МОДЕЛИРАНЕ НА ФОТОРЕЗИСТОРЕН ОПТРОН ЗА "PSPICE" СИМУЛАЦИЯ

д-р инж. Панка Димитрова Христова
доц. д-р инж. Иван Станчев Колев
ТУ – Габрово, 2000 г.

Modeling of Photoresistor optron For PSPICE simulation

Abstract.

One important application of Behavioral Modeling in the domain of analog simulation is modeling new device types, for example, optoelectronic devices.

This paper discusses Modeling of photoresistor optron and presents some simple examples; widely used in practice, demonstrate the use of this model and its verification. The verification of the model is done in two steps:

1. Check-up of the catalogue characteristics.
2. Examination of the optron behavior in various circuits.

Еквивалентна схема

Еквивалентната схема за нелинеен динамичен модел, представена на фиг. 1,синтезиран съобразно изискванията на пакета за теоретично изследване [1], съдържа следните елементи:

Dled – моделира светодиода на оптрона;

Vled – нулев източник на напрежение;

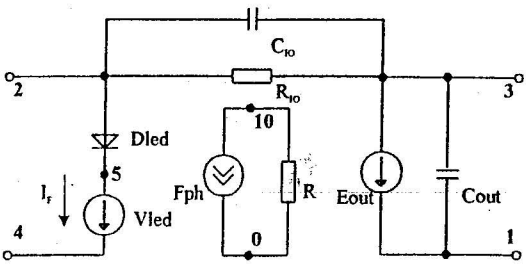
R_{IO} - моделира изолацията между входа и изхода на оптрона;

C_{IO} - капацитет между входа и изхода на оптрона;

Fph - моделира зависимостта на тока през ФР при 1 V приложено напрежение върху него от тока през СД с полином от втора степен;

Eout - моделира зависимостта на тока през ФР от приложеното върху него напрежение;

Cout - изходен капацитет между изводите на фоторезистора



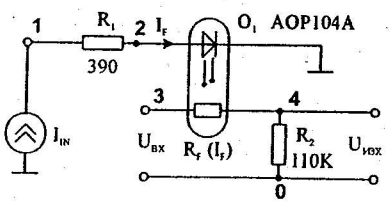
фиг. 1

Описанието на AOP104A, представено като подсхема е заложено в библиотечния файл за оптоелектронни елементи PHNOM.LIB:

```
.SUBCKT AOP104A12-56 2 4 3 1
**********************A K +R -R
* THE MODEL IS USED FOR 12
POWER
* AND 56K LOAD RESISTOR
RIO 4 1 100MEG
CIO 4 1 3N
Dled 2 5 SD
Vled 5 4
.MODEL SD D(IS=13.35P N=3.84
+RS=1.753 EG=2.32 VJ=1.77
TT=10U)
R 10 0 1K
Fph 0 10 POLY(1) Vled 4N
.09 -4.76
Eout 3 1 TABLE {V(10,0)}
+ 8.956m 11.3
+ 17.81m 8.8
+ 26.58m 6.4
+ 35.24m 4.95
+ 43.81m 4.1
+ 53.29m 3.4
+ 60.67m 3.1
+ 68.96m 2.7
+ 77.15m 2.5
+ 85.24m 2.15
+ .161 1.18
+ .2272 .82
+ .2838 .66
+ .331 .57
+ .3686 .51
+ .3968 .48
+ .4154 .45
+ .4244 .43
+ .4245 .42
Cout 3 1 3n
.ENDS AOP104A
```

Анализ и резултати

На фиг.2 е показан управляем делител на напрежение (безконтактен потенциометър). Чрез токът през СД I_F се изменя съпротивлението на ФР R_F, а от там и амплитудата на изходното напрежение при постоянно входно. Графиките, получени от теоретичното изследване с предложения модел, са показани на фиг.3 и 4, а сравнението между измерените и теоретични резултати в табл.1.

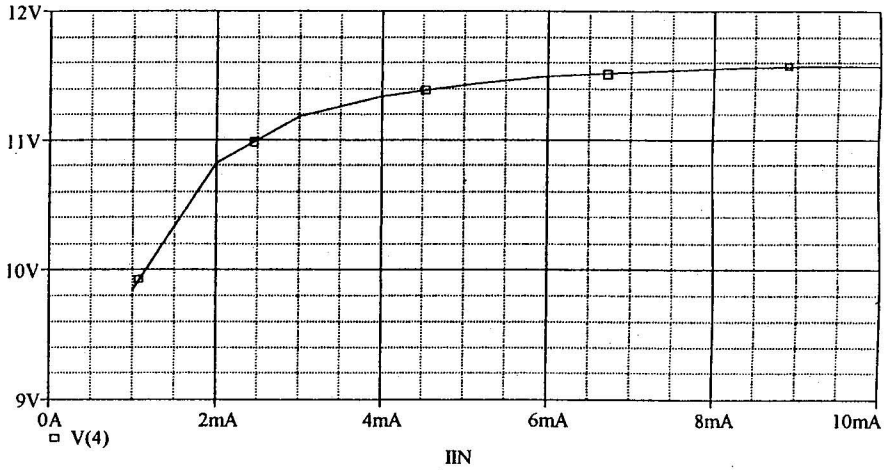


фиг.2

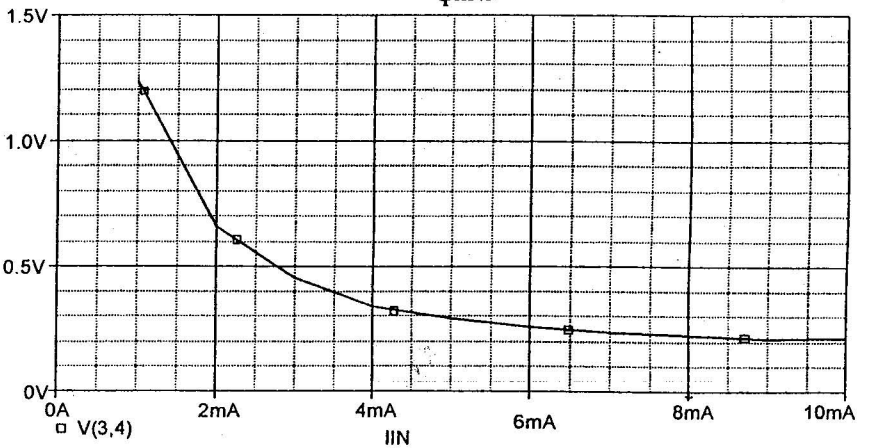
Описанието на схемата има следното съдържание:

```
* TEST MODEL AOP104A IN A
CONTROL DEVIDER OF VOLTAGE
*THE MODEL IS USED FOR 12 POWER
AND 56K LOAD RESISTOR
.OPTIONS ACCT LIST NOPAGE
+ RELTOL=0.01
.WIDTH OUT=80
.LIB PHNOM.LIB
.TEMP 25
.DC IIN 1M 10M 1M
VBX 3 0 12
```

```
IIN    0 1
R1     1 2    390
R2     4 0    56K
XR     2 0 3 4        AOP104A12-56
.PROBE
.PRINT DC V(3,4) V(4)
.END
```



фиг.3



фиг.4

табл.1

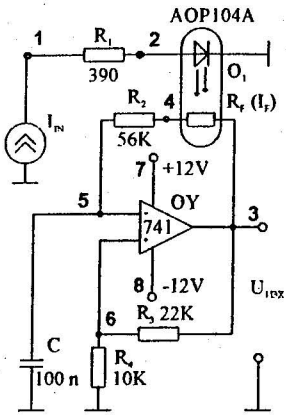
IF, mA	V(4), V, моделирано	V(4), V,измерено
1.00	9.47	9.43
2.00	10.82	10.88
3.00	11.18	11.25
4.00	11.34	11.41
5.00	11.43	11.51
6.00	11.49	11.56
7.00	11.52	11.60
8.00	11.55	11.63
9.00	11.57	11.65
10.00	11.57	11.66
EPS,%	**2.32**	

```
****    DC TRANSFER CURVES                    TEMPERATURE =    25.000 DEG C
     IIN          V(3,4)        V(4)
  1.000E-03    2.150E+00    9.850E+00
  2.000E-03    1.180E+00    1.082E+01
  3.000E-03    8.202E-01    1.118E+01
  4.000E-03    6.599E-01    1.134E+01
  5.000E-03    5.700E-01    1.143E+01
  6.000E-03    5.100E-01    1.149E+01
  7.000E-03    4.800E-01    1.152E+01
  8.000E-03    4.501E-01    1.155E+01
  9.000E-03    4.256E-01    1.157E+01
  1.000E-02    4.309E-01    1.157E+01
```

На фиг.5 е показан автоколебателен мултивибратор изпълнен с ФРО и ОУ, включен като тригер на Шмит. Чрез изменение на I_F се променя съпротивлението на ФР R_F, а от там и периода на генерираните импулси. ФР участва във времезадаващата верига на АМВ.

Описание на схемата за теоретичен анализ.

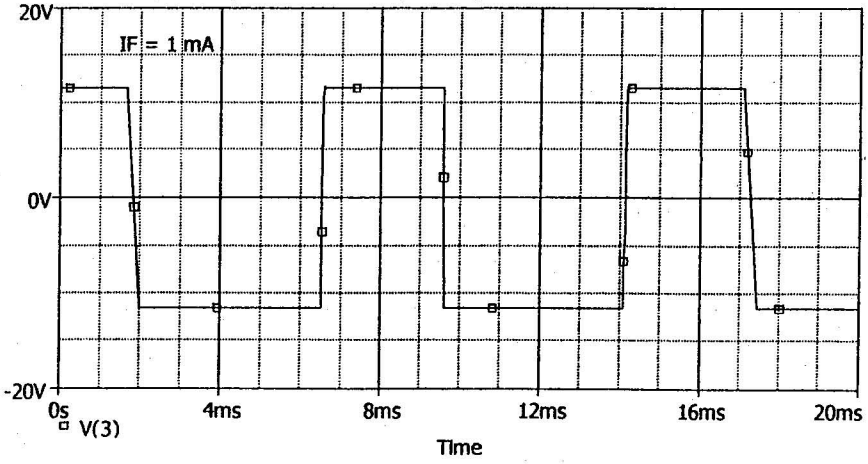
```
.OPTIONS ACCT LIST NOPAGE RELTOL=0.01
.WIDTH OUT=80
.TEMP 25
.LIB PHNOM.LIB
.LIB OPNOM.LIB
.TRAN 1M 20M
VCC1      7 0    12
VCC2      8 0   -12
.IC V(5) 0V
```




```
.IC V(3) 12V
*IIN 0 1 1M
IIN 0 1 10M
R1    1 2    390
XR    2 0  4 3 AOP104A12-56
R2    4 5    56K
R3    6 3    22K
R4    6 0    10K
C     5 0    100N
XOY 6 5 7 8 3     UA741
.PROBE
.END
```

фиг.5

Графиките за генерирания изходен импулс получени от PSPISE са представени на фиг.6 при I_F = 1 mA и фиг.7 при I_F = 10 mA

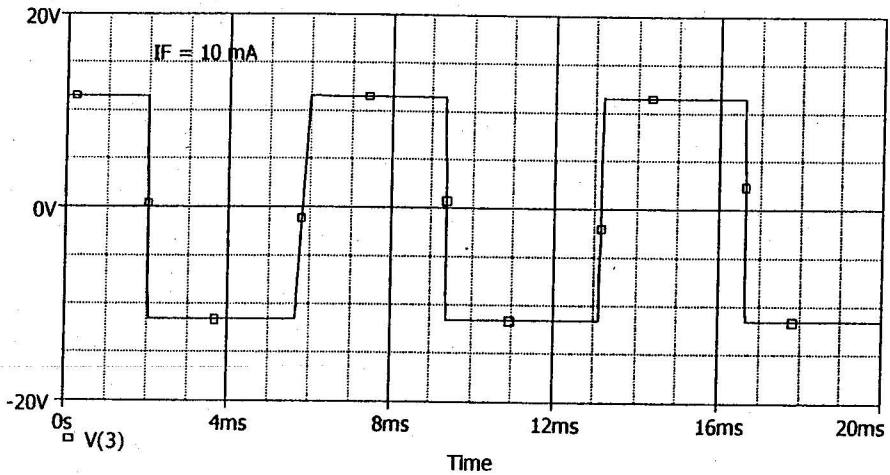


фиг.6

Рзапечатка на част от данните получени от теоретичното изследване.

```
****    TRANSIENT ANALYSIS              TEMPERATURE =    25.000 DEG C
при IF = 10 mA
*****************************************************************
     TIME          V(5)          V(3)
   0.000E+00    4.439E-07    1.200E+01
   2.000E-03    3.620E+00    1.020E+01
   4.000E-03   -7.659E-01   -1.162E+01
   6.000E-03   -3.224E+00    1.161E+01
   8.000E-03    1.363E+00    1.162E+01
```

1.000E-02	2.026E+00	-1.162E+01
1.200E-02	-1.947E+00	-1.162E+01
1.400E-02	-1.413E+00	1.162E+01
1.600E-02	2.633E+00	1.162E+01
1.800E-02	4.472E-01	-1.162E+01
2.000E-02	-3.052E+00	-1.162E+01



фиг.7

Изводи

1.Получените средноквадратични грешки са в границите между 0,15 и 18 %, 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 заложеният 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 PSPICE с оптоелектронни елементи.

Литература

1. Абдеева, Н и Л.Гришина.Фоторезисторные оптопары. Радио,1974, № 9.

2. Боянов, Й.,Е. Шойкова, М. Христов. Справочник по машинни модели на полупроводникови прибори. С., Техника, 1983.

3. Иванов, В. И., Аксенов, А. И. и А. М. Юшин. Полупроводниковые оптоелектронные приборы. Справочник Энергоатомиздат, 1988.

4. Коняев, О. Резисторные оптопары. Радио, 1982, № 4, ОЭП9 – ОЭП14.