

ОСОБЕНОСТИ НА СВЧ ЕЛЕМЕНТНА БАЗА ПРИ
КОНВЕРТОРИТЕ ЗА СПЪТНИКОВА ТЕЛЕВИЗИЯ

Р.Дойчинова Й.Славова В.Борисов

Технически университет - София

Ще започна с уводните думи от книгата на Бернхард Крийгс (преведена на български) "Много хора свързват понятието спътникова телевизия с астрономията, не само защото спътниците се намират в Космоса в условията на пълна безтегловност, но и поради астрономичните суми за реализация на проектите. Разбира се когато говорим за спътникова телевизия отнасящо се до нашата страна, имаме в предвид приемните устройства, където цените съвсем не са астрономични и с всеки изминат ден се намаляват. При реализация на бъдещите проекти в тази област, съществено значение има проблемът с елементната база. Третираната област е актуална в цял свят, но е практически невъзможно в специализираната литература да се открие в сборен вид предложената тема благодарение на нейната интердисциплинарираност. Обединявайки усилията си авторите предлагат някои информации и виждания, без претенции за голяма пълнота, тъй като в нашата страна тепърва започва работа в тази област.

При предаване на сигнали чрез спътник се използват микровълни в сантиметровия диапазон, отговарящи на честотния диапазон (10,9 - 11,7 GHz). От физическа гледна точка този обхват е най-благоприятен. При разпространение на вълни с честота по-голяма от 15 GHz силно се повишава поглъщането от кислород и водни пари.

Параболоидният отражател (фиг.1) събира енергията на потоко-излъчени електромагнитни вълни в геометричния фокус на па-

раболонда. На това място се монтира горния конвертор, основното предназначение на който е да преобразува честотния диапазон на входните сигнали ($10,9 - 11,7 \text{ GHz}$) или ($11,7 - 12,5 \text{ GHz}$) в диапазона ($0,95 - 1,750 \text{ GHz}$). Наред с това конверторът трябва да осигури голямо усилване на сигнала (над 50 dB) и нисък коефициент на шума при широк температурен диапазон ($-40 \pm +70^\circ\text{C}$). Традиционната блокова схема на горен конвертор е дадена на фиг.2. Тя включва две или тристъпален свръхвисокочестотен малошумящ усилвател, честотен преобразувател (хетеродин и смесител), междинно-честотен усилвател за обхвата ($0,95 - 1,75$) GHz и филтри.

Особено тежки са изискванията по отношение на елементите на входния високочестотен малошумящ усилвател. По отношение на тях конверторите могат да се разделят на:

а) първо поколение - с изградени входни усилватели на базата на полеви транзистори GaAs ;

б) второ поколение - с използване на HEMT транзистори.

Най-важната величина, която определя усилването и шума на тези транзистори е дължината на гейта им. Транзистори с дължина на гейта $1 \mu\text{m}$ имат коефициент на усилване 6 dB при честоти 12 с коефициент на шума 4 dB .

Като полеви транзистори от този тип могат да се препоръчат тези на фирмата *Siemens - CFY11-1g*, на *Hullet Packard-HP2101* и *HP2102*. Повишаването на граничните честоти и намаляването на шума е свързано със сложно оптимизиране параметрите на епитаксиалния слой, геометрията на прибора, намаляване омичните съпротивления на сорса и дрейна. Важен проблем при изработката на полеви транзистор с Шотки гейт е да се осигури надеждност и възпроизводимост на Шотки прехода и да се намали съпротивлението на метали-

зацията на гейта. За тази цел най-често се използват Al , Ti - Pt , $W-Au$ и др. Характеристиките на Шотки прехода, получен чрез нанасяне на сплавта $Pt-Ni$ не зависят от условията на повърхността на $GaAs$ и се отличават с отлична възпроизводимост. Планираната структура на полеви транзистор с Шотки гейт е дадена на фиг.3.

Полеви транзистор с висока подвижност на електроните *HEMT* - (*Higt Electron Mobility Transistor*)

Технологията на тези транзистори беше усвоена в последните години първо в Япония, след това в USA . На фиг.4 е посочен напречен разрез на *HEMT*. На границата на хетеропрехода в областта на $GaAs$ се образува електронен газ от суперподвижни електрони. Феноменът на тази суперподвижност се дължи на голямата концентрация и пространственото разделяне от донорите. Ефективната маса на електрона m^* намалява до $0,067m_0$. Двустъпален малощумящ *HEMT* усилвател например на фирмата *Mitsubishi Electronic* за обхвата $11,7-12,5 GHz$ осигурява усилване $15dB$ при коефициент на шума $1,5dB$. По отношение на тези параметри *HEMT* усилвателите нямат за сега конкуренция.

Диоди на Гън с ограничено натрупване на обемния заряд

Честотата на Гън-диодния СВЧ генератор използван в смесителя (фиг.2) е фиксирано в обхвата $(10-11) GHz$. За получаване на тази честота най-често се използва микролентов резонатор, който обикновено представлява микролентова отворена линия с дължина $l = \lambda/2$. В генераторите на почти всички конвертори за спътникова телевизия се използва и диелектричен резонатор за допълнително стабилизиране на честотата. Диелектричният резонатор обикновено има формата на цилиндрично тяло с идеално полифранни стени

и има температурен коефициент на честотата, който компенсира тази на активната част на схемата.

За реализиране на диодни смесители в конверторите за спътникова телевизия се използват единствено Шотки диоди от 60.

Основните параметри на Шотки-диодите при използването им като смесителни диоди са: коефициентът на шума, загубите на преобразуването, и входният коефициент на стоящи вълни. В табл.1 са дадени параметрите на някои СВЧ смесителни Шотки-диоди.

Табл.1

| ТИП НА ДИОДА | ТИП КОНТАКТ | λ, cm | L, dB | $R_{взх}, \Omega$ | F, dB | КСВН | $P_{\text{от}}, \text{W}$ |
|--------------|-------------|----------------------|----------------|-------------------|----------------|------|---------------------------|
| 3A11B | Шотки | 3,2 | 5,5 | 300:560 | 7 | 1,5 | 50 |
| 3A110B | - - | 2 | 6 | 210:490 | 7,5 | 1,6 | 50 |

При честотното смесване, особено важно е да бъдат отчетени внасяните нелинейни изкривявания от използвания елемент.

В [2] е отчетено, че внесените нелинейни продукти от диода Шотки са по-малко на брой, в сравнение с тези внесени от диода с PV преход. Това също е едно от важните предимства на диода Шотки като смесител.

Модел на междочестотен усилвател от конвертор за спътникова телевизия.

Основното предназначение на междинно-честотния усилвател от конвертора за спътникова телевизия е да усилва сигнала с първа междинна честота. Това е необходимо, за да се компенсира

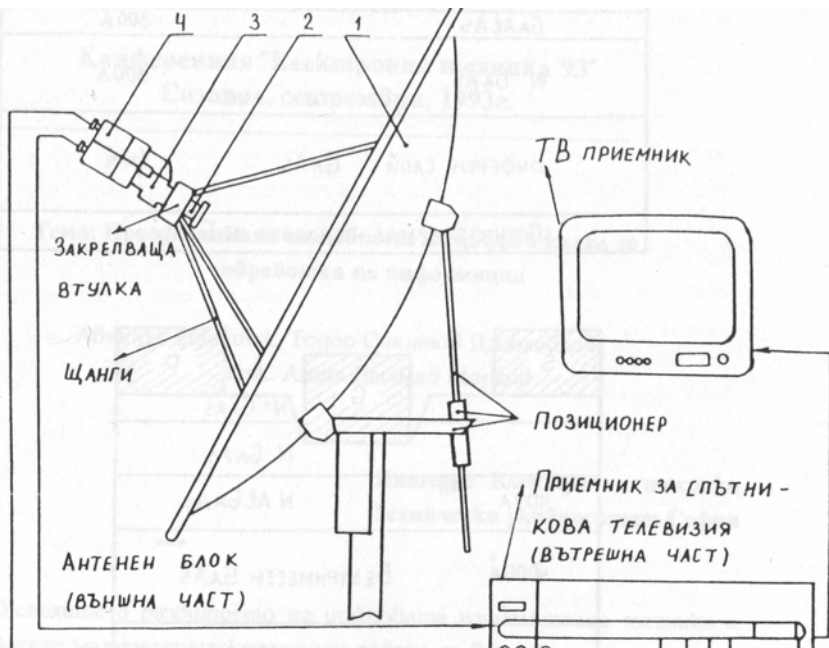
затихването на високочестотния коаксиален кабел при предаване на сигнала до приемника на спътникова телевизия.

За да се изяснят проблемите при практическото изпълнение на СВЧ устройства е реализиран лабораторен модел на междинно-честотен усилвател по базова схема на фирмата Сименс с биполярните транзистори *BFQ77* и *BFR96* (фиг.5). Транзисторите са произведени в специални плоски корпуси, подходящи за повърхностен монтаж. Амплитудно-честотната характеристика е измерена от 900 до 1800 МНз. За провеждане на експеримента бе използван спектрален анализатор "Тектроник", свързан с усилвателя посредством коаксиален кабел. Графиката на $K=F(f)$ е дадена на фиг.6.

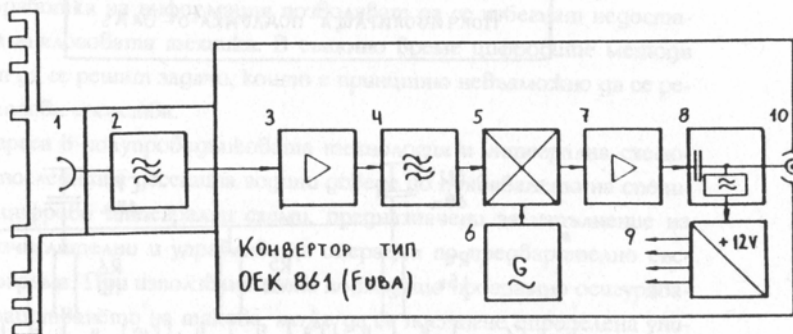
Реализацията на СВЧ усилвателя бе съпроводена с редица проблеми от технически и икономически характер. Въпреки това, трябва да се отбележи, че във връзка с все по-широкото разпространение на спътникови приемни устройства в нашата страна, междинно-честотният усилвател може да запълни пазарна ниша тъй като подобни устройства имат все още висока цена. Освен това организирането на серийно производство ще доведе до разкриване на нови работни места и ще повиши самочувствието на младите специалисти.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Дойчинова, Р.И. и И.Я. Ямаков. Специални и силови полупроводникови елементи. С., Техника. 1990.
2. Дойчинова, Р.И., Й. Славова, М. Христов. Нелинейни модели на В.Ч. диоди за широколентов спектрален анализ. С., Известия, 1986.
3. *PRAT T. SATELITE COMMUNICATIONS* ,
NEW YORK, 1989
4. *SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, 1992*

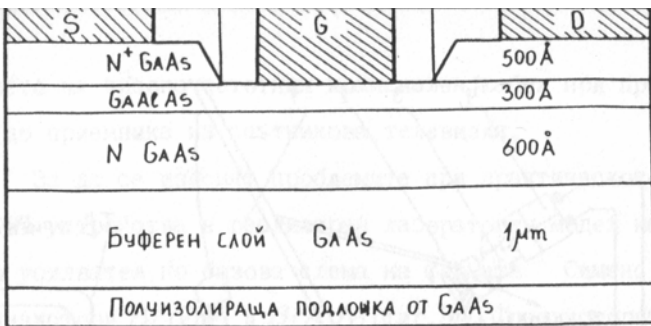


фиг 1

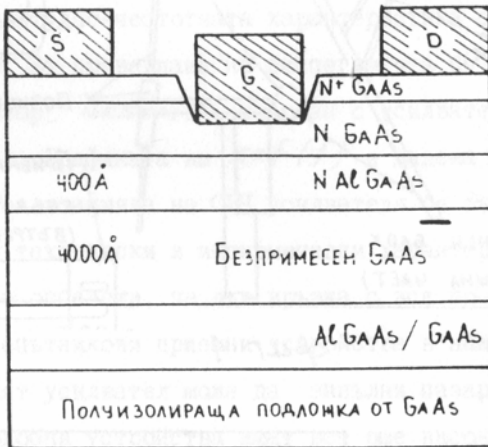


- А. КОНВЕРТОР НА ФИРМАТА FUVA С ВЪННОВОДЕН ФИЛТЪР И ОБЛУЧВАТЕЛ ;
- | | |
|-------------------------|---|
| 1. РУПОР (ОБЛУЧВАТЕЛ); | 6. НЕНАСТРОЙВАЕМ ХЕТЕРОДИН; |
| 2. ВЪННОВОДЕН ФИЛТЪР; | 7. МЕДИУМОЧЕСТОТЕН УСИЛВАТЕЛ; |
| 3. МАЛОШУМЯЩ УСИЛВАТЕЛ; | 8. РАЗКЛОНИТЕЛ НА ТОКОЗАХРАНВАНЕТО; |
| 4. ЛЕНТОВ ФИЛТЪР; | 9. ПОЛУЧАВАНЕ НА ЗАХРАНВАЩОТО НАЯРЕНИЕ; |
| 5. СМЕСИТЕЛ; | 10. F БУКСА. |

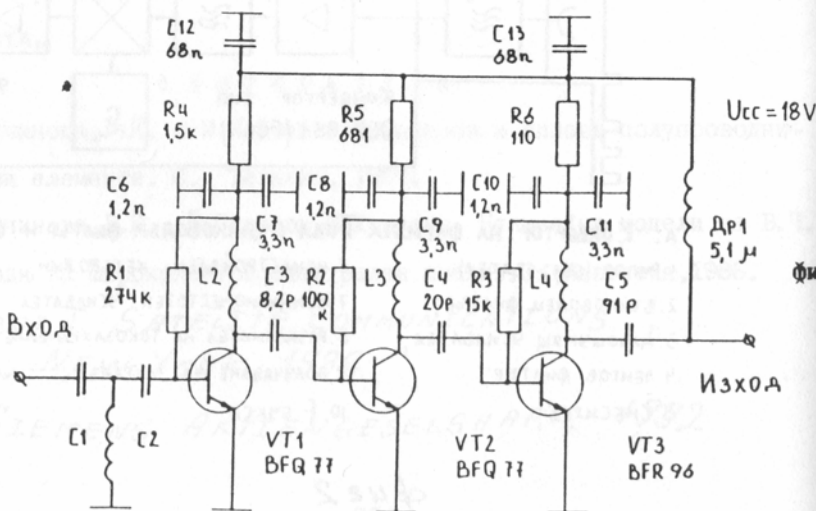
фиг 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5