

МОДЕЛИРАНЕ НА ОПТРОН СЪС СЪСТАВЕН

ФОТОТРАНЗИСТОР

1993 г.

асп.инж.Ланка Димитрова Христова – ВМЕИ-Габрово

докт.техник.Иван Станчев Колев – ВМЕИ-Габрово

Основен подход за анализ, синтез и оптимизация в инженерната практика, се явява машинното проектиране на електронни схеми и устройства. Изборът на подходящи програмни продукти не е достатъчен за получаване на най - адекватното решение на зададен проблем в областта на електрониката и оптоелектрониката, необходими са и подходящи за конкретната област на приложение модели на оптоелектронни структури, които да описват със задоволителна точност поведението им в интересуващи на приборите в зададения режим на работа.

Предложеният нелинеен динамичен модел на оптранзистор – Дордина 6Н2113 (фиг.1), е изграден от допустими за производството "ЕСБИСЕ" двуполюсни електронни компоненти, описани като подсхема. В еквивалентната схема се използува традиционният способ за моделиране на диод и транзистор, и се отчита възможността за работа както в нормален (активен), така и в инверсен режим, при постоянни стойности на статичните коефициенти на предаване по ток и обемното съпротивление на базата. В опростената Т – образна еквивалентна схема на фототранзистора се пренебрегва ефектът на модулация на базата, като се представя със създадено активно съпротивление. Съпротивленията на емитерния и колекторния преход се представят с паралелните вериги R_{eBe} и R_{cBc} , не се отчита фототокът на късо на емитерния преход поради неговата незначителност. Смисълът на елементите на еквивалентната схема на оптранона е дан в табл.1.

Математическото описание на модела представено в табл.2 дава зависимостите между електрическите величини и параметри и се състои от 18 уравнения с 51 моделни параметъра, от които 16 параметри-константи (t_{d1} , U_{k1} , R_{eBe} , t_{e1} , U_{ke1} , t_{e2} , U_{ke2} , t_{e3} , U_{ke3} , t_{e4} , U_{ke4} , k , R_{cBc} ,

Въвеждат се). Параметрите R_{10} и C_{10} са каталожни данни на завода производител.

табл.

Означение	Дефиниция
D_{d1}	поделира реалния полупроводников переход на СД
C_d	общ капацитет на прехода
R_{π}	поделира модулацията на базовата област при различни нива на инжекция в диодната структура на СД
R_{av}	утечно съпротивление, което отчита зависимостта на обратния ток от обратното напрежение на СД, в случая то може да се пренебрегне.
R_{10}	поделира изолацията между входа и изхода на ОСФТ
C_{10}	капацитет между входа и изхода на ОСФТ
D_{e1}	диод колектор - база на ФТ
D_{e2}	диод емитер - база на ФТ
D_{c2}	диод колектор - база на БТ
D_{c1}	диод емитер - база на БТ
C_{e1}	общ капацитет на прехода колектор - база на ФТ
C_{e2}	общ капацитет на прехода емитер - база на ФТ
C_{c2}	общ капацитет на прехода колектор - база на БТ
C_{c1}	общ капацитет на прехода емитер - база на БТ
B_{on}	зависим източник на ток, отразяващ фототока на ФТ
B_{et}	зависим източник на ток, отразяващ нормалното предаване по ток на ФТ
B_{of}	зависим източник на ток, отразяващ инверсното предаване по ток на ФТ
B_{ot}	зависим източник на ток, отразяващ нормалното предаване по ток на БТ
B_{et}	зависим източник на ток, отразяващ инверсното предаване по ток на БТ
R_{b1}	съпротивление на базовата област на ФТ
R_{b2}	съпротивление на базовата област на БТ

Използват се параметри на ОСФТ АМ2113, за идентични програмно създадени допускания, приведени в Табл. 1.4, като в него линията представена в използвани параметри на изходните транзистори, съответстваща на изчислени характеристики, съгласно тяхното мясторене в табл. 1.4.

При този подход се спазва, че различните модели на транзистори имат посъщността и оценяване лесността на разделите. Един от тях е метод на сравнителна оценка, която на основите електрически и радиационни свойства с конто, измерените се сравняват със стойностите на съдържани им полуцилиндрични кръгове използването на разработения модел. Този подход позволява бързо опредяване адекватността на изработения модел и илюстриран с посочените оценки в скена табл. 1.4, която предполага че транзисторът е създаден във високочестотния (200-2000 Hz) и звуковия диапазон (20Hz-20kHz) при гравирано разпределение на въздушни щели и дължина на щелите съответно на табл. 1.4 и табл. 1.5.

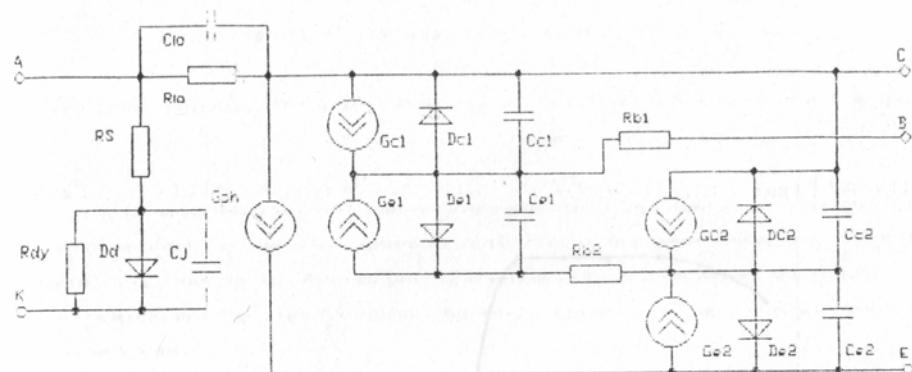
табл. 2

елемент на електрическата схема	предвари- тел	уравнение	параметри
R_{el}	$U_{\text{el}}, I_{\text{el}}$	$I_{\text{el}} = I_{\text{el}} / \exp(U_{\text{el}}/R_{\text{el}}, U_{\text{el}}) - 1$ (1)	$R_{\text{el}}, I_{\text{el}}$
C_{el}	$U_{\text{el}}, C_{\text{el}}$	$C_{\text{el}} = C_{\text{el0}} + C_{\text{el1}}$ $C_{\text{el0}} = (I_{\text{el}} \cdot \gamma_{\text{el}} / M_{\text{el}} \cdot U_{\text{el}}) \exp(U_{\text{el}}/R_{\text{el}}, U_{\text{el}}) - 1$ (2)	γ_{el}
C_{el1}	$U_{\text{el}}, C_{\text{el1}}$	$C_{\text{el1}} = C_{\text{el0}} \cdot (1 + U_{\text{el}}/U_{\text{el}})^{-0.5}$ при $U_{\text{el}} < 0.5 U_{\text{el}}$	C_{el0}
C_{el2}	$U_{\text{el}}, C_{\text{el2}}$	$C_{\text{el2}} = C_{\text{el02}} (1 + 0.5 \ln(U_{\text{el}}/M_{\text{el}}) + 2 \ln(1 + 1/U_{\text{el}}))$ (4) при $U_{\text{el}} > 0.5 U_{\text{el}}$	$M_{\text{el}}, R_{\text{el}}$
R_{el0}	I_{el}	$I_{\text{el}} = R_{\text{el}} \cdot I_{\text{el}} \cdot \exp(I_{\text{el}}/R_{\text{el}}, I_{\text{el}}) - 1$ (5)	$R_{\text{el0}}, I_{\text{el}}$
R_{el1}	I_{el}	$I_{\text{el1}} = \int_{I_{\text{elmin}}}^{I_{\text{el}}} P_{\text{el}}(I_{\text{el}}) dI_{\text{el}}$ (6)	$P_{\text{el}}, I_{\text{elmin}}, I_{\text{elmax}}$
R_{el2}	$U_{\text{el}}, I_{\text{el}}$	$R_{\text{el2}} = U_{\text{el}} / I_{\text{el}}$ (7)	R_{el2}
R_{el1}	$U_{\text{el}}, I_{\text{el1}}$	$I_{\text{el1}} = I_{\text{el01}} (\exp(U_{\text{el}}/R_{\text{el}}, U_{\text{el}}) - 1)$ (8)	$M_{\text{el}}, R_{\text{el01}}$
R_{el2}	$U_{\text{el}}, I_{\text{el1}}$	$I_{\text{el1}} = I_{\text{el01}} (\exp(U_{\text{el}}/R_{\text{el}}, U_{\text{el}}) - 1)$ (9)	$M_{\text{el}}, R_{\text{el01}}$
R_{el2}	$U_{\text{el2}}, I_{\text{el2}}$	$I_{\text{el2}} = I_{\text{el02}} (\exp(U_{\text{el2}}/R_{\text{el2}}, U_{\text{el2}}) - 1)$ (10)	$M_{\text{el2}}, R_{\text{el02}}$
R_{el2}	$U_{\text{el2}}, I_{\text{el2}}$	$I_{\text{el2}} = I_{\text{el02}} (\exp(U_{\text{el2}}/R_{\text{el2}}, U_{\text{el2}}) - 1)$ (11)	$M_{\text{el2}}, R_{\text{el02}}$
$C_{\text{el1}} = C_{\text{el01}} + C_{\text{el11}}$	$C_{\text{el01}} = C_{\text{el01}} (1 - U_{\text{el1}}/U_{\text{el01}})^{-0.5}$ (12)	$R_{\text{el01}}, R_{\text{el11}}$	
$C_{\text{el1}} = C_{\text{el01}} + C_{\text{el12}}$	$C_{\text{el01}} = C_{\text{el01}} (1 - U_{\text{el1}}/U_{\text{el01}})^{-0.5}$ (12) при $U_{\text{el1}} > U_{\text{el01}}/2$	C_{el01}	
$C_{\text{el12}} = C_{\text{el01}} \cdot 0.5^{-0.5} \cdot (U_{\text{el1}}/U_{\text{el01}})^{-0.5}$	C_{el01}	$R_{\text{el01}}, U_{\text{el01}}$	
$C_{\text{el2}} = C_{\text{el02}} + C_{\text{el12}}$	$C_{\text{el02}}, C_{\text{el12}}$	C_{el12} се определят по формули 12 и 13	$R_{\text{el02}}, R_{\text{el12}}$
$C_{\text{el2}} = C_{\text{el02}} + C_{\text{el22}}$	$C_{\text{el02}}, C_{\text{el22}}$	C_{el22} се определят по формула 2	$C_{\text{el02}}, C_{\text{el22}}$
Видузвните капацитети			
G_{el}	$I_{\text{el}}, I_{\text{el}}$	$I_{\text{el}} = k \cdot I_{\text{el}}$ (14)	k
G_{el1}	$I_{\text{el1}}, U_{\text{el1}}$	$I_{\text{el1}} = \alpha_{\text{el1}} \cdot I_{\text{el}}$ (15)	α_{el1}
G_{el2}	$I_{\text{el2}}, U_{\text{el2}}$	$I_{\text{el2}} = \alpha_{\text{el2}} \cdot I_{\text{el}}$ (16)	α_{el2}
G_{el2}	$I_{\text{el2}}, U_{\text{el2}}$	$I_{\text{el2}} = \alpha_{\text{el2}} \cdot I_{\text{el}}$ (17)	α_{el2}
G_{el2}	$I_{\text{el2}}, U_{\text{el2}}$	$I_{\text{el2}} = \alpha_{\text{el2}} \cdot I_{\text{el}}$ (18)	α_{el2}
R_{el01}	I_{el1}	Базовите съпротивления се определят по формули 5 и 6	$R_{\text{el01}}, R_{\text{el1}}$
R_{el02}	I_{el2}		$R_{\text{el02}}, R_{\text{el2}}$

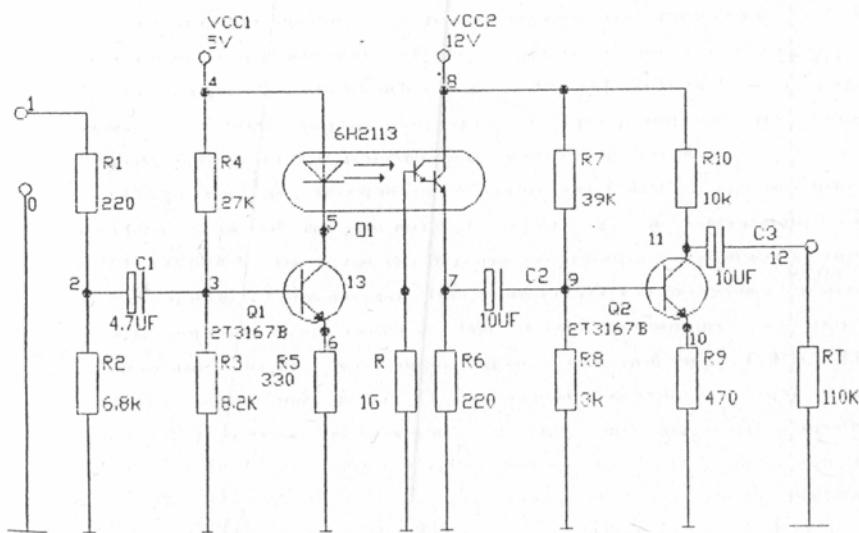
от изходната верига. Данните получени от Амплитудно честотния анализ на схемата с ПП "PSPICE" и практически измерените са показани на фиг.3, съзначени съответно с 1 и 2. Средноквадратичната грешка, изчислена на база на двете характеристики е 3.16%. Трябва да се има предвид, че в тази грешка влизат толерансите на резисторите и грешката на самите уреди.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Боянов, И., Е. Шойкова, М. Христов. Справочник по машинни модели на полупроводникови прибори. С., Техника, 1983.
2. Шойкова, Е., Л. Раиновска, Д. Механджийска. Ръководство за упражнения по теория на електронните схеми. С., Техника, 1991.
3. Геда Н.Ф. Измерение параметров приборов оптоэлектронники. М. Радио и связь, 1981-стр.368.
4. Носов Ю.Р., Сидоров А.С. Оптрони и их применение. М. Радио и связь, 1981-стр.280.
5. Колев, И.С., Т. Тодоров. Оптрони и приложението им. С., Техника, 1988.



фиг. 1



фиг. 2

