

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ДВУТАКТЕН ШИРОКОЛЕНТОВ УСИЛВАТЕЛЕН МОДУЛ

STUDY OF PUSH-PULL BROADBAND AMPLIFIER MODULE

Боян Димитров Карапенев
ТУ - Габрово

Abstract

This paper presents the qualitative parameters (amplitude response, voltage gain, dynamic range and amplitude-frequency response) for push-pull broadband amplifier module, working in mode class B and AB. The experimental results have been generalized and presented in graphical and tabular form.

Keywords: study, push-pull broadband amplifier module, characteristics, qualitative parameters.

ВЪВЕДЕНИЕ

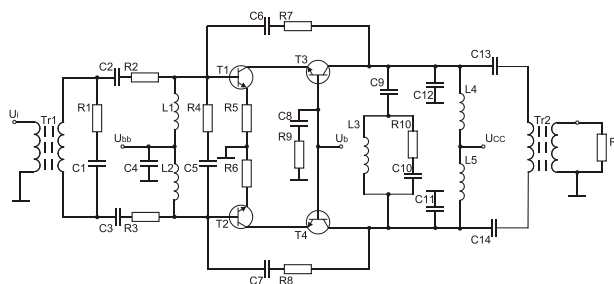
Появата на мощните високочестотни транзистори е предпоставка за разработването на широколентови усилватели, които намират голямо приложение в съвременните радиопредавателни системи поради необходимостта от покриването на широк честотен обхват при предаването на информацията по радиокомуникационните канали (от няколко десетки kHz до стотици MHz). В такива случаи не е необходима пренастройка при работа в широк честотен обхват и едновременно предаване на съвкупност от сигнали с различни подносещи честоти. С помощта на високочестотните широколентови усилватели на мощност се решават следните проблеми: усиление на сигнали, на които основния честотен спектър заема широка честотна лента и усиление на относително теснолентови сигнали, на които средната честота може бързо да се изменя в широки граници [1], [2].

ИЗЛОЖЕНИЕ

Изборът на схемен вариант на широколентов усилвателен модул (ШУМ) се извършва съобразно зададения коефициент на усиление, необходимата изходната мощност и пропусканата честотна лента.

За достигане на номиналната изходна мощност на двутактните широколентови усилватели, е необходимо да им бъде подадена възбудителна мощност, която може да бъде получена от еднотактен или двутактен предусилвателен ШУМ.

Принципна схема на двутактен ШУМ (ДШУМ), работещ в режими класове В и АВ, е представена на фиг. 1 [3].



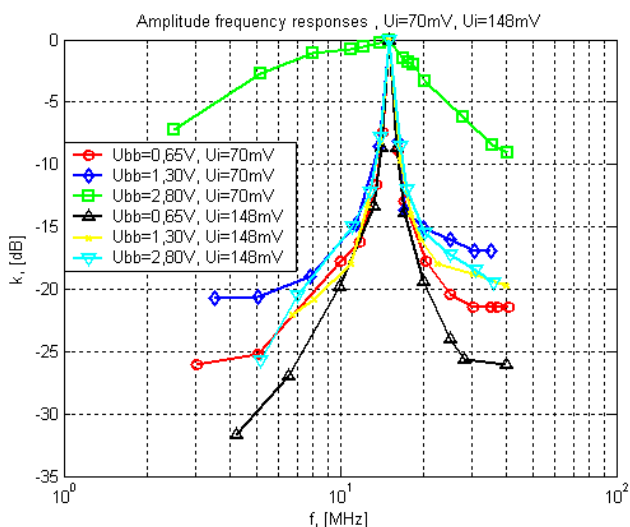
Фиг. 1. Принципна схема на ДШУМ с БТ

Високочестотните транзистори T1 и T2 са свързани двутактно по схема ОЕ, тъй като паралелно им свързване намалява техния еквивалентен входен и изходен импеданс, което затруднява съгласуването им с източника на сигнал или с товара. Елементите C9, R10, C10, L3 образуват паралелен трепрящ кръг, който служи за формиране на пропусканата АЧХ на изхода на ДШУМ.

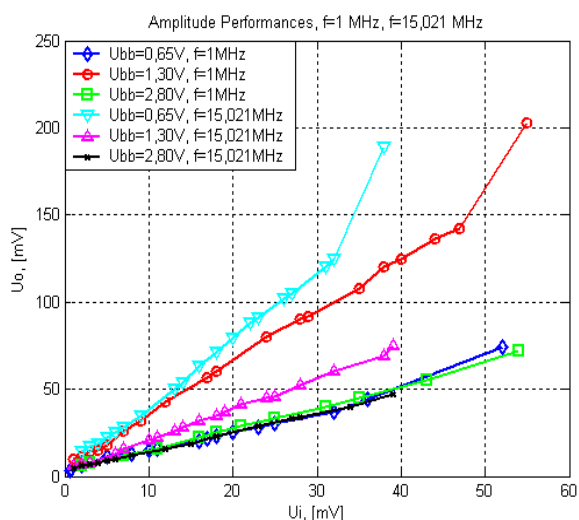
По представената на фиг. 1 принципна схема е реализиран ДШУМ с БТ 2Т920В.

А. Експериментални изследвания на ДШУМ без изходен трептящ кръг

На фиг. 2 и фиг. 3 са представени получените амплитудно-честотни (АЧХ) и амплитудни (АХ) характеристики в графичен вид съответно при подадените входни напрежения $U_i=70\text{ mV}$ и $U_i=148\text{ mV}$ ($f=1\text{ MHz}$), и работни честоти $f=1\text{ MHz}$ и $f=15,021\text{ MHz}$ при различни преднапрежения U_{bb} .



Фиг. 2. АЧХ при $U_i=70\text{ mV}$, $U_i=148\text{ mV}$ и $U_{bb}=0,65\text{ V}$, $U_{bb}=1,30\text{ V}$, $U_{bb}=2,80\text{ V}$



Фиг. 3. АХ при $f=1\text{ MHz}$, $f=15,021\text{ MHz}$ и $U_{bb}=0,65\text{ V}$, $U_{bb}=1,30\text{ V}$, $U_{bb}=2,80\text{ V}$

От представените характеристики на фиг. 2 се установява съществена разлика между АЧХ с преднапрежение $U_{bb}=2,80\text{ V}$

и $U_i=70\text{ mV}$, при която честотната лента е по-широка и избирателността е по-малка, в сравнение с останалите. Последните имат едни и същи пропускани честотни ленти.

От извършената сравнителна оценка на АХ от фиг. 3 се определя, че графиките при честота $f=1\text{ MHz}$ и подадените преднапрежения имат близки стойности на максимално входно напрежение (U_{imax}) като при $U_{bb}=1,30\text{ V}$ зависимостта има по-голямо усилване и нелинейност. За останалите три графични зависимости - при $f=15,021\text{ MHz}$ най-голямо усилване се установява при $U_{bb}=0,65\text{ V}$, където съществува участък с промяна на коефициента на усилване по напрежение A_u и по-голяма нелинейност в сравнение с останалите две АХ.

Качествените показатели на ДШУМ, определени от АЧХ и АХ, са представени съответно в таблица I и таблица II.

Таблица I

Качествени показатели, получени от АЧХ

Ubb, V	Ui, mV	Качествен показател		
		fb, MHz	fh, MHz	Δf , MHz
0,65	148	14,63	15,74	1,11
	70	14,42	15,55	1,13
1,30	148	14,33	15,95	1,62
	70	14,13	15,97	1,84
2,80	148	14,54	15,87	1,33
	70	14,03	16,54	2,51

Таблица II

Качествени показатели, получени от АХ

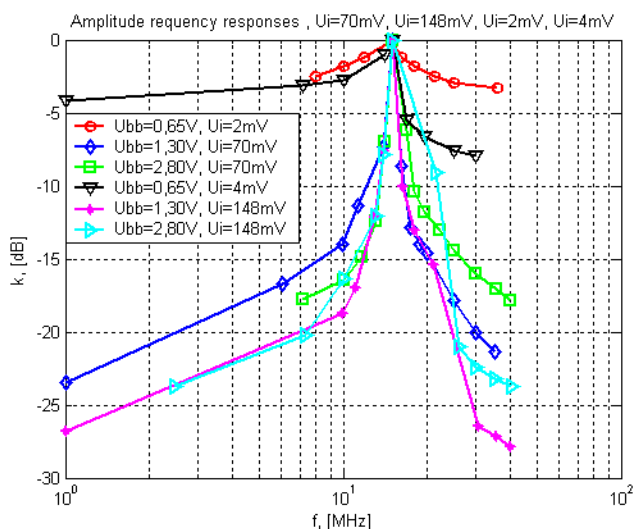
Ubb, V	f, MHz	Качествен показател			
		U_{imin} , mV	U_{imax} , mV	D	A_U
0,65	15,021	4	33	8,25	3,88
	1	2	33	17,00	1,25
1,30	15,021	2	38	19,00	1,95
	1	3	47	15,66	3,17
2,80	15,021	2	39	19,50	1,28
	1	3	54	18,00	1,33

При подадените преднапрежения и различните работни честоти коефициентите на предаване по напрежение приемат различни стойности. Тъй като съществуват минимални разлики между графичните зависимости при $f=1\text{ MHz}$ и $f=15,021\text{ MHz}$

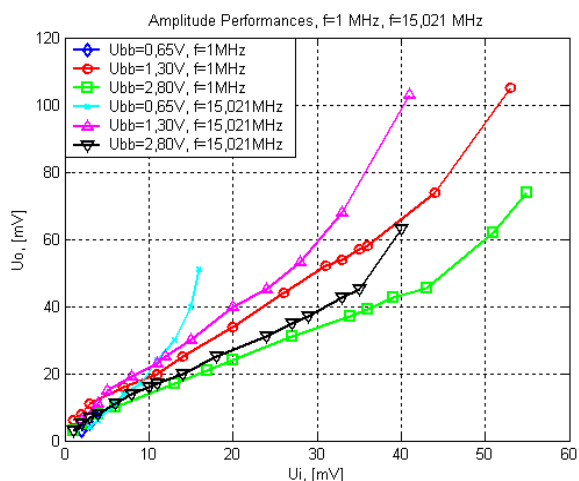
съответно при $U_{bb}=1,30\text{ V}$ и $U_{bb}=0,65\text{ V}$ с изменение на стойността на приложеното преднапрежение може да се доближат параметрите на предавателните характеристики при различни работни честоти.

В. Експериментални изследвания на ДШУМ с изходен трептящ кръг

На фиг. 4 и фиг. 5 в графичен вид са представени получените АЧХ и АХ съответно при $U_i=148\text{ mV}$, $U_i=70\text{ mV}$, $U_i=4\text{ mV}$ и $U_i=2\text{ mV}$ ($f=1\text{ MHz}$), и $f=1\text{ MHz}$ и $f=15,021\text{ MHz}$.



Фиг. 4. АЧХ при $U_i=148\text{ mV}$, $U_i=70\text{ mV}$, $U_i=4\text{ mV}$, $U_i=2\text{ mV}$ и $U_{bb}=0,65\text{ V}$, $U_{bb}=1,30\text{ V}$, $U_{bb}=2,80\text{ V}$



Фиг. 5. АХ при $f=1\text{ MHz}$, $f=15,021\text{ MHz}$ и $U_{bb}=0,65\text{ V}$, $U_{bb}=1,30\text{ V}$, $U_{bb}=2,80\text{ V}$

От представените графични зависимости на фиг. 4 се установява, че АЧХ с преднапрежение $U_{bb}=0,65\text{ V}$ имат най-широка лента на пропускане при по-малка избира-

телност в сравнение с останалите. При $U_{bb}=2,80\text{ V}$ и преднапрежение $U_i=148\text{ mV}$ след затихване -11 dB склоновете на характеристиките са най-стръмни. От фиг. 5 се определя, че коефициентът на усилване по напрежение при $U_{bb}=0,65\text{ V}$ и $f=1\text{ MHz}$ има значително по-голяма стойност при най-малък динамичен обхват.

Качествените показатели на ДШУМ с изходен трептящ кръг, определени от АЧХ и АХ, са представени съответно в таблица III и таблица IV.

Таблица III

Качествени показатели, получени от АЧХ

Ubb, V	Ui, mV	Качествен показател		
		fb, MHz	fh, MHz	Δf , MHz
0,65	4	11,50	16,30	4,80
	2	9,90	35,00	25,10
1,30	148	14,40	15,30	0,90
	70	14,38	15,50	1,12
2,80	148	14,70	15,90	1,20
	70	14,50	15,65	1,15

Таблица IV

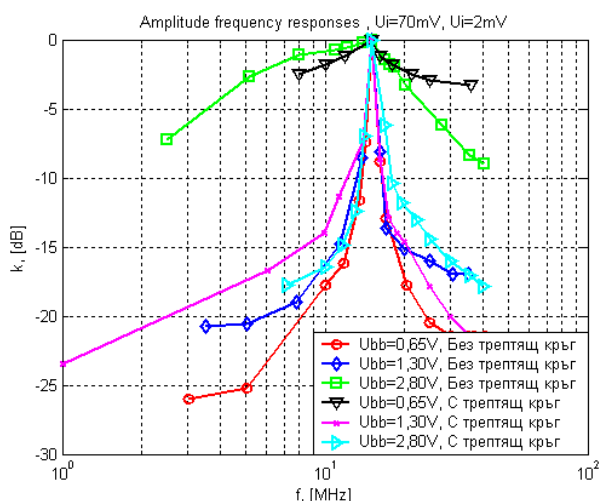
Качествени показатели, получени от АХ

Ubb, V	f, MHz	Качествен показател			
		Uimin, mV	Uimax, mV	D	A_U
0,65	15,021	3	16	5,3	3,19
	1	2	4	2,0	2,50
1,30	15,021	2	41	20,5	1,98
	1	2	53	26,5	2,51
2,80	15,021	2	40	20,0	1,35
	1	2	55	27,5	1,58

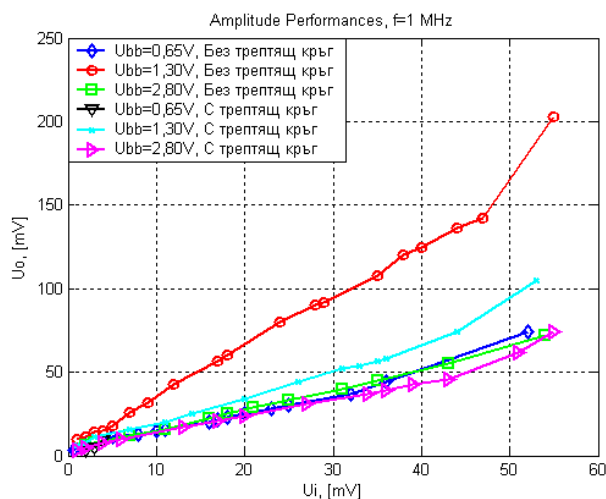
От представените резултати в таблици III и IV се установява, че широчината на честотната лента е най-голяма при по-малката стойност на входното напрежение и преднапрежение $U_{bb}=0,65\text{ V}$. При постепенното му увеличаване широчината на честотната лента силно намалява. Най-големите стойности на динамичния обхват D и най-голяма разлика между U_{imin} и U_{imax} има при $U_{bb}=2,80\text{ V}$. Коефициентът на усилване по напрежение A_U приема най-голяма стойност при по-малкото входно преднапрежение и честота $f=15,021\text{ MHz}$.

С. Сравнителна оценка между получените характеристики на ДШУМ без и с изходен трептящ кръг

На фиг. 6 и фиг. 7 е извършена сравнителна оценка съответно на получените АЧХ и АХ от експерименталното изследване на ДШУМ с и без изходен трептящ кръг при подадените стойности на преднапрежението U_{bb} .



Фиг. 6. АЧХ при $U_i=70\text{ mV}$, $U_i=2\text{ mV}$ и $U_{bb}=0,65\text{ V}$, $U_{bb}=1,30\text{ V}$, $U_{bb}=2,80\text{ V}$



Фиг. 7. АХ при $f=1\text{ MHz}$ и $U_{bb}=0,65\text{ V}$, $U_{bb}=1,30\text{ V}$, $U_{bb}=2,80\text{ V}$

От извършената сравнителна оценка на фиг. 6 на АЧХ на ДШУМ се установява, че при варианта с $U_{bb}=2,80\text{ V}$ без трептящ кръг и този с $U_{bb}=0,65\text{ V}$ и трептящ кръг графичните зависимости притежават по-широки честотни ленти и по-малка избира-

телност като всички останали АЧХ напълно съвпадат до ниво -3 dB .

От представените АХ на фиг. 7 се вижда, че вариантите на ДШУМ без изходен трептящ кръг при подадените преднапрежения имат близки стойности на максималното входно напрежение като при $U_{bb}=1,30\text{ V}$ предавателната характеристика притежава по-голямо усилване и наличие на нелинейност. При вариантите на ДШУМ с изходен трептящ кръг най-голям коефициент на усилване по напрежение A_u се осигурява при най-малката стойност на подаденото преднапрежение $U_{bb}=0,65\text{ V}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализът на получените резултати при реализираните експериментални изследвания на конкретния ДШУМ без и с изходен трептящ кръг позволява да се направят следните изводи:

- намаляването на преднапрежението на ДШУМ без наличието на изходен трептящ кръг до $U_{bb}=0,65\text{ V}$ води до увеличаване на коефициента на усилване A_u , намаляване на динамичния обхват и широчината на пропусканата честотна лента;

- при по-малко преднапрежение, подадено на ДШУМ с трептящ кръг се постига най-голям коефициент на усилване, стойността на долната гранична честота е най-малка, тази на горната - най-голяма, откъдето се осигурява и най-широка пропускана честотна лента.

Трептящият кръг, свързан в изхода на ДШУМ, формира пропусканата АЧХ, която при най-малката стойност на подаденото преднапрежение $U_{bb}=0,65\text{ V}$ достига своята най-голяма широчина от $25,1\text{ MHz}$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Добрев Д., Л. Йорданова, Радиокommunikации, част първа. София, СИЕЛТА, 2001.
- [2] Тихчев Хр., Радиопредавателни устройства, Техника, София, 1992.
- [3] Application Notes, Construction documents, Philips, 1998.
- [4] RF amplifiers, Construction documents, Huttinger, 2002.