

# ЛЕКЦИЯ 11

доц. д-р СТЕЛА СТЕФАНОВА

## УПРАВЛЯЕМИ ИЗТОЧНИЦИ НА СИГНАЛ. ВИДОВЕ И НАЧИН НА ОПИСАНИЕ В PSPICE

### 1. Понятие за управляем (зависим) източник на сигнал

- източник на сигнал, който се управлява (зависи) от един или повече независими източници на ток/напрежение.

### 2. Видове управляеми източници на сигнал

#### 2.1. В зависимост от управляващия източник

##### 2.1.1. Управлявани по напрежение

- източник на напрежение, управляван по напрежение (**ИНУН**)
  - $V = e(V)$ ;
  - Означение - **E** ;
  - Voltage-controlled voltage source.
- източник на ток, управляван по напрежение (**ИТУН**)
  - $i = g(V)$  ;
  - означение - **G** ;
  - Voltage-controlled current source.

##### 2.1.2. Управлявани по ток

- източник на ток, управляван по ток (**ИТУТ**)
  - $i = f(i)$  ;
  - означение - **F** ;
  - Current-controlled current source.
- източник на напрежение, управляван по ток (**ИНУТ**)
  - $i = h(v)$  ;
  - означение - **H** ;
  - Current-controlled voltage source.

#### 2.2. В зависимост от реализираната функция

- линейни
- нелинейни

### 3. Източници на сигнал, управлявани по напрежение

#### (Voltage Controlled Sources)

##### 3.1. Линейни източници ИНУН, ИТУН

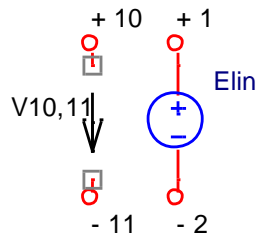
###### 3.1.1. Общ формат на описание

**Exxx <+възел> <-възел> <+упр. възел> <-упр.възел> <константа на предаване>**

**Gxxx <+възел> <-възел> <+упр. възел> <-упр.възел> <константа на предаване>**

### 3.1.2. Пример за описание на линеен ИНУН

Нека е даден ИНУН с име **Elin**, който се управлява от независим източник на напрежение  $V_{10,11}$ , включен между възли +10 и -11 ( виж. Фиг. 1).  
 Нека зависимостта да бъде линейна:  $Elin = 3.2 V_{10,11}$



Фиг.1. Линеен ИНУН

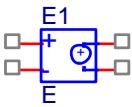
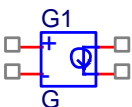
Описание във файла на връзките (netlist file):

```
Elin 1 2 10 11 3.2
```

### 3.1.3. Графично изображение и атрибути в PSpice на линейни ИНУН, ИТУН

- библиотека с модели:  
D:\Orcad\Orcad10.3\Tools\Capture\PSpice\analog.olb
- Общ формат на описание:  
**G<name>**  
**E<name>** <(+) node> <(-) node> <(+) controlling node>  
 <(-) controlling node> <gain>
- Графичното изображение и атрибутите в PSpice на линейни ИНУН, ИТУН са показани в Таблица 1;
- В редактора на свойствата се променя параметъра **GAIN**, който представлява константата на предаване на линейния зависим източник на сигнал;
- по подразбиране **GAIN = 1**.

Таблица 1. Линейни източници на сигнал, управлявани по напрежение

Линеен зависим източник на напрежение управляван по напрежение (ИНУН)							Библиотека Означение
 <p style="text-align: center;">Константа на предаване</p>							<b>analog.olb</b>  <b>E</b>
PSpiceOnly	Reference	Value	GAIN	Location X-Coordinate	Location Y-Coordinate	Source Part	
TRUE	E1	E	1	690	140	E.Normal	
Линеен зависим източник на ток управляван по напрежение (ИТУН)							Библиотека Означение
 <p style="text-align: center;">Константа на предаване</p>							<b>analog.olb</b>  <b>G</b>
PSpiceOnly	Reference	Value	GAIN	Location X-Coordinate	Location Y-Coordinate	Source Part	
TRUE	G1	G	1	740	190	G.Normal	

## 3.2. Нелинейни източници ИНУН, ИТУН

### 3.2.1. Полиномиална функция POLY

- Приложение: за описание на нелинейни зависими източници на сигнал, управлявани от един или няколко независими източника;
- Общ формат на функцията при  $n$  управляващи източника:

$$\begin{aligned} V_{out} = & P_0 + \\ & P_1 \cdot V_1 + P_2 \cdot V_2 + \dots + P_n \cdot V_n + \\ & P_{n+1} \cdot V_1 \cdot V_1 + P_{n+2} \cdot V_1 \cdot V_2 + \dots + P_{n+n} \cdot V_1 \cdot V_n + \\ & P_{2n+1} \cdot V_2 \cdot V_2 + P_{2n+2} \cdot V_2 \cdot V_3 + \dots + P_{2n+n-1} \cdot V_2 \cdot V_n + \\ & \dots \\ & P_{n!/(2(n-2)!)+2n} \cdot V_n \cdot V_n + \\ & P_{n!/(2(n-2)!)+2n+1} \cdot V_1^2 \cdot V_1 + P_{n!/(2(n-2)!)+2n+2} \cdot V_1^2 \cdot V_2 + \dots \\ & \dots \end{aligned}$$

където  $V_1, V_2, \dots, V_n$  са управляващите независими източници на напрежение

- Полиномиална функция POLY при  $n = 1$ :

$$y = p_0 + p_1 \cdot x + p_2 \cdot x^2$$

където  $x$  - представлява управляващия независим източник на ток или напрежение;  
 $p_0, p_1, p_2$  - коефициенти на полиномиалната функция

- Полиномиална функция POLY при  $n = 2$

$$y = p_0 + p_1 \cdot x_1 + p_2 \cdot x_2 + p_3 \cdot x_1^2 + p_4 \cdot x_1 \cdot x_2 + p_5 \cdot x_2^2$$

където  $x_1, x_2$  - представляват управляващите независими източници на ток или напрежение;  
 $p_0, p_1, \dots, p_5$  - коефициенти на полиномиалната функция

### 3.2.2. Общ формат на описание

**Exxx <+възел> <-възел> POLY <n>**

+ < <+упр. Възел 1> <-упр.възел 1>... <+упр. възел n> <-упр.възел n> >

+ < < коефициент на полинома 1 > ... < коефициент на полинома n > >

**Gxxx <+възел> <-възел> POLY <n>**

+ < <+упр. Възел 1> <-упр.възел 1>... <+упр. възел n> <-упр.възел n> >

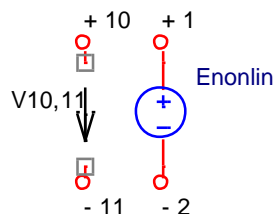
+ < < коефициент на полинома 1 > ... < коефициент на полинома n > >

### 3.2.3. Примери за описание на нелинейни ИНУН и ИТУН

#### а) ИНУН, управляван нелинейно от един източник на напрежение

Нека е даден ИНУН с име **Enonlin**, които се управлява от независим източник на напрежение  $V_{10,11}$ , включен между възли +10 и -11. ( виж. Фиг. 2). Нека зависимостта да бъде нелинейна:

$$E_{nonlin} = 5 V_{10,11}^2$$



Фиг.2. Нелинеен ИНУН

**Описание във файла на връзките (netlist file):**

**Enonl 1 2 POLY (1) 10 11 0 0 5**

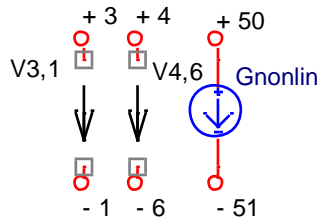
коэффициенти на полиномиалната функция  $p_0 = 0$ ;  $p_1 = 0$ ;  $p_2 = 5$ .

Коефициентите на полиномиалната функция се изброяват в точно определен ред, дефиниран в общия формат на запис. В случаите, когато определен коефициент не е зададен, се записва нулева стойност в позицията на този коефициент с цел да не се обърка редът на изброяване на коефициентите на полиномиалната функция.

**б) ИТУН, управляван нелинейно от два източника на напрежение**

Нека е даден ИТУН с име **Gnonlin**, които се управлява от два независими източника на напрежение с имена **V<sub>3,1</sub>**, **V<sub>4,6</sub>**, включени съответно между възли +3 и -1 за **V<sub>3,1</sub>** +4 и -6 за **V<sub>4,6</sub>** (виж. Фиг. 3). Нека зависимостта да бъде нелинейна:

$$G_{nonlin} = 13.6 V_{3,1} + 0.2 V_{4,6} + 1.03 V_{4,6}^2$$



Фиг.3. Нелинеен ИТУН, управляван от две напрежения

**Описание във файла на връзките (netlist file):**

**G<sub>nonlin</sub> 50 51 POLY (2) 3 1 4 6 0 13.6 0.2 0 0 1.03**

Като се направи съпоставка с полиномиалната функция при  $n=2$  се вижда, че коефициентите  $p_0 = 0$ ;  $p_3 = 0$ ;  $p_4 = 0$ .

**3.2.4. Графично изображение и атрибути в PSpice на нелинейни ИНУН, ИТУН**


- библиотека с модели:  
D:\Orcad\Orcad10.3\Tools\Capture\PSpice\analog.olb
- Общ формат на описание:

**E<name> <(+) node> <(-) node> POLY(<value>)**  
**+ < <(+) controlling node> <(-) controlling node> >**  
**+ < <polynomial coefficient value> >**

- Графичното изображение и атрибутите в PSpice на нелинейни ИНУН, ИТУН са показани в Таблица 2;
- В редактора на свойствата се променя параметъра **COEFF**, който представлява коефициента  $p_2$  на нелинейния зависим източник на сигнал
- $p_2 = COEFF = 1$  по подразбиране

**Таблица 2. Нелинейни източници на сигнал, управлявани от един независим източник на напрежение**

Нелинеен зависим източник на напрежение управляван по напрежение (ИНУН) при $n = 1$							Библиотека Означение
							<b>analog.olb</b>  <b>EPOLY</b>
<b>PSpiceOnly</b>	<b>Reference</b>	<b>Value</b>	<b>COEFF</b>	<b>Location X-Coordinate</b>	<b>Location Y-Coordinate</b>	<b>Source Part</b>	
TRUE	E2	EPOLY	1	410	180	EPOLY.Normal	

Нелинеен зависим източник на ток управляван по напрежение (ИТУН) при $n = 1$							Библиотека
							Означение
							<b>analog.olb</b>  <b>GPOLY</b>
<b>PSpiceOnly</b>	<b>Reference</b>	<b>Value</b>	<b>COEFF</b>	<b>Location X-Coordinate</b>	<b>Location Y-Coordinate</b>	<b>Source Part</b>	
TRUE	G2	GPOLY	1	470	180	GPOLY.Normal	

### 3.3. Аналогови блокове, описвани с ИНУН и ИТУН

#### 3.3.1. Библиотека с модели

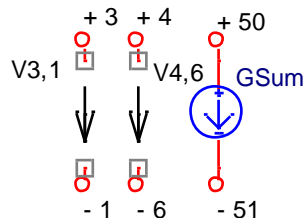
D:\Orcad\Orcad10.3\Tools\Capture\Pspice\abm.olb

#### 3.3.2. Сумиране на два източника на сигнал

а) Пример за ИТУН, представляващ сума от два независими източника на напрежение

Нека е даден ИТУН с име **GSum**, които се управлява от два независими източника на напрежение с имена  $V_{3,1}$ ,  $V_{4,6}$ , включени съответно между възли +3 и -1 за  $V_{3,1}$  +4 и -6 за  $V_{4,6}$  (виж. Фиг. 4). Нека зависимостта да бъде сума от двете напрежения със съответни коефициенти:

$$GSum = 4V_{3,1} + 2.5 V_{4,6}$$



Фиг. 4. Нелинеен ИТУН, представляващ сума на две напрежения

Описание във файла на връзките (netlist file):

```
GSum 50 51 POLY (2) 3 1 4 6 0 4 2.5
```

б) Коефициенти на полиномиалната функция:

За да сумираме:  $p_0 = p_3 = p_4 = p_5 = 0$   
 $p_1 <> 0$   $p_2 <> 0$

в) Графично изображение и атрибути в PSpice

- По подразбиране:  $p_1 = p_2 = 1$ ;
- Графичното изображение и атрибутите в PSpice на ИНУН, ИТУН, представляващи сума на два независими източника на напрежение, са показани в Таблица 3;
- Шаблони на модела в PSpice:

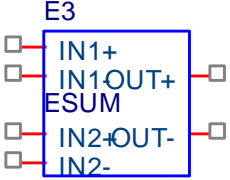
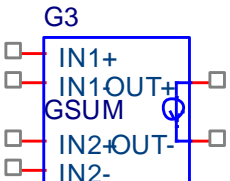
```
E^@REFDES % OUT+ % OUT-
```

```
+ VALUE {V( %IN1+, %IN1- ) + V( %IN2+, %IN2- ) }
```

```
G^@REFDES % OUT+ % OUT-
```

```
+ VALUE {V( %IN1+, %IN1- ) + V( %IN2+, %IN2- ) }
```

Таблица 3. Нелинейни източници на сигнал, представляващи сума на два независими източника на напрежение

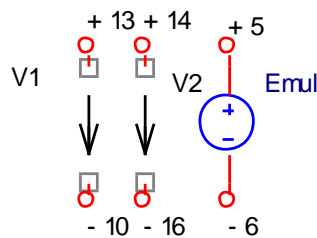
Нелинеен ИНУН, представляващ сума на два сигнала					Библиотека											
					Означение											
<p><b>ESUM</b></p>  <p>Шаблон на модела</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Part Reference</th> <th>PSpiceOnly</th> <th>PSpiceTemplate</th> <th>Reference</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E3</td> <td>TRUE</td> <td>E^@REFDES %OUT+ %OUT- VALUE {V(%IN1+,%IN1-)+V(%IN2+,%IN2-)}</td> <td>E3</td> <td>ESUM</td> </tr> </tbody> </table>						Part Reference	PSpiceOnly	PSpiceTemplate	Reference	Value	E3	TRUE	E^@REFDES %OUT+ %OUT- VALUE {V(%IN1+,%IN1-)+V(%IN2+,%IN2-)}	E3	ESUM	abm.olb
Part Reference	PSpiceOnly	PSpiceTemplate	Reference	Value												
E3	TRUE	E^@REFDES %OUT+ %OUT- VALUE {V(%IN1+,%IN1-)+V(%IN2+,%IN2-)}	E3	ESUM												
<p><b>ESUM</b></p>																
Нелинеен ИТУН, представляващ сума на два сигнала					Библиотека											
					Означение											
<p><b>GSUM</b></p>  <p>Шаблон на модела</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Part Reference</th> <th>PSpiceOnly</th> <th>PSpiceTemplate</th> <th>Reference</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>G3</td> <td>TRUE</td> <td>G^@REFDES %OUT+ %OUT- VALUE {V(%IN1+,%IN1-)+V(%IN2+,%IN2-)}</td> <td>G3</td> <td>GSUM</td> </tr> </tbody> </table>						Part Reference	PSpiceOnly	PSpiceTemplate	Reference	Value	G3	TRUE	G^@REFDES %OUT+ %OUT- VALUE {V(%IN1+,%IN1-)+V(%IN2+,%IN2-)}	G3	GSUM	abm.olb
Part Reference	PSpiceOnly	PSpiceTemplate	Reference	Value												
G3	TRUE	G^@REFDES %OUT+ %OUT- VALUE {V(%IN1+,%IN1-)+V(%IN2+,%IN2-)}	G3	GSUM												
<p><b>GSUM</b></p>																

### 3.3.3. Умножение на два източника на сигнал

#### а) Пример за ИНУН, представляващ произведение от два източника на напрежение

Нека е даден ИНУН с име **EMul**, които се управлява от два независими източника на напрежение с имена **V<sub>1</sub>**, **V<sub>2</sub>**, включени съответно между възли +13 и -10 за **V<sub>1</sub>** +14 и -16 за **V<sub>2</sub>** (виж. Фиг. 5). Нека зависимостта да бъде произведение от двете напрежения със съответни коефициенти:

$$EMul = 2(V_1 \cdot V_2)$$



Фиг. 5. Нелинеен ИНУН, представляващ произведение на две напрежения

Описание във файла на връзките (netlist file):

EMul 5 6 POLY (2) 13 10 14 16 0 0 0 0 2

б) Коефициенти на полиномиалната функция

Стойностите на коефициентите на полиномиалната функция при умножение на два източника на сигнал са:

$$p_4=1 \neq 0, \text{ а } p_0=p_1=p_2=p_3=p_5=0$$

### в) Графично изображение и атрибути в PSpice

- По подразбиране:  $p_4=1$ ;
- Графичното изображение и атрибутите в PSpice на ИНУН, ИТУН, представляващи произведение на два независими източника на напрежение, са показани в Таблица 4;
- Шаблони на модела в PSpice:

**E**^@REFDES % OUT+ % OUT-  
+ VALUE {V( %IN1+, %IN1- ) \* V( %IN2+, %IN2- ) }

**G**^@REFDES % OUT+ % OUT-  
+ VALUE {V( %IN1+, %IN1- ) \* V( %IN2+, %IN2- ) }

Таблица 4. Нелинейни източници на сигнал, представляващи произведение на два независими източника на напрежение

Нелинеен ИНУН, представляващ произведение на два сигнала		Библиотека											
		Означение											
<p><b>EMULT</b></p> <p>Шаблон на модела</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PSpiceOnly</th> <th>PSpiceTemplate</th> <th>Reference</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TRUE</td> <td>E^@REFDES %OUT+ %OUT- VALUE {V(%IN1+,%IN1-)*V(%IN2+,%IN2-)}</td> <td>E4</td> <td>EMULT</td> </tr> </tbody> </table>		PSpiceOnly	PSpiceTemplate	Reference	Value	TRUE	E^@REFDES %OUT+ %OUT- VALUE {V(%IN1+,%IN1-)*V(%IN2+,%IN2-)}	E4	EMULT	<p><b>abm.olb</b></p> <p><b>EMULT</b></p>			
PSpiceOnly	PSpiceTemplate	Reference	Value										
TRUE	E^@REFDES %OUT+ %OUT- VALUE {V(%IN1+,%IN1-)*V(%IN2+,%IN2-)}	E4	EMULT										
<p><b>GMULT</b></p> <p>Шаблон на модела</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Part Reference</th> <th>PSpiceOnly</th> <th>PSpiceTemplate</th> <th>Reference</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>G4</td> <td>TRUE</td> <td>G^@REFDES %OUT+ %OUT- VALUE {V(%IN1+,%IN1-)*V(%IN2+,%IN2-)}</td> <td>G4</td> <td>GMULT</td> </tr> </tbody> </table>		Part Reference	PSpiceOnly	PSpiceTemplate	Reference	Value	G4	TRUE	G^@REFDES %OUT+ %OUT- VALUE {V(%IN1+,%IN1-)*V(%IN2+,%IN2-)}	G4	GMULT	<p><b>abm.olb</b></p> <p><b>GMULT</b></p>	
Part Reference	PSpiceOnly	PSpiceTemplate	Reference	Value									
G4	TRUE	G^@REFDES %OUT+ %OUT- VALUE {V(%IN1+,%IN1-)*V(%IN2+,%IN2-)}	G4	GMULT									

### 3.3.4. Нелинейна предавателна функция (описание на зависим източник с израз)

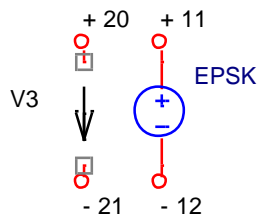
#### а) Общ формат

**E**xxx <+възел> <-възел> VALUE = {<израз>}  
**G**xxx <+възел> <-възел> VALUE = {<израз>}

#### б) Пример

Нека е даден ИНУН с име **EPSK**, които се управлява независим източник на напрежение  $V_3$  със зависимостта:

$$EPSK = 5mV.sin( 2\pi.10kHz.t + V_3 )$$



Фиг.6. Нелинеен ИНУН, представен като функция на независим източник на напрежение

Описание във файла на връзките (netlist file):

EPSK 11 12 VALUE = {5mV\*SIN(6.28\*10kHz\*TIME+V(3))}

в) Графично изображение и атрибути в PSpice

- Графичното изображение и атрибутите в PSpice на ИНУН, ИТУН, описвани с функция на независим източник на напрежение, са показани в Таблица 5;
- Шабини на модела в PSpice:

E^@REFDES % OUT+ % OUT- VALUE {@EXPR }

G^@REFDES % OUT+ % OUT- VALUE {@EXPR }

Таблица 5. Нелинейни източници на сигнал, представляващи функция на независим източник на напрежение

Нелинеен ИНУН, описван с функция	Библиотека Означение										
<p><b>EVALUE</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>EXPR</th> <th>PSpiceOnly</th> <th>PSpiceTemplate</th> <th>Reference</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V(%IN+, %IN-)</td> <td>TRUE</td> <td>E^@REFDES %OUT+ %OUT- VALUE {@EXPR }</td> <td>E6</td> <td>EVALUE</td> </tr> </tbody> </table>	EXPR	PSpiceOnly	PSpiceTemplate	Reference	Value	V(%IN+, %IN-)	TRUE	E^@REFDES %OUT+ %OUT- VALUE {@EXPR }	E6	EVALUE	<p>abm.olb</p> <p><b>EVALUE</b></p>
EXPR	PSpiceOnly	PSpiceTemplate	Reference	Value							
V(%IN+, %IN-)	TRUE	E^@REFDES %OUT+ %OUT- VALUE {@EXPR }	E6	EVALUE							
<p><b>GVALUE</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>EXPR</th> <th>PSpiceOnly</th> <th>PSpiceTemplate</th> <th>Reference</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V(%IN+, %IN-)</td> <td>TRUE</td> <td>G^@REFDES %OUT+ %OUT- VALUE {@EXPR }</td> <td>G5</td> <td>GVALUE</td> </tr> </tbody> </table>	EXPR	PSpiceOnly	PSpiceTemplate	Reference	Value	V(%IN+, %IN-)	TRUE	G^@REFDES %OUT+ %OUT- VALUE {@EXPR }	G5	GVALUE	<p>abm.olb</p> <p><b>GVALUE</b></p>
EXPR	PSpiceOnly	PSpiceTemplate	Reference	Value							
V(%IN+, %IN-)	TRUE	G^@REFDES %OUT+ %OUT- VALUE {@EXPR }	G5	GVALUE							
Нелинеен ИТУН, описван с функция	Библиотека Означение										

3.3.5. Таблично описание на предавателна функция



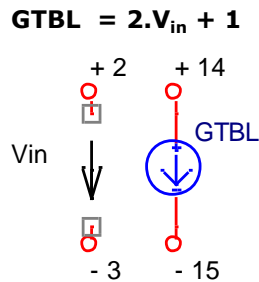
### а) Общ формат

**Exxx** <+възел> <-възел> TABLE {<израз>} =  
+ << input value 1>, <output value 1> ... >

**Gxxx** <+възел> <-възел> TABLE {<израз>} =  
+ << input value 1>, <output value 1> ... >

### б) Пример

Нека е даден ИТУН с име **GTBL**, които се управлява независим източник на напрежение  $V_{in}$  със зависимостта:



Фиг.7. Нелинеен ИТУН, представен таблично като функцията на независим източник  $V_{in}$

Описание във файла на връзките (netlist file):

**GTBL 14 15 TABLE{2\*Vin +1} = (0,0) (1m, 3m) (2m, 5m) ...**

### в) Графично изображение и атрибути в PSpice

- Графичното изображение и атрибутите в PSpice на ИНУН, ИТУН, описвани с функцията на независим източник на напрежение и представени в табличен вид, са показани в Таблица 6;
- Шаблони на модела в PSpice:

**E^@REFDES % OUT+ % OUT- TABLE{@EXPR } \n (@TABLE)**

**G^@REFDES % OUT+ % OUT- TABLE{@EXPR } \n (@TABLE)**

- В Property Editor в поле **EXP** се дефинира функцията;
- В Property Editor в поле **TABLE** се дефинират табличните стойности на аргумента и функцията

Таблица 6. Нелинейни източници на сигнал, представляващи функцията на независим източник на напрежение, описвани в табличен вид

Нелинеен ИНУН, описван в табличен вид		Библиотека									
		Означение									
<p><b>ETABLE</b></p> <p>Израз      Шаблон на модела      Таблица</p>		<p><b>abm.olb</b></p> <p><b>ETABLE</b></p>									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>EXPR</th> <th>PSpiceTemplate</th> <th>Reference</th> <th>TABLE</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V(%IN+, %IN-)</td> <td>E^@REFDES %OUT+ %OUT- TABLE { @EXPR } \n+ ( @TABLE )</td> <td>E5</td> <td>(-15,-15) (15,15)</td> <td>ETABLE</td> </tr> </tbody> </table>	EXPR		PSpiceTemplate	Reference	TABLE	Value	V(%IN+, %IN-)	E^@REFDES %OUT+ %OUT- TABLE { @EXPR } \n+ ( @TABLE )	E5	(-15,-15) (15,15)	ETABLE
EXPR	PSpiceTemplate	Reference	TABLE	Value							
V(%IN+, %IN-)	E^@REFDES %OUT+ %OUT- TABLE { @EXPR } \n+ ( @TABLE )	E5	(-15,-15) (15,15)	ETABLE							
Нелинеен ИТУН, описван в табличен вид		Библиотека									
<b>GTABLE</b>		Означение									



#### 4. Източници на сигнал, управлявани по ток (Current Controlled Sources)

##### 4.1. Линеини източници ИТУТ, ИНУТ

###### 4.1.1. Общ формат на описание

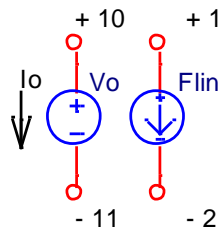
**Fxxx** <+възел> <-възел> <име на управляващ източник> <константа на предаване>

**Hxxx** <+възел> <-възел> <име на управляващ източник> <константа на предаване>

където <име на управляващ източник> - задава се името на независимия източник на напрежение, през който протича управляващия ток.

###### 4.1.2. Пример за описание на линеен ИТУТ

Нека е даден ИТУТ с име **Flin** управляван от тока  $I_o$ , който протича през независимия източник на напрежение  $V_o$ , включен между възли +10 и -11 (виж. Фиг. 9). Нека зависимостта да бъде линейна:  $Flin = 2I_o$



Фиг.9. Линеен ИТУТ

Описание във файла на връзките (netlist file):

**Flin 1 2 V<sub>o</sub> 2**

###### 4.1.3. Графично изображение и атрибути в PSpice на линейни ИТУТ, ИНУТ

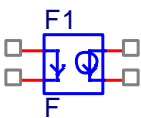
- библиотека с модели:  
D:\Orcad\Orcad10.3\Tools\Capture\PSpice\analog.olb
- Общ формат на описание:

**H**<name>

**F**<name><(+) node> <(-) node> +<controlling V device name> <gain>

- Графичното изображение и атрибути в PSpice на линейни ИТУТ ИНУТ са показани в Таблица 7;
- В редактора на свойствата се променя параметъра **GAIN**, който представлява константата на предаване на линейния зависим източник на сигнал;
- по подразбиране **GAIN = 1**.

**Таблица 7. Линеини източници на сигнал, управлявани по ток**

Линеен зависим източник на ток управляван по ток (ИТУТ)						Библиотека Означение													
						<b>analog.olb</b>  <b>F</b>													
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>PSpiceOnly</th> <th>Reference</th> <th>Value</th> <th>GAIN</th> <th>Location X-Coordinate</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SCHEMATIC1 : PAGE1 : F1</td> <td>TRUE</td> <td>F1</td> <td>F</td> <td>1</td> <td>420</td> </tr> </tbody> </table>									PSpiceOnly	Reference	Value	GAIN	Location X-Coordinate	SCHEMATIC1 : PAGE1 : F1	TRUE	F1	F	1	420
	PSpiceOnly	Reference	Value	GAIN	Location X-Coordinate														
SCHEMATIC1 : PAGE1 : F1	TRUE	F1	F	1	420														
<p>Константа на предаване</p>																			
Линеен зависим източник на напрежение управляван по ток (ИНУТ)						Библиотека Означение													
						<b>analog.olb</b>  <b>H</b>													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PSpiceOnly</th> <th>Reference</th> <th>Value</th> <th>GAIN</th> <th>Location X-Coordinate</th> <th>Location Y-Coordinate</th> <th>Source Part</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TRUE</td> <td>H1</td> <td>H</td> <td>1</td> <td>420</td> <td>280</td> <td>H.Normal</td> </tr> </tbody> </table>								PSpiceOnly	Reference	Value	GAIN	Location X-Coordinate	Location Y-Coordinate	Source Part	TRUE	H1	H	1	420
PSpiceOnly	Reference	Value	GAIN	Location X-Coordinate	Location Y-Coordinate	Source Part													
TRUE	H1	H	1	420	280	H.Normal													
<p>Константа на предаване</p>																			

## 4.2. Нелинейни източници ИТУТ, ИНУТ

### 4.2.1. Общ формат на описание

**Fxxx** <+възел> <-възел> POLY <n>

+ < име на управляващ източник 1 >...< име на управляващ източник n >

+ < <коэффициент на полинома 1> ... < коэффициент на полинома n > >

**Hxxx** <+възел> <-възел> POLY <n>

+ < име на управляващ източник 1 >...< име на управляващ източник n >

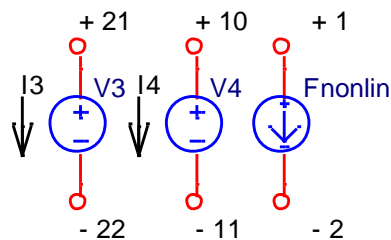
+ < <коэффициент на полинома 1> ... < коэффициент на полинома n > >

### 4.2.2. Примери за описание на нелинейни ИТУТ и ИНУТ

#### а) Пример за ИТУТ управляван от два източника на ток

Нека е даден ИТУТ с име **Fnonlin**, които се управлява от два източника на ток **I<sub>3</sub>** и **I<sub>4</sub>**, които протичат през независимите управляващи източници на напрежение **V<sub>3</sub>** и **V<sub>4</sub>**, (виж. Фиг. 10). Нека зависимостта да бъде нелинейна:

$$Fnonlin = 3.2 I_3 + 0.2 I_4 + 2.I_4^2$$



Фиг. 10. Нелинеен ИТУТ, управляван от два тока

**Описание във файла на връзките (netlist file):**

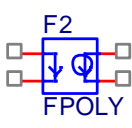
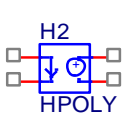
**F<sub>nonlin</sub> 1 2 POLY (2) V<sub>3</sub> V<sub>4</sub> 0 3.2 0.2 0 0 2**

Като се направи съпоставка с полиномиалната функция при n=2 се вижда, че коефициентите **p<sub>0</sub> = 0; p<sub>3</sub> = 0; p<sub>4</sub> = 0.**

**4.2.3. Графично изображение и атрибути в PSpice на нелинейни ИНУТ, ИТУТ**

- **библиотека с модели:**  
D:\Orcad\Orcad10.3\Tools\Capture\PSpice\analog.olb
- Графичното изображение и атрибутите в PSpice на нелинейни ИТУТ и ИНУТ са показани в Таблица 8;
- **Общ формат на описание:**  
**H<name> ....**  
**F<name> <(+) node> <(-) node> POLY(<value>)**  
**+ < <controlling V device name> ...>**  
**+ < <polynomial coefficient value>... >**
- В редактора на свойствата се променя параметъра **COEFF**, който представлява коефициента **p<sub>2</sub>** на нелинейния зависим източник на сигнал
- **p<sub>2</sub> = COEFF = 1** по подразбиране

**Таблица 8. Нелинейни източници на сигнал, управлявани от един независим източник на ток**

Нелинеен зависим източник на ток управляван по ток (ИТУТ) при n = 1							Библиотека Означение
							<b>analog.olb</b>  <b>FPOLY</b>
PSpiceOnly	Reference	Value	COEFF	Location X-Coordinate	Location Y-Coordinate	Source Part	
TRUE	F2	FPOLY	1	480	230	FPOLY.Normal	
Нелинеен зависим източник на ток управляван по напрежение (ИТУН) при n = 1							Библиотека Означение
							<b>analog.olb</b>  <b>HPOLY</b>
PSpiceOnly	Reference	Value	COEFF	Location X-Coordinate	Location Y-Coordinate	Source Part	
TRUE	H2	HPOLY	1	480	280	HPOLY.Normal	

**5. Приложение на управляемите източници на сигнал**

**5.1. Симулация на амплитудно-модулиран (АМ) сигнал**

**а) Източници на сигнал**

- **V<sub>1</sub>** - независим източник на синусоидално напрежение за дефиниране на носещото високочестотно трептене;

- $V_2$  - независим източник на напрежение, описан като периодична импулсна поредица за дефиниране на модулиращия сигнал (данни);
- **EAM** - зависим източник на напрежение, управляван от двете напрежения  $V_1$  и  $V_2$ , който представлява амплитудно-модулиран сигнал, и се получава като произведение на двете независими напрежения;

### б) Параметри на източниците на сигнал

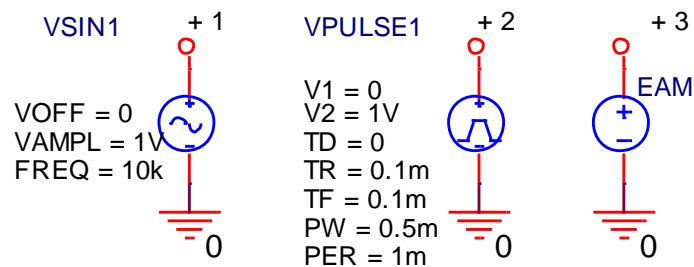
$V_1$  - независим източник на синусоидално напрежение – **VSIN**

- Амплитуда - **1V**
- Честота - **10KHz**

$V_2$  - независим източник на напрежение, описан като периодична импулсна поредица – **VPULSE**

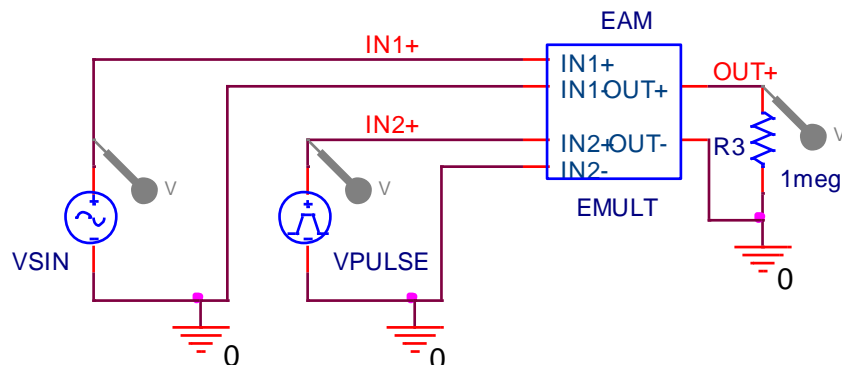
- Амплитуда - **1V**
- Преден, заден фронт - **0.1ms**
- Продължителност на импулса - **0.5ms**
- Период на повторение - **1ms**

### 5.2. Еквивалентна заместваща схема на амплитудно-модулиран сигнал



Фиг.11. Еквивалентна заместваща схема

### 5.3. Описание в PSpice на амплитудно-модулиран сигнал



### Amplitude modulation voltage-controlled signal

Фиг.12. Схемен проект за симулация

#### 5.4. Файл на връзките в PSpice на амплитудно-модулиран сигнал

```
* source Amplitude modulation
```

```
V_VPULSE      IN2+ 0
```

```
+PULSE 0 1 0 0.1m 0.1m 0.5m 1m
```

```
V_VSIN       IN1+ 0
```

```
+SIN 0 1 10k 0 0 0
```

```
R_R3        0 OUT+ 1meg
```

```
E_EAM       OUT+ 0 VALUE {V(IN1+,0)*V(IN2+,0)}
```

#### 5.5. Симулация в PSpice на амплитудно-модулиран сигнал

На Фиг. 13 е показан резултатът от симулацията на амплитудно модулиран сигнал, описан като зависим източник на сигнал.



Фиг.13. Резултати от симулацията на амплитудно-модулиран сигнал