

МДЕЛИРАНЕ НА ФОТОТИРИСТОРЕН ОПТРОН

инж. Панка В. Христова – ВНЕИ Габрово
докторантинж. Иван Ст. Колев – ВНЕИ Габрово

Моделирането е неразделна част от машинното програмиране, поради което създаването на подобни модели е задача от първостепенно значение. На базата на известни машинни модели на тиристор и техните математически зависимости, отразяващи връзката между електрическите величини и параметри и физическите процеси в тях, е синтезиран непрекъснат динамичен модел на фототиристорен оптрон (ФТО), който описва поведението на прибора при постояннотоков, променливотоков, термоизтурен и динамичен режим със задоволителна съответствие на теоретичното изчисление.

Фототиристорите (ФТР) са прибори с ярко выражени електрически характеристики. По своята конструкция те са подобни на обикновен тиристор, т.е. имат четири слойна структура, като единият от слоите може да бъде облучван със светлина. В него вътре е вградена лампа, чиито свойства като обикновен тиристор, могат да се изменят, изгървайки през светлинен път, който генерира свободни носители, като в една от базите на ФТР, индуцираният ток на ФТР може да се изрази чрез

$$I_m = I_{000} + I_F / (1 - (\alpha_1 + \alpha_2)),$$

(1)

където: I_{000} – обратен ток на прехода първи;

I_F – ток през светодиода (БД);

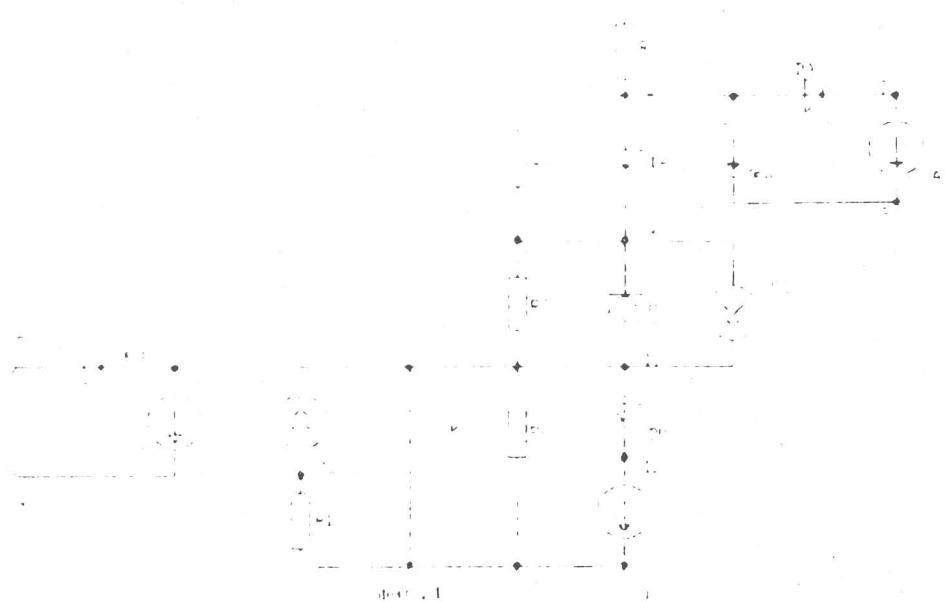
α_1 – коефициент на усиливане на преходите ръст-първи;

α_2 – коефициент на усиливане на преходите първи-втори.

Фототиристорите оптрони са полупроводникови прибори, които приложеният външен ток, предаденият в модела е за ФТР със засилвателен троиц, при която не са възможни обратни състояния, а също така са изключени и състоянията на сърцевина и на кондензатор. ФТР съдържа една лампа, която е вградена вътре в тиристора и е свързана със сърцевината на троицата. Трите електроди на троицата са свързани със сърцевината, като едният е свързан със земя. Когато лампата е изгървана, то е възможно да се извадят едни от електродите на троицата, като това ще предаде обратен ток на оптрона. Възможността да се извадят едни от електродите на троицата е свидетелство за то, че тиристорът е изграден по схема на троица. Трите електрода на троицата са свързани със сърцевината на троицата, като едният е свързан със земя. Когато лампата е изгървана, то е възможно да се извадят едни от електродите на троицата, като това ще предаде обратен ток на оптрона.

Решението на задачата е да се определи токът на оптрона при различни външни условия.

Също така е да се определи токът на оптрона при различни външни условия.



Съществуващо устройство с определен
направление на пропускане на ток

– едночипов фототриод с ФТР и
нулев източник на напрежение, необходим за отчитане на
тока през базата;

– зависим източник на ток, отразяващ фототока на ФТР;

– съпротивление, необходимо за пакета;

R_{T1} – дифузен капацитет на прехода р₁-п₁;

R_{T2} – съпротивление на прехода р₂-п₂;

V_{R1} – нулев източник на напрежение, необходим за отчитане на тока през базата;

R_C – съпротивление на прехода п₁-п₂ (отчита модулацията на базата);

R_{B1} – зависим източник на ток, отразяващ предаването по ток на преходите р₁-п₁ и п₁-п₂;

R_B – съпротивление на прехода р₁-п₁;

D_{B1}, D_{B2}, D_B – моделират трите прехода на ФТР;

D_{A1}, D_{A2}, E_A – моделират анодният ток;

R_A – съпротивление на анодната област;

Математическото описание на модела се дава със следните зависимости [4]:

$$G_{ph} = K \cdot I_F \quad (2)$$

$$G_C = \alpha_A \cdot I_A + \alpha_K \cdot I_K \quad (3)$$

$$R_A = 10^3 \quad (4)$$

$$R_C = 10^{10} \quad (5)$$

$$R_K = U_{OKVAT} / I_{ph} \quad (6)$$

$$R = (U_{AKVAT}(I_{max}) - U_{OKVAT}(0.1I_{max})) / 0.9I_{max} \quad (7)$$

$$R_1 = 10^7 \quad (8)$$

$$\alpha_K = 1 \quad (9)$$

$$\alpha_A = 0.95 \text{ при } I_F > 0.95I_H \quad (10)$$

$$\alpha_A = (I_F + 0.01mA) / I_H \text{ при } I_F < 0.95I_H \quad (11)$$

$$C_K = -8 \cdot t_H / (R_K \cdot \ln(1 - (.78/U_{ok}))) \quad (12)$$

$$I_{BA} = I_{BDA1} = I_H \cdot e^{(-0.78 \cdot q/K + T)} \quad (13)$$

$$I_{BC} = 10 \cdot e^{(q \cdot \ln(1 - 1.5V) / q/K + T)} \quad (14)$$

$$I_{BK} = (I_H - I_F) \cdot e^{(-0.78 \cdot q/K + T)} \quad (15)$$

$$E_B = U_{BO} \quad (16)$$

Уравненията, чрез които се моделира ЕД са дадени в Г.1.

Подсхемата, която дава описание на модела и е показана за помощта на рисунка е следната:

.subckt A0Y103B 2 3 4 1

***** A K B L

Vled 5 3 0

Bled 2 5 Bled

Epri 17 10 Vled 1

R 4 6 2

R_A 6 9 100k

R_C 9 10 100

R1 10 1 10

Def1 5 17 Epri 10 100

Model1 17 10 100

EY 6 10 100

RA 7 6 100k

RC 9 7 100

R1 10 7 10

Също така са извършени изследвания

на модел 105

и модел 110 със същите

параметри на токове

и напрежения, както и същите за модел 105, но със същите параметри на токове

и напрежения

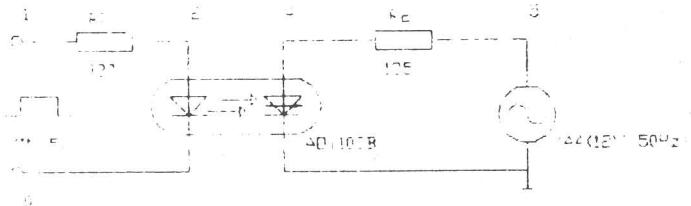
за модел 105 (табл. 1, фиг. 1, фиг. 2, фиг. 3)

и модел 110 (табл. 1, фиг. 1, фиг. 2, фиг. 3)

и модел 105 (табл. 105, фиг. 1, фиг. 2, фиг. 3)

и модел

Проверката на предложеното моделиране е извършена чрез теоретично и практичен измерване на оптоелектронната схема, една от която е за директно управление на токовът ампер ФТГО (фиг. 7). Теоретичните резултати от извършения процесен анализ са представени на фиг. 7 и табл. 1, свидетелстващи за надеждността на предложено от автора.



Фиг. 7

Схема на оптоелектронна съдържанична схема със същите

и същите параметри на токовът ампер ФТГО

Теоретични резултати получени от системата

*** TRANSIENT ANALYSIS TEMPERATURE=27.000 DEG C

TIME	V(1,2)	V(2,0)	V(3,4)
5.000E-04	3.728E+00	1.262E+00	1.002E+00
5.000E-03	3.020E-12	-3.020E-12	1.091E+01
1.000E-02	-1.174E-18	1.174E-18	-8.020E-02
1.500E-02	-6.988E-17	6.988E-17	-1.744E-02
2.000E-02	6.489E-13	-6.999E-09	2.780E-02

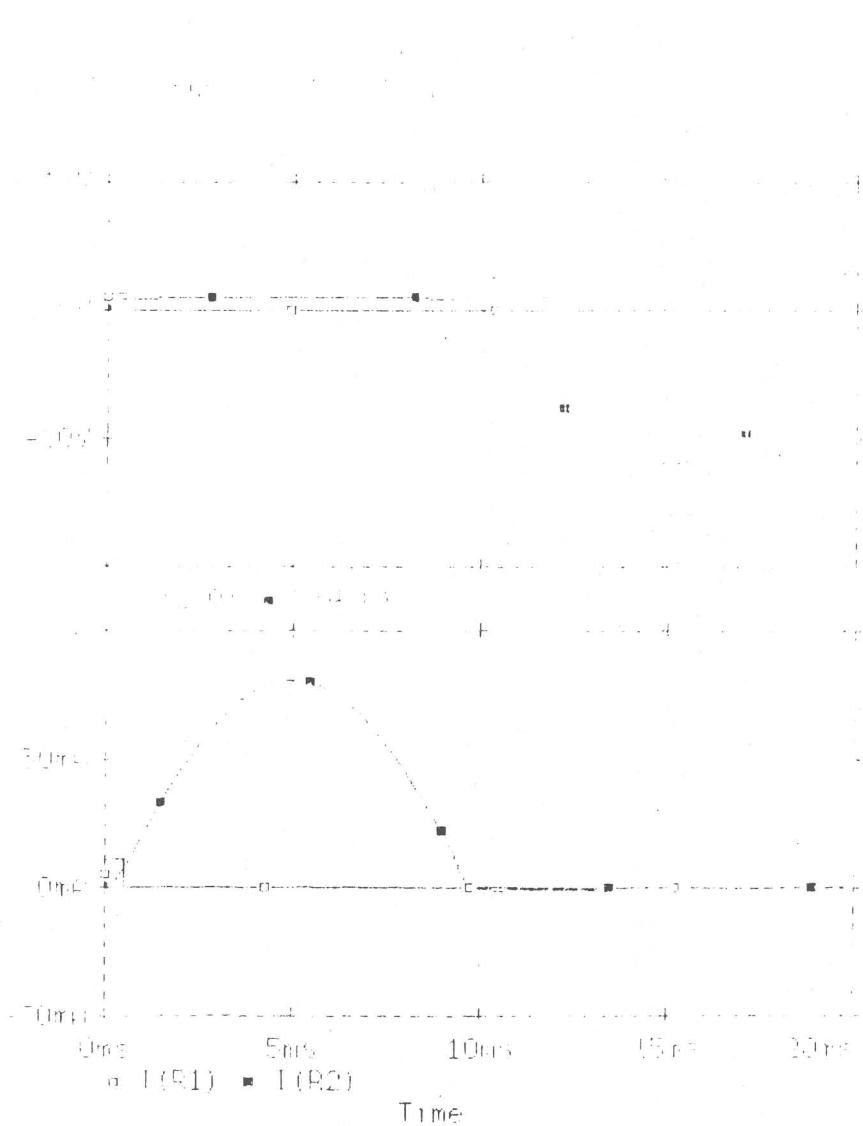
TIME	V(4,0)	I(R1)	I(R2)
5.000E-04	8.455E-01	1.133E-02	7.642E-02
5.000E-03	1.069E+00	9.150E-15	8.080E-02
1.000E-02	8.027E-02	-3.619E-19	-5.946E-01
1.500E-02	-1.178E+01	-2.118E-19	-1.297E+01
2.000E-02	-2.980E-02	1.766E-15	2.287E-04

Получената средноквадратична грешка EPS е в граничите на допустимата за теоретичното изследване грешност, т.е. 10% и следователно предложениия модел щи могъл да запълни възможността да се използва ОЕР за пакета Pspice.

Основни възли	V(1,2) V	V(2,0) V	V(3,1) V	V(4,3) V	I(R1) mA	I(R2) mA
Резултати от модели- рането	3.728	1.262	10.71	1.002	11.73	89.8
Резултати от измерва- нето	3.780	1.210	11.10	0.930	11.00	88.0
EPS, %	- 12					

ЛИТЕРАТУРА

1. Бауэрс, Ниенхайс, "Модели мощного тиристора", сп. "Электроника" №2, 1977
2. Боянов, И., Шойнова, Г. "Справочник по изчислителни модели на компютър - водници прибори", София, Техника, 1977.
3. Христова, П.Д. и др. "Изучение параметров и стабильности работы симисторного транзистора. II. Изучение зависимости от температуры и напряжения от времени и температура на участке "Электроника-тиристор", сп. "Электроника", №1, 1977, В. 12, № 1, В. 13, № 1, в режиме на дозревание", 1977.
4. "УТ ССР НИИ-1", пр. Радиоелектроника, № 1, 1977, изд. Академия на науките на БДР



ФИГ. 7