- 1 -

# Simulace v OrCadPSpice 10 na úrovni schématického editoru

Spouštěný program: Capture.exe (ikona Capture), nikoliv PSpice AD

Základy práce s projekty, kreslení schémat, zakládání simulačních profilů, spouštění simulací atd. viz [1].

#### Vhat 10Vdc 1) 100 Nakreslete obvod podle obrázku R1 R2 R3 (součást oscilátoru). $\sim$ ١ΛΛ Ŵ M2N6661 C1<sup>100k</sup> C2<sup>1meg</sup> 10k Řešení: 2.84n

Spustíme Capture

vybereme nový projekt

pojmenujeme nový projekt a cestu, kde bude uložen, OK

🕼 Orcad Capture - [Session Log]				New Project	
	Dread Capture - [Session Log]         File       View       Edit       Options       Window         New       Open       Save       Save <th>Help</th> <th>Project Design Library VHDL File Verilog File Text File</th> <th>New Project         Name         abc         Create a New Project Using         Image: Create a New Project Using</th> <th>CK Cancel Help Tip for New Users Create a new Analog or Mixed A/D project. The new project may be blank or copied from an existing template.</th>	Help	Project Design Library VHDL File Verilog File Text File	New Project         Name         abc         Create a New Project Using         Image: Create a New Project Using	CK Cancel Help Tip for New Users Create a new Analog or Mixed A/D project. The new project may be blank or copied from an existing template.
	4 C:\CAD\\SCHEMATIC1\DC\DC 5 c:\cad\\SCHEMATIC1\DC\DC 6 C:\cad\\SCHEMATIC1\DC\DC 7 C:\cad\\SCHEMATIC1\DC\DC 7 C:\cad\\projekty\hierar 8 C:\CAD\\ampli\ampli 9 C:\CAD\\PROJEKTY\OPERAK Exit			Location C:\CAD\SPICE_POKUSY\PROJEKTY	Browse

nezakládat projekt na bázi již existujícího projektu, OK

Create PSpice Project		×
C Create based upon an existing project		ОК
empty.op	<u></u>	Browse
C. Control Half and an		Cancel
<ul> <li>Ureate a blank project</li> </ul>		Help

Objeví se okno schématického editoru, resp. okno pro kreslení schématu.

Poznámka 1: Doporučujeme před kreslením kliknout na ikonu ZOOM.

<u>Poznámka 2</u>: Schématická značka tranzistoru MOSFET je "podivná": Chybí v ní čáry v oblasti kolektoru a emitoru. Není na závadu, ale je možno dodatečně vyspravit vodiči.



Zmáčkneme **P** (Place Part). Obsah okna Place Part bude záviset na předchozích stavech editoru. Do okénka "Libraries" je třeba dostat knihovny grafických značek součástek, s nimiž budeme pracovat. Pokud do okna nejsou knihovny načteny, provede se volbou "Add Library". V příslušném okně se vyselektují všechny knihovny (přípona olb) z adresáře ..capture/library/pspice/ (klikne se na první v seznamu, najde se poslední, zmáčkne se Shift a klikne se na poslední soubor) a potvrdí se (Otevřít). Po zapsání písmena r do okénka Part se v seznamu najde první součástka z vyselektovaných knihoven, jejíž název začíná na r. Je to rezistor. Potvrdíme OK. Před umístěním součástky na plochu můžeme měnit její polohu takto:



R .. rotace

H ..zrcadlení horizontální

V .. zrcadlení vertikální

Nejprve položte všechny součástky na plochu (horkou klávesou P, pak hledání součástky; uzemnění je výjimka):

P R .. rezistory P C .. kapacitory P M2N6661 .. tranzistor MOSFET P VDC .. baterii P VAC .. střídavý zdroj G 0/SOURCE

Pak proveď te pospojování vodiči (W).

Pak změňte parametry součástek. To lze dvěma způsoby: poklepáním přímo na příslušné textové pole, nebo poklepáním na tělo součástky. - 3 -

Druhá metoda: Každá součástka má své editační okno. Příklad – zdroj VAC:

### záměna řádků za sloupce (dvojí kliknutí) filtr



PSpiceOnly	TRUE	
Reference	Vin 🗸	
Value	VAC	
ACMAG	1Vac 🗲 🦯	0Vdc
ACPHASE		
DC	0Vdc ◀	
Location X-Coordinate	90	
Location Y-Coordinate	130	
Source Part	VAC.Normal	

Volbou filtru Orcad-PSpice zobrazíme jen parametry součástky, které mají přímý dopad na simulaci. Pro větší přehlednost zvolíme sloupcový výpis na místo standardního řádkového. Změníme příslušné parametry a okno zavřeme (křížkem v pravém horním rohu <u>tohoto</u> okna).

# 2)

Simulujte závislost stejnosměrného napětí na kolektoru (Drain) na stejnosměrném napětí zdroje Vin, pro Vin od 0 do 5V. Nalezněte stav, kdy se obě napětí budou shodovat.

<u>Řešení</u>: Je třeba provést DC analýzu. Před simulací je nutné založit tzv. <u>simulační profil</u>: PSpice/New Simulation Profile

lew Simulation	
Name:	Create
DC	
Inherit From:	Cancel
none 💌 .	

Vyplníme jméno, např. DC a zvolíme "Create".

Okno "Simulation Settings – DC" vyplníme podle obrázku. Podíváme se do záložky "Probe Window" a přesvědčíme se, že je zvolena položka Show All markers on open schematics

Na kolektor tranzistoru a na vstup Vin umístíme napěťové měřicí sondy-markery, konkr.  $\mathcal{P}$ "Voltage/Level Marker" (můžeme s nimi I rotovat jako s každou jinou součástkou). Umístěním markerů doide automaticky k zobrazení příslušných napětí v PROBE.



- 4 Vbat R4 10Vdc měřicí sondy - "markery" 100 n **R**1 **R**2 R3 M1 M2N6661 Vin C1<sup>100k</sup> 2<sup>1meg</sup> 10k Ć 1Vac C3 0Vdc 28.4n 2.84n 284 0 0 0 0 O

Poznámka: sondy by neměly mít šedou barvu (někdy se to napoprvé nepodaří), protože pak to může značit, že nejsou řádně přiloženy k měřenému uzlu.

Spustíme analýzu (**D** nebo F11).



Aplikací příslušné měřicí funkce zjistíme, že obě křivky se protínají v bodě 3.20092V. Poznámka: všimněte si "nové" syntaxe veličin v PROBE, jestliže spolupracuje se schématickým editorem (např. V(M1:D), V(N001062) apod.).

# 3)

Proveď te analýzu z příkladu 2 při krokování odporu R4 v hodnotách 50 a 100 ohmů.

#### <u>Řešení</u>:

Nejprve zavedeme globální parametr Rx. Pak jeho hodnotu přiřadíme odporu R4. Pak provedeme jeho krokování.

Zavedení globálního parametru: pomocí pseudosoučástky PARAM. Umístíme ji kamkoliv na plochu (nikam se nepřipojuje). Po vyvolání editačního okna přidáme nový řádek (New Row), okno "Add New Row" vyplníme podle obrázku, zmáčkneme "Apply" a pak "Cancel".

Add New Row			A
			E SCHEMATIC1 : PAGE1
Name:		PSpiceOnly	TRUE
Rx		Reference	taalaalaalaalaalaalaalaalaalaalaalaalaal
and the second sec		Value	PARAM
Value:		Rx	100
100		Location X-Coordinate	410
		Location Y-Coordinate	130
Enter a name and click Apply or OK I	o add a column/row to the	Source Part	PARAM.Normal
property editor and optionally the curr propertiess filter)	ent filter (but not the <current< td=""><td><b>T</b>7 1 Y 1 Y</td><td>2 (1 1' 2 ¥2 1 1</td></current<>	<b>T</b> 7 1 Y 1 Y	2 (1 1' 2 ¥2 1 1
propertiess meers.		V okne pseudosouc	astky se objevi radek
No properties will be added to select	ed objects until you enter a value	s definicí parametr	u Rx. Klikneme na
nere or in the newly created cells in t	ne property editor spreadsneet.	tento řádek a pak	na "Display", v okně
Always show this column/row in the second	his filter	zatrhneme "Name	e and Value" a
		potvrdíme "OK". I	Po zavření editačního
Apply OK	Cancel Help	okna pseudosoučá	stkv se obieví na
		pracovní ploše toto:	
Display Properties		DADAMETED	C. C. C.
		PARAMETER	<u>s.</u>
Name: Rx	Font	Rx = 100	
	Anal 7		
Value: 100	Change Use Default		
		<u>Přiřazení hodnoty</u>	<u>globálního parametru</u>
Display Format	Color	<u>odporu R4</u> : Změním	e hodnotu odporu R4,
💮 Do Not Display		tj. 100, na {Rx}.	
C Value Onlu	Default 🚽	-	
Name and Value			
	Rotation		💊 < R4
Name Unly	• 0° · 180°		^ <b>▼</b> ≤ (Rx)
C Both if Value Exists	○ 90* ○ 270*		in the second
			a a a National a
ОК	Cancel Help		

Krokování globálního parametru:

Editujeme simulační profil podle obrázku: Přidáme "Parametric Sweep", budeme rozmítat "Global parameter" s názvem Rx, metoda "Value list". Potvrdíme OK a spustíme analýzu.

- 6 -



Při odporu Rx 50 Ohmů bude řešení (rovnost napětí na vstupu a výstupu) 3.64291V.

#### - 7 -

### **4**)

Vypočtěte stejnosměrné napětí na kolektoru, jestliže odstraníme vstupní zdroj Vin a "levý" konec odporu R1 spojíme s kolektorem.

### <u>Řešení</u>:

Lze očekávat, že po příslušném spojení SPICE naměří na kolektoru napětí 3.64291V pro Rx=50 Ohmů a 3.20092V pro Rx=100 Ohmů.

Pro potřeby pozdější analýzy můžeme zdroj Vin v obvodu ponechat, jen jej odpojíme od obvodu. Odstraníme oba markery. Provedeme spojení R1 s kolektorem. Rx nastavíme nejprve na 100 Ohmů v součástce PARAM. Uzel, k němuž je připojen kolektor, opatříme názvem out.



Nyní provedeme pouze výpočet pracovního bodu – na úrovni vstupního souboru by to byl příkaz .OP. Můžeme buď modifikovat současný simulační profil nebo založit jiný. Zvolíme druhou možnost. Postupujeme stejně jako při zakládání prvního profilu:

PSpice/New Simulation Profile

Nazveme jej DC2 a konfigurujeme tak, jak je vidět na obrázku. Potvrdíme OK.

Analysis type: Bias Point  Options:  General Settings  Temperature (Sweep)  Save Bias Point  Load Bias Point	Output File Options         Image: Construction of the image: Constructing : Construction of the image: Constructing : Constru	

Vlevo nahoře se v okně aktivního simulačního profilu objeví **SCHEMATIC1-DC2 .** Spustíme analýzu a přečteme si ve výstupním souboru, že napětí uzlu out je 3.2009V. Po změně Rx na 50 Ohmů vyjde 3.6429V. To je ve shodě s výsledky z příkladu 3. - 8 -

<u>Poznámky</u> (podrobnosti viz přednáška): Všimněme si začátku výstupního souboru (kráceno):

\*\* Creating circuit file "DC2.cir"

\*Libraries:

\* Profile Libraries : \* Local Libraries : \* From [PSPICE NETLIST] section of C:\OrCAD\OrCAD\_10.0\tools\PSpice\PSpice.ini file: .lib "nom.lib"

```
*Analysis directives:
.OP
.PROBE V(alias(*)) I(alias(*)) W(alias(*)) D(alias(*)) NOISE(alias(*))
.INC "..\SCHEMATIC1.net"
```

**** INC	CLUDING SCHEMATIC1.net ****
* source .	ABC
R_R1	OUT N00259 10k
R_R2	N00259 N00272 100k
R_R3	N00272 N00287 1meg
M_M1	OUT N00287 0 0 M2N6661
R_R4	OUT N00304 {Rx}
V_Vbat	N00304 0 10Vdc
$C_C1$	0 N00259 28.4n
V_Vin	M_UN0001 0 DC 0Vdc AC 1Vac
<i>C_C</i> 2	0 N00272 2.84n
C_C3	0 N00287 284p
.PARAM	Rx=50

••••

Automaticky se vygeneroval vstupní soubor DC2.cir. Netlist není součástí vstupního souboru. Je vygenerován zvlášť do souboru SCHEMATIC1.net a včleněn do vstupního souboru příkazem .INC. V netlistu jsou "podivná" čísla uzlů, např. N00259 apod.

Přímo do netlistu je možno nahlédnout z prostředí schématického editoru volbou PSpice/View Netlist

"Podivná" označení uzlů generuje automaticky editor. Lze se o tom přesvědčit poklepáním přímo na daný vodič ve schématu.

# 5)

Zobrazte přímo ve schématu napětí a proudy v nalezeném pracovním bodu pro Rx je 50 Ohmů a 100 Ohmů.

Řešení: aktivace ikon	V	I	•
-----------------------	---	---	---

Napětí 3.643V, resp. 3.200V je ve všech uzlech vyjma uzlu, k němuž je připojena baterie, protože proudový odběr hradla tranzistoru je nulový. Kolektorový proud je 127.1mA, resp. 68mA.

#### - 9 -

### **6**)

Analyzujte amplitudovou a fázovou kmitočtovou charakteristiku obvodu na obrázku postupně pro Rx je 50 a 100 ohmů tak, aby v obvodu byl zachován původní stejnosměrný pracovní bod.



Poznámka: Zjišťujeme kmitočtovou charakteristiku zpětnovazební smyčky. Po rozpojení této smyčky zajistíme uachování pracovního bodu tím, že vstupnímu zdroji definujeme DC parametr, odpovídající stejnosměrnému napětí 3.64281V pro Rx=50 Ohmů, resp. 3.20092V pro Rx=100 Ohmů.

Aby se oscilátor rozkmital, musí být zesílení smyčky větší než 1 na kmitočtu, při němž je nulový fázový posuv mezi vstupním a výstupním napětí.

#### <u>Řešení</u>:

Obvod modifikujeme podle obrázku. Založíme nový simulační profil, který nazveme např. AC, o těchto atributech:

Simulation Settings - AC			
General       Analysis       Configuration         Analysis type:       Image: Configuration         AC Sweep/Noise       Image: Configuration         Options:       Image: Configuration         Image: Configuration       Image: Configuration         Options:       Image: Configuration         Image: Configuration       Image: Co	Files Options Data AC Sweep Type C Linear C Logarithmic Decade Noise Analysis Enabled	Collection   Probe Window Start Frequency: End Frequency: Points/Decade: Output Voltage: I/V Source: Interval:	1 1meg 10
	Output File Options	ed bias point information for i rces and semiconductors (.0 Storno Použít	nonlinear )P) Nápověda

V složce Probe Windows zatrhneme Show/Last plot - 10 -

Spustíme analýzu. Otevře se okno PROBE, ale je prázdné (poslední data –Last plot – v tomto simulačním profilu nejsou k dispozici). Zadáme zobrazení napětí na kolektoru v decibelech a fázové charakteristiky – viz obrázek.



Fázová charakteristika protne úroveň nulového fázového posunu na kmitočtu 983.7Hz, kdežto amplitudová charakteristika dosahuje přenosu 0dB při nižším kmitočtu 903.2Hz. Tedy na kmitočtu 983.7 Hz je již přenos v zpětnovazební smyčce menší než 1 a oscilátor se nerozkmitá.

Nyní v editoru přepíšeme DC složku Vin na 3.20092V, Rx na 100 Ohmů a provedeme analýzu znovu.

Z křivek vyplývá, že nyní je situace opačná. Na kmitočtu nulového fázového posunu, tj. na 978.57Hz je zesílení cca 1.638dB. Oscilátor se rozkmitá.

# 7)

Prostudujte chování oscilátoru po připojení k napájecímu zdroji pro obě výše uvedené hodnoty Rx (zda se oscilátor samovolně rozkmitá nebo ne).



- 11 -



# <u>Řešení</u>:

Založíme si další simulační profil a nazveme jej např. OSCIL. Bude mít tyto parametry:

Simulation Settings - OSCIL		×
General       Analysis       Configuration         Analysis type:       Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)         Options:       Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)         Options:       Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)         Options:       Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)         Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)         Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)         Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)         Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)         Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)         Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)         Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)         Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)         Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)         Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)         Imme Domain (Transient)       Imme Domain (Transient)	on Files Options Data Collection Probe Window Run to time: 20m seconds (TSTOP) Start saving data after: 0 seconds Transient options Maximum step size: 20u seconds IV Skip the initial transient bias point calculation (SKIPBP) Output File Options	
	OK Storno Použít Nápově	da

- 12 -

V složce Probe Window opět vybereme možnost Show/Last plot.

Výsledky analýzy:



Kmity sice vzniknou, ale rychle se utlumí, v obvodu se neudrží.

Výsledek pro Rx=100 Ohmů:

V obvodu se udrží ustálené kmity, viz obrázek.

Poznámky:

Prostudujte výstupní soubor a netlist pro danou simulaci, zkonfrontujte se svými dosavadními znalostmi tvory vstupních souborů.

Klikněte v editoru na ikonu Project manager a prozkoumejte okno tohoto manažeru včetně struktury simulačních profilů (který je aktivní, jak učinit libovolný profil aktivním atd.).

Do schématu se vrátíme poklepáním na "Page1". Projekt uzavřeme volbou File/Close Project





# 8)

U obvodu na obrázku zjistěte metodou Monte Carlo histogram stejnosměrného výstupního napětí, jestliže odpory R1 a R2 budou mít nekorelované tolerance 10%. Uvažujte Gaussovo pravděpodobnostní rozložení rozptylů odporů.



### <u>Řešení</u>:

Založíme nový projekt s názvem např. Monte. Nakreslíme schéma podle obrázku. Tolerance nastavíme v editačních oknech rezistorů podle obrázku (je zapnut filtr Orcad-PSpice):

<u>Poznámka</u>: Je-li aktivní původní filtr Current properties, objeví se položka PSpice Template (šablona PSpice), která je důležitá pro pochopení, jak editor transformuje model součástky do netlistu:

V tomto zápise je např. zakódováno, že má být vygenerován příkaz .model, pro každý rezistor samostatný,

	A
	SCHEMATIC1 : PA
PSpiceOnly	
Reference	R1
Value	1k
Rx	
DIST	FLAT
Location X-Coordinate	470
Location Y-Coordinate	240
MAX_TEMP	ŔťMAX
POWER	(RMAX)
SLOPE	ŔŚMAX
Source Part	R.Normal
TOLERANCE	10%
VOLTAGE	RVMAX

- 14 -

s definovanou tolerancí typu DEV. Tím je zaručeno, že odpory ve schématu budou mít nekorelované tolerance. Podrobnosti viz přednášky.

Zajímá nás statistický rozptyl stejnosměrného napětí, proto je třeba aktivovat analýzu DC. Založíme simulační profil s názvem MONTEDC s těmito atributy:

General Analysis Configurati	on Files Options Data Collection Probe Window
Analysis type:	_ Sweep variable
DC Sweep 💌	Voltage source Name: V1
Options: Primary Sweep Secondary Sweep Monte Carlo/Worst Case	O Current source       Model type:         O Global parameter       Model name:         O Model parameter       Model name:         O Temperature       Parameter name:
☐ Parametric Sweep ☐ Temperature (Sweep) ☐ Save Bias Point ☐ Load Bias Point	Sweep type
	C Logarithmic Decade V Increment: 1V
General Analysis Configuration	on Files Options Data Collection Probe Window
Analysis type: DC Sweep	<ul> <li>Monte Carlo</li> <li>Worst-case/Sensitivity</li> <li>Output variable:</li> <li>V(out)</li> </ul>
Options:	Monte Carlo options
Primary Sweep	Number of runs: 100
Secondary Sweep	Use distribution: Gaussian 💌 Distributions
Parametric Sweep	Random number seed: [132767]
Temperature (Sweep)	Save data from All 🔽 runs
Load Bias Point	Worst-case/Sensitivity options
	Vary devices that have both DEV and LOT 💌 tolerances

Vstupní napětí se bude rozmítat od 0V do 10V po 1V.

Odpory R1 a R2 se budou rozmítat generátorem náhodných čísel, který je řízen Gaussovým pravděpodobnostním rozložením. Počet analyzačních běhů je 100.

Po proběhnutí analýzy zobrazíme závislost napětí V(out) na napětí rozmítaného zdroje. Bude nás zajímat histogram výstupního napětí pro vstupní napětí 10V (řez sítí křivek pro konečnou hodnotu 10V na vstupu). Proto použijeme vyhodnocovací analýzu (Performance Analysis) podle obrázku.

Střední hodnota výstupního napětí je cca 5.01V. Praktické hranice variací tohoto napětí jsou dány hodnotami 10% ního kvantitu a 90% ního kvantilu, tedy cca 4.51V a 5.52V.

<u>Poznámka</u>: Kdybychom zadali v simulačním profilu tzv. jednobodové rozmítání napětí V1, tedy rozmítání od 10V do 10V, zobrazil by se histogram automaticky, bez nutnosti použití vyhodnocovací analýzy.

<u>Poznámka</u>: Kdybychom chtěli učinit variace odporů závislými (např. kombinací typů DEV a LOT apod.), museli bychom buď zasáhnout do "PSpice Template" rezistorů (viz přednáška), nebo použít odpory typu RBREAK, u nichž je možné jednoduše modifikovat jejich modely (volbou Edit/PSpice Model po vyznačení součástky).



- 15 -

# 9)

Pomocí řízeného zdroje typu E vyrobte napětí složené ze dvou harmonických složek a popsané vzorcem

$$v(t) = 5 * \sin(2 * p * F1 * t) + 5 * \sin(2 * pi * F2 * t)$$

F1=19kHz a F2=21kHz.

Signál zobrazte v časovém intervalu 0 až 2ms.

<u>Poznámka</u>: Problém je v tom, že schématický editor má sice zavedený prvek typu E, ale se 4 svorkami – se vstupní a výstupní branou. Úlohu chceme ale řešit zdrojem typu E, který má jen výstupní svorky a jeho napětí je dáno vzorcem.

Možná řešení: 1) Úprava šablony (template) řízeného zdroje, 2) Použití některého z prvků ABM (Analog Behavioral Model).

Zvolíme první možnost.

<u>Řešení</u>:

Založíme nový projekt s názvem SIGNAL. Na plochu položíme prvek E/ANALOG a zapojíme podle obrázku. Řídicí bránu nebudeme zapojovat.

Na plochu vložíme pseudosoučástku PARAM, pomocí níž definujeme Ludolfovo číslo

#### pi=3.14159265.

Provedeme následující změny v položkách editačního okna zdroje:

- 16 -

původně		změny
	A	A
	SCHEMATIC1 : PAGE1 : E1	SCHEMATIC1 : PAGE1 : E3
Color	Default	Default
Designator		
GAIN	///////////////////////////////////////	value={5*sin(2*pi*19k*time)+5*sin(2*pi*21k*time)}
Graphic	E.Normal	E.Normal
ID		
Implementation		
Implementation Path		
Implementation Type	<none></none>	<none></none>
Location X-Coordinate	460	620
Location Y-Coordinate	260	220
Name	INS30	INS242
Part Reference	E1	E3
PCB Footprint		
Power Pins Visible		
Primitive	DEFAULT	DEFAULT
PSpiceOnly	TRUE	TRUE
PSpiceTemplate	E^@REFDES %3 %4 %1 %2 @GAIN	E^@REFDES %3 %4 @GAIN
Reference	E1	E3
Source Library	CAORCADAORCAD_10.0ATOOL	CAORCADAORCAD_10.0ATOOLSACAPTUR
Source Package	E	E
Source Part	E.Normal	E.Normal
Value	E	E

Založíme simulační profil pro analýzu TRAN s parametry ze zadání, s max. krokem 5us. Výsledek:



# **10**)

Máme k dispozici uživatelem definovaný SPICE model operačního zesilovače podle obrázku (viz příklad 23 ve sbírce). Model je uložen v knihovně OZ.lib na disku. Máme tento model začlenit do OrCadPSpice tak, aby s ním mohl pracovat schématický editor, a určit výstupní napětí (uzel 4) v zesilovači na obrázku.

* uzly:	neinvertujici vstup
*	invertujici vstup
*	kladne napajeci napeti
*	zaporne napajeci napeti
*	vystup
*	
.subckt (	DZ 1 2 3 4 5 params: A=200k Rin=1meg Rout=50
Rin 1 2 {	Rin}
Rout 5 6	{Rout}
R1 3 0 17	Γ ´
R24017	Г
E1 6 0 va	lue={limit(A*V(1,2),V(4)+1.5,V(3)-1.5)}
.ends	
	Vin





Řešení může být dvojí: Model přiřadíme buď

některé z existujících schématických značek v editoru, nebo značce, kterou si vytvoříme. Druhé řešení je pracné a v demo verzi OrCadPSpice prakticky nemožné. Proto si pro náš OZ "vypůjčíme" značku, která je již přiřazena jinému zesilovači.

### <u>Řešení</u>:

původní definice UA	A772	n	nodifikace pro náš OZ
	A		A
	SCHEMATIC1 : PAGE1 : U2	Ξ	SCHEMATIC1 : PAGE1 : U2
Color	Default		Default
Designator	A		A
Graphic	UA772.Normal	• •	UA772.Normal
ID	pov	inne	
Implementation	UA772		OZ
Implementation Path			
Implementation Type	PSpice Model		PSpice Model
Location X-Coordinate	160		160
Location Y-Coordinate	40		40
Name	101442		101442
Part Reference	U2A		U2A
PCB Footprint	DIP.100/8/W.300/L.450		DIP.100/8//V.300/L.450
Power Pins Visible			
Primitive	DEFAULT		DEFAULT
PSpiceTemplate	X^@REFDES %+ %- %V+ %V- %OUT @MODEL	×	1@REFDES %+ %- %V+ %V- %OUT @MODEL
Reference	U2		U2
Source Library	CACADAORCADPSPICEFULLATOOLSACAP	C	\CAD\ORCADPSPICEFULI\TOOLS\CAPT
Source Package	UA772		UA772
Source Part	UA772.Normal ne	povinn	e UA772.Normal
Value	UA772		muj_OZ

- 18 -

Z knihovny značek si vybereme např. UA772 nebo jinou s 5 vývody. Definici součástky upravíme podle návodu. Důležité je v poli Implementation změnit typ na jméno podobvodu z naší knihovny. Zkontrolujeme posloupnost vývodů: musí být v souladu posloupnost v PSpice šabloně a posloupnost v hlavičce podobvodu OZ. V šabloně je posloupnost

V editačním okně součástky se podíváme do záložky Pins:

	А	В	с	D	E
	E SCHEMATIC1 : PAGE1				
BiasValue Current	-60.27pA	60.27pA	1.100mA	15.00pA	-15.00pA
FLOAT	Error	Error	Error	Error	Error
Is No Connect	Γ	Γ	Γ	Π	Γ
Name	+	-	OUT	l/+	V-
Net Name	0	N00309	out	N00445	N00425
Number	3	2	1	8	4
Order	0	1	4	2	3
Swap Id	-1	-1	-1	-1	-1
Туре	Input	Input	Output	Power	Power

Jména pinů (Name) mají definováno pořadí (Order), počínaje číslicí 0, tak, jak je uvedeno v šabloně. Je to v souladu s pořadím v hlavičce našeho podobvodu, takže nic není nutné měnit.

Dále je třeba implementovat do zadání simulace příkaz .lib s označením naší knihovny OZ.lib, včetně úplné cesty k ní.

Nejjednodušší metoda: Použijeme pseudosoučástku LIB. Po jejím umístění na plochu zadáme úplný název knihovny (s cestou), viz obr.

Kontrolní analýza (Bias Point): Výstupní napětí je -11.999V. Možno zobrazit přímo ve schématu.

Poznámka: Další metoda, jak naknihovnu: pojit V editačním okně simulačního profilu zvolíme záložku Configuration Files, klikneme na Category/Library a danou knihovnu přidáme buď k profilu, k celému projektu, nebo ji učiníme globální.



LIBRARY: c:/cad/Spice pokusy/OZ.lib

eneral   Analysis Category:	Configuration Files   Options   Data Collection   Probe Wir	idow
Stimulus Library	C:\Cad\SPICE pokusy\0Z.lib	Browse
	Noz.lib	Add as Global Add to Design Add to Profile
		Edit Change
	Library Path	
	"C:\Cad\OrCadPSpicefull\tools\PSpice\UserLib";"C:\	Browse

- 19 -

# 11)

Namodelujte operační zesilovač z příkladu 10 jako hierarchický blok [3]. Pak jej použijte k simulaci zesilovače z příkladu 10.

### <u>Řešení</u>:

Založíme nový projekt o názvu např. HIERA.

Nakreslíme schéma podle obrázku. Řízený zdroj E1 nakonfigurujeme takto:

	A
	+ 0Z:0Z:E1
Color	Default
Designator	
GAIN	value={limit(A*V(inp,inm),V(Vn)+1.5,V(Vp)-1.5)}
Graphic	E.Normal
ID	
Implementation	
Implementation Path	
Implementation Type	<none></none>
Location X-Coordinate	580
Location Y-Coordinate	170
Name	/01088
Part Reference	E1
PCB Footprint	
Power Pins Visible	
Primitive	DEFAULT
PSpiceOnly	TRUE
PSpiceTemplate	E^@REFDES %3 %4 @GAIN
Reference	E1
Source Library	CACADAORCADPSPICEFULLATOOLSACAP
Source Package	E
Source Part	E.Normal
Value	E



Před "zapouzdřením" do hierarchického bloku umístíme na vývody inp, inm, Vp, Vn, out tzv. porty. Jsou dostupné přes ikonu . Porty jsou v knihovně značek

CAPSYM. Nejprve umístíme porty typu PORTRIGHT-R na piny inp a inm, pak port PORTLEFT-L na pin out. Tento port pak po rotaci umístíme i na piny Vp a Vn. Následně je přejmenujeme tak, jak je zřejmé z obrázku.



🔁 oz

🕂 💭 Design Cache

📥 🎇 . Vhiera.dsn i 📥 🙆 🖂

🛄 Library

🛅 Outputs

- 20 -

Vstoupíme do Project Manageru a přejmenujeme SCHEMATIC1 na OZ a PAGE1 na OZ:



Vytvoříme nové schéma a nazveme ho hlavni obvod:



Na úrovni "hlavni\_obvod" vytvoříme novou stránku a nazveme ji "hlavni\_obvod:



Práci uložíme (klikneme na ikonu s disketou) a schématu "hlavni obvod" přiřadíme atribut ROOT:



Dvojklikem na stránku hlavni obvod (pod schématem hlavni obvod) otevřeme kreslicí plochu, na kterou nakreslíme hlavní obvod – zesilovač, využívající OZ jako hierarchický blok.

- 21 -

Reference: 0Z	Primitive	ОК	
	© Yes	Cancel	
	Default	User Properties	
		Help	
Implementation			
Implementation Typ	e		
Schematic View		<b>_</b>	
Implementation nam	ie:		
Implementation nam	ne:		
Implementation nam 02 Path and filename	ne:		

Nejprve vytvoříme hierarchický blok. Klikneme na ikonu 🗉. Vzniklé okno vyplníme takto (potvrdíme OK):

Objeví se kurzorový kříž, kterým předběžně nakreslíme blok (za držení levého tlačítka myši). Po uvolnění levého tlačítka se oz



Ověřte výpočtem pracovního bodu, že obvod funguje.

"Dovnitř" hierarchického bloku se můžeme podívat jeho vyselektováním a výběrem (pravým tlačítkem) "Descend Hierarchy". Zpět z úrovně hierarchického bloku na hlavní úroveň se dostáváme volbou "Ascend Hierarchy".

- 22 -

Literatura:

- KOLKA, Z. Analýza elektronických obvodů programem OrCAD PSpice. Elektronické učební texty FEKT VUT Brno, UREL, 2004. K dispozici na <u>http://user.unob.cz/biolek</u>.
- [2] Elektronická dokumentace k OrCadPSpice 10.
- [3] OrCAD Flow Tutorial. 781kB. Product Version 10.0. Cadence, February 2004. Výukové texty, v angličtině. K dispozici na <u>http://user.unob.cz/biolek</u>.