

Vážení zákazníci,

dovolujeme si Vás upozornit, že na tuto ukázkou knihy se vztahují autorská práva, tzv. copyright.

To znamená, že ukáзка má sloužit výhradně pro osobní potřebu potenciálního kupujícího (aby čtenář viděl, jakým způsobem je titul zpracován a mohl se také podle tohoto, jako jednoho z parametrů, rozhodnout, zda titul koupí či ne).

Z toho vyplývá, že není dovoleno tuto ukázkou jakýmkoliv způsobem dále šířit, veřejně či neveřejně např. umístováním na datová média, na jiné internetové stránky (ani prostřednictvím odkazů) apod.

redakce nakladatelství BEN – technická literatura
redakce@ben.cz



PRÁCE S PROGRAMEM PSPICE

5.1	Nastavení parametrů simulace	106
5.2	Vstupní soubor	107
5.3	Popis obvodu – netlist	107
5.4	Příkazový blok	108
5.5	Chyby a chybová hlášení	114

5. PRÁCE S PROGRAMEM PSPICE

Program spustíme buď z dávkového souboru **sp** nebo přímo z **ps.exe**. Po spuštění se na obrazovce objeví menu s roletami Files; Circuit; Analysis; Probe.

```
+----- PSpice Control Shell - ver 5.0a -----+  
Files  Circuit  StmEd  Analysis  Display  Probe  Quit
```

Obr. 5.1 Horní část základní obrazovky programu PSPICE

5.1 NASTAVENÍ PARAMETRŮ SIMULACE

Jako první použijeme roletu FILES, kterou otevřeme kliknutím na hlavičku. Objeví se nabídky: Edit Browse Output Current File Save File X External Editor B External Browser. Pokud použijeme PSPICE poprvé, nastavíme nejprve (pro všechna další použití) v řádku Display/PrnSetup obrazovku pro grafiku a podmínky tisku (Hard copy) zobrazení z grafického postprocesoru PROBE. Nastavení vybereme z nabídky aktivované stiskem klávesy F4. Podobně výstupní port resp. tiskárnu.

Vstupní soubor vytvoříme dalšími postupy v roletě FILES. Otevřením řádku Current File můžeme zadat název pro nově zapisovaný vstupní soubor, či klávesou F4 aktivovat nabídku již vytvořených souborů. Poté lze z řádky EDIT otevřít editor umožňující vypsát soubor nový či upravit soubor již vytvořený.

Poznámka:

Je otevřeno i okno nápovědy pro editor – klávesou F1:

Tab. 5.1

klávesová kombinace	funkce
ALT-M	počátek vymezení bloku /např. pro kopírování
ALT-C	kopírování bloku
ALT-X	vyjmutí bloku
ALT-P	vložení bloku/dříve vyjmutého
ALT-P	automatické vyhledání zadaného hesla

5.2 VSTUPNÍ SOUBOR

Vstupní soubor má následující strukturu: První řádka je programem ignorována a může obsahovat libovolný text, zde si můžeme např. poznamenat k čemu soubor slouží.

POZOR: Napišeme-li omylem část programu na první řádku nebude programem akceptována a dojde k chybě. Pokud si chceme dělat poznámky i v další programové části souboru je nutné samostatné řádky s poznámkou odblokovat od programové části hvězdičku a poznámky na konci programové řádky středníkem (poznámka na programové řádce smí být až na konci).

Programovou část souboru je dobré, pro lepší orientaci, rozdělit do tří částí (toto rozdělení není však povinné a řádky, kromě řádky první, lze libovolně přehazovat). První část bude obsahovat obvodový popis součástek. Další část obsahuje „stimuly“ tj. nezávislé zdroje napětí a proudu jejichž vliv na obvod chceme zkoumat/simulovat. Tyto dvě části popisují celé zapojení a nazývají se často souhrnně jako **netlist**.

Třetí částí je pak příkazový blok. Zde jsou především instrukce, co se má simulovat. Příkazové řádky začínají povinně tečkou. (Pro vytvoření NETLISTu můžeme použít i externí editor schématu např. z programu ORCAD/řádka rolety FILES X-External Editor).

5.3 POPIS OBVODU – NETLIST

Stimuly i součástky do vstupního souboru vkládáme písmenným znakem přiřazeným součástce (např.: R-odpor, C-kapacitor, D-dioda, Q-bipolární tranzistor atd.), následuje popis uzlů kam je součástka připojena, dále pak specifikace součástky a případně hodnota (u odporu, kapacity).

Specifikace součástky je nutná, chceme-li použít součástku, jejíž chování je popsáno modelem. Součástka může být specifikována buď jako součástka konkrétní (katalogová) jejíž reálný model je znám a uložen v souboru, jenž nazýváme knihovnou (extenze ***.lib**), nebo jako součástka obecná. Při obecné specifikaci je třeba použít obecný model jehož parametry si musíme doplnit na základě změření naší součástky (identifikace parametrů modelu).

Příkazovou řádku specifikace součástky modelem může být vhodnější přiřadit přímo k řádce součástky v netlistu. Při vypisování netlistu lze použít nápovědy aktivované klávesou F3.

Tab. 5.2

označení	popis
E	zdroj napětí řízený napětím
F	zdroj proudu řízený proudem
G	zdroj proudu řízený napětím
H	zdroj napětí řízený proudem

V nabídce „On-Line Manual“ si otevřeme řádku „součástky“ (Devices), kde se zobrazí nabídka všech použitelných komponent. Kurzorem si vybereme součástku a kliknutím či klávesou Enter otevřeme nápovědu (včetně příkladů) pro tuto konkrétní součástku.

Seznam součástek obsahuje i řízené zdroje proudu a napětí, které se dají využít k realizaci makromodelů složitějších obvodů, jejichž reálné modely jsou příliš složité či nejsou k dispozici (viz kapitola Tvorba makromodelů).

5.4 PŘÍKAZOVÝ BLOK

Block příkazů obsahuje instrukce pro provádění simulací. Nejběžnější jsou příkazy pro provedení stejnosměrné analýzy – příkaz **.DC....** (odezva na změnu napětí či proudu – jednoho ze zdrojů, teploty, či některého z parametrů modelu součástky).

Příklady

.DC V1 1 10 0.1; tj. zdroj označený jako V1 bude měnit své napětí od 1[V]

* do 10 [V] s krokem 0,1 [V],

.DC V1 1 10 0.1 Ib 1u 100u 10u; tj. zdroj označený jako V1 bude měnit své

* napětí od 1 [V] do 10 [V] s krokem 0,1 [V] dále se bude měnit proud zdroje

* označeného jako Ib od hodnoty 1 [μA] do hodnoty 100 [μA] s krokem 10 [μA]

* a to jako parametr (nejprve se nastaví hodnota proudu a pak se vždy provede

* analýza podle deklarovaného napětí poté se opakuje pro následující hodnotu

* proudu),

.DC TEMP (-40 60 1); příkazem bude simulováno stejnosměrné chování obvodu

* při změně teploty z počáteční hodnoty – 40 [°C] na konečných 60 [°C] s krokem

* 1 [K],

.DC RES Rprom (R) 0.1 10 0.1; stejnosměrná změna násobku hodnoty odporu

* Rprom se používá s řádkou deklarace odporu (viz další deklarace) a příkazovou

* řádkou pro model (RES), první hodnota 0.1 je minimální násobek, druhá

* hodnota 10 je maximální násobek a třetí hodnota 0.1 je krok změny násobku

* hodnoty odporu,

Rx 1 2 Rprom 1k; je deklarovaný odpor Rx, zapojený mezi uzly 1 a 2, jehož

* hodnota je měněna ze základní hodnoty 1 [kΩ] pomocí předcházející deklarace

* krokování násobků ve výše uvedeném rozmezí. Při analýze je postupně nastavována

* tato hodnota 1 [kΩ] násobená násobitelem,

.MODEL Rprom RES; deklarace modelu k předcházejícím dvěma bodům.

Pro analýzu se zdrojem střídavého (sinusového) signálu s proměnným kmitočtem použijeme příkaz **.AC.....** Změnu kmitočtu lze deklarovat jako změnu po dekádách **DEC** (užívá se nejčastěji) změnu lineární **LIN** anebo změnu po oktávách **OCT**, např.:

Příklady

.AC DEC 10 1k 10MEG; příkaz pro provedení analýzy s kmitočtem, měnící se
* od 1 [kHz] do 10 [MHz], analýza se provádí pro změnu kmitočtu po dekádách
* (symbol dec) přičemž se v každé dekádě provádí výpočet v deseti hodnotách
* kmitočtu (číslo 10 za symbolem dec),

.AC LIN 100 1k 10MEG; totéž, interval kmitočtů je však nyní rozdělen lineárně
* (symbol lin) a výpočet je prováděn pro sto hodnot kmitočtů (číslo 100 za
* symbolem lin).

Pro analýzu přechodovou (odezva na signál s definovaným časovým průběhem tranzientní analýza) – příkaz **.TRAN**

Příklady

.TRAN 1u 1m 0.1m UIC; první číslo za symbolem TRAN udává časový krok
* výpisu, druhé číslo konečný čas pro analýzu, třetí číslo čas pro začátek výpisu,
* hodnoty před tím se nevypisují (jsou nepovinné), UIC příkaz pro použití počátečních
* podmínek (tj. budou respektovány hodnoty nastavené v obvodu před
* provedením analýzy – napětí zadaná v konkrétních uzlech, napětí na kapacitorech
* či proudy induktory. Pozn.: Příkaz může obsahovat na čtvrtém místě ještě
* hodnotu maximálního časového kroku při výpočtu (nepovinné),

.ic V(1)=1 V([bq])=2; nastavení počátečních podmínek (pro UIC), napětí v uzlu
* označeném 1 je nastaveno (proti zemi (uzel 0) na 1 [V], napětí v uzlu
* označeném bq je nastaveno proti zemi na 2 [V] (označujeme-li uzel písmeny, musí být
* tato písmena v některých instrukcích uzavřena v hranaté závorce, pak jsou
* akceptována stejně jako číselné označení),

L 1 2 100u ic=1m; klidový/počáteční proud induktorem L, instrukce ic=1m
* udává, že při UIC bude počítáno s tím, že induktorem L o hodnotě indukčnosti
* 100 [μH] před počátkem tranzientní analýzy protékal proud 1 [mA].
* Pozn.: V programu není nutné udávat název jednotky – místo 1mA lze psát jen 1 m,

C 4 5 1u ic=2.5; klidové/počáteční napětí na kapacitoru C, instrukce ic=2.5
* udává, že při UIC bude počítáno s tím, že na kapacitoru C o hodnotě 1 [μF]
* bude před počátkem tranzientní analýzy napětí 2,5 [V].

Důležité!! pro každý typ analýzy musí být deklarován příslušný stimul – zdroj napětí či proudu (jeden zdroj může obsahovat i všechny tři složky – stejnosměrnou pro DC analýzu, složku s proměnným kmitočtem i složku s definovaným časovým průběhem, příslušná analýza si pak „zapne“ svoji složku).

Vsig 1 0 dc 2 AC 1 SIN 1 2.5 1k; napěťový zdroj označený Vsig má stejno-
* směrnou složku 2 [V] (dc 2 – symbol dc lze i vynechat), složku s proměnnou
* kmitočtem s modulem 1[V] (ac 1) a složku s definovaným sinusovým průběhem
* se stejnosměrnou složkou o hodnotě 1 [V] sinusovou amplitudou 2,5 [V] a
* kmitočtem 1 [kHz].

Poznámka 1:

Stejnoseměrná složka (dc 2) se může uplatnit i při ac i tranzientní (TRAN) analýze, kdy ovlivní nastavení pracovního bodu aktivních součástek.

Poznámka 2:

Pro DC analýzu není nutné deklarovat stejnosměrnou složku – nastavuje se podle hodnot v příkazovém řádku pro stejnosměrnou analýzu, např. Vsig 1 0.

Dalším důležitým příkazem je nastavení a změna parametru, resp. změna některé hodnoty.

Příklady

.STEP PARAM X LIST 5 10 15 20; příkaz pro krokování parametru X podle

* seznamu (např. seznam hodnot 5 10 15 20),

.STEP PARAM X 5 100 2; příkaz pro krokování parametru X od počáteční

* hodnoty (5) do konečné hodnoty (100) s krokem (2) – před tím musí být

* parametr deklarován u určeného prvku.

Veličinu, která se má měnit jako parametr označíme jménem ve složené závorce, např. odpor jehož hodnota se mění jako parametr:

R 1 0 {rprom};

dále musí být deklarována základní hodnota parametru:

.PARAM rprom=1k

tj. nebudeme-li nastavovat hodnotu parametru rprom příkazem **.STEP** bude jeho hodnota 1 [kΩ].

5.4.1 Fourierova analýza

Významným nástrojem programu je dále Fourierova analýza, kterou lze provádět v návaznosti na tranzientní analýzu. Fourierovu analýzu lze použít dvěma způsoby, buď při následném zpracování výsledků v grafickém postprocesoru **PROBE**, anebo příkazem ve vstupním souboru pro provedení Fourierovy analýzy – **.FOUR.....**, kdy jsou složky spektra (harmonické primárního signálu) vypisovány do výstupního souboru (a to až do 9té harmonické, včetně výsledného zkreslení signálu).

Vypisována mohou být buď uzlová napětí (napětí mezi uzlem a zemí), meziuzlová napětí (napětí mezi dvěma uzly), proudy a napětí na dvoupólech (jednobranech), svorková napětí a proudy na N-pólech. Příkladem použití Fourierovy analýzy může být:

Příklady

.FOUR 1k V(1); vypisují se amplitudy a fáze napětí harmonických kmitočtů

* 1 [kHz] (první údaj za příkazem **.FOUR**) mezi uzlem 1 a zemí,