a mérőrendszer eredő zaját mutatja. Ezért az oszcillátorokra jellemző zajszintet csak a kisebb alapsávi frekvenciákon kapjuk meg ebből a mérésből. A két görbét összehasonlítva megállapítható,

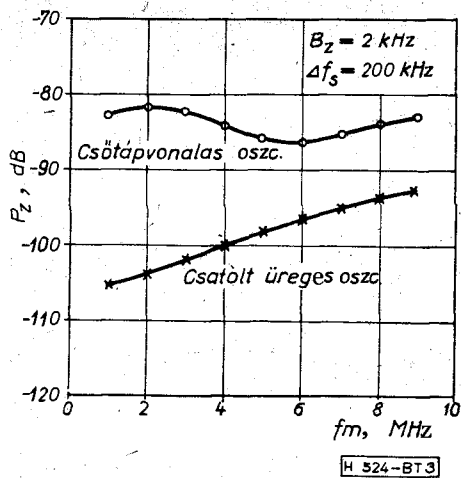
Beérkezett: 1977. V. 17.



1. ábra. Csőtápvonalas oszcillátor



2. ábra. Csatolt üreges oszcillátor



3. ábra. Frekvenciazaj spektrális eloszlása

hogy a csatolt üreges oszcillátor zaja kb. 20 dB-lel kisebb, mint a csőtápvonalas oszcillátoré. Ez elsősorban a nagyobb jósági tényezőnek tulajdonítható.

Problémát okoz az oszcillátorok hőmérsékletfüggése is. A környezeti hőmérséklet ingadozása miatt változik az oszcillátor frekvenciája és teljesítménye. Elsősorban a frekvenciaváltozás kis értékre szorítása szükséges. Az oszcillációs frekvencia a dióda szuszceptanciájának, az üreg rezonanciafrekvenciájának és a tápfeszültségnek a hőmérsékletfüggése következtében változik meg. Az üreg rezonanciafrekvenciájának a hőmérsékletfüggése jelentősen csökkenthető invar anyag használatával. A dióda szuszceptancia hőmérsékletfüggésének pedig az oszcillációs frekvenciára gyakorolt hatása csökkenthető azzal, hogy a jósági tényezőt növeljük. Mindemellett az oszcillációs frekvencia hőmérsékletfüggése gyakorlatilag elég jelentős nagyságú marad. Ezért az oszcillátor környezeti hőmérsékletét sok esetben szabályozott fűtéssel közel állandó értéken kell tartani. Így elérjük, hogy a frekvencia csak 1–2 MHz-et változik rézből készült üreg esetében is, miközben a hőmérséklet 0 és 50 °C között ingadozik.

3. Modulált oszcillátorok

A mikrohullámú oszcillátoroknál sok esetben alkalmazunk frekvenciamodulációt. Ez alapvetően két-féle felhasználásban szükséges, melyek eltérő követelményeket támasztanak. Jelátvitel esetén nagyfokú modulációs linearitással viszonylag kis frekvenciaváltozást kell elérni, ezzel szemben a mérőoszcillátoroknak ugyan kisebb linearitással, de lényegesen nagyobb frekvenciaváltozással kell rendelkezniük.

A modulált oszcillátoroknak lehetőleg kis zajúaknak kell lenniök, ezért ezekben Gunn-diódákat alkalmazunk. A frekvenciamodulációt varaktor diódával érjük el. A varaktor diódát vagy az oszcillátor üregébe építettük be, vagy koaxiális rezonátorban elhelyezve az előbbivel csatolásba hoztuk. A diódára adott feszültség megváltoztatja a kapacitását, s így elhangolja az oszcillátort. A varaktor diódás moduláció viszonylag nagy, közel száz MHz felső moduláló frekvenciáig alkalmazható. Nagy előny, hogy teljesítményre alig van szükség a dióda kivezérléséhez.

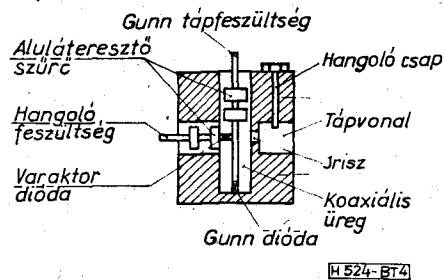
Nagy linearitású modulációt általában csak viszonylag kis löket esetén lehet elérni, mivel a rezgési frekvencia és a varaktor kapacitása, illetve a varaktorra adott moduláló feszültség közötti összefüggés nem-lineáris. Követelmény még, hogy a modulációs merekség lehetőleg nagy, 1 MHz/V körül legyen.

A modulált oszcillátorokat két fő változatban fejlesztettük ki: csőtápvonalas és koaxiális kivitelben. A csőtápvonalas modulált oszcillátor kialakítása az 1. ábrán bemutatotthoz hasonló a moduláló varaktortal azt kiegészítve. Ezt a megoldást modulált adó-oszcillátoroknál használjuk, mivel a csőtápvonalas rezonátor nagyobb jósági tényezőt s így a kisebb frekvencia-zajt ad.

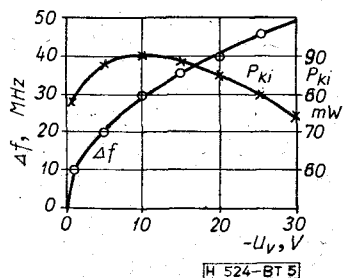
A koaxiális modulált oszcillátor vázlatos hosszmetsete a 4. ábrán látható. A Gunn-dióda a koaxiális rezonátor egyik véglapja és a belső vezető közé van iktatva. A belső vezető a rezonátor végén aluláteresztő szűrőhöz csatlakozik. A varaktor dióda a belső vezetőre merőlegesen van elhelyezve. Egyik kivezetése a belső vezetővel érintkezik, a másik kivezetése pedig aluláteresztő szűrőhöz egyenfeszültségre pedig a Gunn-dióda az egyenfeszültséget a diódákhoz. A Gunn-dióda egyik pólusa földelt, a varaktor dióda egyenfeszültsége pedig a Gunn-dióda egyenfeszültségére van ültetve.

A teljesítményt a koaxiális rezonátor oldalán lévő csatolónyíláson keresztül csőtápvonalra vezetjük ki. A csatolás állítására a csőtápvonalban elhelyezett hangolócsp szolgál. Más elrendezésekben a teljesítményt koaxiális tápvonalra szonda vagy hurok csatolja ki.

A csőtápvonalas oszcillátor modulációs karakterisztikáit az 5. ábra adja meg. Ezen a varaktorra adott moduláló feszültség függvényben az elhangolást és a kimenő teljesítményt tüntettük fel. Az oszcillátor a 10 GHz-es frekvenciásvban üzemel és közvetlenül az adóteljesítményt szolgáltatja. Mechani-



4. ábra. Koaxiális modulált oszcillátor



5. ábra. Csőtápvonalas oszcillátor modulációs karakterisztikái

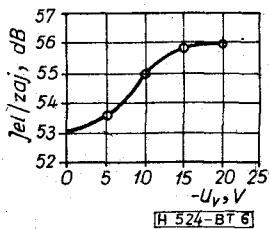
kusan 1 GHz sávban áthangolható. Az ábra alapján látható, hogy a modulációs meredekség, mely a frekvenciának a moduláló feszültség szerinti deriváltja, kb. 1 MHz/V. A linearitás kedvező, ha a negatív varaktor feszültség 10 V-nál nagyobb. Ugyanakkor a teljesítmény ingadozása csak kisméretű járulékos amplitúdómodulációt jelent.

Mértük a csőtápvonalas modulált oszcillátor FM jel/zaj viszonyát, melyet a 6. ábra mutat a varaktor-feszültség függvényében. A zaj teljesítményét 10 MHz széles sávban integrálva és 200 kHz löketű jelhez viszonyítva adjuk meg.

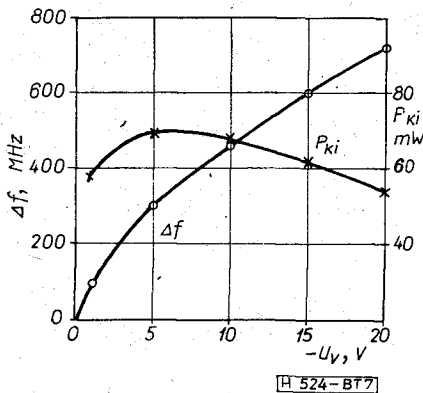
A koaxiális oszcillátor modulációs karakterisztikái a 7. ábrán láthatók. A hangolási tartomány most lényegesen nagyobb és ezért a linearitás is jobb. A modulációs meredekség igen nagy, kb. 30 MHz/V. A teljesítmény a varaktor dióda szorosabb csatolása miatt kisebb, mint a csőtápvonalas oszcillátor esetében. A teljesítmény ingadozása azonban most is csekély.

A koaxiális modulált oszcillátor FM jel/zaj viszonyát a 8. ábra mutatja. A zaj teljesítményét szintén 10 MHz széles sávban integrálva és 200 kHz löketű jelhez viszonyítva adjuk meg. A zaj a negatív varaktorfeszültség növelésével jelentősen csökken.

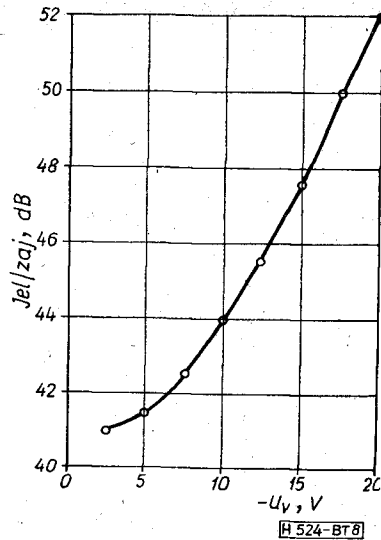
A modulált oszcillátorok egyik lényeges kérdése, hogy milyen szorosan csatoljuk a varaktor diódát az oszcillátorba. Minél szorosabb a varaktor dióda és az aktív elem, a Gunn-dióda közötti csatolás, annál nagyobb a varaktor hangolási hatása, vagyis nagyobb modulációs meredekség és nagyobb frekvencialöket érhető el. Ugyanakkor a varaktorra jutó mikrohullámú jel is nagyobb, ami nagyobb veszteséget, nagyobb zajt és nagyobb nemlinearitást eredményez. Ezért a csatolás megválasztásánál az adott feladatnak megfelelő optimum megkeresése a cél.



6. ábra. Csőtápvonalas modulált oszcillátor FM jel/zaj viszonya



7. ábra. Koaxiális oszcillátor modulációs karakterisztikái



8. ábra. Koaxiális modulált oszcillátor FM jel/zaj viszonya

4. Vezérelt oszcillátorok

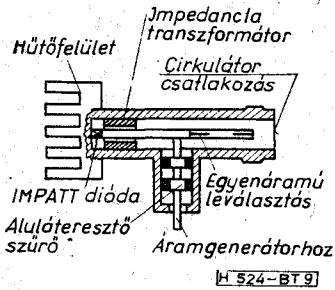
Az oszcillátorok kimenő jelének frekvenciáját külső jel bevezetésével vezérelhetjük az önrezgési frekvencia környezetében. A vezérlés itt azt jelenti, hogy az oszcillátor kimenő jelének a frekvenciája követi a bemenő jel frekvenciaváltozásait. A jelbevezetéssel vezérelt oszcillátor tehát fázis- vagy frekvenciamodulált jel átvitelére alkalmas. A vezérlő jel az oszcillátor kimenő jelenél lényegesen kisebb szintű lehet, így módon tehát mintegy erősítés érhető el. Az oszcillátor frekvenciamodulált jellel való vezérlése esetén fontos szerepet játszanak az átviteli karakterisztikák, mivel meghatározzák a torzítás mértékét.

Vezérelt oszcillátort készítettünk mind Gunn-, mind IMPATT diódával. A Gunn-diódás oszcillátor kisebb teljesítményre, az IMPATT diódás oszcillátor nagyobb teljesítményre használható. A vezérlő jelet cirkulátor révén adjuk be az oszcillátorba. Az oszcillátorok koaxiális felépítésűek, a kimenetük is koaxiális, mely kis méretű koaxiális cirkulátorhoz csatlakozik. A Gunn-diódás vezérelt oszcillátor kialakítása hasonló a koaxiális modulált oszcillátoréhoz, de varaktor diódát nem tartalmaz és koaxiális kimenettel rendelkezik.

Az IMPATT diódás vezérelt oszcillátor vázlatos keresztmetszetét a 9. ábra adja meg. Az IMPATT dióda negatív ellenállása igen kicsi, néhány ohm. Ezért impedancia-transzformátort alkalmazunk, melynek hullámellenállásával az optimális terhelő ellenállást, a diódától való távolságával pedig a frekvenciát állítjuk be. Az egyenfeszültséget egyenáramú leválasztás útján vezetjük a diódához.

Az oszcillátorokat a 8 GHz-es frekvenciasávra fejlesztettük ki. Két Gunn-diódás oszcillátortípus készült, az egyik 30 mW, a másik 200 mW kimenő teljesítményt ad. IMPATT diódás oszcillátorból szintén két változat van, az egyik 500 mW, a másik 1 W kimenő teljesítményt szolgáltat.

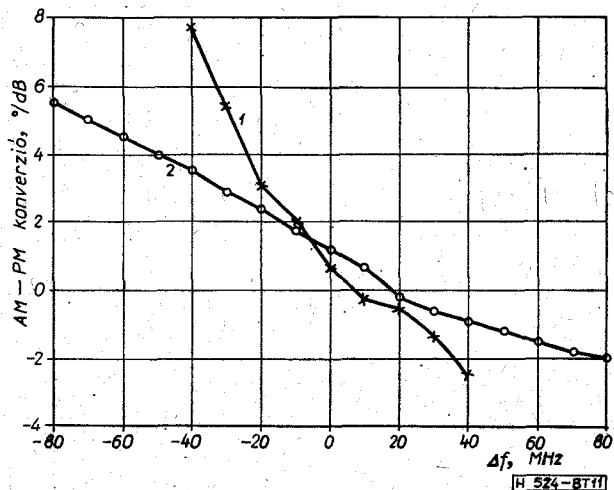
A vezérelt oszcillátorok AM-PM konverzióját és AM kompresszióját a 10. ábrán látható mérési elrendezésben vizsgáltuk. Az elrendezés saját hibáját lé-



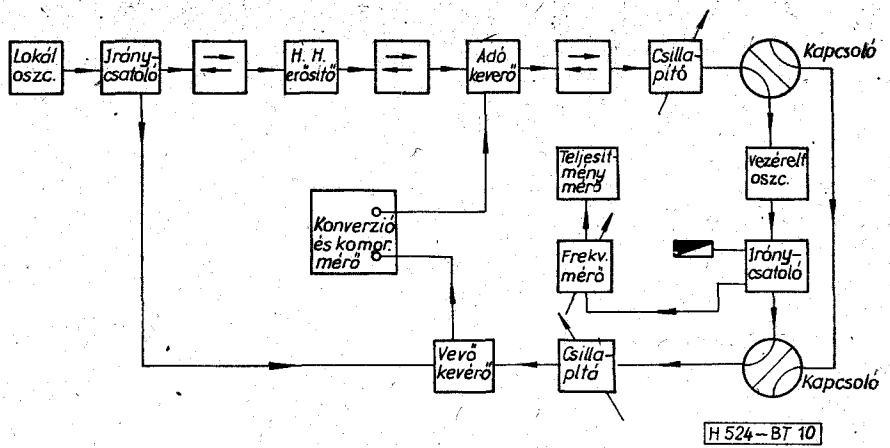
9. ábra. IMPATT diódás oszcillátor

nyegileg az adókeverő határozza meg. A vezérelt oszcillátorok kellő pontosságú méréséhez az elrendezés saját hibáját kis értékre kell lezörzítani, amit az adókeverő közel lineáris üzemével lehet elérni. Ennek érdekében nagyszintű lokáljelet kell az adókeverőre adni. Ezt a haladóhullámú erősítő szolgáltatja. Az elrendezés AM-PM konverziója 0,2–0,3 °/db, AM kompressziója pedig 1–1,5 dB, melyet a kapcsolók átállításával lehet megmérni.

A 11. ábra mutatja a 30 mW-os Gunn-oszcillátor AM-PM konverzióját a vivőfrekvencia függvényében 2 MHz-es moduláló frekvenciával mérve. A bemenő teljesítmény 3 mW. Az önrezgési frekvencia 8350 MHz. Az oszcillátort kétféle beállításban vizsgáltuk. Az 1-es görbe esetén szabadonfutó oszcillátor üzemben állítottunk be maximális kimenő teljesítményt. A 2-es görbe esetén pedig vezérelt oszcillátor üzemben állítottuk be a maximális kimenő teljesítményt. Ehhez a csatolást szorosabbá kellett tenni, vagyis az oszcillátort jobban kellett terhelni. Mint látható, a két beállítás között lényeges különbség van. A szorosabb csatolásnál az AM-PM konverzió kisebb, a vezérlési sáv pedig lényegesen nagyobb, mint a lazább csatolásnál. Egyébként az AM-PM konverzió a sáv közepe táján kicsi, de a sáv szélei felé haladva jelentősen nő.

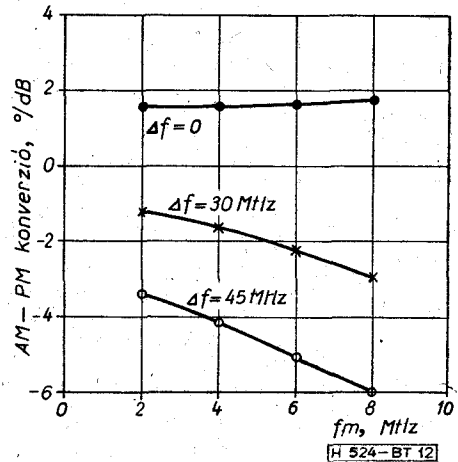


11. ábra. AM-PM konverzió Gunn-oszcillátor esetén

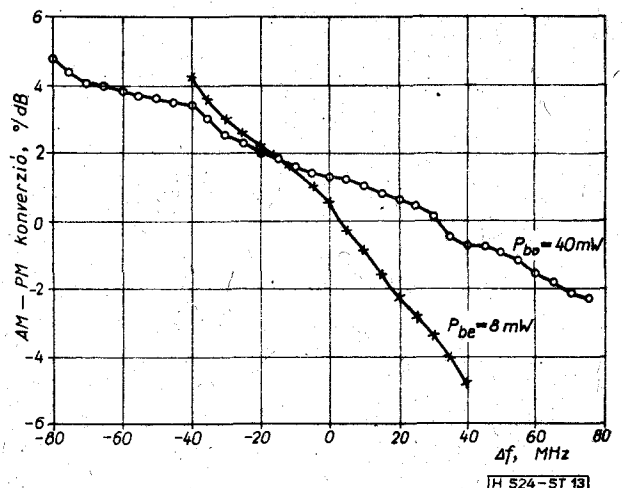


10. ábra. Mérési elrendezés

Mértük az AM-PM konverzióknak a moduláló frekvenciától való függését is a Gunn-oszcillátor esetében. Ezt a 12. ábra adja meg. A felső görbét a sáv közepénél mértük, a középsőt a vivőfrekvenciát 30 MHz-cel elhangolva, az alsót pedig a sáv szélénél. Az AM-PM konverzió a modulációs frekvenciával nő. A növekedés a sáv közepén elhanyagolhatóan kicsi, a vivőfrek-



12. ábra. AM-PM konverzió a moduláló frekvencia függvényében



13. ábra. AM-PM konverzió IMPATT oszcillátor esetén

venca elhangolásával azonban nő és a sáv szélén már jelentős nagyságú.

Vizsgálatokat végeztünk az 500 mW-os IMPATT oszcillátoron is. Az önrezgési frekvencia minden esetben 8350 MHz-re lett állítva. A jellemzőket a vivőfrekvencia függvényében 2 MHz-es moduláló frekvenciával mértük.

A 13. ábrán az IMPATT oszcillátor AM-PM konverziója látható a vivőfrekvencia függvényében. A méréseket két bemenő teljesítménynél végeztük. A bemenő teljesítmény növelésével a konverzió nagysága csökken, a vezérlési sáv szélessége pedig nő.

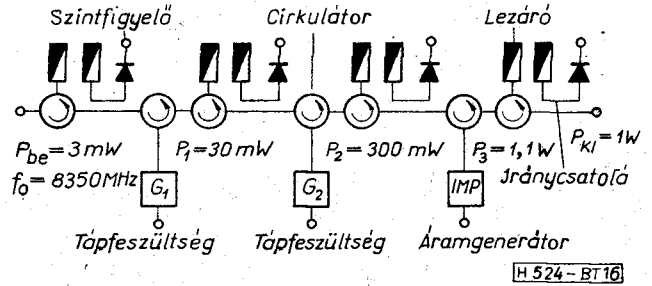
A 14. ábrán a IMPATT oszcillátor AM kompresszióját tüntettük fel a vivőfrekvencia függvényben ugyancsak két bemenő teljesítménynél. A bemenő teljesítmény növelésével az AM kompresszió csökken. Mindemellett a kompresszió igen jelentős, vagyis a vezérelt oszcillátor mintegy limiterként is működik.

Vizsgáltuk az AM kompresszióknak a moduláló frekvenciától való függését is. Ezt a 15. ábra mutatja az IMPATT oszcillátor esetére. A görbék paramétere a vevőfrekvenciának a sávközépi frekvenciától való eltérése. A moduláló frekvencia növelésével az AM

kompresszió jelentősen csökken. A csökkenés mértéke általában nagyobb, ha a vivőfrekvenciának a sávközéptől való eltérése nagyobb.

5. Háromfokozatú vezérelt oszcillátorlánc

A Gunn-és IMPATT diódás oszcillátorokat láncba kapcsolva igen nagy erősítést értünk el. A vezérelt oszcillátorlánc felépítését a 16. ábra mutatja. Az egyes fo-

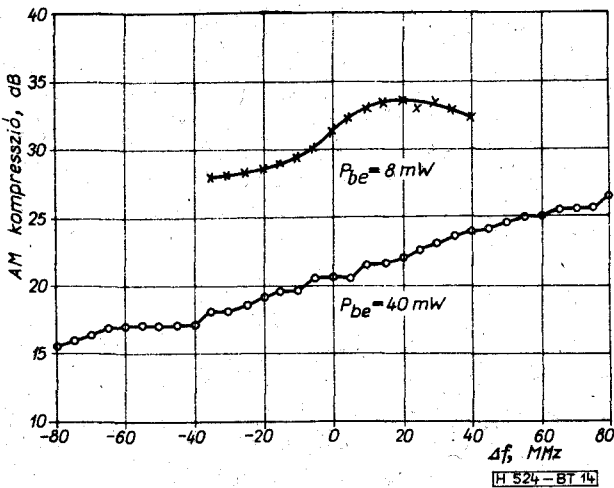


16. ábra. Vezérelt oszcillátorlánc tömbvázlata

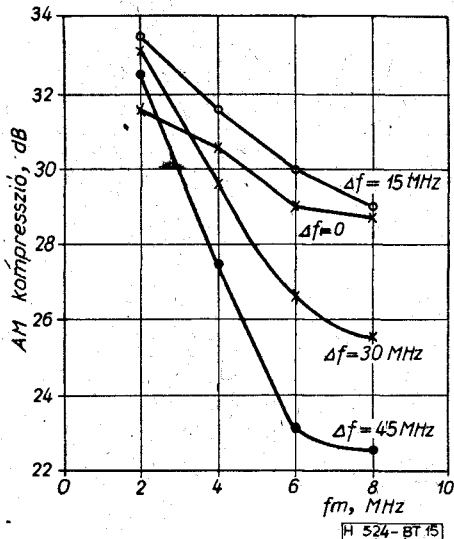
kozatokat izolátorok választják el egymástól a következő fokozat visszahatásának megakadályozása céljából. A szintfigyelők feladata az adott fokozat bemenő teljesítményének indikálása. Ha a bemenő teljesítmény előírt érték alá csökken, a vezérelt oszcillátor tápfeszültsége önműködően lekapcsolódik. Ezzel megakadályozzuk esetleg hamis jeleknek a kialakulását. Ugyanis a bemenő teljesítmény csökkenése esetén a bemenő jel frekvenciája a vezérlési sávból kieshet és ekkor az oszcillátor kimenetén zavaró jelek jelennek meg.

A háromfokozatú vezérelt oszcillátorlánc 3 mW bemenő jelet igényel és 1 W kimenő jelet szolgáltat. A 16. ábrán a közbenső szinteket is feltüntettük. Az első két fokozat Gunn-diódás, a harmadik IMPATT diódás.

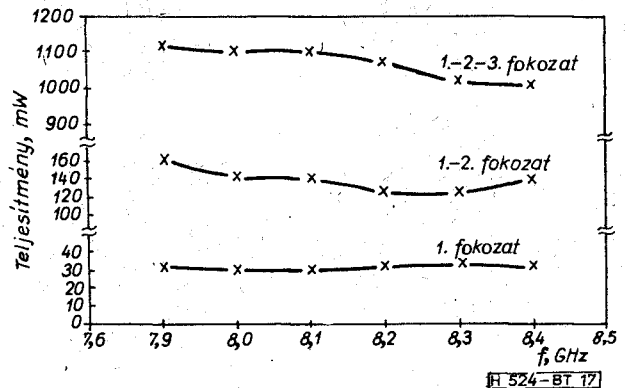
Először a hangolási tartományt ellenőriztük. Ennek eredményét a 17. ábra mutatja. A mérésnél a bemenő teljesítmény 3 mW volt. A fokozatokat 100 MHz-enként azonos önrezgési frekvenciára állítottuk be és fokozatonként mértük a kimenő teljesítményt. Mint látható, a lánc viszonylag egyforma teljesítményszinteken behangolható a 7,9–8,4 GHz frekvenciasávban. A behangolás ennél lényegesen szélesebb frekvenciasávban is elvégezhető.



14. ábra. AM kompresszió IMPATT oszcillátor esetén



15. ábra. AM kompresszió a moduláló frekvencia függvényében

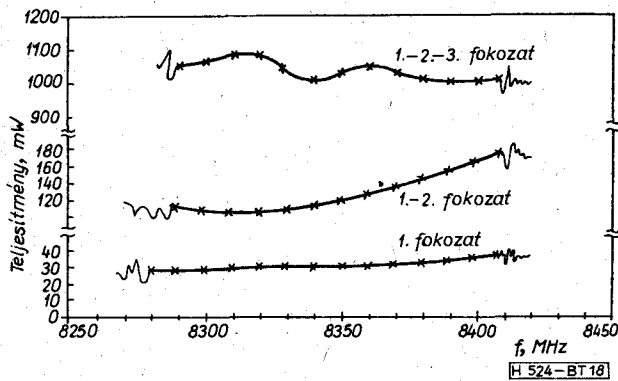


17. ábra. Teljesítmény a hangolás függvényében

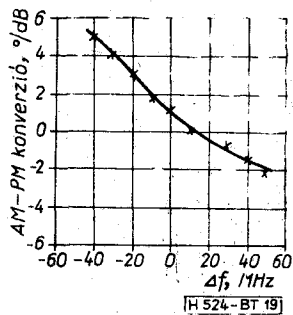
Az oszcillátorlánc átviteli karakterisztikája a 18. ábrán látható a teljes vezérlési sávban. A teljesítménykarakteristikákat fokozatonként vettük fel. Mindhárom fokozatot szabadonfutó üzemben 8350 MHz önrezgési frekvenciára állítottuk be. Az eredő vezérlési sáv szélesség 120 MHz, az átviteli görbe enyhén aszimmetrikus. A kimenő szint ingadozása a végfokozatnál 0,4 dB. Az egyes fokozatok erősítése: 10 dB, 8 dB és 7 dB. Így a három fokozat teljes erősítése 25 dB.

Fokozatonként mértünk az AM-PM konverziót az előző beállításban. Ehhez 2 MHz-es moduláló frekvenciát használtunk. Az első fokozat AM-PM konverziója a 19. ábrán látható a vivőfrekvencia függvényében. A sávközépi frekvencia 8350 MHz. A három fokozat együttes AM-PM konverzióját a 20. ábra adja meg. Ez mérési hibán belül megegyezik a 19. ábrával, vagyis az első fokozat AM-PM konverziójával. Ugyanilyen eredményre jutunk, ha az első két fokozat AM-PM konverzióját vizsgáljuk.

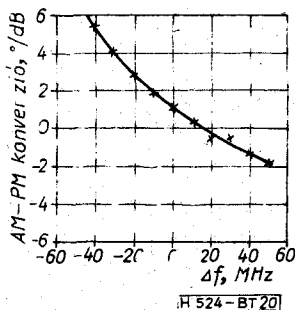
Az AM kompressziót a 21. ábra mutatja a vivőfrekvencia függvényében. A mérésnél 2 MHz-es mo-



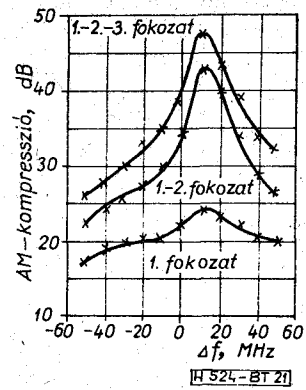
18. ábra. Teljesítmény-karakterisztika



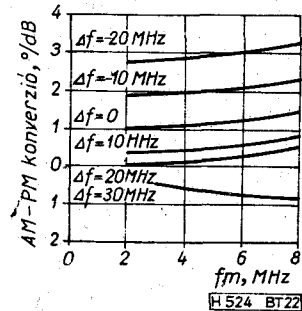
19. ábra. Az első fokozat AM-PM konverziója



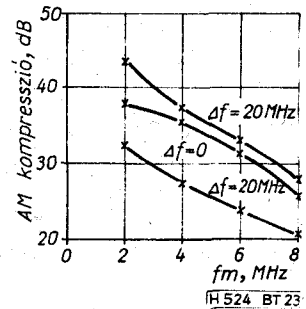
20. ábra. A teljes lánc AM-PM konverziója



21. ábra. AM kompresszió fokozatonként



22. ábra. A lánc AM-PM konverziója a moduláló frekvencia függvényében



23. ábra. A lánc AM kompressziója a moduláló frekvencia függvényében

duló frekvenciát használtunk. Az első fokozat AM kompressziója igen nagy. Az eredő AM kompresszióhoz a második fokozat hozzájárulása is jelentős, a harmadik fokozat azonban már csak kis többletet ad.

Az AM-PM konverzióra korábban kapott eredményre a 21. ábra ad magyarázatot. Ugyanis az első fokozat nagy AM kompressziója miatt a második és a harmadik fokozatra már alig jut a mérésnél AM és így a konverziójuk sem jelentkezik.

A vezérelt oszcillátorlánc AM-PM konverziójának a moduláló frekvenciától való függését a 22. ábra mutatja. A görbék paramétere a vivőfrekvenciának a sávközépi frekvenciától való eltérése. A lánc AM-PM konverziójának abszolút értéke a modulációs frekvenciával nő. Ez azt jelenti, hogy frekvenciamodulált jelnek az AM-PM konverzió miatti torzítása a modulációs frekvencia növekedésével nagyobb lesz.

A lánc AM kompressziójának a moduláló frekvenciától való függését a 23. ábra adja meg. A modu-

láló frekvencia növelésével az AM kompresszió jelentősen csökkén.

A mérési eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy az egyes fokozatoknak különböző hatásuk van az eredő jellemzők értékére. A lánc eredő amplitúdó-frekvencia karakterisztikáját elsősorban az utolsó fokozat, az eredő AM-PM konverziót döntő mértékben az alsó fokozat szabja meg. A fázis-frekvencia karakterisztikát és az AM kompressziót viszont a három fokozat együttesen határozza meg. A lánc vezérlési sávjának a két széle pedig mindig a legkedvezőtlenebb esetnek megfelelő.

Összefoglalás

Gunn-diódával frekvenciamodulált adóoszillátort és kis zajú helyi oszcillátort dolgoztunk ki. Kifejlesztettünk Gunn- és IMPATT diódás vezérelt oszcillátorokat. Ezekből frekvenciamodulált jelek erősítésére háromfokozatú láncot építettünk fel. Az áramkörök különböző típusai a 6, 8, 10 és a 12 GHz-es frekvenciasávban üzemelnek.

Vizsgáltuk szabadonfutó üzembn az oszcillátorok FM zajszintjét, modulációs tulajdonságait, frekvenciastabilitását és hangolhatóságát. Vezérelt oszcillátor üzembn mértük az átviteli jellemzőket, elsősorban az AM-PM konverziót és az AM kompressziót a vivőfrekvencia és a moduláló frekvencia függvényében. A háromfokozatú vezérelt oszcillátorlánc esetén

az eredő átviteli jellemzőket és az egyes fokozatok ezekre gyakorolt hatását vizsgáltuk.

IRODALOM

- [1] Johnston, R. L., De Löach, B. C., Gohen B. G.: A silicon diode microwave oscillator, Bell System Techn. J., 1965, febr., 369-372 old.
- [2] Hanson, D. C., Rowe, J. E.: Microwave circuit characteristics of bulk GaAs oscillators, IEEE Trans. Electron Devices, 1967, szept., 469-476 old.
- [3] Tsai, W., Rosenbaum, F. J., Mackenzie, L. A.: Circuit analysis of waveguide cavity Gunn effect oscillator, IEEE Trans. MTT, 1970, nov., 808-817 old.
- [4] Sobol, H., Sterzer, F.: Microwave power sources, IEEE Spectrum, 1972, 8. szám, 20-33 old.
- [5] Berceli T., Nagy W., Sella T.: Improvements in Gunn oscillators, Third National Conference on Microwave Solid State Electronics, Zakopane, 1974, okt.
- [6] Berceli T.: Nonlinear effects in IMPATT-diode amplifiers, Conference Proceedings of the 5th European Microwave Conference/Microwave 75, 1975, szept., 705-709 old.
- [7] Berceli T.: Mikrohullámú diódás oszcillátorok, Híradástechnika, 1976, nov., 321-332 old.
- [8] Read, W. T.: A proposed high-frequency negative resistance diode, Bell Systems T. J., 1958, 401-446 old.
- [9] Tager, A. Sz., Bold-Petrov, V. M.: Lavinno-proletnie diode i ih primenenie v technike Sz. V. Cs., Szovetszkoje Radio, Moszkva, 1968.
- [10] Sze, S. M., Ryder, R. M.: Microwave avalanche diodes, IEEE Proc. 1971, aug., 1140-1154 old.
- [11] Haddad, G. J.: Avalanche transit-time devices, Artech House Inc. Dedham, Mass., 1973.
- [12] Hobson, G. S.: The Gunn effect, Clarendon Press, Oxford, 1974.