

# МОДЕЛ НА ДИФЕРЕНЦИАЛЕН ФОТОДИОДЕН ОПТРОН ЗА СИМУЛИРАНЕ НА ЕЛЕКТРОННИ СХЕМИ С ПАКЕТА “PSPICE”

доц. д-р инж. Иван Станчев Колев  
д-р инж. Панка Димитрова Христова  
ТУ – Габрово, 1999 г.

## Model of photodiode optocoupler for simulating Electronic Circuits with The “PSPICE” Package

The model of the differential photo-diode optron IL 300 (Siemens), presented in this paper is built using the basic set of two-terminal components that approximate the real characteristics with acceptable precision.

The characteristic parameters of the model are stored in file as a circuit according to the “Pspice” restrictions, and calculated by means of specialized software products, that use the least squares method to achieve the best approximation of the model and catalogue characteristics.

As a result of the comparison between the experimental data and the values obtained from the model a mean quadratic error of 6% has been encountered, which is within the borders of the admissible errors for theoretical analysis. This is a precondition for the model to be included in the “Pspice”’s database and to be used by the designers.

### Еквивалентна схема

Еквивалентната схема за нелинеен динамичен модел на оптрона, представена на фиг. 1 съобразно изискванията на пакета за теоретично изследване [3], е синтезирана със следните елементи [1],[2]:

Dcd – моделира светодиода на оптрона;

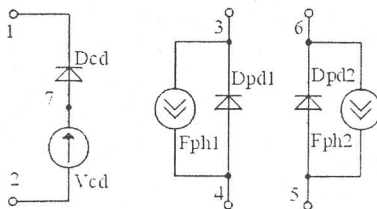
Vcd – нулев източник на напрежение, който управлява фототоковете на двата PIN фотодиода;

Dph1 – моделира фотодиода (ФД) на обратната връзка;

Dph2 – моделира изходният фотодиод;

Fph1 – управляващ за светодиода фототок от обратната връзка;

Fph2 – изходен фототок, зависещ линейно от светлинния поток.



Фиг. 1

Коефициента на предаване на оптрона К3 е отношение между коефициента на предаване на изходния ФД (К2) и на диода на обратната връзка (К1).

$$K3 = K2 / K1 \quad (1)$$

$$\text{Където, } K2 = I (Fph2) / I (Vcd) \quad (2)$$

$$K1 = I (Fph1) / I (Vcd) \quad (3)$$

Зависимостта на К1 от тока през светодиода ([4]– стр.5-119-фиг10) е нелинейна, поради което, в описанието на модела е използван полином от втора степен, чиито параметри са изчислени с точност до 1% и МНМК.

Зависимостта на коефициента К2 се определя аналогично от уравнение (1) и каталожните характеристики ([4] – стр.5-119-фиг10 и стр.5-118 – фиг.4). Получените полиномни коефициенти на двата фототока са различни за различните модификации на оптрона IL300. Изчислени са параметрите на IL300A, IL300F, IL300J и са заложени в библиотеката на “PSPICE” за оптоелектронни елементи.

Представено е описанието на IL300A, което има следното съдържание като подсхема:

```
.SUBCKT IL300A 1 2 3 4 5 6
* * * * A К на изходния ФД
* * К А на ФД на обратната връзка
К А на СД

Dcd 7 1 CD
Vcd 2 7
Fph1 3 4 POLY(1) Vcd 25N 7.526M 0.02569
Dpd1 4 3 PD
Fph2 6 5 POLY(1) Vcd 25N 4.4396M 14.9445M
Dpd2 5 6 PD
.MODEL CD D(IS=6.07F N=1.77 RS=.54 XTI=.074
+VJ=1 TT=1.22N M=.33 CJO=15P)
.MODEL PD D(IS=5.98N N=1.86 RS=3.33 XTI=.1
+VJ=.9 TT=8.3P M=.408 CJO=9.31P)
.ENDS IL300A
```

### Експериментални резултати

За теоретичното получаване и сравняване с каталожните характеристики ([4] – стр.5-118 фиг.2,3,4 и 5), моделът се изследва самостоятелно по схемата от фиг.2 – показани са изследванията на оптрон IL300A.

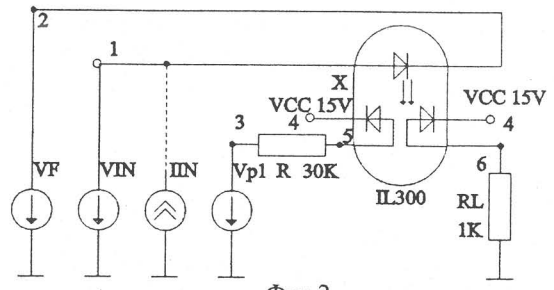
Описанието на схемата има следното съдържание:

```
* TEST FILE FOR CATALOGUE
* CHARACTERISTICS
.WIDTH OUT=80
.OPTIONS ACCT LIST NOPAGE RELTOL=0.01
.LIB PHNOM.LIB
.TEMP 25

* Servo gain – K1
DC IIN 1M 100M 1M
IIN 0 1
* VA- characteristic of LED
*.DC VIN 1 1.4 0.1
*.VIN 1 0
```

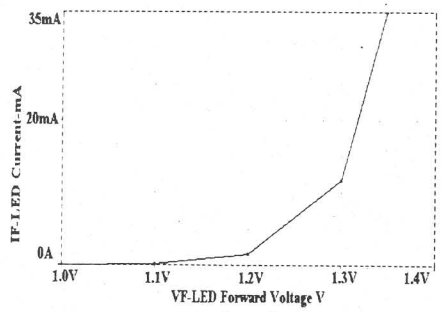
VCC 40 15  
 VF 20  
 VP1 70  
 R 75 30K  
 RL 60 10K

X 2 1 4 5 6 4 IL300A  
 .PRINT DC I(VF) I(VP1)  
 PROBE  
 .END

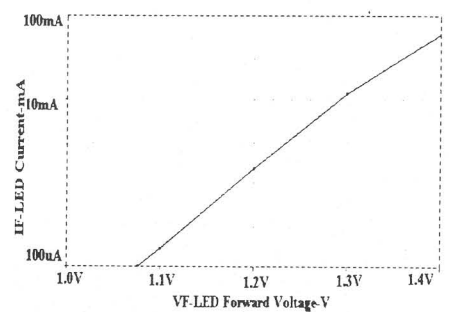


Фиг. 2

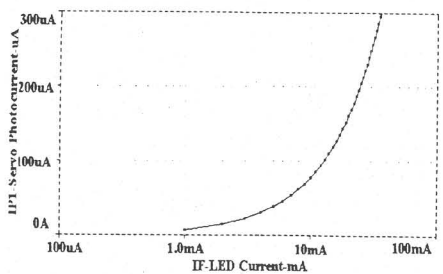
Получените от пакета характеристики са дадени на фиг.3 до фиг.6.



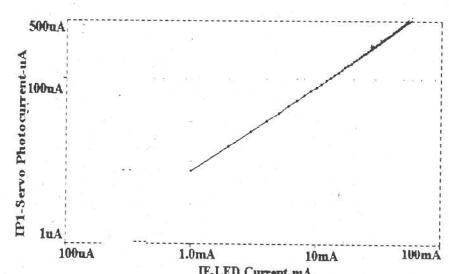
Фиг. 3



Фиг. 4



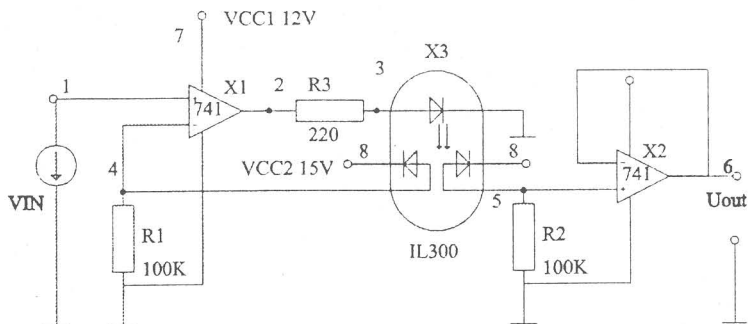
Фиг. 5



Фиг. 6

Създаденият модел на диференциален фотодиоден оптрон е изследван в схеми с широко приложение. Тук представената схема ( фиг. 7), представлява

ПТ преобразовател I – U с галванично разделяне на входната от изходната верига и коефициент на предаване, напълно независим от тока на светодиода. В случая  $U_{out}/V_{IN} = K3 \cdot (R2/R1)$ , където K3 е 0,59 (каталожен параметър).



Фиг.7

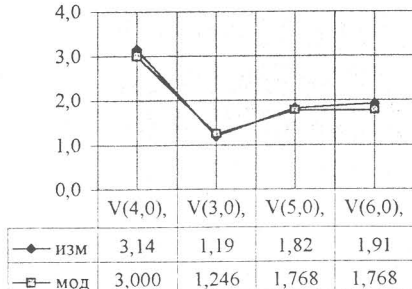
Описание на схемата за теоретичен анализ.

```
.WIDTH OUT=80
.OPT ACCT LIST NODE NOPAGE RELTOL=0.01
.TEMP 25
.LIB OPNOM.LIB
.LIB PHNOM.LIB
.DC VIN 3 7 1
VIN 1 0
VCC1 7 0 12
VCC2 8 0 15
R1 4 0 100K
```

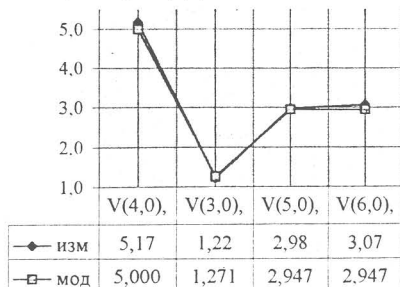
```
R2 5 0 100K
R3 2 3 220
X1 1 4 7 0 2 UA741
X2 5 6 7 0 6 UA741
X3 0 3 8 4 5 8 IL300A
.PRINT DC V(4,0) V(3,0)
V(6,0) I(R1) I(R2) I(R3)
.PROBE
.END
```

Част от резултатите на направените теоретични (моделирани) и практически (измерени) изследвания за различни стойности на входното напрежение  $V(1,0)$  са представени от фиг.8 до фиг.11. На фиг 12 е показан коефициента на предаване на схемата.

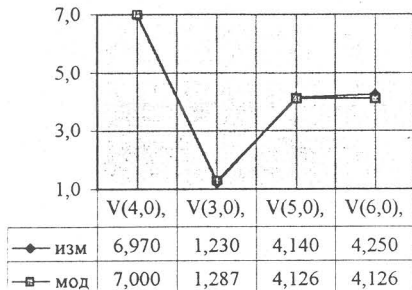
фиг8 -средноквадратична грешка  
5,34% при  $V(1,0) = 3V$



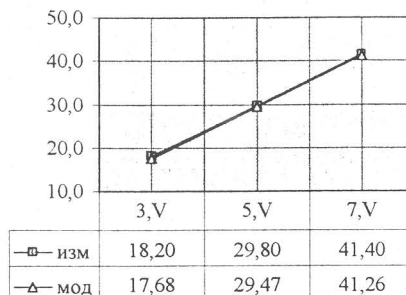
фиг9 - средноквадратична грешка  
5,46% при  $V(1,0) = 5V$



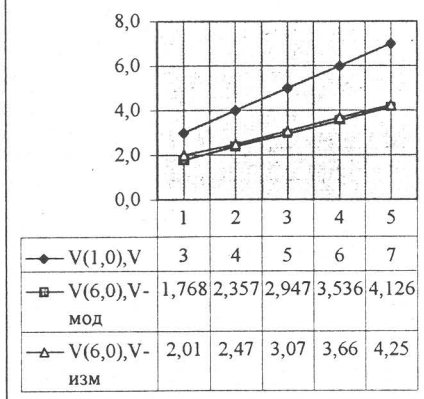
фиг10 -средноквадратична грешка  
3,51% при  $V(1,0) = 7\text{ V}$



фиг11 - изходен ток  $I(R2),\text{mA}$



фиг.12 - коефициент на предаване на  
схемата



## ИЗВОДИ

1. Получените средноквадратични грешки са в границите между 3 и 6%, като в тях влизат: толерансите на резисторите; грешките, получени от използването на готовите модели и грешките от измервателните прибори.

2. Сравнителната оценка между експерименталните резултати и данните, получени от теоретичното изследване на оптрона показва, че заложенят в библиотеката модел може успешно да се използва за анализ и синтез на оптоелектронни схеми.

3. Предложеният модел ще попълни базата данни на програмния

пакет с още три елемента ( IL300A, IL300F и IL300J ).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Боянов, Й.,Е. Шойкова, М. Христов. Справочник по машинни модели на полупроводникови прибори. С., Техника, 1983.
2. Христова, П. Модел на фотодиоден оптрон за симулиране на оптоелектронни схеми. С., сп. "Автоматика и Информатика", 4 – 1995, стр. 33-35
3. Шойкова, Е., Г. Моллова, Г. Матеев, Ил. Хинков, Б. Толев. Компютърно-интегрирани среди за синтез и изследване на електронни схеми, С., ВМЕИ, 1989.
4. Siemens. Optoelectronics Data Book.1993.